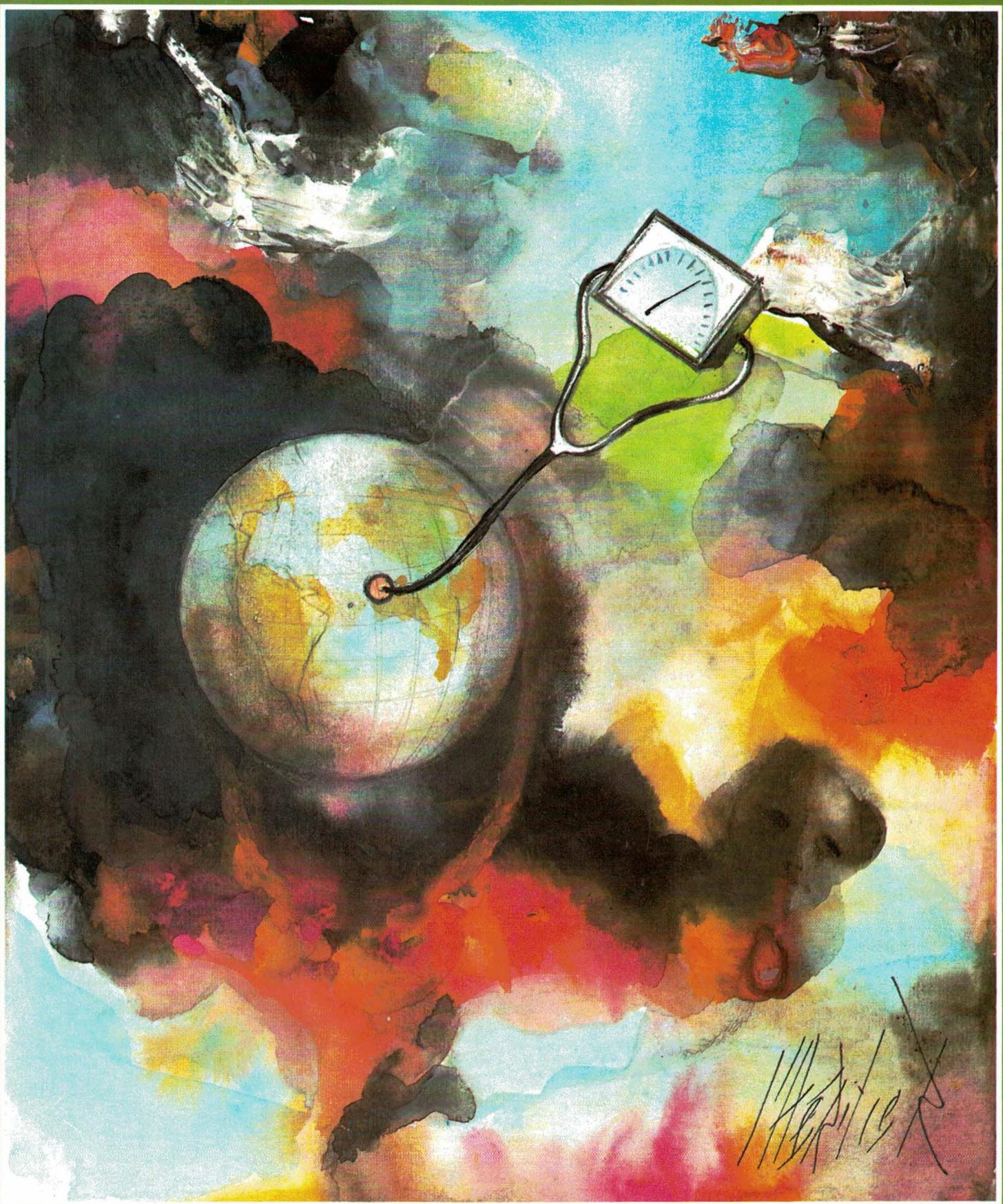


ELECTRONIQUE

APPLICATIONS



Bimestriel N° 49 - 27 F Août-Septembre 1986 RETRONIK.FR 2022

CHISSE 2 F05 S. CANADA CAN\$4.25 ESPAGNE €200SETAS BELGIE 190 F B. LUXEMBOURG 196 F

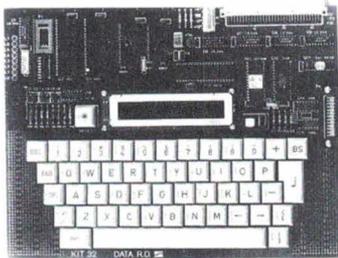
CAMPUS

des kits pédagogiques orientés "hard"...

à partir de 2520 f.*

6809 :

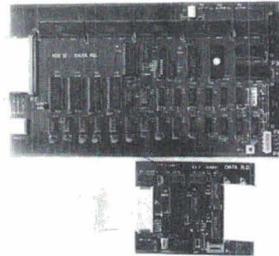
CAMPUS 32



Clavier alpha. en "traditionnel".
Affichage ASCII en 32 caract.
alpha (LCD lumineux s/option).
PIA avec 8 leds + dip-switch.
Liaison-série à 6850.
Interface K7, 6840 partiel.
RAM CMOS 8K extensible 32K.
Interface-bus DIN41612.
Moniteur très pédagogique 8-32K
+100 sous-prog. et assembleur.

Enfin, un kit moderne et faible coût acceptant l'assembleur. A prix équivalent, le CAMPUS 32 est autrement plus pédagogique que le traditionnel "6 afficheurs" des années 70.

L'émulateur
6809



Prix très compétitif.
Mémoire-trace de 32 Ko (8K32).
CPU 6809 autonome.
2 ports RS232 à BRG sélectable
Sonde adaptable à d'autres uP.
64000 points d'arrêt "hard".
Modes antérieur, post., fenêtre.
Adaptable sur PC ou autre.
Logiciel orienté "menu".

L'ICE-09 est un émulateur à la fois faible coût et performant. Il résout parfaitement le problème de l'intégration du soft. Une version "Ecoles" (micro-ICE) est également disponible.

6809/64k :

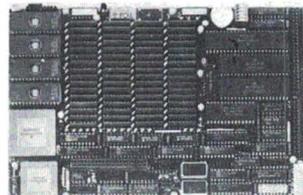
CAMPUS 64



RAM 64 Ko. + Rom-disk 64Ko.
Contrôleur floppy (pour 1 Mo.)
2xRS232, PIA, timer partiel.
Interface CENTRONIC.
Contrôleur video 9345 (RAM 8K)
3 connecteurs de bus DIN41612.
Editeur pleine page, assembleur
deux passes, debugger orienté
écran, PASCAL, BASIC, "C"..
Accepte l'OS9 et le FLEX/R09.

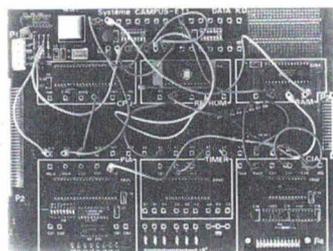
Vous choisissez la configuration qui vous convient (terminal, avec ou sans disques...) et vous avez un système complet faible coût. Originalité : un environnement "hard" adapté aux formations en électronique (BAC, TS, IUT...) -voir ci-dessous-.

Les kits 68000 - 68020



68020, 32 bits non-multiplexés.
Co-processeur VF 68881 (option)
RAM 2 méga-octets (512x32).
4 ports série (2x68681).
1 Centronics (68230), une RTC.
Contrôleur floppy + SASI
Version du Motorola 020 bug.
DOS standard OS9-68000.
Version "Ecoles" à 68000.

Dans l'industrie, un système à 68000 comprend généralement les périphs. 68000 (68230, 68681...) et, dans 95% des cas, des disques. Il est évident qu'un industriel ne mettra jamais un 68000 dans une application à deux PIA... Pour cette raison, nous avons basé toutes nos cartes sur l'OS9-68000. Vous apprenez le haut de gamme : genre-UNIX, noyau en temps réel, "C", drivers de disques, 68230/68681 etc... Du 68000, oui, mais du vrai.



...et le hard?

Cartes d'étude du "hard".
L'étudiant réalise lui-même son mapping et connecte ses R/W, CE, OE, IRQ, LS138 etc...
Il conçoit son application de A jusqu'à Z, selon son cahier des charges. Bref, il apprend.
Le debug est réalisé avec un "micro-ICE" (brevet DATA RD).

Ces cartes originales s'adressent aux écoles d'électronique qui ont pour objectif de former des électroniciens et non des programmeurs. La priorité est donnée au hard. Grâce aux exemples fournis, les professeurs peuvent désormais préparer leurs TP en moins d'une heure. Fini, les préparations interminables.

L'outil de
développement



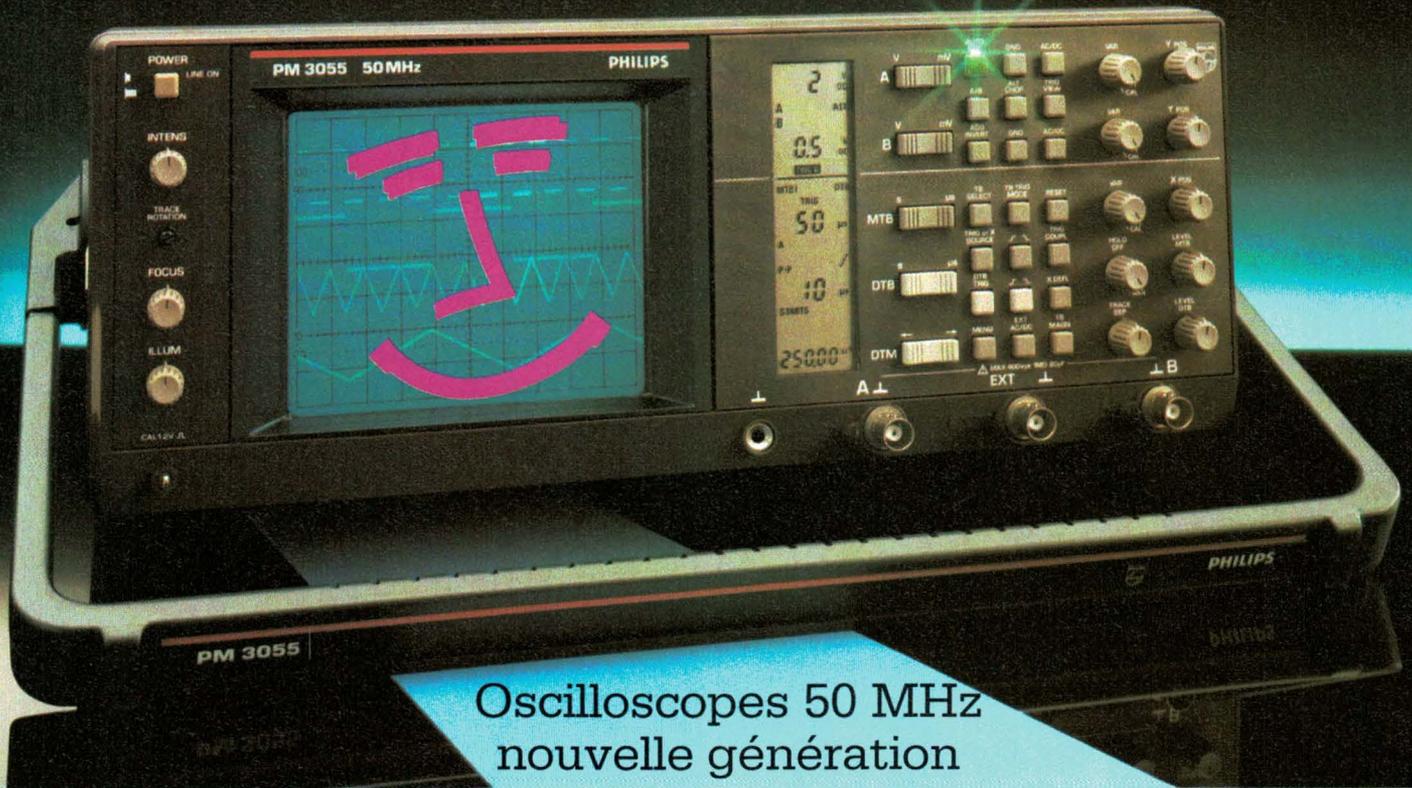
Prix très compétitif.
Deux lecteurs de 1 Mo. chacun.
Prog. de REPRO "fast".
Tous les circuits sur supports
DOS : R09 (avec compilateur C
et BASIC) ou OS9.
Existe en version portable.
Très pédagogique.
Documents en français.

Un appareil esthétique, extrêmement fiable et simple à utiliser : éditeur pleine page, menus en français, debugger orienté graphisme etc... Un produit très agréable avec un remarquable rapport qualité/prix. Version 68020 sous OS9-68000 disponible.

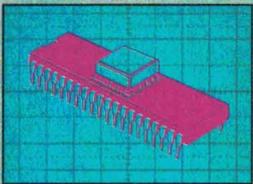
(*) Prix indicatif H.T. au 1-7-86 de la version K32-GH du CAMPUS 32. Se renseigner pour avoir le descriptif détaillé de cette version ainsi que les conditions de vente.
Marques déposées : OS9=Microware, FLEX=TSC, UNIX=Bell labs, Campus, Ulysse=Data RD.

DATA R.D.

LES SURDOUES



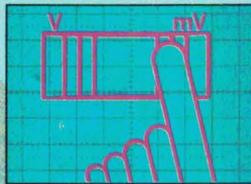
Oscilloscopes 50 MHz nouvelle génération



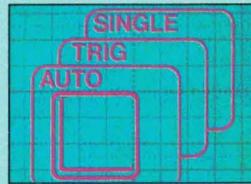
Autoset. La touche verte permet le réglage instantané et totalement automatique de tous les paramètres de l'oscilloscope - amplitude, base de temps et déclenchement - pour tout signal d'entrée.



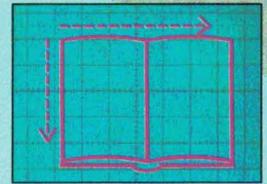
Affichage LCD. Donne en un coup d'œil une indication claire des valeurs et des fonctions sélectionnées, là où vous en avez besoin, à droite près de l'écran.



Commandes à double action. Une technologie d'aujourd'hui pour entrer rapidement les réglages d'amplitude (V/div) et de base de temps (s/div). Presser simplement un côté pour incrémenter la valeur, l'autre côté pour la diminuer.



Touches multifonction. Elles simplifient la disposition de la face avant et rendent l'utilisation plus claire et plus logique. Un menu directement accessible indique toutes les fonctions disponibles.



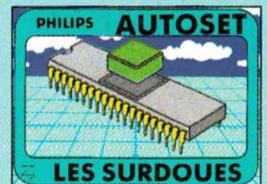
Face avant rationnelle. La disposition de la face avant permet de simplifier à l'extrême l'utilisation de l'appareil. La séquence logique des réglages se suit de gauche à droite et de haut en bas - comme si vous lisiez un livre !

Les nouveaux oscilloscopes de la famille PM 3050 sont effectivement des surdoués, et plus que vous ne l'imaginez. Ils le sont d'abord en performances. Avec une nouvelle technologie de tube cathodique, des fonctions étendues de déclenchement jusqu'à 100 MHz et la possibilité de raccordement à un ordinateur via une option IEEE.

Surdoués, ils le sont également en simplicité avec l'autoset, un contrôle permanent par microcalculateur et une conception modulaire totale pour une maintenance rapide et aisée.

Mais plus que tout, ils sont imbattables en prix, grâce au savoir faire de Philips en conception et technologie de production.

Avec les oscilloscopes PM 3050 nouvelle génération, utilisez déjà la technologie des années 90 !



Pour toute information sur les PM 3050, téléphonez au (1) 48.30.11.11



Mesure

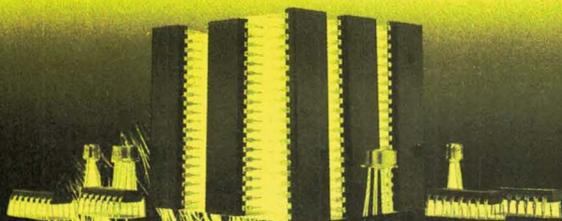
PHILIPS

S.A. PHILIPS INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
Division Science et Industrie, 105 rue de Paris, B.P. 62,
93002 BOBIGNY CEDEX - (1) 48.30.11.11 - 210.290 Induphi

ESD



Circuits sensibles à l'électricité statique
sont protégés par les produits et équipements SIMCO®



Worldwide in Electrostatics
SIMCO

Kwinkweerd 2, Postbus 11, NL-7240 AA Lochem ☎ 05730-4351* ✉ simko.nl 49207, Telefax 05730-7319

Veuillez m'envoyer votre documentation détaillée: Techni
Industries France 31, rue Louis Dupré F-94100 Saint Maur
des Fosses Tel: 148891830, Telex 215256 f

Nom:
Sté:
Adresse:
Ville:
Tel.: ESD EA

SERVICE-ANNONCEURS N° 21

RETOUR EN FLÈCHE !!!



ARROW

Présent à l'INSA
Hall H - Allée 10
Stand n° 3

revient en force avec sa
prestigieuse gamme d'interrupteurs

- avec les interrupteurs de la série 1600/2600,
- avec la version H pour des courants de pointe allant jusqu'à 100 ampères,
- avec les homologations internationales,



- avec de nombreuses versions différentes immédiatement disponibles sur stock à notre adresse:

55, rue Escudier - BP 10 -
92101 BOULOGNE CEDEX.

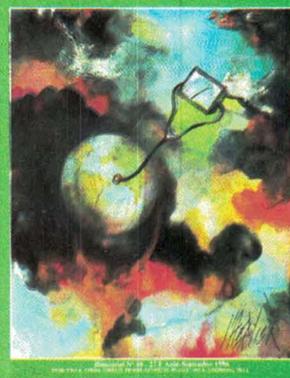
Tél.: 46.03.12.02 - Télex: 200112.



SERVICE-ANNONCEURS N° 22

PAGE 4 - ELECTRONIQUE APPLICATIONS N° 49

ELECTRONIQUE APPLICATIONS



ELECTRONIQUE APPLICATIONS

visu

ELECTRONIQUE APPLICATIONS

est une publication bimestrielle
de la 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. : 42.00.33.05 - Télex : PGV 230472 F

Copyright 1986 - Société Parisienne d'Édition
Dépôt légal : Août 1986 N° éditeur : 1391

Président-Directeur Général,
Directeur de la Publication : Jean-Pierre Ventillard
Rédacteur en chef : Jean-Claude Roussez
Coordinateur technique : Jean-Marc Le Roux
Maquette : Michel Raby
Couverture : Gilbert L'Héritier
Direction des ventes : Joël Petauton.

Abonnements : Odette Lesauvage
2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris.
1 an (6 numéros) : 162 F. Etranger : 324 F.
Voir notre tarif « Spécial abonnement »

Publicité :
Société Auxiliaire de Publicité - Tél. : 42.00.33.05
2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19
Directeur commercial : Jean-Pierre Reiter
Responsable international de la publicité :
Michel Sabbagh
Chef de publicité : Francine Fighiera
Promotion : Mauricette Ehlinger

« 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 S.N.I.L.-Aulnay

49

Analyse

Les jauges d'extensométrie 21

Les systèmes de vision artificielle 27

Applications

Relevé séquentiel automatique
d'une consommation d'électricité 33

Interface de puissance « microprocesseur »
pour commande de hacheurs 39

Conception d'un stroboscope
« haute fréquence » 49

Composants

Un circuit « palette de couleurs » 67

Energie

La détection des rayonnements nucléaires
(deuxième partie) 11

Micro informatique

Un micro-ordinateur,
trois systèmes d'exploitation 53

Centrale de mesures
pour données chronobiologiques 59

Encart Service Lecteurs
et Service Annonceurs 99-100

Formulaire d'abonnements 66

Bibliographie 6

Micro-informatique

Eristel : un jeu de cartes
plein d'atouts 72

Le PC remonte dans les sondages
... chez Epson 74

Composants

Elpi : le tantale, c'est du solide ! 76

Equipements

Claviers de saisie rapide : des Français
prennent le « Mors » aux dents 80

Melcher : régulateurs à découpage
« multisortie » 82

Mesures

Enertec : un compteur qui n'a pas
les yeux dans sa poche 78



Mesures 84



Composants actifs 90



Produits connexes 96

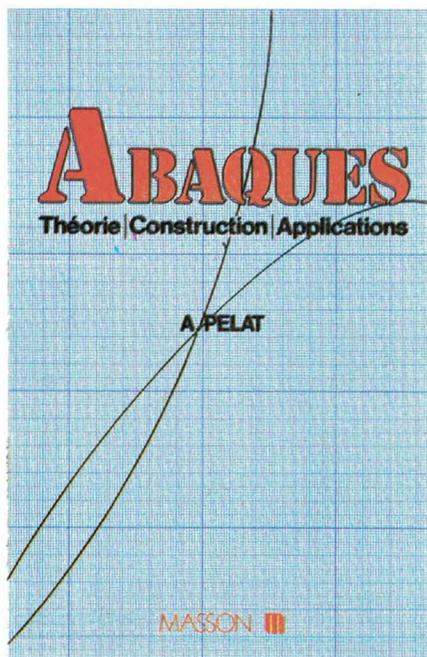
BIBLIOGRAPHIE

Abaques : théorie, construction et applications

par Alain Pelat

La nomographie est l'étude de tous les procédés de représentation graphique. Elle permet au technicien de représenter diverses fonctions à deux variables ou à plus de deux variables. Les nomogrammes, ou abaquages, remplacent avantageusement, dans la pratique, les tables numériques et les calculs effectués à partir des formules mathématiques.

Bien entendu, la confection d'un abaque peut exiger une étude préalable fort longue et plus ou moins compliquée. Mais l'abaque étant dressé, sa lecture rapide et commode apporte au technicien une aide précieuse et de tous les instants.



Le but de cet ouvrage est d'apprendre au lecteur à construire ces abaquages et à les utiliser. Tous les abaquages présentés ont été étudiés et construits par l'auteur. Tout au long de l'ouvrage sont données des démonstrations mathématiques très détaillées.

La première partie du livre traite des tables numériques, des diagram-

mes et des abaquages, expliquant ce que sont les nomogrammes cartésiens et les nomogrammes à points alignés ou « ocagniens ». Des exemples de constructions sont donnés.

Les onze chapitres de la seconde partie de l'ouvrage présentent un grand nombre d'abaquages. Pour chacun d'eux, une démonstration mathématique très détaillée permettant la construction de celui-ci est donnée.

Un volume de 192 pages, format 16 x 24. Prix : 150 F.

Masson

Electroacoustique

par Mario Rossi

L'électroacoustique concerne les différents procédés, appareils et techniques pour la production, la transmission, la mesure, l'enregistrement, la restitution et les applications techniques des sons.

Conçu comme ouvrage de référence, ce livre propose de solides bases pour l'étude, la conception et la réalisation des dispositifs électroacoustiques, principalement les transducteurs. Un juste équilibre a été recherché entre les théories de l'acoustique et de l'électrotechnique (audition, phonation, systèmes à propagation) d'une part, et les applications concrètes (haut-parleurs, microphones, enregistrement du son) d'autre part.

Il comporte dix chapitres qu'il n'est pas nécessaire de lire consécutivement et dont voici les sujets : notions fondamentales ; les sources de son ; problèmes de propagation ; systèmes à propagation ; systèmes mécaniques et acoustiques ; les transducteurs électroacoustiques ; les haut-parleurs ; les microphones ; les supports d'enregistrement ; physio et psychoacoustique.

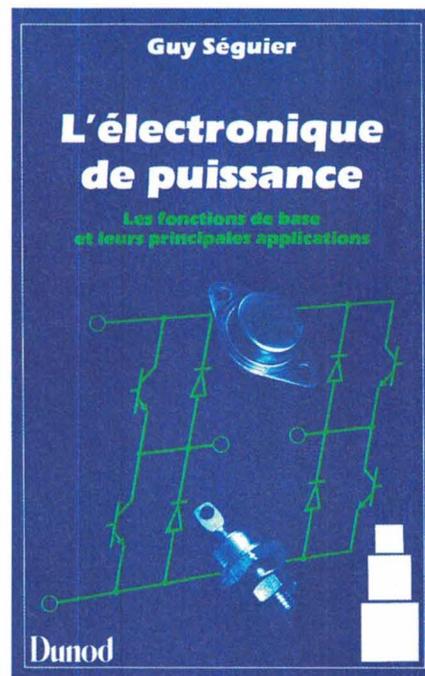
Un volume de 570 pages, format 15,5 x 24. Prix : 230 F.

Dunod

L'électronique de puissance

par Guy Séguier

L'électronique de puissance connaît un essor constant et rapide, surtout en raison de l'accroissement du domaine de ses applications ainsi que de l'amélioration des performances des composants utilisés et notamment des semi-conducteurs.



Cet ouvrage donne une définition de l'électronique de puissance, de son vocabulaire, de ses méthodes de calcul et de raisonnement. Les principaux types de convertisseurs, redresseurs, gradateurs, hacheurs et onduleurs autonomes font l'objet d'une étude quantitative, les diverses structures étant comparées et les applications précisées.

Régulièrement remis à jour au cours des éditions successives (celle-ci est la cinquième), cet ouvrage est un excellent outil de travail pour le technicien et l'étudiant.

Un volume de 320 pages, format 15,5 x 24. Prix : 145 F.

Dunod

Schroff — La puissance de développement

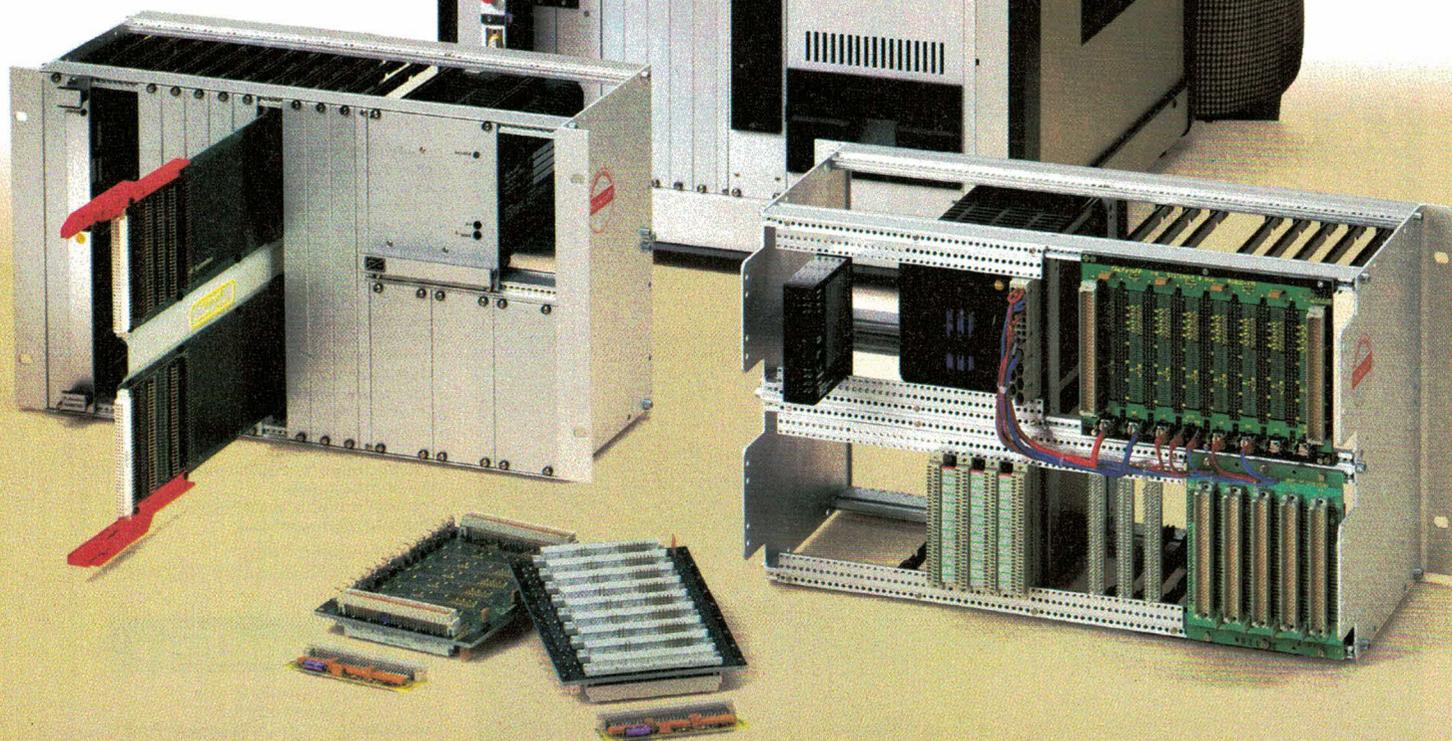
Systeme de montage pour microprocesseurs

Pour tous les systemes à microprocesseurs basés sur les cartes européennes, il existe un vaste programme de produits standards permettant la réalisation de vos applications spécifiques. Cela va du bac à cartes 19" au coffret, en passant par la carte-mère et l'alimentation - sous forme de kit ou bien en coffret pré-assemblé.

Bus VME et Multibus II sont des exemples typiques de systemes de montages standardisés. La modularité du montage et l'étendue de la gamme Schroff permettent pratiquement toutes les configurations professionnelles — pour un investissement minimum.

La meilleure garantie du systeme est la commercialisation mondiale d'éléments ayant fait leur preuve lors de nombreuses applications. L'ensemble présenté par Schroff, partenaire compétent aux moyens de production de haute technologie, est complété d'une garantie de qualité continue.

Sur simple demande, une documentation complète avec explications des données de base standards du systeme est mise à votre disposition.



Schroff®

Le partenaire mondial de l'industrie électronique

SCHROFF SARL · 67660 Betschdorf · Tél. 88 54 49 33 · Télex 880710
Agence Région Parisienne: Z.I. · 78530 Buc · Tél. (1) 39 56 08 18 · Tx 695668

BIBLIOGRAPHIE

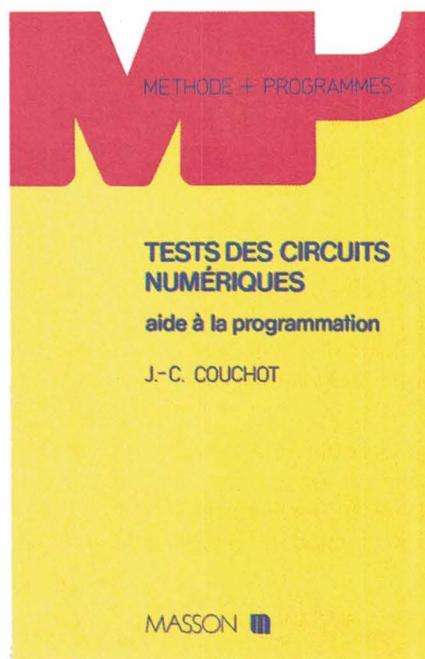
Tests des circuits numériques ; aide à la programmation

par Jean-Christophe
Couchot

Cet ouvrage donne l'éventail des outils logiciels présents et futurs destinés à dépanner des appareils de traitement numérique.

On se propose, ainsi, d'appliquer les différentes méthodes en matière de génie logiciel, au domaine des tests numériques.

Les méthodes proposées se réfèrent non seulement aux outils classiques (compilateur, macro-assembleur), mais également aux outils



d'analyse complexe (système expert, générateur de dialogue).

Pour cela, on commence par décrire des applications faciles à mettre en œuvre (générateur de programmes, de tests numériques en Basic, de dialogue questions-réponses) pour aboutir enfin à des applications élaborées (bibliothèque de circuits avec simulation de défauts, système expert d'aide au dépannage).

De ce fait, cet ouvrage s'adresse aussi bien aux ingénieurs soucieux d'optimiser leurs méthodes de tests qu'aux étudiants désireux de se familiariser avec ce domaine encore peu répandu.

Un volume de 128 pages, format 16 x 24. Prix : 115 F.

Masson

METRIX MX 573

Le must du numérique,
l'analogique en plus.



METRIX présente le premier multimètre qui associe les véritables avantages d'un multimètre électronique analogique à un multimètre numérique performant.

- 35 gammes, 8 fonctions.
- Double affichage analogique et numérique.
- Précision de base 0,1%.
- Grande sensibilité AC et DC 20 mV.
- Impédance d'entrée de 10 Mohms.
- Mesures alternatives efficaces vraies.
- Bande passante 25 kHz.
- Mesure en dB.
- Ohmmètre linéaire rapide.
- Test diode calibré 1 mA.
- Testeur de continuité sonore actif < 20 Ohms.
- Grand cadran à échelle linéaire et miroir antiparallaxe.
- Protection électrique efficace.
- Robustesse mécanique.

LES MEILLEURES IDEES
SONT LES IDEES QUI VOUS SERVENT.

metrix

ITT Composants et Instruments
Division Instruments METRIX
Chemin de la Croix-Rouge - BP 30
F 74010 Annecy Cedex
Tél.: (50) 52.81.02
Télex : 385.131.

Agence de Paris
157, rue des Blains
92200 Bagneux
Tél.: (1) 664.84.00
Télex : 202.702.

BAZAINE/GERMON

MICROPROCESSEURS

COMPRENDRE
leur fonctionnement

CONCEVOIR-RÉALISER
vos applications



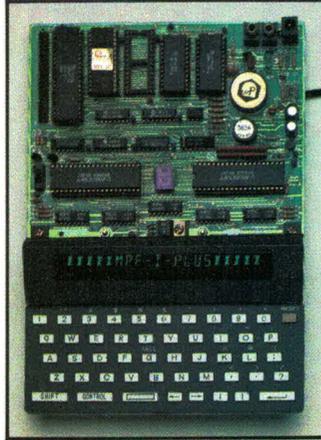
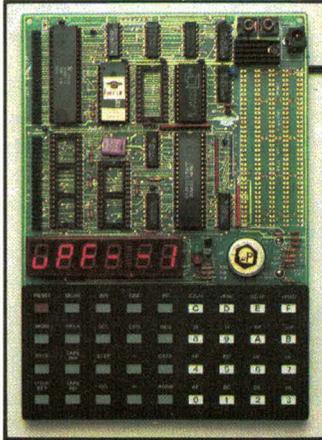
MPF-1 B

- MICROPROCESSEUR Z-80®, haute performance, répertoire de base de 158 instructions.
- 4 Ko ROM (moniteur + mini interpréteur BASIC). 2 Ko RAM.
- Clavier 36 touches dont 19 commandes. Accès aux registres. Programmable en langage machine.
- 6 afficheurs L.E.D. Interface K7.
- Options : 4 Ko EPROM ou 2 Ko RAM, CTC et PIO.

Le MICROPROFESSOR MPF-1 B est parfaitement adapté à l'initiation de la micro-informatique.

Matériel livré complet, avec alimentation, prêt à l'emploi, manuels d'utilisation (en français), applications et listing.

Prix TTC, port inclus - 1 795 F



MPF-1 PLUS

- MICROPROCESSEUR Z-80®, 8 Ko ROM, 4 Ko RAM (extensible).
- Clavier QWERTY, 49 touches mécaniques avec « Bip ».
- Affichage alphanumérique 20 caractères (buffer d'entrée de 40 caractères). Interface K7, connecteur de sortie.

- ÉDITEUR, ASSEMBLEUR, DEBUGGER résidents (pointeurs, messages d'erreurs, table des symboles, etc.).
- Options : 8 Ko ROM-BASIC, 8 Ko ROM FORTH.
- Extensions : 4 Ko ou 8 Ko EPROM, 8 Ko RAM (6264).

Le MICROPROFESSOR MPF-1 PLUS est à la fois un matériel pédagogique et un système de développement souple et performant.

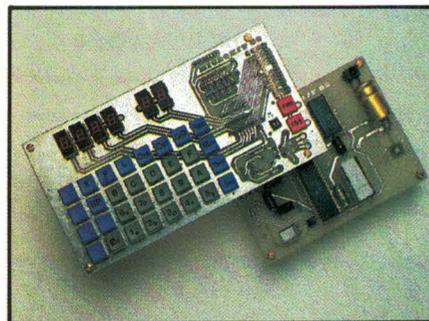
Matériel livré complet, avec alimentation, notice d'utilisation et d'application en français, listing source du moniteur.

Prix TTC, port inclus - 2 445 F

MODULES COMPLÉMENTAIRES POUR MPF-1B ET MPF-1 PLUS

- PRT-MPF B ou PLUS, imprimante thermique
- SSB-MPF B ou PLUS, synthétiseur de paroles.
- SGB-MPF B ou PLUS, synthétiseur de musique.

- EPB-MPF-1B/PLUS, programmeur d'EPROMS.
- TVB-MPF-1 PLUS, interface vidéo pour moniteur TV.
- I.O.M. - MPF-1 PLUS, carte entrée/sortie et mémoire (6 Ko).



MICROKIT 09

- MICROPROCESSEUR 6809, haut de gamme, organisation interne orientée 16 bits. Compatible avec 6800, programme source 2 Ko EPROM (moniteur). 2 Ko RAM. Clavier 34 touches. Affichage 6 digits. Interface K7. Description et applications dans L'ED.
- Le MICROKIT 09 est un matériel d'initiation au 6809, livré en pièces détachées.

MPF - V88

- MICROPROCESSEUR Intel 8088, CPU 16 bits, version 4,77 MHz avec bus de données 8 bits, 16 Ko ROM (ext. à 48 Ko), 8 Ko RAM (ext. à 24 Ko), clavier QWERTY 59 touches mécaniques, bip sonore.
- MONITEUR, ASSEMBLEUR 1 passe, DESASSEMBLEUR résidents.
- Affichage : deux lignes de 20 caractères, extraites d'une page (24 lignes). 192 caractères ou symboles, matrice 5 x 7. Interface K 7 1 000 à 2 000 bits/sec. Interface imprimante : type "CENTRONICS" 16 pts.
- Matériel livré complet, manuels d'utilisation, référence et listing source.

Prix TTC, port inclus - 3 995 F.

MICROPROFESSOR EST UNE MARQUE DÉPOSÉE MULTITECH

LES MICROPROFESSORS SONT GARANTIS 1 AN PIÈCES ET MAIN-D'ŒUVRE

SI VOUS VOULEZ EN SAVOIR PLUS : TÉL. : 16 44.58.69.00

SUD de la FRANCE - C.R.E.E. 138, AV. THIERS - 69006 LYON - TÉL. : 78.94.66.36

BON DE COMMANDE À RETOURNER À Z.M.C. B.P. 9 - 60580 COYE-LA-FORET

EA 08-09-86

- MPF-I B - 1 795 F TTC
- MPF-I PLUS - 2 445 F TTC
- MPF-V88 - 3 995 F TTC
- PRT B ou PLUS 1 295 F TTC
- EPB B/PLUS - 1 995 F TTC
- SSB B ou PLUS - 1 695 F TTC
- SGB B ou PLUS - 1 195 F TTC
- IOM SANS RAM - 1 495 F TTC

- IOM AVEC RAM - 1 795 F TTC
- TVB PLUS - 1 795 F TTC
- OPTION BASIC PLUS - 400 F TTC
- OPTION FORTH PLUS - 400 F TTC

DOCUMENTATION DÉTAILLÉE

- MPF-I B
- MPF-I PLUS
- MICROKIT - LISTE ET TARIF
- MPF-V88

NOM : _____
ADRESSE : _____

Ci-joint mon règlement
(chèque bancaire ou C.C.P.).

Signature et date : _____

BIBLIOGRAPHIE

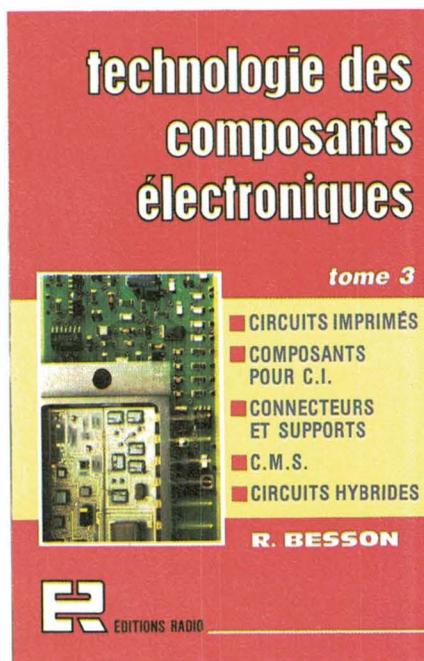
Technologie des composants électroniques - Tome 3

par R. Besson

Après l'étude des composants passifs et actifs dans les deux tomes précédents, l'auteur a consacré le présent ouvrage à l'assemblage de ces composants.

La première partie est consacrée aux circuits imprimés, depuis les matériaux de base jusqu'aux technologies sophistiquées de fabrication industrielle en passant par la C.A.O.

Les composants pour montage en surface (CMS) font l'objet d'un chapitre important ainsi que les circuits hybrides à couche épaisse ou mince, ces deux techniques ayant depuis peu révolutionné les techniques d'assemblage.



Un volume de 190 pages, format 15,5 x 24. Prix : 125 F.

Editions Radio

Les centrales nucléaires dans le monde

L'édition 1986 de cette brochure fait le point de la situation au premier janvier de cette année de l'implantation des centrales nucléaires dans le monde entier.

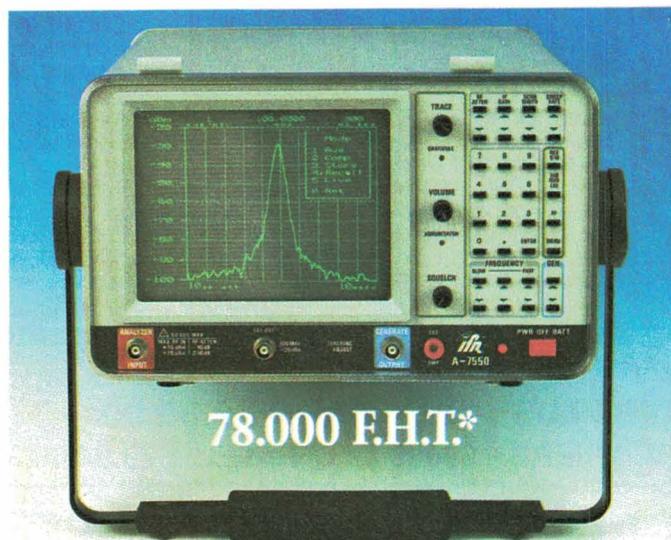
Outre des renseignements intéressants sur les événements de l'année écoulée et l'évolution de l'électro-nucléaire, cette brochure fait la liste des tranches installées avec leurs performances respectives et répertorie les tranches en construction, en commande, annulées ou déclassées.

Ce fascicule a été réalisé par le secteur « Economie du nucléaire » du département des programmes du C.E.A.

C.E.A., 31-33, rue de la Fédération, 75015 Paris.



Analyseur de spectre 1 Ghz



Résolution 300 Hz

- Portable : 12 kg
- Batterie interne
- Générateur de poursuite interne**
- Récepteur AM/FM/BLU $2\mu V$ **
- Détecteur quasi-crête** (Mesures EMI/RFI)
- IEEE** ou RS 232**

GARANTIE 2 ANS

*Prix sans option **en option.

AU SALON **FORUM MESURE, STAND 7A3**, du 22 au 25 septembre.



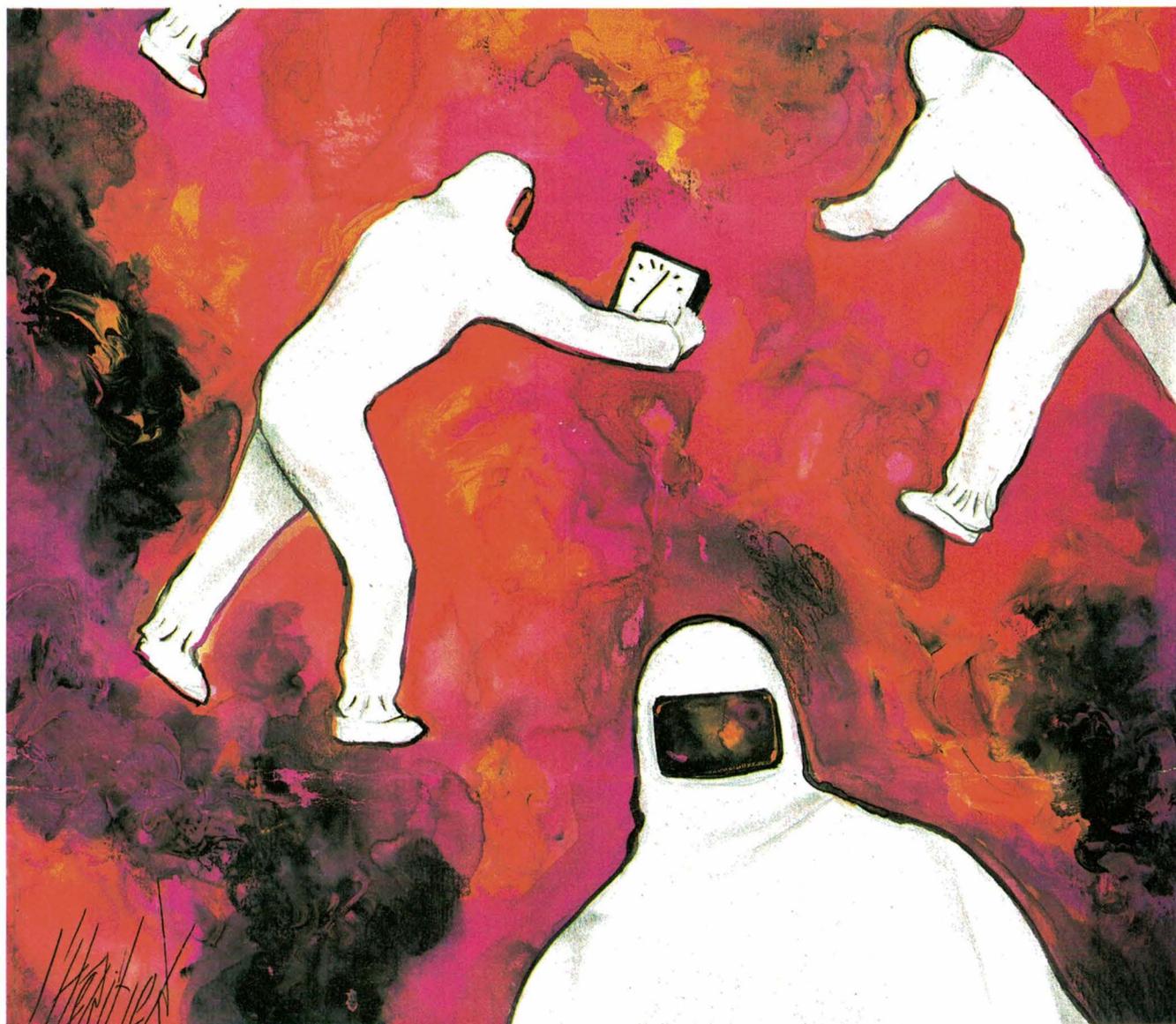
REA. (1) 47 58 11 01 Dépt Communication/Avionique
9, rue E. Cognacq 92301 Levallois-Perret Cedex. Télex 612 714 F

Energie

La détection des rayonnements nucléaires

(2^e partie)

Après avoir, dans une première partie (voir notre précédent numéro), fait une incursion au niveau de l'atome et défini les différents types de rayonnements et les particules mises en cause, nous allons aborder la détection proprement dite et analyser tour à tour les techniques utilisées pour capter et mesurer les rayonnements nucléaires.



Les détecteurs

Les détecteurs sont des appareils qui indiquent le passage de particules ou de rayonnements. Certains détecteurs permettent également des mesures sur le flux de particules (intensité, énergie), ou sur la particule elle-même (charge, masse, vitesse). Les particules neutres (neutrons, par exemple) sont détectées par les réactions qu'elles provoquent sur les noyaux du milieu traversé ou par l'observation des particules chargées produites dans leur désintégration. Les particules chargées électriquement sont repérées par leurs effets électromagnétiques dans la matière traversée (ionisation). Ainsi existe-t-il différents modèles de détecteurs selon le type des particules et leur intensité, selon qu'il s'agit de se prémunir d'une radioactivité ambiante (radioprotection), ou que l'on utilise une source radioactive et son détecteur comme appareil de mesure.

Il est difficile d'établir une classification qui tienne compte de toutes ces possibilités et de toutes ces contraintes. Nous évoquerons la détection des particules chargées au moyen de la détection électronique (par signal électrique) : chambre d'ionisation, compteur proportionnel, compteur Geiger-Müller, scintillateurs, compteur à cristal. Puis, les détecteurs de neutrons : chambre à bore, chambre d'ionisation à fission, compteur à diffusion.

Les détecteurs à ionisation

Le passage de particules chargées (α , β) ou les rayonnements électromagnétiques (X , γ) peuvent, sous certaines conditions, provoquer l'ionisation d'un gaz.

En général, on utilise une chambre composée d'une électrode cylindrique (cathode) et d'une électrode centrale, coaxiale (l'anode) qui peut être un simple fil de quelques micromètres de diamètre. Elle est polarisée avec une alimentation à courant continu et on recueille l'information sur l'anode (à travers une résistance). Si on relève l'amplitude des impulsions de sortie (ou du nombre des ions collectés) en fonction de la tension de polarisation, on obtient la courbe de la figure 14.

● De 0 à V_1 : Le champ électrique est faible. Il y a recombinaison partielle

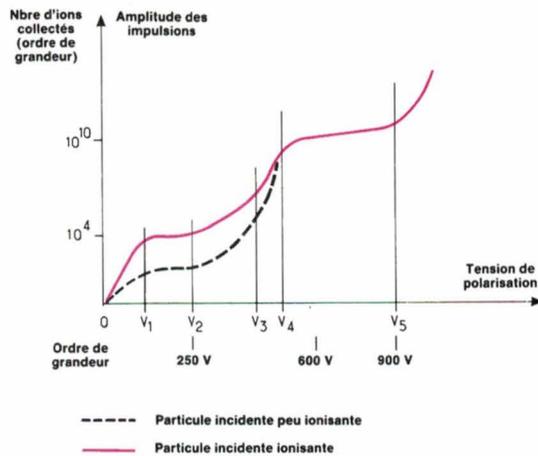


Fig. 14. – Régimes de fonctionnement des détecteurs à gaz.

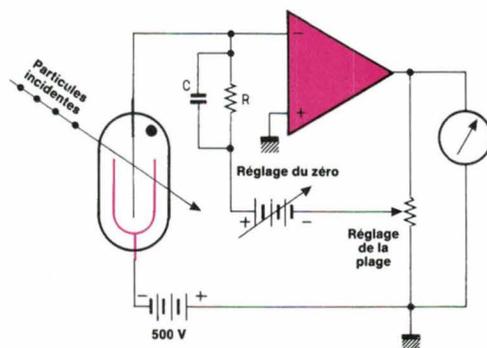


Fig. 15. – Chambre d'ionisation et montage de mesure, d'après Kay-Ray.

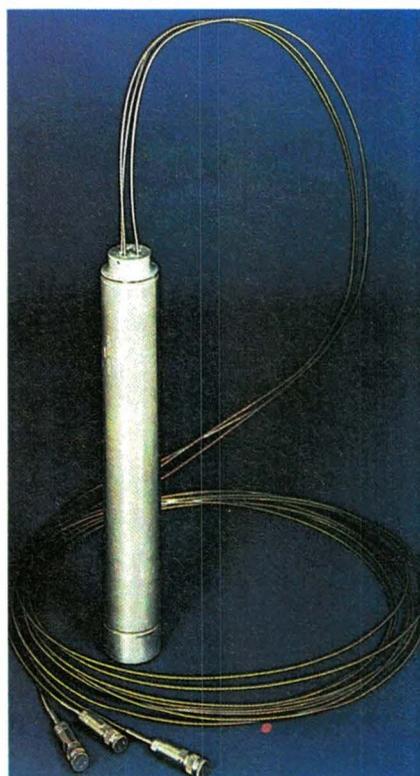


Fig. 16. – Chambre d'ionisation à dépôt de bore (doc. Merlin Gerin).

des ions (+ et -) créés par l'ionisation. La recombinaison est plus faible quand V augmente, donc l'amplitude des impulsions est plus grande.

● De V_1 à V_2 : A partir de V_1 , le champ électrique est tel qu'il n'y a pratiquement plus de recombinaison, tous les ions (+ et -) créés par l'ionisation sont collectés. Même si on augmente V_1 (jusqu'à V_2), le champ électrique reste trop faible pour créer des phénomènes d'ionisation secondaire et l'amplitude des impulsions reste constante, le courant d'ionisation est à sa valeur de saturation. Cette région correspond au domaine de fonctionnement des *chambres d'ionisation* telles que les *chambres à fission à uranium* (CFU).

● De V_2 à V_3 : A partir de V_2 , les ions créés par l'action du rayonnement incident sont suffisamment accélérés pour provoquer une ionisation secondaire par collisions. Il y a multiplication du nombre d'ions par un coefficient qui est proportionnel à la tension de polarisation. L'amplitude des impulsions de sortie varie donc elle aussi avec la tension de polarisation (et le

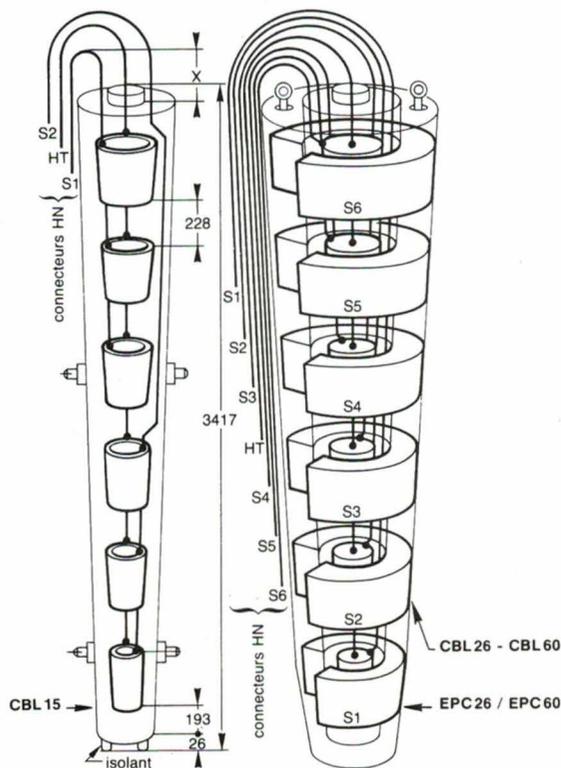


Fig. 17. - Chambre d'ionisation multisection (doc. Merlin Gerin).

● A partir de V_5 : Cette région correspond à un fonctionnement instable dit « régime d'arc ». Le courant croît très rapidement et, s'il n'est pas limité, peut amener la destruction du détecteur. On utilise cette région pour le fonctionnement des détecteurs à étincelles.

La chambre d'ionisation

Comme nous l'avons vu, la chambre d'ionisation fonctionne dans un régime où tous les ions sont collectés. On recueille ainsi à l'anode un courant I proportionnel au nombre n de particules incidentes par seconde dans un volume donné et au nombre N_0 de paires d'ions formées par chacune de ces particules, soit :

$$I_{(A)} = q_e \cdot n \cdot N_0 \quad (42)$$

avec $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Si au lieu de particules nous avons un rayonnement γ , la formule devient :

$$I_{(A)} = \frac{k \cdot v \cdot p \cdot D}{1,08} \cdot 10^{-13} \quad (43)$$

nombre d'ions libérés par le rayonnement incident). Cette région est appelée région de *proportionnalité vraie*, elle correspond au régime de fonctionnement des compteurs *proportionnels* à dépôt de bore.

● De V_3 à V_4 : A partir de V_3 , le coefficient de multiplication devient très important ; le nombre d'ions secondaires est très grand. Il y a création d'une charge d'espace qui tend à limiter le champ électrique, mais d'autres phénomènes se produisent sur la cathode et dans le gaz qui ont pour effet d'augmenter le nombre de charges collectées et de propager partiellement la décharge le long de l'anode. On est alors dans la région de *proportionnalité limitée*.

● De V_4 à V_5 : A partir de V_4 , la décharge se propage tout le long de l'anode. La charge totale collectée est alors constante quelle que soit la tension de polarisation (jusqu'à V_5) et quel que soit le pouvoir d'ionisation de la particule incidente. Le détecteur fonctionne en régime de Geiger. Cette région est appelée zone de résolution et correspond au fonctionnement des compteurs Geiger-Müller (V_4 est appelé seuil de Geiger).

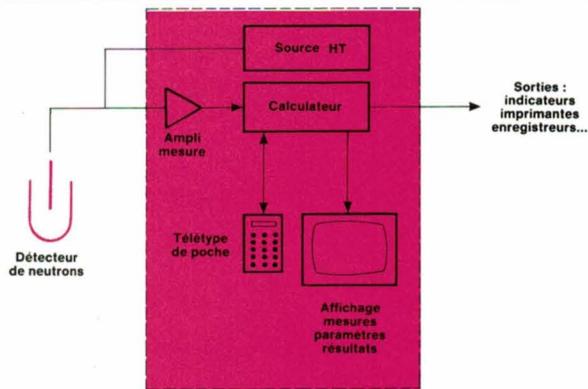


Fig. 18. - Principe du réactimètre CMR 84 de Merlin Gerin.



Fig. 19. - Le réactimètre CMR 84 assure le calcul de la période et de la réactivité d'un réacteur (doc. Merlin Gerin).

avec

k : constante pour un gaz donné (1 pour l'air),

v : volume utile en cm^3 ,

p : pression en atmosphère,

D : débit de dose en roentgen/h.

Les différents paramètres sont choisis en fonction de la nature du rayonnement à détecter. Ainsi, pour les particules α et β , le gaz est de l'air à la pression atmosphérique, les fenêtres sont minces et réalisées en aluminium ou en béryllium. Pour les rayons γ , on utilise un gaz lourd (Ar, Ne) à une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique et une fenêtre dont la paroi est de l'ordre du libre parcours moyen des électrons.

La mesure du courant délivré par la chambre est réalisée au moyen d'un convertisseur courant-tension (fig. 15). On peut jumeler deux chambres identiques afin de compenser les effets d'un rayonnement parasite (cosmique, γ ambiants). Dans la pratique, il y a une chambre contenant deux électrodes cylindriques concentriques.

Chambre d'ionisation à dépôt de bore

Dans la surveillance du fonctionnement des réacteurs nucléaires, l'emploi de la double chambre permet la détection des neutrons en présence d'un important rayonnement γ . L'une des électrodes cylindriques est recouverte d'une mince couche de bore enrichi au bore 10, l'un des cylindres constitue l'électrode HT, l'autre cylin-



Fig. 20. — Boremètre de Merlin Gerin.

dre étant l'électrode collectrice. L'espace interélectrode représente le volume sensible. Lorsque des neutrons traversent la chambre, le bore 10 émet des particules α et c'est à l'ionisation provoquée par ces particules qu'est due la différence des courants des deux chambres.

Par exemple, *Merlin Gerin* commercialise des chambres d'ionisation compensées aux rayonnements γ destinées à mesurer un flux de neutrons thermiques en présence d'un rayonnement γ parasite (fig. 16). La chambre est en fait constituée de deux chambres emboîtées l'une dans

l'autre, l'une avec dépôt de bore sensible aux neutrons et aux γ , l'autre sans dépôt de bore, sensible seulement aux γ . En polarisant positivement une chambre et négativement l'autre, on élimine par soustraction la contribution du rayonnement γ dans le courant de sortie, avec un rapport de compensation inférieur à 1 %.

Dans les centrales électronucléaires de forte puissance, l'exploitation optimale du réacteur et les impératifs liés à la sûreté nécessitent de mieux appréhender la neutronique du cœur ; pour cela, des chambres multisections ont été développées (fig. 17).

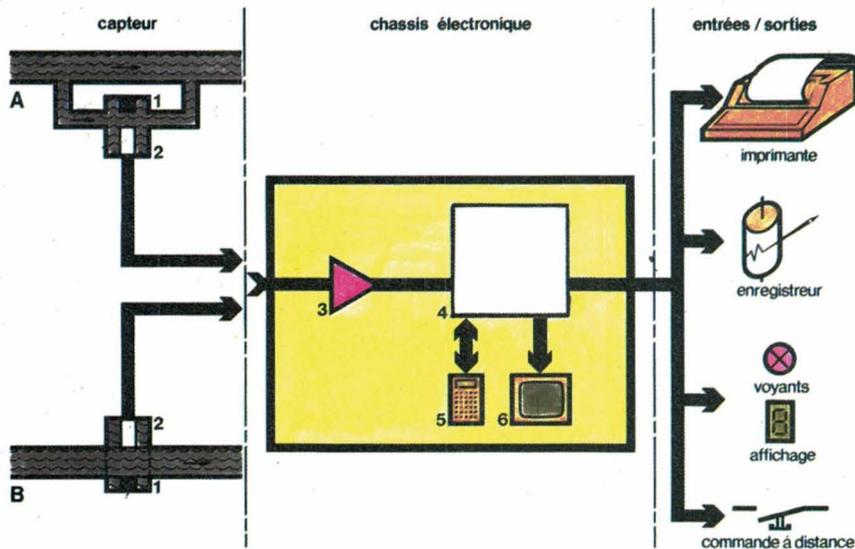


Fig. 21. — Principe du boremètre de Merlin Gerin servant à déterminer la teneur en bore ; A : capteur ; B : source isotrope de neutrons.



Fig. 22. - Chambre à fission (doc. RTC).

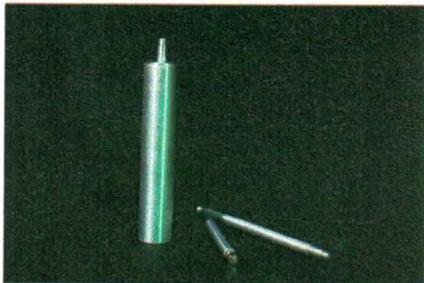


Fig. 23. - Chambre à fission (doc. RTC).

Ces « chambres longues », dont les dimensions permettent de couvrir toute la hauteur du cœur, intègrent plusieurs chambres élémentaires dans la même enveloppe.

A partir du signal fourni par un détecteur de neutrons du type précédent (CC 52, CC 80 de *Merlin Gerin*), alimenté par une source RT, un ampli de mesure délivre un signal proportionnel au flux neutronique (fig. 18). Un calculateur permet ensuite de résoudre le système d'équations représentant la cinétique ponctuelle du réacteur.

Cet ensemble, le réactimètre CMR 84 de *Merlin-Gerin* (fig. 19), assure, autour d'un microprocesseur 16 bits, la mesure d'antiréactivité des barres de contrôle, la pesée des éléments du cœur, la quantification des effets thermiques, le contrôle des opérations de chargement et de déchargement du combustible.

A l'inverse de l'exemple précédent, il est possible au moyen d'un détecteur de neutrons de déterminer le taux de bore en circulation dans les circuits de certains types de réacteurs. Dans les réacteurs à eau légère, le bore est un élément essentiel puisqu'il participe, comme absorbeur de neutrons, au contrôle de la réaction nucléaire. On le rencontre donc dans le circuit primaire, les circuits de sauvegarde, les effluents.

Pour déterminer la teneur en bore, *Merlin-Gerin*, en collaboration avec le CEA, a développé un appareillage de

mesure en ligne : les boremètres (fig. 20). Ils mettent à profit, grâce à sa grande section efficace, l'absorption importante du rayonnement neutronique du bore 10. Si l'on intercale une solution d'eau borée entre une source et un détecteur de neutrons, le flux neutronique mesuré par le détecteur est une fonction rapidement décroissante lorsque la concentration en bore augmente. A l'aide d'une électronique adaptée, il est alors possible, à partir du signal délivré par le détecteur, de déterminer le taux de bore (fig. 21).

Les chambres à fission (CFU)

Les chambres à fission sont constituées de deux électrodes généralement cylindriques, coaxiales. L'espace interélectrode est de quelques dixièmes de millimètre à quelques millimètres; il est rempli d'un mélange gazeux. L'électrode extérieure (cathode) est recouverte sur sa face interne d'une fine couche d'uranium enrichi en ^{235}U qui est aisément fissible par des neutrons lents (fig. 22).

Le nouveau noyau (^{236}U) formé par capture d'un neutron thermique se désintègre rapidement (10^{-14} se-



Fig. 24. - Moniteur de surveillance de la contamination des mains et des pieds. Les détecteurs sont des compteurs proportionnels remplis de xénon (doc. Berthold).

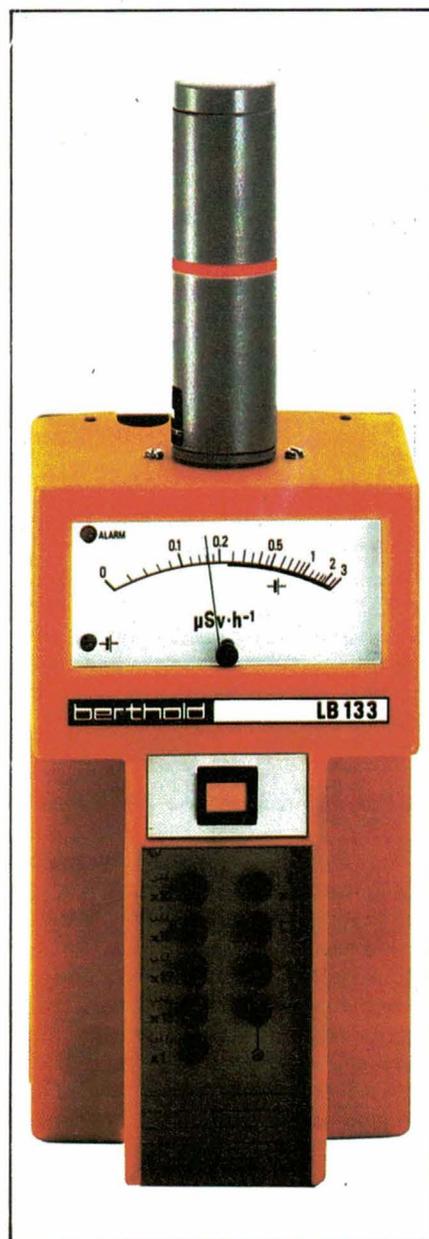


Fig. 25. - Appareil portable de mesure des débits de dose LB 133 de Berthold.

conde), en deux fragments de fission instables qui vont à leur tour se désintégrer en éjectant les neutrons excédentaires. Les fragments de fission ainsi que les produits résultant de leur désintégration sont appelés produits de fission.



Les produits de fission A et B ont un nombre de masse de l'ordre de 95 et 140; ils sont relativement lourds donc fortement ionisants. Leur énergie cinétique est voisine de 95 MeV et 65 MeV (énergie totale \approx 160 MeV). L'ionisation sera beaucoup plus importante que celle provoquée par les ions α de la réaction $^{10}\text{B}(n, \alpha)$ et les impulsions de courant qui en résultent pourront être facilement séparées de

celles dues au rayonnement γ ; ce qui est intéressant pour un fonctionnement dans un fond γ très important.

Le détecteur est polarisé de façon à fonctionner en chambre d'ionisation, c'est-à-dire sans multiplication des électrons primaires (fig. 23).

Comme il y a consommation du matériau fissible, la durée de vie de ce type de détecteur, bien que très longue, sera limitée dans le temps compte tenu de la perte de sensibilité admissible (flux intégré de l'ordre de $10^{20} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2}$ pour une perte de sensibilité de 10 %).

Du fait que les chambres à fission délivrent généralement des impulsions brèves, on peut les associer à un système de comptage à grande dynamique. Cette méthode de mesure permet une bonne séparation neutron/gamma grâce à l'utilisation d'un discriminateur d'amplitude.

Emploi des CFU

Le fonctionnement en impulsions est le mode de fonctionnement le plus sensible. Chaque impulsion résultant d'une fission est traitée par un système électronique comprenant un amplificateur de courant (large bande passante, impédance d'entrée : 50Ω) suivi d'un discriminateur d'amplitude et une échelle de comptage. Cette configuration permet une bonne discrimination entre les impulsions dues aux neutrons et celles dues au rayonnement parasite (α , β , γ) ainsi qu'une grande dynamique de mesure ; la limite supérieure du taux de comptage est fixée par la largeur des impulsions et par la vitesse de réponse du système ; la limite inférieure dépend de la précision statistique admissible.

En outre, l'utilisation d'un amplificateur de courant permet de conserver la forme de l'impulsion, donc donne la possibilité de l'observer à la sortie de l'amplificateur.

Le fonctionnement en courant : on mesure le courant moyen débité par la chambre. Ce courant est en fait la somme du courant utile dû aux fragments de fission et des courants parasites dus aux α de l'uranium, aux β des produits de fission et réactions secondaires, aux γ des produits de fission et de l'ensemble du réacteur, et aux fuites électriques des isolants. Ce type de fonctionnement est utilisé pour les mesures de flux suffisamment important pour avoir :

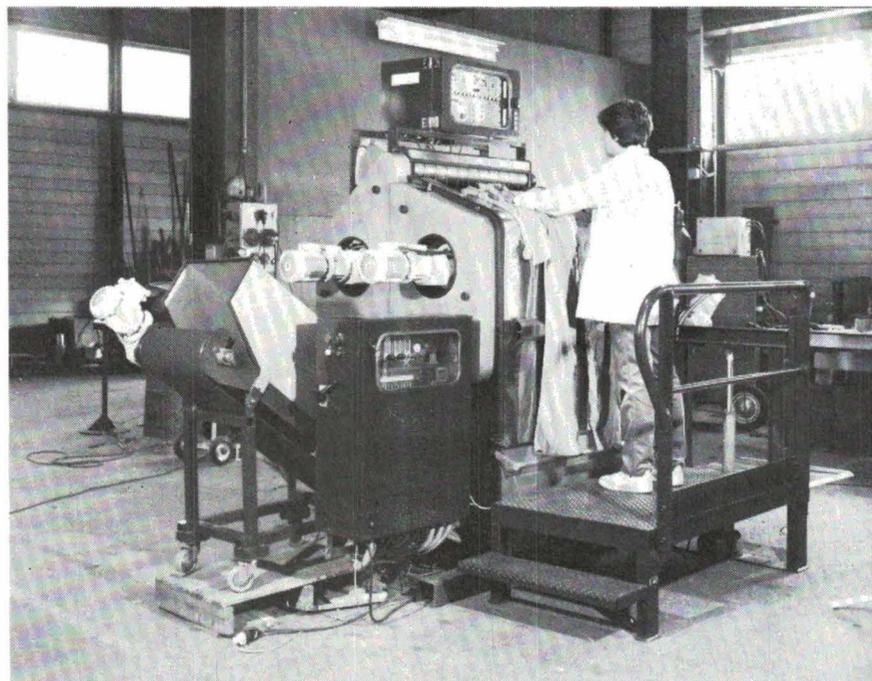


Fig. 26. – Machine de contrôle de contamination de linge en laverie nucléaire (doc. Novelec).

$$\frac{\text{courant utile}}{\text{courant parasite}} \geq 1.$$

Le courant dû aux α de l'uranium est constant, il impose la limite inférieure absolue de l'étendue de mesure ; la limite supérieure étant fixée par la perte de linéarité due à une densité de charge trop importante. Si on veut une bonne linéarité sur une grande étendue de mesure, il faut que la distance inter-électrodes et la pression du gaz soient faibles, ce qui impose des structures de petites dimen-

sions, donc de faible sensibilité. Le flux neutronique maximum mesurable avec les petites CFU actuelles est de l'ordre de quelques $10^{14} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

Le fonctionnement en fluctuations consiste à analyser les fluctuations du courant débité par la chambre (théorème de Campbell) dans un système électronique.

Pour obtenir des fluctuations de grandes amplitudes (donc faciliter la



Fig. 27. – Cellule manuelle de comptage faible activité α et β MANU 16 de Numelec.

discrimination courant utile/courant parasite), il faut que la quantité de charge par événement soit la plus grande possible, donc avoir une pression de gaz importante, ce qui est contraire à une bonne linéarité en courant. En pratique, on adoptera un compromis.

Le fonctionnement mixte : afin d'obtenir une dynamique d'utilisation maximale avec un même détecteur, il existe des chaînes de mesure spéciales pour fonctionnement en impulsions pour les faibles niveaux et en courant ou fluctuations pour les niveaux les plus importants avec ou sans commutation (parfois automatique) d'un mode à l'autre à partir d'un certain seuil.

Pour ces chaînes mixtes, une des principales difficultés consiste à obtenir un bon recoupement entre les différents modes de fonctionnement. L'utilisation d'un fonctionnement mixte permet d'obtenir une dynamique de 10^{10} avec le même détecteur.

Le compteur proportionnel

En augmentant la haute tension appliquée et en remplissant la chambre d'un gaz approprié, on fait travailler celle-ci dans la région de proportionnalité. Grâce à l'avalanche de Townsend, il se produit une multiplication des ions par chocs du nombre initial N_0 d'ions créés dans le gaz par la particule incidente. Le facteur multiplicatif f_M est de l'ordre de 10^2 à 10^3 ; il est fonction de la nature du gaz, de sa pression et de la tension appliquée.

La différence entre les pouvoirs ionisants des rayons α , β et γ permet de faire la distinction entre les particules (sauf les γ qui ne sont pratiquement pas détectés). Pour N_0 ions créés correspond une charge recueillie :

$$Q = f_M \cdot N_0 \cdot q_e \quad (45)$$

avec un signal de sortie de compteur (C = capacité en sortie) :

$$V = \frac{f_M \cdot N_0 \cdot q_e}{C} \quad (46)$$

L'amplitude de l'impulsion est ainsi proportionnelle à l'énergie perdue par la particule au cours de sa traversée du volume utile. La discrimination des amplitudes des impulsions de sortie permet d'effectuer un tri parmi les particules α (N_0 grand) ou β (N_0 faible).



Fig. 28. – Différents modèles de compteurs Geiger-Müller (doc. RTC).

Les compteurs proportionnels sont en général remplis d'un gaz ou d'un mélange (Argon, méthane), à une pression de quelques centimètres Hg. L'une des variantes de ce type de compteur est le *compteur à circulation* où le gaz (ou le mélange), venant d'une bouteille, traverse le compteur et s'échappe au dehors.

Ce type de compteur est très utilisé dans la recherche de la contamination α , β et γ , c'est-à-dire en radioprotection. La société *Berthold* commercialise toute une gamme de matériels (fig. 24) dont certains modèles sont étalonnés en Sievert (fig. 25). Rappelons à ce propos que les grandeurs et les unités utilisées en dosimétrie permettent d'évaluer quantitativement les effets physiques (ionisation, cession d'énergie) qui se produisent dans un milieu exposé à un rayonnement mais ne peuvent, en aucun cas, rendre compte des effets biologiques engendrés dans les tissus vivants soumis à une irradiation. Ces effets biologiques varient généralement avec la nature du rayonnement et des conditions d'irradiation (intensité, durée). Dès lors, pour obtenir une évaluation quantitative des effets biologiques, il est nécessaire de multiplier la dose absorbée par des facteurs de pondération qui tiennent compte des conditions d'exposition. On est ainsi conduit à définir une nouvelle grandeur appelée *Equivalent de dose* (ED) qui est le produit de la dose absorbée par les divers facteurs de pondération.

L'unité d'équivalent de dose est le Sievert (Sv) qui remplace l'ancienne unité : le rem (Roentgen Equivalent Man), et $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$.

La société *Novelec* commercialise également des moniteurs de contrôle de contamination α β γ mains-pieds (le CM 228, par exemple, utilise des compteurs à circulation gazeuse A 90 %, méthane 10 %), un moniteur CV 28 pour mesurer la contamination des vêtements du personnel, avec compensation d'ambiance β γ . Parmi les autres matériels de cette firme, citons la machine de décontamination de linge en laverie nucléaire CLAB (fig. 26) utilisant le même type de détecteurs.

Utilisée dans le domaine de la radioprotection, en médecine, en biologie, en minéralogie, en agronomie, la cellule de comptage MANU 16 de *Numelec* assure le comptage de faibles activités α et β (fig. 27). L'appareil comporte des compteurs à circulation fonctionnant en régime proportionnel. Dans le cas de la mesure simultanée α et β , la distinction des deux types de particules s'effectue par discrimination d'amplitude à partir des impulsions fournies par le compteur de mesure. Les échantillons sont présentés manuellement, mais il existe la possibilité de coupler la cellule de comptage à un passeur automatique d'échantillons.

Dans la conduite des réacteurs nucléaires, l'emploi des compteurs pro-

portionnels à dépôt de bore (CPNB) participe à la connaissance du flux neutronique. Ces compteurs utilisent la réaction $^{10}\text{B} (n, \alpha)$, qui fournit des ions lithium et des particules α qui provoquent dans un gaz une ionisation très importante. Tous les types de compteurs CPNB fonctionnent en impulsions. Chaque impulsion est amplifiée, traitée et comptée. La structure est en aluminium haute pureté. Certains types, destinés à fonctionner dans des conditions ambiantes difficiles, sont équipés de câble intégré à isolant minéral.

Le compteur Geiger-Müller

Lorsque l'on augmente davantage la tension appliquée à la chambre d'ionisation (de V_4 à V_5 - figure 14), celle-ci fonctionne en régime de Geiger. La charge totale collectée est constante quelle que soit la tension de polarisation (jusqu'à V_5) et quel que soit le pouvoir d'ionisation de la particule incidente. Que se passe-t-il dans la chambre à ce moment ? Le rayonnement incident produit des ions primaires qui acquièrent une énergie suffisante pour exciter des ions secondaires provenant des chocs et qui émettent à leur tour des photons (dans le spectre UV). Ces photons, par effet photoélectrique, entraînent l'ionisation du gaz et l'émission électronique du métal de la cathode. Une avalanche se propage le long du fil de l'anode et donne naissance à un signal de sortie d'une amplitude de 1 à 10 V, indépendante du nombre d'ions primaires formés par le rayonnement incident. Ce type de compteur ne peut servir qu'à la détection et au comptage des particules α et β et des rayonnements γ et X, et non à la mesure de leur énergie (fig. 28).

Le compteur peut être rempli d'un gaz ou d'un mélange (gaz rares) auquel on peut associer un gaz de coupage (halogène) permettant de stopper l'avalanche par absorption du rayonnement UV. Dans ce cas, le compteur est dit autocoupeur. On obtient le même résultat, ou on le renforce, en plaçant dans le circuit d'anode une résistance élevée R_1 (2 à 10 $M\Omega$) et une capacité C_1 ; celle-ci n'est nécessaire que si la valeur de C_2

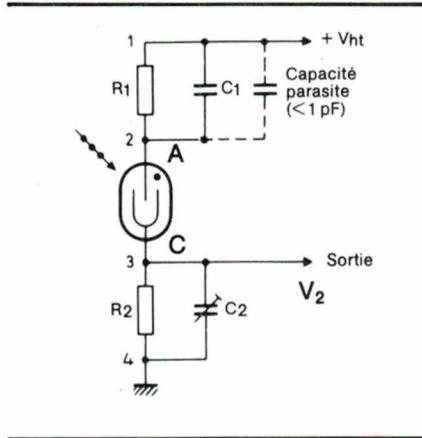


Fig. 29. - Circuit de mesure d'un compteur Geiger-Müller (doc. RTC).

est élevée. En tout état de cause, C_1 doit être aussi faible que possible (fig. 29). La valeur de la capacité C_2 doit être ajustée de telle manière que lorsqu'une impulsion rectangulaire est appliquée au point 1 du montage, le tube étant court-circuité, une impulsion sans distorsion apparaît au point 3. Dans ces conditions, on a :

$$R_1 \cdot (C_1 + \text{capacité parasite}) = R_2 \cdot C_2 \text{ (atténuateur compensé)} \quad (47)$$

L'amplitude de l'impulsion de tension V_2 recueillie aux bornes de la résistance de mesure R_2 (de 0,1 à 1 $M\Omega$) est donnée par l'expression :

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot (V_{ht} - V_s) \quad (48)$$

où V_s est la tension de seuil, c'est-à-dire la tension la plus faible appliquée au compteur GM pour laquelle les im-

pulsions peuvent être détectées par un système de caractéristiques données (ici 1 V aux bornes du circuit de mesure).

Enfin, les temps caractéristiques d'un signal impulsionnel sont donnés sur la figure 30. On note : un temps mort correspondant à l'intervalle de temps ayant pour origine le début d'une impulsion d'amplitude normale, et pendant lequel un tube GM est insensible à d'autres événements ionisants. Un temps de résolution, qui est l'intervalle de temps minimal entre deux événements ionisants distincts, qui permettra de les compter tous deux. Un temps de restitution correspondant à la durée minimale comprise entre deux impulsions d'amplitude normale.

Enfin, nous terminerons en disant que l'efficacité de détection vis-à-vis des particules α et β est fonction de la transparence de la fenêtre d'entrée, et elle atteint 100 % avec des fenêtres minces d'aluminium ou de mica. Pour les photons γ , qui ne sont détectés que par les électrons qu'ils libèrent, l'efficacité est inférieure à 1 %. Il est possible de détecter les neutrons thermiques en utilisant un gaz de remplissage comme le $^{10}\text{BF}_3$ ou en disposant sur l'une des électrodes une couche de bore.

(A suivre)

J. Tréviillers

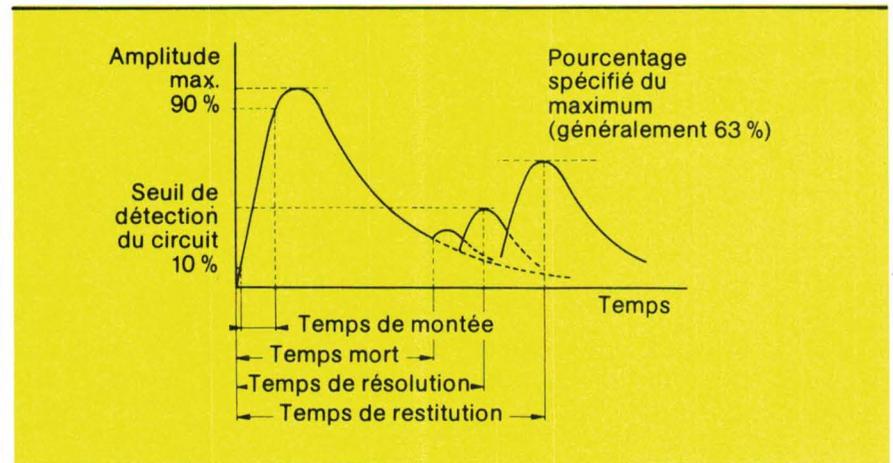


Fig. 30. - Temps caractéristiques d'un signal impulsionnel d'un compteur GM (doc. RTC).

La troisième et dernière partie de cette importante étude sur la détection des rayonnements nucléaires paraîtra dans notre prochain numéro. Nous y analyserons le fonctionnement des détecteurs à scintillations et des détecteurs semi-conducteurs.

BK PRECISION

TESTEURS COMPARATEURS DE C.I. LOGIQUES EN CIRCUITS MONITEUR LOGIQUES 20 VOIES

B et K 550 TTL - B et K 552 C-MOS



Les Testeurs B + K 550 (famille TTL) et B + K 552 (C.MOS) permettent le contrôle des circuits intégrés sans avoir à dessouder.

Le fonctionnement en moniteur logique montre les états logiques du circuit en essai et le fonctionnement en testeur détermine par comparaison avec un IC de référence, si le circuit en essai est bon ou défectueux.

De par son extrême simplicité d'utilisation l'essai complet ne prend que quelques secondes.

Modèle B + K 550.

Test par comparaison la plupart des CI de série 54 et 74 jusqu'à 20 broches, y compris les 74 S (Schottky), 74 LS (Schottky faible puissance), 74 AS, 74 ALS, 74 H et 74 F.

Modèle B + K 552.

Test par comparaison la plupart des CI des séries 4000 et 74 jusqu'à 20 broches.

Documentation complète sur demande

AUTRES PRODUCTIONS :

- FREQUENCESMETRES-COMPTEURS
- GENERATEURS DE FONCTIONS
- ANALYSEURS LOGIQUES
- ALIMENTATIONS STABILISEES
- ALIMENTATIONS ININTERRUPTIBLES
- CONTROLEURS TRANSISTORS EN CIRCUIT
- TRANSISTORMETRES
- CAPACIMETRES
- GENERATEURS D'IMPULSIONS

EA 08-09-86

BME

BLANC MECA ELECTRONIQUE
FONTGOMBAULT ZI - 36220 TOURNON-SAINT-MARTIN
Tél. 54 37 09 80 - Télex 750446

SERVICE-ANNONCEURS N° 3

**DES PROBLEMES
U.V.?**

EFFACEZ EFFICACE!

Nouveaux effaceurs «cathodes chaudes» HAUTE PUISSANCE

2 modèles avec minuteur et voyant de contrôle

VLE 8 T

efface 8 éproms 24 broches.

VLE 12 T

efface 18 éproms 24 broches.



VLE 8 T

FABRICATION FRANÇAISE

Une gamme complète de matériels U.V.

- Lampes 254 ou 365 nm.
- Lampes 254 et 365 nm.
- Lampes U.V. portatives.
- Chambres noires.
- Tables fluorescentes.
- Appareils de mesure U.V.
- Crayons PEN-RAY.
- Effaceurs d'ÉPROMS.

Effaceurs spéciaux sur demande.

VILBER LOURMAT

BP 66 - Torcy, Z.I. Sud, 77202 Marne-la-Vallée Cedex 1
Tél. : (1) 60.06.07.71 +

SERVICE-ANNONCEURS N° 4

ELECTRONIQUE APPLICATIONS N° 49 - PAGE 19

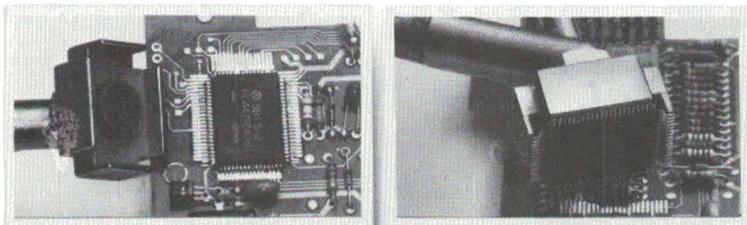
Pour tous dessoudages: Weller.

Weller vous évite risques et perte de temps sur les composants délicats, multicouches et flat-packs.

Le VP 801 EC est le dernier modèle de la famille "Temtronic" Weller.

Dessoudage des "flat-packs"

Ce nouvel accessoire indispensable pour le dessoudage des "flat-packs" prend la place de la buse sur le fer à dessouder du VP 801 EC. Une panne CSF "chip suckerfoot" rend très rapide et facile le dessoudage d'un "flat-pack" ou d'un "quad-pack" sans aucun risque pour les pistes du circuit imprimé.



1,

2,

Le pourtour de la panne à une température choisie et stable met simultanément en fusion tous les points de soudure. Quand on déclenche l'aspiration, le composant devient solidaire de la panne et peut être enlevé du circuit. Avec un peu d'habitude, il est également possible, avec cette panne, de souder des composants préétablis. Les CSF sont disponibles pour les "flat-packs" et "quad-packs" les plus courants. Il est toujours possible d'obtenir sur demande un CSF correspondant à vos besoins.



Dessoudage des multicouches.

Le dessoudage des composants d'un multicouche compte parmi les opérations les plus difficiles.

Outre une certaine expérience, ce travail exige une température précise et non destructive, une puissance de chauffe en réserve, un transfert optimal des calories et une pompe surpuissance.

Toutes ces conditions se trouvent réunies dans la nouvelle station à dessouder portable VP 801 EC Weller.

Grâce au sélecteur, il est possible de choisir une température quelconque entre 50 et 400°C avec une tolérance de $\pm 2^\circ\text{C}$. Commutation de puissance à tension nulle et masse de la panne accessible en façade de l'appareil.

Un micro-contact situé sur le manche du fer à dessouder rend extrêmement facile le déclenchement de la pompe au moment souhaité.

Neuf dimensions de buses permettent de faire face à tous les problèmes de dessoudage et peuvent être disposées sur le côté du support-fer de sécurité. Une éponge pour le nettoyage des pannes et une clé emmanchée complètent cet ensemble en restant toujours à portée de main.

Weller possède toujours une solution.

Pour tout complément d'informations, veuillez contacter: Groupe Cooper - ZA des Petits Carreaux - B.P. 63 - 4, Avenue des Coquelicots - 94382 Bonneuil-sur-Marne. Tél. 339-70-39 - Télex 211358 F.



CooperTools



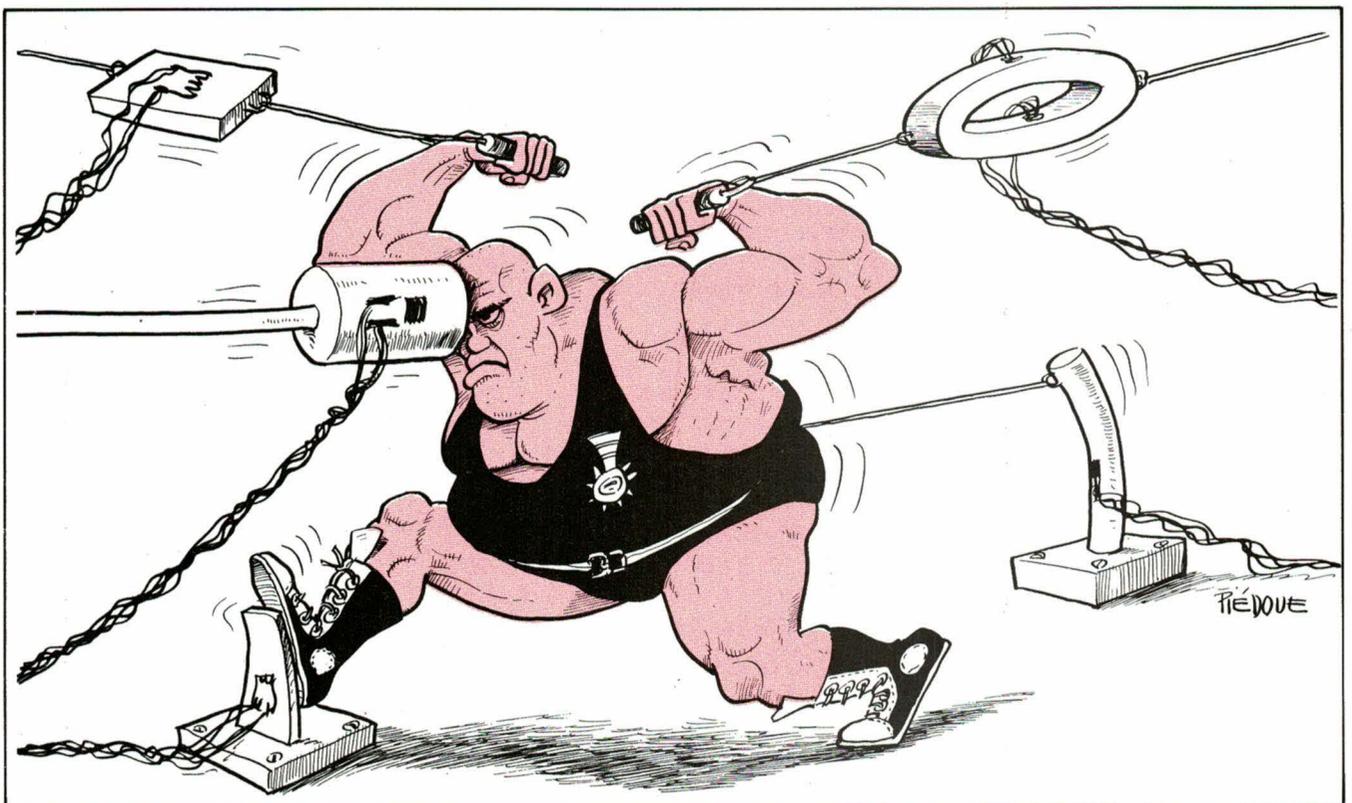
Analyse

Les jauges d'extensométrie

Après avoir publié dans notre numéro 47 un article général sur les capteurs et les grandeurs physiques, puis dans notre numéro 48 une étude sur les capteurs de déplacement, voici la troisième partie de cette série que nous consacrons aux jauges d'extensométrie.

Qu'elle soit métallique ou en matériau semiconducteur, une jauge d'extensométrie reste un composant résistif que l'on place toujours dans un pont de Wheatstone afin de connaître sa résistance électrique ; c'est surtout la technologie qui fait la différence.

Qui est le père de la jauge d'extensométrie ? Manifestement, son origine s'est perdue dans la nuit des temps ; quelques rappels historico-technologiques ne sont pas de trop.



Qui est le père ?

Ne serait-ce pas *Lord Kelvin* qui, à la « belle époque », a décrit l'effet des déformations sur la résistance des fils ?

A moins que l'on n'attribue cette paternité au docteur *St. Lindeck* qui, en 1908, donnait une description de ce que d'aucuns considèrent comme étant le premier capteur de pression à jauges ; il travaillait à l'époque avec des résistances de précision en fils fins de manganin (alliage de cuivre, manganèse et nickel) enduits de gomme laque et bobinés fermement sur de minces tubes de laiton, l'ensemble subissant ensuite un recuit. *St. Lindeck* voulait alors vérifier la fidélité de tels montages : il ferma donc ces tubes aux extrémités, les soumit à une pression de l'ordre de 50 bars et découvrit que la résistance variait linéairement avec la pression.

E.E. Simmons déposa dans les années 1940 un brevet d'invention concernant un capteur dynamométrique à jauge collée sur son support soumis à des déformations.

A.C. Ruge découvrit pour sa part différentes formes pratiques de jauges ainsi que de capteurs les incorporant.

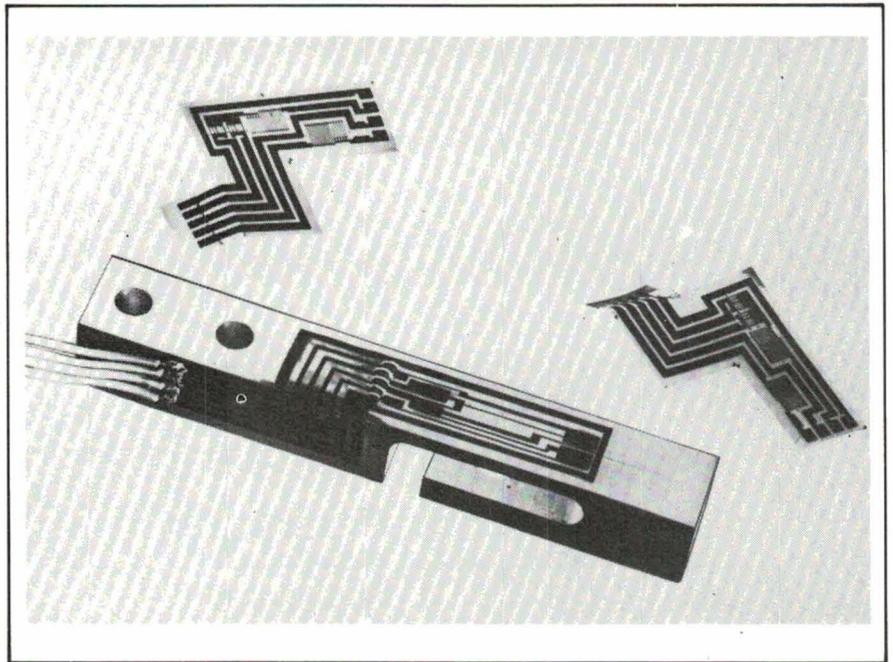
C'est au cours des années 1950 que sont apparues les jauges à trame pelliculaire ; elles ont rapidement remplacé les jauges à fils dans les capteurs. Meilleure dissipation thermique, effets de fluage réduits, adaptation plus aisée à des géométries complexes de corps d'épreuve... : les avantages de la feuille métallique sur le fil sont indéniables.

La jauge résistive

La jauge pelliculaire est aujourd'hui constituée d'une feuille métallique de 2 microns déposée suivant un motif bien adapté à la mesure, sur un support de 20 à 30 microns en résine époxy. Le tout est fixé sur le corps d'épreuve qui se déforme. On admet en première approximation que la jauge subit les mêmes déformations que la surface sur laquelle elle se trouve collée ou soudée.

Considérons un fin fil soumis à une traction dans les limites du domaine élastique du métal dont il est fait.

Sous l'effet de la charge, le fil s'al-



Dans la mesure des forces, l'un des inconvénients majeurs est l'effet des variations de température sur la courbe de réponse réelle du capteur. Les dérives d'origine thermique amplifient les erreurs de réponse. Voici un circuit de connexion qui permet leur correction au niveau du circuit de mesure grâce à des résistances de compensation en cuivre ou en nickel (cliché : Sfernice).

longe, mais son diamètre subit, en valeur relative, une diminution proportionnelle à l'allongement relatif (c'est-à-dire au rapport de l'allongement réel à la longueur initiale du fil). En général, le coefficient de proportionnalité (appelé coefficient de Poisson) est très voisin de 0,3.

La résistance électrique d'un fil conducteur est proportionnelle à la longueur du fil, et inversement proportionnelle à sa section (donc au carré de son diamètre) ; on démontre aisément que la variation relative de résistance du fil varie linéairement avec l'allongement relatif : le coefficient de proportionnalité est le **coefficient de jauge**, qui dépend essentiellement du matériau constitutif ; il vaut 2 pour le constantan et pour le nickel-chrome, 0,5 pour le manganin, 3,2 pour l'élinvar.

« D'autres métaux sont très fantaisistes », explique dans son *Encyclopédie d'analyse des contraintes* (publiée par Micromesures) Jean Avril. « Par exemple, le nickel a un coefficient négatif (-11), puis, au-delà d'une certaine elongation, il redevient positif et voisin de 2. Inutile de préciser que de tels métaux ne peuvent pas être employés en extensométrie. »

Les couches de métaux purs ou d'alliages peuvent être déposées directement sur les corps d'épreuve de capteurs, préalablement isolés. Le dépôt se fait au travers d'un masque en vue d'obtenir une forme particu-

lière de circuit : ces jauges ont l'avantage de ne pas nécessiter de support organique ; elles sont économiques et se prêtent bien à la production de masse. Néanmoins, les performances de films déposés ont été pendant longtemps inférieures sous divers aspects à celles des métaux laminés en feuilles très minces.

En fait, la technologie évolue, et l'on voit arriver de nouvelles jauges qui, au lieu d'être collées ou déposées sous vide, sont déposées par exemple par sérigraphie en couche épaisse, sur une membrane en céramique : c'est la technologie Transbar, étudiée et développée conjointement par les sociétés Bourdon et JPB.

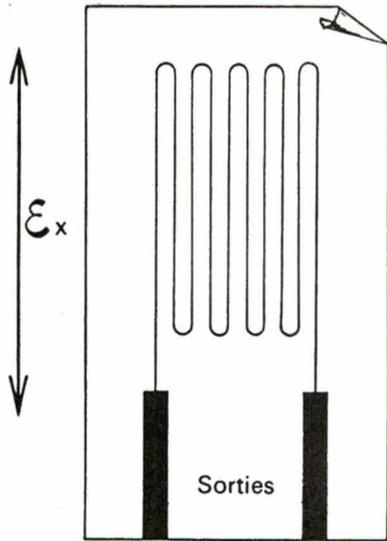
Un capteur monolithique

Ce sont tout d'abord les conducteurs réalisant les liaisons entre les jauges qui sont sérigraphiés sur la membrane elle-même au moyen d'une encre conductrice insensible à la déformation. Puis ce sont les jauges elles-mêmes qui sont déposées par sérigraphie à travers un autre masque, et au moyen d'une autre encre conductrice. Après leur dépôt, les encres sont contrôlées en épaisseur, étuvées, cuites à très haute température dans des fours linéaires multizones réalisant un profil thermique spécifique de l'encre conductrice à stabiliser. Et entre chaque opération : un contrôle d'épaisseur. Après avoir

Et les couches minces ?

époxy) donne à ces capteurs une stabilité temporelle très acceptable : on supprime en effet totalement tous les phénomènes de polymérisation lente ; de plus, cette absence d'éléments organiques autorise l'utilisation des capteurs en présence de rayonnements (neutrons, gamma, etc.).

La pulvérisation cathodique offre sur les autres procédés de dépôt sous vide d'autres avantages encore : pouvoir déposer facilement et de façon reproductible des alliages complexes, obtenir des couches de très forte adhérence, pulvériser indifféremment des matériaux conducteurs ou isolants.



Jauge électrique d'extensométrie : une trame pelliculaire sert à la réalisation des capteurs. Les difficultés se situent au niveau de l'obtention d'un joint de colle de la jauge sur le corps d'éprouve, qui soit de très bonne qualité... qualité qui n'est obtenue qu'au prix d'une très bonne connaissance de la chimie des polymères, de la mise en place d'une procédure de contrôle très rigoureuse, de la disponibilité de locaux parfaitement conditionnés. Difficulté aussi au niveau de la finesse de gravure nécessaire à l'obtention de valeurs de résistance de plusieurs centaines d'ohms sur une surface de quelques millimètres carrés, à partir d'une feuille dont la résistivité spécifique n'excède pas quelques dizaines d'ohms. Pour atteindre une finesse de 3 à 4 microns, on a recours aux techniques de photolithographie et de gravure ionique.

déposé (toujours par sérigraphie !) une couronne de verre sur la périphérie de la membrane et sur celle de son support en céramique, puis après stabilisation thermique du verre, la membrane est posée sur son support, enfin repassée en four linéaire de sorte que, par refusion du verre, l'encastrement mécanique de la membrane et le scellement de la capsule de pression ainsi constituée soient réalisés simultanément.

On obtient ainsi un capteur monolithique dans lequel les jauges et les conducteurs font partie intégrante du corps d'éprouve mécanique.

Cette technologie Transbar permet de maîtriser, et même d'automatiser une fabrication industrielle conduisant à l'élaboration en grand nombre de capteurs bon marché. La membrane en céramique a un comportement mécanique semblable à celui du verre, ce qui lui confère une erreur d'hystérésis quasi négligeable et d'excellents retours au zéro ; de plus, sa nature même rend le capteur compatible chimiquement avec la presque totalité des fluides et des milieux industriels.

Les couches minces présentent quand même aujourd'hui un certain nombre d'avantages : construction entièrement intégrée pouvant supporter de sévères contraintes d'environnement, appariement automatique des caractéristiques par effet de proximité (d'où une autocompensation des dérives thermiques et temporelles), haut degré d'intégration permettant la miniaturisation des capteurs, hystérésis et fluage réduits.

Le dépôt des couches s'effectue sous vide, par pulvérisation cathodique, sur la surface polie du corps d'éprouve. Un procédé photochimique est utilisé pour la gravure des jauges résistives montées en pont de Wheatstone, ainsi que des connexions entre les différents éléments constituant ces jauges.

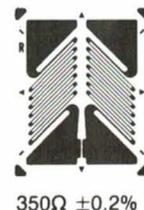
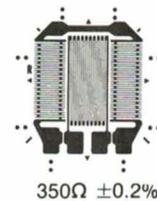
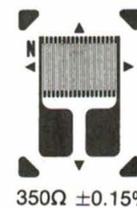
La faible dimension des éléments résistifs permet de les positionner aux points de contraintes maximales : il en découle soit un taux de travail plus faible du matériau support (réduction du fluage et de l'hystérésis), soit un signal de sortie plus élevé, soit encore un compromis raisonnable entre ces deux extrêmes.

L'isolant minéral entre jauges et corps d'éprouve est extrêmement mince : le transfert thermique est excellent ; à puissance dissipée égale, l'élément sensible est susceptible d'être miniaturisé.

L'absence d'éléments organiques (support polyimide de jauges, colles



Transmetteurs de pression : ils associent le capteur Transbar et une électronique intégrée qui transforme la déformation des jauges sérigraphiées en un courant directement proportionnel à la pression. Leur précision est de 0,5 % de l'étendue de mesure (cliché : Bourdon).



De multiples trames pelliculaires pour tous les capteurs. Outre la forme des jauges, on s'attache, au cours du choix, à la valeur du facteur de jauge, et surtout à sa variation en fonction de la déformation et de la température, à sa stabilité dans le temps, aux erreurs combinées d'hystérésis et de fluage.

Comment jouer sur la piézorésistivité

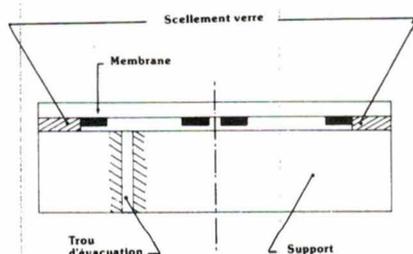
Les jauges en semiconducteur constituent à elles seules une famille de capteurs en couches minces. Elles sont caractérisées par un effet piézorésistif important, c'est-à-dire une grande variation de la résistivité d'un matériau tel que le silicium dopé quand il est soumis à de petites variations de contraintes mécaniques.

En pratique, tout se passe comme si le facteur de jauge était voisin de 200.

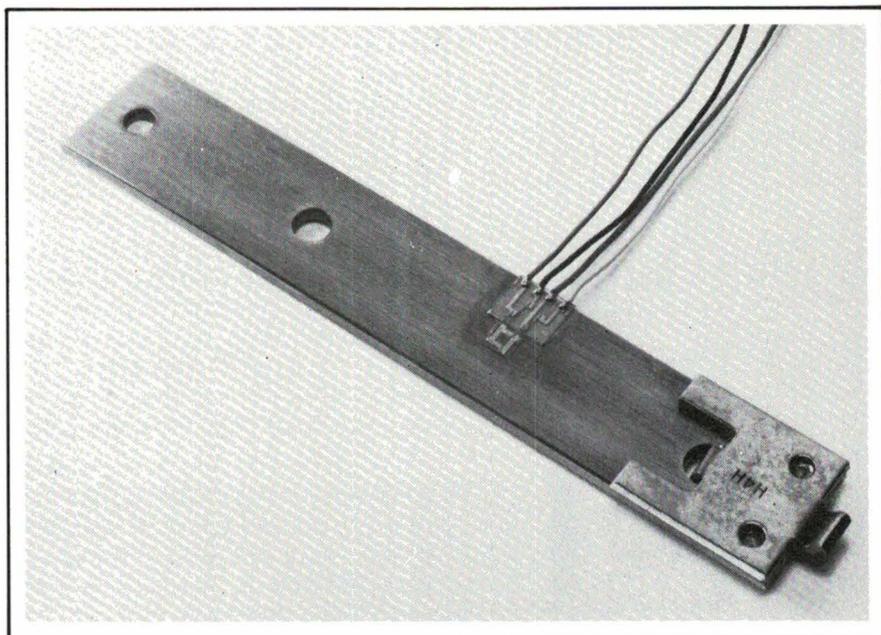
La sensibilité des jauges piézorésistives est donc très élevée, ce qui constitue déjà en soi un avantage essentiel quand on les compare aux jauges métalliques. Mais il n'est pas toujours possible de tirer profit de cet avantage, compte tenu du manque de stabilité thermique de ces composants et de leur non-linéarité. Un compromis doit donc être trouvé entre la sensibilité, la non-linéarité et la stabilité qui, toutes trois, dépendent de la concentration en impuretés du semiconducteur : une augmentation du dopage se traduit par une diminution de sensibilité, mais aussi une réduction de la non-linéarité et un abaissement du coefficient de température des résistances.

Les capteurs de pression à couche mince sont susceptibles d'être équipés d'un circuit intégré pour la compensation en température, la compensation de la dérive et l'amplification du signal. Parmi les applications envisagées, citons la mesure de la pression d'huile, d'eau, et du niveau d'essence dans les automobiles, la détermination du niveau d'eau dans les machines à laver, la mesure de pression et de gaz dans les installations de chauffage central, etc.

De ce type de capteurs à la sonde



Jauge en couche épaisse, selon la technologie Transbar.



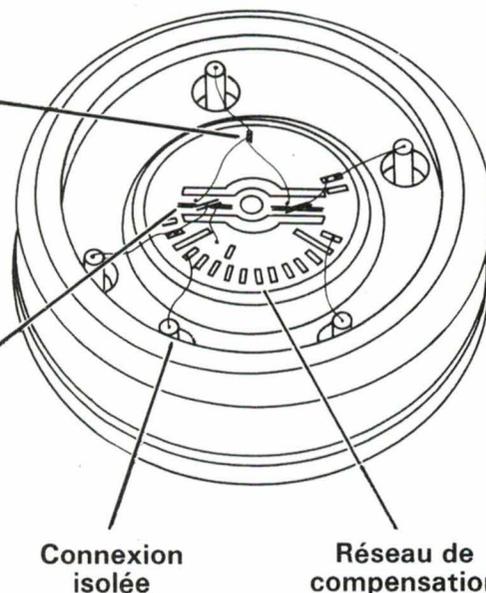
Ce capteur de force, gamme 10 daN, fonctionne en flexion grâce à un pont complet de jauges extensométriques déposées sous vide ; produit en grand volume, il présente des caractéristiques de capteur haut de gamme (linéarité à 0,05 %) à un prix grand public (cliché : Scaime).

Pastille intermédiaire de connexion

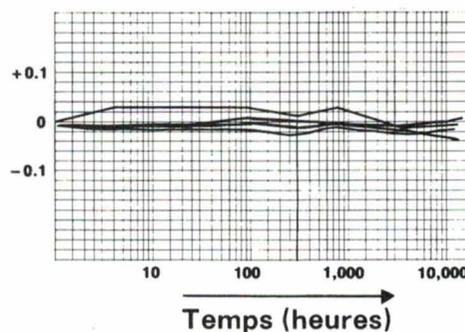
Jauge

Connexion isolée

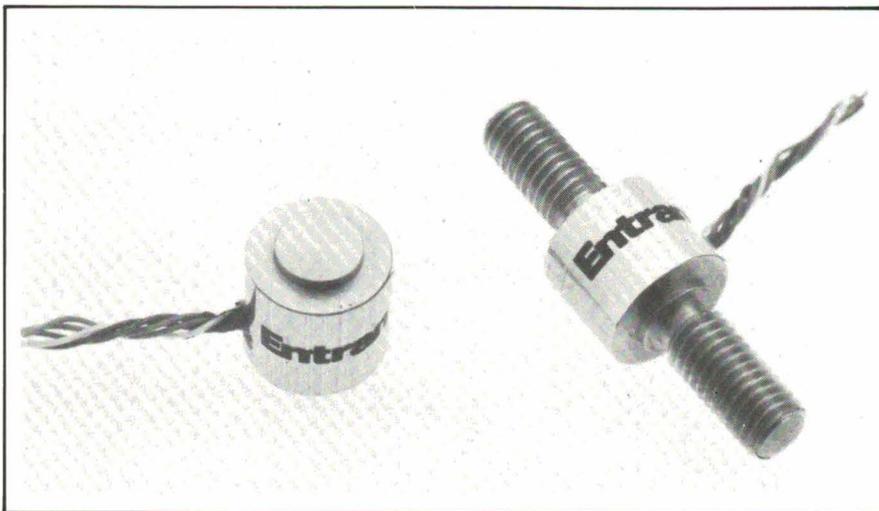
Réseau de compensation



Dérive de zéro (%)



Capteur en couches minces obtenues par pulvérisation cathodique. Il offre une très grande stabilité, comme le montrent les courbes présentées par Transamerica Instruments pour quatre de ses capteurs de pression.



Capteur de force miniature : il est fabriqué en deux versions, traction ou compression, et son étendue de mesure est de 1 à 150 daN (cliché : Entran).

monolithique, il n'y a qu'un pas... que d'aucuns ont déjà franchi. L'élément actif est alors une membrane de silicium d'une épaisseur de 20 à 100 microns. Par implantation ionique, on réalise dans cette membrane quatre résistances formant un pont de Wheatstone. Chaque résistance joue le rôle d'une jauge de contrainte. Derrière la membrane se trouve une chambre hermétiquement scellée, et maintenue sous vide : le capteur sert à la mesure de la pression absolue ; on peut aussi envisager de relier, par un fin canal, cette chambre à une enceinte dont la pression est prise pour référence : on est alors en présence d'un capteur de pression relative. Quoi qu'il en soit, le capteur est équipé d'un circuit de compensation intégré ; il permet d'obtenir la linéarité désirée même lorsque les variations de température sont élevées.

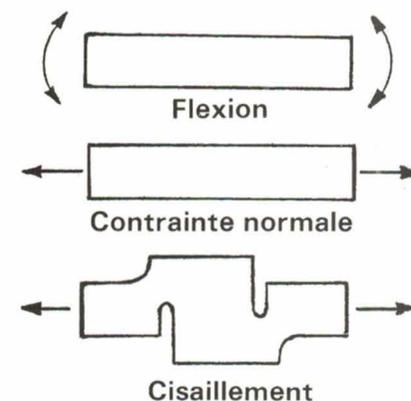
Les capteurs de force

Un capteur à jauges d'extensométrie comprend, on l'a vu, un dispositif mécanique destiné à provoquer, sous l'influence du phénomène à mesurer (par exemple une force, une pression ou une accélération), la déformation d'une pièce métallique : le corps d'épreuve. Les jauges fixées sur ce corps d'épreuve et convenablement groupées transforment cette déformation en variations de résistances.

« Un capteur est plus ou moins sensible à tous les phénomènes ambiants : pressions, températures, accélérations, etc. », explique Jean Avril. « Afin de mesurer une seule de ces

grandeurs, il faut que celle-ci soit majorante, autrement dit qu'elle seule donne une information importante, les autres phénomènes devant donner des signaux assez faibles pour être confondus avec le bruit. » En somme, la fidélité, la sensibilité et la précision d'un capteur ne peuvent être poussées que s'il est indépendant des grandeurs jugées comme étant des parasites. Cette indépendance est obtenue par la conception mécanique, par la disposition des jauges et par des circuits annexes.

Le corps d'épreuve est l'élément le plus critique d'un capteur à jauges d'extensométrie. Prenons l'exemple

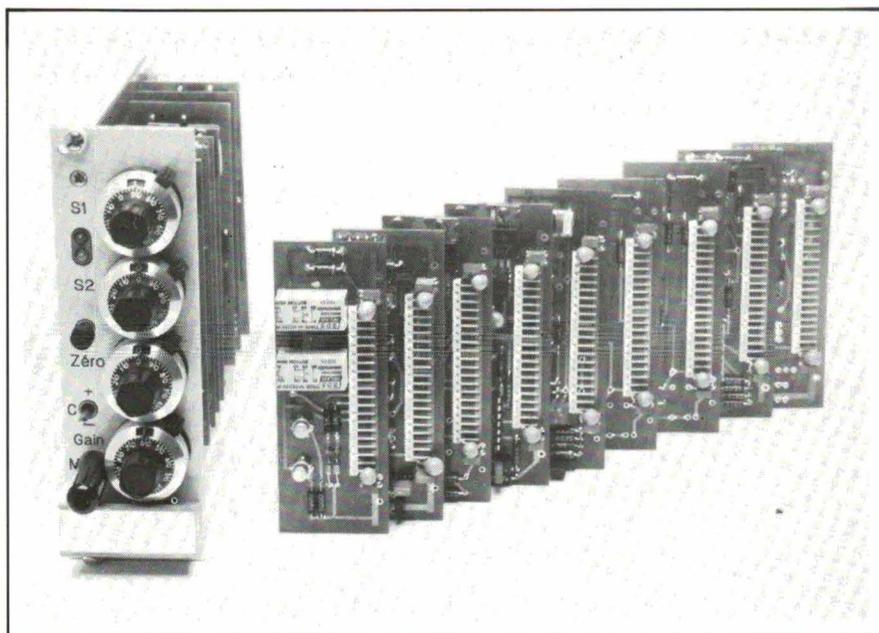


Selon leur mode d'action, les corps d'épreuve peuvent être classés en trois grandes catégories.

d'un capteur de forces ; il est chargé d'opposer une résistance égale et de signe contraire à la force à mesurer ; celle-ci se trouve ainsi transformée en déformations et contraintes.

Un grand nombre de capteurs comprennent comme corps d'épreuve des lames encastrées en flexion. De multiples variantes existent, avec des systèmes mécaniques comportant plusieurs lames reliées à des pièces massives qui se déplacent ; en pesage, les formes sont étudiées pour rendre ces systèmes insensibles au point d'application de la force.

Une autre forme est celle de l'an-



Chaîne de mesure multivoie pour capteurs à jauges piézorésistives. A partir d'un élément de base comportant un conditionneur, il est possible de lui adjoindre, par simple enfichage, de un à six modules de fonctions : sortie 4-20 mA, détecteur de seuil, détecteur de crête, filtre passe-bas (cliché : Beta).

neau : l'anneau dynamométrique était connu avant l'invention des jauges. En fonction de la capacité, de l'encombrement, on est amené à découvrir de multiples formes dérivées de cet anneau.

On exploite également des poutres en cisaillement dans les capteurs destinés aux mesures de fortes charges.

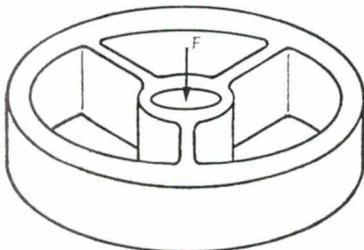
Tous les capteurs de force sont pourvus de jauges montées dans les quatre bras d'un pont de Wheatstone relié à un conditionneur. Ce dernier permet l'étalonnage du système de mesure, et de parfaire l'équilibrage du pont quand il n'est pas sollicité (la tension de sortie doit alors être nulle).

En général, l'excitation du pont est fournie par un générateur de tension régulée, l'asservissement de tension pouvant se faire au niveau du générateur ou du capteur ; l'équilibrage du pont est réalisé par un potentiomètre multitour avec compte-tours ; la mise à l'échelle du signal délivré s'obtient par le réglage du gain d'amplification de tension. Le réglage de la bande passante du système permet, si on le souhaite, de s'affranchir, à l'aide d'un filtre passe-haut, de la composante continue du signal (analyses de vibrations ou de chocs).

Certains conditionneurs tels que les ponts de mesure Signalog de J2P Instrumentation sont totalement programmables à partir d'un ordinateur extérieur. On peut dès lors réaliser les réglages les plus complexes (gain fin, contrôle du filtre, tarage, tension d'alimentation) grâce au menu de sélection de l'ordinateur personnel.

On peut même vérifier tous les paramètres avant de les injecter dans le conditionneur. On élimine ainsi tous les risques d'erreurs.

Marc Ferretti



Cisaillement : ce corps d'épreuve se présente sous la forme d'une roue avec trois ou quatre rayons et une jante. La force à mesurer est appliquée au centre du moyeu ; les rayons subissent des efforts de cisaillement qui seront détectés par des jauges d'extensométrie disposées à 45°. Excellente linéarité, grande raideur : telles sont les deux qualités de cet élément déformable.

Le coefficient de jauge

Soit un fil cylindrique de longueur ℓ et de section s , constitué d'un matériau de résistivité ρ et de coefficient de Poisson μ .

La résistance de ce fil vaut :

$$R = \rho \frac{\ell}{s}$$

Lorsqu'on déforme ce fil, on observe une variation relative de résistance :

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + \frac{\Delta \ell}{\ell} - \frac{\Delta s}{s}$$

mais la section est liée au diamètre d du fil :

$$s = \frac{\pi d^2}{4}$$

et sa variation relative a pour expression :

$$\frac{\Delta s}{s} = \frac{2 \Delta d}{d}$$

Lorsque le fil s'allonge de la valeur $\Delta \ell$, son diamètre va diminuer de telle sorte que :

$$\frac{\Delta d}{d} = -\mu \frac{\Delta \ell}{\ell}$$

On admet en première approximation que la résistivité est constante. Il vient alors :

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \ell}{\ell} (1 + 2\mu)$$

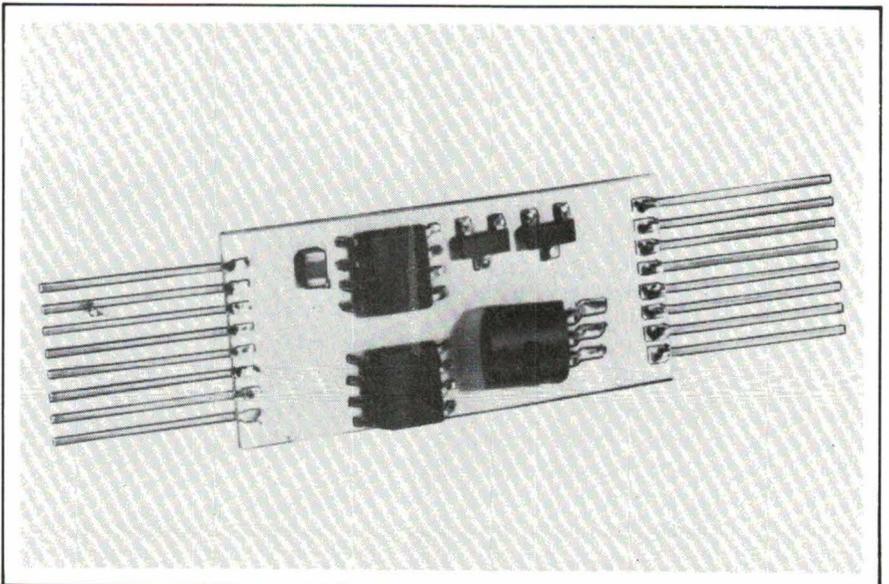
et, comme μ est souvent voisin de 0,3, on trouve :

$$\frac{\Delta R}{R} = 1,6 \frac{\Delta \ell}{\ell}$$

Dans la pratique, la résistivité varie (loi de Bridgman) et l'on a en fait :

$$\frac{\Delta R}{R} = K \frac{\Delta \ell}{\ell}$$

K est le facteur de jauge.



Cet amplificateur, réalisé en technologie hybride à couches épaisses, sert à l'amplification d'un signal délivré par un pont de jauges monté sur un corps d'épreuve. La sortie fonctionne en boucle de courant 4-20 mA (cliché : Sfernice).

Analyse

Les systèmes de vision artificielle

Les systèmes de vision artificielle constituent un sujet technologique de première actualité. Ils font maintenant, presque naturellement, partie des chaînes de production comme des dispositifs de saisie d'informations.

Ces « machines à voir » guident les bras des robots, contrôlent les dimensions et cotes des objets manufacturés, identifient, localisent et trient des pièces de toute nature. Elles prennent une part grandissante dans l'activité industrielle. *Electronique Applications* se devait de faire le point sur cette importante question.

La vision artificielle

« La vision par ordinateur est la science qui a pour objet d'automatiser la fonction de l'œil humain par la conception et la réalisation de modèles informatiques. Comme la robotique, la « V.O. » s'est développée dans le cadre des projets « bras-œil » des premiers centres d'Intelligence Artificielle créés il y a une vingtaine d'années. »

Cette définition de ce que d'aucuns ont appelé la « visionique », d'autres la V.A.O. (Vision Assistée par Ordinateur) a été donnée lors du congrès Mesucora 85 par G. Mezin et B. Bretagnolle de la société grenobloise *ITMI (Industrie & Technologie de la Machine Intelligente)*... qui prêche l'arrivée de la machine intelligente dans le monde industriel.

Une machine intelligente que l'on a pu voir, lors de l'exposition Producti-

que 86, assembler des poupées gigognes – tâche relativement pénible pour un robot – après avoir reconnu les pièces qui lui sont présentées ; de plus, la machine décide toute seule de l'ordre des opérations à effectuer et les réalise conformément aux options qu'elle a prises ; à chaque étape, la machine intelligente montre les règles de la connaissance qu'elle utilise, et dévoile les secrets de son raisonnement issus des techniques d'« I.A. » (Intelligence Artificielle).

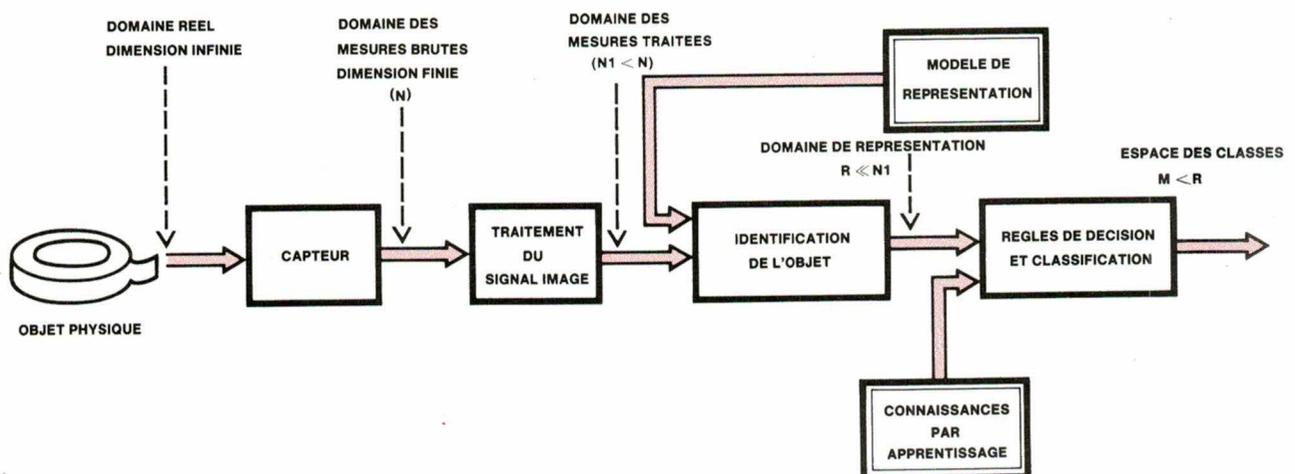


Fig. 1. – La vision artificielle : une lueur d'intelligence artificielle.

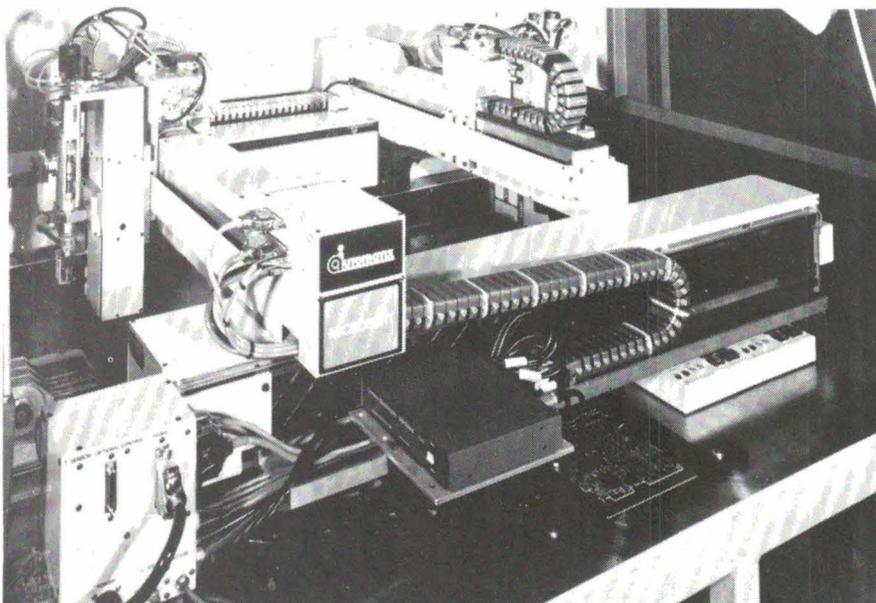
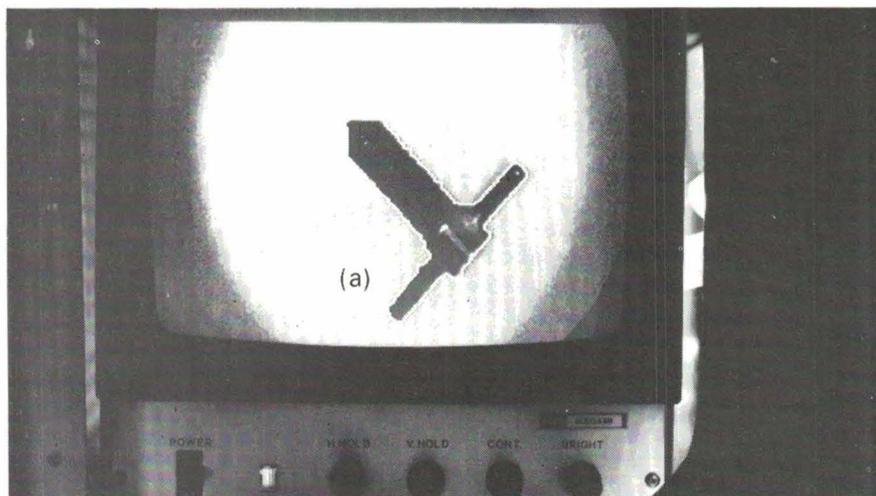
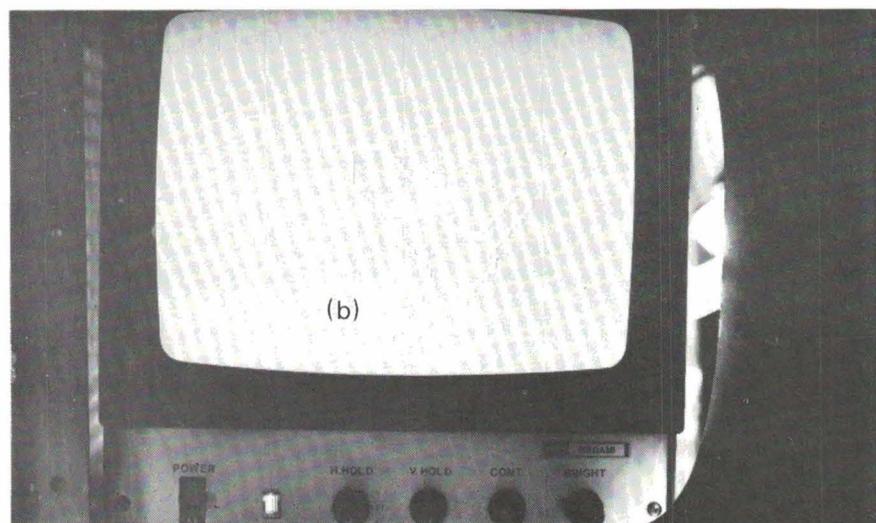


Photo 1. — Système flexible de placement de composants montés en surface, sur des cartes de circuits imprimés. Il est constitué d'un contrôleur d'assemblage qui gère à la fois le traitement de la vision et le placement des composants, de deux têtes de pose, des équipements périphériques (dispositifs d'approvisionnement en tubes ou en films de composants) et d'un logiciel sur lequel se déplacent les cartes. (Cliché : Automatix.)



(a)



(b)

Photos 2. — Extraction de contours : sur un parcours donné, on recherche la présence d'un contour par l'apparition d'une variation locale de niveau de gris (a) ; on suit ensuite la ligne de gradient maximal jusqu'à fermeture du contour (b). Le système de vision peut ainsi reconnaître un objet d'après son contour et retrouver sa position, isoler une portion du contour pour un traitement géométrique, constituer un dictionnaire d'objets à reconnaître. (Clichés : Gixi.)

Une « composante » de l'intelligence artificielle

En effet, qu'on ne s'y trompe pas ! la robotique, tout comme la « visionique » ou les systèmes experts, sont des composantes de ce qu'il est convenu d'appeler aujourd'hui les systèmes d'Intelligence Artificielle.

Il y a la face matérielle, visible, telle que cette carte directement enfichable dans un IBM PC, dans un système compatible, ou dans tout autre micro-ordinateur, jointe à une caméra Vidicon ou CCD (parfois un laser ou un capteur à ultrasons) pour saisir l'environnement ; il s'y ajoute bien entendu la couche logicielle pour numériser l'image, la discrétiser en un certain nombre de couleurs, et, pour chacune d'elles, définir des niveaux (plus ou moins de gris dans une image monochrome) ; certains logiciels ne peuvent que binariser l'image, n'y mettre que des points tout blancs ou tout noirs ; autre algorithme auquel il est usuellement fait appel : l'extraction des contours, par un calcul de gradient.

Il y a enfin la partie « décisionnelle » qui va permettre d'appliquer la machine de vision aux besoins de l'industrie (inspection, assurance qualité, contrôle dimensionnel, acquisition de forme, guidage de robots). C'est là qu'intervient l'Intelligence Artificielle : elle n'est pas algorithmique ; elle tire parti du savoir-faire humain qu'on n'a jamais su mathématiser ; qui nous permet de décider, au premier coup d'œil, que tel objet parallélépipédique est un poste de télévision ou une machine à laver... sans que ce soit écrit dessus.

Pour nous autres, humains (les autres ne sont pas concernés), l'interprétation d'images est un exercice constant et sans peine. Mais n'oublions pas qu'à la vision est consacrée une grande partie du cerveau. La fantastique complexité de notre appareil visuel, dans son ensemble, dépasse de plusieurs ordres de grandeur les capacités des systèmes actuels de vision assistée par ordinateur. Bref, l'interprétation d'images est un problème difficile, et il ne faut surtout pas nous laisser abuser par l'apparente facilité avec laquelle nous voyons.

C'est d'ailleurs la raison pour laquelle chaque système réalisé est un peu encore un prototype en soi. Et

Une industrie se forme

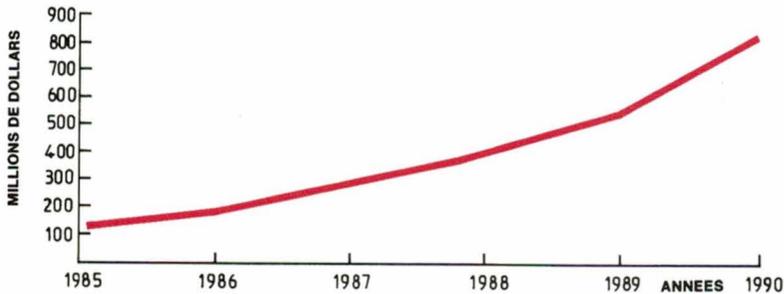


Fig. 2. - Evolution du marché de la visionique selon IDC (International Data Corp.)

tous les secteurs industriels sont concernés par la vision artificielle. L'électronique, par exemple, pour localiser et orienter des galettes de silicium afin de piloter un marqueur ; l'automobile, pour le contrôle qualité des radiateurs d'huile ; l'électricité, pour le contrôle dimensionnel de disjoncteurs ; l'agro-alimentaire, pour le triage des cerneaux de noix ; le bois, pour la détection et la classification automatique des défauts tels que nœuds, poches de résine, pourriture ou flaches ; l'électroménager, pour le réglage automatique de pèse-personne...

« Cette technologie autorise d'ores et déjà le remplacement de 10 à 15 % des interventions humaines », dit-on chez ITMI, « en particulier dans les domaines du contrôle, de l'inspection, du pilotage ». Moins de 5 % des systèmes de vision sont voués au guidage des robots, « on estime cependant que le contrôle du robot par une capacité sensorielle obtenue grâce à la vision devrait représenter 25 à 30 % du chiffre d'affaires total de la robotique en 1992. A cette date, 25 % de la population totale de robots seront équipés d'un système de vision. »

Dans le monde, plus d'une centaine de sociétés, dont une part importante se trouve aux Etats-Unis, ont acquis des compétences en vision artificielle. A côté des grandes entreprises intervenant déjà dans le domaine de l'automatisation et de la robotique, figurent des sociétés dont le profil est typique d'un secteur de haute technologie : des entreprises très jeunes, souvent fondées par des personnes impliquées dans la recherche universitaire, et une croissance exponentielle.

C'est ainsi que l'association américaine pour la vision, affiliée à la SME (*Society of Manufacturing Engineers*) a vu le nombre de ses membres passer de 50 à 2 800.

Selon Claude Laugeau (1), de l'Adi (*Agence de l'Informatique*) il y avait l'an passé près de 300 machines de vision installées en France.

(1) « Les machines de vision en productique », par Claude Laugeau et Michel Parent, ETA (Strasbourg, 1985).

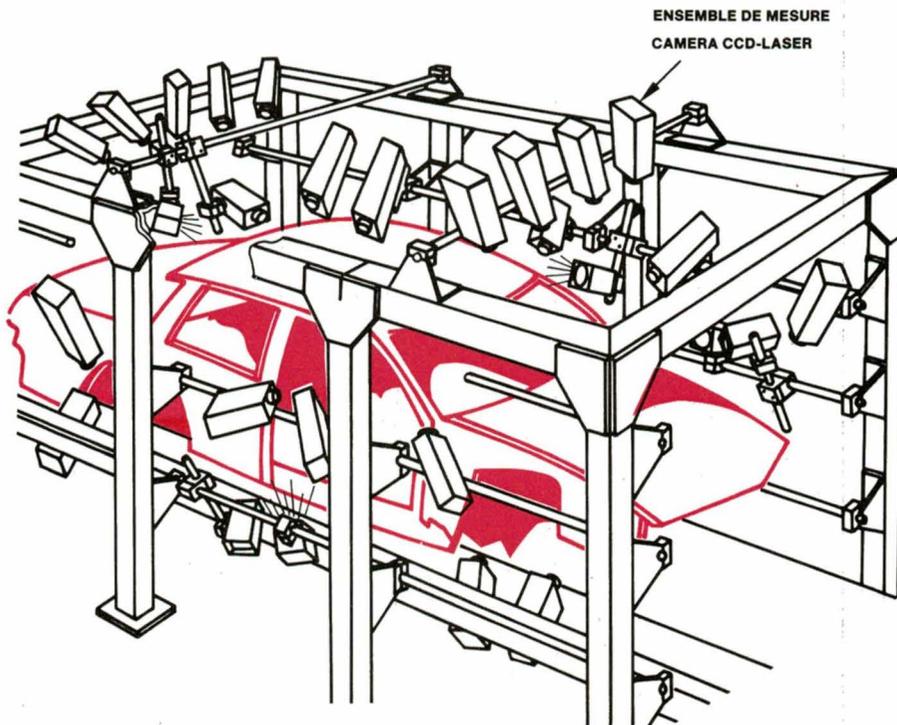


Fig. 3. - Mesure sans contact : la vision artificielle ouvre une page nouvelle dans le contrôle de qualité en temps réel des assemblages. Elle apporte d'autres avantages : pas d'usure mécanique, ni de risque de rayure de pièces ; il est facile de reconnaître le bord des objets ; on peut à volonté soit travailler sur une ligne très fine, soit moyenner la mesure sur une surface ; la vision, enfin, ne nécessite pas d'installation mécanique lourde et encombrante. En fabrication automobile, la vision artificielle répond au souci de la mesure en ligne d'une caisse en blanc ou d'une carrosserie complète : la caisse a-t-elle été correctement assemblée et soudée ? sa géométrie est-elle dans les normes ? les ouvrants ont-ils été placés avec conformité ? leur jeu avec la caisse est-il suffisamment faible et régulier pour donner à la carrosserie un aspect de qualité ? (Source : Automatix.)

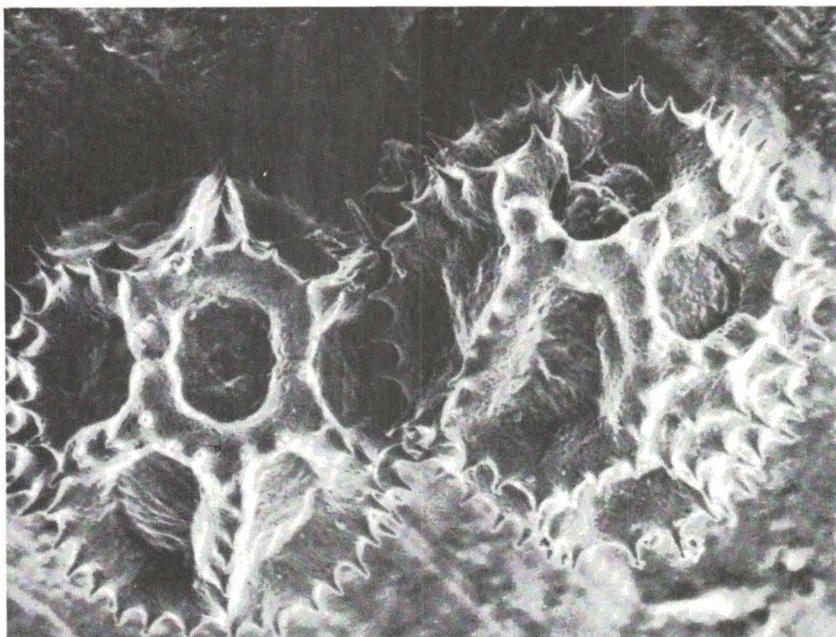


Photo 3. – La vision artificielle, c'est aussi, et surtout, du traitement d'image : améliorer par exemple la résolution des images générées par les microscopes électroniques à balayage ou à transmission, par les systèmes de radiographie destinés aux contrôles non destructifs : tel est le rôle assigné à « Crystal » de Quantel, dont plus de 50 systèmes ont d'ores et déjà été installés en un an. Il sert à l'analyse des défaillances de composants électroniques, à l'observation de préparations biologiques, aux contrôles radiographiques de pièces pour centrales nucléaires.

(40 millions en 1986, 200 millions en 1990) et au guidage (40 millions cette année, 300 millions à la fin de la décennie). On va les vendre, en 1990, essentiellement dans les industries électriques et électroniques (400 millions, soit une croissance annuelle de 41 %), automobiles et aérospatiales (340 millions), dans les secteurs chimiques et pharmaceutiques (140 millions), enfin dans l'industrie agro-alimentaire (100 millions).

L'Europe connaît évidemment une progression assez similaire : toujours selon la même source (Frost & Sullivan), la valeur totale du marché européen des systèmes industriels de vision s'élèvera en 1989 à 327,4 millions de dollars, contre 136,6 millions en 1983, soit en moyenne une croissance annuelle de 15,7 % : 24,7 millions iront à la robotique (croissance de 16,9 % par an), à l'inspection : 160 millions. « L'Allemagne de l'Ouest restera le plus important marché national au cours de cette période 1983-1989 », peut-on lire dans cette étude qui ajoute : « En 1983, ce pays représentait 33 % du marché européen, et les ventes totales s'élevaient à 45,1 millions de dollars. D'ici à 1989, cet important marché fera plus que doubler en valeur pour atteindre 101,9 millions de dollars ».

Selon Frost & Sullivan (2), le marché américain de la vision, voisin de 180 millions de dollars cette année, frôlera le milliard de dollars en 1990, ce qui représente une croissance moyenne annuelle de 57 % : on ven-

dra à la fin de la décennie quelque 20 000 machines de vision par an, au prix unitaire de 50 à 55 000 dollars... des machines servant essentiellement à l'inspection (100 millions de dollars en 1986, 480 millions en 1990), au tri

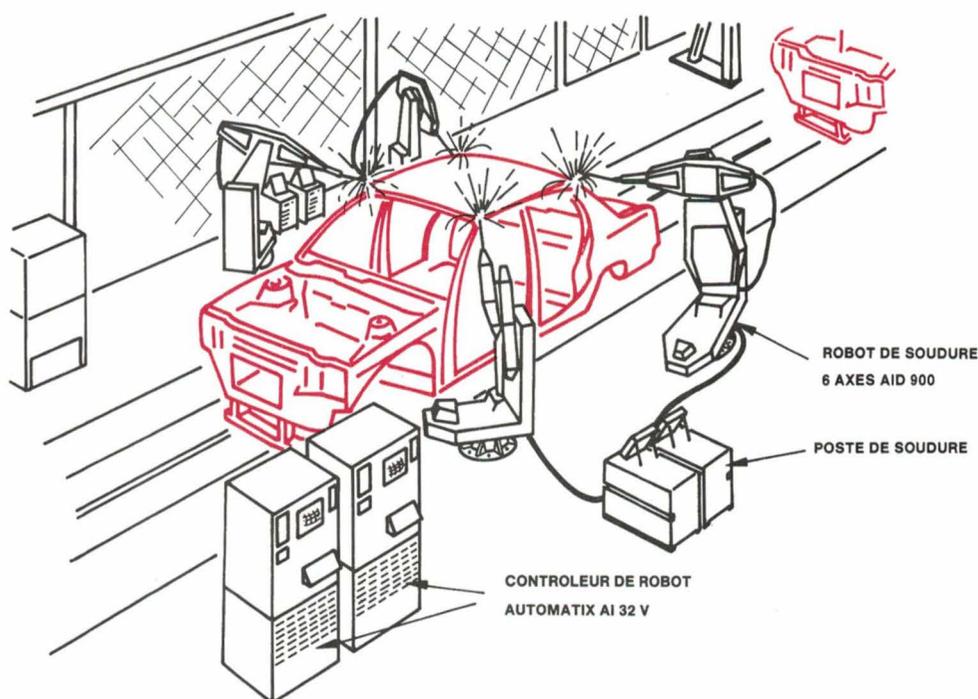


Fig. 4. – Soudo-brasage de joint par « Robovision » d'Automatix : la position du joint d'un pavillon de custode d'une Peugeot 205 est déterminée par l'intersection de faisceaux laser avec la caisse. Le système de vision calcule alors la position du joint dans l'espace, ainsi que sa largeur et sa profondeur. Le contrôleur détermine ensuite la trajectoire du robot, les paramètres de soudure à utiliser, et positionne la torche pour un brasage optimal du joint. Le système de vision calcule, pour chaque caisse, une nouvelle trajectoire. De telles solutions ont été implantées avec succès dans plusieurs usines de General Motors.

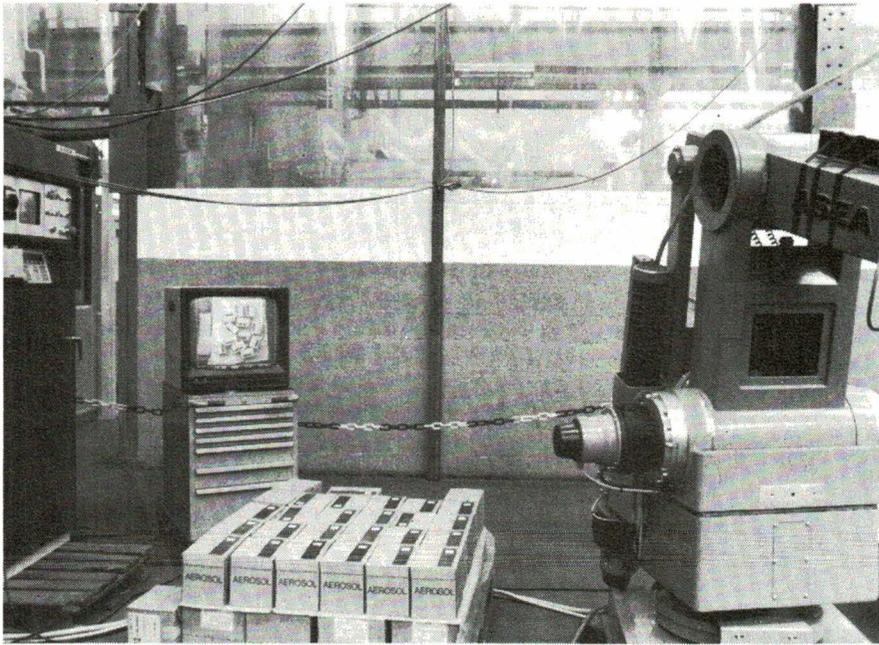


Photo 4. – Robot et vision font bon ménage... (Cliché ASEA.)

COMPAGNIES	RANG
Automatix	1 ^{er}
GE (IVS Div.)	2 ^e
Intellex	2 ^e
GMF	4 ^e
Machine Vision International	4 ^e
Robotic Vision Systems	4 ^e
ASEA	7 ^e
Object Recognition Systems	7 ^e

AUTRES SOCIETES

Adept Technology
Advanced Robotics
Anorad
Applied Intelligence Systems
Autoflex
Automation Intelligence
Control Automation
Rank Videometrics
Synthetic Vision Systems

(Source : International Resource Development INC.)

Tableau 1. – Les grands offreurs de la visionique.

Les robots voient en couleurs

La situation du « robot voyant » est reprise par *International Resource Development Inc. (IRD)*, qui estime à 60 000 leur nombre installé aux Etats-Unis au cours des dix prochaines années (alors que le nombre total de robots, voyants comme non-voyants, atteindra 250 000 unités). « Bien que le marché de la vision robotique soit finalement en phase de décollage, nous estimons qu'il y a encore beaucoup trop de fournisseurs sur la place publique », explique en substance dans son rapport à IRD (3) Matthijs Moes, pour qui il n'y a en fait qu'une quinzaine de fournisseurs sérieux... c'est-à-dire capables de subsister après la tourmente des regroupements industriels : c'est ainsi que *General Motors* a pris des participations

dans cinq grandes sociétés spécialisées en vision (*Automatix, Diffracto, Robotic Vision Systems, View Engineering, Applied Intelligent Systems*) ; *BMW* a monté avec *American Robot* une société spécialisée, *American Industrial Vision*, chargée de développer un système de suivi de joint de soudage (le « Vision Tracker ») ; *Analog Devices* est entrée dans le capital du bordelais *I2S* et *Matra* a cédé *Robotronics* à l'américain *Allen-Bradley* (4). « *General Electric* et *IBM*, à l'instar de *General Motors*, vont eux aussi participer à la disparition des plus petites entreprises du secteur, en les rachetant à l'occasion », poursuit *M. Moes*.

Les Japonais, semble-t-il, ne paraissent pas inquiéter les Américains : « L'avance prise par les entreprises américaines en matière de traitement du signal, dont les recherches sont financées par les programmes militaires et ceux ayant trait au développement des circuits intégrés à très grande vitesse, les fameux VHSIC, met à l'aise l'Amérique qui va trouver dans le Japon plutôt un partenaire qu'un concurrent »... d'où les relations de partenariat entre *General Motors* et *Fanuc*, comme celles existant entre *IBM* et *Sankyo-Seiki*.

Tout cela traduit une forte effervescence autour du système de vision,

jugé comme étant un élément indispensable dans l'usine du futur. « Dans les années à venir, nous verrons apparaître des systèmes avec des possibilités nouvelles grâce à des matériels spécialisés, des modèles d'objets à trois dimensions, au traitement des images en couleurs, et à l'exploitation de connaissances de plus en plus riches », estime G. Mezin (*ITMI*) : « Cette progression est non seulement conditionnée par la recherche en logiciel, laquelle amène souvent à la définition d'algorithmes lents sur un ordinateur classique ; elle dépendra aussi des progrès de fabrication des circuits VLSI. »

Jusqu'alors, les robots n'avaient qu'une vision monochrome : ils voyaient des images en noir et blanc seulement. Une limitation qui est en passe de disparaître progressivement : « L'intérêt de la couleur est de pouvoir distinguer des objets de couleur ayant la même dimension et la même forme », précise Y. Mahdaviéh (*Automatix International UK*). La couleur permet en particulier des informations tridimensionnelles extrêmement précieuses aux robots d'assemblage et d'inspection.

(à suivre)

M. Ferretti

(2) « Industrial vision systems market in Europe » et « The industrial vision systems market in the US », deux études *Frost & Sullivan* (Mme M. Négrier), 10, rue Vivienne, 75002 Paris. Tél. : 42.60.58.60.

(3) « Robot vision systems », Etude *IRD* (Mme Suzanne Bores), 6 Prowitt Street, Norwalk, CT 06855, USA.

(4) « Visionique : une réalité industrielle », par Marc Ferretti, *Sciences & Techniques*, n° 17, juillet-août 1985.

Applications

Relevé séquentiel automatique d'une consommation d'électricité

Ce système simple et original, qui ne fait appel qu'à un nombre réduit de composants couramment disponibles sur le marché, transmet vers une centrale d'acquisition de données (ou vers un micro-ordinateur) les informations concernant la consommation d'énergie d'un circuit électrique. Le dispositif, ainsi qu'on le verra ci-après, permet d'intégrer des indications sur une durée qui peut s'étendre de une heure à une journée. Au prix de modifications peu complexes, des durées de valeurs supérieures ou inférieures sont toutefois possibles à obtenir.

Le « cahier des charges »

Lorsqu'un circuit électrique comprend des appareils qui fonctionnent de façon temporaire ou à des régimes variables au cours du temps, la détermination suivie de l'énergie mise en jeu, par les méthodes classiques de relevé et transcription, est difficile à réaliser. Dans le cas où ce paramètre : la consommation d'énergie électrique, fait partie des données nécessaires à une exploitation automatique par ordinateur, ou doit être mémorisée à des fins de dépouillement ultérieur, il est indispensable qu'il puisse être transmis à une centrale de mesure. Celle-ci effectue des cycles de mesure séquentiels et transcrit les résultats sur des feuilles imprimées. Elle fonctionne selon un programme préaffiché et les opérations de mesure et de transcription sont déclenchées soit par une horloge, soit par un signal extérieur.

Ce problème se rencontre, par exemple, lors de l'étude du bilan énergétique d'une installation prototype de chauffage comprenant une pompe à chaleur. Un relevé horaire de tous les paramètres de fonctionnement de l'installation est nécessaire et cela, pour une période qui peut atteindre plusieurs mois. Les grandeurs physiques à mesurer sont converties par des capteurs en grandeurs électriques exploitables par la centrale d'acquisition de données. Le régime de fonctionnement de la pompe à chaleur dépend des conditions atmosphériques, des apports et des besoins en énergie, et est donc imprévisible.

Le dispositif réalisé permet d'intégrer sur une heure l'information concernant l'énergie électrique fournie à l'installation et de la transmettre à la centrale de mesure sous forme d'un signal analogique de 10 V au maximum.

Electricité de France procède à l'enregistrement, à des fins d'étude de consommation, d'échantillons représentatifs de certains types de clients. Ces enregistrements, faits sur bande magnétique (mini-cassette), ne peuvent être directement exploités par une centrale de mesure ou un ordinateur pourvu d'une carte d'entrées analogiques.

L'appareil de base est un compteur électrique triphasé quatre fils, de constante $k = 8 \text{ Wh/tour}$ de disque (photo 1). Il permet de totaliser la consommation électrique de toute installation. Cette information est transmise mécaniquement au compteur totaliseur par la rotation du disque.

Nous avons complété cet appareil de la façon suivante : tenant compte de la valeur de k , le disque a été divisé en huit secteurs égaux par des bandes noires adhésives de 4 mm de largeur disposées sur sa face inférieure. Un

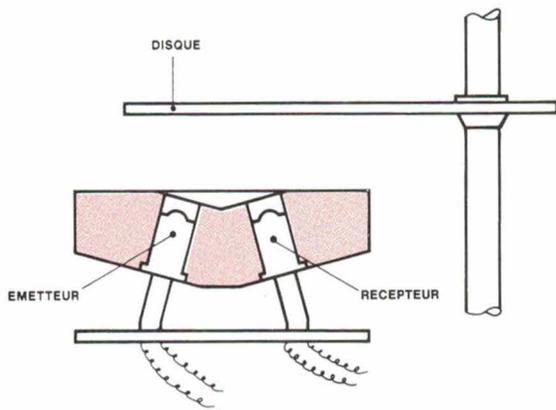


Fig. 1. - Détail de l'ensemble émetteur-récepteur I.R.

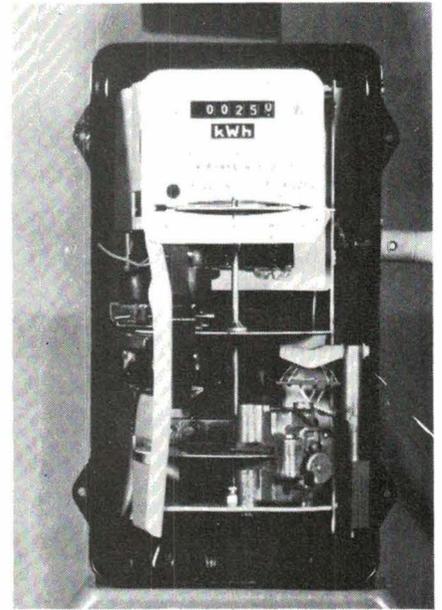


Photo 1. - Le compteur après adaptation.

émetteur et un récepteur infrarouge, travaillant par réflexion, sont orientés par un montage approprié (photo 2, fig. 1). Le passage de chaque bande noire provoque une variation de l'in-

tensité du faisceau recueilli par le récepteur. C'est cette information qui est utilisée, après traitement par une électronique appropriée, pour « compter les watts-heure ».

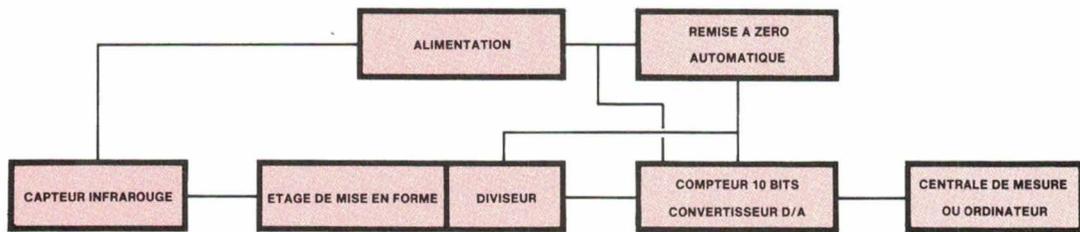


Fig. 2. - Schéma synoptique du montage.

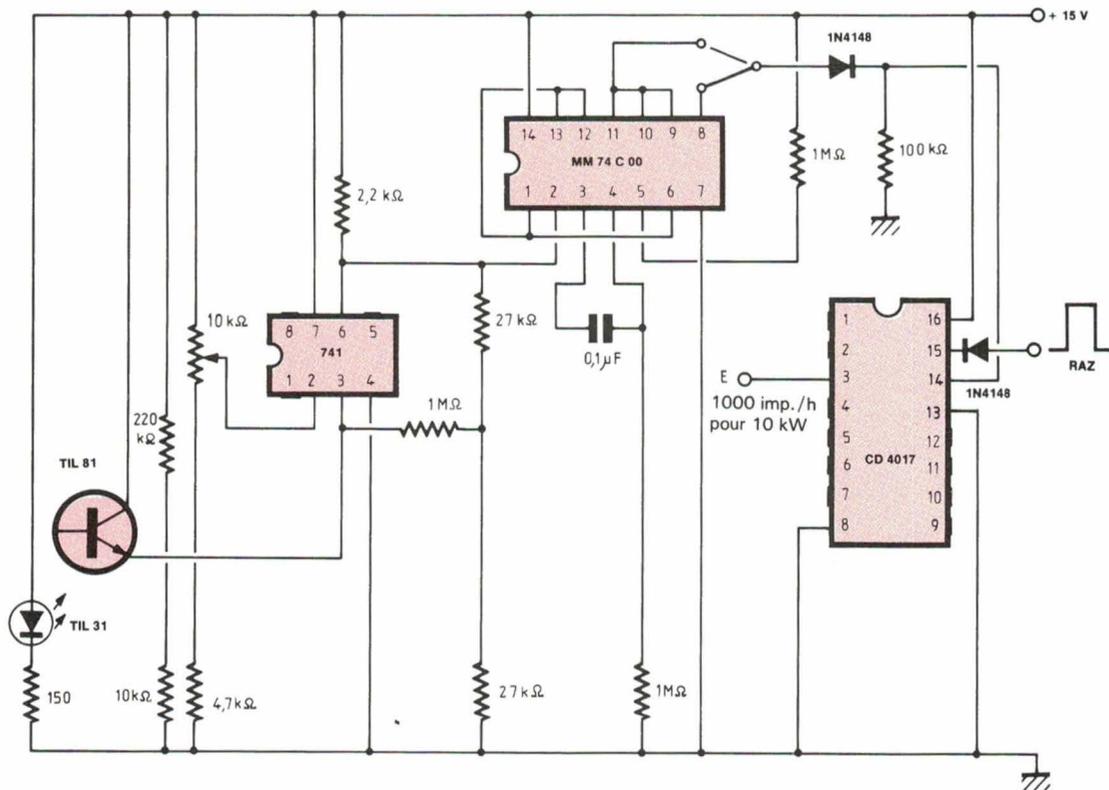


Fig. 3. - Etage de mise en forme et diviseur. On peut par commutation (bornes 8 et 9-11 du 74 C 00) « inverser » les créneaux.

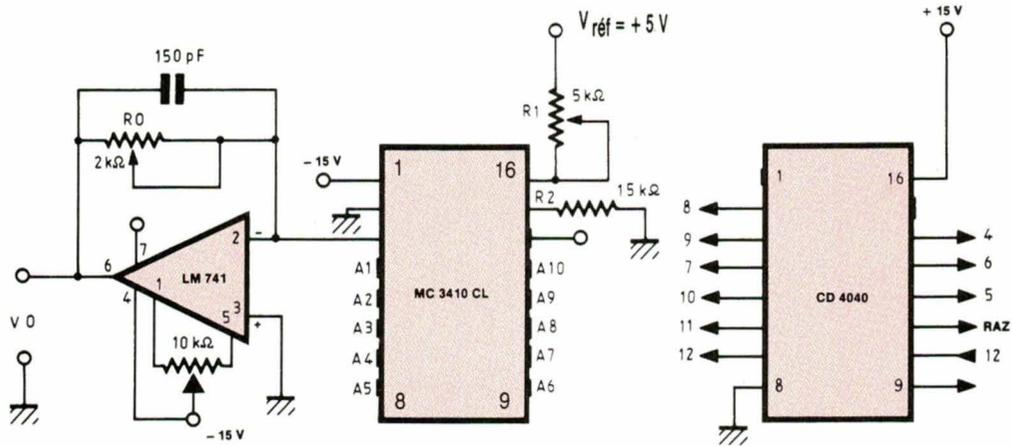


Fig. 4a. — L'ensemble compteur / convertisseur digital-analogique.

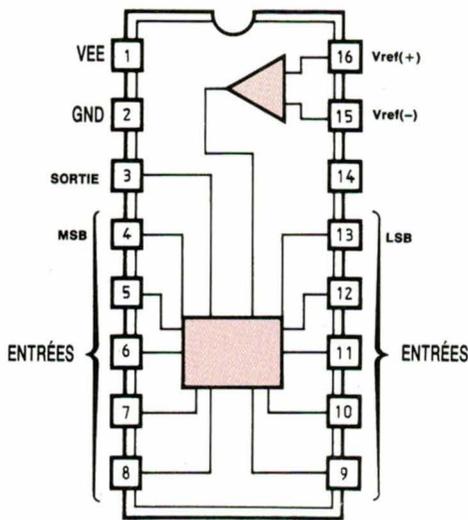


Fig. 4b (ci-dessus) et 4c (ci-dessous). — Brochage et synoptique interne du MC 3410 CL.

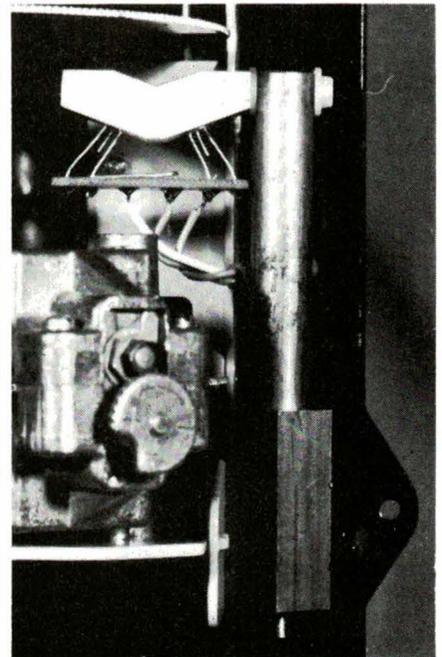
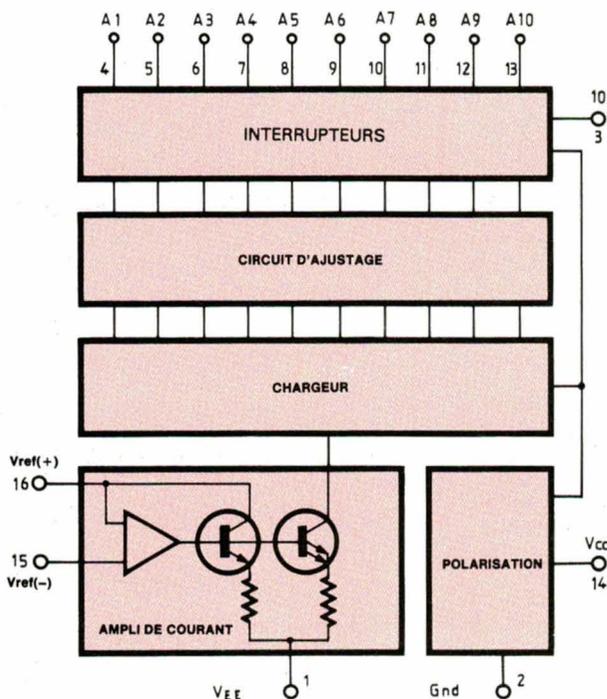


Photo 2. — Détail de l'ensemble émetteur-récepteur I.R.

Description et mise en œuvre

Le schéma synoptique du montage est donné à la figure 2. Le capteur est constitué d'un ensemble émetteur-récepteur infrarouge. La diode LED émettrice (TIL 31) et le phototransistor récepteur (TIL 81) ont été sélectionnés pour leur forte directivité : 10° d'ouverture pour l'émetteur et 20° pour le récepteur. Cette particularité et le choix de la longueur d'onde permettent de s'affranchir des problèmes liés à la luminosité ambiante.

Le schéma complet de l'ensemble capteur infrarouge, étage de mise en forme et diviseur est représenté sur la figure 3.

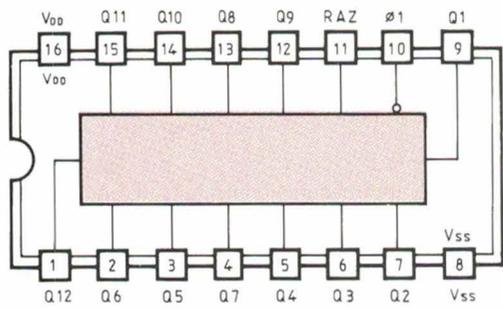


Fig. 5a. - Brochage du CD4040.

La mise en forme du signal émis par le phototransistor récepteur est assurée par un ampli opérationnel LM 741 monté en bascule de *Schmidt* suivi d'un monostable construit autour d'un 74C00 qui délivre des crêteaux de durée constante. Ces crêteaux peuvent être inversés, ce qui permet de détecter, indifféremment, des traits noirs sur fond blanc, ou des traits blancs sur fond noir. Nous obtenons ainsi un crêteau par watt-heure fourni à l'installation. Celle-ci ayant une consommation maximum proche de 10 kW et le convertisseur D/A utilisé dans l'étage suivant étant un 10 bits, nous avons fait suivre l'étage de mise en forme d'un circuit CD 4017 monté en diviseur par 10. La résolution finale du dispositif est ainsi de 10 Wh.

L'ensemble du montage réalisé sur une plaque de circuit encartable apparaît sur la photo 3.

A l'intention des lecteurs qui ne pourraient se reporter aisément aux numéros 13 et 23 de notre revue [1]

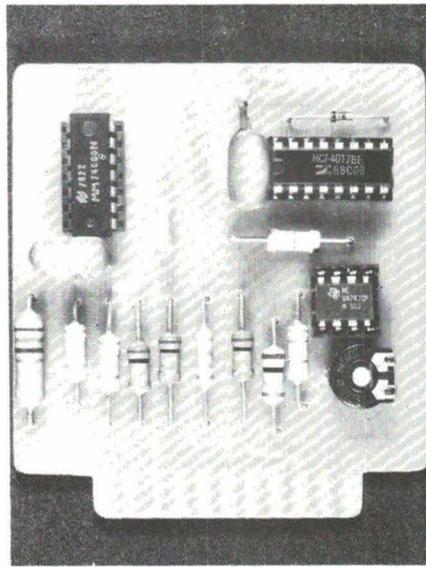


Photo 3. - Carte étage mise en forme/diviseur.

[2], nous pensons utile de rappeler succinctement le principe de fonctionnement de l'ensemble compteur/convertisseur digital-analogique.

Le schéma complet de cet ensemble est représenté à la figure 4a. Le brochage et le synoptique interne des circuits utilisés apparaissent sur la figure 4b.

Le circuit CD 4040 représenté à la figure 5 est un compteur 12 bits dont seulement 10 sont utilisés ; il est suivi par le convertisseur digital-analogique Motorola MC 3410.

Le diagramme indiquant le courant de sortie en fonction du mot digital d'entrée apparaît sur la figure 6. 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 :

$$V_0 = 2 R_0/R_1 V_{REF} (A_1/2 + A_2/4 + A_3/8 + A_4/16 + A_5/32 + A_6/64 + A_7/128 + A_8/256 + A_9/512 + A_{10}/1024)$$

$A_i = 0$ 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 MC 3410 est calculé d'après la formule :

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

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

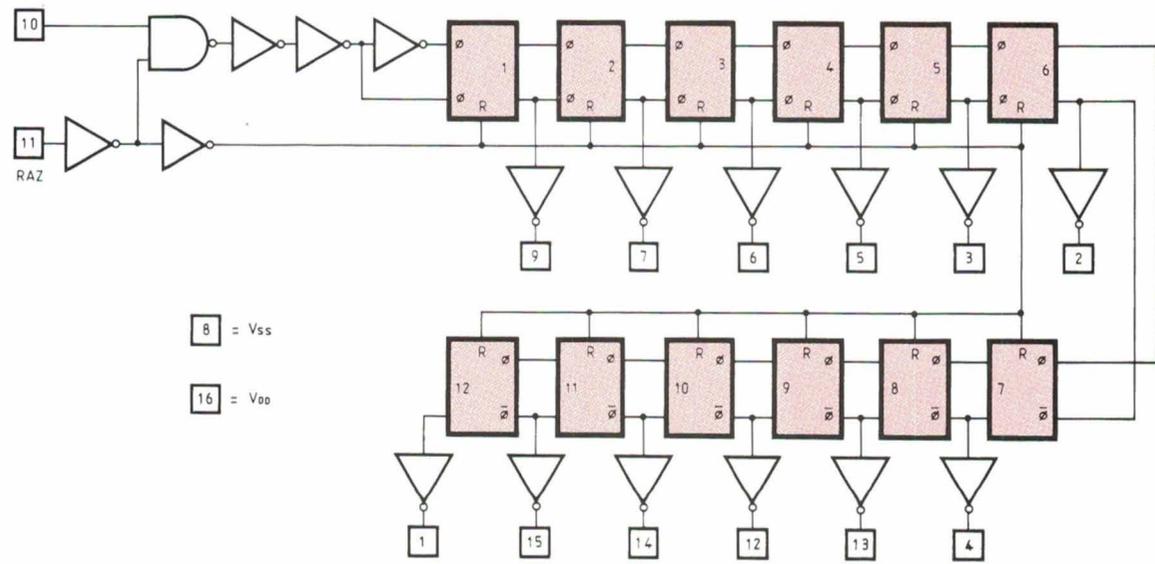


Fig. 5b. - Synoptique interne du CD 4040.

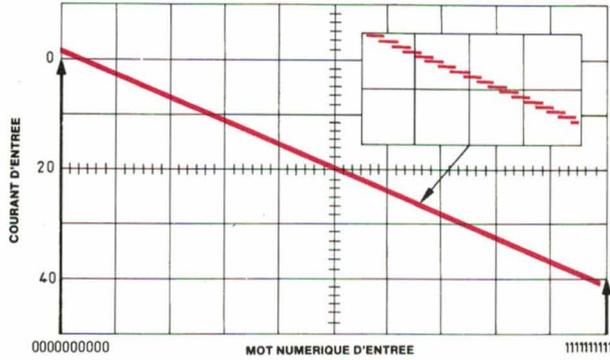


Fig. 6. – Diagramme courant de sortie/mot digital d'entrée du MC 3410.

Les réglages se réduisent à ajuster R_1 de telle sorte que le courant de référence soit égal à 2 mA ; puis, en mettant toutes les sorties A_i à la masse, on règle le potentiomètre de 10 k Ω 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 (000 10 1111) apparaît à l'entrée du convertisseur digital-analogique.

Pour faire ce dernier réglage, il suffit de relier, après avoir enlevé le compteur CD 4040, les broches 9, 11, 12, 13 du MC 3410 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 10 V.

La remise à zéro de l'étage diviseur et du compteur se fait automatiquement à partir des signaux de commande de l'imprimante de la centrale de mesure.

L'ensemble du montage réalisé sur la plaque du circuit imprimé encartable apparaît sur la photo 4.

Enfin, la figure 7 donne le schéma de l'alimentation.

Ce dispositif expérimental, associé à ceux précédemment décrits [1] et [2], nous permet depuis plusieurs années d'exploiter automatiquement

les résultats des mesures effectuées sur une installation prototype de chauffage solaire. Nous pouvons ainsi vérifier l'influence des paramètres climatiques (température, humidité, ensoleillement) sur le bilan énergétique d'une maison solaire, l'énergie électrique n'intervenant qu'en tant qu'appoint durant la période hivernale.

M. Bonnis-Sassi et G. Gessinn
Laboratoire de Physique
électronique et Energie solaire
Université Paul Sabatier
Toulouse.
Avec la collaboration de
J.-C. Neyrou et P. Verdino

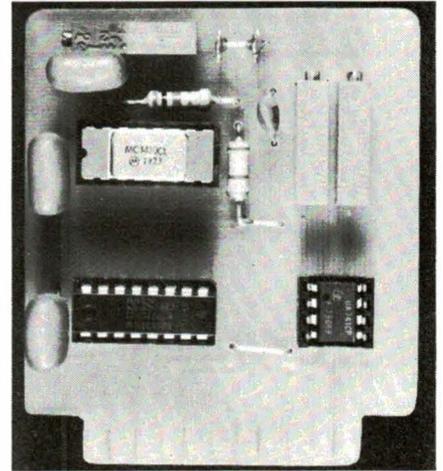


Photo 4. – Ensemble compteur / convertisseur digital analogique.

Bibliographie

- [1] Mesure du flux moyen du rayonnement solaire, *Electronique Applications* n° 13, p. 13.
- [2] Unité de mesures anémométriques, *Electronique Applications* n° 23, p. 17.

Ce montage étant couplé au réseau Edf, nos lecteurs sont invités à en vérifier, au niveau de leur propre installation, la conformité aux normes en vigueur.

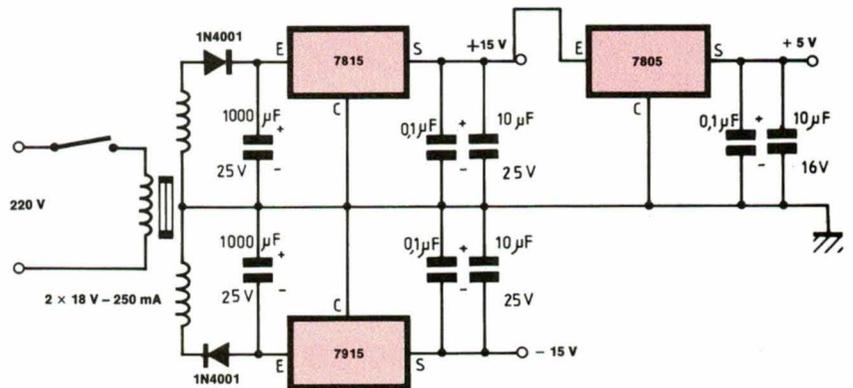


Fig. 7. – Schéma de l'alimentation.

ELECTRONIQUE APPLICATIONS est une publication de la Société Parisienne d'Édition.

Société Anonyme au capital de 1 950 000,00 F

Siège social

43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10

Création : 1909

Durée : 140 ans

Président-Directeur Général

Directeur de la Publication : J.P. VENTILLARD

Rédacteur en Chef : Jean-Claude ROUSSEZ

Actionnaires :

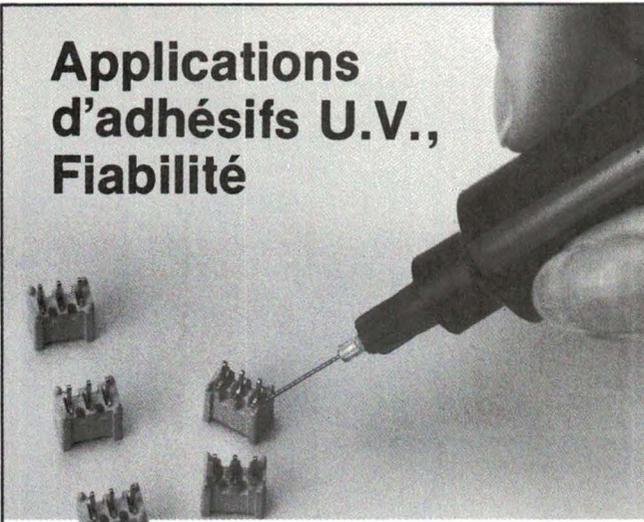
Publications Radioélectriques et Scientifiques
Monsieur J.-P. Ventillard
Madame Paule Ventillard

Tirage moyen 1984 : 53 793

Diffusion moyenne 1984 : 29 404

Chiffre d'Affaires 1984 de la Société Parisienne d'Édition : 92 863 848,00 F

Applications d'adhésifs U.V., Fiabilité



L'applicateur automatique 1000XLE vous permettra sans gachis ni erreurs, une cadence plus rapide de vos dépôts précis et uniformes, d'adhésifs réagissant aux U.V.

Offre d'essai gratuit de 30 jours

Utilisez le 1000XLE gratuitement sur vos chaînes de production pendant 30 jours et jugez...

NUMEROVERT
APPEL GRATUIT

05.33.11.33

EFD
FRANCE

62-70, rue Yvan Tourgueneff
78380 BOUGIVAL

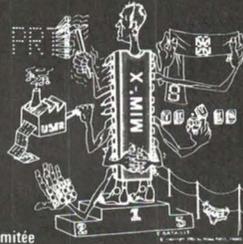


SERVICE-ANNONCEURS N° 8

**KIT
D'ÉVALUATION
du MIW®-F-C51**
avec documentation

1000 F.HT

Prix promotionnel Quantité limitée



**PRIX du
MIW®-F-C51**

1 à 249 **295 F.HT**

5000 **99 F.HT**

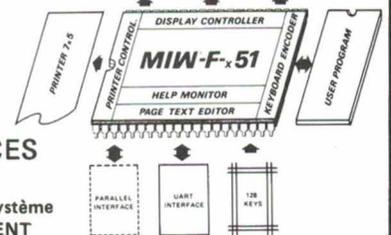
APPAREILS DE MESURE ET DE CONTRÔLE TERMINAUX INDUSTRIELS ET SPÉCIAUX

... C'est notre spécialité à votre service !

1/2 de votre application déjà faite par le MIW®-F-C51

Notre carte de visite
MIW®-F-C51 = 1 Chip CMOS =
1 µP 80C51 + 10 contrôleurs transparents
Développé avec l'aide d'ANVAR

UN 8051
plus intelligent que les autres



CONFÉRENCES sur demande

En préparation : Système
de DÉVELOPPEMENT

MIW® SA 34, rue du Général Brunet, 75019 PARIS

Tél. (33.1) 42 00 99 75

SERVICE-ANNONCEURS N° 9

LA SÉCURITÉ !

**ALIMENTATIONS A DÉCOUPAGE
BUS-VME - 100 W - 200 W - 300 W
EURODIMENSION 6U**

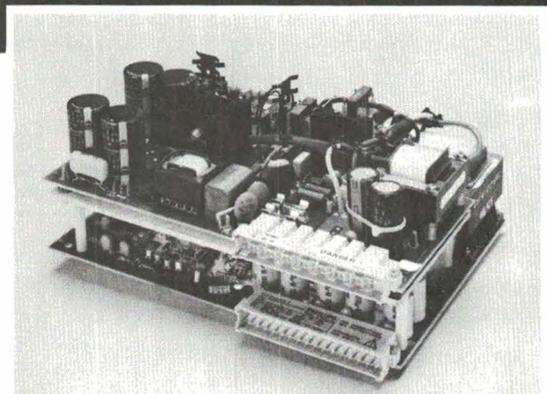
LABELS



S.A. PHILIPS INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
Division Science et Industrie, 105, rue de Paris, B.P. 62
93002 BOBIGNY CEDEX - Tél. (1) 48.30.11.11 - Télex 210 290



Mesure



PHILIPS

M 47/86

SERVICE-ANNONCEURS N° 10

Applications

Interface de puissance « microprocesseur » pour commande de hacheurs

Il n'est pas nouveau de dire que les techniques numériques ont envahi tous les domaines de l'électronique. Certains domaines restent cependant à piocher : c'est, entre autres, celui des interfaces de puissance. Il correspond à l'apparition de convertisseurs statiques, à haut rendement, très robustes et très fiables, en électronique de puissance. Cela conduit à la conception d'amplificateurs de classe D à entrée numérique et à sécurité accrue. Les applications vont de l'amplificateur de puissance à haute fidélité et à haut rendement, à la commande des servomoteurs. Ces deux extrêmes correspondent aux implications minimale et maximale d'un calculateur dans l'élaboration de la commande numérique de l'interface.

Conception de l'interface de puissance

L'interface qui a été réalisé est le trait d'union entre le microprocesseur MC 6809 et un hacheur à transistors V-MOS (1). Son étude peut être étendue à d'autres commutateurs de puissance et comporte deux volets :

— Côté puissance, nous devons faire le choix d'une structure de commutateurs qui soit d'application la plus vaste possible et regarder quels sont les impératifs de sécurité des organes de puissance.

— Côté microélectronique, il faut organiser le dialogue entre le composant et le microprocesseur. Le but est de soulager au maximum le travail du microprocesseur.

Les impératifs de sécurité des organes de puissance sont présents dans ces deux volets. Ils représentent les

problèmes de protection passive, où l'on évite des commandes dangereuses (les médecins parleraient de prévention), et les problèmes de protection active, où l'on change, en cas d'alerte, la commande des organes de puissance. Ceci implique de cataloguer toutes les formes de signaux à générer et de prévoir des entrées d'in-

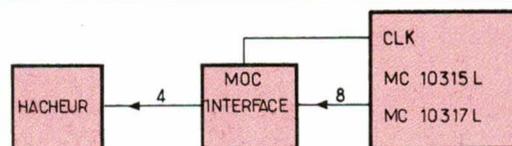


Fig. 1

terruption de différents niveaux avec leurs entrées/sorties de contrôle connexes, en cas de problème sur la partie puissance.

Domaines d'applications

Il serait difficile et fastidieux de présenter toutes les applications possibles. Nous nous contenterons de présenter celles que nous avons réalisées (1), (2).

Amplificateur de classe D (fig. 1)

Il correspond à la dégradation la plus totale du rôle du calculateur dans la commande de l'interface. De fait, les impératifs de bande passante la plus large possible imposent d'avoir un rapport cyclique programmable à la fréquence la plus élevée possible. Ceci ne laisse guère de temps de calcul à un microprocesseur classique. En commandant la logique TTL à une fréquence de 12,8 MHz, nous avons obtenu une fréquence de répétition de 200 kHz. Le dialogue entre l'interface et les deux convertisseurs flash 7 bits cascadables MC 10315L et MC 10317L est assuré par une sortie annexe de synchronisation que nous avons installée sur l'interface. Elle provoque la conversion numérique et la prise en compte dans le registre d'entrée de l'interface. La donnée fournie par les ADC est donc copiée sans aucune autre précaution dans l'interface d'un hacheur constitué de 16 VN64GA. La bande passante est de 20 kHz pour des possibilités de 50 V-10 A.

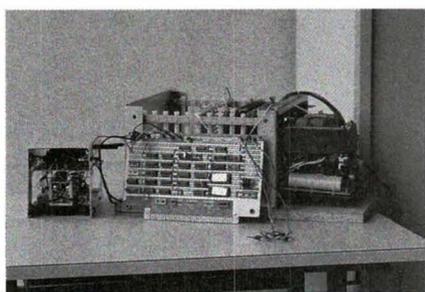


Fig. 2

Un microprocesseur peut évidemment effectuer aussi ce travail de copie. Mais alors la prise en compte des informations n'est pas synchrone, ce qui génère de la « ronflette ». Avec un MC 6809, la bande passante était de 6 kHz avec une ronflette de 2 kHz ; l'interface avait une fréquence de ré-

pétition de 80 kHz. La figure 2 donne l'aspect du prototype effectivement réalisé.

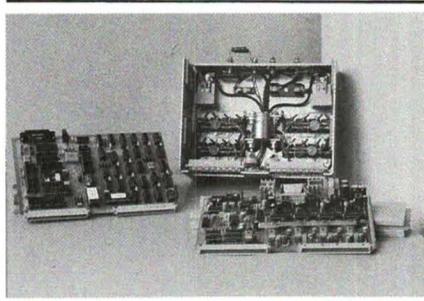


Fig. 3

Commande de servomoteur (2), (3)

Dans une machine à commande numérique, on peut distinguer deux sous-ensembles : l'organe de calcul et l'ensemble des dispositifs de liaison avec les parties mécaniques de la machine. C'est dans ce dernier domaine que règnent les servomoteurs. La plupart sont à courant continu et sont commandés par une triple boucle de rétroaction : en courant, en vitesse et en position. Les codeurs optiques fournissent naturellement une information numérique. Par contre, l'interface numérique spécialisée pour la commande des hacheurs de contrôle des servomoteurs n'existe pas. Les réalisations rencontrées jusqu'ici sont souvent incomplètes et/ou lentes, et souvent plus lourdes que celle que nous avons réalisée.

Résumons les désirs d'un utilisateur de servomoteur : il lui faut un véritable bloc de positionnement, rapide, qui ne reçoit que des ordres de positionnement et qui délivre des informations d'état (positionnement en cours, pannes, vieillissement, échauffement...). Il est clair qu'un interface, au sens strict, ne peut répondre seul à un cahier des charges aussi rigoureux. Il faut une unité centrale complète qui

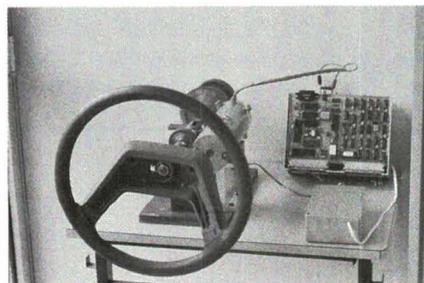


Fig. 4

dialogue alors avec le calculateur par l'intermédiaire d'un bus RS 232 ou VME... Ceci étant admis, nous pouvons donc redéfinir le rôle de l'interface de commande du hacheur. Il devra fournir les signaux de commande des commutateurs du hacheur, de même qu'en électronique faibles signaux, un DAC fournit une tension, et ce en assurant la sécurité des commutateurs. D'autre part, pour obtenir un courant donné avec un hacheur, il existe plusieurs stratégies de commande des commutateurs : ce choix doit donc être programmable ou définitivement fait. Suivant la nature des commutateurs eux-mêmes, la protection passive n'est pas la même : le temps mort de commutation doit donc être programmable, ainsi que la fréquence de répétition. L'interface, au sens large, a été réalisé (4). Il est montré sur la figure 3. Il est constitué autour du MC 6809 accompagné de 8 K-octets de EPROM, 2 K-octets de RAM, d'un ADC onze voies MC 14442, d'une liaison RS 232, d'un PIA et de l'interface au sens strict. Il a été utilisé dans un asservissement adaptatif de contrôle de la direction d'une automobile (2, 7, 8) (fig. 4).

Le hacheur est à structure en H de possibilités 50 V, 50 A, 15 kHz. Les commutateurs de puissance utilisés sont des HEXFET IRF 132 et les stratégies de commande sont les unipolaires positive et négative (5). Il est entièrement décrit au troisième paragraphe de cet article.

Examinons maintenant la structure en H, les problèmes de sécurité des composants de l'électronique de puissance et la façon de commander ces composants.

Etude générale de la structure du hacheur

La structure de l'électronique de puissance est celle de la figure 5. La source de tension est réversible en courant, et la source de courant dans la branche horizontale du H est réversible en tension et en courant. Cette structure correspond à celle d'un hacheur, mais peut être utilisée pour constituer un onduleur à phase et à fréquence variables (9). L'objectif qui nous intéresse est le hacheur, avec lequel, du reste, on pourrait constituer un onduleur à modulation de largeur (10).

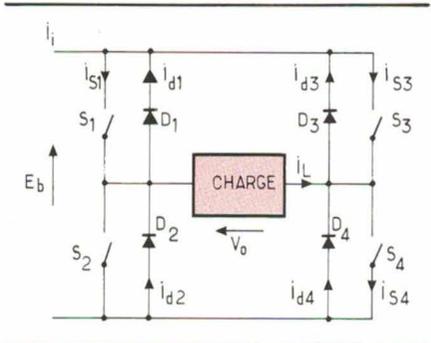


Fig. 5

Stratégies de commande

Elles sont au nombre de quatre : la **stratégie bipolaire** est la plus simple ; elle propose de fermer cycliquement simultanément S1 et S3 puis S2 et S4. Si nous supposons les commutateurs S1, S2, S3 et S4 et les diodes D1, D2, D3 et D4 parfaits, nous obtenons pour cette stratégie les chronogrammes de la figure 6.

L'avantage de cette stratégie est qu'elle permet un rafraîchissement des commutateurs à chaque cycle au voisinage du zéro du courant moyen dans la charge. Ceci est important pour deux raisons : la première est que les circuits d'aide à la commutation, s'ils existent, sont rafraîchis à chaque cycle. La deuxième est que la commande est effectivement confirmée à chaque cycle pour chaque commutateur. Les inconvénients sont une ondulation forte de la tension aux bornes de la charge, surtout au voisinage du zéro, ce qui peut nécessiter un filtrage, et une commutation des quatre commutateurs à chaque cycle ce qui est une source de pertes.

La **stratégie unipolaire positive** ne permet pas de changer le sens de la tension appliquée à la source de courant. S3 est fermé en permanence et S4 ouvert en permanence. S1 et S2

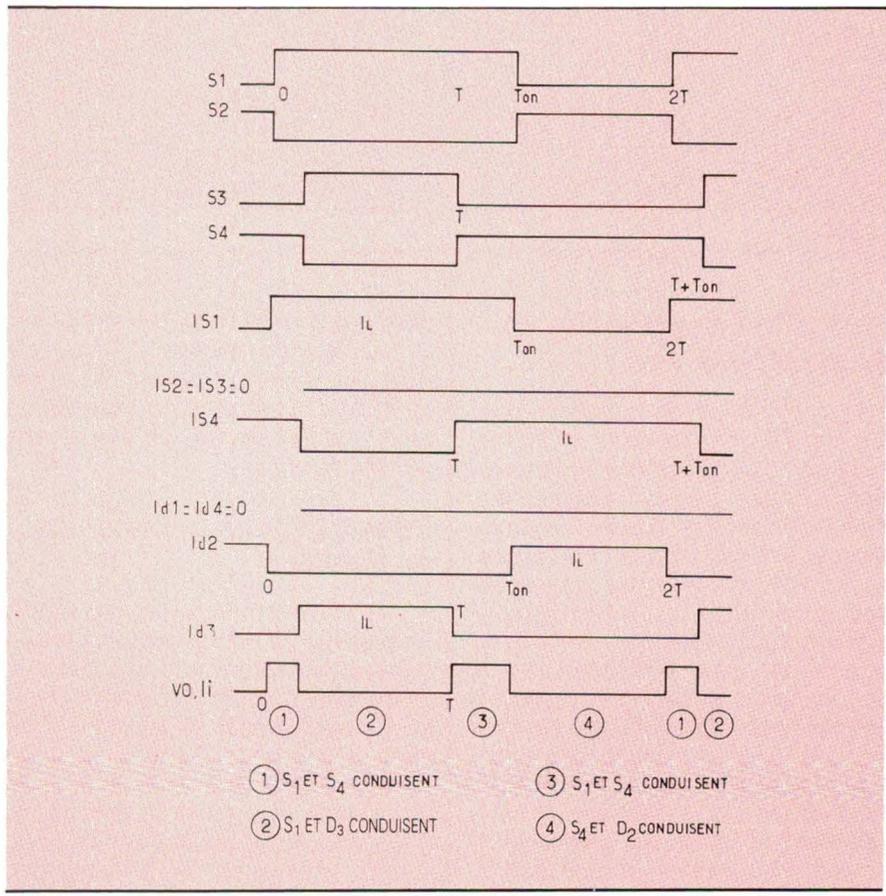


Fig. 7

sont complémentaires et fermés cycliquement. Une autre possibilité est de fermer S2 en permanence et d'ouvrir S1 en permanence. S3 et S4 sont fermés cycliquement de façon complémentaire. La première éventualité est la plus intéressante, car il est plus facile en pratique, de commander S2 et S4, bien référencés par rapport à la masse, que de commander S1 et S3. La **stratégie unipolaire négative** est le pendant de la positive ; les rôles de S1 et S3 d'une part et de S2 et S4 d'autre part s'échangent. Les avantages sont une division par deux du nombre des commutations par cycle, par rapport à la stratégie précédente,

donc moins de pertes, une ondulation faible surtout au voisinage du zéro et des positions extrêmes, une simplicité d'emploi en association des deux stratégies, et enfin une fréquence double ou une résolution double accessibles par rapport aux autres stratégies. L'inconvénient majeur réside dans le fait que la commande n'est pas rafraîchie régulièrement pour certains commutateurs.

La **stratégie unipolaire modifiée** (11) a un fonctionnement qui s'étend sur deux cycles comme cela est représenté à la figure 7. On remarque que S1 et S2 sont identiques en durée mais décalés d'une période ; de même S3 et S4. La mise en œuvre est plus lourde, le changement de rapport cyclique n'est pas convenable : un cycle correctement changé sur S1 et S2 ne peut l'être sur S3 et S4. Les problèmes aux limites sont multipliés par deux : aux voisinages du zéro et des positions extrêmes. Les avantages sont deux commutations par cycle, une ondulation faible aux voisinages du zéro et des positions extrêmes, les tensions positive et négative aux bornes de la charge sont directement accessibles et enfin, but essentiel de cette stratégie, les commandes sont constamment rafraîchies.

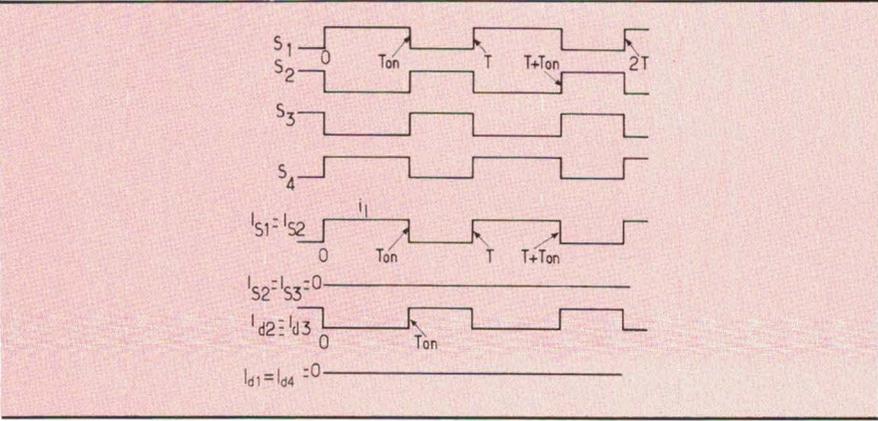


Fig. 6

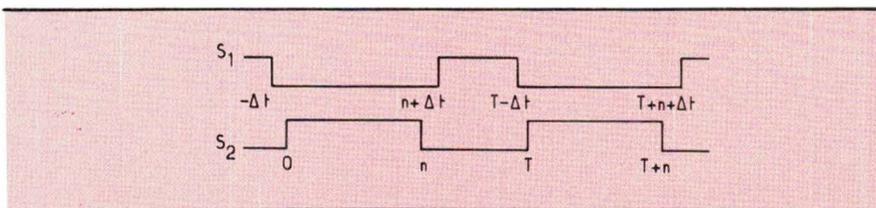


Fig. 8

Protection des transistors de puissance (12)

Les transistors de puissance sont des composants robustes et fiables, capables d'accepter des surcharges pendant des durées raisonnables. Dans les systèmes couramment rencontrés à l'heure actuelle, les concepteurs profitent de cette robustesse pour commander de façon complémentaire, aux délais de la logique de commande près, les commutateurs de puissance en série par rapport à l'alimentation. Cette façon de faire s'accompagne de pertes de commutation importantes, limite les possibilités d'exploitation maximale des commutateurs et induit des parasites qui rendent l'exploitation directe des signaux de commande par une logique à microprocesseur peu fiable. Notre système procure aux commutateurs des signaux de commande à fréquence fixe et à rapport cyclique programmable, et avec un temps mort de commutation comme cela est représenté à la figure 8.

Cette façon de faire relève de la protection passive des composants, où l'on évite aux composants de puissance la surcharge. Dans un même ordre d'idée, le choix d'une stratégie appropriée est également un procédé de protection passive, car elle permet de respecter les temps minimum et maximum d'un commutateur dans un état donné.

La protection active consiste à placer le commutateur en danger, dans l'état bloqué, car c'est là qu'il est le moins vulnérable. Elle est nécessaire car la charge elle-même peut être source de surcharges dangereuses. La protection active est assurée par des entrées de sécurité qui sont de deux niveaux : pour chacune des stratégies envisagées, on peut définir un transistor qu'il est opportun de bloquer, en cas de problème et pendant la durée de la cause du problème, et seulement ce transistor. Ceci est réalisé par un niveau bas sur \overline{SE} . Pour des problèmes majeurs, une entrée de haute sécurité \overline{PA} réinitialise le composant, ce qui commande alors l'ouverture de tous les transistors et im-

pose une procédure de réinitialisation, si l'on veut commander de nouveau normalement les transistors. \overline{SE} et \overline{PA} sont, pour notre montage, nécessairement commandés par un processeur de sécurité annexe.

Possibilités en commande du hacheur

Nous nous sommes fixés de réaliser un système de bande passante maximale. Cela impose une fréquence la plus élevée possible compatible avec le microprocesseur et les commutateurs de puissance. De plus, cette fréquence élevée facilite le filtrage de l'ondulation et la maîtrise des faibles énergies. L'inconvénient de ces hautes fréquences est d'augmenter les pertes de commutation, qui sont moindres dans notre cas du fait des temps morts de commutation. Enfin on se doit de rappeler que pour un amplificateur de classe D une fréquence de base dix fois plus grande que la fréquence maximale à amplifier est nécessaire.

De plus, le changement de rapports cycliques doit s'effectuer de la façon suivante : un rapport cyclique commencé doit être achevé, la programmation d'une nouvelle valeur n'est ef-

fective qu'au cycle d'après. Ceci n'est évidemment possible que dans le cas des stratégies bipolaires et unipolaires positive et négative. Pour une bande passante maximale, des variables de synchronisation sont donc nécessaires ; car, si la programmation d'une nouvelle valeur est très rapide, son effet est fonction d'un délai R qui est compris entre le temps de calcul nécessaire au composant et le temps représenté par la somme de la période de base T et du maximum entre le temps mort Dt (noté Δt sur les figures 8, 10 et 13) et le temps de calcul C , comme indiqué ci-dessous :

$$C < R < T + \text{Sup}(Dt, C)$$

Enfin, la rapidité, la fiabilité et la souplesse de programmation, que nous désirons, excluent l'utilisation de composant timer du type MC 6840, pour la réalisation de notre projet. Ce composant est lent et nécessite la construction d'une logique annexe au moins aussi lourde que celle mise en œuvre ici.

Organisation générale du timer (1)

Description du composant

Le schéma général du composant correspond à la figure 9. Il comprend quatre registres. Le registre R0, à l'adresse 0, contient le temps mort de commutation sur les bits 0 à 6. Le septième bit est inutilisé. Le registre R1, à l'adresse 1, contient la valeur de N, sur 8 bits. Le registre R2, à

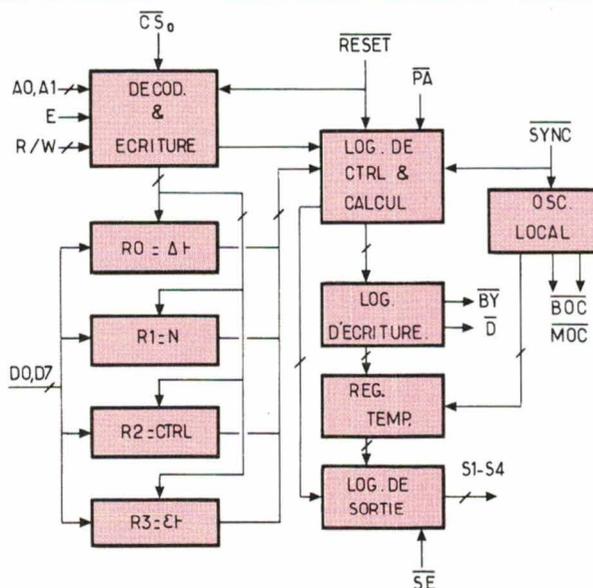


Fig. 9

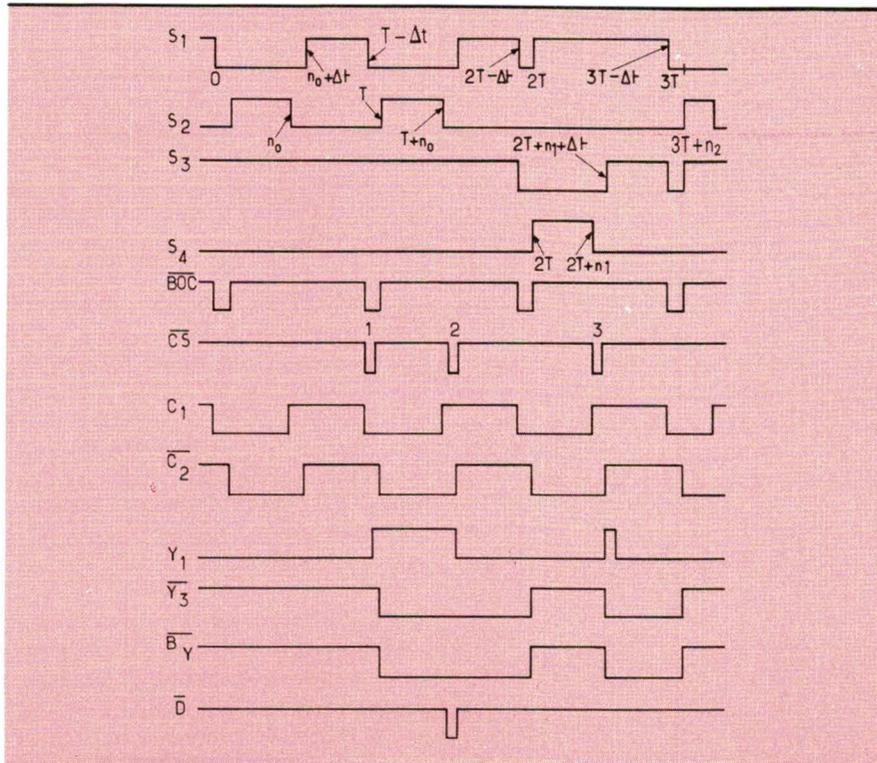


Fig. 10

l'adresse 2, contient le mot de contrôle : les deux bits de poids le plus faible codent les stratégies. On a : 00 = bipolaire, 01 = unipolaire positive, 10 = unipolaire négative, 11 = unipolaire modifiée ; le bit 2 ouvre tous les commutateurs s'il est à zéro. En fonctionnement normal, ce bit doit être à 1. Les autres bits de R2 sont inutilisés. Le choix de l'adressage de ces trois registres a été guidé par le fait que l'on peut avoir besoin de changer simultanément Dt et N , ainsi que N et la stratégie. Une opération de rangement par double registre, tel que D ou X , permet d'atteindre simultanément deux registres à des adresses successives en gardant constamment $\overline{CS0}$ à l'état bas. La prise en compte s'effectuera alors sur le changement du dernier registre de huit bits. Le changement global sera donc effectif au cycle suivant. Le registre R3, à l'adresse 3, contient $\&t$, la valeur minimale de temps de fermeture d'un commutateur sur les bits 0 à 6. Le septième bit est inutilisé.

Les variables d'acquiescement sont \overline{BY} et \overline{D} . \overline{BY} indique par un niveau bas que le système positionne ses registres internes après une programmation réussie, et \overline{D} indique par un niveau bas pendant un cycle du microprocesseur, que le système refuse une valeur programmée, la prise en compte d'une valeur précédente n'étant pas achevée.

\overline{BOC} et \overline{MOC} sont des variables qui indiquent par un niveau bas le début d'un cycle et le milieu d'un cycle. Elles sont les variables de dialogue idéales pour synchroniser les écritures dans le composant, par un autre composant.

\overline{PA} et \overline{SE} sont les entrées de sécurité et la protection active, elles sont commandées par le processeur de sécurité.

\overline{SYNC} est une entrée qui synchronise l'horloge interne sur son flanc montant. Tant que \overline{SYNC} est à l'état bas, les commandes des commutateurs S1, S2, S3 et S4 sont à l'état bas, c'est-à-dire que les commutateurs sont ouverts. \overline{SYNC} peut donc être utilisé à la façon de \overline{SE} . De même \overline{RESET} peut être utilisé à la façon de \overline{PA} .

Programmation du composant

Dans la procédure d'initialisation, un niveau bas sur \overline{RESET} , et dans certaines conditions sur \overline{PA} , ouvre tous les commutateurs ; les registres R0, R1 et R3 sont ainsi disponibles à la programmation. Le système quitte cet état lors de l'écriture de R2, à condition que le bit 2 de R2 soit alors à 1. En fonctionnement normal, pour les stratégies bipolaire et unipolaire positive et négative, les instants du cycle de fonctionnement à repérer sont 0, N , $N+Dt$ et $T-Dt$, ce qui est fait par les variables internes C1 et C2 en code Gray. Trois registres internes contiennent les valeurs N , $N+Dt$ et $T-Dt$; trois autres registres sont prêts à recevoir une nouvelle valeur en cas d'une programmation. Pour la stratégie unipolaire modifiée, il suffit de rajouter une variable interne C3.

Sur la figure 10 nous avons représenté trois programmations. La deuxième a été refusée et \overline{D} passe à

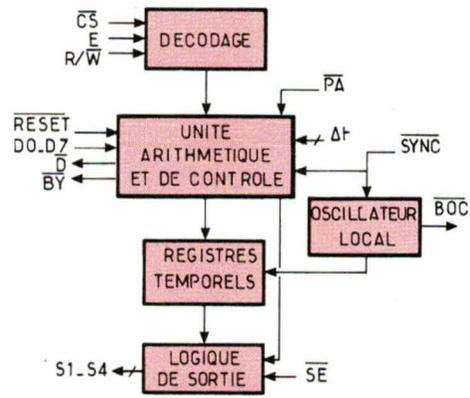


Fig. 11

l'état bas, car le système n'avait pas encore « digéré » la première aux deux premiers cycles. Cette deuxième programmation est perdue. On remarquera que les deux premiers cycles et le dernier sont en stratégie unipolaire négative, et le troisième cycle est en unipolaire positive.

Les variables annexes

Les variables \overline{RESET} , \overline{PA} , \overline{SYNC} et \overline{SE} peuvent interrompre les signaux S1, S2, S3 et S4. Les séquences ainsi provoquées doivent respecter le délai d'ouverture minimum Dt entre les commutations de S1 et S2 et celles de S3 et S4. Enfin, les signaux S1, S2, S3 et S4 doivent être toujours au minimum de δt .

Modèle simplifié (5)

Le prototype précédent, qui a été effectivement réalisé en wrapping, a été « dégradé » et réalisé en version industrielle, tel qu'on peut le voir sur la photo de la figure 3. La face avant est une carte au format double Europe, dont la partie gauche contient une unité centrale complète ; sur la partie droite, se trouve le PWM en logique câblée et programmée. La structure du PWM correspond au synoptique de la figure 11. Le but était de commander des V-MOS.

Nous avons gardé les stratégies unipolaires positive et négative. En effet, elles utilisent au mieux les commutateurs, le taux d'ondulation est faible et elles sont bien adaptées aux transistors V-MOS. D'autre part, le changement de rapport cyclique est souple et le hacheur est inerte lorsque la commande est nulle. Ceci est avantageux du point de vue des parasites. Enfin ces stratégies correspondent à l'utilisation la plus simple du registre N : sa valeur absolue est le temps de fin de conduction du transistor principal et le bit le plus signifiant, qui est le

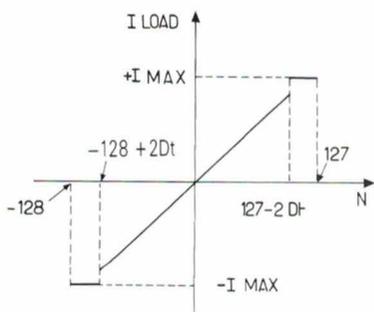


Fig. 12

bit de signe dans le mode complément à deux, sert à discriminer les deux stratégies. La commande est donc la plus simple possible pour le microprocesseur. Le résultat final de ces choix est que la caractéristique du courant dans la charge, en fonction de N , est une droite passant par l'origine. Le PWM n'a plus qu'un registre interne, qui correspond à N , Dt le temps mort de commutation est fixé par des straps, MOC a disparu ainsi que le $RESET$ soft. (Sur le prototype d'amplificateur de classe D qui a été réalisé à partir de la carte wrappée, MOC a été câblé.) La figure 12 donne la caractéristique $I(N)$ de la carte.

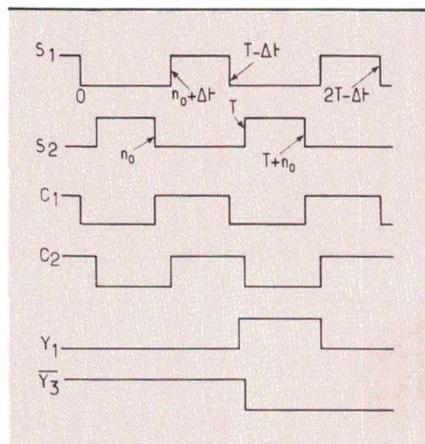


Fig. 13

Conception de la carte industrielle (1)

Ce timer comprend un bus de dialogue avec le microprocesseur et un autre avec le hacheur. Entre ces deux extrémités, nous retrouvons les modules décrits figures 9 et 11 :

- un registre d'entrée avec une logique de décodage et de contrôle Y1 et Y3) ;
- une logique de calcul et d'écriture avec son séquenceur et son registre de status ;
- un séquenceur constitué par des registres, un comparateur, un compteur synchrone avec un oscillateur local et un compteur Gray ;
- une logique de sortie.

Nous allons suivre ce cheminement pour la description du système dans son fonctionnement ordinaire. Puis nous ajouterons les éléments qui interviennent à l'initialisation et lors de l'activation des variables d'interruption (Y2 et Y4).

Registre d'entrée

Il est constituée par un registre 74 LS 373 qui est directement connecté sur le bus de données du microprocesseur. Une nouvelle donnée y est validée lorsque le périphérique est sélectionné et libre. Ceci a pour effet de placer à l'état haut la variable Y1.

Détaillons sur la figure 13 un morceau de la figure 10 : nous y distinguons deux temps morts de commutation : l'un entre $N0$ et $N0 + Dt$, l'autre entre $T - Dt$ et T . Pour respecter l'intégrité des cycles, le passage d'une valeur ancienne à une nouvelle se fait entre $T - Dt$ et T , soit au deuxième temps mort, où tous les interrupteurs seront ouverts.

En conséquence, Y1 n'est remis à l'état bas que si les calculs sont terminés avant le début du deuxième temps mort qui est codé par $C2C1 = 10$; donc la remise à zéro se fait par $C2C1 = 11$. La prise en compte est donnée par la variable $\overline{Y3}$ et doit se faire immédiatement à la fin du deuxième temps mort et à condition que Y1 soit repassé à l'état bas. Cette condition est exprimée par $C2C1 = 00$. De plus, $\overline{Y3}$ est la négation de \overline{Y} . La prise en compte est donc faite par le flanc descendant de $\overline{Y3}$.

Logique de calcul et d'écriture

Elle doit écrire dans deux registres la valeur absolue de N et la somme avec le temps mort Dt . Ceci est effectué par l'ensemble de la figure 14 constitué par deux sommateurs 74 LS 83 et deux OU exclusifs 74 LS 86.

Les registres de destination sont ceux de deux 74 LS 670. Ce composant contient quatre registres de quatre bits où l'on peut lire et écrire simultanément et indépendamment.

Le séquenceur est constitué par un compteur synchrone 74 LS 161 comme indiqué sur la figure 15.

Lorsque le périphérique est sélectionné et libre, les sorties du compteur sont mises à l'état bas, par l'intermédiaire de $LOAD$, ce qui autorise un compte jusqu'à 1 000. $|N|$ est d'abord calculé, car alors $O3 = 0$, puis $|N| + Dt$.

Le registre de status est constitué par les quatre bascules D contenues dans un 74 LS 175. On y préserve les informations suivantes :

- (N=0)
- (|N| + 2Dt > 127)
- N7 bit de signe.

La quatrième bascule est montée en « toggle » : sa sortie permet d'échanger les rôles actifs et inactifs des registres des 74 LS 670. L'horloge de ce 74 LS 175 est commandée par BY.

Séquenceur principal

Les registres internes du 74 LS 670 contiennent les valeurs des temps de commutation dans le cycle |N| et |N| + Dt. Les instants 0 et T-Dt sont fixés, le premier par des références à la masse, le deuxième une fois pour toutes par l'utilisateur.

A l'autre bout du séquenceur nous avons un compteur synchrone constitué par deux 74 LS 161, comme indiqué sur la figure 16, dont la valeur est comparée par un 74 LS 688 à 0, |N|, |N| + Dt et T-Dt. Le comparateur huit bits/huit bits 74 LS 688 délivre un niveau bas qui incrémente le compteur Gray, lequel commande à la fois la logique de sortie et l'affichage de la valeur de la prochaine limite de temps à l'entrée P du comparateur 74 LS 688.

Logique de sortie

Elle est constituée par un FPLA 82 S 100, et délivre les signaux de commande S1, S2, S3 et S4 des commutateurs de puissance.

Pour les valeurs ordinaires, on a ainsi le tableau 1.

C2	C1	t	S1	S2	S3	S4
0	0	N	/N7	N7	N7	/N7
0	1	N +DT	/N7	0	N7	0
1	1	T-Dt	1	0	1	0
1	0	T	/N7	0	N7	0

D'autre part, en cas de RESET ou de PA, ce qui est indiqué par Y2, les commutateurs sont ouverts. De même en cas de SYNC, ce qui est indiqué par Y4.

Les autres cas limites sont ceux où il y a dépassement, soit |N|+2Dt > 127, et où N est nul (1).

A titre d'indication nous donnons, ci-dessous, l'expression de S1 :

$$S1 = /SE ./V.N7 ./ (N=0).C2.C1 ./ Y2 ./ Y4 v /N7 ./ C2 ./ Y2 ./ Y4 v /N7.C1 ./ Y2 ./ Y v /N7.C2 ./ C1 ./ Y2 ./ Y3 ./ Y4 v /N7.C2 ./ C1.Y1 ./ Y2 ./ Y4.$$

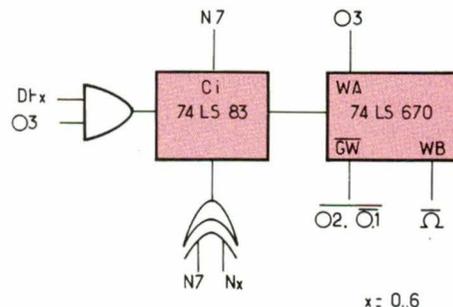


Fig. 14

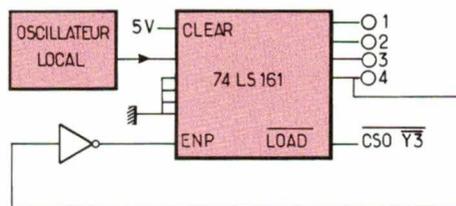


Fig. 15

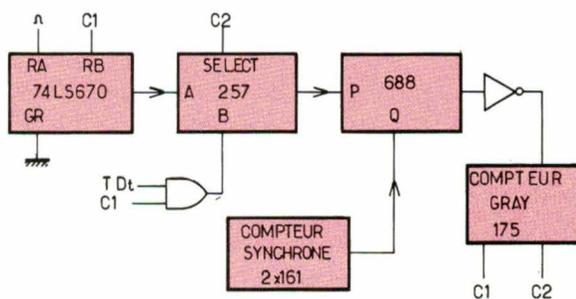


Fig. 16

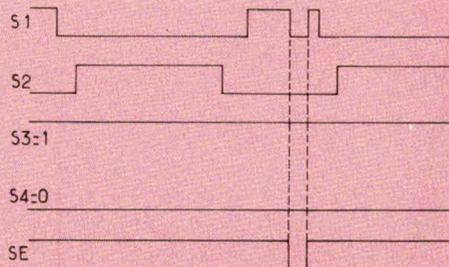


Fig. 17

Les cas particuliers

Ils se produisent lorsque N est nul ou lors d'un dépassement. Outre une modification de la logique de sortie, ils entraînent une modification du déclenchement du compteur Gray car alors les contenus des 74 LS 670 sont incohérents.

Ils se produisent également à l'initialisation et en cas de RESET ou de PA et entraînent également une modi-

fication du déclenchement du compteur Gray.

L'indicateur de ces trois derniers cas est Y2 donné par l'équation :

$$Y2 = Y2 ./ Y3 v C1 v C2 v /RESET v /PA$$

L'initialisation du compteur Gray doit être également sans équivoque, ceci est assuré par un comparateur 74 LS 688 qui remet à zéro le compteur Gray, à chaque passage à zéro

du compteur synchrone du séquenceur principal. Lorsque Y2 est à l'état haut, les commutateurs sont ouverts et une écriture dans le registre d'entrée rendra l'activité aux commutateurs et Y2 passera à l'état bas.

La figure 17 illustre l'action de \overline{SE} . Dans notre système, \overline{SE} est relié à un comparateur détectant une surintensité et \overline{PA} à une sécurité d'alimentation.

Conclusion

Cet automate rapide pour la commande de hacheur à V-MOS programmable par un microprocesseur huit bits a été étudié avec les diverses stratégies. Une version industrielle est actuellement utilisée dans une application aux débouchés larges. Nous l'avons utilisé pour simuler, avec un moteur Axem 60 V - 10 A et un codeur optique, un moteur pas-à-pas et les résultats furent spectaculaires. Les objectifs suivants ont été atteints : la sécurité totale de la commande des commutateurs d'un hacheur quatre quadrants, un temps d'acquisition nettement inférieur à la période de base, le respect total des formes d'onde des signaux de commande, une nette diminution des pertes de commutation, des fréquences de répétition élevées et une très nette diminution des parasites de commutation, ce qui fait que la partie puissance et la partie microprocesseur font une

symbiose parfaite et fiable. Cette réalisation est un exemple réussi de coopération université-industrie (7). Les recherches actuelles, poursuivies au département Génie électrique de la Faculté des sciences et techniques de Monastir sont orientées vers la construction d'un amplificateur de forte puissance.

Y. Le Prioux
et S. El Golli

Références bibliographiques

(1) Automate de dialogue entre un micro-ordinateur et un hacheur quatre quadrants multistratégies. Thèse 3^e cycle. Y. Le Prioux, 24.9.1984, Orsay.

(2) An adaptative servomechanism for a steering control system. Y. Le Prioux, C. Vibet, S. El Golli. IASTED Grindelwald, 19 février 1985.

(3) Servomoteurs : la place grandissante des commandes numériques. *Mesures*, 2 novembre 1983, pp. 37-40. Traduction de la conférence de E.H. Hopper à Motorcon 83.

(4) *Siliconix* - Applications MOS Power - 1979.

(5) Y. Le Prioux and C. Vibet. A versatile and fast logic system for high power choppers. Third Int. Symp. on modelling, identification and control MIC 84. February 1984, Innsbrück, Austria.

(6) C. Vibet et Y. Le Prioux. Périphérique de microprocesseur pour la commande de commutateurs électriques. Journées d'électronique, 9-11 octobre 1984, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Suisse.

(7) C. Vibet, Y. Le Prioux et N. Ravera. Un exemple de coopération Université-Industrie. Deuxième conférence des universités canadiennes pour la CAO/FAO, Ecole polytechnique de Montréal, 10 mai 1985, Montréal, Canada.

(8) C. Vibet et Y. Le Prioux. Assistance d'une direction d'automobile. Memo LRI 110 ISBN 2-905331-04-06.

(9) Hacheurs et onduleurs autonomes. Rapport interne des enseignants de l'ENSEEIH. Section électrotechnique de l'INPT, Toulouse, décembre 1977.

(10) A. Trong. Les convertisseurs triphasés à modulation de largeur. *Electronique Applications* n° 12, juin 1980.

(11) S. Dewan and A. Mirbod. Microprocessor based optimum control for four quadrants chopper. *IEEE trans. on industry applic.* Vol. 1a-17, jan/feb. 1981, pp. 34-40.

(12) J.-J. Lamboley. Commande directe et protection totale du transistor de commutation avec l'UAA 4002. *Electronique Industrielle* n° 37, avril 1982.

RÉSERVEZ L'ALBUM 1985 D'ELECTRONIQUE APPLICATIONS

RÉUNISSANT LES SEPT NUMÉROS DE L'ANNÉE ÉCOULÉE
(NUMÉROS 39 à 44 bis)

Prix : 126 F (port compris)

Envoyez votre commande accompagnée d'un chèque à l'ordre de ELECTRONIQUE APPLICATIONS à :
ELECTRONIQUE APPLICATIONS, VENTE AU NUMERO, 2 à 12, RUE DE BELLEVUE, 75940 PARIS CEDEX 19



11 bis, rue Chaligny
75012 PARIS

☎ (1) 43.43.31.65 +
TELEX 215502 COMELEB

**COMPTOIR DE VENTE
DU LUNDI AU SAMEDI
9 H A 18 H
SANS INTERRUPTION**
Sauf lundi et samedi entre 12 h et 13 h

**DISTRIBUTEUR OFFICIEL
SIEMENS**

Composants **ACTIFS - PASSIFS - OPTO**

OMRON

Relais - Switchs - Cellules - Minuteries -
Automates programmables - Capteurs

LUMBERG

Fiches - connectique - Borniers

T.H.

Poussoirs - Claviers lumineux

SECME

Interrupteurs DJETECO - COSMOS

JBC

Fers à souder - Stations

JELT

Vernis - Solvants en bombe

PANTEC

Appareils de mesure

CIF

Matériel pour circuits imprimés

ESM

Coffrets - Racks - Faces avant

Nous pouvons vous servir en :

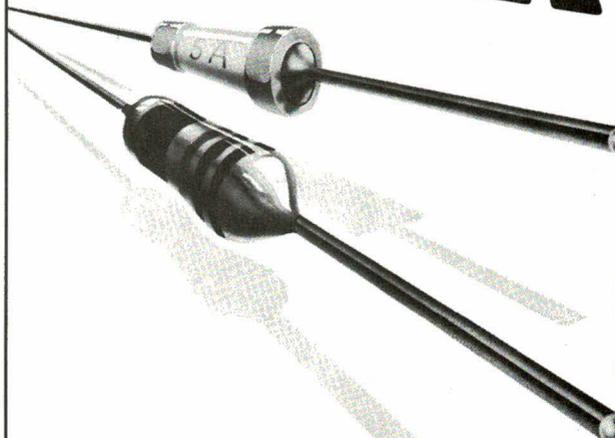
**AEG - SGS - RTC - TEXAS - ITT -
MOTOROLA - NATIONAL - RCA -
TEKO - STC - CELDUC - OREGA - etc.**

Supports de C.I. - Accumulateurs - Boutons - Films -
Perceuses - Potentiomètres - Résistances - Soudure
- Transformateurs - etc.

**PROFESSIONNELS - INDUSTRIES -
ÉCOLES : sur DEMANDE ÉCRITE de
votre entreprise, vous recevrez
notre extrait de tarifs N° 861.
Contre 11 F en timbres pour les particuliers**

SERVICE-ANNONCEURS N° 11

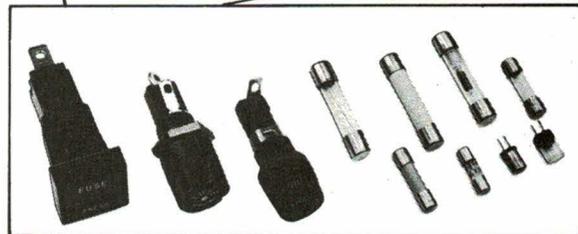
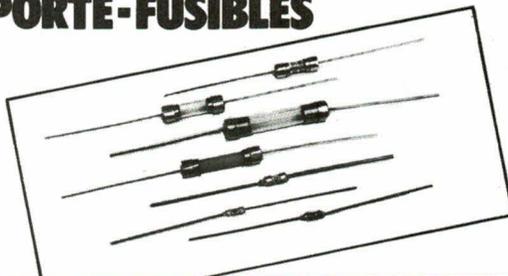
MISSION: PROTEGER



Les composants évoluent; les protections aussi. Vous faites des études pour accroître les performances, réduire les coûts et miniaturiser vos produits.

**LITTELFUSE® étudie pour vous :
c'est notre mission.**

FUSIBLES et PORTE-FUSIBLES



LITTELFUSE®, leader mondial du fusible, (4 usines en Europe, 10 usines aux U.S.A.). La gamme la plus complète en fusibles et porte-fusibles homologués : UL; CSA; VDE; SEMKO; BEAB. Tous ces produits en séries : Industrielle, Haute Fiabilité, Militaire ou Spéciale.

Ne jouez pas avec la sécurité... Jouons ensemble la performance!

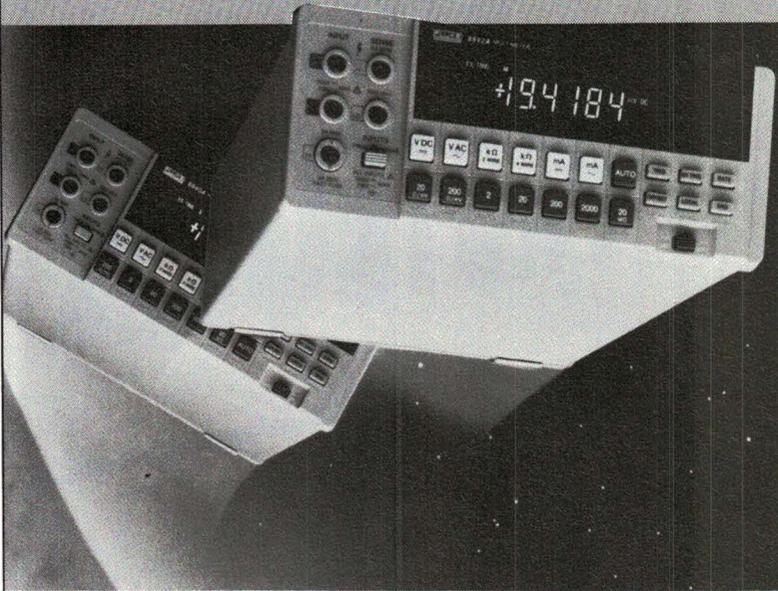
RDI LITTELFUSE®

32, rue Bréguet B.P. 162 - 75523 Paris cedex 11
Tél. : (1) 47.00.36.46 - Télex 220 283

44001

SERVICE-ANNONCEURS N° 12

Une tradition de famille: la performance



Le nouveau multimètre 8842A

Choisissez-vous les caractéristiques du 8840A ou son tout nouveau frère, le 8842A.

Augmentation des possibilités pour de nouvelles applications

Grâce à l'innovation technologique de FLUKE, le 8840A offre de hautes performances pour un prix très abordable. Cette technologie a encore été affinée: Le nouveau 8842A comporte des réseaux de résistances couche mince scellées hermétiquement.

La grande stabilité résultante a permis d'améliorer résolution et sensibilité.

Quel que soit votre choix:

Vous bénéficiez de la performance à un prix abordable et dans chaque cas les options IEEE-488 et alternatif efficace vrai sont disponibles.

AMB ELECTRONIQUE 

606, Rue Fourny - Z.I. De Buc - B.P. no. 31-78530 Buc -
Tél.: 39 56.81.31 (lignes groupées) - Telex: 695414
Aix-en-Provence 42 39.90.30
Lyon 78 09.25.63
Rennes 99 53.72.72
Toulouse 61 63.89.38
Rapifax 39 56.53.44

FLUKE 8840A

Incertitude de base Vcc (1 an) 0,005%
Incertitude de base Vac (1 an) 0,16%
Incertitude de base Ohms (1 an) 0,013%
Résolution 1µVcc, 10µAcc/1mΩ
Spécifications garanties sur 1 AN

FLUKE 8842A

Incertitude de base Vcc (1 an) 0,003%
Incertitude de base Vac (1 an) 0,08%
Incertitude de base Ohms (1 an) 0,008%
Résolution 100nVcc, 1µAcc, 100µΩ
Spécifications garanties sur 2 ANS



SERVICE-ANNONCEURS N° 13

MAINTENANT EN VENTE SUR LA PLANÈTE TERRE



ISKRA

pour les revendeurs
354, RUE LÉCOURBE
75015 PARIS

J. COLON

SERVICE-ANNONCEURS N° 14

Applications

Conception d'un stroboscope « haute fréquence »

L'éclairage stroboscopique est un puissant moyen d'investigation, ainsi qu'un excellent outil pédagogique : capable « d'arrêter » ou de « ralentir » visuellement, la plupart des mouvements périodiques (rotations, vibrations, etc.), il fait apparaître des phénomènes normalement invisibles.

Les stroboscopes courants fonctionnent à des fréquences d'éclair de quelques dizaines de hertz au maximum. Cela n'empêche pas d'observer des mouvements rapides (un éclair toutes les « n » périodes), mais confort visuel et précision de l'observation en souffrent notablement.

Le montage décrit dans cet article permet d'atteindre une fréquence d'éclair de 300 à 500 Hz environ, selon le type de tube employé. C'est dire que l'illusion d'un éclairage fixe peut devenir parfaite (aucun papillotement).

Le stroboscope

« minimum »

La figure 1 reproduit le schéma le plus fréquemment employé dans les stroboscopes simples, ainsi d'ailleurs que dans les stroboscopes « de scène ».

L'alimentation d'environ 650 V, nécessaire au tube à décharge, est obtenue à l'aide d'un doubleur de tension fonctionnant en double

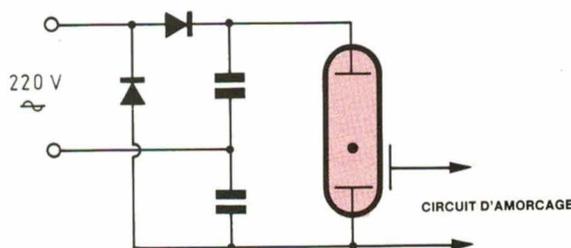


Fig. 1

alternance, directement sur le secteur. Mis en série, les deux condensateurs de ce doubleur forment la capacité de décharge fixant l'énergie de chaque éclair selon la formule classique :

$$W = 1/2 CV^2$$

La puissance du stroboscope est facile à calculer en multipliant cette énergie d'éclair (exprimée en *joules*) par la fréquence de fonctionnement : on obtient un résultat homogène à des *joules-seconde*, c'est-à-dire des *watts*.

Ne confondons pas cette *puissance moyenne* avec la *puissance équivalente* par éclair, obtenue en divisant l'énergie de l'éclair par sa durée, toujours extrêmement courte (une fraction de milliseconde) : exprimée en kilowatts ou même en dizaines de kilowatts, cette puissance ne correspond strictement à rien au niveau de l'efficacité visuelle de l'éclairage.

Une puissance moyenne, de quelques watts à quelques dizaines de watts, est facile à obtenir avec des condensateurs de valeur raisonnable,

et se révèle suffisante pour une majorité d'application, d'autant que la lumière émise est très blanche (5 500 °K soit approximativement la température de couleur de la lumière du jour).

La même puissance moyenne peut cependant être obtenue, grâce à une quasi-infinité de combinaisons énergie-fréquence.

Alimenté en 50 Hz, le doubleur de la **figure 1** a besoin d'au moins une période entière de la tension secteur, soit 20 ms, pour recharger ses deux condensateurs.

Un fonctionnement à la puissance calculée ne peut donc être obtenu qu'à des fréquences inférieures à 50 Hz.

Un avantage déterminant de ce schéma réside, en revanche, dans sa grande sécurité en cas de court-circuit (par exemple en cas d'emballement thermique du tube) : le courant débité ne peut excéder une certaine limite fixée par la capacité des condensateurs et la fréquence secteur.

Il est pourtant avantageux, à plus d'un titre, de disposer d'un éclairage stroboscopique « haute fréquence » : en tirant moins d'un éclair par période du phénomène observé, on risque de perdre des informations intéressantes (défauts n'apparaissant pas à toutes les périodes), et d'introduire un effet de scintillement, visuellement fort désagréable.

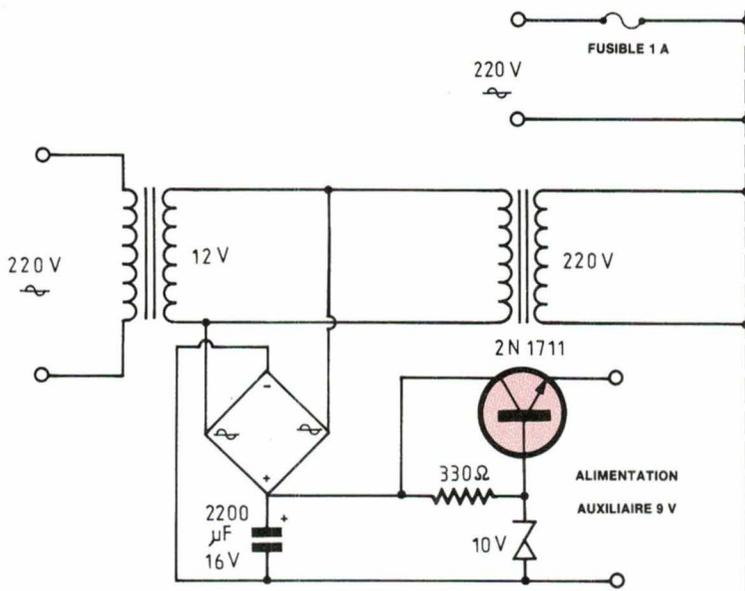


Fig. 2a. - Partie alimentation du montage.

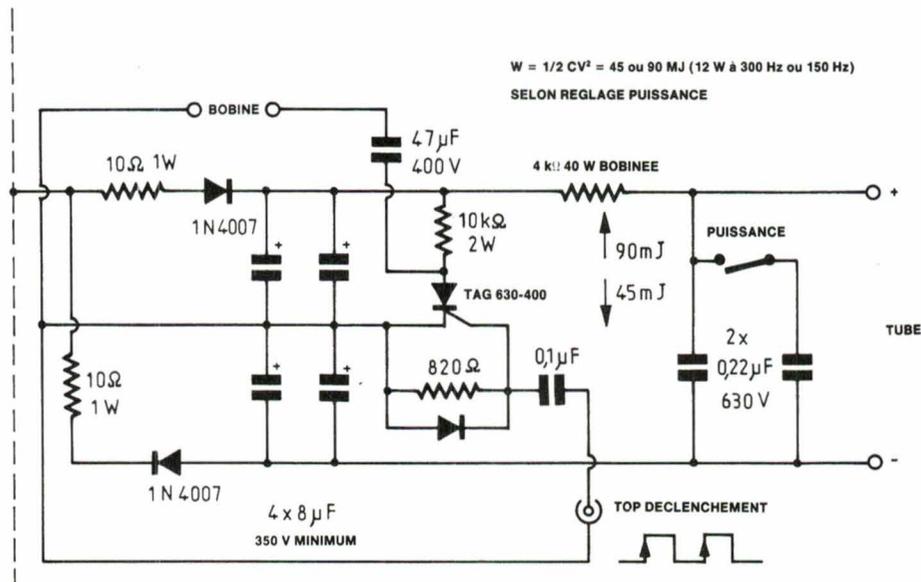


Fig. 2b. - Le stroboscope proprement dit.

L'alimentation

Le schéma pratique de la **figure 2** a été conçu en vue de fournir une puissance moyenne de 12 W, à la fréquence de 300 Hz. Moyennant basculement d'un sélecteur de puissance, il peut délivrer cette même puissance à 150 Hz, ou bien fournir plus, à 300 Hz (moyennant l'emploi d'un tube plus puissant).

Son principe repose sur un circuit d'alimentation à deux étages : le doubleur de tension 50 Hz se borne à fournir une tension continue, qui ne devra pas chuter notablement lorsque des éclairs seront tirés à la fréquence de travail.

Le condensateur de décharge est de valeur bien plus faible que dans un schéma « basse fréquence », car l'énergie des éclairs doit être beaucoup plus modeste (45 mJ, avec 0,22 μ F, 90 mJ, avec deux condensateurs de cette valeur montés en parallèle). C'est une résistance de puissance (4 000 Ω 40 W bobinée), qui se charge du « remplissage » du condensateur de décharge, à une vitesse suffisante, sans pour autant laisser passer un courant suffisant pour empêcher l'extinction du tube entre chaque éclair.

Le même schéma peut être adapté pour des puissances bien plus fortes : il suffit d'augmenter la valeur des condensateurs des deux étages, et de remplacer la résistance bobinée par un dispositif capable de dissiper la puissance voulue (réseau LR par exemple). Nous avons personnellement poussé les essais jusqu'à 4 μ F pour le condensateur de décharge, avec un tube capable de supporter la puissance nécessaire.

Nous avons volontairement représenté séparément, à la **figure 3**, l'ensemble tube-éclair/bobine d'amorçage. En effet, ces deux composants seront câblés sur un petit circuit imprimé annexe, pouvant être relié au module d'alimentation par un câble de quelques mètres si nécessaire.

La tension à ce niveau n'excèdera pas 650 V, l'impulsion THT d'amorçage étant produite au plus près du tube.

Nous avons pu vérifier que la liaison peut s'effectuer avec du matériel de qualité courante (fiches DIN, double câble blindé ordinaire), sans perte ou problème décelable.

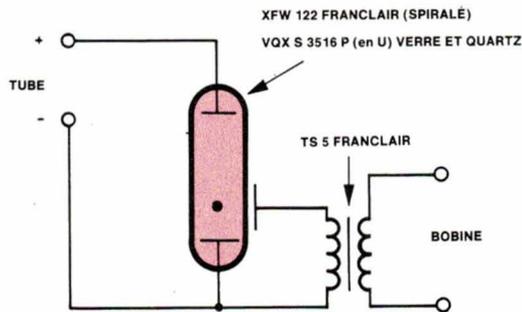


Fig. 3

Un mot sur

le déclenchement

Pouvant être utilisé dans une grande variété d'applications, ce stroboscope ne comprend pas de circuit de pilotage incorporé ; il émet ses éclairs en synchronisme rigoureux, avec un signal rectangulaire (genre TTL), appliqué à son entrée de déclenchement.

Ce signal peut être obtenu de bien des façons :

- simple générateur à fréquence réglable (genre 555) : une alimentation 9 V est prévue à cet effet sur la carte ;
- capteur optique ou magnétique synchronisé avec un mouvement de rotation, micro captant un son représentatif ;
- système analogique ou digital capable d'introduire un déphasage entre signal de synchro et éclair (observation à un « ralenti » fixe, même en cas de variation de vitesse ;
- pince ampèremétrique pour des mesures sur un allumage de moteur à essence.

C'est le front montant de l'impulsion qui déclenche l'émission de l'éclair. Le rapport cyclique du signal est sans importance, mais une amplitude suffisante est à prévoir.

On notera que l'entrée de déclenchement possède un point commun avec l'entrée 220 V.

Ce n'est souvent pas un problème, mais encore faut-il y veiller. Bien que le montage puisse être alimenté en direct sur le secteur, nous conseillons l'emploi de deux transformateurs 220-12 V (50 VA environ), montés comme l'indique la **figure 2** : l'isolement ainsi obtenu garantit une sécurité totale, et

on dispose de 12 V 50 Hz pour l'alimentation 9 V.

Une autre possibilité consiste à intercaler un transfo d'impulsions (pour thyristor) ou un photocoupleur dans le circuit de pilotage.

Remarques

Le montage prévoit l'emploi de quatre condensateurs de 8 μ F/350 V du type « chimique » à sorties axiales. Il n'y a pas d'inconvénient à utiliser des condensateurs non polarisés, de caractéristiques identiques, l'important étant d'obtenir au moins deux fois 16 μ F en série.

Certains condensateurs au papier, destinés à l'électrotechnique, peuvent aussi convenir, mais devront probablement être logés à l'extérieur de la carte de circuit imprimé que l'on aura confectionnée.

Attention, tous ces condensateurs restent chargés longtemps après la mise hors tension du montage. Eventuellement, des résistances de 1 M Ω pourront être ajoutées en parallèle, pour les décharger de façon automatique.

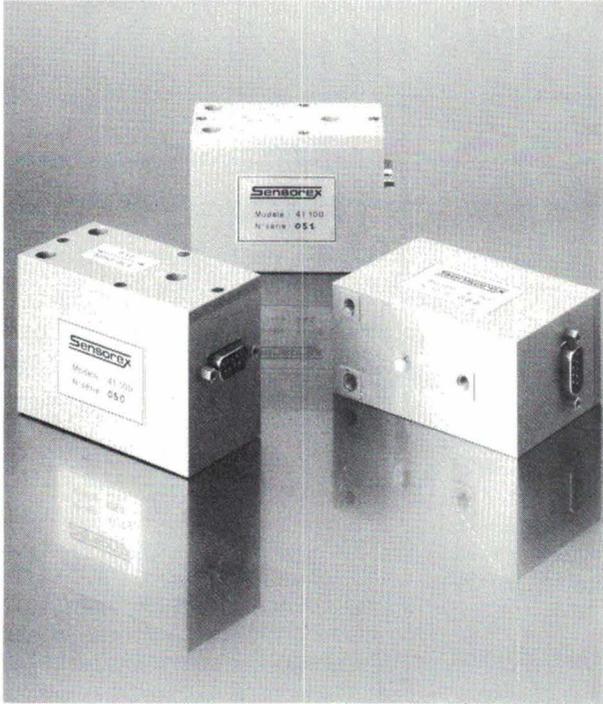
La connexion THT du TS5 Franclair sera établie directement entre le tube et la bobine, tandis que les fils d'alimentation pourront être soudés côté cuivre.

Bien noter que la bobine d'amorçage doit posséder *deux enroulements indépendants* : il existe des bobines avec point commun, dont l'emploi pourrait détériorer le montage.

P. Gueulle

Sensorex

INCLINOMETRES GAMME 41100



- Gamme : $\pm 5,75^\circ$ à $\pm 90^\circ$
- Linéarité : 0,1 %
- Répétabilité : 0,001 % de la P.E.
- Sensibilité transverse : $\leq 0,01$ g/g
- Alimentation : + 12 V (9 V à 18 V)
- Plage de fonctionnement : $- 20^\circ$ C à $+ 70^\circ$ C

OPTIONS

- Signal de sortie en degré
- Plage de fonctionnement élargie :
- 40° C à $+ 80^\circ$ C
- Bandes passantes spéciales
- Gamme spéciale : Angle et niveau de Sortie

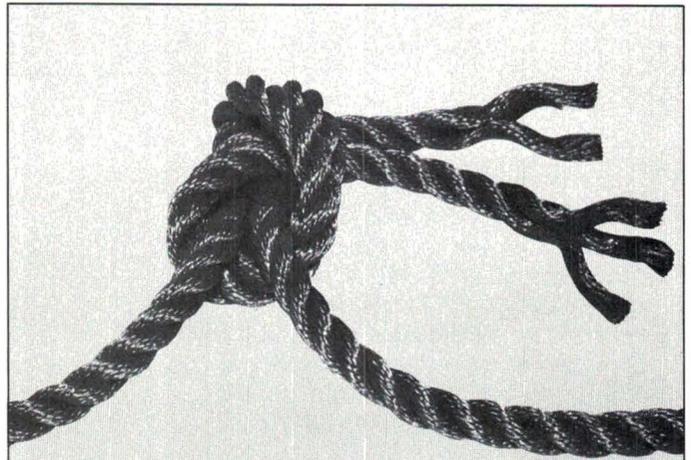
Sensorex

Usine :

Z.I. de la Châtelaine - B.P. 45
74240 Gaillard - France
Tél. : 50.92.21.50
Télex : 385 813 F
Telefax : 50.37.77.45

Service commercial :

10, avenue de Camberwell
92330 Sceaux - France
Tél. : (1) 43.50.65.56
Télex : 631 809 JBC
Telefax : (1) 43.50.76.73



LA LIAISON

Séries 100 mini C DIN 41612 taille demi C

Un connecteur et son capot répondant aux exigences des systèmes d'interface, soit sur face avant, soit en fond de rack.

Des connecteurs mâles et femelles aux dimensions conformes à la VG 95324, partie 4, 48 contacts avec détrompage intégré.

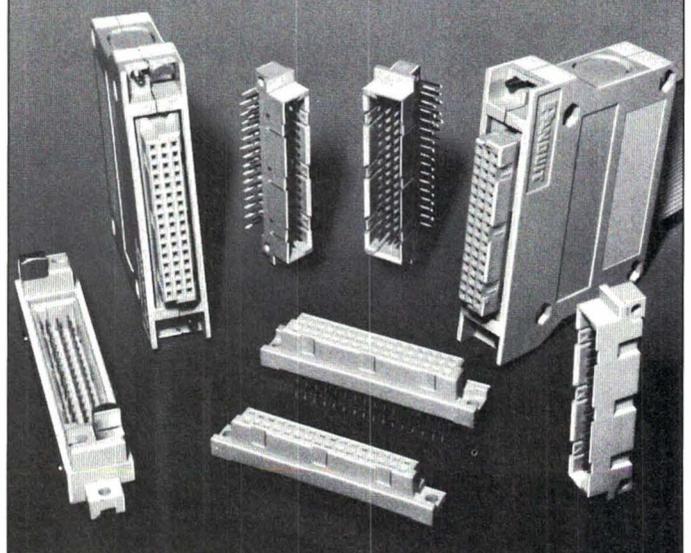
Cadres pour face avant au standard de 19".
Adaptateur pour face avant.
Capot pour sorties câble plat ou conducteur rond.

Jumpers, harnais, limandes réalisés selon spécifications requises.

Catalogue sur Minitel par le 11 :
PANDUIT - PARIS



Z.A. des Marais - 1, avenue Louison Bobet
94120 Fontenay-s/Bois - Tél. (1) 48.77.76.33 - Télex 670 156





Un micro-ordinateur : trois systèmes d'exploitation

Ce qui fait le caractère d'un micro-ordinateur, c'est son système d'exploitation. Aussi proposons-nous dans cette étude un appareil adaptable... à l'humeur de l'utilisateur ou, plus sérieusement, à ses besoins.

En effet, pourquoi trois systèmes d'exploitation (trois « cerveaux ») alors qu'un suffit généralement ? Justement ! Qu'est-ce qu'un bon système d'exploitation (S.E.) ?

Les informaticiens répondront : celui qui donne accès au maximum de logiciels. Nous estimons, pour notre part, qu'un bon S.E. est celui qui permet de résoudre au mieux les problèmes de l'utilisateur.

Il peut se faire que ces problèmes ne soient pas toujours du même type ou que les besoins aient été mal évalués au départ. Dans ces cas-là, le fait de disposer de plusieurs S.E. peut se révéler avantageux.

Comment est-il possible de disposer de plusieurs S.E. sur un même micro-ordinateur ?

Trois cas sont possibles

Tout d'abord, il faudra utiliser des S.E. prévus pour le microprocesseur utilisé et adaptés à la configuration matérielle utilisée (ou adapter le matériel au logiciel : cas des compatibles).

Ensuite, en ce qui concerne l'implémentation, trois cas peuvent se présenter.

— On utilise des S.E. en ROM. Dans ce cas, une simple commutation de ROM par quelques lignes de contrôle actionnées par un petit logiciel adéquat suffit.

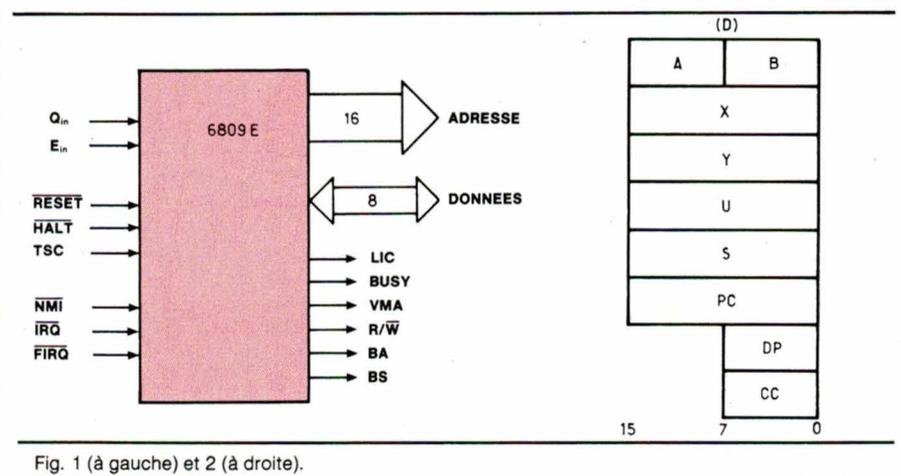


Fig. 1 (à gauche) et 2 (à droite).

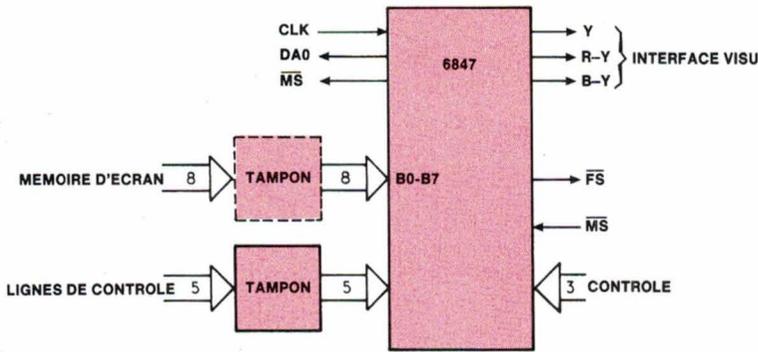


Fig. 3

– On utilise des S.E. sur disquettes. Dans ce cas, il faut fabriquer, en ROM, un petit chargeur primaire qui ira chercher, sur la disquette du système, le chargeur principal. Ce dernier devra être adapté en conséquence.

– On utilise des S.E. en ROM et des S.E. sur disquettes. C'est le cas le plus délicat à traiter. Il faut prévoir une commutation et une connexion/déconnexion des ROM et RAM correspondantes.

C'est ce dernier cas que nous avons mis en œuvre, car il correspondait le mieux à notre cahier des charges. En effet, nous nous intéressons surtout au « matériel ». Il nous faut donc pouvoir actionner des composants périphériques aux processeurs, montés sur des cartes d'études. Pour ce faire, un de nos langages préférés est l'assembleur, ce qui fait que des erreurs dans les programmes en essais peuvent se traduire par une « cannibalisation » des logiciels en RAM. Pour éviter cet inconvénient, il est indispensable d'avoir un S.E. en EPROM.

Par contre, pour des études plus complexes, voire des problèmes de secrétariat, il est bon de pouvoir accéder à des S.E.D. du commerce, plus riches en logiciels divers. Ceux-ci sont livrés sur disquettes et fonctionnent en RAM.

Les S.E. choisis

Nos machines seront utilisées principalement par des étudiants électroniciens et des stagiaires, en formation continue, devant développer des programmes d'initiation aux composants des micro-ordinateurs, mais aussi par les enseignants pour des études diverses. Ces contraintes nous ont conduits vers les trois S.E. suivants.

Le « S.E. Moïse »

Il devait s'adapter à un usage d'enseignement s'adressant à des électroniciens plus particulièrement intéressés par les composants et leur interconnexion.

Nous l'avons donc muni :

- d'un éditeur pleine page simple d'emploi ;
- d'un assembleur 2 passes avec arrêt sur chaque erreur, permettant un retour dans la ligne d'édition correspondante ;
- d'une sauvegarde des fichiers source et/ou objet sur disquette ;

- d'un débogueur permettant aussi bien le pas à pas simple que le mode trace désassemblé ou le désassemblage d'un programme complet ;
- d'un programmeur d'EPROM, en vue d'essais en temps réel sur une carte indépendante.

Ce S.E. devait être en EPROM ; il devrait aussi permettre le chargement de l'un des deux autres S.E.D.

Le « Flex »

Le S.E. précédent a été choisi volontairement simple. Le lecteur-enregistreur de disquettes, par exemple, n'est utilisé que comme un « super magnétophone ».

En vue d'une initiation au fonctionnement d'un S.E.D., un système plus performant et plus complexe était souhaitable. Nous avons choisi le Flex en raison de sa diffusion en France et de ses possibilités d'assembleurs et de désassembleurs croisés.

L'« O.S. 9 »

La « Ferrari » des systèmes d'exploitation nous a, bien évidemment, attirés dès le début de nos études, d'autant plus que nous envisagions de

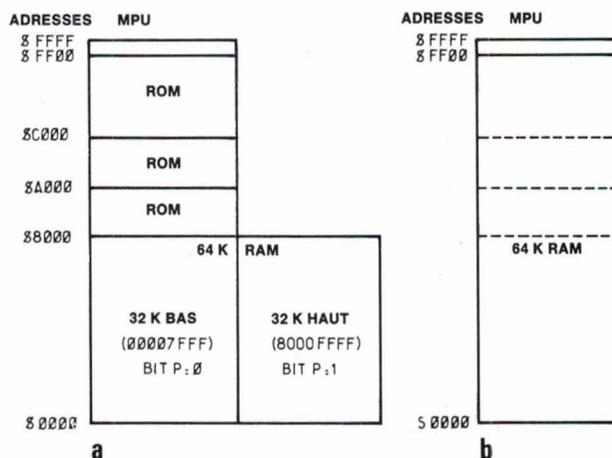
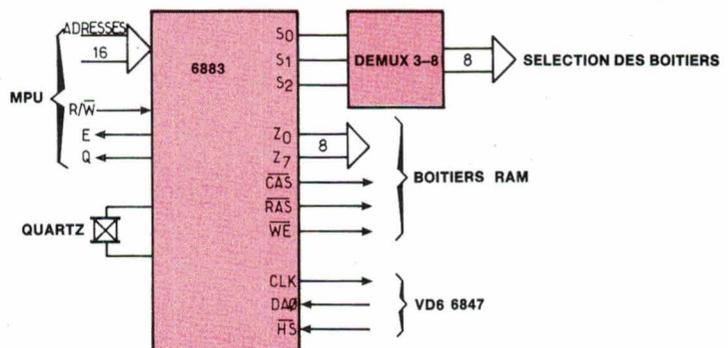


Fig. 4 (en haut) et 5 (en bas).

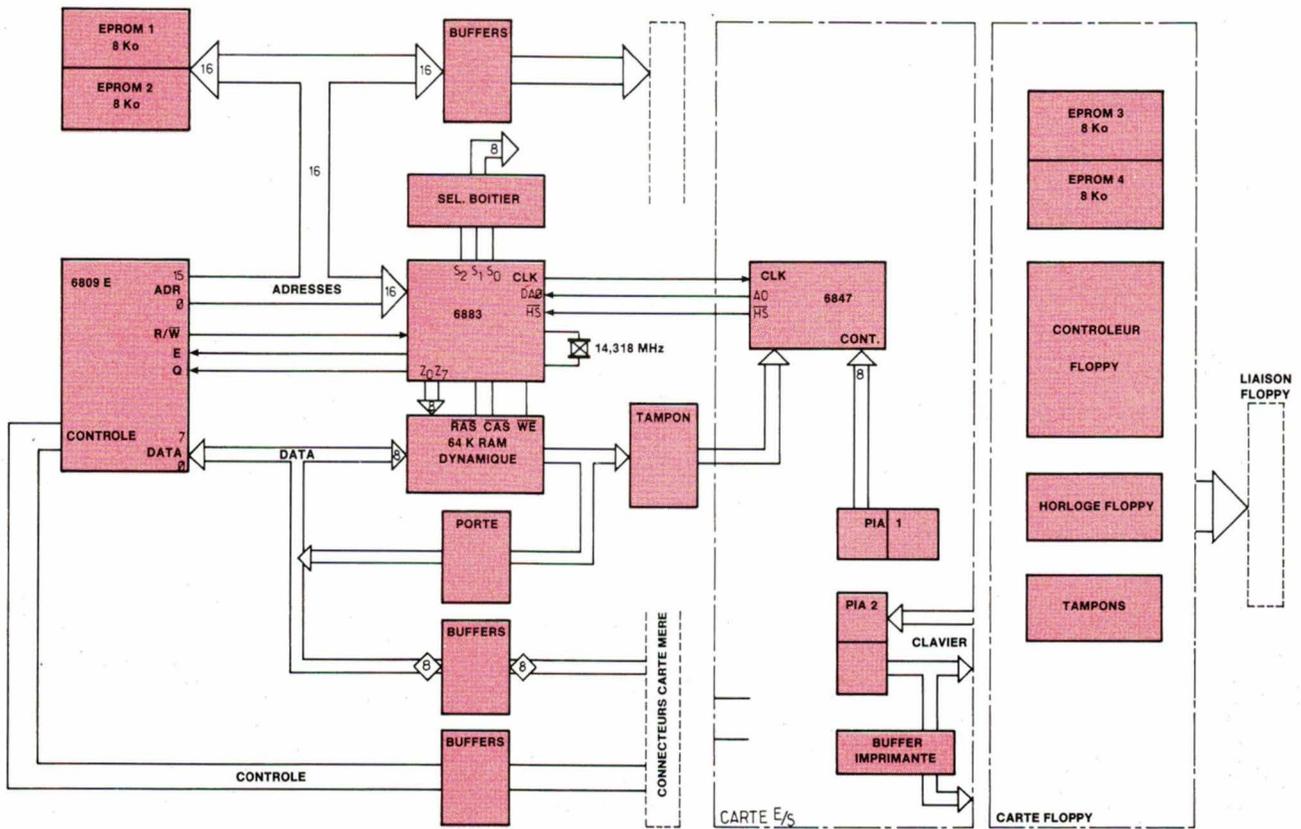


Fig. 6

développer du matériel, d'une part, et d'organiser un nouveau stage de formation continue destiné à des techniciens devant s'intéresser à des systèmes temps réel rommables, d'autre part.

Le micro-ordinateur

Nous l'avons développé spécialement. Il est basé sur un ensemble de trois circuits, proposés par Motorola, qui permet une solution élégante faible coût : le 6809E, le 6847, le 6883.

Examinons ces différents circuits.

Le 6809 E

C'était un des meilleurs microprocesseurs 8 bits du marché, au début de nos études. Nous avons (fig. 1) un schéma du brochage et (fig. 2) une vue des registres internes.

Rien n'annonce la puissance du 6809 ici. La séparation des bus de données et d'adresses, chère à Motorola, oblige à limiter les autres broches, pour rester dans les limites d'un boîtier 40 pattes. On constate qu'il

n'y a que 3 entrées d'interruptions, par exemple. D'autre part, on constate le faible nombre de registres :

- 2 accumulateurs 8 bits concaténables en 1 registre 16 bits ;
- 4 registres relativement généraux dont l'utilisation la plus courante sera 2 registres de pile (U et S) et 2 registres d'index (X et Y).

Par contre, le jeu d'instructions présente des caractéristiques alléchantes parmi lesquelles nous retiendrons surtout :

- La possibilité de réaliser des programmes indépendants de leur position mémoire grâce à l'adressage relatif long et au chargement des registres en relatif, par rapport au P.C.
- La souplesse des transferts entre registres, ainsi que leurs sauvegardes, ce qui ouvre le champ aux programmes réentrants et modulaires.

Enfin, la richesse des modes d'adressage disponibles fait de ce microprocesseur un composant de haut de gamme. Grâce à dix modes d'adressage, on passe de 59 instructions à plus de 1 400 codes opératoires.

Le 6847

Ce circuit (fig. 3) réalise l'interface vidéo et présente des caractéristiques assez banales de nos jours. Son gros avantage est qu'il forme le troisième élément de la triplette 6809E, 6883, 6847.

Nous retiendrons comme caractéristiques :

- 4 modes alphanumériques, 2 modes semigraphiques, 8 modes graphiques ;
- 8 couleurs en mode graphique, ainsi qu'une définition allant jusqu'à 256 x 192 points.

Le S.A.M. 6883

Ce circuit est prévu pour former, avec le 6809E et le 6847, un micro-ordinateur compact à faible coût.

Il est piloté par un quartz et fournit les horloges microprocesseur et interface vidéo. Il délivre aussi la synchro vidéo, le pilotage des RAM et des signaux de sélection des boîtiers.

Il permet deux modes de fonctionnement : le type « 0 » où on dispose de 32 K ROM et de 64 K RAM en

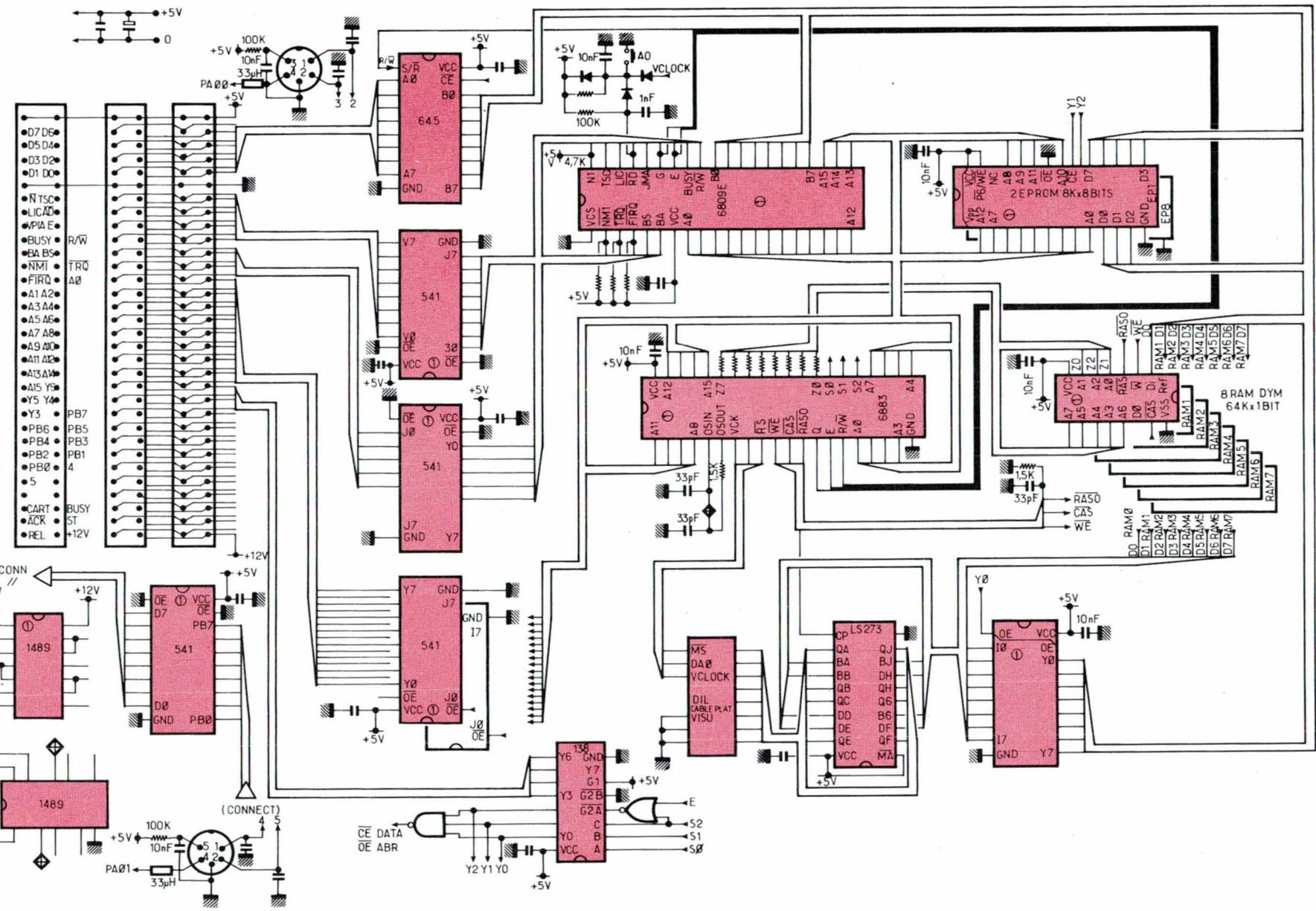


Fig. 7

deux banques de 32 K, et le type « 1 » où on dispose de 64 K RAM, les ROM étant mises hors service grâce au décollage adéquat des signaux de sélection des boîtiers.

Parmi les nombreuses possibilités offertes par ce circuit, nous utiliserons :

- le mode de fonctionnement type « 0 » ;
- la commutation type « 0 » - type « 1 » qui permettra de passer sous Flex ou O.S.9 ;
- le pilotage et le rafraîchissement des RAM dynamiques ;
- la synchronisation du 6847.

Présentation de l'ensemble

Les composantes étant choisies, il restait à assembler. Deux solutions s'offraient alors.

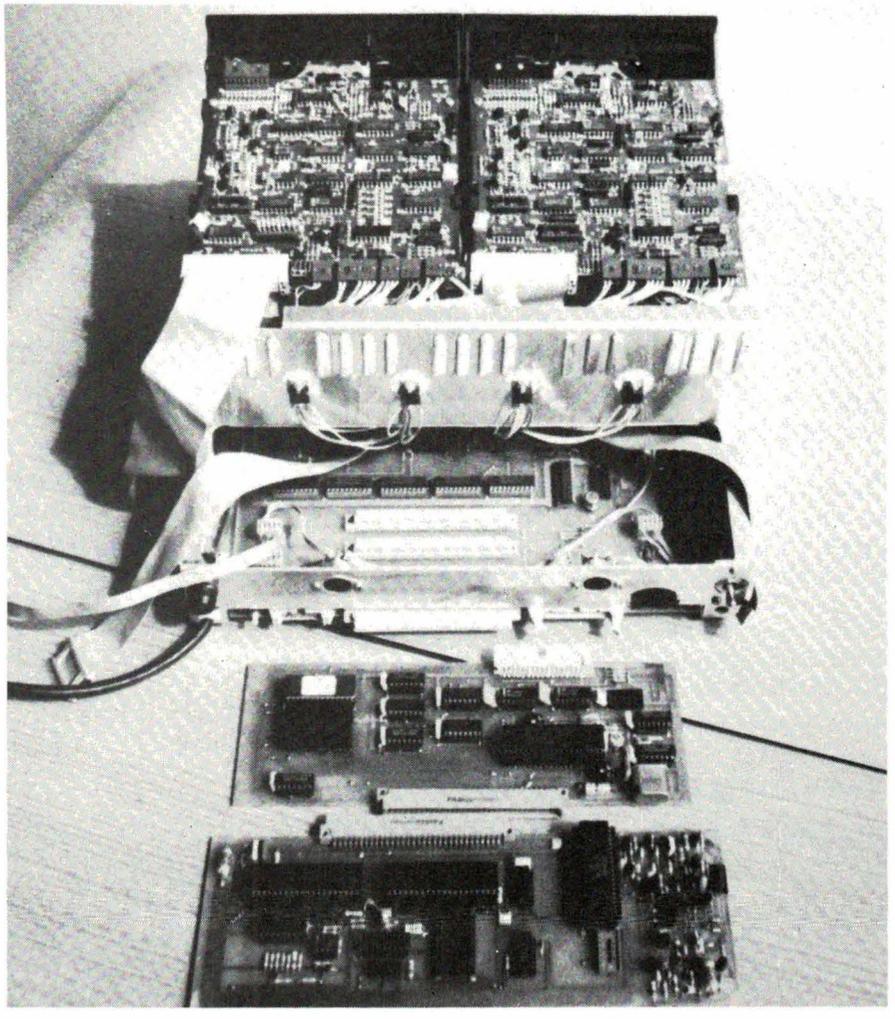
- Fabriquer un micro-ordinateur entièrement original et adapter les S.E. au matériel. Solution tout à fait possible, mais qui rebutait les électroniciens que nous sommes.

- Fabriquer un système compatible avec un matériel existant et acheter les logiciels alors déjà adaptés, solution que nous trouvions plus séduisante (nous ne sommes pas les seuls, voir la profusion de compatibles I.B.M.). Deux candidats se présentaient : le **Dragon 64** et le **Tandy Coco**, très semblables d'ailleurs, ce qui assure deux sources de logiciels.

Nous avons donc assemblé nos trois circuits de base de façon à réaliser un micro-ordinateur possédant 32 K de ROM et 64 K de RAM dynamique, en nous inspirant des documents **Motorola** d'une part et en maintenant une compatibilité matérielle avec les machines citées d'autre part.

Notre ambition était d'obtenir un micro-ordinateur de caractéristiques modestes au départ, mais faciles à améliorer. Pour ce faire, nous avons scindé le matériel en :

- une carte principale portant les trois circuits de base, les mémoires, l'interface pour imprimante, les connecteurs pour les cartes entrées/sorties ;
- des cartes entrées/sorties spécialisées pour la visualisation et les interfaces divers (prises péritel et moniteur, interface disquettes, etc.). Nous avons prévu, par exemple, de rempla-



L'appareil utilisé en laboratoire par les auteurs.

cer la liaison avec le 6847 par une carte permettant des possibilités graphiques beaucoup plus étendues.

Nous avons à la **figure 5** le schéma bloc de l'ensemble et à la **figure 6** le schéma de principe de la carte principale.

Nous avons pu ainsi aboutir à une machine très intéressante par son adaptabilité et son rapport performances/coût.

En ce qui concerne les performances, nous utilisons un des meilleurs 8 bits du marché, servi, sur le plan matériel, par de larges possibilités d'évolution grâce à une série de connecteurs d'extensions.

Sur le plan logiciel, nous disposons de trois S.E. qui couvrent toutes les applications envisageables.

- Un S.E. en ROM, adapté à nos problèmes d'enseignement. En particulier, il résiste à toute tentative d'écriture et, par conséquent, il est toujours « présent ».

Un S.E.D. récent, performant, mais quand même assez simple : le Flex. Il

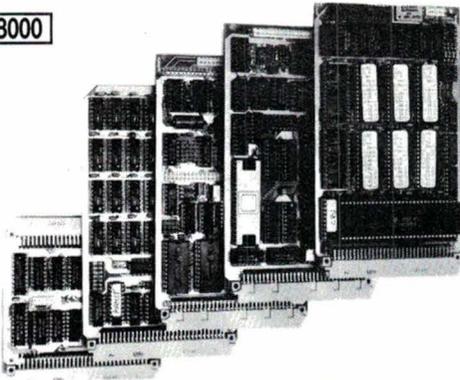
est bien documenté et possède un très large choix de logiciels, et en particulier d'assembleurs et désassembleurs croisés.

Un S.E.D. récent, lui aussi, très performant, mais d'un abord plus difficile : l'O.S. 9. Son gros intérêt est qu'il est entièrement « rommable », ce qui est indispensable dans les applications temps réel. De plus, c'est un « Unix like », ce qui n'est pas négligeable pour qui veut se maintenir à un bon niveau de travail. En particulier, O.S.9 possède un compilateur de « c » qui est en passe de devenir le langage de développement en micro-informatique.

Enfin, en ce qui concerne le coût (au printemps 1986), nous avons une machine complète, avec un lecteur double face 96 Tpi et un moniteur 12 pouces pour environ 6 000 francs, ce qui semble très correct compte tenu des performances obtenues.

J. Leray
Laboratoire des
Systèmes électroniques
et B. Pommier
I.U.T. de Rennes

CT 68000



— Système sur 5 cartes simple Europe comprenant : CPU 68000, RAM 1 Méga-octet, contrôleur de floppy, port centronics, 2 ports série, horloge temps réel, contrôleur graphique 7220.

— Livré avec MICROMON, moniteur avec assembleur ligne, désassembleur et émulation de terminal, RTOS-UH - Operating system temps réel, éditeur plein écran, assembleur et compilateur PEARL en EPROMS.

— Nombreuses extensions matérielles (interfaces série, parallèle, isolé opto ou REED, ADC, DAC, etc.) et logicielles (CP/M 68 K et OS-9/68000).

C.D.F. S.a.r.l.

198, bd. Saint-Denis - 92400 COURBEVOIE

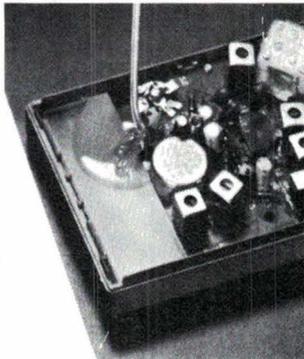
Tél. : 47.89.84.42

SERVICE-ANNONCEURS N° 17

ELECO PRODUITS

RTV SILICONES « GE » SPÉCIAUX

- ① **RTV 12** Pour remplissage, encapsulation, accroche sur support sans primaire. Bi-composants coulable. Existe en plusieurs couleurs.
- ② **SR 900** Vernis silicone de protection humidité, poussière pour circuits imprimés. Mono-composant. Fluide. Transparent.
- ③ **FRV 1106** Haute résistance chimique : hydrocarbures, solvants, etc... Mono-composant, prise à température ambiante. Thixotrope. Rouge homologué Armée.
- ④ **RTV 566** Silicone de potting ne dégage pas. Homologué NASA.
- ⑤ **RTV 6157** Usage électricité - électronique. Transparence optique, fibres optiques, cellules photovoltaïques. Bi-composants. Transparent.
- ⑥ **RTF 762** Silicone de très faible densité. Retard de flamme. Isolation du bruit, des vibrations, chocs.
- ⑦ **ÉGALEMENT** toute une gamme d'élastomères silicones mono et bi-composants pour collage, étanchéité, remplissage. Fabrication moules. Grade électronique.



ELECO PRODUITS

126, Bd Victor-Hugo
92110 Clichy - Tél. : (1) 42.70.34.02

Désire recevoir une documentation sur :
(Cocher la case correspondante)

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦

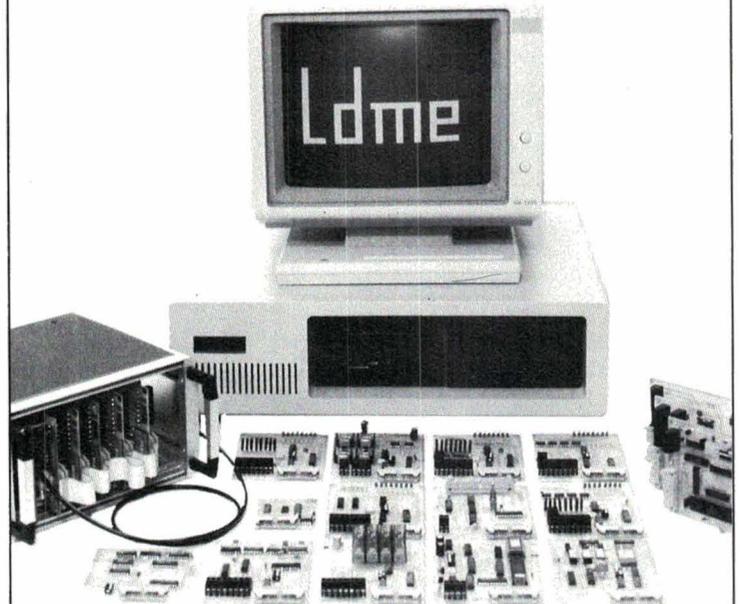
NOM :
PRÉNOM :
SOCIÉTÉ :
ADRESSE :
Tél. :

SERVICE-ANNONCEURS N° 18

Liaison Directe Micro- Ordinateur Equipements

LDME : un système de cartes d'interface entrée / sortie, digitales et analogiques.

- Installation simple
- Large gamme de modules
- Rapidité de mise en œuvre
- Programmation en Basic ou en Pascal
- Branchement par liaison série RS-232 ou liaison parallèle (pour Apple II, compatibles PC, Epson HX20).



SES DOMAINES D'APPLICATION ?

- mesures
- asservissements
- robots
- contrôles
- laboratoires
- simulation
- surveillance
- régulation
- enseignement
- acquisition de données
- tests

SIDENA : 117, rue de la Croix Nivert 75015 PARIS

Tél. 45.33.59.82

SERVICE-ANNONCEURS N° 19

*Micro
informatique*

Centrale de mesure pour données chronobiologiques

Tous les systèmes vivants, depuis les unicellulaires jusqu'à l'homme, présentent, pour la plupart de leurs fonctions et de leurs comportements, un caractère non uniforme. L'observation au cours du temps des paramètres associés à ces fonctions et à ces comportements fait apparaître une succession d'extremums régulièrement répartis, qu'il est parfaitement légitime, pour des observations de durée moyenne, de considérer comme périodiques et, par conséquent, de nommer « rythme biologique ». C'est donc un nouveau chapitre de la biologie, ouvert en France depuis déjà une trentaine d'années sous l'impulsion du professeur Reinberg, qui est nommé « Chronobiologie ».

L'observation simultanée de plusieurs variables trouve son intérêt dans diverses disciplines comme la pharmacologie, la neurophysiologie, aussi bien que la génétique. C'est pourquoi une véritable centrale de mesure s'est avérée nécessaire pour nos études sur les rythmes.

Le système que nous présentons ici a été développé dans le but de saisir des informations telles que l'activité locomotrice, la prise de la boisson et la prise alimentaire, chez des animaux de laboratoire, en continu, durant des périodes s'étendant sur plusieurs jours, et sur un nombre de sujets permettant des déterminations statistiques. Cependant, sa versatilité est telle qu'il peut être utilisé dans des situations très différentes, requérant la saisie d'un grand nombre de variables échantillonnées.

L'ensemble du dispositif est piloté par un micro-ordinateur de bas de gamme qui assure la saisie des informations, le séquençage, et l'enregistrement des données sur cassette. La bande est relue ultérieurement par un micro-ordinateur de plus haute gamme qui, en différé, assure les dépouillements mathématiques et l'édition des résultats.

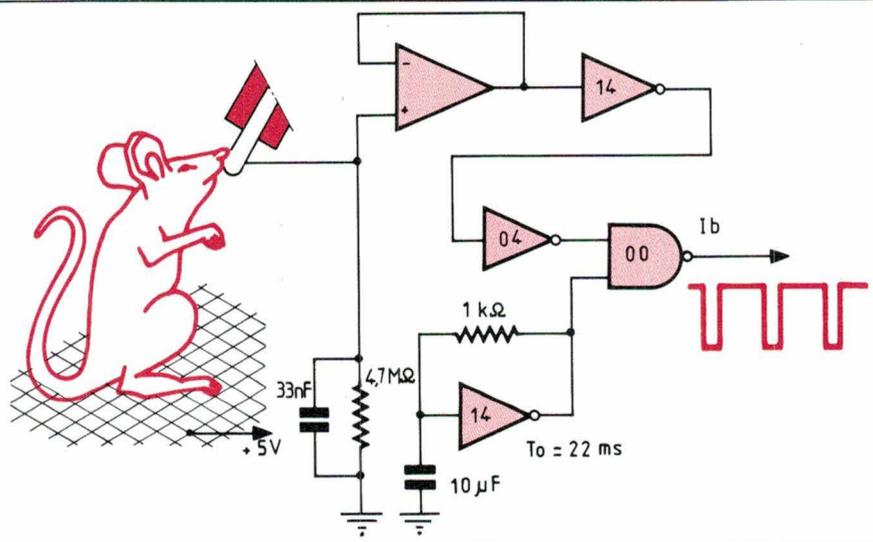


Fig. 1

Saisie des informations : les capteurs

Sans entrer dans une description technique de l'actographe – appareil de mesure de l'activité d'un animal – dont on trouvera une description exhaustive dans la référence 2, son fonctionnement peut être schématisé par la relation :

$$\Delta l = k Na$$

Cette relation exprime, qu'à une distance Δl , parcourue par l'animal durant une période d'échantillonnage, correspond un nombre Na d'impulsions. Il s'agit de la mesure d'une composante classique de l'activité : l'activité ambulatoire. L'actographe délivre des impulsions Ia , et c'est un compteur qui fournit la valeur Na , indice de l'activité durant la période considérée.

Le dispositif utilisé pour la prise de la boisson au cours du temps est basé sur le principe de la fermeture d'un circuit par l'animal lui-même lorsqu'il tète le biberon de réserve d'eau, comme représenté à la figure 1. L'animal, selon son degré d'humidification des pattes, présente une impédance pouvant varier de quelques kilo-ohms au mégohm ; son corps n'est toutefois, compte tenu de la valeur de la résistance de fermeture de 4,7 MΩ, jamais traversé par un courant supérieur au micro-ampère, courant auquel les divers essais ont montré qu'il était insensible. Après amplification en puissance et mise en forme par un trigger, le signal de tétée ouvre la porte à un oscillateur, et le système délivre donc un nombre d'impulsions Ib proportionnel à la durée de la tétée

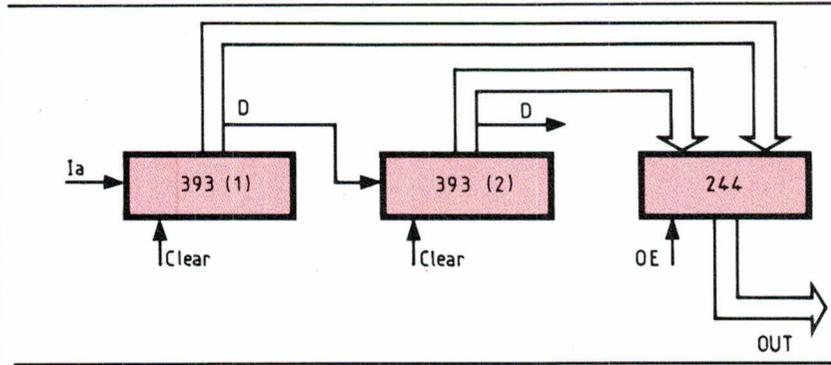


Fig. 2a

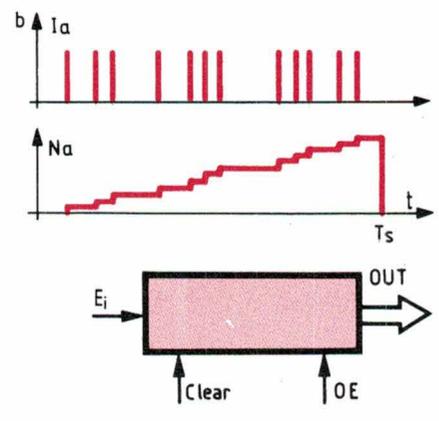


Fig. 2b (en haut) et c (en bas).

pendant la période de l'échantillonnage. C'est donc là-aussi un compteur qui fournit la valeur Nb , indice de la prise de la boisson durant la période considérée.

La prise de la nourriture est repérée par un dispositif optoélectronique, qui détecte la présence du museau de l'animal au niveau de la réserve alimentaire. Mise à part la détection, par réception de la lumière infrarouge d'une LED par un phototransistor, la chaîne de mesure est en tous points

semblable à celle utilisée pour repérer la prise de la boisson. Il s'ensuit donc que des impulsions In , délivrées par le dispositif pendant que l'animal se nourrit, doivent être comptées, et que le nombre Nn , stocké dans un compteur au cours d'une période d'échantillonnage, représente, sinon la véritable quantité de nourriture ingérée, du moins le temps que l'animal a consacré à prendre des aliments.

On peut noter que, pour la mesure des trois paramètres précités, c'est à

chaque fois par l'intermédiaire d'un comptage que le relevé est effectué. De la même manière, on sait que de nombreuses méthodes de conversion analogique-numérique passent par une phase de comptage ; on peut consulter à ce sujet l'article de synthèse sur la conversion de la référence 3. C'est pourquoi nous conviendrons dans ce qui suit que le repérage des diverses variables sera supposé être obtenu par le comptage d'une suite d'impulsions aléatoires.

Le module de comptage

Le relevé temporel d'un paramètre biologique, par exemple l'activité, consiste à enregistrer, à chaque instant d'échantillonnage, la valeur de cette quantité d'activité, valeur constituant un échantillon de mesure. La saisie d'un échantillon d'activité consiste à enregistrer, à l'instant d'échantillonnage, le nombre d'impulsions qui ont été délivrées par l'actographe durant la période précédente, et durant les deux minutes précédentes si la période d'échantillonnage a été fixée à deux minutes.

Pour ce faire on utilise, pour une voie de mesure, le dispositif de la figure 2a. Les impulsions I_a , représentant l'activité de l'animal durant une période d'échantillonnage T_s (fig. 2b), sont totalisées dans un compteur de 8 bits formé par les deux parties d'un 74393. Si l'on suppose le compteur initialement à zéro, il contient le nombre N_a à l'instant T_s . A ce moment, un signal OE place le buffer trois états 74244 en mode actif, et la valeur N_a apparaît sur le bus interne, qui est lu par le microprocesseur selon une procédure décrite plus loin. Après la lecture, un ordre Clear remet le compteur à zéro, et le cycle recommence.

La sortie D du compteur poids forts peut être utilisée par un autre module comme entrée d'impulsions, pour permettre une saisie d'informations sur 16 bits.

Cette chaîne de comptage sera représentée par la suite par le bloc de la figure 2c, sur lequel arrivent les impulsions E_i , et qui possède les entrées de commande Clear et OE, ainsi qu'un bus de sortie OUT.

Un module de comptage (fig. 3a) est composé de 8 voies de mesures qui reçoivent les impulsions représentant les grandeurs à mesurer sur les entrées E_0 à E_7 . La remise à zéro est

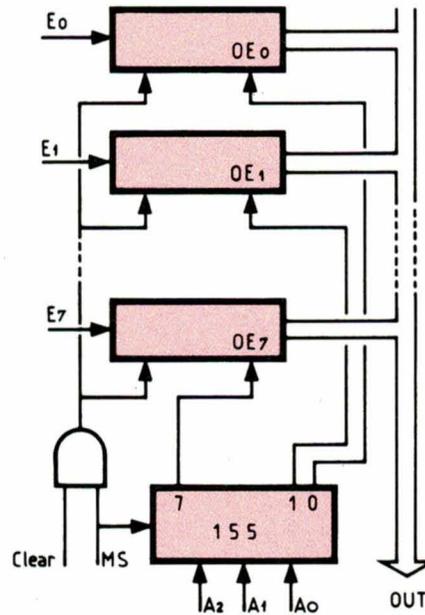


Fig. 3a

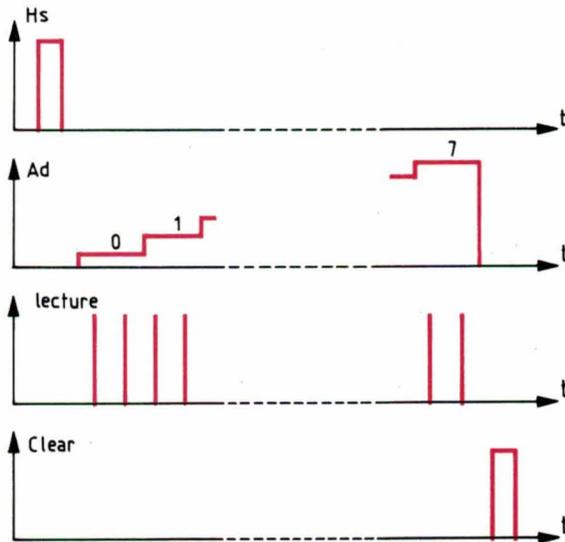


Fig. 3b

commune à tous les compteurs, et à lieu à partir d'un ordre Clear, conditionné par un signal de sélection de module MS. Le ET de validation peut être réalisé par un NAND 7400 suivi de deux inverseurs, distribuant chacun 8 compteurs de 4 bits, car il y a 16 entrées Clear à activer pour les 8 compteurs octaux. Toutes les sorties, réunies sur un bus interne, sont conditionnées par les signaux OE0 à OE7. Ces signaux sont obtenus par décodage, à l'aide d'un circuit 74155 monté en décodeur 3 vers 8, d'un signal d'adresse émis par le microprocesseur et validé par la sélection de module MS.

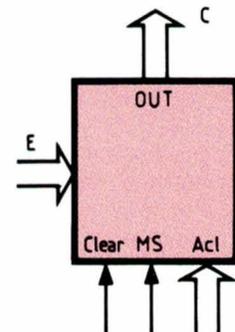


Fig. 3c

Le fonctionnement de ce module est décrit par le chronogramme de la figure 3b. A chaque instant d'échantillonnage T_s , la saisie des huit compteurs est effectuée par les opérations suivantes :

- l'adresse 000, émise par le microprocesseur, active le buffer trois états de la voie 0 ;
- le microprocesseur lit la valeur de mesure ;
- l'adresse est incrémentée, et le cycle recommence jusqu'à l'acquisition de la donnée du 8^e compteur.

Ensuite, un ordre Clear effectue une remise à zéro de tous les compteurs.

Cette séquence, effectuée en quelques dizaines de microsecondes, assure une parfaite compatibilité avec l'évolution des phénomènes biologiques mesurés.

Ce module, comme on peut le constater sur la figure 3c, possède une structure identique à la simple voie de mesure, avec une entrée 8 fils E, une sortie octale trois états OUT, un signal de remise à zéro Clear, un adressage de la voie interne Ad, et une entrée de sélection MS.

Dans certaines circonstances - c'est en particulier le cas lorsque la période d'échantillonnage est grande, et lorsque l'on ne désire pas utiliser la possibilité de comptage sur 16 bits qui divise par deux le nombre total de voies de la centrale de mesure - on est amené à utiliser un facteur d'échelle. Cette possibilité se présente sous la forme d'un module auxiliaire qui peut diviser par 2 ou par 4 le nombre d'impulsions présenté à l'entrée du module de comptage. Une voie de ce facteur d'échelle, réalisé avec les deux bascules d'un boîtier 7474 et présenté à la figure 4, montre que, selon la position du distributeur K, ce facteur de cadrage peut être choisi égal à 1, 2 ou 4. Des facteurs plus importants pourraient être envisagés si nécessaire, selon le même principe. On peut noter que la présence de ce facteur, en tête de la chaîne, n'a aucun rapport avec une division effectuée en entier, après la saisie - par exemple, par le microprocesseur - car ici les bits du reste sont conservés dans le module de cadrage, qui n'est pas remis à zéro par l'ordre Clear. La précision relative reste inchangée, et il ne s'ajoute aucune erreur systématique d'arrondi.

Des modules d'un autre type peuvent être envisagés, en particulier

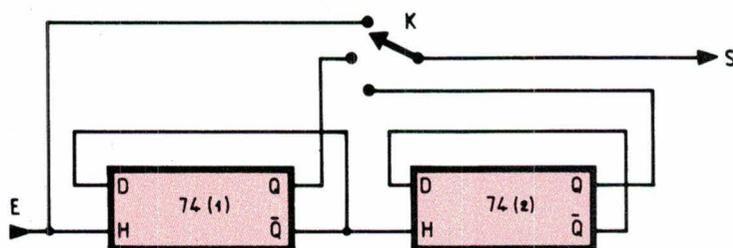


Fig. 4

pour des saisies de variables analogiques, qui se présentent sous la forme d'une tension. Dans ce cas, il est indispensable d'envisager un module dont le mode de fonctionnement externe est identique à celui du module comptage, et qui possède par conséquent, au moment de la saisie, l'information disponible sous forme numérique, sans temps de calcul important. La gestion des CAN ou du multiplexage analogique des voies pourrait alors être interne, et déclenchée par la fin d'une saisie.

Organisation générale

Le nombre de modules choisi pour cette centrale, huit modules, résulte d'un compromis dans lequel interviennent aussi bien la taille des lots d'animaux testés : 8, 16 ou 32, le nombre de variables saisies : de 1 à 4, que le type de microprocesseur utilisé : un microprocesseur 8 bits, et le circuit d'interface choisi : un simple circuit d'entrée/sortie parallèle d'usage général.

L'organisation générale de la centrale est représentée sur le schéma de la figure 5a. La structure retenue est une structure classique de bus système qui fait apparaître, comme pour les microprocesseurs, les trois bus : données, adresses, et contrôle.

Le bus données, de 8 bits, est constitué des sorties trois états OUT des huit modules, et est disponible, en sortie de la centrale, sur un circuit tampon 74374.

Le bus adresses est constitué de deux parties. Trois bits, de faible poids, désignent, à l'intérieur du module, la voie choisie. Trois autres bits, de fort poids, permettent l'accès au module. La sélection du module s'effectue par un décodage « en tête » - c'est-à-dire à l'extérieur des modules -, ce qui est moins optimal pour la structure, mais plus économique en composants. Un simple circuit 74155 assure le décodage, et fournit les signaux de validation de module MS0 à MS7.

Le bus contrôle est constitué, dans la version modules compteurs, de seulement trois signaux. On pourrait facilement en ajouter, pour des modules CAN ou autres, en effectuant un démultiplexage des deux derniers bits de l'octet de commande, puisque seulement six sont utilisés pour les adresses.

Le signal Clear est constitué d'une impulsion qui effectue une remise à zéro de tous les compteurs sur un module, cette impulsion est conditionnée par le signal MS d'adressage.

Le signal Load est constitué d'une impulsion qui charge dans le buffer de

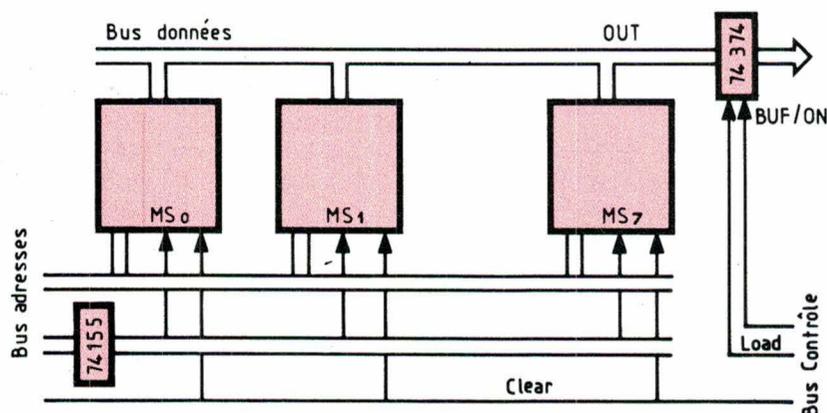


Fig. 5a

sortie le mot présent sur le bus OUT pour le rendre disponible à une lecture par le microprocesseur. On aurait bien sûr pu se dispenser de ce circuit en faisant lire par le microprocesseur, directement, le bus OUT. Mais aussi bien pour la structure du dispositif, pour la mise au point, que pour la maintenance, nous avons préféré conserver ce tampon, qui localise en un point les informations de sortie, et en plus, autorise par sa fonction trois états la mise en parallèle de plusieurs centrales, ce qui correspond à une possibilité d'extension considérable.

Le signal BUF/ON est destiné à rendre actif le buffer octal de sortie. Il est mis à UN pendant la durée de communication de la centrale avec le microprocesseur.

Le séquençement de cette centrale est résumé sur le chronogramme de la figure 5b. A l'instant T_s , la variable BUF/ON est rendue active, et ce jusqu'à la lecture de la dernière donnée. Après l'émission d'une adresse par le microprocesseur (non représentée sur ce diagramme) la donnée est disponible sur le bus interne OUT, et l'ordre Load la charge dans le buffer de sortie qui est lu par le microprocesseur. La huitième donnée d'un module lue, le signal Clear effectue une remise à zéro générale du module, et l'on passe à la lecture du module suivant.

Pilotage par le microprocesseur

Le micro-ordinateur utilisé pour notre réalisation est le KIT D5, bâti autour du microprocesseur 6802. Il communique avec la centrale par un interface parallèle PIA 6821, et le séquençement de l'échantillonnage est assuré par un circuit d'horloge temps réel, le timer 6840. Il serait élémentaire d'effectuer une transposition pour un microprocesseur 8 bits d'un autre type, par exemple un 8080, un circuit d'interface PPI 8255 et le timer 8253.

Liaisons avec le PIA

La liaison entre la centrale et le PIA est présentée à la figure 6a. Les 8 bits du port A sont placés en lecture et destinés à recevoir l'octet de donnée, lu sur le port de sortie de la centrale. Le port B, dont la fonctionnalité, vis-à-vis des signaux de contrôle CB1 et CB2, est plus orientée écriture, est placé en sortie, et fournit les signaux

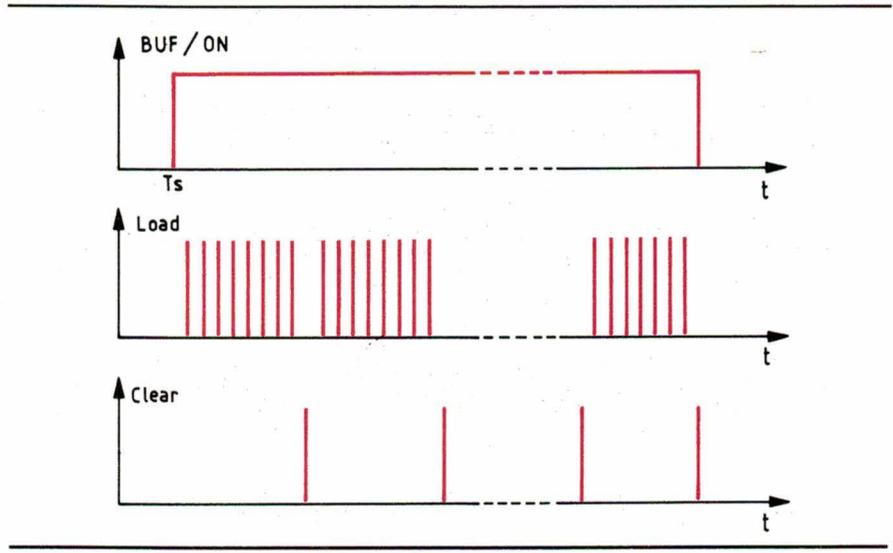


Fig. 5b

d'adresse et une partie du bus de contrôle. La sortie CA2 est utilisée pour effectuer le Clear, et la sortie CB2 pour envoyer les impulsions de Load avant chaque saisie.

L'organisation des bits du port B de sortie, utilisés en adressage et contrôle, Ad/CTRL, est celle de la figure 6b, avec les trois fils d'adressage interne des compteurs : A0 A1 A2, les trois fils de sélection de module M0 M1 M2, et deux fils de contrôle C0 C1. Le choix de l'ordre des bits sur le port B sera justifié par la programmation. Comme nous n'utilisons actuellement que des modules comptage, le démultiplexage de ces deux bits n'a pas été nécessaire. Le bit C1 réalise directement la fonction BUF/ON. Quant au bit C0, il est présentement utilisé pour commander la marche/arrêt du lecteur de cassettes de stockage des données.

La sortie CA2 du PIA est utilisée en mode programme. Placée à l'initialisation à 0, elle est programmée pour

envoyer un 1, suivi d'une remise à zéro à la fin d'une lecture d'un module.

La sortie CB2 du PIA est utilisée en mode impulsionnel, de telle sorte que l'écriture du port B - c'est-à-dire, la sortie sur le bus de la position du compteur à lire, par émission de l'adresse et de la sélection du module - charge également, et de manière automatique, le buffer de sortie par une impulsion de Load. Il y a une parfaite sécurité dans ce mode de fonctionnement car, si les données sont présentées en sortie du PIA, sur un front descendant de l'horloge $\Phi 2$ du microprocesseur, la remontée de l'impulsion Load (le 74374 piège les données sur un front montant) a lieu sur le flanc de montée de $\Phi 2$, une période et demie plus tard, ce qui laisse un temps de l'ordre de $1,5 \mu s$, amplement suffisant à l'établissement de la chaîne des opérations. Pour un fonctionnement détaillé du PIA on pourra consulter la référence 4.

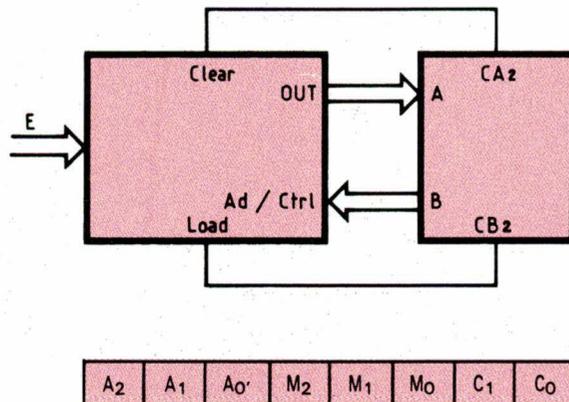


Fig. 6 a (en haut) et b (en bas).

Séquencement

Le cadencement de la saisie des échantillons est effectué par un timer 6840, utilisé comme l'indique la figure 7. Le compteur # 1 est utilisé avec l'horloge interne du microprocesseur et est programmé pour délivrer des impulsions à la cadence de 0,1 s. Cette valeur est tout à fait compatible avec, d'une part, la précision que l'on désire sur la détermination des durées, et, d'autre part, la gamme possible des intervalles de temps pour les mesures biologiques. Ce signal à 10 Hz constitue l'entrée du compteur # 2 dont la durée est fixée par programme au moment de la définition des paramètres expérimentaux. Le troisième compteur est une sortie auxiliaire qui sert chez nous à cadencer l'affichage du déroulement de la manipulation, sous interruption.

La sortie 02 ne sert que de vérification pour contrôler la période d'échan-

tionnage Ts, car le séquencement est assuré en mode d'interruption par la sortie IRQ du timer, reliée à l'entrée correspondante du microprocesseur.

Les trois sorties de ce circuit sont protégées par des tampons 7404, car la sortance des circuits périphériques des microprocesseurs est limitée à une charge TTL.

Indications logicielles

La partie qui suit ne traite que de quelques modules de programme, typiquement destinés à la gestion de la centrale. Ces programmes sont présentés en langage d'assemblage du microprocesseur 6802 ; à partir des organigrammes il pourra être cependant facile de les convertir dans un

autre langage, y compris un langage évolué. Même en Basic les fonctions précitées des PIA peuvent être utilisées en employant les instructions PEEK et POKE. Il y a toutefois lieu de se méfier en Basic des temps de déroulement du programme, pour des scrutations rapides, si l'on se trouve sous interpréteur.

Tous les modules ont été réalisés sous forme de sous-programme même s'ils n'ont que quelques lignes, pour une programmation structurée, conférant à l'ensemble une mise au point plus facile et une évolution plus aisée.

Programmation du PIA

Elle est réalisée par la première partie du module INHARD, l'adresse du PIA est ici B080. Après le masquage des interruptions nécessité par la mise

Quelques modules de programme (voir paragraphe « indications logicielles »).

Adresse	Opération	Commentaire
0000	CBE2	LECTURE D'UN MODULE
0002	F7B082	10 LECMOD ADD B #\$E2 BUF/ON & ADRESSES
0005	F7B082	11 STAB PB BUFFER ON
0008	B6B080	12 LECTUR STAB PB ADRESSE + PULSE
000B	F7B082	13 ENCOR LDAA PA LECTURE DE 1 COMPTEUR
000E	B1B080	14 STAB PB MEME ADRESSE + NOUVEAU PULSE
0011	26F5	15 CMPA PA CONFIRMATION
0013	A700	16 BNE ENCORE IL Y A EU 2 LECTURES DISTINCTES
0015	08	17 STAA 0,X
0016	C020	18 INX
0018	2AEB	19 SUB B #\$20 DECREMENT ADRESSES
001A	C63C	20 BCC LECTURE
001C	F7B081	21 LDAB #\$3C RAZ DES COMPTEURS
001F	C634	22 STAB PA+1 CRA
0021	F7B081	23 LDAB #\$34
0024	C002	24 STAB PA+1
0026	F7B082	25 SUB B #\$02
0029	39	26 STAB PB BUFFER OFF
		27 RTS
		28 * INITIALISATIONS
002A	01	29 INHARD NOP
002B	0F	30 SE1
002C	CE0034	31 LDX #\$0034 PA ENTREE, CA2, PROG A ZERO
002F	FFB080	32 STX PA
0032	CEFF2C	33 LDX #\$FF2C PB SORTIE, CB2 PULSE
0035	FFB082	34 STX PB
0038	4F	35 CLRA
0039	B7B041	36 STAA CR2 ACCES A #3
003C	86C2	37 LDAA #\$C2
003E	B7B040	38 STAA CR3
0041	86C1	39 LDAA #\$C1
0043	B7B041	40 STAA CR2
0046	8682	41 LDAA #\$82
0048	B7B040	42 STAA CR1
004B	CEAECE	43 LDX #\$AECE 0,1 SECONDE
004E	FFB042	44 STX TIM1
0051	FEE011	45 LDX MTS POUR LA DUREE D'ECHANTILLONNAGE
0054	FFB044	46 STX TIM2
0057	39	47 RTS

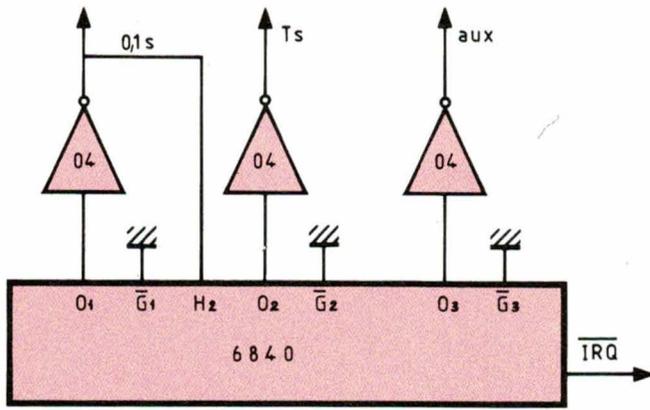


Fig. 7

en fonction du timer, chaque port du PIA est programmé en une fois par une écriture 16 bits à l'aide du registre d'index, qui place le premier octet dans le registre de sens de transfert, et le second dans le registre de contrôle, en même temps que le port est rendu opérationnel.

Programmation du timer

Elle est réalisée par la seconde partie du module INHARD, l'adresse du timer est ici B040. Le compteur # 1 est programmé avec une horloge interne, un comptage sur 16 bits, une sortie disponible, et sans délivrer d'interruptions. La quantité hexadécimale AECE, compte tenu de la fréquence de l'horloge du micro-ordinateur à 895 kHz, programme ce compteur pour fournir des signaux de période 0,1 s.

Le compteur # 2 est programmé avec une horloge externe, un comptage sur 16 bits, une sortie disponible et il délivre des interruptions. La quantité, sur 16 bits, logée dans les mémoires MTS et MTS + 1, est fournie, au moment de lancer la manipulation, par l'expérimentateur. C'est le nombre, traduit en hexadécimal, correspondant à la période d'échantillonnage donnée en dixièmes de seconde.

Saisie des données

La saisie des données, dont le chronogramme est déduit de celui de la figure 3b, obéit à l'organigramme de la figure 8. Dans la réalisation pratique, les différences avec la figure 3b tiennent, d'une part, à l'ordre des adresses : il est plus simple de commencer à l'adresse haute pour repérer une exploration complète, et d'autre part, au doublement de l'impulsion Load.

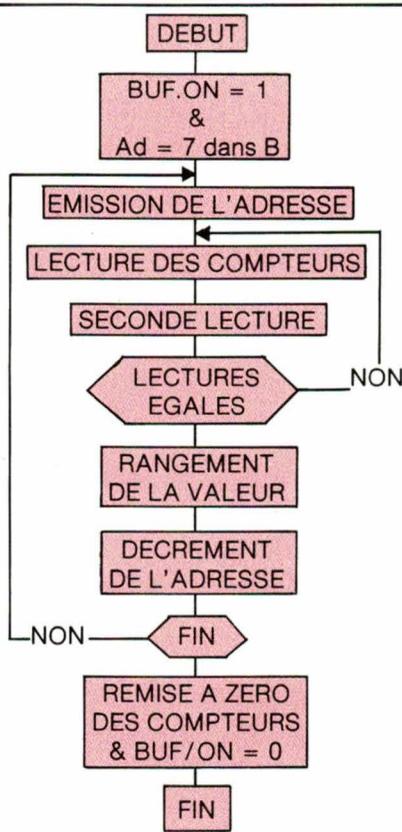


Fig. 8

Lorsque le module LECMOD est appelé, le registre B contient l'adresse du module, et le registre d'index contient la prochaine case libre du tableau de rangement des valeurs.

Les deux lectures du PIA, avec corrélativement deux chargements du port de sortie de la centrale, sont destinées à éviter les aléas de lecture d'un double compteur asynchrone.

La soustraction au registre B de la valeur hexadécimale 20 effectuée, compte tenu de l'organisation des bits de la figure 6b, un simple décrement des adresses. Après la dernière adresse lue, cette soustraction sup-

plémentaire est détectée par le positionnement du bit Carry, qui permet l'arrêt de la boucle. Les bits de poids inférieur - l'adresse du module, et les bits de contrôle - ne sont pas affectés par ces opérations.

A la sortie de ce module, le registre d'index contient à nouveau, comme à l'entrée, l'adresse de la prochaine case libre du tableau de rangement des données.

Conclusion

L'expérimentation biologique de ce système s'est révélée tout à fait conforme à nos prévisions. L'utilisation d'un micro-ordinateur pour le pilotage d'une manipulation de chronobiologie a apporté, d'une part, l'automatisation indispensable pour effectuer des mesures fines sur plusieurs jours et, d'autre part, la possibilité de saisir les données sur un support qui permet un traitement informatique ultérieur.

Pour la centrale proprement dite, l'utilisation de la structure de bus a permis de nous amener à une conception à la fois structurée et simple, gage d'un fonctionnement stable.

J. Beau
Université René Descartes

Bibliographie

- [1] A. Reinger, N.J. Ghata, Les rythmes biologiques. Que Sais-je, Puf, 1982.
- [2] J. Beau, Système automatisé destiné à la mesure de l'activité ambulatoire chez la souris, *Pub. Scien. Acc.*, 6 bis, oct. 1984.
- [3] L. Fraisse, Intégration, convertisseurs A-N et leurs applications, *Electron. Appl.*, 36, 1984, p.49-59 et Ch. Burniaux, Les convertisseurs tension fréquence et leurs applications, *Electron. Appl.*, 41, 1985, p.43-49.
- [4] P. Pelloso, A. Seymetes, Mise en œuvre du microprocesseur 6800, tome 2, *Infoprax*, 1980.

L'auteur remercie le professeur Pelloso, qui a dirigé, dans le cadre d'un travail de maquette, un groupe d'étudiants de l'IUT de Créteil pour la réalisation d'un exemplaire de cette centrale, concrétisant ainsi les ponts existants entre les enseignements de technologie et les laboratoires de recherche dans les Universités.

OFFRE SPÉCIALE D'ABONNEMENT

Tarif France :

1 an (6 numéros) : **128 F** au lieu de 162 F
soit une économie supérieure à 20 %

2 ans (12 numéros) : **246 F** au lieu de 324 F
soit une économie de 78 F

Tarif étranger : 1 an : 178 F

(Tarifs des abonnements France : TVA récupérable 4 %, frais de port inclus. Tarifs des abonnements Etranger : exonérés de taxe, frais de port inclus).

BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner, accompagné de votre règlement, à :

ELECTRONIQUE APPLICATIONS, Service abonnements, 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris

Veuillez m'abonner à
ELECTRONIQUE APPLICATIONS
pour une durée de :

- 1 an
 2 ans (France seulement)

à partir du numéro de :

Renouvellement

Je renouvelle mon abonnement et vous joins à cet effet ma dernière étiquette d'envoi.

Je joins à cette demande la somme de..... F par :

- chèque postal, sans n° de CCP
 chèque bancaire
 mandat-lettre

à l'ordre de :
ELECTRONIQUE APPLICATIONS

Ecrire en MAJUSCULES, n'inscrire qu'une lettre par case. Laisser une case entre deux mots. Merci.

Nom, Prénom (attention: prière d'indiquer en premier lieu le nom suivi du prénom)

Complément d'adresse (Résidence, Chez M..., Bâtiment, Escalier, etc...)

N° et Rue ou Lieu-Dit

Code Postal

Ville

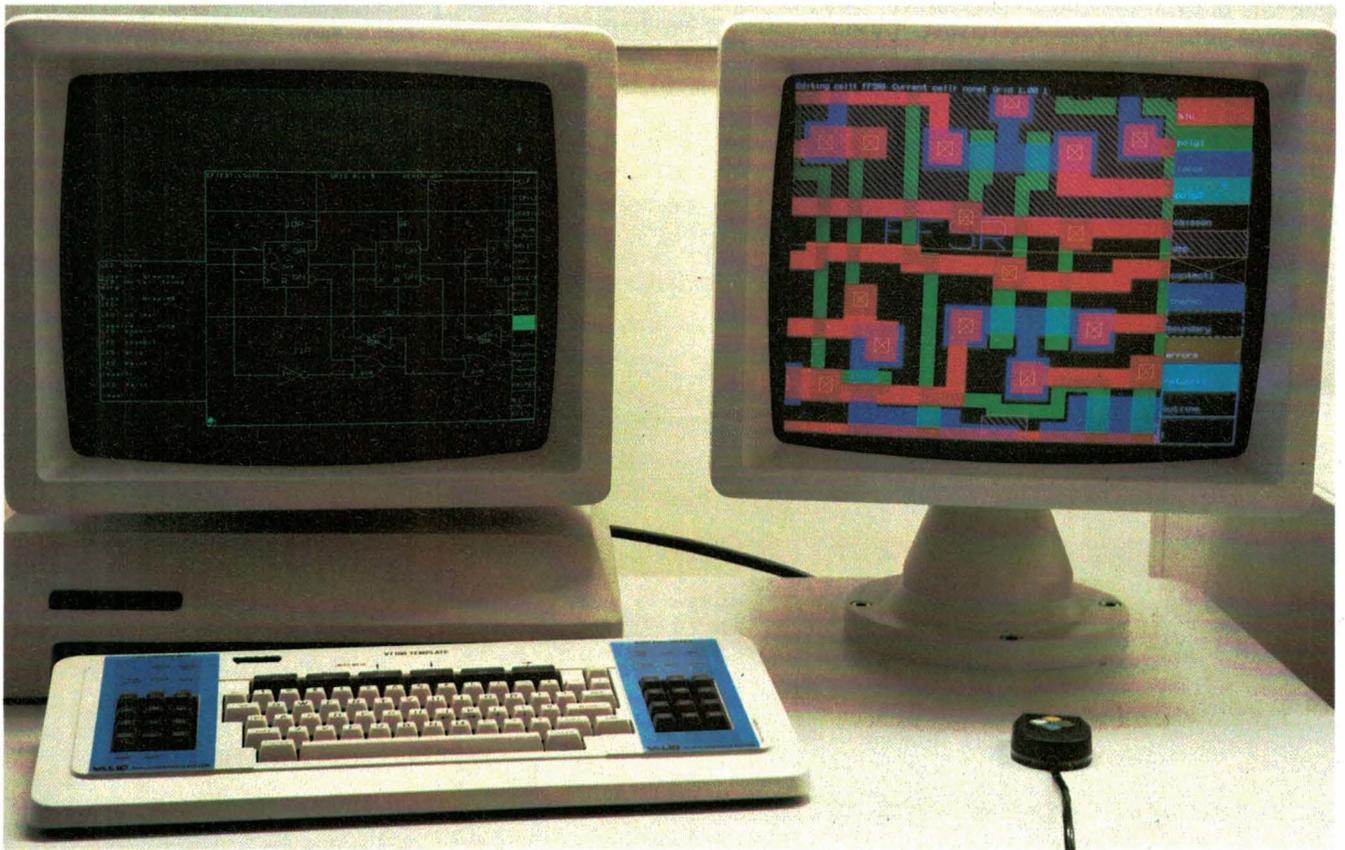
A049

**ELECTRONIQUE
APPLICATIONS**

Composants

Un circuit « palette de couleurs »

La plupart des terminaux sont maintenant des modèles couleur. Pour répondre aux besoins de l'imagerie, on a vu apparaître, il y a quelques années, les « processeurs graphiques », dont l'un des rôles était de décharger le microprocesseur d'un certain nombre de tâches, en traitement du signal. Aujourd'hui, un nouveau circuit LSI – référencé EF 9369 – permet d'afficher 16 couleurs différentes, chacune de ces couleurs étant choisie parmi 4 096 valeurs.



Le circuit « palette de couleurs » au cœur d'une application CAO.

Concepts de base

Le tube à rayons cathodiques (TRC)

La composition de base d'un TRC est décrite à la **figure 1**. A l'extrémité d'un tube cône, se trouve un canon à électrons, qui émet un faisceau convergent d'électrons. L'autre extrémité du tube (l'écran du TRC) est plus ou moins plate, son intérieur est recouvert de phosphore, qui brille quand il est frappé par le faisceau d'électrons. Le canon à électrons utilise des champs électrostatiques pour accélérer et faire converger le faisceau.

Le phosphore utilisé dans un tube est choisi en fonction de ses caractéristiques de couleur et de sa persistance.

Un TRC noir et blanc peut générer des images d'une seule couleur. Ceci étant dû aux limitations de son phosphore. Un TRC couleur utilise plusieurs couches de phosphore et détermine la couleur en modulant la vitesse du faisceau d'électrons.

Le TRC à masque

Le TRC couleur à masque peut afficher une grande quantité de couleurs est utilisé dans la majorité des TV couleurs et des moniteurs. Son concept est décrit à la **figure 2**.

Juste derrière la face du tube (re-

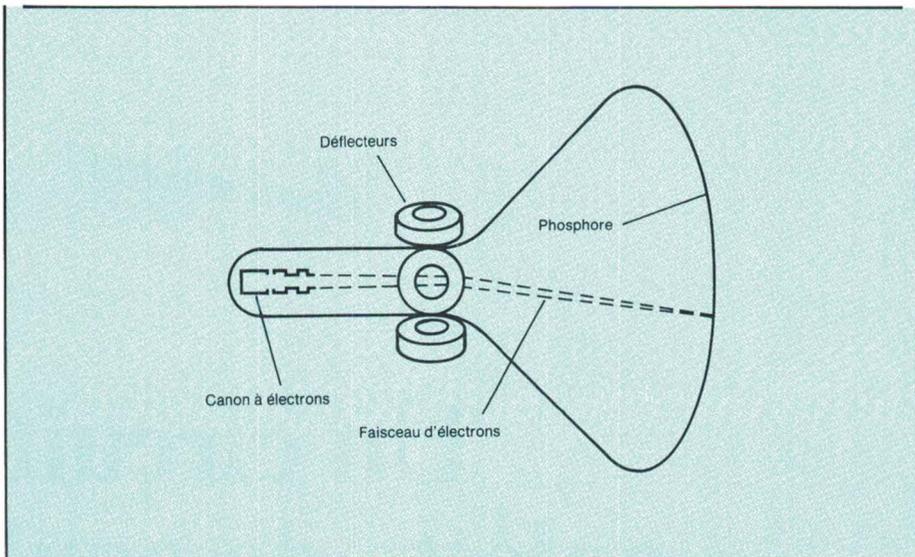


Fig. 1

couverte de phosphore), se trouve une plaque de métal : le masque.

Ce dernier est percé de minuscules trous ronds. Le TRC à masque utilise trois canons. Ces trois canons correspondent aux trois composantes rouge, verte et bleue du tube.

Le système de déflexion du TRC opère sur les trois faisceaux d'électrons en même temps, les faisant converger sur le masque. Ces faisceaux vont ensuite activer le phosphore à travers les trous du masque. Etant donné qu'ils ont des origines légèrement différentes, ils vont frapper le phosphore à des endroits différents. Le phosphore du TRC a donc besoin

d'être soigneusement appliqué en groupes de trois points (un rouge, un vert et un bleu), en face de chaque trou du masque, de façon à ce que chaque point soit activé uniquement par le canon approprié.

L'effet du masque est donc d'obstruer les points de couleur rouge des faisceaux vert et bleu, de même pour les points verts et bleus. Il devient donc possible de contrôler la lumière de chacune des trois composantes, en modulant l'intensité du canon correspondant. Le TRC à masque utilise une mémoire d'image pour stocker ses différentes images.

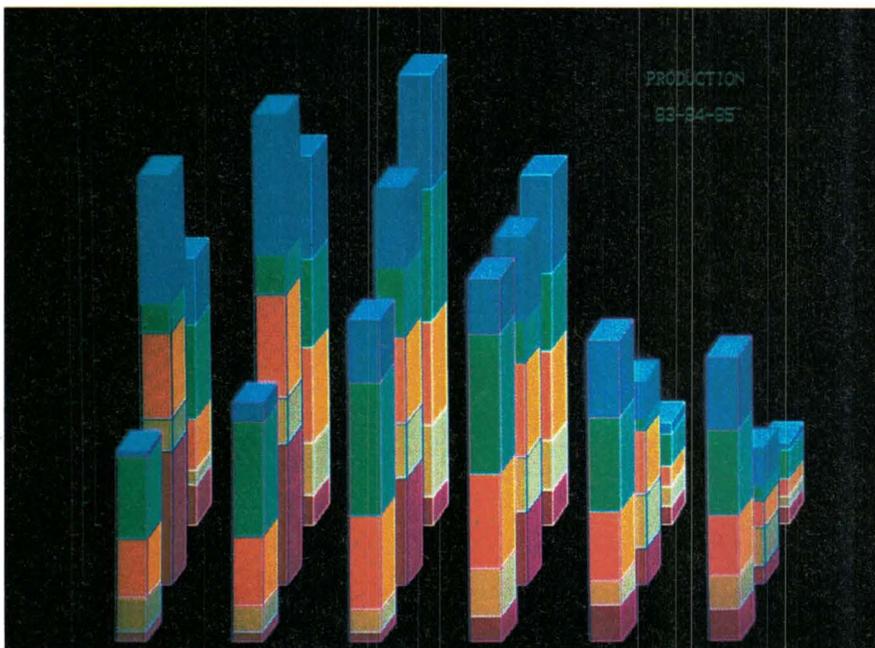
Mémoire image

Les visualisations vidéo couleur peuvent être attaquées par trois signaux vidéo séparés, un pour chaque couleur primaire, ou bien avec un seul signal dans lequel les trois composantes couleurs sont codées.

Les visualisations vidéo utilisent des rangées de points, appelés « pixels », pour générer des images. Ils ont besoin d'une mémoire externe et d'un contrôleur d'écran capable de convertir le contenu de la mémoire en un signal vidéo. Ils utilisent une mémoire digitale ou « mémoire image » pour stocker l'image affichée.

Le nombre de bits assigné à chaque pixel peut aller de 1 à 8. La plupart des mémoires images sont construites avec des RAM.

L'intensité de chaque pixel est représentée par un ou plusieurs bits de mémoire. Un bit est suffisant pour afficher du texte, quatre bits sont très utiles dans des applications qui né-



Graphisme réalisé à l'aide du processeur graphique EF9369.

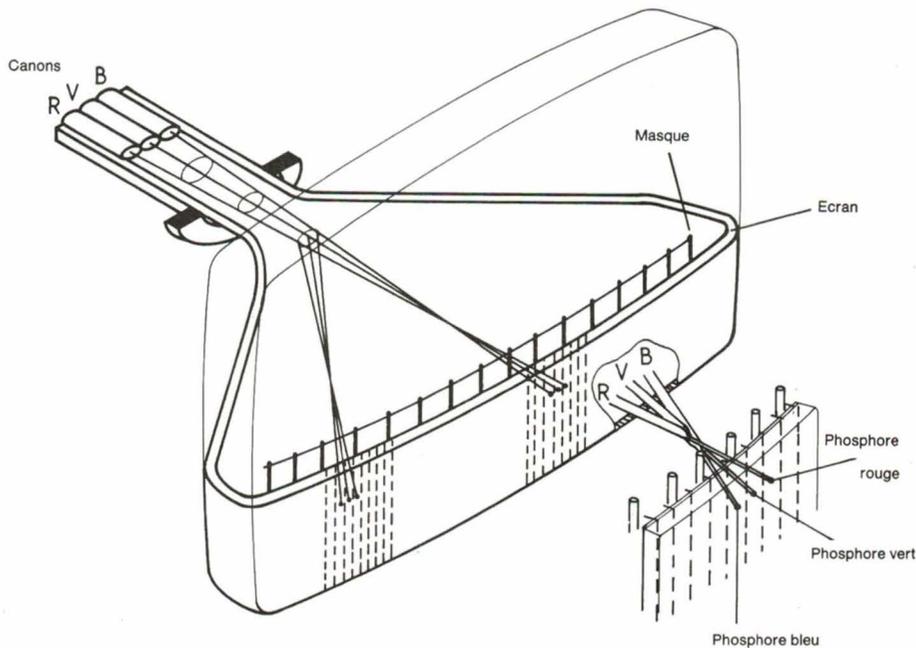
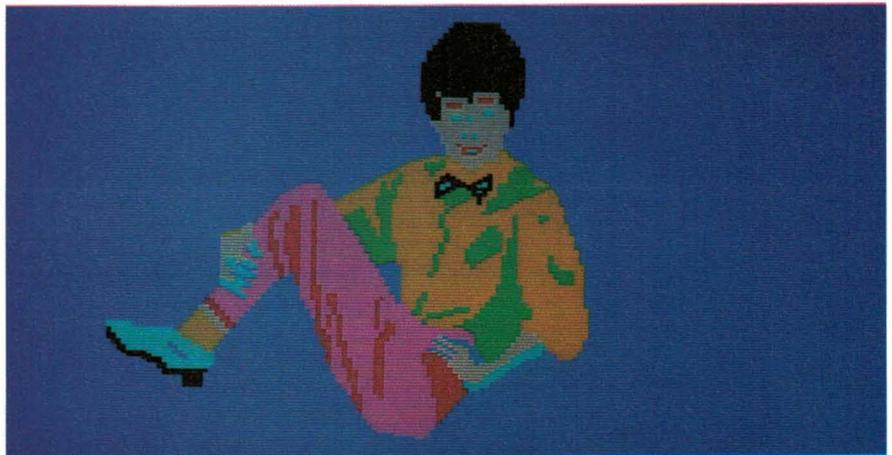


Fig. 2

cessitent l'affichage d'images évoluées.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour stocker des images couleur dans une mémoire image. La méthode la plus simple est de définir les composantes de chaque pixel. Les bits représentant le pixel peuvent être divisés en trois groupes, chacun indiquant l'intensité de l'une des trois couleurs primaires. Dans un octet, par exemple, trois bits sont associés au rouge, trois au vert, et deux au bleu. Les trois composantes attaquent ensuite les trois canons d'un moniteur couleur. Cette conception est décrite à la figure 3.



Autre exemple de graphisme possible.

Description d'une palette

Le codage décrit précédemment a le désavantage de limiter la variété de couleurs. Un codage plus avantageux utilise une table de couleur. Les valeurs stockées dans la mémoire image sont traitées comme adresses dans une table de couleurs, définie par les composantes rouge, verte et bleue.

Ainsi, une mémoire image, constituée de n plans, pourra adresser une table de couleurs de 2^n valeurs. La figure 4 montre l'organisation d'une table de couleurs.

Chacune des composantes peut avoir une valeur très précise, ainsi il devient aisé de faire varier chaque couleur affichée sur l'écran.

Le circuit EF 9369

Le circuit EF 9369 contient une mémoire vive de 16 mots de 13 bits. Chacun de ces mots est composé de trois plans couleur de quatre bits CA (0:3) ; CB (0:3) ; CC (0:3) et un bit de marquage M. (tableau 1). Ainsi pour utiliser ce circuit, on a besoin de quatre plans mémoire. Il sera donc possible de choisir une palette de seize valeurs parmi 4 096 teintes. Le bit de marquage peut être utilisé pour le clignotement ou pour des surintensités. Il est directement relié sur une patte du circuit. La mémoire est accessible en écriture/lecture par un microprocesseur via l'interface microprocesseur.

Interface microprocesseur

L'interface microprocesseur (huit bits) permet d'accéder à la table de couleurs qui est adressée à l'octet. Les registres de couleurs N , de treize bits (N allant de 0 à 15), sont accédés aux adresses $2N$ et $2N + 1$.

Les adresses paires contiennent les plans CA et CB ; les adresses impaires contiennent le plan CC et le bit de marquage M.

Il existe deux registres internes dans le EF 9369 qui sont : le registre de données et le registre d'adresses.

Le registre d'adresses est utilisé pour indiquer l'emplacement de la table, où une valeur doit être stockée.

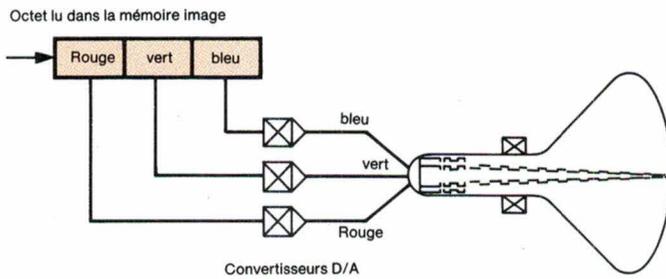


Fig. 3

Le registre de données contient la valeur qui devra être stockée à un emplacement mémoire spécifié par le registre d'adresses. Pour écrire une nouvelle valeur dans la table de couleurs, une adresse doit d'abord être spécifiée, ensuite un mot de treize bits peut être stocké à l'emplacement désiré dans la table de couleurs.

Le circuit EF 9369 permet deux types d'interfaçages :

- Le mode multiplexé permet l'inter-

Tableau 1. - Adressage de la table de couleurs.

Table de couleurs								Adresses de la table							Pointeur	
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	#
CB3	CB2	CB1	CB0	CA3	CA2	CA1	CA0	X	X	X	0	0	0	0	0	0
X	X	X	M	CC3	CC2	CC1	CC0	X	X	X	0	0	0	0	1	
CB3	CB2	CB1	CB0	CA3	CA2	CA1	CA0	X	X	X	0	0	0	1	0	1
X	X	X	M	CC3	CC2	CC1	CC0	X	X	X	0	0	0	1	1	
CB3	CB2	CB1	CB0	CA3	CA2	CA1	CA0	X	X	X	1	1	1	1	0	15
X	X	X	M	CC3	CC2	CC1	CC0	X	X	X	1	1	1	1	1	

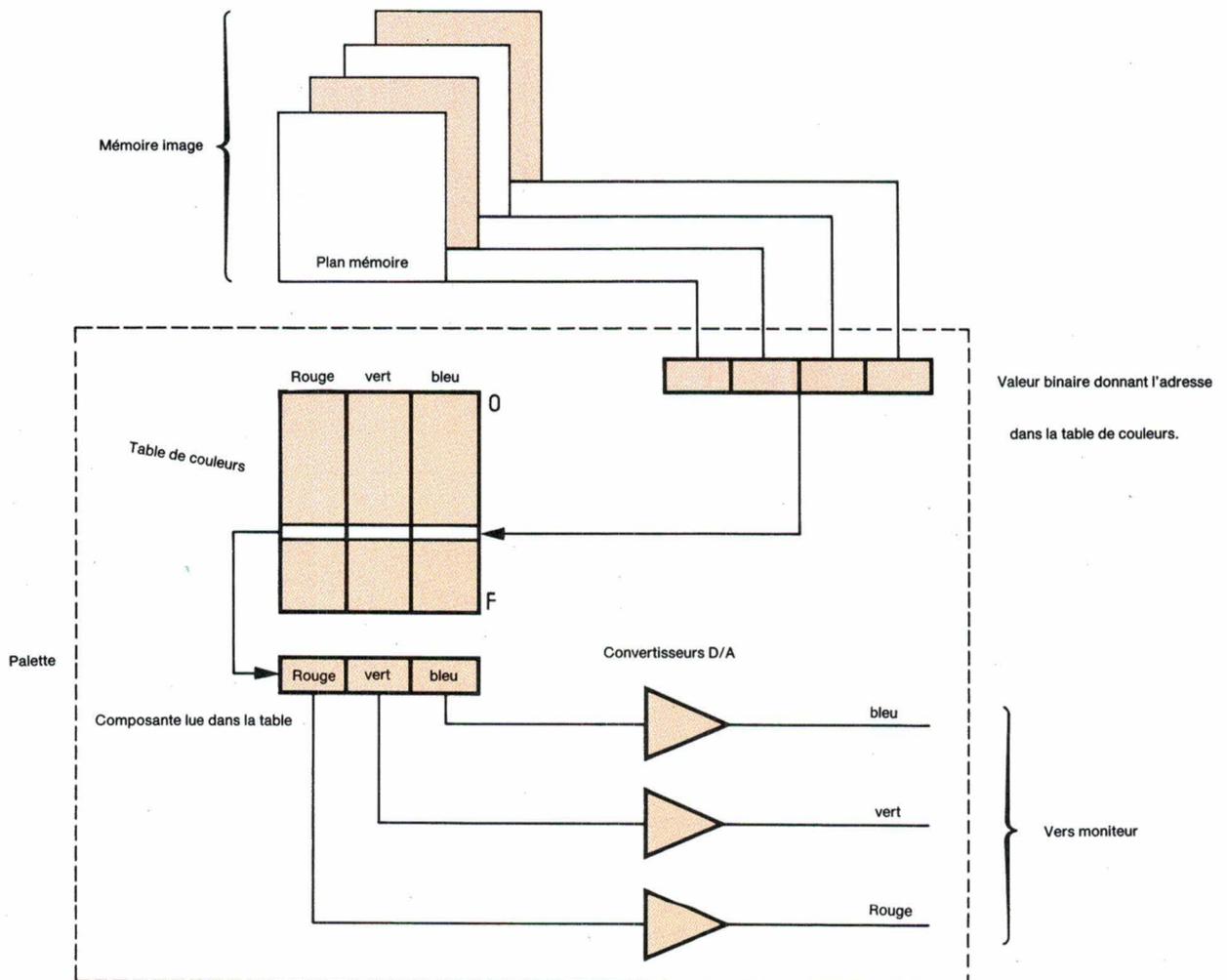


Fig. 4

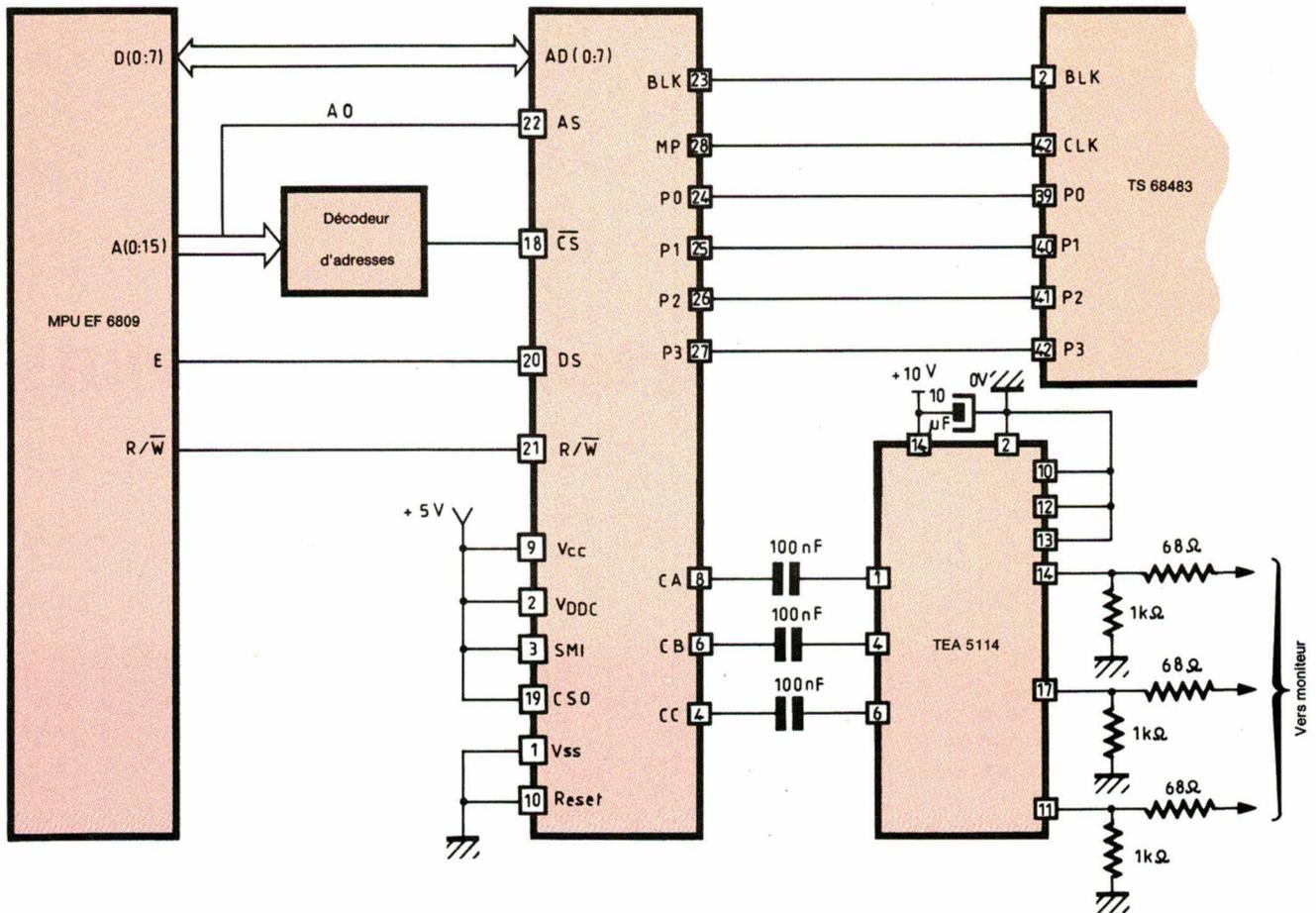


Fig. 5

façage direct du EF 9369 avec des microprocesseurs 8 bits à bus adresses/données multiplexées.

– le mode non-multiplexé permet l'interfaçage direct du EF 9369 avec des microprocesseurs 8 ou 16 bits à bus adresses/données non multiplexées.

Tableau 2.	
Entrée binaire	Sortie analogique (V)
niveau bas 0000	0,8
0001	1,18
0010	1,28
0011	1,36
0100	1,42
0101	1,47
0110	1,52
0111	1,56
1000	1,60
1001	1,63
1010	1,66
1011	1,69
1100	1,72
1101	1,75
1110	1,76
niveau haut 1111	1,80

– En mode non-multiplexé, le circuit EF 9369 occupe seulement deux octets dans l'espace adressable du microprocesseur.

Avec ce mode, la méthode pour charger la table de couleurs est d'initialiser le registre d'adresse à zéro et ensuite (étant donné que le registre d'adresse est auto-incrémenté après chaque accès à la table de couleurs), d'écrire une succession de valeurs de couleurs dans le registre de données (32 valeurs pour initialiser la palette entièrement).

– En mode multiplexé, le circuit EF 9369 occupe 32 octets dans l'espace adressable du microprocesseur.

Interface vidéo

Les plans couleurs de la palette sont connectés à des convertisseurs digital/ analogique, alors que le bit M est directement relié à la sortie M du circuit.

L'amplitude du signal de sortie des convertisseurs est de 1 V.

Les sorties CA, CB et CC sont à haute impédance (500 Ω) ce qui nécessite une adaptation dans la plupart des applications (figure 5).

Après avoir réalisé cette adaptation, les sorties CA, CB et CC peuvent être utilisées pour attaquer un moniteur couleur.

Il est possible, en utilisant une seule de ces sorties, d'attaquer un moniteur noir et blanc et d'obtenir ainsi seize niveaux de gris.

Chacun des convertisseurs digital/analogique est corrigé suivant la loi γ afin de linéariser la luminance obtenue sur l'écran en fonction de la valeur logique en sortie de palette. La loi de conversion digital/analogique est donnée dans le tableau 2.

Les convertisseurs D/A internes délivrent seize niveaux corrigés suivant la loi γ sur les sorties CA, CB, CC ($\gamma=2,8$).

J.-F. Fevre
Ingénieur d'applications
Thomson Semiconducteurs
(Grenoble).

Un jeu de cartes plein d'atouts

Créée en 1976, la S.àR.L. Eristel s'est spécialisée dans la micro-informatique industrielle et surtout la conception de cartes et l'étude de logiciels d'application.

Après le succès de ses cartes Sysmod 100, vendues à plusieurs milliers d'exemplaires, Eristel vient de proposer une gamme de produits réalisés autour du microprocesseur 68000.

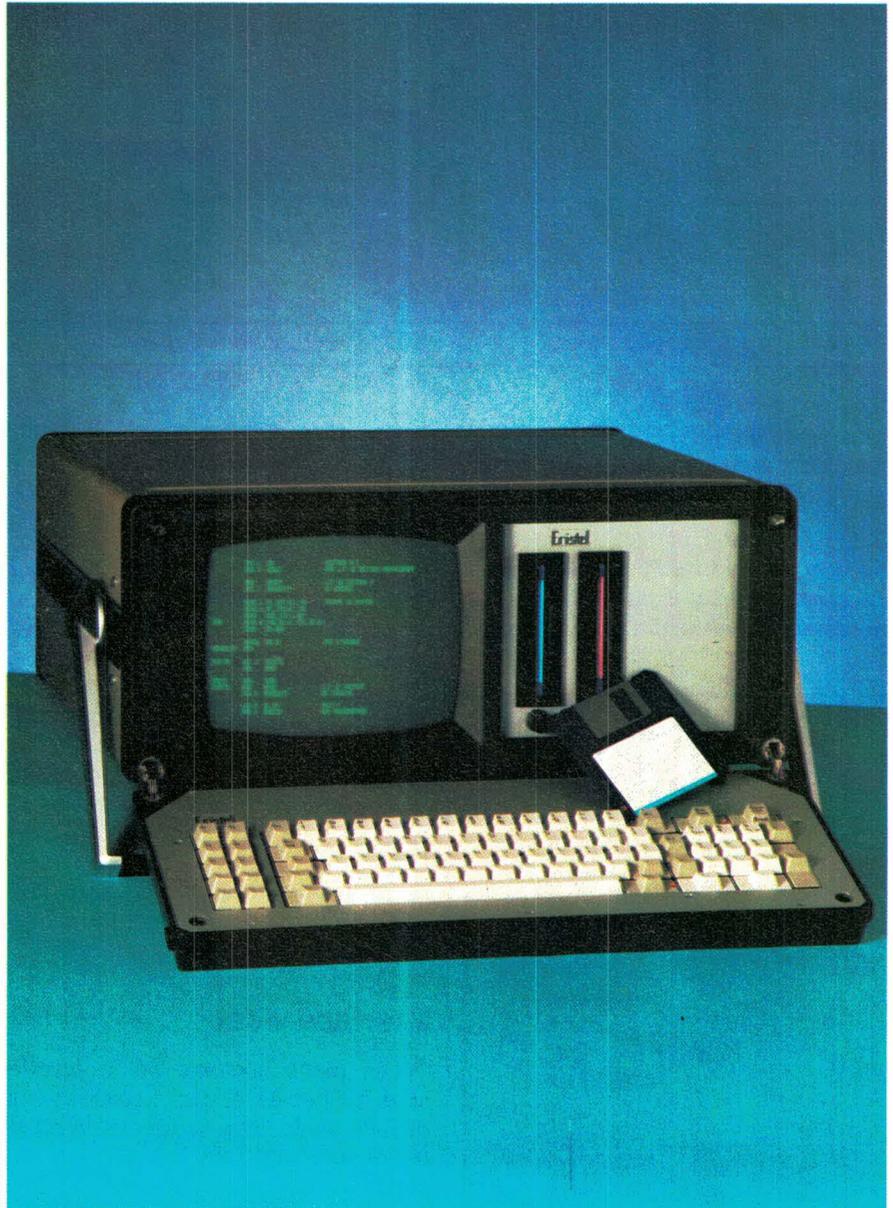
Carte-système VME 68000

Cette unité centrale est un véritable ordinateur 32 bits. On peut implanter sur la carte au format européen 128 ou 512 Ko de mémoire vive ; en outre, pour la mémoire morte, 4 supports 28 broches sont implantés sur la carte et peuvent recevoir indifféremment des circuits 2764, 27128 ou 27256.

Au niveau des entrées/sorties, on dispose d'un interface parallèle compatible Centronics et de deux interfaces série RS 232 dont les caractéristiques de communication sont programmables par logiciel (vitesse, parité, nombre de bits, protocole, etc.). En outre, l'un des ports peut être connecté à un clavier compatible IBM PC destiné à l'entrée des données.

Un contrôleur de disques souples est capable de gérer deux unités de disquettes 3" 1/2 ou 5" 1/4, double face, double densité, soit une capacité d'environ 1,2 Mo en ligne.

Un bus Sysmod permet le pilotage de cartes d'interface de faible coût.



Le VME 68000 et ses emplacements de disquettes ; ci-contre, la carte VME 68000.

et un micro portable 16-32 bits

La carte-système peut adresser directement 15 Mo de mémoire sur un bus VME ; elle assure également la gestion des « adress modifiants ».

Un module BTO génère un « bus error » si aucun périphérique ne répond sur le bus VME.

Cette carte dispose également d'une section vidéographique dont la résolution (768 x 300 pixels) permet simultanément un affichage graphique et alphanumérique.

Cette carte-système est livrée équipée d'un logiciel résident appelé DEMON sur deux EPROM 2764.

Micro portable

Construit autour de la carte-système dont nous venons de parler, le micro-ordinateur portable VME 68000 est un 16/32 bits disposant en version de base de 512 Ko de mémoire vive, de deux disquettes de 640 Ko et d'un moniteur monochrome 768 x 300 pixels.

Une horloge temps réel alimentée par batterie CdNi fournit l'heure et la date au système.

Doté d'un système d'exploitation multitâche parfaitement adapté au dé-

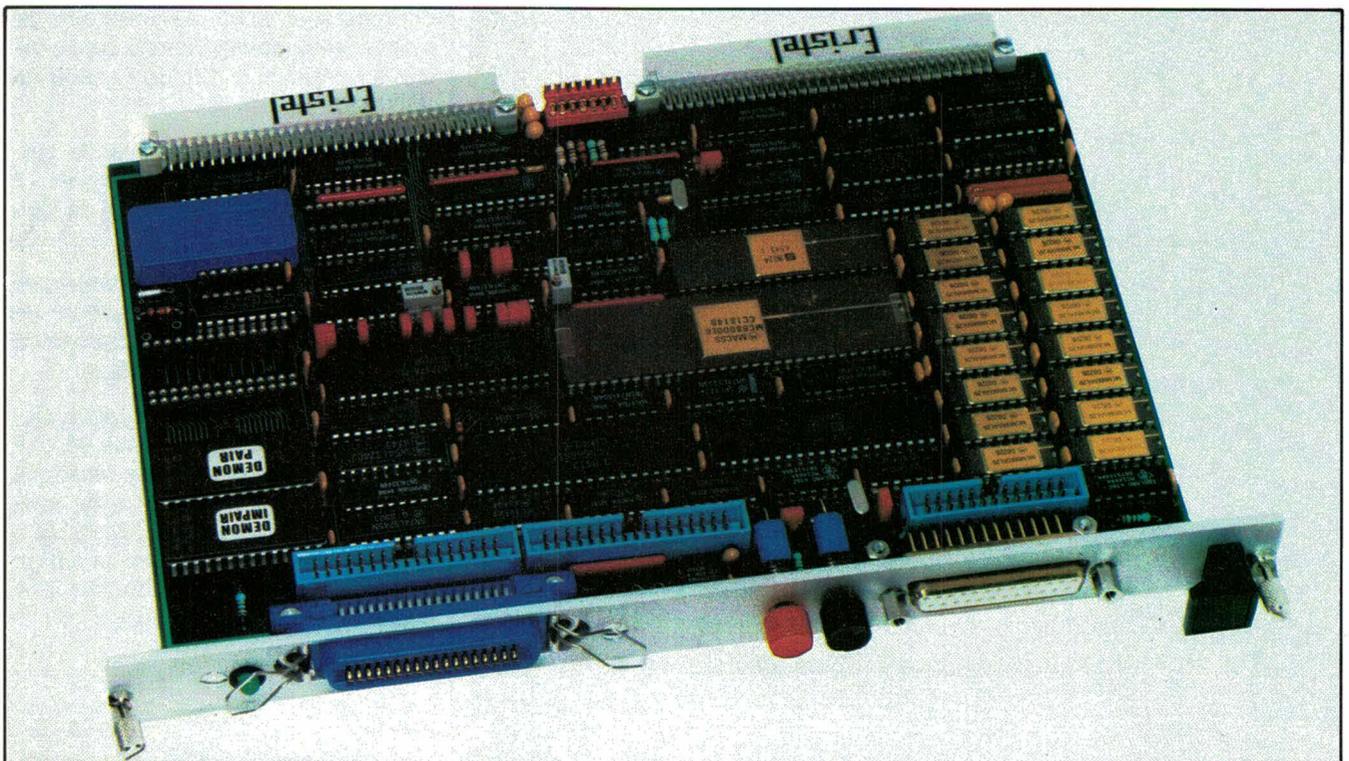
veloppement d'applications industrielles (OS9-68000), il peut être programmé dans la plupart des langages courants (assembleur, Basic 09, Pascal, C, etc.).

Son architecture originale lui permet de recevoir jusqu'à 5 cartes VME accessibles par la face arrière du coffret métallique.

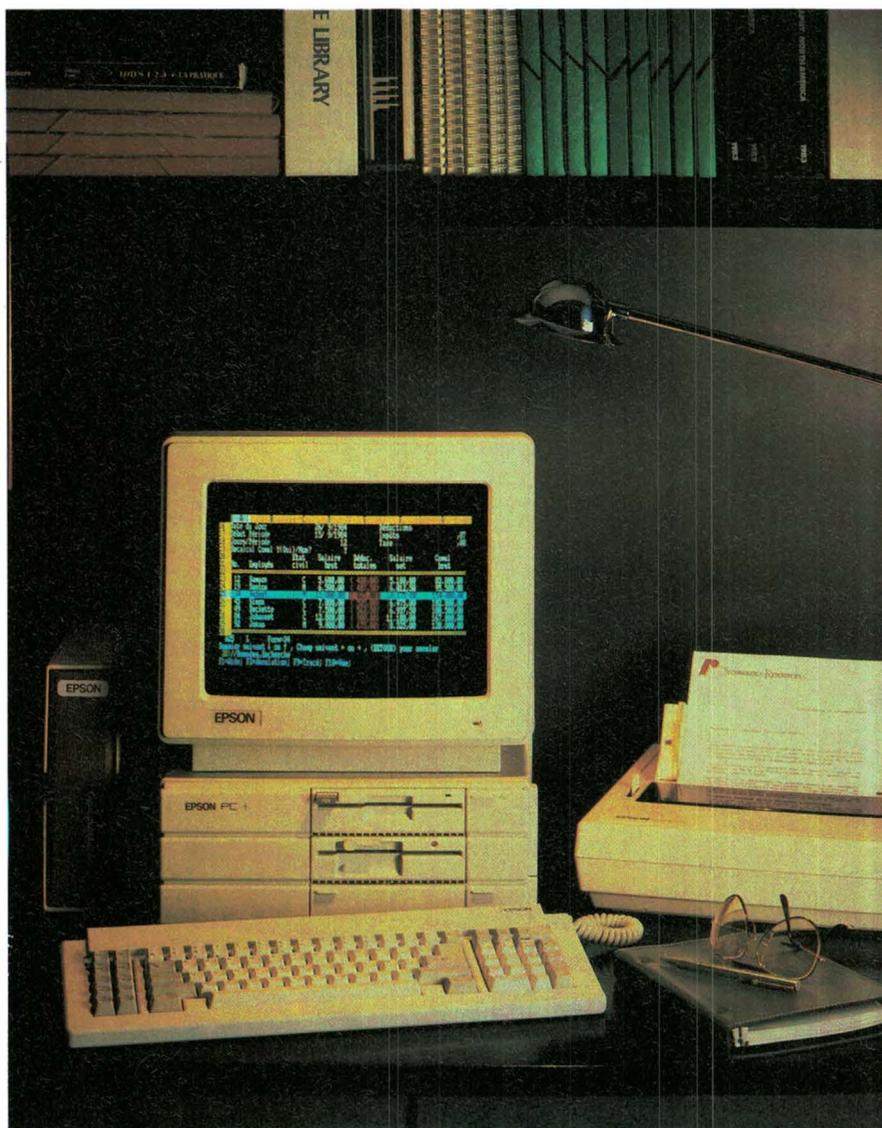
Le clavier Azerty est rabattable sur l'écran afin de protéger celui-ci pendant le transport.

Eristel

SERVICE-LECTEURS N° 201



Le PC remonte dans les sondages... chez EPSON



Afin de compléter sa gamme de micro-ordinateurs compatibles, la firme japonaise *Epson* vient de proposer le PC PLUS.

Ce monoposte haut de gamme est doté d'un processeur compatible 8086 (le V30 de NEC), dispose de deux vitesses d'horloge (4,77 et 7,16 MHz) et possède une capacité mémoire de 640 Ko en standard.

Il peut être équipé, en option, d'un coprocesseur 8087. En mémoire de masse, deux configurations sont possibles : 360 Ko + 1,2 Mo ou 360 Ko + 20 Mo.

Le PC PLUS est livré avec le système MS-DOS 3.1 en français. Il donne accès à la bibliothèque de logiciels IBM PC.

La mise en route peut être assurée automatiquement par détection de porteuse ou par horloge. Il dispose de 5 slots d'extension compatibles.

Bénéficiant des fonctions vidéo monochrome et couleur « haute résolution » compatibles Hercules ainsi que des interfaces parallèle et série intégrés sur la carte-mère, le PC PLUS a été conçu selon des critères de design et d'ergonomie correspondant aux besoins des utilisateurs.

Technology Resources

Chambre de Commerce
et d'Industrie de Paris



**UN
PARTENAIRE
POUR
VOS
PERFECTIONNEMENTS
ET
SPÉCIALISATIONS
TECHNIQUES :**

**automatique,
électronique,
microélectronique,
traitement du signal,
optoélectronique
informatique,
IAO - CAO,
communication
international**

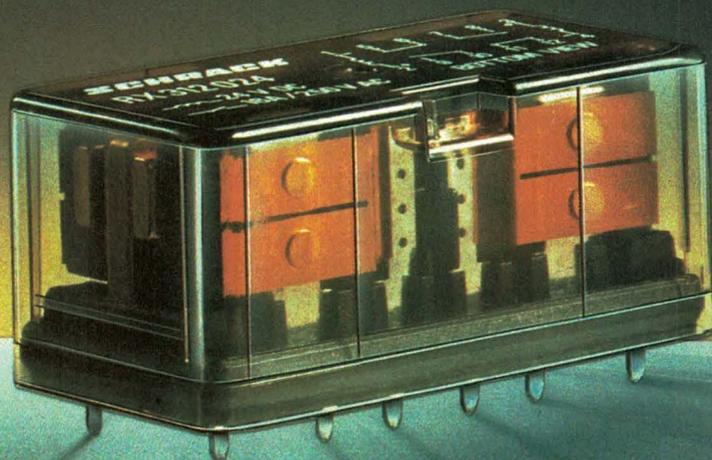
adressez-vous à :

**ESIEE-FC -
89, rue Falguière
75015 PARIS**

**Tél. : (1) 43.20.12.15
poste 314
ou
(1) 43.21.60.34**

SCHRACK

**LA PUISSANCE
MAITRISEE A
100%**



RAPY - 45.75.37.52

L'AVANT-GARDE

Relais RX

2 x 16 A ou 4 x 10 A.

Très haute sensibilité bobine (300 mW).

Excellente tenue aux vibrations.

De nombreuses versions : circuit
imprimé, raccordement par clips,
monostable, bi-stable, 1 ou 2 bobines.

Documentation technique sur simple demande.



RELAIS

Disponible chez les distributeurs de notre réseau national :
AUTELEC, COMPOSANTS SA, DICEEP, EPROM,
ISNARD, OMNIUM ELECTRIQUE DU SUD-OUEST,
REDIMEX, REVIMEX, SECDIS, S.F.A.I.

SCHRACK FRANCE
Europarc
7, avenue du Long Rayage
91090 LISSES
Tél. (1) 64 97 7213 - Tlx 690 490 F

Elpi : le tantale,

Il n'est pas aisé, pour une société de taille réduite, de maintenir une activité « profitable » sur le marché des composants passifs – notamment des condensateurs. Elpi, dont l'usine de Romorantin, au centre de la France, a facturé en 1985 12 millions de francs, a relevé ce défi.

Selon deux choix de base, qu'autorise une bonne maîtrise de la chimie des matériaux – du tantale notamment : proposer des produits hautement professionnels ; garantir des niveaux de fiabilité compatibles avec les normes exigées par les industries de type aéronautique et télé-transmissions.



Four de polymérisation.



Chaîne d'assemblage robotisée, commandée par un automate programmable.

C'est ainsi que, pour couvrir les marchés de l'aéronautique, de l'informatique, du militaire, de la robotique et de la téléphonie, *Elpi* présente des produits conformes aux normes NFC, CECC, UTEC, MIL et CCTU. Ces condensateurs, selon leurs applications, sont homologués MUAHAG, GAM T-1, LNZ ou CCQ.

Pour ce faire, *Elpi* dispose d'une toute récente chaîne d'assemblage robotisée, commandée par automate programmable, de fours de frittage et de machines automatiques à pyrolyse, d'équipements de radiographie, de vieillissement et de « burn-in » ainsi que d'enceintes d'environnement climatique (chaud, froid, chaleur humide). Des appareils de contrôle continu, automatisés eux aussi, des presses transfert et des appareils de mise en bande complètent une instal-

c'est du solide

lution où le souci de la qualité est partout présent.

Fabricant de condensateurs mica, à film plastique, ainsi que de composants « à la demande », *Elpi* axe cependant ses efforts sur le tantale.

Deux nouveaux condensateurs au tantale solide viennent d'entrer au catalogue de la marque.

● Homologué GAM T-1, conforme à la norme CECC 30 201-037, le « CTS 41 » est un condensateur hautement professionnel :

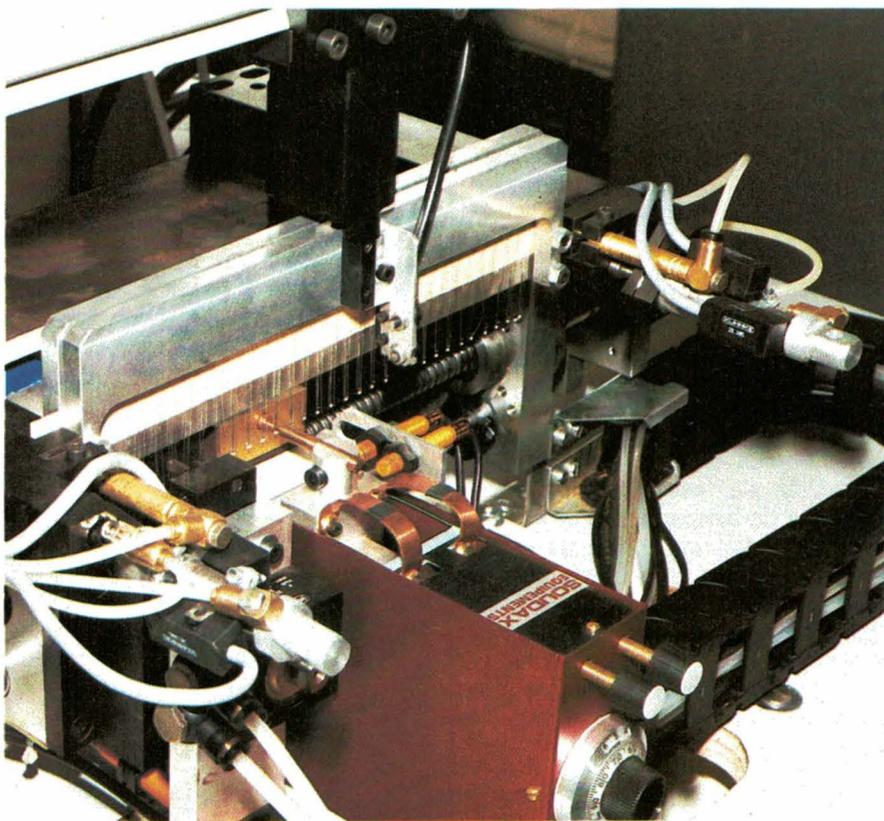
- catégorie climatique - 55 à + 125 °C, 56 jours de chaleur humide ;
- admet des tensions inverses ;
- garantie de 1 million de cycles successifs charge/décharge ;
- capacités de 0,1 μF à 150 μF ;
- tensions de 6,3 V à 50 V.

Réalisé avec des pieds de lavage, le CTS 41 subit un contrôle paramétrique systématique en cours de fabrication, un contrôle final unitaire et un contrôle sous CCQ.

On notera encore que :

- les anodes sont réalisées avec des poudres très pures à haut rendement ;
- la pyrolyse est effectuée en automatique dans un ensemble dynamique, afin de parfaire l'homogénéité des cathodes et d'en accroître la reproductibilité ;
- les opérations de finition : soudure des connexions cathodiques et anodiques, coupe fil tantale, mise en boîtiers, remplissage des boîtiers et polymérisation des réseaux se font entièrement sur la chaîne automatique visible sur notre photo.

Les applications principales concernent le découplage des alimentations, le filtrage, les fonctions constante de temps et réservoir d'énergie.



Coupe-fil tantale et soudure anodique.

On saura tout sur ce modèle en notant que la capacité de fabrication de l'usine est de 100 000 pièces par mois. Sur un marché estimé à 2 500 000 pièces en Europe et 1 000 000 pièces en France, *Elpi* espère conquérir en 1986 20 % de ce marché européen.

● Destiné à des applications de types militaires et industriels, conforme à la norme CECC 30 200 - 30 201 - 30 000, le « CTS 21 » est conçu sous 2 boîtiers de 5,6 à 330 μF , de 6,3 V à 50 V, en général pour des applications

de filtre lorsque de faibles impédances sont nécessaires, et plus particulièrement dans des applications de filtrage. Il est particulièrement recommandé chaque fois qu'une faible résistance série est indispensable.

● Destiné à des applications de types militaires et industriels, conforme à la norme CECC 30 200 - 30 201 - 30 000, le « CTS 21 » est conçu sous 2 boîtiers de 5,6 à 330 μF , de 6,3 V à 50 V, en général pour des applications

Elpi

SERVICE-LECTEURS N° 205

Un compteur qui n'a pas les yeux dans sa poche

Après avoir commercialisé le premier compteur universel à microprocesseur, Enertec Instruments lance aujourd'hui sur le marché le 2721, premier compteur universel à visualisation de signal.

Affichant les résultats sur un tube cathodique, le 2721 est en effet capable de reconstituer la forme de l'onde mesurée.

Alors qu'un oscilloscope détermine une valeur de tension pour chaque incrément de temps, le compteur universel 2721 détermine une valeur de temps pour chaque incrément de tension. Une conception particulière du système de mesure associée à un traitement du signal approprié permet la mesure même lorsque le signal présente des oscillations.

Cet instrument dispose d'une grande sensibilité (15 mV eff. jusqu'à 200 MHz) mais aussi d'une immunité au bruit élevée grâce à l'« hystérésis élargie » déterminée par 2 seuils indépendants. Ces seuils sont fixés manuellement ou automatiquement à 30 % de l'amplitude du signal.

Cette grande sensibilité et la précision des seuils permettent des mesures très précises, notamment en intervalle de temps où la résolution atteint 500 ps en monocoup.

Le compteur universel 2721 réalise les mesures de fréquence, période, intervalle de temps, phase, rapport cyclique, durée, temps de montée ou de descente, valeur crête à crête ou crête du signal, différence de fréquence, rapport de fréquence et totalisation.

Alors que l'appareil de base mesure jusqu'à 200 MHz, une voie optionnelle étend le domaine jusqu'à 1,25 GHz. Il est possible de mesurer des signaux modulés en impulsions grâce à une porte extérieure.

Des traitements mathématiques, tels que mise à l'échelle, moyenne, lissage, limite, peuvent être appliqués au résultat. Doté d'une sortie analogique, ce compteur universel dispose aussi d'une fonction enregistreur présentant sur le tube cathodique l'évolu-

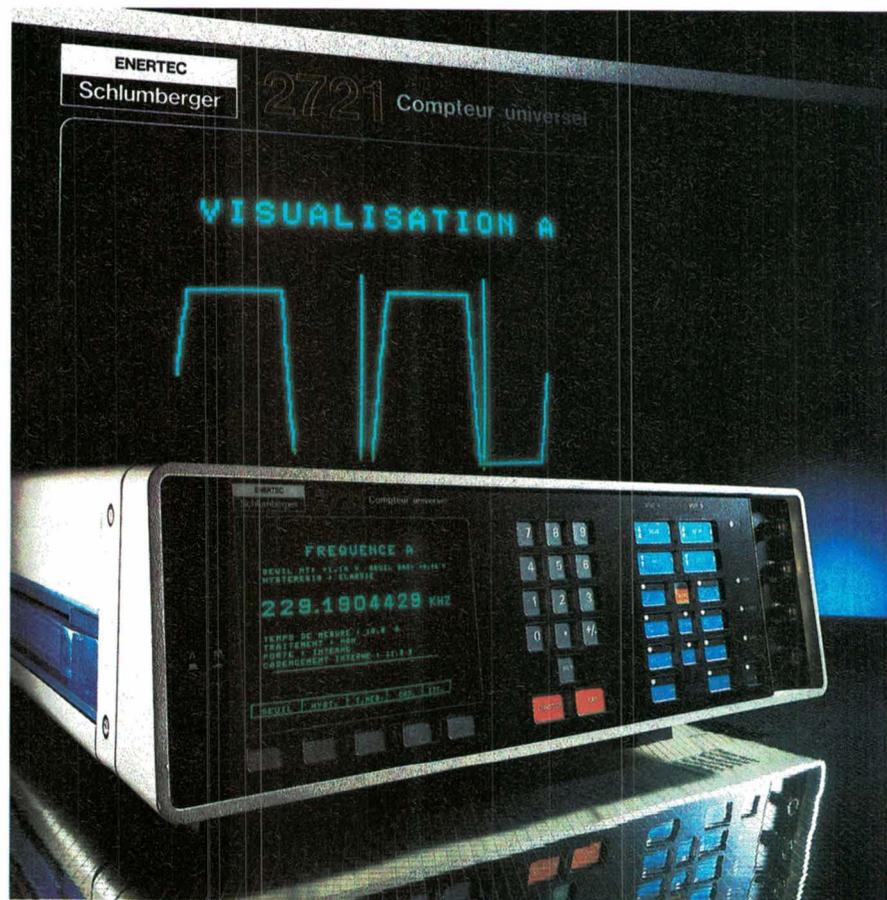
tion du paramètre mesuré en fonction du temps.

Les configurations sont mémorisées. Trois types de base de temps sont proposés suivant la stabilité souhaitée.

Le compteur universel 2721 est programmable en standard et permet ainsi la recopie de l'écran.

Enertec

SERVICE-LECTEURS N° 203



GP ÉLECTRONIQUE
 Z.I Parc La Noue
 2, rue de l'Épine prolongée
 93170 BAGNOLET
 Tél. : (1) 43.79.02.23 - Télex : 206 470

GP ELECTRONICS INC (USA)
 Tél. : (312) 883 0970
 Téléx : 26.15.98 G

GP INDUSTRIEL (UK)
 Tél. : (752) 342 961
 Téléx : 42 513 GP



LES GRANDES PERFORMANCES



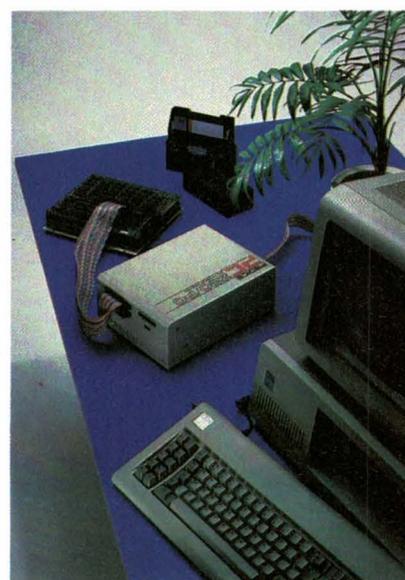
SYSTÈME DE PROGRAMMATION UNIVERSEL

- Mémoire RAM de 512 K bits
- Interface RS 232 (17 formats Intel, Dec, JEDEC, etc.)
- Interface parallèle Centronics
- Sortie vidéo (permettant d'utiliser un puissant éditeur)
- Programme EPROMS et EEPROMS (2508 à la 27513)

● OPTIONS

- Programme les Proms bipolaires, PAL, Mono Chip
- Émulateur ROM 8, 16 bits) 512 K bits de RAM statique
- Logiciel IBM-PC pour transfert de fichiers
- Logiciel graphique de développement (traduction schéma TTL en fichier PAL (JEDEC)

- **XP 640, XC 620** : système de Programmation universel
- **Série P 9000** : Gamme de duplicateur, 8 copies
- **Émulateur microprocesseur** série Proice (8 bits, 16 bits, monochips)



Claviers de saisie rapide : des Français prennent le mors aux dents

Pour la première fois, une entreprise française a étudié et fabriqué un clavier de saisie rapide sous licence entièrement française. Cette grande première, sur un marché dominé par le Japon et les U.S.A., est le fruit du travail de la division « composants » de Mors à Montauban.

Créés à partir de brevets Mors subventionnés par l'ANVAR, ces claviers se caractérisent par leur rapidité, leur grand confort d'utilisation (souplesse, effet tactile, absence de bruit, boîtier ergonomique aux normes DIN) et une esthétique particulièrement soignée.

Les touches utilisent la technologie « capacitive » qui offre de nombreux avantages par rapport aux touches à contact résistif :

- la durée de vie est supérieure grâce à l'absence de contacts électriques, d'où suppression de l'usure ;
- la fiabilité de service est accrue ;
- le confort de saisie est meilleur ;
- la vitesse de saisie est augmentée.

Dans la technologie capacitive de Mors, les électrodes du condensateur sont sérigraphiées sur film polyester.

Les touches unitaires supportent l'électrode flottante placée sur un bloc

de mousse. Ces touches intègrent une coupelle en silicone qui assure l'effet tactile et garantit un grand silence.

L'électronique incorporée est à base de composants standards en nombre limité.

Ces claviers, très plats, sont compatibles IBM PC, Bull et bientôt Dec VT220 et VT100.

Mors
Division Composants

SERVICE-LECTEURS N° 204



Multimètre ou centrale de mesure ?

Avec leurs boîtiers de commutation externes, les multimètres PM 2534 et PM 2535 se transforment aisément en centrales de mesure performantes sans sacrifier vitesse et résolution: 100 mesures/seconde et 3.000.000 de points pour 10 à 40 voies de mesure.

Les multimètres multifonctions Philips, c'est aussi :

- **Le choix de 7 fonctions de mesure :** (pour les deux modèles) entrées en face avant ou panneau arrière, 100 nV de résolution sur la gamme 300 mV avec 6 1/2 digits de précision, une vitesse de 100 mesures/seconde sur 3 1/2 digits; interface IEEE 488 avec programmation simplifiée pour les unités de commutation externe.

- **L'acquisition et le traitement de données :** Le PM 2535 contrôle le multiplexage des mesures sans micro-ordinateur externe: 10 réglages sauvegardés et mémoire de 999 valeurs.

La mesure qui s'impose

Les multimètres Philips PM 2534 et PM 2535 sont le fruit de l'expérience et des ressources d'une des plus grandes sociétés mondiales d'électronique. Pour vous, c'est la **garantie de l'excellence**, en technique, technologie, qualité et service.



Avec Philips, prenez la mesure qui s'impose!

Pour toute information, téléphonez au : (1) 48 30 11 11.

S.A. PHILIPS INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE. Division Science et Industrie, 105, rue de Paris, B.P. 62, 93002 BOBIGNY CEDEX - (1) 48 30 11 11 - 210 290 Induphi.



Mesure

PHILIPS

Régulateurs à découpage « multisortie »

La série de régulateurs à découpage multisortie **PMB** fabriquée par *Melcher* se présente sous la forme de boîtiers de volume réduit (BO3-poids : 260 g).

Selon les modèles, les tensions continues d'entrée sont nominale-ment de 20 V (12 à 38 V admissibles) ou 40 V (12 à 80 V admissibles), tandis que l'on dispose de deux ou trois sor-ties distinctes.

La sortie principale (5,1 V/3 à

4,5 A) est isolée galvaniquement des sorties auxiliaires 12 V.

Le rendement énergétique va de 75 à 81 %.

La mise en parallèle avec un autre régulateur est possible uniquement sur la sortie principale.

Ces régulateurs utilisent des MOS-FET de puissance fonctionnant à 150 kHz. Chaque sortie est protégée contre les surcharges et les courts-

circuits permanents ; une protection thermique est également prévue pour les sorties auxiliaires. En cas de sous-tension d'entrée (en dessous de 11 V), ces régulateurs coupent auto-matiquement la sortie.

Deux plages de températures de fonctionnement sont disponibles : de 0 à + 71 °C et de - 40 à + 71 °C.

Melcher France

SERVICE-LECTEURS N° 207



LE MEILLEUR CHOIX

En équipements linéaires, SGS mène le jeu. Dernière innovation: ses régulateurs de tension avec boîtiers anti-stress!

La gamme de régulateurs de tension SGS, vous connaissez ? SGS a toujours une réponse à vous donner. Quelle que soit votre application, en voici un aperçu.

- REGULATEURS A FAIBLE CHUTE DE TENSION.
- REGULATEURS POUR APPLICATIONS AUTOMOBILES.
- REGULATEURS AVEC « RESET » POUR MICROPROCESSEURS.
- REGULATEURS LINEAIRES STANDARDS.
- REGULATEURS LINEAIRES VARIABLES.
- REGULATEURS A DOUBLE TENSION DE SORTIE.
- REGULATEURS A DECOUPE HAUTE PUISSANCE.
- CONTROLEURS PWM.

Ces régulateurs sont disponibles en boîtiers anti-stress plastiques TO220 heptawatt, pentawatt et multiwatt, qui suppriment dans une large mesure les risques de surcharge mécanique.

Encore un mot : SGS a un stock réservé pour ses distributeurs et leur offre un service garanti dans les 48 heures.



Technologie et Service

SERVICE-ANNONCEURS N° 31

LOW DROP VOLTAGE REGULATORS

Type	Low	Very low drop	Transient protection				Reset	Short circuit protection	Reverse voltage protection	Output voltage			
			±100	±80	±60	±40				5V	8.5V	10V	12V
L387	•	•					•	•	•	•			
L487	•	•		•			•	•	•	•			
L2605	•	•	•				•	•	•	•	•		
L2685	•	•	•				•	•	•	•	•		
L2610	•	•	•				•	•	•	•	•		
L4705	•	•		•			•	•	•	•	•		
L4785	•	•		•			•	•	•	•	•		
L4710	•	•		•			•	•	•	•	•		
L4805	•	•			•		•	•	•	•	•		
L4885	•	•			•		•	•	•	•	•		
L4810	•	•			•		•	•	•	•	•		
L4812	•	•			•		•	•	•	•	•		
LM2930A	•	•				•	•	•	•	•	•		
LM2931A	•	•				•	•	•	•	•	•		
LM2935(*)	•	•				•	•	•	•	•	•		

AND ONLY FROM SGS:

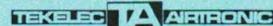
I _o max (A)	Type	Regulated output voltage (V)				Package
		5	8.5	10	12	
4	L296(**)	5.1V	← adjustable →		40V	Multiwatt 15
	L4964(**)	5.1V	← adjustable →		28V	
2.5	L4960(**)	5V	← adjustable →		40V	Heptawatt
2	L200CH/CV	2.9V	← adjustable →		36V	Pentawatt TO-3 (4 lead)
	L200CT/T					TO-220
1.5	L4962(**)	5V	← adjustable →		40V	Powerdip 12 + 2 + 2
0.5	L387	•				Pentawatt
	L487	•				Pentawatt
	L2600V	•	•			TO-220
	L4700CV	•	•			TO-220
	L4800CV	•	•		•	TO-220
	L4800CX	•	•	•	•	SOT-82
	L4901(*)	•				Heptawatt
	L4902(*)	•				Heptawatt
	L4916	•	•			Minidip

(*) Dual regulator (**) Switch-mode

LE MEILLEUR CHOIX –
Une source européenne – avec nous.



GENERIM
Z.A. de Courtabœuf
Av. de la Baltique
BP 88
91943 Les Ulis Cedex
Tél. : (1) 69.07.78.78
Télex : 691700 F



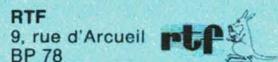
TEKELEC
BP 2
92310 Sèvres
Tél. : (1) 45.34.75.92
Télex : 204552 F



REA
90, rue de Villiers
92300
Levallois-Perret
Tél. : (1) 47.58.11.11
Télex : 620630 F

RADIO-SELL COMPOSANTS

RADIO-SELL
17-27, rue Gaston-Planté
ZI Brest Kergaradec
29239 Gouesnou
Tél. : 98.41.65.56
Télex : 940279 F
Téléfax : 98.41.74.52



RTF
9, rue d'Arcueil
BP 78
94253 Gentilly Cédex
Tél. : (1) 46.64.11.01
Télex : 201069 F
Téléfax : (1) 46.64.41.99



ITT MULTICOMPOSANTS
Avenue des Andes
ZI de Courtabœuf
91940 Les Ulis
Tél. : (1) 64.46.02.00
Télex : 603351 F



GECODIS
« Spécialisé grand public »
344, av. Georges-Clémenceau
BP 429
92004 Nanterre Cedex
Tél. : (1) 42.04.76.76
Télex : 615 953 F
Téléfax : (1) 42.04.26.97

GEDIS
352, av. G. Clémenceau
BP 708
92007 Nanterre Cedex
Tél. : (1) 42.04.04.04
Télex : 615051 F
Téléfax : (1) 42.04.26.97



TECHDIS
6-8, rue Ambroise Croizat
ZI des Glaises
91120 Palaiseau
Tél. : (1) 69.30.50.50
Télex : 692113 F
Téléfax : (1) 69.30.26.76

FACEN ELECTRONIQUE
19, avenue Vladimir Komarov
BP 111
78192 Trappes Cedex
Tél. : (1) 30.62.61.39
Télex : 697840 F



LA MESURE de visu

Analyseur de spectre portable

Fabriquée par la firme américaine IFR sous la référence A-7550, ce nouvel analyseur de spectre numérique 1 GHz est utilisable sur site, grâce à sa grande robustesse, son poids raisonnable (13 kg) et surtout son fonctionnement sur batterie interne.

Ses caractéristiques de base sont une dispersion maximale de 1 kHz/div., une résolution de 300 Hz, une gamme de mesure en amplitude allant de -120 à +30 dBm et enfin une dynamique de 70 dB.

Cet appareil peut être équipé des options suivantes :

- générateur de poursuite ;
- récepteur AM - FM - BLU (2 μ V de sensibilité) ;
- détecteur quasi-crête ;
- interfaces IEEE ou RS 232C.

L'utilisation de l'appareil est facilitée grâce au concours de deux micro-processeurs.

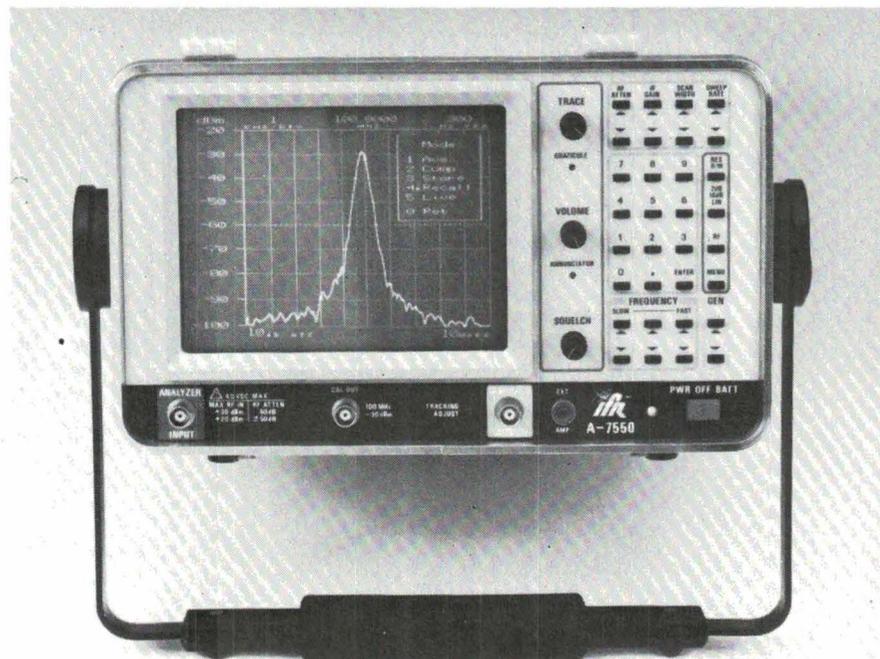
D'une part, les valeurs de fréquence, dispersion, résolution, atténuation d'entrée et vitesse de balayage sont affichées sur l'écran ; celui-ci fait apparaître également l'échelle en amplitude qui est étalonnée de manière automatique.

D'autre part, des « menus » lisibles sur l'écran aident l'opérateur à choisir différents modes de fonctionnement.

Enfin, après une coupure d'alimentation, l'appareil sauvegarde la dernière configuration utilisée ainsi que le signal mis en mémoire.

Cet analyseur, qui est garanti deux ans, bénéficie en outre des caractéristiques suivantes :

- niveau de référence programmable de +30 dBm à -95 dBm par pas de 1 dB ;
- affichage logarithmique (10 ou 2 dB/div.) ou linéaire ;
- possibilité de travailler en 50 Ω ou 75 Ω (avec correction automatique de l'affichage en amplitude pour éviter les erreurs de mesure) ;



- filtres vidéo : 300 Hz ou 30 kHz ;
- fonction « Peak-Hold » permettant la m morisati n des maxima. Cette fonction permet en outre de garder la trace de tout signal fugitif se produisant dans la bande de fréquence analys e ;
- mesure de fréquence, avec une résolution de 100 Hz et une précision de 25 ppm ;
- pas de dérive du signal visualisé ;
- appareil alimentable par du 106 à 266 VAC, 50   400 Hz, sans commutation manuelle, ou par du 12 à 30 VDC externe, ou encore par une batterie interne.

R.E.A.

SERVICE-LECTEURS N  224

Centrale d'acquisition

Cette centrale PAN 9121 est équipée de deux voies multifonction (ohms, V, A DC/AC) ainsi que d'une imprimante. Son alimentation par batteries NiCd lui confère l'autonomie réclamée par les utilisations « sur le site ».

Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

- changement de gamme automatique ou manuel ;
- entrée option pour mesure de paramètres tel que température, pression, vitesse, etc., sur la voie A ;
- comparateur de niveau (5 niveaux) réglable de 0 à 200 % avec contrôle visuel par LED ;
- une sortie externe (par fiche DIN) permet d'avoir le signal logique correspondant aux 5 niveaux ainsi qu'une commande pour démarrage du cycle et possibilité de connecter sur la sortie une alarme ;
- impression par imprimante à matrice (2 s/ligne) avec inscription des valeurs ou courbes de variation et programmation des intervalles de mesure de 5 secondes à 1 heure ;

- un calculateur indique le nombre de mesures effectuées, la valeur moyenne ainsi que les valeurs maxima et minima.

Cet appareil aura donc une application dans de nombreux domaines, notamment pour le contrôle qualité, laboratoire, production... ainsi que toutes mesures nécessitant des relevés périodiques.

Carlo Gavazzi-Pantec

SERVICE-LECTEURS N  225



MESURE

Oscilloscope

« gamme moyenne »

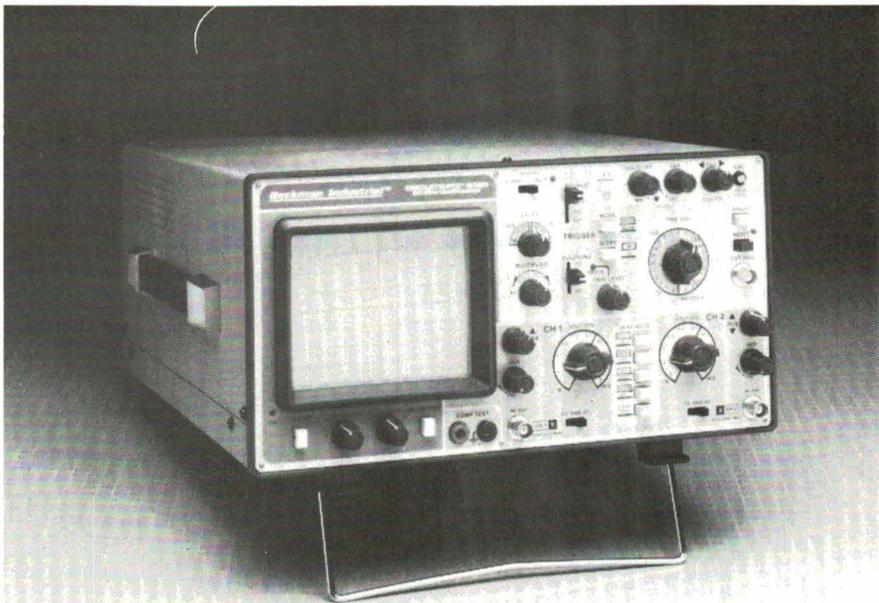
Cet oscilloscope « 9020 » est destiné aux applications ne nécessitant pas des performances trop « pointues » : écoles, centres de formation, services de maintenance, grand-public.

Il s'agit d'un 2 canaux de 20 MHz de bande passante, avec :

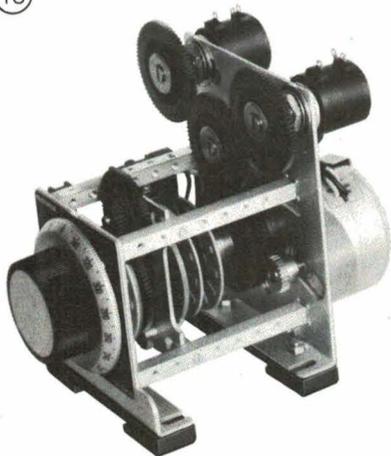
- ligne à retard ;
- testeur de composants ;
- calibre 5 mV/div. (ajustable à 1 mV/div.) ;
- impédance d'entrée 1 M Ω - 25 pF ;
- écran de 150 mm.

Beckman Industrial

SERVICE-LECTEURS N° 226



18



Produits de
HAUTE PRÉCISION

DÉLAIS COURTS

Pour résoudre les problèmes d'AUTOMATION SÉQUENTIELLE

PROGRAMMATEURS : alternative avantageuse entre la commande par relais et par micro processeur.

PROGRAMMATEURS PAS à PAS : commandes séquentielles de processus.

SÉLECTEURS MANUELS : commutateurs multi-directionnels ou pour sélection de points de mesure.

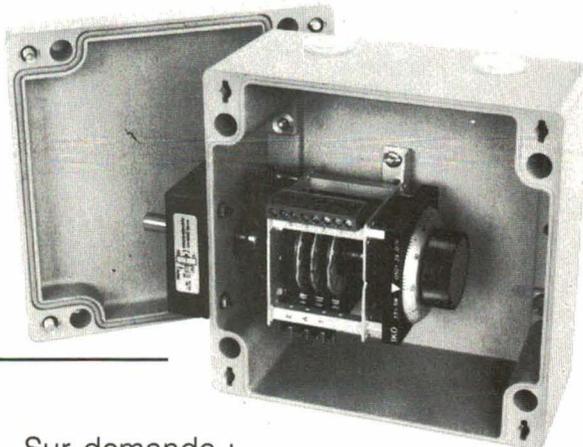
POTENTIOMÈTRES MOTORISÉS : Donneurs de valeur de consigne utilisés comme télécommande - 1 ou plusieurs potentiomètres délivrent une courbe en fonction de l'avance d'un programme.

CAPTEURS ANGULAIRES : délivrent 1 signal programmé en fonction d'un angle ou d'une course - entraînement par courroie ou chaîne ou embout d'arbre.

micromat[®]

*un système
éprouvé*

d'Actualité



Sur demande :
CATALOGUES SPÉCIALISÉS



62 bis, av. Gabriel Péri
93407 ST-OUEN CEDEX
Téléphone (1) 42 57 11 33 +
Télécopie (1) 42 52 91 00 - Téléc 290 240

GP ÉLECTRONIQUE
 Z.I Parc La Noue
 2, rue de l'Épine prolongée
 93170 BAGNOLET
 Tél. : (1) 43.79.02.23 - Téléc : 206 470

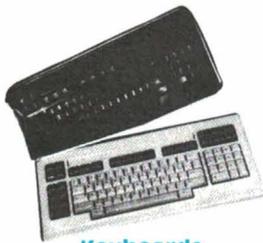
GP ELECTRONICS INC (USA)
 Tél. : (312) 883 0970
 Téléc : 26.15.98 G

GP INDUSTRIAL (UK)
 Tél. : (752) 342 961
 Téléc : 42 513 GP



PRESENTE

VIZIFLEX® Protection claviers
ultrafilm™, ultra fin, ultra clair, ultra fort.
Produits spécifiques à la demande.



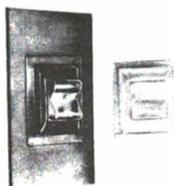
Keyboards
 Transparent protection for computer terminal keyboards.



Telephones
 Protects all types of pushbutton telephones from dirt and spills.



Push Valves
 VIZIFLEX SEELS® protect multiple soda dispenser head to prevent spill from any of 15 beverages.



Rocker Switches
 An inexpensive way to prevent dirt and moisture from entering your switches.

are designed to...

- Prevent damage from dirt and spills
- Protect capital equipment
- Eliminate downtime for maintenance and costly cleaning
- Resist abrasion, tearing and cracking

Additional features:

- Absolutely no interference with normal fingering
- Form-fit to virtually any keyboard
- Invisible for normal readability
- Self-adhesive areas for easy, quick attachment
- **Extremely Economical**
- **Low tooling costs for customer orders**

VIZIFLEX SEELS® protect virtually any type of keyboard and push button surface from dirt, spills and environmental degradation. Made of Ultrafilm™, a unique film of high strength, clarity and thinness, VIZIFLEX SEELS® are produced in any quantity from dozens to thousands at remarkably low prices. Our exclusive manufacturing process is based on tooling prepared from your existing keyboard at a very low initial cost.

In this way, VIZIFLEX SEELS® exactly match and follow the contour of your keyboard surface and may include printing and adhesive areas for ease of installation. VIZIFLEX SEELS® are resilient and durable thus providing long-lasting protection with absolutely no interference while fingering individual keys. At these low prices, VIZIFLEX SEELS® quickly pay for themselves by eliminating unnecessary downtime for cleaning and maintenance.

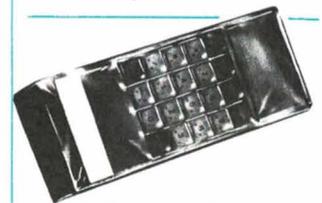
VIZIFLEX SEELS® can be made in alternate materials such as polyethylene and vinyl where required.



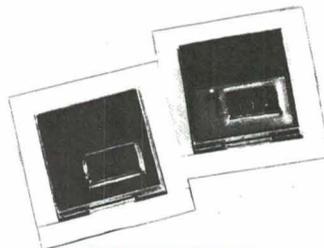
Cash Registers
 Protects and identifies cash register operation as determined by location and type of application.



Equipment Control Panels
 VIZIFLEX SEELS® completely cover panel while permitting full pushbutton sensitivity, ultra-clear viewing, excellent "finger" feel and long service life.



Instrument Cases
 Portable computer instrument used in chemical plant is fully protected with VIZIFLEX SEELS®



Digital Counters
 Provides environmental protection for all types of digital counters.



Circuit Breakers
 Double gang circuit breaker is sealed. VIZIFLEX SEELS® can be made for all sizes and arrangements of circuit breakers.

LE MEILLEUR CHOIX

SGS: un partenaire fiable pour tous ceux qui cherchent du linéaire. Par exemple, les drivers à haute performance!

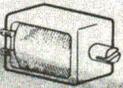
Si vous concevez ou construisez des systèmes pour la commande de moteurs ou de solénoïde — SGS vous offre la solution adaptée à vos besoins.

Demandez à vos distributeurs SGS la liste complète des types disponibles. Vous découvrirez que SGS possède exactement ce que vous attendez.

Des produits hautement fiables dans une gamme la plus sûre et la plus avancée : la gamme SGS de produits linéaires ! Encore un mot : SGS a un stock réservé pour ses distributeurs. Et leur offre un service garanti dans les 48 heures.



Technologie et Service
SERVICE-ANNONCEURS N° 33

Product Selector	
 Solenoids	L294, L295, L5832, L601-4, L702, L7150/52, L7180/82, ULN2001A-2004A, ULN2064B-76B, ULN2065B-2077B, ULN2801A-2805A, L6222, L9222, L6221.
 DC Motors	L149, L165, L201-4, L272, L272M, L292, L293, L293D, L293E, L298, L465A.
 Stepper Motors	L293, L293D, L293E, L295, L297, L298, L6208, L6207, L7150/52, L7180/82, ULN2064B-76B, ULN2065B-77B.
 Displays	L601-4, L702, L3654, L7150/2, L7180/2, ULN2001A-4A, ULN2064B-76B, ULN2065B-77B, ULN2801A-2805A.
 Relays	L294, L295, L601-4, L5832, L7150/52, L7180/82, ULN2001A-4A, ULN2064B-76B, ULN2065B-77B, ULN2801A-5A.
 Thermal Printhead	L601-A, ULN2001A-4A, ULN2801A-2805A.
 Power Supplies	L296, L387, L487, L2600-Series, L4700-Series, L4800-Series, L4964, L4962, L4960

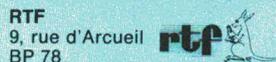
LE MEILLEUR CHOIX –
Une source européenne – avec nous.



GENERIM
Z.A. de Courtabœuf
Av. de la Baltique
BP 88
91943 Les Ulis Cedex
Tél. : (1) 69.07.78.78
Télex : 691700 F



TEKELEC
BP 2
92310 Sèvres
Tél. : (1) 45.34.75.92
Télex : 204552 F



RTF
9, rue d'Arcueil
BP 78
94253 Gentilly Cédex
Tél. : (1) 46.64.11.01
Télex : 201069 F
Téléfax : (1) 46.64.41.99



ITT MULTICOMPONENTS
Avenue des Andes
ZI de Courtabœuf
91940 Les Ulis
Tél. : (1) 64.46.02.00
Télex : 603351 F



GECODIS
« Spécialisé grand public »
344, av. Georges-Clémenceau
BP 429
92004 Nanterre Cedex
Tél. : (1) 42.04.76.76
Télex : 615 953 F
Téléfax : (1) 42.04.26.97

GEDIS
352, av. G. Clémenceau
BP 708
92007 Nanterre Cedex
Tél. : (1) 42.04.04.04
Télex : 615051 F
Téléfax : (1) 42.04.26.97



TECHDIS
6-8, rue Ambroise Croizat
ZI des Glaises
91120 Palaiseau
Tél. : (1) 69.30.50.50
Télex : 692113 F
Téléfax : (1) 69.30.26.76

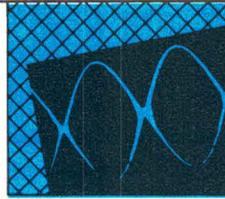
FACEN ELECTRONIQUE
19, avenue Vladimir Komarov
BP 111
78192 Trappes Cedex
Tél. : (1) 30.62.61.39
Télex : 697840 F



REA
90, rue de Villiers
92300
Levallois-Perret
Tél. : (1) 47.58.11.11
Télex : 620630 F

RADIO-SELL COMPOSANTS

RADIO-SELL
17-27, rue Gaston-Planté
ZI Brest Kergaradec
29239 Gouesnou
Tél. : 98.41.65.56
Télex : 940279 F
Téléfax : 98.41.74.52



MESURE

Testeur universel de poche

Ce testeur, utile en maintenance électrotechnique et électronique, possède 8 fonctions de contrôle : tensions continues et alternatives de 6 à 440 V ; polarité ; identification de la tension ; continuité ; test des semi-conducteurs ; auto-test de la pile d'alimentation.

Le CDA 16 Vérif se compose, pour l'essentiel, d'un détecteur de seuils travaillant aussi bien en continu qu'en alternatif (de 25 à 400 Hz), sur une échelle de sept niveaux : 6 V, 12 V, 24 V, 48 V, 110 V, 220 V et 380/440 V. Lors du franchissement de chaque niveau de tension, une diode électroluminescente supplémentaire s'allume, face à un repère gradué. Cette indication s'accompagne, pour les courants continus, de l'identification lumineuse de la polarité, à



l'aide de deux LED. On identifie l'alternatif par leur illumination simultanée.

Le CDA 16 permet aussi, soit visuellement (LED référencée « Ω »), soit par émission d'un signal sonore, les tests de continuité, avec une limite de déclenchement voisine de 10 k Ω . Notons que cette fonction autorise également le contrôle de l'état des divers types de jonctions semi-conductrices (diodes, transistors...), et la reconnaissance de leur polarité.

Avec le buzzer incorporé (test sonore de continuité), il est possible, et ceci quelle que soit la tension entre 6 et 440 V, de distinguer les courants continus, qui donnent un son permanent, des courants alternatifs, pour lesquels la note est modulée.

CdA

SERVICE-LECTEURS N° 231

Coffrets Professionnels
Plastique ou Métal.

Série RACK 19"
(7 modèles)

Série
STRUMENTALIA (7 modèles)

Plus de
160 Modèles en Stock

Série
TENCLOS
PULPIT
(5 modèles)+
Série Tenclos battery
(avec logement pour piles)

Série
LOGIC PROBES
(2 modèles)

FRANCLAIR ELECTRONIQUE B.P. 42
92133 Issy-Les-Moulineaux Tél. 45.54.80.01 Télex : 201286

CATALOGUE FRANCO sur simple demande.

TEKO

souple

Le câblage d'un ordinateur de bord d'une voiture est assuré par cette carte imprimée souple à connexions transversales et aux surfaces couvertes de vernis épargne souple. Aux endroits de pose des composants il y a des renforts collés à froid. Cette carte de dimensions de 42 mm sur 290 mm est posée avec tous les composants montés dans un volume inférieur à 100 cm³.

SIMFLEX



Dans la division Simflex, Freudenberg s'est spécialisé sur l'étude et la production de circuits imprimés souples. Or, de telles réalisations — même en quantité extrêmement élevée — ne posent aucun problème. Nous produisons des cartes imprimées souples d'un spectre large de technologie. Donc nous disposons de moyens exceptionnels pour la recherche fondamentale et l'étude des produits. Nous appliquons les systèmes les plus modernes de garantie de qualité à chaque étape de la fabrication. Le développement et la fabrication des laminés souples sont poursuivis en commun avec nos sociétés alliés dans le monde entier. Pour toute information supplémentaire, appelez ou écrivez nous. Nous sommes là pour vous informer.



Freudenberg S.A.
170, rue Branly
B.P. 2062
71020 Mâcon Cedex
Tel. (85) 34 81 91

50

⑥ CORDONS SURMOULÉS



Prises CEE 22

FICHES SECTEUR

FRANCE
EUROPE
AUSTRALIE

USA

Cordons d'inter connexions



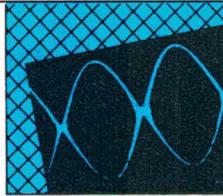
Cordons BLINDÉS
noir et marron

Notre programme comprend une vaste gamme avec grande diversité de fiches et prises de TOUS PAYS.

DE STOCK : PVC gris ou noir, long. 2, 50 m
câble HO5 VVF 3 GO - 75 mm² et
Type UL/CSA câble SVT 3 x 18 AWG



62 bis, av. Gabriel Péri
93407 ST-OUEN CEDEX
Téléphone (1) 42.57.11.33
Télécopie (1) 42.52.91.00
Télex 290 240



MESURE

Voltmètres « système »

Ces deux appareils référencés 7061 et 7062 ont été spécifiquement étudiés pour le marché du test et des systèmes.

La technique de modulation de largeur d'impulsion est utilisée pour réaliser l'intégration continue du signal d'entrée au rythme de 24 000 mini-mesures par seconde.

Des lectures précises et rapides sont aussi possibles à 4 1/2 digits, l'utilisateur dispose également d'une longueur d'échelle s'étendant jusqu'à 7 1/2 digits dans le cas où la précision est prépondérante.

Ces deux voltmètres offrent un intéressant compromis rapidité précision : il est en effet possible de mémoriser

des mesures de 4 1/2 digits à une cadence de 1 500 par seconde.

La vitesse de transfert des mesures sur le GPIB est dans les applications de tests un facteur primordial. En 3 ms sur déclenchement externe ou logiciel, ces voltmètres peuvent réaliser une mesure de 4 1/2 digits et la transmettre intégralement sur le bus.

Le signal d'entrée pourra être continuellement comparé à une limite pré-définie. En moins d'un millième de seconde, un signal d'alarme est généré si l'entrée dépasse le seuil limite.

Ces voltmètres disposent également en option d'une possibilité de multiplexage sur 16 voies qui s'ajoutent aux entrées « référence » et « principale ». Ces 18 voies peuvent être scrutées de manière séquentielle ou aléatoire, à un rythme de 300 voies par seconde ; chaque voie peut être

individuellement configurée et affectée d'un programme mathématique. Une horloge interne et des temporisations programmables permettent l'établissement de séquences de test sans nécessiter l'emploi d'un ordinateur. Les mesures de ratio ne sont pas limitées aux tensions continues.

Une technique de mesure dite « Ohms vrais » est utilisée pour éliminer les f.e.m. thermiques parasites dans les cas où des mesures de faibles résistances sont effectuées.

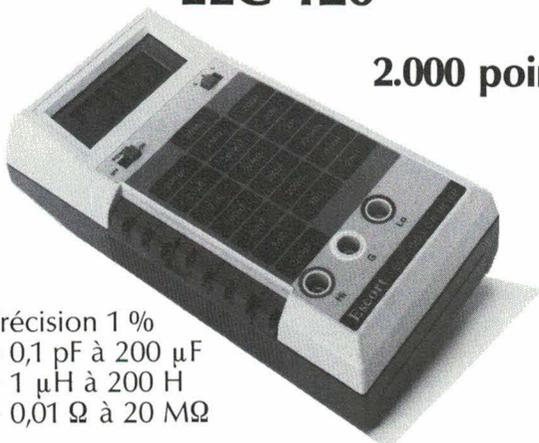
Enfin, la température peut être mesurée grâce à des sondes platine avec une résolution de 0,001 °C et une précision de 0,1 °C conformément à la norme CEI 751.

Enertec

SERVICE-LECTEURS N° 232

LE PONT RLC NUMÉRIQUE DE POCHE ELC 120

2.000 points



Précision 1 %
- 0,1 pF à 200 µF
- 1 µH à 200 H
- 0,01 Ω à 20 MΩ

Représentant exclusif pour la France
de toute la gamme ESCORT

PRO DIF

4, rue Paul-Bert - 92150 Suresnes
Tél. (1) 45.06.40.85
Télex 610 994 - Télécopie (1) 47.72.99.32

SERVICE-ANNONCEURS N° 37

INFORMATION
DERNIÈRE MINUTE

LE SPÉCIALISTE DE L'IMPLANTATION ÉLECTRONIQUE

VOUS PROPOSE

pour IBM et COMPATIBLES :

- le logiciel de C.A.O. de circuits imprimés à routage automatique "FASTWIRE"
- le logiciel de saisie de schémas "GRAFICAL"

A.P.I.T.E.L.
49, rue du Landy
93400 SAINT-OUEN - TÉL. (1) 42.57.49.82

LE MEILLEUR CHOIX

SGS: La pointe de la qualité et du progrès en circuits linéaires, et en réseaux de Darlington haute fiabilité.

SGS vous offre l'une des gammes de circuits linéaires les plus fiables, dans les technologies les plus avancées et vous propose un vaste choix de circuits ainsi que des réseaux Darlington à haute fiabilité.

SGS produit ses circuits en grandes séries tout en maintenant un haut niveau de qualité constante.

Si vous n'êtes pas encore utilisateur de matériels SGS, prenez contact sans tarder avec votre distributeur SGS le plus proche. Encore un mot : SGS a un stock réservé pour ses distributeurs et leur offre un service garanti dans les 48 heures.



Technologie et Service
SERVICE-ANNONCEURS N° 39

DARLINGTON ARRAYS

Type	N°	V _{CEX}	I ₀	Input	Con-figuration	PACKAGE
ULN 2065B - 2077B	4	50 - 80V	1.5A	5V TTL/CMOS		Plastic DIP-16
ULN 2801A - 2805A	8	50V	0.5A	PMOS		
L601	8	90V	0.5A	General purpose		Multiwatt PIP-16
L602	8	90V	0.4A	14 - 25V PMOS		
L603	8	90V	0.4A	5V TTL/CMOS		
L604	8	90V	0.4A	6 - 15V CMOS/PMOS		
L6221	4	50V	1.5 - 1.8A	TTL - CMOS	●	Multiwatt PIP-16
L702B	4	90V	2A	5V TTL	●	Plastic DIP-16
L702N	4	90V	2A	5V TTL	●	Multiwatt 11®
L7150	4	50V	1.5A	5V TTL/CMOS		Multiwatt 15®
L7152	4	50V	1.5A	6 - 15V CMOS/PMOS		
L7180	4	80V	1.5A	5V TTL/CMOS		
L7182	4	80V	1.5A	6 - 15V CMOS/PMOS		

LE MEILLEUR CHOIX -
Une source européenne - avec nous.



GENERIM
Z.A. de Courtabœuf
Av. de la Baltique
BP 88
91943 Les Ulis Cedex
Tél. : (1) 69.07.78.78
Télex : 691700 F

GECODIS



GECODIS
« Spécialisé grand public »
344, av. Georges-Clémenceau
BP 429
92004 Nanterre Cedex
Tél. : (1) 42.04.76.76
Télex : 615 953 F
Téléfax : (1) 42.04.26.97

TEKELEC AIRTRONIC

TEKELEC
BP 2
92310 Sèvres
Tél. : (1) 45.34.75.92
Télex : 204552 F

GEDIS
352, av. G. Clémenceau
BP 708
92007 Nanterre Cedex
Tél. : (1) 42.04.04.04
Télex : 615051 F
Téléfax : (1) 42.04.26.97



REA
90, rue de Villiers
92300
Levallois-Perret
Tél. : (1) 47.58.11.11
Télex : 620630 F

RTF
9, rue d'Arcueil
BP 78
94253 Gentilly Cédex
Tél. : (1) 46.64.11.01
Télex : 201069 F
Téléfax : (1) 46.64.41.99

TECHDIS
TECHDIS
6-8, rue Ambroise Croizat
ZI des Glaises
91120 Palaiseau
Tél. : (1) 69.30.50.50
Télex : 692113 F
Téléfax : (1) 69.30.26.76

RADIO-SELL COMPOSANTS

RADIO-SELL
17-27, rue Gaston-Planté
ZI Brest Kergardec
29239 Gouesnou
Tél. : 98.41.65.56
Télex : 940279 F
Téléfax : 98.41.74.52

MULTICOMPOSANTS

ITT MULTICOMPOSANTS
Avenue des Andes
ZI de Courtabœuf
91940 Les Ulis
Tél. : (1) 64.46.02.00
Télex : 603351 F

FACEN ELECTRONIQUE
19, avenue Vladimir Komarov
BP 111
78192 Trappes Cedex
Tél. : (1) 30.62.61.39
Télex : 697840 F



LES COMPOSANTS ACTIFS

de visu

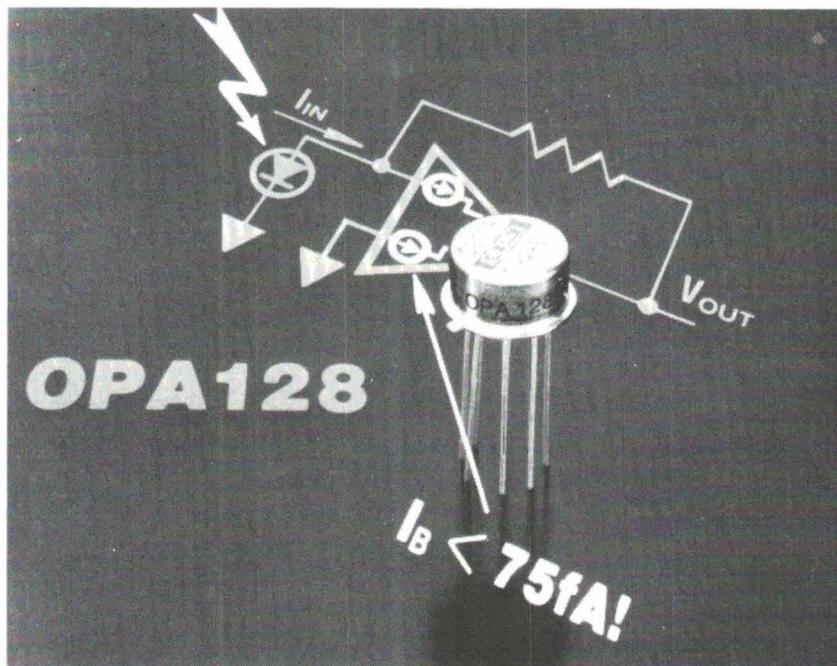
Amplificateur d'électrométrie

L'OPA 128 représente un progrès intéressant en matière d'amplificateurs pour électrométrie : son courant de fuite n'est que de 75 fA max., pour une dérive de seulement $\pm 5 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Le rapport de bruit n'excède pas $15 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ et le gain en boucle ouverte atteint 110 dB. La réjection de mode commun est de 90 dB minimum.

L'amplificateur OPA 128 est présenté en boîtier TO-99, disponible en 4 grades de spécifications et 2 gammes de température : commerciale (0°C à $+70^\circ\text{C}$) et militaire (-55°C à $+125^\circ\text{C}$).

Burr-Brown

SERVICE-LECTEURS N° 210



Circuit de commande de moteur

Le LM621 commande directement les circuits de puissance nécessaires au pilotage d'un moteur continu sans balais.

Ce circuit intégré de commutation dispose d'un circuit de temps mort réglable destiné à éliminer les transitoires de courant dans le circuit de commutation de puissance. Sa tension d'alimentation est comprise entre 5 V et 40 V. Les entrées logiques sont compatibles TTL.

Le LM 621 est compatible avec les moteurs à trois et quatre phases, bobinés en triangle ou en étoile (il supporte les capteurs de position décalés à 30° ou 60° sur l'axe pour les moteurs à trois phases, et à 90° pour les moteurs à quatre phases).

Les sorties du circuit intégré peuvent piloter soit des circuits de puissance bipolaires, avec des intensités

de sortie pouvant atteindre 50 mA pour attaquer une base de transistor, soit des circuits de puissance Mosfet. Le LM 621 s'interface directement avec les sorties d'un modulateur à impulsions de largeur variable (PWM) via les entrées d'inhibition de sortie (amplitude PWM) et direction (signe PWM).

Parmi les applications du LM 621, citons la robotique, les ventilateurs à moteur continu sans balais et les asservissements de vitesse.

National Semiconductor

SERVICE-LECTEURS N° 211

Additionneur 4 bits NBCD

Voici, dans la série CD 4000, un circuit additionneur dont les sorties sont en format binaire codé décimal naturel (NBCD). Le circuit CD4560B accepte deux valeurs d'entrée 4 bits BCD avec retenues pour fournir une sortie somme 4 bits avec retenue. En BCD naturel, 20 valeurs possibles (0 à 19) sont générées lorsque deux nombres de 4 bits sont additionnés.

En fonctionnement, deux nombres BCD (A1 à A4 et B1 à B4) plus un bit de retenue sont appliqués au CD4560B. Le circuit fournit la somme de ces nombres sur ses 4 broches de sorties (S1 à S4) en format BCD naturel avec le bit de retenue. Les valeurs de sorties ne sont validées que si la somme des nombres d'entrée est inférieure ou égale à 19. Bien qu'invalidés, les résultats de sortie pour des sommes supérieures à 19 sont cohérents et reproductibles : une valeur invalidée donnera toujours le même résultat pour deux valeurs d'entrée données.

En raison de sa technologie CMOS, le CD4560B consomme très peu. Le courant maximum d'entrée ne dépasse pas $1 \mu\text{A}$ sur toute la gamme de températures, pour une tension d'alimentation de 18 V. A la température ambiante et pour 18 V d'alimentation, le courant d'entrée est de 100 nA.

RCA

SERVICE-LECTEURS N° 212



COMPOSANTS ACTIFS

Circuit monolithique de calcul analogique

Ce circuit, référencé AD 538, est une unité de calcul analogique dont la fonction de transfert satisfait à la relation $V_{\text{sortie}} = V_Y (V_Z/V_X)^m$.

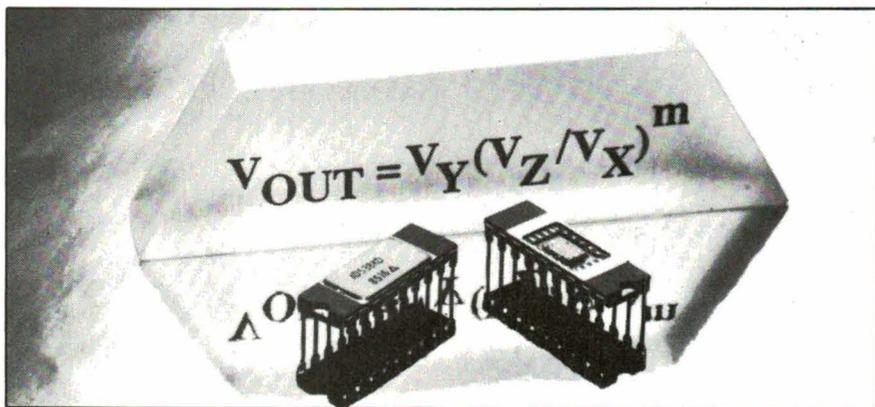
Il réalise des multiplications et des divisions simultanées, des calculs d'élévation à une puissance et des extractions de racines de tensions ou courants.

Il possède des tensions de décalage ramenées à l'entrée de $100 \mu\text{V}$ seulement, ce qui lui permet de diviser des signaux analogiques avec une dynamique supérieure à 1 000.

L'AD 538 comprend un circuit de calcul de la fonction logarithmique, un circuit pour le calcul de la fonction antilogarithmique, une référence de tension $2 \text{ V} / 10 \text{ V}$ et un étage de sortie convertisseur courant-tension I/V.

On réalise une division implicite en effectuant la soustraction des logarithmes des deux tensions d'entrée V_Z et V_X .

L'addition d'une ou de deux résistances externes permet à l'AD 538 d'amplifier ou d'atténuer ce signal, correspondant à un rapport de 2 logarithmes, pour réaliser des élévations à une puissance ou des calculs de racines.



L'exposant peut varier de 0,2 à 5. En ajoutant le logarithme d'une troisième entrée V_Y au rapport des 2 log précédents, l'AD 538 réalise l'équivalent d'une multiplication analogique.

L'étage antilog transforme ce dernier étage logarithmique en un courant linéaire. Ce courant est converti par l'étage de conversion I/V en une sortie tension.

Pour traiter une dynamique de rapport logarithmique élevée (au delà de 80 dB par exemple), il suffit de court-circuiter extérieurement la fonction antilog en utilisant des résistances compensées en température et de rester ainsi dans le domaine logarithmique.

Analog Devices

SERVICE-LECTEURS N° 213

Amplificateur suiveur

Fabriqué par MPS, le MP 0033 est un amplificateur suiveur rapide à transistors FET en entrée.

Ce circuit permet la transmission de signaux analogiques, du continu à 100 MHz, sur lignes coaxiales à 50Ω .

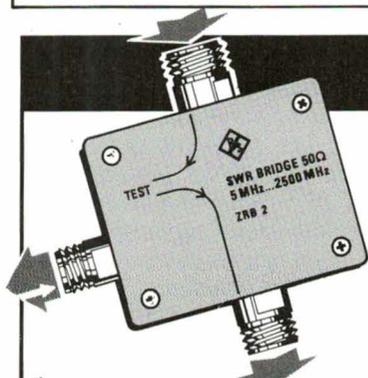
En outre, il peut être utilisé dans des applications telles que :

- amplification de signaux vidéo,
- excitation de charges selfiques et/ou capacitives,
- adaptateur d'impédance pour C A/N flash.

Le MP 0033 est disponible en boîtier TO-8 12 broches, fiabilisé ou non.

Microtel

SERVICE-LECTEURS N° 214



PONTS DE MESURES DE ROS

ROHDE & SCHWARZ UNE PRÉCISION ENCORE PLUS GRANDE

46 dB jusqu'à 2 GHz
50 et 75 ohms



Pas de demi-mesure. C'est Rohde & Schwarz ou rien !

SIÈGE : 46, rue de la Couture-Silic 190 - 94563 Rungis Cedex - Tél. : 46.87.25.06 - Télex : 204477

SERVICE-ANNONCEURS N° 40

ELECTRONIQUE APPLICATIONS N° 49 - PAGE 93

INSTRUMENTATION PERI-INFORMATIQUE



Générateur multifonctions :
synthétisé - verrouillage de phase ;
mode local ou programmable IEEE-488 ;
stockage de paramètres ;
fréquence 2 mHz à 20 mHz.



Fréquence à microprocesseur :
programmable IEEE-488 ; 10 fonctions de
calcul ; 0 à 150 MHz (option 1 GHz).



Wattmètre universel numérique :
tensions, courants efficaces vrais ;
puissance et mesure du dB ;
interfaçable IEEE-488, BCD, analogique.



Interfaces de conversion :
IEEE-488 ↔ RS-232C ;
buffer, timer incorporés.

Interfaces de compteurs BCD :
4 entrées ; IEEE-488 ou RS-232C ;
capacité de 50 à 12 288 mesures ;
buffer, timer incorporés.

GRADCO FRANCE

24, rue de Liège, 75008 Paris - France
Tél. (1) 42.94.99.69 — Télex : 641190 F

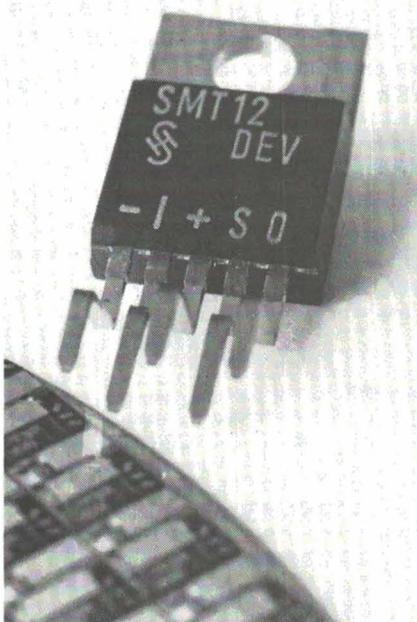
SERVICE-ANNONCEURS N° 41



COMPOSANTS ACTIFS

Commutateur Sipmos autoprotégé

Orienté « applications automobiles », voici un commutateur de puissance MOS qui, en cas d'incident, s'autoprotège des surcharges : le SMT 12, à courant permanent de 2,5 A (courant de pointe 15 A), est insensible aux surtensions, courts-circuits et excès de température, et de ce fait, pratiquement indestructible.



La plage de tension de 6 à 50 V prédestine le composant aux véhicules possédant des batteries de 12 ou 24 V et permet de brancher des charges électriques telles que lampes, ventilateur, réglage des sièges, toit ouvrant, installation stéréo ou essuie-glaces. Ce composant utilise la technologie C-MOS (5 V aussi bien que 50 V) avec structures bipolaires rassemblés sur un seul chip ; s'y ajoutent des transistors de puissance MOS-FET comme élément de commutation proprement dit.

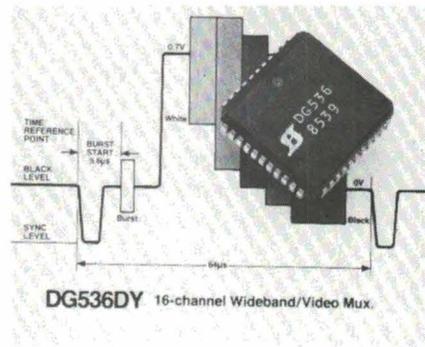
Siemens

SERVICE-LECTEURS N° 215

Multiplexeur vidéo

Le DG 536 représente une « solution monolithique » aux problèmes de commutation dans des domaines aussi divers que les systèmes vidéo, les équipements de test automatique et les télécommunications. Le DG 536 associe large bande passante, dissipation de puissance d'un C-MOS, caractéristiques de diaphonie excellentes et très faibles valeurs de capacités d'entrée et de sortie.

Les paramètres clef incluent une bande passante de plus de 300 MHz, un courant d'alimentation maximum de seulement 50 μ A, des capacités d'entrée et de sortie de respectivement 4 et 12 pF, et une résistance de canal de 55 Ω typique (90 Ω maximum).



La diaphonie entre canaux adjacents est typiquement de -92 dB à 5 MHz.

Parmi les nombreuses applications vidéo, on trouve les matrices pour la télévision, les conférences vidéo, et les câbles TV. Les systèmes de surveillance et de sécurité de l'industrie, les systèmes d'imagerie médicale sont aussi des domaines d'application intéressants, ainsi que les télécommunications. Dans ce domaine, la faible consommation du DG 536 facilitera l'automatisation des connexions des systèmes de routage.

Siliconix

SERVICE-LECTEURS N° 216

COMMENT REALISER ET REPARER TOUS LES MONTAGES ELECTRONIQUES

2 classeurs
grand format 21 x 29,7 cm
1.344 pages

Ne vous démontez plus devant un montage électronique



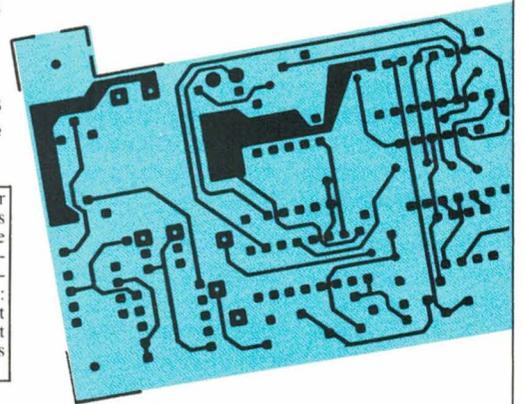
535F **Toujours connecté !**

De A comme amplificateur jusqu'à Z comme ZENER, cet ouvrage vous donne tout sur les montages, l'électronique, avec en plus une cinquantaine de montages inédits, astucieux, passionnants, se rapportant à : ● micro-informatique ● équipement de la maison et de l'automobile ● appareils de mesure et de contrôle ● téléphonie ● jeux électroniques ● instruments de musique ● son, vidéo, photo ● télécommandes, alarmes...

Vous trouverez tous les schémas (y compris les circuits double face).

Des compléments de 150 pages (195 F) vous feront découvrir, chaque trimestre, de nouveaux montages.

* Plus de 1.300 pages format 21 x 29,7 * Conçu par des passionnés pour des passionnés * Des notions essentielles mais aussi la théorie avancée * Plus de 50 montages testés, avec mode d'emploi et transparents * Dépannage radio, hi-fi, TV : comment détecter et réparer les pannes * Toutes les caractéristiques : transistors, diodes, triacs, thyristors, circuits TTI, et C-MOS... * Laboratoire : comment l'aménager et l'équiper * Construire et utiliser au mieux ses propres appareils de mesure *



Près de
40 Mylars

TOUS LES RACCOURCIS POUR TROUVER TOUS LES CIRCUITS INTEGRES (en français)

Catalogue Alphanumérique des Principaux Circuits Intégrés

Caractéristiques, fonctions, équivalences, modèles d'utilisation. Un classeur à feuillets mobiles régulièrement actualisé.

1 classeur
grand format 21 x 29,7 cm
plus de 300 pages

Vous avez une réparation à effectuer ?

Vous avez repéré le circuit intégré défectueux mais vous ignorez tout de sa fonction et des caractéristiques ! La seule indication : un numéro d'identification. Comment faire ?

Reportez-vous au Classement Alphanumérique

Avec le numéro alphanumérique, vous trouvez tout de suite sa fonction, (son ou ses fabricants) les circuits digitaux ou linéaires susceptibles de les remplacer.

Cet ouvrage régulièrement mis à jour.

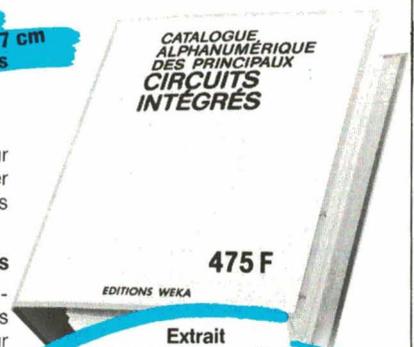
Dans ce domaine qui évolue très vite, vous devez être régulièrement informé. C'est pourquoi, plusieurs fois par an, des mises à jour seront à votre disposition. Si bien que ce catalogue évoluera comme une encyclopédie et vous donnera une vue complète du marché.

Vous réalisez un montage ?

Vous voulez ajouter à votre micro-ordinateur une interface de votre fabrication pour brancher une imprimante : quel est le circuit intégré le plus approprié et le moins cher ?

Reportez-vous au classement par fonctions

Il vous donne, en quelques secondes, le composant recherché avec sa description et vous renvoie aux autres sections du catalogue pour des informations plus spécifiques.



475 F
EDITIONS WEKA
Extrait de la table des matières

- Glossaire anglais-français.
- Circuits intégrés numériques.
- Circuits intégrés linéaires.
- Circuits intégrés de traitement et conversion de données.

Ma garantie : si par extraordinaire, l'un de ces ouvrages ne me satisfait pas totalement, je n'aurais qu'à vous les renvoyer sous 15 jours pour être remboursé immédiatement et intégralement.

BON DE COMMANDE

à renvoyer aux Editions WEKA - 12, cour St-Eloi - 75012 PARIS

OUI, je désire recevoir "Comment Réaliser et Réparer tous les Montages Electroniques" au prix de 535 F franco TTC.

OUI, je désire recevoir "Le Catalogue Alphanumérique des Principaux Circuits Intégrés" au prix de 475 F franco TTC.

● Supplément pour envoi par avion à l'étranger : 110 F.

Je joins le montant total de ma commande par chèque bancaire autre (préciser) à l'ordre des Editions WEKA.

J'accepte de recevoir les mises à jour, 4 fois par an (195 F franco TTC la mise à jour, 150 pages environ).

Nom _____

Adresse _____

Code postal _____

Ville _____

Date _____ Signature _____

Editions WEKA. SARL RC Paris B 316 224 617

LES PRODUITS CONNEXES

de visu

Capteurs de déplacement

Cette nouvelle gamme de capteurs de déplacement (référence SX 121) à mesure analogique basée sur le principe du transformateur différentiel est de conception moderne et robuste (acier inoxydable, noyau serti sur l'équipage mobile).

Particulièrement destinés à l'industrie, leur plage de températures de fonctionnement s'étend de -40 à $+125$ °C. Leur linéarité est de $\pm 0,12$ % de la pleine échelle et leur dérive en température est faible : ± 150 ppm/°C.

De par leur principe, la résolution de mesure est infinie, mais elle est toutefois limitée par l'hystérésis et la répétitivité (10^{-4} P.E.), ainsi bien sûr que par les performances de l'appareil de lecture.

Sensorex

SERVICE-LECTEURS N° 221

Détecteur de mouvement miniature I.R.

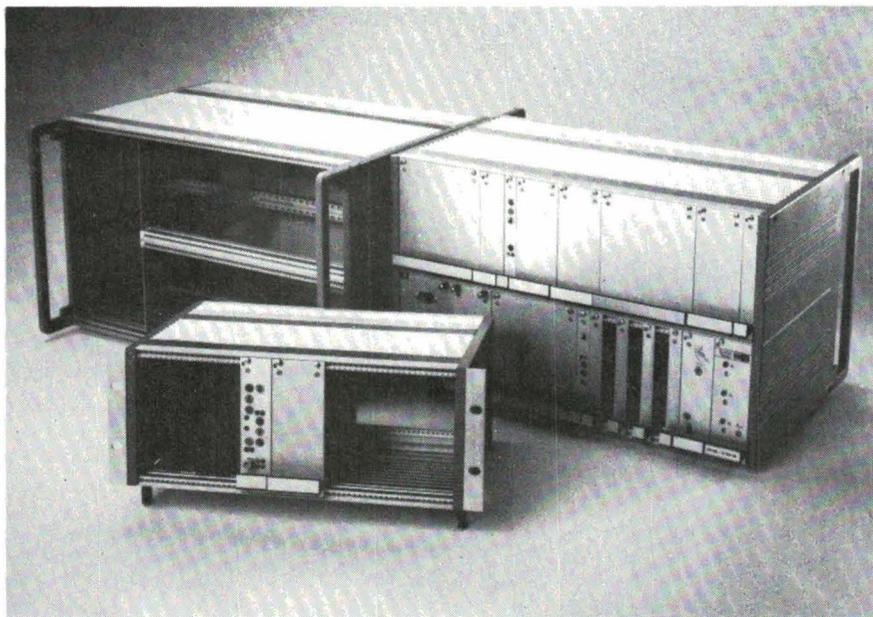
Ce nouveau dispositif passif à infrarouges, appelé *PIR-mini*, réagit aux variations de température d'un corps en mouvement par rapport à l'arrière-plan. Cet appareil est donc destiné à la détection sans contact d'êtres humains ou d'animaux. La zone de détection peut être mise au point latéralement et frontalement grâce à l'utilisation d'une lentille de Fresnel à 18 foyers et au mécanisme précis d'obturateurs prévus à cet effet. La portée maximum est de 15 mètres.

Alimenté en continu sous 24 V, ce détecteur possède une sortie (NPN ou PNP) pouvant débiter 100 mA.

Ses dimensions : 56 x 60 x 62 mm.

Reglomat

SERVICE-LECTEURS N° 222



Douze coffrets-châssis

La gamme des coffrets-châssis KM7 couvre les douze dimensions les plus utilisées dans l'industrie.

Ces coffrets sont disponibles en hauteurs 3 et 6U, et en profondeurs 240 et 300 mm. La profondeur 240 mm accepte des équipements conçus autour des cartes Europe de 160 mm de profondeur. Les coffrets de hauteur 3U sont proposés en lar-

geurs de 24, 42, 60 et 84E (normes industrielles standard), alors que les châssis de hauteur 6U sont proposés en largeurs de 60 et 84E.

S'écartant résolument des standards mécaniques conventionnels, le KM7 n'est pas un châssis que l'on habille par transformation. C'est un ensemble de base composé de deux pièces extrudées et de deux flasques latéraux en fonte d'aluminium.

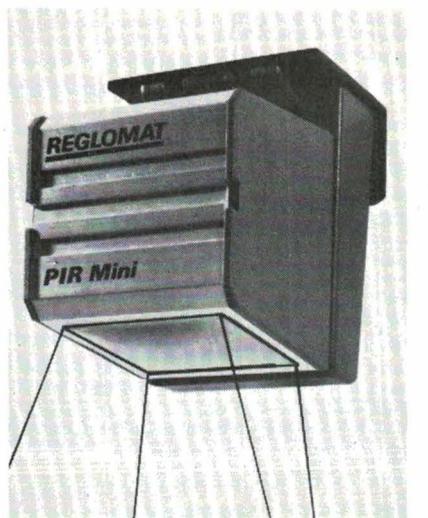
La conception du système permet d'assembler et de câbler indépendamment du coffret, les connecteurs et cartes fond de panier ; l'ensemble s'adaptant simplement et rapidement.

Les flasques latéraux sont munis de pieds rétractables à plusieurs positions. Pour les versions 84E de largeur, on peut adapter au coffret une paire d'équerres. Après avoir rétracté les pieds, celui-ci se transforme en coffret rackable 19", totalement conforme à la norme CEI 297/DIN 41494.

L'enfichage des cartes et des modules est possible par l'avant ou par l'arrière.

Bicc-Vero Electronics

SERVICE-LECTEURS N° 223



INDEX DES ANNONCEURS

APITEL	90
ARNOULD-ELECTRO-INDUSTRIE	85 et 89
BLANC-MECA	19
BRADY	32
CDF	58
DATA-RD	2° couv.
EDITIONS WEKA	95
EFD	38
ELECO	58 et 97
ELECTRO-CONCEPT	32
EREL	47
ESIEE	75
FORUM-MESURE	98
FRANCLAIR	88
FREUDENBERG	89
GP ELECTRONIQUE	79-86
GRADCO	94
GROUPE WELLER-COOPER	20
ISKRA	48 et 97
LECROY	4° couv.
MB ELECTRONIQUE	48
METRIX	8
MITEM	4
MIW	38
PANDUIT	52
PHILIPS	3, 38 et 81
PRODIF	58
RADIO-PLANS	3° couv.
RDI	47
REA	10
ROHDE & SCHWARZ	93
SCHRACK	75
SCHROFF	7
SENSOREX	52
SGS	83, 87 et 91
SIDENA	58
SIMCO	4
VILBER-LOURMAT	19
ZMC	9

MULTIMETRES NUMERIQUES



DM 105

Le Multimètre le plus compact de la gamme
0,5 % de précision
en Vcc
Grande simplicité
d'emploi
Fonction Vcc, Vca,
Icc, R

451 F TTC

Je désire recevoir
une documentation,
contre 4 F en timbres

DM 5000

2000 points de mesure
20 Amp. cont. et alt.
26 calibres
0,25 % de précision
± 1 Digit
Polarité et Zéro
automatiques
200 mV - 1000 V =
200 mV = 750 V =
200 µA - 20 Amp = et =
200 Ω à 20 MΩ
Alim. : Bat. 9 V type
6 BF 22

Accessoires : pinces
ampéremétriques
Sacoche de transport

664 F TTC



ISKRA 6010

2000 pts de Mesure
Précision 0,5 % ±
1 Digit.
Affichage par LCD
Polarité et Zéro
Automatiques
Indicateur d'usure
de batterie
200 mV à 1000 V =
200 mV à 750 V =
200 µA à 10 A = et =
200 Ω à 20 MΩ
Alim. : Bat. 9 V type
6BF 22

Accessoires :
Sacoche de transport

706 F TTC

ISKRA
France

354 RUE LECOUBE 75015

Nom

Adresse

Code postal :

SERVICE-ANNONCEURS N° 43

ELECO PRODUITS

COLLES, VERNIS, ENCRE

CONDUCTRICES ELECOLIT

- ① Vernis conducteur électrique, argent, cuivre, nickel.
- ② Colle epoxy conductrice électricité, argent, cuivre.
- ③ Colles epoxy conductrices thermiques.
- ④ Encre souples conductrices électriques, séchage U.V.
- ⑤ Graisses silicones conductrices thermiques ou électriques.



ELECO PRODUITS

Désire recevoir une documentation sur :

126, Bd Victor-Hugo (Cochez la case correspondante)
92110 Clichy - Tél. : (1) 42.70.34.02 ① ② ③ ④ ⑤

NOM :

PRÉNOM :

SOCIÉTÉ :

ADRESSE :

TÉL :

SERVICE-ANNONCEURS N° 44

FORUM MESURE

E L E C T R O N I Q U E

& TEST



du 22 au 25
septembre 86

le grand rendez-vous

Votre grand rendez-vous
avec les leaders et professionnels du test
automatique et périphériques, de la mesure
électronique.

- Tests (VLSI circuit intégré, composants, cartes, simulateur) et périphériques,
- Hyperfréquence, Télécom, Datacom,
- Numérique (logique, microprocesseurs, IAO),
- Industriel (acquisition, fourier),
- Traditionnel (oscilloscopes et instrumentations associés).

pour découvrir
au travers de l'exposition, les dernières
tendances et nouveautés.
Des conférences et des débats seront
présidés et animés par des journalistes
spécialisés.

Hall 5
du Parc des Expositions
Porte de Versailles à Paris.

Entrée gratuite sur invitation.

FORUM MESURE EST ORGANISE PAR SIM - B.P. 748 91001 EVRY CEDEX

SERVICE LECTEURS

Le «Service Lecteurs» est destiné à tous et permet de recevoir, de la part des fabricants, importateurs et distributeurs, des informations complémentaires à celles fournies dans nos rubriques «Nouveaux produits».

Il vous suffit de **cercler** les numéros correspondant aux produits qui vous intéressent dans la carte ci-contre que vous ferez parvenir après l'avoir complétée et affranchie, à ELECTRONIQUE APPLICATIONS qui transmettra toutes les demandes.

SERVICE ANNONCEURS

Ce service « annonceurs » permet de recevoir de la part des fournisseurs et annonceurs, une documentation complète sur les publicités publiées dans ELECTRONIQUE APPLICATIONS.

Il vous suffit pour cela, de **cercler** sur la carte « Service annonceurs » le numéro de code correspondant à l'information souhaitée et d'indiquer très lisiblement vos coordonnées.

Adressez cette carte affranchie à ELECTRONIQUE APPLICATIONS qui transmettra toutes les demandes.

Pour remplir la ligne « secteur d'activité » et « fonction », indiquez simplement les numéros correspondants en vous servant du tableau reproduit au verso.

Service Lecteurs ELECTRONIQUE n° 49 APPLICATIONS

Pour être informé sur les nouveaux produits, remplissez cette carte. (Ecrire en capitales)

Nom : _____ Prénom : _____
 Adresse : _____
 Code postal : _____ Ville : _____
 Pays : _____ Secteur d'activité : _____ Fonction : _____ (voir au verso)
 Société : _____ Tél : _____

ELECTRONIQUE APPLICATIONS transmet, après les avoir triées, vos demandes aux différents fabricants, importateurs ou distributeurs. Ces sociétés reçoivent, afin de faciliter leur tâche, des étiquettes auto-collantes mentionnant vos nom et adresse. En cas de non-réception des documentations demandées, notre journal ne saurait être mis en cause.

REDACTION	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225
	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250
	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275
	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300
	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325
	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350
	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375
	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400

Service Annonceurs ELECTRONIQUE n° 49 APPLICATIONS

Pour être informé sur nos publicités, remplissez cette carte. (Ecrire en capitales)

Nom : _____ Prénom : _____
 Adresse : _____
 Code postal : _____ Ville : _____
 Pays : _____ Secteur d'activité : _____ Fonction : _____ (voir au verso)
 Société : _____ Tél : _____

Seules les demandes émanant de professionnels, de sociétés ou d'établissements d'enseignement seront prises en considération.

PUBLICITE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125
	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200

BON DE COMMANDE réservé à la VENTE AU NUMERO

(mettre une croix dans la case des numéros ou/et des albums demandés)

Numéros demandés :

33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 44bis

45 46 47 48

Albums demandés

- Album 1979 comportant les numéros 9-10-11-12
 Album 1983 comportant six numéros (27 à 32)
 Album 1984 comportant six numéros (33 à 38)
 Album 1985 comportant sept numéros (39 à 44bis)

Je règle la somme de :

- 27 F par numéro (sauf n° 44 bis : 30 F)
- 70 F franco pour l'album 1979
- 100 F franco pour l'album 1983
- 116 F franco pour l'album 1984
- 126 F franco pour l'album 1985

par chèque bancaire chèque postal (sans n° CCP)

Nom, Prénom.....

N° et rue.....

Code postal..... Ville.....

Franchir
ici

**ELECTRONIQUE
APPLICATIONS**

SERVICE ANNONCEURS

ELECTRONIQUE APPLICATIONS

**S.A.P.
70, rue Compans
75940 Paris Cedex 19 - France**

Secteur d'activité :

Recherche :	0
Enseignement :	1
Informatique	
Microinformatique :	2
Electronique	
Electrotechnique -	
Automatique :	3
Télécommunications :	4
Aéronautique :	5
Fabrication d'équipements ménagers :	6
Profession libérale :	7
Profession médicale ou paramédicale :	8
Autre secteur :	9

Franchir
ici

ELECTRONIQUE APPLICATIONS

**S.A.P.
70, rue Compans
75940 Paris Cedex 19 - France**

Fonctions :

Direction :	0
Cadre supérieur :	1
Ingénieur :	2
Technicien :	3
Employé :	4
Etudiant :	5
Divers :	6 •

Carte à joindre au règlement et à adresser à :

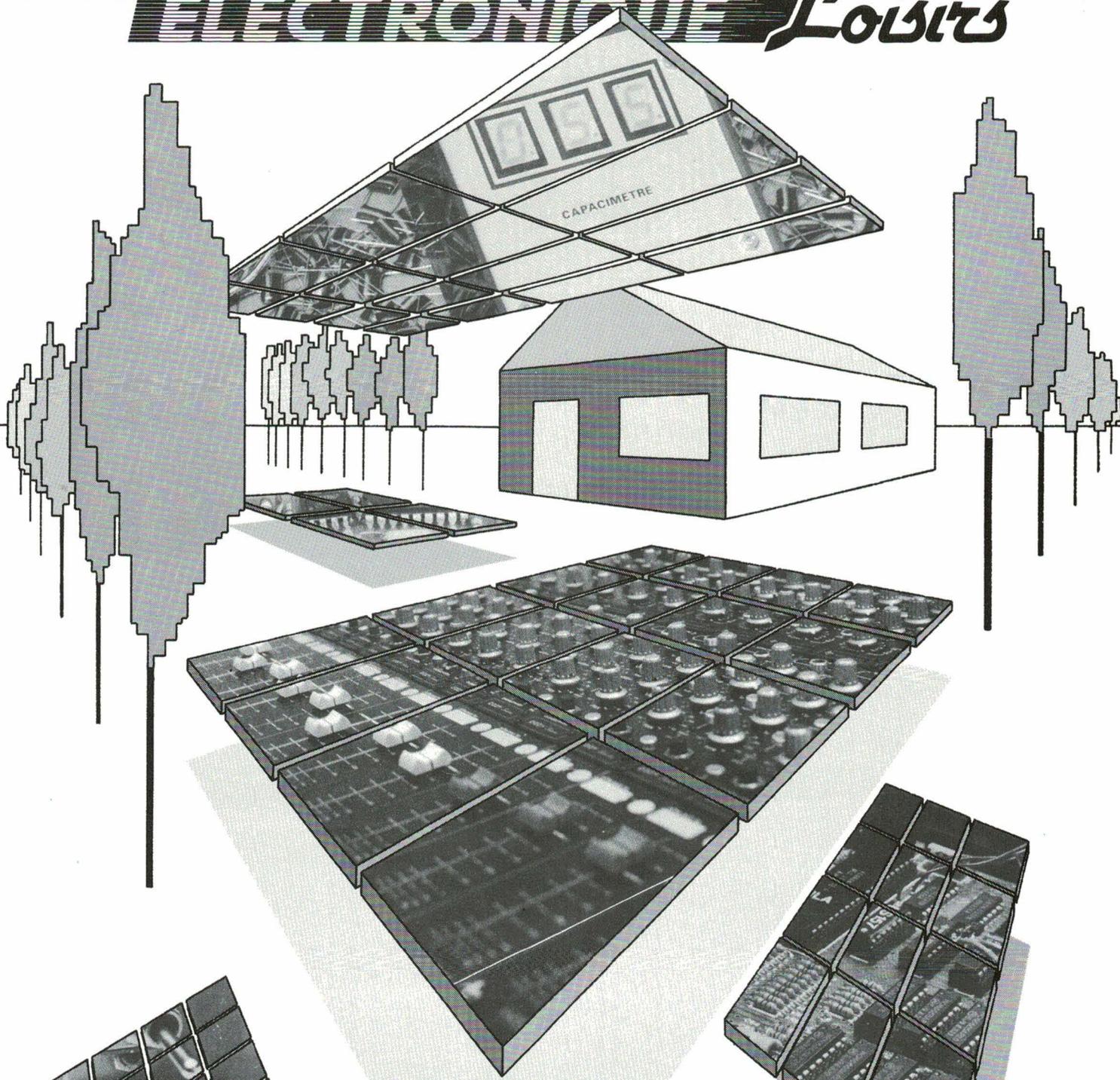
ELECTRONIQUE APPLICATIONS

**Service «Vente au numéro»
2 à 12, rue de Bellevue
75940 PARIS Cedex 19 - France**

**ELECTRONIQUE
APPLICATIONS**

RADIO PLANS

ELECTRONIQUE *Loisirs*

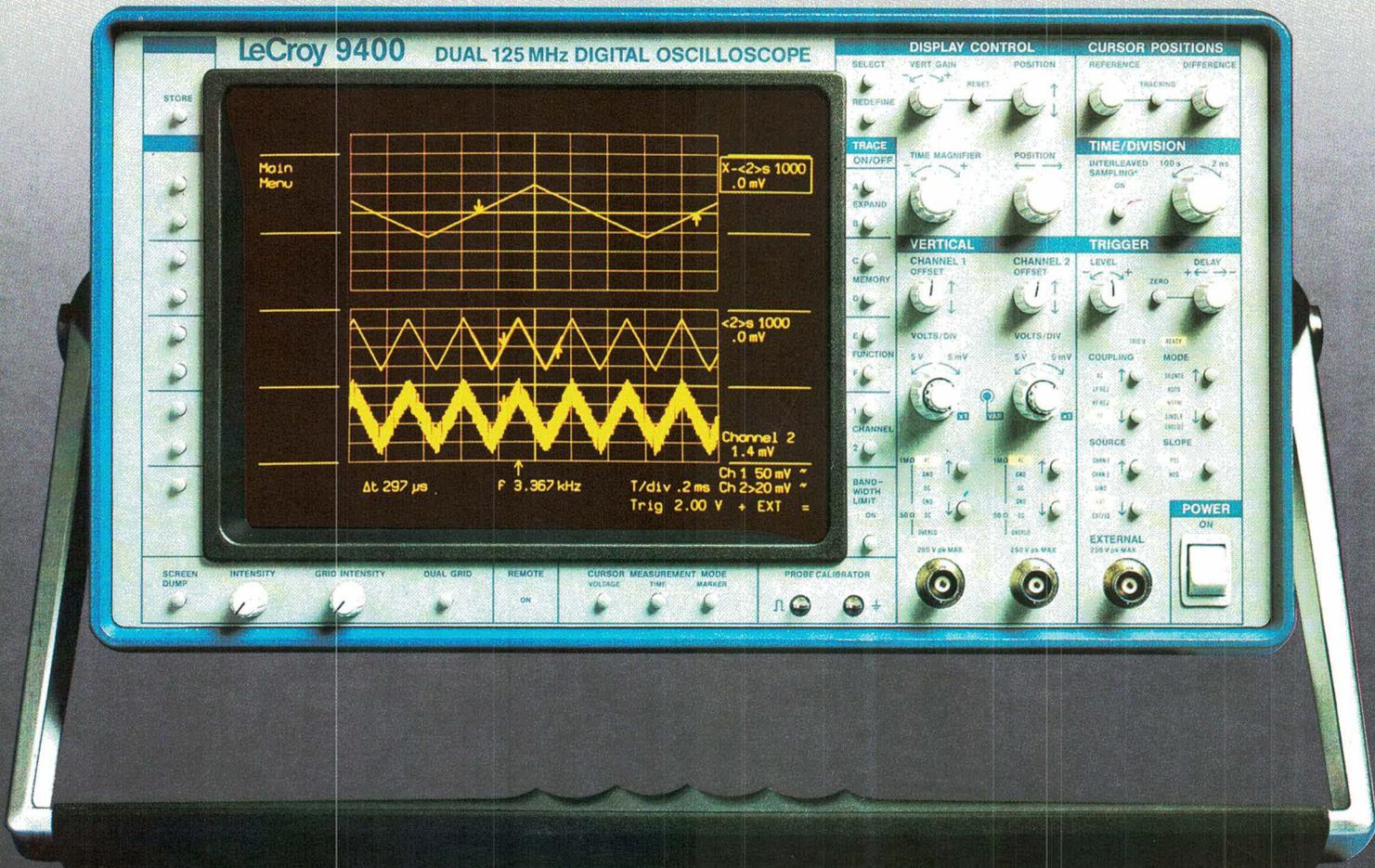


LA VUE EN AVANT

(Chez votre marchand de journaux, le 25 de chaque mois)

LE MEILLEUR

..... en traitement de signaux



SERVICE-ANNONCEURS N°2

Bande passante de 125 MHz; ADC 100 Méga-échantillons/s; échantillonnage imbriqué de 5 G-échantillons/s; 128 k mémoires de signaux; précision meilleure que $\pm 1\%$; moyennage par sommation et exponentiel; opérations arithmétiques; entièrement programmable

MOYENNAGE DE SIGNAUX. Aucun autre oscilloscope numérique ne permet un moyennage par sommation jusqu'à 100 000 points/sec (un offset variant automatiquement -offset dithering- permet d'augmenter la résolution effective de plusieurs bits). Le moyennage continu pondéré assure une réduction du bruit rapide et pratique sur votre signal.

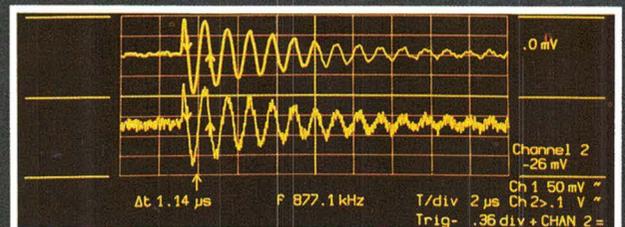
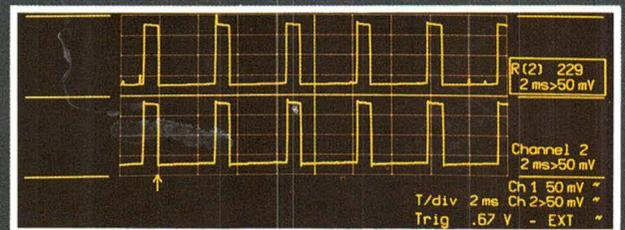
TRAITEMENT D'ÉVÉNEMENTS. Des phénomènes uniques - souvent déformés par des bruits, des résonances, des pointes ou des perturbations - peuvent facilement être lissés par des filtres numériques sur 3, 5, 7 ou 9 points. En utilisant l'étendue exceptionnelle de ses mémoires, le 9400 possède une méthode de traitement de valeur moyenne permettant l'enregistrement de transitoires rapides avec une haute résolution et sans bruit. Vous avez un problème de dérive ou d'amplitude? Le 9400 enregistre et mémorise toutes les valeurs crêtes positives ou négatives, y compris les perturbations aussi courtes que 10 ns grâce au mode «Extrema».

TRAITEMENTS ARITHMÉTIQUES. Le logiciel pour le traitement des signaux du 9400 effectue beaucoup plus d'opérations qu'aucun autre oscilloscope de la même catégorie de prix. La multiplication, la division, l'addition, la soustraction, l'intégration, la différentiation, ainsi que la mise au carré, peuvent facilement être exécutées en temps réel ou sur des signaux en cours d'acquisition ou mémorisés en appuyant simplement sur un bouton du panneau avant.

★ Et il y aurait beaucoup plus à dire sur cet oscilloscope aux multiples applications. Appelez-nous...pour plus de détails ou pour une démonstration!!

LeCroy

Avenue du Parana, Z.A. De Courtaboeuf, F-91940 Les Ulis, France, (1)6907-3897;
Route du Nant-d'Avril 101, CH-1217 Meyrin-Genève, Suisse, (022) 82 33 55; Rayonics
Scientific Inc., 9490 Trans Canada Highway, St.Laurent, Québec H4S 1R7, Canada,
514-335-0105.



Oscilloscope: Moyennage par sommation de 1000 traces, mesure d'expansion et de fréquence de haute résolution.

Ecran supérieur: Mode «Extrema» montre des anomalies en circuit numérique inscrites sur 229 traces enregistrées.

Ecran inférieur: Représentation d'un signal lissé sur 9 points.