

ELECTRONIQUE

APPLICATIONS

I.S.S.N. 0243 489 X



Suisse : 9 F.S. - Canada : Can \$ 6 - Espagne : 750 pesetas - Belgique : 212 F.B. - Luxembourg : 210 F.L.

T 1597 - 56 - 30,00 F



3791597030002 00560

Les MOSFET de puissance • Antivol ultrasonore • Digitalisation d'images • Système d'évaluation pour microprocesseurs en tranches • Les boucles à verrouillage de phase numériques • La surveillance des orages.

Bimestriel N° 56 - 30 F - Octobre-Novembre 1987

SYNTHÉTISEURS SMX-SMG ROHDE & SCHWARZ

La Passion des Espaces

Rohde & Schwarz les 2 synthétiseurs du succès : SMX et SMG

0,1 à 1000 MHz.

AM, FM (PM).

Synthétiseur BFO, 0,1 à 100 KHz en option.

Vibulation rapide HF et BF (SMG).

Mémoires et séquences.

Haute pureté spectrale :

- 130 et - 140 dB/Hz.

Protection de surcharge.

BUS CEI 625

IEEE 488

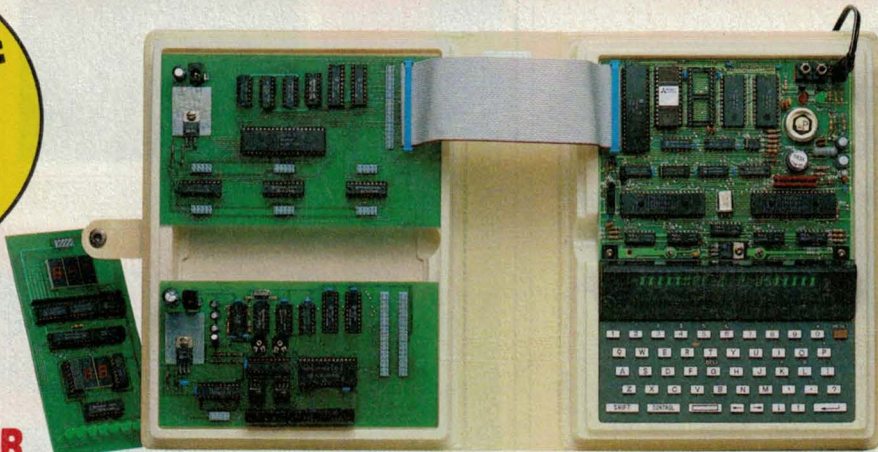


ROHDE & SCHWARZ
LA MESURE SUR TOUS LES FRONTS

Siège : 46, rue de la Couture - Silic 190 - 94563 Rungis Cedex Tél. : 46 87 25 06 - Télex : 204 477

VOTRE OBJECTIF : TOUT SAVOIR NOTRE BUT : VOUS APPRENDRE SORTEZ DE LA MÊLÉE !

OFFRE SPECIALE :
2 modules — 5 %
3 modules — 10 %



UN OUTIL DE DEVELOPPEMENT PERFORMANT :
une carte MPC reliant le MPF 1 PLUS et un compatible PC

TOUT SAVOIR

Ensemble pédagogique modulaire adapté à l'option informatique en milieu scolaire. Comprend :

- système de base : un **MPF 1 PLUS** (2445 F TTC), travaille en assembleur avec ou sans l'éditeur. Microprocesseur Z 80.
- carte d'entrée-sortie : **CMES** (1195 F TTC), 2 ports d'entrée et 4 de sortie (3 programmables).

Modules complémentaires :

- carte logique : **CIL** (895 F TTC), réalisation d'opérations logiques et visualisation.
- carte visualisation : **VISU** (1185 F TTC), visualise en base 2, 10 et 16, sur les cartes CMES et ADDA.
- carte convertisseur A/D-D/A : **ADDA** (1795 F TTC), avec huit entrées et deux sorties.

POUR LES PASSIONNES D'HEXADECIMAL :

Carte **MPF 1 B** (1795 F TTC), parfaitement adaptée à l'initiation de la micro-informatique. Permet de programmer un Z 80 en langage machine. Sans éditeur, mais avec des fonctions spéciales.

Des cartes d'application :

- communes au MPF 1 PLUS et MPF 1 B :
EPB : programmeur d'EPROMS (1995 F TTC)
PRT : imprimante thermique 20 colonnes (1295 F TTC)
- spécifiques au MPF 1 PLUS :
TVB : interface vidéo pour moniteur TV (1795 F TTC)
IOM : carte entrée / sortie et mémoire (1795 F TTC)
MLF : carte entrée / sortie (995 F TTC)

(MPF est une marque déposée MULTITECH)

MICROPROCESSEUR 6809 :



POUR S'INITIER :

- **MICROKIT 09** (1529 F TTC), livré en kit ; avec plan de montage et nombreux exemples d'applications.
- carte d'entrée / sortie **EXT. ES 09** (695 F TTC), permettent au MICROKIT de "dialoguer" avec l'extérieur.

POUR SE PERFECTIONNER :

- **MOPET 09** (5150 F TTC), microprocesseur 6809, sorties : CENTRONICS, RS 232, A/D-D/A, 4 ports de 8 bits... Un matériel idéal pour vos applications.
- **LIAISON AVEC UN T0 7** (375 F TTC), pour assembler vos programmes et les transférer dans le MOPET 09.
- carte moteur : **MOT 09** (395 F TTC), commande un moteur pas à pas. Vous pouvez associer jusqu'à huit cartes.

AUTRES PRODUITS : Systèmes à microprocesseurs : 8088, 68000. Robot pédagogique. Compatibles PC.

EA 10-11 87

Bon de commande à retourner à :

ZMC - 75, Grande Rue, BP 9, 60580 COYE-LA-FORET - Tél. 44.58.69.00 (pour PARIS et R.P. : 16)
POUR LYON : JMC INDUSTRIE - 89, RUE DE LA VILLETTE, 69003 LYON - Tél. 78 96 09 44

- L'ENSEMBLE PEDAGOGIQUE - 3495 F TTC
- Le MPF-1 PLUS seul - 2445 F TTC
- La carte CMES seule - 1195 F TTC
- La carte CIL - 895 F TTC
- La carte VISU - 1185 F TTC
- La carte ADDA - 1795 F TTC
- MPF-1 B - 1795 F TTC
- EPB B ou PLUS - 1995 F TTC
- PRT B ou PLUS - 1295 F TTC
- TVB - 1795 F TTC
- IOM - 1795 F TTC

- MLF - 995 F TTC
 - MICROKIT 09 - 1529 F TTC
 - Carte EXT. ES 09 - 695 F TTC
 - MOPET 09 - 5150 F TTC
 - Liaison avec T0 7 - 375 F TTC
 - MOPET plus liaison - 5395 F TTC
 - MOT 09 - 395 F TTC
- DOCUMENTATION DETAILLEE SUR :**
- Le 8088
 - Le 6809
 - Le Z 80
 - Le 68000
 - La gamme PC
 - Le Robot pédagogique

Nom :

Adresse :

Ci-joint mon règlement

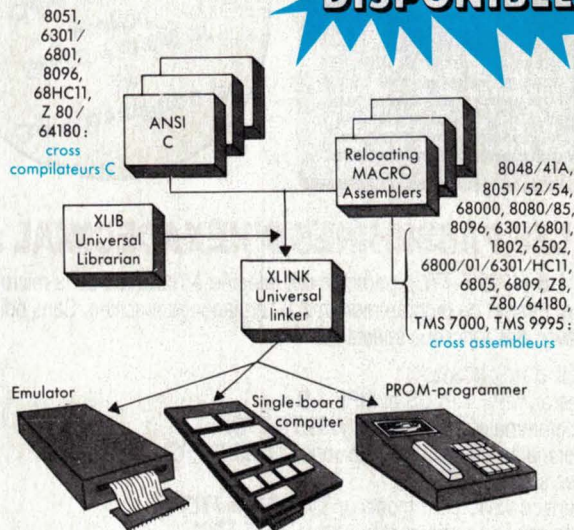
(chèque bancaire ou C.C.P.).

Signature et date :

DEVELOPPER

avec CROSS ASSEMBLEURS CROSS COMPILATEURS C

**NOUVEAU
DISPONIBLE**



8048/41A, 8051/52/54, 68000, 8080/85, 8096, 6301/6801, 1802, 6502, 6800/01/6301/HC11, 6805, 6809, Z8, Z80/64180, TMS 7000, TMS 9995 : CROSS ASSEMBLEURS

Permettent de développer sur PC et compatibles des applications devant tourner sur la plupart des micro-processeurs. L'application, compilée et liée, peut être transférée directement vers le programmeur de PROM, cartes intelligentes ou émulateurs.

Existent en versions VAX et ND.

8051, 6301/6801, 8096, 68HC11, Z 80/64180 : CROSS COMPILATEURS C

Compatibles K&R et ANSI (proposés). Rapides, compilent en mémoire en une passe, permettent de créer du code ROMABLE directement depuis le C complet, comprennent tous les types, définitions de types, entiers longs et variables statistiques. Contiennent LINT style UNIX pour vérifications déclarations et autres. Fournis avec librairie, support complet virgule flottante, XMASM, XLINK et XLIB.

Micro Sigma

RENSEIGNEMENTS - CONSEIL - ACHAT

MICHEL DELSOL - 34, boulevard Haussmann - 75009 PARIS
Tél.: (1) 47.70.47.70 Téléx: 290266 MBI - MICROSIGMA

S Média

ELECTRONIQUE APPLICATIONS



Les MICROET de puissance à double alimentation à Multi-
bitaire pour Convertisseurs de « Digitalisation d'Image »
et « Génération d'Images » pour Microprocesseurs de tran-
sistor « Les boîtes à secrets » de plus nombreuses.
Breveté N° 56 - 30 F - Octobre-Novembre 1987

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 1987 - Société Parisienne d'Édition
Dépôt légal : Septembre 1987 N° éditeur : 1472

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. Étranger : 188 F.

Voir le tarif « Spécial abonnement » en 3^e de couverture.

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

Chef de publicité : Francine Fighiera

Promotion : Mauricette Ehlinger



« La loi du 11 mars 1987 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 Transport Presse

Imprimerie S.N.I.L.L.-Aulnay

SERVICE-ANNONCEURS N° 22

PAGE 4 - ELECTRONIQUE APPLICATIONS N° 56

56

Analyse

Les boucles à verrouillage de phase numériques 33

Applications

Alarme antivol par voie ultrasonore 51

Composants

Les MOSFET de puissance et leurs applications 17

Fiches techniques des nouveaux circuits intégrés 83

Energie

« Météorage » : la foudre sous haute surveillance 9

Médical

Le test d'effort cardio-respiratoire 43

Micro

Conception d'un système d'évaluation pour microprocesseurs en tranches 57

Digitalisation d'images sur système à microprocesseur 89

Vie professionnelle 74

Bibliographie 76

Equipements

CNB Electronique : nouvelles alimentations de laboratoire 68

Wandel et Goltermann : testeur de données et mesureur de niveau sélectif 70

Informatique

Gespac : des cartes 68000 entrent en Seyne 72



Micro-informatique 98



Produits connexes 106



Mesures 108



Opto-électronique 110



Composants actifs 112

Ce numéro comporte un encart broché non folioté des « Editions Weka » en p. 83 et 84

Répertoire des annonceurs 114

Formulaire d'abonnements 3^e couv.

Encart Service Lecteurs et Service Annonceurs 115-116



- Résistances bobinées de précision
- bobinées de puissance

- Résistances couche mince
- couche épaisse
- couche carbone
- métal massif (feuille)

- Résistances
- Trimmers
- Réseaux
- Chips
- Inductances
- Oscillateurs à quartz
- Afficheurs à plasma

BB bigpub 1099



almex

48, rue de l'Aubépine - Z.I. 92160 Antony
Tél. (1) 46.66.21.12 - Tx. 250 067 - Tc. (1) 46.66.60.28

- almex Lyon
Tél. 78.66.00.66 - Tx. 375 187 - Tc. 78.66.21.55
- almex Rennes
Tél. 99.51.66.16 - Tx. 741 034 - Tc. 99.51.79.91
- almex Toulouse
Tél. 61.71.11.22 - Tx. 521 370 - Tc. 61.30.01.85

TEKTRONIX HAUSSE LE TON ET BAISSSE LES PRIX...



Quand Tektronix hausse le ton au niveau technologique et baisse les prix, cela donne les plus exceptionnels rapports qualité/prix du marché.

• Les oscilloscopes analogiques

Tek 2225/2235/2236 : 2 voies, 50 MHz et 100 MHz ; Tek 2245/2246 : 4 voies 100 MHz, fonctions intelligentes. A partir de 7 500 Francs.*

• Les oscilloscopes numériques

Tek 2220/2221/2230 : bande passante 60/100 MHz, vitesse d'échantillonnage de 20 MHz, profondeur mémoire de 4 000 points, détecteurs de parasites et mode enveloppe. A partir de 23 850 Francs.*

• Les analyseurs logiques

Tek 1205/1220/1225 : 24 à 48 voies d'analyse jusqu'à 100 MHz, profondeur mémoire de 2 Ko, grande facilité d'utilisation. A partir de 22 150 Francs.*

* (prix HT au 01.08.87 comprenant 2 sondes et 3 ans de garantie pour les oscilloscopes, 1 an de garantie pour les analyseurs logiques).
Pour tous renseignements, écrivez-nous :
TEKTRONIX - SPV-ICG - BP 13 - 91941 LES ULIS
Cedex, ou téléphonez-nous (gratuitement).

NUMERO VERT 05.00.22.00

Tektronix®

FORUM MESURE ET TEST
Villepinte - Hall 1 - Stands 4D1/4C1

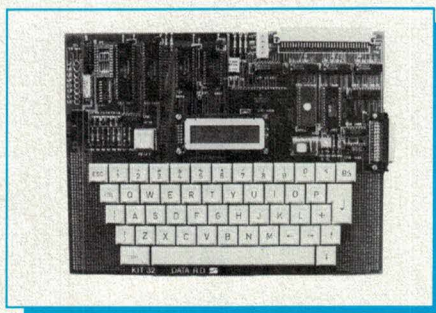
ENSEMBLE JUSQU'A LA POINTE DU POSSIBLE.

DES KITS PEDAGOGIQUES :

- Faible coût
- Performants
- Avec interface "PC"

Le KIT32 : pour équiper les écoles

Conçu pour les stages d'électronique du niveau BAC, ce kit 6809 est performant, peu coûteux et, surtout, extrêmement pédagogique. Ses 32 afficheurs alpha le rendent très "convivial". Il est vendu sous deux formes : normale et industrielle, c'est à dire permettant des TP sur la commande moteurs, darlington, optos etc... Enfin, il est livré avec un manuel technique superbe comprenant un didacticiel et de nombreux exemples. Le KIT32 est un produit remarquable à tous points de vue, surtout en formation.



Version 1 : Clavier alpha en traditionnel, 32 afficheurs LCD, RAM CMOS 32K, PIA avec dip-switch + 8 leds, RS232, timer, interface DIN-41612, interface K7, zone-wrapping. Tous les circuits intégrés sont sur supports.

Version 2 (en plus) : une Centronics, 1 PIA, une commande moteurs par 4 Darlington, 4 optos, 4 relais, exemples de TP industriels.

Logiciels très pédagogiques (orientés menus) : débogueur, éditeur, assembleur symbolique 2 passes très complet, désassembleur, BASIC, de nombreux sous-programmes bien documentés.

ORION : un kit doté d'un DOS

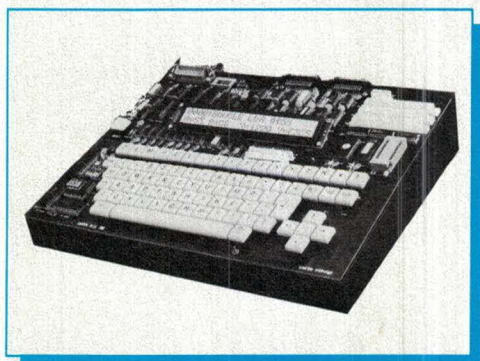
Le système ORION est un combiné kit-outil de développement. Conçu pour les formations du niveau BTS, il est doté d'un hard impressionnant : mémoires jusqu'à 232 Ko., contrôleur floppy, grand LCD de 48 caractères, CRTS semi-graphique, interfaces moteurs etc... Il fonctionne en autonome (LCD), en terminal ou encore en version disques : R09 (compatible 68000) ou OS9.

Au niveau logiciel, le système ORION est conçu autour d'un DOS 6809 orienté MS-

DOS. Ainsi, sur ce kit, vous pouvez créer vos fichiers .BAT !!! Ce DOS vous permet ainsi d'accéder à une très vaste gamme de logiciels : une bonne vingtaine d'assembleurs, le 68000, le PASCAL, 7 compilateurs C etc...

A prix équivalent, le système ORION possède tout ce que les PC n'ont pas, notamment la possibilité de faire du hard. De plus, ses E/S sont compatibles PC/XT/AT, ce qui en fait un système très ouvert. Enfin, il faut noter une documentation superbe avec didacticiel.

Système ORION en version LCD



Les outils de développement...

Ces outils, à 6809, 68008 ou 68020, possèdent tous en commun un excellent rapport qualité/prix. Nous avons également une carte de développement 6809 comprenant l'outil à deux disques, le programmeur de REPRO, l'émulateur de REPRO 64K et un émulateur en temps réel doté d'une mémoire trace de 128 Ko et de 64000 points d'arrêt hard. Tout cela pour moins de 20 000 Frs. HT., c'est à dire une fraction du prix d'un émulateur seul chez la concurrence.

...et la CAO



Autres produits :

Cartes "hard" (pour ceux qui disposent déjà d'un PC ou système ORION) et des CAO/DAO à partir de 3700 Frs HT..

DATA R.D.

Rue Gaspard Monge,
ZA de l'Armailler,
26500, BOURG-LES-VALENCE
(France) Tél. : 75-42-27-25

Salon des composants :
Hall 2, Allée 27, No. 100

Marques déposées : FLEX = TSC, OS9 = Microware

Energie

« Météorage » : la foudre sous haute surveillance



La puissance, le mystère, la majesté des phénomènes météorologiques ont toujours incité les hommes à tourner leur regard vers le ciel pour y chercher une explication, afin de satisfaire leur curiosité mais surtout pour apaiser leur inquiétude. Parmi ces phénomènes, il y a les orages.

Sur l'ensemble du globe terrestre, on compte environ 45 000 orages par jour. En France, la foudre frappe chaque année entre 1,5 et 2 millions de fois et les conséquences sont difficiles à apprécier. Effets visibles sous la forme d'incendies (20 % des incendies de forêts dans le Sud-Ouest), effets invisibles sur notre environnement technologique (appareillage électronique, matériel informatique, automatismes, équipements de télécommunication...) par émission d'un champ électromagnétique supérieur à 100 V/m.

Surveiller l'apparition des orages, détecter la foudre afin de prévenir les dégâts et protéger les installations, tel est le projet formulé par *Franklin France* qui a créé en 1986 la société *Météorage Franklin*. Un réseau de capteurs implanté sur tout le territoire français détecte et localise les décharges orageuses. Les informations, transmises par le réseau *Transpac*, sont regroupées dans un centre de calcul puis livrées à un réseau d'abonnés. De quoi s'agit-il ?

La carte des orages

La littérature publiée sur les orages est, sinon abondante, tout au moins très ancienne. Les lecteurs intéressés par l'étude de la foudre, ses manifestations et les moyens de protection, peuvent se reporter aux n^{os} 34 et 35 de notre revue, la présente étude ayant pour but de faire connaître une réalisation originale qui consiste en la surveillance globale d'une zone orageuse au moyen de capteurs ponctuels.

Le nombre d'orages par an est variable d'une zone géographique à une autre et, dans un même pays, d'une région à une autre. Par convention, on caractérise la sévérité orageuse d'une région par son « niveau kéraunique ».

C'est une notion peu précise, puisque étant définie comme « le nombre de jours par an où le tonnerre a été entendu ». Toutefois, elle a permis de recueillir de nombreuses informations locales qui ont servi de base à des études statistiques et au tracé de cartes (fig. 1). Ainsi, en

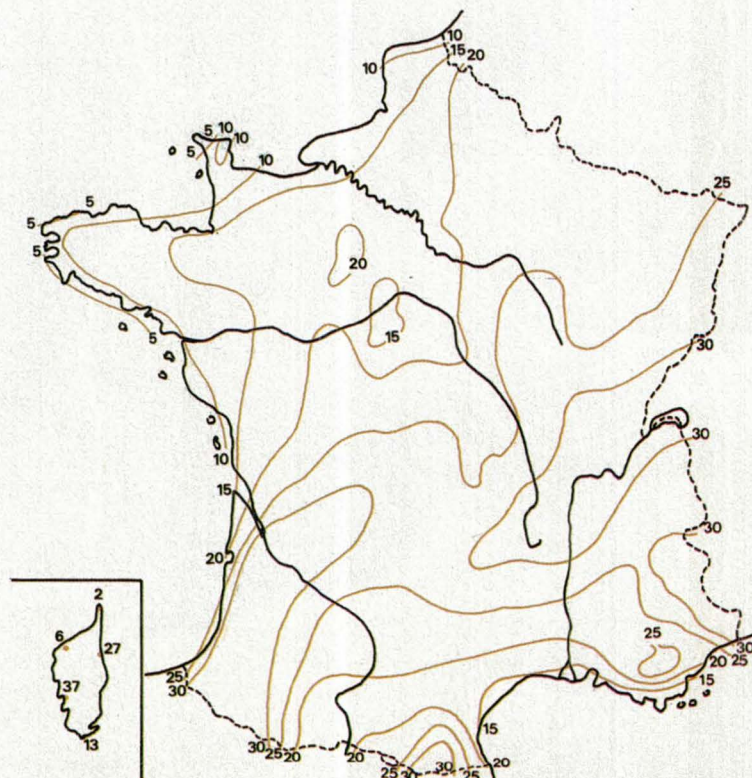


Fig. 1. - Lignes isokérauniques (nombre moyen de jours avec orages/an).

France, le niveau kéraunique moyen est de 20, mais il est inférieur à 10 vers les côtes de la Manche et de l'Atlantique et supérieur à 30 dans les régions montagneuses (Massif central, Alpes, Pyrénées). Dans le monde, il existe des zones à très fort niveau (de l'ordre de 100 en Floride, 180 en Afrique du Sud).

Cette notion de niveau kéraunique ne met pas suffisamment en relief le degré de sévérité d'un orage. En effet, le tonnerre est le bruit qui accompagne une décharge électrique, l'éclair en étant la manifestation lumineuse. Il est donc plus significatif de prendre en compte le coup de foudre, qui est défini comme étant une décharge disruptive entre deux nuages ou un nuage et le sol. Cette décharge peut être violente, et foudroyer une zone en général limitée. C'est la raison pour laquelle on utilise davantage cette notion de densité, c'est-à-dire : de nombre de coups de foudre par kilomètre carré et par an.

A ce propos, C. Gary, de la Direction des Etudes et Recherches à EDF, évoque, dans la *Revue Générale d'Electricité*, qu'à partir des résultats fournis principalement par des compteurs à foudre spéciaux, plusieurs chercheurs ont tenté d'élaborer des formules reliant le niveau kéraunique N_i et la densité N_s de coups de foudre au sol par km^2 et par an. En voici une qui met d'ailleurs en évidence l'importante dispersion des résultats :

$$N_s = N_i (0,1 + 0,35 \sin \alpha)(0,4 \pm 0,2)$$

où α représente la latitude de la région considérée et montre que la valeur varie sensiblement lorsqu'on passe des régions tempérées aux régions tropicales.

Si nous appliquons cette formule au cas d'un niveau kéraunique $N_i = 30$ en France ($\alpha = 45^\circ$), nous trouvons des valeurs comprises entre 2 et 6, avec une moyenne de 4 coups par km^2 et par an.

Les « nids à orages »

La foudre a-t-elle une préférence pour tomber plus fréquemment dans une région que dans une autre ? La réponse est oui. Ces régions sont appelées des « nids à orages ». En effet, à la suite de nombreuses études statistiques effectuées par la *Météorologie Nationale*, et par un pointage méticuleux des points de chute de la

foudre, on constate qu'il existe un rapport étroit entre la nature géologique du sol et la chute de la foudre.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, ce sont surtout les terrains isolants (schisteux et granitiques) qui sont les plus foudroyés. En outre, c'est au lieu de séparation d'un terrain isolant et d'un terrain conducteur que la foudre « tombe » avec prédilection. Il faut noter au passage que si l'on considère habituellement la terre comme un conducteur, sa structure géologique détermine des résistances très diverses, rendant la terre plus ou moins bonne conductrice de l'électricité. Devant une forte résistance, on peut dire qu'elle correspond à un isolant, d'où la plus ou moins grande efficacité des prises de terre.

Lorsque l'on compare, d'une part, l'étendue des structures géologiques avec, en vis-à-vis, la surface occupée par la base d'un nuage et, d'autre part, les énergies mises en jeu, on se rend parfaitement compte que les aspérités du sol, la présence de maisons, d'arbres ou de lignes haute tension ne jouent qu'un rôle secondaire, contrairement à l'opinion admise habituellement. Toutefois, dans une zone réputée orageuse, la présence de reliefs prend une importance différente. En effet, puisque nous sommes à peu près certains que, pour une telle zone, la foudre tombera, il est possible qu'elle choisisse l'une de ces aspérités, mais ce n'est pas certain. Ainsi, par exemple, dans une zone orageuse comprenant seulement deux arbres comme aspérités, un peuplier et un pin, ce n'est pas l'arbre le plus élevé (peuplier) qui sera touché

mais le pin dont la teneur en résine constitue un isolant (il en est de même pour le sapin). En ce qui concerne les corps conducteurs, telle une ligne haute tension, ils n'attirent pas la foudre, mais rien n'empêche celle-ci de tomber dessus. Les conducteurs servent alors de support à la foudre pour son cheminement vers la terre.

Le cumulo-nimbus : un nuage sous tension

La géographie n'explique pas tout ; au-dessus de la surface du globe, les événements météorologiques ont également leur importance dans la genèse des orages. Le cumulo-nimbus est le type même du nuage d'orage. Il diffère du nuage de pluie par son volume considérable. Il s'étale sur une surface de plusieurs kilomètres carrés, sa base est à 2 ou 3 km d'altitude et sa partie supérieure atteint 10, voire 15 kilomètres. C'est donc une structure énorme, qui est le siège de toute une dynamique mécanique et électronique. Ce nuage peut être assimilé à un dipôle, qui s'étend entre le sol et l'ionosphère (fig. 2).

La présence de l'électricité atmosphérique a été suffisamment démontrée pour que l'on puisse admettre facilement son existence. On sait, en outre, que la tension entre le sol et les couches atmosphériques est très variable. Cela tient : au lieu, à l'heure de la journée, à l'altitude de référence, à l'ensoleillement... Ainsi, pour une altitude relativement basse, on observe des écarts de 100 V par mètre, par rapport au sol,

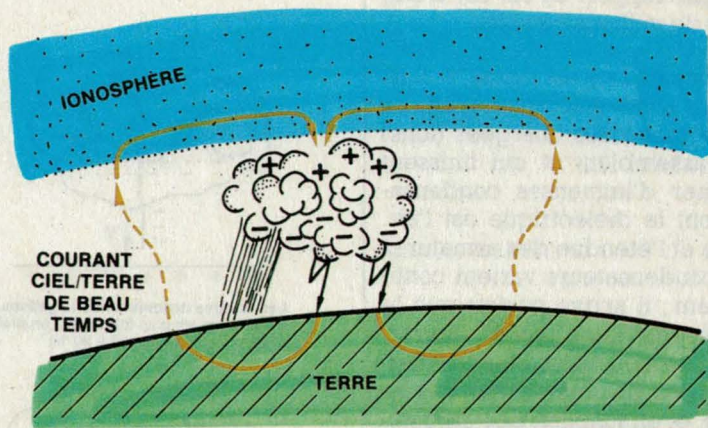


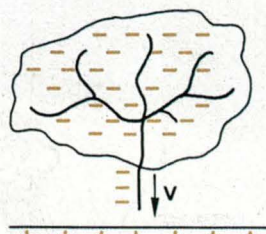
Fig. 2. - Mouvement des porteurs de charges dans un nuage d'orage (d'après B.B. Phillips).

et dès que l'on atteint l'ionosphère (entre 100 et 300 km d'altitude), la tension par rapport au sol est d'une centaine de millions de volts.

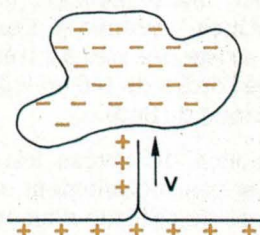
A ce niveau, l'air est ionisé, et il se produit un important mouvement de particules gazeuses chargées (ions) qui se rassemblent et qui finissent par former d'immenses condensateurs, dont le diélectrique est l'air. La forme et l'étendue des armatures de ces condensateurs varient continuellement ; il arrive parfois que le sol représente l'une des armatures. Au cours du mouvement de ces masses gazeuses, notamment aux basses altitudes, et en fonction des caractéristiques de l'atmosphère, il arrive que le sol s'électrise par influence, et l'on voit apparaître alors des phénomènes lumineux (« feux Saint-Elme »). C'est l'effet couronne au sol. L'apparition de ces phénomènes est due à l'existence d'un champ électrique très élevé, mais il est à remarquer que ce champ électrique peut engendrer des effluves horizontales, entre les nuages, et provoquer l'illumination du ciel. Toutefois, les manifestations électriques provoquées par cet effet couronne signifient qu'il y a danger, et les alpinistes en connaissent bien la signification. Il se peut qu'à la suite de ces phénomènes tout rentre dans l'ordre.

Mais parfois les choses peuvent s'aggraver sous l'influence de certaines conditions atmosphériques, le vent notamment. Les molécules gazeuses chargées (ions) accélèrent leur mouvement, multiplient leurs frottements, d'où une augmentation de l'ionisation. Les nuages sont le siège d'un incessant mouvement d'ions, ceux chargés négativement s'accumulant vers le bas et ceux chargés positivement se retrouvant à la partie supérieure. On se trouve donc en présence d'une machine électrostatique dont la partie inférieure, chargée négativement, se trouve située à un ou deux kilomètres du sol, et la partie supérieure, chargée positivement, s'élève à une dizaine de kilomètres. La tension par rapport au sol est très élevée puisqu'elle peut atteindre une centaine de millions de volts ; quant à la puissance emmagasinée, elle se chiffre en mégawatts. Ce sont les conditions idéales pour qu'apparaisse l'orage.

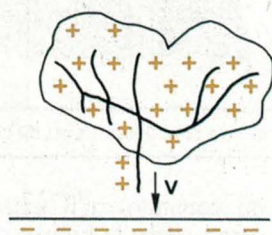
Bien qu'il soit courant d'assimiler ces phénomènes à ceux produits par l'électricité statique, il faut reconnaître qu'en fait ces phénomènes sont



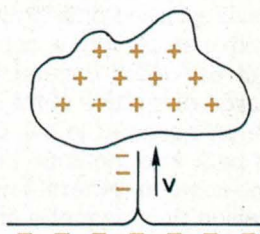
Les foudres descendantes négatives. de très loin les plus fréquentes en plaine et dans nos régions (80 à 90 %)



Les foudres ascendantes positives. ces foudres sont issues de saillies et se rencontrent fréquemment en montagne.



Les foudres descendantes positives.



Les foudres ascendantes négatives.

Fig. 3. - La classification des coups de foudre (doc. Franklin France).

extrêmement fugaces. Les nuages sont en mouvement et, à l'intérieur de ceux-ci, existe un perpétuel remaniement des molécules, si bien qu'en quelques minutes on peut très bien avoir un champ électrique de quelques milliers de volts par mètre, pour atteindre 2 000 ou 3 000 V par centimètre. En atteignant 25 ou 30 kV/cm, l'orage éclate. Il est intéressant de noter qu'à ce moment, avec un tel champ électrique, un canal de gaz ionisé s'est constitué et que c'est par ce canal que l'éclair (foudre) peut cheminer entre le nuage et la terre.

Le déroulement d'un orage

De la base d'un nuage, en général chargé négativement, s'échappe une prédécharge appelée traceur, faiblement lumineuse, et dont la progression vers le sol se fait par bonds de quelques dizaines de mètres, suivant les charges d'espaces ; il s'agit en réalité d'une succession de décharges reprenant le chemin ionisé de la précédente, entrecoupées de temps d'arrêt de 40 à 100 μ s (vitesse moyenne de progression : 0,15 m/s).

A l'approche du sol, l'extrémité du traceur ou « dard », fortement chargée, engendre à sa verticale un important accroissement du champ

électrique pouvant atteindre des valeurs de 400 à 500 kV/m. Lorsque le seuil d'ionisation de l'air atmosphérique est atteint (30 kV/m), des effluves s'échappent d'un certain nombre de points caractéristiques du sol, effluves qui se transforment en décharges ascendantes positives, pour des valeurs de champ supérieures. L'effluve qui offrira les meilleures caractéristiques d'amorçage ou qui progressera le plus rapidement rejoindra le traceur.

Le canal ionisé est alors parfaitement établi et il s'opère une remontée des charges du sol (« return stroke ») vers le nuage, tendant à neutraliser ses propres charges. En l'espace de 0,2 à 1 s, plusieurs coups de foudre peuvent être échangés, leur progression est alors continue et leur vitesse de propagation de l'ordre de 10^6 m/s.

C'est ainsi que se déroulent 90 % des phénomènes observés, mais, dans quelques cas, cela se passe autrement (fig. 3). Le coup de foudre est fonction de l'origine du traceur et de sa polarité.

Les paramètres électriques qui caractérisent un coup de foudre sont les formes d'ondes, les amplitudes, la raideur de front et la quantité d'énergie mise en jeu.

Les formes d'ondes diffèrent suivant leur polarité. Une décharge né-

gative est la combinaison de courants impulsionnels à front raide et de courants continus : durée du front de la décharge partielle 10 à 15 μs ; queue d'onde une centaine de μs . En revanche, le coup de foudre positif est constitué d'une seule décharge de 0,1 à 0,2 s : durée du front 20 à 50 μs .

La distribution des amplitudes ou des intensités des courants de foudre sont le report sur des abaques de toutes les données connues dans le monde. La distribution obéit à une loi de probabilité, et si l'on porte en abscisse le logarithme de l'intensité (en kA) du coup de foudre et en ordonnée la probabilité que donne un coup de foudre de dépasser une intensité donnée, on obtient sensiblement des droites. La lecture de ces courbes (fig. 4) indique qu'un courant de foudre positif peut atteindre des valeurs supérieures à 150 kA dans 10 % des cas, alors que le courant de foudre négatif a une valeur plus faible, de l'ordre de 50 kA dans 10 % des cas. La valeur moyenne de l'intensité se situe vers 25 kA.

La raideur de front est l'amplitude par unité de temps, et l'on a des chiffres de l'ordre de 20 kA/ μs pour la foudre négative et de 2 kA/ μs pour la foudre positive.

La quantité moyenne d'énergie échangée est de 10 coulombs. Elle peut atteindre des valeurs de 300 C.

Détecter pour mieux prévenir

Par beau temps, la valeur du champ électrique au sol est de l'ordre de 100 à 150 V/m, en polarité positive. À l'approche de l'orage, il s'inverse et croît brusquement pour atteindre rapidement des valeurs de 10 kV/m et plus. Une telle différence permet de prendre cette donnée comme critère de décision d'un orage, la pollution atmosphérique (500 V/m) ou les nuages faiblement chargés n'étant pas significatifs dans cette échelle de valeurs. Malgré tout, la brusque montée des charges n'est pas systématiquement suivie d'un coup de foudre, d'autres facteurs intervenant dans le processus de déclenchement.

Les essais effectués ont permis de constater qu'au moins une fois sur deux, l'orage éclatait. En revanche, la probabilité pour qu'une foudre ait lieu sans montée de champ est ex-

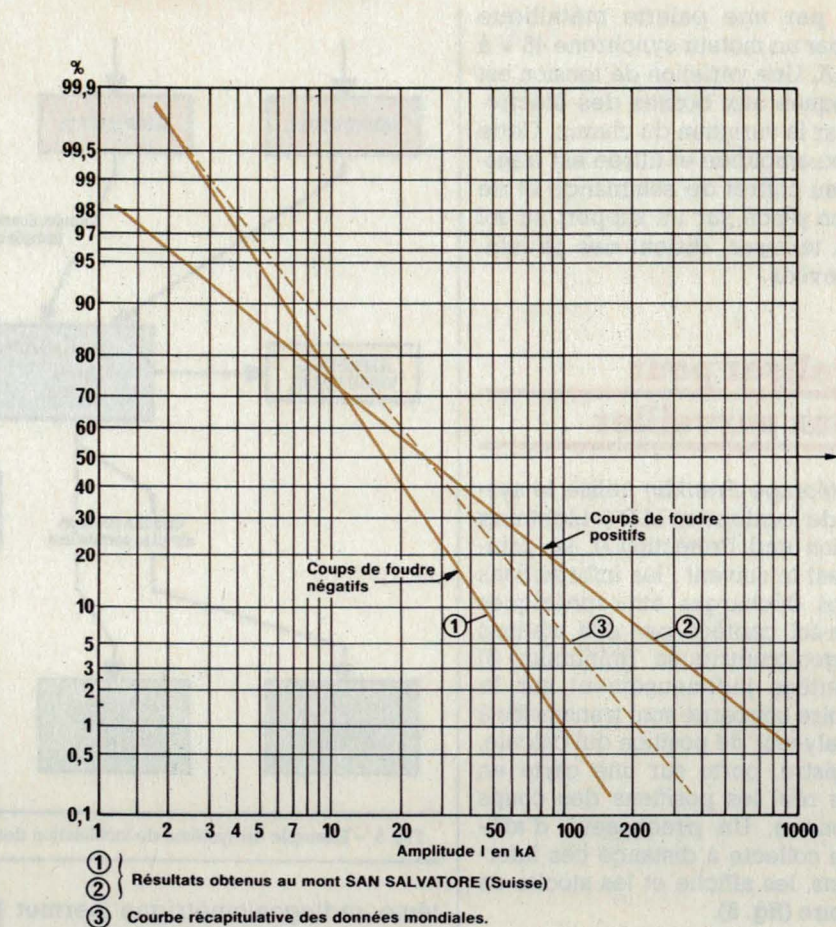


Fig. 4. - Distribution des amplitudes de courants de foudre (d'après C. Gary).

trêmement faible. En fait, l'appréciation est d'autant plus affinée que le réglage des mesureurs de champ est précisément et localement effectué.

Il existe différents modèles de capteurs selon les informations recherchées. Ainsi, afin de mesurer le taux de foudroiement d'une région ou d'un site ou pour permettre l'établissement de relevés céramiques, il a été mis au point des capteurs type CIGRE qui permettent de dissocier les éclairs au sol (foudres) des éclairs entre nuages (éclairs) en ne comptabilisant que les foudres.

Notons également l'avertisseur d'orage autonome à double détection - ADOC (licence CEA) de Franklin France qui détecte, par la variation du champ électrostatique au niveau du sol, l'imminence des décharges atmosphériques. Le champ local engendre en effet dans un dispositif à membrane vibrante une tension électrique proportionnelle qui, comparée à une tension de référence « seuil » après amplification et redressement, provoque un signal d'alarme. Afin d'étendre la détec-

tion à une zone plus importante (15 à 20 km), on conjugue l'action d'un détecteur d'approche (antenne), signalant les décharges nuages-sol, au détecteur à membrane mesurant la variation du champ local. Cette disposition permet d'obtenir une pré-signalisation, pendant la période dite d'observation, le nuage orageux pouvant éviter le site considéré. Aussi les avertissements sont-ils basés sur la détection du champ local, révélateur fiable du danger de foudroiement.

Pour les installations à haut niveau de risque, dont les asservissements doivent être protégés impérativement, on utilise un avertisseur d'orage à microprocesseur (système CEA, licence E 2000 - Franklin France). Il comporte un moulin à champ associé à un coffret de commande, à un détecteur de champ électrostatique et à une unité de commande. Le moulin à champ a pour but de capter le champ électrostatique et d'en mesurer la variation. Il est constitué d'un ensemble de douze électrodes reliées en deux groupes, recouvertes alternative-

ment par une palette métallique mue par un moteur synchrone 48 V à 300 mA. Une variation de tension est provoquée aux bornes des électrodes par la variation du champ. Cette tension amplifiée et filtrée est transmise au coffret de commande et de gestion placé sur un support au sol ou en terrasse, distant des structures élevées.

Localiser pour mieux surveiller

Météorage Franklin utilise le système de localisation LLP (« Lightning Location and Protection »). Le principe est le suivant : les informations sur les décharges atmosphériques nuage-sol captées par des stations radiogoniométriques (minimum 2) implantées judicieusement sur le territoire concerné sont transmises à un analyseur de position qui calcule, enregistre, porte sur une carte en temps réel les positions des coups de foudre. Un processeur d'affichage collecte à distance ces informations, les affiche et les stocke en mémoire (fig. 5).

Le système radiogoniométrique est conçu pour détecter toutes les signatures de décharges nuage-sol dans un rayon nominal de 100, 200 ou 400 km et mesurer avec précision la direction des points d'impact. Le système traite les données se rapportant à chaque éclair et les transmet à un analyseur de position qui calcule les positions des décharges et les porte sur une carte. Le sys-

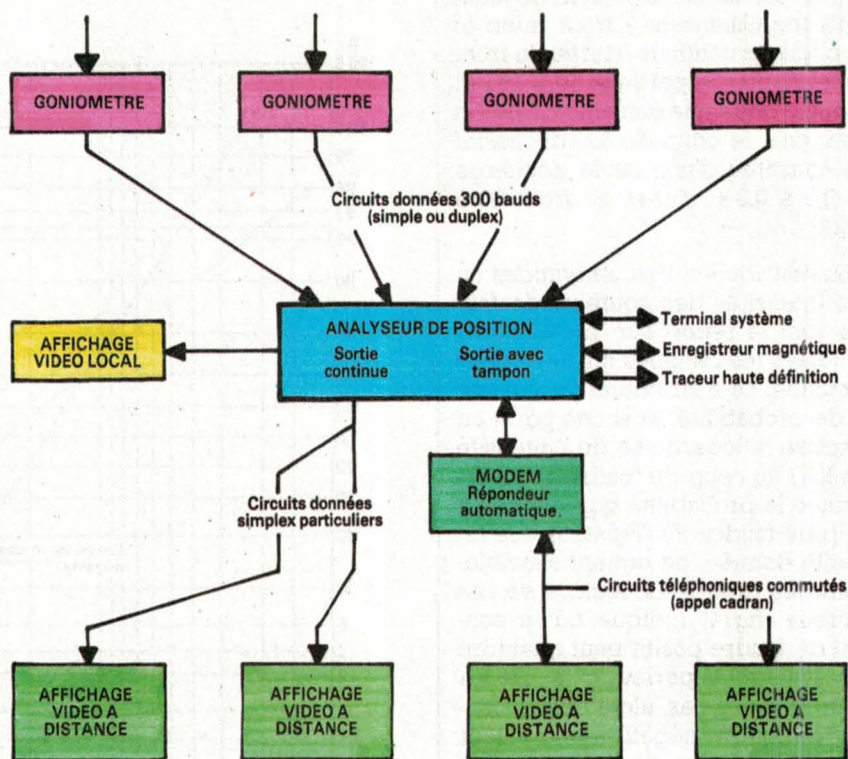


Fig. 5. - Exemple de système de localisation des foudres (doc. Franklin France).

tème radiogoniométrique permet également de lire et d'afficher localement l'instant, la position angulaire, la polarité et l'amplitude du signal et d'autres caractéristiques de décharge (fig. 6).

L'analyseur de position reçoit le gisement des décharges et les autres données fournies par les stations goniométriques éloignées ; il calcule, enregistre et porte sur la carte, en temps réel, les positions

des coups de foudre. En configuration multipostes, l'analyseur de position interroge les radiogoniomètres à la cadence de 5 par seconde pour obtenir les données concernant les coups de foudre.

Chaque analyseur de position est équipé d'une horloge calendrier à quartz, avec compensation en température et batterie de secours. En fonctionnement normal, l'heure, l'azimut, le gisement, la distance et le nombre de décharges en retour pour le coup de foudre le plus récent sont calculés en temps réel et affichés en continu par un indicateur à diodes lumineuses situé sur la face avant de l'appareil. L'heure, la position du coup de foudre, le nombre de décharge en retour et l'amplitude maximale du signal sont imprimés par un terminal local et retransmis aux stations radiogoniométriques éloignées, ou à un processeur d'affichage à distance. Les positions imprimées peuvent être présentées soit sous la forme angle-distance, par rapport à une origine arbitraire, la distance étant exprimée en kilo-pieds, kilomètres, miles terrestres ou miles marins, soit en coordonnées nord-sud et est-ouest ; soit sous la forme longitude-latitude.

Un traceur X-Y à haute définition permet d'obtenir en temps réel un tracé permanent de la position des

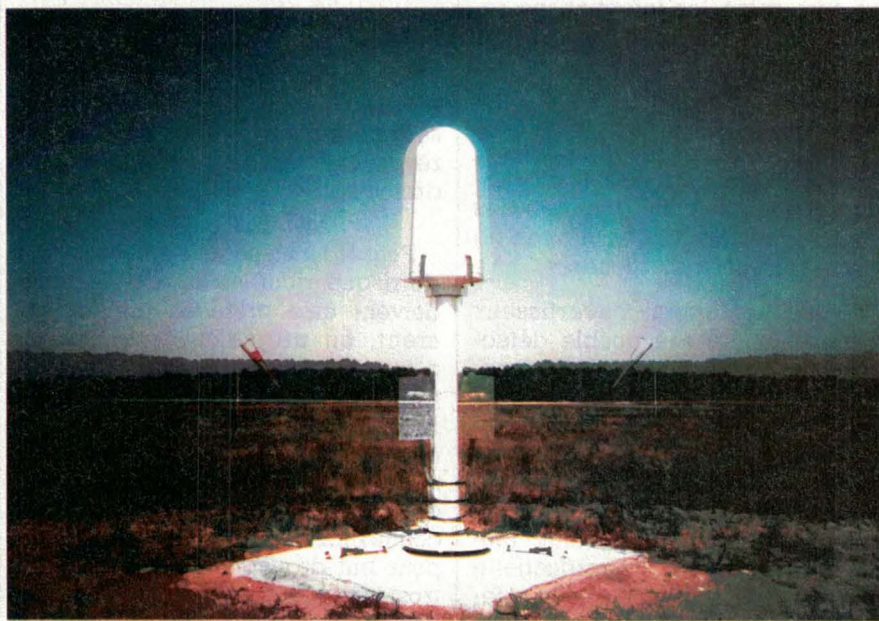


Fig. 6. - Station de détection à haute sensibilité (doc. Franklin France).

coups de foudre sur la carte. Toutes les données peuvent aussi être enregistrées sur des cassettes magnétiques qui peuvent être relues par le système pour tracer des cartes avec un choix de 50 échelles différentes. La date, l'heure, le nombre de décharges détectées et un certain nombre d'autres données statistiques sont stockées dans la mémoire de l'analyseur de position et peuvent être appelées sur demande.

16 stations de détection à haute sensibilité

Le réseau de surveillance comporte 16 stations de détection à haute sensibilité (fig. 7). Ce réseau, découpé en 22 régions administratives, elles-mêmes subdivisées en départements, couvre actuellement la France métropolitaine, la Corse, la Belgique et le Luxembourg, la Suisse, ainsi que quelques parcelles de pays limitrophes (fig. 8).

Distantes de 250 à 300 km et réparties sur tout le territoire français, ces stations sont capables de percevoir, à 800 km de distance, les impulsions électromagnétiques de grande amplitude créées par les différents arcs en retour des décharges orageuses (ce que nous appelons familièrement l'éclair), et de localiser les points d'impact de la foudre à plus de 100 km de distance, avec une précision de 2 ou 3 km.

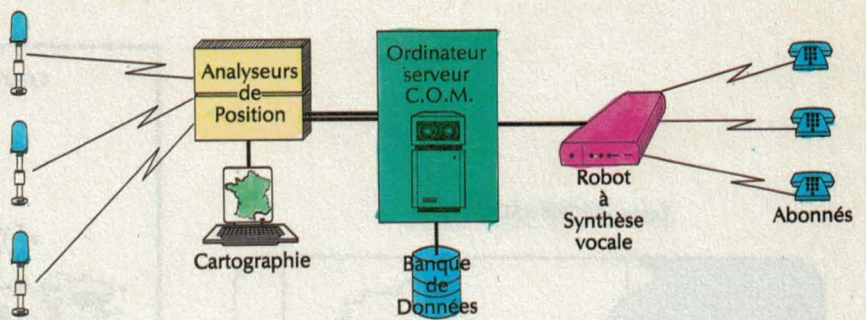


Fig. 7. - Réseau de surveillance Météorage Franklin.

Chaque décharge est ainsi captée, avec plus ou moins de précision, et enregistrée simultanément par la quasi-totalité des stations, qui transmettent en permanence leurs informations, par le réseau de télécommunications Transpac aux calculateurs du Centre Opérationnel Météorage (COM) à Paris (fig. 9).

Météorage Franklin met à la disposition de ses abonnés un service de cartographie qui fournit des cartes journalières des points d'impact de foudre. Les informations donnent les dates et la localisation des impacts ainsi que les tendances de déplacement des fronts orageux (fig. 10). Les cartes peuvent fournir d'autres caractéristiques : amplitude du courant, polarité, nombre d'arcs en retour... Elles couvrent un ou plusieurs départements, une ou plusieurs régions, la France entière et les pays limitrophes couverts par Météorage. Le fond de carte comporte les contours géographiques,

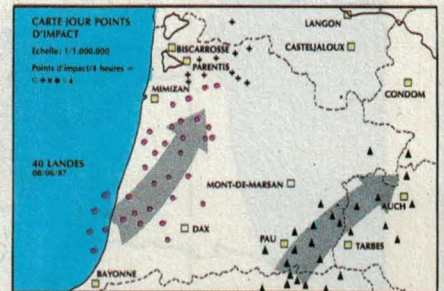


Fig. 10. - Carte régionale donnant les points d'impact toutes les 4 heures ainsi que les tendances de déplacements des fronts orageux (doc. Météorage Franklin).

les limites régionales, les limites départementales, les principaux cours d'eau, les principaux points culminants, les principales agglomérations et leur nom. Les points d'impacts sont imprimés sous forme de croix dont la couleur varie à chaque tranche horaire de 3 heures (fig. 11).

L'expédition des cartes se fait par voie postale. Toutefois, il est possible à l'abonné, à l'aide d'un terminal informatique graphique, de se connecter au Centre Opérationnel Météorage par mot de passe via le réseau téléphonique commuté ou Transpac pour recevoir chez lui quotidiennement l'image de la carte (fig. 12). Cette image pourra être stockée ou imprimée en différé.

Un marché très ouvert

Devant cette démarche originale, les applications qui en bénéficient se découvrent elles-mêmes. A notre époque, ce qui a changé, ce n'est pas l'environnement météorologique : il y a toujours eu des orages et il y en aura encore, mais c'est l'environnement technologique nécessaire à notre vie moderne. L'électronique et les réseaux forment désormais la trame de l'environnement moderne que la foudre, par définition, frappe aveuglément.

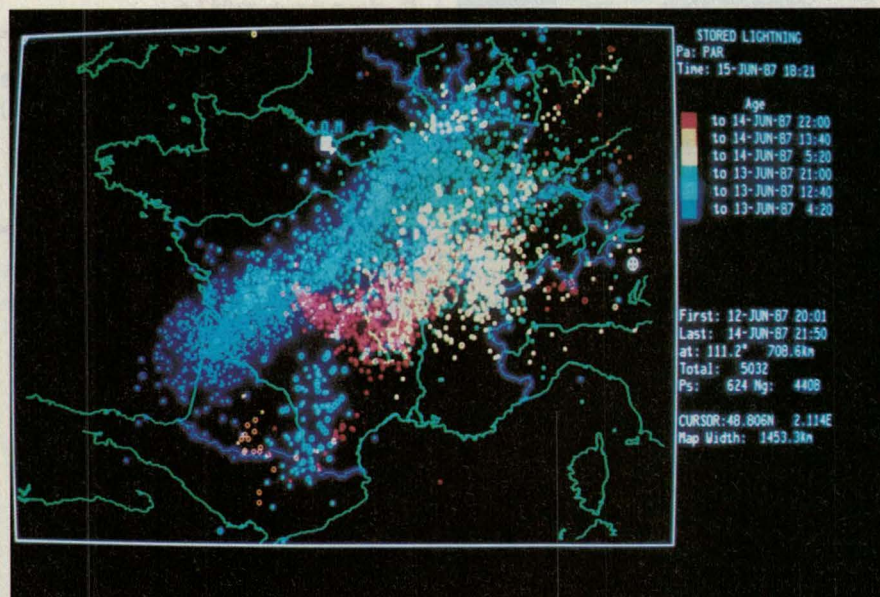


Fig. 11. - Situation orageuse sur la France et les pays limitrophes entre le 13 et le 14 juin 1987 selon les couleurs (doc. Météorage Franklin).

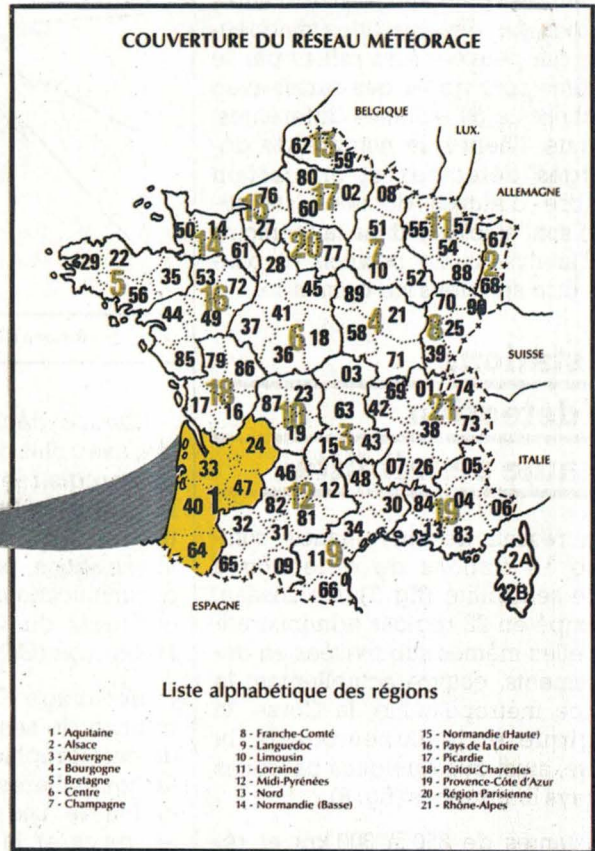
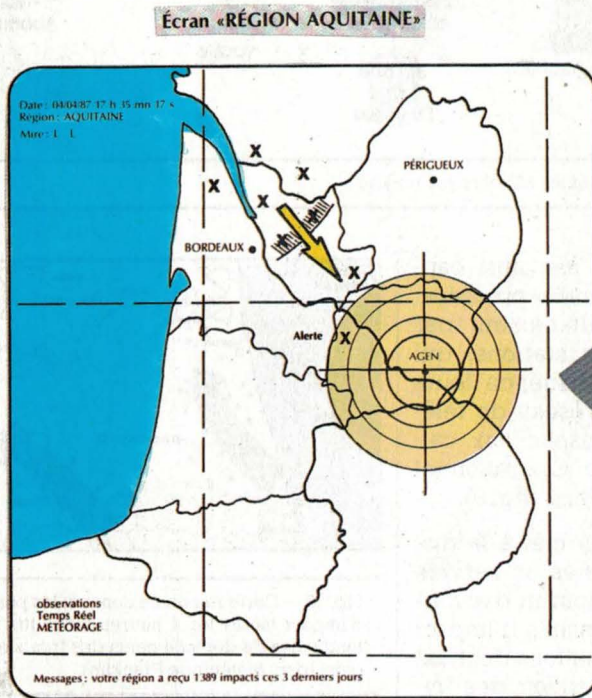


Fig. 8. - Couverture du réseau Météorage avec, en exemple, l'écran de la région Aquitaine (doc. Météorage Franklin).

Parmi les applications, citons : la prévention des incendies de forêts, l'aide à la navigation aérienne, la protection des installations industrielles et militaires, la sécurité des réseaux de distribution (EDF, Télécommunications) et des réseaux divers (navigation maritime et fluviale, réseaux autoroutiers, chemins de fer, gazoducs...), la détermination des périodes sans risques : pour les manœuvres militaires et spatiales (lancement de missiles...), pour les transferts de produits dangereux (déchargement d'explosifs, de gaz ou de produits pétroliers), pour les travaux sous tension ou les chantiers en montagne. Citons encore la détermination des zones vulnérables (pour le choix des sites, le tracé de



Fig. 9. - Le Centre opérationnel Météorage (COM) de Paris (doc. Météorage Franklin).

réseaux...), l'expertise d'assurance (caractérisation des sinistres, élaboration d'une politique de prime et de prévention). Mentionnons enfin le domaine agricole (information météo, notamment pour les orages de grêle).

Quel que soit le secteur d'application, la mise sous surveillance d'un site, d'une zone ou d'un réseau permettra à terme de dresser, pour n'importe quelle zone ou site donné, des cartes précises de l'activité orageuse, de déterminer avec précision les zones à risques, et d'élabo-

rer en conséquence une véritable politique de protection parfaitement adaptée au risque réel.

J. Trémolières

Adresse utile

● Météorage Franklin, 47-49, rue de Patay, 75013 Paris. Tél. : (1) 45.86.01.92.

Bibliographie

● Trémolières J. La foudre et ses effets, comment s'en protéger. *Electronique Applications* n° 34, fév.-mars 1984, n° 35, avril-mai 1984.

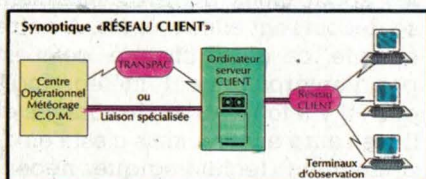


Fig. 12. - Transmission des cartes par liaison informatique (doc. Météorage Franklin).

Composants



Les MOSFET de puissance et leurs applications



Les MOSFET de puissance qui sont aujourd'hui disponibles sont en majorité des dispositifs Canal N de type à enrichissement double diffusés, « Metal Oxide Silicon Field Effect Transistors ». Ils satisfont à la même fonction que des transistors bipolaires à jonctions NPN, si ce n'est qu'il doivent être commandés en tension, à l'inverse des dispositifs bipolaires commandés en courant.

Les MOSFET d'aujourd'hui doivent leur popularité sans cesse croissante d'une part à leur impédance d'entrée élevée, d'autre part au fait que, étant des dispositifs à porteurs majoritaires, ils ne souffrent pas des effets du temps de stockage des porteurs minoritaires, de l'emballement thermique ou du second claquage.

Fonctionnement d'un MOSFET

La compréhension du fonctionnement des MOSFET peut être mieux appréhendée en considérant le MOSFET « latéral » présenté en figure 1.

En l'absence de polarisation électrique appliquée à la gate G , aucun courant ne peut circuler dans aucune direction au-dessous de la gate parce qu'il y aura toujours une jonction PN bloquante.

Quand la gate G est polarisée en direct par rapport à la source S comme l'indique la figure 2, les porteurs libres (trous) dans la couche épitaxiale P sont repoussés loin de la zone de gate, créant un canal qui permet aux électrons de circuler de la source vers le drain.

Notons que puisque les trous ont été repoussés du canal de gate, les électrons sont les « porteurs majoritaires » par défaut. Ce mode de fonctionnement est appelé « enrichissement » mais il est plus facile de penser que le mode de fonctionnement à enrichissement revient à un dispositif « normalement bloqué », c'est-à-dire que le commutateur bloque le courant jusqu'à réception d'un signal le saturant.

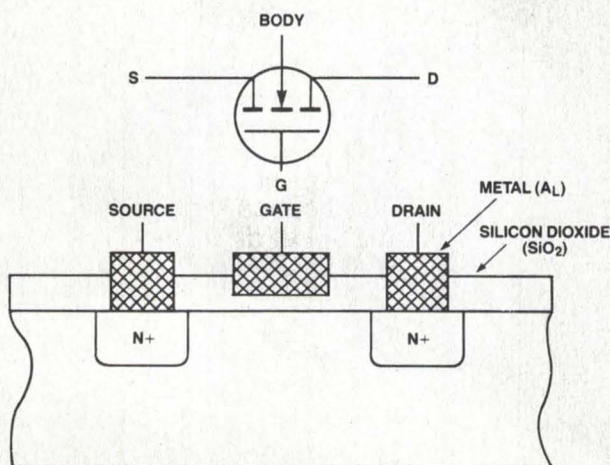


Fig. 1. - MOSFET Canal N « latéral » vu en coupe.

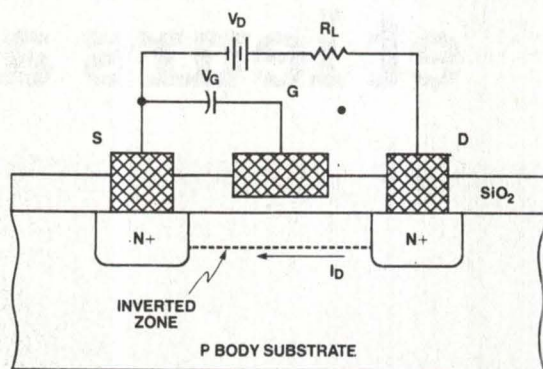


Fig. 2. - MOSFET latéral polarisé pour une conduction directe du courant.

A l'opposé est le mode à « appauvrissement » qui désigne un dispositif « normalement saturé ». Les avantages du MOSFET latéral sont :

- Faible exigence d'énergie pour le signal de gate. Aucun courant ne peut circuler dans la gate une fois la faible capacité d'oxyde de gate chargée.
- Vitesses de commutation élevées, car les électrons peuvent commencer à circuler du drain vers la source dès que le canal s'ouvre. La profondeur du canal est proportionnelle à la tension de gate et se réduit dès que la tension de gate s'interrompt, de telle sorte qu'il n'y a aucun effet de temps de stockage comme on en rencontre dans les transistors bipolaires.

Les inconvénients majeurs du MOSFET « latéral » sont toutefois :

- Résistance de canal élevée. En fonctionnement normal, la source est électriquement connectée au substrat. En l'absence de polarisation de gate, la région d'appauvrissement s'étend à partir du drain N+ avec une allure pseudo-hémisphérique. La longueur du canal L ne peut être réalisée plus courte que la largeur d'appauvrissement minimale nécessaire pour supporter la tension spécifiée du composant.
- La résistance du canal peut être réduite en créant des canaux plus larges, mais ceci est coûteux puisqu'utilisant

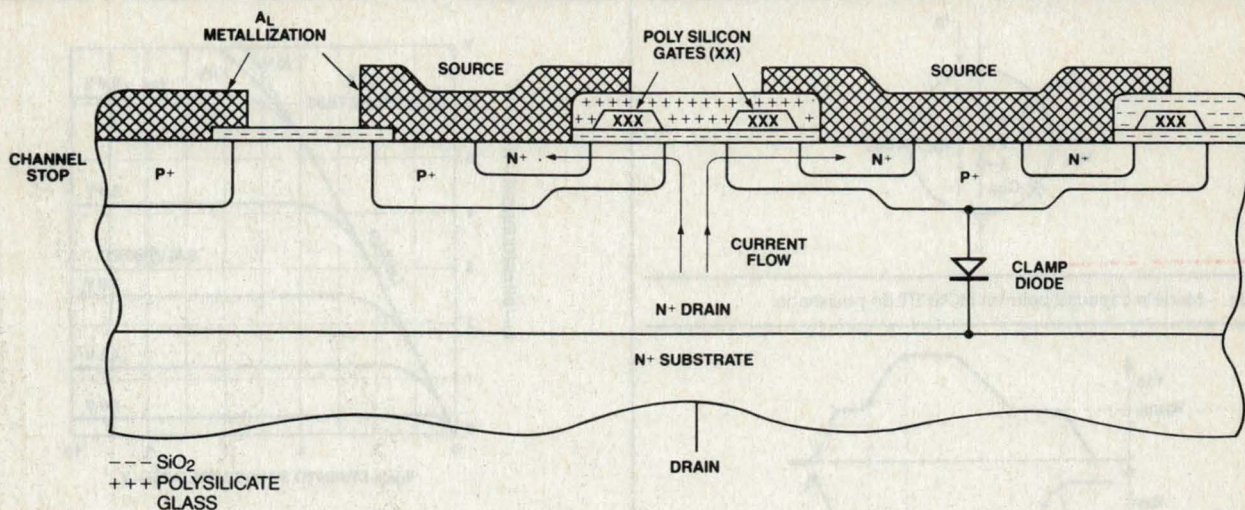


Fig. 3. - Vue en coupe d'un MOSFET « vertical » double-diffusé (D-MOS).

davantage du précieux silicium. Ceci réduit de surcroît la vitesse de commutation du transistor par augmentation de sa capacité de gate.

Découvrons donc les MOSFET « verticaux » !

La structure d'un MOSFET haute tension (également connue comme D-MOS = MOS double diffusé) est montrée en **figure 3**. Le chemin du courant est créé en inversant la couche P en dessous de la gate par une méthode identique à celle des MOSFET « latéraux ».

Le flux de source circule en dessous de cette aire de gate, et ensuite verticalement à travers le drain, la **figure 3** donnant le sens du courant. Un MOSFET typique consiste en plusieurs milliers de sources N+ conduisant en parallèle.

Cette géométrie verticale rend possibles des résistances plus faibles à l'état passant ($R_{DS(ON)}$) pour la même tension de blocage et une commutation plus rapide que le FET latéral.

Il existe diverses conceptions possibles dans la construction verticale, c'est-à-dire structures en V ou en U, et diverses géométries de source, telles les carrés, triangles, hexagones, etc. Tous les MOSFET de puissance commercialisés avec des tensions de blocage supérieures à 100 V sont réalisés de façon similaire à la **figure 3**.

Les diverses considérations qui déterminent la géométrie de source sont le $R_{DS(ON)}$, la capacité d'entrée, les temps de commutation et la transconductance.

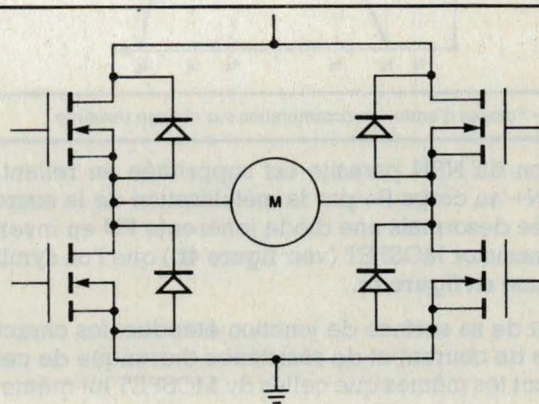


Fig. 5. - Circuit de commande de moteur en période complète.

La diode inverse parasite

Les premières versions de MOSFET apparues étaient fortement sujettes au claquage en tension dû aux transitoires de tension, et avaient également une tendance à l'autoconduction lors de taux de croissance élevés de la tension drain-source (dV/dt), l'ensemble aboutissant à des dommages irréversibles.

L'autoconduction par dV/dt était due au transistor parasite NPN inclus dans le MOSFET que schématise la **figure 4a**. Le flux de courant nécessaire à la charge de la capacité C_{DG} agissait comme un courant de base mettant en conduction le NPN parasite.

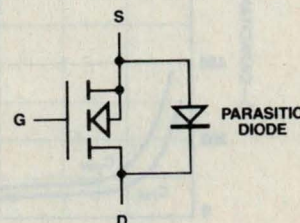
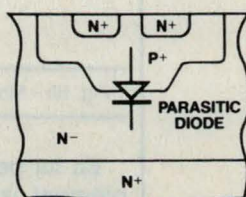
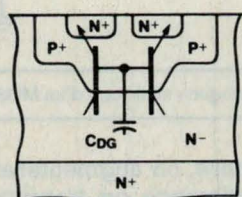


Fig. 4a. - Détail du MOSFET montrant l'emplacement du transistor NPN parasite...

Fig. 4b. - ... et la diode parasite.

Fig. 4c. - Symbolisation courante du MOSFET N à enrichissement.

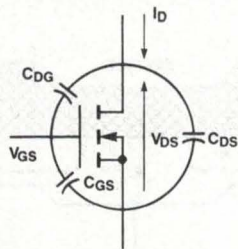


Fig. 6a. - Modèle capacitif pour un MOSFET de puissance.

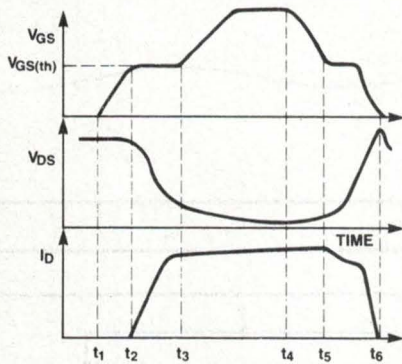


Fig. 6b. - Formes d'ondes en commutation sur charge résistive.

L'action du NPN parasite est supprimée en reliant la source N+ au corps P+ par la métallisation de la source. Ceci crée désormais une diode inhérente PN en inverse sur le transistor MOSFET (voir figure 4b) que l'on symbolise comme en figure 4c.

Du fait de sa surface de jonction étendue, les caractéristiques de courant et de résistance thermique de cette diode sont les mêmes que celles du MOSFET lui-même.

Cette diode parasite présente un temps de recouvrement inverse très long et un fort courant de recouvrement inverse dus aux durées de vie élevées des porteurs minoritaires dans la couche de drain N. Cela interdit l'emploi de cette diode excepté dans les applications à très basse fréquence, telles le circuit de commande de moteur présenté en figure 5.

Malgré tout, dans les applications haute fréquence, la diode parasite doit être shuntée extérieurement par un redresseur ultra-rapide mis en parallèle, pour garantir que cette diode interne lente n'entrera pas en conduction.

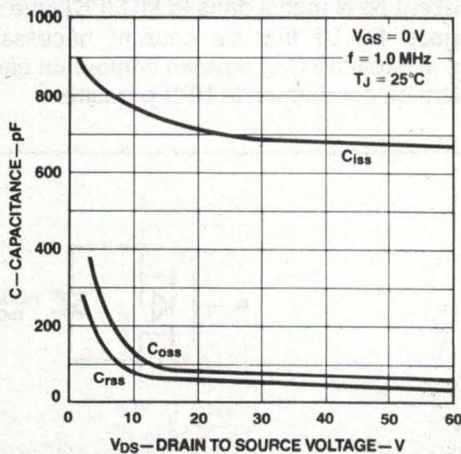


Fig. 7. - Capacités typiques pour un IRF 330 Fairchild.

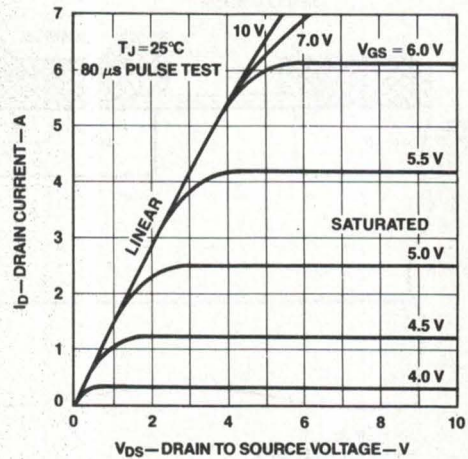


Fig. 8. - Caractéristiques de sortie.

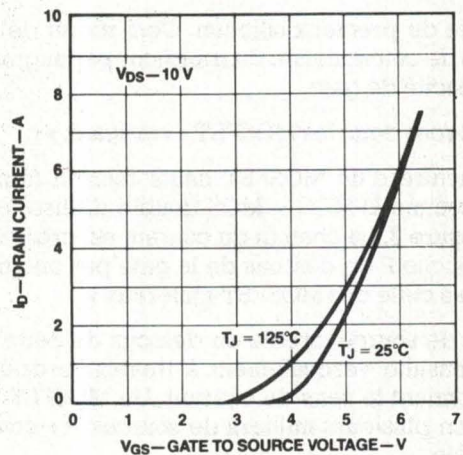


Fig. 9. - Caractéristiques de transfert.

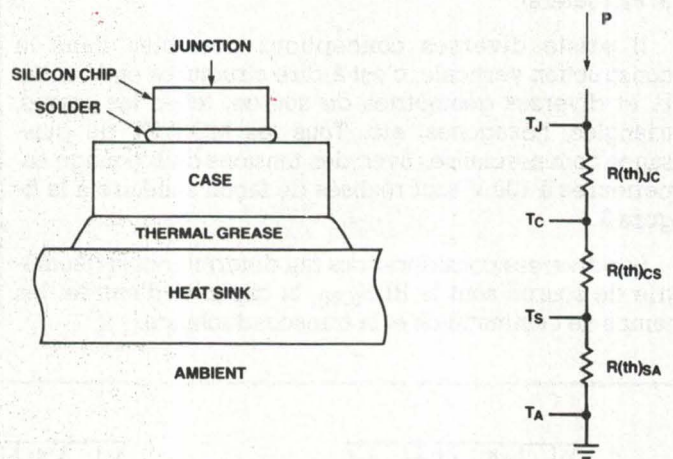


Fig. 10. - Modèle de résistance thermique « statique » d'un MOSFET.

En lui permettant de conduire, on augmenterait notablement la dissipation de puissance du transistor due aux pertes par recouvrement inverse dans la diode. Il faudrait également s'attendre à des pointes de tension plus élevées dues au courant de recouvrement inverse plus important.

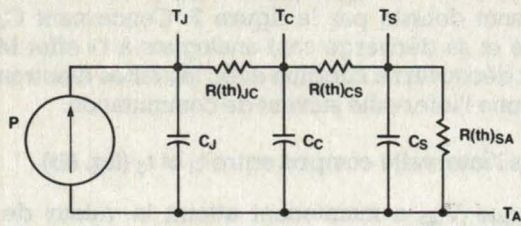


Fig. 11. - Modèle de la résistance thermique « transitoire ».

Commande du MOSFET

Un avantage majeur du MOS de puissance consiste en ses vitesses de commutation remarquablement élevées. Le courant de drain est strictement proportionnel à la tension de gate, de telle sorte que le transistor théoriquement parfait pourrait commuter en 50-200 ps, le temps nécessaire aux porteurs pour circuler de source à drain.

Comme le MOSFET est un dispositif à porteurs majoritaires, une seconde raison pour laquelle il peut dépasser le transistor bipolaire à jonctions est que son retour au blocage n'est pas retardé par le temps de stockage des porteurs minoritaires dans la base.

Un MOSFET commence à se bloquer dès que sa tension de gate tombe sous sa tension de seuil $V_{GS(TH)}$.

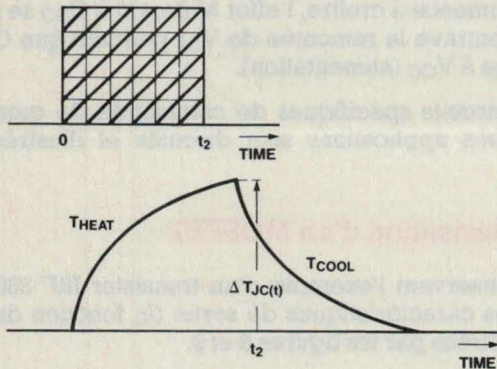


Fig. 12a. - Réponse en température de la jonction soumise à un échelon de puissance.

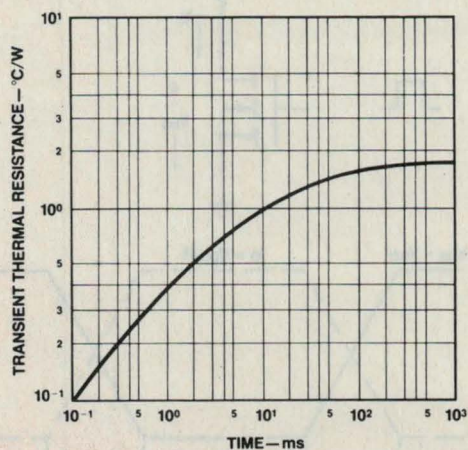


Fig. 12b. - Courbe de résistance thermique d'un MOSFET IRF 330 Fairchild.

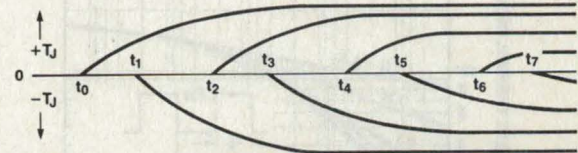
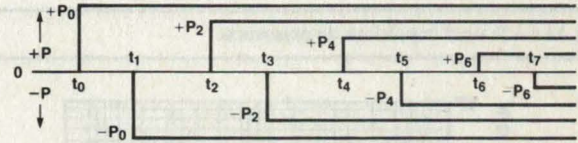
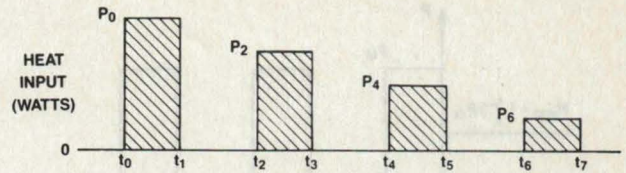


Fig. 13. - Utilisation de la méthode de superposition pour déterminer T_J crête : a) entrée de chaleur ; b) entrée de chaleur équivalente par superposition des impulsions de puissance ; c) réponse en température de la jonction aux impulsions respectives de b) ; d) réalité de T_J .

Comportement en commutation

La figure 6 illustre un modèle simplifié des capacités parasites d'un MOSFET de puissance et les formes d'ondes de tension en commutation sur charge résistive. Il y a plusieurs phénomènes différents qui se produisent durant la mise en conduction.

● Dans l'intervalle de temps compris entre t_1 et t_2 (fig. 6b)

Le temps de retard $t_{d(ON)}$ en début de conduction est causé par le temps qu'il faut à V_{GS} pour croître exponentiellement jusqu'au seuil $V_{GS(TH)}$. Sur la figure 6a, la constante de temps peut être évaluée comme étant le produit de la résistance du générateur source R_S par la capacité gate-source C_{GS} .

Les temps de mise en conduction typiques d'un IRF 330 Fairchild sont :

$$t_{d(ON)} = R_S \times C_{GS} \times \ln(1 - V_{GS(TH)}/V_{PK}) \quad (A)$$

Pour une impédance assurée de 50Ω (R_S) du générateur de signal de gate et une C_{GS} de 600 pF, t_d revient à 11 ns. Notons que puisque l'impédance du signal d'attaque apparaît dans l'équation A, il importe de veiller aux conditions de test des temps de commutation.

Physiquement, on ne peut mesurer qu'une capacité d'entrée C_{ISS} , qui consiste en C_{GS} en parallèle avec C_{DG} (voir fig. 6a). Bien que $C_{GS} \gg C_{DG}$, cette dernière capacité subit une excursion de potentiel beaucoup plus élevée, ainsi son effet sur le temps de commutation ne saurait être négligé.

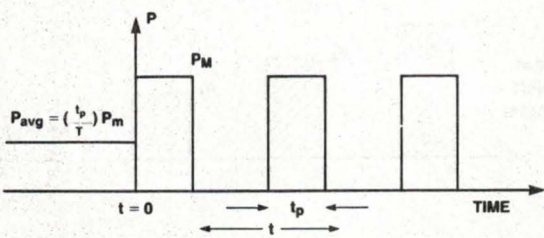


Fig. 14a. - Train d'impulsions de puissance.

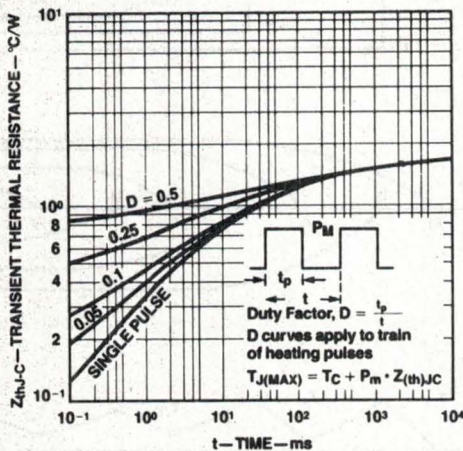


Fig. 14b. - $Z_{(TH)JC}$ normalisée de l'IRF 330 Fairchild pour les impulsions décrites.

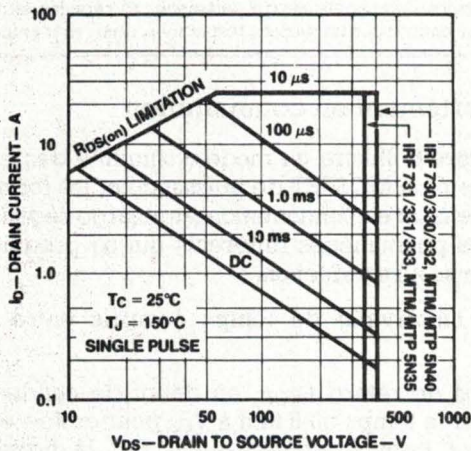


Fig. 15. - Aire de sécurité de fonctionnement du MOSFET IRF 330 Fairchild.

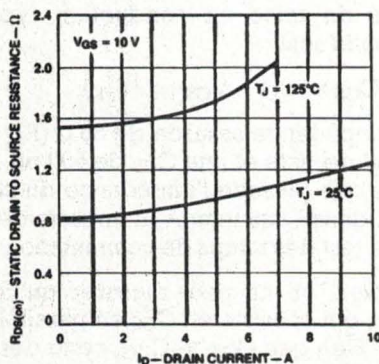


Fig. 16. - La $R_{DS(ON)}$ augmente avec la température.

Les relevés de C_{ISS} , C_{RSS} et C_{OSS} pour l'IRF 330 Fairchild sont donnés par la figure 7. Concernant C_{GD} , sa charge et sa décharge sont analogues à l'« effet Miller » qui fut découvert à l'origine avec les tubes électroniques et domine l'intervalle suivant de commutation.

● Dans l'intervalle compris entre t_2 et t_3 (fig. 6b)

Puisque V_{GS} a maintenant atteint la valeur de seuil $V_{GS(TH)}$, le courant commence à croître dans la charge et V_{DS} diminue. C_{DG} ne doit pas seulement se décharger mais la valeur de sa capacité augmente également puisqu'elle est inversement proportionnelle à V_{DG} , soit :

$$C_{DG} = C_{DG(0)} / (V_{DG})^n \quad (B)$$

À moins que le driver de gate ne puisse rapidement fournir le courant nécessaire pour décharger C_{DG} , la chute de la tension sera ralentie avec pour conséquence une augmentation du temps global de mise en conduction.

● Dans l'intervalle compris entre t_3 et t_4 (fig. 6b)

Le MOSFET est maintenant conducteur, et ainsi la tension de gate V_{GS} peut monter jusqu'à son niveau maximal.

● Dans l'intervalle de reboilage entre t_4 et t_6

Le retour au blocage se produit dans l'ordre inverse. V_{GS} doit chuter à nouveau près de la valeur de seuil avant que la $R_{DS(ON)}$ ne commence à augmenter. Quand V_{DS} commence à croître, l'effet Miller dû à C_{DG} se reproduit et entrave la remontée de V_{DS} pendant que C_{DG} se recharge à V_{CC} (alimentation).

Des circuits spécifiques de commande de gate pour différentes applications sont discutés et illustrés plus loin.

Caractérisation d'un MOSFET

En conservant l'exemple d'un transistor IRF 330 Fairchild, les caractéristiques de sortie (I_D fonction de V_{DS}) sont illustrées par les figures 8 et 9.

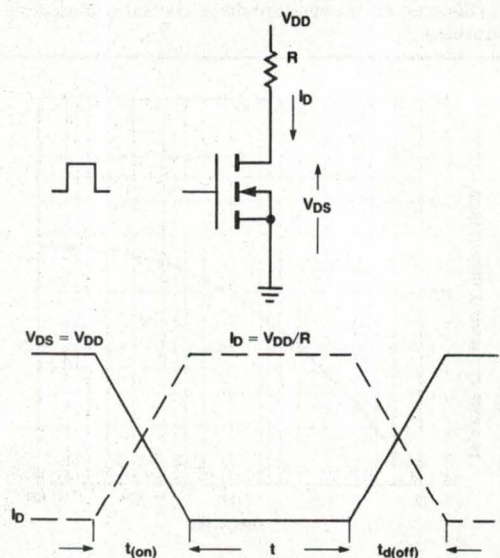


Fig. 17. - Formes d'ondes au commutateur sur charge résistive.

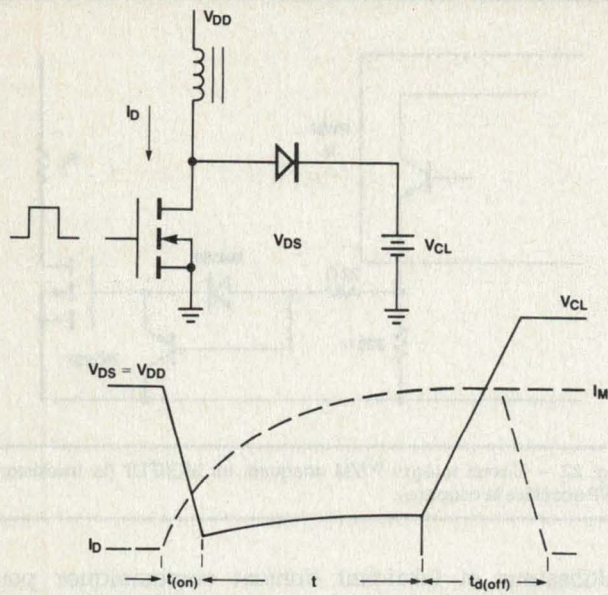


Fig. 18. - Formes d'ondes en commutation sur charge inductive « clampée ».

Les deux régions distinctes de fonctionnement sur la figure 8 ont été baptisées « linéaire » et « saturée ». Pour saisir la différence, il faut se souvenir que le parcours du courant dans un D-MOS est *horizontal* à travers le canal créé sous l'oxyde de gate, puis *vertical* à travers le drain.

Dans la région linéaire de fonctionnement, la tension sur le canal du MOSFET n'est pas suffisante pour que les porteurs atteignent leur vitesse maximale, ou la densité de courant maximale.

La $R_{DS(ON)}$ statique, définie simplement comme le rapport V_{DS}/I_{DS} , est une constante.

Quand V_{DS} augmente, les porteurs atteignent leur vitesse maximale et l'amplitude de courant ne peut augmenter. Comme le dispositif se comporte comme un générateur de courant, on dit qu'il a une impédance de sortie élevée. Ceci est la région de « saturation ».

On peut aussi noter qu'en comparant le fonctionnement d'un MOSFET à celui d'un transistor bipolaire, les régions « linéaire » et « saturée » du bipolaire sont juste à l'opposé du MOSFET.

L'espacement régulier entre les courbes de sortie I_D pour des échelons constants de V_{GS} indique que la caractéristique de transfert de la figure 9 sera linéaire dans la région saturée.

Importance de la tension de seuil

La tension de seuil $V_{GS(TH)}$ est la tension minimale de gate provoquant une circulation du courant de drain. $V_{GS(TH)}$ peut être facilement mesurée sur un traceur de courbes (Tektronix « 576 » par exemple) en reliant la gate au drain, puis en enregistrant quelle tension de drain s'impose pour un courant de drain spécifié, typiquement $250 \mu A$ ou $1 mA$.

Le $V_{GS(TH)}$ de la figure 9 est de 3,5 V. Alors qu'une valeur élevée de $V_{GS(TH)}$ peut en apparence prolonger le délai de mise en conduction, une faible valeur n'est pas souhaitable pour les MOSFET pour les raisons suivantes :

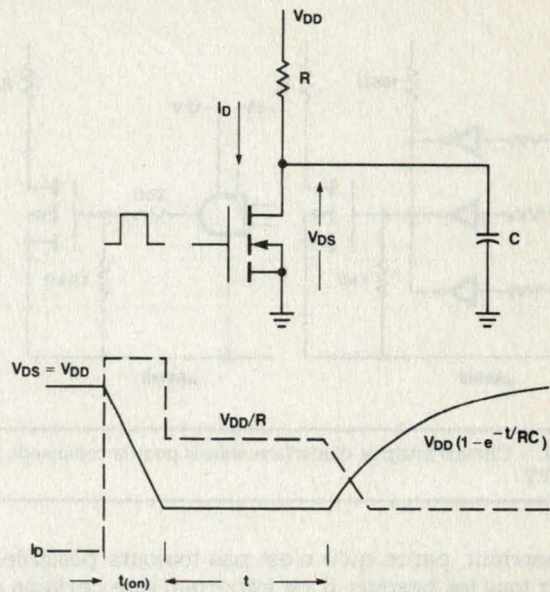


Fig. 19. - Formes d'ondes en commutation sur charge capacitive.

- $V_{GS(TH)}$ possède un coefficient de température négatif : $-7 mV/^\circ C$.

- La forte impédance de gate d'un MOSFET le rend susceptible de déclenchements erratiques dus aux bruits sur la gate.

- L'un des types les plus communs de détérioration est la perforation par tension de l'oxyde de gate. Un faible $V_{GS(TH)}$ nécessite des oxydes plus minces, ce qui réduit la tenue en tension de l'oxyde de gate.

Modèle thermique d'un MOSFET de puissance

A l'instar de tous les autres dispositifs semi-conducteurs de puissance, les MOSFET travaillent à des températures de jonction élevées. Il est important d'observer leurs limitations thermiques pour obtenir une performance et une fiabilité acceptables.

Les feuilles de spécifications contiennent des données sur la température de jonction maximale ($T_{j(MAX)}$), les aires de sécurité de fonctionnement, les caractéristiques de courant et les caractéristiques électriques en fonction de T_j quand ce paramètre influe.

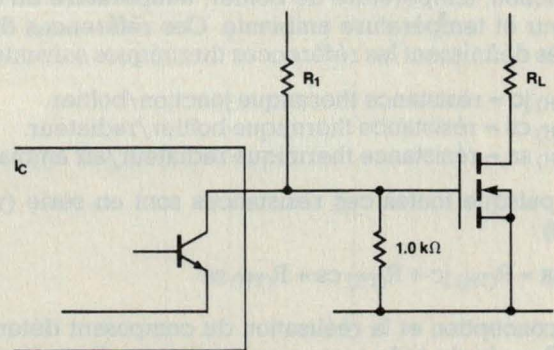


Fig. 20. - Circuit de commande par TTL à collecteur ouvert.

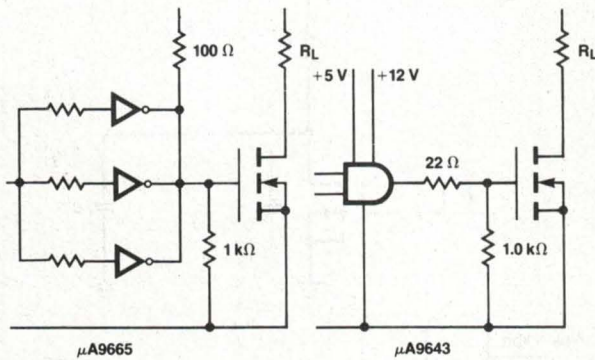


Fig. 21. - Circuits intégrés d'interface utilisés pour la commande de MOSFET.

Cependant, parce qu'il n'est pas toujours possible de couvrir tous les besoins, il est important que certains calculs de jonction soient accomplis dès l'étude pour garantir que le transistor fonctionnera à l'intérieur de ses spécifications.

La figure 10 monte un modèle thermique élémentaire et figé pour tout semi-conducteur de puissance et son analogie électrique sous forme de résistances thermiques.

La chaleur générée à la jonction s'écoule à travers l'assemblage semi-conducteur vers la semelle du boîtier, puis vers le radiateur via la graisse silicone. La température de jonction excède celle de l'environnement proportionnellement à ce flux de chaleur et à la résistance thermique existant entre jonction et air ambiant.

L'équation suivante définit la résistance thermique jonction-boîtier ($R_{(TH) jc}$) entre deux points quelconques x et y :

$$R_{(TH) jc} = (T_y - T_x) / P \quad (C)$$

où :

- T_x est la température moyenne au point x ($^{\circ}C$) ;
- T_y est la température moyenne au point y ($^{\circ}C$) ;
- P est le flux de chaleur moyen en watts.

A noter que, pour que la résistance thermique soit significative, deux points de température de référence doivent être spécifiés. L'unité pour $R_{(TH) jc}$ est le $^{\circ}C/W$.

Le modèle thermique montre symboliquement les emplacements pour les points de référence de température de jonction, température de boîtier, température du dissipateur et température ambiante. Ces références thermiques définissent les références thermiques suivantes :

- $R_{(TH) jc}$ = résistance thermique jonction/boîtier.
- $R_{(TH) cs}$ = résistance thermique boîtier/radiateur.
- $R_{(TH) sa}$ = résistance thermique radiateur/air ambiant.

Et, puisque toutes ces résistances sont en série (voir fig. 10) :

$$R_{(TH) ja} = R_{(TH) jc} + R_{(TH) cs} + R_{(TH) sa} \quad (D)$$

La conception et la réalisation du composant déterminent $R_{(TH) jc}$ de telle sorte que, tandis que $R_{(TH) jc}$ peut varier légèrement d'un échantillon à l'autre, c'est la responsabilité unique d'un constructeur de garantir une valeur maximale pour $R_{(TH) jc}$.

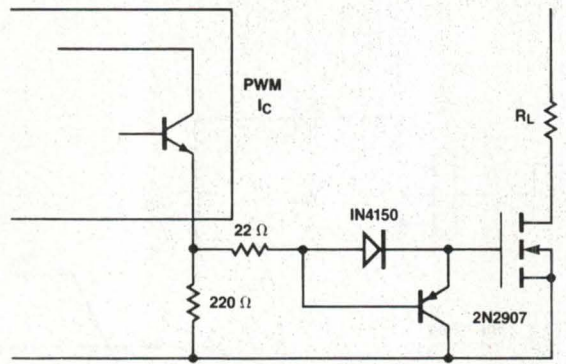


Fig. 22. - Circuit intégré PWM attaquant un MOSFET (le transistor PNP accélère la coupure).

Utilisateur et fabricant doivent communiquer pour donner à $R_{(TH) jc}$ un maximum acceptable, et finalement l'utilisateur a l'unique responsabilité du dissipateur de calories extérieur.

A l'examen de la figure 10, on peut écrire une expression de T_j :

$$T_j = T_A + P (R_{(TH) jc} + R_{(TH) cs} + R_{(TH) sa}) \quad (E)$$

Alors que ceci apparaît comme une formule très simple, le problème majeur de l'utilisateur est dû au fait que la puissance dissipée par le MOSFET dépend de T_j . En conséquence, on doit utiliser des solutions soit itérative, soit graphique pour trouver la $R_{(TH) sa}$ maximale assurant la stabilité ; une explication de la résistance thermique transitoire importe pour comprendre le cas des applications impulsionnelles.

L'utilisation de la résistance thermique statique n'est pas satisfaisante pour évaluer les températures crête de jonction dans les applications impulsionnelles. Se fixer à la valeur de puissance crête aboutit à surestimer la valeur réelle de la température de jonction tandis que l'utilisation de la valeur de puissance moyenne sous-estime au contraire la valeur de crête de la température de jonction à la fin de l'impulsion de puissance.

La raison de cette non-concordance est liée à la capacité thermique du semi-conducteur et de son installation, c'est-à-dire de son aptitude à retenir des calories puis refroidir avant l'impulsion suivante.

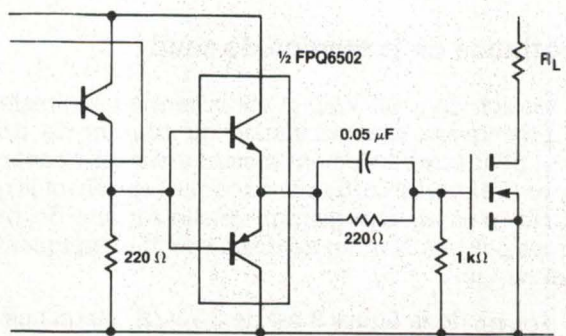


Fig. 23. - Push-pull émetteur-suiveur avec condensateur accélérateur.

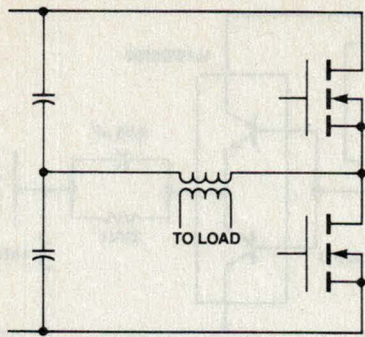


Fig. 24. - Configuration en demi-pont.

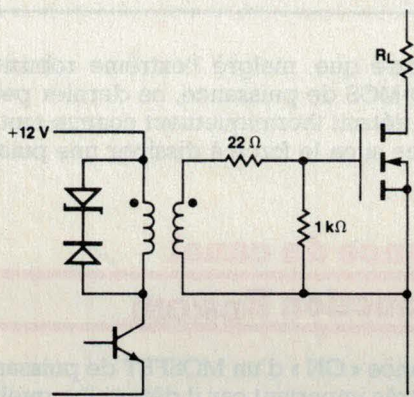


Fig. 25. - Circuit de commande par simple transformation d'impulsions (le transistor peut être le final du circuit intégré PWM, s'il est applicable).

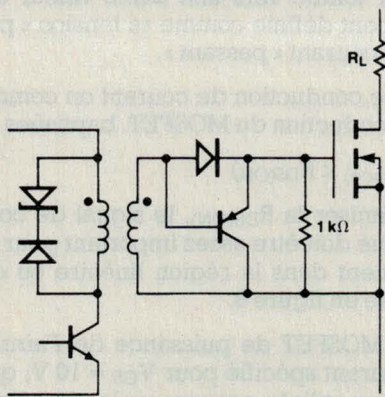


Fig. 26. - Amélioration des performances à la coupure par le biais d'un transistor (2N2907).

Le modèle thermique modifié pour le MOSFET est visible en **figure 11**. Les capacités thermiques normalement réparties ont été regroupées en condensateurs uniques baptisés C_j , C_c et C_s pour jonction, boîtier et radiateur.

Cette simplification assure que le courant est réparti également au cœur de la puce de silicium et que les seules pertes de puissance significatives se produisent dans la jonction.

Quand une impulsion carrée de puissance P est présentée à la jonction, la **figure 12a** montre que T_j va croître selon un taux exponentiel vers une valeur quasiment stable dépendant de la réponse du réseau thermique.

Quand au temps t_2 , l'échelon de puissance se termine, T_j va décroître selon la courbe repérée par « T_{COOL} » dans la **figure 12a** jusqu'à sa valeur initiale. La résistance thermique transitoire au moment t est ainsi définie comme :

$$Z_{(TH)jc} = \frac{\Delta T_{jc}(t)}{P} \quad (F)$$

La courbe d'impédance thermique transitoire, en **figure 12b**, approche la valeur constante pour des temps importants, et la pente de la courbe pour des temps brefs est inversement proportionnelle à C_j . C'est encore l'IRF 330 qui nous sert d'exemple.

Afin de pouvoir utiliser cette courbe de la **figure 12b** en toute confiance, celle-ci doit représenter les plus fortes valeurs de l'impédance thermique jonction-boîtier $Z_{(TH)jc}$ pour chaque intervalle de temps. Tandis que la prévision de T_j en réponse à une série d'impulsions de puissance devient très compliquée, la superposition des impulsions de puissance offre une méthode d'emploi numérique rigoureuse de la courbe d'impédance thermique transitoire pour s'assurer d'une solution satisfaisante.

La superposition teste la réponse d'un réseau à une quelconque fonction d'entrée en remplaçant l'entrée par une série équivalente de fonctions échelonnées, positives et négatives superposées.

Chaque échelon doit partir de zéro pour continuer jusqu'au temps pour lequel T_j doit être calculé. A titre d'exemple, la **figure 13** illustre un train d'impulsions chauffantes typique que l'on fait évoluer graphiquement entre **13a** et **13d**.

La température de jonction T_j à l'instant t est donnée à titre d'information, par :

$$T_j(t) = T_j(0) + \sum_{i=0}^n P_i [Z_{(TH)jc}(t_n - t_i) - Z_{(TH)jc}(t_n - t_i + 1)] \quad (G)$$

La condition d'emploi usuelle consiste à calculer la température crête de jonction à l'équilibre thermique pour un train d'impulsions de puissance, d'amplitude égale, comme indiqué en **figure 14a**.

Pour simplifier quelque peu ce calcul, l'expression entre crochets de l'équation (G) ci-dessus a été tracée par Fairchild pour tous ses MOSFET de puissance, comme l'illustre le relevé de $Z_{(TH)jc}$ d'un IRF 330 en **figure 14b**.

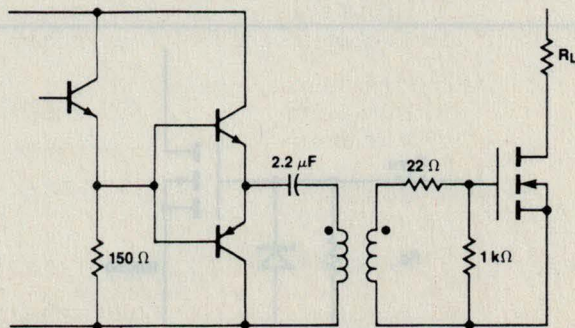


Fig. 27. - Driver en émetteur suiveur (2N2222/2N2907) avec condensateur d'accélération au blocage du MOSFET.

Partant de cette courbe, on peut aisément calculer T_j si l'on connaît P_M , $Z_{(TH)jc}$ et T_C en utilisant l'expression :

$$T_j = T_C + P_M \times Z_{(TH)jc} \quad (H)$$

Exemple :

Calculons la température maximale de jonction pour un train d'impulsions d'échauffement de 25 W, durant 200 μs et répétées toutes les 2 ms. On prend une température du boîtier de 95 °C.

Le facteur de forme est 0,1.

De la figure 14b : $Z_{(TH)jc} = 0,55 \text{ } ^\circ\text{C/W}$

Soit, par substitution dans l'équation (H) ci-avant :

$$T_{j(MAX)} = 95 + 25 \times 0,55 = 108,75 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Aire de sécurité de fonctionnement

Le MOSFET de puissance n'est pas sujet au second claquage par polarisation directe ou inverse qui peut facilement survenir dans les transistors bipolaires à jonctions. Le second claquage est une condition potentiellement destructrice dans les transistors bipolaires causée par des « points chauds » dans le silicium quand le transistor passe en conduction ou en blocage.

Dans le MOSFET, en revanche, les porteurs voyagent à travers le composant plutôt comme dans une masse semi-conductrice qui présente un coefficient de température positif de 0,6 % par °C.

Si d'aventure le courant tente de s'autocircuire dans une zone localisée, la température en augmentation de ce point chaud va accroître la résistance locale de ce point du fait du coefficient de température positif de la masse de silicium.

La chute de tension accrue qui en résulte va tendre à redistribuer le courant loin du point chaud qui disparaîtra alors.

On donne en figure 15 les aires de sécurité en fonctionnement statique et impulsionnel de notre transistor IRF 330.

On observe que les courbes délimitant ces aires de sécurité ne sont limitées que thermiquement et ne présentent aucun retrait pour le second claquage dans les zones de haute tension.

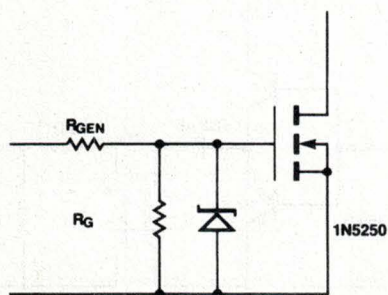


Fig. 28. - Adjonction d'une diode Zener rapprochée pour prévenir des surtensions gate-source excessives.

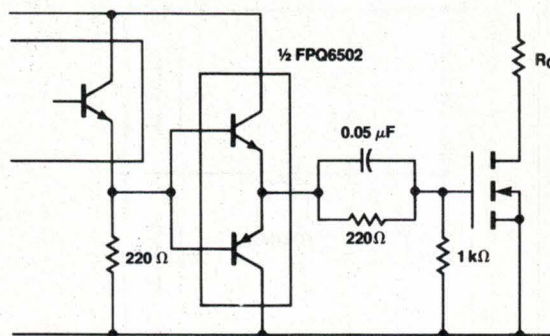


Fig. 29. - PWM et émetteur suiveur :
- temps de descente de la tension = 17 ns ;
- temps de montée de la tension = 20 ns.

Cela montre que, malgré l'extrême robustesse d'un transistor D-MOS de puissance, ce dernier peut tout de même être détruit thermiquement comme tout dispositif de puissance si on le force à dissiper une puissance excessive.

Résistance du canal en conduction $R_{DS(ON)}$

La résistance « ON » d'un MOSFET de puissance est un paramètre très important car il détermine quelle densité de courant le composant peut supporter dans des applications basse et moyenne fréquence (moins de 200 kHz).

Après la mise en conduction, la tension à l'état « ON » du MOSFET tombe vers une faible valeur et sa $R_{DS(ON)}$ est simplement définie comme sa tension « passante » divisée par le courant « passant ».

Lors d'une conduction de courant en commutateur, les pertes de conduction du MOSFET, baptisées P_C , sont :

$$P_C = I_D^2 \text{(efficace)} \times R_{DS(ON)} \quad (I)$$

Pour minimiser la $R_{DS(ON)}$, le signal de commande de gate appliqué doit être assez important pour maintenir le fonctionnement dans la région linéaire ou ohmique qui était montrée en figure 8.

Tous les MOSFET de puissance de Fairchild supportent leur courant spécifié pour $V_{GS} = 10 \text{ V}$, qui est également la valeur utilisée pour tracer les courbes de $R_{DS(ON)}$ en fonction de I_D et T_j qui sont présentées en figure 16 pour l'IRF 330.

Parce que la $R_{DS(ON)}$ augmente avec T_j , la figure 16 trace ce paramètre en fonction du courant pour les températures ambiante, puis élevée.

Il est à noter que, quand le courant de drain augmente, la $R_{DS(ON)}$ augmente également quand I_D excède la valeur du courant spécifiée. Comme le MOSFET est un dispositif à porteurs majoritaires, la composante de $R_{DS(ON)}$ due à la résistance du silicium N- dans la région de drain augmente de même en température.

Alors que ceci doit être pris en considération pour éviter l'emballement thermique, le mode de fonctionnement en parallèle des MOSFET s'en trouve facilité. Tout déséquilibre entre ces MOSFET n'aboutit pas aux surintensités locales car le transistor de plus fort courant va s'échauffer et son augmentation de tension « ON » résul-

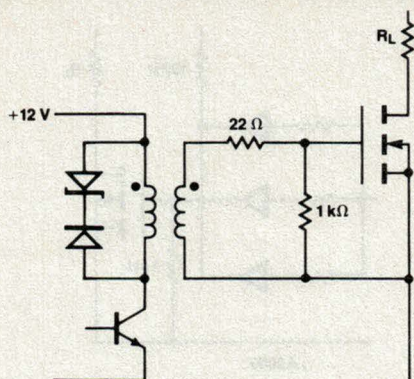


Fig. 30. - Transformation d'impulsions simple :
 - temps de descente de la tension = 50 ns ;
 - temps de montée de la tension = 112 ns.

tante va distribuer l'excès de courant aux autres MOSFET en parallèle. Les résistances d'équilibrage nécessaires en bipolaire sont inutiles ici.

Transconductance

Par le fait que les MOSFET sont commandés en tension et non en courant, il a fallu ressusciter le terme de transconductance g_{fs} couramment utilisé dans le passé pour tubes électroniques.

En revenant à notre figure 8, le terme g_{fs} est égal au changement de courant de drain divisé par le changement de tension de gate pour une tension drain constante, soit mathématiquement :

$$g_{fs} \text{ (mho)} = \frac{dI_d \text{ (A)}}{dV_{GS} \text{ (V)}} \quad (J)$$

La transconductance varie avec les conditions de fonctionnement, partant de 0 pour $V_{GS} < V_{GS(TH)}$ avec une valeur de crête finie quand le transistor est totalement saturé.

g_{fs} est très faible dans la région ohmique parce que le composant ne peut conduire davantage de courant. Typiquement, la transconductance est spécifiée à la moitié du courant nominal et pour $V_{DS} = 20 \text{ V}$. La transconductance est utile lors de l'étude d'amplificateurs linéaires et n'a guère d'importance pour des alimentations à découpage.

Circuits de commande de gate pour MOSFET de puissance

Le circuit de commande d'un MOSFET de puissance va affecter son comportement en commutation et sa dissipation de puissance. Par conséquent, le type de circuiterie de commande dépend de l'application envisagée. Si les pertes d'énergie à l'état passant dues à la $R_{DS(ON)}$ prédominent, il est inutile de concevoir de coûteux circuits de commande.

Cette dissipation de puissance est relativement indépendante de la commande de gate tant que la tension gate-source dépasse la tension de seuil de plusieurs volts, et un circuit de commande élaboré pour réduire les temps de commutation ne fera que créer davantage

d'interférences électromagnétiques (EMI) et d'oscillations.

En revanche, le circuit de commande pour un transistor commutant à 200 kHz ou davantage affectera la dissipation de puissance, puisque les pertes de commutation constituent une part importante de la dissipation de puissance totale.

Comparées à un transistor bipolaire à jonctions, les pertes de commutation dans un MOSFET peuvent être fortement réduites, mais ces pertes doivent cependant être prises en considération dans toute application.

Des exemples sont donnés dans les figures 17 à 19 de plusieurs charges typiques accompagnées de formes d'ondes de commutation idéalisées ; les expressions de la dissipation de puissance sont aussi représentées.

Leurs pertes de puissance peuvent être calculées à partir de l'expression générale :

$$P_D = \left(\frac{1}{T} \int_0^T I_D(t) \times V_{DS}(t) dt \right) \cdot f_s \quad (K)$$

dans laquelle f_s est la fréquence de commutation.

Pour les formes d'ondes idéalisées que montre les figures 17 à 19, l'intégration peut être approchée en calculant les aires des triangles :

- Charge résistive : $P_D = \frac{V_{DD}^2}{R} \left[\frac{t_{(ON)} + t_{(OFF)}}{6} + R_{DS(ON)} \cdot T \right] \cdot f_s$

- Charge inductive : $P_D = \frac{V_{CL} \cdot I_m \cdot t_{(OFF)} \cdot f_s}{2} + P_C$

où P_C est la perte de conduction durant la période T .

- Charge capacitive : $P_D = \left(\frac{CV_{DD}^2}{2} + \frac{V_{DD}^2 \times R_{DS(ON)}}{R^2} T \right) f_s$

Les pertes de gate et de blocage peuvent habituellement être négligées.

En utilisant ces équations, le concepteur de circuits est en mesure de déterminer le radiateur nécessaire. Un essai en température final dans un environnement contrôlé en température est nécessaire pour assurer la stabilité thermique.

Puisqu'un MOSFET est essentiellement commandé par tension, le seul courant de gate requis est celui néces-

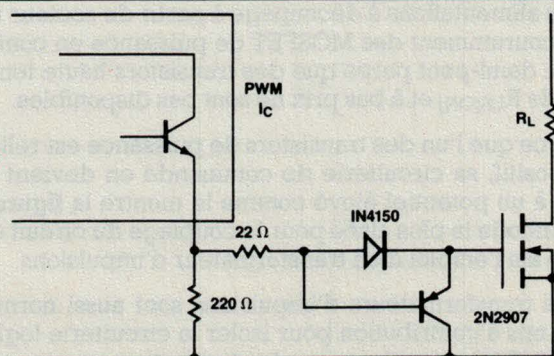


Fig. 31. - PWM et transistor PNP :
 - temps de descente de la tension = 50 ns ;
 - temps de montée de la tension = 16 ns.

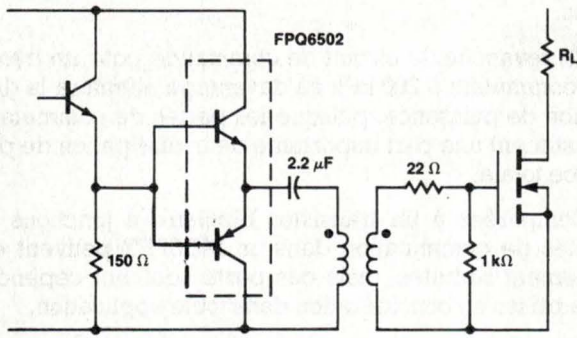


Fig. 32. - Transformateur et condensateur :
 - temps de descente de la tension = 63 ns ;
 - temps de montée de la tension = 74 ns.

saire à la charge de la capacité d'entrée C_{iss} . Par opposition au transistor bipolaire de 10 A qui peut nécessiter un courant de base de 2 A pour assurer la saturation, un MOSFET de puissance peut être directement commandé par C-MOS ou TTL à collecteur ouvert comme dans l'exemple de la figure 20.

La vitesse de mise en saturation dépend du choix de la résistance R_1 , dont la valeur minimale sera déterminée par la spécification du courant absorbé par le circuit intégré. Il est essentiel d'utiliser un « buffer » TTL à collecteur ouvert puisque la tension appliquée à la gate doit dépasser la tension de seuil du MOSFET qui est de 5 V.

Les circuits C-MOS 4000 peuvent quant à eux être utilisés pour commander le transistor de puissance directement puisqu'ils sont capables de fonctionner sous 15 V d'alimentation. Quelques circuits intégrés d'interface, prévus à l'origine pour d'autres applications, peuvent également être employés pour la commande de MOSFET, comme les exemples donnés en figure 21.

La plupart du temps, les applications d'alimentations à découpage font appel à un circuit intégré modulé en largeur d'impulsions (PWM) avec un transistor NPN en étage de sortie.

Ce transistor de sortie du circuit intégré est passant quand le MOSFET devrait l'être aussi, et de fait, le type de commande par TTL collecteur ouvert ne peut plus être appliqué. Les figures 22 et 23 donnent des exemples de circuits de commande typiques utilisés avec des PWM. En figure 23, la paire intégrée équivaut à 2N 2222/2N 2907.

Les alimentations à découpage à partir du secteur utilisent couramment des MOSFET de puissance en configuration demi-pont parce que des transistors haute tension à faible $R_{DS(on)}$ et à bas prix ne sont pas disponibles.

Parce que l'un des transistors de puissance est relié au rail positif, sa circuiterie de commande en devient flottante à un potentiel élevé comme le montre la figure 24. La méthode la plus aisée pour le couplage du circuit d'attaque est l'emploi d'un transformateur d'impulsions.

Des transformateurs d'impulsions sont aussi normalement mis à contribution pour isoler la circuiterie logique du MOSFET travaillant sous haute tension pour la protéger d'une défaillance du MOSFET.

La diode Zener présente sur la figure 25 a pour rôle de remettre à zéro plus rapidement le transformateur d'im-

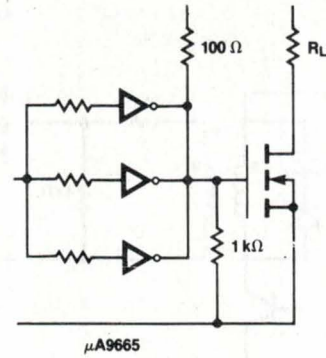


Fig. 33. - CI d'interface :
 - temps de descente de la tension = 200 ns ;
 - temps de montée de la tension = 84 ns.

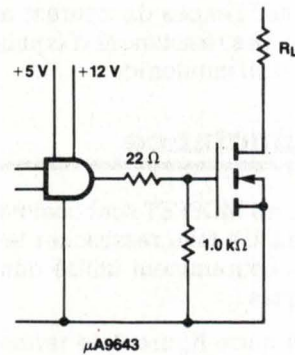


Fig. 34. - Autre CI d'interface :
 - temps de descente de la tension = 70 ns ;
 - temps de montée de la tension = 30 ns.

pulsions. Sous 12 V primaire, le rapport cyclique peut approcher 50 % avec une diode Zener de 12 V.

Pour une meilleure performance à l'extinction, un transistor PNP peut y être ajouté comme en figure 26. D'excellents résultats sont fournis par le classique 2N 2907 avec une diode de signal du genre 1N 4148.

La figure 27 illustre une autre méthode pour polariser en inverse le MOSFET pendant le blocage en mettant un condensateur en série avec le transformateur d'impulsions. Ce condensateur assure également que le transformateur d'impulsions ne saturera pas sous la polarisation en continu du « totem-pole » 2222/2907.

Les photocoupleurs peuvent également être utilisés pour la commande des MOSFET de puissance, mais leurs temps de commutation un peu élevés ne leur ouvrent actuellement que le champ des applications à basse fréquence.

Sélection d'un circuit de commande

Tous les circuits présentés sont capables de bloquer et de saturer un MOSFET de puissance. Le type de circuit dépend en fait de l'application. Les possibilités en courant absorbé ou délivré par le circuit de commande conditionnent le temps de commutation et les pertes de commutation du transistor de puissance.

On peut considérer comme une règle générale que plus le courant de gate à la conduction et à l'extinction est élevé, moins les pertes de commutation seront élevées. Cependant, des circuits de commande ultra-rapides peuvent occasionner des oscillations dans les circuits de gate et de drain.

A la mise en conduction, des oscillations dans le circuit de gate peuvent produire une tension transitoire excédant la caractéristique V_{GS} maximale, ce qui va perforer la fine couche d'oxyde de gate et la détruire.

Pour prévenir ce danger, une diode Zener de valeur appropriée peut être ajoutée au circuit comme l'indique la figure 28. Il importe de noter que cette Zener doit être montée physiquement au plus près du transistor à protéger.

Au moment du blocage, la tension de gate peut osciller de nouveau jusqu'à atteindre la tension de seuil et remettre le transistor en conduction un bref instant. Il y a possibilité aussi que la tension drain-source dépasse sa valeur maximale spécifiée du fait de suroscillations dans le circuit de drain.

Un réseau RC ou une diode Zener drain-source peuvent être utilisés afin de limiter la tension de drain à une valeur de sécurité. Les figures 29 à 34 donnent les temps « ON » et « OFF » typiques pour divers circuits de commandes avec les valeurs suivantes sur la maquette de test : $V_{DD} = 200$ V, charge = résistance 33 Ω et transistor IRF 450 Fairchild.

Quelques mots sur les « COOLFET »

Il s'agit de MOSFET améliorés par Fairchild en $R_{DS(ON)}$ par technologie de fabrication. Ces nouveaux transistors de puissance orientés commutation ont en effet une caractéristique en $R_{DS(ON)}$ améliorée de 20 %, ce qui signifie une augmentation de 12 % de la caractéristique de courant des types standards de l'industrie.

Puisque toutes les autres caractéristiques électriques et thermiques restent inchangées, les « COOLFET » s'utilisent en remplacement direct des types IRF et peuvent donner naissance à de nouvelles applications.

En tant que remplacement direct, les COOLFET présentent moins de pertes de puissance, et fonctionnent à moindre température, meilleur rendement et meilleure fiabilité dans un circuit donné, puisque la composante principale de dissipation de puissance dans un MOSFET est $I_D^2 \times R_{DS(ON)}$.

Quant aux nouvelles études, elles consisteront à tirer avantage de la meilleure spécification en courant des COOLFET pour concevoir des alimentations à découpage délivrant davantage de puissance utile en sortie.

D. Jacovopoulos
avec le concours de Jean-Claude Coudert
(Fairchild Semiconducteurs France)

Synthèse et adaptation de : Power Products Data Book 86/87 et COOLFET Data Booklet 86/87 (Fairchild).

Note : « COOLFET » est une marque déposée Fairchild Semiconductor Corporation à qui nous devons l'illustration de tête d'article.

OSCILLOSCOPES

NUMÉRIQUES



4 VOIES

VUKO VKS 460

4 convertisseurs 20 MHz/8 bits/32 KByte.
Oscilloscope analogique 4x60 MHz.
Curseurs.

Disquette avec compatibilité IBM pour analyse ultérieure du signal.



PORTABLE

CREATEC SC-01

Plus complet et moins cher qu'un simple oscilloscope numérique !
Il est :

- oscilloscope numérique (convertisseur 20 MHz)
- enregistreur de transitoires (9 mémoires, curseurs)
- voltmètre RMS vrai
- fréquencemètre, etc...

sygma 50 52 87 48 - 7429



DIGAN

Electronique

25, avenue de Vert-Bois
74000 CRAN-GEVRIER - ANNECY
Tél. 50.51.68.43 - Télex 309 456 F

Je suis intéressé par

VUKO VKS 460

CREATEC SC-01

SOCIÉTÉ _____

NOM ET PRÉNOM _____

TÉL _____ POSTE N° _____

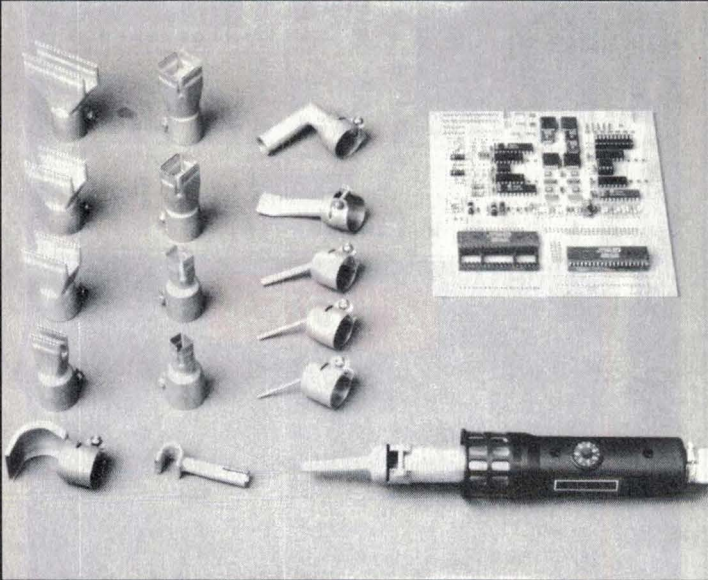
ADRESSE _____

SERVICE _____

SERVICE-ANNONCEURS N° 7

**SOUDAGE ET
DESSOUDAGE sans CONTACT**
avec l'appareil à Air Chaud Leister-Labor «S»

Réglage électronique de la température de 20 à 600° C. Réglage électronique du débit d'air de 1 à 150 litres par minute. Pour soudage et dessoudage sans contact des composants CMS et DIP en 2 à 4 secondes.



Demandez notre documentation gratuite FR 51
et l'adresse de votre revendeur le plus proche.
SAPELMECA, 57, rue Brancion, 75015 Paris
Tél. : 45.33.64.56 - Télécopie : 45.33.94.97 - Tél. : 250 913

SERVICE-ANNONCEURS N° 8

UN DELAI
EST UNE PAROLE DONNEE
QUI DOIT ETRE RESPECTEE*
TELLE EST NOTRE DEVISE

LDTM DIVISION CIRCUIT IMPRIMÉ
43, Av. de la Résistance - 91330 YERRES

	SIMPLE FACE, DOUBLE FACE	
	TROUS METALLISES, EPARGNE, MARQUAGE	
	NORMAL	FLASH
PROTO SF/DF	3 jours	1 jour
PROTO METAL	5 jours	2 jours

DEVIS IMMÉDIAT
(1) 69.49.32.62

*sauf en cas de force majeure.

SERVICE-ANNONCEURS N° 9

ÇA COLLE!

Les étiquettes imprimables
par micro- ordinateur
type PC ou compatibles

destinées au marquage des circuits intégrés,
mémoires, circuits imprimés, fils et câbles ronds
ou plats, etc.

grand choix de tailles
4 couleurs
5 supports :

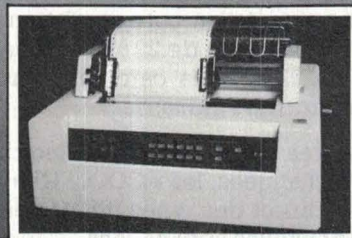
tissu vinyl pour usage général, papier litho,
TEDLAR, film vinyl (haute qualité), MYLAR.

Logiciel simple à réaliser
par l'utilisateur ou sur demande.

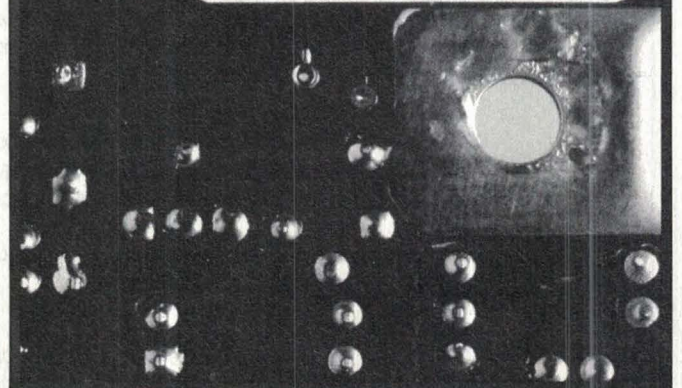
Catalogue sur Minitel par le 11 PANDUIT - PARIS



Z.A. des Marais - 1, avenue Louison-Bobet
94120 Fontenay-s/Bois - Tél. (1) 48.77.76.33
Télex 670 156 - Télécopieur (1) 48.77.56.17



ASSEMBLY
6630 Rv R



SERVICE-ANNONCEURS N° 10

DERNIER HIÉROGLYPHE CONNU



Coffret à l'image d'un cartouche royal portant exceptionnellement la marque MECANORMA.

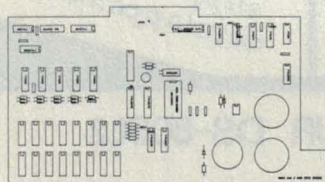
SI les scribes de la Haute Égypte avaient connu MECANORMA, il est certain que la face du monde en eut été changée.

Tout comme vient de changer le monde de l'électronique depuis que MECANORMA a découvert le PCB TURBO. Le PCB TURBO est un système logiciel CAO pour le dessin des circuits imprimés, simple à apprendre, facile à utiliser et peu coûteux.

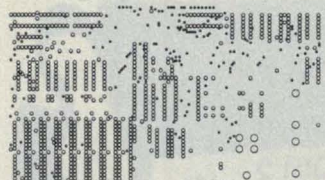
A partir d'un ordinateur personnel PC XT, AT ou compatible, doté de 640 Kb de mémoire et d'une table traçante en sortie, il permet de concevoir des plaques de circuits imprimés simple ou double face d'une taille pouvant aller jusqu'à 610 x 610 mm, contenant 20 000 signes ou symboles. Le routage des pistes est automatique ou manuel

Il visualise séparément les tracés graphiques de la face de soudage, de celle des composants, de la sérigraphie, du cache de soudage, du plan de perçage et du tracé de contrôle.

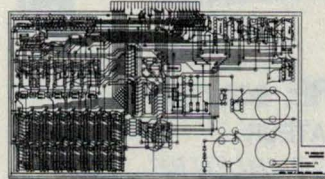
L'ensemble PCB TURBO est vendu complet avec le logiciel de conception de circuits imprimés, la disquette de paramétrage des imprimantes et un manuel en français.



Face composants



Plan de perçage



Tracé de contrôle

MECANORMA ELECTRONIC



Veillez me faire parvenir gratuitement la documentation sur le PCB TURBO.

M. :

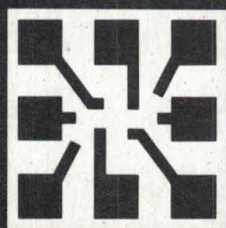
14, route de Houdan, 78610 Le Perray-en-Yvelines.

Société :

Adresse :

Ville : Code Postal :

Productronica 87



7e Salon International pour la Fabrication en Electronique

Munich
du 10 au 14 novembre
1987
Terrain des Expositions

Secteur A
Fabrication des composants

Secteur B

Fabrication des plaquettes de circuits imprimés et autres substrats de circuits

Secteur C

Fabrication des sous-ensembles et assemblage des unités

Secteur D

Electronique pour l'automatisation et l'assurance-qualité

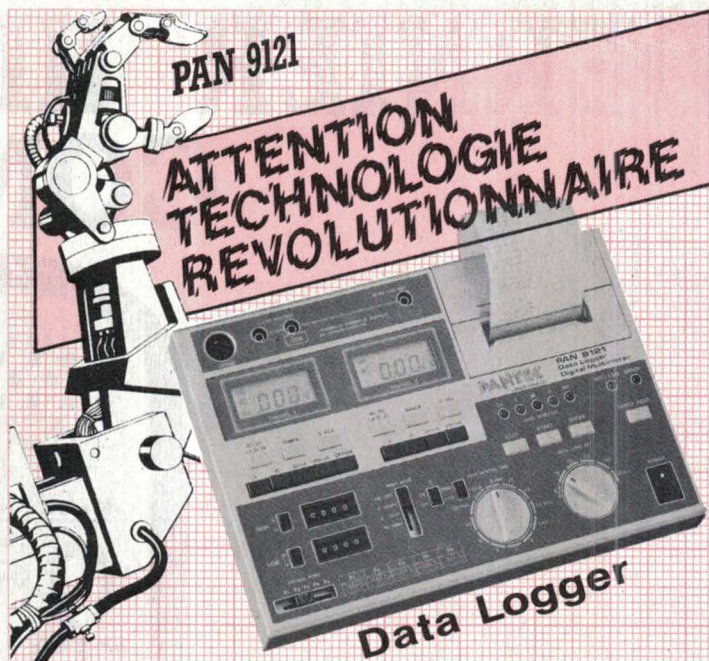
Renseignements:
Chambre Officielle
de Commerce
Franco-Allemande,
18, Rue Balard,
F-75015 Paris,
Tél. (1) 45 75 62 56,
Télex 203738
cofaci paris

Coupon **Productronica 87**
Je désire recevoir de plus amples informations.
Nom: _____
Adresse: _____

MESSE MÜNCHEN
INTERNATIONAL



SERVICE-ANNONCEURS N° 12



PAN 9121

**ATTENTION
TECHNOLOGIE
REVOLUTIONNAIRE**

Data Logger

**MULTIMETRE DIGITAL 2 CANAUX
A IMPRIMANTE**

ENREGISTRE - MESURE - COMPARE - IMPRIME - CALCULE

Documentation détaillée sur demande.

PANTEC
CARLO GAVAZZI

C.G. PANTEC
9, avenue Diane
94100 St-Maur-des-Fossés
Tél. : (1) 48.83.67.08
Télex 262385 F

SERVICE-ANNONCEURS N° 13

8051

Outils et
support pour
developpement

EMULATEUR DS-8051,2



SERVICE-ANNONCEURS N° 14

**FIRMWARE source
SIMULATEUR**

**CROSS ASSEMBLEURS
pour tous μP et μC
COMPILEURS**

ETUDE μP ET μC SUR MESURE

MIW 34 rue G. Brunet
75019 PARIS
Tel: (1) 42 00 99 75

**SALON DES COMPOSANTS
HALL 2 - STAND 66 - ALLEE 27**

Analyse



Les boucles à verrouillage de phase numériques

Les boucles à verrouillage de phase (PLL) sont largement utilisées dans les processus de traitement de l'information et de transmission de données.

Leur principe de fonctionnement est basé sur le verrouillage en fréquence et en phase d'un signal donné, dans une plage de tolérance déterminée.

Leur étude est relativement complexe, étant donné les nombreux paramètres intervenant dans la fonction de transfert.

On distingue deux grandes catégories de boucles à verrouillage de phase : les boucles analogiques et les boucles numériques.

Cet article s'intéresse particulièrement à ces dernières, car elles présentent de nombreux atouts pour l'utilisateur : stabilité en température et en durée, facilité d'emploi, faible coût, etc.

Caractéristiques des boucles à verrouillage de phase

Une boucle de phase conventionnelle consiste généralement en un oscillateur contrôlé (VCO), un détecteur de phase (PD) et un filtre passe-bas (LP) comme représenté à la figure 1.

Le contrôle de l'oscillateur à fréquence variable permet à la boucle de se verrouiller et de se synchroniser sur le signal d'entrée. Si la phase

du signal d'entrée change, indiquant que la fréquence change également, la sortie du détecteur de phase se modifie, produisant un accroissement ou une diminution du signal de contrôle agissant sur la fréquence de l'oscillateur, de manière à le maintenir à la même valeur que celle de la fréquence d'entrée f_i .

Les paramètres principaux influant sur le fonctionnement d'une boucle de phase sont les suivants :

- le signal d'entrée $V_{i(t)}$;
- la vitesse angulaire du signal d'entrée ω_i ;

- le signal de sortie issu de l'oscillateur contrôlé $V_{o(t)}$;
- la vitesse angulaire du signal de sortie ω_o ;
- le signal d'erreur issu du détecteur de phase $V_{d(t)}$;
- le signal issu du filtre de boucle $V_{f(t)}$;
- l'erreur de phase entre les signaux d'entrée et de sortie Φ_e .

En fonctionnement normal, l'oscillateur asservi oscille à une vitesse angulaire ω_o déterminée par le signal issu du filtre de boucle V_f .

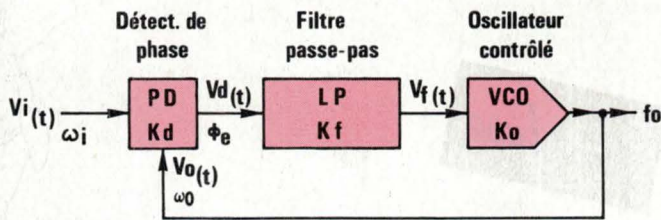


Fig. 1. - Structure habituelle d'une boucle de phase analogique.

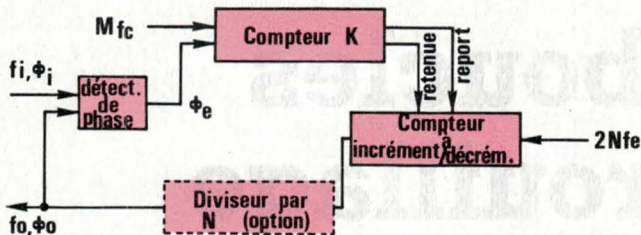


Fig. 2. - Structure générale d'une boucle de phase numérique.

La vitesse angulaire ω_0 est déterminée par la relation :

$$\omega_{0(t)} = F_c + K_0 V_f(t)$$

dans laquelle F_c représente la fréquence centrale du VCO et K_0 le gain de ce dernier.

Le détecteur de phase compare la phase du signal de sortie à celle du signal de référence et délivre un signal de sortie $V_d(t)$ proportionnel à l'erreur de phase Φ_e , tout au moins dans une plage limitée de celle-ci.

Si K_d exprime le gain du détecteur de phase, le signal de ce dernier peut s'écrire sous la forme :

$$V_d(t) = K_d \Phi_e$$

Si l'on assume que la vitesse angulaire du signal d'entrée ω_i est égale à celle du signal de sortie ω_0 , l'erreur de phase Φ_e est nulle et, de ce fait, le comparateur de phase ne délivre pas de tension de correction à l'oscillateur.

En revanche, si l'erreur de phase n'est pas nulle, le détecteur de phase délivre un signal de correction, qui, après un délai déterminé par le filtre de boucle, modifie la fréquence de l'oscillateur contrôlé afin de compenser l'erreur de phase. En fonction du type de filtre utilisé, l'erreur de phase peut être réduite à zéro ou à une valeur finie.

Ce résumé simplifié du fonctionnement d'une boucle de phase met en évidence que celle-ci n'est rien d'autre qu'un système asservi, contrôlant la phase du signal délivré

à sa sortie, par rapport à un signal de référence, et ce, dans une plage déterminée.

Bien que la boucle de phase numérique soit basée sur un mode de verrouillage différent de celui utilisé dans la boucle analogique, les principes théoriques restent sensiblement similaires.

La terminologie « boucle de phase numérique » est ambiguë, étant donné que le terme numérique peut être interprété de différentes manières.

En effet l'on pourrait, dans une certaine mesure, dénommer numérique une boucle de phase dont les signaux d'entrée et de sortie sont des états logiques. Dans ces circuits, pourtant, il peut être fait usage de fonctions analogiques telles que l'oscillateur contrôlé, le filtre de boucle, etc.

Ces dernières années se sont développées des boucles de phases réalisées exclusivement à partir de fonctions numériques, c'est de ce type de circuit dont il sera question dans les lignes qui vont suivre.

Structures fonctionnelles

Une boucle de phase numérique du premier ordre comporte trois éléments fondamentaux : un détecteur de phase, un compteur « K » et un compteur/décompteur I/D (fig. 2).

Dans certaines applications, il est fait usage d'un composant complémentaire, à savoir un diviseur par N.

Détecteur de phase

Le détecteur de phase a pour fonction de comparer la phase du signal d'entrée Φ_i avec celle du signal issu de la boucle Φ_0 . L'inégalité entre les phases des signaux d'entrée et de sortie a pour effet de générer

A	B	S
X	↓	1
↓	X	0
X	↑	Stable
↑	X	Stable

X Etat "0" ou "1"
 ↓ Transition "1" à "0"
 ↑ Transition "0" à "1"

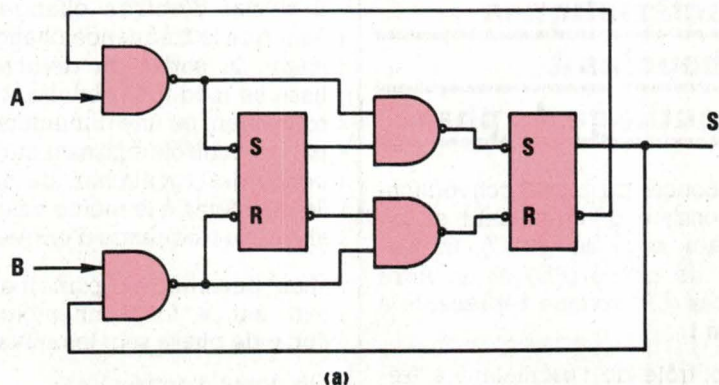


Fig. 3. - Schéma de principe d'un bistable à transitions (a) et table des états (b).

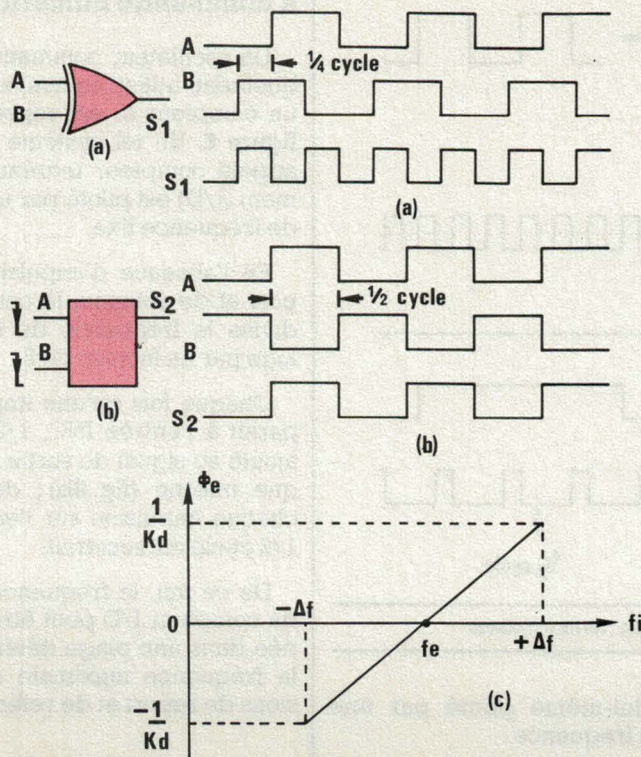


Fig. 4. - Détecteur de phase : « OU » exclusif (a), bistable à transitions (b), fonction de transfert (c).

un signal d'erreur $K_d \Phi_e$, expression dans laquelle K_d représente le gain du détecteur de phase et Φ_e l'erreur de phase ($\Phi_1 - \Phi_0$).

Dans un tel système, le détecteur de phase génère un signal d'erreur sous la forme d'une onde carrée dont le rapport cyclique varie avec la phase, le rapport t_1/t_2 étant égal à 1 lorsque la phase est nulle.

Hors des limites d'accrochage, la sortie du détecteur de phase se trouve soit à l'état « 0 », soit à l'état « 1 », suivant que la fréquence du signal d'entrée est supérieure ou inférieure à la phase d'accrochage.

En revanche, entre les deux limites f_{min} et f_{max} , le détecteur de phase délivre un signal variant linéairement avec la différence de phase entre f_0 et f_i .

Si l'on pose t_1 la durée de l'état « 1 » et t_2 la durée de l'état « 0 », la sortie du détecteur de phase peut être exprimée comme variant entre deux limites extrêmes +1 et -1 suivant la relation :

$$PD = \frac{t_1 - t_2}{t_1 + t_2} \quad (1)$$

Il existe différents types de détecteurs de phase, le plus classique est

sans nul doute le « OU » exclusif, l'autre étant le bistable à transitions dont la sortie change d'état sur une transition apparaissant sur l'une de ses entrées (fig. 3).

La figure 4 montre les signaux de sorties pour les deux configurations citées lorsque l'erreur de phase est nulle ; en effet, lorsque cette condi-

tion est remplie, le rapport cyclique du signal de sortie est égal à 1/2.

Dans le cas du bistable à transitions, la différence de phase absolue entre le signal d'entrée Φ_i et le signal de la boucle Φ_0 est de 1/2 période ; elle représente un gain K_d de 2 et un écart de phase limite de $\pm 180^\circ$.

En revanche, avec le « OU » exclusif la différence de phase est limitée à 1/4 de période. De ce fait, le gain K_d de ce type de détecteur de phase est de 4 et l'écart de phase limite de $\pm 90^\circ$.

Compteur K

Le compteur K utilisé dans la boucle de phase numérique est un compteur programmable réversible, le facteur K représentant le module du compteur et pouvant être programmé au gré de l'utilisateur.

L'horloge pilotant l'étage est généralement un signal carré de fréquence Mf_c , où f_c représente la fréquence du signal de référence (fig. 5).

La sortie du détecteur de phase, en l'occurrence un « OU » exclusif dans notre exemple, pilote l'entrée comptage/décomptage (UP/DW).

Lorsque le système opère avec une erreur de phase nulle, les deux signaux u_1 et u_2 sont exactement décalés de 90° l'un par rapport à l'autre, et la sortie du détecteur de

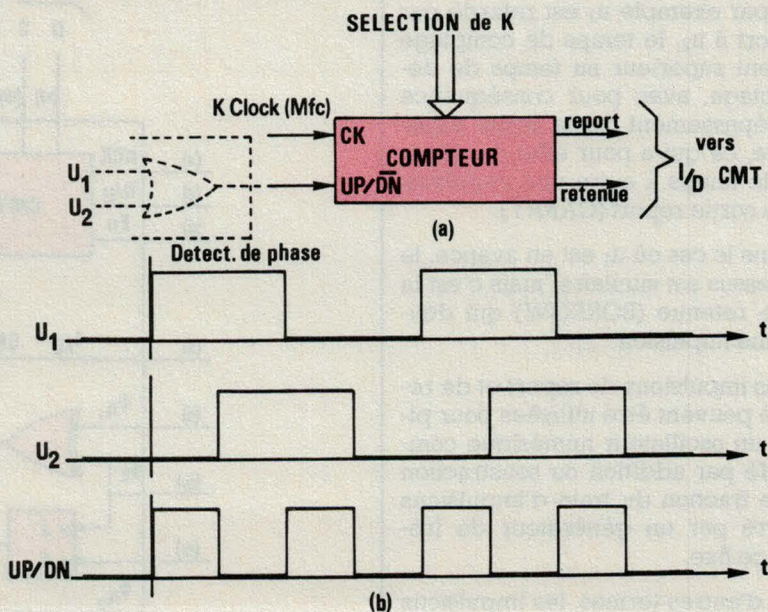


Fig. 5. - Compteur K ; (a) : bloc diagramme ; (b) : formes d'ondes.

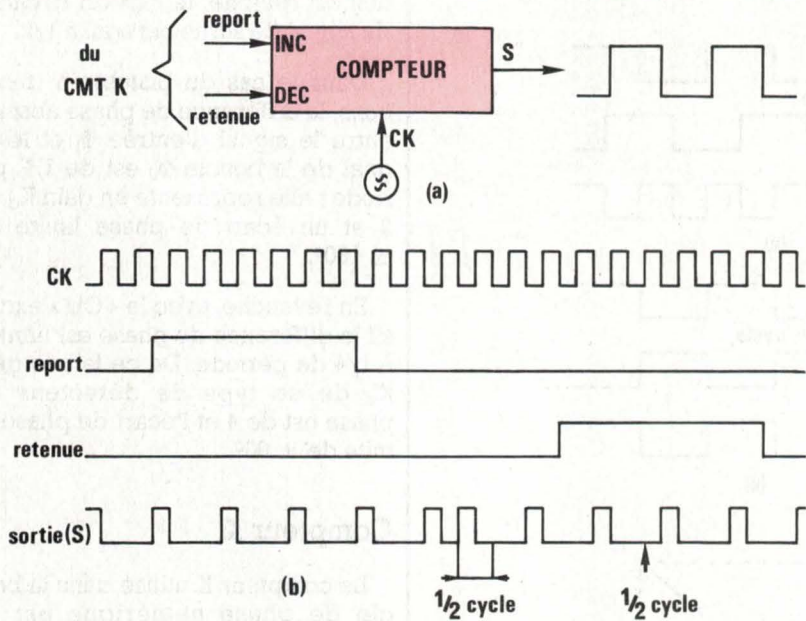


Fig. 6. - Oscillateur numérique commandé ; (a) : diagramme ; (b) : formes d'ondes.

phase délivre un signal carré rigoureusement symétrique. De ce fait, le compteur compte et décompte durant un intervalle de temps identique.

Si la valeur de K est suffisamment élevée, le compteur ne pourra atteindre ses valeurs de dépassement (report ou retenue). Cette condition ne peut être obtenue que si K est supérieur ou égal à M/4 dans notre exemple.

Si le signal d'entrée u_1 se décale par rapport à u_2 , le détecteur de phase délivre un signal asymétrique.

Si par exemple u_1 est retardé par rapport à u_2 , le temps de comptage devient supérieur au temps de décomptage, avec pour conséquence un dépassement de la limite supérieure, ce qui a pour effet de générer de temps à autre une impulsion sur la sortie report (CARRY).

Dans le cas où u_1 est en avance, le processus est similaire, mais c'est la sortie retenue (BORROW) qui délivre une impulsion.

Ces impulsions de report et de retenue peuvent être utilisées pour piloter un oscillateur numérique commandé par addition ou soustraction d'une fraction du train d'impulsions délivré par un générateur de fréquence fixe.

En d'autres termes, les impulsions de report et de retenue sont utilisées pour modifier le facteur d'échelle d'un diviseur de fré-

quence, lui-même piloté par une source de fréquence.

Il n'est guère aisé de déterminer la fonction de transfert $H(s)$ pour ce type de filtre numérique, étant donné que son mode de fonctionnement n'est pas linéaire.

Lorsque l'erreur de phase est nulle, il ne délivre pas de signal sur ses sorties. Pour une erreur de phase constante, il produit des impulsions de report et de retenue à fréquence constante.

Oscillateur à commande numérique

Un oscillateur commandé numériquement, utilisé en conjonction avec un compteur K, est représenté à la figure 6. Un tel système également appelé compteur incrément/décément (I/D) est piloté par une horloge de fréquence fixe.

En l'absence d'impulsions de report et de retenue, le compteur I/D divise la fréquence du signal horloge par un facteur de 2.

Chaque fois qu'une impulsion apparaît à l'entrée INC, 1/2 cycle est ajouté au signal de sortie par la logique interne (fig. 6b); de même à chaque impulsion sur l'entrée DEC, 1/2 cycle est soustrait.

De ce fait, la fréquence de sortie du compteur I/D peut être commandée dans une plage déterminée par la fréquence maximale des impulsions de report et de retenue.

Structure intégrée

Le schéma bloc de la figure 7 représente la structure intégrée d'une boucle de phase numérique de premier ordre réalisée à partir d'un circuit LSI du type 74LS297 (Texas Instruments).

Dans la configuration de base représentée à la figure 8, la fréquence

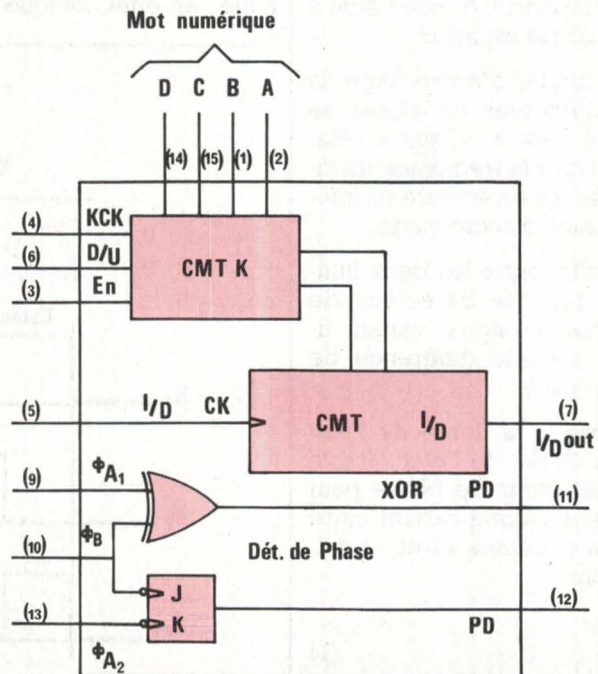


Fig. 7. - Boucle de phase numérique intégrée 74LS297 Texas.

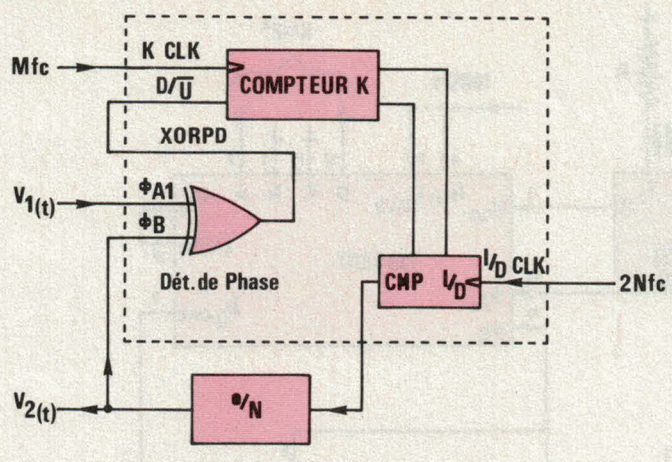


Fig. 8. - Boucle de phase numérique ne faisant appel qu'à un minimum de circuits.

d'entrée du compteur K est égale à Mf_c , ou f_c est la fréquence centrale de la boucle, et M, un multiple de f_c .

La fréquence centrale étant la fréquence à laquelle la boucle opère quand elle n'est pas verrouillée sur le signal d'entrée.

La fréquence du compteur/décompteur I/D est égale à $2 Nf_c$, où N représente le rapport de division du compteur de boucle.

De ce fait, la fréquence centrale de la boucle peut s'exprimer par :

$$f_c \text{ (Hz)} = \frac{I/D \text{ clock}}{2N} \quad (2)$$

Le rapport de division du compteur K est programmable par l'utilisateur en accord avec le tableau 1.

Lorsque les entrées A-B-C-D sont à l'état bas, le compteur est inopérant. Pour d'autres états des entrées A-B-C-D, le compteur peut avoir un rapport de division compris entre 2^3 et 2^{17} .

Lorsque le rapport de division croît, la bande passante de boucle diminue et le temps de verrouillage augmente.

Si le compteur K est positionné en comptage, il génère à sa sortie une impulsion de report ; en revanche, lorsqu'il opère en décompteur, il génère une impulsion de retenue.

Ce même compteur K se comporte comme un diviseur de fréquence de rapport Mf_c/K .

Si l'on combine les fonctions report et retenue avec le rapport de division du compteur K, la sortie de ce dernier peut s'exprimer par :

$$K_0 = (K_d \Phi_e Mf_c)/K \quad \text{(Hz)} \quad (3)$$

et le signal de sortie du compteur/décompteur I/D :

$$I/D_0 = Nf_c + (K_d \Phi_e Mf_c)/2K \quad \text{(Hz)} \quad (4)$$

dans laquelle K exprime le module du compteur K.

La fréquence de sortie de la boucle est donnée par :

$$f_0 = f_c + (K_d \Phi_e Mf_c)/2KN \quad \text{(Hz)} \quad (5)$$

De l'équation (5), la plage d'accrochage, Δf_{max} peut être déterminée ;

D	C	B	A	K
0	0	0	0	Inhibé
0	0	0	1	2^3
0	0	1	0	2^4
0	0	1	1	2^5
0	1	0	0	2^6
0	1	0	1	2^7
0	1	1	0	2^8
0	1	1	1	2^9
1	0	0	0	2^{10}
1	0	0	1	2^{11}
1	0	1	0	2^{12}
1	0	1	1	2^{13}
1	1	0	0	2^{14}
1	1	0	1	2^{15}
1	1	1	0	2^{16}
1	1	1	1	2^{17}

Tableau 1. - Programmation du diviseur par K.

à la limite de la plage d'accrochage, $K = \pm 1$, par conséquent :

$$\Delta f_{max} = f_{0max} - f_c = Mf_c/2KN \quad (6)$$

Cette équation montre que la plage d'accrochage peut être modifiée en changeant la valeur de K.

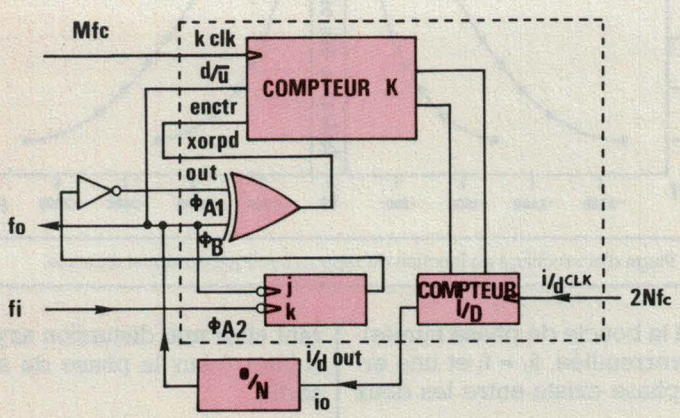


Fig. 9. - Réduction de la modulation de phase par inhibition du compteur K.

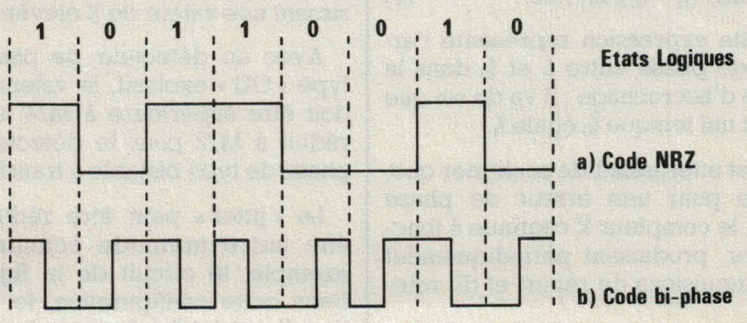


Fig. 10. - Codes utilisés en transmission série.

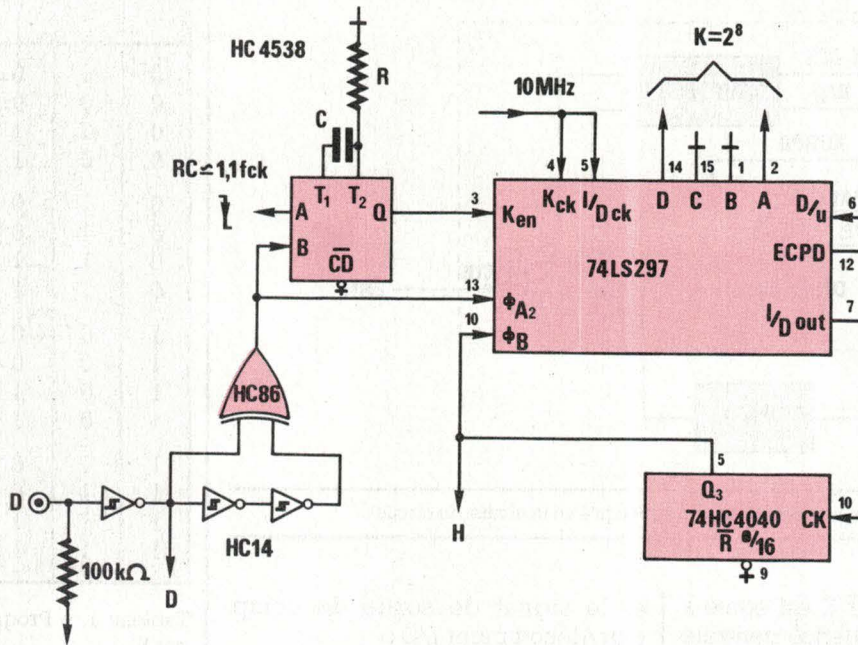


Fig. 11. - Reconstitution d'horloge à 300 Kbauds.

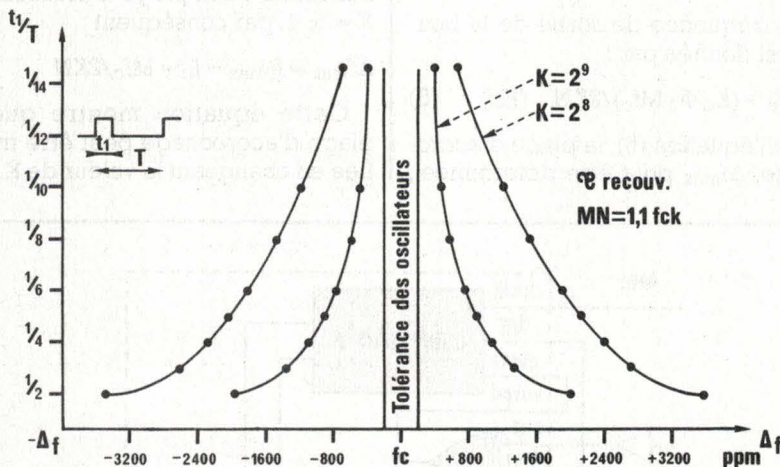


Fig. 12. - Plage d'accrochage en fonction du rapport cyclique du signal d'entrée.

Quand la boucle de phase numérique est verrouillée, $f_0 = f_i$ et une erreur de phase existe entre les deux signaux.

Cette erreur de phase vaut :

$$\Phi_e = 2KN (f_i - f_c) / K_d M f_c \quad (7)$$

Cette expression représente l'erreur de phase entre f_i et f_0 dans la plage d'accrochage ; il va de soi que Φ_e est nul lorsque f_0 égale f_i .

Il est intéressant de souligner que, même pour une erreur de phase nulle, le compteur K continue à fonctionner, produisant périodiquement des impulsions de report et de retenue.

Si le module K est faible, le compteur K recycle fréquemment, géné-

rant ainsi une distorsion arythmique (« jitter ») sur la phase du signal de sortie.

Cette distorsion de phase peut être réduite dans un rapport 1/N en accroissant la valeur de N et en choisissant une valeur de K élevée.

Avec un détecteur de phase de type « OU » exclusif, la valeur de K doit être supérieure à M/4, elle se réduit à M/2 pour le détecteur de phase de type bistable à transitions.

Le « jitter » peut être réduit par une autre méthode comme, par exemple, le circuit de la figure 9. Dans cette configuration, le compteur K est inhibé lorsque la boucle de phase numérique est verrouillée avec une erreur de phase nulle.

Si ce type de circuit réduit de manière appréciable le « jitter » de la boucle, il y a lieu de mentionner qu'il affecte la plage d'accrochage. L'erreur de phase maximale admissible, de $\pm 90^\circ$ pour le « OU » exclusif, de $\pm 180^\circ$ pour le bistable à transition, se trouve réduite dans un rapport de $1/(1 + 1/2K)$ et le gain du détecteur de phase est réduit de moitié.

De ce fait, l'équation (6) définissant la plage d'accrochage devient :

$$\Delta f_{\max} = M f_c / (1 + 1/2K) \quad (8)$$

Applications

Les applications des boucles de phase numériques sont diverses et multiples ; tout comme leurs homologues analogiques, elles peuvent être utilisées dans les systèmes nécessitant un synchronisme ou un asservissement entre un signal local et un signal transmis, de fréquence connue.

Afin de familiariser le lecteur avec l'emploi des boucles de phase numériques, il nous a paru utile de décrire quelques applications particulières faisant appel à ce type de circuit.

Reconstitution d'horloge

Les dispositifs à reconstitution d'horloge sont couramment utilisés dans les systèmes où la transmission

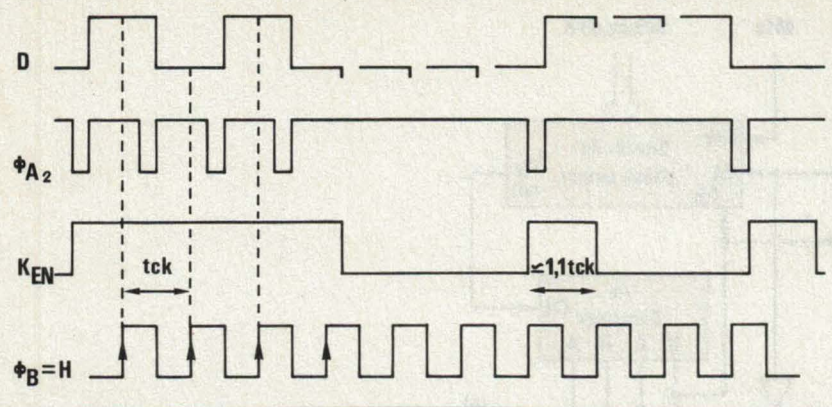


Fig. 13. - Diagramme séquentiel de la reconstitution d'horloge.

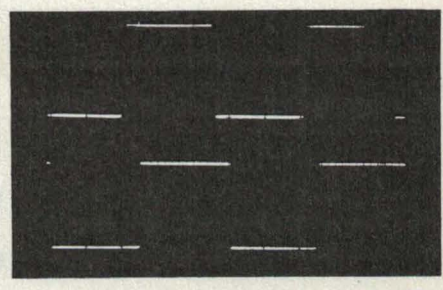


Fig. 15b. - En haut : modulation à 1 kHz ; en bas : signal reconstitué.

Le schéma de la figure 11 montre une reconstitution d'horloge réalisée à partir d'une boucle de phase numérique. Le « OU » exclusif d'entrée constitue un monostable bidirectionnel, ayant pour fonction de délivrer une impulsion négative pour chaque transition apparaissant dans le message.

Ces impulsions sont transmises au comparateur de phase, du type bistable à transitions, dont la sortie commande l'entrée I/D du compteur K. Afin de maintenir la boucle verrouillée, en l'absence de transitions dans le message, il est fait usage d'un monostable dont le temps de recouvrement est ajusté à $1,1 f_{ck}$, ce afin d'inhiber le compteur K si le message ne comporte plus de transitions.

La figure 12 montre la plage d'accrochage d'une telle boucle de phase, pour une vitesse de transmission de l'ordre de 300 kbauds.

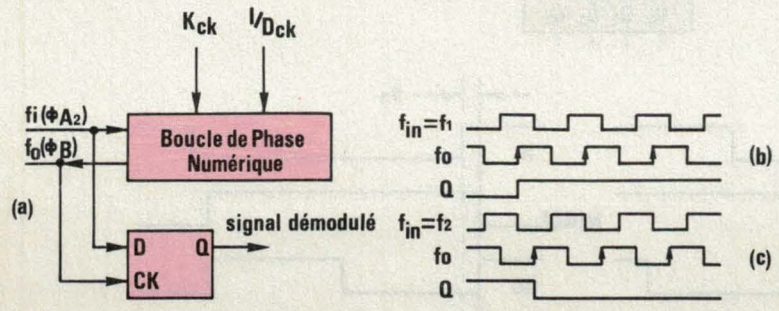


Fig. 14. - Schéma et formes d'ondes d'un démodulateur FSK.

de données s'effectue en mode série, c'est-à-dire sous la forme d'un message constitué d'une succession d'états logiques « 1 » ou « 0 » suivant un code spécifique au format choisi.

L'un des codes les plus populaires est sans conteste le NRZ (non-retour à zéro) (fig. 10a), dans lequel un niveau logique « 1 » est représenté par une tension ou un courant de haut niveau, tandis que l'état logique « 0 » est représenté par une valeur de bas niveau.

L'inconvénient d'un tel code, dans le cas d'une reconstitution d'horloge, réside dans la faible quantité de transitions apparaissant dans un message lorsque ce dernier est, par exemple, constitué d'un état « 1 » suivi de N fois « 0 » ou l'inverse.

Pour pallier ce défaut, on peut faire usage du code biphase dans lequel chaque état « 1 » est représenté par une transition « 1 » suivie d'un « 0 », tandis que l'état « 0 » est représenté par la configuration complémentaire (fig. 10b).

Le principe de la reconstitution d'horloge est le suivant : chaque transition du message est utilisée afin de synchroniser une boucle de phase dont la fréquence centrale est choisie égale au double de la fréquence maximale contenue dans le

message, c'est-à-dire l'inverse de la période constituée par un état « 1 » suivi d'un « 0 ».

Dans toutes les autres configurations, la fréquence du signal d'entrée ne peut être qu'un sous-multiple de cette valeur.

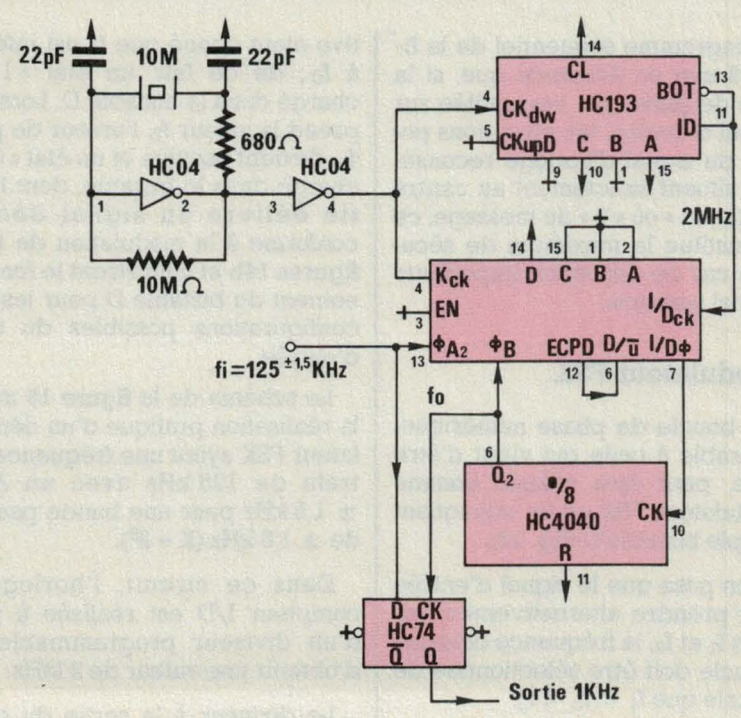


Fig. 15a. - Démodulateur FSK à 125 kHz utilisant un 74LS297.

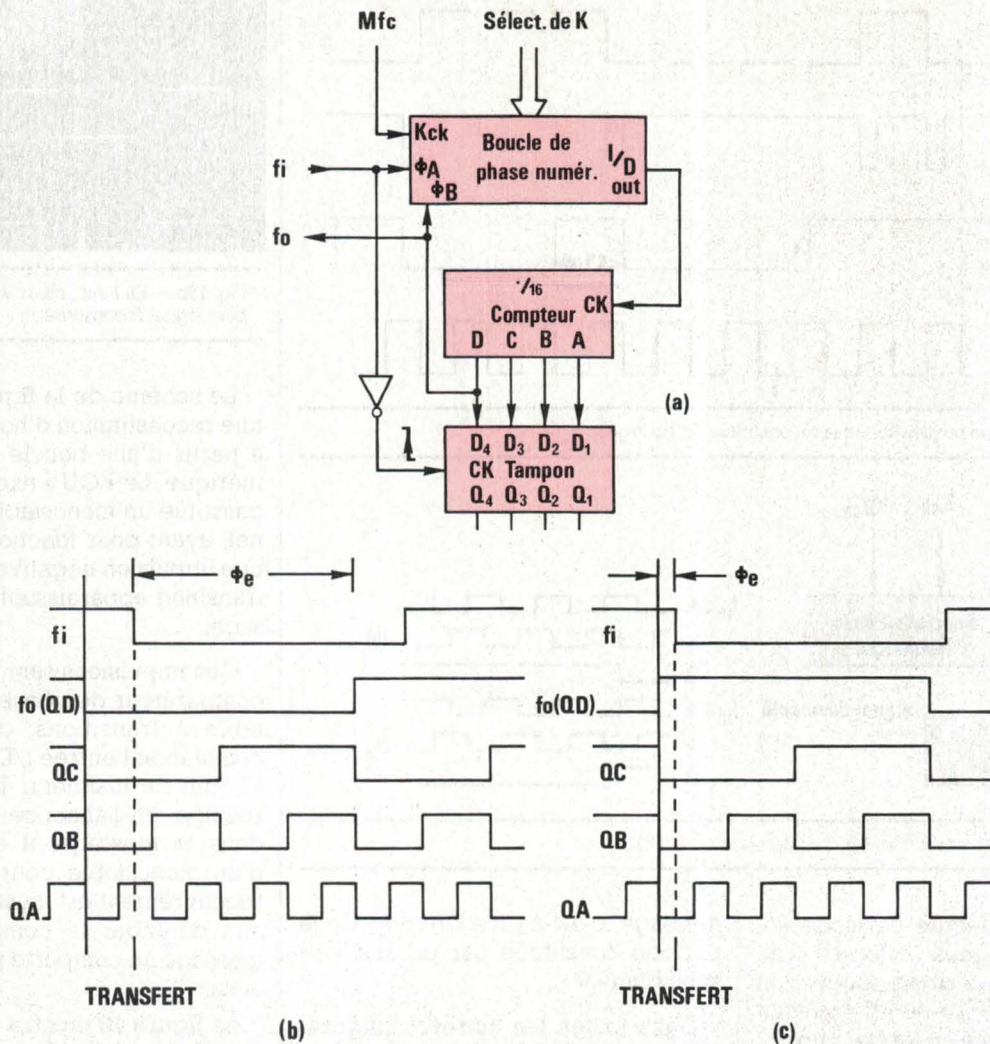


Fig. 16. - Dispositif permettant de mémoriser dans un tampon la valeur instantanée de l'erreur de phase entre f_i et f_0 ; (a) : schéma de principe; (b) et (c) : formes d'ondes.

Le diagramme séquentiel de la **figure 13** met en évidence que, si la boucle de phase est verrouillée sur le signal d'entrée, les transitions positives du signal d'horloge reconstitué se situent exactement au centre d'un état « 1 » ou « 0 » du message, ce qui constitue le maximum de sécurité en cas de distorsion importante du signal transmis.

Démodulateur FSK

Une boucle de phase numérique, comparable à celle qui vient d'être décrite, peut être utilisée comme démodulateur FSK en lui adjoignant un simple bistable D (**fig. 14**).

Si l'on pose que le signal d'entrée f_i peut prendre alternativement les valeurs f_1 et f_2 , la fréquence centrale de boucle doit être sélectionnée de telle sorte que $f_1 < f_c < f_2$.

Lorsque f_i prend la valeur f_1 , il en résulte une erreur de phase négative

étant donné que f_1 est inférieur à f_0 ; de ce fait, un état « 1 » est chargé dans le bistable D. Lorsque f_i prend la valeur f_2 , l'erreur de phase Φ_e devient positive et un état « 0 » est chargé dans le bistable, dont la sortie délivre un signal décodé, conforme à la modulation de f_i . Les **figures 14b et c** illustrent le fonctionnement du bistable D pour les deux configurations possibles du signal d'entrée.

Le schéma de la **figure 15** montre la réalisation pratique d'un démodulateur FSK ayant une fréquence centrale de 125 kHz avec un Δf de $\pm 1,5$ kHz pour une bande passante de $\pm 1,8$ kHz ($K = 2^8$).

Dans ce circuit, l'horloge du compteur I/D est réalisée à partir d'un diviseur programmable afin d'obtenir une valeur de 2 MHz.

Le diviseur à la sortie du compteur I/D a pour fonction de réduire le « jitter » du signal reconstitué.

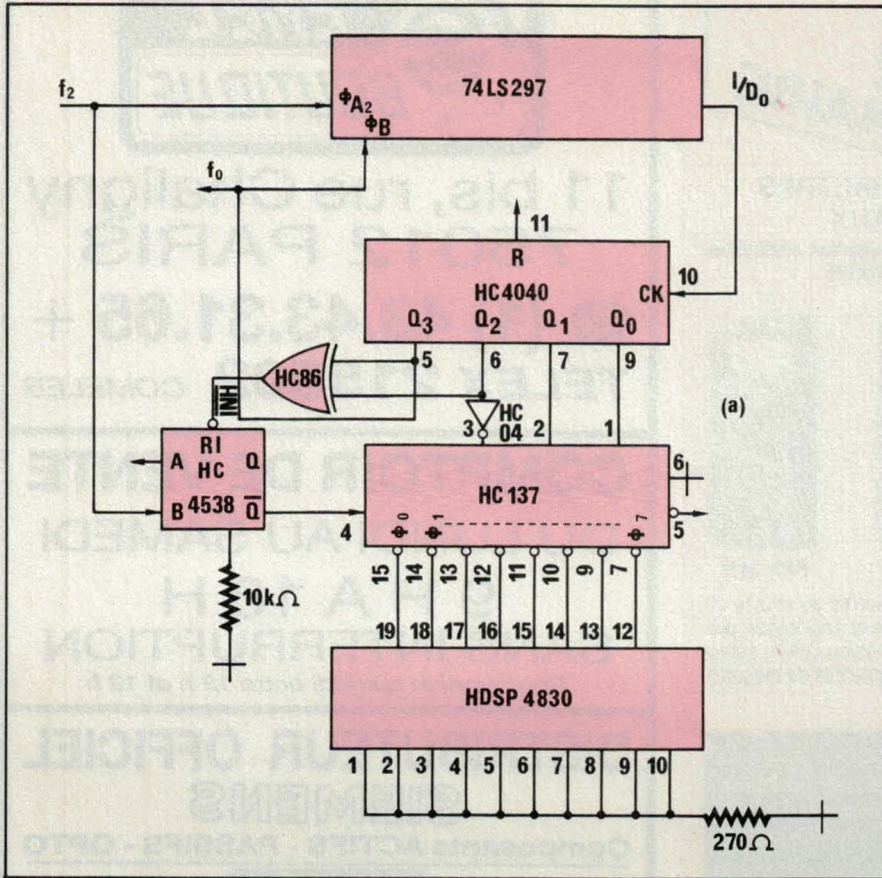
Le cliché donné à la **figure 15b** représente le signal de modulation à 1 kHz ainsi que le signal reconstitué à la sortie du démodulateur.

Affichage de la phase

Lorsque la boucle de phase numérique est dotée d'un diviseur par N, il s'avère relativement aisé d'obtenir la lecture directe de l'erreur de phase Φ_e .

En effet, lorsque la boucle est verrouillée, si une erreur de phase existe entre f_i et f_0 , les étages intermédiaires du diviseur par N contiennent, à un moment précis du signal f_i , une valeur numérique représentative de l'erreur de phase Φ_e .

Par conséquent, si le contenu du diviseur par N est transféré dans une mémoire tampon, sur une transition du signal d'entrée f_i , ce contenu mémorisé pourra être décodé afin



Dans ce montage, seuls les quatre états situés de part et d'autre de l'erreur de phase nulle sont visualisés en conformité avec le tableau de la figure 17b.

Pour ce faire, le monostable générant l'impulsion de chargement du tampon est inhibé par le « OU » exclusif, limitant à 8 états possibles l'erreur de phase affichée.

Dans cette réalisation, la valeur de la phase est visualisée par le truchement d'un afficheur à barres du type HDSP 4830 contenant dix diodes LED indépendantes.

A partir de cette donnée, il est possible de déterminer la valeur instantanée de la fréquence f_i du signal d'entrée, connaissant la plage d'accrochage Δf_{max} et la valeur de N.

En effet, chaque état décodé correspond à une plage de fréquence égale à :

$$\frac{\Delta f_{max}}{N}$$

Par conséquent, la valeur de f_i sera égale à :

$$f_0 \pm x \frac{\Delta f_{max}}{N}$$

dans laquelle x aura une valeur comprise entre 1 et 4, dans notre application.

Ch. Burniaux

Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	INH	Y
0	0	0	0	0	
0	0	0	1	0	
0	0	1	0	0	
0	0	1	1	0	
0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	1	2
0	1	1	1	1	3
1	0	0	0	1	4
1	0	0	1	1	5
1	0	1	0	1	6
1	0	1	1	1	7
1	1	0	0	0	
1	1	0	1	0	
1	1	1	0	0	
1	1	1	1	0	

Fig. 17. - Affichage de l'erreur de phase entre f_i et f_0 pour une plage admise de $\pm \pi/2$. En haut (a) : schéma ; ci-dessous (b) : table des états.

d'obtenir une image de l'erreur de phase.

Le circuit proposé à la figure 16 permet de visualiser l'erreur de phase entre deux signaux de même fréquence. Lorsque la boucle de phase est verrouillée, le contenu du diviseur par N est chargé dans un tampon sur les transitions négatives du signal d'entrée ; la valeur binaire ainsi obtenue s'avère représentative de l'erreur de phase Φ_e pendant la durée d'un cycle.

Les figures 16b et c montrent respectivement les contenus chargés dans le tampon pour $f_i < f_0$ et $f_i > f_0$.

Dans certaines applications, il s'avère intéressant de décoder le contenu du tampon et de visualiser l'erreur de phase instantanée comme le montre le circuit de la figure 17.

Bibliographie

- [1] W.T. Greer Jr and B. Kean, « Digital phase-locked loop moves into analog territory ». *Electronic Design*, March 31, 1982.
- [2] Dr Roland E. Best, « Phase locked loop ». *Mc Graw Hill*.
- [3] Marian Stofka, « Digital-Only PLL exhibits no overshoot ». *EDN*, May 26, 1982.



SALON INTERNATIONAL
COMPOSANTS ELECTRONIQUES 87
C O M P O N I C

DU 16 AU 20 NOVEMBRE
PARC DES EXPOSITIONS
PARIS-NORD - VILLEPINTE

ELECTRONIQUE APPLICATIONS VOUS ATTEND
HALL-1 - ALLEE A - STAND N° 15

SERIE 5000
Les 4 000 points, 3 3/4 digits

**ATTENTION
TECHNOLOGIE
REVOLUTIONNAIRE**

GARANTIE 2 ANS MULTIMETRES
DIGITAUX
Avec visualisation analogique
par BARGRAPH




PAN 5100 PAN 5300 PAN 5400

Cette nouvelle génération de multimètres relègue les autres au musée de l'électronique. Leurs qualités : double visualisation Digitale et Analogique, précision et résolution inférieure à 0,3 %, rapidité de conversion DIA et sélection automatique et manuelle des calibres, en font des appareils de mesures ultra-professionnels.

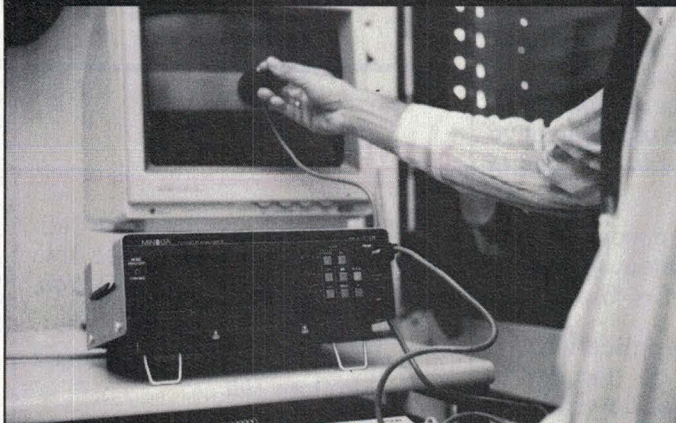
Documentation détaillée sur demande.

PANTEC
CARLO GAVAZZI

9, avenue Diane
94100 St-Maur-des-Fossés
Tél. : (1) 48.83.67.08
Télex 262385 F

SERVICE-ANNONCEURS N° 15

MESURE ET RÉGLAGE DES COULEURS SUR ÉCRAN



LE TVCA II MINOLTA est un instrument d'usage scientifique et industriel, appliqué à l'informatique, la télévision, la vidéo pour

- **La mesure et le réglage** : balance de blanc, couleur, luminance.
- **Le contrôle** : pureté chromatique, brillance, contrastes.
- **La comparaison** : entre écrans et à partir de standards.

MINOLTA FRANCE SA

Dept Appareils de mesure industriels
357 bis rue d'Estienne d'Orves
BP 52 - 92700 COLOMBES
Tél. : (1) 47 86 60 00
Télex MINOLTA 612 746



SERVICE-ANNONCEURS N° 16

PAGE 42 - ELECTRONIQUE APPLICATIONS N° 56



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 - Minuterics -
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° 17



Médical

Le test d'effort cardio-respiratoire

Habituellement, les tests d'effort sont effectués séparément sur l'appareil cardio-vasculaire, par le cardiologue, et sur l'appareil respiratoire, par le pneumologue. Cette attitude s'explique par la mise en œuvre de moyens spécifiques à chacune des disciplines et dont la prise d'information est réalisée par des capteurs dont les temps de réponse sont très rapides en cardiologie (ECG, pouls, tension) et plus lents en pneumologie (paramètres ventilatoires et chimie respiratoire : O₂ et CO₂).

En pratique quotidienne, la plupart des problèmes trouvent leur solution dans un bilan cardiaque ou respiratoire statique. Mais tout médecin a dans sa mémoire des cas restés sans réponse faute de moyens d'investigation plus approfondis et simultanés. En réalité, cette nécessité d'associer l'étude de la réponse cardio-respiratoire à l'effort n'est pas récente, mais, faute de support technique approprié, n'a jamais pu se concrétiser jusqu'alors.

Un nouveau concept

Avec le MGC 2001 d'ELA Médical, la clinique d'Alleray, à Paris, vient d'équiper son centre d'exploitation cardio-respiratoire d'un système qui permet de réaliser les tests d'effort en temps réel, puisque chaque respiration et chaque battement cardiaque sont pris en compte pour la détermination des différents paramètres. Les applications vont du diagnostic des pathologies cardio-respiratoires au suivi des sportifs de haut niveau, jusqu'à la programma-

tion des stimulateurs cardiaques physiologiques.

Le test d'effort cardiologique ne doit plus se concevoir sans assurer l'étude respiratoire concomitante, il correspond à l'étude de l'unité physiologique que constitue le bloc cœur-poumon qui permet de capter, transporter et utiliser l'oxygène nécessaire à l'organisme. Un bref rappel sur le fonctionnement du poumon et du cœur montrera les relations existant entre ces deux organes et l'importance qu'il y a à effectuer des mesures dynamiques et simultanées.

300 millions d'alvéoles

Très schématiquement, les poumons se divisent en lobes : trois à droite et deux à gauche. Chaque lobe reçoit une bronche lobaire qui se divise en petites bronches et bronchioles pour se terminer dans les lobules, ces derniers se divisant en plusieurs alvéoles. Il y a entre 250 et 300 millions d'alvéoles dont la surface interne représente de 100 à 130 m² selon les individus (adultes).

Directement en contact avec l'ai-

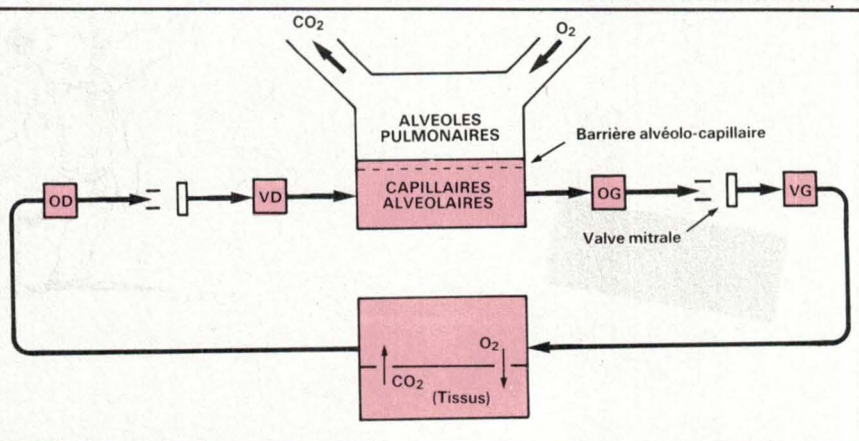


Fig. 1. - Schéma élémentaire du mouvement de l'oxygène et de l'anhydride carbonique dans l'organisme.

véole, un fin réseau capillaire artério-veineux assure la circulation sanguine pulmonaire. La totalité de la surface alvéolaire n'est pas en contact avec la paroi des capillaires, si bien que la surface efficace qui permet l'échange gazeux entre l'air alvéolaire et le sang représente environ 70 % de la surface alvéolaire, soit 70 à 90 m². C'est sur cette surface que le sang s'étale sur une épaisseur d'environ un centième de millimètre, ce qui correspond à un volume de sang d'un litre. Comme il circule environ 4 à 5 litres de sang à la minute dans les poumons, il est logique de considérer les poumons comme des glandes sanguines plutôt que comme des organes de transit des gaz. En fait, ces deux fonctions sont interdépendantes et elles sont toutes les deux d'égale importance.

La respiration a pour but d'apporter au sang l'oxygène de l'air à travers la voie pulmonaire en utilisant la barrière alvéolo-capillaire, et d'éliminer le gaz carbonique, en empruntant le chemin inverse. Le phénomène n'est pas simple, il fait intervenir la composition des gaz, la concentration des diverses fractions, leur pression partielle (PO₂, PCO₂), les qualités de la barrière alvéolo-capillaire, l'acidité ou l'alcalinité (pH), etc., sans oublier que cette fonction est soumise à un contrôle et une régulation nerveuse. La figure 1 schématise le mouvement de l'oxygène et du gaz carbonique au cours de la respiration.

Si nous examinons la fonction respiratoire en tant que phénomène mécanique, nous voyons qu'à une dilatation de la cage thoracique suivant tous ses diamètres, correspond un vide pulmonaire qui oblige l'air extérieur à pénétrer dans les pou-

mons, c'est l'inspiration. Cette action est puissante et correspond à la phase active de la respiration. A l'inverse, le retour du thorax à sa position de repos, et cela grâce à l'élasticité de la cage thoracique, expulse l'air emmagasiné, c'est l'expiration. Cette action ne nécessite aucun effort et représente la phase passive de la respiration.

Comme nous l'avons vu, le poumon est finement divisé par une série de cloisonnements, chaque élément formant un lobule pulmonaire, se divisant à son tour en alvéoles.

Cette série de divisions est très importante en dynamique des gaz. En effet, si l'on considère la trachée débouchant sur un alvéole, nous aurons une très grande perte de charge. En réalité, c'est l'inverse que nous constatons car la trachée débouche sur une multitude de bronchioles alvéolaires de telle sorte que la section trachéale (St) est beaucoup plus petite que la somme des sections broncho-alvéolaires (Sb), d'où une absence de perte de charge. En outre, la vitesse de circulation de l'air va en diminuant pour devenir nulle dans les bronchioles.

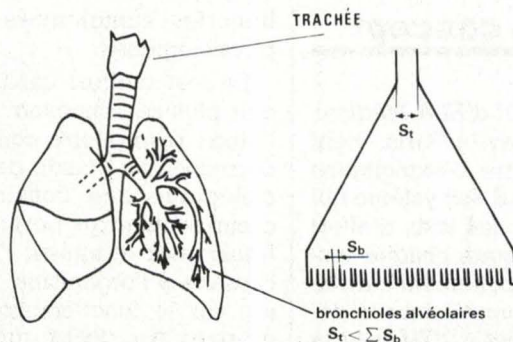


Fig. 2. - Dynamique des gaz dans l'arbre bronchique. La trachée débouche sur une multitude de bronchioles alvéolaires de telle sorte que la section trachéale (St) est plus petite que la somme des sections broncho-alvéolaires (Sb), d'où une absence de perte de charge.

A ce niveau, seule la diffusion des gaz explique leurs mouvements (fig. 2).

De ceci on tire une conclusion intéressante en respiration artificielle, à savoir que de la trachée vers les bronchioles, la pression et la vitesse de l'air vont en diminuant, assurant ainsi un mouvement lent de gaz à basse pression au niveau alvéolaire, et permettant un bon échange gazeux entre l'alvéole et les capillaires.

Cette ramification de l'arbre bronchique multiplie la surface intérieure du poumon et, comme chaque alvéole est irriguée par une petite veine et une petite artère (sans oublier un drainage par vaisseau lymphatique), on conçoit aisément que l'air extérieur se trouve en contact avec une couche de sang très mince, mais très étendue (fig. 3).

Lors des tests d'effort, on enregistre un certain nombre de paramètres caractéristiques de la fonction pulmonaire. Comme le montre la figure 4, la capacité pulmonaire n'est pas entièrement exploitée par l'individu, il y a des capacités de réserve. Nous donnerons quelques définitions brèves pour situer le problème.

La *capacité vitale* est la quantité d'air maximale qui peut être expulsée des poumons à la suite d'une expiration forcée, venant après une inspiration forcée. Le *volume courant* (VT) est la quantité de gaz qui entre et sort des poumons à chaque mouvement respiratoire, chez l'individu au repos. La *fréquence respiratoire* (f) est le nombre de cycles respiratoires par minute. On peut également mesurer le *temps total* (Tt) d'un cycle respiratoire, qui se décompose en *temps inspiratoire* (Ti = 1/3 Tt) et *temps expiratoire* (Te

= 2/3 Tt). La ventilation (V) est la quantité de gaz qui entre et qui sort des poumons en une minute, c'est le produit du volume courant par la fréquence respiratoire : $V = VT.f$. On enregistre également la consommation d'oxygène (VO_2) et le rejet du CO_2 (VCO_2) ainsi que le rapport VCO_2/VO_2 .

Enfin, il est important de noter qu'au niveau de l'alvéole, la ventilation revêt un caractère particulier. En effet, la ventilation alvéolaire est en fait la partie la plus importante de la respiration. Elle a pour but de maintenir dans les alvéoles pulmonaires un taux d'oxygène et d'anhydride carbonique tels que le sang des capillaires péri-alvéolaires se charge en oxygène et se décharge en anhydride carbonique.

S'il est possible de compenser une insuffisance d'oxygénation en augmentant le pourcentage d'oxygène dans l'air inspiré, en revanche, seule la ventilation alvéolaire est en mesure d'éliminer le CO_2 .

Les pressions partielles

L'oxygène et le gaz carbonique contenus dans l'air subissent la loi de Dalton. Cette loi nous enseigne que dans un mélange gazeux, la pression partielle de chaque gaz est la même que la pression de ce gaz s'il occupait le volume total pris par le mélange. Ainsi, par exemple, l'air (au niveau de la mer P : 760 mmHg) est un mélange de :

- 20,93 % d'oxygène (O_2) ;
- 0,04 % d'anhydride carbonique (CO_2) ;
- 79,03 % d'azote (N_2),

ce qui donne une pression partielle pour l'oxygène de : $PO_2 = 760 \times 20,93\% = 159,1 \text{ mmHg}$; de PCO_2 de 0,3 mmHg et de PN_2 de 600,6 mmHg. Soit : $PO_2 + PCO_2 + PN_2 = 760 \text{ mmHg}$.

Dans les poumons nous retrouvons ces trois gaz avec en plus de la vapeur d'eau, dont la teneur est variable dans l'air ambiant mais est remarquablement constante dans le gaz alvéolaire (l'air est saturé en vapeur d'eau) et vaut : $PH_2O = 47 \text{ mmHg}$ à 37 °C. Cette pression partielle doit être retranchée de la pression atmosphérique (760 - 47 = 713 mmHg) pour le calcul des pressions partielles alvéolaires.

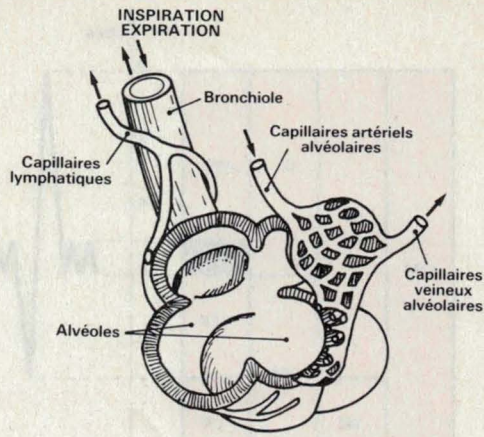


Fig. 3. - Lobule et alvéoles pulmonaires, leurs capillaires artériels, veineux et lymphatiques.

Dans les liquides (sang notamment), la présence d'oxygène et de CO_2 détermine également des pressions partielles, l'oxygène et l'anhydride carbonique sont dissous dans le sang : une très faible partie demeure dans le plasma, la majeure partie étant prise en charge par les globules rouges, en fait par l'hémoglobine.

Ce qui importe, c'est le gradient de pression qui existe entre l'air ambiant et les tissus biologiques, vis-à-vis de l'oxygène et de l'anhydride carbonique (fig. 5).

En résumé, entre l'air ambiant et la circulation pulmonaire (capillaires) existe un compartiment gazeux, l'alvéole, où le sang apporte le CO_2 et enlève l' O_2 , où l'air apporte l' O_2 et enlève le CO_2 . La composition de l'air alvéolaire représente donc une moyenne de ces échanges et les diverses valeurs sont constantes : $PAO_2 = 100 \text{ mmHg}$ et $PACO_2 = 40 \text{ mmHg}$.

7 000 litres de sang par jour

En vis-à-vis des poumons, se trouve le cœur séparé simplement par une membrane : la membrane alvéolo-capillaire. Le cœur éjecte à chaque contraction ventriculaire un volume de 70 ml de sang, environ 100 000 fois par jour, ce qui représente 7 000 litres de sang qui passe d'un côté de la membrane alvéolo-capillaire ; de l'autre côté, c'est 5,6 m³ d'air qui apporte son oxygène.

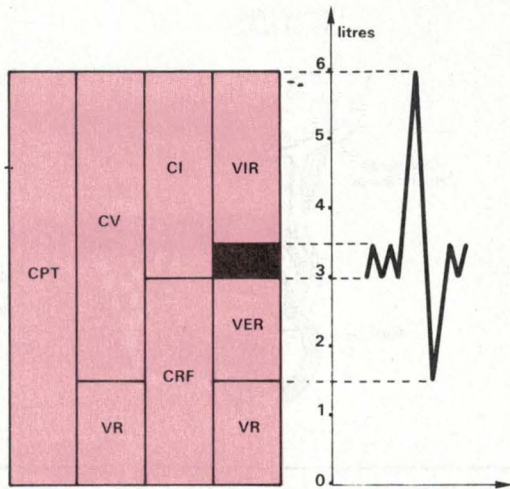
Ces chiffres sont importants et l'on pourrait penser que leur précision

est relative. En fait, l'organisme équilibre parfaitement ses entrées et ses sorties. En partant d'une ventilation alvéolaire de 4 litres/min (adulte au repos) et d'un débit sanguin pulmonaire de 5 litres/min, nous avons ce que l'on appelle un rapport ventilation/perfusion égal à $4/5 = 0,8$. Les variations de ce rapport renseignent sur la prépondérance d'un défaut, soit de la ventilation alvéolaire, soit de la circulation sanguine dans les capillaires.

Dans ce bloc cœur-poumon, les deux systèmes (cardiaque et pulmonaire) sont montés en parallèle, ils sont essentiels au maintien de l'« homéostasie » de l'organisme, que l'équation de Fick traduit parfaitement :

$$VO_2 = Q_c \cdot C(A - V)O_2$$

où la ventilation en oxygène (O_2) est égale au produit du débit cardiaque par la différence de concentration artério-veineuse en O_2 . Il est aisé de comprendre que l'oxygène est le pivot de la plupart des transformations métaboliques de l'organisme et que celles-ci sont exacerbées au cours de l'exercice musculaire. En effet, la consommation d'oxygène (et le rejet du CO_2) se produit à tous les niveaux du métabolisme, depuis les conditions basales jusqu'à un degré d'activité maximal. Si l'augmentation du métabolisme n'est pas nécessairement due à un accroissement d'activité des muscles squelettiques, cette activité, en revanche, se traduit par une augmentation de la ventilation. Les physiologistes, au cours des cent dernières années, ont apporté leur contribution sous la forme de formules, de courbes, de méthodes, de théories, sans pour autant connaître les causes de l'augmentation de la ventilation, associée à



CPT - Capacité pulmonaire totale
 CV - Capacité vitale
 CRF - Capacité résiduelle fonctionnelle
 CR - Volume résiduel
 CI - Capacité inspiratoire
 VIR - Volume inspiratoire de réserve
 VER - Volume expiratoire de réserve
 VT - Volume courant

Fig. 4. - Les volumes pulmonaires (adulte).

l'exercice musculaire (J.-H. Comroe). Toutefois, on possède actuellement suffisamment d'éléments d'appréciation pour établir une corrélation entre l'effort musculaire (W), le débit cardiaque (Q_c) et la ventilation (VE).

Le point d'anaérobie

Au cours de l'effort physique, les muscles squelettiques transforment les substances énergétiques provenant des aliments en énergie chimique. La molécule qui intervient, notamment dans le métabolisme cellulaire et la contraction musculaire, est l'acide adénosine triphosphorique : ATP. C'est la principale source d'énergie de l'organisme.

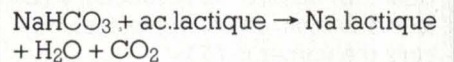
Comme nous l'avons vu, le point commun de toutes ces transformations est l'oxygène. Sa consommation augmente proportionnellement à l'effort fourni, en même temps qu'il y a rejet d'anhydride carbonique et d'eau : c'est le *métabolisme aérobie*. Son rendement est élevé, puisqu'une molécule de glucose produit 36 molécule d'ATP : l'entraînement physique améliore cette capacité à produire de l'ATP en grande quantité, donc à développer des grandes quantités d'énergie.

L'augmentation de l'apport en oxygène (VO₂) est assurée par la

ventilation (VE) et le débit cardiaque (Q_c), via la perfusion pulmonaire et la circulation périphérique. Au cours d'un effort à puissance (W) croissante, cette augmentation de VO₂ est parallèle et linéaire avec l'accroissement de Q_c et de W, jusqu'à un certain niveau de travail à partir duquel, malgré l'augmentation de la charge, la VO₂ n'augmente plus, mais reste en plateau. Ce niveau représente la consommation maximale d'O₂ (VO₂ max) ou *capacité aérobie* (fig. 6). Celle-ci, même chez le sujet normal, est dépendante du système cardio-vasculaire à délivrer l'O₂ aux tissus, comme le dé-

montre l'équation de Fick déjà vue. En effet, la ventilation et le recrutement du lit vasculaire pulmonaire peuvent augmenter beaucoup plus, pour assurer les échanges gazeux, que le débit cardiaque : la VO₂ est donc utilisée pour tester le système cardio-vasculaire.

Au cours d'un effort progressivement croissant, il arrive un moment où l'apport d'O₂ aux mitochondries musculaires devient insuffisant par rapport aux besoins : c'est le *métabolisme anaérobie* qui survient, aboutissant à la production d'acide lactique et à une faible quantité d'ATP (2 molécules d'ATP pour 1 molécule de glucose métabolisée). Le point à partir duquel l'acide lactique commence à être produit prend le nom de *point d'anaérobie*. Ce point peut être mesuré directement par le dosage des bicarbonates qui transforment l'acide lactique suivant la réaction :



Mais sa détection peut se faire de façon indirecte, car l'excès des ions H⁺ de l'acide lactique et du CO₂ provenant des bicarbonates stimulent la ventilation. Jusqu'au point d'anaérobie VO₂, VCO₂ et VE augmentent de façon linéaire et parallèle ; à partir du point d'anaérobie, VCO₂, VE et les paramètres qui en découlent (VCO₂/VO₂, VE/VO₂) augmentent de façon plus importante que VO₂, d'où la possibilité de repérage des cassures des courbes sur l'écran de l'ordinateur. Le *point d'anaérobie* est un paramètre extrêmement important, car, à la différence de la VO₂ max., il est mesurable dans l'im-

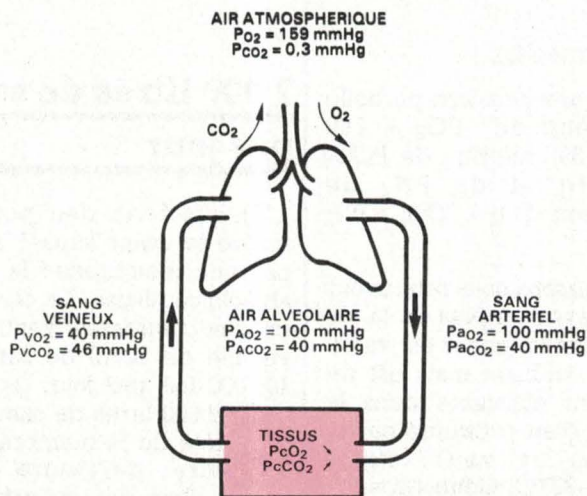


Fig. 5. - Schéma simplifié de la circulation de l'O₂ et du CO₂.

mense majorité des cas, même chez des sujets âgés ou peu entraînés, et parfaitement reproductible chez le même individu ; il peut donc être utilisé comme point de repère objectif pour juger de l'évolution de l'aptitude à l'effort en pathologie ou chez le sportif. Il se situe entre 40 et 60 % de la VO_2 max. théorique.

Intérêt du système MGC 2001

Si l'on se reporte aux différents paramètres étudiés lors de tests d'effort cardio-respiratoires, on conçoit facilement la richesse de renseignements qu'un tel examen peut apporter. Sachons cependant que, aussi bien en pathologie cardio-respiratoire qu'en médecine sportive, les tests d'effort doivent répondre à trois objectifs : a) démasquer la limitation à l'exercice, b) en individualiser la cause, c) évaluer la réponse au traitement. Pour cela, les médecins ont à leur disposition un système, mis au point par *Medical Graphics Corp.*, le *MGC 2001*, commercialisé en France par *ELA Médical*. C'est un système d'exploration fonctionnelle cardio-pulmonaire d'effort, non invasif. Il est équipé d'analyseurs d' O_2 et de CO_2 ultrarapides (réponse en moins d'une demi-seconde), il utilise des convertisseurs analogiques/numériques « intelligents » : il s'agit, en fait, d'un ensemble complexe de traitement des signaux (débits inspirés et expirés, pourcentages d' O_2 et CO_2 expirés), respiration par respiration, qui sont transmis à un ordinateur *Tektronix* qui les stocke sur un disque dur de grande capacité (10 Mo).

L'ordinateur non seulement traite les signaux en temps réel, mais présente les différents paramètres, mesurés et calculés, sur un écran couleur en cycle par cycle sous forme de courbes (reproductibles sur imprimante couleur), au choix du médecin, mais encore pilote automatiquement la charge (watts), qu'il s'agisse du cyclo-ergomètre (9-400 W) ou du tapis roulant (2,4 à 25 km/h ; 0 à 25 % de pente) (fig. 7). Le médecin peut choisir le protocole parmi ceux proposés par l'appareil, ou bien établir le sien. ECG, oxymètre pour contrôle permanent de la saturation en O_2 et pression artérielle à lecture automatique sont également connectés à l'ordinateur, qui pourra restituer les profils cor-

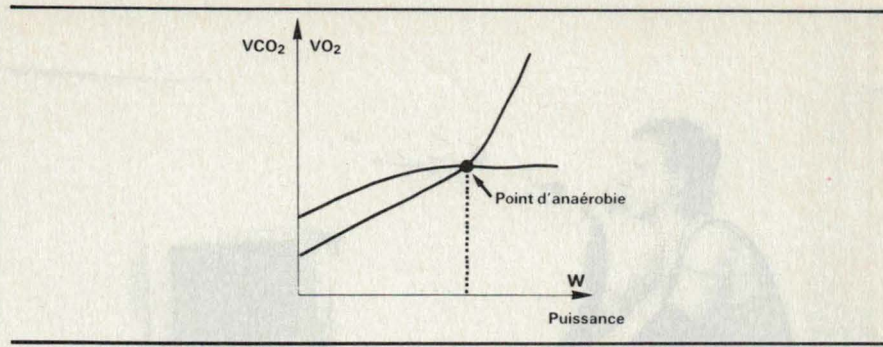


Fig. 6. - Consommation d' O_2 et rejet de CO_2 au cours de l'effort (W) et mise en évidence du point d'anaérobie.

respondants, soit sous forme chiffrée, soit sous forme de graphiques. La figure 8 montre le schéma synoptique de cet ensemble. On dispose de 35 paramètres, certains mesurés, d'autres calculés. Ceux-ci peuvent être utilisés soit sous forme chiffrée, soit sous forme de courbes : quatre paramètres en ordonnée pour un en abscisse, le nombre de combinaisons possibles étant illimité.

Comme le soulignent les Drs *Vai, Darwiche et Pioget* de la clinique d'Alleray, au cours d'un effort à puissance croissante, le signe le plus fréquent est la survenue d'une dyspnée (gêne respiratoire). D'apparition plus précoce que la dyspnée de repos, dans l'évolution d'une affection cardio-respiratoire chronique, cette dyspnée peut être purement subjective, ou bien être liée à une anomalie organique. Nous n'insisterons pas sur le rôle éventuel de dépistage précoce de la dyspnée d'effort, mais il paraît souhaitable de s'attarder sur l'origine cardiaque, respiratoire, musculaire ou psychique de celle-ci.

Chez les cardiaques (cardiopathies ischémiques, valvulopathies, myocardiopathies), le diagnostic est parfois évident : sous-décalage du segment S-T, troubles du rythme, anomalies tensionnelles. En dehors de ces anomalies, l'analyse des gaz respiratoires prend toute son importance : la VO_2 max est abaissée ainsi que le point d'anaérobie par diminution du débit cardiaque. Celui-ci est bas par déficit de contractilité du ventricule gauche ; la fréquence cardiaque (FC), essayant de compenser, augmente rapidement, jusqu'à atteindre la fréquence maximale tolérée (FMT), d'où diminution de l' O_2 /pulsation (VO_2/FC), qui est donc étroitement lié au volume d'éjection systolique. Ce déficit de contractilité peut d'ailleurs ne se démasquer qu'à des niveaux élevés d'exercice, d'où le grand intérêt de

la mesure du débit cardiaque à l'effort maximal. Il existe donc une *limitation cardiaque* lorsque la fréquence cardiaque du sujet est égale à la FMT, alors que VE max est encore loin d'être atteinte, traduisant une *bonne réserve respiratoire*. En fonction du niveau de VO_2 max et du point d'anaérobie atteints, on peut utiliser la classification de *Weber*, qui classe les insuffisants cardiaques par ordre de gravité croissante.

Chez les pulmonaires, les résultats sont inversés : la fréquence cardiaque à l'exercice maximal est loin de la FMT (bonne réserve cardiaque) alors que VE atteint ou approche MVV (ventilation volontaire maximale), équivalent de la FMT chez les cardiaques. Cette limitation ventilatoire s'accompagne d'un index de dyspnée élevé ($VE \text{ max}/MVV$) et peut s'associer à des troubles des échanges gazeux : désaturation artérielle, VD/VT restant toujours élevé. Contrairement à ce que l'on observe chez les cardiaques, VO_2 max est plus élevée et le point d'anaérobie peut être normal ou abaissé, selon la gravité de l'affection. Le débit cardiaque et l' O_2 /pulsation sont généralement normaux. Les « restrictifs » sont facilement identifiables, en raison du profil ventilatoire particulier à l'effort : VE augmente peu et cette augmentation se fait essentiellement par accélération importante de la fréquence respiratoire avec des volumes courants (VT) faibles, d'où augmentation de la ventilation de l'espace mort et désaturation artérielle, alors que les « obstructifs », en dehors des cas sévères, ont tendance à corriger l'hypoxémie de repos par une meilleure adéquation du rapport ventilation/perfusion.

L'épuisement musculaire, chez des sujets dyspnéiques sans support organique à la dyspnée, se traduit par une accumulation d'acide lacti-

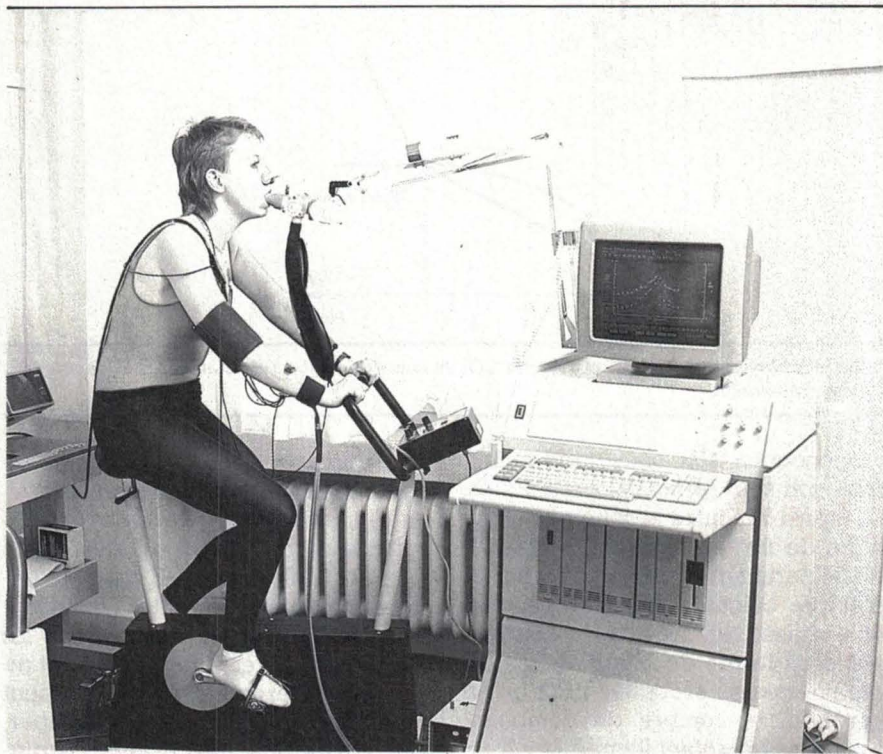


Fig. 7. - Test d'effort sur tapis roulant couplé à un système MGC 2001 pour l'enregistrement et l'affichage des données cardio-respiratoires (doc. ELA Médical).

lisme aérobie. Ceci est valable aussi bien pour le choix du traitement pharmacologique (anti-arythmiques, anti-angineux, vasodilatateurs, bêta-bloquants, inhibiteurs calciques, antihypertenseurs, bronchodilatateurs, corticoïdes, etc.) que pour apprécier la puissance maximale aérobie après chirurgie cardiaque (remplacement valvulaire, pontages coronaires transluminaires, greffes cardiaques) ou pulmonaire (lobectomies, pneumonectomies).

Les programmes de rééducation, qu'il s'agisse d'infarctus du myocarde, de coronariens ou d'insuffisants respiratoires, paraissent devoir relever tout particulièrement des tests d'effort. En effet, après mesure de la VO_2 max et du point d'anaérobie, l'entraînement devrait se baser, pour les cardiaques, sur la fréquence cardiaque mesurée ou le point d'anaérobie diminué de 10 %, ou, pour les insuffisants respiratoires, sur la VE, toujours mesurée au point d'anaérobie. L'augmentation régulière du point d'anaérobie lors

que dans les muscles et le sang : l'acidose métabolique qui en résulte s'accompagne d'une VO_2 max abaissée mais d'un point d'anaérobie normal, avec des réserves cardio-respiratoires encore importantes au moment de l'arrêt de l'exercice et en dehors de toute désaturation artérielle. Cette situation se retrouve dans les dyspnées « psychiques » ; tous les paramètres étudiés évoluent selon un profil physiologique au cours de l'effort : il s'agit de l'essoufflement « normal » que chacun de nous connaît et qui est ressenti ici comme une sensation pénible mais sans caractère pathologique.

La mesure de l'efficacité

Détecter un défaut, dans la santé d'un individu, c'est une première approche qui doit être suivie d'un traitement médicamenteux, rééducatif ou chirurgical. Encore faut-il ensuite objectiver les résultats de ce traitement.

Toute augmentation du point d'anaérobie ou de la VO_2 max traduit en effet une amélioration des performances à l'effort par augmentation de la production, du transport ou de l'utilisation de l' O_2 : nous avons vu précédemment la différence de rendement du métabo-

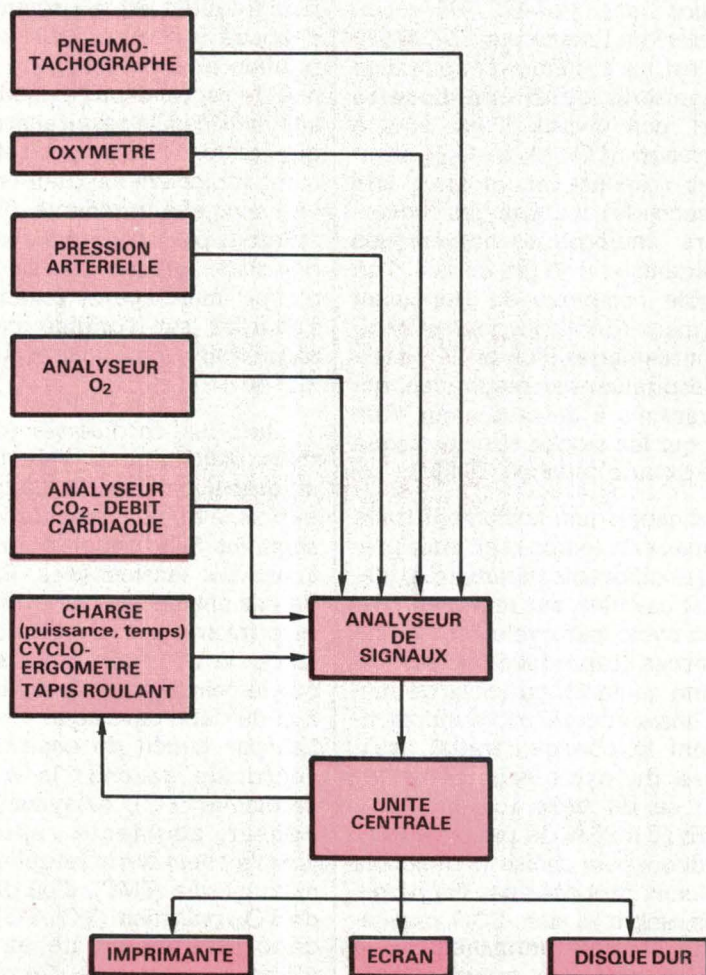


Fig. 8. - Schéma synoptique du MGC 2001.

des contrôles successifs servira de nouveau point de repère pour les séances suivantes, jusqu'à l'obtention d'un « plateau » optimal. La non-amélioration permet, en revanche, de détecter les malades à risques.

Une application thérapeutique encore peu connue, mais qui connaîtra sans doute une large diffusion dans les années à venir, est l'emploi des tests d'effort cardio-respiratoire dans les choix du meilleur mode possible de programmation des stimulateurs cardiaques, comme cela est fait depuis quelques mois déjà au Centre de cardiostimulation de la clinique d'Alleray,

Les comparaisons des aptitudes aérobies entre les patients équipés de stimulateurs classiques de type VVI ou des différents types de stimulateurs physiologiques sont largement en faveur de ces derniers, moyennant des réglages précis des différents paramètres au cours de l'effort.

Enfin, en médecine sportive, il est

important que les sportifs amateurs ou professionnels soient soumis à un contrôle complet du système cardio-vasculaire et respiratoire, sur un ergomètre approprié. La mesure de la puissance maximale aérobie (VOE max) et surtout du point d'anaérobie conditionne la réussite dans les épreuves de longue durée (endurance) et présente une grande importance dans la conduite de l'entraînement. Plus le point d'anaérobie sera élevé, plus grande sera la performance. Mais l'autre aspect, peut être encore plus important chez le sportif amateur de 40-50 ans, est celui du contrôle de différents paramètres cardio-vasculaires, responsables chaque année de nombreux décès au cours d'épreuves sportives entre amateurs. L'ECCG, le rythme et la fréquence cardiaque, le profil tensionnel continu, systolique et diastolique, ainsi que le double produit (qui traduit la consommation en O₂ du myocarde) et l'O₂/pulsation semblent des paramètres essentiels pour vérifier l'aptitude sportive des non-professionnels ; leurs réserves

cardiaques, leur capacité respiratoire, permettent ainsi d'éviter des morts inutiles.

J. Trémolières

Bibliographie

G. Duboucher - Physique cardio-vasculaire, 1974, Masson Edit., Paris.

J. Trémolières - Biologie générale, Tome I, 1972, Dunod Edit., Paris.

J. H. Comroe - Physiologie de la respiration, 1972, Masson Edit. Paris.

Adresses utiles

● ELA Médical, 98, rue Maurice-Arnoux, 92120 Montrouge, tél. : (1) 46.57.11.51.

● Clinique d'Alleray - Centre d'Exploration Cardio-Respiratoire. Dr Vai, Dr Darwiche, Dr Pioget, 2, rue Brancion, 75015 Paris. Tél. : (1) 45.32.84.34.

EMI / RFI ?

CONNECTEURS FILTRES SOURIAU

LM CREATION 85

La protection des équipements contre les interférences électromagnétiques et la conformité aux réglementations FCC, VDE, MIL-STD 461 A/B sont des problèmes de l'électronique d'aujourd'hui.

Conçue pour répondre à ces exigences la gamme de connecteurs filtres Souriau apporte une solution avantageuse :

- efficacité de filtrage
- volume et poids réduits
- simplicité de mise en œuvre



Dérivés des normes internationales, ces connecteurs filtres sont intermariables et interchangeables avec les connecteurs circulaires (MIL-C-26482, MIL-C-38999) et rectangulaires (MIL-C-24308).

SOURIAU

Département connecteurs filtres

3, av. du MI-Devaux - 91550 Paray-Vieille-Poste
Tél. : (1) 46.87.23.23 - Téléc. : 270 767 - Fax. : 45.60.58.69

PARIS 16-20 NOVEMBRE 1987
PARC DES EXPOSITIONS PARIS-NORD

VENEZ DÉCOUVRIR
LA
MATIÈRE PREMIÈRE
DES ANNÉES 90
AU SALON
INTERNATIONAL
DES COMPOSANTS
ÉLECTRONIQUES.

DÈS MAINTENANT VOUS SOUHAITEZ SAVOIR
QUI VOUS RENCONTRERAZ AU SALON DES COMPOSANTS.

RIEN DE PLUS FACILE, CONSULTEZ NOTRE PRÉ-CATALOGUE
OU FIGURENT DÉJÀ PLUS DE 1 200 EXPOSANTS.

IL VOUS SERA ENVOYÉ GRACIEUSEMENT
SUR SIMPLE DEMANDE DE VOTRE PART.



SALON INTERNATIONAL
COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES 87
C O M P O N I C

ORGANISATION S.D.S.A. - 20, RUE HAMELIN - F 75116 PARIS - TÉL. (33-1) 45.05.13.17

VEUILLEZ ME FAIRE PARVENIR

- DÉPLIANT DU SALON
 PRÉ-CATALOGUE
 PROGRAMMES COLLOQUES
ET TABLES RONDES

M. _____

SOCIÉTÉ _____

ADRESSE _____

SERVICE-ANNONCEURS N° 19

PAGE 0 - ELECTRONIQUE APPLICATIONS N° 56

Ayez entre vos mains le contrôle de la qualité SOLDERMATIC fer thermorégulé

Du contrôle de la température dépend la qualité de vos soudures.

JBC met dans votre main le fer thermorégulé SOLDERMATIC.

Le contrôle permanent de la température permet la réalisation de soudures de haute qualité.

Avec le SOLDERMATIC de JBC, maîtrisez la perfection de vos travaux!

L'appareil dispose d'un système de

contrôle électronique incorporé très efficace.

Sa très grande capacité calorifique lui permet d'atteindre, en quelques secondes, la température convenable avec une précision absolue jusqu'aux connexions de masse.

Branchement direct au réseau de 220 V, sans boîtier de contrôle et sans transformateur.

Poids du fer sans câble: 70 g.



JBC

Le Choix Professionnel

SERVICE-ANNONCEURS N° 20



Applications

Alarme antivol par voie ultrasonore

Après l'étude des transducteurs ultrasonores et de leurs applications (*Electronique Applications* n^{os} 53 et 54) et la description d'un circuit de télécommande (n^o 55 de notre revue), voici maintenant la présentation d'une cellule de détection et d'alarme antivol.

Celle-ci est plus spécialement destinée à équiper une automobile.

Fonctions à assurer

Le montage doit permettre la détection d'un mouvement dans une enceinte fermée (de quelques mètres cubes), typiquement une automobile. Le montage est alimenté sous 12 V continus. Il est activé par sa mise sous tension. Aussitôt après cette mise sous tension, l'utilisateur dispose d'une durée T_1 pour quitter l'enceinte.

Au bout du temps T_1 , le montage passe en position « veille », ce que

matérialise l'éclairement d'une LED, L_2 .

Dans cette position, tout mouvement dans l'enceinte est enregistré et provoque, de nouveau au bout d'un intervalle de temps T_1 égal à T_1 , l'alimentation d'un contacteur électromécanique (extérieur au montage) pendant une durée T_2 .

L'intervalle de temps T_1 correspond à la durée nécessaire à l'utilisateur pour désactiver le montage, lors de son retour.

La carte électronique et l'interrupteur de mise sous tension doivent être dans des parties dissimulées. La LED L_2 et les transducteurs ultrasonores utilisés peuvent être visibles, leur arrachement n'empêchant pas le déclenchement de l'alarme.

Un potentiomètre P permet un réglage de sensibilité.

Deux LED de contrôle L_1 et L_3 permettent, dans les phases d'essais, de visualiser chaque détection de mouvement (L_1) et l'alimentation du contacteur (L_3).

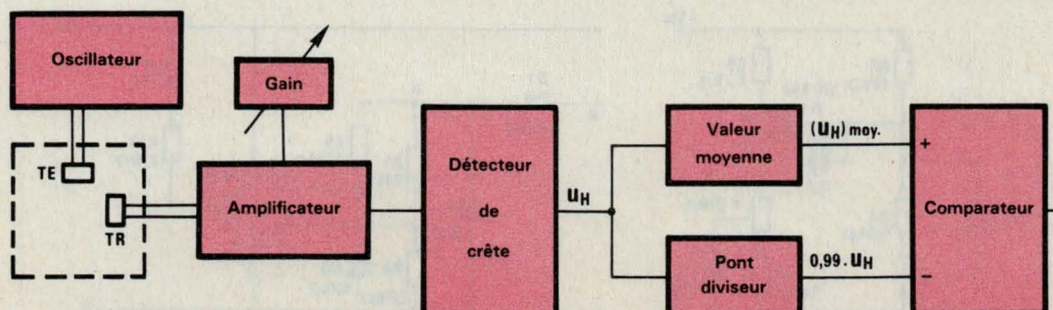


Fig. 1

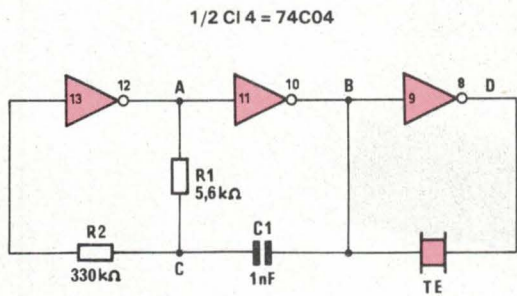


Fig. 2

Synoptique de la détection (fig. 1)

Un transducteur ultrasonore 40 kHz émetteur (TE) est alimenté de façon permanente par un signal alternatif issu d'un oscillateur. Une fraction de la puissance émise est captée par le transducteur récepteur, TR. Le signal électrique correspondant est amplifié (environ 100 fois), puis est appliqué à un détecteur de crête qui délivre une tension continue U_H égale à l'amplitude du signal amplifié.

Un montage RC, de forte constante de temps devant la période ($25 \mu s$) du signal, permet d'élaborer une tension continue légèrement inférieure à cette amplitude (ex : 0,99).

En l'absence de perturbation, on reçoit bien entendu une amplitude constante :

$$(U_H)_{moy} = U_H > 0,99 U_H$$

Tout mouvement dans l'enceinte se traduit par une variation de l'amplitude U_H , et la sortie du comparateur passe à l'état bas une ou plusieurs fois au cours du mouvement. Ce passage à l'état bas est exploité par la partie logique du montage.

Emetteur (fig. 2)

On utilise un oscillateur à inverseurs C-MOS, dont la période vaut : $T = 2,2 R_1 C_1$.

Le transducteur est branché entre la sortie et l'entrée d'un troisième inverseur. Ce montage permet d'avoir alternativement $U_{BD} = +V_{CC}$ et $U_{BD} = -V_{CC}$ selon l'état de B.

On gagne donc en amplitude crête-à-crête transmise à TE : $2V_{CC}$, au lieu de V_{CC} pour un branchement classique de TE entre une sortie et la masse, et on évite également ainsi d'appliquer au transducteur une préjudiciable composante continue.

Compte tenu de son caractère résonnant, le transducteur tend à imposer sa fréquence propre au montage et dégrade les niveaux de sortie des inverseurs.

Amplificateur (fig. 3)

On utilise un montage émetteur commun, avec résistance d'émetteur partiellement découplée pour le réglage de l'amplification. A cette fréquence, et en alimentation monoton-tension, ce montage traditionnel est le seul susceptible de convenir.

Le transducteur récepteur TR est pour nous équivalent à un générateur petits signaux 40 kHz, en série avec un condensateur, ce qui permet de le brancher directement entre la base T et la masse, sans perturber la polarisation du montage, et rend inutile l'emploi d'un condensateur de liaison.

La résistance R_4 n'est pas implantée sur le circuit imprimé, mais soudée directement aux bornes de TR.

En effet, ces transducteurs récepteurs présentent une très forte impédance de sortie. Une façon de diminuer les parasites de mode différentiel, superposés au faible signal reçu, est de charger le récepteur. La liaison du transducteur à la carte se fera par paire torsadée ou ligne coaxiale.

Par ailleurs, C_2 sert à diminuer l'influence des parasites HF.

Détection (fig. 4)

La fonction « détecteur de crête » est assurée par D_1 et C_4 . C_4 peut se décharger à travers l'ensemble $R_7 + R_8$. Pour ne pas perturber le montage amplificateur précédent, il faut $(R_7 + R_8) \gg R_5$. L'ensemble (R_9, C_5) permet d'obtenir la valeur moyenne de U_H .

On remarquera que, à la chute de tension de D_1 près, U_H représente en fait la valeur de crête du signal

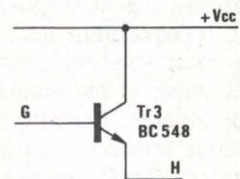


Fig. 5

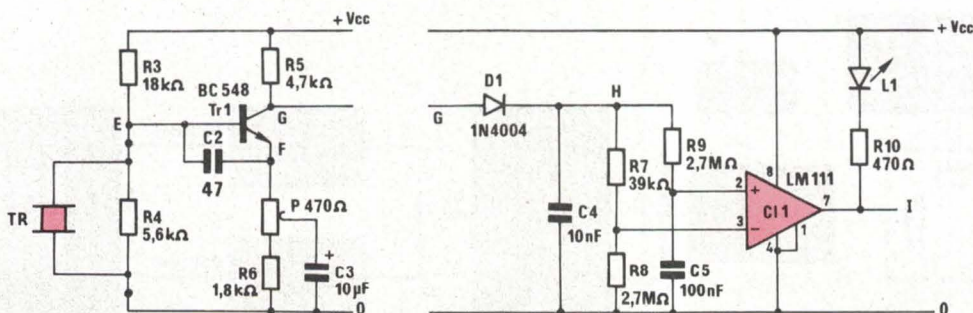


Fig. 3 (à gauche) et 4 (à droite)

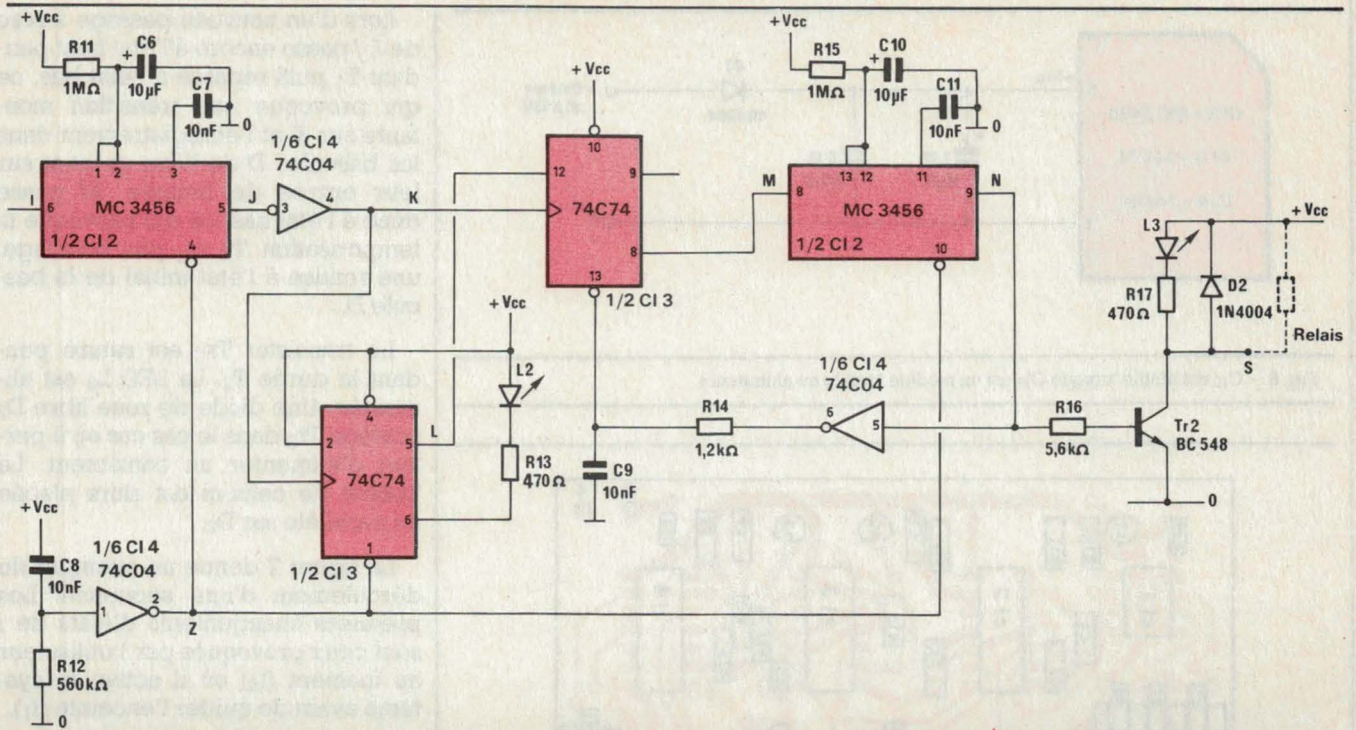


Fig. 6

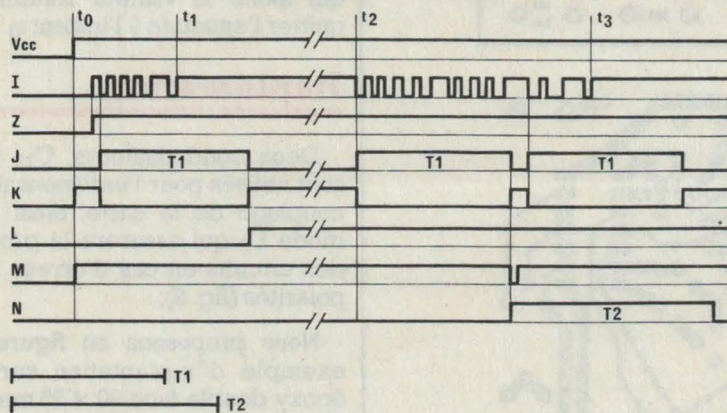


Fig. 7

amplifié, plus la composante continue du potentiel de collecteur de T, qu'il n'est pas ici nécessaire d'éliminer.

La très forte valeur des résistances R_7 , R_8 , R_9 utilisées interdit de pouvoir correctement visualiser les signaux d'entrée du comparateur à l'oscilloscope sans perturber ceux-ci, et nécessite de plus une implantation soignée de cet ensemble pour éviter une sensibilité au rayonnement électromagnétique.

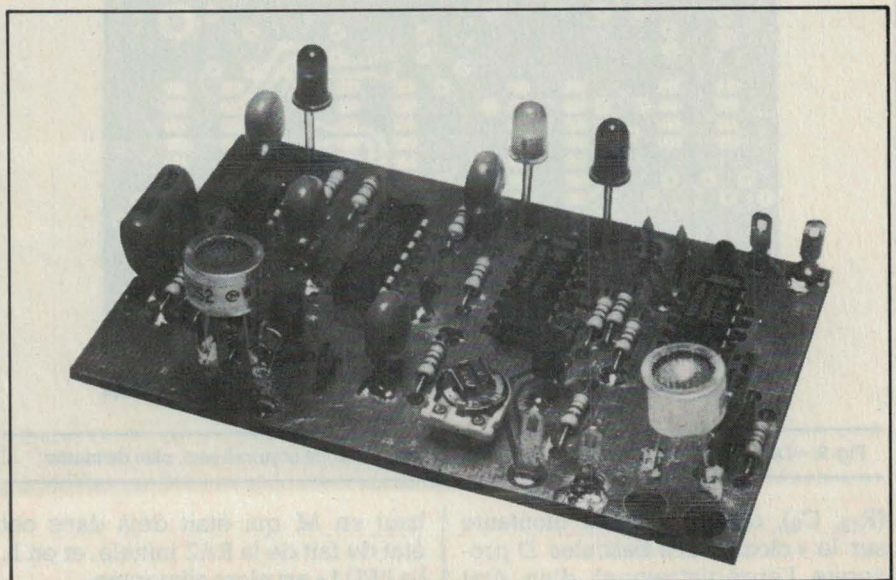
La valeur de R_7 indiquée sera éventuellement augmentée si le condensateur C_5 présente une faible résistance de fuite.

On peut éventuellement remplacer D_1 par la jonction BE d'un transistor Tr_3 monté en collecteur com-

mun (fig. 5), ce qui permet de diviser par exemple par 100 les valeurs de R_7 , R_8 , R_9 ... à condition de multiplier d'autant celles de C_4 , C_5 .

Temporisations et logique (fig. 6)

Lors d'un premier passage à zéro de la sortie I du comparateur, le monostable T_1 s'enclenche. La temporisation T_1 est réglée par le choix de R_{11} et C_6 . Au bout du temps T_1 , J repasse à l'état bas, donc K est à l'état haut. La sortie L ayant été mise à zéro par RAZ à la mise sous tension



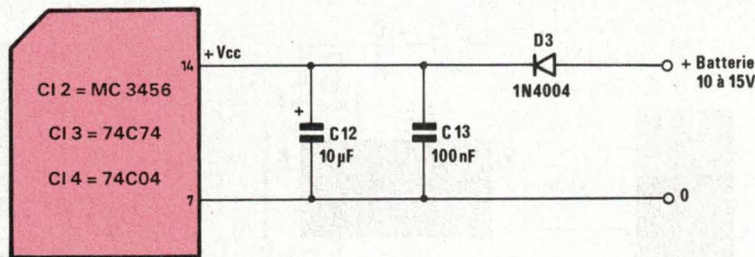


Fig. 8. - C₁₃ est inutile lorsque C₁₂ est un modèle tantale ou aluminium.

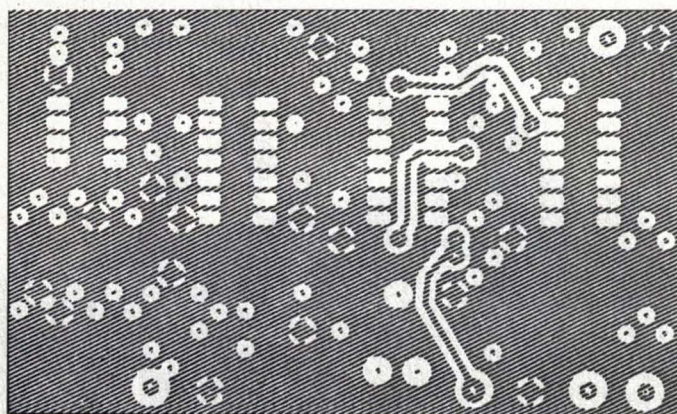
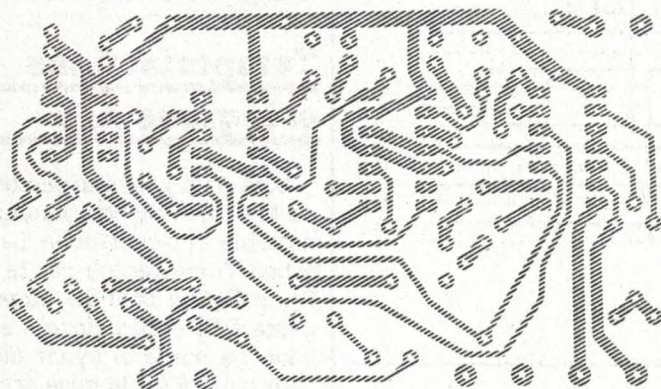
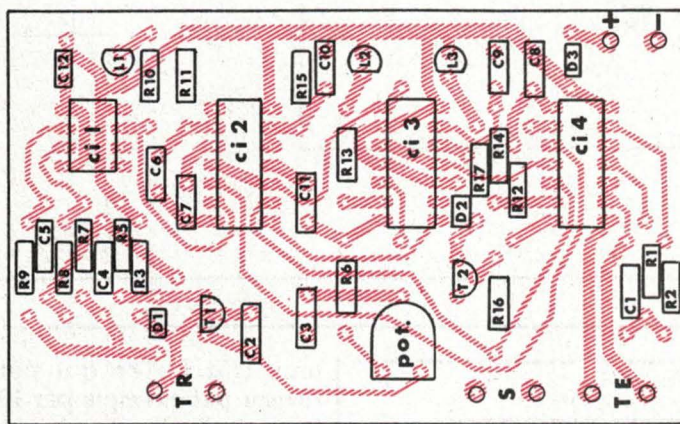


Fig. 9. - De haut en bas : circuit imprimé et implantation, circuit imprimé seul, plan de masse.

(R₁₂, C₈), cette transition montante sur le « clock » des bascules D provoque l'enregistrement d'un état

haut en M, qui était déjà dans cet état du fait de la RAZ initiale, et en L. La LED L₂ est alors alimentée.

Lors d'un nouveau passage à zéro de I, J passe encore à l'état haut pendant T₁ puis repasse à l'état bas, ce qui provoque une transition montante sur K et l'enregistrement dans les bascules D de l'état présent sur leur entrée de donnée. M passe donc à l'état bas, ce qui provoque la temporisation T₂ et, par bouclage, une remise à l'état initial de la bascule D.

Le transistor Tr₂ est saturé pendant la durée T₂. La LED L₃ est alimentée. Une diode de roue libre D₂ protège Tr₂ dans le cas cas où il permet d'alimenter un contacteur. La bobine de celui-ci est alors placée en parallèle sur D₂.

La figure 7 donne un exemple du déroulement d'une séquence. Les premiers changements d'états de I sont ceux provoqués par l'utilisateur au moment (t₀) où il active le système avant de quitter l'enceinte (t₁).

A l'instant t₂, quelqu'un pénètre dans l'enceinte. Il y a déclenchement de l'alarme au bout de T₁, ce qui incite le visiteur frauduleux à quitter l'enceinte à l'instant t₃.

Implantation

Deux condensateurs, C₁₂ et C₁₃, sont utilisés pour l'indispensable découplage de la carte, ainsi qu'une diode D₃ qui assurera la protection des circuits en cas d'erreur sur les polarités (fig. 8).

Nous proposons en figure 9 un exemple d'implantation sur carte époxy double face 90 × 55 mm, avec plan de masse quasi continu côté composants.

Précaution importante : le transducteur émetteur n'a aucune de ses électrodes reliées à la masse. Or l'une d'elles est reliée au boîtier métallique du composant. Il faut donc veiller à ce que ce boîtier ne risque pas d'entrer en contact avec la masse, ce qui se traduirait par la mise en court-circuit (... et hors d'usage) de la sortie d'un des inverseurs.

Bien entendu, les deux transducteurs devront être fixés de façon rigide aux parois de l'enceinte de façon à être solidaires d'un éventuel déplacement de celle-ci : un choc sur une voiture à l'arrêt ne doit pas déclencher avertisseurs et sirènes...

B. Gréchant
Professeur à l'I.U.T. d'Annecy
Université de Savoie

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

BK PRECISION



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

BME

BLANC MEGA ELECTRONIQUE
FONTGOMBAULT ZI - 36220 Tournon-Saint-Martin
Tél. 54 37 09 80 - Télex 750446

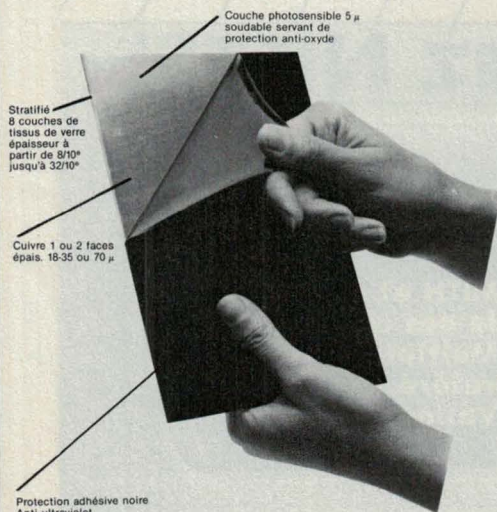
Recherche
Technico-commerciaux.
Ecrire

SERVICE-ANNONCEURS N° 3

VOILA POURQUOI LES MEILLEURS CHOISSENT C.I.F, LE N° 1 DU CIRCUIT IMPRIME !

PLAQUES PHOTOSENSIBLES HAUTE RESISTANCE NOUVELLE FORMULATION ANTI-MICROCOUPURE

Normes Vo. Qualité militaire
Formats standards ou
découpes à la demande
EPOXY FR4 ou BAKELITE 3XP
Garantie de stockage 5 ans.



ALUMINIUM PHOTOSENSIBLE COPYPHOT

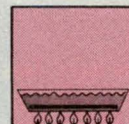
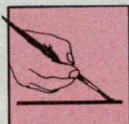
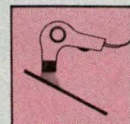
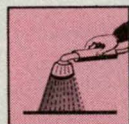
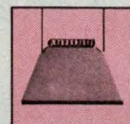
de 0,5 à 3 mm d'épaisseur
À COLORIER JUSQU'À 14 COULEURS
TENUE GARANTIE «EXTÉRIEUR»

Procédé simple et facile pour réaliser
cadrons, plaques de firmes, signalisation,
plaques synoptiques, marquage,
représentation graphique.

COPYPHOT
De l'exemplaire unique aux petites séries
POROSEAL

Pour les quantités plus importantes

MODE D'EMPLOI



**DONNEZ DES
COULEURS À
VOS FAÇADES**

NOUVEAU

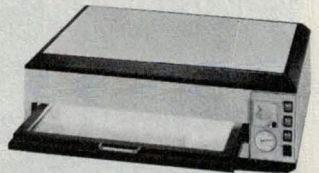
FABRICATION CIF

40 machines et tous les supports
photosensibles pour circuits
imprimés et notamment...

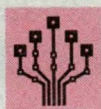
CHASSIS D'INSOLATION



Simple face
à vide, 400 × 500/500 × 600 × 800 mm



Double face à vide
300 × 400/400 × 500 × 600 mm



C.I.F.
CIRCUIT IMPRIMÉ FRANÇAIS
900 PRODUITS - 40 MACHINES

10, rue Anatole-France - 94230 CACHAN TEL. : 16 (1) 45.47.48.00 - Telex 631446 F

Demandez le catalogue C.I.F., envoi contre 7,50 F en timbres.

NOM

Adresse

SERVICE-ANNONCEURS N° 4

CELDIS

Division de Lex Electronics

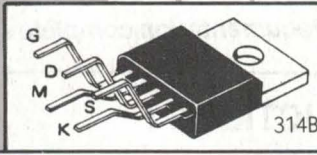
MARQUE DES POINTS...
AVEC  **MOTOROLA**
2^e FABRICANT DE MOSFETs

- TMOS - MOSFETs de puissance

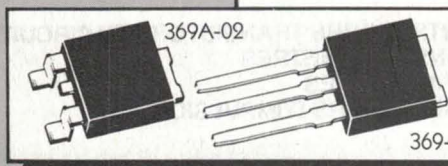
canal P : 50 à 500 V - 2 à 20 A
 canal N : 50 à 1000 V - 1 à 60 A
 existent en boîtiers TO220AB - TO3 plastique - TO3 métal



- MOSFETs petits signaux
 boîtier DIP 4 broches compatibles
 TTL et CMOS



- TMOS SENSE FETs
 nouveau boîtier 5 broches TO220
 de 60 à 450 V
 $R_{DS(on)}$ de 0,05 à 4 Ω
 de 2 à 25 A



TMOS DPAK
 boîtier 369A-02 pour le montage en surface
 boîtier 369-02 pour l'insertion automatique
 • 50 à 200 V
 • 4 à 10 A
 • $R_{DS(on)}$ de 0,1 à 0,7 Ω

**Documentation
 disponible**

CELDIS
 Division de Lex Electronics

4 à 8, allée de la Vierge - SILIC 580 - 94653 Rungis Cedex
Tél. (1) 45.60.58.00 - Téléc : 200 485 - Télécopie (1) 45.60.05.46
 TOULOUSE : Centreda - Av. Didier-Daurat - 31700 Blagnac - Tél. : 61.71.11.22 - Téléc : 532 103
 LYON : 67, rue Bataille - 69008 Lyon - Tél. : 78.76.32.38 - Téléc : 375 446

EB brépub 1297

SERVICE-ANNONCEURS N° 5

LE MINITEL DES FUTÉS DE L'ÉLECTRONIQUE ET DE LA MICRO-INFORMATIQUE



COMPOSEZ 36 15

TAPEZ NKTEL

Pour tout comprendre sur les TBA, SN, TRIGGER de SMITH et autres 7400...
Pour ne plus rechercher vos formules, votre code des couleurs...
Pour tout découvrir sur le dernier dBase, Multiplan...
Pour tout savoir sur votre revendeur préféré...
Pour dialoguer en direct sur Silicone Valley.

CONSULTEZ NOS : Petites annonces, messageries, bases de données,
 cours d'électronique, annuaires professionnels...

SERVICE-ANNONCEURS N° 6



*Micro
informatique*

Conception d'un système d'évaluation pour microprocesseur en tranches

Traitement d'images, traitement en temps réel de signaux complexes, opérations sur périphériques rapides : les microprocesseurs « classiques » monolithiques souffrent dans certains cas de limitations qui ne permettent pas, lors de la conception d'un système spécifique, d'atteindre les critères de vitesse ou de flexibilité requis par l'application.

Une solution élégante a consisté à dissocier les fonctions de base du microprocesseur – c'est le microprocesseur « en tranches » –, ce qui rend accessibles à l'utilisateur certains paramètres qui deviennent alors plus faciles à maîtriser.

Sur un plan pédagogique, le fonctionnement d'un microprocesseur « classique » relève d'un domaine peu complexe, très abordable grâce aux outils de développement didactiques existants. En revanche, les outils permettant d'évaluer une architecture en tranches sont rares ou peu souples.

Afin de mettre en évidence son fonctionnement interne, un système d'évaluation a été conçu et réalisé au Laboratoire de recherches de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Electronique et de ses Applications (E.N.S.E.A.). ; il s'insère dans le cadre de l'enseignement de l'architecture des microprocesseurs en tranches, et permet de concrétiser, par des travaux dirigés, l'étude de la structure d'une machine microprogrammable.

C'est ce dont il sera question dans l'étude qu'on va lire.

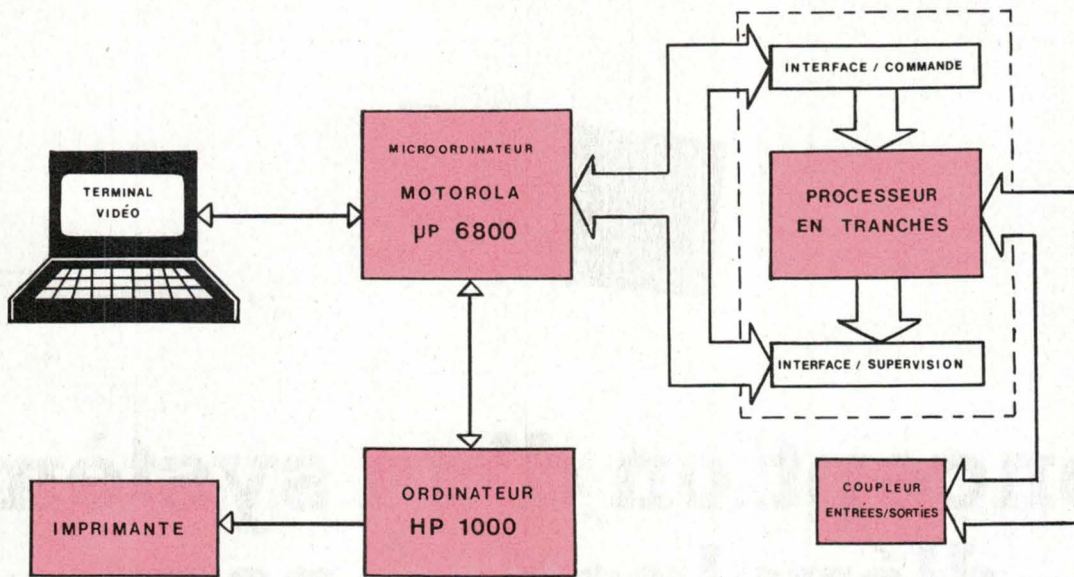


Fig. 1

Introduction : orientation des microprocesseurs

L'industrie électronique connaît depuis quelques années un essor très important grâce à l'utilisation des microprocesseurs qui apportent, par l'intégration de fonctions complexes, un large éventail de possibilités.

Ces microprocesseurs dit « classiques » intègrent, le plus souvent en un seul boîtier, une logique programmable qui, dans sa conception originelle, a été prévue pour fabriquer des unités centrales de calculateurs.

En fait, parallèlement à cette utilisation de base, l'intégration a permis au microprocesseur de se substituer à des ensembles électroniques de structure analogique ou de logique câblée.

Il est maintenant possible de développer des systèmes très sophistiqués pour un encombrement et une consommation énergétique faibles.

Cependant, certaines limites des microprocesseurs monolithiques sont vite apparues. Ceux-ci présentent des inconvénients lorsqu'on aborde des domaines particuliers, leurs architectures sont figées et leurs vitesses de traitement sont trop lentes.

En effet, la densité d'intégration a imposé la technologie MOS pour évi-

ter une dissipation énergétique trop importante au niveau du substrat, limitant de ce fait la fréquence maximale d'utilisation à quelques mégahertz.

La notion de rentabilité, impliquant une commercialisation de grande diffusion, a obligé les constructeurs à concevoir des microprocesseurs à structure « figée » avec une famille de « circuits satellites » permettant de concevoir divers systèmes.

On retrouve dans la structure interne des microprocesseurs classiques des fonctions plus ou moins similaires permettant de réaliser des traitements sur des mots dont la longueur varie selon les modèles (8, 16 et 32 bits pour les plus performants).

Ces fonctions sont définitivement fixées par un jeu d'instructions établi lors de la conception ; à chaque instruction interprétée correspond le déroulement d'une ou plusieurs séquences internes, microprogrammées en mémoire morte, inaccessibles à l'utilisateur.

Ces architectures sont surtout définies pour des usages généraux, rejetant ainsi toute spécificité. Dans certains cas, ils rendent la conception d'un produit impossible du fait d'une structure trop générale se traduisant par un temps de traitement non optimisé.

Il s'est donc avéré nécessaire, pour certaines applications réclamant un microprocesseur présentant une architecture spécifique au

système à créer et ayant de plus un temps de cycle très court, d'envisager une autre philosophie de conception de ce composant.

Par exemple, un traitement particulier peut nécessiter un ensemble de calculs sur des mots de 64 bits ou plus : l'emploi d'un microprocesseur classique demandera plusieurs cycles pour exécuter cette opération, il en résulte donc une perte de temps. Supposons que le traitement consiste à répéter ces calculs de manière itérative dans un délai très court, l'opération deviendra impossible à réaliser si le temps d'exécution imposé par le microprocesseur est supérieur au temps imparti.

Pour ce type de traitement, l'aspect monolithique est abandonné, une alternative consiste à « découper » le microprocesseur classique en éléments fonctionnels (séquencement, registres, multiplexeurs, unité arithmétique et logique, etc.), qui sont eux-mêmes « éclatés » en tranches de n bits.

Ces fonctions éclatées sont réalisées en technologie à structure bipolaire, d'intégration moins poussée (ECL, Schottky, etc.), laquelle, au détriment d'une consommation plus élevée, accepte des temps de commutation plus courts.

Les microprocesseurs en tranches apportent des avantages considérables ; certains paramètres sont alors accessibles à l'utilisateur :

- conception d'une architecture modelée en fonction d'un besoin précis ;

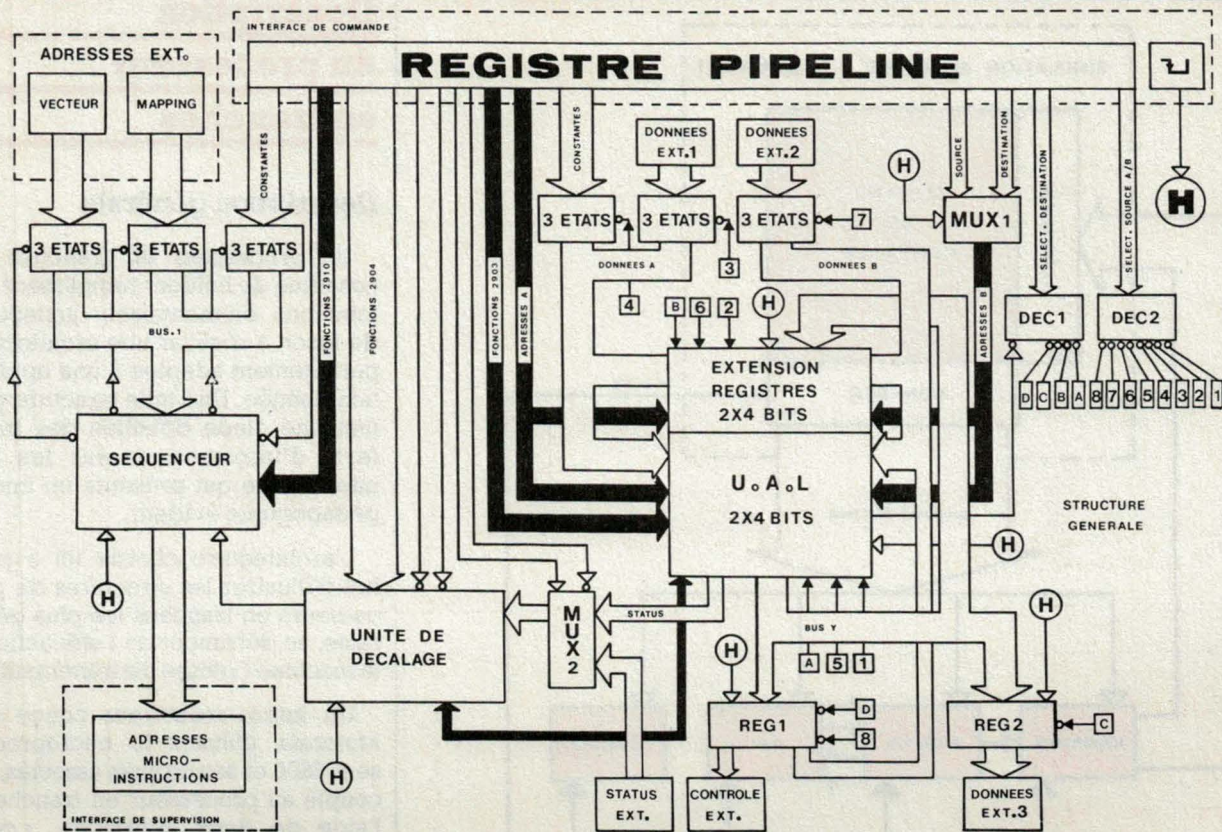


Fig. 2

- microprogrammation de l'unité centrale ;
- établissement d'un jeu d'instructions spécifiques ;
- optimisation de la longueur des mots à traiter.

Il en résulte que les microprocesseurs en tranches trouvent leur place dans les différents domaines qui doivent en premier lieu effectuer rapidement des analyses et des calculs complexes, tels que le traitement des images, le traitement du signal en temps réel, ou le traitement d'informations sur des périphériques rapides.

Naturellement, la réalisation de systèmes aussi spécialisés implique une bonne connaissance du fonctionnement de chaque opérateur logique constituant l'architecture à étudier.

Les transferts d'informations au sein même de cette architecture y sont nombreux et complexes ; ainsi, sur plusieurs bus de données peuvent transiter simultanément des informations en direction d'opérateurs, ceux-ci étant microprogrammés par des instructions circulant sur des bus de fonctions. Des bus

d'adresses sont activés parallèlement ou en séquence, soit pour fournir les données, soit mémoriser les résultats.

Du point de vue pratique, pour mettre en évidence d'une façon plus concrète le mécanisme d'un microprocesseur classique, différents logiciels sont à la disposition de l'utilisateur, lui permettant d'évaluer la structure générale de la micromachine (microprocesseur) et de la macromachine (architecture

construite autour du microprocesseur comme la mémoire ou les entrées/sorties, etc.). Dans ce cas le logiciel d'évaluation est résident et exécutable du niveau macromachine.

Notons que dans une architecture de processeurs en tranches le concept de macromachine n'existe pas forcément, tout peut être réalisé au niveau micromachine, il est alors impossible d'avoir recours à un macroprogramme d'évaluation.

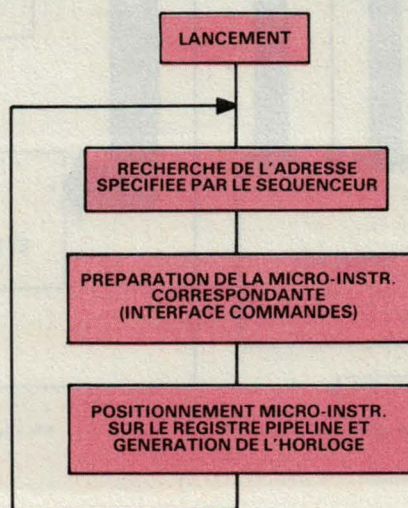


Fig. 3

Description du processeur en tranches

Description générale

Un processeur en tranches est constitué de boîtiers remplissant des fonctions élémentaires, juxtaposés de façon à réaliser une architecture parfaitement adaptée à une application donnée. Une telle structure permet une étude détaillée des transferts d'informations sur les bus internes, ce qui présente un intérêt pédagogique évident.

L'architecture choisie ici a pour but d'illustrer les structures de processeurs en tranches les plus générales, au détriment de l'efficacité de la machine (vitesse de traitement).

Un micro-ordinateur conçu par *Motorola*, utilisant le microprocesseur 6800 et ses circuits associés, est couplé au processeur en tranches à l'aide de deux interfaces : « commande » et « supervision ».

L'interface de commande sert à piloter le processeur en tranches et

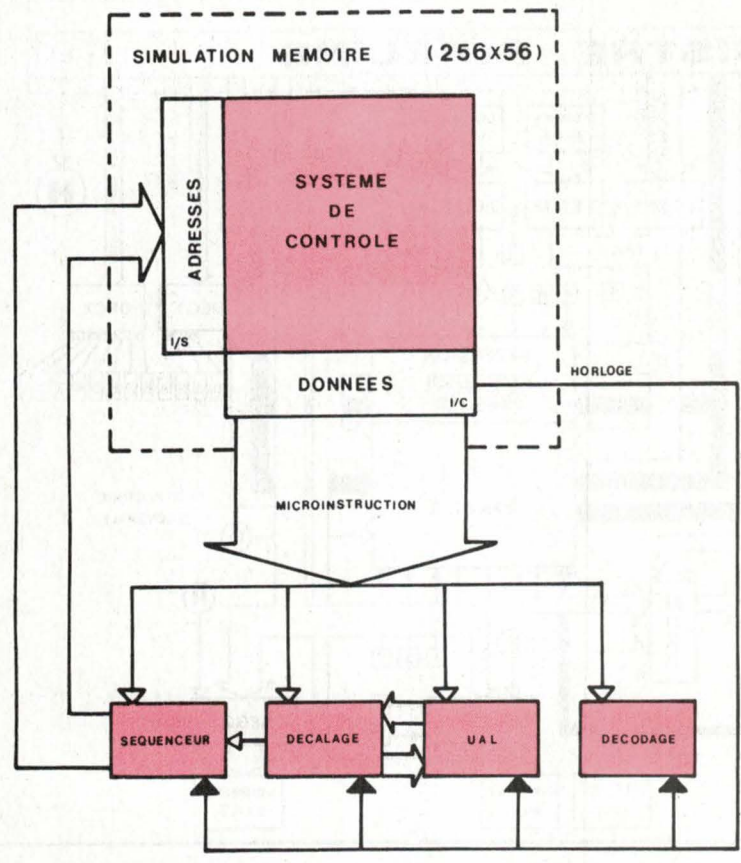
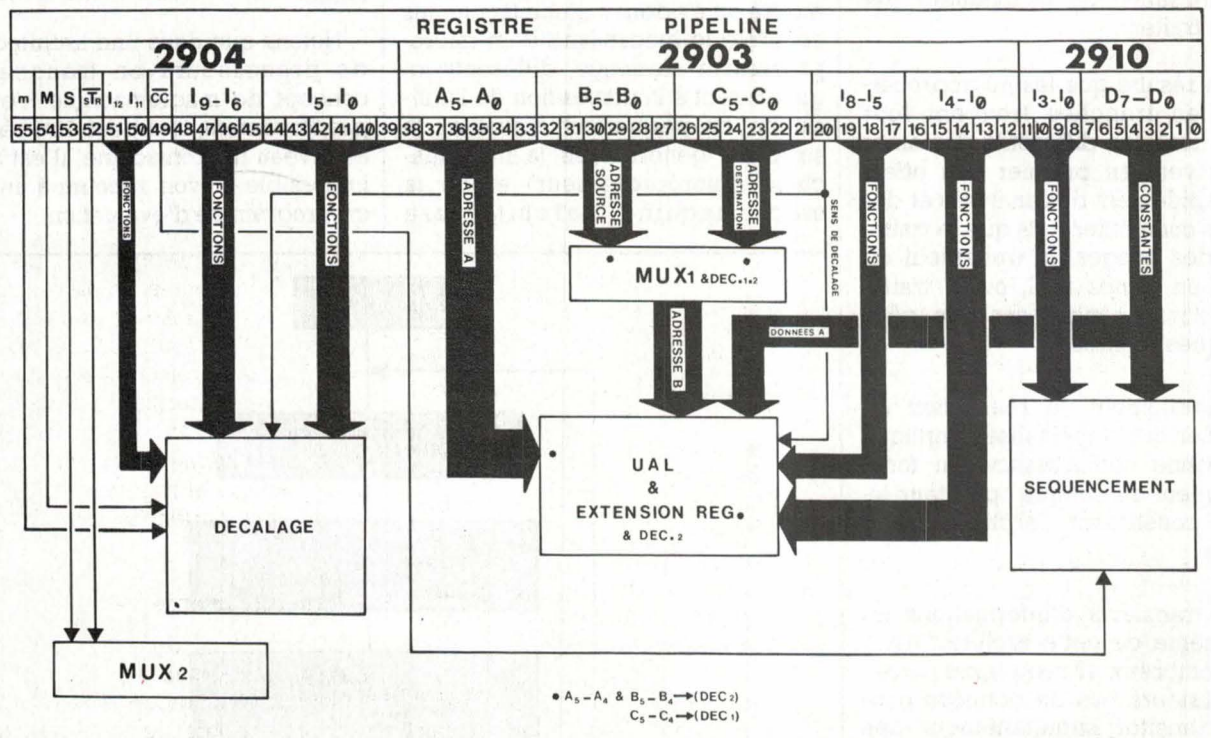


Fig. 4

REPRESENTATION DU FORMAT MICROINSTRUCTION



• A₅-A₄ & B₅-B₄ → (DEC 2)
C₅-C₄ → (DEC 1)

Fig. 5

lui fournit les mots nécessaires à sa programmation.

L'interface de supervision transmet au système de contrôle (gestion 6800) les états logiques des bus internes et des entrées/sorties du processeur en tranches.

Un logiciel d'évaluation est implanté dans le micro-ordinateur, il permet la mise au point et l'exécution des microprogrammes destinés au fonctionnement du processeur en tranches (analyse des informations supervisées et contrôle du processeur).

La sauvegarde et le chargement des microprogrammes conçus par l'utilisateur sont effectués sur une mémoire de masse (disque dur) résidente sur un mini-ordinateur Hewlett Packard « 1000 » connecté au système d'évaluation par une liaison série.

La structure du système d'évaluation est donc composée d'une architecture construite autour d'un microprocesseur monolithique dans laquelle réside une carte contenant les deux interfaces, le processeur à émuler, ainsi que ses entrées/sorties (fig. 1).

Architecture du processeur en tranches

Les principales fonctions sont intégrées dans des boîtiers *Advanced Micro Devices (AMD)* de la famille 2900 (tension unique de 5 V) fabriqués en technologie Low Power Schottky à structure bipolaire.

L'architecture (volontairement généralisée) a été fixée par le choix d'opérateurs inclus dans des boîtiers représentant des fonctions d'unité arithmétique et logique (AM 2903), d'extension de registres UAL (AM 29705), d'unité de décalage (AM 2904), ainsi qu'une fonction de séquençement de la mémoire de microprogrammes (AM 2910).

● Structure horizontale (fig. 2)

Un mot d'une longueur de 56 bits est présenté sur un bus de micro-instructions ou registre pipeline, celui-ci étant divisé en champs de différentes longueurs. Certains champs sont aiguillés vers des opérateurs élémentaires à fonctions multiples, pour l'acheminement et le traitement combinatoire des données (bus de fonctions 2910, 2903, 2904). Ces opérateurs fonctionnent

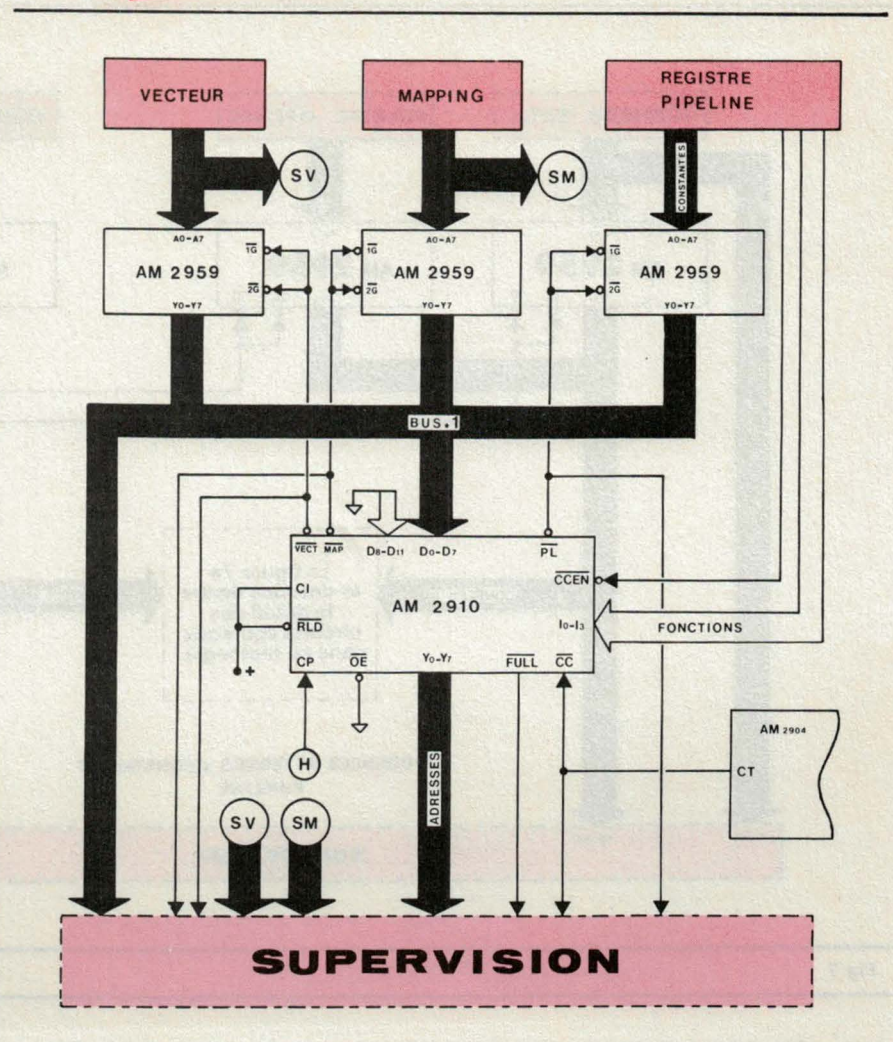


Fig. 6

simultanément et sont gérés par une horloge monophasée (H).

Les autres champs sont définis par rapport à l'architecture globale des opérateurs à fonctions multiples, et sont utilisés comme données (constantes), comme adresses (adresse A/source, adresse B/source ou destination), et comme signaux de commandes (sélect. destination, sélect. source A/B, sélect. séquenceur, sélect. décalage, sélect. MUX2). Ils contrôlent ces opérateurs à l'aide d'une logique combinatoire réalisée en technologie TTL et bipolaire (décodeurs, multiplexeurs, buffers). Cette logique, adressée par micro-instructions, permet aussi l'acquisition de données extérieures au processeur (côté utilisateur EXT1, EXT2, vecteur, mapping).

Le processeur fournit des résultats (bus Y) qui sont mémorisés dans des registres tampons ayant le rôle d'interface vers l'extérieur du système (REG1 REG2). Ces registres sont adressés par micro-instruction

(DEC1 DEC2) et sont également commandés par l'horloge du processeur.

● Structure du type 3 adresses

Cette structure donne également la possibilité d'effectuer un calcul sur deux opérands (bus de données A & B) définis par leur adresse (bus d'adresses A & B/ source) et le stockage du résultat (bus de données Y) à une troisième adresse (bus d'adresses B/destination). Ces trois adresses doivent être contenues dans une même micro-instruction. L'acquisition, le traitement et le stockage sont cadencés par l'horloge (H).

● Structure interne

L'acquisition des données extérieures s'effectue sur des bus de 8 bits (par compatibilité avec les systèmes usuels), le traitement arithmétique et logique s'effectue par octets, et de ce fait l'UAL est composée physiquement de deux tranches de 4 bits (AM 2903).

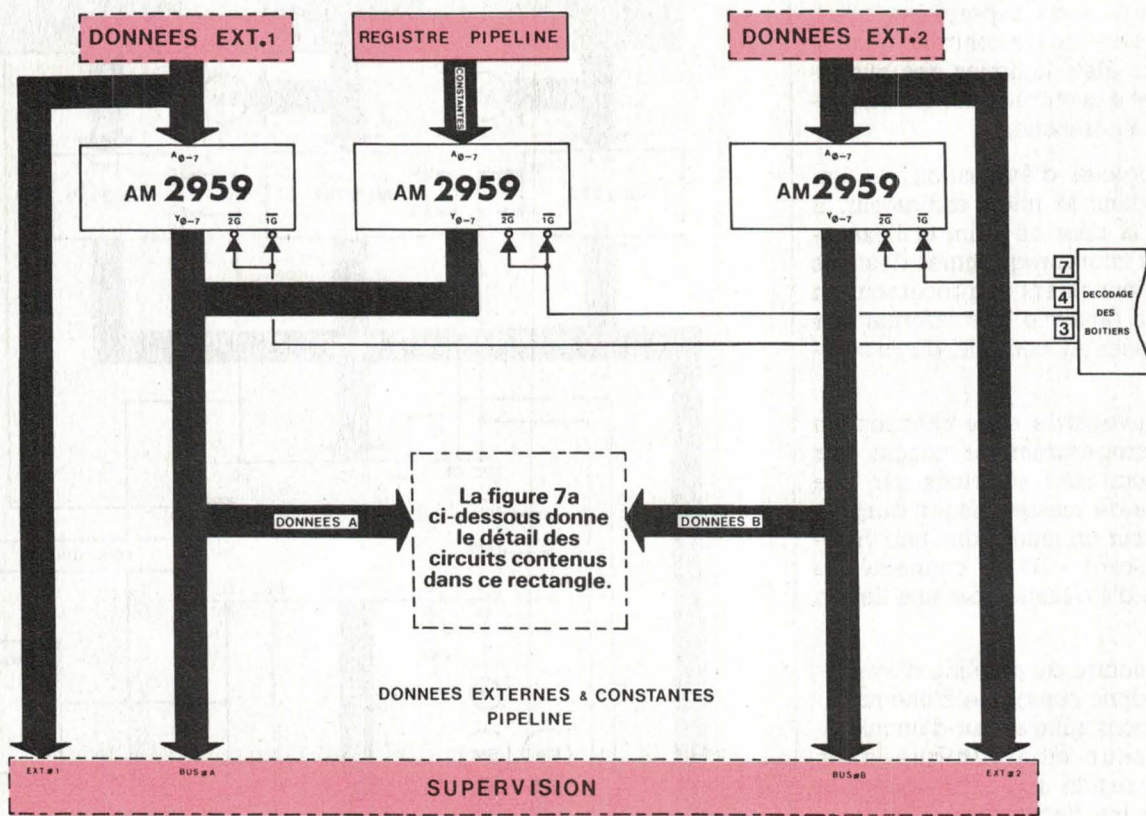


Fig. 7

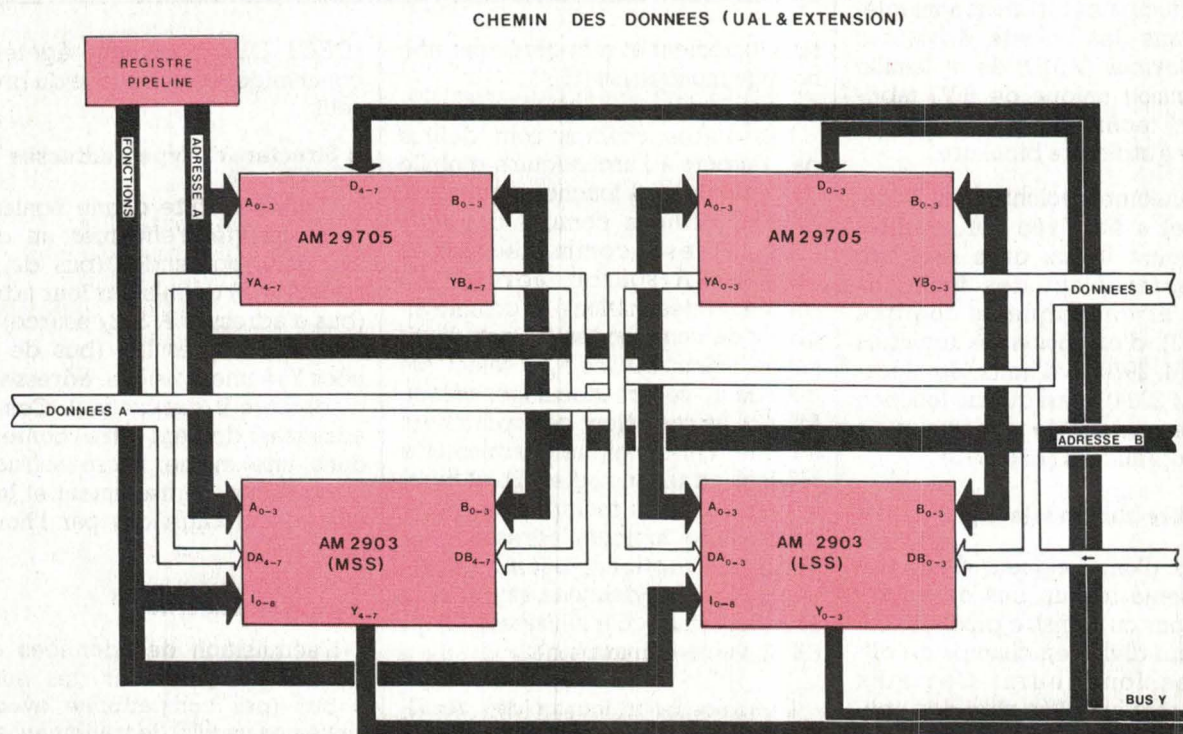


Fig. 7a

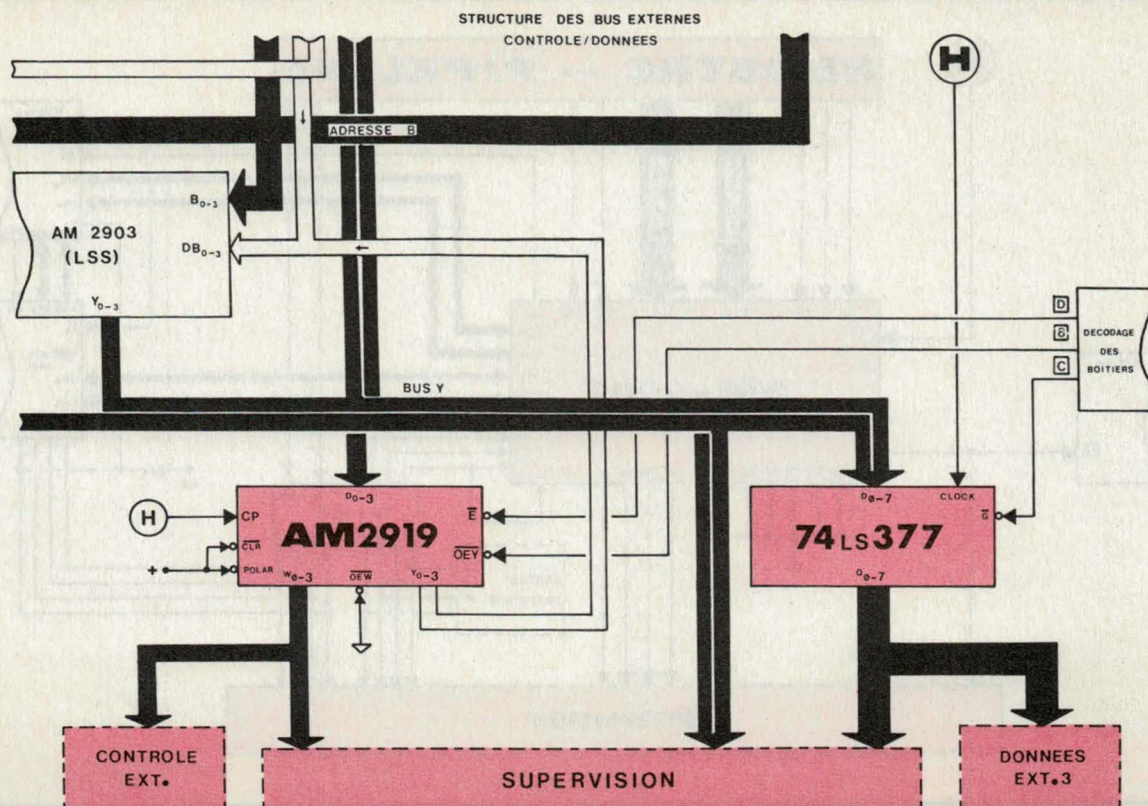


Fig. 8

L'UAL possède des registres internes accessibles par microprogrammation (bus d'adresse A & B), l'extension de registres AM 29705 a donc pour effet de doubler le nombre de registres attachés à l'UAL. Cette extension est également composée de deux tranches de 4 bits.

Le registre de sorties REG2 constitue un bus de données unidirectionnel de 8 bits destiné aux manipulations extérieures (données EXT3).

Le registre de 4 bits REG1 est connecté sur la partie basse du bus « Y » (poids faible), et constitue un bus de contrôle (contrôle EXT). Le contenu de ce registre peut être relu par l'UAL (bus de données B).

L'unité de décalage est couplée à l'UAL par des lignes séries, et prend en charge les mots à décaler en tenant compte des états issus des opérations arithmétiques et logiques, ou des états externes (status EXT), ce choix étant déterminé par un multiplexeur microprogrammable (MUX2). Cette unité, la plus complexe de l'ensemble des opérateurs, est dotée de plusieurs bus de fonctions.

Le positionnement des micro-instructions sur le registre pipeline est effectué par un séquenceur

(AM 2910). Il gère la mémoire de microprogramme en fournissant au système de contrôle l'adresse d'une nouvelle micro-instruction à exécuter.

Les adresses de branchement dans un microprogramme sont redéfinissables par microprogrammation (bus de fonctions séquenceur), par sélection d'une adresse parmi trois possibles (vecteur, mapping, pipeline), celles-ci sont présentées sur le bus commun (bus 1). Les ruptures de séquences sont conditionnées par un état établi par l'unité de décalage. Le champ d'adressage du séquenceur est fixé à 8 bits (256 microinstructions), ce qui représente un espace de mémoire de microprogramme largement suffisant pour les applications pédagogiques visées.

Le séquençement de la mémoire de microprogrammes

Une mémoire est utilisée pour stocker un certain nombre de microprogrammes exécutant chacun un algorithme spécifique à la machine. La structure d'un algorithme peut être définie soit par une série de sous-microprogrammes appelés par un microprogramme principal, ou

par un microprogramme unique exécutant une tâche.

Dans le cas d'une microprogrammation en structure arborescente, chaque sous-microprogramme peut être appelé par un événement externe présenté au séquenceur qui, en relation avec les opérateurs de calculs (unité arithmétique et logique, unité de décalage), va réaliser le cas échéant le branchement conditionnel.

Cet événement externe se présente sous la forme d'un octet (vecteur ou mapping en figure 2), contenant en réalité l'adresse de branchement au sous-microprogramme.

Pour bien assimiler la notion de microprogrammation, il suffit de savoir que cette adresse de branchement peut être considérée comme une instruction qui circule sur un bus de données à un niveau supérieur. Considérons que cette instruction ne provient pas du niveau micromachine mais du même niveau qu'une instruction circulant sur un bus de données dans l'environnement d'un microprocesseur traditionnel.

Les microprogrammes sont constitués d'une suite de micro-instructions, de la même façon qu'un pro-

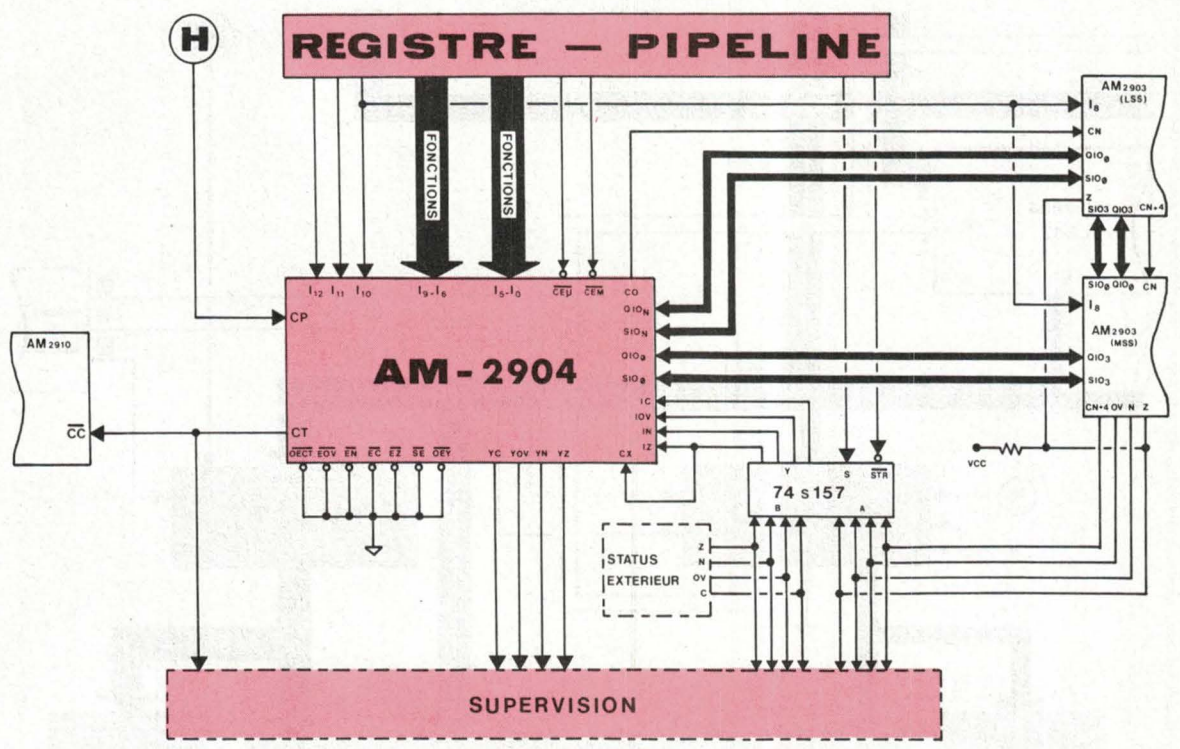


Fig. 9

gramme est constitué d'une suite d'instructions.

La longueur d'une micro-instruction est calculée par rapport à la quantité d'opérateurs logiques à commander simultanément, chacun pouvant nécessiter plusieurs bus de tailles différentes (bus de fonctions, adresses, données).

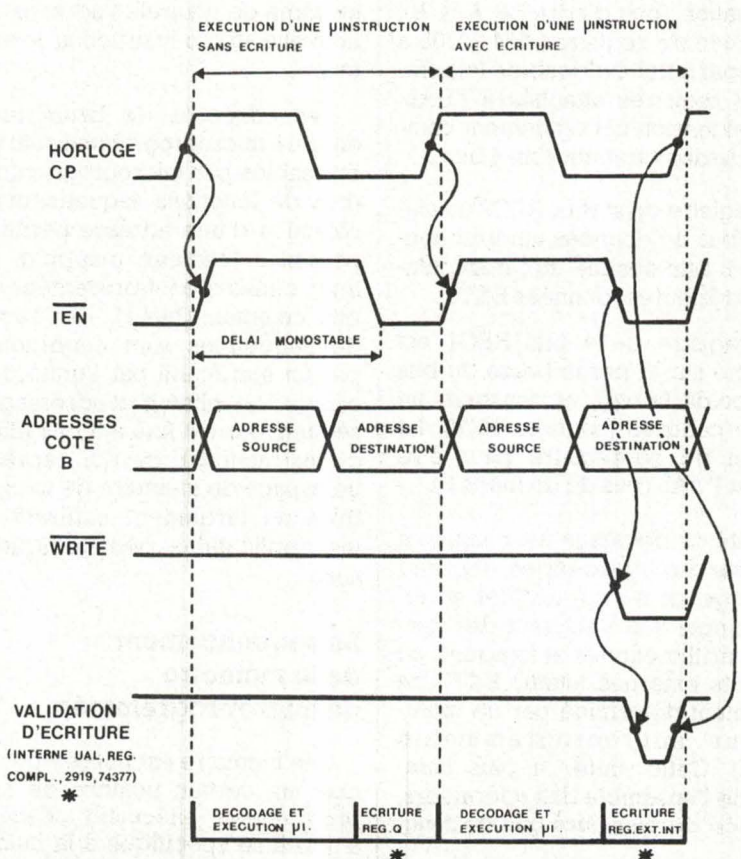
Chaque micro-instruction est donc préalablement chargée dans une mémoire de microprogrammes du type écriture/lecture pouvant contenir jusqu'à 256 mots de 56 bits, elle est entièrement définissable par l'utilisateur.

Cette mémoire est en réalité simulée par le système de contrôle (fig. 3 et 4) qui se charge de recueillir une adresse émise par le séquenceur (interface de commandes), de positionner sur le registre pipeline la micro-instruction correspondante, puis de générer une impulsion d'horloge lançant ainsi le cycle d'interprétation et d'exécution des microcodes (interface de supervision).

Format d'une micro-instruction

Le registre pipeline est constitué de 56 bits microprogrammables. Chaque micro-instruction, issue de la mémoire de microprogrammes,

CHRONOGRAMME (FONCTIONNEMENT DU PROCESEUR)



* SELECTION PAR MICROINSTRUCTION (ECRITURE DU REG. Q, 2919, 74377 SUR \bar{f} DE CP)

Fig. 10

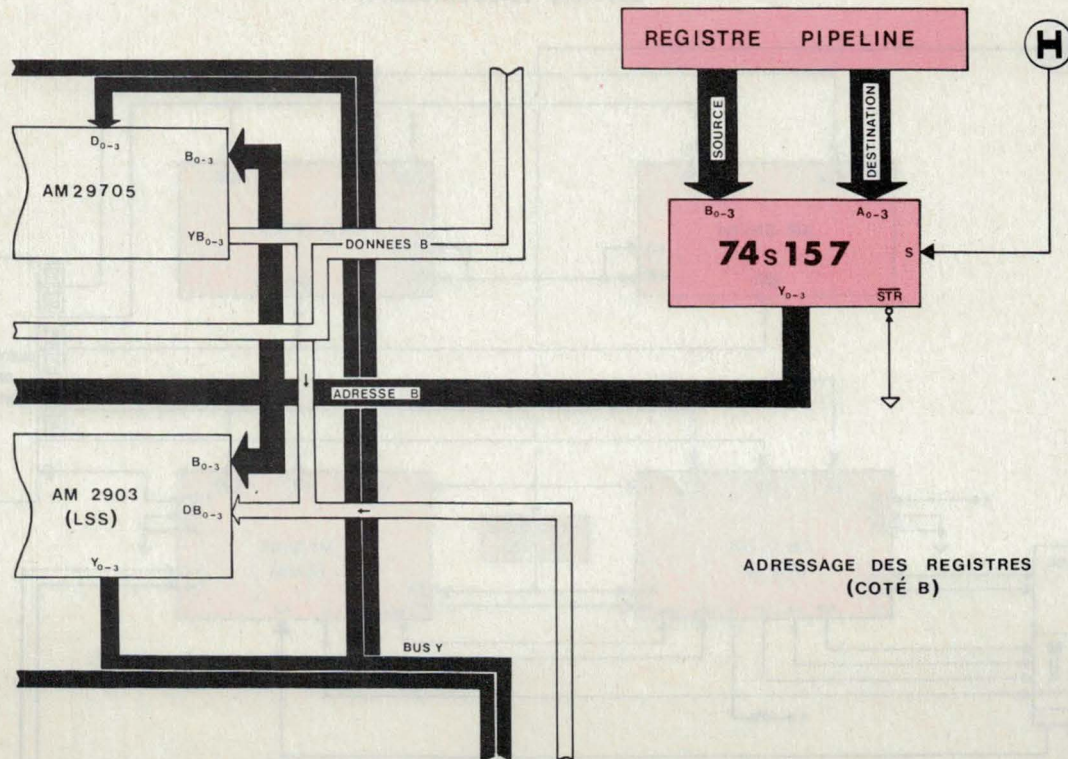


Fig. 11

est présentée sur ce registre séquentiellement.

Le registre pipeline se divise en trois zones principales. A chaque zone correspond un type d'opérateur à piloter (séquenceur AM 2910, UAL AM 2903, unité de décalage AM 2904).

Ces trois zones sont subdivisées en champs de différentes longueurs agissant dans l'environnement de l'opérateur, et sont organisées de la façon suivante (fig. 5).

● Zone AM 2910

$D0-D7$ fournit au séquenceur une adresse de branchement ou une constante destinée à être traitée dans son registre interne.

$I0-I3$ est un bus de fonctions ou d'instructions précisant la nature de l'opération à réaliser sur le séquenceur.

● Zone AM 2903

$I0-I4$ et $I5-I8$ sont les bus d'instructions des unités arithmétiques et logiques.

$D0-D7$ est un bus de données utilisé par l'UAL pour l'acquisition des opérandes du côté A. Ce bus est

également le bus d'adresses/ constantes du séquenceur.

$C0-C5$ est le bus d'adresses destination (côté B) utilisé pour la mémorisation des résultats de l'UAL.

$B0-B5$ est le bus d'adresses de l'opérande source à traiter du côté B.

$A0-A5$ est le bus d'adresses du second opérande source à traiter du côté A.

● Zone AM 2904

$I0-I5$ est un bus de fonctions utilisé pour manipuler les indicateurs d'état (internes à l'unité de décalage).

$I6-I9$ est un bus de fonctions servant aux décalages de mots sur les lignes série connectées sur l'UAL.

$CC/$ est une ligne de contrôle destinée aux ruptures de séquences inconditionnelles.

$I11-I12$ est un bus de fonctions servant à la gestion interne du multiplexeur de retenues de l'unité de décalage.

S et $STR/$ sont des commandes de validation du multiplexeur (MUX2) d'états, internes à l'UAL, ou externes (utilisateur).

M et m sont des validations d'écriture dans les registres d'état internes de l'unité de décalage.

La supervision des informations

D'une manière générale, plus le processus de supervision est détaillé, plus l'évaluation d'un microprogramme est précise. C'est ce qui a contribué à l'élaboration de ce système amenant, d'une façon pratique, à collecter un maximum d'informations sur l'état logique du processeur. C'est pourquoi de multiples points de test sont établis au sein même de l'architecture du processeur en tranches.

Cet ensemble d'informations logiques représentatives du fonctionnement interne dans ses grandes lignes (comme par exemple les informations binaires concernant les bus de données, d'adresses, ainsi que certaines validations importantes) est recueilli par l'interface de supervision.

Cet ensemble de données est ensuite traité par le système de contrôle, qui, par l'intermédiaire du logiciel approprié, fournit à l'utilisateur un outil puissant qui met en évi-

CONTROLE (UAL & EXTENSION)

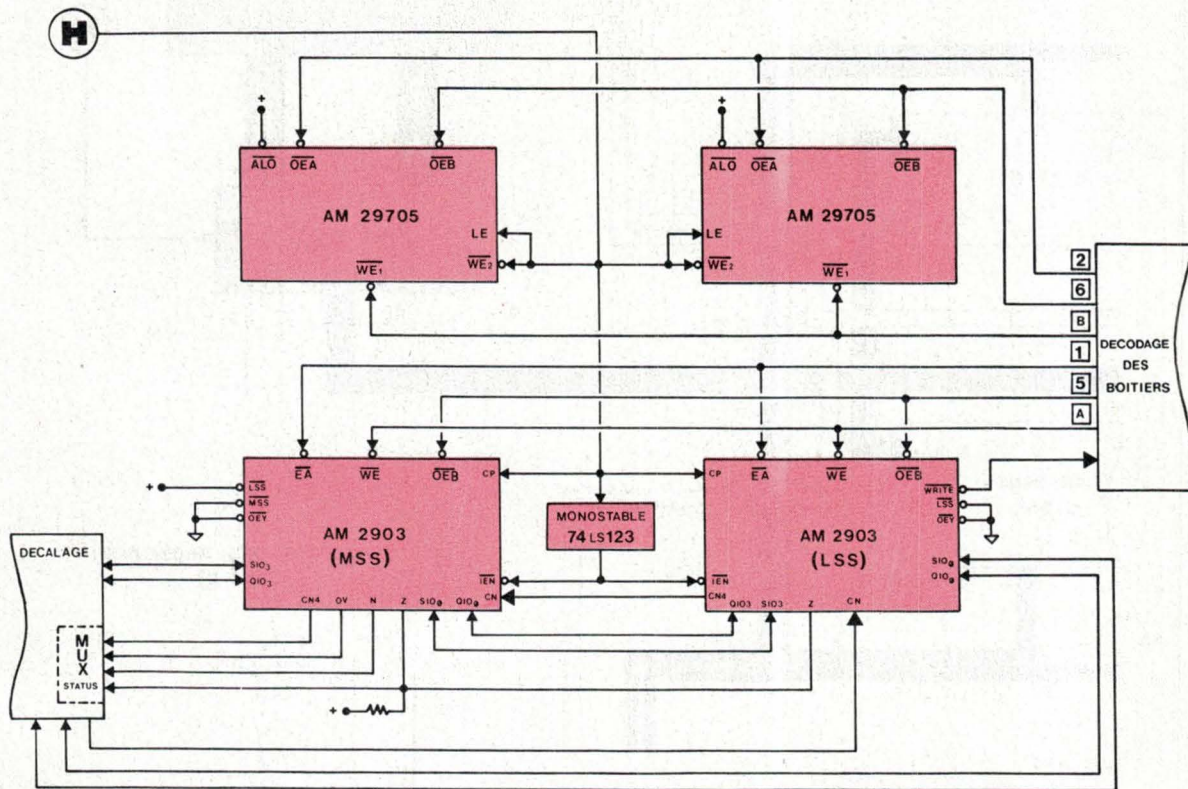


Fig. 12

dence les actions logiques de chaque micro-instruction.

Les différents points de supervision sont représentés dans les figures 6, 7, 8 et 9, illustrant par zones le fonctionnement des opérateurs principaux.

Chronogramme d'exécution de microinstructions

Le chronogramme représenté en figure 10 montre l'état des signaux d'horloge, de validation d'écriture et d'adresses pendant l'exécution d'une micro-instruction.

La micro-instruction est positionnée sur le registre pipeline sur le front montant de CP.

Cette micro-instruction est décodée et exécutée.

Les contenus des deux adresses source (côté A et B) sont stables pendant cette exécution.

L'adresse destination (côté B) est positionnée sur le front descendant de CP (voir le multiplexeur d'adresses source et destination représenté en fig. 11).

Le signal IEN/ (autorisation de mémorisation des résultats) est déclenché sur le front montant de CP et inhibe l'écriture pendant le décodage et l'exécution de la micro-instruction.

L'adresse destination est stable lorsque le front descendant du signal IEN/ apparaît. Ce signal est re-

tardé par rapport à l'horloge, évitant ainsi une écriture à une adresse non stabilisée (voir la fig. 12 concernant les unités arithmétique et logique).

Le signal d'écriture WRITE/ est déclenché sur le front descendant du signal IEN/ si une écriture est demandée par microprogrammation.

La validation d'écriture représentée ici montre le moment où un résultat peut être mémorisé dans un des registres internes (fig. 12), ou externes (fig. 8).

WRITE/ valide le décodeur d'adresses destination qui sélectionne le registre où le résultat doit être mémorisé (fig. 11).

F. Schlessler
(à suivre)

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

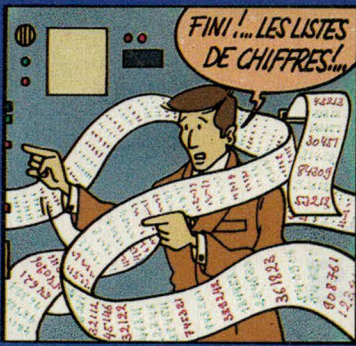
Directeur de la Publication : J.-P. VENTILLARD Rédacteur en Chef : J.-C. ROUSSEZ

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

Tirage moyen 1984 :
53 793

Diffusion moyenne 1984 :
29 404

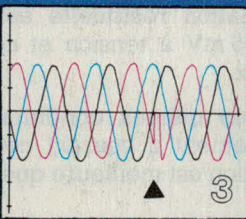
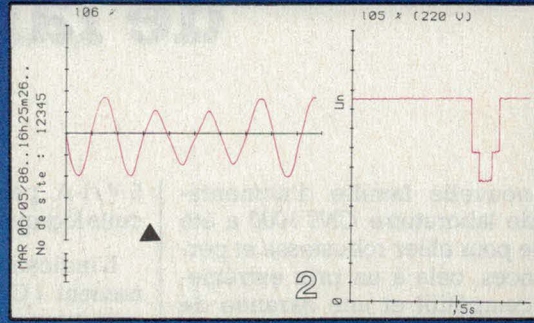
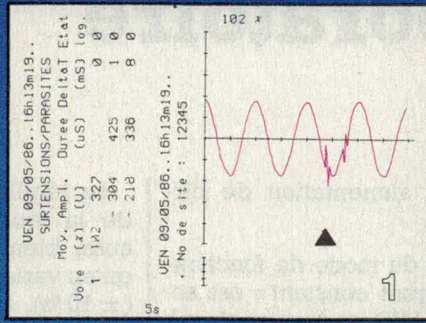
Chiffre d'Affaires 1984 de la Société Parisienne d'Édition :
92 863 848,00 F



MAINTENANT, ILYA L'APR4 QUI RESTITUE EN PLUS LA FORME DU SIGNAL.

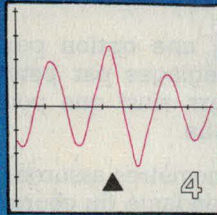


...ET ANALYSE 5 TYPES DE FAULTS SUR VOS RESEAUX ELECTRIQUES.



1 IMPULSIONS PARASITES

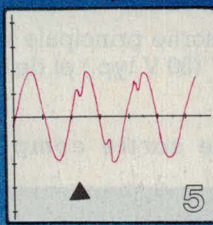
Reglable à partir de 10 µs et de 100 Volts CàC



2 CREUX DE TENSION

4 SURTENSIONS RAPIDES ET LENTES

Reglable à partir de 10 ms et de 2%.



3 MICRO-COUPURES

5 DEFORMATIONS D'ONDE

APR 4

FAITES LA BONNE ANALYSE DE VOS PERTURBATIONS

(EN ANALOGIQUE ET, OU EN NUMERIQUE)



82, Rue de Quesnoy - 59236 FRELINGHIEN
Tél. 20.08.71.13 - Telex LM Telex 130206 F Code 103

Alimentations de laboratoire

La nouvelle famille d'alimentations de laboratoire CN7 1000 a été conçue pour allier robustesse et performances, cela à un prix extrêmement compétitif et une garantie de deux ans.

En standard, la CN7 1000 dispose de deux sorties indépendantes et totalement protégées :

- La sortie principale variable de 0 à 25 V (30 V typ.) et de 0 à 2,5 A (3 A typ.).
- Une sortie complémentaire

5 V/1 A pour alimentation de circuits logiques.

L'indication du mode de fonctionnement « Courant constant » est assurée par une LED, et deux réglages gros et fin permettent d'ajuster la tension de sortie.

Cependant, une option permet ces mêmes réglages par potentiomètres 10 tours ainsi que pour le courant de sortie.

Deux galvanomètres assurent une lecture indépendante du courant et de la tension de sortie.

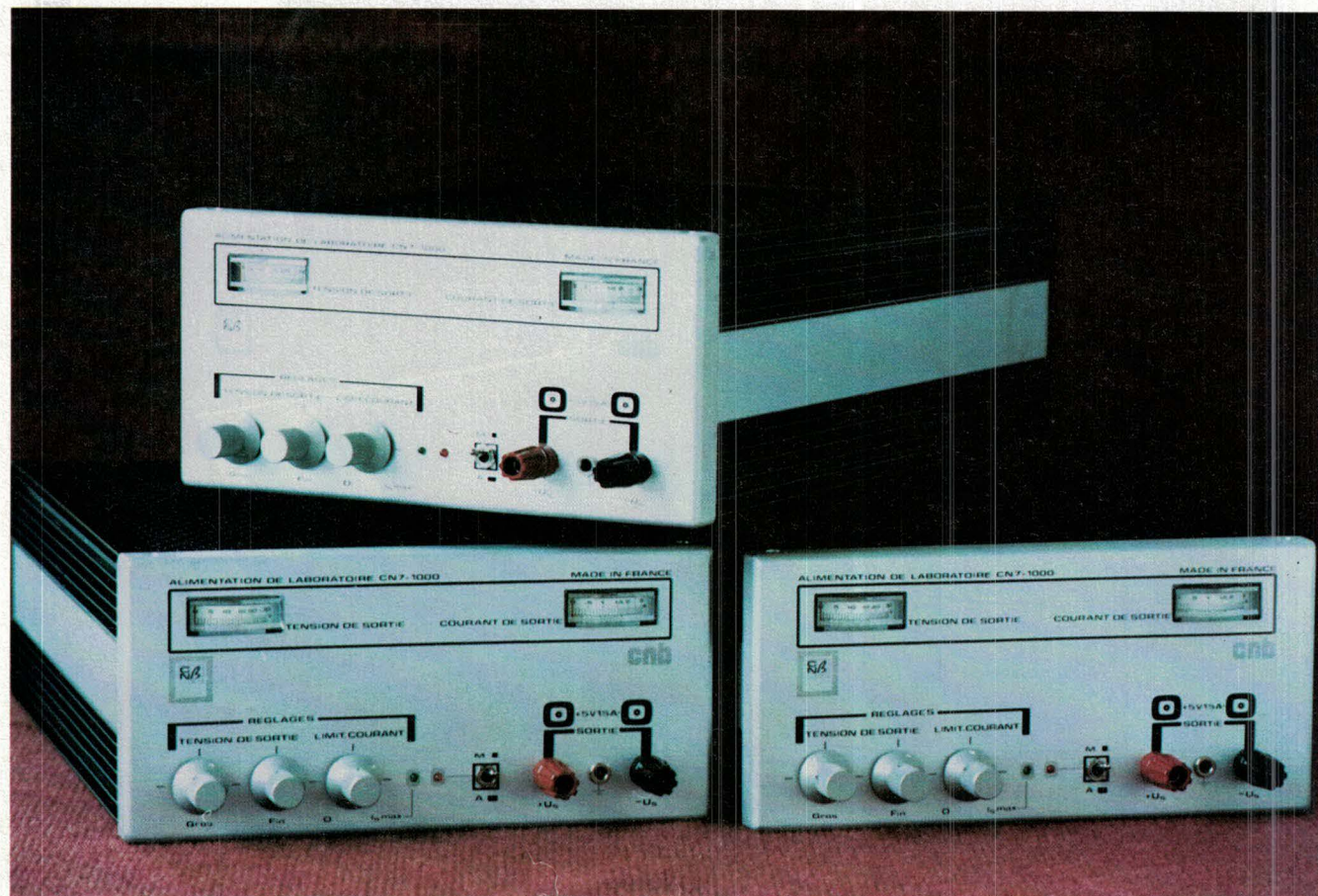
La régulation permet une stabilité de la tension de sortie à 0,05 %, aussi bien en variation de charge qu'en variation de tension du réseau ($\pm 10\%$).

L'ondulation résiduelle est inférieure à 5 mV à tension et courant maximaux.

Dans les mêmes conditions, en fonctionnement à courant constant, la régulation est meilleure que 1.10^{-3} de I_{smax} .

CNB Electronique

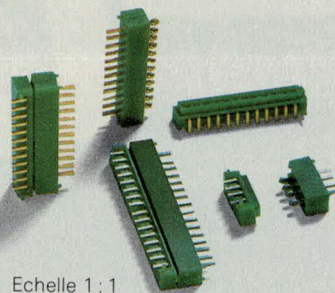
SERVICE-LECTEURS N° 226



Un rang et 1,27 mm entre contacts.

**NX 127. Une nouvelle gamme
de microconnecteurs CMS.
Cinq fois plus petits que les
connecteurs habituels.
Un pas décisif en connectique.
Des perspectives nouvelles
d'applications.**

Conception, fabrication et caractéristiques inédites : 5 mm x 3 mm, 4 à 20 contacts sur une seule rangée avec pas de 1,27 mm, élément femelle facultatif, performances électriques et mécaniques optimales.
Pour montages en surface, traversants ou sur câbles souples.



Echelle 1 : 1
Pat. pend.

Avec NX 127, des circuits plus modulaires à la conception, plus économiques en maintenance et SAV.

**NX 127. Au service de l'industrie électronique.
Une réponse à VOS besoins.**

Pour toute application ou information complémentaire, contactez-nous !


Nivarox[®]
La maîtrise microtechnique.

NIVAROX-FAR SA
Composants industriels
Rue Dr-Schwab 32
CH-2610 Saint-Imier/Suisse
Tél. 039/41 46 46
Fax 039/41 20 59

Testeur de données

Destiné au contrôle des jonctions V24/RC232C, le testeur de données DT10 est un appareil robuste et d'utilisation simple qui a été conçu pour libérer l'esprit des techniciens de maintenance.

Un grand écran à cristaux liquides

et un menu clair accessible par touches rendent son utilisation simple et rapide. La sécurité des mesures est assurée grâce au test automatique des RAM, ROM, du clavier et de l'écran.

En mode autoconfiguration, le DT-

10 détermine automatiquement les paramètres de transmission. Le gain de temps est encore accru par une mémoire sauvegardant 8 configurations de l'appareil.

Ce testeur offre 8 modes de mesure différents : mesure du taux d'erreurs de bit et de bloc (BERT et BLERT) ; mesure de durée et de distorsion ; simulation ETTD ou ETCD ; monitoring ; polling ; mode écho ; etc.

Deux autres avantages sont à relever : le débit programmable de 50 à 20 000 bits/seconde et l'édition sur imprimante des résultats de mesure et des réglages de l'appareil.

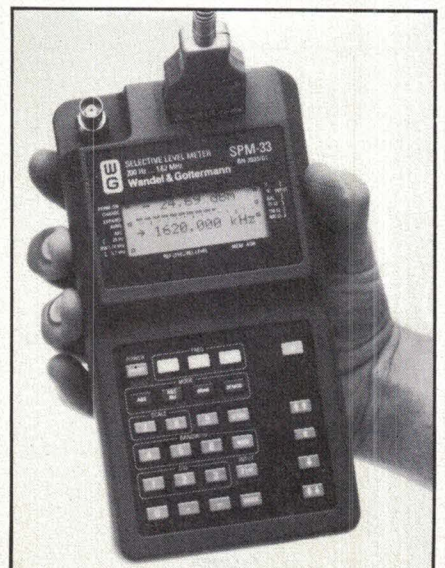
Wandel et Goltermann

SERVICE-LECTEURS N° 227

Mesureur de niveau sélectif

Signalons une autre nouveauté de ce même fabricant, en l'occurrence le mesureur de niveau SPM 33, fonctionnant de 200 Hz à 1,62 MHz avec une résolution de 1 Hz.

SERVICE-LECTEURS N° 228



Eurorack Armoire 19"

SERVICE-ANNONCEURS N° 38

Que désirez-vous?

Schroff a la réponse personnalisée appropriée.

Avec les caractéristiques attendues et typiquement Schroff – comme les cadres en Aluminium moulé, flancs amovibles, profils au pas de 19" intégré.

Aux nombreux accessoires standard – portes en verre ou en acier, cadre pivotant, socle roulant, système de refroidissement, possibilité de protection HF et . . . et . . ., ce qui permet d'apporter une solution à votre demande à partir du programme standard.

Nous vous enverrons notre catalogue général avec plaisir.



SCHROFF SARL
Usine et Siège:
4, rue du Marais · 67660 Betschdorf
Tél. 88.54.49.33 · Télex 880.710
Agence Région Parisienne:
54, rue Senouque · 78530 Buc
Tél. (1) 39.56.08.18 · Télex 695.668

Des cartes 68000 entrent en Seyne

Fondée en 1979, la société *Gespac* est aujourd'hui le premier producteur de cartes au format « Simple Europe » à microprocesseur, spécialement conçues pour le marché des micro-ordinateurs industriels. La construction d'une usine de 3 000 m² à **La Seyne-sur-Mer** va permettre d'ici quelques mois d'étudier, fabriquer et tester les cartes électroniques grâce à une chaîne de production entièrement automatisée et d'assurer le S.A.V.

Parmi les nouveaux produits présentés par *Gespac*, existe un module

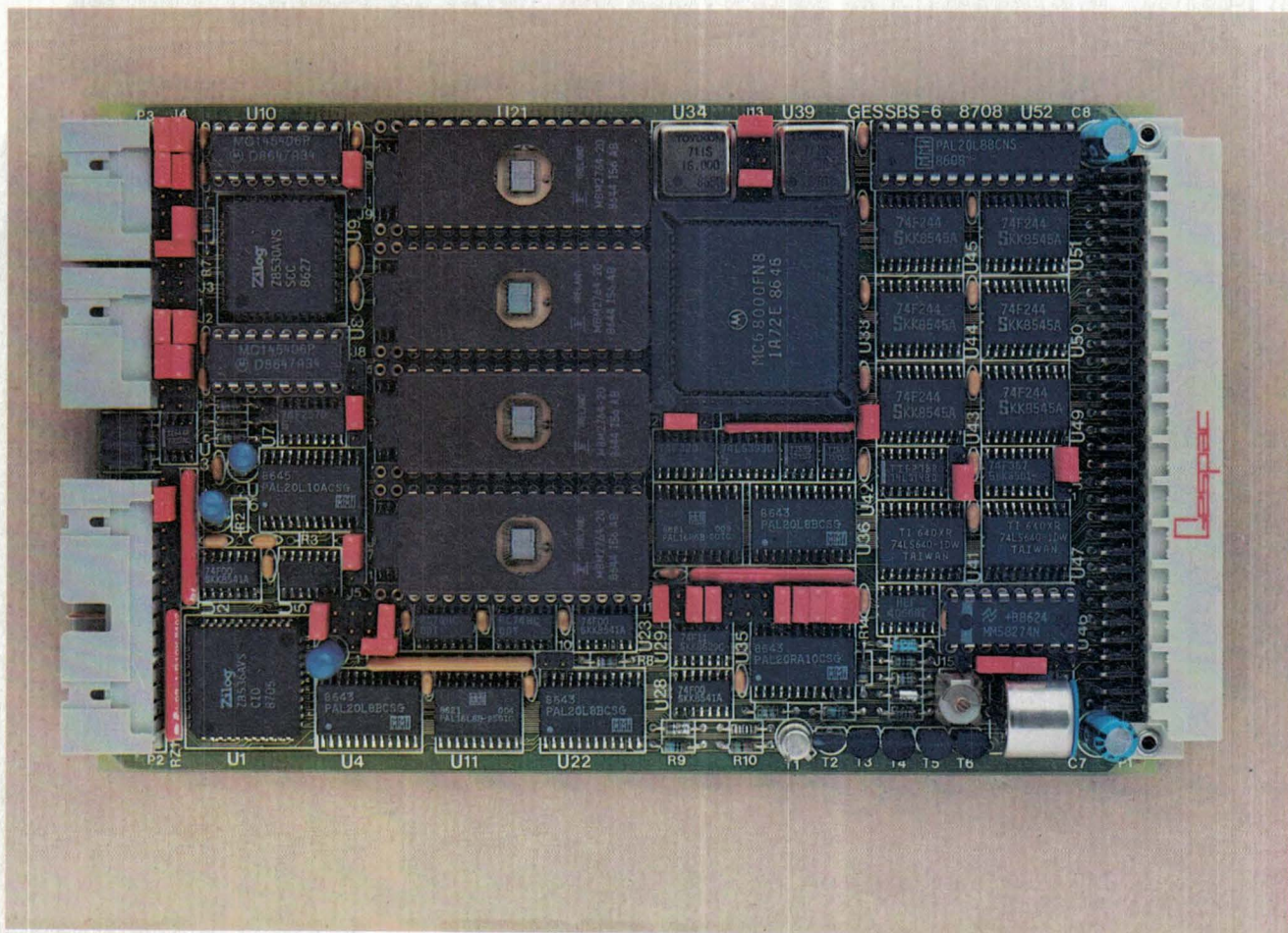
processeur 68000 à hautes performances, référencé **GESSBS-6**. Cette carte, extrêmement dense, se distingue tout d'abord par l'extrême finesse des pistes du circuit imprimé, véritable prouesse technique et technologique. Voici quelques caractéristiques de ce module :

- architecture 16/32 bits ;
- horloge 68000 8/16 MHz ;
- 3 possibilités : 320 K SRAM + 256 K EPROM ; 256 K SRAM + 512 K EPROM ; 64 K SRAM + 256 K EPROM ;
- mémoire C-MOS 256 K protégée (+5 V) ;

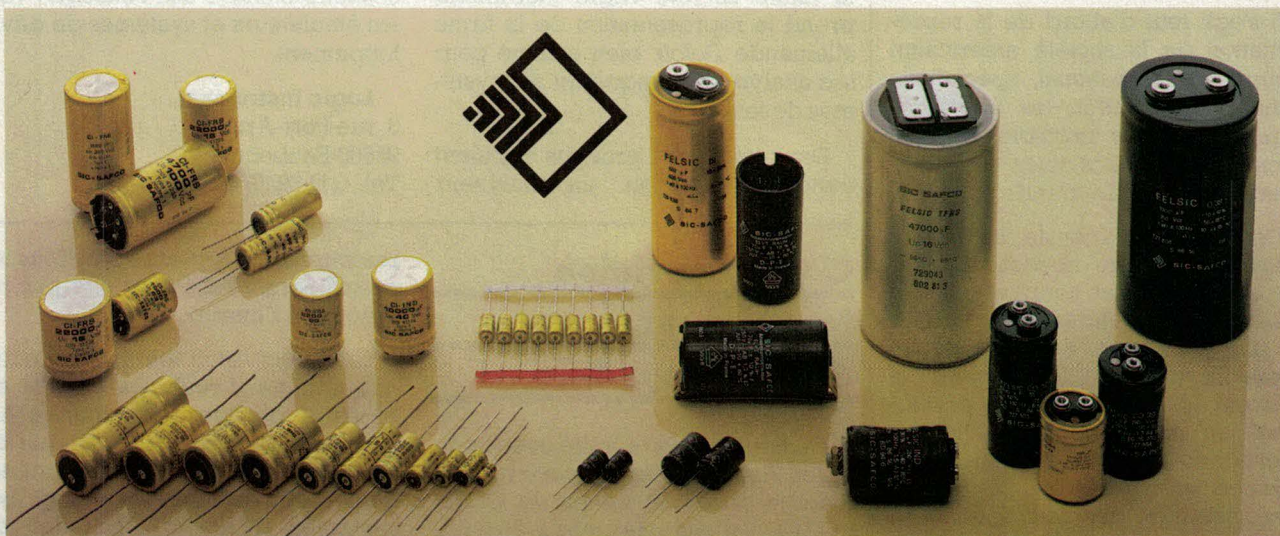
- deux liaisons full-duplex RS 232 ; asynchrone 0-38400 bauds/synchrone 0-800 kbits/s ;
- mémoire adressable 8 Mo ;
- double port I/O directionnel 8 bits ;
- triple horloge/compteurs 16 bits ;
- horloge temps réel/calendrier (batterie intégrée) ;
- compatible avec les bus G96 et G64.

Gespac

SERVICE-LECTEURS N° 229



jouez la certitude!



La certitude? C'est SIC SAFCO, le spécialiste incontesté du condensateur électrolytique aluminium qui vous l'offre

Les condensateurs SIC SAFCO sont présents dans tous les secteurs industriels, des plus classiques...aux plus sophistiqués.

La certitude? C'est disposer de produits qui ont su se rendre essentiels partout où les critères de performances et de qualité sont les plus sélectifs.

La certitude? C'est la sécurité, la fiabilité et l'assurance qualité. C'est notre rigueur au service de votre intransigeance sur la qualité avec des résultats supérieurs à ceux exigés par les normes officielles.

La certitude? C'est l'expérience et notre savoir faire pour améliorer sans cesse les produits existants et construire les condensateurs du futur. Plus de performances, moins de volume.

Notre certitude, répondre aux défis de l'avenir et progresser avec vous.

la certitude pour vos composants électroniques

Pour mieux connaître nos familles de condensateurs, correspondant à vos besoins, demandez nos documentations

11, rue Pierre-Lhomme BP 65 - 92404 Courbevoie Cedex
Téléphone (1) 47.88.51.20 Télex 620.284 F



PUBLICITATFC

Nouvelles représentations pour Techdis

Il s'agit tout d'abord de la représentation de la société américaine *Omnidata International*, spécialisée dans la fabrication de « dataloggers » miniatures, portables et autonomes, et de blocs-notes électroniques à mémoire de grande capacité.

De fabrication robuste, ces systèmes peuvent être abandonnés sur site et soumis à des températures de -18 à +60°C pendant une période de plusieurs mois, au cours de laquelle ils stockeront les données. Ils trouvent leurs applications privilégiées en météorologie, recherche microclimatique, hydrologie, recherche en agronomie, irrigation, caractérisation des sols, inventaire des ressources naturelles, inventaire forestier, industrie automobile, surveillance de machines, qualité de l'eau, niveau, débit, inventaires en magasins de grande surface, etc.

Citons parmi ces modèles le « Datapod », 2 voies de mesure et 2 K de mémoire (autonomie 6 mois), le « Polycorder 516 », 32 K, 19 entrées, le « Polycorder 600 », 256 K de mémoire, port RS 232 C, le « Easy Logger », 128 K, 12 entrées analogiques.

La seconde représentation concerne *Interface Inc.*, société américaine fabricant des capteurs de force à jauge de contrainte.

Cela concerne deux séries de produits : « Mini » (50 modèles de 2,5 à 5 000 daN, étanches ou non), « Low profile » (40 modèles de 250 à 100 000 daN), dont les précisions sont données pour 0,02 à 0,07 %.

Interface propose aussi la série « Load check », particulièrement adaptée au pesage, pour des poids de 500 kg à 25 tonnes. Ces dispositifs sont très protégés et peuvent travailler dans des environnements extrêmement agressifs.

Techdis

6-8, rue Ambroise-Croizat
Z.I. des Glaises
91120 Palaiseau
Tél. : (1) 69.30.50.50.

Création de Logic Instrument

Dirigée par M. Bailly et J. Gebran, la jeune société *Logic Instrument* prend la représentation de la firme allemande *Dolch*, bien connue pour ses analyseurs logiques et ses systèmes de test.

Deux nouveaux produits appuient cette collaboration : un analyseur

« bas de gamme », le « Compact 100 », et un testeur haut de gamme, le « M 128 », combinant analyse et génération.

Pour l'avenir, *Logic Instrument* souhaite étendre son catalogue vers les émulateurs et systèmes de développement.

Logic Instrument

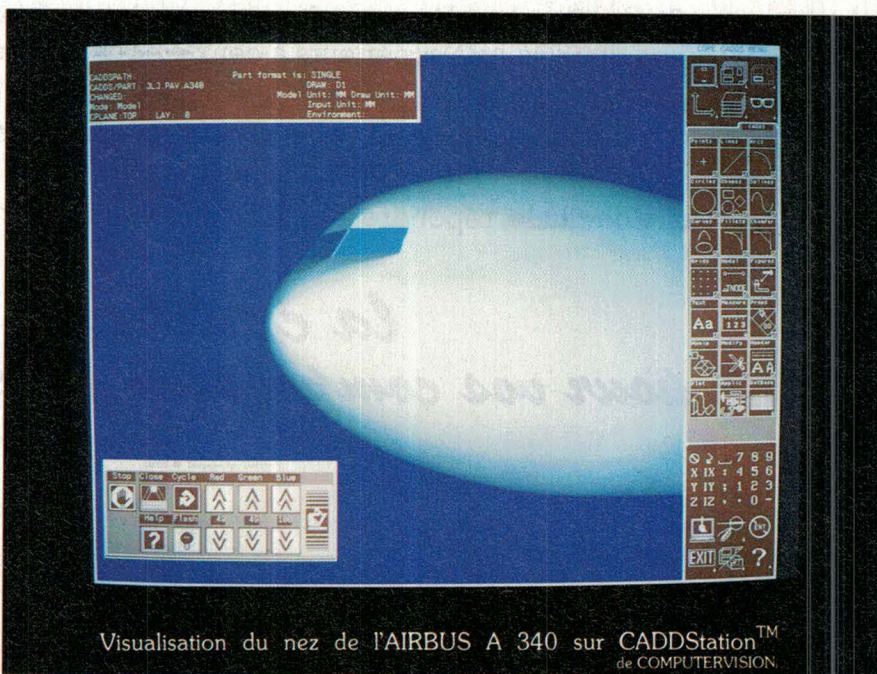
3, rue Port-Arthur
95600 Eaubonne
Tél. : (1) 39.59.65.00.

Computervision fournisseur de l'Aérospatiale

Computervision a traité avec la division Avions d'*Aérospatiale* pour la fourniture de 130 postes de CFAO « CADDStations » destinés à être utilisés dans le cadre du programme de développement des nouveaux Airbus A 330/A 340. Aux termes de cet accord, *Computervision* fournira différents modules logiciels d'application CADDs, et notamment CV/NC multi-axe (commande numérique), ainsi qu'un ensemble de postes de travail, dont plus de la moitié seront des postes autonomes 32C, les autres postes exploitant les

ressources de serveurs 32S. Tous les postes seront reliés sur site par réseau local Ethernet.

Computervision fournira en outre une gamme d'outils de gestion de bases de données permettant à *Aérospatiale* de créer une banque de données centralisée fonctionnant dans un environnement global. Les systèmes CFAO CADDStation de *Computervision* seront reliés en réseau à diverses plate-formes matérielles, telles que *IBM*, *DEC* et *CDC*. Le format supporté est le format européen SET (Standard d'Echange et de Transfert) pour les échanges graphiques, conçu par *Aérospatiale* et que cette dernière société utilisera pour procéder à des transferts de données graphiques avec ses partenaires et sous-traitants.



Visualisation du nez de l'Airbus A 340 sur CADDStation™ de COMPUTERVISION.

Soyez le premier au rendez-vous

UNE NOUVELLE GENERATION D'HABILLAGES ET DE COMPOSANTS POUR L'ELECTRONIQUE

Esthétique, robustesse, stabilité, adaptabilité et hautes performances autant de caractéristiques que les spécialistes d'IB GERARD ont réussi à développer pour présenter aujourd'hui les baies normalisées RENAISSANCE, les coffrets porteurs et d'habillage électronique IMAGE et la gamme complète des châssis cartes et bus VME qui ne sont qu'une partie d'une vaste gamme répondant parfaitement à tous les besoins.

Baie RENAISSANCE

- Ligne sobre et élégante.
- Hauteur 12 à 45 U
- Largeur 19 à 22"
- Plusieurs profondeurs
- Charge admissible 350 kg

Coffrets porteurs et d'habillage IMAGE

- Poignées encastrées
- Hauteurs 3, 6, 9 et 12 U
- Largeur 19" ou spéciale sur demande (coffret d'habillage)
- Largeur 84 TE et 42 TE (coffret porteur)
- Démontage facile des panneaux
- Nombreux accessoires

Châssis cartes / Bus VME

- Châssis spécifiques
- Châssis INTA-EURO
- Bus VME et bus d'extension
- Prolongateurs de cartes



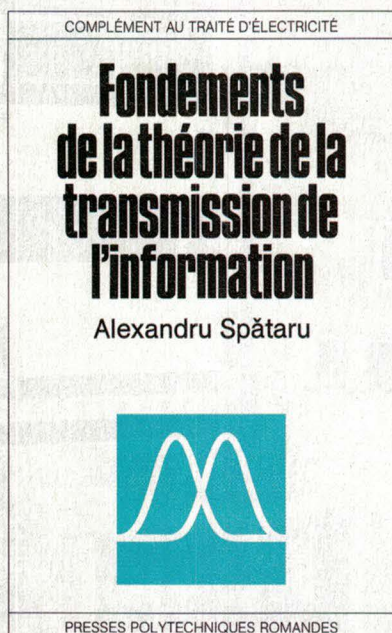
IB Gérard SA - Parc Industriel "Les Mâlines" - Lisses - GE 2706 - 91027 EVRY Cédex
Téléphone : (1) 60 86 33 00 - Téléc : 692 175 F - Télécopieur : (1) 60 86 26 30

BIBLIOGRAPHIE

Fondements de la théorie de la transmission de l'information

par A. Spataru

Cet ouvrage occupe une position particulière parmi les livres traitant le sujet des communications puisqu'il utilise une approche synthétique pluridisciplinaire du sujet, destinée à présenter l'ensemble des disciplines impliquées dans les processus de communication les plus complexes. Cet ouvrage traite, en un seul volume, des sujets concernant la mesure de l'information, le codage de source, le codage de canal, le cryptage, les signaux aléatoires continus et discrets, la détection des signaux, l'estimation des paramètres et de la forme du signal, les transmissions en bande de base, les transmissions à porteuse sinusoïdale et impulsionnelle et la compression de données.



Tous ces sujets représentent des disciplines séparées qui font l'objet d'un traitement approfondi dans de

nombreux ouvrages spécialisés. Pourtant, toutes ces disciplines sont impliquées dans les processus de transmission de l'information et à ce titre il est parfaitement normal d'essayer de les traiter ensemble.

Un volume de 660 pages, format 16 x 24.

Presses Polytechniques romandes.

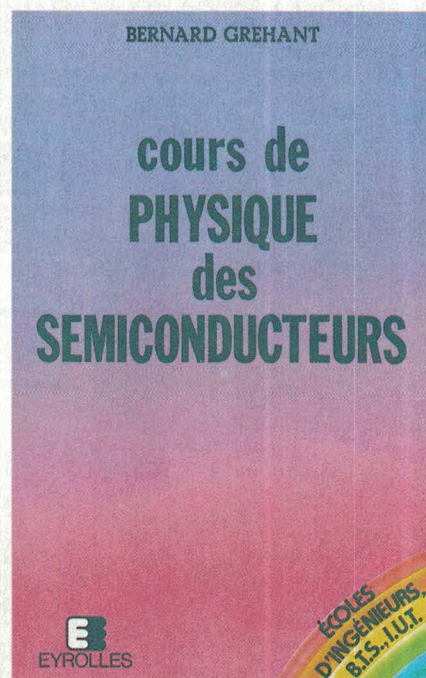
Cours de physique des semi-conducteurs

par B. Gréhant

Cet ouvrage veut être l'auxiliaire indispensable des étudiants techniciens supérieurs en I.U.T. ou B.T.S.

L'objet de ce livre : bien comprendre, pour mieux retenir, pour mieux utiliser... et pour mieux s'adapter à ce que seront les technologies à venir. Cet objectif se traduit ici par :

- une structure de cours, un langage qui se veut clair ;
- une large part consacrée à la technologie, avec des préoccupations d'utilisateur plus que de théoricien ;



- un support mathématique réduit à l'essentiel.

Un volume de 234 pages, format 16 x 24.

Eyrolles

Technologie CMS et sous-traitance

Au sein des Chambres de commerce et d'industrie, le réseau des « ARIST » (agences régionales d'information scientifique et technique) est constitué de 27 agences réparties sur le territoire national. Proche des entreprises, il réunit plus de 70 ingénieurs spécialistes du traitement de l'information industrielle qui réalisent chaque année 3 000 études et plus de 7 000 consultations personnalisées.

Fortes de cette expérience, les ARIST ont décidé d'élaborer des études « multiclients » sur des sujets d'actualité et, dernièrement, une étude intitulée : « Technologie du montage en surface et industrie de la sous-traitance électronique ».

Cette étude se propose de répondre aux principales questions qui se posent dans ce domaine, sous trois aspects :

- Aspects techniques : quels types de CMS trouve-t-on actuellement sur le marché et quels sont ceux à venir ?

- Aspects économiques : quelles sont les tendances du marché ? Quelle est l'offre française en CMS et machines de montage ? Quels sont les niveaux d'investissement ? Quelle est la structure de la demande ?

- Aspects relatifs à la sous-traitance : analyse du marché et perspectives d'évolution ; opportunité pour un sous-traitant de se lancer dans le montage en surface ; analyse de l'offre actuelle région par région ; typologie de la demande (marché potentiel et marché existant).

ARIST-Alsace, 2, rue Brûlée, 67000 Strasbourg. Tél. : 88.22.23.96.

HIER, AUJOURD'HUI, DEMAIN, L'OSCILLOSCOPE, C'EST GOULD

L'UN DE CES OSCILLOSCOPES NUMÉRIQUES VOUS ATTEND

La gamme des oscilloscopes numériques Gould Electronique s'enrichit de nouveaux modèles :

— Les 4072/4074 possèdent une fréquence d'échantillonnage de 400 MHz/voie, ils représentent à ce jour une avance considérable puisqu'ils permettent la capture en temps réel, d'un échantillon toutes les 2,5 nanosecondes sur chacune de leurs 2 ou 4 voies.

— Le 1604 dispose d'une importante capacité mémoire de 10 ko sur chacune de ses 4 voies ; sa mémoire interne de 64 ko permet le stockage de 50 traces de références.

Ces appareils, entièrement programmables, possèdent d'autres caractéristiques qui les rendent indispensables dans de nombreux domaines d'applications :

- Réglage automatique, autocalibration ;
- Détection crêtes, traitement du signal ;
- Traceur numérique couleur intégré...

L'un de ces modèles vous attend, contactez sans tarder : Gould Electronique.

HIER, l'expérience d'un spécialiste ;

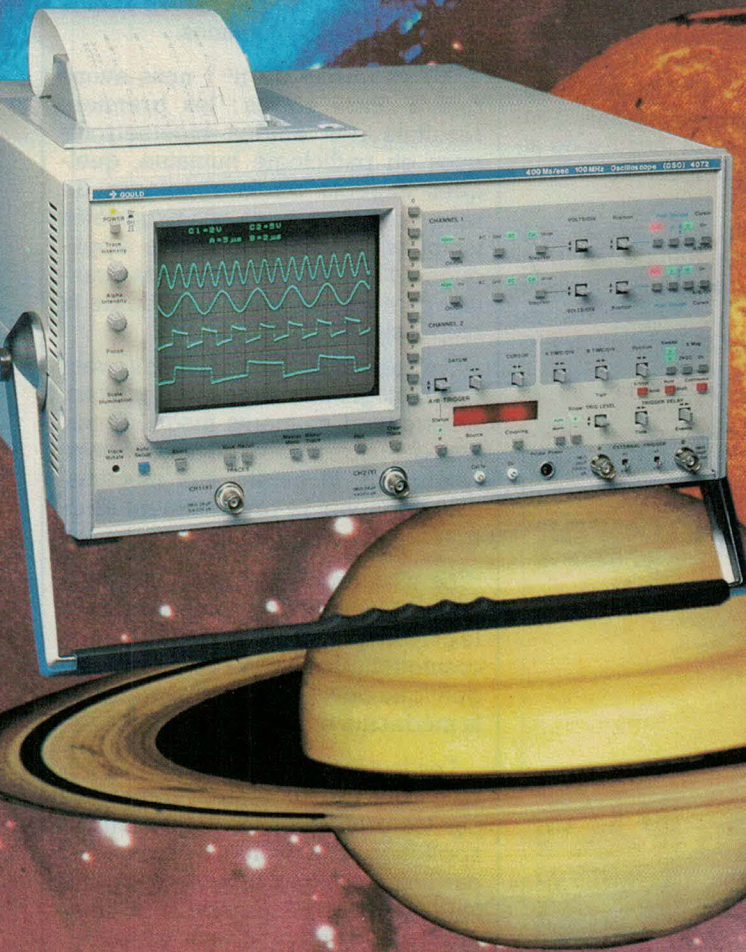
AUJOURD'HUI, une solution adaptée à vos besoins ;

DEMAIN, l'engagement d'un grand de la mesure.

Gould Electronique

B.P. 115 - 91162 LONGJUMEAU CEDEX - Tél. : 69.34.10.67

SERVICE-ANNONCEURS N° 41



Les solutions à hautes performances en automatisme industriel, informatique, électronique médicale, instrumentation et semi-conducteur.

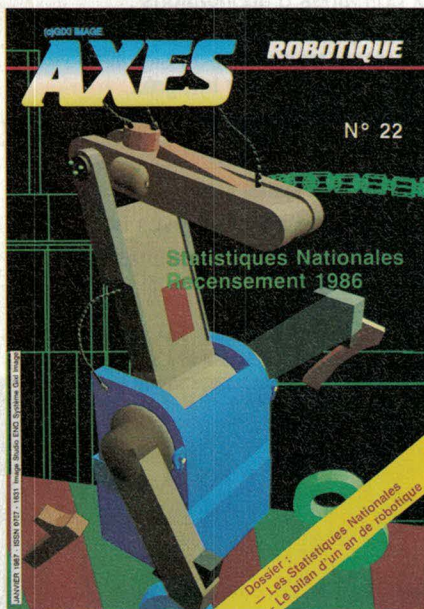


GOULD
Electronique

BIBLIOGRAPHIE

Les robots en France : statistiques 1986

Dans son numéro 22, la revue *Axes Robotique* publie un recensement des robots industriels installés en 1986 sur le territoire national. Avec 3 750 robots, ce qui est relativement faible, la France est tout de même le quatrième pays le plus équipé, après le Japon, les Etats-Unis et l'Allemagne. Pour collecter les informations nécessaires à cette étude statistique, nos confrères ont prospecté 128 constructeurs, importateurs ou intégrateurs installés sur le marché français.



Ce recensement nous apprend que 1 074 robots ont été installés pour la seule année 86, dont 52 % sont d'origine française, 24 % d'origine européenne et 24 % hors C.E.E.

Les robots à 5 axes et plus sont de loin les plus nombreux. Le plus gros consommateur de ces équipements reste le secteur automobile avec 40,9 % du parc installé.

Cette vaste enquête fournit une grande quantité de renseignements sur ce marché et reflète les tendances générales des investissements consentis pour la modernisation des entreprises.

Axes Robotique, 29, rue Violet, 75015 Paris.

Hyperfréquences

par F. Gardiol

Cet ouvrage s'intéresse spécifiquement aux fréquences comprises entre 300 MHz et 300 GHz. Dans ce domaine, les théories fondamentales font appel à des mathématiques ardues alors que beaucoup d'applications pratiques restent empiriques.

Ce livre se propose donc d'offrir une vue d'ensemble qui conduit le lecteur de la théorie à la réalisation. Il étudie d'abord les lignes de transmission, les guides d'ondes et cavités résonnantes et décrit ensuite les générateurs et amplificateurs, magnétrons, klystrons, gyrotrons, transistors, sans oublier la mesure du signal et celle des composants.

Les différentes applications (radar, télécommunications, chauffage à micro-ondes, radiométrie, mesure des matériaux, accélérateurs de particules...) font l'objet d'un traitement détaillé.

F. GARDIOL

Hyperfréquences



TRAITÉ D'ÉLECTRICITÉ,
D'ÉLECTRONIQUE
ET
D'ÉLECTROTECHNIQUE
publié sous la direction
de Jacques Neirynek

Dunod

Un volume de 430 pages, format 15,5 x 24.

Dunod

Journal de bioélectronique Vincent

Avec pour but de faire connaître les résultats expérimentaux et cliniques obtenus en bioélectronique, le *Journal de Bioélectronique Vincent* vient de publier son second numéro. Sans exclure pour autant les autres approches relevant de la biophysique, ce journal à vocation multidisciplinaire permettra aux chercheurs de pouvoir dialoguer sur des thèmes qu'il est difficile de trouver réunis dans d'autres publications.

Au sommaire du n° 1 nous avons relevé entre autres : les premiers résultats des études bioélectroniques en pathologie humaine, quelques aspects de la rhéologie du sang en liaison avec ses propriétés ioniques, la bioélectronique appliquée à l'analyse chimique, les grandes pathologies dans l'optique de la biophysique.

Au sommaire du n° 2, citons : vers une biologie sub-atomique : protons, électrons et moments magnétiques, les résonances cosmiques : des catalyseurs de la nature aux mécanismes de la vie, le rayonnement électromagnétique (pollution).

Le n° 3, en préparation, abordera les problèmes d'interprétation bioélectronique des perturbations cosmo-telluriques, la résonance magnétique nucléaire, l'acupuncture et la médecine nucléaire, etc.

Les lecteurs d'*Electronique Applications*, particulièrement intéressés par les problèmes de l'électronique appliquée à la biologie, mais aussi par l'électronique comme discipline fondamentale nécessaire à la compréhension des processus se déroulant chez les êtres vivants, trouveront dans cette nouvelle publication un moyen de réflexion à l'heure où la frontière entre le rationnel et l'irrationnel devient de plus en plus confuse.

Journal de Bioélectronique Vincent, 5, allée de Rhéas, 79300 Bressuire.

THOMSON**SEMICONDUCTEURS****RAM STATIQUES RAPIDES**

• ET2147	4K x 1	55 à 35 ns	18 pins	
• TS6167	16K x 1	70 à 45 ns	20 pins	455 mw-11 mw
• TS6168	4K x 4	70 à 45 ns	20 pins	455mw-11mw, E/S séparées
• MK41H68	4K x 4	35 à 20 ns	20 pins	
• MK41H69	4K x 4	35 à 20 ns	20 pins	
• MK41H78	4K x 4	35 à 20 ns	22 pins	
• MK41H79	4K x 4	35 à 20 ns	22 pins	Remise à zéro rapide
• MK41H67	16K x 1	35 à 20 ns	20 pins	
• MK41H66	16K x 1	35 à 20 ns	20 pins	
• MK41H80	4K x 4	35 à 20 ns	22 pins	
• MK41H87	64K x 1	45 à 25 ns	22 pins	TAGRAM
• MK4501	512 x 9	200 à 65 ns	28 pins	VF SRAM
• MK4503	2048 x 9	200 à 50 ns	28 pins	BIPORT FIFO
• MK4511	512 x 9	200 à 65 ns	28 pins	BIPORT FIFO
				RAM double accès

**almex**

48, rue de l'Aubépine - Z.I. 92160 Antony • Tc. (1) 46.66.21.12

• Tél. (1) 46.66.21.12
• Tx. 250 067

almex Lyon : Tél. 78.66.00.66 - Tx. 375 187 - Tc. 78.66.21.55

almex Rennes : Tél. 99.51.66.16 - Tx. 741 034 - Tc. 99.51.79.91

almex Toulouse : Tél. 61.71.11.22 - Tx. 521 370 - Tc. 61.30.01.85

SERVICE-ANNONCEURS N° 42

LA TRADITION DU FUTUR

L'innovation technologique
pour les professionnels
d'aujourd'hui et de demain

MAN'X NUMÉRIQUES

LES SEULS MULTIMÈTRES
EN BOITIER "CAOUTCHOUC" ANTICHOCS,
POUR ENVIRONNEMENT SÉVÈRE

Liste des distributeurs et documentation détaillée sur demande :

**MAN'X 500**

- 2.000 points de mesure
- Sélection manuelle
- 29 calibres par commutateur unique
- 20 A \dots et \sim en direct protégé HPC
- Jusqu'à 1.000 V \dots et \sim 20 M Ω
- Test semi-conducteur.

MAN'X 520 A

- 2.000/3.000 points à sélection automatique et manuelle
- Maintien de la mesure
- Entrée unique + calibre 20 A \dots et \sim protégés HPC
- Jusqu'à 1.000 V \dots et \sim et 2 M Ω
- Test de continuité sonore
- Test semi conducteur

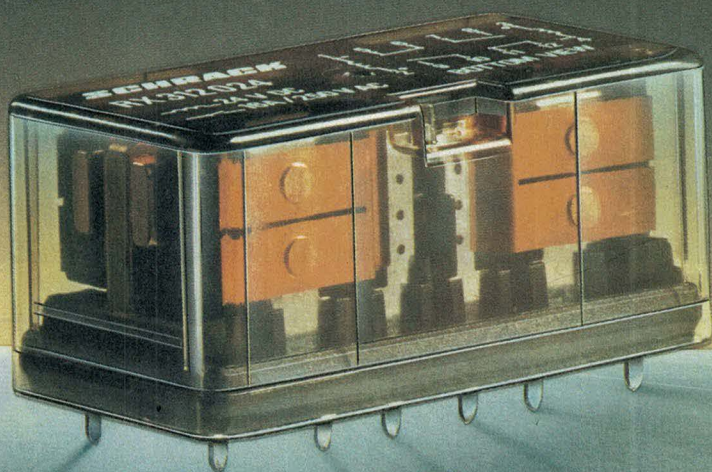
Tous les MAN'X sont équipés de fusibles HPC
de douilles et cordons de sécurité.CDA - 5 rue du Square Carpeaux 75018 PARIS
Tél. : (1) 46.27.52.50 - Télex 772 081

SERVICE-ANNONCEURS N° 43

ELECTRONIQUE APPLICATIONS N° 56 - PAGE 79

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

SCHRACK FRANCE
Buroparc
7, avenue du Long Rayage
91090-LISSES
Tél. (1) 64 97 72 13 - Tlx 690 490 F

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.

BIBLIO

Les modems pour transmission de données

par M. Stein

Les modems ont constitué un champ d'application privilégié pour les progrès techniques réalisés au cours des dernières années, tant en ce qui concerne l'intégration des composants que le traitement du signal.

Le débit maximal sur une ligne téléphonique, qui était, il y a quelques années, de 1 200 bits/s, est passé à 2 400 puis à 4 800, à 9 600 et est aujourd'hui de l'ordre de 16 000 bits/s.

Parallèlement à cette évolution, les types de matériel et les modes d'exploitation se sont diversifiés.

L'ouvrage s'attache à présenter les principaux constituants d'une liaison de transmission de données : lignes et modems.

Les principes de base qui sous-tendent toute transmission numérique sont rappelés. Les différentes méthodes de transmission utilisées en pratique dans les matériels selon le type de ligne ou la rapidité de transmission sont exposées et illustrées par des exemples.

Les développements techniques récents relatifs aux égaliseurs et aux annuleurs d'écho auto-adaptatifs sont présentés ainsi que leur mise en œuvre technologique.

Une large part de l'ouvrage est consacrée à la standardisation et à la mise en œuvre des matériels, en particulier en ce qui concerne l'interface numérique auquel se raccordent les équipements informatiques.

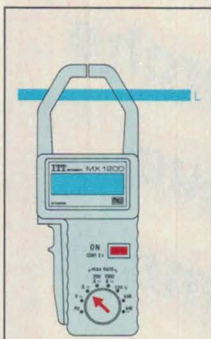
Les problèmes d'exploitation de réseau et de télémaintenance font également l'objet d'un chapitre.

Un volume de 384 pages, format 15,5 x 24.

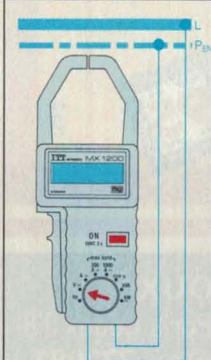
Masson Editeur

PINCE? ou MULTIMETRE?

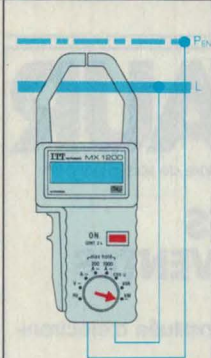
l'appareil complet de l'électrotechnicien



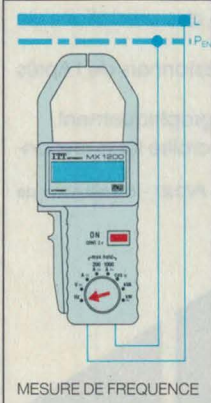
MESURE DE COURANTS



MESURE DE TENSIONS



MESURE DE PUISSANCE



MESURE DE FREQUENCE



La pince MX 1200 mesure

- toutes les formes de courants avec un facteur de crête de 7 et aussi le continu! jusqu'à 1000 A
- toutes les formes de tension et les tensions continues
- puissance active et apparente
- le $\cos \phi$ avec une précision de 1 %
- la fréquence jusqu'à 1000 Hz avec une résolution de 0,1 Hz sur la gamme inférieure.

Dans sa fonction pince la MX 1200 se caractérise par une ouverture des mâchoires de 60 mm.

Une sortie analogique permet d'examiner les valeurs mesurées sur un enregistreur ou à l'oscilloscope.

Agences Paris 16-14 664 84 00
 Colmar 89 23 99 70 · Lille 20 30 64 60
 Lyon 78 76 22 49 · Marseille 42 24 30 44 (nouveau n°)
 Rennes 99 51 64 66 · Toulouse 61 42 04 71 (nouveau n°)

ITT Composants et Instruments
 Division Metrix
 Chemin de la Croix-Rouge B.P. 30
 F 74010 Annecy Cedex
 Tél. 50 52 81 02 · Télex 385 131

metrix

ITT Instruments **ITT**



**CHAUVIN
ARNOUX**

L'ASSURANCE QUALITÉ

CONPAMATIC 1

**Multimètre
à recherche
automatique
de gamme**

2000 points
en auto
3000 points
en manuel

Touche
sélection
continu-
alternatif

Ohmmètre
avec test de
continuité

Entrée spéciale 15 A

Bornes de sécurité

Touche sélection
tension de test en Ω

Touche
sélection
manuel-
automatique

Blocage
afficheur

Entrée
commune
V $\overline{\sim}$ et \sim
A $\overline{\sim}$ et \sim



F 049

CHAUVIN ARNOUX
190, rue Championnet 75890 Paris Cédex 18
(1) 42 52 82 55 - Télex 772081

SERVICE-ANNONCEURS N° 47

FILTRES

FILTRES ACTIFS KEMO

- * VARIABLES
- * P.H. P.B. 8 VOIES



- * 24,36,48 dB/OCTAVE
- * 0,01Hz - 3,15 MHz



Tél. 48.71.17.14

5, bd Poincaré

94170 LE PERREUX

MONTLAUR

Groupe hypermarchés du Sud de la France dans le cadre de son expansion
recherche

RESPONSABLES DE SERVICE APRES VENTES

Leur mission consistera :

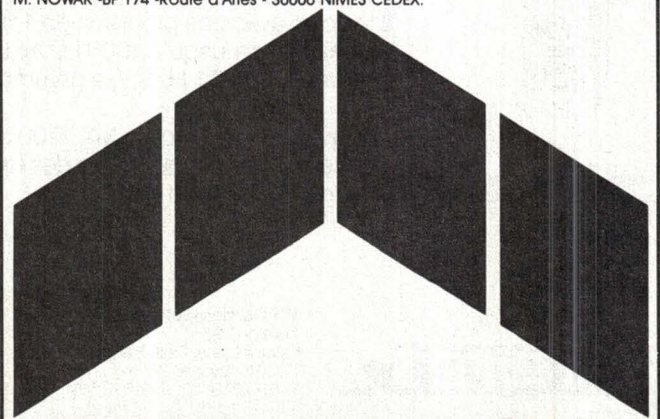
- à l'animation d'une équipe technique, constituée d'électroniciens et d'électroménagistes
- à la gestion de l'exploitation d'un S.A.V. : prévisions, réalisations, avoir sous garantie
- au contrôle de la qualité et de la fiabilité des prestations de service.

Cette annonce s'adresse à de jeunes professionnels de l'Après Vente Grand Public.

Les candidats doivent être disponibles géographiquement.

Possibilité pour des éléments de valeur d'accroître leurs responsabilités.

Adresser CV détaillé, avec photo à MONTLAUR - BUREAU PROJET - à l'attention de M. NOWAK - BP 174 - Route d'Aries - 30006 NIMES CEDEX.



SERVICE-ANNONCEURS N° 48

Filtre DTMF

H9400

Fabricant : EM Microelectronic Marin SA (Suisse)

Importateur : Futur IDS

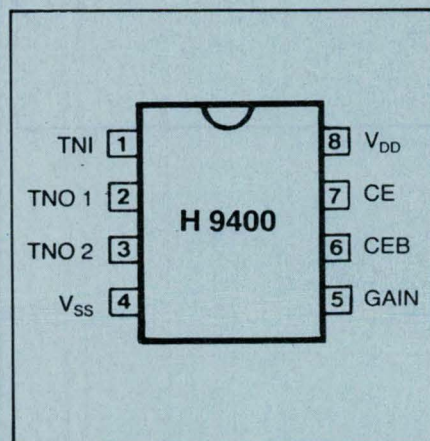
Le circuit intégré H9400, en technologie C-MOS, est un filtre de fréquences DTMF conforme aux normes européennes CEPT/ BPO, à gain unité.

Disponible en boîtier 8 broches, il intègre un filtre passe-bas du 4^e ordre. Sa fréquence de coupure est de 3,5 kHz, avec une pente de 40 dB par décade. En outre, il ne consomme que 1 nA sous 3 V en position de veille.

Ses applications sont nombreuses car on peut l'utiliser partout où l'on a besoin de filtrer un signal audio jusqu'à 4 kHz en éliminant les fréquences supérieures (radiotéléphones, télécommande, téléphonie, etc.).

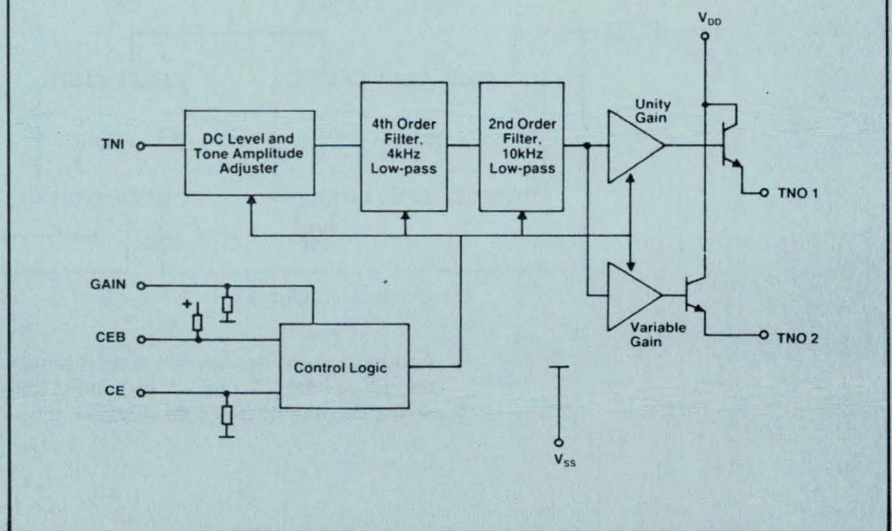
Ce composant contient des circuits de protection des broches contre les surtensions dues à l'électricité statique ou aux champs électriques.

Brochage



1. Entrée du signal DTMF
2. Sortie n° 1
3. Sortie n° 2
4. Masse (- alim)
5. Commande de gain pour sortie n° 2
6. Commande de veille par signal positif
7. Commande de veille par signal négatif
8. + alim

Schéma interne



Remarques sur certaines broches

● La commande de gain de la sortie n° 2 (broche 5) agit de la façon suivante : si la broche 5 est réunie au + alim (niveau logique 1), l'atténuation provoquée est de - 3 dB ; si elle est réunie au - alim (niveau logique 0) ou bien laissée « en l'air », l'atténuation (gain négatif sur la sortie n° 2) est de - 6 dB.

● Les broches 6 et 7 commandent l'état de veille ou d'activité du circuit selon la table de vérité suivante :

Broche 6	Broche 7	Mode
1	0	Veille
1	1	Actif
0	1	Actif
0	0	Actif

La broche 6 (CEB) a une résistance interne polarisant cette entrée au niveau logique 1 ; on peut donc laisser cette entrée « en l'air » si la broche 7 est utilisée comme borne de commande.

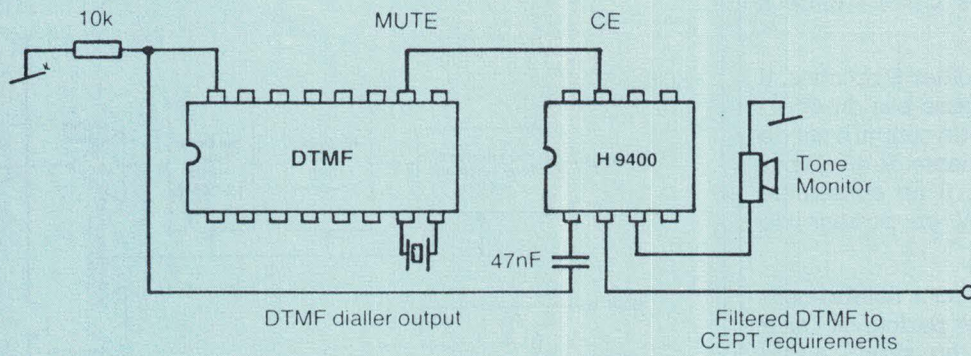
La broche 7 (CE), au contraire, est polarisée au niveau logique 0 par une résistance interne ; on peut aussi la laisser « en l'air » si c'est la broche 6 (CEB) qui est utilisée comme borne de commande.

Caractéristiques générales

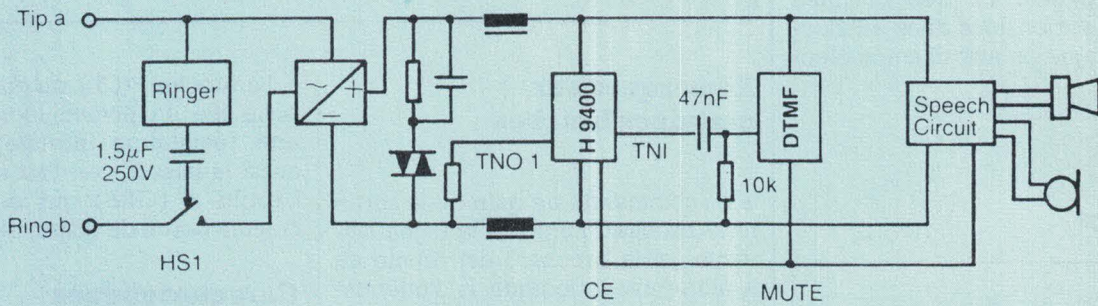
- Tension d'alimentation max. : 13 V
- Tension d'alimentation normale : 3 à 10 V
- Courant de sortie max. : 10 mA
- Température de fonctionnement : - 25 à + 70 °C
- Températures de stockage : - 65 à + 150 °C
- Courant consommé à l'état de veille : 1 nA typ. pour $V_{alim} = 3 V$; 5 nA typ. pour $V_{alim} = 10 V$
- Courant consommé en fonctionnement (hors courant de sortie) : 0,4 mA typ. à $V_{alim} = 3 V$; 1,3 mA à $V_{alim} = 10 V$
- Atténuation du signal filtré à 3,5 kHz : - 3 dB typ.
- Atténuation du signal de 4 à 10 kHz : 40 dB/ décade min.
- Atténuation du signal de 10 à 50 kHz : 60 dB/ décade typ.
- Temps de réponse à la consommation veille/ fonctionnement : 0,2 ms typ.

H9400

Applications typiques

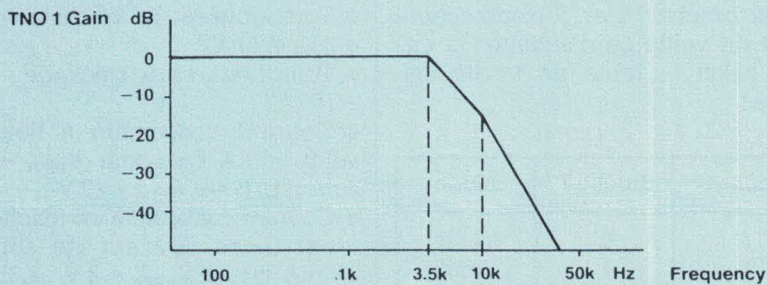


Remplacement des composants discrets de filtrage DTMF par un circuit H9400. Seule, la capacité d'entrée subsiste.



Application classique en téléphonie.

Caractéristiques en fréquence du filtre.



Régulateurs à découpage =/=

LM1578
LM2578
LM3578

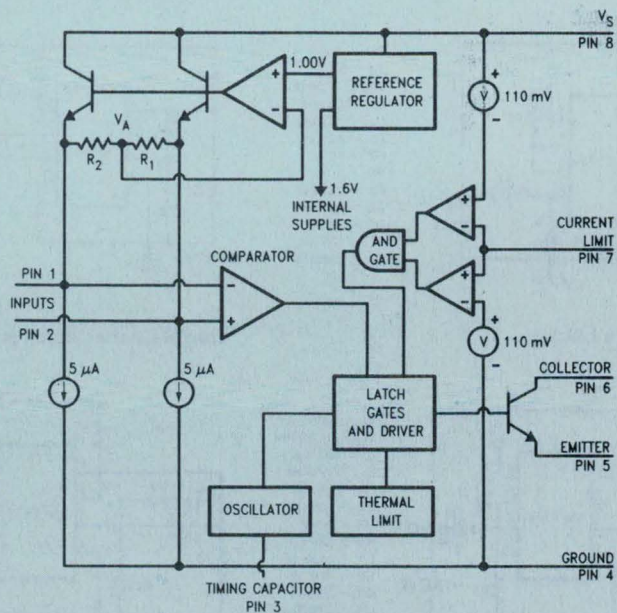
Fabricant : National Semiconductor

Ces circuits intégrés de la même série, présentés en boîtiers 8 broches (DIL ou rond), sont utilisables dans la conversion de tension du type continu/continu pour des tensions d'entrée de 2 à 40 V ; cette faible tension de 2 V est possible grâce à une tension de référence interne de seulement 1 V.

Ces composants peuvent délivrer un courant de sortie de 750 mA avec une tension de saturation inférieure à 1 V.

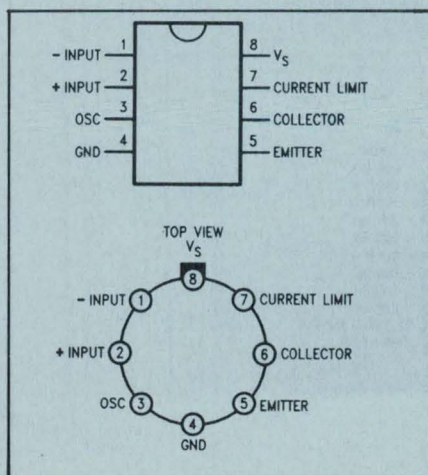
La fréquence de l'oscillateur de découpage est réglable jusqu'à 100 kHz ; un circuit de limitation de courant ainsi qu'un circuit de protection thermique sont incorporés à ces circuits, dont la conception très flexible permet d'utiliser la plupart des configurations d'alimentation à découpage (buck, boost, inverseur, à transformateur).

Schéma synoptique



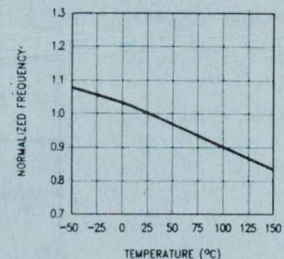
Brochage

1. Entrée inverseuse (-)
2. Entrée non-inverseuse (+)
3. Capacité de l'oscillateur
4. Masse (- alim)
5. Emetteur du transistor de sortie
6. Collecteur du transistor de sortie
7. Réglage de la limitation de courant
8. + alim

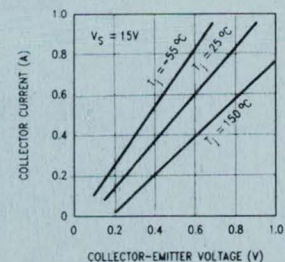


Caractéristiques générales

- Tension d'entrée min. : 2 V
- Tension d'entrée max. : 40 V
- Courant de sortie max. : 750 mA
- Températures de fonctionnement : 0 à +70 °C (LM3578) ; -40 à +85 °C (LM2578) ; -55 à +125 °C (LM1578)
- Température maximale de la jonction : +150 °C
- Températures de stockage : -65 à +150 °C
- Fréquence de l'oscillateur (avec capacité de 4 nF) : 20 kHz typ.
- Dérive en température de cette fréquence : -0,13 %/°C
- Tension de saturation ($I_S = 750$ mA ; émetteur à la masse) : 0,7 V
- Consommation du circuit (hors courant de sortie) : 2 mA



Variation de la fréquence de l'oscillateur en fonction de la température.

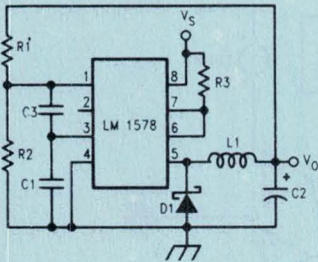


Tension de saturation du collecteur (émetteur à la masse) en fonction du courant collecteur pour trois températures de jonction.

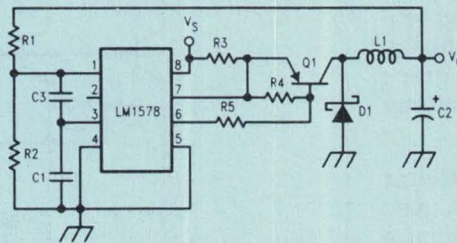
NOUVEAUX CIRCUITS INTEGRES

LM1578
LM2578
LM3578

Applications



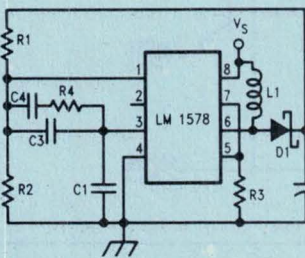
$V_S = 15V$
 $V_O = 5V$
 $V_{ripple} = 50 mV$
 $I_O = 350 mA$
 $f_{osc} = 50 kHz$
 $R1 = 40 k\Omega$
 $R2 = 10 k\Omega$
 $R3 = 0.1 \Omega$
 $C1 = 1820 pF$
 $C2 = 220 \mu F$
 $C3 = 20 pF$
 $L1 = 470 \mu H$
 $D1 = 1N5818$



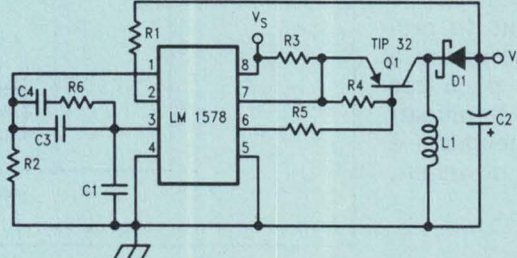
$V_S = 15V$
 $V_O = 5V$
 $V_{ripple} = 50 mV$
 $I_O = 1.5A$
 $f_{osc} = 50 kHz$
 $R1 = 40 k\Omega$
 $R2 = 10 k\Omega$
 $R3 = 0.05 \Omega$
 $R4 = 200 \Omega$
 $R5 = 330 \Omega$
 $C1 = 1820 pF$
 $C2 = 330 \mu F$
 $C3 = 20 pF$
 $L1 = 220 \mu H$
 $D1 = 1N5819$
 $Q1 = D45$

Régulateur « buck ».

Régulateur « buck » avec booster en sortie.



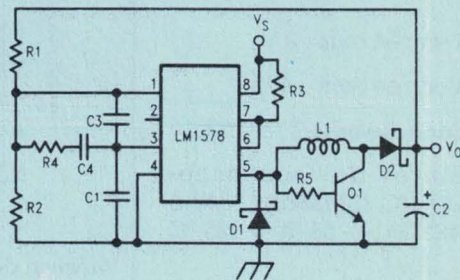
$V_S = 5V$
 $V_O = 15V$
 $V_{ripple} = 10 mV$
 $I_O = 150 mA$
 $f_{osc} = 50 kHz$
 $R1 = 140 k\Omega$
 $R2 = 10 k\Omega$
 $R3 = 0.1 \Omega$
 $R4 = 220 k\Omega$
 $C1 = 1820 pF$
 $C2 = 470 \mu F$
 $C3 = 20 pF$
 $C4 = 0.0022 \mu F$
 $L1 = 330 \mu H$
 $D1 = 1N5818$



$V_S = 5V$
 $V_O = -15V$
 $V_{ripple} = 5 mV$
 $I_O = 300 mA$
 $f_{osc} = 50 kHz$
 $R1 = 160 k\Omega$
 $R2 = 10 k\Omega$
 $R3 = 0.01 \Omega$
 $R4 = 190 \Omega$
 $R5 = 82 \Omega$
 $R6 = 220 k\Omega$
 $C1 = 1820 pF$
 $C2 = 1000 \mu F$
 $C3 = 20 pF$
 $C4 = 0.0022 \mu F$
 $L1 = 150 \mu H$
 $D1 = 1N5818$

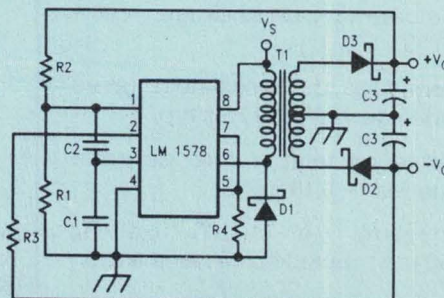
Régulateur « boost ».

Régulateur inverseur (sortie négative).



$9V < V_S < 15V$
 $V_O = 12V$
 $I_O = 100 mA$
 $V_{ripple} = 50 mV$
 $f_{osc} = 50 kHz$
 $R1 = 110 k$
 $R2 = 10 k$
 $R3 = 0.1$
 $R4 = 220 k$
 $R5 = 270$
 $C1 = 1820 pF$
 $C2 = 220 \mu F$
 $C3 = 20 pF$
 $C4 = 0.0022 \mu F$
 $L1 = 220 \mu H$
 $D1, D2 = 1N5819$
 $Q1 = D44$

Régulateur « buck-boost ».



$V_S = 5V$
 $V_O = \pm 12V$
 $I_O = \pm 40 mA$
 $f_{osc} = 80 kHz$
 $R1 = 10 k\Omega$
 $R2 = 240 k\Omega$
 $R3 = 240 k\Omega$
 $R4 = 0.1 \Omega$
 $C1 = 820 pF$
 $C2 = 10 pF$
 $C3 = 220 \mu F$
 $D1, D2, D3 = 1N5819$
 $T1 = PE-64287$

Alimentation à double sortie.

Référence de tension

Fabricant : Analog Devices

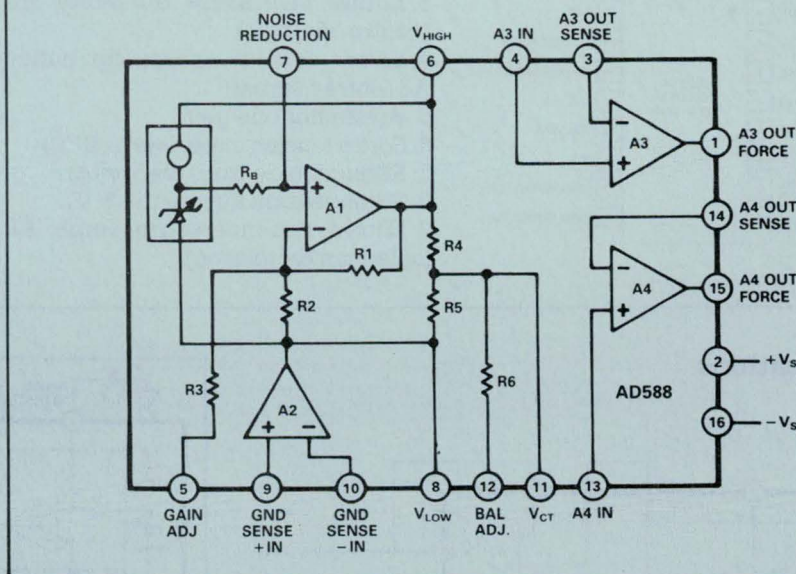
Ce circuit monolithique garantit une dérive et une erreur initiales inférieures à 1,5 ppm/°C et 1 mVmax. respectivement.

On sélectionne, par strap au niveau des broches, différentes tensions de sortie : +10 V, -10 V, +5 V, -5 V et ± 5 V.

Utilisé en tant que référence dans des applications militaires, industrielles ou en instrumentation, l'AD588 garantit une précision de 12 bits au minimum, et ce sans calibration ni compensation externe.

Avec une telle précision, les problèmes de dérives peuvent provenir de résistances parasites et des effets de thermocouple provoqués par les connexions (fils de liaison de la puce, broches du boîtier, piste du circuit imprimé). L'AD588 permet d'assurer des connexions de type Kelvin (mesure et forçage) et de maintenir ainsi la précision jusqu'au niveau de la charge (les résistances parasites entre sortie de la référence et charge sont placées dans la

Schéma interne



boucle d'amplificateurs opérationnels, ce qui annule leur influence).

Un autre avantage du circuit (unique parmi les composants monolithi-

ques disponibles) est sa capacité à délivrer simultanément deux sorties appariées entre elles ± 5 V.

Ce circuit très souple peut aussi délivrer simultanément deux sorties 5 et 10 V.

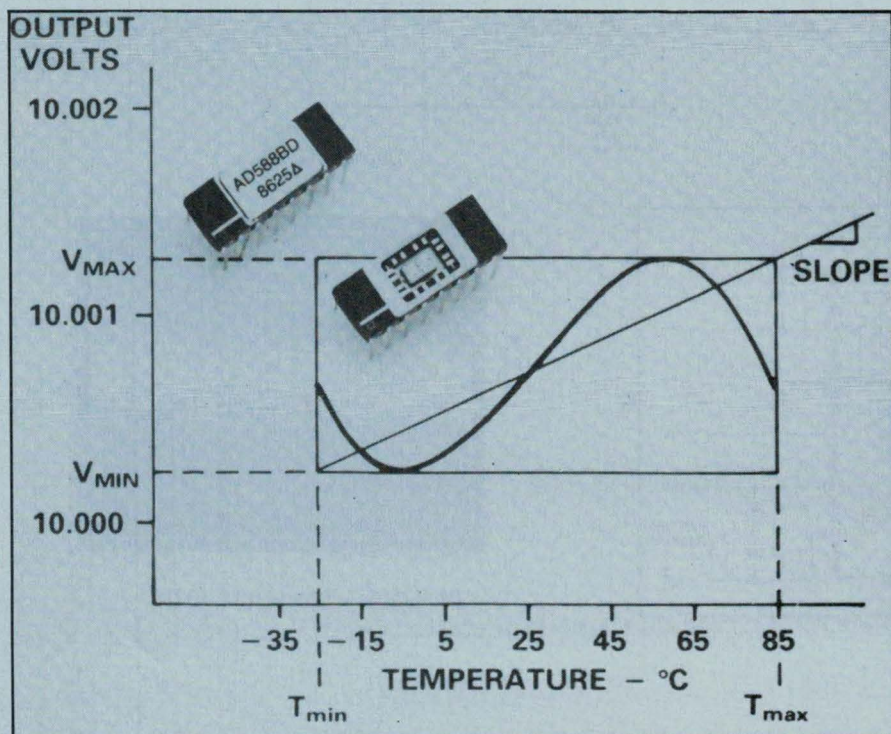
L'AD588 est disponible en cinq grades :

- BC et CD : 1,5 ppm/°C et 1 mV
 - AD : 3 ppm/°C et 3 mV
 - SD et TD : 4 ppm/°C et 3 mV
- dans les gammes de températures industrielles et militaires.

Fonctionnement

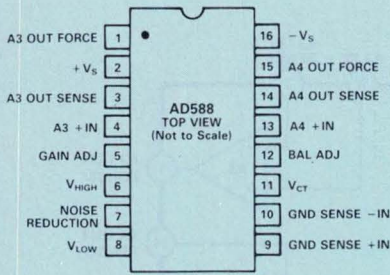
On voit que quatre amplificateurs opérationnels se partagent la tâche :

- A1 effectue la partie régulation proprement dite, à partir de la diode zener (6,5 V) ; son gain, donc la tension présente à sa sortie, peut être réglé (borne 5) ;
- A2 sert à sélectionner les tensions de sortie ; selon la borne de sortie (6, 8 ou 11) à laquelle se trouve réunie son entrée - (borne 10), les tensions de sortie disponibles se trouvent modifiées (voir tableau) ;
- A3 et A4 sont des buffers.



AD588

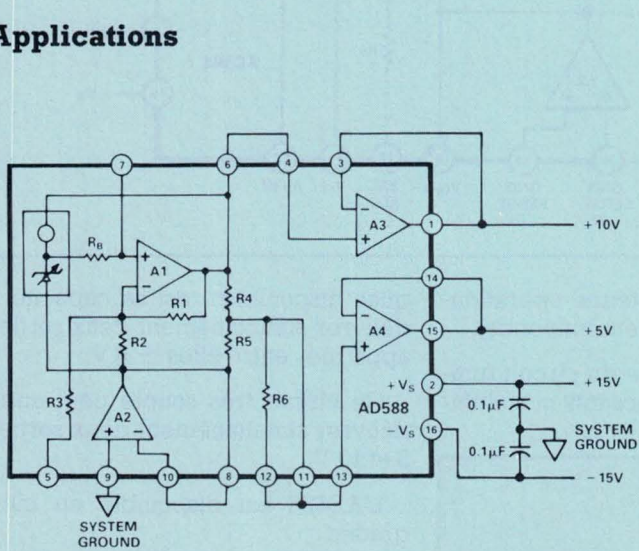
Brochage



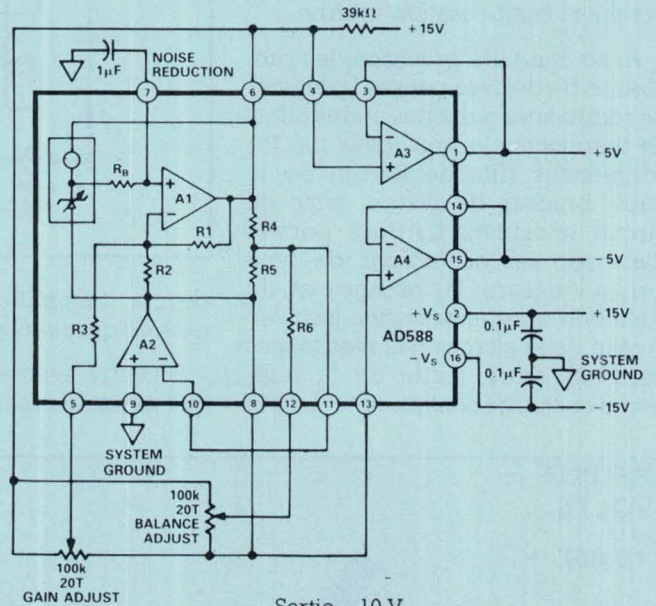
1. Sortie du buffer A3
2. + alim
3. Entrée inverseuse du buffer A3 (contre-réaction)
4. Entrée non-inverseuse du buffer A3 (entrée signal)
5. Ajustement du gain
6. Sortie tension supérieure (10 V)
7. Réduction de bruit (capacité)
8. Sortie tension inférieure (5 V)
9. Entrée non-inverseuse ampli A2 (sélection de tension)

10. Entrée inverseuse ampli A2 (sélection de tension)
11. Sortie tension moyenne (7,5 V)
12. Ajustement de la tension moyenne (balance)
13. Entrée non-inverseuse du buffer A4 (entrée signal)
14. Entrée inverseuse du buffer A4 (contre-réaction)
15. Sortie du buffer A4
16. - alim

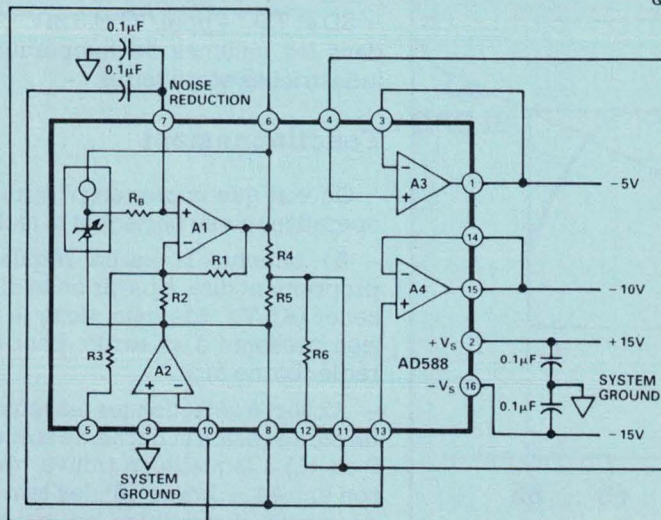
Applications



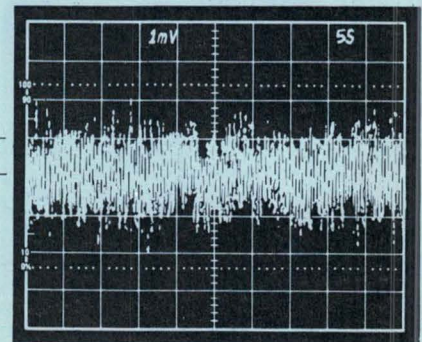
Sortie + 10 V.



Sortie - 10 V.



Sortie + 5 et - 5 V.



Bruit dans la bande 0,1 à 10 Hz.



*Micro
informatique*

Digitalisation d'images sur système à microprocesseur

Destinée à la microscopie acoustique, électronique, optique et chimique, l'application envisagée ici traitera de la digitalisation d'images sur un système à microprocesseur 68000 et bus VME.

A partir d'un système commercial d'acquisition et de visualisation d'images, les auteurs ont ainsi réalisé un système permettant l'acquisition et le traitement d'image quelle que soit la source qui fournit cette image. L'extension peut se faire immédiatement à tous les systèmes donnant une information analogique en fonction d'un balayage à deux dimensions. La nature de la représentation de ces informations nécessite le développement d'un système interactif de définitions de contour, qui est également décrit, sous forme d'une tablette à digitaliser.

La microscopie et ses applications

Les microscopes sont des instruments bien connus pour rendre de grands services dans de nombreux domaines : biologie, médecine, étude des matériaux, étude de circuits intégrés...

Toutefois, la notion de microscopie s'étend désormais à l'analyse de tout ce dont la dimension est de l'ordre du micromètre.

A côté du microscope optique classique (« MOP ») se sont, compte

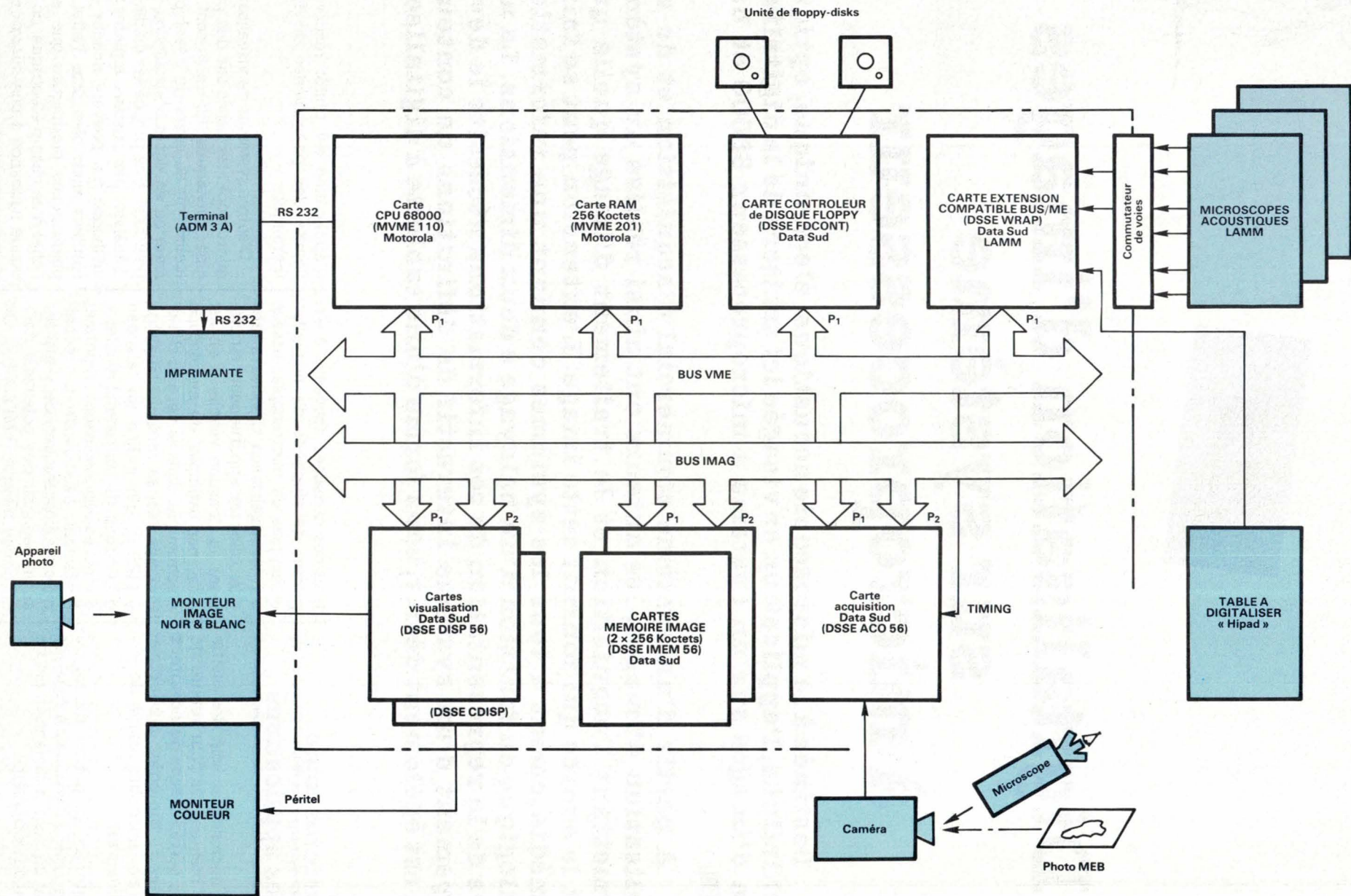
tenu des domaines nouveaux à explorer, développées de nouvelles techniques de microscopie, basées sur la visualisation d'ondes autres que celles qui appartiennent strictement au domaine visible. Il en est ainsi, par exemple, du microscope électronique, dans sa version classique puis dans sa version à balayage (« MEB »), qui utilise un faisceau d'électrons, ce qui permet d'obtenir de très hautes résolutions ; il permet également, avec l'aide de techniques stroboscopiques, de visualiser la propagation des potentiels dans un circuit intégré (« MEBSCP »). On peut également citer le microscope à infrarouge [1] dont le domaine

d'application est plutôt réservé à l'étude des phénomènes de type thermique.

D'autres systèmes de visualisation microscopiques basés sur des principes physiques différents sont actuellement en cours de développement ou en cours d'installation. On peut citer à ce propos les méthodes d'analyse par cristaux liquides [2], méthodes qui peuvent donner des résultats aussi bien sous l'effet de phénomènes thermiques que sous l'effet d'un champ électrique, ce qui donne naissance à une microscopie de type chimique.

Construit autour des propriétés

Fig. 1. - Le système d'analyse d'images (matériel).



*Micro
informatique*

des ondes acoustiques, et de leur interaction avec les matériaux de natures différentes, c'est plus récemment, dans les années 70, qu'est apparu le microscope acoustique (« MAB ») développé dans des laboratoires universitaires [3,4], à Stanford (USA, Pr K. Quate) et à Montpellier (Pr. J. Attal). Une de ses originalités est notamment de permettre de visualiser les objets non seulement au voisinage de leur surface mais encore en profondeur.

Quelle que soit l'application visée, tous ces systèmes nécessitent que le phénomène étudié puisse être visualisé, si possible sous la forme d'une image bien visible et propre, c'est-à-dire corrigée d'aberrations et exempte de bruits. Il est donc indispensable de réaliser, d'une part, un interface d'acquisition et de visualisation ; d'autre part, de traiter cette image.

Le domaine qui concerne les auteurs est celui de l'analyse de défaillances dans les circuits intégrés et la possibilité de coupler ces analyses avec les outils qui ont servi à concevoir les circuits. A ces fins, le laboratoire des auteurs est équipé de trois types de microscopes : MEBSCP, MOP, MAB, d'une part, et d'outils informatiques de CAO en micro-électronique d'autre part. On dispose également d'un matériel permettant d'aborder le test sous pointe de circuits intégrés.

On peut être aussi amené à traiter d'autres applications de caractérisation, comme par exemple celles de tissus biologiques [5] ou comme l'analyse de la texture de divers matériaux dont la nature peut être très diversifiée : du domaine des cristaux à celui des matériaux composites [6].

Dans tous ces domaines, la simple visualisation des images apporte beaucoup d'informations, mais il est souvent nécessaire d'aller au-delà de l'information qualitative grâce au traitement numérique des images.

On décrit ici comment ont été résolus les problèmes d'acquisition des images, avec un système construit autour d'un microprocesseur 68000 sur bus VME à partir des trois capteurs MAB, MEBSCP, MOP. On y a également inclus l'acquisition de contours grâce à une tablette à digitaliser.

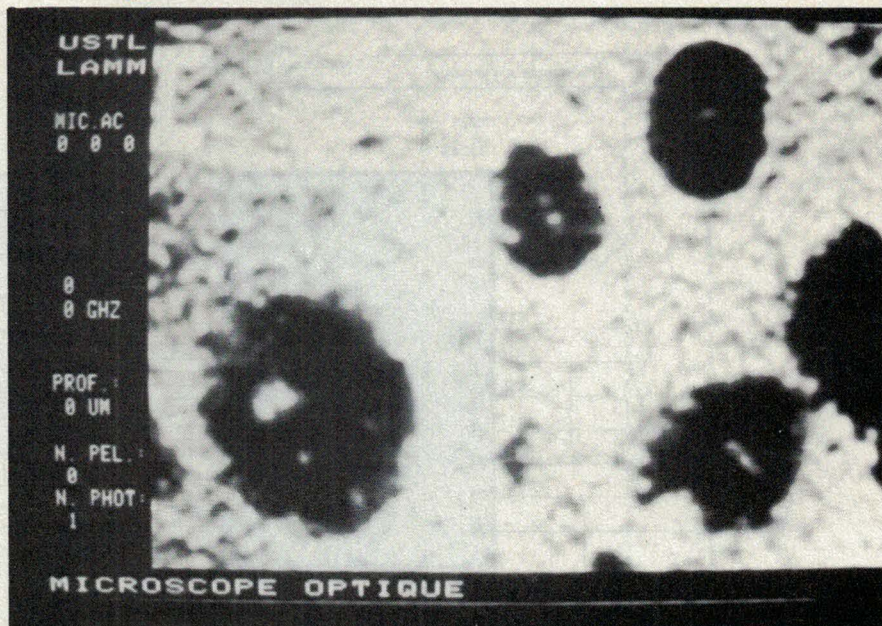


Photo 1. - Image optique d'une couche mince de CdS déposée par « spray ».

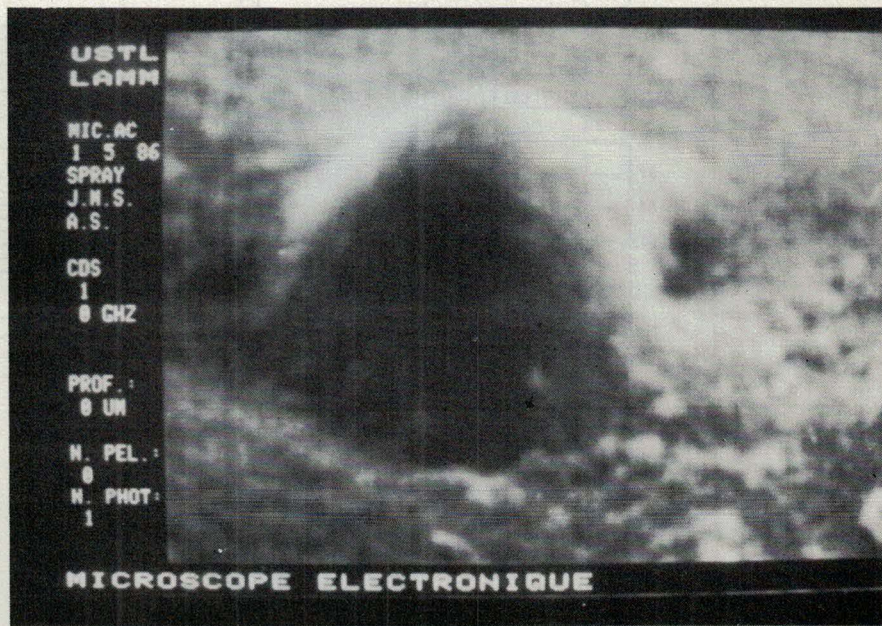


Photo 2. - Image au microscope électronique de la même zone.

Le système de traitement d'images

Le dispositif a été réalisé à partir d'un système aux normes du bus VME constitué de matériels et de logiciels commercialisés par *Motorola* et *Datasud Systemes*.

La partie matérielle comporte (fig. 1) :

- un système informatique en trois cartes : carte CPU avec μP 68000,

- carte mémoire 256 Ko, carte contrôleur de disques souples et une double unité de disques 8 pouces ;

- un ensemble pour l'imagerie appelé « IMAG » (*Datasud*) connecté d'une part sur le bus VME et d'autre part sur un bus local, cet ensemble comporte lui-même plusieurs modèles ;

- une carte d'acquisition vidéo pour caméra CCD ou pour caméra classique ;

- deux cartes de mémoire image de 256 Ko (512 x 512 pixels x 64 niveaux de gris + overlay graphique et alphanumérique) ;

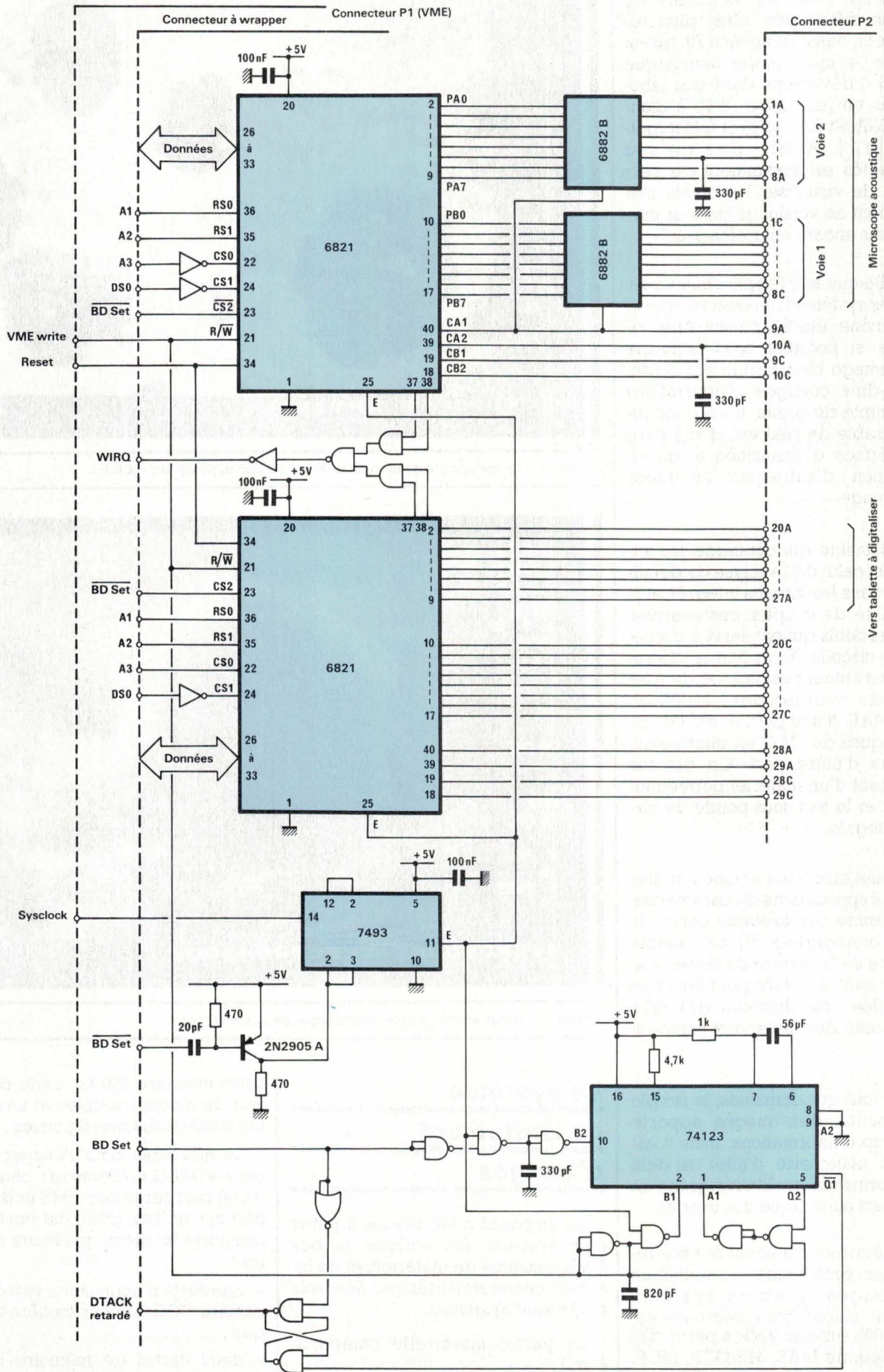


Fig. 2. - Carte interface microscope acoustique et tablette à digitaliser.



Photo 3. - Image acoustique de la même zone.

- une carte de visualisation noir et blanc ;
- une carte de visualisation couleur comportant une table de conversion (LUT).

La carte d'acquisition fournit les divers signaux d'horloge pour le système IMAG.

Le logiciel système comporte :

- un moniteur en ROM appelé VME-BUG (Motorola) ;
- un logiciel en ROM de contrôle de disque souple (Datusud) ;
- un logiciel sur disque supporté par un DOS : DSSDOS (de Datusud), comportant un éditeur, un assembleur structuré, un éditeur de liens et un Basic interprété avec des instructions propres à IMAG.

Sur ce système support, a été développé un logiciel de traitements d'images, qui comporte plusieurs modules écrits en assembleur 68000, appelés par un « menu » écrit en Basic. Ce logiciel est portable sur le système d'exploitation multitâche multi-utilisateur VERSADOS de Motorola. Ce logiciel, décrit en référence [7], comporte :

- des programmes d'acquisition et de stockage sur disques des images (décrits ci-après) ;
- des utilitaires associés à une tablette à digitaliser (décrits ci-après) ;

- des extractions et modifications d'histogrammes, des conversions « fausses couleurs » ;
- des filtrages bidimensionnels, des accentuations ;

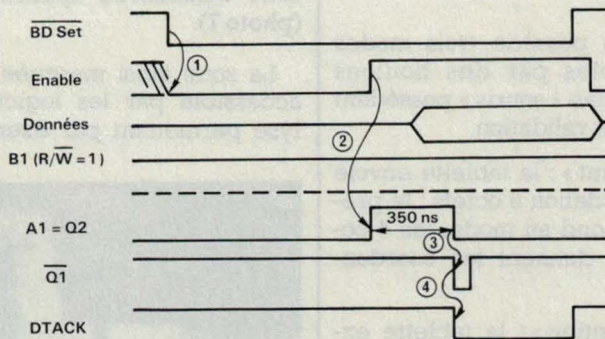
- des opérations de recadrage par transformation affine ;
- des programmes de segmentation par seuillage simple et adaptatif, par détection de gradient ;
- des fermetures de contours et des remplissages de zones ;
- des opérations sur image binaire : érosion, dilatation, squelettisation ;
- des utilitaires de superposition de renseignements alphanumériques.

Couplage avec une tablette à digitaliser

Un système de traitement d'image se doit de disposer d'une certaine interactivité à l'aide d'un périphérique autre que le clavier (manche à balai, boule ou tablette à digitaliser) pour « pointer », tracer des contours, des vecteurs, reporter les contours d'une photo sur le plan graphique de la mémoire image...

On a choisi une tablette Secapa TAD 700, d'une résolution suffisante pour des images 512x 512.

LECTURE



ECRITURE

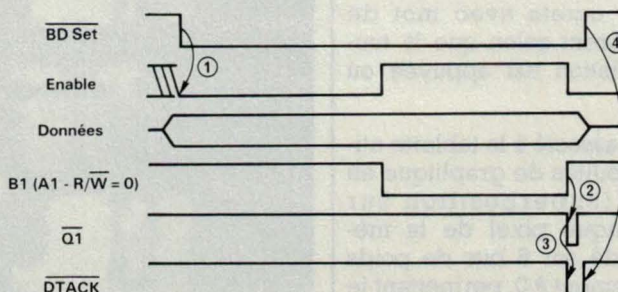


Fig. 3. - Chronogramme relatif aux interfaces microscope acoustique et tablette à digitaliser.

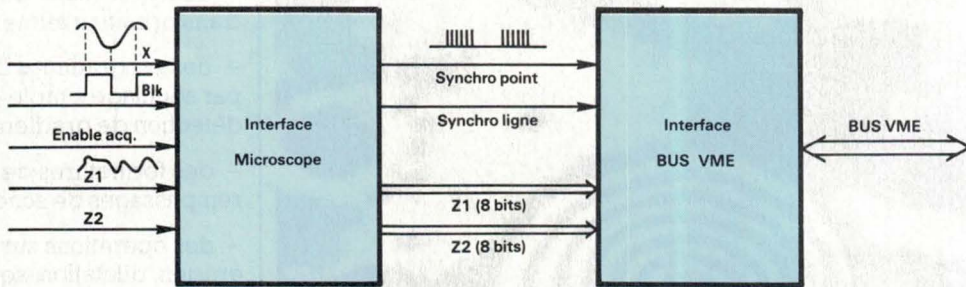


Fig. 4. - Bloc diagramme du couplage au microscope acoustique.

Pour réaliser le couplage, on a utilisé une carte DSSEWRAP (*Datasud*) qui réalise la compatibilité VME ; sur la zone libre de cette carte a été connecté un port parallèle (PIA 6821) qui réalise l'interface avec la tablette sous la forme de 8 lignes parallèles et d'une ligne d'échantillonnage. Le schéma (fig. 2), et le diagramme temporel (fig. 3), illustrent le principe de cette liaison.

Ce couplage pose un peu de problèmes si ce n'est que l'on ne peut utiliser les signaux pour interface synchrone du 68000 (Enable, VMA, VPA) non disponibles sur VME ; ont donc été utilisés SYSCLOCK, WRITE du bus VME et BDSEL (sélection de carte, généré par un décodeur d'adresse de la carte DSSEWRAP). L'interface génère le signal DTACK sur VME.

La tablette possède trois modes sélectionnables par des boutons poussoirs et une « souris » possédant une touche de validation.

- Mode « point » : la tablette envoie à chaque validation 5 octets : le premier correspond au mode, les 4 octets suivants donnent les coordonnées X et Y.

- Mode « continu » : la tablette envoie une rafale de 5 octets (mode, X, Y) tant que la validation est appuyée.

- Mode « rafale » : envoi continu de séries de 5 octets avec mot de « mode » différent selon que la touche de validation est appuyée ou non.

Le logiciel associé à la tablette utilise les possibilités de graphique en « overlay » (superposition sur l'image) : chaque pixel de la mémoire est codé sur 6 bits de poids forts, normalement à 0, permettant le forçage au blanc ou au noir de la sortie vidéo, sans affecter le contenu de la mémoire image.

A partir de ces éléments, a été écrit un logiciel de gestion de la tablette, il permet (photo 7) :

- en mode « point » : de « pointer » un point de l'image en le forçant au blanc ;

- en mode « continu » : de tracer un contour en déplaçant la souris sur l'image lorsque le bouton de validation est appuyé ;

- en mode « rafale » : de disposer d'une gomme en effaçant le bit 6 de forçage au blanc lorsqu'on déplace la souris sur l'image.

Un autre programme permet de détecter les pixels appartenant à un contour fermé, tracé à l'aide de la tablette, en marquant ces pixels par forçage du bit 7, moyennant quoi la zone considérée apparaît en noir (photo 7).

La zone ainsi marquée peut être accessible par les logiciels d'analyse permettant par exemple d'ex-

traire la surface ou les caractéristiques statistiques de densité de gris.

D'autres utilisations de la tablette sont envisageables dont, en particulier, le tracé de vecteurs. Ceci permettrait, par exemple en micro-électronique, de faire relever par un concepteur expérimenté le tracé d'un masque de circuit intégré de manière interactive en pointant les extrémités des vecteurs, interprétés à partir d'une image acquise au microscope.

Couplage des microscopes optiques, électroniques et acoustiques

Le couplage en tant que tel des différents dispositifs ne présente que de faibles difficultés, mais chacun des cas doit être examiné séparément.

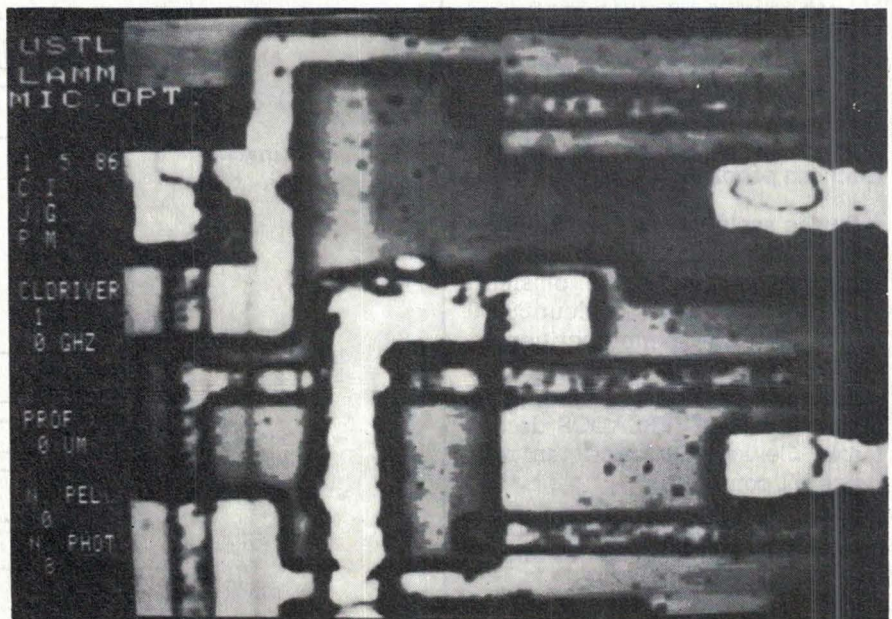


Photo 4. - Image optique d'un plot de sortie d'un circuit intégré.

Le microscope optique

Le système IMAG possédant une carte d'acquisition DMA à partir d'une caméra CCD 338 × 480 pixels, il a suffi de réaliser une bague d'adaptation permettant de remplacer l'oculaire du microscope par l'objectif de la caméra.

Cette caméra permet, par ailleurs, de saisir des images provenant de sources diverses, par acquisition à partir de négatifs photographiques ; c'est ainsi que l'on a obtenu la **photo 2**, issue d'un microscope électronique (laboratoire de microscopie électronique de l'USTL). On décrit ci-après comment a été couplé un MEB à l'analyseur d'images.

Le microscope acoustique

Rappelons que la microscopie acoustique [3,4] est une technique qui permet d'obtenir des images en focalisant sur un objet, plongé dans un milieu liquide, des ondes acoustiques à très haute fréquence (10 MHz à 6 GHz).

Les ondes sont générées grâce à des transducteurs électroacoustiques (ZnO). Chaque point de l'objet renvoie une onde réfléchie ou transmise dont on peut détecter l'intensité à l'aide du même type de transducteur inversé. Les images de réflexion et de transmission sont obtenues par balayage relatif (X et Y) de l'objet par rapport au capteur. Le balayage X est sinusoïdal (16 Hz), le balayage Y est linéaire lent.

Couplage du microscope acoustique

En tenant compte de ce que, d'une part, la formation de l'image est lente (35 secondes) et que, d'autre part, les deux balayages sont autonomes (non pilotés), il est nécessaire de se synchroniser sur les signaux fournis. Les auteurs ont ainsi réalisé l'ensemble suivant.

- Un interface intégré dans le MAB, décrit dans *Electronique Applications* [9,11], réalise la conversion analogique/numérique du signal vidéo et génère, à partir du signal X sinusoïdal, des tops de synchro ligne et synchro point sur deux lignes distinctes. La vitesse de balayage Y est réglée sur le microscope de manière à avoir des définitions lignes et point égales.

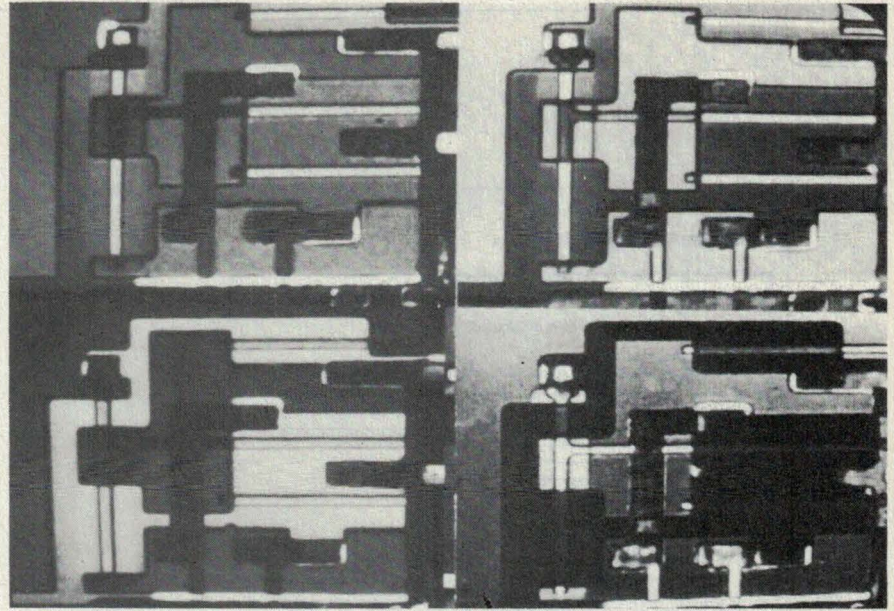


Photo 5. - Image acoustique de la même zone (mise au point à différentes profondeurs).

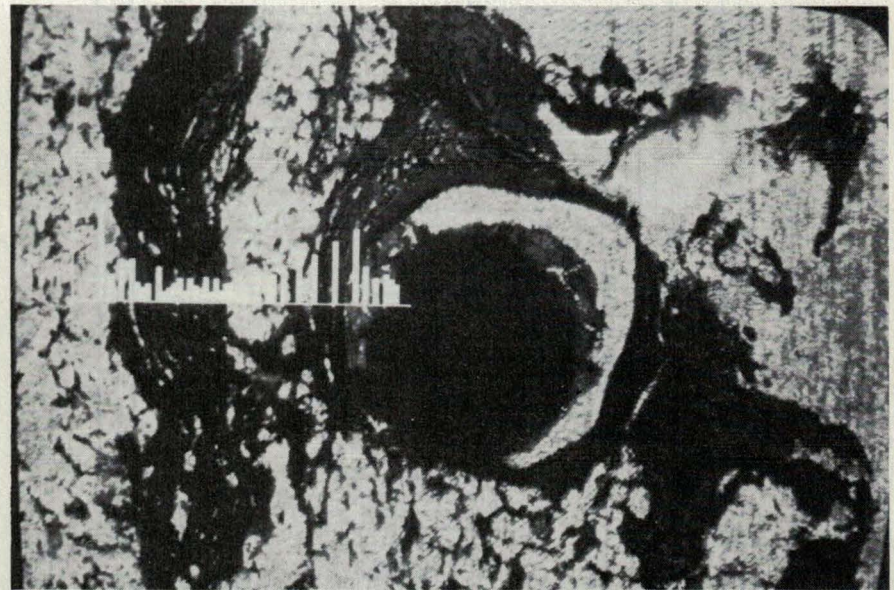


Photo 6. - Image acoustique de tissu mammaire (collaboration avec le service de radiodiagnostique - hôpital Lapeyronie, professeur J.-L. Lamarque).

- Un interface au bus VME. Pour cela, on utilise la carte DSSEWRAP décrite dans le couplage de la tablette, en connectant un second PIA (fig. 4) dont on utilise les deux ports A et B pour Z_1 et Z_2 , les synchro lignes et synchro point attaquant les lignes « d'interruption » CA1 et CA2.

- Un boîtier de commutation permet à l'aide de buffers trois états 6882B de connecter trois microscopes acoustiques sur l'analyseur d'image, en parallèle avec leurs systèmes de visualisation propres constitués par une mémoire image pilotée par un système Rockwell AIM65 [8,9].

Ce boîtier permet de sélectionner un microscope parmi trois sources de l'image, et permet de pouvoir utiliser alternativement 3 MAB fonctionnant à des fréquences différents (par exemple : 2 GHz, 600 MHz et 100 MHz), autrement dit d'avoir des résolutions, des champs et des profondeurs de pénétration différentes (de la même manière que lorsqu'on fait pivoter l'objectif d'un microscope optique).

- Le logiciel d'acquisition écrit en assembleur structuré 68000 permet l'acquisition de une ou deux voies (transmission ou réflexion) de chaque microscope (organigramme fig. 5).

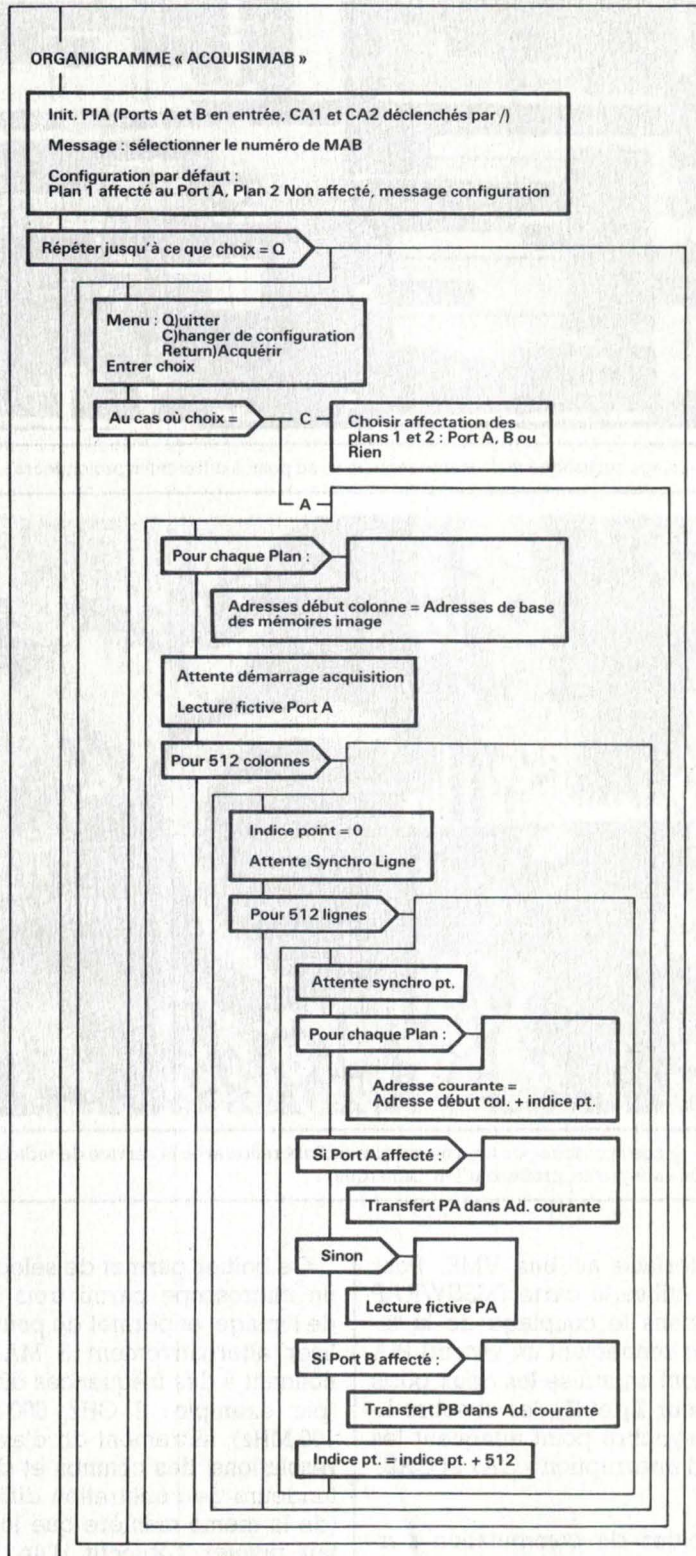


Fig. 5. - Organigramme du logiciel d'acquisition microscope acoustique.

Couplage du microscope électronique à balayage

Le laboratoire dispose d'un microscope électronique à balayage *ISI-SS40*, utilisé dans une recherche sur le contraste de potentiel (test des circuits microniques). Cet appareil fournit, par l'intermédiaire de son processeur de commande *IL200*, quatre signaux permettant l'acquisition : synchro point, synchro ligne, synchro image, vidéo analogique.

Dans une certaine configuration, le système fournit 1 024 points \times 1 024 lignes ; la période ligne est de 40 ms, ce qui correspond à une acquisition en 40 secondes. Le signal vidéo varie dans la gamme ± 5 V.

Dans ces conditions, l'interfaçage utilisé en microscopie acoustique peut être utilisé avec quelques adaptations :

- en matériel :

on se connecte sur le port d'entrée « microscope acoustique » en le faisant précéder d'un convertisseur analogique/digital *ADC82* ; l'ordre de conversion est fourni par la synchro point, la sortie fin de conversion attaque la ligne d'interruption *CA1* du port. La synchro ligne est envoyée sur *CA2*, après passage dans une porte d'inhibition contrôlée par une bascule *RS*, elle-même déclenchée par le top de synchro image ;

- en logiciel :

le logiciel d'acquisition a été adapté de manière à ne saisir que la partie nette de l'image correspondant aux 512 points et 512 lignes, prise dans la partie centrale du balayage.

Archivage des images

Les images acquises sur l'analyseur peuvent être :

- prises en photo sur l'écran vidéo avec un cartouche donnant des informations sur l'image (photos 1 à 7) ;

- stockées sur disque souple 8" au format *IBM 3740* ou *34*. On a pour cela écrit des utilitaires de stockage et restitution d'images, utilisant les routines de la ROM contrôleur de disque, indépendamment du *DOS* (afin de gagner de la place sur le disque). On peut ainsi stocker trois

images en gris sur un disque double face -double densité et en moyenne dix images bi-niveau (codage : « free length encoding ») ;

– archivées sur bandes, en réalisant une liaison avec un mini-ordinateur permettant de transférer un fichier disque vers une bande en format libre pour achivage ou relecture dans un centre de calcul. Cette liaison est facilement extensible à d'autres systèmes.

Résultats

Le système qui vient d'être décrit a été mis en œuvre dans deux laboratoires : au laboratoire d'automatique et de micro-électronique de Montpellier, et au laboratoire de microscopie électronique. Les résultats obtenus sont illustrés par les photos publiées dans le présent article.

Conclusion

On dispose ainsi d'un ensemble permettant le traitement numérique des images en provenance de trois sources de microscopie et d'une tablette à digitaliser. Cet ensemble a permis de développer un processus d'analyse des défaillances relativement puissant. Il est de plus extensible, assez facilement portable, et peut se coupler sous forme d'esclave à un ordinateur plus puissant pour réaliser des interactivités, avec des outils de conception par exemple.

P. Merle, J.-M. Dandonneau,
J. Grzyneck, J. Attal, J.-M. Saurel,
J.-R. Vellas, Ly Cong Can,
Emna Saied
Laboratoire d'automatique et de
micro-électronique de Montpellier
Laboratoire associé au C.N.R.S.
(L.A.371).

Les auteurs remercient M. C. Gril du laboratoire de microscopie électronique de l'USTL pour sa collaboration à ce travail.



Photo 7. – Utilisation de la tablette à digitaliser pour caractériser quantitativement un tissu.

Bibliographie

- [1] P. Burgraaf, « I.R. Imaging : microscopy and thermography », *Semiconductor International*, juillet 1986.
- [2] J. E. Channin : « Liquid Crystal technique for observing integrated circuit operation », *IEE transaction Electronic devices*, vol ED-21, 650-652, octobre 1974.
- [3] C. Quate : « Le Microscope acoustique », *Pour la Science*, décembre 1979, p. 94 à 104.
- [4] L. Broohmed : « Le Microscope acoustique », *Science et Avenir*, n° 375, mai 1978.
- [5] J. Attal, J. L. Lamarque, J.-M. Dandonneau, J.-R. Vellas : « Microscopie Acoustique : fondements et applications à la biologie et à la médecine – International Symposium « *fundamentals of technical progress in medicine* », Liège, Belgium, avril 1983.
- [6] J. Attal, J.-M. Dandonneau, M. Zahouani, Ly Cong Can : « La microscopie acoustique et ses applications dans les semi-conducteurs », *Journal de Physique* (44), septembre 1983, p. 479-483.
- [6] J. Attal, J. Bagnol, J.-M. Dandonneau, Ly Cong Can, P. Merle, J.-M. Saurel, J.-R. Vellas : « Progrès de la microscopie acoustique dans l'investigation des solides, *Toute l'Electronique*, Paris 1984, n° 492.
- [7] J. Grzyneck : « Traitement d'images pour l'investigation de circuits intégrés VLSI, application à la microscopie acoustique », Thèse de Doctorat, USTL, 10/10/85.
- [8] M. Lassaulzais, L. Chaelevsky : « Introduction au traitement d'images sur le microscope acoustique », rapport USTL-ISIM, 1983/84.
- [9] J.-M. Dandonneau, J. Attal, D. Vieux, M. Zahouani : « Une mémoire numérique de rafraîchissement d'écran », *Electronique Applications*, n° 26.
- [10] J. M. Dandonneau, J. Attal, M. Paindavoine, P. Merle, R. Tajdinie, J.-R. Vellas : "Un système économique pour l'analyse des images avec AIM65 et son application en microscopie acoustique", *Electronique Applications*, n° 37, p. 33 à 41.
- [11] I. Bial : « Microscopie acoustique de la glande mammaire : premières images et essai de caractérisation tissulaire », Faculté de Médecine de Montpellier, Mémoire CES d'Ana. Pat., Montpellier.
- [12] M. Paindavoine : Thèse de spécialité électronique 1980. *Faculté de sciences de Montpellier*.
- [13] P. Girard, F.-M. Roche, B. Pistoulet : « Electron beam effect on VLSI MOS conditions for testing and reconfiguration - Wafer scale integration », *G. Saucier & J. Thrille editors*.

LA MICRO-INFORMATIQUE

de visu

Programmateur d'EPROM

Ce programmateur d'EPROM « gang of eight », fabriqué par *Data-man*, est destiné aux boîtiers des séries 25 et 27 (2516 à 27512).

Jusqu'à 512 K de mémoire sont sélectionnables par le jeu de mini-interrupteurs.

Le modèle de base permet de copier huit mémoires à partir de l'EPROM-maître, en mode normal ou rapide, sous 5, 12, 21 ou 25 V.

Une version plus complète de l'appareil est dotée de l'interface RS232 et permet une programmation directe des mémoires par logiciel sur IBM PC.

Verospeed



SERVICE-LECTEURS N° 201

Contrôleurs de communications

La série **NDX** désigne des contrôleurs de communications mis sur le marché par *Nighthawk Electronics*. Ils permettent de relier en un réseau économique des équipements hétérogènes : ordinateurs, terminaux, modems, imprimantes, « plotters », etc., de types et de marques différents, localement ou à distance.

Jusqu'à huit ordinateurs, terminaux et périphériques sont ainsi à même de communiquer sur la base d'un réseau en étoile, quatre ports pouvant, dans le même temps, recevoir et/ou adresser des informations, partager des ressources, sans risque de perte de données. Les **NDX** sont tout à la fois multiplexeurs de terminaux, « spoolers » d'imprimantes, contrôleurs de communi-

Des instructions très simples, entrées par clavier, commandent la mise en communication avec le port souhaité, interrompent celle-ci, indi-

quent sa disponibilité, etc. Les ouvertures de canaux peuvent se faire selon un ordre prioritaire, par contention, partage, ou même affectation faite par un port tiers.

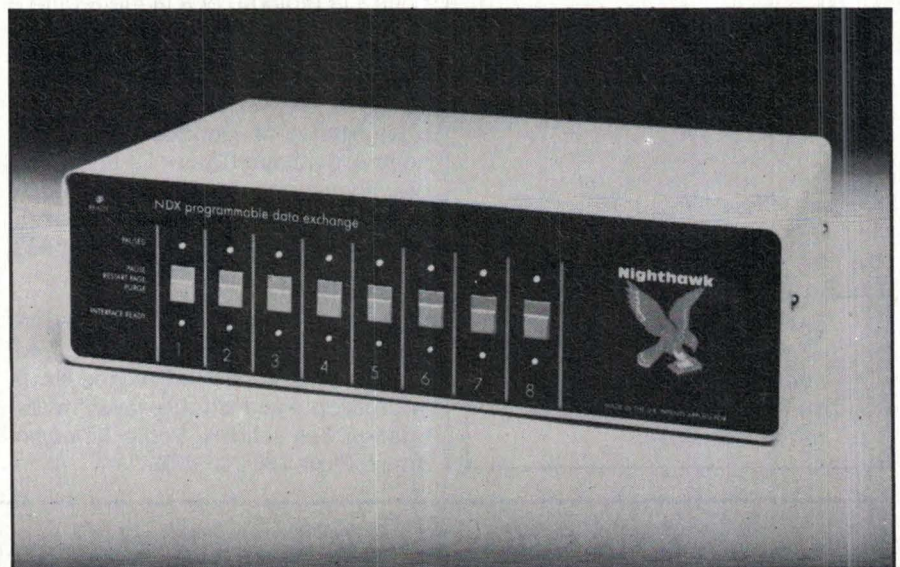
Un buffer, de taille variable de 64 K à 1 Mo, selon les options, accessible à tous les ordinateurs simultanément, gère les flots de données,

minimisant ou même supprimant les attentes.

De conception modulaire, les contrôleurs **NDX** autorisent un environnement mixte : série RS232C et parallèle *Centronics*.

Gradco France

SERVICE-LECTEURS N° 202



Pour tous dessoudages: Weller.



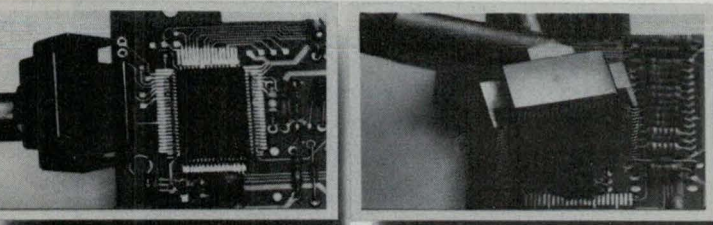
Weller

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 préétamés. 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.

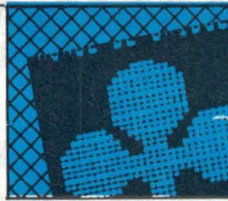
Pour tout complément d'informations,
veuillez contacter: Groupe Cooper - ZA des Petits
Carreaux - B.P. 63 - 4, Avenue des Coquelicots -
94382 Bonneuil-sur-Marne. Tél. 339-70-39 -
Télex 211358 F.



CooperTools

CRESCENT LUFKIN NICHOLSON PLUMB TURNER WELLER WIRE-WRAP WISS XCELITE

SERVICE-ANNONCEURS N° 26



MICRO-INFORMATIQUE

Carte de comptage rapide

Cette carte de comptage rapide, avec détection automatique du sens de déplacement, est référencée **PA 170**. Elle est prévue pour la gestion de quatre codeurs, incrémentaux ou absolus, liés à des systèmes de mesure linéaires ou angulaires.

La carte peut être programmée en mode 16 ou 32 bits. En mode simple, double ou quadruple résolution, la fréquence de comptage est de 750 kHz ; en mode direct, elle est de 3 MHz.

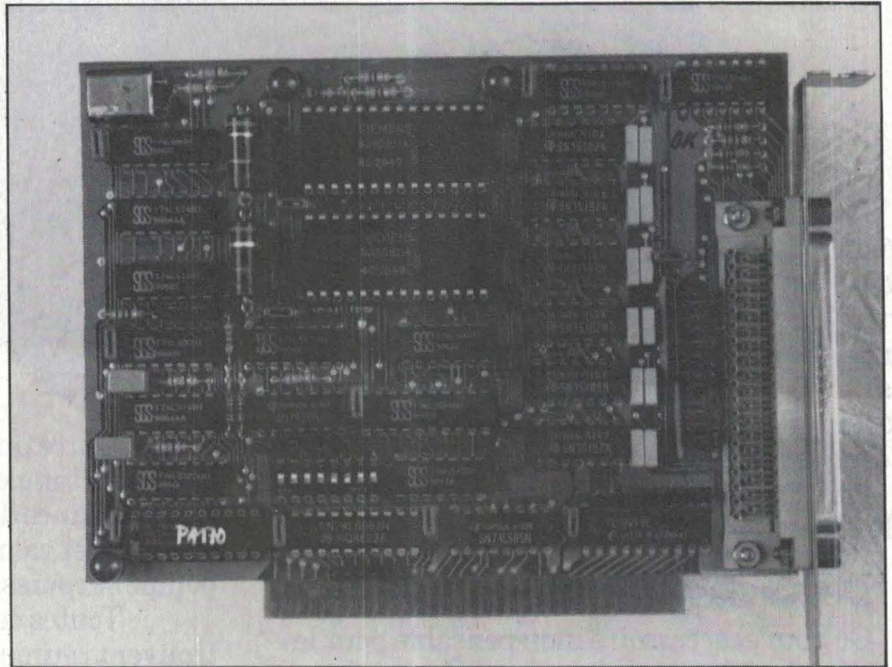
La carte possède également quatre entrées « références » et quatre entrées pour la détection de défauts.

Les entrées peuvent être sélectionnées en mode différentiel ou TTL.

Cette carte prend place dans un slot court 8 bits et se caractérise par une utilisation et une programmation simples.

Selia

SERVICE-LECTEURS N° 203



Disquettes de nettoyage

Ce kit disquettes de nettoyage 3 pouces 1/2 est conçu pour être utilisé sur des lecteurs simple et double face.

Le kit permet d'éliminer efficacement et sans danger les débris accumulés sur les têtes, principales causes d'erreurs d'écriture ou de lecture.

Une utilisation régulière évite les pertes d'information, réduit les coûts de maintenance et accroît la productivité.

Le kit de nettoyage peut permet-



tre, grâce à ses deux disquettes, d'être utilisé en simple face ou double face. En effet, une disquette de nettoyage employée sur un lecteur double face ne peut plus être utilisée sur un lecteur simple face.

Aussi, le constructeur a réalisé avec un seul kit un produit pouvant répondre à ces deux besoins.

3M-France

SERVICE-LECTEURS N° 204

TOUTES LES BONNES CHOSES VIENNENT DE CHEZ VEROSPEED



Accumulateurs et piles



Alarmes et haut-parleurs



Alimentations



Câbles et fils



Cartes d'étude et d'interface



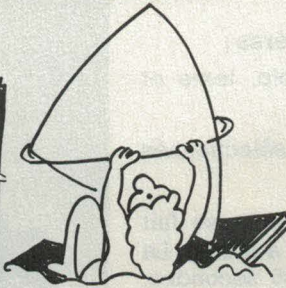
Châssis et coffrets



Condensateurs



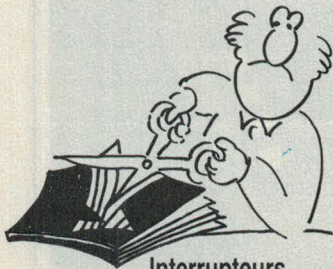
Connecteurs



Planches et équipements de dessin



Filtres et fusibles



Interrupteurs et commutateurs



Instrumentation et mesure



Montage en surface



Outillage



Relais



Résistances



Semiconducteurs et optoélectronique



Supports informatiques



Transformateurs



Ventilateurs

VEROSPEED

Prenez contact : Par téléphone : **(16) 44.84.72.72**
 Par télex : **145 759**
 Par télécopieur : **(16) 44.05.16.77**
 Par courrier : **B.P. 453 60004 Beauvais**

EA 10-11 87

Je désire recevoir le catalogue VEROSPEED

4^e EDITION

Nom _____ Prénom _____

Fonction _____ Service _____

Société _____

Adresse _____

Tél. _____



MICRO-INFORMATIQUE

Imprimante

Vidéotex

Minitex 80 I est une imprimante matricielle à impact, travaillant selon trois modes :

- Vidéotex, 40 ou 80 caractères par ligne ;
- ASCII, 40 ou 80 caractères ;
- IBM PC ou compatible, texte et graphique.

Les paramètres sont sélectionnés à partir d'un menu.

L'entraînement du papier se fait en continu ou en feuille à feuille. La Minitex 80 I peut, en 35 secondes, imprimer une page Vidéotex en mode graphique. A peine 12 secondes lui suffisent en mode texte, grâce à une impression bidirectionnelle optimisée.

Branchée à un IBM PC ou compatible, la Minitex 80 I atteint 135 caractères par seconde.

Il existe en série deux interfaces : Vidéotex et *Centronics*.

Sept versions de la Minitex existent, qui se distinguent par diverses tailles de la mémoire tampon, de 5 à 30 Ko.

Télématique Vidéotex Française

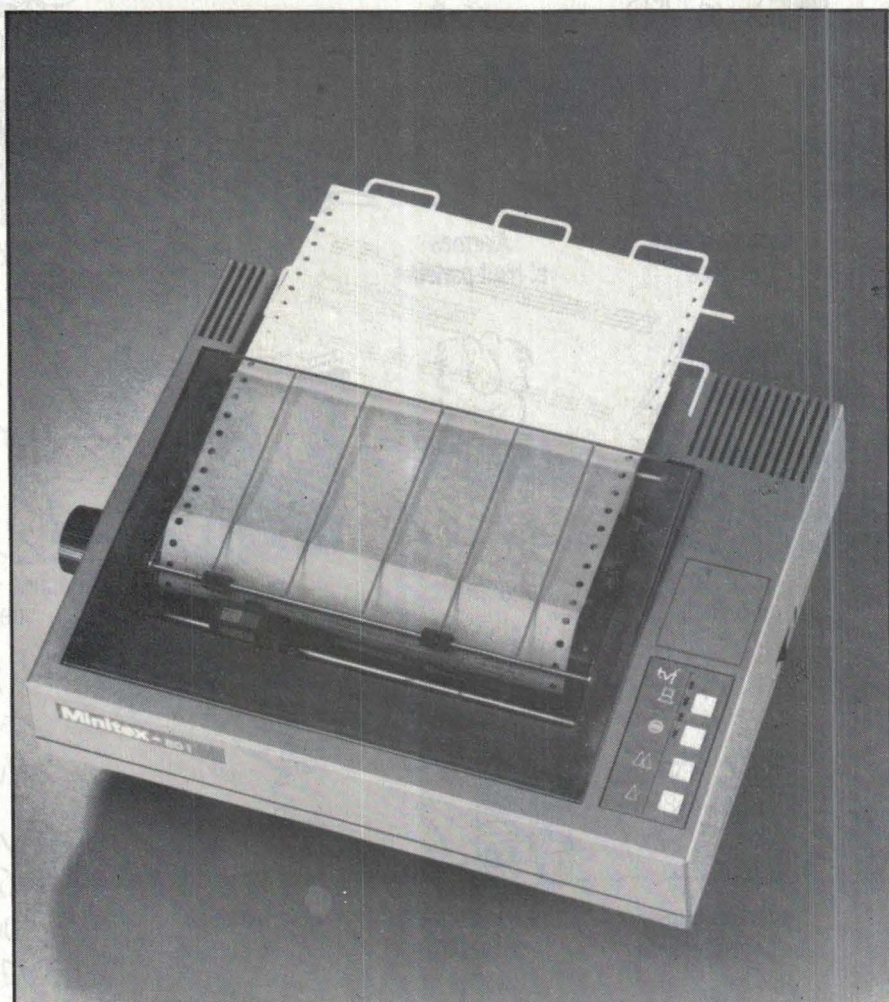
SERVICE-LECTEURS N° 205

Messagerie

« universelle »

Cette messagerie permet l'échange des informations écrites entre les services, filiales, clients et fournisseurs des entreprises, des sociétés décentralisées à établissements multiples et des administrations.

Les informations échangées peuvent être notamment du courrier, des commandes, des devis, des listes de prix ou des notes.



Messenger 400 est un produit clés en main comprenant un ou plusieurs serveurs, des concentrateurs, et un progiciel adapté.

Messenger 400 présente trois avantages principaux. Il est universel, et utilise pour l'envoi et la réception des messages les terminaux les plus variés, soit micro-ordinateurs, traitement de texte, télex, terminaux vidéotex (minitel), télécopieurs, téléimprimeurs ; il permet de constituer ainsi des réseaux d'abonnés.

De plus, le système est strictement conforme aux recommandations X400, norme internationale du CCITT (Comité consultatif international des télégraphes et des télé-

phones). Il communique avec toute messagerie respectant cette norme.

Enfin, le système possède une architecture souple et répartie grâce à l'utilisation de concentrateurs. Chaque serveur de messagerie est connecté à des « Points d'Accès Multiprotocole » déportables (PAM) qui concentrent chacun plusieurs dizaines de terminaux.

Une simple liaison PTT ou privée relie un PAM au serveur de messagerie. Ainsi, au-delà d'un certain trafic, les coûts de communication sont considérablement réduits par rapport à l'abonnement à un service public ou privé de messagerie.

Sodeteg-T.A.I.

SERVICE-LECTEURS N° 206



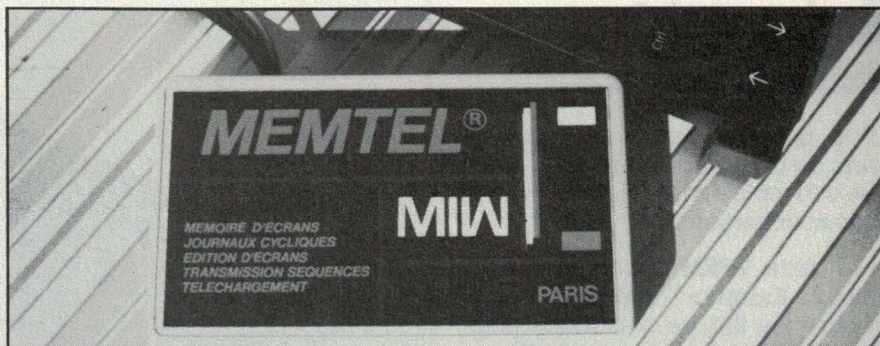
MICRO-INFORMATIQUE

Mémoires d'écran Minitel

De volume réduit, ce mémorisateur d'écran Minitel comporte une mémoire de 32 Ko, sauvegardée par batterie intégrée.

« Memtel » possède de nombreuses fonctions :

- mémorisation d'une trentaine d'écrans Minitel sur un numéro d'écran figé et décidé d'avance par l'utilisateur ;
- consultation des écrans individuellement ;
- quatre journaux cycliques. L'utilisateur décide des écrans qu'il veut voir défiler dans chaque journal ;
- édition d'écrans avec attribut de caractère normal, vidéo inverse et double taille ;



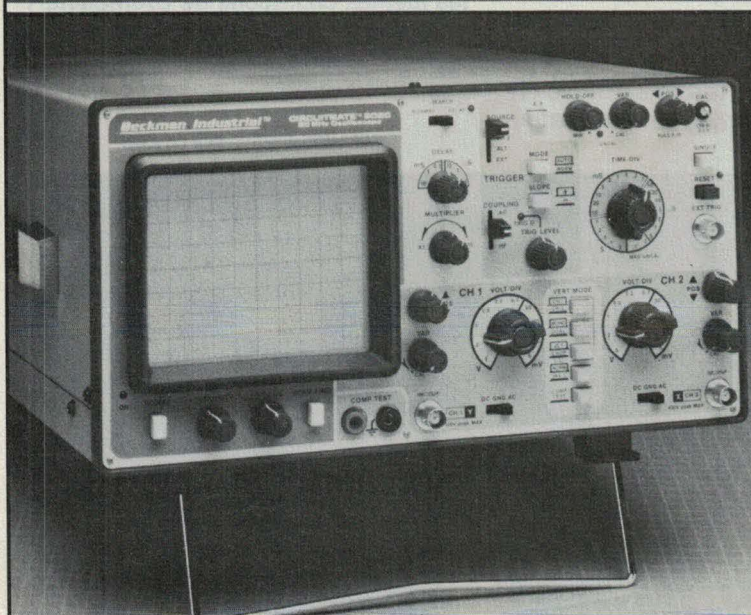
- protection par sauvegarde des écrans avec un contenu particulier ;
- toute la gestion des écrans et des journaux cycliques est paramétrable par l'utilisateur ;
- téléchargement des écrans par un serveur ;
- dix séquences de transmission automatique. Ces séquences sont préparées par l'utilisateur et peu-

- vent contenir des touches de fonctions du Minitel et des temporisations ;
- impression d'écrans sur imprimante vidéotex ;
- déconnexion automatique au serveur après le temps prévu.

MIW

SERVICE-LECTEURS N° 207

Enfin un 2 x 20 Méga chez Beckman Industrial



Beckman Industrial, qui est déjà présent sur le marché de l'oscilloscope avec ses modèles 9060 et 9100 présente son dernier modèle :

le 9020

Caractéristiques principales :

- 2 x 20 MHz
- sensibilité verticale 5mV/div
- ligne à retard
- testeur de composants
- recherche automatique de la trace
- livré avec deux sondes (X1, X10)

Prix: 3.995 FHT

Ce modèle économique et performant est particulièrement destiné à l'enseignement, aux services de maintenance, aux laboratoires ou aux particuliers.

Beckman Industrial™

Beckman Industrial, 1 bis, avenue du Coteau, F-93220 Gagny • Téléphone : (1) 43.02.76.06 • Téléc : 21 2971



MICRO-INFORMATIQUE

Carte « prototype » pour bus VME

Ce produit, destiné aux utilisateurs de cartes au format VME, offre une surface à « wrapper » particulièrement importante.

La carte **VPRM** est au format dit « simple Europe » – 100 × 160 mm – et offre les 2/3 de sa surface pour l'implantation de composants nécessaires à la réalisation d'applications spécifiques, telles que :

- interfaces/régulation de moteurs spéciaux ;
- interfaces pour convertisseurs non standards ;
- modules de commutation de puissance ;
- timers supplémentaires pour contrôle de processus industriels ;
- circuits entrées/sorties haute vitesse.

L'interface bus VME est du type esclave. La carte peut générer 2 requêtes d'interruption « hardware ». Le vecteur d'interruption est défini soit par des cavaliers existant sur la carte, soit par un circuit installé par l'utilisateur. Le signal de fin d'échange de données (DTACK*) est généré par un compteur interne à la carte.

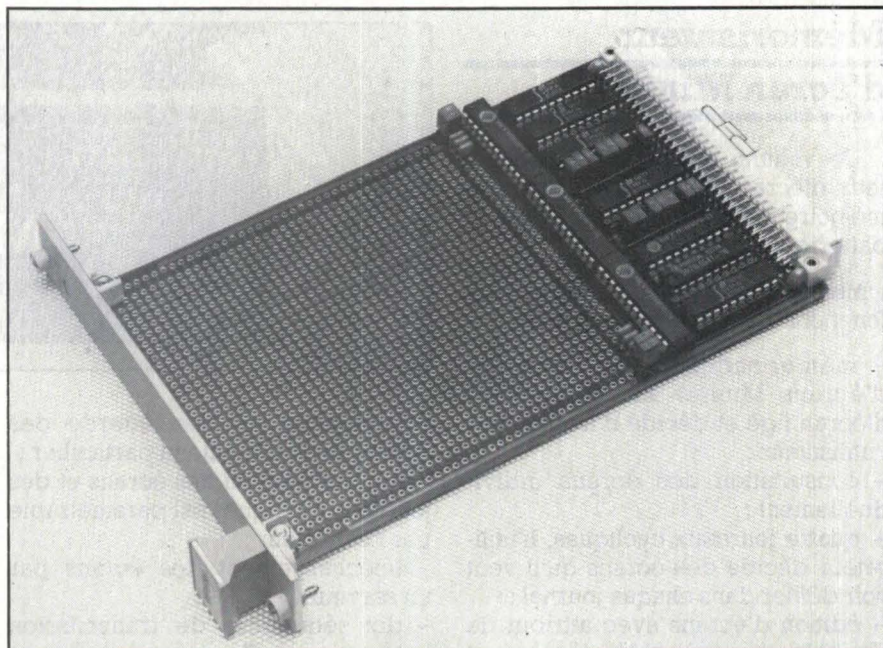
Ainsi, tout utilisateur n'ayant pas une connaissance complète du bus VME peut réaliser rapidement une application spécifique.

Euro Pep France

SERVICE-LECTEURS N° 208

Boîte de rangement pour cartouches numériques

Il s'agit de deux types de boîtes de rangement pour des cartouches numériques, d'une contenance de 10 unités chacune, de type :



- DC 300/600,
- DC 1000/2000.

Ces boîtes de rangement assurent une protection efficace des cartouches contre la poussière et les agressions extérieures, grâce à leur système de fermeture à rainurage.

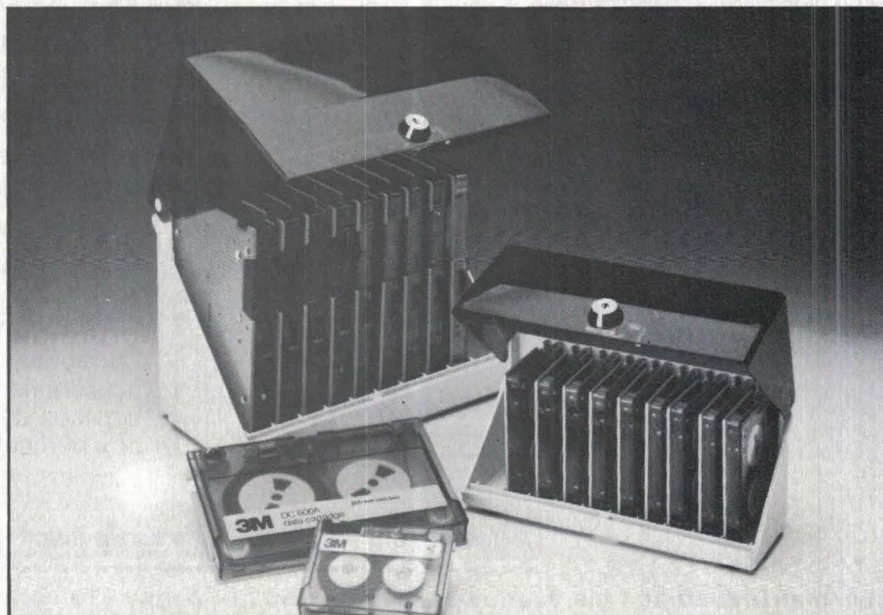
Le système de fermeture avec clé permet de limiter l'accès aux cartouches.

Le couvercle transparent permet d'avoir une vue globale des cartouches à l'intérieur de la boîte.

On peut aussi stocker les cartouches sans le boîtier plastique, dans les mêmes conditions de protection, mais avec un accès beaucoup plus facile et rapide.

3 M

SERVICE-LECTEURS N° 209



ELECTRO-CONCEPT

CONCEPTION ET FABRICATION
CIRCUITS IMPRIMÉS

50 personnes
sur
2 000 m² couverts
en 2 usines
à 60 mn de Paris
PROTO Métallisé 6 jours

HOMOLOGATIONS

CNET

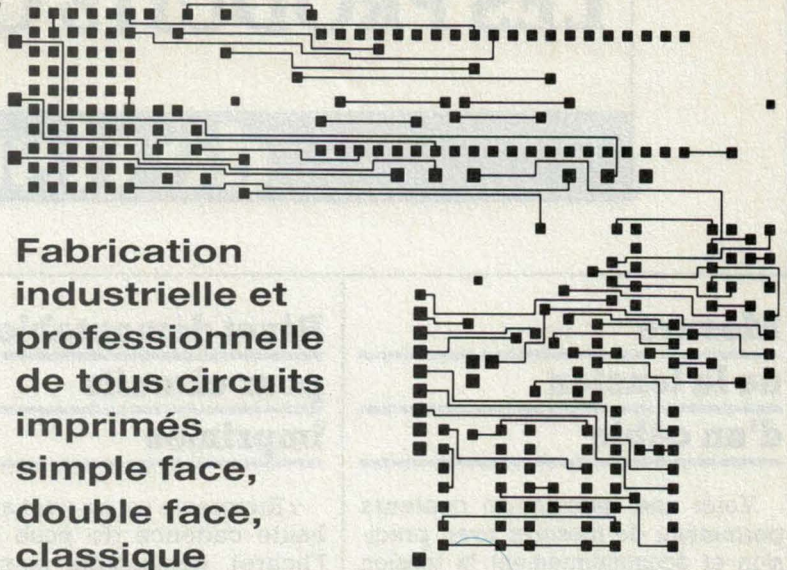
UL

SIAR

MATRA

THOMSON

SNCF



Fabrication
industrielle et
professionnelle
de tous circuits
imprimés
simple face,
double face,
classique
et à liaisons
par trous métallisés

ELECTRO-CONCEPT

25, route d'Orléans - 45610 CHAINGY
Tél. : 38.88.86.67 + - Télex : 782 207

SERVICE-ANNONCEURS N° 29

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

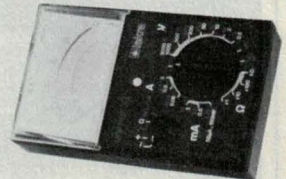
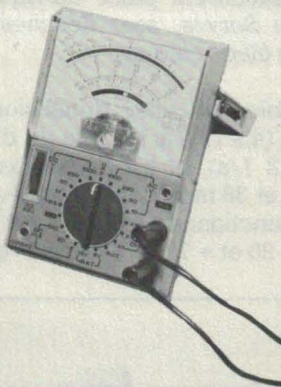
664 F TTC



HM 102 BZ

20000 Ω/V
23 gammes de mesure
19 calibres
7 Cal = 1,5 V à 1000 V dont
2 calibres test de batterie 1,5
et 9 V
4 Cal = 10 V à 1000 V
4 Cal = 5 mA à 10 A
4 Cal Ω mètre
Test de continuité par buzzer
Décibels - 8 dB à + 62 dB

249 F TTC



Unimer 33

20000 Ω/V continu
4000 Ω/V alternatif
9 Cal = 0,1 V à 2000 V
5 Cal = 2,5 V à 1000 V
6 Cal = 50 µA à 5 A
5 Cal = 250 µA à 2,5 A
5 Cal Ω 1 Ω à 50 MΩ
2 Cal µF 100 pF à 50 µF
1 Cal dB - 10 à + 22 dB
Protection fusible
et semi-conducteur

403 F TTC

Unimer 35

Spécial Electricien
2200 Ω/V, 30 A
cont. et alt.
5 Cal = 3 V à 600 V
4 Cal = 30 V à 600 V
5 Cal = 0,06 A à 30 A
4 Cal = 0,3 A à 30 A
3 Cal Ω 0 Ω à 1 MΩ
Sens de rotation
des phases
Protection : fusible et
semi-conducteurs

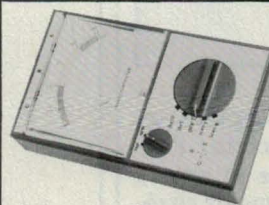
521 F TTC



ISKRA 6010

2000 pts de mesure
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
Précision 0,5 % ± 1 Digit.
Alim. : Bat. 9 V type 6BF 22
Accessoires :
Sacoche de transport

706 F TTC



Transistor tester

Mesure : le gain du transistor
PNP ou NPN (2 gammes),
le courant résiduel collecteur
émetteur, quel que
soit le modèle
Teste : les diodes GE et Si.

421 F TTC

Unimer 31

200 K Ω/V Cont. Alt.
Amplificateur incorporé
Protection par fusible et
semi-conducteur
9 Cal = et = 0,1 à 1000 V
7 Cal = et = 5 µA à 5A
5 Cal Ω de 1 Ω à 20 MΩ
Cal dB - 10 à + 10 dB

548 F TTC

**ISKRA
France**
354 RUE LECOURBE 75015

Nom
Adresse :
Code postal :

Je désire recevoir une documentation,
contre 4 F en timbres sur
Les contrôleurs universels
Les pinces ampéremétriques
Ainsi que la liste des
distributeurs régionaux

Demandez à
votre revendeur
nos autres produits :
coffrets - sirènes
vu-mètres - coffrets
radiateurs - relais
potentiomètres, etc.

EA 10-11 87

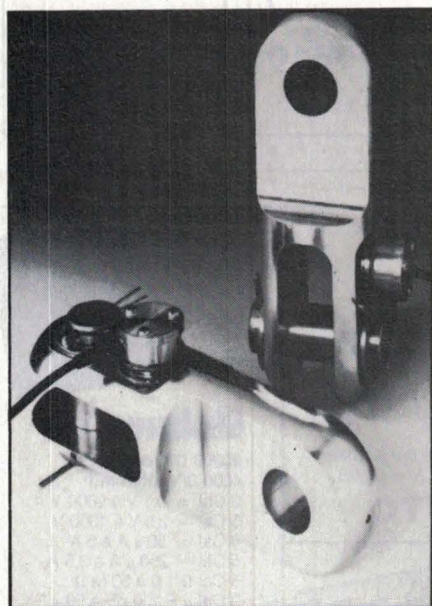
LES PRODUITS CONNEXES

de visu

Mesure de la tension d'un câble

Voici une gamme de capteurs permettant de mesurer avec précision et économiquement la tension d'un câble.

Le corps du capteur est usiné dans une barre d'acier inoxydable et reprend les cotes de chapes standard, d'où un montage simple et sans surprises.



La partie sensible du capteur est logée dans un boîtier soudé ; l'ensemble est donc étanche et apte à supporter des environnements sévères ou agressifs.

Parmi les applications de ces capteurs, citons :

- mesure de tension de câble en précontrainte de béton ;
- mesure identique sur câble de remorquage (batellerie, marine) ;
- mesures sur treuils et grues ;
- haubanage de voiliers, etc.

Scaime

SERVICE-LECTEURS N° 210

Rivet démontable pour circuits imprimés

« Rivscrew » est un rivet aveugle à haute cadence de pose (1 200 à l'heure), démontable pour opérations de maintenance avec une simple clé Allen et réutilisable plusieurs fois à son emplacement d'origine.

Ce rivet associe donc la qualité et les avantages d'un rivetage aveugle à répétition avec la démontabilité pour maintenance ou réparation.

La dépose et la mise en place sont aisées sans détérioration, par simple dévissage et vissage.

La pose se fait en aveugle, sans accès par la face arrière ; l'assemblage est résistant aux vibrations, et d'apparence compacte avec un faible dépassement.

Circuits imprimés, montage de composants, assemblage de plaques ou cartes, profilés, capotage d'appareils ou de machines : beaucoup d'applications peuvent être trouvées à cet astucieux rivet.

Avdel

SERVICE-LECTEURS N° 211

Ventilateurs pour l'électronique

Ces ventilateurs plats, fabriqués par Japan Servoz, sont destinés à l'industrie électronique.

Disponibles en cinq dimensions, de 60 mm (4,3 l/s) à 172 mm de diamètre (112 l/s), et en deux épaisseurs : 25 et 38 mm, ces ventilateurs peuvent fonctionner entre - 20° et + 60 °C (- 20 et + 70 °C pour les ven-

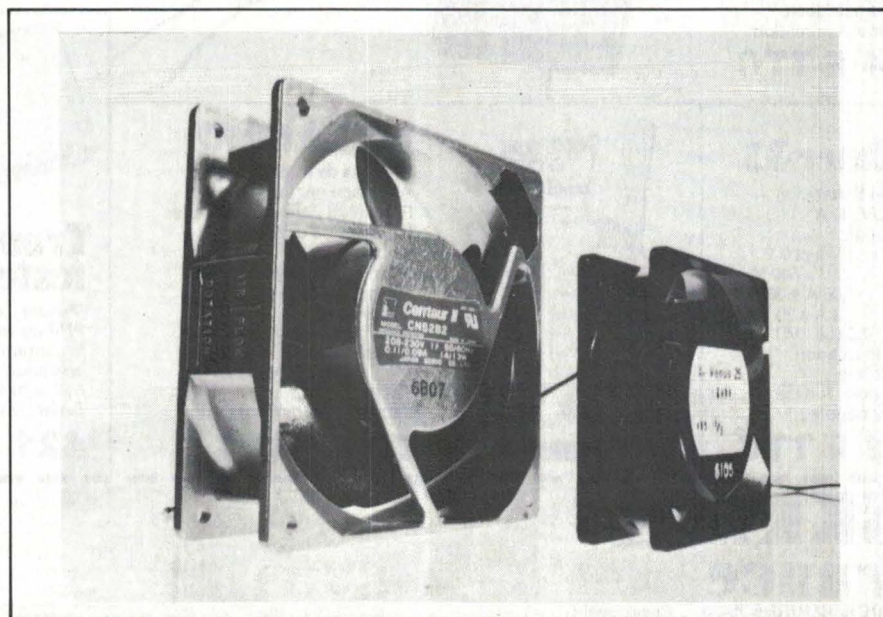
tilateurs à courant alternatif montés sur roulement).

Leur niveau de bruit très faible au débit nominal (27,5 dB à 21 l/s pour le ventilateur de 119 mm) peut être réduit en utilisant le ventilateur en débit variable.

Les ventilateurs à courant continu sont protégés contre l'inversion de polarité. Les ventilateurs à courant alternatif sont homologués UL-CSA.

Auriema

SERVICE-LECTEURS N° 212





Interrupteurs DIL

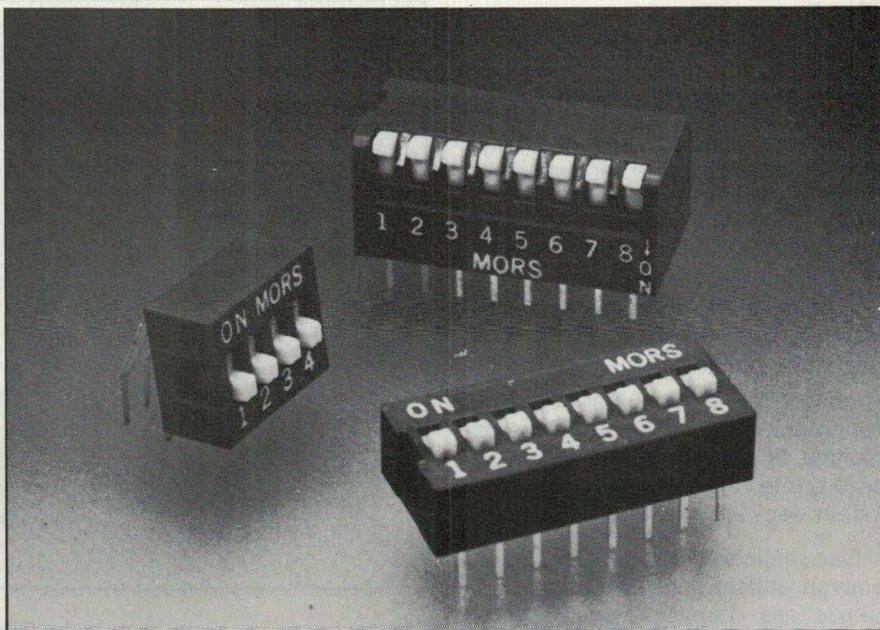
Destinés à des fonctions de codage, ces interrupteurs en corps époxy et contacts dorés sont disponibles en versions 2 à 12 circuits. Leur pouvoir de coupure est de 50 V-100 mA en position contact fermé, et de 24 V-25 mA en action.

Leur résistance de contact est donnée pour 30 mΩ, la rigidité diélectrique est spécifiée à 500 V.

Présentés en coloris noir, rouge ou blanc, ces interrupteurs, utilisables entre -20 et +70 °C, supportent 5 000 cycles de manœuvre.

Mors

SERVICE-LECTEURS N° 213



multimètres numériques miniatures

EDM 75B/72B

9 fonctions

2000 points

Précision 0,5 %

- $I \sim = 2A$
- $U \sim = 750V$
- $U \sim = 1000V$
- $R = 20M\Omega$
- Bip sonore
- Test diode
- Test logiques
- Test transistors

Modèle EDM 72B:

Mesure de capacités



Recherchons distributeurs

PRO DIF

4, rue Paul-Bert - 92150 Suresnes

Tél. (1) 45.06.40.85

Télex 610 994

PRIX 1988 DE LA RECHERCHE SUR LA PUBLICITÉ PRESSE

Sujet à traiter :

LA PUBLICITÉ INSTITUTIONNELLE

- Définition
- Efficacité de la Presse pour son développement

Inscriptions jusqu'au 15 novembre 1987

Remise du mémoire : 15 mars 1988

1^{er} PRIX

10.000 F

2^e PRIX

5.000 F

Réservé aux étudiants des Établissements d'Enseignement Supérieur de Commerce. Gestion. Marketing. Presse. Publicité.

SNRPP Syndicat National des Régies de Publicité Presse
40, Boulevard Maiesherbes, 75008 Paris - 47.42.11.14

LA MESURE de visu

Anémomètre à seuils

Nombre d'industries ont besoin d'apprécier la vitesse du vent : bâtiment, travaux publics, agriculture...

Cet anémomètre à seuils se présente en deux parties :

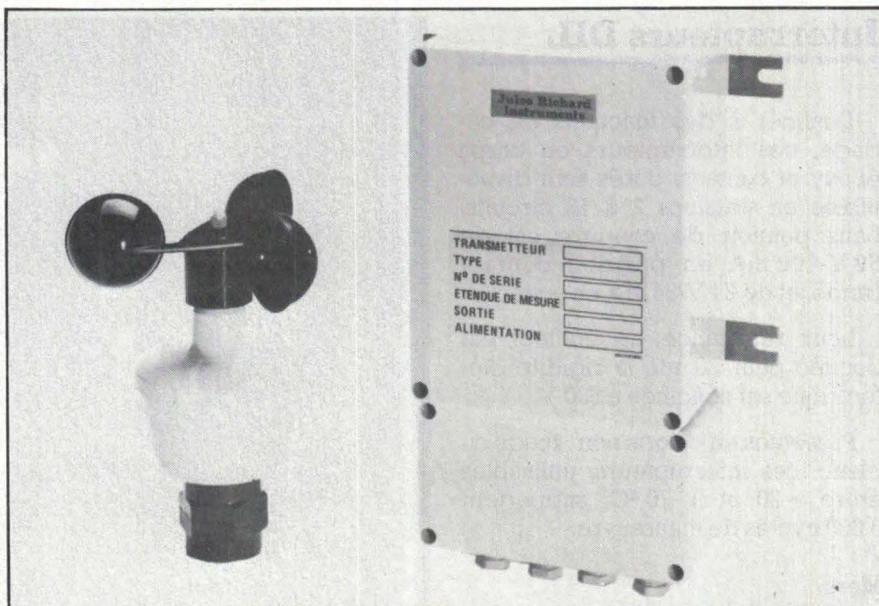
- un moulinet à coupelles, solidaire d'un aimant multipôle, associé à un capteur à effet Hall ;
- un coffret électronique étanche, contenant la partie électronique exploitant le signal en fréquence généré par le capteur, en le comparant à deux seuils pré-réglés en usine.

Ces seuils sont accessibles afin de pouvoir utiliser l'ensemble dans plusieurs cas d'applications. D'autre part, un signal analogique proportionnel à la vitesse instantanée du vent permet de visualiser ce dernier sur un indicateur ou un enregistreur.

Le tout est construit pour fonctionner dans les meilleures conditions de sécurité lorsque l'appareil se trouve en présence de perturbations électriques d'origine atmosphérique ou de fortes rafales de vent.

Jules Richard Instruments

SERVICE-LECTEURS N° 214



Chaque voie possède un indicateur de niveau d'entrée et deux gains calibrés : $\times 1$ et $\times 10$. La bande passante du filtre s'étend du continu à 150 kHz. La décalage en continu de la sortie suivant la fréquence de coupure est inférieur à ± 3 mV. Une réponse de filtre pour signaux impulsionnels se sélectionne par un bouton sur le panneau avant. L'appariement en phase entre voies est de

2° sur 90 % de la bande passante. En option, un onduleur incorporé permet l'alimentation de l'appareil sur une batterie 12 V facilitant son utilisation comme matériel embarqué sur véhicule.

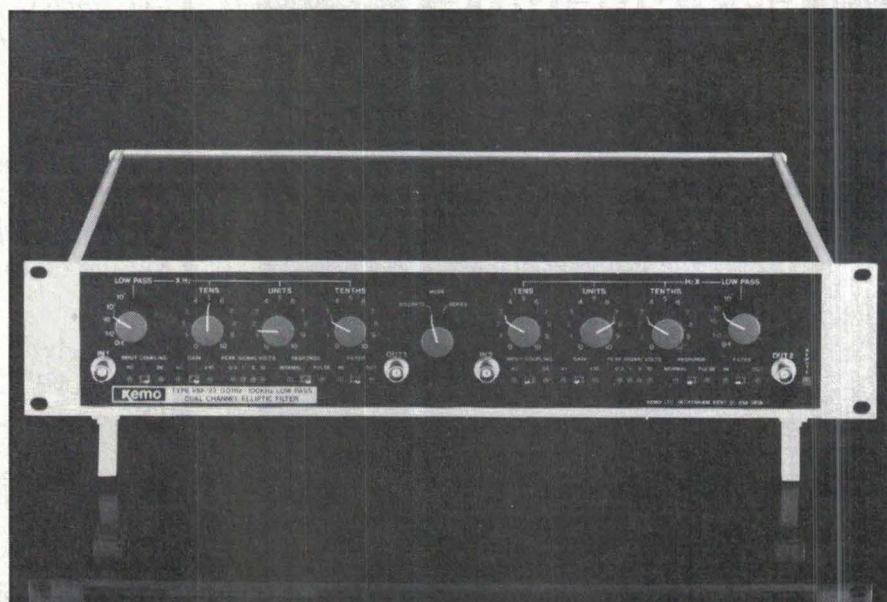
Agemip

SERVICE-LECTEURS N° 215

Filtre variable à deux voies

Le **VBF/24**, fabriqué par *Kemo*, est un filtre elliptique variable à deux voies. Il comporte une voie passe-haut et une voie passe-bas ; la combinaison de ces voies, en série ou en parallèle, donne un filtre passe-bande ou un filtre éliminateur de bande.

L'atténuation en dehors de la bande passante ressort à 135 dB/octave, soit -80 dB à 1,5 fois la fréquence de coupure. Cette dernière est réglable de 0,01 Hz à 10 kHz, par sélection manuelle.



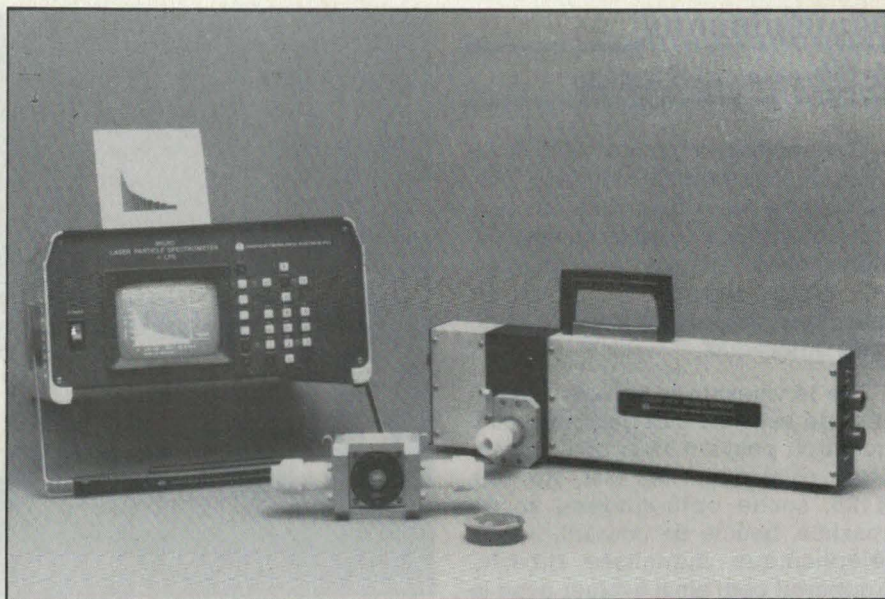


MESURE

Ensemble de comptage de particules

Référencé **LPC 555** par son constructeur *Particle Measuring Systems*, cet ensemble assure le comptage de particules dans les aérosols, les gaz et les liquides. Il permet par exemple le contrôle en ligne d'une installation de production ou de salles blanches.

Le **LPC 555** utilise un laser à cavité passive, ce qui autorise une grande longévité de la source, et peut mesurer des particules de 0,1 à 300 μm , ce qui le destine à la majorité des applications de la recherche et de l'industrie.



Instrumat

SERVICE-LECTEURS N° 216

LA GUEULE DE L'EMPLOI



L'électrofuge 200 est un vernis à base de silicones qui s'emploie en électronique, électricité, matériel aérospatial, aéronautique, marine, industrie automobile et télécommunications. C'est un vernis stable dans un large intervalle de température de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$ sous toutes fréquences.

Il forme un film incolore, brillant, très résistant, dur mais non cassant. Il permet la soudure.

Il est efficace dans les conditions les plus sévères. La durée de protection est pratiquement illimitée. C'est un vernis hautement éprouvé, déjà connu et utilisé par toutes les industries de classe internationale.

L'électrofuge 200 ?
La gueule de l'emploi !



ELECTRONIQUE

**TOUJOURS UNE
IDÉE D'AVANCE**

KF présent
au Salon des Composants
Hall 4 - Allée 40 - Stand 19

LISTE DES REVENDEURS SUR DEMANDE A:
SICERONT KF - 14, RUE AMBROISE CROIZAT - B.P. 28 - 95102 ARGENTEUIL CEDEX

L'OPTO-ÉLECTRONIQUE

de visu

Multiplexeur à fibres optiques

Cet appareil dénommé **MX 16** est un multiplexeur multi-standard, permettant de relier un ordinateur central à un groupe de 16 terminaux périphériques (écrans, imprimantes, PC, tables traçantes, capteurs sur machines, etc.) ayant des connectiques différentes.

Les 16 voies de sortie sont composées de 16 tiroirs indépendants, chaque tiroir pouvant avoir une connectique différente : RS 232, RS 422, X 25, sortie opto-modem, sortie coaxiale, boucle de courant, liaison téléphonique digitalisée directe. L'appareil peut ainsi évoluer avec le parc informatique de l'utilisateur : il suffit de changer les tiroirs (deux vis de fixation).

La transmission des données se fait par fibre optique, ce qui permet en full duplex une distance maximale de 20 km (sur site propre) entre l'unité centrale et les terminaux, avec tous les avantages de la fibre optique :

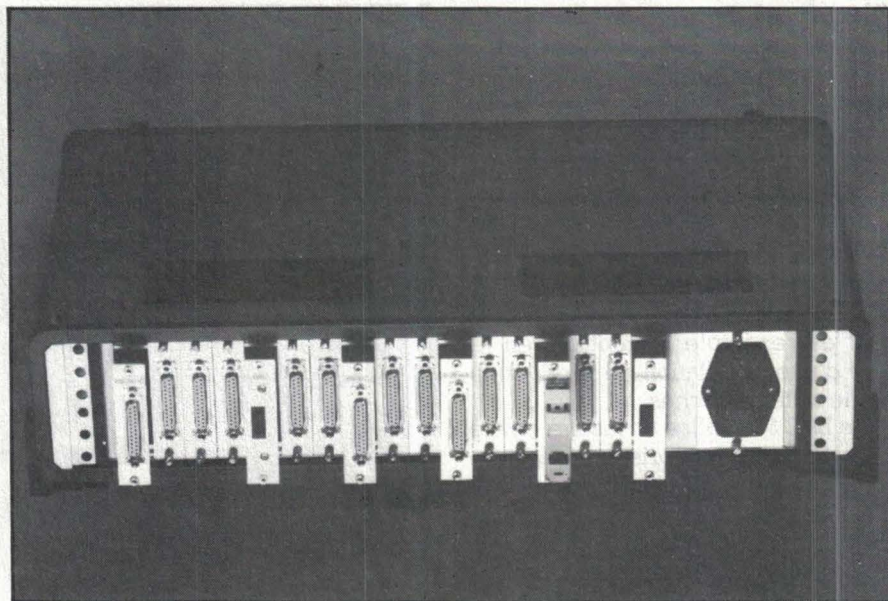
- fiabilité des données transmises ;
- insensibilité aux parasites électromagnétiques et aux interférences ;
- sécurité de la transmission de l'information par exemple en atmosphère explosive : pas de risque d'arc ou d'étincelle.

A.E.T.

SERVICE-LECTEURS N° 217

Connecteurs pour fibres optiques

Cette gamme de connecteurs pour liaisons optiques, proposée par *Diamond*, comprend des connecteurs DIN, des connecteurs SMA en version à câbler sur le site (kit de montage), « pigtail » ou avec cordon de liaison. Sont prévues des versions monomode et multimode.



Cristal liquide « toutes températures »

Ce matériau, baptisé « fluide 7 », permet de constituer des afficheurs à cristaux liquides fonctionnant en ambiance sévère : - 30 °C à + 150 °C, par exemple pour des applications en milieu extérieur.

Ce fluide, indique son fabricant, est disponible pour des afficheurs LCD standards ou spécifiques, dont les caractéristiques sont alors les suivantes :

- durée de vie de 1 500 heures à 80 °C, 85 % d'humidité ;
- tension d'alimentation 5 à 15 V ;
- temps de réponse de 20 à 30 ms à 25 °C.

Hamlin

SERVICE-LECTEURS N° 218

Signalons également des connecteurs miniatures de 2,5 mm de diamètre référencés **HFC 13** (multi-mode) et **HPC 10** (monomode), compatibles avec les connecteurs japonais de types PC et FC.

Capey

SERVICE-LECTEURS N° 219

Laser collimaté

Cette diode laser est aussi bien destinée aux applications de définition géométrique de longue portée (visée de tir, télémétrie, barrières optiques...) qu'à de nouvelles applications dans le domaine médical.

Cette diode, référencée **513 CQL-A**, est constituée d'une diode laser en boîtier à fenêtre plane, associée à une photodiode PIN de contrôle montée dans une tuyère en acier qui comporte un ensemble de lentilles dont la dernière est cylindrique pour la correction de l'astigmatisme de la diode.

Les tolérances de fabrication de cette tuyère sont de 11 µm et l'erreur d'alignement entre l'axe mécanique et l'axe optique est au plus égal à 11 mrad. Les caractéristiques géométriques du faisceau de sortie sont une très faible divergence (inférieure à 0,3 mrad) et un diamètre de 4,5 mm.

La robustesse de sa construction rend ce laser utilisable dans des équipements exposés à des contraintes sévères.

RTC-Compelec

SERVICE-LECTEURS N° 220



OPTO-ÉLECTRONIQUE

Capteurs optiques industriels

Les capteurs **HC1800** sont basés sur la technologie C.C.D. lignes et se destinent aux applications industrielles de mesures rapides sans contact.

Ils offrent une gamme de résolution de 128 à 1 728 points avec des tailles de photoéléments jusqu'à $39 \times 13 \mu\text{m}$ en haute sensibilité. Une version avec anti-éblouissement est disponible. En usine, un calage opti-

que par laser de la partie photosensible par rapport à la fixation du capteur les rend facilement interchangeables. Leur fonctionnement ne nécessite qu'une alimentation de 12 V, le temps d'exposition peut être généré en interne ou en externe asynchrone. Le signal vidéo est aligné en fonction de la température et son amplification est ajustable dans un rapport 1 à 5.

Ces capteurs sont disponibles en deux versions, sortie analogique composite format RS 170 ou numérique 64 niveaux sur liaisons différen-

tielles RS422. Un bus interne à trois connecteurs permet l'adjonction de cartes supplémentaires (numérisation du signal, séquenceur pour interface matriciel). La tête est déportable du boîtier de contrôle, l'ensemble est en aluminium anodisé noir. Des cartes interfaces sont disponibles sur les bus V.M.E. et PC XT/AT.

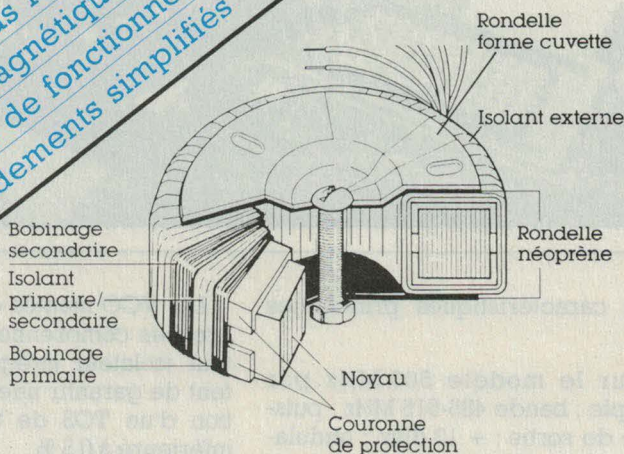
Optronix

SERVICE-LECTEURS N° 221



transformateurs toriques

- prix compétitif
- rendement élevé
- dimensions et poids réduits
- champ de fuites magnétiques faible
- faible température de fonctionnement
- montage et raccords simplifiés



Transformateurs toriques.

Une gamme standard en stock permanent (de 15 VA à 625 VA).

Transformateurs toriques sur plans

selon cahier des charges (de 15 VA à 3 KVA).

Possibilité de systèmes triphasés.

Williamson
Electronique
Importateur

Z.A. de la Bougrière. B.P. 13
44470 NANTES - SAINTE-LUCE
Télex : WILELEC 700 447 F - Télécopie : 40 25 86 87
Tél. 40 25 89 99

à Lyon : WELL Tél. 78 38 35 41

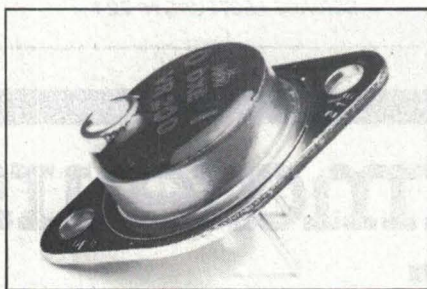
LES COMPOSANTS ACTIFS

de visu

Régulateur de tension à réglage incorporé

Présenté en boîtier TO3, le régulateur de tension **VR200**, du type positif, inaugure un concept nouveau consistant en l'incorporation d'un réglage de la tension de sortie situé au dessus du boîtier.

Protégé contre les surcharges thermiques et les courts-circuits, même maintenus, ce composant peut débiter jusqu'à 2 A.



Le réglage intégré permet un ajustement de la tension de sortie de 2,8 à 28 V ; le circuit de réglage a un coefficient de température différentiel négligeable (20 ppm/°C).

Le fonctionnement est assuré jusqu'à une température de jonction de 150 °C, la puissance dissipée étant limitée de manière interne à 20 W (75 °C au boîtier).

La tension d'entrée maximale est de 40 V ; le circuit est protégé contre les surtensions à l'entrée (max. 60 V/10 ms) ; le taux de réjection de cette tension d'alimentation est supérieur à 60 dB.

DXE

SERVICE-LECTEURS N° 222

VCO à très faible bruit de phase

Ces **VCO** couvrent des bandes étroites, de l'ordre de 10 % de la fréquence nominale, dans des gammes de fréquences allant de 100 MHz à 1 000 MHz.

Quatre MOSFET dans un boîtier

Référencés **L6100**, **6101** et **6102**, ces circuits intégrés sont destinés à remplacer les transistors discrets MOSFET et les réseaux darlington bipolaires.

Chaque composant inclut quatre transistors MOSFET isolés à tension de claquage V_{dss} de valeur 100 V. La résistance R_{dson} est de 1 Ω et la valeur crête du courant admissible 5 A.

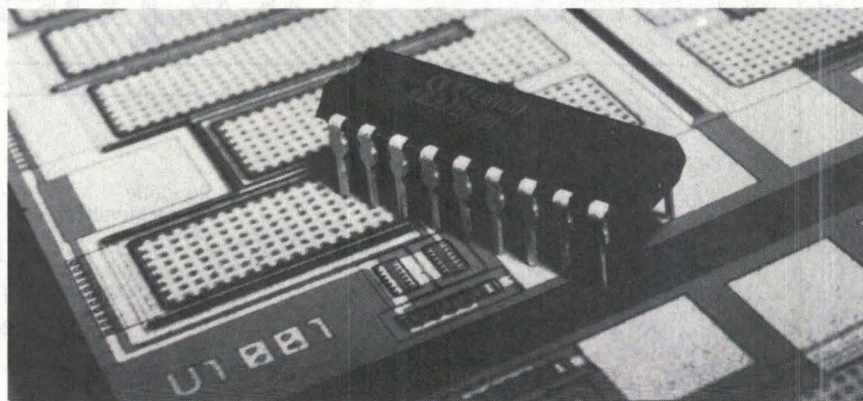
De plus, les connexions de drain et de source des modèles L6100 et L6102 sont toutes accessibles. Ces circuits monolithiques sont particulièrement bien adaptés aux applications du type commandes de moteurs unipolaires pas à pas, d'imprimantes matricielles à aiguilles.

Les avantages de ces circuits sont multiples. Comparés aux ensembles de composants MOSFET discrets, ils sont moins chers, plus compacts et plus fiables. Comparés aux réseaux de darlington bipolaires, ils dissipent moins de puissance, commutent plus rapidement, et incluent au niveau de chaque transistor une diode de recirculation.

Le modèle L6100 se présente en boîtier DIP de puissance 18 broches muni d'un radiateur permettant l'évacuation de la chaleur par le cuivre du circuit imprimé. Les versions L6101 et L6102 sont encapsulées en boîtiers Multiwatt 11 et 18 broches, spécialement destinés aux applications mettant en jeu de très fortes puissances.

SGS

SERVICE-LECTEURS N° 223



Les caractéristiques principales sont :

- pour le modèle 500 MHz par exemple : bande 485-515 MHz ; puissance de sortie : + 13 dBm ; ondulation \pm 0,3 dBm ; tension de commande 0, + 10 V ; harmoniques - 20 dBc ; bruit FM à 10 kHz dans une bande de 1 Hz : - 93 dBc, et à 50 kHz : - 110 dBc.

Les dérives en fonction de la tension d'alimentation sont inférieures à 100 kHz/V et en fonction de la température, inférieures à 10 kHz/°C.

Les VCO montés en boîtier DIL 16 broches comprennent un amplificateur isolateur intégré leur permettent de garantir une dérive en fonction d'un TOS de 2 toutes phases inférieure à 0,5 %.

De nouveaux modèles sont à l'étude pour couvrir les bandes allant de 1 à 2 GHz.

ADE

SERVICE-LECTEURS N° 224



COMPOSANTS ACTIFS

Pont monophasé

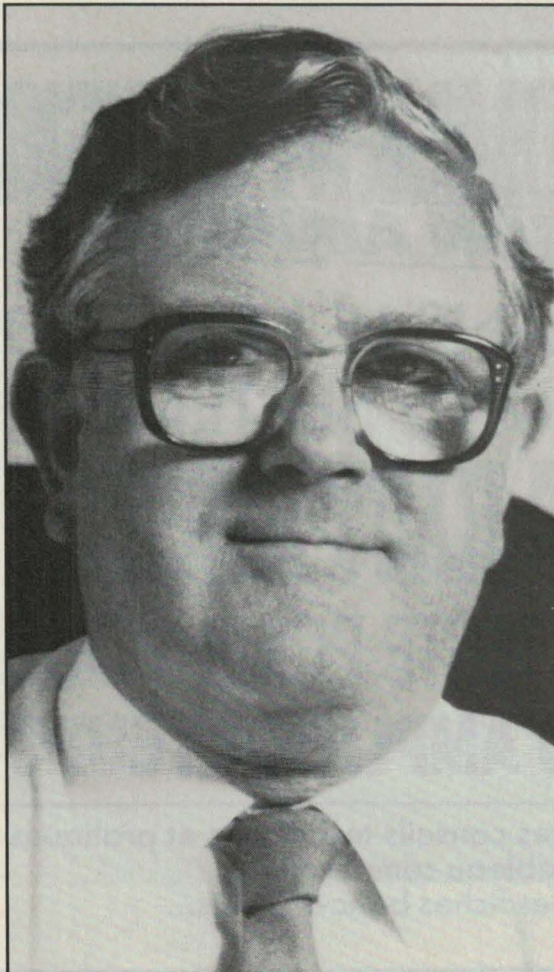
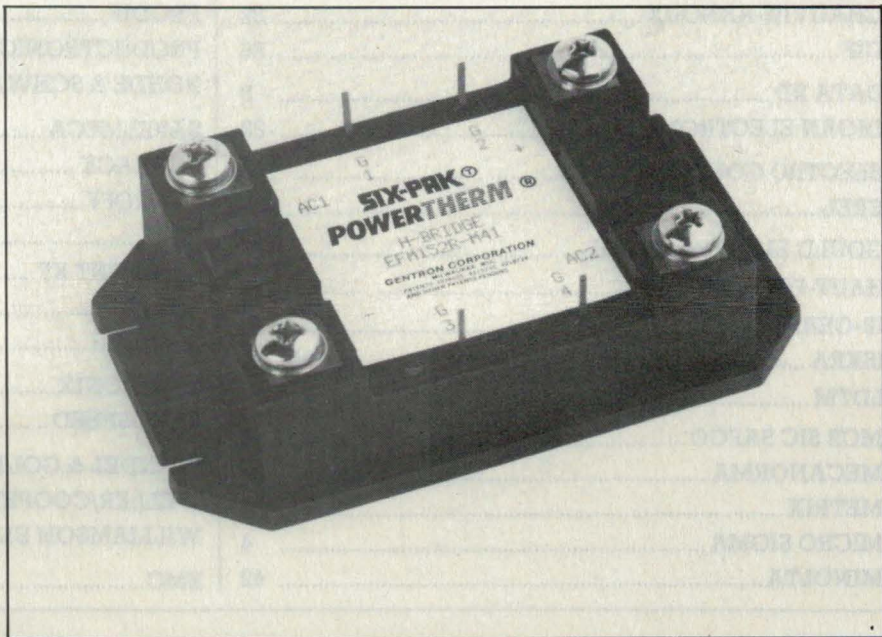
Référencé EFM139R-M22 par son fabricant **Gentron**, ce composant est un module de puissance en pont H isolé 30 A/200 V conçu pour la commande de moteurs alternatifs ou continus, la commutation de charges inductives, les convertisseurs et les alimentations sans coupure.

Le pont incorpore dans chaque bras une diode Schottky de blocage inverse en technologie FET et une diode bypass FET à recouvrement rapide de courant inverse.

Le boîtier dissipe 300 W et est isolé à 2 500 V par rapport à l'embase.

CP Electronique

SERVICE-LECTEURS N° 225



PARIS NOVEMBER 16-20, 1987

PARC DES EXPOSITIONS PARIS-NORD

FROM OUR POINT OF VIEW,
IT IS PERFECTLY CLEAR THAT
ELECTRONIC COMPONENTS ARE
OF PRIMARY IMPORTANCE IN
DETERMINING OUR
INDUSTRIAL STRATEGIES FOR
THE YEARS TO COME.

THE ELECTRONIC COMPONENTS SHOW PROVIDES US WITH AN OUTSTANDING SHOPWINDOW OF WHAT IS NEW IN THE FIELD, WITH THE UP-TO-DATE INFORMATION WHICH IS SO ESSENTIAL TO MEET BOTH THE CHALLENGE OF INTERNATIONAL COMPETITIVENESS AND THE OPPORTUNITY OF EUROPEAN MARKET HARMONISATION IN THE 1990'S.

IN OUR COMPANY, WHICH WORKS IN FIELDS SUCH AS TELECOMMUNICATIONS, DEFENCE ELECTRONICS, RAILWAYS, AND GAS TURBINES, ELECTRONIC COMPONENTS ARE OUR BASIC MATERIAL. JUST AS AN EXAMPLE I WOULD SAY THAT ALL OUR CONTROL SYSTEMS ARE BUILT FROM SILICON INTEGRATED CIRCUITS AND SOFTWARE.

TO INNOVATE, WE ARE CONSTANTLY ON THE LOOK OUT FOR NEW MARKETS, NEW PRODUCTS; AND NEW TECHNOLOGIES.

DEREK ROBERTS GRADUATED IN PHYSICS AT MANCHESTER IN 1953 AND THEN SPENT 25 YEARS IN A VARIETY OF RESEARCH AND MANAGEMENT ROLES WITH THE PLESSEY COMPANY SALON. IN 1979 HE MOVED TO THE GENERAL ELECTRIC COMPANY PLC, AS DIRECTOR OF RESEARCH, AND SUBSEQUENTLY WAS APPOINTED TO THE BOARD OF GEC AS TECHNICAL IN 1983. MOST RECENTLY, HE HAS BEEN MADE JOINT DEPUTY MANAGING DIRECTOR (TECHNICAL) OF GEC.



SALON INTERNATIONAL
COMPOSANTS ELECTRONIQUES SF
C O M P O N I C

ORGANISATION S.D.S.A. - 20 RUE HAMELIN - F 75116 PARIS - TÉL. (33-1) 45.05.13.17

REPERTOIRE DES ANNONCEURS

AGEMIP.....	82	MIW.....	32
ALMEX.....	6 et 79	MOESA JBC.....	50
ANPICO.....	67	MONTLAUR.....	82
BECKMAN INDUSTRIAL.....	103	NIVAROX.....	69
BLANCMECA.....	55	NKTEL.....	56
CDA.....	79	PANDUIT.....	30
CELDIS.....	56	PANTEC.....	32 et 42
CHAUVIN-ARNOUX.....	82	PRODIF.....	107
CIF.....	55	PRODUCTRONICA.....	32
DATA RD.....	8	ROHDE & SCHWARZ.....	2 ^e couv.
DIGAN ELECTRONIQUE.....	29	SAPELMECA.....	30
ELECTRO CONCEPT.....	105	SCHRACK.....	80
EREL.....	42	SCHROFF.....	71
GOULD ELECTRONIQUE.....	77	SDSA.....	50 et 113
HAUT-PARLEUR.....	114	SICERONT KF.....	109
IB-GERARD.....	75	SNRPP.....	107
ISKRA.....	105-114	SOURIAU.....	49
LDTM.....	30	TEKTRONIX.....	7
MCB SIC SAFCO.....	73	VEROSPEED.....	101
MECANORMA.....	31	WANDEL & GOLTERMANN.....	4 ^e couv.
METRIX.....	81	WELLER/COOPER.....	99
MICRO SIGMA.....	4	WILLIAMSON ELECTRONIQUE.....	111
MINOLTA.....	42	ZMC.....	3

MULTIMETRES NUMERIQUES



DA 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

DA 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 : pincés 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

EA 10-11 87

ISKRA France

354 RUE LECOUBE 75015

Nom

Adresse

Code postal :

COMMENT CHOISIR SON AMPLI-HIFI

DANS LE NUMERO DU 15 SEPTEMBRE

LE HAUT-PARLEUR

A TESTE POUR VOUS

20 AMPLIFICATEURS

- Des conseils techniques et pratiques
- Tableau comparatif
- Des fiches banc d'essais...

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.

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.

RÉDACTION	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° 56 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 :

39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52

53 54

Albums demandés

Album 1979 comportant les numéros 9-10-11-12
 Album 1984 comportant six numéros (33 à 38)
 Album 1985 comportant sept numéros (39 à 44bis)
 Album 1986 comportant six numéros (45 à 50)

Je règle la somme de :

- 30 F par numéro
- 70 F franco pour l'album 1979
- 116 F franco pour l'album 1984
- 126 F franco pour l'album 1985 ou 1986

par chèque bancaire chèque postal (sans n° CCP)

Nom, Prénom.....

N° et rue.....

Code postal..... Ville.....

Affranchir
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

Affranchir
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**

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 : 188 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

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

- 1 an : 128 F (étranger : 188 F)
 2 ans (France seulement) : 246 F

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)

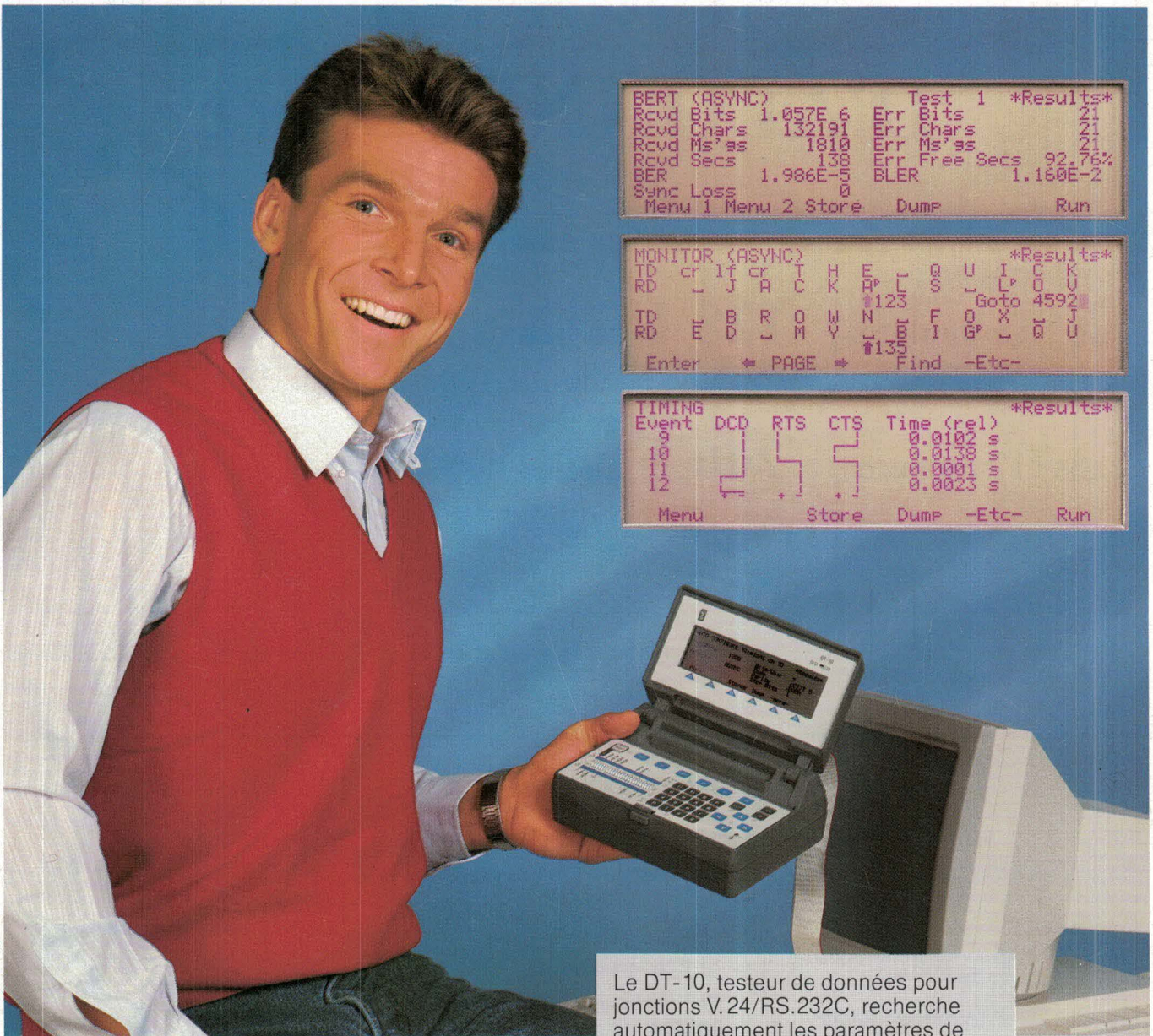
Complément d'adresse (Résidence, Chez M., Bâtiment, Escalier, etc...)

N° et Rue ou Lieu-Dit

Code Postal

Ville

**ELECTRONIQUE
APPLICATIONS**



**Testeur de données
autoconfigurable :
connectez
et lisez
vos résultats**

Le DT-10, testeur de données pour jonctions V.24/RS.232C, recherche automatiquement les paramètres de transmission (débit, code, parité...), même sur les imprimantes ou terminaux. Utilisation simple par menu. Clarté des résultats grâce à un grand écran.

- ★ Vitesse continuellement réglable de 50 à 20000 bit/s
- ★ Asynchr., synchr. et HDLC
- ★ Afficheurs à 3 états
- ★ Erreurs bit et bloc
- ★ Mesures de distorsions et de durée
- ★ Moniteur
- ★ Simulation ETTD et ETCD
- ★ Echo
- ★ Sortie imprimante
- ★ Polling
- ★ Mémorisation des résultats et des réglages.

Wandel & Goltermann France, B.P.53 · 78372 Plaisir Cédex
Tél. (1) 30 55 81 90 · Téléx 698 955 · Télécopie (1) 30 55 87 75

Veillez me faire parvenir :
 la documentation DT-10
 le catalogue général

Nom

Société

Rue

Ville

Tél. : F 7390 a KF