

ELECTRONIQUE

APPLICATIONS

I.S.S.N. 0243 489 X



UNION POSTALE BELGE - Luxembourg - 190 F.B. - Belgique : 200 pesetas - Espagne : 200 Ptas - Portugal : 200 Escudos - France : 27,00 F - Italie : 200 Lire - Espagne : 200 Ptas - Portugal : 200 Escudos - France : 27,00 F - Italie : 200 Lire

T 1597 - 53 - 27,00 F



3791597027002 00530

10^e anniversaire

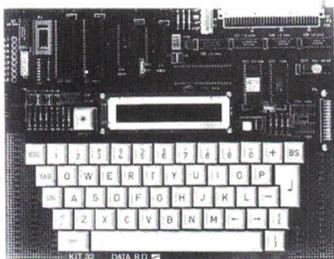
Bimestriel N° 53 - 27 F - Avril-Mai 1987 Retronik.fr

CAMPUS

des kits pédagogiques orientés "hard"...

à partir de 2520 f.*

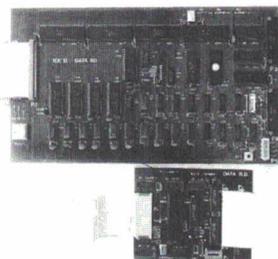
6809 : CAMPUS 32



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

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

L'émulateur 6809



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

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

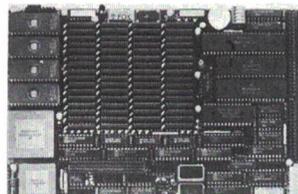
6809/64k : CAMPUS 64



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

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

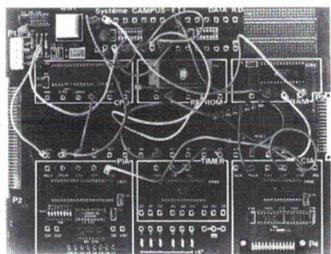
Les kits 68000 - 68020



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

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

...et le hard?



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

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

L'outil de développement



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

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

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

DATA R.D.

Alimentations Switchpac

Fiabilité – garantie?

Schroff répond clairement oui!

Car vous devez pouvoir vous fier à une alimentation. Nous nous en portons garant. Plus de 25 années d'expérience nous ont apporté la compétence dans le domaine des alimentations. Le spécialiste des alimentations modulaires. Avec une gamme de 5 à 1500 W de puissance de sortie. Naturellement suivant les techniques les plus modernes du découpage comme par exemple notre nouvelle série SPX représentée ci-dessous.

Nous vous informerons volontiers dans le détail.



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
(1) 39.56.08.18 · Télex 695.668



ROMAN NOIR POUR VOIR LA VIE EN ROSE (EXTRAIT)

Résumé des chapitres précédents :

Le PCB TURBO «CAO», système logiciel pour conception de circuits imprimés, est en sécurité dans le coffre d'une banque...

Mais Bernard est inquiet !

Les malfaisants qui n'avaient pas hésité à occire Johnnie devaient ruminer vengeance.

Il fallait les prendre de vitesse...

Tant que le PCB TURBO resterait confidentiel, il serait vulnérable.

Vous vous souvenez ! Ce programme assurait la conception de circuits imprimés de plus de 20 000 signes ou symboles, simple ou double face, pouvant aller jusqu'à 610 x 610 mm. Le PCB TURBO traçait le contour de la plaque avec les découpages, plaçait les composants aux endroits désirés, soit en les traçant sur l'écran, soit en les extrayant de la bibliothèque intégrée. Le système d'auto-routage intelligent aiguillait les pistes par l'une ou les deux faces de la plaque. Les pastilles et les pistes pouvaient être placées à 0,005" d'espacement minimum. Il traçait à l'intérieur de la plaque une fenêtre que l'on pouvait déplacer, effacer ou copier. Il donnait un nom au contenu de la fenêtre et le sauvegardait dans la bibliothèque sur disque. Le PCB TURBO affichait le plan en différentes couleurs pour la face de soudage, la face des composants et l'identification des composants. Chaque tracé pouvait s'afficher indépendamment sur l'écran.

Facile à apprendre, simple à utiliser, peu onéreux, le PCB TURBO c'était la mort des logiciels complexes et hors de prix.

Surprenant ! Non ?

Puisque le PCB TURBO, programme C.A.O. pour la conception des circuits imprimés, ne coûtait que 14 000 F/HT.

Bernard se frappa le front :

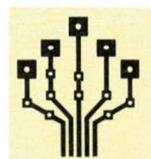
«Bon sang ! mais c'est bien sûr...»

La solution était simple.

Il fit éditer des disquettes de démonstration. Il fallait que tout le monde sache.

Vous aussi, vous allez tout savoir sur le PCB TURBO, demandez cette fameuse disquette de démonstration. Elle vous en dira beaucoup plus que n'importe quel discours. Vous la recevrez en même temps que la documentation.

Dépêchez-vous, envoyez 50 F, ça en vaut la peine !



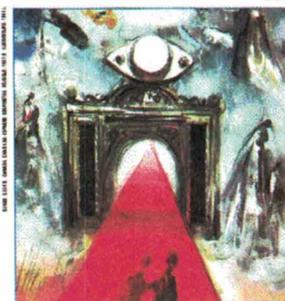
C.I.F.
CIRCUIT IMPRIMÉ FRANÇAIS
900 PRODUITS, 40 MACHINES

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

SERVICE-ANNONCEURS N° 61

PAGE 4 - ELECTRONIQUE APPLICATIONS N° 53

**ELECTRONIQUE
APPLICATIONS**



10^e anniversaire

Numéro 53 - 27 F - Août-Mai 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 - Téléc. : PGV 230472 F

Copyright 1987 - Société Parisienne d'Édition
Dépôt légal : Mars 1987 N° éditeur : 1435

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 notre tarif « Spécial abonnement » 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 1957 n'autorisant aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants-droit ou ayants-cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40).

« Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal. »

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

Distribué par SAEM Transport Presse

Imprimerie S.N.I.L. - Aulnay

Applications

Soustraction digitale de fréquences	19
Programmes de synthèse de signaux rectangulaires	45
Etude et réalisation d'un automate programmable (deuxième partie)	65

Composants

Protection par écrêtage : varistance ou « Transil » ?	35
---	----

Energie

Les mini-centrales hydrauliques	85
---------------------------------	----

Etude

Transducteurs ultrasonores : de la théorie aux applications électroniques (première partie)	25
Les amplificateurs d'instrumentation : technologie et emploi	55

Médical

La pH-métrie œsophagienne	123
---------------------------	-----

Micro informatique

Un processeur spécialisé pour systèmes graphiques	11
Conception d'un programmeur 16 canaux à microcontrôleur	116

Fiches techniques des nouveaux circuits intégrés	75
--	----

Bibliographie	6
Manifestations	97
Vie professionnelle	112

Composants

Datel : comment faire des conversions... ultra-rapides !	102
--	-----

Industrie

Tiro-Clas : pour un travail sans lutte de « Clas »	110
--	-----

Instrumentation

Anpico : l'énergie sous surveillance ou comment écrire en continu l'histoire du secteur alternatif	104
--	-----

Createc : sa technique est solide, ses cristaux sont liquides	108
---	-----

Mesures

Wandel et Goltermann : recherchons... appareil de haut niveau. Gain élevé	100
---	-----

Rohde et Schwarz : le PSA fait reculer le spectre du bruit	106
--	-----

SEIPRA 87 : nouveautés et produits récents	143
--	-----

 Composants actifs	130
---	-----

 Produits connexes	134
---	-----

 Micro-informatique	140
--	-----

 Mesures	142
---	-----

Répertoire des annonceurs	146
---------------------------	-----

Formulaire d'abonnements	3 ^e couv
--------------------------	---------------------

Encart Service Lecteurs et Service Annonceurs	147-148
---	---------

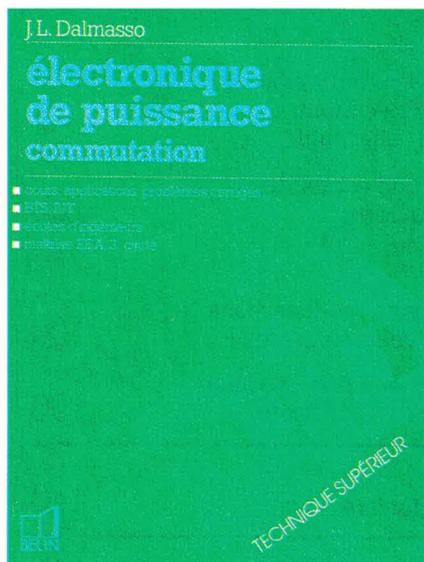
BIBLIOGRAPHIE

Electronique de puissance ; commutation

par J.-L. Dalmasso

Aborder par l'étude, par l'expérimentation ou par la réalisation industrielle le domaine de l'électronique de puissance consiste à assimiler trois notions importantes :

- les éléments actifs doivent travailler en régime de commutation ;
- ce service en commutation impose aux convertisseurs des structures spécifiques ;
- la mise en œuvre sûre des composants électroniques en régime de commutation suppose le respect de sévères contraintes d'emploi.



Ainsi apparaît le concept fondamental de commutation et ses différents aspects. Cet ouvrage propose de les explorer successivement, tant du point de vue théorique, qui intéresse l'étudiant ou l'élève-ingénieur, que du point de vue plus technique du concepteur ou du réalisateur. L'exposé didactique, les exercices qui l'accompagnent, la description de circuits spécialisés ou de montages industriels, les problèmes réso-

lus qui terminent ce volume satisfont aux exigences pédagogiques d'une analyse rigoureuse et fournissent les éléments d'information nécessaires à la pratique industrielle.

Un volume de 384 pages, format 19 x 25.

Prix : 195 F.

Belin

Circuits imprimés : une cassette vidéo

Ce film vidéo de 13 minutes (cassette VHS) a été produit par le C.N.D.P. (Centre national de documentation pédagogique) afin d'apporter aux enseignants un appui audiovisuel leur permettant d'aborder la fabrication des circuits imprimés.

Les locaux de la société C.I.F. (le Circuit imprimé français) ont servi de lieu de tournage.

Utilisable aussi bien dans les collèges que dans les centres de formation, ce document permet d'éviter des démonstrations répétitives par groupes. Il offre une première approche des techniques utilisables : méthodes de report du dessin (stylo, transferts ou insolation), gravure (bac, machine à mousse, pulvérisation), circuits simple et double face. Un élève débutant pourra fabriquer un circuit imprimé suivant trois méthodes différentes, grâce au film bien sûr mais aussi à l'aide d'une brochure d'accompagnement donnant les compléments d'information nécessaires.

Près de 12 000 enseignants (et 5,6 millions d'élèves du secondaire), peuvent être intéressés par cette réalisation vidéo de Serge Lemkine.

Prix : 259 F franco (exempt de taxes)

Distribué par C.I.F., 12, rue Anatole-France, 94230 Cachan. Tél. : (1) 45.47.48.00.

Dictionnaire des nouvelles technologies anglais-français

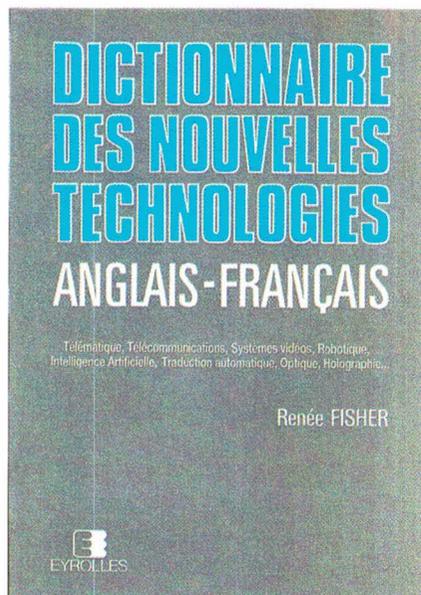
par R. Fisher

Ce dictionnaire de traduction de plus de 15 000 entrées offre également au lecteur des regroupements de mots sur les nouvelles technologies de l'information : télécommunications, circuits intégrés, intelligence artificielle, édition électronique, holographie, gestion de réseaux et téléphonie, laser, normes internationales, nouvelle instrumentation aéronautique, optique, robotique, synthèse de la parole, télématique, télétexte, traduction automatique, satellites, vidéocommunications..., ainsi qu'une liste d'associations, de réseaux et de bases de données.

Un ouvrage de 496 pages, format 15,5 x 21.

Prix : 240 F.

Eyrolles





AMP



MARQUES EN STOCK

INTERNATIONAL RECTIFIER
GENERAL ELECTRIC
NATIONAL SC
MOTOROLA
HITACHI
TEXAS
NEC
ITT

FITEC

*10 ans d'expérience
à votre service*



156, rue de Verdun, 92800 Puteaux - Tél. (1) 47 72 68 58 - Télex 630 658

SERVICE-ANNONCEURS N° 62

Pascal sur IBM PC

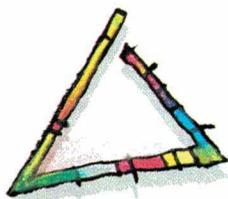
par M. Pardee

Ce livre est une introduction au Pascal IBM destinée à tous ceux qui souhaitent écrire des programmes élégants et bien structurés sur IBM PC.

IBM a adapté Pascal à PC-DOS tout en y ajoutant des possibilités supplémentaires. Le langage Pascal a été structuré pour que l'écriture et la gestion des gros programmes soient simplifiées au maximum. En outre, le fait qu'il s'agisse d'un langage compilé le rend plus rapide à l'exécution.

Après une introduction de tous les types simples de données en Pascal et des instructions nécessaires au contrôle des programmes, l'auteur

The Waite Group
PASCAL
MICHAEL PARDEE
SUR IBM PC



MASSON ■

présente les types de données structurés. Chaque concept est accompagné d'au moins un exemple et la plupart de ceux-ci sont de petits programmes. Le concept des fonctions et procédures est ensuite expliqué ainsi que le processus d'appel de routines écrites en assembleur depuis un programme Pascal. Cette partie de l'ouvrage est illustrée par des exemples utilisant le haut-parleur de l'IBM PC et le mécanisme d'affichage sur l'écran par appel aux fonctions PC-DOS. Enfin un chapitre complet est consacré aux différents types de fichiers et à leur utilisation.

Un ouvrage de 320 pages, format 17,5 x 21.

Prix : 175 F.

Masson Editeur

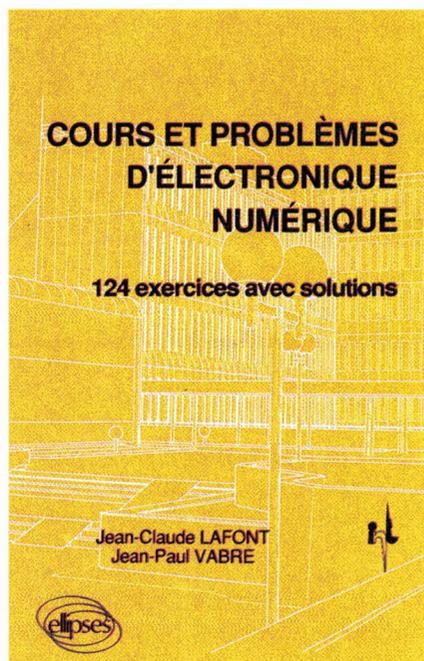
BIBLIOGRAPHIE

Cours et problèmes d'électronique numérique

par J.-C. Lafont et J.-P. Vabre

Cet ouvrage comprend 15 chapitres de cours suivis de 124 exercices avec leurs solutions commentées.

La rédaction du texte a été faite avec le souci de servir à des gens isolés travaillant chez eux et n'ayant que des contacts rares ou espacés auprès d'un professeur dans un amphithéâtre ou dans une salle de cours.



Cet ouvrage part de connaissances élémentaires en logique binaire et en arithmétique binaire et conduit le lecteur à la connaissance complète du fonctionnement des circuits combinatoires, des opérateurs arithmétiques et des fonctions séquentielles, utilisés dans les matériels de l'informatique (ordinateurs, mémoires, périphériques), de l'automatique (automates programmables, centrales de mesures) et du traitement du signal (processeurs).

Il constitue une introduction indispensable à l'étude des structures et

des langages des matériels utilisés dans :

- les télécommunications ;
- le traitement de l'information ;
- l'instrumentation de mesures ;
- la commande des processus industriels ;
- l'automatisation des nombreuses tâches (bureautique, production automatisée, télématique, C.A.O., etc.).

Signalons que, pour rester pratiques, les exercices traités utilisent des circuits du commerce.

Un volume de 384 pages, format 17,5 x 26.

Prix : 190 F.

Ellipses, 32, rue Bague, 75015 Paris. Tél. : (1) 45.67.74.19.

Dictionnaire anglais/français d'électronique

La célèbre maison d'édition hollandaise Elsevier vient de publier un important dictionnaire anglais-français des termes utilisés en électronique et réunissant 30 000 mots et locutions en 620 pages.

Une des principales qualités de cet ouvrage est qu'il ne se contente pas d'être une compilation de termes plus ou moins repris des dictionnaires déjà existants mais qu'il est le fruit d'un travail original. Il couvre 150 domaines de l'électronique, de la physique générale aux télécommunications.

La conception même de ce dictionnaire a été étudiée de façon à faire perdre le moins de temps possible à l'utilisateur (mots-clés, synonymes groupés).

Le second tome (français/anglais) est actuellement en préparation.

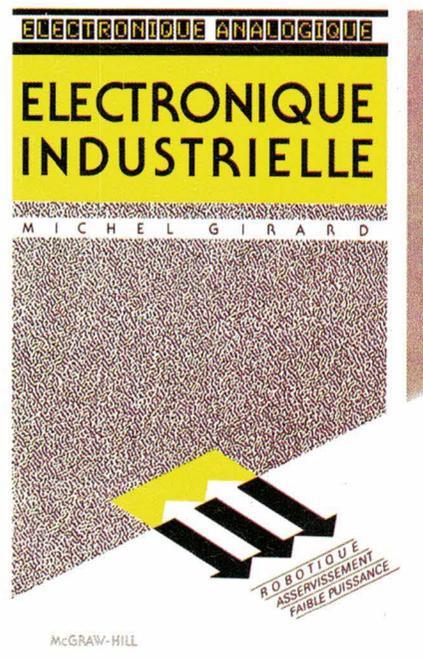
Prix : 350 florins hollandais.

Elsevier Science Publishers, P.O. Box 211, 1 000 AE, Amsterdam.

Electronique industrielle

par Michel Girard

Le contenu de cet ouvrage correspond au cours d'électronique industrielle professé à l'I.U.T. de Cachan dans le stage de robotique niveau 3. Il s'adresse aux étudiants titulaires d'un BTS ou DUT n'ayant pas étudié le programme d'électrotechnique et d'électronique de puissance associée ; il est aussi utilisable dans les classes d'I.U.T., les lycées techniques, en formation continue et par les techniciens de l'industrie.



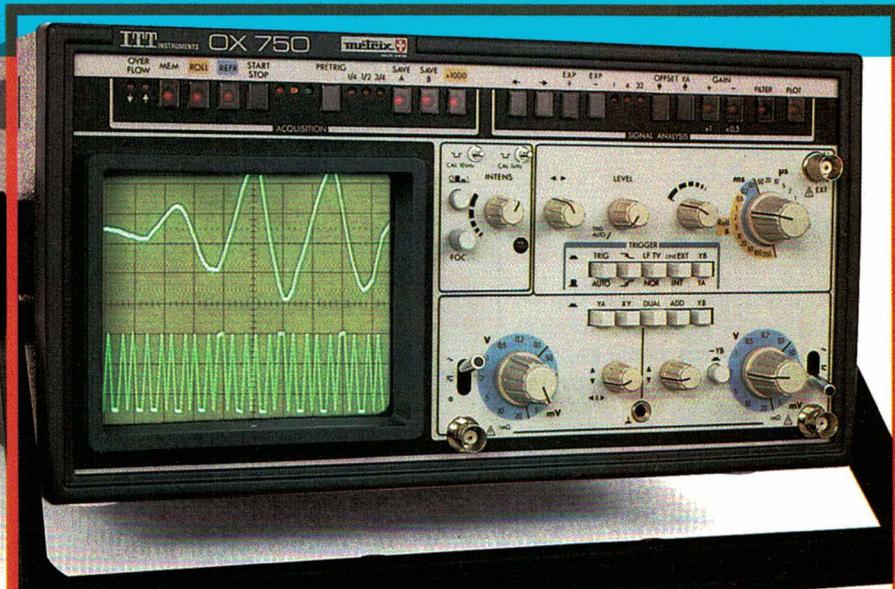
Le programme de ce livre est très vaste ; il est toutefois axé vers la commande des machines électriques utilisées en robotique et asservissement. Des rappels fondamentaux de techniques et mathématiques y sont indiqués. Quelques exercices sont traités aux endroits opportuns.

Un volume 358 pages, format 15 x 22,5.

Prix : 145 F.

Mc Graw-Hill

OX 750 : LA MÉMOIRE ACTIVE



1. L'oscilloscope numérique OX 750 mobilise le signal mémorisé (voir les 4 diagrammes). La forme et la position choisies pourront alors être transcrites sur une table traçante.

2. L'oscilloscope numérique OX 750 offre des possibilités remarquables d'acquisition :

- 3 modes : Roll, Refresh et Single,
- 2 convertisseurs A/N de 2 MHz,
- 2 K mots/voie à 8 bit de résolution,
- 1 commande de sauvegarde par voie.

3. L'OX 750, piloté par microprocesseur, donne une nouvelle dimension à l'oscilloscopie par l'analyse complète des signaux enregistrés :

- expansion verticale et horizontale,
- enregistrement sélectif de la lecture sur l'écran à l'aide d'un curseur mobile,
- sauvegarde de l'acquisition par batterie au lithium.

4. L'OX 750 est muni d'un oscilloscope analogique performant 2 x 20 MHz.

**ITT Composants et Instruments
Division METRIX**

B.P. 30 - F 74010 Annecy Cedex
Tél. 50.52.81.02 - Télex 385 879
157, rue des Blains - 92220 Bagneux
Tél. 46.64.84.00 - Télex 202 702

Marqueur
de position

Extension x 32

Séparation
des 2 traces

Atténuation

METRIX, UNE NOUVELLE DIMENSION A L'OSCILLOSCOPIE

metrix

ITT Instruments

- Colmar, tél. 89.23.99.70
- Lille, tél. 20.30.64.60
- Lyon, tél. 78.76.22.49
- Marseille, tél. 05.06.11.13
- Rennes, tél. 99.51.64.66
- Toulouse, tél. 61.78.53.38

SERVICE-ANNONCEURS N° 63

Mathématiques et graphisme sur IBM PC

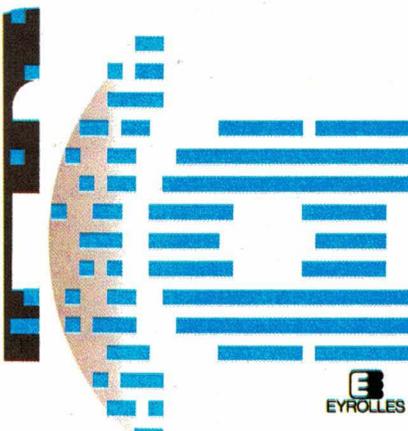
par Marc Ducamps
et Alain Reverchon

Pour ce livre, les auteurs ont adopté une démarche efficace : les rappels théoriques privilégient la compréhension intuitive plutôt que les longues démonstrations ; par contre une place essentielle est réservée aux exemples d'application et à leur exploitation graphique.

Tous les chapitres, exceptions faites du premier et du dernier, sont indépendants et peuvent être abordés dans un ordre quelconque. Pour chaque sujet, les résultats théoriques indispensables et la méthode

MATHEMATIQUES ET GRAPHISME SUR IBM-PC

MARC DUCAMP
ALAIN REVERCHON



de résolution sont tout d'abord exposés. Viennent ensuite le programme et son utilisation. Enfin, de nombreux exemples commentés illustrent les possibilités et les limitations des méthodes étudiées.

Les programmes sont construits autour d'un noyau commun permettant la communication des données entre les différents modules. Le dernier chapitre, consacré au pendule pesant, en constitue un excellent exemple : en effet, les auteurs utilisent les programmes de résolution d'équations différentielles, de représentation de courbes discrètes, de calcul des coefficients de séries de Fourier et de visualisation du spectre.

Un volume de 280 pages, format 15,5 x 24.

Prix : 150 F

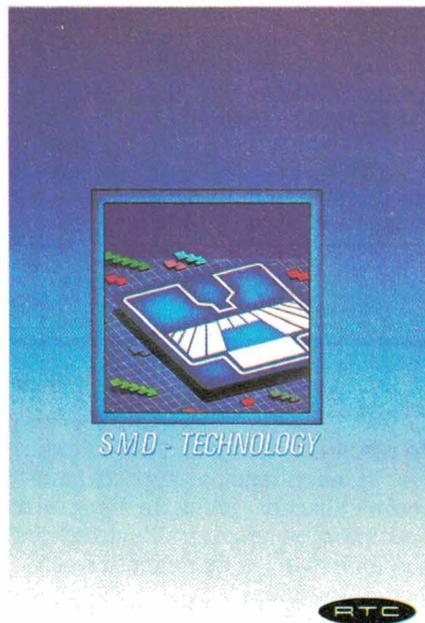
Eyrolles

BIBLIOGRAPHIE

Technologie CMS

La société RTC-Compelec propose une brochure technique sur le montage en surface où tous les sujets essentiels sont traités :

- Empreintes et règles de conception ;
- Soudabilité des CMS et des cartes ;
- Adhésifs et polymérisation ;
- Techniques de soudage ;
- Considérations d'ordre thermique ;
- Flux et nettoyage ;
- Test et réparation.



Nous ne pouvons que saluer avec enthousiasme la parution de cet ouvrage de grande qualité technique ; toutefois, RTC aurait pu faire beaucoup mieux en présentant cette brochure en français.

Tant pis ! Les lecteurs intéressés devront donc demander à cette société française son ouvrage intitulé *SMD Technology*, rédigé en anglais.

Prix : 300 F TTC.

RTC-Compelec, 130, avenue Ledru-Rollin, 75011 Paris.

Guidexpo 87

C'est la troisième édition de ce guide qui s'avère être un ouvrage de référence dans ce vaste secteur économique que représentent les foires et salons français.

Tout d'abord, sont répertoriées les foires, avec deux systèmes de classement (alphabétique par ville et mensuel). Ensuite, les salons font l'objet d'un classement par thèmes (avec sommaire de ces thèmes), puis de classements alphabétique et mensuel.

En complément, sont répertoriés les lieux (halls d'exposition, lieux de congrès, séminaires, conférences et réceptions), les renseignements relatifs aux stands (fabricants d'enseignes, loueurs de tous types de matériel), les services (assurances, assistances, bureaux d'études, décorateurs, installateurs de stands, électricité, éclairage, gardiennage, hôtesse, personnel temporaire, journaux lumineux, location de véhicules, nettoyage, ignifugation, photographes, traducteurs, interprètes, transit, transports, manutention) ainsi que tout ce qui touche à la promotion, les loisirs, l'hébergement et les réceptions.

Une liste d'organismes de salons et d'organismes officiels termine ce guide.

Prix : 280 F TTC franco.

B+ Editions, 38, rue du Colisée, 75008 Paris. Tél. : (1) 42.89.07.84.

Maintenance et maîtrise de l'énergie

Edité par l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie, ce guide technique se veut avant tout pratique et utile. Illustré de nombreux exemples, il donne les « chiffres clés » et la liste des opérations indispensables à la mise en œuvre d'une politique de la maintenance dans le domaine des équipements énergétiques.

GUIDES INDUSTRIELS

MAINTENANCE
ET
MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE



Techniques générales

Cet ouvrage de 52 pages s'adresse aux responsables « énergie » et aux ingénieurs d'entretien soucieux d'éliminer au maximum des sources de gaspillage.

Prix : 40 F TTC.

A.F.M.E., 27, rue Louis-Vicat, 75015 Paris. Tél. : (1) 47.65.20.20.

Annuaire Kompass 87

Répertoriant 7 539 entreprises, cet annuaire est composé de deux parties :

- Entreprises classées par secteurs d'activité ;
- Répertoire alphabétique fournissant un maximum de renseignements sur les sociétés, leurs différentes adresses, leurs cadres, leur personnel et les types de matériels commercialisés.

Que dire de plus sur cet annuaire sinon que notre rédaction y fait souvent appel, soit pour des besoins rédactionnels, soit pour renseigner des lecteurs : un véritable outil de travail.

Prix : 616,72 F TTC franco.

SNEI-Kompass, 22, avenue F.-D.-Roosevelt, 75008 Paris.

Encore plus passionnant que « Dallas », ce composant venu du Texas !



*Micro
informatique*

Un processeur spécialisé pour systèmes graphiques

L'introduction d'un véritable microprocesseur graphique, basé sur une architecture 32 bits, capable d'exécuter des programmes écrits en C, et « inégalable » dans l'art de manipuler les pixels sur un écran, va ouvrir à l'informatique personnelle des perspectives jusqu'alors réservées aux matériels ultra-spécialisés : la CAO et l'édition électronique s'appêtent à envahir le bureau de « Monsieur tout-le-monde ».

TMS34010 Graphics System Processor

3-D Animation

Position du problème

L'événement marquant des années 80 en matière de bureautique restera sans conteste la banalisation de l'ordinateur personnel. La puissance de traitement de ces machines est en général suffisante vis-à-vis des besoins de la majorité des utilisateurs. Pourtant, s'il est un domaine où les performances du PC laissent encore la plupart d'entre nous sur leur faim, il s'agit bien de celui ayant trait à ses possibilités graphiques.

La raison de ce retard est beaucoup moins liée qu'on veut bien le croire au coût des moniteurs à haute définition (disons à partir de 640 pixels par 480 lignes) : leur prix est en décroissance continue, et une forte augmentation de la demande accélérerait le phénomène dans des proportions considérables.

En fait, la cause majeure se situe plutôt au niveau de la non-disponibilité, jusqu'à ces derniers temps, de circuits flexibles, particulièrement bien adaptés au traitement graphique et susceptibles de soulager totalement le microprocesseur de l'unité centrale des tâches de visualisation pour lesquelles il est très mal adapté et, en général, d'une lenteur désespérante. Les seuls produits existant jusqu'à récemment étaient de simples contrôleurs graphiques, dotés d'un nombre limité de fonctions précablées, qui permettaient certes de tracer des lignes et des formes simples rapidement, mais qui enserraient le concepteur, dans un étroit carcan de commandes et



TMS34010

Key Features

- 32 Bit CPU, 1Gbit Address Reach
- 50 MHz 6 Mips Performance
- 256 Byte LRU Cache
- 31 32 Bit Registers
- Hardware Window Clipping
- Full Instruction Set
- X Y Addressing
- Bit & Field Processing
- 1.8 Micron Cmos 1/2W Power

Caractéristiques du TMS 34010.

d'algorithmes de traçage prédéfinis et immuables.

Ce manque total de flexibilité des contrôleurs graphiques les condamne irrémédiablement à disparaître à court terme.

Or il s'avère que le tout premier représentant de la nouvelle génération de circuits de visualisation spécialisés est d'ores et déjà disponible sur le marché : il s'agit d'un véritable microprocesseur graphique CMOS, doté d'une architecture 32 bits et d'une programmabilité virtuellement illimitée, le GSP TMS34010 (« Graphics System Processor »), introduit à la mi-86 par *Texas Instruments* et déjà considéré comme

l'avant-garde d'une famille de produits qui donneront à un simple PC des possibilités graphiques comparables à celles réservées aujourd'hui encore aux outils de CAO ou aux éditeurs de texte de qualité professionnelle.

Un véritable microprocesseur graphique

Le TMS34010 est avant tout un microprocesseur. Avec son architecture 32 bits et son jeu d'instructions d'usage général tournant à 6 MIPS (millions d'instructions par seconde), son compilateur C et sa panoplie d'outils de développement, le GSP pourrait parfaitement servir d'unité centrale à un petit ordinateur (fig. 1).

En fait, son originalité réside dans ses capacités exceptionnelles de manipulation de graphiques définis point par point (« bit map ») à très grande vitesse. Le TMS34010 est, par exemple, doté d'instructions rapides appelées « PixBLT » (« Pixel Block Transfers »), c'est-à-dire « transferts de blocs de pixels », particulièrement utiles en matière de traitement de texte. De même, il excellera à gérer toutes les variantes de fenêtres requises par l'utilisateur le plus exigeant, et se chargera intégralement, entre autres, aussi bien du rafraîchissement et de l'adressage de la mémoire de trame que de la génération des signaux de contrôle du tube cathodique.

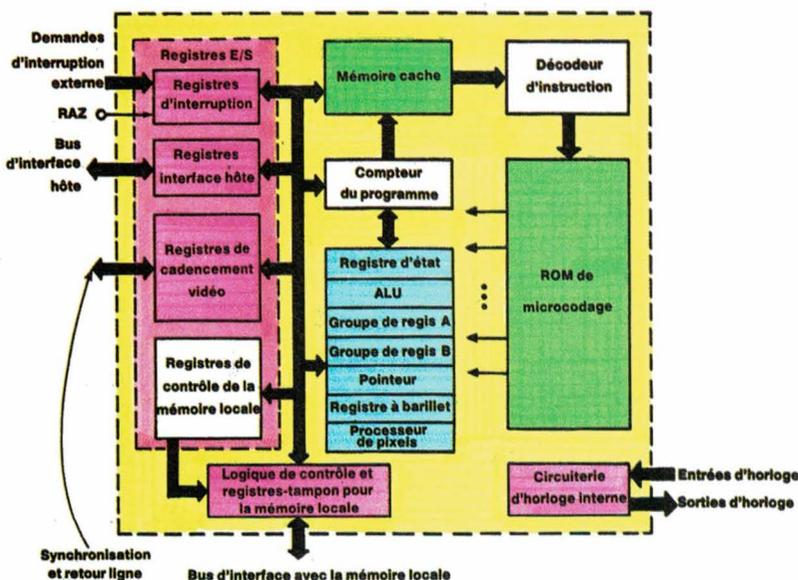


Fig. 1

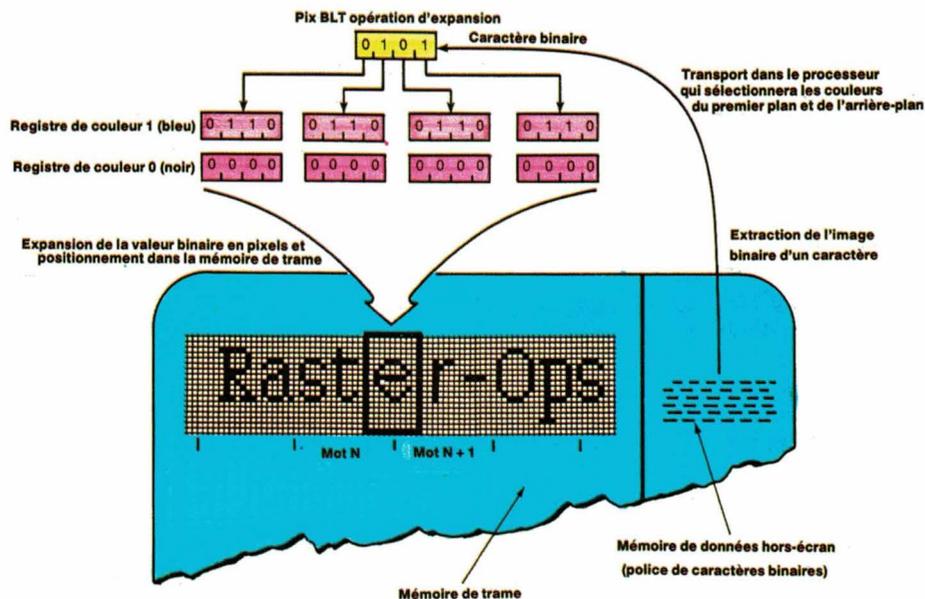


Fig. 2

Pourquoi un processeur graphique ?

La finalité principale d'un processeur graphique comme le TMS34010 est très claire : son utilisation permet de soulager totalement l'unité centrale de ses responsabilités graphiques directes, tâches pour lesquelles l'inadaptation de cette dernière est flagrante. Par rapport aux simples contrôleurs graphiques traditionnels, l'apport essentiel d'un processeur comme le GSP réside dans sa programmabilité absolue qui lui assure une flexibilité d'utilisation aussi étendue que celle du microprocesseur central lui-même.

Bien sûr, certains contrôleurs graphiques disponibles sur le marché sont réputés eux aussi programmables mais dans un sens très restrictif, c'est-à-dire qu'ils peuvent être programmés pour exécuter un jeu réduit de commandes précâblées, permettant de tracer des lignes et quelques autres figures en nombre limité. Au contraire, le processeur graphique contient dans son jeu d'instruction de quoi manipuler aisément tous types de pixels ou de matrices de pixels. Un moyen aisé de distinguer un processeur graphique comme le TMS34010 d'un simple contrôleur est sa capacité à exécuter des programmes écrits en langage évolué comme le C, ce qu'aucun autre contrôleur n'est capable de faire. Il est d'ailleurs à noter qu'un TMS34010 peut parfaitement

être utilisé d'une façon totalement autonome, c'est-à-dire en tant que seul circuit intelligent combinant les fonctions d'unité centrale et de processeur graphique, dans des systèmes de type imprimante sans impact ou station de travail, ne requérant pas *a priori* l'utilisation de telle ou telle famille de microprocesseurs prédéterminée.

En résumé, la raison d'être d'un processeur graphique comme le GSP est d'allier la souplesse d'utilisation d'un microprocesseur d'usage général à la vitesse d'exécution d'un contrôleur graphique, faisant ainsi de lui l'outil idéal de gestion des opérations vidéo dans des systèmes à haute définition.

Examinons maintenant plus en détail la structure d'un TMS34010 afin de mieux comprendre ses possibilités en matière de traitement graphique.

Comme nous l'avons vu plus haut, ce circuit est avant tout un microprocesseur 32 bits spécialement adapté

aux tâches de manipulation de pixels à très grande vitesse. Il est doté de 30 registres d'usage général, de 32 bits chacun, divisés en 2 groupes, A et B. La présence d'un nombre aussi élevé de registres est dictée par la caractéristique propre aux algorithmes graphiques qui consiste à faire appel à de nombreuses variables, jusqu'à 16 ou parfois même plus, ce qui provoque en général une perte substantielle d'efficacité due aux fréquentes opérations de transfert de bits entre registre et mémoire et vice-versa : les 30 registres ont pour but de pallier cet inconvénient. Il est à noter qu'il existe un 3^e registre utilisé en tant que pointeur de pile (« stack pointer »).

Afin d'augmenter encore sa vitesse d'exécution, le GSP utilise une architecture microprogrammée : son jeu d'instruction se partage entre d'une part des instructions d'usage général, basées sur le concept de RISC (« reduced instruction set computer ») et s'exécutant

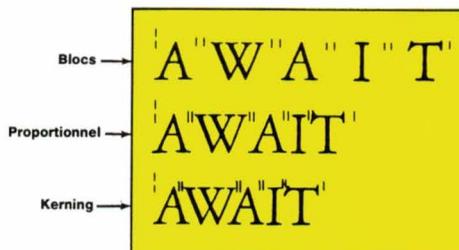


Fig. 3

pour la plupart en un seul temps de cycle de 160 ns, et d'autre part, des instructions plus complexes, spécifiquement orientées graphiques (comme par exemple les « PixBLT »), qui comportent beaucoup plus d'étapes microcodées que les précédentes.

De manière à toujours accroître ses performances en vitesse d'exécution, le circuit est équipé d'une mémoire-cache de 256 octets ainsi que d'un registre à barillet, particulièrement utile dans les opérations graphiques très rapides : en un seul cycle de 160 ns, ce dernier peut effectuer une rotation sur un champ contenant jusqu'à 32 bits de donnée.

Toujours dans le même objectif, il est à noter que tous les composants essentiels du circuit (registres, ALU, cache et ROM de microprogrammation) ainsi que les fonctions périphériques (interruptions, génération des signaux vidéo, logique d'interface avec l'unité centrale et registres de contrôle locaux) travaillent en parallèle (« pipeline ») : par exemple, pendant qu'il exécute des instructions contenues dans sa mémoire-cache, le GSP peut transférer des données entre des registres et se livrer à d'autres calculs. Pendant ce temps, la logique de contrôle de la mémoire locale peut fonctionner et exécuter des cycles de lecture-modification-écriture.

Les « PixBLT »

Bien que ce soit aux dessins en « bit map » que l'on ait tendance à associer mentalement les opérations de manipulation de pixels, celles-ci sont en fait encore plus primordiales lorsqu'il s'agit d'afficher du texte. En raison de la finesse des détails auxquels on a à faire face, le transfert de textes définis point par point requiert l'apport de nombreuses retouches légères, subtiles et, bien sûr, rapides.

Pour dessiner un caractère sur l'écran, le processeur le transportera de l'une de ses polices stockées dans la mémoire hors écran, à l'intérieur de la mémoire de travail (fig. 2) et ce, plusieurs pixels à la fois, de façon à gagner en vitesse. Les opérations de PixBLT, où le TMS34010 excelle, permettent des améliorations considérables de présentation de textes, comme l'espace-ment proportionnel, la justification et

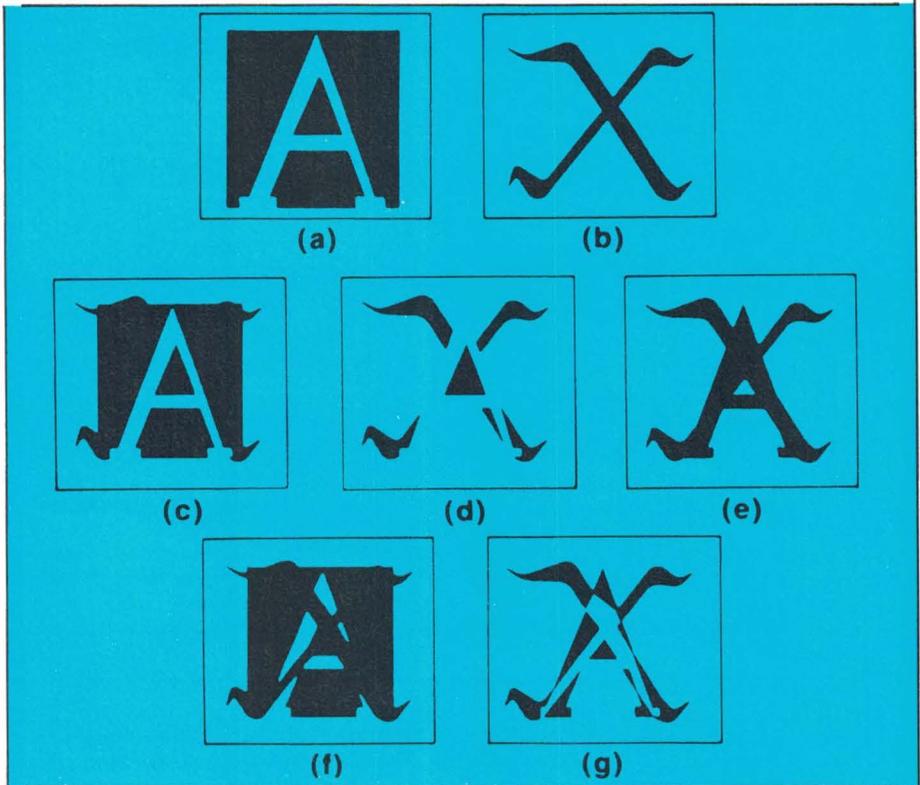


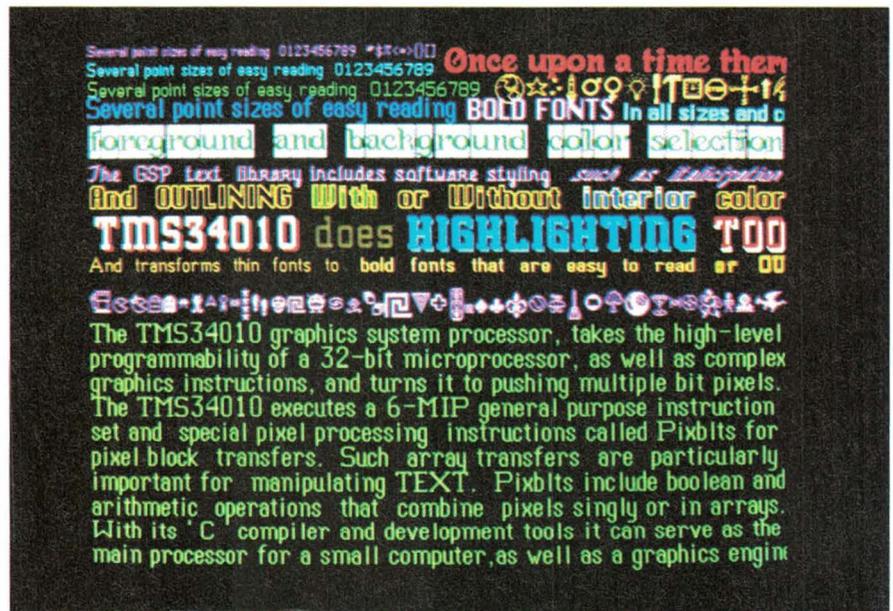
Fig. 4

le « kerning ». Le « kerning » permet un chevauchement entre l'espace alloué à un caractère et celui de son suivant (fig.3). Il donne au texte un aspect plus uniforme que l'espace-ment proportionnel, le rend plus lisible et permet d'écrire plus de mots dans un espace donné.

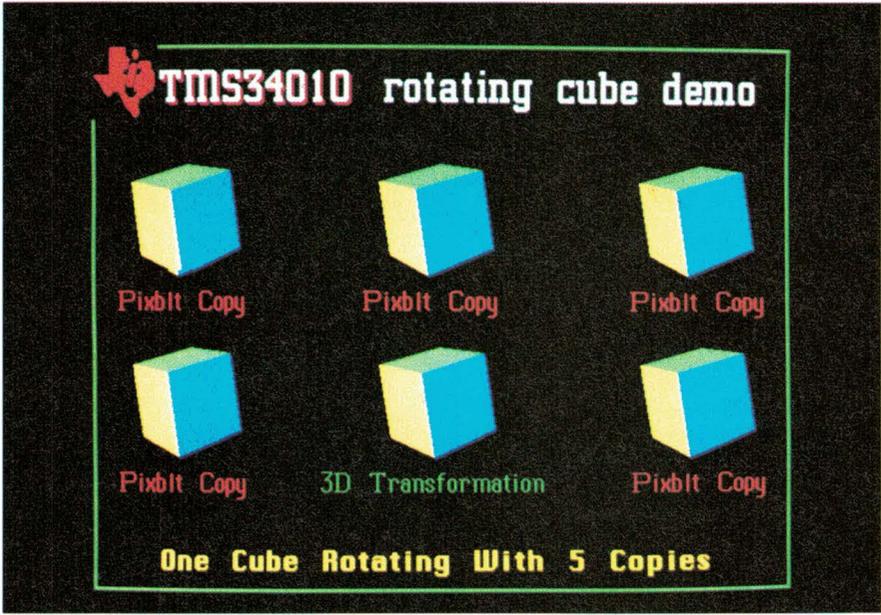
Les opérations de type PixBLT sont divisées en quatre catégories essentielles : opérations booléennes et arithmétiques, détection de transparence, masquage de plan et ex-

pansion d'un seul bit en une couleur choisie parmi deux.

Ces quatre catégories peuvent être combinées en une grande fourchette d'opérations possibles. Par exemple une matrice source définie à l'aide d'un seul bit par pixel peut être étendue à 8 bits par pixel et combinée arithmétiquement avec une matrice définie à l'aide de 8 bits. Ensuite 3 des 8 bits peuvent être masqués sélectivement et l'opération d'écriture finale peut être res-



Exemple d'opérations sur du texte.



Les « Pix BLT »...

treinte aux seuls pixels non transparents.

Le GSP peut également combiner les bits de source avec ceux de destination de toutes les manières utiles et ce, aussi bien pour des pixels définis à l'aide d'un seul bit que de plusieurs.

Parmi les opérations de combinaisons les plus classiques, on retrouve « Remplace », OU, NON-ET, ET et OU exclusif.

Considérons un A blanc sur un fond noir stocké en source et un X noir sur fond blanc faisant office de destination. Les résultats sont exposés en figure 4. La fonction OU, par exemple, sera utilisée souvent dans le cas où un texte doit apparaître en surimpression sur un dessin. Le OU Exclusif, pour sa part, sera utilisé pour mettre en évidence une forme quelle que soit la valeur logique du fond sur lequel elle se dessine, par exemple dans le cas d'un curseur.

Comparaisons de couleurs

Dans le cas de pixels de couleur (donc définis à l'aide de plusieurs bits), il est impossible, et dans certains cas absurde, de vouloir réaliser tous les types d'opérations possibles : on ne peut pas prétendre a priori que toute opération booléenne sur les bits correspondants de deux couleurs produira des résultats ayant une signification graphique.

Aussi le TMS34010 n'a-t-il point été limité à ce seul type d'opérations : il sait également mettre en œuvre des opérateurs spéciaux non booléens, qui, plutôt que de réaliser des comparaisons bit à bit, s'intéressent au pixel entier. Les plus importants de ces opérateurs capables de combiner des pixels multi-bits de façons diverses sont Maximum, Minimum, Addition, Addition avec Saturation, Soustraction, Soustraction avec Saturation, et Transparence.

Par exemple, « Maximum » choisit la valeur binaire la plus haute pour chaque pixel correspondant de la source et de la destination. « Minimum », lui, choisira la plus faible. En

plus de contribuer à rendre un certain sens du relief, ces deux fonctions ont d'autres applications, comme par exemple le lissage de lignes en zig-zag obtenu par combinaison de matrices contenant des échelons de gris. L'« Addition avec Saturation », quant à elle, diffère de l'« Addition » simple par sa faculté à ne pas passer en débordement (la valeur maximum correspond à des 1 partout). L'« Addition avec Saturation » ainsi que la « Soustraction avec Saturation » sont particulièrement utiles dans le cas de systèmes qui associent plusieurs plans (plusieurs bits) à chacune des trois couleurs primaires.

La « Transparence » permettra de définir dans la source une couleur qui disparaîtra lors de sa combinaison avec la destination, laissant apparaître celle-ci par « transparence ».

Fenêtrage

Le fenêtrage (« windowing ») et son pendant, le découpage (« clipping »), comptent parmi les plus importantes opérations relatives à l'affichage : le TMS34010 permet de positionner à n'importe quel endroit de l'écran autant de fenêtres qu'on le désire et de quelque taille que ce soit. Le découpage, qui consiste à éliminer de l'écran tout le contour de l'image devant apparaître à l'intérieur de la fenêtre, est une opération qui se révèle en général très lourde en temps de calcul pour un

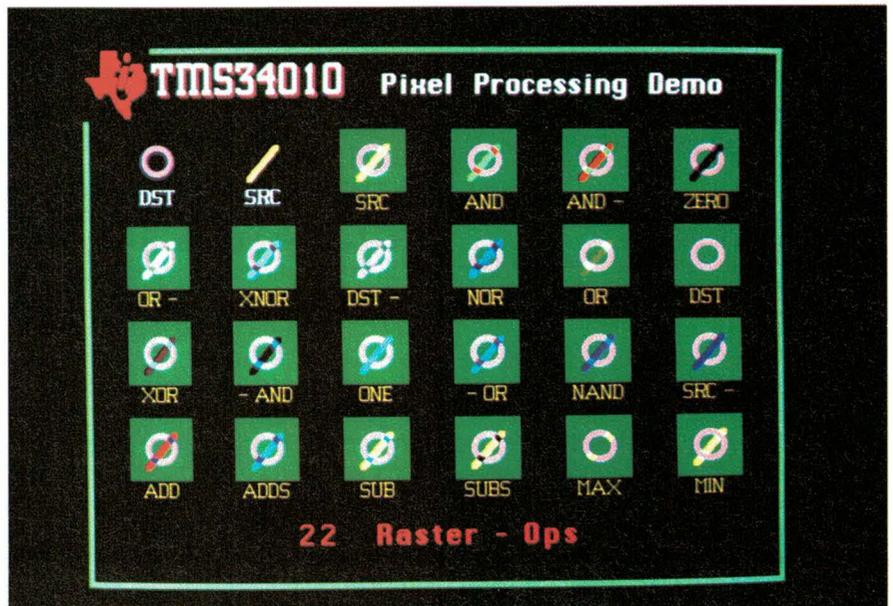


Fig. 5

processeur non spécialement prévu à cet effet.

En fait, il existe deux méthodes de découpage : le « prédécoupage » et le « postdécoupage ». Toutes les deux visent au même but, c'est-à-dire à éviter que les opérations de traçage n'altèrent la mémoire de trame en dehors de la zone attribuée à la fenêtre, mais la première est de loin plus performante que la seconde en ce qui concerne la vitesse de traitement.

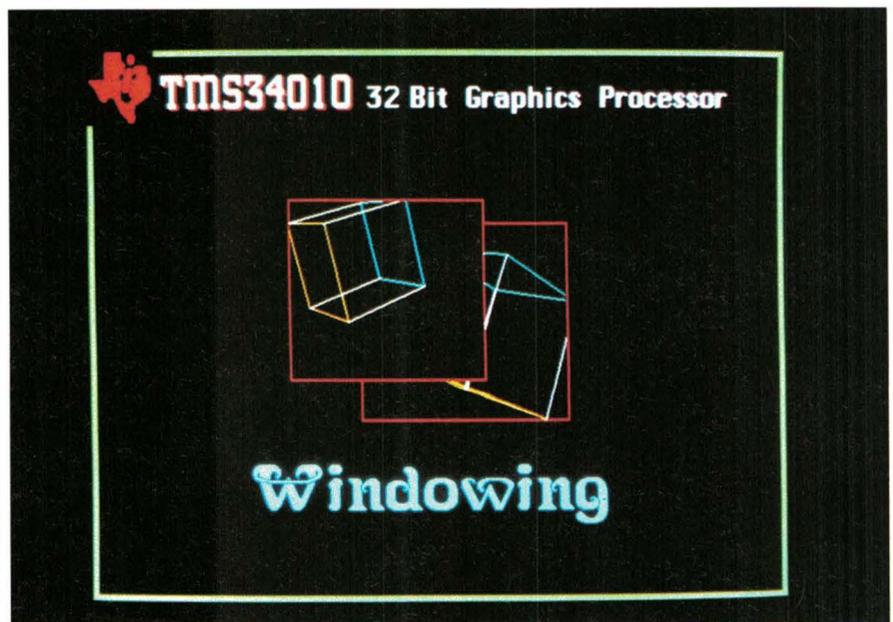
Le « postdécoupage » consiste, pour le système, à effectuer tous les calculs nécessaires pour tracer le pixel, ensuite à comparer la situation de ce pixel vis-à-vis des limites de la fenêtre et à ne l'inscrire que s'il se situe à l'intérieur. Le GSP est bien sûr capable de réaliser ce type d'opération sur toutes les instructions susceptibles de tracer des pixels, si telle est la volonté du programmeur.

Le prédécoupage, quant à lui, est systématiquement utilisé lors de la mise en jeu d'instructions de type « PixBLT » ou « Remplissage » (« FILL »).

Il s'appliquera aussi aux opérations de traçage de lignes, en faisant appel à une méthode de rejet *a priori* des segments qui sont situés intégralement à l'extérieur de la fenêtre, méthode s'appuyant sur l'exécution d'une instruction nommée CPW (« Compare Point to Window »), capable de comparer les coordonnées XY d'un point avec les quatre coins de la fenêtre en un seul cycle machine de 160 ns. L'avantage évident du prédécoupage est d'éviter de gaspiller du temps à calculer des pixels qui n'apparaîtront de toute façon pas sur l'écran.

Interface hôte et interface mémoire

Rappelons tout d'abord que le GSP peut parfaitement être utilisé indépendamment de toute autre intelligence locale. Néanmoins, dans de nombreuses applications, comme par exemple dans le cas d'extension graphique pour PC, sa fonction principale se résumera à décharger le processeur central, « l'hôte », de l'intégralité de ses responsabilités ayant trait au graphisme pour lequel ce dernier se montre si peu doué.



Exemple de fenêtrage.

Dans ce cas, les communications entre GSP et hôte se feront au travers d'un « interface-hôte » prévu à cet effet, conçu pour pouvoir s'adapter facilement à la quasi-totalité des processeurs d'usage général et ceci en mettant en jeu le strict minimum de composants extérieurs. Cet interface-hôte est compatible avec tout type de bus 8 et 16 bits et accepte des vitesses de transfert de données allant jusqu'à 5 Mo par seconde. Une configuration typique d'interface entre bus PC et TMS34010, capable de supporter une résolution de 1 024 par 756, avec 8 bits par pixel, ainsi que 256 Ko de mémoire programme, est donnée en exemple en figure 6.

Côté mémoire, il est à noter que l'interface entre le GSP et sa mémoire locale se fait toujours via un bus de 16 bits, qui communique directement avec les DRAM et les VRAM à 6 Mo par seconde. Durant ce cycle mémoire, les adresses de ligne et de colonne ainsi que les données sont transmises sur les mêmes lignes physiques. Les mémoires sont organisées en mots de 16 bits. Le GSP a la capacité d'adresser au total 128 Mo soit 64 Méga-mots de mémoire externe. Mais sa grande originalité consiste à donner au programmeur la possibilité d'accéder, sans précaution particulière, à des champs de bits de longueur quelconque pourvu qu'elle soit comprise entre 1 et 32 bits, et ceci quel que soit l'emplacement du bit de départ à l'intérieur du mot auquel il appartient. Toute l'opération est totalement transparente aux yeux du pro-

grammeur, qui ne précise que l'adresse du bit de départ et la longueur du champ : c'est la logique de contrôle microcodée de l'interface mémoire du circuit qui effectuera automatiquement toutes les opérations multiples d'accès mémoire, y compris les calculs d'adresse, ainsi que les opérations d'alignement de bits et de masquage nécessaires à l'obtention du champ désiré.

Il est à remarquer à ce propos que, vu du GSP, l'accès à un bit bien défini de la mémoire se fait via une adresse de 32 bits, dont les deux de poids le plus fort sont inactifs ; les 26 suivants permettent de sélectionner le mot (parmi 64 millions) dans lequel se situe le bit recherché, et les quatre de poids le plus faible précisent la position du bit dans le mot.

En ce qui concerne les pixels, leur longueur doit être un nombre binaire de bits compris entre 1 et 16 (1, 2, 4, 8, 16), et les champs de pixels, contrairement aux champs de bits, ne peuvent que coïncider avec des limites de mots.

Support au développement

Le TMS34010 est doté d'une panoplie d'outils de développement particulièrement étendue, qui permet au concepteur de raccourcir au minimum les temps de développement de son application, tout en en tirant

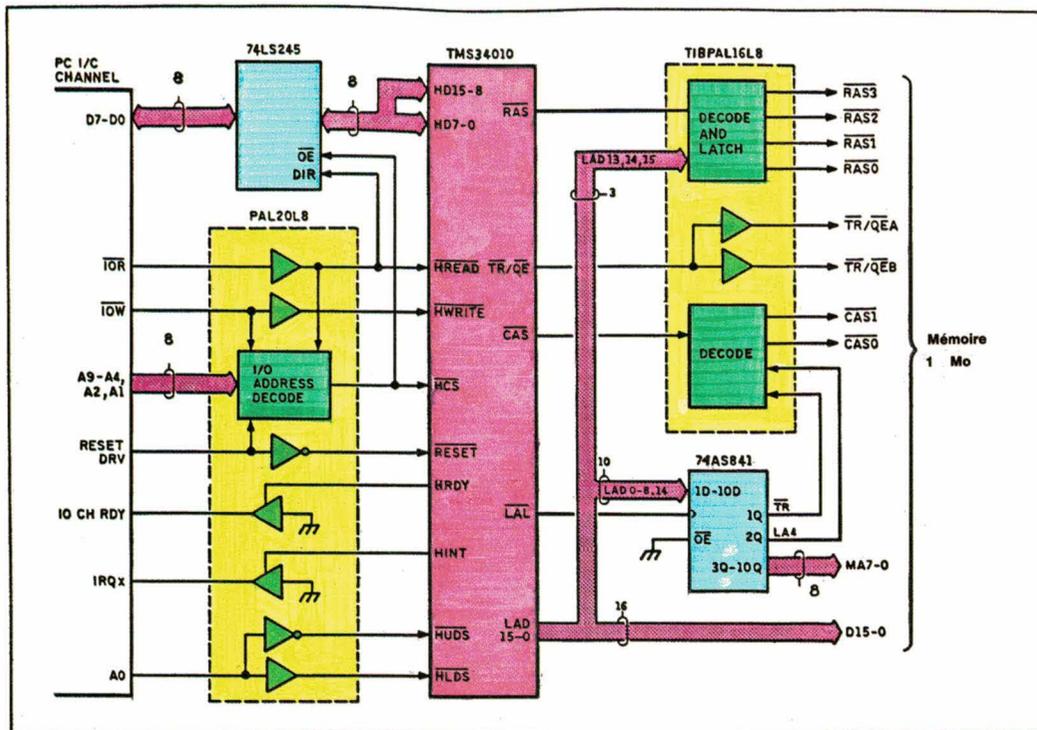


Fig. 6

le maximum de performances. Tout d'abord, le GSP est non seulement programmable en assembleur mais également en langage C : en fait, l'utilisation directe de l'assembleur ne se justifie que dans les portions de code les plus sensibles, celles où il est nécessaire d'aller jusqu'au bout des possibilités en vitesse du produit. Sont également disponibles : des bibliothèques de fonctions mathématiques (trigonométriques, manipulation de matrices, arithmétique en virgule flottante) et graphiques (tracé de vecteur, de cercle, d'ellipse, remplissages, etc.) ainsi que des polices de caractères définies point par point (actuellement, plus de 19 polices ont été réalisées, totalisant 125 générateurs de caractères différents).

D'autre part plusieurs sociétés de logiciels ont procédé, avec la coopération de *Texas Instruments*, à la transcription en langage TMS34010 de leurs bibliothèques de programmes à destination graphique : des interfaces standards comme CGI, GKS, DGIS, Microsoft-Windows, Post-Script... sont actuellement disponibles ou sur le point de l'être. Les résultats de ces adaptations de standards au GSP sont remarquables pour leurs performances en vitesse d'exécution lorsque l'on compare à ce qui était obtenu en utilisant les supports traditionnels. L'utilisation

de ces standards graphiques permet de raccourcir les temps de développement des programmes d'application et surtout leur garantit une totale portabilité sur n'importe quelle machine compatible avec le standard. Leur inconvénient principal jusqu'ici, qui était le ralentissement souvent insupportable que leur utilisation impliquait, s'efface ou s'atténue dans des proportions considérables avec l'introduction de cartes basées sur le TMS34010.

Des notes techniques expliquent également comment réaliser autour d'une architecture basée sur le GSP des cartes graphiques, compatibles PC, à grande résolution et haut niveau de performance (par exemple 1024 x 512 avec 4 bits par pixel), mais susceptibles d'émuler parfaitement les standards *IBM* de type CGA ou EGA, qui sont eux-mêmes nécessaires à l'exécution d'une multitude de programmes d'application disponibles sur le marché.

TMS34010 Development Support

'C' Compiler

3rd Party Graphics Standards :

- CGI - GSS, NOVA GRAPHICS
- GKS - GSS
- WINDOWS - MICROSOFT

Function Library 100+ fonctions

Real Time Emulator (XDS)

Assembler, Linker, Simulator

SW Development PC Board

Support au développement.

Perspectives

De nombreux développements à base de TMS34010 sont actuellement en cours chez un éventail grandissant de compagnies tant américaines qu'européennes ou japonaises.

Les premiers à démarrer ont été les vendeurs de cartes graphiques pour PC. Plusieurs de ces cartes sont déjà disponibles sur le marché, offrant des performances en vitesse et définition remarquables pour des prix de vente à l'unité s'établissant autour de 5 000 à 6 000 F. Les fabricants d'ordinateurs personnels, de terminaux et de stations graphiques leurs ont emboîté le pas : la plupart ont désormais entamé un ou plusieurs développements basés sur le GSP, et beaucoup de produits en résultant seront mis sur le marché avant la fin de l'année.

Un autre secteur plein d'avenir, associé de très près à la CAO et l'édition électronique, est celui des imprimantes sans impact, à commencer par celles faisant appel à la technologie laser. Ces machines, qui permettent la reproduction scrupuleusement exacte sur le papier de ce qui est affiché sur l'écran, sont basées sur un principe de balayage quasi identique à celui d'un écran cathodique : partant de là, leur conception tire le plus grand profit de l'utilisation du TMS34010 comme l'ont compris un pourcentage élevé de sociétés désireuses de participer à ce marché prometteur.

Notons enfin que diverses compagnies étudient les possibilités du GSP dans des domaines aussi divers que la robotique, l'imagerie électronique et la télécopie.

Le champ des applications du TMS34010, premier processeur pour systèmes graphiques disponible sur le marché, semble s'élargir tous les jours. Son utilisation va fortement contribuer à la banalisation d'équipements qui n'étaient jusque-là disponibles qu'à des prix prohibitifs pour la grande majorité des utilisateurs potentiels.

J.-F. Barati
Directeur Marketing
Produits Graphiques
Texas Instruments France

GSP Publication **BUSINESS NEWS** \$1.25 U.S.
Volume 1 Issue 4 Jan. 23, 1985

Texas Instruments Announces Graphics System Processor
The next generation of graphic computers, workstations, and imaging systems stands ready to enter the realm of high performance bit-map graphics. Although a graphics controller takes some of the load off the host processor, with its own hard wired processing. Often this limits the user to a set of fixed non-flexible graphic algorithms. The hard wired controller may be adequate at what it does, but if the function is not in the chip, things slow down incredibly. Enter the TMS34010, the first fully programmable 32 bit processor with a rich set of fast flexible instructions, and an additional wealth of graphic instructions, optimized to let the user gain fast complete control over a bitmapped display. For the first time, the TMS34010 allows the speed and flexibility to manipulate both text and graphics on the same screen. In fact, Unished Text and Graphics has become one of... Continued on Page 35

High-Res Graphics Take Off
High resolution graphics will become a standard feature on the majority of desktop computers within the next two years because of recent advances in semiconductor technology, according to analysts board makers, and software developers. In the 17 months... Continued on Page 18

What Users Want in Desktop Publishing
See Page 20

U.S. Graphic Board Shipments

Year	MONOCHROME	LO-RES COLOR	HI-RES COLOR
1985	1.4 Million Units	0.2 Million Units	0.1 Million Units
1990	0.5 Million Units	0.3 Million Units	1.2 Million Units

The market share of Hi-Res graphics boards is expected to grow from 12.5 percent to 88.2 percent over the next five years.

Voici l'édition électronique... pour 1,25 dollar !

La Video-RAM et les systèmes graphiques

Une des caractéristiques essentielles du concept propre au TMS34010 est de s'appuyer sur le principe de la Video RAM (VRAM). La VRAM, dont les premiers prototypes furent introduits il y a déjà quelques années par *Texas Instruments*, est un type spécial de DRAM (mémoire vive dynamique) modifié par le rajout d'un long registre à décalage de 256 bits.

En un temps égal à la durée d'un cycle mémoire, le registre à décalage intégré peut être chargé avec une ligne entière (256 bits) de la VRAM, en général durant la période de retour-ligne précédant l'affichage d'une ligne horizontale sur l'écran. Quand le retour-ligne se termine, un signal d'horloge provoque le décalage vers la sortie des 256 bits de données stockés à l'intérieur du registre. Plusieurs VRAM peuvent être mises en parallèle et leurs sorties connectées sur un registre à décalage extérieur. La sortie de ce dernier registre est elle-même pilotée par une horloge allant à la même vitesse que le rythme d'affichage des pixels, ce qui permet de l'utiliser directement pour le rafraîchissement de l'écran.

L'avantage d'avoir une mémoire de trame à base de VRAM plutôt que de DRAM est de diminuer considérablement le temps

consacré par le processeur graphique à la simple opération de rafraîchissement de l'écran. Par exemple, si nous considérons un affichage non entrelacé à 60 Hz, de résolution 1 024 pixels par 760 lignes, un raisonnement simple montre que le rafraîchissement de l'écran mobilisera une mémoire de trame à base de VRAM une fois seulement par ligne horizontale balayée, soit $760 \times 60 = 45\,600$ fois par seconde, c'est-à-dire environ 1,5 % du temps si on considère que le cycle mémoire est de 320 ns. Dans un système dont la mémoire de trame est basée sur de la DRAM conventionnelle, ce rapport dépend de nombreuses variables propres au système mais s'établirait typiquement entre 40 et 80 %. De toute évidence, pendant tout le temps où la DRAM est mobilisée pour rafraîchir l'écran, le processeur ne peut y accéder pour en modifier le contenu.

C'est donc ce phénomène, dit de limitation de la bande passante des DRAM, qui est à l'origine de l'introduction du concept de VRAM. L'utilisation des VRAM s'impose pratiquement dans le cadre de tous les systèmes graphiques à moyenne ou haute définition pour lesquels il est nécessaire que le processeur ait une capacité d'accès la plus large possible à la mémoire de trame.



Applications

Soustraction digitale de fréquences

Un circuit d'addition digitale de fréquences a été traité dans le n° 41 de notre revue, pages 29 à 34. Dans ce même numéro, pages 35 à 40, il avait été question de la forme assez particulière de diminution de fréquence qu'opère ce circuit logique qu'on nomme multiplicateur de taux. Conformément à un code qu'on lui adresse, ce circuit efface, de façon récurrente, certaines périodes isolées d'un signal d'horloge.

Dans ce qui suit, on verra qu'on peut également éliminer, dans un train de rectangulaires de fréquence f_1 , des périodes discrètes, à une cadence qui est imposée par une fréquence plus basse, f_2 , et ce, sans qu'il y ait lien de synchronisation entre f_1 et f_2 . Ce procédé peut même s'appliquer à des demi-périodes, moyennant inversions judicieusement cadencées de la position de phase. On obtient alors une réduction de fréquence nettement moins grossière que par la suppression de périodes entières.

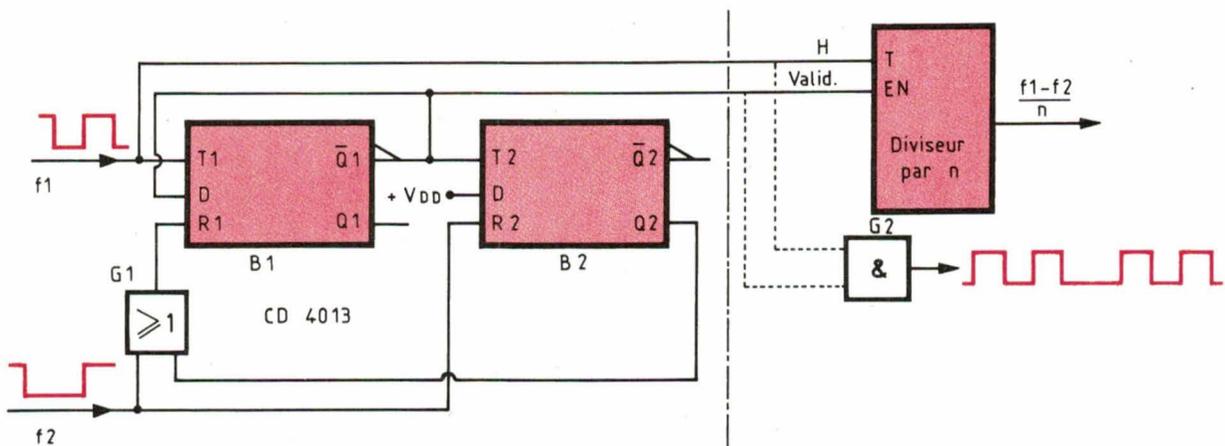


Fig. 1. - Ce module d'effacement de période attend, après chaque flanc descendant de f_2 , le début de la prochaine période de f_1 , pour produire une impulsion qui est synchrone avec cette période.

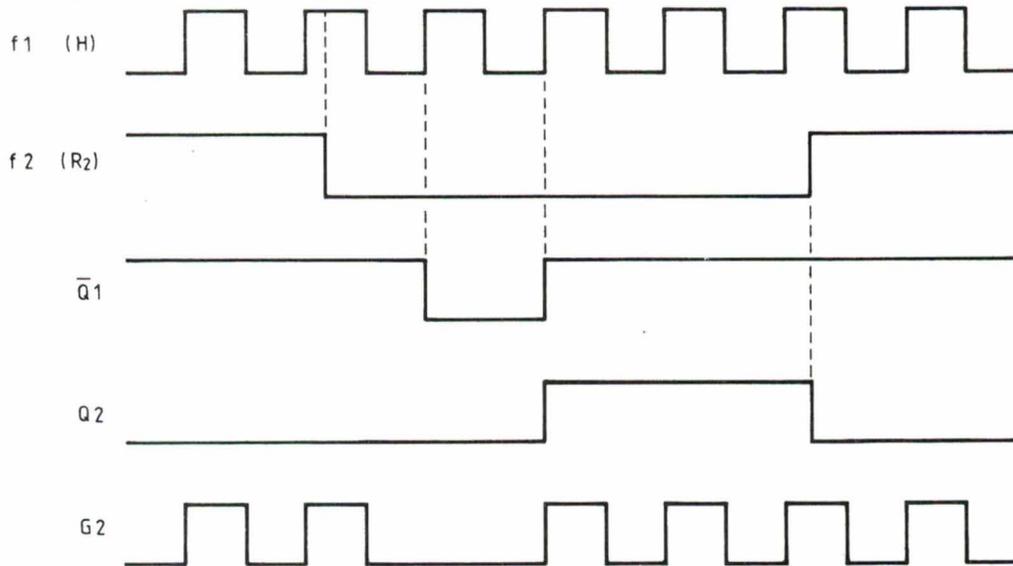


Fig. 2. - Allure des tensions aux principaux points du montage de la figure 1.

Le module d'effacement de période

La plus élevée des deux fréquences qui entrent en jeu est désignée par f_1 dans la figure 1. Elle est appliquée à l'entrée horloge (T_1) d'une première bascule D, désignée par B_1 . La fréquence soustractive, f_2 , commande directement la remise à zéro (R_2) d'une seconde bascule, B_2 , et, par l'intermédiaire d'une fonction OR (G_1), la remise à zéro (R_1) de B_1 .

Une alternance positive de f_2 provoquera la remise à zéro de B_2 ($Q_2 = 0$) et le blocage de B_1 ($R_1 = 1$). Lors du front descendant de f_2 , B_1 se trouve validée. Elle ne pourra néanmoins basculer que lors du premier front montant de f_1 . A ce moment, T_2 passe à « 0 », mais cela n'a pas encore d'effet sur B_2 . Ce n'est qu'au se-

cond front montant de f_1 que Q_2 passe à « 1 ». Ainsi, B_1 se trouve de nouveau bloquée par $R_1 = 1$, alors que Q_1 est resté à « 1 » exactement du début à la fin d'une période de f_1 .

Le chronogramme de la figure 2 précise le déroulement de l'opération. On voit que le délai entre les fronts descendants de f_2 et de $\overline{Q_2}$ dépend de la relation de phase entre f_1 et f_2 . Au maximum, ce délai sera égal à une période de f_1 . Comme l'impulsion d'effacement présente une durée identique, on voit que le procédé ne peut fonctionner que si $f_2 < f_1/2$.

Pour réaliser l'effacement, on peut, en principe, faire appel à une porte AND G_2 (fig. 1) qui interrompt le signal f_1 pendant la durée de l'impulsion d'effacement. Or, la figure 2 montre que cela ne fonctionnera sans « bavures » que si on impose un léger retard à f_1 ou si, plus simple-

ment, on soumet f_1 à une inversion de phase avant de l'appliquer à G_2 .

En pratique, la fonction d'effacement de période sera, le plus souvent, suivie d'un diviseur de fréquence qui corrigera les irrégularités du train de rectangulaires d'autant mieux que son rapport de division est plus élevé. Dans ce cas, on peut, comme le montre la figure 1, agir directement sur l'entrée de validation (« enable ») de ce compte.

Imitation améliorée d'un multiplicateur de taux

La possibilité d'un fonctionnement asynchrone n'interdit évidemment pas l'utilisation d'un module d'effacement de période sur deux sorties d'une chaîne de division.

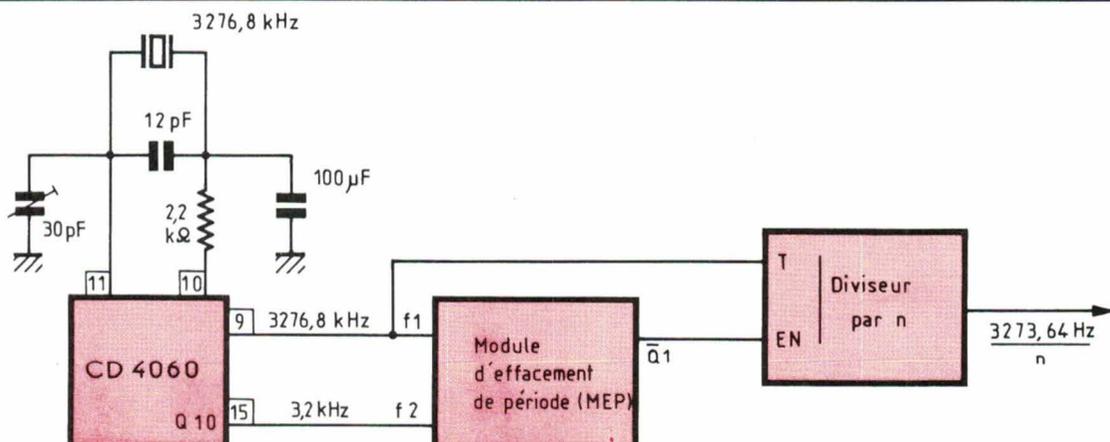


Fig. 3. - Utilisation du module d'effacement de période en liaison avec un diviseur asynchrone de fréquence.

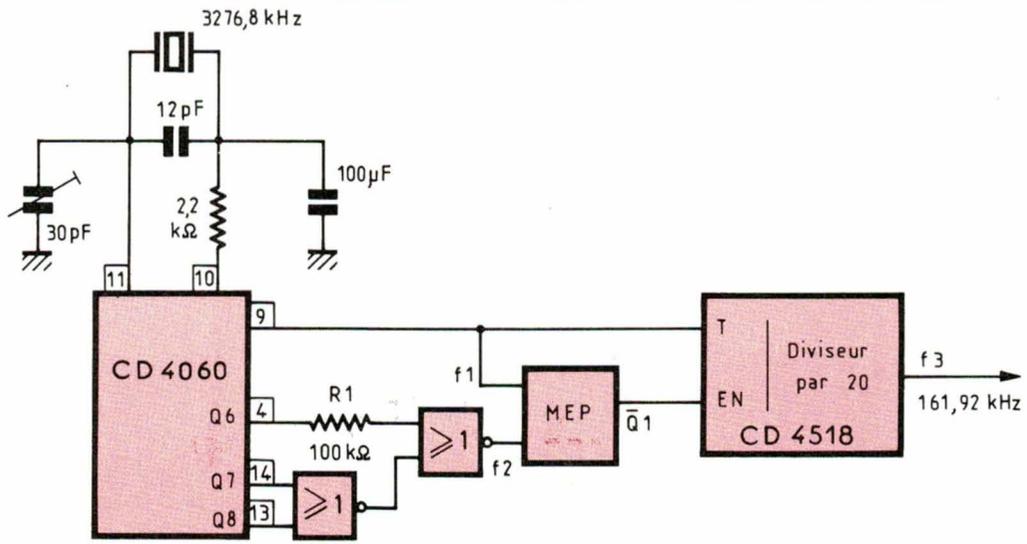


Fig. 4. - Exemple de synthèse par module d'effacement d'impulsions (MEP), dans lequel f_2 est un train irrégulier d'impulsions.

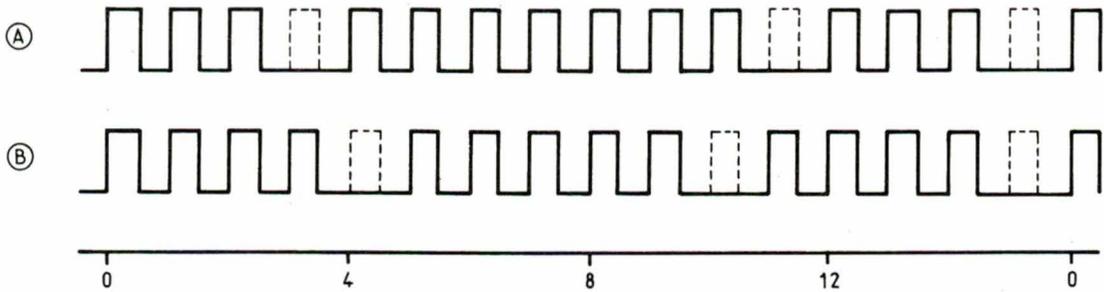


Fig. 5. - Pour effacer 3 impulsions parmi 16, on peut soit s'inspirer du multiplicateur de taux (a), soit procéder par un code aussi régulier que possible (b).

Un premier exemple est donné, dans la **figure 3**, avec un CD 4060, diviseur binaire 14 étages, à oscillateur incorporé. On y utilise un quartz standard de 3 276,8 kHz, et on veut obtenir, à partir de ce quartz, une fréquence de 3,2 kHz plus basse, soit 3 273,6 kHz. Pour une telle application, le principe du multiplicateur de taux serait relativement onéreux,

car il faudrait plusieurs multiplicateurs, à moins de faire appel à une combinaison logique qui risque d'être difficile à mettre en œuvre dans le cas du CD 4060 dont certaines bascules ne sont pas accessibles par les broches de connexion.

Ainsi, la solution de la **figure 3** peut être plus avantageuse. Le module d'effacement de période qui y

est indiqué se compose des éléments B_1 , B_2 et G_1 de la **figure 1**, soit une double bascule D et une porte OR.

Dans le cas de la **figure 4**, la fréquence qu'on veut obtenir est $f_3 = 261,92$ kHz, soit, à 80 Hz près, la fréquence de l'émetteur ondes longues de *France Inter*. La différence de 80 Hz (fréquence intermédiaire)

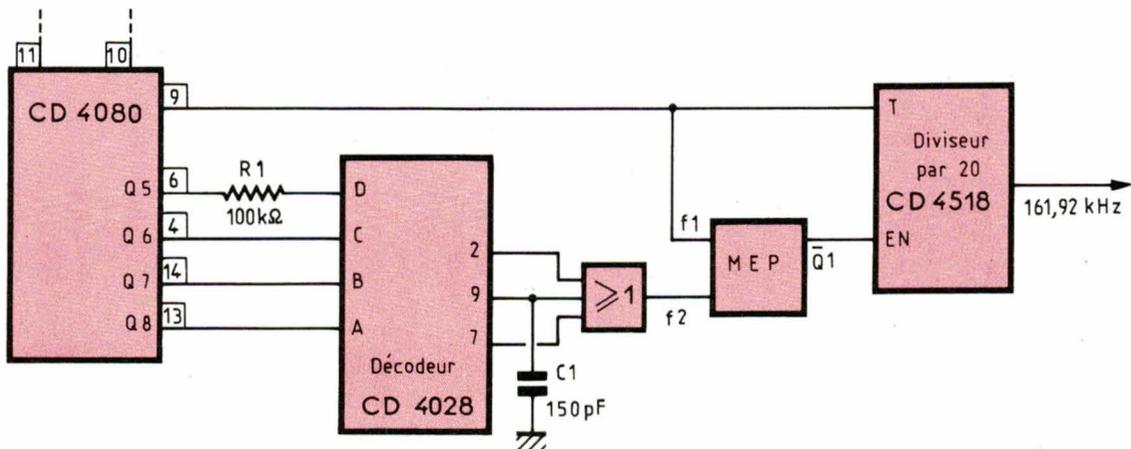


Fig. 6. - Elaboration d'un code d'effacement « 3 parmi 16 » de régularité optimale.

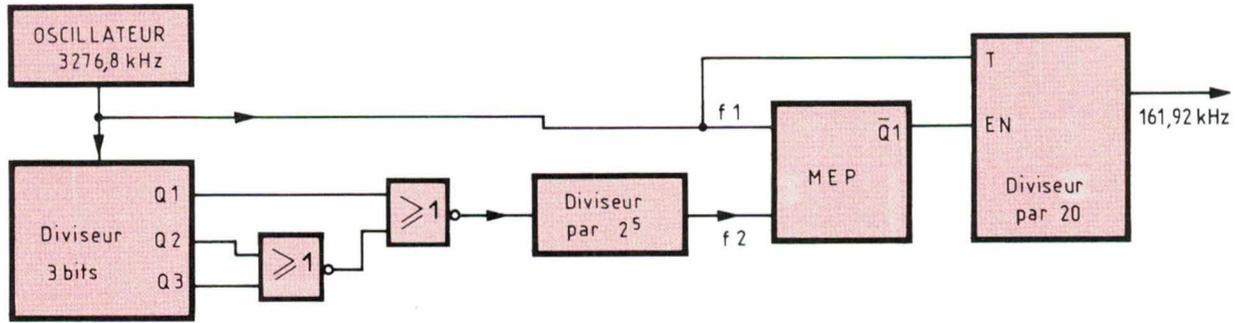


Fig. 7. - Le diviseur fournissant f_2 équilibre avantagement un train d'impulsions dont l'allure est assez « cahoteuse » au départ.

pouvant être obtenue, par ailleurs, à partir du diviseur CD 4060, une telle synthèse de fréquence permet un asservissement sur l'horloge atomique qui fournit la porteuse de *France Inter*, aussi bien qu'une démodulation synchrone des signaux que cette porteuse véhicule en modulation de phase.

Puisque, en l'occurrence, $20 f_3 = (253/256) f_1$, la synthèse pourrait se faire par deux multiplicateurs de taux à base de 16, le premier étant programmé sur 15/16, le second sur 13/16 (car $15 \times 16 + 13 = 253$). Or, un multiplicateur programmé sur 13 (ou D, en hexa), produit un train d'impulsions (fig. 5a) composé de deux groupes de trois et d'un groupe de sept périodes. On obtient un résultat strictement identique avec les deux portes OR de la figure 4, et le module d'effacement de période (MEP) de la figure 1. En sortie (f_3), les raies spectrales les plus proches de la fréquence synthétisée se trouvent à 12,8 kHz de cette dernière, et leur niveau est de - 25 dB environ. La résistance R_1 de la figure 4 forme une cellule de retard avec la capacité d'entrée de la porte OR, et évite ainsi toute impulsion parasite de décodage.

Effacements plus réguliers

Quand on doit obtenir, comme précédemment, trois éliminations sur 2^n impulsions, on arrive à un train d'ondes plus régulier quand on utilise, à la place d'un multiplicateur de taux, un circuit déterminant l'allure d'effacement de la figure 5b. Le nombre 13 y est décomposé en $4 + 5 + 4$, au lieu de $3 + 7 + 3$, dans la figure 5a.

Le circuit correspondant, dans la figure 6, utilise un décodeur BCD

dont les entrées sont connectées « à l'envers », de façon à décoder les positions 4, 9 et 15 respectivement sur les sorties 2, 9 et 7. D'autres modalités de décodage sont possibles. Deux éléments de retard, R_1 et C_1 , sont nécessaires pour compenser les durées de transition. La plus grande régularité du train d'impulsions fait que les raies non désirables du spectre se trouvent affaiblies, au voisinage de la raie principale, de 6 dB environ par rapport à la figure 4.

Une régularité encore meilleure est obtenue quand on « arrange » les imperfections de cadence de f_2 par une division de fréquence. A titre d'exemple, la figure 7 montre un décodage, relevant du même principe que dans la figure 4, mais appliqué aux sorties Q_1 , Q_2 et Q_3 du diviseur de fréquence consécutif à l'oscillateur à quartz. Comme cela aboutit à trois impulsions toutes les 2^3 périodes de f_1 , on divise par 2^5 pour obtenir, comme précédemment, un rapport de $3/256$ pour les éliminations.

Dans ces conditions, on constate la disparition presque complète des raies situées à $\pm f_1/2^8$, $2 f_1/2^8$, $4 f_1/2^8$, $5 f_1/2^8$, $7 f_1/2^8$... de la raie principale, alors qu'on n'observe qu'une faible augmentation de celles se trouvant à $3 f_1/2^8$, $6 f_1/2^8$, $9 f_1/2^8$...

Effacement de demi-périodes

Une soustraction de fréquences peut s'effectuer d'une façon encore plus souple si, au lieu d'éliminer des périodes entières, on se contente d'effectuer des inversions de phase au moment des montées et des descentes de f_1 . De telles inversions peuvent être obtenues avec une porte « ou exclusif » qui reçoit la fréquence soustractive sur l'une de ses entrées.

Quand f_1 et f_2 sont verrouillées entre elles et pratiquement fixes, il existe, pourvu qu'on utilise du C.MOS (haute impédance d'entrée), une solution très simple, bien qu'assez inélégante. Comme le montre la figure 8, cette solution fait appel à deux cellules de retard. Avec $R_1 - C_1$, on compense le retard dû au diviseur par n . Grâce à D_1 , R_2 et C_2 n'interviennent pratiquement que lors des descentes jusqu'à la prochaine inversion de f_1 . La commutation se fera alors toujours aux instants voulus, deux fois par période de f_2 .

Si on veut travailler avec des fréquences variables et non verrouillées tout en évitant l'inélégance d'une compensation de retard, on

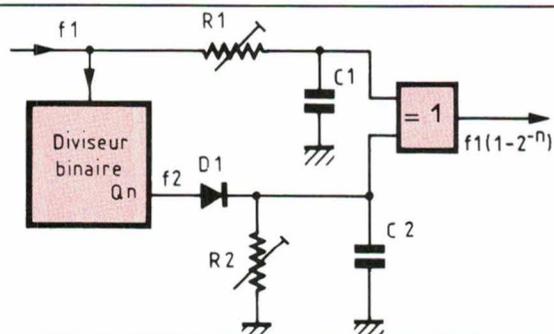


Fig. 8. - Moyennant des cellules de retard savamment ajustées, on arrive à commander un « OU exclusif » de façon qu'il inverse la phase de f_1 au moment précis des transitions.

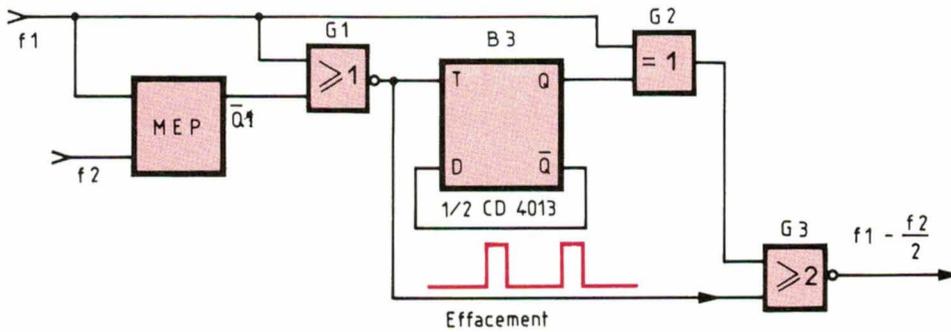


Fig. 9. – Bien que synchronisée par un module d'élimination de période (MEP), l'inversion de phase par « OU exclusif » laisse subsister des bavures de commutation qu'on doit effacer par une demi-période de f_1 , sélectionnée à cet effet.

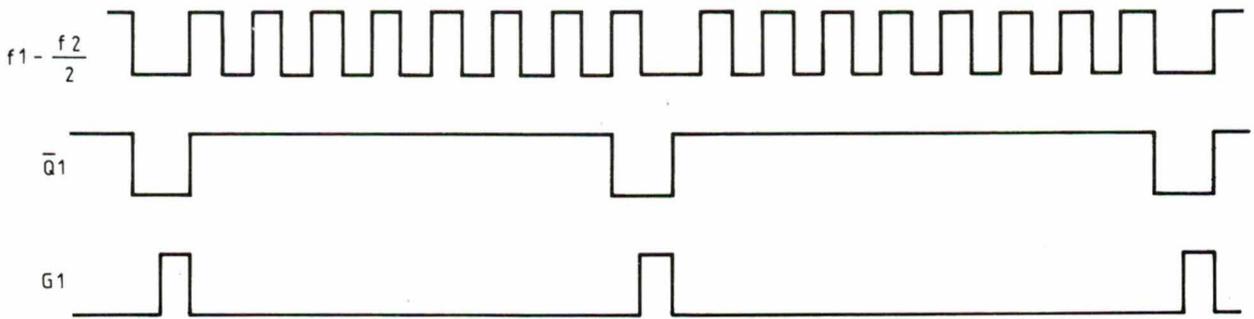


Fig. 10. – Signaux aux principaux points du montage de la figure 9.

pourra faire appel au montage de la figure 9. Il contient un module d'effacement de période (MEP) tel qu'il a été défini à propos de la figure 1. Ce module commande une porte G_1 à la sortie de laquelle on obtiendra des impulsions durant une demi-période de f_1 et dont la fréquence moyenne est égale à f_2 . Ces impulsions sont appliquées d'une part à une bascule B_3 dont la sortie commande G_2 (OU exclusif) de façon à obtenir un fonctionnement tantôt avec, tantôt sans inversion de phase. D'autre part, les impulsions issues de G_1 sont appliquées à une porte G_3 , par laquelle on efface les « bavures » que les commutations d'inversion de phase ne manqueront pas d'occasionner.

La figure 10 montre l'allure des signaux qu'on obtient aux principaux points du montage. Comme on n'effectue une inversion de phase qu'une fois par période de f_2 , la fréquence soustractive sera égale à $f_2/2$. Souvent, il sera possible de compenser cet effet de division en prenant f_2 deux fois plus grande que la valeur soustractive qu'on envisage.

Si cela n'est pas possible, on pourra s'inspirer de la figure 11 qui montre deux MEP dont l'un est précédé d'un inverseur pour f_2 . Ainsi qu'on le voit dans la figure 12, la sortie de G_1 passe à « 0 », pendant une période de f_1 , lors des montées de f_1 qui sont consécutives à l'une ou l'au-

tre des transitions de f_2 . A la suite de G_1 on fera intervenir une porte dont une entrée est connectée sur f_1 , afin d'obtenir des impulsions d'effacement conformes à celles de la figure 9.

Asservissement digital de fréquence

La grandeur soustractive des opérations décrites peut provenir non seulement d'un générateur ou d'un diviseur, mais aussi, par exemple, d'un comparateur de phase qui produit une impulsion ou un train d'impulsions dès qu'il constate un écart de phase dans un sens donné.

Certes, dans le cadre de ce qui précède, on ne peut ainsi obtenir que des diminutions de fréquence. Mais cela peut être assez heureux dans la mesure où les quartz standard qu'on trouve dans le commerce sont généralement taillés pour une résonance série, alors que les montages oscillateurs C.MOS (tels que le CD 4060) s'apparentent plutôt à une résonance parallèle.

Le résultat, c'est que certains quartz s'obstinent à osciller sur une fréquence nettement plus élevée que celle qui est spécifiée. Si on veut

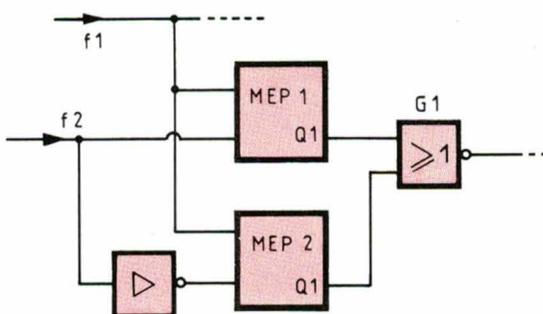


Fig. 11. – A l'aide de deux modules d'effacement de période, on peut commander, de façon synchrone, une inversion de phase de f_1 après chaque transition de f_2 .

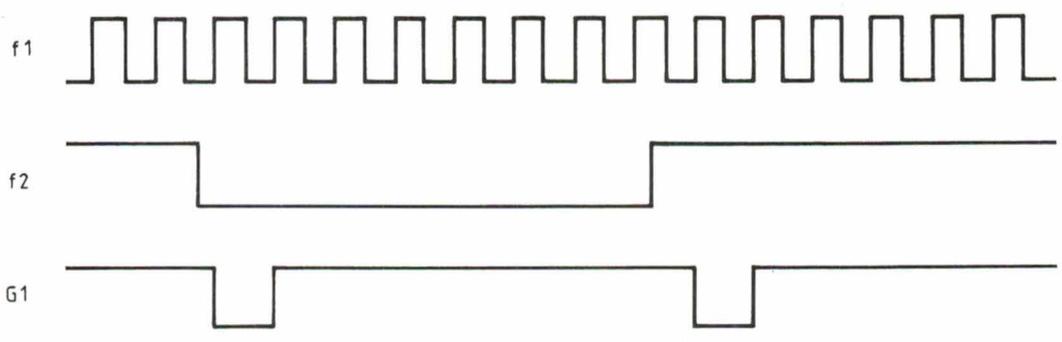


Fig. 12. - La porte G₁ de la figure 11 ne répond aux montées de f₁ qu'immédiatement après une transition de f₂.

corriger par les moyens habituels (capacité parallèle), on constate souvent que c'est juste au moment où on avait presque atteint la bonne fréquence que l'oscillateur décroche. A ce moment, le quartz risque de ne pas être très stable dans de telles conditions extrêmes de correction.

Ainsi, il peut être tout aussi indiqué d'asservir non pas le quartz, mais la fréquence que son oscilla-

teur produit, et ce par la méthode d'effacement d'impulsions. La chose est aisée même dans le cas d'équipements disposant seulement d'une tension d'alimentation de 5 V, alors qu'un asservissement par diodes Varicap conduit souvent, dans ces conditions, à des solutions bien peu élégantes.

La méthode décrite permet aussi une plage d'asservissement plus

large que la combinaison quartz plus diode Varicap. Mais il est certain que la stabilité diminue avec l'écart de fréquence, et que les raies non désirées peuvent poser des problèmes. Même s'il est digital, l'asservissement n'est pas exempt de servitudes !

H. Schreiber

1000 HOMMES - 6 USINES
 PACTEC - MOTEK HAMMOND - BAR-TEC.

toute la sous-traitance en habillage mécanique
la production alliée à la force pour concevoir et produire, même les détails...
UN INTERLOCUTEUR UNIQUE ET ATTENTIF

BP 67 - 91302 MASSY CEDEX - Tél : (1) 69 20 08 69
 RENNES - Tél : 99 51 88 88 - GRENOBLE - Tél : 76 93 50 64

VP électronique **FORCEMENT**

ECHO-PRESS



Etude

Transducteurs ultrasonores :

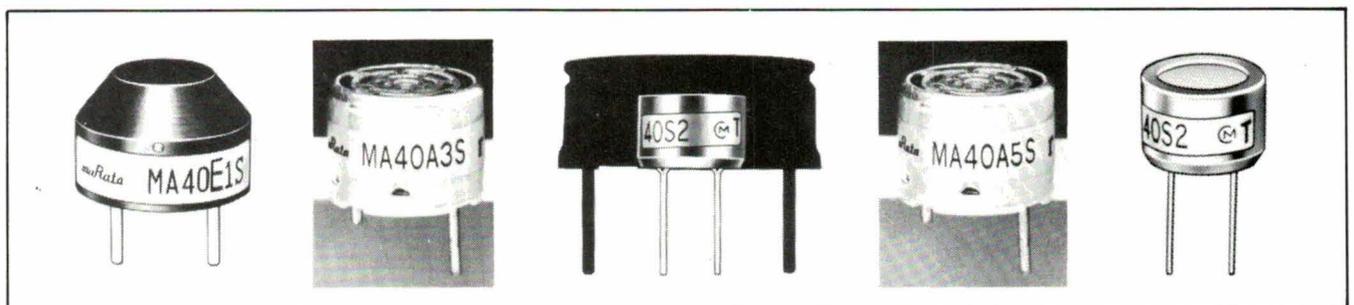
de la théorie aux applications électroniques

– 1^{re} partie –

Depuis une dizaine d'années, les électroniciens font grande consommation de transducteurs ultrasonores, dont les mérites essentiels résident dans le faible coût et la facilité d'application aux problèmes simples de détection ou de télécommande.

De leur côté, les enseignants en physique s'intéressent à juste titre aux vertus de ces transducteurs, comme support dans l'étude des phénomènes de résonance, de propagation et d'interférences [1] [2].

Nous proposons ici de marier les deux approches. Si le lecteur dispose d'un générateur de fonctions et d'un oscilloscope, il pourra faire l'acquisition d'une ou de deux paires de transducteurs, pour se livrer avec nous à l'étude qui suit. Afin de rentabiliser au mieux ce faible investissement, nous présenterons quelques applications classiques des transducteurs, ainsi que quelques développements de notre cru, avant d'étudier, dans un prochain article, deux réalisations plus « électroniques » : une cellule de détection d'alarme antivol, et une télécommande.



Part Number	MA40S2R	MA40S2S	MA40A5R	MA40A5S	MA40A3R	MA40A3S	MA40E1R	MA40E1S	MA23L3	MA40L4
Use	Receiver	Transmitter	Receiver	Transmitter	Receiver	Transmitter	Receiver	Transmitter	Receiver & Transmitter	
Nominal Freq.	40KHz								23KHz	40KHz
Max. Sensitivity or Sound Pressure Level	-74dB min.	100dB min.	-67dB min.	112dB min.	-68dB min.	110dB min.	-74dB min.	106dB min.	-70dB min.	-73dB min.
Band Width	6KHz min. at -80dB	7KHz min. at 90dB	6KHz min. at -74dB	7KHz min. at 90dB	4KHz min. at -73dB	4KHz min. at 100dB	2KHz min. at -80dB	1.5KHz min. at 100dB	20~26KHz at -73dB	35~45KHz at -73dB
Capacitance	1600pF		2000pF		1300pF		2200pF		2800pF	1400pF
Insulation Resist.	100MΩmin.									
Temp. Char.	Variation of sensitivity is within -10dB at -20°C to +80°C				Variation of sensitivity is within -10dB at -20°C to +80°C		Variation of sensitivity is within -10dB at -30°C to +80°C		Variation of sensitivity is within -10dB at -20°C to +60°C	

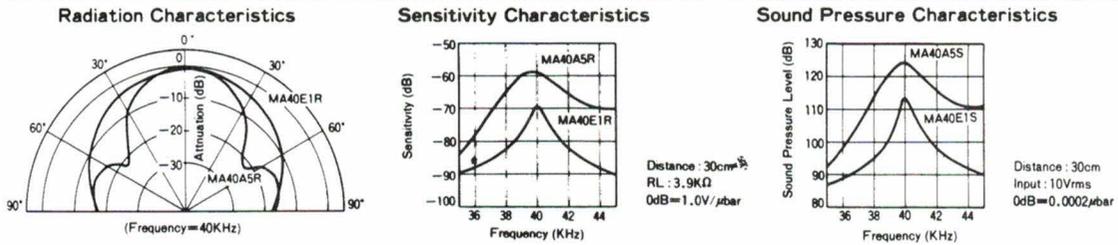


Fig. 1. - Caractéristiques des différents types de transducteurs de la série MA40 (catalogue Murata).

Sélectivité en fréquence

On utilise dans cette étude des transducteurs 40 kHz, du type MA 40 de *MuRata*, dont les caractéristiques sont données en figure 1.

La figure 2 représente le premier montage à réaliser : le transducteur récepteur, qui présente une forte impédance de sortie, est chargé par une résistance de 3,9 kΩ. Celle-ci est soudée au plus près des connexions de sortie, afin d'éviter les parasites de mode différentiel (50 Hz essentiellement). La liaison à l'oscilloscope se fait par un câble BNC ou une paire torsadée. L'émetteur est alimenté en sinusoïdal, d'amplitude constante, 10 V crête-à-crête par exemple. On visualise les signaux d'entrée et de sortie, et on fait varier la fréquence. Une résonance très pointue apparaît pour f voisine de 40 kHz.

Notons qu'en absence de tout autre dispositif expérimental, il nous est impossible de déterminer si la résonance observée est le fait de l'émetteur, du récepteur... ou des deux.

À moins de disposer d'un capteur de pression acoustique, il nous faut faire confiance aux courbes données par le constructeur, qui nous indiquent que la dernière réponse est la bonne : les caractéristiques de sensibilité du récepteur, et de pression acoustique de l'émetteur, présen-

tent toutes deux un maximum pour f voisine de 40 kHz.

Si les deux éléments ne sont pas rigoureusement centrés sur la même fréquence de résonance, et si on utilise un générateur avec vernier de réglage fin en fréquence, on observe deux pics très voisins, et d'amplitude généralement inégale, qui correspondent à la combinaison des fonctions de transfert de E et de R .

Par ailleurs, il faut remarquer que les réflexions multiples des ondes sonores sur E , R , le plan de travail, l'expérimentateur et les murs de la pièce, font qu'on se trouve en fait en présence d'un inévitable système « d'ondes stationnaires », dépendant essentiellement de la configuration géométrique des éléments réfléchissants... et de la fréquence. Aussi simple soit-il, notre premier montage mérite quelques précautions de mise en œuvre. Ainsi E et R doi-

vent-ils se trouver suffisamment proches pour diminuer l'influence des réflexions extérieures, mais pas trop pour éviter une forte réflexion mutuelle des deux éléments. Une distance de l'ordre de 10 cm convient.

Enfin, on constatera l'existence de résonances secondaires, donnant naissance à un signal reçu plus faible, pour plusieurs autres valeurs de f , qu'il nous faudra ignorer lorsque nous utiliserons la paire de transducteurs pour l'analyse spectrale de signaux.

Longueur d'onde et célérité des ondes sonores

On positionne maintenant E et R sur un montage du type « banc optique », c'est-à-dire, dans sa plus simple expression, une règle graduée

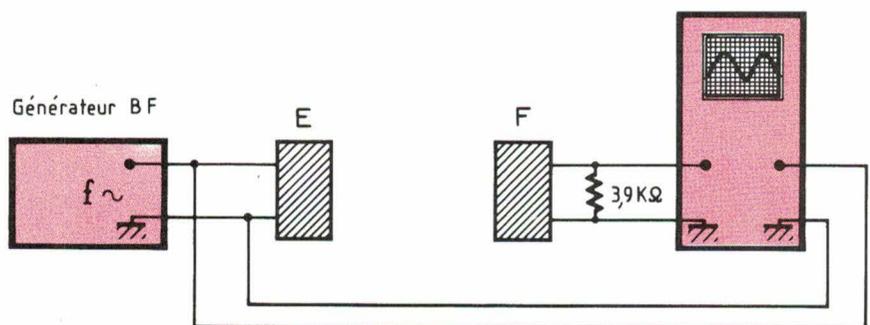


Fig. 2

de 1 à 2 mètres, sur laquelle coulisent les deux supports des transducteurs, qui se font face. On se place à la fréquence de résonance, et on visualise toujours les deux signaux, appliqué en E et reçu en R , l'oscilloscope étant synchronisé sur E .

Les variations sinusoïdales de pression émises en E se propagent dans l'air à la vitesse c , et parviennent en R avec un certain retard t_p , appelé « temps de propagation ». Si r est la distance entre E et R , on a $t_p = r/c$.

Dans le cas de la figure 3, le récepteur occupe successivement les positions A et B . Le temps de propagation t_p représenté est cette fois celui qui est nécessaire à toute onde de pression issue de E pour parcourir la distance $r_B - r_A$. Plus B se trouve loin de la source, plus t_p augmente jusqu'à être égal à une période T du signal. On dit alors qu'on a parcouru une « longueur d'onde » λ à partir de la position initiale. Les variations de pression en A et B paraissent alors en phase, et ne diffèrent que par l'amplitude, à cause de l'atténuation.

La mesure de la longueur d'onde est donc simple : on place d'abord R sur une graduation qui servira d'origine, et on recherche une position de E , à une distance comprise entre 10 et 20 cm, telle que u_E et u_R soient en phase. Puis on bloque E , et on écarte R lentement, en visualisant le déphasage croissant apparaissant entre les deux tensions. Pour obtenir une mesure précise, on peut parcourir dix longueurs d'onde, et on a alors $\lambda = d/10$.

Quand on a mesuré λ , on en déduit la valeur c de la vitesse (ou « célérité ») du son, à partir de la relation : $\lambda = c \cdot T$, T étant la période ($1/f$) du signal (25 μs si $f = 40 \text{ kHz}$).

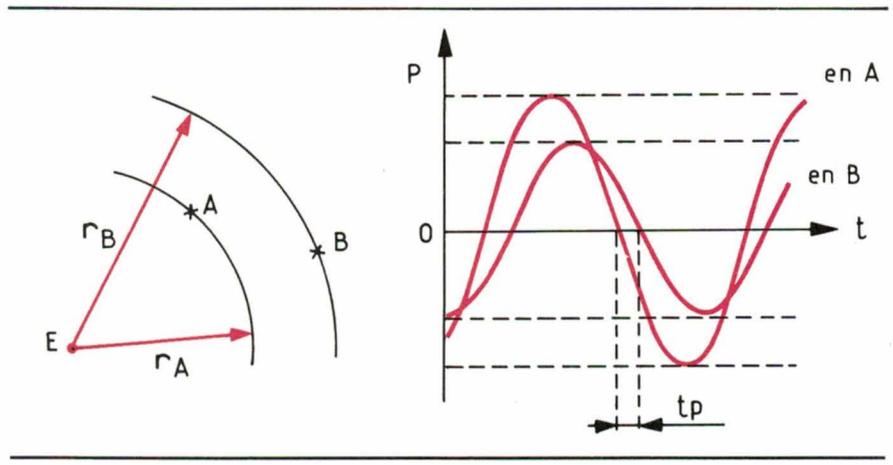


Fig. 3

Si l'on se trouve à une température de 0°C , et sous une pression de 1 013 hPa (hectopascal, anciennement millibar), c'est-à-dire dans les conditions dites « normales », on obtient $c = 332 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Comme il est souhaitable de ne pas subir les frimas hivernaux pour se livrer à cette expérimentation, la valeur de c que l'on mesurera peut tout aussi bien atteindre $350 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, sans qu'il faille remettre en cause le talent de l'expérimentateur... ou les fondements de la physique !

Si l'on se trouve à une température de 0°C , et sous une pression de 1 013 hPa (hectopascal, anciennement millibar), c'est-à-dire dans les conditions dites « normales », on obtient $c = 332 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Comme il est souhaitable de ne pas subir les frimas hivernaux pour se livrer à cette expérimentation, la valeur de c que l'on mesurera peut tout aussi bien atteindre $350 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, sans qu'il faille remettre en cause le talent de l'expérimentateur... ou les fondements de la physique !

Influence de la distance à la source

Nous allons voir maintenant comment l'atténuation du signal lors de sa propagation est liée au milieu

de propagation, ce qui va nous amener à accommoder les décibels à plusieurs sauces...

● Prenons tout d'abord le cas d'une source « isotrope », dans un milieu également isotrope, c'est-à-dire permettant la même propagation dans toutes les directions. Supposons que l'émission n'ait lieu que dans un plan, et que le milieu de propagation ne présente pas de pertes (c'est le fameux exemple des rides circulaires à la surface de l'eau, une eau sans la moindre viscosité).

La puissance rayonnée se trouve donc répartie sur des cercles, dont le rayon croît pendant la propagation (fig. 4). Pour un récepteur d'ouverture donnée, la puissance P reçue diminue donc lorsque la distance r augmente, et on peut écrire : $P = P_0 \cdot r_0/r$, P_0 étant la puissance reçue à une distance égale à r_0 .

Donc : $10 \cdot \log P = 10 \cdot \log P_0 + 10 \cdot \log (r_0/r)$.
soit : $P_{(\text{dB})} = P_{0(\text{dB})} - 10 \cdot \log (r/r_0)$.

Quand on passe de la valeur r_0 à la valeur $10 r_0$ (une « décade »), $P_{(\text{dB})}$ décroît de 10 dB. Façon toute « électronique » de dire que la puissance reçue est inversement proportionnelle à la distance à la source (fig. 5a). On a donc une atténuation de 10 dB par décade de longueur.

● Si la source rayonne non pas dans le plan, mais dans tout l'espace, la puissance est répartie sur des sphères concentriques, avec une densité uniforme si source et milieux sont isotropes. La surface d'une sphère étant proportionnelle au carré de son rayon, on aura : $P = P_0 \cdot (r_0/r)^2$,
soit : $P_{(\text{dB})} = P_{0(\text{dB})} - 20 \cdot \log (r/r_0)$.

La décroissance est cette fois de 20 dB par décade de longueur.

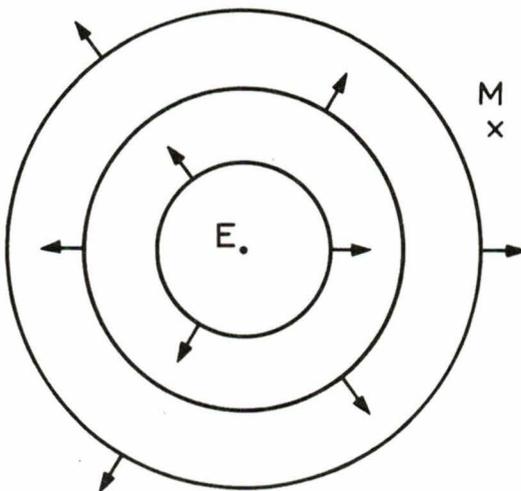


Fig. 4

Aussi bien dans ce cas que dans le précédent, l'utilisation d'une échelle semi-log, pour représenter $P_{(dB)}$ en fonction de $\log(r)$, donne une décroissance linéaire (fig. 5b) dont la pente dépend du mode de répartition de l'énergie dans l'espace.

● Prenons cette fois le cas d'une propagation guidée : la puissance n'est rayonnée que dans une seule direction, et se conserve, quelle que soit la distance à la source, en absence de pertes. C'est ce qui se produit dans les guides d'onde, les fibres optiques, ou lorsque la source elle-même est extrêmement directive : lasers ou certains faisceaux hertziens.

En présence de pertes dans le milieu du guide, la puissance dissipée par unité de longueur est généralement proportionnelle à la puissance transmise, ce qui peut s'écrire : $dP/dr = -P/L$, expression dans laquelle la constante de proportionnalité est mise sous la forme $1/L$.

Si on intègre cette équation et si on appelle P_0 la puissance reçue à l'entrée du guide, on a : $P = P_0 \cdot e^{-r/L}$; la variation est cette fois exponentielle.

Et, en passant aux décibels : $P_{(dB)} = P_{0(dB)} - (10/2,3) \cdot r/L$.

Exprimée en décibels, l'atténuation est donc maintenant directement proportionnelle à la distance r . L'unité à utiliser pour quantifier les pertes est alors le dB/m.

Afin d'illustrer ces notions, on pourra relever la valeur efficace U du signal reçu par R en fonction de la distance à E et on tracera $U(r)$ en échelles linéaires, semi-log ou log-log. Il faut pour cela disposer d'un voltmètre RMS dont la bande passante soit supérieure à 40 kHz. Si tel n'est pas le cas, on peut mesurer directement l'amplitude U_{max} du signal reçu, en utilisant un voltmètre

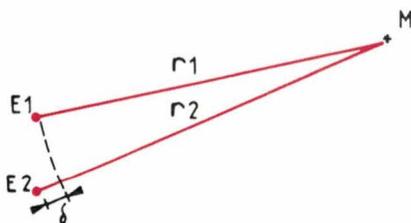


Fig. 7

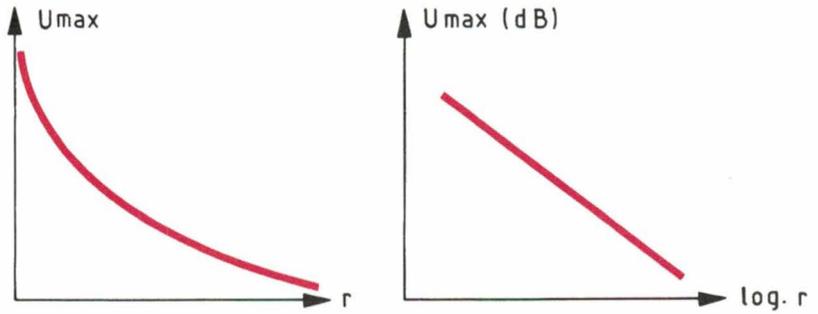


Fig. 5a (en haut) et b (à droite).

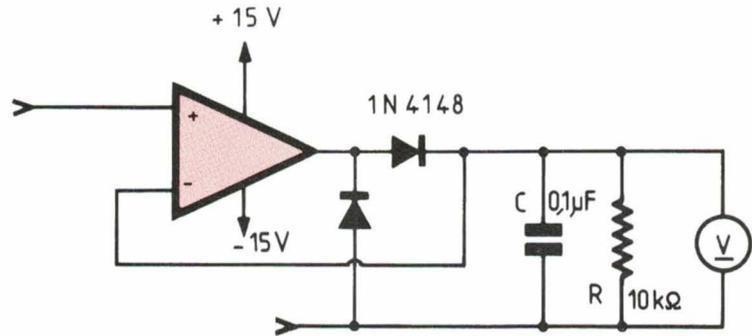


Fig. 6

continu raccordé au montage détecteur de crête indiqué en figure 6.

On remarquera, lors de cette mesure de l'atténuation, que celle-ci varie de façon singulière : en certains endroits, l'amplitude augmente de nouveau quelque peu, bien qu'on s'écarte de la source. Ces bizarreries sont imputables aux « interférences ».

Interférences

Supposons que le générateur alimente cette fois deux sources E_1 et E_2 , comme en figure 7. Un point M reçoit donc simultanément deux ondes de pression dont les effets peuvent, selon les valeurs des distances

r_1 et r_2 , soit s'ajouter, soit se retrancher.

En effet, soit $\delta = r_2 - r_1$. On peut trouver tous les cas possibles entre deux extrêmes : si δ est un nombre pair de demi-longueurs d'onde, alors les ondes arrivent en phase et s'ajoutent, et, inversement, si δ est un nombre impair de demi-longueurs d'onde, alors elles arrivent en opposition de phase et se retranchent, donc s'annulent si elles présentent la même amplitude.

Dans tous les autres cas, l'amplitude de l'onde résultante se déduit de l'amplitude de chaque onde arrivant en M , et de leur déphasage, par une construction de Fresnel ou une addition de valeurs complexes.

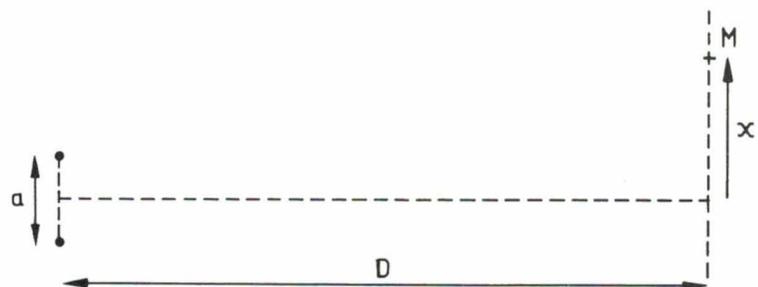


Fig. 8

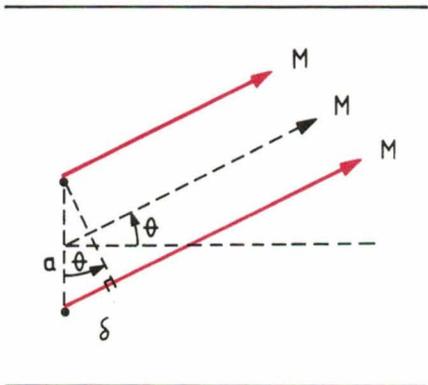


Fig. 9

On se placera dans les conditions de la **figure 8** : les deux sources, distantes de a , sont placées loin du récepteur, lequel balaie un axe situé sur un plan perpendiculaire à l'axe des sources. En utilisant la simplification suggérée par la **figure 9**, et en utilisant le fait que, pour les faibles valeurs de θ , on a : $\sin \theta \approx \text{tg } \theta$, on obtient :

$$\delta = a \cdot \sin \theta \approx a \cdot \text{tg } \theta = a \cdot x/D.$$

Selon la position x du récepteur, la « différence de marche » δ entre les deux sources et celui-ci varie, et donc aussi l'amplitude de l'onde reçue. On appelle « interférence » i la distance séparant deux points voisins sur l'axe x , pour lesquels l'amplitude résultante a même valeur (en général, deux maxima ou deux minima). Si tel est le cas, les différences de marche δ et δ' ne diffèrent que par une longueur d'onde :

$$\delta' - \delta = \lambda = a \cdot (x + i)/D - a \cdot x/D = a \cdot i/D$$

d'où : $i = \lambda \cdot D/a$.

Dans le dispositif expérimental que nous proposons, on n'utilise qu'un seul transducteur émetteur :

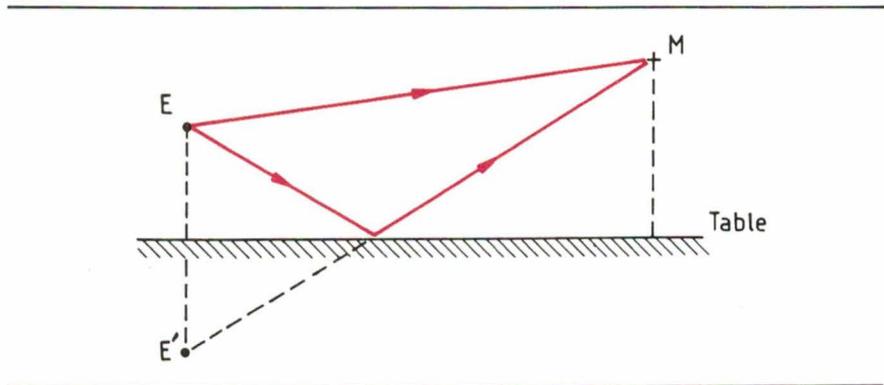


Fig. 10

les deux sources sont constituées par celui-ci et son « image » E' donnée par la surface de la table (**fig. 10**). Il ne s'agit pas seulement d'une économie : il est important de se familiariser avec l'idée que les interférences sont souvent là où on ne les attend pas, par manque de... réflexion.

Il faut donc que la hauteur ($a/2$) de E et celle (x) de R par rapport à la table (bien dégagée...) soient réglables et mesurables. On prend $D = 1,5$ m par exemple, et on vérifie, puisqu'on connaît λ , qu'on a bien $i = \lambda \cdot D/a$ pour différentes valeurs de a (10, 20, 40 cm).

Directivité d'une source

Supposons que l'on dispose d'une source formée par un disque de diamètre supérieur à λ , dont tous les points vibrent en phase. Chacun de ces points peut être considéré comme une source rayonnant dans toutes les directions (source isotrope).

Plaçons nous loin de ce disque, d'abord dans son axe (**fig. 11**). Tous les points source sont alors sensiblement à la même distance du récepteur : les effets s'ajoutent, et l'amplitude reçue dans l'axe est maximale.

Il n'en est pas de même dans une direction θ par rapport à l'axe (**fig. 12**), puisque la différence de marche δ entre deux points de la source et le récepteur n'est plus négligeable. Par exemple, si $\theta = 90^\circ$, on trouvera toujours, pour chaque point de la source, un deuxième point tel que $\delta = \lambda/2$. L'énergie rayonnée dans la direction $\delta = 90^\circ$ est alors nulle.

En revanche, si le diamètre de la source est petit devant λ , la différence de marche reste petite devant $\lambda/2$, même pour $\delta = 90^\circ$ et des points sources situés aux extrémités : l'amplitude résultante n'est plus nulle. Il existe donc un rapport direct entre la directivité d'une source et ses dimensions :

- dimensions $\gg \lambda$: source non directive (isotrope),
- dimensions $\ll \lambda$: source très directive.

On appelle « cône d'émission », ou « diagramme de rayonnement », de la source, la représentation de l'amplitude (ou de son carré, correspondant à l'énergie) reçue, en fonction de θ . Deux représentations sont possibles (**fig. 13**), en coordonnées cartésiennes ou polaires, dont on pourra vérifier la correspondance.

En ajoutant un rapporteur à la pantoïpe des accessoires qui nous sont nécessaires, on peut bâtir un dispositif simple de balayage angulaire du récepteur autour de l'émetteur. On mesure soit la valeur efficace avec un voltmètre RMS, soit l'amplitude avec le dispositif de la **figure 6**. On attribue en général la valeur 1 au

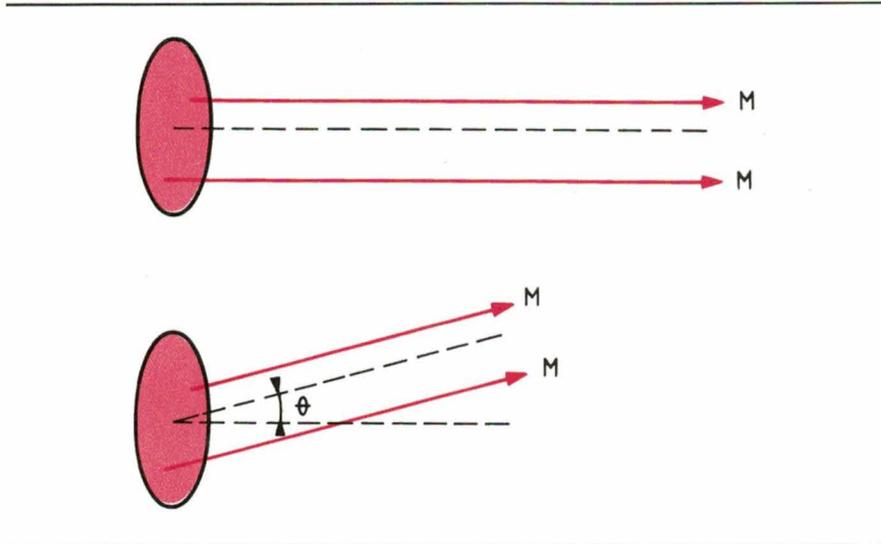


Fig. 11 (en haut) et 12 (en bas).

coefficient de transmission dans l'axe de la source. On peut ajuster le niveau du signal émis pour que l'amplitude reçue soit égale à 1,00 à un facteur 10^n près, dans la direction $\theta = 0^\circ$, puis on effectue les mesures tous les 10° pour relever le diagramme de rayonnement.

On constate que la source présente une certaine directivité. La puissance rayonnée dans la direction $\theta = 90^\circ$ n'est pas nulle (cf. fig. 1). Voilà qui peut s'interpréter en comparant le diamètre de la pastille piézo-électrique, contenue dans le boîtier émetteur, à la longueur d'onde.

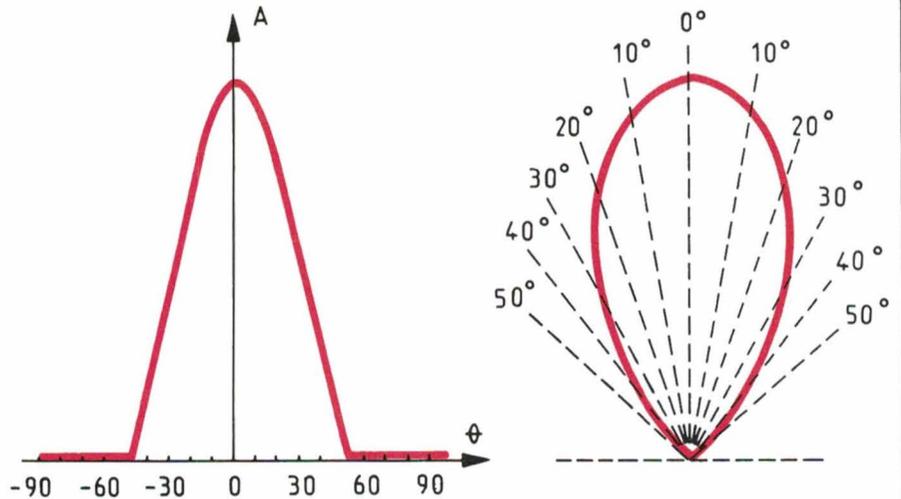


Fig. 13

Réflecteurs

En général, on dispose d'une source dont la dimension est inférieure, ou de l'ordre de la longueur d'onde λ . Comment la rendre directive dans une direction donnée ? Il faut alors utiliser un réflecteur, dont les dimensions seront grandes devant λ . Quel est le meilleur choix ?

Prenons tout d'abord un réflecteur plan (fig. 14a), devant lequel est pla-

cée la source, et plaçons le récepteur en M , très loin dans la direction $\theta = 0^\circ$, donc à égale distance de tous les points du réflecteur. Ceux-ci ne sont pas atteints en même temps par une onde de pression issue de la source, donc ne vibrent pas en phase.

Les ondes de pression qu'ils créent à leur tour arrivent donc en

M déphasées et, si le réflecteur est assez grand, on trouvera toujours, pour un point donné, un deuxième point tel que $\delta = \lambda/2$: la somme résultante est nulle. Le réflecteur ne joue donc aucun rôle dans la direction $\theta = 0^\circ$. On dit que la source E cache son image E' , donnée par le réflecteur. Par contre, on verra que cette disposition peut permettre certaines directions privilégiées θ , dont la valeur dépend de la distance source-réflecteur.

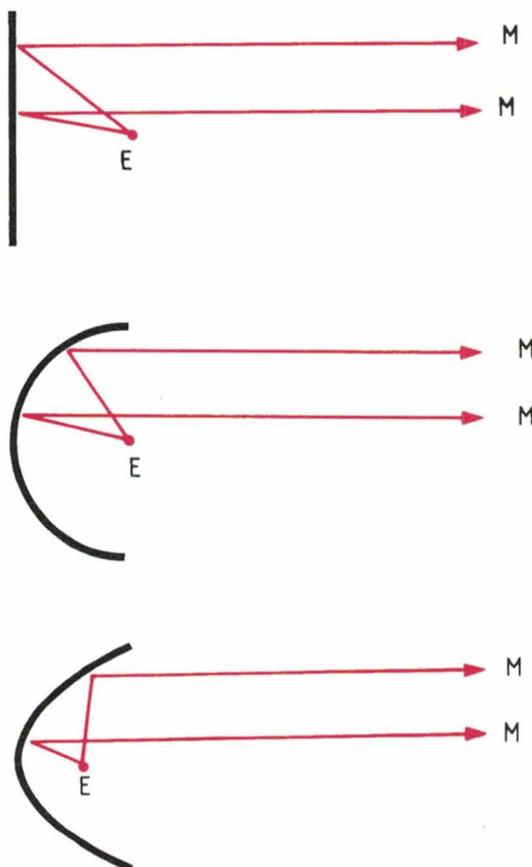


Fig. 14a (en haut), b (au centre) et c (en bas).

Renouvelons la tentative avec un réflecteur hémisphérique (fig. 14b). Cette fois, tous les points de ce dernier vibrent bien en phase, puisqu'ils sont atteints simultanément par une onde de pression issue de la source. Mais ils ne sont plus à la même distance de M , d'où de nouveau une différence de marche δ entre points voisins, et une onde résultante, due au réflecteur, nulle dans la direction $\theta = 0^\circ$.

Il nous faut donc trouver un compromis entre le plan, dont tous les points sont équidistants de M , mais pas de E , et la demi-sphère, qui présente la propriété inverse. Est-ce à force de tordre ce réflecteur qu'Archimède nous a légué le paraboloïde, figure engendrée par la révolution d'une parabole autour de l'axe passant par ses foyers ? Toujours est-il qu'il n'y a pas mieux pour remplir la condition : même distance EM parcourue, quelle que soit la position du point choisi sur le réflecteur, si E est au foyer (fig. 14c).

Une feuille de tôle, un bon marteau, une enclume... permettront de se livrer à cette expérimentation comparative !

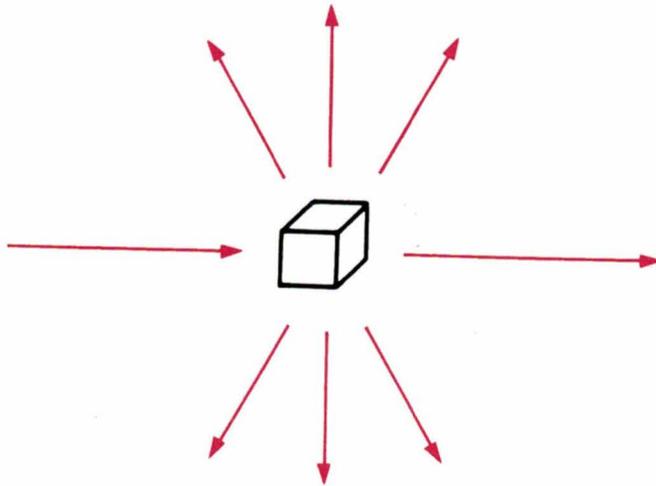


Fig. 15

Mécanismes de la propagation

Mais maintenant que nous disposons d'une source parfaitement directive dans la direction $\theta = 0^\circ$, il nous faut nous interroger sur le mécanisme de la propagation qui permet de répondre à la question suivante : « Un minuscule volume d'air dV, situé dans cette direction, est donc le siège d'une variation alternative de pression, et se comporte à son tour comme une source, vis-à-vis des volumes voisins. Comme il s'agit d'un volume dont les dimensions sont très faibles devant λ , il rayonne de l'énergie de façon isotrope. Alors

pourquoi l'énergie ne diffuse-t-elle pas dans toutes les directions ? Pourquoi la propagation se poursuit-elle dans la direction $\theta = 0^\circ$? » (fig. 15).

Parce que notre faisceau d'ondes ultrasonores créé par la source (et éventuellement le réflecteur) a nécessairement une section de dimensions grandes devant λ , s'il est directive. Dans ces conditions, tous les volumes d'air dV situés dans une même section droite du faisceau sont atteints simultanément, et rayonnent en phase, tout comme une source étendue. Nous nous retrouvons, pour l'ensemble de cette section, exactement dans le cas étudié précédemment : l'énergie rayonnée

résultante est nulle... sauf dans la direction $\theta = 0^\circ$ (fig. 16). Il y a donc auto-entretien de la directivité du faisceau !

Ce raisonnement a été tenu il y a trois siècles déjà par le physicien hollandais Huygens pour expliquer la propagation rectiligne de la lumière, dont on avait découvert le caractère ondulatoire après les premières expériences d'interférences optiques.

● On peut ainsi expliquer les mécanismes de réflexion et de réfraction d'un faisceau à la limite de séparation entre deux milieux de propagation ne présentant pas la même célérité des ondes sonores (ou lumineuses). Pour deux points quelconques A et B de la surface de séparation, les temps de propagation respectifs entre E et M s'écrivent :

$$t_p(EAM) = t_p(EA) + t_p(AB') + t_p(B'M)$$

et

$$t_p(EBM) = t_p(EA') + t_p(A'B) + t_p(BM)$$

Les ondes issues de E n'arriveront en phase en M que s'il y a égalité des temps de propagation $t_p(EAM)$ et $t_p(EBM)$, donc : $t_p(AB') = t_p(A'B)$, puisque $EA = EA'$ et $B'M = BM$.

Dans le cas de la réflexion (fig. 17a), on a $t_p(AB') = AB \cdot \sin \theta / c_1$ et $t_p(A'B) = AB \cdot \sin(i) / c_1$, d'où : $\theta = i$.

Dans le cas de la réfraction (fig. 17b), on a $t_p(AB') = AB \cdot \sin \theta / c_2$ et $t_p(A'B) = AB \cdot \sin(i) / c_1$, d'où : $\sin(i) = (c_1/c_2) \cdot \sin \theta = n_{12} \cdot \sin \theta$,

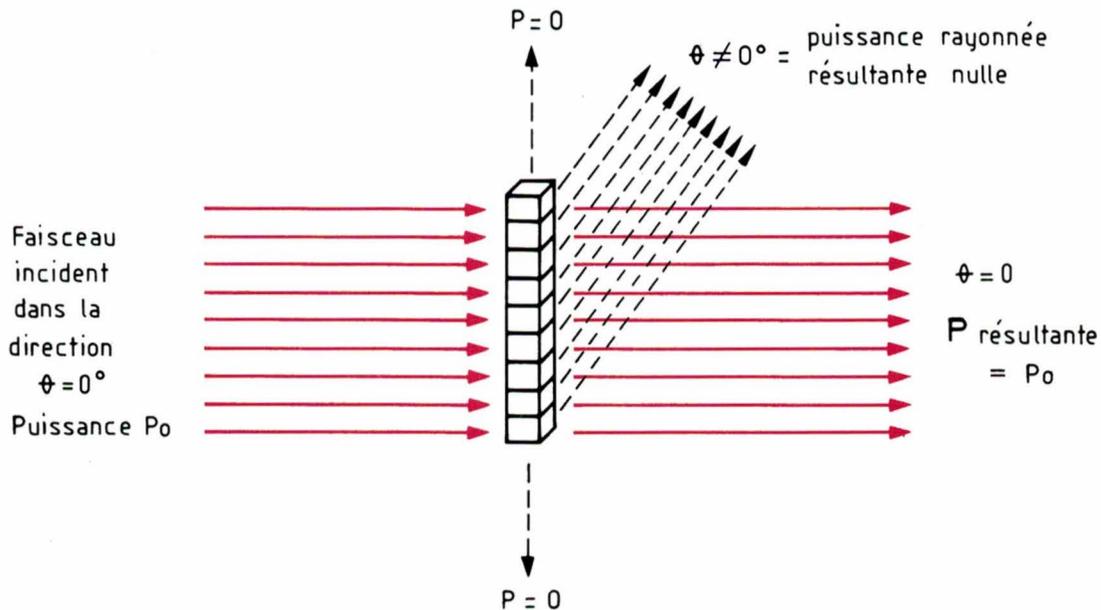


Fig. 16

en appelant « indice relatif » n_{12} des deux milieux le rapport des vitesses de propagation.

Ces lois ont été établies expérimentalement par *Descartes* qui étudiait la propagation des rayons lumineux. Si la réflexion est facile à vérifier avec nos ondes ultrasonores, la réfraction pose quelques difficultés : on peut prendre l'air comme premier milieu, et l'eau comme deuxième, mais à moins de faire l'expérience en piscine, les réflexions sur les parois du récipient perturbent complètement la mesure.

Dans l'article cité [2], l'auteur propose d'utiliser l'astucieux montage de la **figure 18**. Quand on allume l'ampoule, on constate que l'amplitude reçue par *R* diminue. Il faut déplacer *R* vers le haut pour retrouver l'amplitude initiale, ce qui indique une déviation du faisceau ultrasonore. Trois interprétations au moins sont possibles :

- l'air chaud monte, et propulse le faisceau vers le haut ;
- c'est le résultat de la collision avec les photons issus de *L* ;
- l'air, chauffé au voisinage de *L*, présente une vitesse de propagation différente, ce qui entraîne la réfraction du faisceau.

Nous laissons au lecteur le soin de réfuter expérimentalement les deux premières. La célérité des ondes sonores augmente en effet avec la température du gaz dans lequel a lieu la propagation, d'où une réfraction du faisceau quand il passe dans une couche d'air de température plus élevée. Les réfractions successives écartent progressivement le faisceau de la normale aux surfaces de séparation (**fig. 19a**) jusqu'au moment où la transmission devient impossible, ce qui se traduit par

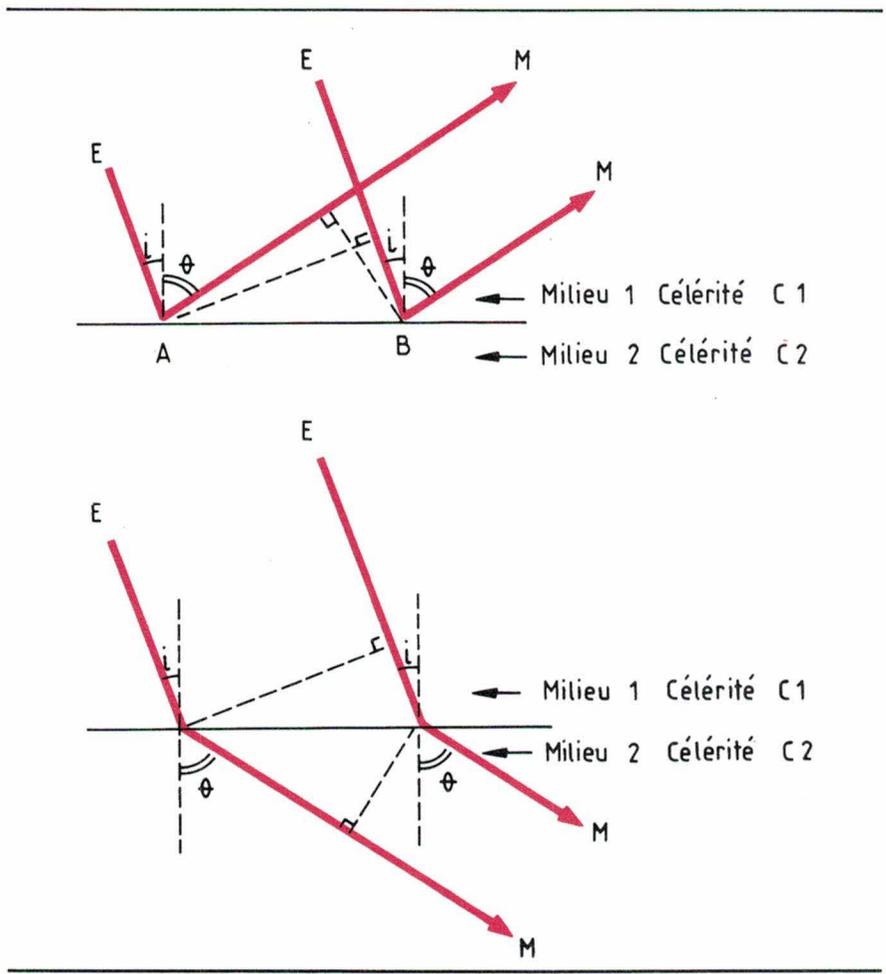


Fig. 17a (en haut) et b (en bas).

sin $\theta > 1$ dans la deuxième loi de *Descartes*. Seule la réflexion est alors possible. Il y a réflexion totale.

En fait, la variation de température n'est pas brutale, ce qui produit une déviation progressive du faisceau (**fig. 19b**). Dans le domaine des ondes lumineuses, on retrouve le même effet de déviation dans l'air situé au voisinage de surfaces très chaudes (route au soleil par exemple, où une zone réfléchissante peut laisser croire à la présence d'eau par un phénomène analogue au mi-

rage). Une application extrêmement importante de la réflexion totale est la fabrication de fibres optiques permettant la canalisation d'un faisceau lumineux dans un « cœur » de verre entouré d'une « gaine » également en verre, ceux-ci présentant un fort indice relatif (**fig. 20a**).

Le but recherché est en particulier, on le sait, la transmission de signaux sur de grandes distances. Or, même l'utilisation d'un verre sans aucune perte (on est, dans ce domaine, bien proche de la perfection) ne suffit pas : on constate en effet que les rayons lumineux inclinés sur l'axe se réfléchissent beaucoup plus souvent que ceux qui lui sont presque parallèles, et donc parcourent une distance plus grande... et n'arrivent donc pas en phase au niveau du récepteur, d'où une diminution possible de l'amplitude résultante.

Plus grave, cet effet dépend de la longueur d'onde, donc de la fréquence de la lumière utilisée. On dit que le milieu est « dispersif ». Inconvénient supprimé si, au lieu d'utiliser un cœur de fibre homogène, celui-ci présente une variation progressive d'indice, donc de vi-

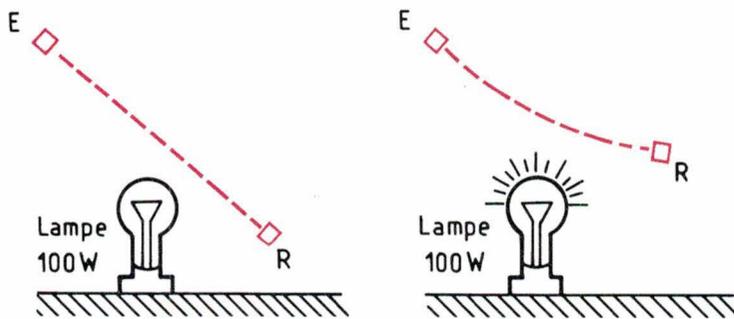


Fig. 18

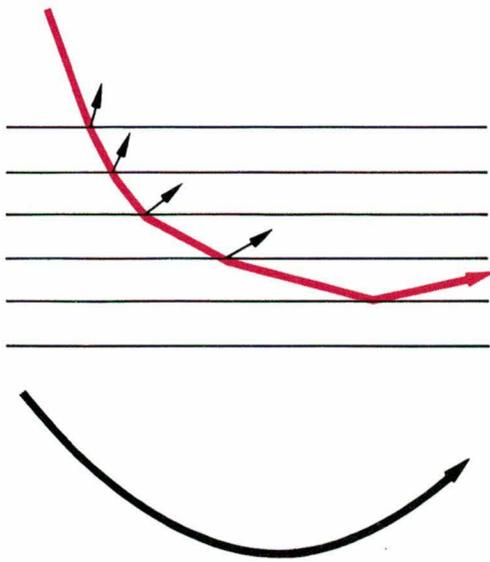


Fig. 19a (en haut) et b (en bas).

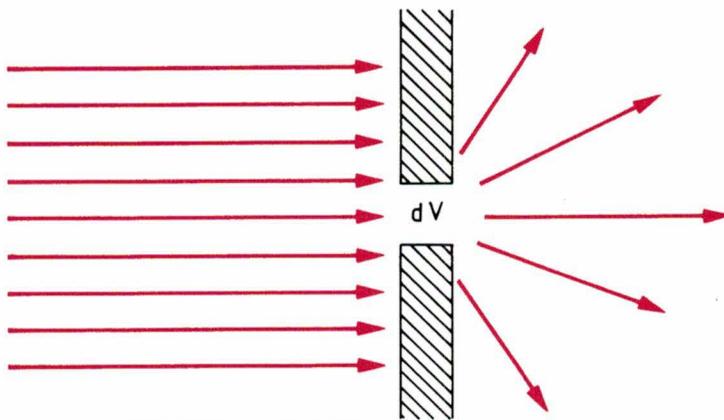


Fig. 21

tesse de propagation, quand on s'écarte de l'axe de la fibre : les rayons inclinés parcourent davantage de chemin... mais plus vite (fig. 20b). Le choix d'une variation d'indice parabolique rend la fibre non dispersive [2]. Ceci est obtenu par dopage progressif du verre, du centre de la fibre vers sa périphérie, en utilisant des techniques très voisines de celles employées dans l'élaboration des matériaux semi-conducteurs.

● Autre phénomène ainsi explicable, la diffraction d'un faisceau directif par une ouverture de diamètre très inférieur à la longueur d'onde (fig. 21). Cette fois, un seul volume d'air dV est atteint par le faisceau et se comporte comme une source. L'énergie recueillie après l'ouverture est donc beaucoup plus faible, du fait de la réflexion de la majeure partie du faisceau, et se trouve répartie de façon isotrope.

Si le diamètre de l'ouverture est de l'ordre de λ , on trouvera de nouveau une répartition de l'énergie dans plusieurs directions privilégiées.

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

(Suite dans notre prochain numéro)

Bibliographie

[1] R. Gener, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, n° 649, 12-1982.

[2] R. Allard, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, n° 649, 12-1982.

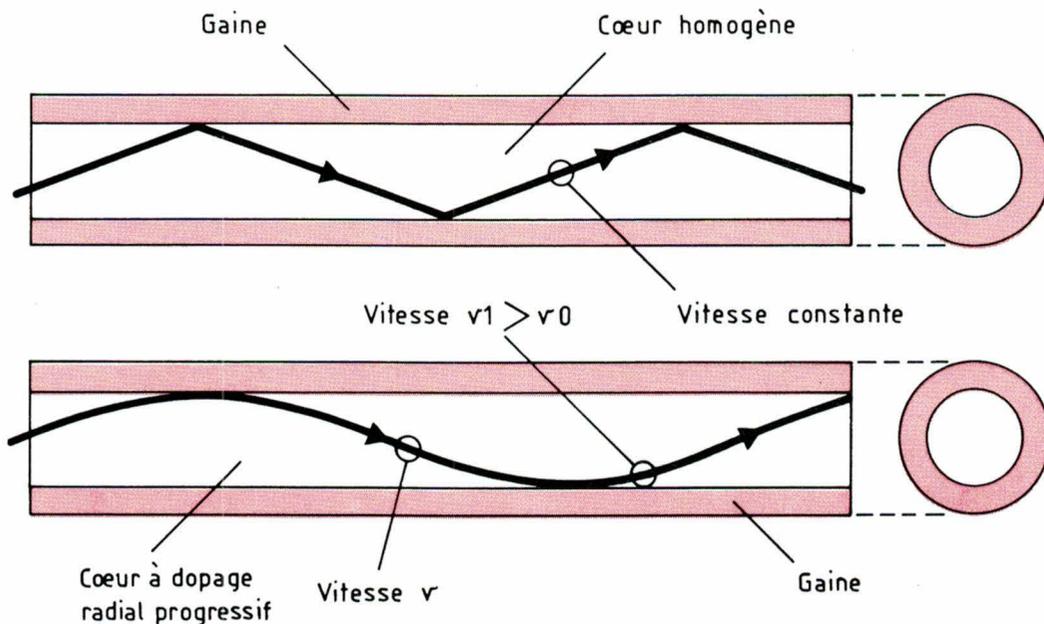


Fig. 20a (en haut) et b (en bas).

**FINI LES RÉPARATIONS DÉLICATES !
 AYEZ ENTRE VOS MAINS,
 L'EXCELLENT MATÉRIEL JBC**

JBC = des appareils très puissants pour toutes vos soudures et dessoudures professionnelles. Le poste REPAIR STATION (56 et 75 W) pour le soudage et le dessoudage. Le poste DESOLD STATION (75W) pour le dessoudage exclusivement.

JBC = des réparations électroniques, effectuées avec le maximum de précision et d'efficacité. Vos résultats seront garantis à 100 %.

JBC = toute une gamme de produits de haute performance technologique et de qualité exceptionnelle destinée à répondre à toutes vos exigences selon vos problèmes spécifiques : fers à souder type "crayon", fers à souder avec apport de soudure, variété de pannes adaptables etc.

JBC = spécialiste "MOESA" à votre service à Asnières, au 47.93.28.22.

Demandez
 la documentation technique
 de nos produits !



LE CHOIX
 PROFESSIONNEL



ALPHATEX

Division française JBC
 MOESA
 41, rue Parmentier
 92600 ASNIÈRES
 Tél. : (1) 47.93.28.22
 Telex : 612901



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 -
 TEK0 - 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**



Composants

Protection par écrêtage : varistance ou « Transil » ?

L'électronique, de par sa place privilégiée dans bien des domaines d'application (scientifique, industriel ou domestique), peut engendrer, en cas de défaillance, des pertes économiques importantes et porter atteinte à la sécurité d'utilisation des équipements. Un circuit électronique doit fonctionner parfaitement dès sa mise en service et donner la même satisfaction pendant toute la durée de vie de l'équipement.

Le concepteur connaît bien les précautions élémentaires à prendre pour assurer une bonne fiabilité (choix rigoureux des composants, câblages soignés, déverminage, etc.). Mais trop souvent encore, il néglige les contraintes dues à l'environnement dans lequel est exposé le matériel. En effet, un équipement qui donne toute satisfaction en laboratoire peut présenter des anomalies de fonctionnement, voire une dégradation partielle ou totale à la suite de phénomènes perturbateurs parasites. Les origines de ces parasites sont connues et peuvent être classées en quatre catégories...

Principaux types de perturbations

● Les perturbations atmosphériques

Il s'agit de courants induits et de champs électriques rayonnés en cas de coup de foudre.

● Les commutations

Ce sont des surtensions dues aux commutations (d'inductances, entre autres).

● Les décharges électrostatiques

Ce sont des surtensions pouvant atteindre 20 kV (tension à laquelle peut se charger le corps humain).

● Les décharges électromagnétiques

Il s'agit de courants induits et de champs rayonnés par une explosion nucléaire.

Nous nous proposons d'étudier ici deux composants de protection capables de supprimer ou d'atténuer les effets dus à ces phénomènes :

- les varistances à oxyde de métal ;
- les diodes Transil.

Principe de fonctionnement

L'application typique d'un composant écrêteur est la suivante : le composant est placé en parallèle sur le circuit à protéger. En l'absence de surcharge, le composant se fait « oublier » (c'est le régime de veille). Par contre, lorsqu'une surtension ap-

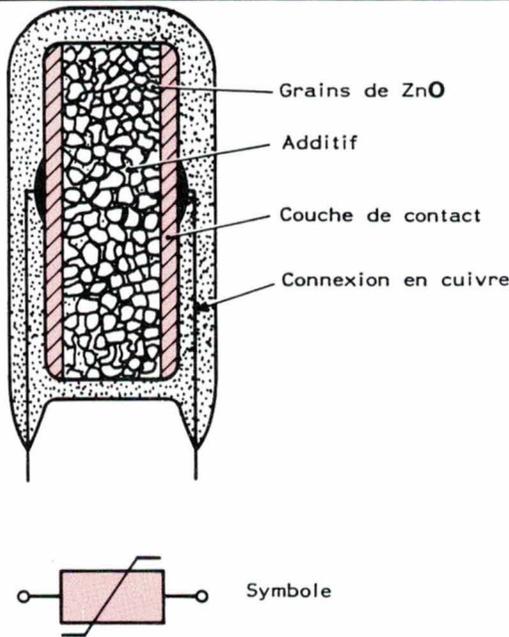


Fig. 1. - Structure d'une varistance.

paraît, elle est écrêtée : c'est-à-dire que la tension aux bornes du circuit est limitée. Le circuit peut ainsi continuer de fonctionner sous une tension acceptable (c'est le régime de surcharge). Enfin, en cas d'utilisation du composant au-delà de ses limites absolues, le circuit reste protégé.

Caractéristiques

Structures

La varistance à oxyde de zinc se présente sous la forme d'un disque composé d'oxydes métalliques (fig. 1) : environ 90 % d'oxyde de zinc (ZnO) sous forme de grains et un additif (Bi_2O_3 , MnO , etc.) qui assure la formation de couches diélectriques entre les grains de ZnO . Le montage en série de tous les grains se trouvant sur le trajet du courant donne la tension de claquage de la varistance. Le disque, de diamètre généralement compris entre 7 et 24 mm, est ensuite soudé entre deux connexions, l'ensemble étant enrobé de résine. La varistance est un composant de protection intrinsèquement bidirectionnel. De manière simplifiée, on peut dire que :

- l'épaisseur du disque est proportionnelle à la tension de la varistance ;
- le diamètre du disque est proportionnel au courant de choc admissible par le composant.

La Transil est une diode à avalanche au silicium spécialement conçue

pour écrêter les surtensions et dissiper en régime transitoire. Elle se différencie de la diode Zener par les points suivants :

● Une pastille mieux élaborée pour la fonction protection :

- sélection du matériau de base (résistivités) ;
- modification de la technologie pour améliorer la valeur de la résistance dynamique à fort niveau de courant (temps de diffusion, etc.) ;
- augmentation de la surface de la pastille (à boîtier égal jusqu'à deux fois) pour améliorer la capacité de tenue en surcharge.

● Un montage mieux adapté pour la fonction protection :

- un répartiteur à haut pouvoir de dissipation thermique est soudé de part et d'autre de la pastille pour

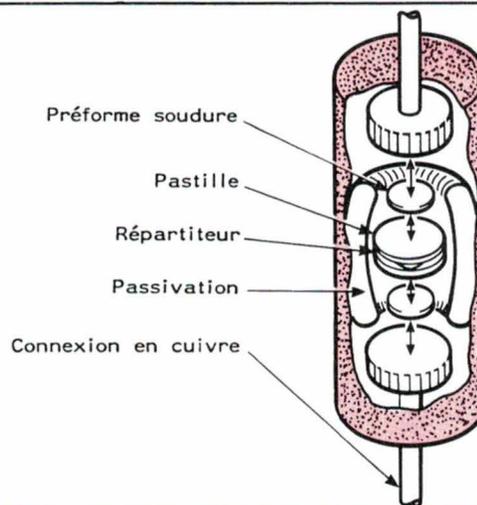


Fig. 2. - Montage de la Transil.

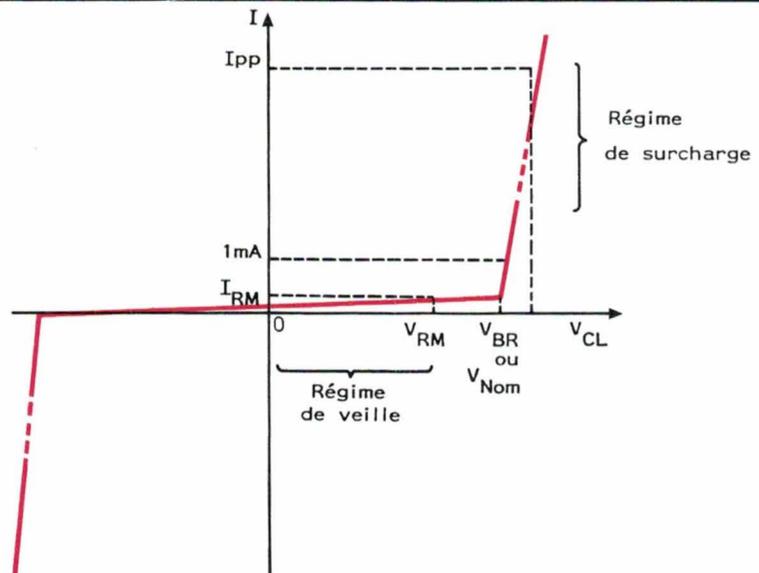


Fig. 3. - Caractéristique I/V théorique d'un composant écrêteur.

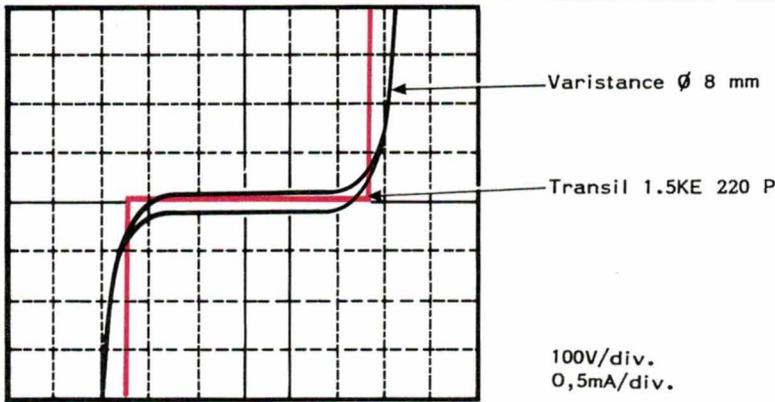


Fig. 4. - Caractéristique I/V Transil et varistance.

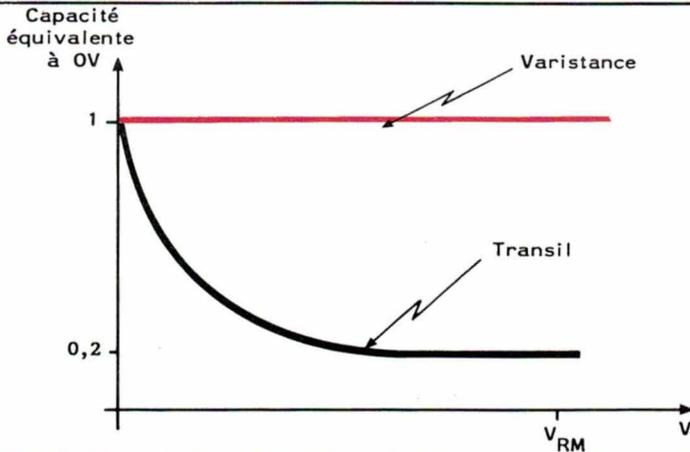


Fig. 5. - Variation de la valeur de la capacité en fonction de la tension aux bornes du composant.

améliorer la propagation de la chaleur pendant les surcharges répétitives ou d'assez longue durée.

La figure 2 représente le montage d'une Transil en boîtier plastique.

Les différents régimes

La caractéristique théorique courant/tension (I/V) d'un composant écrêteur est donnée à la figure 3. On peut distinguer deux parties correspondant à deux modes de fonctionnement.

- La partie de la caractéristique à haute impédance comprise entre ϕ et V_{RM} correspond au régime de veille.

- La partie de la caractéristique à basse impédance située au-delà du coude correspond au régime de surcharge.

En fait, les caractéristiques I/V réelles que l'on peut relever sur un traceur de courbes sont données à la figure 4.

● Régime de veille

Comme nous l'avons vu précédemment, durant ce mode de fonctionnement, le composant doit perturber le moins possible le circuit à protéger. Pour cela, nous allons exiger d'un tel composant à la fois un faible courant de fuite, et une faible valeur de capacité.

- Courant de fuite

Le courant de fuite est mesuré à la tension de veille. Le tableau 1 présente la gamme de tensions des Transil et des varistances, et le tableau 2, leurs courants de fuite.

VARISTANCE	de 14 à 1 200 V
TRANSIL	de 5 à 500 V

Tableau 1. - Gamme de tensions de veille (V_{RM}).

TRANSIL		VARISTANCE	
TYP.	MAX.	TYP.	MAX.
0,05 μA	5 μA	40 μA	200 μA

Tableau 2. - Courants de fuite à la tension de veille et à 25 °C.

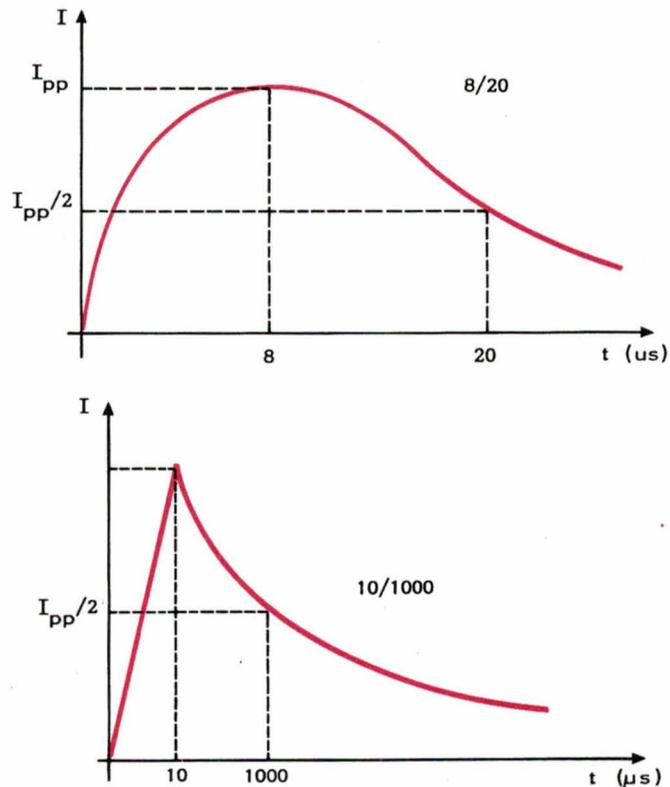


Fig. 6. - Ondes de courant normalisées (8/20 et 10/1000).

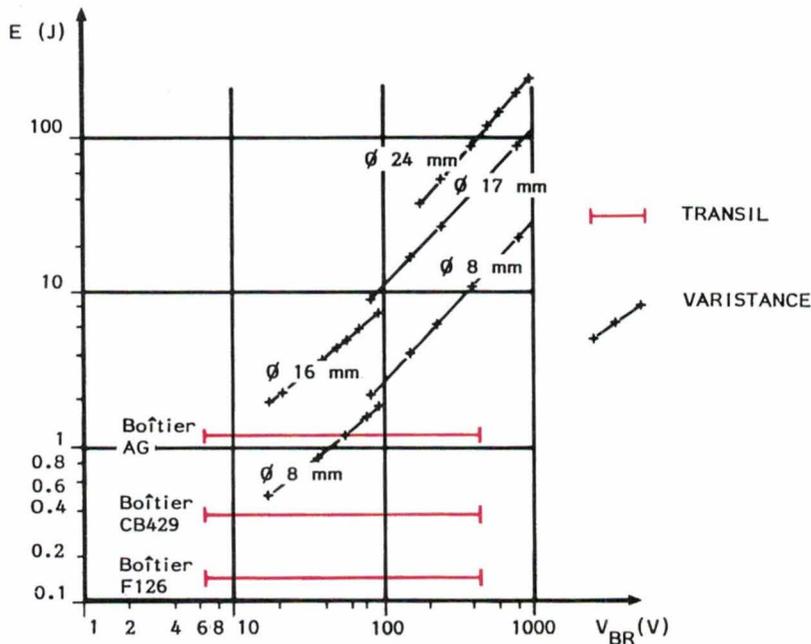


Fig. 7. - Variation de l'énergie transitoire admissible en fonction de la tension d'avalanche pour une onde 8/20.

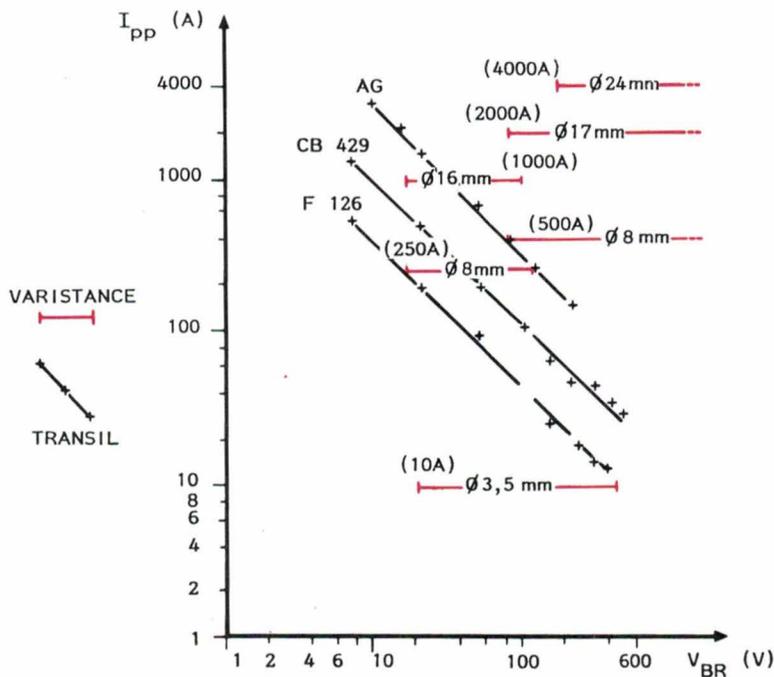


Fig. 8. - Variation du courant crête admissible I_{PP} en fonction de la tension d'avalanche pour une onde 8/20.

Les varistances consomment en moyenne 40 fois plus de courant au repos que les Transil. Ce courant résulte de la somme des courants de fuite de chaque couche diélectrique se trouvant en parallèle. Ceci explique la forme arrondie du coude d'avalanche (fig. 4). En revanche, les Transil ont une structure monocristalline (jonction PN). Le phénomène

d'avalanche se produit lorsque le champ électrique dans la jonction dépasse la valeur critique ; il est donc bien précis, stable dans le temps et ceci se traduit par un coude plus franc.

- Capacité

Lorsqu'un composant de protection est câblé en parallèle sur une li-

gne transportant des informations, sa capacité peut modifier la forme du signal. Les valeurs de capacité des Transil et varistances sont du même ordre à 0 V (de 150 pF à 5 000 pF suivant le type). Mais lorsque la tension de polarisation augmente, la valeur de la capacité des Transil diminue de 2 à 5 fois contrairement aux varistances. Ceci est illustré à la figure 5.

● Régime de surcharge

Les composants de protection sont conçus pour accepter des courants de surcharge importants (de quelques ampères à quelques milliers d'ampères). Bien entendu, vu les puissances mises en jeu, ces ondes de surcharge ne peuvent être qu'impulsionnelles (surcharges transitoires). Les performances électriques que l'on peut attendre d'un composant de protection durant ce type de fonctionnement sont les suivantes :

- un fort pouvoir de dissipation ;
- un bon écrêtage ;
- un faible temps de réponse ;
- une mise en court-circuit en cas de dégradation à la suite d'une surcharge dépassant largement les limites absolues d'utilisation.

● Pouvoir de dissipation

On trouve dans les notices techniques deux formes d'ondes normalisées qui permettent de spécifier les composants de protection en surcharge : l'onde « 8/20 » et l'onde « 10/1000 » (fig. 6).

Le pouvoir de dissipation des Transil est spécifié en puissance crête, soit P_p (« peak power ») = $I_{PP} \cdot V_{CL} = \text{Constante}$. Il représente la puissance instantanée dissipée par la Transil lorsque l'onde de courant est maximale (valeur I_{PP} , fig. 6). Cette puissance est constante quelle que soit la tension d'avalanche (pour une durée d'impulsion et un boîtier donné). Ainsi, la valeur crête I_{PP} admissible par la Transil varie avec sa tension d'avalanche (V_{BR}).

Dans le cas de la Transil : si V_{BR} augmente, I_{PP} diminue : $I_{PP} = f(V_{BR})$ et $P_p = \text{Cte}$.

Pour les varistances, le pouvoir de dissipation est spécifié en énergie, soit :

$$E = \int I_{PP} \cdot V_{CL} = f(V_{BR})$$

Cette énergie varie avec la tension d'avalanche de la varistance

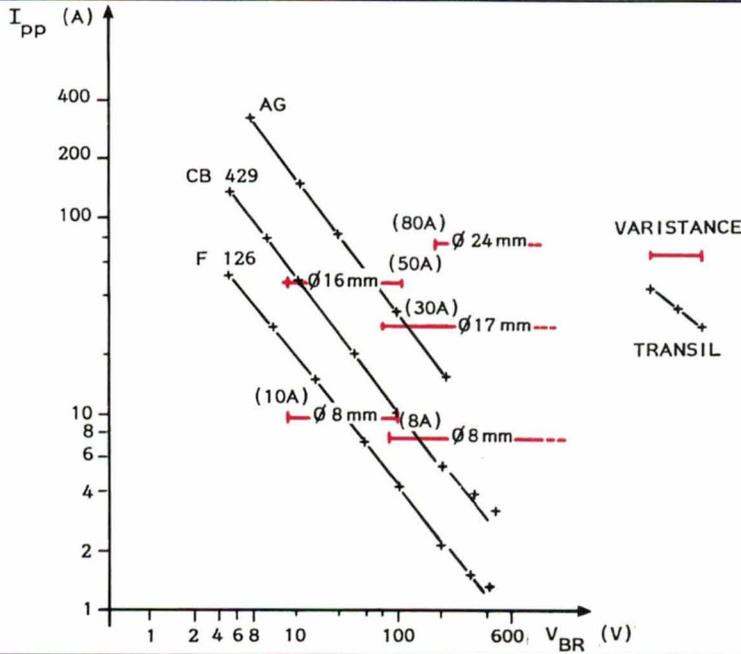


Fig. 9. - Variation du courant crête admissible I_{PP} en fonction de la tension d'avalanche pour une onde 10/1000.

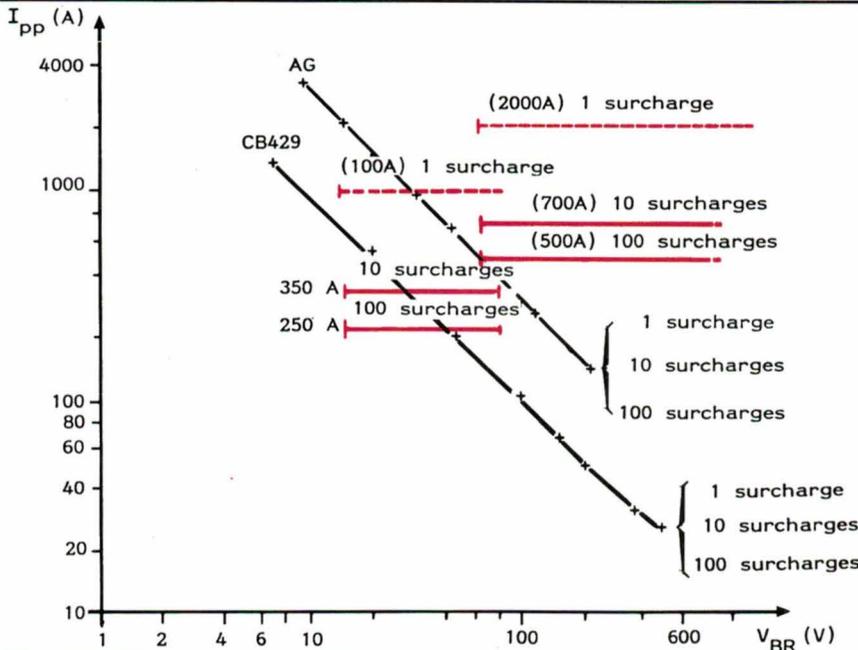


Fig. 10. - Variation du courant crête admissible I_{PP} en fonction de la tension d'avalanche et du nombre de surcharges onde 8/20.

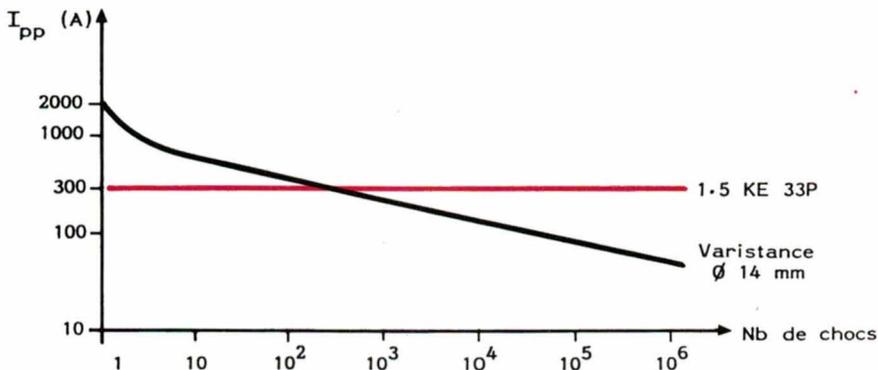


Fig. 11. - Variation du courant admissible par les composants en fonction du nombre de chocs.

(V_{BR}). Par contre, la valeur du courant admissible par la varistance est constante quelle que soit sa tension (pour un boîtier de diamètre donné et une durée d'impulsion fixée).

Dans le cas de la varistance :
 $I_{PP} = \text{constante}$ et $E = f(V_{BR})$

Cette différence fondamentale entre la Transil et la varistance explique pourquoi toute comparaison dans laquelle n'intervient pas la tension du composant est incomplète.

● **Surcharges accidentelles**

- Pour une onde 8/20

L'énergie admissible par les varistances est comprise entre 0,6 J et 150 J (suivant la dimension du boîtier). Les Transil admettent dans ces conditions des énergies variant entre 0,1 J et 1,2 J (suivant les types). Le rapport entre les énergies admissibles par les deux composants est d'autant plus important que les tensions d'avalanche sont élevées (fig. 7) : il peut être supérieur à 100. Ces résultats sont similaires si l'on compare les valeurs crêtes I_{PP} admissibles spécifiées en fonction de la tension d'avalanche (cf. fig. 8).

- Pour une onde 10/1000

Le courant admissible spécifié est plus faible. Cette différence est beaucoup plus sensible pour les varistances que pour les Transil (fig. 9). Si l'on compare des composants de boîtiers similaires (diamètre 8 mm - F126 ; 16 mm - CB429 ; 26 mm - AG), on constate que pour les basses tensions (< 40 V), le courant crête admissible par les Transil est supérieur à celui des varistances. Par contre, pour des tensions plus élevées, les varistances redeviennent plus performantes. Ces résultats concernent le pouvoir de dissipation pour une seule impulsion.

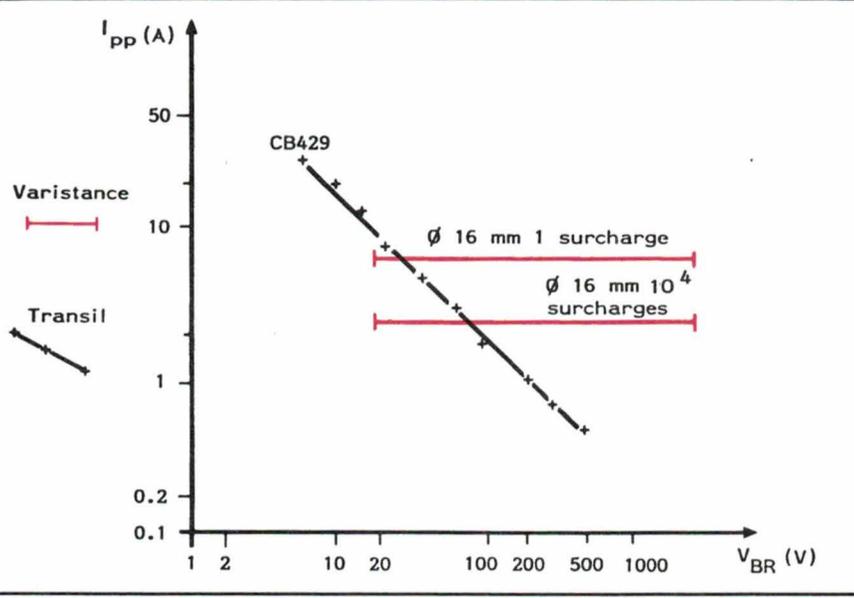


Fig. 12. - Variation du courant crête admissible I_{PP} en fonction du V_{BR} pour une onde exponentielle 10 ms.

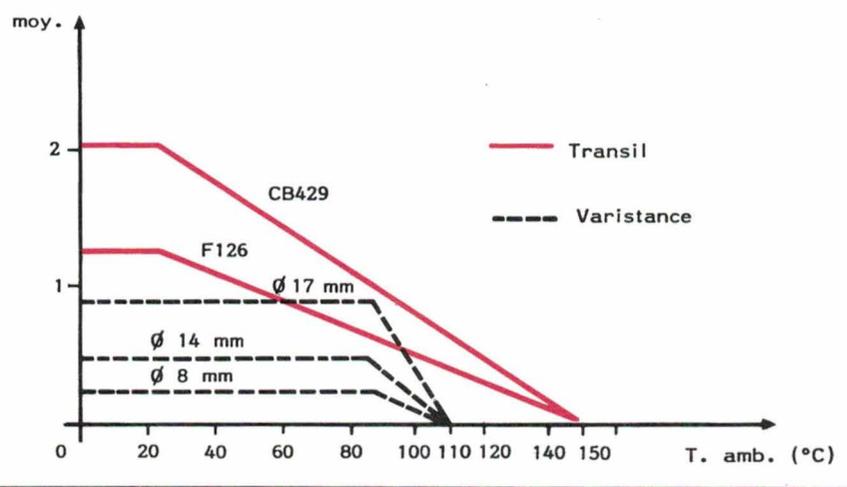


Fig. 13. - Puissance moyenne dissipée en fonction de la température ambiante.

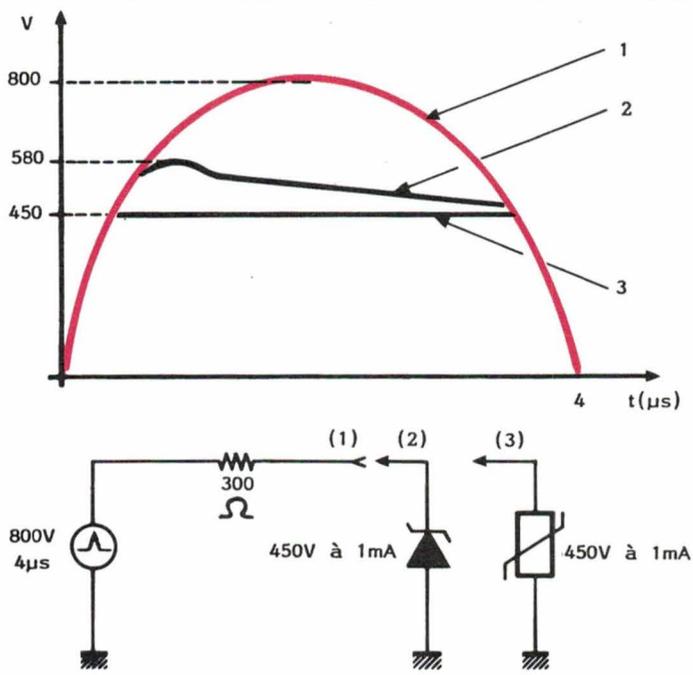


Fig. 14. - Pouvoir d'écrêtage des varistances et Transil pour une impulsion sinusoïdale 4 μ s. Courbe 1 : surtension à vide ; courbe 2 : écrêtage par varistance ; courbe 3 : écrêtage par Transil.

Si l'on augmente le nombre d'impulsions tout en laissant entre deux impulsions un temps suffisant pour que l'élément actif du composant ait retrouvé sa température d'équilibre, la capacité d'absorption en surcharge des varistances diminue (fig. 10). Cette variation est spécifiée par le fabricant et elle caractérise le phénomène d'usure que subit la structure à la suite de chaque surcharge (fig. 11).

La Transil, ayant une structure monocristalline, garde ses performances en surcharge, indépendamment du nombre d'impulsions perturbatrices.

● **Surcharges répétitives**

En cas de surcharges répétitives, la température du composant s'élève proportionnellement à la puissance moyenne dissipée et à la conductibilité thermique du boîtier. La capacité de dissipation en puissance moyenne des Transil est deux à trois fois plus élevée que celle des varistances. Ceci est dû essentiellement aux répartiteurs soudés de part et d'autre de la pastille qui assurent une bonne propagation des calories vers l'extérieur.

● **Surcharges longues**

La figure 12 représente la variation du courant crête I_{PP} admissible en fonction de la tension d'avalanche pour une durée égale à 10 ms. Au-delà de cette durée, on doit prendre en considération l'impédance thermique puis la résistance thermique. Ces deux paramètres ne sont pas spécifiés dans les notices techniques de la varistance.

● **Fonctionnement en continu**

Certaines applications nécessitent parfois un composant qui puisse à la fois réguler et protéger (par exemple, les alimentations basses tensions). Il est donc nécessaire dans ce cas de connaître :

- la tolérance sur la tension d'avalanche ;
- la capacité de dissipation en puissance moyenne.

Les tolérances sur les Transil sont de - 5 %, + 10 % et \pm 10 %. Les varistances ont des tolérances de \pm 10 % et \pm 20 %. Si l'on compare des boîtiers de dimensions similaires (F126 - diamètre 8 mm, CB429 - diamètre 16 mm), les Transil présentent un pouvoir de dissipation en puissance moyenne deux ou trois fois supérieur (à 25 °C) à celui des

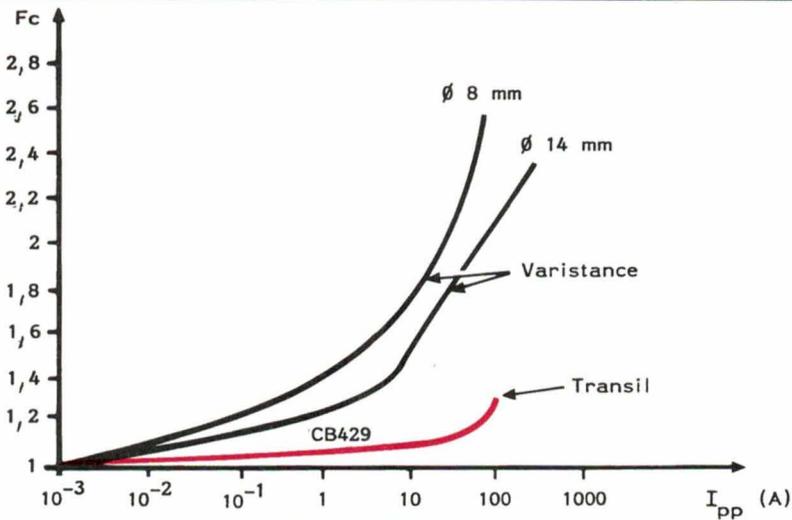


Fig. 15. - Variation du facteur d'écrêtage en fonction du courant crête admissible I_{PP} pour une onde exponentielle de durée 1 μ s (la tension d'avalanche des composants est de 180 V).

varistances. Ceci est illustré à la figure 13. Lorsque la température ambiante augmente, jusqu'à 85 °C la varistance conserve toute sa capacité mais elle n'est plus utilisable à partir de 115 °C. La Transil peut fonctionner jusqu'à 150 °C.

Qualité de l'écrêtage

Prenons un exemple : si l'on teste une varistance et une Transil de même tension d'avalanche (450 V à 1 mA) avec une onde sinusoïdale

(fig. 14), les différences de potentiel relevées aux bornes des deux composants sont nettement différentes. En effet, la Transil écrête à 450 V alors que la varistance écrête à 580 V. Ces deux valeurs nous permettent d'apprécier la qualité de l'écrêtage que l'on peut quantifier par le facteur d'écrêtage.

Ce facteur d'écrêtage est le rapport entre la tension d'écrêtage du dispositif et sa tension d'avalanche à 1 mA (pour un courant de surcharge et une durée d'impulsion donnés).

Par exemple, pour des durées d'impulsions comprises entre 1 et 10 μ s et des courants de surcharge variant de quelque 100 mA à la valeur maximale admissible, le facteur d'écrêtage vaut :

- 1,12 à 1,7 pour les Transil ;
- 1,7 à 3 pour les varistances.

Un exemple est donné à la figure 15.

Temps de réponse

En testant des varistances avec une impulsion de courant à front très raide, on peut déceler une surtension qui apparaît pendant le retard à l'écrêtage. Ce retard est de l'ordre de 25 ns.

En revanche, on n'a jamais pu mettre en évidence en laboratoire ces surtensions aux bornes des Transil. En fait, le phénomène d'entrée en avalanche d'une diode au silicium est pratiquement instantané (valeur théorique de l'ordre de la picoseconde). Dans le cas de Transil bidirectionnelles, le temps de réponse est égal au temps de mise en conduction de la jonction directe se trouvant en série avec la jonction inverse. Il est inférieur à 5 ns.

PARAMETRES	VARISTANCE	TRANSIL
Gamme de tensions (V_{RM}) (1)	14 à 1 200 V	5 à 500 V
Courant de fuite à V_{RM} (25 °C) (2)	TYP. 50 μ A MAX. 200 μ A	TYP. 0,05 μ A MAX. 5 μ A
Valeur de la capacité	200 à 500 pF quelle que soit V	V=0 : 200 à 500 pF (4) V= V_{RM} : 2 à 5 fois moins
Coefficient de température	- 0,05 % par degré C	0,1 % par degré C
Température ambiante	- 40°C < T < + 115°C	- 40°C < T < + 150°C
Temps de réponse	10 ns	quelques ns
Facteur d'écrêtage (3)	1,7 à 3	1,12 à 1,3
Pouvoir de dissipation		
● 1 surcharge (durée 20 μ s)	1 à 150 J	0,1 à 1,7 J
● 10 surcharges (durée 20 μ s)	0,4 à 60 J	0,1 à 1,7 J
● Régime permanent	0,3 à 1,3 W	1 à 2 W

(1) Il existe des varistances de tension plus faible, mais leurs performances électriques sont très inférieures.

(2) V_{RM} = tension de veille

(3) Facteur d'écrêtage = $\frac{\text{tension d'écrêtage (à } I_{PP} \text{ Transil)}}{\text{tension d'avalanche (à 1 mA)}}$

(4) Diviser ces valeurs par 2 pour les Transil bidirectionnelles.

Tableau 3.

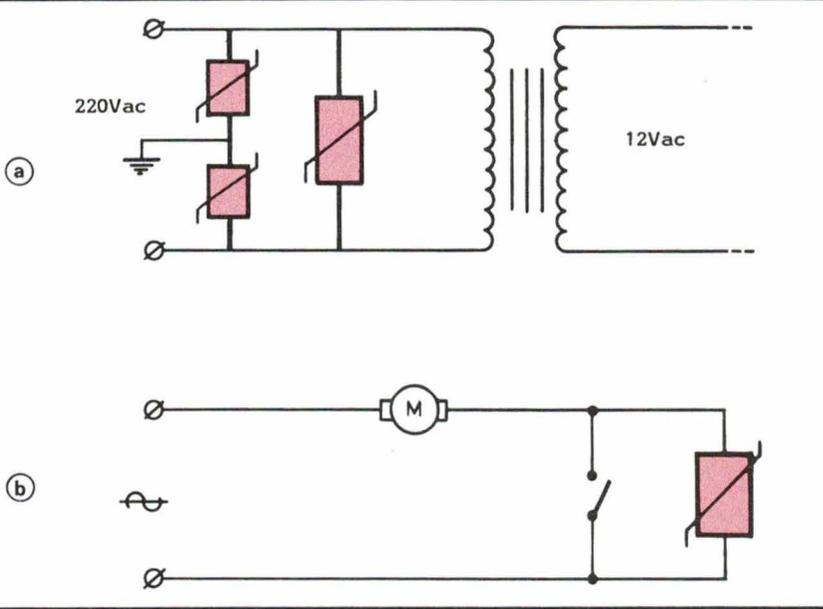


Fig. 16. - Circuits de protection par varistances. a) protection au primaire d'un transformateur ; b) protection d'un contact commandant un moteur.

Comportement après une surcharge dépassant les limites spécifiées

À la suite d'une surcharge dépassant les limites spécifiées dans les notices techniques, les Transil se détruisent et se comportent toujours comme des courts-circuits. Elles permettent ainsi une protection absolue de l'équipement. En revanche, les varistances se comportent généralement comme des circuits ouverts et n'offrent plus de protection pour les surcharges suivantes.

Fiabilité

● Au blocage

Des résultats de tests de fiabilité au blocage effectués à la tension de

veille, à 70 °C et pendant 500 heures, montrent que l'évolution de la tension d'avalanche est inférieure à 1 % pour les Transil et de l'ordre de 5 % pour les varistances.

● En surcharge

Le mécanisme interne de dégradation de la structure à la suite de chaque surcharge modifie sensiblement la caractéristique électrique de la varistance (la tension baisse et le courant de fuite augmente). La caractéristique de la Transil (composant au silicium ayant une structure monocristalline) n'évoluera pas au-delà des limites données dans les notices techniques quel que soit le nombre de surcharges d'amplitude I_{PP} spécifiée.

On estime enfin que, pour des boîtiers similaires, le coût des Transil est en moyenne deux fois plus élevé que celui des varistances.

Domaines d'application principaux

- La varistance présente une très grande capacité d'absorption en régime transitoire (pour un nombre limité de chocs) mais son facteur d'écrêtage est élevé. Elle est mieux adaptée à la protection d'équipements soumis à de fortes perturbations de courte durée et acceptant des surtensions élevées. Des exemples d'application sont donnés à la figure 16.

- La Transil présente quant à elle un bon facteur d'écrêtage, mais sa capacité d'absorption en régime transitoire est limitée. Elle est mieux adaptée pour la protection des circuits et composants se trouvant en « aval » de la source perturbatrice ; en particulier : circuits intégrés, transistors, microprocesseurs, etc. Des exemples d'application sont donnés à la figure 17.

- En utilisant l'association varistance et Transil, on bénéficie, dans certaines applications d'un montage capable d'absorber de fortes énergies tout en écrêtant à bas niveau. Ceci est illustré à la figure 18.

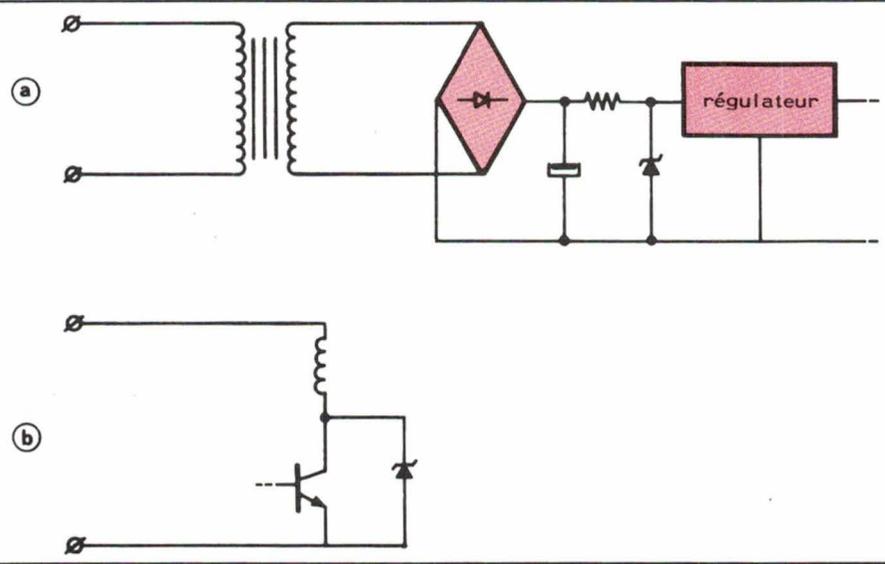


Fig. 17. - Circuits de protection par Transil. a) protection d'un régulateur d'alimentation ; b) protection d'un transistor commandant une bobine de relais.

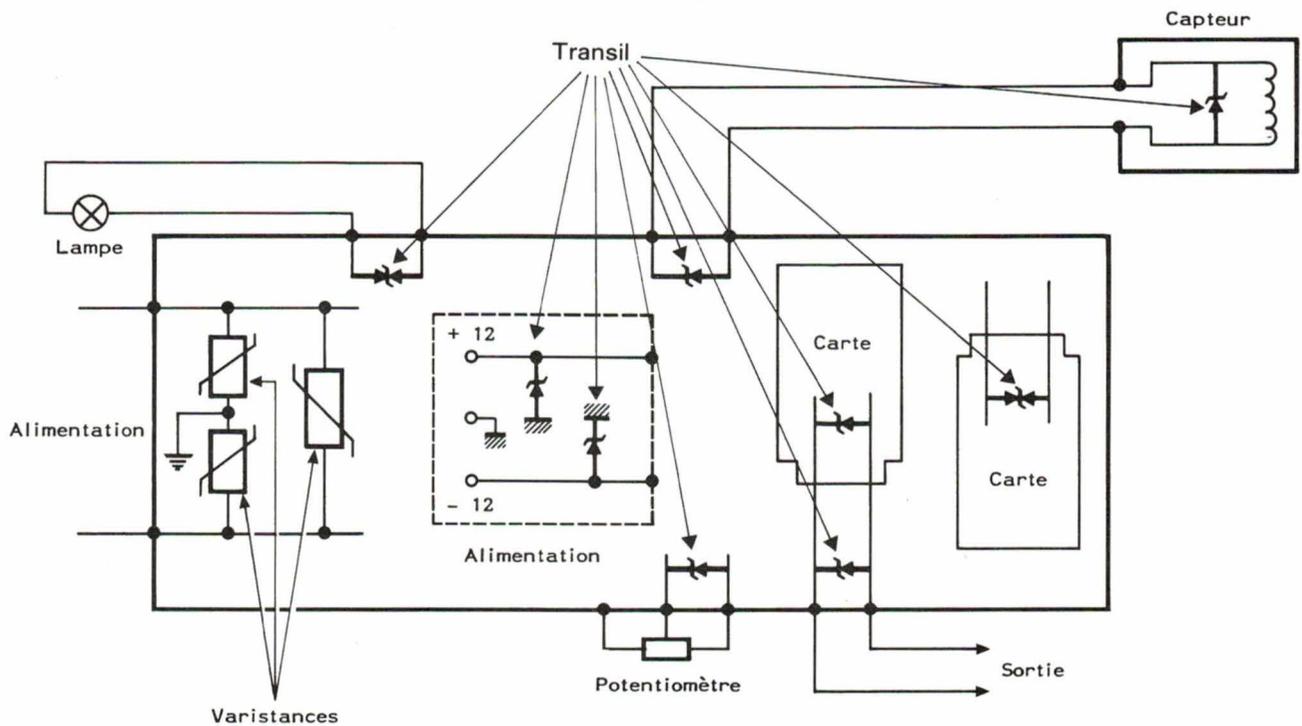


Fig. 18. - L'association varistances-Transil : une solution efficace !

Conclusion

Il n'existe pas de composant idéal. La Transil est un écrêteur remarquable. Son excellente fiabilité lui assure une très longue durée de vie. Mais sa tenue en surcharge, importante pour les basses tensions, est limitée pour les tensions élevées. Elle est mieux adaptée à la protection des circuits électroniques qui ne tolèrent pas de fortes surtensions (semiconducteurs).

La varistance est un composant bon marché qui peut accepter des

pointes de courant importantes en surcharge et de très courte durée. Mais son facteur d'écrêtage est médiocre.

Elle est donc mieux adaptée à la protection des équipements électriques et électrotechniques contre les perturbations de forts niveaux (protection du réseau secteur, moteurs, transformateurs, etc.).

La combinaison de ces deux composants apporte dans certaines applications un montage alliant une forte capacité en surcharge et un écrêtage remarquable. C'est pour-

quoi Transil et varistance doivent être considérés dans la plupart des applications non pas comme des composants concurrents mais comme des composants complémentaires.

Pour fixer les idées, le **tableau 3** établit un comparatif entre varistances (boîtiers de diamètres 7 à 20 mm) et Transil (boîtier de type « F126 » à « AG »).

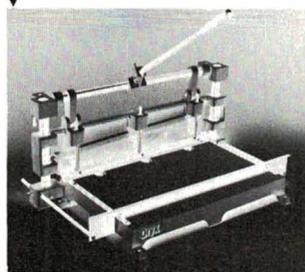
A. Bernabé
Ingénieur

Thomson-Semiconducteurs

MATERIEL PROFESSIONNEL C.I. et SOUDAGE

ORYX

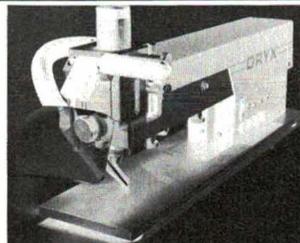
Guillotine d'établi



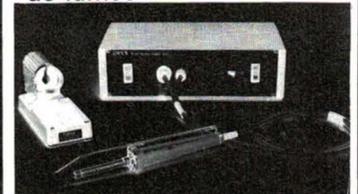
Perceuse grande vitesse ▶
Poste de réparation
▼ HSR 1



F.G.E.T.
DAHAN



Station d'extraction
de fumée ▼



Zone Industrielle Est - Rue Louis-Saillant
69120 VAULX-EN-VELIN - Tél. 78.79.19.19
Télex : 380 065 F - Télécopie 78.80.47.01

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

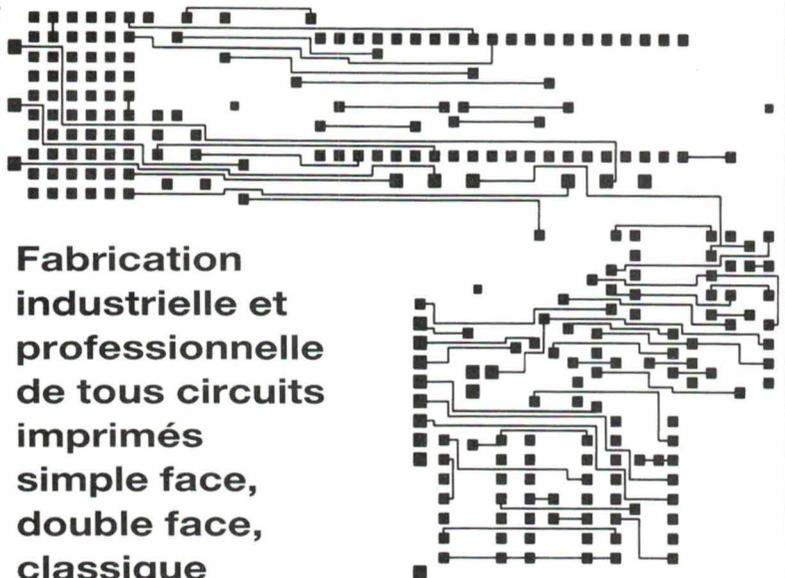
UL

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° 11

8051

Outils et
support pour
développement

EMULATEUR DS-8051,2

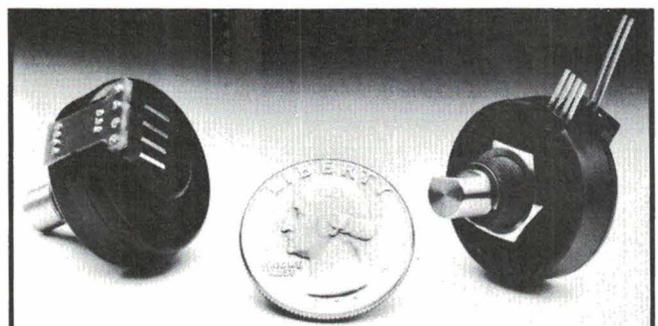


FIRMWARE source
SIMULATEUR
CROSS ASSEMBLEURS
pour tous μP et μC
COMPILATEURS

ETUDE μP ET μC SUR MESURE

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

SERVICE-ANNONCEURS N° 12



POTENTIOMÈTRES DIGITAUX

TAILLE 11

CODEURS MODULAIRES

TAILLES 11, 15 et 20



BOULES CODEUSES

2 et 3 AXES

ENCOTECH

Centre Val Courcelle
7 à 9, rue Fernand Léger
91190 GIF-sur-YVETTE
Tél. (1) 69.07.78.02
Télex 603 474 F Encotec

SERVICE-ANNONCEURS N° 13



Applications

Programmes de synthèse de signaux rectangulaires

L'une des formes de tension couramment utilisées pour tester un amplificateur ou un servomécanisme est le signal rectangulaire. Pour transmettre une telle tension, il faut théoriquement une bande passante infinie et pas de déphasage.

Un amplificateur audiofréquence produit atténuation et déphasage. Fort heureusement, l'oreille n'est pas sensible aux déphasages des harmoniques par rapport au fondamental, car tous nos appareils de reproduction sonore seraient alors à revoir.

L'étude proposée ici, sur Basic Spectrum, va nous permettre d'effectuer la synthèse de signaux d'origine électrique et de prévoir leur comportement après traitement. Les résultats trouvés sur des systèmes simples s'appliquent à des dispositifs même très complexes.

Rappels élémentaires

Sans entrer dans des considérations mathématiques de haut niveau, il est aisé de comprendre que l'addition de fonctions sinusoïdales prédéterminées puisse conduire à une forme précise de signal. Ces fonctions sont liées entre elles par le rapport de leurs amplitudes, leur phase, leurs fréquences, qui sont multiples paires ou impaires d'une fréquence de base dite fondamentale. Ces fréquences multiples sont dites harmoniques ; harmoniques pairs si 2, 4, 6, 8... fois la fondamentale ; harmoniques impairs si 3, 5, 7, 9... fois la fondamentale.

Le tableau 1 donne les développe-

ments de certaines fonctions rencontrées en électronique. Nous constatons, dans les fonctions, soit la présence d'harmoniques impairs, soit celle d'harmoniques pairs. Cette particularité résulte des symétries rencontrées dans les courbes soit par rapport à un point : fonctions impaires, soit par rapport à une droite : fonctions paires. Nous terminerons ce paragraphe en rappelant qu'un son musical peut également être décomposé en une fréquence fondamentale et ses harmoniques. La différence existant d'un instrument à l'autre résulte de ce que les sons émis contiennent un spectre d'harmoniques très variable avec le modèle considéré.

Programmes relatifs au signal rectangulaire

La procédure, pour recomposer un signal à partir de ses éléments partiels, consiste à calculer, pour chaque point, la valeur élémentaire, et d'en faire la somme algébrique. Les valeurs partielles sont contenues dans deux tableaux indicés *G* et *H*. Le tableau *G* renferme les valeurs qui s'ajoutent entre elles, le tableau *H* celles qui se retranchent. Le total des tableaux donne 100 valeurs, ce qui permet d'inclure l'harmonique 199. Signalons qu'un calcul de

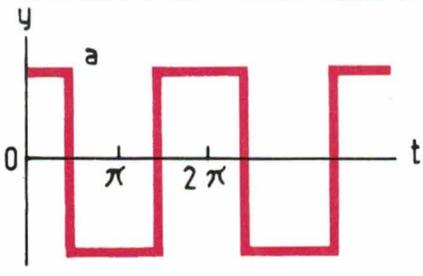
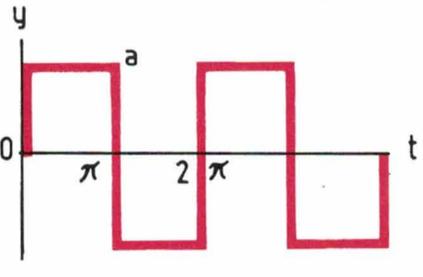
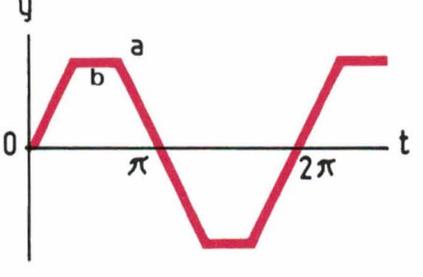
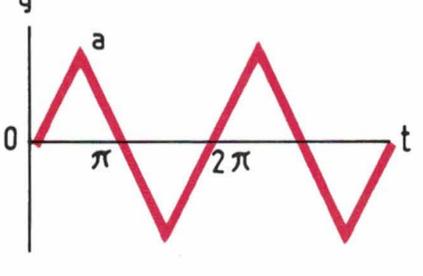
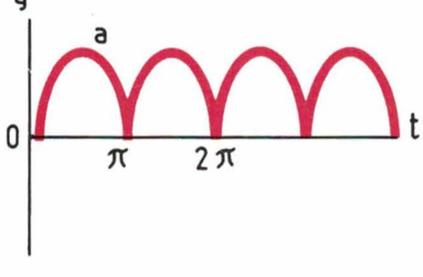
	<p>(a)</p> $f(t) = \frac{4a}{\pi} \left(\frac{\cos \omega t}{1} - \frac{\cos 3 \omega t}{3} + \frac{\cos 5 \omega t}{5} - \frac{\cos 7 \omega t}{7} + \dots \right)$
	<p>(b)</p> $f(t) = \frac{4a}{\pi} \left(\frac{\sin \omega t}{1} + \frac{\sin 3 \omega t}{3} + \frac{\sin 5 \omega t}{5} + \frac{\sin 7 \omega t}{7} + \dots \right)$
	<p>(c)</p> $f(t) = \left(\frac{4a}{\pi b} \sin b \cdot \sin \omega t + \frac{1}{3^2} \cdot \sin 3 b \cdot \sin 3 \omega t + \frac{1}{5^2} \cdot \sin 5 b \cdot \sin 5 \omega t + \dots \right)$
	<p>(d)</p> $f(t) = \frac{8a}{\pi^2} \left(\sin \omega t - \frac{\sin 3 \omega t}{3^2} + \frac{\sin 5 \omega t}{5^2} - \frac{\sin 7 \omega t}{7^2} + \dots \right)$
	<p>(e)</p> $f(t) = \frac{2a}{\pi} - \frac{4a}{\pi} \left(\frac{\cos 2 \omega t}{1 \times 3} + \frac{\cos 4 \omega t}{3 \times 5} + \frac{\cos 6 \omega t}{5 \times 7} + \dots \right)$

Tableau 1

H11 demande 18 mn, et de H23 prend 33 mn.

Premier programme :

En se reportant au **tableau 1**, fonction (a), nous constatons qu'il s'agit d'une série alternée, ne contenant que des harmoniques impairs. Le niveau d'harmoniques est demandé en début de programme, et il est dé-

terminé à partir de $Z:H = 4 \times Z - 1$.

Les **figures 1 à 4** montrent comment, en augmentant le nombre d'harmoniques, le signal rectangulaire prend progressivement sa forme finale. Réciproquement, si, partant d'une tension rectangulaire, on supprime les harmoniques de rang supérieur, nous obtiendrons les mêmes courbes. Cette observation

importante laisse présager de l'action d'un filtre passe-bas sur une telle tension.

Les **figures 5 à 7** représentent des courbes limitées à H23 mais où l'on a éliminé les multiples 3, puis 5, puis 3 + 5. Cette action serait obtenue par le passage de tension contenant H23 dans des filtres éliminateurs situés aux valeurs des harmoniques indi-

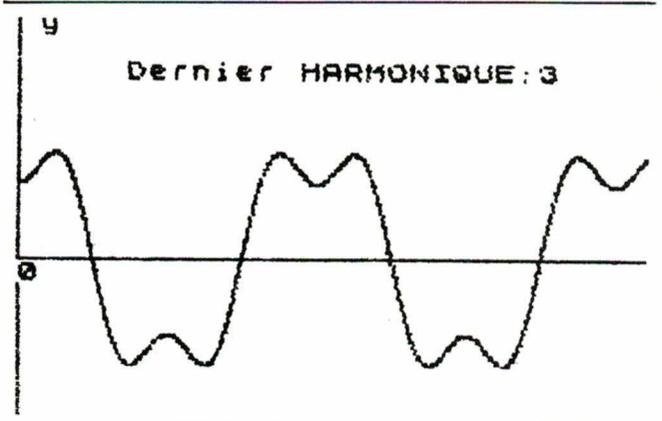


Fig. 1

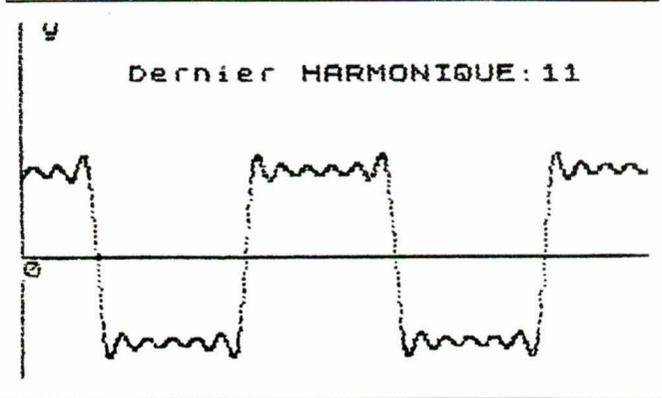


Fig. 2

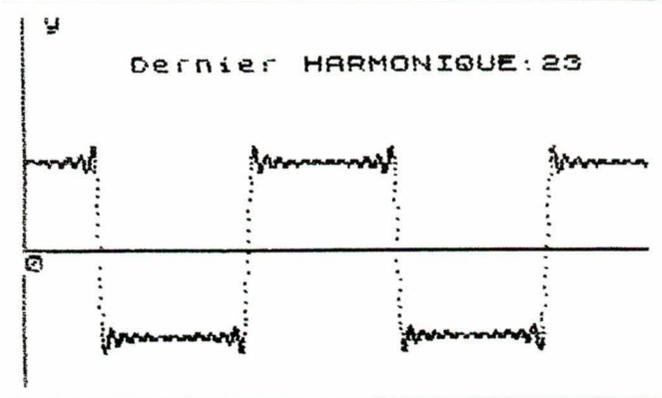


Fig. 3

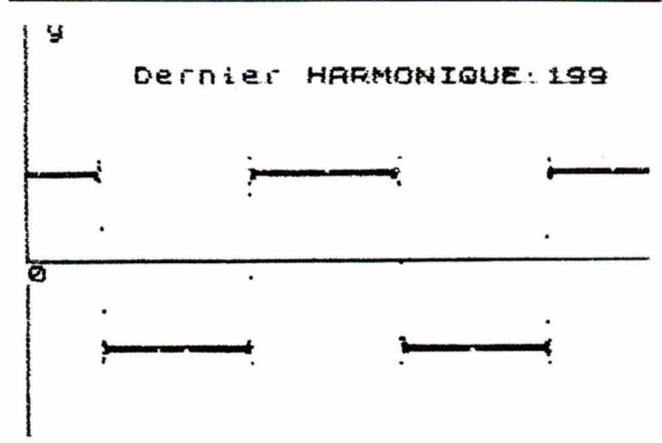
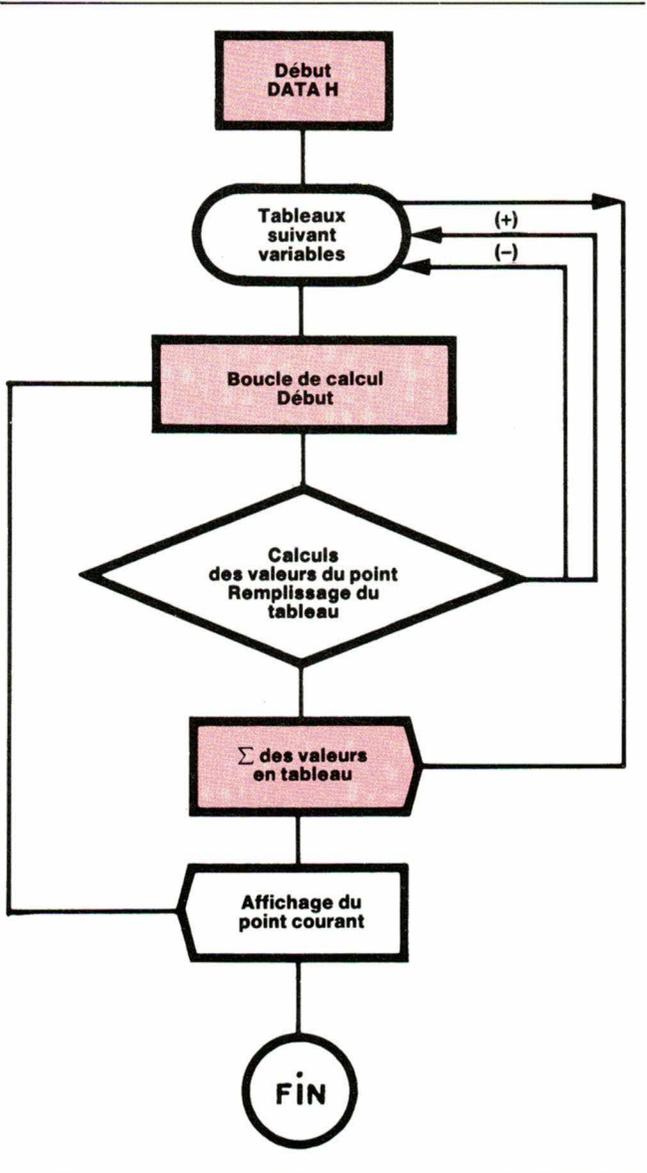


Fig. 4



Organigramme de base relatif aux programmes proposés.

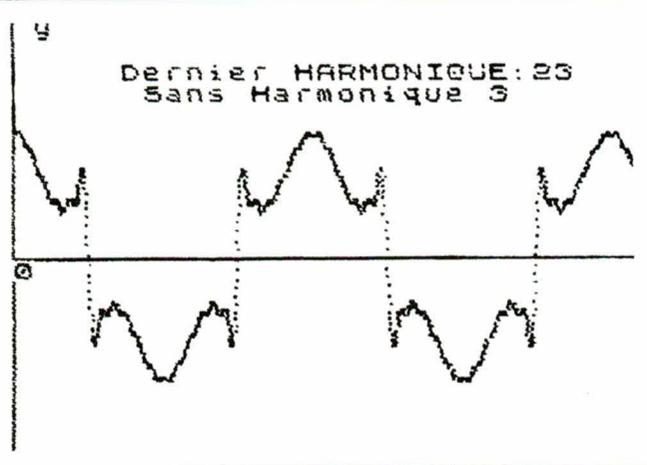


Fig. 5



```

1 BORDER 7: PAPER 1: INK 7
10 PRINT AT 10,4;"SYNTHESE d
e FOURIER >"; PAUSE 100: CLS
20 PRINT AT 10,6;"SIGNAL RECTA
NGULAIRE": PRINT AT 12,5;"Origine
s 1/4 de periode": PAUSE 150: CL
S
30 PRINT AT 10,1;"INTRODUIRE l
e RANG du PLUS HAUT
HARMONIQUE I
MPAIR: H= (max :75)":
INPUT H: PRINT AT 12,23;4*H-1: PA
USE 200: CLS
40 IF H>150 THEN GO TO 30
50 DIM G(75): DIM H(75)
60 LET I=1: LET J=3
70 FOR T=0 TO 178 STEP .1
80 FOR A=1 TO H: LET G(A)=(40/
I)*COS (I*T/(4*PI)): LET I=I+4:
NEXT A: LET I=1
90 FOR B=1 TO H: LET H(B)=(40/
J)*COS (J*T/(4*PI)): LET J=J+4:
NEXT B: LET J=3
100 LET Yr=0: LET Ys=0
110 FOR U=1 TO H: LET Yr=G(U)+Y
r: LET Ys=H(U)+Ys: NEXT U: LET Y
0=Yr-Ys
120 LET Y=Y0+80
130 LET Ti=T*1.4
140 PLOT Ti,Y
150 PLOT Ti,80
160 NEXT T
170 FOR A=10 TO 165: PLOT 0,A:
NEXT A
180 PRINT AT 1,1;"y";AT 12,31;"
t";AT 12,0;"0": PRINT AT 3,5;"De
rnier HARMONIQUE:"; (H*4-1)
190 REM
<< NO COPY RIGHT - SCHERER >>
    
```

Premier programme.

```

195>PAUSE 500: FOR A=1 TO 30: P
RINT AT 21,9;"
PAUSE 5: PRINT AT 21,3;"ENTRER :
GOTO 200": PAUSE 10: NEXT A: ST
OP
200 CLS : PRINT AT 10,2;"SIGNAL
RECTANGULAIRE (suite)":AT 12,5;
"Origine sans dephasage": PAUSE
150: CLS
210 PRINT AT 10,1;"INTRODUIRE l
e RANG du PLUS HAUT
HARMONIQUE I
MPAIR: H= (max :150)":
INPUT H: PRINT AT 12,23;2*H+1:
PAUSE 200: CLS
220 DIM G(150): LET I=1
230 FOR T=0 TO 178 STEP .1
240 FOR A=1 TO H+1: LET G(A)=(4
0/I)*SIN (I*T/(4*PI)): LET I=I+2
: NEXT A: LET I=1
250 LET Yg=0
260 FOR U=1 TO H+1: LET Yg=G(U)
+Yg: NEXT U
270 LET Y=Yg+80: LET Ti=T*1.4
280 PLOT Ti,Y: PLOT Ti,80
290 NEXT T
300 FOR A=10 TO 165: PLOT 0,A:
NEXT A
310 PRINT AT 1,1;"y";AT 12,31;"
t";AT 12,0;"0": PRINT AT 3,5;"De
rnier HARMONIQUE:";H*2-1
320 REM
<< NO COPY RIGHT -SCHERER >>
    
```

Deuxième programme.

H	1	3	5	7
U_s/U_e	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{10}$	$1/\sqrt{26}$	$1/\sqrt{50}$
φ^0	-45^0	$-71,5^0$	$-78,7^0$	$-81,8^0$

Tableau 3

```

1 BORDER 7: PAPER 1: INK 7
5 PRINT AT 10,4;"SYNTHESE d
e FOURIER >": PAUSE 150: CLS
10 PRINT AT 10,4;"SIGNAL RECTA
NGULAIRE et
(( FILTRE DU PR
EMIER ORDRE >>"
20 PAUSE 250: CLS
30 PRINT AT 10,1;"INTRODUIRE l
e RANG du PLUS HAUT
HARMONIQUE I
MPAIR: H= (max :150)":
INPUT H: PRINT AT 12,23;2*H-1:
PAUSE 200: CLS
40 IF H>150 THEN GO TO 30
50 DIM G(150): DIM K(150): DIM
L(150): DIM M(150)
60 LET I=1
70 FOR T=0 TO 178 STEP .25
80 FOR A=1 TO H: LET G(A)=(40/
I)*SIN (I*T/(4*PI)): LET K(A)=1/
SQR (1+(I*I)): LET L(A)=ATN I: L
ET I=I+2: NEXT A: LET I=1
90 FOR B=1 TO H: LET M(B)=(40/
I)*SIN ((I*T/(4*PI))-L(B))*K(B):
LET I=I+2: NEXT B: LET I=1
100 LET Yg=0: LET Ym=0
110 FOR U=1 TO H: LET Yg=G(U)+Y
g: LET Ym=M(U)+Ym: NEXT U
120 LET Y=Ym+80: LET Y1=Yg+80:
LET Ti=T*1.4
130 PLOT Ti,Y: PLOT Ti,80: PLOT
Ti,Y1
140 NEXT T
150 FOR A=10 TO 165: PLOT 0,A:
NEXT A
160 PRINT AT 1,1;"y";AT 12,31;"
t";AT 12,0;"0":AT 2,5;"Dernier H
ARMONIQUE:"; (H*2-1);AT 3,5;"Rect
angle et 1er ordre"
170 REM
(( NO COPY RIGHT - SCHERER ))
    
```

Troisième programme

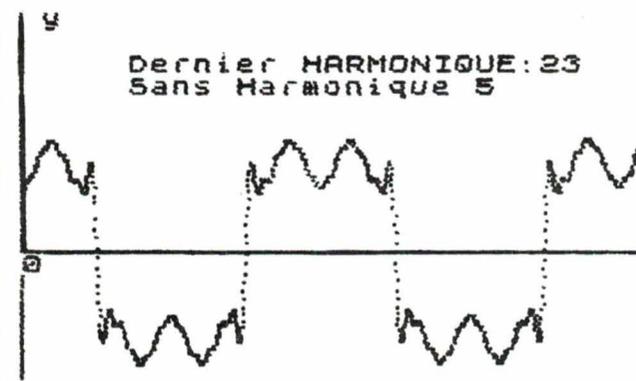


Fig. 6

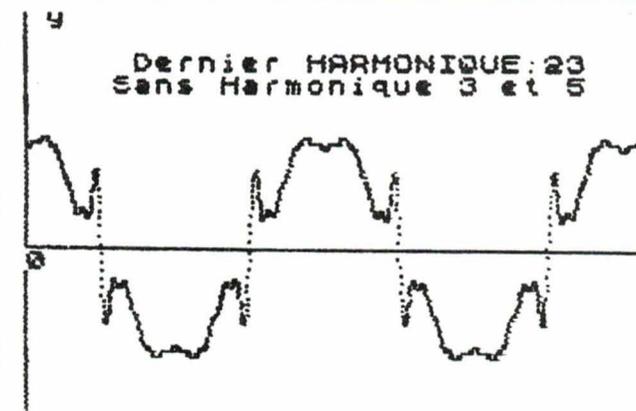


Fig. 7

qués. En réalité, nous verrons qu'il y a lieu de tenir compte des déphasages apportés par les filtres.

La procédure d'élimination d'une ou plusieurs fréquences multiples s'effectue en modifiant la ligne 110 comme ci-dessous :

```
110>FOR V=1 TO H: LET Yg = G(V)+Yg: LET Yh=H(V) +Yh: NEXT V: LET Y0 = Yg - Yh + H(1) - G(2)
```

(Voir **tableau 1**, case 1 pour la série alternée.)

Les valeurs *G* doivent être retranchées : signe + dans la fonction.

Les valeurs *H* doivent être ajoutées : signe - dans la fonction.

Le contenu des tableaux *DIM* est explicité par le **tableau 2**.

A la ligne 130, le produit de *T* par 1,4 a pour but d'obtenir une division millimétrique des tracés.

Le **deuxième programme** est celui de la fonction (b) du **tableau 1**. Le signal rectangulaire est en phase avec l'origine. Ce programme, de conception plus simple, ne comporte qu'un tableau *Dim*. Il permettra d'examiner plus facilement les modifications qui interviennent après différents traitements.

● **Note sur le choix de la pulsation**

Ce choix est tout à fait arbitraire, il n'intervient que pour l'obtention d'un graphisme lisible sur imprimante et écran.

De la même manière que dans le précédent programme, il est possible de faire des suppressions d'harmoniques à la ligne 270 :

```
Y = Yg + 80 - G(1) - G(3) - G(4) - .....  
G(1,2,3,4.....)=Fondamental, H3, H5, H7.....
```

La **figure 8** représente le tracé obtenu en incluant l'harmonique 23. Il est à comparer avec celui de la **figure 3** précédente. On constatera le décalage d'un quart de période ainsi que la différence observée dans les fonctions (a) et (b).

La **figure 9** représente la fonction de base (*H=1*) à laquelle viendront s'ajouter les harmoniques qui donneront la forme rectangulaire définitive.

La **figure 10** représente un tracé obtenu en supprimant le fondamental, opération qui correspond au passage du signal rectangulaire dans un filtre coupe-bande centré sur sa pseudo-période.

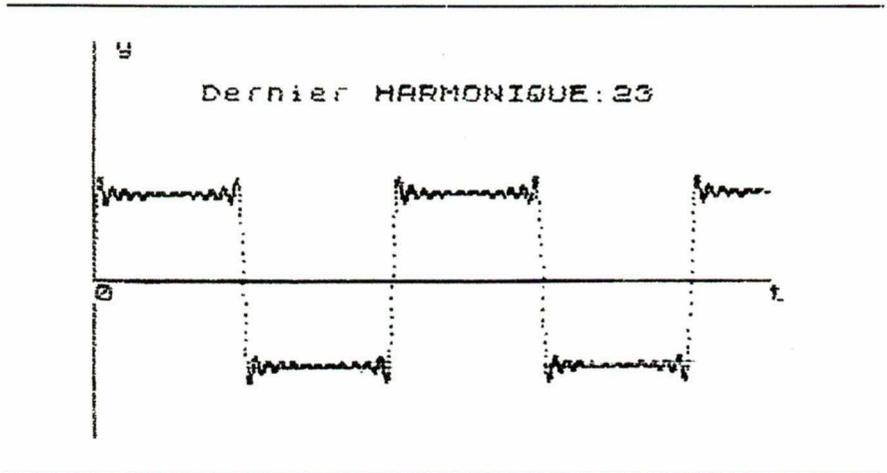


Fig. 8

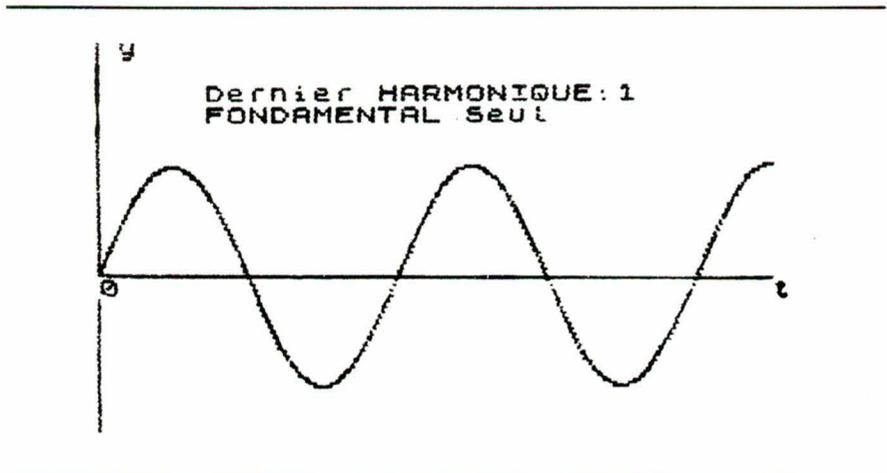


Fig. 9

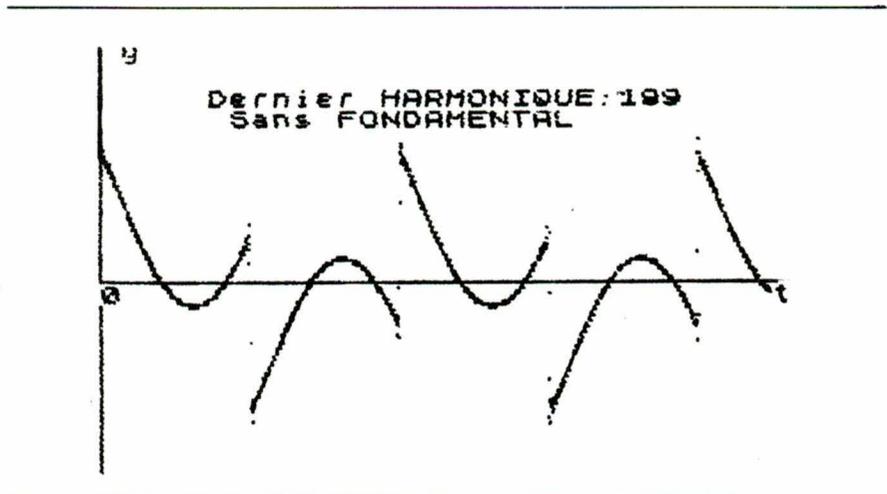


Fig. 10

contient :	G(1) ↓ H1	G(2) ↓ H5	G(3) ↓ H9	G(4) ↓ H13	G(5) ↓ H17
contient :	H(1) ↓ H3	H(2) ↓ H7	H(3) ↓ H11	H(4) ↓ H15	H(5) ↓ H19

Tableau 2.

La **cliché 1** comporte, en haut, un signal rectangulaire ; en bas, le même signal après passage dans un filtre de *Wien*. Ce cliché est à comparer avec la **figure 10 bis**, qui est une courbe calculée. A noter que pour obtenir ce résultat, le fondamental soustrait est déphasé de $\pi/8$, l'élimination n'est donc en réalité pas totale.

Les différentes interventions dans le programme sont les suivantes :

```

245 LET J=40*SIN ((T/(4*PI)) -PI /8)
250 LET Yg=0
260 FOR V=1 TO H: LET Yg=G(V) +Yg: NEXT V
270 LET Y=Yg+80-J: LET Ti=T*1.4
    
```

Modification de l'amplitude et de la pulsation :

```

240 >FOR A=1 TO H: LET G(A)=(40/(I*2.5))
      *SIN ((I*T*3)/(4*PI)): LET I=I+2: NEXT A:LET I=1
245 LET J=(40/2.5) *SIN (((T*3)/(4*PI)) - PI/8)
250 LET Yg=0
260 FOR V=1 TO H: LET Yg = G(V)+Yg:NEXT V
270 LET Y=Yg+80-J: LET Ti=T*1.4
    
```

De manière à obtenir le maximum de points sur les tracés, le pas de calcul des pixels est de 0,1. Pour accélérer les calculs, ce pas sera ramené à 0,5 ou 1.

Petit à petit, on entrevoit les possibilités offertes par cette méthode de prévoir, grâce à de courts programmes, quels signaux nous obtiendrons après différents traitements.

Si nous nous intéressons surtout au signal rectangulaire, c'est parce qu'il est constitué d'une suite d'échelons positifs et négatifs, échelons couramment utilisés pour l'étude des systèmes asservis. Nous verrons ultérieurement comment, grâce à une autre transformation,

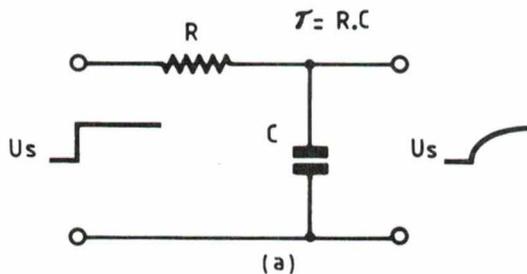
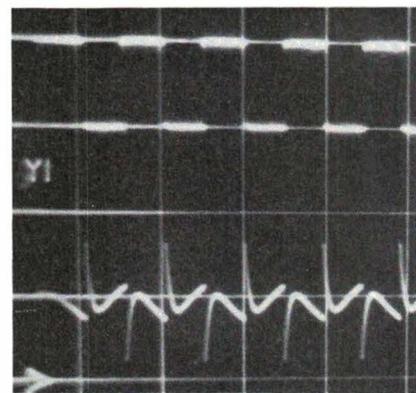


Fig. 11a



Cliché 1

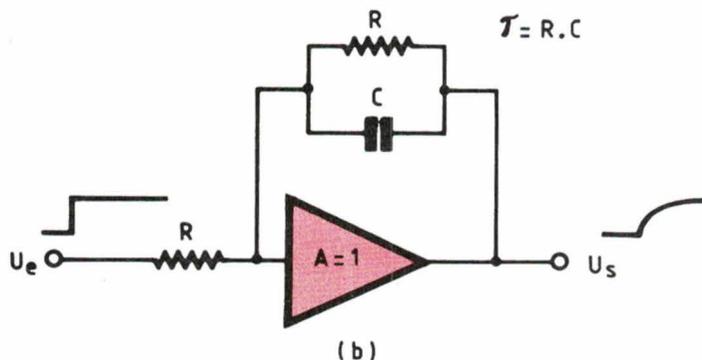


Fig. 11b

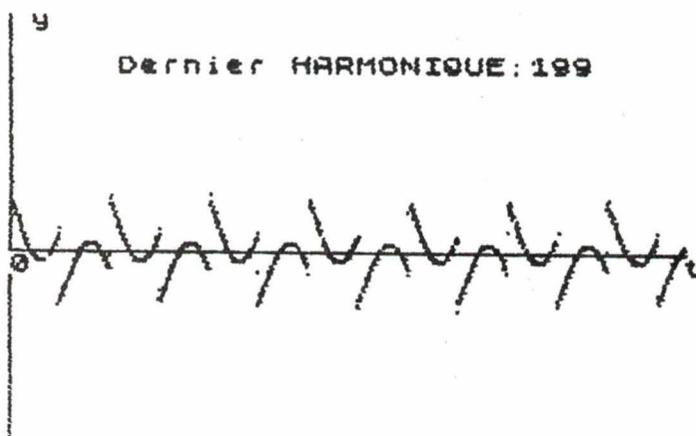


Fig. 10 bis

dite de *Carson*, il est possible de connaître la transmittance d'un système à partir de sa réponse à l'échelon.

Maintenant, nous allons faire intervenir les modifications de phase et d'amplitude agissant sur chaque terme de la série lors du passage d'une tension rectangulaire dans différents filtres.

Filtres du premier ordre

Les figures 11 (a) et (b) représentent deux filtres du premier ordre, l'un dit passif car il atténue, l'autre

dit actif, car il peut amplifier son signal d'entrée. Ici, ils ont la même fonction de transfert. La figure 12 donne la réponse en régime harmonique du filtre de premier ordre.

Pour résoudre le problème d'action d'un filtre, on considère séparément chacune des fonctions élémentaires sinusoïdales; connaissant la fonction mathématique du filtre, on détermine, pour chacun des harmoniques, quel sera le nouveau contexte, c'est-à-dire la nouvelle amplitude et la nouvelle phase après passage dans le filtre. La recombinaison de la série ainsi obtenue donne un nouveau tracé, qui est la réponse cherchée.

Le tableau 3 précise la caractéristique amplitude/fréquence dont tient compte le programme pour effectuer ses opérations.

Le troisième programme a pour but d'effectuer les opérations précédemment indiquées et affiche les résultats sous la forme de deux courbes :

- Le signal rectangulaire d'entrée : U_e ;
- Le signal de sortie exponentiel : U_s (fig. 13).

L'abscisse est commune aux deux courbes. La courbe de réponse n'est autre qu'une exponentielle inscrite dans chaque rectangle. Ainsi, par atténuations et décalages des différentes sinusoïdes élémentaires contenues dans le signal rectangulaire, nous passons au signal exponentiel, qui est une réponse du premier ordre.

Le rôle des différents tableaux DIM est le suivant :

- G(1 à 150) : élaboration du signal rectangulaire.
- K(1 à 150) : atténuation du fondamental et des harmoniques suivant la courbe de la figure 12(a).
- L(1 à 150) : déphasages de cha-

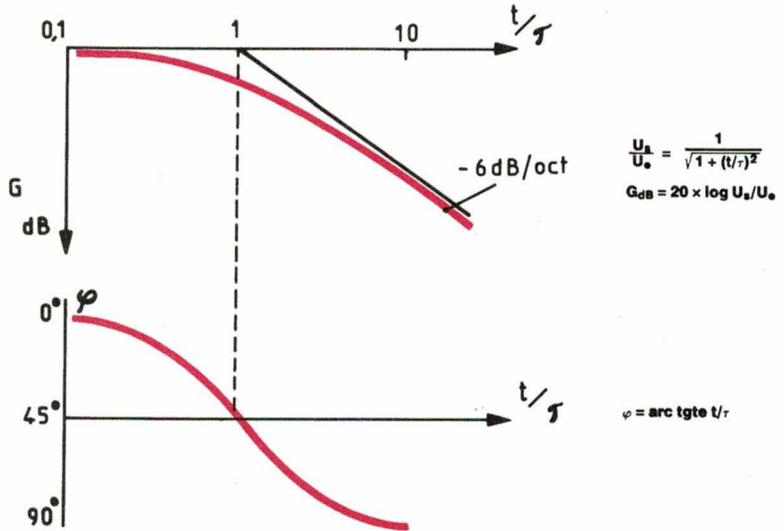


Fig. 12

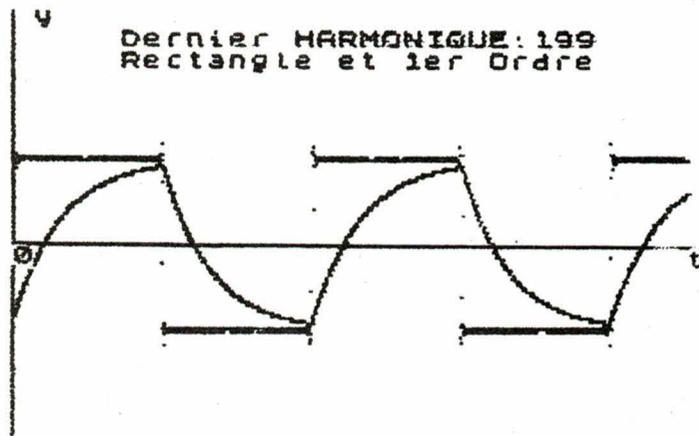


Fig. 13

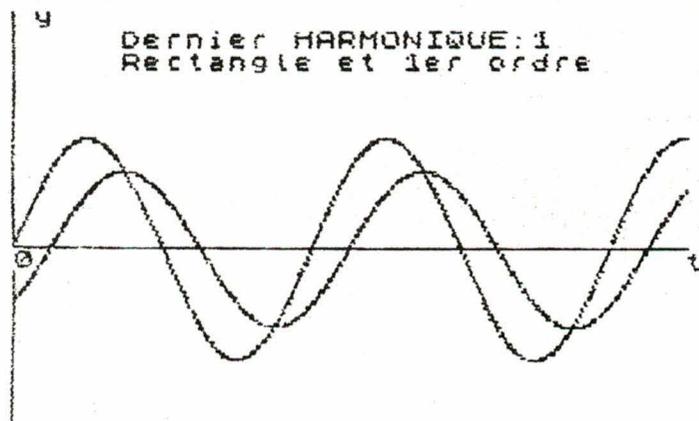
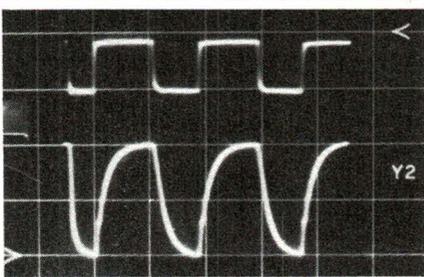


Fig. 14



Cliché 2

cune des fonctions élémentaires suivant la courbe de la figure 12(b).

- M(1 à 150) : élaboration du signal de sortie.

Le fondamental et le point de transition (-3 dB) du filtre sont centrés sur la même valeur.

Le cliché 2 est obtenu sur un am-

plificateur de puissance dont la fonction de transfert est assimilable, en première approximation, à un gain plus une constante de temps. Un examen plus détaillé fait apparaître des harmoniques d'un rang très élevé. Le signal rectangulaire et à 100 kHz.

● Retour au fondamental

Le rang 1 étant attribué au fondamental, dans le troisième programme, on retrouve le déphasage et l'atténuation produits par un filtre du premier ordre sur un signal sinusoïdal lorsque la constante du filtre et la période du signal ont même valeur (fig. 14).

Si, maintenant, le signal d'entrée comporte des harmoniques, par exemple H3 sur la figure 15, l'allure du signal de sortie est modifiée en raison du déphasage propre des harmoniques ainsi qu'en raison de leur atténuation.

● Effet intégrateur d'une forte constante de temps

Un intégrateur simple peut être constitué par un réseau RC à condition que la constante de temps du circuit soit plusieurs fois supérieure à la période du signal.

Nous laissons le soin au lecteur d'effectuer cette vérification, sur le signal fondamental.

Pour cela, modifier la ligne 80 comme ci-après. Le rapport entre constante de temps et pulsation est de 4 :

```
80 >FOR A=1 TO H: LET G(A) = (40/
I) * SIN (I*T/(4*PI)): LET K (A) = 1/
SQR (1+(16*I^2)): LET L(A)=ATN
(I*4): LET I=I+2: NEXT A: LET I=1
```

L'atténuation du signal de sortie est d'autant plus importante que ce rapport est plus élevé ; en revanche, l'erreur d'intégration est réduite d'autant.

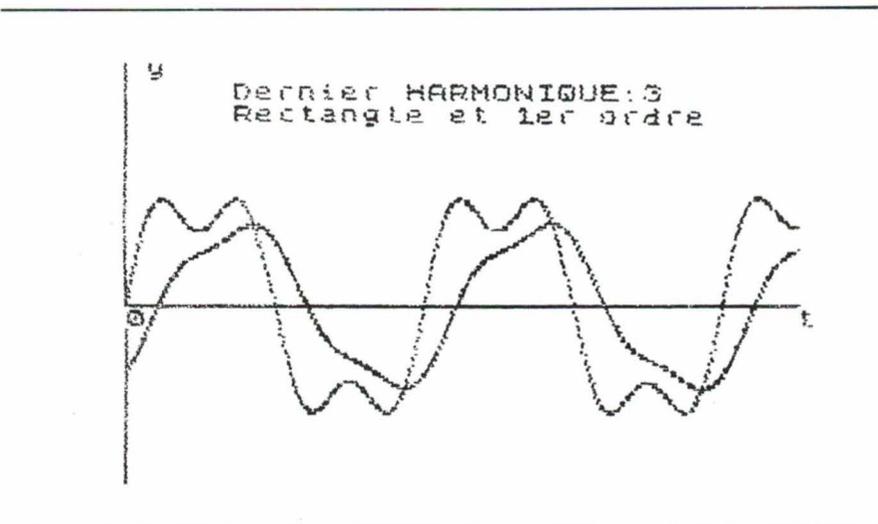


Fig. 15

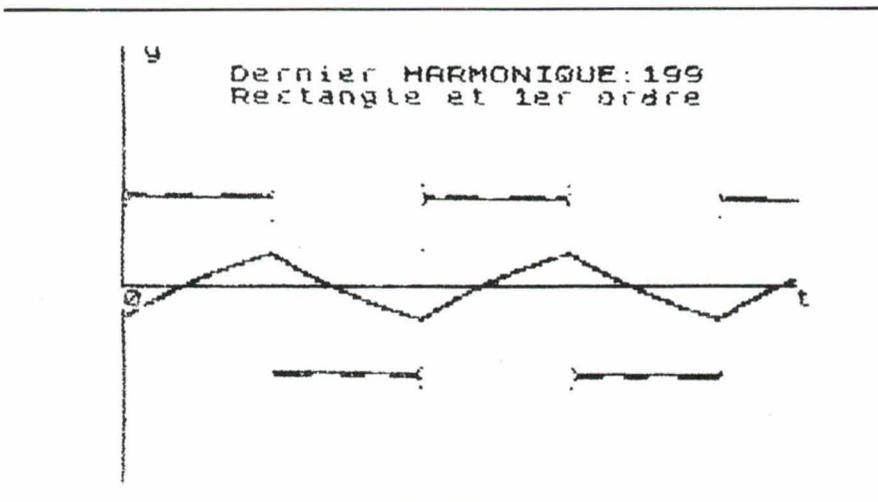


Fig. 16

Conclusion

Nous nous sommes intéressés ici au signal rectangulaire, mais on peut effectuer des opérations identiques sur d'autres formes de signaux.

De même, notre incursion s'est limitée aux filtres du premier ordre. Il est tout aussi loisible à chacun de procéder à l'étude d'un filtrage à plusieurs étages ou du deuxième ordre combiné.

La procédure restera toujours identique à celle indiquée, c'est-à-dire :

- pour le signal de base proprement dit, mettre la hauteur des harmoniques permettant une définition suffisante de la courbe ;

- pour la transformation à travers un filtre, éliminateur ou passe-bande, tenir compte que déphasage et atténuation vont de pair.

R. Scherer

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

256 PAGES POUR MIEUX VOUS SERVIR

TROISIEME EDITION

**TROIS NOUVELLES SECTIONS :
OPTOELECTRONIQUE
SEMICONDUCTEURS
INSTRUMENTATION**

ACCUMULATEURS
ET PILES
ALIMENTATIONS,
CABLES ET FILS,
CARTES D'ETUDES
ET INTERFACE,
CHASSIS, COFFRETS,
SUPPORTS INFORMATIQUES
COMPTEURS,
CONDENSATEURS,
RESISTANCES,
CONNECTEURS, RELAIS,
INTERRUPTEURS,
COMMUTATEURS,
DISSIPATEURS,
VENTILATEURS,
SOUDURE,
OUTILLAGES, ...



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**

Carte bleue acceptée.



VEROSPEED

VEROSPEED - B.P. 453
60004 BEAUVAIS

Je désire recevoir le catalogue VEROSPEED/3^e ÉDITION

Nom _____ Prénom _____

Fonction _____ Service _____

Société _____

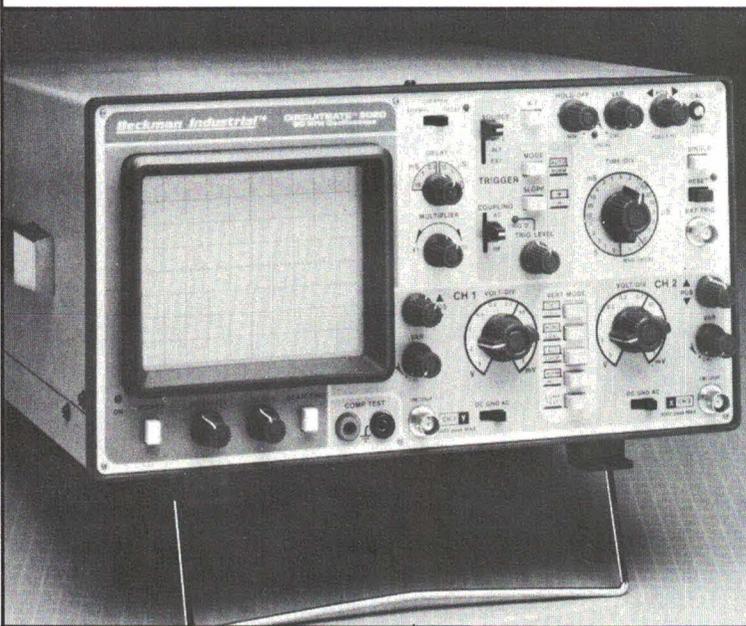
Adresse _____

Tél. _____

EA/04-05/87

BB incipub nes

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 IndustrialTM

Beckman Industrial, 1 bis, avenue du Coteau, F-93220 Gagny • Téléphone: (1) 43.02.76.06 • Téléc: 212971

SERVICE-ANNONCEURS N° 15

**MAINTENANT EN VENTE
SUR LA PLANÈTE TERRE**



ISKRA

**pour les revendeurs
354, RUE LECOURBE
75015 PARIS**

NOTO J.

SERVICE-ANNONCEURS N° 16



Etude

Les amplificateurs d'instrumentation : technologie et emploi

Pour amplifier un signal de faible niveau dans un milieu hautement perturbé, c'est-à-dire un signal utile entaché de mode commun important, il est fait usage d'amplificateurs différentiels spéciaux, plus communément dénommés amplificateurs d'instrumentation.

Cet article décrit les caractéristiques principales d'un tel amplificateur, ainsi que les solutions les plus adéquates à apporter en fonction du type d'application choisi.

Principes théoriques

Un amplificateur d'instrumentation idéal (fig. 1) devrait répondre aux caractéristiques suivantes :

- Impédance d'entrée infinie.
- Impédance de sortie nulle.
- Tension de sortie égale au produit de la tension différentielle d'entrée par le gain en boucle fermée de l'amplificateur.

Les caractéristiques d'un amplificateur d'instrumentation « réaliste » (fig. 2) diffèrent légèrement de celles de l'amplificateur idéal. En effet, l'impédance d'entrée n'est pas infinie, elle est composée d'une impédance différentielle Z_{e_d} et d'une impédance de mode commun $Z_{e_{MC}}$.

Ces valeurs finies des impédances peuvent contribuer à introduire une erreur effective dans le circuit, en fonction de l'impédance de la source. De plus, elles peuvent dé-

grader le taux de réjection en mode commun de l'amplificateur si les résistances de source r_{e1} et r_{e2} ne sont pas rigoureusement identiques.

Au signal utile V_{e_d} , peut être superposé un signal perturbateur $V_{e_{MC}}$. Enfin, l'impédance de sortie

Z_s n'est pas nulle, ce qui peut également produire une erreur sur le gain en fonction de la valeur de l'impédance de charge.

Si l'on considère que l'impédance de source r_e est négligeable vis-à-vis de Z_{e_d} , et que l'impédance de

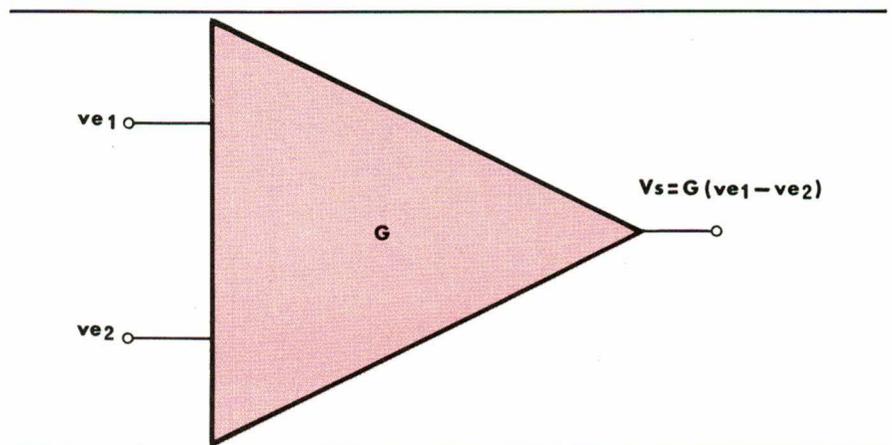
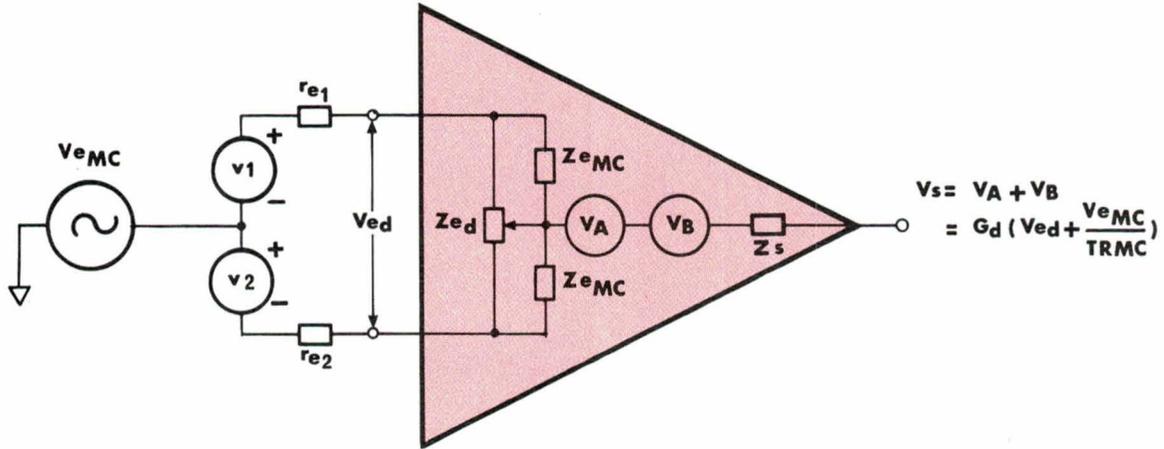


Fig. 1



$$V_s = V_A + V_B = G_d \left(V_{ed} + \frac{V_{eMC}}{TRMC} \right)$$

Fig. 2

sortie Z_s est faible vis-à-vis de l'impédance de charge Z_0 , la tension de sortie V_s résulte de deux composantes V_A et V_B .

$$V_A = G_d (v_1 - v_2) = G_d V_{ed}$$

(signal différentiel)

$$V_B = G_{MC} \frac{v_1 + v_2}{2} = G_{MC} V_{eMC}$$

(signal de mode commun)

$$V_s = G_d V_{ed} + G_{MC} V_{eMC}$$

(signal de sortie)

Si l'on pose $\frac{G_d}{G_{MC}} = TRMC$ (taux de réjection en mode commun), on obtient :

$$V_s = G_d V_{ed} + \frac{V_{eMC}}{TRMC}$$

Exemple : Soit un gain différentiel G_d de 100, un signal d'entrée V_{ed} de

10 mV et une tension de mode commun de 10 V pour un taux de réjection en mode commun de 80 dB :

$$V_s = 100 \cdot 10^{-2} + \frac{10}{10^4} = 110 \text{ mV}$$

soit une erreur de 10 % .

Cet exemple illustre l'importance du mode commun sur la précision de la mesure.

Spécifications électriques

Les feuilles de spécifications sont généralement diffusées avec des valeurs typiques et pour $V_{alim} = \pm 15 \text{ V}$ et $T_a = + 25 \text{ }^\circ\text{C}$. Elles indiquent à l'utilisateur les conditions dans lesquelles l'amplificateur d'instrumentation a été testé.

Lorsque certaines conditions (température, tension d'alimentation, etc.) affectent les performances, ces modifications sont mentionnées dans la spécification.

Les valeurs typiques fournies par le fabricant indiquent une valeur moyenne de la spécification, mais l'utilisateur aura intérêt, dans une application industrielle, à utiliser les valeurs extrêmes (« worstcase » pour le calcul de ses circuits.

Tension de décalage

Ce paramètre peut être considéré comme le « facteur de mérite » d'un amplificateur d'instrumentation. En effet, si la valeur initiale de la tension de décalage peut être ajustée à zéro, sa dérive en fonction du temps et de la température peut dégrader

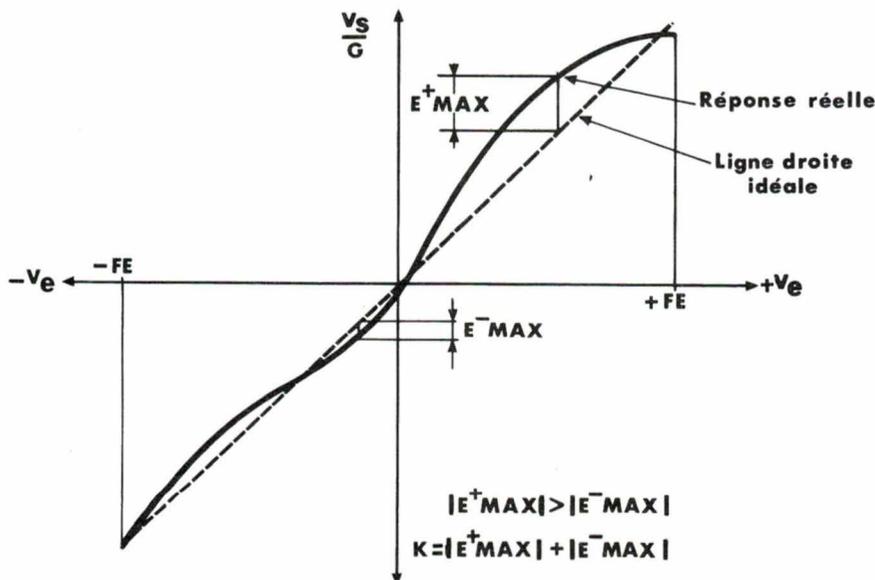


Fig. 3a

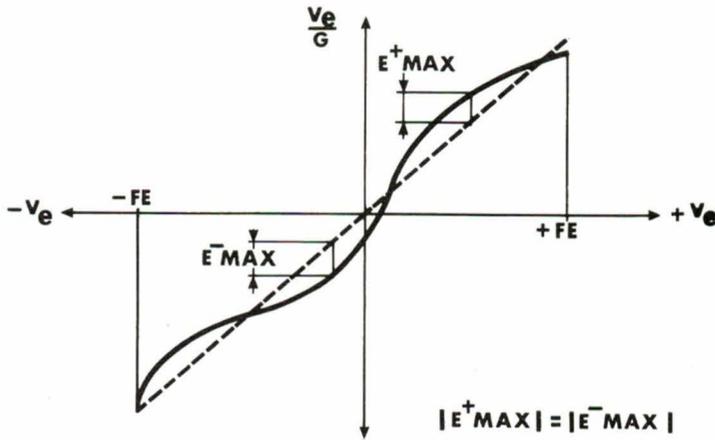


Fig. 3b

Les fabricants spécifient également la précision sur le gain (« gain accuracy ») ; cette valeur exprime la déviation du gain réel par rapport à l'équation générale. L'utilisateur peut annuler cet écart en introduisant une correction sur la valeur de R_G .

Non-linéarité

La non-linéarité est définie comme étant la déviation par rapport à une ligne droite représentative de la fonction de transfert du système.

Cette non-linéarité est généralement spécifiée en pour cent par rapport à la valeur de fond d'échelle.

L'erreur de non-linéarité (fig. 3a) peut être répartie de façon symétrique par rapport à la caractéristique idéale comme le montre la figure 3b.

Temps d'acquisition

Ce paramètre est désigné comme le temps nécessaire pour que la tension de sortie atteigne et reste dans une certaine plage de tolérance de la valeur finale.

Etant donné que divers facteurs contribuent à la valeur finale du temps d'acquisition, un amplificateur d'instrumentation ayant un temps d'acquisition rapide pour une précision de 0,1 % n'aura pas nécessairement un temps d'acquisition dans la même rapport lorsque la précision requise sera de 0,01 %.

de manière appréciable les performances de l'amplificateur.

La tension de décalage à la sortie ainsi que sa dérive sont fonction du gain. Elles s'expriment généralement par une constante, plus un terme proportionnel au gain.

Courant d'entrée

Le courant d'entrée est la valeur requise pour polariser les transistors d'entrée ou, s'il s'agit de FET, le courant de fuite entre gate et source.

Le courant d'entrée des FET est nettement plus faible que celui des transistors bipolaires, mais il augmente de manière importante avec la température.

Si la résistance d'entrée est importante, ce courant d'entrée peut

être considéré comme une source supplémentaire affectant la tension de décalage du système.

Le courant de décalage représente la différence entre les deux courants d'entrée.

Gain

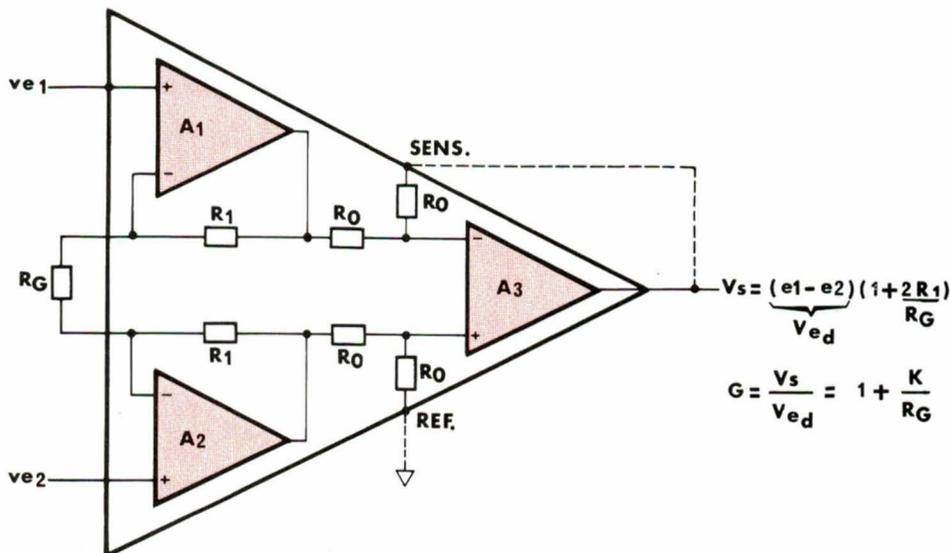
Cette spécification définit la fonction de transfert de l'amplificateur, elle s'exprime généralement par :

$$G = 1 + \frac{K}{R_G}$$

de sorte que, pour un gain donné, on obtient :

$$R_G = \frac{K}{G - 1}$$

La plage de gain la plus fréquente se situe entre 1 et 1 000.



$$V_s = \underbrace{(e_1 - e_2)}_{V_{ed}} \left(1 + \frac{2R_1}{R_G} \right)$$

$$G = \frac{V_s}{V_{ed}} = 1 + \frac{K}{R_G}$$

Fig. 4

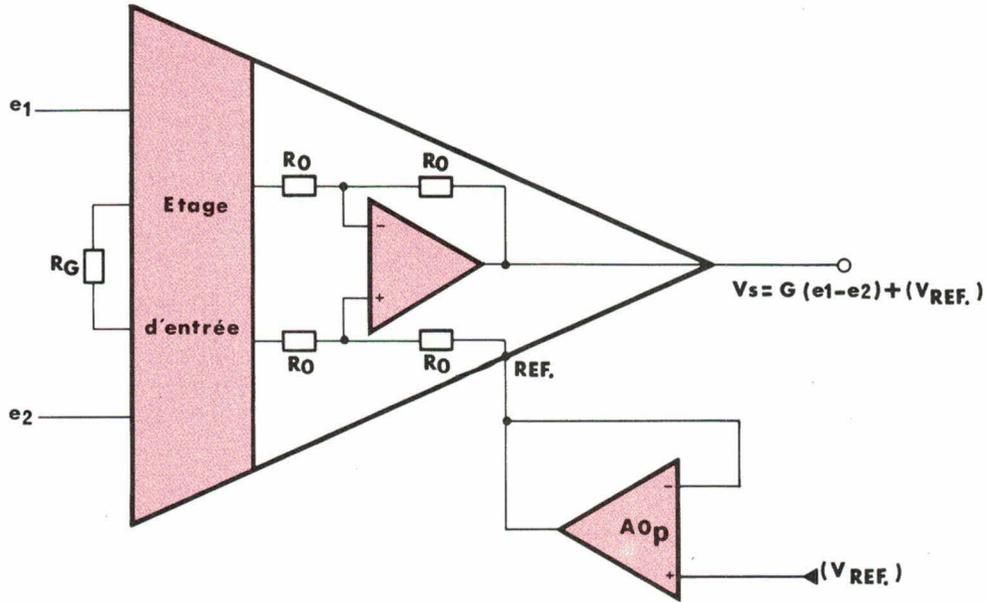


Fig. 5

De plus, le temps d'acquisition n'est pas nécessairement lié au gain. Ces diverses considérations mettent en évidence le soin avec lequel il faut sélectionner le type d'amplificateur adéquat dans une application où le temps d'acquisition est un critère de choix.

Réjection en mode commun

La réjection en mode commun est la mesure du changement de la tension de sortie lorsque les deux entrées sont soumises à un signal identique.

De par la configuration d'entrée de l'amplificateur, la réjection en mode commun d'un amplificateur d'instrumentation augmente avec le gain. Des valeurs de 120, voire 130 dB, peuvent être atteintes; ces valeurs semblent toutefois être une limite dans l'état actuel des technologies, car, au-delà, les valeurs des capacités de fuite deviennent significatives.

La structure conventionnelle d'un amplificateur d'instrumentation est, généralement, celle à trois amplificateurs opérationnels représentée à la figure 4.

Dans cette configuration, l'étage d'entrée est réalisé à partir des amplificateurs non inverseurs A1 et A2 câblés de façon symétrique et dont les particularités sont une impédance d'entrée élevée, un gain de boucle égal à $1 + 2 R_1/R_G$ et un gain en mode commun théoriquement nul.

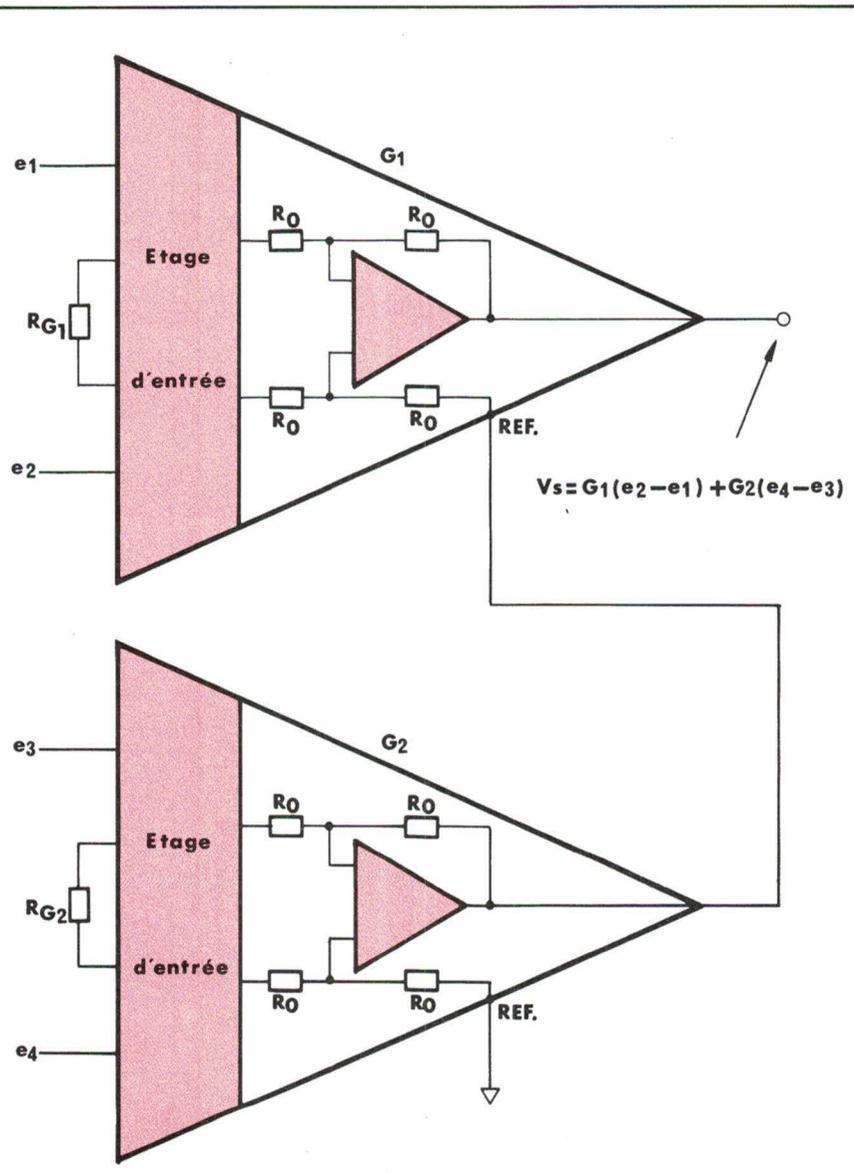


Fig. 6

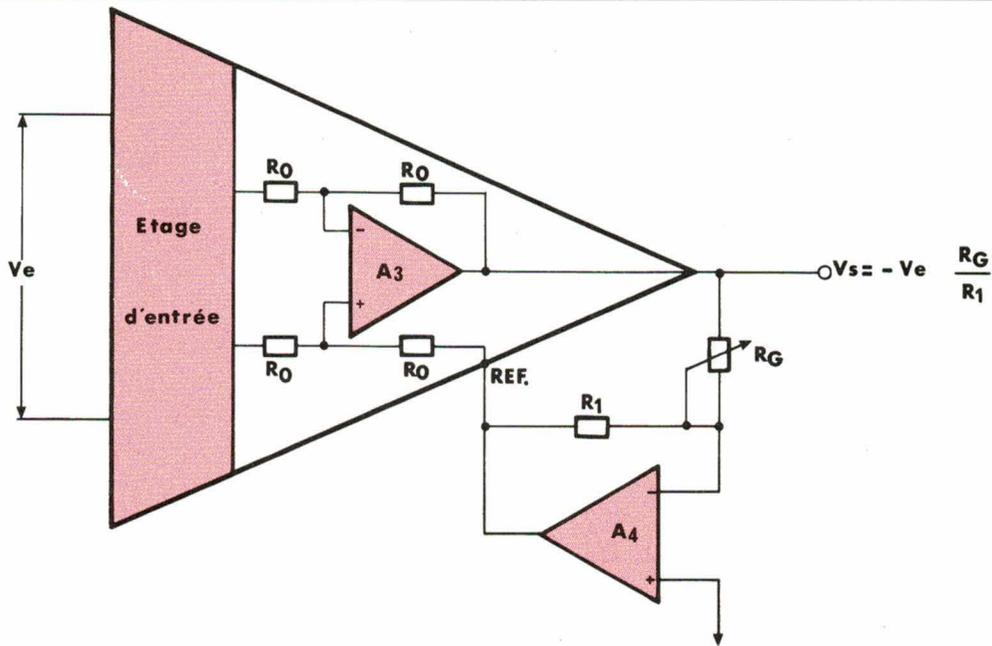


Fig. 7

Afin d'avoir une compréhension directe du fonctionnement de cet étage, il s'avère plus aisé de postuler que l'une des entrées e_1 , e_2 est au potentiel 0, puis de combiner les résultats partiels.

Ainsi l'on peut écrire :

$$V_A = e_1 + \frac{R_F}{R_G} (e_1 - e_2)$$

$$V_B = e_2 + \frac{R_F}{R_G} (e_2 - e_1)$$

d'où il vient :

$$V_{AB} = (e_1 - e_2) \left(1 + 2 \frac{R_F}{R_G} \right)$$

Le gain de l'amplificateur différentiel A3 étant généralement fixé à -1 , le gain global de l'amplificateur sera exprimé par :

$$G = \frac{V_s}{V_e} = 1 + \frac{K}{R_G}$$

L'indépendance d'action des différents éléments constitutifs de ce circuit permet d'ajuster le gain dans un rapport de 1 à 1 000 en modifiant seulement la valeur de R_G .

Etant donné que la tension de mode commun appliquée aux entrées e_1 , e_2 ne provoque pas de différence de potentiel aux bornes de

R_G , la fonction de transfert sera égale à l'unité, de sorte que $V_A = V_B = V_{MC}$.

Le taux de réjection en mode commun va dépendre, de manière critique, de l'appariement du réseau de résistances constituant la boucle de A3. Toute désadaptation dans ce circuit affecte de manière appréciable le TRMC de l'amplificateur.

Ainsi, par exemple, si l'on pose $G_3 = 1$, ce qui est généralement le cas dans la plupart des amplificateurs d'instrumentation et que l'on suppose un déséquilibre de 0,1 %

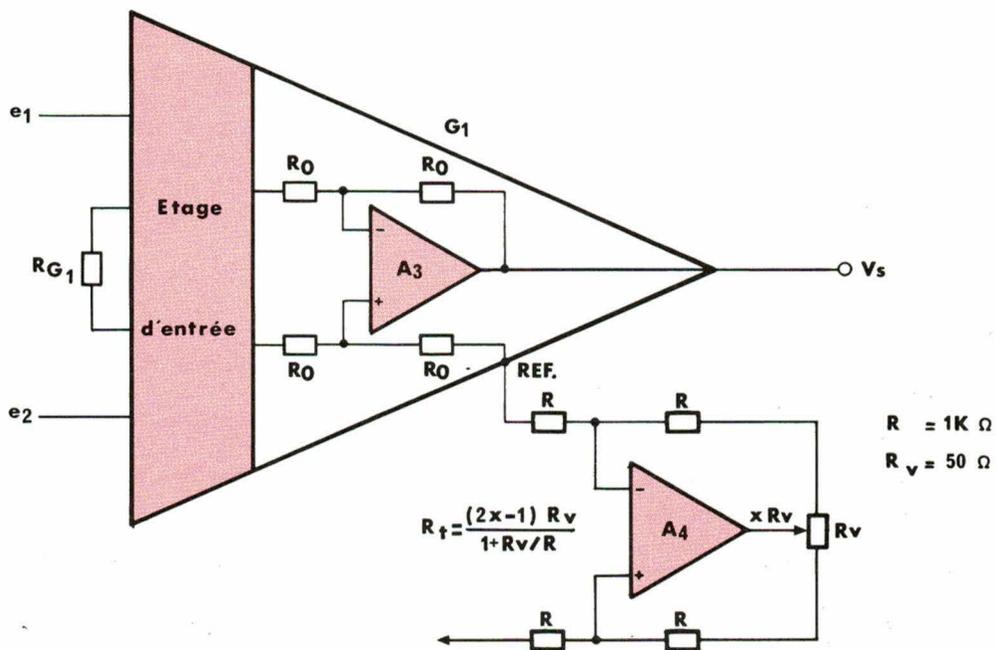


Fig. 8

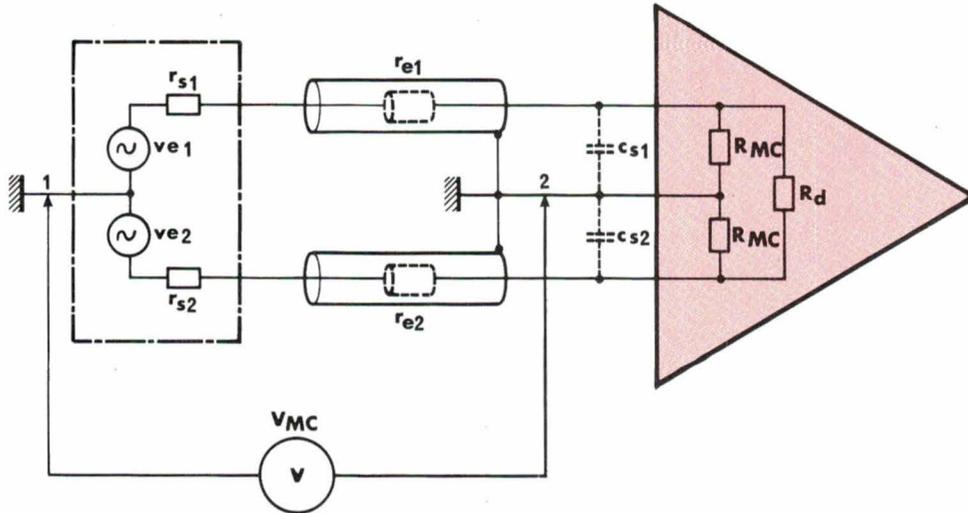


Fig. 9a

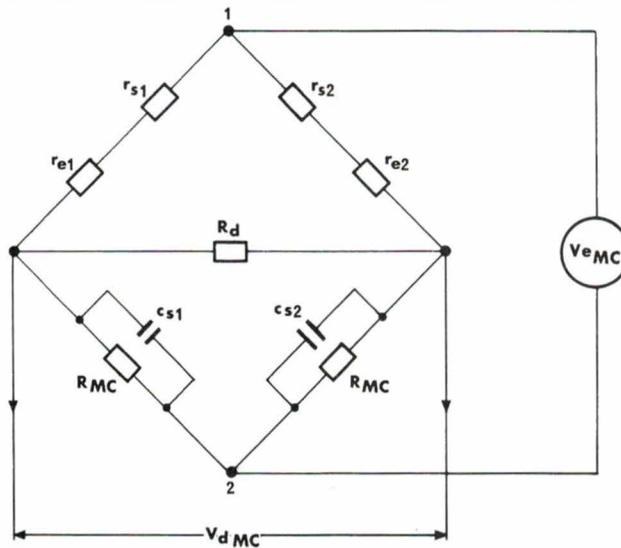


Fig. 9b

pour l'une des résistances R_0 , on obtiendra les résultats suivants :

$$V_{SMC} = V_e \left[\frac{0,999 R_0}{1,999 R_0} \cdot \left(\frac{2R_0}{R_0} \right) - \left(\frac{R_0}{R_0} \right) \right]$$

$$= 0,0005 V_e$$

TRMC = 66 dB.

Cet exemple illustre de manière tangible la nécessité d'adaptation la plus parfaite possible de l'étage de sortie si l'on désire une réjection du mode commun performante.

Il est à noter que cet exemple ne tient pas compte des désadaptations possibles de l'étage d'entrée affectant également le taux de réjection en mode commun.

La versatilité d'emploi d'un amplificateur d'instrumentation dépend, en gros, des possibilités d'accès aux bornes du circuit interne. En effet,

lorsque certains points sont accessibles, il est alors possible d'utiliser l'amplificateur d'instrumentation dans les fonctions les plus diverses.

Applications

Sommateur de tensions

Lorsque la borne REF est accessible, ce qui est généralement le cas dans la plupart des amplificateurs d'instrumentation actuels, il est possible de fixer la polarité de cette borne à un niveau donné afin de réaliser une tension de décalage permettant par exemple l'adaptation d'un convertisseur A/D unipolaire pour le traitement de tensions d'entrées bipolaires (fig. 5).

Il importe toutefois que l'impé-

dance de la source soit très faible, afin de minimiser l'erreur introduite dans le réseau de résistances de A3, susceptible de dégrader le taux de réjection en mode commun de manière appréciable.

Une autre option consiste à piloter la borne « REF » à partir d'un signal issu, par exemple, d'un autre amplificateur d'instrumentation (fig. 6), ce qui revient à réaliser un circuit de sommation entre ve_1 et ve_2 . La tension de sortie d'un tel montage est en effet égale à :

$$V_S = G_1 V_1 + G_2 V_2.$$

Il va de soi si l'on met en cascade plusieurs étages de ce type, on obtiendra à la sortie de A1 la somme des signaux de sortie des différents étages.

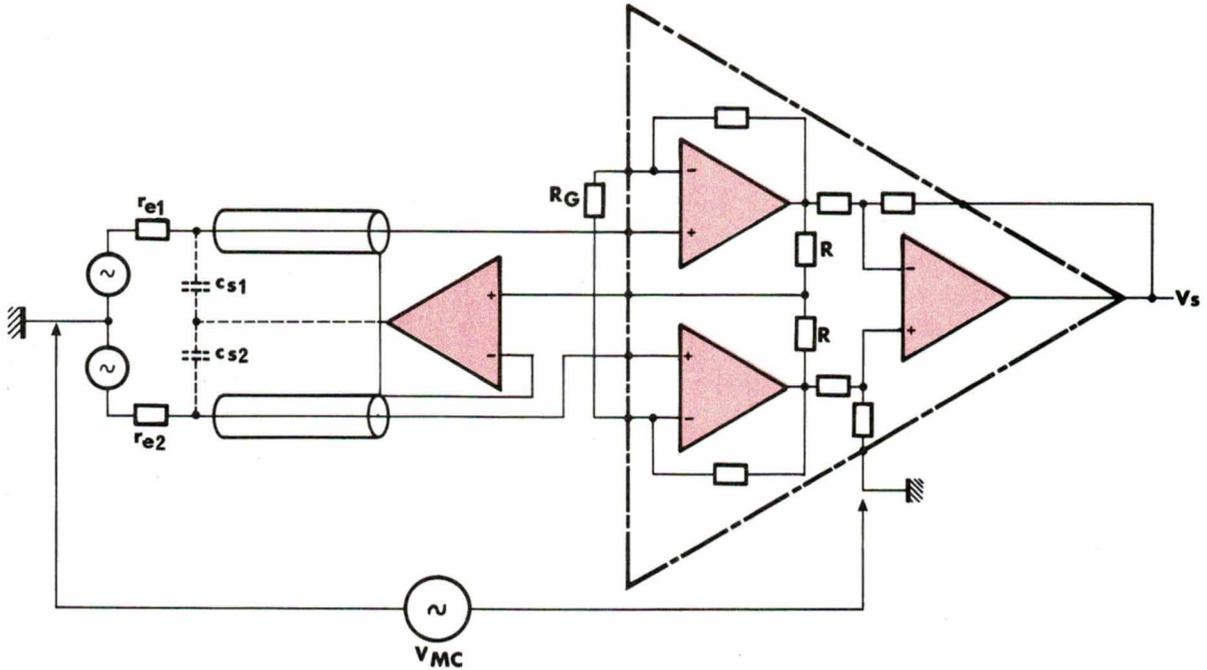


Fig. 10a

Contrôle linéaire du gain

Idéalement, le gain d'un amplificateur d'instrumentations devrait être ajustable linéairement au moyen d'un potentiomètre.

Tel n'est pas le cas pour le circuit modélisé, étant donné que la relation du gain s'exprime par :

$$G = 1 + \frac{K}{R_G}$$

où K est une constante et R_G la résistance de contrôle.

La caractéristique de transfert d'un tel système peut être corrigée en modifiant le circuit de base par adjonction d'un amplificateur supplémentaire A4 (fig. 7). Dans cette configuration, les étages d'entrées A1-A2 ont un gain unité et le réglage du gain est réalisé en modifiant le gain de boucle de A4.

Dans cette configuration, le gain s'exprime par la relation :

$$G = -\frac{R_G}{R_1}$$

qui est une expression linéaire de G en fonction de R_G .

Toutefois, ce procédé a l'inconvénient d'affecter certaines caractéristiques de l'amplificateur. En effet, l'impédance de sortie de A4 risque de modifier l'appariement du réseau de A3 et, de ce fait, de dégrader légèrement le taux de réjection en mode commun.

A basse fréquence, l'erreur est

minimisée par la boucle de contre-réaction de A4 ; en revanche, aux fréquences élevées, l'erreur introduite peut devenir significative.

La tension de décalage est égale-

ment affectée par cette configuration particulière étant donné que les étages d'entrées A1 et A2 ont un gain égal à l'unité ; le signal d'entrée n'est pas amplifié avant d'être ajouté à la tension de décalage de A3.

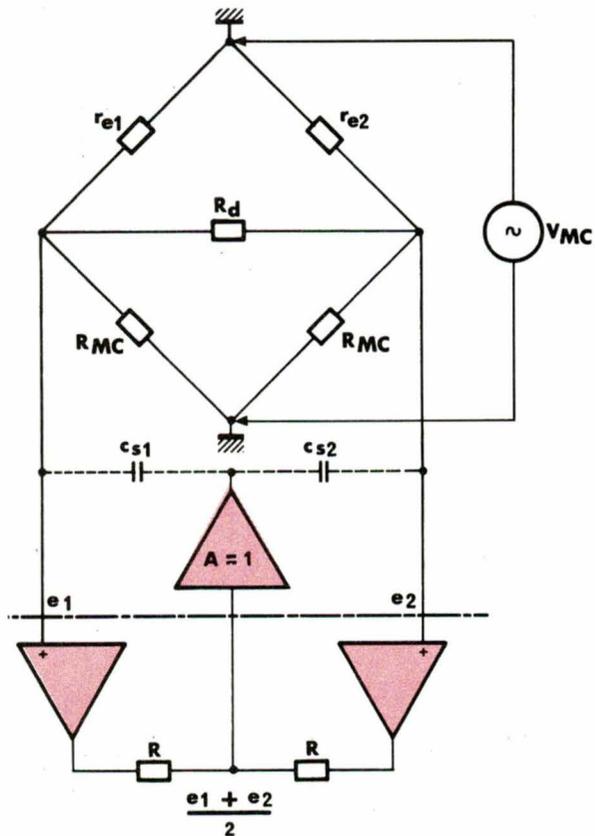


Fig. 10b

Il en résulte une tension de décalage équivalente, égale à :

$$V_{d\text{éq}} = V_{d1} - V_{d2} + V_{d3} = \frac{R_1}{R_G} V_{d4}$$

Amélioration de la réjection en mode commun

Lorsque la réjection en mode commun est un critère prépondérant, il est possible d'améliorer les performances d'un amplificateur d'instrumentation peu coûteux en lui adjoignant un dispositif auxiliaire de réglage.

En effet, bien que la plupart des amplificateurs d'instrumentation soient dotés de réseaux de résistances ajustées avec précision au laser, les conditions de montage peuvent parfois altérer légèrement l'appariement du réseau constitutif de A3.

Le circuit de la **figure 8** permet d'ajuster avec précision le réseau de A3 améliorant ainsi de manière appréciable la réjection en mode commun.

L'amplificateur opérationnel A4 se comporte comme une résistance équivalente R_t dont la valeur peut être ajustée au moyen du potentiomètre R_v .

La valeur de R_t s'exprime par :

$$R_t = \frac{R_v (2x-1)}{1 + R_v/R}$$

Si $R \gg R_v$, $R_t = R_v (2x-1)$

d'où $R_t = \pm R_v$.

Il va de soi qu'un tel circuit affecte la précision sur le gain, mais de manière peu significative.

Circuit de garde

Dans certaines applications nécessitant un taux de réjection en mode commun élevé, les capacités parasites d'entrées peuvent considérablement dégrader les performances du système.

Comme l'illustre la **figure 9**, la tension de mode commun V_{eMC} est appliquée aux deux entrées par l'intermédiaire de cellules formées respectivement par r_{e1}/C_{s1} et r_{e2}/C_{s2} .

Ces résistances représentent la résistance interne de la source ainsi que celle du câble de liaison, les capacités représentent la capacité d'entrée de l'amplificateur associé à la capacité de câblage.

Si $r_{e1} \cdot C_{s1} \neq r_{e2} \cdot C_{s2}$, la composante de mode commun sera différente sur chacune des entrées, il en résultera donc une amplification à la sortie, introduisant ainsi une dégradation de la mesure d'autant plus marquée que l'inégalité entre les deux signaux d'entrées est importante.

Pour des taux de réjection élevés, le déséquilibre admissible entre les entrées est extrêmement réduit. En effet, pour un taux de réjection de l'ordre de 120 dB, cela exige un déséquilibre inférieur à 1 p.p.m., lorsque le gain différentiel est égal à 1.

Une telle adaptation est pratiquement irréalisable aux fréquences où les capacités parasites deviennent significatives.

Etant donné l'impossibilité pratique de réaliser une symétrie aussi parfaite du circuit d'entrée, il s'avère préférable d'utiliser une technique consistant à réinjecter la tension de mode commun sur le circuit d'entrée.

Ce procédé, communément appelé circuit de garde, consiste à extraire la composante de mode commun à la sortie de A1 et A2 et à la réinjecter sur le blindage du cir-

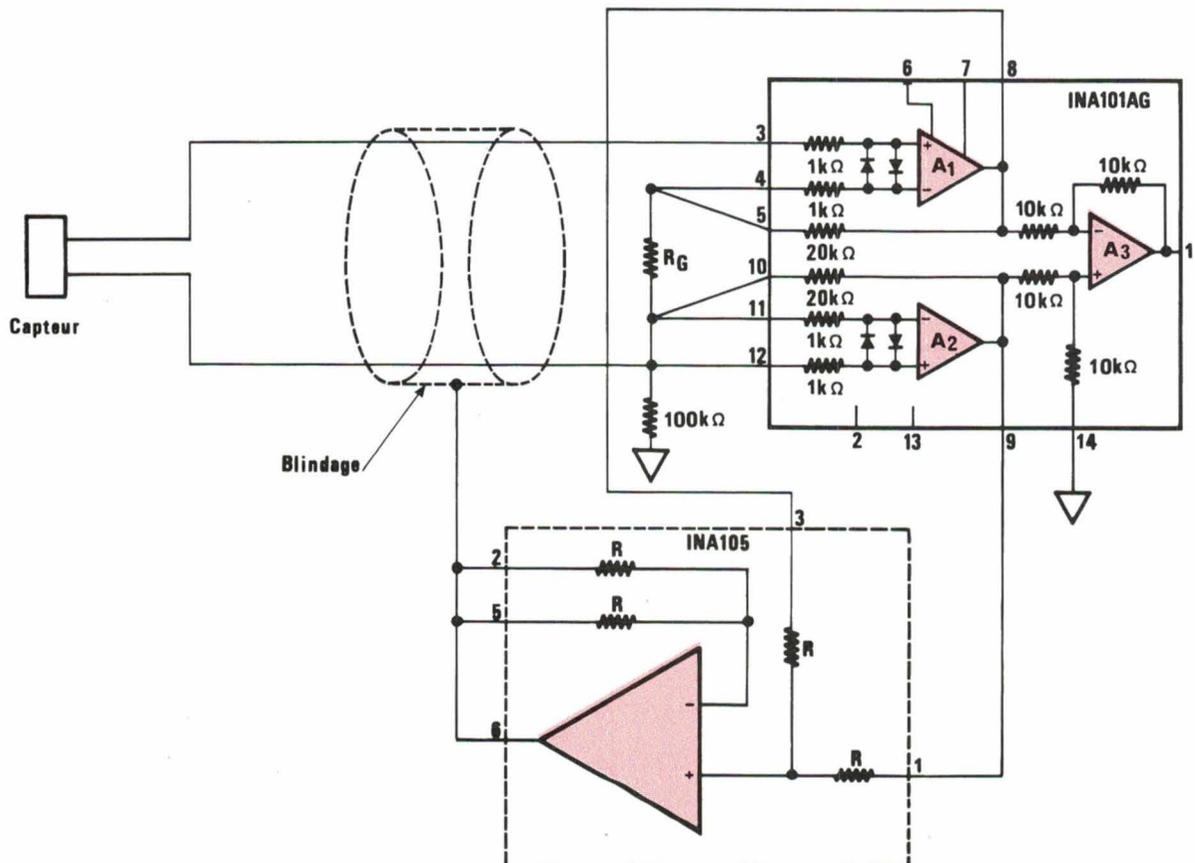


Fig. 11

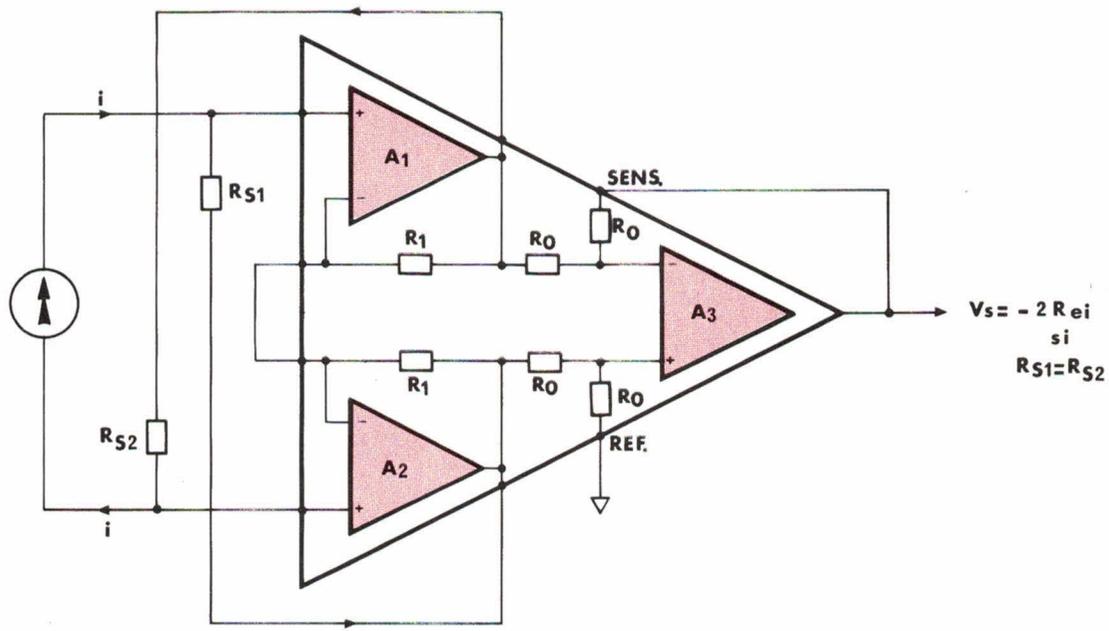


Fig. 12

cuit d'entrée, annihilant de ce fait l'influence des capacités d'entrées (fig. 10).

Un buffer est utilisé afin de réduire l'impédance vue par le câble, mais aussi afin de minimiser la charge capacitive de ce dernier.

Certains amplificateurs de type économique ne disposent pas de réseau de résistances nécessaire au pilotage du circuit de garde.

Pour pallier cette lacune, il est aisé de réaliser un réseau extérieur commun représenté à la figure 11. Les résistances R , d'égales valeurs, forment un point de sommation permettant le pilotage du circuit de garde.

Il peut être montré que la valeur du signal au point de sommation est égale à :

$$\frac{ve_1 + ve_2}{2}$$

Une adaptation pour re_1 et re_2 de l'ordre de 1 % est suffisante dans la plupart des applications.

Mesures de courants

Bien que l'amplificateur d'instrumentation soit généralement affecté à la mesure des tensions, il peut également être utilisé pour la mesure des courants.

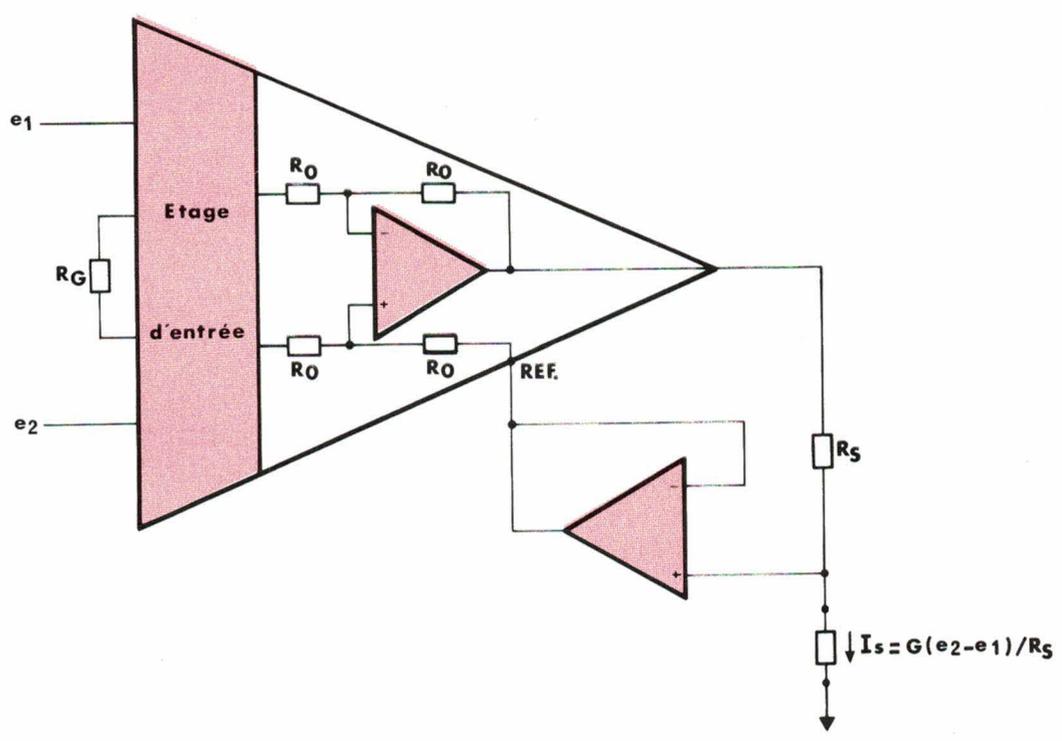


Fig. 13

Modèle	Plage de gain	Précision sur le gain (%) à G = 100	Dérive sur le gain (ppm/°C) à G = 100	Non-linéarité (%) à G = 100	TRMC (dB) CC à 50 Hz à G = 10	Tension de décalage (μV/°C)	Réponse dynamique (kHz) à G = 100	Temps de montée	Fabricant
INA 101	1-1000	± 0,03 à 0,3	± 22	± 0,003 à 0,007	90 à 96	± (0,25 + 10/G) à (2 + 20/G)	25	0,2	Burr-Brown
INA 102	1-10-100-1000	± 0,15 à 0,25	± 15 à 20	± 0,02 à 0,05	80 à 90	± (2 + 5/G) à (5 + 10/G)	3	0,15	
INA 104	1-1000	± 0,15	± 22	± 0,003 à 0,007	96	± (0,25 + 10/G) à (2 + 20/G)	25	0,2	
INA 110	1-20-100-200-500	± 0,1 à 0,2	± 20 à 40	± 0,01 à 0,02	87 à 96	± (2 + 50/G) à (5 + 100/G)	470	12	
AD 521	1-1000	± 0,25 - 0,004/G	± (3 - 0,05/G)	± 0,1 à 0,2	90	2 à 15	200	10	Analog Devices
AD 522	1-1000	± 0,05 à 1	± 2 à 50	± 0,001 à 0,01	90 à 95	200 à 400	3	0,1	
AD 524	1-10-100-1000	± 0,02 à 2	± 5 à 100	± 0,003 à 0,01	90 à 100	0,75 à 2	150	5	
AD 624	1-10-100-200-500-1000	± 0,02 à 1	± 5 à 25	± 0,001 à 0,005	100 à 110	0,25 à 2	150	5	
LH 0036	1 à 1000	1 à 3	-	0,03	80	15	3,5	0,3	National Semiconductor
LH 0038	100 à 2000	-	7	0,001	86 à 94	25	1,6	0,3	
AMP-01	1-1000	0,6 à 0,8	10 à 15	0,005 à 0,015	95-100	50-120	82	3 à 3,5	PMI
AM-551	1-1000	0,04	50	0,01	98	-	100	23	Datel

Tableau 1. - Annexe : tableau récapitulatif des principaux amplificateurs d'instrumentation du marché.

Lorsque le signal est issu d'une boucle de courant, il est d'usage d'insérer une résistance en série avec la boucle et de mesurer la chute de tension au moyen d'un amplificateur approprié.

Une telle façon de procéder a pour inconvénient majeur d'introduire une résistance dans le circuit de boucle, réduisant de ce fait la puissance disponible dans la charge.

Il est possible d'utiliser un amplificateur d'instrumentation en tant qu'ampèremètre idéal, c'est-à-dire n'introduisant pas de chute de tension dans la boucle, en réalisant le circuit de la figure 12.

Dans cette configuration, la boucle de réaction en tension constituée par R_G est supprimée et remplacée par une boucle en courant constituée de deux résistances R_{S1} et R_{S2}.

Le courant issu de la boucle et introduit sur l'entrée « A » sera restitué

intégralement par la sortie « B » dans la boucle. Pour autant que les valeurs de R_{S1} et R_{S2} soient identiques, le courant délivré par A2 sera égal à celui délivré par A1.

Etant donné la particularité du circuit, la boucle de courant peut être flottante. La réjection en mode commun étant maintenue par le fait que les entrées de l'amplificateur sont soumises au même potentiel par rapport au 0 V.

Conversion tension/courant.

Il est possible d'utiliser un amplificateur d'instrumentation en source de courant capable de piloter une charge parcourue par un courant proportionnel à la tension d'entrée (fig. 13).

Dans cette configuration, il est fait usage d'un amplificateur opérationnel auxiliaire A4 transformant ainsi la sortie en source de courant dont la valeur I_S est égale à V_e · G/R_S.

Ces diverses applications mettent en évidence la versatilité d'emploi des amplificateurs d'instrumentations qui doivent être sélectionnés avec le plus grand soin, non seulement en fonction de leurs caractéristiques électriques, mais également en tenant compte de l'accessibilité aux connexions internes, permettant ainsi un plus grand nombre d'emplois avec un seul type d'amplificateur.

Ch. Burniaux

Bibliographie

- [1] J.-B. Graeme. « Applications of Operational Amplifiers ». McGraw Hill.
- [2] J.-B. Graeme, « Voltage gain is just one of the many uses for instrumentation amplifiers ». *Electronic Design*, nov. 21, 1985.
- [3] Ch. Burniaux, « Les amplificateurs d'instrumentation ». *Toute l'Electronique*, juin 1976.



Applications

Conception et réalisation d'un automate programmable

(2^e partie : réalisation pratique)

La première partie de cet article, publiée dans notre numéro 51 aux pages 59 à 66, nous a permis de faire l'étude d'un automate programmable tout en étant une initiation à la logique programmée. Nous avons pu donner l'environnement nécessaire au circuit de contrôle industriel 14500 de Motorola pour qu'il puisse être utilisé (compteur ordinal externe, mémoire de programme, sélecteur d'entrée-sortie).

Un codeur de clavier apporte plus de confort dans la programmation des adresses et données et, pour l'utilisateur, devient vite une nécessité pour remplacer la fastidieuse manipulation d'interrupteurs.

Dans cette deuxième partie, nous allons aborder la réalisation pratique de l'automate et donner un exemple d'application : la gestion de feux tricolores.

Réalisation pratique

Les composants ont été réunis sur un circuit imprimé double face à trous métallisés dont la gravure sera réalisée selon les figures 1 et 2 et le câblage selon la figure 3.

Si l'on désire, pour un prototype, s'affranchir de la métallisation des trous (fort chère), on pourra utiliser la technique du « fil dans le trou »

(bien connue en laboratoire) afin de réunir les deux faces.

Une attention particulière doit être portée au câblage des interrupteurs et poussoirs extérieurs à la carte principale.

Cet automate ayant été conçu comme une maquette de démonstration, les éléments ont été implantés sur un support en U (inversé), comme le montre la figure 4.

La carte principale est montée à plat, les fils de câblage traversant le socle pour être réunis aux inverseurs et poussoirs.

La carte d'alimentation est montée verticalement, enfichée sur un connecteur et maintenue par deux guide-cartes.

Avec cette configuration, les touches « Start » et « Stop » sont directement accessibles et n'ont donc pas

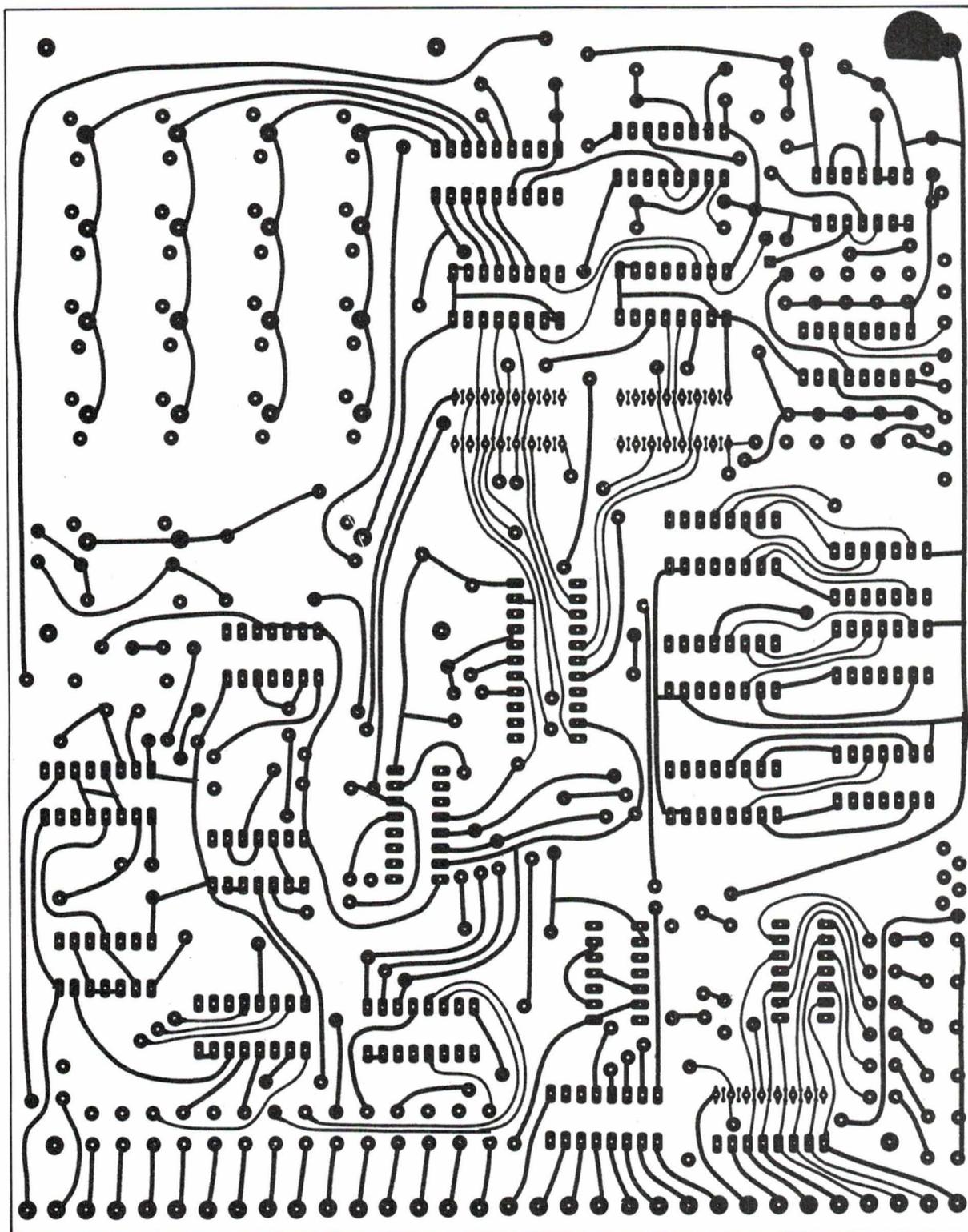


Fig. 1. - La gravure du circuit imprimé, côté « soudures ».

nécessité le branchement de poussoirs extérieurs en parallèle, comme sur le plan de câblage de la figure 3.

L'inverseur « Up-Down » qui permet, lors de la programmation, de dérouler la mémoire en incrémentant ou décrémentant les adresses, n'a pas été câblé : le fait de pouvoir

appeler directement une adresse par l'appui consécutif sur deux touches du clavier et du poussoir « chargement de l'adresse » a été jugé suffisant.

L'incrémentation des adresses en mode « pas-à-pas » s'effectue bien par un inverseur à levier et non pas

par un bouton-poussoir à action fugitive ; en effet, la sortie de la bascule RS antirebonds est connectée sur la broche X2 du 14500. La sortie X1 est en opposition de phase par rapport à X2 ; aussi, la broche 4 de la mémoire RAM 256 × 4 correspond au signal X2 (puisque'elle est commandée à

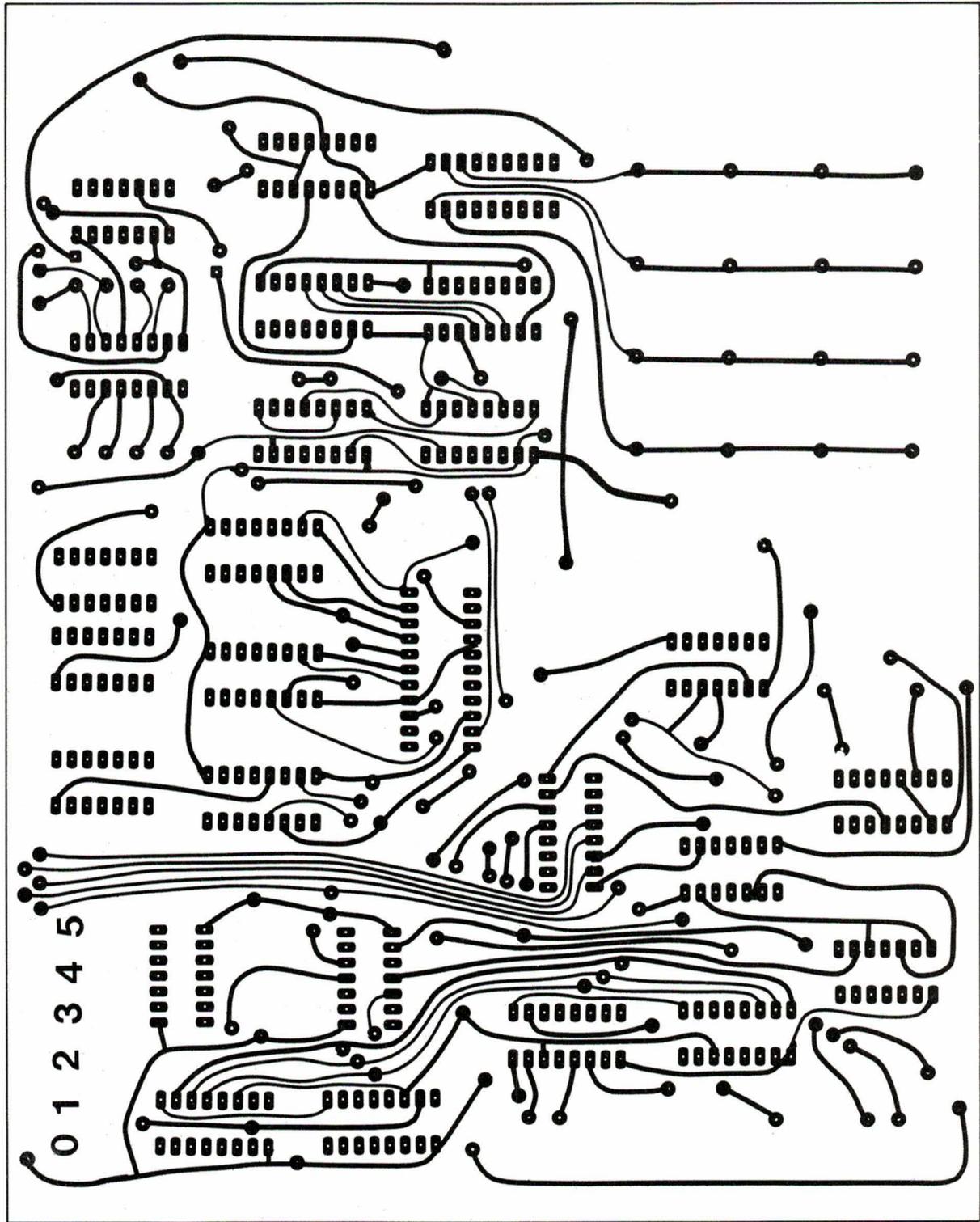


Fig. 2. - La gravure du circuit imprimé, côté « composants ».

travers un inverseur NAND - voir la fig. 3 de la première partie).

Cette broche 4 de la mémoire étant le bit de poids le plus faible de l'adresse, il faut bien un inverseur à levier pour lire ou écrire les adresses paires puis impaires.

En conséquence, lors de la pro-

grammation d'une adresse paire « n » au moyen du clavier, il faut veiller à ce que l'inverseur « pas-à-pas » soit sur la position « zéro » (S) ; sinon, ce sera l'adresse « n + 1 » qui sera présente sur les broches de la mémoire. Autrement dit, lors de l'envoi d'une adresse, le clavier n'intervient

que sur les 7 bits de poids fort de l'octet, le bit de poids le plus faible (L.S.B.) étant contrôlé par l'inverseur « pas-à-pas ».

Remarque : L'adresse A_0 est disponible pour une utilisation nécessitant une synchronisation avec l'auto-

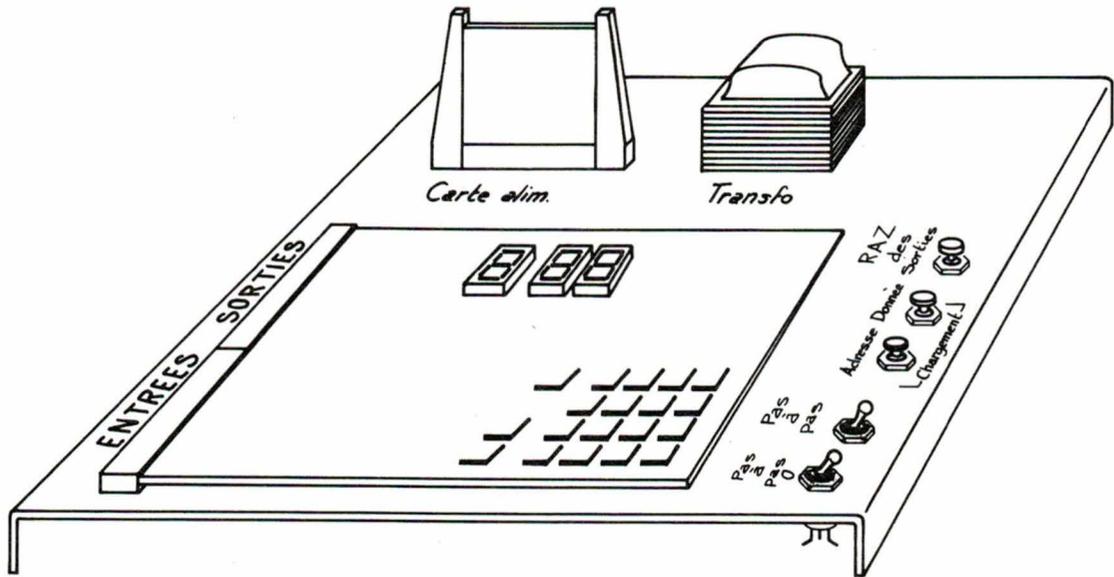


Fig. 4

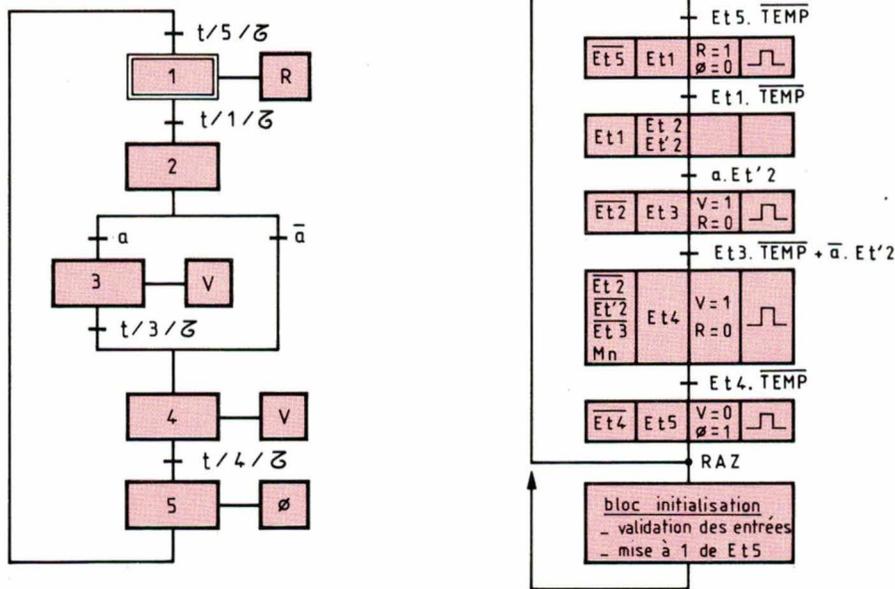


Fig. 5 (à gauche) et 6 (à droite).

Si le grafcet comporte une divergence, il faut linéariser ce grafcet pour le rendre plus proche des possibilités de programmation de l'automate (voir la fig. 6). Ainsi, l'étape n° 2, active après une durée τ suivant l'étape n° 1, va mettre à l'état logique 1 deux mémoires d'étape Et2 et Et2' pour pouvoir tester le passage ou non par l'étape n° 3. Par exemple, si « a » se trouve à 0, l'étape n° 3 sera inhibée et le passage à l'étape n° 4 sera assuré par l'élément « a . Et2' » de la réceptivité précédant l'étape n° 4. Les mémoi-

res Et2, Et2', Et3 et Mn sont alors désactivées (une mémoire auxiliaire est nécessaire pour tester la condition [Et3 . TEMP + a . Et2']), la mémoire Et4 est mise à 1, les sorties V et R passent ou restent à 1 ou 0, et une impulsion est générée pour relancer la temporisation externe.

Rappelons qu'une mémoire est réalisée par la connexion d'une sortie à son entrée reflet ; par exemple, la mémoire d'étape Et5 est ici réalisée par la connexion de la sortie F à l'entrée F.

Temporisation

Lors des premiers essais, un seul timer du type 555 était utilisé, et le programme exécutable en « pas-à-pas » ne tournait pas en mode automatique (RUN).

Le problème rencontré était le suivant : lorsqu'un 555 monté en monostable revient au repos, un transistor interne au circuit (broche 7) se sature, permettant la décharge du condensateur de temporisation en un temps... théoriquement nul. En fait, comme on le voit sur la figure 7,

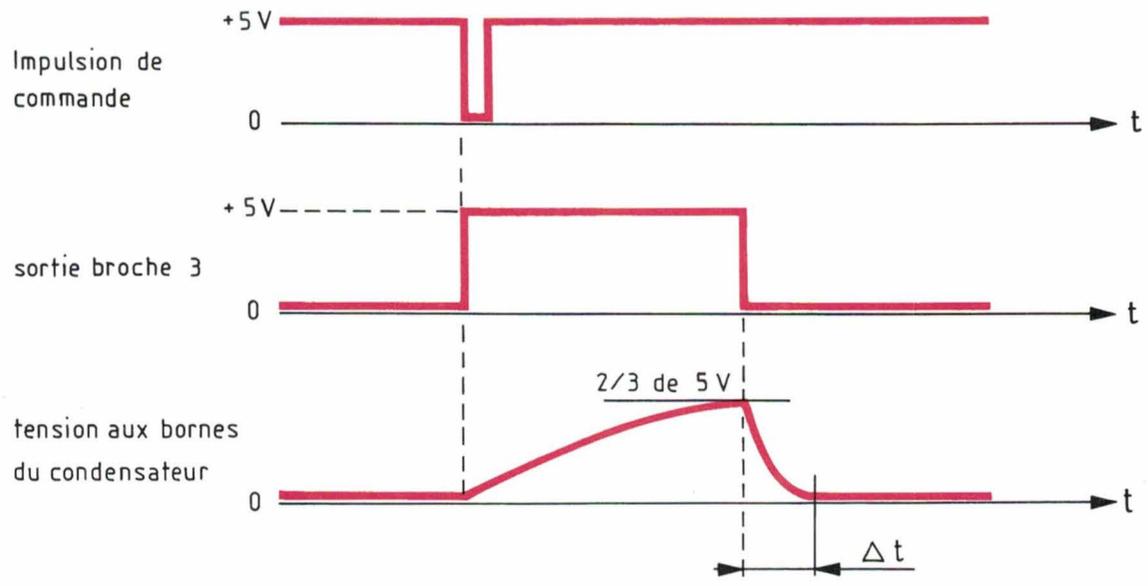


Fig. 7

un temps de récupération Δt est nécessaire avant de pouvoir réarmer le monostable. Le programme tournant trop vite par rapport à ce temps de récupération, la temporisation était réarmée avant la décharge complète du condensateur, et la durée τ était fortement réduite, masquant ainsi la vérification visuelle du parcours du grafset.

Il a fallu donc ajouter un second monostable de durée plus faible permettant au condensateur de temporisation ($47 \mu\text{F}$) de se décharger complètement. Le schéma fonctionnel est donné à la **figure 8** où l'on voit, outre les deux monostables, un bloc séquentiel (bascule RS suivie d'une porte OU) qui évite une impulsion brève à la jonction des deux monostables. Le schéma théorique complet est donné à la **figure 9**.

Le circuit imprimé de temporisation est visible à la **fig. 10**, où l'on a représenté les deux faces du circuit ainsi que l'implantation des composants.

Programme

- On peut voir le listing ci-contre.
- Le mode opératoire est le suivant :
- se placer en mode « pas-à-pas » ;
 - rentrer le programme ;
 - remettre à zéro les sorties ;
 - aller à l'adresse 68 ;
 - passer en position « RUN ».

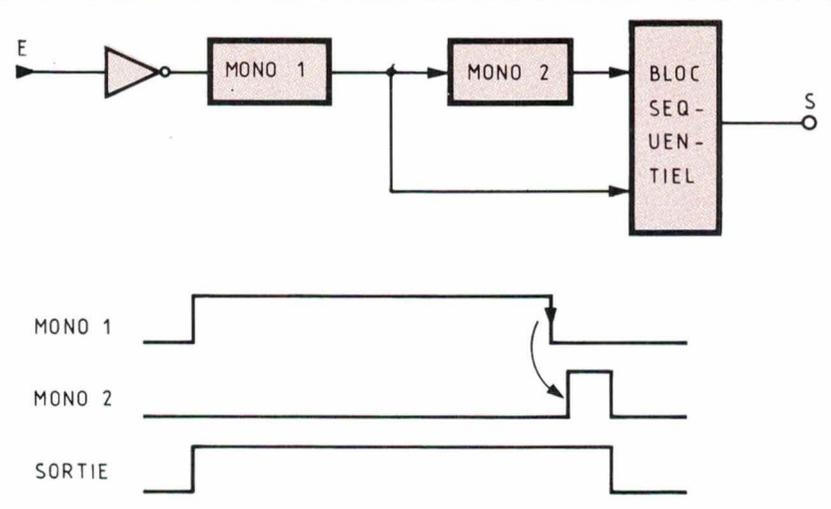


Fig. 8

Mnémo	Code	Ad.	Commentaire	Mnémo	Code	Ad.	Commentaire
LD	1	0	} Etape 1	LD	1	12	} Etape 2
Et5	F	1		Et1	A	13	
ANDC	4	2		ANDC	4	14	
TEMP	2	3		TEMP	2	15	
OEN	B	4		OEN	B	16	
RR	0	5		RR	0	17	
STOC	9	6		STOC	9	18	
Et5	F	7		Et1	A	19	
STO	8	8		STO	8	1A	
Et1	A	9		Et2	B	1B	
STOC	9	A		STO	8	1C	
0	1	B	Et'2	C	1D	} Etape 3	
STO	8	C	LD	1	1E		
R	0	D	a	1	1F		
STO	8	E	AND	3	20		
temp	6	F	ET2	B	21		
STOC	9	10	OEN	B	22		
temp	6	11	RR	0	23		

Mnémo	Code	Ad.	Commentaire
STOC	9	24	Etape 3
Et2	B	25	
STO	8	26	
Et3	D	27	
STOC	9	28	
R	0	29	
STO	8	2A	
V	2	2B	
STO	8	2C	
temp	6	2D	
STOC	9	2E	
temp	6	2F	
ORC	6	30	
RR	0	31	
OEN	B	32	
RR	0	33	
LD	1	34	
Et3	D	35	Etape 4
ANDC	4	36	
TEMP	2	37	
STO	8	38	
Mn	9	39	
LDC	2	3A	
a	1	3B	
AND	3	3C	
Et'2	C	3D	
OR	5	3E	
Mn	9	3F	
OEN	B	40	
RR	0	41	
STOC	9	42	
Et2	B	43	
STOC	9	44	
Et2'	C	45	
STOC	9	46	
Et3	D	47	
STOC	9	48	
Mn	9	49	
STO	8	4A	
Et4	E	4B	
STOC	9	4C	
R	0	4D	
STO	8	4E	
V	2	4F	
STO	8	50	
temp	6	51	
STOC	9	52	
temp	6	53	
LD	1	54	
Et4	E	55	Etape 5
ANDC	4	56	
TEMP	2	57	
OEN	B	58	
RR	0	59	
STOC	9	5A	
Et4	E	5B	
STO	8	5C	
Et5	F	5D	
STOC	9	5E	
V	2	5F	
STO	8	60	
0	1	61	
STO	8	62	
temp	6	63	
STOC	9	64	
temp	6	65	

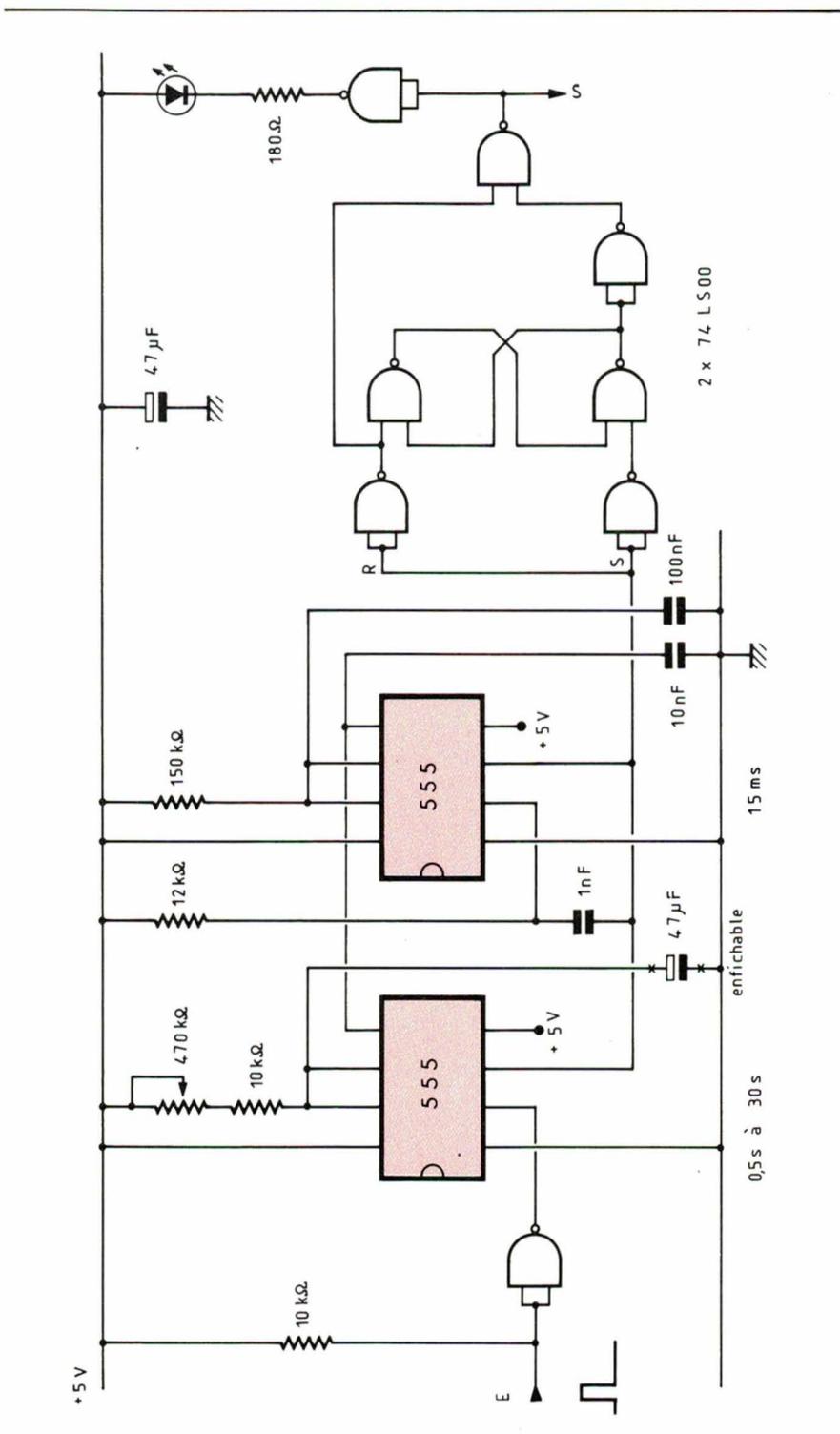


Fig. 9

Mnémo	Code	Ad.	Commentaire
RAZ	F	66	Conditions initiales
-	-	67	
ORC	6	68	
RR	0	69	
IEN	A	6A	
RR	0	6B	
OEN	B	6C	
RR	0	6D	
STO	8	6E	
Et5	F	6F	

L'alimentation

L'ensemble est alimenté sous 5 V selon un schéma des plus classiques (fig. 11). Le circuit imprimé, visible à la figure 12, est muni d'une découpe destinée à enficher le circuit dans un connecteur.

G. Marchas



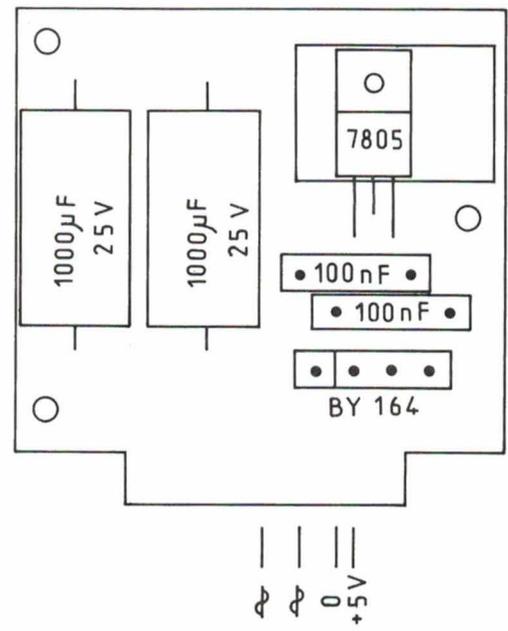
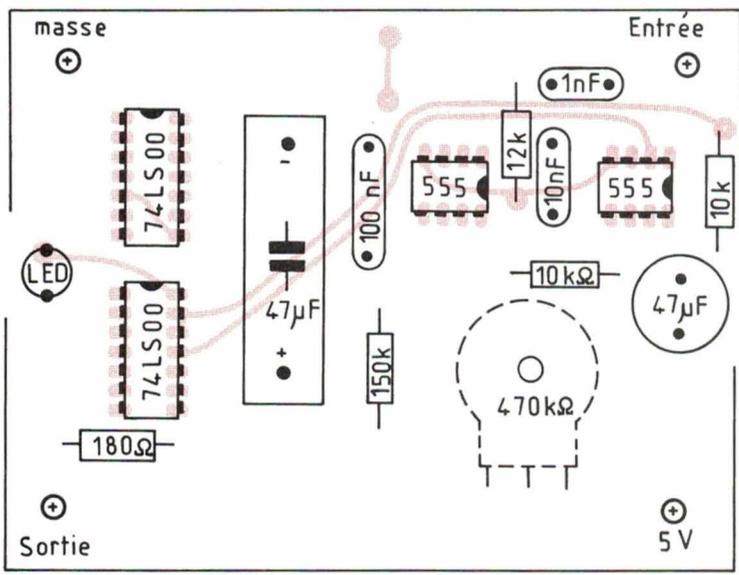
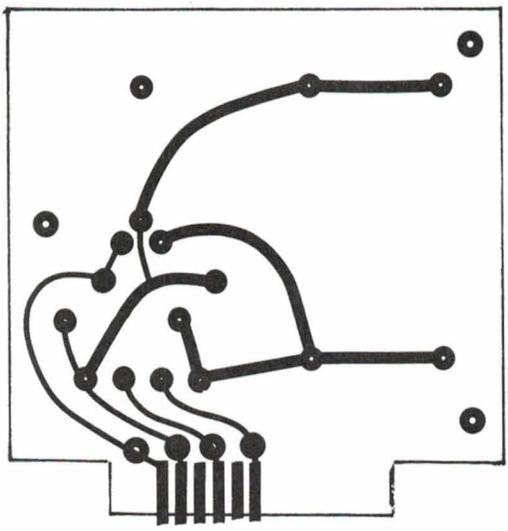
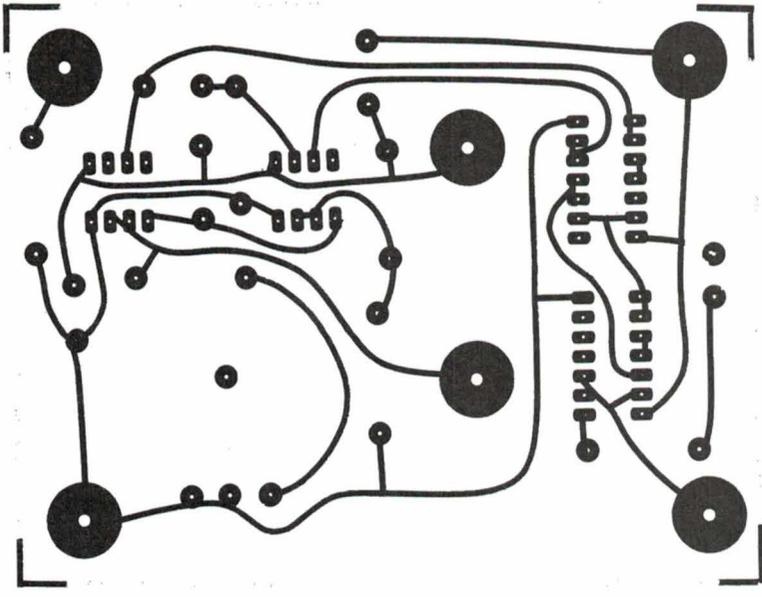


Fig. 10

Fig. 11

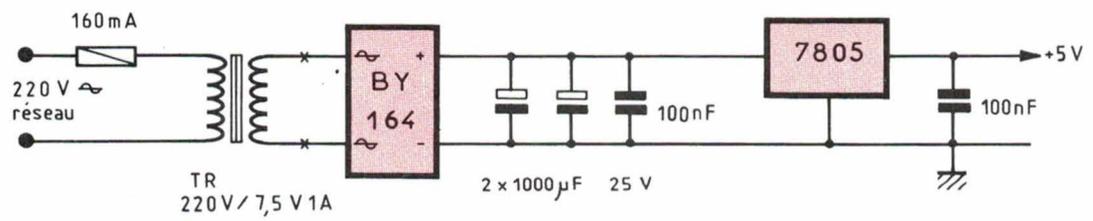


Fig. 12

Composants
Electroniques
SENSOREX

**SANS CESSÉ
SUR LE
QUI-VIVE.**

La conception et la fabrication haute technologie alliées à une importante expérience, assurent aux produits SENSOREX cette hyper sensibilité qui fait les grands produits.

Qualité, fiabilité, durabilité, chaque produit SENSOREX est un grand témoignage de savoir-faire.

Les produits haute technologie SENSOREX

1. Capteurs de déplacement (LVDT)

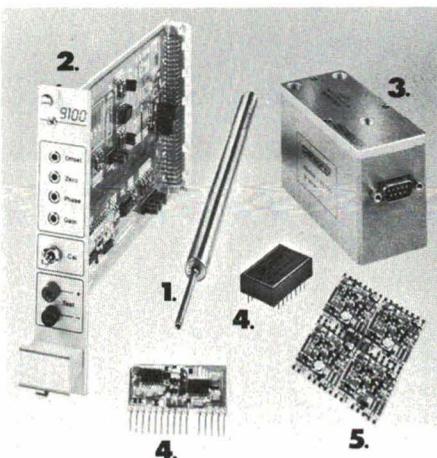
Transformateur différentiel alimenté en tension \sim de 1 à 10 V eff. à F. = 400 à 10000 Hz. La linéarité de cette relation tension/position peut être assurée à \pm 0,1% de la course choisie.

2. Conditionneurs de signaux

Conditionneurs exploitant les signaux des capteurs de déplacement inductif et capteur à jauges de contrainte (pression, autre) ; série 1000 ; boîtier série 5000 ; série 6000 format DIN 48x96 avec afficheur ; série 9000 cartes Europe.

3. Inclinomètres - Accéléromètres

Série SX 41100 mesure avec précision des angles de \pm 5° à 90° avec une linéarité de 0.1% en pleine échelle et 0.05% en option.
Alimentation : 9 à 18 V ; sortie bip. \pm 3.5 V ; température : -20° C + 70° C.



4. Modules électroniques hybrides

a) Pour LVDT : MCH : oscillateur, démodulateur synchrone ; MCH-P : idem MCH mais pour capteur demi-pont ; DOC-A : module universel pour tous types de LVDT.

b) Pour pont de jauges : AFA-J : à excitation continue ; AFA-S : idem AFA-J mais version simplifiée ; PMP-J : module conditionneur à porteuse.

5. Le savoir-faire SENSOREX pour le montage en surface de composants (CMS)

Montage de composants actifs, passifs et connexions directement en surface des circuits imprimés Epoxy ou céramique en simple et double face ; dimensions réduites de 40 à 60% ; production en automatique ; meilleure fiabilité.

Les 15 ans d'expérience de SENSOREX en circuits hybrides constituent une véritable assurance-qualité.

SENSOREX, des applications dans toutes les branches de l'industrie

Aéronautique et spatial, marine, chemin de fer, laminoirs, grues, plate-forme de forages en mer, travaux publics, etc. Les produits électroniques SENSOREX sont en service dans le monde entier. De fabrication 100% française, ils sont devenus le symbole de la fiabilité.

Produits électroniques SENSOREX
la maîtrise de la qualité.



Sensorex

Z.I. de la Châtelaine - B.P. 45
F 74240 GAILLARD - France

Tel. 50 92 21 50 - Telex 385813 F - Telefax 50 37 77 45

Service commercial : 10, av. de Camberwell - F 92330 SCEAUX - France
Tel. (1) 43 50 84 22 - Telex 631809 F - Telefax (1) 43 50 76 73



Je désire recevoir votre documentation sur les produits suivants :

- Capteurs de déplacement
- Conditionneurs de signaux
- Montage en surface de composants
- Inclinomètres-accéléromètres
- Modules électroniques hybrides

Nom _____ Entreprise _____

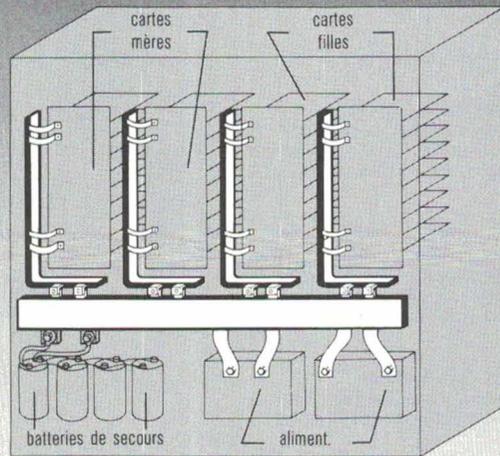
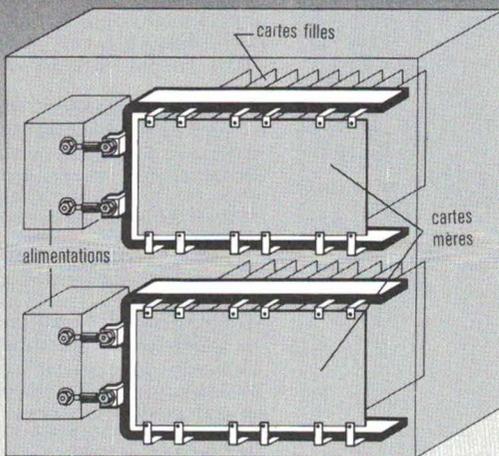
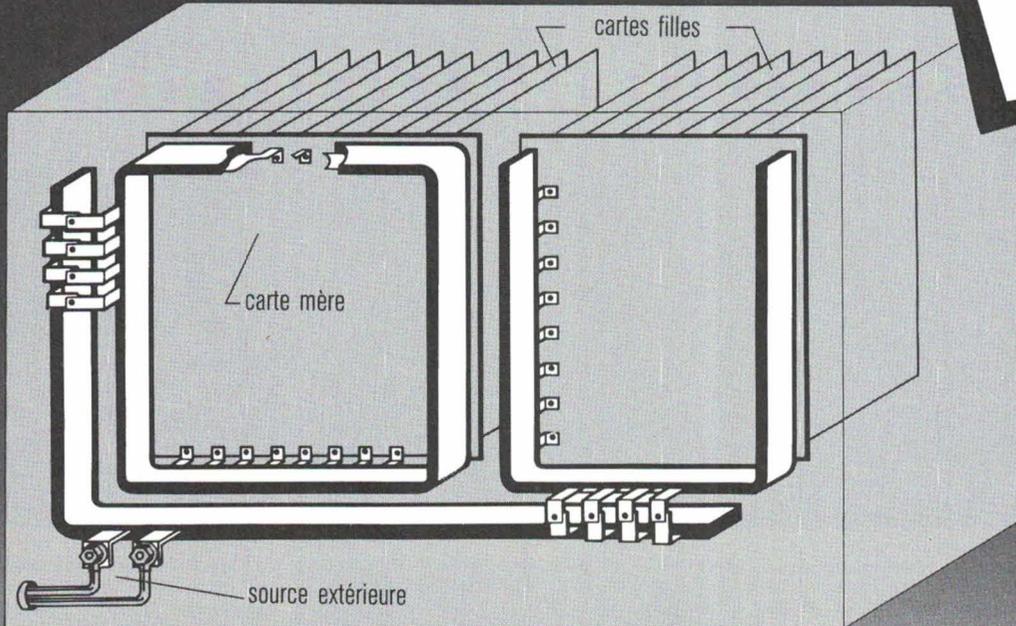
Adresse _____

Tél. _____

EA/04-05/87

SERVICE-ANNONCEURS N° 17

busbars MEKTRON®



Les systèmes électroniques actuels et encore davantage ceux du futur nécessitent des transferts d'énergie de plus en plus élevés de la source à la charge. Les caractéristiques électriques et mécaniques des busbars laminés répondent en tous points à ces nouvelles exigences. MEKTRON étudie et réalise dans les technologies les plus avancées des ensembles de Laminar Bus pour les ordinateurs et autres systèmes très sophistiqués.

Les connexions flexibles ou cosses de sortie positionnées avec une grande précision permettent le raccordement direct sur les circuits imprimés garantissant ainsi des chutes de tension minimales, une très faible inductance et une réduction considérable des coûts de montage. Des courants pouvant atteindre 1000A et plus, par niveau de tension peuvent être distribués par ces éléments compacts avec une faible élévation de température.



Mektron-France 9, allée des Jachères - SOFILIC 416 - 94263 Fresnes Cedex Téléphone : (1) 46.68.10.25 - Télex : 260 719
Filiale européenne de **ROGERS CORP.** U.S.A. Tc 46.68.30.75

EIB bigpub 955

Amplificateur opérationnel grande précision et faible consommation

OP90

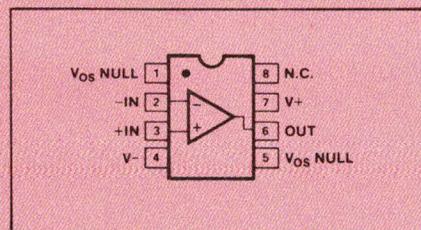
Fabricant : Precision Monolithics Inc. (PMI) (USA)
 Importateur : Bourns-Ohmic

Le circuit intégré OP90 se distingue par sa précision et sa très faible consommation (moins de $20 \mu\text{A}$). La tension d'erreur de décalage à l'entrée est de $150 \mu\text{V}$ maximum avec une dérive en température de $2 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ maximum. Le gain en boucle ouverte, supérieur à 700 000, réduit d'une manière significative l'erreur due au gain dans les applications à amplification élevée. Le courant de sortie est de 5 mA, ce qui est exceptionnel pour un circuit ne consommant que $20 \mu\text{A}$. Le OP90 peut fonctionner en bitension ($\pm 0,8$ à 18 V) ou en monotension ($\pm 1,6$ à 36 V); c'est alors un véritable amplificateur monotension, c'est-à-dire que ses tensions d'entrée et de sortie peuvent être à la masse; la sortie est à 0 V pour une entrée à 0 V. Les faibles courant et tension d'alimentation de ce circuit en font un composant idéal dans les applications alimentées par batteries ou énergie solaire.

Son brochage est standard (du type 741).

Caractéristiques maximales

- Tension d'alimentation : $\pm 18 \text{ V}$ (ou + 36 V)
- Dissipation interne : 500 mW
- Tension d'entrée (différentielle ou mode commun) : de $[(V-) - 20 \text{ V}]$ à $[(V+) + 20 \text{ V}]$
- Températures de stockage : -65 à $+125 \text{ }^\circ\text{C}$
- Températures de fonctionnement : de 0 à $+70 \text{ }^\circ\text{C}$ (suffixe G); -25 à $+85 \text{ }^\circ\text{C}$ (suffixes E et F); -55 à $+125 \text{ }^\circ\text{C}$ (suffixe A)
- Température de jonction : -65 à $+150 \text{ }^\circ\text{C}$
- Température des broches (soudage 60 s) : $300 \text{ }^\circ\text{C}$



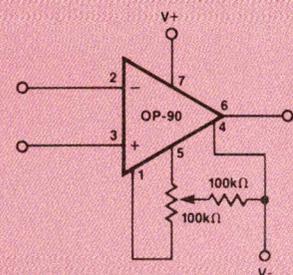
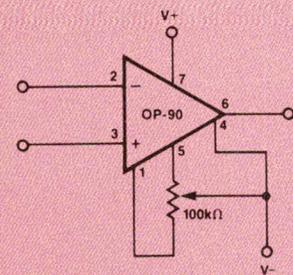
Boîtiers-brochage

Le OP90 est disponible en deux boîtiers 8 broches DIL : version militaire et industrielle en céramique (suffixe Z); version civile en plastique (suffixe P). Un boîtier SOIC 8 broches est prévu pour bientôt.

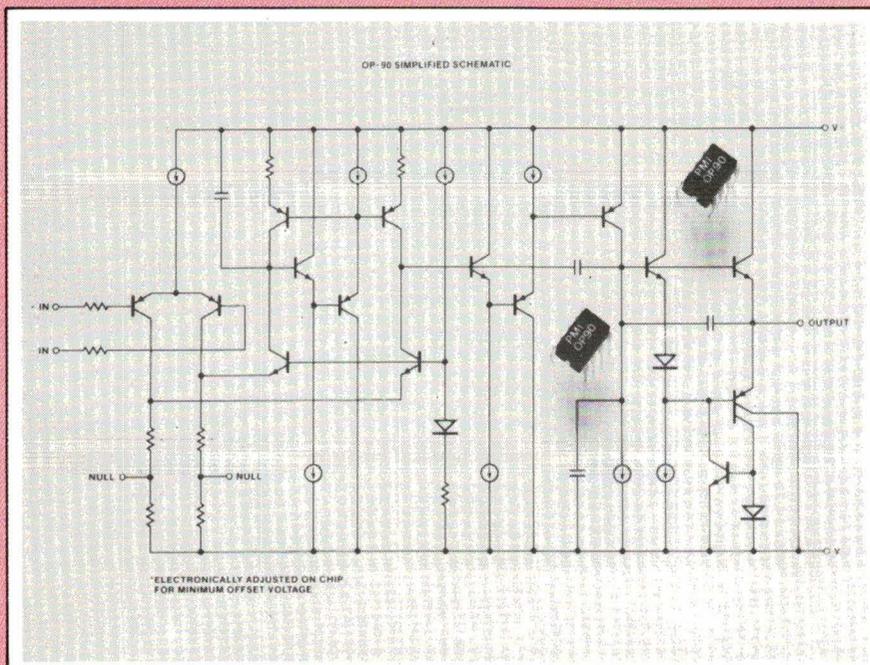
Le brochage de ce circuit est le suivant :

1. Réglage de la tension de décalage.
2. Entrée inverseuse (-).
3. Entrée non inverseuse (+).
4. Tension négative d'alimentation.
5. Réglage de la tension de décalage.
6. Sortie.
7. Tension positive d'alimentation.
8. Non utilisé.

Offset

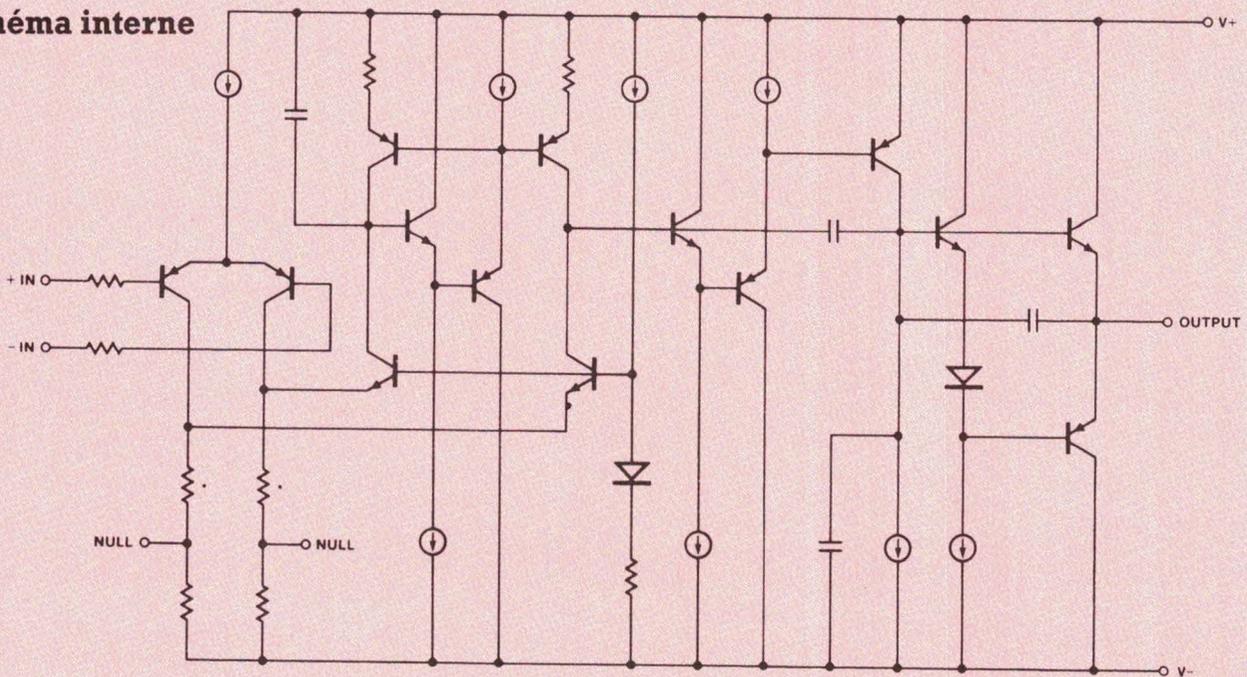


Le réglage de la tension de décalage peut se faire selon deux configurations : simple (en haut) et haute résolution faisant intervenir une résistance série (en bas).

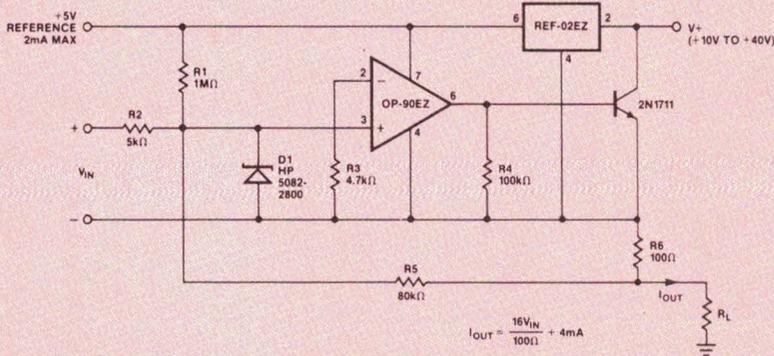


OP90

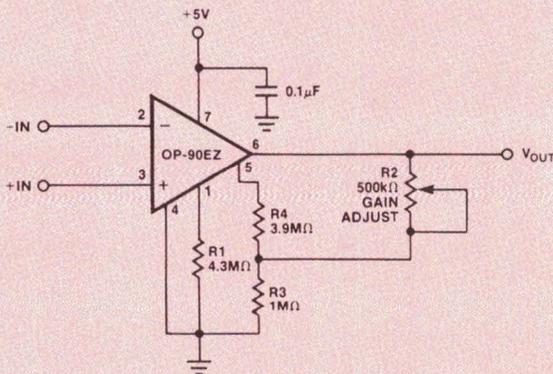
Schéma interne



Applications



Transmetteur de courant 4/20 mA : ce montage fournit un courant de sortie variable de 4 à 20 mA proportionnel linéairement avec la tension d'entrée. La linéarité est meilleure que 0,004 %. Pour les valeurs de ce schéma : $I_{OUT} = 0,16 V_{IN} + 4 mA$.



Amplificateur d'instrumentation faible consommation : ce montage ne consomme que 15 μA et sa réjection en mode commun est supérieure à 100 dB (non-linéarité meilleure que 0,1 %).

Modèles

Le circuit OP90 existe en quatre versions portant les suffixes A, E, F et G. Les différences entre ces versions portent sur les températures d'utilisation, le gain en boucle ouverte, la tension de décalage d'entrée, la réjection de mode commun et le taux de réjection d'alimentation.

Amplificateur opérationnel de puissance

PA61

Fabricant : Apex Microtechnology Corp. (USA)

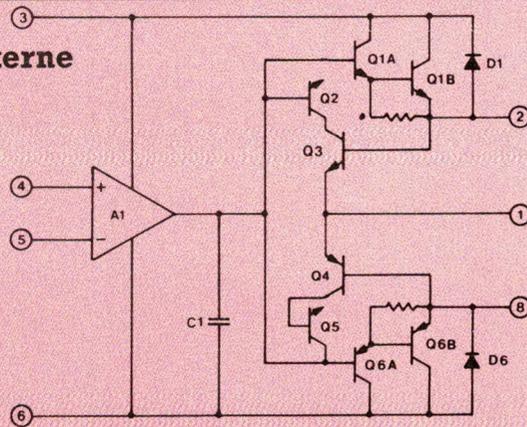
Importateur : Microel

Les circuits intégrés hybrides de la série PA61 sont des amplificateurs opérationnels haute tension et courant élevé conçus pour piloter des charges résistives, inductives ou capacitives ; l'étage de sortie « classe C » (émetteur-suiveur) est en effet protégé contre les f.e.m. générées par les charges inductives et est optimisé pour les applications à fréquences basses, là où la distorsion de croisement n'est pas critique. Donc ces circuits ne sont pas à recommander pour des applications audio (au-dessus de 1 kHz) ou lorsque la distorsion est un paramètre important.

Le courant de repos est de 3 mA seulement et l'alimentation peut se faire à partir de ± 10 V jusqu'à ± 45 V. Les applications principales concernent les alimentations programmables, le pilotage de moteurs, la régulation de puissance continue ou alternative, les oscillateurs de puissance à fréquence fixe, etc.

Le boîtier est du type TO3 à 8 broches scellé hermétiquement et isolé à 300 V=.

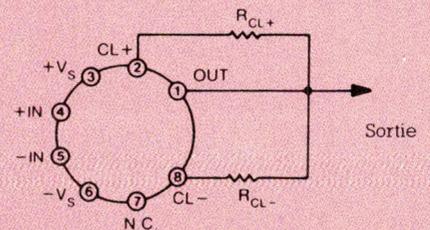
Schéma interne



Boîtier-brochage

Le boîtier utilisé (TO3 - 8 broches) présente le brochage suivant :

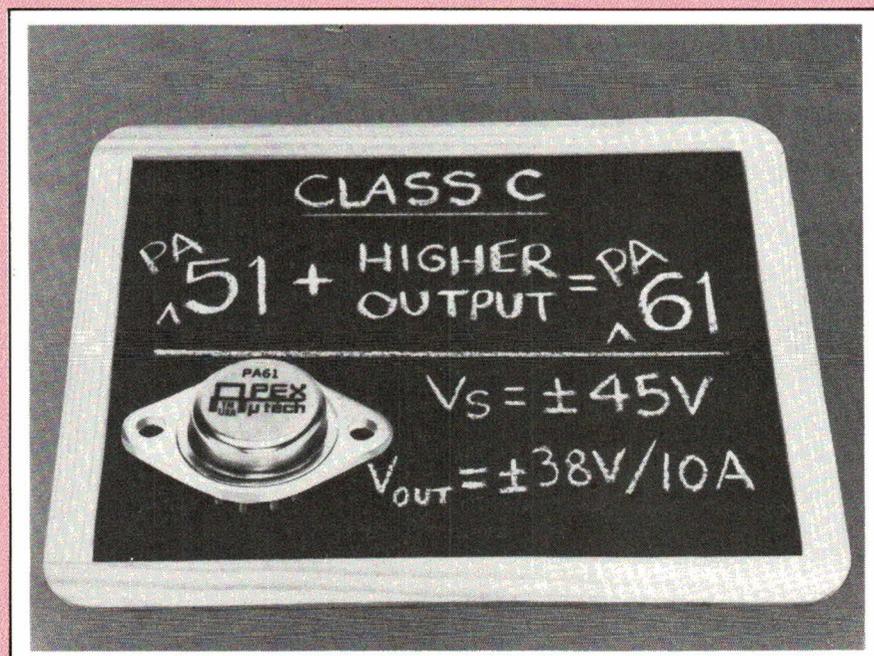
1. Sortie.
2. Limitation de courant positif.
3. Tension positive d'alimentation.
4. Entrée non inverseuse (+).
5. Entrée inverseuse (-).
6. Tension négative d'alimentation.
7. Non utilisé.
8. Limitation de courant négatif.



(Boîtier vu de dessus)

Caractéristiques maximales

- Tension d'alimentation : 90 V (± 45 V)
- Courant de sortie : 10 A
- Dissipation interne : 97 W
- Tension d'entrée différentielle : \pm Valim - 3 V
- Tension d'entrée mode commun : \pm Valim
- Températures de stockage : - 65 à + 150 °C
- Températures de fonctionnement : - 55 à + 125 °C
- Température des broches (soudage 10 s) : 300 °C

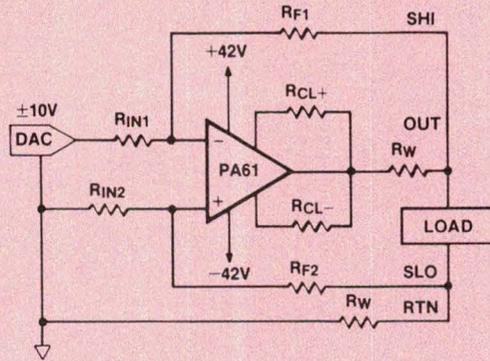


PA61

Application typique

Voici le PA61 utilisé dans une alimentation de puissance programmable avec système de compensation de régulation. L'intérêt de cette compensation augmente en fonction du courant de sortie et de la distance entre l'alimentation et sa charge.

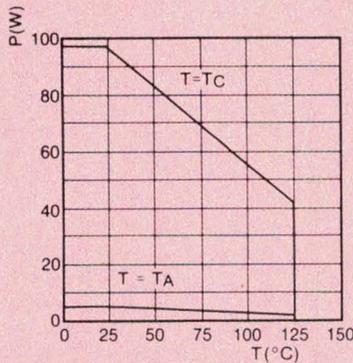
Sur le schéma, les deux résistances appelées R_W symbolisent les résistances du câblage de liaison ampli/charge et charge/retour-alim. Sans le système de compensation (résistances de contre-réaction R_{F1}



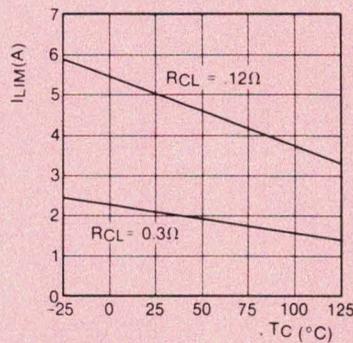
et R_{F2} câblées directement aux bornes de la charge), on aurait par exemple, pour un courant de sortie de 7,5 A et une résistance de seule-

ment $0,05 \Omega$ par câble de liaison, une différence de $0,75 \text{ V}$ entre la tension fournie par l'alimentation et celle retrouvée aux bornes de la charge.

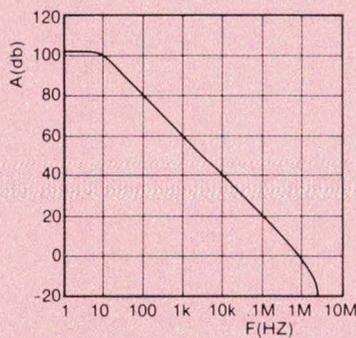
Courbes



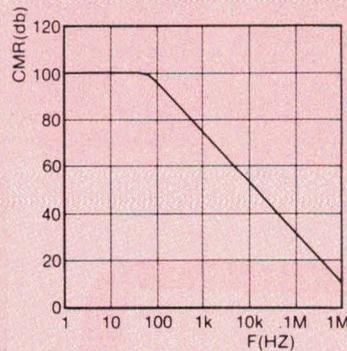
Consommation en fonction de la température.



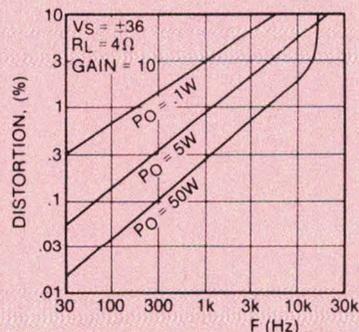
Limitation de courant = f (temp. du boîtier).



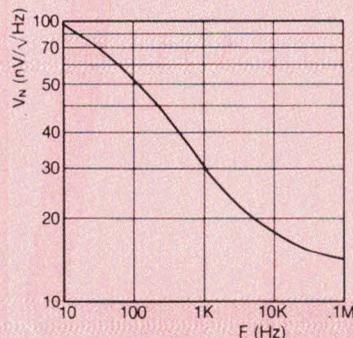
Gain (petits signaux) = f (fréquence).



Réjection de mode commun = f (fréquence).



Distorsion harmonique = f (fréquence).



Tension de bruit à l'entrée.

Modèles

Il existe trois versions de ce circuit. Entre le PA61 et le PA61A, les différences portent sur les caractéristiques d'entrée (tension et courant de décalage, courant d'entrée). Une version militaire PA61M, conforme à la norme MIL-STD-883C, est également proposée.

Amplificateurs opérationnels de précision grande vitesse

AD711 AD712

Fabricant : Analog Devices (USA)
Importateur : Analog Devices

Les circuits AD711 (simple) et AD712 (double) sont des amplificateurs opérationnels BIFET présentant un temps d'établissement de 1 μ s garanti à 0,01 % près. La bande passante (au gain unité) est de 3 MHz min. avec un slew-rate de 16 V/ μ s min.

Selon les versions, les maximums de tension et de dérive d'offset sont de 250 μ V à 2 mV pour l'une et de 3 à 20 μ V/ $^{\circ}$ C pour l'autre. Avec un courant de polarisation de 50 pA pour la

version J (25 pA en version C), ces circuits sont bien adaptés à la préamplification de photodiode. On peut citer leurs applications en tant qu'amplificateurs de sortie sur CNA (12 bits garantis) ou buffers d'entrée de CAN rapide.

Ces circuits existent en boîtiers 8 broches plastique (CERDIP) et métallique (TO99) dans les gammes civile, industrielle et militaire. Ils existent également en versions fiabilisées.

Caractéristiques maximales

- Tension d'alimentation : ± 18 V
- Dissipation interne : 500 mW
- Tension d'entrée : ± 18 V (mode commun)
- Durée d'un court-circuit en sortie : permanent
- Tension différentielle d'entrée : \pm Valim
- Température de stockage : - 65 à + 125 ou 150 $^{\circ}$ C
- Températures de fonctionnement : 0 à + 70 $^{\circ}$ C (suffixes J et K) ; - 40 à + 85 $^{\circ}$ C (suffixes A, B et C) ; - 55 à + 125 $^{\circ}$ C (suffixes S et T)
- Températures des broches (sondage 60 s) : 300 $^{\circ}$ C

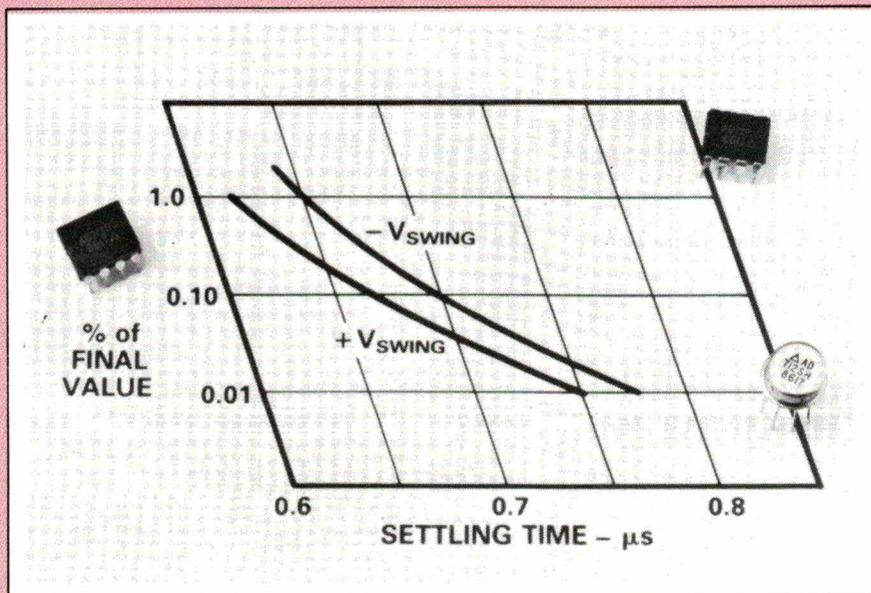
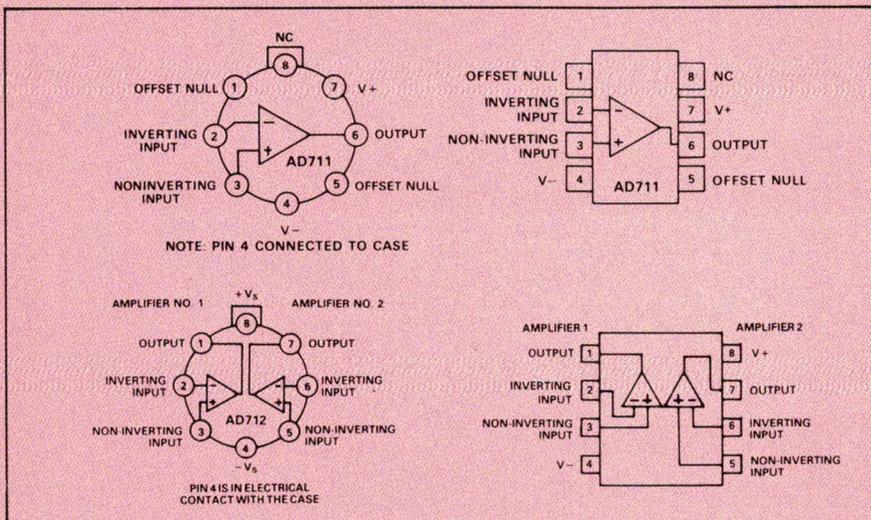
Boîtiers-brochages

Que ce soit en version simple (AD711) ou double (AD712), ces circuits sont présentés en boîtiers 8 broches : CERDIP plastique ou TO99 métallique. Etant donné le faible nombre de broches pour la version double, le AD712 ne possède pas de broches pour le réglage de l'annulation de la tension d'offset. Le brochage du AD711 est le suivant :

1. Réglage de la tension de décalage.
2. Entrée inverseuse (-).
3. Entrée non inverseuse (+).
4. Tension négative d'alimentation.
5. Réglage de la tension de décalage.
6. Sortie.
7. Tension positive d'alimentation.
8. Non utilisé.

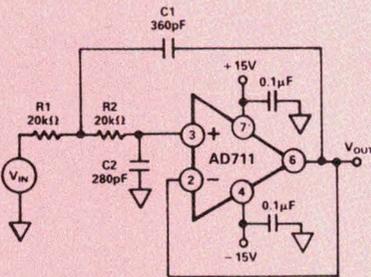
Le AD712, quant à lui, est broché comme suit :

1. Sortie ampli n° 1.
2. Entrée inverseuse (-) ampli n° 1.
3. Entrée non inverseuse (+) ampli n° 1.
4. Tension négative d'alimentation.
5. Entrée non inverseuse (+) ampli n° 2.
6. Entrée inverseuse (-) ampli n° 2.
7. Sortie ampli n° 2.
8. Tension positive d'alimentation.

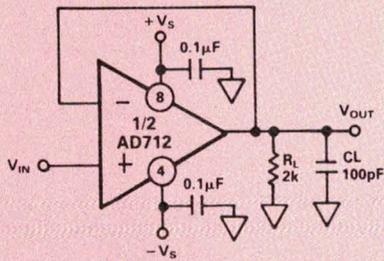


AD711 AD712

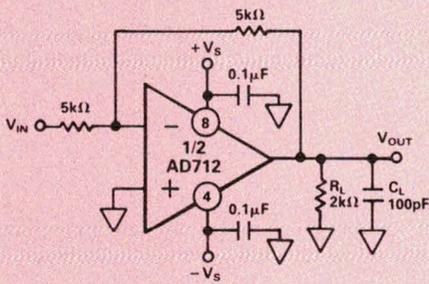
Applications



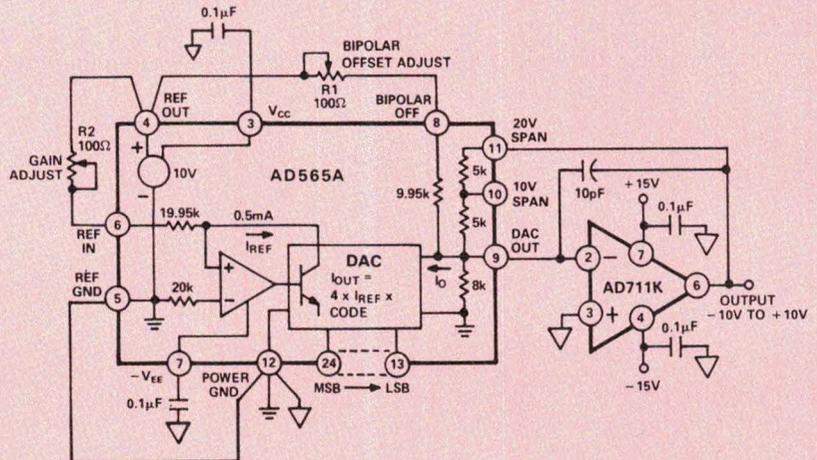
Filtre passe-bas du second ordre du type Butterworth. Avec les valeurs du schéma, la fréquence de coupure est de 20 kHz.



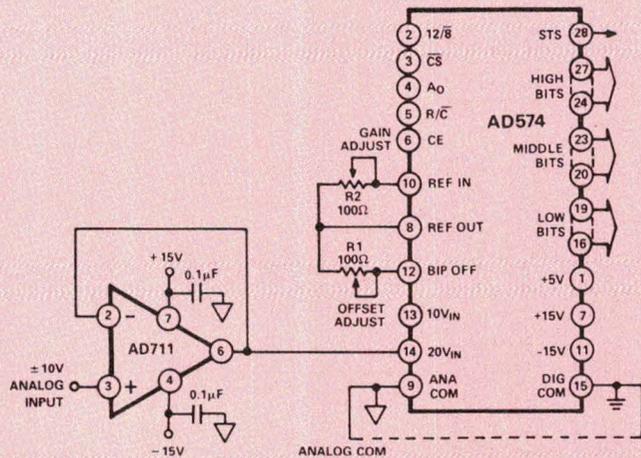
Montage suiveur à gain unité.



Montage inverseur à gain unité.



Le AD711 utilisé en convertisseur courant/tension à très faible temps d'établissement à la sortie d'un convertisseur digital-analogique.



Le AD711 utilisé en driver large bande à l'entrée d'un convertisseur analogique-digital.

Modèles

Il existe sept versions pour chacun de ces circuits ; elles se distinguent par des différences de températures de fonctionnement et de caractéristiques d'entrée (tension d'offset et d'entrée, courant de polarisation). Les suffixes S et T sont utilisés pour la gamme militaire, A, B et C pour la gamme industrielle, J et K pour les versions civiles.

Temporisateur numérique programmable

SAB0529

Fabricant : Siemens

Ce temporisateur intégré, programmable de 1 s à 31,5 heures, peut être alimenté par une basse tension continue ou bien directement sur le secteur (à travers une résistance et une diode) 110 ou 220 V, 50 ou 60 Hz. Pour régler la durée de la temporisation, on pratique en deux temps :

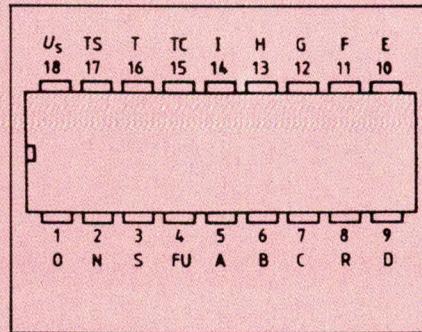
1° On choisit une des 8 durées de base (1, 3, 10, 30 s, 1, 3, 10 ou 30 mn) en reliant selon un code soit au + alimentation soit à la masse les broches 5, 6 et 7 du circuit.

2° On choisit ensuite un facteur multiplicateur de cette durée de base compris entre 1 et 63 par un branchement entre elles de sept autres broches (8 à 14).

La sortie de ce circuit est prévue pour la commande d'un triac dans les 2^e et 4^e quadrans avec synchronisation par tension ou par courant (pour les charges inductives et capacitives).

L'utilisateur peut faire démarrer la temporisation soit à la fermeture du contact de commande (broche 4 reliée au + alim) soit à l'ouverture de celui-ci (broche 4 à la masse dans ce cas).

Les applications sont nombreuses et variées : électroménager, habitations (minuteries, antivols, chauffage, ventilation périodique), loisirs (minuteries pour labo photo, projecteur de diapos) et aussi des applications industrielles.

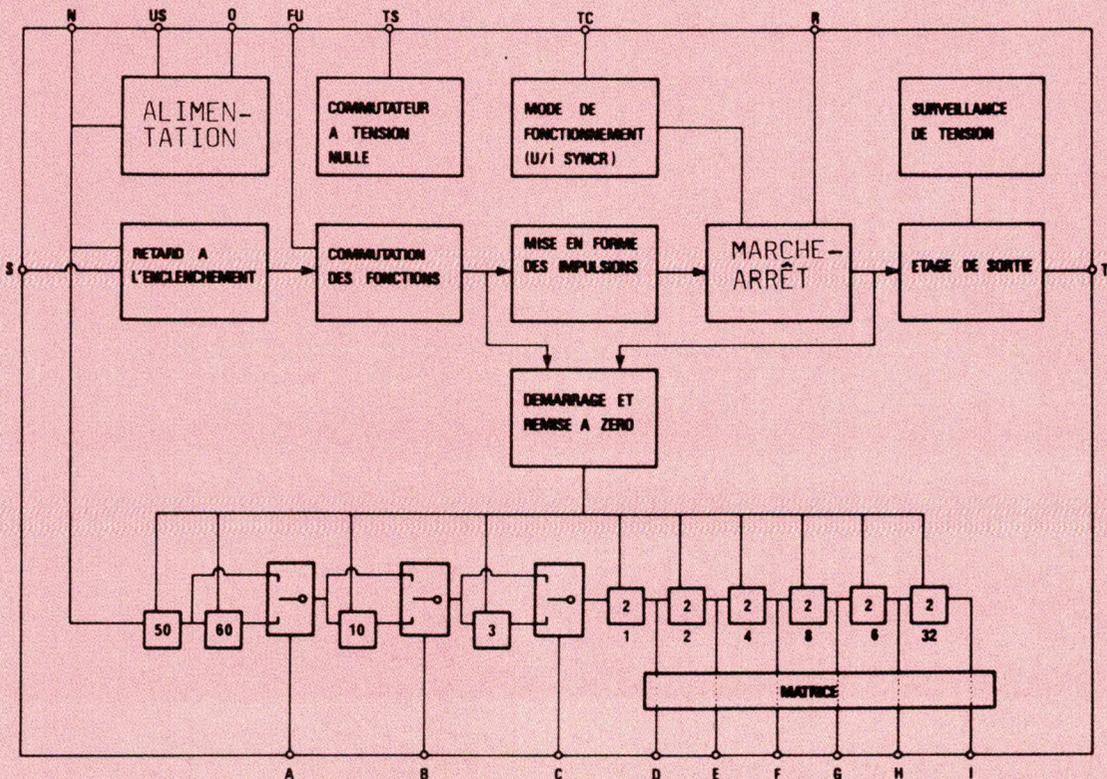


Boîtier-brochage

Le SAB0529 est présenté en boîtier DIL 18 broches plastique. Son brochage est le suivant :

1. Masse (- alim).
2. Entrée secteur (à travers R + D) - Neutre.
3. Entrée « départ temporisation ».
4. Sélection d'entrée (fermeture ou ouverture).
- 5, 6, 7. Programmation des durées de base.
8. Remise à zéro (commun des coefficients multiplicateurs de la durée de base).
9. Durée de base × 1.
10. Durée de base × 2.
11. Durée de base × 4.
12. Durée de base × 8.
13. Durée de base × 16.
14. Durée de base × 32.
15. Mode de synchronisation du triac (tension ou courant).
16. Sortie pour commande de triac.
17. Entrée de synchro du triac.
18. + alim (ou phase secteur).

Synoptique interne



SAB0529

Caractéristiques maximales

- Tension d'alimentation continue : 5,5 V
- Courant crête sur la borne d'entrée secteur (répétitif 50 Hz) : 35 mA
- Courant crête de sortie triac (permanent) : 100 mA
- Températures de stockage : - 40 + 125 °C
- Températures de fonctionnement : 0 à + 70 °C
- Limites de temporisation : 1 s à 31,5 heures.

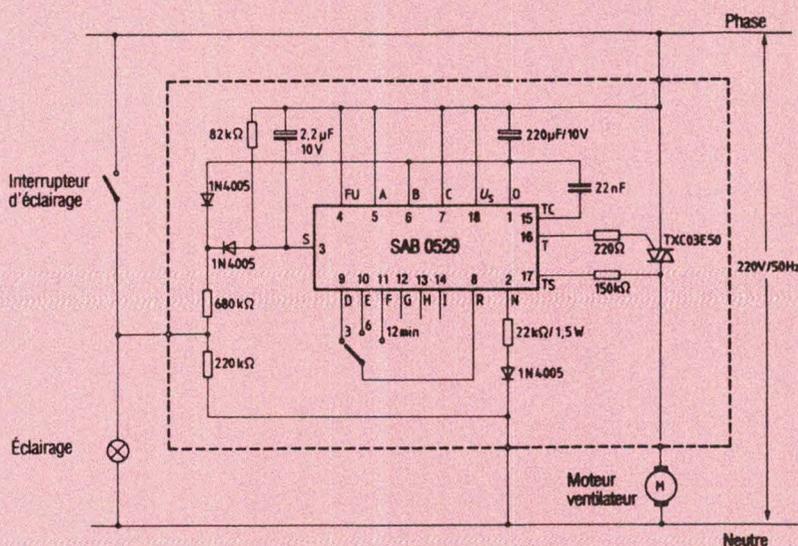
Choix du temps

La durée de base est d'abord choisie en reliant les entrées 5, 6 et 7 soit au + (niveau logique 1) soit au - (niveau logique 0) de l'alimentation, selon la table de vérité ci-dessous :

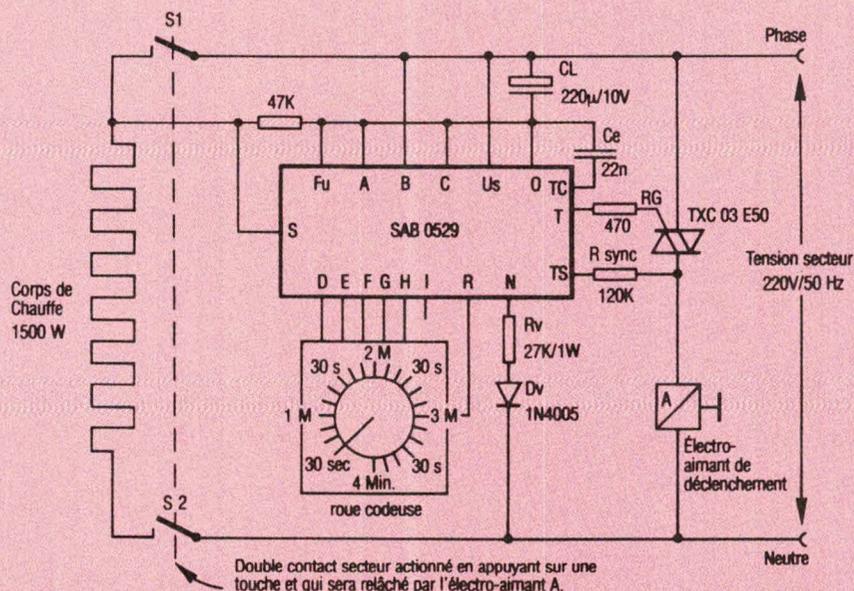
Broche 5	Broche 6	Broche 7	Durée de base
0	0	0	1 s
0	0	1	3 s
0	1	0	10 s
0	1	1	30 s
1	0	0	1 mn
1	0	1	3 mn
1	1	0	10 mn
1	1	1	30 mn

Le facteur multiplicateur de la durée de base se choisit en reliant à la borne 8 une ou plusieurs des bornes 9 à 14 (les facteurs de multiplication s'additionnent).

Applications



Aérateur de WC temporisé sur 3, 6 ou 12 minutes. L'interrupteur d'éclairage, lorsqu'il est fermé, provoque l'allumage de la lampe et le démarrage du ventilateur. En ouvrant l'interrupteur, la lampe s'éteint mais le ventilateur continue à fonctionner durant le temps sélectionné.

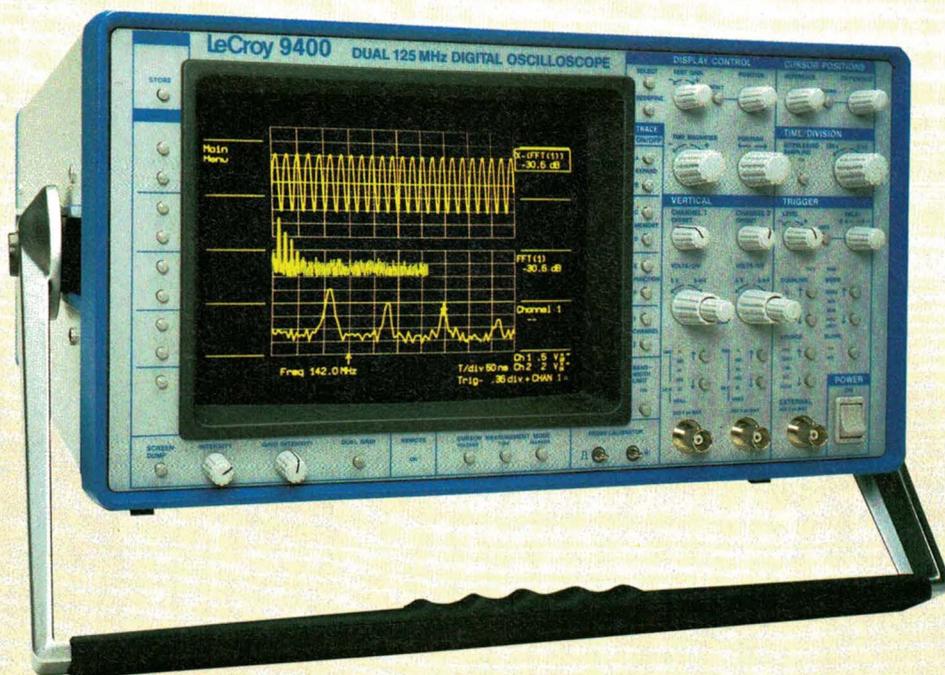


Autre application, ce grille-pain temporisé au choix de 30 secondes à 4 minutes par bonds de 10 secondes.

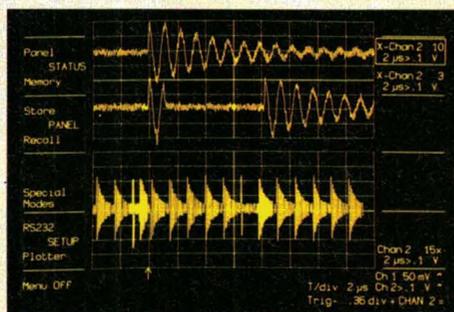
U2N

EN...

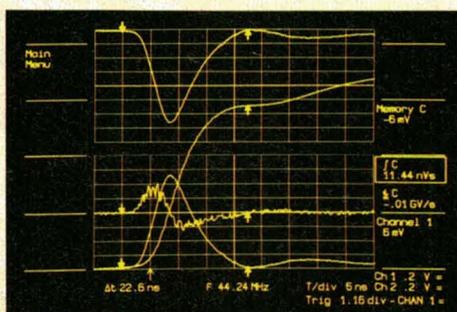
Traitement de signaux dans les domaines temps et fréquences dans le même oscilloscope



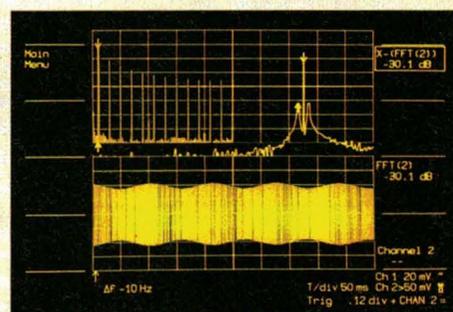
Le 9400 de LeCroy vous offre un système d'acquisition de signaux 2 voies, large bande, avec une profondeur mémoire 32K, à 100 Méchantillons/s pour des phénomènes transitoires et 5 Géchantillons/s pour des signaux répétitifs. La résolution verticale est 8 bits, la mémoire totale peut atteindre 192K, la précision en continu $\pm 1\%$; et l'appareil est entièrement programmable GPIB et RS 232. Un progiciel puissant permet un traitement élaboré du signal avec une plus grande précision.



L'enregistrement de transitoires de commutation dans des mémoires segmentées montre des rebondissements de contact dans le segment n°3.



Le signal d'une photo-diode en inverse puis intégré pour mesurer l'énergie (l'aire sous la courbe est égale à 11.44nVs).



L'enregistrement sur 25.000 points d'un signal audio modulé montre des harmoniques jusqu'à 25KHz. L'expansion montre des bandes latérales à 10 Hz.

Nouveau dans le 9400—FFT. De nouvelles routines FFT pour le 9400 permettent de réaliser des transformées sur 50 à 25.000 points avec une résolution en fréquence de 1 milliHz à 50 MHz, pour des fréquences Nyquist allant de 0.625 Hz à 2.5 GHz. Ceci apporte une amélioration du rapport signal/bruit nettement supérieure au simple moyennage du signal, protège contre le phénomène du repliement de spectre, et rend possible

la séparation de composantes de fréquence très voisines. Une sélection par menu et un choix de représentations diverses présentent les spectres dans des formats familiers tels que spectre de puissance, densité spectrale, réel et imaginaire, ou magnitude et phase. Des échelles 10, 5, 2 et 1 dB/div peuvent être choisies et le système de curseurs du 9400 affiche des mesures précises en dBm aussi bien en relatif qu'en absolu.

Performances uniques. D'autres caractéristiques existent également telles que moyennage par sommation jusqu'à 1.000.000 de fois, génération d'un «offset» variable permettant d'accroître la résolution effective de plusieurs bits, intégrale du spectre pour mesurer l'énergie continue en fonction de la fréquence ou le mode EXTREMA pour suivre une dérive en amplitude et en temps ou pour capturer des impulsions fines inférieures à 10ns.

GP ÉLECTRONIQUE

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

GP ELECTRONICS INC (USA)

Tél. : (312) 883 0970
Télex : 26.15.98 G

GP INDUSTRIEL (UK)

Tél. : (752) 342 961
Télex : 42 513 GP



LES GRANDES PERFORMANCES



SYSTÈME DE PROGRAMMATION UNIVERSEL

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

● OPTIONS

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

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



SERVICE-ANNONCEURS N° 4

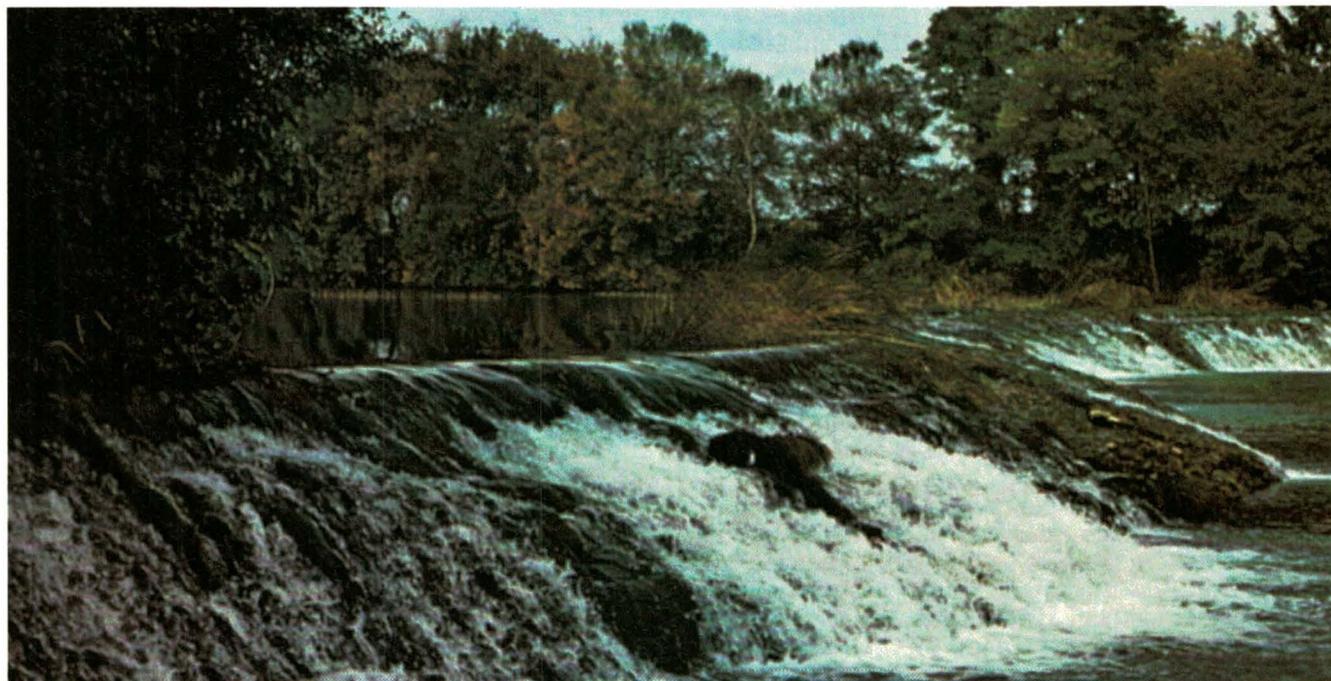


Energie

Les mini-centrales hydrauliques

Il peut sembler paradoxal d'évoquer le développement des centrales hydrauliques au moment où les capacités de production d'électricité sont excédentaires, à l'échelon national. Pourtant, comme le souligne l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie (AFME), il existe un marché français pour cette technologie, et un vaste marché à l'exportation.

En fait, il s'agit surtout d'installations de petite puissance, d'une « mini-hydraulique » réalisée au moyen de mini, micro voire de picocentrales hydrauliques. Chaque année, en France, on enregistre environ 150 demandes d'autorisation de construction de petites centrales : puissance inférieure à 4 500 kW. Sur ce chiffre, un tiers de ces demandes se traduit par des réalisations.



Une énergie compétitive

Ces petites installations deviennent compétitives dans certaines collectivités locales en évitant la construction de coûteuses lignes de transport d'électricité. Elles peuvent également apporter une rente intéressante à la commune ou au syndicat intercommunal puisque le courant fabriqué en excès est racheté par *EdF*.

Enfin, et c'est là où les petites centrales peuvent offrir un regain d'intérêt, c'est l'automatisation et la programmation de l'installation. La microcentrale de Saverdun (Ariège) de 600 kW, par exemple, a été équipée d'un automate programmable qui a permis d'augmenter le rendement de la centrale jusqu'à 95 % de la puissance disponible, tout en optimisant le fonctionnement et en télé-surveillant l'installation.

L'électricité est devenue si étroitement liée à chacune de nos activités qu'il nous est très difficile d'imaginer la vie sans elle. *D. Ermont* disait : « Coupez l'électricité... la civilisation s'éteint. » Cependant, de nombreuses régions dans le monde ne la connaissent pas encore.

Pourtant, il existe une source d'énergie gratuite, largement répandue : l'énergie hydraulique (fig. 1, page précédente). Elle a fait tourner les moulins et les machines pendant des millénaires et, il y a plus d'un siècle, les premières centrales électriques (fig. 2).

D'après l'*AFME*, aujourd'hui encore, lorsque les ressources existent, l'énergie hydraulique reste incomparablement plus économique et plus souple que n'importe quelle autre. Avec elle, plus de contraintes de transport, plus d'importations, plus de dépendance vis-à-vis d'autres pays, plus de fluctuations brutales des cours internationaux, plus de problèmes de devises... Insensible à la conjoncture, elle reste éternellement gratuite et à l'abri de l'inflation.

Cependant, les grandes centrales hydro-électriques entraînent d'énormes investissements et des travaux de longue haleine. De plus, la distribution de l'électricité sur de grandes distances entraîne de lourdes contraintes de coût, d'entretien et de déperdition d'énergie.

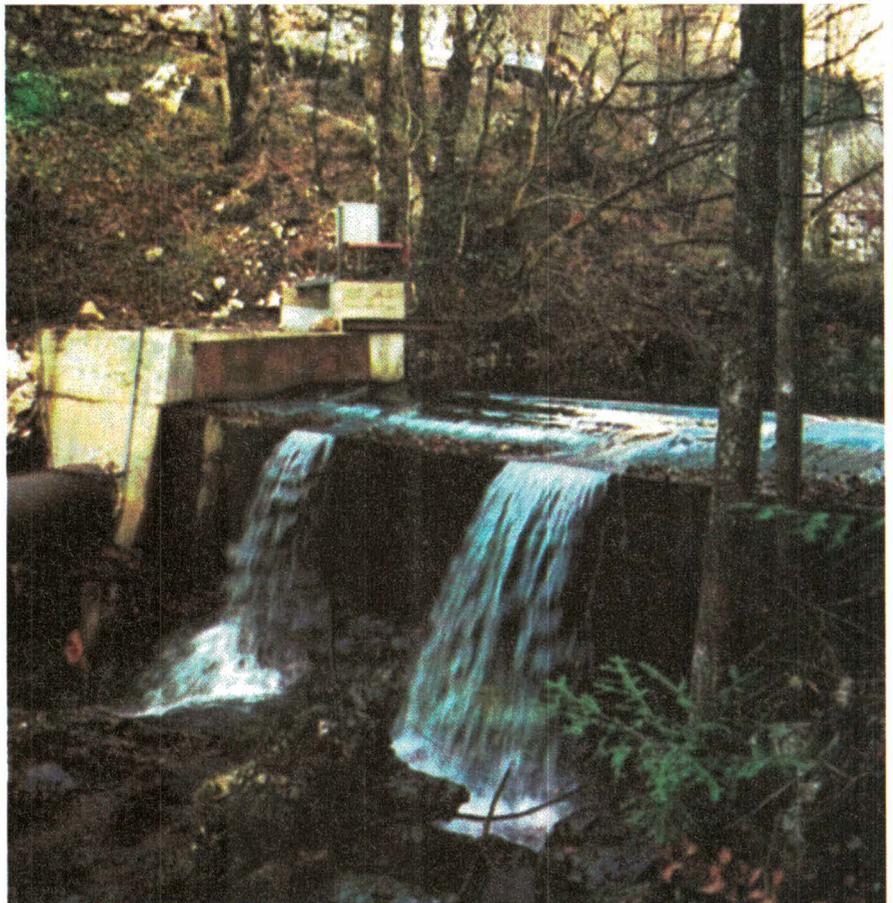


Fig. 2. - Centrale de la Société Hydroélectrique Autonome des Alpes (Foulon). La régulation débit/ puissance est assurée par un automate PB 300 de Merlin Gerin recevant les données d'un capteur de pression placé au niveau de la retenue d'eau (40 m³).

Les petites centrales, au contraire, sont parfaitement adaptées à l'alimentation en électricité des populations habitant les régions les plus reculées ou les plus difficiles d'accès.

Un simple cours d'eau suffit pour les alimenter, et leur installation peut être intégrée dans le cadre d'un plan d'irrigation, de régulation des crues ou de constitution de réserves hydrauliques.

Leur réalisation exige peu d'investissements, les dépenses de fonctionnement se réduisent au seul entretien, leur durée de vie est de l'ordre de 30 à 40 ans ; quant à leur construction, elles bénéficient du dernier développement technologique des grandes turbines et des équipements annexes dont les entreprises françaises possèdent une très grande expérience.

Ainsi, les petites centrales hydro-électriques représentent, sur tous les plans, l'une des meilleures solutions pour assurer le développement économique des régions défavorisées.

Au-delà de ce seul aspect des choses, elles peuvent puissamment contribuer à l'amélioration des conditions de vie et permettre de fixer des populations qui, sans cela, viendraient un jour ou l'autre se fixer autour de villes dont la situation est déjà souvent précaire.

Qu'est-ce qu'une « petite centrale » ?

Une petite centrale se définit comme une installation hydro-électrique capable de produire de 5 kW à 8 000 kW, à partir de chutes d'eau de 1,5 à 400 mètres de hauteur, pour un débit de quelques centaines de litres à quelques dizaines de mètres cubes par seconde.

L'*Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique* distingue trois types de petites centrales :

- la microcentrale : puissance installée inférieure à 500 kW ;

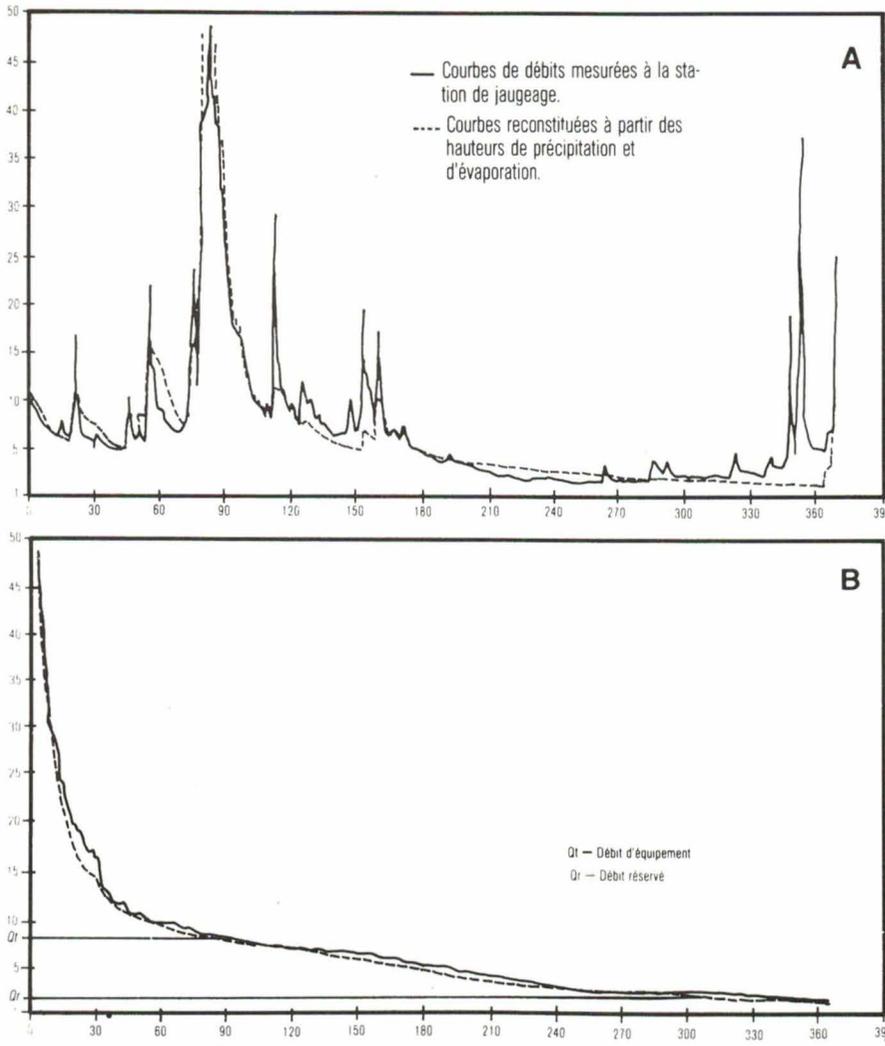


Fig. 3. - A : courbes des débits journaliers ; B : courbes des débits classés (doc. AFME).

- la minicentrale : puissance installée inférieure à 2 000 kW ;
- la petite centrale : puissance installée inférieure à 8 000 kW.

A cette classification on peut ajouter les picocentrales : puissance de quelques centaines de watts à quelques kilowatts.

Une petite centrale peut contribuer à l'alimentation d'un réseau général interconnecté à d'autres centrales, ou bien être utilisée en réseau isolé pour fournir l'électricité nécessaire à un village, une petite ville, un complexe industriel ou agricole...

Par exemple, une unité de 200 kW

permet d'alimenter en électricité une usine à thé ou à coton pendant la journée, et un village important pendant la nuit. Une petite centrale de beaucoup plus faible puissance (20 kW) suffit pour assurer la production électrique nécessaire à la vie d'un village africain de 500 habitants. Une picocentrale s'adresse plutôt à des habitations isolées, à des petites exploitations agricoles...

La recherche d'un site

Un projet de petite centrale hydraulique débute par la recherche d'un site : point de départ d'étude de rentabilité et de faisabilité. La SGTE (Société Générale de Techniques et d'Etudes) couvre, entre autres, ce domaine. Par compilation et analyse de documents existants, l'équipe de recherche prépare une campagne sur le terrain qui permettra de préciser les caractéristiques physiques des sites, ou à en localiser d'autres qui n'étaient pas apparus en première analyse.

D'après les spécialistes de cette société, un site se caractérise par une hauteur de chute et un débit disponible. En première approximation, la puissance de l'installation s'écrit :

$$P = r_o \cdot g \cdot H \cdot Q$$

où, P = puissance équipée (kW), r_o = rendement global de l'installation, g = accélération de la pesanteur, H = hauteur de chute nette et Q = débit d'équipement. Ainsi, on distingue :

- les hautes chutes : $h > 100$ m

Les machines équipant ces hautes chutes sont des turbines du type Pelton à un ou plusieurs jets. Ces turbines ont des vitesses de rotation

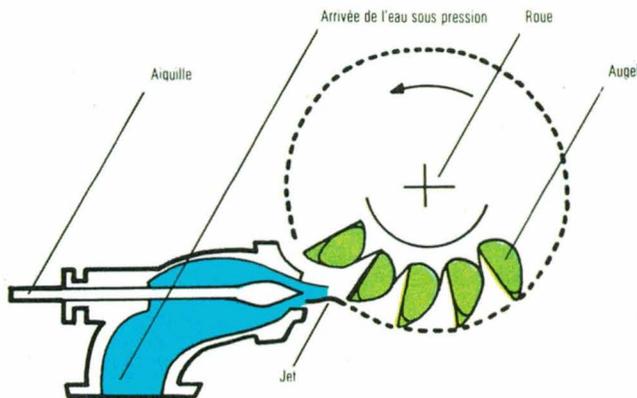


Fig. 4. - Turbine Pelton.



Fig. 5. - Turbine Pelton (doc. Engrenages Durand).

Puissance (kW)	Hauteur installée (m)	Débit de chute (m ³ /s)
24	5	0,6
24	50	0,06
24	200	0,015

Tableau 1

une production annuelle d'énergie électrique de 120 000 kWh. Cette production est calculée à partir de la formule :

$$W = P \cdot t$$

où W = énergie électrique produite, P = puissance et t = durée de fonctionnement.

Les ressources en eau

Pour s'assurer de la rentabilité d'une installation, il est indispensable de connaître le régime du cours d'eau considéré. Les méthodes hydrologiques classiques prennent en compte plusieurs années de mesures des débits moyens (journaliers ou mensuels) effectués sur des stations de jaugeage fiables.

Les résultats de ces mesures sont représentés par des courbes de débits classés qui indiquent le nombre de jours durant lesquels le débit atteint une valeur donnée. Ces courbes permettent de calculer la production d'énergie (fig. 3).

Cependant, pour obtenir le débit d'équipement réellement disponible pour la centrale, il faut en déduire le débit réservé permanent pour l'environnement qu'il est nécessaire de

élevées de 750 à 1 500 tr/min permettant l'utilisation de génératrices de dimensions réduites, d'un coût au kVA peu élevé.

- **les chutes moyennes :**
15 m < h < 100 m

Les machines équipant ces chutes moyennes sont généralement des turbines du type *Francis* à axe horizontal. Elles sont à roue simple ou à roue double suivant les caractéristiques de la chute. Leur vitesse de rotation est comprise entre 150 et 750 tr/min. Pour les faibles vitesses, l'utilisation d'un multiplicateur est fréquemment retenue.

- **les basses chutes : h < 15 m**

Les machines équipant ces basses chutes sont quelquefois des turbines *Francis*, mais plus couramment des

turbines du type hélices à pales fixes ou réglables à l'arrêt ou des turbines du type *Kaplan* à pales réglables automatiquement en marche, ou encore des turbines du type bulbe à axe horizontal dans le sens d'écoulement. La vitesse de rotation de ces turbines est faible ; généralement, l'utilisation d'un multiplicateur pour l'entraînement de la génératrice est prévu.

Pour illustrer le rapport qu'il y a entre le débit et la hauteur de chute pour une puissance donnée, on peut donner l'exemple théorique du **tableau 1** ci-après.

Avec cette puissance de 24 kW et une exploitation annuelle moyenne de 5 000 heures sur les 8 760 heures que compte une année, on aboutit à

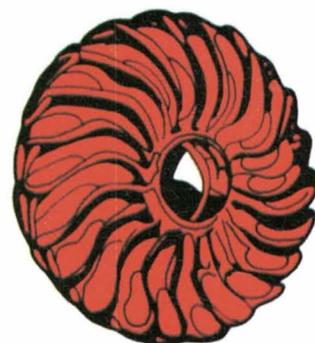
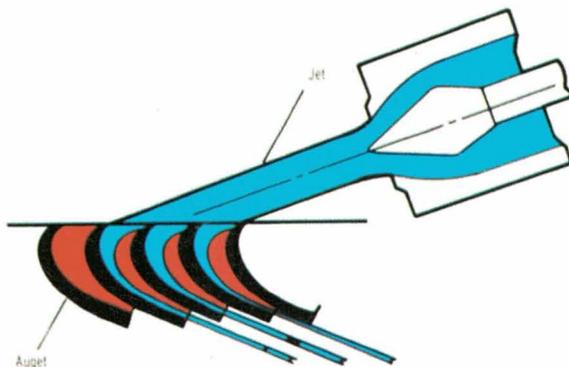


Fig. 6. - Turbine Turgo.

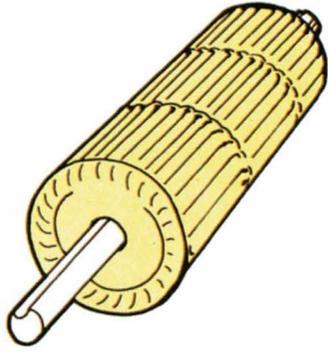
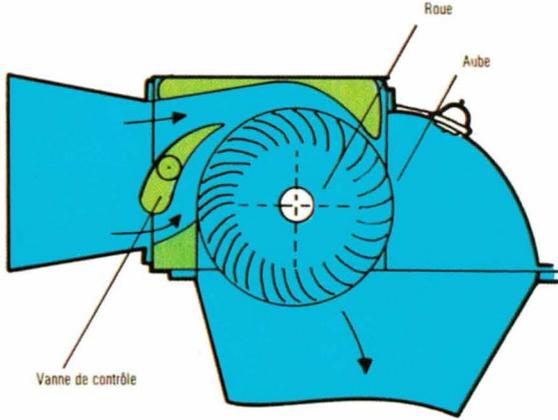


Fig. 7. - Turbine Banki-Mitchell.

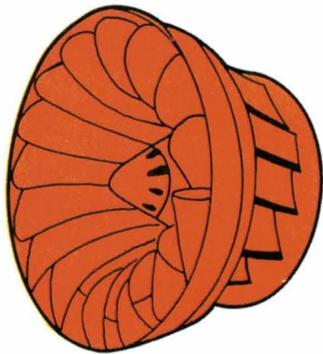
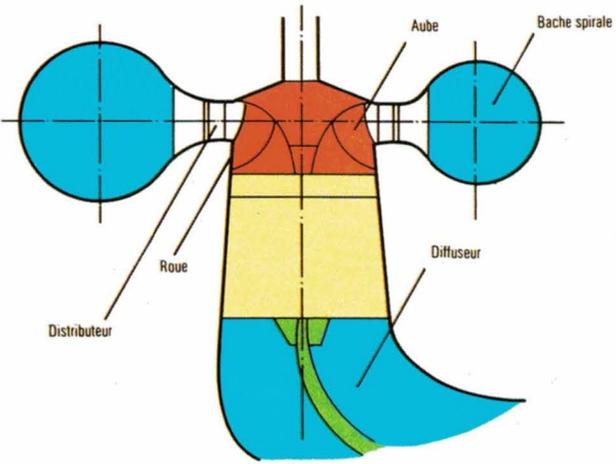


Fig. 8. - Turbine Francis.

maintenir entre la prise d'eau et le canal de restitution.

Si l'on ne dispose pas de mesures hydrologiques, le débit du cours d'eau peut être évalué à partir de données pluviométriques qui sont généralement plus nombreuses. Ces données permettent de reconstituer des historiques de débit ou de compléter des mesures hydrologiques partielles, à partir de modèles mathématiques de simulation éprouvés.

Les données hydrologiques existantes ou celles obtenues à partir des données pluviométriques peuvent, à l'échelle d'une région ou d'un pays, contribuer à l'évaluation de l'énergie hydraulique utilisable. Cet ensemble peut être réuni dans une banque de données.

Il suffira donc de consulter la banque pour connaître le débit moyen d'un cours d'eau. Et, après avoir déterminé la hauteur de chute, on est

alors en mesure de formuler un diagnostic suffisant pour juger rapidement de la rentabilité de l'opération et pour absorber l'étude de faisabilité.

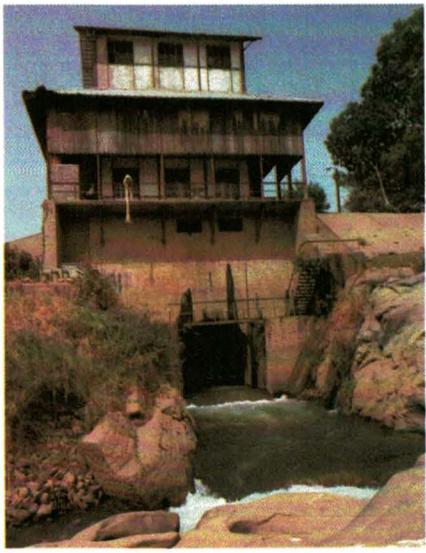


Fig. 9. - Centrale du Félou, sur le fleuve Sénégal (doc. SGTE).

Les contraintes de l'environnement

L'aménagement d'un site hydroélectrique modifie le milieu naturel. Les impacts sur l'environnement doivent donc être évalués durant l'établissement du projet, afin de formuler les solutions d'accompagnement indispensables pour supprimer ou atténuer les nuisances éventuelles (agressions paysagères, nuisances sonores, incidence sur la vie aquatique).

Par contre, les effets bénéfiques d'une centrale sont loin d'être négligeables. Son rôle de barrage assure notamment une certaine régulation des débits et crée un plan d'eau favorable pour la reproduction de certaines espèces de poissons d'eau calme et la survie des alevins.

Ces plans d'eau peuvent d'ailleurs également constituer des zones de refuge pour les oiseaux aquatiques.

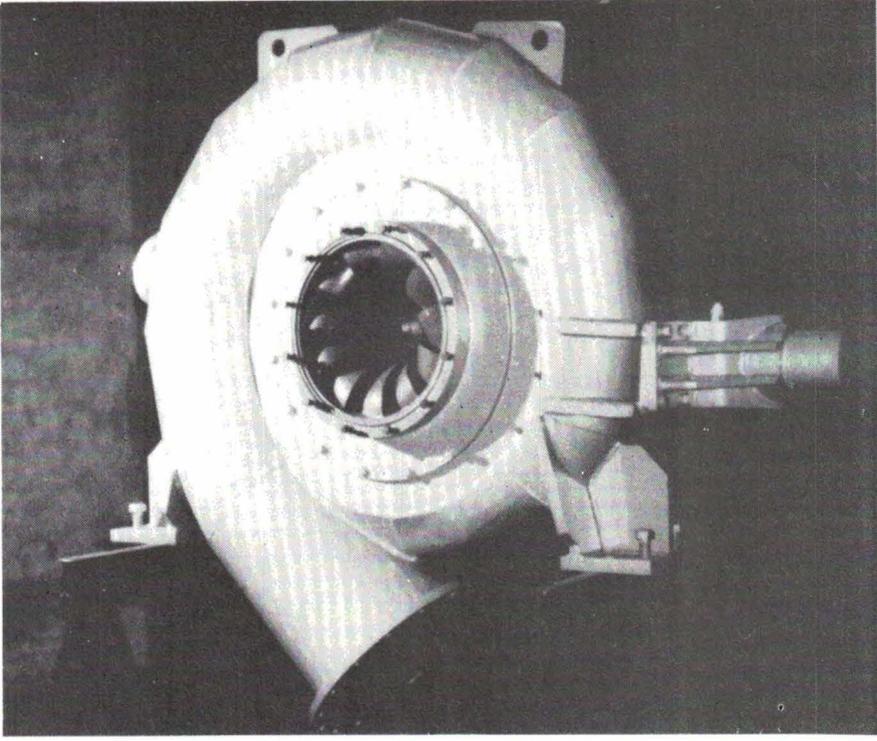


Fig. 10. - Turbine Francis de la centrale de Bains-les-Bains, Vosges (doc. Engrenages Durand).

Si l'environnement peut être une contrainte, il faut cependant faire avec. Ainsi, la nature géologique des terrains revêt une grande importance pour déterminer les types de fondation et d'ancrage des ouvrages de prise d'eau et d'adduction, ainsi que des bâtiments abritant les équipements. La stabilité des terrains sera examinée sur l'ensemble

de l'aménagement afin d'éviter tout risque de mouvements dangereux. Il existe une très grande variété d'ouvrages de prise, depuis les plus rudimentaires (prises submersibles), jusqu'aux plus élaborés techniquement (barrages). Les conditions de construction, et notamment l'étanchéité, seront moins sévères, bien sûr, pour les ouvrages au fil de

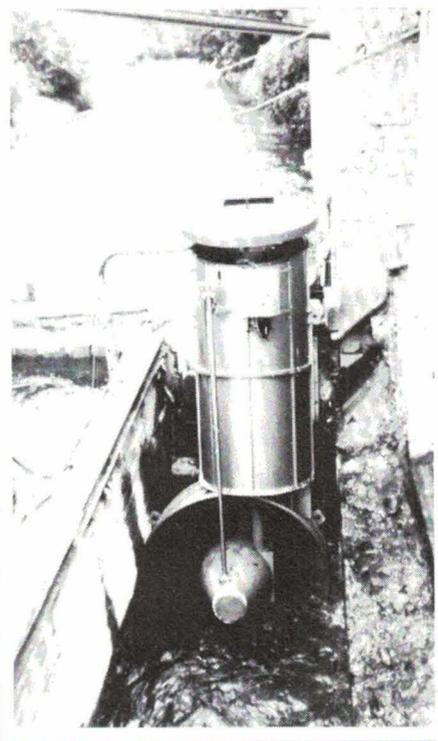


Fig. 12. - Turbine Kaplan à simple réglage (doc. Engrenages Durand).

l'eau que pour des barrages-réservoirs à buts multiples.

Nous ne nous attarderons pas davantage sur cet aspect du problème, préférant réserver nos propos aux types de turbines et à leur commande.

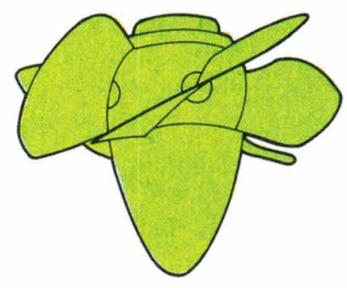
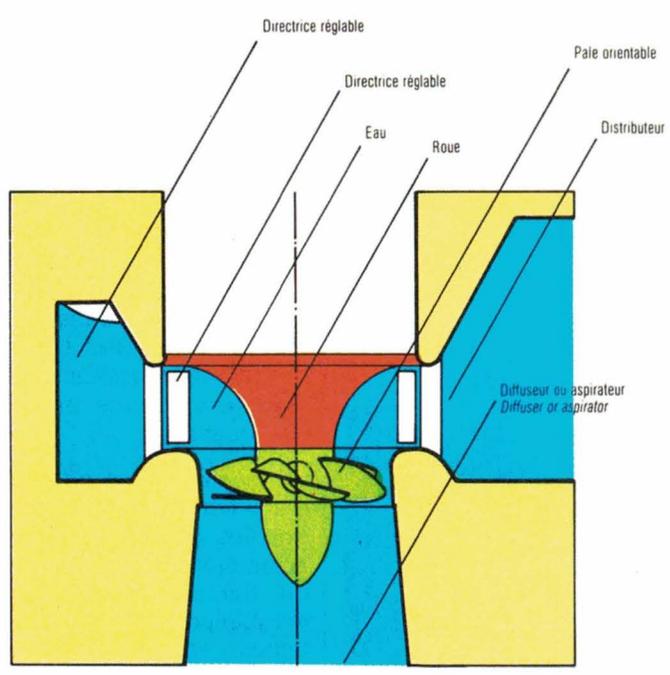


Fig. 11. - Turbine Kaplan.

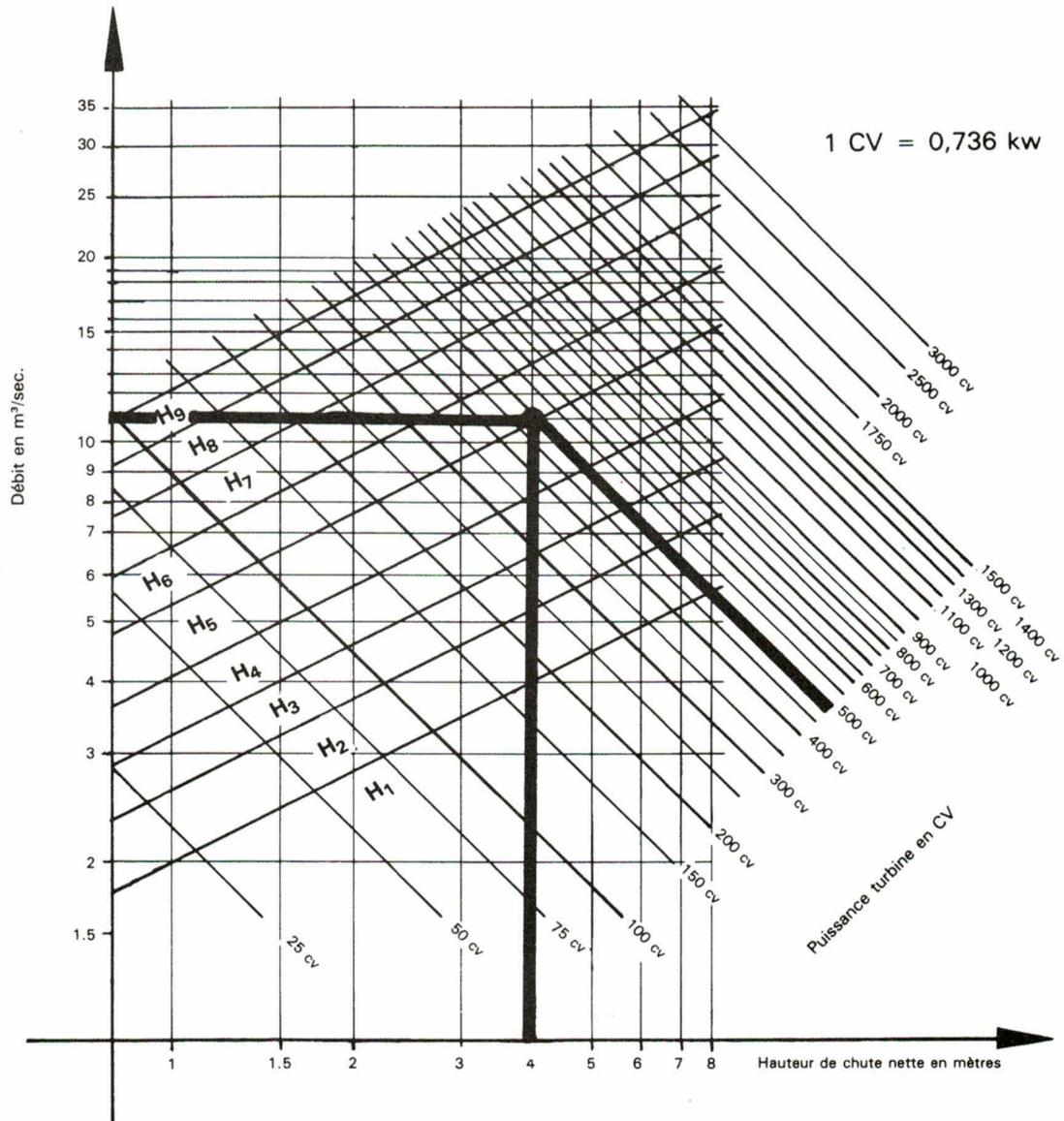


Fig. 13. - Gamme des groupes bulbes Hydresac.

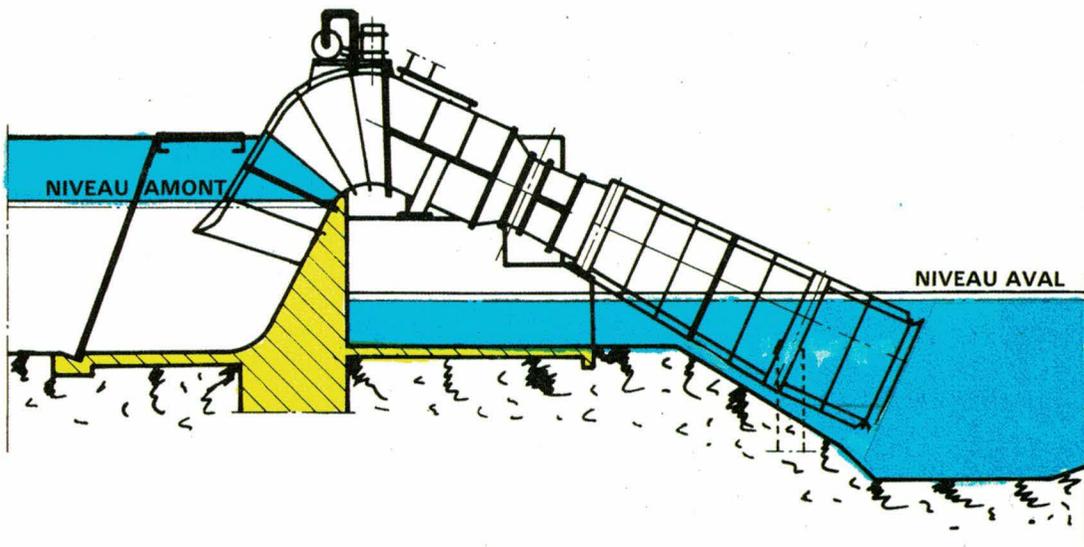


Fig. 14. - Groupe standard en siphon (ESAC).



Fig. 15. – Groupe standard en siphon (doc. ESAC).

mécanique nécessaire à la machine électrique entraînée.

Selon les caractéristiques des sites (hauteur de chute, débit), différents types de turbines peuvent être envisagés :

- pour les hautes chutes, les turbines *Pelton* et *Turgo* ;
- pour les moyennes chutes, les turbines *Banki-Mitchell* et *Francis* ;
- pour les basses chutes, les turbines à hélice, *Kaplan* et les groupes bulbes.

● Turbine Pelton

L'eau, sous forte pression, est dirigée sur des augets à double cuiller, en passant dans un injecteur muni d'un pointeau de réglage (fig. 4 et 5).

Les turbines

Une turbine hydraulique est une machine tournante entraînée par une veine d'eau mise sous pression par une conduite forcée ou par l'intermédiaire d'une chambre d'eau. L'énergie potentielle et cinétique de l'eau est alors transformée en énergie mécanique de rotation grâce à une roue mobile comportant des pales, des augets ou des aubes.

Le débit est dirigé sur la roue par un distributeur ou un injecteur qui permet de l'adapter à la puissance



Fig. 17. – L'une des neuf microcentrales hydroélectriques du Var (doc. SGTE).

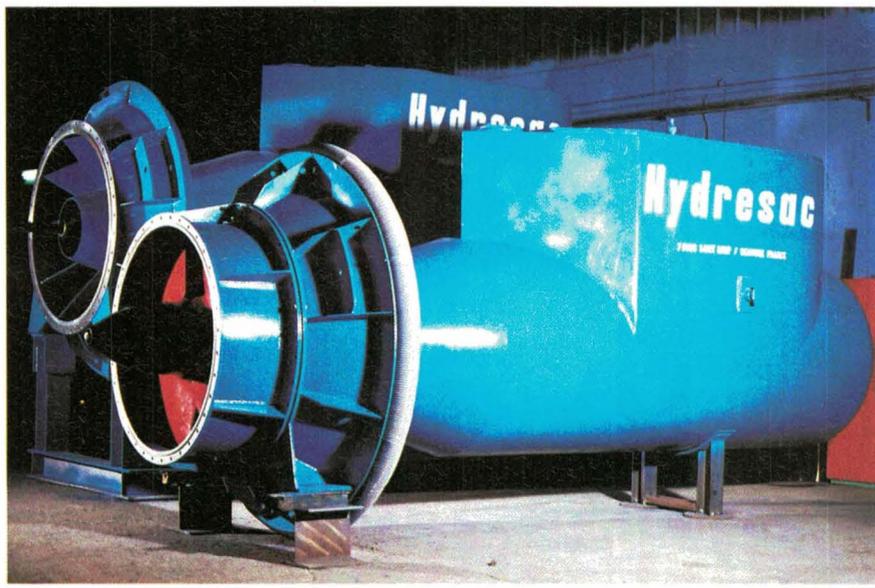


Fig. 16. – Groupe bulbe Hydresac à pales variables.

● Turbine Turgo

Dans ce type de turbine, la roue est munie d'augets à simple cuiller et les axes de l'injecteur sont inclinés (fig. 6).

● Turbine Banki-Mitchell

L'écoulement de l'eau traverse une roue constituée de deux flasques réunis entre eux par une couronne d'aubes disposées cylindriquement (fig. 7).

● Turbine Francis

Les aubes directrices mobiles du distributeur règlent un débit d'eau radial sur la roue (dont les aubes sont fixes) (fig. 8). Parmi les applications, citons la rénovation par la SGTE de la centrale hydro-électrique du Félou sur le fleuve Sénégal

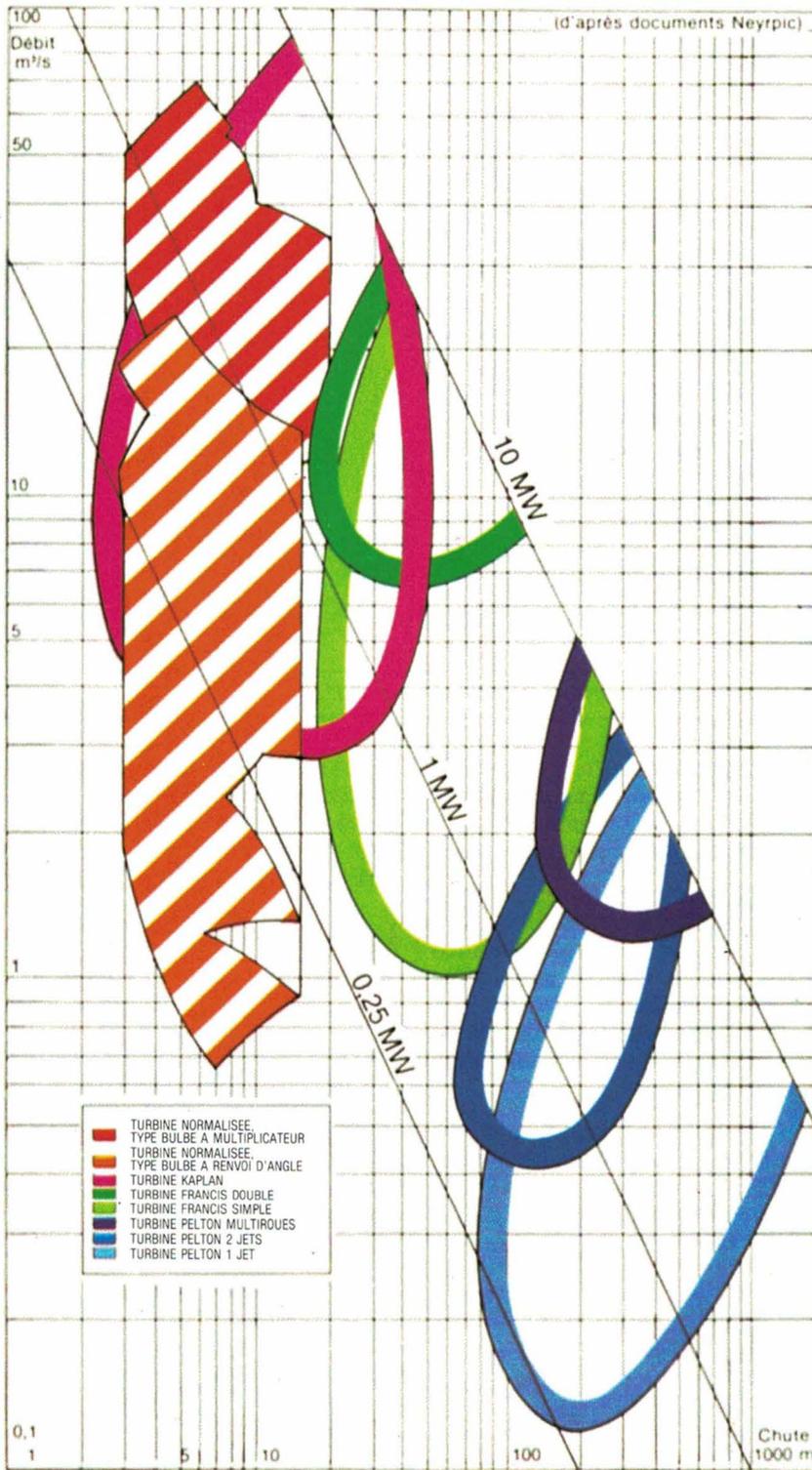


Fig. 18. - Comment choisir une turbine (doc. CGEE-Alsthom, d'après Neyrpic).

(620 kW) pour le compte d'Energie du Mali (fig. 9) et la centrale de Bains-les-Bains (Vosges) qui, avec une chute de 17 mètres et un débit de 0,8 m³/s, assure une puissance de 103 kW (fig. 10) et est réalisée par Citroën-Messian Durand.

Enfin la minicentrale hydro-électrique Sempor de 1 250 kW de Java - Indonésie, réalisée par Energovin-

vest (Yougoslavie) pour le compte de l'Entreprise générale d'électricité de l'Etat indonésien, dont la réalisation a été confiée à la CGEE Alsthom. Cette centrale est équipée d'une turbine Francis fabriquée par les Ets Dumont.

● Turbine à hélice

Dans ces turbines, l'écoulement pénètre entre les aubes directrices

qui les dirigent axialement sur des pales fixes.

● Turbine Kaplan

C'est une turbine à hélice plus performante dont les aubes directrices sont mobiles et dont les pales de la roue sont à inclinaison variable, asservie à la position des aubes directrices (fig. 11). Parmi les applications, citons la centrale utilisant la technique « puits » ayant l'avantage de limiter les travaux de génie civil (fig. 12). Cette turbine Kaplan, d'une puissance de 72 kW, utilise une chute de 2,2 mètres ayant un débit de 4 m³/s (Citroën-Messian-Durand). Citons également les turbines Kaplan de Neyrpic dont la gamme de 200 à 3 500 kW permet d'équiper des chutes de 5 à 20 mètres, avec des débits de 3 à 33 m³/s.

● Groupe bulbe

Les groupes bulbes sont dérivés des turbines hélices et Kaplan et intègrent dans une enveloppe unique l'ensemble turbine-alternateur. C'est dans ce type de turbines que nous trouvons les centrales Hydresac dont la gamme des débits de 3 à 19 m³/s, pour des hauteurs de chute de 1,5 à 8 mètres, permet d'obtenir des puissances s'étalant de 37 à 1 272 kW. Ainsi, pour un débit de 10,8 m³/s et une chute de 4 mètres, il faut choisir un groupe qui donnera une puissance de 495 CV, soit 364 kW (fig. 13). Parmi les réalisations, notons les groupes standard en siphon (fig. 14 et 15) équipés de la turbine bulbe Hydresac à pales variables (fig. 16).

L'aménagement des 9 usines hydro-électriques existant sur le Var (fig. 17) peut produire 10 % de la consommation électrique de la ville de Nice. La SGTE, sous la maîtrise d'ouvrage de la société Energie S.A., a assuré la coordination de la construction de ces centrales. Chacune de celles-ci est équipée d'un automate programmable Merlin Gerin assurant la régulation des groupes et la transmission des informations vers un ordinateur central.

La société Neyrpic commercialise des groupes bulbes à renvoi d'angle pour basses chutes (3 à 16 mètres environ) à faibles débits (1 à 24 m³/s) et faibles puissances (100 à 1 300 kW), ainsi que des groupes bulbes à multiplicateur coaxial pour basses chutes (3 à 16 mètres), faibles débits (15 à 65 m³/s) avec des puissances comprises entre 1 000 et



Fig. 19. – Microcentrale de Wonodadi (Indonésie), équipé d'un groupe bulbe de 262 kVA, vue aval (doc. CGEE-Alsthom).

5 000 kW. Ainsi, la centrale de Wonodadi (Java) en Indonésie (fig. 19) est équipée d'une turbine Neyrpic type bulbe à pales fixes noyée dans la conduite. L'alternateur Alsthom-Atlantique fournit sous 380 V à 50 Hz une puissance de 263 kVA.

Le choix d'une turbine

Comme nous l'avons vu au début de cette étude, le choix du type de turbine dépend principalement du débit et de la hauteur de la chute d'eau (fig. 18). Pour les turbines, la

rentabilité croît avec la vitesse, mais celle-ci doit rester compatible avec les impératifs d'écoulement dans la roue et les contraintes mécaniques.

Le rendement d'une turbine varie selon la charge. Il est défini comme étant le rapport entre la puissance fournie par la turbine (puissance mécanique transmise par l'arbre de la turbine) et la puissance absorbée (puissance hydraulique liée au débit mesuré sous la chute).

Le rendement garanti par les constructeurs de turbines est celui qui peut être vérifié conformément au code international concernant les

essais de réception des turbines hydrauliques (publication CEI 4) ou, le cas échéant, au code international concernant les essais sur modèle (publication CEI 123).

Les générateurs de courant

Les générateurs transforment en énergie électrique l'énergie mécanique produite par la turbine. On distingue deux types de centrales selon que l'on se raccorde au réseau EDF ou que l'on fonctionne en réseau isolé.

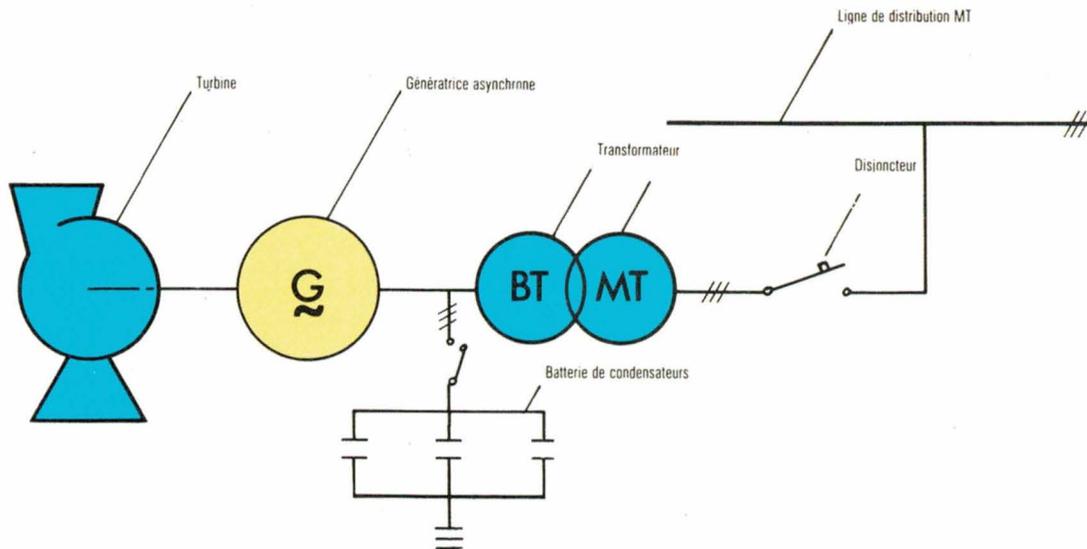


Fig. 20. – Minicentrale raccordée au réseau EdF.

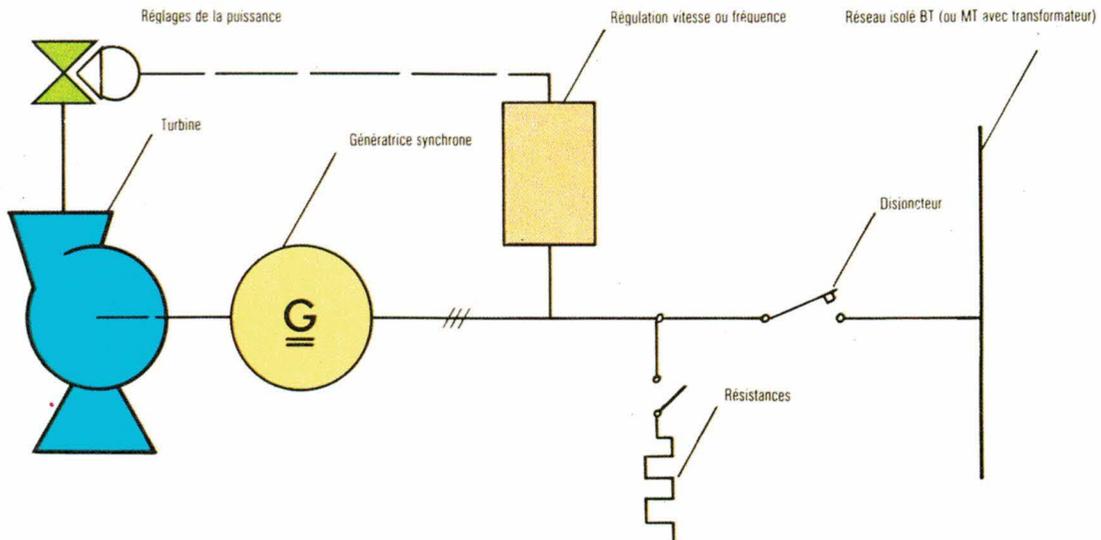


Fig. 21. - Minicentrale alimentant un réseau isolé.

● **Minicentrale raccordée au réseau EdF (fig. 20).**

Dans la mesure où le réseau peut assurer la régulation de fréquence et l'absorption permanente de la puissance totale, les groupes seront équipés de génératrices ne nécessitant pas de contrôle sophistiqué. La génératrice asynchrone est le plus souvent utilisée.

Pour magnétiser cette machine, il faut lui fournir une puissance réactive, soit en la prenant sur le réseau, soit en branchant des condensateurs en parallèle. Cependant, en raison des problèmes techniques posés par des batteries de condensateurs trop importantes, l'emploi de ces génératrices est limité à des puissances inférieures à 2 000 kW.

● **Minicentrale alimentant un réseau isolé (fig. 21).**

Dans le cas où les minicentrales alimentent un réseau isolé, elles devront satisfaire à la demande des consommateurs sur le plan de la tension et de la fréquence. Les générateurs seront des alternateurs synchrones équipés d'une régulation de tension.

L'ajustement permanent de la puissance débitée par les groupes à la charge appelée par le réseau se fera par l'intermédiaire d'un régulateur charge/vitesse agissant sur la turbine, ou d'un dispositif absorbant de l'énergie. La stabilité de la fréquence pourra être améliorée par l'adjonction de volant d'inertie (sur les parties tournantes).

Les systèmes de régulation

Les générateurs doivent satisfaire à des contraintes imposées par le réseau.

Dans le cas d'une centrale couplée à un réseau interconnecté de grande puissance, la fréquence et la

tension du réseau, ainsi que la vitesse de rotation de l'ensemble turbine-générateur, sont pratiquement constantes. La régulation se réduit donc essentiellement au réglage du débit turbiné.

Dans le cas d'une centrale fonctionnant en réseau autonome, le maintien de la fréquence et de la tension dans des limites techniquement acceptables nécessite à tout

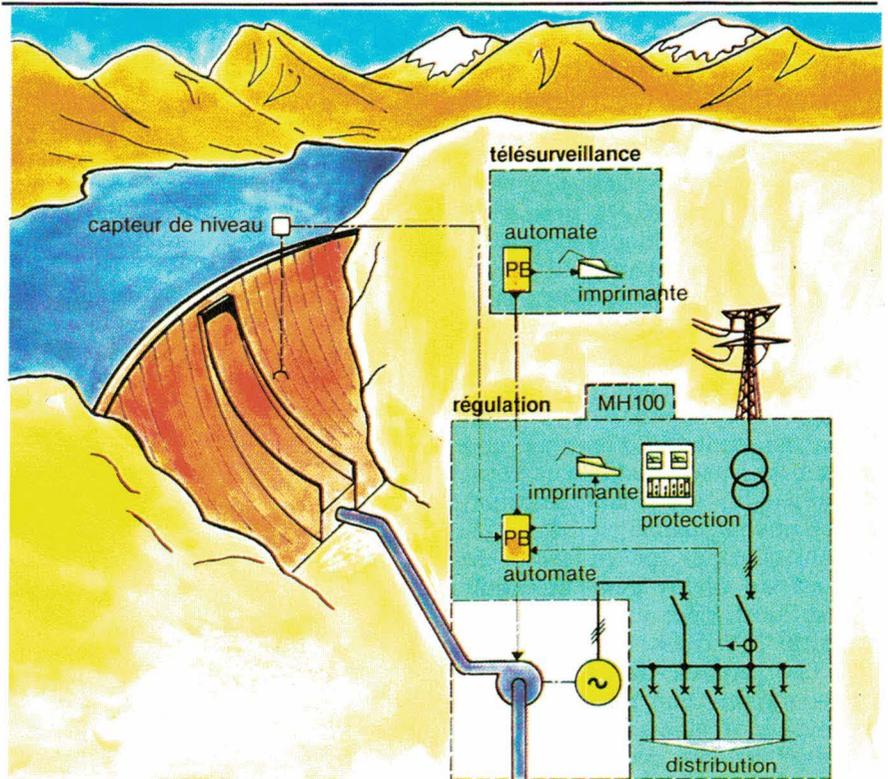


Fig. 22. - Surveillance et programmation d'une minicentrale au moyen d'un automate MH 100 de Merlin Gerin.

instant un équilibre entre la puissance fournie et la puissance appelée par le réseau. Cet équilibrage peut être assuré par deux types de régulation :

- La régulation du débit d'eau absorbé (régulation hydraulique). Cette solution est réalisable avec des turbines à débits variables, en agissant à différents niveaux : injecteurs, distributeurs, pales réglables...

Les principaux problèmes résident dans la durée d'ajustement au débit, les à-coups de charge et la surpression dans les conduites forcées.

- La régulation de charge (régulation par absorption d'énergie). Dans ce système, l'eau est constamment turbinée et l'électricité non consommée est déchargée dans une batterie de résistances, grâce à un régulateur électronique de charge. Cette solution n'est actuellement utilisée que pour des puissances inférieures à 400 kW environ.

Emploi des automates programmables

Avec les techniques actuelles, il est possible d'automatiser presque intégralement le fonctionnement des petites centrales. Merlin Gerin commercialise le système MH 100 qui assure, par automates programmables, la régulation, la protection et la distribution adaptées à toute minicentrale hydraulique, avec commande automatique locale ou à distance (fig. 22).

Pour fixer les idées, prenons un exemple. Pour une minicentrale en production continue d'énergie, une hauteur de chute maximale doit être maintenue. Il est donc important d'avoir une régulation précise et fiable qui minimise les variations de hauteur de chute pour un débit donné. Ainsi, pour une hauteur de chute de 10 mètres, une régulation avec une variation de hauteur de 1 mètre entraîne une perte de puissance de 10 %, tandis qu'une régulation avec variation de hauteur de 10 centimètres entraîne une perte de puissance de 1 % seulement et ceci pour une même quantité d'eau turbinée.

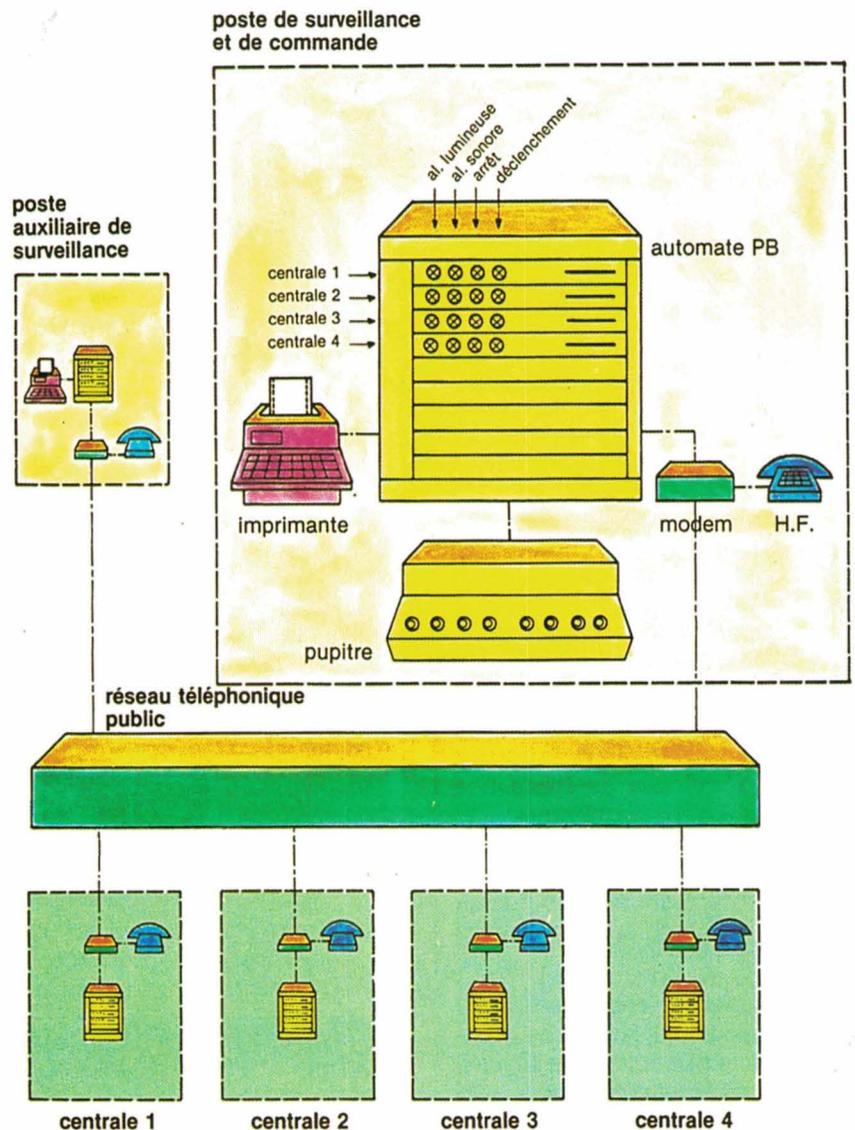


Fig. 23. - Système de télésurveillance par automate programmable PB de Merlin Gerin.

Jusqu'alors, la régulation d'une minicentrale était traditionnellement effectuée par relaiage électromécanique avec contact « tout ou rien », puis relaiage statique. Aujourd'hui, les applications industrielles de l'électronique se diversifient.

Le système de régulation électrique MH 100 comprend un capteur de pression, des appareils de mesure et de contrôle et un automate programmable « PB » de Merlin Gerin.

Le capteur de pression traduit les variations du niveau de l'eau sous forme de signal à l'automate. L'automate traite l'information donnée par le capteur de pression suivant le programme de régulation qui tient compte de toutes les caractéristi-

ques de la minicentrale : débit d'eau, type de turbine, réactions du groupe...

Après analyse des tendances des variations de hauteurs d'eau dans la retenue, l'automate élabore des ordres de marche de la minicentrale : ordre d'ouverture et de fermeture de l'arrivée d'eau de la turbine. L'automate optimise ces ordres en tenant compte des diverses constantes de temps du groupe utilisé. De nombreuses minicentrales fonctionnent déjà avec ce type de régulation, capable de très bonnes performances.

Pour une production continue d'énergie, ce système permet d'assurer un niveau d'eau constant dans la réserve la plus haute possible. Il

peut par exemple limiter la variation de niveau dans la retenue à ± 10 cm pour un volume d'eau disponible de 5 m^3 et un débit maximal turbiné de $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$, ceci quelles que soient les variations de débit amont.

Toutes les mesures et les commandes peuvent s'effectuer à distance (fig. 23), c'est le système de télésurveillance par automate programmable « PB », de Merlin Gerin. L'automate situé dans la centrale est informé de toutes les mesures (courants, tensions, puissances, températures, pressions, niveaux...) qu'il transmet au poste de commande et de surveillance. Les informations recueillies sont consignées sur une imprimante. Avec la télésignalisation et la télécommande, ce système assure une gestion centralisée qui remplit en outre les fonctions de consignment, calculs de statistiques et gestion de certaines informations.

J. Tréviillers

Adresses utiles

AFME, Agence française pour la maîtrise de l'énergie, avenue Emile-Hugues, Sophia Antipolis, 06565 Valbonne Cedex. Tél. : 93.65.30.40.

CINELI, Centre d'information sur les utilisations de l'électricité dans l'industrie, Tour Atlantique, La Défense 9 Cedex 6, 92080 Paris La Défense. Tél. : 47.75.58.41.

CITROEN-MESSIAN-DURAND, Département Engrenages, 3, rue Latécoère, BP 43, 78142 Vélizy-Villacoublay Cedex. Tél. : (1) 39.46.96.55.

ESAC, Département Hydraulique, BP 8, 70800 Saint-Loup-sur-Semouse. Tél. : 84.49.01.08.

SGTE, Société générale de techniques et d'Etudes, Tour Anjou, 33, quai de Dion-Bouton, 92814 Puteaux Cedex. Tél. : (1) 47.76.43.34.

DUMONT SA, Pont de St-Uze, 26240 Saint-Vallier. Tél. : 75.23.09.22.

NEYRPC, 75, rue du Général-Mangin, 38100 Grenoble. Tél. : 76.96.48.30.

CGEE-ALSTHOM, Division Energie, Groupe EREP, 35, rue d'Alsace, 92531 Levallois-Perret Cedex. Tél. : (1) 47.59.70.00.

MERLIN GERIN, rue Henri-Tarze, 38050 Grenoble Cedex. Tél. : 76.57.60.60.

CALENDRIER DES MANIFESTATIONS

24-27 mars

SEIPRA : Salon de l'Electronique industrielle, de la productique, de la robotique, de l'automatisme et de la mesure. - Angers.
Renseignements :
Parc des Expositions d'Angers, route de Paris, 49000 Angers.
Tél. : 41.93.40.40.

24-26 mars

Automation 87. - Paris.
Renseignements :
Bureau international de relations publiques, 25, rue d'Astorg, 75008 Paris.
Tél. : 47.42.20.21.

30 mars-3 avril

4^e Congrès international d'optique et d'optoélectronique. La Haye (Pays-Bas).
Renseignements :
ANRT, 16, av. Bugeaud, 75116 Paris.
Tél. : 45.53.26.67.

12-14 mai

15^e Salon lorrain de la mesure et de la régulation. - Metz.
Renseignements :
ESSTIN-ISIN, parc Robert-Bentz, 54500 Nancy-Vandœuvre.
Tél. : 83.55.54.44.

12-15 mai

Automan'87, salon des technologies de fabrication avancées. - Birmingham.
Renseignements :
Cahners Exhibitions, 59, London road, Twickenham TW1 3 SZ (Grande-Bretagne).

29 juin-1^{er} juillet

SMT'87, salon des technologies du montage en surface - Stuttgart.
Renseignements :
MESAGO, Kirchbergstrasse 20, 7064 Remshalden - Rohrbronn (RFA).

22-24 septembre

Exporobot 87, salon de la robotique appliquée, en collaboration avec l'Association française de robotique industrielle. - Paris.
Renseignements :
Bureau international de relations publiques, 25, rue d'Astorg, 75008 Paris.
Tél. : 47.42.20.21.

16-20 novembre

Salon international des Composants électroniques. - Paris.
Renseignements :
SDSA, 20, rue Hamelin, 75016 Paris.
Tél. : 45.05.13.17.

SONEREL

33, rue de la Colonie 75013 PARIS
45.80.10.21

NOUVEAU

SFERNICE



P11VZN CR 20
(21 positions)

POTENTIOMETRE A CRANS



Potentiometre rotatif de qualité à piste cermet. Simple et double, variation lin ou log. **P11VZN 5 %**



T 18



T 93 YB

Trimmers multitours à piste cermet



T7 YA



TX

Trimmers monotour à piste cermet



P 13 TR

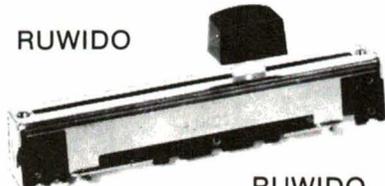
Potentiometre miniature de tableau à piste cermet

SFERNICE

RCMS 05 K3
Résistance de précision 1 % 50 ppm
Couche métal



RUWIDO



RUWIDO

Potentiometre rectiligne de qualité à piste carbone

DEMANDE DE CATALOGUE GRATUIT

Nom :

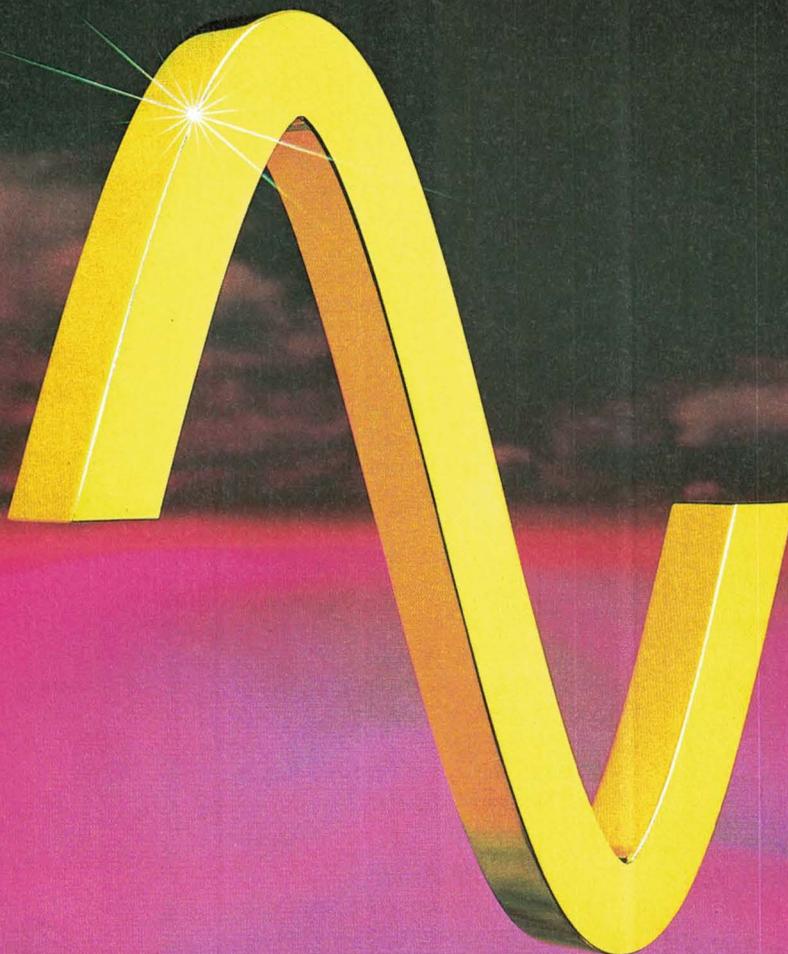
Adresse :

Code postal :

SERVICE-ANNONCEURS N° 5

EA/04-05/87

Pureté Précision



Générateur sinusoïdal/bruit 1049

- Distortion de 0,0006 % (-105 dB) dans la gamme audio
- Précision sur la fréquence de $\pm 0,1192$ mHz sur la gamme de 0,2 Hz à 200 kHz
- Atténuateurs de précision: $\pm 0,026$ dB ($\pm 0,3$ %) sur toute la gamme de $100 \mu\text{V}$ à 5 V
- Temps de réponse très court pour toutes les fonctions commandées par l'interface IEEE 488
- Synthèse hétérodyne permettant d'obtenir amplitude et fréquence en moins de 0,1 ms
- Système de mémoire de balayage avec pondération en amplitude pré-définie
- Deux modèles disponibles: Générateur sinusoïdal 1051 et Générateur sinusoïdal/bruit 1049

Brüel & Kjær 
Brüel & Kjaer France

38, Rue Champoreux - B.P. 33 - 91541 Mennecy cedex
Téléphone: 1/64 57 20 10 - Télécopie: 1/64 57 24 19 - Télex: ibeka 600 573 f
Bordeaux 56 47 98 98 - Lille 20 53 46 13 - Lyon 78 26 77 35 - Marseille 42 24 21 10
Orléans 38 58 22 70 - Rennes 99 33 88 22 - Strasbourg 88 77 22 12 - Toulouse 61 41 68 68

87-077

SERVICE-ANNONCEURS N° 6

SYNTHÉTISEURS SMX - SMG

La Passion des Espaces

Que se passe-t-il chez Rohde & Schwarz, qui les entraîne toujours plus loin ?

Le désert, symbole de pureté, de silence, d'infini...

Les 2 nouveaux synthétiseurs SMX, SMG à haute pureté spectrale, à faible bruit, aux caractéristiques inédites...

L'étendue des possibilités d'utilisation des synthétiseurs SMX et SMG est vaste et multiple. Une intelligence interne permet une rare facilité de manipulation et des spécifications fines.

Avec leurs prix compétitifs vous pouvez faire un choix parmi nos 10 synthétiseurs et doter votre laboratoire d'un appareil de qualité.

SYNTHÉTISEURS SMX - SMG

100 KHz (10 Hz) à 1 GHz - 137 dBm à +16 dBm

Résolution 1 à 10 Hz

Pureté spectrale du SMG > à 140 dB/Hz IEEE 488



ROHDE & SCHWARZ

LA MESURE SUR TOUS LES FRONTS

SIÈGE: 46, rue de la Couture - Sillic 190 - 94563 Cedex
Tél. 46 87 25 06 - Télex: 204 477

SERVICE-ANNONCEURS N° 19

Recherchons : appareil haut niveau – gain important –

Ce mesureur de niveau, référencé **PMG-3** par son fabricant *Wandel & Goltermann*, est destiné à la mesure, la surveillance et la maintenance des supports de transmission, en effectuant l'appréciation des paramètres tels que le gain, le niveau et l'affaiblissement.

Mais il a été également conçu pour les mesures de bruit (filtres de pondération suivant les recommandations **CCITT P. 53** et **CCIR 468-2**) et les mesures de distorsion de quantification sur les systèmes MIC.

La dynamique de l'appareil répond également aux exigences du **CCIR** concernant les mesures d'intermodulation.

Caractéristiques principales

Un synthétiseur incorporé dans l'appareil permet un réglage précis et stable de la fréquence d'émission, en continu ou par trois touches de fréquences fixes. Un compteur affiche la fréquence d'émission ou de réception.

Une commutation automatique de la gamme « niveau » à la réception permet une mesure rapide et aisée, qui est effectuée dans les voies téléphoniques avec un redresseur de la valeur efficace, et dans les voies son avec un redresseur de la quasi-valeur crête. Un haut-parleur inclus dans l'appareil donne une appréciation qualitative du signal de mesure.

Les niveaux de bruit mesurables en pondéré vont de -89 à $+9,9$ dBm (PMG-3 proprement dit) ou de 1 à $99,9$ dBm (version VF-1).

Parallèlement, les fréquences fixes d'émission sont de 420 , 820 , $3\,000$ Hz pour le PMG-3, et de 404 , $1\,004$, $2\,804$ Hz pour le VF-1.

La gamme de fréquence pour chaque appareil va de 20 Hz à 64 kHz en émission et de 20 Hz à 110 kHz en réception.

Notons encore quelques particularités intéressantes :

– mise en service possible d'un filtre coupe-bande (« notch ») pour me-

sure de distorsion de quantification des systèmes MIC ;

– batterie incorporable pour utilisation directement sur la liaison ;

– raccordement possible d'un dispositif de numérotation par une prise en face avant ;

– disponibilité sur demande d'un dispositif téléphonique pour réalisation d'une liaison téléphonique avec le PMG-3, comportant micro, haut-parleur, clavier de numérotation et sélecteur deux fils.

Wandel & Goltermann

SERVICE-LECTEURS N° 319



Le PMG-3 est destiné au marché des télécommunications.

**PRIX
2000 SG**

ENTREPRISES EQUIPES DE RECHERCHE DONNEZ SUITE A VOS INNOVATIONS

CONCOUREZ POUR 750 000F

Créés par la Société Générale pour encourager la créativité industrielle, les PRIX 2000 SG sont ouverts en 1987 à 3 secteurs :

- électronique et image,
- sport et technologie,
- biotechnologie et industrie.

Si vous avez conçu une innovation technique débouchant sur une réalisation, vous pouvez concourir pour les PRIX 2000 SG.

- 300 000 F récompenseront le meilleur dossier,
- 150 000 F récompenseront chacun des trois autres dossiers primés.

De quoi donner suite à bien des projets.

Demandez immédiatement à votre agence Société Générale le dossier de participation (date limite de retour de votre dossier constitué : 31 mai 1987).

Renseignements complémentaires auprès de : Sabine Bureau Coordination PRIX 2000 SG, 2, square de l'Opéra Louis-Jouvet 75009 Paris.

Tél. : (1) 40.98.43.63.

Abélard

Comment faire des conversions ultra-rapides !

Le choix est vaste parmi la gamme de convertisseurs analogique-numérique du marché. Parmi les nombreux modèles proposés, deux produits récemment introduits par *Datel* sont significatifs de l'évolution technologique accomplie en ce domaine.

12 bits en 500 ns

Les convertisseurs A/N de la série **ADC-500** effectuent une conversion sur 12 bits en 500 ns (version ADC-500) ou 550 ns (version ADC-505).

Leur dissipation, limitée à 1,5 W, leur garantit un bon rapport vitesse-consommation.

Equipés de sorties « 3 états », ces convertisseurs sont compatibles CMOS/TTL et les erreurs de gain et de zéro sont limitées à 3 LSB max. Des commandes dénommées « Comp. bin. », « Overflow » et « Sample/hold » permettent respectivement de sélectionner différents codes de sortie, de détecter les dépassements de gamme du signal d'entrée, et de commander l'échantillonneur-bloqueur placé en amont, afin d'améliorer le temps de traitement du signal. L'échantillonneur peut ainsi traiter le signal suivant la conversion du signal en cours.

Trois gammes d'entrée peuvent être sélectionnées : 0 à +10 V, 0 à +20 V ou ± 10 V. Selon la plage choisie, l'impédance d'entrée est de 3,5 k Ω min. ou 1,75 k Ω min.

La linéarité est de $\pm 1/2$ LSB et la distorsion harmonique reste inférieure à 72 dB.

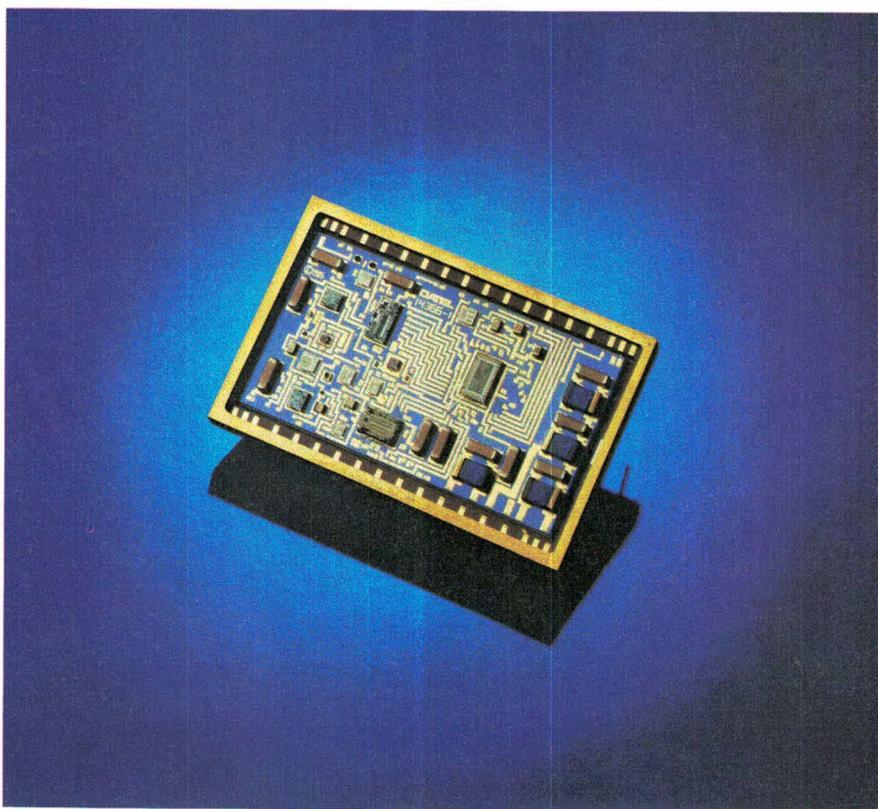
Ces modèles, présentés en boîtier céramique étanche 32 broches, s'alimentent entre ± 15 V et ± 5 V.

Notons qu'afin de faciliter l'évaluation et l'utilisation des convertisseurs de la série ADC-500, *Datel* propose une carte de test qui permet de les faire fonctionner en mode dynamique.

Cette carte comporte un échantillonneur-bloqueur SMH-45, l'un des CAN de la série ADC-500, avec circuits de réglage du zéro et du gain. Le raccordement aux signaux d'entrée et de commande de conversion s'effectue par prises BNC.

Datel

SERVICE-LECTEURS N° 320



La technologie hybride a été retenue pour ces convertisseurs.

Soyez le premier au rendez-vous

UNE NOUVELLE GENERATION D'HABILLAGES POUR L'ELECTRONIQUE

Allier esthétique, robustesse, stabilité et adaptabilité, c'est la performance qu'ont réussie les spécialistes d'IB GERARD en concevant la nouvelle gamme des baies normalisées RENAISSANCE et des coffrets porteurs et d'habillage électronique IMAGE.

Baie RENAISSANCE

- Ligne sobre et élégante
- Hauteur 12 à 45 U - Largeur 19 à 22"
- Plusieurs profondeurs
- Charge admissible 350 kg
- Stabilité exceptionnelle et réglage facile grâce à la position des vérins.
- Démontage très facile des panneaux latéraux
- Adaptation aisée de la distribution d'énergie
- Montants intérieurs mobiles
- Livrable en kit (remontage rapide)

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



IB Gérard SA - Parc Industriel "Les Mâlines" - Lisses - CE 2706 - 91027-EVRY Cédex
Téléphone : (1) 60 86 33 00 - Télécopieur : (1) 60 86 26 30

SERVICE-ANONCEURS N° 21

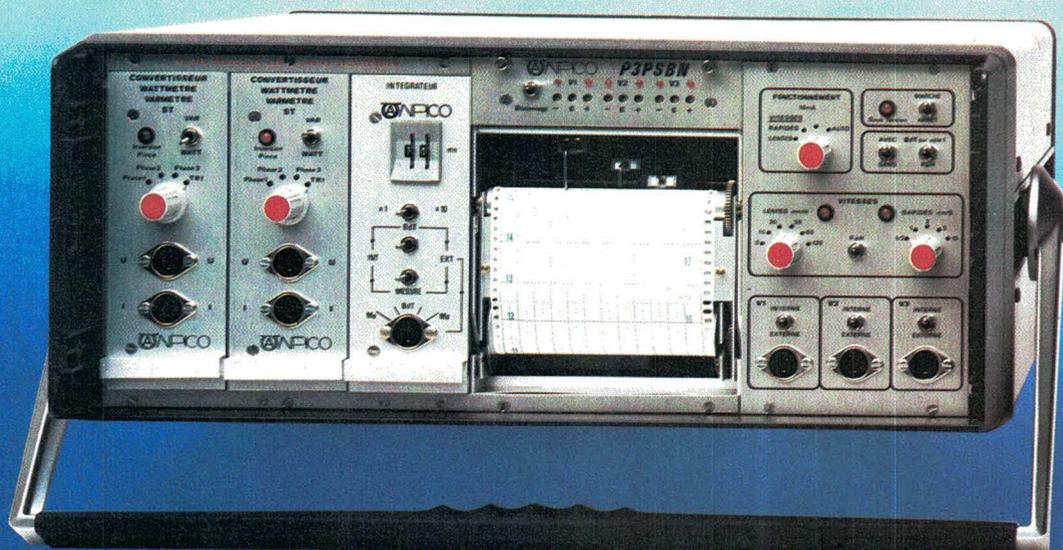
Anpico : l'énergie ou comment écrire du secteur

Certains organismes producteurs ou distributeurs d'énergie, ou bien encore appelés à effectuer des contrôles ou des vérifications périodiques (*Apave, Bureau Veritas, Socotec, EDF...*), ainsi que certains industriels, ont besoin de matériels de mesure spécifiques, non couramment disponibles sur le marché de l'instrumentation.

Créneau dans lequel s'est spécialisée la société *Anpico*, avec deux nouveaux produits particulièrement remarquables...

... Un enregistreur à tracé continu portable...

Référencé **P3 P5 BN**, cet appareil peut être équipé de 1, 3 ou 6 tiroirs de mesure débrochables et interchangeables permettant d'adapter



sous surveillance en continu l'histoire alternatif



L'enregistreur F3P5 BN (ci-contre à gauche) et (ci-dessus) l'analyseur de perturbations réseau APR 4.

l'enregistreur à des applications variées :

- appréciation de la puissance réactive afin d'optimiser le cosinus phi ;
- appréciation de la puissance active afin d'opérer si possible des délestages ;
- contrôle de l'énergie active afin de vérifier la concordance avec la facturation.

Inscrites sur le même enregistrement, ces trois courbes donnent une image réelle des lacunes et des besoins en énergie d'une entreprise.

... Un analyseur de perturbations réseau

L'APR 4 analyse cinq types de défauts sur les réseaux électriques : impulsions parasites, microcoupures à partir de 10 μ s et 100 V, creux de tension, surtensions rapides ou lentes, et déformation d'ondes réglables à partir de 10 ms et 2 %.

La courbe restituée donne la forme de l'onde avec ses éléments parasites, ses altérations, les variations de la valeur efficace du signal, permettant un diagnostic sûr.

Bien qu'orienté « interprétation graphique », l'APR 4 permet cependant de « sortir » les chiffres significatifs d'un défaut choisi parmi les défauts précédemment détectés sur la courbe.

Anpico

SERVICE-LECTEURS N° 321

Rohde et Schwarz « FSA » : il écarte le spectre du bruit

Le niveau de performances annoncées pour l'analyseur de spectre **FSA** de *Rohde et Schwarz* le place d'emblée dans le peloton de tête des appareils de sa catégorie : le seuil de bruit atteint -150 dBm, la dynamique sur l'écran est de 110 dB, la bande passante d'analyse est continuellement variable de 6 Hz à 3 MHz, enfin, la gamme de fréquence de ce modèle s'étend de 100 Hz à 2 GHz.

Un analyseur vobulé plus un micro- voltmètre sélectif

Ces deux domaines de mesure sont en effet du ressort du FSA, de par sa résolution réglable de façon continue et le pilotage de la fréquence par synthétiseur.

De même, les applications concernent aussi bien la B.F. (résolution de 0,003 Hz) que les VHF et UHF. On appréciera à cet égard la dynamique d'affichage du niveau sur l'écran : 1 dB à 110 dB dans une gamme de mesures allant de -150 dBm à $+30$ dBm. Le confort d'utilisation de l'appareil n'a pas été négligé : l'utilisateur dispose de touches de fonctions reconfigurables, la représentation du signal s'effectue sur un grand écran à plusieurs couleurs, l'édition des résultats de mesures



Le FSA : un analyseur plus un micro-voltmètre.

sur imprimante ou table traçante couleur est possible.

La technologie du FSA est à la hauteur de ses ambitions, avec un mélangeur symétrique à haut niveau, l'utilisation d'un préamplificateur FET As-Ga, qui améliorent le comportement en bruit thermique. Ainsi, la résolution de 1 dB de l'atténuateur d'entrée autorise une parfaite adaptation aux caractéristiques dynamiques du mélangeur, dont la symétrie rigoureuse élimine les composantes non linéaires de rangs pairs.

Les non-linéarités résiduelles de

l'étage d'entrée sont corrigées par calcul interne afin d'assurer une réponse amplitude-fréquence optimale.

L'utilisateur dispose également de huit marqueurs, d'une correction automatique de la bande passante et du niveau, obtenue par un ensemble de routines internes. Le FSA est équipé de démodulateurs AM et FM. Le signal ainsi démodulé peut être visualisé sur l'écran et écouté sur casque.

Rohde et Schwarz

SERVICE-LECTEURS N° 322

MICROPROCESSEURS

COMPRENDRE
leur fonctionnement

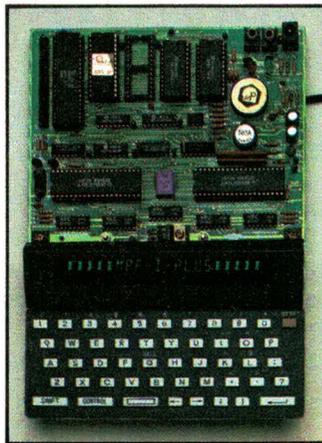
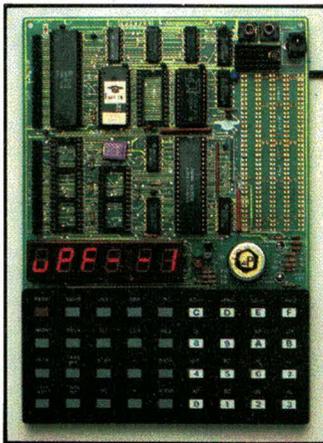
CONCEVOIR-RÉALISER
vos applications



MPF-1 B

- MICROPROCESSEUR Z-80®, haute performance, répertoire de base de 158 instructions.
 - 4 Ko ROM (moniteur + mini interpréteur BASIC). 2 Ko RAM.
 - Clavier 36 touches dont 19 commandes. Accès aux registres. Programmable en langage machine.
 - 6 afficheurs L.E.D. Interface K7.
 - Options : 4 Ko EPROM ou 2 Ko RAM, CTC et PIO.
- Le MICROPROFESSOR MPF-1 B est parfaitement adapté à l'initiation de la micro-informatique. Matériel livré complet, avec alimentation, prêt à l'emploi, manuels d'utilisation (en français), applications et listing.

Prix TTC, port inclus - 1 795 F



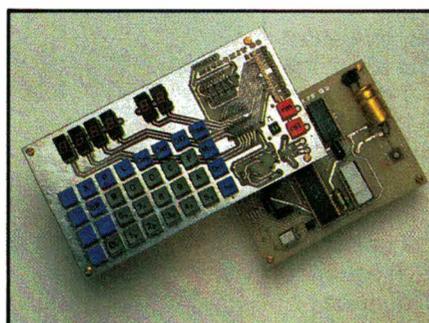
MPF-1 PLUS

- MICROPROCESSEUR Z-80®, 8 Ko ROM, 4 Ko RAM (extensible).
 - Clavier QWERTY, 49 touches mécaniques avec « Bip ».
 - Affichage alphanumérique 20 caractères (buffer d'entrée de 40 caractères). Interface K7, connecteur de sortie.
 - ÉDITEUR, ASSEMBLEUR, DEBUGGER résidents (pointeurs, messages d'erreurs, table des symboles, etc.).
 - Options : 8 Ko ROM-BASIC, 8 Ko ROM FORTH.
 - Extensions : 4 Ko ou 8 Ko EPROM, 8 Ko RAM (6264).
- Le MICROPROFESSOR MPF-1 PLUS est à la fois un matériel pédagogique et un système de développement souple et performant. Matériel livré complet, avec alimentation, notice d'utilisation et d'application en français, listing source du moniteur.

Prix TTC, port inclus - 2 445 F

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

- PRT-MPF B ou PLUS, imprimante thermique
- SSB-MPF B ou PLUS, synthétiseur de paroles.
- SGB-MPF B ou PLUS, synthétiseur de musique.
- EPB-MPF-1B/PLUS, programmeur d'EPROMS.
- TVB-MPF-1 PLUS, interface vidéo pour moniteur TV.
- I.O.M. - MPF-1 PLUS, carte entrée/sortie et mémoire (6 Ko).



MICROKIT 09

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

MPF - V88

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

Prix TTC, port inclus - 3 995 F.

MICROPROFESSOR EST UNE MARQUE DÉPOSÉE MULTITECH

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

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

EA/04-05/87

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

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> MPF-I B - 1 795 F TTC | <input type="checkbox"/> IOM AVEC RAM - 1 795 F TTC |
| <input type="checkbox"/> MPF-I PLUS - 2 445 F TTC | <input type="checkbox"/> TVB PLUS - 1 795 F TTC |
| <input type="checkbox"/> MPF-V88 - 3 995 F TTC | <input type="checkbox"/> OPTION BASIC PLUS - 400 F TTC |
| <input type="checkbox"/> PRT B ou PLUS 1 295 F TTC | <input type="checkbox"/> OPTION FORTH PLUS - 400 F TTC |
| <input type="checkbox"/> EPB B/PLUS - 1 995 F TTC | |
| <input type="checkbox"/> SSB B ou PLUS - 1 695 F TTC | DOCUMENTATION DÉTAILLÉE |
| <input type="checkbox"/> SGB B ou PLUS - 1 195 F TTC | <input type="checkbox"/> MPF-I B <input type="checkbox"/> MPF-I PLUS |
| <input type="checkbox"/> IOM SANS RAM - 1 495 F TTC | <input type="checkbox"/> MICROKIT - LISTE ET TARIF |
| | <input type="checkbox"/> MPF-V88 |

NOM : _____
ADRESSE : _____

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

Signature et date : _____

Sa technique est solide, l'oscilloscope-calculateur

Choisi par son constructeur Createc, le sigle « SC » qui désigne cet appareil – dont la référence complète est « SC-01 » : il faut bien être le premier quelque part – signifie « Signal Computer ». Voici qui dépasse la notion d'oscilloscope numérique et fait penser à une association de type « instrument de mesure connecté à un ordinateur »... Quelque chose comme le fameux concept de l'« instrumentation personnelle » – PC – maintenant bien connu.

Mais ici – c'est inédit –, le calculateur serait plutôt à l'intérieur de l'oscilloscope ; compact, discret, mais très efficace, ainsi que nous allons le voir.

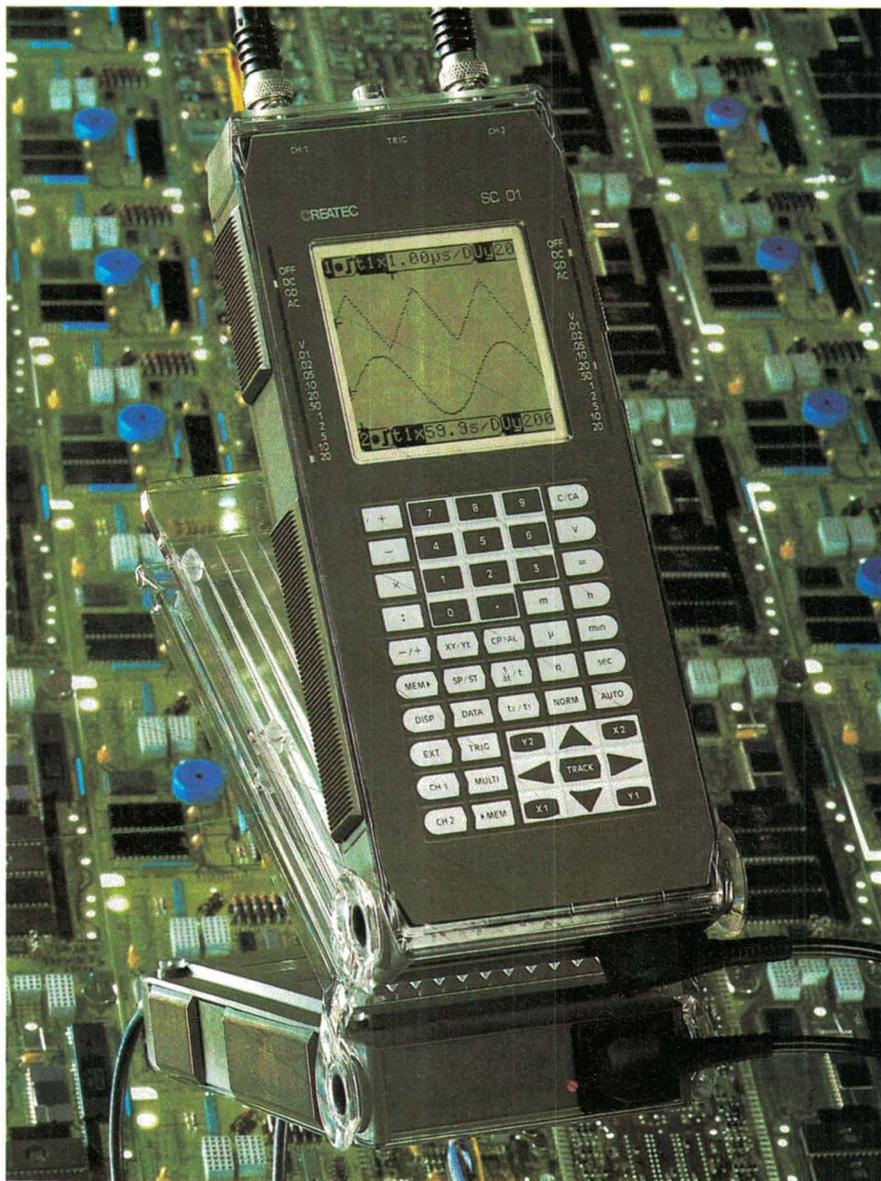
Multifonction et multiusage...

Cet instrument portable, miniature pourrait-on dire, doté d'un affichage LCD multiplexé 128 × 128 points, permettant la présentation de courbes et de données alphanumériques, se veut à la fois :

- un oscilloscope numérique à deux canaux, deux bases de temps indépendantes, 20 MHz de fréquence d'échantillonnage, 50 nS/division ;
- un enregistreur de transitoires (9 registres mémoire) ;
- un voltmètre numérique RMS vrai ;
- un compteur-fréquence, de précision 0,05 % ;
- un processeur de signaux doté des fonctions mathématiques usuelles.

En effet, en plus des fonctions d'un oscilloscope numérique classique, le SC-01 permet :

- l'analyse automatique du signal avec optimisation des paramètres base de temps, déclenchement, positionnement du zéro et des curseurs ;
- le calcul et l'affichage de la fréquence, de la période, la mesure des tensions et le calcul des valeurs RMS ;
- l'exécution de programmes destinés à des mesures spécifiques ;



ses cristaux sont liquides : portable Createc SC-01

- la comparaison de plusieurs signaux ;
- la mémorisation de ces signaux et des protocoles de mesure correspondants ;
- le « formatage » automatique des données sous la forme requise ;
- l'affichage graphique et alphanumérique ;
- un rappel optique et acoustique des opérations effectuées ;
- ... et l'autocalibration de l'appareil lui-même.

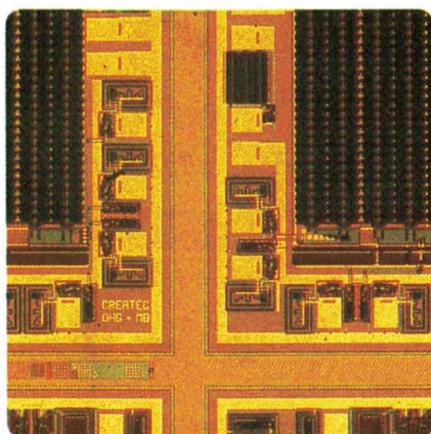
Équipé de quatre microprocesseurs, le SC-01 dispose de programmes résidents et de routines permettant de fixer automatiquement les paramètres les plus importants : vitesse de balayage, déclenchement..., que l'utilisateur peut aussi entrer manuellement au clavier. Rappelons que les bases de temps et les paramètres de déclenchement sont indépendants sur chacune des voies de mesure. La conversion A/N s'effectue sur 7 bits par un convertisseur flash travaillant à 20 MHz.

Le fonctionnement en monocoup permet une résolution de 50 nS, soit 1 μ S/division.

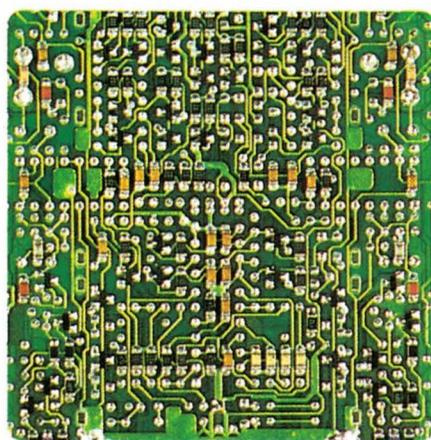
Les signaux périodiques peuvent être représentés à une vitesse de balayage maximale de 50 nS/division, correspondant à une résolution théorique maximale de 2,5 nS par pixel.

Signalons que l'importateur exclusif du SC-01 de *Createc, Digan Electronique*, commercialise également en France les matériels des firmes allemandes *Toellner* (générateurs de fonction), *Wintex* (oscilloscopes numériques) et *Elabo* (équipement et agencement de laboratoires).

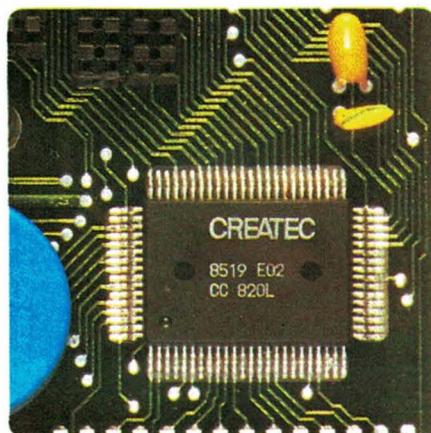
Digan Electronique



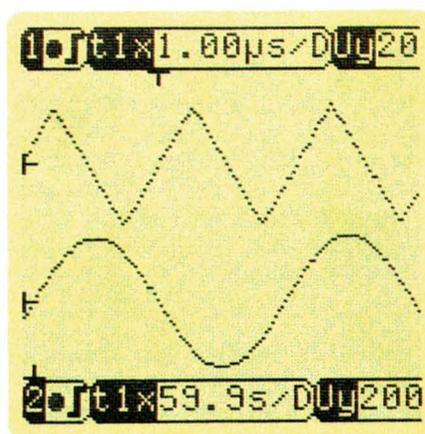
Afin d'obtenir la compacité voulue, le fabricant a fait appel à des technologies sophistiquées : circuits C.MOS - VLSI...



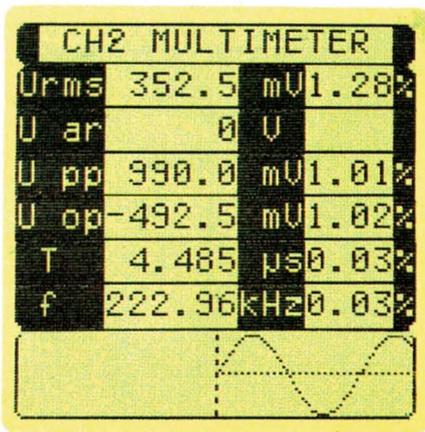
... composants de montage en surface...



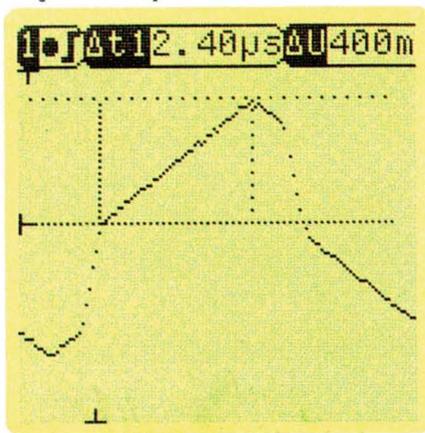
... et même circuit « custom design ».



Deux signaux affichés sur l'écran avec deux bases de temps différentes.



Affichage des paramètres et des valeurs sur un tableau avec indication des pourcentages d'erreur possibles.



Des curseurs horizontaux et verticaux.

Pour un travail...

Des postes de travail en éléments standardisés, modulaires, dont l'architecture est évolutive presque à l'infini : voilà qui doit réaliser une bonne synthèse entre la productivité, l'économie, le confort individuel et l'esthétique.

Tel est le concept que Tiro-Clas présente, sous la dénomination « Novo-Clas », au monde industriel.

Une structure dynamique et évolutive

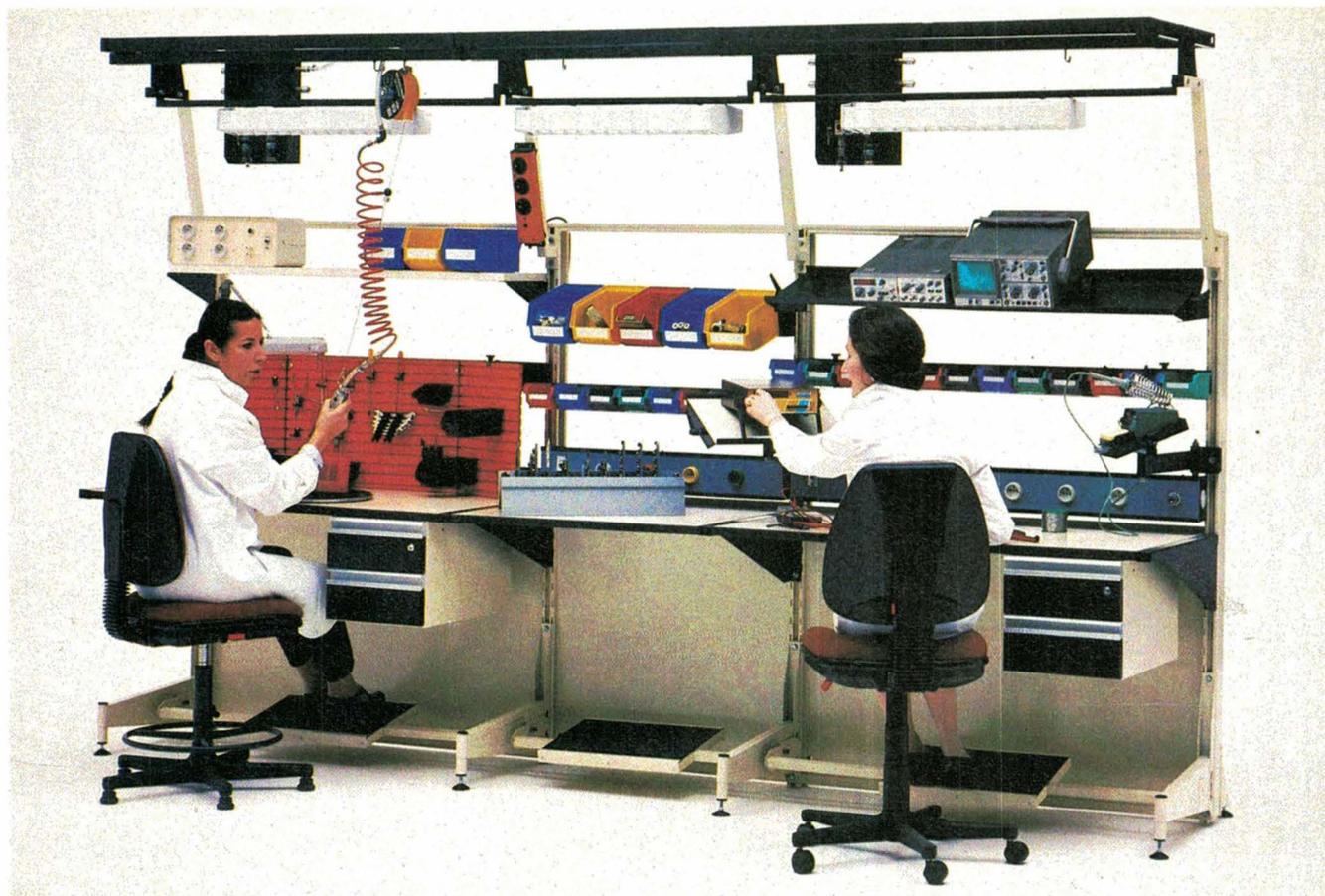
S'agit-il de satisfaire un nouveau marché ou de répondre à une commande spéciale ou urgente ?

L'implantation d'un poste de travail ou d'un atelier peut, en trois heures, être totalement transformée pour s'adapter aux impératifs de temps et de coût. En effet, des structures traditionnelles ou une implantation rigide à poste fixe ne permet-

tent pas, bien souvent, aux industriels d'avoir la souplesse nécessaire à la mise en œuvre de petites ou moyennes séries qui demandent une organisation du travail différente et qui imposent des aménagements spécifiques.

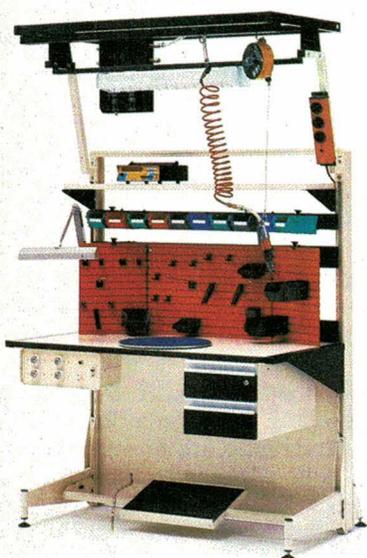
C'est ainsi que le concept de l'unité de base Novo-Clas, prévue pour fonctionner aussi bien en poste autonome qu'en structure modulaire, se compose des éléments suivants :

- un cadre vertical reposant sur des pieds à vérin ;



Un exemple de postes de travail en série.

sans lutte des « Clas »



Un poste de travail autonome.

● un plan de travail horizontal, fixé sur deux consoles, en stratifié de très haute résistance aux brûlures, aux rayures, aux chocs et à l'abrasion.

À partir de cette structure, tous les aménagements possibles peuvent être réalisés en fonction des besoins spécifiques du poste de travail, grâce à la combinaison illimitée de très nombreux équipements fonctionnels et standardisés, par exemple :

- par l'adjonction, sous le plan de travail, d'un panneau de séparation (en tôle, en composite revêtu, en isolant phonique ou en verre triplex), de blocs tiroirs, de blocs d'alimentation électrique, de dessertes mobiles, d'un plateau repose-pieds réglable ;
- par la pose, sur le plan de travail, d'un plateau tournant circulaire ;

- par l'installation, sur la partie frontale au-dessus du plan de travail, d'une panoplie ergonomique articulée pour le rangement de l'outillage et des pièces, de supports bacs amovibles, rigides ou articulés, de lampes froides, d'étagères fixes ou inclinables, de rangées de bacs pour les composants, de blocs tiroirs ou dossiers suspendus, de rampes d'alimentation en énergie, de porte-plans, de plateaux articulés sur bras orientables, de lampes loupe, de valises pour bacs de stockage, de panneaux de séparation isolants ;

- par l'utilisation optimale du volume supérieur grâce à un portique pouvant intégrer un trolley support d'outillage pneumatique, des kits d'éclairage, pour prises de courant et pour l'air comprimé ;

- par l'usage d'un chariot mobile, de faible encombrement et aménageable à volonté avec les mêmes accessoires que ceux du poste de travail, pour approvisionner ou desservir les divers postes de travail.

Confort accru = rentabilité améliorée

Le système Novo-Clas a été conçu pour, dans une configuration donnée, satisfaire l'individu dans le confort de ses gestes. Ainsi, l'opérateur travaille dans de bonnes conditions en limitant au maximum les efforts inutiles, ainsi que les agressions, visuelles ou auditives, avec :

- un espace personnel : le système Novo-Clas est non seulement modulable selon les impératifs de la production, mais il l'est aussi en fonction des habitudes et des gestes de chacun. De plus, chaque opérateur dispose d'un tiroir avec une serrure

pour ranger son propre outillage et ses affaires personnelles ;

- une vision sans fatigue : le système Novo-Clas a été spécialement étudié pour permettre d'effectuer un travail de précision en ménageant la vue de l'opérateur, grâce notamment aux aménagements du plan de travail et à un éclairage doux et réparti par rampe lumineuse ;

- une mise à portée de la main optimale des accessoires : rangements frontaux à moins de 60 cm de la main, bras pivotants, étagères inclinables, isolation acoustique, etc.



Tout pour un travail fonctionnel.

On notera enfin que Novo-Clas peut être équipé d'une protection spéciale, conforme aux normes en vigueur, pour éviter les décharges électrostatiques.

Tiro-Clas

SERVICE-LECTEURS N° 324

L'ASIC : c'est en Europe aussi !

Le concept d'ASIC – dont on parle beaucoup en ce moment, au point d'oublier le sens premier du terme : « Application Specific Integrated Circuits » se conçoit comme une solution globale, « un savoir technologique pouvant permettre de développer un système complexe avec comme souci principal l'utilisation optimale du silicium ».

L'ASIC est donc surtout une « mentalité de travail », voire une « façon de penser », qui dépasse les notions restrictives de produit, de service, de fourniture de logiciel...

Le marché, pour le moment, est dans une phase de « bouillonnement précurseur » : on peut parier qu'il sera, dans un an, occupé par un grand nombre de sociétés dont la lutte pour la vie sera l'impératif catégorique.

En attendant, surveillons les tendances technologiques et les déclarations d'intention...

Un centre de conception bien français chez VLSI Technology

Ce dernier, en effet, situé à Massy-Palaiseau, en banlieue parisienne, dessert l'Europe de l'Ouest – France, Bénélux, Espagne, Portugal – et Israël. La stratégie de base : les produits ASIC de haute intégration et les technologies dites de créneau : RAM haute vitesse, RAM statiques 16 K/20 ns aux normes militaires, par exemple... sans oublier l'indispensable association du numérique et de l'analogique sur une même puce – condition obligatoire pour satisfaire au marché européen des Télécommunications.

VLSI Technology présente donc à son client, sous l'angle d'un « partage de compétences technologiques », un ensemble de produits prédifusés, précaractérisés ou à la demande, en C-MOS 2 μm ou 1,5 μm .

Une librairie logique étendue existe : plus de 250 cellules stan-

dard : portes, registres, flip-flop, multiplexeurs, décodeurs, E/S, compteurs, accumulateurs, ainsi que des macrocellules : la famille Zilog Z8, Z80, les 68C45, 82C50-54-59-88 etc., et des éléments sophistiqués : microprocesseur en tranche 2901, blocs de RAM, ROM, PLA, multiplexeurs.

VLSI Technology se flatte de pouvoir atteindre, au niveau des prédifusés, un taux d'occupation de portes atteignant 80 % contre une moyenne, communément admise actuellement, de 40 à 50 %.

Chez NEC également, l'ASIC c'est magique !...

... ou plutôt : stratégique.

Car le « numéro trois » 1985 en gate arrays a renforcé son centre de conception de Vélizy et augmenté ses possibilités de calcul et d'accueil.

Accessible 24 heures sur 24, cet établissement est équipé de consoles graphiques et alphanumériques connectées aux systèmes les plus usuels : VAX 8300 + Hilo, Daisy, Mentor, Valid, microVAX-GPX + SDS... reliés par réseau.

Outre cette souplesse d'interface, NEC propose une large

gamme de technologies nouvelles garantissant au concepteur le meilleur compromis pour l'intégration de son application :

– Réseaux prédifusés et précaractérisés 1,5 μm jusqu'à 25 000 portes, intégrant des fonctions analogiques (A/D, D/A, ampli-op...). Le passage au 1,2 μm (45 000 portes) est prévu pour le mois de septembre 1987.

– Réseaux BI-CMOS, 1,5 μm , réunissant les performances de la technologie bipolaire et la faible consommation du CMOS.

– Réseaux ECL offrant une forte intégration (jusqu'à 5 000 portes) et une fréquence d'utilisation supérieure à 1 GHz.

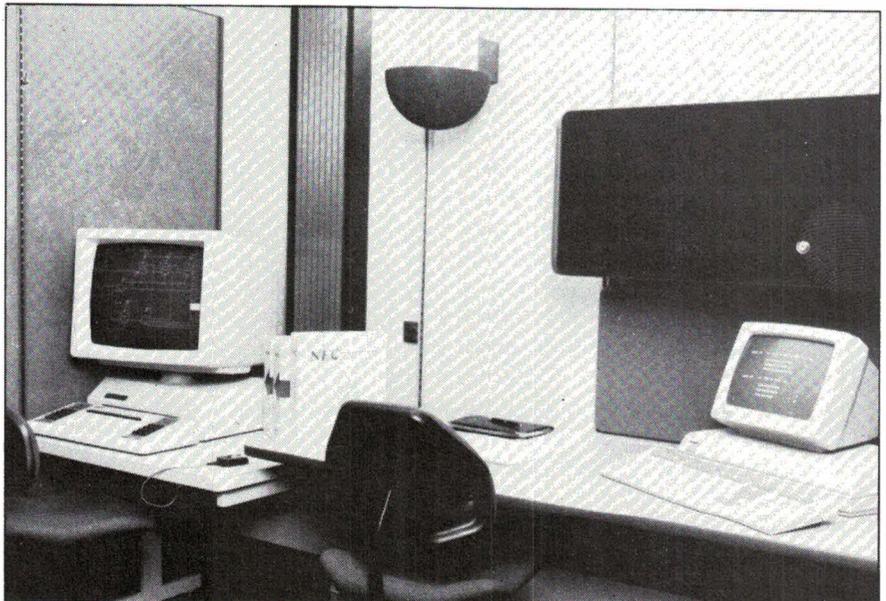
Nouvelles représentations

● La société F.G.E.T.-Dahan distribue, pour la région Rhône-Alpes-Méditerranée, les produits Welwyn. Ce sont essentiellement des résistances, bobinées et vitrifiées, à couche métallique, haute-tension, etc.

F.G.E.T.-Dahan, Z.I. Est, 69511 Vaulx-en-Velin. Tél. : 78.79.19.19.

● La société Polycore a choisi Comsatec pour représenter en

suite page 114



Un poste client de CAO chez NEC.

ALIMENTATIONS — CONVERTISSEURS DC-DC — RÉGULATEURS DE TENSION

LFE

Prix compétitifs
Délais réduits

MULTI-SOURCES



Format Europe simple ou double
Sorties simple, double, triple
ou quadruple.
Régulation linéaire ou
découpage secteur
Cartes nues, avec face avant
ou boîtiers

Tél. : (1) 60.11.62.18

Télex : 600 905 F

LFE → Laboratoire Français d'Electronique, 2, rue Léon-Blum - 91120 Palaiseau LFE →

SERVICE-ANNONCEURS N° 23

Ecrivez vos circuits avec le stylo à fil

CIRCUIGRAPH !

Révolution dans la réalisation
des circuits électroniques : un nouveau
procédé simple et rapide de câblage en continu,
sans soudure, idéal pour prototypes ou dépannages.
Utilisation sur tous supports isolants :
carton, fibre, plastique, etc.



- Disponibles également :
- Bobines de rechange
 - Plaques de polypropylène semi-transparent antichoc perforées au pas de 2.54 trous côniques
 - Spray adhésif pour fixation
 - Connecteurs



PRIX INDICATIF
150 Fht.

P.U. comprenant
CIRCUIGRAPH complet
+ 1 bobine de rechange
+ 1 perforateur-décableur

BOBINE
DE FIL

CLIP

CUTTER

Recherchons
nouveaux distributeurs

Disponible
chez votre
distributeur

FIL
CONDUCTEUR
Ø 0,15 mm



IMPORTATEUR EXCLUSIF POUR LA FRANCE

57, bd Anatole France, 93300 Aubervilliers Tél. (1) 48 34 22 89
Télex : 212895 - Télécopieur : (1) 48 34 81 27

E88 Longjumeau 1169

SERVICE-ANNONCEURS N° 24

VIE PROFESSIONNELLE

suite de la page 112

France sa gamme de transistors silicium HF à effet de champ. Ces derniers sont disponibles dans une plage de fréquences atteignant 2 GHz pour des puissances allant jusqu'à 150 W.

Comsatec, BP 56, 92302 Levallois Cedex. Tél : 47.58.59.10.

● **MB-Electronique** a maintenant la charge de distribuer les produits de la société **Energie-Irem**, spécialisée dans les équipements de protection pour l'informatique : filtres, conditionneurs de réseau, onduleurs, détecteurs de perturbations secteur.

Energie-Irem, 76, quai des Carrières, 94227 Charenton-le-Pont. Tél. : 43.76.01.47.

● **Koor-France** a été choisie par **Makash** pour distribuer ses claviers et interrupteurs « Everswitch ». Ces derniers, utilisant les techniques piézoélectriques, sont destinés aux applications industrielles, militaires,

spatiales et aéronautiques, en milieux sévères et atmosphères corrosives.

Koor-France, 9-11, avenue Franklin-Roosevelt, 75008 Paris. Tél. : 42.25.13.35.

● La société américaine **Samtec**, désireuse d'implanter en France sa gamme de connecteurs professionnels, a choisi comme distributeur exclusif **C & K Composants**.

C & K Composants, 60, rue du Dessous-des-Berges, 75013 Paris. Tél. : 45.83.24.54.

● Dans le domaine des composants optoélectroniques, **Souriau** a conclu avec **AT&T** un accord de distribution pour une gamme de composants orientés fibres optiques.

L'accord prévoit la commercialisation pour le groupe **Souriau** de la gamme « Lightguide » dans toute l'Europe. Parmi ces produits, figu-

rent les séries de connecteurs « Biconic » et « ST » en version câblable sur site, « pigtail » ou en cordon de liaison. **Souriau** commercialise également l'épissure mécanique rotative, « rotary splice », disponible en version mono ou multimode et dont les dernières améliorations permettent désormais l'installation sans utiliser d'équipement électronique.

Souriau, 9-13, rue Gal-Galliéni, B.P. 410, 92103 Boulogne-Billancourt Cedex. Tél. : 46.09.92.00.

● Les alimentations stabilisées de la marque japonaise **Toko** sont maintenant distribuées en France par **Melcher**. Il s'agit de modules à découpage 5 à 24 V et multisortie dont certains modèles sont homologués UL.

Melcher France, 93, boulevard De-cauville, 91024 Evry Cedex. Tél. : 60.78.41.41.

Coffrets Professionnels
Plastique ou Métal.

Série RACK 19"
(7 modèles)

Série STRUMENTALIA (7 modèles)

Plus de
160 Modèles en Stock

Série TENCLOS PULPIT
(5 modèles)+
Série Tenclos battery
(avec logement pour piles)

Série LOGIC PROBES
(2 modèles)

FRANCLAIR ELECTRONIQUE B.P. 42
92133 Issy-Les-Moulineaux Tél. 45.54.80.01 Télex : 201286

CATALOGUE FRANCO sur simple demande.

TEKO

DERNIER HIÉROGLYPHE CONNU



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

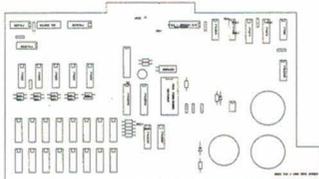
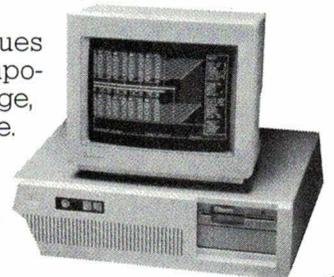
SI les scribes de la Haute Égypte avaient connu MECANORMA, il est certain que la face du monde en eut été changée.

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.

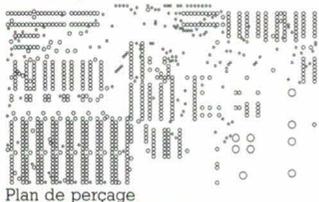
A partir d'un ordinateur personnel PC XT, AT ou compatible, doté de 640 Kb de mémoire et d'une table traçante en sortie, il permet de concevoir des plaques de circuits imprimés simple ou double face d'une taille pouvant aller jusqu'à 610 x 610 mm, contenant 20 000 signes ou symboles. Le routage des pistes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

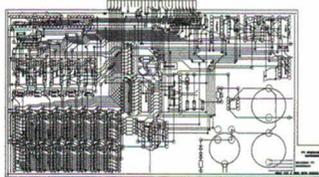
L'ensemble PCB TURBO est vendu complet avec le logiciel de conception de circuits imprimés, la disquette de paramétrage des imprimantes et un manuel en français.



Face composants



Plan de perçage



Tracé de contrôle

MECANORMA ELECTRONIC



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

M. :

Société :

Adresse :

Ville : Code Postal :

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

Micro
informatique



Conception d'un programmeur 16 canaux à microcontrôleur

L'utilisation d'un microprocesseur-microcontrôleur 68701 de la famille 6801 de Motorola permet de gérer un programmeur 16 canaux avec un minimum d'électronique. Après une présentation des caractéristiques de ce programmeur, nous décrirons succinctement le microcontrôleur 68701. La philosophie de l'architecture « matériel » et du logiciel intégré sera détaillée ensuite. Destiné à la gestion d'une presse industrielle, ce programmeur pourra s'adapter à d'autres applications du domaine industriel.

Caractéristiques du programmeur

A partir d'impulsions extérieures, un compteur s'incrémente ou se décrémente. Seize seuils ont été fixés par l'opérateur dans une première phase de programmation. Lorsque le compteur atteint un seuil préfixé, la sortie du canal correspondant change d'état, et demeure en cet état tant que le seuil en question reste atteint.

● La programmation se fait à partir d'un clavier spécialisé, numérique et à touches de fonction, avec l'aide d'un affichage 6 digits (numéro de

canal + seuil). Les fonctions sont les suivantes :

- touches numériques : entrée des valeurs des seuils ;

- C+, C- : incrémente, ou décrémentement le numéro du canal à manipuler. La valeur en mémoire du seuil est affichée ;

- V1, V2 : validation du nouveau seuil. La séquence V1 puis V2 doit être exécutée pour valider. Cela évite une programmation accidentelle. Après validation, le canal de numéro supérieur et son seuil sont affichés automatiquement ;

- +1, -1 : incrémentation ou décrémentation de +1 ou -1 de la valeur affichée du seuil. Cela simplifie l'ajustement fin de la valeur.

● En mode service, le contenu du compteur est affiché et actualisé. L'opérateur peut, pendant cette phase, rappeler canal par canal les valeurs de seuil préfixées. Il a également la possibilité d'éteindre l'affichage. Les touches de fonction ont alors les rôles suivants :

- touches numériques : entrée du numéro de canal dont on veut rappeler la valeur du seuil ;

- C+ : affichage de la valeur du seuil, maintenu tant que dure la pression sur cette touche ;

- C- : sans action ;

- V1, V2 : l'une ou l'autre servent à éteindre ou allumer l'affichage ; une pression sur l'une des touches allume, une autre éteint ;

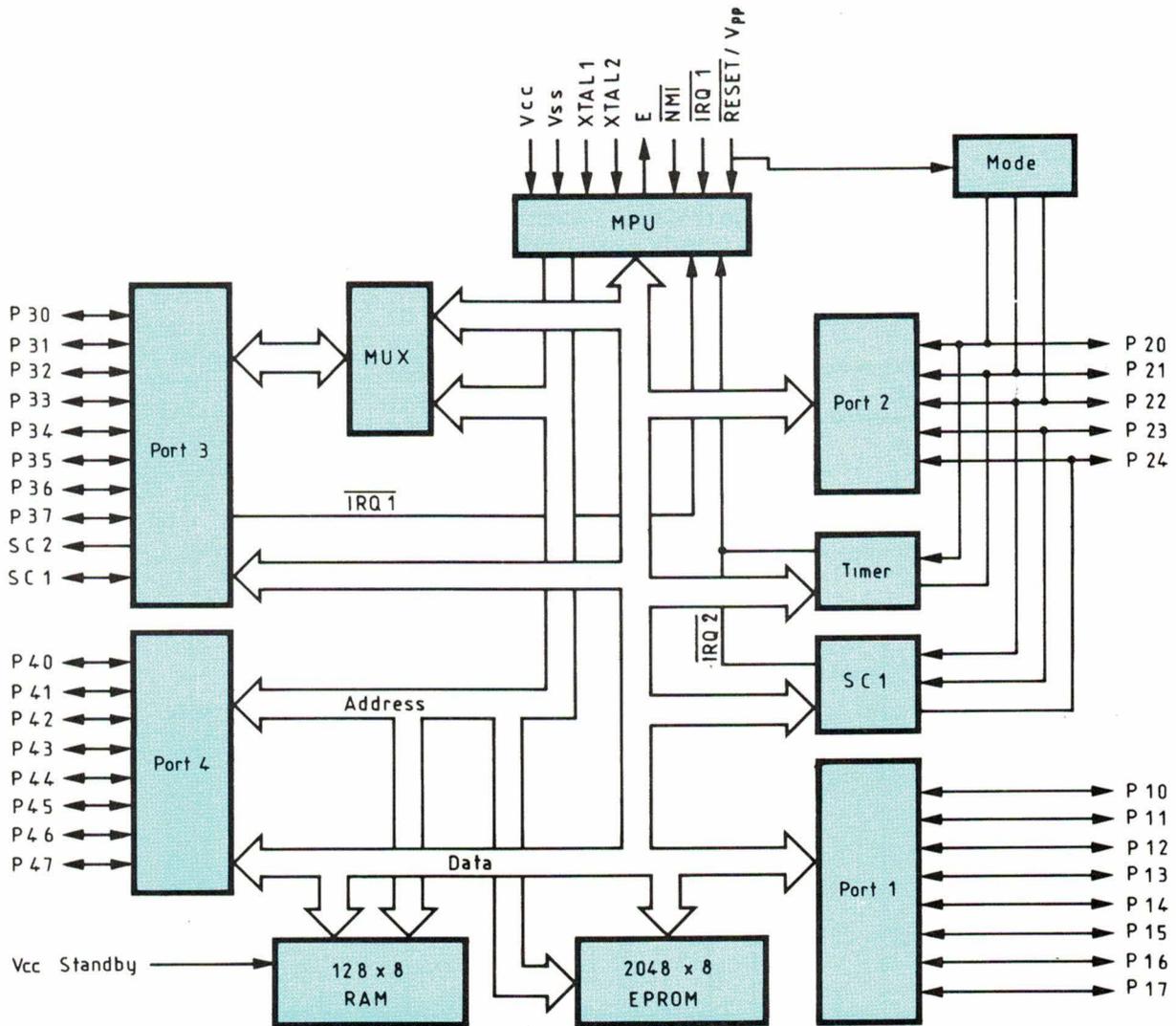


Fig. 1

- +1, -1 : sans action.

Une clé en face avant du système permet de passer du mode programmation au mode service.

Un interrupteur de fin de course remet éventuellement l'affichage en service, place automatiquement l'affichage à zéro et bloque les impulsions vers le compteur tant que dure le contact.

Les entrées sont les suivantes :

- un codeur incrémental, générant deux trains d'impulsions A et B, déphasés de 90°, et une sortie bistable donnant le sens comptage ou décomptage (le sens comptage ou décomptage étant déterminé par matériel sur la carte, avec un dispositif antivibration),
- un contact de fin de course de remise à zéro du compteur ;
- un clavier 4 x 4, soit 10 touches numériques et 6 touches de fonction prédéfinies ;

- une clé programmation/service.

Les sorties sont les suivantes :

- un affichage 6 digits, soit 2 digits affectés aux numéros de canaux et 4 digits pour l'état du compteur et la fixation des seuils de déclenchement ;
- une commande d'extinction de l'affichage ;
- 16 sorties « canaux » ;
- une sortie « warning » pour bloquer le processus commandé. Elle change d'état sur un dépassement de la capacité de gestion des impulsions.

Le microcontrôleur 68701

La famille 6801 est orientée application « monochip ». Le circuit contient :

- un microprocesseur 6800 ;

- une ROM (ou EPROM) de 2 Ko ;
- une RAM de 128 octets, dont 64 maintenables par batterie ;
- un compteur-décompteur 16 bits ;
- un port série full-duplex ;
- 29 entrées/sorties et 2 lignes de contrôle (fig. 1).

Au point de vue logiciel, le 6801 est compatible source et objet avec le 6800. Il possède quelques extensions, en particulier la possibilité de concaténer les deux accumulateurs pour manipuler des données 16 bits, et la multiplication 8 bits, résultat sur 16 bits.

Le 6801 est programmable par hard pour travailler selon des configurations allant de l'utilisation en monochip jusqu'au microprocesseur avec mémoires externes.

Notons que la famille 6801 de Motorola comprend quatre types de circuits :

- le 6801, version industrielle de la

famille, avec ROM masquée en usine,

- le 6803, petit frère du 6801, sans ROM interne ;
- le 6801L1, 6801 avec ROM contenant un moniteur 2K ;
- le 68701, version EPROM du 6801, orienté prototype ou petite série.

Architecture matérielle du programmeur

Organisation matérielle

La version 68701 est utilisée dans une programmation « monochip »

(fig. 2). Le compteur et le port série ne sont pas utilisés. Outre les buffers lignes entre la carte-mère et la carte affichage-clavier, il n'y a que trois circuits externes : un démultiplexeur 4/16 pour les 16 sorties canaux (74154), un décodeur de clavier (74C922), et un contrôleur d'affichage (74C912). L'électronique d'interfaçage de chaque canal est spécifiée de l'application.

Le 68701 joue donc son rôle de contrôleur, la gestion de l'affichage, du clavier et des commandes des sorties canaux étant confiées à des circuits spécialisés communiquant avec lui.

Le logiciel est contenu dans la mémoire morte interne, et utilise la mémoire vive interne.

Ports entrées/sorties

Le port « 1 » est programmé en sortie pour la commande de l'affichage (3 bits pour le numéro du digit, 4 bits pour la valeur BCD à afficher sur le digit sélectionné, 1 bit de validation des informations sur le port).

Le port « 2 » n'est pas utilisé.

Le port « 3 » sert de port d'entrée des commandes (4 bits pour le numéro de touche du clavier plus 1 bit de validation de l'information du décodeur clavier, 1 bit pour le sens comptage/décomptage des impulsions, 1 bit pour la clé programmation/service, 1 bit pour le blocage des impulsions).

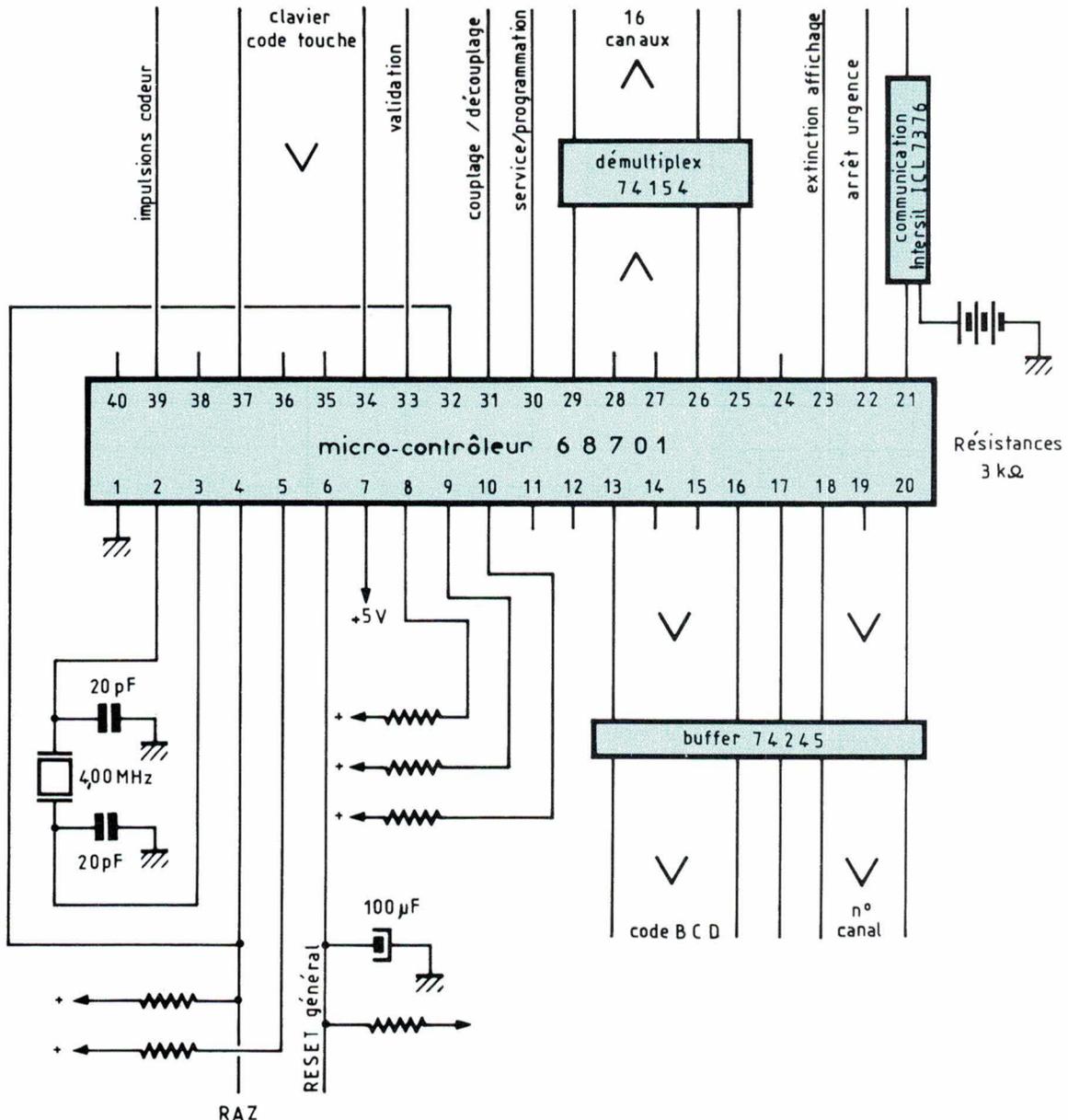


Fig. 2

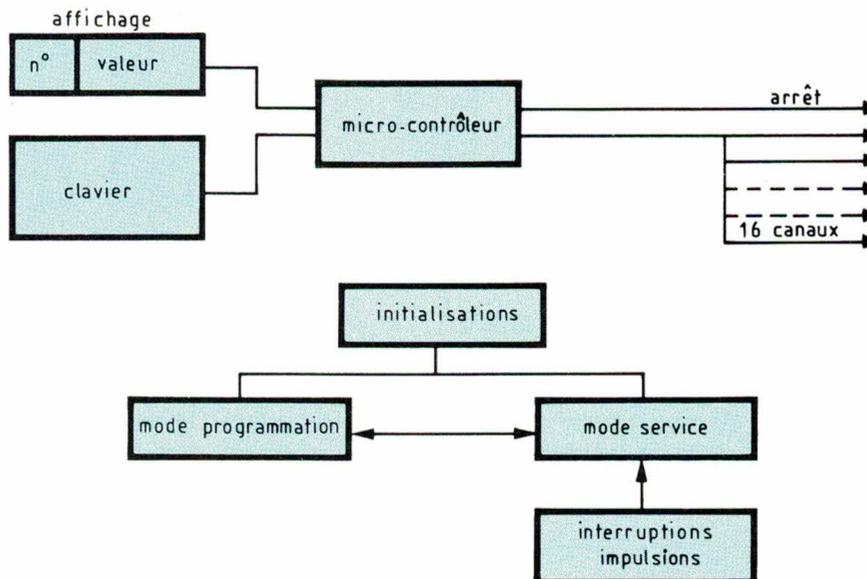


Fig. 3

Le port « 4 » commande le démultiplexeur canal (4 bits plus 1 bit de validation), l'extinction ou l'allumage de l'affichage (1 bit), et un arrêt d'urgence en cas de dépassement de la cadence maximale admissible des impulsions.

La broche SC1 est utilisée comme entrée des impulsions. Elle fonctionne en mode interruption masquable.

La broche NMI est liée au contact de remise à zéro.

Architecture logicielle du programmeur

Organisation mémoire vive

Sur 128 octets disponibles en mémoire interne, 64 peuvent être sauvegardés par batterie. Le compteur d'impulsions est placé dans cette zone, ainsi que les valeurs programmées des seuils des 16 canaux. Si un dispositif de sauvegarde est prévu, outre une protection contre les coupures accidentelles du secteur, cette configuration permet de couper l'alimentation générale d'un atelier industriel, et de reprendre ultérieurement, sans réinitialisation et reprogrammation des seuils.

Philosophie du programme

Après initialisation des ports et

des paramètres, le programme se divise en deux programmes principaux travaillant en alternance, l'un pour le mode programmation, l'autre pour le mode service. On passe de l'un à l'autre par le test de la clé en face avant (fig. 3).

Dans le mode programmation, le décodeur clavier envoie un numéro qui est décodé dans une table de correspondance pour fournir la signification de la touche enfoncée.

- S'il s'agit d'une touche numérique, l'opérateur veut donc modifier la valeur du seuil du canal affiché. A la première touche numérique enfoncée, l'affichage de la valeur en mémoire est remplacé par des zéros. Les chiffres arrivent alors par la droite en poussant les précédents.

- Si c'est une touche de fonction, le programme exécute le sous-programme affecté à la fonction.

Dans le mode service, le programme est en attente d'une touche

enfoncée. L'affichage donne, impulsion après impulsion, la valeur du compteur.

- Le programme compare en permanence le compteur et les valeurs de seuil. S'il y a égalité, un top est envoyé sur le canal correspondant.

- Les impulsions externes génèrent des interruptions prioritaires. Le compteur est incrémenté ou décrémenté en fonction de l'état du bit du port 3.

- Si une touche est enfoncée, l'opérateur veut visualiser la valeur mémorisée du seuil d'un canal. Le programme affiche le canal demandé ; il y a affichage de la valeur tant que dure la pression sur la touche de validation (C+). Une fois la pression relâchée, on revient en attente. Les impulsions sont évidemment gérées pendant le temps de visualisation.

Ce temps est suffisamment court

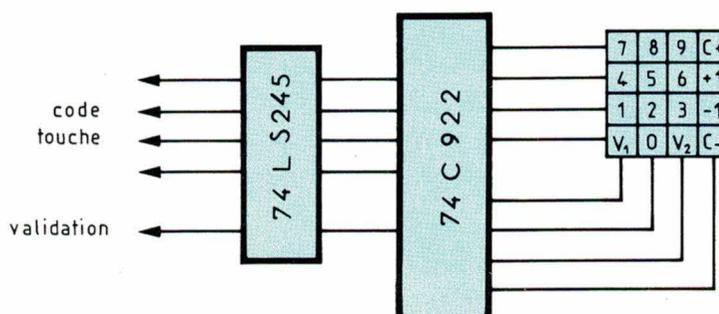


Fig. 4

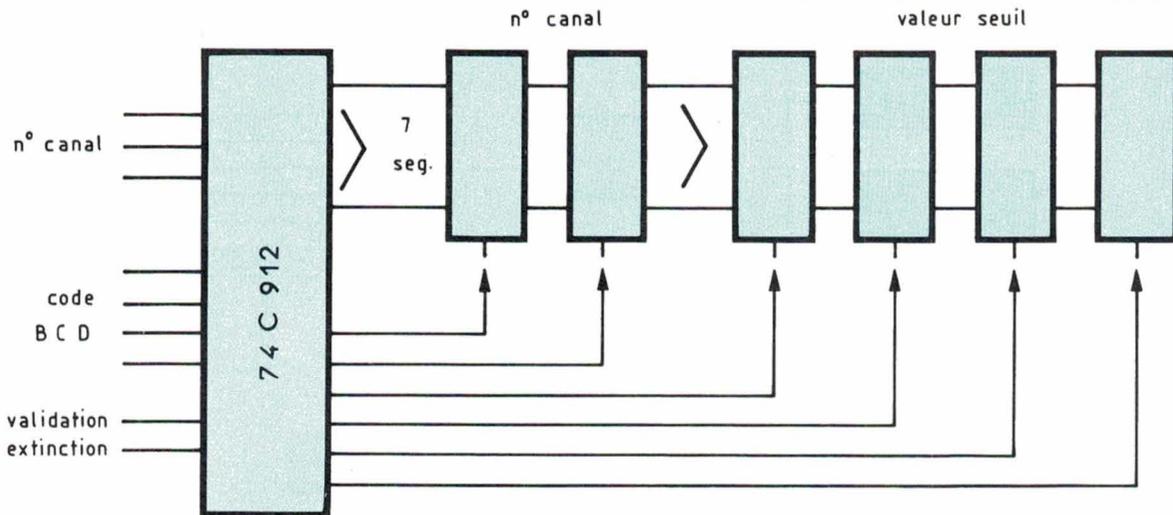


Fig. 5

pour ne pas perturber les opérations de visualisation des seuils.

Les figures 4 et 5 donnent les synoptiques des circuits de gestion du clavier et des afficheurs.

Les programmes ont été écrits en assembleur 6801. Ils permettent une gestion des impulsions jusqu'à 1 kHz. Au-delà, le bit « warning » change d'état, et l'affichage se met à clignoter, cette cadence étant tout à fait suffisante pour l'application visée.

Application : gestion d'une presse

Ce programmeur a été développée pour commander, à travers un automate programmable industriel (API), une presse de moulage à cire perdue. Les impulsions reçues du codeur fournissent un nombre représentatif de la position de la partie mobile de la presse.

La sortie canal est reliée à l'entrée

de l'API. Celui-ci gère des états ; il faut donc maintenir les tops délivrés par le microcontrôleur. Pour cela, des monostables redéclenchables sont montés entre le micro et l'API.

Le système micro doit être isolé au maximum des perturbations électriques. On utilise pour ce faire un couplage opto-électronique.

J.M. Bois
société C.E.C.I.L.
Dijon

TADIRAN 
La technologie de pointe.

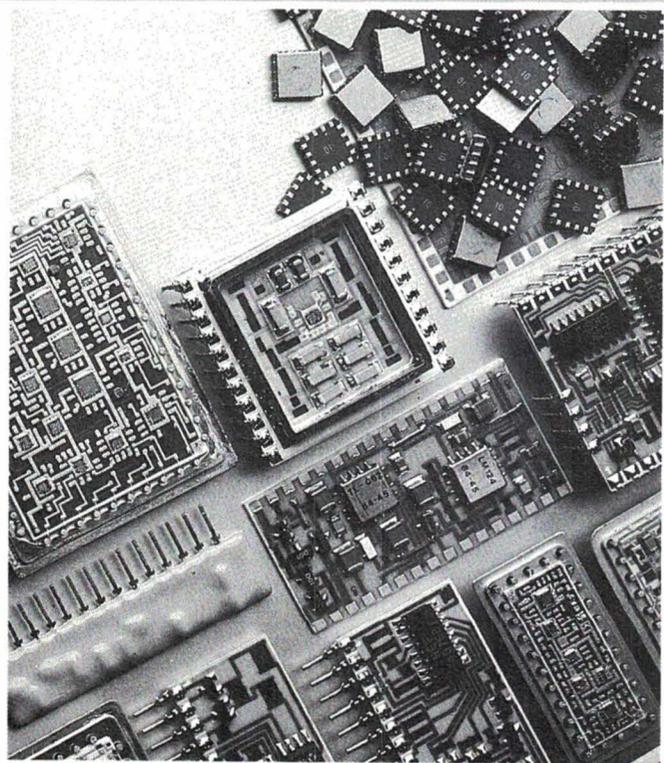
CIRCUITS HYBRIDES

Couche épaisse/couche mince

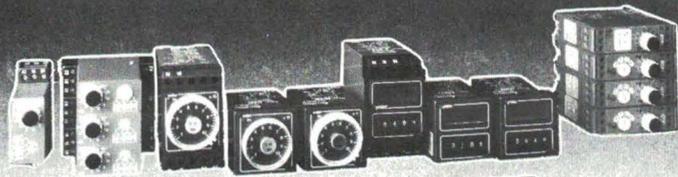
Conception et réalisation
assistées par ordinateur
Ajustage statique et dynamique.

TADIRAN garantit
une assistance dans la conception
et une exécution finale
conforme au cahier des charges.

Applications :
industrielles - aéronautiques
télécoms - militaires



COMPOSANTS D'AUTOMATISMES INDUSTRIELS



- Minuteries et Temporisateurs électroniques

- Dispositifs de contrôle :

- Phase
- Tension
- Courant
- Niveau
- Rotation

- Compteurs - Chronomètres
Tachymètres électroniques

- Cellules photo-électriques

- Détecteurs de proximité
inductifs

- Codeurs incrementaux

- Variateurs de tension

Syrelec

Tour de bureaux de Rosny II
Avenue du Général-de-Gaulle
93118 - ROSNY-SOUS-BOIS Cedex
Télex : 231 980 F Syrdis
Tél. : (1) 48.54.05.59

SERVICE-ANNONCEURS N° 28

LA GUEULE DE L'EMPLOI



L'électrofuge 200 est un vernis à base de silico-nes qui s'emploie en élec-tronique, électricité, maté-riel aérospatial, aéronau-tique, marine, industrie automobile et télécommu-nications. C'est un vernis stable dans un large in-tervalle de température de - 30 °C à + 300 °C sous toutes fréquences.

Il forme un film incolore, brillant, très résistant, dur mais non cassant. Il per-met 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 indus-tries de classe internatio-nale.

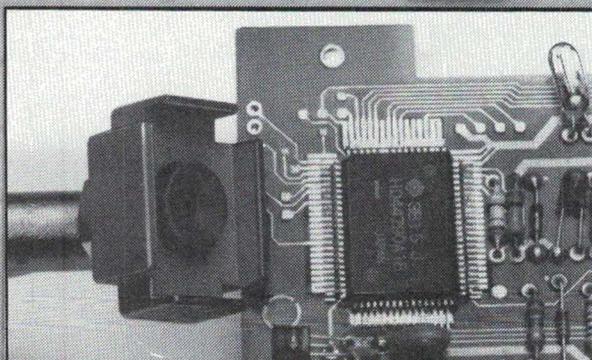
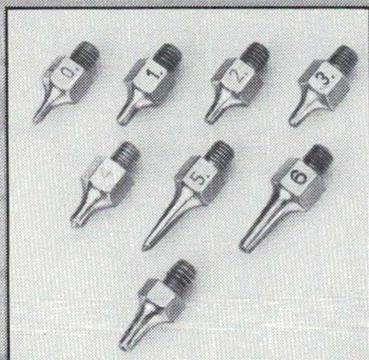
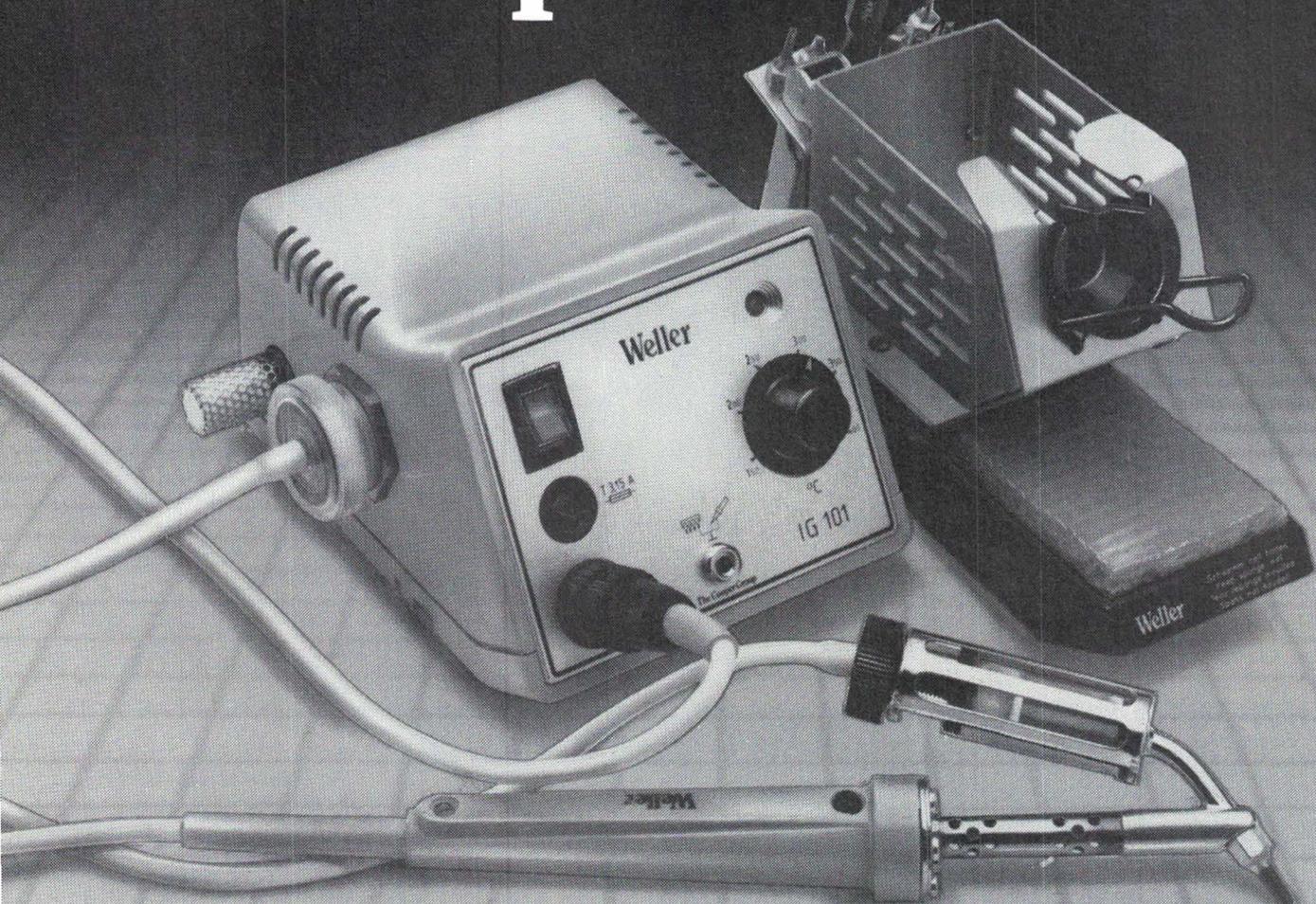
L'électrofuge 200 ?
La gueule de l'emploi !



ELECTRONIQUE

**TOUJOURS UNE
IDÉE D'AVANCE**

Un dessoudeur compact Weller.



Pour résoudre les problèmes de dessoudage actuels, l'ensemble IG 101 n'exige que de l'air comprimé et du 24 volts.

La température d'utilisation est ajustable sans discontinuité et contrôlée par le système Temtronic Weller. L'aspiration est créée par un système "Venturi" et déclenchée au moyen d'un micro-contact situé sur le manche du fer.

Un échantillonnage de 8 buses de dessoudage

est fourni avec l'appareil. Des têtes spéciales "Flat-Pack" peuvent s'adapter sur ce même fer.

Si l'on ne possède pas de 24 volts alternatif, un transformateur de sécurité PU-S peut être associé à l'IG 101 pour constituer à l'aide du SH-2 un ensemble de dessoudage compact et portable.

Groupe Cooper S.A. - Z.A. des Petits Carreaux, B.P.63, 94385 Bonneuil-sur-Marne, Cedex, France. Tél: (1) 43.39.70.39.



CooperTools

CRESCENT LUFKIN NICHOLSON PLUMB TURNER WELLER WIRE-WRAP WISS XCELITE

SERVICE-ANNONCEURS N° 30



Médical

La pH-métrie œsophagienne

L'estomac est un organe qui, jusqu'alors, n'avait pas fait l'objet d'une approche électronique. L'optique, avec l'endoscopie, nous a dévoilé les arcanes de la voie digestive, mais maintenant on peut aller plus loin : la mesure des pressions (manométrie), la mesure de l'acidité (pH-métrie), la mesure de l'activité enzymatique intestinale, la mesure de la motilité stomacale et intestinale (péristaltisme), etc.

La pH-métrie œsophagienne est l'une des approches qui actuellement éclairent d'un jour nouveau certains points de la physiologie de l'estomac mais également objectivent les causes de troubles, tels : le reflux gastro-œsophagien, les douleurs thoraciques pseudo-angineuses, certains troubles moteurs œsophagiens, etc. De plus, la pH-métrie œsophagienne permet d'évaluer pharmacologiquement l'efficacité des thérapeutiques anti-reflux.

Ces mesures sont maintenant rendues possibles grâce à une capsule autonome pouvant émettre pendant 4 semaines des signaux à la fréquence de 430 kHz (pH 7). Mais auparavant nous invitons les lecteurs à « passer à table », pour un bref rappel de physiologie digestive en guise de menu.

Du chrome 59 au menu

On mange tous les jours et on évacue une selle tous les matins, théoriquement. Il est donc aisé de croire que le temps de transit global des aliments est de 24 heures. En fait, le temps de transit d'un repas n'est pas aussi facile à déterminer.

Les sels de chrome (inactifs ou radioactifs) ont la propriété de ne pas être absorbés par le tube digestif. On les retrouve donc en totalité dans les selles sous forme de déchets (fig. 1). Chez le sujet normal, on trouve du chrome dans la selle du lendemain, mais si l'on effectue une mesure le deuxième jour, on trouve encore du chrome, et davantage

que la veille. C'est à partir du troisième jour que le taux de chrome diminue. On peut dire que le premier jour il y a élimination de 10 % du chrome, le second jour : 40 %, le troisième jour : 25 %, le quatrième jour : 8 %, etc. C'est entre 3 et 5 jours qu'il y a élimination de 90 % du chrome et c'est ce temps que l'on peut appeler : temps de transit global (fig. 2).

Cela nous amène à la notion de vitesse de transit, vitesse qui est différente selon le type d'aliment. D'après J.-J. Bernier, avec un repas homogénéisé (qui ne contient pas de particules solides comme dans un repas ordinaire), les glucides sortent les premiers parce qu'ils sont hydrosolubles et s'évacuent avec l'eau du repas ; les protéines font de même, mais, comme la sécrétion gastrique apporte avec elle des protéines endogènes (protéines des enzymes, du mucus, du plasma), ce sont ces protéines qui maintiennent à peu près constante la sortie des composés azotés. Quant aux lipides, ils sortent les derniers. Tout ceci est très théorique et il faudrait tenir compte de la texture des aliments et faire intervenir la chimie gastro-intestinale.

Ce qu'il est intéressant de savoir, c'est que l'être humain mange tous les jours des aliments qui ont des vitesses de transit différentes. Cela veut dire que le premier jour il y a élimination de 10 % des aliments, le second jour il y a élimination de 40 % des aliments de l'avant-veille plus 10 % des aliments de la veille, le troisième jour, c'est l'élimination, dans l'ordre, de 10 + 40 + 25 %, etc. Il est facile de comprendre qu'il se passe en permanence dans le côlon un véritable bouleversement, si bien que chaque selle est finalement constituée de déchets provenant en général d'une dizaine de repas successifs.

D'abord l'estomac

Afin de sérier les problèmes et puisque l'estomac est l'organe qui nous intéresse au premier chef, nous évoquerons son rôle dans la digestion. Son rôle est double :

- il assure le stockage temporaire des aliments, favorise leur brassage et régularise les passages intestinaux ;
- les sécrétions gastriques ébauchent la digestion des aliments, surtout de nature protidique, en donnant naissance au chyme gastrique acide.

L'estomac est le siège de phénomènes mécaniques concourant au remplissage, au brassage et à l'évacuation des aliments grâce à une structure musculaire dont la motricité est régulée par le système nerveux et certaines hormones.

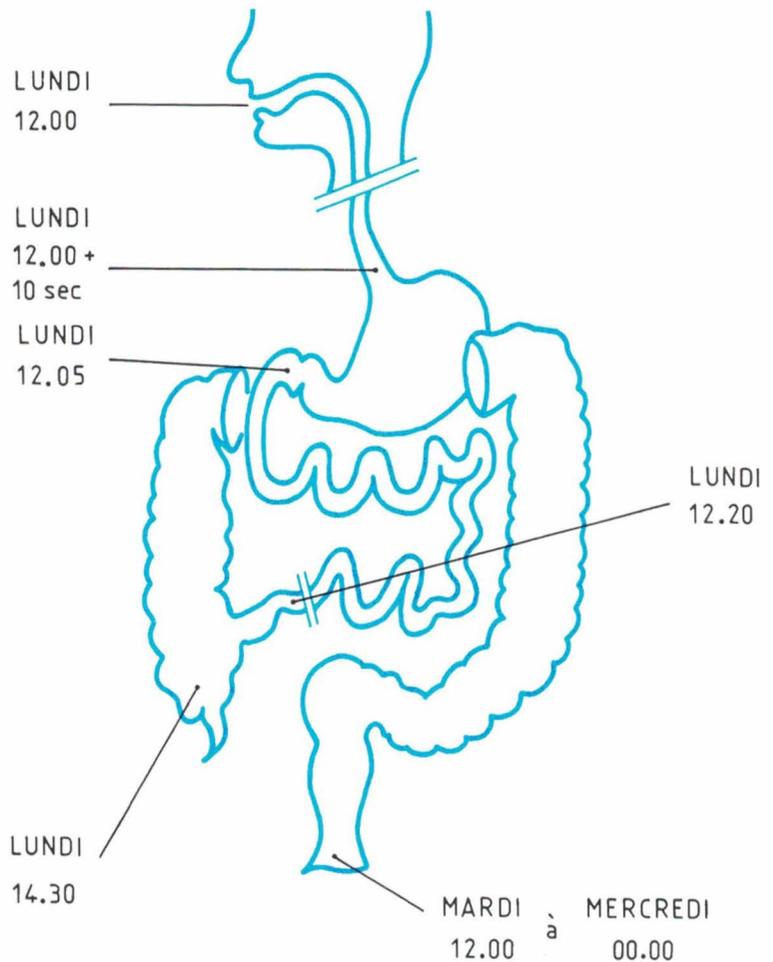


Fig. 1. - Transit digestif global du début du repas, d'après J.-J. Bernier.

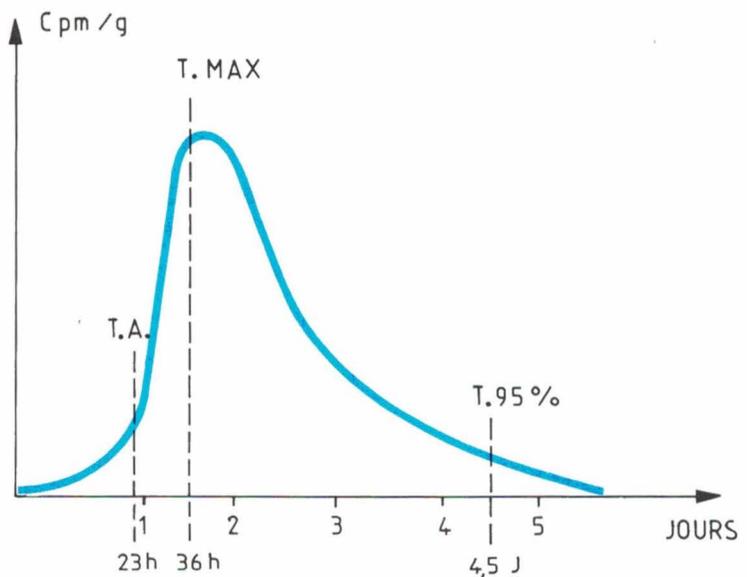


Fig. 2. - Dosage du chrome fécal, d'après J.-J. Bernier.

L'estomac est également le siège de phénomènes chimiques. La sécrétion gastrique est assurée par la muqueuse gastrique à différents niveaux (fundus, antrum, épithélium de surface). Le volume du suc gastrique est de 1,5 à 2 litres/jour. L'acidité a pour origine : premièrement, l'ion H^+ provenant de l'hydratation du CO_2 sous l'influence de l'anhydrase carbonique ; deuxièmement, l'ion chlore provenant du $NaCl$; et enfin, la formation de chaque molécule d' HCl déversée dans la lumière gastrique s'accompagne de l'élaboration d'une molécule de CO_3HNa rejetée dans le courant sanguin. Parmi les rôles joués par la sécrétion acide, notons entre autres qu'elle stérilise les aliments, réduit le fer ferrique en fer ferreux, ionise les sels de calcium, gélifie les protéines, régule les passages duodénaux et libère la sécrétine.

Notons que la muqueuse gastrique sécrète un mucus qui la protège en formant un film continu sur sa surface, sinon la muqueuse de l'estomac serait elle-même digérée. Le défaut local de la présence de ce mucus est l'une des causes de l'ulcère gastrique.

Le reflux gastro-œsophagien

Le reflux gastro-œsophagien est le retour dans l'œsophage du contenu gastrique acide. Il provoque, généralement après un repas, des brûlures rétro-sternales et ascendantes, parfois accompagnées de régurgitations acides. Elles sont en rapport avec des troubles digestifs diffus, ou avec des lésions de l'œsophage, ou avec une hernie hiatale.

Le reflux gastro-œsophagien (RGO) est l'expression mécanique d'un dysfonctionnement digestif haut ; c'est souvent la traduction d'une œsophagite (inflammation de l'œsophage, qui est essentiellement une notion histologique). L'étude des symptômes qui permettent de penser que nous sommes en présence d'un RGO aboutit à des manifestations touchant différentes fonctions. Ainsi, certaines pharyngites, pseudo-angines à répétition, dysphonie, sont des atteintes de la sphère ORL qui peuvent être attribuées à un RGO. Sur le plan pulmonaire on a cherché à établir une re-

lation entre certaines crises d'asthme et le reflux, mais il semblerait que le reflux serait plutôt la conséquence que la cause de l'asthme. En revanche, les douleurs thoraciques, en dehors d'un problème cardiaque, sont parfois le signe d'un RGO.

Devant une symptomatologie aussi variée, il est nécessaire de déclencher une série d'investigations. Tout d'abord un examen endoscopique pour rechercher une pathologie gastrique essentielle ou le retentissement du reflux sur la muqueuse œsophagienne. Si des signes cliniques patents sont décelés, il est inutile d'aller plus loin dans les investigations. Mais il arrive que l'examen laisse un doute : la symptomatologie est atypique ; on a alors recours à d'autres méthodes, telle la pH-métrie.

L'évaluation pharmacologique

Lorsque l'on désire tester l'efficacité d'un médicament sur le RGO, on dispose de deux méthodes : la première mesure la motricité de l'œsophage et de l'estomac ; la seconde mesure le RGO lui-même, grâce à un marqueur naturel (pH-métrie) ou artificiel (scintigraphie). La motricité est évaluée au moyen de la manométrie. Cet examen est sensible pour tous les troubles du péristaltisme mais peu spécifique du RGO.

Le pH-métrie œsophagienne, en revanche, est une méthode simple et bien tolérée qui permet d'étudier l'efficacité d'un traitement dans les conditions réelles d'emploi. Grâce à cet examen, on a pu démontrer que les substances anti-acides et anti- H_2 réduisaient le score de RGO après un repas. Par contre, les antisécrétions ont une durée d'action beaucoup plus longue que les anti-acides. On a remarqué également l'absence d'action des anti- H_2 sur le muscle lisse de l'œsophage ; la fréquence des RGO diminue mais leur durée respective est identique avec ou sans anti- H_2 .

Lors d'un séminaire sur l'évaluation clinique des médicaments, qui s'est tenu en juillet 1986 et présidé par le Pr P. Bernades, un consensus a été approuvé par les gastro-entérologues, les statisticiens et les industriels : la pH-métrie œsopha-

gienne est nécessaire à l'évaluation pharmacologique pour montrer l'efficacité d'une thérapeutique anti-reflux ; elle est aussi un critère d'inclusion indispensable à des essais thérapeutiques digestifs, car elle permet de comparer diverses classes pharmacologiques et diverses posologies administrées.

La pH-métrie ambulatoire

La mesure du pH dans l'œsophage se pratique de différentes manières. La technique brève explore le reflux spontané ou dans divers changements de position et après instillation intragastrique d'acide chlorhydrique ; c'est la méthode la plus ancienne. Viennent ensuite des méthodes plus performantes comme la pH-métrie de trois heures pratiquée au moyen d'une électrode placée dans l'œsophage et reliée à un pH-mètre. Le malade reçoit un repas test, puis on effectue des mesures pendant trois heures : une heure assis, une heure couché puis à nouveau une heure assis.

Depuis quelques années, on utilise la pH-métrie de 24 heures qui, dans des conditions idéales technologiquement, est certainement l'examen le plus fidèle en théorie et en pratique, s'il est réalisé dans un centre spécialisé, comme l'exprimait le Pr Jacques Fournet, chef du Service de gastro-entérologie au CHRU de Grenoble, lors de la *Semaine francophone de pathologie digestive* qui s'est déroulée à Nice du 10 au 15 mars 1986.

Pour réaliser la pH-métrie de 24 heures, en ambulatoire, on place une petite sonde dans l'œsophage et le malade circule avec un appareil portatif type *Holter*. Après 24 heures, on effectue le traitement informatique des données et on obtient un tracé et des valeurs numériques.

Pour en arriver là, il a fallu plus d'un quart de siècle d'évolution technologique puisque l'invention de la capsule radio par *Jacobsen* et *Mackay* date de 1958. Ce fut un grand moment que celui de libérer le patient de toute attache matérielle entre la sonde et l'appareil de mesure, aussi bien pour mesurer la température profonde du corps, le pH gastrique, la motricité intestinale, etc. À cette époque, et dans les

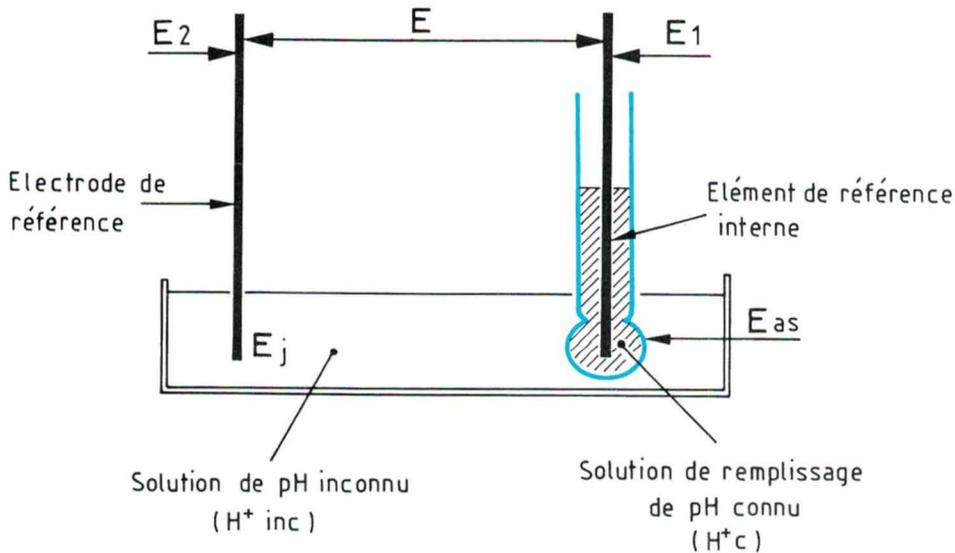


Fig. 3. - Montage de mesure avec électrode de verre (d'après G. Asch).

années qui suivirent, on utilisait la télémétrie par boucle inductive basse fréquence (400 kHz), mais ces dispositifs étaient difficiles à fabriquer et ne donnaient pas toujours des mesures très stables.

L'électrode à pH

Reconnaissons à l'usage que l'électrode à membrane de verre reste le dispositif le plus précis et le plus stable pour la mesure *in vivo* du pH. Sur le plan industriel, la première électrode basée sur ce principe fut décrite par Haber en 1909. Ce dernier avait constaté que certains types de verre étaient légèrement conducteurs de l'électricité et que, dans ce cas, le potentiel qui s'établissait à l'interface entre une membrane constituée d'un tel verre et une solution aqueuse dépendait de l'acidité de cette solution, et suivant la formule de Nernst :

$$E = E'_0 + \frac{RT}{F} \text{Log } a_{H^+}$$

où E'_0 est le potentiel « standard » ou « normal » de l'électrode utilisée, en association avec une électrode de référence donnée, et a_{H^+} représente l'activité en ions H^+ de la solution étudiée.

Pour mesure le pH d'une solution, il suffit de plonger l'électrode de verre dans la solution étudiée et de mesurer la différence de potentiel qui apparaît entre l'élément de référence interne et une électrode de

référence plongeant également dans cette solution (fig. 3). Compte tenu des divers éléments de la cellule de mesure, la différence de potentiel E entre l'électrode de verre et l'électrode de référence s'exprime de la façon suivante, d'après G. Asch :

$$E = E_1 + E_{as} - E_2 - E_j - \left[\frac{2,3 RT}{F} \cdot \log (H^+_c) \right] + \left[\frac{2,3 RT}{F} \log (H^+_{inc}) \right]$$

où l'on a :

E_1 : potentiel de l'élément de référence interne de l'électrode de verre.

E_2 : potentiel de l'électrode de référence extérieure.

E_j : potentiel de jonction liquide existant entre la solution de remplissage de l'électrode de référence extérieure et la solution à étudier.

E_{as} : potentiel d'asymétrie de la membrane de verre.

En regroupant l'ensemble des termes indépendants de pH inconnu, l'expression de E devient :

$$E = E'_0 - \frac{2,3 RT}{F} \cdot \text{pH}$$

où E'_0 est le potentiel standard de l'électrode de verre.

Sur le plan pratique, appliquée à la mesure du pH en médecine, l'électrode de verre était équipée d'un élément interne en antimoine et fut utilisée dès 1960 par Nöller. Cette

électrode est connue sous le nom de capsule de Heidelberg. Cependant, l'électrode en antimoine tend à se détériorer rapidement en présence des agents oxydants que l'on rencontre dans le corps humain et pose des problèmes pour les études à long terme. Des essais récents avec des polymères conducteurs n'ont pas donné les résultats satisfaisants que l'on attendait, notamment à cause d'une limite dans la gamme de pH couverte.

La principale difficulté rencontrée avec une électrode à pH est sa très haute impédance (100 M Ω pour une électrode de 6 mm de diamètre). L'émetteur incorporé doit donc avoir une impédance d'entrée d'environ 10 G Ω . L'électrode de verre doit être scellée de façon à éviter les fuites entre les milieux interne et externe. Pour cela, l'emploi de résines époxy a été préconisé. La lente pénétration des résines époxy détermine une détérioration graduelle dans la réponse au pH et limite ainsi la vie de ce type de capsule. D'autres substances ont été essayées, telles la paraffine et les produits acryliques utilisés en dentisterie, mais sans amélioration significative.

Le problème de l'étanchéité peut être résolu si le corps de la capsule est également en verre. La pile au mercure et le circuit émetteur sont inclus dans l'électrode elle-même, et il suffit de rendre étanche l'extrémité ouverte de la capsule, un point de relativement basse impédance. Une telle capsule peut être repré-

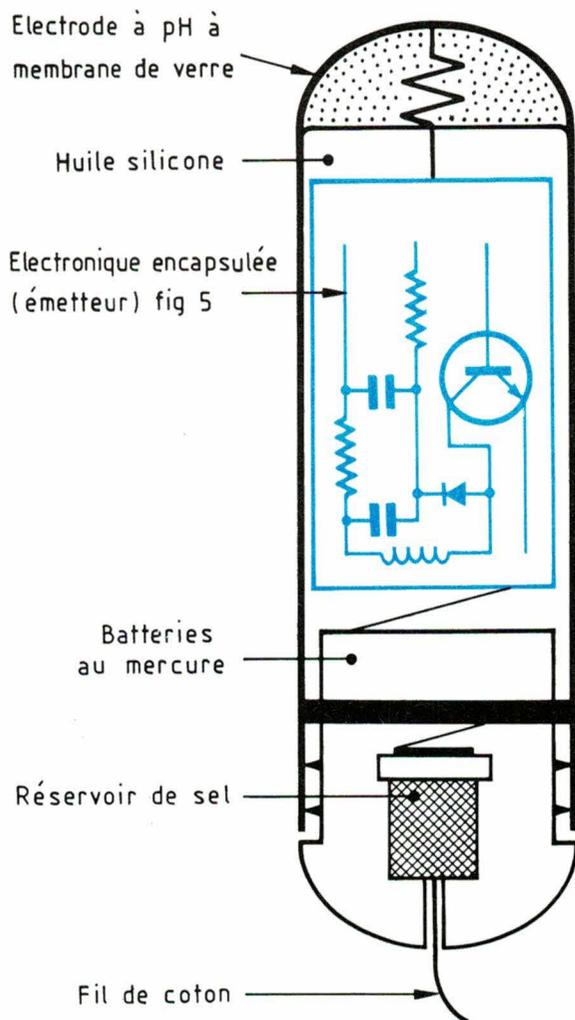


Fig. 4. - Radiocapsule pour la mesure du pH.

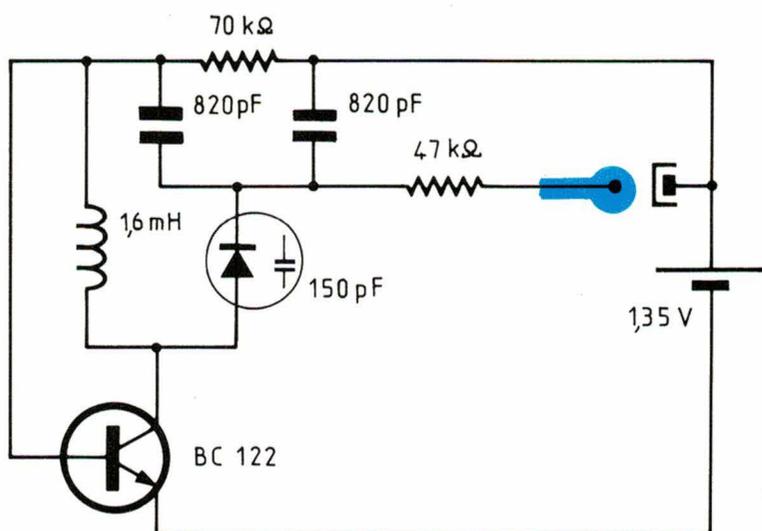


Fig. 5. - Schéma de la capsule à pH ; l'émetteur.

sentée par la **figure 4**, où un long tube de verre contient une solution tampon, suivi par une cavité emplie d'huile silicone destinée à prévenir le contact entre la solution et les composants du circuit émetteur. L'émetteur se présente sous la forme d'un circuit en film épais (**fig. 5**), encapsulé dans une résine époxy de forme cylindrique, avec une électrode Ag/AgCl dépassant à l'une des extrémités pour être mise en contact avec la solution tampon se trouvant dans le bulbe où s'effectue la mesure du pH.

Le « Médilog 1000 » d'Oxford Medical

Oxford Medical Ltd a mis au point un ensemble de mesure de pH œsophagien sans catheter. La radiocapsule de mesure contient l'électrode de mesure du pH et le circuit miniaturisé, sous la forme d'un tube de 7,8 mm de diamètre et de 28 mm de longueur. La capsule est facilement ingurgitée par le patient et tenue à l'attache dans l'œsophage au moyen d'une fine corde.

Les caractéristiques de la capsule sont : une fréquence d'émission de $430 \text{ kHz} \pm 30 \text{ kHz}$ à pH 7, avec une sensibilité de 1,1 kHz/pH. L'enregistreur contient une mémoire C-MOS de 16 K ; l'ensemble (poids 600 g) peut se porter à la ceinture (**fig. 6**). Il est possible pour le patient de marquer les événements de la journée au moyen d'un bouton. Après 24 heures d'enregistrement, on peut lire les résultats sur un appareil de lecture (**fig. 7**) et effectuer un enregistrement graphique.

L'enregistrement de la **figure 8** a été réalisé chez un patient de 53 ans présentant une angine, mais également une dysphagie depuis deux mois. Il semble que les douleurs thoraciques soient d'origine cardiaque. Après un enregistrement en ambulatoire durant 24 heures, le tracé montre un reflux gastro-œsophagien anormal et une bonne corrélation des douleurs de la poitrine avec les épisodes de reflux. L'endoscopie a confirmé une sévère œsophagite.

Pour conclure, nous reprendrons les propos tenus par le Pr J.-P. Galliche (Nantes) au cours d'une conférence de presse organisée par les Laboratoires Jouveinal : « Si le diagnostic de reflux gastro-œsophagien se fait souvent à l'interroga-

toire, dans les formes atypiques il est nécessaire de recourir aux explorations. Actuellement, la pH-métrie œsophagienne est la meilleure méthode pour en faire le diagnostic et en suivre l'évolution. »

J. Trémolières

Adresse utile

OXFORD MEDICAL, Oxford Instruments Deutschland GmbH, Postfach 4509 - D6200 Wiesbaden.

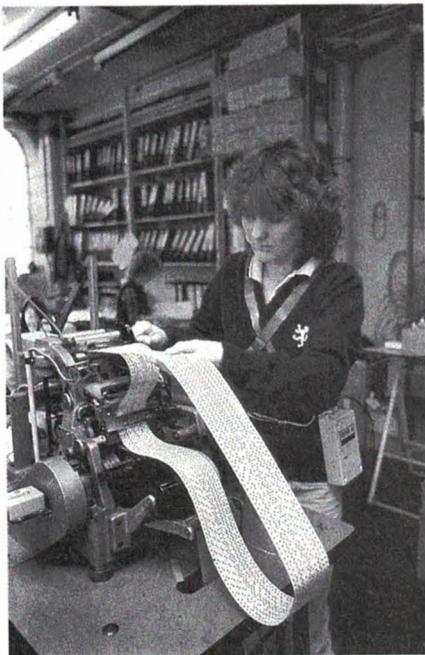


Fig. 6. - L'enregistreur du Medilog 1000 peut se porter à la ceinture (doc. Oxford Medical).

Bibliographie

[1] R.H. Colson et Coll. An accurate, long term, pH sensitive radio pill for ingestion and implantation - *Biotelemetry and Patient Monitoring* 1981, 8 p. 213-227.

[2] Motricité digestive et troubles fonctionnels - *JAMA*, vol. II, n° 126, 30 juin 1986.

[3] G. Asch et Coll. Les capteurs en instrumentation industrielle - *Dunod Edit.* 1982.

[4] B. Avouac. Physiologie de la digestion gastrique. *Gazette Méd. de France*. 1979, 86, n° 26, p. 2913-2921.

[5] J.-J. Bernier. Les tribulations du bol alimentaire. *Quotidien du Médecin - Med. Digestive et Nutrition*, suppl. au numéro du 12 mars 1981.

[6] Symposium *Ranitidine 85* organisé par les laboratoires *Glaxo* le 22 novembre 1985 - Compte rendu.

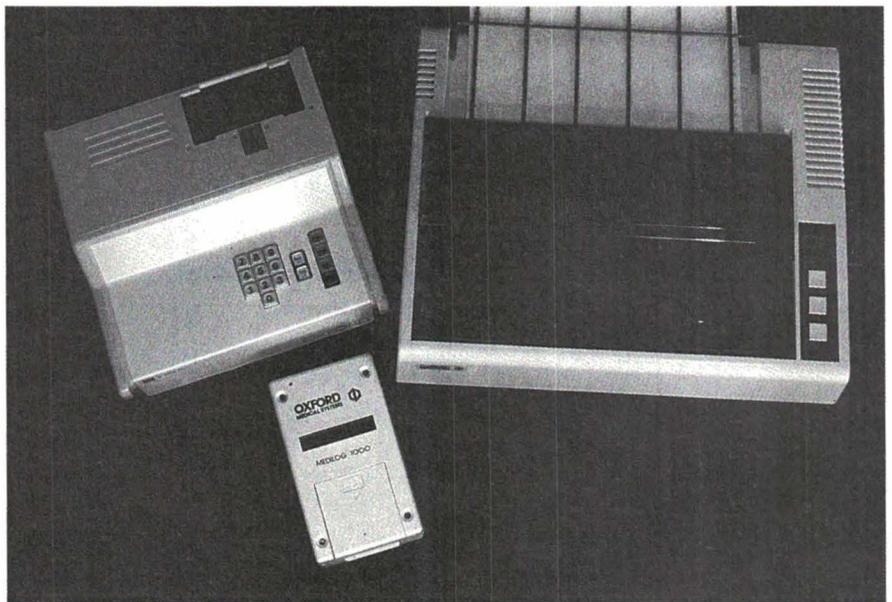


Fig. 7. - L'ensemble pour la lecture de l'enregistrement du pH œsophagien en ambulatoire « Medilog 1000 » (doc. Oxford Medical).

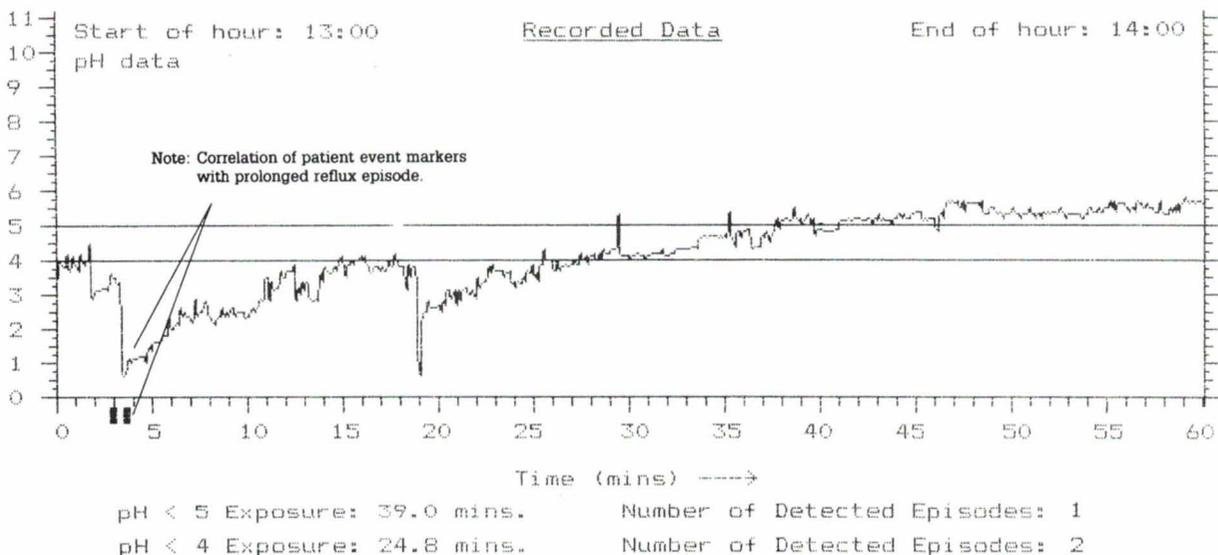


Fig. 8. - Exemple d'enregistrement (sur une heure) du pH œsophagien (doc. Oxford Medical).

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

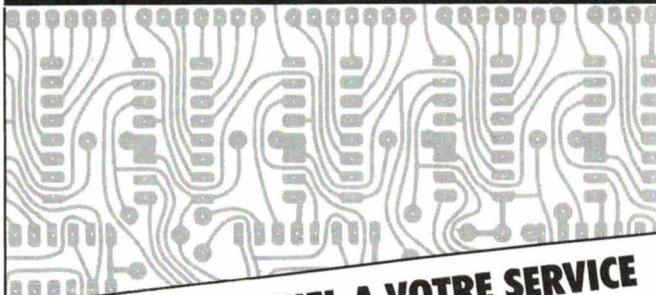


MINOLTA

SERVICE-ANNONCEURS N° 31

LDTM DIVISION CIRCUIT IMPRIMÉ

43, Av. de la Résistance - 91330 YERRES



UN PROFESSIONNEL A VOTRE SERVICE

SIMPLE FACE-DOUBLE FACE-TROUS MÉTAL*

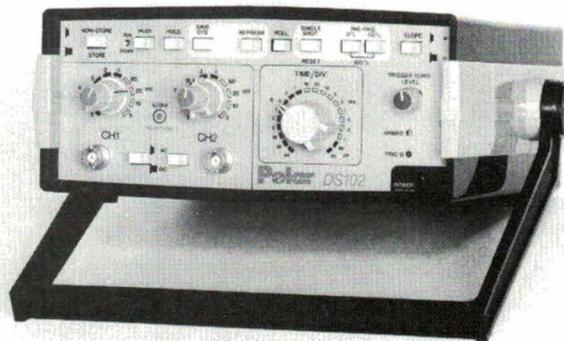
DEVIS IMMÉDIAT
(1) 69.49.32.62

* POUR FABRICATION STANDARD

SERVICE-ANNONCEURS N° 32

VOUS RECHERCHEZ UN OSCILLOSCOPE A MÉMOIRE ?

CONNAISSEZ-VOUS LE **Polar DS 102** ?
UNE MÉMOIRE NUMÉRIQUE
2 VOIES / 10 MHz
POUR VOTRE OSCILLOSCOPE
ANALOGIQUE À 7450F*



Utilisable en complément de tout oscilloscope analogique, le *DS102* apporte une solution économique sans sacrifier les performances.

- Double voie, avec convertisseurs A/N rapides
- Échantillonnage de 2,5 Hz à 10 MHz
- Mémoire 2048 • 8 bits/voie
- Roll, refresh, single shot avec prédéclenchement
- Commande de maintien/voie
- Connexion DS 102-oscilloscope réduite à 3 coaxiaux
- Sortie table traçante en standard
- Sortie interface RS 232C - En option
- Facilité de mise en œuvre

* Prix HT au 1/1/87 (sans option RS 232C)

Equitest

41, avenue Kennedy, 91300 MASSY
Tél. : (1) 69.20.00.12

**POUR EN SAVOIR PLUS,
RETOURNEZ-NOUS CE BON :**

Je désire recevoir, sans engagement :

Documentation Offre de prix Démonstration

Nom : Prénom :

Service :

Société :

Adresse :

C.P. : Ville :

Tél. :

EA/04-05/87

SERVICE-ANNONCEURS N° 33

ELECTRONIQUE APPLICATIONS N° 53 - PAGE 129

LES COMPOSANTS ACTIFS

de visu

RAM statiques

1 Mbits

Ces mémoires RAM statiques fabriquées par EDI portent la référence **88 128 C** et **88 128 DC** et sont organisées en $128 K \times 8$ bits.

Répondant aux recommandations de brochage Jedec, elles viennent compléter la gamme des $8 K \times 8$, $16 K \times 8$, $32 K \times 8$ et $64 K \times 8$ déjà commercialisées par le constructeur.

Ces mémoires sont réalisées en technologie hybride couche épaisse sous forme d'un circuit 32 broches comportant 4 boîtiers montés sur un substrat multicouche. Une version « céramique » utilise des composants LCC hermétiquement scellés, tandis qu'une version « économique » fait appel à des boîtiers plastiques. Circuit de décodage et condensateurs de découplage sont montés sur le substrat.

Ces mémoires sont proposées en versions industrielle et militaire avec des temps d'accès de 120, 150 ou 200 ns.

Microel

SERVICE-LECTEURS N° 301

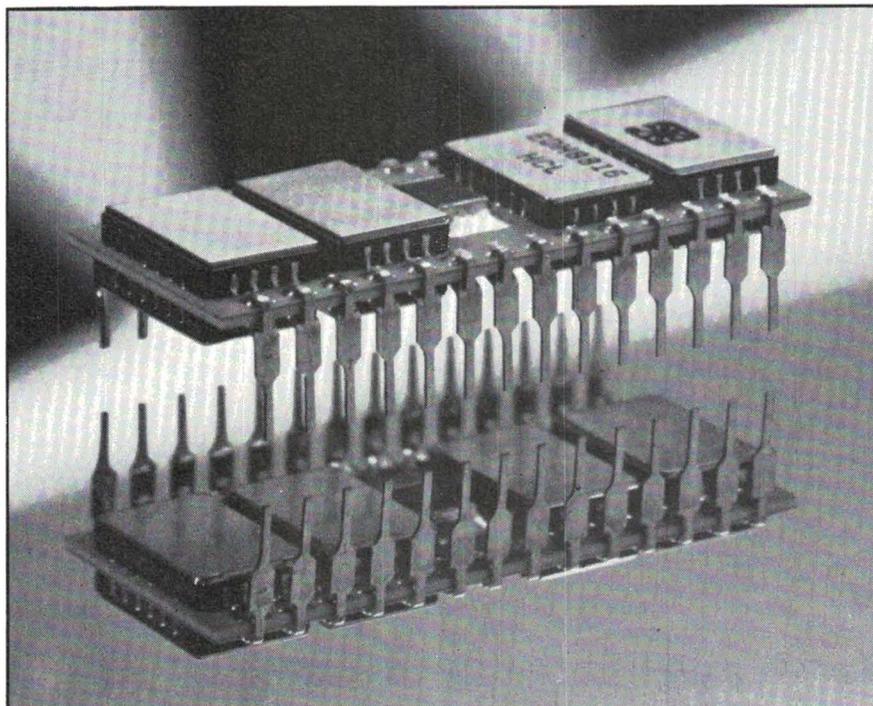
Darlington

de puissance

400 kVA

Ces modules de puissance sont destinés aux convertisseurs de forte puissance et à la commande de moteurs alimentés par les réseaux triphasés 380 et 440 V, ainsi qu'aux équipements de sauvegarde.

Ces modules contiennent un bras de pont complet ou un demi-bras, et leur structure Darlington trois étages permet d'obtenir des gains élevés. Des courants de 50 à 400 A peu-



vent être commutés sous des tensions de 1 000 V ou 1 200 V ; leur aire de sécurité est suffisamment large pour éviter l'utilisation de réseaux d'aide à la commutation.

Les technologies les plus modernes ont été mises en œuvre pour réaliser ces produits et garantir ainsi une qualité et une fiabilité élevées. Les puces, en technologie planar haute tension, intègrent les trois étages des Darlingtons ainsi que les résistances base-émetteur.

Le boîtier « Isotop » assure une tension d'isolement de 2 500 VRMS par rapport au radiateur ainsi qu'une résistance thermique faible, adaptée aux puissances importantes commandées. Des cosses vissables et « fast-on » permettent d'optimiser le câblage. Les connexions sont situées sur la face supérieure pour faciliter le montage.

Thomson-Semiconducteurs

SERVICE-LECTEURS N° 302

Modules à transistors

de puissance

Il s'agit de modules à transistors de puissance isolés, conçus pour les systèmes de contrôle de moteur à six pas en mode PWM (modulateur de largeur d'impulsion).

Ces composants, appelés EMS (« Energy Management Series »), présentent des courants de 15 à 300 A et des tensions de 450 à 1 000 V.

Ces modules EMS comprennent un, deux ou six transistors. Leur isolation est de 2 500 V en courant alternatif. Des combinaisons de Darlington et de transistors triples offrent un gain élevé (80 à 100 minimum) au courant continu nominal, ce qui constitue un atout majeur pour les systèmes de contrôle de moteur.

Motorola

SERVICE-LECTEURS N° 303

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 :

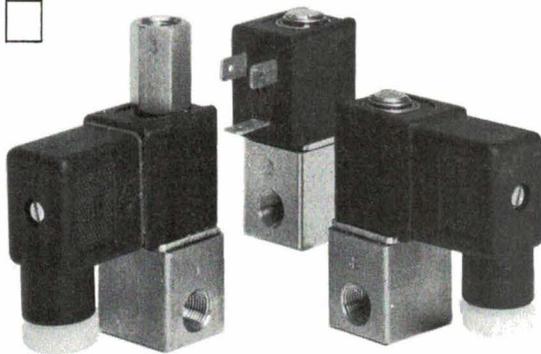
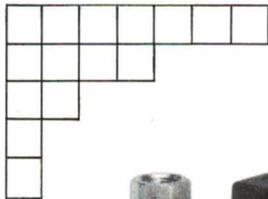
- FREQUENCESMETRES-COMPTEURS
- GENERATEURS DE FONCTIONS
- ANALYSEURS LOGIQUES
- ALIMENTATIONS STABILISEES
- ALIMENTATIONS ININTERRUPTIBLES
- CONTROLEURS TRANSISTORS EN CIRCUIT
- TRANSISTORMETRES
- CAPACIMETRES
- GENERATEURS D'IMPULSIONS



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

SERVICE-ANNONCEURS N° 34

AUXITROL — AUXITROL — AUXITROL — AUXITROL — AUXITROL — AUXITROL



ELECTROVANNES MINIATURES

Air, gaz, eau, fuel...

- 2 et 3 voies
- NO-NF
- 1/8" et 1/4"
- de 0 à 35 bars



EA/04-05/87

AUXITROL

1, rue d'Anjou - B.P. 241 - 92603 ASNIERES - Tél. (1) 47.90.62.81
Télex MASCA 620 359 F - Télécopieur (1) 47.90.03.59
Minitel : Rubrique Mesure, Contrôle, Régulation : Département 75

Nom _____

Société _____

Adresse _____

Tél. _____

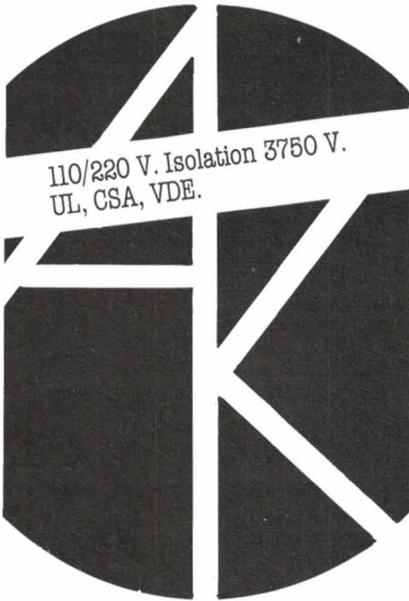
EV 2

AUXITROL — AUXITROL — AUXITROL — AUXITROL — AUXITROL — AUXITROL

SERVICE-ANNONCEURS N° 35

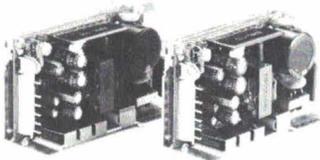


ALIMENTATIONS



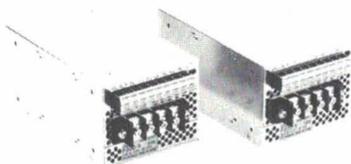
15 et 30 Watts

60 x 110 x 38 mm
+5 V/±12 ou ±15 V.



300 et 600 Watts

120 x 190 x 93 mm
5, 12, 15 et 24 V.

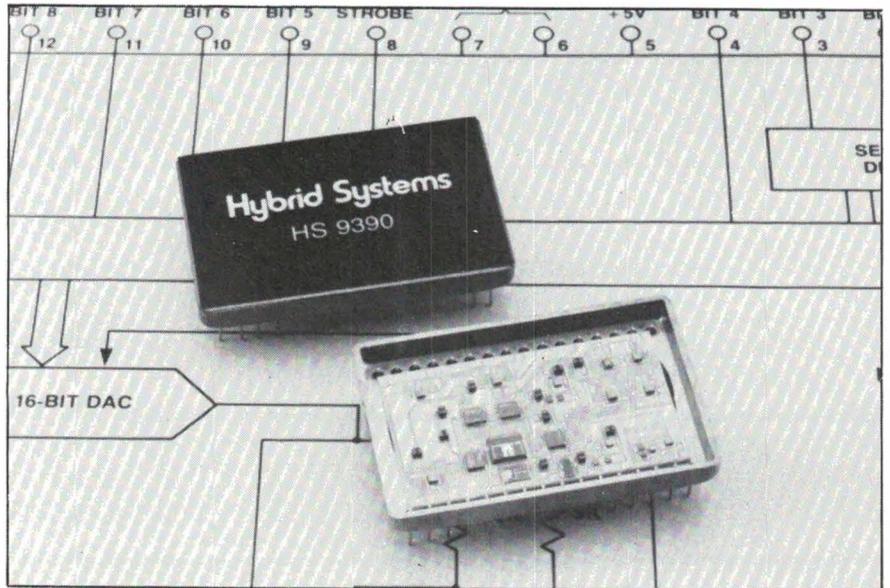


54, av. E.-Zola
75015 Paris
45.75.53.53

SERVICE-ANNONCEURS N° 36



COMPOSANTS ACTIFS



Convertisseur D/A 16 bits

Le HS 9390 est un convertisseur digital-analogique 16 bits à haute résolution. Le temps d'établissement, de 75 ns à 0,006 % de précision, associé à un faible niveau de « glitch », lui permet de remplacer les DAC classiques suivis d'un échantillonneur-bloqueur.

Ces performances sont obtenues grâce à une architecture segmentée sur les poids forts. La rapidité : 75 ns de temps d'établissement à 4 mA, permet d'utiliser le HS 9390 dans les applications d'écrans graphiques haute résolution, de test automatique rapide, microscope électronique, radars, simulateurs, etc.

La linéarité intégrale du HS 9390 est donnée à ± 0,004 % (14 bits), alors que gain et offset sont spécifiés respectivement à ± 1 % et ± 0,1 %.

Le HS 9390 est livré en boîtier triple DIP 32 broches. Il est disponible en versions civile et militaire ainsi qu'en version fiabilisée suivant MIL STD 883.

Hybrid Systems

SERVICE-LECTEURS N° 304

Transistors haute tension

Les transistors F 445 et IF 445 sont spécialement étudiés pour les alimentations à découpage direct secteur 240 V ou sur réseau 110 V avec doubleur d'entrée, et pour les circuits de déflexion des écrans cathodiques couleur.

En montage « flyback » ou « forward », ces composants permettent d'éviter les coûteux réseaux amortisseurs de surtensions. Le courant IC(sat) est de 3 A, avec un gain de 5, ce qui permet d'utiliser ces transistors dans les convertisseurs « flyback » jusqu'à 110 W et dans les convertisseurs « forward » jusqu'à 220 W. Les bonnes performances de commutation de ces transistors réduisent la dissipation thermique et abaissent donc la température de fonctionnement des équipements.

Le modèle F 445 est encapsulé en boîtier plastique SOT 93, tandis que le IF 445 est en boîtier « Isowatt » entièrement isolé, conforme aux exigences VDE, IEC et UL.

SGS

SERVICE-LECTEURS N° 305

AVANTEK



COMPOSANTS HYPERFRÉQUENCES

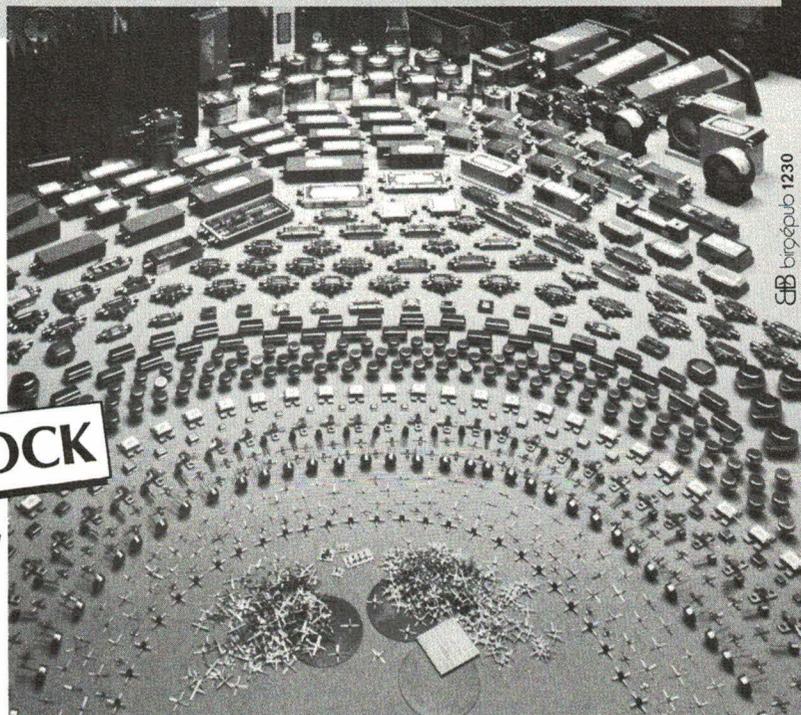
**AVANTEK
DISTRIBUTION**



STOCK

SCIE DIMES
IBEXSA GROUP

B.P. 25 - Z.I. - 1, rue Lavoisier - 91430 Igny
Tél. (1) 69.41.82.82
Tx. 691 924 - Tc. (1) 69.41.20.89



EDB bircpub 1230

SERVICE-ANNONCEURS N° 37

FILTRES

**FILTRES
ACTIFS
KEMO**

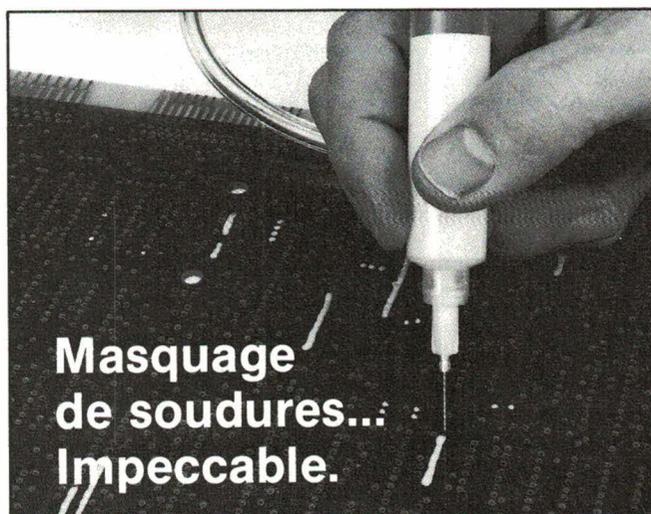
- * VARIABLES
- * P.H. P.B. 8 VOIES



- * 24,36,48 dB/OCTAVE
- * 0,01Hz_3,15 MHz

 Tél. 48.71.17.14
 5, bd Poincaré
 ***** 94170 LE PERREUX

SERVICE-ANNONCEURS N° 38



**Masquage
de soudures...
Impeccable.**

L'applicateur automatique 1000XLE, fera de façon précise et sûre, vos points et cordons de masquage de soudures, là où vous le souhaitez, sans gaspillage ni rejets, de 3 à 5 fois plus rapidement qu'avec vos bouteilles à dépression.

Offre d'essai gratuit de 30 jours

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

NUMERO VERT
APPEL GRATUIT

05.33.11.33

**EFD
FRANCE**

62-70, rue Yvan Tourgueneff
78380 BOUGIVAL



SERVICE-ANNONCEURS N° 39

LES PRODUITS CONNEXES

de visu

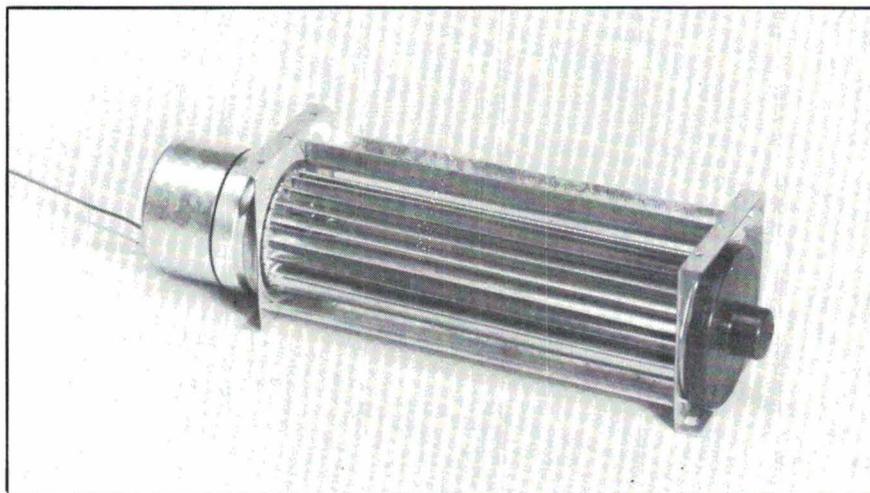
Ventilateur tangential

Ce ventilateur **QL-4** est particulièrement adapté au refroidissement des ensembles électroniques montés en racks ; il délivre un flux d'air laminaire (largeur de soufflage 50 à 300 mm) sous un débit maximal de 38 l/s.

Il est fabriqué par *ITT* sous deux versions :

– moteurs asynchrones classiques 220 V/130 mA, durée de vie 20 000 h, aux normes VDE, CSA et UL ;

– moteurs à effet *Hall*, durée de vie 35 000 h, alimentation 12 et 24 V, 80 à 310 mA. L'absence de parasites de commutation et de rayonnements



magnétiques du moteur *Hall* destine cette version aux ensembles électroniques à bas niveau x de signaux.

La faible section carrée du ventilateur **QL-4** (60 x 60 mm), avec fixa-

tion possible sur trois côtés, autorise une implantation aisée dans les racks à partir de deux unités.

ITT-Multicomposants

SERVICE-LECTEURS N° 309

Codeurs optiques incrémentaux

Référencés **E6A, E6B, E6C** et **E6D** par leur fabricant *Omron*, ces codeurs ont des diamètres de respectivement 25 mm, 45 mm, 50 mm et 55 mm. Leur résolution va de 10 impulsions/tour à 6 000 impulsions/tour, tandis que la vitesse de rotation de l'arbre atteint 5 000 tours/min et même 12 000 tours/min avec le modèle **E6D**, le plus rapide avec une réponse en fréquence de 200 kHz. Parmi les avantages de ces capteurs, citons : la sortie des informations en numérique, le comptage pour un nombre illimité de tours de l'arbre du capteur, la possibilité de mesurer de très longs déplacements linéaires. Les applications de ces modèles couvrent donc la mesure des déplacements en robotique, le contrôle des axes sur machine-outil, et d'autres cas de mesures industrielles en mode rotatif ou linéaire.

Carlo-Gavazzi-Omron

SERVICE-LECTEURS N° 310

Colle époxy pour CMS

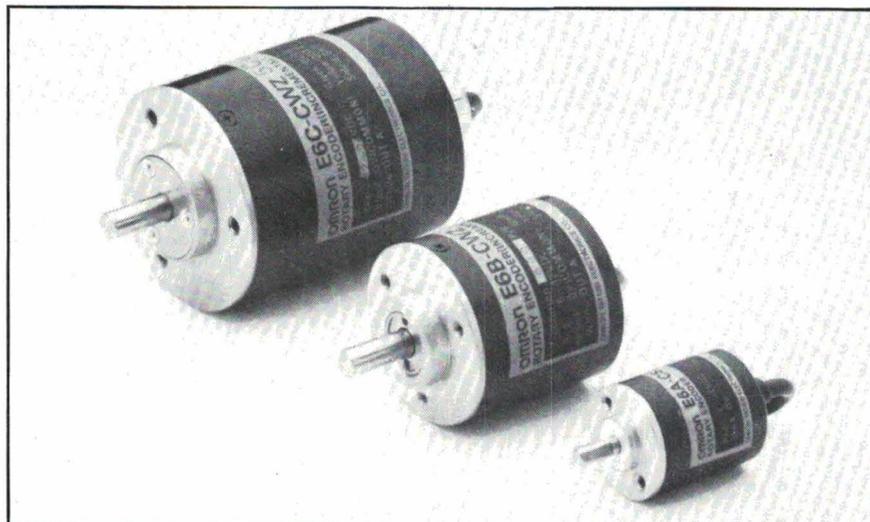
« **Ablebond** » est une colle époxy monocomposant fabriquée par *Ablestik* spécialement développée pour le montage en surface de composants sur circuits imprimés, avant refusion. Sa durée de vie à 25° C est de plusieurs mois sans altération de ses propriétés physiques.

Cette colle ne « file » ni ne déborde lors de son application ; elle peut être déposée en points uniformes pour tenue des chips résistifs ou des condensateurs ainsi que pour les micro-boîtiers SOT.

Elle polymérise à 80° C en 30 min et à 100° C en 15 min et possède une excellente tenue à l'humidité.

Techni-Industries France

SERVICE-LECTEURS N° 311



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).

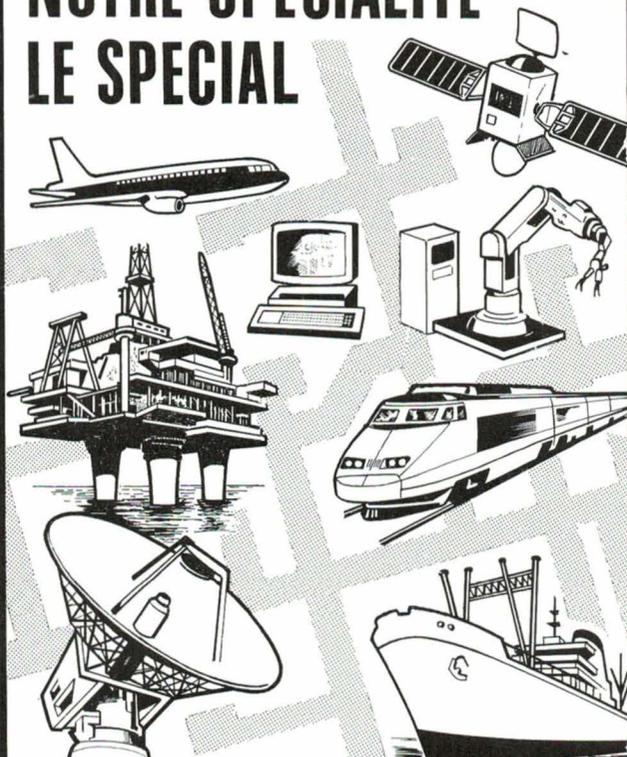
SOURIAU

Département connecteurs filtres

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

SERVICE-ANNONCEURS N° 40

NOTRE SPECIALITE LE SPECIAL



ARDENNES CIRCUITS
ELECTRONIQUE CIRCUITS IMPRIMES
Tél. 24 59 16 16 / 24 53 43 73 - Télex 842240 +

SERVICE-ANNONCEURS N° 41

AUXITROL — AUXITROL — AUXITROL

AUXITROL
contacteurs électriques
de température
VULCAN

- Qualité
- Expérience
- Simplicité
robustesse
- Disponibilité

(Bulletin VU 85 9)

AUXITROL — AUXITROL — AUXITROL

1, rue d'Anjou - BP 241 - 92603 ASNIERES - TÉL. (1) 47 90 62 81
Télex : MASCA 620359 F - Télécopieur : (1) 47 90 03 59
MINITEL : rubrique Mesure, Contrôle, Régulation : départ. 75

M. Fonction

Société

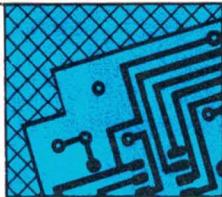
Adresse

..... Tél. VU1

AUXITROL — AUXITROL — AUXITROL

SERVICE-ANNONCEURS N° 42

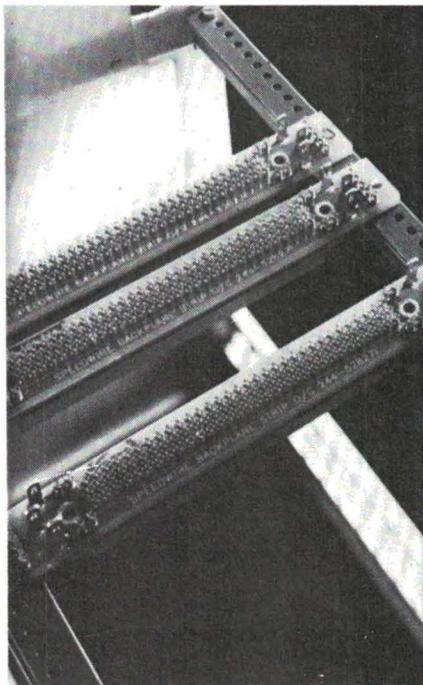
ELECTRONIQUE APPLICATIONS N° 53 - PAGE 135



PRODUITS CONNEXES

Connecteur pour fond de panier

La barrette **Speedwire** à connecteur DIN 41612 est destinée aux concepteurs qui doivent câbler un fond de panier non standard ou comportant des espacements inhabituels entre les emplacements de cartes.



Cette barrette est munie d'un connecteur femelle 96 points dont chacun des contacts est relié à un plot assurant la liaison vers le système. On peut connecter deux lignes au 0 V et quatre lignes d'alimentation.

Les barrettes peuvent être montées côte à côte au pas de 15, 24 mm sur des plans différents ou non.

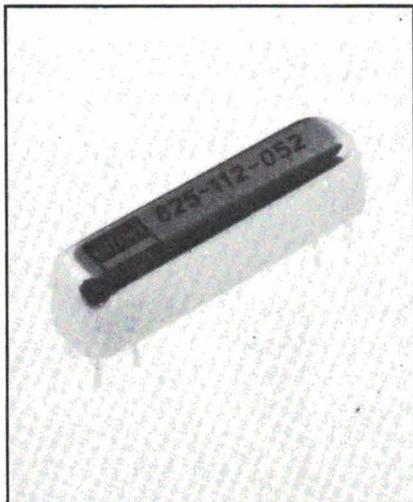
Associées au stylo de câblage **Speedwire** qui assure le câblage des plots vers le système, ces barrettes se veulent un système de connexion rapide, transformable, évolutif et réutilisable pour la construction de systèmes spéciaux.

Bicc-Vero Electronics

SERVICE-LECTEURS N° 313

Relais reed « haute fréquence »

Ce relais type **825**, fabriqué par *Elfein*, commute jusqu'à 1 000 Hz, ce qui le destine aux applications nécessitant une transmission, sans distorsion ni réflexion, de séries d'impulsions rapides et à temps de montée très courts (par exemple : systèmes automatiques de test).



Ce relais possède de plus des dimensions très réduites : longueur 20 mm, largeur 5 mm, hauteur 6 mm. Son boîtier, métallique, peut être relié à la masse.

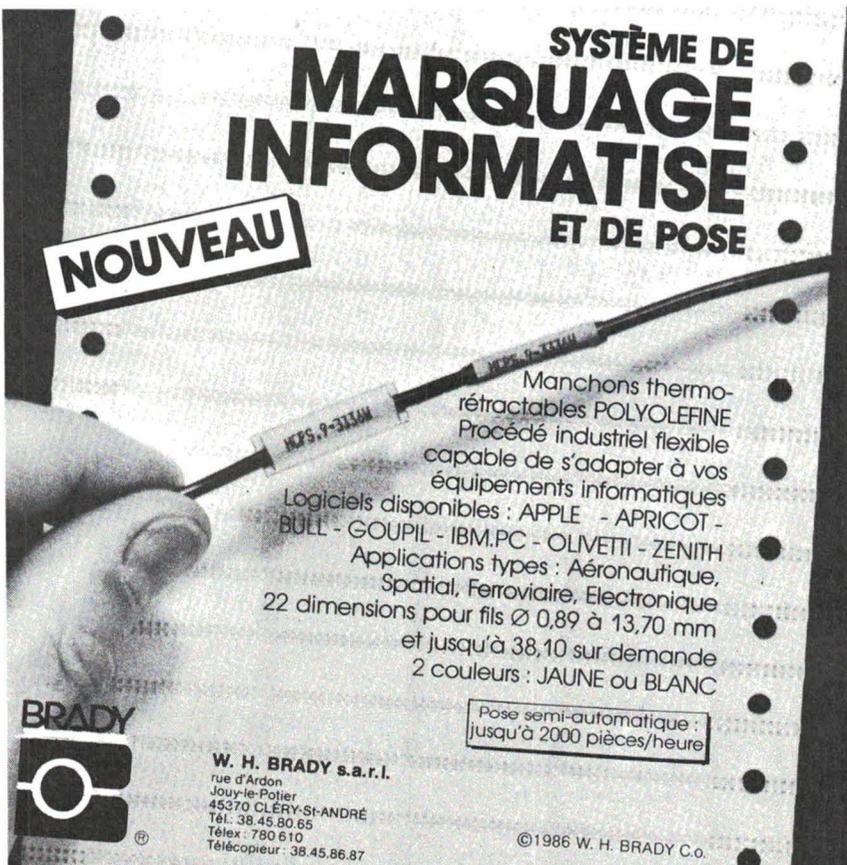
L'impédance caractéristique est d'environ 50 Ω , la capacité entre contacts vaut 0,5 pF. Ce modèle existe en exécution 1 T ou 1 RT, alimentation bobine 5 ou 12 V.

Siemelec

SERVICE-LECTEURS N° 312

SYSTÈME DE MARQUAGE INFORMATISE ET DE POSE

NOUVEAU



Manchons thermo-rétractables POLYOLEFINE
Procédé industriel flexible capable de s'adapter à vos équipements informatiques
Logiciels disponibles : APPLE - APRICOT - BULL - GOUPIL - IBM.PC - OLIVETTI - ZENITH
Applications types : Aéronautique, Spatial, Ferroviaire, Electronique
22 dimensions pour fils \varnothing 0,89 à 13,70 mm et jusqu'à 38,10 sur demande
2 couleurs : JAUNE ou BLANC

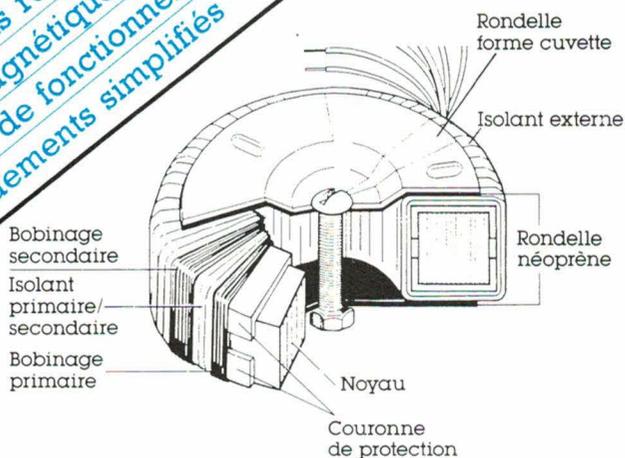
Pose semi-automatique : jusqu'à 2000 pièces/heure



W. H. BRADY s.a.r.l.
rue d'Ardon
Jouy-le-Potier
45370 CLÉRY-SF-ANDRÉ
Tél. : 38.45.80.65
Télex : 780 610
Télécopieur : 38.45.86.87

©1986 W. H. BRADY Co.

- 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 5 KVA).

Possibilité de systèmes triphasés.

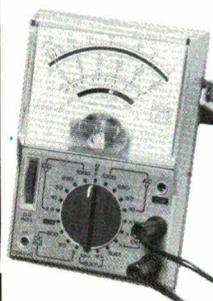
Williamson
Electronique
Importateur

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 78 35 41
à Paris : DIREPEL Tél. 1 64 90 76 90

SERVICE-ANNONCEURS N° 44

MULTIMETRES ANALOGIQUES



Unimer 31

200 K Ω/V cont. et alt.
Amplificateur incorporé
Protection par fusible et semi-conducteur
9 Cal = et = 0,1 à 1000 V
7 Cal = et = 5 μA à 5 A
5 Cal Ω de 1 Ω à 20 M Ω
Cal dB — 10 à + 10 dB

HA 102 BZ

20000 Ω/V
23 gammes de mesure
19 calibres
7 Cal = 1,5 V à 1000 V
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



548 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

Je désire recevoir une documentation, contre 4 F en timbres

ISKRA France

354 RUE LECOURBE 75015

Nom
Adresse
Code postal :

EA/04-05/87

SERVICE-ANNONCEURS N° 45

MULTIMÈTRE NUMÉRIQUE

EDM 1111

790 F HT



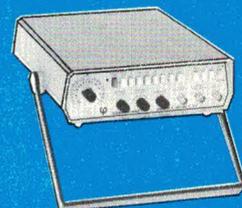
3 1/2 digits
DC Volt 100 μV - 1000 V
AC Volt 100 μV - 750 V
DC/AC Amp 1 μA - 10 A
R 0,1 Ω - 20 M Ω
C 10 pF - 20 nF
Transistormètre
Test de diodes

FRANÇAISE D'INSTRUMENTATION
19, rue F.-Pelloutier - 94500 CHAMPIGNY
Tél. : 47 06 30 77

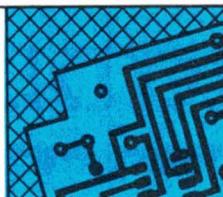
FI 8101

1 650 F HT

- 0,2 Hz à 2 MHz
- sinus, carré, triangle
- sortie 50 Ω



GÉNÉRATEUR



PRODUITS CONNEXES

Interrupteurs- inverseurs encastrables

Ces composants séries 1750, 1800, 1900, sont encastrables dans une découpe de 27 x 12 mm, pour des épaisseurs atteignant 5 mm.

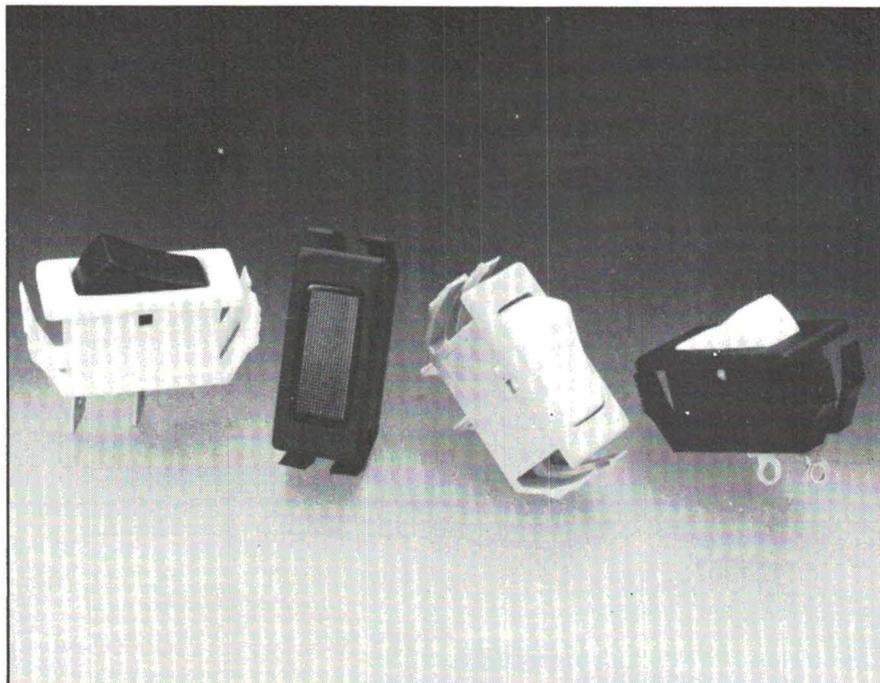
Il s'agit d'inverseurs et d'interrupteurs lumineux (au néon ou au fluor) ou non lumineux.

Le pouvoir de coupure va de 2 A sous 250 V (série 1750), à 10 A sous 250 V (série 1800) et 15 A sous 250 V (série 1900).

La présentation de ces modèles a été particulièrement soignée : grand choix de couleurs, touches incurvées, aspect « sablé » de la matière plastique.

Mors

SERVICE-LECTEURS N° 306



HYPERMARCHÉ MONTPELLIER recherche

TECHNICIENS TV VIDEO

Connaissance des chassis
Grand Public indispensable

TECHNICIENS HAUTE FIDELITE et TELEVISEURS COULEURS

Expérimentés

DEPANNEURS PETIT SON

Connaissance des auto-radio
et radio K7 indispensable

DEPANNEURS ELECTRO-MENAGER

Avec de bonnes connaissances
en cuisson

Adressez C.V. détaillé à : bureau projet MONTLAUR
Monsieur J. NOWAK - BP 174 - 30011 - NIMES CEDEX



tera - lec TRANSFORMATEURS TORIQUES



- Puissance de 5 VA à 1000 VA
- Primaire : 2 x 110 V
- Secondaire : de 6 V à 110 V
- 2 présentations :
 - enrobé.
 - encapsulé plastique jusqu'à 250 VA.

Sur demande :
TOUS MODELES SPECIAUX

Haut-parleurs - Filtrés - Baffles SPECIAUX HI-FI

de 10 W à 120 W

- Médiums
Dôme/Cône
- Tweeters
Dôme/Cône
- Boomers
Ø de 13 à 31 cm
- Large bande
de 13 à 32 cm

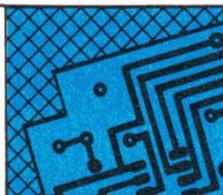
SERVICE-ANNONCEURS N° 49



COFFRETS METALLIQUES PLASTIQUES
Nombreux modèles et Présentations

SERVICE-ANNONCEURS N° 50

tera - lec 16, rue Francis de Préssensé
75014 PARIS 45.42.09.00



PRODUITS CONNEXES

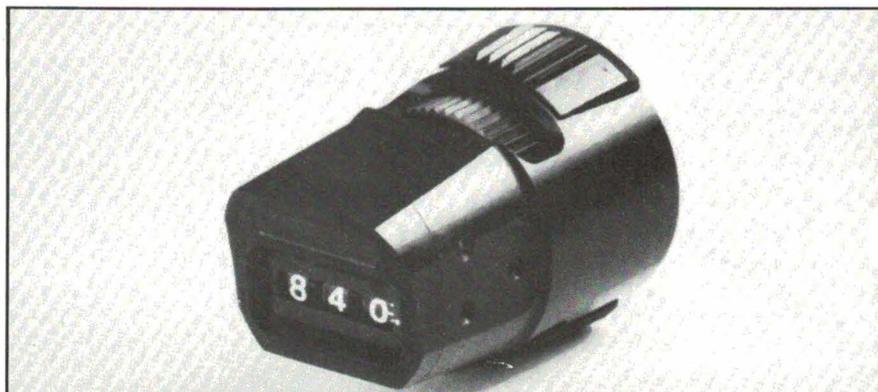
Interrupteurs et boutons-poussoirs miniatures

Ces interrupteurs et boutons-poussoirs, séries E, E 010, E 020, sont soudables à la vague et lavables. Homologués IL/CSA, ils ont un pouvoir de coupure de 7,5 A sous 125 V alternatifs.

Tous ces modèles ont un boîtier en fibre de verre chargée de nylon (norme UL 94 V-O), des sorties étanches, et soit un joint torique interne, soit un capuchon étanche en vinyl. Il existe neuf couleurs de capuchon et 16 types de sorties : picots pour circuits imprimés, cosses à souder, à wrapper, contacts à angle droit, etc.

C & K

SERVICE-LECTEURS N° 307



Bouton compte-tours

Le CT 50 est un bouton compte-tours numérique, prévu pour fonctionner avec un potentiomètre 10 tours. Son diamètre n'est que de 22,5 mm, il existe en deux modèles : l'un pour axe de 6 mm de diamètre, l'autre pour axe 6,35 mm (1/4 de pouce).

Les chiffres inscrits en blanc sur fond noir permettent une lecture aisée ; le toucher très doux permet un réglage précis.

Un frein intégré permet de bloquer une valeur désirée.

Bourns-Ohmic

SERVICE-LECTEURS N° 308

DES PROBLÈMES
U.V. ?

EFFACEZ EFFICACE!

Nouveaux effaceurs «cathodes chaudes» HAUTE PUISSANCE

2 modèles avec minuteur et voyant de contrôle

VLE 8 T

efface 8 éproms 24 broches.

VLE 12 T

efface 18 éproms 24 broches.



VLE 8 T

FABRICATION FRANÇAISE

Une gamme complète de matériels U.V.

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

Effaceurs spéciaux sur demande.

VILBER LOURMAT

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

EA/04-05/87

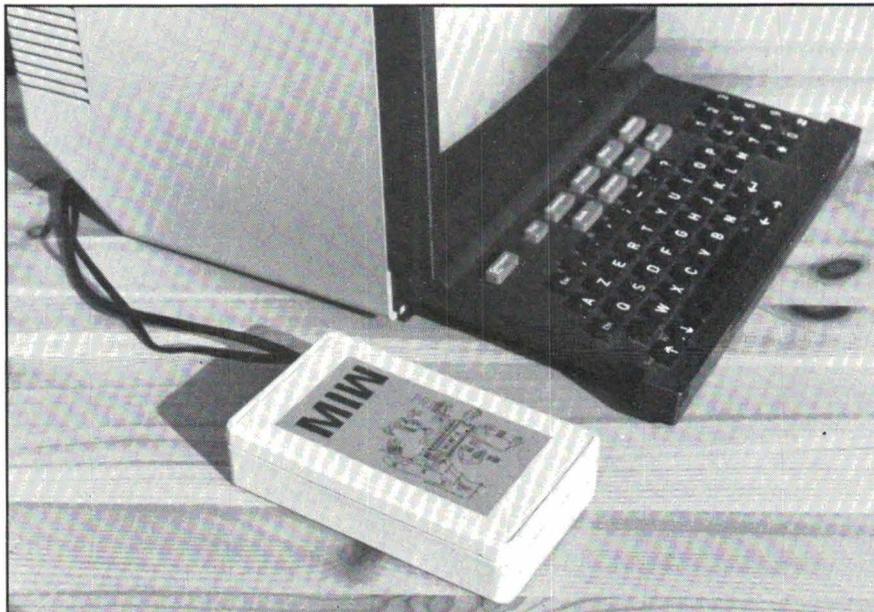
LA MICRO-INFORMATIQUE

de visu

Pour en faire plus avec le minitel

Grâce à cet accessoire de la taille d'une boîte de cigares, appelé **PBM**, et connecté sur la prise péri-informatique du minitel, l'utilisateur peut mémoriser trente images écran (32 Ko RAM) et peut connaître le temps de connexion et le nombre d'unités dépensées pour chaque connexion. Les services Télétel (1, 2 et 3) sont reconnus en mode implicite. L'utilisateur dispose également des totaux du temps de connexion et du nombre d'unités dépensées pour chaque service Télétel. Le PBM déconnecte le minitel du réseau en mode automatique après le temps prévu par l'utilisateur.

Le PBM peut mémoriser des pages éditées directement sur l'écran par l'utilisateur. Ainsi l'usager peut avoir de nouvelles utilisations du minitel comme, par exemple, panneau d'animation dans une boutique, agenda électronique sur un poste de



travail ou pourquoi pas à la maison. Le temps de pause automatique entre deux images ainsi que toutes les autres fonctions du PBM sont paramétrables par l'utilisateur.

En option, le PBM est doté d'un

cordons d'interface Centronics pour lister sur une imprimante ordinaire le texte inséré dans les images mémorisées.

MIW

SERVICE-LECTEURS N° 314

Clavier étanche pour environnement industriel



Les ordinateurs de type « PC » sont maintenant très répandus en environnement industriel.

Interchangeable avec les claviers standards pour IBM PC et compatibles, le **TX 88 C** est conçu pour les ambiances sévères, là où les claviers classiques ne donnent pas toutes les garanties de fiabilité. Réalisé en polycarbonate lavable, étanche, blindé contre les interférences électromagnétiques, le TX 88 C est testé 100 % en « burn-in ». Ses touches en 3 couleurs sont données pour trois millions de manœuvres. Il s'alimente en + 5 V, 300 mA et délivre en sortie série 1 bit de start et 8 bits de données. Ne pesant que 1,7 kg, il accepte + 70° C et 100 % d'humidité.

Sofratest

SERVICE-LECTEURS N° 315



MICRO-INFORMATIQUE

Micro-ordinateur compatible PC

Le PC 2 est piloté par un microprocesseur 8088 version 10 MHz, avec coprocesseur 8087 en option et cinq connecteurs d'extensions compatibles XT.

L'utilisateur dispose en standard de 640 Ko de mémoire vive, d'une mémoire C-MOS de configuration du système et d'une horloge temps réel, sauvegardées par batterie.

La mémoire de masse présente deux compartiments qui peuvent recevoir soit une unité de disquette 5"1/4 de 360 Ko et une unité de disquette 3"1/2 de 720 Ko, soit une unité de disquette 5"1/4 de 360 Ko et un disque dur demi-hauteur de 20 Mo.



Le PC 2 dispose en entrées-sorties d'une porte parallèle et d'une porte série V24.

Le système d'exploitation tourne sous MD-DOS 3,2, utilise le GW Basic 3,2 et dispose d'un logiciel de communication asynchrone et de diagnostics.

Le clavier 102 touches offre un bloc numérique séparé, 12 touches de fonctions et des voyants majuscule et numérique.

L'écran couleur graphique supporte la résolution graphique standard CGA (640 x 200 ou 320 x 2100) et l'écran couleur haute résolution la résolution graphique EGA (640 x 350).

Epson

SERVICE-LECTEURS N° 317

Cartes pour bus VME

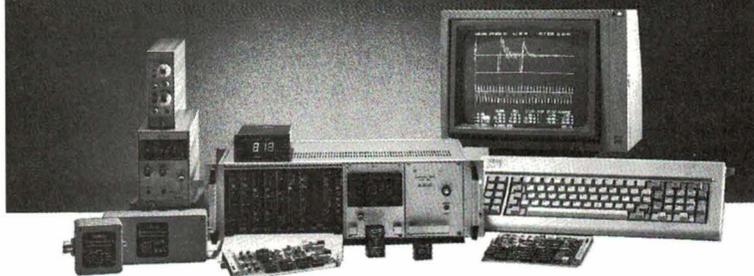
Fabriquée par I.D. Computers, et bâtie autour d'un 80286 d'Intel à

8 MHz, cette carte peut translater Xenix, RMX 86 ou 286 et MS-DOS sur un bus VME. Référencée **VMEx 286**, elle est équipée d'un coprocesseur mathématique 80287/6 MHz, comporte 512 Ko de RAM, 16 Ko d'Eprom, une horloge temps réel sauvegardée et deux ports série RS 232 synchrones ou asynchrones. La carte **VMEX WD/FD** permet, quant à elle, l'interface de 2 disques Winchester 5"1/4 ou 8" et de 4 disquettes ou streamer. Elle comprend 16 Ko de RAM.

Iskra

SERVICE-LECTEURS N° 318

A moyens sophistiqués...



... capteurs de qualité.

8 technologies différentes : un maximum de possibilités.

Autres productions :

- électroniques associées
- enregistrement



SEDEME

11, rue Simonet - 75013 Paris. Tél. 45.80.72.00
Télex 200676F - Télécopieur 45.80.47.06

LA MESURE

de visu

Table traçante

X-Y

La table traçante LY 1600 se veut solide, compacte, et d'utilisation facile : elle est construite en aluminium profilé et son chariot est guidé par roulement à bille.

La surface d'écriture utile de 210 mm x 290 mm permet de faire des enregistrements identiques à ceux d'une grande table traçante.

Les calibres de 0,5 mV/cm à 2 V/cm suffisent à la plupart des besoins, sinon une expansion d'échelle d'un facteur de 1 à 2,5 permet d'augmenter la sensibilité de l'appareil.

Une base de temps pour l'axe X est également prévue avec une vitesse d'évolution réglable de 0,2 mm/s à 100 mm/s avec une commande départ « START » et une remise à zéro « RESET » par bouton poussoir, ainsi qu'un « RESET » automatique de 50 % à 100 % ce qui permet l'utilisation de feuilles de papier plus petites. Les commandes de « START » et montée/descente des plumes peuvent se faire par un signal TTL.

Dans la position « Stand-by » la plume, relevée automatiquement, va se placer dans le coin droit supérieur. Aucune élévation de température au niveau de l'appareil n'est notable vu que la consommation en position « Stand-by » n'est que de 10 W et en position enregistrement de 16 W.

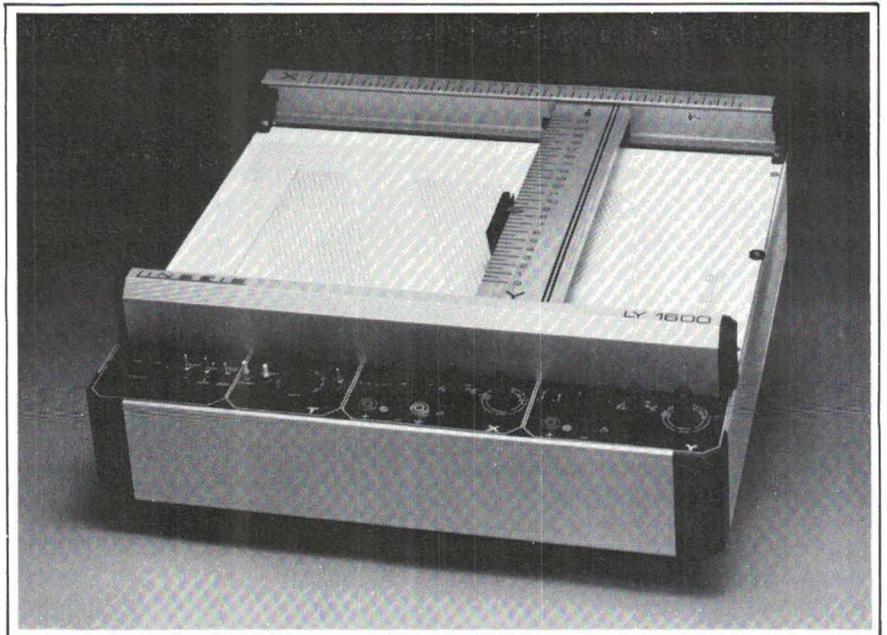
La vitesse maximale d'écriture est de 70 cm/s pour l'axe X et de 100 cm/s pour l'axe Y avec des temps de réponse de 0,35 s et 0,2 s.

Linseis

SERVICE-LECTEURS N° 325

Multimètre A/N

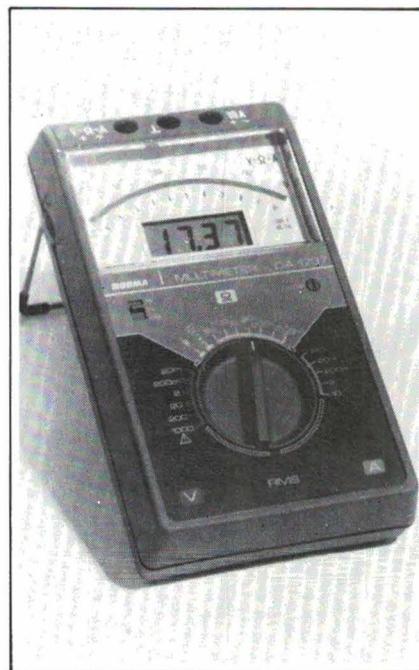
Le multimètre DA 1737, fabriqué par Norma, combine les avantages du numérique (affichage à cristaux liquides de 13 mm) et de l'analogique (équipement magnétoélectrique).



Il est équipé d'un miroir anti-parallaxe et comporte un unique sélecteur de fonctions. Deux fonctions séparées assurent le test des diodes et le contrôle de continuité. Deux autres avantages caractérisent ce modèle : l'affichage automatique de polarité et de dépassement. La mesure en dB est également possible.

Semikron

SERVICE-LECTEURS N° 326



Multimètres

2000 points

« économiques »

Fabriqués par Black Star, les multimètres 3225 et 3210 (modèle « efficace vrai ») sont destinés à la maintenance et à l'enseignement. Les gammes de mesure sont les suivantes :

- 100 μ V à 1 000 V DC, en 5 gammes,
- 100 μ V à 750 V AC, en 5 gammes,
- 10 nA à 10 A (alternatifs et continus), en 6 gammes,
- 100 m Ω à 20 M Ω , en 6 gammes.

Ces appareils incluent le test de jonctions (diodes) et de continuité par buzzer.

Le modèle 3210 possède une précision de 0,1 %, contre 0,25 % pour le 3225.

Les deux multimètres sont alimentés par 6 piles alcalines, l'affichage à cristaux liquides garantissant une durée de vie supérieure à 7 000 heures.

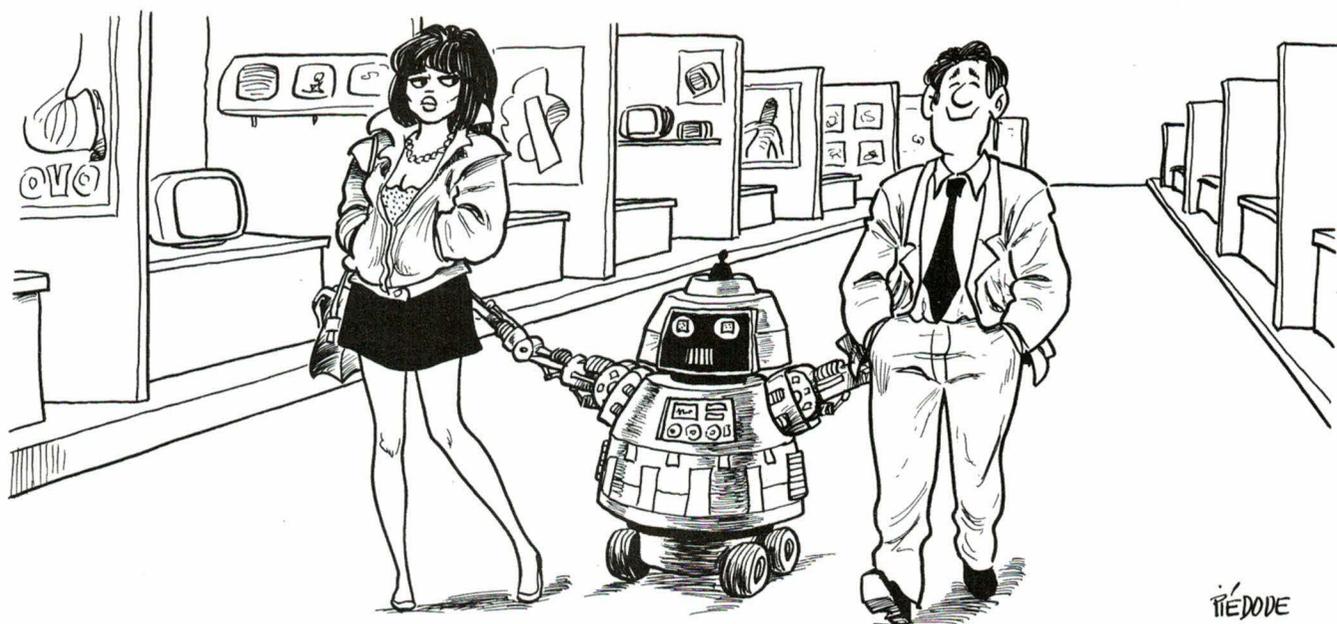
Blanc-Méca-Electronique.

SERVICE-LECTEURS N° 327

SEIPRA 87 : NOUVEAUTES ET PRODUITS RECENTS

La troisième édition du SEIPRA (Salon de l'électronique industrielle, de la productique, de la robotique et de l'automatisation) se tient du 24 au 27 mars au parc des expositions d'Angers. Cette année, un effort particulier a été consenti par les 150 exposants afin de réserver au SEIPRA certaines nouveautés qui ne manqueront pas de développer l'intérêt du public professionnel pour ce salon des Pays de la Loire.

La presse technique professionnelle ne se fait généralement l'écho que de salons parisiens ; aussi avons-nous décidé de briser le mur de silence qui entoure les manifestations de province en vous proposant, en avant-première, une sélection de nouveautés et de produits très récents que les visiteurs pourront découvrir au cours de ces quatre jours.



TÉDODE

Composants et sous-ensembles

Désignation	Référence	Caractéristiques principales	Présenté par :
Connecteurs modulaires	HE 13 et 14	Connecteurs pour cartes électroniques aux pas de 2,54 et 5,08 mm de conception et de fabrication française.	AUGAT
Codeur incrémental	G 60	Résolution de 1 à 1 500 points par tour ; alimentation 5 à 30 V= ; f = 60 kHz ; sortie TTL - C.MOS.	LITTON
Afficheur LCD	-	Afficheur à clavier tactile incorporé ; 64 × 240 pixels ou 8 lignes de 40 caractères ; 4 lignes de 10 touches sensibles.	KIEL CORP. (ORBITEC)
Commutateur rotatif	RTE	Le plus petit du marché ; 2, 3, 10 ou 16 positions pour circuit imprimé ; insérable en machine automatique.	ITT COMPOSANTS ET INSTRUMENTS
Filtres antiparasites	-	Gamme complète en alternatif et continu ; 0,5 à 800 A ; 10 kHz à 10 GHz ; atténuation jusqu'à 120 dB.	ARNOULD ELECTRO INDUSTRIE
Servomoteurs	-	Sans balais ; puissance massique et accélérations élevées ; couples de 0,8 à 30 Nm.	ALSTHOM PARVEX
Détecteurs de proximité	IAC	Inductifs ; diamètres 12, 18 et 30 mm ; longueur 40 mm ; sortie 300 mA ; alimentation 8 à 55 V=.	SYRELEC
Capteurs de température	-	Gamme complète ; protecteur foré dans la masse ; raccordement fils nus.	SEREG
Accumulateur Cd Ni	GP	Extra-plat (boîtier rectangulaire, épaisseur 6 mm) ; 1,2 V ; 450 mAh ; présenté en première mondiale.	SAFT (WILLIAMSON)
Clavier étanche	-	Bonne résistance aux chocs ; durée de vie ; 10 millions d'opérations par touche ; marquage vulcanisé.	BEBIE (ALCYON)
Détecteurs de proximité	-	Inductifs ; détection d'objets métalliques fixes ou mobiles ; nombreux types ; sorties sur connecteur ou prise Lumberg.	BALOGH
Détecteur reflex	Sensick P	Capteur à encombrement réduit ; portée max. : 300 mm ; alimentation continue ou alternative ; sorties NPN-PNP et relais.	SICK OPTIQUE ELECTRONIQUE
Capteur de déplacement	IAD	Linéaire (lecteur optique se déplaçant au-dessus d'une règle gravée) ; résolution : 0,1 mm ; électronique intégrée.	JAY ELECTRONIQUE (SERREAU)
Thermostat	6600	Implantation sur circuit imprimé ; boîtier DIL ; durée de vie : 30 000 cycles sous 1 A ; + 40 à + 120 °C.	AIRPAX (ALCYON)
Transmetteur de température	CT2	Transmission à deux fils d'un signal issu d'une sonde platine ou d'un thermocouple ; sortie boucle 4-20 mA.	SFERE
Pédale étanche	-	Existe en deux versions : électrique (avec microrupteur étanche) et pneumatique (reliée à un manostat).	HERGA (ALCYON)

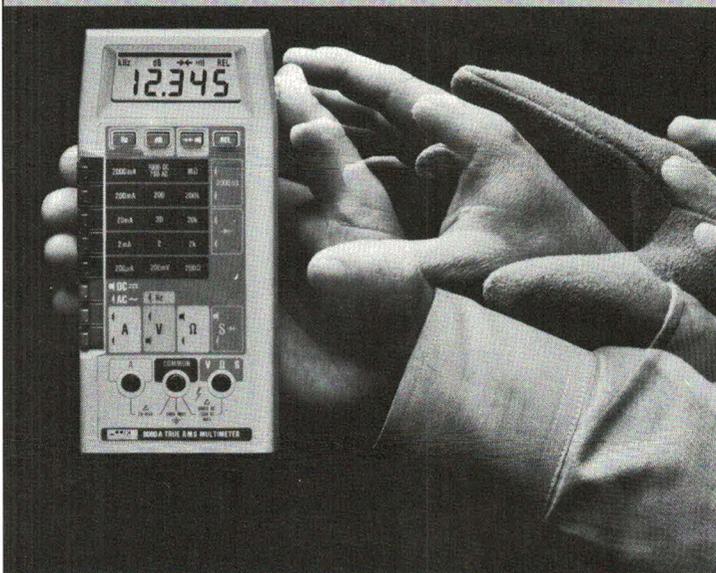
Informatique et automatismes

Désignation	Référence	Caractéristiques principales	Présenté par :
Carte micro 16 bits	CMC 286 EW	Carte haute performance à vocation industrielle ; 10 MHz ; standard multibus ; capacité d'adressage : 16 Mo.	EFISYSTEME
Systèmes de CFAO	-	Fonctionnent sur des micro-ordinateurs compatibles IBM ; écrans 19 ou 13 pouces ; 256 couleurs ; traceurs formats A4 à A0.	COMPUTERVISION
Emulateur	In Emulator	Pour 8 et 16 bits ; compatible IBM PC et VAX ; 8 sondes externes d'analyse logique ; analyseur de trace temps réel.	A.I.M.
Automate programmable	FPC 101	34 entrées/sorties ; langage Teach-in ; console de programmation permettant de faire évoluer le cycle en pas à pas.	FESTO
Robot manipulateur	TA 810-01	Mécanique de translation à 5 axes ; destiné à l'automatisation du chargement et du déchargement de pièces sur un tour de production.	RGD
Système de vision	PC-SCOPE	Permet de transformer un Micral 30 en un puissant système de vision ; carte 512 × 512 ou 1 024 × 8 bits.	BULL (CGE COMPOSANTS)

Instrumentation et équipements

Désignation	Référence	Caractéristiques principales	Présenté par :
Oscilloscope à mémoire	1604	4 voies ; échantillonnage : 20 MHz/8 bits ; mémoire numérique 4 × 10 Ko ; interface RS ou IEEE.	GOULD ELECTRONIQUE
Variateurs de vitesse	Altivar 5	Pour moteurs asynchrones triphasés ; 0,37 à 15 kW et 220 à 415 V en 13 modèles ; à microprocesseur.	TELEMECANIQUE
Variateurs de vitesse	630	Pour moteurs asynchrones triphasés entre 0 et 100 Hz ; rampes d'accélération et de décélération réglables séparément.	LENZE (SERREAU)
Clé électronique	Key System	A partir d'une clé infrarouge, possibilité d'actionner une multitude d'amplificateurs à sortie par relais ; accès sélectif.	ELECTROMATIC
Indicateur LCD	Harmony	Affichage double (numérique et analogique) ; piloté par microprocesseur et programmable par l'utilisateur.	SIFAM (MITEM)
Table à déplacement	-	Un ou deux axes ; courses de 150 à 600 mm ; précision numérique : 0,01 mm ; mémorisation de 99 positions par axe.	SEDAM
Enceintes climatiques	EM	Equipées d'un régulateur-programmateur permettant de tracer le programme de test grâce aux messages apparaissant sur l'écran.	CLIMATS
Prévention des impayés	SPI	Système inhibant le fonctionnement d'un équipement vendu si son paiement n'a pas été effectué réglementairement par l'acheteur.	ESTAR
Mesure dimensionnelle	Deltec 2010	Système intégré assisté par ordinateur adaptable aux projecteurs de profils, mesureurs d'atelier et machines à mesurer.	DELTA TECHNOLOGIES
Centrale d'alarme	CRA	Gestion technique centralisée de toute alarme (anti-intrusion, technique, etc.) ; transmission par le réseau télécom.	CEE

Le choix de l'ingénieur



- Une grande résolution, affichage 4 1/2 chiffres (20 000 points)
- Un mode relatif qui indique les variations par rapport à une mesure mise en mémoire.
- Des mesures en CA efficace vrai pour une meilleure précision.
- Des indicateurs audible et visuel de continuité pour un contrôle rapide des courts-circuits et des coupures.
- Des entrées courant protégées contre les surcharges par deux fusibles.

PLUS *

- La mesure automatique des fréquences de 12 Hz à 200 KHz
- La conversion directe des tensions en décibel
- La mesure des conductances

Demandez le tableau de sélection de la gamme complète des MMN FLUKE.

Fabriqué par le leader mondial des multimètres numériques.
*modèle 8060A seulement.

Ces matériels sont disponibles chez nos distributeurs dont la liste vous sera adressée sur simple demande.

Nouveau Prix : 2950F (au 1.03.87)

FLUKE

MB ELECTRONIQUE



Aix-en-Provence 42 39.90.30
Lyon 78 09.25.63
Rennes 99 53.72.72
Toulouse 61 63.89.38

606, Rue Fourny - Z.I. De Buc - B.P. no. 31-
78530 Buc - Rapifax 39 56.53.44
Tél. : 39 56.81.31 (lignes groupées) - Telex: 695414

CONVERTISSEUR UNIQUE POUR CONVERSIONS MULTIPLES

- 41 fonctions standard programmables sur site
 - m(V), m(A) • =, ~ • fréquence • durée • résistance
 - thermocouples (10 types) • sondes résistives (6 types)
- sortie analogique + alarme
- fonction intégration
- précision ± 0,1 %
- version rack avec interface RS232C/ASCII

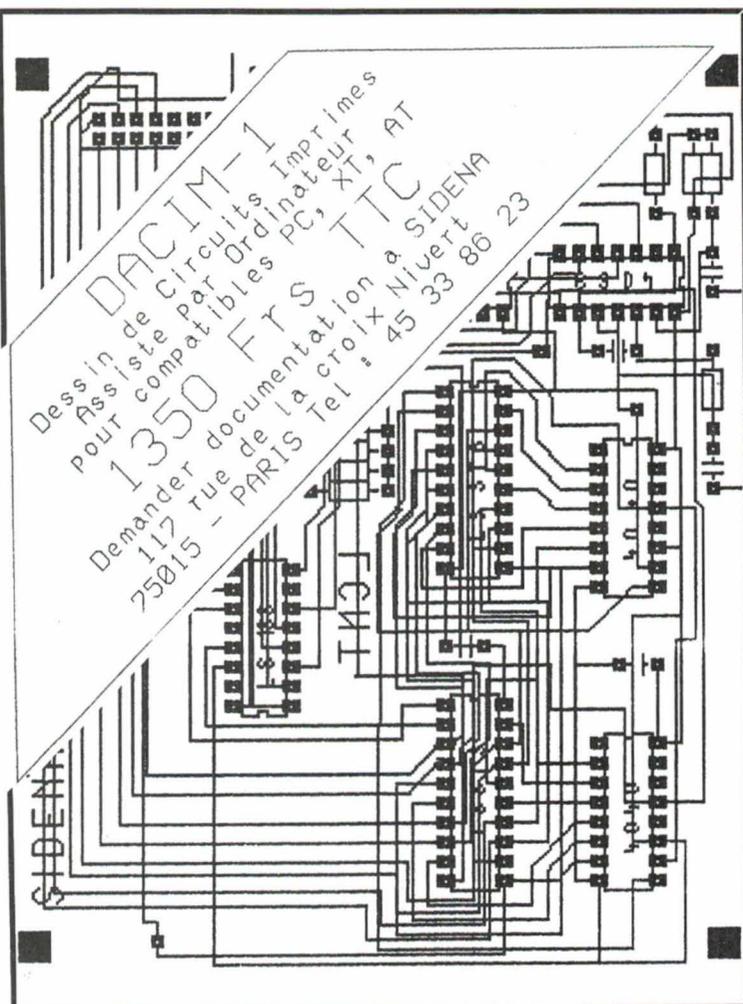
PROMAC
SERIE XZ-7

ARMEXEL

3, rue de la Gauchère
92150 Suresnes
Tél. (1) 42.04.20.97
Télex 615 425



SERVICE-ANNONCEURS N° 54



SERVICE-ANNONCEURS N° 55

REPERTOIRE DES ANNONCEURS

AGEMIP.....	133	MB ELECTRONIQUE.....	145
AK ELECTRONIQUE.....	132	MCB-SIC SAFCO.....	4 ^e couv.
ARDENNES CIRCUITS.....	135	MECANORMA.....	115
ARMEXEL.....	146	MEKTRON.....	74
AUXITROL.....	131 et 135	METRIX.....	9
BECKMAN.....	54	MINOLTA.....	129
BLANC MECA.....	131	MIW.....	44
BRADY.....	136	MOESA-JCB.....	34
BRUEL & KJAER.....	98	MONTLAUR.....	138
CIF.....	4	RAB.....	113
COOPER GROUP.....	122	ROHDE & SCHWARZ.....	99
DATA RD.....	2 ^e couv.	SCHROFF.....	3
EFD.....	133	SCIE-DIMES.....	133
ELECTRO CONCEPT.....	44	SEDEME.....	141
ENCOTECH.....	44	SENSOREX.....	73
EQUITEST.....	129	SICERONT KF.....	121
EREL.....	34	SIDENA.....	146
FGET-DAHAN.....	43	SOCIETE GENERALE.....	101
FITEC.....	7	SONEREL.....	97
FRANÇAISE D'INSTRUMENTATION.....	137	SOURIAU.....	135
FRANCLAIR ELECTRONIQUE.....	114	SYRELEC.....	121
GP ELECTRONIQUE.....	84	TERALEC.....	138
IB GERARD.....	103	VEROSPEED.....	53
ISKRA.....	54 et 137	VILBER-LOURMAT.....	139
KOOR.....	120	VP ELECTRONIQUE.....	24
LDTM.....	129	WILLIAMSON ELECTRONIQUE.....	137
LFE.....	113	ZMC.....	107
LE CROY.....	83		

SERVICE LECTEURS

Le «Service Lecteurs» est destiné à tous et permet de recevoir, de la part des fabricants, importateurs et distributeurs, des informations complémentaires à celles fournies dans nos rubriques «Nouveaux produits».

Il vous suffit de **cercler** les numéros correspondant aux produits qui vous intéressent dans la carte ci-contre que vous ferez parvenir après l'avoir complétée et affranchie, à ELECTRONIQUE APPLICATIONS qui transmettra toutes les demandes.

SERVICE ANNONCEURS

Ce service «annonceurs» permet de recevoir de la part des fournisseurs et annonceurs, une documentation complète sur les publicités publiées dans ELECTRONIQUE APPLICATIONS.

Il vous suffit pour cela, de **cercler** sur la carte «Service annonceurs» le numéro de code correspondant à l'information souhaitée et d'indiquer très lisiblement vos coordonnées.

Adressez cette carte affranchie à ELECTRONIQUE APPLICATIONS qui transmettra toutes les demandes.

Pour remplir la ligne «secteur d'activité» et «fonction», indiquez simplement les numéros correspondants en vous servant du tableau reproduit au verso.

Service Lecteurs ELECTRONIQUE n°53 APPLICATIONS

Pour être informé sur les nouveaux produits, remplissez cette carte. (Ecrire en capitales)

Nom : _____ Prénom : _____
 Adresse : _____
 Code postal : _____ Ville : _____
 Pays : _____ Secteur d'activité : _____ Fonction : _____ (voir au verso)
 Société : _____ Tél : _____

ELECTRONIQUE APPLICATIONS transmet, après les avoir triées, vos demandes aux différents fabricants, importateurs ou distributeurs. Ces sociétés reçoivent, afin de faciliter leur tâche, des étiquettes auto-collantes mentionnant vos nom et adresse. En cas de non-réception des documentations demandées, notre journal ne saurait être mis en cause.

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°53 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

44 bis (NUMERO SPECIAL COMPOSANTS ELECTRONIQUES)

Albums demandés

- Album 1979 comportant les numéros 9-10-11-12
 Album 1983 comportant six numéros (27 à 32)
 Album 1984 comportant six numéros (33 à 38)
 Album 1985 comportant sept numéros (39 à 44bis)
 Album 1986 comportant six numéros (45 à 50)

Je règle la somme de :

- 27 F par numéro (sauf n° 44 bis : 30 F)
- 70 F franco pour l'album 1979
- 100 F franco pour l'album 1983
- 116 F franco pour l'album 1984
- 126 F franco pour l'album 1985 ou 1986

par chèque bancaire chèque postal (sans n° CCP)

Nom, Prénom.....

N° et rue.....

Code postal..... Ville.....

Affranchir
ici

**ELECTRONIQUE
APPLICATIONS**

ELECTRONIQUE APPLICATIONS

**S.A.P.
70, rue Compans
75940 Paris Cedex 19 - France**

SERVICE ANNONCEURS

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

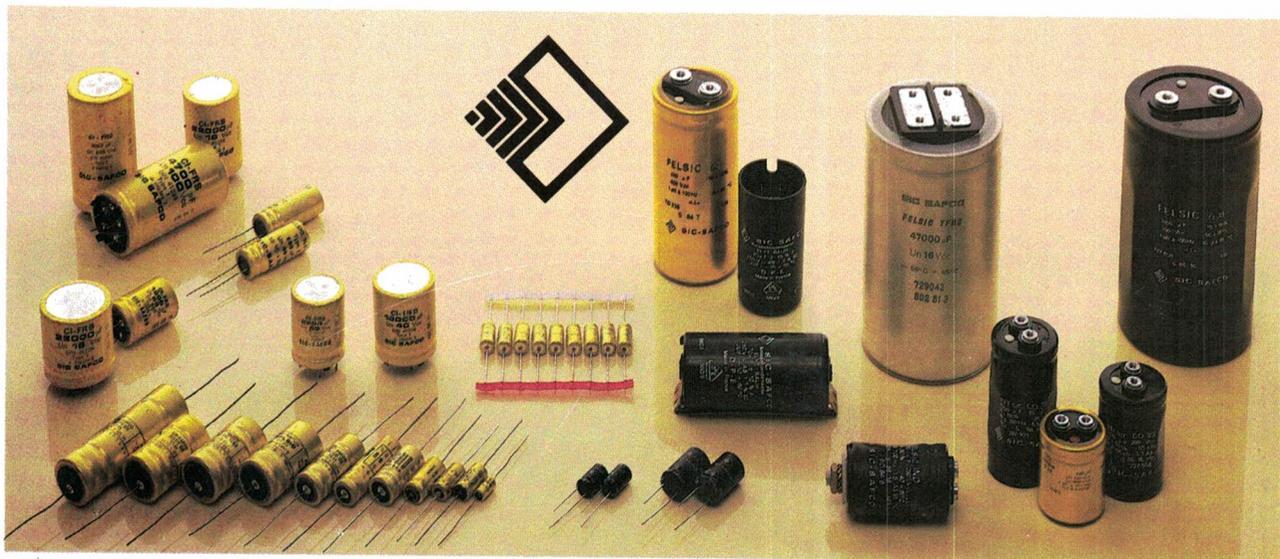
Code Postal

A053

Ville

**ELECTRONIQUE
APPLICATIONS**

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 Téléc 620.284 F



PUBLICIGRAFIC