

ELECTRONIQUE APPLICATIONS

I.S.S.N. 0243 489 X



T 1597 - 55 - 30,00 F

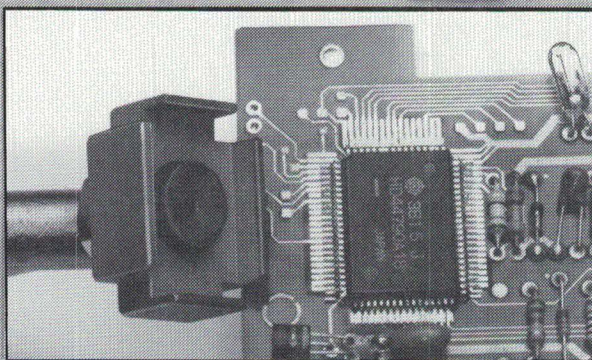
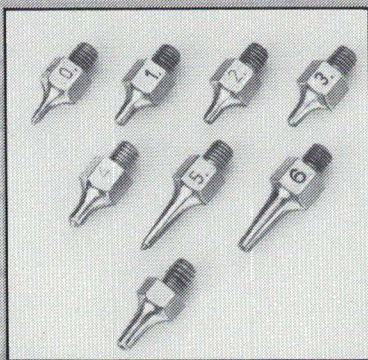
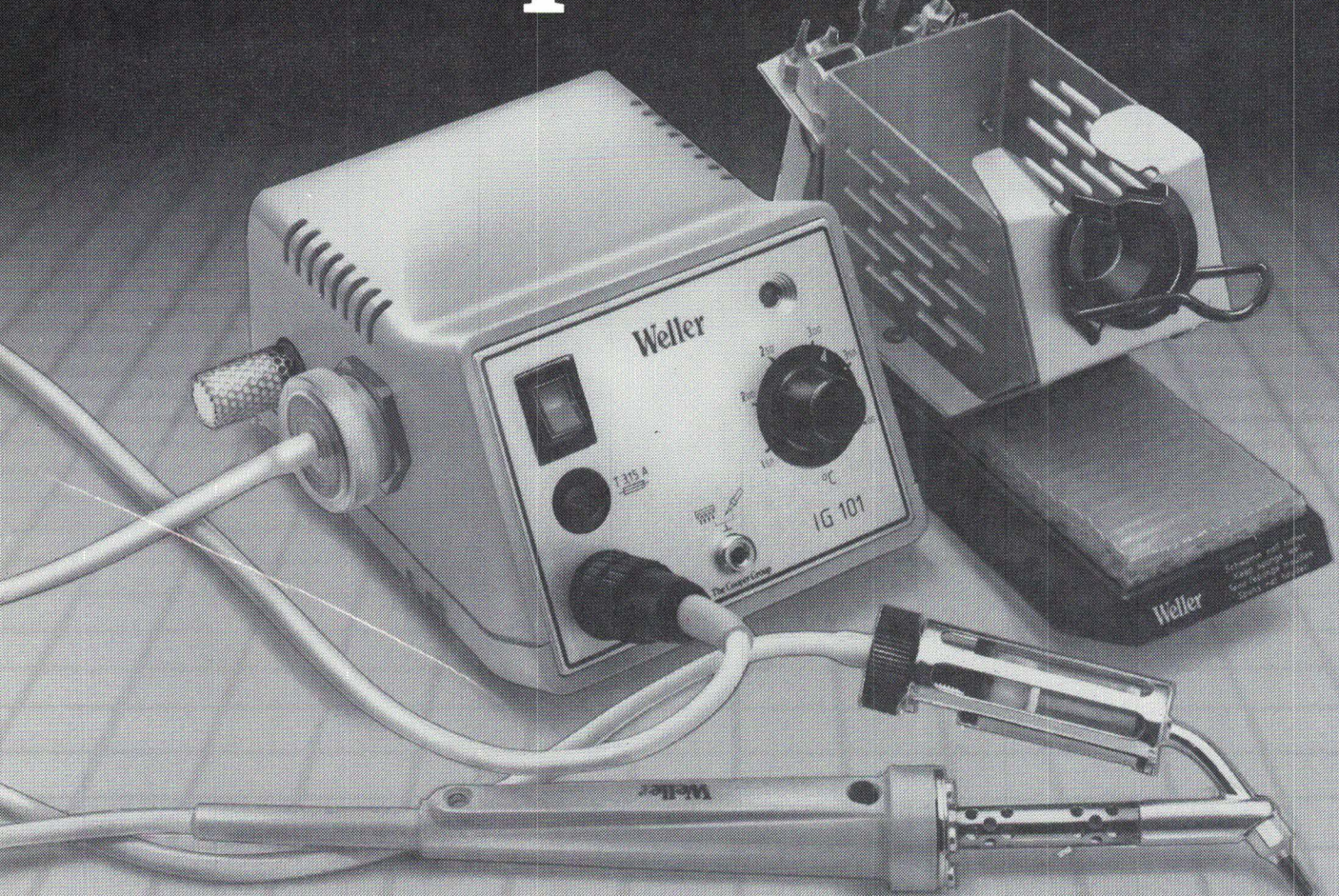


3791597030002 00550

INSA 87 : nouveautés et produits récents • Combien coûte votre voiture de société ? • Le contrôle de qualité des composants micro-électroniques • Mise en œuvre des C.A.N. à haute vitesse • Electrothérapie et douleur.

Bimestriel N° 55 - 30 F – Août-Septembre 1987 Retronik.fr

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.

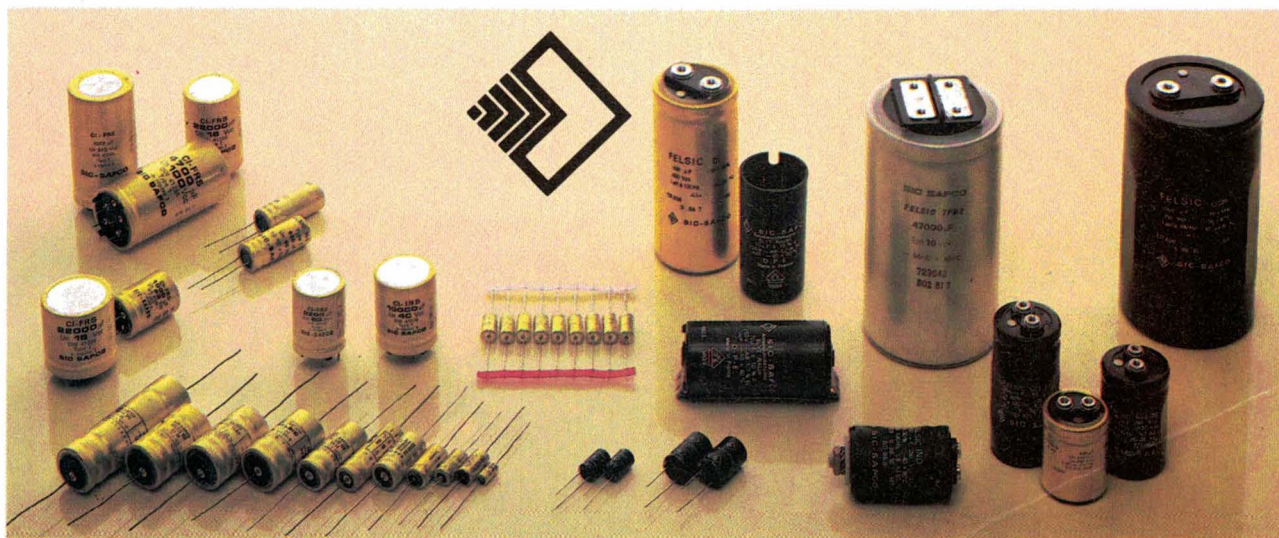
Groupe Cooper S.A. - Z.A. des Petits Carreaux,
B.P.63, 94385 Bonneuil-sur-Marne, Cedex, France.
Tél: (1) 43.39.70.39.



CooperTools

CRESCENT LUFKIN NICHOLSON PLUMB TURNER WELLER WIRE-WRAP WISS XCELITE

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 Télec 620.284 F



PUBLICGRAPHIC

Ayez entre vos mains le contrôle de la qualité **SOLDERMATIC** fer thermoréglé

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

JBC met dans votre main le fer thermoréglé **SOLDERMATIC**.

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

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

L'appareil dispose d'un système de

contrôle électronique incorporé très efficace.

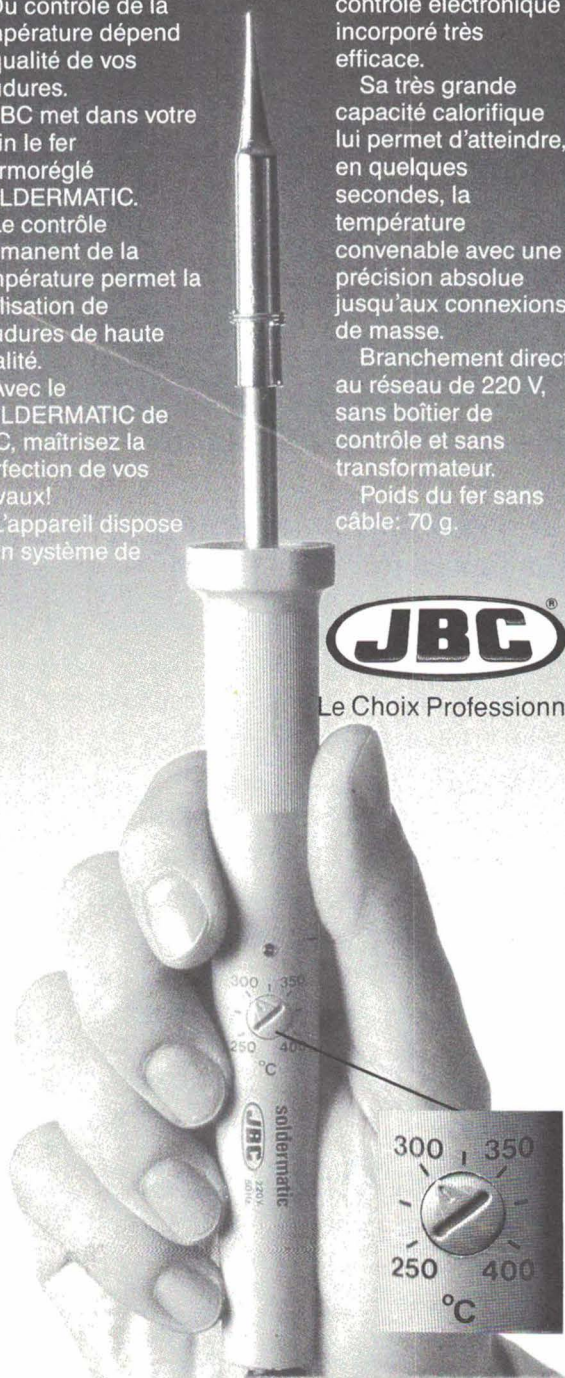
Sa très grande capacité calorifique lui permet d'atteindre, en quelques secondes, la température convenable avec une précision absolue jusqu'aux connexions de masse.

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

Poids du fer sans câble: 70 g.



Le Choix Professionnel



SERVICE-ANNONCEURS N° 11

ELECTRONIQUE APPLICATIONS



1987 - N° 11
TOUTES LES informations et produits relatifs à l'électronique sont publiés dans cette revue de référence. La revue de qualité des composants électroniques. Plus de 1000 pages de données techniques et de conseils pratiques.

ELECTRONIQUE APPLICATIONS **visu**

ELECTRONIQUE APPLICATIONS

est une publication bimestrielle de la société Parisienne d'Édition

Société anonyme au capital de 1 950 000 F

Siège social : 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris

Direction - Rédaction - Administration - Ventes :

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

Tél. : 42.00.33.05 - Télex : PGV 230472 F

Copyright 1987 - Société Parisienne d'Édition

Dépôt légal : Août 1987 N° éditeur : 1468

Président-Directeur Général,

Directeur de la Publication : **Jean-Pierre Ventillard**

Rédacteur en chef : **Jean-Claude Roussez**

Coordinateur technique : **Jean-Marc Le Roux**

Maquette : **Michel Raby**

Couverture : **Gilbert L'Héritier**

Direction des ventes : **Joël Petauton**.

Abonnements : Odette Lesauvage

2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris.

1 an (6 numéros) : 162 F. Etranger : 188 F.

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

Publicité :

Société Auxiliaire de Publicité - Tél. : 42.00.33.05

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

Directeur commercial : **Jean-Pierre Reiter**

Chef de publicité : **Francine Fighiera**

Promotion : **Mauricette Ehlinger**



« La loi du 11 mars 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

Analyse

Traitement numérique des images :
optimisation de l'architecture des systèmes 63

Applications

Une télécommande par voie ultrasonore 23
Applications des codeurs et décodeurs DTMF 67

Composants

Composants micro-électroniques :
le contrôle de la qualité analyse
les causes de défaillances 51

Energie

Applications des hyperfréquences
dans l'industrie (deuxième partie) 35

Etude

Mise en œuvre des C.A.N. à haute vitesse :
pièges d'interfaçage et d'implantation 29

Médical

Contre la douleur : les développements
nouveaux de l'électrothérapie 11

Micro

Filtrage numérique en temps réel
sur Apple II 41

Bibliographie	6
Manifestations	33
Vie professionnelle	90
Formation continue	92

Equipements

Le Croy : générateur de formes d'ondes arbitraires	76
Connectral : lecteur de cartes à microcircuits	80

Instrumentation

Tektronix : quatre analyseurs qui n'ont pas peur des spectres	82
--	----

Economie

Combien coûte votre voiture de société ?	87
--	----



Produits connexes	94
-------------------	----



Mesures	96
---------	----

INSA 1987 : nouveau et produits récents	97
--	----

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

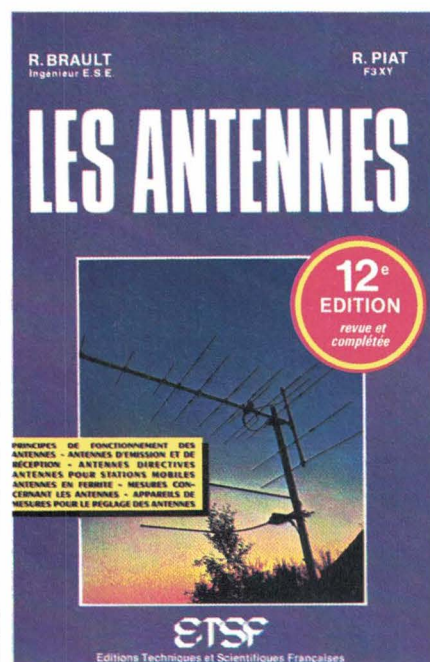
Répertoire des annonceurs	21
Formulaire d'abonnements	3 ^e couv.
Encart Service Lecteurs et Service Annonceurs	101-102

BIBLIOGRAPHIE

Les antennes

par R. Brault et R. Piat
(douzième édition)

La douzième édition de cet ouvrage témoigne du besoin réel d'une information complète et groupée sur cet aspect essentiel de toute transmission hertzienne : l'antenne.



Après un rappel sur le mode de propagation des ondes, ce livre aborde les lignes de transmission (ondes stationnaires et progressives, répartition des tensions et intensités, impédances et déphasage, R.O.S. et pertes...) et détaille la « partie rayonnante » de l'antenne : résonance, résistance de rayonnement, polarisation... Le chapitre suivant, très détaillé, concerne le « brin rayonnant » : antennes doublet, delta, ground-plane, trombones, pliées, quart d'onde... y sont entre autres décrites avec détails.

On aborde ensuite la question de la réaction mutuelle entre antennes accordées et des diagrammes de rayonnement avant de s'intéresser longuement aux nombreux modèles d'antennes directives et pour stations mobiles.

L'ouvrage s'attache ensuite à étudier les mesures et réglages, le couplage de l'antenne à l'émetteur, les différents facteurs de pertes, avant de se terminer sur le sujet de la mécanique des antennes : orientation, mâts, pointage, etc.

Les notions essentielles d'électricité, de trigonométrie et de calcul des imaginaires sont données en annexes.

Un ouvrage de 448 pages, format 15,5 x 24.

ETSF - Editions Radio

Sonorisation professionnelle exploitation, matériels, applications

par R. Besson
(deuxième édition)

Cet ouvrage est divisé en trois parties qui permettent de mieux grouper les centres d'intérêt.

La première partie est consacrée au son, sa nature, son environne-

ment, avec les points forts de la prise du son et de sa restitution, y compris l'étude de l'acoustique architecturale.

La deuxième partie couvre le traitement du son au moyen des équipements analogiques et numériques. En effet, la numérisation du traitement du signal se répand rapidement avec le « Compact Disc », les régies numériques, la norme MIDI en musique et les nombreux appareils accessoires.

La troisième partie groupe dix descriptions de sonorisations professionnelles ; elles ont été choisies dans des domaines typiques qui peuvent servir de base de calcul pour un grand nombre de cas. Ces exemples passent en revue les sonorisations d'écoles, de surfaces commerciales, d'hôtels, d'ateliers, de gymnases, de stades, de discothèques, de bowlings, de spectacles musicaux pour terminer par la sonorisation et l'interprétation simultanée des conférences internationales.

Enfin, un dernier chapitre est consacré à effleurer le sujet des jeux de lumière qui prennent tant d'importance dans les sonorisations de discothèques et de spectacles musicaux modernes.

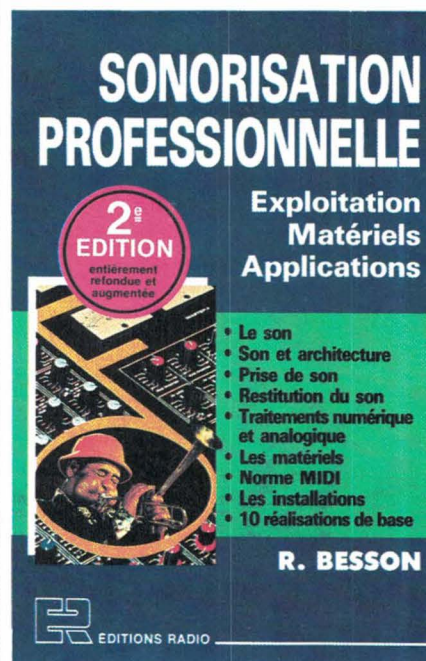
Un ouvrage de 402 pages, format 15,5 x 24.

Editions Radio

L'informatique stratégique : nouvel atout de la compétitivité

par Ch. Wiseman
Traduction et adaptation
de B. Kaulek

Si les entreprises françaises ne voient dans l'informatique qu'un moyen de se moderniser, elles risquent de passer à côté de l'essentiel et de perdre les batailles économiques
suite page 10



DES KITS PEDAGOGIQUES :

- Faible coût
- Performants
- Avec interface "PC"

Le KIT32 : pour équiper les écoles

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



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

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

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

ORION : un kit doté d'un DOS

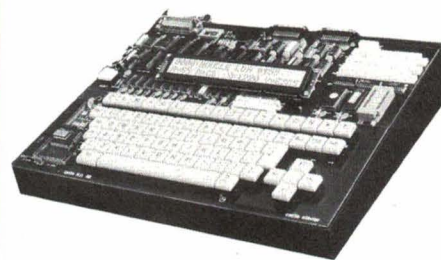
Le système ORION est un combiné kit-outil de développement. Conçu pour les formations du niveau BTS, il est doté d'un hard impressionnant : mémoires jusqu'à 232 Ko., contrôleur floppy, grand LCD de 48 caractères, CRTC semi-graphique, interfaces moteurs etc... Il fonctionne en autonome (LCD), en terminal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

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

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

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

Système ORION en version LCD



Les outils de développement...

Ces outils, à 6809, 68008 ou 68020, possèdent tous en commun un excellent rapport qualité/prix. Nous avons également une carte de développement 6809 comprenant l'outil à deux disques, le programmeur de REPR0M, l'émulateur de REPR0M 64K et un émulateur en temps réel doté d'une mémoire trace de 128 Ko et de 64000 points d'arrêt hard. Tout cela pour moins de 20 000 Frs. HT., c'est à dire une fraction du prix d'un émulateur seul chez la concurrence.

...et la
CAO



Autres produits :

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

DATA R.D.

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

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

Marques déposées : FLEX = TSC, OS9 = Microware

Produits Oscillateurs et

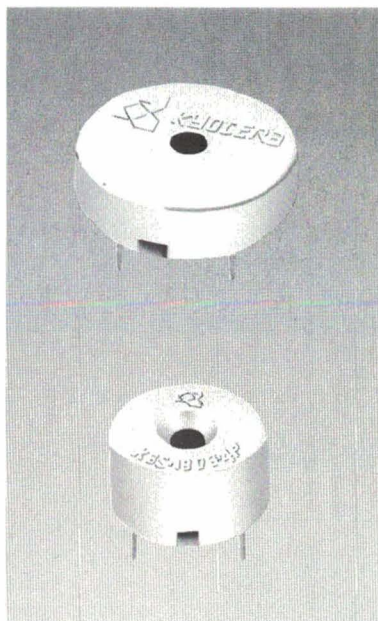
Générateurs de son, en boîtiers, à picots (buzzers Piézoélectriques)

Caractéristiques

- Niveau de son élevé
KBS-20DB-4P = 77 dB min.
KBS-13DB-4P = 73 dB min.
à distance: 30 cm
- entrée: onde rectangulaire
- voltage: 10 V p-p
- fréquence: 4069 Hz
- Soudable directement sur PC
- Se connecte à un circuit de commande
- Fréquence basse de résonance
- Faible consommation de courant
- Construction compacte et légère

Applications

- Systèmes d'alerte pour les périphériques d'ordinateur
- Systèmes d'alerte pour appareils médicaux
- Machines de bureau
- Equipement électronique pour appareils électroménagers
- Jeux et jouets



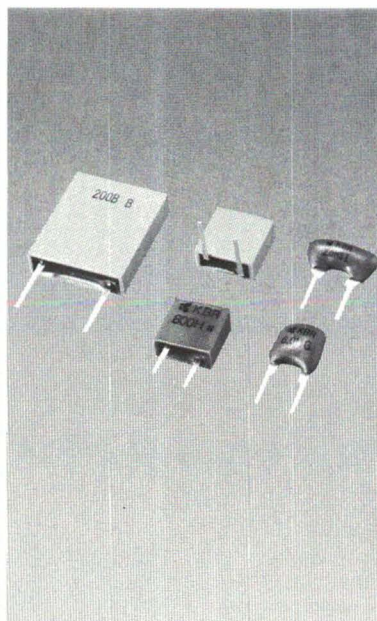
Ecouteurs et transmetteurs piézo-électriques de téléphone

Caractéristiques

- Niveau de pression acoustique élevé
- Type KBT-33RB-2S 107 ± 3 dB
- Tension d'entrée: 1Vrms
- Fréquence: 1 KHz
- Commande directe par IC et LSI
- Faible consommation
- Construction compacte et légère

Applications

- Combiné de téléphone
- Interphone
- Emetteur-récepteur portatif



Résonateurs céramiques (KHz et Mhz)

- Tolérance de fréquence $\pm 0.5\%$ (option $\pm 0.3\%$)
- Haute fiabilité
- Livrable avec facteur haut et bas de surtension
- Gamme étendue de fréquences d'oscillation (190 KHz à 12 Mhz)
- Conditions environnementales supérieures
- Pas de rajustage requis

Applications

- Equipement numérique
- Chronométrage LSI pour téléphone et générateurs de langage
- Chronométrage LSI pour télécommandes et commande de moteurs
- Bases de temps pour le chronométrage des microprocesseurs

Filtres céramiques 455 KHz

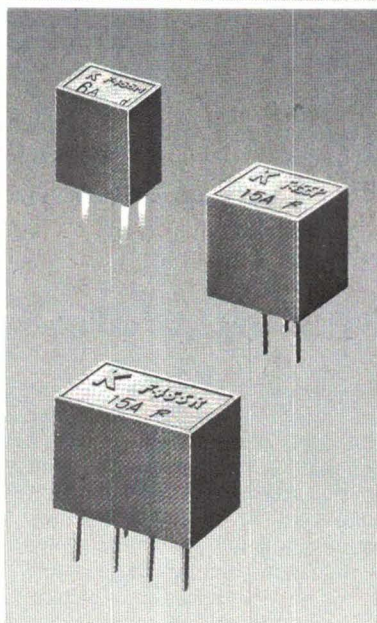
- KBF-455R-15A (6 éléments)
- KBF-455P-15A (4 éléments)
- Fréquence centrale: 455 KHz ± 1.5 KHz
- Largeur de bande (à 6 dB): ± 7.5 KHz
- Perte d'insertion: 6 dB max.
- Impédance entrée/sortie: 1.5 K Ω
- Température de service: -20 à +80° C

Caractéristiques

- Sélectivité supérieure
- Construction compacte
- Pas de rajustage requis
- Faible perte d'insertion
- Variété d'éléments
- Plusieurs largeurs de bande disponibles
- Fréquence centrale de 450 KHz peut être livrée

Applications

- Téléphone sans corde
 - Matériel radio
 - Emetteur-récepteur
 - Récepteurs télécommandés
- Kyocera peut aussi livrer des filtres 10.7 MHz pour radio F.M.



Filtres diélectriques 900 MHz

Type: KDF-914 MA1/NA1
KDF-959 MA1/NA1

Spécifications

- Fréquence centrale: 914.5 MHz/959.5 MHz
- Largeur de bande: ± 1.0 MHz min
- Perte d'insertion:
Type MA1 = 2.0 dB max.
Type NA1 = 5.0 dB max.

Atténuation

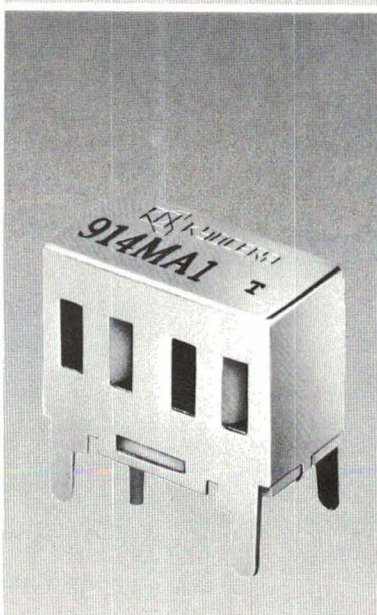
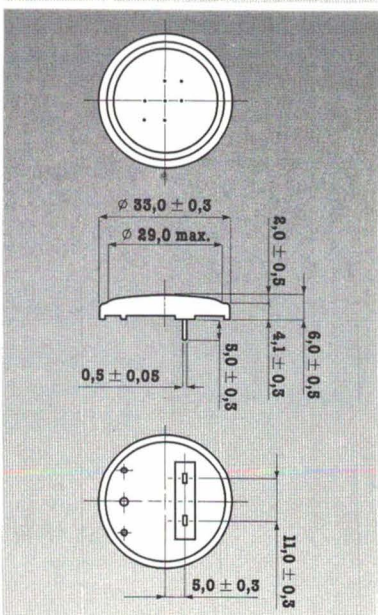
Type MA 1 15 dB min à Fn 42.5 MHz
Type NA1 26 dB min à Fn 42.5 MHz

Caractéristiques

- Construction compacte et légère
- Faible perte d'insertion
- Excellente stabilité en température
- Haute fiabilité

Applications

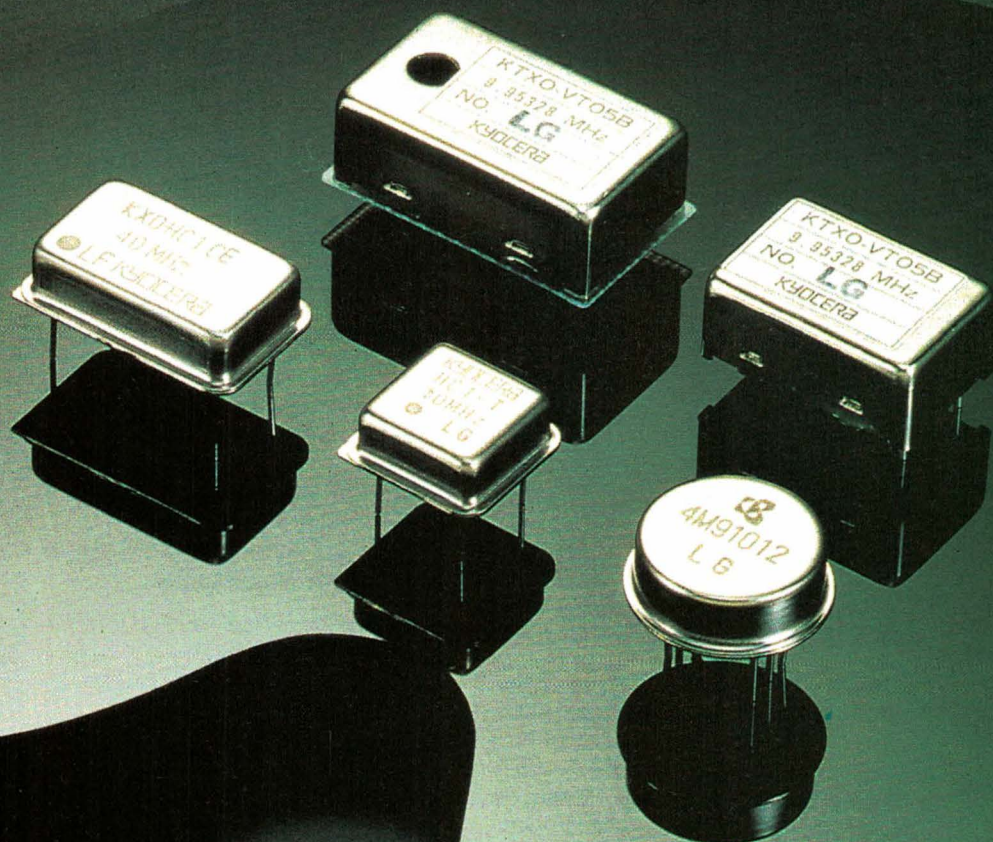
- Téléphone sans corde
 - Autotéléphone
 - Téléphone portatif
- Aussi livrables: Fréquences centrales de 902 MHz et de 947 MHz



Dimensions (en mm)

Composants Piézoélectriques

Bases de temps à haute performance pour vos systèmes



Kyocera produit une gamme complète d'oscillateurs à quartz adaptée à vos applications d'horloges. Que vous deviez piloter un circuit logique haute rapidité CMOS ou vous accommoder d'un fonctionnement à faible consommation sur batterie, KYOCERA vous propose le modèle le mieux adapté.

KYOCERA fabrique des oscillateurs de haute qualité à partir de ses propres substrats, leur encapsulation dans un boîtier métallique hermétiquement soudé le protège de l'humidité et des poussières. Le boîtier est relié à la broche No. 7, minimisant ainsi les rayonnements parasites et répondant aussi aux spécifications EMI FCC.

Ces avantages liés à 28 ans d'expérience de Kyocera dans la fabrication de céramiques électroniques vous garantissent des oscillateurs d'un niveau de qualité supérieure auxquels vous pouvez accorder votre confiance.

Guide de choix des Oscillateurs à quartz Kyocera

Type	KHO-HC	KXO-HC	KXO-CS	KXO-CL	KXO-01	KTXO-18VT-05B
Dimensions (mm)	W = 12.6 x L = 12.6 x H = 5.08	W = 21.0 x L = 13.0 x H = 5.5			W = 21.0 x L = 13.0 x H = 4.93	W = 18.5 x L = 12.5 x H = 8.0
Fréquence de sortie (Hz)	500 K - 50 M		250 K - 24 M	60 à 8M	4 M à 50 M	4 M à 50 M
Niveau de «fan out» élevé	TTL 10 CMOS		TTL1 CMOS	LS TTL 1 CMOS	TTL 1-10 TTL	LS TTL 10 gate
Stabilité de fréquence	± 50 ppm ± 100 ppm ± 500 ppm ± 0.1%				± 1%	± 5 ppm
Température de fonctionnement	0 à +70°C					-10° à +60°C
Tension d'alimentation	DC5V ± 0.5 V					
Caractéristiques	- Sortie trois états (option «disable» et découplage) - Haute rapidité aisément pilotable - Faible consommation - Interface direct avec toutes les technologies TTL, LSTTL, CMOS, NMOS		- Faible consommation - Fonction «stand-by» lorsque la broche No. 1 est au niveau zero	- Faible consommation - Contient un diviseur - sortie double possible (option)	- pour utilisation générale	- Compensation de température - Résolution haute fréquence dans une large gamme de température - Lavable avec des solvants organiques
Applications	- Ordinateurs, périphériques d'ordinateur, systèmes de télécommunication, appareils de mesure					- Télécopieurs

FELDMÜHLE KYOCERA EUROPA
Elektronische Bauelemente GmbH

Postfach 50 25
Alleenstrasse 24
D-7300 Esslingen-Zell
Téléphone: (0711) 316 28-0
Télex: 7 232 9931 KC
Télécopie: (0711) 36 75 88



KYOCERA

SERVICE-ANNONCEURS N° 21

BIBLIOGRAPHIE

ques qui pointent à l'horizon des années 90. Le message de l'ouvrage de Charles Wiseman est d'une redoutable simplicité : si l'entreprise veut survivre sur un marché de plus en plus concurrentiel, elle doit utiliser l'informatique comme une arme stratégique.

Ce livre présente une démarche très structurée, étayée par les concepts récents de l'analyse stratégique... Il ne peut en effet y avoir d'approche réellement stratégique de l'informatique sans rigueur conceptuelle et sans retour aux sources de la compétitivité. En même temps, l'ouvrage obéit à une approche pragmatique et multiplie les exemples concrets et les récits d'expériences dans différentes entreprises et différents domaines d'activité, afin d'illustrer les concepts et de susciter chez le lecteur une attitude dynamique et créatrice applicable à la situation de sa propre entreprise.

Un ouvrage de 220 pages, format 15,5 x 24.

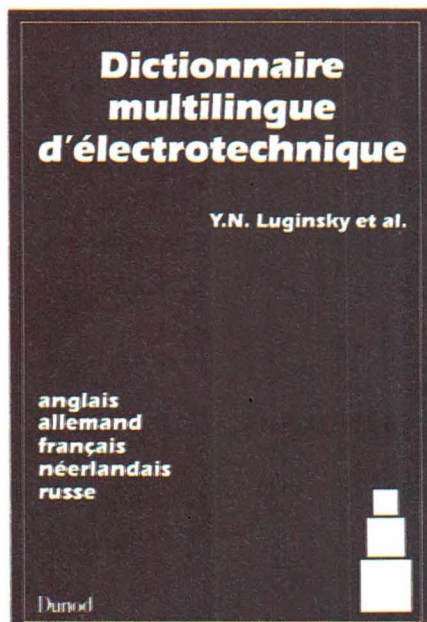
Les Editions d'Organisation

Dictionnaire multilingue d'électrotechnique

Y.N. Luginsky et coll.

Ce dictionnaire est destiné à lire et à traduire les textes anglais, allemands, français, néerlandais et russes de l'électrotechnique. Les dictionnaires électrotechniques existants comportent les termes relevant de l'électrotechnique et des branches voisines qui, au cours du développement historique, ont été séparées, notamment la communication, l'électronique, l'automatique, etc. Dans le présent ouvrage une place importante est réservée à l'électrotechnique alors que les autres branches n'y sont représentées que par les termes essentiels.

Le dictionnaire comprend près de 8 000 termes. Dans ces limites, les



auteurs ont tâché de réunir les principaux termes caractéristiques pour les branches de la science et de l'industrie telles que la théorie des circuits électriques, les mesures électriques et magnétiques, la production, la transmission et la distribution de l'énergie électrique et son utilisation. Les auteurs ont accordé une grande attention à la terminologie de la technique des hautes tensions, des machines, appareils et commandes électriques, des lignes de transmission aériennes, des lignes en câble.

En choisissant les termes anglais les auteurs ont essayé d'y inclure les variantes employées tant en Grande-Bretagne qu'aux Etats-Unis : certaines variantes orthographiques sont signalées dans le dictionnaire.

Un ouvrage de 480 pages, format 17,5 x 24,5.

Kluwer-Dunod

Automatismes et micro-ordinateurs

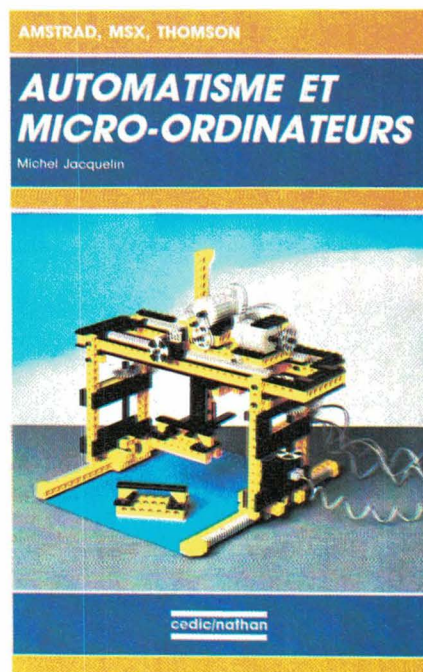
par M. Jacquelin

La micro-informatique participe de plus en plus activement à la gestion programmée des automates.

Cet ouvrage s'adresse à l'utilisateur de micro-ordinateur basé Z80 ou 6809 (MSX, Amstrad, TO 7-70...), ayant quelque pratique de la programmation, et désirant réaliser automates ou jouets programmables en partant du matériel éducatif Lego (particulièrement les boîtes techniques auxquelles sont généralement associées moteurs, capteurs et transmissions mécaniques diverses).

Le lecteur pourra ainsi réaliser une machine à laver, un convoyeur, un pont roulant, des feux tricolores... à partir du bus d'extension de son micro-ordinateur. L'ouvrage s'articule en cinq grandes parties :

- la logique et le Grafset (logique combinatoire, séquentielle...);
- la micro-informatique (l'ordinateur, le bus d'extension...);
- les composants de l'automate (actionneurs, capteurs);
- l'automate (définition, programmation, coupleurs et interfaces);
- l'exploitation de l'automate (langage machine, langages évolués, Basic).



Un ouvrage de 160 pages, format 15 x 23.

Cedic-Nathan



Médical

Contre la douleur : les développements nouveaux de l'électrothérapie

La douleur est une impression anormale et pénible perçue par le cerveau. Elle représente une souffrance locale dont elle est l'un des symptômes. La douleur est un signal d'alarme très utile qui aide notamment à établir un diagnostic : si la souffrance n'accompagnait pas ordinairement la maladie, bien des gens s'accommoderaient de celle-ci.

Une fois que la douleur a joué son rôle, elle n'a plus lieu d'être, à plus forte raison lorsqu'il s'agit de maladie chronique. Dans le rhumatisme, par exemple, 15 millions de personnes souffrent inutilement, en France. Cela est vrai, également pour d'autres affections.

L'électricité est un moyen de lutte contre la douleur (antalgie) dont l'efficacité n'est plus à mettre en doute, lorsque les indications sont bien posées et le traitement bien appliqué.

Ce sujet a déjà été abordé dans *Electronique Applications* n° 21 (« la neurostimulation dans le traitement de la douleur »), en développant l'action des appareils implantables. Dans cette étude, nous évoquerons des appareils, plus aisés à mettre en œuvre, utilisant la voie transcutanée.

Qu'est-ce que la douleur ?

Pour combattre la douleur, encore faut-il connaître le mécanisme de son apparition. Ce n'est pas une tâche facile, d'autant qu'au fil des années de nombreuses théories se sont affrontées. En fait, il y a deux types de douleurs. La douleur « objective », qui relève d'une stimulation excessive (stimulation nociceptive) et dont le caractère est de nous renseigner sur la nocivité d'une action externe (brûlures, coups,...), et la douleur « subjective », de cause beaucoup plus profonde, et qui signe un trouble grave du fonctionnement d'un de nos organes internes.

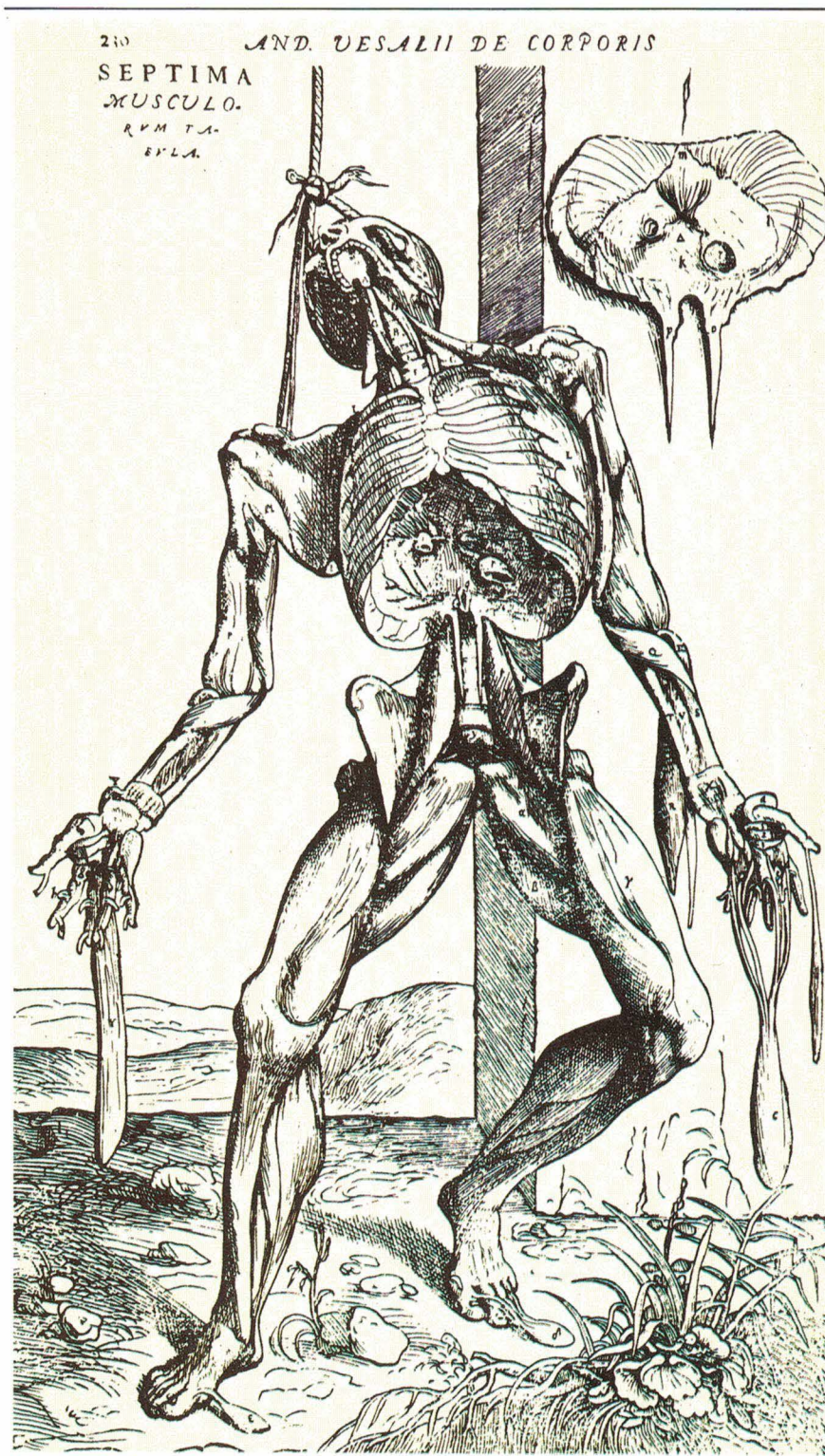
La neurostimulation s'adresse essentiellement au traitement des douleurs subjectives chroniques, actuellement rebelles à toute autre forme de traitement (excepté, bien sûr, les cures chirurgicales et les traitements médicamenteux à hautes doses).

Reconnaissons que la médecine quotidienne dispose de moyens efficaces pour atténuer ou supprimer la douleur. Mais, si la douleur est trop intense, il faut faire appel à des drogues puissantes ; si la douleur est chronique, la durée du traitement est telle que l'on se heurte à des problèmes d'accoutumance et d'actions secondaires.

Du poisson torpille...

Comme dans toute discipline relevant du génie biomédical, l'histoire est surtout contemporaine. En outre, il y a lieu de distinguer deux approches neurochirurgicales dans le traitement de la douleur : d'une part, l'interruption par voie destructrice d'un nerf ou d'une structure nerveuse, et dans ce cas l'altération est irréversible ; et, d'autre part, la stimulation, dont l'action est réversible, et qui respecte l'intégralité des tissus nerveux. C'est ce second aspect du traitement qui nous intéresse.

On distingue trois grandes étapes. La plus ancienne a trait à l'emploi des « poissons électriques » dont la description des effets remonte au début de l'ère chrétienne. On pense, bien sûr, au poisson torpille (« torpedo marmorata »), mais il existe aussi d'autres espèces de poissons « électriques », tels les



Coll. Bibl. Fac. Méd. - Dessin attribué au Titien ou à Jean de Calcar qui faisait partie de son atelier.

gymnarques et les mormyres des fleuves d'Afrique, les grands gymnotes (« electrophorus » ou anguilles électriques) d'Amérique du Sud et les « malaptérures » du Nil.

D'après J. Siegfried, l'usage du poisson électrique dans un acte thérapeutique n'est pas évident ; mais on a retrouvé des représentations de malaptérures sur les parois de

tombes égyptiennes datant de 2750 avant J.-C. (in Kellaway P.). C'est surtout Stribonius Largus (1655) qui relate les effets bienfaisants du poisson électrique en préconisant de poser le pied sur une torpille vivante dès que la douleur commence et ce, pour n'importe quel type de goutte. Ce serait là la première démonstration d'une neurostimulation thérapeutique de la douleur par voie

transcutanée. Depuis, d'autres auteurs ont préconisé l'emploi des poissons électriques où, même encore aujourd'hui, leur usage se retrouve dans quelques peuplades primitives.

... au générateur électrique

La seconde étape est davantage technique, puisqu'elle débute avec l'ère des machines produisant de l'électricité statique et s'est poursuivie avec l'apparition de la pile de Volta, mettant à la disposition des usagers une nouvelle source de courant. C'est toute l'époque des origines de l'électrothérapie, aussi riches d'enthousiastes que de détracteurs, où nous retrouvons le Français *Duchenne de Boulogne* (1855), qui consacra beaucoup de son temps à ce domaine. Il distingua ainsi l'électricité « de frottement » (électricité statique), l'électricité « de contact » (galvanisme) de l'électricité « d'induction ».

Là encore, de nombreux auteurs se sont illustrés dans l'emploi de l'électricité et, comme le souligne *J. Siegfried* : « Si le traitement de la douleur par la stimulation électrique perdit de son intérêt au début du XX^e siècle grâce à la chimiothérapie, le spectre d'application s'est de plus en plus élargi et fut le précurseur de bien des emplois actuels. Citons, entre autres, les études expérimentales de *Stewart* en 1900 sur la contraction de la vessie en réponse à une stimulation électrique.

La troisième étape est celle que nous vivons depuis une vingtaine d'années. C'est en 1965 que tout commença. En effet, *R. Melzack* et *P.D. Wall* élaborèrent une théorie de la douleur, démontrant que la stimulation des grosses fibres nerveuses à conduction rapide A bêta bloquait les impulsions douloureuses. À l'époque, des observations cliniques sont venues étayer l'exactitude de cette théorie. *C.N. Shealy* par exemple, en 1967, implanta des électrodes de stimulation le long des cordons postérieurs de la moëlle, puisque c'est à cet endroit que l'on rencontre le plus grand nombre de fibres à conduction rapide. En 1972, plus de 800 patients aux U.S.A. étaient stimulés pour des douleurs chroniques ; en 1977, le chiffre atteignait 9 000, pour le monde entier.



Fig. 2. - Le Mini-TENS 4800, dernier-né des stimulateurs à double canal d'Eastwood-Norven.

Pour plus de détails sur la théorie de *Melzack* et *Wall*, nous renvoyons le lecteur à *Electronique Applications* n° 21.

Le courant de stimulation

Connaissant les structures nerveuses que l'on doit stimuler dans le traitement de la douleur, il reste à définir comment stimuler. Le passage d'un courant électrique dans les tissus vivants n'est pas un acte anodin. Il peut s'ensuivre des lésions cellulaires d'origine mécanique, thermique ou chimique (électrolyse). En outre, le courant électrique peut induire aussi bien une facilitation qu'une inhibition dans la structure nerveuse considérée.

Si l'on veut tenir compte de tous ces impératifs, l'onde de stimulation doit être efficace, sélective, reproductible et durable, sans faire apparaître les inconvénients déjà cités. L'expérience que l'on possède de la stimulation cardiaque permet d'éviter un certain nombre d'écueils. Ainsi, le courant continu et le cou-

rant à fréquence élevée doivent être exclus.

Le courant continu (courant galvanique) s'accompagne d'un risque de lésions électrolytiques. En effet, les cellules du corps humain sont isolées du milieu extérieur par une membrane. Il en résulte des concentrations différentes en ions sodium et potassium de part et d'autre de celle-ci. On note, par exemple, une concentration en potassium plus importante à l'intérieur de la cellule que dans le liquide interstitiel (extra-cellulaire). C'est l'inverse que l'on rencontre pour le sodium. La variation de potentiel (gradient ionique), existant entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule, est en relation avec les charges électriques que l'on relève à l'extérieur (positives) et à l'intérieur (négatives) de la cellule. Une électrode plongée à l'intérieur de la cellule permettra d'enregistrer un potentiel de - 90 mV par rapport au milieu interstitiel : c'est le « potentiel de repos ».

L'excitation (électrique, chimique ou mécanique) de la cellule va modifier le signe des charges (polarisation) d'un point de la cellule, et ce

COURANTS EMPLOYES EN ELECTROTHERAPIE

COURANT CONSTANT

a. – Courant continu (galvanique).

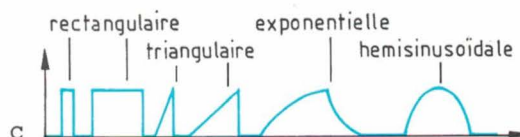


COURANTS VARIABLES

b. – Courants d'impulsions.



c. – Différentes formes d'impulsions.



COURANTS VARIABLES

d. – Courants unidirectionnels : BF : 0 à 800 Hz, MF : 800 à 10 000 Hz, HF : > 100 000 Hz.



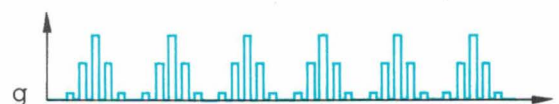
e. – Ces courants peuvent être délivrés par trains d'impulsions, avec notion d'enveloppe.



f. – Ces courants peuvent être modulés en durée...



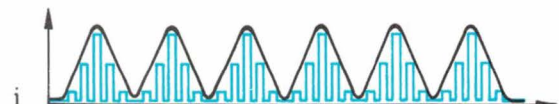
g. – ... en amplitude...



h. – ... ou en fréquence...



i. – ... ou en une combinaison des trois (ex. : MF modulée en BF).



j. – Modulation progressive de la fréquence : fréquence glissante (vobulation).

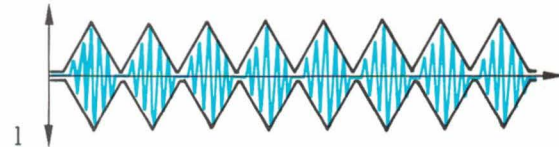


COURANTS VARIABLES BIDIRECTIONNELS

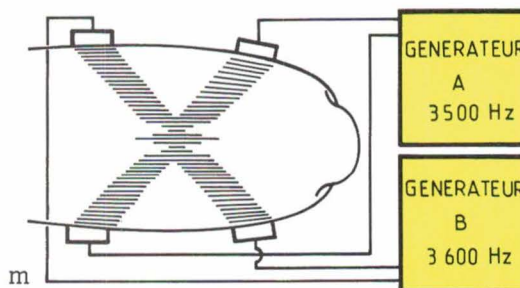
k. – Train d'impulsions.



l. – Courants bidirectionnels modulés en amplitude, dont la courbe enveloppe est de BF.



m. – Courants interférentiels permettant d'utiliser la fréquence de battement. Combinaison des effets de la MF et de la BF.



changement va gagner de proche en proche toute la surface de la membrane cellulaire. La membrane va devenir négative à l'extérieur et positive à l'intérieur de la cellule. Le potentiel passe de -90 à $+20$ mV selon une courbe caractéristique que l'on appelle « potentiel d'action ». On comprend qu'un courant continu aura pour effet de déséquilibrer le milieu intra et extra-cellulaire en provoquant des dissociations par effets électrolytiques.

L'emploi du courant continu présente donc des inconvénients, mais aussi des avantages puisque ce courant continu utilise la polarité des ions pour les faire pénétrer dans l'organisme à travers la peau. C'est la diélectrolyse médicamenteuse : les ions déposés sur l'électrode du même signe vont traverser les tissus au cours de leur migration vers l'électrode du signe opposé (voir *Electronique Applications* n° 26).

Avec des courants de fréquence élevée (supérieure à $0,8$ MHz), les risques ne sont pas moindres puisque la longueur d'onde est inférieure à la chronaxie et est, par conséquent, insuffisante pour stimuler efficacement. En outre, de telles fréquences provoquent des lésions thermiques.

Les différentes formes de courant

C'est donc dans des limites assez étroites que l'on peut réaliser sans danger une stimulation du système nerveux par voie transcutanée. La technologie offre la possibilité de générer des courants de différentes formes dont les actions sont parfois spécifiques pour un traitement donné. Les propriétés biologiques des courants se traduisent par une action antalgique, excito-motrice, trophique, thermique et leur emploi peut également être utilisé dans l'électro-osmose et la diélectrolyse médicamenteuse. Seule dans cette étude, sera envisagée l'action antalgique par voie transcutanée. Nous ferons néanmoins un rapide tour d'horizon des quelques courants employés en électrothérapie tableau page ci-contre.

● Le *courant continu*, que l'on connaît également sous le nom de courant galvanique, est un courant

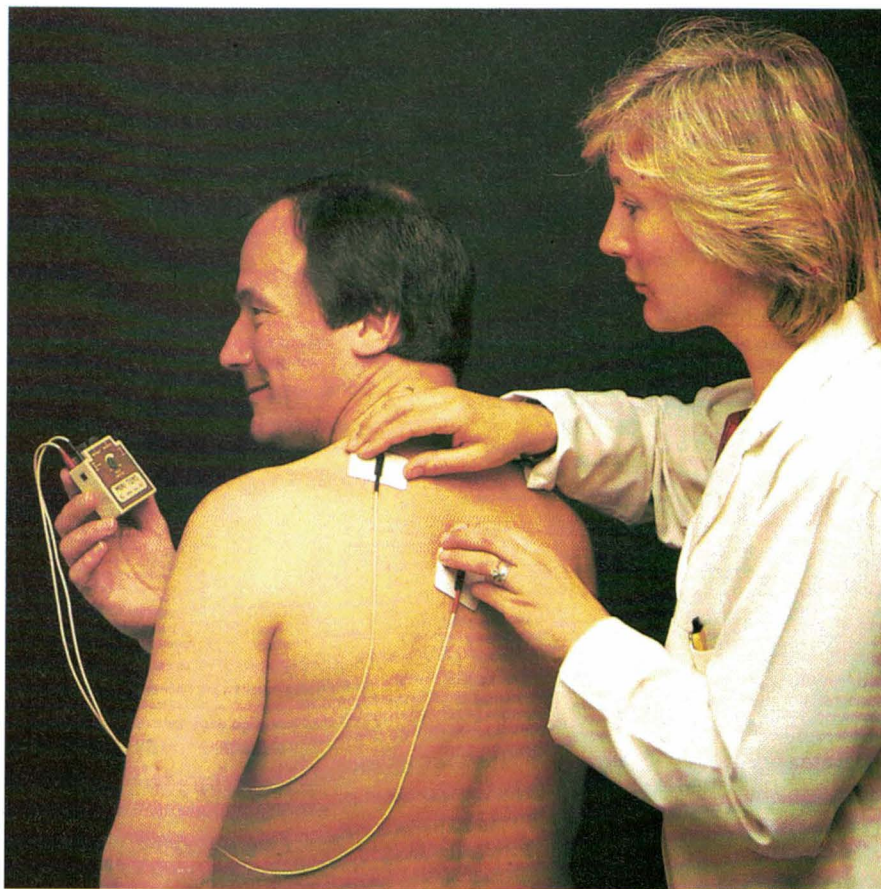


Fig. 3. - Mise en place d'électrodes sur la face dorsale de l'épaule et stimulation au moyen du Mini-TENS 4800 (Doc. Eastwood-Norven).

unidirectionnel, polarisé. Il est très peu utilisé pour ses effets antalgiques car, s'il a un effet bénéfique sur la résorption des œdèmes par migration des molécules d'eau (électro-osmose) et sur la vasodilatation entraînant l'élimination des déchets dus aux inflammations (effet thermique), il présente également un certain risque. Ainsi, il y a risque de brûlure par effet Joule et par effet électrolytique (chimique), c'est-à-dire, formation d'acide chlorhydrique sous l'électrode positive et de soude caustique sous l'électrode négative.

Son emploi est donc plutôt réservé à la diélectrolyse des médicaments dont l'action consiste à faire migrer les ions qui entrent dans la constitution des molécules vers l'électrode de signe opposé. Ainsi, dans l'effet antalgique, on utilise le salicylate de soude et, comme sédatif, le chlorure de calcium. Les deux peuvent être utilisés simultanément dans les douleurs rhumatismales et post-traumatiques. Citons également pour mémoire, l'utilisation des A.I.N.S. (Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens) et des corticoïdes dans les inflamma-

tions rhumatismales et post-traumatiques, des curarisants de synthèse et le chlorproéthazine comme décontractants, des facteurs de diffusion comme anti-inflammatoires et anti-œdémateux, etc.

● Le courant galvanique, que l'on peut interrompre et rétablir, donne un *courant d'impulsions* dont on peut moduler la forme et la durée, donnant ainsi à l'impulsion une forme particulière. Ce courant pulsé est parfois appelé *courant faradique* bien que classiquement il soit obtenu grâce à une bobine d'induction. On utilise actuellement le courant bref, produit par la décharge d'un condensateur, qui a une action physiologique analogue ; d'où le nom de *courant homofaradique*, qui lui est donné.

● Ces courants d'impulsions peuvent être unidirectionnels et, comme les impulsions sont de brève durée et itératives, apparaît la notion de fréquence. On considère les courants de basse fréquence (0 à 800 Hz), de moyenne fréquence (800 à $10\,000$ Hz) et haute fréquence (supérieure à $100\,000$ Hz). Il est possible

de délivrer les impulsions en salves (trains d'impulsions) où chaque salve peut subir une modulation d'amplitude (courbe enveloppe). Outre cette modulation d'amplitude, on peut jouer sur la modulation de durée et de fréquence.

Les courants de basse fréquence se présentent sous diverses modalités : le courant ondulatoire de d'Arsonval, les courants diadynamiques de Bernard, le courant de Lapicque, les courants exponentiels de Le Gô. La courbe de ces derniers est assez comparable à celle de l'influx nerveux.

C'est avec les courants de basse fréquence (inférieurs à 100 Hz) que l'on obtient les effets les plus antalgiques (avec des intensités inférieures au seuil excito-moteur). Leurs actions s'expliqueraient par une dépolarisation de la cellule nerveuse, une inhibition des messages nociceptifs (« Gate Control »), - 50 à 100 Hz - une libération des substances morphinomimétiques endogènes : endorphines et enképhalines (1 à 10 Hz).

- Les *courants bidirectionnels* sont dépolarisés, ils évitent les risques de brûlure chimique et sont applicables chez les sujets porteurs de pièces métalliques (prothèses). Ils sont antalgiques aux basses fréquences.

En règle générale, les courants uni et bidirectionnels sont contre-indiqués chez les porteurs de stimulateurs cardiaques (pacemakers), et ils doivent faire l'objet d'une recommandation médicale chez les cardiaques (arythmie, myocardie).

- Enfin, terminons avec les *courants interférentiels* où deux générateurs délivrent des courants de fréquences voisines (3 500 et 3 600 Hz par ex.). Les électrodes sont placées de telle sorte que les courants interfèrent et donnent naissance à une onde de battement de 100 Hz. Ainsi, il est possible de combiner les effets de la moyenne fréquence (meilleure pénétration en profondeur) et de basse fréquence (antalgie).

Les neuro-stimulateurs

Comme nous l'avons évoqué précédemment (*Electronique Applications* n° 21), il existe trois catégories de neurostimulateurs :

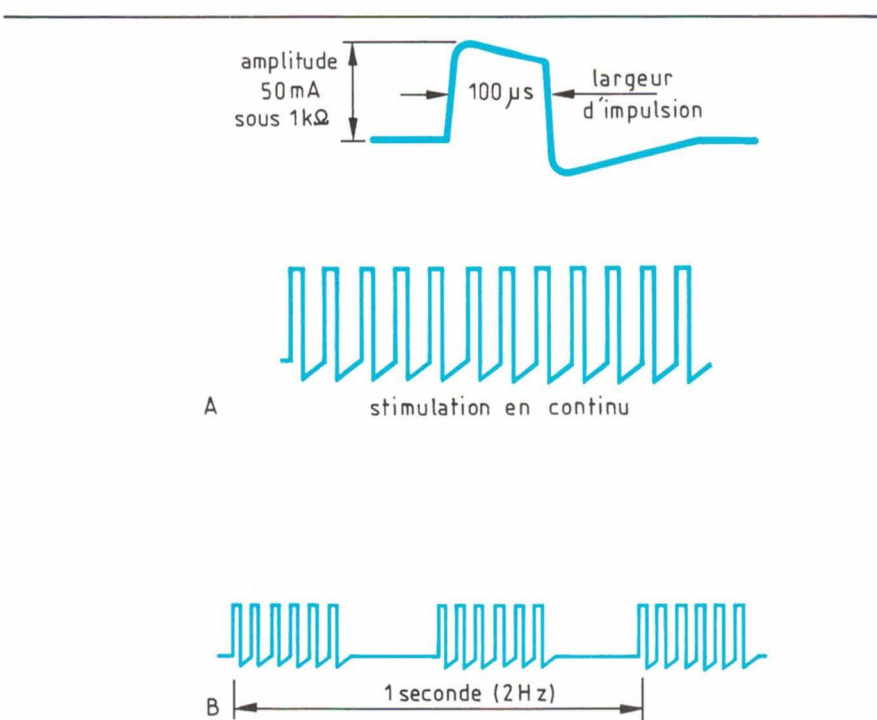


Fig. 4. - A : stimulation en continu ; B : stimulation par salves obtenues par les TENS d'Eastwood-Norven.

- les *stimulateurs implantés*, mais dont l'alimentation externe est transmise par radiofréquence ;

- les *stimulateurs entièrement implantés*, dont le problème actuellement est celui de l'autonomie. Il faut cinq fois plus d'énergie électrique pour stimuler le système nerveux que pour stimuler les cellules du myocarde ;

- les *stimulateurs externes*, dont l'action s'effectue par voie transcutanée. Ce sont ces derniers que nous évoquerons ici. Ils seront appelés T.E.N.S. (« Transcutaneous Electrical Nerve Stimulator ») dans la suite de cet exposé.

La plupart des stimulateurs et des ministimulateurs ont pu être réalisés grâce à une micro-électronique sophistiquée qui permet de générer à partir de l'énergie électrique des impulsions de grande précision.

Les *Ets. Eastwood*, distribués en France par *Norven*, ont une gamme d'appareils (fig. 2 et 3) permettant de délivrer des impulsions en continu de 15 à 150 Hz (fig. 4a) qui bloque la transmission de la douleur, ou en salves de 2 Hz (fig. 4b), assurant la sécrétion des endorphines et des enképhalines. Il est possible de faire varier trois paramètres : intensité, largeur des impulsions et fréquence. Selon les modèles, l'intensité peut varier de 0 à 50 mA, la résistance de l'électrode variant de

0 à 1 000 Ω/cm. La largeur des impulsions va de 50 à 300 μs sur impulsions rectangulaires modifiées. La fréquence est variable entre 10 et 150 Hz.

Les électrodes sont au carbone et sont malléables pour épouser les formes de la configuration anatomique concernée ; leurs surfaces sont de 20, 40 et 85 cm². Elles sont placées habituellement dans la région où le



Fig. 5. - Le stimulateur Neurostim LA II pour anesthésie régionale (doc. Hugo Sachs Elektronik).

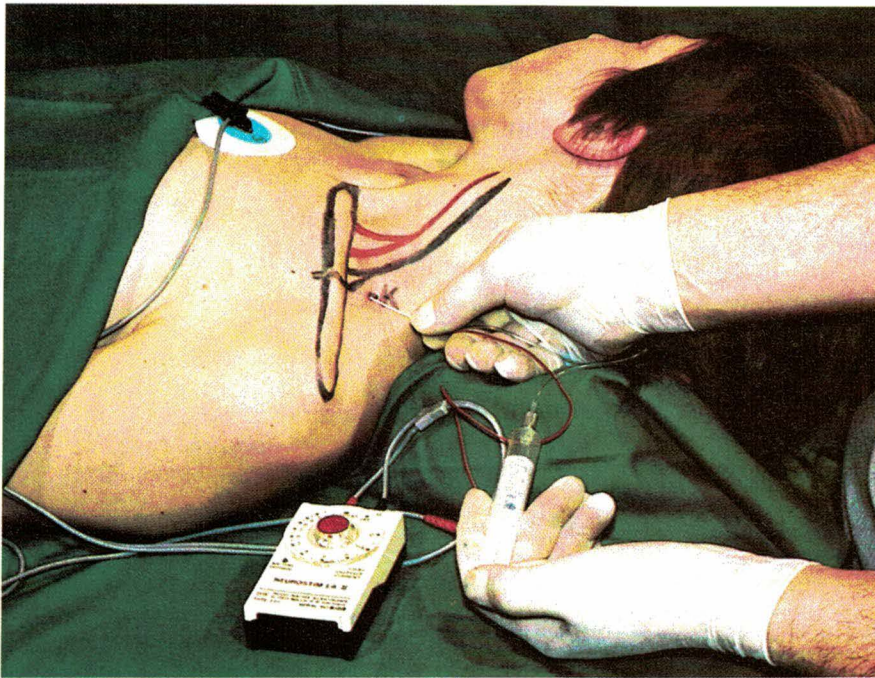


Fig. 6. - Anesthésie locale supraclaviculaire au moyen d'un Neurostim LA II (doc. Hugo Sachs Elektronik).

nerf qui innerve la zone lésée est le plus superficiel, mais généralement pas sur la zone douloureuse elle-même.

La stimulation transcutanée des nerfs est indiquée, d'après V.M. Frampton du Royal National Orthopaedic Hospital de Stanmore (Middlesex), dans les amputations, les algohallucinoses (douleurs des membres fantômes), les sciaticques, les spasmes douloureux après lésions centrales et dans les algies post-herpétiques. Bien que la stimulation soit efficace dans les atteintes centrales, ses résultats sont moins prévisibles que dans les atteintes périphériques. Dans ces cas, l'état pathologique sous-jacent perturbe l'analyse des résultats.

Toujours d'après V.M. Frampton, après sutures nerveuses, la plupart des patients retrouvent une fonction satisfaisante. Cependant, certains d'entre eux conservent des douleurs parasthésiques, des douleurs par nevrome ou une hyperpathie (sensations douloureuses aux touchers légers) qui sont responsables d'un moins bon résultat fonctionnel. Wall et Gutnik, en 1974, montrent chez l'animal qu'après section d'un nerf périphérique les terminaisons sont le siège de décharges électriques qui pouvaient être modifiées ou interrompues par l'application proximale de vibrations ou de stimulations électriques. Suite à ce travail, ils développèrent un essai clinique sur des patients souffrant de névromes avec des résultats positifs.

Il apparaît dans les travaux de Wall que les lésions d'un nerf périphérique produisent de nombreux effets centraux avec des décharges neuronales anormales dans la fibre proximale, des bourgeonnements collatéraux, la perte de l'inhibition afférente liée aux décharges centrales anormales. Tous ces effets anormaux accentuent la sensation douloureuse. Les lésions des nerfs périphériques ont donc d'importants effets périphériques et centraux.

Les travaux de Loh et Nathan (1978) ont montré qu'il existait une sensibilité accrue des fibres afférentes de larges diamètres du système nerveux sympathique. Les troubles sympathiques sont au mieux observés dans l'atrophie de Sudeck

(décalkification des os accompagnée de douleur) ou algodystrophie, mais il est intéressant de noter que nombre de ces cas sont associés à une hyperpathie qui provoque de violentes douleurs, parfois même en dehors du territoire autonome des nerfs lésés. Des troubles sympathiques s'observent aussi dans certaines causes continues, persistantes, dans les douleurs à type de brûlures et dans l'hyperpathie. Le moindre stimulus provoque une douleur qui est aggravée par un stimulus externe. Loh et Nathan ont soutenu que ces deux mécanismes avaient les mêmes fondements physiopathologiques : une anomalie du système nerveux périphérique. Dans l'atrophie de Sudeck, de nombreux petits nerfs sont atteints, alors qu'ailleurs seul un nerf important est atteint. Wallin et coll. (1976) ont montré que le système nerveux sympathique était lui-même normal, mais que c'était une réponse anormale de la part des fibres afférentes de larges diamètres qui étaient responsables des symptômes. Ceci peut être démontré chez les patients qui ont été traités par sympathectomie, et chez qui les douleurs caractéristiques à type de brûlures peuvent être à nouveau créées par application de noradrénaline sur la zone cutanée intéressée.

Ainsi, on observe généralement trois types de douleurs nerveuses périphériques :

- Les décharges périphériques spontanées, qui sont modifiées par la stimulation transcutanée des nerfs. La stimulation des fibres afférentes de larges diamètres, sensibles à la stimulation électrique, provoque la production d'endorphine



Fig. 7. - L'Electro Mini 100 de Miltos Théodorakis.

naturelle, substance morphinomimétique, qui inhibe la réaction pré-synaptique et modifie les circuits centraux de la douleur.

● Les *effets centraux anormaux*, qui peuvent être modifiés ou inversés pour se rapprocher d'un état normal en incitant le patient à utiliser le membre affecté dans des activités fonctionnelles normales en physiothérapie et en ergothérapie. Et ceci n'est précisément possible que lorsque la stimulation transcutanée des nerfs a permis de substituer au niveau anormal de sensation un niveau plus normal, et partant, de diminuer la sensation douloureuse.

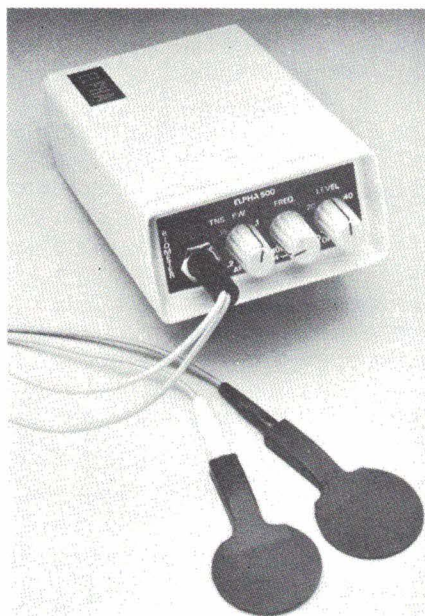


Fig. 8. - L'Elpha 500 de Prothia.

● La *conduction anormale sympathique*, qui peut être diminuée par des agents inhibant le sympathique, telle qu'une anesthésie du ganglion stellaire, une sympathectomie ou plus récemment l'injection de IV guanéthidine en continu à la pompe qui est une technique plus simple, et qui produit les mêmes effets sur une durée plus longue.

La société *AGAR Electronics* a mis au point trois modèles de « T.E.N.S. » : l'*UNI-TENS RL* à canal unique et paramètres fixés, pré-réglés en usine, l'*UNI-TENS XL* qui comporte des réglages de fréquence et d'intensité de l'impulsion et l'*AGAR 9K* qui permet de déterminer trois modalités de traitement : d'une part une stimulation classique, d'autre part la délivrance de pics d'impulsions pour les douleurs nécessitant une « décharge d'énergie »

(la fréquence et l'intensité sont réglables avec modulation répétitive de l'intensité de l'impulsion), enfin, la possibilité de produire une séquence d'intensité de l'impulsion variable qui évolue dans un laps de temps plus court que celui de la mémoire des récepteurs nerveux. Ce dernier modèle est à utiliser sous contrôle médical.

C'est au Centre anti-douleur du *CHU de Caen* que *V. Fouques Duparc*, responsable des thérapeutiques de biostimulation, définit les protocoles de traitement par neurostimulation transcutanée. En liaison avec la clinique *Martin (Dr Vaislic)*, les indications s'étendent à l'obstétrique et à la chirurgie.

Ainsi, la stimulation transcutanée est une méthode de choix dans le traitement des séquelles douloureuses après intervention neurochirurgicale sur le rachis lombaire, séquelles à type d'épidurite fibreuse ou d'arachnoïdite. La méthode peut également être appliquée en cas de sciatique chronique ou de sciatique en poussée aiguë, tout comme son efficacité est réelle en thérapeutique des névralgies cervico-brachiales. Parmi les indications d'affections neurologiques, les douleurs post-zostériennes représentent une indication majeure puisque dans un bon nombre de cas, seule la neurostimulation transcutanée va permettre d'obtenir une amélioration significative de ce type de douleurs chroniques.

En obstétrique, on privilégie les techniques respectant, avant tout, le principe de moindres risques foeto-maternels. Parmi les différentes alternatives, la neurostimulation transcutanée a sa place mais également ses limites. Elle permet souvent d'obtenir un soulagement suffisant de la douleur pour ne pas avoir à proposer systématiquement des techniques d'analgésie type péridurale mais de les garder en réserve en cas d'insuffisance de résultat des méthodes moins lourdes.

Enfin en chirurgie, en per-opératoire (voir « l'électro-anesthésie » *Electronique Applications* n° 2), les appareils miniaturisés sont très peu utilisés, comme nous le verrons plus loin. Par contre, ce type de technique devrait se développer en thérapeutique de la douleur post-opératoire quelle que soit la spécialité chirurgicale concernée. Ainsi, un certain nombre de travaux ont déjà

fait l'objet de publications tant dans le domaine de la chirurgie vasculaire, viscérale, que dans celui de la chirurgie orthopédique.

Ainsi, *Hugo Sachs Elektronik*, avec le *Neurostim LA II* (fig. 5), offre la possibilité de réaliser des anesthésies locales en intervenant surtout au niveau des plexus (fig. 6). Le courant de stimulation (en mA) est un courant continu.

Dans les traitements à domicile de la douleur, la maladie rhumatismale occupe une place importante. Après la cinquantaine, une personne sur deux souffre de rhumatisme ; en France, c'est 15 millions de personnes qui sont atteintes. Lorsque l'on parle de rhumatisme on évoque essentiellement le rhumatisme, articulaire et sa forme dégénérative : l'arthrose. Si la stimulation électrique ne guérit pas l'arthrose (tout comme les médicaments antalgiques), elle permet cependant de mobiliser les articulations atteintes et de rompre le cercle vicieux : douleur - immobilité - mauvaise nutrition du cartilage qui se détériore, puis douleur.

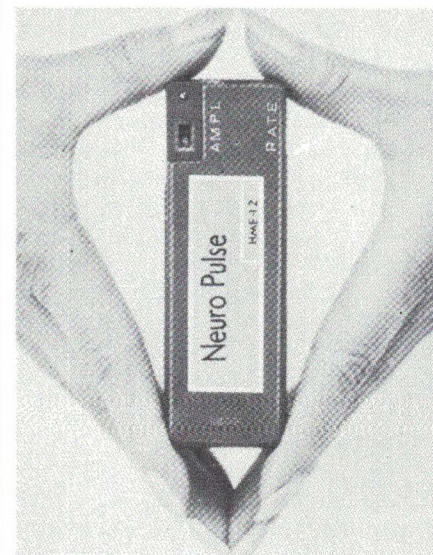


Fig. 9. - Le Neuro Pulse HME 12 (doc. The Tosho Co Ltd).

Dans cette indication particulière, la stimulation électrique transcutanée agit à trois niveaux : sur la circulation sanguine, sur la douleur et sur le travail musculaire. Il n'existe pas de médicament unique offrant un éventail d'effets aussi efficace, sans effet secondaire. Le *Laboratoire d'Electrothérapie Appliquée* a mis au point un appareil permettant de délivrer soit un courant continu (galvanique), soit un courant pulsé. Dans

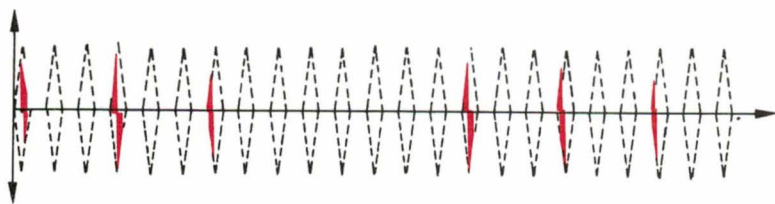


Fig. 10. - Courants VIF première modalité : impulsions (traits en couleur) et enveloppes (pointillé).

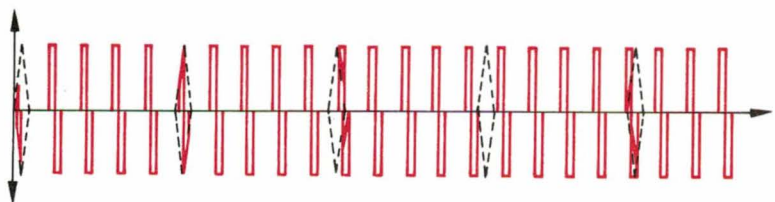


Fig. 11. - Courants VIF deuxième modalité : impulsions effectives (en couleur et en gras), impulsions fictives (en couleur, traits fins), enveloppes (pointillé).

la plupart des cas, l'électrothérapie apporte un soulagement rapide au problème des douleurs rhumatismales.

En effet, il faut combattre, non seulement la douleur, mais aussi le manque d'exercice physique qu'elle impose. Car ce manque d'exercice physique perturbe la circulation sanguine qui se fait mal, les tissus sont alors mal oxygénés, mal alimentés et insuffisamment épurés de leurs déchets. Tout cela ne peut qu'intensifier le « grippage » de l'articulation, et l'arthrose s'installe alors, de plus en plus facilement et de plus en plus vite.

L'électrothérapie améliore ces fonctions physiologiques car elle permet le travail musculaire, restaure une meilleure circulation sanguine dans les tissus, combat la douleur et rend ainsi plus faciles les mouvements.

Sans l'amélioration de ces fonctions vitales, on ne peut valablement penser qu'un tissu lésé puisse avoir une évolution positive qui permette de stopper ou de ralentir un processus rhumatismal en évolution.

Le problème de fond est en fait celui-ci : la restauration ou l'amélioration des grands équilibres vitaux aux abords des tissus lésés devrait être le point de départ de toutes les thérapeutiques anti-rhumatismales.

Citons également le *Neuroclinic Mark I* de *Cardiocare Instruments*, à deux canaux, c'est-à-dire permettant de traiter deux régions distinctes chez un même malade ou deux

malades différents. Les courants de sortie sont indépendants sur les deux canaux : de 0 à 100 mA sous 1 k Ω , les impulsions, d'une largeur de 50 à 300 μ s se répètent à la fréquence de 1,5 à 15 Hz ou de 15 à 150 Hz. Ils peuvent être délivrés par salves de trois impulsions de 40 ms, 4 fois par seconde.

Citons encore l'*Electro Mini 100* de *Miltos Theodorakis* (fig. 7) qui peut délivrer des courants de 100 mA, en continu ou en pulsé. L'*Elpha 500* de *Biometer* (Danemark), distribué en France par *Prothia* (fig. 8), permet une stimulation par impulsions de courant continu à une fréquence de 50 à 100 Hz, d'une durée de 0,5 à 2 ms et avec une intensité de 20 à 40 mA. Il est possible également de stimuler au moyen d'impulsions à intervalles (stimulation de type acupuncture). Ce genre

de stimulation se fait avec une fréquence beaucoup moins élevée et une intensité suffisante pour provoquer une contraction musculaire visible.

The Tosho Co Ltd commercialise deux modèles : le *Neuro Pulse HME 12* (fig. 9) et le *Neuro Pulse II-HME 20*, qui sont destinés au traitement des douleurs neuro-musculaires. Le courant de sortie est de 10 mA sous 1 k Ω , avec une fréquence réglable de 1,5 à 150 Hz. Le second modèle permet de moduler la fréquence de stimulation de diverses manières.

L'*Electrotechnie Médicale* a réalisé sous forme modulaire un ensemble de traitement d'électrothérapie dont l'un des modules (fig. 15) délivre des courants bidirectionnels à Variation d'Intensité et de Fréquence (appelés « courants VIF » par leur créateur *Francis Crépon*). Ces courants peuvent avoir un effet antalgique ou un effet excito-moteur. Seul le premier effet nous intéresse dans cette étude bien que les courants excito-moteurs lèvent des contractures musculaires à l'origine de douleurs.

Les courants VIF s'obtiennent selon deux modalités :

● **Première modalité** : les impulsions bidirectionnelles d'une durée de 0,6 ms émises à une fréquence de 15 à 100 Hz sont modulées par des enveloppes non rectangulaires d'une durée fixe de 1 ms émises à une fréquence de 200 à 1 000 Hz. La fréquence des impulsions étant inférieure à celle des enveloppes destinées à les moduler, il en résulte qu'en l'absence d'impulsion à l'intérieur, ces enveloppes seront fictives (fig. 10).

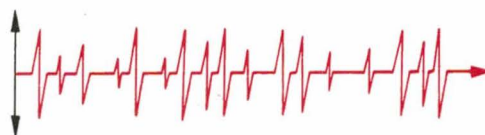


Fig. 12. - Courant antalgique par inhibition.



Fig. 13. - Courant antalgique par libération d'endorphines.

Avec ce courant, on peut faire les remarques suivantes : si l'impulsion se produit à la crête de l'enveloppe, son amplitude sera maximale. Si l'impulsion se produit en dehors de l'enveloppe, son amplitude sera nulle, ce qui augmente l'intervalle entre deux impulsions et, par conséquent, diminue la fréquence et la rend inconstante. Si l'impulsion se produit pendant la durée d'établissement ou d'extinction de l'enveloppe, son amplitude sera variable.

● **Deuxième modalité :** les impulsions bidirectionnelles de 0,6 ms, émises à une fréquence de 200 à 700 Hz sont modulées par les enveloppes de 1 ms, émises à une fréquence de 15 à 100 Hz. La fréquence des enveloppes étant inférieure à celle des impulsions, il en résulte que toute impulsion qui se produit en dehors d'une enveloppe sera fictive. Seules seront effectives les impulsions qui se produiront à l'intérieur d'une enveloppe (fig. 11).



Fig. 14. - Le Quartzo de la Boutique du dos.



Fig. 15. - Ensemble de traitement dont l'un des modules délivre des courants antalgiques (doc. ETM).

Dans les deux cas, on obtient un courant dont l'amplitude des impulsions varie en permanence et dont la fréquence est inconstante puisque les intervalles qui séparent les impulsions sont inégaux. En outre, la vobulation des enveloppes permet d'accroître cette irrégularité de la fréquence. C'est un avantage si l'on sait qu'une habitude s'acquiert d'autant plus facilement que les stimuli qui l'engendrent sont répétés régulièrement. Ainsi cette double modulation intensité/fréquence, selon des paramètres totalement irréguliers, permet de retarder l'accoutumance.

Selon la fréquence des impulsions et des enveloppes, les courants VIF peuvent revêtir de très nombreuses formes. En outre, la possibilité d'ajouter une vobulation multiplie celles-ci et rend difficile leurs représentations graphiques. Ainsi, la faculté de choisir entre trois modalités d'émission leur confère un large spectre d'applications thérapeutiques.

Dans le domaine de la stimulation antalgique, par exemple, nous pouvons sélectionner une *action antalgique par inhibition* (fig. 12), selon les deux modalités, avec une intensité faible pouvant provoquer quelques secousses élémentaires dues aux irrégularités du courant, mais inférieure au seuil de tétanisation. Ce type de stimulation (50 à 100 Hz) est surtout actif sur le système inhibiteur segmentaire. On peut également obtenir une *action antalgique par libération d'endorphines*

(fig. 13), avec des impulsions de 100 Hz et une enveloppe de 1 à 10 Hz, et dont l'intensité est tout juste inférieure au seuil de la douleur. Ce sont les fréquences les plus basses qui provoquent la libération des endorphines.

Et la piezo-electricité ?

Nous terminerons ce panorama en mentionnant l'emploi de la piezo-électricité comme moyen d'effacer la sensation douloureuse et parfois de lever la contraction musculaire. Malgré la faible intensité des étincelles, provoquées par la contraction d'un quartz, les résultats obtenus méritent que l'on apporte une attention à ce procédé. Ainsi, au Centre hospitalier de Gonesse, consultation de rhumatologie, service de J. Glowinski, le docteur H. Robert obtient de bons résultats dans les douleurs du dos, notamment avec contractions musculaires.

Le Quartzo (fig. 14), commercialisé par la Boutique du dos, contient deux quartz dont la pression, déclenchée par une poignée, produit une série d'étincelles que l'on applique sur la peau en projection des zones douloureuses. Cette piezo-électricité émise à basse fréquence, polarisée, avec une énergie faible mais avec une forte tension, agit en perturbant la transmission du message douloureux depuis les récepteurs nociceptifs de la peau jusqu'à

la moelle épinière et l'hypothalamus : soit par inhibition (théorie du « gate control »), soit par libération d'endorphines et d'enképhalines. Enfin, dans les douleurs musculaires, en agissant au niveau des organes tendineux de Golgi, on peut mettre en jeu la « boucle gamma » qui permet de lever les contractures des fibres musculaires lisses.

Dans cette même gamme d'appareils, citons également le *Piezo Stimulator* commercialisé par les *Ets Amato*.

J. Trémolières

Adresses utiles

● *Norven*, Dept. Médical, Le Fresnoy-Camilly, 14480 Creully. Tél. : 31.80.36.52 – représente les Ets. *N.H. Eastwood*.

● *Agar Electronics*, 29, rue des Favorites, 75015 Paris.
Tél. : (1) 45.31.39.69.

● *Laboratoire d'électrothérapie appliquée*, 73-79 bd Richard Lenoir, 75011 Paris. Tél. : (1) 43.38.00.88.

● *Miltos Theodorakis*, 95 Nafpliou St. Athens, 10441, Grèce.

● *Hugo Sachs Elektronik KG*, D. 7806 March-Hugsstetten. P.O. Box 9 RFA.

● *Cardiacare Instruments*, 882 Eastern Av. Newbury Park. Ilford, Essex IG2 7HY, Grande-Bretagne.

● *The Tosho Co Ltd*, Sankei Building Bekkan, 7-2 Ohtemachi, I-Chome. Chiyoda-ku-Central P.O. Box 236 Tokyo, Japon.

● *Prothia*, 111, rue de Bagneux, 92120 Montrouge.
Tél. : (1) 46.57.42.97.

● *L'Electrotechnie Médicale*, 6 bis, rue Auguste Vitu, 75015 Paris.
Tél. : (1) 45.77.58.07.

● *La Boutique du Dos*, 20, rue de Maubeuge, 75009 Paris.
Tél. : (1) 42.80.43.28.

● *Ets Amato*, 55, av. de Verdun, 95530 La Frette-sur-Seine.
Tél. : (1) 43.78.77.66.

Bibliographie

[1] J. Siegfried – La neurostimulation électrique thérapeutique. Introduction, historique. XXVIII^e Congrès annuel de la Société de Neurochirurgie de langue française. Athènes 29-30 mai 1978. *Neurochirurgie* 1978, vol. 24, suppl. I, pp. 5-10.

[2] J. Trémolières – La neurostimulation dans le traitement de la douleur. *Electronique Applications*, déc. 81-janv. 82, n° 21, pp. 103-114.

[3] F. Boureau – J.C. Willer – La douleur, exploration, traitement par neurostimulation et électro-acupuncture. *Masson*, Paris 1982.

[4] J. Dumoulin – G. de Bisschop – Electrothérapie. *Maloine Edit.* Paris 1980.

[5] A. Pariente – Un nouvel appareil de neurostimulation pour le traitement de la douleur (Conférence Agar-Electronics). *Quotidien du Médecin* du 13 oct. 1986.

[6] P. Kanter – Stimulation transcutanée antalgique. *Tonus* 9, déc. 1986.

[7] V.M. Frampton et all. – *Physiotherapy* 1983, vol. 68, n° 3 pp. 77-81.

[8] J.M. Delegay – Electrologie. *EMC Kinésithérapie*, Paris 4, 4.10, 26145 A.10.

[9] G. de Bisschop – J. Dumoulin – Cl. Aaron – Electrothérapie appliquée en kinésithérapie, et rééducation en rhumatologie et médecine du sport. *Masson*, Paris, 1984.

[10] F. Crépon – Utilisation thérapeutique des courants à variation d'intensité et de fréquence pour limiter les phénomènes d'accoutumance. *Annales de Kinésithérapie*, 1985, t. 12, n° 3, pp. 87-89.

[11] J.M. Crielaard – A.M. Reuter – N. Vrindts – P. Franchimont – Acquisitions nouvelles en électrothérapie : le système endorphinique. *Cahiers de Kinésithérapie*, 1985, fasc. 112, n° 2, pp. 47-53.

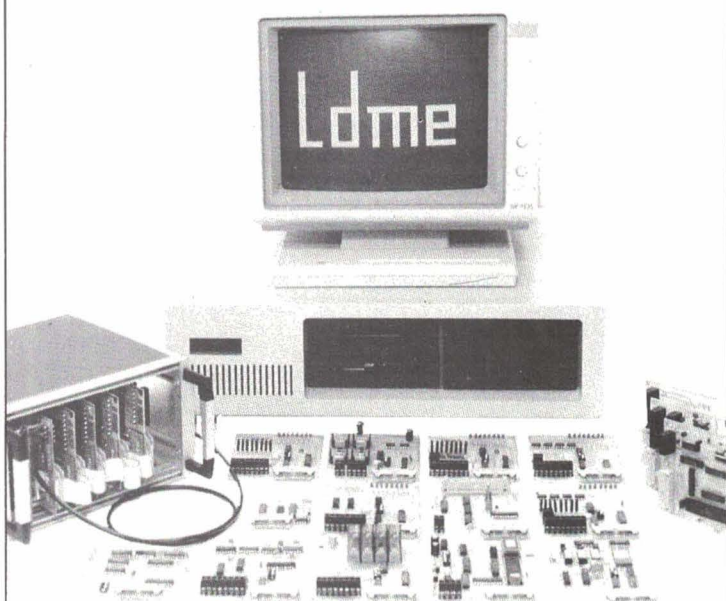
REPertoire DES ANNONCEURS

AGEMIP.....	93
BLANC-MECA.....	28
CAST-INSa.....	85
C.I.F.....	61
COGEXPORT.....	66
COOPER INDUSTRIES/ WELLER.....	2 ^e couv.
DATA-RD.....	7
DXE-DALIX.....	81
EDITIONS WEKA.....	83-84
ELECTRO-CONCEPT.....	50
EREL.....	22
FELDMÜHLE.....	8-9-68-69
FRANCLAIR.....	93
GOULD.....	4 ^e couv.
ISKRA.....	50-93
KARL LEISTER-SAPELMECA...	86
MCB-SIC SAFCO.....	3
MECANORMA.....	91
MOESA-JBC.....	4
MONTLAUR.....	86
NKTEL.....	86
OJD.....	34
PANDUIT.....	40
SAFT.....	67
SCHROFF.....	77
SICERONT-KF.....	95
SIDENA.....	22
SITEF.....	62
WEEQ.....	49
WILLIAMSON.....	95
ZMC.....	79

Liaison
Directe
Micro-
ordinateur
Equipements

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

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



SES DOMAINES D'APPLICATION ?

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

SIDENA : 117, rue de la Croix Nivert 75015 PARIS

Tél. 45.33.59.82



11 bis, rue Chaligny
75012 PARIS

☎ (1) 43.43.31.65 +
TELEX 215502 COMELEB

COMPTOIR DE VENTE
DU LUNDI AU SAMEDI
9 H A 18 H
SANS INTERRUPTION

Sauf lundi et samedi entre 12 h et 13 h

DISTRIBUTEUR OFFICIEL
SIEMENS

Composants **ACTIFS - PASSIFS - OPTO**

OMRON

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

LUMBERG

Fiches - connectique - Borniers

T.H.

Poussoirs - Claviers lumineux

SECME

Interrupteurs DJETECO - COSMOS

JBC

Fers à souder - Stations

JELT

Vernis - Solvants en bombe

PANTEC

Appareils de mesure

CIF

Matériel pour circuits imprimés

ESM

Coffrets - Racks - Faces avant

Nous pouvons vous servir en :

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

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

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



Applications

Une télécommande par voie ultrasonore

Une étude publiée dans les numéros 53 et 54 de notre revue a posé les bases de la technologie des transducteurs ultrasonores et a passé en revue les phénomènes de résonance, de propagation et d'interférence dont ces transducteurs sont le siège.

L'article qu'on va lire se veut un prolongement, à vocation plus « pratique » de l'étude citée ; il décrit une application de type télécommande monocanal que l'on pourra adapter à de nombreux usages.

But recherché

Si nous n'imposons tout d'abord aucune contrainte particulière de portée, ou de reconnaissance, par le récepteur, du signal émis, nous pouvons partir du montage simple donné par le synoptique de la figure 1. Le poste émetteur y est constitué d'un oscillateur 40 kHz, validé ou non par impulsion maintenue sur un poussoir. A la réception, il s'agit simplement de détecter la présence de signal : un comparateur passe à l'état haut dès que l'amplitude reçue dépasse un seuil fixe.

Il se pose bien entendu le problème de la possibilité de déclenchements intempestifs : la forte sensibilité en fréquence des transducteurs utilisés rend possible l'influence de bruits parasites. On peut alors augmenter la tension de seuil du comparateur.

Mais un tel choix est effectué au détriment de la sensibilité, et limite donc la portée de l'ensemble. Compte tenu de sa grande simplicité, ce montage sera néanmoins rencontré dans la plupart des commandes ultrasonores de jouets.

Critères de sécurité

Cependant, de nombreuses applications (exemple : ouverture à distance de porte de garage) nécessitent une reconnaissance plus ou moins sophistiquée du signal capté par le récepteur.

La méthode la plus simple consiste à utiliser un signal émis sous forme de trains d'impulsions, modulant le 40 kHz, et à effectuer, à la réception, un tri ne prenant en compte une impulsion que si sa durée T_1 est comprise entre deux limi-

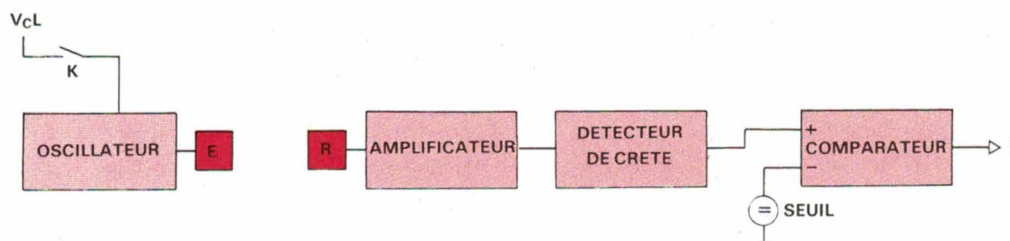


Fig. 1

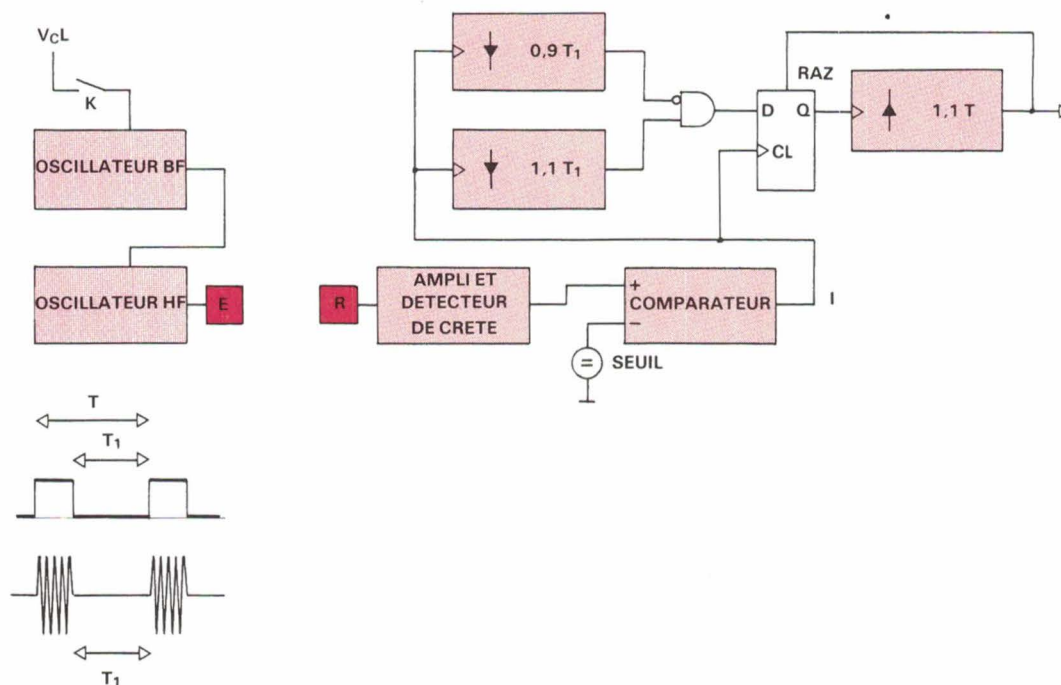


Fig. 2

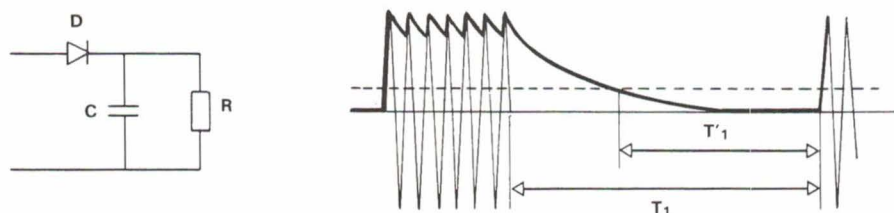


Fig. 3

tes voisines, fixées par le concepteur, en fonction de la sélectivité qu'il impose au montage. La **figure 2** donne le synoptique d'une telle détection.

Nous pouvons remarquer que, cette fois, le seuil du comparateur peut être fixé beaucoup plus bas que dans le cas précédent, puisque l'immunité aux parasites est censée être assurée par la méthode de tri, d'où une plus grande portée.

Le tri d'impulsions en largeur est un des procédés classiques en électronique. Nous le présentons en quelques mots : chaque monostable déclenche ici sur un front descendant du signal issu du comparateur, qui reconstitue l'enveloppe du signal émetteur. On constate que l'entrée D de la bascule D « flip-flop » n'est à l'état haut qu'entre les instants $0,9 T_1$ et $1,1 T_1$ après le déclen-

chement des monostables. Aussi n'enregistre-t-on en sortie un état haut que si le front montant du signal, appliqué sur l'entrée d'horloge de la bascule, se produit entre ces deux instants. Lorsque c'est le cas, on déclenche alors un troisième monostable, qui active la sortie et provoque la RAZ de la bascule. Ce monostable est du type « redéclenchable » (« retriggerable one shot »), et sa durée est prise légèrement supérieure à la période de modulation : il reste alors à l'état haut tant qu'arrivent des impulsions de bonne durée. Les deux monostables de tri sont également de ce type pour éviter qu'ils ne se laissent « abuser » par des signaux de fréquence plus élevée.

On a pris ici une marge d'erreur de 20 % sur la durée de l'impulsion triée. Cette marge peut bien sûr être

réduite à volonté, mais il faut néanmoins tenir compte de la difficulté des réglages, d'une possible dérive de l'oscillateur BF émetteur, et du fait qu'un détecteur de crête est loin d'être un circuit parfait : très bon comportement lors d'une croissance du signal émis, mais médiocre lors de sa diminution, puisque la tension de sortie tend vers la nouvelle valeur avec la constante de temps RC (**fig. 3**). On a donc T'_1 différent de T_1 . L'écart est cependant d'autant plus faible que la période T du signal de modulation est grande devant celle du signal modulé. Mais cet écart dépendant de l'amplitude du signal reçu, donc de la distance E-R, on comprend que la marge d'erreur ne puisse être choisie trop faible si cette distance est amenée à varier dans de grandes proportions. Inconvenient que nous chercherons à réduire.

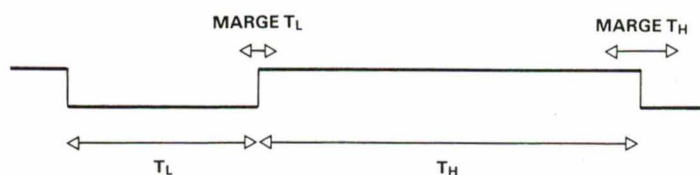
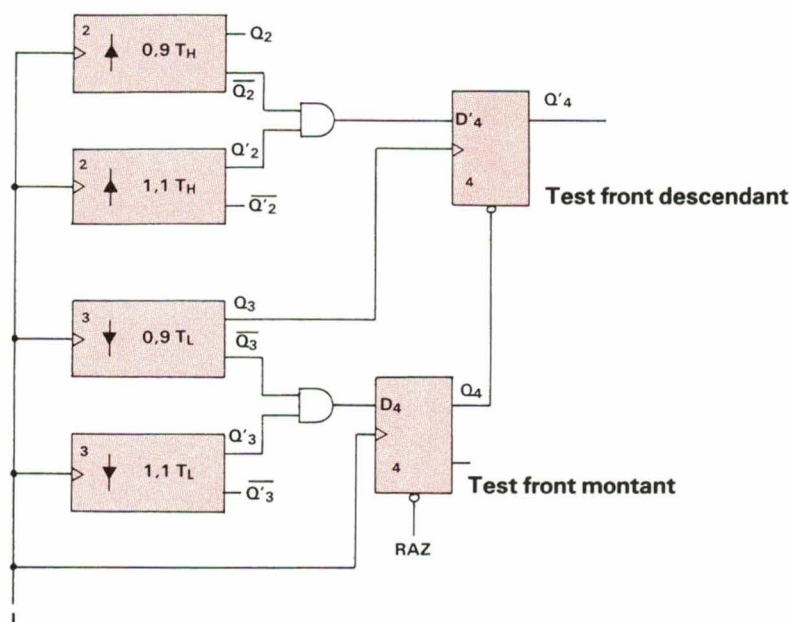


Fig. 4

Première approche

Confiants dans la méthode, nous réalisons donc ce montage. Pour économiser les piles de l'émetteur, le poussoir de validation commande directement l'alimentation de celui-ci. L'ensemble fonctionne parfaitement. Nous modifions alors la durée T_1 de l'émetteur, de façon à sortir de la fourchette de tri des monostables du récepteur. En régime permanent la sortie de celui-ci n'est plus activée, ce qui est rassurant. Mais chaque pression ou dépression sur le poussoir émetteur déclenche au moins une fois le monostable de sortie. Nous sommes alors victimes du régime transitoire des oscillateurs au moment de leur mise sous et/ou hors tension. Régime transitoire qui provoque une variation continue de la durée T_1 jusqu'à stabilisation. Il faut donc affiner la méthode de tri.

Choix définitif

La solution retenue consiste à effectuer un double test sur l'enveloppe du signal reçu : durée du niveau bas T_L et du niveau haut T_H , ce qui impose l'emploi de deux paires de monostables (fig. 4). Selon leur câblage, ceux-ci peuvent déclencher soit sur front montant, soit sur front descendant. En revanche, les

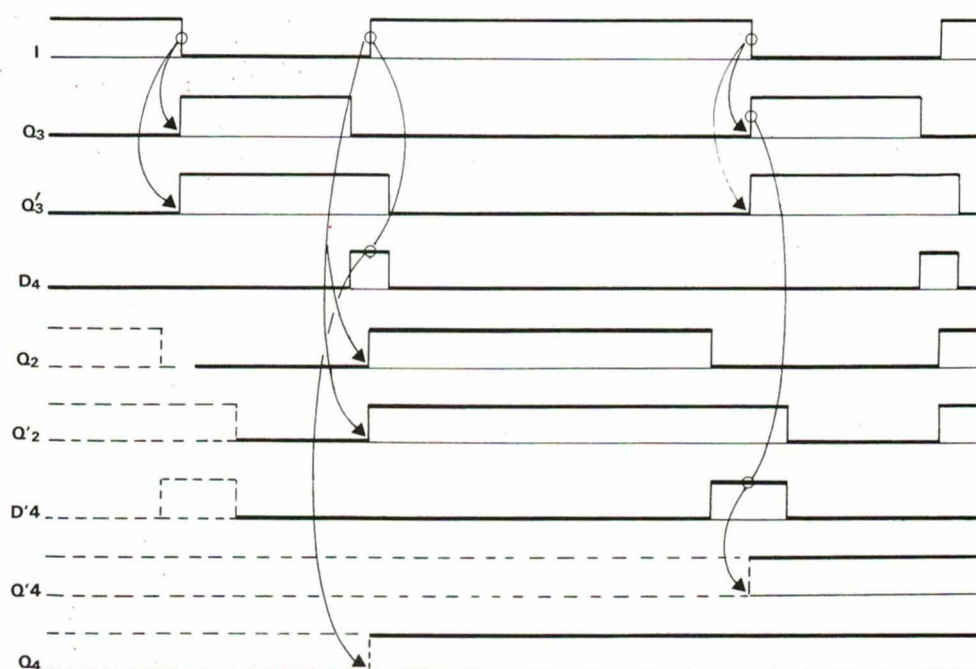


Fig. 5

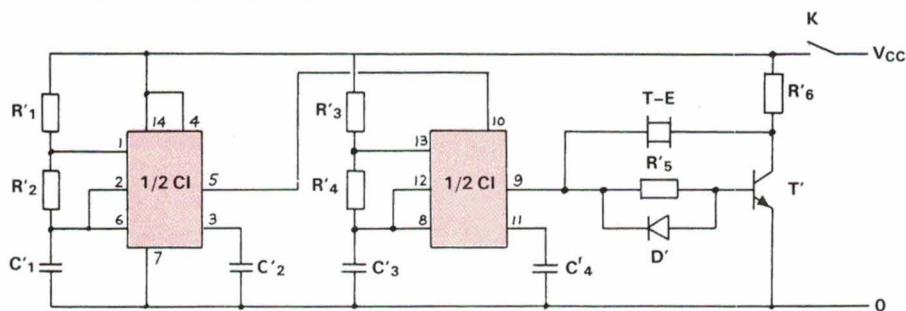


Fig. 6

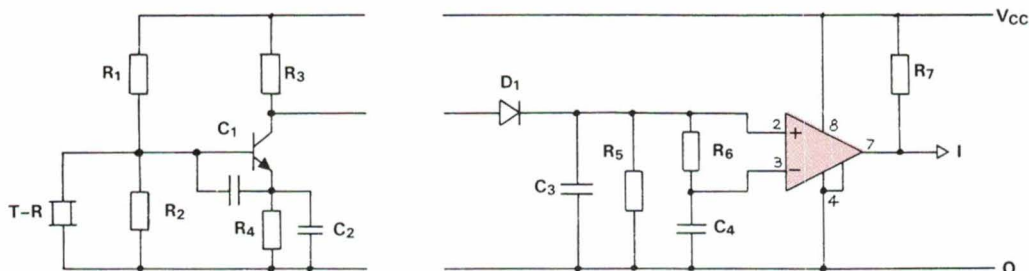


Fig. 7 (à gauche) et 8 (à droite)

basculés D « flip-flop » n'enregistrent que sur front montant. Pour éviter l'emploi d'un inverseur sur le signal I, on prélève le signal d'horloge de la bascule effectuant le test « front descendant » sur la sortie Q₃ d'un monostable déclenchant sur ce front.

La figure 5 donne un chronogramme des différents états : lors du front descendant de I, il y a activation des deux monostables Q₃ et Q₃'. Au moment du front montant de I, il y a passage de Q₄ à l'état haut si ce front montant est bien compris dans la fourchette prévue pour T_L. Sinon, Q₄ repasse à l'état bas, ce qui provoque la RAZ de la sortie Q₄ du montage (au moins jusqu'à la période suivante), et rend inactif le test « front descendant ». Il y a également activation des monostables Q₂ et Q₂'.

Lors du front descendant de I, la sortie Q₄ passe à l'état haut si ce front se produit bien dans la fourchette définie pour T_H... et si le test « front montant » s'est bien révélé positif.

L'émetteur

Deux multivibrateurs 555 (intégrés dans un circuit MC3456) sont utilisés dans l'émetteur (fig. 6). Le

premier génère un signal rectangulaire « BF », caractérisé par T_L et T_H, et qui permet la modulation en tout ou rien (action sur la RAZ) du deuxième multivibrateur. Ce dernier, lorsqu'il est validé, génère des signaux rectangulaires, de fréquence 40 kHz, et de rapport cyclique voisin de 0,5. L'alimentation du transducteur émetteur s'effectue par un signal alternatif d'amplitude V_{cc}. On constatera à l'oscilloscope que les signaux sont fortement dégradés par la résonance de la pastille piézo-électrique.

Les valeurs de R₁ et R₂ sont données ici à titre indicatif, puisqu'il est souhaitable de personnaliser les durées T_H et T_L de chaque montage. On a :

$$T_H = 0,7 (R'_1 + R'_2) C'_1,$$

$$\text{et}$$

$$T_L = 0,7 R'_2 C'_1$$

Pour faciliter la démodulation, il faut que ces durées soient grandes devant la période de l'oscillateur 40 kHz, soit : T_L, T_H ≥ 25 microsecondes. On prend donc des durées supérieures à la milliseconde. Les résistances R₁ et R₂ sont en fait constituées chacune par la mise en série d'une résistance fixe et d'une ajustable permettant un réglage fin (de 10 à 20 % de la valeur totale).

Le récepteur

Dans la partie « amplification » (fig. 7), l'amplification est fixe et de valeur maximale. L'ensemble D₁, C₃, R₅ de la figure 8 joue le rôle de détecteur de crête, tandis que R₆ et C₄ forment un circuit de très forte constante de temps devant T_H et T_L. On recueille donc aux bornes de R₆ une tension différentielle égale à la composante alternative de la tension aux bornes de C₃ (fig. 9), après un régime transitoire de l'ordre du dixième de seconde. La disposition prise ici pour R₆ et C₄ permet l'utilisation d'un comparateur alimenté en monotension. Notons que l'erreur introduite par la constante de temps R₅C₃ sera d'autant plus faible que T_H est grand devant T_L. L'état du comparateur en absence de signal est a priori indéterminé, puisqu'on a alors une tension nulle aux bornes de R₆. Il est en fait fixé par l'offset du circuit et/ou l'importance des fuites de C₄. Toute cette partie nécessite une implantation soignée.

La figure 10 indique le schéma retenu pour la logique de tri d'impulsions. Les fonctions ET sont réalisées avec des diodes afin d'éviter un circuit supplémentaire, et de faciliter le dessin du circuit imprimé. Là encore, les valeurs des résistances R₈ et R₁₁ sont données à titre indicatif,

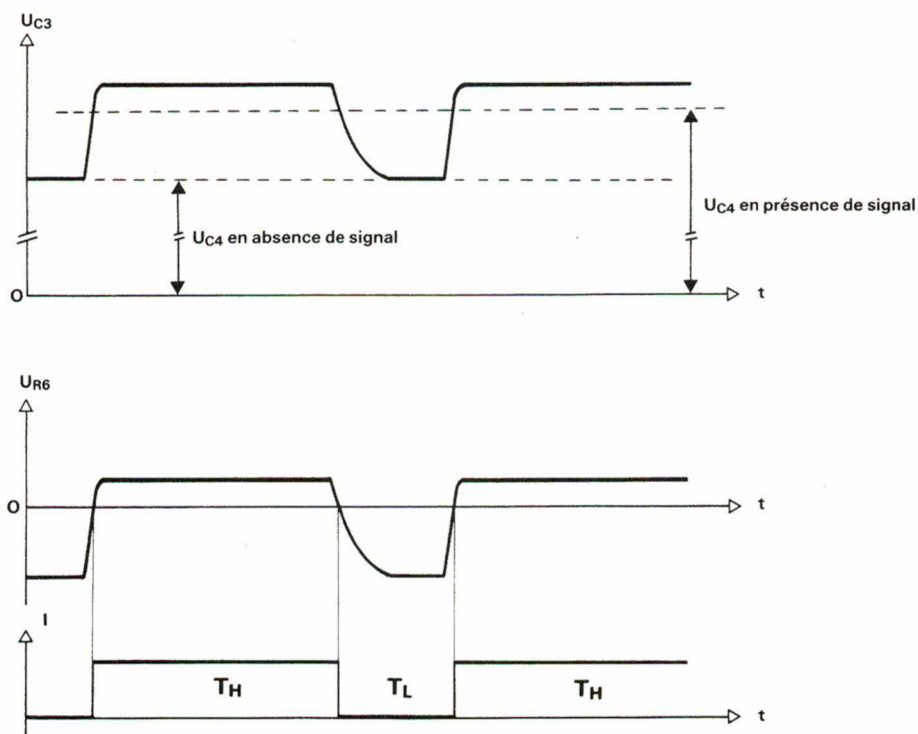


Fig. 9

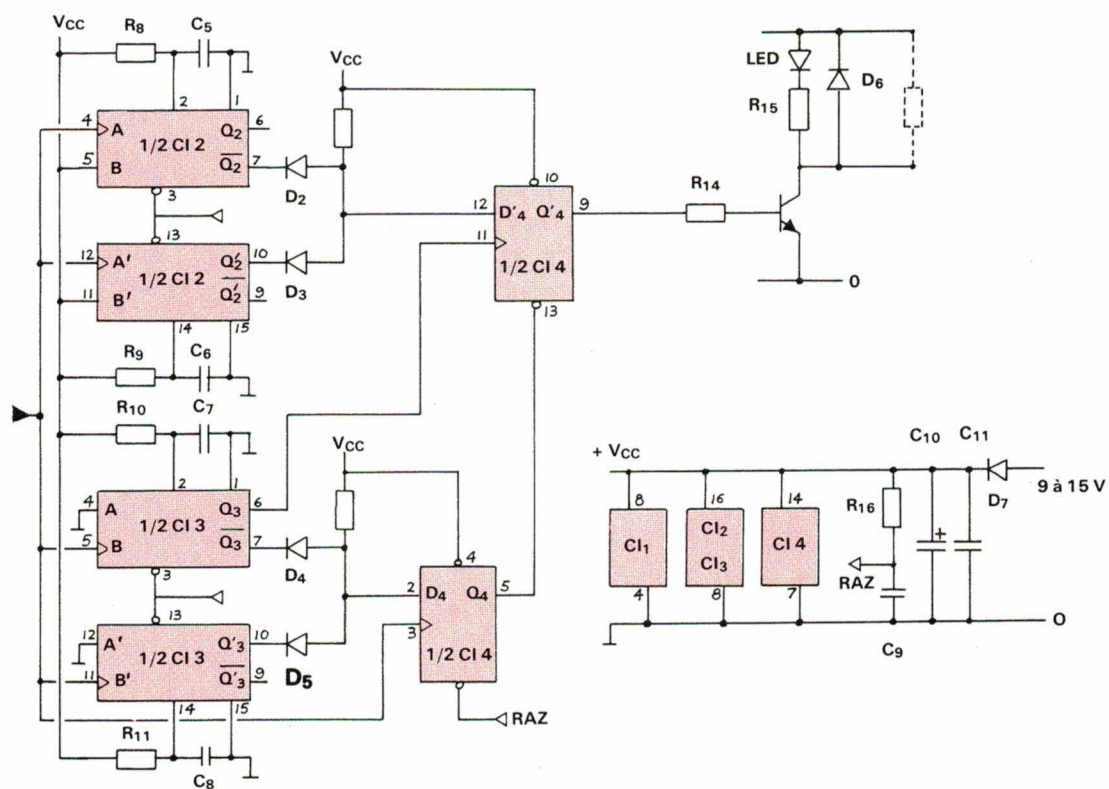


Fig. 10

et devront être personnalisées. La durée de chaque monostable est donnée par : $T = RC$.

Un transistor, commandé par Q_4 , permet enfin d'alimenter un contacteur, tant qu'arrivent des impulsions du calibre voulu. Dès qu'on cesse d'alimenter l'émetteur, le(s) dernier(s) train(s) d'impulsions émis n'ont plus les caractéristiques requises... et Q_4 repasse à l'état bas : il est bien que le régime transitoire de l'émetteur ne serve pas qu'à nous causer des soucis !

Le montage est alimenté entre 9 et 15 V, avec diode de protection, condensateurs de découplage carte, et signal de RAZ à la mise sous tension.

Mise au point

Un oscilloscope est quasiment indispensable, surtout si on souhaite personnaliser le montage. Si l'on dispose de plus d'un générateur à rapport cyclique variable, on aura tout intérêt à commencer par monter la partie « tri d'impulsion » de la figure 10. On simule le signal reçu en

I à l'aide du GBF, en agissant simultanément sur les réglages de fréquence et de rapport cyclique, pour lui conférer les caractéristiques désirées (ne pas oublier de lui donner une composante continue pour qu'il varie entre 0 et V_{CC}).

On peut alors constater que créer de cette façon un signal de caractéristiques T_H et T_L données (même à 20 % près), n'est pas du tout évident. Tous les efforts déployés, avant de voir enfin s'allumer la LED de sortie, sont autant de garanties contre tout déclenchement intempestif du système. La sensibilité est véritablement étonnante. L'expérience mérite d'être faite, et peut donner lieu à l'organisation de véritables concours de réglages...

L'idéal est bien entendu de visualiser tous les signaux donnés en figure 5, dans les cas où T_L et T_H satisfont ou non les fourchettes du récepteur.

Conclusion

Nous n'avons pas précisé la portée à attendre d'un tel montage : quelques dizaines de centimètres,

quelques mètres ? Nous avons été à ce sujet heureusement surpris en réalisant la maquette décrite ici... mais tout dépend des exigences de chacun !

B. Gréhant

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

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

Fig. 6 : émetteur : $R_1 = 150 \text{ k}\Omega$ + pot $22 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 120 \text{ k}\Omega$ + pot $22 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 15 \text{ k}\Omega$ + pot $4,7 \text{ k}\Omega/5$ tours, $R_5 = 27 \text{ k}\Omega$, $R_6 = 4,7 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 100 \text{ nF}$, $C_2 = 10 \text{ nF}$, $C_3 = 1 \text{ nF}$, $C_4 = 10 \text{ nF}$, $D' = 1N4148$, $T' = BC548$.

Fig. 7, 8, 10 : récepteur : $R_1 = 18 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 5,6 \text{ k}\Omega$ en parallèle sur TR , $R_3 = R_7 = 4,7 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 2,2 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 1 \text{ M}\Omega$, $R_6 = 2,7 \text{ M}\Omega$, $C_1 = 47 \text{ pF}$, $C_2 = 3,3 \mu\text{F}$, $C_3 = 10 \text{ nF}$, $C_4 = 100 \text{ nF}$, $T_1 = BC548$, $D_1 = 1N4148$, $CI_1 = LM 111$.

$R_8 = R_{10} = 100 \text{ k}\Omega$, $R_9 = R_{11} = 120 \text{ à } 150 \text{ k}\Omega$, $R_{12} = R_{13} = 8,2 \text{ k}\Omega$, $R_{14} = 27 \text{ k}\Omega$, $R_{15} = 470 \Omega$, $R_{16} = 4,7 \text{ k}\Omega$, $C_5 = C_6 = 150 \text{ nF}$, $C_7 = C_8 = 68 \text{ nF}$, $C_9 = 22 \text{ nF}$, $C_{10} = 15 \mu\text{F}$, $C_{11} = 10 \text{ nF}$, D_2 à $D_5 = 1N4148$, D_6 à $D_7 = 1N4004$, $T = BC548$, $CI_2 = CI_3 = MC14538$, $CI_4 = 74C74$.

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 :

- FREQUENCEMETRES-COMPTEURS
- GENERATEURS DE FONCTIONS
- ANALYSEURS LOGIQUES
- ALIMENTATIONS STABILISEES
- ALIMENTATIONS ININTERRUPTIBLES

- CONTROLEURS TRANSISTORS EN CIRCUIT
- TRANSISTORMETRES
- CAPACIMETRES
- GENERATEURS D'IMPULSIONS



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

Recherche
Technico-commerciaux.
Ecrire



Etude

Mise en œuvre des C.A.N. à haute vitesse : pièges d'interfaçage et d'implantation

Comprendre les principes fondamentaux d'implantation d'un convertisseur analogique numérique (C.A.N.) précis et haute vitesse est aussi important et quelquefois aussi difficile que de savoir comment l'interfacer. La plupart des notes techniques traitent des principes d'implantation ou d'interfaçage, mais, très souvent, les raisons qui sont derrière ces principes ne sont pas présentées. Le résultat est que les procédures d'implantation correctes ne sont pas souvent suivies et que le matériel est jugé comme ne correspondant pas à ses spécifications.

L'article ci-après souligne quelques principes d'implantation destinés à éviter les pièges d'interfaçage et d'implantation des C.A.N. qui pourraient coûter du temps et de l'argent. Les deux architectures présentées comprennent les C.A.N. à approximations successives et les C.A.N. en deux passes ou à sous-échelle.

Mise à la masse

L'obtention d'un système de conversion précis commence par une bonne implantation des masses. La configuration des masses du système dépend de la taille du système total, des différentes puissances et des emplacements des courants de masse analogiques et digitaux, et du fait que les masses analogique et digitale du convertisseur sont connectées ensemble de manière interne ou pas.

Pour beaucoup d'applications, les meilleures performances sont obtenues

quand les masses analogique et digitale sont réalisées en deux plans séparés, reliés en un seul point au niveau du convertisseur ou de l'échantillonneur-bloqueur (fig. 1), et reviennent séparément aux sources de courant analogique et digitale. Quand les masses analogique et digitale sont reliées au niveau des alimentations, des problèmes surviennent ; un courant de masse digital bruité monte et perturbe la masse analogique.

En plus de ce bruit créé, les amplitudes de ces tensions, multipliées par l'impédance de la masse, peuvent atteindre l'ordre du millivolt,

dégradant la précision du C.A.N. Quand les contraintes du système impliquent l'usage d'un retour commun aux alimentations pour les deux masses analogique et digitale, le convertisseur doit être installé au plus près des alimentations. De plus, pour diminuer les problèmes d'impédance cités, une connexion aussi large que possible doit être utilisée entre le convertisseur et les alimentations.

Le point jusqu'au-delà duquel la précision est affectée par ces sources de bruit est montré dans l'exemple suivant : pour un convertisseur

12 bits avec une entrée pleine échelle, sur une plage de 10 V, le 1/2 LSB (bit le moins significatif) est équivalent à 1,22 mV ; donc, si une différence de 7 mV existe dans la masse à travers le système, on obtiendra une erreur de plusieurs LSB.

Des boucles de masse existent quand les masses analogique et digitale sont reliées en plusieurs endroits. Par exemple, une boucle de masse peut apparaître si les masses analogique et digitale sont connectées à l'intérieur du convertisseur et sont aussi reliées par l'utilisateur au niveau des alimentations (fig. 1). Des courants de masse digitaux bruités peuvent alors altérer la masse analogique.

Les applications qui utilisent plus d'un convertisseur peuvent aboutir à une situation inattendue, en ayant plus d'un emplacement où les masses analogique et digitale arrivent ensemble. Dans ce cas, l'impédance entre les convertisseurs sera diminuée en utilisant un grand plan-masse.

Pour des petits systèmes, des chemins de retour (bus) différents pour la masse analogique et la masse digitale peuvent être utilisés pour revenir du plan-masse vers les alimentations analogique et digitale séparées. Un gros système, en revanche, peut avoir d'autres circuits qui créent des forts courants digitaux et génèrent du bruit. Les convertisseurs doivent alors être placés loin de ces sources de bruit, pour éviter que le bruit ne soit introduit dans le plan-masse du convertisseur. Quand les alimentations sont éloignées du plan de masse, il est nécessaire de ne pas perturber celui-ci avec les retours de masse des autres circuits du système n'ayant rien à voir avec la chaîne d'acquisition ; il sera donc préférable de relier la masse de circuits extérieurs au plus près de l'alimentation digitale. Si cela ne permet pas d'obtenir les performances souhaitées, il est nécessaire d'avoir un retour analogique séparé pour le convertisseur. Ceci peut être réalisé en utilisant des alimentations locales isolées (fig. 2).

Capacités de découplage

Des capacités de découplage sur les alimentations sont nécessaires pour éviter que des oscillations et

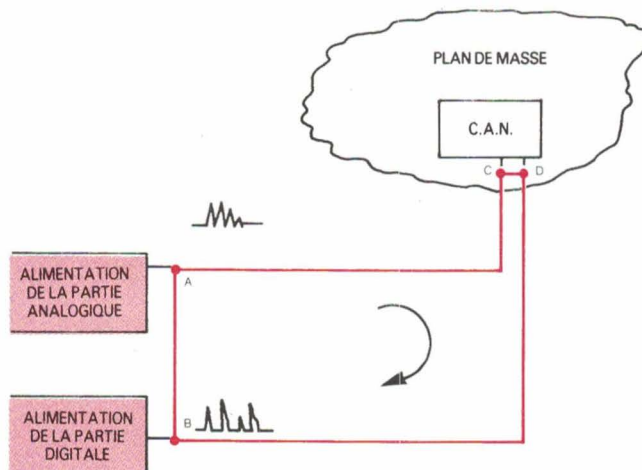


Fig. 1. - Le schéma de masse idéal relie les masses analogique et digitale au plan-masse sous le convertisseur (pts C & D) et non pas à l'alimentation (pts A & B) et gère des masses indépendantes vers les deux alimentations (A-C & B-D). Un schéma de masse non-idéal relie les masses A & B à un seul retour de masse (A-C) vers le convertisseur, contaminant ainsi le retour de masse analogique. La boucle de masse classique (en rouge) combine A & B, exécute deux retours vers C et D, et combine aussi C et D.

des parasites ne perturbent les performances du convertisseur. Des pointes de bruits provenant de la commutation digitale, ou de l'usage d'alimentations à découpage, peuvent créer des problèmes. La réjection aux alimentations des convertisseurs apparaît excellente à première vue. Par exemple, la spécification de réjection de l'ADC-500 (12 bits, 500 ns hybride de DATEL) donne une variation de 0,01 % en pleine échelle (FSR) pour chaque % de variation de la tension d'alimentation (0,01 % FSR/% V. alim). Les alimentations linéaires spécifiées pour les convertisseurs conservent un

pourcentage de variation inférieur à 0,1 % pour des variations de charge. Ainsi, l'effet induit par une variation maximale permise dans l'alimentation devrait être inférieur à 1/10^e de LSB pour l'ADC-500. Ces spécifications sont à tension continue, et supposent une alimentation non bruitée. Un coup d'œil à la réjection d'alimentation par rapport à la fréquence de certains amplificateurs montre les faits réels. Une réjection de 100 dB à tension continue nominale (16 bits de précision) se dégrade rapidement à - 40 dB (6 bits de précision) à une fréquence de 10 kHz.

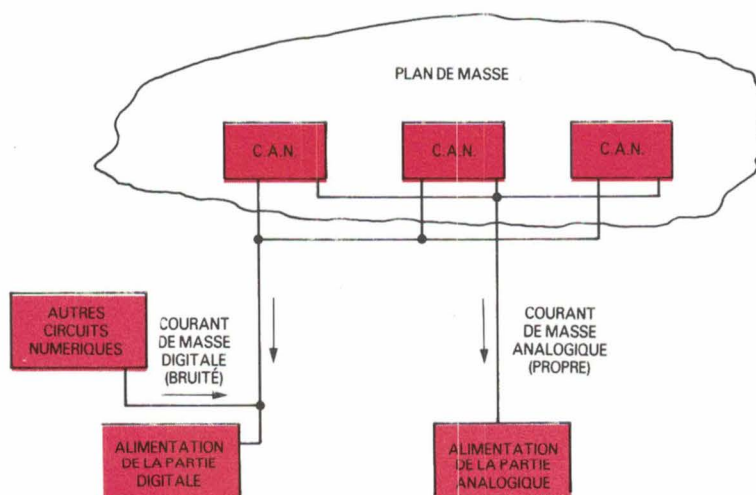


Fig. 2. - L'impédance dans les convertisseurs peut être diminuée en utilisant un grand plan-masse. Une alimentation analogique isolée locale peut être nécessaire pour atténuer les bruits.

pour accomplir les fonctions internes et tenir les spécifications de précision. A l'intérieur, quand le registre d'approximations successives met un bit du DAC à « 1 », il est alloué au DAC un certain laps de temps pour préparer l'entrée du comparateur. A la réception du signal d'horloge, le comparateur décide quel est le niveau logique équivalent à positionner pour le bit A-N. Il arrive souvent que l'on parle des erreurs de transfert A-N (qui sont le résultat d'un état du DAC non complètement établi avant que le comparateur ne prenne sa décision), comme d'erreurs de linéarité dynamique. Ceci est dû principalement à deux erreurs d'implantation dont les détails sont exposés ci-après.

Beaucoup de convertisseurs à approximations successives n'ont pas de registre de sortie pour les données en sortie parallèle. Il faut donc prévoir ces registres de sortie à l'extérieur du convertisseur. Les sorties non « bufferisées » du SAR sont aussi les entrées digitales du DAC interne. Quand un bit du convertisseur est mis à 1, il y a un temps de montée exponentiel pendant que le bit va vers le niveau logique haut (fig. 7). Une capacité parasite, créée par des fils assez longs vers les registres

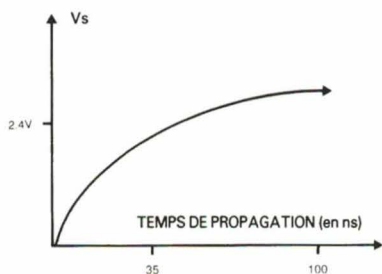


Fig. 7. - La capacité parasite augmente le temps de montée pour un niveau logique digital haut.

de sortie, peut empêcher le DAC de fonctionner aussi vite que nécessaire.

Quand il recevra le signal de l'horloge, le comparateur prendra sa décision, que le DAC ait atteint ou non la précision nécessaire. Donc, la distance entre les données de sortie parallèle et les registres de sortie doit être inférieure à 25 mm pour éviter des erreurs de linéarité dynamique (fig. 8).

L'entrée du comparateur d'un C.A.N. à approximations successives est normalement reliée à une broche externe, ceci permettant le décalage pour les mesures pleine échelle bipolaires et l'ajustement des erreurs de décalage initiales par l'utilisation d'un potentiomètre externe. Ce potentiomètre doit être implanté au plus près du C.A.N. pour éviter qu'une capacité parasite ne se crée sur l'entrée du comparateur, ainsi que sur la sortie du DAC interne. En effet, cette capacité parasite peut interdire au DAC d'atteindre sa pleine valeur dans le laps de temps imparti et ainsi provoquer des erreurs de linéarité.

Il est à noter que la plupart des C.A.N. ont leurs broches d'entrée du comparateur et de décalage bipolaires placées à côté l'une de l'autre, de manière que cette connexion soit très courte. De même, certains C.A.N. fonctionnent dans une configuration soit unipolaire, soit bipolaire, ce qui, d'une manière implicite, empêche que des capacités additionnelles ne soient ajoutées par l'utilisateur.

Les architectures en deux passes n'ont pas ces défauts de linéarité dynamique.

Robert E. Leonard
DATEL - USA

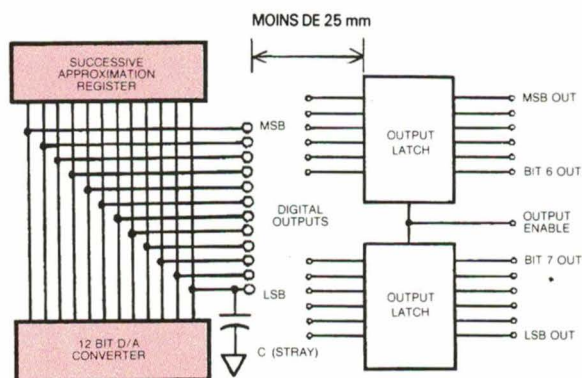


Fig. 8. - Les sorties parallèles des convertisseurs à approximations successives sont les entrées des DAC internes. Les chemins de ces signaux doivent avoir une longueur inférieure à 25 mm.

CALENDRIER DES MANIFESTATIONS

8-12 septembre

Salon international de l'électronique et de l'électrotechnique. - Bâle (Suisse).

Renseignements :
INELTEC, 87, Postfach, CH-4021 Basel.

15-18 septembre

« INSA 1987 ». - Villeurbanne.

Renseignements :
CAST, tél. : 78.93.24.45.

15-20 septembre

SICOB « spécial micro ». - Paris (CNIT, La Défense).

Renseignements :
(1) 42.61.52.42.

21-25 septembre

« JICABLE 87 ». - Versailles. Seconde conférence internationale sur les câbles d'énergie à isolant synthétique.

Renseignements :
(1) 45.05.71.69.

22-24 septembre

« Expo-Robot 87 ». - Paris (Parc des Expositions, Le Bourget).

Renseignements :
BIRP, tél. : (1) 47.42.20.21.

22-25 septembre

« OEM Informatique ». - Paris (Palais des Congrès).

Renseignements :
BIRP, tél. : (1) 47.42.20.21.

5-9 octobre

« Forum Mesure ». - Paris (Parc des Expositions, Villepinte).

Renseignements :
SIM, B.P. 748, Evry Village, 91001 Evry Cedex.

16-20 novembre

« Componique », Salon des composants électroniques. - Paris (Parc des Expositions, Villepinte).

Renseignements :
SDSA, tél. : (1) 45.05.13.17.

24-27 novembre

Exposition de physique. - Paris (Parc des Expositions, Porte de Versailles).

Renseignements :
SFP, tél. : (1) 47.66.03.44.

24-27 novembre

« Milipol 87 ». - Paris (Parc des Expositions, Le Bourget). IV^e Salon international des équipements de police, de sécurité civile et militaire.

Renseignements :
Comité Milipol,
tél. : (1) 45.26.08.34.

qui vous prouve que **ELECTRONIQUE** APPLICATIONS est diffusé à 23521 exemplaires* ?



C'est lui: le sigle de l'Office de Justification de la Diffusion des supports de publicité, qui depuis 60 ans, fait partie intégrante de la Presse. Le symbole de vérité et de transparence apposé chaque année sur plus de 5 milliards d'exemplaires. Le contrôle de l'O.J.D., effectué sur preuves comptables, certifie la diffusion réelle de la publication où figure son logo. C'est pourquoi seul l'O.J.D. peut donner à ÉLECTRONIQUE APPLICATIONS, comme à des centaines de publications, le moyen de justifier ses tarifs auprès des annonceurs et des agences de publicité responsables.

O.J.D. TOUS COMPTES FAITS

*Dont 20058 exemplaires en France. O.J.D. 1986.



Energie

Applications des hyperfréquences dans l'industrie

– 2^e partie –

Dans la première partie de cette étude (*Electronique Applications* n° 54), l'auteur a commencé de tracer le panorama des applications industrielles des sources hyperfréquences. Après les rappels de base sur la physique des micro-ondes, ont été étudiés les divers composants nécessaires à leur génération : triodes, klystrons, magnétrons.

Il sera question ici des « applicateurs » : guides d'ondes ou cavités, chargés de transmettre l'énergie H.F. vers les produits à traiter. Une vue d'ensemble des différents domaines industriels justiciables des hyperfréquences est également donnée en fin d'article.

Les applicateurs

A l'extrémité de l'appareillage se trouve le dernier élément dont le rôle est également important : l'applicateur. C'est le dispositif qui correspond à l'enceinte de traitement thermique, au four. Il doit être adapté au produit, au traitement à réaliser, compte tenu des fluides éventuellement nécessaires à ce traitement. En fait, les applications sont soit des guides d'ondes (rayonnants ou fendus), soit le plus souvent des cavités.

La détermination des dimensions géométriques de l'applicateur est le problème le plus important à résoudre lorsque l'on envisage une appli-

cation précise. C'est la raison pour laquelle on rencontre dans la pratique différentes formes et différents types d'applicateurs. Sans être exhaustif, voici quelques modèles et leurs applications.

- **Le tunnel**, muni d'un sas d'entrée et d'un sas de sortie étanches aux micro-ondes, contient une batterie de magnétrons (fig. 12), placés sous une bande transporteuse. Celle-ci permet le défilement des produits à traiter. Ce procédé est utilisé pour la décongélation de grosses masses et la cuisson au défilé de produits alimentaires. On l'utilise également dans l'industrie, notamment dans la vulcanisation des profilés de caoutchouc.

Pendant la montée en température du profilé, celui-ci passe par un état plastique ; il est nécessaire que ce passage soit le plus bref possible pour garantir une bonne stabilité dimensionnelle entre l'article extrudé et l'article vulcanisé ; cette exigence est satisfaite par les micro-ondes grâce à un échauffement immédiat du profilé, dont toute déformation est supprimée (on évite ainsi la pose de supports dans le cas de profilés complexes).

- **Dans le modèle à guide fendu**, c'est le guide d'onde lui-même qui sert d'enceinte. La figure 13 montre la configuration du champ électrique dans un guide d'onde à section rectangulaire (en mode TE₁₀), mon-

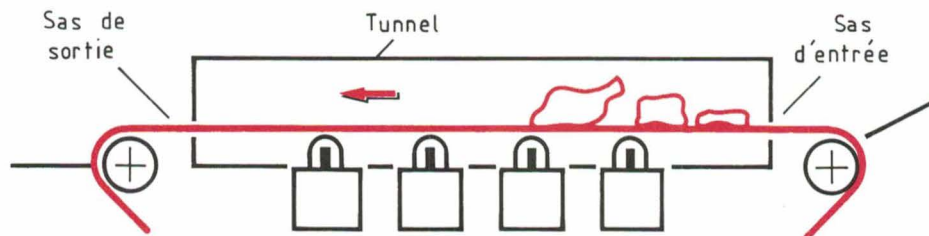


Fig. 12. - Four tunnel.

trant notamment la composante maximale du champ électrique dans le plan médian. Comme aucune ligne ne traverse ce plan, il est possible de pratiquer deux fentes étroites à l'intersection des grandes faces du guide sans perturber la propagation de l'onde. Si, à travers ces fentes, on fait passer un matériau en feuille, celui-ci absorbera le maximum d'énergie.

Afin d'améliorer le rendement d'un tel dispositif, on peut augmenter le champ électrique à l'intérieur du guide d'onde au moyen d'un artifice. En effet, le champ électrique E est lié à la puissance transportée P et à l'impédance du guide Z par la relation :

$$E = \sqrt{P \cdot Z} \quad (14)$$

Il faut donc transporter une puissance importante pour avoir un champ électrique suffisant ou augmenter l'impédance. Pour cela, on emploie un guide « ridge » (fig. 14).

Malgré cela, un seul passage à travers le guide d'onde ne suffit pas toujours pour traiter le matériau. En outre, il existe une certaine atténuation du champ électrique sur la largeur de la pièce à traiter, d'où une répartition non uniforme de l'énergie micro-onde. La solution est de replier plusieurs fois sur lui-même le guide fendu afin de réaliser un méandre (fig. 15), ce qui conduit à une meilleure utilisation de l'énergie.

• Dans le modèle à fentes rayonnantes, ce sont les courants circulant sur les parois du guide d'onde que l'on exploite. Pour reprendre les arguments de J.-P. Pellissier, de l'Université Claude Bernard de Lyon, rappelons qu'un guide d'onde traversé par une onde électromagnétique est le siège de courants de parois (fig. 16a). Si l'on pratique une fente dans la paroi du guide, les lignes de courant sont coupées. Les deux bords présenteront une différence de potentiel, et la fente se

comportera ainsi comme un dipôle électrique qui rayonnera dans l'espace (fig. 16b).

Pour être rayonnantes, les fentes seront donc :

- sur le grand côté du guide, soit obliques, soit parallèles au guide et décalées par rapport à l'axe (une fente dans l'axe ne rayonne pas) ;
- sur le petit côté : obliques ou horizontales (une fente perpendiculaire ne rayonne pas).

La figure 17 donne un exemple de réalisation d'application utilisant la méthode des fentes rayonnantes. Dans certains cas, pour améliorer le rayonnement, chaque fente est accompagnée d'une petite tige correctrice qui permet d'adapter au mieux l'impédance de la fente à l'impédance de l'espace.

• Si nous prenons un tronçon de guide d'onde fermé à ses extrémités par deux parois conductrices (fig. 18), on réalise une **cavité résonnante**. Celle-ci présente des propriétés voisines de celles des circuits résonnants formés d'une inductance et d'une capacité. Lorsqu'une onde pénètre dans ce volume par un trou pratiqué dans une paroi, une onde stationnaire pourra prendre naissance dans cette cavité si :

$$d = \frac{\lambda_g}{2} \quad (15)$$

ou, d'une façon générale si :

$$d = \frac{k \lambda_g}{2} \quad (16)$$

D'autre part, on connaît la relation qui lie la longueur d'onde de coupure λ_c , la longueur d'onde dans le

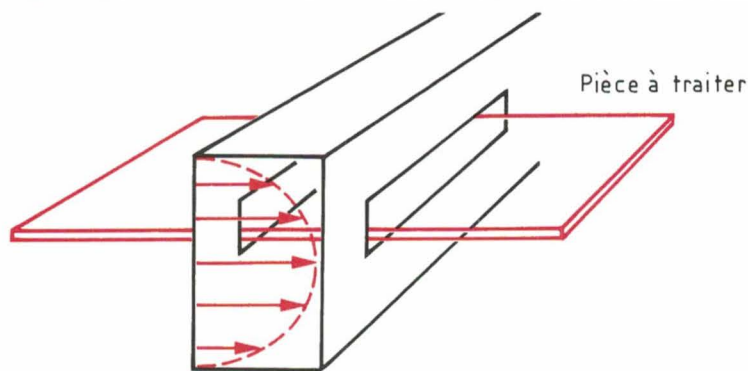


Fig. 13. - Guide d'onde rectangulaire : répartition du champ électrique en mode TE₁₀.

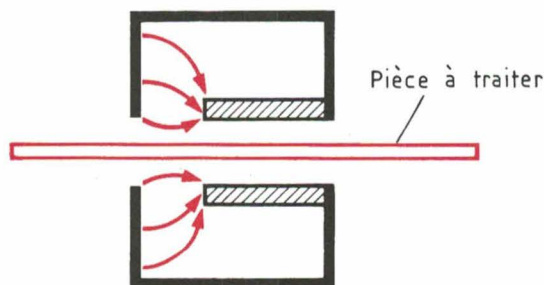


Fig. 14. - Amélioration du rendement au moyen d'un guide type « ridge ».

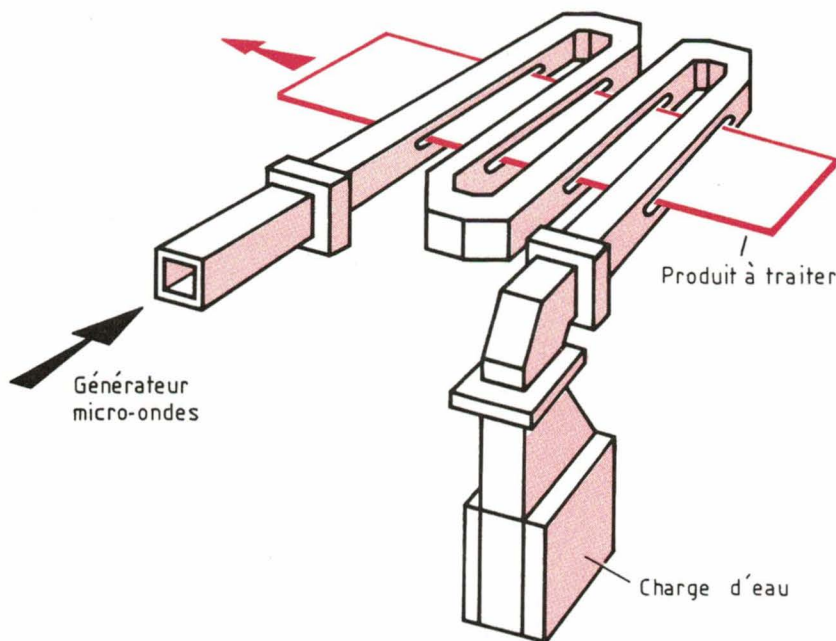


Fig. 15. - Applicateur type guide d'onde fendu à méandres.

guide λ_g et la longueur d'onde dans le vide λ (voir formule 4). Dans les modes TEM n, p (m, n et p étant entiers) :

$$\frac{1}{\lambda_c^2} = \left(\frac{n}{2b}\right)^2 + \left(\frac{p}{2a}\right)^2 \quad (17)$$

et dans la cavité (tronçon de guide d'onde fermé) :

$$\frac{1}{\lambda^2} = \left(\frac{n}{2b}\right)^2 + \left(\frac{p}{2a}\right)^2 + \left(\frac{q}{2d}\right)^2 \quad (18)$$

Chacune des longueurs d'ondes données par cette relation est dite longueur d'onde propre. Toujours d'après J.-P. Pellissier, il existe une suite très longue de valeurs discrètes pour les longueurs d'ondes propres, la plus grande correspondant au mode fondamental.

Les conditions de résonance sont donc :

$$a = \frac{p\lambda}{2} \quad (19)$$

$$b = \frac{n\lambda}{2} \quad (20)$$

$$d = \frac{q\lambda}{2} \quad (21)$$

où p, n et q sont entiers.

Dès que les dimensions de la cavité deviennent grandes devant λ , il y a beaucoup de modes de résonance possibles.

Pour éviter une répartition trop peu uniforme de l'énergie, à cause

de ce phénomène d'ondes stationnaires, on tente de produire le plus de modes possibles en créant des réflexions sur les pales d'un ventilateur placé dans la cavité.

Ces applicateurs (fig. 19) sont appelés *cavités multimodes* et sont actuellement plus utilisés en raison de leur réalisation relativement simple, puisqu'il s'agit de parallélépipèdes dont les dimensions sont grandes devant la longueur d'onde employée. Ils sont particulièrement in-

diqués pour traiter des matériaux volumineux comme des bobines de fil textile par exemple, ou le traitement simultané de plusieurs objets (traitement par lots).

On conçoit facilement que pour traiter un matériau filiforme, l'interaction avec le champ électrique ne sera pas suffisante. Il y a lieu dans ce cas de « maximiser » le champ à l'endroit même du matériau. Cet état de fait est obtenu avec des cavités résonnantes cylindrique TM.

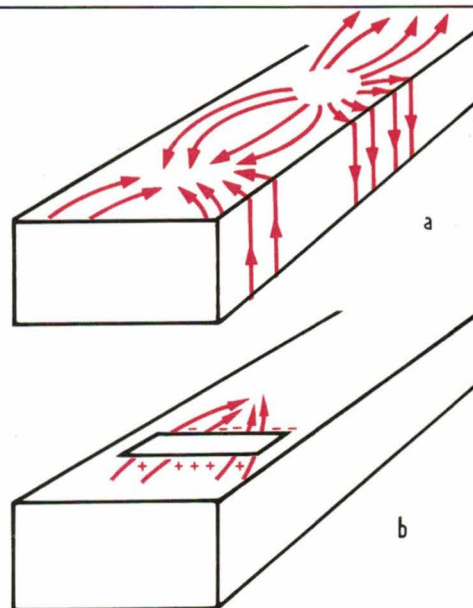


Fig. 16. - Lignes de courant dans les parois d'un guide d'onde (a) et dans une fente rayonnante (b), d'après Pellissier.

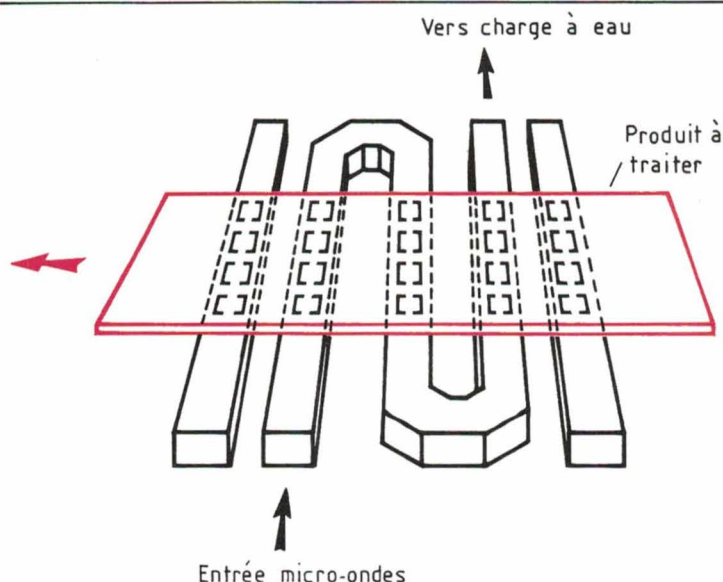


Fig. 17. - Applicateur à fentes rayonnantes.

● Les applicateurs du type cavité résonnante monomode ont des propriétés électriques intéressantes pour le traitement thermique des éléments filiformes, car le champ électrique est parallèle à l'axe (fig. 20).

Le mode excité dans une cavité, à une fréquence donnée, dépend des dimensions de celle-ci :

$$(f D)^2 = A (mn) + B n^2 \left(\frac{D}{L}\right)^2 \quad (22)$$

D et L désignent le diamètre et la longueur de la cavité. Pour le mode TM_{010} qui est le plus utilisé, on a :

$$B n^2 \left(\frac{D}{L}\right)^2 = 0$$

$$\text{et } A = 0,81563 \cdot 10^8.$$

La longueur de la cavité est indifférente car le champ est constant sur toute la longueur de l'axe.

La fréquence excitatrice peut fluctuer au cours du temps. Il est donc indispensable de pouvoir modifier la fréquence de résonance en adjoignant des stubs d'accord qui sont de petits tubes métalliques de longueur variable placés dans l'axe de la cavité.

Panorama des applications

L'un des principaux avantages de l'emploi des micro-ondes est la pénétration profonde et instantanée du rayonnement. Au lieu de chauffer la surface de l'objet et de n'utiliser que

le lent processus de conduction pour le chauffer dans la masse, les micro-ondes produisent de la chaleur dans toute la matière en même temps, ce qui entraîne de considérables possibilités de réduction des temps de traitement et, bien souvent, l'obtention d'un produit de meilleure qualité. Dans l'industrie alimentaire par exemple, la cuisson par micro-ondes permet aux légumes de conserver des couleurs plus fraîches et un goût plus naturel, tout en préservant leur teneur en vitamines. Il est vrai également que dans certains cas l'emploi des micro-ondes rend possible des opérations que l'on ne saurait réaliser autrement, par exemple le séchage de certains bois durs qui, sans cela, seraient inutilisables.

En plus de son extrême rapidité, le chauffage par micro-ondes est

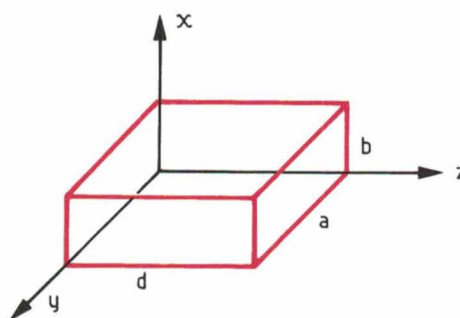


Fig. 18. - Cavité formée par un tronçon de guide d'onde fermé à ses extrémités.

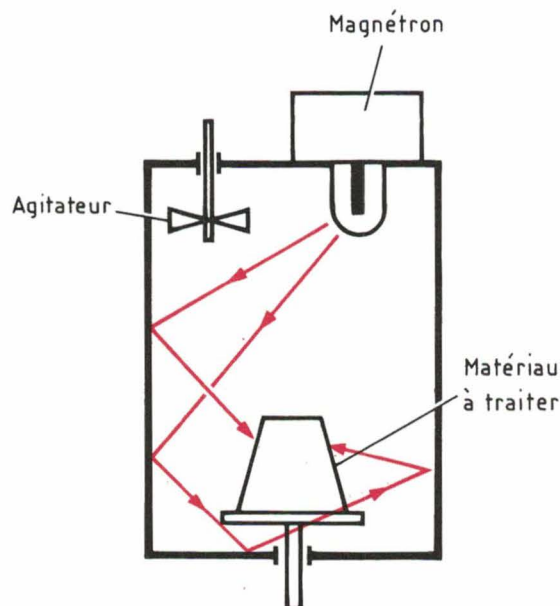


Fig. 19. - Applicateur à cavité résonnante multimode.

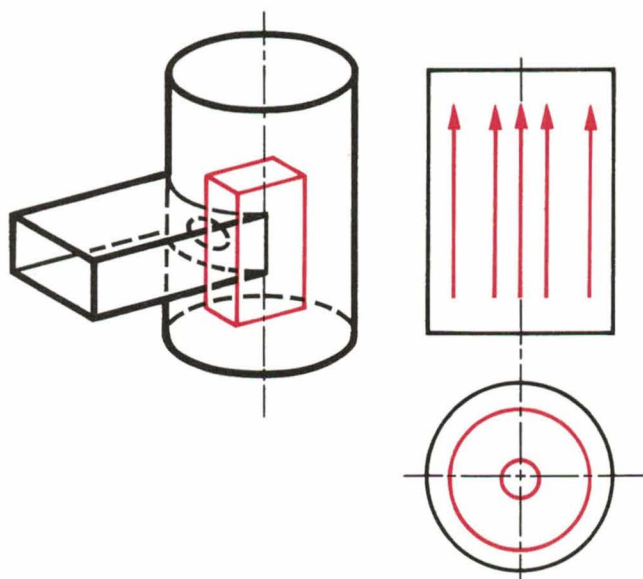


Fig. 20. - Applicateur monomode, à cavité circulaire type TM_{010} . Mode de couplage et répartition des champs (d'après J.P. Pellissier).

aussi beaucoup plus facilement contrôlable dans la plupart des cas, grâce à la souplesse de réglage et à la rapidité de la mise en marche et de l'arrêt. Le chauffage industriel par micro-ondes s'adapte également très bien aux procédés automatiques de défilement continu, contribuant ainsi à améliorer le rendement et à réaliser d'importantes réductions de manutention ; à cela vient s'ajouter souvent un gain de place très appréciable. De plus, le dégagement de chaleur se produisant dans la masse même, il n'y a pratiquement pas de pertes d'énergie par rayonnement de chaleur dans les locaux, les conditions de travail en sont améliorées et il n'est plus obligatoire de prévoir une coûteuse installation de climatisation.

Le chauffage industriel par micro-ondes est facilement adaptable et peut se combiner à d'autres procédés. Très souples d'emploi et occupant peu d'espace, les systèmes de chauffage par micro-ondes se placent aisément en fin de chaîne de fabrication, ou s'intercalent entre les

autres traitements. On peut même, tout simplement, utiliser les micro-ondes en les associant à d'autres méthodes classiques, comme cela se fait par exemple pour la volaille, dont la cuisson est réalisée par l'emploi simultané de la vapeur et des micro-ondes. Le **tableau 1** page suivante résume les applications principales des micro-ondes.

J. Trévilliers

Bibliographie

- [1] S. Lefeuvre. « Les ondes électromagnétiques, définitions, propriétés, utilisation, génération ». XIV^e Symposium international sur les applications énergétiques des micro-ondes, organisé par le *Comité français d'électrothermie*, 11-15 juin 1979.
- [2] M. Bialod. « Applications HF et UHF dans l'industrie ». *EDF : les cahiers de l'ingénierie*, n° 22, juillet 1986.

[3] G. Roussy. « Les matériaux diélectriques », XIV^e Symposium international sur les applications énergétiques des micro-ondes, organisé par le *Comité français d'électrothermie*, 11-15 juin 1979.

[4] J.P. Pellissier. « Appicateurs et mesures : les applicateurs HF et micro-ondes ». XIV^e Symposium international sur les applications énergétiques des micro-ondes, organisé par le *Comité français d'électrothermie*, 11-15 juin 1979.

[5] « Les micro-ondes dans l'industrie, pourquoi pas ? ». Programme national d'innovation, n° 4, 1981, *La Documentation française*.

[6] « Les applications industrielles des micro-ondes ». Thomson-CSF, 50 p., 1978.

[7] « Fréquences radioélectriques et hyperfréquences ». Critères d'hygiène de l'environnement, n° 16, doc. OMS 1981. *Librairie Arnette*, 2, rue Casimir-Delavigne, 75006 Paris.

[8] M.D. Hull, L.J. Thompson. « Designing microwave catering equipment ». *Application book*, Philips, 1971.

Adresses utiles

Thomson-CSF, Division tubes électroniques, 38, rue Vauthier, B.P. 305, 92102 Boulogne-Billancourt, tél. : (1) 46.04.81.75.

Thomson Semiconducteurs, Division composants hybrides et micro-ondes, 29, av. Carnot, B.P. 58, 91302 Massy Cedex, tél. : (1) 69.20.84.71.

RTC Compelec, Groupe Tubes Télécommunications et Industriels GTTI, 130, av. Ledru-Rollin, 75540 Paris Cedex 11, tél. : (1) 43.38.80.00.

Club Micro-Ondes, Secrétariat du Club, EDF, Direction des études et recherches, Service Ermel, 1, av. du Général-de-Gaulle, 92141 Clamart, tél. : (1) 47.65.43.21.

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

APPLICATIONS DES MICRO-ONDES DANS L'INDUSTRIE

● Industrie alimentaire

- Pré-cuisson, cuisson
- Pasteurisation, stérilisation
- Fermentation des pâtes levées
- Lyophilisation
- Désurgélation
- Décongélation (désurgélation partielle)
- Réchauffage des plats préparés froids ou surgelés
- Séchage de pâtes
- Grillage des céréales et grains.

● Industrie du bois

- Séchage des bois durs
- Séchage des placages et contre-plaques
- Séchage de papiers
- Séchage de la pâte de bois et de la sciure
- Traitement fongicide et insecticide du bois.

● Industrie du caoutchouc

- Vulcanisation
- Polymérisation du caoutchouc mousse
- Polymérisation et soufflage de la mousse de polyuréthane
- Chauffage de blocs de matière.

● Industrie chimique

- Séchage des peintures et vernis
- Polymérisation du polyuréthane (pour sièges d'automobiles)
- Fabrication des matériaux réfractaires
- Polymérisation.

● Industrie minière, travaux publics

- Forage de tunnels et bris de rochers
- Forage des veines de charbon
- Séchage ou bris de ciment.

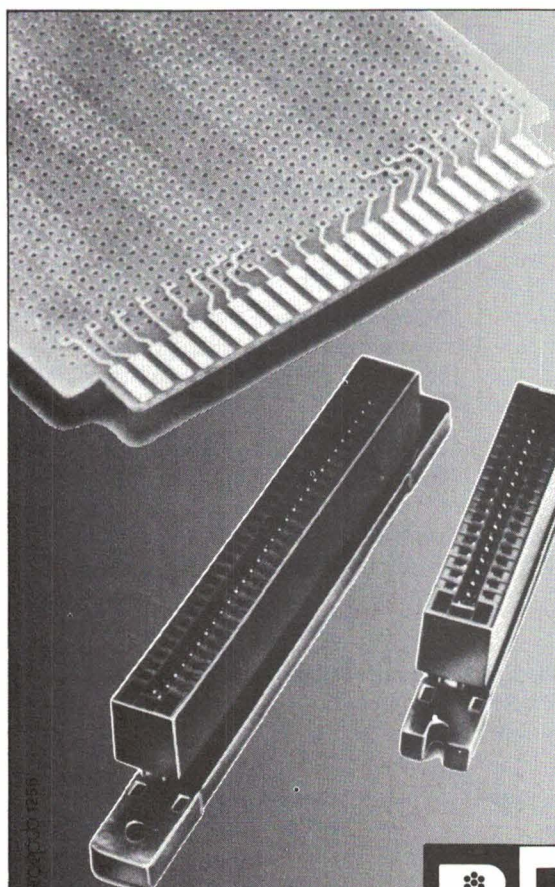
● Industrie des plastiques

- Soudures, scellements
- Chauffage, préchauffage de blocs de matière
- Durcissement de la fibre de verre
- Renforcement de tuyaux ou autres formes de plastiques
- Moulage de mousse plastique
- Production de plastiques laminés
- Séchage.

● Divers

- Séchage d'encre et de textiles
- Séchage et stérilisation de produits pharmaceutiques
- Séchage du cuir et du tabac
- Séchage et stérilisation de graines
- Production de plasma (chalumeaux à plasma)
- Trempe du verre
- Transmission de puissance.

Tableau 1



Pour la rentrée prenez les encartables

Les connecteurs encartables
câble plat
insertion latérale

série 055

Double face - Pas 2.54 mm
Ci de 1.38 mm à 1.80 mm

20 - 26 - 34 - 40 - 50 - 60 contacts

Protection étain
Protection or 0.4 µ
Protection or 0.8 µ

Catalogue sur Minitel par le 11 PANDUIT - PARIS

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





*Micro
informatique*

Filtrage numérique en temps réel sur Apple IIe

Le filtrage numérique est une technique assez anciennement connue, mais qui, depuis une quinzaine d'années, connaît un regain de développement. Il permet en effet de réaliser des filtres dotés de qualités intéressantes : prix de revient assez bas, reproductibilité aisée, absence de dérive dans le temps, calculs numériques relativement simples.

L'objet de l'article qu'on va lire est de démontrer que l'on peut, à l'aide d'un micro-ordinateur (ici l'Apple IIe – présent dans nombre de laboratoires), réaliser des filtres ayant des performances honorables. Conception de systèmes, mise en œuvre de moyens de contrôle rapides, enseignement (travaux pratiques par exemple) : l'application envisagée ici intéresse beaucoup de domaines.

Structure du système

L'ensemble proposé se compose essentiellement des éléments suivants :

- un ordinateur Apple IIe (65C02) avec 64 K de mémoire ;
- un lecteur de disquettes ;
- un moniteur ;
- un système de cartes d'acquisition de données (1) comprenant lui-même :
 - une carte d'interface (réf : IFAP1)

placée dans le connecteur d'extension n° 7 de l'ordinateur,

- une carte de conversion analogique-numérique (réf : L8EA5),
- une carte de conversion numérique-analogique (réf : LSAP3).

Ces deux dernières cartes étant extérieures à l'ordinateur.

Ce système d'acquisition permet d'échantillonner en environ 60 microsecondes un signal compris entre 0 et 5 V sur 8 bits, et dispose d'un

multiplexeur incorporé permettant de choisir une voie parmi huit.

La carte de sortie fournit pour sa part une tension comprise entre 0 et 10 V, quand son entrée numérique varie de 0 à 255 (\$00 à \$FF).

En plus du signal d'entrée à filtrer, il faut aussi disposer d'un signal d'horloge pour choisir la fréquence d'acquisition. Cette horloge est constituée d'un signal TTL présentant un niveau bas de quelques dizaines de microsecondes, et active l'entrée interruption (IRQ) du microprocesseur. Elle doit être appliquée entre la borne 26 (masse) et la borne 30 (IRQ) de la carte IFAP1.

(1) Etablissements SIDENA, 117, rue de la Croix-Nivert, 75015 Paris.

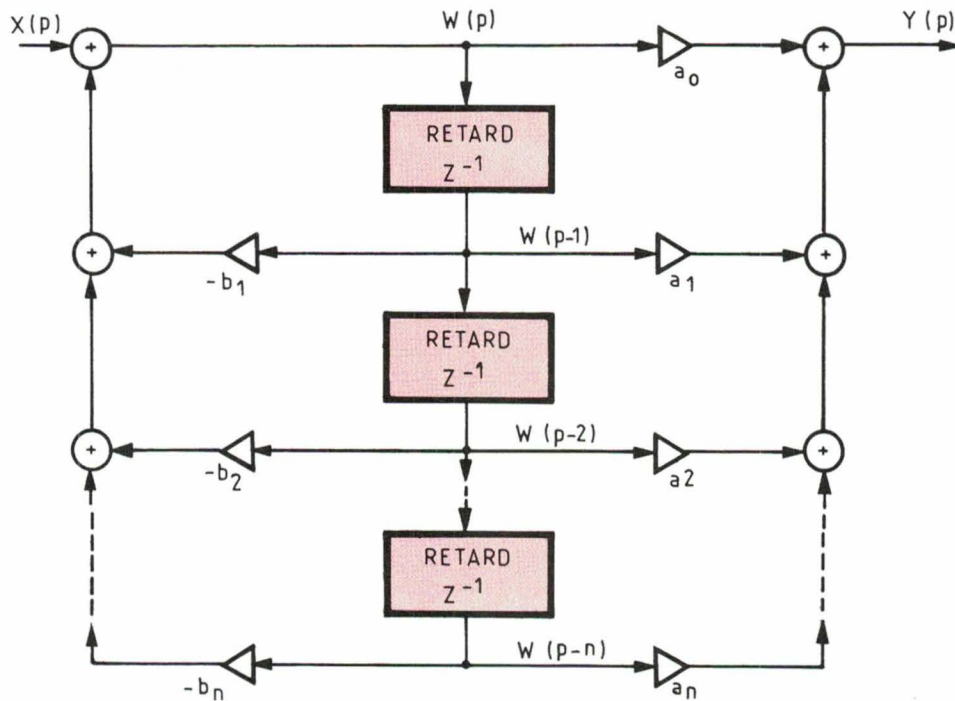


Fig. 1. - Structure du filtre réalisé.

Principe d'un filtre numérique récursif

Un tel filtre peut être décrit, soit par sa fonction de transfert en z , soit par son équation aux différences temporelles. Dans le cas général d'un filtre récursif, la fonction de transfert peut s'écrire :

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}$$

$X(z)$ et $Y(z)$ étant des polynômes en z tels que :

degré ($Y(z)$) $\leq$ degré ($X(z)$).

On peut, pour simplifier la réalisation pratique du filtre, introduire une variable supplémentaire $W(z)$, telle que :

$$H(z) = \frac{Y(z)}{W(z)} \cdot \frac{W(z)}{X(z)}$$

et réaliser séparément les deux termes du produit.

On a en effet dans le cas général :

$$H(z) = \frac{\sum_{i=0}^n a_i z^{-i}}{1 + \sum_{j=1}^d b_j z^{-j}}$$

avec $n \leq d$, qui peut se décomposer en :

$$\frac{W(z)}{X(z)} = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^d b_j z^{-j}} \quad \text{et}$$

$$\frac{Y(z)}{W(z)} = \sum_{i=0}^n a_i z^{-i}$$

Cela conduit à écrire :

$$X(z) = W(z) + b_1 z^{-1} W(z) + \dots + b_d z^{-d} W(z)$$

$$Y(z) = a_0 W(z) + \dots + a_n z^{-n} W(z)$$

Chaque terme z^{-k} correspondant à un retard de k périodes d'échantillonnage. En appelant p l'indice courant, on a alors :

$$W(p) = X(p) - b_1 W(p-1) - \dots - b_d W(p-d) \quad (1)$$

$$Y(p) = a_0 W(p) + a_1 W(p-1) + \dots + a_n W(p-n) \quad (2)$$

Coefficients du dénominateur	
b_0	341-345
b_1	346-34A
	-
	-
	-
	-
	-
	-
	-
b_{12}	37D-381

Coefficients du numérateur	
a_0	300-304
a_1	305-309
	-
	-
	-
	-
	-
	-
	-
	-
a_{12}	33C-340

Tableau de travail W	
W, X	382-386
W_{-1}	387-38B
	-
	-
	-
	-
	-
	-
	-
W_{-12}	3BE-3C2

Fig. 2. - Stockage des variables en mémoire (adresses en hexadécimal).

Réalisation pratique

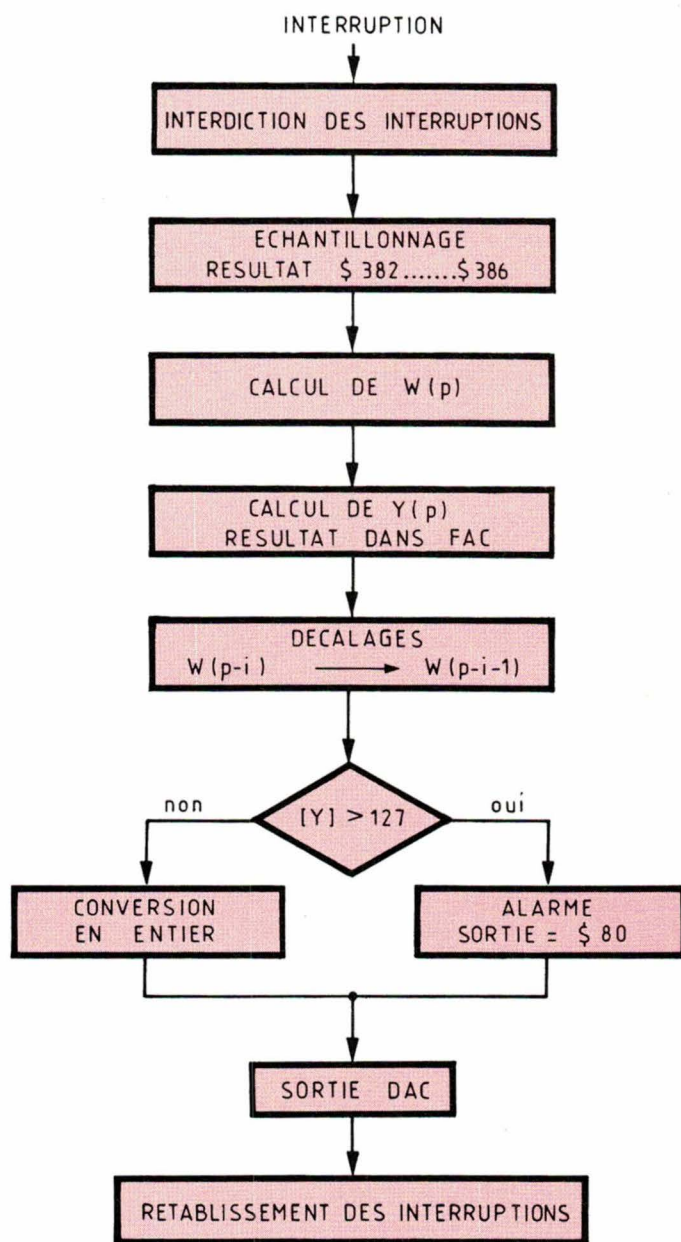


Fig. 3. - Organigramme du calcul.

On déduit de ces relations la structure du filtre indiquée en **figure 1**. Cette structure, dite « canonique », est intéressante car nécessitant un nombre minimal de retards. Il suffit de d cellules, contrairement à d'autres réalisations, plus coûteuses en places mémoire.

Si T est la période d'échantillonnage, il faut, pour calculer la réponse de ce filtre à l'instant pT :

- échantillonner le signal d'entrée ;
- calculer la variable interne $W(p)$;

- en déduire la variable de sortie $Y(p)$;
- décaler les termes $W(p - i)$ en $W(p - i - 1)$.

Dans la pratique, l'utilisateur de ce système devra veiller à la stabilité de son filtre. Cela est nécessaire si l'on veut que cet appareillage filtre effectivement quelque chose. Nous supposons ici que l'utilisateur sait, en fait, calculer les différents coefficients a_j et b_j et déterminer les conditions de stabilité de son filtre.

Pour avoir une quelconque chance d'obtenir un filtre fonctionnant à une fréquence d'horloge assez élevée (quelques dizaines de hertz), il est nécessaire d'écrire le programme en langage machine. On a alors la structure suivante :

Une partie en Basic sert à définir le système :

- degré des polynômes ;
- mise en place des coefficients ;
- initialisations.

Dès que cela est fait, le programme en assembleur est activé, et fonctionne de façon autonome au rythme des interruptions extérieures provoquées par l'horloge d'acquisition.

Implantation en mémoire

Chaque coefficient est stocké comme un nombre réel sur 5 octets. Du fait de la place disponible en mémoire, et surtout des temps de calcul, nous nous sommes limité à des filtres d'ordre 12 au maximum. Cela conduit à prévoir une place suffisante pour implanter 13 coefficients a , 13 coefficients b et 13 variables W . La structure adoptée est donnée en **figure 2**, toutes les adresses étant en hexadécimal.

Il est à noter que les mémoires \$3C3, \dots, \\$3C7\$ contiennent le nombre décimal 127 qui est utilisé lors de la conversion réel-entier en fin de calcul.

Lors de l'initialisation par le Basic, les coefficients a_i et b_j sont placés dans leurs mémoires respectives par un sous-programme « COEFFICIENT » implanté à l'adresse \$6000. On en profite aussi pour sauvegarder un certain nombre de variables utiles, telles que :

- en \$F9 : 5•N
adresse basse max. des a
- en \$FA : 5•D +65
adresse basse max. des b
- en \$FB : 5•D +129
adresse basse max. des W à transférer
- en \$FD : V
numéro de la voie à échantillonner
- en \$FE, \$FF
l'adresse (\$6202) où sauter après l'interruption.

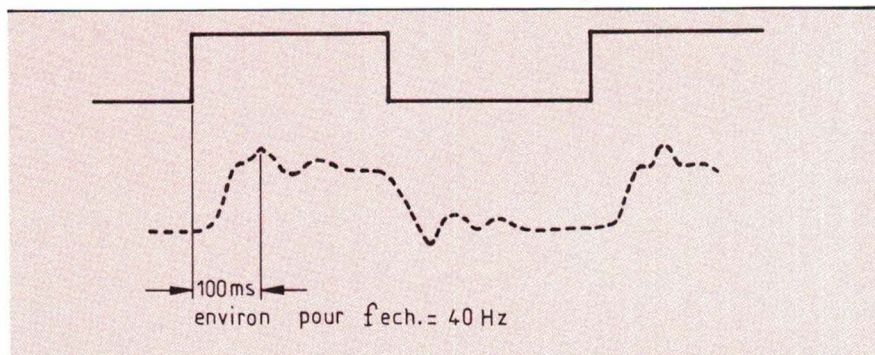


Fig. 4. - Réponse du filtre passe-bas.

Organisation du calcul

L'organigramme de la **figure 3** indique les processus réalisés lors d'une activation de l'entrée interruption IRQ.

$W(p)$ et $Y(p)$ sont évalués par appel à un sous-programme de calcul (SOMMES) implanté à l'adresse \$6050, et qui utilise les relations (1) et (2) déjà rencontrées avec $b_0 = 1$.

Il a été nécessaire de prévoir un test sur le contenu de l'accumulateur flottant (FAC) en fin de calcul, pour éviter tout accident dans le système si $\text{Abs}(\text{FAC}) > 127$. Dans le cas où cela a lieu, il y a émission d'un « bip » sonore, affichage sur l'écran d'un E clignotant, et envoi au convertisseur numérique-analogique de sortie de la valeur \$80 correspondant au milieu de sa dynamique.

Signalons pour terminer cette partie une évidence : il suffit de multiplier tous les coefficients a par un nombre c quelconque, pour multiplier le résultat final (et donc le FAC) par ce même nombre.

Les détails de calcul figurent sur les listings d'assemblage. Les personnes intéressées ne disposant pas d'un assembleur peuvent se conten-

ter de taper les codes des colonnes 2, 3 et 4 de la façon habituelle :

CALL-151 pour passer en langage-machine

6000 : codes..... puis RETURN

Retour au Basic par CTRL-RESET ou CTRL-C RETURN,

et enfin sauvegarder le tout sur la disquette par le BLOAD... rituel.

Les sous-programmes assembleurs seront chargés par le programme Basic lors de l'exécution du RUN de départ.

Résultats pratiques

Du fait du calcul exécuté en virgule flottante, la précision obtenue est bonne. Les fréquences maximales d'échantillonnage possibles sont indiquées dans le **tableau 1**. Elles sont suffisamment élevées pour permettre la visualisation du signal de sortie sur oscilloscope dans de bonnes conditions.

Nous terminerons en rappelant que le phénomène de repliement est à prendre en compte, et qu'il vaut mieux ne pas oublier de filtrer analogiquement le signal d'entrée pour éviter d'y avoir des fréquences supérieures à $F_{\text{ech}}/2$.

Conclusions

Le système présenté : ordinateur, cartes d'acquisition et programmes, fonctionne bien, et permet de visualiser sans problèmes les propriétés principales des filtres numériques. Son principal inconvénient est lié à sa fréquence d'échantillonnage : 110 Hz maximum pour $N = 0$ et $D = 1$.

Il peut néanmoins rendre de grands services en enseignement ou en mise au point de filtres, et aussi servir de base à d'autres applications.

Note : Les coefficients a_i et b_j suivants correspondent à un filtre passe-bas du troisième ordre. Ils permettront de vérifier que le programme fonctionne correctement, la forme d'onde à obtenir étant indiquée en **figure 4** et la bande passante approximative, en **figure 5**.

$$a_0 = 0,1 \quad a_2 = 0,3 \quad b_2 = 0,8019$$

$$a_1 = 0,3 \quad a_3 = 0,1 \quad b_1 = -0,6906$$

$$b_3 = -0,3892$$

G. Girolami
Université de Corse-Ajaccio

Bibliographie

- [1] Digital Filters and Signal Processing, par L.B. Jackson (K.A.P.).
- [2] Filtres Numériques, par R. Boite et H. Leich (Masson éditeur).
- [3] Le filtrage numérique, par P. Salaman et S. Solotareff (Eyrolles).
- [4] Filtres Numériques, par P. Fondanèche et P. Gilbertas (Masson éditeur).

Tableau 1. - Fréquences maximales possibles (Hz).

degré du dénominateur (verticalement)

degré du numérateur (horizontalement)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	110	87											
2	83	72	57										
3	69	65	50	44									
4	56		44	42									

5	48		35	30		
6	42		32	25		
7	37			27	21	
8	34			25	19	
9	31			21	17	
10	28			20		15
11	26			18		14
12	24			17		13

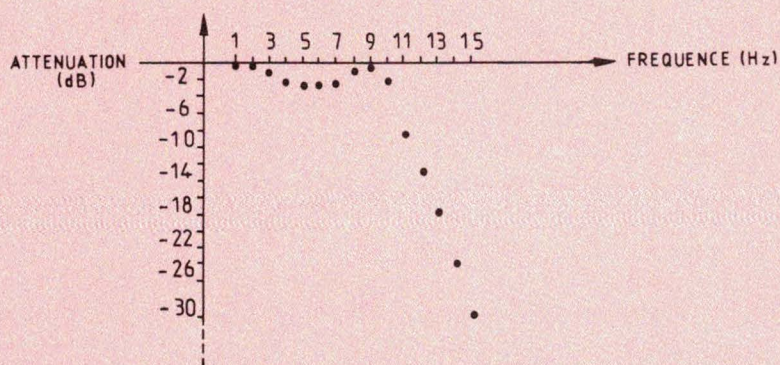


Fig. 5. - Réponse en fréquence du filtre passe-bas.

```

1  REM  Programme de filtrage numérique. Fait l'acquisition, calcule le
   résultat et le sort sur le DAC.
3  HOME
5  PRINT CHR$(4);"BLOAD COEFFICIENTS"
6  PRINT CHR$(4);"BLOAD SOMMES"
7  PRINT CHR$(4);"BLOAD ACQUISITIONS"
9  GOTO 30
10 FOR I = DU TO P
11 PRINT "": PRINT "Coefficient numéro ";I: INPUT A
12 IF DU = 1 THEN A = - A
13 A = A: CALL 24576
14 NEXT I
15 RETURN
16 FOR I = 0 TO P
17 A = 0
18 CALL 24576
19 NEXT I
20 RETURN
29 REM -----
30 INPUT "degré du dénominateur 0 < D <= 12 ";D
31 IF (D <= 0) OR (D > 12) GOTO 30
32 PRINT "degré du numérateur 0 <= N <= ";D
33 INPUT N: IF (N < 0) OR (N > D) GOTO 32
34 INPUT "numero de la voie analysée 0 à 7 ";V
35 IF (V < 0) OR (V > 7) GOTO 34
36 POKE 249,5 * N: POKE 250,5 * D + 65.
37 POKE 251,5 * D + 129: POKE 252,7: REM On utilise le slot 7
38 POKE 253,V: POKE 1022,82: POKE 1023,97
39 REM -----
40 PRINT : PRINT "coefficients du numérateur ?"
41 POKE 6,0
42 P = N:DU = 0
43 GOSUB 10
49 REM -----
50 PRINT : PRINT : PRINT "coefficients du dénominateur ?"
51 POKE 6,70: REM 70 = $46
52 P = D:DU = 1
53 GOSUB 10
54 POKE 6,65:A = 1
55 CALL 24576
59 REM -----
60 POKE 6,130: REM Mise à zéro des mémoires de calcul
61 P = D: REM 130 = $82
62 GOSUB 16: REM 195 = $C3
70 POKE 6,195: REM Met 127 dans 3C3.. pour comparaison avec FAC

```



```

71 A = 127
72 CALL 24576: REM   Adr  $6000
74 CALL 24912: REM   Adr  $6150
75 END

```

```

1 *****
2 ***
3 ***      COEFFICIENTS      Mai      1987      ***
4 ***
5 *****
6 MOVFM    =    $EAF9
7 MOVMF    =    $EB2B
8 PRNTFAC  =    $ED2E
9          ORG  $6000
10 *****
6000: A5 83 11          LDA  $83          ; $83 et $84 : adresse de la
6002: A4 84 12          LDY  $84          ; dernière variable utilisée
6004: 20 F9 EA 13        JSR  MOVFM      ; qui passe dans FAC
6007: A6 06 14          LDX  $06
6009: A0 03 15          LDY  $03
600B: 20 2B EB 16        JSR  MOVMF      ; FAC recopie en (Y,X)
600E: 8A 17          TXA
600F: A0 03 18          LDY  $03
6011: 20 F9 EA 19        JSR  MOVFM
6014: 20 2E ED 20        JSR  PRNTFAC    ; Affichage pour contrôle
6017: A5 06 21          LDA  $06
6019: 18 22          CLC          ; Incrémenté ($06) de 5 pour la
601A: 69 05 23          ADC  $05          ; nouvelle entrée
601C: 85 06 24          STA  $06
601E: 60 25          RTS

```

--End assembly, 31 bytes, Errors: 0

Symbol table - alphabetical order:

```

MOVFM    =$EAF9      MOVMF    =$EB2B      PRNTFAC =$ED2E

```

Symbol table - numerical order:

```

MOVFM    =$EAF9      MOVMF    =$EB2B      PRNTFAC =$ED2E

```

```

1 *****
2 ***
3 ***      SOMMES      Mai      1987      ***
4 ***
5 *****
6 MOVFM    =    $EAF9
7 FMULT    =    $E97F
8 FADD     =    $E7BE
9 MOVMF    =    $EB2B
10          ORG  $6050
11 *****
6050: A2 00 12          LDX  $00          ;
6052: A9 00 13          LDA  $00          ;
6054: 95 93 14          STA  $93,X        ;
6056: E8 15          INX          ; Mise à zéro de TEMP1

```



```

6057: E0 05      16      CPX  £#05      ;
6059: D0 F9      17      BNE  $6054      ;
605B: A0 03      18      BOUCLE LDY  £#03      ! $07 adresse basse
605D: A5 07      19      LDA  $07      ! des Ai ou Bi
605F: 20 F9 EA    20      JSR  MOVFM     ! Ai ou Bi -> FAC
6062: A0 03      21      LDY  £#03      $
6064: A5 08      22      LDA  $08      $ adresse basse des W(p-i)
6066: 20 7F E9    23      JSR  FMULT     $ Ai*W(p-i) -> FAC
6069: A2 00      24      LDX  £#00      !
606B: A9 93      25      LDA  £#93      !
606D: 20 BE E7    26      JSR  FADD      ! FAC+TEMP1 -> FAC
6070: A0 00      27      LDY  £#00      $
6072: A2 93      28      LDX  £#93      $
6074: 20 2B EB    29      JSR  MOVMF     $ FAC -> TEMP1
6077: A5 07      30      LDA  $07
6079: C5 06      31      CMP  $06
607B: F0 0F      32      BEQ  FIN
607D: 18         33      CLC
607E: 69 05      34      ADC  £#05      ; On ajoute 5
6080: 85 07      35      STA  $07      ; au contenu des memoires
6082: A5 08      36      LDA  $08      ;
6084: 18         37      CLC      ; $07 et $08
6085: 69 05      38      ADC  £#05      ;
6087: 85 08      39      STA  $08      ; pour adresser les
6089: 4C 5B 60    40      JMP  BOUCLE    ; nouvelles variables.
608C: 60         41      FIN      RTS

```

--End assembly, 61 bytes, Errors: 0

Symbol table - alphabetical order:

BOUCLE	=\$605B	FADD	=\$E7BE	FIN	=\$608C	FMULT	=\$E97F
MOVFM	=\$EAF9	MOVMF	=\$EB2B				

Symbol table - numerical order:

BOUCLE	=\$605B	FIN	=\$608C	FADD	=\$E7BE	FMULT	=\$E97F
MOVFM	=\$EAF9	MOVMF	=\$EB2B				

```

1 *****
2 ***                                     ***
3 ***               ACQUISITIONS           Mai   1987 ***
4 ***                                     ***
5 *****
6 SOMMES      =    $6050
7 MOVMF       =    $EB2B
8 FSUB        =    $E7A7
9 MOVFM       =    $EAF9
10 FADD        =    $E7BE
11 CONINT      =    $E6FB
12 COUT1       =    $FDF0
13 BELL        =    $FF3A
14 SGNFLT      =    $E301
15             ORG  $6150
16 *****

```


6150:	58	17	CLI	
6151:	60	18	RTS	; Initialisation depuis le BASIC
6152:	78	19	SEI	; Interdit les interruptions
6153:	A5 FD	20	LDA	\$FD ; (\$FD)= num voie à éch
6155:	8D F8 C0	21	STA	\$C0F8 ; Ordre d'échantillonnage
6158:	A2 00	22	LDX	\$00
615A:	E8	23	BOUCLE	INX
615B:	E0 0A	24	CPX	\$0A ; Boucle d'attente
615D:	D0 FB	25	BNE	BOUCLE
615F:	AC F8 C0	26	LDY	\$C0F8
6162:	20 01 E3	27	JSR	SGNFLT ; Echantillon -> FAC
6165:	A2 82	28	LDX	\$82
6167:	A0 03	29	LDY	\$03
6169:	20 2B EB	30	JSR	MOVMF ; FAC -> \$382.....\$386
616C:	A9 41	31	LDA	\$41 /
616E:	85 07	32	STA	\$07 / \$07 = adresse basse B(i)
6170:	A9 82	33	LDA	\$82
6172:	85 08	34	STA	\$08 / \$08 = adresse basse W(p-i)
6174:	A5 FA	35	LDA	\$FA / \$FA = adresse max B(i)
6176:	85 06	36	STA	\$06
6178:	20 50 60	37	JSR	SOMMES / FAC contient W a la fin
617B:	A2 82	38	LDX	\$82
617D:	A0 03	39	LDY	\$03
617F:	20 2B EB	40	JSR	MOVMF / copie FAC en \$382,...,\$386
6182:	A9 00	41	LDA	\$00
6184:	85 07	42	STA	\$07 / \$07 = adresse basse de A(0)
6186:	A9 82	43	LDA	\$82
6188:	85 08	44	STA	\$08 / \$08 = adresse basse W(n-i)
618A:	A5 F9	45	LDA	\$F9 / \$F9 = adresse max A(i)
618C:	85 06	46	STA	\$06
618E:	20 50 60	47	JSR	SOMMES / Y dans FAC et TEMP1
6191:	A6 FB	48	LDX	\$FB / \$FB = adr max W a déplacer
6193:	BD 00 03	49	BOUCLE	LDA \$300,X ;
6196:	9D 05 03	50	STA	\$305,X ;
6199:	CA	51	DEX	;
619A:	E0 82	52	CPX	\$82 ;
619C:	10 F5	53	BPL	BOUCLE ; W(p-i) -> W(p-i-1)
619E:	46 A2	54	LSR	\$A2 / Abs(FAC) -> FAC
61A0:	A9 C3	55	LDA	\$C3
61A2:	A0 03	56	LDY	\$03
61A4:	20 A7 E7	57	JSR	FSUB / 127-Abs(FAC) -> FAC
61A7:	A9 80	58	LDA	\$80
61A9:	24 A2	59	BIT	\$A2 / Test, le signe de FAC

==== Page 2 ====

61AB:	D0 16	60	BNE	ALARME / Saut si Abs(FAC) > 127
61AD:	A9 93	61	LDA	\$93
61AF:	A0 00	62	LDY	\$00
61B1:	20 F9 EA	63	JSR	MOVFM / TEMP1 -> FAC
61B4:	A9 C3	64	LDA	\$C3 ;
61B6:	A0 03	65	LDY	\$03 ;
61B8:	20 BE E7	66	JSR	FADD ; 127 + FAC -> FAC
61BB:	20 FB E6	67	JSR	CONINT / Resultat dans X
61BE:	8E F1 C0	68	BOUCLE	STX \$C0F1 ; Sortie sur DAC
61C1:	58	69	CLI	
61C2:	40	70	RTI	
61C3:	A9 A0	71	ALARME	LDA \$A0
61C5:	20 F0 FD	72	JSR	COUT1 / Affiche un espace
61C8:	A9 45	73	LDA	\$45

61CA: 20 F0 FD 74
61CD: 20 3A FF 75
61D0: A2 80 76
61D2: 4C BE 61 77

JSR COUT1
JSR BELL
LDX £80
JMP SORTIE

/ Affiche E clignotant
/ Sonnerie

--End assembly, 133 bytes, Errors: 0

Symbol table - alphabetical order:

ALARME =£61C3	BELL =£FF3A	BOUCLE =£615A	BOUCLE =£6193
CONINT =£E6FB	COUT1 =£FDF0	FADD =£E7BE	FSUB =£E7A7
MOVFM =£EAF9	MOVFM =£EB2B	SGNFLT =£E301	SOMMES =£6050
SORTIE =£61BE			

Symbol table - numerical order:

SOMMES =£6050	BOUCLE =£615A	BOUCLE =£6193	SORTIE =£61BE
ALARME =£61C3	SGNFLT =£E301	CONINT =£E6FB	FSUB =£E7A7
FADD =£E7BE	MOVFM =£EAF9	MOVFM =£EB2B	COUT1 =£FDF0
BELL =£FF3A			

CHARLY & CHARLYROBOT

PAPIER / FEUILLES MONTAGE

Papier transparent millimétré
n° 2535 - DIN A4 - 50 feuilles . FHT 88,40
n° 2537 - DIN A3 - 50 feuilles . FHT 167,00
Réseau imprimé sur feuille
n° 2544 - DIN A4 - 1 pièce . FHT 32,50
n° 2546 - DIN A3 - 1 pièce . FHT 54,85
Feuille de montage claire
n° 2554 - A4 - 10 pièces . FHT 38,10
n° 2556 - A3 - 10 pièces . FHT 77,20
Feuille de dessin mate
n° 2564 - DIN A4 - 5 pièces . FHT 43,70
n° 2566 - DIN A3 - 5 pièces . FHT 88,40

FILM pour lampe halogène

Film transreflex (positif-positif)
n° 2520 - A4 - 2 pièces . FHT 72,00
n° 2522 - A4 - 5 pièces . FHT 150,00
n° 2524 - A4 - 10 pièces . FHT 279,00
Révélateur pour dito
n° 3620 - pour 1 litre . FHT 38,10
Fixateur pour dito
n° 3630 - pour 1 litre . FHT 5,50

FILMS pour insolateur

Film Diazo (positif-positif)
n° 2501 - A4 - 2 pièces . FHT 50,00
n° 2503 - A4 - 5 pièces . FHT 94,00
n° 2505 - A4 - 10 pièces . FHT 167,00
n° 2507 - A4 - 10 pièces . FHT 167,00
Révélateur pour dito (sans fixateur)
n° 3625 - pour 1 litre . FHT 54,80
Film réversal (positif-négatif)
n° 2511 - A4 - 2 pièces . FHT 55,00
n° 2513 - A4 - 5 pièces . FHT 111,00
n° 2515 - A4 - 10 pièces . FHT 195,00
Révélateur pour dito
n° 3620 - pour 1 litre . FHT 38,10
Fixateur pour dito
n° 3625 - pour 1 litre . FHT 54,80

CIRCUITS IMPRIMÉS PHOTOPOSITIFS

Pertinax FR2 - 1 face - 1,5 mm épaisseur - Film protecteur
n° 29 - Pertinax 100 x 160 mm . FHT 5,37
n° 31 - Pertinax 200 x 300 mm . FHT 20,20
Epoxy FR4 - 1 face - 1,5 mm épaisseur - Film protecteur
n° 3 - Epoxy 100 x 160 mm . FHT 10,19
n° 6 - Epoxy 200 x 300 mm . FHT 38,66
n° 7 - Epoxy 300 x 400 mm . FHT 77,33

Epoxy FR4 - 2 faces - 1,5 mm épaisseur - Film protecteur
n° 16 - Epoxy 100 x 160 mm . FHT 12,26
n° 19 - Epoxy 200 x 300 mm . FHT 46,14
n° 20 - Epoxy 300 x 400 mm . FHT 96,07

CIRCUITS IMPRIMÉS CUIVRE

Pertinax FR2 - 1 face - 1,5 mm épaisseur - cuivre 35 µ
n° 79 - Pertinax 100 x 160 mm . FHT 3,75
n° 81 - Pertinax 200 x 300 mm . FHT 14,04
Epoxy FR4 - 1 face - 1,5 mm épaisseur - cuivre 35 µ
n° 53 - Epoxy 100 x 160 mm . FHT 6,44
n° 56 - Epoxy 200 x 300 mm . FHT 24,19
n° 57 - Epoxy 300 x 400 mm . FHT 48,36
Epoxy FR4 - 2 faces - 1,5 mm épaisseur - cuivre 35 µ
n° 66 - Epoxy 100 x 160 mm . FHT 8,20
n° 69 - Epoxy 200 x 300 mm . FHT 30,43
n° 70 - Epoxy 300 x 400 mm . FHT 60,85

INSOLATEURS UV

n° 1907 - Surface 245 x 165 . FHT 834,00
n° 1905x - Surface 245 x 165 . FHT 1016,00
n° 1915x - Surface 365 x 255 . FHT 1509,00
n° 1917 - Surface 365 x 255 . FHT 1730,00
n° 1935 - Surface 450 x 350 . FHT 2310,00

TABLES LUMINEUSES

n° 1908 - Surface 250 x 180 . FHT 587,00
n° 1918 - Surface 400 x 280 . FHT 776,00

GRAVEUSES CHIMIQUES

n° 2030 - Surface 200 x 250 . FHT 753,00
n° 2040 - Surface 250 x 350 . FHT 1149,00
n° 2050 - Surface 250 x 450 . FHT 1439,00

PERCEUSES MANUELLES

n° 2205 - Perceuse 24 V 2 A - 20 000 tr/mn - Forets et fraises - voir catalogue FHT 753,00

PERCEUSES AUTOMATIQUES

Voir catalogue Charlyrobot.
A partir de . FHT 20000,00
Inclus ordinateur et logiciel.

CADRES MONTAGE/SOUDAGE

n° 2105 - pour circuit max. 220 x 200 mm . FHT 173,00
n° 2108 - pour circuit max. 360 x 230 mm . FHT 508,00

EFFACEURS D'ÉPROM

n° 1930 - pour 5 éproms max. . FHT 353,00
n° 1932 - pour 48 éproms max. . FHT 896,00

BOX ALUMINIUM EURO

n° 1520 - 165 x 103 x 42 mm
non perforé . FHT 31,00
n° 1522 - 165 x 103 x 42 mm
perforé . FHT 38,00
n° 1530 - 165 x 103 x 56 mm
non perforé . FHT 35,00
n° 1532 - 165 x 103 x 56 mm
perforé . FHT 42,00

RACK CHASSIS

n° 1550 - chassis 10" - 3 HE . FHT 101,00
n° 1552 - chassis 19" - 3 HE . FHT 132,00
n° 1555 - chassis 19" - 6 HE . FHT 176,00
Profils 19" et spéciaux voir catalogue

RACK DE TABLE

n° 1560 - Rack table 10" - 3 HE . FHT 251,00
n° 1562 - Rack table 19" - 3 HE . FHT 352,50
Voir face avant, guide carte et accessoires dans le catalogue.

ÉLÉMENTS ROBOTIQUES

n° 2206 - Table X/Y - 200 x 300 mm - moteur pas à pas . FHT 6974,00
n° 2254 - Table X, Y, Z - 250 x 400 x 100 mm
moteur pas à pas . FHT 12481,00
n° 2284 - Table X, Y - 200 x 300 mm - vis trapézoïdales et manivelles . FHT 4735,00
Rack de commande de 1 à 6 axes, pilotable par micro-ordinateur.

n° 2271

n° 2217

n° 2284

Rack

WEEQ SA CERNEX 74350 CRUSEILLES
TEL.: 50 44 19 19 TLX 370 836

Prix HT au 1.1.87 Port/emballage 100 FHT

SERVICE-ANNONCEURS N° 7

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

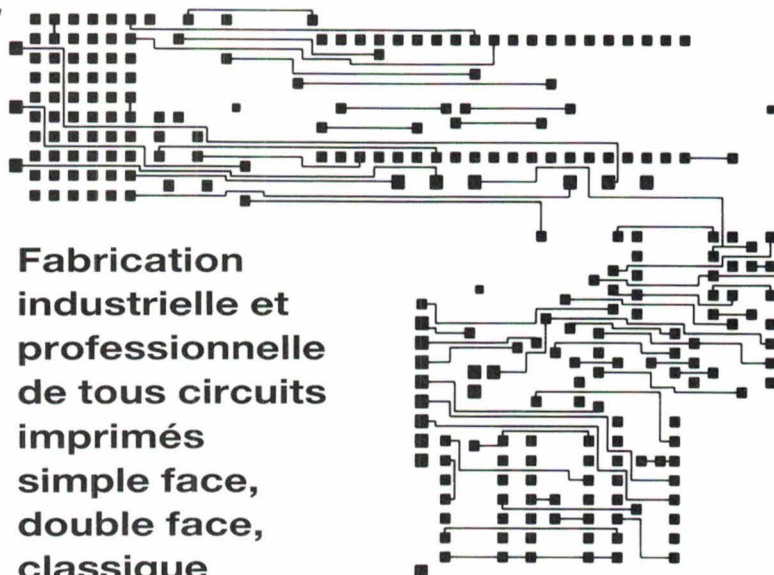
UL

SIAR

MATRA

THOMSON

SNCF



Fabrication
industrielle et
professionnelle
de tous circuits
imprimés
simple face,
double face,
classique
et à liaisons
par trous métallisés



25, route d'Orléans - 45610 CHAINGY
Tél. : 38.88.86.67 + - Télex : 782 207

SERVICE-ANNONCEURS N° 8

MAINTENANT EN VENTE SUR LA PLANÈTE TERRE

ISKRA
pour les revendeurs
354, RUE LÉCOURBE
75015 PARIS

J. COLON



Composants

Composants micro-électroniques : le contrôle de la qualité analyse les causes de défaillances

Cet article entend démontrer la nécessité d'appliquer des procédures de contrôle efficaces et complètes aux composants électroniques à leur arrivée en usine. Certaines conséquences sur la fiabilité des composants et des systèmes en cas d'omission de telles procédures y sont exposées. On verra que de nombreuses défaillances survenant pendant le fonctionnement résultent de la présence de défauts qui n'ont pas été détectés au contrôle d'entrée.

L'article analyse, pour ce faire, des cas concrets de défaillances. Puisque de simples défauts dans les matériaux et lors des opérations de fabrication ne sont pas détectés avant la livraison, il peut être déconseillé de se fier au contrôle de la production effectué par le fabricant. Le grand nombre de défauts – qui auraient pu être facilement détectés à l'aide de méthodes d'inspection simples – donnant lieu à des défaillances pendant le fonctionnement, compromet la fiabilité des systèmes. La rentabilité des procédures de contrôle et leur relation avec les tests d'usure et de déverminage sont également commentées ici. Il est évident qu'une situation analogue existe pour les composants relevant de spécifications militaires.

Introduction

Dans l'industrie du semi-conducteur, l'analyse complète des défaillances survenant pendant l'utilisation est essentielle pour réduire le nombre de celles-ci, pour augmenter le niveau général de fiabilité des systèmes et, partant, celui de la satisfaction des utilisateurs. Il est également primordial d'effectuer le contrôle du composant à son arrivée, en particulier une inspection physique. On vérifie ainsi que les normes de fabrication sont compatibles avec les conditions de service prévues et qu'elles ne donneront pas lieu à des problèmes ultérieurs de fiabilité. Ces deux types d'examen, analyse des défaillances et inspection physique à l'entrée, ont un rôle décisif dans le choix optimum des matériaux, dans la conception des circuits, dans la mise au point des procédés de fabrication, dans les applications et la fiabilité. Cependant, le contrôle d'entrée fait souvent les frais d'une politique de réduction des coûts dans les entreprises. On place souvent une trop grande confiance dans les procédures de vérification de la qualité effectuées par le fabricant à la sortie d'usine. On sait que cela a conduit, dans certains cas, à ce que des produits défectueux soient vendus, acceptés par le client et incorporés à des cartes et des systèmes, parfois avec des conséquences désastreuses. Le contrôleur de la qualité est très bien placé pour témoigner des retombées d'une telle politique. On observe un nombre croissant de défauts et de problèmes de fiabilité provenant d'un défaut (ou d'une défaillance) qui auraient pu être repérés si les composants avaient fait l'objet d'un contrôle. Avec la réduction de la taille des composants, entraînant une plus grande prédisposition des structures aux défaillances, cet aspect aura une importance croissante. L'introduction de nouvelles techniques de fabrication et de nouveaux matériaux n'améliorera pas cette situation. Par ailleurs, les difficultés rencontrées pour inspecter des composants de grande taille ayant des géométries réduites exigent l'introduction de nouvelles techniques et de nouveaux programmes de test.

Cet article est composé de quatre parties. Premièrement, les procédures standard d'évaluation de la qualité sont passées en revue, et l'accent est mis sur le contrôle physique. Ensuite, vient l'illustration des types de défauts et de défaillances simples pouvant être observés (et donc éliminés) lors du contrôle d'entrée. Les exem-

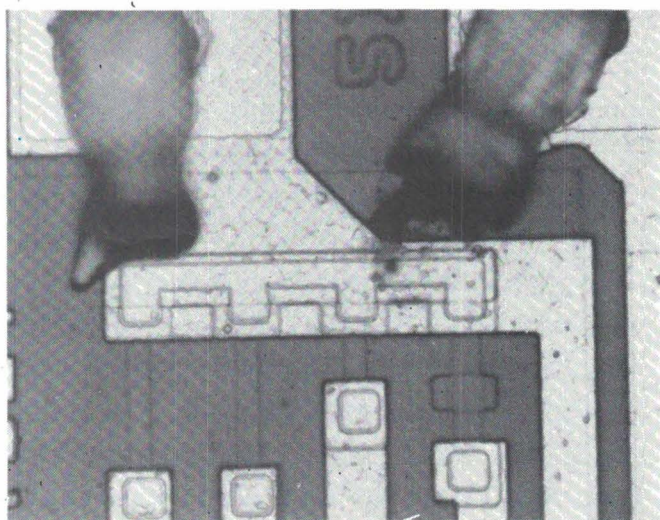


Fig. 1. – Courts-circuits de pistes par inclusion de particules.

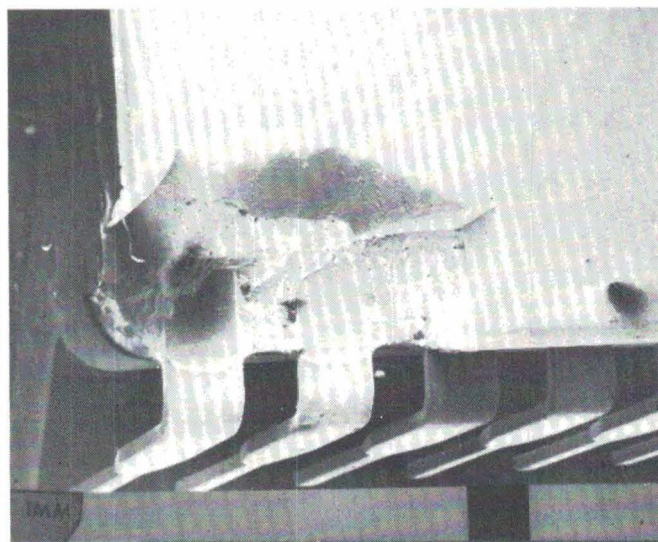


Fig. 2. – Dommages mécaniques externes.

ples sont tous tirés des essais effectués en Grande-Bretagne au *Hirst Research Center (HRC)* sur des gammes de produits provenant de différents fabricants. Dans la troisième partie, il est question de quelques cas de défaillance survenus en fonctionnement. Il sera démontré que la majorité de ces défaillances sont causées par des défauts qui auraient pu être détectés lors de procédures de contrôle normalisées. Pour terminer, on commente la rentabilité de ces contrôles, leurs liens avec les tests d'usure et de déverminage, ainsi que leur implication sur la fiabilité des composants et des systèmes.

Méthodologie du contrôle des composants

L'importance donnée à l'inspection des composants en entrée varie énormément d'une entreprise à l'autre, allant de l'absence totale au système de tests bien défini, couvrant jusqu'à 100 % des composants. Cela dépend en général du type de produits en question et des spécifications – s'il y en a – imposées au fabricant. Par exemple, en avionique, les commandes prévoient des composants respectant les spécifications des normes militaires (MIL

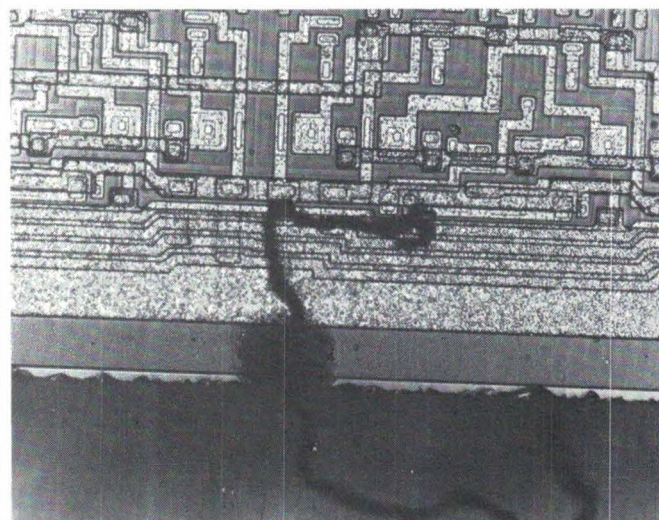


Fig. 3. – Contamination par présence de fibres.

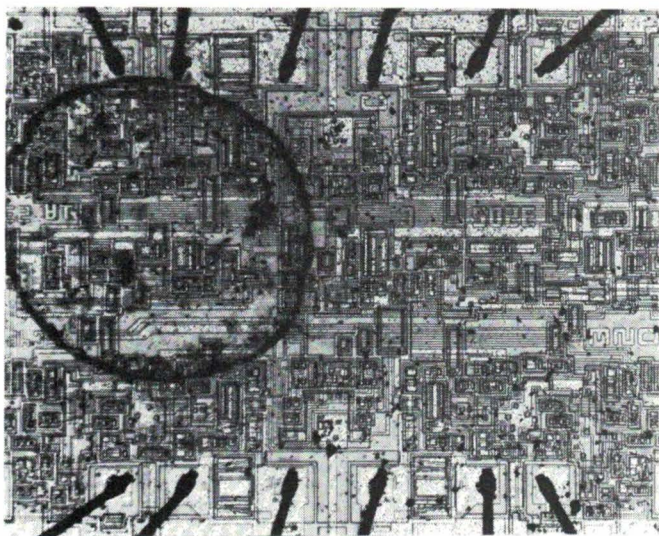


Fig. 4. – Contamination sous forme de tache résiduelle.

STD), tandis que, dans d'autres domaines, des spécifications moins sévères suffisent. Dans les deux cas, le contrôle est souvent omis en raison des suppositions suivantes :

- on croit que les composants sont fabriqués en respect des spécifications,
- on dit que très peu de défaillances surviennent pendant l'utilisation sont dues à ces composants-là.

Les télécommunications sont un exemple de domaine où le contrôle s'effectue sur une forte proportion de composants. Des programmes de vérification des caractéristiques sont souvent mis en place qui comprennent les points suivants :

- vérification des caractéristiques électriques,
- déverminage et test d'endurance,
- sensibilité aux décharges électrostatiques,
- vérification du conditionnement,
- inspection physique.

Dans le cadre d'une vérification des caractéristiques, le *Hirst Research Center* déjà cité s'est particulièrement consacré à la partie « contrôle physique », qui comporte une analyse physique destructive (APD). La majorité des exemples décrits ci-après émanent de cette source.

Les caractéristiques spécifiquement inspectées ou notées sont les suivantes :

- référence du composant,
- défauts ou dommages extérieurs,
- détails du masque et de l'alignement,
- dimensions et qualité de la métallisation,
- défaut dans la géométrie de métallisation,
- propreté/contamination,
- déchirure/écaillage,
- qualité des connexions et interconnexions,
- qualité de la passivation,
- dommages mécaniques internes.

Les procédures de contrôle utilisées ont été générées par le *HRC*, mais elles sont largement inspirées des spécifications décrites dans les trois normes suivantes :

- norme anglaise BS9400 pour les circuits intégrés,
- norme anglaise BS9300 pour les composants discrets,
- standard militaire MIL-STD-883 C.

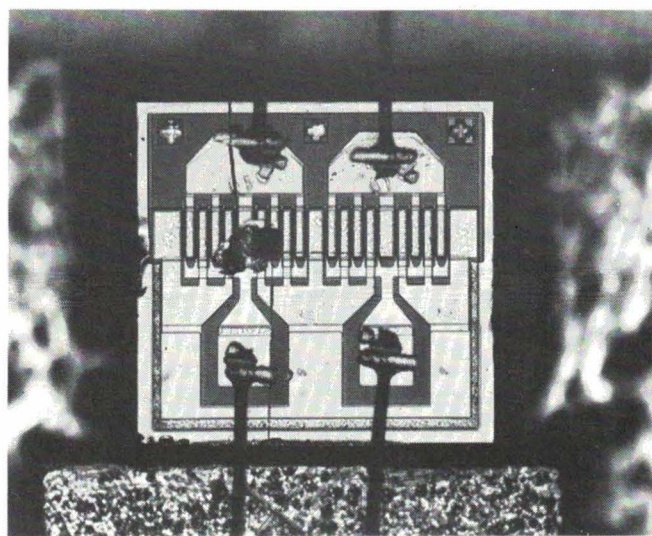


Fig. 5. – Puce GaAs fissurée après application d'une contrainte physique.

On a procédé de la sorte afin de pouvoir modifier des critères normalement très rigides, mettant à profit l'utilisation des techniques les plus élaborées qui soient à disposition. En effet, l'examen des échantillons par des procédures optimisées ainsi que l'analyse des défaillances survenues pendant l'utilisation ont mis en lumière des carences dans les critères de défauts et les techniques de contrôle normalisées. Un exemple des modifications concerne l'examen de la métallisation afin de surmonter les problèmes associés au critère d'acceptation/rejet à 50 %.

La nécessité d'une inspection complète de la qualité des composants est illustrée par le défaut que voici : un court-circuit entre un fil de connexion et une piste adjacente (**fig. 1**). La connexion en question se trouvait au bord de la pastille, le fil soudé à proximité d'une piste métallique voisine. En réalité, le court-circuit résultait de l'accumulation accidentelle de particules (ions métalliques) sous le fil, occasionnant ainsi un « pontage » de la piste. En soi, cela aurait suffi à causer une défaillance. Mais c'est l'accumulation de petits défauts dans la passivation à cet endroit précis qui, rapidement, provoqua la panne.

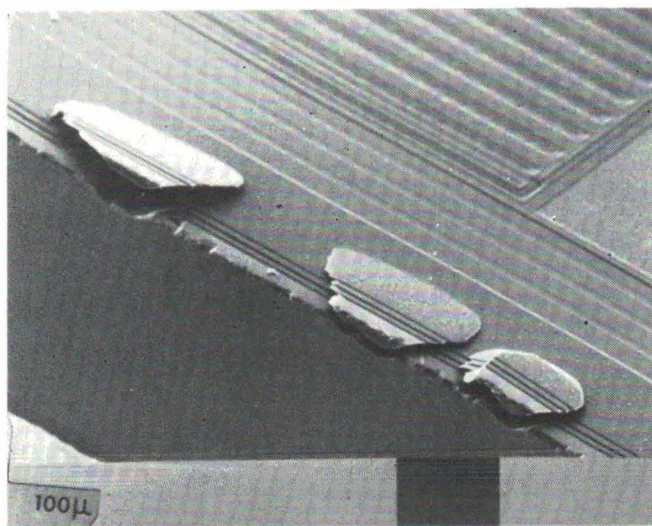


Fig. 6. – Ecornure due à une mauvaise découpe des puces.

Isolément, aucun de ces défauts ne suffirait à mettre le composant au rebut. Pris ensemble, ils raccourcissent sa vie et posent évidemment un problème de fiabilité. L'inspection de ce produit n'aurait pas manqué d'alerter les utilisateurs quant à sa mauvaise qualité et au risque de panne.

Les défaillances survenant en fonctionnement ont été analysées par le HCR à la demande de nombreuses unités de production et pour diverses applications (informatique, télécommunications, systèmes militaires, équipements domestiques et commerciaux).

Les analyses de ces défaillances ont été menées à l'aide de la méthodologie décrite antérieurement et modifiée pour prendre en compte l'utilisation croissante de boîtiers en plastique.

Études de cas

Défauts détectés lors du contrôle

Les défauts les plus souvent observés sont les suivants :

- dommage mécanique externe,
- mauvais alignement,
- défaut dans la géométrie de métallisation,
- propreté/contamination,
- puces fissurées ou écaillées ; mauvaise découpe des puces,
- défauts dans les soudures,
- connexions défectueuses sur la pastille de silicium,
- rapprochement excessif des fils,
- couche de passivation fissurée,
- dommage mécanique interne,
- défauts du masque.

● Dommage mécanique externe

L'endommagement externe d'un composant est rare, mais lorsqu'il se produit, il est en général assez grave. Par exemple, en **figure 2**, on voit un composant dont le couvercle a été écorné, découvrant deux broches sur environ 1,5 mm. Citons aussi le cas d'un couvercle de boîtier Cerdip scellé à l'envers.

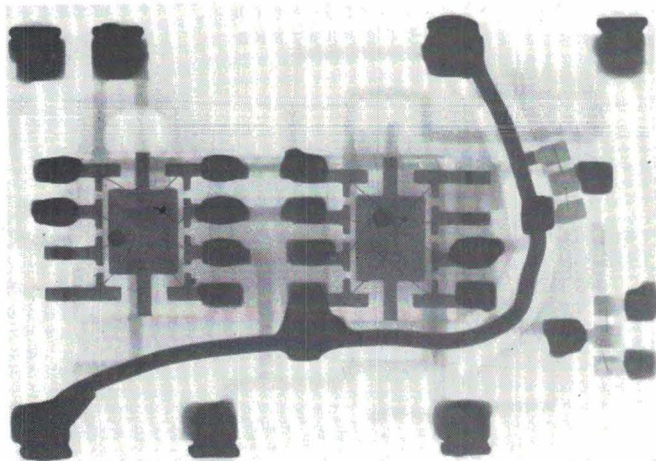


Fig. 7. - Défauts d'interconnexion sur un circuit hybride.

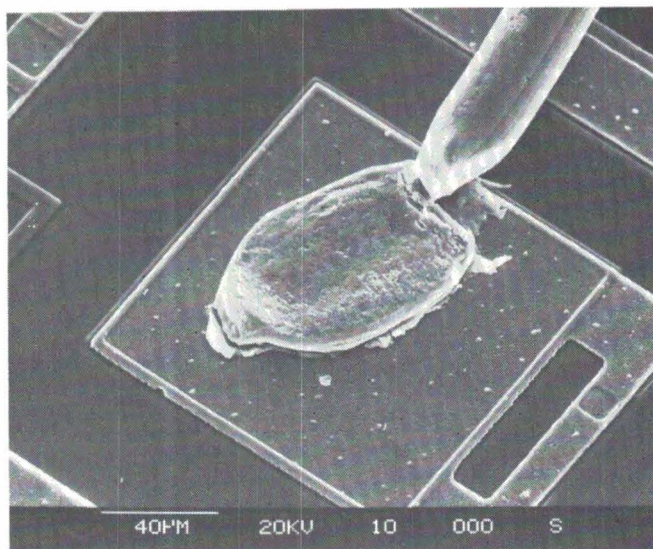


Fig. 8. - Fil de connexion en aluminium sectionné.

● Mauvais alignement

Les défauts de ce type surviennent souvent au cours des étapes de fabrication. Ils vont du décalage (acceptable dans certaines limites définies par l'inspection) à de grosses erreurs d'alignement de la métallisation ou de la première diffusion.

● Défaut dans la géométrie de métallisation

Une métallisation défectueuse et un mauvais alignement ont de nombreuses répercussions et peuvent occasionner une défaillance qu'après un certain temps de service. Toutefois, l'importance et la forme prises par le défaut (par exemple l'électromigration ou une surcharge électrique) peuvent masquer la véritable cause de la défaillance et empêcher qu'on ne la reconnaisse clairement.

● Propreté/contamination

La contamination de la surface des puces peut se produire lors de nombreuses étapes. Elle revêt les formes les plus diverses, du recouvrement total de la surface à

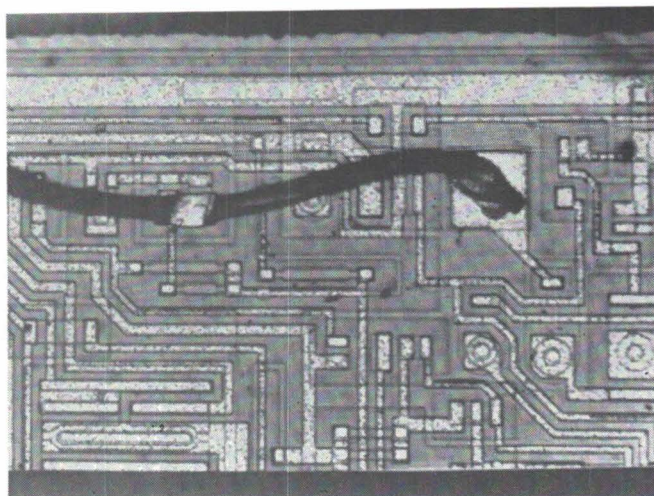


Fig. 9. - Soudure nuisible sur la zone active d'une puce.

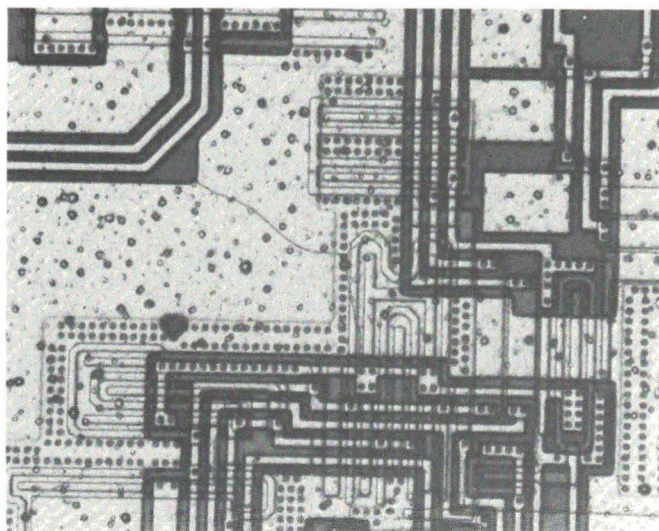


Fig. 10. – Couche de passivation fissurée.

l'inclusion de petites particules, de fibres ou de gouttelettes d'huile. Dans la plupart des cas, elle est décelable au moyen de simples dispositifs optiques. Il serait d'ailleurs souhaitable de procéder à ce test systématiquement, du fait que ce défaut peut provoquer soit une défaillance primaire, soit une défaillance secondaire survenant à la suite d'un enchaînement de circonstances. Deux exemples typiques de contamination sont montrés en figures 3 (fibre) et 4 (tache).

● Puce fissurée ou écaillée ; mauvaise découpe des puces

Presque tous les composants semi-conducteurs sont sujets à ce type de défaut, mais les circuits utilisant les composés III-V sont particulièrement touchés. La figure 5 montre une puce fissurée par l'application d'une contrainte mécanique au moment du nettoyage du composant. La figure 6 montre une diode hyperfréquence InP dans laquelle une défectuosité du contact en or a résulté de la fissuration de l'InP par une cause mécanique. La mauvaise découpe des puces n'est pas courante, mais elle peut avoir un effet désastreux. Il arrive d'ailleurs que des composants présentant ce défaut passent avec succès tous les tests électriques, mais qu'ils

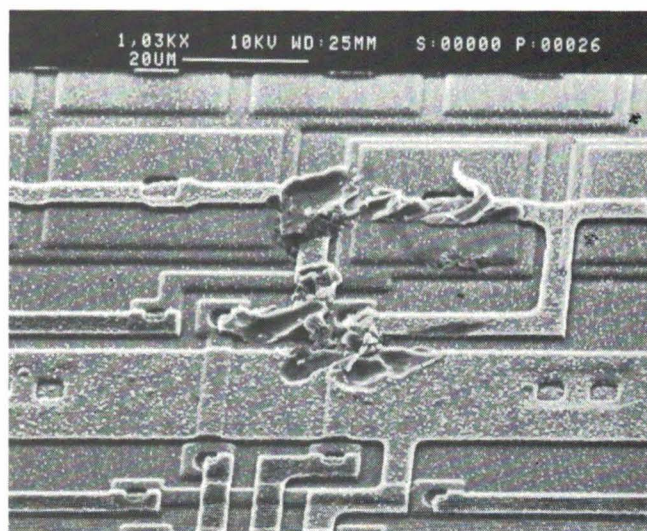


Fig. 12. – Dommage mécanique causé à la métallisation.

soient défaillants pendant l'utilisation du fait de l'aggravation du défaut par une manipulation constante ou des chocs répétés, ou encore du fait d'une panne électrique due à l'électromigration. Par ailleurs, une mauvaise découpe peut conduire à un écaillage des bords trop important – voir figure 6. Si la zone active du composant est atteinte, il s'ensuit des problèmes de fiabilité évidents.

● Défauts d'interconnexions et de soudage

Des défauts évidents, aux conséquences graves, comme par exemple des interconnexions manquantes, mettent clairement en évidence la mauvaise qualité des tests effectués par le fabricant, si ce n'est leur absence totale. La figure 7 illustre une telle défectuosité sur un composant hybride. On observe sur la même radiographie d'autres défauts intéressants : de légères altérations dans le plastique d'encapsulation causées par des projections de soudure, ainsi que des points de soudure trop fins ou trop gros. Il existe beaucoup d'autres défauts typiques, par exemple le sectionnement d'un fil (fig. 8), la production de copeaux de soudure, ou une soudure « en trop » dans la zone active du dispositif (fig. 9).

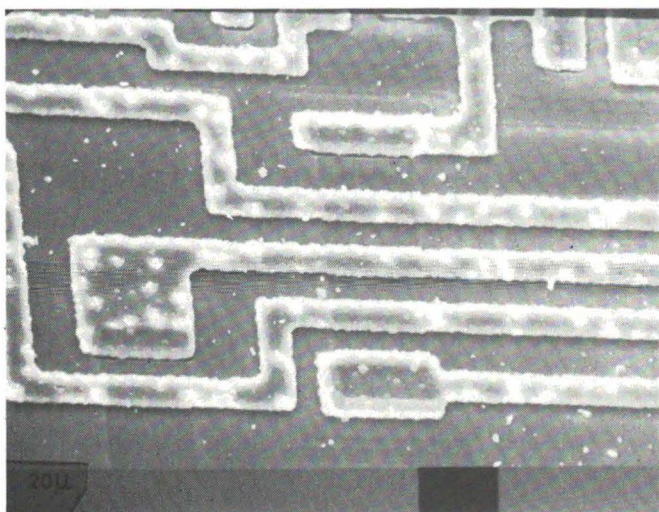


Fig. 11. – Mauvaise protection par passivation des nodules de métallisation.

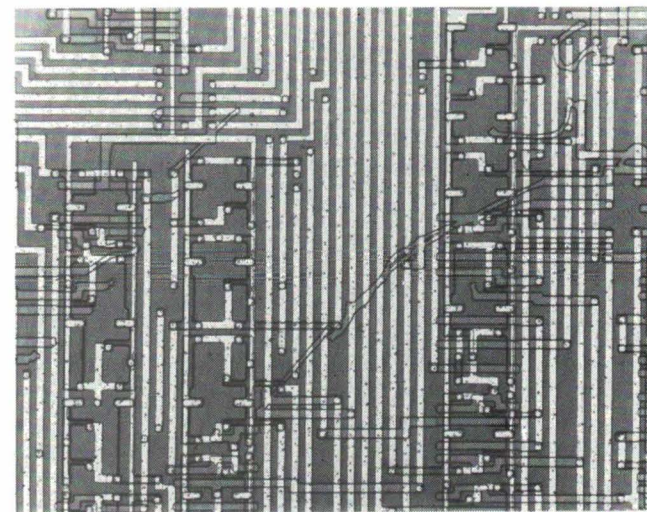


Fig. 13. – Défauts de définition de la couche de polysilicium.

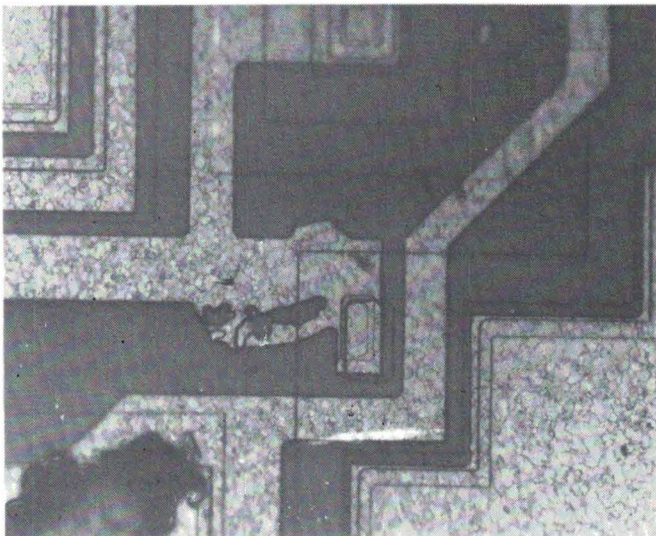


Fig. 14. – Défauts de définition de la métallisation.

● Connexions défectueuses sur la puce

Ces mauvaises connexions sont souvent à l'origine de défaillances (points chauds, « latch-up » des composants C-MOS, etc.), mais elle ne sont pas facilement décelables, en particulier sans l'aide de moyens radiographiques.

● Rapprochement excessif des fils

Un rapprochement excessif des fils, en particulier dans des boîtiers ronds, pose des problèmes évidents de fiabilité si le composant doit être soumis à des vibrations mécaniques pendant l'utilisation. Cependant, une défaillance « surajoutée » à un tel défaut (par exemple des fils fondus par une surcharge électrique) occulte souvent la preuve de la vraie cause de la panne.

● Couche de passivation fissurée

La passivation des CI a deux rôles : premièrement, offrir une protection contre les mauvais traitements mécaniques, ce qui exige que la couche recouvre la totalité de la surface ; deuxièmement, isoler la surface de la puce des effets corrosifs de l'environnement, ce qui implique que la couche doit être homogène et sans défaut.

Voici quelques exemples de défauts dans la couche de passivation. Les fissures et la porosité sont, à terme, le site de défaillances du fait de l'oxydation de la métallisation : attaque à l'acide phosphorique si, par exemple, le niveau de phosphore dans la couche de passivation est trop élevé ; migration ionique vers les zones actives de la puce. Une entaille infime dans la couche de passivation concentre l'attaque sur ce point-là. Le composant risque même d'être plus gravement atteint que s'il n'y avait pas du tout de passivation. Ce défaut est souvent inconnu des utilisateurs de CI et sa détection est absente de la plupart des procédures de tests normalisés. L'exemple d'une couche de passivation fissurée est présenté en **figure 10**. De même, une mauvaise protection des nodules de silicium dans la couche de métallisation sous-jacente présente le risque de mettre à nu les pistes métalliques, entraînant la corrosion des circuits au cours du cycle de vie du composant (**fig. 11**).

● Dommages mécaniques internes

Les dommages mécaniques sont généralement le signe d'une mauvaise surveillance de la fabrication. Ils peuvent provoquer des défaillances directement, par exemple à cause d'un circuit ouvert, ou indirectement, au bout d'un certain temps d'utilisation, par exemple par la corrosion au travers d'une couche de passivation endommagée. En **figure 12** est présenté l'exemple typique d'une série de régions endommagées sur un circuit intégré, pouvant provoquer des courts-circuits.

● Défauts de définition des couches

Des variations dimensionnelles de la géométrie des couches par rapport à la conception originale peuvent survenir. Elles sont causées par deux facteurs principaux : soit des poussières sur les masques, soit une contamination du photorésist. Ces défauts sont généralement décelables optiquement. Des exemples typiques de défauts de définition sont montrés, en **figure 13**, pour une couche de polysilicium et en **figure 14**, pour la métallisation.

● Conclusions aux procédures de contrôle

Une première conclusion s'impose : nombre des défauts se produisant pendant ou du fait de la fabrication des composants ne sont pas repérés avant la sortie d'usine ou avant réception. Que ces défauts soient dus à

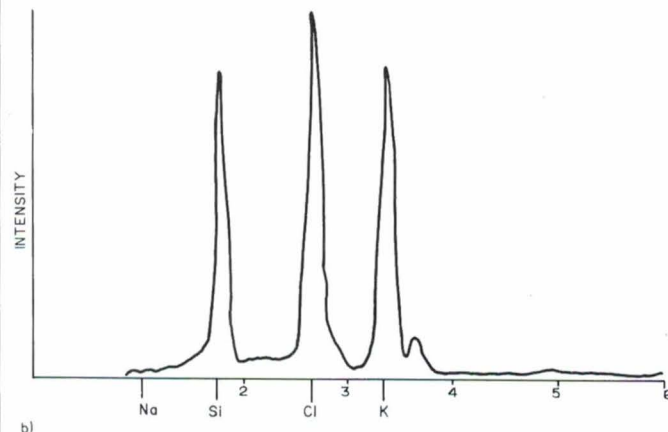
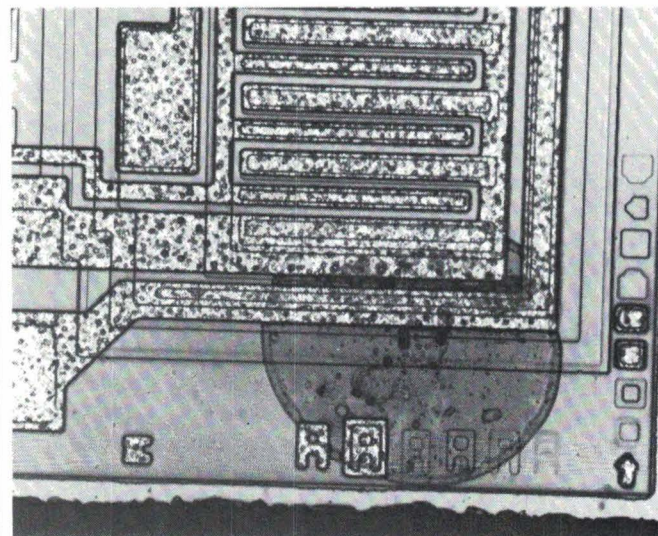


Fig. 15 (a) Contamination de la surface de la puce. 15 (b) Spectre relatif à l'analyse au microscope électronique à balayage.

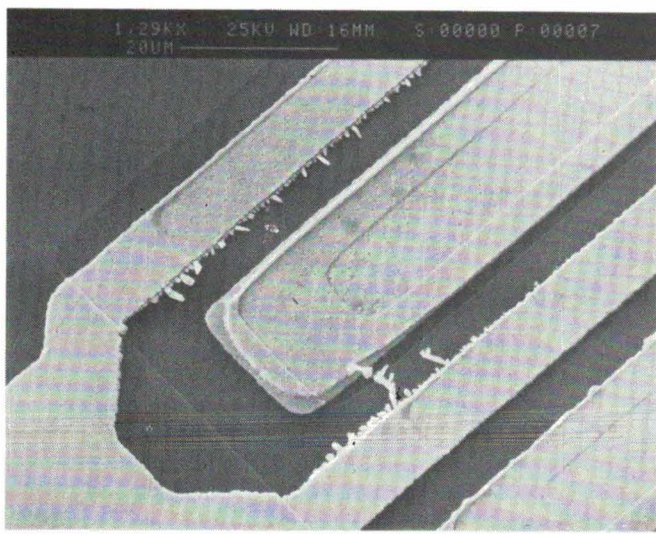


Fig. 16. - Dendrites d'or sur un transistor.

l'absence délibérée de procédures de contrôle à la sortie de l'usine, cela reste à prouver. Mais, étant donné la valeur des moyens de tests mis à la disposition des fabricants, un tel contrôle, s'il a été effectué, a laissé beaucoup à désirer. Cette situation peut très bien être améliorée si la commande de composants spécifie par exemple le respect du standard militaire...

On doit s'inquiéter du fait que des défauts de fabrication se produisent si souvent, et plus souvent chez certains fournisseurs que chez d'autres. La tendance étant à l'augmentation de la complexité des composants en même temps qu'à la réduction de la géométrie des puces, il sera impossible aux fabricants d'effectuer une inspection complète de tous leurs composants à l'aide de techniques visuelles classiques. Tant que l'inspection visuelle automatique n'aura pas été optimisée au niveau du fabricant, il est clair que l'utilisateur devra au moins pratiquer un contrôle par échantillonnage.

À l'heure actuelle, il est parfois déconseillé de se fier au fabricant pour l'inspection finale du produit, et il est souvent urgent de mettre en place un programme de contrôle d'entrée.

Origine des défaillances survenant en cours d'utilisation

● Contamination/corrosion

Tandis que la contamination est généralement facile à localiser, ses effets sur la mortalité du composant pendant l'utilisation est difficile à quantifier. La seule présence d'une trace de contamination peut, en soi, conduire directement à une défaillance, par exemple par un court-circuit ou un courant de fuite. Toutefois, d'autres mécanismes de défaillances connexes (par exemple la migration métallique ou la corrosion) sont en général imprévisibles dans le temps, rendant difficile une évaluation de la fiabilité. Trois cas vont nous servir à illustrer cet aspect du problème.

Tous les défauts/défaillances donnés en exemple ci-après sont flagrants et auraient pu être évités si des tests de qualité avaient été effectués. Qu'ils ne l'aient pas été montre bien la qualité douteuse de certains produits mis sur le marché.

Dans le premier exemple, des essais systématiques de certains matériels ont conduit au dysfonctionnement intermittent de quelques FET GaAs. Une analyse de qualité a montré que le problème était dû à la présence de particules libres entraînant des courts-circuits intermittents entre porte et drain. Ces particules provenant de sources diverses (métal, protéines humaines, etc.) sont le fait d'un manque évident de propreté de l'environnement.

Le deuxième exemple porte sur un régulateur de tension hybride comportant une référence, un amplificateur et un réseau de résistances. Après une courte période pendant laquelle le dispositif fonctionna selon les spécifications, la tension de sortie se mit à varier avec la tension d'entrée au lieu de rester stable à 10 V. Une analyse complète de la qualité fit ressortir la présence d'une contamination adhérent fortement sous forme de taches, résultant d'une mauvaise surveillance de la fabrication.

Le troisième exemple relate la défaillance d'un circuit hybride utilisé dans un système d'affichage dans le domaine de l'aéronautique. On a constaté des défaillances du système lors des essais de mise en service du matériel. Un examen optique révéla une contamination flagrante sur l'une des puces du circuit hybride. La figure 15 (a) montre l'ampleur de la contamination. Une analyse plus poussée à l'aide d'un microscope électronique à balayage indiqua la nature des polluants : potassium et chlore. La spectrographie est montrée en figure 15 (b). L'examen à fort grossissement des produits de contamination a mis en évidence des cristaux cubiques isolés de KCl, typiques des cristallisations de solutions aqueuses. Ce type de contamination est des plus couramment observés dans les composants de mauvaise qualité. Il résulte d'une projection de gouttelettes tombant à la surface du composant pendant sa manipulation en fin de montage de la puce de silicium.

Le premier exemple de contamination, facile à déceler au moindre examen et conduisant, à terme, à une défaillance, a été observé sur des transistors BSX 20 en boîtier rond. La contamination au Na, Cl et K provoquait des courts-circuits entre les bases et les émetteurs des transistors. Pendant le fonctionnement, la présence de ces particules ioniques et d'eau à l'état de trace avait provo-

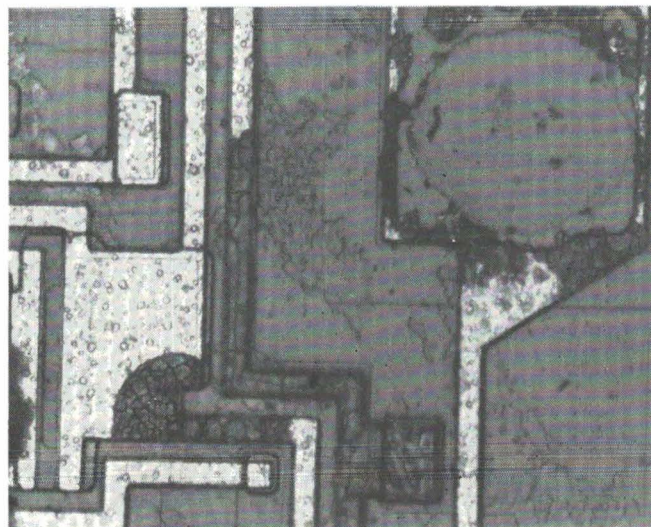


Fig. 17. - Contamination/corrosion de la métallisation.

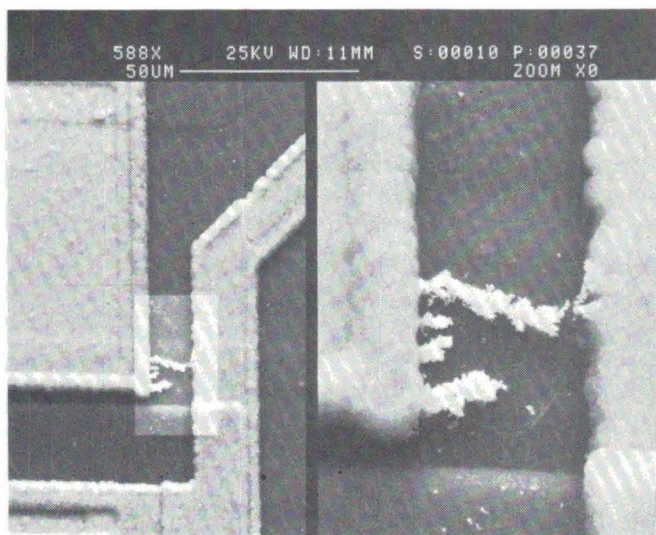


Fig. 18. – Dendrites d'or court-circuitant les pistes d'un comparateur.

qué une migration d'or. Les dendrites d'or ont formé un court-circuit avec l'émetteur (fig. 16) provoquant rapidement une défaillance. Du fait que les fusions et les croissances dendritiques se succédaient, les défaillances étaient intermittentes.

Les effets à retardement de la contamination ne sont pas limités aux boîtiers ronds. Un autre exemple illustre les effets à long terme d'une contamination par la corrosion de la métallisation à base d'aluminium dans un dispositif encapsulé dans du plastique. Les défaillances en circuit ouvert de composants C-MOS ont été soumises à une analyse complète. On a constaté qu'elles étaient dues à la détérioration de la métallisation par la corrosion et la contamination (fig. 17). Les particules de contamination ont été transmises à la surface de la puce pendant le processus d'encapsulation. Or, le plastique n'est pas hermétique et laisse entrer l'humidité.

Une autre méthode d'examen utilise le polissage du plastique au jet de plasma avec oxygène qui a le mérite de révéler les effets dus à la contamination tels que la corrosion ou les croissances de dendrites. Par exemple, le comparateur montré en figure 18 a échoué au test d'humidité relative à 85 % et au test de température à 85 °C. Il a subi une défaillance du fait du court-circuit de deux pistes adjacentes causé par la croissance de dendrites d'or.

L'un des problèmes majeurs du « décapage » des boîtiers en plastique (chimiquement ou par polissage au plasma et traitements associés) est que les effets de la contamination sont décelés, mais que la preuve de la contamination elle-même est presque toujours détruite par les techniques utilisées. Toutefois, l'observation au microscope à infrarouge permet de détecter la contamination sans détruire la preuve elle-même, mettant en évidence la corrosion et parfois même les particules de contamination, de manière non destructive.

● Défauts de soudage de fils

L'incidence des défauts de soudage de fils d'interconnexion est étonnamment élevée, car ils sont facilement décelables par des méthodes non destructives à l'aide de matériels et de procédures d'inspection parfaitement maîtrisés et courants.

Dans une analyse de défaillance récemment entreprise sur quelques CNA hybrides 12 bits présentant une tension de sortie élevée en permanence, la cause de la défaillance relevait uniquement du court-circuit d'un fil entre la sortie en tension et la ligne 15 V (fig. 19). La position de ce fil était incorrecte car il était connecté à une pastille non-utilisée.

On sait depuis longtemps que l'utilisation conjointe d'aluminium et d'or donne lieu à la formation d'un alliage et à l'effet dit « vide de Kirkendall », cause de fragilité des soudures. Ce phénomène a été baptisé « peste pourpre » du fait de la couleur du composé $AuAl_2$. Cependant, cette association de matériaux est de plus en plus utilisée, entraînant une recrudescence de défaillances survenant en fonctionnement. Tandis que l'analyse de ce type de défaillance est souvent complexe, la plus simple des méthodes d'inspection suffit à détecter l'utilisation des deux métaux incriminés. Comme les structures Au/Al sont couramment utilisées en pratique, il est évidemment impossible de rejeter les composants qui les emploient. Toutefois, il est possible, et important, d'évaluer les implications en matière de fiabilité et de spécifications pour les approvisionnements à venir.

● Mauvaises connexions vers la puce

Ces mauvaises connexions peuvent entraîner de nombreux problèmes de fonctionnement. Par exemple, la cause de la défaillance de séquenceurs logiques programmables montrant des difficultés de programmation a été attribuée à la mauvaise qualité des connexions (fig. 20). Le contact défectueux entre la puce et les broches échauffait la puce pendant la programmation ; il en résultait une difficulté de programmation en raison d'une mauvaise dissipation de la chaleur. Du point de vue de la fiabilité, il est déconseillé d'utiliser des dispositifs dans lesquels les puces ont été soumises à une contrainte thermique élevée, même si leur programmation s'est bien déroulée. Toute hausse de température peut entraîner le dysfonctionnement ultérieur du dispositif.

● Défauts de soudage

Après analyse complète par chocs mécaniques des défaillances, l'irrégularité des performances d'une carte RAM 4K a été attribuée à un défaut de qualité des points

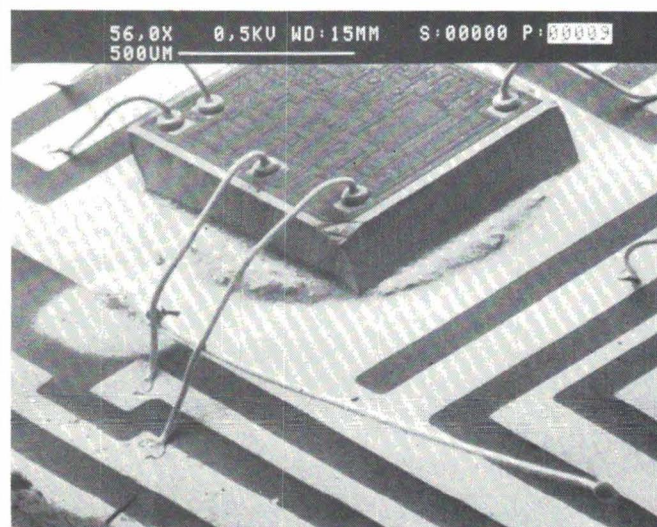


Fig. 19. – Fils de connexions formant court-circuit sur un CNA hybride.

de soudure entre les composants et la carte imprimée. En particulier, on a constaté que l'état de surface des broches des boîtiers ne convenait pas à la réalisation d'une soudure de bonne qualité. La surface des connexions était visiblement terne, avec un degré de mouillage faible et une forte proportion de matières carbonées. La difficulté de souder à la vague les connexions à la carte n'était donc pas surprenante. Une simple inspection visuelle et un test de soudure aurait permis de détecter ces défauts.

L'utilisation de certains flux de soudure peut aussi provoquer une contamination des surfaces voisines au chlore ou au brome. Si les étapes de nettoyage ultérieures ne sont pas efficaces, ces résidus risquent d'aggraver les phénomènes de corrosion et de croissance dendritique. Cela touche principalement les circuits hybrides, et c'est une cause courante de courts-circuits entre les connexions.

On a aussi observé des cas où l'étain n'avait pas conféré aux composants la protection adéquate contre la corrosion. De mauvaises techniques ont donné des protections fines et/ou poreuses, entraînant la corrosion du substrat métallique.

● Dommages mécaniques

Trop souvent, le dommage mécanique primaire responsable de la défaillance est masqué par le dommage secondaire (par exemple, électromigration ou surcharge électrique). Pour illustrer cet aspect, on a choisi le cas d'une des puces d'un ensemble qui présentait une défaillance lors des essais de mise sous tension. Le défaut a été localisé sur une piste métallique dont la largeur avait été réduite. Malgré un fonctionnement normal au départ, la piste a fini par se couper comme un fusible (fig. 21). Une étude au microscope électronique à balayage révéla un dommage antérieur à la passivation et relevant plutôt de l'impact de particules que d'une contrainte mécanique.

● Défauts de définition des couches

Des défauts de structures dus à une mauvaise définition d'une ou de plusieurs couches sont malheureusement très courants. Souvent, le défaut est minime et n'affecte pas directement les performances du dispositif,

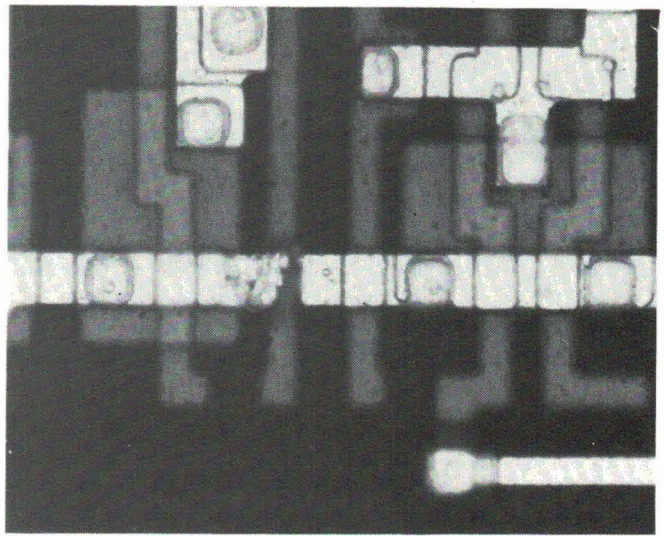


Fig. 21. – Métallisation sectionnée du fait d'un dommage mécanique.

mais, dans un nombre assez élevé de cas, des défauts importants ont conduit à des défaillances pendant le fonctionnement. La plupart du temps, elles sont dues à une déficience de la couche d'oxyde, trop mince pour garantir l'isolation électrique requise. De plus, le défaut n'est souvent pas aisément décelable, d'où la difficulté d'en trouver la cause. Toutefois, l'exemple donné ici est un défaut assez évident pour en illustrer l'effet. Il s'agit d'un dispositif TTL standard. La défaillance est survenue au cours des essais, alors que le composant avait passé les premiers tests avec succès. Les défauts d'isolation de l'oxyde peuvent être causés par une contamination de particules sur le masque ou sur le photorésist. Dans le cas présenté en figure 22, l'apparence en général circulaire des défauts suggère qu'ils sont davantage le fait de particules isolées ou agglomérées que d'un résist défectueux. La présence de ces particules est signe d'une mauvaise surveillance de la fabrication. Des défauts dans la couche de polysilicium imputables à des dommages mécaniques causés au photorésist après exposition sont montrés en figure 23.

● Conclusions sur les défaillances de fonctionnement

Les défauts qui auraient pu et dû être facilement éliminés lors d'un contrôle ont donné lieu à des pannes survenant pendant la jeunesse des produits. La fiabilité du composant et du système a été sacrifiée pour des raisons d'économie.

Commentaires

À l'appui des cas présentés ici et de l'analyse des défaillances rencontrées, il est relativement simple de prouver que l'absence ou l'insuffisance des procédures de contrôle des produits risque d'entraîner des pannes sur le site. Nombre de ces défaillances résultant de simples défauts de fabrication auraient pu être détectés par un simple contrôle d'entrée.

Les tableaux 1 et 2 donnent quelques exemples de taux de rejets selon diverses technologies et un choix de 8 fabricants (source : British Telecom).

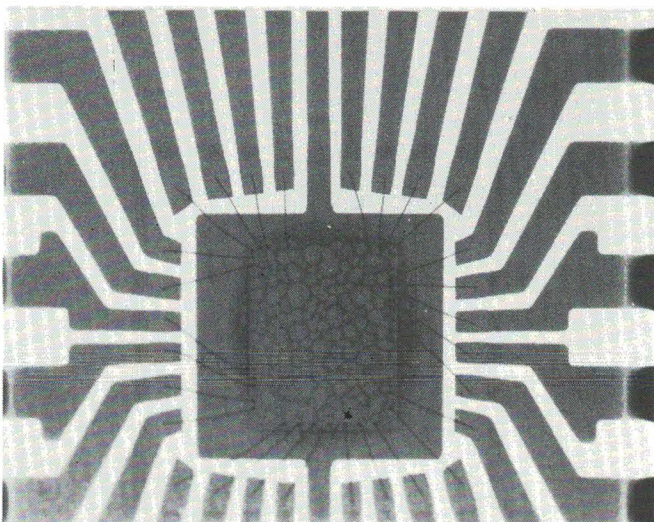


Fig. 20. – Radiographie d'une PROM avec connexions vers la puce imparfaites.

TABLEAU 1

Technologie	% de lots défectueux	% des lots inspectés
Discret	60	10,4
SSI	43	31,9
MSI	70	6,3
LSI	44	9,3
Mémoire	40	11,1
Linéaire	43	25,0
Personnalisé	50	6,0

Pour l'ingénieur qualité, la principale difficulté est d'établir un rapport entre les observations qu'il peut faire et les causes dues à des phénomènes hasardeux, difficilement quantifiables. Généralement, les contraintes financières limitent la conduite des analyses de défaillance, ce qui entraîne une carence des données permettant de faire le lien entre les deux. Cependant, quelques efforts ont été faits dans ce sens. *British Telecom* a conçu un programme de contrôle de qualité des composants à semi-conducteurs appelé « Component Quality Monitor » (CQM). Ce CQM – qui sert de base aux **tableaux 1 et 2** – est, pour l'essentiel, semblable aux procédures de tests physiques mises au point au *HRC* déjà cité. Les résultats des tests effectués montrent que les mécanismes de défaillance dus à des défauts de fabrication sont généralement retardés dans le temps. Typiquement, ils causent une défaillance 2 à 3 ans après la mise en service, mettant ainsi en évidence le caractère aléatoire de la notion de fiabilité. Par exemple, il apparut que 47 % des lots examinés présentaient des défauts en fonction des critères d'inspection du CQM, ceux-ci n'étant pas plus sévères que ceux d'un bon standard industriel. De plus, on a trouvé que la qualité des produits européens était parfois moins bonne que celle des produits japonais.

Les routines de contrôle d'entrée ne sont pas très répandues chez les utilisateurs. Pourquoi cette carence ? Il serait simpliste de dire que c'est simplement par souci d'économie, ou encore d'invoquer le fait que le fabricant contrôle lui-même ses produits, car, souvent, c'est plutôt une question d'habitude de travail. On l'a déjà dit, dans certains domaines, les composants répondent aux spécifications décrites dans une norme ou dans le standard militaire (MIL STD). On considère que ce sont là des critères de sécurité. Dans d'autres domaines, on se sert du nombre apparemment faible de défaillances pendant le fonctionnement pour justifier l'absence de contrôle. De

TABLEAU 2

Fabricants (Europe et Etats-Unis)	% de lots défectueux (plus de 10 lots évalués)
A	66
B	59
C	46
D	36
E	33
F	32
G	30
H	22

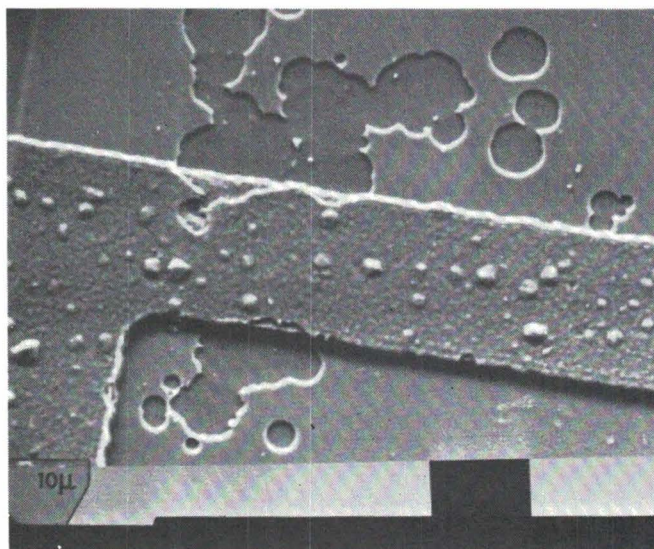


Fig. 22. – Défaut dans l'oxyde dû à des particules dans le masque.

plus, un certain nombre de responsables d'unités de fabrication affirment qu'il existe d'autres moyens pour évaluer la qualité de la production et pour réduire l'utilisation de produits présentant des défauts. En général, ils en citent quatre :

- Déverminage au four de 100 % des dispositifs pour éliminer les cas de défaillances initiales. Les composants qui réussissent à ce test sont utilisés,
- déverminage au four de 100 % des dispositifs, plus d'autres tests par lot (par exemple test d'usure et test à l'humidité relative 85 %/85 °C),
- utilisation du seul test par lot afin d'obtenir rapidement des données sur la durée de vie potentielle,
- tests approfondis sur les cartes ou les systèmes, ce qui, dans certains cas, peut être plus facile que de tester les composants, d'autant plus que certains ne peuvent être entièrement testés qu'au niveau du système.

Toutes ces approches présentent des inconvénients majeurs. Premièrement, le déverminage permet rarement de détecter de quels défauts il s'est agi. Deuxième-

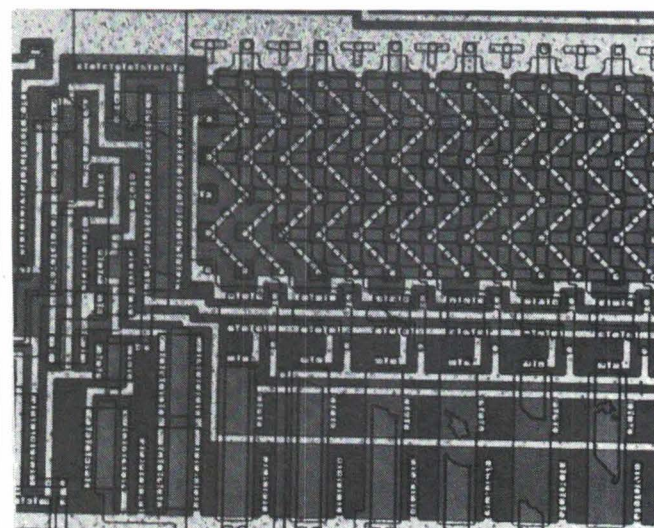


Fig. 23. – Défaut dans la couche de polysilicium sur un composant « custom ».

ment, ni le déverminage ni les tests d'usure ne sont nécessairement applicables pour tous les types de défaillances. On a aussi montré que certains produits passent avec succès des tests paramétriques (au niveau du composant), mais qu'ils ne passent pas le test au niveau de leur fonctionnement en environnement système. De tels composants représentent clairement un risque pour la fiabilité du système global. De plus, le test d'usure doit être adapté au produit à tester, par exemple, le test d'humidité relative de 85 %/85 °C ne convient manifestement pas à un composant fonctionnant usuellement à 40 °C, puisque son boîtier sera toujours chaud et donc, sec. Troisièmement, le coût des essais de cartes et de systèmes est élevé. De plus, si le niveau des contraintes appliquées est insuffisant, on peut très bien effectuer les tests plusieurs fois et, pourtant, laisser passer des composants susceptibles d'être défaillants.

Surtout, ces tests ont l'inconvénient de ne pas favoriser une bonne compréhension du comportement des composants quant à la fiabilité des systèmes.

Conclusions

Les exemples et commentaires ont clairement montré la nécessité d'effectuer un programme de contrôle d'entrée des composants. Lorsque certains fournisseurs sau-

ront que la qualité de leurs produits est testée, ils veilleront à produire des composants meilleurs. De plus, en renvoyant les résultats des tests à ces fournisseurs, on déclenchera chez eux une réelle motivation en vue d'améliorer la qualité de leur production. Bien que la majorité des exemples cités ici proviennent du secteur commercial, pour lequel les composants répondent aux spécifications d'une norme industrielle classique, il est prouvé qu'une situation analogue existe dans le secteur militaire, pour lequel les composants sont supposés respecter les spécifications MIL STD.

Naturellement, il est difficile de quantifier la rentabilité de telles pratiques de contrôle de qualité. Mais les observations faites sur les défaillances survenant en fonctionnement indiquent clairement que les résultats des contrôles font foi, qu'ils sont une bonne indication des risques concernant la fiabilité. En conséquence, ils peuvent induire des économies importantes en garantissant le bon fonctionnement des systèmes et des cartes.

Adapté de : « Is the incoming physical inspection of micro-electronic components really necessary ? »

B.P. Richards,
P.K. Footner,

The GEC journal of Research,
vol. 5 n° 1, 1987

LA GUEULE DE L'EMPLOI

KF présent à l'INSA (Lyon)
Stand 13 - Hall J - Travée 4

LISTE DES REVENDEURS SUR DEMANDE A:
SICERONT KF - 14, RUE AMBROISE CROIZAT - B.P. 28 - 95102 ARGENTEUIL CEDEX



L'électrofuge 200 est un vernis à base de silicones qui s'emploie en électronique, électricité, matériel aéronautique, aéronautique, marine, industrie automobile et télécommunications. C'est un vernis stable dans un large intervalle de température de - 30 °C à + 300 °C sous toutes fréquences. Il forme un film incolore, brillant, très résistant, dur mais non cassant. Il permet la soudure. Il est efficace dans les conditions les plus sévères. La durée de protection est pratiquement illimitée. C'est un vernis hautement éprouvé, déjà connu et utilisé par toutes les industries de classe internationale. L'électrofuge 200 ? La gueule de l'emploi !



**TOUJOURS UNE
IDÉE D'AVANCE**

SITEF 87

L'AVENIR SE CONSTRUIT A TOULOUSE

Marché international des technologies avancées, le SITEF s'affirme comme le centre multisectoriel d'échanges techniques et commerciaux des professionnels des nouvelles technologies.

Le SITEF s'agrandit : 45 % de surface d'exposition en plus.
Le SITEF privilégie les échanges internationaux : 20 % de surface d'exposition consacrés aux technologies et produits étrangers.

Le SITEF offre cette année un programme de très haut niveau avec :

- Son pôle transfert de technologie : (le F.I.T.T.).
- Ses colloques industriels et scientifiques conçus et animés par des spécialistes internationaux.
- Ses pôles thématiques et en particulier cette année, pour la première fois, l'Espace Productique Conseil®.

SITEF 87

**SALON INTERNATIONAL
DES TECHNOLOGIES AVANCEES
PARC DES EXPOSITIONS - TOULOUSE
DU 29 SEPT. AU 4 OCT.**

Allez au SITEF avec 

Bon à renvoyer au SITEF. Chambre de Commerce et d'Industrie de Toulouse. B.P. 1506. 31002 TOULOUSE CEDEX. Tél. : 61.33.65.66

Je désire recevoir une invitation au SITEF 1987 et des informations complémentaires sur :

☐ Le F.I.T.T. ☐ Les colloques ☐ L'Espace Productique Conseil ®

Nom _____

Prénom _____ Société _____

Activité de l'entreprise _____

Adresse _____

Code postal _____ Tél. _____



CHAMBRE DE COMMERCE
ET D'INDUSTRIE
DE TOULOUSE
L'esprit d'entreprise.

EA1
✂

PUBLICIS SOUIL

Analyse

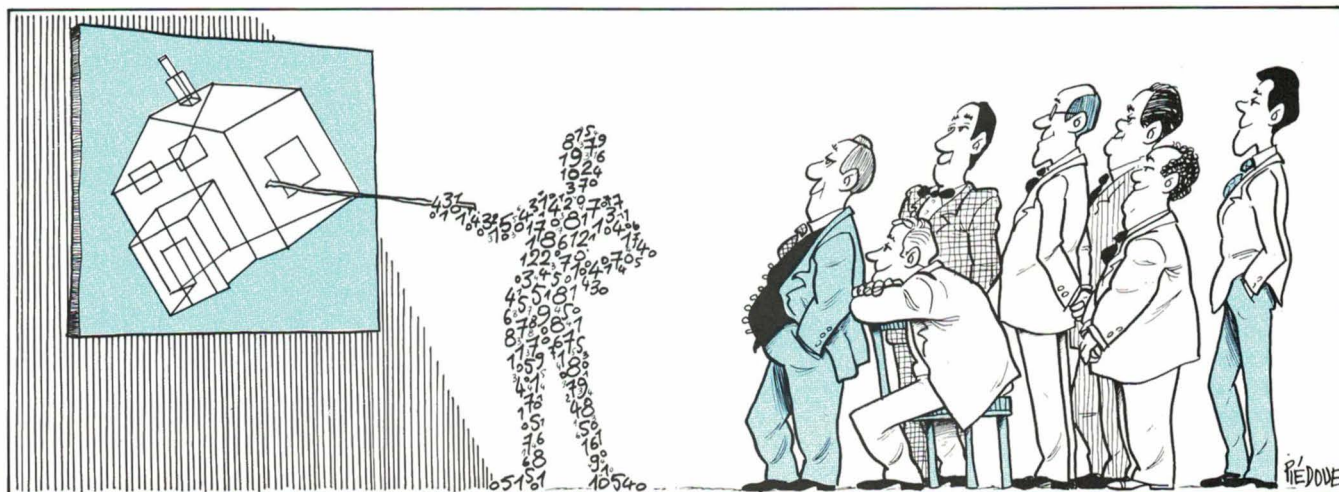


Traitement numérique des images : optimisation de l'architecture des systèmes

Cet article se propose d'effectuer une approche conceptuelle d'un système numérique de traitement d'image, d'analyser les éléments constitutants et d'en proposer une architecture optimisée et adaptée que les utilisateurs attendent. Cette nouvelle perspective est permise par les développements des nouvelles technologies électroniques.

Elle tend vers une approche moderne qui se veut « systémique », grâce à laquelle il pourra se dégager des axes importants pour les futurs concepteurs de produits nouveaux.

Déjà, depuis peu, de nouveaux systèmes performants de traitements numériques d'image tendent à s'approcher des concepts examinés ici et parviennent au stade opérationnel. Nous en verrons certains aspects et aussi quelques produits.



Vers le concept de système

L'utilisateur a comme but de traiter une information principale (information d'entrée) afin d'en obtenir des renseignements objectifs pour définir une action prochaine sous forme d'une information de sortie. Ces informations sont des images en provenance de capteurs qui sont dirigées ensuite vers un dispositif d'affichage (moniteur, traceur, imprimante).

Ainsi, on définit le système élémentaire sous la forme de trois blocs comportant des entrées/sorties et un système interne capable d'opérer le traitement.

La **figure 1** reprend le schéma de principe d'un système.

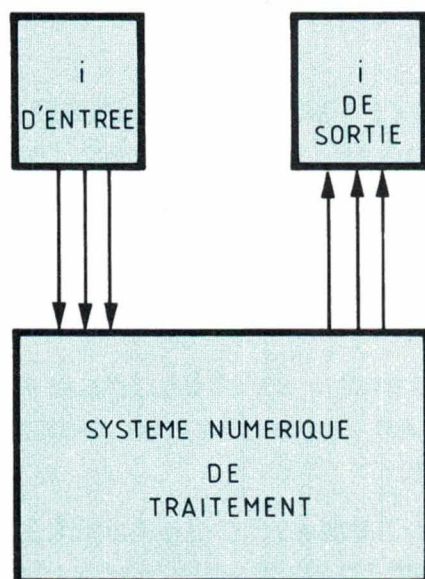


Fig. 1

Représentation détaillée d'un système de traitement

Objectifs généraux

A partir de cette première approche, nous pouvons rechercher une architecture évoluée capable de répondre à la majorité des cas pratiques nécessaires aux utilisateurs.

Il faut tenter de répondre à certaines questions principales :

- Comment définir ce système numérique : capacité, définition, évolution ;

- Quels moyens matériels et pratiques faut-il mettre en œuvre.

Pour cela, nous allons dégager les principes généraux de conception de systèmes informatiques.

Examinons les critères de choix les plus importants d'un système élémentaire au moyen du **tableau 1**.

Représentation détaillée

A partir de ce tableau, nous pouvons dégager une architecture naturelle englobant l'ensemble des critères de choix afin de séparer les fonctions et les intégrer au système. La **figure 2** présente les différentes fonctions que doit effectuer le système.

Il appartient à l'utilisateur de définir son cahier des charges et de localiser ses besoins, au niveau de la rapidité globale ou partielle et de

ses charges réelles utiles au système en terme de traitement asynchrone.

Par exemple :

opérations de traitement
40 % du temps CPU : opérations,

opérations d'acquisition
20 % du temps CPU : pilotage,

opérations de gestions
externes 10 % du temps CPU : processus,

opérations de communications
30 % du temps CPU : moyens.

La **figure 3** reprendre un exemple de cycle associé aux graphes dynamiques et la décomposition temporelles des signaux d'échange.

Cette répartition permettra de définir correctement la fonctionnalité globale des besoins des utilisateurs. Elle permettra aussi de définir des performances générales avant toute caractérisation matérielle.

Les nouveaux systèmes d'exploitation en temps réel spécifiques

DEFINITIONS		MOYENS MATERIELS
Buts à atteindre sur les entrées/sorties	Transformation ou adaptation	- résolution des convertisseurs 8, 12 à 16 bits analogiques ou numériques, - haute résolution graphique (moniteurs 1 024 x 1 024), - mémoire locales rapides, - multiples.
« Mesurer »	Mémorisation	- interchangeables.
Buts à atteindre sur le système	Rapidité	- circuits haute technologie (VLSI, tranches, bipolaires), - prise en compte et traitements des niveaux d'interruptions (pile, matériel), - séparation des fonctions - canaux de communications externes, - traitement en parallèles, - simultanéité.
« Traiter »	Calculs variés en temps réels	- opérateurs spécifiques - Exemples : gradient, filtrage, érosion, dilatation.
Nécessiter d'« évoluer »	Caractère évolutif	- architecture support universelle, - multi-bus, - parallèles et série.
	Mémorisation	- mémoire centrale lente.

Tableau 1 : Le réalisme opérationnel

(pSoS, RMS, Versados...) assurent une certaine répartition des tâches en accordant des intervalles de temps pour des opérations ponctuelles ou des tâches dédiées en minimisant les cycles d'exécution.

Ainsi, par exemple, une architecture type « pipe-line » peut prendre l'aspect de la figure 4.

Les flèches peuvent représenter des liaisons spécifiques : bus VME, Intel, série ou parallèles en fonction de la dépendance des utilisateurs et des choix stratégiques.

Les solutions futures

De plus en plus, dans l'avenir, les systèmes de traitement d'images intégreront toutes les fonctions.

– *matérielles* : acquisition, capteurs, traitements spécialisés ;

– *logicielles* : constructeurs, mais tout en restant individualisés.

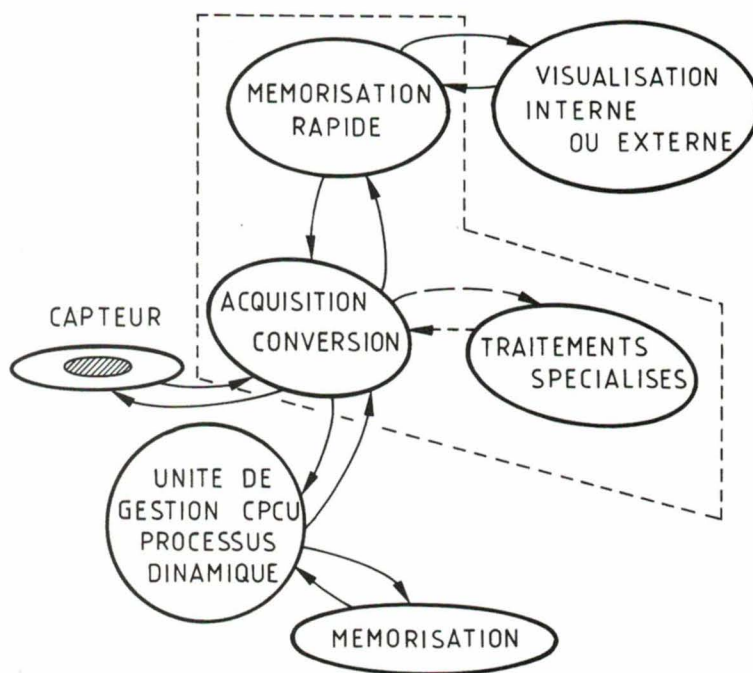


Fig. 2

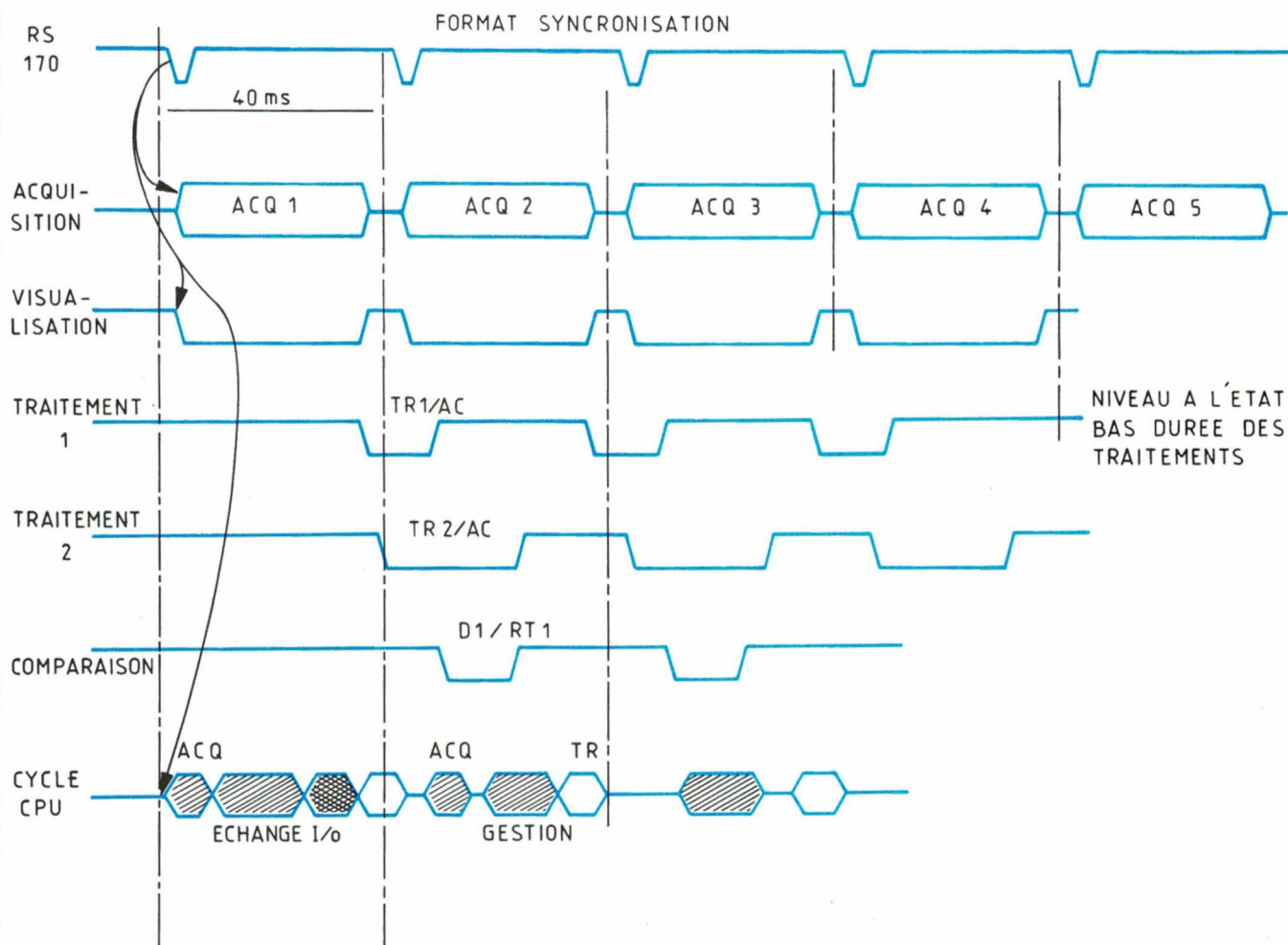


Fig. 3

On se dirige vers des systèmes ponctuels permettant une coopération locale (mémoire, surveillance, contrôle), de plus en plus orientés en tant que périphérique.

On peut citer les produits *Data Cube*, *Imaging Technology* ou *Data Translation* pour les dernières générations de cartes électroniques ou des modules intégrés séparés développés par certains constructeurs qui peuvent répondre mieux et à moindre coût aux spécificités des utilisateurs.

A. Carlier

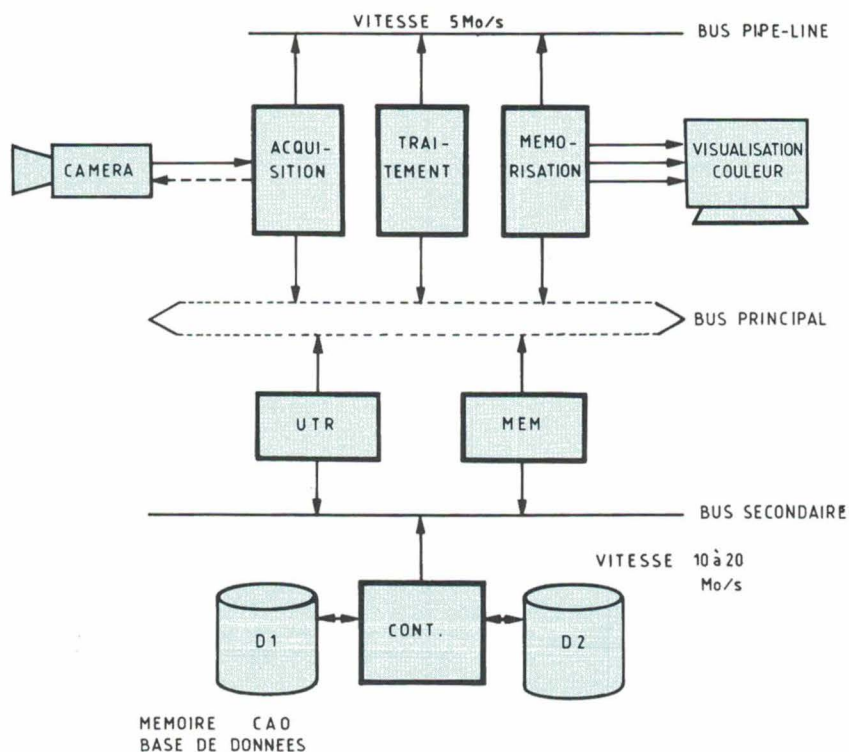


Fig. 4

CGX[®] INFORMATIQUE ELECTRONIQUE

16 rue Larrey 75005 PARIS - 45 87 04 65

VOTRE SOUS-TRAITANT EN PETITES

SERIES AU QUART DU PRIX, ex :

CI double face métallisées : 16 F/dm² HT,

Panneaux à clavier souple : 80 F/dm²,

Contrôleurs spécifiques, sous ensembles.

VOTRE SOURCE EN :

Programmateurs PAL/EPROM (MMI, TI ...)

Programmateurs de Microcontrôleurs

Emulateurs temps réel : 18-49000 F HT y.c. soft

Analyseurs logiques 24 voies, 100 MHz : 6 950 F HT

MULTIPOSTES PROLOGUE^R

Ext. mémoire 2 MO Prologue II⁺ : 5 500 F HT

Carte 4 voie série : 1 500 F HT

Terminal Prologue : 3 950 F HT

CARTES COMPATIBLES PC

EGA : 1 350 F HT ; graph.multistd : 2 200 F HT

Multi I/O pour AT, 2 MO : 3 200 F HT

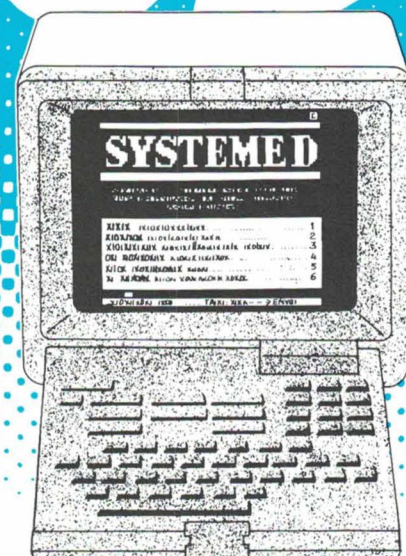
Extension mémoires EMS, EEMS 2, 3,5, 4 MO

ONDULEURS 200 à 1000 VA : à partir de 3 500 F HT

buffers imprimantes - moniteurs couleur HR, multisync.

AUTRES EQUIPEMENTS, NOUS CONSULTER

Tapez 36.15
code



Votre revue du Bricolage
en direct sur Minitel

SAFT. POUR TOUS CEUX QUI EXIGENT DE GRANDES RÉSERVES D'ÉNERGIE.

Au moment de la performance, il faut pouvoir compter sur son énergie. Sur sa puissance. Et sur son endurance.

Voilà pourquoi vous pourrez toujours compter sur les accumulateurs Nickel-Cadmium "étanche" SAFT.

Capacité? De 0,04 à 10 A h. Puissance? Garantie par une technologie d'électrodes ultra-minces. Durée de vie? Souvent bien au-delà de 10 ans.

Quant à la fiabilité, sachez simplement qu'ils peuvent fonctionner sans aucune opération de maintenance. Aussi bien par -40°C que jusqu'à $+65^{\circ}\text{C}$...

Résultat, on retrouve SAFT dans le monde entier, utilisé par les grands constructeurs en des domaines aussi divers que l'électronique, les télécommunications, les systèmes de sécurité, les secours de mémoire, l'outillage portatif, la vidéo, etc.

Quels que soient vos problèmes de réserves d'énergie autonome, SAFT vous offre, avec 8 gammes de produits et plus de 3 000 références, des solutions adaptées et, si besoin est, sur mesures.

SAFT. Nous mettons toute notre énergie à assurer la vôtre.

SAFT
Division
Accumulateurs Ni-Cd
"Étanche"

156, avenue de Metz
93230 Romainville
Tél. : 48.43.93.61.
Télex : 220.100

SAFT
L'ÉNERGIE AUTONOME.



Le matériel de base des couches minces

Les saphirs monocristallins et les pastilles S. O. S.

Kyocera propose des saphirs monocristallins de qualité supérieure pour de nombreux domaines d'utilisation différents allant de l'électronique à la médecine biologique. Ces saphirs sont produits grâce à notre performante technologie qu'est le "procédé EFG". Le matériau S.O.S. (silicium monocristallin épitaxial sur substrat saphir) conquiert sans cesse de nouveaux marchés. De la même façon que les circuits MOS, les circuits S.O.S. ont l'avantage de ne pas consommer beaucoup de courant et de permettre des vitesses très élevées équivalant à celles des circuits bipolaires. L'emploi de cette technologie renforcera encore la tendance allant à une intégration plus poussée des circuits.

Caractéristiques des saphirs monocristallins:

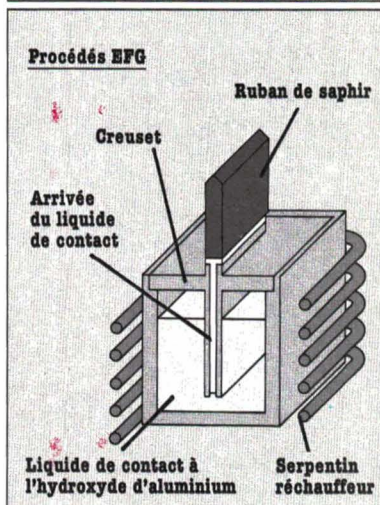
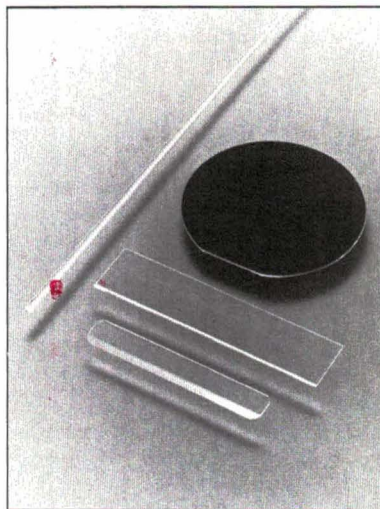
- Grande aptitude à l'isolation électrique
- Perte en puissance diélectrique extrêmement réduite
- Excellent transfert de la lumière
- Grande résistance à la corrosion, à l'abrasion, grande solidité et résistance élevée à la température
- Bonne conduction thermique
- Saphirs monocristallins sans défauts

Propriétés des pastilles S. O. S. :

L'isolation électrique parfaite entre les éléments permet la réalisation de circuits dont la perte en puissance électrique est extrêmement réduite et autorise une très faible consommation en courant. L'isolation électrique parfaite permet une intégration poussée et une densité élevée des éléments. Le faible écartement des contacts entre les éléments et la capacité de fuite réduite permettent des vitesses de travail élevées. Grande résistance aux radiations. La parfaite isolation électrique facilite le développement des C.I. et augmente la productivité. Convient parfaitement aux puces fabriquées selon les spécifications des clients.

Le procédé EFG (Edge-defined Film-fed Growth method)

L'axe cristallographique souhaité et le niveau peuvent être librement choisis lors de la cristallisation. Les monocristaux pouvant être fabriqués sous n'importe quelle forme voulue (ruban, bâton, tube ou fibre) en changeant simplement le moule de tirage, il n'est pas nécessaire de les couper ni de les usiner, ce qui réduit considérablement les coûts.



Spécifications standards pour saphir monocristallin KYOCERA

Forme	Dimensions	Principaux domaines d'utilisation
Rubans	Largeur	150 mm max.
	Longueur	500 mm max.
	Épaisseur	0,25 - 5,0 mm
Orientation	B. A, C plane	● Substrats en saphir ● Substrats S.O.S. ● Substrats à enduction GA-N, GA-S ● Substrats à couche mince pour circuits à micro-ondes ● Substrats à couche mince pour circuits hybrides ● Substrats pour résistances de grande précision ● Fenêtres de saphir ● Fenêtres pour radiomètres à infrarouge ● Fenêtres pour capteurs d'images ● Fenêtres pour instruments d'optique ● Fenêtres EPROM ● Fenêtres pour appareils haute température et sous pression ● Fenêtres pour OCR ● Verres de montres en saphir
	Surface	
		Polissage deux faces Polissage une face, autre face rodée
Bâton	Diamètre Longueur	1,0 - 10 mm 1000 mm max.
		● Mécanique ● Guide-fils, baguettes isolantes, injecteurs, écarteurs ● Pièces de guidage monocristallines ● Matériel de médecine biologique
Tubes	Diam. extér. Épais. de paroi Longueur	1,5 - 2,5 mm 0,25 - 1,5 mm 100 mm max.
		● Tubes d'éclairage au sodium ● Tubes pour laser ● Protection des capteurs des instruments de mesure haute température
Fils		● Pièces mécaniques ● Guides d'ondes lumineuses
Autres	--	--
		● Matériel de médecine biologique ● Guides d'ondes p. circuits à microondes ● Ressorts pour applications spéciales ● Mat. de net. et de guidage des bandes ● Pièces pour analyseurs

Substrats en céramique à couches minces

Pour couvrir la demande croissante en matériaux supports de grande qualité, Kyocera propose différents types de substrats pour couches minces, comme les substrats en oxyde d'aluminium d'une extrême pureté (99,6%), les substrats d'aluminium vernis et les substrats en saphir. Vous trouverez certainement celui qu'il vous faut parmi tous ces substrats.

L'oxyde d'aluminium à 99,6% se distingue par une surface régulière et très lisse qui convient particulièrement bien comme support pour l'application de couches très minces.

Les principaux domaines d'utilisation consistent dans les circuits à micro-ondes, les circuits hybrides à couche mince et les résistances de grande précision. Kyocera fournit en outre des substrats en oxyde d'aluminium vernis d'une rugosité de surface de 0,3 à 0,4 micropouces CLA. Les principales applications consistent dans les têtes d'impression thermiques, les résistances de grande précision et les circuits hybrides à couche mince.

Substrats enduits à couches minces

Matériaux pour substrats (production maison)

- Substrats en oxyde d'aluminium d'une pureté de 99,6%
- Substrats vernis
- Substrats en saphir

Matériaux d'enduction:

- Aluminium
- Chrome
- Cuivre
- Or
- Nichrome
- Nickel
- Palladium
- Polyamide multicouche
- Nitrure tantalique
- Titane
- Titane tungstène

Méthodes d'enduction:

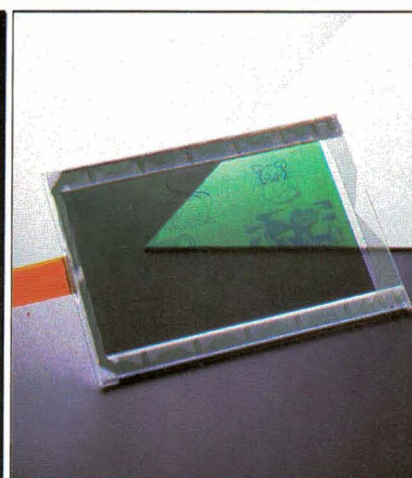
- Par la vapeur
- Par électrolyse
- Sans courant
- Ionique

Propriétés des produits:

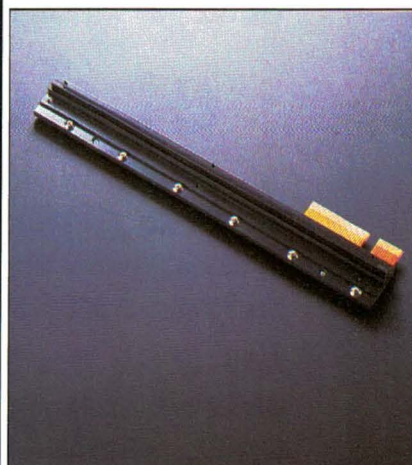
- Couverts d'une couche mince
- Gravés par photolithographie
- Couverts d'une couche mince de polyamide multicouche
- Substrat couvert d'une couche mince avec dissipation de la chaleur
- Substrat couvert d'une couche mince avec châssis de connexion

et son application au niveau des produits

L'impression thermique haute résolution



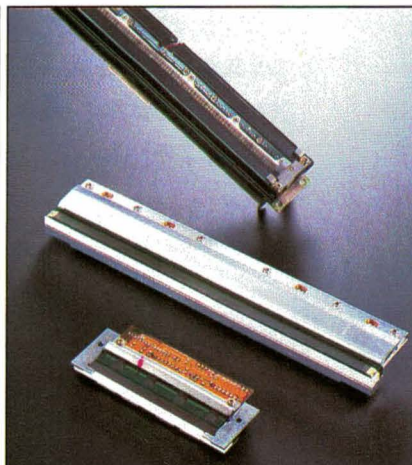
Affichage à cristaux liquides
Technique Chip-On-Glass entièrement transmissive



Tête d'impression LED en cours d'étude

Extrait du programme de fabrication

Têtes d'impression en ligne			Têtes d'impression en série		
Modèles	Largeur d'impression (mm)		Modèles	Nombre des points de trame (points de trame/mm)	Résolution
KMT - 53 - 6MPD1	53.4	6.0	KS24J	24	7.1
KMT - 216 - 8MPD1	216.0	8.0	KS24P	24	7.1
KMT - 216 - 12 MPH4	216.3	11.8	KS24V	24	7.1
KFT - 48 - 8MPD1 - CR	48.0	8.0	KSF24G	24	7.1
KFT - 216 - 16MGE8	215.4	15.75	KSF32G	32	8.0
KST - 51 - 8MPD1	50.7	8.0	KSF48DC	24 x 2	7.1
KST - 104 - 8MPD1	104.0	8.0	KSF96XX	96	9.4
KST - 107 - 6MPD1	106.9	6.0	KSR27XB	27	7.1
KST - 214 - 6MPD1	213.8	6.0	KSR32WB	32	9.4
KST - 216 - 8MPD1	216.0	8.0	KSR24XR	24	7.1
KLT - 216 - 8MPD1	216.0	8.0	KSR40XR	40	9.4



Capteurs de lignes en cours d'étude

Combinée à un procédé de vernissage partiel, la technologie des couches minces pour circuits de grande précision permet une impression thermique haute résolution tout en consommant peu de courant. Le procédé d'impression haute résolution demandé par le marché est ainsi réalisé. Nos têtes

d'impression en ligne de la série KMT, KFT, KBT, KLT et KNT offrent une technologie de pointe quelle que soit l'application jusqu'à 16 points de trame/mm.

Des têtes d'impression W.P.G. série pour l'impression de papiers rugueux sont également disponibles.

FELDMÜHLE KYOCERA EUROPA
Elektronische Bauelemente GmbH

Postfach 50 25
Alleenstrasse 24
D-7300 Esslingen-Zell
Téléphone: (0711) 3 16 28-0
Télex: 7 232 9931 KC
Télécopie: (0711) 36 75 88



KYOCERA

SERVICE-ANNONCEURS N° 13



Applications

Applications des codeurs et décodeurs « DTMF »

Avec la généralisation des centraux et autocommutateurs électroniques, on assiste au remplacement progressif des postes à cadran par des téléphones équipés de claviers.

Les plus performants de ceux-ci fonctionnent par émission de paires de fréquences vocales, obéissant au code dit « DTMF ». Les composants qui ont été développés à cet effet sont désormais facilement disponibles à des prix abordables ; il est donc bien tentant de s'en servir dans toutes sortes d'applications qui n'ont plus qu'un lointain rapport avec la téléphonie : télécommandes, recherche de personne, contrôle d'accès, transmission de données, etc.

Cet article va suggérer un certain nombre d'idées pratiques, et présenter les principaux composants pouvant être utilisés.

Rappel de quelques définitions

Le *code décimal*, utilisé par les cadrans téléphoniques rotatifs et par les claviers de type ancien, fait appel à une transmission de données de type *série* : chaque chiffre composé est représenté par une suite d'ouvertures et de fermetures d'un contact placé en série dans l'un des fils de ligne. La fréquence de ces impulsions étant de 10 Hz, il est évident qu'il faut pratiquement une seconde pour transmettre un chiffre.

Le code « DTMF » (« Dual Tone Multi Frequencies ») affecte à chaque touche du clavier une *paire* de

fréquences vocales très précises. L'une de ces fréquences appartient à la gamme « basse » (697 à 941 Hz), l'autre à la gamme « haute » (1 209 à 1 633 Hz).

Pour satisfaire aux normes internationales, les circuits décodeurs doivent pouvoir se contenter de 40 ms pour identifier un code de touche : quel progrès !

En pratique, compte tenu de la pause observée entre deux chiffres, on transmet couramment dix chiffres par seconde...

Parallèlement à cet avantage de rapidité, le code DTMF se révèle plus fiable que le code décimal : les paires de tonalités résistent très

bien à toutes sortes de perturbations ou parasitages. Par ailleurs, elles peuvent circuler sur n'importe quelle artère de communication capable de véhiculer la parole, et pas uniquement sur les lignes purement filaires. Cette particularité sera fort appréciable dans nos applications non téléphoniques !

La **figure 1** donne l'allocation des fréquences aux lignes et colonnes des claviers matriciels de type téléphonique : à chaque touche correspond l'intersection d'une ligne et d'une colonne, et donc une paire de fréquences.

Les claviers simples possèdent douze touches : dix chiffres et deux touches spéciales utilisées pour des

services spéciaux (réveil automatique, renvoi temporaire, etc.).

Les claviers complets reçoivent en plus les quatre touches de la colonne « 1 633 Hz » : les codes correspondants ne servent pas à la numérotation téléphonique, et peuvent facilement être utilisés pour la commande à distance de toutes sortes de dispositifs à réponse automatique.

La précision de ces fréquences doit être très grande : en principe, la tolérance n'excède pas 1,5 % + 2 Hz. Générateurs et détecteurs de tonalités seront donc presque toujours pilotés par quartz. En employant sciemment des quartz de fréquences autres que celles recommandées, on pourra créer des codes « hors norme », incompatibles avec les autocommutateurs téléphoniques, mais appréciables dans bien des applications à haute sécurité.

Une technique « adulte »

C'est vers le milieu des années 60 que le concept DTMF a été lancé aux USA par la Bell Telephone. Les avantages déterminants du procédé l'ont fait adopter en tant que standard international par des organismes officiels dont le CCITT et la CEPT.

En Europe, il n'y a que peu d'années que la diffusion massive de postes à clavier DTMF a commencé. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que

	Colonne 0 ou 1	Colonne 1 ou 2	Colonne 2 ou 3	Colonne 3 ou 4	Fréquences « basses »
Ligne 0 ou 1	1	2	3	A	697 Hz
Ligne 1 ou 2	4	5	6	B	770 Hz
Ligne 2 ou 3	7	8	9	C	852 Hz
Ligne 3 ou 4	*	0	#	D	941 Hz
Fréquences « hautes »	1 209 Hz	1 336 Hz	1 477 Hz	1 633 Hz	

Fig. 1

les composants les plus réputés soient américains. Ceux-ci bénéficient toutefois de nombreuses années de perfectionnements, et atteignent un niveau de performances exceptionnel. Si la génération de paires de tonalités est une opération assez simple, leur identification sûre est une toute autre affaire ! Pendant leur transmission, les signaux se trouvent affaiblis, déformés, et surtout mélangés à du bruit de fond, de la parole, voire à toutes sortes de tonalités revêtant des significations différentes.

Les fabricants de décodeurs DTMF ont donc dû résoudre des problèmes particulièrement complexes pour pouvoir garantir à la fois un décodage certain, et l'absence de fausses identifications.

Leur expérience est aujourd'hui disponible sous la forme de circuits intégrés complexes, réunissant les

techniques analogiques et numériques, mais très simples à utiliser.

Le marché potentiel des « décodeurs DTMF » étant immense (centraux téléphoniques, péri-téléphonie, applications diverses), une concurrence effrénée s'est installée, entraînant une sensible baisse des prix : la porte est donc ouverte à toute une gamme d'applications industrielles !

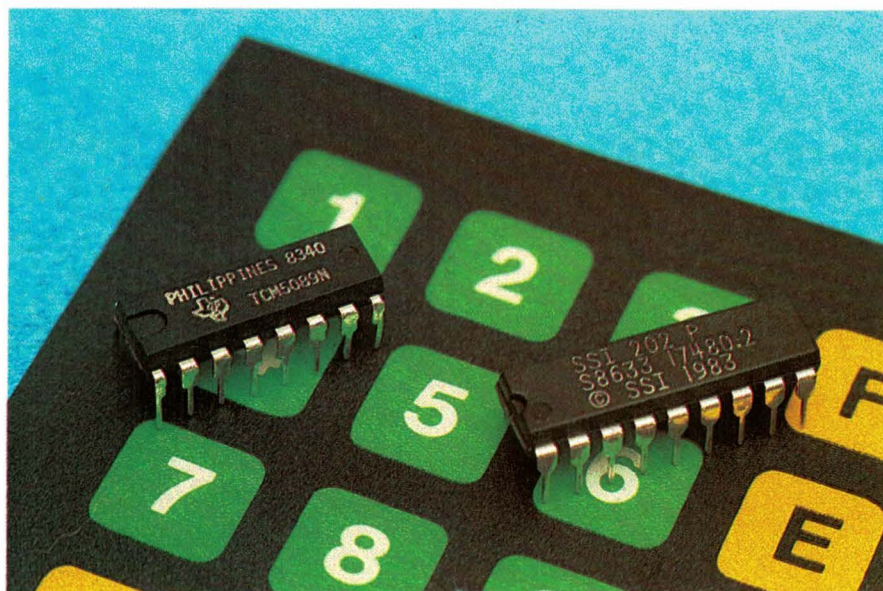
Production de paires « DTMF »

Produire un signal de fréquence donnée est une opération courante, même si une bonne précision est exigée.

Mélanger deux fréquences n'est pas non plus bien difficile... Produire une paire DTMF isolée est donc une opération à la portée de l'électronicien moyen, qui devra cependant veiller à ce que les signaux mélangés soient bien sinusoïdaux, et que les niveaux des deux composantes soient à peu près identiques. Lorsque plusieurs codes distincts doivent pouvoir être générés, même si deux ou trois suffisent, il sera presque toujours plus avantageux d'employer un circuit intégré de clavier.

Le 5089, par exemple, est présent dans une majorité de postes téléphoniques : son prix est donc raisonnable, et sa disponibilité satisfaisante dans bien des marques : TCM 5089 Texas, MV 5089 Plessey, etc.

La figure 2 montre qu'il suffit d'ajouter un quartz standard de 3,58 MHz (TV NTSC) pour disposer du signal DTMF sous une impédance convenable, et d'un niveau logique signalant qu'une touche est pressée (utile pour commander le



Le 5089 est un circuit générateur, le SSI 202 un circuit récepteur DTMF.

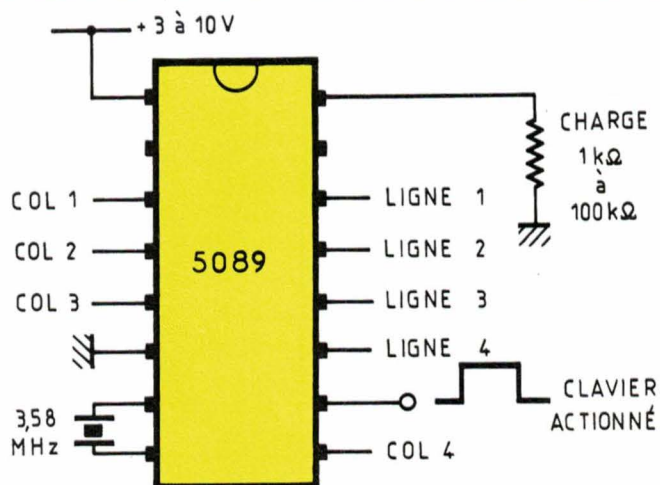


Fig. 2.

passage en émission d'un appareil fonctionnant en alternat, par exemple).

S'agissant d'un composant C-MOS, la consommation au repos est extrêmement faible (l'oscillateur ne démarre que lorsqu'une touche est enfoncée), et le fonctionnement est possible entre 3 et 10 V.

Pour commander la génération d'une paire de fréquences, il faut mettre simultanément à la masse la ligne et la colonne correspondantes, comme indiqué à la figure 1.

Ce protocole permet évidemment d'employer des claviers de type téléphonique « 2 parmi 8 » à deux contacts par touche, mais aussi et surtout de faire piloter le générateur par un microprocesseur. Le code DTMF se prête en effet fort bien à la transmission de données simples à vitesse réduite entre équipements numériques. C'est au moins aussi fiable qu'avec des modems, et beaucoup plus économique.

Eventuellement, un artifice pourrait permettre l'utilisation de claviers ne possédant qu'un contact par touche, ou même tout simplement de boutons-poussoirs ou de « fins de course ».

Un décodeur « minimum »

Parmi les décodeurs de tonalités, le LM 567 est un véritable « standard de l'industrie ». Largement utilisé dans toute une variété d'applications, on lui reproche parfois des déclenchements intempestifs. C'est parfaitement normal, puisqu'il ne

réagit qu'à une seule fréquence et, qu'en général, pour des raisons de commodité, on règle sa largeur de bande de détection à une valeur confortable.

Si n'importe quelle fréquence risque d'apparaître tôt ou tard sur n'importe quel support de transmission, il est nettement plus rare de rencontrer simultanément deux fréquences du code DTMF, et qui plus est, avec des niveaux identiques.

La fiabilité de beaucoup d'équipements peut donc être sensiblement accrue en remplaçant simplement le codage à une seule tonalité par une combinaison « DTMF » à deux fréquences.

Deux 567 associés à une porte NOR suffisent pour reconnaître ce code, et avec sept 567 plus douze

portes, il devient possible de détecter les codes correspondant à toutes les touches des claviers téléphoniques ordinaires.

Le schéma de la figure 3 était recommandé par les fabricants de « 567 » au début des années 70, alors même que les téléphones DTMF commençaient à se répandre outre-Atlantique.

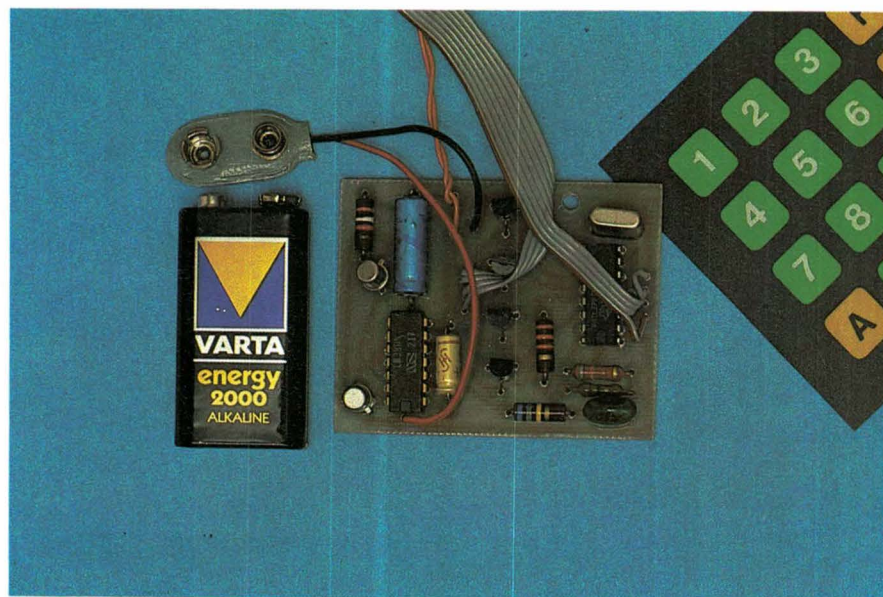
Un peu plus de dix ans plus tard, nous arrivons à peu près au même point, mais en ayant à notre disposition les circuits intégrés spécialisés qui ont été mis au point dans l'intervalle. Réaliser un décodeur pour douze ou seize codes revient maintenant moins cher avec ces composants qu'avec des 567, bien que commodité de construction et performances soient sans commune mesure !

Des décodeurs ultra-performants

Les premiers décodeurs DTMF répondant véritablement aux spécifications imposées pour un usage dans les centraux étaient des cartes bourrées de circuits intégrés de toutes sortes.

Un peu plus tard sont arrivés des circuits spécialisés, logés dans des boîtiers à 20 broches et plus, mais il en fallait au moins deux pour construire un décodeur.

Plusieurs fabricants proposent maintenant des décodeurs intégrés en un seul boîtier DIL comportant



Deux circuits intégrés et quelques composants suffisent pour réaliser un codeur multi-usage.

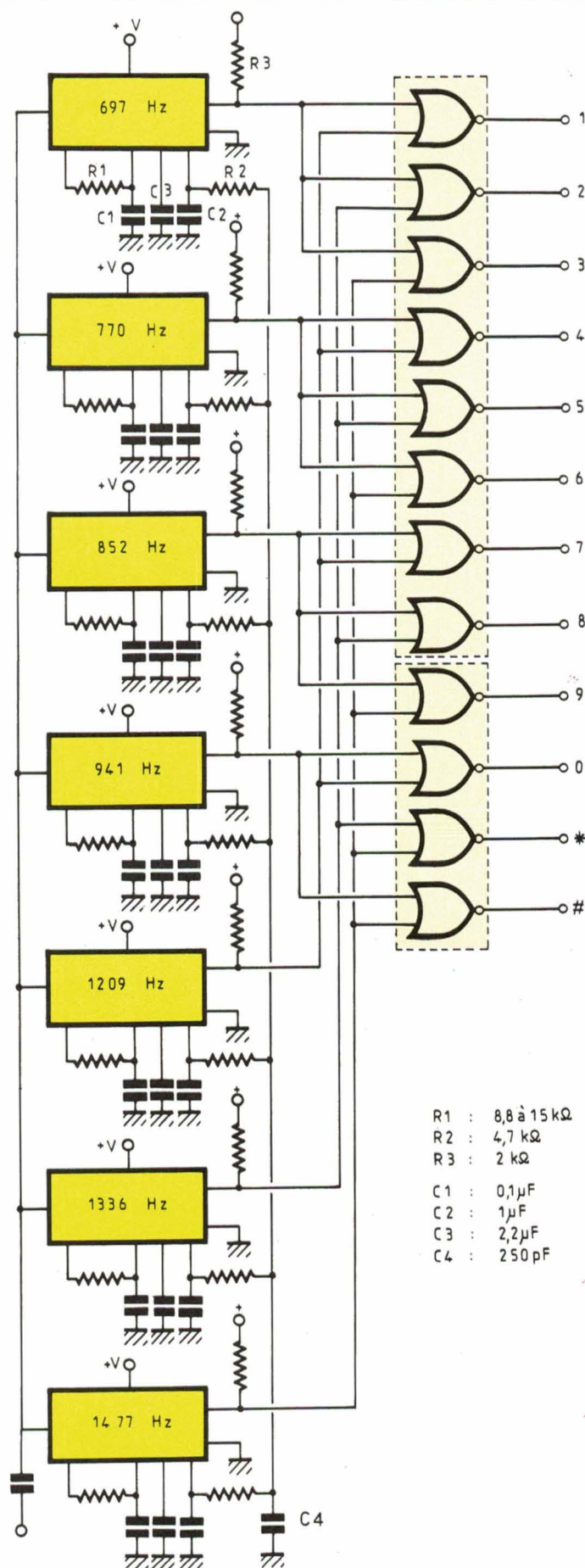


Fig. 3.

- R1 : 8,8 à 15 k Ω
 R2 : 4,7 k Ω
 R3 : 2 k Ω
 C1 : 0,1 μ F
 C2 : 1 μ F
 C3 : 2,2 μ F
 C4 : 250 pF

entre 14 et 22 broches. Tous respectent plus ou moins le schéma synoptique de la figure 4, quelques fonctions secondaires pouvant manquer sur les modèles simplifiés.

De puissantes techniques de filtrage numérique sont utilisées, afin d'éliminer tout réglage : les performances annoncées sont automatiquement obtenues, dès lors qu'un quartz ou un oscillateur externe de la fréquence prescrite est utilisé.

Généralement réalisés en technologie C.MOS, ces composants consomment très peu (de 10 à 40 mA environ). Certaines références sont prévues uniquement pour fonctionner en + 5 V, mais d'autres acceptent aussi du 12 V.

Finalement, c'est surtout le brochage qui différencie les produits de marques comme SSI (Silicon Systems Inc.) ou Teltone : des broches tout à fait équivalentes quant à leur fonction se trouvent à des endroits différents et portent des noms variés. Dans tous les cas, on retrouve une *entrée analogique* à très grande dynamique (environ 50 à 1 000 mV eff.) et à impédance voisine de 100 k Ω . Un condensateur interne de quelques picofarads rend inutile tout condensateur de liaison tant que la composante continue du signal d'entrée n'excède pas l'alimentation positive. En effet, une diode de protection réunit l'entrée à la ligne positive. *

La figure 5 donne quelques exemples d'utilisation de cette connexion d'entrée « audio ».

Selon les paires de fréquences appliquées à l'entrée, un code à quatre bits est généré sur les lignes de sortie. Simultanément, un « STROBE » signale qu'un code valide est détecté : il dure aussi longtemps que le signal d'entrée reste valide, le message binaire également.

Des buffers « trois états » équipent les sorties, qui peuvent donc être reliées sans problème à un bus de microprocesseur : une entrée de sélection « ENABLE » permet à ces données d'être prises en compte sur la demande de l'unité centrale, grâce à un décodeur d'adresse ou de port d'entrée-sortie.

* Selon l'état d'une broche que nous avons baptisée « HEXA », les sorties obéissent soit au codage hexadécimal, soit au codage 2 parmi 8. Par ailleurs, une broche « 12/16 » permet éventuellement d'interdire le déco-

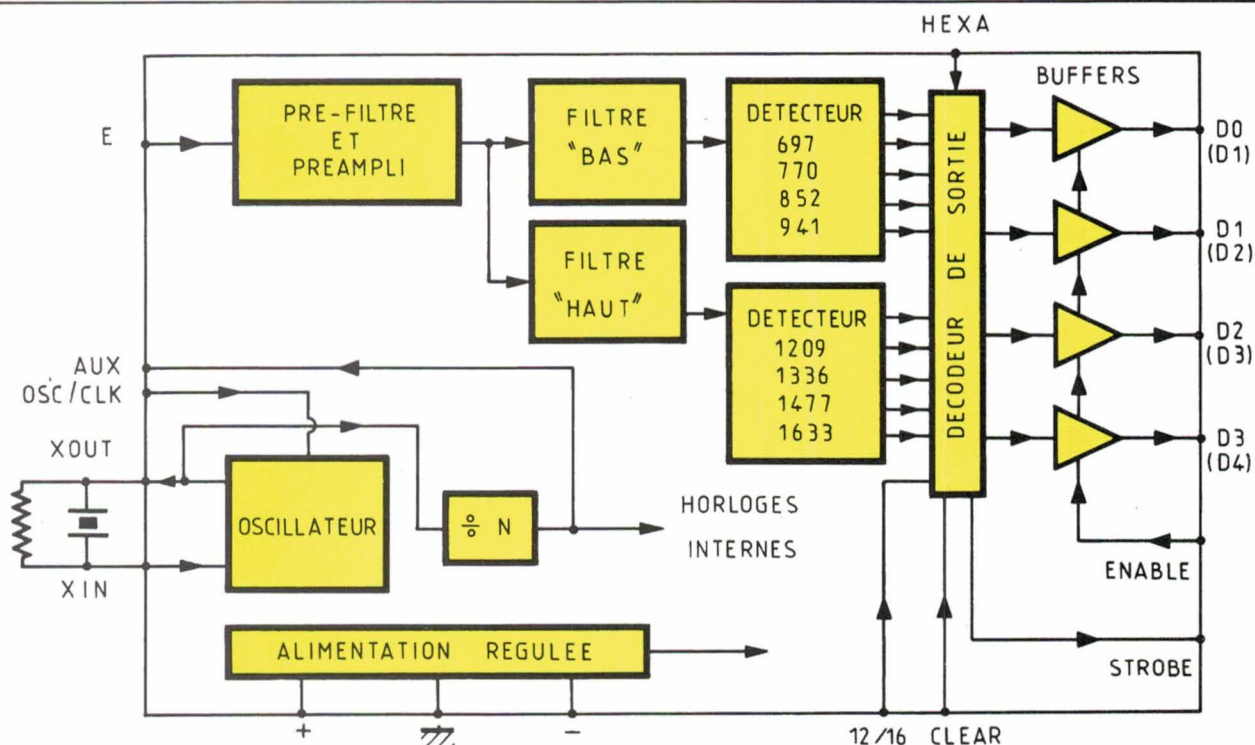


Fig. 4.

dage des combinaisons correspondant à la colonne 1 633 Hz.

La figure 6 résume ces données importantes pour l'exploitation des informations fournies par le décodeur. Notons que les versions simplifiées (par exemple le SSI 204) sortent uniquement en hexadécimal, et ne permettent pas l'inhibition de la colonne 3.

Quelques « périphériques »

Dans bien des applications, il est nécessaire de décoder plus complètement le message binaire fourni par le récepteur DTMF : la figure 7 suggère l'emploi de quelques circuits logiques courants TTL-LS ou C.MOS pour résoudre les problèmes habituellement rencontrés.

Lorsque l'on souhaite reconstituer un niveau logique distinct pour chacune des touches de chiffre du clavier (réel ou fictif !), il est facile d'utiliser un décodeur BCD-décimal tel que le 4028 ou le 74LS42.

Lorsque les seize combinaisons doivent être reconnues, il faut associer deux décodeurs « 1 parmi 8 » genre 74LS138, en dirigeant le bit de poids fort sur les entrées « E ».

En C.MOS, les 4514 et 4515 (24 broches) peuvent traiter les 16 digits

d'un coup, tout en offrant un « latch » de mémorisation. Les décodeurs « 1 parmi 4 » genre 4555 ou 4556 permettent quant à eux de résoudre un problème plus spécial : en connectant leurs deux moitiés aux sorties D₀ et D₁ d'une part, D₂ et D₃ d'autre part, on reconstitue les signaux « 2 parmi 8 » qui servaient à attaquer le générateur de signaux DTMF.

Ces signaux « ligne » et « colonne » permettent de commander directe-

ment un 5089 pour « régénérer » des signaux DTMF malmenés par une transmission radio ou autre.

Une infinité d'applications

Les signaux DTMF pouvant circuler sur toutes les voies de communication capables de véhiculer du son,

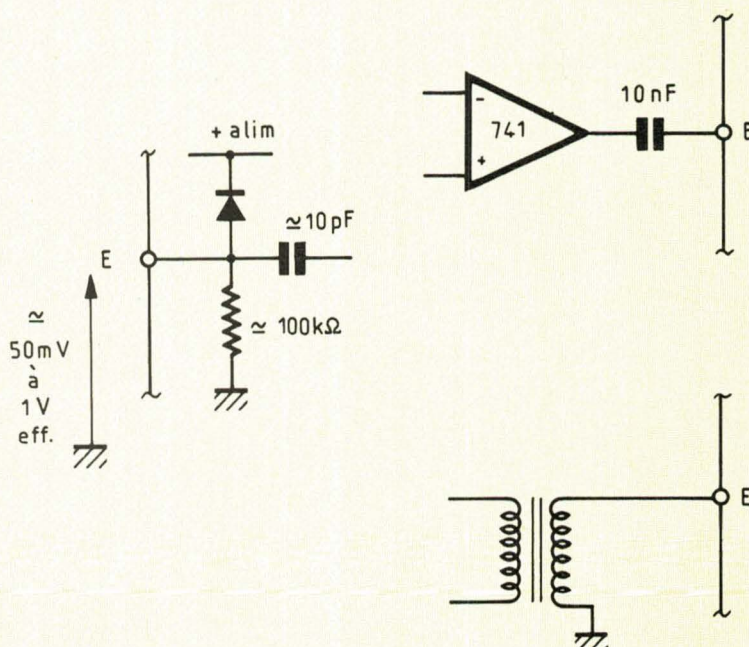


Fig. 5.

HEXA				2 PARI 8				Code
D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	
0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	1	2
0	0	1	1	0	0	1	0	3
0	1	0	0	0	1	0	0	4
0	1	0	1	0	1	0	1	5
0	1	1	0	0	1	1	0	6
0	1	1	1	1	0	0	0	7
1	0	0	0	1	0	0	1	8
1	0	0	1	1	0	1	0	9
1	0	1	0	1	1	0	1	0
1	0	1	1	1	1	0	0	*
1	1	0	0	1	1	1	0	#
1	1	0	1	0	0	1	1	A
1	1	1	0	0	1	1	1	B
1	1	1	1	1	0	1	1	C
0	0	0	0	1	1	1	1	D

Fig. 6.

il est tout aussi facile de leur faire parcourir quelques centimètres que quelques milliers de kilomètres.

A courte distance, on utilisera volontiers le couplage acoustique ou magnétique, en intercalant un petit ampli de puissance genre LM 380. Le boîtier de codage ainsi réalisé pourra permettre la commande de toutes sortes de dispositifs par les seuls initiés (ouverture de portes, accès à des informations confidentielles, mise en marche de machines dangereuses, etc.)

Le codage peut encore être renforcé en introduisant un « mot de passe » devant être composé sur le clavier du boîtier.

Quels que soient la distance et le mode de transmission utilisé, un tel clavier (éventuellement incomplet), offre jusqu'à seize « canaux » distincts pour des télécommandes tout ou rien ou des appels sélectifs. Une simple voie radio peut ainsi permettre de déclencher un signal dans la poche ou le véhicule d'une personne bien déterminée.

La relative rapidité de transmission de données chiffrées sous la forme de codes DTMF est parfois mise à profit pour faire circuler des informations numériques sur de mini-réseaux locaux. Les codes non numériques peuvent servir de « préfixes » et/ou de « délimiteurs » identifiant le destinataire de tel ou tel message. Plusieurs stations réceptrices peuvent alors partager une même ligne filaire ou une même voie radio !

Avec la diffusion croissante des composants DTMF, il ne fait aucun doute que les applications non téléphoniques du procédé vont se multiplier dans les années à venir : le temps est venu pour nos lecteurs de s'y intéresser !

Où se procurer les composants DTMF ?

● **Générateurs :** Le circuit « 5089 » existe dans plusieurs marques, et

notamment Plessey, B.P. 142, 91944 Les-Usis, Cédex. Tél. : (1) 64.46.23.45.

D'autres fabricants proposent également des produits comparables.

● **Récepteurs :** Deux principales marques américaines diffusent en France des circuits intégrés décodeurs DTMF : SSI et Teltone. Le « best seller » de SSI est le SSI 202-P qui offre, avec son cousin SSI 203-P, toutes les possibilités décrites, dans un DIP 18. Le SSI 204 est une version simplifiée et économique (DIP 14). Tous ces récepteurs fonctionnent en 5 V.

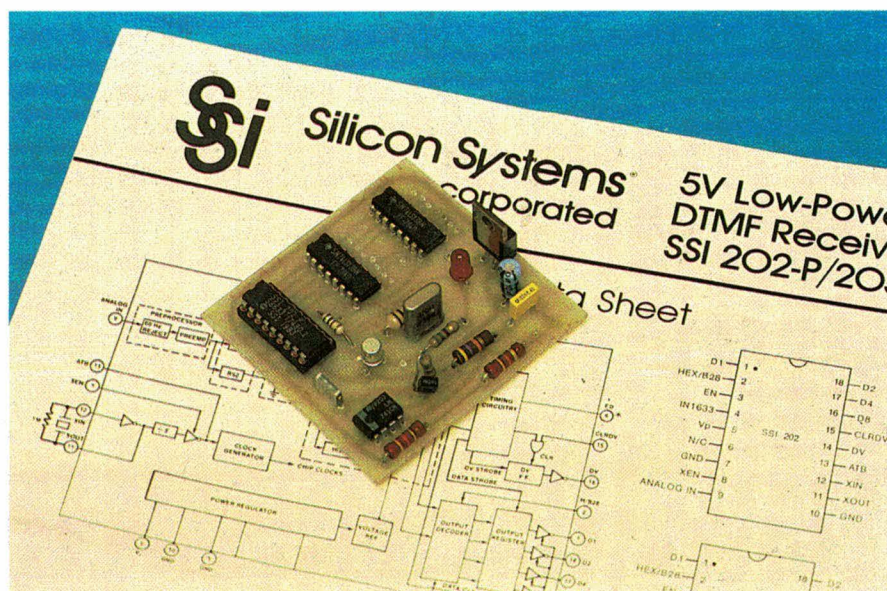
SSI est représenté en France par Datadis, 12, rue E. Landrin, 92100 Boulogne. Tél. : (1) 46.05.60.00.

Signalons également que le SSI 202 est présent dans le catalogue Tandy 1987, sous la référence 276-1303 : la densité de ce réseau de points de vente peut rendre service en cas de besoin immédiat de quelques pièces.

Teltone, pionnier des récepteurs DTMF, offre un choix considérable de références convenant à tous les usages.

Le cheval de bataille de cette marque est le M 957, capable de fonctionner sous 5 ou 12 V, et possédant une possibilité de programmation de sensibilité.

Le M 956, légèrement simplifié, travaille en 5 V. Ces deux produits



Une application basée sur le SSI 202 P de Silicon Systems.

CD 4028
74 LS 42

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	sortie à 0	sortie à 1
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
0	1	0	0	2	2
1	1	0	0	3	3
0	0	1	0	4	4
1	0	1	0	5	5
0	1	1	0	6	6
1	1	1	0	7	7
0	0	0	1	8	8
1	0	0	1	9	9
0	1	0	1	-	-
1	1	0	1	-	-
0	0	1	1	-	-
1	0	1	1	-	-
0	1	1	1	-	-
1	1	1	1	-	-

$\overline{E_1}$	$\overline{E_2}$	$\overline{E_3}$	A ₀	A ₁	A ₂	74 LS 138 sortie à 0
0	0	1	0	0	0	0
			1	0	0	1
			0	1	0	2
			1	1	0	3
			0	0	1	4
			1	0	1	5
			0	1	1	6
			1	1	1	7

Strobe	E	B	A	1/2 CD 4555 Sortie à 1	1/2 CD 4556 sortie à 0
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	2	2
0	1	1	1	3	3
1	X	X	X		

CD 4514 ou 4515				Sortie à 1 (4514)	Sortie à 0 (4515)
D	C	B	A		
0	0	0	0		0
0	0	0	1		1
0	0	1	0		2
0	0	1	1		3
0	1	0	0		4
0	1	0	1		5
0	1	1	0		6
0	1	1	1		7
1	0	0	0		8
1	0	0	1		9
1	0	1	0		10
1	0	1	1		11
1	1	0	0		12
1	1	0	1		13
1	1	1	0		14
1	1	1	1		15

« INHIBIT » à 0, sinon

toutes sorties bloquées

Fig. 7.

sont offerts en boîtier DIL plastique à 22 broches. La distribution *Teltone* est assurée notamment par *Futur IDS*, 4, rue des Bons Raisins, 92500 Rueil-Malmaison. Tél.: (1) 47.49.43.05, et *Cosfi*, 13, av. du Parc des Sports, 94260 Fresnes. Tél.: (1) 42.37.13.13.

D'autres marques proposent des produits similaires: on peut, par exemple, se procurer un équivalent du SSI 202, le CD 22202 E chez *REA*, B.P. 5, 92301 Levallois-Perret. Tél.: (1) 47.58.11.11.

Enfin, précisons que différents accords de « seconde source » facilitent l'approvisionnement des « grands classiques »: *SSI* propose, par exemple, son SSI 957 comme équivalent exact du M 957 *Teltone*.

Parallèlement aux « standards de l'industrie » que nous venons de citer, d'autres produits se taillent progressivement une place sur le marché « porteur » des décodeurs DTMF.

ISC France signale par exemple qu'elle distribue un décodeur français, le « 304 » de *Cofeler*: *ISC France*, 28, rue de la Procession, 92153 Suresnes Cedex. Tél.: (1) 45.06.42.75.

En Extrême-Orient aussi, des fabricants de circuits intégrés s'intéressent à ce créneau: *ERSO* propose notamment le CIC 9203 « made in Taiwan », logé dans un boîtier à 18 broches tout comme le SSI 203. Serait-ce une simple coïncidence?

Pour le moment, *ERSO* n'est pas représenté en France, malgré une solide implantation en Europe.

Bibliographie

Les fabricants de composants DTMF cités dans cet article éditent des fiches techniques détaillées pour chaque référence, qui contiennent toutes les informations nécessaires pour passer à la pratique.

Nous avons particulièrement apprécié le « Teltone application guide SC1 » et le « Application guide for SSI monolithic DTMF receivers », qui font un point très complet de l'état de la technique, et présentent les principales applications téléphoniques du procédé DTMF.

L'auteur de cet article a par ailleurs développé plusieurs modules « clé en main », permettant la mise en pratique immédiate de la technique DTMF dans toutes sortes d'applications.

Ces études ont paru, ou paraîtront prochainement, dans la revue *Radio-Plans-Electronique Loisirs*.

Nos lecteurs pourront en particulier se reporter aux numéros 458 et 467, dans lesquels sont respectivement décrits un clavier codeur à TCM 5089, et un décodeur à SSI 202 P.

P. Gueulle

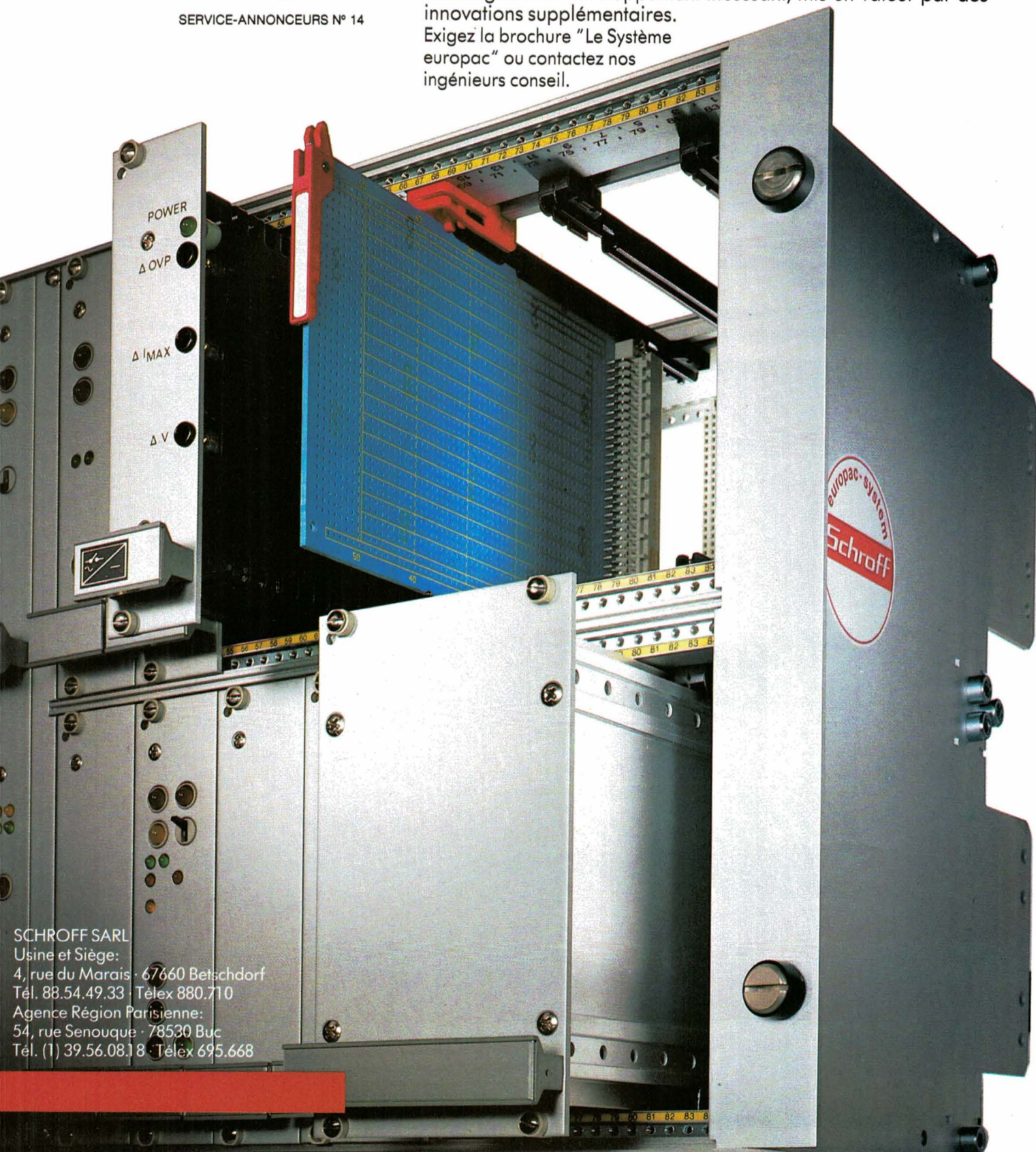
Schroff®

Système de montage europac

SERVICE-ANNONCEURS N° 14

Qui propose plus?

Pour chaque problème posé, une solution à base de matériel standard. De qualité supérieure. Aux nombreux détails pratiques. L'europac de Schroff est le système mécanique pour l'électronique le plus répandu et disponible dans le monde entier. Avec la maturité de plus de 20 ans d'expérience. Profitez des avantages d'un développement incessant, mis en valeur par des innovations supplémentaires. Exigez la brochure "Le Système europac" ou contactez nos ingénieurs conseil.



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

Générateur de formes d'ondes arbitraires

Le générateur de signaux arbitraires 9100 est capable de délivrer des signaux de forme standard ou des formes d'ondes « à la carte ».

Pour la première fois, à partir d'un générateur à deux sorties simultanées, peuvent être créés, non seulement des signaux « standard » tels que : sinusoïde, carré, triangle, rampe, impulsion et signal continu, mais aussi des formes d'onde « à la carte » ultra-rapides jusqu'à 200 mégapoints par seconde.

Le 9100 peut générer des signaux carrés ou des impulsions jusqu'à

100 MHz et des sinusoïdes jusqu'à 25 MHz.

Ses sorties simultanées peuvent être sommées intérieurement afin de bénéficier d'une large gamme dynamique (jusqu'à 12 bits). Elles offrent par ailleurs la possibilité unique de contrôler l'amplitude d'une portion du signal généré indépendamment de la portion restante du signal.

Le générateur possède une profondeur mémoire de 64 Kpoints qui, par liaison de segments de signaux et par bouclage, peut être étendue

jusqu'à une profondeur équivalente de 180 milliards de points. Dès que des signaux sont chargés dans la mémoire de stockage non volatile (350 Kpoints) du générateur, ce dernier n'a plus besoin d'un ordinateur et peut être contrôlé au moyen d'un boîtier de contrôle fourni en option.

Le générateur 9100 est entièrement programmable IEEE ; il est équipé en version de base des interfaces GPIB et RS232.

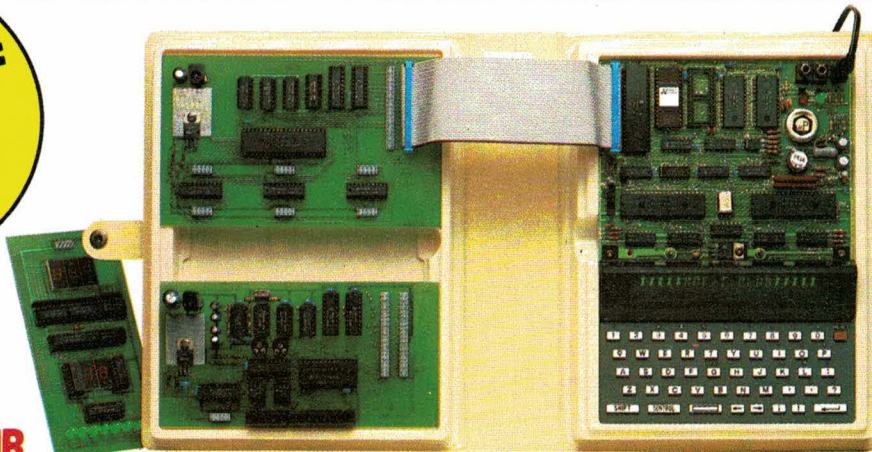
LeCroy

SERVICE-LECTEURS N° 201



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

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



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

TOUT SAVOIR

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

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

Modules complémentaires :

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

POUR LES PASSIONNES D'HEXADECIMAL :

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

Des cartes d'application :

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

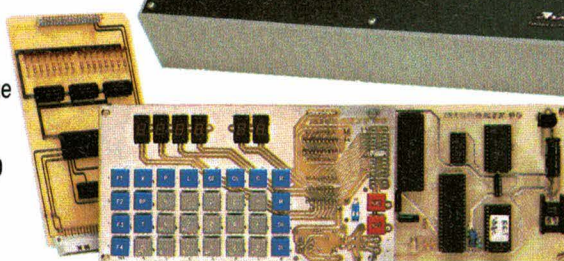
(MPF est une marque déposée MULTITECH)

MICROPROCESSEUR 6809 :



POUR S'INITIER :

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



POUR SE PERFECTIONNER :

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



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

Bon de commande à retourner à :

EA 8-9 87

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

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

- ☐ MLF - 995 F TTC
- ☐ MICROKIT 09 - 1529 F TTC
- ☐ Carte EXT. ES 09 - 695 F TTC
- ☐ MOPET 09 - 5150 F TTC
- ☐ Liaison avec T0 7 - 375 F TTC
- ☐ MOPET plus liaison - 5395 F TTC
- ☐ MOT 09 - 395 F TTC

DOCUMENTATION DETAILLEE SUR :

- ☐ Le 8088
- ☐ Le 6809
- ☐ Le Z 80
- ☐ Le 68000
- ☐ La gamme PC
- ☐ Le Robot pédagogique

Nom :
Adresse :

Ci-joint mon règlement

(chèque bancaire ou C.C.P.).

Signature et date :

Lecteur de cartes à microcircuits

L'apparition des cartes à microcircuits sur le marché a posé un nouveau problème sur le plan de la connectique adaptée à cette technologie.

En effet, contrairement à la lecture des cartes magnétiques ou optiques, l'interface est assurée par un contact électrique de type galvanique.

Par rapport à une connectique de type classique, les spécificités de cette nouvelle connectique sont liées à l'exigence d'un nombre de manœuvres très important (au-delà

de 100 000) et à la présence éventuelle de pollution accidentelle de la surface des pistes de la carte.

Consciente de l'expansion des applications à venir pour la carte microcircuits, la société Connectral a décidé de lancer dès 1983 un programme de recherche sur ce sujet.

Ce programme a porté principalement sur l'étude paramétrique des phénomènes d'usure et de pollution des points de contact. Les conclusions de ces recherches ont permis de mettre au point les géométries de contacts et des natures de dépôts de

protection permettant d'assurer la meilleure fiabilité des connexions en utilisation intensive.

L'étude des cinématiques de fonctionnement liées à l'adaptation des pressions de contacts a débouché sur la mise au point de dispositifs assurant un autonettoyage des contacts par frottement limité. L'objectif de ces études était de réduire l'usure mécanique des contacts tout en assurant la lecture de cartes polluées (poussières et dépôts organiques).

Ces recherches se sont concrétisées



sées par le développement et la réalisation de différentes versions de lecteurs correspondant à des cahiers des charges spécifiques :

- lecteurs mixtes pour cartes à microcircuits et cartes magnétiques ;
- lecteurs pour cartes à microcircuits.

Les lecteurs de la série 660 à insertion frontale de la carte sont compatibles avec toutes les cartes à microcircuits normalisées présentes sur le marché (modèles centrés, décentrés ou les deux à la fois).

Lors de l'insertion de la carte, l'extrémité avant de celle-ci vient en butée contre le chariot sur lequel est monté le connecteur de lecture. L'insertion progressive de la carte jusqu'au fond du lecteur conduit à

une translation du chariot dont le plan se rapproche de celui de la carte. Les contacts du connecteur viennent se positionner sur les pistes de la carte et exercent une pression progressive en fin de course en assurant un autonettoyage de celles-ci. Lorsque le chariot et la carte sont en butée dans le fond du lecteur, le contact de détection de présence de carte déclenche l'autorisation de lecture de la carte.

La conception de ces lecteurs est compatible avec l'adjonction éventuelle d'une motorisation (insertion et éjection automatique de la carte). Des options telles que le verrouillage de la carte en fin de course avec éjection par asservissement électromécanique peuvent être adjointes au modèle de base.

Signalons pour mémoire chez le même fabricant une autre gamme de lecteurs mixtes pour cartes à microcircuits et cartes à pistes magnétiques.

Les exemples d'utilisation sont variés : terminaux de paiement ; certificateurs de cartes ; téléphones ; paiement à domicile ; cartes médicales ; parcs automobiles ; sécurité et contrôles d'accès ; etc.

Utilisables de - 40 à + 80 °C, ces lecteurs de cartes sont munis de contacts résistant à 1 A max à 25 °C sous 50 V en continu (750 V en pointe) et peuvent subir 100 000 à 300 000 extractions ou introductions selon les modèles.

Connectral

SERVICE-LECTEURS N° 202

NOUVEAU! RÉGULATEUR DE TENSION POSITIF 2 AMPÈRES AJUSTABLE

Réglage Intégré



VR 200

BOITIER TO3 MODIFIÉ

Tj: - 25 + 150 °C

De 2,8 à 28 V

Protégé contre surcharges
et courts-circuits

DISTRIBUTION DIRECTE auprès des
PROFESSIONNELS et des REVENDEURS

Documentation sur demande à:

DXE®

APPLICATIONS ELECTRONIQUES

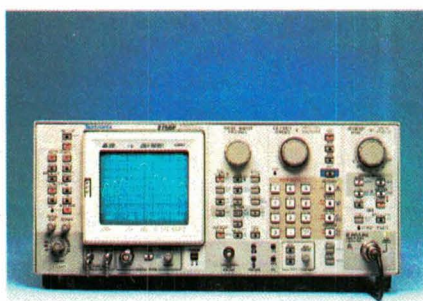
CALVIAC — 24370 CARLUX. Tél. 53.59.30.32.

Quatre analyseurs qui n'ont pas peur des spectres

Tektronix agrandit sa famille d'analyseurs de spectres portables avec l'arrivée de quatre nouveaux appareils.

Les modèles 494 A, 494 AP, et leur version laboratoire 2756 P couvrent une bande de fréquence allant de 10 kHz à 21 GHz en interne, et jusqu'à 325 GHz avec des mélangeurs extérieurs. La couverture de fréquence se fait en deux bandes : 10 kHz à 1,8 GHz et 1,7 GHz à 21 GHz. Les filtres de résolution s'étagent entre 3 MHz et 10 Hz.

Signalons une sensibilité maxi-



Ergonomiquement différentes, les versions « laboratoire » (ci-dessus) et « portable » (ci-dessous) ont néanmoins des caractéristiques identiques.

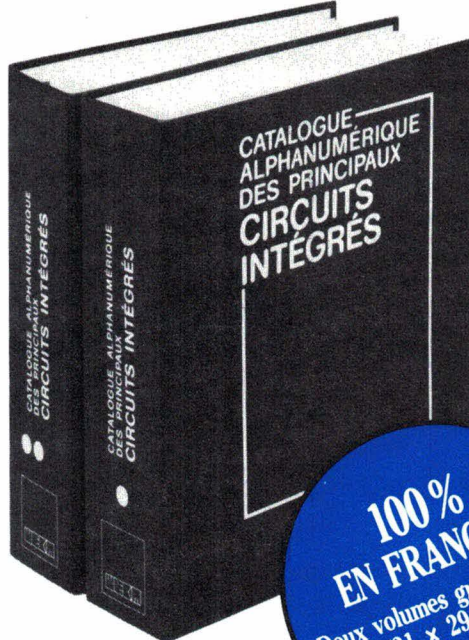
male de -134 dBm, une résolution de 10 Hz, ainsi qu'une dynamique de mesure dans l'écran de 90 dB.

Le quatrième de ces « petits nouveaux » est le 2753 P. Programmable, il couvre la bande 100 Hz à 1,8 GHz avec une résolution de 1 MHz à 30 Hz. La précision de la fréquence centrale est de 10^{-5} ; grâce à une option, cette précision peut être portée à 10^{-9} .

Tektronix

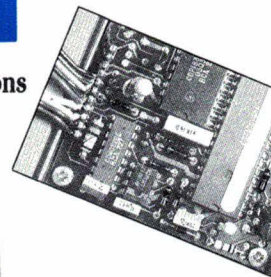
SERVICE-LECTEURS N° 203



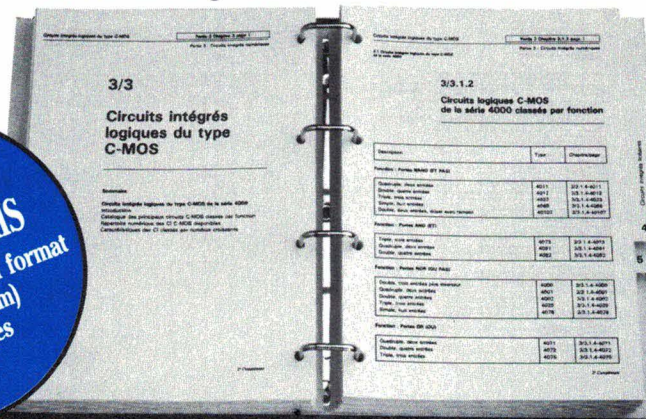


UNIQUE!

Pour vous, 1 582 pages rassemblent toutes les informations indispensables à la connaissance et à la mise en œuvre des circuits intégrés



100% EN FRANÇAIS
Deux volumes grand format
(21 x 29,7 cm)
1582 pages



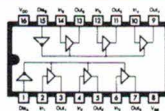
Très facile à consulter :
ci-contre, le classeur à anneaux ouvert. Noter : la reliure solide pour des manipulations répétées ; les feuillets mobiles pour une consultation facile même par plusieurs personnes à la fois.

Six tampons trois états avec deux entrées de strobe

Caractéristiques électriques pour $T_A = 25^\circ\text{C}$

	V _{DD}	V _{DD}	V _{DD}	V _{DD}	V _{DD}
Tension de sortie V _{OL}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tension de sortie V _{OH}	5,0	4,95	5,0	5,0	5,0
Tension de sortie V _{OL}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tension de sortie V _{OH}	5,0	4,95	5,0	5,0	5,0

Brochage



Temps de commutation pour $C_L = 50 \text{ pF}$ et $T_A = 25^\circ\text{C}$

	V _{DD}	V _{DD}	V _{DD}	V _{DD}	V _{DD}
Temps de montée en sortie t _{PLH}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Temps de descente en sortie t _{PLH}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Temps de transition t _{PLH}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Temps de transition t _{PLH}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Pour chaque circuit intégré, les caractéristiques limites et les spécifications d'utilisation indispensables à la mise en œuvre (exemple ci-dessus : circuit C-MOS 4503).

Le seul ouvrage en français qui vous en dise autant sur les circuits intégrés.

En-effet, cet ouvrage de référence unique vous donne :
• une double entrée pour vos recherches : le classement alphanumérique d'une part, le classement par fonction d'autre part.
• l'ensemble des données techniques de chaque circuit : caractéristiques, fonctions, applications, noms des fabricants.
• En plus des cartes de référence détachables pour les circuits programmables.
Aucun autre ouvrage en français ne réunit autant d'informations indispensables à la mise en œuvre des circuits intégrés.

A la fois une encyclopédie et un outil de travail très pratique

Que vous soyez professionnel ou amateur, cet ouvrage vous fait gagner un temps considérable. Il traite de tous les types de circuits, utilisés dans les domaines les plus divers : de la micro-informatique à l'audiovisuel. Quand cela s'impose, des tableaux, des courbes ou des schémas vous donnent avec clarté les informations précises dont vous avez besoins pour travailler sur un circuit intégré.

EXTRAIT DU SOMMAIRE :

- **Circuits numériques** Circuits intégrés logiques de type TTL, C MOS série 4000.
- **Circuits d'ordinateur et périphériques** • **Circuits intégrés linéaires** Amplificateurs opérationnels, BF, HF - Régulateurs - Contrôleurs pour moteur - Circuits de commutation de réseau - Transducteurs - Générateurs de fonctions.
- **Circuits intégrés de traitement et conversion de données.**
- **Circuits intégrés spéciaux.**

UN SERVICE EXCLUSIF !

Un instrument de travail se doit d'être efficace à tout moment. Cet ouvrage fait donc l'objet de compléments/mise à jour réguliers. Grâce à des compléments trimestriels de 150 pages (prix franco TTC : 215 F), vous découvrirez toutes les nouvelles données sur les circuits intégrés les plus récents. Un simple geste suffit pour les insérer dans votre classeur à feuillets mobiles. (Vous pouvez annuler ce service sur simple demande).

Pour disposer de votre exemplaire de cet ouvrage absolument unique, renvoyez sans attendre le bon de commande ci-dessous.

Editions WEKA 12, Cour St-Eloi, 75012 PARIS Tél. : (1) 43.07.60.50. SARL au capital de 2 400 000 F - RC Paris B-316 224 617

1 - Retirer ce feuillet de votre reliure ; 3 - Plier le en 2 en suivant les amorces de traces ; 4 - Rabattre le volet 2 sur le volet 1.

Instruction du 8085A
Valeur du code opératoire

CodeOP	Microprocesseur	CodeOP	Microprocesseur	CodeOP	Microprocesseur	CodeOP	Microprocesseur	CodeOP	Microprocesseur
00	MOV	28	MOV	48	MOV	68	MOV	88	MOV
01	MOV	29	MOV	49	MOV	69	MOV	89	MOV
02	STA	2A	MOV	4A	MOV	6A	MOV	8A	MOV
03	MOV	2B	MOV	4B	MOV	6B	MOV	8B	MOV
04	MOV	2C	MOV	4C	MOV	6C	MOV	8C	MOV
05	MOV	2D	MOV	4D	MOV	6D	MOV	8D	MOV
06	MOV	2E	MOV	4E	MOV	6E	MOV	8E	MOV
07	MOV	2F	MOV	4F	MOV	6F	MOV	8F	MOV

En plus, pour les circuits d'ordinateur, vous disposez de cartes de référence de commande. Cartonnées et détachables elles vous facilitent la programmation.

OFFRE SPÉCIALE RENTRÉE ÉCONOMISEZ 50 F sur chaque ouvrage

offre
exceptionnelle
valable
jusqu'au 31.10.87

525 F TTC au lieu de 575 F TTC pour le "Catalogue alphanumérique des principaux circuits intégrés"

485 F TTC au lieu de 535 F TTC pour "Comment réaliser et réparer tous les montages électroniques"

VOTRE BON DE COMMANDE SE TROUVE AU DOS...



ÇA MARCHE!

Vous pouvez réaliser tous ces montages vous-même !

Alarme auto
Amplificateur
Commande à distance par téléphone
Alimentation stabilisée
Convertisseur de tension
DBM mètre
Générateur de son
Haut-parleurs
Interface pour minitel
Millivoltmètre
Minuteries
Récepteur radio
Répondeurs téléphoniques
Stroboscope
... et des dizaines d'autres montages



"Comment réaliser et réparer tous les montages électroniques".

Un prodigieux ensemble d'informations et de conseils pratiques réunis pour la première fois ! Il vous permet de vous attaquer en toute sécurité aux montages et aux réparations les plus variés.

De l'interface qui transforme votre Minitel en modem à la réalisation d'une alarme de voiture, vous trouverez une centaine de montages insolites, astucieux, passionnants... et 100 % efficaces (ils sont tous testés !).

Quant aux réparations (radio, TV, Hi-Fi...), elles n'auront bientôt plus de secrets pour vous, grâce aux nombreux conseils et trucs pratiques. De solides classeurs à feuillets mobiles font de cet ouvrage un outil de travail quotidien facile à consulter et à utiliser.

EXTRAIT DU SOMMAIRE
1 344 pages • 45 circuits sur mylars • 2 volumes 21 x 29,7 cm

- Lexique des termes techniques et symboles ● Lexique technique français-anglais
- Notions essentielles : composants électroniques, acoustique... ● Modèles de montages : musique électronique, radio, micro-informatique, électronique auto, haut-parleurs...
- Dépannage : télévision, audio/hi-fi, diodes, transistors, thyristors et triacs, circuits intégrés
- Tableaux de caractéristiques ● Réglementation : perturbations radio-électriques et systèmes d'antiparasitage ● Nouveautés techniques : équipement de l'atelier, informatique... ● Adresses utiles.



RESTEZ "BRANCHÉ" EN PERMANENCE.

L'électronique évolue très rapidement. Voilà pourquoi votre ouvrage sera régulièrement complété et enrichi. Grâce à des compléments trimestriels de 150 pages (prix franco 245 F TTC) vous découvrirez les nouvelles techniques, les nouveaux matériels et surtout de nouveaux montages, à réaliser. Un simple geste suffit pour les insérer dans votre classeur à feuillets mobiles. (Vous pouvez annuler ce service sur simple demande).

Pour profiter rapidement de cette véritable encyclopédie des applications électroniques modernes, demandez votre exemplaire dès aujourd'hui, renvoyez le bon ci-dessous ! Editions WEKA 12, cour St-Eloi 75012 PARIS. Tél. : (1) 43.07.60.50.

Pas moins de 45 circuits sur mylars vous permettent de réaliser très facilement les circuits imprimés les plus simples comme les plus compliqués.

BON DE COMMANDE

**OFFRE SPÉCIALE
RENTÉE
ÉCONOMISEZ
50 F**

**sur chacun de
ces ouvrages**

**OFFRE EXCEPTIONNELLE
VALABLE JUSQU'AU 31.10.87**

A renvoyer, avec votre règlement, sous enveloppe sans timbre à :
Editions WEKA Libre Réponse n° 2581-75, 75581 PARIS CEDEX 12

OUI, je souhaite recevoir l'ouvrage suivant et bénéficier de votre offre spéciale rentrée pour économiser 50 F par ouvrage commandé. (Offre valable jusqu'au 31.10.87).

J'ai bien noté que cet ouvrage à feuillets mobiles sera actualisé et enrichi chaque trimestre par des compléments/mise à jour de 150 pages environ aux prix indiqués ci-dessous. Je pourrais bien sûr interrompre ce service sur simple demande.

☐ "Catalogue alphanumérique des principaux circuits intégrés" 2 volumes 21 x 29,7 cm de 1 582 pages ~~576 F TTC~~ 525 F TTC (mise à jour 215 F TTC port compris)

☐ "Comment réaliser et réparer tous les montages électroniques" 2 volumes 21 x 29,7 cm de 1 344 pages ~~595 F TTC~~ 485 F TTC (mise à jour 245 F TTC port compris)

☐ Veuillez trouver ci-joint mon règlement correspondant à l'ordre des Editions WEKA.

☐ Envoi par avion 110 F par ouvrage.

Nom : _____ Prénom : _____

N° et Rue : _____

Code postal : _____ Ville : _____

Pays : _____

Signature : _____

Date : _____

LA GARANTIE WEKA : SATISFAIT OU REMBOURSÉ

Les deux ouvrages qui vous sont proposés aujourd'hui bénéficient chacun de la formule WEKA : "Satisfait ou Remboursé". Cette possibilité vous est garantie pour un délai de 15 jours à partir de la réception de l'ouvrage commandé.

Si au vu de l'ouvrage, vous estimez qu'il ne correspond pas complètement à votre attente, vous conservez la possibilité de le retourner aux Editions WEKA et d'être alors intégralement remboursé.

La même garantie vous est consentie pour les envois de compléments et mises à jour. Vous pouvez les interrompre à tous moments, sur simple demande écrite ou retourner toute mise à jour ou complément qui ne vous satisfait pas dans un délai de 15 jours après réception.

733509 - 733510 - 733511 - 733514

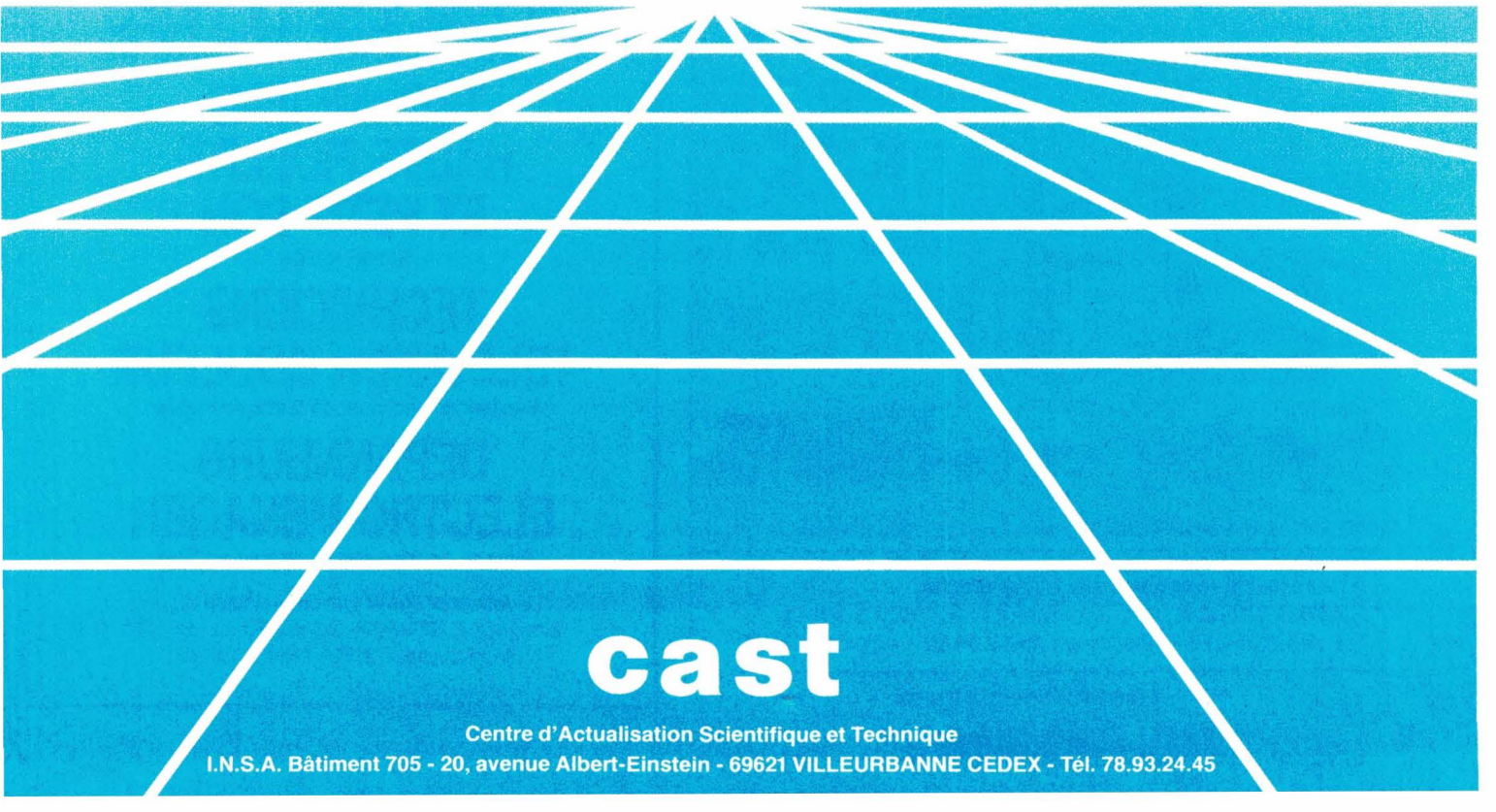
LYON-VILLEURBANNE

23^{ème} PRÉSENTATION DE MATÉRIEL SCIENTIFIQUE INDUSTRIEL

du 15 au 18 septembre 1987

**mesures
contrôles
automatismes
robotique
CFAO
commande numérique
matériel de laboratoire
informatique industrielle**

INSA 1987



cast

Centre d'Actualisation Scientifique et Technique

I.N.S.A. Bâtiment 705 - 20, avenue Albert-Einstein - 69621 VILLEURBANNE CEDEX - Tél. 78.93.24.45

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



COMPOSEZ 36 15

TAPEZ NKTEL

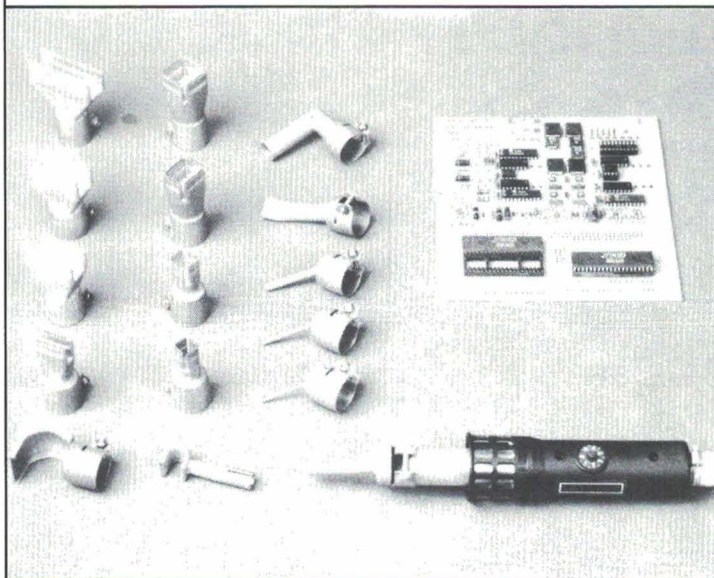
Pour tout comprendre sur les TBA, SN, TRIGGER de SMITH et autres 7400...
Pour ne plus rechercher vos formules, votre code des couleurs...
Pour tout découvrir sur le dernier dBase, Multiplan...
Pour tout savoir sur votre revendeur préféré...
Pour dialoguer en direct sur Silicone Valley.

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

SERVICE-ANNONCEURS N° 22

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

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



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

SERVICE-ANNONCEURS N° 23

HYPER DISCOUNT **Port de Bouc**

recherche

TECHNICIENS TV VIDEO
Connaissance des châssis grand public indispensable.

**TECHNICIENS
HAUTE FIDELITE
ET PETIT SON**
Expérimentés.

**TECHNICIENS
TELEVISION COULEUR**
Expérience minimum de 5 ans souhaitée.

**DEPANNEURS
ELECTRO-MENAGER**

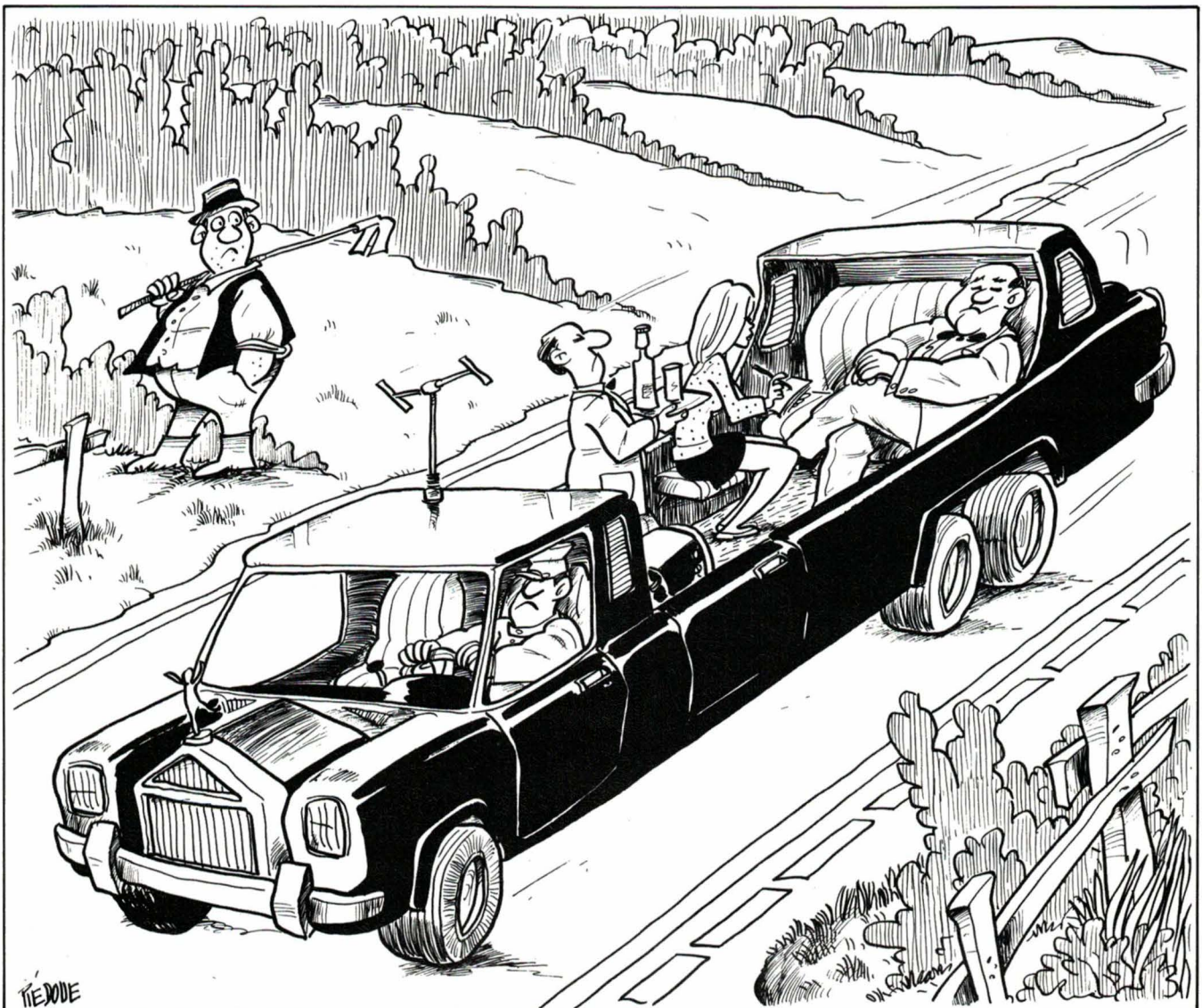
Avec de bonnes connaissances en froid.

Adresser curriculum-vitae détaillé à :
 Monsieur J. NOWAK - Bureau Projet - BP 174
 route d'Arles - 30006 NIMES Cedex.

Combien coûte votre voiture de société ?

Nombreux sont les dirigeants et les cadres qui bénéficient gratuitement d'une voiture de fonction mais rares sont ceux qui ont pris la peine de chiffrer le coût, pour leur société, de cet agrément personnel.

Cette étude, extraite de « Crédit du Nord Magazine » de mai, démontre à l'aide d'un exemple précis que le véhicule de fonction est un privilège coûteux pour l'entreprise et que mieux payer ses cadres, en compensation, peut s'avérer plus économique.



Un coût exorbitant

Prenons un exemple concret. Supposons qu'une société achète pour son président une voiture de fonction d'un prix global de 130 000 F et d'une puissance fiscale de 9 CV. Supposons que ladite société amortisse normalement son parc de véhicules sur une durée de quatre ans.

L'amortissement

Le coût annuel supporté par la société comprend tout d'abord l'amortissement normal du prix d'acquisition :

$$\frac{130\,000}{4} = 32\,500 \text{ F}$$

A noter que ce prix d'acquisition, et par conséquent les amortissements annuels, sont majorés par rapport aux autres biens achetés par la société. En effet, le prix de vente d'un véhicule supporte une TVA au taux majoré de 33,33 % (dans l'exemple 32 500 F), et par une disposition fiscale expresse, la société ne peut pas récupérer cette TVA.

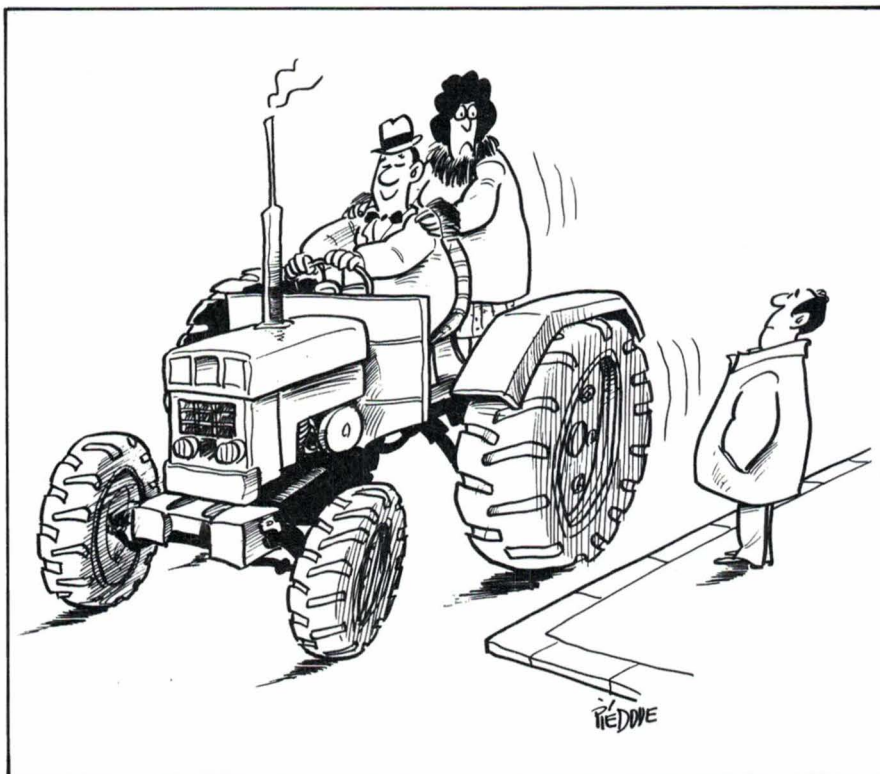
Coût de la fraction non déductible de cet amortissement

Il faut savoir que les amortissements sur véhicules automobiles (à l'exception, bien sûr, des camions et des fourgonnettes) ne sont déductibles de la base imposable à l'impôt des sociétés (taux 45 %) que pour la partie du prix d'acquisition inférieure à 50 000 F (article 39-4 du Code général des impôts). Dans le présent exemple, la partie non déductible de l'amortissement annuel est donc de :

$$\frac{130\,000 - 50\,000}{4} = 20\,000 \text{ F}$$

et le coût fiscal de cette absence de déductibilité est donc de :

$$20\,000 \times 0,45 = 9\,000 \text{ F}$$



Une avalanche de taxes

Imposition sur revenus distribués

Si la société ne déclare pas le nom du bénéficiaire de la voiture, l'administration fiscale considère, en vertu de l'article 111 c du Code général des impôts, la fraction de l'amortissement non déductible, ci-dessus calculée, comme une distribution occulte de bénéfices. Elle taxe ce montant à un taux égal à deux fois le taux le plus élevé de l'impôt sur le revenu ($58 \times 2 = 116\%$) si la société a omis de mentionner cette distribution occulte dans sa déclaration, et à un taux égal à 1 fois $1/2$ ce même taux le plus élevé si une telle mention a été faite.

Le coût fiscal minimal de cet article dans l'exemple en question est donc de :

$$20\,000 \times 0,58 \times 1,5 = 17\,400 \text{ F}$$

Vignette automobile

La société ayant la voiture immatriculée à son nom paiera normalement la vignette.

Taux en vigueur à Paris pour un véhicule de 9 CV :

$$868 \text{ F}$$

Taxe sur les véhicules de société

Pour la même raison, la société paiera la taxe spécifique sur les véhicules de société.

S'agissant d'un véhicule de plus de 8 CV, la société paiera 2 625 F par trimestre, soit au total :

$$2\,625 \times 4 = 10\,500 \text{ F}$$

Non-déductibilité de cette taxe

Par une disposition expresse du Code général des impôts, la taxe sur les véhicules de société n'est pas déductible de l'assiette de l'impôt des sociétés.

Le coût de cette mesure est donc de :

$$10\,500 \times 0,45 = 4\,725 \text{ F}$$

Taxe professionnelle

Inscrit dans les immobilisations de la société, le prix de revient de la voiture sera inclus dans les bases de la taxe professionnelle. Le coût de cette taxe dépend évidemment du lieu d'immatriculation du véhicule, mais si l'on retient un taux de 15 % qui peut être considéré comme le taux moyen de cette taxe en France, la société paiera :

$$130\,000 \times 0,16 \times 0,15 = 3\,120 \text{ F}$$

Taxe sur les frais généraux

Son taux est ramené en 1987 à 15 % contre 30 % précédemment. Il est difficile de chiffrer exactement son coût, car la base taxable comprend les amortissements et la vignette, mais aussi l'assurance, l'essence et les réparations. En outre, un correctif à l'exportation existe pour les entreprises exportatrices et un abattement général de 60 000 F est opéré pour l'ensemble des véhicules mis à la disposition des dix personnes les mieux rémunérées. Supposons, ce qui est très raisonnable, que le coût de cette taxe soit en 1987 de :

2 000 F

Une addition salée

Cette longue énumération qui, reconnaissons-le, est quelque peu cauchemardesque, aboutit à un coût total annuel de :

80 113 F

Lorsqu'elle sera intégralement amortie, au bout de quatre ans, la voiture aura coûté à la société la bagatelle de :

$80\,113 \times 4 = 320\,452\text{ F}$

soit 2,47 fois son prix d'acquisition TTC (et 3,29 fois son prix hors TVA). Légèrement moins si l'on tient compte de la suppression de la taxe sur les frais généraux à compter de 1989.

Et ceci, bien entendu, sans tenir compte du coût de l'assurance, de l'essence et des réparations. Il s'agit uniquement du « coût fiscal » du véhicule.

Une autre solution

Devant un pareil coût, il est certainement souhaitable de trouver une autre solution. Elle est évidemment moins agréable pour le dirigeant. En effet, si celui-ci accepte d'acheter lui-même cette voiture, sur sa trésorerie personnelle, il lui sera possible de présenter à sa société des notes de frais pour l'utilisation de ce véhicule, mais uniquement pour ses déplacements professionnels et non pour ses déplacements privés.

Si, à titre professionnel, il parcourt par exemple 20 000 km par an, le barème publié par l'administration fiscale lui permet d'obtenir de sa société un remboursement annuel de :

$20\,000 \times 1,66 = 33\,200\text{ F}$

Ce montant est censé couvrir l'amortissement, l'entretien et les réparations du véhicule ainsi que l'essence et l'assurance.

Le dirigeant se verra ainsi rembourser son prix d'acquisition en quatre ans.

Mais l'économie réalisée par rapport à la solution précédente par la société, soit :

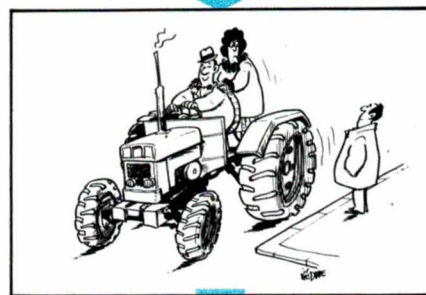
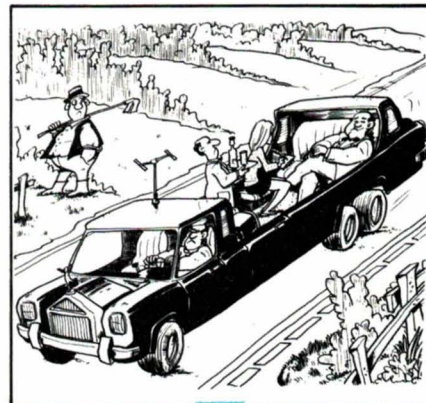
$80\,113 - 33\,200 = 46\,913\text{ F}$

permettra éventuellement à celle-ci de majorer le salaire de son dirigeant (pour autant que ce salaire ne dépasse pas déjà les « normes » admises par le fisc). Si l'on retient un taux de 50 % pour les charges salariales, cette augmentation pourrait atteindre :

$\frac{46\,913}{1,5} = 31\,275\text{ F par an.}$

Même si la société ne consent pas cet effort maximum, et même après impôt sur le revenu, il est possible de rémunérer très convenablement l'effort de trésorerie consenti au départ.

Jean Sembely
Directeur du droit des affaires
et de la fiscalité
Crédit du Nord



CGE Composants distribue Plessey

Plessey Semiconductors a choisi *CGE Composants* pour distribuer ses produits sur le territoire français.

Le groupe britannique, qui espère multiplier par cinq son chiffre d'affaires mondial d'ici à 1992, a préféré *CGE Composants* en raison de sa bonne couverture nationale et de la puissance financière de la société.

Plessey Semiconductors, Z.A. de Courtabœuf, rue du Québec, B.P. 142, 91944 Les Ulis Cedex. Tél. : 64.46.23.45.

LCC : homologation en varistances

Les varistances à l'oxyde de zinc de *LCC* (filiale de *Thomson-CSF*) des gammes VD 09 (60 à 420 Veff), VD 13 (60 à 460 Veff), VD 17 (95 à 460 Veff) et VD 24 (130 à 510 Veff) ont reçu l'homologation CECC 42 200.

La mise sous CCQ (contrôle centralisé de la qualité) est en cours de mise en place.

Balloffet reprend Systel

La société *Systel* vient en effet d'être rachetée par *P. Balloffet S.A.*, déjà distributeur du constructeur allemand *Vacuumschmelze* spécialisé dans les composants inductifs et magnétiques.

Systel apporte sa compétence en transformateurs d'alimentation toriques et linéaires, transformateurs faible capacité, alimentations et régulateurs ferro-résonnants, bobinages MF et HF, et permet à *Balloffet* de proposer une panoplie complète de matériels magnétiques pour utilisations professionnelles.

P. Balloffet S.A., 4, rue Brunel, 75017 Paris. Tél. : 42.67.69.81.

Nouvelles cartes pour Feutrier

Feutrier, membre du groupe *CDME*, a obtenu la distribution pour l'ensemble de la France de trois nouvelles cartes.

Il s'agit de *Papst*, société allemande fabriquant des ventilateurs à courant alternatif et continu, *Thomas and Betts* division industrielle (colliers, cosses, gaines thermorétractables), et *Weller-Cooper*, connue pour ses postes de soudage et desoudage.

Feutrier, 5, rue Jean-Zay, 42271 Saint-Priest-en-Jarez Cedex. Tél. : 77.93.40.40.

Changements de coordonnées

- A partir du 1^{er} octobre 1987, on pourra joindre la société *Framet* — colles professionnelles, procédés d'assemblage, produits anticorrosion... au 44.21.66.00. L'adresse reste inchangée : 10, avenue Eugène-Gazeau, Z.I., 60304 Senlis Cedex.

- *AOIP-Mesures* a quitté le 13^e arrondissement de Paris pour s'installer à Evry où elle possède déjà une unité de production : Z.I. de Saint-Guénault, B.P. 182, 91006 Evry Cedex. Tél. : 60.77.96.15.

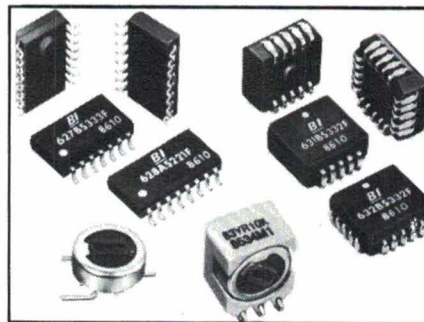
Parallèlement, *AOIP* renforce sa structure commerciale en ouvrant à Rouen une huitième agence : 1, rue Lavoisier, 76300 Sotteville-lès-Rouen. Tél. : 35.66.70.71.

- *Siceront KF* — produits chimiques pour l'industrie, l'électricité-électronique et l'informatique — s'est implantée 14, rue Ambroise-Croizat, B.P. 28, Z.I. du Val-d'Argent, 95102 Argenteuil Cedex. Tél. : 34.11.20.00.

- Afin de se rapprocher de ses clients et de ses centres industriels, *RTC-Compelec* quitte Paris pour s'installer 117, quai Franklin-Roosevelt, B.P. 75, 92134 Issy-les-Moulineaux Cedex. Tél. : 40.93.80.00.

Beckman prend position en CMS

L'importance croissante du marché des composants montés en surface a conduit *Beckman Industrial* à prendre position dans ce domaine, en proposant une gamme de composants résistifs (activité traditionnelle de la société) en boîtiers CMS. Cela concerne des circuits hybrides en couches minces ou épaisses, des réseaux de résistances, des trimmers... en boîtiers mini-DIP et chip-carrier notamment.



Beckman Industrial, 1 bis, rue du Coteau, 93220 Gagny. Tél. : 43.02.76.06.

Périfélec se restructure

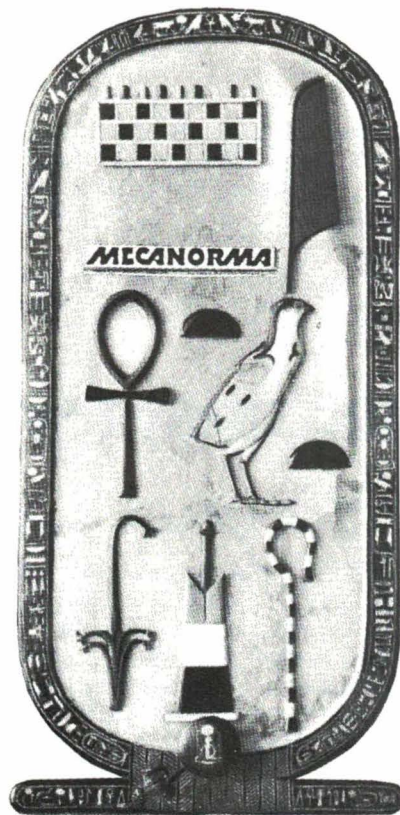
La société *Périfélec* est spécialisée dans le domaine de l'instrumentation de mesure électronique : multimètres analogiques et numériques, alimentations stabilisées, générateurs divers, onduleurs pour l'informatique, mires TV...

Elle absorbe aujourd'hui, par voie de fusion, *CTB Broadcast* qui se consacre au matériel de télécommunications : émetteurs et amplificateurs de radiodiffusion FM, émetteurs et amplificateurs TV, faisceaux hertziens, antennes.

Cette fusion dotera *CTB Broadcast* de structures plus aptes à faire face à l'expansion du marché des télécommunications (particulièrement en radiodiffusion et télévision).

Périfélec, La Culaz, 74370 Charvonnex. Tél. : 50.67.54.01.

DERNIER HIÉROGLYPHE CONNU



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

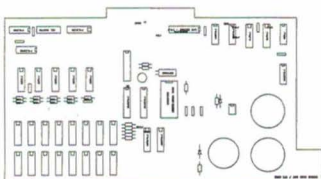
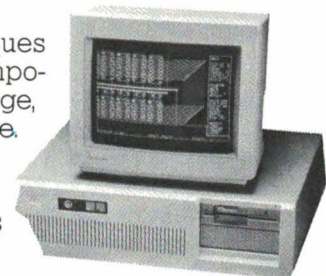
SI les scribes de la Haute Égypte avaient connu MECANORMA, il est certain que la face du monde en eut été changée.

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.

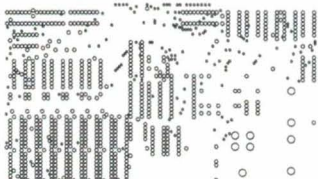
A partir d'un ordinateur personnel PC XT, AT ou compatible, doté de 640 Kb de mémoire et d'une table traçante en sortie, il permet de concevoir des plaques de circuits imprimés simple ou double face d'une taille pouvant aller jusqu'à 610 x 610 mm, contenant 20 000 signes ou symboles. Le routage des pistes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

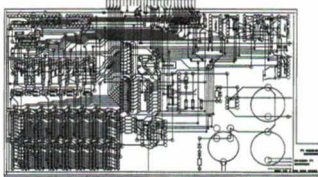
L'ensemble PCB TURBO est vendu complet avec le logiciel de conception de circuits imprimés, la disquette de paramétrage des imprimantes et un manuel en français.



Face composants



Plan de perçage



Tracé de contrôle

MECANORMA ELECTRONIC



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

M. :

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

Société :

Adresse :

Ville : Code Postal :

EA 8-9 87

Intelligence artificielle

La société **CRIL**, spécialisée dans les études de logiciels, s'intéresse tout particulièrement à l'intelligence artificielle, sujet autour duquel elle organise, pour ce dernier trimestre, trois stages (deux sessions par stage) abordant les thèmes suivants :

- Le langage LISP ; durée 5 jours ; du 26 au 30 octobre et du 7 au 11 décembre ;
- Langages orientés « objet » : durée 3 jours ; du 5 au 7 octobre et du 4 au 6 novembre ;
- Techniques des systèmes experts : durée 5 jours ; du 12 au 16 octobre et du 23 au 27 novembre.

Renseignements : **CRIL**, 12 bis, rue Jean-Jaurès, 92807 Puteaux. Tél. : (1) 47.76.87.66.

Electronique et électrotechnique

Le Centre de formation technologique Gambetta, dépendant de la chambre de commerce et d'industrie de Paris, organise pour ce dernier trimestre 1987 une série de stages (13) consacrés à différents sujets d'électrotechnique et d'électronique.

Ces stages, donnés dans le cadre de la formation continue, vont de 70 à 161 heures à raison d'une demi-journée ou d'une journée par semaine, ceci durant 13 à 30 semaines, hormis un stage consacré aux onduleurs qui est dispensé durant deux semaines (35 heures par semaine) du 19 au 30 octobre.

Signalons entre autres sujets abordés : électronique générale à courants faibles ; électronique de puissance ; électronique fondamentale ; logique et automation industrielle ; le microprocesseur 6809 et ses périphériques.

Les renseignements sur ces programmes et leurs prix sont à demander au Centre de formation technologique Gambetta, 247, avenue Gambetta, 75020 Paris ; tél. : (1) 43.64.25.20. (Responsable formation continue : Thierry Demanche, poste 309).

Puissance...

Le CAST (Centre d'actualisation scientifique et technique), par ailleurs organisateur du salon de l'INSA de Lyon-Villeurbanne, organise en permanence des stages portant sur les sujets les plus divers allant de la mécanique à l'informatique.

Parmi ces sessions, signalons celle qui se tiendra du 23 au 27 novembre, intitulée « La commande électronique de puissance et ses applications industrielles ». Les frais de participation se montent à 5 642 F HT (repas de midi compris). Les ingénieurs et techniciens intéressés par ce stage peuvent s'adresser au CAST, INSA bât. 705, 20, avenue Albert-Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex. Tél. : 78.93.24.45.

Productique à Supelec

Pour la deuxième année consécutive, l'Ecole supérieure d'électricité organise un haut enseignement consacré à la productique. Quinze journées complètes, réparties du 16 septembre au 16 décembre prochain, permettront aux responsables de l'industrie et de l'administration concernés par la production industrielle d'acquiescer une approche personnelle, globale et concrète de la démarche productique.

Renseignements : **Y. Tanguy**
Tél. : (1) 69.41.80.40.

Micro-électronique hybride

Du lundi 19 au vendredi 23 octobre prochains, **SUPELEC** organise un stage de formation continue intitulé : « Micro-électronique hybride : technologie couche épaisse ».

Cette session a pour but de montrer en quoi la microélectronique hybride couche épaisse peut être une réponse à de nombreux problèmes. Après présentation des différents processus intervenant dans la réalisation d'un circuit hybride, les performances, les limitations, les avantages et inconvénients de cette technologie seront exposés.

Cette session s'adresse à des ingénieurs et techniciens supérieurs ayant des connaissances raisonnables de l'électronique et des phénomènes de propagation.

Renseignements auprès du service de formation continue de **SUPELEC**, plateau de Moulon, 91190 Gif-sur-Yvette. Tél. : (1) 69.41.80.40.

Contamination en micro-électronique

L'ASPEC (Association pour la prévention et l'étude de la contamination) organise les 13, 14 et 15 octobre sa 22^e session de formation continue sur le thème : « Les travaux hors contamination ».

Ce stage de trois jours s'adresse aux ingénieurs et techniciens travaillant ou étant appelés à travailler en zone à empoussièrement contrôlé. Le programme traite des généralités sur les contaminants particuliers et la biocontamination, la conception des enceintes, la filtration des fluides gazeux et liquides, le comportement du personnel, la maintenance et l'entretien des zones.

Renseignements et inscriptions : **ASPEC**, 14, rue Mandar, 75002 Paris. Tél. : (1) 42.33.89.94.

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

SERVICE-ANNONCEURS N° 25

FILTRES

**FILTRES
ACTIFS
KEMO**

* VARIABLES
* P.H. P.B. 8 VOIES



* 24,36,48dB/OCTAVE
* 0,01Hz-3,15MHz



Tél. 48.71.17.14
5, bd Poincaré

***** 94170 LE PERREUX

SERVICE-ANNONCEURS N° 26

**FREQUENCEMETRE
HCF 1000**

10 HZ à 1 GHZ

3 fonctions:
Fréquence-mètre
Périodemètre 10 HZ - 2,5 MHz
Compteur d'impulsions
10 HZ - 10 MHz
2 canaux d'entrée
3 temps de porte
Contrôle interne de la base de temps
Afficheur 8 Digits

1998 F TTC



**multimètre
ISKRA DM 4510**

LA PRÉCISION

+
LA MÉMOIRE
4 1/2 Digits
20000 pts de mesure 10 A
Précision: 0,05 % en continu
Test de continuité R < 30 Ω
Test de Diode
Gammes de mesure
Vcc 10 μV - 1000 V
Vca 10 μV - 750 V
Icc 0,1 μA - 10 A
Ica 0,1 μA - 10 A
Ω 0,01 Ω - 20 MΩ
Accessoires: shunts, pinces ampère-
métriques, sacoches

1180 F TTC



EA 8-9 87

**ISKRA
France**

Nom
Adresse

Parc d'activités des Peupliers
Bâtiment A, 27, rue des Peupliers
92000 NANTERRE

Code postal :

SERVICE-ANNONCEURS N° 27

LES PRODUITS CONNEXES

de visu

Coffrets 19 pouces

La série **Compec** est constituée de coffrets 19 pouces aux dimensions 1 à 12 U.

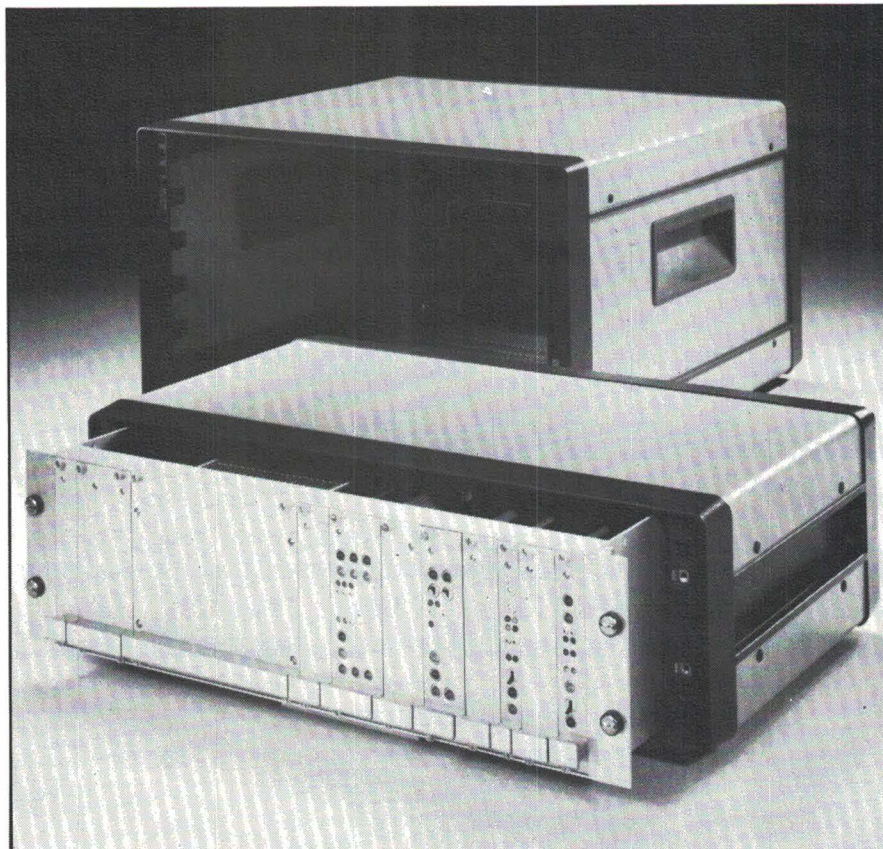
Le cadre étant autoporteur, toutes les pièces d'habillage peuvent être démontées.

Cela permet, contrairement aux exécutions classiques, d'accéder de tous côtés au matériel électronique encastré. Une complète utilisation de l'espace et la simplicité de l'entretien ont servi de base à l'élaboration de cette série.

Les coffrets Compec sont comparables aux armoires 19 pouces du point de vue de leur fonction. Ils sont destinés à recevoir des bacs à cartes 19 pouces ainsi que toutes sortes d'appareils encastrables aux dimensions 19 pouces.

Schroff

SERVICE-LECTEURS N° 204



Supports pour « chip carrier »

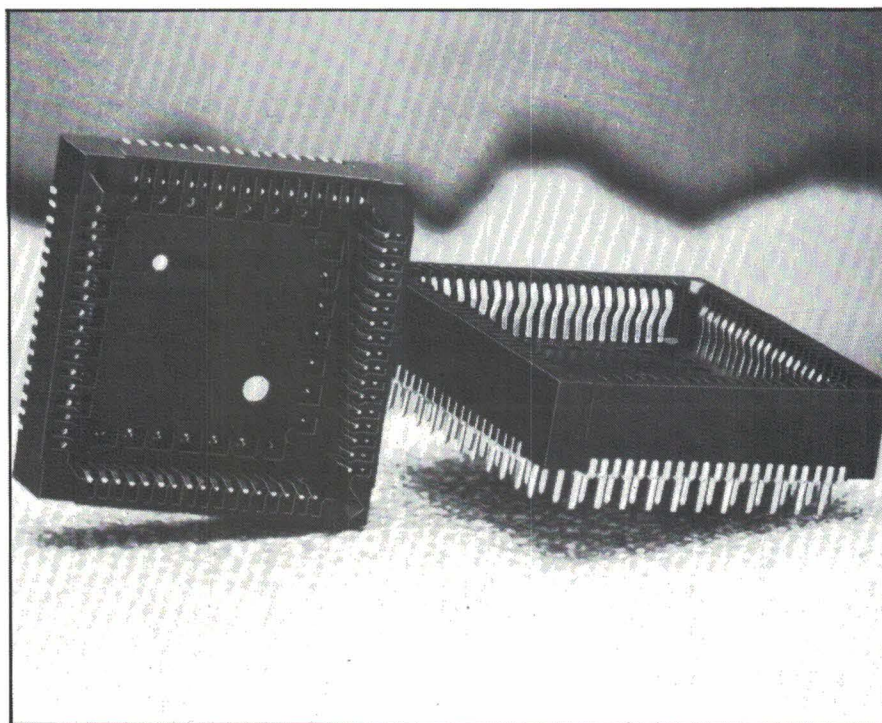
Ces supports de **Samtec** sont disponibles pour des circuits de 68 à 84 broches au pas de 1,27 mm. Les broches du support, décalées, optimisent les opérations de soudure et se terminent en entraxe de 2,54.

Le corps est en polyester chargé fibre de verre (homologué UL), de type bas profil.

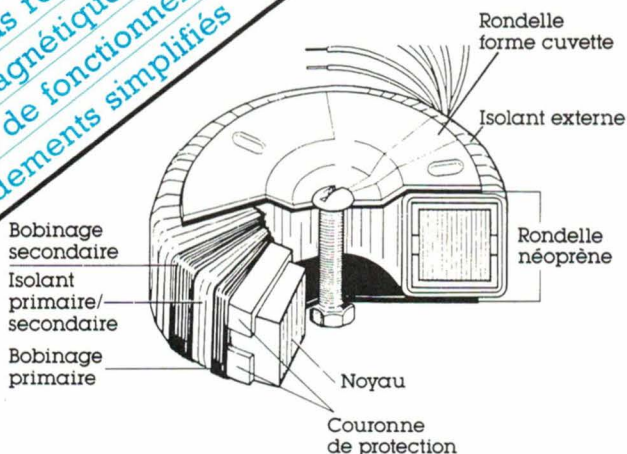
Un repère moulé indique la broche n° 1 ; un angle de détrompage et des trous de guidage assurent une bonne installation sur le circuit imprimé. Les broches sont en bronze phosphoreux recouvertes d'étain et ont une résistance inférieure à 10 M Ω à 200 mA.

C et K Composants

SERVICE-LECTEURS N° 205



• prix compétitif
• rendement élevé
• dimensions et poids réduits
• champ de fuites magnétiques faible
• faible température de fonctionnement
• montage et raccordements 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 - SAINT-LEUC
Télex : WILELEC 700 447 F - Télécopie : 40 25 86 87
Tél. 40 25 89 99

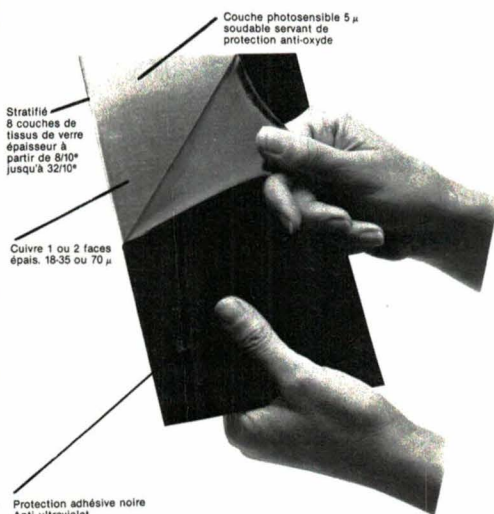
à Lyon : WELL Tél. 78 38 35 41

SERVICE-ANNONCEURS N° 30

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

PLAQUES PHOTOSENSIBLES HAUTE RESISTANCE NOUVELLE FORMULATION ANTI-MICROCOUPURE

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



ALUMINIUM PHOTOSENSIBLE COPYPHOT

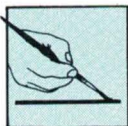
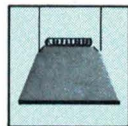
de 0,5 à 3 mm d'épaisseur
À COLORIER JUSQU'À 14 COULEURS
TENUE GARANTIE «EXTÉRIEUR»

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

COPYPHOT
De l'exemplaire unique aux petites séries

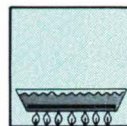
POROSEAL
Pour les quantités plus importantes

MODE D'EMPLOI



DONNEZ DES COULEURS À VOS FAÇADES

NOUVEAU



FABRICATION CIF

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

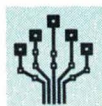
CHASSIS D'INSOLATION



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



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



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

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

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

NOM

Adresse

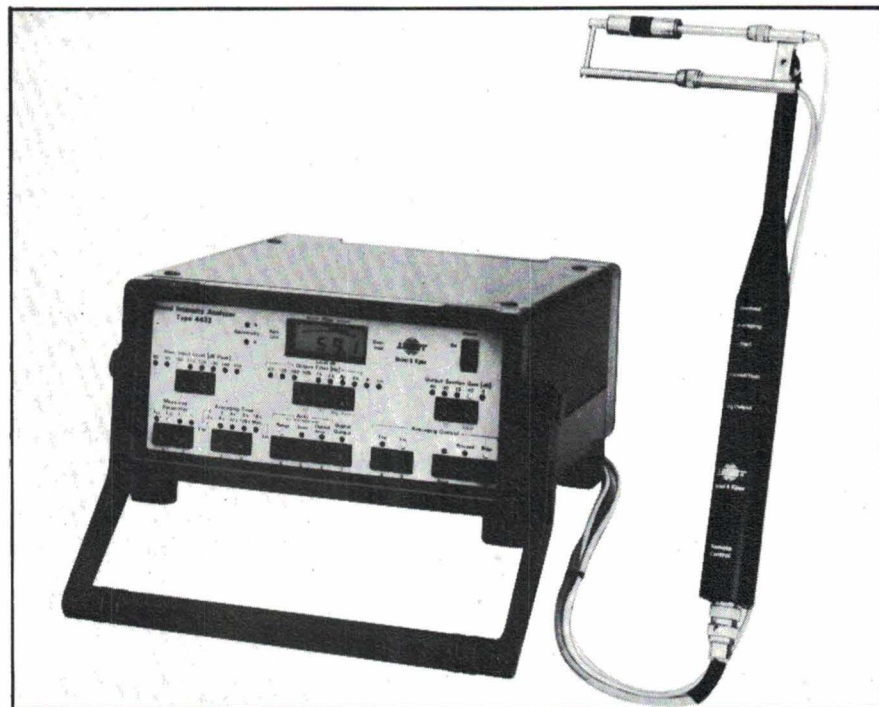
LA MESURE de visu

Analyseur portatif d'intensité acoustique

L'analyseur « 4433 » intéressera les techniciens confrontés aux problèmes de mesure d'intensité acoustique « sur le site ».

Il pèse 5,5 kg, est alimenté par accumulateurs et possède une interface parallèle IEEE 488 ainsi qu'une interface série. Le 4433 est particulièrement simple d'emploi avec son balayage automatique pour l'analyse séquentielle par octave et son ajustement d'échelle automatique. L'étalonnage est simple, et on peut sélectionner trois sensibilités de microphones, ainsi que trois tensions de polarisation de microphones (0 V, 28 V et 200 V).

Dans le cas de mesures en plusieurs points d'une surface, on mesure le niveau moyen d'intensité, et la puissance est alors calculée en multipliant par l'aire de la surface. On entre l'aire de la surface dans l'analyseur pour une utilisation automatique au cours des calculs de la puissance acoustique. De plus, les



corrections nécessaires pour tenir compte des variations de la densité de l'air sont effectuées automatiquement à partir des valeurs de pression et température entrées par l'utilisateur. On peut réellement déterminer une puissance acoustique en quelques minutes, sur le site, et avec un haut degré de précision.

Parmi d'autres applications, on peut citer la cartographie de l'intensité acoustique pour la détermination de milieux bruyants, et la mesure de la transmission sonore en acoustique du bâtiment.

Brüel et Kjaer

SERVICE-LECTEURS N° 207

Pyromètre infrarouge

Compact et léger (350 g), le « Thermo-Hunter » est un pyromètre dont le détecteur est une thermopile ; le domaine spectral d'analyse s'étend de 7 à 20 μm . La gamme couverte par l'appareil va de -50 à +500 °C, avec une résolution de 0,1 °C de -50 à +180 °C.

Deux choix de champ optique sont autorisés : une version « usage général » qui donne un diamètre de cible de 58 mm à 1 mètre, et une version « champ étroit » qui permet d'obtenir un diamètre de 4 mm à 10 cm.

Dans le second cas, une LED



rouge clignotante permet de localiser la portion de source visée.

Ce modèle comporte :

- un affichage numérique de la température ;
- une correction d'émissivité par roue codeuse ;
- une mémorisation de la valeur lue de la température ;
- une sortie analogique en mV/°C ;
- un seuil d'alarme ;

Les applications de ce pyromètre concernent : l'électronique, les industries du bâtiment, du textile, l'agro-alimentaire, la chimie, la médecine.

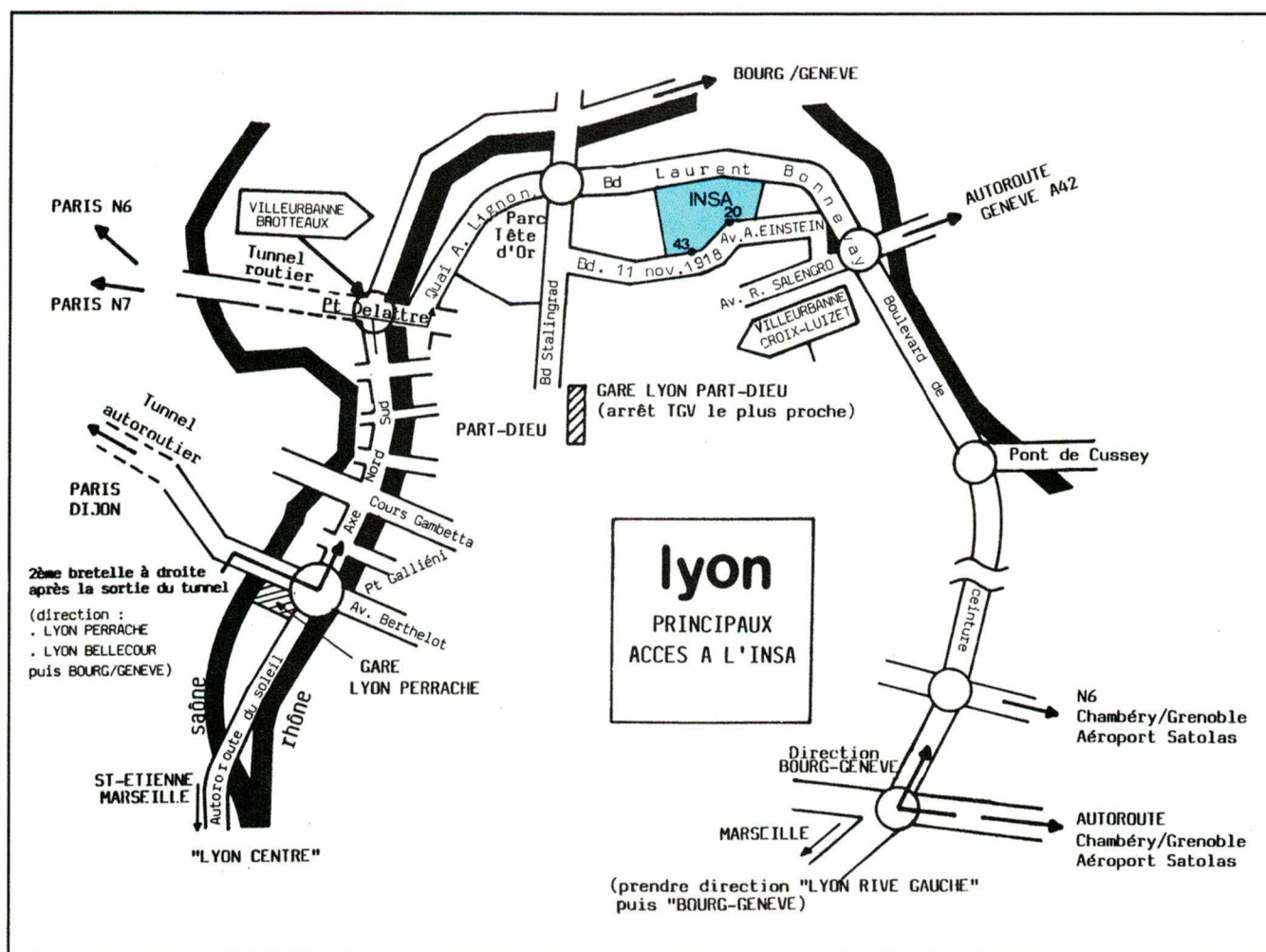
M.C.C.

SERVICE-LECTEURS N° 208

23^e présentation de matériel scientifique industriel

Lyon-Villeurbanne - 15 au 18 septembre

NOUVEAUTES ET PRODUITS RECENTS



Pour la 23^e fois, le Centre d'actualisation scientifique et technique (CAST) organise, sur le campus de l'INSA de Lyon-Villeurbanne, une présentation de matériel scientifique industriel dont la qualité n'est plus à démontrer. Le nombre des exposants a été limité à 500 afin d'éviter le gigantisme et ses inconvénients ; une surface supérieure à 14 000 m² sera ainsi occupée durant les quatre jours d'exposition, du 15 au 18 septembre, pendant lesquels sont attendus plus de 12 000 visiteurs (l'entrée est gratuite). Cette manifestation est articulée autour de huit thèmes : mesures et contrôles, pollution ; automatismes, régulation, servomécanismes et commande de puissance ; robotique, CAO, DAO, FAO et commande numérique

Instrumentation de mesures et alimentations

Désignation	Référence	Caractéristiques principales	Présenté par :
Oscilloscopes	PM 3285 A et 3295 A	Ces appareils, de bande passante 200 et 400 MHz, sont présentés pour la première fois ; applications en recherche, télécommunications, vidéo et maintenance.	PHILIPS
Multimètre calculateur	MN 5140	Appareil de haute précision, 200 000 points, programmable IEEE ; permet la mesure, le stockage et le traitement des grandeurs électriques.	A.O.I.P.
Compteurs multifonction	Série 800	Compteurs électroniques à microprocesseur programmables par l'utilisateur ; fonctions : comptage d'impulsions, comptage horaire, tachymètre, périodemètre.	ROBERT GOETZ
Générateur de signaux	9100	Permet de générer n'importe quel type de forme d'onde ; 200 mégapoints/seconde ; 2 sorties simultanées 2 × 100 MHz.	LE CROY
Oscilloscope optique	OSS-01	Oscilloscope à entrée film optique pour l'observation et la mesure de signaux optiques au-dessus de 30 GHz sans distorsion.	HAMAMATSU PHOTONICS
Pont RLC	PM 610 P	Pont automatique de grande précision, programmable ; fréquence variable de 0 à 150 kHz ; mesure de R, L, C, D, Q, Z, 0, etc.	SEFELEC
Alimentations stabilisées	Série LF	Très forte densité (244 W/dm ³) grâce à l'utilisation de C.M.S. ; une ou quatre sorties ; destinées principalement à l'informatique et aux équipements de test.	LAMBDA ELECTRONIQUE
Alimentation pour bus VME	VME	Alimentation 300 W en technologie forward pour bus VME ; découpage à 110 kHz	AGDE ELECTRONICS

Test et analyse

Désignation	Référence	Caractéristiques principales	Présenté par :
Analyseur logique	PLA 286	Intégré dans un compatible AT ; analyse logique 2 × 48 voies/20 MHz ou 2 × 8 voies/100 MHz ; analyse de logiciels ou du matériel.	KONTRON ELECTRONIQUE
Enceinte thermique	EM	Enceinte équipée d'un écran avec crayon optique permettant de réaliser des courbes de température ; destinée aux tests en température et en humidité.	CLIMATS
Analyseur-moyenneur de signaux	370	Moyennage sur 24 bits à une cadence de plus de 300 000 points par seconde et par voie ; interfaces RS 232 et IEEE pour plotter et ordinateur.	NICOLET INSTRUMENT
Simulateur de perturbations	NSG 600	Programmable par bus IEEE ; appareil destiné à simuler les perturbations des réseaux électriques pour étude et test de circuits à microprocesseurs.	SCHAFFNER
Analyseur d'intensité acoustique	4433	Appareil portatif pour la mesure in situ de la puissance de sources sonores, leur localisation et la détection de fuites acoustiques.	BRUEL & KJAER
Charges programmables	CMPA	Charges électroniques directement programmables en IEEE 488 ; fonctionnement en I, U et R constants en parleur/écouteur ; destiné au test de sources continues.	MULTISOURCES ELECTRONIQUE

des machines-outils ; informatique industrielle et scientifique ; matériel de laboratoire physico-chimique ; matériels d'essais et d'auscultation en génie civil ; éditions techniques, matériel pédagogique, appareillage audiovisuel pour l'enseignement et sociétés de service.

Le jeudi 17 septembre aura lieu également une conférence sur la synthèse vocale. Durant la durée de l'exposition, les 35 laboratoires de l'INSA accueillent les visiteurs dans une opération « portes ouvertes ».

Voici une liste de quelques nouveautés et produits récents présentés lors de cette manifestation et que nous avons sélectionné à votre attention.

Capteurs, transmetteurs

Désignation	Référence	Caractéristiques principales	Présenté par :
Capteur de pression	DPT 368	Capteur conçu pour mesurer des pressions différentielles faibles malgré une haute pression en ligne ; utilisable avec milieux liquide/liquide.	DYNISCO INSTRUMENTS
Accéléromètre	EGCSY	Destiné à la mesure d'accélération et de vibrations, cet accéléromètre de nouvelle conception supporte des surcharges de 100 fois l'E.M. en standard.	ENTRAN
Inclinomètre	SX 41300	Mesure d'angles jusqu'à $\pm 90^\circ$; corps cylindrique de diamètre 37 mm et de hauteur 65 mm ; tenue en environnement sévère ; sortie courant 4-20 mA en option.	SENSOREX
Détecteur de proximité	—	Détecteur universel remplaçant à lui seul les quatre variantes de branchement (PNP, NPN, O ou F) ; applications en comptage, fin de course.	AUTOMATISME ET CONTROLE
Transmetteur de pression	8302	Transmetteur 2 fils en 4-20 mA ; technologie couches minces ; degré de protection IP67 ; destiné à la surveillance de process et aux automatismes.	T.M.E.
Détecteurs inductifs	—	Tension d'alimentation de 10 à 65 VDC ; raccordement 2 fils non polarisés ; courant de fuite inférieur à 0,8 mA ; protégé contre les courts-circuits de la charge.	TURCK FRANCE
Codeur incrémental	Tachycodeur	Appareil disposant dans un même boîtier d'un codeur incrémental classique et d'une sortie tension en 0-10 V ou courant 0-10 mA, 0-20 mA ou 4-20 mA.	HOHNER AUTOMATION

Equipements, habillage, mécanique

Désignation	Référence	Caractéristiques principales	Présenté par :
Imprimante d'étiquettes	Bradywriter II	Disposant d'un écran de visualisation, cette imprimante édite des étiquettes sur support informatique et sur manchons pour fils et câbles.	W.H. BRADY
Purificateur d'air	Elixair 2000	Elimine les microparticules en suspension dans l'air par filtration mécanique et électrostatique ; pas de formation d'ozone ; pour la fabrication de semi-conducteurs.	TECNOMARA FRANCE
Machine à graver	MG 2500	Machine à jets rotatifs avec pompe destinée à la gravure de circuits imprimés en simple et double face.	SICERONT KF
Armoire	Technorack	Destinée à recevoir des équipements 19 pouces ; étanchéité IP 55 ; charge utile : 500 kg.	SCHROFF
Coffrets étanches	Thalassa	Gamme de coffrets en polyester étanches (IP559) totalement isolants ; spécialement conçus pour les milieux humides et corrosifs.	SAREL
Coffrets de table	Silex	Fabrication en profilé et tôle d'aluminium ; hauteurs 3 et 6 unités ; différentes largeurs ; étudiés pour recevoir des cartes au format européen.	ROGER ELECTRONIQUE
Entretoises	—	Eléments d'assemblage en ARCAP pour l'électronique professionnelle ; totalement amagnétiques ; résistent aux hautes et basses températures.	A.C.M.E.

Composants et sous-ensembles

Désignation	Référence	Caractéristiques principales	Présenté par :
Claviers souples lumineux	Pimlight	L'intégration de micro-diodes électroluminescentes permet d'obtenir ces claviers à membranes dont l'épaisseur ne dépasse pas 1 mm.	PLAQUETTES INDUSTRIES
Connecteurs Subminiatures	—	Au pas de 1,27 mm avec précâblage des fils ; utilisation dans les domaines militaire et aéronautique.	FRB CONNECTRON
Relais de puissance	ZD	Relais pour circuit imprimé, de forte puissance et de très faible volume.	SCHRACK FRANCE
Chips céramique	—	A barrière de nickel ; très bonne résistance à la dissolution ; utilisable pour toutes applications CMS.	VITRAMON FRANCE
Modules contre les surtensions	Datatrab Coaxtrab	Assurent la protection contre les surtensions et la foudre des lignes de données, caméras vidéo et systèmes informatiques ; se branchent en série dans les lignes existantes.	PHOENIX
Connecteurs « marine »	—	Série de connecteurs inoxydables de très haute résistance mécanique ; insensibles à l'eau de mer et au brouillard salin ; pression d'utilisation : 3 bars.	JAEGER
Relais subminiature	Pl	1 RT (1 A-250 V CA) ; dimensions : 13 × 7,62 × 6,9 mm ; relais pour interface, petite commutation, télécommunications.	ASTERLEC
Bloc de puissance	—	A triac ; débouchable ; remplace les contacteurs électromécaniques sur charge résistive.	METANIC VULCANIC
Connecteurs téléphoniques	Eton 23	Nouvelle technologie de raccordement par autodénudage axial et à très haute compression ; montage de 2 et 3 fils de jauge 0,4 à 0,9 mm ; tenue à la foudre.	ELECTRONIC & TECHNOLOGY
Connecteurs CMS	MICS-SMD	Connecteurs au pas de 1,27 mm pour montage en surface.	LUMBERG

Informatique, automatisme, robotique

Désignation	Référence	Caractéristiques principales	Présenté par :
Cartes d'acquisition et de contrôle	—	Gamme complète de 10 cartes format IBM ; acquisition et contrôle à partir d'un PC.	MICROLAB SYSTEMES
Progiciel	Farcot	Nouveau progiciel pour identification de processus industriels par la méthode des moindres carrés et du modèle.	INTERFORA Dept. I.A.A.
Commande de moteurs pas à pas	Seledata MPS	Commande programmable pour moteurs pas-à-pas jusqu'à 48 axes ; positionnement avec interpolation pour automatismes industriels.	REGUELEC
Plotter-table traçante	LY 1900 PL	Enregistreur XY et plotter en un seul appareil ; 6 couleurs ; grande vitesse d'écriture (5 m/s ²).	LINSEIS
Logiciel PC d'informatique industrielle	Processyn	Permet d'intégrer dans une même application la gestion du PC et de ses périphériques, d'automates, de centrales d'acquisition et de synoptiques couleur.	S.O.M.
Calculateur	IMC 2000	Calculateur de supervision pour automates programmables, régulateurs numériques, centrales d'acquisition de données, avec postes graphiques couleur.	CISAI
Manipulateur programmable	Sigemax 416PP	Fonctionnement autonome ou assisté par ordinateur ; programmation en langage ISO ; applications pour insertion de composants et machines à encoller, wrapper et souder.	SIGEA INDUSTRIEL
Système de gestion	Gescom X Bus	Système de gestion technique modulaire et puissant pour automates, alarmes, sécurités, réseaux locaux, etc. ; grande souplesse de paramétrage et de configuration.	SELCO
Progiciel pour automates	PC VUE II PLUS	Progiciel de supervision pour automates programmables ; fonction programme avec instruction Basic.	SNPMI

Pour être informé sur les nouveaux produits, remplissez cette carte. (Ecrire en capitales)

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.

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.

	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

RÉDACTION

Service Annonceurs ELECTRONIQUE n° 55 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.

	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

PUBLICITE

BON DE COMMANDE réservé à la VENTE AU NUMERO

(mettre une croix dans la case des numéros ou/et des albums demandés)

Numéros demandés :

39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
53	54												
☐	☐												

Albums demandés

- ☐ Album 1979 comportant les numéros 9-10-11-12
☐ Album 1984 comportant six numéros (33 à 38)
☐ Album 1985 comportant sept numéros (39 à 44bis)
☐ Album 1986 comportant six numéros (45 à 50)

Je règle la somme de :

- 30 F par numéro
- 70 F franco pour l'album 1979
- 116 F franco pour l'album 1984
- 126 F franco pour l'album 1985 ou 1986

par ☐ chèque bancaire ☐ chèque postal (sans n° CCP)

Nom, Prénom.....

N° et rue.....

Code postal..... Ville.....

Affranchir
ici

**ELECTRONIQUE
APPLICATIONS**

SERVICE ANNONCEURS

ELECTRONIQUE APPLICATIONS

**S.A.P.
70, rue Compans
75940 Paris Cedex 19 - France**

Secteur d'activité :

Recherche :	0
Enseignement :	1
Informatique	
Microinformatique :	2
Electronique	
Electrotechnique -	
Automatique :	3
Télécommunications :	4
Aéronautique :	5
Fabrication d'équipements ménagers :	6
Profession libérale :	7
Profession médicale ou paramédicale :	8
Autre secteur :	9

Fonctions :

Direction :	0
Cadre supérieur :	1
Ingénieur :	2
Technicien :	3
Employé :	4
Etudiant :	5
Divers :	6

Affranchir
ici

ELECTRONIQUE APPLICATIONS

**S.A.P.
70, rue Compans
75940 Paris Cedex 19 - France**

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

Veuillez 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 abon-
nement et vous joins à cet effet
ma dernière étiquette d'envoi.

Je joins à cette demande la
somme de..... F par :
☐ chèque postal, sans n° de CCP
☐ chèque bancaire
☐ mandat-lettre
à l'ordre de :
ELECTRONIQUE APPLICATIONS

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

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

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

N° et Rue ou Lieu-Dit

Code Postal

Ville

**ELECTRONIQUE
APPLICATIONS**

HIER, AUJOURD'HUI, DEMAIN, L'OSCILLOSCOPE, C'EST GOULD

OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE 4 VOIES - 10 ko/VOIE - 20 MHz

L'oscilloscope Gould 1604, avec ses 4 voies indépendantes et complètes, comporte un ensemble de performances particulièrement exceptionnelles :

- Échantillonnage 20 MHz sous 8 bits,
- Mémorisation de 50 traces en rafale, par module,
- Pré et post-déclenchement,
- Recopie d'écran intégrée...

En outre, un clavier processeur permet de nombreuses opérations de traitement, lors de la capture ou sur les données déjà stockées.

Le 1604 correspond à un grand nombre d'applications, consultez : Gould Electronique.

HIER, l'expérience d'un spécialiste;

AUJOURD'HUI, une solution adaptée à vos besoins;

DEMAIN, l'engagement d'un grand de la mesure.

Gould Electronique

B.P. 115 - 91162 LONGJUMEAU CEDEX - Tél. : 69.34.10.67

SERVICE-ANNONCEURS N° 2

EURO-MEDIA

Les solutions à hautes performances en automatisme industriel, informatique, électronique médicale, instrumentation et semi-conducteur.



GOULD
Electronique