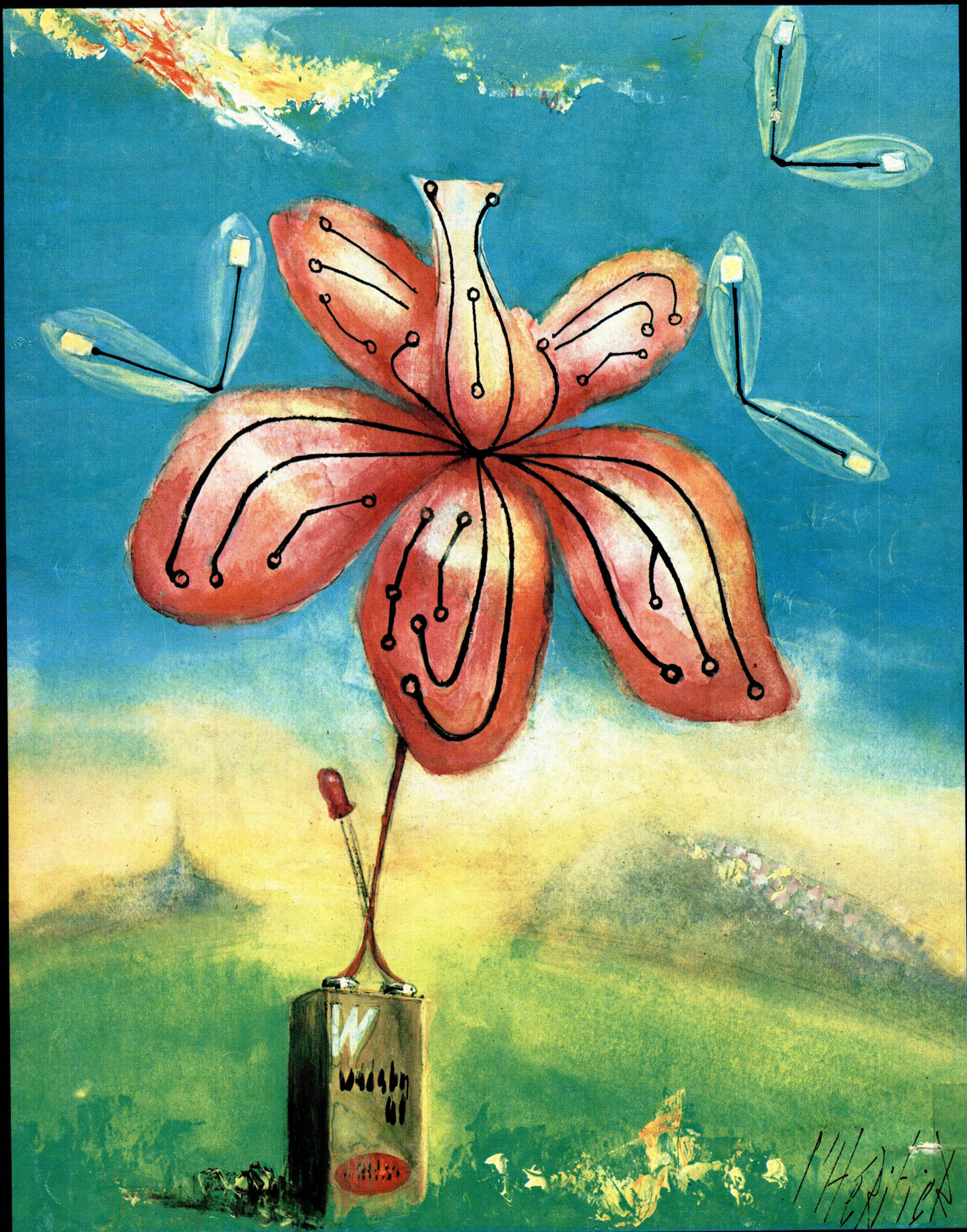


ELECTRONIQUE APPLICATIONS

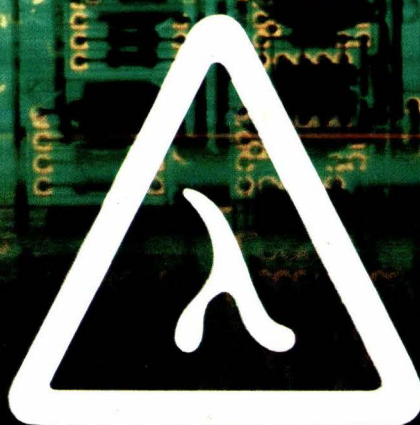
Trimestriel N° 13 - Printemps 1980 - 18 F



SUISSE : 9,00 FS - TUNISIE : 2070 MIL. - CANADA : CAN \$ 3,00 - ESPAGNE : 260 PESETAS - ITALIE : 4000 LIRE - BELGIQUE : 146 F.B.

LAMBDA

**Alimentations
stabilisées**



**Composants
de régulation**

de réputation mondiale

Demandez nos catalogues gratuits
Alimentations stabilisées (Vol. 1.)
Composants de régulation (Vol. 2.)



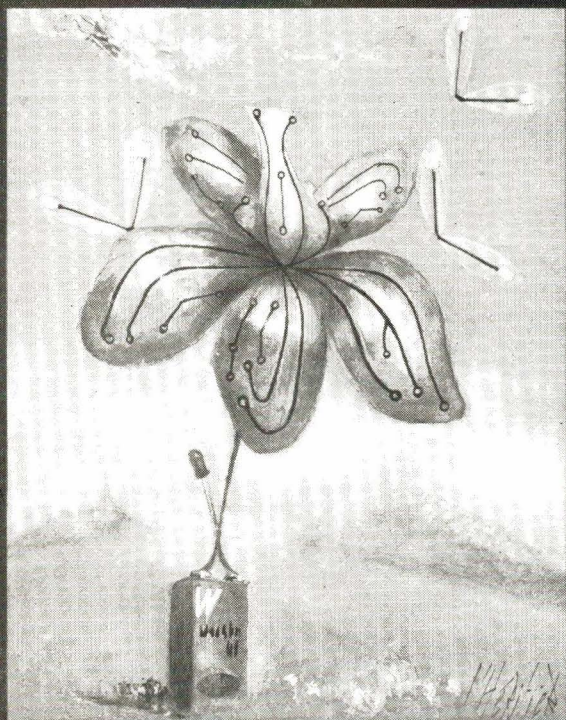
LAMBDA
ELECTRONIQUE

1^{er} Constructeur mondial d'alimentations stabilisées

B.P. 77 - 91403 Orsay Cedex Tél. 012.14.87 - Télex 691 617 F.Veeclam.

ELECTRONIQUE APPLICATIONS

Trimestriel N° 13 - Printemps 1980 - 18 F



GROBSE 9,00 FF - TUNISIE 2070 MIL - CANADA CAN 5,30 - ESPAGNE 250 PESETAS - ITALIE 4900 LIRE - BELGIQUE 148 F.B.

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

Publicité pour la Belgique : Euro-Publi-Belgium,
Av. Marcel Gourdin 1, 5001, Belgrade Namur. Tél. : 081-22-03-13

Président-directeur général : Directeur de la publication

Jean-Pierre Ventillard

Rédacteur en chef

Jean-Claude Roussez

Ont participé à ce numéro : Jean Avril, Christian Bellot, Michel Bonnis-Sassi, Jos De Neef, Jean Dufourquet, D. Ferrand, Pierre-Louis Grenier, Patrick Gueulle, J.-P. Janiaux, Jacky Jegou, Félix Juster, Pierre Lemeunier, Georges Louail, C. Milan, J. Moret-Bailly, Y. Ouazzany, René Rateau, J.-F. Renaud, J.-P. Richard, J. Sabatier, Jean Sabourin, G. Thérond, Jacques Trémolières, Félix Zandman.

Maquette : Michel Raby

Couverture : Gilbert L'Héritier

Ce numéro a été tiré à
70 000 exemplaires

Abonnements : 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris.

1 an (4 numéros) : **58 F** (France) - **75 F** (Étranger)

Copyright 1980 - Société Parisienne d'Édition

Dépôt légal 1^{er} trimestre 80 N° éditeur : 824

« 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^{er} 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

Applications

Chronostarter	5
Mesure du flux moyen du rayonnement solaire	13
Fréquencemètre numérique à commutation automatique de gammes	19
Détection électronique des mensonges	37
Système de surveillance sonore par téléphone	67

Circuits intégrés

Génération de notes de musique avec le MO87	33
---	----

composants

Les diodes à capacité variable	27
--------------------------------	----

Etude

Les courbes de température des résistances de précision	113
---	-----

Electronique médicale

Biotechnologie pratique	61
Cardiotachymètre à microprocesseur	71

Mesures

La réjection en mode série dans les voltmètres numériques	41
---	----

Système d'acquisition et de traitement de données	79
---	----

Schémathèque

Presse technique internationale	108
---------------------------------	-----

Technologie

Le circuit imprimé : usinage des films et des plaques	45
Les photocopieurs et la technique des circuits imprimés	75

Visite

L'électronique dans un grand quotidien	117
--	-----

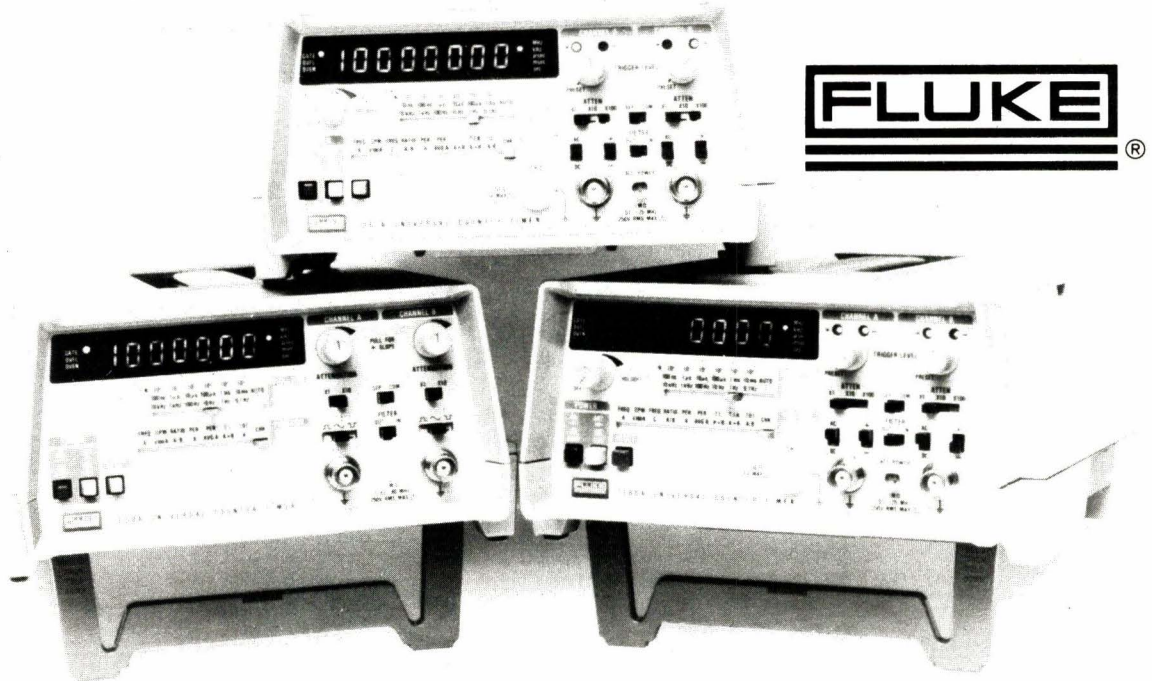
Le software du sportif	57
La radioastronomie (2 ^e partie)	99
Réseaux de distribution des semi-conducteurs	123
Bibliographie	131
Nouveautés - Informations	135
Répertoire des articles parus en 1979	146



MB ELECTRONIQUE

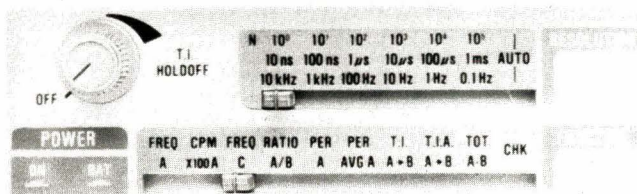
UN ATOUT DE PLUS

Compteurs fréquences Fluke Gamme 7200



légataires universels

Les Fluke 7220 A, 7250 A, 7260 A et 7261 A complètent une déjà longue lignée de compteurs fréquences mondialement connus.



- Fréquences :
DC jusqu'à 1,3 GHz

- Fonctions
Fréquences, périodes, intervalles de temps, rapport de fréquences, totalisateur et tachymètre ...

- Intervalles de temps
RESOLUTION 10 ns (7261 A)

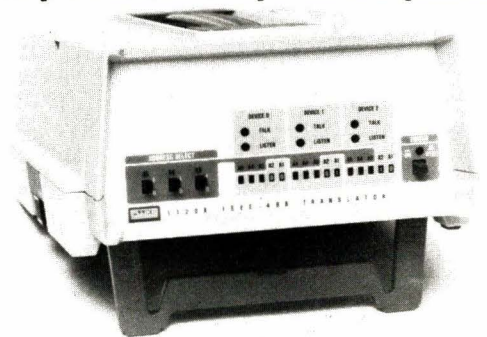
- Niveau de déclenchement variable

- Atténuateurs calibrés

- Options :

- fonctionnement batteries incorporées
- TCXO haute stabilité

- Translateur IEEE - Modèle 1120 A
Il s'adapte à tous les compteurs de la gamme 7200



Compatible également avec la gamme de multimètres FLUKE.

mb électronique

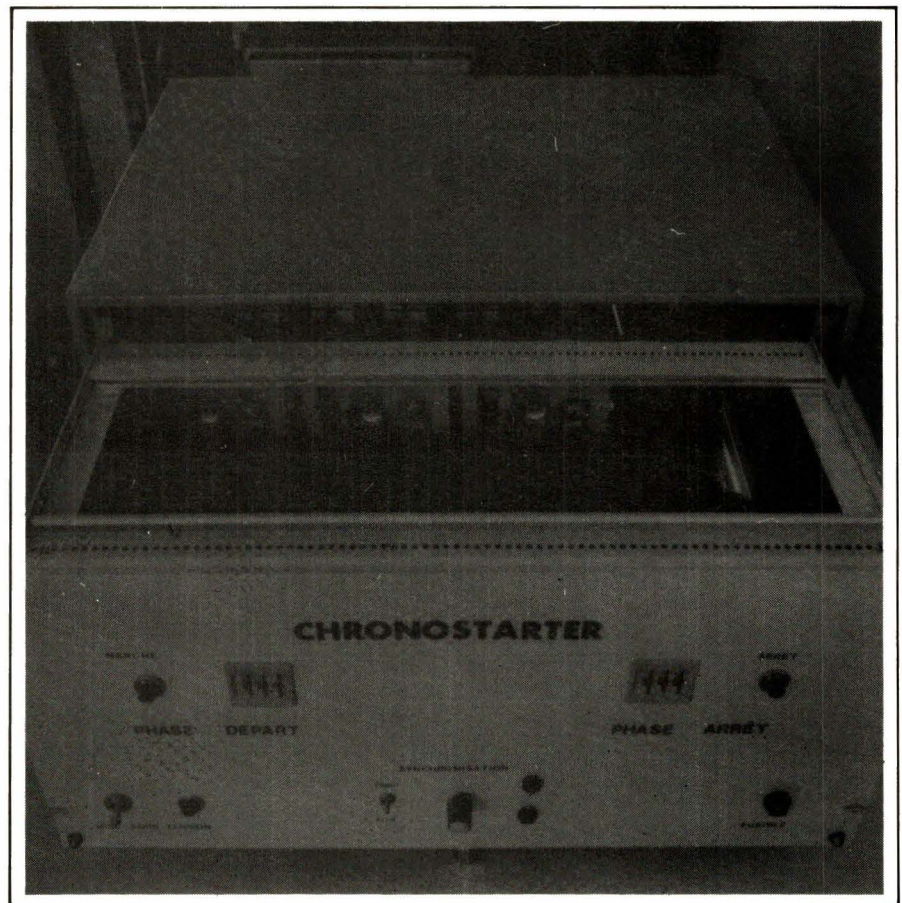
Zac de Buc - BP 31 - 78530 BUC - Tél. 956 81 31 - Telex: 695 414

Lors de la commutation d'une charge inductive (transformateur, moteur, relais), sur le réseau triphasé (380 V, 50 Hz), on observe : des surtensions, des surintensités, des retards à la fermeture et à l'ouverture des relais électromécaniques. Ces phénomènes sont plus ou moins accentués selon la valeur instantanée de la tension sinusoïdale au moment de la commutation.

Le chronostarter est un « super interrupteur » permettant d'établir et d'interrompre la tension à un instant donné de la sinusoïde.

Le prototype que nous allons décrire commute, en régime permanent, une puissance de 10 KVA avec une précision de l'angle de phase de la sinusoïde à l'ouverture et à la fermeture de $\pm 1^\circ$.

Le chronostarter



Principe

Le chronostarter doit, vis-à-vis de l'utilisation, apporter le minimum de perturbation tout en acceptant des surcharges en courant et en tension importantes. La maîtrise complète de la phase ouverture, exclue la solution à thyristors au profit de celle à transis-

tors de puissance. Cependant, les possibilités limitées de ces derniers vis-à-vis des surintensités nous ont conduits, afin d'augmenter la fiabilité de l'ensemble et de réduire le coût, à opter pour une solution mixte : transistor-thyristor en parallèle (fig. 1), un pont à diodes classique assure la polarisation correcte du tandem thyristor-transistor inséré dans la diagonale.

Dès lors nous distinguerons trois parties (fig. 2) :

- La commande permettant de programmer l'instant de commutation et générant le cycle de fonctionnement.
- L'interface adaptant les ordres issus de la commande à la partie puissance.
- Le commutateur de puissance.

Automatisme de commande

La nécessité de programmer les différentes phases avec une précision de un degré impose (fig. 3) :

- Une horloge capable de générer avec précision une fréquence égale ou multiple de celle caractérisant un degré soit : $360 \times 50 = 18 \text{ kHz}$.
- Une programmation de la phase fermeture.
- Une programmation de la phase ouverture.
- Une synchronisation pour oscilloscope.

1. Horloge

(Voir schéma figure 4)

La fréquence du signal d'horloge est un multiple de 18 kHz et présente, afin de garantir la précision, une relation de phase avec le réseau 50 Hz.

L'horloge, construite autour d'un oscillateur libre commandé en tension (V.C.O.), centré sur la fréquence de 180 kHz, se synchronise sur le réseau au moyen d'une boucle d'asservissement de phase (fig. 5).

a) Le détecteur de zéro construit autour des amplificateurs réf. 2301 à la particularité de présenter un gain variable en fonction de l'amplitude du signal d'entrée : lorsque la tension image du secteur appliquée sur l'entrée + du 2301 (1) passe par zéro, le pont de diodes placé en contre réaction se trouve bloqué, le 2301 (1) fonctionne en boucle ouverte alors qu'auparavant nous avions deux diodes en série conductrices. Les signaux issus de la sortie du 2301 (1) amplifiés par 2301(2) attaquent l'entrée du comparateur de phase du circuit MC 14046. Une diode montée en inverse protège les circuits MOS de l'impulsion négative (fig. 6).

b) La boucle à verrouillage de phase (P.L.L.) (fig. 7), commandée par le signal de référence issu de la sortie du 2301 (2), utilise le circuit MC 14046 qui présente la particularité de regrouper dans le même boîtier deux comparateurs de phase et un oscillateur commandable en tension.



Fig. 2

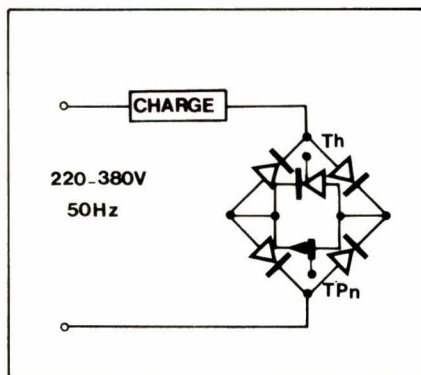


Fig. 1

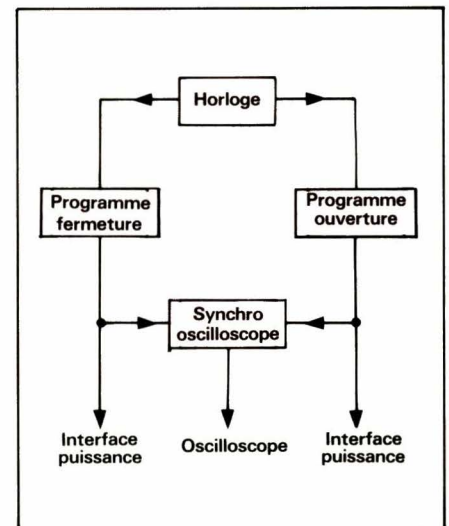


Fig. 3

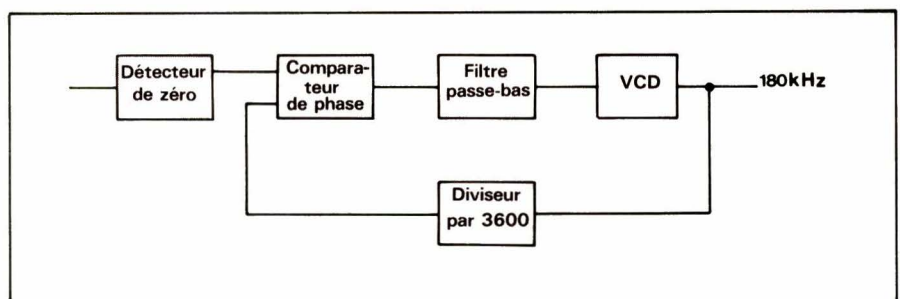


Fig. 5

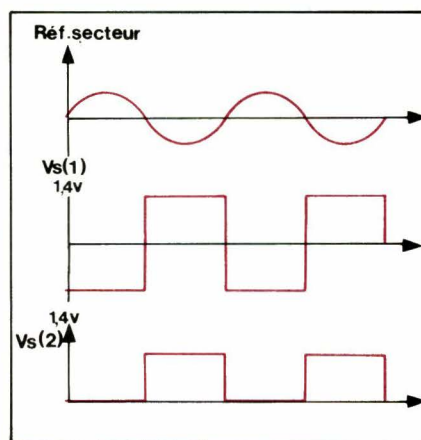


Fig. 6

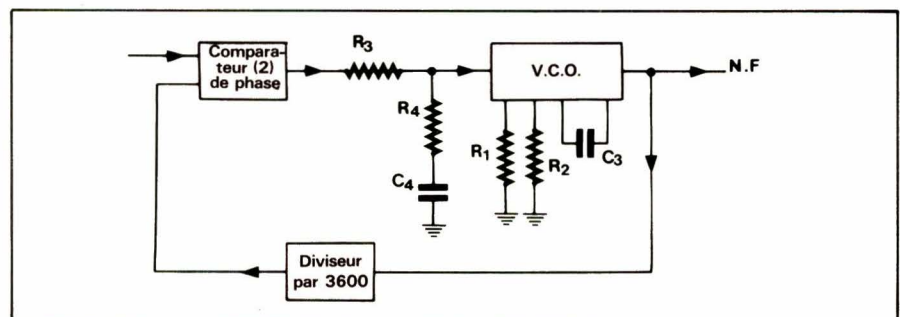


Fig. 7

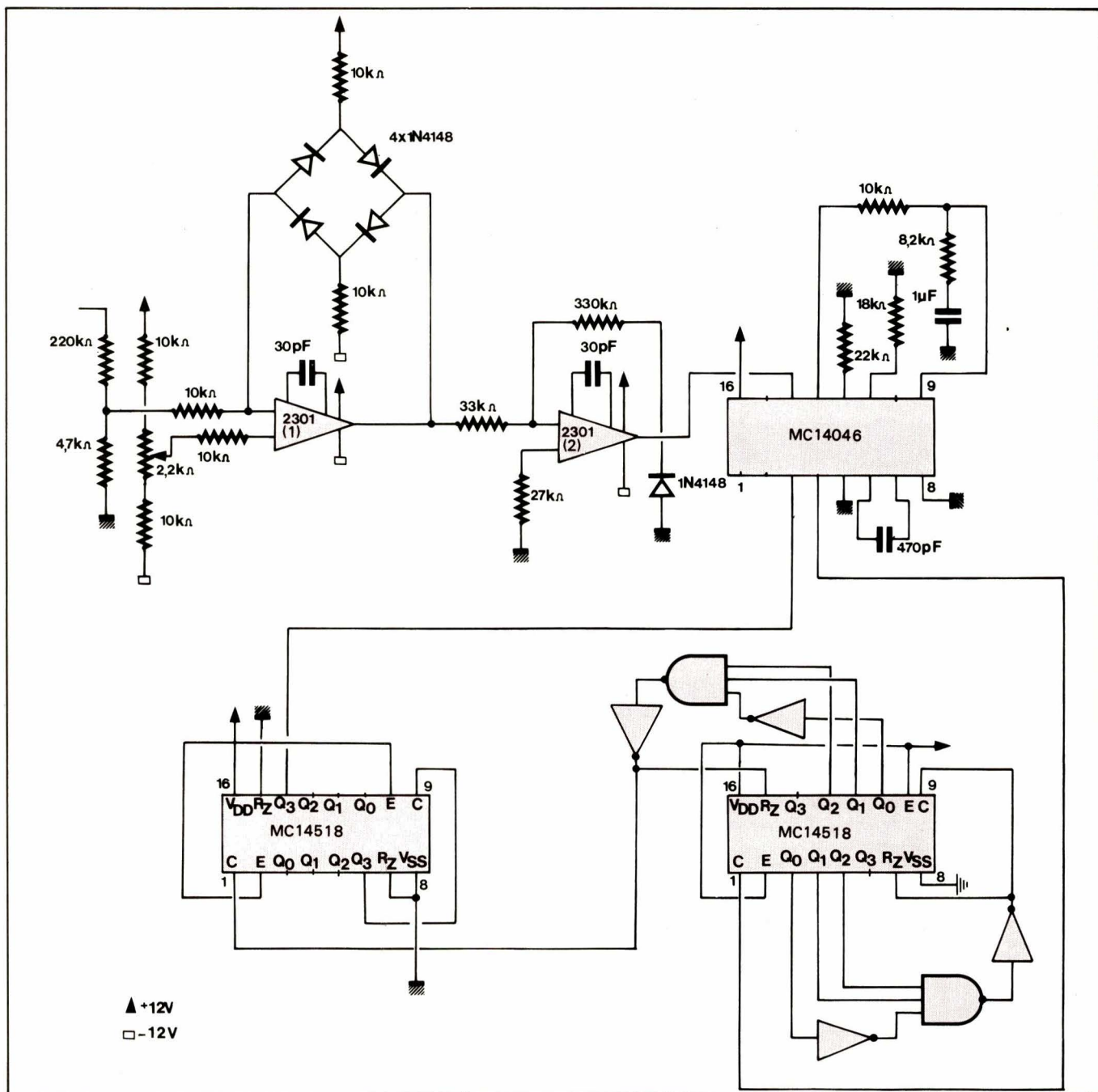


Fig. 4

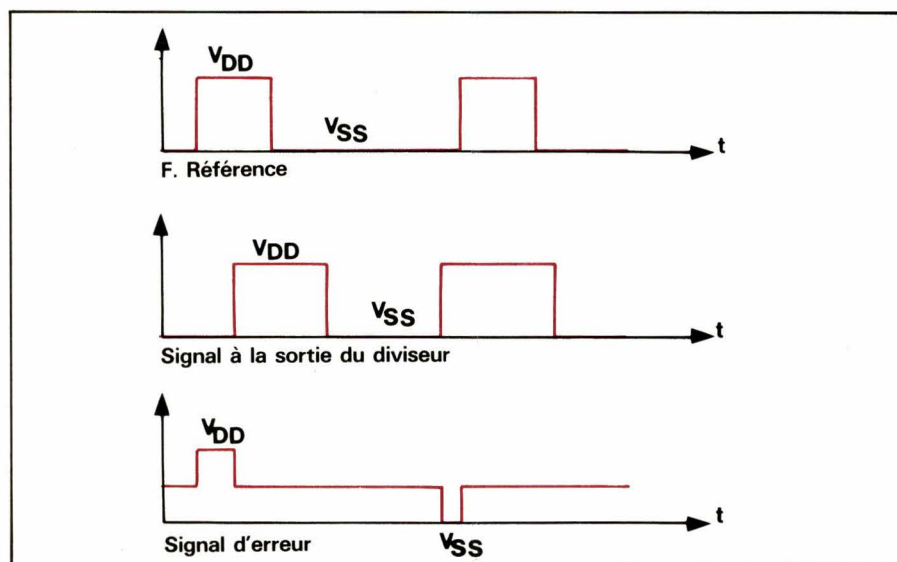


Fig. 8

Nous utilisons le comparateur (2) du MC 14046 qui, fournissant un signal d'erreur digital d'une largeur proportionnelle au déphasage des deux signaux à comparer, se déclenchant sur les fronts positifs, élimine l'influence du rapport cyclique.

Le filtre réjecteur (fig. 7), constitué par R_3 , R_4 , C_2 , remplace le filtre passe bas classique et présente une action dérivée suffisante pour réduire le temps d'accrochage. La fréquence centrale du V.C.O., déterminée par $R_1 \cdot C_1$, présente, grâce à R_2 , une plage d'excursion permettant l'adaptation automatique du chronostarter au réseau 60 Hz. Enfin, le diviseur par 3600, du type asynchrone, utilise deux boîtiers MC 14518 contenant chacun deux décades câblées conformément au schéma de la figure 9.

Les résultats expérimentaux montrent que :

- Le P.L.L. s'accroche sur une fréquence de référence variant de 44 Hz à 68 Hz :

$F = 44 \text{ Hz}$ $N.F = 159 \text{ kHz}$

$F = 68 \text{ Hz}$ $N.F = 250 \text{ kHz}$

- Les variations de la tension de référence entre 6 et 15 V sont sans influence sur N.F qui reste câblée pour $F = 50 \text{ Hz}$ à 180 kHz.

- N.F reste insensible aux fluctuations entre 10 °C et 60 °C de la température ambiante.

- A la mise sous tension, l'ensemble se synchronise en moins de 2 secondes.

2. Programmation de la phase fermeture et de la phase ouverture

Dans un souci de minimisation du prix de revient de l'appareil, tout en lui conservant ses performances et sa facilité d'emploi, nous nous sommes orientés, après avoir envisagé une solution à clavier et afficheurs digitaux, vers un système de programmation utilisant des roues codeuses. Afin de limiter le coût de fabrication et de faciliter d'éventuelles interventions de dépannage, nous avons adopté une commutation par cavaliers permettant de passer d'une carte de programmation de la phase ouverture à celle de la phase fermeture.

Fig. 10

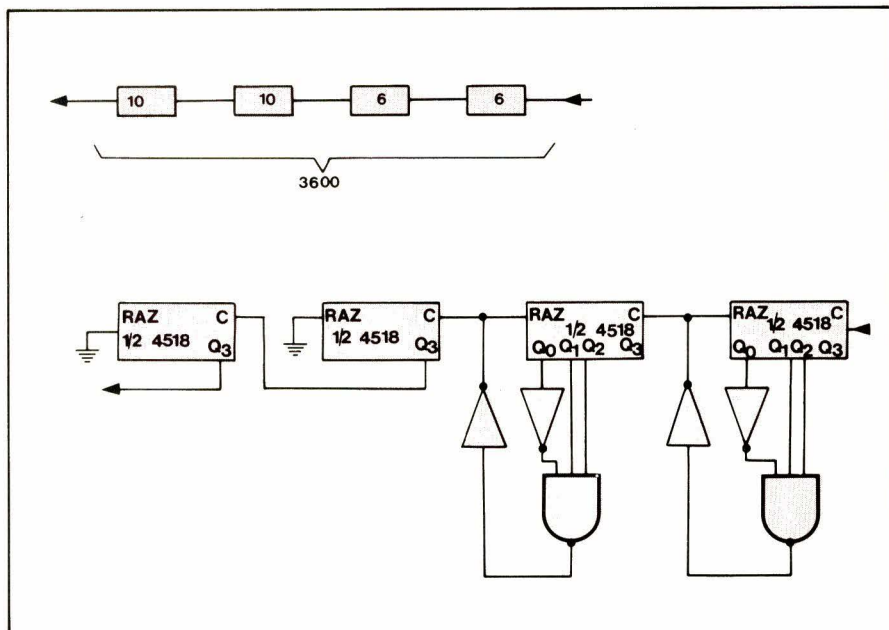


Fig. 9

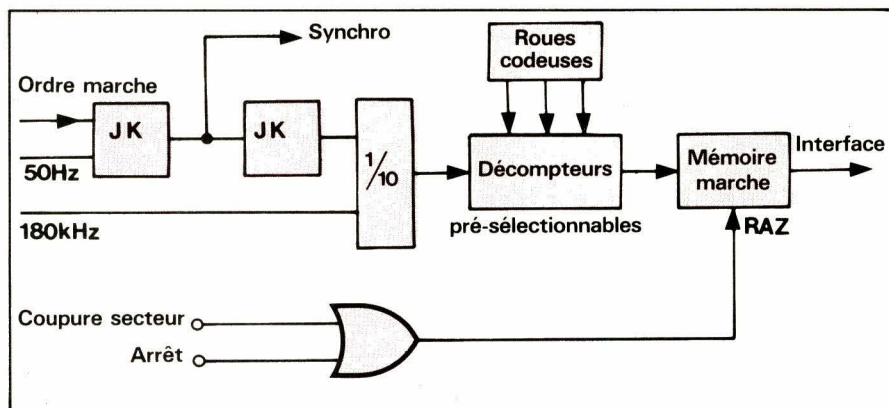
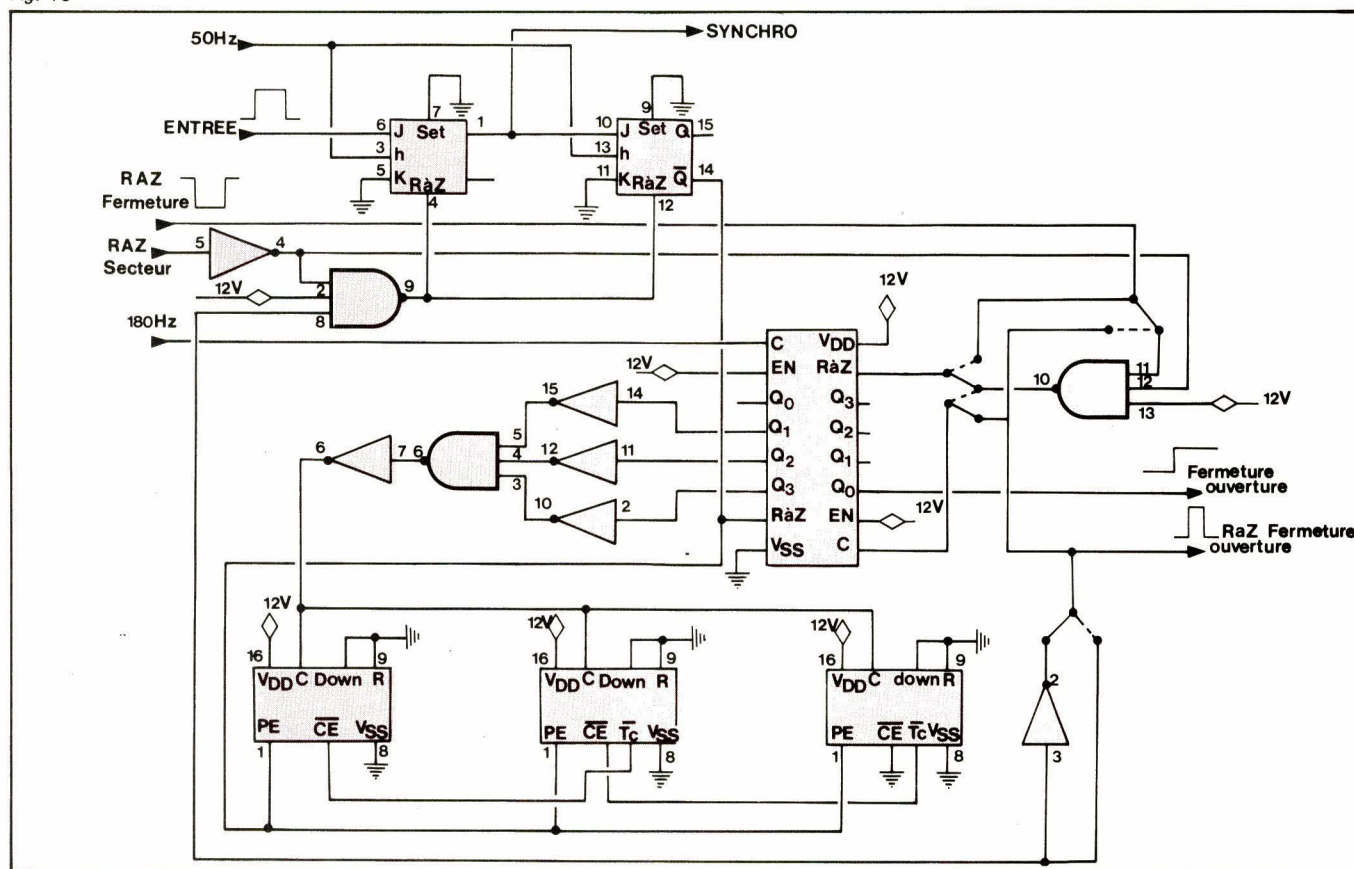


Fig. 11



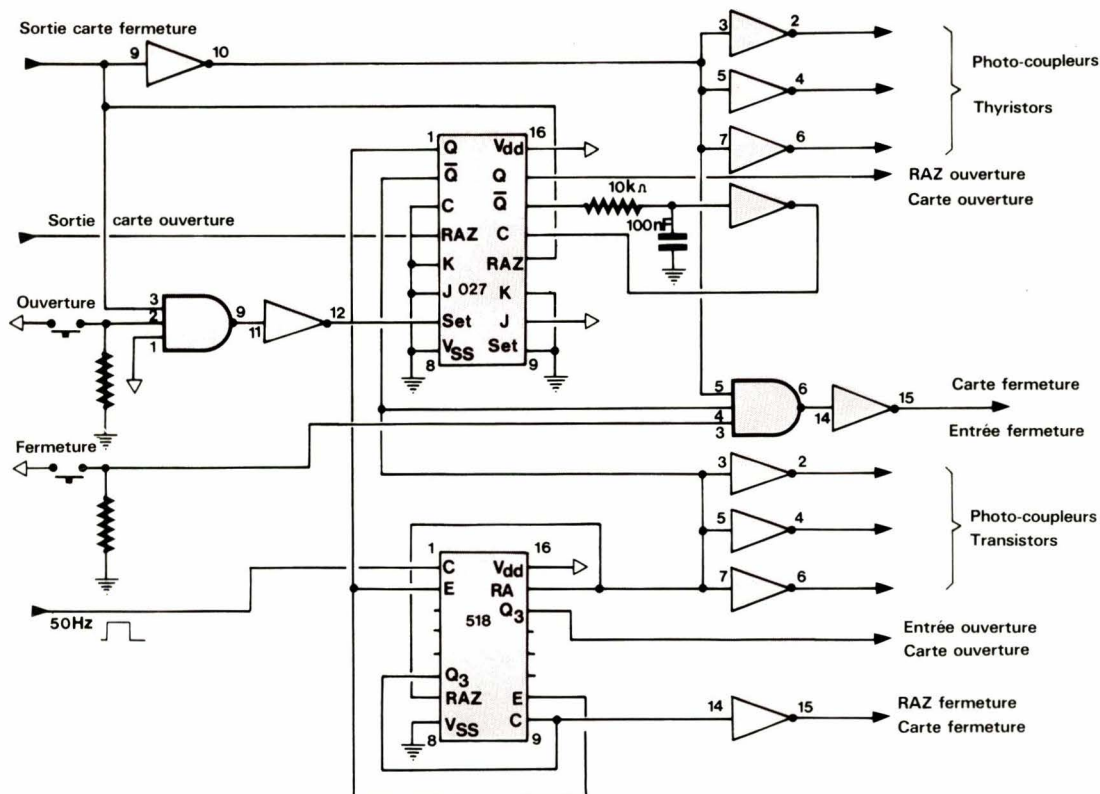


Fig. 12 c

Interface logique-puissance

L'interface, adapte les signaux logiques issus de la commande aux différents organes de puissance (thyristor-transistor) et assure l'isolation galvanique entre ces différentes parties (fig. 13).

1. Commande thyristors (fig. 13a)

La mise en conduction des thyristors devant être assurée toutes les demi-périodes du courant, nous avons adopté, en raison de sa simplicité, une commande continue. Un retard global de $8 \mu s$ correspondant à une imprécision de $0,15^\circ$ a été relevé figure 14.

2. Commande transistors (fig. 13b)

Le circuit de commande du TPu utilise un étage drivers fonctionnant en régime linéaire. On note la présence de la diode d'antisaturation (D.A.S.) et de la capacité C d'extraction des charges emmagasinées dans la base du TPu.

Le retard mesuré de $12 \mu s$ (fig. 15),

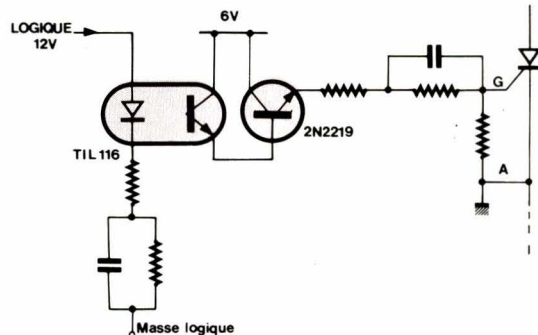


Fig. 13 a

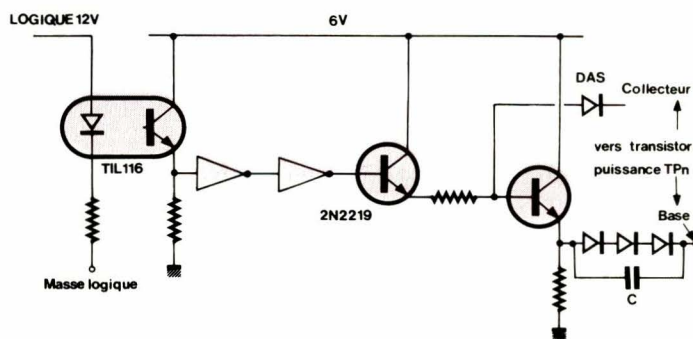


Fig. 13 b

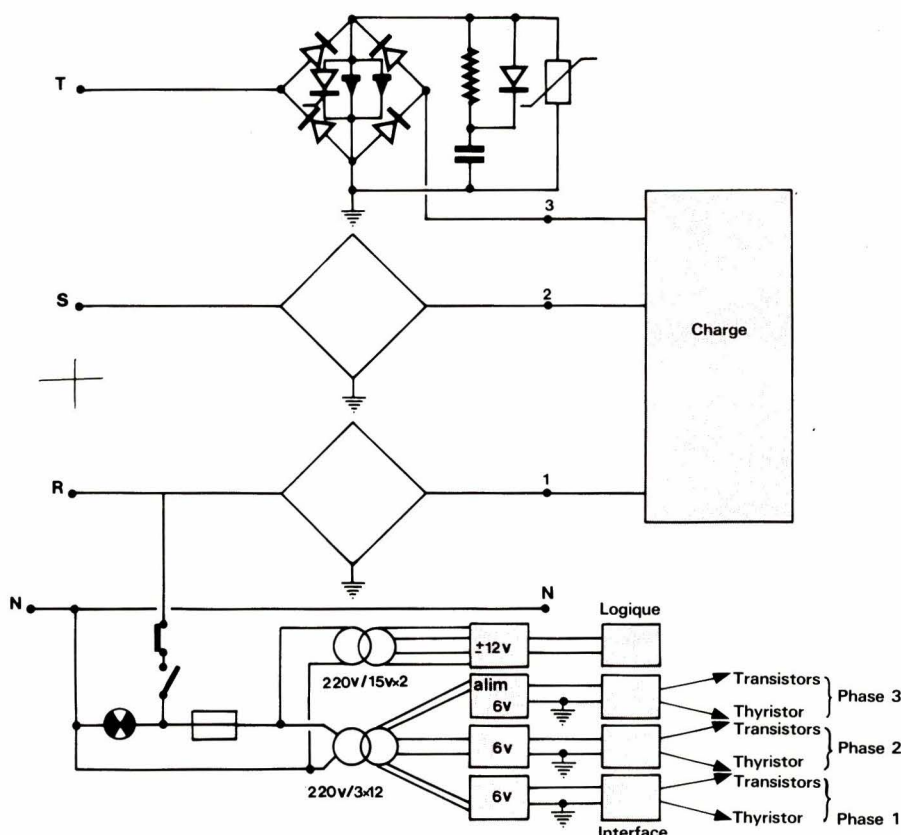


Fig. 16

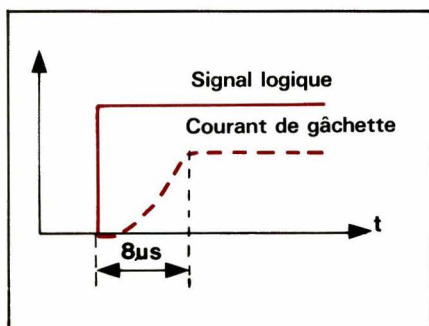


Fig. 14

correspondant à une erreur de 0,22 %, n'étant pas préjudiciable à la précision souhaitée, il ne nous a pas paru utile d'élaborer un système de blocage du TPu mettant en œuvre une tension négative, avec une inductance de limitation du di/dt .

Le commutateur de puissance

Dans la structure du schéma général de la **figure 16** apparaît l'ensemble thyristor-transistors associé au réseau d'aide à la commutation R.D.C. et au GE.MOV.

L'objet du chronostarter étant l'étude des régimes transitoires, l'emploi d'éléments, destinés à limiter

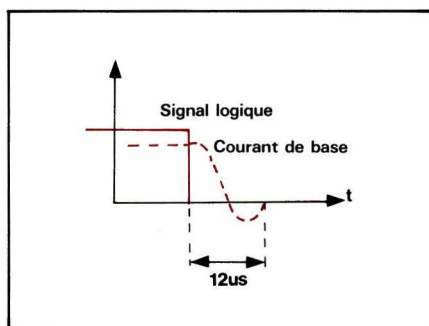


Fig. 15

le di/dt tels que : selfs saturables, est proscrit. C'est pourquoi, notre choix s'est orienté vers le thyristor 2N5206 dont les caractéristiques électriques sont les suivantes :

$$\frac{di}{dt} = 80 \text{ A}/\mu\text{s}, I_{TSM} = 300 \text{ A}, I_T = 35 \text{ A}, V_{DRM} = 1000 \text{ V}.$$

Le cycle de démarrage est protégé contre les surcharges du courant par des fusibles rapides tels que :

$$I^2 \cdot t_{\text{fusible}} < I^2 \cdot t_{\text{thyristor}}$$

$$\text{ici } I^2 \cdot t_{\text{fusible}} = 200 \text{ A}^2 \cdot \text{s pour } 1 \text{ ms}$$

$$I^2 \cdot t_{\text{fusible}} = 375 \text{ A}^2 \cdot \text{s pour } 8,3 \text{ ms}$$

La fonction ouverture a été confiée à deux transistors BUX 48A montés en parallèle. L'autorégulation du courant de base par la diode D.A.S. évite la mise en place de résistances d'équi-

librage des courants collecteurs. Seul, le réseau RDC imposera la dV/dt aux bornes de l'ensemble, afin que le point de fonctionnement reste dans les limites permises par l'aire de surcharge des transistors.

Nous avons limité, par un GE.MOV, les surtensions aux bornes du commutateur à 650 V pour un courant de 22 A dans la charge.

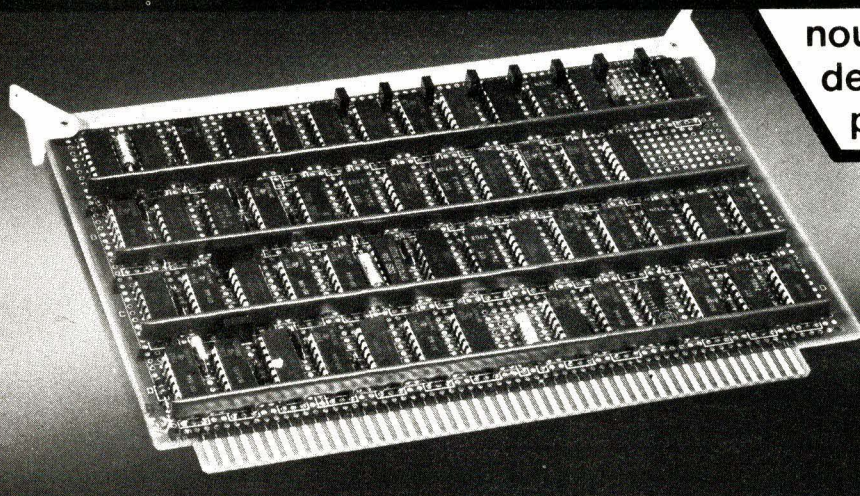
Conclusion

Cette étude et cette réalisation ont fait l'objet d'un travail de fin d'étude de quatre élèves ingénieurs INSA : MM. Dirollo, Gable, Notermann, Sailly.

Deux prototypes ont été construits, l'un d'une puissance commutée de 10 kVA et l'autre d'une puissance plus faible de 1 kVA. Ils sont utilisés actuellement sur les plateformes de travaux pratiques pour étudier les régimes transitoires lors des démarrages de moteurs et de la mise sous tension de transformateurs et, en ce qui concerne celui de faible puissance, pour étudier les phénomènes transitoires liés à la fermeture et à l'ouverture des relais. Une année de manipulation intensive nous permet de confirmer leur facilité d'emploi et leur fiabilité.

Georges LOUAIL

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 μ F

Q⚡PAC est disponible
en configuration verticale,
ou horizontale sous boîtier c.i.

EB bisépub 802

Mektron-France

9, allée des Jachères - SOFILIC 416

94263 FRESNES Cedex Téléphone : 668-10-25 Téléc : 260719
Usine à Château-Gontier (53)



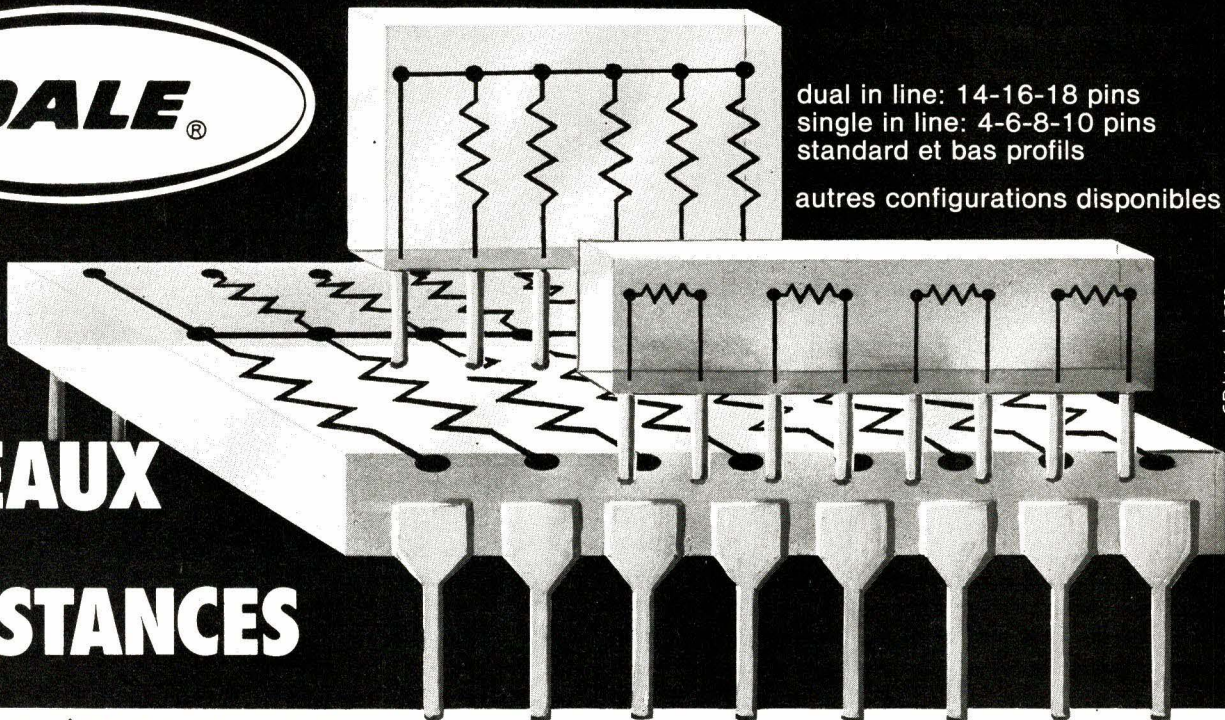
Allée 5 - Stand 168

DALE®

RESEAUX DE RESISTANCES

dual in line: 14-16-18 pins
single in line: 4-6-8-10 pins
standard et bas profils

autres configurations disponibles



EB bisépub 786

STOCKS IMPORTANTS

documentation, prix, échantillons sur demande

almex

48, rue de l'Aubépine, zone industrielle
92160 ANTONY
Tél. 666-21-12 - Téléc 250 067 F

Correspondant régional d'ALMEX : **LED**
18, rue Henri-Pensier - 69008 LYON - Tél. (7) 858.85.85
CLERMONT-FERRAND - Tél. (73) 37.42.96

Les coûts des combustibles (fuel, charbon, gaz, électricité, bois, etc.) augmentant régulièrement, les énergies douces ou « nouvelles » sont de plus en plus d'actualité.

Parmi celles-ci, une place de choix est occupée par l'énergie solaire, non polluante, inépuisable, disponible partout non seulement sous forme de rayons solaires mais également sous forme diffuse.

La puissance maximum du rayonnement solaire, que l'on peut espérer recueillir au sol, se situe aux alentours de 1 kW/m^2 ; en fait, cette puissance dépend entre autres de l'heure, de la saison, de la localisation géographique, ainsi que des conditions météorologiques.

Le montage décrit permet la mesure du flux moyen du rayonnement solaire disponible au sol. Le capteur est une cellule solaire et le dispositif permet d'intégrer l'information sur une durée pouvant s'étendre de une heure à une journée ; des durées inférieures ou supérieures sont possibles.

Mesure du flux moyen du rayonnement solaire

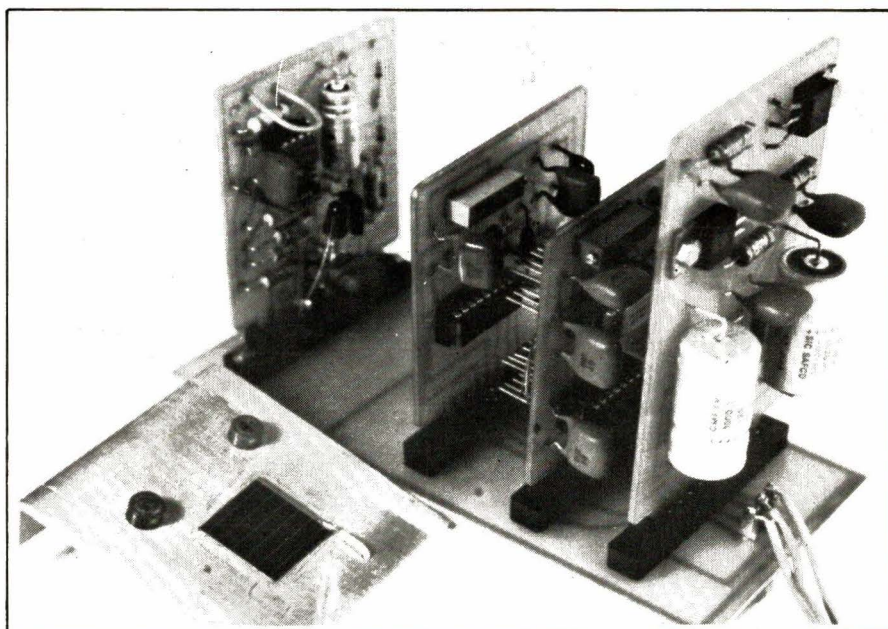


Photo 1

Principe de fonctionnement

Le schéma de principe est représenté à la **figure 1** ; les explications qui suivent concernent le cas d'une mesure s'étendant sur une heure.

La tension fournie par le capteur (cellule solaire) est dirigée vers un

convertisseur tension fréquence, suivi d'un diviseur de fréquence, de manière à fournir, en sortie, 1 000 impulsions par heure, pour une puissance du rayonnement solaire de 1 kW/m^2 . Ces impulsions vont tout d'abord être comptées, puis, par l'intermédiaire d'un convertisseur analogique digital 10 bits et d'un ampli opérationnel, être transformées en tension qui sera diri-

gée vers une centrale d'acquisition de données qui génèrera la remise à zéro automatique du diviseur et du compteur. La réalisation complète sur circuit imprimé enfichable apparaît sur la **photo 1**.

Nous allons maintenant étudier de plus près le fonctionnement des ensembles convertisseur V/F-diviseur, compteur-convertisseur A/D, et de l'alimentation.

Convertisseur V/F diviseur

Le schéma complet de cet ensemble est représenté à la **figure 2** et sa réalisation sur circuit imprimé enfichable apparaît sur la **photo 2**.

Le circuit CD4020 représenté à la **figure 3**, est un diviseur par 2 à 14 étages qui assure donc une division par 2^{14} , soit 16384. Désirant obtenir en sortie du diviseur 1 000 impulsions par heure pour une puissance de rayonnement solaire égale à 1 kW/m^2 , la fréquence d'entrée f_1 obéira à la relation suivante :

$$\frac{f_1 \times 3600}{16384} = 1000$$

$$\text{d'où } f_1 = 4551 \text{ Hz}$$

La cellule dont nous disposons délivre 100 mV pour une puissance de 1 kW/m^2 .

Le brochage et le fonctionnement du convertisseur Analog. Devices AD 537 KH que nous avons utilisé est représenté à la **figure 4**.

Le courant maximum d'entrée, pour un fonctionnement optimal, étant de 1 mA, $(R_1 + R_2)$ doit vérifier la relation :

$$1 \cdot 10^{-3} = \frac{V_{E \text{ max}}}{R_1 + R_2}$$

$$\text{d'où } R_1 + R_2 = 100 \Omega$$

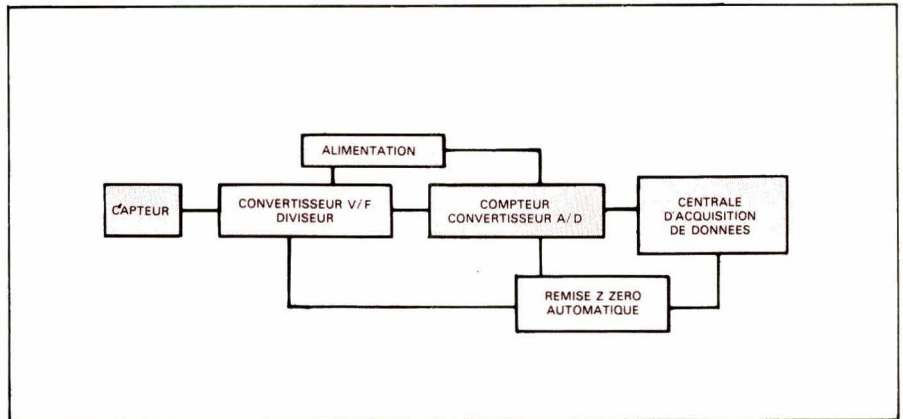


Fig. 1

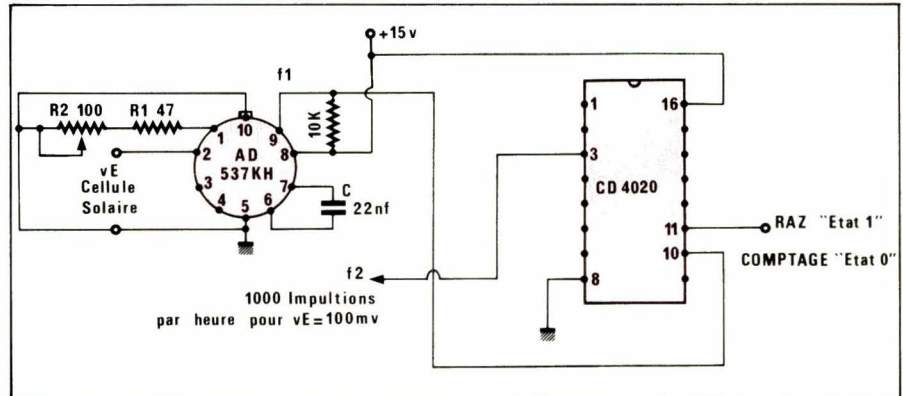


Fig. 2

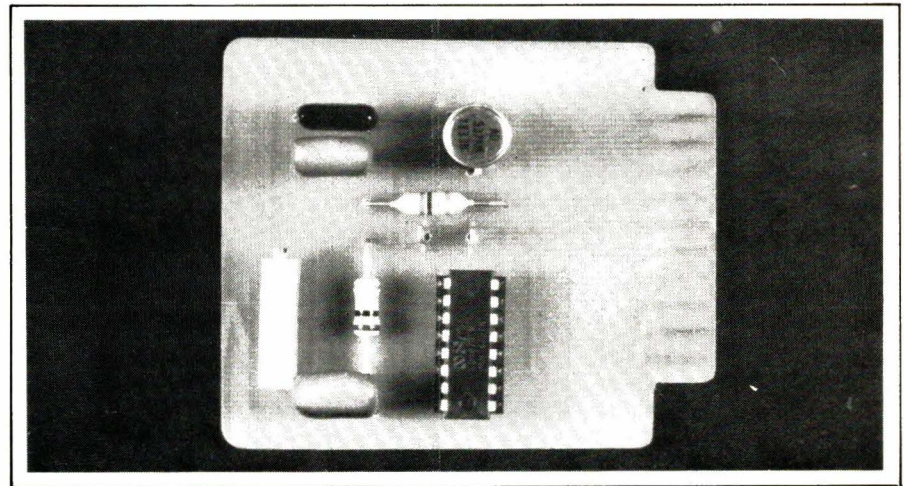


Photo 2

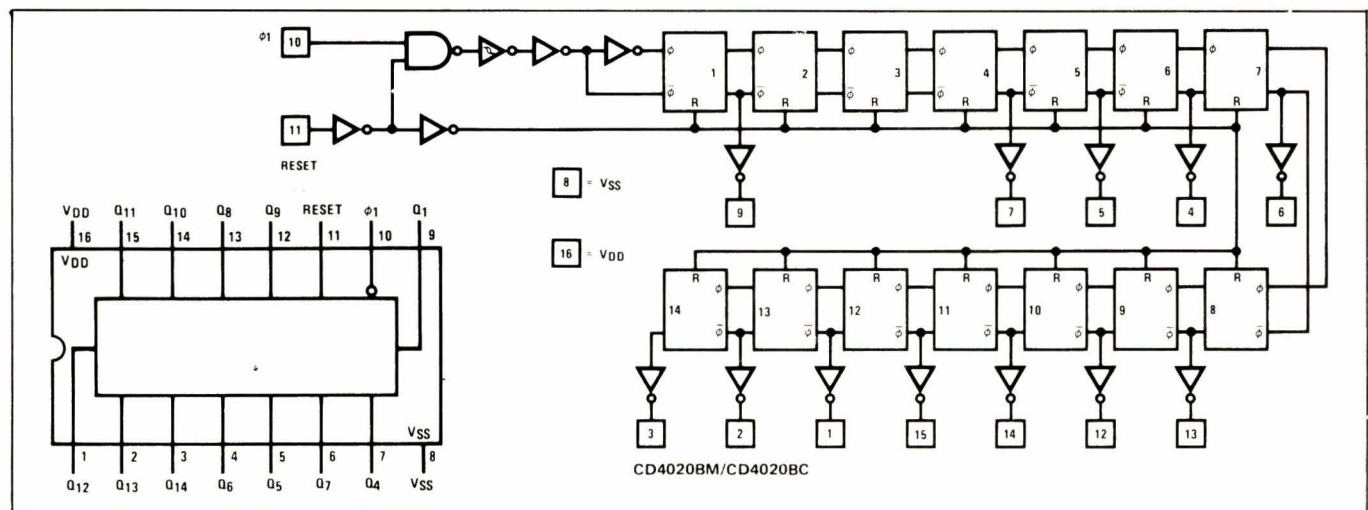


Fig. 3

La fréquence de sortie maximum f_1 est telle que :

$$f_1 = \frac{V_{E \max}}{10 (R_1 + R_2) C}$$

d'où $C = 22 \text{ nF}$

Le seul réglage consistera à ajuster R_2 de telle sorte que la fréquence de sortie f_1 soit d'environ 4 550 Hz si on injecte un signal d'entrée de 100 mV.

Compteur-convertisseur analogique-digital

Le schéma complet de cet ensemble est représenté à la **figure 5** et sa réalisation sur circuit imprimé enfichable apparaît sur la **photo 3**.

Le circuit CD4040 représenté à la **figure 6** est un compteur 12 bits dont

seulement 10 sont utilisés, il est suivi par le convertisseur digital analogique Motorola MC3410 représenté à la **figure 7**.

Le diagramme indiquant le courant de sortie en fonction du mot digital d'entrée apparaît sur la **figure 8**. Nous avons fait suivre le convertisseur digital analogique par un ampli opérationnel pour effectuer la conversion intensité-tension et inverser le signal disponible sur la sortie de telle sorte que le niveau de sortie soit une fonction croissante du mot digital d'entrée.

La tension de sortie V_0 est donnée par :

$$V_0 = \frac{2R_0}{R_1}$$

$$V_{REF} \left(\frac{A_1}{2} + \frac{A_2}{4} + \frac{A_3}{8} + \frac{A_4}{16} + \frac{A_5}{32} + \frac{A_6}{64} + \frac{A_7}{128} + \frac{A_8}{256} + \frac{A_9}{512} + \frac{A_{10}}{1024} \right)$$

$A_i = 0$ si la sortie i est à l'état bas.

$A_i = 1$ si la sortie i est à l'état haut.

Le courant de référence I_{REF} injecté à la broche 16 du MC3410 est calculé d'après la formule :

$$I_{REF} = \frac{V_{REF}}{R_1}$$

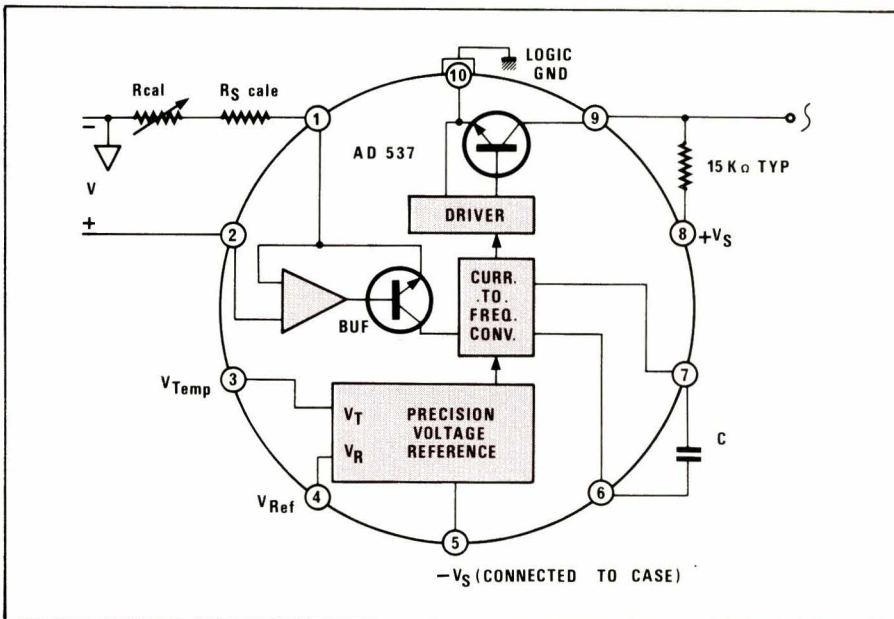


Fig. 4

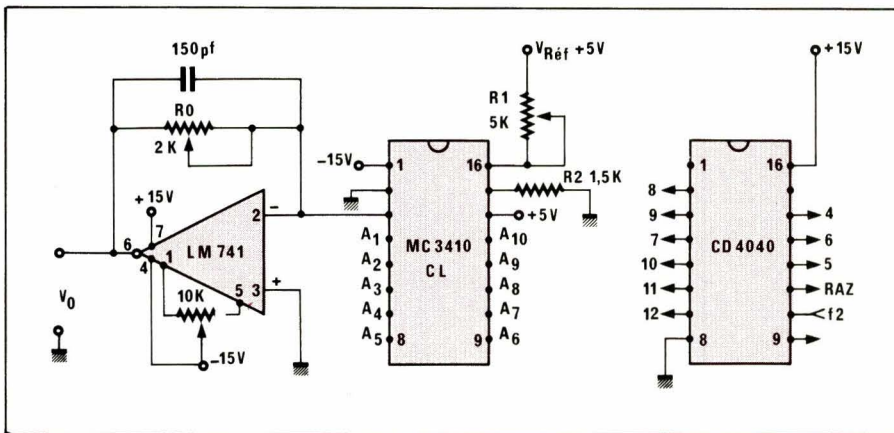


Fig. 5

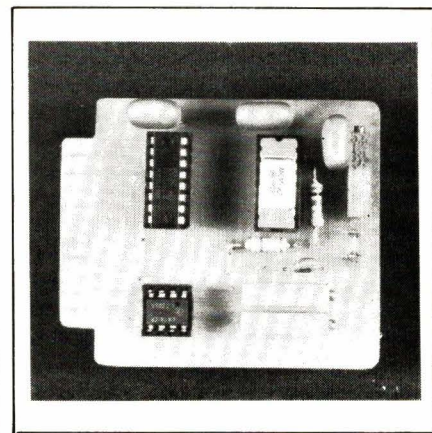


Photo 3

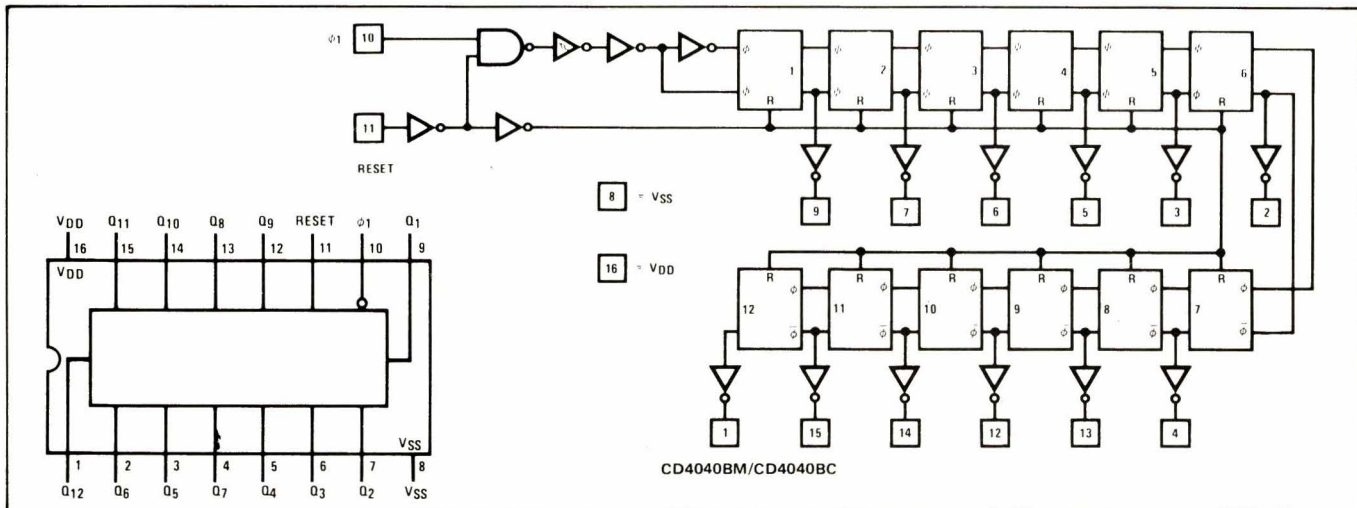


Fig. 6

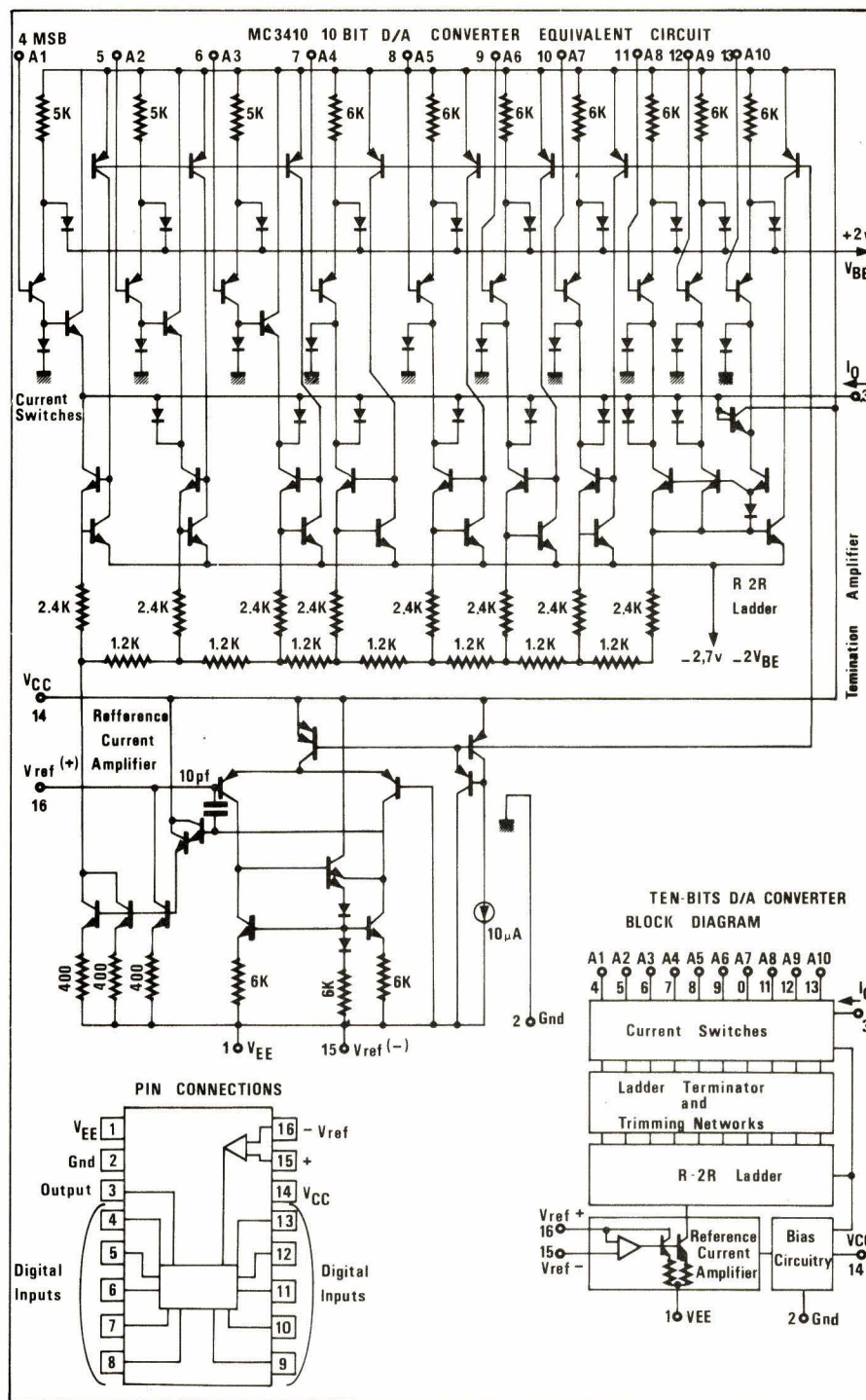


Fig. 7

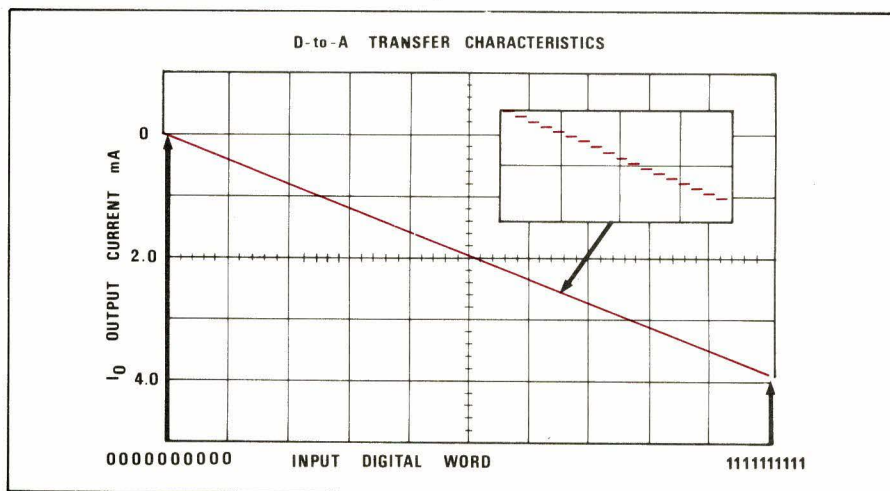


Fig. 8

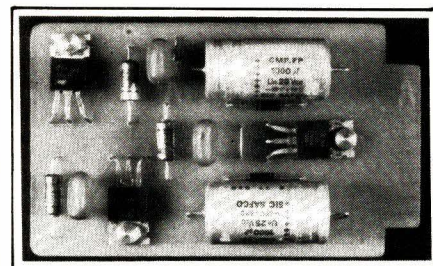


Photo 4

La valeur optimale de I_{REF} étant 2 mA et V_{REF} ayant été choisi à 5 V ; $R_1 = 2,5 \text{ k}\Omega$.

Le voltmètre incorporé à la centrale d'acquisition de données étant un 40 000 points, nous avons fixé la tension maximum de sortie à 4 V, il s'ensuit donc que :

$$V_{O \max} = 4 \text{ V} = \frac{2R_0}{R_1} V_{REF} \frac{1023}{1024}$$

d'où $R_0 = 1 \text{ k}\Omega$

Les réglages se réduisent à ajuster R_1 de telle sorte que le courant de référence soit 2 mA, puis en mettant toutes les sorties A_i à la masse, on règle le potentiomètre de 10 $\text{k}\Omega$ afin d'annuler la tension d'offset ; il faut enfin effectuer la calibration de la déviation pleine échelle qui doit avoir lieu lorsque le mot 1000 (00010 1111) apparaît à l'entrée du convertisseur digital analogique.

Pour faire ce dernier réglage, il suffit de relier, après avoir enlevé le compteur CD4040, les broches 9, 11, 12, 13 du MC3410 à la masse et les broches 4, 5, 6, 7, 8, 10 au + 15 V et d'ajuster R_0 de telle sorte que le voltmètre indique 4 V.

Alimentation

Le schéma de principe de l'alimentation est représenté à la figure 9 et sa réalisation sur circuit imprimé enfichable apparaît sur la photo 4.

Etant donné la faible consommation de l'ensemble, nous avons choisi d'utiliser pour tension de référence V_{REF} la sortie + 5 V destinée à alimenter le convertisseur digital analogique. La réalisation pratique ne pose aucun problème particulier.

Conclusion

Le dispositif décrit peut rendre de grands services dans la détermination du gisement solaire, préalable à toute implantation d'installation solaire.

L'intégration du flux lumineux sur des périodes variables permet d'obtenir un bilan journalier, mais autorise également les analyses d'ensoleille-

ment plus fines, heure par heure, par exemple, tenant compte du microclimat local et des caches éventuels.

Michel Bonnis Sassi
Laboratoire de physique
electronique et ionique
Université Paul Sabatier
Toulouse

Réalisation pratique : J.-C. Neyrou
Photos R. Lefevre

Bibliographie

- Note d'application Motorola du circuit MC3410.
- Note d'application National Semiconductor des circuits CD4020 et CD4040.
- Note d'application Analog Devices du circuit AD537KH.

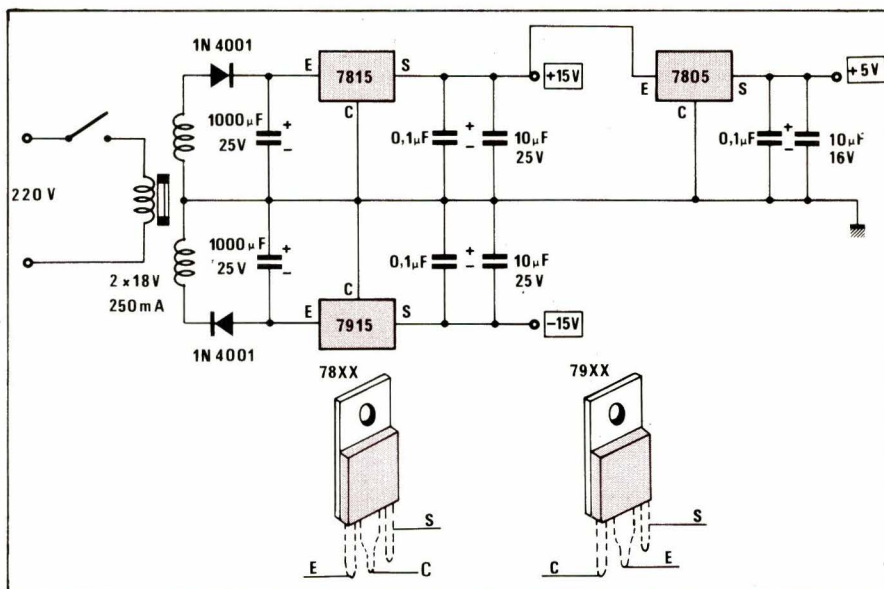


Fig. 9

Stage

Le Centre de formation continue polytechnique de Toulouse nous fait savoir qu'il organise au cours du second trimestre 1980 un stage sur le thème :

« Transmission d'informations par support optique »

Ce stage aura lieu du 5 au 9 mai 1980, sous la référence E 1.

Pour tout renseignement, s'adresser à :

Centre de formation continue polytechnique, place des Hauts-Murats, B.P. 354, 31006 Toulouse Cedex.
Tél. : (61) 52.21.37.

Alimentations Série Micro “pour informatique”

PROGRAMME : CONSULTATION

* PRODUIT RECHERCHÉ ? ALIMENTATION POUR L'INFORMATIQUE
* DOMAINE D'UTILISATION ? MICROPROCESSEUR, FLOPPY, IMPRIMANTE...

SOLUTION PROPOSÉE : SÉRIE MICRO FONTAINE ELECTRONIQUE
SES AVANTAGES :

SECURITE D'EMPLOI : PROTECTION SURTENSION
PROTECTION SURINTENSITE

SECURITE POUR LE TRAITEMENT DES DONNEES:
SIGNAL D'AUTOTEST SECTEUR 5 MS AVANT
LA CHUTE DES TENSIONS DE SORTIE.

FAIBLE ECHAUFFEMENT : RENDEMENT ELEVE DES MODULES A
DECOUPAGE MICRO40 ET MICRO400

MODELES DISPONIBLES :

MICRO10 +5V 10A +12V 1A -5V 1A -12V 1A
MICRO40 (300W) +5V 40A +12V 3A -16,75V 4,5A -12V 2A
MICRO400 (400W) +5V 32A +10,5V A 16,5V 5A
-5V 2A -10,5V A 16,5V 2A
+24 A 32V 5A ISOLE



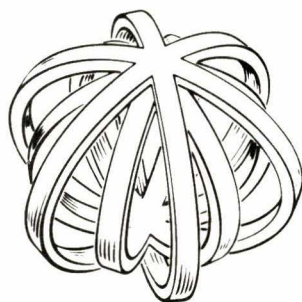
P. FONTAINE ELECTRONIQUE
20, rue Arago, 91380 Chilly Mazarin
Tél. : 909.83.79 - Télex : FONTEL 690 254

FIN CONSULTATION

opp 1251

CETTE ANNEE

au



salon international des
**composants
électroniques 80**

PARIS

27 mars-2 avril
excepté dimanche 30

Notez le nouvel emplacement du stand des
**PUBLICATIONS
GEORGES VENTILLARD**

Stand n° 51 – Allée n° 2

où vous trouverez :

LE HAUT-PARLEUR

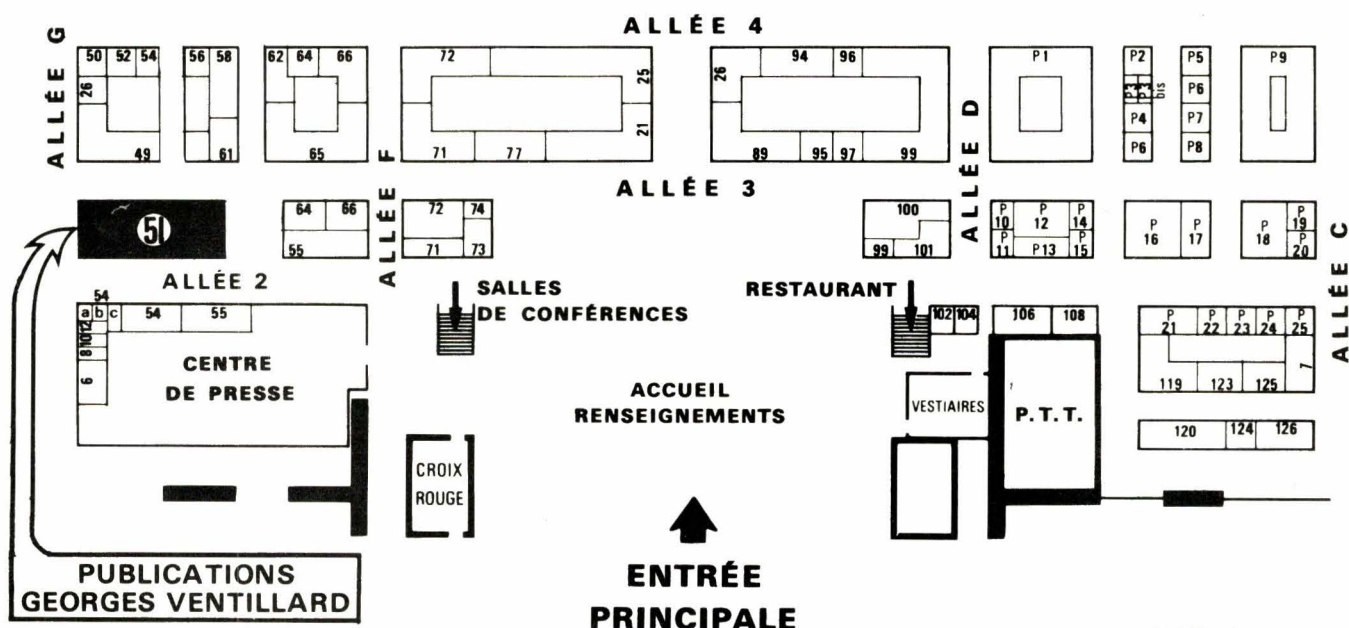
**électronique
pratique**



RADIO PLANS

**MICRO
SYSTEMES**

**ELECTRONIQUE
APPLICATIONS**



BAT. 1

La connaissance précise de la fréquence d'un signal est indispensable dans de nombreux cas, par exemple, pour l'étude des filtres ou des oscillateurs. Pourtant, on n'utilise que très rarement toutes les performances offertes par les fréquencesmètres du commerce : résolution de 6 chiffres ou plus, fréquence maximale dépassant plusieurs dizaines ou centaines de MHz, grande sensibilité, possibilité d'utilisation en périodemètre, etc.

Dans un grand nombre de cas, 4 chiffres suffisent et une fréquence maximale de 5 MHz, limite supérieure de la plupart des générateurs de fonctions, couvre toutes les applications BF. Par contre, il est très intéressant d'avoir un appareil très simple d'emploi, sans aucun réglage et à commutation automatique des gammes. Le prix de revient d'un tel appareil peut être très bas car on ne paie pas des performances et des possibilités peu utilisées. L'appareil décrit ici, qui a été réalisé en dix exemplaires, utilise environ 700 F de matériel, boîtier compris.

Fréquencesmètre numérique à commutation de gammes automatique

Principes généraux

La solution la plus simple aurait consisté à utiliser un circuit intégré à grande échelle (LSI) groupant toutes les fonctions d'un fréquencesmètre (par exemple INTERSIL ICM 7216 ou MOSTEK MK 5005). Cette solution, très séduisante et économique pour la réalisation en grande série, s'est avérée peu intéressante dans notre cas. En effet, la commutation automatique des gammes nécessite un bon nombre de circuits supplémentaires, ce qui fait perdre de son intérêt au circuit LSI. De plus, il était préférable de n'utiliser que des circuits intégrés courants, à moyenne échelle (MSI), facilement disponibles et fournis par plusieurs fabricants. Enfin, la comparaison des prix de revient, dans le cas d'une série de quelques unités seulement, entre les différentes solutions, en LSI ou MSI, montre un léger avantage en faveur de la réalisation en circuits intégrés C.MOS de types courants. C'est donc cette technologie qui a été adoptée.

Le principe de mesure de la fréquence est classique (fig. 1). Il consiste à compter le nombre de périodes du

signal à mesurer pendant un temps donné. Cet intervalle de temps est fourni par une horloge à quartz qui, grâce à une porte, permet le passage du signal vers un compteur pendant 1 ms à 1 s, selon la gamme choisie. Le résultat du comptage est mis en mémoire et visualisé sur quatre afficheurs « sept segments » à diodes électroluminescentes. Un circuit cadencé fournit les différents signaux d'horloge (H) et de remise à zéro (RAZ) nécessaires au fonctionnement de l'ensemble. Le contenu du compteur est testé après chaque mesure, et selon le résultat du comptage le circuit de choix de la gamme modifie la gamme choisie pour la mesure suivante.

Commutation automatique des gammes

Choisir une gamme de mesure consiste à appliquer à la porte l'un des créneaux (1 ms, 10 ms, 100 ms ou 1 s) fournis par l'horloge à quartz. On utilise pour la commutation un circuit

CD 4052 (fig. 2), double commutateur à quatre voies. L'un des commutateurs est utilisé pour la commutation des gammes, l'autre pour la commutation de la virgule sur les afficheurs, afin de toujours afficher le résultat en kHz. Il est à remarquer que ces commutateurs sont bidirectionnels : le commun peut être une entrée ou sortie. La commande se fait par deux entrées A et B telles que si (B, A) représente le nombre « n » en binaire, X est relié à X_n et Y à Y_n .

Le circuit de choix de gamme est chargé de fournir ce nombre binaire (B, A). Il s'agit d'un compteur réversible par 4 (« compteur de gamme ») dont le fonctionnement est particulier.

D'abord, ce compteur ne se recycle pas. Arrivé à son maximum (« 11 »), il y reste, s'il reçoit une nouvelle impulsion de comptage, au lieu de passer dans l'état « 00 » comme un compteur normal. De même, à son minimum, (« 00 »), il reste dans cet état s'il reçoit une impulsion de décomptage au lieu de passer à « 11 ».

Ensuite, ce compteur peut soit compter, soit décompter, mais aussi rester fixé à sa valeur. Le comptage correspond au passage à la gamme supérieure (temps de mesure plus long), le décomptage au passage à la gamme inférieure. Le compteur de gamme reste fixe si la gamme choisie est la bonne.

La décision relative au mode de fonctionnement de ce compteur est prise d'après le test des fronts de descente des bits de poids 8 des chiffres des centaines (C_8) et des milliers (M_8) du compteur de mesure. En effet, ces fronts traduisent le passage de 9 à 0 du chiffre décimal correspondant. Un front de descente de C_8 indique donc que le chiffre des milliers est passé à 1, donc que les quatre afficheurs sont utilisés et que l'on n'est pas sur une gamme trop basse. Quant'au front de descente de M_8 , il indique un dépassement de la capacité du compteur de mesure, donc que l'on est sur une gamme trop haute.

Ces fronts donnent naissance à deux variables RX1 et RX2 qui conditionnent le fonctionnement du compteur de gamme (fig. 3). Les deux bascules à déclenchement par front CD 4013 sont remises à 0 avant chaque mesure (RAZG). En cours de mesure, les fronts de descente de M_8 et C_8 font éventuellement passer à 1 les sorties RX2 et RX1.

Pour réaliser le compteur de gamme on peut utiliser la méthode générale de synthèse des compteurs synchrones. Cette méthode, bien connue, consiste à trouver les expressions de J et K de

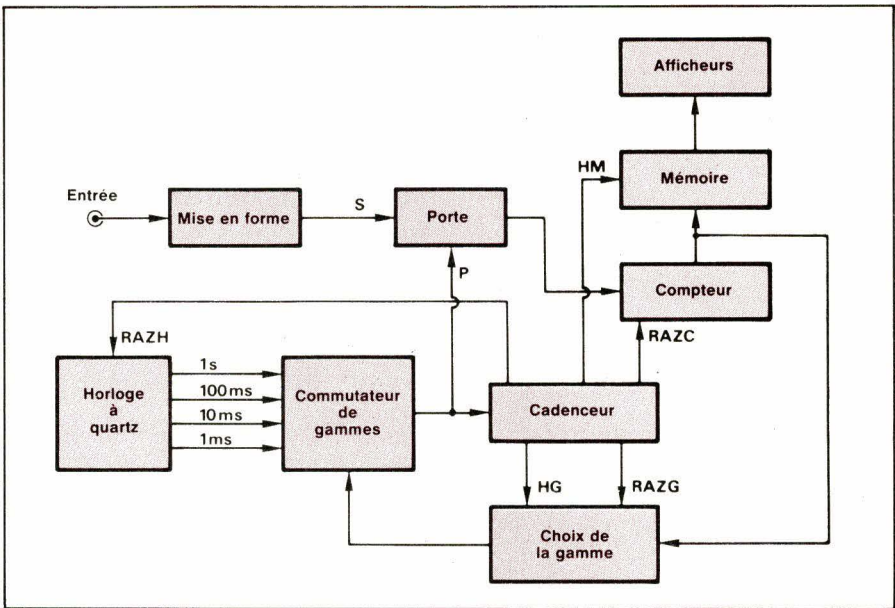
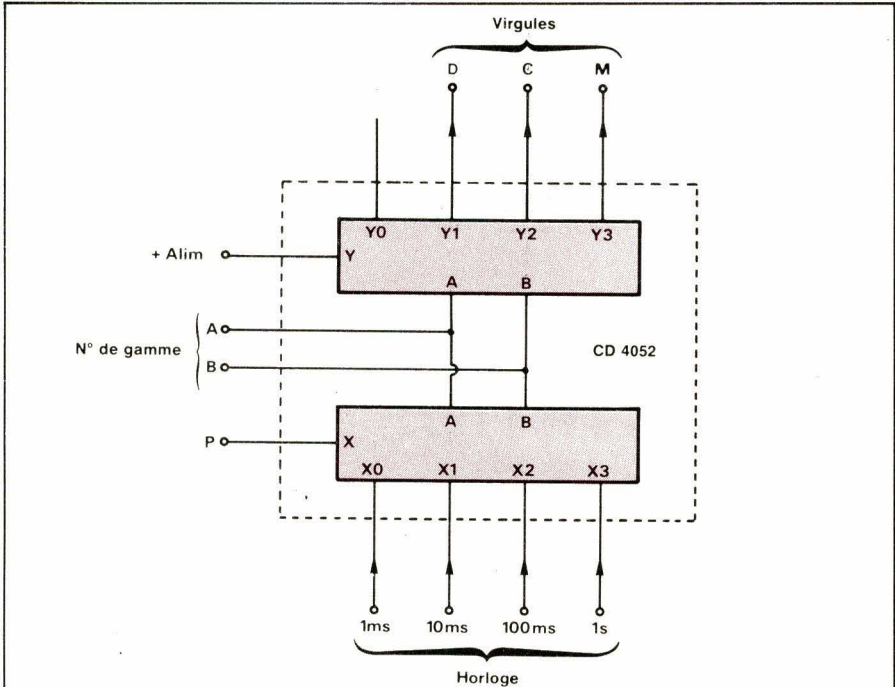


Fig. 1



B	A	Temps de mesure	Affichage
0	0	1ms	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> kHz
0	1	10ms	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> kHz
1	0	100 ms	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> kHz
1	1	1s	<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> kHz

Fig. 2

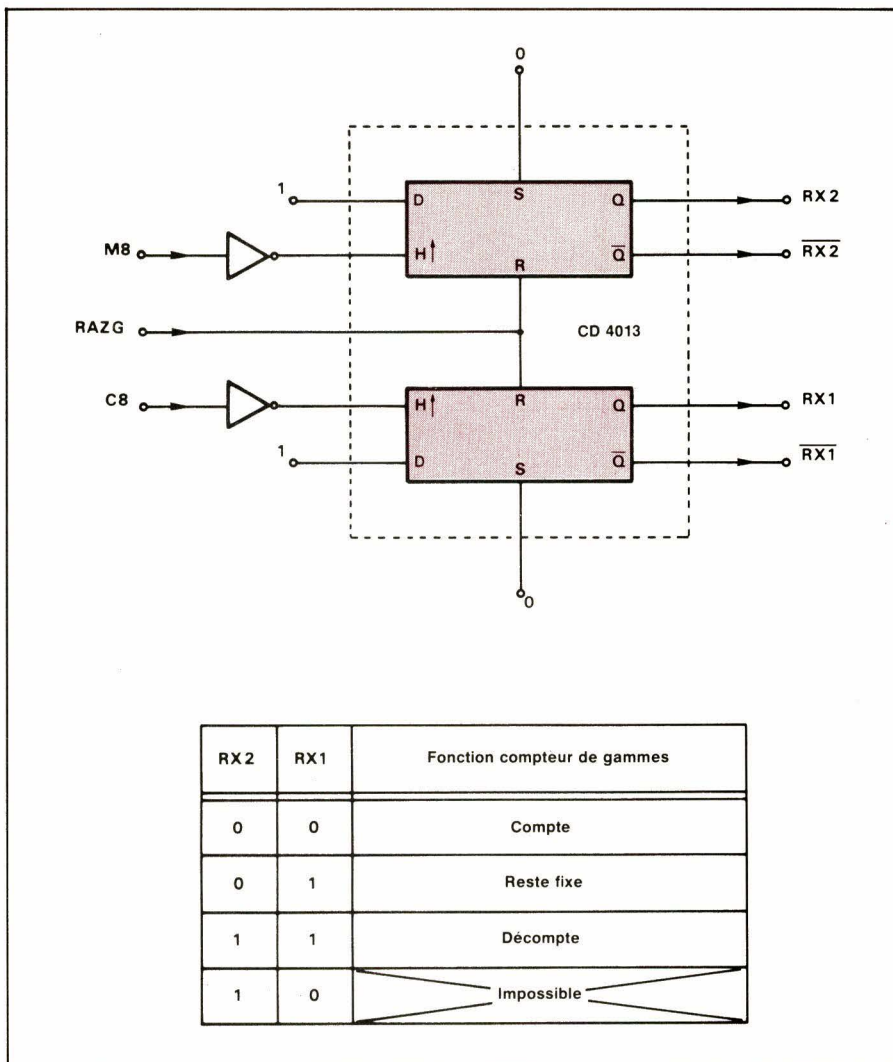


Fig. 3

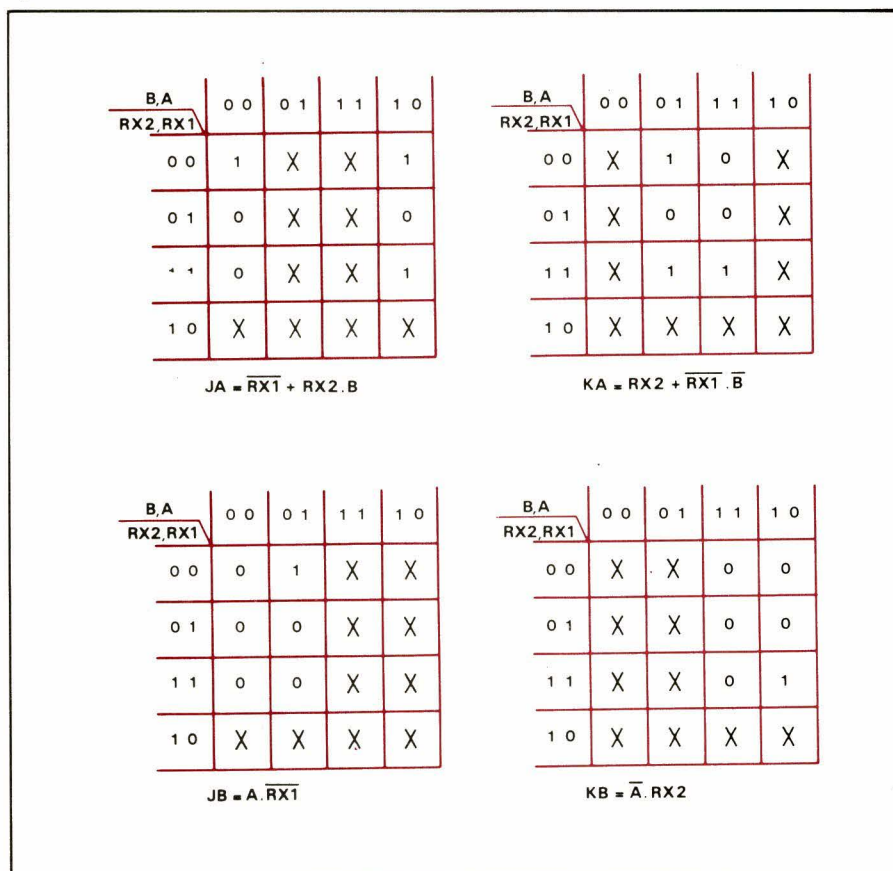


Fig. 4

chaque bascule composant le compteur en fonction des sorties de ce compteur, donc de l'état dans lequel il se trouve. Mais ici, J et K dépendront non seulement des sorties A et B des deux bascules constituant notre compteur par quatre, mais aussi des variables RX1 et RX2, car elles conditionnent l'état suivant.

Le problème consiste donc à trouver quatre fonctions logiques J_A , K_A , J_B , K_B , de quatre variables A, B, RX1, RX2. On peut dresser les tableaux de Karnaugh de ces fonctions en envisageant tous les cas possibles (fig. 4). Par exemple, si $A = 0$, $B = 1$, $RX1 = 0$, $RX2 = 0$, l'état suivant du compteur doit être $A = 1$, $B = 1$. Ceci implique pour la bascule A, soit $J_A = 1$, $K_A = 0$ (passage à 1), soit $J_A = 1$, $K_A = 1$ (changement d'état), donc $J_A = 1$, $K_A = X$ (indifférent). Et pour la bascule B, soit $J_B = 1$, $K_B = 0$ (passage à 1), soit $J_B = 0$, $K_B = 0$ (pas de changement), donc $J_B = X$, $K_B = 0$. Les quatre fonctions sont bien sûr indifférentes lorsque $RX1 = 0$ et $RX2 = 1$, combinaison impossible (sauf à la mise sous tension de l'appareil, mais ceci est sans conséquence car dès la fin de la première mesure tout rentre dans l'ordre).

Les équations obtenues conduisent au schéma de la figure 5. L'horloge HG est fournie par le circuit cadenceur à la fin de chaque mesure.

Horloge à quartz

L'horloge (fig. 6) est constitué d'un oscillateur à quartz formé d'une porte C.MOS utilisée en amplificateur et d'un quadripôle comportant le quartz, en réaction entre la sortie et l'entrée (voir (2)). La fréquence choisie est de 1 MHz, fréquence pour laquelle on trouve facilement des quartz performants et économiques.

Afin d'obtenir des créneaux de 1 ms à 1 s, il faudra diviser cette fréquence jusqu'à 500 Hz et 0,5 Hz respectivement, avec un rapport cyclique de 1/2. Le temps d'ouverture de la porte correspondra alors à une demi période. Pour respecter ce rapport cyclique 1/2, les quatre dernières décades utilisées sont des décades de Johnson, CD 4018 (voir (3)). Le signal à 1 MHz est d'abord divisé par 200 grâce à une double décade CD4518 et une bascule CD 4013, pour donner un signal à 5 kHz.

Si on utilisait directement les signaux de sortie des quatre décades de Johnson pour commander la porte, l'intervalle de temps entre deux mesures serait trop faible (1 ms) sur la

gamme 1 ms. En effet, l'instabilité du dernier chiffre, inévitable, serait peu agréable à l'œil. Par contre, cet intervalle serait trop grand (1 s) sur la gamme 1 s. Pour remédier à cet inconvénient, une remise à 0 (RAZ.H) est appliquée aux décades de Johnson grâce au circuit cadenceur pendant un temps TM constant après chaque mesure. Le premier front de montée du signal à 5 KHz après ce temps TM fera alors passer à 1 la sortie 1 ms, la descente de cette 1 ms fera passer à 1 la sortie 10 ms, etc. L'intervalle entre deux mesures sera alors au minimum de TM sur la gamme 1 ms et au maximum de TM + 111,2 ms sur la gamme 1 s. On a choisi TM de l'ordre de 300 ms.

Comptage, mise en mémoire, affichage

Le compteur de mesure est réalisé à l'aide de deux boîtiers CD4518 (fig. 7). Le premier boîtier réalise également la fonction de porte de mesure grâce à ses deux entrées ENA et CKA. Ce premier boîtier devant compter à la fréquence du signal à mesurer doit avoir les performances maximales. Le constructeur garantit une fréquence maximale de comptage au moins égale à 3,5 MHz, alimenté en 15 V. En fait, des différences assez importantes existent d'un circuit à l'autre : la plupart des boîtiers testés dépassent 6 à 7 MHz, quelques uns 10 MHz. Ce sont donc ces derniers qui ont été choisis comme premières décades du compteur de mesure.

La mise en mémoire est confiée à quatre boîtiers CD4511 qui réalisent en outre le décodage Décimal Codé Binaire/Sept segments et l'amplification de puissance nécessaire à l'alimentation des afficheurs TIL322 par l'intermédiaire de résistances de 2,2 k Ω . Le courant ainsi fourni est d'environ 6 mA par segment.

Cadenceur

Il est constitué de deux doubles monostables MC14528 (fig. 8). A la fin de chaque mesure (front de descente de P) on déclenche deux monostables : l'un de durée 300 ms fournit la remise à zéro de l'horloge, fixant ainsi l'intervalle entre deux mesures. L'autre de durée 10 μ s fournit l'horloge du compteur de gammes par sa sortie complémentée. Les bascules constituant ce compteur étant sensibles aux fronts de montée, le changement de gamme éventuel aura donc lieu 10 μ s après la

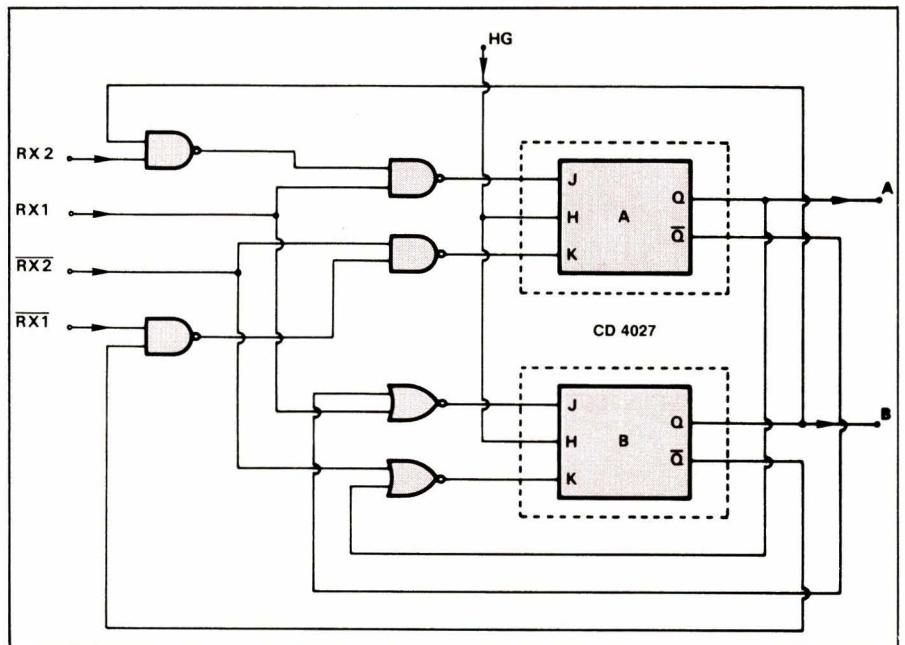


Fig. 5

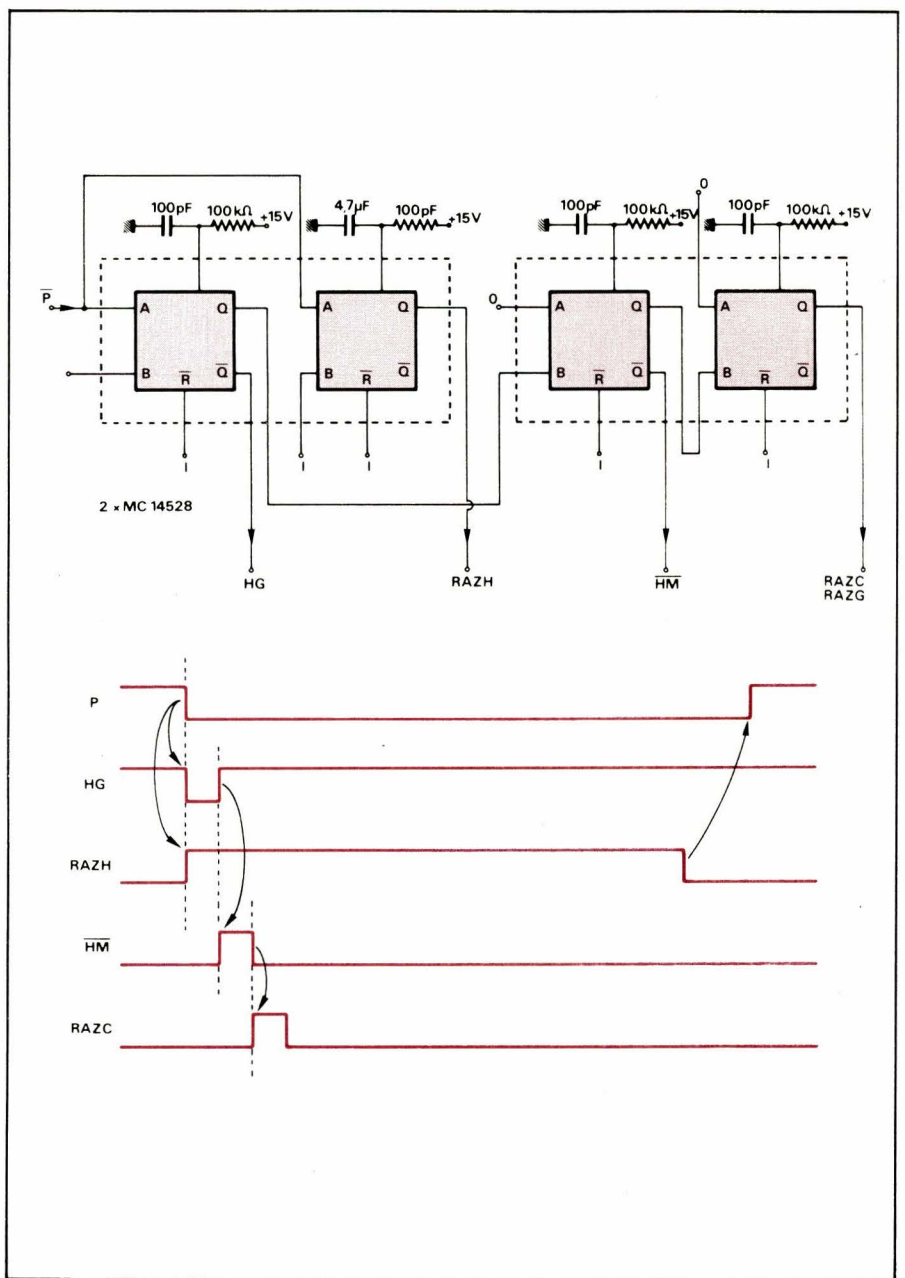


Fig. 8

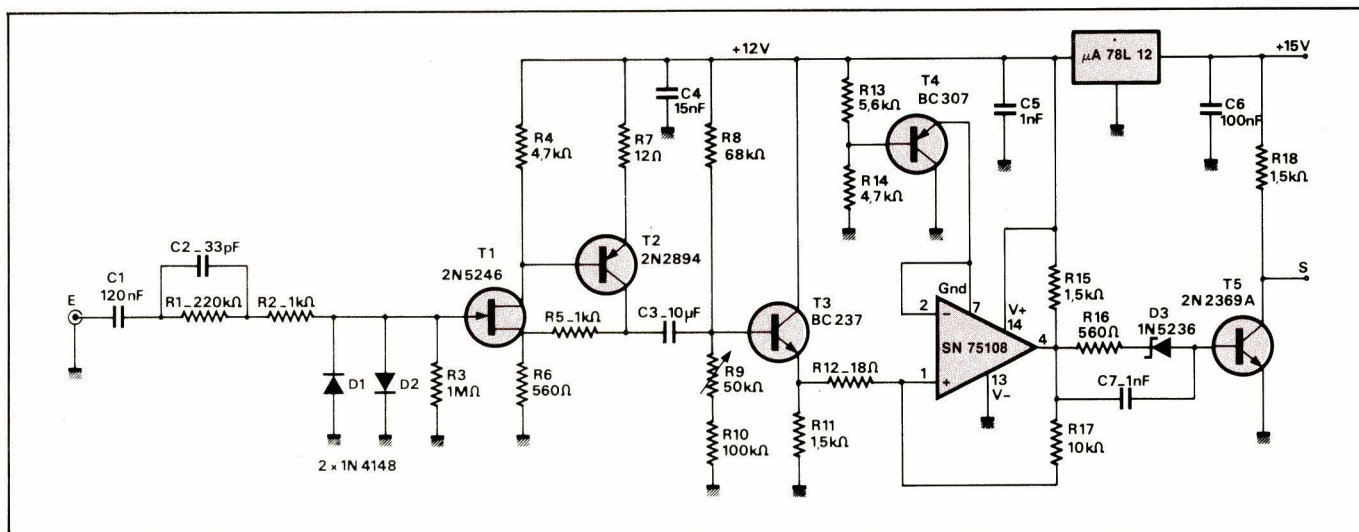


Fig. 9

fin de la mesure. La fin de ce deuxième monostable déclenche un troisième monostable de $10 \mu s$ qui provoque l'inscription en mémoire (HM) du résultat de mesure. Enfin, un dernier monostable de $10 \mu s$ fournit les signaux de remise à zéro du compteur de mesure (RAZC) et des bascules RX1 et RX2 (RAZG).

Mise en forme du signal à mesurer

Le but de ce circuit est de transformer le signal à mesurer en signal logique à niveaux C.MOS (0/15 V). Il doit pouvoir fonctionner pour de faibles signaux d'entrée (sensibilité souhaitée : quelques dizaines de millivolts), mais supporter également de fortes tensions (le secteur 220 V). De plus, il ne doit pas perturber le signal à mesurer, donc présenter une impédance d'entrée suffisamment grande.

Le montage (fig. 9) comporte d'abord une protection constituée par R_1 et les diodes D_1 et D_2 . Le signal appliqué à la grille du transistor à effet de champ T_1 est ainsi limité à environ $\pm 0,8$ V.

Un premier étage $T_1 - T_2$ permet d'obtenir une grande impédance d'entrée, ainsi qu'un gain en tension de l'ordre de 2. Le transistor T_3 est alors chargé de régler le niveau continu du signal afin de le centrer entre les seuils du trigger de Schmitt formé par le circuit SN75108. Le réglage de ce niveau continu se fait par la résistance ajustable R_9 . Pour cela il suffit d'envoyer à l'entrée un signal de faible amplitude, sinusoïdal, et de régler R_9 jusqu'à avoir en sortie du trigger un signal carré de rapport cyclique 1/2.

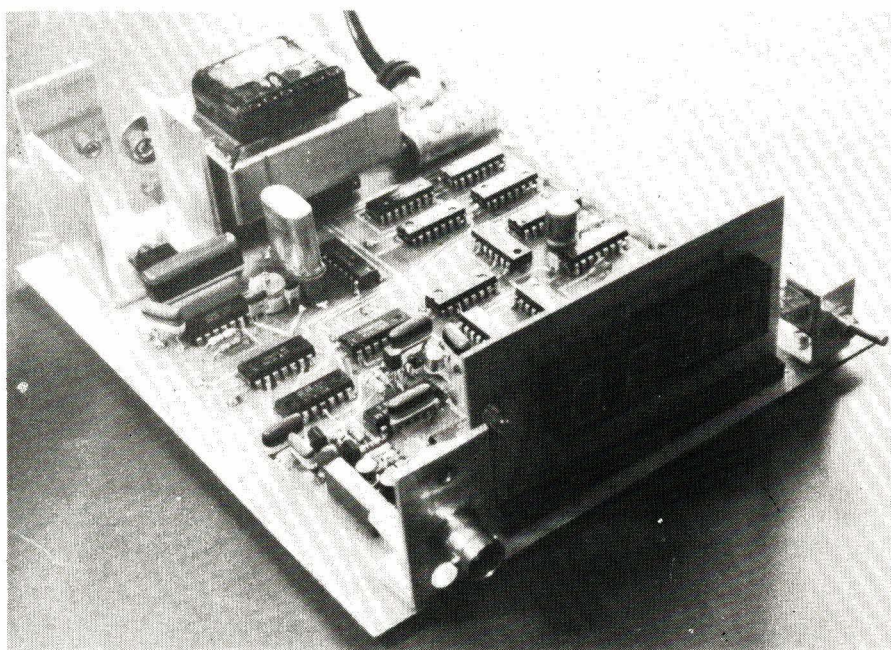


Photo 1

Les résistances R_{12} et R_{17} fixent l'hystérésis du trigger (environ 10 mV avec les valeurs choisies).

Le circuit SN75108 nécessitant deux tensions d'alimentation symétriques, son entrée « Masse » (GND) est alimentée en 6 V grâce à T_4 , ses entrées $V+$ et $V-$ recevant respectivement +12 V et la masse du montage. Le +12 V est obtenu à partir du +15 V par un régulateur intégré de faible puissance. L'alimentation du circuit d'entrée est ainsi séparée de celle des circuits logiques, ce qui évite les interactions possibles.

On obtient à la sortie du trigger des signaux carrés dont le niveau bas est 6 V, le niveau haut 12 V. Afin de bloquer le transistor T_5 au niveau bas, une diode zener D_3 , de 7,5 V est intercalée dans la base de ce transistor, la résistance R_{16} étant d'autre part choisie pour le saturer au niveau haut. T_5 étant alimenté en 15 V, on obtient bien en S un signal de niveaux C.MOS.

En réglant au mieux R_9 (ajustable 10 tours), la sensibilité obtenue est de l'ordre de 10 mV efficaces jusqu'à 5 MHz. En fait, les différentes dérives thermiques affectent ce réglage, et l'on ne peut compter que sur une sensibilité de l'ordre de 30 mV efficaces après quelques mois d'utilisation pour un appareil qui a été réglé au moment de la construction. Au delà de 5 MHz, la sensibilité décroît pour atteindre environ 100 mV à 10 MHz. Grâce à l'hystérésis du trigger, ce circuit est très « franc » : lorsque le signal d'entrée est trop faible, l'appareil indique 0 et nous n'avons jamais observé de fausse mesure (par exemple multiple de la vraie valeur).

Réalisation

Afin de faciliter la construction, l'appareil est constitué d'un seul circuit imprimé double face en époxy, mesu-

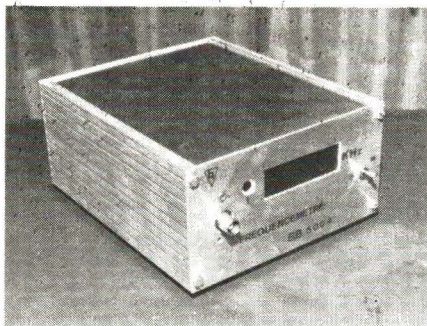


Photo 2

rant 178 mm x 150 mm. Ce circuit imprimé comporte absolument tous les éléments nécessaires au fonctionnement de l'appareil qui peut donc fonctionner sans boîtier, ce qui facilite grandement la mise au point et la maintenance (photo 1).

Il comporte, en particulier, l'alimentation 15 V avec fusible, transformateur et circuit intégré régulateur monté sur un radiateur. L'interrupteur secteur et la prise d'entrée BNC sont fixés à des équerres solidaires de ce circuit imprimé. Les afficheurs sont montés sur une petite plaque de circuit imprimé bakélite soudée perpendiculairement au circuit principal par l'intermédiaire d'une barrette de connexion à 32 contacts.

Cette plaquette d'affichage comporte également un voyant de dépassement, ajouté en fin de construction lorsqu'il s'est avéré que la plupart des appareils pourraient fonctionner au delà de 10 MHz. Ce voyant doit être interprété comme un « 1 » à placer devant le résultat. Il est commandé par une bascule RS (2 portes NAND) dont la mise à 1 se fait par RX2 et la mise à 0 par P, signal de commande de porte. Il est donc toujours éteint pendant la mesure, ce qui n'est pas un inconvénient car sur la gamme où il est utile, la mesure dure 1 ms et l'intervalle entre deux mesures est d'environ 300 ms.

Le boîtier est réalisé de façon très simple : les côtés sont des profilés d'aluminium (vendus au mètre) et comportant des rainures recevant le circuit imprimé et les tôles (d'aluminium également) constituant le dessus et le dessous de l'appareil. La tranche du profilé peut être taraudée, ce qui permet de fixer les faces avant et arrière par des vis. La face avant comporte des ouvertures pour l'interrupteur secteur, l'entrée BNC, et une fenêtre pour les afficheurs et le voyant de dépassement (photo 2). Elle est gravée par sérigraphie. L'appareil terminé mesure 182 mm x 156 mm x 83 mm.

Conclusion

Les dix appareils réalisés sont maintenant en service depuis un an et utilisés de façon assez intensive. Ils donnent toute satisfaction à leurs utilisateurs, surtout par leur simplicité d'emploi. Etant donné le prix de revient des appareils, l'expérience s'avère donc très positive.

Christian BELLOT

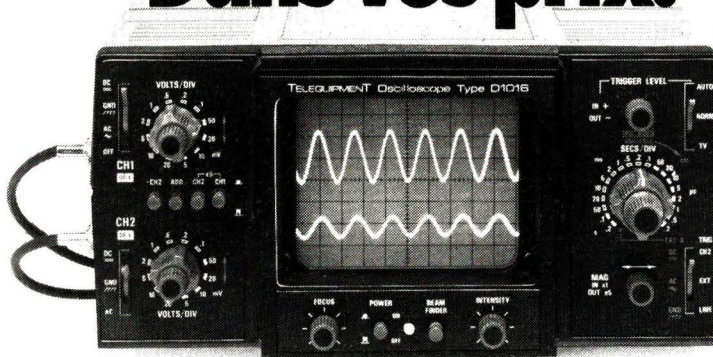
Ingénieur ENSPM

Assistant à l'IUT de Marseille

Références

- (1). – R.K. Richards : « Digital Design », John Wiley, 1971.
- (2). – S.S. Eaton : « Micropower Crystal Controlled Oscillator Design using RCA COS/MOS Inverters ». Note RCA ICAN-6539.
- (3). – J. Litus Jr : « Design of fixed and programmable Counters Using the CD 4018 A COS/MOS Presettable Divide by N Counter ». Note RCA ICAN-6498.
- (4). – Don Aldridge : « Battery-Powered 5 MHz Frequency Counter ». Note Motorola AN 717.

Performances haut de gamme. Dans vos prix.



**Tektronix annonce
une réduction de 12 %
sur toute la gamme
Telequipment.
Offre valable
jusqu'au 30.04.80**

**D 1016, 2 voies,
15 MHz, véritable XY**

Monoblocs, compacts, robustes, faciles à utiliser et à transporter, les 4 appareils de la série 1000 vous offrent à des prix très accessibles, des oscilloscopes bénéficiant d'excellentes performances. Par exemple : l'adoption du mode de déclenchement "crête à crête" automatique, le choix de la source de ce

déclenchement (CH 1, CH 2 ou extérieur), la facilité d'utilisation : recherche automatique de trace (beam finder), etc. Une garantie supplémentaire : TELEQUIPMENT, du fait de son appartenance au groupe TEKTRONIX, vous offre un service après-vente réputé et efficace.

Découvrez TELEQUIPMENT, une gamme complète d'oscilloscopes, comprenant également des oscilloscopes à tiroirs, à mémoire, alimentés par batterie incorporée, simple ou double base de temps, etc. Leurs performances sont dans vos prix.

TELEQUIPMENT
— GROUPE TEKTRONIX —

Division Mesure Electronique - B.P. 13 - 91401 Orsay - Tél. : 907.78.27

Centres régionaux : Aix-les-Milles Tél. : (42) 26.62.03 - Lyon Tél. : (78) 76.40.03 - Rennes Tél. : (99) 51.21.16 - Strasbourg Tél. : (88) 39.49.35 - Toulouse Tél. : (61) 40.24.50

Coupon-réponse
à retourner à TEKTRONIX
Division Mesure Electronique
Promotion des Ventes,
B.P. 13 - 91401 ORSAY - Tél. : 907.78.27

M. _____
Société _____
Activité _____
Fonction _____
Adresse _____

Tél. _____
désire recevoir sans engagement de sa part :
☐ une documentation sur la gamme
TELEQUIPMENT
☐ la brochure "PRINCIPE DE L'OSCILLOSCOPE"
☐ la visite d'un ingénieur commercial.

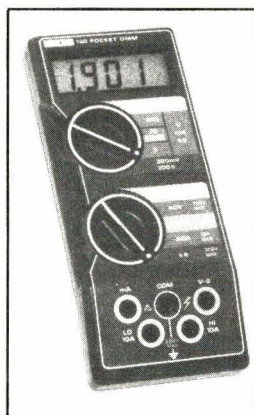
CPV, Photo André Versailles

E A

KEITHLEY

QUALITÉ - FIABILITÉ
2 000 points de poche

Modèle 130



Tension continue :
 100 μ V - 1000 V
 Précision : 0,5 %
 Tension Alternative :
 100 μ V - 750 V
 Résistance :
 100 m Ω - 20 M Ω
 Courant Cont. et Alt. :
 1 μ A - 10 A
 Autonomie :
 200 heures

680 francs H.T.

PRÉCISION

2 000 points à cristaux liquides

Modèle 169



950 francs H.T.

Tension Cont. et Alt. : 100 μ V - 1000 V
 Précision : 0,25 %
 Résistance : 100 m Ω - 20 M Ω
 Courant Cont. et Alt. : 100 nA - 2 A
 Autonomie : 2000 heures

UNE GAMME DE 2000 à 200 000 POINTS

TOUJOURS LE MEILLEUR RAPPORT
QUALITÉ/PRIX

1286

KEITHLEY
KEITHLEY
KEITHLEY

44, rue Anatole-France
 B.P. 60 - 91121 PALAISEAU CEDEX
 Tél. : 014.22.06

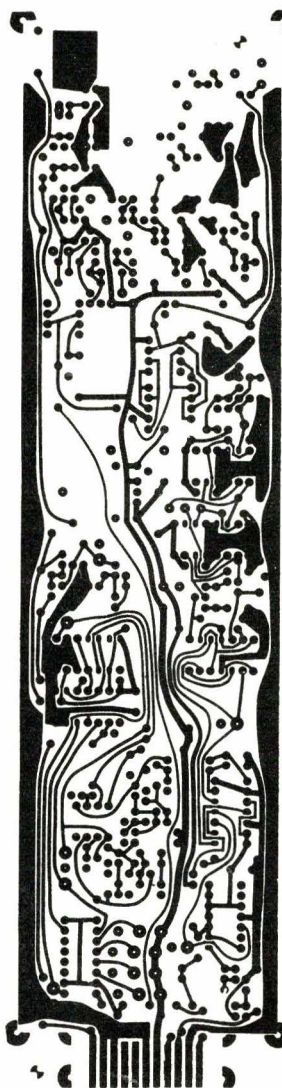
SALON COMPOSANTS STAND 15-17 - ALLÉE 1

ELECTRO-CONCEPT

CONCEPTION ET FABRICATION
 DE CABLAGES ELECTRONIQUE

40 personnes
sur
1 000 m² couvert
à votre service
à 60 mn de Paris

Proto classique 24 heures.
Proto métallisé 4 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.

Dans le domaine des hautes-fréquences, la plupart des montages mettent en jeu des circuits oscillants, associant une ou plusieurs selfs, à une ou plusieurs capacités.

L'ajustage, ou la commande, de la fréquence de résonance, suppose qu'une de ces deux grandeurs puisse varier. On agit, le plus souvent, sur la capacité. Ce résultat, longtemps obtenu grâce à l'emploi de condensateurs variables, est de plus en plus fréquemment confié à des diodes à capacité variable. On remplace alors, en effet, une mécanique coûteuse et fragile, par de simples potentiomètres délivrant une tension continue réglable. Ces dispositifs se retrouvent couramment, à l'heure actuelle, dans les récepteurs de radio ou de télévision, ainsi que dans certains oscillateurs.

Nous nous proposons, ici, de faire le point sur les diodes à capacité variable, et d'examiner quelques-unes de leurs applications pratiques.

Les diodes à capacité variable

Rappels sur la structure d'une jonction PN

On sait que dans un semiconducteur intrinsèque (germanium pur, silicium pur), formé d'un élément appartenant à la quatrième colonne du tableau de Mendéléïeff, chaque atome comporte quatre électrons périphériques, ou électrons de valence. L'édifice cristallin résulte de la mise en commun, pour chaque atome, de ses électrons de valence avec ceux de ses quatre plus proches voisins : ce sont les liaisons dites de covalence.

Les semiconducteurs extrinsèques s'obtiennent par dopage, c'est-à-dire introduction d'impuretés. On distingue les semiconducteurs de type N, et ceux de type P.

Dans un semiconducteur de type N, certains atomes de silicium du réseau sont remplacés par des atomes d'un autre élément (l'antimoine par exemple), dont la couche périphérique possède 5 électrons. L'électron en excès, faiblement lié, devient libre sous l'effet de l'agitation thermique. Le semiconducteur possède alors une densité d'électrons libres, très supérieure à celle du silicium pur, et ces électrons, chargés négativement, deviennent les porteurs majoritaires (d'où l'appellation N, pour « négatif »).

Inversement, on obtient un semiconducteur de type P (positif), en introduisant dans le réseau cristallin, où ils se substituent à certains atomes de sili-

cium, des atomes ne comportant que trois électrons sur leur couche périphérique (bore, par exemple). Il en résulte à chaque fois un manque d'électron, ou trou, pour assurer la liaison avec les voisins. Ces trous correspondent à un excès de charges positives.

Dans un semiconducteur (monocristallin), une jonction PN est une zone où on passe graduellement, mais sur une faible distance, de la conduction de type P à la conduction de type N. L'ordre de grandeur de l'épaisseur de cette zone se situe aux alentours du micron.

La **figure 1** schématise la structure du dispositif, dans, et au voisinage de la jonction PN. Les électrons libres, qui sont beaucoup plus nombreux dans la région N ont tendance à diffuser vers la région P. Inversement, les trous de la région P diffusent vers la région N. Comme chacune de ces régions, à l'origine, était électriquement neutre, il en résulte :

- dans la région N, l'apparition d'une charge positive, au voisinage de la jonction ;
- dans la région P, l'apparition d'une charge négative.

Le diagramme inférieur de la **figure 1** montre les variations de densité de ces charges, en fonction de la distance au plan médian de la jonction.

Un équilibre s'établit rapidement, car un champ électrique E très intense, dirigé de la zone N vers la zone P, apparaît dans la jonction. Ce champ interdit le passage aux porteurs d'énergie insuffisante, en même temps que

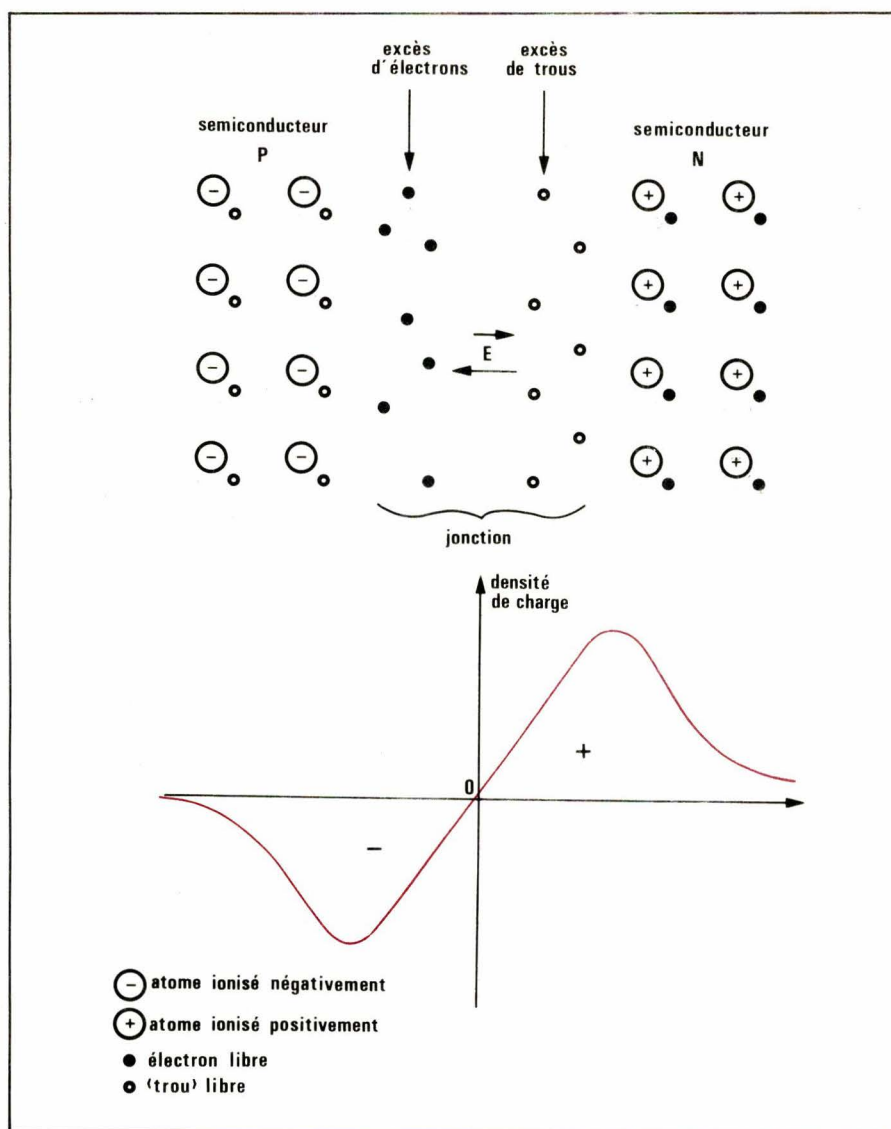


Fig. 1

les électrons libres parvenus dans la zone P se recombinent avec les trous, et que les trous arrivés dans la zone N se recombinent avec les électrons.

La zone centrale de la jonction est une zone de déplétion, où la densité des porteurs, tant positifs que négatifs, est plus faible que dans la masse du semiconducteur. Avec ses deux couches d'ions situées face à face, et de signes opposés, la jonction est comparable à un condensateur ; le rôle du diélectrique est joué par la zone centrale, dépourvue de porteurs.

Variation de la capacité sous l'action d'une polarisation inverse

En l'absence de toute tension appliquée sur la jonction, nous venons de voir qu'on pouvait assimiler cette dernière à un condensateur. La capacité de ce condensateur dépend de ses

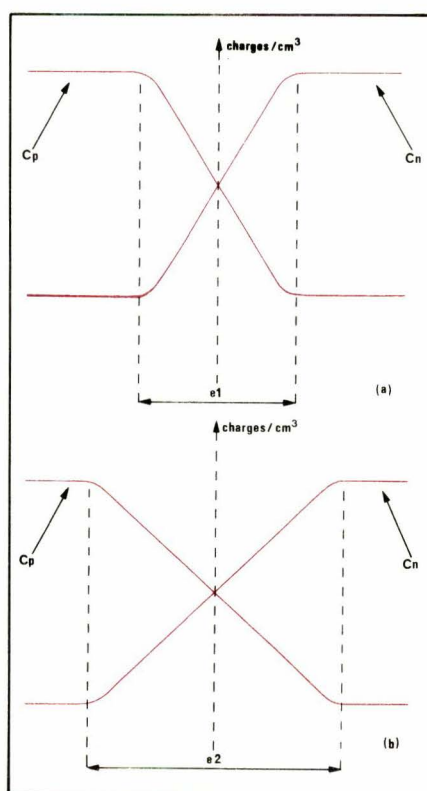


Fig. 2

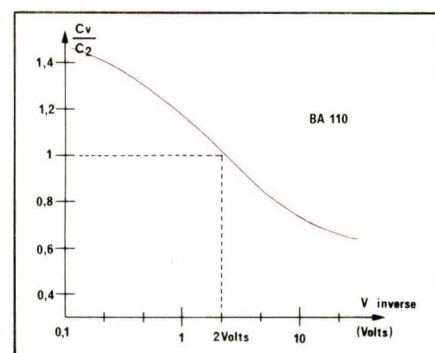


Fig. 3

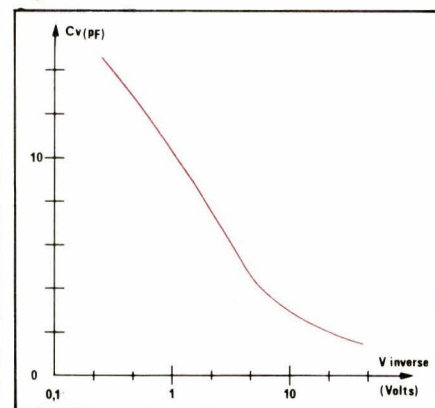


Fig. 4

paramètres géométriques, et notamment de l'épaisseur du « diélectrique » équivalent. Dans la **figure 2 a**, nous avons représenté la concentration de chacun des porteurs (C_p pour les charges positives, et C_n pour les charges négatives), en fonction de la distance au plan médian de la jonction. L'épaisseur de la zone de déplétion est ici e_1 .

Supposons, maintenant, qu'on applique une tension inverse de part et d'autre de la jonction, c'est-à-dire avec le pôle négatif de la source sur la région de semiconducteur P, et son pôle positif, sur la région de semiconducteur N. Cette tension extérieure crée, dans la jonction, un champ électrique E_1 de même direction et de même sens que le champ E observé en l'absence de polarisation. Il en résulte donc un champ total $E + E_1$ plus intense que précédemment. Les trous sont donc davantage repoussés vers la région P, et les électrons vers la région N, ce qui augmente l'épaisseur de la zone de déplétion, jusqu'à e_2 (**figure 2b**).

Or on sait que, dans un condensateur plan, la capacité C est proportionnelle à la surface S des armatures en regard, et inversement proportionnelle à la distance e qui les sépare :

$$C = \frac{\epsilon \cdot S}{e}$$

où ϵ désigne la permittivité du diélectrique. Par conséquent, toute augmentation de la différence de potentiel inverse, appliquée à la diode, entraîne une diminution de sa capacité.

A titre d'exemple, nous donnons les courbes de variation pour deux types de diodes varicap, aux **figures 3 et 4** respectivement. Dans les deux cas, les valeurs de la tension inverse sont portées en abscisses. Dans la **figure 3**, relative à une diode BA110, les ordonnées représentent les variations relatives de la capacité C_v , variable, rapportées à la capacité C_2 , correspondant à une tension de 2 V, et prise comme unité. Pour la **figure 4**, et qui se rapporte aux diodes BB141 et BB142, les ordonnées expriment directement la capacité de la jonction, en picofarads.

Les limites d'utilisation d'une diode varicap

Toutes les diodes offrent une caractéristique tension-courant analogue à l'exemple type de la **figure 5**. On peut y distinguer plusieurs parties :

- dans le sens direct (anode positive par rapport à la cathode), la conduction ne commence qu'après un seuil, voisin de 0,3 V pour le germanium, et de 0,6 V pour le silicium. Au-delà, le champ électrique dans la jonction, somme du champ interne et du champ créé par la source externe de tension, s'inverse par rapport au cas de la **figure 1**. Les porteurs circulent alors, d'où apparition du courant direct.

- pour une polarisation inverse (anode négative par rapport à la cathode), le courant de fuite reste d'abord négligeable.

- au-delà de la tension de claquage inverse, on observe une brusque augmentation de l'intensité, qui devient destructrice si les circuits externes ne la limitent pas.

Lors de l'utilisation d'une diode en capacité variable, les tensions de polarisation, qui commandent les variations de cette capacité, ne doivent donc jamais dépasser les deux limites définies ci-dessus, et qui encadrent la zone d'utilisation.

Il arrive fréquemment (nous y reviendrons plus loin), qu'à une polarisation continue, fixant la valeur moyenne C_v de la capacité, s'ajoute un signal alternatif, d'amplitude ΔV (**fig. 6**), entraînant des variations ΔC_v . On devra en tenir compte pour les polarisations extrêmes permises. Par exemple, dans la **figure 6**, la polarisation inverse ne peut être inférieure à :

$$V_{\min} = V_F - \Delta V$$

où V_F désigne le seuil de conduction

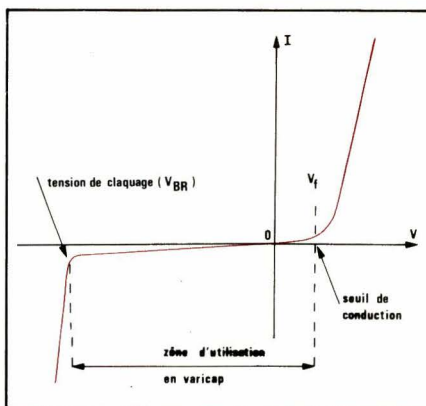


Fig. 5

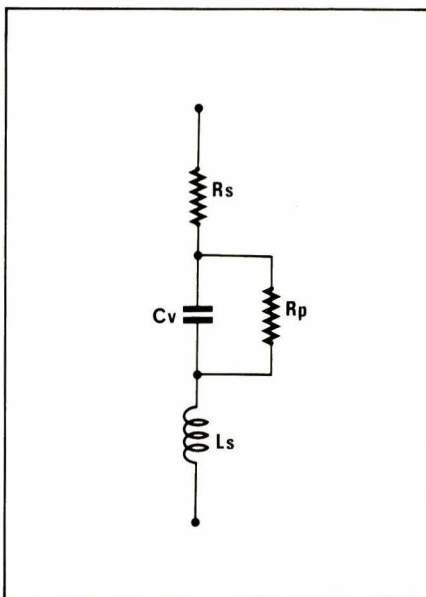


Fig. 7

directe (forward voltage). De même, elle ne peut être supérieure à :

$$V_{\max} = V_{BR} - \Delta V$$

où V_{BR} est la tension de claquage inverse.

Circuit équivalent à une diode varicap

Une diode à capacité variable ne se comporte pas comme un condensateur idéal. Pour traduire complètement son comportement, il faut tenir compte d'un certain nombre d'éléments parasites, qui apparaissent dans le circuit équivalent de la **figure 7**. Celui-ci montre l'existence de deux éléments connectés en série avec la capacité C_v : une résistance R_1 et une inductance L_s , et d'un élément parallèle : la résistance R_p .

Nous avons traité, précédemment, de la capacité C_v . La résistance parallèle, R_p , ne traduit pas autre chose que la pente de la caractéristique inverse,

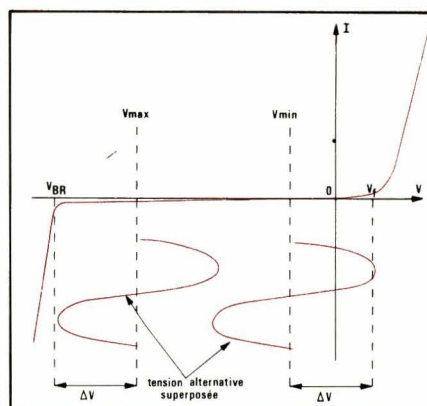


Fig. 6

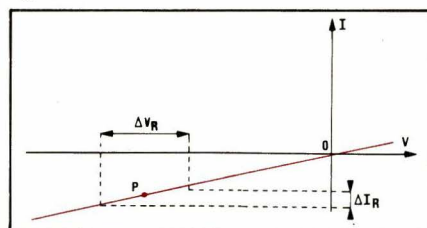


Fig. 8

dans la zone d'utilisation. Nous en rappelons la définition dans la **figure 8**, où cette pente a été volontairement exagérée, pour la commodité de lecture du dessin.

A une petite variation ΔV_R de la tension inverse, autour d'un point P de la caractéristique, correspond une petite variation ΔI_R du courant inverse. Lorsque ΔI_R tend vers 0, il en est de même de ΔV_R . Le rapport :

$$\frac{\Delta V_R}{\Delta I_R}$$

tend alors vers la limite

$$R = \frac{d V_R}{d I_R}$$

dérivée de la tension par rapport à l'intensité, et qui définit la résistance R , assimilable à R_p de la **figure 7**.

Les diodes varicap étant principalement utilisées comme éléments d'accord de circuits résonnants, en association avec un self, on doit tenir compte de l'atténuation de la résonance, introduite par les résistances R_s et R_p . Ceci peut s'exprimer par le facteur de qualité Q qui, d'après le schéma de la **figure 7**, et en négligeant l'influence de L_s , s'exprime en fonction de la fréquence f , par la relation :

$$Q = \frac{1}{2 \pi f C_v \cdot R_s + \frac{1}{2 \pi f C_v \cdot R_p}}$$

Dans la gamme des fréquences d'une dizaine à quelques centaines de mégahertz, on peut négliger aussi l'influence de R_p , ce qui donne l'expression simplifiée :

$$Q = \frac{1}{2 \pi f C_v \cdot R_s}$$

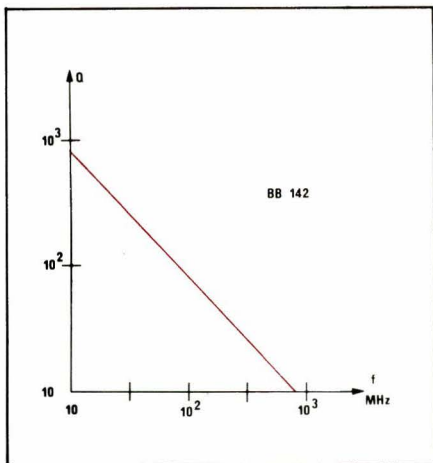


Fig. 9

C_V et R_s dépendent toutes les deux de la tension inverse, donc de la fréquence. Par suite, il en va de même du facteur de qualité Q . A titre d'exemple, la **figure 9** illustre ces variations, pour la diode BB142 de ITT.

Aux fréquences très élevées, l'inductance série L_s du schéma équivalent de la **figure 7** doit être prise en considération. Avec la capacité C_V , elle forme un circuit résonnant, accordé sur la fréquence f_0 :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_V \cdot L_s}}$$

On voit que, puisque la fréquence f_0 dépend évidemment de C_V , elle est liée à la tension de polarisation inverse de la diode.

Pour en terminer avec ce point, notons que le schéma équivalent complet de la **figure 7** peut être simplifié dans certains cas. Aux fréquences très élevées, l'influence prépondérante de la self permet de négliger la résistance parallèle R_p , et de ramener le circuit équivalent à la **figure 10**. Par contre, aux fréquences les plus basses, c'est L_s qui devient négligeable, et on prendra le schéma de la **figure 11**.

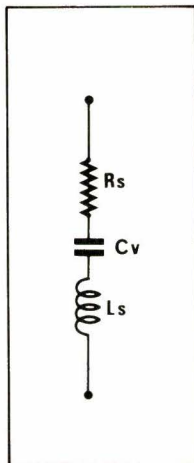


Fig. 10

polarisation est directement appliquée aux bornes de la diode.

Dans la pratique, la polarisation de la varicap est souvent effectuée à travers une résistance R . Associée au condensateur C_2 , de capacité élevée par rapport à C_V , cette résistance constitue un filtre passe-bas, qui interdit aux fréquences élevées du circuit résonnant de venir perturber les tensions de commande v , continues ou à basses fréquences. D'autre part, il est fréquent que la capacité C_V de la varicap ne soit pas suffisante : on ajoute alors, en parallèle sur la self, un condensateur supplémentaire C_p , ce qui conduit au schéma de la **figure 13**.

La non linéarité de la courbe, traduisant la variation de la capacité C_V en fonction de la tension inverse de commande, entraîne des distorsions, lorsqu'on superpose une composante alternative à la différence de potentiel continue de polarisation. Ces distorsions peuvent être réduites grâce au montage de la **figure 14**. Ici, les diodes D_1 et D_2 sont branchées en parallèle vis-à-vis du continu ou des basses fréquences, puisque la self L se comporte alors comme un court-circuit. Par contre, pour les hautes fréquences, elles doivent être considérées comme mises en série.

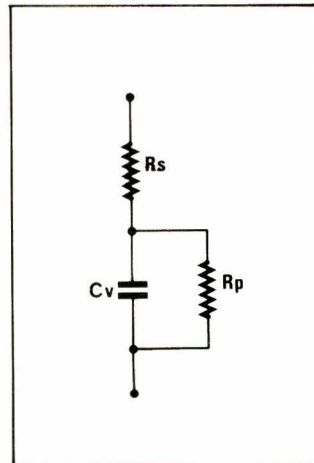


Fig. 11

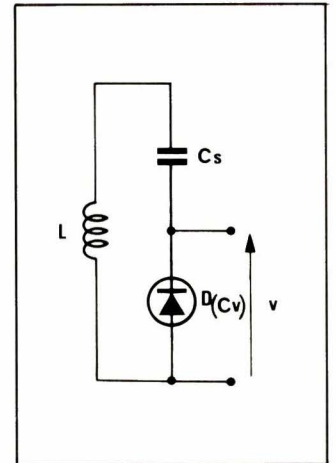


Fig. 12

pour la télévision. Une étude complète de ces diverses applications, nécessiterait au moins un livre : nous nous contenterons donc d'examiner quelques exemples simples et caractéristiques.

La **figure 15**, que nous extrayons d'une documentation ITT, donne le schéma d'un générateur VHF, modulé en fréquence. La fréquence centrale est calée sur 100 MHz, grâce au condensateur ajustable C_p , de 30 pF, inséré dans le circuit oscillant. Le transistor oscillateur T_1 travaille en base commune, puisque les condensateurs C_1 et C_2 ramènent sa base à la masse, vis-à-vis de la HF. La réaction s'effectue du collecteur vers l'émetteur, à travers C_3 .

La diode varicap BB139 fait partie du circuit oscillant, dont la configuration est voisine de celle de la **figure 13**. Elle est polarisée, en continu, à travers R_4 et R_5 . A cette polarisation continue, se superpose le signal alternatif BF de modulation, prélevé, à travers C_5 et le potentiomètre P qui dose l'excursion en fréquence, sur l'émetteur du transistor modulateur T_2 .

Lorsque la source de modulation est appliquée entre les bornes 1 et 2 du schéma, T_2 travaille en émetteur commun. Il fonctionne en collecteur commun si on utilise l'entrée 2 et la masse. Ceci permet une adaptation à l'oscillateur BF utilisé pour la modulation, selon qu'il délivre un signal à haute ou à basse impédance.

Les diodes varicap sont également utilisables pour la modulation en amplitude, ainsi qu'en témoigne le schéma de la **figure 16**. L'ensemble des condensateurs C_1 et C_V , ce dernier n'étant autre que la diode, se comporte comme un diviseur de tension de rapport variable. Si v_e est la tension HF d'entrée, et v_s celle qu'on recueille sur la sortie, on a :

$$v_s = \frac{C_1}{C_1 + C_V} v_e$$

Emploi des diodes varicap dans les circuits résonnants

Un circuit résonnant parallèle résulte de l'association d'une self L et d'une capacité C . On ne peut toutefois songer à brancher directement une diode varicap sur une inductance, à cause de la nécessité d'appliquer, sur la première, la tension inverse qui commande sa capacité.

Le plus simple de tous les montages concevables est alors celui de la **figure 12**, qui fait intervenir le condensateur d'isolement C_s . La tension v de

Quelques exemples d'applications

Comme nous l'avons signalé dès l'introduction à cette étude, la possibilité qu'offrent les diodes varicap de commander une capacité, donc finalement la fréquence de résonance d'un circuit, par une tension, leur offre des débouchés nombreux : elles prennent maintenant couramment place dans les oscillateurs HF ou VHF, dans les tuners, soit pour la réception des émissions en modulation de fréquence, soit

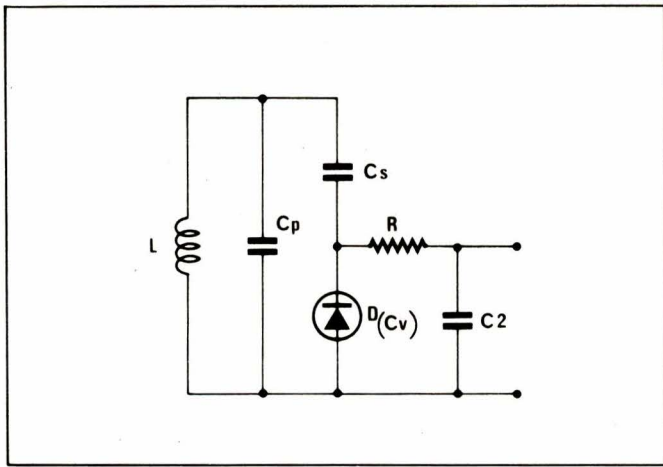


Fig. 13

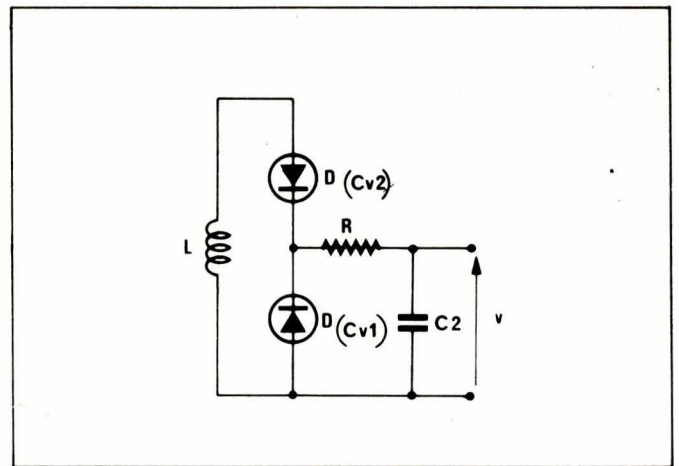


Fig. 14

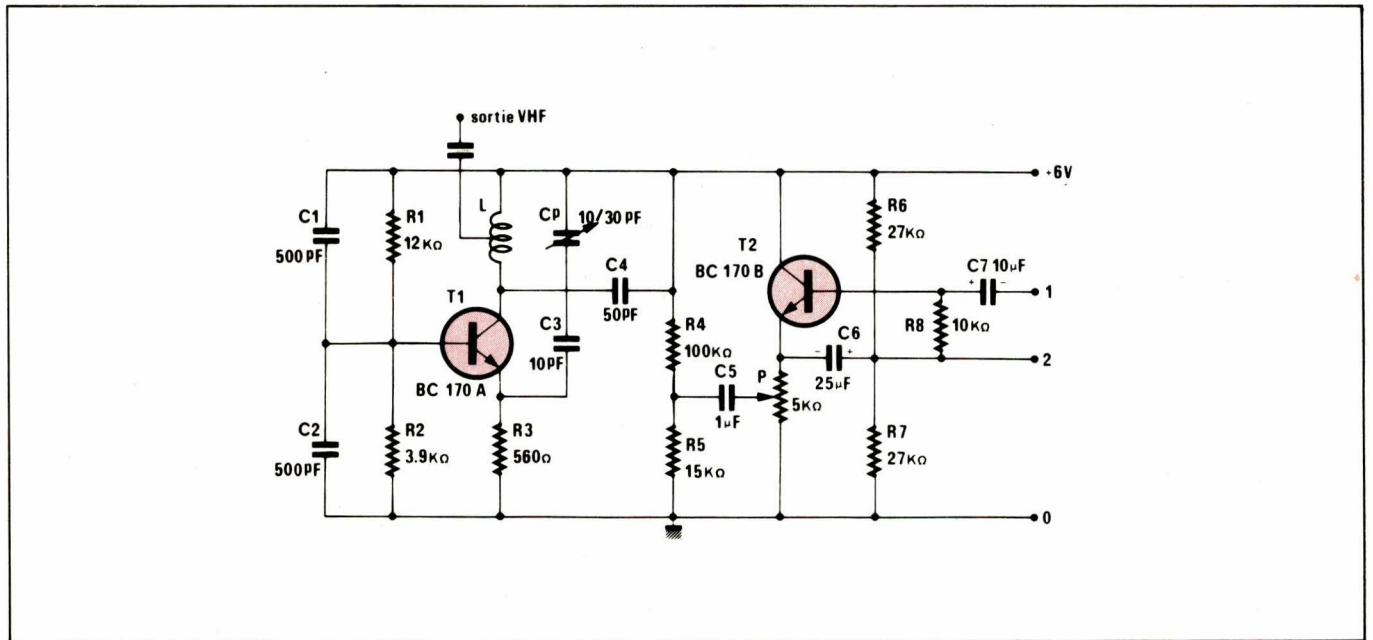


Fig. 15

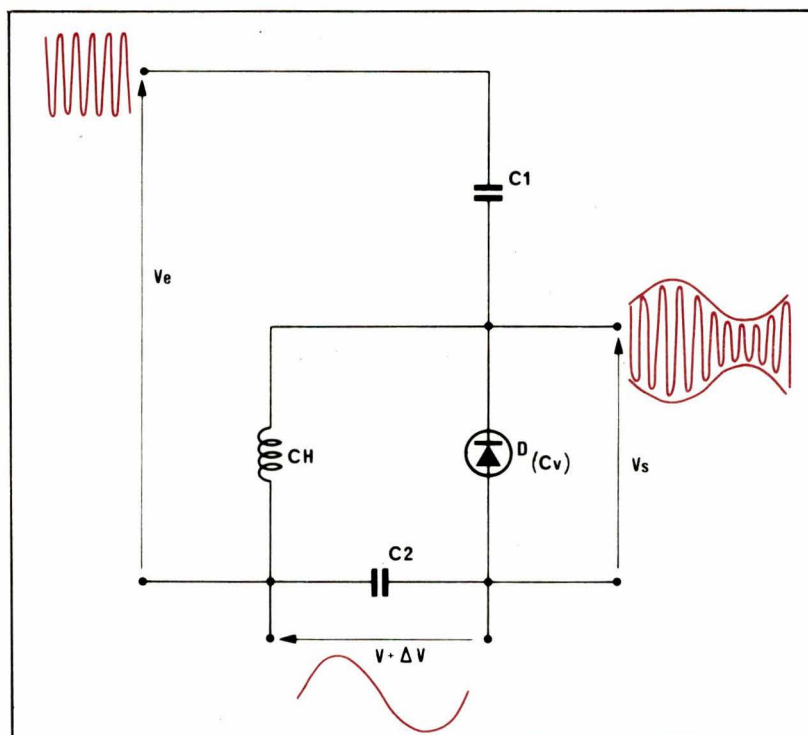


Fig. 16

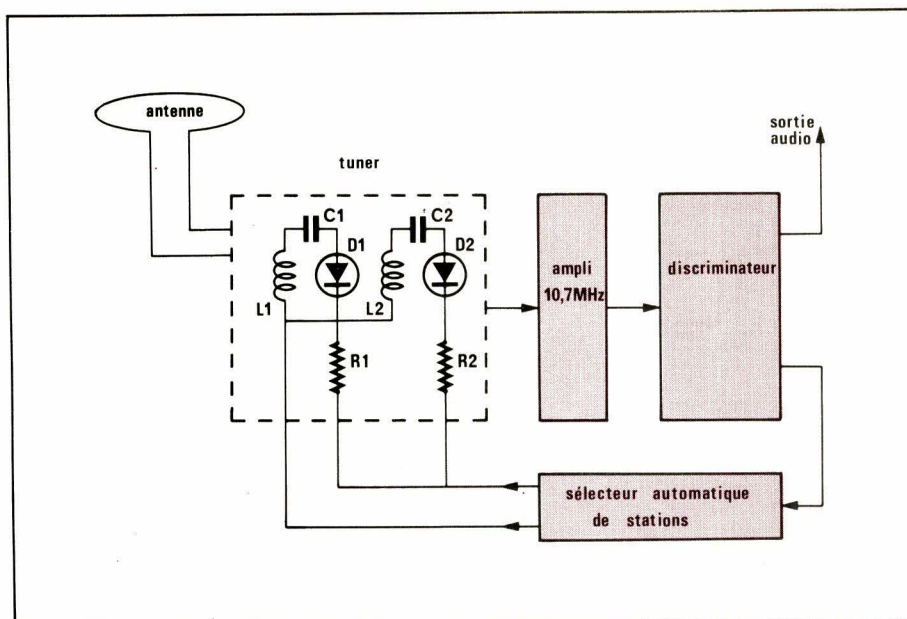


Fig. 17

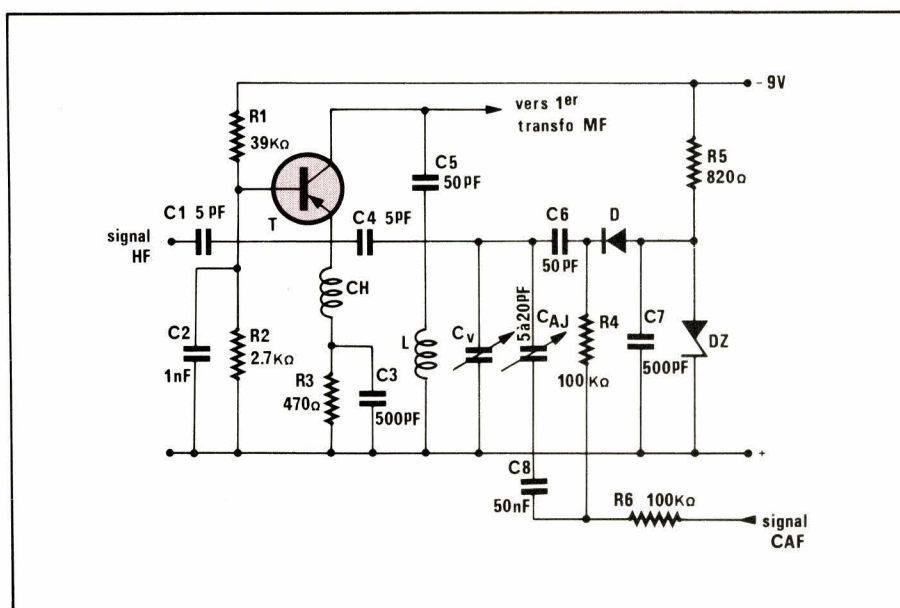


Fig. 18

La variation de C_V est déterminée par les variations ΔV de la tension V de polarisation, appliquée à travers la self de choc CH .

Le circuit de la **figure 17**, toujours extrait d'une documentation ITT, est un dispositif de contrôle automatique de fréquence, pour récepteur VHF. La diode à capacité variable, D , fait partie du circuit oscillant de l'oscillateur local; sa capacité est commandée par la tension continue prélevée à la sortie du discriminateur (signal CAF = commande automatique de fréquence), convenablement filtré par la cellule passe-bas $R_6 C_8$, afin d'éviter toute entrée en oscillations. La polarisation de repos de la varicap est déterminée par la diode zéner DZ , alimentée à partir de R_5 .

Enfin on trouvera, à la **figure 18**, le synoptique d'un tuner FM qui combine

l'accord par diodes varicap et la recherche automatique des stations. Le sélecteur automatique comporte essentiellement un générateur de rampes, qui balaie les polarisations des varicap D_1 et D_2 du tuner, à travers les résistances R_1 et R_2 .

Lorsqu'une station est détectée, le signal de sortie du discriminateur verrouille le balayage de recherche automatique. Pour chercher une autre station, on annule brièvement ce verrouillage, en pressant un poussoir.

Conclusions

Les diodes à capacité variable, maintenant largement répandues dans le domaine des VHF et des UHF, ont permis de populariser des circuits difficiles à concevoir, et surtout à réaliser, à par-

tir d'autres technologies (commande automatique de fréquence dans les tuners, par exemple). La possibilité qu'elles offrent de commander une capacité, donc la fréquence de résonance d'un circuit oscillant, par une tension, a permis de multiplier le nombre des canaux prééglés sur les tuners (récepteurs en modulation de fréquence et téléviseurs). On doit enfin penser à elles chaque fois qu'on entreprend la réalisation d'un générateur HF, VHF ou UHF, surtout s'il doit délivrer des signaux modulés en fréquence.

R. RATEAU

Tous les instruments électroniques de musique élaborés font invariablement appel à un maître-oscillateur dont la fréquence, divisée de multiples fois, sert de référence pour la génération de toutes les notes des diverses octaves. Des circuits intégrés spécifiques ont été créés pour remplir ces fonctions, car la technologie MOS se prête bien à l'intégration sous un très faible volume de diviseurs peu rapides, mais à nombre d'étages considérable. Nous allons présenter dans ces pages un circuit intégré appartenant à cette famille et dont les applications sont particulièrement nombreuses puisqu'il est capable de fournir directement les douze demi-tons de la gamme chromatique.

Génération de notes de musique avec le MO87

Rappels succincts de notation musicale

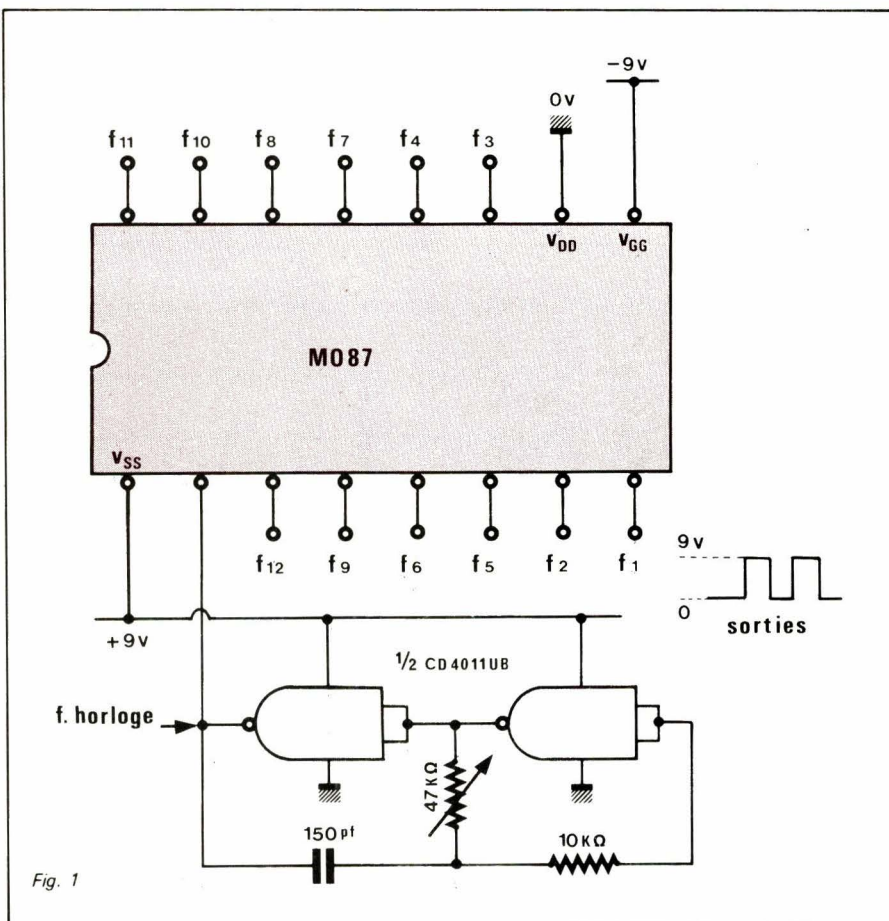
La fréquence des différentes notes de musique est calculée à partir d'une référence de 440 Hz correspondant au LA3 (fréquence des diapasons classiques). Les autres notes se déduisent de cette référence par multiplication ou division par un facteur donné, fournissant des **tons** ou des **demi-tons**. On obtient ainsi des **gammes** appelées diatoniques ou chromatiques selon qu'elles comprennent tons et demi-tons ou simplement des demi-tons.

Par ailleurs, si on double ou divise par deux la fréquence d'une note, on obtient une nouvelle note, repérée par le même symbole, mais placée une **octave** plus haut ou plus bas. Il faut une dizaine d'octaves pour couvrir la totalité du spectre des divers instruments de musique existants.

Présentation du MO87

Ce circuit intégré proposé par SGS-Ates contient tous les diviseurs nécessaires à la reconstitution, à partir d'une unique horloge, des 12 demi-tons d'une octave de la gamme chromatique. De simples bascules (diviseurs par 2) permettent d'obtenir les autres octaves en agissant soit sur chacune des sorties d'un seul MO87, soit sur chacune des entrées de plusieurs MO87.

Le schéma de la **figure 1** permet de faire fonctionner le MO87 dans de bonnes conditions, à partir d'une hor-



loge très simple réalisée en technologie CMOS. Plutôt que de mesurer la fréquence de cette horloge, on préférera généralement agir par comparaison avec la sortie « LA ».

Le montage s'alimente en symétrique, sous 2×9 V et délivre 12 signaux rectangulaires d'amplitude voisine de 9 V, avec une précision de

fréquence meilleure que $\pm 0,069\%$ par rapport à l'horloge.

La **figure 2** indique les rapports dans lesquels se trouve divisée la fréquence d'horloge sur chacune des sorties f₁ à f₁₂. Une attribution arbitraire des fréquences aux notes usuelles a également été indiquée, bien que cette attribution puisse être sans inconvénient

Octave	LA ₋₁	LA ₀	LA ₁	LA ₂	LA ₃	LA ₄	LA ₅	LA ₆	LA ₇	LA ₈
Fréquence du LA (Hz)	27,50	55,00	110,00	220,00	440,00	880,00	1 760,00	3520,00	7040,00	14080,00
Fréquence d'horloge (kHz)	7,370	14,740	29,480	58,960	117,92	235,84	471,68	943,36	1886,72	3773,44

Fig. 3. - Correspondances horloge/octaves

décallee d'un nombre quelconque de demi-tons. C'est toutefois à partir de cette attribution de la **figure 2** qu'a été établi le tableau de la **figure 3** indiquant les fréquences d'horloge à choisir selon les octaves que l'on désire couvrir.

Applications

Ce composant a tout d'abord été introduit pour équiper les orgues électroniques, divers circuits de timbre pouvant élaborer les formes d'ondes nécessaires à partir des créneaux disponibles.

Ses applications débordent toutefois largement de ce domaine du fait que les signaux de ces 12 sorties sont disponibles simultanément et non sur programmation externe. Différents

N° fréquence	Note	Rapport de division de f horloge
f ₁	Si	239
f ₂	La #	253
f ₃	La	268
f ₄	Sol #	284
f ₅	Sol	301
f ₆	Fa #	319
f ₇	Fa	338
f ₈	Mi	358
f ₉	Ré #	379
f ₁₀	Ré	402
f ₁₁	Do #	426
f ₁₂	Do	451

Fig. 2. - Répartition des fréquences générées

types de carillons de porte plus ou moins élaborés peuvent être construits en ajoutant à ce circuit intégré un simple séquenceur automatique.

Par ailleurs, l'adjonction d'un commutateur à 12 positions, d'un petit ampli BF et d'une commande de réglage fin de l'horloge, fournit à peu de frais un excellent instrument de référence pour accorder les instruments de musique les plus divers. La plus grande précision peut être obtenue en étalonnant le LA par comparaison avec un diapason, les autres notes en découlant automatiquement par l'échelonnement des rapports des différents diviseurs.

Enfin, un instrument simplifié pour enfants, à une seule octave, peut facilement être réalisé en très peu de temps puisque toutes les notes s'ajustent en une seule opération. Un tel instrument, bien que très simple, permet néanmoins de jouer des accords si l'on fait suivre le clavier d'un simple mélangeur à résistances.

3M

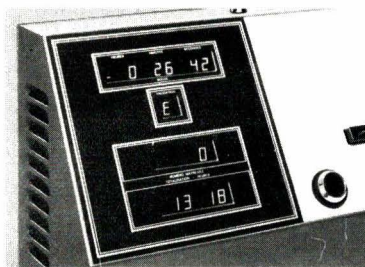
Optique Industrielle

**Des films pour :
capter, orienter,
concentrer, grossir,
diffuser, projeter**

les rayons lumineux, afin d'obtenir des affichages plus efficaces.

Nouveauté 1980
écrans thermoformés
pour terminaux d'ordinateurs
et consoles vidéo.

1 capter



Filtres optiques de couleur ou Panel film.

Renforce le contraste d'un afficheur lumineux (tube cathodique, diode...) en ne transmettant que les longueurs d'ondes émises par cet afficheur.

- 10 couleurs différentes dont 1 neutre.

2 orienter concentrer

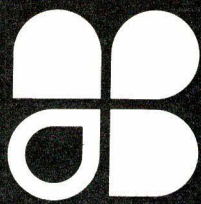


Filtres optiques de couleur ou Light Control Film.

Renforce le contraste d'un afficheur lumineux en ne transmettant que les longueurs d'ondes émises.

Orienté les angles de vision et supprime les phénomènes de reflets grâce à une multitude de microvolets.

- 10 couleurs différentes dont 1 neutre.
- 4 degrés différents d'inclinaison des volets.
- 3 angles de vision.

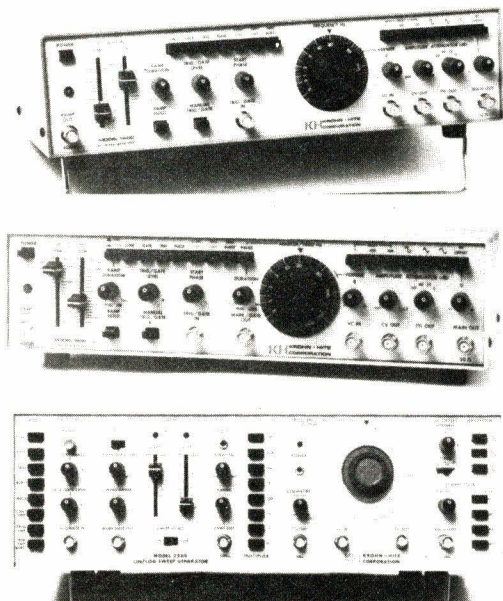


MB ELECTRONIQUE

UN ATOUT DE PLUS

Générateurs de fonctions **Krohn-Hite**

ils cumulent les fonctions

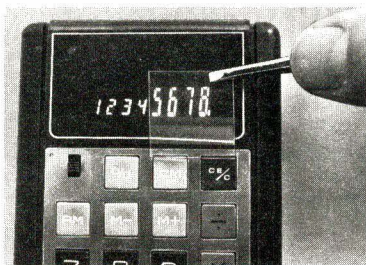


- Fonctions
sinus, carré, triangle, rampe, impulsions.
- Jusqu'à 14 MODES DE FONCTIONNEMENT.
- Fréquence
de 0,0001 Hz à 30 MHz.
- Balayage LIN, LOG.
- Marqueur.
- Atténuateur calibré ● Phase variable ● Offset ± 10 V.

mB électronique

Zac de Buc - BP 31 - 78530 BUC - Tél. 956 81 31 - Telex: 695 414

3 grossir



Loupes linéaires plates ou Lens Films.

Une loupe véritable contenue dans un film de quelques dixièmes de millimètres d'épaisseur.

- 9 focales différentes.
- 10 couleurs dont 1 neutre.

Lentilles de Fresnel.

conventionnelles.

- 19 focales différentes.

4 diffuser

avec  sans

Film diffuseur de lumière ou Light Diffusing Film.

Film translucide qui assure une haute transmissibilité de la lumière malgré une large diffusion de la lumière émise.

Permet d'obtenir une surface uniformément lumineuse en partant d'une source lumineuse ponctuelle.

- 5 couleurs différentes dont 1 blanc.

5 projeter

Les écrans de projection Polacoat.

Souples ou rigides les écrans Polacoat permettent des projections avant ou arrière avec une image uniformément lumineuse et un grand angle de vision.

Salon des Composants Electroniques

Bâtiment 1 - Allée 3 - Stand n° 138

BON A DÉCOUPER

à retourner à 3M France Optique Industrielle - BP 300 - 95006 Cergy Pontoise Cedex

ces films peuvent se révéler précieux pour les constructeurs et les utilisateurs de tous les types de matériels d'affichage mais tous ont besoin d'une assistance technique pour faire le choix le mieux adapté à leur application.

CONSULTEZ-NOUS!

M. _____ Fonction _____
Société _____
Adresse _____ Ville _____
Code postal _____ Tél. _____ Poste _____
souhaite de plus amples informations sur les films optiques 3M E.A. 03.80

3M

**CONTROLE
AUTOMATIQUE
EN CIRCUIT
DES
SEMI-CONDUCTEURS**



même dans un
**CIRCUIT
SHUNTE**
par
10 ohms

**CONTROLE
EN CIRCUIT
sans
dessauder**

de tous les
**TRANSISTORS
BIPOLAIRES
DARLINGTON**

**TRANSISTORS
THYRISTORS
FET - DIODES**
le contrôle
prend 9 secondes

IDEAL
POUR LE DEPANNAGE
LA PRODUCTION SÉRIE

BK 520

• FRÉQUENCEMÈTRE

520 MHz



BK 1850

- Lecture de 5 Hz à 520 MHz.
- Stabilité 1 ppm de 0 à 50 °C.
- Périodemètre de 5 Hz à 1 MHz.
- Sensibilité 50 mV à 520 MHz.
- TCXO.

**GENERATEUR de FONCTION
à faible distorsion**



BK 3010

- 0,1 Hz à 1 MHz en 6 gammes.
- Amplitude variable et sortie carrée TTL.
- Tension de décollage.
- Entrée V.C.O. de wobulation.

• MULTIMÈTRE



BK 2815

- Cristaux liquides.
- Résolution 0,01 Ω /100 μ /100 nA.
- Protégé contre les champs HF.
- 0,1 % de précision CC.

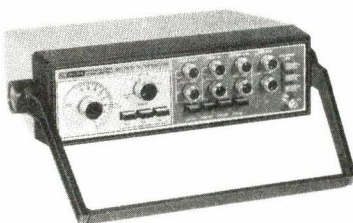
CAPACIMÈTRE DIGITAL



BK 820

- De 0,1 pF à 1 Farad.
- Précision 0,5 %.
- Résolution 0,1 pF
- Piloté quartz.

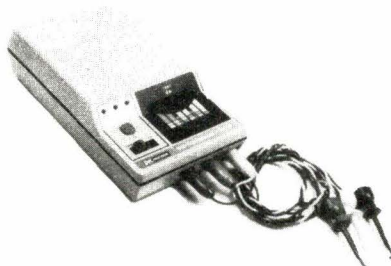
• GÉNÉRATEUR DE FONCTION 2 MHz



BK 3020

- 0,02 Hz/2 MHz.
- Vobulateur interne log. et linéaire.
- Générateur d'impulsions (symétrie variable).
- Rafales (burst).

• CONTRÔLEUR en CIRCUIT



BK 510

Contrôle bons, mauvais transistors, thyristors. FET en circuit même lorsque le semi-conducteur est shunté par 10 Ω .

Autres productions
au catalogue

**SALON
DES
COMPOSANTS
1980**

Allée 1
Stands :
34 - 36

BLANC-MECA (division Electronique)
Zone Industrielle 36300 LE BLANC. Tél. (54) 37.09.80

Distributeurs dans toute la France

Le terme « détecteur de mensonges » fait souvent penser à des récits de science-fiction ou encore à des jouets pour enfants souvent basés sur des méthodes douteuses.

Cependant, et ce depuis de longues années, les services de renseignement et de police des grandes puissances mondiales emploient couramment des appareils de ce type qui, à défaut de fournir des preuves irréfutables, permettent de seconder efficacement l'intuition des enquêteurs et interrogateurs. Ces instruments faisant largement appel à l'électronique, il nous a semblé intéressant d'examiner la question avec un œil objectif.

La détection électronique des mensonges

Observations de base

Des pratiques primitives de détection de mensonge ont été signalées par bien des explorateurs chez certaines peuplades d'Afrique. Toutes sont basées sur une imposante mise en scène minutieusement préparée par le sorcier local, et visant à mettre le coupable d'un acte quelconque aussi mal à son aise que possible, tout en tranquillisant autant que faire se peut le reste des suspects. Une spectaculaire « épreuve du feu » se déroule ensuite, dont le principe revient à infliger une sérieuse brûlure au coupable alors que les innocents se tirent sans dommage notable de l'aventure.

De telles méthodes se révélant donner des résultats positifs, il a bien fallu trouver la raison du phénomène, raison d'ailleurs relativement simple : l'épreuve du feu consiste généralement en une brève application d'un fer rouge en un endroit du corps présentant des propriétés particulières ou encore préparé grâce à l'application d'une mixture à base de végétaux. Dans bien des cas, on utilise la langue, symbole du mensonge, sans préparation particulière. En effet, chez un sujet pas spécialement inquiet, cet organe est très humide et un contact suffisamment bref avec un objet très chaud ne se traduira que par une vaporisation partielle de la salive protectrice. L'analogie est parfaite avec le test du doigt mouillé sur un fer à souder pour en vérifier la température.

En revanche, un coupable dûment

inquiété par la mise en scène préparatoire ne peut manquer d'avoir la bouche très sèche et donc dénuée de protection, d'où la blessure survenant lors du contact du feu rouge. Une autre méthode exploite la sudation intense du coupable, sudation capable de faire disparaître les propriétés protectrices d'un produit appliqué sur le point du corps soumis au test.

Dans les deux cas, on exploite des altérations physiologiques qui sont des conséquences directes de l'état nerveux causé par le mensonge, état connu sous le nom de « stress ».

C'est exactement sur ce principe que sont basés les détecteurs électroniques de mensonge que l'on utilise actuellement.

Le polygraphe

Cet appareil déjà relativement ancien utilise des circuits électroniques assez simples pour mettre en évidence des variations extrêmement faibles dans le débit de la transpiration d'un individu. On parvient à mettre ces variations en relief par le biais d'une mesure de la résistance électrique de la peau entre deux électrodes placées en deux points précis du corps. Un simple pont de Wheatstone associé à un amplificateur de lecture permet la visualisation très nette des variations de stress chez n'importe quel individu. La vérification expérimentale est facile à mener :

Sur deux doigts consécutifs d'une

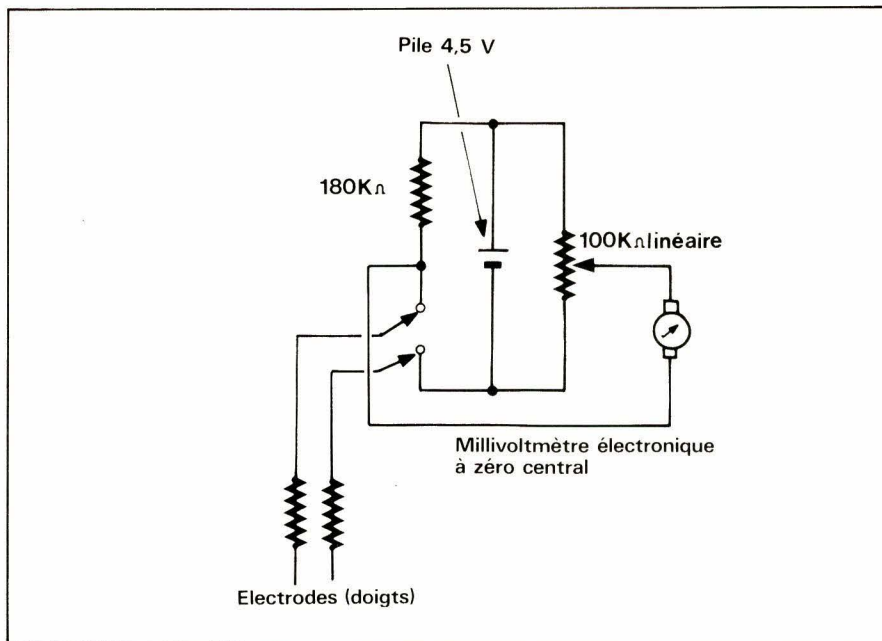
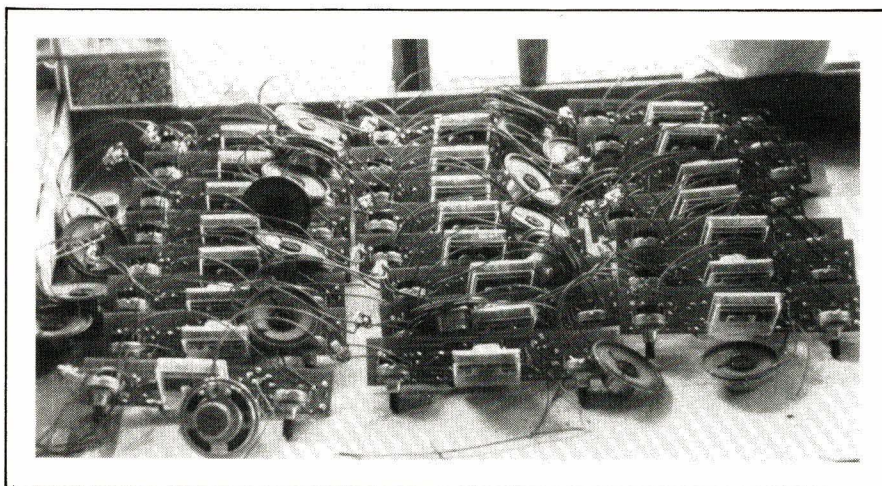
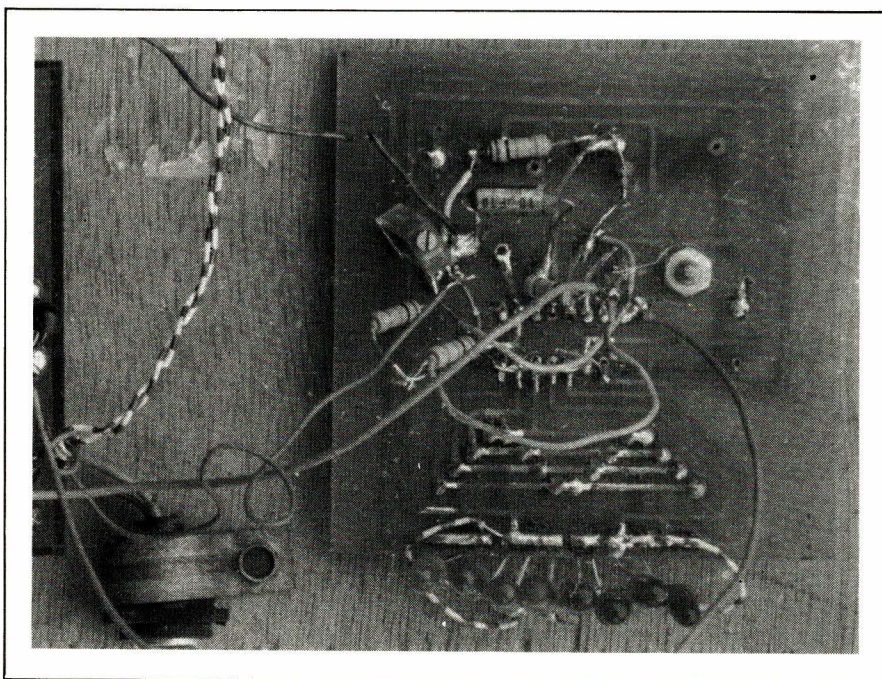


Fig. 1. – Expérience fondamentale.



Un aspect de la chaîne de fabrication d'appareils français dont le principe est conforme au schéma de la figure 1.



Notre maquette d'analyseur de parole conforme au principe exposé à la figure 2. On remarque que l'affichage se fait par LED en ligne.

même main, enrouler un fil de soudure sur une longueur de 1 à 2 cm, en serrant de façon modérée mais perceptible. Raccorder ces deux électrodes à un pont de Wheatstone réalisé d'après la **figure 1**. Ajuster le potentiomètre d'équilibrage du pont jusqu'à amener l'aiguille du millivoltmètre électronique sur son zéro central (tension de diagonale nulle) puis augmenter progressivement la sensibilité de l'instrument jusqu'à la limite de l'instabilité de l'aiguille. Vérifier que le réglage du zéro est toujours valable, puis respirer à **fond** une ou deux fois. On doit voir l'aiguille se déplacer de façon notable dans les trois secondes suivant l'effort, celui-ci étant suffisant pour créer un stress décelable. Si maintenant cette stimulation « douce » est remplacée par un choc émotif (claquer des mains dans le dos du sujet par exemple), l'aiguille risque fort de venir en butée presque immédiatement. De ce fait, si l'appareil est connecté à un suspect répondant à un interrogatoire, toute variation importante dans l'indication de l'appareil traduit une tendance au mensonge ou, tout au moins le fait que la question qui vient de lui être posée revêt pour lui une grande importance.

Comme toute réaction physique, cette forme d'émotivité peut être partiellement vaincue, au moyen d'un entraînement régulier dont le but n'est généralement pas d'acquiescer une immunité envers les interrogatoires « électroniques », mais plutôt de développer sa maîtrise de soi en toutes circonstances. Des appareils spécialement étudiés dans ce but sont d'ailleurs commercialisés depuis quelque temps un peu partout dans le monde, afin de vulgariser des techniques connues sous le nom de « biofeedback ».

L'analyse de la voix

Si une des manifestations du stress les plus faciles à mettre en évidence par voie électronique est sans nul doute la variation de la résistivité cutanée, il n'en reste pas moins vrai que pratiquement tous les processus physiologiques se trouvent affectés, à des degrés divers, par l'état nerveux du sujet. Citons le rythme cardiaque, l'activité musculaire, la température du corps, et aussi la tension des cordes vocales. Un individu en état de stress voit ses cordes vocales se tendre plus que de coutume (on parle communément de gorge serrée). Or, le point intéressant est que cette tension peut être mise en évidence par un examen oscillographique de la voix.

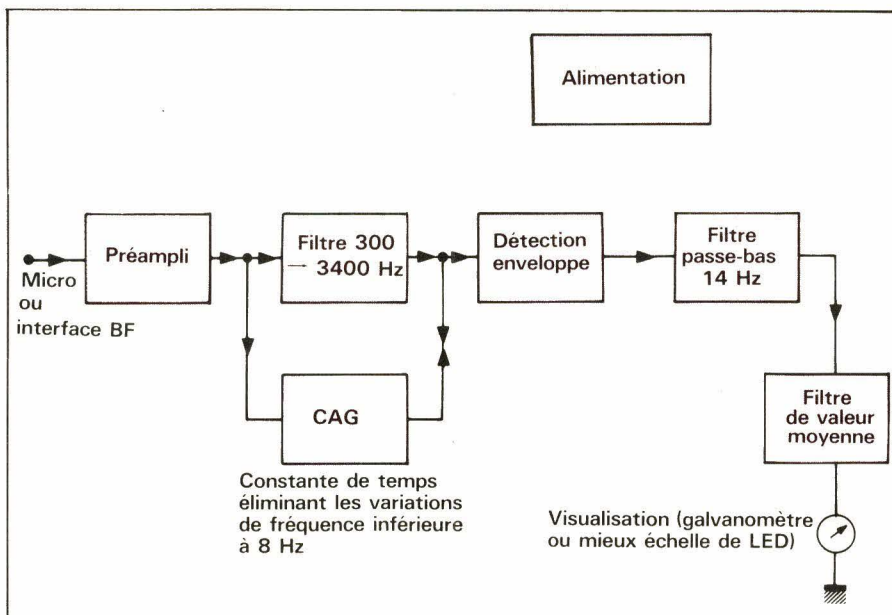
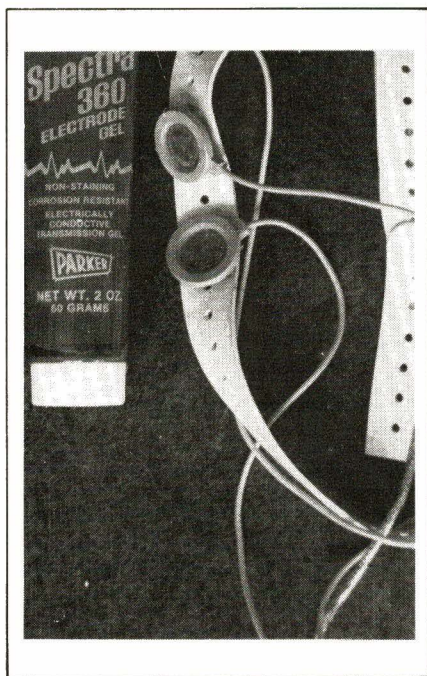


Fig. 2. -



Ces électrodes, provenant d'un appareil américain, doivent être utilisées avec un gel conducteur améliorant le contact avec la peau, de façon à augmenter la précision des mesures.

La voix humaine contient en effet normalement une modulation « parasite », en fréquence et en amplitude, située dans la bande des 8 à 14 Hz. Parfaitement inaudibles, ces signaux peuvent être révélés par des moyens graphiques ou électroniques. Et précisément, la voix d'un individu en état de stress cesse de contenir cette composante TBF.

Comme cette composante vient moduler des fréquences nettement plus élevées, elle ne disparaît pas lors d'un enregistrement sur magnétophone ou d'une transmission par téléphone, radio ou télévision. Des manipulations intéressantes peuvent dès lors être effectuées sur la voix d'une personne, mais totalement à son insu.

Des appareils d'analyse en temps réel existent Outre Atlantique et sont utilisés à tous les niveaux, notamment lors de certains débats politiques à la télévision, sujet croustillant par excellence...

Nous avons eu l'occasion d'utiliser un de ces instruments et il faut bien reconnaître que l'interprétation de ses indications est extrêmement délicate et même assez subjective. En fait, les conclusions tirées de l'analyse d'un même enregistrement par deux opérateurs différents peuvent être diamétralement opposées, car il faut tenir compte du sens des mots ou même des syllabes au passage desquels l'appareil a réagi.

Ceci pour montrer que l'interprétation des indications fournies par de tels instruments relève pratiquement de la psychologie, avec la marge d'incertitude que cela sous-entend et qu'en aucun cas une analyse de parole, même très fine, ne doit pouvoir prendre la valeur d'une preuve ou d'un témoignage.

A notre sens, le crédit qu'il est raisonnable d'accorder à ces indications doit être du même ordre que celui que l'on accorde généralement à l'intuition, dont le rôle d'orientation des recherches est loin d'être négligeable comme chacun le sait.

Une extrême prudence est donc de rigueur quant à l'interprétation des données fournies par des instruments de ce type. Nous allons néanmoins donner en **figure 2** un exemple de schéma-bloc d'un analyseur de parole en temps réel que nous avons réalisé et expérimenté avec, il faut bien le dire, des fortunes diverses, malgré d'incontestables convergences de résultats avec l'instrument américain que nous avons pu essayer.

Conclusion

Après avoir réuni une importante documentation sur le sujet et nous être livré à plusieurs expérimentations, notre avis est que cette question doit encore être examinée avec un regard scientifique, donc critique. Des résultats très intéressants peuvent être obtenus, mais une trop large place est encore laissée à l'interprétation humaine (ou informatique, ce qui revient au même par l'intermédiaire du programme de traitement des données) pour que des conclusions strictes puissent être tirées des indications fournies par les appareils que la technique actuelle permet de concevoir. Il n'est d'ailleurs peut-être pas souhaitable, sur le plan de la santé morale de notre société, de franchir un pas de plus dans la crédibilité de ces instruments...

Patrick Gueulle

LA DETECTION OPTIQUE AU SERVICE DE L'INDUSTRIE



Nouvelle génération de détecteurs optiques industriels, entièrement intégrés, conçus à partir d'une technologie avancée.

- Emission à diode rouge ou infra-rouge modulée
 - Réglage de sensibilité
 - Alimentation de 24 à 220 V ca ou cc
 - Sortie sur relais 4A/250 V
ou Triac 1 A/250 V
ou transistor 200mA
 - Raccordement sur bornier interne
 - Boîtier Makrolon
- Ep 23 mm × Haut 85 mm × Prof. 60 mm

B 610 Détecteur à reflexion
portée 6 mètres

P 410 Détecteur de proximité
portée 0,80 mètre

L 505 Détecteur de repères et
contrastes 25 ou 50 mm).
(diode rouge modulée).

FABRICATION FRANÇAISE



112 Avenue Paul Vaillant-Couturier
93330 NEUILLY-SUR-MARNE
Tél. : 936.11.95

Une nouvelle gamme d'alimentations

BLOCS RÉGLABLES Série BED P. FONTAINE



- **Faible échauffement**
(découpage à rendement élevé)
- **Utilisations**
 - circuits numériques
ou analogiques
(ondulation résiduelle réduite)
 - automatismes, bancs de test...
(télécommande analogique
0 à 5 V)
- **Secours par batterie extérieure**
(BED 7 et BED 16)

BED - 7	BED - 16	BED - 27	BED - 54
2 à 7,2 V 5 A	5 à 16,5 V 3 A	5 à 27 V 2 A	10 à 54 V 1 A

opp 1250



P. FONTAINE
ELECTRONIQUE
20, rue Arago
91380 CHILLY MAZARIN
Tél. : 909.83.79
Télex : Fontel 690 254

Plusieurs sortes d'influences extérieures, propres à l'ambiance industrielle, peuvent nuire à la précision d'un voltmètre pour tensions continues, à affichage numérique :

- des fluctuations de la tension d'alimentation ;
- la température (le coefficient de température de l'appareil définit l'influence d'une variation de la température sur la précision, par rapport à la température de référence) ;
- la présence d'une tension alternative parasite, superposée à la tension continue à mesurer.

Pour caractériser le degré d'immunité d'un voltmètre numérique à l'égard de cette dernière perturbation, les constructeurs spécifient le rapport de réjection en mode série *. Nous nous proposons d'examiner plus en détail la signification de cette indication.

La réjection en mode série dans les voltmètres numériques

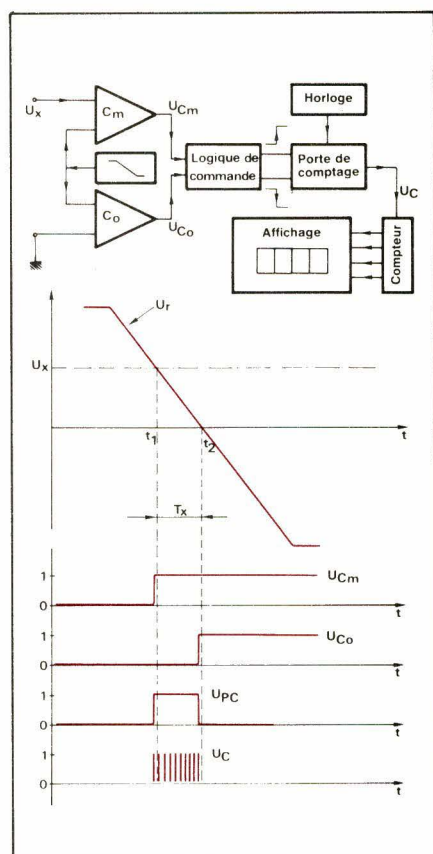


Fig. 2. - Schéma fonctionnel simplifié d'un voltmètre numérique à convertisseur A-N à simple rampe.

* En anglais : « normal mode rejection » (NMR)

* Certains constructeurs considèrent la valeur de crête de la tension parasite pour le calcul du RRMS, ce qui conduit à une valeur apparemment plus élevée de ce rapport.

Effet d'une tension parasite

Soit U_x la tension continue à mesurer. Une tension alternative $u_p(t)$ peut se trouver superposée à U_x par couplages capacitif ou inductif entre une installation industrielle (moteurs électriques, circuits électroniques de puissance à thyristors ou à triacs) et le circuit de mesure.

D'autre part, il arrive souvent qu'à la tension continue à mesurer, se trouve associée une tension alternative (cas d'un montage amplificateur en fonctionnement par exemple).

La source de perturbation se trouve appliquée en série avec la tension continue à mesurer (fig. 1).

Idéalement, la présence du signal perturbateur $u_p(t)$ ne devrait pas influencer la valeur affichée de la tension continue U_x .

Comme on le sait, la technique de conversion analogique-numérique à simple rampe est basée sur la comparaison de la tension à mesurer avec une rampe linéaire (continue ou en marche d'escalier). Nous en rappelons très brièvement le principe (fig. 2).

Une rampe linéaire u_r est appliquée aux deux comparateurs C_o (comparateur de zéro) et C_m (comparateur de mesure).

Lorsque u_r coïncide avec la tension à mesurer U_x , appliquée à C_m , la sortie

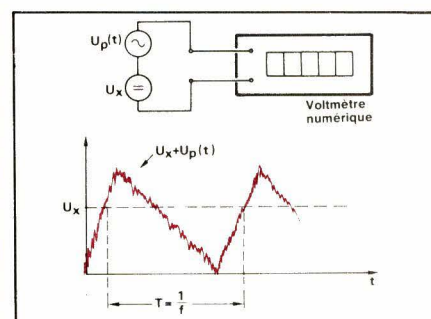


Fig. 1. - La tension parasite $u_p(t)$ est superposée à la tension continue U_x à mesurer : la source de perturbation est dite appliquée en mode série.

de ce comparateur bascule (instant t_1) et reste à l'état « haut ».

À l'instant t_2 , la rampe passe par zéro, et fait basculer la sortie du comparateur C_o .

Les deux comparateurs sont reliés aux entrées d'un circuit logique du type OU-EXCLUSIF, dont la sortie reste au niveau « haut » durant l'intervalle de temps $t_2 - t_1 = T_x$.

La porte de comptage est du type ET : dès l'instant t_1 , on trouve à sa sortie des impulsions d'horloge de fréquence f_c (période de récurrence $T_c = 1/f_c$), jusqu'à l'instant t_2 .

L'intervalle de temps $T_x = t_2 - t_1$ est proportionnel à la tension U_x à mesurer, soit :

$$T_x = k \cdot U_x$$

la constante de proportionnalité k étant définie par les éléments constitutifs du générateur de rampe.

Durant l'intervalle T_x , le compteur reçoit :

$$n_x = f_c \cdot T_x = K \cdot U_x$$

impulsions, qui permettent d'afficher numériquement la valeur de U_x .

En présence d'un signal perturbateur $u_p(t)$, en série avec U_x , la coïncidence entre la valeur de la tension d'entrée

$$u_e = U_x + u_p(t)$$

et la tension de rampe u_r se produira à un instant t_1' qui diffère de Δt de l'instant de coïncidence en absence de perturbation (fig. 3).

Le signe de Δt sera positif ou négatif selon la polarité du perturbateur $u_p(t)$ à l'instant de coïncidence.

Un parasite, qu'il soit bref, ou qu'il corresponde à une ondulation plus lente (par exemple, à la fréquence du secteur), pourra donc introduire une erreur d'affichage importante, en retardant ou en avançant le début de la période de comptage.

Le convertisseur A-N à simple rampe ne possède donc pas de réjection naturelle pour le mode série. Il en est de même des systèmes utilisant la conversion par approximations successives.

Pour immuniser ces appareils contre le bruit, il faudra faire appel à des filtres du type passe-bas et des filtres sélectifs (sur 50 Hz par exemple). Ces filtres augmentent évidemment le temps de réponse et limitent la cadence de mesure (par exemple, une mesure toutes les secondes, ou toutes les 5 s).

Les convertisseurs A-N à intégrateur

Les convertisseurs A-N du type tension-fréquence ou du type à double rampe, font appel à l'intégration du signal à mesurer.

Considérons, par exemple, le convertisseur à double rampe (fig. 4).

Dans un premier temps, l'inverseur S , en position « 1 », applique pendant une durée T_i (constante pour toutes les mesures), la tension U_x à l'entrée de l'intégrateur.

À la fin du temps d'intégration, la tension de sortie U_s est :

$$U_s(T_i) = \frac{U_x}{CR} T_i$$

À la fin de T_i , S passe en position « 2 » et applique la tension de référence U_0 de polarité opposée à U_x . Dès cet instant, u_s tendra vers $-U_0$ en suivant une rampe linéaire qui répond à l'équation

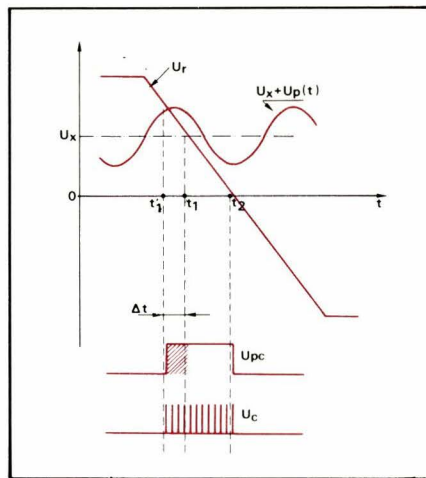


Fig. 3. - La présence d'une perturbation $u_p(t)$ en série avec U_x avance l'instant de coïncidence entre la tension d'entrée et la tension de rampe, de Δt , provoquant un affichage erroné correspondant.

$$u_s(t) = U_{s(T_i)} - \frac{U_0}{CR} t$$

Pour $t = T_x$, on aura $u_s(T_x) = 0$, d'où

$$U_{s(T_i)} - \frac{U_0}{CR} T_x = \frac{U_x}{CR} T_i$$

et par conséquent

$$T_x = \frac{U_x}{U_0} T_i$$

Si la fréquence d'horloge est f_c , le nombre d'impulsions totalisées par le compteur (non représenté) durant T_x est :

$$n_x = f_c \cdot T_x = f_c \frac{T_i}{U_0} U_x$$

Comme nous allons le voir, ce système offre une bonne réjection aux bruits aléatoires ou à la fréquence secteur, si le temps d'intégration est un multiple de la période du secteur.

La réjection de mode série

Considérons encore un signal perturbateur alternatif

$$u_p(t) = U_p \cdot \sin(\omega t + \varphi_0),$$

superposé à la tension continue à mesurer U_x (fig. 5). L'intégrateur qui fait partie du convertisseur donne à sa sortie, après le temps d'intégration T_i , un signal d'erreur u_{sp} , dont la valeur moyenne est :

$$\begin{aligned} \bar{U}_{sp} &= \frac{1}{T_i} \int_0^{T_i} u_p(t) \cdot dt \\ &= \frac{U_p}{T_i} \int_0^{T_i} \sin(\omega t + \varphi_0) \cdot dt \\ &= \frac{U_p}{\omega T_i} \int_0^{\omega T_i} \sin(\omega t + \varphi_0) \cdot d(\omega t) \end{aligned}$$

et par conséquent

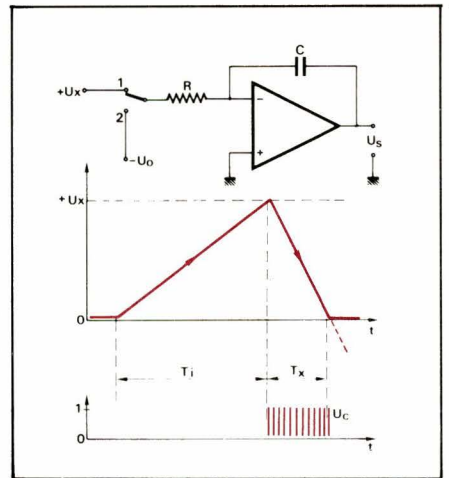


Fig. 4. - Principe du convertisseur A-N intégrateur à double rampe : la tension d'entrée est intégrée pendant un temps fixe t_i .

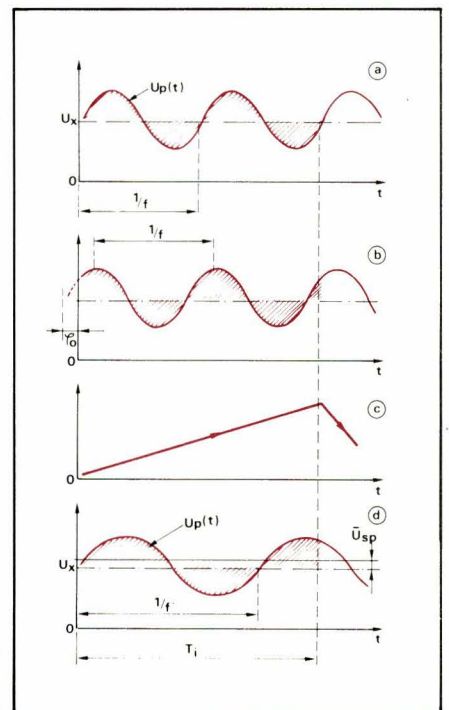


Fig. 5. - Au cours de la charge, le condensateur du circuit intégrateur ignore totalement $u_p(t)$ quand ce parasite se présente sous une forme périodique : la charge moyenne acquise par C pendant une période, multiple de celle du secteur, est nulle (a et b). Si le rapport entre T_i et $T = 1/f$ n'est pas un nombre entier (d) la tension parasite intégrée n'est pas nulle : U_{sp} est positive ou négative selon la valeur - généralement fluctuante - du déphasage à l'origine.

$$\bar{U}_{sp} = \frac{U_p}{\omega T_i} \left[-\cos(\omega T_i + \varphi_0) - (-\cos \varphi_0) \right] \quad (1)$$

soit encore

$$\bar{U}_{sp} = \frac{U_p}{\omega T_i} \cos \varphi_0 - \cos(\omega T_i + \varphi_0)$$

et en exprimant la différence des deux cosinus par le produit de deux sinus selon la relation

$$\cos p - \cos q = -2 \cdot \sin \frac{p+q}{2} \sin \frac{p-q}{2}$$

on trouve

$$\overline{U}_{sp} = \frac{2}{\omega T_i} U_p \sin\left(\frac{\omega T_i}{2} + \varphi_0\right) \cdot \sin\left(\frac{\omega T_i}{2}\right) \quad (2)$$

En remplaçant ω par $2\pi f = 2\pi/T$ (avec T = période du signal perturbateur), la tension d'erreur à la sortie de l'intégrateur, provenant d'un signal perturbateur $u_p(t)$ s'exprime par la relation

$$\overline{U}_{sp} = \frac{U_p T}{\pi T_i} \sin\left(\pi \frac{T_i}{T}\right) \cdot \sin\left(\pi \frac{T_i}{T} + \varphi_0\right) \quad (3)$$
$$= \frac{\overline{U}_p \cdot T}{\pi T_i} \sin(\pi f T_i) \cdot \sin(\pi f T_i + \varphi_0) \quad (3')$$

Si l'intégration se fait sur une durée T_i égale à un nombre entier de périodes du signal perturbateur, soit :

$$T_i = n \cdot T = \frac{n}{f} \quad (4)$$

le facteur $\sin(\pi f \cdot T_i) = \sin(n\pi) = 0$, ce qui signifie que la réjection des signaux alternatifs est alors infinie, quel que soit le déphasage à l'origine φ_0 du perturbateur.

Pour toutes les autres fréquences du signal $u_p(t)$, et en considérant le déphasage à l'origine le plus défavorable, tel que

$$\varphi_0 + \pi \frac{T_i}{T} = \frac{\pi}{2} (2k + 1)$$

qui rend $\sin(\pi f \cdot T_i + \varphi) = \pm 1$, l'atténuation des signaux alternatifs évolue suivant la fonction

$$\overline{U}_{sp} = \frac{U_p}{\pi f \cdot T_i} \sin(\pi f \cdot T_i) \quad (5)$$

L'immunité aux perturbations de mode série s'exprime par le rapport de la valeur efficace du signal perturbateur à l'entrée (U_p) à la valeur U_{sp} qui apparaît à la sortie de l'intégrateur, et qui produit par conséquent un affichage erroné correspondant.

En remarquant que $U_{peff} = U_p/\sqrt{2}$, le **rapport de réjection de mode série** (RRMS) s'exprime par

$$RRMS = \frac{U_{parasite}}{U_{erreur}} = \frac{U_{peff}}{U_{sp}} = \frac{\pi f \cdot T_i}{2 \cdot \sin(\pi f T_i)} = \frac{2,22 f \cdot T_i}{\sin(\pi f \cdot T_i)} \quad (6)$$

Le rapport de réjection en mode série* est une caractéristique qui s'applique essentiellement aux voltmètres pour tensions continues, puisqu'il traduit l'insensibilité de l'appareil à une tension variable à l'entrée.

Dans la relation (6), le numérateur donne l'enveloppe inférieure (trait interrompu) du RRMS en fonction de la fréquence du signal parasite, le dénominateur faisant apparaître, pour toutes les fréquences discrètes telles que : $(\pi f \cdot T_i) = k\pi$.

une réjection infinie. Les fréquences f_1, f_2, \dots, f_k pour lesquelles la réjection est infinie, sont telles que : $f = k/T_i$ k = nombre entier Les voltmètres numériques faisant appel à un convertisseur A-N à intégration, possèdent souvent un oscillateur interne synchronisé sur le secteur et le RRMS est alors spécifié à cette fréquence de synchronisation. La réjection de mode série sera minimale ($= 2,22 f \cdot T_i$) aux fréquences $f_0', f_1', f_2', \dots, f_k'$ (fig. 6), telles que $\sin(\pi f' T_i) = \pm 1$, donc, pour

$$\pi \cdot f' T_i = \frac{\pi}{2} (2k + 1)$$

soit encore :

$$f' = \frac{2k + 1}{2 T_i}$$

L'écart entre une fréquence de réjection infinie et une fréquence à réjection minimum est donc $(f - f')$ ou $(f' - f)$, soit :

$$\Delta f = \frac{1}{T_i} \left(k - \frac{2k + 1}{2}\right) = \frac{1}{2 T_i} \quad (7)$$

Les fréquences perturbatrices les plus gênantes sont évidemment la fréquence secteur (50 Hz) et ses multiples, ainsi que la fréquence de 400 Hz, lorsque le voltmètre est utilisé pour effectuer des mesures dans des équipements alimentés en 400 Hz. Si l'on désire s'assurer d'une réjection infinie sur 50 Hz ($T = 20$ ms), il faudra donc fixer le temps d'intégration T_i à une valeur (relation 4). $T_i = k \cdot T = 20 k$ (ms)

Le temp d'intégration détermine aussi la cadence de mesure. Pour un appareil destiné à la lecture directe de la valeur affichée, une cadence supérieure à 3 par seconde ne se justifie plus, si l'appareil ne comporte pas un affichage mémorisé. Ceci conduit à adopter pour T_i , une durée de l'ordre de 100 ms à 300 ms. Avec $T_i = 300$ ms, $k = f \cdot T_i = 50 \times 0,3 = 15$. Le tableau donne les fréquences de réjection infinie et minimum autour de 50 Hz, en donnant à k les valeurs comprises entre 12 et 20.

k	f_{Hz}	f'_{Hz}
12	40	41,66
13	43,33	45
14	46,66	48,33
15	50	51,66
16	53,33	55
17	56,66	58,33
18	60	61,66
19	63,33	65
20	66,66	68,33

La figure 7 donne le graphique correspondant. On notera que les réjections minimales se produisent à des fréquences qui diffèrent de $\pm 1/2 \cdot T_i = \pm 1,66$ Hz de celles pour lesquelles la suppression est infinie. Pour de faibles écarts Δf de part et d'autre d'une

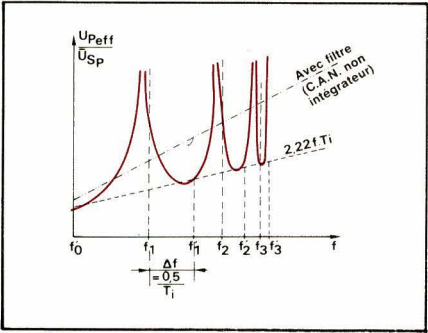


Fig. 6. - La réjection en mode série devient infinie pour les fréquences $f = k/T_i$ et elle passe par un minimum correspondant à la fonction linéaire $2,22 f \cdot T_i$ (6 dB/octave) pour les fréquences $f' = 2k + 1/2 T_i$.

Un filtre passe-pas donne une réjection en mode série qui augmente avec la fréquence du perturbateur.

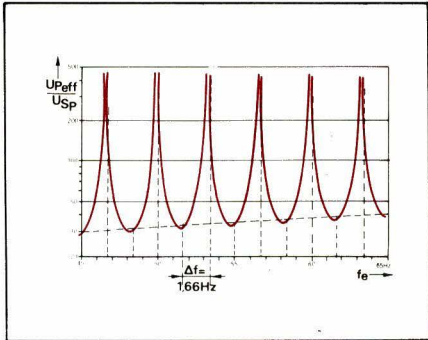


Fig. 7. - Les variations de la réjection en mode série en fonction de la fréquence (entre 45 Hz et 65 Hz) pour $T_i = 0,3$ s. Toutes les fréquences multiples de 10 subissent une suppression théoriquement infinie.

fréquence de réjection infinie, l'expression (6) admet l'approximation suivante (en confondant le sinus avec l'arc $(\pi \cdot \Delta f \cdot T_i)$:

$$RRMS = \frac{2,22}{\pi} \frac{\Delta f}{f} = \frac{0,707}{\Delta f/f} \quad (8)$$

On remarquera plus particulièrement que si la variation admise sur la fréquence du réseau est de ± 1 (soit entre 49,5 et 50,5 Hz), le rapport de réjection dans les conditions de phase les plus défavorables, est réduite aux valeurs suivantes :

$$RRMS_{49,5} = 20 \log \frac{2,22 \times 49,5 \times 0,3}{\sin(\pi \times 49,5 \times 0,3)} = 37,22 \text{ dB}$$

et

$$RRMS_{50,5} = 20 \log \frac{2,22 \times 50,5 \times 0,3}{\sin(\pi \times 50,5 \times 0,3)}$$

= 37,39 dB (par la formule approchée (8), on trouve, avec $\Delta f/f = 0,01$ une valeur de 36,988 dB, soit pratiquement 37 dB). Ceci suppose une fréquence d'horloge rigoureusement constante. Si l'on admet un glissement maximal possible de 0,5, l'écart maximal entre l'horloge et le réseau peut

atteindre 1,5. Dans ces conditions, le RRMS sera encore de l'ordre de 34 dB. Si l'on désire mesurer une tension continue de 100 mV en présence d'une tension parasite alternative superposée de même valeur efficace, cette dernière ne doit pas entraîner une erreur d'affichage supérieure à 100 μ V (soit un rapport de 1/1 000) : le voltmètre doit alors avoir un RRMS de 60 dB. Pour assurer cette performance dans les conditions les plus défavorables (écart maximal entre la fréquence d'horloge et celle du secteur, de 1,5), il sera nécessaire d'incorporer un filtre d'entrée qui ajoute au moins 26 à 30 dB, afin de garantir un taux de réjection de 60 dB minimum. Ceci explique, par exemple, pourquoi tel fabricant spécifie une réjection en mode série ≥ 60 dB au-dessus de 49 Hz.

Mesure de la réjection de mode série

On réalise le montage de la **figure 8**. TR est un transformateur à rapport réglable; TS est un transformateur d'isolement ou de séparation. Dans une première phase, on n'applique aucune tension alternative à l'entrée du voltmètre numérique (interrupteur K ouvert/curseur de TR au maximum vers le bas). La valeur affichée sur le voltmètre sera en principe $U_1 = 0$ V. Il pourrait cependant exister un décalage du zéro, qu'il sera éventuellement possible d'annuler. On applique ensuite progressivement la

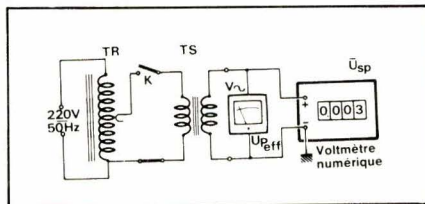


Fig. 8. - Montage à réaliser pour mesurer le rapport de réjection en mode série. TR = transformateur réglable; TS = transformateur de séparation; V = voltmètre alternatif indiquant U_{peff} . Le voltmètre numérique en essai affiche U_{sp} , effet de la tension perturbatrice en mode série.

tension alternative 50 Hz à l'entrée, de manière à obtenir une variation U_{sp} nette de l'affichage (tout en ne dépassant pas la tension alternative maximum pour laquelle le constructeur ne garantit plus la réjection). L'affichage obtenu sera souvent instable, variant entre des valeurs positives et négatives, suivant les fluctuations du déphasage. Il convient alors de noter la valeur maximum de $U_{sp} = U_{2max}$. La

Références

- La mesure numérique, ses pièges et ses critères de choix (Chauvin-Arnoux, publication n° CU-211-38-01).
- Selecting the right DVM (Hewlett-Packard, appl. note n° 158).
- L. Potter : Be on guard when using DVM'S (Electronic Design, 12 June 7, 1973, pp. 70-73).

ou encore

$$RRMS = 20 \log \frac{U_{peff}}{U_{2max} - U_1}$$

La mesure de la réjection de mode série, effectuée selon la procédure exposée ci-dessus, sur trois voltmètres (de marques différentes), désignés ci-après par A, B et C, a donné les résultats consignés dans le tableau suivant :

	A	B	C
Type de C.A-N	Simple rampe	Double rampe	Double rampe
Calibre	10 V	10 V	2 V 200 V
U_{peff} 50 Hz	200 V	200 V	200 V
RRMS mesuré	46,5 dB	47,4 dB	62 dB 64,4 dB
spécifié	non	> 40 dB	> 60 dB

réjection en mode série se calcule par la formule

$$RRMS = \frac{U_{peff}}{U_{2max} - U_1}$$

$$= \frac{U_{peff}}{U_{2max}} \text{ si } U_1 = 0$$

J. DE NEEF
Ingénieur industriel
chargé de cours à l'Institut
Supérieur Industriel de l'Etat
Bruxelles

Stages pour ingénieurs et techniciens

Dans le cadre de la formation continue, l'université de Technologie de Compiègne organise des stages s'adressant à des ingénieurs et techniciens :

Avril : « Bases de l'électronique », les 17, 24 avril, 8, 22, 29 mai, 5, 12 et 19 juin 1980. - « Initiation à l'informatique industrielle », du 21 au 25 avril et du 5 au 9 mai 1980. - « Les microprocesseurs et leurs applications ». 1^{re} session : du 21 au 25 avril 1980. 2^e session : les 31 octobre, 7, 14, 21, 28 novembre et 5 décembre 1980.

Mai : « Bilans matière et énergie dans l'industrie chimique », du 5 au 9 mai 1980. - « Production industrielle : diagnostic des systèmes », les 12 et 13 mai. - « Reconnaissance statistique des formes », du 27 au 30 mai. - « Production industrielle : maintenance des systèmes », les 28, 29 et 30 mai.

Juin : « Production industrielle : contrôle et automatisation », les 2, 3, et 4 juin 1980. - « Capteurs et mesures industrielles dans les fluides », du 2 au 6 juin.

Pour tout renseignement ou inscription, s'adresser : Université de Technologie, centre Benjamin Franklin, service Formation continue, rue Roger Couttolenc, B.P. 136, 60206 Compiègne Cedex.
Tél. : 420.99.77.

Un stage de formation en technologie hybride (couche épaisse), aura lieu à l'université de Lille I - Institut universitaire de technologie, du 19 au 23 mai 1980.

Ce stage est organisé conjointement par l'Institut universitaire de Technologie de Lille et l'Institut français de Microélectronique hybride (I.S.H.M. France).

Il s'adresse à des ingénieurs et à des techniciens en électronique, et comporte une série de conférences faisant le point sur l'état actuel du sujet, et également des séances pratiques au cours desquelles les stagiaires conçoivent puis réalisent un circuit.

Les frais d'inscription s'élèvent à 2 500 F.

Pour tout renseignement complémentaire, s'adresser à :

M. Yves Leroy, professeur, Département Génie électrique, I.U.T. de Lille, B.P. 179, 59653 Villeneuve-d'Ascq Cedex.
Tél. : (20) 91.92.22 poste 2229, 2237.

Dans le numéro 12 nous avons étudié la structure des matériaux avec lesquels on établit les substrats pour circuits imprimés. Nous allons voir maintenant comment il convient d'en effectuer l'usinage et quels sont les moyens disponibles pour en assurer l'assemblage et réaliser le traitement physico-chimique approprié à chaque usage.

Le circuit imprimé : usinage des films et plaques

Opérations mécaniques de formage et de perçage

L'exécution d'un câblage, en dehors de l'opération qui consiste à établir son tracé, comporte un stade de mise en forme et de forage des trous avant de passer, le cas échéant, à la métallisation sélective.

Généralement le substrat est usiné préalablement à l'établissement des lignes de connexion.

L'intervention des machines-outils se fait selon l'une des méthodes ci-après :

- Sciage à la lame circulaire ou à la meule diamantée.
- Découpe au massicot.
- Perçage au foret (drilling).
- Mise en forme et détourage à la fraise (Routing/Profiling).

Pour respecter les exigences actuelles de la « mini-électronique » et celles de la productivité, la mise en forme et le perçage deviennent des travaux de précision. Résolus depuis longtemps au niveau des métaux, l'usage des matériaux de synthèse de plus en plus élaborés et performants, multiplie les problèmes de l'usinage mécanique.

Les qualités plastiques (ductilité, élasticité, recouvrants, etc.) qui confèrent aux isolants modernes des propriétés souvent étonnantes rendent plus ardue la tâche des mécaniciens. « La matière plastique et le métal se défendent de façon différente ! » Déjà, les non-ferreux (cuivre, aluminium, etc.) ont tenu longtemps en échec beaucoup de procédés classiques, mais avec les stratifiés il faut réviser les conceptions. Dans le cas présent, nous désignons par stratifié tout assemblage hétérogène de couches, que l'isolant soit lui-même stratifié ou en masse (comme les films polyesters du

type Mylar ou certaines polyimides). Un copper clad pour circuit souple peut être réalisé en partant de films calandrés ou de tissus très fins imprégnés, tels les substrats rigides classiques, mais la flexibilité du second type est nettement moins bonne et son usinage est différent. Deux modes opératoires sont donc à distinguer selon qu'il s'agit de travailler un **film métallisé** ou un **laminé métallisé**. Dans les deux cas toutefois, le matériau est structuré de telle sorte que l'outil agisse à la fois sur plusieurs matières très différentes. L'une évacue les calories dégagées par l'opération alors que l'autre laisse ce soin à l'outil lui-même. La réussite, quoiqu'on en dise, est liée à la recherche d'un judicieux compromis dans l'élaboration de l'outillage. Alors que le métal ne demande souvent qu'une vitesse de coupe relativement faible, le substrat exige, en revanche, des vitesses beaucoup plus élevées.

S'il s'agit de poinçonnage le métal ne réagit pas du tout de la même façon que l'isolant. En un mot, l'échauffement instantané au contact outil/matière varie brusquement en provoquant un changement dans la désagrégation.

De toute façon, le contact de l'outil avec le métal (cuivre ou autre) se traduit par un tassement ou un arrachement, alors que dans le substrat, l'outil casse les fibres horizontalement ou verticalement en entraînant, le cas échéant, des débris qui collent à la paroi. Nous allons constater que la qualité de la métallisation des trous (PTH) dépend de celle de la perforation. Mais, revenons au principe.

Lorsque l'on travaille uniquement sur le métal par désagrégation mécanique, l'opération est simplifiée avec la lubrification. Dans le cas de matière plastique métallisée, cette pratique n'est pas sans risques en raison des

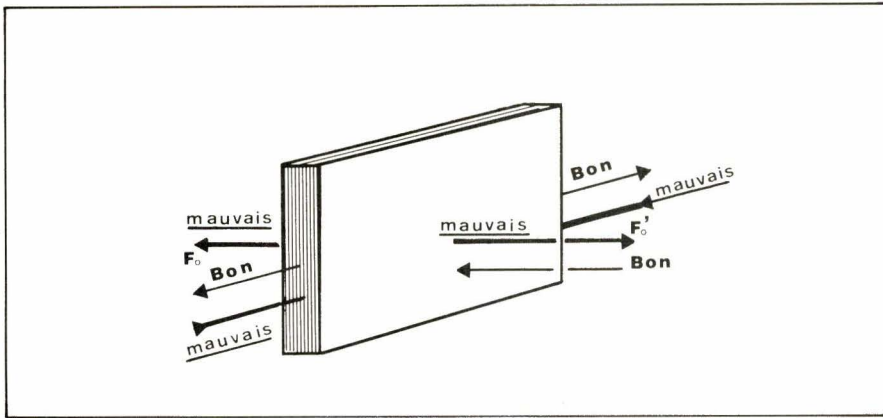


Fig. 1.

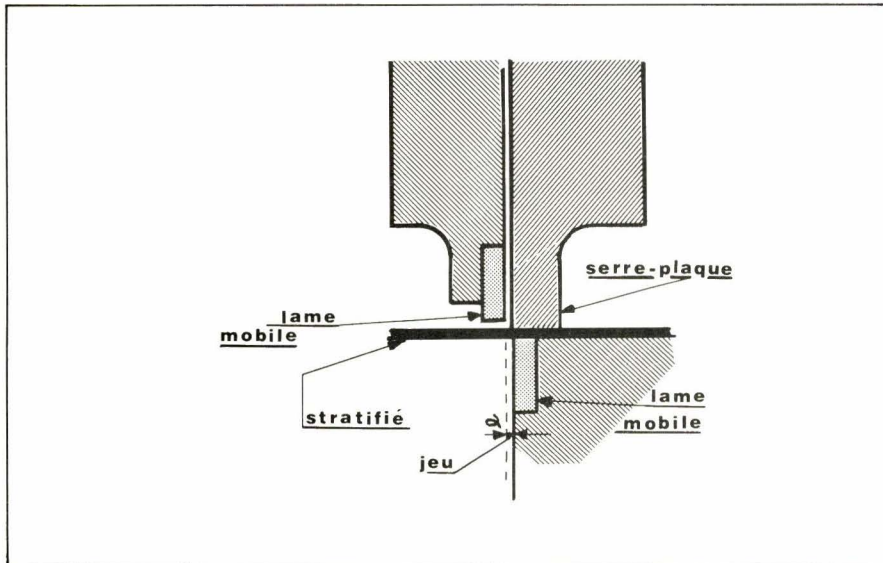


Fig. 2.

contaminations possibles par réaction thermo-chimique ou tout simplement par infiltration dans les fissures et la stratification elle-même. D'autre part les exigences de la précision sont beaucoup plus subtiles que celles de la mécanique classique où la dureté du métal constitue un avantage incontestable. Enfin, il est clair que tout ce qui est stratifié présente un sens de résistance privilégié qui est celui du plan parallèle aux strates mais encore, dans ce plan, les deux directions accusent des différences selon la nature des couches. Le croquis de la **figure 1**, montre les sens d'efforts, bons ou mauvais selon lesquels sont susceptibles de réagir les stratifiés. Les forces F_0 et F_0' sont celles de l'effet de pelure lorsqu'il s'agit de stratifié métallisé.

La découpe et le sciage

Lorsqu'il s'agit de préformer le plan sur lequel on va réaliser le câblage, il n'est pas nécessaire de faire appel à un outillage particulièrement élaboré et les bonnes vieilles machines comme le massicot ou la scie circulaire, offrent des possibilités suffisantes.

Quelques précautions sont toutefois nécessaires car, nous venons de le dire, le matériau à trancher se comporte de façon particulière.

Jusqu'à 2 mm environ, les verres/époxy peuvent être découpés avec des cisailles à guillotine (massicot) ou à roulettes et, étant donné le degré de précision requise, seule la structure de l'isolant entre en ligne de compte pour le réglage des couteaux.

Sur le dessin de la **figure 2** nous avons reproduit schématiquement le mécanisme du massicot. Le jeu « α » dépend à la fois de l'épaisseur de la plaque à couper et de sa structure moléculaire.

Avec une matière thermoplastique telle que le PVC, les polyamides ou les polyesters, on donne à ce jeu une valeur plus importante que dans le cas des thermodurcissables (verre époxy ou papier phénolique). Dans le premier cas les lames ont un profil comportant un léger tranchant et avec une incidence de 1 à 15° l'une par rapport à l'autre à la façon de celles d'une paire de ciseaux. Pour les stratifiés rigides actuels, la coupe se fait avec un jeu inférieur à 0,2 mm.

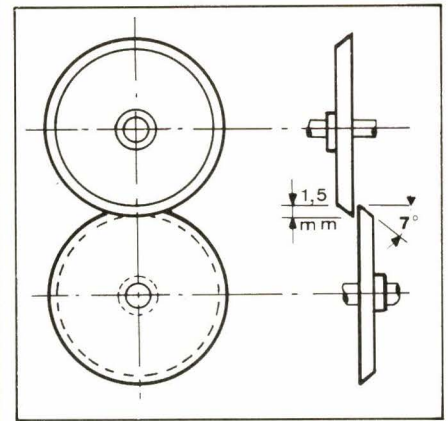


Fig. 3.

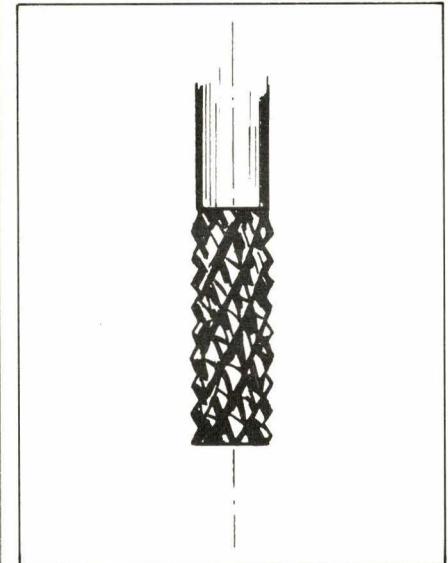


Fig. 4.

On obtient une plus grande précision avec le moindre risque d'éclatement en se servant d'une cisaille à roulette (**fig. 3**). Ce type de machine, beaucoup moins sélective dans ses usages, travaille exactement comme une cisaille à main avec cette différence que c'est la pièce qui avance et non l'outil. Le jeu est pratiquement nul et la cisaille à roulette est particulièrement adaptée à la coupe des copper-clad minces pour circuits flexibles ou multicouches. Quoiqu'il en soit, on ne doit pas découper de flans dans un substrat d'épaisseur supérieure à 1,5 mm car l'effort exercé sur les strates est important et dangereux pour la structure du matériau. Au contraire, avec les thermoplastiques, ce procédé est recommandable car il procure des arêtes très nettes.

Le tronçonnage rectiligne peut encore s'effectuer par sciage à la scie circulaire à dents au carbure de tungstène et à rectification concave de préférence. Toutefois, on préfère travailler, dans ce domaine, avec des lames dites « diamantées » dont l'action se rapproche de celle d'une meule.

Pour le stratifié nu (unclad) destiné aux procédés additifs ou le stratifié à

métal mince, on peut utiliser une meule diamantée à bord lisse mais lorsqu'il s'agit de clad à métal épais (35μ et +), il est préférable d'adopter une lame diamantée à dents, ce qui favorise le refroidissement et évite les bavures métalliques. On travaille à sec avec une vitesse de coupe élevée pouvant atteindre 1800 m/mn sous une avance de 2 m/mn. Il est recommandé de prévoir une aspiration énergétique au niveau du trait de scie, ce qui a pour effet de refroidir en éliminant la poussière.

On peut aussi procéder au sciage de plaques thermoplastiques et dans ce cas les vitesses de coupe sont beaucoup plus basses entre 35 et 50 m/mn selon le diamètre de la lame.

Rappelons seulement au passage que la vitesse de rotation est liée à la vitesse de coupe par la relation :

$$n = V/\pi D$$

avec n = nombres de tours/minute

V = vitesse de coupe en mètres/minute

$$\pi = 3,1416$$

D = diamètre de la scie en mètres.

Découpe à la fraise (Routing)

Lorsque les cartes de câblage présentent un profil complexe avec, le cas échéant, des ouvertures de formes diverses, le sciage classique ne peut convenir. On procède alors par fraisage comme il est d'usage en mécanique générale, mais avec un outillage de forme particulière. La fraise de la **figure 4** est formée en respectant les angles de coupe mentionnés sur la **figure 5**. Cette décomposition est d'ailleurs valable pour **tous les outils** de désagrégation mécanique en général.

La fraise de la **figure 4**, généralement fabriquée en carbure de tungstène monobloc est dite à taille diamant en raison de la forme de sa coupe. Grâce à sa denture on peut fraiser « en avalant », c'est-à-dire en attaquant avec une direction de rotation tangentielle inverse de celle de l'avance relative (**fig. 6**). Évidemment, dans le cas de défonçage (voir plus loin la **fig. 9**), il ne peut être question d'opérer d'une façon différente puisque le sens de rotation est forcément inversé sur l'un des côtés de la coupe.

On peut travailler le verre époxy au moyen de ce type d'outil avec des vitesses de coupe susceptibles d'atteindre 1000 m/mn. Toutefois, pour obtenir une tranche nette et bien dressée, on doit se contenter d'une avance relative assez faible de l'ordre de 0,5 à 0,8 m/mn, moins si possible.

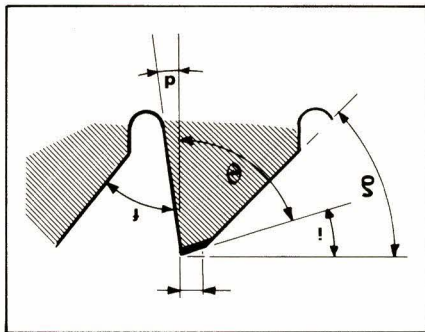


Fig. 5. - avec i = angle de dépouille primaire ou d'incidence ; d = angle de dégagement ; s = angle de taillant ; δ = angle de dépouille secondaire ; F = angle d'ouverture.

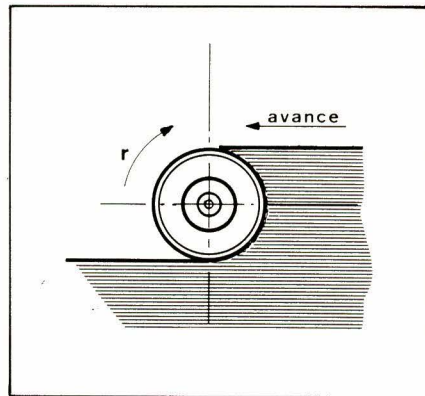


Fig. 6.

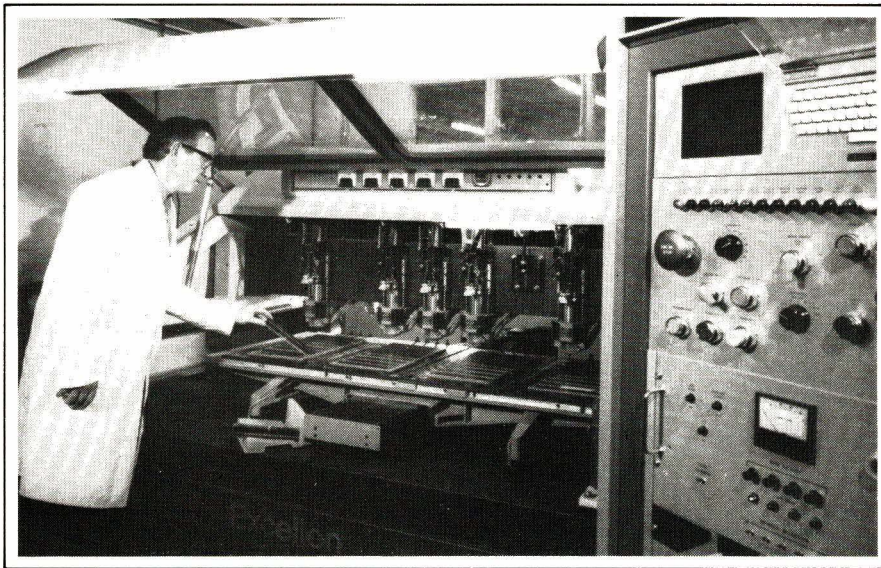


Fig. 7. - Une « Router/Profilor » en action chez Exacta (usine de Selkirk en Ecosse).

Le découpage à la fraise s'effectue sur une machine similaire à celles habituellement utilisées en mécanique. Comme différence entre les deux on trouve : le nombre de broches, la vitesse de rotation de l'outil et la robustesse de l'ensemble... En fait, pour le circuit imprimé on découpe et on perce avec la même machine mais à grande vitesse dans une matière n'exigeant qu'une faible puissance. En anglais, on les appelle : « Multiple Spindle Router/Profilor » ou « multiple Drilling Machine » lorsqu'il s'agit de perceuse seulement.

Quoiqu'il en soit, tout passe par le jeu d'une table de positionnement appelée XY en raison de la décomposition de ses déplacements sur les deux axes de coordonnées dans le plan. Sur la **figure 7**, (machine Excelon) on voit nettement le coulisseau frontal en Y de la table, qui est lui-même solidaire du chemin de glissement en X. Dans les machines routing/drilling les mouvements sont commandés pas à pas et superposables ce qui autorise les mouvements intermédiaires dans la limite de l'équerre. De plus, la table de travail est beaucoup plus grande et atteint facile-

ment le mètre carré. Il existe des dispositifs manuels dans lesquels le positionnement est commandé à partir d'un gabarit au moyen d'un palpeur solidaire du berceau mobile XY, c'est ce qu'on appelle « pin routing and blanking » aux USA.

Les machines plus élaborées, comme celles de la **figure 7**, exécutent les opérations sous la direction d'un « Computer » (à droite) programmé par bande magnétique ou perforée. C'est le « N/C routing ». L'impression de la bande peut être très facilement exécutée en partant du gabarit de base de l'étude. Le calculateur lit l'emplacement des trous et les enregistre en coordonnées rectangulaires. Sur la **figure 8** nous avons matérialisé l'établissement de l'équation de positionnement de la fraise à un moment quelconque à partir de l'origine A pour le défonçage d'une alvéole oblongue dans une platine.

Il faut prévoir en outre un déplacement vertical pour l'effacement de l'outil lorsqu'il s'agit de fraiser un logement borgne ou encore lorsque la machine fraise des contours et perce des trous de diamètres divers. La platine d'essais de la **figure 9** montre ce

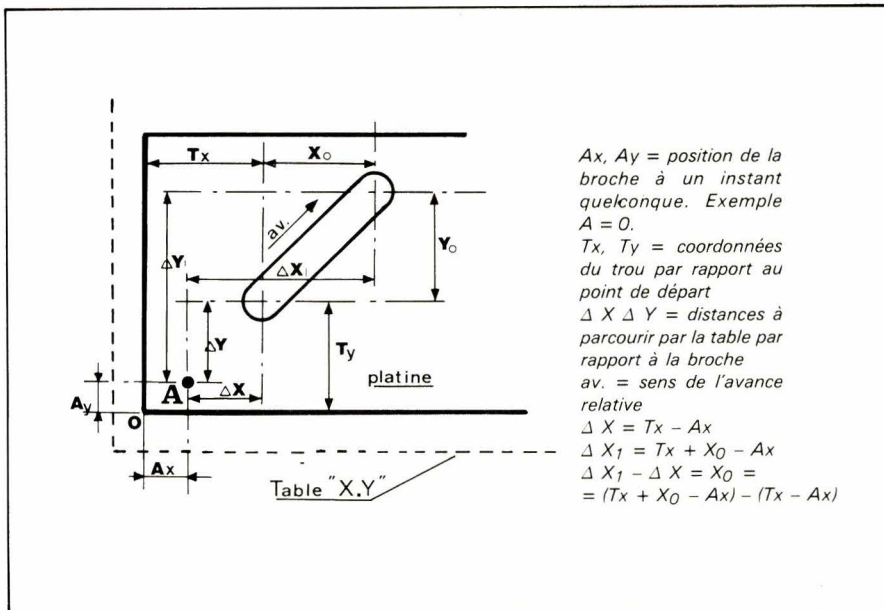


Fig. 8. - Ax, Ay = position de la broche à un instant quelconque (exemple : $A = 0$) ; Tx, Ty = coordonnées du trou par rapport au point de départ ; $\Delta X,$

ΔY = distances à parcourir par la table par rapport à la broche ; $av.$ = sens de l'avance relative ; $\Delta X = Tx - Ax$; $\Delta X_1 = Tx + X_0 - Ax$; $\Delta X_1 - \Delta X = X_0$.

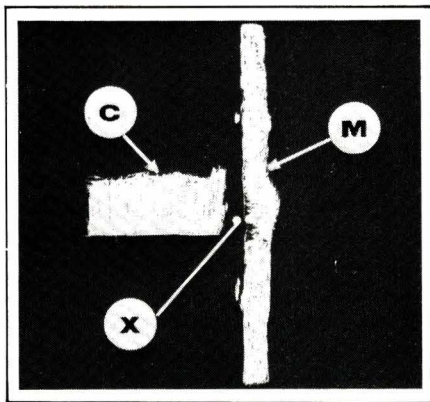


Fig. 10.

qu'une machine polyvalente peut faire : celle-ci comporte cinq grosseurs de trous et un défonçage programmé sur le nom du constructeur (Lenz). La broche asservie à une servo-commande dirigée par impulsions, change **toute seule** d'outil au cours de l'opération. Ce troisième argument dimensionnel caractérise donc l'état de l'outil pendant la recherche en position haute et pendant l'opération en position basse. Au cours du perçage, l'avance verticale est commandée par un vérin pneumatique à course réglable.

Le processus de fraisage et de perçage fait donc appel au CNC (Computerized Numerical Control) dont on retrouve les principes dans l'étude de la CAO (Conception Assistée par Ordinateur) que nous aborderons dans un prochain numéro.

Dans le cas de la **figure 9**, le perçage de 364 trous et le défonçage n'ont demandé, en tout, que quelques minutes. La plaque mesure 190 x 130 mm et les ouvertures nécessitent l'intervention de six outils différents.

Le perçage (Drilling)

Le perçage des trous qui peut être réalisé au moyen des machines dont nous venons de décrire le fonctionnement, met en service des forets dont la coupe présente un profil particulier.

La pratique du P.T.H. (trous métallisés) exige des parois parfaitement régulières tout en présentant une certaine rugosité ($\pm 20 \mu m$) pour l'accrochage du dépôt. Pour ce faire, la forme et la structure de l'outil de coupe seront différentes de celles propres à l'outillage utilisé pour les métaux.

Ce qui caractérise tout d'abord le foret « à plastiques » c'est son hélice avec un angle plus grand que celle des forets usuels. Sa valeur de 30 à 40° donne à l'outil une allure « plus torsadée ». Dans certaines fabrications on conteste que les forets ne sont pas cylindriques mais qu'ils présentent deux conicités, l'une concernant l'arête extérieure dont l'amincissement va vers la queue et l'autre vers la pointe dans la joue interne. C'est ce qu'on appelle « back taper » et grâce à cette disposition, on obtient des trous pratiquement exempts de « smearing » (souillures) et de « burring » (bavures). Les forets fournis par la Sté TULON, disponibles en France, sont fabriqués sur ce principe.

Le degré de smearing dans un trou conditionne la qualité de la métallisation qui va ensuite être appliquée. La paroi doit être rugueuse sans exagération. De plus, l'échauffement possible provoqué par la rotation du foret risque de coller sur la surface cylindrique du trou certaines souillures métalliques, ou de résine, ce qu'il faut éviter.

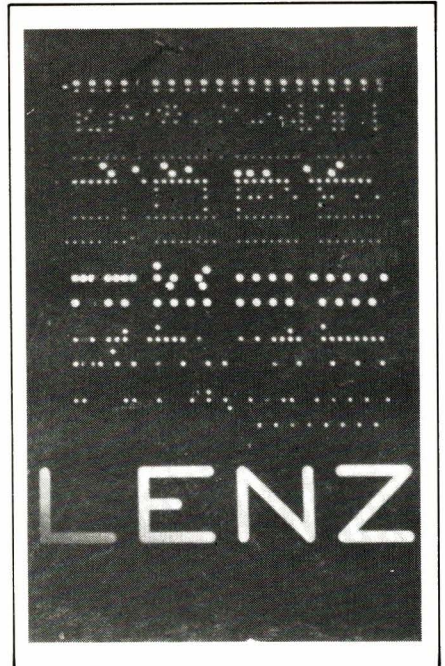


Fig. 9.

Ce défaut serait préjudiciable, en particulier, lorsqu'il s'agit de multicouches. La **figure 10** montre ce qui se passe alors : la couche conductrice (C) présente des défauts de contact avec la métallisation (M) au point (X) où la salissure s'est collée pendant le perçage.

Les différents paramètres d'obtention d'un bon perçage sont les suivants :

1° Affûtage correct du foret en fonction des conditions de travail (**fig. 11**).

2° Vitesse de coupe (mètres par minute - m/mn).

3° Taux de l'avance (millimètres par tour).

4° Vitesse de remontée (dégagement) de la broche (millimètres par tour).

5° Vitesse d'accès inter-position.

Dans le verre époxy on peut adopter des valeurs voisines de :

Vitesse de coupe = 85 /mn.

Taux d'avance = 0,015 à 0,025 mm/tr.

Vitesse de dégagement = 1,35 m à 1,53 m/mn (0,045 mm/tr).

Vitesse d'accès = 1000 m/mn et plus.

Ces données concernent plus particulièrement l'action sur le substrat et de nombreux défauts sont souvent constatés lorsque, en opération manuelle on débouche sur une seconde face de métal. Les « burrs », sorte de collerette dépassant la surface du clad, apparaissent quelquefois, surtout avec le clad épais (35 μ et plus) lorsque la pénétration, la vitesse et

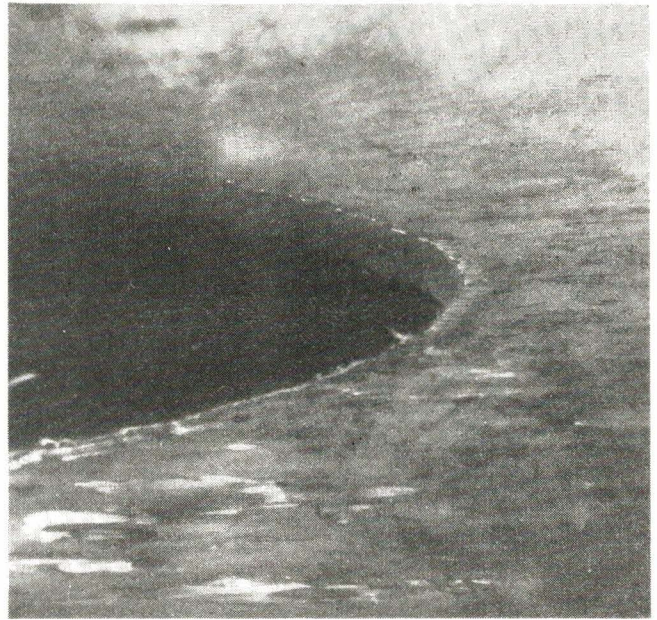
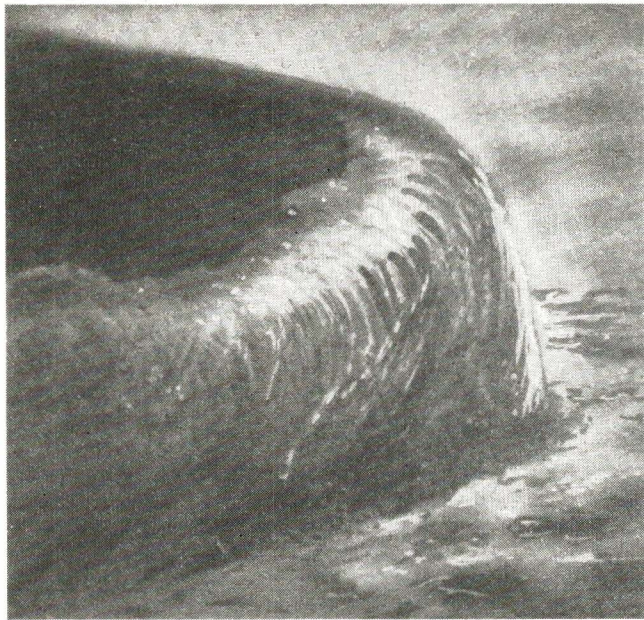


Fig. 12. – Les « burrs » apparaissent surtout sur la face d'attaque ; à droite, avec le laminé à cuivre fin, elles sont éliminées.

l'état de coupe du foret ne sont pas convenables (fig. 12).

Il est recommandé de percer en appuyant la platine sur une plaque de stratifié phénolique ou époxy appelée « backup ». Lorsque le perçage s'effectue sur un empilage de platines, seule la dernière exige une contre-plaque. Dans le même but, surtout en opérant de façon manuelle ou semi-automatique, dans un empilage ou un multicouche, il est intéressant de prévoir le guidage du foret dans un canon calibré qui assure la pression sur la première plaque en évitant la bavure d'attaque (fig. 13). Sur cette figure, on a représenté tout le système de perçage au foret. Grâce à cette disposition, on peut percer sur une grande épaisseur d'empilage (jusqu'à 15 mm environ) sans risque de « coulage ». On appelle coulage ce que les anglo-saxons désignent par « deflexion » en matière d'usinage, c'est-à-dire une flexion du foret sous l'effet de la pression sur son axe. Le trou n'est plus perpendiculaire à la face du circuit.

Ce risque de coulage est d'autant plus grand que le diamètre du forage est faible et que la hauteur de perçage est importante. En principe, on ne devrait pas dépasser une hauteur égale à huit fois le diamètre du foret dont la partie taillée doit être d'une longueur supérieure afin d'évacuer les copeaux au-dessus du canon.

Les machines à percer

La plus simple des machines à percer est la perceuse sensitive du type de celle de la figure 14. Ce modèle, fabriqué par « circuitape » (Ltd), est consti-

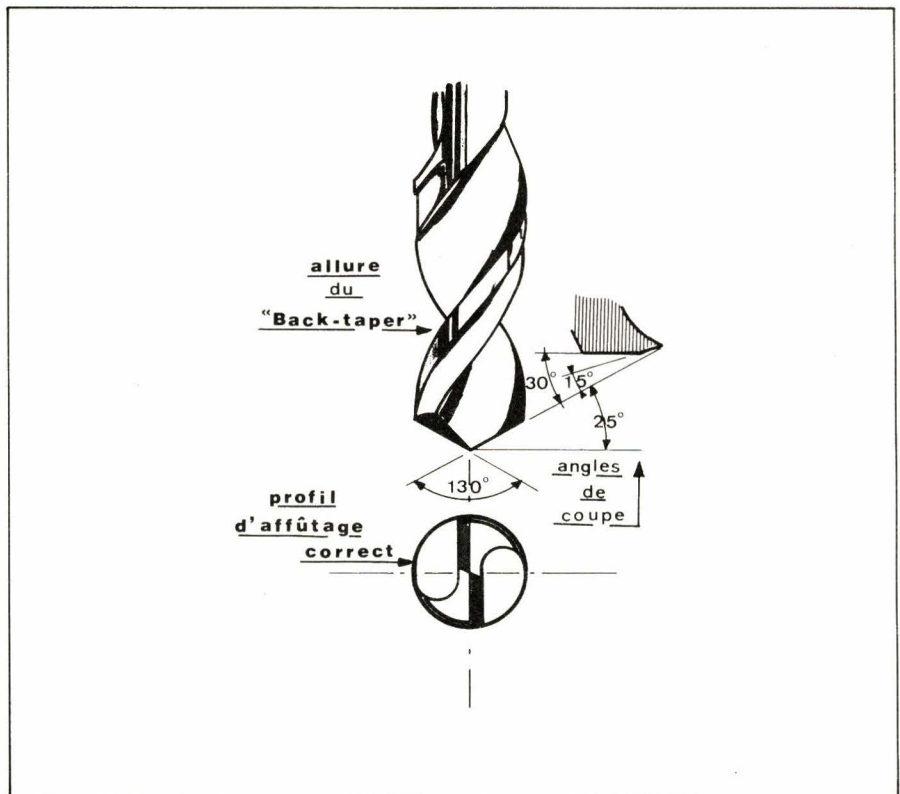


Fig. 11.

tué d'un bloc moteur-broche à axe commun. Un variateur de vitesse peut être prévu dans le bâti.

Ensuite, on trouve un système manuel ou semi-automatique du genre créé par « Posalux » (fig. 15) et dont le mouvement de la broche est ascendant. Les platines à percer sont ajustées sur un gabarit que l'opérateur présente devant le palpeur souvent jumelé avec un objectif de contrôle optique. Le déclenchement du mouvement peut être effectué au pied sur une

pédale ou asservi automatiquement à la descente du palpeur dans la cavité du gabarit correspondant au trou à percer. L'effacement du foret se fait automatiquement dès qu'il a traversé les platines.

Ces deux types de machines ne permettent donc d'opérer que sur un seul empilage et le positionnement est fait à la main.

On peut, en revenant au système descendant, concevoir des unités comportant plusieurs broches et tra-

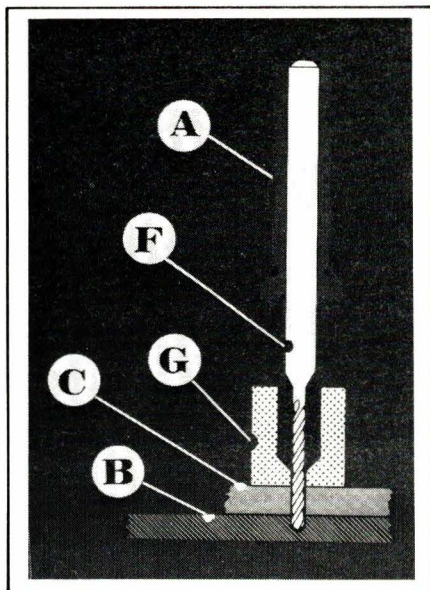


Fig. 13. - A = collet adaptateur ; F = foret à queue renforcée ; G = canon de guidage ; C = circuit à percer ; B = contre-plaque (backup).

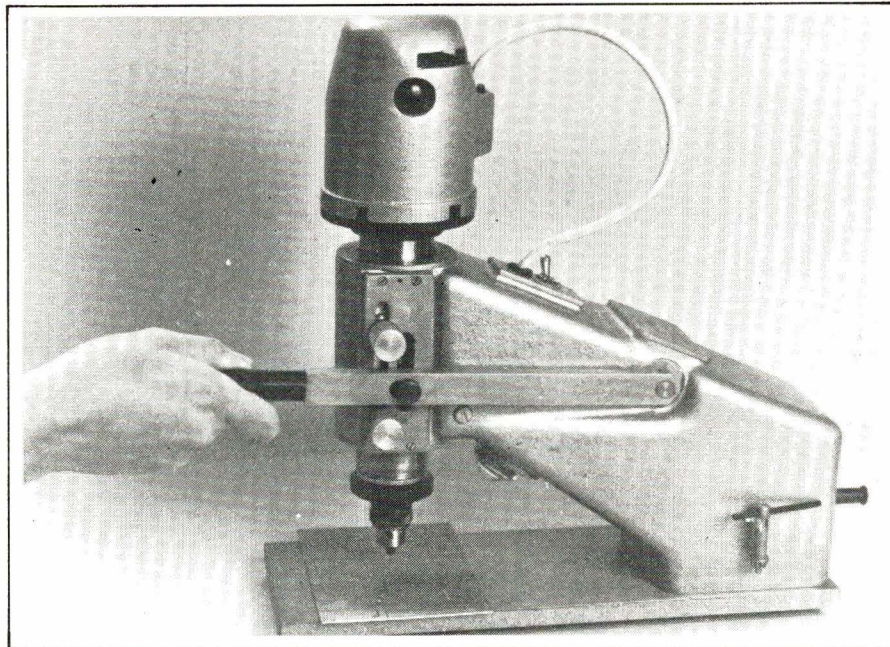


Fig. 14. - Une nouveauté circuitape.

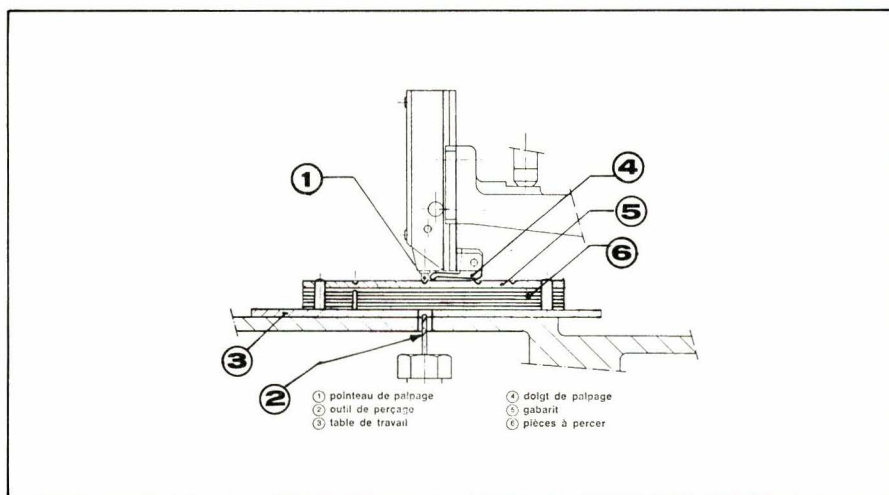


Fig. 15. - Posalux.

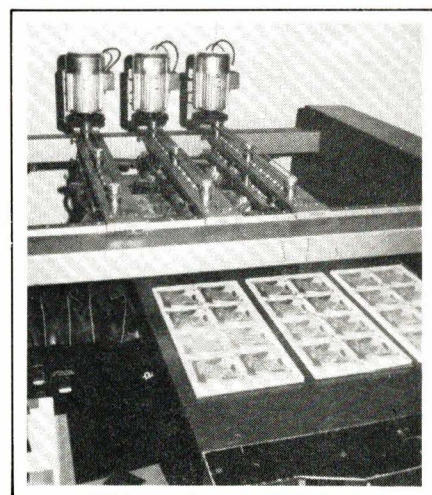


Fig. 16. - Machine Autolin HDS/GB.



Fig. 17.

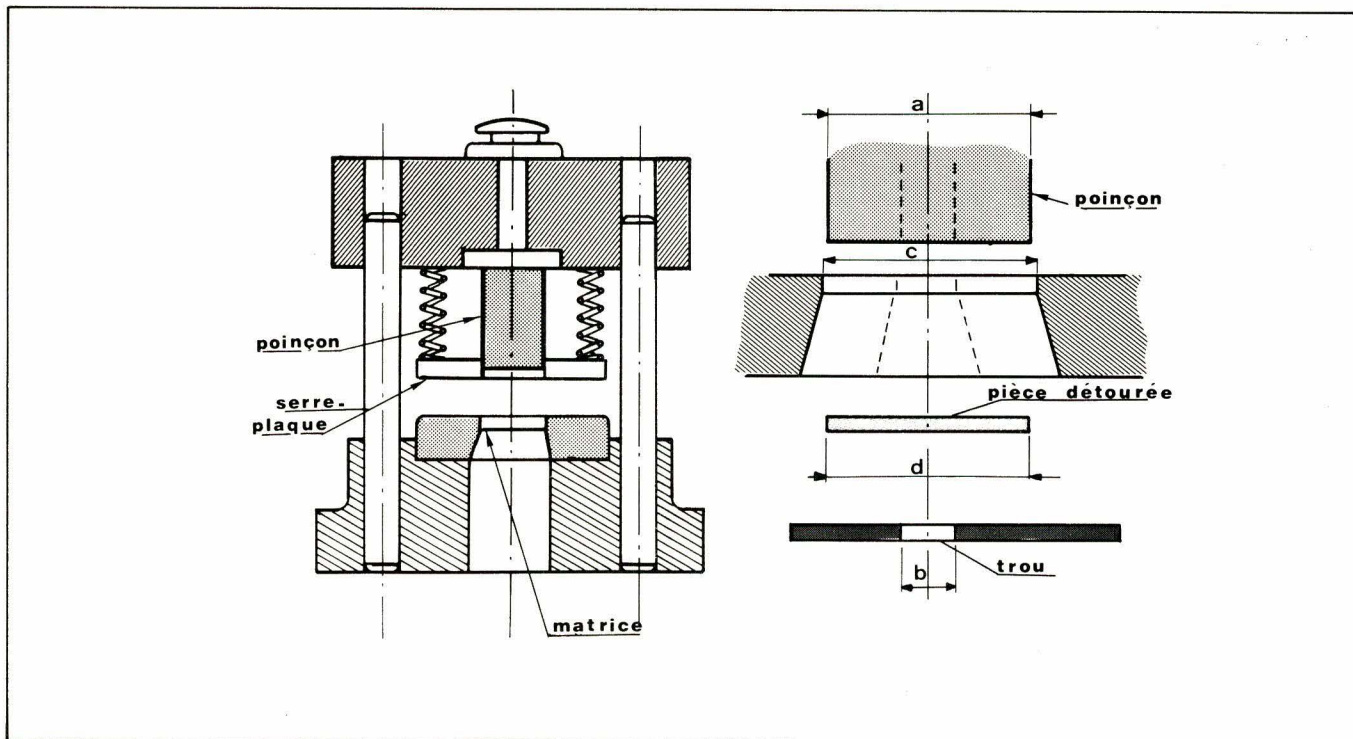


Fig. 19.

vailler ainsi sur plusieurs séries de plaques de circuits à la fois. Avec le système semi-automatique de la **figure 16** on peut opérer simultanément sur six épaisseurs, avec une course verticale de 19 mm maximum sur un format unitaire de 305 x 305 mm. Chaque rangée de broches est munie de son moteur et la transmission s'effectue par courroies.

Les translations XY et Z sont asservies à la manœuvre d'une poignée de commande avec contact pour la course en Z. Un système de recherche programmé peut toutefois être prévu sur option.

L'idéal, dans ce type d'opération, c'est la machine universelle Drilling/ Routing à commande digitale. La **figure 17** représente l'une des toutes dernières de ce genre, capables de perforent et détourer les platines. Afin d'obtenir une grande précision de répétabilité, la table est en granit ($\pm 5 \mu$ en opération et $\pm 2,5 \mu$ en répétition). Cette machine, produite par Advanced Control Corp. a la faculté, comme certaines de ses concurrentes (Excellon, Mark III, Digital Systems) de changer d'outil en cours de travail. Par exemple, on peut percer 1200 trous de trois diamètres différents sur une même plaque en huit minutes seulement. Elle peut évidemment opérer sur un empilage et avec 4 broches ce qui donne une idée de la productivité que l'on peut espérer avec un tel matériel. Sur la **figure 18**, on a schématisé le calculateur de commande du processus qui rappelle d'ailleurs celui que l'on retrouvera en CAO ou en microlithographie assistée.

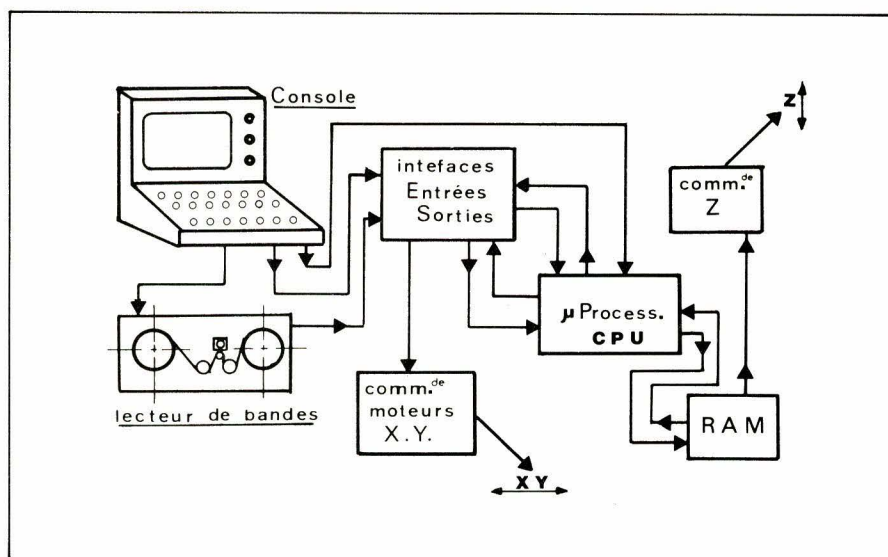


Fig. 18.

Grâce à la structure de ces calculateurs il est possible, en donnant à la course en Z une accélération et une décélération linéaire, d'éliminer la nécessité d'un backup et des canons évoqués à la **figure 13**.

Le graphique de l'annexe I donne, pour deux vitesses de coupe, la correspondance des diamètres de forets utilisables en fonction des vitesses de rotation des broches. Notons en passant que les stratifiés des types FR sont extrêmement abrasifs et que la coupe s'émousse très vite. Lorsqu'il s'agit de circuits professionnels avec trous métallisés, on doit vérifier l'état du foret dès qu'il a percé 8 000 à 10 000 trous. Le C.C.I. propose, pour l'affûtage des forets au carbure de tungstène, une machine, la Kemmer

ASI, qui réalise le calibrage de la coupe telle que nous l'avons matérialisée par la **figure 11**, cette opération compte pour près de 100 % dans la qualité du PTH.

Le poinçonnage (punching)

La découpe et le perçage des platines par la pratique du poinçonnage ont été longtemps tenus en disgrâce par suite du prix d'établissement de l'outillage comparé à la qualité du résultat obtenu.

Dans un substrat classique la pénétration du poinçon provoque généralement un arrachage des fibres entraî-

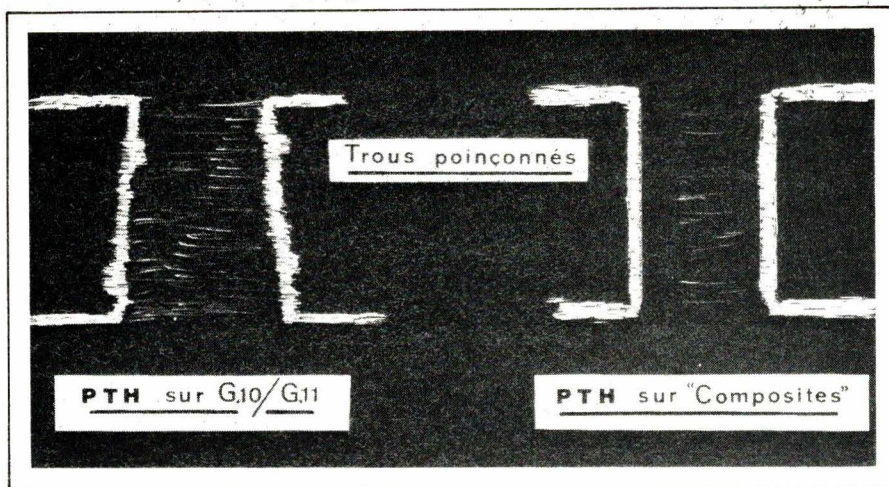


Fig. 20. – Trous métallisés sur copper clad double face. A gauche : verre époxy classique ; à droite, verre époxy composite.

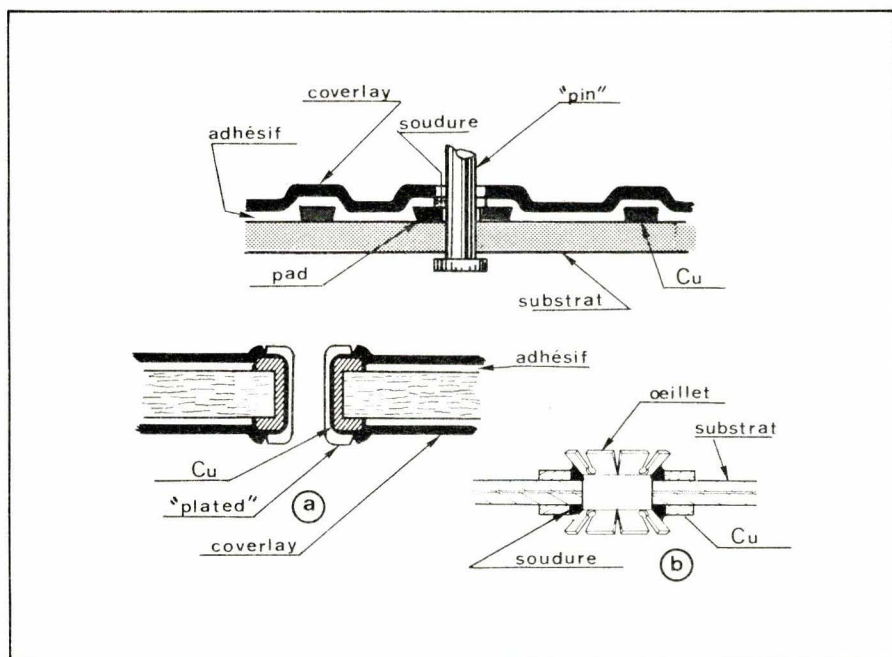


Fig. 21.

nant une dégradation de la résine et des tranches conductrices s'il s'agit de multicouches.

En principe, le poinçonnage est réservé au substrat nu et au clad simple ou double face, mais n'est pas admissible pour le multicouche après pressage. Le plus grand risque en cette matière, c'est l'effet de déstratification évoqué à la figure 1.

Pour le clad épais, l'opération devrait être réservée à la découpe et au défonçage de grands trous dont le diamètre dépasse 1 mm, encore que, à cette dimension la fragilité de l'outil limite sa durée de vie.

La figure 19 schématise une presse de découpe avec le détail, poinçon/matrice, d'une ouverture cylindrique simple. Dans le cas de découpage de tôles, il est admis que la valeur du jeu soit de l'ordre de 6 % de l'épaisseur du flan à découper. Dans le cas présent, s'il s'agit de feuille souple, nue ou métallisée, le jeu à considérer est pra-

tiquement nul et n'a d'autre but que d'éviter le coincement. Au-delà, on admet une différence comprise entre 25 et 125 μ , selon l'épaisseur soit un jeu de 1,5 à 5 % environ.

L'élasticité du matériau à couper, ou à défoncer, joue un rôle important dans la détermination du jeu qui vient d'être défini et c'est en tenant compte de cette élasticité (x) variable avec l'épaisseur (3 à 6 %) entre 0,3 et 2,5 mm que l'on détermine les valeurs du jeu. Pour le découpage des contours on fait (fig. 19) :

$$a = d - x$$

donc, pour les trous on aura :

$$c = b + x$$

Il existe plusieurs façons de construire un outil de découpe. On lui reproche souvent d'être cher, mais après les essais effectués par la General Electric, il ressort que le poinçonnage est rentable à condition d'utiliser un stratifié spécialement conçu pour cet usage. Nous allons y revenir.

On taille les poinçons et matrices dans un acier spécial dont la dureté Rockwell atteint 58 à 60 Rc ou dans une préforme de carbure de tungstène obtenue par frittage que l'on rectifie sur une machine de haute précision jusqu'à $\pm 0,00025$ mm ! Si les tolérances de fabrication sont larges, il est évident qu'une telle précision est surabondante.

Avec les stratifiés classiques les trous poinçonnés ne peuvent pratiquement pas supporter la métallisation ultérieure. C'est pourquoi les producteurs ont imaginé les armatures non tissées dont nous avons parlé dans le précédent article, page 119. Ces « non woven glass laminates », tout en offrant la même fiabilité électronique, sont « punchables » selon l'expression US, et procurent de très bonnes métallisations. La figure 20 en montre deux types, obtenues sur trous poinçonnés, à gauche sur laminé verre époxy, à droite sur un composite du type PC-75 (CCI-GE) comportant un cœur non tissé entre deux lames fines de tissu imprégné de résine. La présence de ces lames évite la cassure qui se produirait si l'outil attaquerait directement la structure non tissée.

Un support composite est également produit par Rogers Corp (Mektron-France) pour la confection de circuits souples : le « R/Flex 2400 ».

Le poinçonnage/découpe autorise de grandes cadences de travail c'est pourquoi, grâce aux composites, il se prépare à reconquérir une partie du marché, notamment dans l'automobile, l'électroménager et surtout les télécommunications. De grandes firmes françaises, réputées dans ces techniques, l'ont déjà adopté.

Les circuits flexibles

« Les applications du circuit flexible se sont fortement développées depuis les cinq dernières années. Ce n'est pas étonnant car il présente de sérieux avantages sur le câblage conventionnel. C'est l'avis de F. Haughey (Master of Sciences) de la Bribond P.C. Ltd.

La figure 21 montre la structure type d'un câblage flexible moderne ainsi que le détail d'un trou métallisé (en a) et le système de raccordement par œillet, bien préférable s'il s'agit de double face, (en b). Les quatre carrés noirs représentent la coupe des anneaux de la préforme dont on rabat les lèvres à 90° après insertion. Cette préforme est appelée « funnel » par l'auteur précité (cf. Electronic Production – Kiver – décembre 79) en raison de sa ressemblance avec un entonnoir.

La coupe représentée fait apparaître les proportions entre le substrat et les

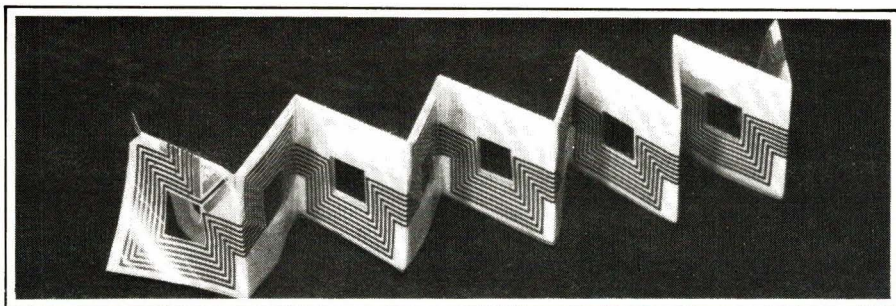


Fig. 22.

conducteurs noyés dans une couche adhésive et isolante appelée film de moulage, le tout étant recouvert d'un enduit, le « coverlay », lequel, appliqué par sérigraphie découvre les « pads ». Sur ces derniers on fera les contacts, mais rien ne s'oppose à ce que l'accès soit prévu à travers le substrat comme dans le cas des rigides. (La perforation du cuivre n'est pas visible sur le dessin.) Les trous sont facilement réalisables par poinçonnage, comme nous l'avons vu.

On peut se passer de la couche adhésive de remplissage lorsque la pellicule de recouvrement est elle-même auto-adhésive, ou se contenter d'un vernis protecteur comme c'est le cas pour le circuit de la **figure 22** (identique à celui de la **figure 1** du n° 12, page 118 mais réalisé sur film polyester). C'est un solénoïde, prêt à être glissé sur un noyau de ferroxcube et les ouvertures centrales ont été découpées à l'outil.

Par ailleurs, la pratique du multilayers conduit à employer, pour le recouvrement, des feuilles thermoplastiques ou thermodurcissables comme celles en usage pour l'établissement des B-stages. Le GTX 3004 de Sheldahl et le Poly-Coat EP de Fortin sont, entre autres, des produits de ce genre. Ils sont composés d'une feuille de polymide enduite d'une résine thermodurcissable.

L'application de coverlay nécessite l'interposition d'un film de démoulage afin d'obtenir une surface exempte de bulles ou d'arrachements. Le film ACC 14 de Fortin peut être considéré comme référence. On notera par ailleurs qu'il est réutilisable. Il existe aussi des démoulants liquides que l'on applique sur le coverlay ou le vernis sec avant polymérisation.

On peut encore « fabriquer » le substrat flexible au moyen d'un feuillard de cuivre appliqué sur un film ou un laminé convenable. Il est oxydé sur une face selon la norme IPC-CF-150 et existe en 17,5 - 35 - 70 - 105 μ . Il est donc possible de préparer le feuillard en exécutant d'abord les perforations et en appliquant les réserves par sérigraphie ou sur une machine à imprimer du genre offset avant de procéder au pressage. On polymérise alors, à la

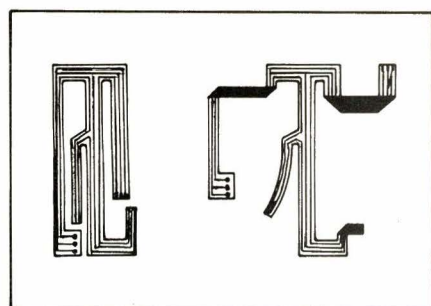


Fig. 23.

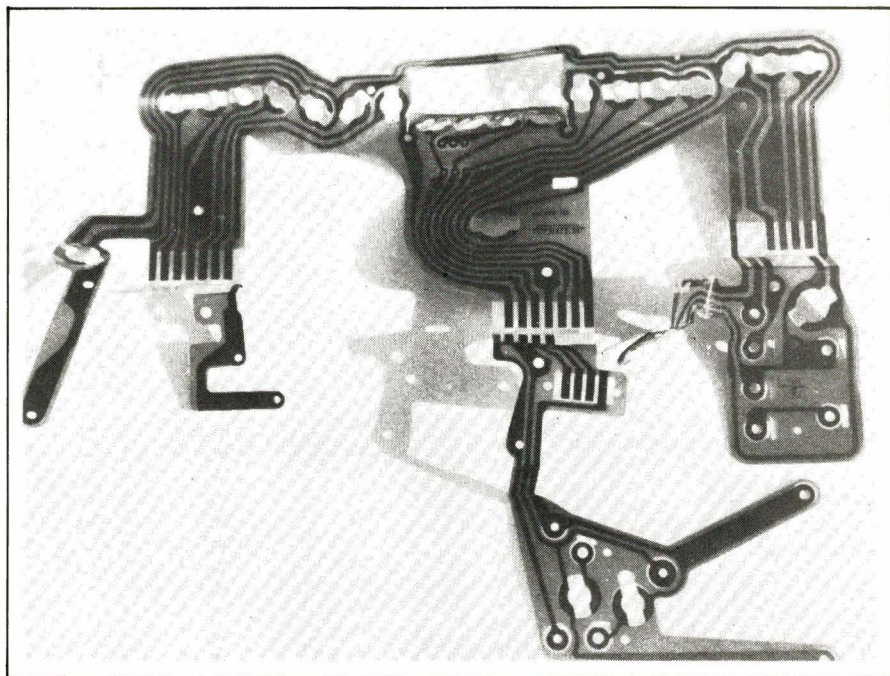


Fig. 24.

fois, la jonction cuivre substrat et le résist qui devient du même coup, masque de soudure. Ensuite on grave. Ce processus de production a le mérite d'être totalement automatisable en ligne jusqu'à la fixation des connecteurs en place de certains composants s'il y a lieu. A cours de la chaîne, on peut encore prévoir des tests « in situ » et sortir des éléments ou sous-ensembles contrôlés et prêts à l'emploi.

La feuille métallique peut aussi être semi-conductrice et constituée de métaux ou d'alliages tels que le Constantan ou le Nichrome V ou encore de métaux ferreux ou non ferreux autre que le cuivre. La feuille support est quelquefois constituée de polymères fluorés du genre Teflon FEP de Du Pont.

Une chaîne de ce genre a été proposée vers 1967 par Morgan Adhesives Co. (Method Patent 3, 240, 647 du 15/3/1966) sous le nom de « Die Cut Circuitry ». L'étude économique de l'époque concluait à une réduction du prix de revient dans la proportion de 5 à 1. La production d'un circuit de 75 mm de large pouvait alors atteindre la cadence de 46 m/mn.

Avec le câblage souple des liaisons fiables et plus économiques que celles utilisant la câblerie classique sont réa-

lisables. Partant d'un tracé établi à plat (**fig. 23**) on peut, par pliages aboutir à des câblages tridimensionnels et la **figure 24** montre un exemple d'équipement du tableau de bord d'une GS réalisé, pour Jaeger, par la Société Mulhousienne de Gravure. Sur la **figure 25** on montre les connexions d'un combiné téléphonique moderne dans lequel on a logé, grâce aux éléments flexibles, une grande partie des composants habituellement placés dans le support de table.

Si l'on conjugue les deux techniques : multicouches et flexibles, on peut composer des éléments flexo-rigides, que Sceller appelle « Multiflex », un exemple en est donné sur la **figure 26**. Le circuit complet est exécuté en film puis collé dans la partie centrale au moyen d'un prépreg sur un copper clad de verre époxy. Cette partie comporte un verso gravé avec liaisons interfaces par trous métallisés. En bas de la photo, on montre l'une des possibilités de fixation des connecteurs, réalisable en une seule opération : perçage de l'isolant et contact avec les lignes conductrices. Dans certaines applications la portion non flexible est constituée de tôle vernie à la résine époxy ou même de carton isolant lorsqu'il s'agit de composer un

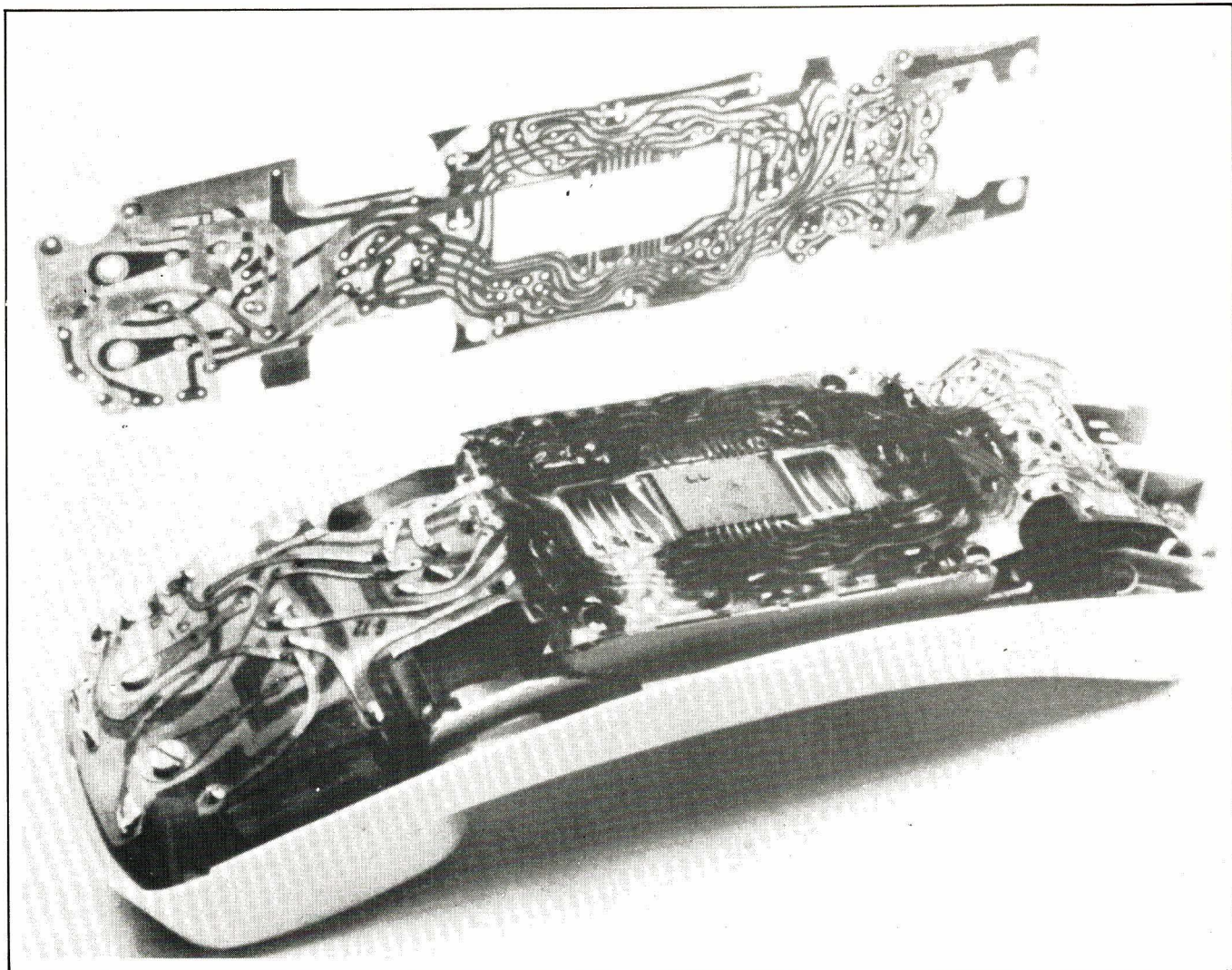


Fig. 25. - (Photo 3M).

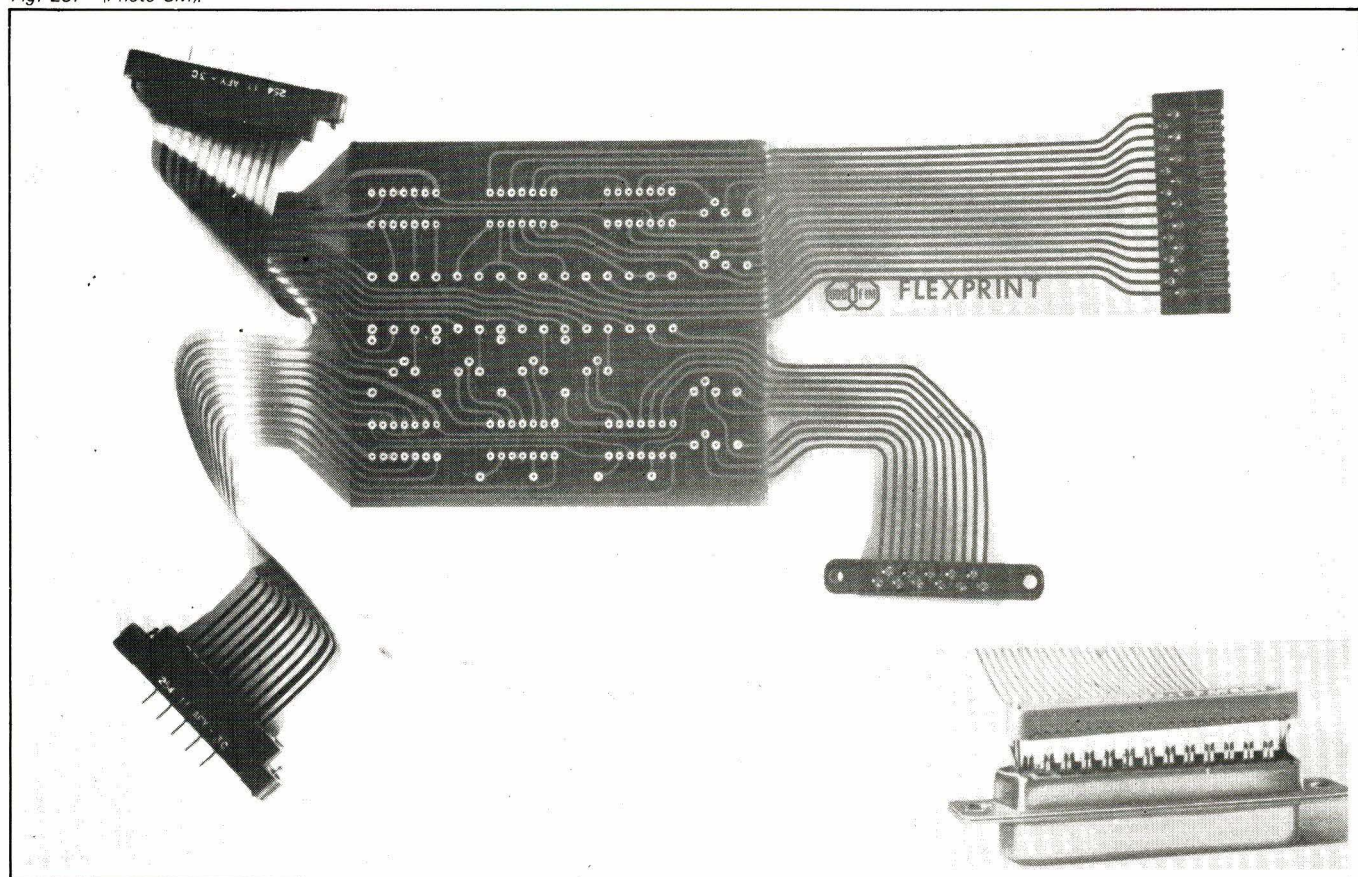


Fig. 26.

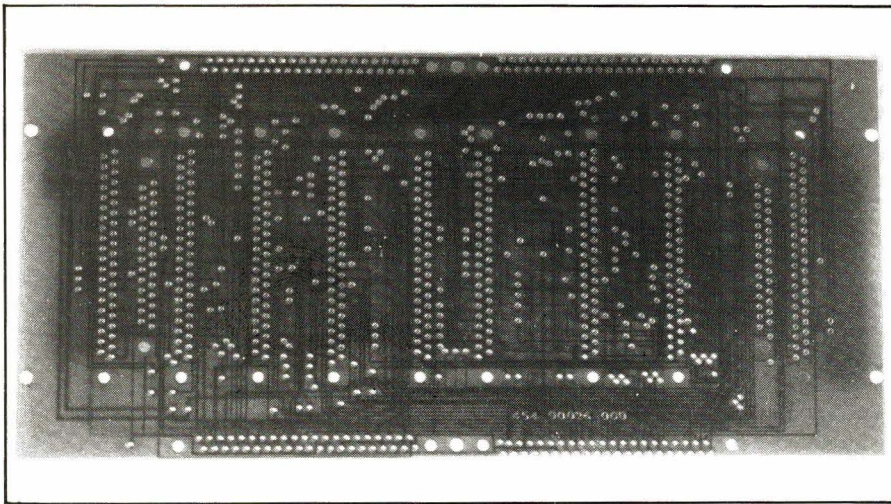


Fig. 27.

Fournisseur de machines et accessoires pour usinage

1) Machines à percer et à détourner

– **Advanced Control Corp.**, (Trudril-Routex) 647 Young St. Santa Ana Calif. 92705 – tél. : »714) 556.1840. Représenté par B.F.I. Paris.

– **Anglade S.A.**, 33, rue du Moulin des Bruyères, 92400 Courbevoie. Tél. : 789.4242.

– **Autolin – H.D.S. Design Services Ltd**, 8 Old Approach Tolpits Lane – Watford – Herts – G.B. Tél. : Rickmansworth 71377/819.

– **Circuitape Ltd**, New Street – Aylesbury Bucks G.B. Tél. : (0296) 84511.

– **Comeca**, 24 bis rue Ar. Briand, 92300 Levallois-Perret. Tél. : 757.2497.

– **Digital Systems Inc.**, Arcadia Calif. USA.

– **Electro-Outils**, 31 avenue du Gouverneur Général-Eboué, Issy-les-Moulineaux 92130. Tél. : 644.9127.

Représente :

1) Paul Dosier Assoc. Inc. 2940 Randolph, av. Costa Mesa Calif.

2) Excellon Automation, 23915 Garnier St Torrance Calif.

– **Kemmer (Paul) Gmbtt + Co KG** représenté par :

C.C.I., 42 rue Etienne-Marcel, 75081 Paris Cedex 02. Tél. : 261.5549.

– **Lenz**, Jahustrasse 6 D.6349 Sinn S/Dillkreis RFA, représenté par Coréma Système, 35, rue Et. Dollet, 75020 Paris. Tél. : 356.5888.

– **Pluritec Italia**, 10010 Burolo d'Ivrea (Torino) Italie. Tél. : (0125) 40.460.

– **Posalux S.A.**, rue F. Oppliger 18-2504 Bienne. C.H. représenté par Europrim. Tél. : 644.8170.

– **Precise-France**, 11, rue Jean-Claude Mary, 75300 Poissy. Tél. : 965.1109.

Schmoll, D.6242 Kronberg (Taunus) Tél. : (06173) 3572 et 3549.

– **Vero NC Developments Ltd.**, Southampton Hampshire G.B. Tél. : (0703).771061.

– **Wessel Elmar K.G.**, 493 Detmold-Gmbtt.

2) Poinçonnage

– **De Presalé (Et.)**, 139, Bd de Charonne, 75011. Tél. : 805.8820.

– **G.K.N. Sankey Ltd.**, Bankfield Car-bide Die Porter Street- Dudley DY2 7AR Worcs. G.B. (outils au carbure de tungstène). Tél. : Dudley 55281.

– **Lapipe et Wittmann (Anciens Ets)**, 124 quai de Bezans, 95100 Argenteuil. Tél. : 961.2731.

– **Pressmetal Europe**, 30 bd Vital Bouhot, 92200 Neuilly-sur-Seine. Tél. : 747.1210.

– **Soddim S.A.**, (voir C.C.I., 42, rue Et.-Marcel, Paris 75081).

3) Outillage

– **C.C.I.** : (voir ci-dessus) forets et fraises Kemmer.

– **Dymet Alloys Ltd.** (forets et fraises) Frimley Road-Camberley Surrey G.B. Tél. : Chamberlay 64433 (STD Code 0276).

– **Electro-Outils**, (forets et fraises) Excellon et Tulon.

– **Tulon Inc.**, 15209 S. Broadway-Gardena Ca. Tél. : (213) 532.1040.

« accordéon » dont les plis ne servent que de départs transversaux pour d'autres lignes dérivées. Les prises intermédiaires du bobinage de la figure 22 ont été traitées de cette façon.

Les flexo-rigides trouvent un emploi privilégié dans les applications aéronautiques, navales et surtout aérospatiales. Un type de gyroscope de navigation fut exécuté vers 1973 par la Welwyn Electric Ltd en collaboration avec la SAGEM-France et équipé dans sa totalité de nappes flexibles et flexo-rigides.

Actuellement, le monde de l'automobile, celui de l'horlogerie et de la photographie ont les yeux fixés sur les liaisons en film, combinées avec les hybrides, en couches épaisses surtout, et c'est une certitude que, dans les prochaines années, la technologie va faire de gros progrès dans ces directions.

Le multicouche « in situ »

Pour terminer ce chapitre sur l'usinage, nous donnerons un rapide coup d'œil sur le procédé de câblage dont l'invention, due à une firme américaine « Kollmorgen » remonte à 1974. Il s'agit du système « Multiwire » qui a la particularité d'être composé de fils isolés classiques. La photographie de la figure 27 représente un de ces câblages dont l'épaisseur ne dépasse pas 3 mm bien que comportant quatre couches de filerie.

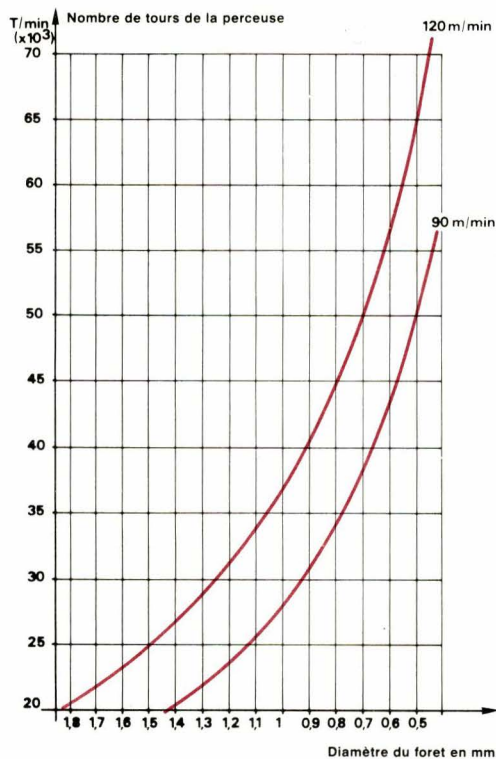
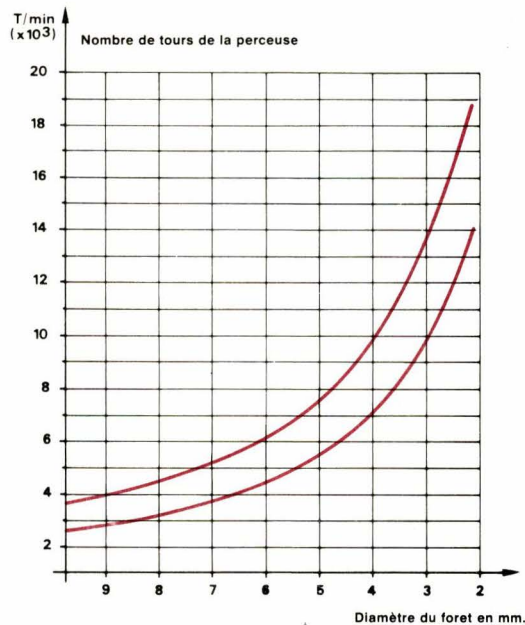
Le principe de fabrication est le suivant :

1° Un substrat verre époxy (ou autre) est enduit d'une résine adhésive et placé sur la table d'une machine à déplacement en X et Y. Une tête spécialement formée et calibrée distribue et incruste dans la couche appliquée, un fil isolé à la polyimide (Cu AWG 34) dont la section, 18/100 mm, correspond à une ligne gravée de 0,6 mm sur un clad de 35.

2° Le fil est arrêté à des points prédéterminés sur un support de données (cartes ou rubans perforés) produits par un ordinateur en partant du dessin du circuit, lui-même ayant pu être établi par le même ordinateur... Mais, n'anticipons pas, la conception assistée (CAO) fera l'objet d'un chapitre spécial.

3° On perce, sur une machine digitalisée, les trous aux points requis, ce qui a pour effet de sectionner le fil au ras du perçage en le préparant à recevoir la métallisation, laquelle assure un excellent contact.

On peut réaliser les réseaux de filerie en deux ou trois étapes ce qui donne



la possibilité de superposer des fils en les croisant, le cas échéant entre chaque « passe » on interpose alors un prepreg qui devient la base d'une nouvelle couche. A elle seule, la gaine isolante du fil (polyimide de 0,035 mm) supporte une tension d'essai de 3 kV.

La préparation du câblage Multiwire fait appel au principe dérivé de la conception assistée, soit en partant d'une grille de base décomposée en coordonnées rectangulaires, soit en utilisant un programme établi sur ordinateur au moyen d'une bibliothèque standard (digitaliseur interactif). L'une des sociétés européennes licenciées Multiwire établit ses programmes sur un ordinateur IBM 1130.

L'utilisateur peut toutefois fournir son propre support de données (cartes, rubans perforés ou magnétiques) pour l'optimisation des points de raccordements (densité des composants, dimensions des trous, isolement, distances minima).

Comme pour la programmation évoquée plus haut (fig. 8), on opère en coordonnées rectangulaires, pour positionner des points en partant d'une grille qui définit le nombre de carrés (grid-cells) représentant les coordonnées de chaque point.

La machine à câbler le multiwire ressemble à une perceuse digitale et comporte généralement plusieurs têtes de placement des fils, ce qui lui permet de fabriquer simultanément plusieurs plaques.

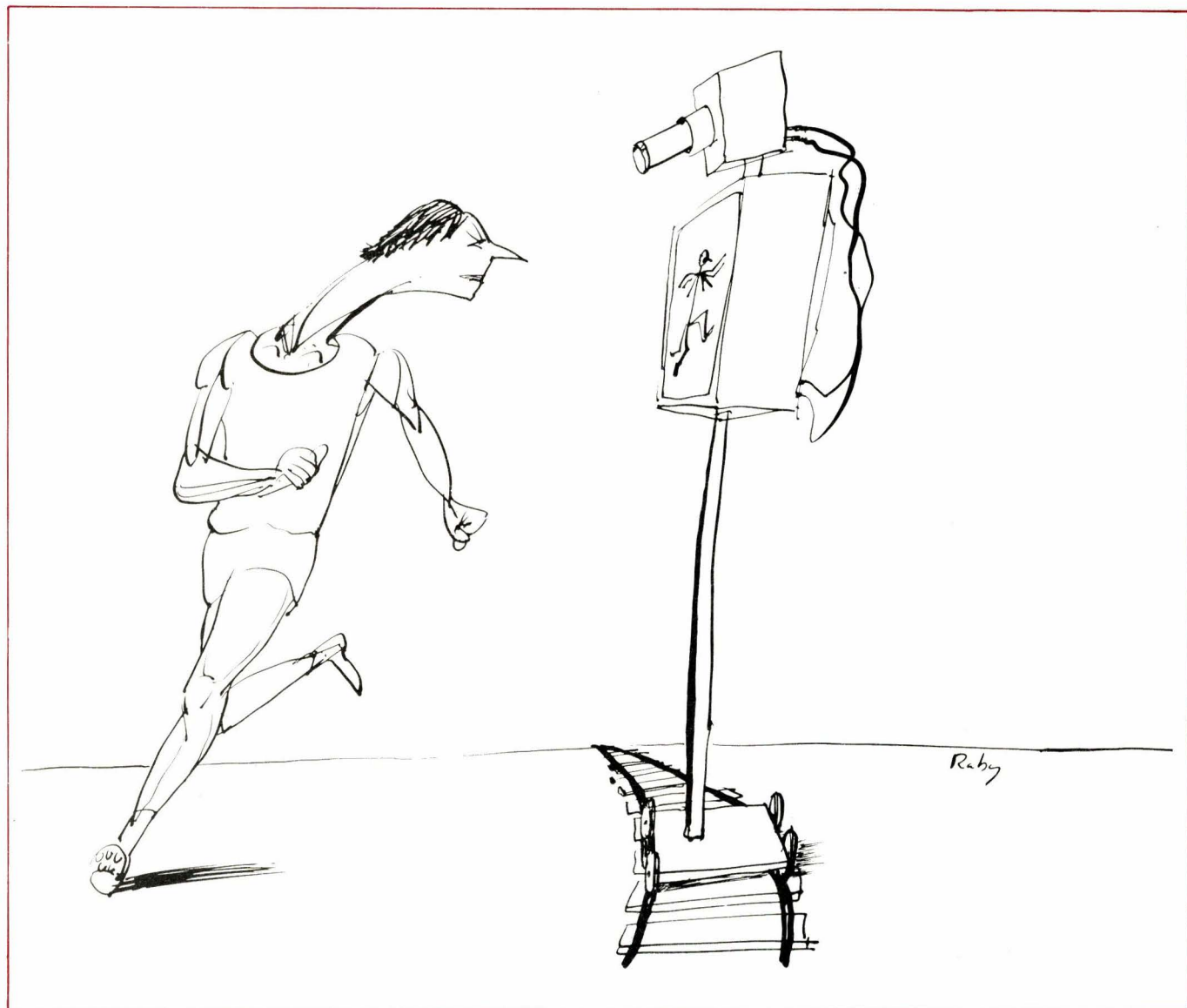
Le multiwire s'applique dans tous les cas où la rapidité et l'économie sont recherchées, qu'il s'agisse de prototype, de pré-série ou de petite série. Au niveau de la grande série, il reste compétitif dès le moment où l'on exige de fortes densités avec des impératifs de caractéristiques élevées. Il est alors plus économique et plus fiable que les multicouches.

En 1975, Mr A.C. Danzig de Photocircuits - New York, nous précisait qu'avec son procédé on pouvait compter sur une économie de 40 % par rapport au wrapping.

Le prochain article sera consacré à la métallisation : plating, PTH, tenting et nous aborderons la fabrication par méthodes additives.

P. Lemeunier

Le Software du Sportif



Améliorer les performances d'un athlète a toujours été le rêve des entraîneurs et des supporteurs. Actuellement, un entraînement intensif lié à une hygiène alimentaire bien équilibrée permet d'obtenir les résultats que l'on peut lire dans la plupart des publications sportives. Le problème qui se pose est de savoir si l'être humain utilise son potentiel musculaire et nerveux à bon escient, sans avoir recours, bien entendu, aux dopants et à toute autre chimiothérapie plus ou moins préventive.

A la veille des Jeux Olympiques de 1980, le sujet est de nouveau d'actualité et c'est en faisant appel à l'analyse des mouvements du corps par ordinateur qu'une solution intéressante est apparue. La méthode date de quelques années puisque c'est en 1971 que le docteur Ariel a créé une société, la Computerized Biomechanical Analysis Incorporated (C.B.A.), destinée à améliorer la dynamique du corps humain au moyen de l'analyse scientifique (fig. 1).

De passage à Paris, il y a quelques mois, le docteur Ariel a exposé comment il utilisait l'ordinateur pour participer activement à l'entraînement des sportifs.

Comme le fait remarquer le docteur Ariel, « quand Björn Borg fait faire un grand trajet à sa raquette, c'est pour la galerie. La balle est repartie depuis longtemps : elle ne reste sur la raquette que 4 millièmes de seconde. La différence entre un bon revers et un mauvais, c'est 3 degrés ! »

Il est certain qu'avec une telle rapidité dans l'action, l'œil ne peut quantifier les mouvements. Il est difficile de dire si tel athlète tourne son épaule d'un degré de trop ou si tel autre doit avancer son pied d'un centimètre au moment de frapper la balle. Il faut donc étudier, décomposer les mouvements, rechercher les lois de la physique qui régissent le mouvement du corps humain ; en un mot, envisager la dyna-

mique de la biomécanique en lui ajoutant toute la technologie moderne de l'ordinateur.

10 000 images/seconde

L'analyse biomécanique par ordinateur existe depuis une dizaine d'années. La technique mise au point par la société C.B.A. se présente de la manière suivante :

- L'athlète en compétition est filmé à grande vitesse (de 64 à 10 000 images/seconde).
- Le film est ensuite étudié image par image, de manière à calculer les forces mises en œuvre par les différents seg-

ments des membres en mouvement (épaule, bras, avant-bras, poignet, main, genou...). Au moyen d'un stylet électronique, on trace ensuite un composite de ces points de repère, dont le tracé apparaît sur un écran cathodique sous la forme de lignes droites (fig. 2). L'appareil enregistre automatiquement les coordonnées de chaque point touché par le stylet traceur.

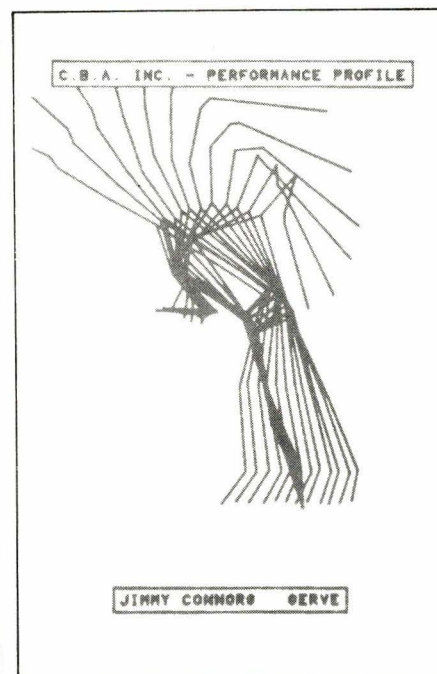


Fig. 2. - L'ordinateur a décomposé les mouvements du service du joueur de tennis Jimmy Connors. Un film tourné à grande vitesse est reproduit image par image pour déterminer la vitesse des différentes parties du corps de l'athlète.



Fig. 1. Le docteur G. Ariel, que l'on voit ici dans son laboratoire de la société Computerized Biomechanical Analysis à Amherst (Mass. U.S.A.), est l'initiateur d'un logiciel pour l'étude et l'amélioration des performances des athlètes américains participant aux Jeux Olympiques d'été et d'hiver de 1980. Le docteur Ariel utilise un Eclipse S/250 de Data General installé par le comité olympique américain à Colorado Springs (Colorado, U.S.A.).

Simultanément les tracés apparaissent sur l'écran et sont transmis à un ordinateur Data General qui calcule la rapidité, l'accélération, la direction, l'angle et les forces mises en œuvre par les différentes parties du corps. C'est à partir de ces mesures que l'on peut déterminer s'il existe des points perfectibles dans la performance d'un athlète, en tenant compte, après examens médicaux, des possibilités musculaires de l'athlète.

La société C.B.A. a étudié la technique d'un grand nombre d'athlètes au cours des dernières années. L'exemple de Mc. Wilkins, le lanceur de disques, en 1976 est assez probant : « À la suite de nos calculs, dit G. Ariel, nous avons pu établir qu'il gaspillait de la force musculaire par frottement de la chaussure sur le sol. Nous avons alors conseillé de mouiller la surface en contact avec son pied. Son jet a atteint immédiatement 70,10 mètres alors qu'il plafonnait d'habitude à 66,75 mètres. L'eau a permis de réduire la résistance due au frottement. Une chaussure différente permettant d'abaisser cette friction de rotation, aurait eu le même effet ».

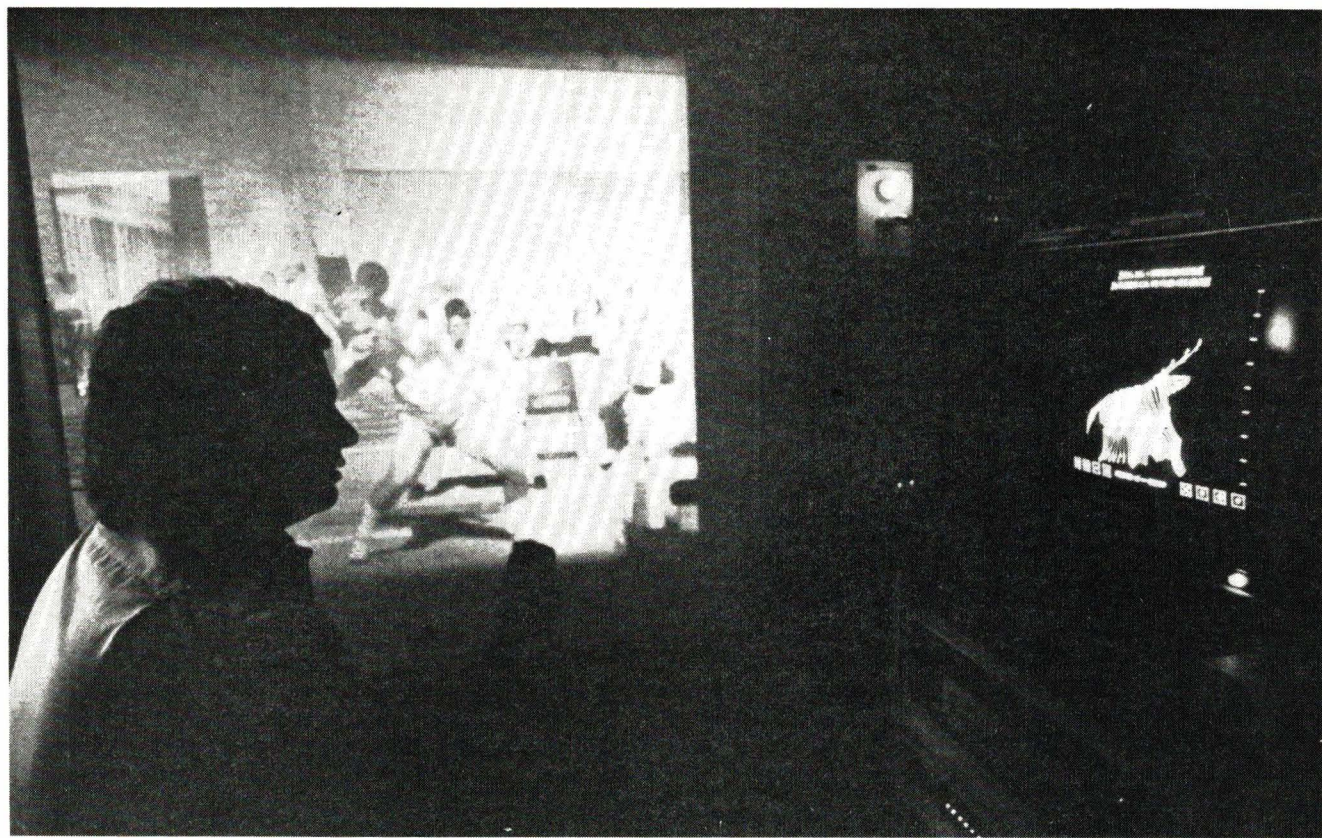


Fig. 3. – Le docteur Ariel, de la C.B.A., reproduit avec un stylet électronique les mouvements du lanceur de disque Al Fueurbach. Simultanément cette reproduction paraît en image décomposée sur l'écran de télévision et ces mouvements sont analysés par l'ordinateur qui en donne un profil de performance.

En 1975, le record de Mc. Wilkins était de 66,78 et le record du monde à 69,12. Mettant une deuxième fois en pratique les recommandations de la société C.B.A., Mc. Wilkins réussit à battre le record du monde aux Jeux Olympiques de Montréal en 1976, avec un jet de 70,73 mètres, ce qui lui valut la médaille d'or. Selon l'ordinateur, Mc. Wilkins pourrait lancer jusqu'à 76,20 mètres.

Cet exemple, parmi d'autres, a permis au docteur Ariel de prétendre que : « Pour développer le sport, il faudra créer des écoles d'entraînement spécialisées, réservées aux jeunes qui auront un avenir de haut niveau, aussi bien pour les sportifs que pour les entraîneurs. Jusqu'en 1964, le talent était suffisant pour gagner. Depuis, le sport n'est pas seulement un art, c'est devenu une science. Nous avons une bonne connaissance scientifique et nous pouvons donner les meilleurs outils aux entraîneurs et directeurs techniques » (fig. 3).

L'équipement : l'Eclipse S/250

Le cœur du système Eclipse S/250 de Data General est l'unité centrale qui utilise des instructions microprogrammées de 56 bits et dont le cycle d'exé-

cution est de 200 ns. La mémoire centrale peut utiliser deux types de modules :

- les mémoires MOS avec contrôle et correction d'erreurs ;
- les mémoires à tores à 800 ns dont la capacité maximale est de 412 k octets.

La haute densité des nouvelles mémoires utilisées permet de regrouper jusqu'à 256 k octets sur une seule carte, d'où une diminution considérable de l'encombrement. Un processeur à virgule flottante permet d'obtenir des temps d'exécution très rapides. Il travaille en parallèle avec l'unité centrale, et possède 4 registres hardware de 64 bits.

Un « Array processor » peut être intégré au S/250. Il procure 46 instructions destinées au traitement de tableaux, de matrices, de signaux et de fonctions du type transformées de Fourier. Il possède 8 k octets de mémoire à 200 ns. Ainsi, il peut calculer la transformée de Fourier d'un tableau de nombres complexes de 1 024 éléments en 8,75 ms.

Un canal multiplexeur rapide assure un débit d'entrées/sorties important. Il permet des vitesses de transfert allant jusqu'à 10 M octets/seconde en entrée et 6,7 M octets/seconde en sortie. Ce canal s'ajoute au canal à 2,5 M octets/seconde, disponible en

standard. L'Eclipse S/250 peut recevoir de très nombreux périphériques, notamment : des disques à têtes fixes de 1 ou 2 M octets, des disques de grande capacité (50, 96 ou 190 M octets), des disques à cartouches (10 ou 20 M octets), des disques souples (315 k octets), des dérouleurs de bandes 800/1 600 BPI et des imprimantes Dasher à 180 CPS.

Enfin, deux types de mémoire de contrôle accessibles par l'utilisateur sont disponibles sur le S/250. L'une programmable, l'autre fixe. Toutes deux ont une vitesse de 200 ns, elles travaillent avec des mots de 56 bits, possèdent 16 fonctions arithmétiques et logiques et utilisent 256 registres de 16 bits. La capacité de la mémoire de contrôle programmable est de 1 k mots et celle de la mémoire de contrôle fixe, de 2 k mots.

L'Eclipse S/250 travaille avec des systèmes d'exploitation (AOS et RDOS) qui fournissent un support de haut niveau pour les traitements par lots et les applications interactives exploitées simultanément dans un environnement matériel/logiciel protégé de manière rigoureuse.

Le système AOS permet aux utilisateurs de travailler en temps partagé en employant divers langages, tout en assurant une optimisation dynamique des ressources du système. Le système AOS supporte, par ailleurs, une grande



Fig. 4. - L'Eclipse S / 250 de Data General dispose d'une puissance de traitement et de débit d'entrées / sorties qui en font un outil idéal pour les applications industrielles et scientifiques.

variété de langages de programmation : PL/I compatible ANSI, Fortran IV, Fortran V, BASIC étendu et DG/L, langage de programmation structurée de Data General. Le Fortran V est optimisé globalement et supporte les extensions temps réels de l'I.S.A. (Instrument Society of America).

Le système RDOS assure une gestion efficace de la mémoire en tenant compte de la priorité des différentes opérations simples et multi-tâches. Il supporte l'Algol, le Fortran IV, le Fortran V, le DG/L, le BASIC étendu, le BASIC de gestion ainsi que le logiciel A.P.S. (Array Processing Software) accessible en Fortran V et DG/L.

Un micro-assembleur et un micro-chargeur disponibles avec les systèmes AOS et RDOS facilitent la pro-

grammation par l'utilisateur de la mémoire de contrôle. Ces systèmes supportent tous deux les émulateurs pour applications RJE et de communications HASP II et RJE 80 (IBM 2780/3780).

L'avenir de la méthode

Avec une telle méthode, il est possible d'envisager d'autres applications. En effet, à l'analyse des mouvements d'un sportif, s'ajoute l'analyse des performances humaines dans l'industrie, l'étude des postes de travail, non dans un but de compétition, mais dans celui d'une moindre fatigue. Quantifier le handicap corporel d'un traumatisé afin de bien mettre en relief son déficit

moteur, ou éventuellement de dépister les fraudeurs.

L'étude des maladies de dégénérescence locomotrice d'origine musculaire ou nerveuse permettrait d'établir un bilan et de suivre l'évolution favorable du traitement, ou défavorable de la maladie.

Cette méthode donne le moyen d'étudier à la fois l'individu, ses outils (ou ses jouets s'il s'agit d'enfants), son environnement, et tout cela dans une optique dynamique. C'est une nouvelle manière d'étudier le comportement de l'homme, mais cela servira-t-il à l'améliorer vraiment !

Jacques Trémolières

Les symboles sont un langage facilitant le dialogue entre personnes de disciplines et de langues différentes. Ils possèdent un contenu informatif précis, inégalé, et l'on comprend que leur choix ait nécessité de nombreuses réunions internationales et interdisciplinaires.

Le symbole qualifie une unité et la médecine, comme les sciences techniques, emploie de nombreuses unités. Malheureusement ce ne sont pas toujours les mêmes, pour des domaines identiques. On pourrait faire une remarque analogue entre la constante physique, qui est un chiffre précis, et la constante biologique dont la valeur est parfois comprise dans une fourchette très large.

Devant ce désir et cette nécessité du dialogue interdisciplinaire, il est intéressant de faire le point sur un certain nombre d'unités et de symboles internationaux utiles aux biotechniciens.

Nous évoquerons surtout l'emploi du système SI dans les professions de la santé et les symboles employés dans les schémas électroniques, d'après la publication 117 de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI).

Biotechnologie pratique

Unités et symboles internationaux

Sans remonter très loin dans le temps, nous pouvons dire que depuis 1954 la Conférence Générale des Poids et Mesures avait regroupé un certain nombre d'unités devant constituer la base d'un système international. Le but était alors de faciliter les échanges mondiaux aussi bien dans le domaine du commerce que dans celui de l'information scientifique. En 1960, le système mis au point par la Conférence devint le système International d'Unités (SI) dans lequel nous trouvons de nombreux éléments du système métrique.

Puis, en mai 1977, la trentième Assemblée Mondiale de la Santé donnait son adhésion à l'emploi en médecine du Système International d'Unités, mis au point par la Conférence Générale des Poids et Mesures. Sur le plan pratique, en France, la Société Française de Biologie Clinique a utilisé en 1978 le nouveau système parallèlement à l'ancien et, depuis le 1^{er} janvier 1979, les laboratoires d'analyse et les services hospitaliers utilisent uniquement le nouveau système SI.

Il faut reconnaître que cette pratique souleva de nombreux problèmes,

notamment celui d'un difficile changement d'habitudes chez les médecins. Il ne nous appartient pas de juger le bien fondé de certaines critiques, dans la mesure où les décisions ont été prises à la suite de concertations entre médecins, techniciens et juristes internationaux. En revanche, il nous semble utile de faire connaître ces nouvelles unités.

Le système SI

Le système SI comporte : les unités de base, les unités dérivées et les unités supplémentaires. A celles-ci s'ajoute une série de préfixes permettant de former des multiples et des sous-multiples décimaux de ces unités.

Les **unités de base** sont au nombre de sept (voir tableau I).

Nous rappelons les définitions actuellement en vigueur, bien que certaines soient anciennes (entre parenthèse la date de la dernière Conférence entérinant la définition).

● **Le mètre** est la longueur égale à 1 650 763,73 longueurs d'onde dans le vide de la radiation correspondant à

la transition entre les niveaux $2p_{10}$ et $5d_5$ de l'atome de krypton 86 (1960).

● **Le kilogramme** est la masse du prototype international du kilogramme (1901).

● **La seconde** est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133 (1967).

● **L'ampère** est l'intensité du courant constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance de un mètre l'un de l'autre dans le vide, produirait entre ces conducteurs une force égale à 2×10^{-7} newton par mètre de longueur (1948).

● **Le kelvin** est la fraction $1/273,16$ de la température thermodynamique du point triple de l'eau (1967).

● **La candela** est l'intensité lumineuse, dans la direction perpendiculaire, d'une surface de $1/600\,000$ mètre carré d'un corps noir à la température de congélation du platine sous la pression de 101 325 newtons par mètre carré (1967).

● **La mole** est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kilogramme de carbone 12 ; lorsqu'on emploie la mole, les entités élémentaires doivent être spécifiées et peuvent être des atomes, des molécules, des ions, des électrons, d'autres particules ou des groupements spécifiés de telles particules (1971). C'est certainement cette dernière unité qui apportera le plus de changements dans l'activité des médecins biologistes et des techniciens de laboratoire.

Les **unités dérivées simples** reprennent les unités de base en les multipliant par elles-mêmes (ex. volume : c'est le mètre élevé au cube) ou en les associant par multiplication ou par division (ex. vitesse : mètre par seconde). L'emploi des symboles est soumis à des règles bien précises notamment en ce qui concerne les exposants et les symboles complexes. Nous renvoyons le lecteur aux textes de base, qui eux n'ont pas fait l'objet de changement.

Il en est de même des **unités dérivées, désignées par des noms spéciaux** (ce sont en général des noms propres) que nous mentionnons également dans le **tableau I**, ainsi que les préfixes que nous rappelons pour mémoire dans le **tableau II**.

Partant du principe que les habitu-

Unités SI de base

Grandeur	Nom	Symbole
longueur	mètre	m
masse	kilogramme	kg
temps	seconde	s
intensité de courant électrique	ampère	A
température thermodynamique	kelvin	K
intensité lumineuse	candela	cd
quantité de matière	mole	mol

Quelques unités dérivées simples

Grandeur	Nom	Symbole
superficie	mètre carré	m ²
volume	mètre cube	m ³
vitesse	mètre par seconde	m/s (ou m.s ⁻¹)
accélération	mètre par seconde au carré	m/s ² (ou m.s ⁻²)
concentration (de quantité de matière)	mole par mètre cube	mol/m ³ (ou mol.m ⁻³)

Unités SI dérivées désignées par des noms spéciaux

Grandeur	Nom	Symbole
fréquence	hertz	Hz
force	newton	N
pression	pascal	Pa
travail, énergie, quantité de chaleur	joule	J
puissance, flux énergétique	watt	W
charge électrique, quantité d'électricité	coulomb	C
tension électrique, potentiel électrique, différence de potentiel	volt	V
capacité électrique	farad	F
résistance électrique	ohm	Ω
conductance	siemens	S
flux d'induction magnétique	weber	Wb
induction magnétique	tesla	T
inductance	henry	H
flux lumineux	lumen	lm
éclairage lumineux	lux	lx
température Celsius	degré Celsius	°C
dose absorbée, indice de dose absorbée, kerma, énergie communiquée massique	gray	Gy
activité (rayonnements ionisants)	becquerel	Bq

Tableau I Les unités SI

des se perdent difficilement, la Conférence Générale des Poids et Mesures a décidé de maintenir en usage quelques unités (**tableau III A**). Ces unités sont utilisées avec celles du système SI et nous voyons que les unités de volume (le litre) et de temps continueront à jouer un grand rôle dans le

domaine de la santé. Il existe d'autres unités (**tableau III B**), également utilisées par les professions de la santé, mais dont le maintien est temporaire. On aurait pu également ajouter à ce tableau l'électronvolt (eV) dont l'usage se retrouve en radiologie (accélérateurs de particules à usage médical).

Facteur	Préfixe	Symbole
10 ¹⁸	exa	E
10 ¹⁵	peta	P
10 ¹²	téra	T
10 ⁹	giga	G
10 ⁶	méga	M
10 ³	kilo	k
10 ²	hecto	h
10 ¹	déca	da
10 ⁻¹	déci	d
10 ⁻²	centi	c
10 ⁻³	milli	m
10 ⁻⁶	micro	μ
10 ⁻⁹	nano	n
10 ⁻¹²	pico	p
10 ⁻¹⁵	femto	f
10 ⁻¹⁸	atto	a

Tableau II Les préfixes SI

Le système SI dans la pratique médicale

L'emploi des unités du système SI a soulevé quelques problèmes. Il est donc nécessaire de faire état des explications fournies par les organismes qui sont à l'origine des décisions.

L'usage de l'unité de quantité de matière (la mole) est préféré aux unités de masse pour toutes les substances dont on connaît la masse moléculaire relative (appelé antérieurement poids moléculaire). Les unités de quantité de matière (la mole ou ses sous-multiples) remplaceront chaque fois que possible les unités de masse telles que le gramme et le milligramme.

Pour les **concentrations**, il est possible de s'exprimer de diverses manières (tableau IV). Toutefois, il est important de respecter quelques règles lorsque l'on s'exprime avec ces unités. Ainsi : le numérateur peut être remplacé par un de ses multiples ou sous-multiples, mais le dénominateur ne doit jamais être modifié. Ex. la molarité peut être exprimée en mmol/kg (au lieu de mol/kg), mais non en μmol/g. Dans toutes les unités dérivées dont le dénominateur est une unité de volume, seul le litre devrait être utilisé comme dénominateur (des sous-multiples comme le décilitre, dl, ne devrait pas être utilisés). Ex. la concentration massique peut être exprimée en g/l ou mg/l (au lieu de kg/l), mais non en g/dl ou mg/dl. L'emploi d'un dénominateur unique et invariable assure la comparabilité immédiate des valeurs numériques, et évite les erreurs d'interprétation.

La concentration des constituants dont la masse moléculaire relative est connue s'exprime au moyen de la

A. Unités hors SI en usage avec le système international

Grandeur	Unité	Symbole	Valeur en unités SI
temps	minute	min	60 s
	heure	h	3 600 s
	jour	d	86 400 s
angle plan	degré	°	π/180 rad
	minute	'	π/10 800 rad
	seconde	"	π/648 000 rad
volume	litre	l	1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
masse	tonne	t	1 000 kg

B Unités SI admises temporairement et qui intéressent les professions de santé

Nom	Symbole	Valeur en unités SI
angström	Å	10 ⁻¹⁰ m (0,1 nm)
barn	b	10 ⁻²⁸ m ² (100 fm ²)
bar	bar	100 000 Pa (0,1 MPa)
atmosphère normale	atm	101 325 Pa
curie	Ci	3,7 × 10 ¹⁰ Bq (ou 3,7 × 10 ¹⁰ s ⁻¹)
röntgen	R	2,58 × 10 ⁻⁴ C/kg
rad	rad ou rd *	10 ⁻² Gy (ou 10 ⁻² J/kg)

Tableau III

* Lorsque le mot rad peut entraîner une confusion avec le symbole du radian, on utilisera rd comme symbole du rad.

concentration de quantité de matière, c'est-à-dire en mole (ou ses sous-multiples) par litre. Dans certains cas, il est possible d'appliquer la concentration de quantité de matière à des constituants (notamment des protéines) dont la masse moléculaire relative est inconnue ou douteuse, comme par exemple lorsque la molécule d'un tel constituant contient un atome métallique (l'atome de fer dans l'hémoglobine). En déterminant la quantité de métal présente, la concentration de quantité de matière de la molécule peut être mesurée, bien que sa masse moléculaire relative ne soit pas connue avec exactitude.

Quelques constituants des liquides organiques ne peuvent encore être mesurés en quantité de matière, en raison des incertitudes concernant leur masse moléculaire relative. Ces constituants seront, pour l'instant, mesurés en **concentration massique** (ou, dans certains cas, en fraction massique). Dans les unités de concentration massique, c'est encore le litre qui sert de dénominateur, à l'exclusion de tout autre volume tel que le décilitre.

Il est intéressant de relever le paragraphe relatif à l'hémoglobine. Bien que le taux d'hémoglobine puisse être facilement exprimé en concentration de matière, le Comité international pour la Standardisation en Hématologie (organe de la Société internationale d'Hématologie) a recommandé de l'exprimer de préférence au moyen de la concentration massique, c'est-à-dire

en grammes par litre (g/l), jusqu'à ce que le problème des protéines plasmatiques soit résolu. La Commission a toutefois déclaré que la concentration en quantité de matière (en millimoles par litre, mmol/l) pouvait être utilisée, à la condition de préciser s'il s'agit du monomère Hb (Fe), ou du tétramère Hb (4Fe).

Le **pH** est une notion qui est très employée en biotechnologie, c'est pourquoi certains laboratoires exprimeront en concentration de matière (par ex. en mmol/l), et non en pH, la concentration en ion hydrogène. Bien que l'échelle des pH ne soit pas en contradiction avec le SI, elle est basée sur une relation logarithmique, et l'emploi de la concentration de matière, qui évite cette complication, présente un certain nombre d'avantages. Cependant, le sujet est encore à l'étude par les organismes internationaux compétents et aucune recommandation définitive n'a été formulée.

La **mesure des pressions**, en médecine, s'exprimait en millimètres de mercure (mmHg) que ce soit pour la mesure de la pression sanguine ou celle de la pression partielle des gaz du sang (pO₂ et pCO₂). De la nouvelle réglementation il ressort que la pression partielle des gaz du sang s'exprimera dorénavant en kilopascals (kPa).

En revanche, le passage au pascal pour la mesure d'autres pressions physiologiques (ex. pression artérielle, pression du liquide céphalo-rachidien,

pression intra-oculaire) sera nécessairement progressif. Dans sa résolution, l'Assemblée Mondiale de la Santé a demandé que les instruments de mesure de la pression tels que les sphymomanomètres soient gradués à la fois en kilopascals et en millimètres de mercure (ou en centimètres d'eau, selon le besoin), pour l'instant... en attendant que l'emploi du pascal se soit généralisé dans d'autres domaines, c'est-à-dire non médicaux.

Le passage aux unités SI comporte le remplacement de la calorie par le joule. En fait, le terme calorie ne correspond à rien et le nom correct de l'unité utilisée en nutrition ainsi que pour le calcul de l'énergie est : calorie thermochimique (cal_h et non cal). En nutrition, l'unité utilisée était en fait habituellement la kilocalorie thermochimique, souvent appelée plus simplement calorie, Calorie ou grande calorie. L'emploi du joule mettra un terme à cette confusion.

Le kelvin n'aura probablement que peu d'applications dans la pratique médicale courante (encore qu'il ait de l'importance dans certains domaines de la recherche médicale). On utilisera à sa place, dans les professions de santé, l'unité de température Celsius ou degré Celsius, qui a été acceptée par la CGPM. Le degré Celsius est égal au kelvin (toutefois, pour une température donnée, on n'obtient pas la même valeur numérique sur les deux échelles : la température en K est égale à la température en $^{\circ}\text{C}$ augmentée de 273,16. On notera que l'unité est le degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$) et non le degré centigrade.

Les abréviations usuelles

Il n'est pas dans notre propos d'évoquer l'aspect rédactionnel d'un rapport de laboratoire. On sait qu'il doit être clair afin d'éviter toute ambiguïté. Il est donc intéressant de connaître les abréviations conseillées afin de parler le même langage.

Les abréviations recommandées par la Fédération Internationale de Chimie Clinique (IFCC) et par l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (IUPAC) n'existent qu'en anglais, mais elles ont été adoptées par les diverses associations scientifiques d'expression française.

a : (en préfixe) artériel

d : (en préfixe) jour, par jour, (de) 24 h

Erc : érythrocyte

Ercs : érythrocytes

F : fèces

j : (en préfixe) à jeun (anglais : f, fasting)

Nom de la grandeur	Définition	Unité *
Concentration de quantité de matière [d'un soluté donné]	Quantité de matière d'un soluté divisée par le volume de la solution	(mol/m ³) ; mol/l
Molalité [d'un soluté donné]	Quantité de matière d'un soluté divisée par la masse du solvant	mol/kg
Fraction molaire (ou fraction de quantité de matière) [d'un constituant donné]	Quantité de matière d'un constituant divisée par la quantité de matière du mélange (c'est-à-dire de tous les constituants du système)	mol/mol
Rapport molaire (ou rapport de quantité de matière) [d'un soluté donné]	Quantité de matière d'un soluté divisée par la quantité de matière du solvant	mol/mol
Concentration massique [d'un constituant donné]	Masse d'un constituant (par exemple d'un soluté) divisée par le volume du système (par exemple de la solution)	(kg/m ³) ; kg/l
Fraction de masse [d'un constituant donné]	Masse d'un constituant divisée par la masse du système (mélange)	kg/kg
Fraction de volume [d'un constituant donné]	Volume d'un constituant divisé par le volume du système (mélange)	(m ³ /m ³) ; l/l
Concentration de nombre ^a	Nombre de particules ou d'entités élémentaires déterminées divisé par le volume du système (mélange)	(m ⁻³) ; l ⁻¹
Fraction de nombre ^a	Nombre de particules ou d'entités élémentaires déterminées divisée par le nombre total de particules ou d'entités présentes dans le système (mélange)	sans dimension : 1 (rapport)
Teneur (contenu) de quantité de matière* [d'un constituant donné]	Quantité de matière d'un constituant mol/kg divisée par la masse du système (mélange)	

* Les unités qui ne figurent pas entre parenthèses sont celles qui seront normalement utilisées dans la pratique médicale.

Tableau IV. – Grandeurs et unités de concentration.

LCR : liquide céphalo-rachidien (anglais : Sf, spinal fluid)

Lkc : leukocyte

Lkcs : leukocytes

P : plasma

Pt : patient

S : sérum

Sg : sang (anglais : B, blood)

U : urine

Ces abréviations peuvent être combinées selon les besoins. Exemple :

aSg : sang artériel

jPt : patient à jeun

(Sg) Ercs : érythrocytes sanguins

dU : urine de 24 heures

(jPt) P : plasma de patient à jeun.

Voici encore quelques abréviations :
ams. : quantité de matière (amount of substance)

diff. : différence

equil. : équilibration

massc. : concentration massique (mass concentration)

massfr. : fraction de masse (mass fraction)

molal. : molalité

numc. : concentration de nombre (number concentration)

numfr. : fraction de nombre (number fraction)

rel. : relatif

substc. : concentration de quantité de matière (substance concentration)

substfr. : fraction de quantité de matière (substance fraction)

vol. : volume

Volfr. : fraction de volume (volume fraction).

Les symboles électroniques

En biotechnologie, au même titre qu'en électronique en général, les symboles utilisés dans les schémas offrent un manque d'uniformité dans leur représentation. C'est le cas dans un même pays, et à plus forte raison si l'on compare des schémas provenant de pays différents.

Il est donc intéressant de rappeler que la Commission Electrotechnique Internationale (CEI) a publié un certain nombre de recommandations dont nous donnons la liste ci-dessous :

Symboles graphiques recommandés

117 . 0 Index général

117 . 1 Nature de courant, systèmes de distribution, modes de

connexion et éléments de circuits

117 . 2 Machines, transformateurs, piles et accumulateurs, transducteurs et amplificateurs magnétiques, inductances

117 . 3 Appareillage électrique et dispositifs de protection

117 . 4 Appareils de mesure et horloges électriques

117 . 5 Usines génératrices, sous-stations et postes, lignes de transport et de distribution

117 . 6 Variabilités, exemples de résistances, éléments et exemples de tubes électroniques, soupapes et redresseurs

117 . 7 Dispositifs à semi-conducteurs, condensateurs

117 . 8 Symboles pour schémas architecturaux

117 . 9 Téléphonie, télégraphie et transducteurs

117 . 10 Antennes, stations et postes radio électriques

117 . 11 Technique des hyperfréquences

117 . 12 Diagrammes de spectre de fréquences

117 . 13 Symboles fonctionnels pour transmission et applications diverses

117 . 15 Opérateurs logiques binaires

117 . 16 Symboles pour tores de ferrite et matrices à mémoire magnétique.

La collection qui forme la publication 117 de la CEI est beaucoup trop fournie pour que nous puissions en donner quelques extraits qui seraient forcément incomplets. Nous invitons les lecteurs intéressés à se procurer auprès de l'UTE les fascicules qui les concernent.

J. Trémolières

Bibliographie

Les lecteurs désirant des renseignements plus complets sur les unités et symboles internationaux utilisés en biotechnologie peuvent se procurer les documents suivants :

– **Le SI pour les professions de la santé** – Publication de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Dépôt en France : Librairie Arnette, 2 rue Casimir-Delavigne, 75006 Paris.

– **Publication 117** de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI). Disponible à l'Union Technique de l'Electricité (UTE), 12, place des Etats-Unis, 75783 Paris Cedex 16.

Symposium International sur les systèmes de conversion thermodynamique de l'Energie solaire – Marseille, 15-20 juin 1980

Le Centre National de la Recherche Scientifique – Programme Interdisciplinaire de Recherche pour le Développement de l'Energie Solaire (CNRS-PIRDES), organise un Symposium International sur les Systèmes de Conversion Thermodynamique de l'Energie Solaire, qui se tiendra du 15 au 20 juin 1980 à Marseille (France).

Ce symposium a été vivement encouragé par M. H. Durand, président du Commissariat à l'Energie solaire. Le ministère de l'Energie des Etats-Unis et la Commission des Communautés Européennes en ont reconnu l'opportunité et exprimé leur intérêt pour cette manifestation scientifique.

Programme scientifique

Une invitation à présenter des communications, dans le cadre du programme préliminaire indiqué au verso, a été largement diffusée dans le monde aux chercheurs et ingénieurs menant des activités relatives aux Systèmes de Conversion Thermodynamique de l'Energie Solaire. Plus de 160 résumés de communications émanant de pays ont été reçus et sont actuellement examinés par un Comité Scientifique International. Environ 60 communications pourront être présentées sous forme de conférence et un nombre égal sous forme d'affiches.

Toutes les communications retenues seront publiées dans les compte-rendus du Symposium.

Les conférences auront lieu soit en français soit en anglais, avec traduction simultanée dans l'autre langue.

Accueil et organisation

Le Symposium se déroulera à Marseille (France) du lundi 16 au vendredi 20 juin 1980. L'enregistrement des participants commencera le 15 juin dans l'après-midi.

Marseille est particulièrement apte à accueillir ce symposium en raison de l'intérêt marqué de la ville et de la région pour le développement des utilisations de l'énergie solaire et des importantes activités de recherche des universités d'Aix-Marseille dans ce domaine. Le député-maire de Marseille, président du comité local de patronage, accueille le symposium dans le palais des Congrès de la ville. M. G. Peri, directeur du département d'Héliophysique de l'université de Provence, préside le comité local d'organisation.

Pour tous renseignements et inscriptions, contacter : M. Maurice J. Clavier, P.I.R.D.E.S., 282, boulevard Saint-Germain, 75007 Paris. Tél. : 705.77.15.

MICRO-EXPO 80

**le plus important
congrès
microordinateurs
européen
du 6 au 8 mai
PALAIS DES CONGRÈS
PARIS**

l'exposition (9 h 30 - 18 h 00)

une occasion exceptionnelle d'apprécier tous les matériels

Pratiquement tous les produits, toutes les Sociétés qui comptent dans le domaine des microprocesseurs et micro-ordinateurs seront représentés :

- Venez y chercher la solution à votre problème spécifique.
- Venez juger, comparer... et même acheter les matériels pour vos utilisations professionnelles ou personnelles.

les conférences et séminaires

pour connaître et comprendre les nouveaux développements des microordinateurs

les séminaires de formation

Le but de chaque séminaire, en une ou deux journées, est que vous en sortiez en connaissant le sujet (brochure détaillée sur simple demande).

les conférences exceptionnelles

- Le Basic : introduction, exercices pratiques.
- Le Pascal : introduction, exercices pratiques.
- Utilisation pratique des microordinateurs.
- Les microprocesseurs à 16 BITS.

Un moyen de formation rapide et efficace : les conférenciers sont choisis parmi les meilleurs spécialistes européens de chaque sujet.

Réf.	Titres	Date	Heure	Prix
	Séminaires			
C 10	Introduction aux microordinateurs	5 mai	9-16 h	990 F
A 1	Les microprocesseurs (hardware)	6 mai	9-16 h	1980 F
A 1 suite	Les microprocesseurs (software)	7 mai	9-16 h	
B 12	Programmation sur microordinateur	8 mai	9-16 h	1980 F
B 12 suite	Programmation sur microordinateur	9 mai	9-16 h	
	Conférences Micro-Expo			
D 1	Micro-Expo / nouveaux produits	6 mai	16.30-20 h	100 F
D 2	Micro-Expo / applications	7 mai	16.30-20 h	100 F
D 3	Micro-Expo / questions-réponses ordinateurs personnels	8 mai	16.30-20 h	100 F
	Conférences exceptionnelles			
B 10	Introduction au Basic	6 mai	9-16 h	300 F
B 11	Basic par la pratique	7 mai	9-16 h	300 F
B 13	Utilisation pratique des microordinateurs	8 mai	9-13 h	200 F
B 14	Pascal : introduction, exercices pratiques	8 mai	14-18 h	200 F
B 15	Microprocesseurs à 16 BITS	9 mai	9-13 h	200 F
	Soirées spéciales			
F 1	Professions médicales et paramédicales	6 mai	16.30-20 h	200 F
F 2	Professions comptables et juridiques	7 mai	16.30-20 h	200 F
F 3	Bureau / PME	8 mai	16.30-20 h	200 F

la conférence de MICRO-EXPO

se tiendra chaque soir de l'exposition (16 h 30 - 20 h 00). Elle sera présentée par des experts français et internationaux autour de trois thèmes : nouveaux produits, applications industrielles et commerciales, questions-réponses sur les ordinateurs personnels.

les soirées spéciales

- Soirée "Professions médicales et paramédicales".
 - Soirée "Professions comptables et juridiques".
 - Soirée "Les microordinateurs au bureau et dans les PME".
- Ce que peuvent faire les microordinateurs pour votre profession, quelles applications sont immédiatement disponibles et à quel coût, comment choisir et évaluer le matériel. Des exposés pratiques, suivis d'un débat.

CARTE D'ENTRÉE GRATUITE (à conserver)

EA

Sur présentation de ce coupon, vous aurez accès gratuitement à l'exposition.

Nom _____ Prénom _____

Société _____ Fonction _____

Adresse _____

Tél. _____

COUPON-RÉPONSE RAPIDE

EA

Nom _____ Prénom _____

Société _____ Fonction _____

Adresse _____

Pays _____ Tél. _____ Télex _____

☐ Je m'inscris aux séminaires :

☐ C 10 ☐ A 1 ☐ B 12.

☐ Je m'inscris aux conférences :

☐ D 1 ☐ D 2 ☐ D 3 ☐ B 10 ☐ B 11 ☐ B 13 ☐ B 14 ☐ B 15.

☐ Je m'inscris aux soirées spéciales :

☐ F 1 ☐ F 2 ☐ F 3.

Ci-joint mon règlement de _____ F.

☐ Envoyez-moi _____ invitations GRATUITES.

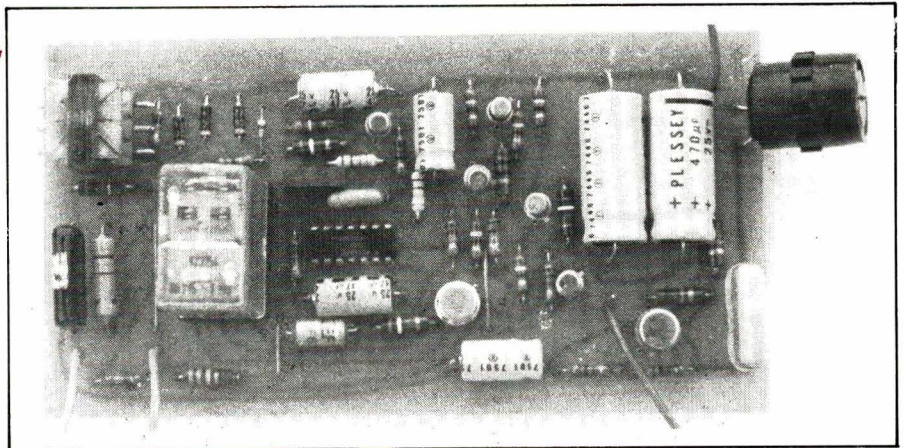
☐ Envoyez-moi ☐ le programme détaillé de Micro-Expo,
☐ votre brochure séminaire.

A retourner à SYBEX 18, rue Planchat, 75020 PARIS - Tél. 370 32 75.

De nombreux procédés peuvent être mis en œuvre pour surveiller à distance des locaux ou des installations. Les systèmes d'alarme permettent notamment de signaler efficacement, sur place ou à distance, tout événement considéré comme anormal. Cependant, dans bien des cas, il serait tout aussi efficace, voire davantage, de pouvoir écouter à distance les bruits se produisant dans la zone à surveiller. Le fonctionnement d'une installation industrielle est souvent très bien représenté par le bruit ambiant alors qu'une quelconque effraction dans un but de cambriolage ou encore des dégâts dus à des intempéries ne sont pas des phénomènes particulièrement silencieux.

L'appareil, dont nous allons décrire ici le principe et la réalisation pratique, permet de déclencher une écoute par voie téléphonique, donc à une distance quelconque par l'intermédiaire d'un réseau commuté privé ou, éventuellement, public. Dans ce dernier cas, il est bien sûr indispensable de faire homologuer l'appareil et d'obtenir les autorisations nécessaires avant tout raccordement à ce réseau.

Systeme de surveillance sonore par téléphone



Principes de fonctionnement

L'appareil doit se composer de deux parties principales : un circuit récepteur d'ordres de télécommande destiné à n'autoriser le déclenchement du système que sur réception d'un ordre précis, et un circuit de prise de son composé d'un microphone sensible et d'un amplificateur de ligne.

Le schéma de la **figure 1** montre les solutions technologiques que nous avons retenues pour assurer ces fonctions.

L'ordre de télécommande est constitué par un train ininterrompu de coups de sonnerie, suffisamment long pour réduire à peu de chose la probabilité de déclenchement sur un appel sans réponse de type normal. Nous avons fixé la temporisation à une

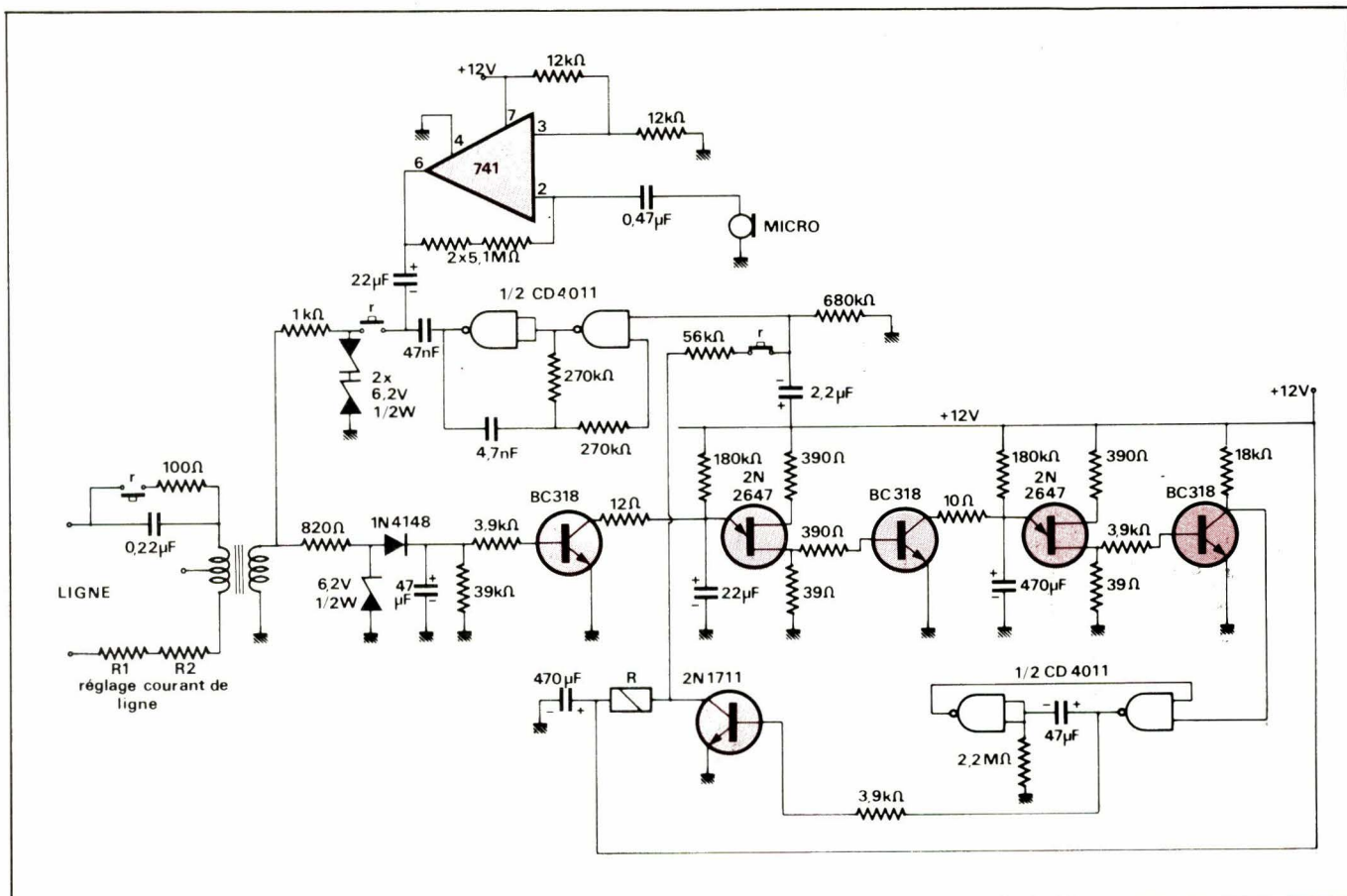


Fig. 1

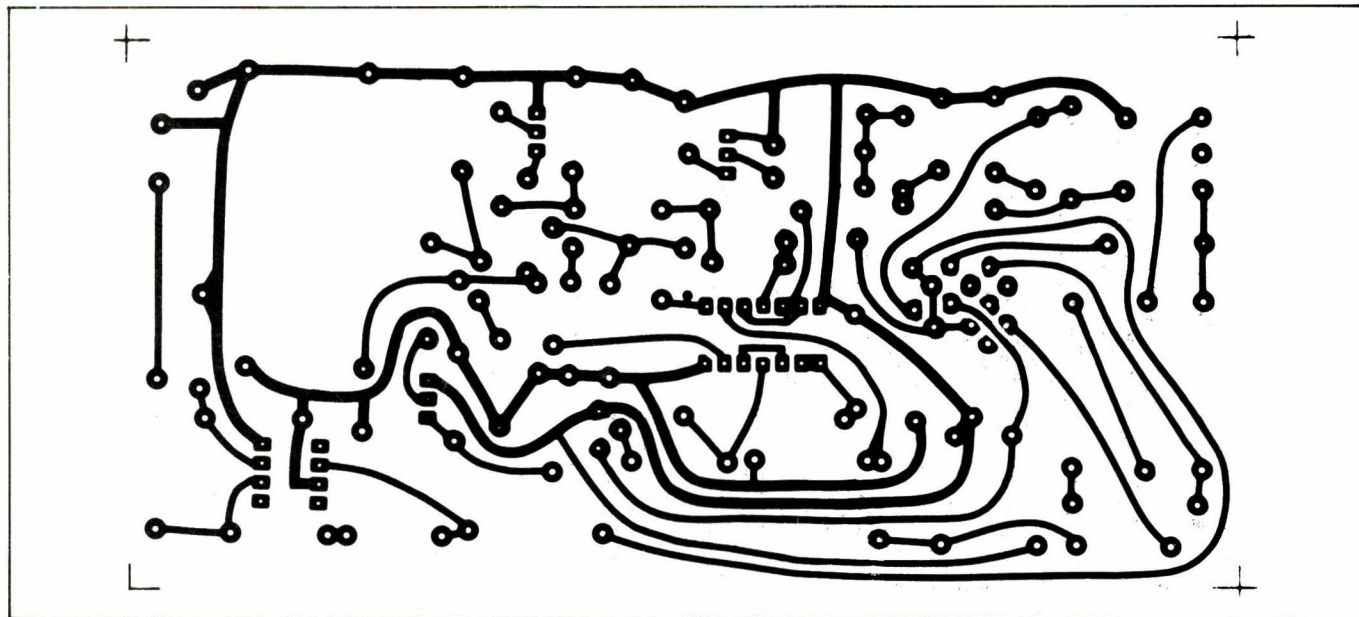
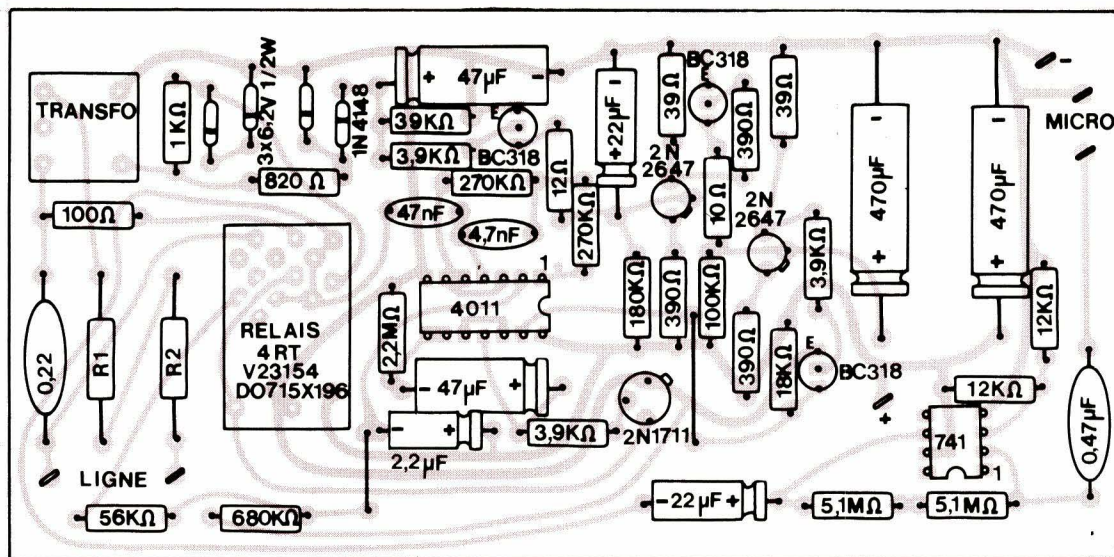


Fig. 2

minute sur votre maquette, mais toute autre valeur peut facilement être ajustée selon les besoins de l'exploitation. Notons qu'un temps « de reconnaissance » exagérément long monopolise les lignes inutilement et augmente le temps de mise en action de l'écoute. Un déclenchement intempestif ne présenterait d'ailleurs aucun caractère de gravité comme dans le cas d'une télécommande de processus, domaine dans lequel un codage plus complexe est de rigueur.

Chaque coup de sonnerie vient donc saturer un transistor par l'intermédiaire du secondaire du transfo de ligne et d'un redresseur doubleur de tension. Chaque saturation vient décharger un condensateur de $22\mu\text{F}$ formant avec une résistance de $180\text{ k}\Omega$ le réseau RC d'un relaxateur à transistor unijonction dont la constante de temps a été calculée de façon à ce qu'un déchargement au rythme des coups de sonnerie du téléphone suffise à empêcher la relaxation de se produire. En l'absence

de coups de sonnerie, par contre, des impulsions sont régulièrement délivrées, impulsions qui viennent de la même façon désamorcer un second relaxateur du même type, mais dont la constante de temps est nettement plus longue, puisqu'égale au temps « de reconnaissance » que l'on désire introduire. Ce n'est donc que sur réception d'un train de coups de sonnerie de durée suffisante que ce second relaxateur pourra délivrer une impulsion capable de déclencher le monostable



Semiconducteurs

1 x CD4011 BE
1 x 741
3 x zener 6,2 V 0,5 W
1 x 1N4148
2 x 2N2647 ou 2N2646
3 x BC318 ou 2N2222
1 x 2N1711

Condensateurs

1 x 4,7 μ F
 1 x 47 μ F
 1 x 0,22 μ F 400 V
 1 x 0,47 μ F
 1 x 2,2 μ F
 2 x 22 μ F
 2 x 47 μ F
 2 x 470 μ F

Résistances 5 % 1 / 4 W sauf mention contraire

R₁, R₂ : voir texte (2 W)
 1 x 10 Ω, 1 x 820 Ω, 1 x 56 kΩ
 1 x 12 Ω, 1 x 1 kΩ, 1 x 100 kΩ
 2 x 39 Ω, 3 x 3,9 kΩ, 1 x 180 kΩ
 1 x 100 Ω, 2 x 12 kΩ, 2 x 270 kΩ
 3 x 390 Ω, 1 x 39 kΩ, 1 x 680 kΩ
 1 x 18 kΩ, 1 x 2,2 MΩ

Divers

1 relais V23154 DO715 x 196
Siemens avec support pour CI
1 transfo de ligne
1 micro dynamique 200 à 600 Ω
1 circuit imprimé
Alimentation 12 V.

qui suit. Ce monostable, utilisant deux portes NAND de la famille logique C.MOS, fixe la durée pendant laquelle l'écoute se produira. Les valeurs des composants RC que nous indiquons conduisent à une durée d'écoute de une minute, étant bien entendu que ce circuit peut permettre d'atteindre cinq à dix minutes sans difficulté particulière. Notons au passage que des trains de coups de sonnerie plus courts que nécessaire mais se suivant de près ne peuvent en aucun cas avoir un effet cumulatif sur le système. L'absence d'un seul coup de sonnerie suffit à remettre tout le système à zéro, par le biais d'une impulsion fournie par le premier relaxateur.

Donc, lorsque l'ordre de télécommande est identifié, le relais R colle pendant par exemple une minute. Ceci court-circuite le condensateur d'isolement de la ligne qui se trouve ainsi classée « décrochée ». Simultanément, un intégrateur composé de $C = 2,2 \mu F$ et $R = 680 k\Omega$ est libéré par un contact repos du relais, ce qui met en service pendant environ deux secondes un oscillateur C.MOS à fréquence audible. Ce ton sonore est destiné à informer le demandeur que l'écoute commence.

Le micro est alors en effet relié à la ligne par l'intermédiaire d'un ampli à grand gain (741), d'un troisième contact du relais, et du transfo de ligne. Au bout du temps prévu, le raccrochage intervient et tout le système se remet à zéro.

l'implantation suggérée en **figure 3**. Le câblage n'appelle pas de commentaire particulier, mais le réglage de l'interface de ligne doit être fait avec le plus grand soin selon les conditions locales. A cet effet, un montage en série de deux résistances de 2 W (R_1 et R_2) permet, par un choix de valeurs normalisées, de fixer le courant de ligne, relais collé, à la valeur requise. La mise en service se fait par simple raccordement à la ligne (polarité indifférente) et à une alimentation de 12 V. Le micro peut être installé à un endroit particulièrement représentatif au point de vue sonore.

Signalons qu'il peut être nécessaire de neutraliser la sonnerie du poste d'origine si une surveillance discrète est de rigueur.

Conclusion

Cet appareil est capable de rendre de réels services en matière de surveillance à distance en milieu industriel ou domestique. Le micro peut bien sûr être remplacé par toute autre source de signaux tombant dans le domaine d'action des lignes téléphoniques (300 à 2 400 Hz), ce qui permet une utilisation en interrogation de toutes sortes d'équipements automatiques en plus de l'application d'origine en surveillance sonore.

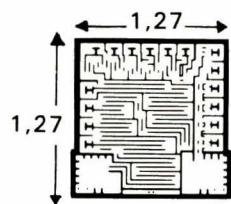
Patrick Gueulle

Réalisation pratique

La **figure 2** donne le tracé d'un circuit imprimé capable d'accepter tous les composants du montage, selon

VISHAY

...POUR ETRE PRÉCIS



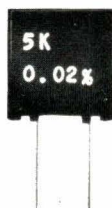
Série V5x5

- *microélectronique
ou puissance
(jusqu'à 20 W)*

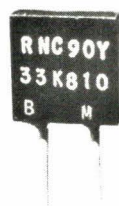
- *résistance standard
ou modèle fiabilisé*



S102 SP
(série E 192)
NFC 93010

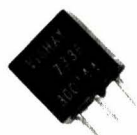


S102 J
(style RS 92 N)



S 555
(style RNC 90 Y)

- *diviseur ou réseau 16 Bits*



Série 300144

Série 500



- *trimmer*



Série 1240



Série 1202

LA STABILITÉ VISHAY

NOM
SOCIÉTÉ
SERVICE
ADRESSE

TEL.
DESIRE RECEVOIR
☐ une documentation
☐ une visite



VISHAY-MICROMESURES

98, BOULEVARD GABRIEL-PERI
92240 MALAKOFF
TEL. 655.98.00
TELEX 270 140 F VISHFRA

Le cardiotechymètre HA 04 à microprocesseur permet de relever sur le patient le signal électrique cardiaque et de calculer la fréquence. Ce dernier paramètre est visualisé par affichage numérique.

L'appareil peut calculer la période instantanée entre deux impulsions cardiaques et fournir en même temps une moyenne et un écart type. L'intérêt de ces calculs est de déterminer les variations du rythme cardiaque, que celles-ci soient lentes ou rapides, ceci n'étant réalisable que grâce à l'utilisation du microprocesseur.

Cardiotechymètre à microprocesseur



Principe de l'appareil (voir fig. 1a et b)

Un signal électrique prélevé sur une dérivation bipolaire standard (D_1 D_2 ou D_3) est amplifié à l'aide d'un amplificateur isolé d'entrée flottante et de grande impédance. Un filtre passe bande permet d'éliminer les variations créées par la respiration et les mouvements lents du patient, et supprime toutes les fréquences parasites dues au milieu ambiant. Un réjecteur à 50 Hz suivi d'un réjecteur à 100 Hz permet d'avoir un excellent taux de réjection sur la fréquence secteur et son harmonique 2. Le signal est disponible sur une fiche extérieure pour sa visualisation sur un oscilloscope.

Après la sortie oscilloscope, ce

signal doit subir une mise en forme afin de pouvoir être connecté directement sur l'entrée interruption du microprocesseur. On place donc trois filtres passe bande en série suivis d'un amplificateur à contrôle automatique de gain, entre la sortie oscilloscope et le monostable. La CAG est nécessaire, car suivant les patients et suivant la dérivation utilisée, l'amplitude de l'onde R est très variable.

La constante de temps du monostable est calculée de manière à supprimer éventuellement la prise en compte de l'onde T, car le comptage est effectué sur l'onde R (fig. 2 a).

Cette constante de temps permet cependant de calculer un rythme cardiaque pouvant varier de 40 à 250 impulsions/minute.

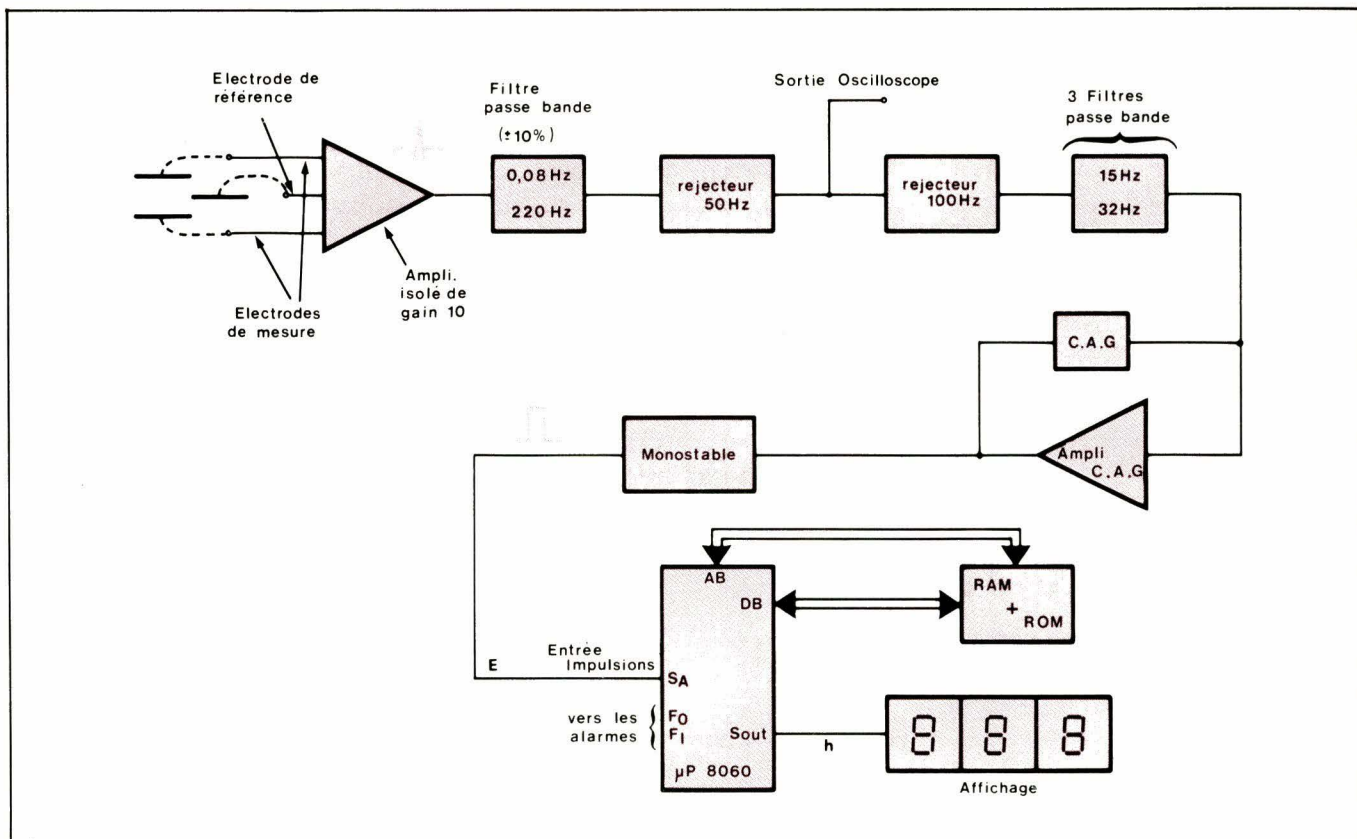


Fig. 1 b

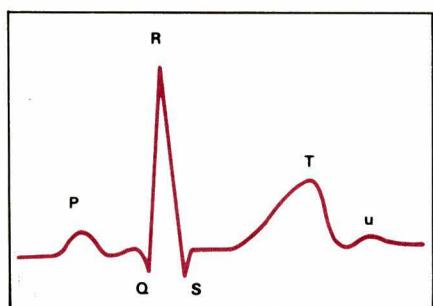


Fig. 2 a

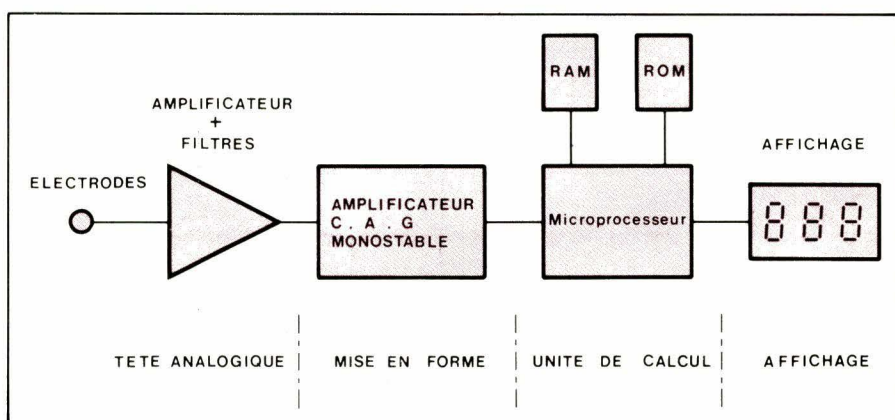


Fig. 1 a

Le calcul par le microprocesseur consiste à compter un nombre de boucles de programme (5 ms par boucle) entre les fronts de montée de deux impulsions successives, ces impulsions étant appliquées sur l'entrée interruption du microprocesseur.

Mode d'action sur le patient

L'appareil possédant une grande impédance d'entrée ($10^{12} \Omega$), il ne met en jeu que des courants extrêmement faibles, provenant de la circulation d'ions chlore, d'où la nécessité d'utiliser des pâtes conductrices au chlorure de sodium et des électrodes à l'argent chloruré, habituellement utilisées en électrocardiographie.

Mise en place des électrodes

Bien que l'appareil soit prévu pour fonctionner dans des conditions très difficiles, il faut rappeler que son fonctionnement sera d'autant plus fiable que le signal recueilli aura une bonne qualité. Cette qualité dépend en majeure partie du bon contact entre les électrodes et la peau, qui peut être améliorée par l'utilisation de pâtes conductrices habituellement utilisées en électrocardiographie.

Adaptation au patient

L'appareil peut fonctionner soit en dérivation bipolaire D₁ D₂ et D₃ (cor-

don A) soit en dérivation unipolaire pour les précordiales avec bornes centrales de Wilson (cordon B).

Dérivation bipolaire cordon A

Électrode noire toujours branchée à la jambe droite (fig. 2 b).

Remarque : Comme nous n'avons qu'un seul cordon pour D₂ et D₃ les couleurs ne sont pas conformes à la normalisation.

Dérivation unipolaire. (Fig. 3).

En promenant l'électrode blanche, on peut avoir toutes les dérivation unipolaires précordiales de V₁ et V₆. Compte tenu de tous ces modes de branchement, il suffit après avoir consulté l'électrocardiogramme du patient et avoir déterminé l'axe électrique du cœur, de choisir la dérivation qui fournit le meilleur signal, choix facilité par l'utilisation de l'oscilloscope.

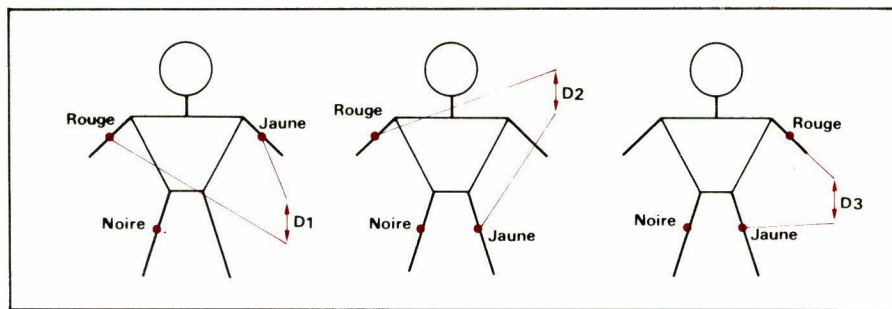


Fig. 2 b

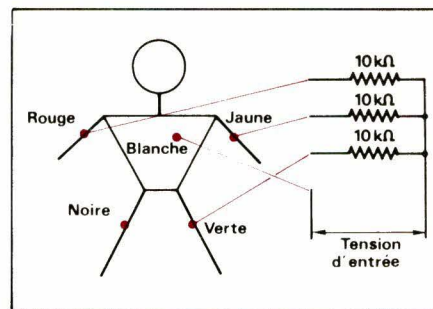


Fig. 3

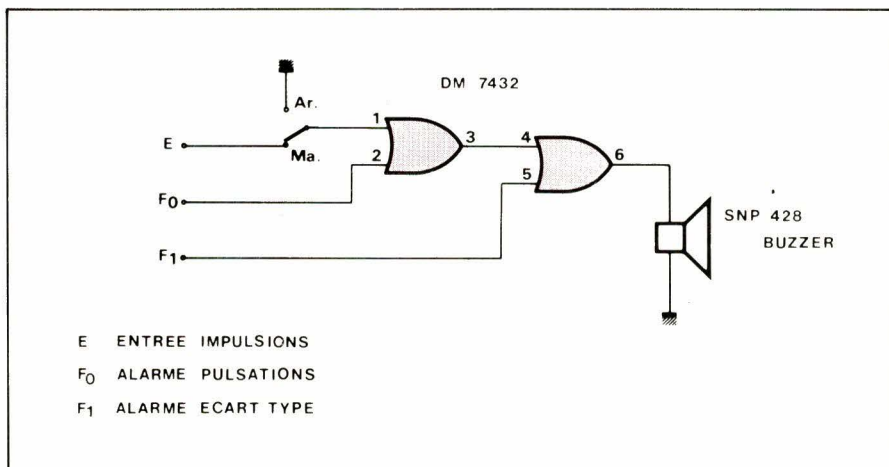
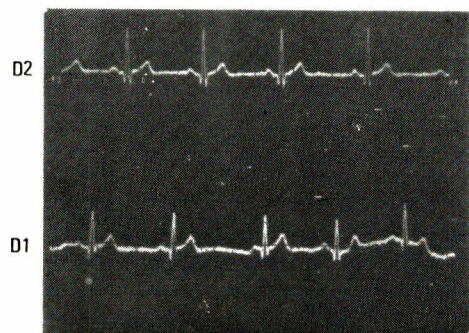


Fig. 4

En toute hypothèse, l'utilisation du cordon A peut être faite en utilisant une dérivation non standard : par exemple l'utilisation de trois électrodes autocollantes précordiales placées en triangle, permet de diminuer l'encombrement des fils et d'assurer un meilleur contact entre les électrodes et la peau (nous recommandons l'utilisation de ce type d'électrodes).

Utilisation de l'appareil

Les électrodes étant mises en place, il conviendra de s'assurer pendant une durée de 2 à 3 mm de la corrélation entre les résultats fournis par l'appareil et le contrôle clinique. Dans ces conditions, l'appareil pourra être utilisé pendant plusieurs heures.

Remarque : L'appareil étant très fiable de par son principe, il est vivement recommandé de ne pas débrancher les alarmes sonores, leur déclenchement n'étant dû qu'à une anomalie de fonctionnement, à une modification significative du rythme cardiaque, ces deux situations imposant l'intervention de l'opérateur.

Le commutateur d'alarme ne servira que dans deux circonstances :

- lors de la mise en place des électrodes
- lorsque la surveillance clinique est suffisamment intense pour se passer des alarmes.

Le seul inconvénient d'une telle façon de procéder, est le déclenchement occasionnel et très bref de l'alarme lors d'un parasitage intense du circuit d'entrée (bistouri électrique, défibrillateur...).

Alarmes

Elles sont fixes et se déclenchent si le rythme cardiaque est inférieur à 45 pulsations/minute et s'il est supérieur à 130 pulsations/minute (fig. 4).

Il existe de plus une alarme qui se déclenche en cas d'arythmie, c'est-à-dire :

- en fonctionnement instantané si l'écart entre deux pulsations est supérieur à 12,5 %,
- en fonctionnement moyenné, si l'écart entre deux moyennes (moyenne calculée sur quatre pulsations successives) est supérieur à 12,5 %.

L'alarme sur les écarts sera meilleure dans le cas d'un fonctionnement moyenné, car un éventuel parasite est intégré.

Remarque : Les limites des alarmes (45 pulsations/minute et 130 pulsations/minute) ont été choisies fixes, car nous avons recherché pour cet appareil, en plus d'une grande précision, que lui confère le microprocesseur, la plus grande simplicité d'utilisation.

Néanmoins, on pourra fixer sur

demande, en usine, d'autres limites pour ces alarmes. Les seuils de déclenchement de ces alarmes étant obtenus par calcul et non par un réglage analogique, ils sont d'une grande fiabilité sur la valeur exacte et la valeur moyennée, et sans dérive dans le temps.

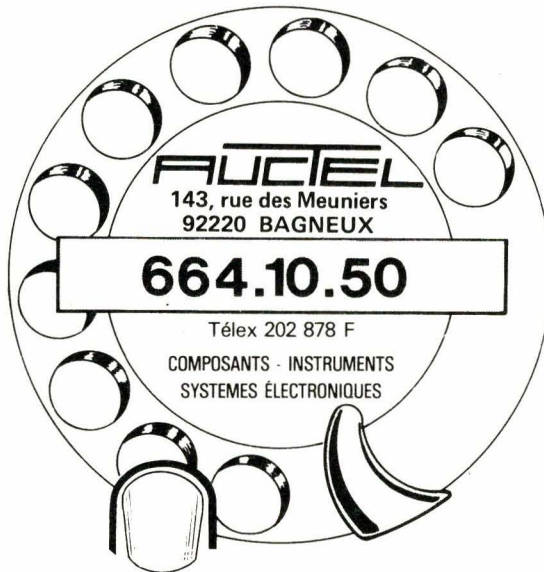
Conclusion

Le cardiotechymètre à microprocesseur permet, grâce à son unité de calcul, de calculer et d'afficher le rythme cardiaque instantané entre deux pulsations, ainsi que sa valeur moyennée. Dans le cas d'arythmie, par l'affichage de l'écart instantané et de l'écart sur les valeurs moyennes, il sera d'une grande utilité pour les médecins.

D. Ferrand, J.F. Renaud, J.P. Richard, G. Therond, Laboratoire d'Electronique U.S.T.L., 34 Montpellier.

J. Sabatier, docteur en médecine, Domaine de Lussac, 34 Montpellier.

AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL



AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL
AUCTEL

DÉPARTEMENT COMPOSANTS



Transistor, Diode,
Opto-circuit intégré



Semi-conducteurs



Diode, Pont de Diodes



MOTOROLA
Semiconductors

Transistors - CMOS -
Régulateurs - Ampli - Op



TTL - CMOS - Ampli - Op



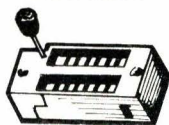
Supports de CI - TTL - Ampli -
Op - Opto



Résistance, Potentiomètre ajus-
table, Condensateur céramique,
Plaquette



Support insertion nulle



Supports de CI, Carte support,
Accessoire de câblage



Résistance bobinée RB -
Condensateur CTS13, Film plas-
tique, chimique, Trimmer



Dip Switches



Pince de contrôle pour circuits
intégrés.

DÉPARTEMENT Instruments et DATA SYSTEMES

ALIMENTATIONS



Sierracin



Faible coût
ALIMENTATION
D'EQUIPEMENT
SUR CHASSIS

Découpage et Régulation
Série

- Entrée 110V/220V
- MICROPROCESSEUR
- FLOPY DISQUE
- MONO et MULTI-SOURCES



Régulateur continu à
découpage, régulateur à
découpage secteur, con-
vertisseur continu-continu

COMPATIBLE

- Sortie : 5V 3A-6A etc.

Série : SRN

- Entrée 48V Batterie
- Entrée : 5-12-24Volts
15W

Série : CSI

- Entrée : Secteur à
découpage
- Sortie : 5-12-15-24V
15W

Série : LSI

**boston
tech**

Alimentations Stabilisées
MINIATURES
soudables sur carte circuit
imprimé

Remplacement Direct avec
d'autres fabricants

Entrée : 220 V
Sortie : 5V-1A
± 15V0,1A-0,2A-0,350A

Convertisseurs

**DC - DC
KPR**

PRÉSENTATION
DIL

- Entrée : 5-12-24-48V
- Sortie : Simple ou
double 5-12-24Volts

DATA-SYSTEMS

IMPRIMANTES



Imprimante Hard-Copy Alphanumérique, Gra-
phique, Vidéo Printer. Imprimante pour Pet,
Apple III, TRS 80.
Imprimante à Impact.



ANADEx

Imprimante à impact bidirectionnelle sur papier
ordinaire (largeur de papier réglable pour éti-
quettes).



Bloc imprimante /OEM
Imprimante microprocesseur

TERMINAUX ÉCRAN



TERMINAUX ÉCRAN Clavier



Terminal compatible VT 100



Programmeur Universel de mémoire
Multicopieur - effaceur UV



Contrôleur de disque dur subsystemes pour DEC
PDP11/LSI 11, Data General série NOVA, Multi-
bus intel etc.



western
telematic

Systèmes d'ACQUISITION et d'édition sur dis-
quette

SOPEGE

Système MICRO-ORDINATEUR Modulaire et
évolutif pour applications industrielles

**Service Après-Vente Pièces détachées
Assistance Technique - Formation**

La technique des circuits imprimés fait largement appel à des procédés photographiques pour l'élaboration et la duplication, avec ou sans changement d'échelle, des masques de photogravure. Par ailleurs, le photocopieur est devenu un appareil extrêmement courant dans toutes les entreprises, petites, moyennes ou grandes. Il est donc permis d'envisager une collaboration des deux techniques permettant d'appréciables gains de temps lors de l'exécution des travaux courants.

Les photocopieurs et la technique des circuits imprimés

Principales propriétés des photocopieurs

Le marché de la reprographie offre un très large éventail de photocopieurs, allant du copieur à sec limité à quelques tirages par jour jusqu'au copieur-duplicateur à grand débit avec ou sans possibilité de changement d'échelle. Il n'est guère envisageable d'utiliser pour les travaux qui nous intéressent des appareils à grand débit car la rentabilité de ces équipements exige un fonctionnement quasi-permanent, garanti par la création d'une « liste d'attente » des travaux à effectuer. Il ne peut généralement pas être question de retarder cette file d'attente pendant le temps nécessaire à l'exécution d'un travail feuille à feuille pouvant de plus nécessiter une modification des réglages de la machine.

Les méthodes que nous allons décrire s'adressent donc essentiellement aux utilisateurs de copieurs à faible et moyen débit, à sec ou sur papier ordinaire.

Lors de nos essais, c'est d'ailleurs avec les appareils les plus simples (3M dry-photo) que nous avons obtenu les meilleurs résultats.

La base de nos méthodes consiste essentiellement à exécuter des photocopies sur film plastique transparent et non plus sur papier, ordinaire ou traité.

Pour pouvoir servir directement de masque d'insolation, ce film doit présenter trois qualités essentielles :

- grand contraste (noirs opaques et blancs transparents à l'exclusion de toute zone grise),

- grande définition (les plus fins détails doivent être restitués de façon parfaite),
- stabilité dimensionnelle (la grille de 2,54 ayant servi à tracer l'original ne doit pas se trouver distordue).

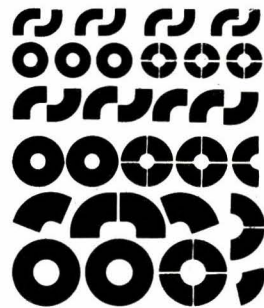
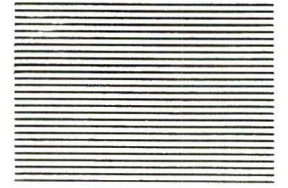
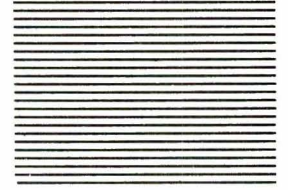
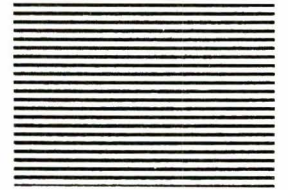
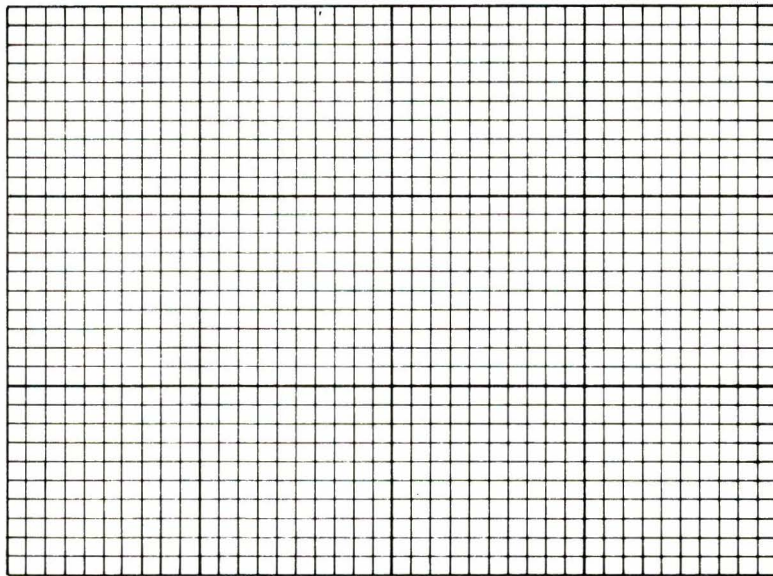
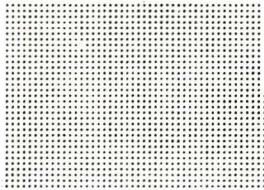
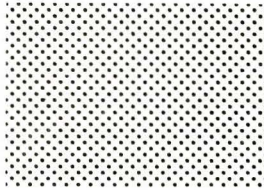
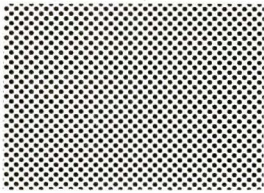
Ces trois points dépendent étroitement de la machine utilisée et du film employé.

Dans un copieur « papier ordinaire », on peut souvent employer différentes sortes de films plastique, ou encore du papier calque.

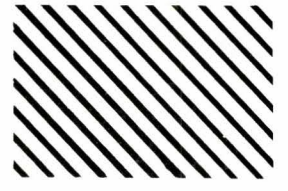
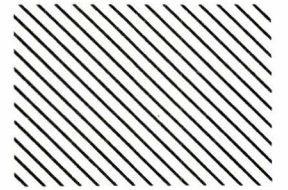
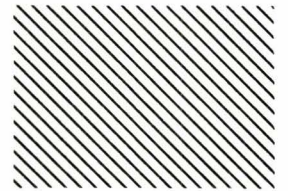
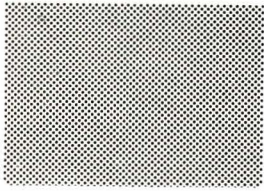
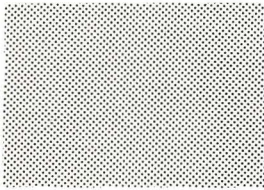
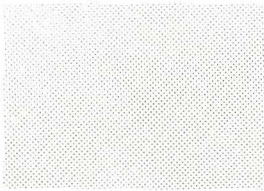
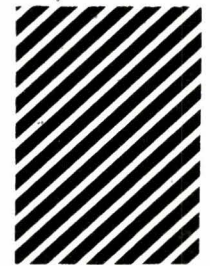
Des essais préliminaires devront être entrepris, avec différents supports et différents réglages de la machine, de façon à déterminer si le couple copieur-film convient aux travaux envisagés.

Le degré de contraste pourra être jugé en reproduisant une feuille blanche sur laquelle on aura collé une demi-feuille de papier noir mat. La totalité de la zone noire devra être rendue par une zone pratiquement opaque, sans aucune partie plus claire. La zone blanche devra pour sa part apparaître sous forme d'une zone parfaitement transparente sans « grisaille » parasite. De plus, les limites entre le blanc et le noir devront être d'une netteté parfaite, « coupées au rasoir ».

La définition sera appréciée en copiant une mire de photographie, une trame (Letratone de chez Letraset par exemple) ou encore les « petits caractères » de n'importe quel contrat, d'assurances ou autre. Le degré de flou tolérable sera fixé selon la finesse des circuits imprimés que l'on se propose de réaliser. Enfin, la stabilité dimensionnelle sera contrôlée en reprodui-



1111222333444555666777888999000
1111222333444555666777888999000
1111222333444555666777888999000
1111222333444555666777888999000
1111222333444555666777888999000
111222333444555666777888999000
111222333444555666777888999000
111222333444555666777888999000
111222333444555666777888999000
111222333444555666777888999000
111222333444555666777888999000
111222333444555666777888999000
111222333444555666777888999000
111222333444555666777888999000
111222333444555666777888999000
111222333444555666777888999000



sant un quadrillage (au pas de 2,54 ou autre) et en disposant la copie sur l'original de façon à mettre en évidence tout glissement éventuel et à en apprécier l'importance.

Nous avons composé pour nos essais personnels une feuille-test permettant en un seul tirage de mener à bien ces trois tests fondamentaux. Nous le reproduisons ci-contre de façon à fournir à nos lecteurs une référence utile pour vérifier l'équipement dont ils disposent ou qu'ils se proposent d'acquérir.

Ce test est sévère : peu de photocopieurs sont capables de le passer avec un plein succès, mais le degré de réussite obtenue permet d'effectuer un classement entre différents appareils, à des fins de comparaison avec la difficulté des travaux qu'ils est prévu de confier à la machine retenue.

De plus, cette feuille-test permet de régler de façon optimale la machine avant de lui demander un travail délicat, surtout si elle vient de servir à des travaux courants de reprographie sans exigences particulières.

Utilisation d'un copieur « papier ordinaire »

Etant donné qu'il reste relativement rare de disposer d'un copieur sur papier ordinaire, film plastique ou calque emplissant les impératifs précédents, l'utilisation de ces appareils est surtout intéressante lorsqu'ils permettent le changement d'échelle (réduction). Dans un tel cas, même si le contraste du tirage n'atteint pas une valeur suffisante, il reste possible de dupliquer le cliché ainsi réduit sur une autre machine permettant d'obtenir la densité voulue (par exemple un copieur à sec).

On se souviendra que l'impératif de stabilité ou de fidélité dimensionnelle est difficile à satisfaire avec un copieur utilisant des principes optiques complexes et que, pour le domaine qui nous intéresse, les solutions les plus simples restent souvent les plus efficaces.

Utilisation d'un copieur « DRY PHOTO »

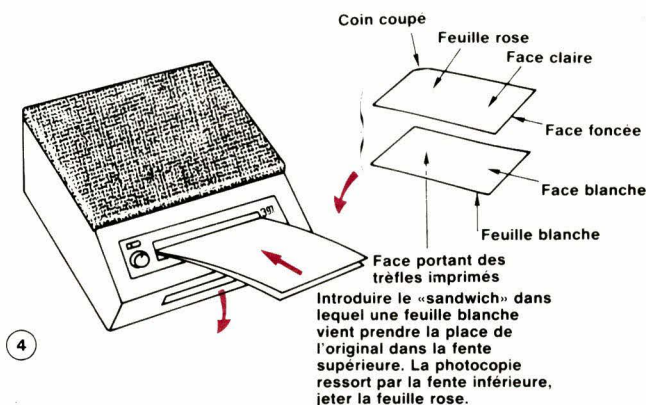
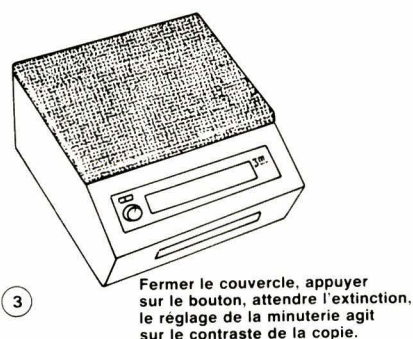
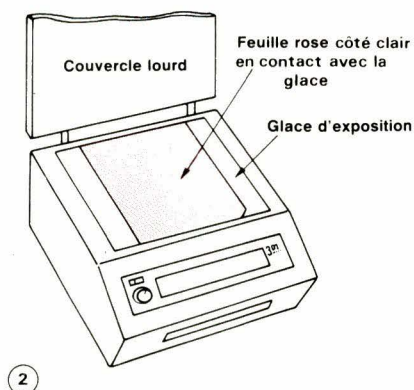
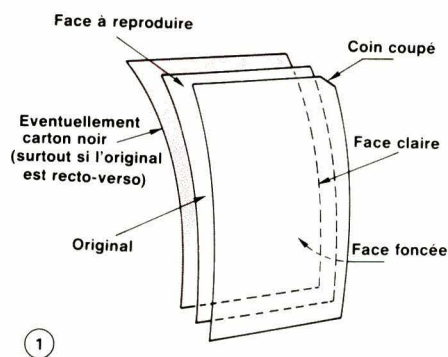
Les copieurs à sec « Dry Photo » de 3 M comblent un créneau très particulier de la reprographie, celui des faibles ou très faibles besoins en copies. En effet, en dessous de quelques centai-

nes à quelques milliers de copies par mois, il est pratiquement impossible d'amortir l'achat ou la location d'un copieur coûtant entre quelques milliers et quelques dizaines de milliers de francs, même si le prix de la copie tourne autour de quelques centimes à quelques dizaines de centimes. Les copieurs à sec bénéficient d'un prix de vente extrêmement abordable (quelques centaines de francs), dont l'amortissement ne pose guère de problème, même pour un utilisateur dont les besoins se limitent à une ou deux photocopies par jour ou exceptionnellement davantage. Par contre, le prix de revient de la copie est élevé (de l'ordre du franc). Cependant, la possibilité de disposer immédiatement de cette copie n'a souvent pas de prix ! La manipulation est relativement longue et fastidieuse (une minute au moins par feuille) ce qui n'est pas grave pour un faible débit. En revanche, il est possible de découper en morceaux très petits si nécessaire les feuilles de papier, ce qui réduit le coût de la reproduction des petits documents. A titre d'exemple, nous n'avons eu aucune difficulté à photocopier un timbre standard de 1,30 F. Les possibilités de réglage de la machine et de modification des modes opératoires sont immenses, ce qui permet d'obtenir, dans le domaine qui nous intéresse, des résultats souvent étonnants. De plus, la machine accepte non seulement du papier blanc (référence 725), mais également un excellent film transparent (référence 628), à peine plus coûteux que le papier et, en tout état de cause, bien meilleur marché qu'un film photographique devant, lui, être traité en chambre noire par voie humide.

Le principe « Dry Photo » fait appel à un ensemble négatif-positif dont le mode d'emploi rappelle un peu les procédés de photographie instantanée Polaroid : la boîte de papier contient en nombre égal des feuilles de papier blanc, spécialement traité mais revêtant l'aspect d'un très bon papier à lettre, et des feuilles roses, très fines, d'un aspect rappelant celui du papier paraffiné. L'une de ses faces (la plus foncée) est recouverte des produits photochimiques nécessaires à une copie (les conserver à l'abri de la lumière directe). Le tirage d'une copie s'effectue selon la chronologie de la **figure 2**.

La feuille rose, appelée intermédiaire ou négatif, est placée face sensible contre l'original et face dorsale sur la vitre d'exposition de la machine. Eventuellement le « sandwich » peut être complété par un carton noir interposé avant le couvercle presseur. Une forte ampoule à iode (plusieurs centaines de watts) est allumée pendant un temps réglable entre 1 et 28 secondes environ. La lumière traverse le négatif, se trouve réfléchi par les seules parties blanches du document original, et vient alors impressionner le négatif. Après extinction de l'ampoule, on retire le « sandwich » dans lequel on remplace l'original par une feuille de papier spécial (face traitée, non imprimée, en contact avec la face traitée, foncée, du négatif). Le carton noir est bien sûr éliminé, et les deux feuilles sont alors introduites dans la fente supérieure de la machine, négatif en dessous. Les deux feuilles se trouvent pressées contre une plaque chauffante (125 °C environ). C'est ce chauffage qui fait réagir les produits contenus





dans les deux feuilles et qui permet aux zones non impressionnées de prendre une coloration d'un noir profond. Il ne reste plus qu'à séparer la photocopie du négatif, inutilisable.

On notera qu'un réglage précis de la minuterie est nécessaire pour obtenir des copies parfaites et qu'il peut être utile de le retoucher en cas de variations notables de la tension secteur.

Le mode d'emploi est identique pour les films transparents, sauf que les temps d'exposition sont généralement plus longs et qu'il peut être nécessaire de faire passer le « sandwich » de deux à cinq fois dans le système de développement pour obtenir la densité extrême dont nous avons besoin.

Signalons une possibilité d'obtenir des tirages papier exceptionnellement nets de tous documents transparents (calques, films photographiques, films 628, etc.) en procédant comme suit :

Poser directement l'original sur la vitre d'exposition, dans le sens de la lecture. Placer le négatif face sensible contre l'original et recouvrir impérativement le tout d'un carton noir. Exposer pendant un temps trois à quatre fois plus long que pour une copie normale (deux cycles de minuterie sont en général nécessaires) puis développer normalement. Le contraste obtenu est tel qu'il est possible, à partir d'un tracé à l'encre de chine sur un calque millimétré bistre, d'obtenir une excellente copie du seul tracé, un réglage approprié du temps de pose permettant de supprimer le quadrillage à la reproduction. Les papiers inactiniques ne sont ainsi plus nécessaires. Par ailleurs, rien n'empêche de recopier ce document sur film 628 pour insolation directe du circuit imprimé.

Cette association papier 725 et film 628 permet de mener à bien toutes sortes de travaux de correction ou de montage de documents existants sans faire courir le moindre risque aux originaux.

Conclusion

Les méthodes que nous venons d'exposer (éventuellement extrapolées) permettent à tout utilisateur d'un copieur à sec « Dry Photo » et, dans une moindre mesure, d'un copieur « papier ordinaire », de s'assurer toute une gamme de services susceptibles de lui faire gagner un temps considérable dans les travaux sur tracés de circuits imprimés. Ce débouché supplémentaire devrait permettre même aux utilisateurs, ne pouvant justifier d'un volume suffisant de photocopies, de rentabiliser l'acquisition d'un copieur à sec.

Patrick GUEULLE



La nécessité d'automatiser certains travaux de laboratoire conduit à utiliser des microprocesseurs. Il y a quelques années, il n'y avait pas de matériel adapté à ces besoins, il était difficile d'acheter un système complet de développement. Cela présentait des inconvénients : le prix (difficulté de multiplier le nombre d'exemplaires), la non-maîtrise complète de son fonctionnement, des ressources inutiles pour les applications envisagées. Il a donc fallu dans le cas présent se tourner vers un circuit intégré « microprocesseur ». Le but était essentiellement d'avoir un système simple de gestion des entrées-sorties aussi bien pour effectuer des échanges avec des systèmes « périphériques » qu'avec des appareils électroniques classiques.

Système d'acquisition et de traitement de données

réalisé autour du microprocesseur 16 bits TMS 9900

Avant de pouvoir « dépouiller » un microprocesseur et ne laisser dans son environnement que le strict minimum pour accomplir une tâche particulière, il fallait auparavant étudier un prototype se comportant comme un véritable mini-ordinateur (**fig. 1**). Le microprocesseur choisi était le TMS 9900 de Texas Instruments, qui présente les avantages de travailler sur des mots de 16 bits, d'avoir des opérations de multiplication et division internes et de permettre des changements de contexte rapides. Comme nous l'avons dit précédemment l'accent a été mis sur la gestion des entrées-sorties (que nous appelons les « services ») dans laquelle chaque transfert ne nécessite qu'une instruction.

Ce système comporte un moniteur résident utilisant trois niveaux d'interruption permettant d'initialiser le système, de charger ou de modifier des programmes manuellement, de les exécuter en mode normal, en pas à pas ou en mode trace, d'afficher l'état des différents bus sur des LED après chaque instruction. Il gère des cassettes, un convertisseur analogique-numérique et un convertisseur numérique-analogique. Il comporte enfin une arithmétique en virgule flottante.

Description du système de base

Pour définir les différents signaux de contrôle, nous utilisons les noms symboliques choisis par Texas, en rappelant que tout symbole surmonté d'une barre est actif à niveau bas. Ils sont définis dans le « TMS 9900 Microprocessor Data Manual ». D'autre part,

afin de soulager l'écriture, toutes les adresses utilisées sont écrites dans la base hexadécimale.

1. L'horloge 4 phases : (fig. 2)

Les opérations du TMS 9900 sont rythmées par une horloge 4 phases, la TIM 9904. Un flip-flop, contrôlé par la

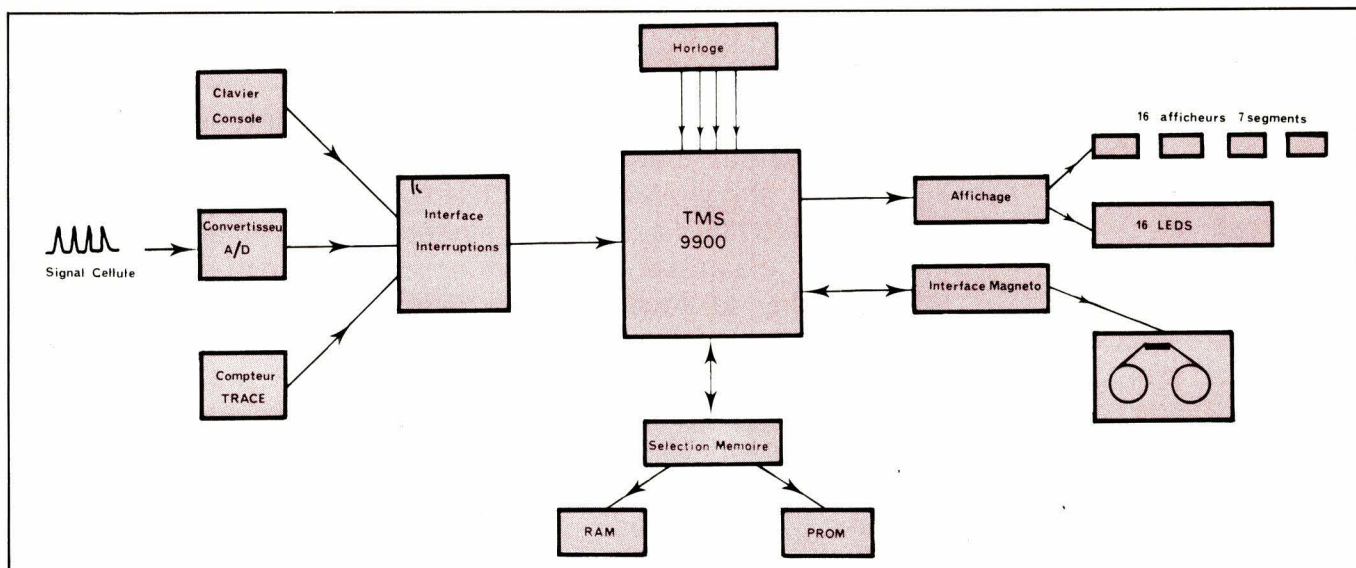


Fig. 1. - Schéma synoptique du système.

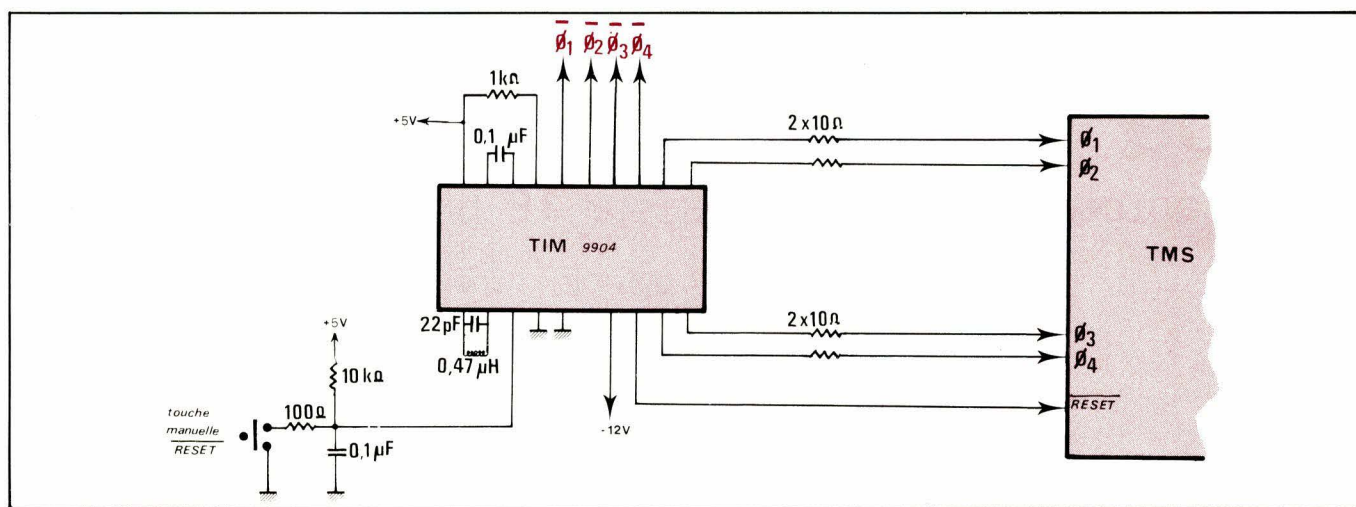


Fig. 2. - L'horloge.

phase Φ_3 et un signal externe, génère le signal $\overline{\text{RESET}}$ qui initialise le microprocesseur à partir des mémoires 0000 et 0002.

2. Le système d'interruptions : (fig. 3)

Le TMS peut fonctionner en mode interruption. Le niveau 0 est réservé à la fonction $\overline{\text{RESET}}$ et les 15 autres niveaux sont accessibles et masquables.

3. Étude de la mémoire

a) Organisation des mémoires

Travaillant sur un bus d'adresses à 15 fils, nous pouvons adresser 32K mots de 16 bits ou 64K octets. Les 32 premières adresses mémoires sont réservées aux 16 vecteurs d'interrup-

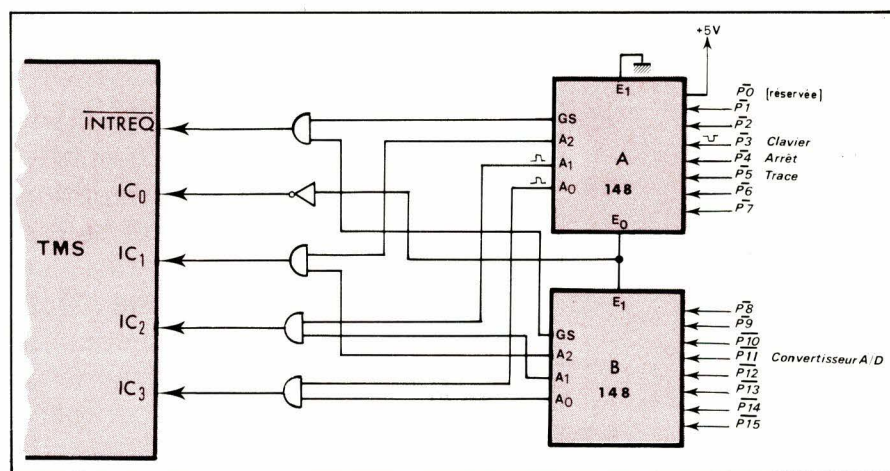


Fig. 3. - Interface Interruptions.

tion (chaque vecteur contient 2 mots), les 32 mémoires suivantes sont utilisées pour 16 vecteurs d'opérations étendues (XOP). les 2 dernières mémoires FFFC et FFFE sont réservées au vecteur LOAD qui permet une initialisation du système. Tout le reste de la zone mémoire est disponible pour les programmes, données et zones de travail.

b) Sélection des mémoires

La méthode la plus « économique », car elle ne nécessite aucun décodeur externe consiste à utiliser une sélection linéaire. Dans ce cas, la présence, sur le bus des adresses d'un bit à « 1 » (ou à « 0 ») est suffisante pour sélectionner un boîtier de mémoires (bit de poids fort), tandis que les bits de poids fai-

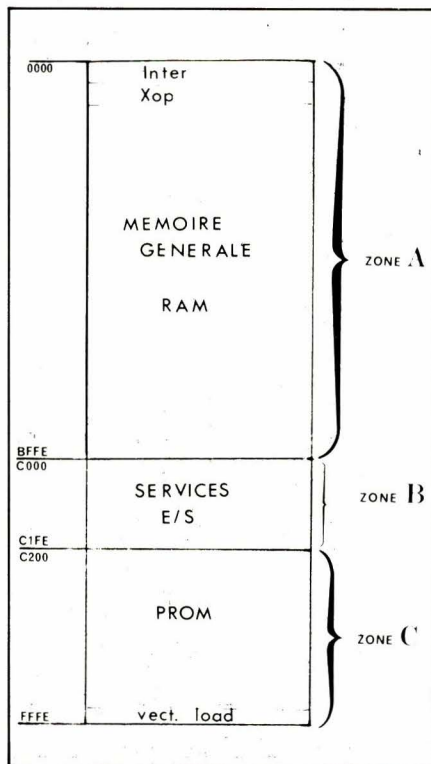


Fig. 4. - Découpage de la mémoire.

bles donnent l'accès à une mémoire particulière du boîtier.

En effectuant un décodage total du bus des adresses, on peut sélectionner plus de boîtiers. En utilisant à la fois le bus des adresses et le bus des données, on a un moyen simple de donner ou de recevoir des ordres de divers périphériques.

Nous avons découpé les 32K mots-mémoires adressables en trois zones (fig. 4) :

- La zone A s'étalant de l'adresse 0000 à l'adresse BFFE (24576 mots) est réservée pour des mémoires de type RAM.
- La zone B, de l'adresse C000 à l'adresse C1FE (256 mots), est utilisée pour les services en entrées/sorties.
- La zone C, de l'adresse C200 à l'adresse FFFE (7936 mots), est réservée pour des mémoires mortes.

L'interface de sélection de ces trois zones (fig. 5) comprend trois démultiplexeurs M_1 , M_2 , M_3 et trois décodeurs D_1 , D_2 , D_3 . Cette sélection s'effectue à partir de quatre paramètres :

15 bits d'adresses complémentaires $A0, \dots, A14$

\overline{WE} , signal annonçant une écriture

\overline{DBIN} , signal annonçant une lecture

\overline{VALAD} , signal que nous générons à partir de \overline{WE} et \overline{DBIN} .

Remarques :

- a) Nous utilisons souvent les adresses complémentaires. En effet, au moment où le système a été réalisé, les circuits buffers du type 74241, 242, ..., 245 n'étaient pas encore commercialisés. Nous avons utilisés des inverseurs (7404) sur les lignes d'adresses et de contrôles et des amplificateurs trois états (125 et 126) sur les lignes bidirectionnelles.

b) Les signaux \overline{VALAD} , $\overline{ECRITURE}$ et $\overline{LECTURE}$ ont été ajoutés pour éviter des problèmes de mauvais contacts et mieux séparer les signaux de lecture et d'écriture (fig. 6) en assurant leur synchronisation sur l'horloge Φ_3 .

c) **Les services** : Nous appelons ainsi une zone de 256 mots dans laquelle les ordres lire ou écrire en mémoire n'ont pas la signification habituelle. Cette zone est utilisée pour contrôler des systèmes : système électromécanique de réglage de l'épaisseur de l'étalon Fabry-Pérot, commande de relais sur un enregistreur à cassettes, envoi ou réception de signaux numériques, etc. Elle présente l'inconvénient d'introduire une discontinuité dans la zone mémoire, puisqu'il n'y a pas, dans cette zone, de « vraies » mémoires au sens habituel du terme. Son intérêt est dans sa souplesse d'utilisation et sa rapidité. Cette méthode permet, entre autre, de recevoir ou de transmettre de 1 à 16 bits, au moyen d'une seule instruction.

d) En utilisant les bus $\overline{ZCE1}$ (8 lignes) et $\overline{ZCE2}$ (12 lignes), nous obtenons une matrice ayant 96 nœuds. Ceci permet d'accéder à 96 boîtiers de 256 mots de 16 bits (RAM) d'adresses 0000 à BFFE.

En utilisant $\overline{ZCE1}$ et $\overline{ZME2}$, nous obtenons 32 nœuds dont 31 sont réservés aux mémoires mortes d'adresses C200 à FFFE. Un nœud sélectionne les « services » grâce au boîtier M_1 (fig. 5) : adresses C000 à

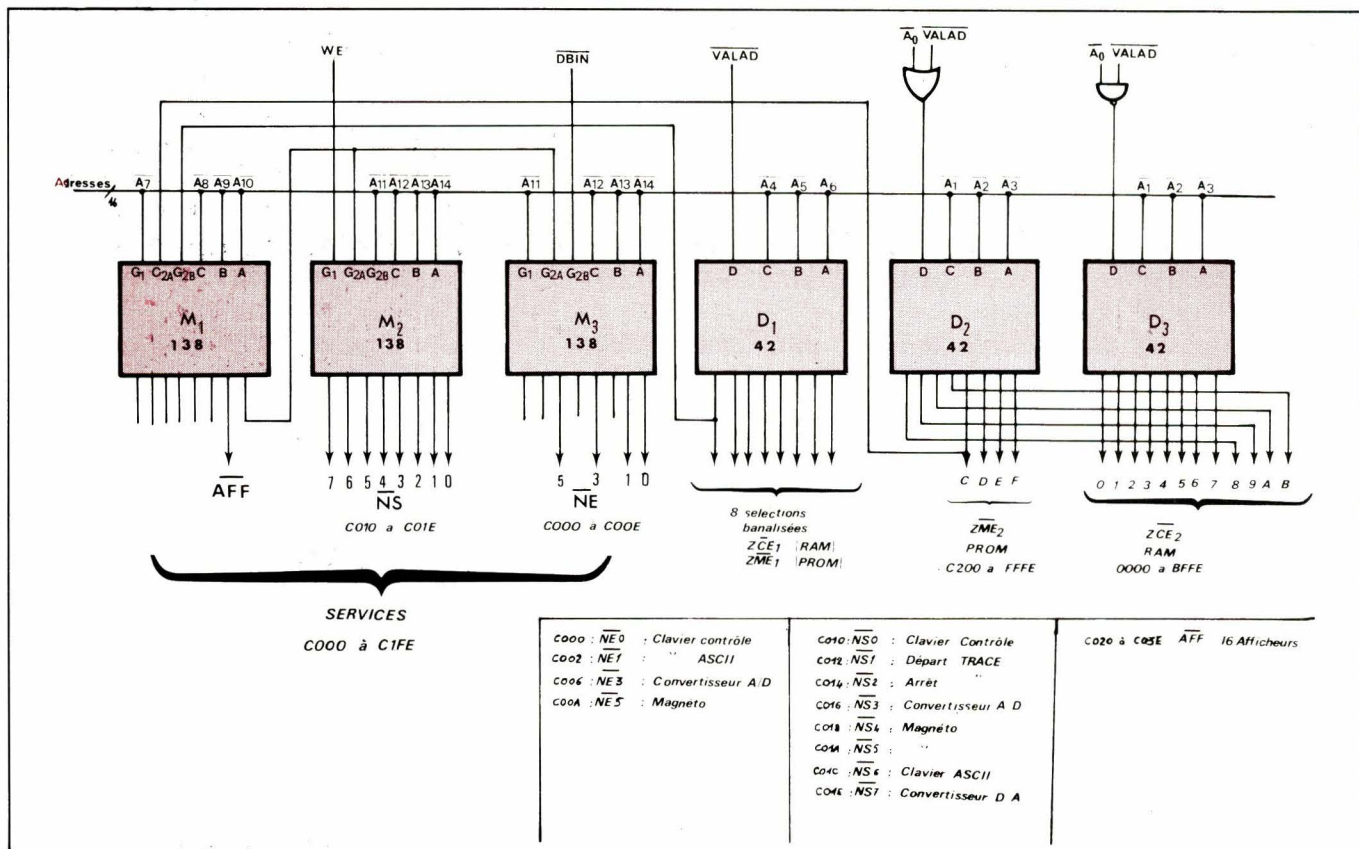


Fig. 5. - Sélection de la mémoire.

console par un interrupteur. Les informations sont transmises vers 16 diodes LED.

b) Touche marche-attente : (fig. 8)

Elle met le contrôle READY à un niveau bas, ce qui met le microprocesseur en état d'attente. Les bus des données et des adresses sont alors observables sur les 16 LED précédentes.

Touche pas à pas : (fig. 8)

Cette fonction permet de suivre le déroulement d'un programme. Si on se trouve en position marche, cette fonction est inhibée. En position attente, elle permet d'activer READY. On remet le microprocesseur en attente (READY bas) soit en utilisant le signal MEMEN, soit en utilisant le signal IAQ qui indique la fin d'acquisition d'une instruction. Là encore, les bus sont visualisés sur les LED.

d) Touche $\overline{\text{LOAD}}$: (fig. 11)

Elle permet l'initialisation du système. C'est un ordre externe qui permet d'arrêter la tâche en cours et de prendre en compte le contenu de deux mémoires particulières (FFFC et FFFE). Elles définissent le point d'entrée d'un programme et la zone de travail qu'il utilise.

e) Touche $\overline{\text{RESET}}$: (fig. 2)

C'est une autre manière d'initialiser le système en utilisant deux autres mémoires particulières (0000 à 0002).

Remarque :

Nous verrons dans l'étude du moniteur que nous avons utilisé la fonction $\overline{\text{LOAD}}$ plutôt que la fonction $\overline{\text{RESET}}$. Ceci nous oblige à écrire dans les mémoires basses (RAM) les vecteurs d'interruption au moment de l'initialisation du système. Ceci présente l'avantage de pouvoir modifier cette zone par programme. Ceci peut être utile pour essayer ou adjoindre de nouveaux périphériques ou encore de nouveaux programmes de contrôle de systèmes. Par contre, dans le cas d'une application donnée il est préférable de mettre la mémoire basse en mémoires mortes, ce qui simplifie le moniteur puisqu'il n'y a plus de vecteurs d'interruption à charger (voir la structure pro-

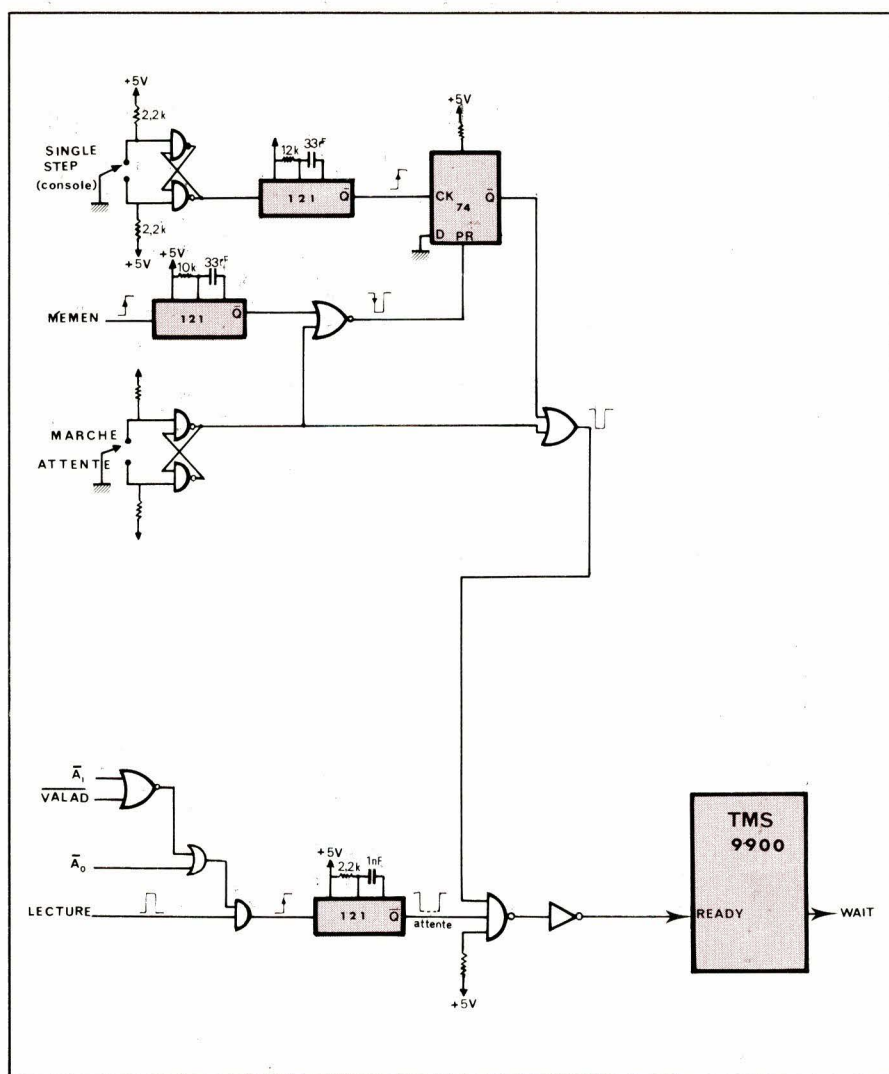


Fig. 8. - Single step - Attente mémoire.

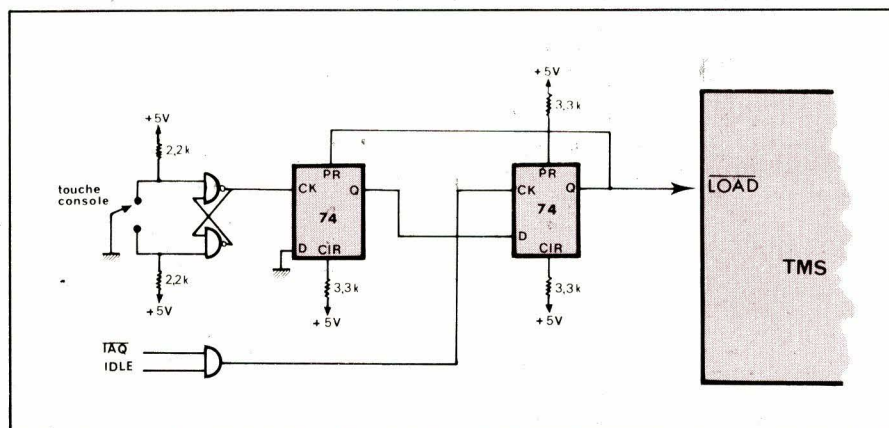


Fig. 11. - LOAD.

posée pour le TMS 9940 par Texas Instruments).

f) Touche arrêt : (fig. 12)

Elle provoque une interruption de niveau 4 qui stoppe un programme en cours d'exécution ; elle donne des paramètres de travail sur quatre afficheurs à sept segments (voir le moniteur).

5. Le clavier et les afficheurs

a) Description du clavier

Le clavier comporte 23 touches réparties comme suit :

- 16 touches notées 0,1... E,F pour l'entrée des données en hexadécimal
- 3 touches AF2, AF3, AF4 pour les transferts entre l'afficheur AF1 et les trois autres afficheurs

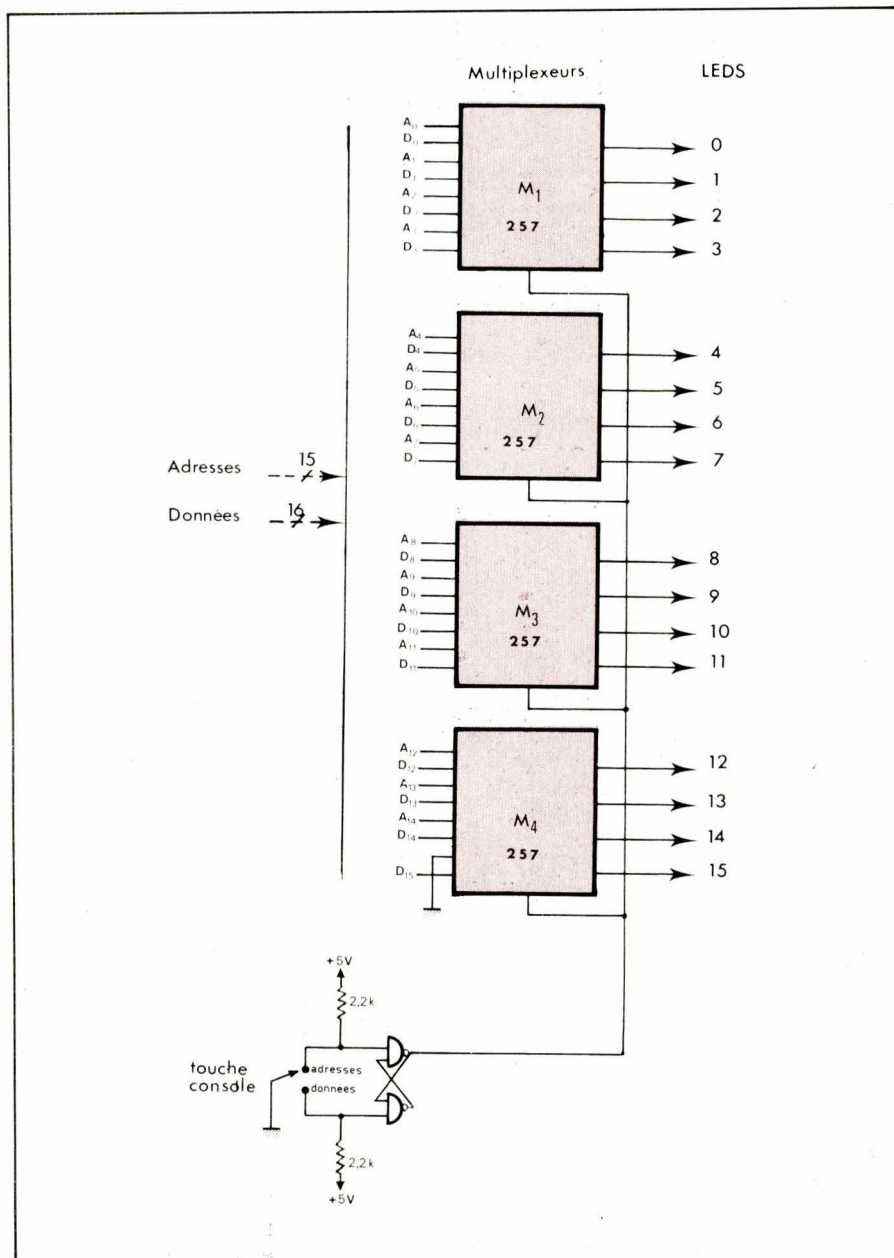


Fig. 10. - Affichage sur diodes (LED).

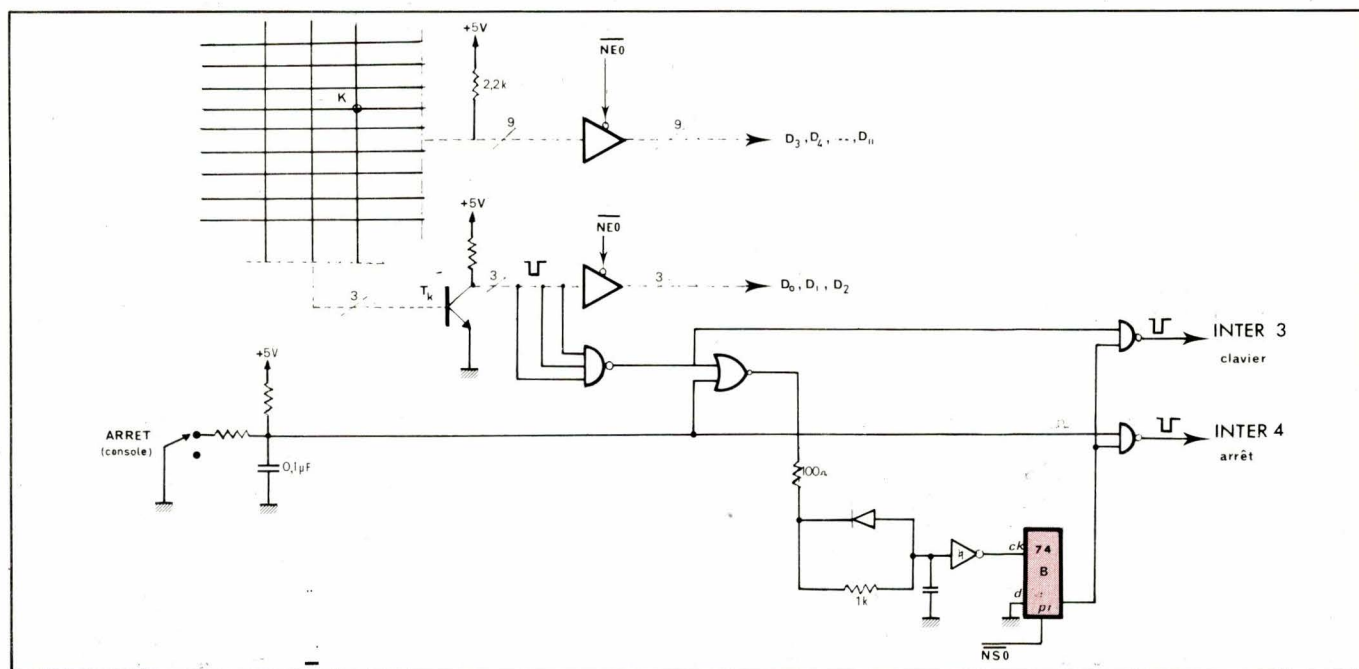


Fig. 12. - Sélection clavier - Touche arrêt.

- 4 touches notées DEPART, TRACE, ECRIT, LECT pour la gestion du moniteur. La sélection de ces touches se fait à l'aide d'une matrice (fig. 12). Lorsqu'on appuie sur la touche K, un courant va s'établir entre la résistance R_k et la base du transistor T_k qui, initialement bloqué, va se saturer et imposer un niveau bas sur le collecteur. Il lui correspond une interruption de niveau 3. Pour éviter toute prise en compte de rebond, une bascule D va interdire toute nouvelle interruption de niveau 3 lorsque le moniteur, ayant reçu l'interruption, répond par un signal $\overline{NS0}$. Le microprocesseur reçoit alors les 12 fils de sélection sur son bus de données grâce au signal NEO.

Remarque :

Une simple calculatrice de poche, dont on déconnecte les fils, suffit pour être utilisée comme clavier.

b) Les afficheurs 7 segments

Nous utilisons 4 afficheurs constitués chacun de quatre lampes à sept segments. Un compteur binaire à 4 bits sélectionne, à l'aide d'un démultiplexeur, consécutivement et en permanence les 16 « afficheurs ». La donnée à afficher est transmise grâce à la zone de services (adresses C020 à C03E). Ceci active le signal \overline{AFF} . Une mémoire RAM (7489) est sélectionnée en écriture. Il suffit de présenter les 16 bits du mot à afficher par groupes de quatre sur le bus des données (D_{12} , D_{13} , D_{14} , D_{15}). Le signal \overline{AFF} revient à son état initial (haut) et la mémoire RAM se met en état lecture. Le compteur binaire sélectionne, pour chacun des 16 afficheurs, les segments définissant le « chiffre » à afficher, par

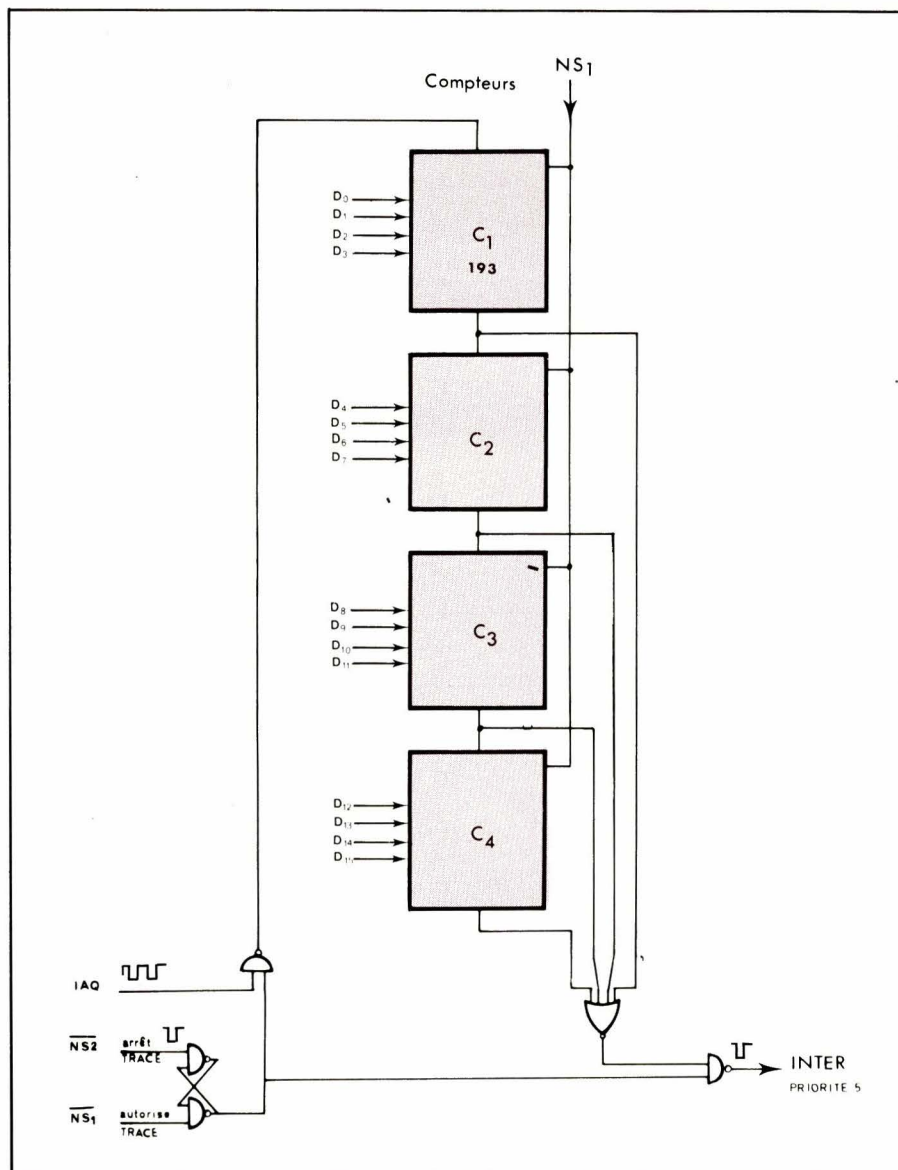


Fig. 14. - Système de trace.

l'intermédiaire de la mémoire PROM qui contient les codes correspondants. Ce système est autonome et ne nécessite pas l'intervention du microprocesseur pour son rafraîchissement, une horloge externe assurant la rotation du compteur précédent. Nous utilisons deux calculatrices de poche dont nous avons isolé les afficheurs. Il suffit de générer la tension continue sans modifier l'alimentation des tubes cathodiques. Un seul problème a été d'obtenir une impédance suffisamment élevée à l'entrée de chaque segment. Ceci a été réalisé à l'aide de commutateurs analogiques.

c) Fonctions du clavier

Une interruption de niveau 3 apparaît lorsqu'on appuie sur une des 23 touches.

Les touches chiffres : Les touches notées de 0,1,... E, F permettent d'entrer un chiffre hexadécimal dans la mémoire d'adresse 80, dans les 4 bits

de poids faible, après rotation des 16 bits de quatre pas vers les poids forts. Le résultat est visualisé sur l'afficheur n° 1, noté AF1.

Les touches AF2, AF3, AF4 : Elles permettent le transfert du contenu de la mémoire 80 respectivement vers les mémoires 82, 84, 86. Le résultat est affiché sur l'afficheur correspondant.

La touche ECRIT : Cette touche permet d'écrire dans une mémoire, selon le schéma suivant : le contenu de la mémoire 80 est transféré dans une mémoire dont l'adresse est dans la mémoire 82. Le contenu de la mémoire 82 s'incrémente de deux unités pour pointer la mémoire « suivante ». Il y a affichage de cette adresse sur AF2.

La touche LECT : Elle permet de lire le contenu d'une mémoire : le contenu de la mémoire dont l'adresse est dans la mémoire 82 est transféré sur AF3. La mémoire 82 s'incrémente de deux unités. Elle s'affiche sur AF2.

La touche DEPART : Elle provoque

l'exécution d'un programme dont l'adresse de départ est affichée dans AF2.

La touche TRACE : Elle provoque l'exécution de n pas d'un programme. Il faut mettre dans AF2 l'adresse de départ, dans AF3 l'adresse d'une instruction remarquable dont on désire connaître la valeur après n pas, dans AF1 le nombre d'instructions à exécuter.

Remarque :

La fonction ECRIT pourrait être améliorée en affichant sur AF3, le contenu de la mémoire suivante.

d) Le système de trace : (fig. 14)

Nous avons indiqué précédemment la possibilité de travailler en pas à pas sous contrôle des touches « attente » et « pas à pas ». On peut utiliser le signal IAQ, issu du microprocesseur pour compter le nombre d'instructions qui défilent. Ce comptage est réalisé ici, en décrémentant un compteur à 16 bits, préalablement initialisé, à l'aide du clavier. A ces compteurs est associée une interruption de niveau 5.

Étude du moniteur

(liste sur la fig. 19)

Le TMS 9900 possédant 16 niveaux d'interruption, nous en avons réservé trois pour converser avec lui comme avec un ordinateur classique. Il permet l'initialisation du système, d'effectuer des modifications (écriture, lecture) et de les visualiser, de provoquer un départ ou un arrêt.

Selon le schéma d'implantation choisi, le moniteur se trouve dans la partie « haute » de la mémoire entre FFD2 et FFFE, soit 150 mots de 16 bits, mais pourrait être réduit (voir remarque 4. e). Il utilise deux zones de travail, l'une en 7A et l'autre en 80 ; elles se recouvrent en partie afin de minimiser leur encombrement.

1. Initialisation

A la mise sous tension, le système doit être initialisé par la touche LOAD. Elle permet l'exécution d'un programme implanté en FF78, avec une zone de travail en 80. Ce programme a pour seul rôle de ranger dans les mémoires les plus basses du système six vecteurs d'interruption (trois sont réellement utilisés). Après ce programme, le système est en état d'attente d'interruption de niveau inférieur à 5.

Remarque :

Il est dangereux d'utiliser l'instruction IDLE pour se mettre en état

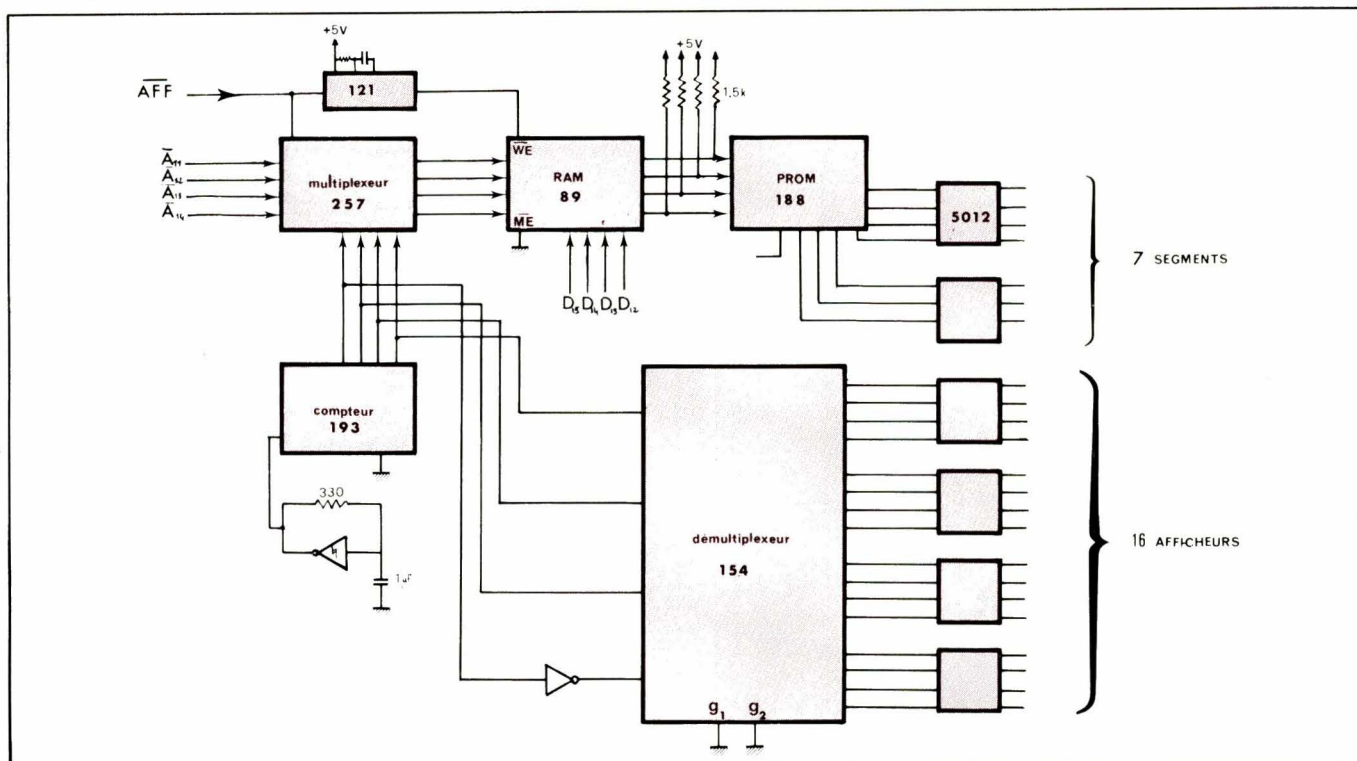


Fig. 13. – Sortie sur afficheurs.

d'attente, car après une interruption, on revient à la première instruction qui suit cet ordre. L'instruction JMP présente l'avantage de ne pas modifier le compteur d'adresse.

2. Modifications

Le clavier provoque une interruption de niveau 3. Ceci permet l'exécution du programme implanté en FED2, avec une zone de travail en 7A. L'envoi du signal $\overline{NS0}$ interdit la prise en compte de rebonds. Le signal $\overline{NE0}$ permet le transfert de 12 bits de données vers le registre R7. Ces données sont comparées aux 23 codes possibles inscrits dans un tableau en FFCE. Si le code n'est pas trouvé, ce programme relit une nouvelle fois les 12 bits. Lorsque le code est correct, il effectue la tâche correspondante (paragraphe II-5-3).

3. Affichage

Toutes les tâches, sauf DEPART et TRACE, sont terminées par une visualisation sur AF1, AF2, AF3. L'afficheur AF4 est réservé à l'utilisateur. L'affichage consiste à recopier dans une RAM spécialisée (fig. 13) les informations contenues dans les mémoires 80, 82, 84, 86 du système. L'affichage proprement dit est fait indépendamment (voir paragraphe 5. b). Comme il s'agit d'un sous-programme implanté en FFB4, on peut, en cours de calculs, effectuer des visualisations.

4. Départ

Lorsque la touche DEPART est reconnue, on prépare un changement de contexte, en initialisant les registres R13 et R14. Seule l'adresse de départ doit être définie dans la mémoire 82 (grâce à AF2). Par contre, tout programme démarre avec une zone de travail imposée en 80. On peut toujours changer de zone, mais seulement par programme. Le signal $\overline{NS2}$ interdit le mode TRACE. Même lorsqu'un programme est en cours d'exécution, on peut toujours utiliser le clavier.

5. Trace

Il s'agit d'un départ avec initialisation du compteur d'instructions (fig. 14) par le signal \overline{NST} . Ce compteur est décrétement par le signal IAQ. Ce compteur provoque une interruption de niveau 5 lorsqu'il passe par zéro. Le signal $\overline{NS2}$ interdit alors la trace. Le contenu de la mémoire dont l'adresse est dans AF2 est transféré vers AF1.

6. Arrêt

La touche arrêt provoque une interruption de niveau 4. On peut demander un arrêt par programme en se « branchant » en FF4E, ou encore en terminant un programme par l'instruction BLWP0, car il se trouve que le programme « arrêt » suit immédiatement la dernière instruction du programme « départ ».

Système d'acquisition de données

La mesure de l'excédent fractionnaire d'un étalon Fabry-Pérot nous a amenés à étudier un signal analogique. Le microprocesseur travaillant sur des grandeurs numériques nous impose d'effectuer une conversion des signaux précédents.

Nous avons mis au point un convertisseur analogique-numérique à quatre voies multiplexées pouvant traiter quatre tensions analogiques. Sa résolution est de 8 bits. Un convertisseur numérique-analogique permet de visualiser le signal après son traitement. Les données ainsi traitées sont ensuite stockées sur un enregistreur à cassettes.

1. Conversion analogique-numérique

Le convertisseur et son interface sont représentés sur la figure 15.

a) Mise en marche

Lorsqu'on envoie un signal $\overline{NS3}$, dont le bit 14 est à « 1 » et le bit 15 à « 0 », dans la mémoire C016 la bascule B1 provoque une conversion de la tension analogique V_{IN} présente à l'entrée du convertisseur. A la fin de la conversion, le signal \overline{EOC} provoque la chute de la bascule B2. Une interruption de niveau 11 est demandée au micropro-

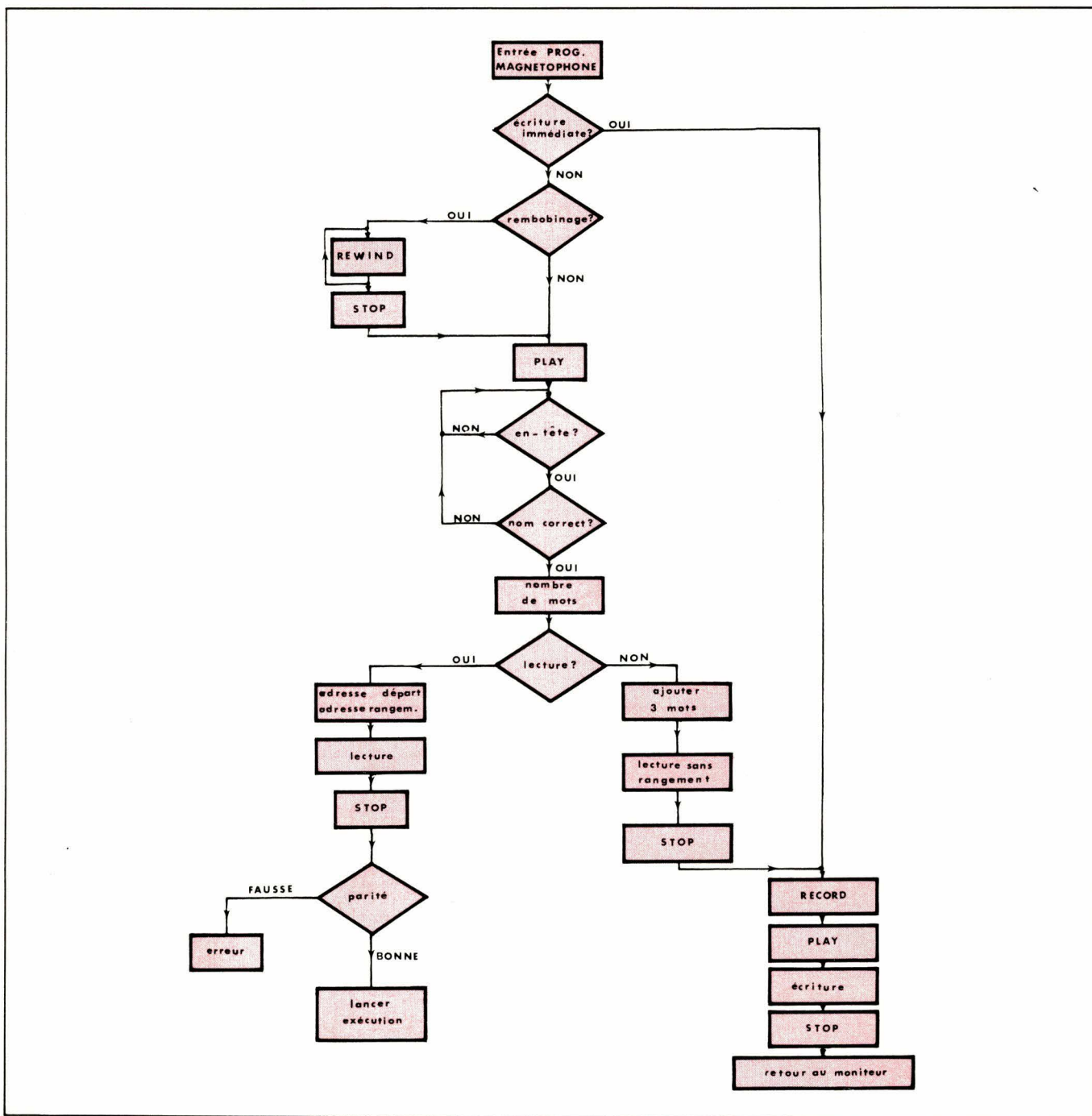


Fig. 16b. -

cesseur, alors que le compteur C et le décodeur D sélectionnent la prochaine voie à convertir.

b) Prise en compte

Le signal $\overline{NE3}$ transfère la donnée convertie sur le bus des données ainsi que le numéro du canal suivant à convertir. Ce signal supprime l'interruption et autorise une nouvelle conversion.

c) Arrêt

Le signal $\overline{NS3}$ avec un bit 14 à « 0 » arrête les conversions. La cadence maximale observée, en tenant compte des changements de contexte est inférieure à 50 μs par canal, avec ce

convertisseur. La liste (fig. 18) montre un exemple d'utilisation, avec chevauchement des zones de travail.

2. Convertisseur numérique-analogique

Le signal $\overline{NS7}$ permet de bloquer la donnée à convertir dans 8 flip-flops (74273), suivis par le convertisseur (MC1408) et un amplificateur opérationnel.

3. Enregistreur à cassettes (fig. 16a)

Une partie du système est proche de celle développée sur le microprocesseur SC/MP. La seconde partie a pour

but de sélectionner les différentes fonctions de l'enregistreur.

a) Format des données

La bande, non formatée, est chargée par blocs. Chaque bloc comporte un en-tête de 1024 zéros suivi d'un identificateur. Il vient ensuite quatre mots de contrôle: nom du programme, nombre de mots du bloc, adresse de départ, adresse de rangement en mémoire. Le bloc est suivi d'un code de parité et d'un gap de quatre secondes. Dans le cas où le bloc est un bloc de données, l'adresse de départ est ignorée.

b) Principe de l'écriture

L'envoi d'un signal $\overline{NS5}$ toutes les 4 ms constitue des horloges de syn-

DRIVER MAGNETOPHONE

FC00	LWPI >A0	2E0	/WP=A0
FC02		A0	
FC04	LI 5,>C0	205	/TABLEAU DES PARAMETRES
FC06		C0	
FC08	CLR 10	4CA	/COMPTEUR DE PARITE
FC0A	MOV *5,8	C235	/1er PARAMETRE EN C0
FC0C	JEQ ECRIRE	1339	/ECRITURE IMMEDIATE
FC0E	JGT SANSREMB	1515	/PAS DE REMBOBINAGE
FC10	BL REMBO	6A0	
FC12		FD28	
FC14	DEB MOV C>C00A,0	C020	
FC16		C00A	
FC18	JGT DEB	15FD	/ATTENTE FIN DE REMBOBINAGE
FC1A	BL STOP	6A0	/ARRET
FC1C		FD0E	
FC1E	BL PLAY	6A0	/AMORCE SUR LA BANDE
FC20		FD1C	
FC22	LI 0,>1000	200	
FC24		1000	
FC26	RA2 LI 2,>100	202	
FC28		100	
FC2A	RA1 DEC 2	602	
FC2C	JNE RA1	16FE	
FC2E	DEC 0	600	
FC30	JNE RA2	16FA	
FC32	CI 8,>FFFD	288	/TEST DU PARAMETRE EN C0
FC34		FFFD	
FC36	JEQ RETOUR	1346	RETOUR MONITEUR
FC38	JMP R15	1002	
FC3A	SANSREMB BL PLAY	6A0	/DEPART EN MODE LECTURE
FC3C		FD1C	
FC3E	R15 LI 7,MOTLU	207	
FC40		FD5C	
FC42	R1 CLR 1	4C1	/RESULTAT LECTURE SUR 16 BITS
FC44	R2 BL BITLU	6A0	/RECHERCHE DE L'IDENTIFICATEUR
FC46		FD6C	
FC48	MOV 1,2	C081	
FC4A	XOR IDENT,2	28A0	
FC4C		FCA2	
FC4E	JNE R2	16FA	
FC50	BL *7	697	/LECT. NOM DU PROGRAMME
FC52	MOV 1,>86	C801	/AFFICHAGE DU NOM
FC54		86	
FC56	XOR *5,1	2855	NOM CHERCHE S1=(C2)
FC58	JEQ OK	1307	/NOM CORRECT
FC5A	LWPI >7A	2E0	/NOM INCORRECT
FC5C		7A	
FC5E	BL LAMPE	6A0	/VISUALISATION DU NOM
FC60		FFB4	

FC62	LWPI >A0	2E0	/RETOUR WP=A0
FC64		A0	
FC66	JMP R1	10ED	/RECHERCHE PROG. SUIVANT
FC68	OK BL *7	697	/LECT. NB. DE MOTS
FC6A	ABS 8	748	/(C0)=,2 3
FC6C	DEC 8	608	/(R8)=0,1,2
FC6E	JNE LECTURE	162F	
FC70	POSIT A INS,1	A060	/ECRITURE APRES CE BLOC
FC72		FD9E	
FC74	MOV 1,3	C0C1	/NB. DE MOTS APRES CE BLOC
FC76	R3 BL *7	697	/LECT. DES MOTS
FC78	DEC 3	603	/SANS CONTROLE DE PARITE
FC7A	JNE R3	16FD	
FC7C	BL STOP	6A0	/POSITIONNEMENT TERMINE
FC7E		FD0E	
FC80	ECRIRE BL REC	6A0	/MODE ECRITURE
FC82		FD22	
FC84	BL PLAY	6A0	/AVANCE AVEC ECRITURE
FC86		FD1C	
FC88	LI 7,MOTECR	207	/ADRESSE SP ECRITURE
FC8A		FD36	/D'UN MOT
FC8C	LI 6,>400	206	/ECRITURE DE 1024 ZEROS
FC8E		400	
FC90	R4 MOV 6,C>C01A	C806	/ENVOI D'UNE HORLOGE
FC92		C01A	
FC94	LI 2,>106	202	/ATTENTE DE 4 MILLISECONDES
FC96		106	
FC98	R5 DEC 2	602	
FC9A	JNE R5	16FE	
FC9C	DEC 6	606	
FC9E	JNE R4	16F8	/ENCORE DES ZEROS
FCA0	LI 1,>A5A5	201	
FCA2	IDENT	A5A5	
FCA4	BL *7	697	/ECRITURE IDENTIFICATEUR
FCA6	INCT 5	5C5	/R5 POINTE C4
FCA8	DECT 7	647	
FCAA	BL *7	697	/NOM DU PROGRAMME EN C4
FCAC	BL *7	697	/NB. DE MOTS EN C6
FCAE	MOV 1,3	C0C1	NB. DE MOTS VERS R3
FCB0	BL *7	697	/ADRESSE DEPART EN C8
FCB2	BL *7	697	/ADRESSE DU 1er MOT EN CA
FCB4	MOV 1,5	C141	/ADRESSE DU PROCHAIN MOT
FCB6	R6 BL *7	697	/ECRITURE D'UN MOT
FCB8	A 1,10	A281	/CALCUL DE LA PARITE
FCBA	DEC 3	603	
FCBC	JNE R6	16FC	
FCBE	INCT 7	5C7	
FCC0	MOV 10,1	C04A	
FCC2	BL *7	697	/ECRITURE DE LA PARITE
FCC4	RETOUR BL STOP	6A0	
FCC6		FD0E	
FCC8	LWPI >80	2E0	/RETOUR MONITEUR
FCCA		80	
FCCC	BLWP 0	400	
FCCE	LECTURE A>FDA0,5	A160	/ON POINTE C6
FCD0		FDA0	
FCD2	MOV 1,*5+	CD41	/RANGT. NB. DE MOTS VERS C6
FCD4	MOV 1,3	C0C1	/R3 = COMPTEUR DE MOTS
FCD6	BL *7	697	/LECT. ADRESSE DE DEPART
FCD8	DEC 8	608	

Fig. 17a. -

FCDA		JNE R16	1601	
FCDC		MOV 1,5+	CD41	/ADRESSE DEPART ACCEPTEE
FCDE	R16	BL 7	697	/LECT. ADRESSE DE RANGT.
FCE0		DEC 8	608	
FCE2		JNE R17	1603	
FCE4		MOV CA,1	C060	
FCE6			CA	
FCE8		INCT 5	5C5	
FCEA	R17	MOV 1,5+	CD41	
FCEC		MOV 1,5	C141	
FCEE	R7	BL 7	697	/LECT. D'UN MOT
FCF0		MOV 1,5+	CD41	/RANGEMENT
FCF2		A 1,10	A281	/PARITE CALCULEE
FCF4		DEC 3	603	
FCF6		JNE R7	16FB	
FCF8		BL 7	697	/PARITE LUE SUR LA BANDE
FCFA		BL STOP	5A0	
FCFC			FD0E	
FCFE		XOR 1,10	2A81	
FD00		JEQ R8	1301	
FD02		IDLE 1	341	ERREUR DE PARITE
FD04	R8	MOV C8,C8	C820	/AFFICHAGE ADR. DE DEPART
FD06			C8	
FD08			82	
FD0A		B FF36	460	/APPEL DU MONITEUR "DEPART"
FD0C			FF36	
FD0E	STOP	LI 0,F002	200	/CODE ARRET BANDE
FD10			F002	
FD12	EXEC	MOV 0,C018	C800	/EXECUTE UNE FONCTION
FD14			C018	
FD16	S1	DEC 0	600	
FD18		JNE S1	16FE	/ATTENTE FIN D'EXECUTION
FD1A		B 11	45B	
FD1C	PLAY	LI 0,>1001	200	/CODE MARCHE AVANT
FD1E			1001	
FD20		JMP EXEC	10F8	
FD22	REC	LI 0,F004	200	/CODE ECRITURE
FD24			F004	
FD26		JMP EXEC	10F5	
FD28	REMO	LI 0,>1005	200	/CODE REMBOBINAGE
FD2A			1005	
FD2C		JMP EXEC	10F2	
FD2E	FFWD	LI 0,>1006	200	/CODE AVANCE RAPIDE
FD30			1006	
FD32		JMP EXEC	10EF	
ECRITURE D'UN MOT				
FD34		MOV 5+,1	C075	/TRANSFERT D'UN MOT VERS R1
FD36	MOTECR	LI 6,>10	206	/16 BITS A ECRIRE
FD38			10	
FD3A	R9	MOV 2,C01A	C802	/1ere HORLOGE ECRITURE
FD3C			C01A	
FD3E		LI 2,>E3	202	/ATTENTE DE 2.MILLISECONDES
FD40			E3	
FD42	R10	DEC 2	602	
FD44		JNE R10	16FE	
FD46		SRC 1,>1	B11	/ROTATION D'UN PAS
FD48		JNC ENVOIO	1702	/TEST DE LA RETENUE

FD4A	ENVOIO	MOV 2,C01A	C802	/ENVOI HORLOGE SI ECRIRE "1"
FD4C			C01A	
FD4E	ENVOIO	LI 2,>E3	202	/ATTENTE DE 2 MILLISECONDES
FD50			E3	
FD52	R11	DEC 2	602	
FD54		JNE R11	16FE	
FD56		DEC 6	606	
FD58		JNE R9	16F0	/ENCORE DES BITS
FD5A		B 11	45B	/ECRITURE D'UN MOT TERMINEE
LECTURE D'UN MOT				
FD5C	MOTLU	MOV 11,4	C10B	
FD5E		LI 6,>0	206	/16 BITS A LIRE
FD60			10	
FD62	R12	RL BITLU	6A0	/LECTURE D'UN BIT
FD64			FD6C	
FD66		DEC 6	606	
FD68		JNE R12	16FC	
FD6A		B 4	454	
LECTURE D'UN BIT				
FD6C	BITLU	SRL 1,>1	911	/ROTATION DE R1
FD6E	BITL	MOV C00A,2	COA0	/ATTENTE HORLOGE NS5
FD70			C00A	
FD72		JGT BITL	15FD	/PAS D'HORLOGE - FLAG A 1
FD74		LI 2,>71	202	/HORLOGE - FLAG A 0
FD76			71	
FD78	R13	DEC 2	602	/ATTENTE : 1 MILLISECONDE
FD7A		JNE R13	16FE	
FD7C		MOV 2,C01A	C802	/ENVOI NS5 - FLAG REMIS A 1
FD7E			C01A	
FD80		LI 2,>E3	202	
FD82			E3	
FD84	R14	DEC 2	602	/ATTENTE DE 2.MILLISECONDES
FD86		JNE R14	16FE	
FD88		MOV C00A,2	COA0	/LECTURE DU FLAG
FD8A			COA0	
FD8C		JGT ZERO	1502	
FD8E	UN	A FDA2,1	A060	
FD90			FDA2	
FD92	ZERO	MOV 2,C01A	C802	/ENVOI NS5 - REMISE A 1 DU FLAG
FD94			C01A	
FD96		MOV C00A,2	COA0	/VERIFICATION
FD98			COA0	
FD9A		JGT ZERO	15FB	/HORLOGE DEPASSEE ?
FD9C		B 11	45B	/LECTURE D'UN BIT TERMINEE
FD9E	INS1		3	
FDA0	INS2		4	
FDA2	INS3		8000	

100	LI 4, >7A	204	/ADRESSE DE LA ZONE DE TRAVAIL
102	MOV 4, >2C	7A	/LORS D'UNE INTERRUPTION
104		C804	
106	L' 4, @INTER	2C	/ADRESSE DU SP D'INTERRUPTION
108		204	
110	MOV 4, >2E	130	
112	LI 4, @TAB	C804	
114	LI 5, >C	2E	/ADRESSE DE RANGEMENT
116		204	
118	LI 6, >1	144	
120	LI 7, >2	205	
122	MOV 6, >016	C	
124	MOV 7, >016	206	
126	LIMI 11	1	
128		207	
130	IDLE	2	/ARRÊT
132	JMP AT	C806	
134	MOV >C006, >+	C016	
136	DEC 8	C807	/MARCHE DU CONVERTISSEUR
138	JEQ FIN	C016	
140	RTWP	300	
142	MOV 9, >016	B	
144	LWPI 80	340	
	BLWP 0	10FE	/WR7(80)=WR4(7A)
		CDE0	WR8(80)=WR5(7A)
		C006	/DERNIERE MESURE ?
		608	/NON
		1301	
		380	
		C809	
		C016	
		2E0	
		80	/RETOUR MONITEUR
		400	
		TAB	

Fig. 18. - Lecture de 16 données.

chronisation sur la bande. Si l'on désire écrire un « 1 », on envoie un signal supplémentaire $\overline{NS5}$, 2 ms après une horloge. Ce signal est mis en forme par un double monostable puis affaibli.

c) Lecture de la bande

L'entrée lecture de l'enregistreur attaque un quadruple amplificateur (LM 3900) après amplification et filtrage. Le signal est mémorisé dans un flip-flop. Le signal $\overline{NE5}$ permet les lectures. Lorsqu'un bit est reconnu, le signal $\overline{NS5}$ remet le flip-flop à zéro après 1 ms d'attente. Le microprocesseur se met dans une phase de lecture pendant 2 ms. Suivant qu'il s'agisse d'un « 1 » ou d'un « 0 » le flip-flop est armé ou non. Une seconde lecture ($\overline{NE5}$) précise son état. Après remise à zéro, on attend l'horloge suivante pour une nouvelle synchronisation.

d) Commandes : (fig. 16b)

L'enregistreur utilisant des interrupteurs à relais, nous activons ceux-ci grâce au signal $\overline{NS4}$ et aux bits de données D13, D14, D15. Ces données, stockées puis décodées activent les relais pendant 30 ms environ.

e) Programmes de contrôles : (liste fig. 17)

Ils sont implantés de FC00 à FDA2. Ils utilisent six mots de contrôle

implantés en mémoire RAM à partir de OOCO. Le mot en C0 indique la nature de l'opération :

0 = écriture immédiate

1 = écriture après un programme de nom connu en C2

- 1 = cf 1, mais après rembobinage préalable

2 = lecture d'un programme de nom connu

- 2 = cf 2, mais après rembobinage préalable

3 = lecture sans rembobinage d'un bloc de données

- 3 = rembobinage et positionnement en début de bande

Mot en C2 : nom du programme à trouver en lecture ou du programme après lequel on veut écrire

Mot en C4 : nom du programme à écrire

Mot en C6 : nombre de mots du programme

Mot en C8 : adresse de départ du programme

Mot en CA : adresse de rangement en mémoire.

Remarques :

Il est inutile de définir C6, C8, CA en mode lecture.

En mode 3, il faut définir C8 et CA.

En cas de mauvaise lecture, un message est visualisé sur les 16 LED de la console grâce à l'instruction dérivée de IDLE (son code est 341).

Traitement numérique

Afin de réaliser au mieux et avec une précision suffisante les calculs d'excédent fractionnaire de nos étalons Fabry-Pérot, nous avons écrit une arithmétique en virgule flottante en utilisant le schéma classique (liste fig. 20).

1. Structure d'un nombre réel

Chaque nombre réel est écrit sur 32 bits. Le premier mot de 16 bits contient le signe de la mantisse et les bits de poids forts. Les huit premiers bits du second mot contiennent les bits de poids faibles. Les 8 bits de poids faibles sont relatifs à l'exposant écrit en complément à 2. La mantisse est écrite en valeur absolue. La normalisation d'un nombre est terminée lorsque sa mantisse commence par un bit de poids fort à « 1 ». Nous remplaçons alors systématiquement ce premier bit par le signe de la mantisse. Ceci com-

LE MONITEUR

FED2	MODIF	MOV 9, @C010	C809	/NS0 INTERDIT PRIORITES 3 ET 4
FED4			C010	
FED6	L2	MOV @C000, 7	C1E0	/NE0 - LECTURE DU CLAVIER
FED8			C000	
FEDA		JEQ L2	13FD	/ZERO - ON RELIT
FEDC		LI 8, >10	208	/RECHERCHE D'UN CHIFFRE HEXA.
FEDE			10	
FEE0		LI 9, TAB	209	/TABLEAU DES CODES DU CLAVIER
FEE2			FFCE	
FEE4	L1	C *9+, 7	81F9	
FEE6		JEQ AF1	1311	/CHIFFRE TROUVE
FEE8		DEC 8	608	
FEEA		JNE L1	16FC	
FEEC		C *9+, 7	81F9	CE N'EST PAS UN CHIFFRE
FEED		JEQ AF2	1315	/AF2 - C'EST UNE ADRESSE
FEF0		C *9+, 7	81F9	
FEF2		JEQ AF3	1315	/TOUCHE AF3
FEF4		C *9+, 7	81F9	
FEF6		JEQ AF4	1315	/TOUCHE AF4
FEF8		C *9+, 7	81F9	
FEFA		JEQ AFIME	1315	AFFICHE LE CONTENU D'UNE MEM.
FEFC		C *9+, 7	81F9	
FEFE		JEQ CHAME	1315	/CHARGT. D'UNE MEMOIRE
FF00		C *9+, 7	81F9	
FF02		JEQ DEPART	1315	/DEPART NORMAL
FF04		C *9+, 7	81F9	
FF06		JEQ TRACE	1316	/DEPART AVEC TRACE
FF08	FAUX	JMP L2	10E6	/CODE CLAVIER NON TROUVE
FF0A	AF1	LI 9, 16	209	/CALCUL D'UN CHIFFRE
FF0C			10	
FF0E		S 8, 9	6248	/VALEUR DU CHIFFRE
FF10		SLA 3, 4	A43	/DECALAGE DES CHIFFRES PRECEDENTS
FF12		A 9, 3	A0C9	/ENTREE CHIFFRE PAR LA DROITE
FF14	AFFIC	BL @LAMPE	6A0	
FF16			FFB4	
FF18		RTWP	380	/RETOUR APRES INTER 3
FF1A	AF2	MOV 3, 4	C103	/CHAR. D'UNE ADRESSE
FF1C		JMP AFFIC	10FB	
FF1E	AF3	MOV 3, 5	C143	/((AF1)...(AF3))
FF20		JMP AFFIC	10F9	
FF22	AF4	MOV 3, 6	C183	/((AF1)...(AF4))
FF24		JMP AFFIC	10F7	
FF26	AFIME	MOV *4+, 5	C174	/AFFICHAGE MEMOIRE
FF28		JMP AFFIC	10F5	
FF2A	CHAME	MOV 3, *4+	CD03	/CHARGT. MEMOIRE
FF2C		JMP AFFIC	10F3	
FF2E	DEPART	MOV 1, @C014	C801	/NS2 - ARRET TRACE
FF30			C014	
FF32		JMP TR	1002	
FF34	TRACE	MOV 3, @C012	C803	/NS1 - AUTORISE LA TRACE
FF36			C012	

FF38	TR	LWPI >80	2E0	/WP=80
FF3A			80	
FF3C		LI 13, >80	20D	
FF3E			80	/ADR. DU WP DANS R13
FF40		MOV 13, 0	C00D	
FF42		MOV 1, 14	C381	/ADR. DEPART DANS AF2
FF44		LI @ARRET	201	/ADR. RETOUR POUR ARRETER
FF46			FF4E	/UN PROGRAMME
FF48		LIMI 5	300	
FF4A			5	
FF4C		RTWP	380	/EXECUTION
FF4E	ARRET	LIMI 0	300	
FF50			0	
FF52		MOV 6, @C010	C806	
FF54			C010	
FF56		MOV 13, 0	C00D	
FF58		JMP L5	1005	
FF5A	INTRA	LIMI 0	300	
FF5C			0	
FF5E		MOV 7, @C014	C807	/ARRET DE LA TRACE
FF60			C014	
FF62		MOV *2, 0	C012	/INSTRUCTION A AFFICHER
FF64	L5	MOV 14, 1	C04E	
FF66		MOV 15, 2	C08F	/ETAT DU SYSTEME
FF68		LWPI >7A	2E0	/WP=7A
FF6A			7A	
FF6C		BL @LAMPE	6A0	
FF6E			FFB4	
FF70		LIMI 3	300	/AUTORISE INTER 0,1,2,3
FF72			3	
FF74	ATTEN	IDLE	340	/ATTENTE D'UN TRAVAIL APRES
FF76		JMP ATTEN	10FE	/INTER 3 SAUF DEPART
FF78	INIT	LIMI 0	300	
FF7A			0	
FF7C		CLR 1	4C1	
FF7E		LI 2, >0	202	
FF80			C	
FF82		LI @BLOC	203	
FF84			FF9C	
FF86	L6	MOV *3+, *1+	CC73	/CHARGT. DES VECTEURS
FF88		DEC 2	602	/D'INTERRUPTION
FF8A		JNE L6	16FD	
FF8C		LI 10, >80	20A	/WP SI AUCUN PROG.
FF8E			80	
FF90		LI 11, @ATTEN	20B	/PC SI AUCUN PROG.
FF92			FF74	
FF94		LIMI 4	300	/AUTORISE INTER CLAVIER
FF96			4	/MARCHE ET ARRET
FF98	RECU	IDLE	340	
FF9A		JMP RECU	10FE	
FF9C	BLOC	DATA >90, ARRET	80	/INTER 0
FF9E			FF4E	
FFA0		DATA >80, INIT	80	/INTER 1
FFA2			FF78	
FFA4		DATA >80, ATTEN	80	/INTER 2
FFA6			FF74	
FFA8		DATA >7A, MODIF	7A	/INTER 3
FFAA			FED2	

FFAC	DATA >80, ARRET	80	/INTER 4
FFAE	DATA >80, INTRA	FF4E	
FFB0	LI 9, > EEEE	80	/INTER 5
FFB2	LI 7, > 80	FF5A	/COMPTEUR DE ROTATION
FFB4	LI 10, > C020	209	
FFB6	MOV 7, 8	EEEE	ADR. DU 1er MOT A AFFICHER
FFB8	MOV 8, 10	207	
FFBA	SRA 8, > 4	80	/ADR. DU PREMIER AFFICHEUR
FFBC	SLA 9, > 1	20A	
FFBE	JOC L3	C020	/MOT A AFFICHER
FFC0	JNE L4	CE88	/AFFICHAGE
FFC2	B 11	848	
FFC4	DATA 7DFF	A19	/MEME MOT
FFC6	DATA 7EFF	18FC	/MOT SUIVANT
FFC8	DATA 7F7F	16FA	/FIN DU SP AFFICHAGE
FFCA	DATA 7FBF	45B	/ENSEMBLE DES CODES
FFCC	DATA 7FDF	7DFF	/DU CLAVIER
FFCE	DATA 7FEF	7EFF	
FFD0	DATA 7BFF	7F7F	
FFD2	DATA 77FE	7FBF	
FFD4	DATA 77FF	7FDF	
FFD6	DATA 6FFF	7FEF	
FFD8	DATA BF7F	7BFF	
FFDA	DATA BFFF	77FF	
FFDC	DATA AFFF	6FFF	
FFDE	DATA B7FF	BF7F	
FFE0	DATA B8FF	AFFF	
FFE2	DATA B9FF	B7FF	
FFE4	DATA B0FF	B8FF	
FFE6	DATA BEFF	B9FF	
FFE8	DATA BDFE	BEFF	
FFEA	DATA BFEF	BDFF	
FFEC	DATA CFFF	BFEF	
FFEE	DATA DBFF	CFFF	
FFF0	DATA DEFF	DBFF	
FFF2	DATA DF7F	DEFF	
FFF4	DATA DFEF	DF7F	
FFF6	DATA > 80, INIT	DFEF	
FFF8		80	/MP LOAD
FFFA		FF78	/PC LOAD
FFFC			
FFFE			

Fig. 19b. -

plique un peu l'écriture des programmes mais permet d'avoir 24 bits significatifs pour la mantisse au lieu de 23 dans les schémas classiques.

Les 9 programmes et 8 sous-programmes utilisés occupent 307 mots.

2. Fonctions et format d'appel

- DLD :** charge un entier ou un réel depuis une mémoire ADR vers les mémoires A0, A2
Format : BL @ . DLD
ADR
- DST :** dépose le contenu de A0, A2 vers 2 mémoires ADR et ADR + 2
Format : BL @ . DST
ADR
- FLOAT :** transforme l'entier contenu dans A0 (positif, négatif ou nul) en un réel déposé dans A0, A2
Format : BL @ . FLOAT
- IFIX :** transforme le réel contenu dans A0, A2 en un entier déposé dans A0
Format : BL @ . IFIX

- FSB :** effectue la soustraction du réel contenu dans A0, A2 au réel défini par ADR et ADR + 2 avec dépôt du résultat dans A0, A2
Format : BL @ . FSB
ADR
- FAD :** additionne le réel contenu dans A0, A2 au réel défini par ADR et ADR + 2 avec dépôt dans A0, A2
Format : BL @ . FAD
ADR
- FMP :** multiplie le réel contenu dans A0, A2 au réel défini par ADR et ADR + 2 avec dépôt dans A0, A2
Format : BL @ . FMP
ADR
- FDV :** divise le réel contenu dans A0, A2 par le réel défini par ADR et ADR + 2 avec dépôt dans A0, A2
Format : BL @ . FDV
ADR
- SST :** dépose le contenu de A0 vers la mémoire ADR
Format : BL @ . SST
ADR

Remarques :

Dans tous les programmes nous utilisons une zone de travail débutant en A0. Le résultat d'une opération est toujours dans « l'accumulateur flottant » (A0, A2). Si une opération nécessite deux arguments, le premier argument est dans l'accumulateur flottant, l'adresse du second est dans la première mémoire qui suit l'ordre d'appel de la fonction.

On peut savoir si la fonction a été réalisée sans erreur en examinant si le contenu de la mémoire B0 est nul. Dans le cas contraire les bits de B0 ont une signification :

bit 12 = « 1 » division par zéro

bit 13 = « 1 » dépassement de capacité dans une multiplication ou une division

bit 14 = « 1 » « underflow » - résultat nul

bit 15 = « 1 » transformation d'un réel en entier impossible.

Pour tout dépassement de capacité le résultat correspond au plus grand nombre entier ou réel, positif ou négatif possible.

PROGRAMMES DE L'ARITHMETIQUE EN VIRGULE FLOTTANTE

900	.DLD	MOV	*11+,12	C33B	/CHARGT. D'UN REEL
902		MOV	*12+,0	C03C	/DANS (A0,A2)
904		MOV	*12,1	C05C	/WP = A0
906		B	*11	45B	
908	.DST	MOV	*11+,12	C33B	/DFPOT D'UN REEL PLACE
90A		MOV	0,*12+	CF00	/DANS (A0,A2) VERS DEUX
90C		MOV	1,*12	C701	/MEMOIRES ADR,ADR+2
90E		B	*11	45B	
910	EXP02	MOV	3,6	C183	/ECRITURE DES EXPOSANTS
912		SLA	6,8	A86	/EN COMPLEMENT A 2
914		SRA	6,8	886	
916	EXP01	MOV	1,7	C1C1	
918		SLA	7,8	A87	
91A		SRA	7,8	887	
91C		B	*11	45B	
91E	ETEN2	SOC	@ ADRA,2	EOA0	/1 DANS LE BIT 0 DE LA MANT.
920				94A	
922		SZC	@ ADRB,3	40E0	/MASQUE SUR L'EXPOSANT
924				AC4	
926	ETEN1	SOC	@ ADRA,0	E020	
928				94A	
92A		SZC	@ ADRB,1	4060	
92C				AC4	
92E		B	*11	45B	
930	MANTC2	MOV	*12,8	C21C	/ECRITURE DES MANT. EN COMPL.
932		MOV	*12+,4	C13C	/A 2 APRES DIVISION PAR 4
934		MOV	*12,5	C15C	/DU REEL DONT L'ADR. EST EN R12
936		SOC	@ ADRA,4	E120	/SIGNE DANS R8
938				94A	
93A		SZC	@ ADRB,5	4160	
93C				AC4	
93E		LI	9,> 2	209	
940				2	
942	R1	SRL	5,> 1	915	
944		SRL	4,> 1	914	
946		JNC	R2	1702	
948		AI	5,> 8000	225	
94A	ADRA			8000	
94C	R2	DEC	9	609	
94E		JNE	R1	16F9	
950		SLA	8,1	A18	
952		JNC	R3	1705	
954		INV	4	544	
956		INV	5	545	
958		INC	5	585	
95A		JNC	R3	1701	
95C		INC	4	584	
95E	R3	MOV	5,*12	C705	
960		DECT	12	64C	
962		MOV	4,*12	C704	
964		B	*11	45B	

966	.IFIX	MOV	11,10	C28B	/TRANSFORME LE CONTENU DE
968		BL	@ NUL	6A0	/((A0,A2) EN UN ENTIER DANS A0
96A				99E	
96C		BL	@ EXP01	6A0	
96E				916	
970		JLE	FIN3	1214	/NB. INFÉRIEUR A 1
972	R1	CI	7,> 10	287	
974				10	
976		JLT	R2	1104	
978		INC	9	589	/OVERFLOW R9 = 1
97A		LI	0,> 7FFF	200	
97C				7FFF	
97E		JMP	R7	1007	
980	R2	AI	7,> FFF0	227	/AJUSTEMENT DE L'EXPOSANT
982				FFF0	
984		BL	@ ETEN1	6A0	
986				926	
988	R5	SRL	0,1	910	
98A		INC	7	587	/CADRAGE DE L'ENTIER
98C		JNE	R5	16FD	
98E	R7	SLA	8,1	A18	
990		JNC	FIN4	1702	
992		INV	0	540	/NB. NEGATIF
994		INC	0	580	
996	FIN4	B	*10	45A	
998	FIN2	CLR	1	4C1	
99A	FIN3	CLR	0	4C0	
99C	FIN1	B	*10	45A	
99E	NUL	CLR	9	4C9	/D.C. =0 DANS R9
9A0		MOV	0,4	C100	
9A2		SOC	1,4	E101	
9A4		JEQ	FIN1	13FB	/REEL NUL
9A6		MOV	0,8	C200	/SIGNE DE LA MANT. DANS R8
9A8		B	*11	45B	
9AA	ARG	MOV	*10+,12	C33A	/SECOND ARGUMENT VERS (R2,R3)
9AC		MOV	*12+,2	C0BC	
9AE		MOV	*12,3	C0DC	
9B0		B	*11	45B	
9B2	.FSB	LI	5,> 8000	205	/SIGNE POUR SOUSTRACTION
9B4				8000	
9B6		JMP	R1	1001	
9B8	.FAD	CLR	5	4C5	/SIGNE POUR ADDITION
9BA	R1	MOV	11,10	C28B	
9BC		BL	@ ARG	6A0	
9BE				9AA	
9C0		MOV	2,4	C102	
9C2		SOC	3,4	E103	
9C4		JEQ	FIN5	1306	/21ème OPERANDE NUL
9C6		XOR	5,2	2885	/SIGNE DE L'OPERATION
9C8		MOV	0,4	C100	
9CA		XOR	1,4	E101	
9CC		JNE	R2	1603	
9CE		MOV	2,0	C002	/1er OPERANDE NUL
9D0		MOV	3,1	C043	/21ème OPERANDE VERS (R0,R1)
9D2	FIN5	B	*10	45A	

Fig. 20a. -

9D4	R2	BL @EXP02	6A0	/DIFFERENCE DES EXPOSANTS
9D6			910	
9D8		S7,6	6187	
9DA		JLT R3	1108	
9DC		MOV 2,4	C102	/INVERSION DES 2 NOMBRES
9DE		MOV 3,5	C143	/POUR QUE LE PLUS GRAND
9E0		MOV 0,2	C080	/SOIT DANS (R0,R1)
9E2		MOV 1,3	C0C1	
9E4		MOV 4,0	C004	
9E6		MOV 5,1	C045	
9E8		BL @EXP01	6A0	
9EA			916	
9EC	R3	ABS 6	746	
9EE		CI 6, > 18	286	/DECALAGE MAXIMAL
9F0			18	
9F2		JGT FIN5	15EF	/DECALAGE TROP IMPORTANT
9F4		LI 12, > A0	20C	/ECriture EN COMPLEMENT A 2
9F6			A0	/DE (R0,R1)
9F8		BL @MANTC2	6A0	
9FA			930	
9FC		INCT 7	5C7	/NOUVEL EXPOSANT
9FE		LI 12, > A4	20C	/ECriture EN COMPLEMENT A 2
A00			A4	/ DE (R2,R3)
A02		BL @MANTC2	6A0	
A04			930	
A06	R33	DEC 6	606	/ALIGNEMENT DE (R2,R3)
A08		JLT R22	1106	
A0A		SRL 3,1	913	
A0C		SRA 2,1	812	
A0E		JNC R33	17FB	
A10		AI 3, > 8000	223	
A12			8000	
A14		JMP R33	10F8	
A16	R22	A 2,0	A002	/ADDITION EN COMPL. A 2
A18		A 3,1	A043	
A1A		JNC RETOUR1	1707	
A1C		INC 0	580	
A1E		JMP RETOUR1	1005	
A20	.FLOAT	LI 7, > 10	207	/INITIALISE L'EXPOSANT
A22			10	
A24	CODE	CLR 1	4C1	/BITS INF. DE LA MANTISSE
A26		CLR 9	4C9	/D.C. = 0
A28		MOV 11,10	C28B	
A2A	RETOUR1	MOV 0,8	C200	/SIGNE DE LA MANTISSE
A2C		JGT R5	1505	
A2E		INV 0	540	/VALEUR ABSOLUE DE LA MANTISSE
A30		INV 1	541	
A32		INC 1	581	
A34	RETOUR2	JNC RETOUR3	1701	
A36		INC 0	580	
A38	RETOUR3	BL @NORME	6A0	/NORMALISATION
A3A			A6C	
A3C		B * 10	45A	
A3E	.FMP	MOV 11,10	C28B	
A40		BL @ARG	6A0	
A42			9AA	
A44		BL @NUL	6A0	
A46			99E	
A48		MOV 2,4	C102	
A4A		SOC 3,4	E103	

A4C	JEQ FIN2	13A5	
A4E	BL @EXP02	6A0	/EXPOSANT DU PRODUIT VERS R7
A50		910	
A52	A 6,7	A1C6	
A54	XOR 2,8	2A02	/SIGNE DU PRODUIT VERS R8
A56	BL @TEN2	6A0	
A58		91E	
A5A	MOV 2,5	C142	
A5C	MPY 1,5	3941	
A5E	MPY 0,3	38C0	
A60	MPY 2,0	3802	
A62	A 5,1	A045	
A64	JNC R3	1701	
A66	INC 0	580	
A68	A 3,1	A043	
A6A	R3 JMP RETOUR2	10E4	
A6C	NORME LI 6, > 20	206	/NORMALISATION D'UN REEL
A6E		20	/MANT. COMPRISE ENTRE 0.5 ET 1.
A70	R14 MOV 0,0	C000	
A72	JLT R10	1108	/NB. MAXI DE DECALAGES
A74	DEC 7	607	
A76	SLA 0,1	A10	
A78	SLA 1,1	A11	
A7A	JNC R15	1701	
A7C	INC 0	580	
A7E	R15 DEC 6	606	
A80	JNE R14	16F7	
A82	B * 11	45B	
A84	R10 CI 7, > FF80	287	
A86		FF80	
A88	JGT R11	1505	
A8A	AI 9,2	229	
A8C		2	
A8E	CLR 0	4C0	/UNDERFLOW R9 = 2
A90	CLR 1	4C1	
A92	B * 11	45B	
A94	R11 CI 7, > 7F	287	
A96		7F	
A98	JLT ARONDI	1106	
A9A	AI 9,4	229	
A9C		4	
A9E	OVERFLOW SETO 0	700	/OVERFLOW R9 = 4
AA0	LI 1, > FF7F	201	
AA2		FF7F	
AA4	JMP R13	1014	
AA6	ARONDI LI 6, > FF	206	
AA8		FF	
AAA	SZC 1,6	4181	
AAC	CI 6, > 7F	286	
AAE		7F	
AB0	JGT TASSE	1508	
AB2	AI 1, > 100	221	
AB4		100	
AB6	JNC TASSE	1705	
AB8	INC 0	580	
ABA	JNC TASSE	1703	
ABC	LI 0, > 8000	200	/CAS LIMITE - RESULTAT = 1'
ABE		8000	
AC0	INC 7 204	587	

FIGURE 20

Fig. 20b. -

AC2	TASSE	LI 6, > FF	206	
AC4	ADRB		FF	
AC6		SZC 6,1	4046	
AC8		SWPB 6	6C6	
ACA		SZC 6,7	41C6	
ACC		A 7,1	A047	
ACE	R13	SLA 8,1	A18	
AD0		JOC FIN	1802	/SIGNE MANTISSE NEGATIF
AD2		ANDI 0, > 7FFF	240	/SIGNE MANTISSE POSITIF
AD4			7FFF	
AD6	FIN	B *11	45B	
AD8	.FDV	MOV 11,10	C28B	
ADA		BL @ ARG	6A0	
ADC			9AA	
ADE		BL @ NUL	6A0	
AE0			99E	
AE2		MOV 2,4	C102	
AE4		SOC 3,4	E103	
AE6		JNE R1	1604	
AE8		LI 9,8	209	/OVERFLOW R9 = 8
AEA			8	
AEC		MOV 10,11	C2CA	
AEE		JMP OVERFLOW	10D7	
AF0	R1	BL @ EXP02	6A0	
AF2			910	
AF4		S 6,7	61C6	/EXPOSANT DU QUOTIENT
AF6		XOR 2,8	2A02	/SIGNE DU QUOTIENT
AF8		BL @ ETEN2	6A0	
AFA			91E	
AFC		INC 7	587	
AFE		SRL 1,1	911	/DIVISION PAR 2 DU DIVIDENDE
B00		SRL 0,1	910	/POUR EVITER UN D.C.
B02		JNC R2	1702	
B04		AI 1, 8000	221	
B06			8000	
B08	R2	MOV 0,4	C100	/QUOTIENT PARTIEL
B0A		MOV 1,5	C141	
B0C		DIV 2,4	3D02	
B0E		MOV 3,12	C303	/PRODUIT DU QUOTIENT PARTIEL
B10		MPY 4,12	3B04	/PAR LE DIVISEUR
B12		MOV 2,5	C142	
B14		MPY 4,5	3944	
B16		A 12,6	A18C	
B18		JNC R4	1701	
B1A		INC 5	585	
B1C	R4	INV 6	546	/VALEUR A RETIRER AU DIVIDENDE
B1E		INV 5	545	/EN COMPLEMENT A 2
B20		INC 6	586	
B22		JNC R5	1701	
B24		INC 5	585	
B26	R5	A 5,0	A005	/NOUVEAU DIVIDENDE
B28		A 6,1	A046	
B2A	R7	JNC R6	1701	
B2C		INC 0	580	
B2E	R6	MOV 0,0	C000	
B30		JNE R8	1403	/SAUT SI DIVIDENDE POSITIF

B32		DEC 4	604	/DIVIDENDE NEGATIF
B34		A 2,1	A042	/ON DIMINUE LE QUOTIENT PARTIEL
B36		JMP R7	10F9	
B38	R8	MOV 1,0	C001	/NOUVEAU DIVISEUR
B3A		INV 13	54D	
B3C		MOV 13,1	C04D	
B3E		DIV 0,2	3C08	
B40		JNO R9	190C	/PAS DE D.C.
B42		SRL 1,1	911	/D.C. ON DIVISE PAR 2
B44		SRL 0,1	910	
B46		JNC R10	1702	
B48		AI 1, > 9000	221	
B4A			8000	
B4C	R10	DIV 0,2	3C80	
B4E		JNO R11	1902	
B50		INC 4	584	/NOUVEAU D.C.
B52		CLR 2	4C2	
B54	R11	SLA 2,1	A21	/ON MULTIPLIE LE RESULTAT PAR 2
B56		JNC R9	1701	
B58		INC 4	584	
B5A	R9	MOV 2,1	C042	/RESULTAT DANS (R0,R1)
B5C		MOV 4,0	C004	
B5E		B @ RETOUR3	460	
B60			A38	
B62	.SST	MOV *11+,12	C33B	/RANGEMENT D'UN MOT
B64		MOV 0,*12	C700	
B66		B *11	45B	
B68	.SINCOS	LI 7,1	207	/NORMALISATION D'UN SINUS
B6A			1	/EXTRAIT D'UNE TABLE ET
B6C		B @ CODE	460	/ECRIT SUR 15 BITS SANS SIGNE
B6E			A24	

Applications

On forme, à partir d'une source de lumière monochromatique, une image quasi ponctuelle à l'infini, qui décrit un cercle de façon à couper les anneaux de Newton associés à un étalon Fabry-Pérot. Cette source mobile à l'infini éclaire l'étalon qui la transmet chaque

fois que la source à l'infini coïncide avec un anneau. Un récepteur classique détecte les apparitions des pics de lumière (fig. 21). L'intérêt de cette méthode est que toute l'énergie fournie par la source lumineuse est concentrée sur le récepteur ce qui autorise l'emploi d'une source de faible puissance.

A partir de la position des pics de

lumière, le microprocesseur calcule l'excédent fractionnaire de l'étalon utilisé. La figure 22 montre les variations de l'excédent fractionnaire d'un étalon de 80 mm lorsqu'on l'éclaire avec un laser à colorant stabilisé sur la longueur d'onde 5775 Å. La figure 23 montre la réponse du système à une variation en fréquence, continue et linéaire de l'ordre de 130 mK (4 GHz) soit d'un intervalle spectral libre d'un étalon de 38 mm d'épaisseur.

C. MILAN
Y. OUAZZANY
J.-P. JANIAUX
J. MORET-BAILLY

Laboratoire
de spectroscopie moléculaire *
Université de Dijon

* Équipe de recherche associée au C.N.R.S.

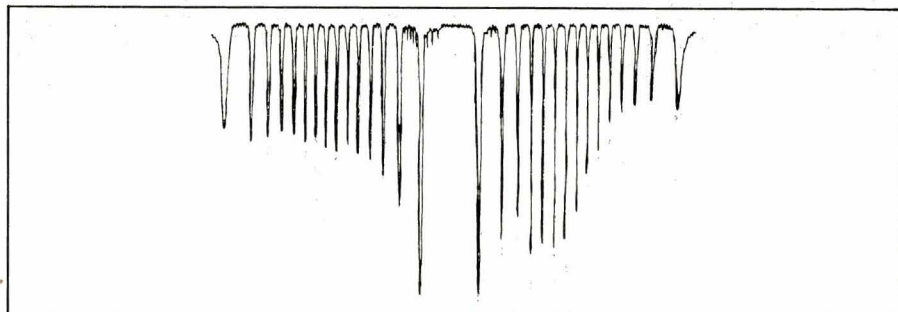


Fig. 21. - Fonction d'appareil ; étalon ; $e = 80$ mm ; 1 tour de moteur.

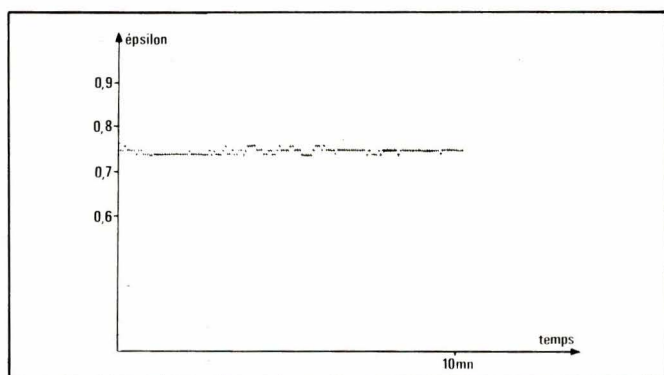


Fig. 22. - Essais avec un laser stabilisé en fréquence ; étalon ; $e = 80$ mm.

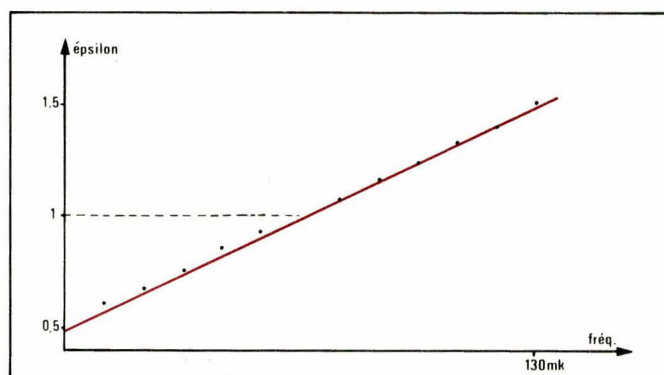


Fig. 23. - Variation en fréquence ; interféromètre ; $e = 80$ mm.

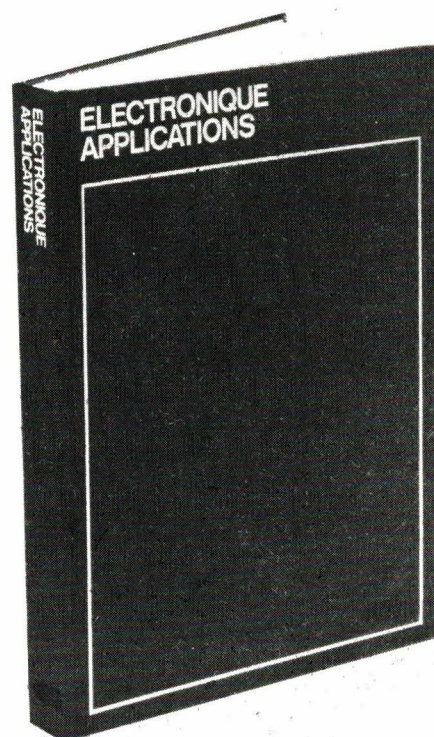
L'album 1979 vient de paraître

Il réunit, par une luxueuse reliure à gravure argent sur fond noir, les quatre numéros d'Electronique Applications publiés en 1979 (numéros 9, 10, 11 et 12).

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.



ELECTRONIQUE APPLICATIONS

Comment souscrire un abonnement ?

- **par correspondance**, en utilisant le bulletin d'abonnement ci-dessous, à retourner à :
ELECTRONIQUE APPLICATIONS 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 PARIS CEDEX 19.
- **chez votre marchand de journaux habituel**, en lui remettant le bulletin d'abonnement ci-dessous dûment rempli.

A découper suivant le pointillé (ou à photocopier si vous ne voulez pas mutiler votre revue)

BULLETIN D'ABONNEMENT

Nos tarifs :

(1) FRANCE ETRANGER

ELECTRONIQUE APPLICATIONS (4 numéros)

- 1 AN ☐ 58,00 F 75,00 F

Informations :

- **pour les changements d'adresse** : joindre 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 la nouvelle adresse.
- **pour tous renseignements** ou réclamations, concernant votre abonnement, joindre la dernière étiquette d'envoi.

(1)

- ☐ Je m'abonne pour la première fois à partir du numéro
- ☐ Je renouvelle mon abonnement :
et je joins ma dernière étiquette d'envoi.

Je joins à ce bulletin la somme de :francs

par : – chèque postal

- chèque bancaire

- mandat-lettre

(1)

☐ sans n° de compte☐☐

(1) ☐ Mettre une croix dans les cases ci-dessus correspondantes

Ecrire en capitales, n'inscrire qu'une lettre par case. Laisser une case entre 2 mots. Merci

[illegible]

Nom, Prénom (Attention : prière d'indiquer en premier lieu le nom suivi du prénom)

[illegible]

Complément d'adresse (Résidence, Chez M., Bâtiment, Escalier, etc.)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

N° et Rue ou Lieu-Dit

Code Postal

[illegible]

Ville

Dept	Cne

Quartier	

13

19

Ne rien inscrire dans ces cases

A l'écoute des mondes lointains

(suite et fin)

Le rayonnement thermique des planètes

L'émission thermique des planètes est résumée dans la formule (1) de Lord Rayleigh où l'intensité décroît comme le carré de la longueur d'onde. Ainsi, connaissant la distance de la planète, on peut déduire sa température de surface, puis calculer l'intensité émise pour une longueur d'onde donnée. Il est certain que cette intensité est faible et comme les planètes sont des corps froids, ils sont visibles surtout parce qu'ils renvoient la lumière solaire. Toutefois cette composante devient faible si l'on cherche à détecter la planète en émission radio ou infrarouge.

La meilleure cible pour effectuer ce genre d'étude fut la lune, notre satellite, du fait de sa proximité. C'est un astre froid dont l'émission thermique fut reçue sur une longueur d'onde de 1,25 cm, notamment par Piddington et Minnett en Australie. Sur une telle longueur d'onde, la variation de la température ne suit pas la variation du flux solaire reçu. En effet, ce n'est pas au moment de la pleine lune, mais trois jours et demi plus tard que la température (à $\lambda = 1,25$ cm) atteint son maximum. Il semble en effet que l'on assiste à la présence d'une inertie thermique due à la masse du satellite. Des mesures effectuées sur d'autres longueurs d'onde ont confirmé cette constatation et il est logique de penser que la température en surface reflètera presque instantanément les variations d'énergie lumineuse reçue du soleil. En ravanche, en profondeur, l'échauffement est plus faible, les variations de température sont amorties et se manifestent avec un certain retard à cause de la mauvaise conductibilité du milieu lunaire. Enfin tout s'explique lorsque l'on sait que le rayonnement radioélectrique prend naissance à une profondeur d'autant plus grande que la longueur d'onde est élevée.

Avec les planètes nous retrouvons le même phénomène, avec cette différence toutefois que certaines planètes possèdent une atmosphère et qu'à ce titre un effet de serre peut apparaître à leur surface. Depuis 1956, Vénus,

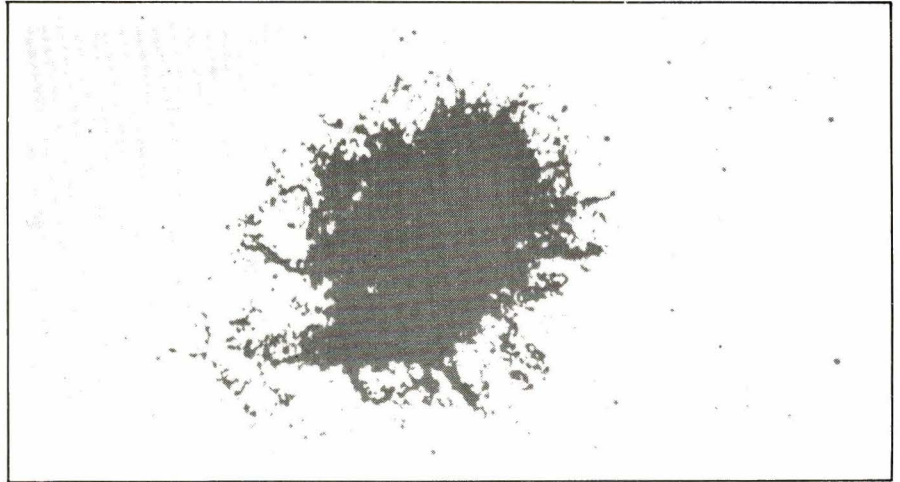


Fig. 22. - La Nébuleuse du Crabe est le reste d'une supernovae, étoile ayant explosée en l'an 1054 et observée par les Chinois. C'est une des radiosources les plus intenses situées dans la constellation du Taureau (Messier 1) et qui donne la radiosource Taurus A (doc. SAF).

Mars et Jupiter ont été examinées dans la gamme des ondes centimétriques. Les températures obtenues diffèrent de celles relevées par des mesures dans l'infrarouge. En effet, on pensait jusqu'alors que les mesures infrarouges étaient suffisamment précises pour ne pas avoir à faire appel à d'autres moyens. En réalité, les mesures infrarouges donnent une valeur globale de la surface de la planète et de son atmosphère, alors que pour certaines longueurs d'ondes, le rayonnement radio donne la température de la surface seulement.

Si l'on prend les mesures faites sur Vénus, la température infrarouge est de 225° K (-48°C) alors qu'avec un rayonnement de 3 cm de longueur d'onde on obtient 600 °K. L'explication admise actuellement ferait appel à l'effet de serre dû à une atmosphère particulière vis-à-vis de ce rayonnement. Il est certain que ce moyen de mesure des températures pose peut être davantage de questions qu'il n'en solutionne, mais c'est une voie d'étude très intéressante.

Le rayonnement non thermique des planètes

En astronomie, il est arrivé quelquefois que les découvertes étaient fortuites. Ce fut le cas à nouveau avec Jupi-

ter et son émission sur 22 MHz. Vers l'année 1954, l'astronome américain Burke terminait la construction d'une Croix de Mills et procédait aux réglages sur la bande de 22 MHz. Pour faciliter ce travail, il fut convenu de laisser le ciel défiler et de vérifier chaque jour l'influence des réglages effectués sur chaque radiosources sélectionnées. Ces radiosources étaient notamment la Nébuleuse du Crabe (fig. 22) et IC 443 dans les Gémeaux. Ces deux sources furent enregistrées pendant deux mois, ainsi que tous les autres signaux connus ou inconnus. C'est au cours de ces relevés que Burke et Franklin observèrent un tracé singulier dont la durée ne dépassait pas quelques minutes, mais qui revenait chaque jour. En reportant sur la sphère céleste le mouvement de la source, ils constatèrent qu'il correspondait à la trajectoire de Jupiter.

Cette nouvelle a provoqué, à l'époque, une surprise dans le monde de la radioastronomie, d'autant qu'après cette découverte, les radiotélescopes se tournèrent vers Jupiter mais, contre toute attente, aucun signal ne fut perçu ! Il faut dire que les astronomes américains eurent de la chance puisque l'émission de Jupiter, comme le montre la figure 23, est maximale dans une étroite bande de fréquence, dont la limite supérieure ne dépasse pas 30 MHz. La confirmation de la découverte vint de l'australien Shain

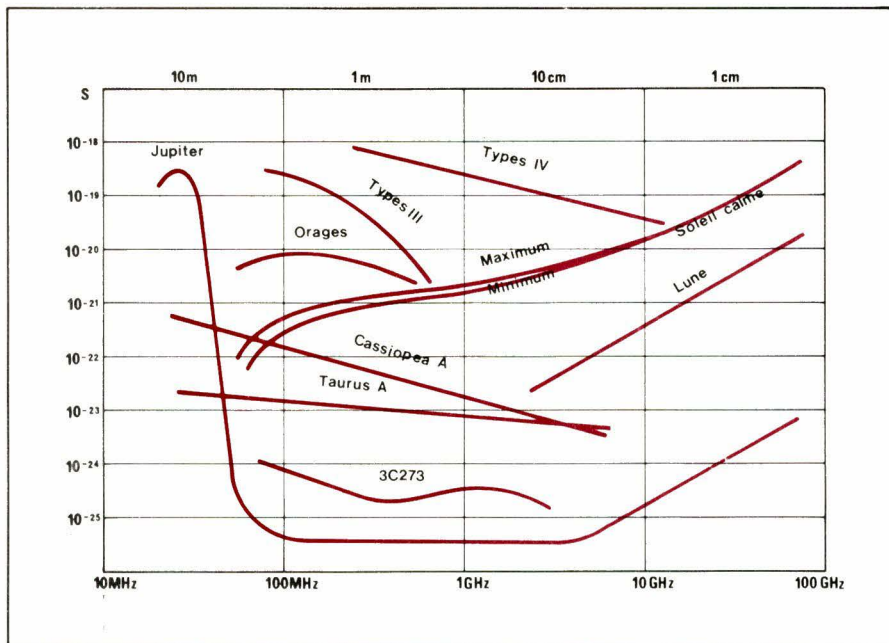


Fig. 23. – Densité de flux (en watts par mètre carré et par hertz) de quelques radiosources localisées, en fonction de la fréquence. Les échelles sont logarithmiques : 1 MHz, 10 Hz, 1 GHz : 10^9 Hz. Les longueurs d'onde correspondantes sont rappelées sur l'échelle du haut (d'après F. Biraud, *l'Astronomie*, mars 1978).

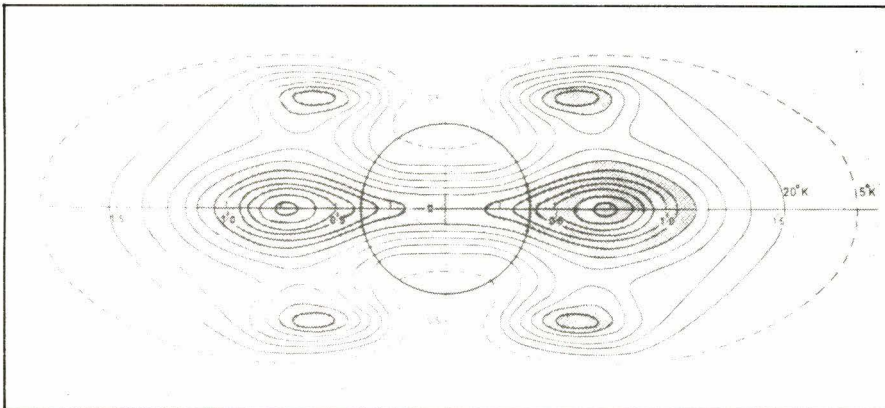


Fig. 24. – Forme de Jupiter observée sur la longueur d'onde de 10,4 cm (doc. Palais de la Découverte).

qui était équipé pour observer dans cette gamme de fréquence et qui au cours de relevés qu'il avait réalisés antérieurement (1950-1951) sur la voie lactée, retrouva les traces de Jupiter. D'ailleurs Shain montra que les émissions ne provenaient pas de la planète toute entière mais d'une source bien localisée.

L'émission venant de Jupiter a des propriétés très particulières. Leur explication met en cause de formidables éclairs orageux, des explosions volcaniques, la présence d'une ionosphère, mais ce sont surtout des hypothèses de travail. De ce point de vue, Jupiter est unique. Aucune autre planète ne présente une telle émission, à moins qu'elle se situe dans des fréquences très différentes et à des niveaux très bas.

L'originalité de Jupiter ne s'arrête pas là. En effet, sur la longueur d'onde de 3,15 cm, les radioastronomes du Naval Research Laboratory déduisaient, en 1956, une température de la

planète de 140° K. Cette valeur était très proche de celle mesurée en infrarouge et l'on pouvait mettre cette différence sur le compte des propriétés particulières de la surface de Jupiter. Mais où les choses se sont compliquées, c'est lorsque l'on a relevé des températures de 600 °K sur 10 cm (fig. 24), voire 50 000 °K sur 68 cm de longueur d'onde. Il ne s'agissait plus d'émission due au rayonnement thermique et il fallait trouver d'autres explications.

C'est Drake qui émit l'hypothèse d'émission d'électrons rapides évoluant dans le champ magnétique jovien, par analogie avec les zones de Van Allen présentes autour de la Terre. Cette hypothèse s'est trouvée confirmée par la mesure des dimensions de la source qui effectivement dépasse largement le diamètre de la planète.

Cette observation est intéressante puisqu'elle fournit le moyen de mesurer le champ magnétique d'une planète. Pour Jupiter, la présence de ce

champ magnétique porteur de particules incite à la prudence quant à l'approche de cette planète au moyen d'un véhicule spatial. En effet, le rayonnement n'est pas négligeable et il est nettement plus élevé que ceux considérés comme dangereux pour l'homme.

Notons enfin que des différences notables ont été relevées également dans les températures des autres planètes. Par exemple 1000 °K sur 21 cm (220 °K en IR) sur Mars et 280 °K sur 21 cm (110°K en IR) sur Saturne.

La radioastronomie solaire

Le soleil est l'étoile la plus proche de la Terre, c'est aussi celle qui a fait l'objet du plus grand nombre d'études et d'observations. Les ondes radioélectriques apportent un moyen supplémentaire pour mieux connaître cet astre à qui nous devons la vie.

Le soleil possède une structure que nous commençons à bien connaître et qui comporte, en partant du centre : un noyau (siège de réactions nucléaires), une zone de convection, la photosphère (région visible en lumière blanche), la chromosphère (couche mince et colorée) et, enfin, la couronne qui ne peut être visible que durant des éclipses ou au moyen d'un coronographe. Cette couronne forme une couche de gaz complètement ionisé qui s'étend très loin, jusqu'à plusieurs dizaines de rayons solaires. Notons que le **vent solaire** prend naissance à ce niveau et qu'il correspond à un flux de près de 200 milliards de tonnes par jour de particules éjectées à 350 km/s. Ce vent balaie l'ensemble du système solaire.

L'activité solaire, que nous connaissons sous la forme de taches et d'éruptions en surface (fig. 25 et 26), produit des perturbations radioélectriques parfois importantes, telle celle d'avril 1978 qui a complètement interrompue les communications radio de la garde côtière américaine le long de la côte et du continent américain. L'énergie mise en jeu par le soleil est considérable et cette source d'information est intéressante car l'émission radioélectrique du soleil n'a pas la même origine que les ondes visibles au télescope.

Le soleil, dont l'atmosphère se présente sous la forme d'un plasma, comporte des molécules et des atomes partiellement ionisés (émetteurs d'ondes lumineuses) et surtout d'atomes complètement ionisés (émetteurs d'ondes radio). L'émission radio fait intervenir le mouvement de particules de grande énergie évoluant dans un champ magnétique, ainsi que des mouvements rapides de gaz sous la

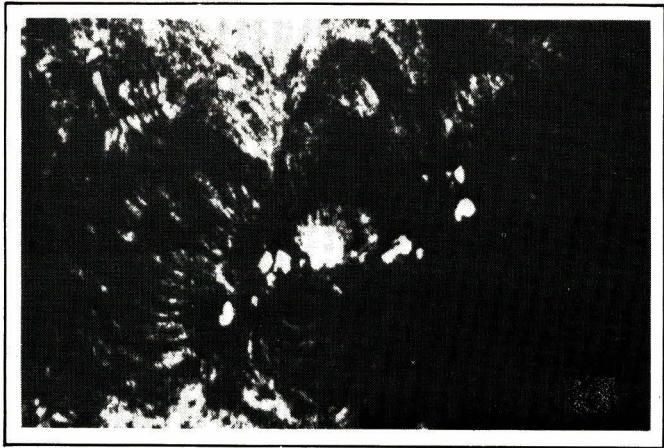


Fig. 25. - Structure de la chromosphère au voisinage d'un groupe de taches vu en lumière d'hydrogène $H\alpha$. - Filtrogramme B. Lyot (doc. SAF).

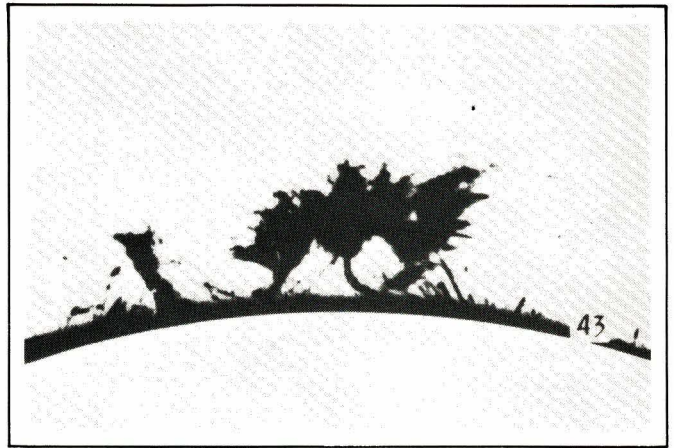


Fig. 26. - La couronne solaire montrant une importante protubérance (doc. SAF).

forme d'oscillations du plasma. Cette émission nous permet de bien connaître les phénomènes de la physique solaire, et de mieux comprendre l'influence qu'ont ces phénomènes sur l'atmosphère terrestre.

Rappelons pour mémoire que la fréquence de l'émission radio du soleil est fonction de la densité des ions contenus dans son atmosphère. Cette densité décroît avec l'altitude et par conséquent nous avons des fréquences élevées au niveau de la chromosphère (densité 10^{18} électrons/ m^3 et $\lambda = 3$ cm) pour s'abaisser en haute altitude (quelques électrons/ m^3 et $\lambda = 2$ cm). Rappelons également que dans un plasma, les ondes radio de fréquences supérieures à :

$$f = 9\sqrt{Ne} \quad (3)$$

où f est en Hz et Ne en électrons par m^3 , se propageront, le plasma se comportant comme un filtre passe-haut. Ainsi, en choisissant la longueur d'onde, il est possible d'examiner l'atmosphère solaire par couches concentriques relativement bien localisées, mais ayant néanmoins une certaine épaisseur.

L'observation du soleil en période calme a permis d'établir un certain nombre d'éléments caractéristiques de cet état. Puis, en période d'activité : apparition de taches à la surface, éruptions, protubérances, les variations en valeur de ces éléments fournissent les moyens d'apprécier les phénomènes qui agitent notre astre. En outre, il s'agit d'examiner un phénomène localisé sur le soleil, or celui-ci est vu de la Terre sous un angle de 32 minutes d'arc. Lorsque des taches apparaissent, chacune ne mesure que quelques minutes d'arc, et il faut les individualiser. L'emploi de l'interféromètre à réseau permet d'obtenir des pouvoirs séparateurs inférieurs à la minute d'arc, c'est l'appareil idéal pour ce genre d'observations.

Si l'on veut broser un panorama rapide de ce que l'on obtient, lorsque l'on dirige un radiotélescope vers le soleil, nous pouvons dire que le soleil calme fournit un spectre continu à toutes les fréquences, dont l'origine se situe dans la chromosphère et la couronne. Avec les ondes centimétriques et décimétriques on obtient une composante variable s'étalant sur plusieurs semaines émanant de la couronne, au-dessus des facules (partie brillante du disque solaire pouvant donner naissance à une tache). Enfin, avec les ondes métriques, on observe des orages et des sursauts dont la durée s'étale de plusieurs secondes à quelques heures selon le mécanisme d'origine (oscillations de plasma ou effet synchrotron) et l'apparition a lieu au-dessus des taches ou dans la chromosphère.

L'observation de ces éruptions (orages et sursauts) sont des phénomènes fréquents lors des périodes d'activité solaire intense, mais sont difficiles à observer. Habituellement l'observation s'effectue dans une bande étroite du spectre (raie $H\alpha$ de l'hydrogène). Elle montre, près d'un groupe de taches, l'apparition d'une brusque illumination au niveau de la chromosphère. Nous avons affaire à une explosion accompagnée d'éjection de matière à très grande vitesse (plusieurs centaines de km/s). Cette explosion a des répercussions terrestres sous la forme d'aurores polaires, d'orages magnétiques et de perturbations électromagnétiques, notamment dans les communications radio.

L'enregistrement de ces émissions, dont l'intensité peut atteindre plusieurs milliers de fois celle du soleil calme pour certaines fréquences, permet d'éliminer le phénomène thermique. D'autre part, en effectuant des enregistrements simultanés sur des fréquences déterminées, on obtient un spectre dynamique sur l'évolution de l'explosion. C'est à Wild, en Australie

(1950), que l'on doit cette technique, obtenue au moyen d'un radiospectrographe.

Après le soleil, il était tentant de braquer les instruments vers les étoiles, mais celles-ci ne se manifestent que lors d'éruptions importantes. En outre, l'antenne embrasse une portion du ciel qui comprend plusieurs étoiles. Il est donc nécessaire d'effectuer simultanément l'observation radio et optique afin de bien noter la coïncidence. C'est ce qu'a fait Sir Bernard Lowel à Jodrell Bank au moyen du radiotélescope pour mettre en évidence ce phénomène, sans pour autant déterminer à quel type on pourrait classer ces émissions.

Les radiogalaxies

Lorsque l'on regarde le ciel, par une belle nuit étoilée, nous apercevons une longue traînée blanchâtre : c'est la voie lactée. En l'examinant à la lunette ou au télescope on découvre qu'elle est composée d'une infinité d'étoiles, c'est notre galaxie vue par la tranche. On peut voir également des étoiles très éloignées, qui n'appartiennent pas à notre galaxie, mais à d'autres galaxies. Celles-ci sont groupées en amas et l'univers est rempli de toutes ces différentes formations (fig. 27).

Notre galaxie appartient elle aussi à un amas qui comporte notamment la nébuleuse d'Andromède, ainsi qu'une vingtaine d'autres formations de moindre importance. Toutes ces étoiles baignent dans un environnement interstellaire composé de gaz raréfiés de poussières. Cette matière interstellaire a une densité 10^{18} fois plus faible que celle de l'atmosphère terrestre.

Si les étoiles sont des corps chauds émettant dans le domaine des longueurs d'ondes visibles ; la matière interstellaire, en revanche, est froide ($-200^\circ C$) et émet dans l'infrarouge et dans la gamme des ondes radio. En

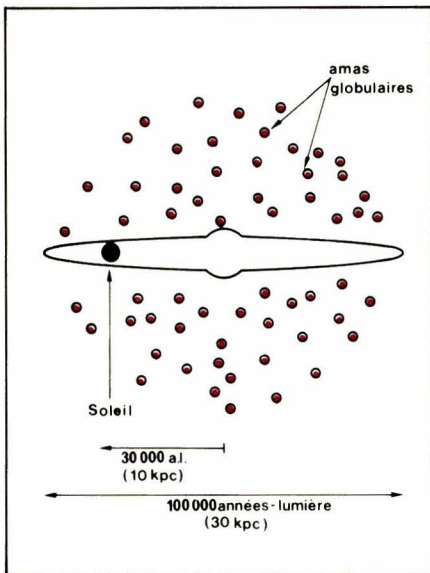


Fig. 27. – Forme et dimensions de notre galaxie. Autour, un halo sphérique composé d'amas d'étoiles.

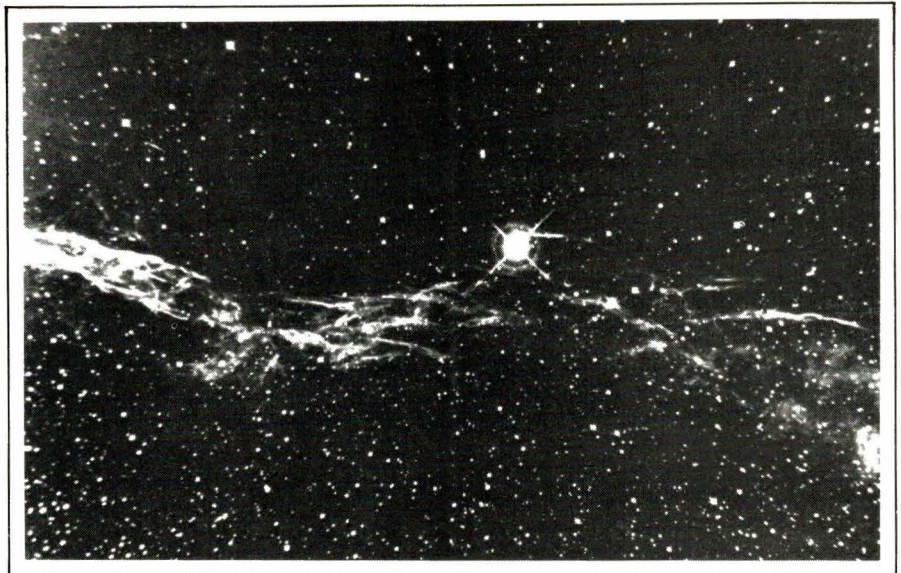


Fig. 28. – La dentelle du Cygne (INF 6960), photo prise avec le télescope de 193 cm de l'Observatoire de Haute-Provence. Cette nébuleuse, située dans la constellation du Cygne, constitue les restes d'une étoile qui a explosé il y a environ 50 000 ans (doc. SAF).

effet, lorsque Jansky étudia la voie lactée sur 14,6 mètres, il suggéra que l'origine du rayonnement venait du milieu interstellaire beaucoup plus que des étoiles elles-mêmes. En fait, ce milieu étant très riche en hydrogène, il s'avéra qu'une partie de cet hydrogène chauffé par la proximité d'une étoile, devient ionisé (les températures atteignant plusieurs milliers de degrés, cet hydrogène ionisé émet un spectre de raies, notamment $H\alpha$). C'est cet hydrogène ionisé (région H II) qui fournit un rayonnement thermique selon la loi de Rayleigh. Nous verrons plus loin qu'il existe une deuxième forme d'hydrogène dans la matière interstellaire, c'est l'hydrogène atomique, non ionisé et froid (région H I) qui émet dans la longueur d'onde de 21 cm.

L'examen de la voie lactée, selon Jansky, devrait toutefois faire admettre une température de 250 000 ° pour la longueur d'onde considérée, ce qui semble beaucoup. Ainsi, en tenant compte des études faites pour le soleil, on admettrait plus aisément le rôle de l'effet synchrotron. Cet effet apparaît si des électrons (relativistes), accélérés jusqu'à des vitesses proches de celle de la lumière, se déplacent dans un champ magnétique. L'émission d'un rayonnement radio (et parfois visible) qui apparaît, atteint une grande intensité et on la retrouve dans pratiquement toutes les radiosources.

Si nous revenons à l'examen du rayonnement continu de notre galaxie, nous retrouvons nos électrons relativistes, ainsi que des protons, des noyaux et des rayons cosmiques. Ces derniers ont une origine encore très discutée et là aussi, la radioastronomie a apporté quelques éléments intéressants en étudiant notamment les étoiles à explosion : les supernovae.

L'apparition soudaine d'une étoile est un phénomène peu fréquent (deux à trois chaque année, dans notre galaxie). En fait, il s'agit de l'explosion d'une étoile existante, mais dont la faible intensité la rendait peu visible. Parmi celles-ci, certaines se distinguent par une luminosité beaucoup plus importante, ce sont les supernovae. A titre de comparaison, sur le plan énergétique, si une éruption solaire atteint 10^{30} erg/s, une novae atteindra 10^{39} ergs/s et une supernovae : 10^{44} erg/s. Les supernovae sont très rares ; on en a dénombré trois dans notre galaxie.

L'une d'elle, la plus ancienne, fut découverte en 1054, c'est la Nébuleuse du Crabe (fig. 22). Plus tard, Mills au moyen d'un interféromètre confirmera que la supernovae, la Nébuleuse du Crabe et la radiosource ne sont que la même entité.

Les deux autres supernovae sont celles de Tycho-Brahé (1572) et de Képler (1604), elles correspondent toutefois à des radiosources plus faibles.

Si au lieu de partir d'une supernovae pour arriver à localiser une radiosource, on effectue la démarche inverse, on peut retrouver les restes de supernovae. Ainsi, l'une des plus intenses radiosources du ciel : Cassiopeia A a permis aux astronomes du mont Palomar de diriger leur télescope dans cette direction et d'y découvrir, non une étoile, mais des petits filaments. L'étude spectrographique a montré que ces filaments s'éloignaient les uns des autres avec des vitesses considérables, de l'ordre de 5000 km/s. L'idée de l'explosion était évidente et l'analogie avec la Nébuleuse du Crabe a permis de conclure à la présence des restes d'une supernovae.

Dans le même ordre d'idée, nous retrouvons les restes d'une supernovae dans la très belle Nébuleuse en dentelle du Cygne (fig. 8). L'explosion remonterait à 50 000 ans.

La raie de 21 centimètres de l'hydrogène

Nous avons vu précédemment que l'hydrogène interstellaire se présentait sous deux formes :

- 1) l'hydrogène situé à proximité d'une étoile, donc chaud et ionisé,
- 2) l'hydrogène atomique emplissant l'univers, froid et non ionisé. C'est cette seconde forme qui émet un rayonnement dans la longueur d'onde de 21 cm.

Pour mieux comprendre l'importance de cette caractéristique, nous dirons au préalable quelques mots sur le spectre de raie en radioastronomie. Nous savons que l'émission d'une raie se fait sur une très étroite bande de fréquence et chaque raie correspond à un corps chimique (atome ou molécule) bien déterminé. Ainsi, la raie de l'hydrogène neutre correspond à une longueur d'onde de 21 cm, soit une fréquence de 1420 MHz. En outre, non seulement la raie permet de déterminer la nature du corps chimique considéré, mais également sa vitesse (effet Doppler). L'hydrogène est l'un des constituants les plus importants du milieu interstellaire, malheureusement il ne peut être étudié dans le domaine du visible. En revanche, son émission dans la gamme des ondes radio en fait un milieu de prédilection pour l'étude de notre galaxie.

Jusqu'à ces dernières années, il était difficile d'affirmer que notre galaxie

avait une structure spirale. Les conditions optiques, d'une part, et la portée des télescopes (1 à 2 kpc) d'autre part, ne facilitaient pas l'observation d'un objet dont la grande dimension s'étend jusqu'à 30 kpc. La radioastronomie, dans la bande des 21 cm, est venu remplir cette lacune et c'est à l'astronome hollandais Oort que nous devons la preuve que notre galaxie avait l'allure d'une spirale (**fig. 29**), comme la Nébuleuse d'Andromède.

Vus du soleil, les bras formant la spirale se projettent sur des constellations et tout naturellement on leur a donné le nom de celles-ci (**fig. 30**). Le soleil se trouve ainsi vers le bras d'Orion. Parmi les études effectuées sur notre galaxie, il en est une fort importante relative à sa rotation. En effet, la galaxie ne tourne pas comme un corps solide, sa partie centrale tourne plus vite que les régions extérieures. L'examen des différentes parties de cette spirale a permis d'établir la **figure 31** qui met en évidence cette constatation.

Il existe une autre façon d'examiner la raie de 21 cm de l'hydrogène (proposée par Lilley en 1955), c'est au moyen du spectre d'absorption (**fig. 32**). C'est une méthode complémentaire car si le spectre d'émission peut fournir la quantité d'hydrogène rencontrée sur la ligne de visée, cela est vraie si la raie n'est pas saturée mais cette méthode ne permet pas de le savoir. En revanche, la raie d'absorption permet d'évaluer cette saturation.

Une autre utilisation du spectre d'absorption à 21 cm est la mesure de la distance d'une radiosource. En effet, dans une direction déterminée il existe en général plusieurs nuages à des distances différentes. On peut les distinguer sur le spectre en émission car, animés de vitesses distinctes, ils donnent des raies légèrement décalées en longueur d'onde par effet Doppler. Le spectre d'une radiosource située dans cette direction présentera des raies d'absorption dues aux nuages qui se trouvent devant elle. Il est donc possible de distinguer les nuages placés devant, et ceux placés derrière la source, et de la localiser par rapport à ces nuages dont les distances sont connues par ailleurs. C'est par cette méthode que les distances de nombreuses régions ionisées par des étoiles chaudes, et de quelques pulsars, ont pu être déterminées à Nançay.

... Et les autres raies ?

Après l'hydrogène, c'est le radical hydroxyle OH à 18 cm (1963 : Weinreb, Barret, Meeks et Henry), puis les raies de recombinaison de l'hydrogène et de l'hélium (1960 : Kardashev), et enfin les raies moléculaires (1968) :

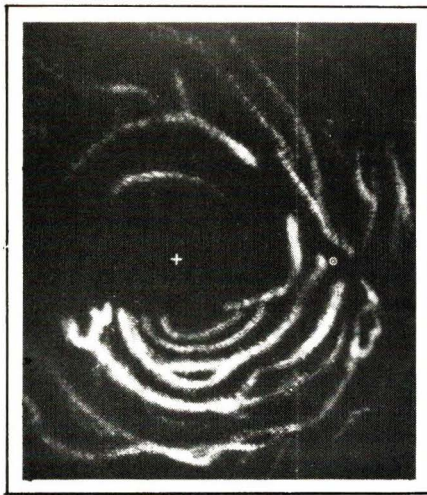


Fig. 29. - Notre galaxie (+ le centre, le soleil). L'hydrogène atomique possède une raie d'émission à 21 cm. Cette raie a permis de montrer que notre galaxie était une spirale analogue à la Nébuleuse d'Andromède (doc. Palais de la Découverte).

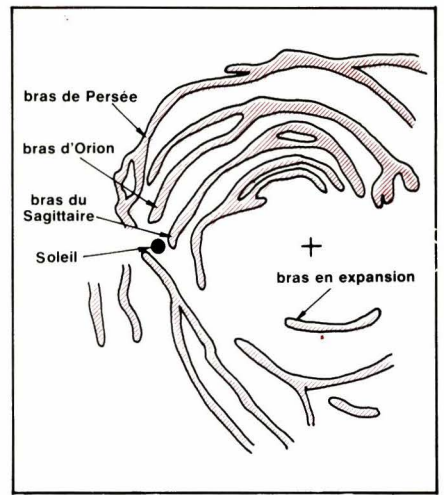


Fig. 30. - Structure spirale de notre galaxie.

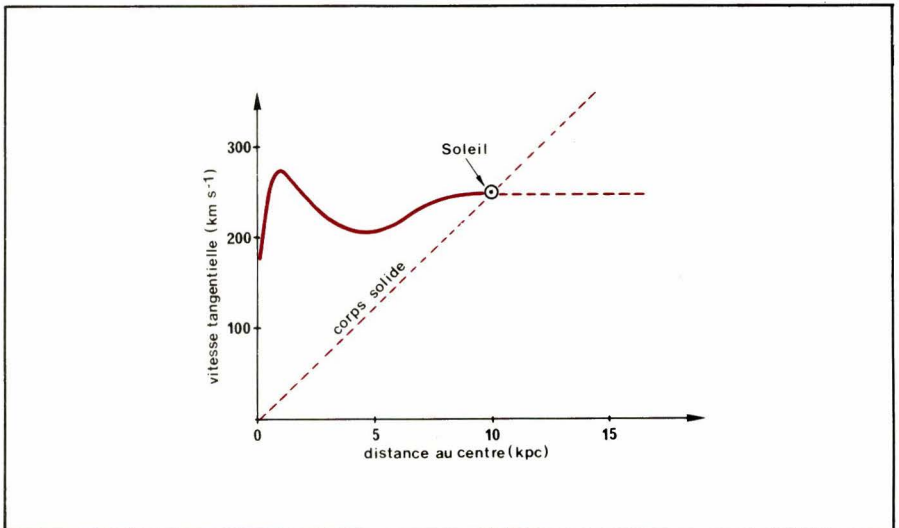


Fig. 31. - La courbe de rotation de notre galaxie, c'est-à-dire la vitesse d'un élément en fonction de sa distance au centre (d'après Corvisier).

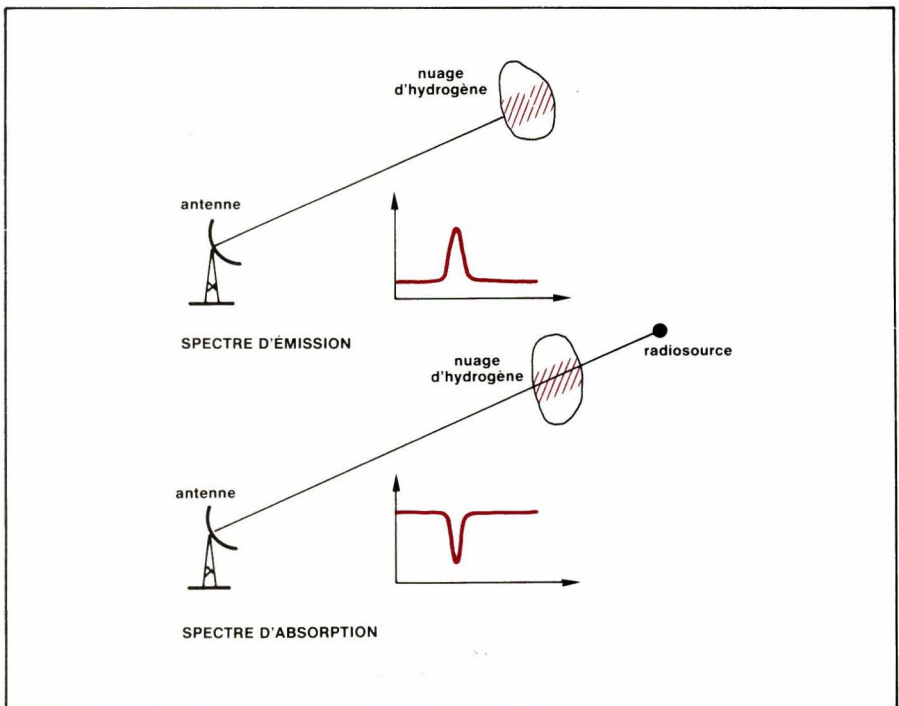


Fig. 32. - Les spectres de la raie de l'hydrogène



Fig. 33. - Le radiotélescope de 5 km de Cambridge. En combinant ses 8 antennes, il est possible de constituer 16 interféromètres simultanés de base différentes. C'est avec de tels instruments que l'on obtient actuellement des cartes complètes des radiosources extragalactiques à très haute résolution angulaire (doc. Cavendish Laboratory Cambridge).

ammoniac (1,25 cm), eau, formaldéhyde (5 cm), monoxyde de carbone (2,6 cm).

Les nuages moléculaires sont assez rares dans l'Univers, toutefois leur étude apparaîtrait comme une formation intermédiaire entre les nuages d'hydrogène et les étoiles. A ce titre, on peut dire que leur découverte renouvelle l'intérêt de la radiospectroscopie dans l'étude des espaces interstellaires.

Les nébuleuses gazeuses

Dans la théorie, sur l'origine des étoiles, on admet que la naissance se fait à partir d'un nuage de gaz froid, très diffus, contenant également de la poussière. A l'intérieur de cette énorme masse gazeuse, des atomes se regroupent en amas, s'assemblent et restent dans cet état dans la mesure où leur force de gravitation devient supérieure aux différentes forces antagonistes qui les sollicitent. Avec le temps, ces amas grossissent par apport d'autres atomes et cette convergence d'atomes vers leurs pôles d'attraction engendre des frictions. Au cours de milliers d'années, ces frictions se traduisent par une augmentation de température qui atteint des millions de degrés Kelvin. On peut dire à ce

moment qu'une étoile est née. En son sein apparaît des réactions de fusion nucléaire (notamment avec l'hydrogène). Le dégagement d'énergie arrête l'apport d'atomes dû à la gravitation. En outre, l'étoile émet son énergie dans l'espace sous la forme de rayonnement électromagnétique.

On comprend que l'étude des nuages, ou plus exactement des nébuleuses gazeuses, peut nous apporter des éléments intéressants pour la compréhension de cette théorie. En effet, les objets célestes ne sont pas tous au même degré d'évolution. On rencontre des nuages, des proto-étoiles, des étoiles jeunes (quelques millions d'années) et de vieilles étoiles sur le déclin. Actuellement on commence à bien cerner les problèmes. Ainsi, les zones où l'on rencontre des étoiles jeunes, voire primitives, seraient très riches en poussières. La lumière est absorbée ce qui fait que ces étoiles sont pratiquement invisibles. Heureusement les émissions radio pénètrent ces formations et l'étude de leur spectre d'absorption, notamment, apporte de nombreuses données. Nous avons vu cet aspect du problème dans le paragraphe précédent, avec la raie d'hydrogène à 21 cm.

Avec les nébuleuses gazeuses, nous avons également les nuages molé-

culaires qui se sont constitués, semble-t-il, par concentration de nuages diffus. Ce serait l'une des premières phases de la formation d'une étoile. L'étude des relations existant entre nuages diffus et nuages moléculaires peut se faire soit en recherchant les molécules présentes dans les nuages diffus, soit en étudiant l'hydrogène dans les nuages moléculaires.

L'étude du milieu interstellaire est très riche en promesses. Nous avons sous les yeux (ou plus exactement à portée d'antenne) les différentes phases d'évolution de ce milieu. C'est certainement la seule approche possible actuellement pour l'étude de la formation des étoiles.

Les radiosources extragalactiques

Au-delà de notre galaxie, dont l'énergie totale émise en ondes radio ne représente que la 1/100 000^e partie de celle émise en lumière visible, nous trouvons des radiosources très puissantes. C'est Hey (1946) qui découvrit ces nouvelles sources et, depuis, leur nombre n'a fait que croître en fonction du perfectionnement des moyens techniques mis en œuvre.

Actuellement on classe les sources extragalactiques en deux catégories. D'une part, celles dont l'intensité du spectre décroît quand la fréquence augmente et d'autre part, celles dont le spectre est plat ou inversé par rapport au précédent. Dans les deux cas le spectre est continu et ne possède aucune raie d'émission ou d'absorption.

A cette classification correspond des sources dont la structure est différente. Ainsi, dans le premier cas, on observe surtout des radiosources d'aspect étendu, alors que pour le second cas, les sources seraient plutôt compactes.

La radiosource étendue la plus brillante que l'on connaisse a été repérée dans la constellation du Cygne (Cygnus A) par Baade et Minkowski (1952). Puis, au moyen du radiotélescope de 5 km de Cambridge (fig. 33), sa structure fut mise en évidence. Elle représente une émission double provenant de deux régions distinctes situées symétriquement de part et d'autre de la galaxie optique (fig. 34). Ces régions d'émission sont relativement compactes (points chauds) et leurs dimensions sont entre 1 et 10 kpc. Les dimensions de telles sources se situent entre 50 et 500 kpc (200 kpc pour Cygnus A).

Les radiosources compactes, de par leurs dimensions, ont une densité de rayonnement très grande. Cela leur confère des propriétés particulières,

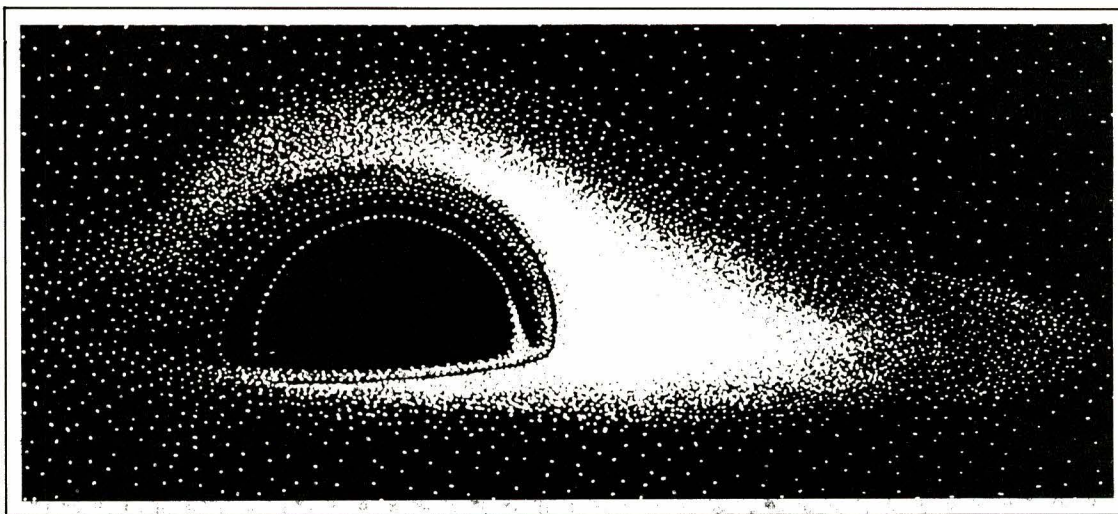


Fig. 35. — Apparence d'un trou noir, d'après le modèle mathématique mis au point par J.-P. Luminet, astronome à l'Observatoire de Meudon. L'intensité apparente du disque est modifiée par l'effet de décalage des fréquences. Ainsi, l'aspect dissymétrique s'expliquerait par la superposition des deux effets : d'une part, un ralentissement (décalage vers le rouge) dû au champ gravitationnel et, d'autre part, un effet Doppler, dû à la grande vitesse de rotation des parties intérieures.

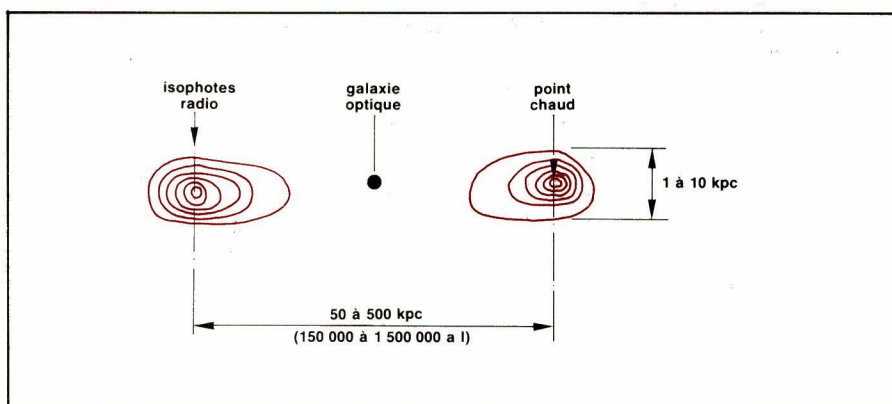


Fig. 34. — Structure d'une radiosource extragalactique.

notamment la réabsorption de leur rayonnement par les électrons ultra-relativistes due au mécanisme synchrotron qui semblerait régir de telle source. En 1961, lorsque Matthews déterminera avec précision la position de la radiosource 3 C 48, seul un objet ressemblant à une étoile figurait sur le cliché photographique. Était-ce véritablement une étoile, ou cette étoile masquait-elle une galaxie très lointaine et par conséquent trop faible pour être repérée photographiquement ? Toujours est-il que les astronomes relevèrent le spectre de cet objet et ne purent l'identifier à aucun objet connu. Nous étions en présence d'une radiosource quasi-stellaire : un quasar (contradiction de l'expression anglaise : quasi-stellar radiosource).

Les quasars

Peu de temps après, en 1962, Hazard et ses collaborateurs, utilisant la technique de l'occultation par la Lune, découvrirent la radiosource 3 C 273. La Lune, dans son déplacement, occulte des étoiles, des galaxies,

des radiosources et dans certains cas, elle apporte une gêne à l'observation. En revanche, son déplacement rapide peut être mis à profit pour étudier la structure fine des radiosources au moment où la Lune recouvre, puis découvre celle-ci. C'est en profitant des conditions exceptionnelles du 5 août 1962 que Hazard, Mackey et Shimmins, au moyen du radiotélescope de Parkes (Australie), purent observer l'occultation de la radiosource 3 C 273. Ils déterminèrent sa position à une seconde d'arc près.

La concordance avec l'observation optique faite par Schmidt, avec le télescope du Mont-Palomar (USA) montra l'analogie que l'on pouvait établir avec la radiosource 3 C 48 déjà mentionnée. Fort de ces résultats, les radioastronomes reprirent la liste des radiosources non identifiées et demandèrent à leurs collègues opticiens de vérifier si dans le voisinage de ces sources il n'y avait pas d'objets stellaires superposables. Malheureusement les choses ne furent pas aussi simples. Il faut dire que pour 3 C 273 et 3 C 48 les régions du ciel considérées ont une densité d'étoiles assez faible et pour la

première, l'emploi de la technique de l'occultation lunaire représentait un moyen particulier que l'on ne peut généraliser à toutes les radiosources.

Pour certaines radiosources, l'environnement stellaire comporte plusieurs objets, dont la plupart n'ont aucun rapport avec la source. Leur élimination nécessiterait un examen spectrométrique de chaque objet et la mobilisation d'importants moyens. Il fallait donc trouver une méthode plus rapide et toute aussi efficace. C'est Sandage, également au Mont-Palomar, qui constata que les quasars déjà découverts émettaient beaucoup plus d'énergie ultra-violette qu'une étoile normale, à caractéristiques égales par ailleurs (même intensité dans le domaine du visible). Sandage mis au point une méthode très simple : on prend une photo de la portion de ciel centrée sur la radiosource à travers un filtre bleu, puis sur le même cliché (après avoir fait subir à celui-ci une translation) une seconde pose à travers un écran laissant passer les U.V. Ainsi chaque étoile a deux images. On équilibre l'intensité de deux images de la majorité des étoiles puis, si l'une d'entre elles semble plus lumineuse en U.V., on peut penser que nous avons à faire à un Quasar.

La certitude apparaît après mise en œuvre de mesures complémentaires, notamment lorsque le spectre du quasar présumé possède un grand décalage vers le rouge.

Les trous noirs et les quasars

Dans la recherche d'une explication sur l'origine de la production énergétique des quasars, l'astrophysique nous apporte des éléments qui ne manquent pas de nous surprendre. Pour cela, l'histoire des trous noirs mérite d'être contée. C'est une vieille histoire qui date de la fin du XVIII^e siècle et que nous devons à Laplace ; mais qui fut

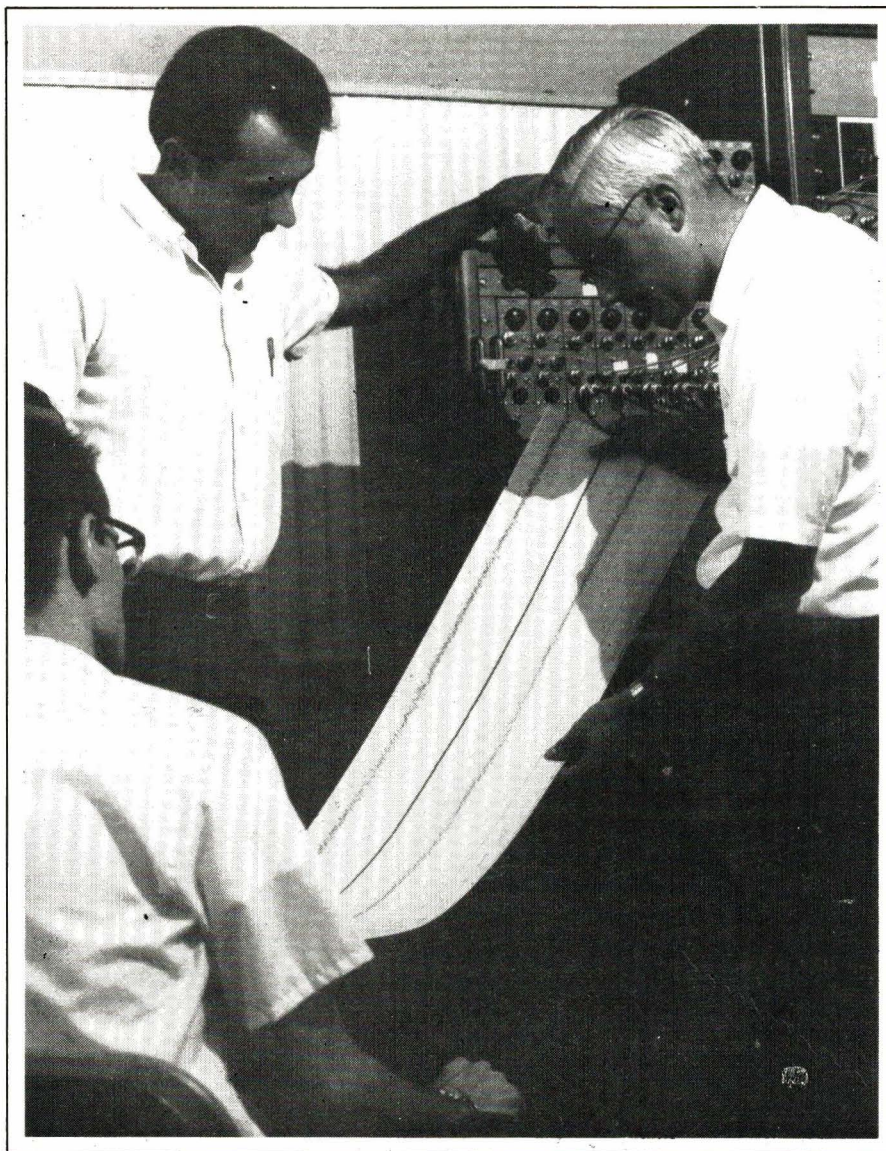


Fig. 36. - Examen de l'enregistrement d'un pulsar à l'Observatoire d'Arecibo, Porto-Rico (doc. IPS).

oubliée, puis réhabilitée par Einstein au début de notre siècle.

Le développement de l'astronautique nous a familiarisé avec le concept de vitesse de libération permettant de quitter le champ de gravitation terrestre. On sait que pour se libérer de l'attraction terrestre, il suffit de lancer un projectile à la vitesse de 11 km/s. La masse du projectile n'intervenant pas. Il faut que son énergie cinétique ($\frac{1}{2} m v^2$) soit supérieure à son énergie potentielle gravitationnelle (GMm/R).

En égalant ces deux équations nous obtenons la vitesse minimale v permettant la libération de l'objet de masse m :

$$v = \sqrt{\frac{2 GM}{R}} \quad (4)$$

où G , est la constante de la gravitation universelle ;

R et M : le rayon et la masse de la planète ou de l'étoile considérée.

On se rend compte que plus une étoile a une masse importante et, qu'en outre, plus cette masse est ramassée sous un petit volume, plus grande sera nécessaire la vitesse pour s'en libérer. A titre d'indication, sur le soleil cette vitesse atteint 620 km/s, sur une naine blanche (étoile très compacte) elle atteint plusieurs milliers de km/s.

On comprend dès lors que s'il existe une étoile suffisamment compacte pour que sa vitesse de libération dépasse celle de la lumière (300 000 km/s), les photons qui la constituent ne pourraient s'en échapper. Et qui plus est, tout rayon lumineux passant à proximité serait happé. C'est cet astre obscur que l'on appelle un trou noir.

A l'aide de la relativité générale d'Einstein, il a été possible d'émettre une théorie des trous noirs où il apparaît que plusieurs modèles pourraient exister. Le modèle le plus banal pourrait-on dire serait le trou noir stellaire ayant une masse d'environ cinq fois

celle du soleil, avec un rayon d'une vingtaine de kilomètres. Ce trou noir peut s'alimenter en absorbant le gaz voisin et même des étoiles situées à proximité. Evidemment ce processus est lent mais le trou peut atteindre dix fois la masse du soleil en un milliard d'années. Nous obtenons alors des trous noirs supermassifs.

Un autre modèle, plus compact, serait le mini-trou noir ayant une masse de 10^{14} g (le soleil a une masse de $1,2 \cdot 10^{33}$ g) mais avec une dimension très petite, de la taille d'une particule élémentaire.

Pour en revenir au trou noir supermassif, il est possible d'envisager son apparence visuelle en considérant que la matière qui tombe dans un trou noir libère de l'énergie gravitationnelle. Le rendement de cette réaction serait de 10 à 50 fois plus grand que celui d'une réaction thermonucléaire. Cette matière qui tombe dans le trou peut être représentée sous la forme d'un anneau d'accrétion un peu comme ceux entourant la planète Saturne.

La chute de la matière émet un rayonnement provoqué par la libération de l'énergie et l'anneau éclaire le trou noir. La figure 35 représente un trou noir, d'après le modèle mathématique mis au point par J.-P. Luminet.

Les pulsars

Le pulsar représente un autre phénomène céleste mis en évidence par la radioastronomie. C'est l'anglais Hewish, en 1967, qui enregistra des émissions à répétition régulière, au moyen de son antenne fixe fonctionnant sur 85 MHz à l'université de Cambridge.

Ces objets célestes ont pour caractéristique d'avoir une période régulière, c'est-à-dire qu'entre deux impulsions l'espace de temps est constant. Les périodes étant de l'ordre de la seconde, il est facile de mesurer pendant un certain temps le nombre d'impulsions et d'avoir la valeur d'une période. Ainsi, la période du pulsar CP 1919 est de 1,33730113 seconde. Toutefois, si l'on fait une mesure plus fine du phénomène, on se rend compte que sur une longue durée, les intervalles diminuent ou augmentent, un peu comme une horloge qui avance ou qui retarde, par rapport à un étalon. En comparant avec les horloges atomiques, on a constaté que les pulsars étaient de moins bons étalons de temps.

La nature des pulsars fait l'objet actuellement de plusieurs hypothèses. On sait que certaines étoiles possèdent un champ magnétique très puissant qui oriente leur émission dans une direction déterminée. Ces étoiles tour-

Bibliographie

- Blum E.J. : « Les radiotélescopes ». Coll. Que sais-je n° 1454, PUF éditeur 1972.
- Veron Ph. : « Les quasars ». Coll. Que sais-je n° 1267, PUF éditeur 1974.
- Boischot A. : « La radioastronomie ». Coll. Que sais-je n° 1182, PUF éditeur 1971.
- La recherche en astrophysique. Editions du Seuil, La Recherche 1977, 256 p.
- Michard R. Oudenot G. : « Découverte de l'Univers ». Revue du Palais de la Découverte n° spécial 13, mai 1978.
- Crovisier J. : « L'hydrogène neutre interstellaire ». L'Astronomie, revue de la SAF, vol. 93, juil.-août 1979. 317-334.
- Collin-Souffrin S. : « Les quasars ». L'Astronomie, revue de la SAF, vol. 92, déc. 1978. 485-507.
- Masnou J.-L. : « D'où vient le rayonnement gamma galactique ? » L'Astronomie, revue de la SAF, vol. 92, oct. 1978. 385-395.
- Luminet J.-P. : « Les trous noirs et l'astrophysique ». L'Astronomie, revue de la SAF, vol. 93, juin 1979. 291-292.
- Kohler P. : « Tableau des plus grands radiotélescopes en service ». L'Astronomie, revue de la SAF, vol. 92, mai 1979. 226.
- Biraud F. : « La radioastronomie d'amateur ».

L'Astronomie, revue de la SAF, vol. 92, mars 1978. 127-133.

Devismes Cl. : « Le soleil ausculté - Observation d'une éruption majeure ». Science Dimension. S/D 1978/6, CNRC Canada.

Longair M.S. : « Les radio-sources extragalactiques ».

La Recherche vol. 10, n° 101, juin 1979. 632-640.

Carter B. Luminet J.-P. : « Les trous noirs : maelstroms cosmiques ». La Recherche vol. 9, n° 94, nov. 1978. 944-953.

Chaisson E. : « Les nébuleuses gazeuses ».

Pour la Science fév. 1979. 50-70.

Informatique et astronomie.

Pulsar, revue de la SAPT, mai-juin 1979. 67-69.

Lachieze-Rey M. : « Ondes de gravitation : une mise en évidence indirecte ». La Recherche vol. 10, n° 102, juil.-août 1979. 776-777.

Spiller E. Feder R. : « L'optique des rayons X de grande longueur d'onde ». Pour la Science, janv. 1979, n° 15. 12-22.

Adresses utiles

- Société Astronomique de France (SAF) édite la revue : L'Astronomie. 3, rue de Beethoven, 75016 Paris.

- Société d'Astronomie Populaire de Toulouse (SAPT) édite la revue : Pulsar. 9, rue Ozenne, 31000 Toulouse.

nent sur elles-mêmes de telle sorte qu'un observateur placé sur la terre recevra périodiquement une émission brève (impulsion). C'est l'une des explications aux « pulsations » des pulsars, tout au moins pour ceux dont la période est d'environ une seconde.

Les radioastronomes ont découvert des pulsars dont la période est très courte. C'est le cas du pulsar de la Nébuleuse de Crabe dont les impulsions sont séparées entre elles par une durée de 33 ms. Il n'est pas pensable de concevoir qu'une étoile puisse tourner sur elle-même aussi rapidement et une autre hypothèse a été émise.

Les étoiles, en vieillissant, se contractent. La pression résultante exerce sur les atomes une force telle que les électrons se combinent aux protons (les forces nucléaires de répulsion ne sont plus suffisantes pour maintenir l'électron loin du noyau de l'atome). Cette combinaison donne des neutrons et au fur et à mesure du vieillissement

de l'étoile, celle-ci s'enrichit en neutrons pour devenir, à terme, une étoile à neutrons. Ces étoiles à neutrons sont très compactes (densité de quelques millions de tonnes par centimètre cube) et ne dépassant guère un diamètre de quelques dizaines de kilomètres. L'atmosphère de ces étoiles serait le siège de vibrations dont le diamètre oscillerait rapidement et c'est l'hypothèse qui serait avancée pour expliquer les pulsations rapides.

Les pulsars, comme les autres radio-sources, posent le problème de leur identification (fig. 36). Repérer un pulsar, le localiser avec précision puis rechercher la proximité ou la juxtaposition d'un objet céleste connu, représente un exercice difficile. A l'heure actuelle, quelques pulsars ont été identifiés. Il s'agit notamment du pulsar de la Nébuleuse de Crabe et de l'étoile NP 0532, le pulsar CP 0833 et les restes de la supernovae Vela X (bien que dans ce cas l'étoile n'est pas observable).

Conclusion

Au terme de ce rapide panorama, que conclure ? Après avoir observé le ciel au moyen d'un télescope, l'astronome a ouvert une seconde fenêtre sur l'Univers avec les radiotélescopes. En trente ans, avec ce nouveau moyen, il a fait davantage avancer la connaissance du monde des étoiles que des siècles d'observation optique. Bientôt d'autres fenêtres s'ouvriront, avec d'autres moyens. C'est le cas de l'astronomie gamma.

Cette accumulation de connaissances permet d'échafauder des théories cosmologiques où la philosophie cède la place à la rigueur scientifique. Chaque moyen nouveau apporte une vision différente, remettant parfois en cause les théories anciennes. Ainsi dernièrement, une étoile étrange de notre galaxie baptisée SS 433, découverte par Stephenson et Sansduleak il y a dix ans, vient à nouveau de faire parler d'elle.

Ce sont les chercheurs de l'université de Californie à Los Angeles qui ont trouvé le comportement de cette étoile bizarre et assez unique en son genre. Avec l'aide de chercheurs anglais et autrichiens, les américains ont relevé la présence d'un rayonnement radio de grande intensité, assez équivalente à celle des quasars. Puis l'étude du spectre les a rendu perplexes car ils observèrent deux raies d'émission très brillante ne correspondant pas à des éléments chimiques connus sur terre. De plus, l'une des raies se décale vers le rouge (par conséquent l'étoile s'éloigne de la terre), mais une autre raie de ce spectre se décale vers l'ultra-violet, ce qui montrerait que l'étoile se rapprocherait de la terre ! Il est difficile de concevoir la coexistence simultanée des deux processus. En outre, la détermination de la vitesse de déplacement donne un chiffre de 50 000 km/s, ce qui semble un record pour une étoile de notre galaxie (la limite observée atteint quelques centaines de km/s).

Les différentes explications fournies jusqu'à ce jour ne semblent guère satisfaisantes. Il semblerait, dans ce cas particulier, que l'effet Doppler-Fizeau ne soit pas applicable. Le décalage des raies spectrales vers le rouge ne serait pas dû à l'éloignement de la source mais à un phénomène d'interaction entre les photons émis et le milieu interstellaire. Cela ne facilite peut-être pas les explications, mais démontrerait que d'autres conditions pourraient présider aux abords de telles sources, mettant peut-être en cause certains principes de la physique.

Jacques Tremolières

A travers la presse technique

Millivoltmètre de crête à réponse instantanée

Dans *Electronics* vol. 52 n° 26, nous avons lu avec intérêt une communication de **William J. Mundi** de l'université de Montréal (Québec Canada) concernant un voltmètre à lecture instantanée des tensions de crête dont le schéma est donné à la **figure 1**.

Il est souvent nécessaire de pouvoir connaître la valeur de pointe d'un signal unique ou une impulsion, ou d'un signal à période unique de forme triangulaire, sinusoïdale ou rectangulaire.

L'appareil proposé par Mundi est un millivoltmètre-microampèremètre pouvant remplacer des appareils de haut niveau comme l'oscilloscope ou l'enregistreur oscillographique ou tout autre instrument pouvant donner une réponse immédiate.

Cet appareil a été primitivement destiné à des **applications biomédicales** où l'amplitude de certaines variables électrophysiologiques de faible grandeur doit être mesurée.

Avec ce millivoltmètre, on pourra déceler aussi bien toutes les impulsions négatives que les parties négatives des signaux d'entrée de forme quelconque.

Analyse du schéma

En se référant au schéma, on peut voir que le signal à mesurer est appliqué à l'entrée non inverseuse de CI-1, un LM307H, amplificateur d'entrée, d'où il est transmis au LM 301 AH, auquel est associé le commutateur d'amplitude et de gammes de 1 V à 50 mV.

Le signal ainsi dosé passe au LM307 qui compense la chute de tension sur les diodes de charge D₁ et D₂

Ces diodes transfèrent la valeur de

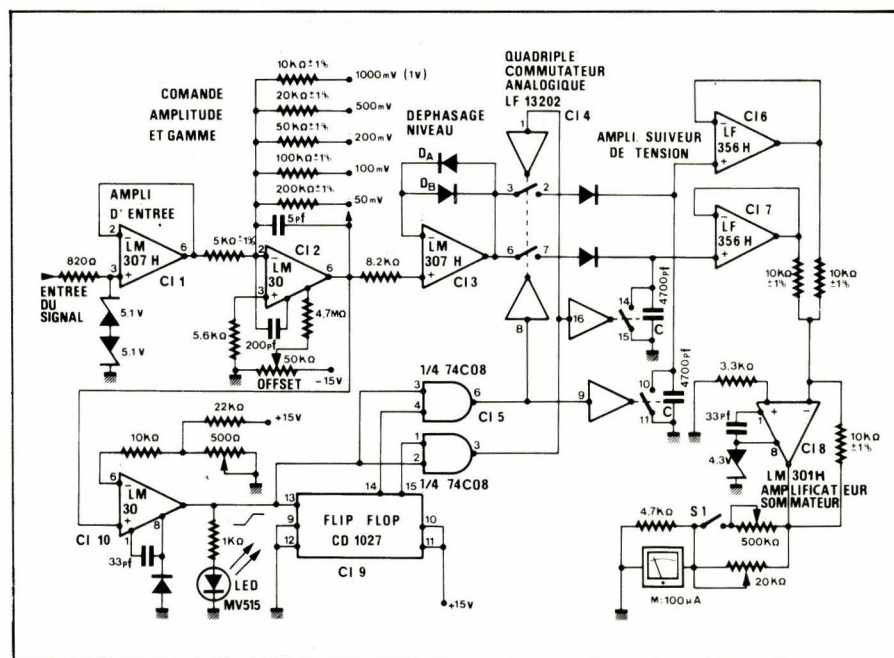


Fig. 1

pointe du signal aux condensateurs C₁ et C₂.

Les tensions sur C₁ et C₂ sont transmises alternativement à l'entrée du LM301, amplificateur sommateur. Tout changement d'amplitude du signal d'entrée est transmis d'une manière instantanée à la sortie.

Grâce au commutateur analogique LF13202, CI-4, commandé par un FLIP-FLOP 4027, la commutation de capacité est effectuée électroniquement.

Le Flip-Flop CD4027 est déclenché par le discriminateur d'amplitude LM301 H (CI-10). Avec le potentiomètre de 500 Ω, associé à CI-10, on règle la tension de déclenchement à un niveau proche de zéro, condition nécessaire pour la détection des tensions d'entrée de faibles valeurs.

Lorsque C₁ est chargé, C₂ est déchargé et vice-versa. De ce fait, il y aura toujours une tension emmagasinée. La diode zener, associée à l'amplificateur sommateur CI-8, empêche ce dernier de surcharger l'instrument de mesure M qui indique la tension de crête.

On a pu étalonner le microampèremètre M en millivolts, grâce aux composants résistifs, 20 kΩ et 500 kΩ tous deux ajustables et 4,7 kΩ fixe.

Le commutateur S₁ devra être fermé (contact) lorsque le signal à mesurer est de forme sinusoïdale. Pratiquement, l'auteur a constaté que l'on pouvait largement dépasser la fréquence 100 Hz des signaux qu'il devait mesurer. Des mesures jusqu'à 8 kHz de signaux rectangulaires et jusqu'à 10 kHz de signaux sinusoïdaux et des impulsions de 15 μs de durée, ont pu être effectuées sans difficultés.

Les circuits intégrés

Voici quelques indications sur les CI utilisés dans ce montage dont nous avons reproduit toutes les valeurs des éléments figurant dans le schéma original. Le LM307 est un amplificateur opérationnel avec un seul élément dans un boîtier rectangulaire à 8 ou 14 broches ou dans un boîtier cylindri-

que à 8 fils, même brochage que le rectangulaire à 8 broches.

Le CI-2 est un LM 301 AH.

Le commutateur analogique, CI-4, un LF13202, est monté dans un boîtier à 16 broches comme celui indiqué à la **figure 2**.

Il est clair que le commutateur disposé en haut et à gauche, par exemple, correspond à un interrupteur monopolaire, en position « ouvert » (pas de contact) au repos entre les points 2 et 3 du CI. La commande se fait par le point 1 et effectue le contact.

Chacun des quatre interrupteurs analogiques possède une commande distincte. Les points de commande sont 1, 8, 16, 9 ; on peut voir que les points de commande 1 et 16 reçoivent l'impulsion d'un élément de CD-5 et que les points de commande 8 et 9, de l'autre élément de CD-5.

Le CD-4, quadruple commutateur, est alimenté sur deux sources ± 15 V, aux points $+V_{CC}$ et $-V_{EE}$, avec commun des deux sources à la masse.

Le circuit intégré 74C08 contient des AND à deux entrées.

Le CD 4027, un C.MOS (ou COS, MOS), est un double Flip-Flop JK maître-esclave monté dans un boîtier rectangulaire à 16 broches.

Ses points d'alimentation sont V_{DD} (16) au + et V_{SS} (8) à la masse. Pour plus de détails concernant les CI, voir les notices des fabricants.

Appareil musical simple à huit notes et deux transistors

ELO 1980 vol. 1 nous livre la description d'un appareil musical dû à deux auteurs, **Peter Brundl** et **Lutz Findeisen**. C'est en réalité un gadget qui fonctionne très bien et qui se prête à de nombreuses applications.

Avec ses huit signaux, l'appareil est réalisable d'après le schéma de la **figure 3**.

Le panneau avant se caractérise pour la représentation musicale des huit notes, les cercles pleins étant métalliques.

Lorsqu'on contacte un de ces cercles avec une pointe d'essais P reliée à la masse, la note correspondante se fait entendre dans un haut-parleur.

L'appareil est monophonique.

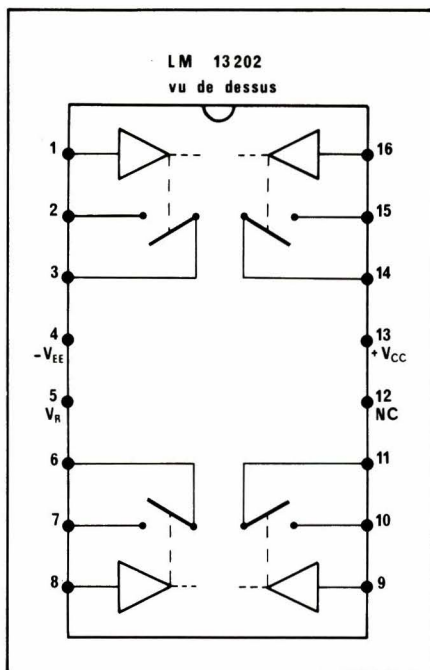


Fig. 2

Analyse du schéma

Reportons-nous au schéma théorique de la **figure 3**. On y trouve les parties suivantes : le générateur de signaux électriques à basse fréquence utilisant les transistors Q_1 et Q_2 , le haut-parleur, l'ensemble d'accord à résistances ajustables, la pointe servant de dispositif de contact pour émettre la note désirée et l'alimentation sur pile. Commençons notre analyse par le générateur.

Il utilise Q_1 un PNP BC177B monté en émetteur commun connecté à la

ligne positive et Q_2 , un NPN BC 108B, monté en émetteur commun, également, mais connecté à la masse. Il y a liaison directe entre la sortie sur le collecteur de Q_1 et l'entrée sur la base de Q_2 .

Le transistor Q_2 sert aussi d'amplificateur de puissance (très modérée), le haut-parleur étant monté dans le circuit de son collecteur.

Dès que la pointe touche une extrémité de résistance, celle-ci est mise à la masse. L'oscillation se fait à la fréquence f_1 ou f_2 ... ou f_8 qui dépend de la valeur de la résistance en service.

Si la pointe touchait deux extrémités à la fois, on entendrait une seule note, plus aiguë, correspondant à la résistance résultante de la mise en parallèle des deux résistances composantes.

Les résistances ajustables sont de 1 M Ω . Remarquons qu'elles sont toutes en série avec R_9 de 470 k Ω . De ce fait, la résistance maximum du circuit d'accord est 1,47 M Ω et la résistance minimum est de 0,47 M Ω .

Accord de l'appareil

Pour accorder l'appareil, on se fixera préalablement les fréquences des huit notes, par exemple :

do = 523,25 Hz
ré = 587,01 Hz
mi = 659,25 Hz
fa = 696,6 Hz
sol = 783,99 Hz
la = 880,00 Hz
si = 987,77 Hz
do = 1046,50 Hz.

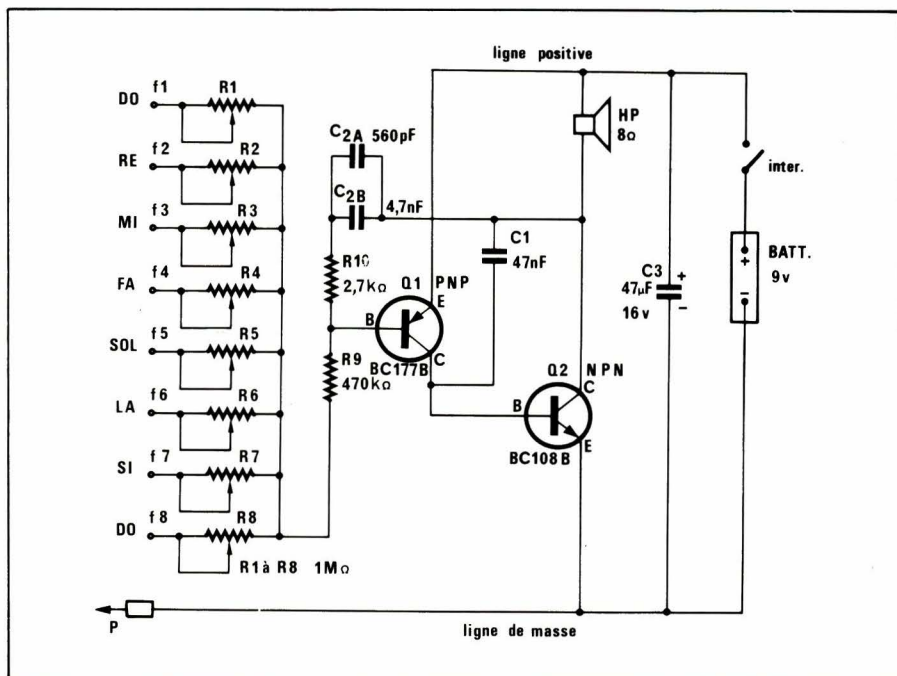


Fig. 3

Rappelons que l'intervalle d'un ton, par exemple de do à ré, est égal à racine d'ordre 6 de 2 (1,1224).

Dans le cas d'un demi-ton tempéré, on a un rapport égal à la racine douzième de 2 (1,0594).

Pour l'accord on devra disposer d'un diapason donnant le la_4 à 440 Hz ou le la_5 à 880 Hz. Accorder en agissant sur R_6 .

Ensuite, à l'oreille on accordera les autres notes.

Le haut-parleur de 8 Ω devra être capable de recevoir une puissance électrique de 0,5 W.

Si le dispositif à pointe de touche n'est pas agréé par l'utilisateur, celui-ci pourra le remplacer par un ensemble de 8 ou plusieurs boutons poussoirs, avec état de coupure au repos.

L'alimentation est de 9 V.

Le condensateur C_3 de 47 μf , shuntant la batterie de 9 V, sera à 16 V service.

On n'oubliera pas l'interrupteur qui empêchera la batterie de s'user pendant les périodes de non utilisation de cet appareil musical simple et facile à réaliser sous diverses formes.

Expériences de télédiffusion par satellites

Dans un communiqué des **Laboratoires d'Electronique et de Physique appliquée, Recherches**, nous extrayons l'essentiel d'une étude rendant compte des expériences de télédiffusion par satellite avec participation du LEP.

L'étude s'est intéressée surtout à la tête HF du récepteur d'image de télévision. On a conçu un sous-ensemble à transistors à effet de champ à arsénure de gallium.

Grâce à ces transistors on a retiré les avantages suivants : amplificateur à faible bruit, du même ordre qu'une diode, mais avec gain élevé de conversion ; oscillateur stable à rendement

élevé, 15 à 20 % ; préamplificateur de signaux à fréquence intermédiaire (FI), à facteur de bruit inférieur à 1 dB à 1 GHz.

Le récepteur LEP a été installé au Japon à OSAKA et reçoit l'émission du satellite japonais BSE. Ce satellite a une puissance de 20 dBW par canal, puissance isotrope rayonnée équivalente, 58,3 dBW par canal.

D'autres expériences ont été réalisées préalablement depuis 1976, au Canada grâce au satellite Hermes CTS.

Actuellement, en 1980, la télédiffusion par satellite a de très grandes chances de devenir familière en Europe et desservir des régions accidentées. On pourra recevoir des émissions étrangères venant d'Europe et même d'outre-Atlantique.

Le système adopté se caractérise par une bande de fréquences retenue par la World Administrative Radio Conference en 1971, et se situe dans le spectre hyperfréquence vers 12 GHz.

A la **figure 4** on donne le diagramme fonctionnel du récepteur étudié par LEP.

Les ondes électromagnétiques sont captées par une antenne parabolique de diamètre 1 mètre environ. Elles sont transmises à un convertisseur de fréquence qui abaisse la fréquence du signal (le récepteur comprend généralement un préamplificateur suivi d'un mélangeur et d'un amplificateur de fréquence intermédiaire) ; le signal est ensuite traité dans un convertisseur modulation de fréquence-modulation d'amplitude et appliqué à un récepteur de télévision conventionnel.

Dans ce montage, les parties composantes sont :

- Une antenne parabolique AP
- Un préamplificateur FET bas bruit, PR
- Un filtre de réjection d'images FRI
- Un oscillateur FET à 11 GHz, OSC LOC
- Un mélangeur à FET, MEL
- Un amplificateur à fréquence intermédiaire AMPL FI en technologie bipolaire
- Un convertisseur FM-AM.

Un récepteur de télévision TV.

Voici des détails sur ces éléments essentiels :

Principe. L'option adoptée dans les laboratoires LEP a été d'utiliser des transistors à effet de champ en GaAs pour chacune des fonctions principales de la tête de réception, à savoir : le préamplificateur r.f., le mélangeur, l'oscillateur local. Dans chacune de ces trois fonctions les FET présentent des avantages particuliers : un très bas facteur de bruit dans l'amplificateur, un gain de conversion important dans le mélangeur et un grand rendement dans l'oscillateur. Les transistors utilisés sont des MESFET « submicroniques » réalisés en utilisant des techniques d'auto-alignement : leurs facteurs de bruit à 12 GHz sont de l'ordre de 2,5 dB avec un gain associé de 8 dB.

Antenne. Forme parabolique ; 1 m de diamètre ; efficacité 60 %. Correspondant à une surface effective d'antenne de 0,7 m². Gain 47 dB.

Tête de réception. L'ensemble de la tête de réception est placé dans un boîtier cylindrique en plastique métallisé dans lequel il est possible d'incorporer un filtre passe-bande à faible perte pour éliminer les signaux hors bande. Tous les composants et circuits nécessaires pour la première conversion 12 GHz à 1 GHz sont localisés sur deux substrats d'alumine de 50,8 x 25,4 mm (2" x 1"). Sur le premier est situé le préamplificateur, le mélangeur et l'amplificateur ; sur le second se trouve l'oscillateur local à 11 GHz.

Préamplificateur. Longueur de bande minimum : 11,7 à 12,5 GHz ; facteur de bruit maximum : 3,5 dB ; gain minimum : 12 dB.

Réjection image. Emploi d'un filtre microstrip à réjection minimum 0 dB dans toute la bande. Le filtre récupère l'image dans le mélangeur.

Oscillateur local. Celui-ci comprend un transistor à effet de champ au GaAs. Un résonateur diélectrique en titanate de baryum dans le circuit de contre-réaction permet d'obtenir un coefficient de surtension extérieure

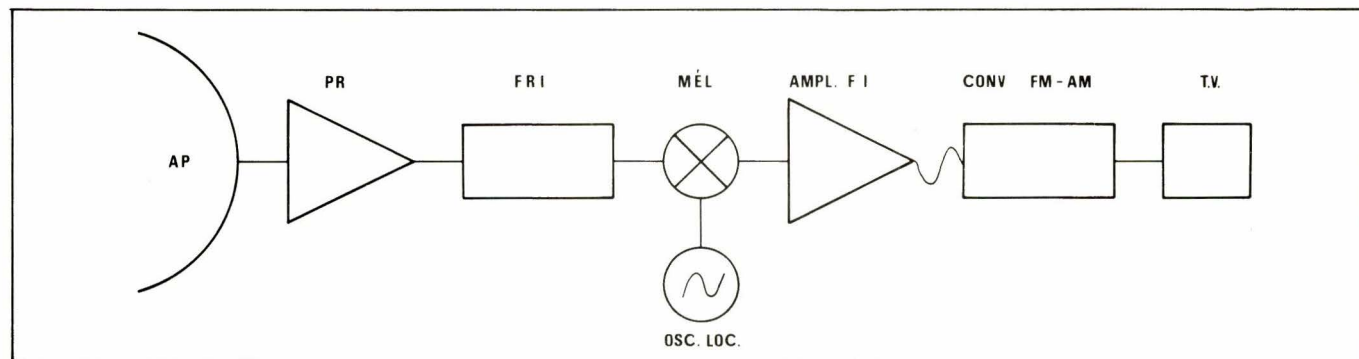


Fig. 4

élevé et une excellente stabilité en température.

Caractéristiques :

- puissance de sortie : 13 dBm.
- fréquence : 11,080 GHz.
- stabilité en température : $\pm 0,25$ MHz (- 5 à + 60 °C).
- commande électrique de la puissance de sortie : 10 dB.

Mélangeur. Il utilise un FET à GaAs. Ses caractéristiques sont :
 Largeur de bande : 11,8 – 12,3 GHz.
 Fréquence de l'oscillateur local : 11 GHz.
 Fréquence intermédiaire : 800 – 1 300 MHz.
 Facteur de bruit : 5,3 dB.
 Gain de conversion : 4,5 dB.

Amplificateur FI. Un étage à transistors bipolaires. Facteur de bruit 3 dB, gain 13 dB.

Convertisseur FM-AM. Une unité de traitement de signal qui comprend un sélecteur de canaux, un discriminateur de fréquence et un séparateur permet de détecter le signal FI et de récupérer séparément les signaux vidéo et son.

L'audio artist : générateur d'effets sonores

L'appareil dont le schéma est donné à la **figure 5** est proposé par **Jim Barbadello** dans **Popular Electronics** vol. 16 n° 6

Il utilise trois circuits intégrés et un transistor à effet de champ.

A la sortie J₁ on pourra obtenir toutes sortes de signaux à effets spéciaux utilisables en musique électronique.

L'appareil est, d'après les indications de J. Barbadello, assez économique, ne revenant pas à plus de 25 dollars aux Etats-Unis, soit 100 F au cours actuel du dollar.

Fonctionnement

Les trois circuits intégrés CI-1 à CI-3 sont des MC 1458 N (Motorola). Chacun comprend deux éléments, A et B, amplificateurs opérationnels. Ils sont montés dans des boîtiers rectangulaires à 8 broches ou en boîtiers cylindriques à 8 fils, même brochage :
 Point 1, sortie élément A.
 Point 2, entrée inverseuse A
 Point 3, entrée non inverseuse A
 Point 4, alimentation V -
 Point 5, entrée non inverseuse B.
 Point 6, entrée inverseuse B.
 Point 7, sortie B.
 Point 8, alimentation V +

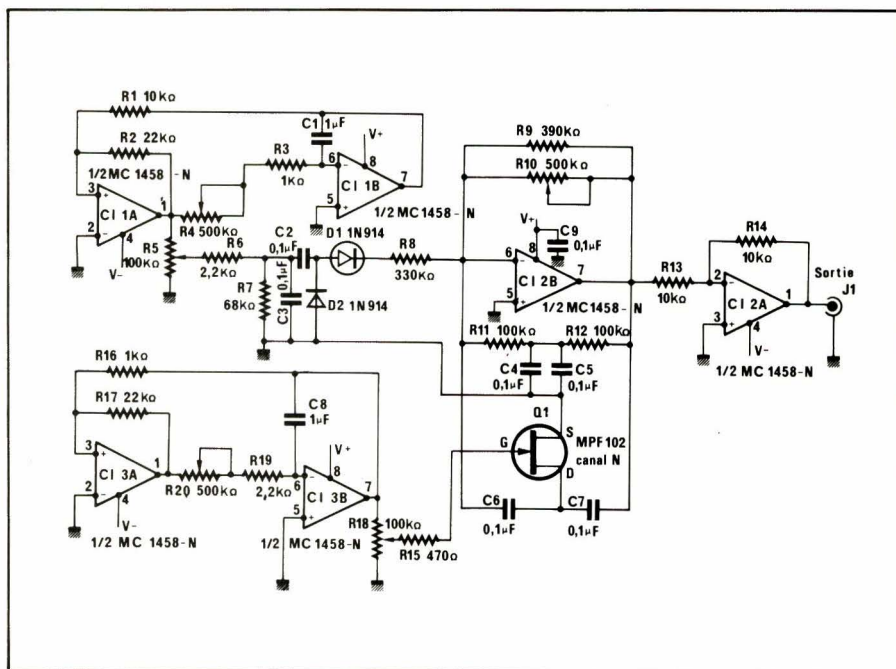


Fig. 5

A noter qu'il existe des versions en boîtiers 14 broches à brochage différent non adopté dans le présent appareil.

Le MC1458N est à compensation interne, à protection contre les courts-circuits. Il consomme peu mais nécessite deux sources d'alimentation, de 9 V chacune, montées comme indiqué à la **figure 6**.

Remarquons l'interrupteur double, S_{1A} - S_{1B}, indispensable lorsque l'alimentation est à deux sources de tension connectées en série.

Revenons au schéma principal et considérons le circuit CI-2B qui, avec ses éléments extérieurs, constitue la section de génération de signaux.

Le transistor à effet de champ, Q₁ du type MPF 102, est un canal N et sert de capteur sensible à la tension.

Celle-ci agit sur la valeur de la résistance entre source S et drain D.

Cette résistance varie avec la tension appliquée entre la porte G et la source S.

A cette porte, le signal est de forme triangulaire. De ce fait, la résistance R_{DS} varie au régime déterminé par le réglage du potentiomètre R₂₀ disposé entre la sortie 1 de CI 3A et la résistance fixe R₁₉ du 2,2 kΩ.

Remarquons que le transistor Q₁, en association avec CI-2B et les composants R₁₁, R₁₂ et C₄ à C₇, constitue un filtre actif en double T, passe bande qui engendre un signal sinusoïdal amorti chaque fois qu'il est déclenché par impulsion positive.

L'amortissement du signal de sortie est déterminé par le réglage de R₁₀ de 500 kΩ disposée entre les points 6 et

7 de CI-2B. Cet amortissement peut varier entre les deux extrêmes, c'est-à-dire entre un signal permanent et pas de signal. D'autre part CI-1 et CI-3 constituent des oscillateurs de la manière suivante.

CI-1 engendre des impulsions qui obligent le filtre actif en double T à fonctionner comme oscillateur. CI-3 produit des signaux de forme triangulaire qui module la résistance R_{DS} entre source et drain et font varier la fréquence du signal d'accord du filtre en double T.

Dans chaque oscillateur CI-1 et CI-3, l'étage non inverseur (comme CI-1A et CI-3A) fonctionne comme comparateur tandis que l'étage inverseur, CI-1B ou CI-3B, fonctionne comme un circuit intégrateur.

En supposant que le signal de sortie du comparateur change de niveau, de V - à V + (V - = 9 V, V + = 9 V, par rapport à la masse, voir schéma de l'alimentation), la tension résultant de l'intégration sera une rampe à pente positive.

Lorsque l'amplitude de la rampe atteint 0,5 V + le comparateur change d'état et produit une impulsion négative qui donne lieu à une rampe à pente négative.

Ensuite, lorsque l'amplitude de la rampe atteint 0,7 V - le comparateur change à nouveau d'état.

Ce processus se poursuit périodiquement, produisant un signal rectangulaire à la sortie du comparateur et un signal triangulaire à la sortie de l'intégrateur.

La pente de la rampe (signal triangulaire) détermine rapidement le change-

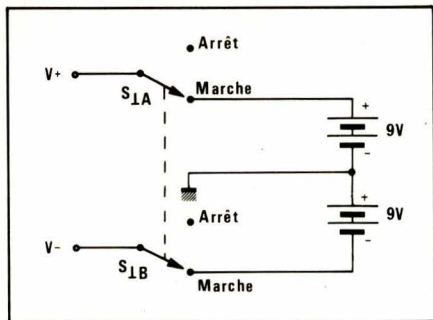


Fig. 6

ment d'état du comparateur et, par conséquent, la fréquence d'oscillation.

A noter que la pente dépend du courant fourni à C_1 (ou C_8) par l'intermédiaire de R_3 et R_4 (ou R_{19} et R_{20}). Par conséquent, la fréquence de l'oscillation est commandée par le réglage unique de R_4 (ou R_{19}) dans une gamme comprise entre 0.5 Hz et plus de 250 Hz.

CI-1 est le générateur de Tempo. Il fournit les impulsions appliquées aux filtres actifs CI-2B par le réseau RC composés de R_7 - C_2 - C_3 et les diodes D_1 et D_2 du type 1N914.

Par ailleurs, les signaux triangulaires engendrés par CI-3B sont appliqués à la porte G du FET, Q_1 par l'intermédiaire de la résistance R_{18} de 100 k Ω

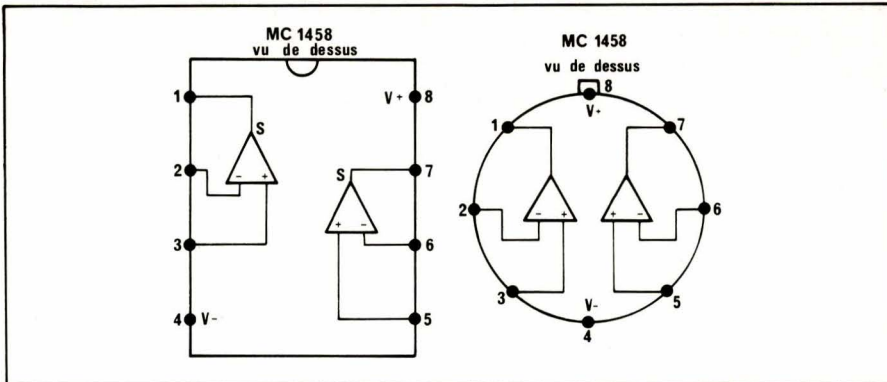


Fig. 7

qui agit sur la profondeur de modulation.

Cela a pour effet la production par CI-2B d'une modification continue de la fréquence des sons.

Les deux oscillateurs CI-1 et CI-2, fonctionnent d'une manière indépendante et chacun peut être réglé pour le rythme ou pour différents effets spéciaux.

Grâce aux commandes disponibles :

- R_4 = régime du rythme
- R_2 = réglage de fréquence
- R_{10} = sustain
- R_{18} = modulation,

on pourra engendrer des sons peu

commun ou nouveaux en plus des sons sinusoïdaux à fréquence pseudo-aléatoire.

Les signaux produits par CI-2B sont transmis par CI-2A inverseur à gain unité, et on les trouve disponibles à la sortie J_1 .

Le courant consommé est réduit, ce qui permet l'emploi de piles.

Le brochage des CI MC1458N est indiqué à la figure 7.

F. JUSTER



MB ELECTRONIQUE

UN ATOUT DE PLUS



Multimètres **FLUKE**® 2000 pts

la race des gagnants

- 8020 A** ● 7 fonctions ● précision : 0,1% (1 an 23°C \pm 5°C).
● garantie portée à 2 ans ● résistance de 0,1 Ω à 10 G Ω ...
● testeur de transistors. ● 998 F HT*.
 - 8024 A** ● 9 fonctions ● mesure de °C de -20 à +1200°C avec thermocouple ● mémoire sur les fonctions V et I ● test de continuité et détecteur de niveaux avec signal sonore ● précision : 0,1% (1 an 23°C \pm 5°C). ● 1.295 F HT*.
 - 8022 A** ● 6 fonctions ● précision : 0,25% (1 an 23°C \pm 5°C)
● testeur de diodes ● cordons de mesure protégés ● 780 F HT*.
- Ces multimètres sont disponibles partout en France, chez tous les distributeurs CDME. * Prix au 1/12/79.

mb électronique

Tél. 956 81 31
Telex : 695 414
Zac de Buc - BP 31
78530 BUC

M.....
Société Activité.....
Adresse Tél.....
est intéressé par les 8020A ☐ 8024A ☐ 8022A ☐

La valeur ohmique des différents composants résistifs utilisés en électronique (résistances, potentiomètres, trimmers), dépend de la température, comme la plupart des grandeurs physiques. Généralement, la résistance croît avec la température (sauf pour des composants spéciaux de pente négative utilisés pour les régulations). Le phénomène peut être représenté par une courbe (**fig. 1**), valable pour tous les composants d'une même famille, c'est-à-dire de technologies identiques. On représente ainsi la variation relative de résistance ($\Delta R/R$) par rapport à une référence d'origine prise à une valeur voisine des températures ambiantes des laboratoires, par exemple $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Souvent, cette courbe est pratiquement une droite et il suffit d'en donner la pente. Celle-ci s'exprime en ppm/ $^{\circ}\text{C}$. Le ppm signifie part par million, soit 10^{-6} de variation. Ainsi, dire qu'une résistance a un coefficient température/résistance de 100 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ revient à exprimer qu'elle varie de $100 \cdot 10^{-6}$, soit de 0,01 % par degré Celsius. Une telle résistance de 1 000 Ω à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ aura une valeur de 1 005 Ω à $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ (50 $^{\circ}\text{C}$ au-dessus). Dans le langage courant, il arrive que l'on limite l'expression au nombre de ppm, disant par exemple d'un potentiomètre qu'il « est à 100 ppm » ce qui, évidemment, est incorrect.

Les courbes de température des résistances de précision

Courbes et coefficients température/résistance

Lorsque la courbe de variation a l'allure d'une droite (**fig. 1**), on en indique la pente ou coefficient température/résistance (CTR). C'est l'usage courant des catalogues de composants résistifs. Pour certaines applications (radio, TV, etc.), les effets thermiques ne sont pas très critiques. Avec les progrès de nombreuses applications électroniques, les exigences sont plus serrées. Suite à des recherches laborieuses de chimie et physique, on sait maintenant élaborer des résistances à pente nulle. Au moins dans une certaine région, la courbe est pratiquement horizontale et on pourrait dire que le CTR est zéro ppm/ $^{\circ}\text{C}$. Cependant, ayant éliminé l'effet du premier ordre, il subsiste des effets d'ordre supérieur qui, bien que réduits, doivent être considérés et décrits(*).

La **figure 2** représente la courbe de température moyenne de résistances

S102 J de Vishay dans le domaine de température de 0° à $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$. La courbe est stationnaire au voisinage de $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$, c'est-à-dire que la tangente y est horizontale. Au second ordre, elle présente une certaine courbure, convexe vers les ordonnées positives. Il n'est pas question de donner un coefficient température/résistance (CTR) analogue au cas précédent. Nous considérerons donc les cordes AB et BC qui sous-tendent les arcs de la courbe, de 0 à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ et de 25 à $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

** D'un point de vue mathématique, on peut dire que par rapport à une température de référence T_0 , la courbe de variation de la résistance en fonction de la température T peut s'exprimer par un développement en série de puissances :*

$$\Delta R/R = A(T - T_0) + B(T - T_0)^2 + C(T - T_0)^3 + \dots$$

A, B, C, etc. étant des constantes. On sait maintenant rendre nul le coefficient A. La courbe a une allure stationnaire pour $A = 0$. N'ayant plus de premier ordre, il nous faut considérer les ordres supérieurs.

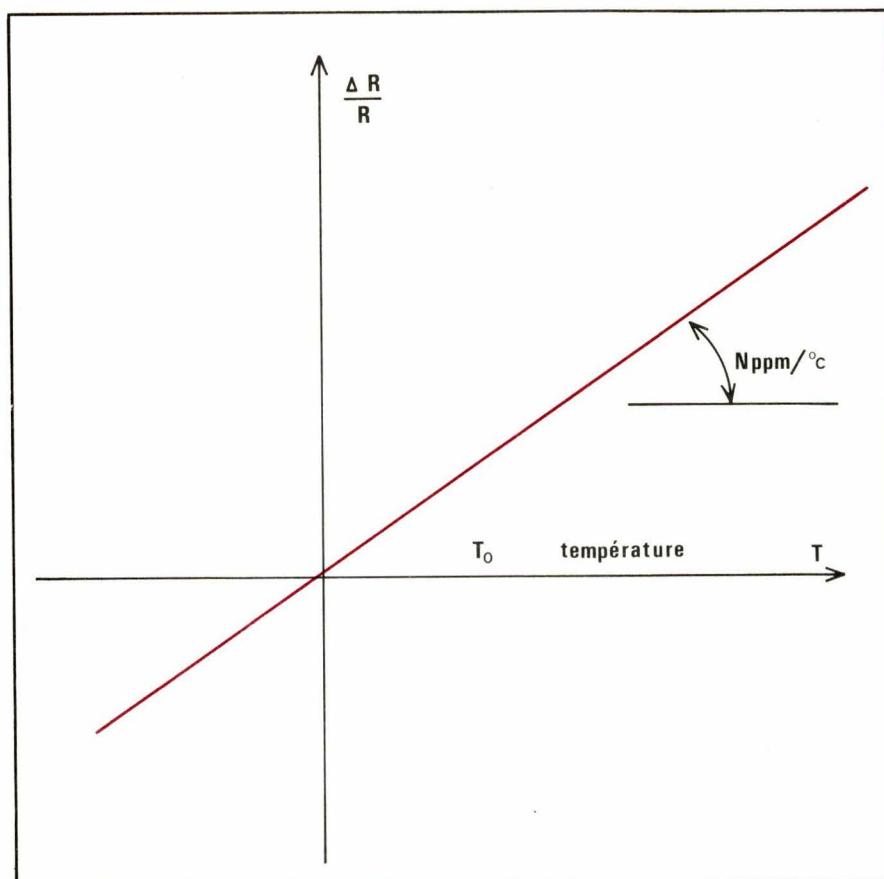


Fig. 1. – Les variations d'allures linéaires des composants résistifs en fonction de la température s'expriment par la pente de leur courbe exprimée en ppm/°C (CTR, coefficient température/résistance).

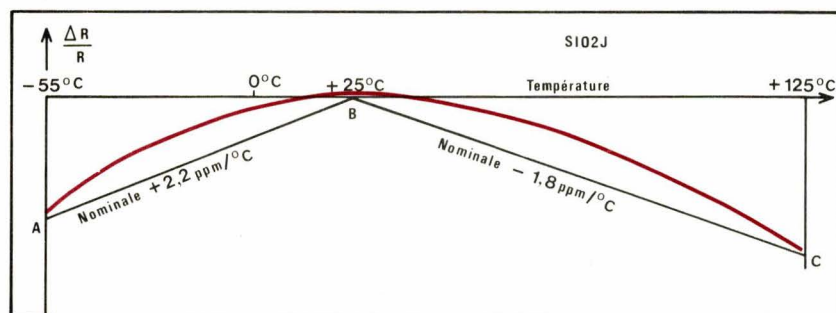
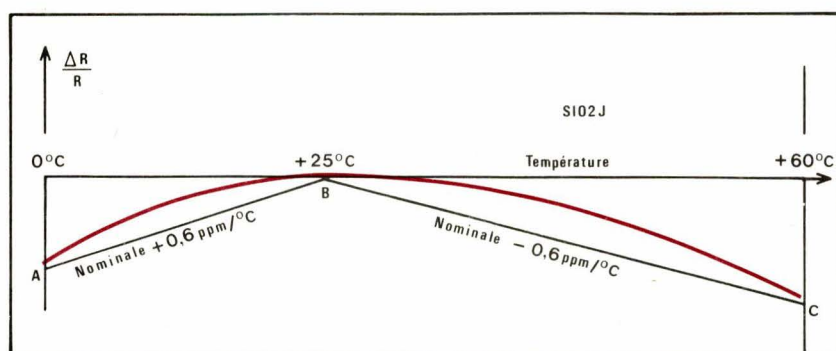


Fig. 2 et 3. – Les résistances de précision Vishay sont insensibles à la température au premier ordre. Aux ordres supérieurs, la courbe de température, stationnaire vers 25 °C, a l'aspect d'un arc ABC. Pour un domaine de température, on définit le coefficient CTR par les pentes des cordes AB et BC exprimées en ppm/°C. Il s'agit là de la courbe moyenne dite « nominale ».

Nous pouvons préciser que les pentes de ces cordes sont respectivement + 0,6 ppm/°C pour AB et - 0,6 ppm/°C pour BC.

Considérons maintenant, pour les mêmes résistances, un domaine plus étendu de - 55 °C à + 125 °C, représenté par la courbe de la **figure 3**. Pour cette gamme, les cordes AB et BC analogues aux précédentes ont respectivement pour pentes + 2,2 ppm/°C et - 1,8 ppm/°C.

Ces courbes concernent la moyenne des résultats obtenus sur l'ensemble des fabrications de cette famille de résistance, courbes que l'on s'efforce d'atteindre lors de l'élaboration des alliages. Elles sont dites « **nominales** » et chacun des coefficients cités est « nominal ».

Dispersion

Cependant, il existe, comme dans toute production industrielle, une certaine dispersion par rapport aux valeurs nominales. En physique moderne, une valeur n'est pas certainement comprise entre des limites absolues, mais a une probabilité d'être comprise entre des limites données de part et d'autre de la moyenne. On connaît la distribution statistique dite normale de Gauss, avec ses écarts types. Les caractéristiques des résistances ont des distributions analogues mais pas rigoureusement conformes à cette loi. Entre autres, ceci est dû au fait que, suite à divers contrôles de fabrication, des éléments sont systématiquement éliminés.

Quoi qu'il en soit, nous pouvons traiter cette distribution d'une façon analogue à celle de la loi normale. Par définition, nous dirons qu'une dispersion est « standard » si au moins 92 % des unités et 82 % des lots sont compris

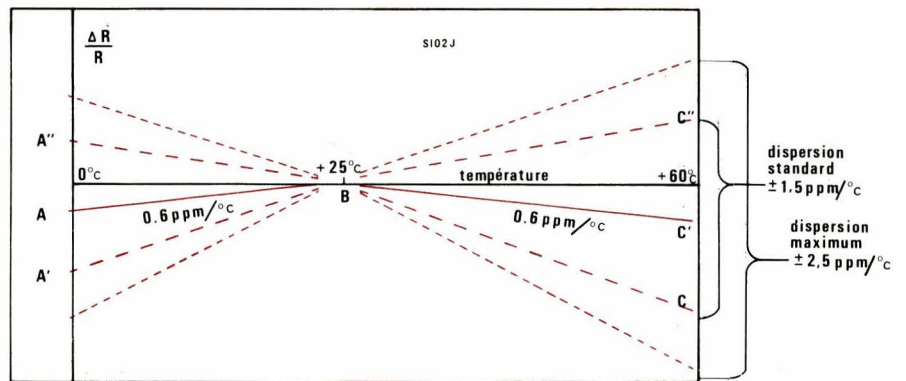


Fig. 4. - Les différents éléments d'une même famille se répartissent suivant une certaine dispersion statistique. De part et d'autre des cordes nominales, on définit une zone « standard » dans laquelle sont compris 92 % des éléments et 82 % des lots. Les cordes limites en sont définies, comme la nominale, par leurs pentes en ppm/°C.

dans une bande centrée sur la courbe nominale. De même, nous définirons la dispersion « maximum » par une autre bande centrée sur la courbe nominale et comprenant 99,73 % d'un lot de production, soit la valeur du 3σ (sigma) d'une distribution normale de Gauss.

Reprenant le cas de la **figure 2** (entre 0 et 60 °C), les cordes AB et BC sont dispersées de part et d'autre des valeurs nominales, entre A'B et A''B pour les valeurs inférieures à + 25 °C ou entre BC' et BC'' pour les valeurs supérieures (fig. 4). Ces cordes limites s'écartent de + et de - 1,5 ppm/°C par rapport aux cordes nominales de la **figure 2**. Comme il s'agit de dispersion **standard**, cela veut dire que 92 % des éléments et 82 % des lots ont des caractéristiques comprises entre ces valeurs. Quant à la dispersion **maximum**, (c'est-à-dire à 99,73 % de probabilité) elle est évidemment plus étendue et, dans ce cas de $\pm 2,5$ ppm/°C.

Egalement, par analogie avec la **figure 3**, (- 55 à 125 °C), sur la **figure 5**, la dispersion standard des cordes sera limitée à + et à - 2 ppm/°C par rapport à la corde nominale. On pourra dire que les limites de la dispersion standard sont + 4,2 et + 0,2 ppm/°C entre - 55 et + 25 °C et - 3,8 et + 0,2 ppm/°C entre + 25 et + 125 °C.

De même, pour la dispersion maximum (99,73 % des éléments), les cordes limites sont à 0,3 ppm/°C au-delà, de part et d'autre des limites standard.

Pour les résistances de faibles valeurs ohmiques (< 80 Ω), les dispersions « standard » et « maximum » sont plus importantes (voir fig. 6).

On cite également dans la littérature technique le CTRD « coefficient de température différentiel » (tracking). Il s'agit de la différence maximale entre deux résistances quelconques d'une population. Avec par exemple une dis-

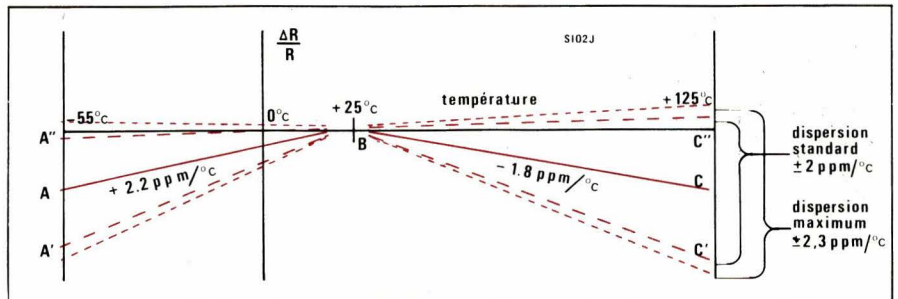


Fig. 5. - Même représentation pour un autre domaine de température plus étendu.

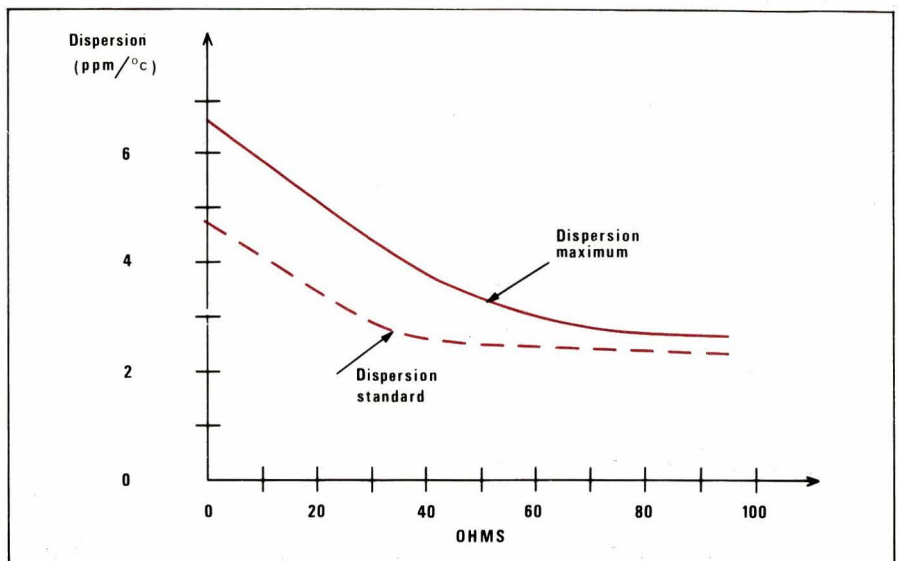


Fig. 6. - Pour les résistances de faibles valeurs ohmiques (< 80 Ω) les dispersions « standard » et « maximum » sont plus importantes.

persion de $\pm 1,5$ ppm/°C par rapport à la valeur moyenne, le CTRD est de 3 ppm/°C.

Notons que, par sélections unitaires, il est possible de limiter les dispersions à des bandes de l'ordre de $\pm 0,5$ ppm/°C, mais il ne s'agit plus, alors, de dispersion standard d'une production.

Ces exemples donnés pour des résistances fixes de précision seraient analogues pour des composants résistifs variables (potentiomètres ou trimmers), avec éventuellement d'autres valeurs caractéristiques. Ces notions semblent évidentes mais méritaient d'être précisées, car la littérature tech-

nique ou commerciale abonde en définitions incorrectes.

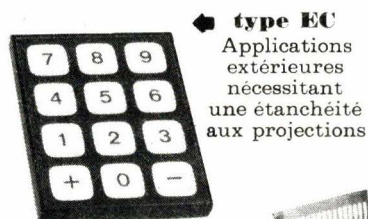
Les phénomènes thermiques cités sont ceux qui sont liés aux températures prises par les résistances du fait de leur ambiance. Autrement dit, ces températures ne sont pas celles dues à la dissipation thermique par effet Joule de l'énergie dissipée. Dans ce cas, il y aurait lieu de définir des paramètres analogues pour différentes puissances, mais toujours sous forme de probabilités.

Félix ZANDMAN
Jean AVRIL
(Vishay R.S.G.)

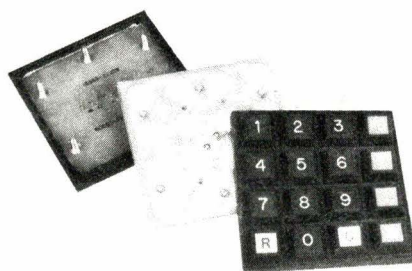
Bénéficiez d'une technologie de pointe, utilisez

les claviers CHOMERICS

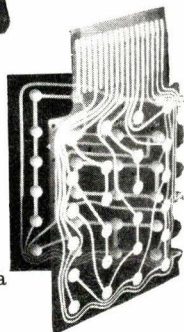
Grande fiabilité, encombrements réduits épaisseur: 4mm choix des modèles convenant à toutes les applications, sorties par connecteurs ou circuits souples.



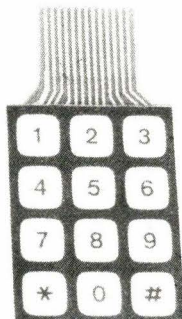
type EC
Applications extérieures nécessitant une étanchéité aux projections



type EM
Applications militaires nécessitant une étanchéité à l'immersion



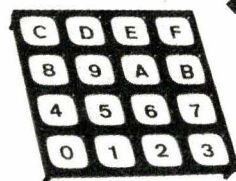
type KCS
Partie active seule, permettant la personnalisation du clavier grandes séries prix compétitif



type FF-ER
Claviers extra-plats (ép. 2 mm) caractéristiques identiques aux modèles EF et ER



type ET
Applications téléphoniques et para-téléphoniques



type EF-ER
Applications générales sans spécifications particulières

Nouveauté !

clavier alphanumérique 59 touches pour terminal d'informatique



getelec études et réalisations électroniques

92, avenue marguerite-renaudin 92140 clamart
tél.: 644.68.91 (lignes groupées) télex 202854

SALON INTERNATIONAL DES COMPOSANTS
ELECTRONIQUES 80

Bât. 1 - Allée 4 - Stands 124 et 126

SAAS

26 bis, rue Planchat - 75020 PARIS
Téléphone : 370.41.27



ALIMENTATIONS
ET CONVERTISSEURS DE TENSION
MODULAIRES OU SUR CARTES
CIRCUITS IMPRIMÉS

Études et
Fabrications Françaises.
Versions civiles (0 à 60 °C) et
Versions militaires
(- 40 °C à + 85 °C).

4 GAMMES DE
TENSION DE SORTIE :

□ SORTIES SIMPLES
• 5 V x 0,5 A - 5 V x 1 A -
5 V x 2 A...

• 12 V x 0,2 A -
12 V x 0,7 A...

□ SORTIES DOUBLES

• 2 x 15 V - 0,1 A -

2 x 15 V - 0,2 A...

• 2 x 12 V - 0,1 A...

• 2 x 10 V - 0,1 A...

□ SORTIES TRIPLES

• 2 x 15 V -
0,1 A et 5 V x 0,5 A...

□ SORTIES SYMÉTRIQUES

• ± 15 V x 0,2 A -

± 15 V x 0,3 A...

SAAS (Communication, Méthodes et Services)

FABRICATION
A LA DEMANDE
SUR ÉTUDE
OU CAHIER DES CHARGES

SAAS

L'électronique est chaque jour plus présente dans notre vie quotidienne, et bien des indices laissent présager de façon certaine qu'il ne s'agit là que d'un début. Si l'on commence à introduire prudemment des concepts tels que la télématique, la monnaie électronique, etc., c'est avec bien plus de discrétion que certains secteurs qui nous concernent tous de façon permanente ont déjà subi l'essentiel de la révolution électronique. Nous avons déjà parlé dans ces colonnes des applications de l'électronique en matière de transports, de télécommunications, etc. C'est maintenant dans les coulisses d'un grand quotidien (en l'occurrence le Parisien Libéré) que nous allons pénétrer afin de faire découvrir à nos lecteurs à quel point l'électronique peut jouer un rôle fondamental dans cet énorme travail que représente l'édition en quelques heures seulement d'un grand journal que lisent chaque jour un million de personnes...

L'électronique dans un grand quotidien

Organisation générale d'un grand quotidien

Pour un électronicien, la tentation est grande de comparer un grand quotidien à un circuit de « traitement de l'information ». Symbolisé sous forme de la traditionnelle « boîte noire », il est muni de diverses entrées et sorties. Les entrées d'information sont de deux sortes, que nous appellerons « actives » et « passives ». Les entrées « actives » représentent les informations que journalistes et photographes du journal vont recueillir à l'extérieur et acheminer dans les plus brefs délais vers leur rédaction. Nous verrons que l'électronique joue un rôle important dans cette rapidité de transmission. Les entrées « passives » correspondent aux dépêches des grandes agences de presse, qui « tombent » de façon ininterrompue sur les télescripteurs équipant les salles de rédaction de tout quotidien ou de toute chaîne de télévision. Les textes de ces dépêches constituent donc tout le contraire d'exclusivités, mais peuvent toutefois inciter tel ou tel reporter à se rendre sans délai là où l'information a pris naissance, d'où une grande complémentarité entre ces entrées d'information « actives » et « passives ».

La sortie de l'information n'est autre que le journal lui-même, qui doit être élaboré, fabriqué, et distribué dans un délai de quelques heures seulement à compter de la dernière saisie d'informations. L'éclatement de cet énorme volume de papier vers son million de lecteurs exige une organisation sans faille, aussi bien en ce qui concerne la

distribution dans les kiosques que le service de plus de 30 000 abonnements par voie postale.

Le traitement de l'information, qui se situe entre la concentration des éléments journalistiques en entrée et l'éclatement des journaux en sortie, se caractérise surtout par son aspect « temps réel ». En parcourant les immenses locaux que monopolisent les installations d'un grand quotidien, on ne rencontre guère que des gens pressés, car chaque minute compte, surtout lorsque se rapproche l'heure du « bouclage ». Chacun a pleinement conscience d'une tâche précise, qu'il doit accomplir dans un temps strictement limité. Si l'on se représente la course contre la montre que constitue généralement l'élaboration d'un mensuel ou même d'un trimestriel comme Électronique Applications, on comprend qu'un quotidien comme le Parisien Libéré ne puisse sortir qu'aux prix d'énormes moyens en hommes et en équipements. Une importante partie de ces équipements fait très largement appel à l'électronique, comme nous allons nous en convaincre dans les lignes qui suivent.

L'électronique et la saisie des informations

La radio, la télévision, le téléphone, nous ont habitué à associer étroitement électronique et transmission de l'information. Dans le cadre d'un quotidien, il est presque toujours vital que les éléments journalistiques, qu'il s'agisse de textes ou de photos, puis-



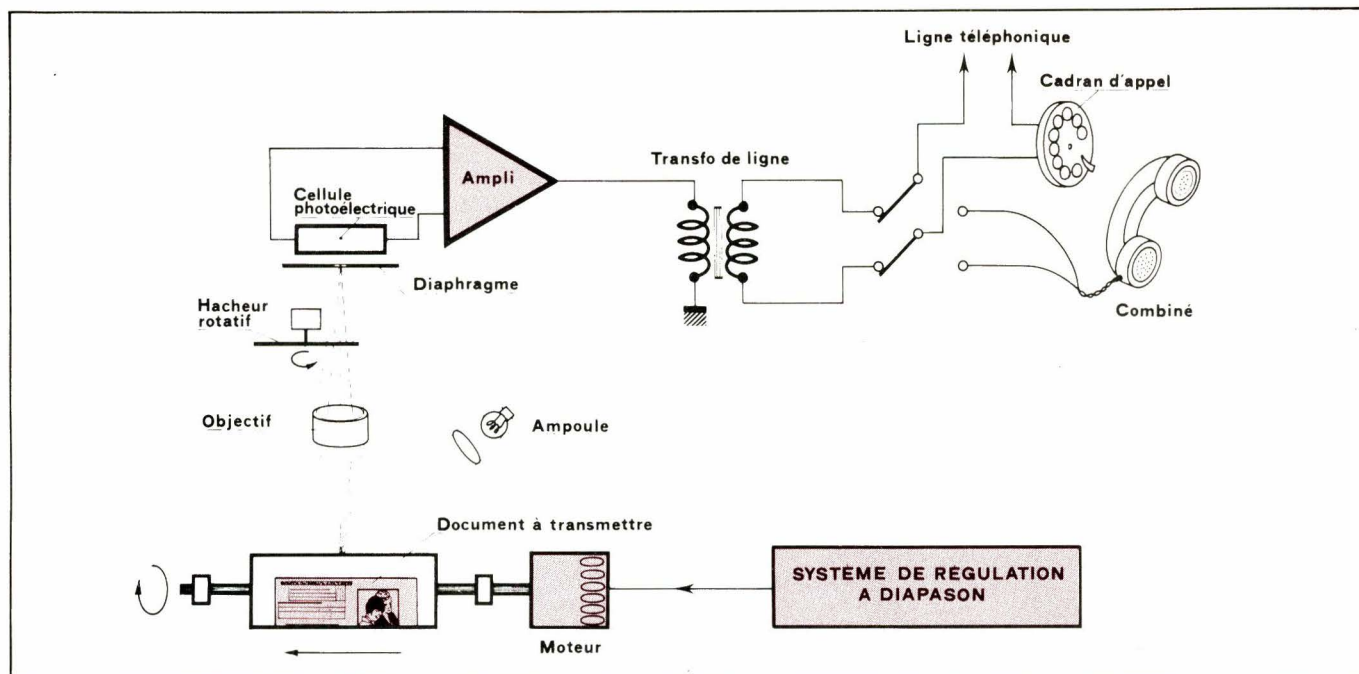


Fig. 1. - Principe du béliographe (en émission).

sont être acheminés dans les délais les plus brefs possibles. La vocation internationale des informations publiées compliquée de délais de parution très courts (une bonne information « ras-sit » plus vite qu'un morceau de pain !) exclut presque toujours l'usage d'un moyen de transport « matériel », même aussi rapide que l'avion. Les réseaux de télécommunications comptent donc parmi les meilleurs alliés de tout quotidien.

LES TELESCRITEURS

Si le téléphone reste le moyen de transmission le plus rapide, le télex est plus volontiers utilisé dans le secteur journalistique. En effet, ne réclamant pas la moindre opération de transcription humaine, il fournit directement un document dactylographié pouvant être exploité sans aucune ambiguïté. De plus, un seul opérateur peut s'occuper simultanément de toute une batterie de télexcriptions puisque les textes s'impriment sans intervention autre que celle qui consiste à collecter les messages de temps à autre.

Le Parisien Libéré est relié par ce système aux grandes agences de presse, dont l'AFP (agence France Presse) et Associated Press.

LES BELINOGRAPHES (fig. 1)

L'information d'actualités ne se compose pas uniquement de textes, mais aussi très largement de photographies. Le besoin s'est fait sentir très tôt d'acheminer des photos à une vitesse très supérieure à celle des avions les plus rapides. La seule solution à ce problème repose sur l'emploi des réseaux de télécommunications par câbles ou satellites. C'est l'ingé-

nieur français Edouard Belin qui a mis au point le système qui porte son nom et qui, en jargon de presse, se nomme « béli-no ». Le principe de la transmission consiste à analyser point par point le document à transmettre au moyen d'un système optique et d'un cylindre animé d'un mouvement hélicoïdal. Une cellule photo-électrique délivre un courant proportionnel à la luminance de chaque point analysé. La liaison est rendue compatible avec la bande passante des lignes téléphoniques grâce à la modulation en amplitude d'une porteuse audible, qui est introduite dans le système optique par le biais d'un hacheur rotatif placé sur le trajet des rayons lumineux. Des « valises béli-no » ont été créées dès les débuts de cette technique, afin de permettre aux reporters en mission de transmettre leurs clichés à partir de n'importe quel point du monde où l'on peut trouver un téléphone...

L'électronique peut bien sûr beaucoup dans le domaine de la modernisation des équipements béli-no, notamment au niveau de la synchronisation des moteurs d'entraînement, de la modulation, et de l'amplification. Les premiers appareils sortis des usines Belin existent néanmoins toujours aux côtés de leurs successeurs plus récents dans les services photo des grands quotidiens. Ces appareils sont d'ailleurs utilisés de façon intensive car les agences de presse diffusent par ce canal des images venant compléter les textes qui s'impriment sur télescriteurs.

La partie réception d'un équipement béli-no fait appel aux mêmes principes cinématiques, alors que la cellule exploratrice est remplacée par un système permettant d'impressionner un

papier sensible avec toute la gamme des demi-teintes.

Ce sont ces principes, qui ont fait le succès du béliographe, qui sont à la base des projets actuels de télécopieurs, appareils capables de transmettre par téléphone tout document graphique, ouvrant ainsi la voie à la notion de courrier électronique. Nous verrons plus loin que la technique du fac-similé, c'est-à-dire de la télécopie à grande définition, peut rendre de grands services dans le cadre de l'amélioration de la diffusion géographique des quotidiens.

L'électronique et la composition des textes

Qu'il s'agisse de dépêches d'agences éventuellement remaniées ou d'articles originaux, tous les textes doivent être « composés » c'est-à-dire préparés en vue de leur impression sur rotative. Il y a encore peu de temps, lorsque les journaux étaient imprimés en typographie, d'imposantes machines nommées linotypes (de l'américain line of types ou ligne de caractères) juxtaposaient mécaniquement de petits caractères métalliques, gravés en creux, qui, dès qu'une ligne était achevée, servaient de moule pour une coulée de plomb fondu destiné à fournir une ligne monobloc manuellement auprès des gros caractères des titres, mis en place individuellement dans la « forme ». Bien que ce procédé soit pratiquement tombé en désuétude, il ne faut pas oublier que c'est lui qui a ouvert la voie à toute l'industrie moderne de l'imprimerie à grand débit.

La relative lenteur du procédé de composition sur linotype ne constitue d'ailleurs que l'une des faces du problème.

En effet, le procédé typographique d'impression lui-même utilise toujours le principe de la presse de Gutenberg : un caractère en relief est encre puis pressé fortement sur le papier. L'augmentation du débit d'impression par l'emploi de presses rotatives ne change rien au principe de base de l'opération.

Or, il existe d'autres procédés d'impression plus performants que la typo : l'héliogravure ou rotogravure et surtout l'offset, permettant une très sensible amélioration de la qualité d'impression, notamment des photos. Dans le procédé offset, on n'exploite plus le relief des caractères pour leur encrage, mais l'affinité ou la répulsion pour l'encre grasse d'imprimerie des diverses zones d'une plaque d'aluminium ayant subi un traitement de surface qui rappelle d'assez près la technique des circuits imprimés. C'est en effet un film photographique qui sert de masque d'insolation pour les plaques offset. Ainsi, tout document graphique dont on est capable de tirer un film transparent peut être directement transféré sur plaque offset puis imprimé. Dans les débuts de l'offset, les textes étaient toujours composés sur linotype, puis imprimés une seule fois sur un film transparent appelé « cello » destiné à l'insolation des plaques offset. Infrastructure très lourde et bien lente, donc, pour cette unique utilisation du texte de plomb.

Désormais, c'est l'ordinateur qui remplace les magasins à caractères de la linotype, alors que le « linotypiste » travaillant dans un cliquetis permanent est devenu « claviste », opérateur ou opératrice disposant d'un terminal clavier-écran identique à ceux que l'on utilise dans l'informatique.

La souplesse du système est très grande : en effet, le texte est frappé en continu, sans temps mort tel que retour à la ligne ou changement de feuille. L'ordinateur effectue instantanément la « justification » c'est-à-dire la mise à la verticale l'un de l'autre des derniers caractères de chaque ligne de la colonne. Une programmation spéciale garantit que les coupures des mots se feront en conformité avec les règles de la langue française.

Autre possibilité d'introduction des textes : la lecture optique : des feuillets préalablement dactylographiés sur une simple machine à écrire sont introduits dans des machines capables de reconnaître chaque signe. Le bon fonctionnement de l'appareil exige le respect de règles strictes de présentation, ce qui constitue un sérieux handicap.

L'intérêt majeur du système est de fournir un stade intermédiaire dans la reconversion des linotypistes en clavistes : une machine à écrire s'exploite plus facilement qu'un terminal pour un opérateur habitué à la « lino ».

Les textes frappés par les clavistes ou lus par les systèmes optiques sont stockés sur des disques mémoire d'une capacité unitaire d'un milliard d'octets (8 milliards de bits). Lors de la relecture de ces disques, l'ordinateur vient piloter une machine appelée « photocomposeuse », dans laquelle un petit tube cathodique à très haute définition reproduit une par une les lignes de la future colonne. Ces lignes se trouvent impressionnées sur un ruban de papier sensible qui, après développement automatique, constituera l'original des textes, sous forme d'un long ruban appelé « bromure ». Les différentes « polices » de caractères que peut synthétiser l'appareil sont sélectionnées par le biais d'indications fournies par voie de clavier à l'ordinateur lors de la frappe des textes.

Il faut noter que, les corrections étant pratiquement impossibles au niveau du bromure, le correcteur intervient lorsque les textes sont encore sur disque : il possède un terminal sur lequel le rappel de tout texte précédemment frappé peut être programmé. Toute correction entraîne une réactualisation immédiate de la justification, jusqu'à la fin du paragraphe si nécessaire. L'opération ne prend d'ailleurs qu'une fraction de seconde.

Si ce même procédé de photocomposition par ordinateur est également utilisé par des revues à périodicité plus faible comme *Electronique Applications*, par exemple, la différence majeure se situe au niveau de l'ampleur des moyens mis en œuvre : le *Parisien Libéré* dispose de quatre ordinateurs de composition PDP8, associés par la Société CERCI, à douze terminaux de clavistes. La puissance de cet atelier de photocomposition est plus que suffisante pour ce journal, d'où le partage des moyens techniques avec d'autres publications, et notamment l'Équipe.

Les bromures fournis par l'unité de photocomposition sont découpés en colonnes et juxtaposés sur de grandes feuilles avec les clichés photographiques préalablement tramés et les gros titres composés par le service graphique. On notera que le montage d'une page n'exige plus la manipulation de lourds assemblages de lignes de plomb mais seulement de morceaux de papier ou de film. Les ciseaux et le ruban adhésif se substituent ainsi au caractère... Les maquettes de chaque page sont ensuite photographiées sur film à l'échelle 1 dans d'immenses bancs de reproduction qui font largement appel

à l'électronique pour la détermination précise des temps d'exposition.

Dans un hall voisin, largement inondé de lumière jaune inactinique, les films développés sont immédiatement utilisés pour l'insolation des plaques d'offset qui, après un rapide développement, sont dirigées vers l'imprimerie.

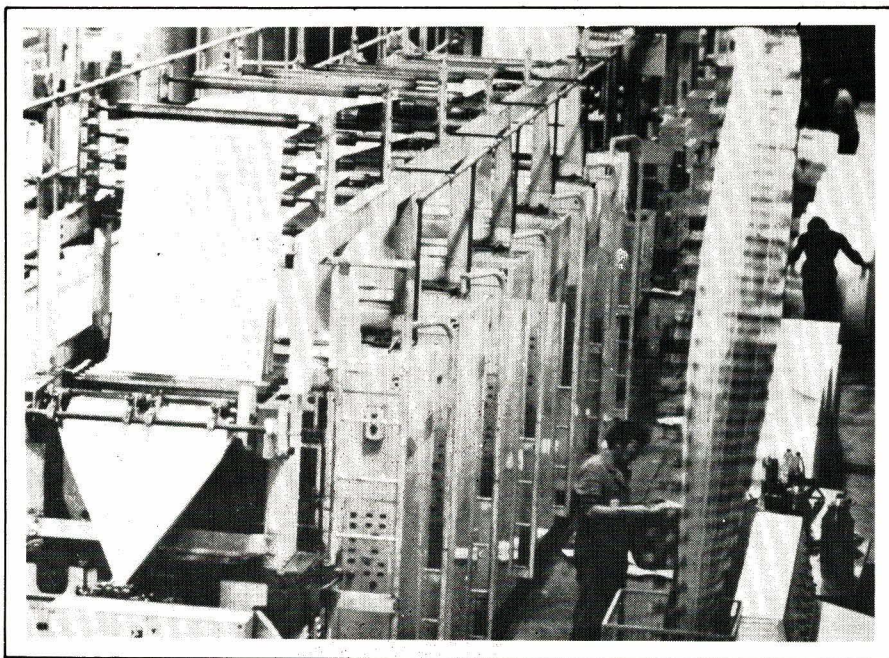
L'impression d'un grand quotidien

Bien que faisant davantage appel à la mécanique qu'à l'électronique, l'impression d'un quotidien doit être décrite ici, tant le spectacle est impressionnant : les dimensions du hall des rotatives avoisinent celles d'une grande gare... chaque presse occupe largement le volume de la plus imposante des locomotives, et le ruban de papier qui serpente entre les brillants rouleaux d'acier s'échappe de la bobine de 500 kg à une vitesse qui semble du même ordre de grandeur que celle d'un express. Sitôt imprimé, le papier est séché, plié, coupé, à tel point que ce sont directement des journaux terminés qui sortent de la machine. Si l'électronique a bien sûr son mot à dire au niveau des fonctions de contrôle, de commande, de régulation, etc., rien ne remplace le savoir-faire de « l'ouvrier du livre » en matière de dosage des encres. C'est pourquoi les conducteurs des presses paraissent si souvent occupés à... lire le journal, non pas pour connaître parmi les premiers les dernières nouvelles, mais afin de pouvoir corriger immédiatement tout défaut. A de telles cadences d'impression, chaque seconde perdue coûte cher... Les files de journaux ayant subi avec succès ce test par échantillonnage sont mises en paquets par des machines dans lesquelles l'électronique intervient surtout au niveau du comptage des exemplaires, paquets qui se trouvent ficelés en quelques fractions de secondes et aussitôt déposés sur le quai de chargement des voitures des messageries de presse.

L'approvisionnement des dépôts se déroule donc en pleine nuit de façon à ce que dès le petit matin, chaque kiosque puisse déjà disposer de ces exemplaires. Le problème du service des abonnés est par contre bien plus ardu.

L'électronique dans les services d'abonnements

Pouvoir assurer à un abonné la présence de son quotidien dans le courrier du matin alors que les premiers exem-



plaires du journal ne sortent des rotatives que bien après minuit relève pratiquement du numéro d'acrobatie.

L'édition par ordinateur, en environ une heure, des 30 000 bandes d'envoi permet de gagner un temps précieux. La machine ne se contente pas, en effet, d'imprimer le nom et l'adresse de l'abonné, mais exécute une opération fondamentale nommée le « routage » et qui consiste à déterminer puis à imprimer une longue série de chiffres et indications diverses contenant tous les détails de l'itinéraire qui sera emprunté par le journal entre le centre de tri des PTT et la boîte à lettres de l'abonné. On remarque donc le numéro du train, de l'ambulant, du côté, le type de sac postal, direct ou non, etc. Ceci facilite et accélère grandement le travail du « routeur », entrepreneur assurant la mise en sacs et le transport vers les centres de tri postal.

Tout ce travail sur les bandes d'envoi est exécuté par un ordinateur CII-Honeywell-Bull H2050 (en attendant un 64DPS6) qui gère en temps réel le fichier des 400 000 adresses des lecteurs du Parisien Libéré, de l'Équipe, de Marie-France (170 à 180 000 abonnés) dont c'est précisément le service abonnements qui a donné naissance à la CIPP, qui gère non seulement tous les abonnements du groupe, mais également ceux de clients extérieurs.

L'informatisation en temps réel du traitement des abonnements permet une très grande rapidité de réaction sur les nouvelles souscriptions, et notamment une opération nommée « assu- rage » qui consiste à envoyer immédiatement le numéro en cours avant même que le véritable abonnement ne devienne opérationnel. Ce procédé évite notamment toute interruption de service lors des renouvellements

d'abonnement ou des changements d'adresse. Malgré tous ces perfectionnements techniques, la satisfaction des abonnés reste invariablement tributaire de la durée du transport matériel des journaux, transport qui, pour les lecteurs les plus éloignés de l'imprimerie, exige souvent plusieurs heures, d'où la naissance de nouvelles techniques de diffusion des journaux.

Le système fac-similé

Le seul moyen permettant d'éviter les délais de transport consiste à décentraliser l'impression des journaux. Dès lors, comment imprimer un quotidien qui, élaboré à Paris, doit pouvoir sortir de presse simultanément aux quatre coins de la France ? Il ne saurait être question de transporter physiquement les films des différentes pages car les délais seraient pratiquement les mêmes que pour le transport des journaux eux-mêmes. Reste une fois de plus le recours aux réseaux de télécommunication. Cependant, la netteté très poussée du film ne devant pas souffrir lors de la transmission, une extrême finesse d'analyse est à prévoir. Dès lors, le nombre de points à transmettre exigerait, par voie téléphonique 300-400 Hz, un temps prohibitif. Il faut donc utiliser des réseaux à large bande passante, à fort débit d'information : réseaux de transmission de données, de téléconférences, ou à la limite, réseaux de télévision en dehors des heures de transmission de programmes TV. La mise en œuvre de ce système, beaucoup plus performant que la télécopie ordinaire, bien qu'utilisant le même principe, coûte très cher, mais permet de gagner un temps

précieux. Le procédé apporte en plus une grande sécurité à la publication puisqu'en cas d'indisponibilité fortuite de l'imprimerie habituelle, rien n'empêche de faire parvenir presque instantanément les films à une entreprise éloignée, éventuellement étrangère.

Conclusion

L'électronique se met donc largement au service des grands quotidiens, notamment par le biais de l'informatique. Inutile sans doute de préciser que l'ordinateur assure de surcroît de multiples tâches administratives, telles que la paie du personnel, les déclarations diverses, etc., jusqu'à concurrence du tiers de sa charge globale d'exploitation.

Il est toutefois permis de se demander si le loup n'a pas été ainsi introduit dans la bergerie et si l'électronique ne se prépare pas à dévorer progressivement la presse écrite, non par l'intermédiaire des journaux télévisés mais bien par le canal des systèmes de type « télétexte ». Dans ces systèmes, l'association « télématique » d'un téléviseur et d'un téléphone mis en relation avec une banque de données sur ordinateur, permet à l'utilisateur d'« appeler » instantanément sous forme d'une page s'inscrivant sur l'écran TV toute information telle qu'horaires d'avion, résultats sportifs, état du compte en banque, cours de la bourse et, pourquoi pas, d'autres informations que l'on ne trouve guère que dans son quotidien habituel.

En fait, le problème ne se pose pas avec autant d'acuité : le public reste fort attaché à son journal de papier qu'il peut lire dans le train, le métro, dans une salle d'attente, relire tout à loisir, découper, etc.

De plus, l'organisation de banques de données concernant les sujets habituellement traités par les quotidiens ne peut guère se concevoir sans la collaboration étroite de ceux-ci : Qui mieux que « l'Équipe » par exemple pourrait mettre à jour les résultats du tour de France minute par minute ?...

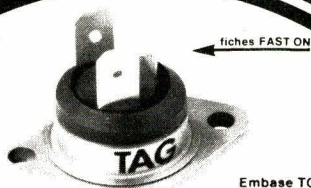
Nul doute que la grande presse écrite, sortie entièrement renouée de la véritable mutation électronique qu'elle vient de subir, demeurera encore bien longtemps le principal vecteur de l'information auprès d'un public qui ne réclame, dans son immense majorité, rien d'autre que son fidèle quotidien du matin...

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à la direction du « Parisien Libéré », représentée par M. Philippe CLAUDE, qui a organisé pour le plus grand intérêt de nos lecteurs une visite très complète de ses imposantes installations de St-Ouen.



LA PUISSANCE AU BON MOMENT

T03



Embase T03 ISOLÉE
Tension d'isolement : ~ 5 kV

THYRISTORS:

25 A et 40 A
200 V à 800 V
IGT : 50 mA
Fast turn off sur demande

TRIACS:

25 A et 40 A
200 V à 800 V
IGT : 50 mA



TAG SEMICONDUCTORS FRANCE
LA BOURSIDIÈRE RN 186. 92350 LE PLESSIS-ROBINSON

Nom _____
Prénom _____
Fonction _____
Société _____
Adresse _____
Tél. : _____

EAT03

SALON DES COMPOSANTS : ALLÉE 10, STAND 40



Alimentations pour micro-systèmes

- 8 modèles délivrant différentes tensions (+ 5, - 5, + 12, - 12, + 24 V) pour des courants allant jusqu'à 10 ampères.

Filtres antiparasites secteur

- 4 modèles de 0,5 à 4 ampères.

Bloc de secours 250 VA

Circuits imprimés

- simple ou double face
- du prototype à la grande série
- des prix étudiés
- délais de livraison très courts
- études de mylars
- réalisation de schémas techniques, notices, dossiers, catalogues.

Transformateurs

- plus de 150 modèles standard de 1,8 à 500 VA
- sorties à cosses ou à picots
- imprégnation par vernis classe B
- modèles spéciaux sur demande
- selfs à air ou à fer
- prix compétitifs
- transfos pour jeux de lumière
- transfos miniatures B.F.

Catalogue sur demande à :



circé

Z.I. Route de Challes
72150 Le Grand Lucé
Tél : (43) 27-94-66

Salon des composants
Bâtiment 1 Allée 3 Stand 144

**La puissance
technique de Permo
au service
de l'économie...**

**permo
ionic**

**Un déminéralisateur
d'eau automatique
à partir
de 12.000 francs**
(prix hors taxes au 1/1/80)

Deux modèles : **Permo-ionic 50** et **Permo-ionic 75** pouvant produire quotidiennement plus de 6000 et de 9500 litres d'eau déminéralisée (pour une eau ayant une salinité totale de 24 °f).

L'automatisme du Permo-ionic est commandé par un microprocesseur, la régénération automatique s'effectue en fonction du volume d'eau réellement traité.

Demandez notre documentation en retournant le coupon-réponse.

Agences régionales à : Bordeaux, Cannes, Grenoble, Lille, Lyon, Marseille, Nancy, Reims, Rouen, Rueil-Malmaison, Tours.

permo
TRAITEMENT DES EAUX



9, rue d'Estienne d'Orves
92505 Rueil-Malmaison
Tél. 749.02.50
Télex : 203 571 F



Coupon-réponse

Monsieur
de la Société
adresse

souhaite recevoir
(sans aucun engagement)
la documentation
du déminéralisateur
permo-ionic

 **EREL**

BOUTIQUE

SIEMENS

Composants :
Actifs-Passifs
Optoélectronique
Relais

Liste de prix sur demande

66-68, RUE DE LA FOLIE-REGNAULT 75011 PARIS

 : **379.92.58 +**

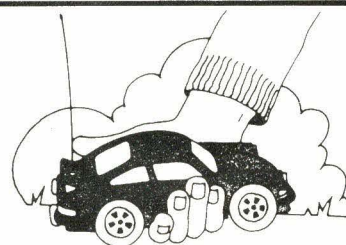
OUVERT du LUNDI au SAMEDI de 9 H à 18 H (sans interruption)

Métro : Père-Lachaise - Expéditions : P. et E., 15 F.T.T.C.

CATALOGUE 78/79 600 PAGES Au comptoir 25,00 F.T.T.C.

Expéditions : 36,20 F.T.T.C.

**Première
exposition
du
modèle
réduit**



du 26 avril au 4 mai - CNIT Paris

On compte environ 3 millions d'adolescents et d'adultes qui se passionnent pour les modèles réduits.

De la figurine historique évoquant les campagnes napoléoniennes aux hélicoptères radiocommandés, résultats de recherches électroniques élaborées, tout ce qui constitue le monde du modélisme et du maquettisme sera présenté lors de ce salon.

Les animations

- Des chemins de fer à vapeur, où l'on peut prendre place, des dizaines de réseaux à des échelles différentes constituant des paysages et des décors aussi merveilleux les uns des autres. Des pièces uniques, locomotives, wagons, œuvres de passionnés où l'amour conduit quelquefois au génie.

- Les bateaux, qu'ils soient à voile ou à moteur, seront les vedettes du bassin. De la régate au combat naval, toutes les activités nautiques seront représentées.

- Avions et hélicoptères prendront leur envol du parvis, des planeurs quitteront les tours de la Défense pour venir délicatement se poser aux pieds des passants.

- Enfin l'automobile, quelle soit électrique ou à moteur, faite pour le cross ou la compétition, constituée à elle seule un véritable spectacle. Une piste de plus de 200 m comprenant ligne droite et virages permet aux plus blasés de découvrir des joies et plaisirs méconnus.

Les collections

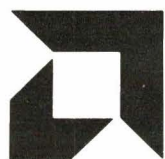
Maquettes d'avions, automobiles, trains, satellites, fusées, stations planétaires et puis des collections privées, certaines mondialement connues, d'autres présentées pour la première fois.

Les produits

Toutes les grandes marques seront présentes, importateurs et fabricants mais aussi revendeurs. Des spécialistes seront là et répondront aux questions pertinentes des passionnés mais aussi aux interrogations du grand public intéressé mais pas encore conquis.

Cette manifestation est organisée par la SPODEX, 12, rue Clapeyron, 75008 Paris. Tél. : 522.94.60.

Réseaux de distribution des semi-conducteurs



ADVANCED MICRO DEVICES

Mandataire :

● **A.M.D. France** : Silic 314, 74, rue d'Arcueil, immeuble Helsinski, 94518 Rungis Cedex. Tél. : 686.91.86.

Distributeurs :

● **Société A2M** : 6, avenue Ch.-de-Gaulle, Hall A, 78150 Le Chesnay Parly II. Tél. : 954.91.13.

● **Société R.T.F.** : 73, av. Charles-de-Gaulle, 92200 Neuilly-sur-Seine. Tél. : 747.11.01.

● **L.E.D.** : 18, rue Henri-Pensier, 69352 Lyon Cedex 2. Tél. : (78) 58.85.85.



A.E.G. TELEFUNKEN

● **Generim** : Z.A. de Courtabœuf, avenue de la Baltique, 91400 Orsay. Tél. : 907.78.78.

● **Sterc-Maissiat S.A.** : 2, rue Sévigné, 44010 Nantes Cedex. Tél. : (40) 71.45.75.

● **Debelle** : 13, rue Baptiste-Marcet, Z.I. de l'Argentièrre, 38600 Fontaine. Tél. : (76) 26.56.54.

● **Facen Electronique** : Z.I. d'Heillecourt, 54044 Heillecourt. Tél. (83) 51.00.05. – 6, rue Emile-Rouze, 59000 Lille. Tél. : (20) 96.93.07. – Z.I. de Mundolsheim, rue Vau-ban, 67450 Strasbourg Mundolsheim. Tél. : (88) 20.20.80.

● **Auctel** : 143, rue des Meuniers, 92220 Bagneux. Tél. : 664.10.50.

● **Tekimex** : 13, boulevard Voltaire, 75011 Paris. Tél. : 355.63.00.



A.M.I.

● **A.M.I. France** : 124, avenue de Paris, 94300 Vincennes. Tél. : 374.00.90.

Distributeurs :

● **P.E.P.** : 4, rue Barthélémy, 92120 Montrouge. Tél. : 735.33.20.

● **Tekelec Airtronic** : Cité des Bruyères, 5, rue Carle-Vernet, BP2, 92310 Sèvres. Tél. : 534.75.35.

Cette liste est remise à jour
à chaque parution



ANALOG DEVICES

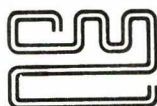
● **Analog Devices France** : Silic 204, 12, rue Le Corbusier, bât. « Iéna », 94518 Rungis Cedex. Tél. : 687.34.11.

Agences :

● **Agence Est-Sud Est** : 17, rue des Orphelines, 38500 Voiron. Tél. : (76) 05.82.15.

● **Agence Ouest** : 70, rue Anne-Marie Javouhey, 61000 Alençon. Tél. : (33) 26.07.61.

● **Agence Sud-Ouest** : 281, route d'Espagne, 31076 Toulouse-Cedex. Tél. : (61) 40.85.62.



C.M.L.

● **ISC France** : 27, rue Yves-Kermen, 92100 Boulogne. Tél. : 608.52.75.



DELCO

● **ISC France** : 27, rue Yves-Kermen, 92100 Boulogne. Tél. : 608.52.75.



E.F.C.I.S.

● **EFCIS** : 85 x, 38041 Grenoble Cedex. Tél. : (76) 97.41.11. – 45, avenue de l'Europe, 78140 Velizy-Villacoublay. Tél. : 946.97.19.



EXAR

● **Tekelec Airtronic** : B.P. 2, cité des Bruyères, rue Carle-Vernet, 92310 Sèvres. Tél. : 534.75.35. – 75, rue Bataille, 69008 Lyon. Tél. : (78) 74.37.40. – 281, route d'Espagne, 31076 Toulouse Cedex. Tél. : (61) 41.11.81. – 9, rue de Suède, 35000 Rennes. Tél. : (99) 50.62.35. BeauManoir VII, allée des Lilas, 13100 Aix-en-Provence. Tél. : (42) 27.66.45. – 8, rue de l'Université, 67000 Strasbourg. Tél. : (88) 35.69.22. – Parc Industriel Bersol, Voie romaine, 33600 Pessac. Tél. : (56) 45.32.27. – rue Capucine, 59940 Estaires. Tél. : (28) 41.65.98.



FAIRCHILD

- **Almex** : 48, rue de l'Aubépine, 92160 Antony Cedex. Tél. : 666.21.12.
- **Feutrier** : avenue des Trois-Glorieuses, 42270 Saint-Priest-en-Jarez. Tél. : (77) 74.67.33. – Z.I. avenue Laplace, 13470 Carnoux. Tél. : (42) 82.16.41.
- **Gros S.A.** : 13, avenue Victor-Hugo, 59350 Saint-André-lez-Lille. Tél. : (20) 51.21.33. – 14, avenue du Général-Leclerc, 54000 Nancy. Tél. : (83) 35.17.35.
- **Scientech S.A.** : 11, avenue Ferdinand-Buisson, 75016 Paris. Tél. : 609.91.36.
- **R.E.A. Distribution** : 9, rue Ernest-Cognacq, 92300 Levallois. Tél. : 758.11.11.
- **S.C.T.** : 15-17, boulevard Bon-Repos, B.P. 406, 31008 Toulouse Cedex. Tél. : (61) 62.11.33. – 80, quai Queyries, 33100 Bordeaux. Tél. : (56) 86.50.31.
- **S.R.D.** : 88, rue du Commandant-Magès, 13001 Marseille. Tél. : (91) 95.90.38.
- **Aufroy et Cie** : 45, rue Gustave-Nicollé, B.P. 472, 76057 Le Havre Cedex. Tél. : (35) 26.64.18.

Représentant stockiste :

- **Dimex** : 12, rue du Séminaire, 94516 Rungis. Tél. : 686.52.10.



FERRANTI

- **Ceram** : 31, rue du Dr-Finlay, 75015 Paris. Tél. : 577.42.50.



GENERAL ELECTRIC

- **Comptoir Commercial d'Importation** : 42, rue Etienne-Marcel, 75081 Paris Cedex 2. Tél. : 261.55.49.

Dépositaires :

- **Alpelec** : 16, rue Claude-Kogan, 38100 Grenoble. Tél. : (76) 09.69.81.
- **Autelec** : 3, rue du Lieu de Santé, 76000 Rouen. Tél. : (35) 98.05.35.
- **Dimee** : 22, bd Pasteur, 93120 La Courneuve. Tél. : 833.71.73.
- **Dimel** : « Le Marino », avenue Claude-Farère, 83100 Toulon. Tél. : (94) 41.49.63.
- **Radio MJ** : 19, rue Claude-Bernard, 75005 Paris. Tél. : 336.01.40.
- **Radio Voltaire** : 7, avenue Parmentier, 75011 Paris. Tél. : 379.50.11.



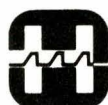
GENERAL INSTRUMENT

- **Sorhodis** : 150-152, rue Anatole-France, 69100 Villeurbanne. Tél. : (78) 85.00.44.
- **Dimee** : 22, bd Pasteur, 93120 La Courneuve. Tél. : 833.71.73.
- **P.E.P.** : 4, rue Barthélémy, 92120 Montrouge. Tél. : 735.33.20.



GENERAL INSTRUMENT MICROELECTRONICS

- **P.E.P.** : 4, rue Barthélémy, 92120 Montrouge. Tél. : 735.33.20.



HARRIS SEMICONDUCTOR

- **Spetelec** : Tour Europa, Belle-Epine, Europa III, 94320 Thiais. Tél. : 686.56.65.
- **Almex** : 48, rue de l'Aubépine, 92160 Antony. Tél. : 666.21.12.
- **A2M** : 6, av. Ch.-de-Gaulle, Hall A, 78150 Le Chesnay Parly II. Tél. : 954.91.13.



HEWLETT-PACKARD

- **Almex** : 48, rue de l'Aubépine, 92160 Antony. Tél. : 666.21.12.
- **Feutrier** : rue des Trois-Glorieuses, 42270 Saint-Priest-en-Jarez. Tél. : (77) 74.67.33. – Z.I. avenue Laplace, 13470 Carnoux. Tél. : (42) 82.16.41.
- **Feutrier Ile-de-France** : 29, rue Ledru-Rollin, 92150 Suresnes. Tél. : 772.46.46.
- **S.C.A.I.B.** : 80, rue d'Arcueil, Silic 137, 94523 Rungis Cedex. Tél. : 687.23.13.



INTEL CORPORATION

Mandataire :

- **Intel Corporation** : 5, place de la Balance, Silic 223, 94528 Rungis Cedex. Tél. : 687.22.21.

Distributeurs :

- **Tekelec-Airtronic** : Cité des Bruyères, rue Carle-Vernet, B.P. 2, 92310 Sèvres. Tél. : 534.75.35.
- **Métrologie** : La Tour d'Asnières, 4, avenue Laurent-Cély, 92606 Asnières. Tél. : 791.44.44.
- **Celdis S.A.** : 53, rue Charles-Frérôt, 94250 Gentilly. Tél. : 546.13.13.
- **Feutrier** : rue des Trois-glorieuses, 42270 Saint-Priest-en-Jarez. Tél. : (77) 74.67.33.



INTERSIL-DATEL

- **Intersil-Datel** : 217, Bureaux de la Colline de St-Cloud, Bât. D, 92213 St-Cloud Cedex. Tél. : 602.57.11.
- **Tekelec-Airtronic** : Cité des Bruyères, rue Carle-Vernet, B.P.2, 92310 Sèvres. Tél. : 534.75.35.



I.T.T. INTERMETALL

- **Dimee** : 22, bd Pasteur, 93120 La Courneuve. Tél. : 833.71.73.
- **Almex** : 48, rue de l'Aubépine, Z.I. B.P. 102, 92164 Antony Cedex. Tél. : 666.21.12.
- **Besson** : 2, rue des Marronniers, 38100 Grenoble. Tél. : (76) 96.10.72.
- **C.E.I.N.** : 34 bis, rue de Tournai, B.P. 93, 59230 Saint-Amand-les-Eaux. Tél. : (27) 48.53.39.

● **I.D.E.M.** : 78, chemin Lanussé, 31200 Toulouse. Tél. : (61) 26.14.10. - 33, rue Croix de Seguey, 33000 Bordeaux. Tél. : (56) 44.61.27.

● **Euromail** : Z.I., rue Frédéric-Joliot, B.P. 145, 13290 Aix-les-Milles. Tél. : (42) 26.58.11.

● **Diselco** : 107, rue de Crimée, B.P. 2208, 35022 Rennes Cedex. Tél. : (99) 51.64.66.

Comptoirs de vente :

● **Adime** : 89, av. P.-Brossolette, 92120 Montrouge. Tél. : 655.89.89.

● **Radio-Douane** : 4, rue Yves-Toudic, 75010 Paris. Tél. : 208.61.72.

● **Radialex** : 74, rue de Vendôme, 69457 Lyon Cedex 3. Tél. : (78) 89.45.45. - 3, rue Moyrand, 38100 Grenoble. Tél. : (76) 87.81.12.

● **Sicopel** : 3, rue du Mal-de-Vaux, 91550 Paray-Vieille Poste. Tél. : 687.24.61.

● **Hohl et Danner** : B.P. 11, Z.I., 67450 Mündolsheim. Tél. : (88) 20.90.11.

● **Eprom** : 59, rue de Village, 13006 Marseille. Tél. : (91) 47.97.76.



MOTOROLA SEMI-CONDUCTEURS

● **Sté Commerciale Toutelectric** : 15, bd Bonrepos, 31000 Toulouse. Tél. : (61) 62.11.33. - 81/83, quai de Queyries, 33100 Bordeaux. Tél. : (56) 86.50.31.

● **Ets. F. Feutrier** : rue des Trois-Glorieuses, 42270 Saint-Priest-en-Jarez. Tél. : (77) 74.67.33. - Z.I., avenue Laplace, 13470 Carnoux. Tél. : (42) 82.16.41.

● **Gros S.A.** : 13, rue Victor-Hugo, 59350 Saint-André-Les-Lille. Tél. : (20) 51.21.33. - 14, av. du Général-Leclerc, 54000 Nancy. Tél. : (83) 35.17.35. - 5, rue Pascal, 84800 Villejuif. Tél. : 678.27.27/75.81.

● **S.C.A.J.B.** : 80, rue d'Arcueil, Silic 137, 94523 Rungis Cedex. Tél. : 687.23.13. - 31.36.

● **Ets F. Feutrier Ile-de-France** : 29, rue Ledru-Rollin, 92150 Suresnes. Tél. : 772.46.46.

● **Celdis S.A.** : 53, rue Charles-Frérôt, 94250 Gentilly. Tél. : 546.13.13.

● **Bellion Electronique** : Z.I. des Kerscao/Brest, B.P.16, 29219 Le Relecq Kerhuon. Tél. : (98) 28.03.03.



NATIONAL SEMI-CONDUCTOR

● **Generim** : Z.A. de Courtabœuf, avenue de la Baltique, B.P.88, 91400 Orsay. Tél. : 907.78.78.

● **Facen** : 2/6, rue Emile-Rouzé, 59000 Lille. Tél. : (20) 96.93.07. - Z.I. Heillecourt, 54140 Jarville-la-Malgrange. Tél. : (28) 51.00.05. - Z.I. Vauban, 6, rue Vauban, 67450 Mundolsheim. Tél. : (88) 20.20.80. - Centre de Gros, bd Lénine, 76800 Saint-Etienne-du-Rouvray. Tél. : (35) 65.36.03 et 65.39.06.

● **Ets Debelle** : rue Hénaff, 69120 Vaux-en-Vélin. Tél. : (78) 80.45.54.

● **Sterc Maissiat** : 2, rue de Sévigné, 44010 Nantes Cedex. Tél. : (40) 71.45.75.

● **Application Electronique** : route de Broussan, 30000 Nîmes Garons. Tél. : (66) 20.07.77. - 10, rue du Chapeau-Rouge, 31300 Toulouse. Tél. : (61) 42.64.28.

● **S.C.A.I.B.** : 80, rue d'Arcueil, Silic 137, 94523 Rungis Cedex. Tél. : 687.23.13. - 31.36.

● **R.T.F./Distronique** : 73, av. Ch.-de-Gaulle, 92202 Neuilly. Tél. : 747.11.01.



LAMBDA ELECTRONIQUE

● **Lambda Electronique** : B.P. 77, 91403 Orsay Cedex. Tél. : 012.14.87.

● **C.P.E.** : 51, rue de la Rivière, 78420 Carrières-sur-Seine. Tél. : 914.61.36.

● **Direct** : 151-153, rue de Constantine, 76000 Rouen. Tél. : (35) 98.17.98.

● **Eltec** : 58, rue Dammartin, 59100 Roubaix. Tél. : (20) 70.56.19.

● **Flagelectric** : 47, rue Jules-Verne, 63100 Clermont-Ferrand. Tél. : (73) 92.13.46.

● **Novatronic** : Résidence Cure d'air, 16D2, rue de la Côte, 54000 Nancy. Tél. : (83) 97.09.56.

● **Soredia** : B.P. 14.13, 35015 Rennes Cedex. Tél. : (99) 50.50.29.

● **Spelec Composants** : 89, rue Riquet, 31071 Toulouse Cedex. Tél. : (61) 62.34.72 - Immeuble « Le Concorde », 22, quai de Bacalan, 33075 Bordeaux Cedex. Tél. : (56) 29.51.21.

● **S.R.D.** : 88, rue du Cdt-Mages, 13001 Marseille. Tél. : (91) 95.90.38.



MOS TECHNOLOGY

Mandataire et distributeur :

● **P.R.O.C.E.P.** : 97, rue de L'Abbé-Groult, 75015 Paris. Tél. : 532.29.19+.



MOSTEK

Circuits intégrés, µprocesseurs et systèmes.

● **Copel** : rue Fourny, Z.I. B.P. 22, 78530 Buc. Tél. : 956.10.18.

● **S.C.A.I.B.** : 80, rue d'Arcueil, Silic 137, 94523 Rungis Cedex. Tél. : 687.23.13 - 31.36.

NEC**NIPPON ELECTRIC
COMPANY**

● **NEC Electronics France** : Tête du Pont de Sèvres, Tour Amboise, av. du Gal-Leclerc, 92100 Boulogne. Tél. : 609.22.77.

Distributeurs :

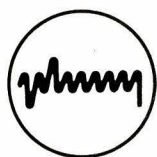
● **Alfatronic** : La Tour d'Asnières, 4, avenue Laurent-Cely, 92606 Asnières Cedex. Tél. : 791.44.44.

● **ASAP** : 62, rue de Billancourt, 92100 Boulogne. Tél. : 604.78.78.

● **C.E.L.** : 34-36, rue des Fusillés, 94400 Vitry-sur-Seine. Tél. : 681.61.70.

● **Spetelec** : Tour Europa Belle-Epine, Europa III, 94532 Rungis Cedex. Tél. : 686.56.65.

● **Tekelec Airtronic** : Cité des Bruyères, rue Carle-Vernet, B.P. 2, 92310 Sèvres. Tél. : 534.75.35.

**PLESSEY**

● **Plessey France** : Tour Anjou, 33, quai National, 92800 Puteaux. Tél. : 776.43.34.

Distributeur :

● **Sté Matéléco** : 36, rue Guy-Mocquet, 92240 Malakoff. Tél. : 657.70.55.

Agences :

● **Idem** : 78, Chemin-Lanussé, 31200 Toulouse. Tél. : (61) 26.14.10.

● **Sorhodis** : 150/152, rue Anatole-France, 69100 Villeurbanne. Tél. : (78) 85.00.44.

RAYTHEON

**RAYTHEON
SEMICONDUCTOR**

● **Raytheon Semiconductor France** : La Boursidière, RN186, 92350 Le Plessis-Robinson. Tél. : 631.06.76.

Distributeurs :

● **Tekelec Airtronic** : Cité des Bruyères, rue Carle-Vernet, 92310 Sèvres. Tél. : 534.75.35.

● **Sté A.S.A.P.** : 62, rue de Billancourt, 92100 Boulogne. Tél. : 604.78.78.

RCA**R.C.A.**

● **R.E.A.** : 9, rue Ernest-Cognacq, 92301 Levallois-Perret Cedex. Tél. : 758.11.11.

● **Almex** : Z.I., 48, rue de l'Aubépine, 92160 Antony. Tél. : 666.21.12.

● **Tekelec** : Cité des Bruyères, rue Carle-Vernet, B.P. 2, 92310 Sèvres. Tél. : 534.75.35.

**Rockwell****ROCKWELL**

● **R.E.A.** : BP 5, 9, rue Ernest-Cognacq, 92301 Levallois-Perret Cedex. Tél. : 758.11.11.

**R.T.C.
LA RADIOTECHNIQUE
COMPELEC**

● **R.T.F. Diffusion** : 59/63, rue Desnouettes, 75015 Paris. Tél. : 531.16.50.

● **Omnitech** : 15/21, rue Camille-Flammarion, 75018 Paris. Tél. : 257.13.95.

● **Morin Industrie** : 52, rue Jean-Jaurès, 10600 La Chapelle-Saint-Luc. Tél. : (25) 43.15.48. – 120, bd de Lamballe, 45400 Fleury-les-Aubrais. Tél. : (38) 61.43.32.

● **Hohl et Danner** : Z.I. B.P.11, 67450 Mundolsheim. Tél. : (88) 20.90.11. – 58, rue de Belfort, 68200 Mulhouse. Tél. : (89) 42.11.86. – Z.I. D'Heillecourt, 54044 Nancy Cedex. Tél. : (83) 51.42.30.

● **Electronique du Centre** : B.P. 14, Z.I. de Cournon, 63800 Cournon. Tél. : (73) 84.60.08.

● **Compec** : 132, boulevard de Plombières, 13014 Marseille. Tél. : (91) 08.73.61.

● **Sanelec** : 7, rue de la Couture, Z.I. de la Pilaterie, 59700 Marcq-en-Barœul. Tél. : (20) 98.92.13.

● **Sertronique** : 60, rue Sagebien, 72040 Le Mans. Tél. : (43) 84.24.60. – 37, rue Saint-Eloi, 76000 Rouen. Tél. : (35) 88.00.38. – 110, bd de Vitry, 35000 Rennes. Tél. : (99) 36.07.32.

● **Rhonalco** : 4, rue Roger-Bréchan, 69003 Lyon. Tél. : (78) 53.00.25.

● **Ets Besson** : 2, rue des Marronniers, 38100 Grenoble. Tél. : (76) 96.10.72.

● **Cedso** : 11, av. du Corps Franc Pommies, 64000 Pau. Tél. : (59) 30.68.49. – Avenue de Larrieu, 31094 Toulouse Cedex. Tél. : (61) 41.16.99. – 150, cours du Gal-de-Gaulle, 33170 Gradignan. Tél. : (56) 89.04.56.

● **Sicopel** : 3, avenue du Mal Devaux, 91550 Paray-Vieille-Poste. Tél. : 687.24.61.

SEMIKRON SEMIKRON

● **Alpelec** : 16, rue Claude Kogan, 38100 Grenoble. Tél. : (76) 09.69.81.

● **Alpelectro** : 1, rue des Résistants, 38400 Saint-Martin d'Hères. Tél. : (76) 25.50.90.

● **Aquitaine Composants** : 30, rue Denfert-Rochereau, B.P. 38, 33401 Talence. Tél. : (56) 80.24.70.

● **A.S.N. Electronique** : 86, av. du Maréchal-Leclerc, 94700 Maisons-Alfort. Tél. : 378.24.03.

● **Ban Elec** : 90, rue Pierre Sépard, 92320 Châtillon. Tél. : 655.43.43.

● **C.E.I.N.** : 34 bis, rue de Tournai, 59230 Saint-Amand-les-Eaux. Tél. : (20) 48.53.39.

● **Comptoir Electrique de Champagne (C.E.C.)** : Z.I. B.P.29, 52101 Saint-Dizier. Tél. : (27) 05.60.22.

● **Dahan** : 3 bis, rue Pierre Loti, 69100 Villeurbanne. Tél. : (78) 85.54.64.

● **Dimée** : 22, bd Pasteur, 93120 La Courneuve. Tél. : 833.71.73.

● **Direlec** : 19, bd Lafayette, 63000 Clermont-Ferrand. Tél. : (73) 91.69.80.

● **Dixel** : 17, bd de Richelieu, 92500 Rueil-Malmaison. Tél. : 732.00.12.

● **E.T.N.** : 8, rue de la Croix d'Yonville, 76042 Rouen Cedex. Tél. : (35) 88.51.51.

● **Fachot Electronique** : 5, bd Robert-Sérot, B.P. 321, 57007 Metz Cedex. Tél. (87) 30.28.63-30.33.67.

● **ISA Electronique** : 52, rue d'Achères, 78600 Maisons-Laffitte. Tél. : 962.90.61.

● **Morin Industrie** : 52, av. Jean-Jaurès, 10600 La Chapelle Saint-Luc. Tél. : (25) 43.15.48.

● **O.E.S.O.** : 24, rue Denis-Papin, B.P. 115, 16005 Angoulême. Tél. : (45) 92.27.27.

● **Omni Tech** : 15/21, rue Camille Flammarion, 75018 Paris. Tél. : 257.13.95.

● **Radio Voltaire** : 7, av. Parmentier, 75011 Paris. Tél. : 379.50.11.

● **Sanelec** : 7, rue de la Couture Z.I. La Pila-terie. 59700 Marcq-en-Bareuil. Tél. : (20) 98.92.13.

● **Segic** : B.P. 10, 60104 Creil. Tél. : (4) 471.01.78. – Rue de la République, 60670 Monchy Saint-Eloi.

● **Selfco** : 31, rue du Fossé des Treize, 67000 Strasbourg. Tél. : (88) 22.08.88.

● **Serreau Electronique** : 5, allée du Muguet, B.P.29, 35510 Cesson-Sévigné. Tél. : (99) 62.21.17.

● **Sodimep** : 8, av. Léon Viala, 31400 Toulouse. Tél. : (61) 52.01.21.

● **Tarbelec** : 45 bis, place du Foirail, 65000 Tarbes. Tél. : (62) 93.10.82.

SESCOSEM

● **Aquitaine Composants** : 30, rue Denfert-Rochereau B.P. 8, 33401 Talence Cedex. Tél. : (56) 80.24.70. – « Le Moulin Apparent », route de Paris, 86000 Poitiers. Tél. : (49) 88.60.50.

● **Sodimep** : 8, avenue Léon-Viala, 31400 Toulouse. Tél. : (61) 52.01.21.

● **Sud Composants** : Traverse La Caransane, La Valentine, 13011 Marseille. Tél. : (91) 43.21.84.

● **Dimel** : Le Marino, avenue Claude-Farrère, 83100 Toulon. Tél. : (94) 41.49.63.

● **Sèdre** : 21, avenue de la Plaine Fleurie, 38240 Meylan. Tél. : (76) 90.71.18. – 27, rue Voltaire, 42100 Saint-Etienne. Tél. : (77) 32.80.57. – 10/12, rue Jean-Bourgey, 69100 Villeurbanne. Tél. : (78) 68.30.96.

● **Codirel (Codicom)** : 105, rue Sadi-Carnot, 93170 Bagnolet. Tél. : 361.49.99. – rue du

Grand-Véon, 10000 Troyes. Tél. : (25) 82.17.43.

● **D.I.E.L. (Codicom)** : 73, avenue Pierre-Larousse, 92240 Malakoff. Tél. : 656.70.44.

● **G.E.D.I.S.** : 53, rue de Paris, 92100 Boulogne. Tél. : 604.81.70. – Neuillé-le-Lierre, 37780 Monnaie. Tél. : (47) 52.96.07.

● **S.I.D.E. (Codicom)** : 34, avenue Robert-Schuman, C2 Résidence de l'Europe, 59370 Mons-en-Barœul. Tél. : (20) 04.75.08. – Résidence Front de Seine, 41, quai du Havre, 76000 Rouen. Tél. : (35) 98.22.99.

● **Selfco** : 31, rue du Fossé-des-Treize, 67000 Strasbourg. Tél. : (88) 22.08.88.

● **Ouest Composants** : 57, rue du Manoir de Servigné, Z.I. route de Lorient. B.P. 3209, 35013 Rennes. Tél. : (99) 54.01.53.

● **Auverlec** : Z.I. 2, rue de l'Industrie, B.P. 2, 63800 Cournon d'Auvergne. Tél. : (73) 92.14.77.



S.G.S. ATEs

● **Euromail** : 8, rue du Port, 92100 Boulogne. Tél. : 603.12.72. – Z.I. rue Frédéric-Joliot, 13290 Aix-les-Milles. Tél. : (42) 26.58.11.

● **Gallec** : 40, rue des Fontenelles, 92000 Nanterre. Tél. : 774.76.86.

● **P.E.P.** : 4, rue Barthélémy, 92120 Montrouge. Tél. : 735.33.20.

● **Direct** : 151, rue de Constantine, 76000 Rouen. Tél. : (35) 98.17.98.

● **Disserel** : 32/36, rue de Torcy, 75018 Paris. Tél. : 203.60.02.

● **Hohl et Danner** : Z.I. Strasbourg-Mundolsheim, B.P.11, 67450 Mundolsheim. Tél. : (88) 20.90.11. – 58, rue de Belfort, 68200 Mulhouse. Tél. : (89) 42.08.91. – Z.I. Heillecourt, 54044 Nancy Cedex. Tél. : (83) 51.42.30.

● **Irsutti** : 25/27, rue du Mont-d'Arène, 51100 Reims. Tél. : (26) 88.31.29.

● **Malbec** : 17, rue du Luxembourg, Z.I., 37100 Tours 02. Tél. : (47) 54.43.96.

● **Serime** : B.P.501, Z.I.A, 59113 Seclin. Tél. : (20) 95.92.72.

● **Spelec Composants** : 89, rue Riquet, 31000 Toulouse. Tél. : (61) 62.34.72. – Immeuble « Le Concorde », 22, quai de Bacalan, 33075 Bordeaux Cedex. Tél. : (56) 29.51.21.

● **Radio-Sell Composants** : 156, rue Jean-Jaurès, 29283 Brest Cedex. Tél. : (98) 44.32.79.

● **R.T.F.** : 73, avenue Charles-de-Gaulle, 92200 Neuilly. Tél. : 747.11.01.

● **Debellé** : 13, rue Baptiste-Marcet, Z.I. de l'Argentièrre, 38600 Fontaine. Tél. : (76) 26.56.54. – 9 bis, rue du Bas Champflour, 63000 Clermont-Ferrand. Tél. : (73) 36.47.10.



SIEMENS

- **Asterlec** : 5 bis, rue S.-Gryphe, 69007 Lyon. Tél. : (78) 72.88.65.
- **Baltzinger et succursales** : 18/26, route du Gal-de-Gaulle, 67300 Strasbourg-Schiltigheim. Tél. : (88) 33.18.52.
- **Ban-Elec** : 90, rue Pierre-Sémard, 92320 Châtillon. Tél. : 655.43.43.
- **Cibot Radio** : 1 et 3, rue de Reuilly, 75580 Paris Cedex 12. Tél. : 346.63.76.
- **Del** : 45, rue Gabriel-Péri, 78210 Saint-Cyr l'Ecole. Tél. : 460.65.70.
- **Erel** : 6, rue Crozatier, 75012 Paris. Tél. : 345.80.80.
- **Erel Boutique** : 60/68, rue de la Folie Regnault, 75011 Paris. Tél. : 379.92.58.
- **O.R.T.A.M.** : 11, rue de Crouy, 59100 Roubaix. Tél. : (20) 70.24.16.
- **R.T.D.** : 4, rue Yves-Toudic, 75010 Paris. Tél. : 208.61.72.
- **Avirex** : 92, avenue Cantini, 13008 Marseille. Tél. : (91) 79.17.56.
- **H.B.N. Industrie** : 6, rue de Coutrai, 51100 Reims. Tél. : (26) 88.62.87.
- **Euromail et succursale** : Z.I. rue Frédéric-Joliot, 13290 Aix-les-Milles. Tél. : (42) 26.58.11.
- **Flagelectric** : 47, rue Jules-Verne, Z.I. du Brezet, 63100 Clermont-Ferrand. Tél. : (73) 92.13.46.
- **Normatelec** : 21, rue du Lion-sur-Mer, 14000 Caen. Tél. : (31) 93.72.80.
- **Sorelec** : 4, rue Paul Painlevé, 35000 Rennes. Tél. : (99) 36.64.23.
- **Hugues Brussel** : (Division électronique) : 11, rue du Moulin du Président, B.P. 129, 89002 Auxerre. Tél. : (86) 51.22.88.



LE SILICIUM SEMICONDUCTEUR SSC

- **Comerel** : 15, rue du Colonel-Delorme, 93100 Montreuil. Tél. : 374.50.98.
- **Gallec Electronique** : Centre Commercial, 40, rue des Fontenelles, 92000 Nanterre. Tél. : 774.76.86. – 29, rue Raymond-Losserand, 75014 Paris. Tél. : 322.70.85.
- **National Distribution** : 94/98, rue Haxo, 75020 Paris. Tél. : 797.39.29.
- **Spelec Composants** : Immeuble « Le Concorde », 22, quai de Bacalan, 33075 Bordeaux Cedex. Tél. : (56) 29.51.21. – 89, rue Riquet, 31071 Toulouse. Tél. : (61) 62.34.72.
- **Auverlec Pierre Gouteyron S.A.** : 2, rue de l'Industrie, 63800 Cournon, B.P. 49. Tél. : (73) 92.14.77.
- **Pellet et Solignac** : rue de l'Escaut, Z.I. de Dijon, Saint-Apollinaire, 21000 Dijon. Tél. : (80) 71.57.45. – B.P. 136, 38431 Echirolles Cedex. Tél. : (76) 22.05.09.
- **Serime** : Z.I. A, B.P. 501, 59113 Seclin. Tél. : (20) 95.92.72.

- **Ets P. Gouteyron** : 17/21, rue Fulton, Z.I. Nord, 87100 Limoges. Tél. : (55) 37.42.81.
- **Docks Electroniques Lyonnais** : 8, rue des Frères-L. Et-E.-Bertrand, 69632 Venissieux. Tél. : (78) 69.36.29.
- **S.R.D.** : 88, rue du Cdt-Magès, 13001 Marseille. Tél. : (91) 95.90.38.

- **Agence Silec de Metz** : 36, rue des Jardins, Ban-St-Martin. B.P. 1, 57023 Longeville-les-Metz. Tél. : (87) 30.39.39.

- **Rime** : rue de la Dutée, B.P. 38, 44800 Saint-Herblain. Tél. : (40) 46.12.00.

- **Remi** : 18, rue Simon, 51100 Reims. Tél. : (26) 40.10.14-40.06.61-40.15.72.

- **Direct** : 151/153, rue de Constantine, 76000 Rouen. Tél. : (35) 98.17.98.

- **St Malbec et Cie** : 17, rue de Luxembourg, Z.I., B.P. 78, 37002 Tours Cedex. Tél. : (47) 54.43.96.

- **Agent M. Kinder** : 1, rue P.-Ristelhuber, 67100 Strasbourg-Meinau. Tél. : (88) 39.29.29 – 39.18.02.



SILICONIX

- **Almex** : Z.I. d'Antony, 48, rue de l'Aubépine, 92160 Antony. Tél. : 666.21.12.

- **Ouest Composants** : 57, rue du Manoir de Servigné, Z.I. route de Lorient, 35000 Rennes. Tél. (99) 54.01.53.

- **S.C.A.I.B.** : Silic 137, 80, rue d'Arcueil, 94523 Rungis Cedex. Tél. : 687.23.13.

- **Alrodis** : 40, rue Villon, 69008 Lyon. Tél. : (78) 69.59.52.

- **Batzinger** : 18/26, route du Général-de-Gaulle, 67300 Schiltigheim. Tél. : (88) 33.18.52.

- **Sanelec Electronique** : 7, rue de la Couture, Z.I. de la Pilaterie, 59700 Marcq-en-Barœul. Tél. : (20) 98.92.13.



SOLITRON DEVICES INC.

- **Auctel** : 143, rue des Meuniers, 92220 Bagneux. Tél. : 664.10.50.



SPRAGUE FRANCE

- **Almex** : Z.I. Antony, 48, rue de l'aubépine, 92160 Antony. Tél. : 666.21.12.

- **Dimel** : « Le Marino », avenue Claude Farrère, 83100 Toulon. Tél. : (94) 41.49.63.

- **Direct** : 153, rue de Constantine, 76000 Rouen. Tél. : (35) 98.17.98.

- **Gedis** : 53, rue de Paris, 92100 Boulogne. Tél. : 604.81.70. – 165/171, rue J.-P.-Timbaud, 92400 Courbevoie. Tél. : 788.50.13. – Neuille-le-Lierre, 37380 Monnaie. Tél. : (47) 52.96.07.

● **P.E.P.** : 4, rue Barthélémy, 92120 Montrouge. Tél. : 735.33.20.

● **RTF Diffusion** : 59 à 63, rue Desnouettes, 75015 Paris. Tél. : 533.69.43.

● **Euromail** : Z.I., rue Frédéric-Joliot, 13290 Aix-les-Milles. Tél. : (42) 26.58.11.

● **Ouest Composants** : 57, rue du Manoir de Servigné, Z.I. route de Lorient, 35000 Rennes. Tél. : (99) 54.01.53.

● **Sedre** : 21, avenue de la Plaine Fleurie, 38240 Meylan. Tél. : (76) 90.71.18. – 27, rue Voltaire, 42100 Saint-Etienne. Tél. : (77) 32.80.57. – 10/12, rue Jean-Bourgey, 69100 Villeurbanne. Tél. : (78) 68.30.96.

● **Selfco** : 31, rue du Fossé des Treize, 67000 Strasbourg. Tél. : (88) 22.08.88.

● **Spelec** : Immeuble « Le Concorde », 22, quai de Bacalan, 33075 Bordeaux Cedex. Tél. : (56) 29.51.21. – 89, rue Riquet, 31071 Toulouse Cedex. Tél. : (61) 62.34.72.



SSSI

● **ERN** : 13, rue des Acacias, 75017 Paris. Tél. : 380.09.93.



TAG SEMICONDUCTORS FRANCE

● **Tag Semiconductors France** : La Boursière, R.N. 186, 92350 Le Plessis-Robinson. Tél. : 631.80.68.

● **Arcel** : 54, rue de Vincennes, 93100 Montreuil. Tél. : 857.10.05. – 38, quai Arlouing, 69000 Lyon. Tél. : (78) 83.21.71.

● **Diode France** : 1, allée des Platanes, Z.I. La Ceriseraie, 94260 Fresnes. Tél. : 666.98.01.

● **Dimex**, 12, rue du Séminaire, 94150 Rungis. Tél. : 686.52.10.

● **Sefar** : 54, rue d'Alsace, 92400 Courbevoie. Tél. : 333.59.21.



TELEDYNE PHILBRICK

Mandataires :

● **Teledyne Philbrick** : 4, rue des Bergers, 75015 Paris. Tél. : 577.95.86.

Distributeurs :

● **Ets F. Feutrier**, rue des Trois-Glorieuses, 42270 Saint-Priest-en-Jarez. Tél. : (77) 74.67.33. – Z.I. avenue Laplace, 13470 Carnoux. Tél. : (42) 82.16.41.

● **Léanord** : 236, rue Sadi-Carnot, 59320 Haubourdin. Tél. : (20) 50.43.00.

● **Selfco** : 31, rue du Fossé-des-Treize, 67000 Strasbourg. Tél. : (88) 22.08.88.

● **Toutelectric** : 15/17, boulevard de Bonrepos, 31008 Toulouse Cedex. Tél. : (61) 62.11.33. – 80, quai Queyries, 33100 Bordeaux Bastide. Tél. : (56) 86.50.31.

● **Ouest Composants** : 57, rue du Manoir de Servigné, Z.I. route de Lorient, 35000 Rennes. Tél. : (99) 54.01.53.



TELEDYNE SEMICONDUCTEURS

● **I.S.C. France** : 27, rue Yves-Kermen, 92100 Boulogne. Tél. : 604.52.75.

● **Tekelec Airtronic** : B.P. 2, Cité des Bruyères, rue Carle-Vernet, 92310 Sèvres. Tél. : 534.75.35.



TEXAS INSTRUMENTS

● **Tekelec Airtronic**. Cité des Bruyères, rue Carle-Vernet, BP 2, 92310 Sèvres. Tél. : 534.75.35.

● **P.E.P.** : 4, rue Barthélémy, 92120 Montrouge. Tél. : 735.33.20.

● **Radialex** : 74, rue Vendôme, 69457 Lyon Cedex 3. Tél. : (78) 89.45.45.

● **Tisco France** : 23, rue du Puits Mauger, 35100 Rennes. Tél. : (99) 79.54.81. – 100, allée de Barcelone, 31100 Toulouse. Tél. : (61) 23.59.32. – 8/10, avenue Morane-Saulnier, 78140 Vélizy. Tél. : 946.97.12. – 31, quai Rambaud, 69002 Lyon. Tél. : (78) 37.35.85. – B.P. 5, 06270 Villeneuve-Loubet. Tél. : (93) 20.01.01. – Place des Halles, Bâtiment G, 67000 Strasbourg. Tél. : (88) 22.12.66.

● **Radio-Voltaire** : 7, avenue Parmentier, 75011 Paris. Tél. : 379.50.11.

● **Euromail** : Z.I. rue Frédéric Joliot, 13290 Aix-les-Milles. Tél. : (42) 26.58.11.

● **E.I.S.** : 17, avenue Henri-Barbusse, 94240 L'Hay-les-Roses. Tél. : 663.02.24.

● **Flagelectric** : 47, rue Jules-Verne, Z.I. du Brézet, 63014 Clermont-Ferrand Cedex. Tél. : (73) 92.13.46.

● **Paris-Sud Electronique** : 42, avenue du Président Allende, 91300 Massy. Tél. : 920.66.99.

● **Sté C.E.I.N.** : 34 bis, rue de Tournai, 59230 Saint-Amand-les-Eaux. Tél. : (28) 48.53.39.

● **Sté Nadis** : 94/98, rue Haxo, 75020 Paris. Tél. : 797.39.29.

● **Cabus et Raulot**, Département Eprom, 59, rue du Village, 13006 Marseille. Tél. : (91) 47.97.76.



ZILOG

Mandataire :

● **A2M** : 6, av. Ch.-de-Gaulle, Hall A, 78150 Le Chesnay Parly II. Tél. : 954.91.13.

Agents :

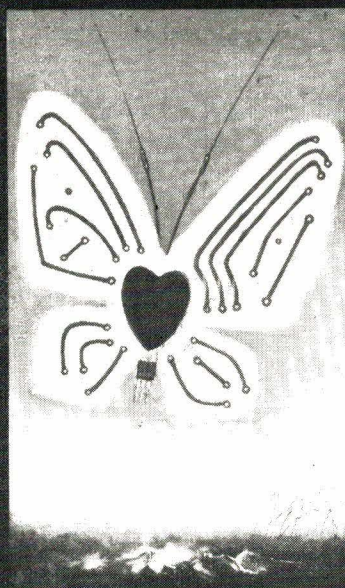
● **M. Laux** : « La Garenne », Camarsac, 33750 St-Germain-du-Puch. Tél. : (56) 23.20.51.

● **Comtec** : 69850 St-Martin-en-Haut. Tél. : (78) 48.61.87.

● **Vernières Electronique** : 56390 Grand-Champ. Tél. : (97) 66.77.58.

LA STIMULATION CARDIAQUE

Jacques TRÉMOLIÈRES



Collection Electronique Applications médicales

Jacques Trémolières

La stimulation cardiaque

Collection

« ELECTRONIQUE APPLICATIONS » médicales

Diffusée par E.T.S.F. - 1979

Format 12 x 22 - Broché.

106 pages - Intérieur 2 couleurs - Couverture quadrichromie

50 figures - Lexique

En 1958, le premier stimulateur cardiaque était implanté.

Depuis, près de 400 000 porteurs de pacemakers circulent dans le monde, dont plus de 30 000 en France.

La courbe des implantations réalisées depuis vingt ans montre, pour ces dernières années, une augmentation impressionnante : pour la seule année 1977, par exemple, on a implanté en France 19 000 stimulateurs. C'est dire à quel point cet appareil constitue un des plus grands progrès médicaux du vingtième siècle.

Ce combat pour la vie ne pu être gagné, comme beaucoup d'autres, qu'avec l'aide d'un auxiliaire précieux : *l'électronique*.

Chaque jour voit naître une amélioration technique, qu'elle se situe au niveau des performances, de la sécurité, de la miniaturisation ou de la durée de vie.

Dans ce premier ouvrage de la collection « Electronique Applications Médicales », l'auteur analyse le phénomène « Stimulation » et, après en avoir fait l'historique, prépare le lecteur non spécialisé par quelques notions de physiologie. On aborde ensuite la technique des stimulateurs et les progrès réalisés dans la technologie des composants électroniques et surtout de la source d'énergie dont le paramètre le plus important est la longévité.

L'implantation proprement dite est ensuite décrite, sous son aspect chirurgical, précédant une étude technico-commerciale sur le choix d'un stimulateur et son prix de revient mensuel. De nombreux tableaux font d'ailleurs le récapitulatif des principales caractéristiques des stimulateurs actuellement commercialisés et de leur coût en fonction de leur catégorie.

Deux chapitres sont spécialement consacrés aux porteurs de pacemakers, sous les titres « *Vivre avec un stimulateur* » et « *La surveillance* ».

Le malade y trouvera des renseignements précieux sur l'intervention chirurgicale, l'hospitalisation, mais aussi sur cette nouvelle manière de vivre qui est celle d'un « stimulé ».

Un lexique des termes médicaux employés dans l'ouvrage et une liste des constructeurs de stimulateurs représentés en France terminent ce volume qui sera un apport documentaire appréciable pour les porteurs de pacemakers ainsi que pour le médecin désirant connaître tous les paramètres de cette technique.

Le fait que le Docteur Bernard Dodinot, un des plus grands spécialistes français de la chirurgie d'implantation et Président de l'Association d'aide aux porteurs de stimulateurs cardiaques, ait bien voulu préfacer ce livre, montre que ce dernier, tout en étant d'un grand intérêt technique, sera un aide précieux et réconfortant pour les malades.

LE PUBLIC

Les stimulés cardiaques et les malades susceptibles d'être confrontés à ce type de problème. Egalement les médecins généralistes ou spécialisés en cardiologie, ainsi que les électroniciens intéressés par les applications médicales de l'électronique.

L'AUTEUR

Jacques TRÉMOLIÈRES, Ingénieur mécanicien, Ingénieur électronicien et biologiste, effectue depuis 25 ans des études et recherches en matériel médico-chirurgical, avec comme spécialité l'anesthésie-réanimation.

Auteur de 140 articles et de 16 livres (dont 3 traductions), Jacques TRÉMOLIÈRES collabore à différentes revues techniques et scientifiques, et notamment à ELECTRONIQUE APPLICATIONS, pour des articles d'électronique médicale. Il est, en outre, membre de plusieurs Sociétés savantes, dont deux sociétés d'astronomie, cette science constituant son principal violon d'Ingres.

Prix de vente à notre siège :
50 F
(+ 11 F de frais d'envoi)

EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES FRANÇAISES
2 à 12, rue de Bellevue - 75940 Paris Cedex 19
Tél. : 200-33-05

BIBLIOGRAPHIE

Mémentos Eyrolles

Cette série de mémentos permet de disposer, sous un format pratique (10 x 21) à pliage accordéon et sous une forme condensée, de formules, dispositions réglementaires, aide mémoire divers, afférents à plusieurs disciplines.

Dans le domaine de l'électronique, il faut noter :

● **Le mémento « composants électroniques »** par F. Milsant, qui donne, à l'aide de schémas clairs et d'explications théoriques indispensables, les éléments permettant de mieux comprendre les performances de ces composants. Il comporte 4 parties fondamentales : les diodes, les thyristors, les transistors unipolaires, les transistors bipolaires.

● **« Le langage Basic »** par Ch. Bonnin, qui comporte : les instructions du langage, les commandes machines usuelles ainsi qu'un exemple pour chaque instruction.

● **« Le Cobol A.N.S.74 »** du même auteur, qui permet de vérifier rapidement la validité des instructions de programme. On y trouve, en outre, un tableau de codification des caractères E.B.C.D.I.G., les valeurs usuelles de statuts Keys ainsi que des tableaux.

● **« Le mémento A.P.L. »** par G. Zaffran, qui présente les fonctions et variables communs aux différents types A.P.L. (A Programming Language).

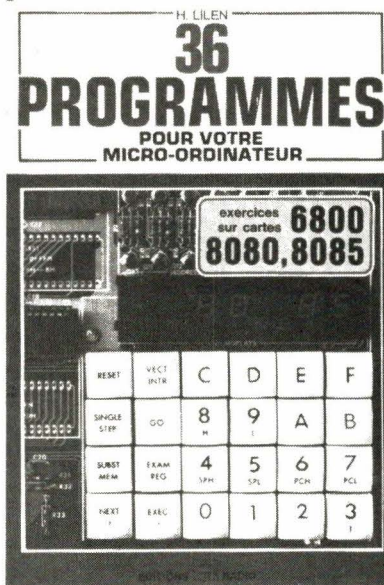
Eyrolles, 61, bd Saint-Germain, 75240 Paris Cédex 05. Tél. : 329-21-99.

36 programmes pour votre micro-ordinateur

Par H. Lilen

L'auteur, grand spécialiste des microprocesseurs et de leur programmation, nous propose dans cet ouvrage une série de programmes à effectuer sur plusieurs types de micro-ordinateurs : le SDK85 (équipé du microprocesseur 8085) ; le MEK6800D2 ou le Mazel (équipés du 6800) ; le MTS (équipé du 8080).

Les 36 exercices proposés concernent des applications très diverses,



depuis la programmation classique jusqu'à des exercices de passe-temps comme une horloge numérique, les messages clignotant ou défilant et le jeu de la minute.

La clarté et la précision de cet ouvrage en font une excellente lecture pour les passionnés de programmation, dont le nombre ne fait qu'augmenter.

Un volume de 258 pages, format 15,5 x 24.

Editions Radio, 9, rue Jacob, 75006 Paris. Tél. : 033-13-65.

La publicité et la loi

Par P. et F. Greffe

L'intervention des lois du 10 janvier 1978 a conduit les auteurs de cet ouvrage désormais classique à publier non une simple mise à jour de sa 3^e édition, mais un ouvrage nouveau enrichi de jurisprudences récentes et souvent inédites.

Les auteurs étudient d'abord les règles qui s'imposent aux professions publicitaires : agences-conseils en publicité, conseils en relations publiques, régisseurs de publicité.

Les chapitres suivants sont consacrés au droit d'auteur sur les créations publicitaires (slogans, personnages-types), à la protection des œuvres photographiques, aux droits des modèles sur leur image.

L'étude de l'application à la publicité de la législation sur la concurrence déloyale et la publicité abusive et mensongère, est complétée par celle de la loi du 10 janvier 1978 sur la protection et l'information du consommateur.

Ensuite les régimes propres à certains produits ou modes de vente font l'objet de chapitres particuliers : promotions publicitaires, ventes de boissons, publicité des prix, produits pharmaceutiques, tabac, utilisation de la langue française, des femmes et des enfants dans les messages publicitaires, publicité en matière d'énergie, affichage, ventes par envoi forcé... La diversité des sujets témoigne de celle de la réglementation que les auteurs ont eu le mérite de rassembler.

En annexe figurent des textes et documents d'accès parfois difficile : contrat type entre annonceurs et agents de publicité, code international de pratiques loyales en matière de publicité, code de déontologie de la Fédération française des relations publiques, règlement de la régie française de publicité, convention type de régie, et les textes législatifs relatifs à chaque domaine évoqué dans l'ouvrage.



LA PUBLICITE
ET LA LOI

4^e EDITION

PREFACE DE ELIE CRESPI



Instrument indispensable pour les professionnels de la publicité, ce livre informera aussi utilement leurs clients et tous les consommateurs, ainsi que les juristes amenés à les conseiller et à les contrôler.

Un volume de 540 pages, format 13,5 x 21,5.

Librairies techniques (Litec), 27, place Dauphine 75001 Paris.

Télé-informatique

par C. Macchi et J.-F. Guilbert

Ce terme hybride recouvre une mosaïque de techniques variées, situées à la charnière de deux disciplines qui, même si elles font appel à une même technologie électronique, ont grandi indépendamment l'une de l'autre : les télécommunications et l'informatique.

Cet ouvrage est la première tentative importante, en tout cas en langue française, de rassembler en une synthèse cohérente et systématique les différentes facettes de ce domaine vaste et pluridisciplinaire.

Cet ouvrage est le résultat d'un travail collectif qui a réuni une vingtaine de spécialistes ayant une expérience de l'industrie, de la recherche, ou de l'enseignement dans les différents domaines concernés des télécommunications et de l'informatique. En dehors des parties dont ils ont effectué eux-mêmes la rédaction, les deux auteurs principaux ont coordonné et harmonisé les travaux des différents co-auteurs, notamment en ce qui concerne l'équilibre des parties, l'articulation et la terminologie.

Il s'agit donc d'une synthèse qui recouvre tous les aspects de la télé-informatique, tant théoriques que pratiques, donne les bases fondamentales, ordonne les concepts et le langage, décrit les techniques en les illustrant par des exemples concrets, et ouvre des perspectives de recherche et de développements futurs. L'ouvrage reste accessible à un large public ; les développements théoriques trop spécialisés ont été renvoyés en annexe, servant plutôt d'introduction à une solide bibliographie. Ce livre peut servir aussi bien de support de formation, que l'ouvrage de référence dans lequel on trouve ou retrouve l'information dont on a besoin.

Un volume de 672 pages, format 15,5 x 24.

Dunod, 17, rue Rémy Dumoncel, 75014 Paris. Tél. : 320-15-50.

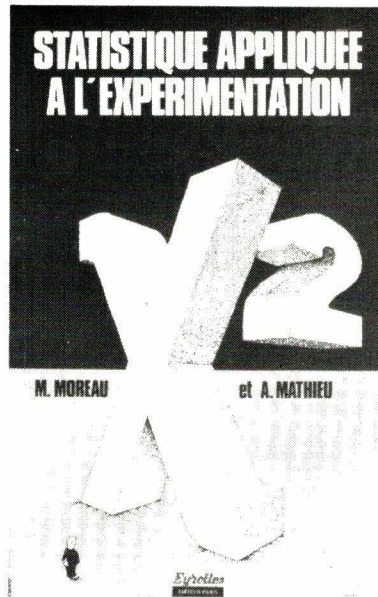
Statistique appliquée à l'expérimentation

Par M. Mireau et A. Mathieu

L'exploitation statistique des résultats expérimentaux s'impose au laboratoire, comme dans l'industrie : optimisation du champ d'expérience, interprétation des résultats, évaluation de leur validité, etc.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à la collecte des données, à des rappels concernant les calculs d'incertitude, les différents types de moyennes, les diagrammes et la représentation graphique de courbes expérimentales (régression).

La seconde partie concerne précisément la mise en œuvre de l'appareillage statistique élémentaire : présenta-



tion des principales lois de probabilité, des tests, de la corrélation, et enfin de l'analyse de la variance à deux et trois dimensions. Les applications pratiques importantes telles que la détermination du nombre d'essais à effectuer, ou de la précision statistique de la mesure, apparaissent clairement.

Chaque point présenté est accompagné d'un ou plusieurs exemples, abondamment illustrés entièrement traités, tirés de mesures réelles : essais mécaniques, comptages, métallurgie, béton, etc.

Cet ouvrage s'adresse plus particulièrement à l'étudiant, au technicien, à l'ingénieur qui, au laboratoire (travaux pratiques, recherche ou contrôle), doit interpréter des résultats de mesures.

Un volume de 200 pages, format 15,4 x 24,3

Eyrolles.

Programmation du 6502

par R. Zaks

L'auteur, bien connu dans les milieux de la micro-informatique, tant américaine que française, nous donne une

fois encore un ouvrage complet et actualisé, et ceci en langue française.

Après avoir revu dans un premier paragraphe les principes généraux de la programmation, le lecteur se familiarise avec l'organisation interne du 6502 et ses registres.

On passe alors aux techniques de programmation, suivies du jeu d'instruction du 6502 et des techniques d'adressage. Les techniques et les composants d'entrées-sorties précèdent quelques exemples d'application.

Plusieurs appendices (table de conversion en hexadécimal, jeux d'instructions, table ASCII, etc.) terminent cet ouvrage intéressant et clair.

Un volume de 306 pages, format 14 x 21,5.

Sybex, 18, rue Planchat, 75020 Paris. Tél. : 370-32-75.

Le thyristor

Par M. Helbert

Le thyristor a permis à l'électronique de s'introduire de plus en plus profondément dans l'industrie et dans les domaines annexes de l'électro-ménager et de l'électro-domestique.

L'emploi du thyristor est tout indiqué dans les applications où l'on recherche la simplicité et la robustesse, et lorsque l'on demande des performances qu'il n'est pas possible d'obtenir avec une solution électro-mécanique. C'est pourquoi l'utilisation des thyristors s'est également largement développée dans tous les domaines de l'électro-technique. Des progrès récents dans la technologie de ces dispositifs ont permis d'en améliorer considérablement les performances.

L'auteur analyse tous les paramètres spécifiques aux thyristors, et les problèmes particuliers que leur utilisation soulève.

Une importante schémathèque (avec réalisations pratiques) couvre une grande partie des applications de ce composant.

M. Helbert possédant son sujet « sur le bout des doigts », on se rend très vite compte, lors de la lecture de son ouvrage, que toutes les données sont sûres et que les montages proposés fonctionnent d'une manière parfaite.

Un volume de 264 pages, format 15 x 21.

E.T.S.F., 2 à 12 rue de Bellevue, 75019 Paris. Tél. : 200-33-05.

Guide 1980 de la mesure, de la régulation et de l'automatisme

La nouvelle édition de cet ouvrage, réalisé par l'équipe du journal « Mesures » en numéro hors-série, réunit toutes les informations nécessaires pour l'acquisition et l'utilisation des appareils de mesure, de régulation et d'automatisme, ainsi qu'une ample documentation générale.

La première partie de ce guide comporte :

- la liste des institutions professionnelles (associations, syndicats, organismes et laboratoires) avec adresse, téléphone et domaine d'activité ;

- la liste des établissements de formation professionnelle initiale et permanente avec adresse, téléphone et renseignements détaillés (enseignements dispensés, durée des études, débouchés...);

- le lexique trilingue (français, américain et allemand) des termes de mesure, régulation et automatisme ;

- le dictionnaire anglais-français des abréviations et sigles.

La seconde partie de ce guide est constituée par deux répertoires alphabétiques :

- le premier de 80 pages environ, est celui des matériels, sous l'appellation précise de chacun desquels figure la liste des fabricants, représentants ou distributeurs spécialistes (5 200 matériels cités) ;

- le second de 70 pages environ est celui des firmes françaises ou étrangères avec les adresses (y compris téléphone et télex) des sièges sociaux, des filiales et des représentants (1 000 firmes citées).

La consultation de ces deux répertoires permet de trouver en quelques instants le ou les fournisseurs recherchés.

Cette édition a été mise au point sur la base des renseignements fournis par les firmes consultées. Tous les compléments d'information et modifications communiqués ont été soigneusement reportés dans les deux répertoires. Ceux-ci, traités en informatique pour des milliers de données, constituent une documentation unique, au service de tous ceux qui consacrent tout ou partie de leur activité à la mesure, à la régulation et à l'automatisme.

Un volume de 216 pages, format 21,5 x 28,5.

C.F.E., 40, rue du Colisée, 75008 Paris. Tél. : 296-12-85.

Présence électronique contre le vol

par H. Schreiber

Déclencher une alarme en cas d'effraction, c'est bien ; échapper à celle-ci, c'est mieux, puisqu'on évite alors les dégâts inhérents à toute effraction.

Pour cela, l'auteur décrit dans cet ouvrage de nombreux montages simulant la présence d'un occupant afin de



dissuader toute tentative d'introduction dans les lieux.

Principaux montages :

Commandes de lumière – Lumières programmables – Lumière différée – Allumage d'une bougie – Le bruit suspect – Le rideau qui bouge – L'ombre sur le rideau – Une porte et des ventilateurs – Le bruit qui fait sauter – Réponse au bruit... et à la lumière.

Un volume de 160 pages, format 11,7 x 16,5.

E.T.S.F., 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris. Tél. : 200-33-05.

Les automates programmables industriels

Par G. Michet, C. Laugeau et B. Espiau

Aux imposants systèmes informatiques de gestion qui réglaient la vie d'une ou de plusieurs lignes de fabrication, voire d'une usine entière – pourvu qu'un aéropage d'interprètes puisse les alimenter en programmes et en données – ont succédé depuis quelques années des systèmes plus spécialisés d'informatique industrielle.

Les systèmes sont devenus plus simples, moins onéreux, donc plus rentables sur des installations plus petites,

plus faciles à mettre en œuvre par les utilisateurs en raison de l'absence de langage complexe. Ces systèmes connaissent par là-même une plus grande diffusion. Ils se sont spécialisés et ne couvrent plus l'ensemble d'un processus, mais sont restreints à des problèmes bien posés, aux paramètres définis.

Ainsi sont nés les automates programmables industriels (A.P.I.), de la nécessité de s'affranchir de la difficulté d'emploi des systèmes informatiques et du personnel spécialisé pour utiliser plutôt une démarche automatique, algorithmique, conduisant à des projets modifiables (programmables) sans le secours d'informaticiens. Près de 80 % des utilisateurs d'automates programmables n'ont jamais fait d'informatique industrielle.

Cet ouvrage vient à point pour permettre de comprendre l'ensemble du domaine de l'automatique et de l'informatique industrielles.

Les auteurs font une large part à l'aspect économique des choix – si fondamental – et donnent dans des annexes importantes une situation du marché (appareils, constructeurs...) permettant d'opérer la sélection du système adéquat.

Un ouvrage de 296 pages, format 15,5 x 24

Dunod, 17, rue Rémy Dumoncel, 75014 Paris. Tél. : 320-15-50.

Comment éclairer votre logement

Judicieusement répartie dans nos habitations, la lumière électrique doit permettre à chacun de trouver le bien-être et le confort dont il a besoin pour son travail ou sa détente.

Un bon éclairage n'est pas un luxe. Il n'est pas non plus synonyme de gaspillage mais au contraire facile à réaliser dès lors que l'on a pris conscience de son utilité et assimilé les principes généraux qui en régissent l'emploi.

Cet ouvrage, réalisé en collaboration avec le C.E.D.E.F. (Centre d'Etude et de Documentation pour l'Équipement du Foyer), est conçu comme un recueil de recettes et agrémenté de nombreuses illustrations en couleur. Cet « aide-mémoire du quotidien » est disponible contre l'envoi de 3 timbres à 1,30 F pour frais de port au Centre d'Information de l'Éclairage, 52, boulevard Malesherbes, 75008 Paris (Tél. : 387-21-21).

La programmation en assembleur

Par T. Rivière

L'étude de l'assembleur ne saurait être omise dans la formation de l'informaticien. Elle apporte une compréhension détaillée des mécanismes de l'ordinateur et, de ce fait, constitue un élément fondamental de réflexion sur la manière de programmer en langage évolué.

La pratique de l'assembleur s'avère, malgré la puissance des langages évolués, encore indispensable lorsqu'existent des contraintes de temps de réponse (certains grands programmes, systèmes d'exploitation, compilateurs, temps réel...), de taille mémoire (minis et moyens ordinateurs) ou des contraintes dues à l'insuffisance des ressources logicielles (Fortran, Basic). Enfin, les utilisateurs de la micro-informatique trouveront fréquemment dans la pratique de l'assembleur la seule solution à leurs problèmes.

Cet ouvrage s'adresse à tous ceux, étudiants et praticiens, qui souhaitent approfondir leur connaissance en informatique. Constitué de chapitres courts, commençant à partir de remarques très simples sur une calculette, il conduit peu à peu le lecteur, notamment grâce à des exercices corrigés, des notions de base de structure machine à l'étude de l'assembleur et du macro-langage. Il pourra bien évidemment être utilisé comme manuel de référence et d'enseignement concernant la gamme des machines prises pour exemples – séries IBM 370, 3000 et 4000 – mais il a été conçu comme un guide général pour conduire sainement toute programmation en assembleur.

Un volume de 224 pages, format 15,5 x 24.

Dunod, 17, rue Rémy Dumoncel, 75014 Paris. Tél. : 320-15-50.

Guides pour l'utilisation des calculatrices scientifiques

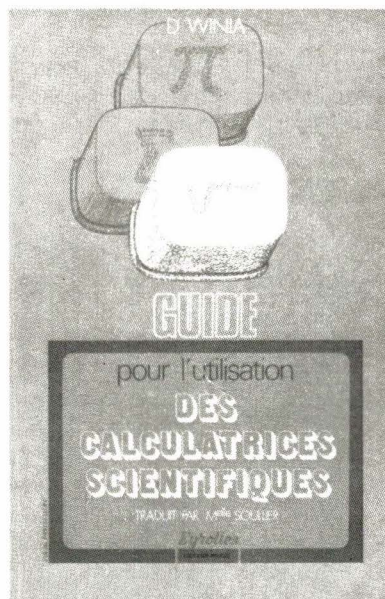
Par D. Winia

Pour chacun des types de calculatrice scientifique existants, l'auteur étudie ses performances et donne des « recettes » afin de tirer le meilleur parti possible de son utilisation.

Chacune des touches est explicitée de façon à connaître exactement sa fonction et son mode d'emploi.

Ce livre complète parfaitement les

informations trop restreintes portées sur les notices techniques des fabricants. Il permettra à tout utilisateur d'un calculateur scientifique de s'en servir « mieux », et à tout futur acheteur de sélectionner le type qui correspondra aux genres de calculs qu'il compte lui confier.



Sommaire

Calcul avec des moyens électroniques. Méthodes de calcul. Organisation interne. Formes de notation. Mémoires. Fonctions. Classification. Calcul d'expressions composites. Correction d'erreurs. Opérations arithmétiques. Calculs mathématiques. Fonctions hyperboliques. Trigonométrie. Statistique. Nombres complexes. Construction de graphiques. Calcul de limites. Nombres aléatoires. Précision. Technique des machines électroniques de poche.

Un volume de 144 pages, format 15,4 x 23

Eyrolles

Commande électronique des moteurs à courant alternatif

Par R. Chauprade et F. Milsant

La commande électronique des moteurs électriques à vitesse variable a apporté aux processus industriels d'énormes avantages en accroissant leurs possibilités et leurs performances, en facilitant leur automatisation, en réduisant leur maintenance, leur consommation en énergie et en augmentant leur taux de disponibilité.

Le moteur à courant continu, par

nature adapté à la vitesse variable, a permis, dès l'apparition de l'électronique de puissance, de satisfaire la plus grande partie des besoins. Toutefois, certaines industries tolèrent mal le collecteur et celui-ci a des limites de vitesse et de puissance. Ces limitations ont motivé le développement d'entraînements à vitesse variable faisant appel à des machines sans collecteur, la fonction du collecteur pouvant être assurée par des semi-conducteurs.

Après un rappel sur les moteurs à courant alternatif et sur les modes de commutation des semi-conducteurs, le lecteur trouvera les diverses solutions de réglage de la vitesse des moteurs asynchrones et synchrones. Une grande place est laissée à l'étude des convertisseurs de fréquence, directs ou indirects, ainsi qu'à leur technologie : transistors et thyristors. Les aspects de la commande et la régulation de ces entraînements à vitesse variable sont également analysés.

A la fin de l'ouvrage, après quelques recommandations sur l'adaptation des machines aux convertisseurs électroniques, les auteurs précisent les critères de choix et d'applications des différentes grandes familles de solutions décrites.

Un volume de 208 pages, format 15,4 x 29,3

Eyrolles

NOUVEAUTES

Buzzers piézo

Ces nouveaux buzzers piézocéramiques très bon marché ont une sonorité élevée et une très faible consommation.

Ils sont particulièrement destinés pour les équipements portables, les caisses enregistreuses, les détecteurs de gaz et de fumée et les applications grand public (automobiles jouets...).

Le niveau sonore est fonction de la tension et peut atteindre près de 100 dB à 1 m sur certains modèles. La durée de vie est supérieure à 1 000 heures à 25 °C.



Sur quatre modèles proposés, trois ont une fréquence sonore de 3 500 Hz et un de 2 500 Hz. La plage de tension est très élevée et va jusqu'à 48 V.

Tekelec-Airtronic, cité des Bruyères, rue Carle-Vernet, B.P. 2, 92310 Sèvres. Tél. : 534-75-35 (Salon des composants : Allée F, stand 29, bât. 1).

Un nouveau produit pour les contacts linéaires

A l'occasion du Salon des composants, Siceront KF commercialise un nouveau produit en atomiseur pour le nettoyage, la protection et la lubrification des contacts linéaires (potentiomètres, curseurs, rhéostats, etc.).

Top Linear, c'est son nom, assure un nettoyage rapide et une lubrification immédiate de tous contacts glissants, éliminant poussières, saletés, dépôts qui s'opposent au bon fonctionnement mécanique et électrique de ces types de contacts. Il permet un fonctionnement simple et progressif des curseurs évitant le grippage. Sans danger d'utilisation sur la plupart des matériaux fragiles, il facilite la lubrification des



pièces en matières plastiques, ou en métal qui travaillent par frottement entre elles.

Ce produit est très stable entre - 55 °C et + 220 °C. Il ne charbonne pas, ne résinifie pas. Il supprime l'étincelage et est ininflammable.

Comme tous les atomiseurs KF, celui-ci est livré avec un capillaire permettant le nettoyage des endroits les plus inaccessibles.

Siceront KF, 304, Bd Charles-de-Gaulle, B.P. 41, 92390 Villeneuve-la-Garenne. Tél. : 794-28-15. (Salon des composants : Allée 15, stand 143, bât. 1).

Alimentations pour microsystèmes

Devant l'utilisation importante, tant en quantité qu'en diversité, des systèmes à base de microprocesseurs, certains fabricants proposent des alimentations adaptées à ces produits et dont elles sont l'indispensable complément.

Cette gamme d'alimentations basse tension comprend 9 modèles qui se différencient par leurs caractéristiques de sortie, sous les références ACE1 à ACE9, dont voici les caractéristiques principales :

- Alimentation par secteur 220 V.
- Protection interne contre les parasites et surtensions transitoires du secteur.
- Protection par fusibles à l'entrée et à la sortie.
- Protection contre les surcharges et courts-circuits en sortie par limitation de courant.

- Protection contre les surtensions pouvant survenir à la sortie.

- Tensions et courants disponibles : 9 possibilités, comme suit, les tensions étant prises par rapport à un point de référence 0 V.

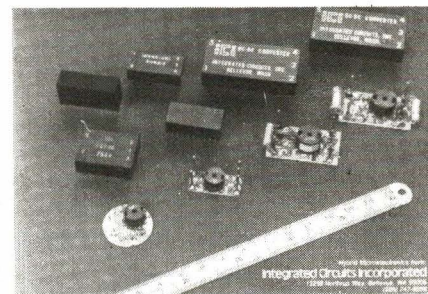
- + 5 V/3 A
- + 5 V/10 A
- + 5 V/1 A ; + 12 V/0,2 A
- + 5 V/3 A ; + 12 V/1 A
- + 5 V/3 A ; + 24 V/1 A
- + 5 V/10 A ; + 12 V/1 A
- + 5 V/3 A ; - 5 V/1 A ; + 12 V/1 A
- + 5 V/5 A ; - 5 V/1 A ; ± 12 V/1 A
- + 5 V/10 A ; - 5 V/1 A ; ± 12 V/1 A

Circé, Z.I. route de Challes, 72150 Le Grand Lucé. Tél. : (43) 27.94.66 (Salon des composants : allée 3, stand 144, bât. 1).

Convertisseurs continu/continu miniatures

I.C.I. commercialise une nouvelle série de convertisseurs continu/continu de faible encombrement.

Réalisée en technologie hybride et présentée en boîtier DILP 5 broches, cette série offre des sorties isolées, régulées ou non, simple ou double (5, ± 12, ± 15, ± 18 V).



- Puissance maximale : 9 W
- Tension d'entrée : 5 à 48 V DC
- Isolation entrée/sortie : 500 V DC
- Régulation : 0,03 %
- Résiduelle : 15 mV c à c (20 MHz)
- Température de fonctionnement : - 20 à + 85 °C.

Microel, Le Parana, avenue du Parana, Z.A. de Courtabœuf, 91400 Orsay.

(Salon des composants : allée 10, stand 164, bât. 1).

Un circuit de commande proportionnelle

Exar annonce la sortie d'un nouveau circuit de contrôle de servo pour télécommande proportionnelle de voiture en modèle réduit.

Le XR-2266 est constitué de deux canaux séparés, l'un pour la direction (gauche/droite), l'autre pour la vitesse ainsi que pour la marche avant/arrière. Bien que le canal vitesse et sens de marche nécessite des transistors de puissance extérieurs, l'autre canal de direction est complet avec une possibilité de courant de sortie de ± 350 mA.

Le XR-2266 possède également d'autres fonctions tel que le contrôle des voyants de direction et feux arrière. La tension d'alimentation minimum est de 3,5 V et le maximum de 8 V ; le boîtier est en plastique 18 broches.



Le XR-2266 contient cinq parties principales :

- deux systèmes de contrôle de servomoteur ;
- un séparateur de canaux pour le signal composite ;
- deux détecteurs pour les indicateurs lumineux.

Tekelec-Airtronic, cité des Bruyères, rue Carle-Vernet, B.P. 2, 92310 Sèvres. Tél. : 534-75-35. (Salon des composants, Allée F, stand 29, bât. 1.)

Chaîne de mesures acoustiques

La firme norvégienne Norwegian Electronics annonce l'introduction d'un nouvel appareil de mesure automatique des paramètres acoustiques dans le domaine de l'isolation phonique des bâtiments.

Cet instrument portable comporte



deux voies. Dans une seule valise sont intégrés : deux sonomètres, un filtre à deux voies, un calculateur du temps de réverbération, une unité de commande du système qui permet le balayage automatique des diverses bandes de fréquence (filtres 1/3 d'octave et 1/1 octave). On introduit à l'aide de boutons-poussoirs la désignation des mesures à effectuer et ensuite l'appareil se charge de leur exécution de façon automatique, balayage en fréquence, production du bruit, mesure des niveaux sonores, calcul du temps de réverbération, stockage des résultats. Pendant cette phase, un écran indique les niveaux instantanés, les niveaux maxima et tous les paramètres associés à la mesure telles que les fréquences centrales des filtres et la constante d'intégration. Après l'obtention de ces résultats, on peut recommencer certaines mesures et introduire les facteurs de correction exigés par les normes à l'aide d'un clavier. Enfin, tous les résultats comme l'isolement acoustique brut, l'isolement acoustique normalisé, le temps de réverbération, le niveau continu équivalent, l'indice d'affaiblissement acoustique sont présentés en fonction de la fréquence, sous forme d'un tableau sur l'écran de visualisation. Les valeurs indiquées résultent d'une moyenne sur plusieurs essais. L'opérateur choisit le nombre d'essais.

Cet instrument est un outil indispensable en acoustique appliquée et en particulier pour tout problème d'isolation phonique dans les bâtiments.

Agemip, 5, bd Poincaré, 94170 Le Perreux. Tél. : 871-17-14.

Hygromètre numérique à deux voies

L'Hygroskop DT de Rotronic à affichage numérique permet d'effectuer en permanence deux mesures d'humidité et de température.

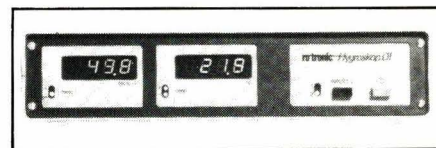
Deux capteurs humidité/température sont donc utilisés et la sélection s'effectue de la face avant. Pour la voie sélectionnée, la lecture se fait sur deux

grands afficheurs numériques séparés « humidité relative » et « température ».

L'appareil est équipé d'un indicateur de tendance et il est possible de suivre l'évolution de la mesure vers une hausse ou une baisse d'humidité et de température ; ce dispositif permet donc d'éviter les erreurs de mesure les plus courantes.

En outre, le DT possède :

- Deux doubles sorties linéaires (tension et courant) pour enregistrement simultané de l'humidité et de la température pour la voie sélectionnée.
- Une alarme à seuil ajustable, sortie sur relais.



Principales caractéristiques :

Humidité :

- étendue de mesure : 0 à 100 % HR
- précision : ± 2 % HR
- fidélité : 0,2 % HR

Température :

- étendue de mesure : 0 à 100 °C
- précision : 0,5 °C.

Richard-Pekly, 116, quai de Bezons, 95102 Argenteuil. Tél. : 982-09-36.

(Salon des Composants : allée 2, stand 45, bât. 1).

Nouveaux produits chez Alpha Metals

Alpha Metals, nous informe de la sortie de nouveaux produits qui s'ajoutent à ceux dont nous avons parlé dans les numéros 10 (page 56) et 11 (page 72) :

1° Une nouvelle gamme de crèmes à souder à base d'indium, les Indalloy nos 7, 10, 204, 205 et 206 qui sont des alliages Pb/In applicables en couches minces ou épaisses. Les plages de températures s'étendent de 160 à 264°.

2° L'Alpha 2100, un concentré biodégradable, destiné à l'élimination des flux. C'est un saponificateur qui permet de réduire la consommation de 30 à 50 %. Il peut être utilisé à température élevée sans risques pour l'ambiance.

Profitez de ce communiqué pour apporter quelques compléments

d'informations sur l'utilisation des produits offerts par Alpha Metals :

a) Les alpha 2001 et 2003 sont destinés à la saponification des résines en solutions aqueuses. Ils peuvent être mélangés à l'eau (6 à 12 %) et chauffés jusqu'à 70 °C. Actuellement, le 2100, cité ci-dessus, les remplace avantageusement.

b) Le 564 est très bien adapté au nettoyage à froid. Pour le nettoyage en phase vapeur à 70 °C, c'est l'Alpha 565 qu'il faut adopter, il est à base de trichloréthane. Il est déconseillé, contrairement à ce que nous avons indiqué antérieurement par une mauvaise interprétation des notices d'utilisation, de mélanger la solution 564 avec de l'eau et encore moins avec le 2001.

Notons enfin que l'Alpha 1001 est un solvant bi-polaire de difluorotétrachloréthane et non trifluoro..., comme il a été décrit.

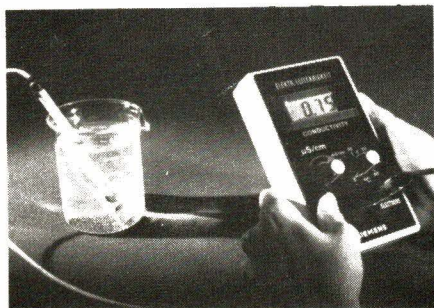
Alpha Metals, 27, rue Léon Loiseau, 93100 Montreuil. Tél. : 857-11-80.

(Salon des composants : allée 34, stand 15, bât. 3).

Conductivimètre pour l'analyse de liquides

Le nouveau conductivimètre portatif M 54245 se prête à la mesure de la conductivité de solutions aqueuses et de la concentration de solutions salines. L'équipement de mesure se compose d'un appareil maniable, fonctionnant sur piles, et d'un capteur raccordé à l'appareil par un câble. Les étendues de mesure sont échelonnées de manière à permettre la mesure de la conductivité ou de la concentration saline d'eau déminéralisée (inférieure à 1 $\mu\text{S/cm}$) et des eaux usées à forte teneur en sel (20 mS/cm).

La conductivité de solutions aqueuses varie avec la concentration de molécules dissoutes dans l'eau qui se décomposent en ions positifs et négatifs assurant le passage du courant. Si l'on applique une tension alternative à



deux électrodes plongées dans la solution, il s'établit un courant alternatif qui peut être compensé et amplifié par un amplificateur à effet de champ. Le signal ainsi obtenu est converti électroniquement en tension continue qui représente la conductivité électrique de la solution en Siemens par centimètre (S/cm).

Le capteur est relié à l'appareil de mesure par un câble de 1 m. Le capteur renferme deux électrodes en acier au nickel-chrome qui ont une constante de cellule de 1 cm^{-1} . Le liquide peut avoir une température comprise entre 0 et 50 °C. Le conductivimètre comporte quatre gammes de mesure entre 0 et 19,99 $\mu\text{S/cm}$ et 0 et 19,99 mS/cm. Le changement de gamme s'effectue par un commutateur. Les valeurs de mesure sont visualisées sur des afficheurs à cristaux liquides de 13 mm de haut.

La compensation en température s'obtient en affichant sur un potentiomètre à échelle graduée la température du liquide (0 à 50 °C). En positionnant le potentiomètre sur la marque de référence 25 °C, on peut relever la conductivité effective de la solution, non compensée en température.

La tension des piles (9 V) est réglée à la valeur de 5 V par un montage à comparaison de tension. Si la tension descend en dessous de ces 5 V, une signalisation apparaît sur l'affichage.

Le conductivité se prête à la mesure de la conductivité de bains galvanoplastiques, d'échantillons prélevés dans un processus, lors de la dissolution de produits chimiques ou du contrôle d'eaux usées.

Siemens, 39-47, boulevard Ornano, 93100 Saint-Denis. Tél. : 820-61-20.

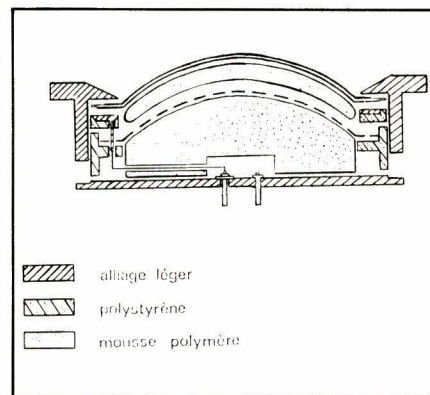
Un nouveau type de haut-parleur

Un nouveau principe de fonctionnement de haut-parleur a été développé au laboratoire central de recherches de Thomson-CSF ; les premiers prototypes y ont été réalisés en collaboration avec Thomson-Brandt.

Il s'agit d'un haut-parleur d'aigu fonctionnant en calotte sphérique pulsante. La membrane est constituée d'un film mince (épaisseur : 25 μm) d'un polymère piézo-électrique isotrope, dont le rayon de courbure est modulé par la tension électrique appliquée. Le polymère piézo-électrique (polyfluorure de vinylidène : PVF₂) est thermoformé selon un dôme sphérique. Il porte sur ses deux faces des

électrodes d'aluminium évaporé ; la structure cristalline et la morphologie de ce polymère sont telles qu'une tension électrique appliquée entre ces électrodes provoque une modulation isotrope de l'aire du dôme, dont chaque élément se déforme. Puisque le dôme est fixé à sa périphérie, cet effet se traduit par une variation de son rayon de courbure, d'où le mouvement en calotte sphérique pulsante.

Ce haut-parleur appartient à la lignée des haut-parleurs piézo-électriques qui compte déjà les tweeters à bimorphes céramiques, couplés à l'air par des membranes ou des pavillons, et les tweeters à polymères piézo-électriques anisotropes en forme de portions de cylindres. Par rapport à ces haut-parleurs, il constitue la meilleure approche connue à la sphère pulsante idéale. Il est caractérisé de plus, par une réponse exceptionnelle, due à la faible masse de la membrane et à l'uniformité de l'action électromécanique qui y est exercée. Enfin, le très faible coefficient de surtension mécanique de la membrane polymère lui assure une restitution sans agressivité.



La constitution du haut-parleur est représentée en coupe sur le schéma ci-dessous. Le dôme piézo-électrique est serré à son pourtour entre la face avant métallique (utilisée pour prendre le contact sur la surface convexe du dôme) et une bague métallique, en contact avec la métallisation arrière du dôme sur laquelle est assurée la seconde connexion. Cette bague assure le serrage du pourtour du dôme par l'intermédiaire d'un anneau isolant en butée sur la plaque circulaire fermant le haut-parleur. L'amortissement du dôme, et sa protection contre l'enfoncement par choc ou dépression entre face arrière et face avant sont obtenus par une mousse de polymère, disposée entre le film piézo-électrique et une grille, elle-même en forme de dôme, solidaire de l'anneau de serrage. La cavité arrière est amortie par remplissage d'absorbant.

Deux nouveaux procédés de fabrication des câblages à plat

L'un de ces systèmes a été décrit par Robert J. Von Gutfeld, Eugène E. Tynan, Robert L. Melcher et Samuel Blum dans le numéro de novembre 1979 de la revue « Applied Physics Letters » sous le titre « Laser Enhanced Electroplating and Maskless Pattern Generation ».

Les auteurs ont annoncé la nouveauté dans une note de l'information Department d'IBM, datée du 19 octobre 1979 (Yorktown Heights N.Y. - USA). C'est une technique qui a pour premier mérite de supprimer l'étape de fabrication du masque au cours de l'application des réserves. Elle met à profit la chaleur d'impact du faisceau laser pour déposer directement une succession de petites « pastilles » métalliques suivant le tracé du circuit projeté.

C'est une méthode de « plating » beaucoup plus rapide que celle habituellement en usage dans la technique galvanoplastique, car la focalisation du spot cohérent sur une lame de métal, de l'ordre de 4μ , provoque instantanément le dépôt métallique sur le substrat. Le faisceau laser devient le véhicule de transfert en remplacement de l'électrolyte du placage habituel.

Dans l'électrodéposition alors que dans le procédé IBM, la convection induite par le laser provoque dans la lame métallique, formant cathode, un influx de solution riche en ions.

Les chercheurs d'IBM ont d'autre part évalué que ce convecto-transfert crée un gradient de chaleur important, élevant, dans un rayon de $300 \mu\text{m}$ la température d'environ 50° , avec une énergie consommée de 500 milliwatts. Une telle convection correspondant à celle d'un radiateur domestique, ils ont pensé à récupérer l'énergie correspondante pour provoquer une circulation naturelle de conditionnement pour l'ambiance du laboratoire.

Enfin, la méthode est réversible, c'est évident, et de là, à imaginer l'opération d'électro-etching, il n'y avait qu'un pas, vite franchi. Ici, le matériel sur le substrat devient chargé positivement et le courant de convection induit par la focalisation du faisceau laser, provoque une migration différentielle, partant de la surface exposée à l'impact.

On a utilisé avec succès des cathodes de tungstène, molybdène et de nickel en couches prédéposées de $1/10 \mu$, sur lames de verre. La source est à onde non modulée d'argon ($1,5 \text{ W}$ en sortie) ou au Krypton ($1/10$

de W environ) avec un coupage mécanique fournissant des pulsations optiques de l'ordre du milliseconde.

La puissance optique instantanée atteint 5000 W/cm^2 . L'argon est particulièrement désigné pour le cuivre et le nickel, alors que le Krypton se rapporte plutôt aux dépôts d'or. Le rayon peut être appliqué à travers le substrat transparent formant cathode, indifféremment d'un côté ou de l'autre ou dans une solution saline lorsqu'il s'agit de cuivre ou d'or. Dans ce dernier cas, une polarisation ionique de $1,5 \text{ V}$ est appliquée au « réservoir » de solution.

L'autre système, que Du Pont a présenté à Munich en novembre 1979, semble faire suite aux recherches entreprises de longue date à propos du procédé de reproduction baptisé X.R.F.

C'est le procédé « Cirtrak » qui, au lieu de mettre à profit la cohésion électrostatique, fait cette fois appel à l'attraction magnétique.

Le Cirtrak est en fait, un perfectionnement du système classique qui exige une sensibilisation préalable du substrat que l'on développe après exposition à travers un cliché positif ou négatif. Ici le stade d'insolation/développement est unique pour chaque série de circuits et le gain de temps est considérable. On parle de plus de 80 m^2 à l'heure de circuit préparé à être gravé ou métallisé selon la méthode choisie.

Ce principe présente de nombreuses similitudes avec la Xérophotographie qui fait merveille en photocopie. C'est l'impression électrostatique, découverte vers 1740 par Luigi-Galvani qui a finalement abouti au système Rank-Xerox, universellement utilisé en reprographie : une image latente, initiée sous l'effet d'un champ électrique, sur un cylindre au sélénium, attire les particules d'une dispersion à base de carbone colloïdal pour les transférer sur papier, selon le tracé enregistré. La dispersion à déposer, appelée « toner », a subi quelques modifications au cours de l'évolution de la méthode et, selon les techniques des mécanismes, elle est pulvérulente ou en suspension dans un liquide qu'il convient d'évaporer.

En matière de circuits imprimés, le dépôt sur métal ou sur polymère en partant d'une image électrostatique n'est pas indispensable mais n'offrirait pas les mêmes garanties d'application pour toutes les surfaces ni au sein de tous les environnements.

En substituant le vecteur H au vecteur E, on aboutit à une meilleure conservation de la charge toujours initiée sous l'action de la lumière, comme dans le cas général. L'orientation dipolaire magnétostatique, aboutissant à la

concentration de l'encre de report sur le tracé à reproduire, est provoquée par l'insolation à travers un masque photographique. Dans le procédé de Du Pont, on utilise l'action d'un arc en atmosphère Xenon.

Cette source, qui assure déjà une définition et une répétabilité respectables, n'est pas la seule disponible et l'emploi d'imprimantes asservies par ordinateur est applicable a priori, provoquant la cohésion par un système électromagnétique convenable. De ce fait, l'impression des circuits s'effectuerait directement à partir du système C.A.O.

Ajoutons que l'image latente produite à plat, sur un support prémagnétisé, peut être enroulée sur un « blanchet » comme dans les presses offset. De cette façon, la « sortie » des circuits devient entièrement automatique ! Depuis sa conception !...

Ces deux descriptions, très schématiques n'ont d'autre prétention que d'annoncer la naissance de ces procédés. Nous aurons l'occasion d'y revenir après le Salon 1980. Les vieux principes sont-ils, de ce fait, remis en question ? Non, bien sûr, et ils ont encore leur valeur et leur place. Pour notre part, nous ne tournons pas la page.

P. Lemeunier

Un autopycnomètre à hélium

La technologie par microprocesseur permet de déterminer de façon entièrement automatique la densité d'un corps en moins de 20 mn.

L'autopycnomètre, modèle 1310, permet la mesure des volumes absolus de $\pm 0,002$ à $0,004 \text{ cm}^3$, avec une précision de $\pm 0,002 \text{ cc}$.

La régulation thermique précise de la chambre de mesure est pré-établie en usine et permet une bonne reproductibilité. Ceci présente un avantage par rapport au pycnomètre manuel où les difficultés de reproductibilité sont le plus souvent dues à des variations de température dans le local de l'usine.

Analyses types : Pigments organiques et inorganiques, minerais de chrome, graphite, alumines, flotteurs de carburateur en mousse, silices, titanate de barium, charbons, carbure de chrome, polyborate de sodium, matériaux de filtre, pigments de silice recouverts de résine, poudre de métal, poudres de céramique, etc.

Coultronics S.A. 14, rue Eugène-Legendre, Margeny, 95580 Andilly. Tél. : 416-10-30.

Testing en temps réel (R.T.T.)

Un intéressant matériel de test, lancé récemment aux USA, dans la gamme de la seconde génération des testeurs en temps réel (R.T.) à haute rapidité, a été présenté à Mesucora 79 par Computer Automation : la série « Capable 4000 ».

Le test en temps réel peut être considéré comme un transfert synchronisé de données entre le testeur et l'unité à contrôler sous la direction de l'horloge interne de la carte à tester ou de l'horloge programmable du testeur.

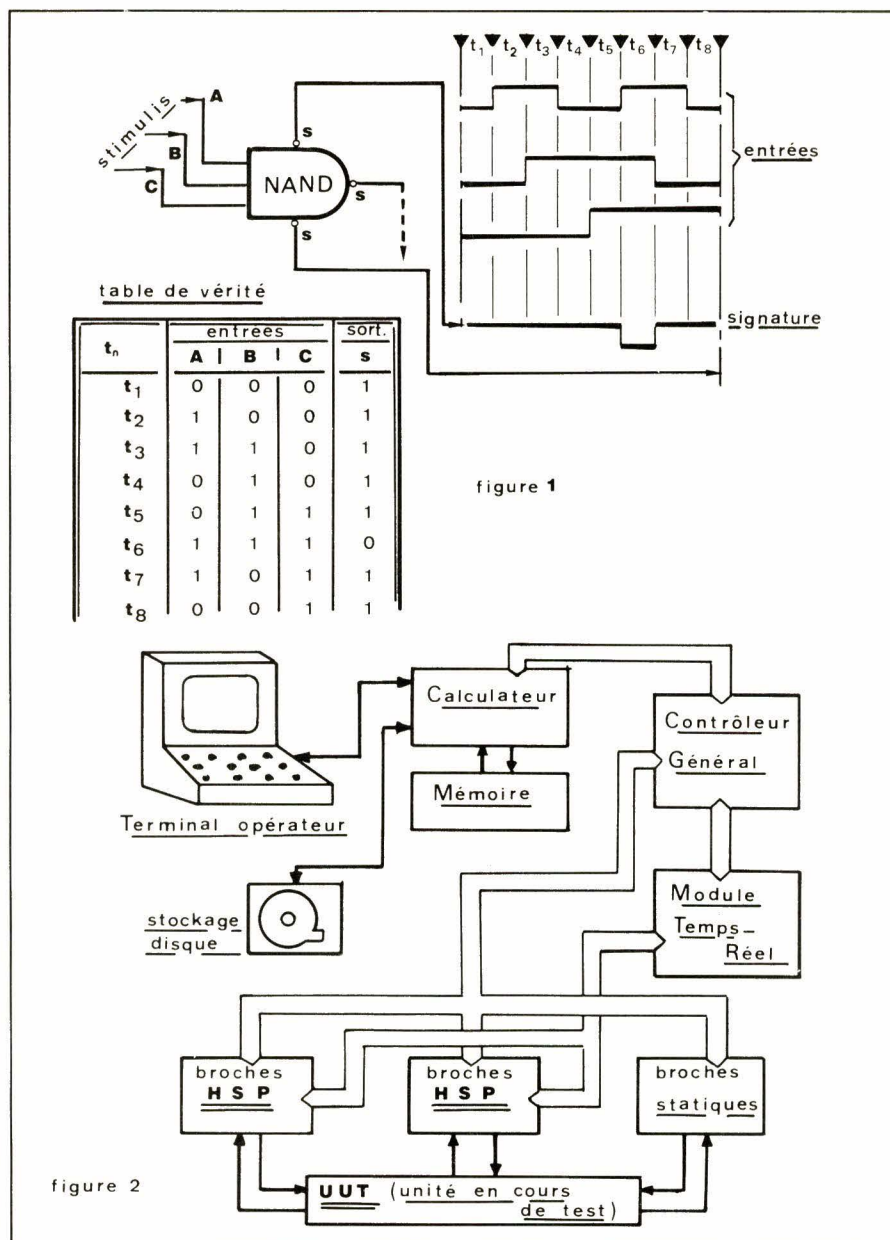
L'option R.T. – real time – peut fonctionner avec le test statique qui permet d'exécuter des pas de sondage très rapides, entre 1 et 10 kHz, mais insuffisants pour les LSI, VLSI et μ P. Les circuits dynamiques qui doivent fonctionner sous un « timing » précis et ponctuel nécessitent souvent un rafraîchissement ou une validation dans un but de conservation des données stockées.

Pour ce faire, le programme prend ces actions en charge en respectant les impératifs de fréquence et de phase, grâce au R.T. qui synchronise l'unité sous test (UUT = Unit Under Test) et la machine de contrôle à une source commune : la même horloge (UUT ou locale).

Un autre aspect du temps réel réside dans la faculté de tester les circuits en mode statique à leur limite de fréquence. Lorsque l'opération de test est lancée (GO/NOGO) l'appareil isole l'origine de la faute éventuelle en employant la technique de la pince guidée (« Clever Clip » = pince adroite). Le Clever Clip est la combinaison de la signature de faute et du guidage de la pince.

La signature de faute résulte de la technique dite de « l'analyse de signature » selon laquelle on combine le stimuli avec une horloge pour faire apparaître une réponse unique, liée au temps.

Le schéma de la **figure 1** montre le principe d'obtention de cette réponse. Imaginons le cas d'une porte NAND à trois entrées et trois sorties (cf. étude de Howard W. Markstein dans EPP). Le programme simple pour analyse de signature est donné sur la table de vérité jointe (truth table) dans laquelle on a divisé le temps t_n en huit intervalles ($n = 1$ à $n = 8$) commandés par l'horloge. Les stimuli sont calibrés avec un facteur de 2 en partant de C (1 - 2 - 4) et la « signature » codée en hexadécimal, soit 1 A 37, est comparée au signal calculé.



Le Capable modèle 4912

Le schéma de la **figure 2** correspond au testeur 4912 de Computer Automation.

L'efficacité de la détection et de l'identification des défauts en mode statique n'étant en rien perturbé par la présence du système temps réel, aucune dégradation de performances en mode analogique n'est à craindre et ce type de fonction peut être introduit dans le même programme. L'option R.T. comporte deux modules :

- 1) Broches à hautes rapidités (HSP = High speed pins)
- 2) Contrôleur en temps réel (RTC = Real time Controller) qui se divise en trois sections :
 - a) Horloge multiphase, programmable en fréquence et en diagramme des temps (PCG)
 - b) Unité de contrôle programmable (LPU)

c) Récepteur sonde guidée en temps réel (RTR).

L'opération R.T. s'effectue comme en mode statique mais à haute rapidité, ce qui assure la détection d'un défaut qu'il n'aurait pas été possible de déceler.

La fréquence d'exécution des « test step » est programmable de 10 kHz à 2 MHz de même que le déclenchement et la durée de ces « steps ».

En résumé, le système préconisé du temps réel prend pour point de départ la description de la carte à contrôler. A la limite on pourrait, partant d'un circuit comportant des imperfections de concept, analyser et concevoir un nouveau circuit proche de l'idéal prévu au programme. En fait, nous arriverons à la conception assistée en faisant suivre le testeur d'une table traçante munie d'un interface !... Pourquoi pas ?

Nous y reviendrons après le Salon 1980.

P.L. Grenier

Nouvelle résine époxy pour collage des puces LSI/VLSI

La résine EPOTEK H 27 D qui a été conçue pour le collage des puces LSI/VLSI, résiste aux températures extrêmement élevées, imposées dans les techniques d'encapsulation par moulage transfert.

Cette résine permet le collage par fils d'or en thermocompression, car elle résiste sans problème à des températures aussi élevées que 370 °C. Sa stabilité à haute température est excellente : après 200 heures à 200 °C, la perte de poids est seulement de 0,4 %.

En plus du collage des puces hybrides de tout type, cette formule à deux composants, 100 % polymérisable a une très large gamme d'utilisations où une bonne conductivité électrique est nécessaire, telles que blindage, mise à la masse de composants, réparations de circuits imprimés et impression sérigraphique de microcircuits.

La résine H 27 D a une résistivité très faible (résistivité volumétrique 0,1 à 0,4 m Ω cm). La conductibilité thermique est excellente (11,7 BTU in/ft² hr °F) (17,5 mW cm⁻¹ °C⁻¹). Après sept jours à 27 °C et 94 % d'humidité, l'absorption d'eau est de 0,16 % seulement.

L'EPOTEK H 27 D polymérise rapidement, juste une heure à 150 °C. La conservation avant mélange est d'un an. La réfrigération n'est pas nécessaire, ni pour le stockage ni pour l'expédition. Après mélange, la colle est utilisable huit heures, ce qui la rend idéale pour les utilisations en production.

Ce produit répond à la plupart des critères de la norme américaine MIL 883 B particulièrement pour la résistance au cisaillement.

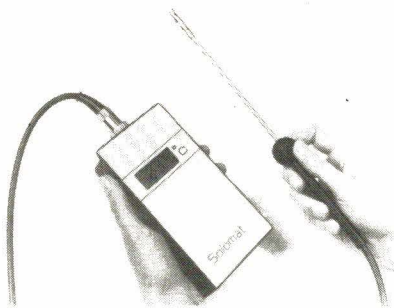
Epotecny, 10, impasse Latécoère, 78140 Vélizy. Tél. : 946.69.34.

(Salon des Composants : allée L, stand 78, bât. 2).

Thermomètres digitaux portatifs

Deux modèles (tous deux à résistance platine) couvrent ensemble la gamme - 200 °C à + 600 °C avec la même précision de linéarisation : 0,03 % (brevet déposé), mais des résolutions d'affichage différentes.

Le LIS-135 (- 200 °C à + 200 °C à 0,1 digit près) et le LIS-235 (- 80 °C à 600 °C à 1 digit près) ont la même erreur électronique inférieure à 0,02 %, la même stabilité dans le temps de



0,1 °C par an (obtenu par vieillissement conditionné en laboratoire des composants électroniques avant assemblage) et une correction de température d'ambiance égale à 0,005 °C par degré.

L'erreur de résistance de la sonde est entièrement corrigée, même pour des longueurs de câble allant jusqu'à 150 mètres.

L'appareil est robuste (en ABC incassable), petit (dimensions : 82 x 148 x 24 mm) et léger (210 g).

La vitesse de lecture est inférieure à la seconde.

Il existe également une gamme de 9 sondes adaptées aux besoins de mesure les plus divers : sonde à immersion, à pénétration, sonde air-gaz, à aiguille, à attachement semi-permanent et sonde de surface.

Les sondes de surface sont ultrarapides (0,07 secondes jusqu'à 250 °C) permettant une mesure de contact précise et quasi instantanée.

Solomat, avenue de la Division Leclerc, 91160 Balainvilliers. Tél. : 934-50-03.

Applications médicales des connecteurs microminiatures

La miniaturisation des équipements électroniques bio-médicaux conduit généralement l'utilisateur à choisir le câblage direct pour résoudre les problèmes d'interconnexion car les connecteurs conventionnels présentent un volume très important.

Cannon apporte une solution avec la série de connecteurs Microminiature permettant jusqu'à 248 points de connexion au cm² avec une fiabilité de 99,9999 % égale à celle du câblage direct.

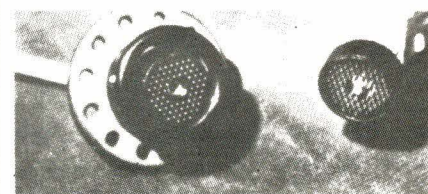
La clef de ces performances réside dans le système de contact « Twist Pin ».

Un choix considérable de boîtiers, d'isolants et de configurations permet de répondre aux applications particu-

lières. Les exemples suivants montrent quelques réalisations de Cannon dans le domaine de l'interconnexion biomédicale.



Implantation d'un connecteur type NANO 72 contacts sur le mastoïde permettant la connexion d'un circuit électronique implanté sur le centre cervical de la vision pour rendre un type de vision aux aveugles.



Stimulation externe du nerf optique.



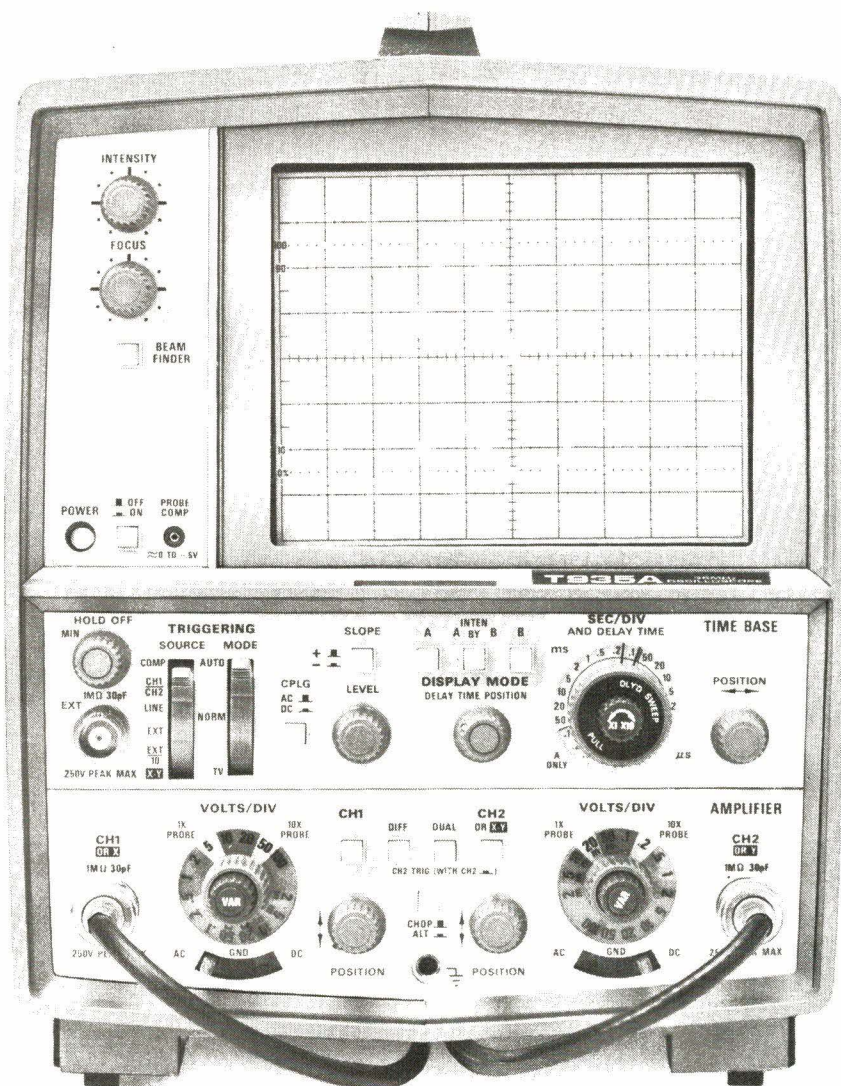
Connexion d'un implant dans l'oreille interne pour stimulation sonore externe.

ITT-Cannon, B.P.20, 31770 Colomiers. Tél. : 78-09-89.

(Salon des composants : allée 9, stand 84, bât. 1).

NOTRE QUALITE EST DANS VOS PRIX.

T900, une gamme complète à partir de 4.790 F H.T.*



T935 A.
2 voies, 2 mV, 35 MHz.
Double base de temps.

Avec la série T 900, la qualité TEKTRONIX est dans vos prix. La série T 900 a toutes les caractéristiques techniques qui en font un vrai outil de professionnel. 5 modèles de 10 MHz à mémoire jusqu'à 35 MHz, double base de temps. De nombreux avantages parmi

lesquels on peut citer : un réticule gradué à l'intérieur du tube, évitant les erreurs de parallaxe. Une post-accélération de 12 kV d'où une très forte luminosité. Le code des couleurs permettant le repérage rapide des commandes. Ajoutez à cela les qualités TEKTRONIX : la technologie,

la fiabilité, un service après-vente présent et efficace. En un mot, avec sa gamme T 900, TEKTRONIX réussit son objectif : offrir aux utilisateurs un matériel de pointe, pour tous budgets.

Tektronix, la référence en mesure électronique.

* Prix au 19.11.79.

Tektronix®

Division Mesure Électronique - B.P. 13 - 91401 Orsay - Tél. : 907.78.27
Centres régionaux : Aix-les-Milles Tél. : (42) 26.62.03
Lyon Tél. : (78) 76.40.03 - Rennes Tél. : (99) 51.21.16
Strasbourg Tél. : (88) 39.49.35 - Toulouse Tél. : (61) 40.24.50

Coupon-réponse
à retourner à TEKTRONIX
Division Mesure Électronique
Promotion des Ventes,
B.P. 13 - 91401 ORSAY
Tél. : 907.78.27

M. _____
Société _____
Activité _____
Fonction _____
Adresse _____
Tél. _____

désire recevoir sans engagement de sa part :

- ☐ une documentation sur la série T 900,
- ☐ la brochure "PRINCIPE DE L'OSCILLOSCOPE",
- ☐ la visite d'un ingénieur commercial,
- ☐ des notes d'application.



Avec la revue **MICRO-SYSTÈMES** participez à la première course internationale de voitures-robots en construisant votre...

“**formule μ** ”

Cette voiture-robot, que nous vous proposons de réaliser, est une petite machine de course, de taille voisine des modèles réduits. Elle devra rouler sur 4 roues, être à traction électrique et ne pas peser plus de 5 kg. Rien de bien nouveau jusque là.

Toute l'originalité de la “FORMULE μ ” vient de ce que le pilote robot devra être autonome (pas de télécommande) et se débrouiller tout seul sur un circuit qui n'est pas connu à l'avance !

L'objectif du robot sera fort simple : faire le meilleur temps sur les 2 tours de circuit. Pour cela, il ne pourra se fier qu'aux bandes latérales blanches réfléchissantes qui délimitent la

route et à la bande centrale discontinuée.

Tout au long de l'année 1980, MICRO-SYSTÈMES décrira, à titre d'exemple, la réalisation de sa propre voiture-robot qui participera elle aussi au championnat en novembre 80.

Nous ne surprendrons personne en prévoyant, pour le pilotage de la voiture d'installer un microprocesseur et des mémoires à bord.

Si vous désirez construire votre machine ou simplement vous initier aux techniques qui conduisent à l'élaboration d'un système à microprocesseur, Micro-Systèmes peut certainement vous aider.

Micro-Systèmes est en vente chez tous les marchands de journaux.

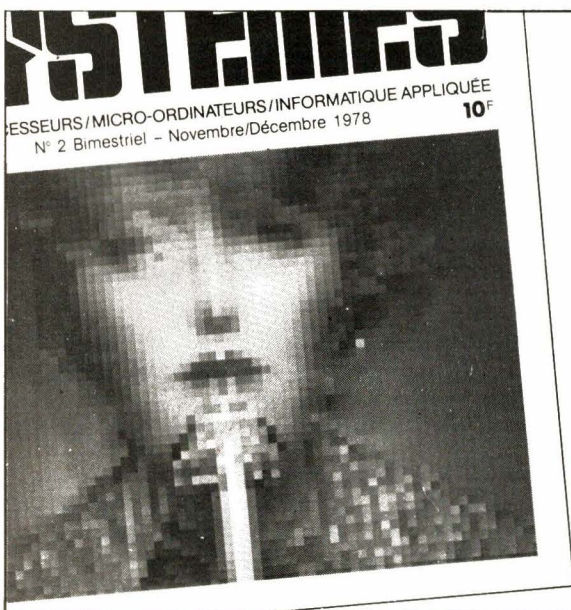


formule μ

Une course de voitures programmées, organisée par la revue “MICRO-SYSTÈMES”
15, rue de la Paix - 75002 Paris - Tél. : 296.46.97.



**En 1985,
la moitié des équipements électroniques
sera architecturée autour des
microprocesseurs.**



Que vous désiriez vous initier ou vous former aux techniques des **microprocesseurs** et mettre en pratique par des applications vos connaissances dans ce domaine, vous trouverez dans chaque numéro de Micro-Systèmes une série d'articles qui vous aideront à maîtriser cette technique.

Pour vous en convaincre, lisez plutôt le sommaire du numéro 9 de :

Janvier-Février 1980

- Une introduction aux microprocesseurs.
- La programmation d'un microprocesseur.
- Réalisez une carte de puissance.
- Construisez votre voiture-robot.
- La naissance d'un circuit intégré.
- Le langage assembleur.
- Un circuit d'interface - l'ACIA.
- La famille des microprocesseurs 6500.
- Télémétrie et banque de données.
- Langage Basic.

... et nos rubriques habituelles.

Le sérieux d'un journal au service d'une technique.

En vente chez tous les
marchands de journaux.



MICRO SYSTEMES
15, rue de la Paix
75002 Paris
Tél. : 296.46.97.

MICROPROCESSEURS/MICRO

De l'ÉLECTRICITÉ à la MICROÉLECTRONIQUE

INITIATION ET THÉORIE

FORMULAIRE

C. FEVROT

Énumération de nombres, de formules et de tableaux, mais aussi un résumé des mécanismes essentiels du rôle des composants électroniques. Mathématiques, propriétés des corps, systèmes d'unités. 224 pages. **NIVEAU 2 à INGÉNIEUR PRIX 72 F**

L'ÉLECTRICITÉ A LA PORTÉE DE TOUS

R. CRESPIN

Toute l'électricité par des explications simples agrémentées de questions-réponses, expériences faciles et amusantes. Un peu de calcul et des formules. 136 pages. **NIVEAU 1 PRIX 31 F**

ÉLECTRICITÉ ÉLECTRONIQUE-SCHEMAS

(2^e ÉDITION)

R. BRAULT

Préparation Baccalauréat T ou BEP : option électronique. **TOME 1** (160 pages). Énergie. Force. Travail. Puissance (BEP). Constitution de la matière (BEP). Electrostatique. Electro-

cinétique. Magnétisme. Electromagnétisme. Induction. **TOME 2** (160 pages). Le condensateur en courant continu. Le courant alternatif. Machines électriques. Étude des circuits électriques. Réaction et contre-réaction.

NIVEAU 2 PRIX à l'unité 44 F TOME 3 (ÉPUISÉ).

TOME 4 (152 pages). Redressement du courant alternatif. Initiation à l'algorithme logique. Régulation de tension. Production de courants sinusoïdaux. Production de signaux non sinusoïdaux. Capteurs. Établissement d'un schéma.

NIVEAU 2 PRIX à l'unité 44 F

INITIATION A L'ÉLECTRICITÉ ET A L'ÉLECTRONIQUE

F. HURE

200 manipulations simples d'électricité et d'électronique

Principes de base de l'électricité et de l'électronique par des manipulations simples. Courant électrique. Champ magnétique. Semi-conducteurs. Diodes et transistors. 175 pages.

NIVEAU 1 PRIX 43 F

LES COMPOSANTS

LES TRIACS

CHABANNE

Des renseignements pratiques sur toutes les applications principales de ces semi-conducteurs permettant aussi bien l'initiation à la théorie que la pratique de la construction des appareils à triacs. 144 pages.

NIVEAU 2 PRIX 44 F

LES TRANSISTORS

F. HURE

Théorie de la constitution de la matière. Principes. Caractéristiques des transistors. Amplification BF, HF et MF. Changement de fréquence. Les radiorecepteurs superhétérodynes à transistors. 200 pages.

NIVEAU 2 ÉPUISÉ

LES TRANSISTORS A EFFET DE CHAMP DANS LES CIRCUITS ANALOGIQUES ET NUMÉRIQUES

F. HILLEBRAND ET H. HEIERLING

Constitution, fonctionnement de principe. Les propriétés des PN.FET et des IG.FET sans oublier les types spéciaux. Base indispensable aux techniciens des calculateurs, ou de l'électronique générale. 104 pages.

NIVEAU 3 PRIX 54 F

LES DIODES ZENER

MOURIER

Principe et emploi des diodes zener, stabilisations des tensions, filtrage, découplage, écrêtage, protection contre les surtensions en continu ou en alternatif, liaison entre étages, échelles dilatées, générateur de bruit, polarisation d'émetteur dans un amplificateur, chargeurs d'accumulateurs, indicateur de puissance. 120 pages.

NIVEAU 2 PRIX 35 F

COMPORTEMENT THERMIQUE DES SEMICONDUCTEURS - RADIATEURS

SOROKINE

Comportement des diodes et des transistors. Stabilisation thermique. Refroidissement des diodes et transistors de puissance. Calcul et utilisation des radiateurs. 152 pages.

NIVEAU 3 PRIX 56 F

INITIATION PRATIQUE A L'EMPLOI DES CIRCUITS INTÉGRÉS DIGITAUX

F. HURE

Généralités sur les circuits intégrés logiques. Manipulations avec différents types de portes, matériel nécessaire. Les bascules. Comptage et affichage. 112 pages.

NIVEAU 2 PRIX 38 F

ÉLECTRONIQUE de PUISSANCE et ÉLECTROTECHNIQUE

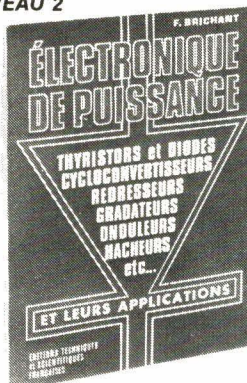
ÉLECTRONIQUE POUR ÉLECTROTECHNICIENS

R. BRAULT

Classes d'électroniciens, série F3. Théorie et pratique. Tubes électroniques. Oscilloscope. Semi-conducteurs. Diodes et transistors. Circuits de logique. Redressement. Thyristors et triacs. Régulation de tension. Générateurs de signaux non sinusoïdaux. Circuits de mesures. 240 pages.

PRIX 55 F

NIVEAU 2



ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

F. BRICHANT

Thyristor, diode, caractéristiques, mise en œuvre et protection, conversion de l'énergie, redresseur, onduleur, hacheur, cycloconvertisseur. 296 pages.

NIVEAU INGÉNIEUR PRIX 80 F

PRÉCIS DE MACHINES ÉLECTRIQUES

A. FOUILLÉ

A l'usage du technicien supérieur, de l'électrotechnicien, du spécialiste de l'électronique, du génie civil et même de la mécanique. 248 pages.

NIVEAU 3 PRIX 64 F



ÉDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES FRANÇAISES

2 à 12, rue de Bellevue - 75940 PARIS CEDEX 19

SOUS-ENSEMBLES

CONSTRUISEZ VOS ALIMENTATIONS

ROUSSEZ

Méthodes simples et rapides de calcul, coefficients « passe-partout » et tableaux standards. Exemples pratiques d'alimentations régulées ou non. Réalisations pratiques. Schémas de câblage ou circuits imprimés à l'échelle 1, 112 pages.

NIVEAU 2 PRIX 38 F

LA CONSTRUCTION DES PETITS TRANSFORMATEURS avec leurs applications

M. DOURIAU et F. JUSTER

Principe, caractéristiques des transformateurs. Calcul. Matières premières. Nombreux tableaux pour réalisations simples : de la bobine de filtrage aux tôles à cristaux orientés et quelques transformateurs de montages à transistors. 208 pages, technique poche n° 19.

NIVEAU 2 PRIX 28 F

TRANSFORMATEURS ET SELFS DE FILTRAGE L'HOPITALAULT et THOMAS

Ouvrage permettant la détermination et la construction des composants par l'utilisation des abaques et des tableaux numériques. Composants. Bobinages. Calcul. Autotransformateurs. Essais. Self de filtrage. 112 pages.

NIVEAU 3 PRIX 43 F

L'AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL

COURS PRATIQUE D'UTILISATION

R. DUGEHAULT

Présentation. Fonctionnement en alternatif. 1955 (A707) à 1973, évolution des caractéristiques de l'amplificateur opérationnel. Les six montages fondamentaux. Circuits annexes : améliorations des caractéristiques. 104 pages.

NIVEAU 3 PRIX 33 F

LES OSCILLATEURS Générateurs et conformateurs de signaux

R. DAMAYE

Cet ouvrage est à la fois pratique et théorique, ce qui permet aux lecteurs d'assimiler aussi bien le fonctionnement des circuits que leur emploi pratique dans toutes sortes d'appareils. 264 pages.

NIVEAU 3 PRIX 75 F

TECHNIQUE POCHE N° 13 HORLOGES ET MONTRES ÉLECTRONIQUES A QUARTZ

PELKA

Connaissances fondamentales et applications des circuits logiques. Initiation et constructions simples. 160 pages.

NIVEAU 3 PRIX 28 F

Prix pratiqués par la

LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO

43, rue de Dunkerque, 75480 PARIS CEDEX 10

AUCUN ENVOI contre remboursement. Port : jusqu'à 30 F : taxe fixe 8 F. De 30 F à 100 F : 15 % de la commande (+ 4 F Rdé). Au-dessus de 100 F : taxe fixe de 19 F.

Micro Electronique - Micro Informatique

ELEMENTS ESSENTIELS DE L'ELECTRONIQUE ET DES CALCULS DIGITAUX

D. ULRICH

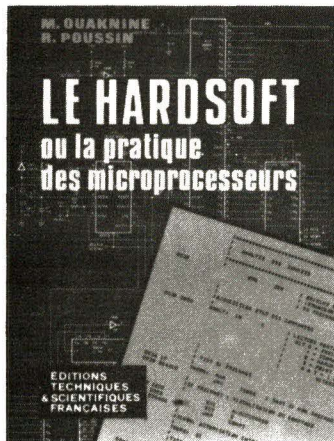
Logique électronique. Logique informatique. Calculateurs à circuits logiques. Réalisation des calculateurs. Le transistor en commutation. Multivibrateurs. Montages logiques de base. Fonctions logiques. Algèbre de Boole. Calculs binaires. 304 pages.

NIVEAU 3

PRIX : 95 F

ÉDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES FRANÇAISES

2 à 12, rue de Bellevue 75940 Paris Cedex 19



LE HARDOFT

ou la PRATIQUE des MICROPROCESSEURS

M. OUAKNINE et R. POUSSIN

Principes généraux. Fonctionnement et jeu d'instruction d'un système construit autour d'un microprocesseur 8080A. Trois applications réelles avec schémas et programmes. Fonctionnement des dernières nouveautés 8048-Z80 - 8086. 254 pages.

NIVEAU 3

PRIX : 83 F

TECHNIQUES D'INTERFACE AUX MICROPROCESSEURS LESEA et ZAKS (SYBEX)

Comment connecter un système à microprocesseur aux périphériques, depuis l'unité centrale jusqu'au clavier, télétape, disque souple, écran de visualisation, et interfaces analogiques. Techniques de test. 416 pages.

NIVEAU 2

PRIX 126 F

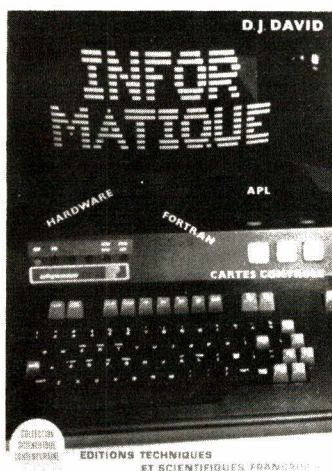


LEXIQUE MICROPROCESSEURS (SYBEX)

Dictionnaire anglais-français. 1 000 termes et abréviations. Définitions des composants par numéros, des signaux pour les bus S 100, RS 232C, IEEE 488. Adresses des fabricants et distributeurs. Table de conversion. Format Poche. 120 pages.

NIVEAU 2

PRIX : 20 F



INFORMATIQUE

D.J. DAVID

Cours d'initiation à l'informatique (ENS). Langages de programmation : Fortran, APL. Fonctionnement interne des ordinateurs. L'esprit informatique, modèles schématiques des applications, cartes-contrôle : IBM, CDC, UNIVAC, CII et Philips, 336 pages.

NIVEAU 3

PRIX 66 F

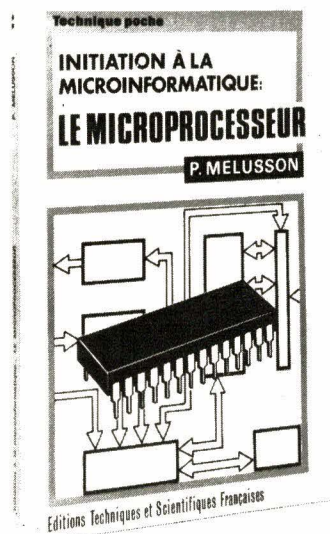
TECHNIQUE POCHE N° 4 INITIATION A LA MICROINFORMATIQUE LE MICROPROCESSEUR

P. MELUSSON

Qu'est-ce qu'un ordinateur. Langages. Calcul binaire. Codages. Fonctions logiques. Technologie et organisation des microprocesseurs. Les mémoires. Circuits et systèmes d'interface. La programmation. 136 pages.

NIVEAU 2

PRIX : 28 F



INTRODUCTION AUX MICROORDINATEURS INDIVIDUELS ET PROFESSIONNELS

R. ZAKS (SYBEX)

Ce livre vous permettra d'évaluer si vous devez utiliser l'un des nouveaux microordinateurs.

Comment choisir son système.

Définitions, pièges à éviter, programmation. Quel Basic ?

— Applications professionnelles et commerciales

— Choix des périphériques.

NIVEAU 1

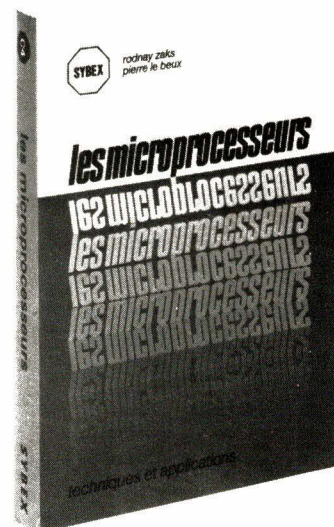
PRIX 54 F

LES MICROPROCESSEURS ZAKS et LE BEUX (SYBEX)

Ouvrage de base conçu pour la formation. Concepts et techniques. Principes de bases jusqu'à la programmation. Techniques « standards ». L'interconnexion d'un système « standard ». Les problèmes liés au développement d'un système. 320 pages.

NIVEAU 2

PRIX : 98 F



APPLICATIONS DU 6502

R. ZAKS (SYBEX)

Ce livre présente l'ensemble des techniques nécessaires pour connecter un microprocesseur, tel que le 6502 au monde extérieur. Il apprend à réaliser de la musique par ordinateur, un système d'alarme sophistiqué, un régulateur de vitesse de moteur, un capteur de température, et bien d'autres applications. 280 pages.

NIVEAU 2

PRIX : 98 F



Prix pratiqués par la

LIBRAIRIE PARISIENNE de la RADIO

43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10

AUCUN ENVOI contre remboursement. Port : Jusqu'à 30 F : taxe fixe 8 F. De 30 F à 100 F : 15 % de la commande (+ 4 F Rdé). Au-dessus de 100 F : taxe fixe 19 F.

NIVEAU 1 : Initiation

NIVEAU 3 : Technicien spécialisé

REPERTOIRE 1979

	Page		Page
Analyse		Etude	
Les lignes à microruban	10 85	La tension d'entrée différentielle d'un amplificateur opérationnel	9 15
L'antenne électronique : une solution aux problèmes de réception TV	10 121	Commutation à tension nulle des thyristors et triacs et contrôle de puissance	9 19
Oscillateurs sinusoïdaux en BF	11 79	Calcul d'un variateur de vitesse à thyristors	9 63
Le relais statique pour courant alternatif	11 145	Commande d'un moteur continu par hacheur transistorisé à liaison directe	9 83
Audio		Influence d'un circuit d'aide à la commutation sur la fréquence des convertisseurs à transistors	9 93
Amplificateur audio : les conceptions actuelles	11 11	Synthèse et réalisation pratique de filtres actifs	9 115
Applications		La commutation téléphonique temporelle	10 13
Système de télécommande à Infra-Rouges	9 35	Limitation du dV/dt dans les circuits à triacs	10 31
Quelques applications des circuits PLL digitaux	9 47	Les lignes à microruban (1 ^{re} partie)	10 85
Interface ligne téléphonique/liaison en alternatif	9 57	Fonction de transfert des filtres polynomiaux	10 143
Les filtres piézo céramique et leur utilisation	9 75	Méthode d'élaboration des compteurs d'impulsions	10 145
Stroboscope 10 kHz de forte puissance	10 17	Hacheur à thyristors sans inductance d'inversion	11 29
Utilisation des ultra-sons en mesure de distances	10 43	Les lignes à microruban (suite)	11 135
Caméra à réseau de photodiodes	10 47	Les lignes à microruban (fin)	12 83
Convertisseur continu/continu à V.MOS	10 79	Convertisseurs triphasés à modulation de largeur	12 127
Alimentation pour microprocesseurs	12 17	Mesures	
Construction des alimentations haute tension transistorisées	12 21	Multimètre à microprocesseur	9 127
Télécommande par téléphone	12 95	Multimètre à microprocesseur (suite et fin)	10 69
Circuits intégrés		Modes de fonctionnement et applications des générateurs de fonctions	11 21
Compresseurs-expanseurs BF	9 11	Applications des modes de fonctionnement des compteurs-fréquence-mètres performants	12 51
Régulateurs haute-tension de précision	9 31	Microprocesseur	
Mémorisation non volatile de données analogiques avec le M193	11 59	Gestion d'automatisme par microprocesseur	10 105
Composants		Générateur d'impulsions à 6800	10 115
Thyristor blocable par la gâchette	11 127	Interface de gestion d'une table traçante	11 49
Electronique nucléaire		Le microprocesseur dans le traitement des eaux	11 164
Etudes des détecteurs de radiations nucléaires	11 139	Physique	
Electronique médicale		Cohérence et décohérence	10 139
La dilution des colorants	9 5	Effet zener et effet Branly	11 93
L'équipement électrique en pratique médicale	9 23	Technologie	
Le microprocesseur en médecine	9 43	Le circuit imprimé : la chaîne de gravure	9 103
La mesure du débit cardiaque : la méthode de Fick	10 5	Le circuit imprimé : la protection des circuits la soudure, l'étamage	10 51
Les effets biologiques des infra-sons	10 35	Le circuit imprimé : traitement et nettoyage	11 71
L'électrothérapie	11 5	Le circuit imprimé : les substrats	12 117
La tomodynamométrie	11 35	Intérêt général	
Analyse automatique temporelle en électromyographie	11 67	Les terres rares	10 59
La tension artérielle	12 5	Les satellites artificiels	10 128
Applications médicales des lasers	12 35	Un système d'aide aux automobilistes	11 97
		Les semi-conducteurs de puissance et la traction ferroviaire	11 151
		La radio-astronomie (1 ^{re} partie)	12 67
		Fiches techniques	
		Circuits intégrés pour autoradios	11 105
		Circuits intégrés PLL	12 99
		Rubriques permanentes	
		Réseaux de distribution des semi-conducteurs	
		Schémathèque : presse technique internationale	
		Nouveautés-Informations	

l'ami fidèle.

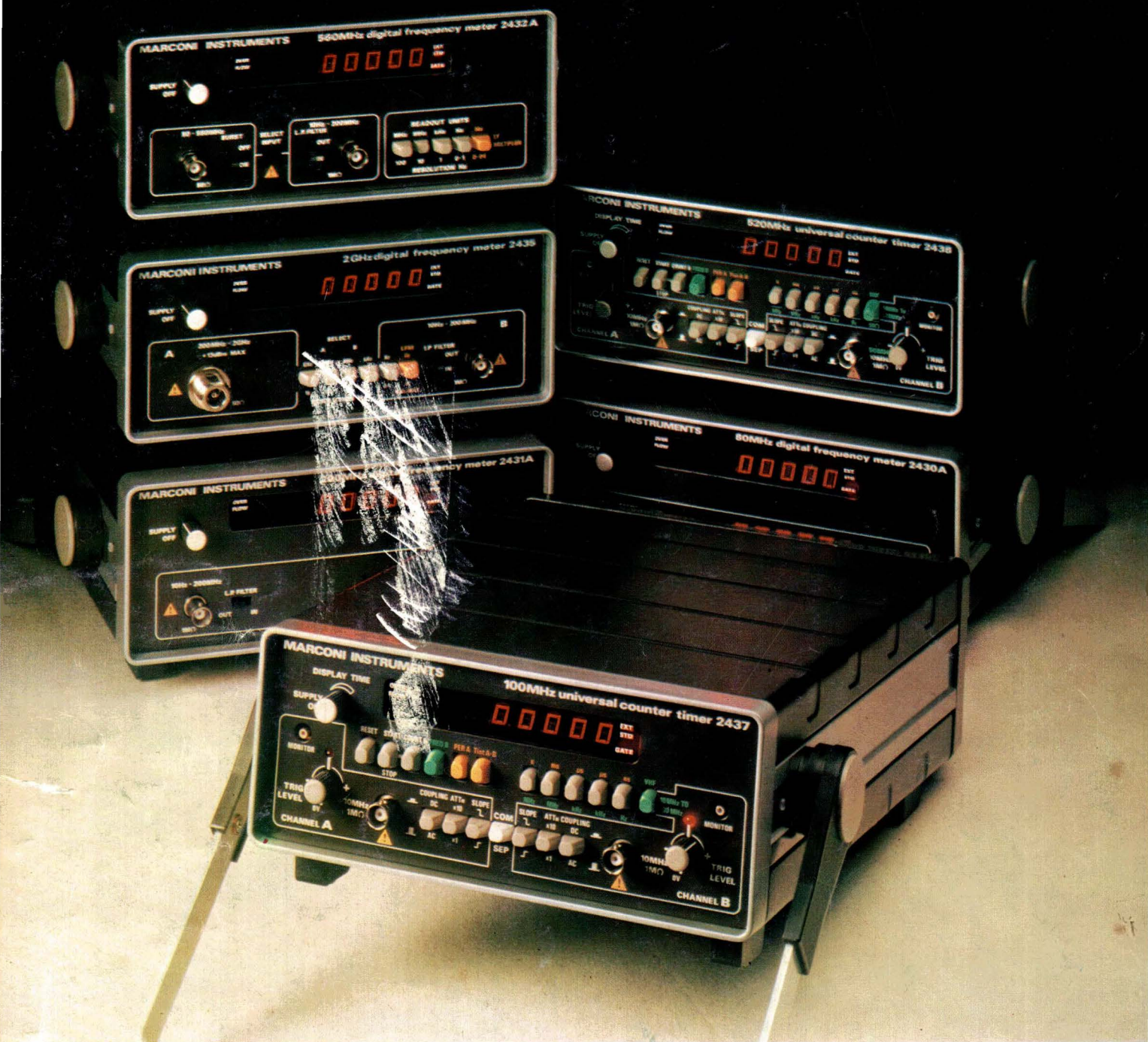
L'ami fidèle, le conseiller écouté,
l'informateur objectif de l'amateur et du professionnel.



Journal de vulgarisation Audio, Vidéo, Electronique de loisirs.
La plus forte vente des journaux de l'Electronique.



« LE 15 DE CHAQUE MOIS, CHEZ VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX »



A l'échelle universelle...

... une gamme de fréquencesmètres
de 10 Hz à 2 GHz et des
compteurs universels du C.C. jusqu'à 520 MHz

marconi
instruments

3, avenue du Maréchal Devaux, 91550 Paray-Vieille-Poste - Tél. : 687.36.25 - Télex : 203882
Agences à Bordeaux, Lyon, Rennes, Toulon, Toulouse.

MEMBRE DU GROUPE GEC - MARCONI ELECTRONICS