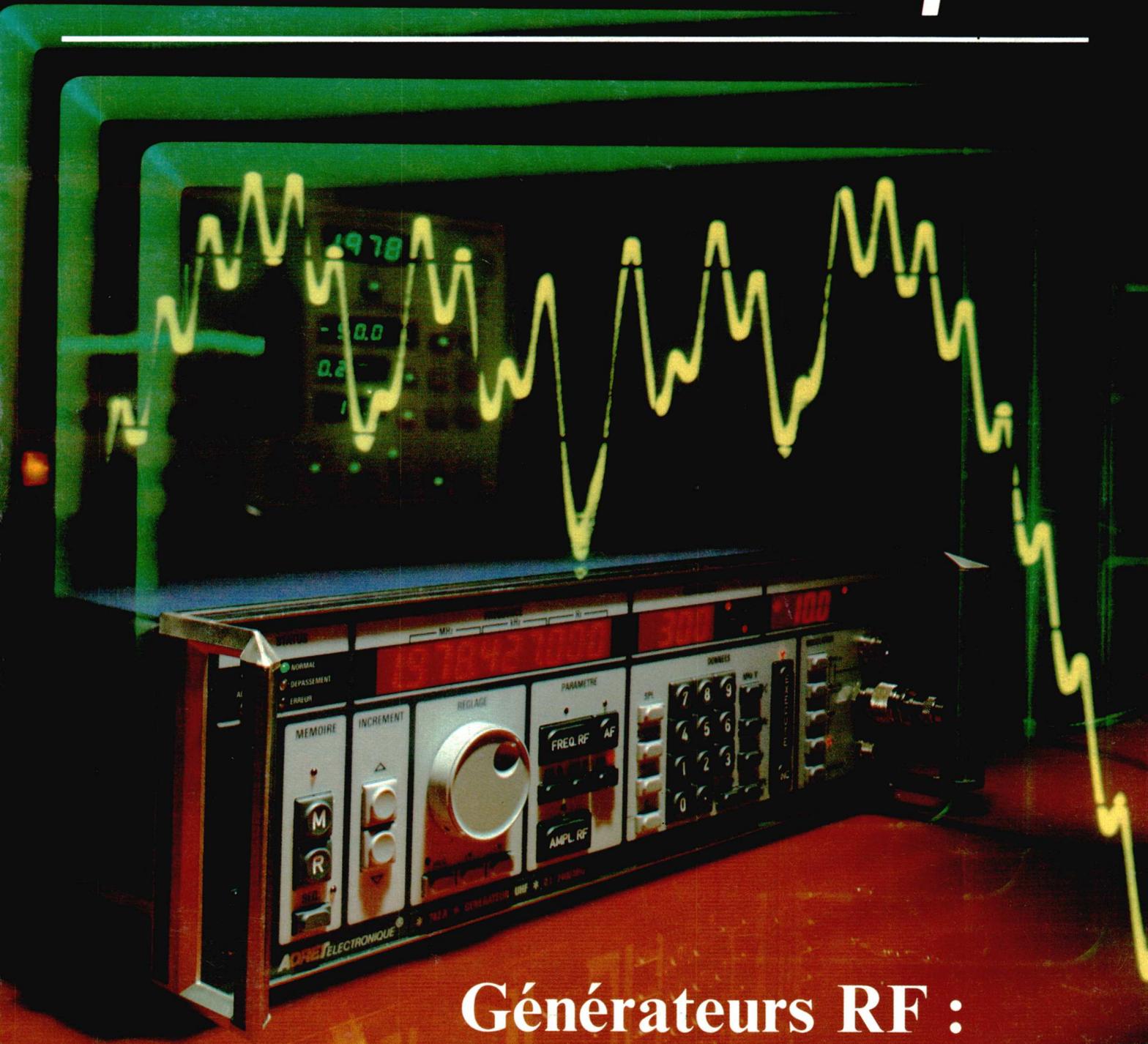


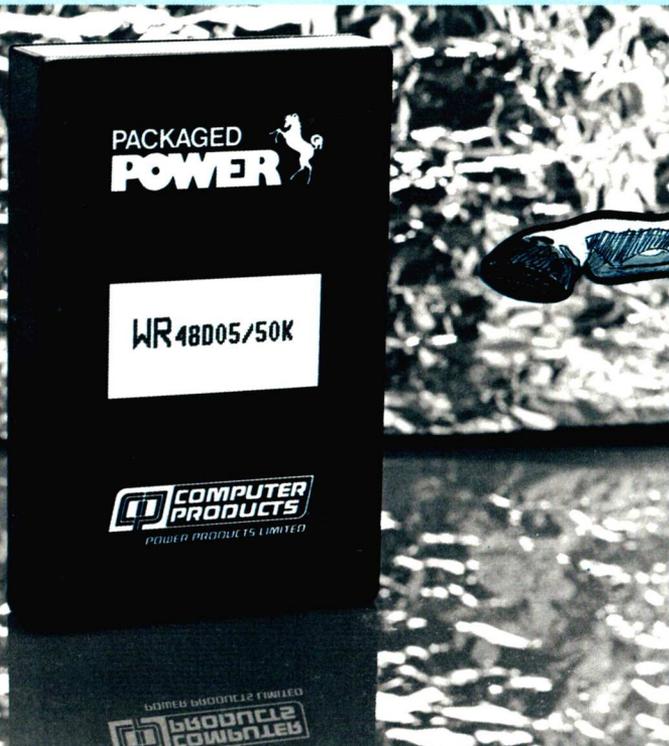


# Toute l'électronique



## Générateurs RF : nouvelles technologies

# CONVERTISSEURS DC/DC 60W FAIBLES EPAISSEURS



39 modèles avec tension de sortie simple, double, triple, quadruple.

La série WRK vous apporte une solution rationnelle à vos exigences.

Un rendement supérieur à 80% permet de fournir 60W dans un boîtier faible épaisseur de 24 x 140 x 90 mm.

La grande dynamique de tension d'entrée est idéale pour les équipements portables ou fonctionnant sur batteries.

Tous les modèles sont entièrement protégés contre les surcharges et les surtensions.

En plus des modèles 60W, il existe une gamme complète de 15W et 30W.

Ils sont disponibles en modules pour CI ou pour chassis.

Aucun composant additionnel n'est nécessaire.

**Tous ces modèles sont couverts  
par la garantie.**

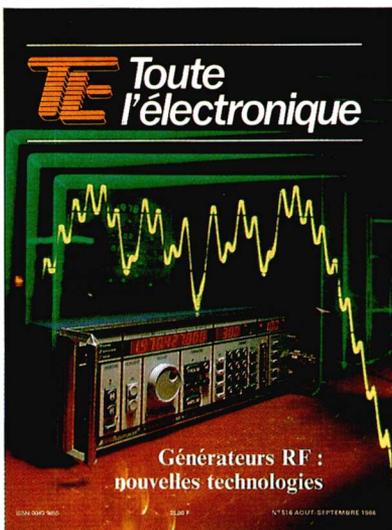
COMPUTER PRODUCTS

**PACKAGED  
POWER** 

**2 ANS DE GARANTIE**

TENSION D'ENTREE	SIMPLE SORTIE	DOUBLE SORTIE	TRIPLE SORTIE	QUADRI SORTIE
9-18VDC	5V	± 5V	5V ± 12V	± 5V ± 12V
18-36VDC	12V	± 12V	5V ± 15V	± 5V ± 15V
36-72VDC	15V	± 15V 5V, 12V	12V ± 5V 15V ± 5V	

Pour plus de détails, contacter **EQUIPEMENTS SCIENTIFIQUES**



**En couverture :** générateur 0,1/2.400 MHz, type 742 A (Adret Electronique)

Revue mensuelle fondée en 1934

**Fondateur :** Eugène Aisberg

49, rue de l'Université, 75007 Paris

Tél. (1) 45-48-52-06

Service de télécopie Telex : SPRESS 204721 F  
C.C.P. Paris N° 23-515-48 L

**Directeur-Rédacteur en Chef :**  
Christian Dartevelle.

**Rédacteur en chef adjoint :**  
Edmond Codechèvre.

**Secrétaire de Rédaction :**  
Mireille Pétri.

**PUBLICITÉ**

49, rue de l'Université, 75007 Paris. Tél. : 45.48.52.06.

**Directeur du développement :**  
Charles V. Parachini.

**Chef de Publicité :**  
Fabienne Mallot.

**Représentants exclusifs :**

Italie : Luigi Rancati, Milano San Felice Torre 5, 20090 Segrate. Tél. (20) 7531445 - Telex 311010 ORCHID I. Grande-Bretagne : Martin Geerke Friary Hall, Flat 3, Friary Road South Ascot, Berks SL59HD. Tél. : 0990 28 649 - Telex 858 328 Euroad.

**VENTES**

**SECF Editions Radio :** 9, rue Jacob, 75006 Paris.

**ABONNEMENTS**

Service Abonnements EDI-7, 90, rue de Flandre, 75943 Paris, Cedex 19. Tél. : 42-00-35-00.

**Tarifs (10 numéros) :**

France et Union Française ..... 250 F  
Etranger ..... 400 F

**Belgique**

**SBER,** 63, avenue du Pérou, 1050 Bruxelles. Tél. : (02) 673-45-45. CCP Bruxelles 000-078761-94.

Les articles publiés n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs. Leur reproduction nécessite l'accord préalable de la Rédaction.

Tous droits de reproduction réservés pour tous pays  
Copyright by SPS Paris 1986



**Edité par la Société de Presse et de Services,** société anonyme au capital de 1 000 000 F, d'une durée de 50 ans à compter du 1-7-1978. Président-directeur général, directeur de la publication : Pierre Schaeffer. Principaux actionnaires : - SECF/Publications Denis Jacob.

« Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés sont communiqués à nos services et aux organismes liés contractuellement avec nous. En cas d'opposition motivée la communication en sera limitée aux obligations découlant de l'abonnement. Les informations pourront faire l'objet d'un droit d'accès ou de rectification dans le cadre légal. »

## **F**anorama technique

- 4 Analyse des réalisations les plus significatives de l'industrie électronique

## **I**nstrumentation

- 30 Générateur RF : les nouvelles avancées technologiques, par J. Le Roy et J. Rémy
- 41 Maintenance et étalonnage des oscilloscopes : programme de test, par J.-P. Toulon

## **M**esure

- 46 Automatisation et oscilloscopes analogiques.

## **T**echnologie

- 54 Le montage en surface des composants.
- 65 Modélisation 3D d'un boîtier.

## **I**nformatique

- 72 Programmation des fonctions mathématiques : mise en œuvre de la théorie de Pade, par J. Cohen, M. Ohanessian et J. Perrigot

## **A**pplications et circuits

- 84 Composants et équipements dans leurs applications pratiques

## **N**ouveaux produits et équipements

- 86 Nouveautés proposées par les constructeurs

## **I**nformations pratiques

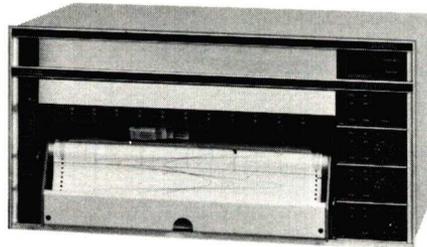
- 94 Les nouvelles de la profession

**SOMMAIRE**



N° 516  
Août/sept.  
1986

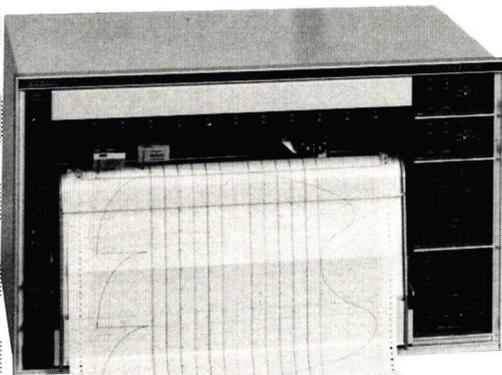
# Enregistrez du zéro à l'infini



## Enregistreurs potentiométriques

**Séries 310** : modulaire de 1 à 8 voies.  
20 tiroirs d'entrée : U, I, t °C.  
Synchronisation des traces,  
fonction XY format A4,  
IEEE, multipoint 12 voies.

**Séries 320** : version  
économique 2, 4, 6, 8 voies.

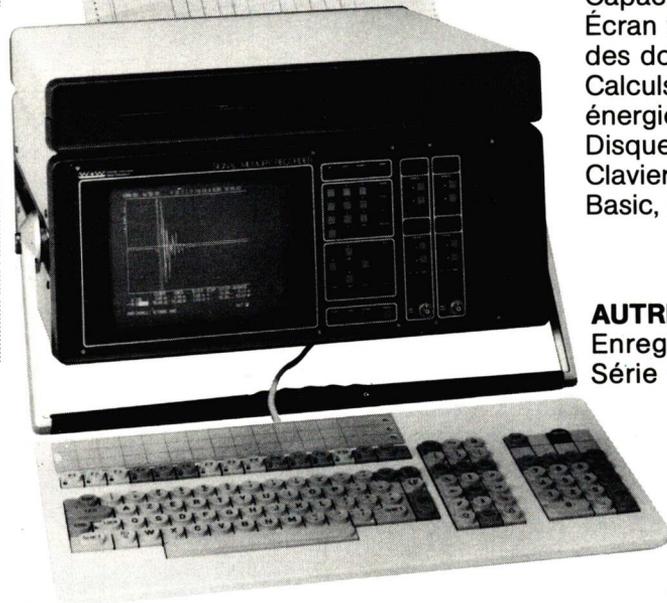


## Enregistreurs de signaux transitoires

**Série SMR** - modulaire de 2 à 16 voies.  
Échantillonnage max. 20 MHz par voie.  
Résolution max. 12 bits.  
Capacité mémoire 64 Kmots par voie.  
Écran 9", curseurs, IEEE, RS232, stockage  
des données sur disquettes.  
Calculs (moy, +, -, X, :, RMS, surface,  
énergie, valeur crête/crête).  
Disques souples et durs (20 Mo).  
Clavier ASCII.  
Basic, Fortran, Turbo Pascal, Logiciel FFT.

## AUTRES PRODUITS :

Enregistreurs galvanométriques  
Série 400.



modèle SMR

 **KONTRON  
ELECTRONIQUE**

B.P. 99 - 6, rue des Frères Caudron  
78140 Vélizy-Villacoublay - Télex : 695 673 - Tél. **(1) 39 46 97 22**

*Comptez sur  
Kontron!*



# La performance à tous prix !

(même les plus bas)

Philips prouve que "haute performance" ne veut pas dire nécessairement prix élevé. Le PM 5193 est actuellement le générateur multifonction 50 MHz le plus compétitif sur le marché et souvent surpasse les plus coûteux.

Jugez-en par vous-même :

- **Précision extrêmement élevée** grâce à une résolution de 8 digits et un oscillateur de référence à cristal sur la gamme de 0,1 mHz à 50 MHz.

- **Multi-fonction.** Choix de huit formes d'ondes (y compris impulsions de 3 ns et Haversine) et de cinq modes de modulation : AM/FM/Balayage/Salve/Porte.

- **Entièrement programmable.** L'interface compatible IEEE permet la programmation de toutes les fonctions dans les systèmes de tests automatiques.

Function generator 0.1 mHz - 50 MHz

5 6 8 5. 5 Hz kHz

FREQUENCY

START

STOP

Hz/kHz

Δ FREQ

MODULATION

OFF

GATE

FREQ (kHz)

BURST LIN

INT

AM

%

ON cycles

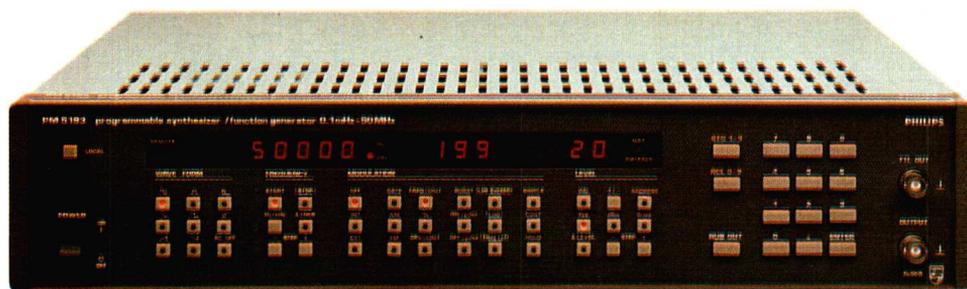
OFF cycles TIN

## La mesure qui s'impose

Le générateur de fonctions, Philips, PM 5193 est le fruit de l'expérience et des ressources d'une des plus grandes sociétés mondiales d'électronique.

Pour vous, c'est la **garantie de l'excellence**, en technique, technologie, qualité et service.

M43



Avec Philips, prenez la mesure qui s'impose !

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

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



Mesure

# PHILIPS

## Analyseur de spectre portable

La société américaine *IFR*, représentée en France, Italie, Espagne, Suisse, Belgique par le département communications/ avionique de *Radio Equipements Antarès* a ajouté à sa gamme de bancs de mesure un analyseur de spectre numérique 1 GHz.

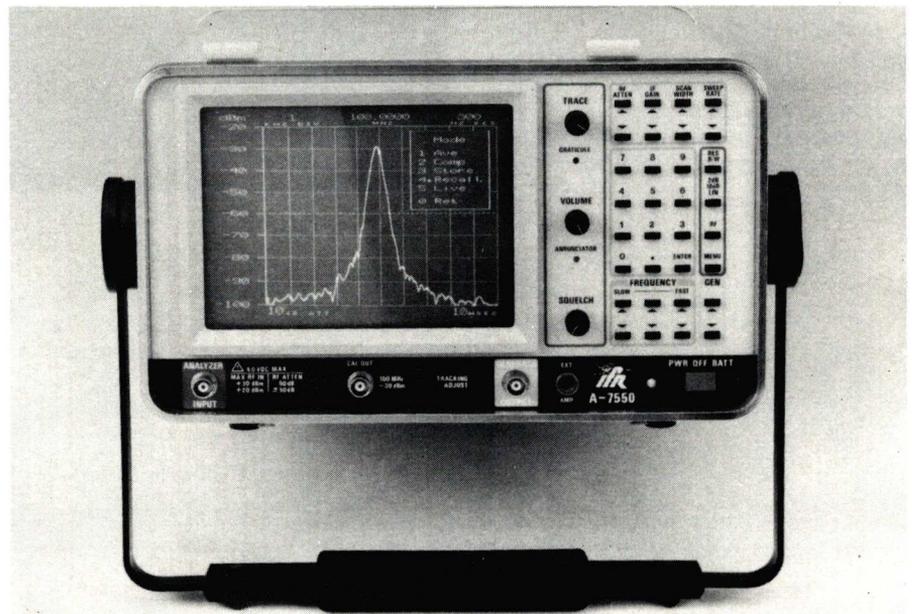
Sa robustesse, son poids de 13 kgs, son encombrement (l : 33 cm - h : 18 cm - p : 50 cm) son fonctionnement sur batterie interne renforcent la capacité de cet appareil à quitter le laboratoire pour aller sur le *site*. Ses autres caractéristiques de base sont une dispersion maximale de 1 kHz/DIV, une résolution de 300 Hz, une gamme de mesure en amplitude allant de - 120 dBm à + 30 dBm et enfin une dynamique de 70 dB.

Cet analyseur de spectre peut être équipé des options principales suivantes :

### Générateur de poursuite :

Cette fonction, intégrée à l'appareil, permet de tracer directement sur l'écran les courbes de réponse en fréquence de circuits tels que filtres par exemple.

*L'analyseur de spectre numérique 1 GHz d'IFR.*



### Récepteur AM/FM/BLU (2 V de sensibilité) :

Cette fonction, permettant la démodulation de signaux AM, FM ou BLU et leur écoute audio grâce à un haut parleur intégré, facilite l'identification de porteuses modulées.

### Détecteur quasi-crête :

Cette possibilité ajoutée à celle de pouvoir choisir des filtres de bandes passantes différentes (200 Hz, 9 KHz et 120 KHz) permet de faire des mesures EMI/RFI conformément à la publication 16 de la norme CISPR.

### Interfaces IEEE ou RS232C

Celles-ci permettent d'automatiser l'utilisation de l'analyseur qui est alors sous le contrôle d'un ordinateur.

L'utilisation de l'appareil est facilitée grâce au concours de deux microprocesseurs.

D'une part, les valeurs de fréquence, dispersion, résolution, atténuation d'entrée et vitesse de balayage sont affichées sur l'écran ; celui-ci fait apparaître également l'échelle en amplitude qui est étalonnée de manière automatique.

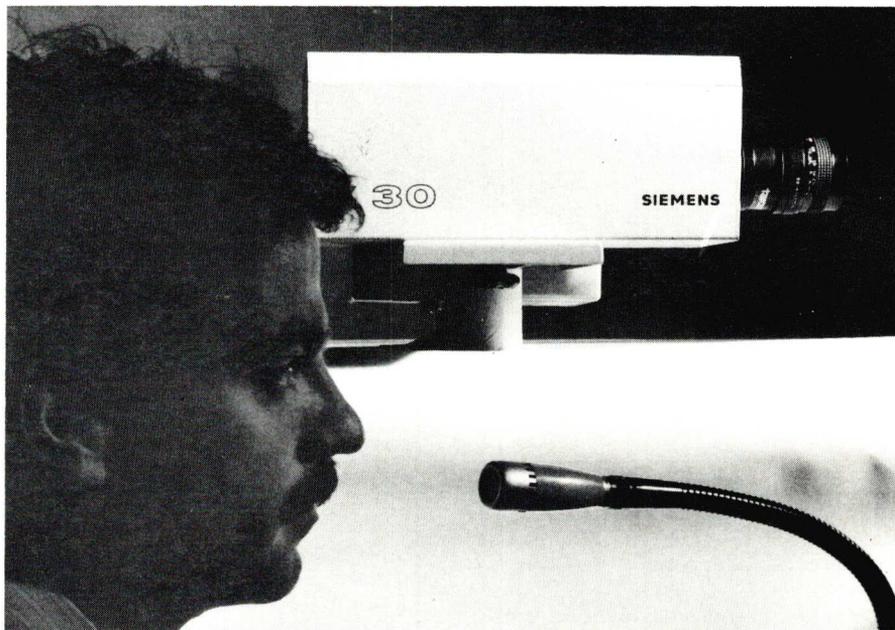
D'autre part, des « menus » lisibles sur l'écran aident l'opérateur à choisir différents modes de fonctionnement.

Enfin, après une coupure d'alimentation, l'appareil sauvegarde la dernière configuration utilisée ainsi que le signal mis en mémoire.

Cet analyseur qui est *garanti 2 ans*, bénéficie en outre des caractéristiques suivantes :

- niveau de référence programmable de + 30 dBm à - 95 dBm par pas de 1 dB.

- affichage logarithmique (10 ou 2 dB/div) ou linéaire
- possibilité de travailler en 50 ohms ou 75 ohms (avec correction automatique de l'affichage en amplitude pour éviter les erreurs de mesure)
- filtres vidéo : 300 Hz ou 30 KHz
- fonction « Peak-Hold » permettant la mémorisation des maxima. Cette fonction permet en outre de garder la trace de tout signal fugitif se produisant dans la bande de fréquence analysée.
- mesure de fréquence, avec une résolution de 100 Hz et une précision de 25 ppm
- pas de dérive du signal visualisé
- appareil alimentable par du 106 à 266 VAC, 50 à 400 Hz, sans commutation manuelle ou par du 12 à 30 VDC externe ou encore par une batterie interne. ■



*Les diverses fonctions de commande de la caméra, mise au point, inclinaison, pivotement, branchement et coupure, etc. sont exécutées uniquement par la voix humaine, c'est-à-dire par un mot préenregistré pour un ordre donné.*

## Caméra de télévision à commande vocale

Siemens a présenté pour la première fois à la Foire de Hanovre 85 une caméra à commande vocale.

Les diverses fonctions de commande - focale, mise au point, inclinaison, pivotement, branchement et coupure, etc. - sont assurées uniquement par la voix humaine, c'est-à-dire par un mot prononcé pour un ordre déterminé.

Le mot de l'ordre souhaité correspondant à la fonction de commande à exécuter est enregistrée directement dans le système commandé vocalement, à l'aide d'un microphone et sans aucune autre intervention manuelle.

Le système d'entrée vocale commandant la caméra est capable d'apprentissage. Il note les ordres reçus. L'élocution et les caractéristiques du locuteur sont simultanément notées et stockées.

Les divers ordres d'une séquence, tels que : marche, arrêt, plus près, à droite, mise au point, stop, etc..., sont enregistrés trois fois de suite et dans le même ordre, puis mémorisés dans le

système. L'exécution des ordres est d'abord définie par le logiciel.

Après l'enregistrement, l'appareil est prêt à fonctionner, identifie les ordres prononcés et les exécute. Les ordres peuvent être effacés à tout moment, puis réenregistrés de la façon spécifiée, par un autre locuteur par exemple.

Un nombre donné de mots peut être mémorisé selon la capacité de la mé-

moire. Il convient d'éviter des mots semblables, tels que « arrêt » et « assez ».

L'emploi du système est rationnel dans tous les cas où les mains sont occupées à d'autres tâches.

Le système à commande vocale est utilisable pour faciliter le travail, y compris sur des postes de travail pour handicapés par exemple. ■

### La Semaine Scientifique de l'INSA

Le premier rendez-vous de la rentrée pour le matériel scientifique industriel aura lieu à l'INSA de Lyon du 16 au 19 septembre.

L'exposition qui soutient cette semaine scientifique comprend huit thèmes principaux :

1. Mesures et contrôles
2. Pollution
3. Automatismes, régulation, logique, servo-mécanismes, commande de puissance
4. Robotique, conception dessin et fabrication assistés par ordinateur, commande numérique des machines outils
5. Informatique industrielle et scientifique
6. Instrumentation des laboratoires d'études et de recherche
7. Matériels d'essais et d'auscultation génie civil
8. Editions technique, matériel pédagogique, appareillage audio-visuel pour l'enseignement, sociétés de service.

Comme les années précédentes, différents stages sont programmés spécialement pendant la durée de cette semaine et plusieurs colloques sont prévus. Renseignements : CAST I.N.S.A. - bâtiment 705 - 20, av. Albert-Einstein - 69621 Villeurbanne Cedex - Tél. : 78.93.24.45 - Telex 340 753 Cedselex Lyon-Erly 114.

# Volonté et investissements chez Marconi Instruments

A Stevenage, à 25 kilomètres au nord de Londres, son Altesse la Princesse Alexandra a inauguré le 17 juillet la dernière née des unités de *Marconi Instruments*. Cette usine de 8 000 m<sup>2</sup> représente un investissement de 6 millions de £, elle emploie aujourd'hui 200 personnes, pour la plupart venues de l'unité voisine de St Ablans où se trouve le siège de la firme, et, lorsqu'elle fonctionnera à pleine charge, les effectifs atteindront 500 personnes.

La création de cette unité dédiée à l'instrumentation, l'année du cinquantenaire de la firme, confirme la volonté de *Marconi* d'occuper une place prééminente dans ce domaine.

Après quelques années de somnolence, on a vu entreprendre au début des années 1980 un renouvellement des produits au catalogue avec, notamment l'apparition d'un générateur à cavité 1 000 MHz (2017), de synthétiseurs (2018 et 2019), d'un analyseur de modulation (2305) et d'une nouvelle gamme de produits hyperfréquences, tous caractérisés par un rapport prix/performances remarquable.

Les fruits de cette politique ne se sont pas faits attendre, puisque pour cette année la firme enregistre en instrumentation un CA de 45 millions de Livres en progression de 45 %.

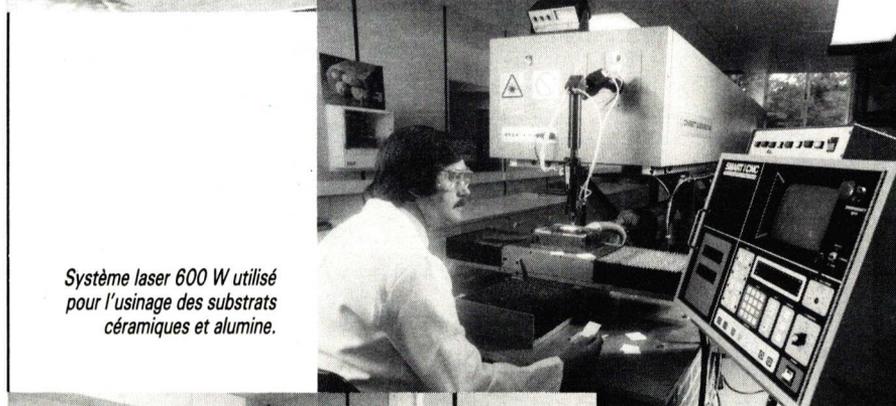
Pour sa part, la filiale française a réalisé (pour les mêmes produits) un CA de 23 MF en progression de 68 %.

Avec l'unité de Stevenage, particulièrement orientée vers les matériels hyperfréquences, *Marconi* a tenu à s'assurer la maîtrise des composants stratégiques, et, d'importants moyens ont été mis en place pour l'élaboration des films métalliques minces utilisés tant pour la fabrication des bolomètres et des charges adaptées, que pour la réalisation des nombreux circuits hybrides et filtres utilisés dans les équipements hyperfréquence.

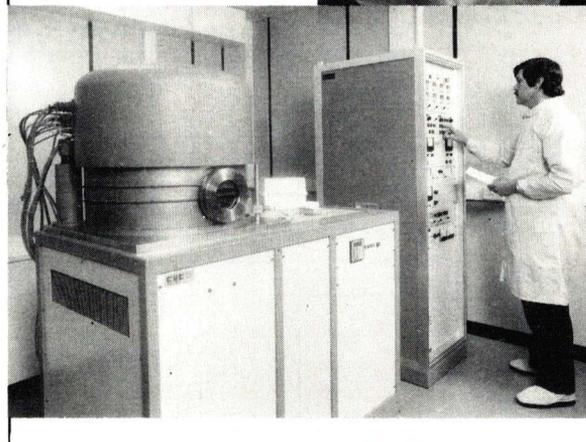
L'investissement correspondant à ce domaine est de 750 000 £, et parmi



La nouvelle usine de Marconi Instruments Ltd à Stevenage.



Système laser 600 W utilisé pour l'usinage des substrats céramiques et alumine.



Appareillage mis en place pour le dépôt par pulvérisation cathodique du nitrure de tantale, du nichrome et de l'or.

les équipements de production les plus remarquables, nous citerons notamment un bati de pulvérisation cathodique (CUV) situé dans une salle blanche classe 10000 l pour les dépôts de tantale, de nichrome et d'or, un laser de 600 W, pour l'usinage des substrats céramique et alumine, ainsi que plusieurs photomasqueurs et une ligne de traitements galvanoplastiques. D'importants moyens sont également mis en place pour la production conventionnelle, notamment des équipements de test automatique des produits finis qui réduisent considérablement le temps nécessaire au contrôle final tout en délivrant un procès-verbal écrit des résultats.

Parmi les appareils en production à Stevenage nous avons pu voir des wattmètres (2503) des compteurs

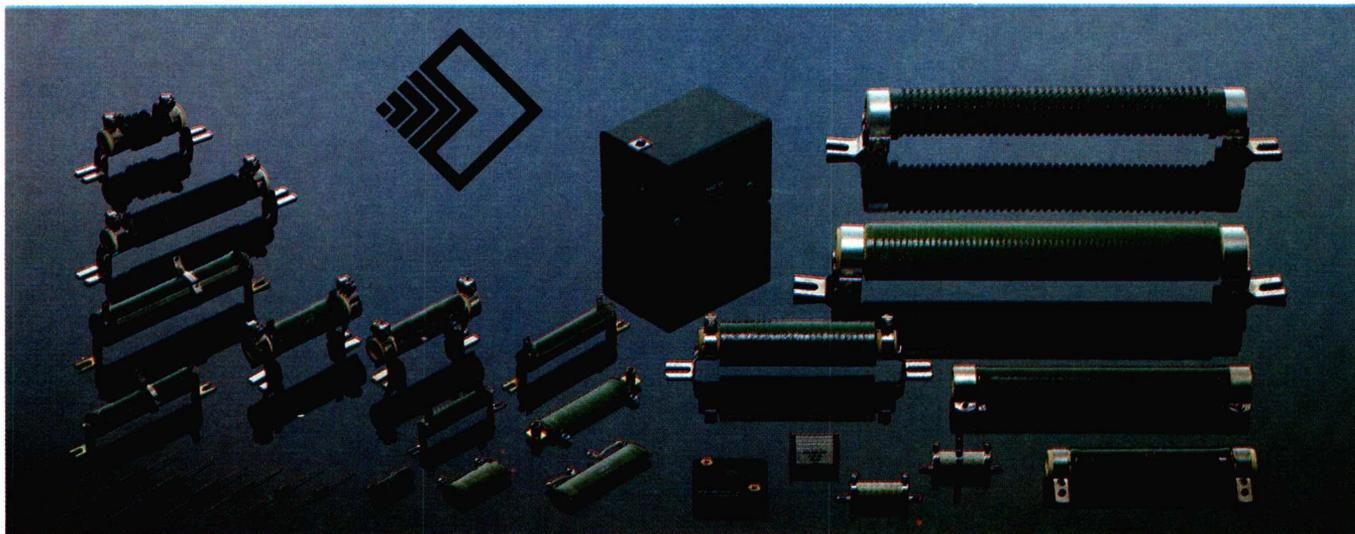
(2440) des wrobulateurs (6300) des analyseurs de spectre (2380) et des bancs de test d'émetteurs/récepteurs (2955). A noter que ce dernier dispose d'ores et déjà de 3 extensions pour réseaux cellulaires adaptés aux caractéristiques des réseaux Scandinaves (NMPT) Nord Américain (AMPS) et Anglais (TACS).

Une quatrième extension adaptée au réseau Français Radiocom 2000 est en cours d'évaluation.

La réunion sur le même site des équipes de recherche, de conception, de développement et de la fabrication devrait apporter un effet de synergie et rend crédible la perspective de croissance de + 30 % en 1987 envisagée par les dirigeants de la firme.

E.C.

# *jouez la certitude!*



**La certitude? C'est MCB qui vous l'offre avec les résistances adaptées à vos besoins**

**Vous avez toujours la bonne réponse, celle de la performance**

MCB maîtrise un savoir faire, synthèse de plusieurs technologies et d'une longue expérience que rien ne remplace.

La gamme est large, très large avec une prédominance sur les résistances à forte dissipation en version standard ou "sur mesure".

**La certitude?** C'est utiliser cette expérience pour faire évoluer ce type de composant vers des conceptions entièrement nouvelles.

Celles qui mettent en œuvre des technologies avancées avec de nouveaux matériaux.

**La certitude?** C'est la sécurité et la fiabilité que confère la rigueur de notre assurance qualité.

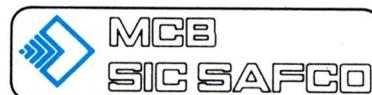
**La certitude?** C'est pouvoir disposer à tout moment de la compétence, du conseil et du service spécifique à votre demande.

**Notre certitude,** répondre aux défis de l'avenir et progresser avec vous

*la certitude  
pour vos composants électroniques*

*Pour mieux connaître nos familles de résistances, 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



PUBLICGRAFIC

# SIEMENS

Avec les condensateurs Siemens X2 et Y

## Vos problèmes d'antiparasitage résolus de A à Z

Pour l'antiparasitage, vous cherchez sans doute des solutions efficaces, fiables et économiques. Dans ce cas, ne choisissez pas vos condensateurs X2 et Y au hasard. Faites confiance à des produits qui possèdent les qualités suivantes :

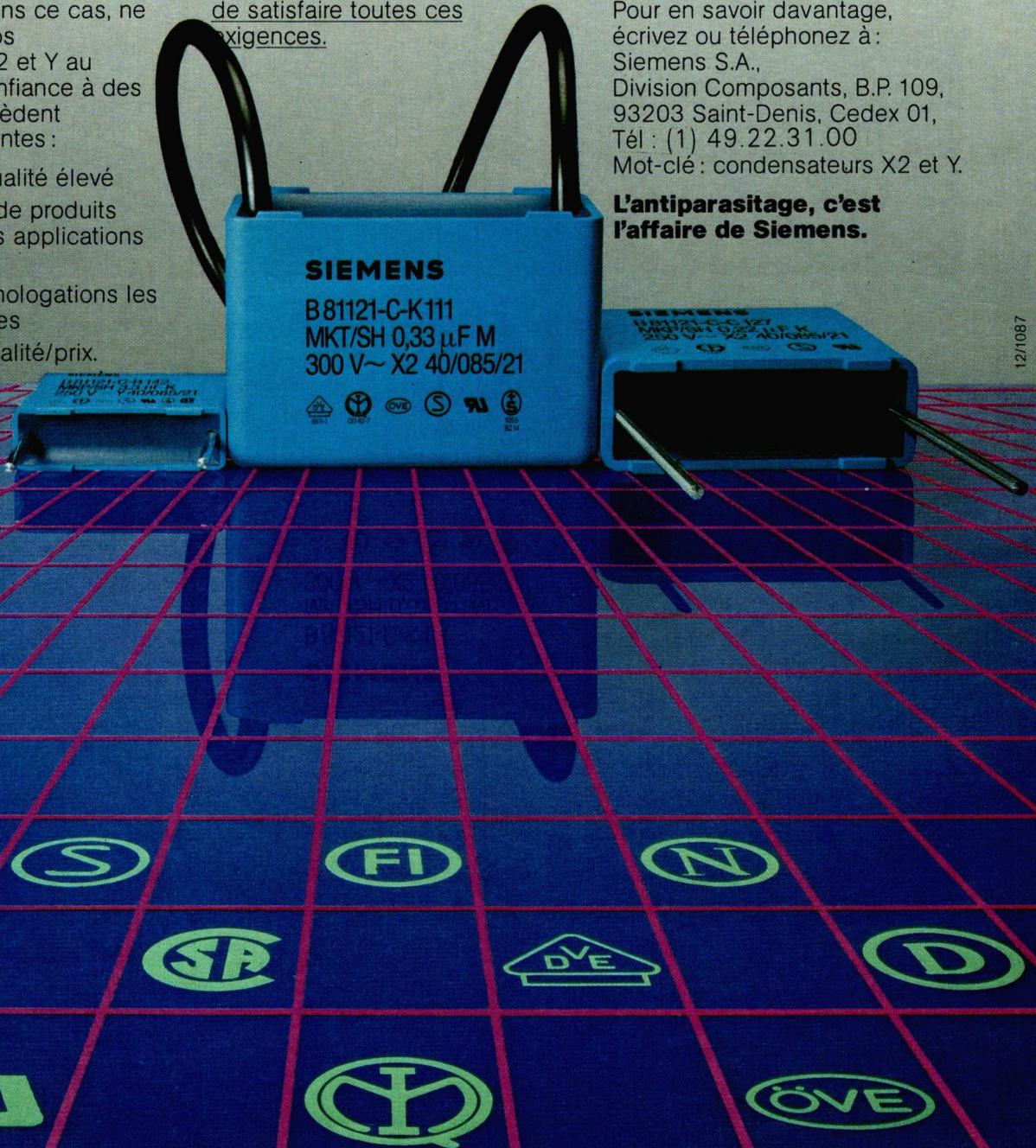
- standard de qualité élevé
- vaste gamme de produits pour toutes les applications possibles
- sigles des homologations les plus importantes
- bon rapport qualité/prix.

La gamme très complète de condensateurs X2 et Y Siemens, d'une grande efficacité, permet de satisfaire toutes ces exigences.

X2 250 V ~ MKP 0,022-1,0 µF	X2 300 V ~ MKT 0,022-1,0 µF	X2 400 V ~ MKP 0,01-0,33 µF	Y 250 V ~ MKP 2500 pF-0,033 µF
-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Pour en savoir davantage, écrivez ou téléphonez à :  
Siemens S.A.,  
Division Composants, B.P. 109,  
93203 Saint-Denis, Cedex 01,  
Tél : (1) 49.22.31.00  
Mot-clé : condensateurs X2 et Y.

**L'antiparasitage, c'est l'affaire de Siemens.**



## Distributeurs de composants électroniques

### ILE-DE-FRANCE

BAN-ELEC  
90, rue Pierre-Sémard 92320 CHÂTILLON-  
SOUS-BAGNEUX - Tél. (1) 46.55.43.43

D.E.L.  
Z.I. de la Fosse-aux-Dames  
B.P. 60 78340 LES CLAYES-SOUS-BOIS  
Tél. (1) 30.54.66.66

DIM-INTER  
65-67, rue des Cités 93300 AUBERVILLIERS  
Tél. (1) 48.34.93.70

EREL  
6, rue Crozatier 75012 PARIS - Tél. (1) 43.45.80.80

EREL BOUTIQUE  
11 bis, rue Chaligny 75012 PARIS  
Tél. (1) 43.43.31.65

### ALSACE ET LORRAINE

BALTZINGER  
67042 STRASBOURG CEDEX -  
Tél. 88.33.18.52

### AUVERGNE-LIMOUSIN

FLAGELECTRIC  
Z.I. du Brézet B.P. 29  
63014 CLERMONT-FERRAND CEDEX  
Tél. 73.92.13.46

### BRETAGNE

SORELEC  
Parc de la Madeleine. Avenue Chardonnet  
35100 RENNES - Tél. 99.36.64.23

### AQUITAINE - MIDI-PYRÉNÉES

L.C.E.P.  
Z.A. du Haut-Ossau. Rue de Bielle  
64121 SERRES CASTET - Tél. 59.33.77.65

### NORD-PICARDIE

ORTAM  
11, rue de Crouy 59100 ROUBAIX - Tél. 20.73.60.07

### NORMANDIE

AUFRAÏ  
Boulevard Industriel 76800 SAINT-ÉTIENNE-  
DU-ROUVRAY - Tél. 35.65.22.22

### PROVENCE-CÔTE D'AZUR

AVIREX  
16, Secteur Rubis Z.I. Départementale - B.P. 26  
06511 CARROS CEDEX - Tél. 93.29.12.61

SONEGIN  
50, boulevard du Progrès 13014 MARSEILLE  
Tél. 91.02.13.80

### RHÔNE-ALPES

ASTERLEC  
5 bis, rue Sébastien-Gryphe 69007 LYON  
69362 LYON CEDEX 2 - Tél. 78.72.88.65

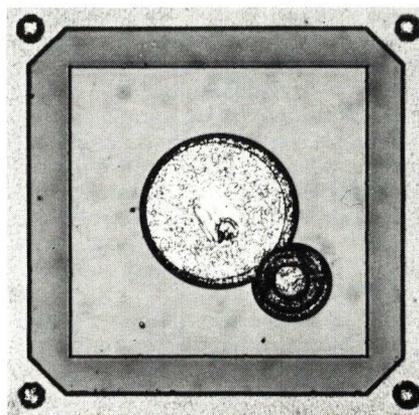
# Circuits Schottky à jonction décalée soudables par thermocompression

Les trois nouvelles familles de diodes Schottky *Hewlett-Packard*, HSMS-0001, - 0002 et - 0003, sont destinées aux applications hybrides analogiques et numériques nécessitant des soudures par thermocompression ou par technique thermosonique.

Les deux innovations principales de ces diodes sont une large plage de métallisation centrée et une jonction décalée. Dans les circuits précédents, la métallisation était placée juste au-dessus de la jonction fragile et la soumettait aux contraintes exercées pendant le soudage des fils, d'où un risque multiplié de briser la barrière et de détruire la diode.

Avec une jonction décalée par rapport à la métallisation, la soudure s'effectue sur un oxyde relativement épais. Les contraintes liées à l'apport d'énergie sonique ou autres sont donc moins susceptibles d'endommager la diode.

*Une large plage de métallisation centrée et une jonction décalée font l'originalité de cette nouvelle famille de diodes Schottky H.P.*



La taille de la plage de métallisation permet de souder les fils de façon plus rationnelle. Par conséquent, la soudure automatisée des fils est plus facile, les taux de production plus élevés et le rendement meilleur.

### Métallisation non ternie

La métallisation à l'or du contact supérieur empêche le ternissement de la surface soudée. La passivation au nitrure constitue une protection contre l'humidité et la contamination et accroît ainsi la fiabilité. La métallisation à l'or de la face arrière la rend apte au collage à la résine époxy ou au report par eutectique.

### Applications

Les fonctions typiques des diodes Schottky sont les suivantes : le mélange, la détection, la commutation, la commande de portes, l'échantillonnage et la mise en forme de signaux. Ces composants sont utilisés dans des applications nécessitant des circuits hybrides, comme c'est le cas des systèmes de tests automatiques, de l'instrumentation et des systèmes de communications militaires.

### Spécifications électriques

La HSMS-0001 a une tension de claquage minimale de 70 V (sous un courant inverse de 10 microampères) ; une tension directe maximale de 410 mV (sous un courant direct de 1 mA) ; une capacité totale maximale de 1,7 pF (sous une tension inverse de 0 V et à une fréquence de 1 MHz) ; et un courant inverse maximal de 200 nanoampères sous une tension inverse de 50 V.

La HSMS-0002 a une tension de claquage minimale de 20 V, une tension directe de 410 mV, une capacité totale de 1,1 pF maximum et un courant inverse de 100 nanoampères sous une tension inverse de 15 V. Les paramètres électriques de test de ces mesures sont les mêmes que pour la HSMS-0001.

La HSMS-0003 a une tension de claquage minimale de 8 V sous un courant inverse de 100 microampères ; une tension directe de 340 mV sous 1 mA ; une capacité totale de 0,8 pF sous une tension inverse de 0 V et un courant inverse de 100 nanoampères à 1 V. Tous les autres paramètres de test de ces mesures sont les mêmes que pour la HSMS-0001.

### Circuits appariés par lots

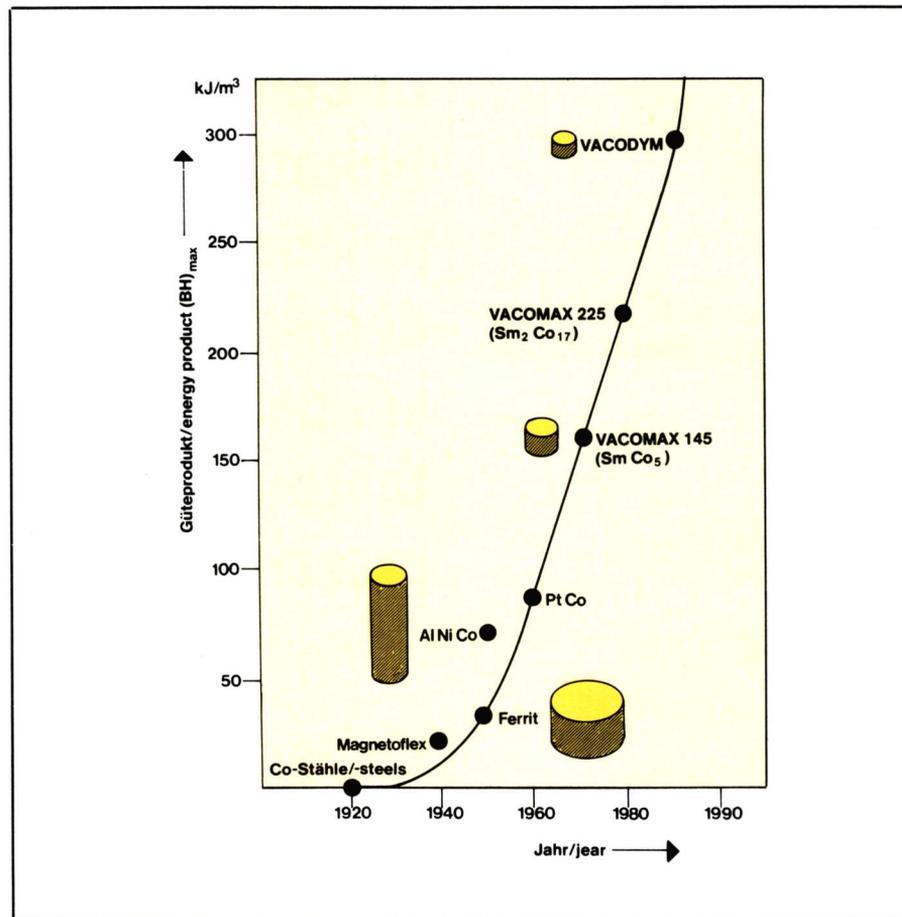
Des diodes appariées par lots sont disponibles pour les applications nécessitant des caractéristiques électriques similaires entre diodes, telles que les mélangeurs équilibrés, les détecteurs et les circuits de compensation thermique. ■

# Matériaux performants pour aimants permanents : petits-puissants-polyvalents

Vacuumeschmelze GMBH (VAC), tient compte des exigences multiples pour les aimants permanents grâce à différents alliages. Les matériaux pour aimants permanents façonnables Magnetoflex et Corovac ont fait leurs preuves de même que les alliages cobalt-samarium Vacomex. VAC travaille intensivement au développement d'aimants permanents, basés sur l'alliage fer-néodyme Vacodym et qui satisfont aux exigences les plus élevées surtout en ce qui concerne le produit d'énergie maximale.

Les avantages du Vacomax, alliage cobalt-samarium, résident dans l'association d'une stabilité magnétique excellente et d'un produit d'énergie très élevé. Ce dernier est compris entre 150 et 220 KJ/m<sup>3</sup> et dépasse largement l'énergie magnétique utilisable des matériaux pour aimants comme l'Alnico ou la ferrite. La stabilité magnétique est caractérisée par l'horizontalité de la courbe de désaimantation et le moment magnétique très élevé, ce qui facilite considérablement le dimensionnement des circuits magnétiques et exclut pratiquement une désaimantation des aimants par des champs contraires ; d'autre part, le VACOMAX possède aussi une stabilité thermique remarquable. Les coefficients de température des grandeurs magnétiques sont faibles, la température utile d'utilisation peut atteindre 300° C.

En raison de ces qualités, ce matériau sera choisi pour les emplois exigeant l'encombrement le plus réduit, un faible poids ou une température maximale élevée (technique spatiale, construction de moteurs, transducteurs électroacoustiques). Des systèmes en-



tiers et des modules peuvent être miniaturisés.

Le Vacodym, possède une énergie magnétique encore plus élevée que l'alliage cobalt-samarium, Vacomax ; il atteint, suivant la catégorie de matériau, des valeurs avoisinant 300 kJ/m<sup>3</sup>. Cet avantage doit être cependant accepté avec des restrictions quant à la température maximale d'utilisation compatible avec les paramètres magnétiques (rémanence, intensité du champ coercitif) qui sera inférieure à celle du cobalt-samarium.

Si l'on met l'accent sur les possibilités de façonnage il faut utiliser les matériaux pour aimants permanents Corovac et Magnetoflex. Les matériaux façonnables avant le traitement thermique final peuvent être travaillés par des procédés classiques, enlèvement des copeaux ou coupe, de sorte que des pièces de formes complexes et avec tolérances très étroites peuvent être produites économiquement.

Leur domaine d'emploi est celui des préformés pour, par exemple, les systèmes indicateurs ou les moteurs à hystérésis.

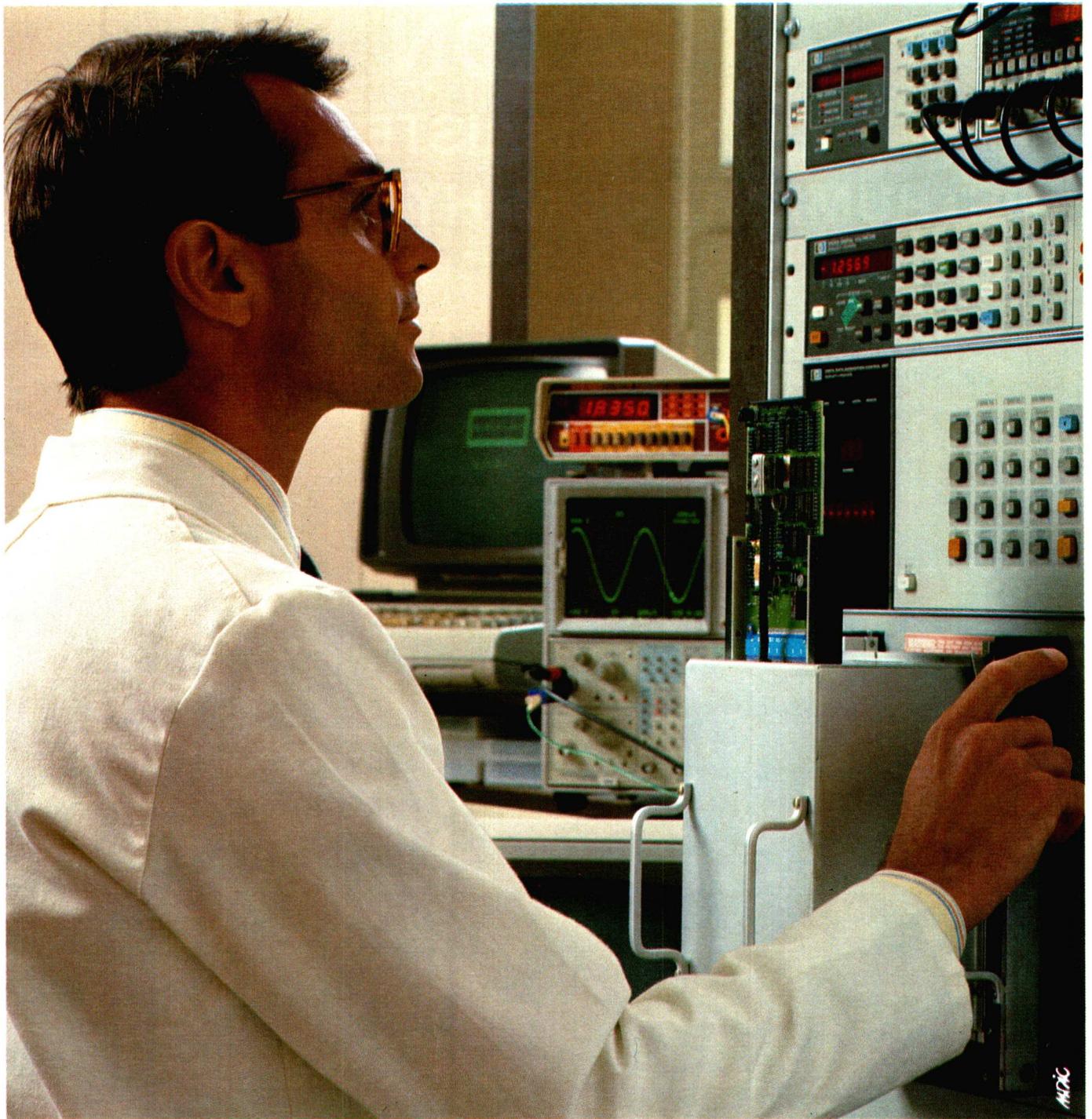
Outre les alliages pour aimants permanents sous forme de produits semi-finis, VAC livre des systèmes magnétiques et des pièces produites d'après

des plans fournis par les clients. Sur demande l'utilisateur peut être conseillé pour le dimensionnement du système magnétique et le choix du procédé de fabrication le plus avantageux. ■

Quelques erreurs s'étant glissées dans l'article : « Utilisation de l'oscilloscope numérique » paru dans notre n° 513, nous signalons à nos lecteurs qu'un tiré-à-part corrigé de cet article est disponible chez Gould Electronique. Tél. : (1) 69.34.10.67.

**Toute l'électronique**

**une véritable bibliothèque technique**



## L'efficacité aime les Silicones Bayer.

Dans les secteurs de l'électronique et de l'électrotechnique, chacun sait que la qualité et la fiabilité d'un produit dépendent de celles de ses composants. L'efficacité passe par le respect de cette règle simple.

Les gammes de caoutchoucs silicone vulcanisables à chaud ou pompables de Bayer ont été mises au point dans cet esprit.

Elles sont commercialisées sous les marques Silopren HV et Silopren LSR et utilisées dans la fabrication de pièces

nombreuses et diverses telles que connecteurs ou nappes pour clavier... Autant de produits de haute technologie, fruit de la recherche permanente et de l'expérience internationale de Bayer qui met sa gamme de silicones au service de toutes les industries.

**Silicones :**  
quand ça bouge, c'est Bayer !

**Bayer informe**  
Veuillez me faire parvenir gracieusement :

l'éponge prêt-à-brûler Bayer  la documentation "Silicones"

Coller sur papier à en-tête ou carte de visite et retourner à :  
Bayer France - Division Chimie Minérale / P  
49-51, quai De Dion Bouton  
92815 Puteaux Cedex

TE/AC 4884

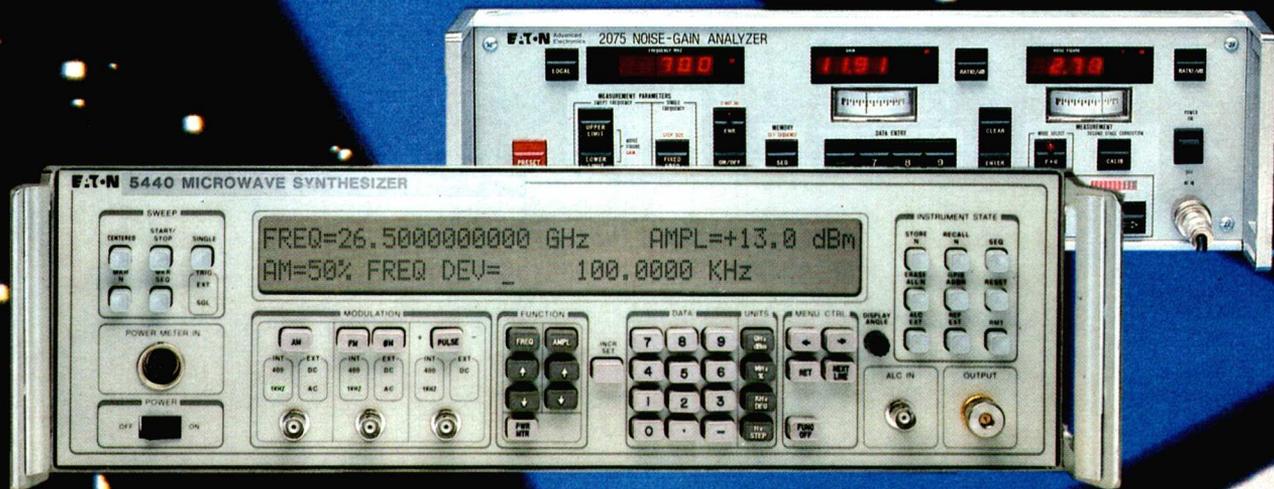


Bayer



# EATON

## LE SPECIALISTE DE L'INSTRUMENTATION HYPERFREQUENCE



**EATON**

# Le système Thermovision 870

La Thermovision 870 est la dernière née des caméras infrarouges de mesure fabriquées par la Société *Agema Infrared Systems*.

Trois générations de caméras ont précédé son développement depuis le milieu des années 60.

Au fil des années, ces instruments (plusieurs dizaines de kilos en 1970) sont devenus portables (2 kg) ce qui ouvrait la porte à de vastes champs d'applications en médecine, recherche & développement, assurance qualité, inspection et surveillance, contrôle qualité etc...

Cette caméra de quatrième génération est équipée d'un mécanisme de balayage spatial à haut rendement entièrement nouveau. Mais la grande nouveauté est l'utilisation d'un mono détecteur infrarouge à transfert de charges Sprite refroidi par effet Peltier. Fini l'azote liquide pour le refroidissement du détecteur !

Un microprocesseur gère toutes les fonctions opératoires relatives au fonctionnement de l'instrument.

Un microcalculateur (TRC) associé au moniteur de mesure permet la lecture, en temps réel, des températures correspondant aux isothermes réglés par l'opérateur.

La caméra Thermovision 870 est conçue pour fonctionner en milieu industriel. Son châssis en fonte d'aluminium lui procure une grande résistance aux chocs et les moteurs à courant continu sans balai permettent d'envisager son utilisation 24 h sur 24 pour les contrôles de procédés industriels.

Conçu sur la base d'un ordinateur IBM PC-XT, un système numérique très original permet le traitement des thermogrammes en temps réel. L'ensemble, appelé TIC 8000, assure avec le logiciel CATS un accès facile à un nombre important de programmes de traitement des thermogrammes stockés sur le disque. Un choix de divers modes d'acquisition allant du mode statique à l'enregistrement dynamique en temps réel procure à l'opérateur une souplesse d'utilisation.



Le système Thermovision 870 en fonctionnement.

Les thermogrammes peuvent être visualisés en noir et blanc ou en couleurs avec la possibilité de reproduction sur imprimante.

## La caméra

La caméra infrarouge réalise la conversion du rayonnement électromagnétique d'un objet en un signal électrique. Celui-ci est ensuite traité selon les besoins de la mesure thermographique et de l'imagerie thermique. La caméra est véritablement le cœur du système et ce sont ses caractéristiques qui définissent en premier lieu les performances du système complet.

La caméra infrarouge est composée de :

- 1) Mécanisme d'analyse spatiale par réflexion
- 2) Références de températures internes
- 3) Monodétecteur infrarouge
- 4) Electronique de traitement du signal
- 5) Electronique d'asservissement des moteurs et microprocesseur de commande.

Le rayonnement infrarouge (dans la bande de 2 à 5 microns) provenant de la scène analysée passe par une optique d'entrée, interchangeable (4 objectifs de 7 à 40 degrés).

Le balayage vertical est assuré par un miroir oscillant à 25 Hz, ce qui permet d'obtenir 25 images par seconde. Ce miroir renvoie le faisceau sur un ensemble de balayage horizontal fonctionnant à la fréquence de 2 500 Hz. L'utilisation des miroirs asphériques a permis d'une part de réduire les dimensions de la caméra et d'autre part d'inclure deux microcorps noirs (références de température) dans l'ensem-

ble optique. Les signaux correspondant à ces références sont présents avant et après chaque ligne de balayage horizontal.

Avant d'atteindre le détecteur, le rayonnement peut être atténué par un diaphragme (3 positions) ou par des filtres (2 positions) permettant d'étendre la gamme de mesure.

Le détecteur Sprite (Signal Processing In The Element) est constitué d'une petite bande de matériau MCT (Tellure de Cadmium Mercure) monté sur un support en saphir. La polarisation du détecteur provoque le transfert des charges dans le sens longitudinal qui sera modulé par le rayonnement infrarouge capté. Le signal intégré résultant présente un meilleur rapport signal sur bruit par rapport aux détecteurs classiques.

Le détecteur Sprite est refroidi à  $-70^{\circ}\text{C}$  par effet Peltier à 3 étages.

Un microprocesseur assure les commandes des moteurs (à courant continu sans balais), les synchronisations et les régulations des références internes de températures.

L'ensemble est compact, léger, fonctionne sur secteur ou sur batterie (40 W), admet des températures de fonctionnement de  $-15^{\circ}\text{C}$  à  $+55^{\circ}\text{C}$ , peut mesurer de  $-20^{\circ}\text{C}$  à  $+500^{\circ}\text{C}$  ( $+1500^{\circ}\text{C}$  avec filtre). Ses caractéristiques sont les suivantes :

- résolution thermique de  $0,1^{\circ}\text{C}$  à  $30^{\circ}\text{C}$
- 90 points/ligne à 50 % de modulation

## Le système de traitement des thermogrammes

Le système TIC 8000 (Thermal Image Computer) fonctionne sur l'ordinateur IBM PC-XT. Un digitaliseur spécialisé,



utilisant la fréquence d'échantillonnage de 0,5 MHz, convertit l'amplitude du signal sur 8 bits permettant l'acquisition et le traitement en temps réel des thermogrammes de la Thermovision 870.

Le logiciel CATS (Computer Aided Thermography Software) pilote un programme à structure arborescente offrant à l'utilisateur un vaste choix de fonctions. Malgré le nombre très élevé d'opérations possibles, l'utilisateur peut choisir facilement les fonctions en consultant un menu. Après la mise en route, le programme démarre automatiquement en présentant à l'opérateur l'image thermique en temps réel couleurs ou noir et blanc (16 couleurs ou 128 niveaux de gris).

Dès lors, les images présentées sont traitées en temps réel, visualisées avec une échelle des températures ou stockées pour un traitement ultérieur. Le stockage des images peut être fait pour les images isolées ou par série d'images à cadences variables.

L'analyse des thermogrammes est effectuée en utilisant les fonctions classiques telles que :

- calcul et visualisation des profils thermiques

- calcul des températures moyennes, minimum, maximum dans les zones d'intérêt définies par l'opérateur

- filtrage
- soustraction des images
- agrandissement
- rotation
- extension d'échelle
- etc...

Le CATS offre une possibilité intéressante aux opérateurs ayant besoin des traitements des thermogrammes répétitifs. Une zone de mémoire est réservée pour la mémorisation de l'enchaînement d'une centaine de commandes successives. Une fois mémorisée, la chaîne des commandes sera exécutée automatiquement à chaque demande de l'opérateur en le dispensant de la fastidieuse tâche de frappe répétitive.

#### La lecture directe des températures

TRC (Température Read-out Computer) permet désormais de suivre en temps réel la température des objets visualisés sur l'écran du moniteur Thermovision

Ce calculateur de terrain à affichage à cristaux liquides, prend en compte

permanence les réglages du moniteur et modifie les valeurs des températures mesurées correspondant aux deux isothermes.

A l'aide du clavier, l'opérateur peut introduire les données supplémentaires utilisées dans les calculs.

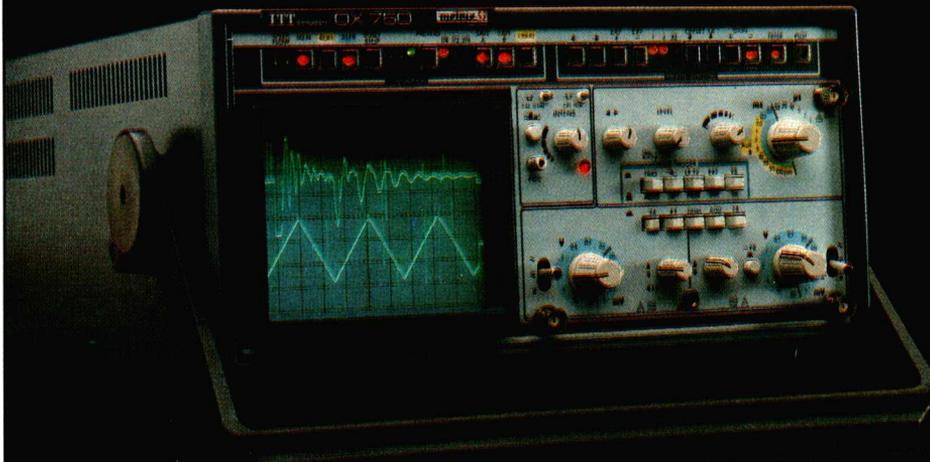
- Emissivité de l'objet.
- Température de l'environnement.
- Température de l'atmosphère.
- Distance de l'objet et transmission atmosphérique.
- Diaphragme, objectif, filtre.

Le TRC peut calculer les températures en mode relatif ou direct. Il calcule également l'émissivité si la température est connue.

Un programme utilitaire est associé aux programmes de calculs. Les mesures sont numérotées et stockées automatiquement avec la possibilité d'insertion de commentaires (jusqu'à 96 blocs). Le contenu de la mémoire est ensuite édité sur une imprimante couplée au TRC, ce qui facilite l'établissement des rapports de contrôle et l'archivage des résultats.

Programmable en Basic, fonctionnant sous contrôle CP/M, le TRC est un outil efficace et puissant pour les usages de terrain.

## OX 750 AU-DELA DE LA MEMOIRE



Les meilleures idées sont celles qui aident l'homme.

Il ne suffit pas de mémoriser, il faut pouvoir analyser et exploiter le signal.

L'OX 750, après enregistrement, permet d'afficher les portions de courbes utiles avec facilité, grâce aux possibilités de découpage, de gain et d'expansion variables.

L'OX 750 a été conçu pour ne pas perdre en résolution d'affichage, quelle que soit l'expansion choisie par la définition constante du balayage.

L'OX 750, avec son double lissage analogique et par interpolation linéaire, reconstitue le signal sans distorsion après échantillonnage.

- 2 voies analogiques 20 MHz.
- 2 convertisseurs analogique/ numérique 2 MHz.
- Mémoire 2 kmots par voie.
- Définition constante de la visualisation, quelle que soit l'expansion, la luminosité de la trace est constante.
- Double lissage de la courbe : par interpolation linéaire et lissage analogique.
- Sauvegarde des signaux mémorisés, et des fonctions.

**ITT Instruments**  
DIVISION METRIX

Chemin de la Croix-Rouge B.P. 30  
F 74010 Annecy Cedex  
Tél. 50.52.81.02 - Téléc 385 131

**metrix**

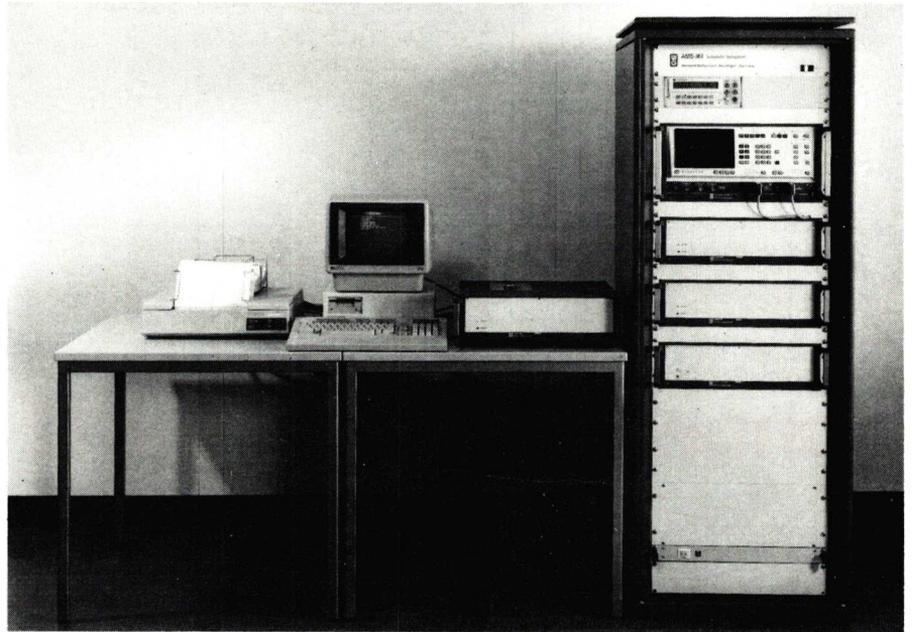
PARIS. Tél. : 46.64.84.00 - Téléc : 202 702 - COLMAR. Tél. : 89.23.99.70 - Téléc : 880 951 - LILLE. Tél. : 20.30.64.60 - Téléc : 110 114 - LYON. Tél. : 78.76.22.49 - Téléc : 300 506 - MARSEILLE. Tél. : 05.06.11.13 - RENNES. Tél. : 99.51.64.66 - Téléc : 740 983 - TOULOUSE. Tél. : 61.78.53.33 - Téléc : 531 600.

# Le test automatique des Codecs et cartes de lignes

La numérisation du réseau et le besoin croissant d'autocommutateurs publics ou privés entraîne actuellement une production intensive de Codec, Cofidéc et Sicofi, circuits qui réalisent le codage du signal de parole et sa restitution. L'importance de cette fonction rend indispensable le test précis de ces circuits.

Le Codec par sa fonction en codeur de signaux de parole analogiques et décodeur de signaux MIC est un élément essentiel de la numérisation progressive des réseaux de transmission de parole.

La fabrication des Codecs est marquée par l'accroissement des demandes qualitatives et quantitatives. Un contrôle de chaque Codec par mesure de tous ses paramètres essentiels (par ex. distorsion totale, comportement en fonction du niveau et de la fréquence, etc.) est indispensable pour le contrôle de qualité. Seul un système de test automatique comme le AMS-964 de Wandel et Goltermann permet d'effectuer les nombreuses mesures sur des



Le système de test automatique AMS 964 de Wandel et Goltermann.

types de Codec différents avec une grande précision en un court laps de temps.

Outre un grand nombre de Codecs et Cofidéc (Codec avec filtre) des line cards complètes avec le module d'adaptation de l'abonné, filtre d'émission et de réception, codeur, décodeur et la conversion de signalisation, doivent pouvoir être contrôlés par un système de test. Des dispositifs d'adaptation et un logiciel référencé à l'objet lui sont nécessaires. L'AMS-964 remplit ces conditions par un « Personality board » et par la réalisation modulaire du matériel et du logiciel.

## Caractéristiques

Une grande précision et une rapidité de mesure élevée ainsi que la possibilité de réaliser de nombreuses mesures sont rendues possibles principalement par l'intégration du banc de mesure automatique PCM-6 à l'AMS-964 :

- Jonction analogique 2 ou 4 fils, une ou plusieurs voies.
- Courant de maintien programmable.
- Etalonnage de la voie analogique.
- Réalisation modulaire.

Un ordinateur assure la commande de tous les appareils du système par l'en-



Aperçu des modes de test essentiels de l'AMS-964

Mode	A-A	A-N	N-A	N-N
Mesure de niveau	•	•	•	•
Affaiblissement composite	•	•	•	•
Echo return loss et Singin return loss	•	•	•	•
Affaiblissement transhybride	•	•	•	•
Réponse en fréquence du gain	•	•	•	•
Variation du gain avec le niveau	•	•	•	•
Distorsion totale	•	•	•	•
Bruit de voie au repos	•	•	•	•
Diaphonie	•	•	•	•
Mesure hors bande	•	•	•	•
Mesure de distorsion harmonique	•	•	•	•
Mesure de distorsion d'intermodulation	•	•	•	•
Affaiblissement de réflexion	•	•	•	•
Affaiblissement de conversion longitudinale	•	•	•	•
Limite de charge	•	•	•	•
Charge crête	•	•	•	•
Décalage de codeur	•	•	•	•
Temps de propagation de groupe absolu	•	•	•	•
Distorsion de temps de propagation de groupe	•	•	•	•
Distorsion de signaux de signalisation	•	•	•	•
Elimination de tension d'alimentation	•	•	•	•
Courant consommé (continu)	•	•	•	•

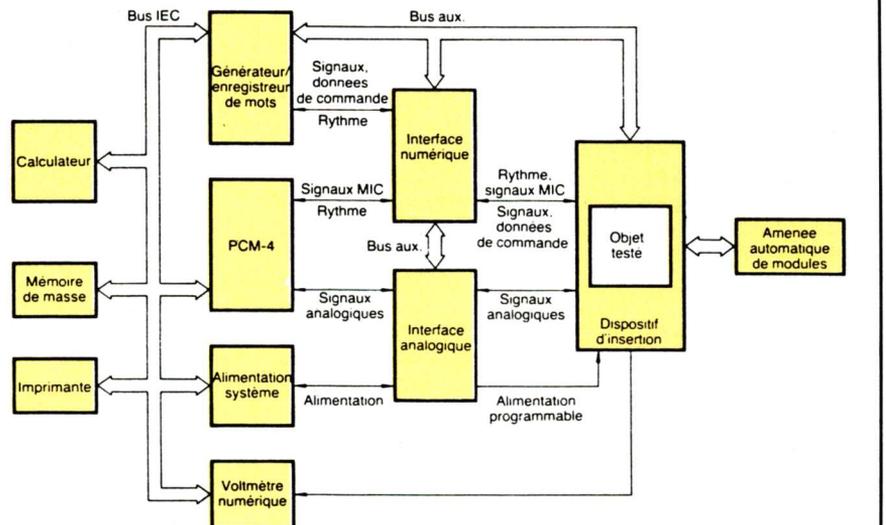


Schéma synoptique simplifié du système de test automatique AMS-964

# SIEMENS

## Des contacts dont vous pouvez être sûrs... Connecteurs DIN 41612

### Corps isolants en polyester.

Excellente résistance aux hautes températures et aux agents de nettoyage.

### Système de raccordement normalisé suivant DIN 41612.

### Contacts recouverts de palladium-or.

Résistance à l'usure et à la corrosion accrue.



Les connecteurs selon DIN 41612 "standard ou inversés" de Siemens sont idéalement adaptés à vos circuits imprimés : le corps en polyester chargé de fibres de verre est particulièrement indiqué pour un soudage par procédé automatique et les sorties étamées facilitent une excellente soudure.

#### ● Particularités :

Ces connecteurs répondent à toutes les exigences. Il existe 3 classes de qualité. Pour ces 3 classes de qualité, Siemens propose un nouveau matériau de contact : le palladium recouvert d'or.

#### ● Modes de connexions :

Ces connecteurs sont livrables avec des sorties droites ou coudées, pour fils ou pour circuits imprimés, à souder ou autodénudantes. En version inversée, des variantes sont équipées de sorties de contacts à "insérer en force" (CIF).

Avec ses connecteurs PC 612, Siemens vous offre une des gammes de connecteurs pour circuits imprimés les plus complètes, les plus fiables et les plus avantageuses du marché. Pour en savoir davantage, écrivez ou téléphonez à :

**Siemens S.A. - Composants électromécaniques**  
B.P. 109 - 93203 Saint-Denis Cedex 01  
Tél : (1) 49.22.31.00

## Composants électromécaniques Siemens

**SIEMENS**

**Distributeurs de composants électromécaniques**

**ILE-DE-FRANCE**

C.N.A.  
B.P. 351  
93153 LE-BLANC-MESNIL  
CEDEX  
Tél. (1) 48.67.44.25

**EREL**

6, rue Crozatier  
75012 PARIS  
Tél. (1) 43.45.80.80

**RADIO RELAIS**

18, rue Crozatier  
75012 PARIS  
Tél. (1) 43.44.44.50

**SYSCOM ELECTRONIQUE**

Z.A.C. des Petits-Carreaux  
12, av. des Coquelicots  
94380 BONNEUIL-SUR-MARNE  
Tél. (1) 43.77.84.88

**ALSACE ET LORRAINE**

**BALTZINGER**  
18/26, route du Gal-de-Gaulle  
67300 SCHILTIGHEIM - B.P. 63  
67042 STRASBOURG CEDEX  
Tél. 88.33.18.52

**AUVERGNE-LIMOUSIN**

**FLAGELECTRIC**  
18, rue Blériot  
Z.I. du Brézet - B.P. 29  
63014 CLERMONT-FERRAND  
CEDEX  
Tél. 73.92.13.46

**NORD-PICARDIE**

**ORTAM**  
11, rue de Crouy  
59100 ROUBAIX  
Tél. 20.73.60.07

**RHÔNE-ALPES**

**ASTERLEC**  
5 bis, rue Sébastien-Gryphe  
69007 LYON  
69362 LYON CEDEX 2  
Tél. 78.72.88.65



semble de logiciel client. L'adaptation du logiciel à l'objet du test est effectuée en une procédure d'initialisation unique. Une manipulation complexe de l'AMS-964 n'est alors plus nécessaire pour la réalisation de séries de mesures. Les modules peuvent être échangés manuellement ou automatiquement par l'emploi d'une amenée d'objet de test commandée par l'AMS-964, permettant un emploi en système de test entièrement automatique avec évaluation bon/mauvais.

La modification de l'AMS-964 à un autre type d'objet se fait rapidement par recharge du logiciel et échange du « Personality board » qui assure l'adaptation matérielle individuelle de l'objet avec le dispositif d'insertion et assure différentes tâches comme l'adaptation d'impédance, de niveau, la conversion de code et la commande de trame.

Un générateur de mots délivre jusqu'à 23 séquences programmables indépendantes et donc garantit la génération de signaux de commande entièrement distincts. Des circuits de retard

programmables permettent un décalage synchrone des signaux MIC, de rythme et de commande dans une « interface numérique ».

Comme pour les jonctions numériques, l'adaptation flexible de l'objet au AMS-964 s'effectue également sur les jonctions analogiques à 2 ou 4 fils.

Une « interface analogique » offre la possibilité de tiroirs d'alimentation, tiroirs avec circuits de maintien du courant continu et des ponts de mesure d'affaiblissement de réflexion et d'équilibrage. Des tiroirs de commutation permettent le raccordement de line cards à plusieurs voies.

Le programme dialogue présente une liste claire pour le choix des mesures possibles. La définition des paramètres de mesure ainsi que la détermination des limites de tolérances s'effectuent par menu sur l'écran du calculateur de gestion. Les résultats de mesure peuvent être donnés sur l'écran et également sur une imprimante graphique. Ils peuvent être également mémorisés sur disquette pour une évaluation statistique ultérieure. ■



Organisée par l'Association S.J.M. (Système Instrumentation de Mesure Electronique et Test Automatique), *Forum Mesure* manifestation consacrée à l'instrumentation de mesure électronique et du test automatique, a rencontré, depuis trois ans un succès important : 1984 : 22 exposants et 3 000 visiteurs professionnels ; 1985 : 51 exposants et 7 000 visiteurs professionnels ; 1986 : 80 exposants et 9 à 10 000 visiteurs professionnels attendus. *Forum Mesure* 1986 sera, sans aucun doute, un « très grand crû » pour la profession, d'autant plus qu'une action particulière, *Test automatique et périphériques*, sera développée à cette occasion.

*Forum Mesure* 86 sera inauguré officiellement par Madelin, ministre de l'Industrie, et se déroulera du lundi 22 au jeudi 25 septembre 1986 au parc des Expositions de la porte de Versailles, hall n° 5 (8 000 m²).

Associés à cette exposition, les exposants donneront des conférences commerciales, afin de promouvoir la haute technologie des matériels et ensembles présentés. Des conférences débats seront, par ailleurs, présidées et animées par des journalistes spécialisés, et traiteront notamment des divers problèmes du test automatique, de la mesure électronique, et de l'analyse de spectre.

**Forum Mesure Electronique et Test : thèmes et calendrier des conférences techniques**

**Lundi 22 septembre**

- à 15 heures : ..... évolution de l'instrumentation générale (débat animé par *Electronique Actualités*) ;
- à 16 h 30 : ..... la C.A.O. Electronique (débat animé par *Electronique Industrielle*).

**Mardi 23 septembre**

- à 15 heures : ..... le test de cartes (débat animé par *Electronique Industrielle*) ;
- à 16 h 30 : ..... la téléphonie cellulaire (débat animé par *Toute l'Electronique*).

**Mercredi 24 septembre**

- à 15 heures : ..... le test de composants (débat animé par *Electronique Industrielle*) ;
- à 16 h 30 : analyse de spectre EMJ/RFJ (débat animé par *Toute l'électronique*).

# National Semiconductor : une deuxième carte CPU/ICM

National Semiconductor Corporation vient d'annoncer la sortie d'une deuxième carte CPU/ICM, l'ICM-3232.

La carte ICM-3232, caractérisée par un processeur central de 32 bits avec 2 M octets de mémoire, et un processeur distinct pour la gestion des entrées/sorties est destinée aux applications OEM (constructeurs d'équipements originaux) nécessitant de nombreuses opérations d'entrée/sortie, comme

celles que l'on rencontre dans les environnements bureautiques multi-utilisateurs.

Cette nouvelle carte apporte non seulement la puissance de traitement supplémentaire due à un microprocesseur 32 bits, mais encore permet d'améliorer les performances du système en déchargeant l'unité centrale des surcharges liées aux tâches de gestion du trafic des entrées/sorties.

Ce qui importe le plus pour les OEM, c'est que les programmes UNIX, écrits pour les cartes ICM-3216 puissent être transposés sur les cartes ICM-3232, sans avoir à modifier quoi que ce soit du matériel ou du logiciel. Toutes les cartes ICM sont au même format Eurocard et sont toutes construites autour des circuits de la Série 32000 ; ainsi une totale compatibilité ascendante et descendante est-elle assurée ».

La carte ICM-3232 peut voir sa capacité mémoire totale portée à 14 M octets, alors que celle de la carte ICM-3216 n'est que de 8 M octets. Etant donné que les deux cartes supportent la même structure d'entrée/sortie (4 ports série, un port parallèle, le bus SCSI et le canal d'entrée/sortie Mini-

Bus de National), il n'y a pas à modifier les drivers d'entrée/sortie précédemment écrits lorsqu'on évolue vers la carte ICM-3232.

Parallèlement à l'annonce de la sortie de la carte ICM-3232, National vient d'annoncer la mise sur le marché d'une unité de ligne à huit ports série, destinée au marché de l'automatisation de bureau.

Proposée à moins de 4 000 US par 100 pièces, la carte ICM-3232 sera proposée aux clients pour évaluation d'ici à trois mois, tandis que la production en volume démarrera fin 1986.

Le concept ICM est une nouvelle architecture de carte sans fond de panier, et qui est réalisé autour des circuits microprocesseurs de la famille Série 32000. La famille Série 32000 avait été conçue à l'origine pour les marchés des postes de travail tournant sous UNIX et pour les marchés de systèmes bureautiques automatisés. Le premier produit de la famille, qui est la carte ICM-3216, possède des performances comparables à celles d'un VAX 11/750 (tests effectués selon les indications de la revue Byte, sur diverses machines tournant sous UNIX).



DAYLIGHT

## Renaissance : la dernière collection d'I.B. Gérard

la simplicité pour gagner du temps...

- Facilité d'adaptation
- Facilité d'accès
- Facilité de manipulation
- Facilité de distribution d'énergie.

I.B. GÉRARD présente sa toute dernière baie "Renaissance", de conception moderne, aux lignes harmonieuses et à un prix très compétitif. Essayez-la, elle vous séduira.

LA GRIFFE DE L'HABILLAGE ELECTRONIQUE



P.I. "Les Malines" Lisses - CE 2706 - 91027 Évry cedex  
Tél. (1) 60.86.33.00 - Télex 692 175 F

# RAM-CMOS statiques

*Les Mémoires COMET<sup>®</sup>*

## 25 ns

1K x 4 ● HM 65748/HM 65749

4K x 1 ● HM 65747

16K x 1 ● HM 65767

2K x 8 ● HM 65728/HM 65729

4K x 4 ● HM 65768/HM 65769/HM 65770

® CMOS Overfast MEMory Technology



# almex

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

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

Schroff — La compétence —

# Alimentations

Le critère principal, déterminant la fiabilité d'une alimentation, réside dans sa qualité. Avec Schroff vous bénéficiez de 25 années d'expérience dans le domaine des alimentations modulaires tant au point de vue conception que production:

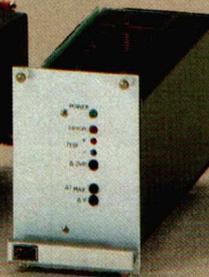
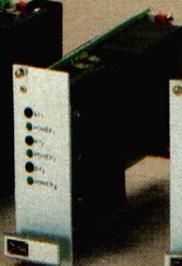
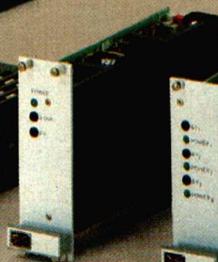
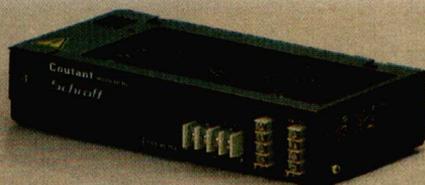
la fabrication en grandes séries permet un excellent rapport qualité/prix ainsi qu'une garantie de qualité constante.

Ces alimentations conçues en éléments modulaires et couvrant une gamme très étendue, 5 à 1500 watts de sortie, répondent exactement à la plupart des applications spécifiques des utilisateurs.

Profitez de la compétence d'un fabricant expérimenté; car vous devez pouvoir vous fier sans réserve à une alimentation.



Pour en savoir plus sur les alimentations, demandez notre documentation.



**Schroff**®

Le partenaire mondial de l'industrie électronique  
SCHROFF SARL · 67660 Betschdorf · Tél. 88544933 · Télex 880710  
Agence Région Parisienne · Z.I. · 78530 Buc · Tél. (1) 39 56 08 18 · Tx 695668

# HIER, AUJOURD'HUI, DEMAIN, L'OSCILLOSCOPE, C'EST GOULD

## L'UN DE CES OSCILLOSCOPES NUMÉRIQUES VOUS ATTEND

La gamme des oscilloscopes numériques Gould Electronique s'enrichit de nouveaux modèles :

— Les 4072/4074 possèdent une fréquence d'échantillonnage de 400 MHz/voie, ils représentent à ce jour une avance considérable puisqu'ils permettent la capture en temps réel, d'un échantillon toutes les 2,5 nanosecondes sur chacune de leurs 2 ou 4 voies.

— Le 1604 dispose d'une importante capacité mémoire de 10 ko sur chacune de ses 4 voies ; sa mémoire interne de 64 ko permet le stockage de 50 traces de références.

Ces appareils, entièrement programmables, possèdent d'autres caractéristiques qui les rendent indispensables dans de nombreux domaines d'applications :

- Réglage automatique, autocalibration ;
- Détection crêtes, traitement du signal ;
- Traceur numérique couleur intégré...

L'un de ces modèles vous attend, contactez sans tarder : Gould Electronique.

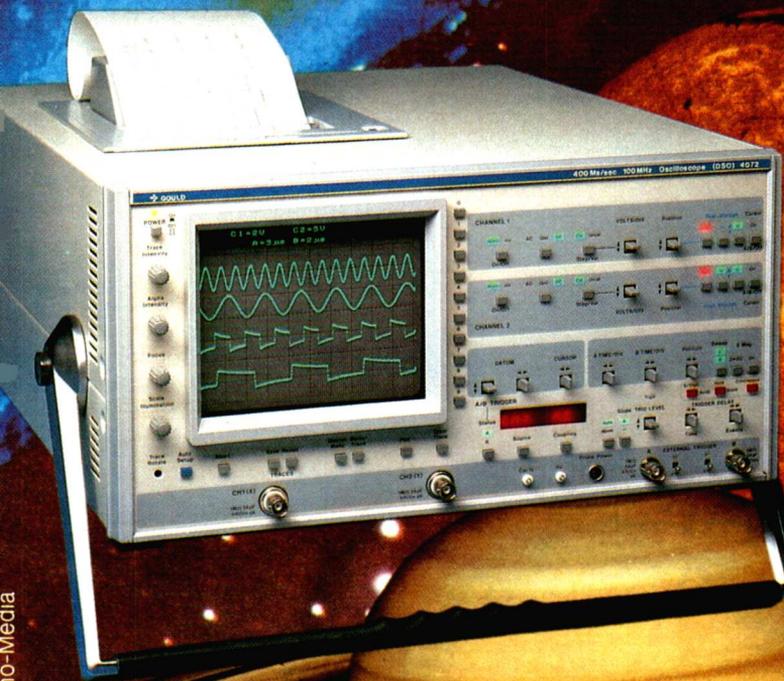
**HIER**, l'expérience d'un spécialiste ;

**AUJOURD'HUI**, une solution adaptée à vos besoins ;

**DEMAIN**, l'engagement d'un grand de la mesure.

**Gould Electronique**

B.P. 115 - 91162 LONGJUMEAU CEDEX - Tél. : 69.34.10.67



## Régulateurs à découpage et convertisseurs continu/continu

Réalisés par *Melcher AG*, firme implantée en Suisse, et distribués par *Melcher France*, les régulateurs à découpage, séries 2 400, 3 400, 2 800 et 3 800, et les convertisseurs continu/continu, séries AM, BM, CM 1000, AM, BM, CM 2000 et AM, BM, CM 3000 présentent un certain nombre de caractéristiques intéressantes.



Convertisseurs continu-continu de Melcher type 3000.

Pour les premiers citons : une plage de tensions d'entrée élevée, un rendement important, une protection des sorties contre les surcharges et les courts-circuits permanents, une technologie FET travaillant à 150 kHz.

Pour les seconds, il convient de mentionner les points suivants : technologie MOSFET de puissance, à 100 kHz, dispositif de contrôle de la température, entrée inhibition standard, indication optique des conditions de fonctionnement, montage prévu pour rack 19 pouces, ou châssis.

## Accéléromètre piézotron miniature triaxial

Après avoir récemment élargi son programme d'accéléromètres par 20 types, la *SEDEME* dispose maintenant d'un nouvel accéléromètre. Il mesure les vecteurs d'accélération dans les trois axes

orthogonaux, comme par exemple en analyse modale à plusieurs canaux. La gamme de mesure des 3 axes est de  $\pm 500$  g, la surcharge est de  $\pm 1\ 000$  g. Le capteur possède une masse minimale de 2,5 grammes et ses dimensions sur les faces sont moins de  $11 \times 11 \times 11$  mm, ce qui permet d'effectuer des mesures même sur des structures extrêmement petites et légères. Il est fixé à l'aide de colle ou de cire sur la surface de montage. Le boîtier est en titane. Trois câbles coaxiaux du type commercial sont soudés aux connexions électriques. Ces câbles établissent le raccord avec les coupleurs Piézotron, qui convertissent les signaux et alimentent l'électronique du capteur.

Au salon « Laser 85 » *Siemens* a prouvé que la transmission optique de signaux (musicaux) sur courtes distances ne posait aucune difficulté : aux extrémités d'une fibre de plastique de 1,0 mm de diamètre, sont placées deux « led à trous » servant respectivement d'émetteur et de récepteur. La grande surface frontale disponible des fibres plastiques assure une transmission efficace de la lumière et se manipule facilement, contrairement aux fibres de verre extrêmement ténues.

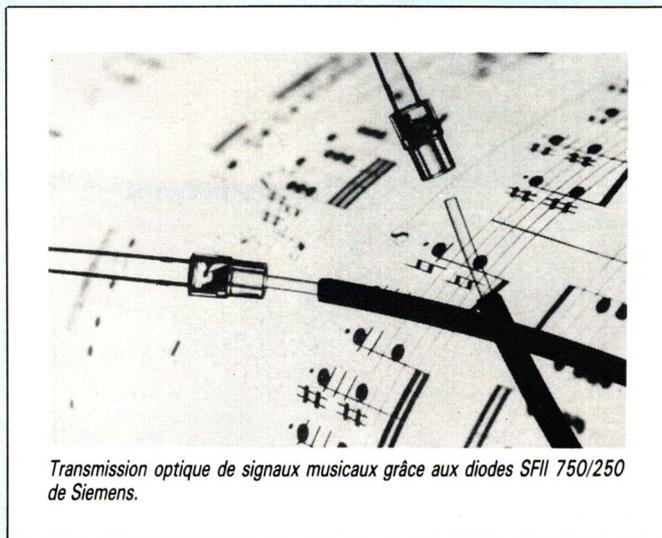
Les éléments d'émission et de réception sont les toutes nouvelles diodes SFH 750/250, émettant dans le rouge et dont la longueur d'onde correspond de façon optimale à la bande passante de la fibre plastique. La lumière est modulée par la basse fréquence (BF) de la musique à transmettre. La photodiode SFH 250 restitue la musique à partir des signaux lumineux.

Ainsi peut-on établir des transmissions optiques sur courtes distances, en utilisant le plastique. *Siemens* a donné aux diodes placées en début et fin des fibres une forme telle que les extrémités planes du conducteur peuvent être insérées dans des cavités cylindriques et être appliquées à fleur de la partie active des diodes. Ceci permet de transmettre 10 à 20 % de la puissance de sortie.

Les transmissions optiques sur courtes distances sont utilisées de façon croissante dans les machines et installations, afin de transmettre des signaux non perturbés par des parasites inductifs.

Les valeurs d'atténuation sont certes plus élevées que dans les fibres de verre mais les liaisons sont nettement moins coûteuses. A l'avantage de débits importants, s'ajoute encore la séparation galvanique par le conducteur optique, qui permet d'isoler les potentiels différents dans les appareils mêmes.

## De la musique sur fibres optiques en plastique



Transmission optique de signaux musicaux grâce aux diodes SFH 750/250 de Siemens.

# HIER, AUJOURD'HUI, DEMAIN, L'OSCILLOSCOPE, C'EST GOULD

## 3 OSCILLOSCOPES CONVENTIONNELS POUR VOUS ÉTONNER

Les oscilloscopes conventionnels gardent bien des atouts pour de nombreuses applications, grâce en particulier à leur grande facilité d'utilisation et leurs nombreuses possibilités de mesures pour un prix abordable.

**Gould Electronique**, spécialiste de l'oscilloscope numérique, complète sa gamme d'oscilloscopes avec trois nouveaux modèles conventionnels de hautes performances :

- 3060 : 60 MHz, 3 voies.
- 3100 : 100 MHz, 4 voies.
- 3150 : 150 MHz, 4 voies.

Ces trois appareils possèdent des performances très complémentaires pour satisfaire la quasi majorité des utilisateurs d'oscilloscopes :

- Curseurs de mesures.
- Affichage à l'écran de messages.
- Multimètre numérique...

Chacun de ces 3 modèles vous étonnera, contactez sans tarder : Gould Electronique.

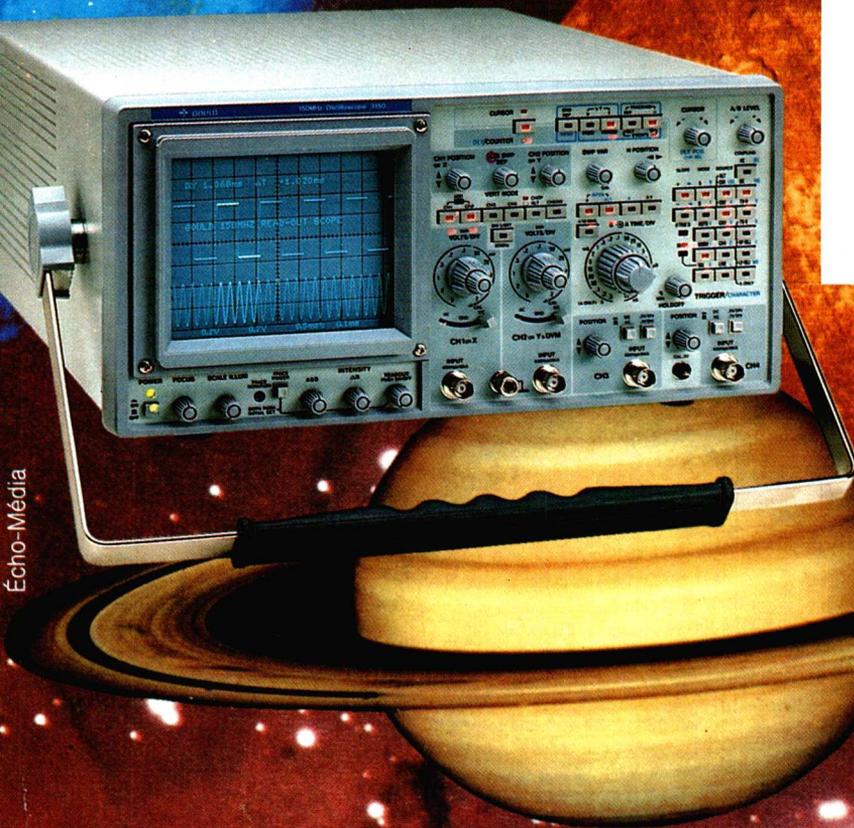
**HIER**, l'expérience d'un spécialiste ;

**AUJOURD'HUI**, une solution adaptée à vos besoins ;

**DEMAIN**, l'engagement d'un grand de la mesure ;

**Gould Electronique**,

B.P. 115 - 91162 LONGJUMEAU CEDEX - Tél. : 69.34.10.67



Écho-Média

Les solutions à hautes performances en automatisme industriel, informatique, électronique médicale, instrumentation et semi-conducteur.



**GOULD**  
Electronique

## Un nouveau détecteur de fumée de faible coût, montable en cascade

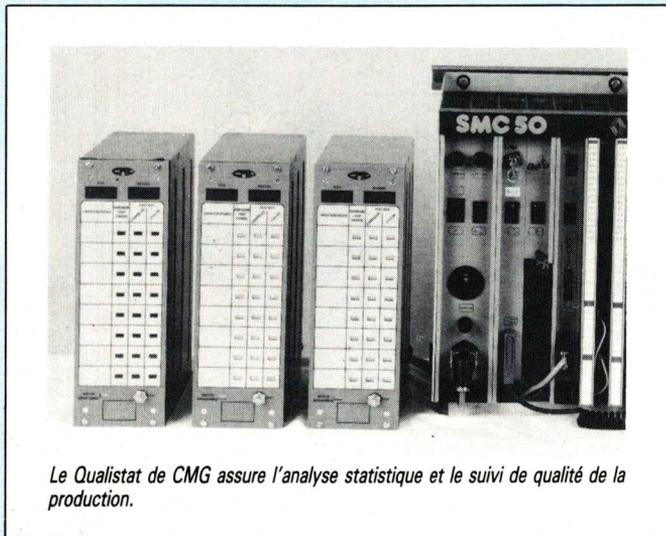
Motorola ajoute un nouveau détecteur de fumée CMOS de faible coût à la famille de ses circuits intégrés destinés à cette fonction.

Ce nouveau circuit, le MC14468P, est présenté en boîtier plastique DIP 16 broches et comporte un circuit de commande d'avertisseur sonore piézo-électrique à comparateur d'entrée FET et à moniteur de surveillance du niveau de charge de la batterie, avec réinitialisation à la mise sous tension, pour éviter les fausses alarmes lorsqu'on change la batterie. Il est destiné à être utilisé avec une chambre d'ionisation.

Ce circuit se caractérise par une interconnectabilité extrêmement précieuse : on peut utiliser jusqu'à 40 unités pour une signalisation commune.

Il est conforme à la spécification UL217. Les composants extérieurs nécessaires sont peu nombreux et la consommation électrique est très faible.

## Qualistat : l'analyse statistique et le suivi qualité de la production



Le Qualistat de CMG assure l'analyse statistique et le suivi de qualité de la production.

Grâce à Qualistat présenté par CMG, les informations saisies en atelier (automatiquement ou par terminal) sont répertoriées dans une base de données où des recherches multicritères effectuées. Les documents d'analyse statistique (tableaux, graphiques) peuvent alors être édités permettant ainsi le suivi de la qualité des produits contrôlés.

Qualistat offre en outre des possibilités d'assistance opérateur en temps réel.

Ses caractéristiques sont :

- Dialogue très convivial par formulaire de saisie.

- 25 000 cartes de contrôle maximum.

- 7 niveaux d'organisation.

- Toutes lois statistiques applicables au calcul de prise de décision.

- Possibilités de configurer des méthodes de calcul non standard.

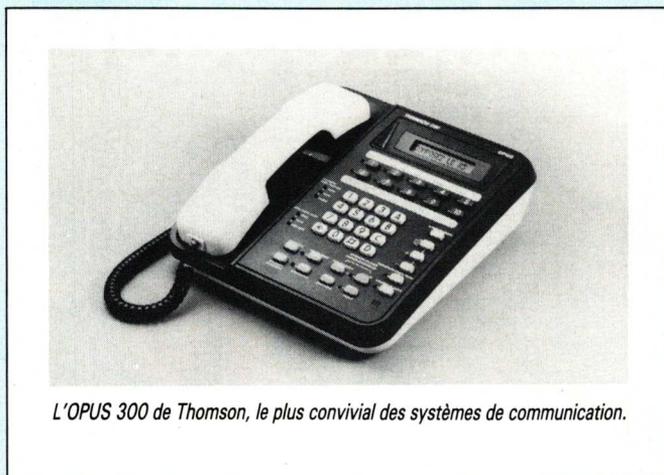
- Historique configurable.

Configuration : Mini-Ordinateur HP 1000 série A.

## Caméras miniatures à tube 1/2"

Tout comme le « Petit Poucet », la caméra miniature NVM 32 peut tout voir et tout entendre, sans se faire remarquer.

En effet, ses dimensions extrêmement compactes (22 x 99 x 51 mm) la rendent aisément dissimulable. Mais la principale particularité de cette caméra Bisset réside dans la présence d'un objectif asservi (qui réagit en fonction de la lumière extérieure) de 11 mm, dans le corps déjà réduit de la caméra. L'extrême intégration de composants électroniques japonais et la miniaturisation poussée du moteur d'asservissement de l'objectif permettent cette prouesse. Cette miniaturisation autorise l'emploi



L'OPUS 300 de Thomson, le plus convivial des systèmes de communication.

d'une tube image 1/2" de type SATICON. Grâce à ce tube hautes performances, il est possible de filmer sous très faible luminosité avec une définition supérieure à 400 lignes. Ainsi, 5 Lux à F1,8 suffisent pour obtenir une image de qualité. Equipée d'un microphone incorporé, la caméra Bisset peut écouter tout ce qui se passe autour d'elle. Désormais, la surveillance devient totale. La caméra NVM 32 est d'un prix nettement inférieur à une caméra 2/3" conventionnelle équipée d'un objectif asservi, qui ne posséderait ni la compacité, ni le microphone de la caméra 1/2" Bisset.

## Entreprises... Pour une meilleure communication

Thomson-CSF Téléphone présente son système numérique de communication « OPUS 300 » destiné aux entreprises équipées de 64 à 518 postes, véritable interface entre l'utilisateur et les services de communication interne ou externe de l'entreprise, il prend en compte tous les terminaux destinés à transporter la voix, les données et l'image.

OPUS 300 se caractérise par sa capacité à résoudre certaines situations jusqu'ici mal maîtrisées :

- l'utilisateur qui traite de nombreux appels, peut maintenant, sur une seule ligne, gérer plusieurs communications simultanément en passant d'un correspondant à l'autre par simple touche,

- la secrétaire qui, sur une seule ligne, peut gérer ses appels, ceux de son patron et ceux de collaborateurs souvent absents,

- le gestionnaire qui dispose d'un outil capable de maîtriser le déplacement des usagers dans l'entreprise sans toucher à son réseau de câbles.

Raccordé sur deux fils téléphoniques, le poste fonctionnel OPUS 300 doté d'un afficheur, d'un clavier à enregistrement et à composition automatique des numéros, d'une prise informatique, permet à l'utilisateur de :

- être libre de ses mouvements (interphone, mains-libres),

- appeler directement ses correspondants à l'aide de touches qu'il peut lui-même programmer,

- voir s'afficher le nom de la personne de l'entreprise avec qui il communique,

- connaître le coût de ses propres communications,

- être averti des personnes qui ont cherché à le joindre en cas d'absence,

- être averti de la présence de messages (vocaux, télex, écrits...) en attente pour lui,

- consulter simultanément des données à partir de son terminal associé.

## CI de contrôle de moteur à microprocesseur

Assurant lui-même le contrôle numérique d'un moteur, le nouveau circuit HCTL-1000 de Hewlett-Packard libère le microprocesseur du système pour d'autres tâches. Il réalise toutes les fonctions nécessaires au contrôle de mouvement que l'on rencontre dans un système asservi de hautes performances. Le HCTL-1000 convient tout à fait à un constructeur qui ne désire pas concevoir un microprocesseur, et qui est peu disposé à utiliser son processeur hôte uniquement pour la commande de position ou de vitesse.

Le CI se présente sous la forme d'un boîtier standard DIP de 40 broches. Fabriqué selon la technologie NMOS de HP, le HCTL-1000, alimenté uniquement en 5 V, est entièrement compatible TTL. ■

# SYNTHÉTISEURS SMX - SMG.

# La Passion des Espaces.

Mais que se passe-t-il chez Rhode et Schwarz ? Quelle passion les fait aller si loin, toujours plus loin !

Oui, pour l'innovateur de la Mesure, la perfection des fréquences n'est pas une gageure mais une vérité à atteindre.

Dans cette conquête de l'infini, voici SMX-SMG. 2 nouveaux synthétiseurs à haute pureté spectrale, à faible bruit, aux caractéristiques inédites. Ils complètent une gamme de 10 synthétiseurs Rhode et Schwarz.

Avec eux, la synthèse de fréquence couvre enfin des espaces nouveaux. Un gain de terrain considérable !

L'étendue des possibilités d'utilisation des synthétiseurs SMX-SMG est

vaste et multiple : modulation, vobulation... associées à une facilité d'utilisation et un prix très compétitif. Il vous est possible de doter chaque table de travail d'un SMX.

Alors, chevaucher les espaces de la fréquence, vous y croyez !

Aujourd'hui, avec Rhode et Schwarz, partagez la passion des espaces.

## SYNTHÉTISEURS SMX - SMG

100 KHz (10 Hz) à 1 GHz  
- 137 dBm à + 16 dBm  
Résolution 1 à 10 Hz  
Pureté spectrale du SMG  
> à 140 dB/Hz  
IEEE 488

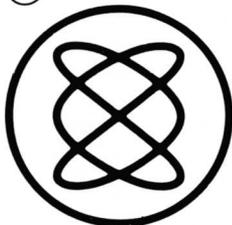


## ROHDE & SCHWARZ

### LA MESURE SUR TOUS LES FRONTS

SIÈGE : 46, rue de la Couture - Silic 190 - 94563 Cedex  
Tél. 46 87 25 06 - Téléc. 20 4 477

10



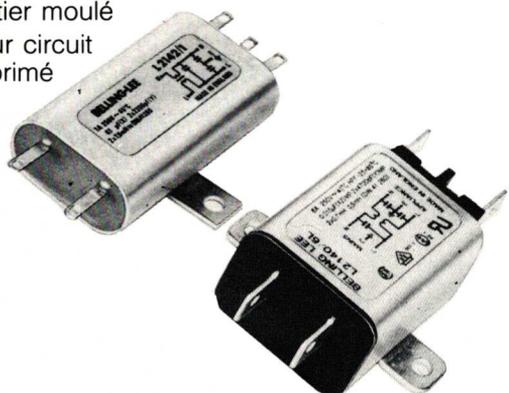
## filtres à fiche

- fiche IEC 320 avec  
filtre secteur  
— HAUTE PERFORMANCE  
— TYPE MÉDICAL



## filtres pour châssis

- boîtier métallique
- boîtier moulé
- pour circuit imprimé



## blocs d'alimentation

combiné fiche IEC 320 avec protection  
par fusibles et interrupteur  
avec filtre secteur entièrement câblés



## DÉPARTEMENT FILTRES et éléments d'induction



62 bis, av. Gabriel Péri  
93407 ST-OUEN CEDEX  
Téléphone (1) 42.57.11.33  
Télécopie (1) 42.52.91.00  
Télex 290 240

## Un détecteur pour bris d'outil

Carlo Gavazzi présente le K7A.  
Cet appareil unique en son genre, détecte et prévient les bris d'outils (forêt, fraise, tarot) jusqu'à un diamètre de 10 mm. Le principe de détection est par émission acoustique : Un capteur piezo-électrique transforme les sons en signaux électriques. L'appareil dispose d'une sortie alarme pour la prévention de rupture d'outil et d'une sortie en cas de rupture. En outre, un simulateur permet un réglage facile en fonction des outils utilisés. Le capteur est d'une implantation aisée sans modification de site de la machine. Egalement disponibles des modèles pouvant être utilisés sur multibroches ou centres d'usinage.

## Prise d'anode pour tube cathodique

Métallo annonce la réalisation d'une nouvelle prise d'anode pour tube cathodique avec capuchon en silicone, dont l'avantage réside dans un nouvel embout d'isolation parallélépipédique entourant le point où la griffe, assurant le contact avec la cavité est soudée au fil d'amenée de la THT. Ce dispositif élimine les risques d'effet Corona et éloigne les parties soumises à tension supprimant pratiquement tout effet de pointe. En outre, la qualité diélectrique de l'embout parallélépipédique de l'ordre de 40 kV/mm renforce l'isolation du sommet du capuchon silicone dont le diélectrique n'est que de

16 kV/mm évitant ainsi les surépaisseurs nécessaires dans le cas des capuchons de construction habituelle.

Ce système fait l'objet d'une demande de brevet en cours, et a été testé électriquement avec succès par le L.C.I.E. et a obtenu une homologation du V.D.E. sous le n° 2038.

## Microcontrôleur à grande capacité E/S

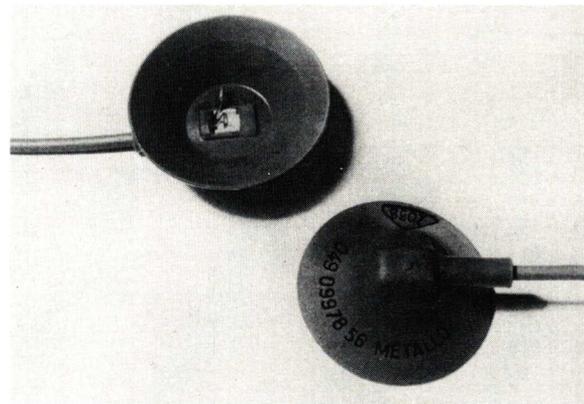
RTC-Compelec échantillonne le 80C451. Développé aux Etats-Unis par Signetics, ce microcontrôleur existe en version masquée (83C451), 4 Koctets de ROM, 128 octets de RAM, ou en version sans ROM (80C451) ; il possède toutes les caractéristiques du 80C51-C31 ainsi que trois ports de 8 bits supplémentaires - soit 56 entrées/sorties parallèles au total - et une fonction d'interface (type UPI) lui permettant d'être utilisé comme périphérique d'un autre microprocesseur.

Ses fonctions de base restent inchangées par rapport au 80C51 : processeur booléen, UART, deux compteurs 16 bits, etc...

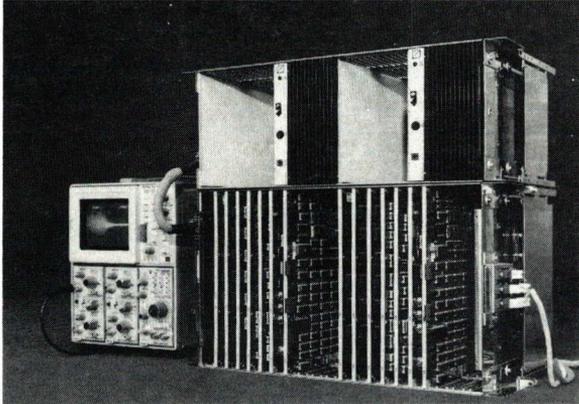
Ce produit est disponible en boîtier DIL 64 et le sera bientôt en PLCC68 pour montage en surface.

Le 80C451 s'adresse aux utilisateurs qui veulent de grandes capacités d'entrées/sorties sans recourir aux 16 bits, ainsi qu'à ceux qui recherchent un microcontrôleur pour assurer une fonction périphérique complexe.

Le 80C451 est principalement destiné à l'informatique, les télécommunications, la robotique.



Prises d'anode pour tube cathodique réalisée par Metallo.



Compensateur d'écho numérique CEN 231.

## Appareil de surveillance du secteur

Le DDS, appareil de surveillance secteur conçu par les établissements *Delec* est principalement destiné à la maintenance. Il concerne les techniciens de dépannage ou d'entretien, c'est-à-dire les fournisseurs de systèmes informatisés ou les services de maintenance de premier niveau existant dans pratiquement toutes les usines.

Le DDS a pour objectif de mettre en évidence la relation entre le mauvais fonctionnement d'une machine à microprocesseur et les défauts d'alimentation électrique.

Pour cela, il comporte 3 alarmes sonores et visuelles, et 3 compteurs à affichage digital correspondant aux 3 fonctions de détections de :

- variations de tension
- microcoupures.

Ses 2 caractéristiques, simplicité de mise en œuvre et facilité d'interprétation, font qu'il est possible d'effectuer le contrôle des perturbations électriques sans déplacement de technicien : le DDS est envoyé par transporteur, et les directives sont données par téléphone. Cette formule satisfait le client car on répond tout de suite à son problème.

Les réglages de l'appareil se font par potentiomètres sur la face avant. On affiche les valeurs de seuil au delà desquelles les alarmes et le comptage sont déclenchés. Les réglages vont de :

- +/- 1 à +/- 30 % (par rapport à 220 volts) pour les variations de tension
- 1 à 30 millisecondes pour les microcoupures
- 50 à 500 volts pour les parasites.

## Un annuleur d'écho pour réseaux de télécommunications

TRT a étudié et développé un annuleur d'écho le CEN 231, faisant appel aux techniques numériques les plus récentes du traitement du signal et à une technologie très avancée (intégration à grande échelle).

Cet annuleur du type C du CCITT est destiné aux réseaux de télécommunications longue distance (liaisons terrestres, liaisons par câbles sous-marins ou par satellites) qui présentent une mauvaise qualité de communication à cause de l'écho existant, ce qui est une gêne pour l'abonné.

Le CEN 231 s'adapte automatiquement et de manière indépendante au trajet de retour d'écho de chacune des 30 voies d'un multiplex MIC à 2048 kbit/s. Une estimation du signal d'écho créé par le réseau terrestre est calculée et soustraite du signal réel contenant l'écho.

L'annulation d'écho se fait de façon modulaire par pas de 8 ms jusqu'à 48 ms selon la durée du retard d'écho, d'où la possibilité d'optimiser le rapport coût/qualité de l'équipement.

Les autres caractéristiques intéressantes du CEN 231 sont sa très faible consommation, la possibilité de générer un bruit d'écoute qui améliore le confort d'écoute, une autosurveillance complète, une exploitation facile par logiciel.

Ses performances sont meilleures que celles recommandées par le CCITT.

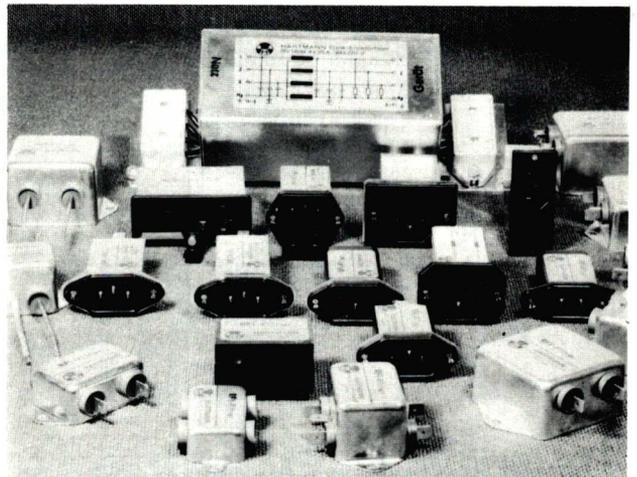
④



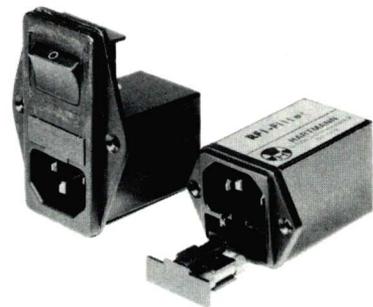
## FILTRES

Gamme extrêmement étendue !

- avec FICHES CEE 22 (IEC 320)
- POUR CHASSIS
- FILTRES MÉDICAUX
- FILTRES A ÉTAGES pour alimentations à découpage



## BLOCS D'ALIMENTATION



- **Combinés** comportant fiche CEE 22 + 1 ou 2 fusibles (5 x 20 ou 6,3 x 32) + inter bipolaire + filtre secteur + sélecteur de tension entièrement câblés.

## DÉPARTEMENT FILTRES et éléments d'induction

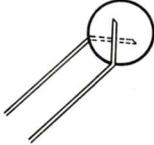


62 bis, av. Gabriel Péri  
93407 ST-OUEN CEDEX  
Téléphone (1) 42.57.11.33  
Télécopie (1) 42.52.91.00  
Télex 290 240

## KEYSTONE CARBONE C<sup>o</sup>

### ECRETAGE DES APPELS DE COURANT DANS LES ALIMENTATIONS A DECOUPAGE

grâce aux Thermistors Ecrêteurs  
Limiteurs CL  
(gamme complète de 0,7 à 20 A)



Gamme de Thermistors  
à coefficient négatif de température  
et à coefficient positif

- APPLICATIONS :
- Fusible non destructif
  - Démarrage moteur monophasé
  - Suppression d'arc
  - Fusible à retard
  - Mesure température, etc...

Agent pour la France

**TEXMO**

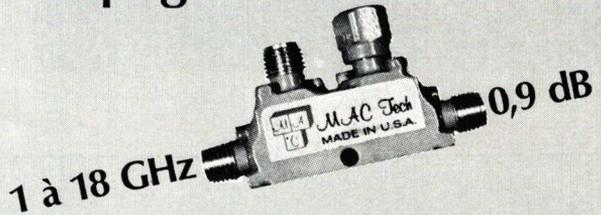
71, RUE ORFILA - 75020 PARIS  
TEL. : 636.31.10 - TÉLEX : 210.459 F

Electronica Stand A 16 Hall 16

  
*Serrgop*

**MAC**  
mac technology

Couplage 6-10-16 ou 20 dB



1 à 18 GHz

Coupleurs miniatures multi-octaves/octaves  
- faibles pertes - haute directivité  
- fonctionnement + 105 °C  
- stockage + 125 °C

**SERRGOP**

4, rue Paul-Bert 92150 Suresnes - Tél. (1) 45.06.33.03  
Télex 610 994 - Télécopie (1) 47.72.99.32

BB logo pub 1018

# LA TRADITION DU FUTUR

L'innovation technologique  
pour les professionnels  
d'aujourd'hui et de demain

## MULTIMÈTRES NUMÉRIQUES

### MDC 654

Multimètre Capacimètre Digital 2000 pt.  
L'un des plus complets de sa catégorie.  
9 fonctions - 36 calibres - Test de continuité  
sonore - Test diode - Mesure de conductance  
- Une seule entrée de mesure + 20 A.

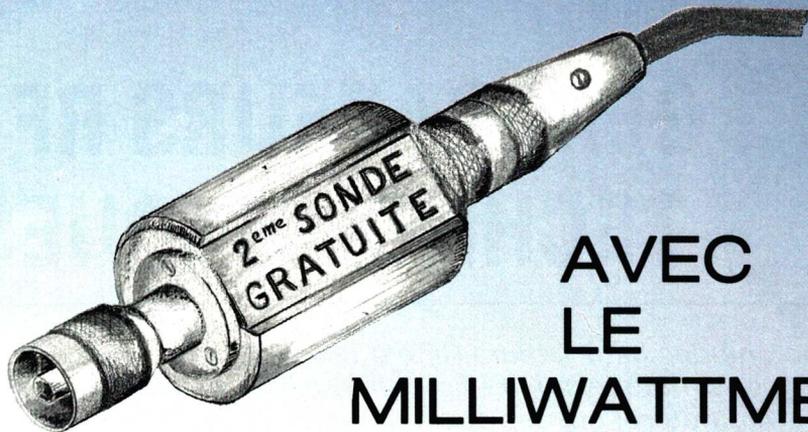
### MDA 655

Multimètre Automatique 2000-3000 pt.  
5 fonctions - 20 calibres - Test de continuité  
sonore - Une seule entrée de mesure + 20 A.

CDA, 5 RUE DU SQUARE CARPEAUX 75018 PARIS  
TEL. (1) 46 27 52 50 - TÉLEX 280589

  
la mesure française

B.B. CREATIVES



## AVEC LE MILLIWATTMETRE 6960



**Le nouveau milliwattmètre numérique MARCONI 6960, répond aux exigences les plus sévères des utilisateurs travaillant dans les bandes RF et hyperfréquences.**

### **Des mesures rapides et précises**

Le contrôle du fonctionnement par microprocesseur, optimise les mesures et procure au 6960 un temps de réponse de 25 ms en programmation et de 250 ms en manuel ; il permet d'avoir une excellente précision sur l'appareil de  $\pm 0,5\%$  en mode linéaire et de  $\pm 0,02$  dB en mode logarithmique.

\* Le 6960 dispose également de 9 mémoires non volatiles permettant le stockage de configurations complètes.

### **Des mesures complètes**

MARCONI a développé les composants stratégiques tels que les sondes, qui autorisent des mesures de 30 kHz à 26,5 GHz, pour des puissances allant de - 70 dBm à + 20 dBm.

\* La programmation en IEEE rend l'appareil apte aux mesures automatiques, il comporte les deux fonctions LISTENER et TALKER.

Le milliwattmètre MARCONI 6960 comporte bien d'autres performances intéressantes, contactez sans tarder :

### **MARCONI INSTRUMENTS**

18, rue du Plessis-Briard  
Le Canal  
COURCOURONNES  
91023 ÉVRY  
Tél. : (1) 60.77.90.66.

## GENERATEURS RF : TECHNOLOGIQUES

*Le marché des générateurs RF est essentiellement celui du test des matériels de radio-communication, et il est tout à fait naturel que les spécifications de ces générateurs suivent l'évolution des besoins dans ce secteur.*

*Les techniques de radio-communication évoluent actuellement dans différents axes :*

- Resserrement des canaux affectés à chaque voie, d'où nécessité d'une pureté spectrale proche de la porteuse toujours accrue ;*
- Extension du domaine de fréquence de 1 à 2 GHz, voire 3 GHz ;*
- Introduction de nouveaux types de modulation, le plus souvent numériques.*

*Pour répondre à cette évolution, les constructeurs de générateurs RF doivent adapter leurs produits. Le marché, globalement en expansion, subit de nouvelles segmentations selon des critères de performances, de prix et de capacité à satisfaire telle ou telle fonction.*

### **Le marché des générateurs RF**

Jusqu'à ces derniers temps, on pouvait distinguer trois segments principaux :

- Les générateurs « haut de gamme », caractérisés par une très grande pureté spectrale, tant pour les bruits de phase et d'amplitude que pour le niveau des raies parasites. Un niveau de bruit de  $-135$  dBc/Hz à 20 kHz de la porteuse et des raies parasites à*

*Le générateur 742 A.*



# LES NOUVELLES AVANCEES

– 90 dBc constituent une bonne performance dans cette gamme. Les modulations sont très complètes, AM, FM et PM, et les composantes continues doivent être transmises tandis qu'une source interne de modulation, véritable générateur BF, permet de s'affranchir d'une source extérieure.

Les générateurs « haut de gamme » sont à même de réaliser tous les tests nécessaires à la qualification des récepteurs les plus performants, notamment les mesures de sélectivité et de brouillage.

– Les générateurs dits de « moyenne gamme » présentent des performances plus modestes avec notamment un niveau de bruit de  $-120$  dBc/Hz à 20 kHz de la porteuse et des raies parasites situées vers  $-65$  dBc.

Les modulations sont à couplage alternatif et une source interne 1 kHz ou 400 Hz remplace le générateur interne.

Ces instruments permettent la plupart des mesures, seules celles de brouillage dans le canal adjacent et de sélectivité sur les récepteurs très performants leur sont interdites.

– Les générateurs « économiques » sont plutôt destinés au service et présentent des caractéristiques de bruit de l'ordre de  $-100$  dBc/Hz à 20 kHz et des raies parasites importantes, parfois non spécifiées.

Ces trois segments principaux sont actuellement du fait de la croissance du marché et de la maîtrise des nouvelles technologies, en train de se subdiviser eux-mêmes en plusieurs segments.

C'est ainsi que les appareils de « moyenne gamme » sont de plus en plus équipés d'une entrée de modulation à couplage continu et d'un générateur BF programmable.

Quant à la pureté spectrale, facteur déterminant du coût d'un appareil, elle reste centrée sur  $-120$  dB/Hz pour le bruit de phase et  $-65$  dBc pour les raies parasites.

Le 740A couvre parfaitement ce segment des appareils de « classe moyenne ». Ses principaux paramètres, niveaux, distorsion, modulations et bruit proche de la porteuse, sont parmi les plus performants du marché, excepté la gamme de fréquence limitée à 120 MHz qui ne satisfait pas l'extension du marché vers 2 ou 3 GHz.

C'est pourquoi *Adret* a décidé de développer le 742A en utilisant les circuits de synthèse de fréquence du 740A dont les performances et la fiabilité sont reconnues et appréciées par plus de 2 000 utilisateurs.

Ce nouvel appareil, dont la gamme de fréquence est portée à 2,4 GHz, est en outre équipé d'une entrée de modulation à couplage continu et d'un générateur BF programmable. De plus, en entrée alternative, l'utilisateur a le choix d'une relation directe entre le niveau de la BF extérieure, la profondeur de modulation et d'un contrôle automatique du niveau de 10 BF extérieure, rendant ainsi la profondeur de modulation indépendante des variations de niveau du signal extérieur.

## Le 742A : le haut de la « moyenne gamme »

Cet appareil, qui reprend les circuits de synthèse qui ont fait le succès du 740A, voit sa gamme de fréquence étendue à 2,4 GHz par le truchement d'un doubleur supplémentaire ; un générateur audio-fréquence programmable constitue une source de modulation interne très commode, et la transmission des composantes continues de modulation est assurée pour toutes les modulations.

Le 742A se présente donc comme un appareil extrêmement universel, doté de la plupart des perfectionnements des « haut de gamme » et d'un prix très attractif, eu égard à la gamme de fréquence couverte.

### Principe du 742A : compliquer le plan de fréquence pour simplifier la réalisation

Le plan de fréquence d'un générateur à synthèse de fréquence est déterminé en tenant compte de nombreux facteurs, dont les plus importants sont évidemment l'objectif de niveau de bruit et de raies parasites, le temps d'acquisition visé, la résolution de fréquence et le prix de revient de l'ensemble.

En fait, il s'agit souvent d'un compromis entre ces différents facteurs et l'amélioration de l'un entraîne la dégradation d'un ou plusieurs autres et généralement celle du prix de revient.

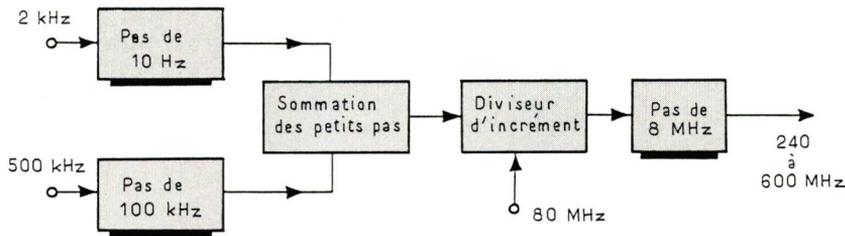


Fig. 1. - Les 5 boucles de phase du 742 A constituent l'une des caractéristiques majeures de l'appareil.

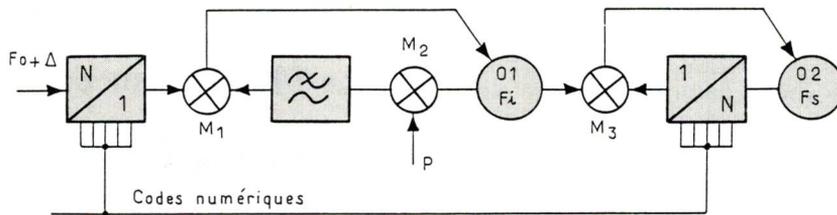


Fig. 2. - Montage utilisant un diviseur programmable, de taux N, associé à une boucle de verrouillage de phase.

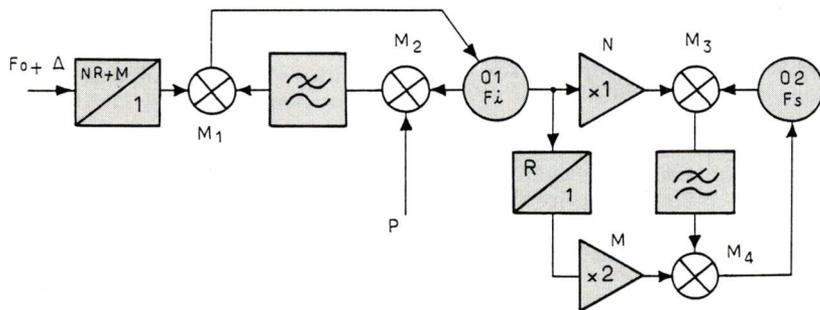


Fig. 3. - Dans ce montage, le taux de division du diviseur n'est plus égale à N mais à NR + M.

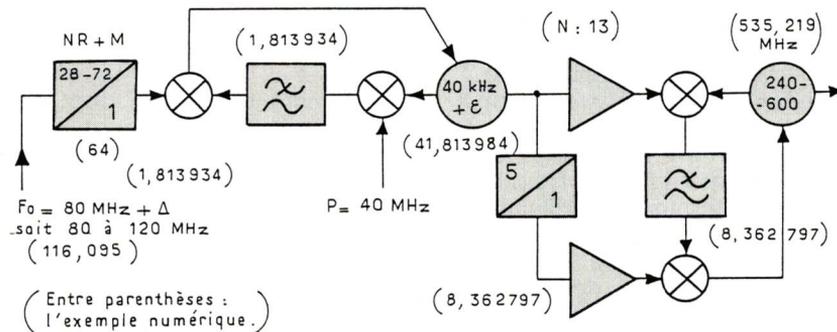


Fig. 4. - Application numérique chiffrée, visant à l'obtention d'une fréquence de 535,219 MHz.

Dans le cas du générateur 742A, aucune concession n'a été faite sur les paramètres importants. Il s'agit d'un synthétiseur multiboucle dont la résolution très fine - 10 Hz jusqu'à 1 200 Hz - est obtenue sans sacrifier le temps d'acquisition, et sans utiliser des artifices à base de répartition temporelle irrégulière. Celle-ci donnerait nécessairement naissance à des raies parasites très proches de la porteuse, difficiles à observer, mais néanmoins gênantes dans nombre d'applications.

C'est à 5 boucles de phases différentes que le 742A doit ses performances en pureté spectrale, en temps d'acquisition et en résolution. Ces boucles sont représentées et désignées par leurs fonctions sur la figure 1.

D'une façon très simplifiée, ce synoptique fait apparaître l'architecture générale du synthétiseur avec la boucle générant les pas de 10 Hz (5 Hz dans le cas du fonctionnement avec doubleur), la boucle des pas de 100 kHz et celle de sommation.

A partir de ce point, le principe de fonctionnement devient plus complexe et tout à fait original, méritant une explication approfondie. Pour mieux comprendre le but de cette disposition, il suffit de savoir qu'elle permet, au moyen d'un seul oscillateur VHF, de générer les plus grands pas, 8 MHz en l'occurrence, et d'y ajouter les petits pas disponibles en sortie du sommateur de ces petits pas.

Le principe est un peu complexe, mais, sur le plan matériel, le résultat est spectaculaire par la réduction du nombre de circuits VHF toujours délicats à réaliser.

## Principe de la synthèse des grands pas

Pour bien comprendre le fonctionnement d'une synthèse selon ce principe, il est utile de revenir sur les deux procédés connus pour réaliser cette opération.

■ Le premier consiste à utiliser deux oscillateurs asservis en phase : l'un assurant la synthèse des grands pas, avec une fréquence de référence égale à ce grand pas et un diviseur programmable ; l'autre étant conçu pour que sa boucle d'asservissement

de phase somme algébriquement la fréquence du premier oscillateur et une fréquence d'entrée comportant une partie fixe et une partie variable représentant la somme des petits pas.

Ce principe présente l'inconvénient de nécessiter deux oscillateurs dans la gamme de la fréquence de sortie, avec une grande difficulté pour obtenir l'isolement suffisant entre ces deux sources décalées d'une valeur de fréquence non sous-multiple entier de celle de sortie.

■ Le deuxième principe, breveté antérieurement par *Adret Electronique*, revient en fait à décaler la fréquence de référence représentant les grands pas d'une valeur faible, permettant d'ajouter la fréquence fixe à celle des petits pas. Très simplement, si la fréquence fixe est  $F_0$ , la somme des petits pas  $\Delta$  et la fréquence égale au grand pas  $P$ , l'oscillateur de fréquence  $F_i$  donne :

$$F_i = \frac{F_0 + \Delta}{N} + P \quad (1),$$

dans lequel  $N$  est un entier variable qui représente le nombre de grands pas  $P$ .

Il suffit alors de remultiplier  $F_i$  par  $N$  pour obtenir :

$$F_0 + \Delta + NP \quad (2).$$

Le montage représenté figure 2 est réalisé avec un diviseur programmable de taux  $N$  attaqué par la fréquence  $F_0 + \Delta$  venant de la synthèse des petits pas, tandis qu'une boucle de verrouillage de phase permet d'asservir l'oscillateur  $F_i$  pour satisfaire à l'équation (1).

L'inconvénient majeur de ce principe réside dans le fait que l'obtention d'une bonne pureté spectrale n'est possible que pour de faibles valeurs de taux  $N$ , celui-ci représentant la dégradation de cette pureté entre  $F_i$  et la fréquence de sortie, la pureté de  $F_i$  étant subordonnée à des limites technologiques.

L'intérêt du principe du 742A est d'augmenter le nombre de pas réalisés par le dispositif sans pour autant atteindre pour  $N$  une valeur élevée incompatible avec une bonne pureté spectrale. Dans le cas présent, le nombre de pas vaut  $R \cdot N$  (exemple  $R = 5$ ).

Le fonctionnement de cette boucle de synthèse de fréquence per-

fectionnée obéit à la relation suivante :

$$F_s = \frac{F_0 + \Delta}{R} + (N + \frac{M}{R}) \cdot P,$$

dans laquelle :

$F_s$  est la fréquence de sortie,

$F_0 + \Delta$  : la fréquence comportant les petits pas,

$P$  : le plus grand pas,

$N$  : le nombre de grands pas  $P$ ,

$M$  : le nombre d'une fraction  $P/R$  du grand pas,

$R$  : représente l'accroissement de la résolution, c'est-à-dire du nombre de pas obtenus.

Le schéma de la figure 3 représente, en gardant le même esprit que celui de la figure 2, un tel dispositif.

L'obtention de la fréquence intermédiaire  $F_i$  passe par une disposition identique à celle de la figure 2, à ceci près que le taux de division du diviseur n'est plus  $N$  mais  $NR + M$ .

Par contre, l'asservissement de l'oscillateur  $O_2$  sur la fréquence de  $O_1$  se fait, cette fois, par un système plus complexe, assimilable à un multiplicateur fractionnaire.

A partir de la fréquence  $F_i$ , un multiplicateur  $X_1$  élabore un peigne de fréquence couvrant toute la gamme de fréquence de sortie.

Le battement entre la fréquence  $O_2$  et l'harmonique la plus proche du peigne de fréquence issu de  $F_i$  est filtré et appliqué au comparateur de phase  $M_4$  qui reçoit lui-même, d'autre part, un second peigne de fréquence issu, cette fois, de  $F_i/R$ , fréquence obtenue au moyen du diviseur par  $R$ .

La boucle de rétro-action agit pour asservir  $O_2$  de telle manière que le battement soit égal à un multiple entier de  $F_i/R$  et, à ce moment, la fréquence de  $O_2$  est de la forme :

$$F_s = (F_i \times N) \pm (\frac{F_i}{R} \times M) \quad (3),$$

dans laquelle  $N$  est le rang d'harmonique de la raie du peigne issu de  $F_i$  qui donne le battement et  $M$  le rang d'harmonique du spectre de  $F_i/R$  de fréquence égale au battement.

Il est évident que l'oscillateur  $O_2$  doit être approché de sa fréquence finale par un circuit auxiliaire de manière à être verrouillé sur les bons rangs  $N$  et  $M$  d'har-

moniques des deux peignes de fréquence. Une boucle d'approche numérique, fonctionnant éventuellement en fréquence plus basse, peut être utilisée.

Partant de la fréquence d'entrée  $F_0 + \Delta$ , l'équation de la fréquence de sortie s'écrit en reportant la valeur de  $F_i$  :

$$F_i = \frac{F_0 + \Delta}{NR \pm M} + P,$$

dans l'équation de  $F_s$  (3), soit :

$$F_s = ( \frac{F_0 + \Delta}{NR \pm M} + P ) \cdot$$

$$N \pm ( \frac{F_0 + \Delta}{NR \pm M} + P ) \cdot \frac{M}{R};$$

c'est-à-dire :

$$F_s = ( \frac{F_0 + \Delta}{NR \pm M} + P ) \cdot ( N \pm \frac{M}{R} );$$

en développant :

$$F_s = \frac{F_0 + \Delta}{NR \pm M} \cdot N \pm \frac{F_0 + \Delta}{NR \pm M} \cdot \frac{M}{R} + NP \pm \frac{MP}{R},$$

et :

$$F_s = \frac{(F_0 + \Delta) (N \pm M/R)}{NR \pm M}$$

$$+ NP \pm \frac{MP}{R}.$$

$$F_s = \frac{(F_0 + \Delta) (RN \pm RM/R)}{(RN \pm M) R}$$

$$+ NP \pm \frac{MP}{R},$$

d'où l'expression de  $F_s$  :

$$F_s = \frac{F_0 + \Delta}{R} + NP \pm \frac{MP}{R}.$$

La fréquence de sortie  $F_s$  est donc bien une somme de trois termes :  $(F_0 + \Delta)/R$  qui comporte les petits pas divisés, dans un rapport fixe  $R$ , la fréquence  $NP$  dans laquelle  $N$  peut prendre toute valeur discrète nécessaire à la couverture de la gamme de fréquence requise et enfin, c'est le point essentiel, le terme  $\pm MP/R$  qui introduit  $M$  pas de valeur  $P/R$ . Un autre point important réside dans le fait que le terme  $MP/R$

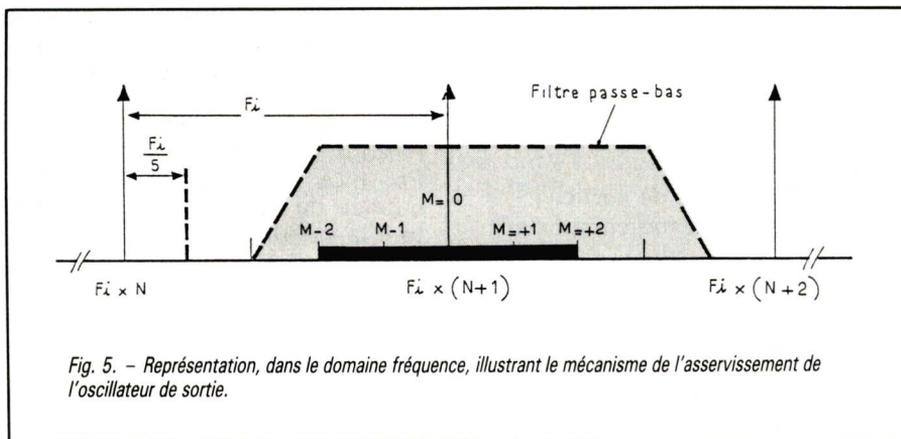


Fig. 5. - Représentation, dans le domaine fréquence, illustrant le mécanisme de l'asservissement de l'oscillateur de sortie.

Une représentation dans le domaine fréquence permettra de mieux comprendre le mécanisme de l'asservissement de l'oscillateur de sortie (fig. 5).

Les vecteurs verticaux représentent en fait le peigne de fréquence issu de la fréquence  $F_i$  et le rang  $N$ ,  $N + 1$ ,  $N + 2$ , tandis que les petites divisions figurent les asservissements possibles sur les sous-multiples  $R$ . La plage en trait gras indique les positions possible pour l'harmonique de rang  $N + 1$ .

### Avant tout, un bon « pilote »

La réalisation d'un synthétiseur faible niveau de bruit de phase passe par l'utilisation d'une référence de fréquence, le « pilote » du générateur, d'une qualité compatible avec celle recherchée au niveau du signal de sortie.

En effet, dans la bande passante des différentes boucles, c'est-à-dire jusqu'à quelques centaines de kilohertz de la porteuse, c'est le bruit de phase multiplié par le rapport des fréquences qui impose le niveau de bruit ultime, c'est-à-dire avec celui que l'on obtiendrait avec une synthèse parfaite.

Soit à titre d'exemple un pilote à 10 MHz dont le bruit à 10 kHz de la porteuse est à 150 dB/Hz, attaquant une synthèse dont la sortie délivre un signal à 1 000 MHz. Le niveau de bruit sur ce signal sera alors au mieux à 150 dB - 40 dB, soit 110 dB/Hz.

Dans la pratique, les résultats ne peuvent être que moins bon du fait de la détérioration apportée par les différents circuits multiplificateurs de fréquence. Pour cette raison, il est préférable de diminuer le taux de multiplication maximum en choisissant un pilote à fréquence plus élevée, et c'est un oscillateur à quartz à 80 MHz qui pilote les différents circuits du 742 A.

Cependant, si le choix d'une fréquence élevée favorise la pureté spectrale grâce à un taux de multiplication plus faible, le résultat n'est pas optimum en ce qui concerne la stabilité à long terme et même à court terme, critères pour lesquels une fréquence de 5 ou 10 MHz est, compte tenu de

peut être nul ( $M = 0$ ), positif ou négatif, ce qui permet, en fait, en se reportant au montage de la figure 3, d'effectuer  $R$  pas de valeur  $P/R$  de part et d'autre d'un multiple entier, de rang  $N$ , de la fréquence de l'oscillateur O1. Dans le cas où  $M = 0$ , le mélangeur M3 délivre un battement nul, c'est-à-dire une tension continue variable avec la phase et qui est échantillonnée dans le mélangeur M4. Donc, dans ce cas, la tension continue est simplement recopiée.

A ce stade de l'explication, il est intéressant d'introduire des valeurs numériques, qui permettront de mieux comprendre le principe. Les valeurs indiquées dans l'exemple ci-dessous sont très proches des valeurs réelles du 742A, mais sont arrondies pour simplifier les calculs et donc la compréhension du principe.

Dans le 742A, la valeur du grand pas est 40 MHz et  $R = 5$ , ce qui signifie que le système produira des pas de  $40 \text{ MHz} / 5 = 8 \text{ MHz}$ .

La fréquence d'entrée, 80 à 120 MHz, se retrouvera ajoutée à la sortie après division par  $R$ , c'est-à-dire sous la forme de 16 à 24 MHz, couvrant donc l'intervalle entre les pas de 8 MHz et avec une porteuse fixe  $F_0$  égale à 16 MHz, soit deux pas de 8 MHz.

La bande de fréquence couverte est de 360 MHz et il est aisé de calculer le taux de division du diviseur programmable en tenant compte du fait que  $M$  varie de  $-2$  à  $+2$  et de la valeur de  $F_0$  ramenée à la sortie, soit 16 MHz.

Pour 240 MHz,  $M$  est nul et le taux du diviseur est :

$$tx = \frac{(240 \text{ MHz} - 16 \text{ MHz}) \cdot R}{P}$$

$$= \frac{224 \text{ MHz} \times 5}{40} = 28.$$

Pour 600 MHz,  $M = 0$  :

$$tx' = \frac{[600 \text{ MHz} - 24 \text{ MHz}] \cdot 5}{40} = 72.$$

Pour prendre une application numérique chiffrée, considérons une fréquence à obtenir de 535,219 MHz (fig. 4).

Retranchons la partie fixe  $F_0$  :

$$535,219 \text{ MHz} - 16 \text{ MHz} = 519,219 \text{ MHz}.$$

Le taux de division sera :

$$\frac{519,219}{8} = 64,90\dots,$$

dont la partie entière est 64.

$$519,219 - (64 \times 8) = 7,219.$$

La fréquence d'entrée  $F_0 + \Delta$  est donc :

$$(16 + 7,219) \times 5 = 116,095 \text{ MHz}.$$

La fréquence après division est alors :

$$\frac{116,095}{64} = 1,813984 \text{ MHz}.$$

Celle de l'oscillateur O1 :

$$1,813984 \text{ MHz} + 40 \text{ MHz} = 41,813984 \text{ MHz}.$$

La raie harmonique la plus proche sera la treizième, soit :

$$41,813984 \text{ MHz} - 535,219 \text{ MHz} = 8,362797 \text{ MHz}.$$

A la sortie du diviseur par  $R$  :

$$\frac{41,813984}{5} = 8,362797,$$

donc dans ce cas,  $M = +1$ .

la technologie des quartz, largement préférable.

La solution idéale consiste en fait à associer deux oscillateurs à quartz, l'un à 10 MHz fixant les caractéristiques de stabilité, l'autre à 80 MHz et asservi sur le premier avec une bande passante judicieuse, procurant un très faible niveau de bruit à distance moyenne de la porteuse. C'est donc un pilote à deux étages regroupés dans un même boîtier qui fournit au 742A les références de fréquence nécessaires.

## Introduction de la FM continue

La fréquence de sortie du synthétiseur est directement liée à celle du pilote à quartz à travers un rapport qui dépend de la fréquence programmée, mais qui ne saurait varier d'une façon continue.

Or, certaines applications nécessitent une variation continue de la fréquence de sortie suivant les variations d'un signal de modulation avec transmission de la composante continue. Il y a donc là une contradiction que les concepteurs de générateurs synthétisés doivent contourner pour rendre leurs produits aptes à ce genre d'applications.

La solution consiste à ajouter à la

fréquence synthétisée, liée au quartz, un terme de fréquence variable commandée par la tension d'entrée. Le problème est alors, d'une part au niveau du plan de fréquence d'introduire la fréquence variable, d'autre part d'élaborer cette fréquence avec la stabilité requise.

Dans le 742A, l'introduction de la fréquence variable s'effectue au niveau de la sommation des petits pas qui doit sommer trois fréquences au lieu de deux par le truchement de deux boucles d'asservissement au lieu d'une seule. L'élaboration de la fréquence variable d'elle-même se fait au moyen d'une boucle d'asservissement de fréquence (et non de phase) dont le schéma synoptique est représenté figure 6.

## Les circuits de sortie : comment augmenter la plage de fréquence

Le signal synthétisé couvre une gamme de fréquence allant de 240 à 600 MHz, obtenue à l'aide de deux oscillateurs commutés, cette plage étant trop importante pour être couverte par un seul oscillateur dans de bonnes conditions de fonctionnement, il est donc nécessaire d'étendre la gamme vers le bas et vers le haut pour obtenir la couverture désirée.

Pour les fréquences plus basses, un diviseur binaire permet de descendre à 120 MHz, tandis qu'un mélangeur avec une fréquence fixe de 400 MHz donne par hétérodynage la gamme allant de 0,1 MHz à 120 MHz.

L'extension vers des fréquences plus élevées est confiée à un premier doubleur permettant d'atteindre 1 200 MHz et à un second doubleur pour la gamme 1 200 à 2 400 MHz.

Une description complète des différents circuits serait fastidieuse, aussi nous contenterons nous de traiter les points technologiques particulièrement intéressants.

## Le mélangeur de sortie hétérodyne : la « classe 4 »

Comme nous l'avons vu plus haut, la gamme de fréquence allant de 0,1 à 120 MHz est obtenue par mélange d'une fréquence

fixe, 400 MHz, et d'une fréquence variable de 400 à 520 MHz. Cette dernière fréquence comporte la modulation d'amplitude et doit nécessairement être la voie linéaire du mélangeur.

Le choix du mélangeur est particulièrement critique si l'on considère simultanément le niveau de bruit d'amplitude, qui doit se situer à  $-145$  dBc/Hz, et le niveau des raies parasites, qui ne doivent pas dépasser  $-70$  dBc. En effet, l'obtention du niveau de bruit passe par un niveau de fonctionnement suffisamment élevé par rapport au bruit thermique, tandis que les raies d'intermodulation croissent avec ce même niveau de fonctionnement.

Le compromis est difficile et un nouveau type de mélangeur reculant les limites habituelles de ce type de composants a été développé, c'est le mélangeur « classe 4 ».

## Mélangeur doublement équilibré perfectionné

Les mélangeurs doublement équilibrés (double balanced mixers) sont largement utilisés dans les équipements de télécommunication (récepteurs, émetteurs), le radar, la télévision, l'instrumentation électronique, etc..., chaque fois qu'il est nécessaire de convertir un signal incident de fréquence donnée en un signal de sortie de fréquence différente, par mélange additif ou soustractif avec un signal auxiliaire de niveau élevé et de fréquence convenable.

La figure 7 représente une structure type d'un tel modulateur, par ailleurs bien connu, et qui comprend un transformateur 1 comportant un enroulement primaire recevant le signal incident (communément appelé Port RF), et un enroulement secondaire à prise médiane, un transformateur 2 analogue au précédent, et comportant un enroulement primaire recevant le signal auxiliaire (communément appelé Port LO) et un secondaire à prise médiane, un modulateur en anneau 3 comportant quatre bras redresseurs identiques, un port de sortie 4 relié aux prises médianes des secondaires des transformateurs (communément appelé Port IF). La théorie connue de tels modula-

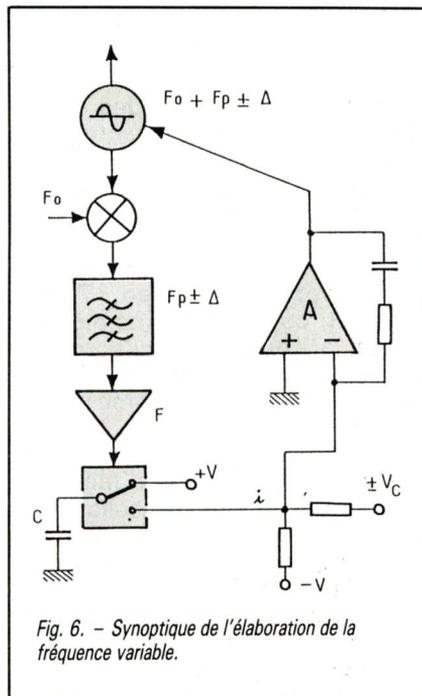


Fig. 6. - Synoptique de l'élaboration de la fréquence variable.

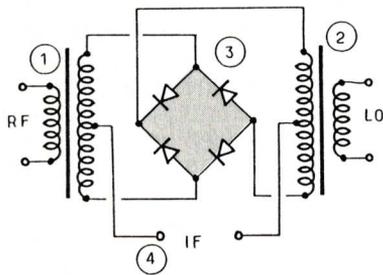


Fig. 7. - Structure type d'un modulateur doublement équilibré.

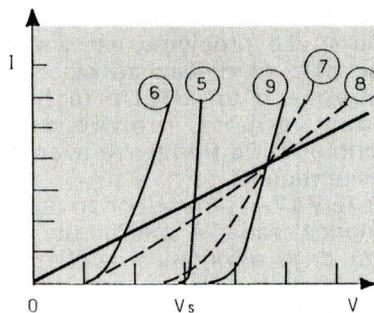


Fig. 8. - Courbes d'une diode d'un bras de modulateur.

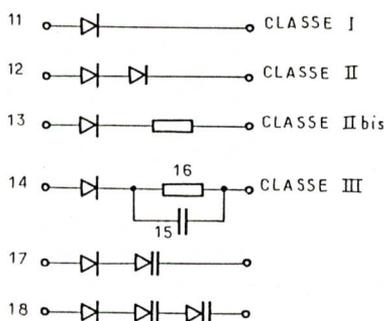


Fig. 9. - Structures de bras de modulateur en anneau.

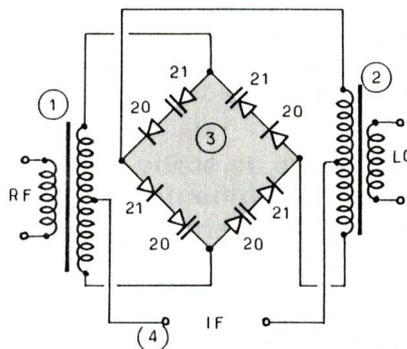


Fig. 10. - Schéma d'un mélangeur breveté par Adret.

teurs montre que le signal IF possède deux composantes principales de fréquences  $F_{IF} = F_{LO} \pm F_{RF}$ , la composante désirée étant par exemple sélectionnée par filtrage. En première approximation, les différentes modulations qui affectent le signal RF (amplitude, phase, fréquence, et leurs combinaisons) affectent également le signal IF.

Le niveau du signal LO étant supposé suffisamment élevé pour provoquer la conduction alternée des deux paires de redresseurs supposés parfaits constituant l'anneau modulateur, et les transformateurs étant supposés parfaits et de rapport 1/2 (chaque moitié du secondaire comportant autant de prise que le primaire), la théorie montre que l'amplitude de chaque composante du signal IF est égale à  $2/\pi$  du signal RF, soit un affaiblissement de 4 dB.

En pratique, les mélangeurs équilibrés sont entachés de divers défauts dus aux pertes dans les transformateurs (affaiblissement supplémentaire) et surtout à l'im-

perfection des diodes constituant les bras du modulateur en anneau, ce qui entraîne un affaiblissement croissant avec le niveau du signal RF (saturation), et l'apparition de signaux parasites indésirables tels que distorsion et produits d'intermodulation.

La figure 8 représente en 5 la courbe d'une diode « idéale » constituant un bras du modulateur. Le courant passant est nul en polarisation inverse et s'établit brusquement en polarisation directe pour une valeur de seuil  $V_s$ . De la sorte, l'impédance dynamique de la diode en phase conductrice est nulle et la tension de crête admissible du signal RF est égale à  $V_s$ .

On voit également que le modulateur, équipé de diodes réelles, sera d'autant meilleur que le coude des diodes sera brusque, que l'impédance dynamique dans le sens passant sera faible, et que la tension de seuil  $V_s$  sera suffisante pour admettre un niveau RF maximal donné.

La figure 9 représente des struc-

tures connues pour les bras du modulateur en anneau, communément nommées « classes », et la figure 8 les courbes caractéristiques correspondantes et leur point d'intersection avec la droite de charge déterminée par l'impédance du signal LO.

- 11 est la structure dite « classe I », et 6 la courbe correspondante.

- 12 est la structure dite « classe II », et la 7 la courbe correspondante.

- 13 est la structure dite « classe II bis », et 8 la courbe correspondante.

- 14 est la structure dite « classe III ».

Dans ce dernier cas, la présence du condensateur 15 en dérivation sur la résistance 16 diminue l'impédance dynamique du port IF à condition qu'à la fréquence considérée, l'impédance du condensateur 15 présente une valeur faible devant celle de la résistance 16. Pour des valeurs basses de la fréquence IF, la capacité du condensateur 15 atteint des valeurs prohibitives.

Le mélangeur doublement équilibré objet du brevet Adret se distingue essentiellement des mélangeurs précédents par la structure des bras redresseurs du modulateur en anneau. Chacun de ceux-ci comporte, connectées en série, une diode rapide par exemple du type jonction métal-silicium assurant la fonction de commutation, et une ou plusieurs diodes à jonction P-N du type « varactor » de forte capacité et de faible résistance intrinsèque, le sens des diodes étant tel qu'elles sont toutes passant simultanément. La structure de tels bras redresseurs est représentée en 17 de la figure 9, comportant une diode P-N, et la courbe correspondante est figurée en 9 de la figure 8 réalisant ainsi une quatrième classe de mélangeurs.

L'impédance dynamique au point de fonctionnement est faible, et pratiquement égale à celle de la seule diode rapide, la résistance intrinsèque des diodes « varactor » étant minime, et la capacité importante dans le sens passant abaissant encore la valeur de l'impédance résultante.

La figure 10 représente le

schéma d'un mélangeur conforme au brevet *Adret*. Le modulateur en anneau est constitué de huit diodes, soit dans chaque bras une diode 20 du type jonction métal-semi-conducteur rapide et une diode 21 du type « varactor ».

L'intérêt essentiel de cette disposition réside dans les caractéristiques d'intermodulation qui peuvent être obtenues grâce en particulier au point d'interception du 3<sup>e</sup> ordre, très élevé, donné par la caractéristique composite des diodes séries.

Un point d'interception du troisième ordre de + 23 dBm sur le mélangeur de sortie du 742A explique le très faible niveau d'intermodulation obtenu sur la gamme hétérodyne 100 kHz-120 MHz.

La société *Ade* fabrique et commercialise des mélangeurs sous licence *Adret*, permettant de résoudre de nombreux problèmes dans lesquels l'intermodulation est le facteur déterminant. Ce composant est représenté figure 11.

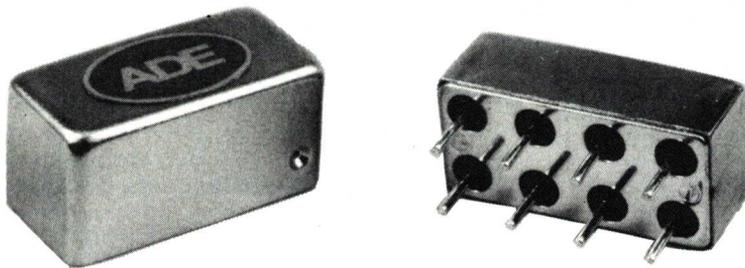


Fig. 11. - Mélangeur de sortie *Adret*.

## Les doubleurs de fréquence

Les doubleurs de fréquence utilisés dans le 742A sont placés en sortie de la gamme directe en un point où le signal peut être modulé en amplitude lorsque ce type de modulation est sollicité. De plus, l'atténuateur de sortie procédant par pas de 5 dB, une variation analogique de cette valeur est nécessaire pour réaliser les pas de 1 dB et 0,1 dB.

Le doubleur de fréquence doit donc travailler sur un signal dont la dynamique de variation de niveau dépasse largement 40 dB, ce qui complique singulièrement sa réalisation.

Le principe du doubleur à diode utilisé dans le 742A est bien connu, mais son originalité réside dans un mode de polarisation particulièrement étudié pour assurer la plus grande dynamique possible. Ce résultat est obtenu par un circuit représenté figure 12 agencé de telle sorte que le point de fonctionnement soit indépendant de la température.

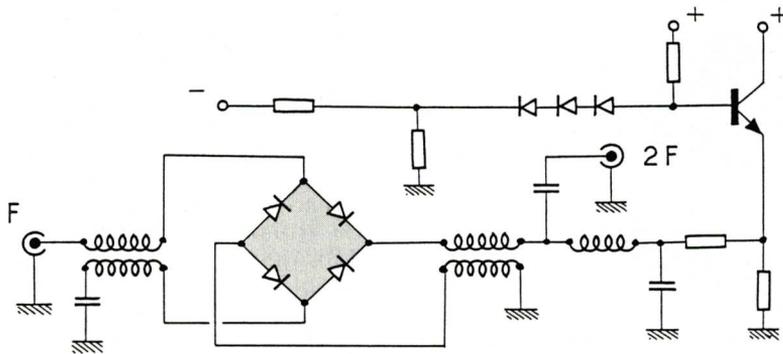


Fig. 12. - Principe du montage utilisé dans le 742 A, dont le point de fonctionnement est indépendant de la température.

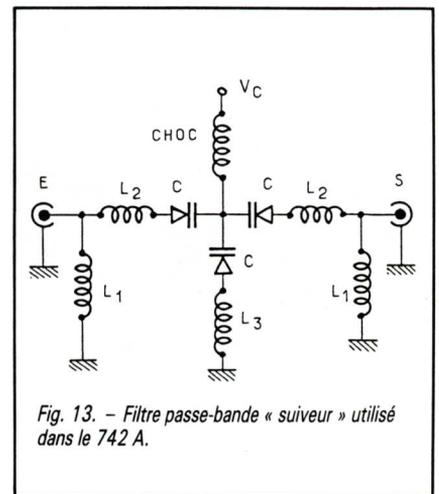


Fig. 13. - Filtre passe-bande « suiveur » utilisé dans le 742 A.

Les défauts de linéarité du doubleur sont encore aggravés lorsqu'un deuxième doubleur reprend le signal issu du premier, ce qui est le cas pour la gamme 1 200 à 2 400 MHz du 742A. Heureusement, la régulation de niveau agit par le truchement d'un détecteur linéaire placé en sortie, juste avant l'atténuateur, et qui commande une boucle de rétroaction qui linéarise l'ensemble de la chaîne.

Le doubleur à pont de diode sort un signal en forme de sinusoïde redressée double alternance, dont la représentation dans le domaine fréquence est :

$$y = \frac{2}{\pi} E (1 + \frac{2}{3} \cos 2x$$

$$- \frac{2}{15} \cos 4x + \frac{2}{35} \cos 6x$$

$$\dots (-1)^{n/2} \frac{2}{n^2 - 1} \cos nx).$$

Il est aisé de voir que le terme fondamental  $x$  et le terme à trois fois la fréquence fondamentale  $3x$  sont éliminés si la symétrie est parfaite. Cependant, il est difficile d'obtenir mieux que 20 dB et les résidus doivent être filtrés.

Deux moyens peuvent être utilisés pour ce filtrage qui doit permettre une atténuation significative des composants harmoniques et sous-harmoniques indésirables.

Tout d'abord, la gamme de fréquence, l'octave en l'occurrence, peut être découpée en sous-bandes comportant chacune un

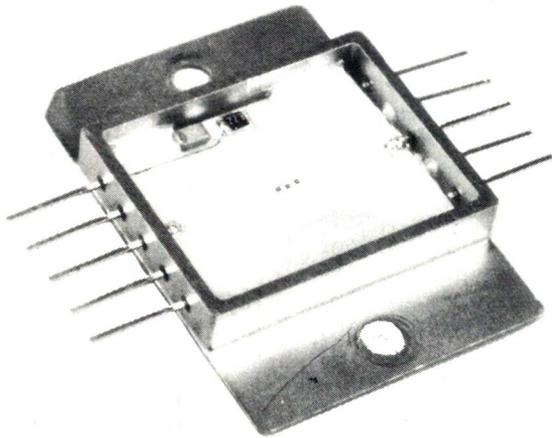


Fig. 14. - Filtre suiveur 1,2/2,4 GHz d'Adret accordé par varactor, réalisé sur alumine.

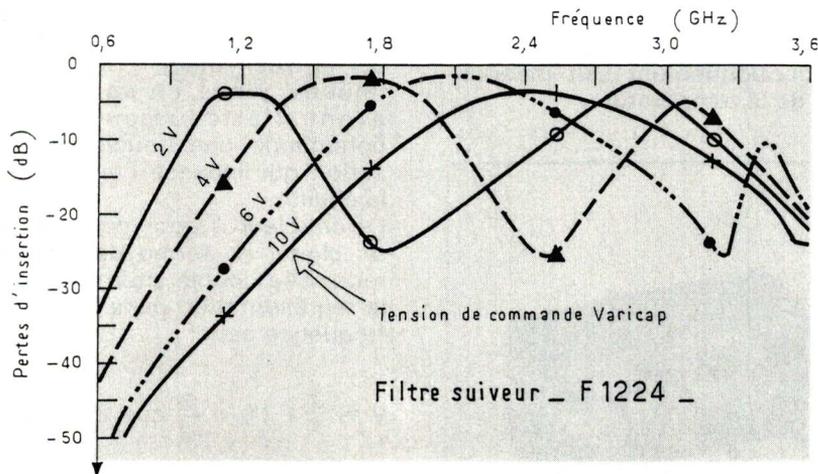


Fig. 15. - Caractéristique de transmission du filtre « suiveur ».

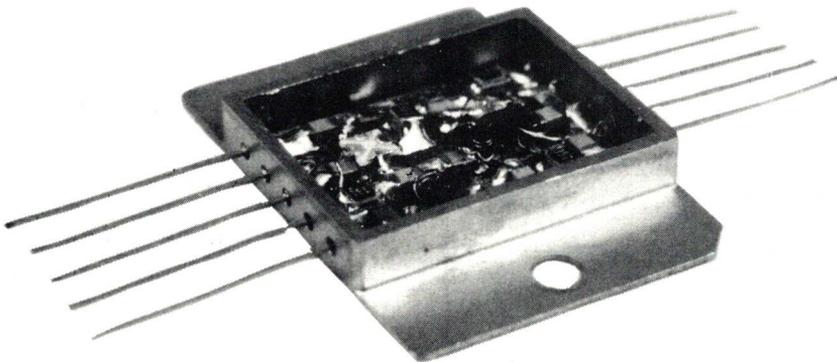


Fig. 16. - Amplificateur de sortie en technologie AsGa, réalisé par Adret.

filtre fixe, commuté électroniquement.

L'autre solution consiste à réaliser un filtre passe-bande dit « suiveur », comportant des varactors permettant l'accord du filtre sur la plage de fréquence requise au moyen d'une tension de commande.

C'est ce deuxième procédé qui a été retenu pour le 742A, principalement pour éviter les sauts de phase et d'amplitude occasionnés par les filtres commutés au moment des changements de filtre.

Une particularité intéressante réside dans le schéma équivalent de ce filtre suiveur, figure 13 qui procure un « zéro » de chaque côté de sa bande de transmission, précisément centré sur la fréquence 1/2 et 3/2 du signal désiré.

Dans le cas de la gamme 1 200/2 400, la réalisation d'un tel filtre ne saurait se faire en composants discrets et une solution micro-électronique couche mince avec des diodes varactors en puce a été retenue.

La figure 14 montre la réalisation du filtre sur alumine et la figure 15 la caractéristique de transmission pour 4 fréquences réparties dans la bande.

### Les amplificateurs de sortie

Le 742A ne compte pas moins de 3 amplificateurs de puissance.

Le premier, dont la bande s'étend de 100 kHz à 600 MHz, est réalisé à partir d'éléments monolithiques à l'exception du dernier étage confié à un transistor bipolaire discret. Son niveau de sortie de l'ordre de + 18 dBm à 1 dB de compression est nécessaire pour attaquer soit l'atténuateur en gamme directe, soit le premier doubleur.

Le deuxième amplificateur 600 à 1 200 MHz est un circuit hybride avec contre-réaction sans pertes qui sort également + 18 dBm.

Le troisième amplificateur (fig. 16), qui suit le filtre du deuxième doubleur passe la bande 1 200 à 2 400 avec des transistors FET AsGa et délivre un niveau de sortie de + 15 dBm.

Un circuit de commutation dont la structure générale rappelle celle d'un tripleur, permet d'aiguiller les différentes sorties vers le dé-

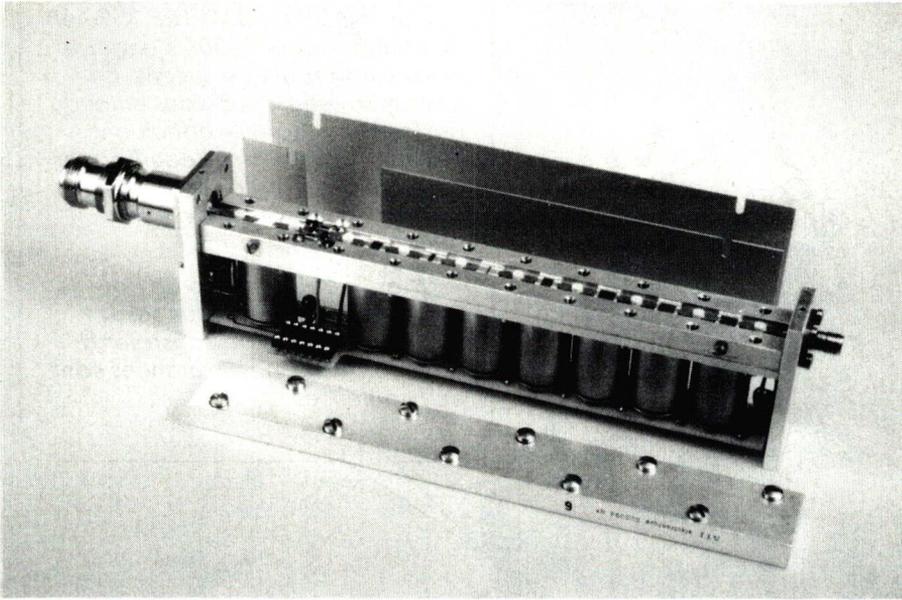


Fig. 17. - Atténuateur de sortie du 742 A.

tecteur, puis l'atténuateur de sortie.

### L'atténuateur de sortie, pièce maîtresse du générateur

Les performances demandées aujourd'hui à l'atténuateur de sortie d'un générateur RF sont assez impressionnantes.

La dynamique requise est en effet de 145 dB et la précision nécessaire de l'ordre du dB et si l'on rapproche ces chiffres de la bande passante qui va de 100 kHz à 2,4 GHz, on imagine aisément la difficulté d'une telle réalisation.

Le 742A est donc équipé d'un tout nouvel atténuateur dont le principe de commutation original, breveté, réduit au minimum le nombre de pièces en mouvement et l'amplitude des déplacements. Cette conception est la garantie d'une grande longévité, condition indispensable pour l'utilisation du générateur pour des tests automatiques.

Sur le plan électrique, les cellules d'atténuation sont des circuits résistifs au nitrure de tantale sur alumine, technologie qui garantit une réponse parfaitement plate en fréquence et une très bonne précision et stabilité.

Un dispositif de protection contre les réinjections de puissance jus-

qu'à 50 W est incorporé à l'atténuateur et se compose d'un limiteur de puissance à diodes et d'un relais de coupure. Le limiteur agit instantanément, mais ne peut supporter les 50 W nécessaires que quelques dizaines de ms et le relais, commandé par un détecteur spécial situé sur la prise de sortie, assure une coupure en temps utile et tant que le phénomène subsiste.

La figure 17 montre une photographie de l'atténuateur, fabriqué sans licence par la société A.T.I. dont on connaît les réalisations dans le domaine des connecteurs coaxiaux hyperfréquences, et qui va prochainement commercialiser diverses versions du produit.

### Un point important : l'aspect EMI

Un bon atténuateur ne suffit pas pour faire un bon générateur. En effet, celui-ci doit répondre aux normes EMI qui garantissent à l'utilisateur un faible rayonnement des circuits vers l'extérieur et une faible susceptibilité aux rayonnements ambiants.

Les mesures sur certains récepteurs très sensibles exigent actuellement un champ inférieur à 0,5  $\mu$ V à proximité immédiate du générateur. Ce résultat ne peut être atteint qu'en soignant les circuits pour diminuer l'émission à

l'intérieur de l'instrument (plan masse sur les cartes, blindage de certains circuits, modules étanches pour d'autres) et en réalisant une enceinte extérieure parfaitement étanche aux rayonnements. La conception mécanique du 742A réalise cette dernière condition par l'utilisation de profilés et de pièces en métal moulé spécialement développés et comportant une gorge destinée à recevoir un joint hyperfréquence. Les modules RF en fonderie possèdent également des joints et nombre de liaisons coaxiales sont réalisées en semi-rigide. Enfin, le bus interne microprocesseur est flottant, un filtrage est prévu sur les entrées et sorties de toutes les cartes ou modules.

## En conclusion

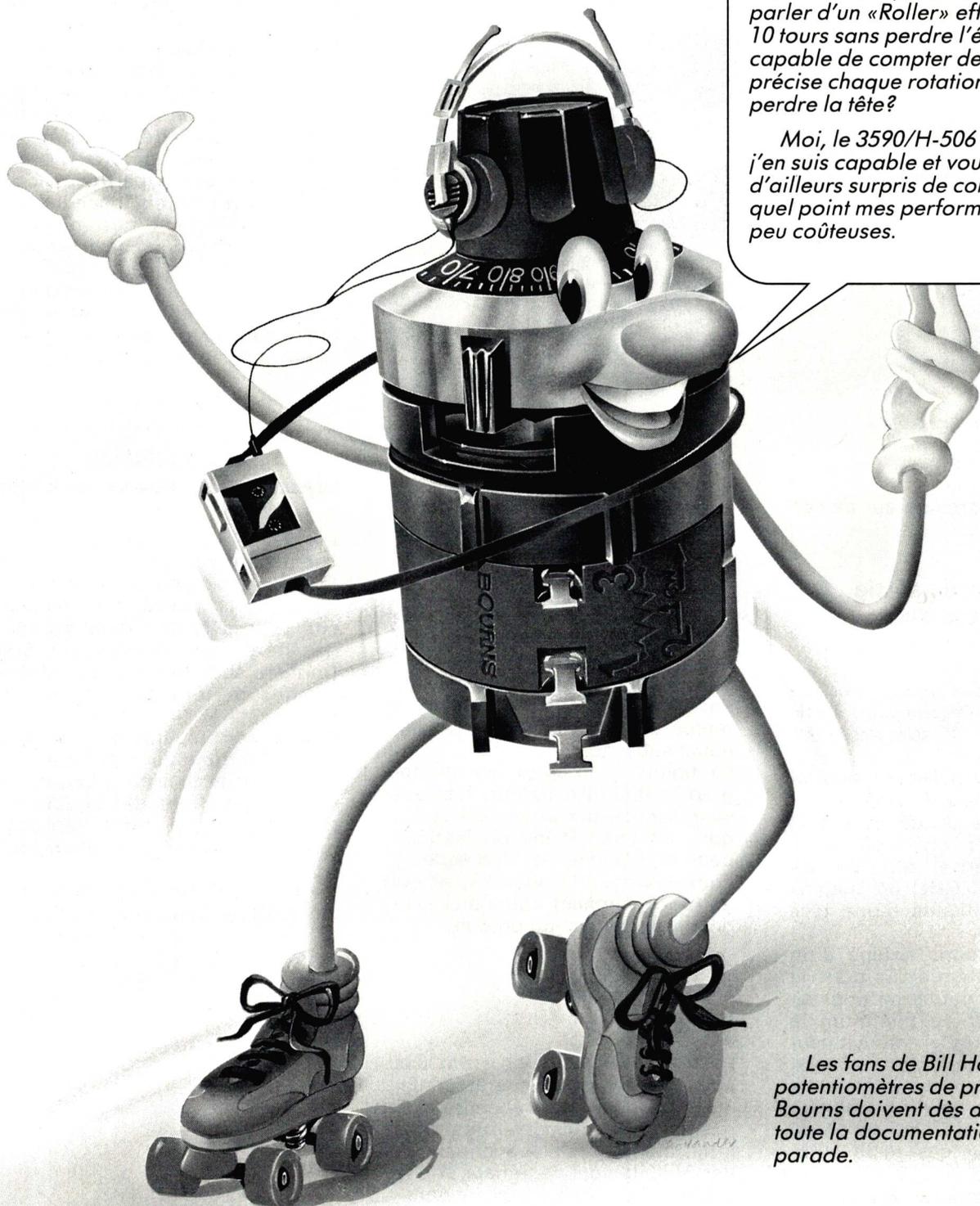
Le 742A se présente donc comme le premier générateur RF 2,4 GHz d'un prix abordable. Il se place par la qualité et la multiplicité de ses fonctions de l'homogénéité de ses performances à la frontière supérieure de la catégorie des générateurs moyenne gamme.

Cet appareil se situe dans la ligne du 740A dont la réputation de qualité et de fiabilité a largement dépassé nos frontières et dont les utilisateurs apprécient l'ergonomie et la grande facilité d'emploi.

**J. LE ROY** Directeur Marketing  
**J. REMY** Directeur des Etudes  
*Adret Electronique*

**R**ock Around the Clock» a été un succès mondial. L'Association du POTENTIOMETRE 3590 et du compte-tours H-506 s'engage aussi sur la route du succès. En toute modestie, avez-vous entendu parler d'un «Roller» effectuant 10 tours sans perdre l'équilibre et capable de compter de façon très précise chaque rotation sans perdre la tête?

Moi, le 3590/H-506 de Bourns, j'en suis capable et vous serez d'ailleurs surpris de constater à quel point mes performances sont peu coûteuses.



Les fans de Bill Haley et des potentiomètres de précision Bourns doivent dès aujourd'hui toute la documentation sur ce hit-parade.

cpw B-05 F

**DIMACEL**

Région parisienne: Clichy, ☎ (1) 47 30 15 15  
 Région ouest: Rennes, ☎ 99 50 25 92  
 Région Rhône: Saint-Priest, ☎ 78 21 37 21;  
 Région méditerranée: Les Milles, ☎ 42 39 85 50.  
 Région est: Strasbourg, ☎ 88 22 07 19  
 Région nord: Lille, ☎ 20 30 85 80  
 Région Alpes: Saint-Martin-d'Herès,  
 ☎ 76 24 24 30.  
 Région sud-ouest: Bordeaux, ☎ 56 81 14 40;  
 Région sud: Toulouse, ☎ 61 40 96 50.

RADIALEX, Lyon, ☎ 78 89 45 45 et  
 Grenoble, ☎ 76 49 49 92.  
 S.C.T. Toutélectric, Toulouse,  
 ☎ 61 22 04 22, Bordeaux, ☎ 56 86 50 31  
 BANELEC, Châtillon, ☎ (1) 46 55 43 43  
 I.S.A. Electronique, Maisons-Laffitte,  
 ☎ (1) 39 12 24 52  
 DIMEL, Toulon, ☎ 94 41 49 63.  
 I.S.C. «International Semi-Conductor Corp.  
 France», Suresnes, ☎ (1) 45 06 42 75.



Bourns-Ohmic,  
 21/23 rue des Ardennes, 75019 Paris  
 ☎ (1) 40 03 36 04

## Maintenance et étalonnage des oscilloscopes

# PROGRAMME DE TEST

*La simplification et la rapidité de la maintenance caractérisent la nouvelle famille d'oscilloscopes 50 MHz Philips, type PM3050.*

*Une procédure incorporée rapide et automatique de vérification peut être initialisée à tout moment par l'utilisateur, lui donnant virtuellement une assurance immédiate de fonctionnement correct.*

*Lorsque l'étalonnage est nécessaire, celui-ci peut être fait très rapidement et efficacement par une connexion à un système automatisé. Ceci est rendu possible par une interface IEEE extérieure optionnelle qui est très facilement transportable d'un oscilloscope à un autre. Naturellement, ce bloc IEEE peut aussi être utilisé d'une manière traditionnelle pour la connexion de l'oscilloscope dans un environnement de test automatisé.*

### Généralités

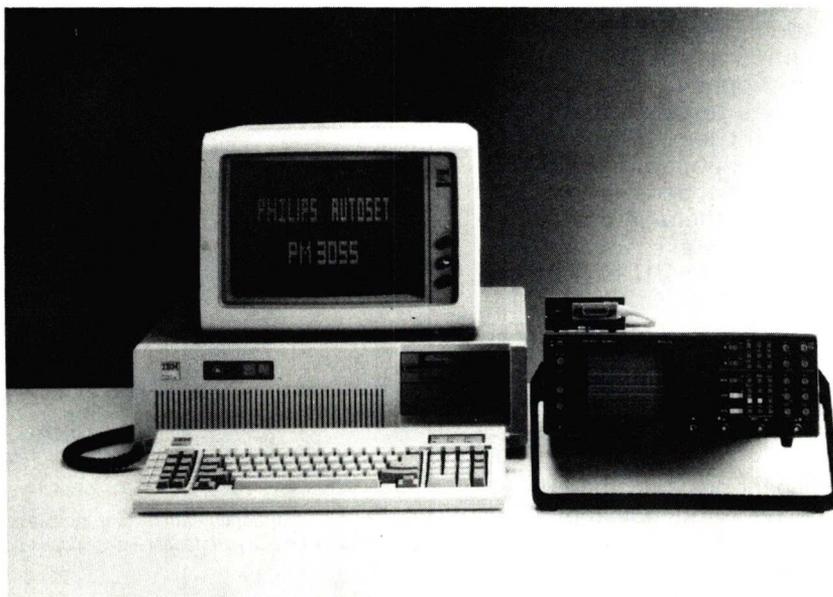
La simplification et la rapidité de la maintenance et de l'étalonnage dont bénéficient les nouveaux oscilloscopes 50 MHz de Philips, répondent aux desiderata des nombreux utilisateurs qui souhaitent – ou ont besoin – de l'assurance de performances correctes et un étalonnage à intervalles réguliers.

Cette exigence a été atteinte de deux manières. La première, en incorporant une procédure de vérification rapide et automatique que l'utilisateur peut sélectionner

à tout moment, et qui lui procure une assurance virtuelle et immédiate du fonctionnement correct. La seconde, au moyen d'une interface IEEE externe rapidement connectée à un équipement spécialisé pour l'étalonnage.

La procédure de vérification rapide et automatique fonctionne entièrement automatiquement, et comprend une séquence de dix pas de test, chacun ayant son propre affichage d'écran qui peut être comparé à des exemples que l'on trouvera dans le manuel de fonctionnement. Toutes différences sera facilement visibles.

*La possibilité de l'interconnexion de l'option IEEE des scopes de la série PM 3050, utilisant un adaptateur séparé IEEE/12 C PM 8953, permet à l'instrument d'être connecté directement à un système d'étalonnage automatisé.*



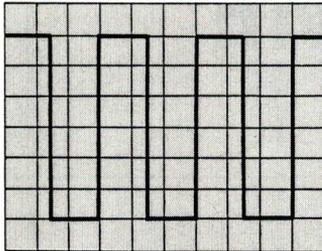
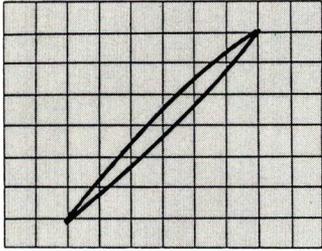


Fig. 1 : Deux exemples des programmes de test incorporés des scopes de la série PM3050 : la déflexion X est testée par l'affichage d'un signal ayant un angle de 45° ; et l'entrée DC est testée par l'affichage correct d'un signal de forme carré.

## Essai de toutes les fonctions importantes

Ces pas de test essaient toutes les fonctions importantes du bloc, y compris les contrôles de la face avant. Naturellement, ce programme n'est pas fait pour tester l'étalonnage exact de l'instrument ; malgré tout il procure une confirmation rapide et convenable d'un fonctionnement correct au niveau fonctionnel.

Les fonctions testées dans cette séquence sont les entrées DC et AC, alterné, chopped, additionné, amplificateur de base de temps, déflexion X, affichage déclenché et MTBI et DTB avec déclenchement à la fois en DC et crête-à-crête.

Cette séquence de test est terminée en 30 secondes environ, et cependant permet à l'utilisateur de vérifier que l'instrument fonctionne correctement à tout moment.

Ces oscilloscopes bon marché et de bande de fréquence moyenne sont les seuls instruments de leurs classes à présenter un tel programme de test incorporé.

## Nécessité de l'étalonnage régulier

Aujourd'hui la nécessité de l'étalonnage régulier de l'instrument a été prévue dans la conception des nouveaux oscilloscopes 50 MHz. Bien entendu, l'étalonnage manuel est toujours possible avec l'utilisation d'instruments extérieurs. Mais, dans la plupart des cas, les utilisateurs exigent un étalonnage et un certificat par une autorité ou organisation agréée.

De telles organisations possèdent normalement des systèmes automatisés pour effectuer des éta-

lonnages d'une façon rapide et avec une grande précision.

Ces possibilités seront dans la plupart des cas disponibles à un coût relativement économique au service de maintenance de Philips.

L'interface IEEE externe, optionnelle, qui est disponible pour les oscilloscopes de 50 MHz permet une connexion directe de l'oscilloscope à de tels systèmes automatisés. Une vérification fonctionnelle et l'étalonnage peuvent ensuite être faits très rapidement et efficacement, avec en plus une édition des résultats des mesures. Par comparaison, une procédure d'étalonnage manuel prend de deux à trois heures de travail.

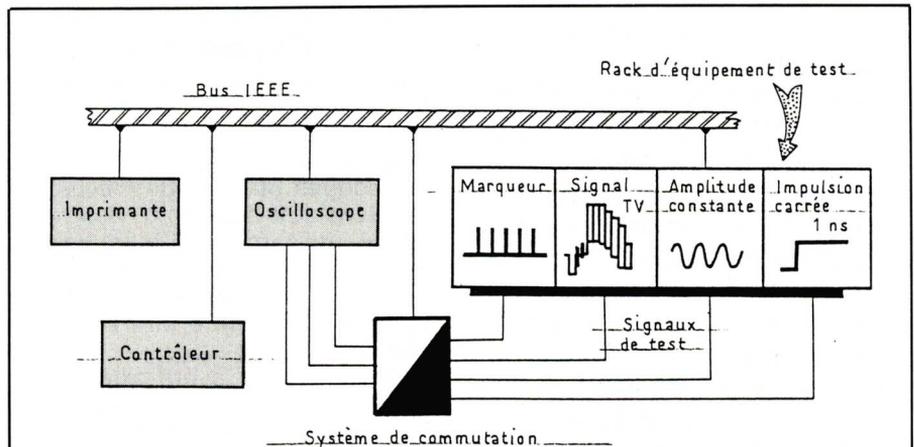


Fig. 2 : Configuration d'une système d'étalonnage automatisé, auquel l'oscilloscope est connecté en utilisant l'ensemble d'interface externe IEEE.

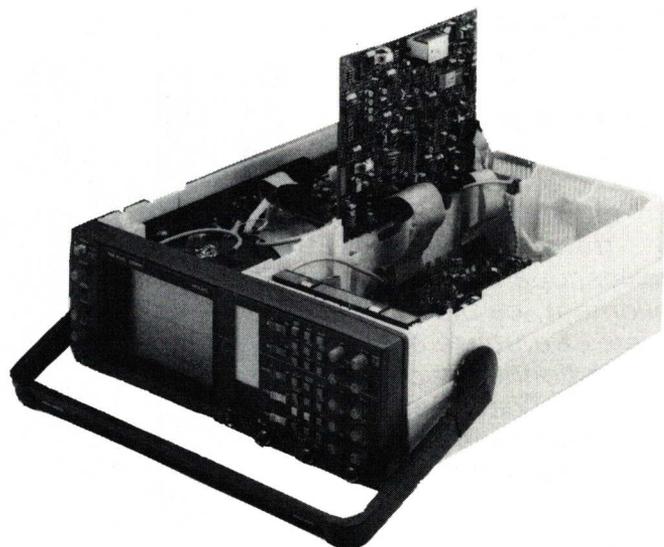


Fig. 3 : La construction entièrement modulaire et l'extraordinaire accessibilité de tous les principaux composants rend la maintenance des scopes de la série PM 3050 rapide, simple et bon marché.

## Réponse économique aux besoins du bus IEEE

L'utilisation d'une interface séparée, extérieure apporte un grand avantage dans cette situation, comparé à une carte habituelle d'interface incorporée.

L'interface est très facilement transférable d'un appareil à un autre, ainsi les utilisateurs ayant plus d'un oscilloscope n'auront pas besoin de plus d'une seule interface.

Naturellement, le bloc interface n'a pas été conçu spécifiquement pour une utilisation dans des systèmes d'étalonnage. Son usage premier sera la connexion d'oscilloscope dans des applications de systèmes orientées vers la mesure.

En fait, cette interface séparée

est une réponse originale et très économique au besoin des ressources du bus IEEE dans des appareils bon marché, et permet à Philips d'avoir les premiers modèles, bon marché, de bande de fréquence moyenne, ayant une option IEEE.

## Maintenance facile, rapide et réparation

Même avec le soin qui a présidé à la conception et à toutes les étapes de la construction des nouveaux oscilloscopes pour en assurer la qualité, on peut encore occasionnellement avoir besoin de réparation ou de maintenance. Dans ces cas, la conception de base de l'instrument rend la maintenance très rapide et facile. L'accès à tous les composants est

très facile après le démontage du couvercle supérieur, et les Circuits Imprimés peuvent pivoter vers le haut, permettant un accès des deux côtés.

Quand une erreur a été repérée dans un module spécifique, celui-ci peut être enlevé très rapidement pour réparation ou échange. Le remplacement se fait simplement en enfichant le module et en connectant les câbles plats.

Cet excellent accès au composant et l'utilisation de modules facilement remplaçables assurent un temps d'arrêt de l'appareil minimum. De telles conditions efficaces de maintenance, naturellement, se rencontrent dans les centres de maintenance locaux de Philips partout dans le monde.

J.P. TOULON

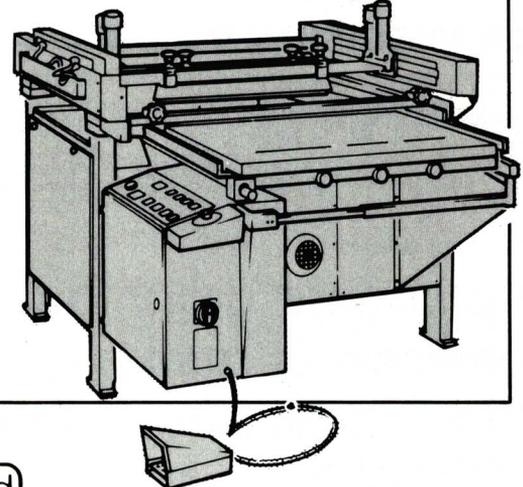
Philips Science Industrie

# Sérigraphie

## UNE GAMME COMPLETE

Un matériel éprouvé et utilisé par les grands de l'électronique

- Machine THIEME à plateau sortant, format 500 x 650 mm ou 650 x 900 mm.
- Machine 3/4 automatique ALFRA EXACT, format 500 x 700 mm.
- Machine semi-automatique ALFRA MICROMAT, format d'impression 500 x 700 mm ou 700 x 1000 mm.
- Tunnel UV T, 2 ou 3 tubes, largeur utile de 500 mm à 1700 mm.



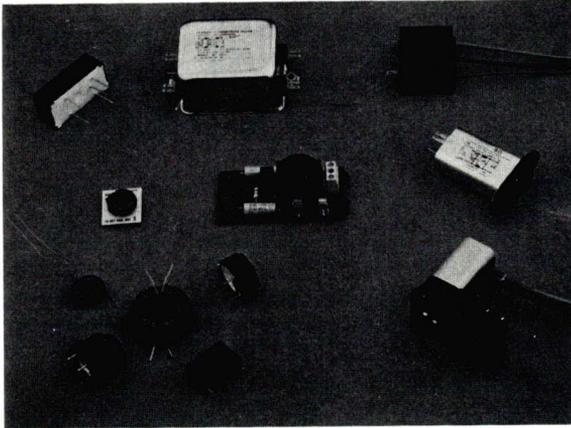
tripette & renaud

Z.I. du Val de Seine - 20, av. Marcelin Berthelot - 92390 VILLENEUVE-LA-GARENNE - Tél. : 47.98.42.22 - Téléx : TR-SER 620 219 F

## FRIBOURG CONDENSATEURS FRANCE

et son agent : SECDIS

A VOTRE SERVICE pour toutes SOLUTIONS  
à vos PROBLÈMES E.M.C.



MESURE - ETUDIE - CONSEILLE et  
REALISE - en discrets ou intégrés

Leurs ingénieurs seront à votre disposition  
à LYON (INSA) du 16 au 19 septembre 86

Exposition : C. A. S. T.

20 Avenue Albert EINSTEIN  
69621 VILLEURBANNE Cedex

Stand N° 21 - Hall N° 3 - Travée N° 4

Usine : NOIREFONTAINE  
25190 ST-HIPPOLYTE-SUR-LE-DOUBS  
Téléphone : 81 96 93 89  
Telex : FRIBOURG 360 783 F

Agent : 19 rue de Chartres  
92400 COURBEVOIE  
Téléphone : 47 88 51 70  
Telex : SECDIS 620 985 F

## PONT AUTOMATIQUE R.L.C.

Programmable par bus 



PM 600 P : 20 Hz → 20 KHz

PM 610 P : 20 Hz → 150 KHz

Principaux paramètres mesurés :

R : 0,1 mΩ à 100 MΩ

L : 0,01 μH à 1000 H

C : 0,001 pF à 100 MF

D - Q - Rés - /Z/ - Ø - X - B - G

Tri par lots (11 catégories)

Composante continue de 5V à 40V et 1 à 100 mA

Précision de base 0,05 %

### ATTENTION NOUVELLE ADRESSE



PARC D'ACTIVITÉS DU MANDINET  
19, rue des Campanules  
LOGNES  
77321 MARNE LA VALLÉE CEDEX 2  
Tél. : 60.17.54.62  
Télex : 690 077 F



# KIPP & ZONEN

QUALITÉ  
PRIX

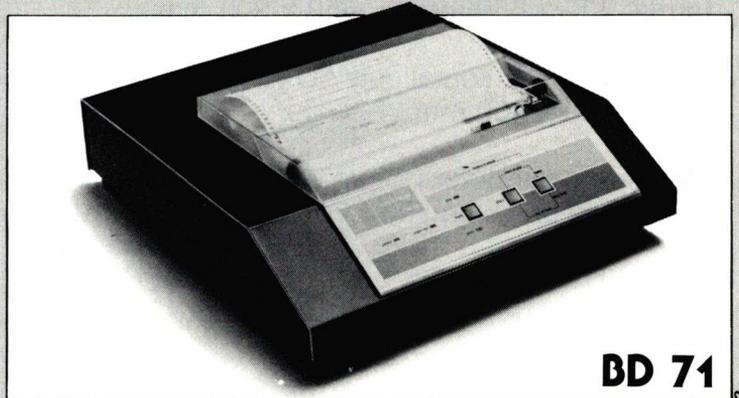
LA PRÉCISION DU LABORATOIRE AVEC LA FIABILITÉ INDUSTRIELLE

enregistreur imprimant  
printer/plotter

combinant à la fois

imprimante graphique  
enregistreur numérique  
enregistreur analogique

- Fonction graphique X (t) - X.Y.
- Imprimante 82 caractères/ligne
- Vitesse d'écriture > 50 caractères/sec.
- Interfaces : CENTRONICS - RS 232 C -  
boucle 20 mA - etc.



BD 71

#### AUTRES FABRICATIONS :

- Enregistreurs : 1 à 6 voies continues (tension, courant, température)
- Solarimètres - Pyranomètres
- Intégrateurs
- Enregistreurs alphanumériques

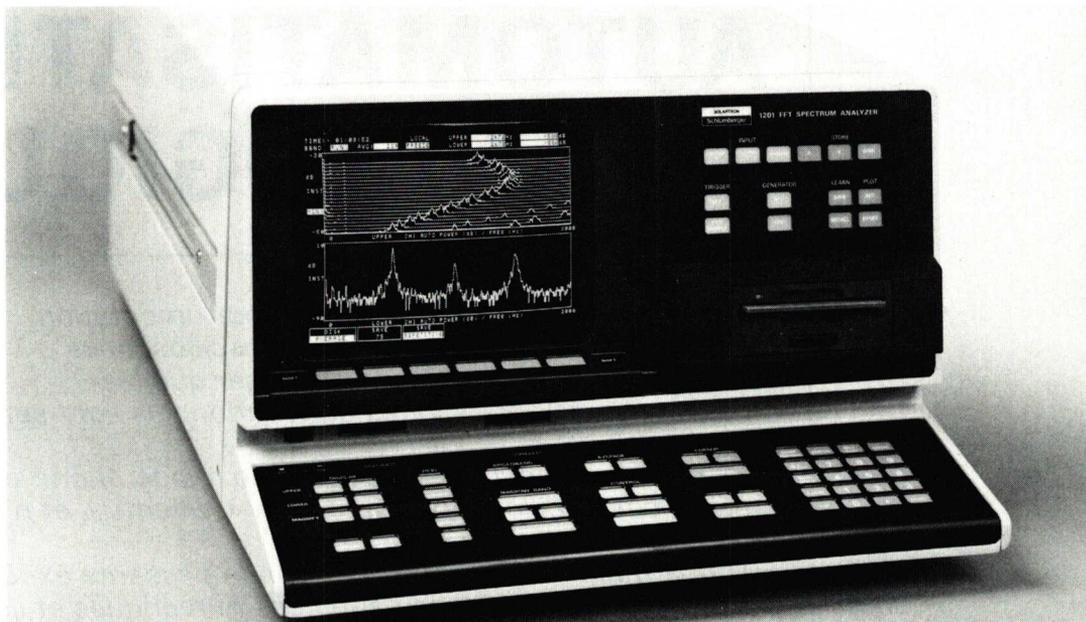
ENRAF-NONIUS FRANCE S.A.  
Dept. Kipp & Zonen

28 ter, avenue de Versailles, 93220 Gagny  
Tél. (1) 45.09.04.04  
Télex 282 870

---

# Enertec Instruments

---



## 1201 Analyseur de spectre la station de travail

---

L'analyseur de spectre par transformée de Fourier Enertec Instruments 1201 offre toutes les fonctions nécessaires à l'analyse de signaux dynamiques.

### La station de travail

Le 1201 constitue un système universel et économique pour un large éventail d'applications : analyse modale, analyse acoustique et diagnostic de machines tournantes.

La simplicité d'emploi du 1201 est assurée par un système de menus affichés sur un écran de grandes dimensions.

L'unité de disque incorporée complète l'approche poste de travail du 1201.

### Mémoire de masse incorporée

Type : unité de disque 3 1/2" double face, double densité.  
Capacité : 650 K dans un format compatible avec les calculateurs HP.

Mode : monocoup ou acquisition automatique.

Mémorisation : configurations de l'instrument.  
Données complexes des 2 voies  $\Phi_{xy}$ ,  $\Phi_{xx}$ ,  $\Phi_{yy}$   
8 K par fichier.

Rappel : toutes les fonctions dans un format quelconque.

### Logiciels d'applications

La connexion du 1201 à un ordinateur donne accès au catalogue suivant.

- Analyse modale  
Extraction des déformées spectrales SDOF et MDOF.  
Présentation des déformées sous forme fixe et animée.
- Intensimétrie acoustique  
Mesures de pression et intensité acoustiques.  
Présentation graphique des cartes acoustiques.
- Machines tournantes  
Maintenance prédictive.  
Analyse de tendances.

Enertec Instruments 5 rue Daguerre - 42030 St-Etienne cedex 2 France  
Tél. 77.25.22.64 - Télex 300796  
Agences : Grenoble 76.54.04.72, Marseille 91.66.68.21, Nancy 83.36.70.86,  
Rennes 99.38.00.56, St-Etienne 77.25.22.64, Toulouse 61.80.35.04, Montrouge (1) 47.46.67.00

ENERTEC

Schlumberger

## AUTOMATISATION ANALOGIQUES

*Les récents développements en instrumentation numérique, notamment avec les oscilloscopes numériques, peuvent faire supposer que les oscilloscopes analogiques conventionnels sont sur leur déclin.*

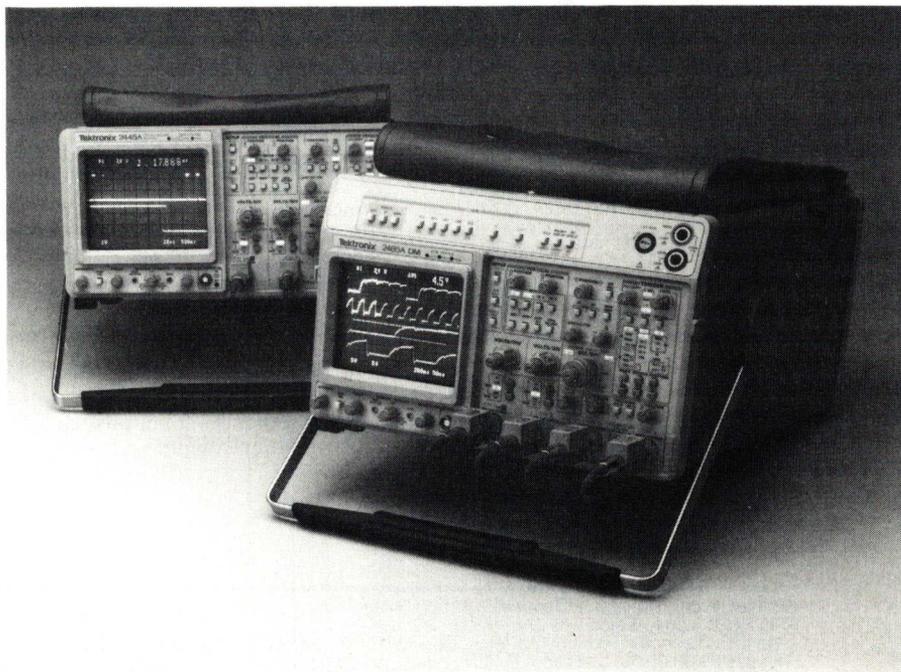
*La rumeur de leur « mort » est une exagération : en effet, ces oscilloscopes sont bien « vivants » et n'ont jamais été aussi puissants.*

*D'une manière générale, leur bande passante excède très largement celle des appareils numériques et ils sont irremplaçables pour la visualisation de phénomènes rapides.*

*De plus, les tout récents oscilloscopes analogiques intègrent des fonctions de mesures automatiques des paramètres d'un signal avec affichage complet des résultats sur l'écran.*

*Complétant ces possibilités, des curseurs offrent à l'utilisateur une grande variété de mesures sélectives.*

*Les nouveaux 2445 A et 2465 A, 150 et 350 MHz, quatre voies.*



# ET OSCILLOSCOPES

## Automatisation du fonctionnement

L'automatisation du fonctionnement est de loin la possibilité la plus intéressante des nouveaux oscilloscopes analogiques.

Les possibilités s'étendent, selon les modèles, de la mesure directe de paramètres par une touche, en passant par des séquences de mesures internes grâce au stockage de configuration, pour aboutir à des ensembles interconnectés gérés par un PC.

La manière exacte, dont la qualité et la répétitivité des mesures sont accrues, dépend de chaque application. Dans la plupart des cas, les fonctions internes conduisent à un accroissement substantiel de l'efficacité et de la productivité, sans investir dans un ordinateur. Les mêmes fonctions rendent encore plus puissants les systèmes de mesure automatique dans les applications de production.

Avant d'investir dans de l'instrumentation ou dans un système de mesure automatique, l'utilisateur se doit de prendre en considération des facteurs clés :

- la simplicité de configuration de l'appareil et des mesures doit être vraie à tous égards. Il faut en effet se méfier d'une simplicité apparente d'utilisation qui reporterait la complexité sur le logiciel d'application.

- la recherche de résultats de mesure directs doit être un leitmotiv. Un appareil fournissant de tels résultats est peut-être la vraie réponse à un besoin d'automatisation. S'il y a nécessité d'interconnexion avec un ordinateur, les calculs internes simplifieront

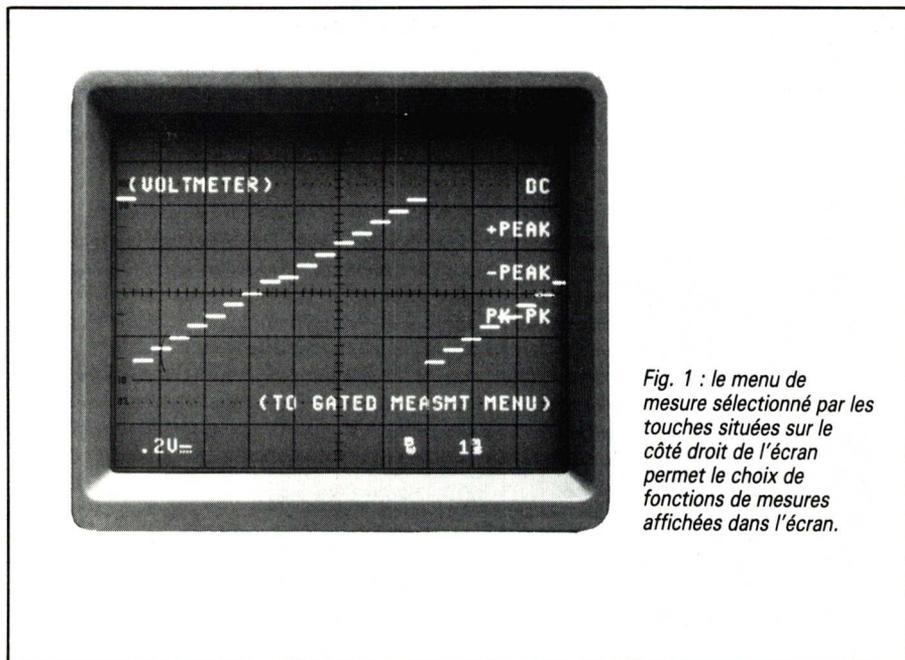


Fig. 1 : le menu de mesure sélectionné par les touches situées sur le côté droit de l'écran permet le choix de fonctions de mesures affichées dans l'écran.

les programmes externes et réduiront les temps de traitement.

- l'interaction humaine ne doit pas être négligée. De nombreuses heures de programmation peuvent être éliminées grâce à un opérateur qui percevra, d'un coup d'œil, l'anomalie dans un signal. L'importance de ces divers facteurs est examinée en détail dans les différentes approches d'automatisation des nouveaux oscilloscopes présentés ici.

## L'automatisation des mesures

Le nouvel oscilloscope 2246 portable, 4 voies, 100 MHz de Tektronix libère l'utilisateur de calculs fastidieux en lui offrant des mesu-

res entièrement automatiques par simple pression sur une touche programmée.

La sélection des mesures requises s'effectue par mesure apparaissant dans l'écran via une série de touches adjacentes au côté droit de l'écran (fig 1), chaque menu reprogrammant les touches utilisateurs pour une nouvelle fonction.

Les mesures possibles sont les valeurs crêtes positives, négatives, min., max. et la composante continue moyenne en ce qui concerne les paramètres d'amplitude.

Le résultat de la mesure sélectionnée s'affiche dans l'écran et l'utilisateur dispose, en plus, d'un repérage visuel de l'endroit où s'effectue la mesure grâce à un positionnement automatique de curseurs. Ainsi, pour la première

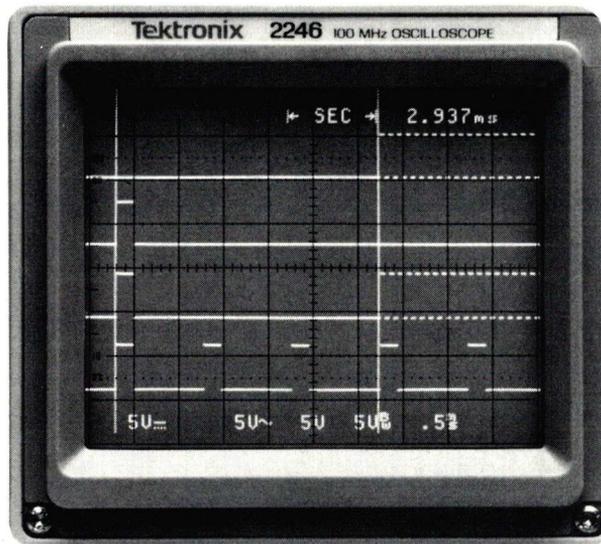


Fig. 2 : l'affichage de la mesure effectuée est indiqué dans le haut de l'écran avec un rappel visuel des points de mesure.



Fig. 3 : l'appareil recherche automatiquement la référence de masse (indiquée par un symbole dans l'écran) pour effectuer des mesures absolues.

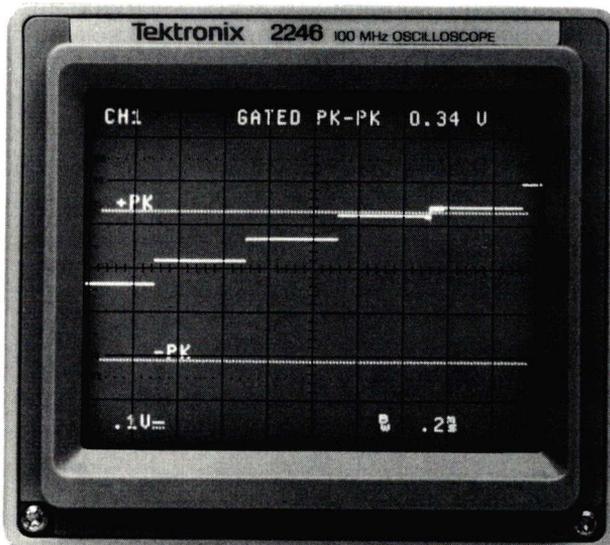


Fig. 4 : illustration d'une mesure dans une porte (surbrillance dans la 8ème division horizontale) d'une mesure crête-à-crête sur une impulsion parasite.

fois, l'opérateur lit le résultat d'une mesure précise (0,5 %) et a une confirmation visuelle sur le signal mesuré (fig. 2).

Le procédé est valable, quelle que soit la fonction sélectionnée. Ainsi donc les signaux ne doivent plus être positionnés manuellement pour réaliser des mesures et le technicien n'a plus à compter des divisions pour connaître instantanément un résultat.

Les risques d'erreur humaine sont ainsi éliminés ce qui accroît la rapidité des mesures et leur précision, la productivité se trouve par voie de conséquence accrue.

En plus de ces mesures entièrement automatiques, quatre modes de curseurs sont disponibles pour des mesures manuelles : il s'agit de différences de tension relatives ou absolues par rapport à la masse, de mesures de niveau de déclenchement et l'intervallomètre.

Dans un but de simplification et afin d'éviter des erreurs de positionnement, un mode spécial assure le repérage automatique de la ligne de masse sans avoir à commuter l'entrée de la voie utilisée sur la position GND (fig 3).

Dans les applications de logique, le technicien saura apprécier les indications des niveaux de déclenchement de chacune des bases de temps. Les curseurs lui permettront de créer des gabarits pour l'observation des dépassements de marge de temps ou d'amplitude ainsi que pour les mesures de gigue.

Dans ce type d'observation, l'opérateur humain est plus rapide qu'un système d'acquisition numérique de données dont le temps de traitement est important.

Une autre innovation qui accroît encore la puissance des mesures réalisables est concrétisée par un mode de mesure sélective dans une porte. Chaque mesure automatique peut, en effet, s'effectuer sur une partie du signal que choisira l'opérateur (fig 4).

Le positionnement du point de mesure est réalisé grâce à une surbrillance.

La variété des mesures sélectives possibles n'est limitée que par l'imagination de l'opérateur.

Les mesures de dépassement (overshoot) et d'aberration sont celles qui viennent immédiate-

ment à l'esprit. Les applications en robotique pour les moteurs pas à pas en sont un autre exemple. Chaque incrément d'amplitude pourra être facilement, rapidement et précisément quantifié.

Les mesures sur signaux vidéo seront également grandement simplifiées.

Dans le domaine des microprocesseurs, le technicien pourra utiliser les quatre voies pour réaliser des mesures d'écart de temps entre chacune d'entre elles. Les temps d'établissement, les durées des cycles d'écriture, de lecture, de boucle sont ainsi mesurés dans un minimum de temps.

Cet appareil 100 MHz, d'usage général repousse les limites d'utilisation des instruments de sa catégorie en incorporant de nombreuses innovations qui visent, en automatisant les mesures courantes, à accroître le potentiel de travail de chaque utilisateur.

Les mises au point, les dépannages sont ainsi réalisés plus rapidement et d'une manière plus sûre.

Le 2246 allie donc simplicité d'emploi et mesures automatiques tout en offrant un rapport qualité prix inégalé pour un oscilloscope 100 MHz à quatre voies, son prix étant inférieur à 25 000 F.

## Les possibilités de l'automatisation

Jusqu'à présent, l'automatisation complète d'un oscilloscope se comprenait par l'utilisation d'un ordinateur associé à l'appareil. Ainsi, la réalisation de séquences de mesures répétitives nécessitait le stockage de configurations de fonctionnement dans la mémoire du calculateur, elles étaient rechargées dans l'oscilloscope lors de l'exécution du programme de mesure.

Cette approche convient en test automatique pour des mesures très sophistiquées dans un environnement de production. Cependant, sa mise en œuvre est très lourde car elle oblige à créer un logiciel qui demande un temps de mise au point important.

Ceci est inadéquat pour les mesures journalières en laboratoire et

une autre approche doit être envisagée. Lors de la mise au point de prototypes, l'ingénieur électronique doit réaliser un grand nombre de mesures qui ne rentrent pas forcément dans les canevas de logiciels prédéterminés.

Les fonctions *Autoscope*, configuration et séquençement des nouveaux oscilloscopes *Tektronix 2445* et *2465*, 150 et 350 MHz quatre voies, répondent au besoin d'automatisation « libre ».

L'utilisation de la fonction *autoscope* libère l'opérateur du réglage de l'appareil pour obtenir une trace exploitable sur l'écran. Les sensibilités verticales, vitesses de balayage, conditions de déclenchement et positionnement des traces sont en effet réglés automatiquement par l'appareil quelque soit le nombre de voies utilisées.

Le gain de temps et la simplicité d'utilisation qui en résultent permettent à l'expérimentateur de progresser rapidement dans son travail.

Compte tenu du fait que beaucoup de mesures ont trait à des signaux logiques, la fonction *autoscope* des nouveaux appareils est capable de tester le rapport cyclique des signaux à visualiser pour optimiser la représentation d'impulsion brève à taux de répétition lent.

L'interaction humaine n'a cependant pas été négligée et l'opérateur peut sélectionner et affiner ses mesures pour des applications spécifiques en ayant la possibilité de mémoriser ses configurations des mesures dans l'appareil lui-même. La reconnaissance de ces configurations est simplifiée par la création de label qui sont mémorisés en même temps qu'elles.

Ainsi, par simple pression sur des touches le technicien peut visualiser une impulsion complète puis en examiner le dépassement (*overshoot*) et réaliser ensuite des mesures via des curseurs.

Des mesures très sophistiquées et délicates peuvent être effectuées d'une manière répétitive en toute sûreté dès qu'elles ont été mises en mémoire dans l'appareil. Les erreurs humaines de positionnement sont ainsi éliminées dans la mise au point et le test de cartes électroniques.

L'utilisateur dispose de 20 mé-

### L'optimisation du rapport qualité/prix par la technologie QuickChip

Pour concevoir les nouveaux oscilloscopes 2245 et 2246 *Tektronix* a dû relever plusieurs défis d'ingénierie. En particulier, il fallait, d'un côté, accroître les performances et la fonctionnalité de l'oscilloscope analogique, et, de l'autre, offrir des prix réduits dans la catégorie d'appareils visés.

En ce qui concerne les préamplificateurs 4 voies, les circuits de balayage et de déclenchement, la réponse à un besoin de très haute performance était technologiquement évidente : il fallait concevoir de nouveaux circuits intégrés spécialisés. Économiquement, cependant, de tels créations étaient hors de question.

Ce dilemme economico-technologique fut résolu par l'adoption de la technologie *QuickChip*. Conceptuellement, le *QuickChip* est la contrepartie analogique d'un *gate array* programmable.

La conception d'un circuit est réalisée en interconnectant des cellules élémentaires constituées de transistors, de capacités et de résistances sur des wafers préfabriqués non métallisés.

Un logiciel de CAE spécialisé fut créé pour la génération des arrangements d'interconnexion et des masques.

La conception finale des circuits définitifs consista en la métallisation de quatre couches de composants interconnectés sur un wafer standard produit en très grande quantité, elle fut réalisée en moins de trois semaines.

Les avantages de cette approche sont nombreux. En tout premier lieu, en tant que concepteur de circuits analogiques *Tektronix* ne fut pas ennuyé par l'apprentissage du développement de circuit intégrés ou par celui de l'implantation des composants.

En second lieu, le produit gain bande de 6,5 GHz des transistors élémentaires en *QuickChip* nous laissa une marge substantielle de performance pour les besoins de nos nouveaux oscilloscopes 100 MHz.

En dernier lieu, la seule fabrication spéciale fut la métallisation de circuits produits en très grande quantité.

La conséquence fut l'obtention de circuits personnalisés de très hautes performances pour un coût de réalisation infime par rapport à celui du développement complet de nouveaux circuits intégrés dans un laps de temps également très court.

## Mesure

moires de configurations pour le stockage de ses mesures les plus courantes.

Pour les applications nécessitant la répétition d'une séquence de mesure, le mode séquençement permet, par simple pression sur une seule touche, de faire défiler les différentes mesures. Plusieurs séquences sont stockables dans l'oscilloscope.

Une grande partie des mesures de petites séries peuvent ainsi être réalisées sans avoir recours à un calculateur extérieur.

L'interconnexion de plusieurs oscilloscopes entre-eux est possible pour réaliser des chaînes de mesure identiques dans un contexte de production.

Bénéficiant de nombreuses options de mesure à grande précision (0,001 %), ces nouveaux oscilloscopes peuvent constituer de véritables systèmes de test

autonomes très simples à mettre en œuvre. Les mesures automatiques de période, de fréquence, d'intervallométrie, de phase sont possibles.

L'autonomie de l'automatisation interne renforce encore la puissance de ces nouveaux appareils dans les applications utilisant des calculateurs pour la production et les tests automatiques en grande série.

En effet, le gain de temps tant pour la programmation des appareils que pour l'exécution des mesures est un facteur clé pour ce genre d'environnement.

La capacité des mémoires de configurations internes accélère d'une manière significative les cycles de test en déchargeant le calculateur ; ce dernier sera utilisé pour des calculs statistiques et ne sera plus esclave de l'instrument.

L'interactivité humaine trouve toujours sa place, même en environnement de production, dans le sens où un opérateur pourra se concentrer sur la détection d'anomalies dans les signaux visualisés et transmettre un résultat de mesure via un positionnement de curseurs.

Cette méthode est plus rapide que la numérisation pour la recherche par logiciel de la faute dans le cas de signaux très complexes.

Loin d'avoir « rendu l'âme » les oscilloscopes analogiques sont donc encore tout puissants grâce aux nouvelles possibilités qui viennent d'être décrites ci-dessus.

Leur utilisation n'a jamais été aussi simple alors que leur possibilités de mesures en font de véritables systèmes de test autonomes.

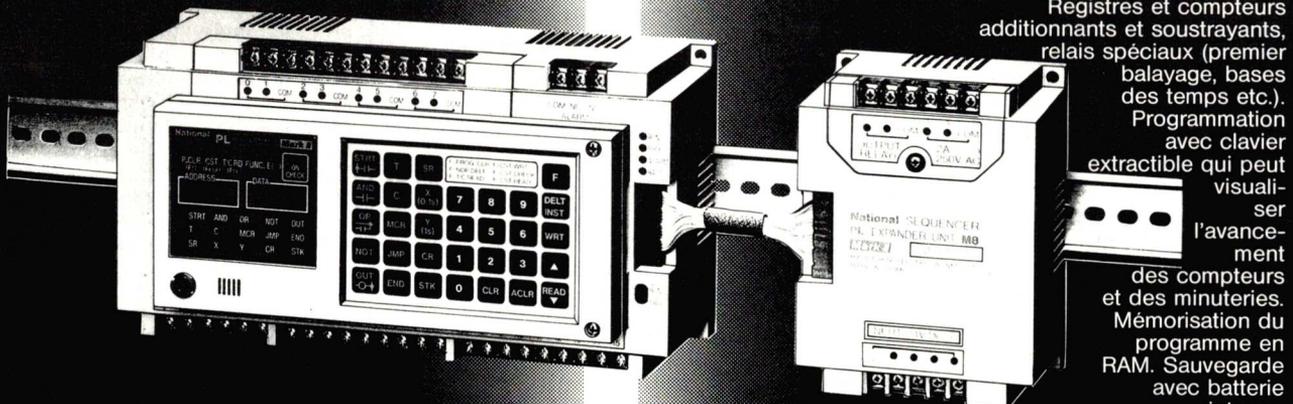
**P. LESNE**  
Tektronix

## NOUVEAUX AUTOMATES PROGRAMMABLES PL MARK II (MODULAIRES)

Nombre d'entrées et de sorties expansibles:

**PL24M** de 24 à 48 input/output

**PL48M** de 40 à 120 input/output



MONTAGE SUR RAIL DIN

**National**

Pour l'automatisation de Processus Industriels.

Les deux modèles effectuent des fonctions logiques extrêmement intéressantes pour l'automatisation de lignes de production comme par exemple:

Registres et compteurs additionnants et soustrayants, relais spéciaux (premier balayage, bases des temps etc.).

Programmation avec clavier extractible qui peut visualiser l'avancement

des compteurs et des minuteries. Mémorisation du programme en RAM. Sauvegarde avec batterie interne.

Fonctionnement avec EPROM amovible.

### FRANCE

#### ELCONTROL FRANCE

31 Rue de la G. Denise - 93000 BOBIGNY - PARIS  
Tel. (01) 48493523 - Telefax (01) 48490904  
Telex 211086 F

### ITALY

#### ELCONTROL s.p.a.

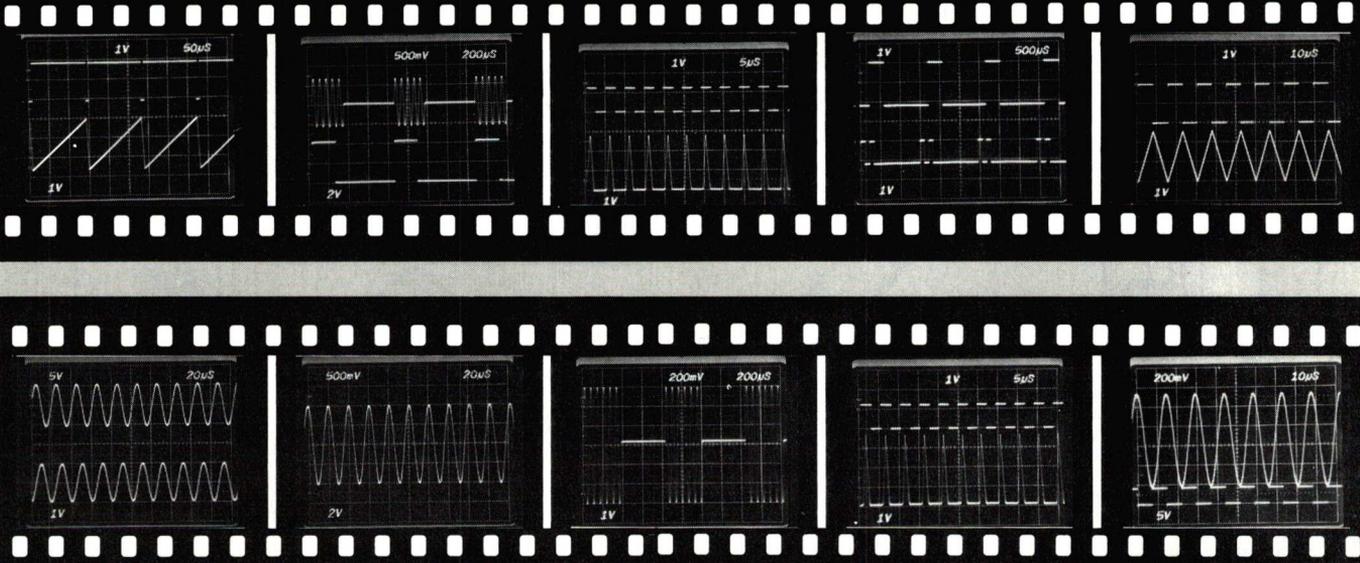
Blocco 7 n. 93 - 40050 CENTERGROSS - BOLOGNA  
Telefono (051) 861254 - Telex: 510331 ELCOBO-I  
Telefax (051) 861079

### SPAIN

#### ELCONTROL ESPAÑA S.A.

Calle de San Nazario 1 - 28002 MADRID  
Tel. 91-4135263

# THERMOMETRE 740 KEITHLEY... L'INSTANTANE DU SIGNAL



## Le précurseur

Avec le thermomètre scrutateur programmable 740 de KEITHLEY, vous bénéficiez de toutes les caractéristiques nécessaires à la mesure précise de la température. Ce qui est bien normal. Ce qui l'est moins et qui font du modèle 740 un véritable précurseur, ce sont les capacités supplémentaires dont nous l'avons doté... sans supplément !

- gamme -200,0 ° +1820 °C
- précision  $\pm 0,4$  °C à  $\pm 1$  °C
- types couples J, K, T, E, R, S, B & mV
- scrutation 20 voies/seconde jusqu'à 81 voies avec une seule adresse IEEE
- mémoire 100 mesures
- interface IEEE 488 Bus
- calibration numérique...



**KEITHLEY**

KEITHLEY INSTRUMENTS SARL

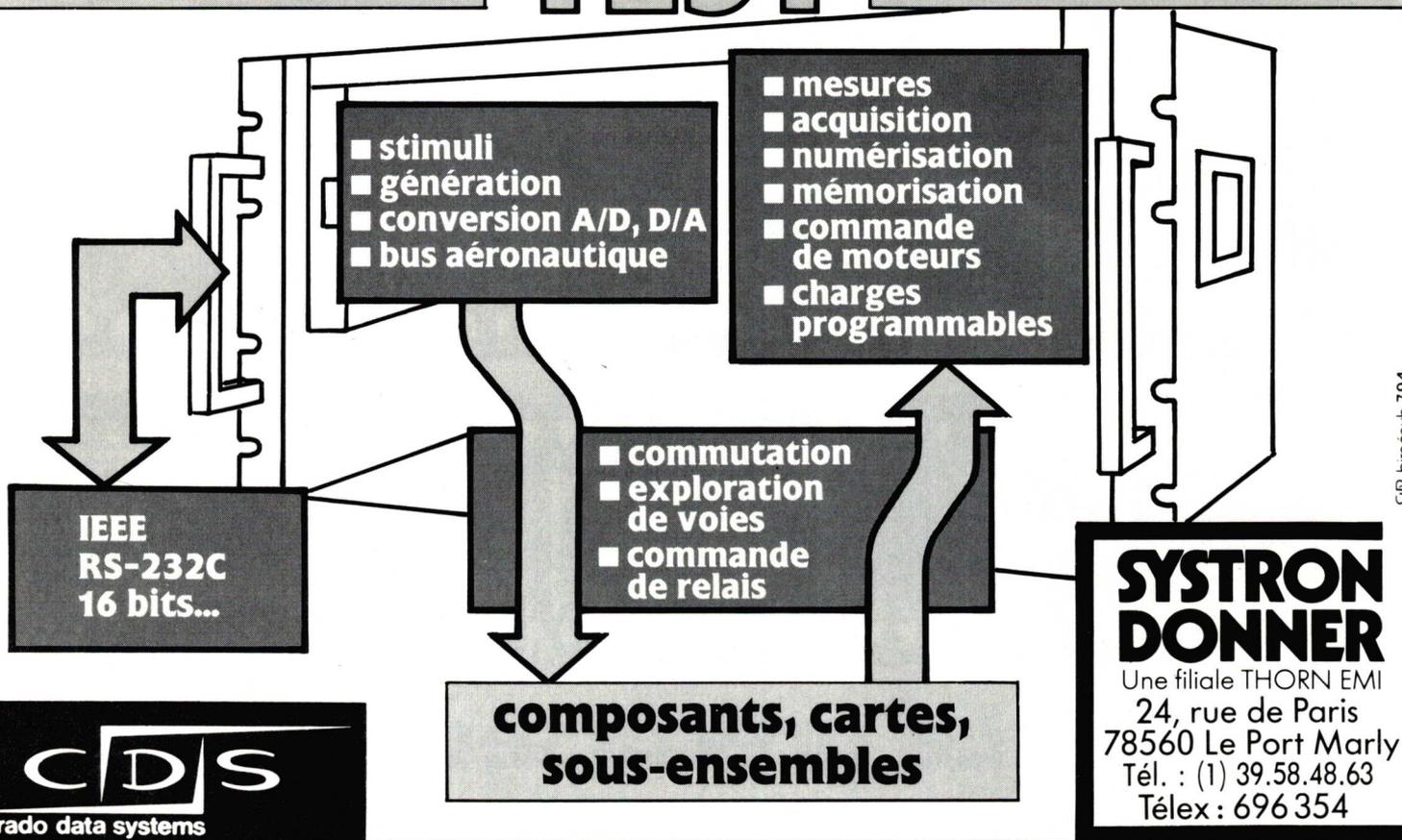
2 bis, rue Léon Blum, BP 60 - 91121 Palaiseau Cedex. Tél. (1) 60.11.51.55 - Télex / 600 933 F.

RAY

**contrôle réception  
vérification finale**

# TEST

**production  
assurance qualité**



## **ALIMENTATIONS ENFICHABLES SECTEUR A découpage avec 3 sorties**

Alimentations enfichables secteur à découpage primaire avec 1 ou 3 sorties jusqu'à 25 W.  
Pour l'alimentation professionnelle avec large domaine d'applications.  
Programme standard disponible.  
Exécution spéciale sur demande.

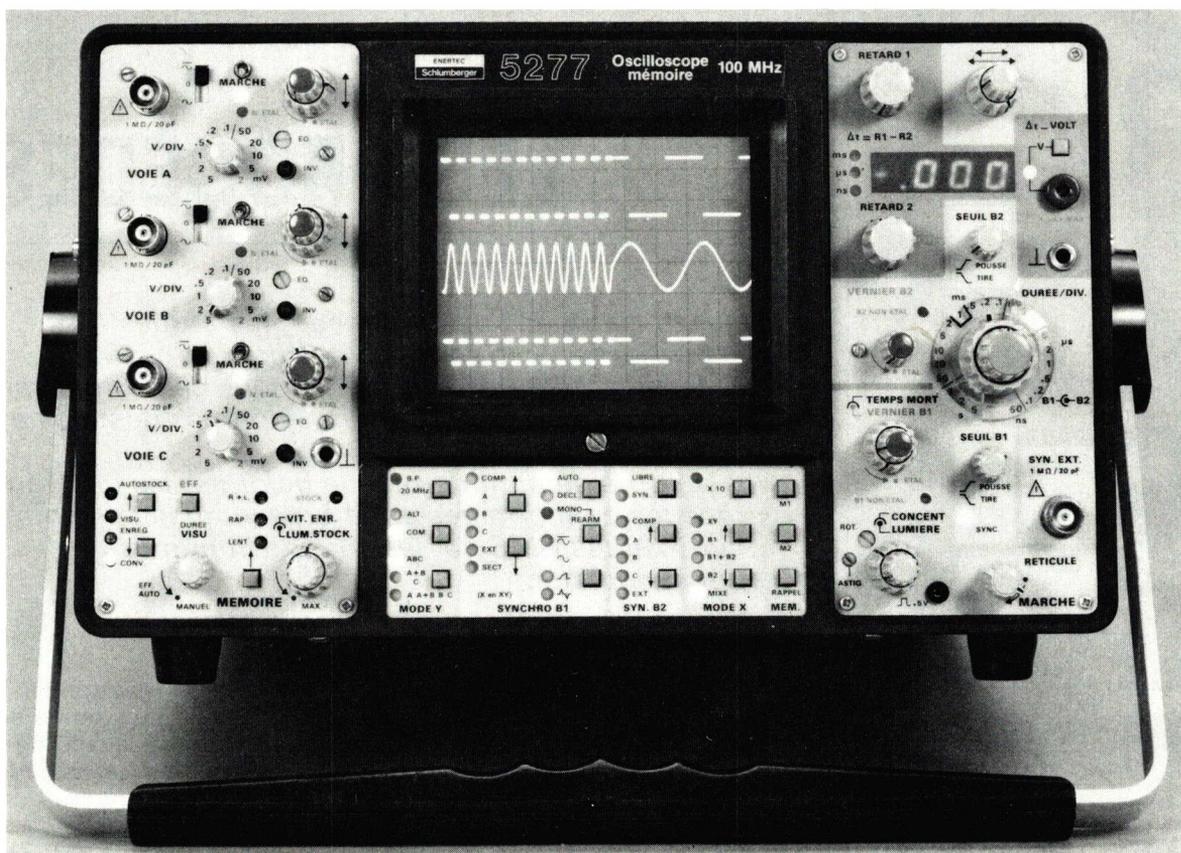


**Le premier fabricant en Europe  
de petites alimentations et chargeurs!**

**FRIWO**

ETS STAMBOULI ELECTROTECHNIQUE · 43, avenue du G1 de Gaulle/BP 2 · F 94420 LE PLESSIS TREVISE  
Tél. (1) 45 76 63 30+ · Télex 231 725 F

# Enertec Instruments



## 5277 Mémoire 2000 div/ $\mu$ s

### 100 MHz - 3 voies

Pour visualiser et analyser simultanément plusieurs signaux rapides, l'oscilloscope 5277 est sans équivalent sur le marché.

### Double cible et persistance variable

Il est le seul à être équipé d'un tube cathodique à mémoire, qui présente les avantages d'une double cible à persistance variable, doté d'une vitesse d'enregistrement exceptionnelle de 2000 div/ $\mu$ s sur un écran de 8x10 div.

### Multifonction

Le 5277 offre un confort inégalé d'utilisation avec :

Son clavier de commande et de mémorisation des fonctions, style «calculatrice»,

Son multimètre incorporé qui permet les mesures de tensions et d'intervalles de temps.

Son programme interne qui interdit toute configuration de fonctions erronées.

### Oscilloscopes série 52

5 autres modèles de conception identique équipés de tubes conventionnels sont également disponibles :

5220 : 100 MHz, 2 voies  
+ visu. synchro ;

5224 : 100 MHz, 4 voies ;

5227 : 100 MHz, 2 voies  
+ 1 voie TV 75  $\Omega$   
clampée ;

5228 : 250 MHz, 2 voies  
+ 1 voie C ;

5229 : 500 MHz, 2 voies  
+ visu. synchro.

Enertec Instruments 5 rue Daguerre - 42030 St-Etienne cedex 2 France  
Tél. 77.25.22.64 - Télex 300796  
Agences : Grenoble 76.54.04.72, Marseille 91.66.68.21, Nancy 83.36.70.86,  
Rennes 99.38.00.56, St-Etienne 77.25.22.64, Toulouse 61.80.35.04, Montrouge (1) 47.46.67.00

ENERTEC  
Schlumberger

## Technologie du montage en

# LES PROCÉDES DE

*Dans le cadre des deux précédentes études (TLE n° 514 et n° 515) nous avons passé en revue, successivement, les caractéristiques des composants, puis la conception des circuits imprimés destinés à recevoir les CMS.*

*Il s'agit maintenant de faire le point sur les différents procédés de montages et de brasure à mettre en œuvre pour fixer les CMS sur les circuits imprimés correspondants.*

### Les différents types de montages

Cette énumération des variantes possibles de montage est destinée à montrer toute la souplesse du procédé.

Les fabricants pourront choisir celle, ou celles qui conviennent le mieux aux outillages disponibles et aux produits à fabriquer.

#### Utilisation des CMS seuls

Ce cas de figure ne se produira pleinement que lorsque tous les composants seront disponibles en version CMS.

*Montage sur une face du circuit imprimé (fig. 1) :*

Cette technique utilise la sérigraphie de la pâte de soudure à l'endroit des plots de soudage des CMS, la pose des CMS, puis le soudage par refusion.

Une variante plus longue utilise le soudage à la vague ; la succession des opérations comporte le dépôt d'un point de colle pour fixer chaque CMS, la pose des CMS, la polymérisation de la

colle, la rotation du circuit imprimé, le fluxage, le soudage à la vague et le lavage du circuit pour éliminer les traces de flux.

*Montage sur les deux faces du circuit imprimé (fig. 2).*

Les opérations sont les suivantes : sérigraphie de la pâte de soudure pour former les plots de soudage, pose des CMS, refusion, rotation du circuit imprimé, dépôt d'un point de colle pour fixer chaque CMS, pose des CMS, polymérisation de la colle, rotation du circuit imprimé, fluxage, soudage à la vague et lavage.

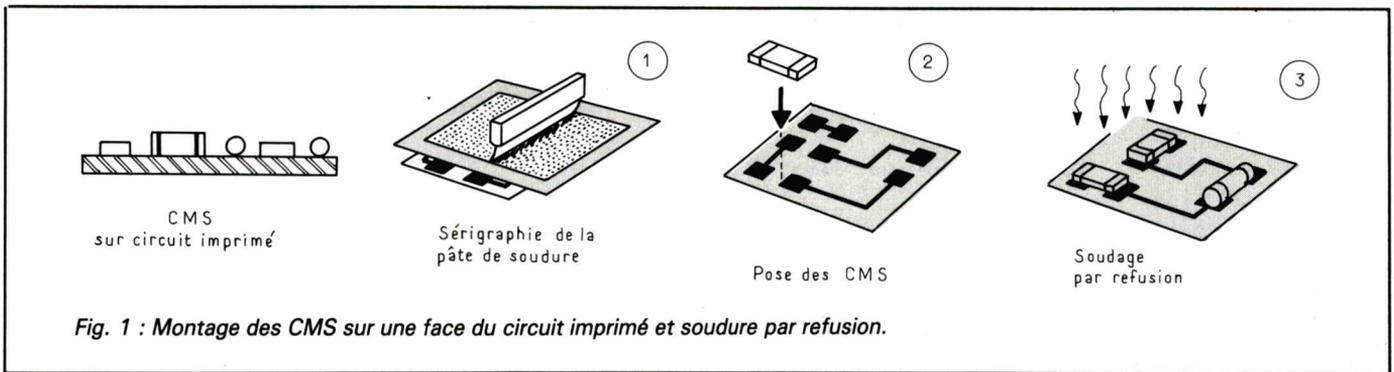
On peut éventuellement poser en premier les CMS les plus fragiles qui ne supportent pas, ou mal, le soudage à la vague, car la refusion provoque un choc thermique plus faible.

#### Utilisation des composants à fils sur une face et des CMS sur l'autre

Il s'agit du procédé le plus courant actuellement, étant donné que tous les composants n'existent pas en version CMS. On distingue deux variantes définies ci-après :

## surface des composants :

# MONTAGE ET DE BRASURE



*Pose des composants à fils avant les CMS (fig. 3).*

Le circuit imprimé est percé pour recevoir les composants à fils sur une face ; rotation du circuit imprimé, dépôt d'un point d'adhésif pour fixer chaque CMS, pose des CMS, durcissement ou polymé-

risation de l'adhésif, rotation du circuit imprimé, fluxage, soudage à la vague et lavage.

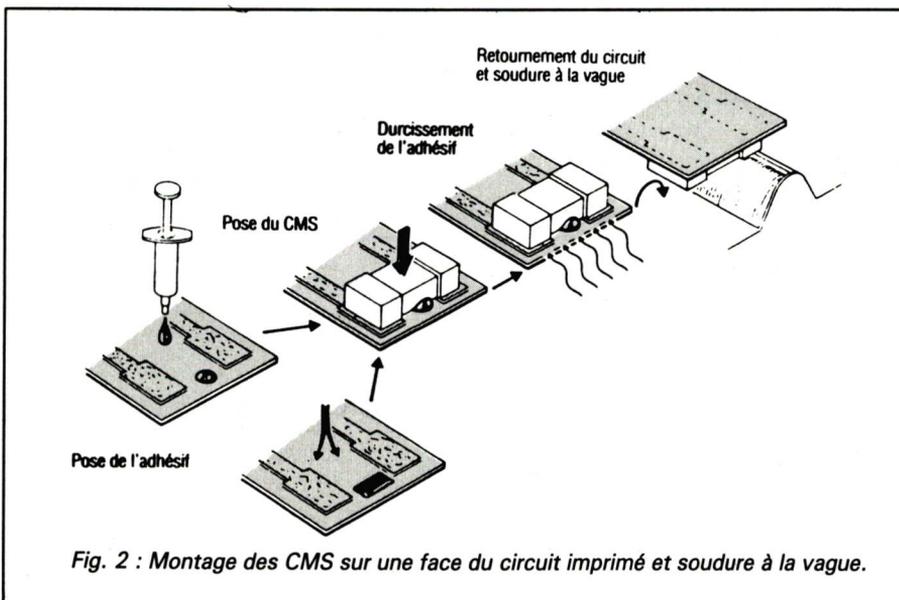
*Pose des CMS avant les composants à fils (fig. 4).*

Le circuit imprimé est percé, l'adhésif est déposé soit à la se-

ringue, soit par sérigraphie, les CMS sont placés, l'adhésif est polymérisé, le circuit imprimé est retourné, les composants à fils sont insérés dans les trous correspondants, enfin le circuit est soudé à la vague, puis lavé. Ce procédé ne peut être utilisé que si les composants à fils sont posés à la main. en effet, en automatique le cambrage des fils risque d'endommager les CMS.

**Utilisation des composants à fils sur une face et des CMS sur les deux faces (fig. 5).**

Cette technique permet d'obtenir une densité maximale pour un montage mixte. Les opérations se succèdent de la façon suivante : le circuit imprimé est percé, sérigraphie de la pâte de soudure, pose des CMS de la face supérieure, éventuellement ceux qui ne supportent pas le soudage à la vague, soudage par refusion, pose des composants à fils, rotation du circuit imprimé, dépôt de l'adhésif, pose des CMS de la face inférieure, polymérisation de l'adhésif, rotation du circuit im-



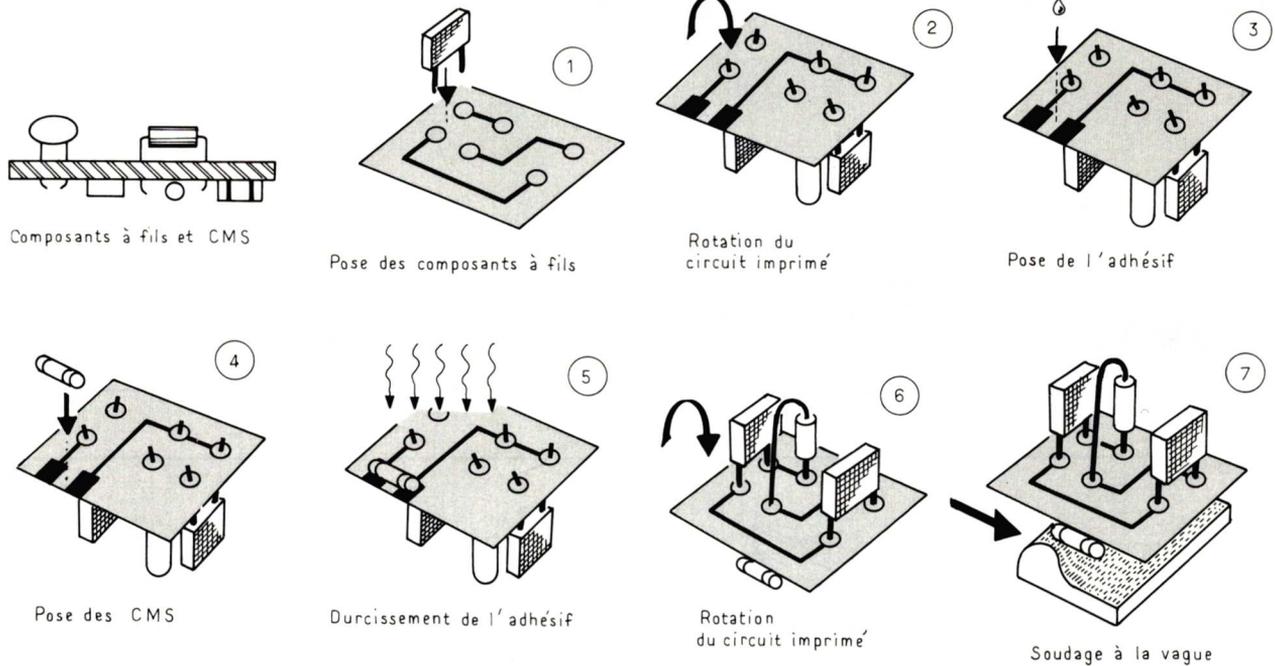


Fig. 3 : Composants à fils sur une face et CMS sur l'autre du circuit imprimé ; pose des composants à fils en premier.

primé, éventuellement pose manuelle des composants à fils lourds ou fragiles, non admis par la machine de placement, fluxage, soudage à la vague et lavage du circuit.

A noter que la machine de placement des CMS doit disposer d'une hauteur libre en dessous du circuit imprimé pour admettre la hauteur des composants à fils ; c'est le cas des automates de placement Siemens.

### Produits employés pour la fixation des CMS

#### Les adhésifs (ou colles).

L'adhésif doit maintenir le CMS lors de son transfert au four de séchage et de polymérisation, puis lors du soudage des connexions à la vague en présence de flux, et ce même pour le composant le plus lourd, sur toutes les surfaces.

Il ne doit pas attaquer, ni le CMS, ni le circuit et ne pas absorber d'humidité.

En résumé, l'adhésif doit présenter de nombreuses qualités. Il doit être : non toxique, inodore, non conducteur de l'électricité, bon conducteur de la chaleur, non corrosif, chimiquement stable, résistant aux températures élevées

jusqu'à 250°C, ininflammable, économique, sans dégradation au contact de l'air, présenter un collage immédiat, avec un temps de polymérisation court à basse énergie et présentant une force de collage convenable.

Un pôt d'adhésif ouvert doit être utilisable pendant plusieurs jours, à la température ambiante.

Enfin, le CMS ainsi collé doit pouvoir être remplacé en cas de défaut ; l'adhésif doit pouvoir être ramolli.

Les principales familles de produits pouvant être retenues sont les suivantes :

#### Les résines époxy

Celles-ci sont bien connues dans l'industrie électronique.

Leurs avantages principaux sont les suivants : bonne tenue à haute température, bonne résistance aux solvants, à l'humidité et polymérisation possible aux ultra-violets, bon remplissage.

Par contre, la durée de vie d'un pot ouvert est assez courte, à moins de le placer dans un réfrigérateur.

Certains produits nécessitent le mélange de deux composants et sont d'une application délicate.

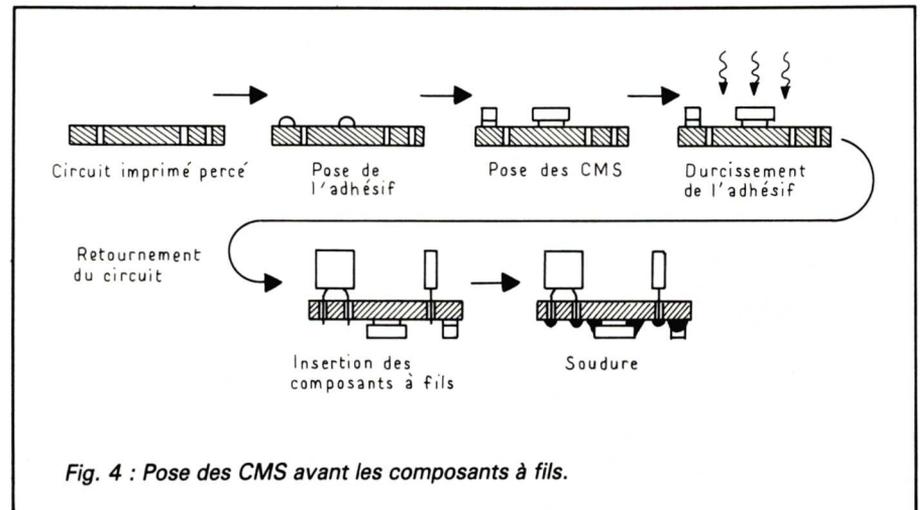


Fig. 4 : Pose des CMS avant les composants à fils.

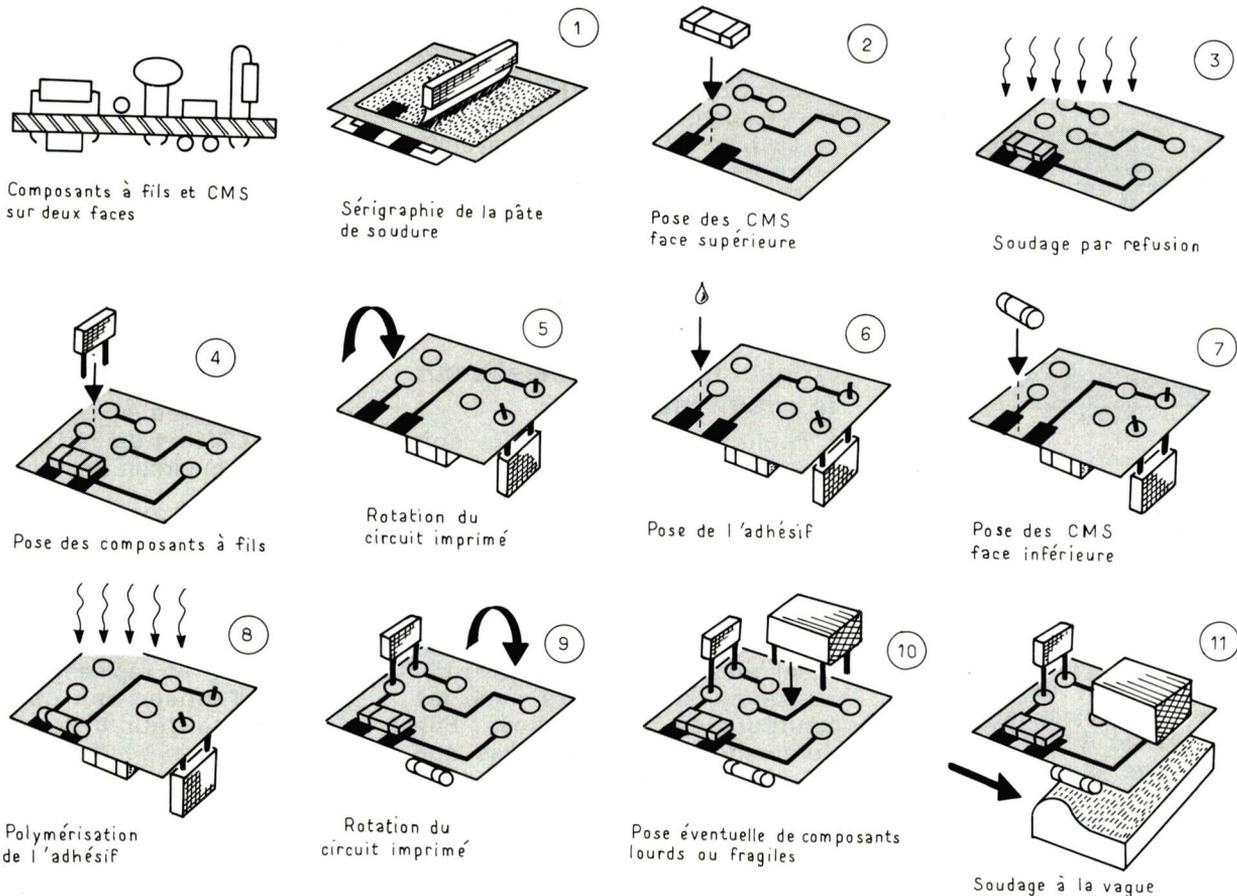


Fig. 5 : Composants à fils sur une face et CMS sur les 2 faces du circuit imprimé.

### Les résines cyano-acrylates.

Ces dernières sont intéressantes car elles ne nécessitent pas de mélange de composants, la durée de vie d'un pot ouvert est assez longue et ne requiert pas de réfrigération ; elles se polymérisent rapidement.

Par contre, elles sont sensibles à l'humidité, leur remplissage est médiocre et leur emploi est plus délicat.

### Les résines acryliques.

Ces résines présentent une bonne résistance à l'humidité et aux solvants avec un temps de polymérisation modéré.

Par contre, leur emploi est assez complexe.

Les machines de placement des CMS, selon leur principe n'admettent pas toutes les familles d'adhésif.

A signaler que les automates Siemens peuvent employer tous les

types d'adhésif courant, grâce à leur réglage du volume déposé, variable dans le rapport de 1 à 10 en 4 pas.

Cependant Siemens recommande la famille des thermoset époxy.

Ces produits ont une durée de conservation de plusieurs jours et présentent une polymérisation rapide. Un dépôt d'une hauteur comprise entre 60 et 80  $\mu$ m est polymérisé aux infra-rouges à 120°C, entre 3 et 4 minutes ; à 100°C ce temps atteint 6 à 7 minutes.

### Les pâtes de soudure.

Les pâtes de soudure servent, à la fois, à fixer les CMS sur les plots de connexion du circuit imprimé et, aussi, à effectuer les opérations de brasure.

Comme ce rôle est le plus important, la composition de ces pâtes sera étudiée au cours du paragraphe suivant.

### Les adhésifs conducteurs.

Les colles époxydes conductrices chargées à l'argent ou à l'or présentent une faible résistivité. Elles sont utilisées pour fixer les « puces » des semiconducteurs sur le substrat des circuits hybrides.

Ils est également possible de remplacer la soudure des sorties des CMS sur les plots des connexions du circuit par un collage conducteur. Ce procédé comporte les avantages suivants :

- Ces résines ne nécessitent aucun nettoyage avant et après le report des composants.
- Par leur souplesse ces colles supportent mieux les contraintes dues aux différences de dilatation.

La rupture des composants, ou des soudures, ainsi que la déformation des circuits imprimés sont évités : le passage des tests de cycle de température en est facilité.

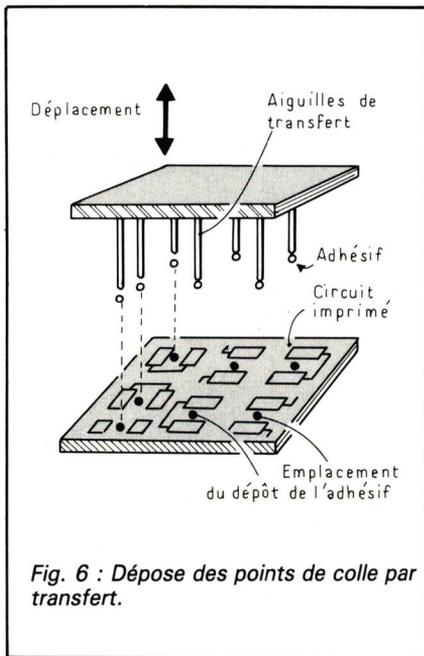


Fig. 6 : Dépose des points de colle par transfert.

- Les températures de polymérisation de ces colles se situent entre 120°C et 150°C, tandis que la soudure étain-plomb nécessite 220°C à 250°C, ce qui diminue l'importance du choc thermique.
- Le problème de dissolution des couches métalliques dans la soudure disparaît complètement, car la matrice de résine empêche toute migration métallique. Après un test de vieillissement de 1 000 heures à 150°C la résistance de contact reste stable.
- Les colles conductrices ne peuvent être employées qu'avec des composants dont les sorties sont en argent/palladium. C'est pourquoi Siemens présente, par exemple, deux séries de condensateurs céramique : une avec des sorties Ag/Pd principalement pour les circuits hybrides utilisant des colles conductrices et la seconde avec des sorties en étain pour les CMS à souder à la vague, ou par refusion.
- La réparation des circuits est facilitée. Il suffit de chauffer la résine à une température critique où elle devient élastomère. Le CMS défectueux peut alors être enlevé et remplacé, sans opération additionnelle.
- Cette filière ne peut être appliquée que lorsque le circuit imprimé ne comporte que des CMS. Elle n'est pas applicable aux composants à fils, ni aux circuits mixtes.

- En fabrication la succession des opérations est très simple ; elle comprend :
  - la sérigraphie de l'adhésif conducteur sur les plots de connexion du circuit imprimé.
  - La pose de la goutte de colle entre les plots pour maintenir les CMS.
  - Le report des composants.
  - La polymérisation des deux types d'adhésifs en une seule opération au four infra-rouge à 120°C.

### Application des adhésifs sur le circuit imprimé.

L'application des adhésifs doit pouvoir être effectuée par la machine de placement d'une façon précise, rapide et économique. Trois méthodes sont possibles :

#### Méthode du transfert :

La machine dépose simultanément tous les points d'adhésif nécessaires sur la carte avec les hauteurs de colle voulues. Elle comprend autant d'aiguilles que de points de colle à déposer. Un bac contient l'adhésif sous une hauteur constante. Les aiguilles descendent dans le bac ; selon leur diamètre, elles se chargent de plus ou moins de colle. Le réseau d'aiguilles remonte, puis il est appliqué sur le circuit déposant les points d'adhésif de hauteur voulue. Cette méthode convient pour les séries importantes à fabriquer ; elle est simple, avec une maintenance et un entretien facile et peu coûteux. (Fig. 6). Cependant l'adhésif doit avoir une viscosité précise et cons-

tante ; tous les types de colles ne peuvent pas être employés. Les gouttes de colle ne sont déposables que sur une surface plane. Une variante consiste à déposer la goutte de colle sous le CMS. Là, où les têtes de placement prennent par aspiration le ou les CMS et le ou les présentent devant un ou plusieurs tubes qui ont une goutte de colle qui perle à leur extrémité. Cela est valable pour des machines au débit moins rapide. On sait que la précision de la hauteur de colle est primordiale ; elle est déterminée en fonction du type de CMS et de l'épaisseur du cuivre sur le circuit imprimé.

#### Méthode de la sérigraphie :

Un écran est placé sur le circuit imprimé ; l'adhésif est déposé aux endroits voulus d'une façon uniforme. Cette méthode simultanée, simple et rapide ne permet pas de déposer des points de colle de hauteur différente en fonction du type de CMS. Elle n'est applicable que sur une surface plane, sans irrégularités. La hauteur du point de colle dépend de la viscosité de l'adhésif, du pas des mailles de l'écran, le nombre de mesh (nombre de mailles par pouce), ainsi que de l'épaisseur de la gélatine du masque. Pour la pose de l'adhésif qui peut être assez fluide, des écrans de 100 à 200 mesh conviennent. La sérigraphie est surtout utilisée pour la pose de la pâte de soudure sur les plots du circuit imprimé. Comme elle est moins fluide un écran de 80 à 100

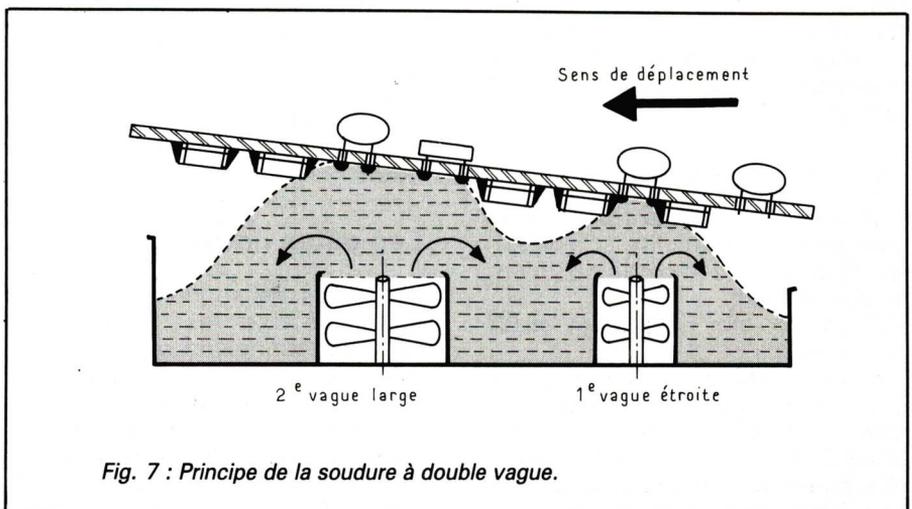


Fig. 7 : Principe de la soudure à double vague.

mesh convient. Le déplacement de la raclette doit être lent et la surépaisseur de la gélatine photosensible du masque doit être prévue en fonction de l'épaisseur de la couche à déposer.

Avec un écran de 80 mesh on dépose des couches de 135 à 175  $\mu\text{m}$ .

Les propriétés de rétention de la pâte sont importantes de façon que la couche déposée reste bien en place ; on évite ainsi la formation de billes par rassemblement de la soudure en des points privilégiés.

### Méthode du doseur :

Cette méthode permet la pose de points de colle de hauteur différente d'une façon séquentielle ; c'est celle qui est adoptée par les machines du type « Pick and Place ». Le bras du robot place le point de colle de hauteur voulue, puis le CMS à sa place. Il peut déposer le point de colle même sur une surface irrégulière.

C'est le système adopté sur les machines de placement *Siemens*. Grâce au réglage du volume d'adhésif dans le rapport de 1 à 10 en 4 pas, il est possible de déposer les différentes hauteurs de colle nécessaires, tout en utilisant tous les types d'adhésifs courants.

## Polymérisation des adhésifs

On a vu que les adhésifs sont utilisés pour assurer l'immobilisation des CMS avant brasage et que les adhésifs conducteurs constituent une liaison électrique entre le CMS et le circuit imprimé.

Ces deux types d'adhésifs doivent être polymérisés.

Les adhésifs se composent d'une résine, d'un durcisseur et d'un solvant. Ils sont caractérisés par une courbe donnant le temps de polymérisation en fonction de la température. Il s'agit du temps de maintien à la température correspondante, auquel il convient d'ajouter le temps de mise en chauffe.

L'équipement de polymérisation doit également éliminer les vapeurs de solvant et être muni d'un dispositif de refroidissement final pour bloquer la polymérisation, afin qu'elle ne se poursuive pas à la température ambiante.

La difficulté réside dans l'obtention d'une bonne homogénéité de température du circuit dont les éléments présentent une disparité thermique en fonction de leur nature, de leur couleur et de leur masse. Ces paramètres influent sur la détermination du temps de préchauffage qui amène le circuit à la température de polymérisation voulue.

Cette température est fonction de celle admissible par les composants sur le circuit. Elle peut être différente si les composants à fils ont été insérés avant les CMS, ou si les CMS sont seuls sur le circuit imprimé. Une limitation peut être nécessaire, afin d'éviter tout risque de destruction des composants à fils par surchauffe locale.

### La polymérisation par infra-rouge.

C'est la plus courante. Elle conduit à des installations simples en atmosphère ambiante, en retenant des longueurs d'onde appropriées aux montages traités pour éviter des surchauffes localisées et les emprisonnement de solvant dans les couches.

Les points de colle sous les CMS ne reçoivent pas le rayonnement direct et l'accroissement de température est provoqué par l'échauffement du CMS et du substrat. C'est pourquoi il faut un chauffage doux avec des substrats non conducteurs thermiques.

Lorsque les composants à fils sont insérés avant les CMS, il est impératif de limiter la température supportée par les composants à fils entre 80°C et 100°C, ce qui augmente le temps de polymérisation.

Par exemple, un adhésif est polymérisé en 3 mn à 120°C, 5 mn à 100°C et 20 mn à 80°C.

### La polymérisation par ultra-violet.

Elle est possible pour certaines catégories d'adhésifs. Cependant il est souhaitable qu'ils reçoivent directement le rayonnement UV, ce qui est rarement le cas pour les CMS.

La polymérisation se produira, mais beaucoup plus lentement, ce qui veut dire qu'elle peut ne pas être complète et conservera une activité chimique sous le CMS. Cependant on constate que le

solde de la polymérisation est obtenu par la chaleur pendant le soudage à la vague.

## Les produits de brasure

Dans cette catégorie on distingue : les soldes eutectiques, les flux et les produits de nettoyage.

**Les soldes eutectiques :** on peut les classer comme ci-après.

*Les étain-plomb :* on dispose d'une gamme étendue d'alliages utilisés comme produits de brasure. L'alliage 60Sn/40Pb est très courant, il résiste bien à la fatigue thermique. L'alliage 63Sn/37Pb a un point de fusion plus bas à 183°C.

L'alliage 62Sn/36Pb/2 Ag est employé dans la composition des pâtes de soudure, la sérigraphie des conducteurs et la réalisation des sorties des condensateurs céramique. L'argent dans la brasure a pour but de réduire la dissolution de l'argent contenu dans les conducteurs et les sorties. C'est du reste pourquoi on ajoute à l'alliage de sortie des composants du palladium ou du platine.

C'est également dans ce but que les condensateurs céramique *Siemens* ont des sorties composées de trois couches superposées, d'argent, de nickel et d'étain. Ces alliages ont une bonne résistance à la traction et au cisaillement.

**Les pâtes de soudure** se composent de :

*un alliage 62Sn/36 Pb/2 Ag* contenant moins de 0,5 % d'impuretés, surtout formées par des oxydes, des carbonates gênants en surface. Les particules fines de 45 à 80  $\mu\text{m}$  doivent avoir une forme sphérique.

La charge métallique de la pâte représente généralement 90 % en poids, soit 60 % en volume. Une charge métallique de 75 % en poids, ne représente que 35 % en volume, ce qui est trop faible pour une bonne sérigraphie ;

– *une charge organique* de résines synthétiques choisies pour

leur température de fusion et le nombre de leurs fonctions acides. Cette charge assure la stabilité du mélange dans le temps. Il est, en effet, fâcheux qu'une décantation rapide de la pâte oblige à pratiquer une réhomogénéisation pour remélanger les particules ;

— *des solvants* qui abaissent la viscosité de la pâte pour permettre un usage prolongé du produit. L'indice de viscosité est important pour la résolution de la pâte appliquée par sérigraphie sur des plots imprimés de faibles dimensions et peu espacés.

## Les flux

Un flux sert à nettoyer le film métallique à braser, à éliminer les oxydes, à ôter la contamination de surface et à faciliter le mouillage. Si ce mouillage n'est pas bien assuré, la brasure se rassemble en petites billes. On distingue :

*Les flux non activés du type R.* Ils sont constitués de colophane pure dissoute dans un solvant alcool éthylique ou d'isopropanol. Ils sont peu actifs. Ils sont utilisés dans les circuits présentant une très bonne soudabilité et n'admettant aucune corrosion ultérieure.

Le flux résiduel est non corrosif et conserve un bon isolement au circuit. De ce fait, il n'y a pas lieu de le nettoyer après soudage.

*Les flux moyennement activés RMA.* A la colophane et au solvant on ajoute des activateurs tels que des amines, des chlorures d'amines et des acides organiques. Le rapport des activateurs à la colophane donne le degré d'activité du flux et par conséquent la valeur de la corrosion qu'il procure.

Ces flux sont adoptés lorsque la soudabilité des composants et des circuits est moyenne. Bien que la couche résultante après soudage soit isolante, il vaut mieux nettoyer le circuit.

Les pâtes de soudure contiennent un flux de cette catégorie, leur séchage après dépôt est très important.

*Les flux activés RA* contiennent des activateurs puissants, des sels d'amine polaires ou des

acides minéraux. Ils permettent le soudage de surfaces difficilement mouillables, tel le nickel. Le nettoyage du circuit doit être très poussé, sous peine d'une corrosion importante.

En principe ces flux ne sont pas utilisés en microélectronique.

*Siemens* recommande l'emploi de flux non activés du type R et ne nécessitant pas de nettoyage, ou lavage. En effet, la densité des circuits CMS est telle qu'on n'est jamais certain de son efficacité totale.

De ce fait, il convient de choisir des composants dont la soudabilité est parfaite. Les fabricants doivent porter toute leur attention sur ce point.

Les normes deviennent de plus en plus strictes sur la composition des flux pour l'électronique et particulièrement pour les CMS. Les spécifications françaises n'admettent aucune trace d'acide dans ces flux.

## Les produits de nettoyage

L'emploi de flux RMA rend le nettoyage du circuit nécessaire. Il permet d'éliminer, outre le flux, la poussière, les traces grasses et les résidus de photorésist éventuels.

La couche produite par le flux séché peut gêner le test automatique à l'aide du tapis de clous ; elle peut introduire des mauvais contacts, ou des contacts résistants ; de plus, elle peut gêner l'observation visuelle des soudures.

Pour les séries importantes, une ligne de convoyeurs automatiques comprend les cuves de vaporisation du produit de nettoyage, de rinçage et de séchage à l'air chaud, de façon qu'il ne reste aucune trace d'humidité sur le circuit.

Une aération sérieuse de l'atelier est obligatoire. Le rejet à l'égout des résidus n'est pas autorisé sans traitement.

En bref, une telle installation doit être étudiée avec soin et sort du cadre de cette étude.

Généralement les circuits électroniques sont nettoyés à l'aide de solvants doux tels que l'alcool isopropylène ou le fréon employés, soit bouillants, soit dans une cuve ultrasonique.

## Les procédés de brasure

### Le soudage à la vague

C'est le soudage à la vague qui est adopté lorsque le circuit imprimé comprend des CMS et des composants à fils.

Il doit répondre aux objectifs suivants : obtenir de bons joints de soudure, ne pas provoquer de courts-circuits entre les plages métallisées et permettre l'élimination des vapeurs piégées dans le circuit.

Les CMS montés sur le substrat doivent pouvoir être plongés dans la soudure à 250°C, ce qui élimine les TAB Micropack, les boîtiers PLCC, ainsi que les boîtiers de plus de 6 mm pour des raisons de dilatation.

D'autre part, les circuits et les CMS au pas de 1,27 mm passant à la vague risquent de présenter des ponts de soudure difficiles à éliminer.

Si la densité des CMS est importante, on peut craindre que des mauvaises soudures soient dues à des phénomènes de masquage, d'ombrage, de délavage et de circulation des gaz issus du flux de soudure.

A ce moment il faut prévoir des trous de dégazage dans le circuit imprimé, près de certaines zones de soudures.

Les machines à double vague utilisées auparavant pour les circuits à composants à fils conviennent parfaitement pour le soudage des CMS. Ces machines comprennent les opérations suivantes :

### L'application du flux

Les flux des types R et RMA conviennent en fonction de la soudabilité des sorties des composants sur le circuit. Ils sont déposés selon trois procédés :

— *Mousse de flux* : On introduit de l'air comprimé à basse pression dans le récipient contenant le flux. Il se forme, à sa surface, une mousse de fines gouttelettes. La hauteur de cette mousse est prévue pour être en contact avec la face inférieure du circuit imprimé. Le flux se dépose en une fine couche sur le circuit et dans les trous.

A signaler que tous les types de flux ne forment pas une même

densité de mousse et que les pertes par évaporation sont appréciables.

## - Vague de flux

Une double vague de flux vient lécher la face inférieure du circuit imprimé ; sa hauteur doit être réglée avec précision de façon à ne pas déborder sur la face supérieure du circuit.

Parfois cette vague est suivie par un broissage doux du circuit imprimé pour éliminer le flux en surabondance.

Ce procédé peut utiliser tous les types de flux, il est intéressant pour les circuits très denses.

## - Pulvérisation de flux

Un fin jet d'air comprimé pulvérise une quantité connue de flux à des intervalles réglables. Ces paramètres dépendent de la vitesse de déplacement du convoyeur. On peut donc contrôler avec précision l'épaisseur de la couche de flux déposée sur le circuit entre 1 et 10  $\mu\text{m}$ .

Ce procédé peut adopter tous les types de flux, cependant les pertes de liquide sont assez importantes. Par contre, le temps de préchauffe du circuit peut être réduit.

## La préchauffe du circuit

Aussitôt après le fluxage, le convoyeur présente les circuits dans la zone de préchauffage.

Ce préchauffage sert à sécher le flux et à éliminer une grande partie du solvant pour augmenter sa viscosité. En effet si elle est trop faible le flux peut être éliminé pré-

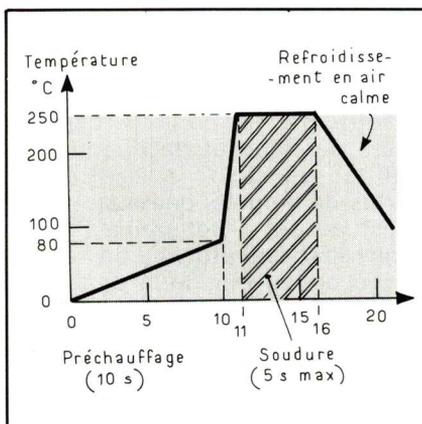


Fig. 8 : Courbe théorique temps/ température du soudage à la vague.

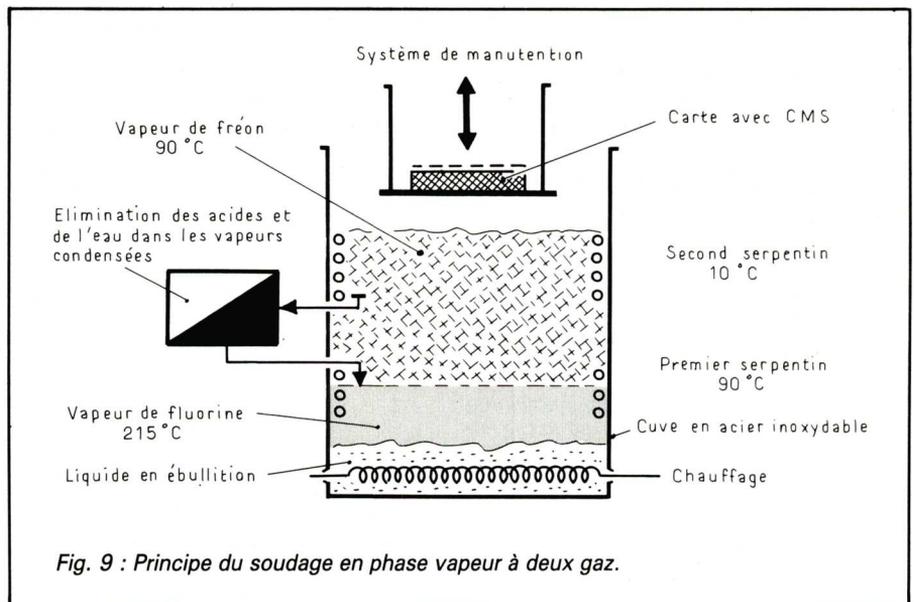


Fig. 9 : Principe du soudage en phase vapeur à deux gaz.

maturément et la mouillabilité de la soudure est réduite.

Le préchauffage est important car il réduit le choc thermique supporté par le circuit et par les composants au contact de la soudure liquide. Enfin, il diminue le temps de soudage.

Il est obtenu, soit par des panneaux infra-rouges, soit par des lampes à quartz, soit par la projection d'air chaud, qui offre l'avantage d'éliminer plus complètement les solvants.

La température optimale et la durée dépendent du circuit, de sa complexité et du flux employé. Une température de 80°C et une durée de 10 secondes constituent une valeur moyenne souvent retenue.

## La double vague de soudure

C'est la méthode qui donne les meilleurs résultats depuis un certain nombre d'années pour le soudage des composants électroniques.

La première vague turbulente et étroite garantit la mouillabilité. La seconde plus large et moins turbulente élimine la soudure en trop et les courts-circuits éventuels.

Certaines machines présentent une pente de quelques degrés entre le circuit et les vagues de soudure ce qui améliore l'élimination de la soudure en excès (fig. 7).

La soudure à 250°C max. ne doit pas être en contact avec le circuit pendant plus de 5 s. On obtient la courbe théorique du temps en

fonction de la température de la figure 8.

Le refroidissement s'effectue normalement en air calme.

## Le soudage par refusion

Ce type de soudage ne peut être employé que pour les circuits ne contenant que des CMS et pour ceux comprenant des composants à fils et des CMS sur les deux faces, pour fixer ceux de la face supérieure. On l'adopte aussi pour les circuits hybrides à couche épaisse.

Il existe trois variantes de ce procédé :

### Le soudage avec étamage des plots :

Les zones de soudage sont étamées à l'étain-plomb, puis elles sont enduites d'un flux poisseux. Les CMS sont placés au moyen du robot. Ils sont maintenus en place grâce à ce flux, jusqu'au four de soudage.

Le circuit est préchauffé jusqu'à 175°C, la durée dépend de la masse thermique, elle est comprise entre 20 et 40 s. Puis, la température est portée à 250°C pendant 5 s. A ce moment les composants flottent sur la soudure et se recentrent sur les plages de soudage, grâce à l'influence de la tension superficielle. Le refroidissement du circuit doit avoir une pente de 20°C/s.

Cette méthode largement employée présente un inconvénient notable ; le substrat doit être chauffé deux fois à la tempéra-

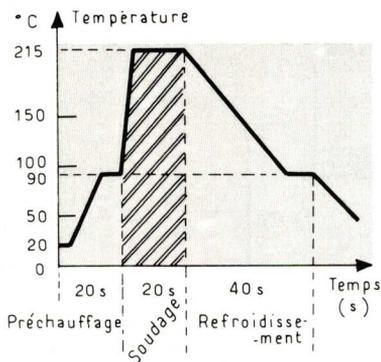


Fig. 10 : Courbe temps en jonction de la température pour le soudage en phase vapeur à deux gaz.

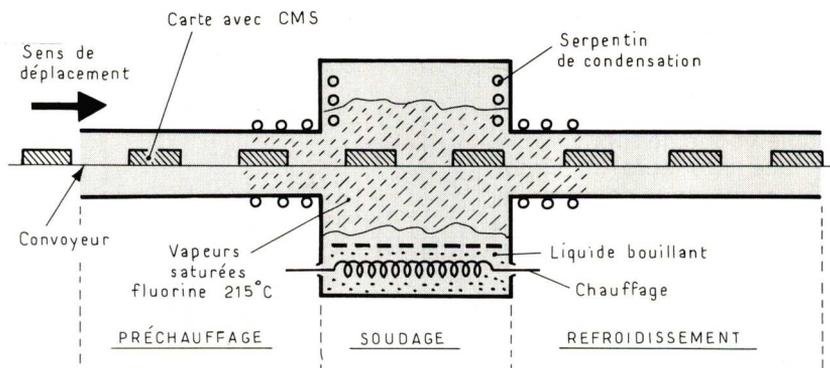


Fig. 11 : Principe de soudage en phase vapeur à un gaz.

ture de fusion de l'alliage ; une fois pour le pré-étamage, une fois pour le soudage.

S'il est possible d'étamer les plots de soudage par électrolyse, on évite ce double échauffement. Cependant la préparation du circuit pour l'électrolyse nécessite le dépôt d'un vernis d'épargne soudure.

Cette méthode permet d'obtenir des soudures au pas de 1,27 mm sans risque de court-circuit.

#### Le soudage avec pâte à souder à l'air chaud

Par sérigraphie la pâte à souder est déposée sur les plots du circuit imprimé. Les CMS sont déposés par la machine de placement. La viscosité de la pâte est généralement suffisante pour maintenir le CMS.

Si ce n'est pas le cas, il y a lieu de prévoir une goutte d'adhésif entre les plots de soudage avant la pose du CMS.

Puis, le circuit passe dans un four tunnel sous air, ou sous gaz inerte. Il est d'abord pré-chauffé de façon à éliminer les solvants de la pâte et éventuellement à polymériser l'adhésif. Ensuite, il est porté à 250°C pendant moins d'une minute de façon à faire fondre la pâte de soudure.

L'inconvénient de ce procédé réside dans le fait qu'il est pratiquement impossible d'adapter le profil de température aux différentes capacités calorifiques des circuits.

#### Le soudage en phase vapeur ou par condensation

Comme pour le procédé précédent ou dépose par sérigraphie de

la pâte à souder sur les plots du circuit imprimé.

Après la pose des CMS par la machine de placement, le circuit est dirigé vers l'atelier de soudage. Il existe deux types de machines :

#### – Le système à deux vapeurs (fig. 9)

Au fond de la cuve on place un liquide primaire, généralement de la fluorine, et un liquide secondaire souvent du fréon. Le serpentin chauffe ces deux liquides. Le fréon bout en premier et ses vapeurs se répandent dans la cuve jusqu'au premier serpentin parcouru par de l'eau à une température légèrement supérieure au point d'ébullition du fréon.

A ce moment la fluorine s'échauffe et bout à 215°C. Ses vapeurs poussent celles du fréon jusqu'au niveau du second serpentin qui est maintenu aux environs de 10°C. Les vapeurs de fluorine se condensent au niveau du premier serpentin et retombent dans la cuve. Ainsi, il n'y a pas de pertes par évaporation, ni de contamination au contact de l'air de la fluorine.

Comme la vapeur de fréon est plus lourde que l'air et plus légère que celle de la fluorine, elle reste au niveau maximal du second serpentin où elle est condensée. Le liquide obtenu a été contaminé par l'humidité de l'air ; il doit être débarrassé des acides formés et de l'eau qu'il contient avant de retourner dans la cuve.

Le circuit imprimé est descendu lentement dans la cuve. Il stationne environ 20 s dans la vapeur de fréon vers 90°C pour le préchauffage. Puis, il est des-

cendu dans la vapeur de fluorine à 215°C pendant 10 à 30 s, selon sa capacité thermique.

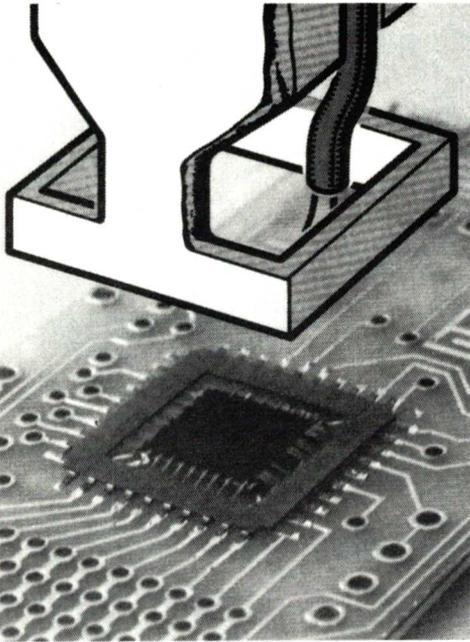
La vapeur se condense sur le circuit, ce qui provoque l'apport d'une grande quantité de chaleur uniformément répartie sur les composants. Le circuit est remonté lentement dans la vapeur de fréon pendant 40 s environ, afin de se refroidir progressivement. La suite du refroidissement est effectuée à l'air libre (fig. 10). Ce procédé sollicite très peu les composants, car ils ne sont pas soumis à un échauffement excessif. C'est la seule méthode de soudage utilisable lorsqu'on monte des composants très rapprochés possédant une capacité calorifique très différente. Cette filière s'applique aux circuits à pas égal et inférieur à 1,27 mm. Enfin, le nettoyage du circuit après soudage est inutile.

#### – Le système à une vapeur (fig. 11)

La machine à deux vapeurs ne peut pas être incorporée dans une chaîne continue de production. D'autre part le contrôle des vapeurs de fréon et de fluorine est délicat de façon à éviter des pertes de produits onéreux.

C'est ce qui a déterminé l'étude d'une machine étanche parcourue par le convoyeur de la chaîne. A ce moment on ne conserve que la fluorine et on élimine le fréon.

Le principe de fonctionnement n'est pas modifié. La vapeur de fluorine est bloquée vers l'entrée et la sortie par les serpentins de condensation. Les pertes de produit sont donc très faibles et ne dépendent pas de l'opérateur.



Les zones de préchauffage, de soudage et de refroidissement sont déterminées par les dimensions de la machine et par la vitesse du convoyeur.

Différents composés d'hydrocarbures fluorés peuvent être utilisés en fonction de leur température d'ébullition.

Ces produits sont inertes et ne provoquent aucune réaction chimiques avec les CMS et les substrats, car la vapeur saturée ne contient ni air, ni oxygène. De ce fait un flux peu actif est suffisant pour obtenir de très bonnes soudures.

### Le soudage au fer

Le soudage au fer ne doit jamais être utilisé en fabrication, mais seulement en dépannage et avec de grandes précautions. Le fer miniature thermostaté ne doit pas dépasser 35 W. Il doit être très bien isolé et muni d'une panne très fine. Elle ne doit jamais venir

en contact avec le corps des CMS. Avec un circuit très serré le maniement du fer devient imprécis et les risques de détérioration sont à craindre.

Par contre, le soudage des TAB micro pack est effectué par un fer puissant équipé d'une panne adaptée à la dimension du TAB.

D'autres modèles sont constitués par un cadre à la dimension du TAB chauffé par de courtes impulsions de courant d'environ 2 s. Ce cadre est appliqué sur les sorties du TAB mis en place sur le circuit. La soudure fond et se solidifie. Le cadre est retiré. Les soudures sont parfaitement effectuées (fig. 12).

Les machines de placement Siemens sont munies d'un outil permettant de dégager les sorties du TAB, de les cambrer, de façon à permettre leur soudage par refusion ; cependant un préchauffage est indispensable.



12 : Soudage d'un TAB micro-pack au moyen d'un fer spécial.

## TESTEURS COMPAREURS 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 :

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

TE 09/86

**BME**

BLANC MECA ELECTRONIQUE

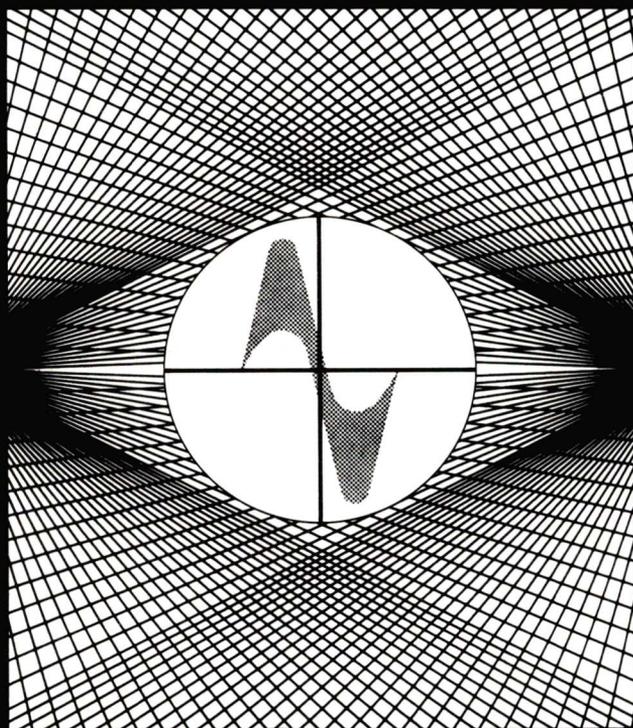
FONTGOMBAULT ZI - 36220 TOURNON-SAINT-MARTIN  
Tél. 54 37 09 80 - Télex 750446

# electronica 86<sup>®</sup>

12e Salon International pour  
Composants et Sous-Ensembles  
de l'Electronique

**Manifestations parallèles**  
12e Congrès International de la Microélectronique  
3e Conférence Internationale de la  
Macroélectronique  
DGQ-Symposium  
Assurance-qualité dans les composants  
électroniques  
Séance spécialisée Sensors

Munich, du 11 au 15 novembre 1986



## electronica 86 - Coupon

Veuillez me faire parvenir la documentation complète



Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

MESSE MÜNCHEN  INTERNATIONAL

Chambre Officielle de Commerce Franco-Allemande,  
18, Rue Balard, F-75015 Paris, Tel. (1) 45 75 62 56



## LA LIAISON

Séries 100 mini C  
DIN 41612 taille demi C

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

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

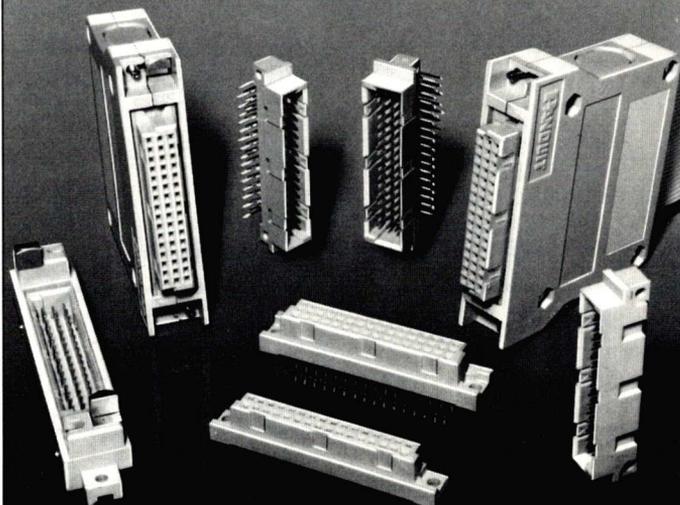
Cadres pour face avant au standard de 19".  
Adaptateur pour face avant.  
Capot pour sorties câble plat ou conducteur rond.

Jumpers, harnais, limandes réalisés selon spécifications requises.

Catalogue sur Minitel par le 11 :  
PANDUIT - PARIS



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



# MODÉLISATION 3D D'UN BOÎTIER

*Publiée originellement dans le cadre du 2<sup>e</sup> Colloque International sur la Thermique, l'Energie et l'Environnement — organisé par le CNET avec le concours de la SFT, de la SEE et de l'APAST —, la présente étude a pour objet de montrer, par une simulation numérique, le comportement thermique en régime permanent, tant du point qualitatif que quantitatif, d'un boîtier électronique de type DIP (dual-in-line package).*

*Cependant, pour atteindre cet objectif, il a fallu procéder par étapes successives : partant d'un modèle de boîtier très simplifié (géométriquement) dont on connaît une solution analytique, on a affiné la définition géométrique jusqu'à en arriver au modèle 3D définitif.*

## Généralités

La miniaturisation et l'augmentation des performances des circuits intégrés tendent à faire augmenter la densité de puissance dissipée par les composants.

Le principal effet est une augmentation des températures de la puce et du boîtier, ce qui peut amener une zone du boîtier à dépasser une température critique. Ceci se traduit, lors des nombreux tests thermiques que subissent les boîtiers (burn-in, cycles thermiques), par un taux de rejets très important.

D'autre part, une petite modification de la géométrie ou des matériaux constitutifs d'un boîtier peut accroître dans une forte proportion son coût de fabrication.

Pour toutes ces raisons, il est utile, voire fondamental, de connaître le comportement thermique d'un boîtier électronique.

On a donc été amené à faire un programme de simulation thermi-

que utilisant la méthode des différences finies.

Ainsi pourra-t-on a priori savoir si tel matériau est préférable à un autre ou bien si telle géométrie est « meilleure » que telle autre... L'étude a porté plus précisément sur un boîtier plastique 40 pattes (réf. MHS K7 ou K22).

## Description du composant réel

Le composant réel étudié est présenté figure 1. Sa structure est celle que l'on retrouve habituellement dans tous les boîtiers de type DIP :

- une puce (Si),
- une grille métallique (Cu ou FeNi) prolongée par des pattes,
- des fils de connexion (Al ou Au) entre la puce et la grille,
- le tout noyé dans une résine d'encapsulation.

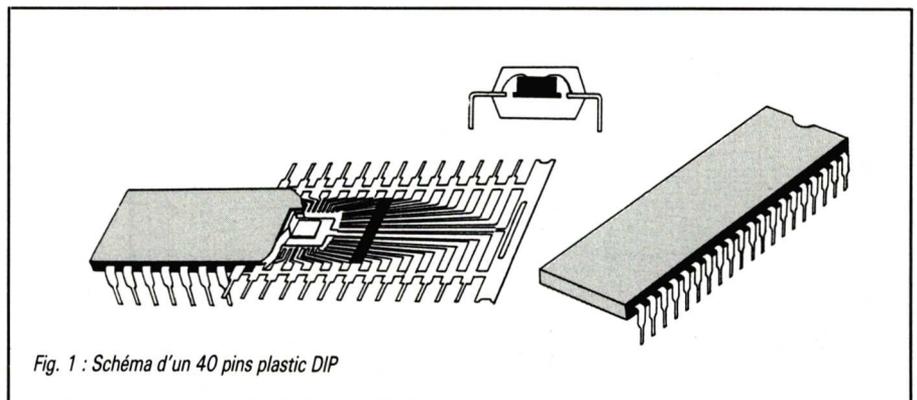


Fig. 1 : Schéma d'un 40 pins plastic DIP

## Modélisation du composant

On établit du modèle numérique utilisant le principe de la formulation aux différences finies par la méthode du bilan énergétique local.

Pour cela, on est amené tout d'abord à formuler et à justifier un certain nombre d'hypothèses de calcul.

Puis on donne les conditions aux limites utilisées lors de la simulation.

Enfin, on valide le modèle numérique, en étudiant un cas particulier dont on sait calculer la solution analytique.

### Méthode du bilan énergétique local

#### Maillage du boîtier

La méthode numérique utilisée est la méthode des différences finies [1], [2].

La maille élémentaire est un parallélépipède de côtés  $dx$ ,  $dy$  et  $dz$ . Chaque nœud est repéré par 3 lettres  $(i, j, k)$ .

#### Bilan énergétique total

Il consiste à effectuer un bilan d'énergie pour chaque élément de volume  $dx * dy * dz$ , centré sur le nœud  $(i, j, k)$  dont on veut calculer la température.

Dans un environnement tridimensionnel, chaque nœud est entouré par 6 autres nœuds (fig. 2).

Les axes médians du volume élémentaire passant par le nœud  $(i, j, k)$  découpent 8 quadrants dont les caractéristiques thermiques (conductivités) peuvent être différentes.

#### Formulation matricielle

Lorsque l'on assemble chaque équation de bilan local dans une matrice, on obtient une équation matricielle de la forme :

$$(L) * (T) = (B) \quad (1)$$

où  $(L)$  est la matrice des conductances,

$(T)$  est le vecteur des températures,

$(B)$  est le vecteur des conditions aux limites.

La matrice  $(L)$  a la particularité d'être heptadiagonale et symétrique.

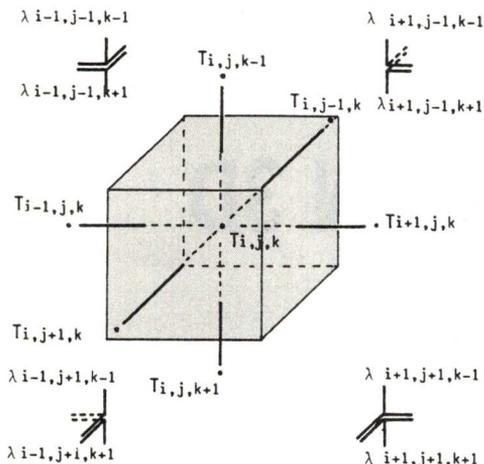


Fig. 2 : Bilan au nœud  $(i, j, k)$

- C** = Puce
- D** = Drapeau
- G** = Grille
- R** = Résine
- P** = Patte

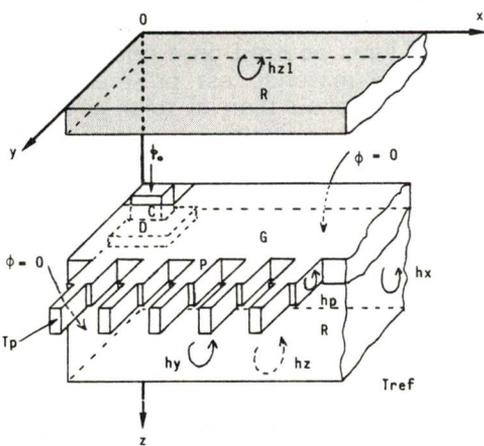


Fig. 3 : Modèle définitif en vue partielle avec ses conditions aux limites

$\phi = 0$  = Puissance dissipée par la puce  
 $h_x$  = Coefficient d'échange par rayonnement et conduction de la surface perpendiculaire à  $Ox$   
 $h_y$  = Coefficient d'échange par rayonnement et conduction de la surface perpendiculaire à  $Oy$   
 $h_{zl}$  = Coefficient d'échange par rayonnement et conduction de la surface perpendiculaire à  $Oz$  ( $z = 0$ )

$h_z$  = Coefficient d'échange par rayonnement et conduction de la surface perpendiculaire à  $Oz$  ( $z = z_{max}$ )  
 $h_p$  = Coefficient d'échange par rayonnement et conduction des pattes  
 $T_{ref}$  = Température ambiante de référence  
 $T_p$  = Température imposée à l'extrémité de chaque patte.

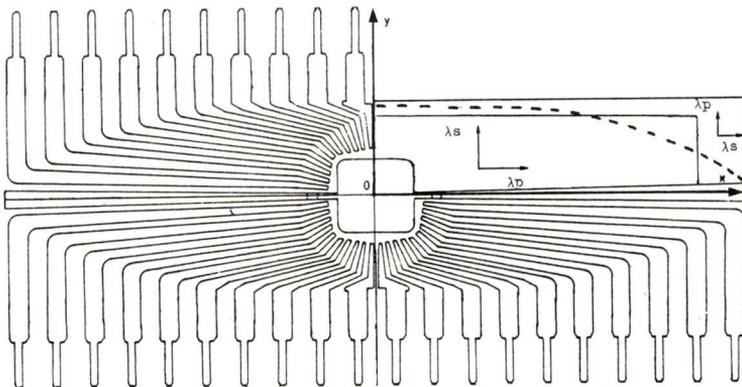


Fig. 4 : Schéma du plan de la grille.

## Méthode de résolution

Etant donné les tailles des matrices, on a choisi de résoudre l'équation (1) à l'aide d'un algorithme itératif de type sur-relaxation successive avec calcul du coefficient de sur-relaxation optimum, c'est-à-dire la valeur qui va permettre la convergence du processus itératif la plus rapide.

## Hypothèse de calcul

Le maillage (cubique), si petit soit-il, ne peut « coller » parfaitement à la géométrie complexe du boîtier. Aussi, on est amené à faire des hypothèses simplificatrices en supposant que :

- le composant est symétrique par rapport aux deux plans médians passant par le centre de la puce,
- la puce à une épaisseur donnée,
- le drapeau est collé à la puce, mais non connecté à la grille,
- les fils sont supprimés,
- le plan de la grille est un matériau dont la conductivité varie suivant deux directions du plan,
- l'équilibre thermique du composant est atteint,
- les caractéristiques thermiques des matériaux sont indépendantes de la température et anisotropes,
- le composant rayonne et convecte librement dans l'air ambiant,
- les conditions aux limites sont symétriques par rapport aux deux plans médians.

Toutes ces hypothèses nous permettent de n'étudier qu'un quart du boîtier (fig. 3).

Ces hypothèses nécessitent quelques remarques :

- Les conductances des fils de connexion peuvent être considérées comme négligeables, en effet, la résistance thermique d'un fil d'or ( $\lambda = 300 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ) de  $25 \mu\text{m}$  de diamètre et de  $4 \text{ mm}$  de longueur est :

$$R1 = \frac{1}{\lambda S} = 27 \text{ } 153^\circ\text{C W}^{-1}$$

soit pour 40 Fils :  $R40 = 680^\circ\text{C W}^{-1}$ .

On verra ultérieurement que la chute de température entre la puce et la grille est d'environ  $20^\circ\text{C}$ , ce qui donne au maximum un flux total perdu de  $0,03 \text{ W}$ .

- Le dessin réel d'une grille (fig. 4) montre qu'elle est faite d'une alternance de bandes de métal et

de résine orientées suivant des rayons de la puce vers les pattes. On a isolé deux zones privilégiées (limite en pointillés) de la grille où les lignes de flux traversent les bandes, soit en parallèle, soit en série. Afin de tenir compte de la différence entre ces deux zones, on a schématisé la courbe limite par un rectangle.

A l'intérieur de ce rectangle, on définit deux conductivités  $\lambda_p$  et  $\lambda_s$  suivant que le flux traverse en parallèle ( $\lambda_p$ ) ou en série ( $\lambda_s$ ) les bandes.

- Des mesures de conductivités ont été effectuées et montrent qu'elles varient peu avec la température. On donne, dans le tableau ci-dessous, les conductivités de deux résines d'encapsulation couramment utilisées dans l'électronique.

La conductivité du silicium pur varie beaucoup avec la température, mais comme on ne recherche que le régime thermique permanent, celle-ci sera prise à la température moyenne de la puce lorsqu'elle dissipe, c'est-à-dire de l'ordre de  $100 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$  à  $100^\circ\text{C}$ .

T °C	60	100
NITTO HC10-2 $\text{Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$	0,68	0,72
PLASKOM 29298 $\text{Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$	0,78	0,81

## Condition aux limites

La simulation s'effectue avec l'extrémité des pattes du composant à température imposée, ceci afin de tenir compte du fait que le

composant est généralement fixé sur un circuit imprimé.

Les échanges thermiques s'effectuent par connexion libre et rayonnement par les faces extérieures et par conduction à travers les pattes.

Les coefficients d'échanges convectifs sont calculés à partir des formules classiques /3/.

Les nombres de Grashof sont de l'ordre de  $10^6$ , le régime est laminaire d'où :

$$\text{Nu} = \frac{hc * 1}{\lambda} = A * (\text{Gr} * \text{Pr}^*)^{1/4} \quad (2)$$

avec  $A = 0,59$  pour une plaque verticale (à T constante),

avec  $A = 0,54$  pour une plaque horizontale chauffée vers le haut (à T constante),

avec  $A = 0,27$  pour une plaque horizontale chauffée vers le bas (à T constante).

Les échanges de rayonnement sont linéarisés /4/ et les surfaces sont considérées comme grises :  $hr = \epsilon * 0 * (\text{Ts} + \text{Tref}) * (\text{Ts}^2 + \text{Tref}^2)$  (3)

où  $\epsilon$  = Emissivité de la surface du boîtier (= 0,89).

Ts = Température moyenne de la surface considérée.

## Validation du modèle numérique

### Cas particulier de modèle numérique

On se donne une géométrie et des conditions aux limites telles que l'on puisse trouver une solution analytique simple au problème et que l'on soit dans un cas particulier du modèle numérique précédent. On résoud ce problème de deux manières.

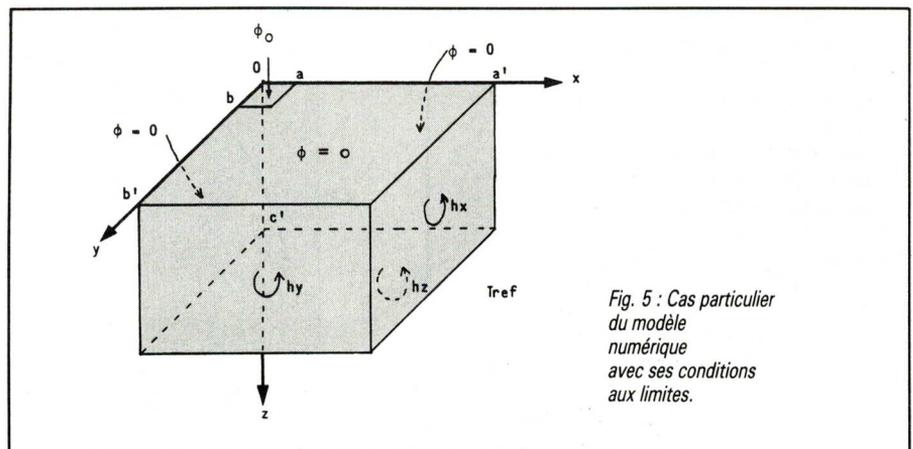


Fig. 5 : Cas particulier du modèle numérique avec ses conditions aux limites.

Puis on vérifie que les deux solutions donnent effectivement le même résultat (champ de température). Le cas particulier traité à les caractéristiques suivantes :

- le composant est symétrique par rapport à ses trois plans médians,
- la grille, les pattes et les fils de connexion sont supprimés,
- l'équilibre thermique du composant est atteint,
- les caractéristiques thermiques des matériaux sont indépendantes de la températures et des isotopes,
- le composant rayonne et convecte librement dans l'air ambiant,
- les conditions aux limites sont symétriques par rapport aux trois plans médians.

Le boîtier n'est constitué que de résine de conductivité isotrope, au sein de laquelle, la puce dissipe (fig. 5).

#### Mise en équations

On résoud l'équation de la chaleur (4), avec les conditions aux limites requises (5), (6), (7), (8), (9) et (10). voir les équations tableau I dont la solution analytique est donnée tableau II

#### Comparaison des résultats

Afin de valider la méthode numérique, on compare les solutions obtenues par les deux méthodes (analytique et numérique).

On s'intéresse au champ de température et à un paramètre thermique global du composant, sa résistance thermique est Rth, définie par :

$$R_{th} = \frac{T_{puce} - T_{ref}}{\phi_0}$$

avec T<sub>puce</sub> = Température moyenne de la puce,  
avec T<sub>ref</sub> = Température de l'air ambiant,  
avec  $\phi_0$  = Puissance dissipée par la puce.

On peut montrer que si T<sub>puce</sub> est la température moyenne de la puce, c'est-à-dire :

$$T_{puce} = \frac{1}{ab} \int_a^b \int_0^a T(x,y,0) dx dy$$

alors dans le problème traité, Rth ne dépend que de la géométrie du système et de la conductivité de la résine.

On trace la courbe Rth(num)/Rth(analyt) en fonction du

$$\frac{\delta^2 T}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 T}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 T}{\delta z^2} = 0 \quad \forall x, \forall y, \forall z \quad (4)$$

$$\left(\frac{\delta T}{\delta x}\right)_{x=0} = 0 \quad \forall y, \forall z \quad (5)$$

$$\left(\frac{\delta T}{\delta y}\right)_{y=0} = 0 \quad \forall x, \forall z \quad (6)$$

$$-\lambda_{ab} \left(\frac{\delta T}{\delta z}\right) = \begin{cases} \phi_0 & 0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq b \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases} \quad (7)$$

$$-\lambda \left(\frac{\delta T}{\delta x}\right)_{x=a'} = hx \quad (T-T_{ref}) \quad x = a' \quad \forall y, \forall z \quad (8)$$

$$-\lambda \left(\frac{\delta T}{\delta y}\right)_{y=b'} = hy \quad (T-T_{ref}) \quad y = b' \quad \forall x, \forall z \quad (9)$$

$$-\lambda \left(\frac{\delta T}{\delta z}\right)_{z=c'} = hz \quad (T-T_{ref}) \quad z = c' \quad \forall x, \forall y \quad (10)$$

$$T(x, y, z) - T_{ref} = \frac{-\phi_0}{\lambda l} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{p=0}^{\infty} \frac{A_{np} \cos \alpha_n x \cos \beta_p y}{(\text{sh} \alpha_n p z - \text{G}_{np} \text{ch} \alpha_n p z)} \quad (11)$$

$$\text{où} \quad A_{np} = \frac{-16 \quad \text{sh} \alpha_n a \sin \beta_p b}{ab \alpha_n p (2 \alpha_n a' + \sin 2 \alpha_n a') (2 \beta_p b' + \sin 2 \beta_p b')}$$

$$G_{np} = \frac{\alpha_n p + \text{Biz} \text{th} \alpha_n p c'}{\alpha_n p \text{th} \alpha_n p c' + \text{Biz}}$$

$$B_{ix} = \frac{hx \star l}{\lambda} \quad B_{iy} = \frac{hy \star l}{\lambda} \quad B_{iz} = \frac{hz \star l}{\lambda}$$

$$\alpha_n \text{ solution de } \alpha_n \star \text{tg}(\alpha_n \star a') = B_{ix}$$

$$\beta_p \text{ solution de } \beta_p \star \text{tg}(\beta_p \star b') = B_{iy}$$

$$\gamma_{np} = (\alpha_n^2 + \beta_p^2)$$

nombre de nœuds du système (fig. 6).

On remarque qu'au delà de 300 nœuds, l'erreur relative n'est que de 3 %.

Quant à l'écart maximum entre les températures calculées analytiquement et numériquement, il n'excède pas le dixième de degré tout le boîtier.

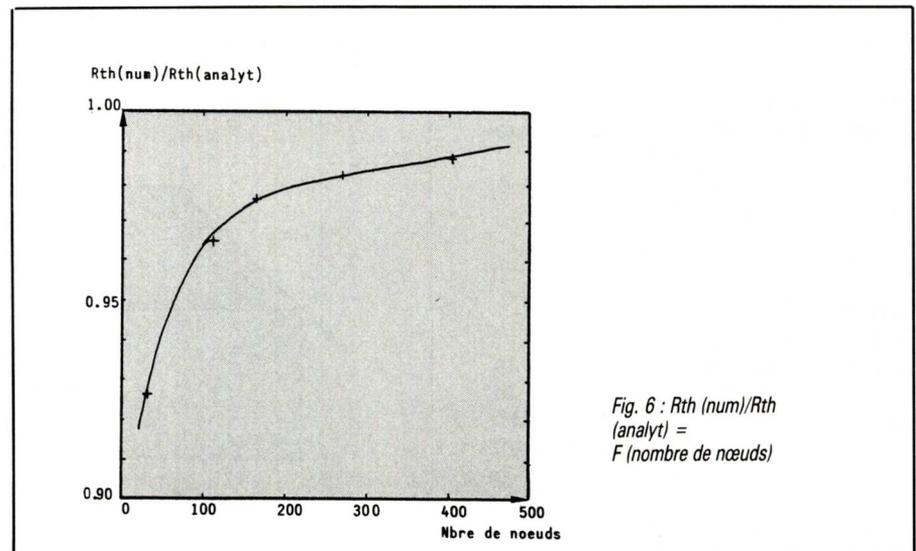


Fig. 6 : Rth (num)/Rth (analyt) = F (nombre de nœuds)

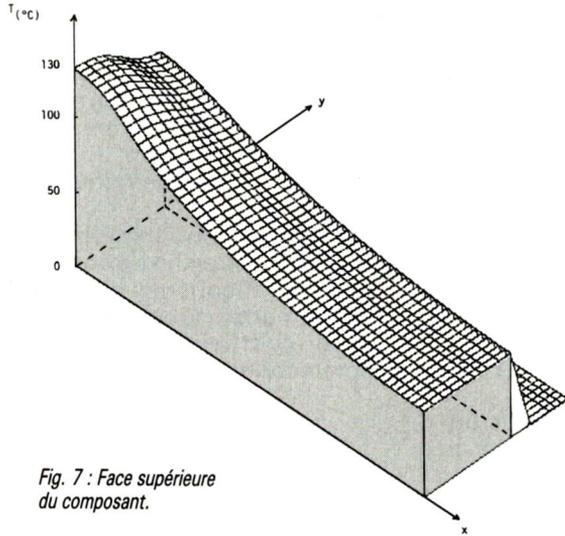


Fig. 7 : Face supérieure du composant.

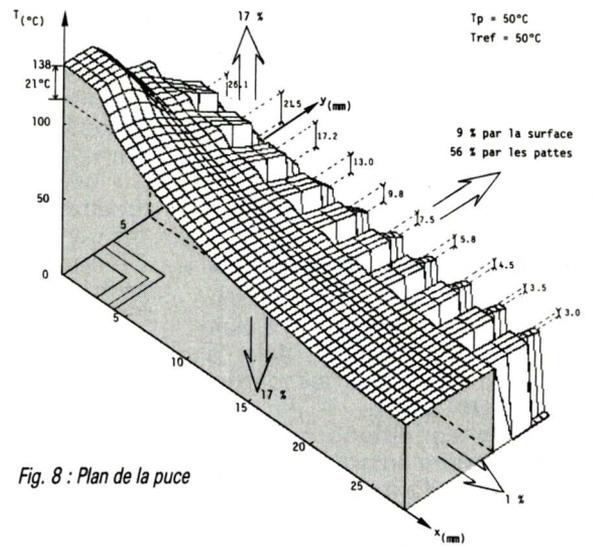


Fig. 8 : Plan de la puce

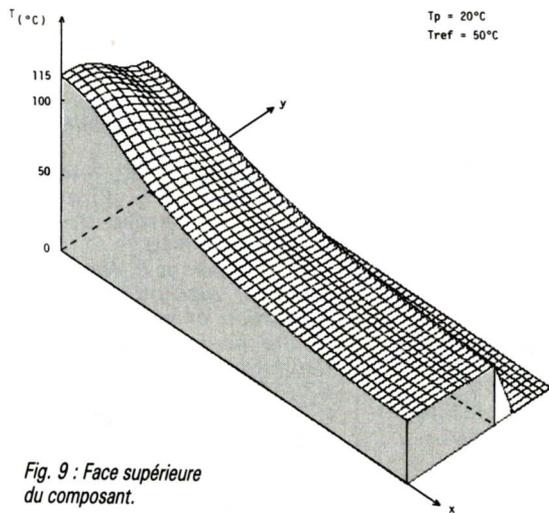


Fig. 9 : Face supérieure du composant.

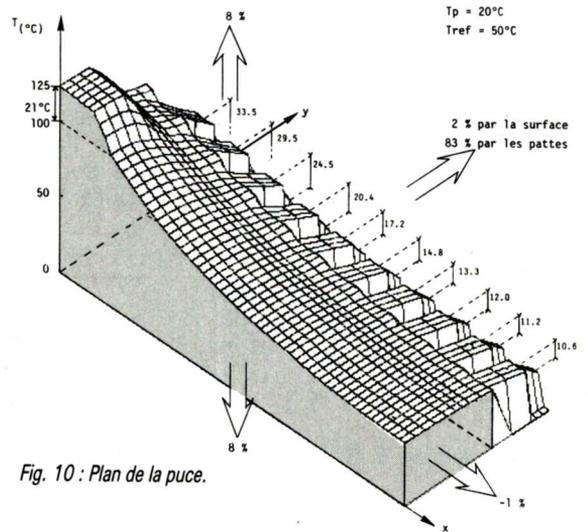


Fig. 10 : Plan de la puce.

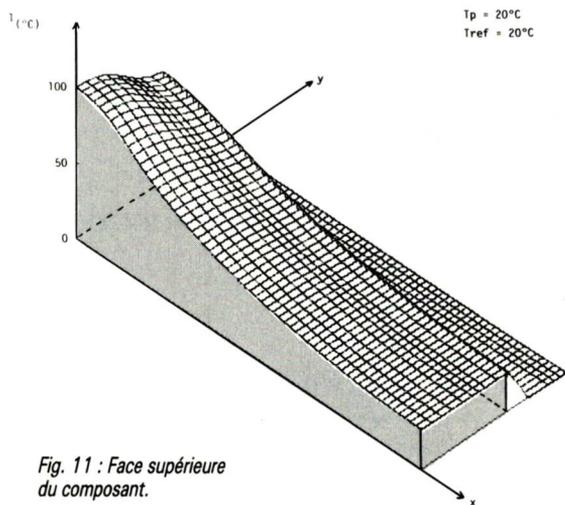


Fig. 11 : Face supérieure du composant.

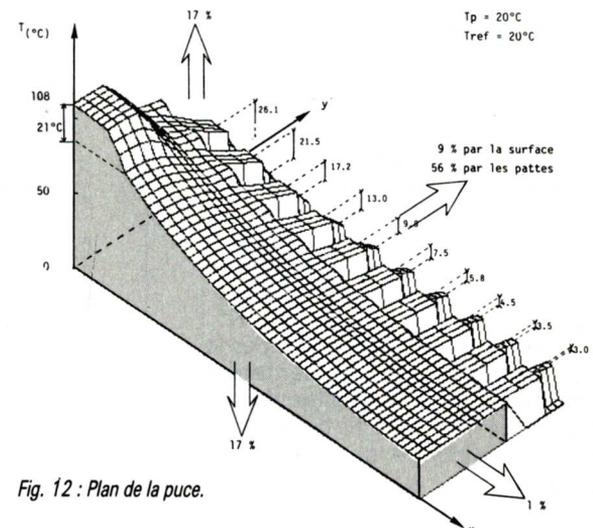


Fig. 12 : Plan de la puce.

Expérimentalement, on montre que les résultats se recoupent bien et qu'au delà de 1000 nœuds la différence n'est pas sensible.

### Etudes de cas réels

On a traité l'exemple d'un boîtier 40 pattes, dissipant 1W dans l'air ambiant à 50°C (Tref) et dont la température de toutes les pattes est fixé à 50°C (Tp).

Ce sont les conditions que l'on rencontre généralement lorsque le composant est fixé sur un circuit imprimé.

On traite également le cas où la température des pattes est fixée à 20°C dans l'air ambiant à 50 ou 20°C. On est alors dans la situation d'un circuit imprimé refroidi.

Les températures de la face supérieure du composant et du plan de la puce sont visualisées sur les figures 7, 8 (Tp = 50° C, Tref = 50° C), 9, 10 (Tp = 20° C, Tref = 50° C), 11 et 12 (Tp = 20° C, Tref = 20° C).

Les valeurs des caractéristiques thermiques et numériques utilisées lors de la simulation sont indiquées ci-dessous.

Conductivités ( en  $Wm^{-1} K^{-1}$  ) :

$\lambda_s = 1,15$     $\lambda_p = 7,3$     $\lambda_C = 100$   
 $\lambda_D = 14$     $\lambda_R = 0,60$     $\lambda_P = 14$ .

Nombre de nœuds : 8540 nœuds (= 61\*14\*10).

Du point de vue qualitatif, on constate un certain nombre de choses. Les températures les plus hautes se rencontrent au niveau de la puce puisque c'est l'élément dissipatif.

La forte conductivité thermique du silicium tend à rendre uniforme la température de la puce. La présence de résine ( $\lambda \approx 0,6 Wm^{-1} K^{-1}$ ) entre la puce et le début de la ligne entraîne une augmentation de température non négligeable. Cette augmentation de l'ordre de 20°C se retrouve dans les trois cas de figures.

Le rétrécissement au niveau des pattes peut faire augmenter la température de façon notable,

ceci d'autant plus que le flux évacué par la patte est important.

On le constate bien pour les pattes proches de la puce. Le flux évacué par les pattes représente de 80 à 55 % de la puissance dissipée, suivant que le circuit imprimé est refroidi ou non.

Du point de vue quantitatif, les résultats sont inscrits sur les figures correspondantes.

On remarquera la diminution de température de la puce lorsque l'on passe de la configuration la plus défavorable (Tp = 50° C, Tref = 50° C), à l'autre (Tp = 20° C, Tref = 20° C).

Le fait de refroidir le circuit imprimé sur lequel est fixé le composant abaisse la température de la puce.

Cependant, cette amélioration reste dépendante de la température de l'air ambiant.

Si Tref = 50° C, la chute n'est que de 13° C. Cette chute est limitée par la température des surfaces extérieures, qui peuvent même non plus évacuer la chaleur mais l'absorber, comme c'est le cas sur l'une des faces (Ox) de la figure 10.

### Conclusions

Ce programme ne se veut pas général, mais il offre un certain nombre de possibilités. Il permet :

- un maillage variable,
- d'avoir des caractéristiques thermiques variant avec la température,

- d'avoir des caractéristiques thermiques anisotropes,
- de fixer indépendamment les flux perdus par les faces et par les pattes.

De plus, en simulant la grille comme un matériau anisotrope et non homogène, on approche le comportement thermique réel du composant.

Cependant, une expérimentation est nécessaire afin de confirmer les résultats théoriques obtenus et de cerner certains paramètres thermiques (coefficients d'échange par convection). ■

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) R.V. Southwell : « *Relaxation methods in Engineering Science* », Oxford University, New-York, 1940.
- (2) J. Cranck et P. Nicolson : « *A practical method for numerical evaluation of solutions of P.D.E. of the heat conduction* », Proc. Cambridge Philos. Soc., 43:50-67 (1947).
- (3) W.H. Mac Adams : « *Heat transmission* », 3d ed., Mc Graw Hill, New-York, 1954.
- (4) M.N. Ozisik : « *Heat transfer, a basic approach* », Mc Graw-Hill, New-York, 1985.



L'actualité dans est traitée dans les rubriques

Panorama technique

En bref

Nouveaux produits et équipements

Informations pratiques

# FORUM MESURE

E L E C T R O N I Q U E

# & TEST



du 22 au 25  
septembre 86

## le grand rendez-vous

Votre grand rendez-vous  
avec les leaders et professionnels du test  
automatique et périphériques, de la mesure  
électronique.

- Tests (VLSI circuit intégré, composants, cartes, simulateur) et périphériques,
- Hyperfréquence, Télécom, Datacom,
- Numérique (logique, microprocesseurs, IAO),
- Industriel (acquisition, fourier),
- Traditionnel (oscilloscopes et instrumentations associés).

pour découvrir  
au travers de l'exposition, les dernières  
tendances et nouveautés.  
Des conférences et des débats seront  
présidés et animés par des journalistes  
spécialisés.

**Hall 5**  
**du Parc des Expositions**  
**Porte de Versailles à Paris.**

Entrée gratuite sur invitation.

*La théorie des développements de fonctions sous forme de fractions continues a été élaborée à la fin du siècle dernier par le mathématicien français Henri Pade.*

*En permettant de découvrir des développements particulièrement simples des fonctions mathématiques, elle constitue un champ de recherches théoriques et d'applications pour tous ceux qui ont besoin d'accélérer et de simplifier les calculs des machines.*

*Cette introduction présente les étapes fondamentales de la théorie en vue de son application en micro-informatique industrielle.*

## Programmation des fonction

# MISE EN OEUVRE

### Généralités

Depuis très longtemps les méthodes numériques permettent d'approcher les valeurs exactes de fonctions mathématiques transcendantes avec une précision fixée a priori.

Les séries entières de *Mac Laurin*, basées sur la sommation à l'infini de termes de degré croissant sont parmi les méthodes les plus utilisées.

Au siècle dernier, le mathématicien français *Henri Pade* eut l'idée de porter la répétitivité du développement sur l'opérateur division plutôt que sur l'opérateur addition comme c'est le cas des séries entières (1). Ses travaux ont trouvé un vaste champ d'application avec l'avènement de l'informatique.

Le développement dit « en fraction continue » se révèle un outil plus performant, quant à la précision et à la rapidité de convergence, que les séries entières pour la représentation des fonctions transcendantes. Il offre également un meilleur conditionnement numérique des coefficients ainsi que le montrent les deux exemples suivants :

Soit d'abord à approximer l'exponentielle par des séries entières avec une précision de  $3 \cdot 10^{-6}$ .

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{6} + \frac{x^4}{24} + \frac{x^5}{120} + \frac{x^6}{720} \\ + \frac{x^7}{5040} + \frac{x^8}{40320} + \frac{x^9}{362880}$$

Le développement en fractions continues donnant la même précision s'écrira :

$$e^x = 1 + \frac{1}{1 - x/2} + \frac{x^2/12}{1} + \frac{x^2/60}{1} \\ + \frac{x^2/140}{1} + \frac{x^2/252}{1} + \frac{x^2/396}{1}$$

Nous avons utilisé ici les notations simplificatrices de *Pade* que nous rappelons.

# DE LA THEORIE DE PADE

$$a + \frac{b}{c + \frac{d}{e}} = a + \frac{b}{c} + \frac{d}{e}$$

L'application des fractions continues au calcul de  $\pi$  montre de façon encore plus flagrante leur avantage par rapport aux séries entières. En effet, la série entière donne après 8 itérations la valeur 3,2523659.

$$\pi = 4 - \frac{4}{3} + \frac{4}{5} - \frac{4}{7} + \frac{4}{9} - \frac{4}{11} + \frac{4}{13} - \frac{4}{15} + \frac{4}{17}$$

Après la 8<sup>e</sup> itération la fraction continue donne 3,141592654.

$$\pi = \frac{4}{1} + \frac{1}{3} + \frac{4}{5} + \frac{9}{7} + \frac{16}{9} + \frac{25}{11} + \frac{36}{13} + \frac{49}{15}$$

Quel que soit le degré de développement de la technique, la théorie de *PADE* est toujours susceptible d'améliorer l'efficacité et la simplicité des systèmes de calcul comme en témoignant les très nombreux travaux de recherche [2] [3] [4] publiés sur ce thème.

## Développement d'une fonction en série entière

La décomposition en série entière d'une fonction constitue le point de départ de la théorie de *Pade*. Rappelons en brièvement le principe.

La formule de *Taylor-Mac-Laurin* permet de développer en série entière les fonctions continues indéfiniment dérivables :

$$f(x) = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{x^i}{i!} f'(0)$$

$x$  doit être intérieure au disque de convergence. Si l'on représente la série entière par un développement limité de degré  $i$ , l'erreur  $\epsilon(x)$  s'écrit :

$$\epsilon(x) = \sum_{i=n+1}^{\infty} \frac{x^i}{i!} f'(0)$$

Dans le cas particulier de la fonction exponentielle.

$$e^x = \frac{x^0}{0!} + \frac{x^1}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + \epsilon(x)$$

$$\text{avec } \epsilon(x) = \frac{x^{n+1}}{(n+1)!} + \frac{x^{n+2}}{(n+2)!} + \dots$$

La convergence étant généralement rapide, l'erreur peut-être assimilée à son premier terme ; pour la fonction exponentielle,

$$\epsilon(x) \# \frac{x^{n+1}}{(n+1)!}$$

$n+1$  représente alors le degré d'approximation, mais la valeur effective de l'erreur dépendra de la valeur  $x$ .

## Développement en fraction continue

L'idée de *Pade* est donc de remplacer la sommation à l'infini de monômes en  $x$  par une division à l'infini de polynômes en  $x$ .

$$f(x) = A_1(x) + \frac{A_2(x)}{B_2(x)} + \frac{A_3(x)}{B_3(x)} + \frac{A_4(x)}{B_4(x)} + \dots$$

$A_i$  représente le numérateur partiel et  $B_i$  le dénominateur partiel. La forme de  $A_i(x)$  et  $B_i(x)$  étant quelconque, il existe toute une famille de fractions continues correspondant à une fonction donnée, alors que la correspondance entre la fonction et le développement en série entière est bi-univoque.

	p	0	1	2	3	4	5
q	0	R <sub>00</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>30</sub>	R <sub>40</sub>	
1		R <sub>01</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>21</sub>	R <sub>31</sub>	R <sub>41</sub>	

La fonction transcendante est représentée sous la forme d'un tableau de fractions rationnelles R<sub>pq</sub>

Fig. 1

1 - Développement de la fonction f(x)  
 $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + \dots$

2 - Développements de la fraction rationnelle

$$R_{pq} = \frac{p^p(x)}{q^q(x)} = \frac{C_0 + C_1x + C_2x^2 + \dots + C_px^p}{l_0 + l_1x + l_2x^2 + \dots + l_qx^q} = \alpha_0 + \alpha_1x + \alpha_2x^2 + \alpha_3x^3 + \alpha_4x^4 + \dots$$

Les développements de R<sub>pq</sub> et de f(x) doivent coïncider jusqu'au terme en(x) de degré le plus élevé possible.

Fig. 2

Parmi toutes ces fonctions, nous nous intéresserons aux fractions continues simples régulières possédant certaines propriétés remarquables : tous les numérateurs A<sub>i</sub>(x) sont des monômes du premier degré exceptés A<sub>1</sub>(x) et A<sub>2</sub>(x), et tous les numérateurs partiels sont des polynômes de degrés identiques excepté B<sub>2</sub>(x).

Pour générer les coefficients des polynômes A<sub>i</sub>(x) et B<sub>i</sub>(x), la théorie de Pade propose de procéder en deux étapes :

L'élaboration d'une table de fractions rationnelles, puis la détermination d'une suite de ces fractions rationnelles.

### Première étape : représentation tabulaire

Soit une fonction transcendante initialement connue par sa série entière

$$f(x) = \sum_{i=0}^{\infty} a_i x^i$$

Pade propose de la représenter par un tableau à deux entrées p, q de fractions rationnelles

$$R_{pq}(x) = \frac{P(x)}{Q(x)}$$

appelées : réduite d'indice p, q de la fonction transcendante (fig. 1). Chaque réduite R<sub>pq</sub> doit être choisie dans l'ensemble de toutes les fractions

rationnelles de degré maximal p au numérateur et de degré maximal q au dénominateur avec le critère de choix suivant :

Pour un couple (p, q) fixé (pour une case donnée du tableau), R<sub>pq</sub> doit être telle que son développement suivant les puissances croissantes de x coïncide avec le développement en série entière jusqu'au terme de degré le plus élevé possible en (fig. 2). Il n'existe donc aucune autre fraction R'<sub>pq</sub> fournissant une meilleure coïncidence des développements.

Reprenons l'exemple de la fonction exponentielle et proposons nous de calculer la réduite R<sub>33</sub>.

$$R_{33} = \frac{C_0 + C_1x + C_2x^2 + C_3x^3}{l_0 + l_1x + l_2x^2 + l_3x^3}$$

En utilisant le développement en série entière de e<sup>x</sup>, il s'agit de calculer les coefficients C<sub>i</sub> et l<sub>i</sub> de sorte que « l'identité » suivante soit réalisée jusqu'à l'ordre le plus élevé possible en x.

$$C_0 + C_1x + C_2x^2 + C_3x^3 = (l_0 + l_1x + l_2x^2 + l_3x^3)$$

$$(1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \dots)$$

En développant le deuxième membre, on détermine deux groupes d'égalités, l'un de (p + 1) relations et l'autre de q relations.

$$(1) \begin{cases} C_0 = l_0 \\ C_1 = l_0 + l_1 \\ C_2 = \frac{l_0}{2} + l_1 + l_2 \\ C_3 = \frac{l_0}{3!} + \frac{l_1}{2} + l_2 + l_3 \end{cases}$$

$$(2) \begin{cases} 0 = \frac{l_0}{4!} + \frac{l_1}{3!} + \frac{l_2}{2!} + l_3 \\ 0 = \frac{l_0}{5!} + \frac{l_1}{4!} + \frac{l_2}{3!} + \frac{l_3}{2!} \\ 0 = \frac{l_0}{6!} + \frac{l_1}{5!} + \frac{l_2}{4!} + \frac{l_3}{3!} \end{cases}$$

On voit que l'on ne peut aller plus loin que le terme x<sup>6</sup> dans le développement car le système d'équations devient trivial puis impossible.

Le groupe (2) fournit les coefficients l<sub>i</sub> à une constante près, et l'on en déduit les coefficients C<sub>i</sub> à l'aide du groupe (1).

Il vient dans l'exemple :

$$R_{33} = \frac{120 + 60x + 12x_2 + x^3}{120 - 60x + 12x^2 - x_3}$$

$$= 1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{6}$$

$$+ \frac{x^4}{24} + \frac{x^5}{120} + \frac{x^6}{720} + \frac{x^7}{4800} + \dots$$

On note que le premier terme inexact par rapport au développement en série entière est le terme de degré 7.

En procédant ainsi, on obtient tout le tableau  $R_{pq}$  de la fonction exponentielle (fig. 3).

D'une manière plus générale les coefficients des réduites sont obtenus en résolvant le système d'équations suivantes :

$$(1) C_m = \sum_{k=0}^{\min(p,q)} l_k a_{m,k} \quad 0 \leq m \leq p$$

$$(2) 0 = \sum_{i=0}^q l_i a_{p+i,m} \quad 1 \leq m < q$$

les indices négatifs étant exclus.

Pade a également démontré [5] que la fraction rationnelle calculée ainsi est la seule, parmi toutes celles de degré inférieur ou égal à p au numérateur et q au dénominateur, à fournir une coïncidence au moins jusqu'à l'ordre p + q.

Le groupe (2) d'équations précédentes est à un degré d'indétermination. Afin d'obtenir  $R_{pq}$  sous forme irréductible, on prendra la solution  $l_i$  ( $i = 0, q$ ) débutant par le plus grand nombre de zéros (en dehors de la solution triviale).

De ce fait, les degrés réels des fonctions  $P(x)$  et  $Q_x(x)$  pourront être inférieurs à leurs valeurs maximales p et q. Soient  $\pi < p$  le degré réel de  $P(x)$  et  $\phi < q$  le degré de  $Q(x)$ .

Par définition, cette réduite  $R_{pq}$  sera également celle de la case  $\pi, \phi$ . Prade démontre que si la réduite  $R_{pq}$  est présente dans deux cases du tableau, celles-ci sont obligatoirement adjacentes. L'ensemble de ces cases de même réduite forme une case carrée appelée super-case.

A l'inverse, une fraction  $R_{pq}$  n'apparaissant qu'une seule fois dans le tableau est dite réduite normale. Les degrés réels du numérateur et du dénominateur seront p et q et le développement suivant les puissances croissantes de x coïncidera avec la série entière jusqu'au terme p + q.

Ainsi toutes les fractions du développement de la fonction exponentielle (fig. 3) sont-elles des réduites normales. Par la suite, il sera commode de représenter le tableau des réduites en ne faisant figurer que les centres des supercases avec la fraction  $R_{pq}$  qui lui est attachée (fig. 4).

On peut faire les remarques suivantes sur ce tableau :

- Deux fractions  $\frac{U}{V}(p,q)$  et  $\frac{U'}{V'}(p',q')$

sont dites également avancées lorsque p + q est égale à p' + q'.

De même  $\frac{U'}{V'}$  sera plus avancée que  $\frac{U}{V}$  si p' + q'

est supérieur à p + q.

- Deux fractions seront contiguës si les cases où elles figurent ont un côté ou un sommet commun.

Fig. 3 : Réduites de la fonction exponentielle.

q \ p	0	1	2	3	4
0	$\frac{1}{1}$	$\frac{1+x}{1}$	$\frac{2+2x+x^2}{2}$	$\frac{6+6x+2x^2+x^3}{6}$	$\frac{24+24x+12x^2+4x^3+x^4}{24}$
1	$\frac{1}{1-x}$	$\frac{2+x}{2-x}$	$\frac{6+4x+x^2}{6-2x}$	$\frac{24+18x+6x^2+x^3}{24-6x}$	$\frac{190+96x+36x^2+8x^3+x^4}{120-24x}$
2	$\frac{2}{2-2x+x^2}$	$\frac{6+2x}{6-4x+x^2}$	$\frac{12+6x+x^2}{12-6x+x^2}$	$\frac{60+36x+9x^2+x^3}{60-24x+3x^2}$	$\frac{360+240x+72x^2+42x^3+x^4}{360-120x+12x^2}$
3	$\frac{6}{6-6x+3x^2+x^3}$	$\frac{24+6x}{24-18x+6x^2-x^3}$	$\frac{60+24x+3x^2}{60-36x+9x^2-x^3}$	$\frac{120+60x+12x^2+x^3}{120-60x+12x^2-x^3}$	$\frac{840+480x+120x^2+46x^3+x^4}{840-360x+60x^2-4x^3}$

q \ p	0	1	2	3	4	5	6
0	•						
1	•		•			•	
2	•						
3				•			
4		•		•			
5	•	•	•				

Fig. 4 : Représentation des « supercases » pour la fonction  $\frac{1+x-x^3}{1-x^3}$

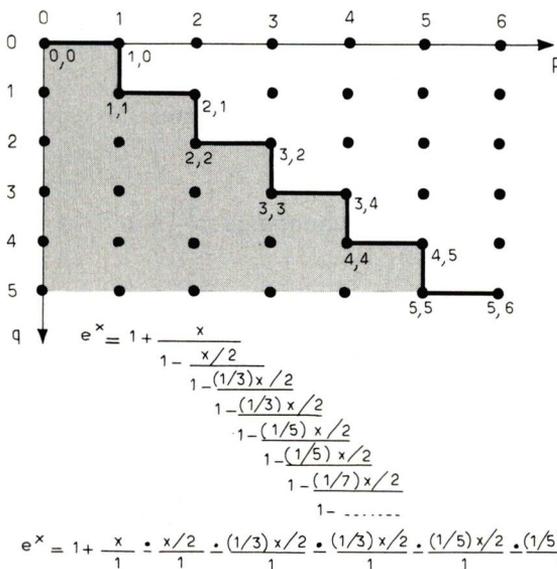


Fig. 5 : On a présenté sur la figure un trajet possible dans le plan p. q des réduites de la fonction exponentielle, ainsi que le développement en fractions continues simples associé sous ses deux formes équivalentes.

### Deuxième étape : détermination des fractions continues

Nous considérerons ici le cas où le tableau ne renferme que des fractions normales.

Il s'agit maintenant de déterminer le développement en fractions continues simples régulières en utilisant les fractions rationnelles du tableau. Il y aura bien entendu un très grand nombre de développements possibles mais il y a lieu de respecter les règles de choix suivantes :

1 - La première fraction doit être une fraction d'un bord du tableau.

2 - Deux fractions consécutives doivent être contiguës au sens défini ci-dessus.

3 - Chaque fraction doit être plus avancée dans le tableau que la fraction qui la précède.

La sélection de cette suite de fractions rationnelles

$$\frac{U_1}{V_1}; \frac{U_2}{V_2}; \frac{U_3}{V_3}; \dots; \frac{U_i}{V_i}; \dots$$

ayant été ainsi faite, Pade propose des formules de récurrence pour constituer les fractions continues de première forme ou de deuxième forme.

Pour la fraction continue de première forme :

$$F(x) = A_1(x) + \frac{A_2}{B_2} + \frac{A_3}{B_3} + \frac{A_4}{B_4} + \dots$$

ces relations de récurrence s'écrivent :

$$(3) \begin{cases} A_1 = \frac{U_1}{V_1} \\ A_2 = -\frac{U_1 V_2 - U_2 V_1}{V_1}; B_2 = V_2 \\ A_i = -\frac{U_{i-1} V_i - U_i V_{i-1}}{U_{i-2} V_{i-1} - U_{i-1} V_{i-2}}; \\ B_i = \frac{U_{i-2} V_i - U_i V_{i-2}}{U_{i-2} V_{i-1} - U_{i-1} V_{i-2}} \end{cases}$$

De la même manière, les fractions continues de deuxième forme

$$F(x) = \frac{A_1}{B_1} + \frac{A_2}{B_2} + \frac{A_3}{B_3} + \dots$$

s'obtiennent à partir des formules de récurrence suivantes :

$$(4) \begin{cases} A_1 = U_1 & B_1 = V_1 \\ A_2 = \frac{U_1 V_2 - U_2 V_1}{U_1} & B_2 = \frac{U_2}{U_1} \\ A_i = -\frac{U_{i-1} V_i - U_i V_{i-1}}{U_{i-2} V_{i-1} - U_{i-1} V_{i-2}} \\ B_i = \frac{U_{i-2} V_i - U_i V_{i-2}}{U_{i-2} V_{i-1} - U_{i-1} V_{i-2}} \end{cases}$$

Appliquons ces règles de formation à la fonction exponentielle :

Nous allons d'abord choisir, à titre d'exemple, un trajet « licite » dans le tableau de la figure 5.

Chaque point du trajet correspondant à une réduite de la fonction exponentielle.

$$R_{00} = \frac{U_1}{V_1} = \frac{1}{1}$$

$$R_{10} = \frac{U_2}{V_2} = \frac{1+x}{1}$$

$$R_{11} = \frac{U_3}{V_3} = \frac{2+x}{2-x}$$

$$R_{21} = \frac{U_4}{V_4} = \frac{6+4x+x^2}{6-2x}$$

$$R_{22} = \frac{U_5}{V_5} = \frac{12+6x+x^2}{12-6x+x^2}$$

$$R_{32} = \frac{U_6}{V_6} = \frac{60+36x+9x^2+x^3}{60-24x+3x^2}$$

$$R_{33} = \frac{U_7}{V_7} = \frac{120+60x+12x^2+x^3}{120-60x+12x^2-x^3}$$

$$R_{43} = \frac{U_8}{V_8} = \frac{840+480x+120x^2+46x^3+x^4}{840-360x+60x^2-4x^3}$$

etc...

en utilisant les formules de récurrence des fractions continues de premières forme (3), on calcule les coefficients :

$$A_1 = \frac{U_1}{V_1} = 1$$

$$A_2 = - \frac{U_1 V_2 - U_2 V_1}{V_1} = x$$

$$B_2 = 1$$

puis en procédant de même,

$$A_3 = -x ; B_3 = 2 ; A_4 = x ; B_4 = 3$$

$$A_5 = -x ; B_5 = 2 ; A_6 = x ; B_6 = 5$$

$$A_7 = -x ; B_7 = 2 ; A_8 = x ; B_8 = 7 \text{ etc...}$$

(ce qui nous permet d'écrire un développement possible de la fonction exponentielle) le tableau de la figure 5 donne cette relation sous une forme légèrement différente mais équivalente).

$$e^x = 1 \times \frac{x}{1} \cdot \frac{x}{2} \cdot \frac{x}{3} \cdot \frac{x}{2} \cdot \frac{x}{5} \cdot \frac{x}{2} \cdot \frac{x}{7} \cdot \dots$$

D'autres trajets sont possibles et en particulier ceux traités dans les tableaux de la figure 6.

On remarquera la simplicité générale de tous ces développements et en particulier de celui qui correspond au trajet « diagonal ».

## Conclusion

Lorsqu'on la compare à d'autres méthodes classiques de développement des fonctions transcendantes (développements en série entières de *Mac-Laurin*, développements sur les polynômes de *CHEBYCHEFF* etc...), la théorie de *Pade* paraît plus riche et plus ouverte. Elle n'offre pas une solution rigide mais des familles de solutions entre lesquelles l'utilisateur aura à choisir suivant son application.

Il est, entre autres, possible de rechercher des développements particulièrement simples, dont les coefficients sont très faciles à générer dans un programme.

La vitesse des calculs constitue un autre critère de sélection des développements. Ce critère présente un intérêt fondamental dans des domaines tels que la robotique ou la conduite de processus.

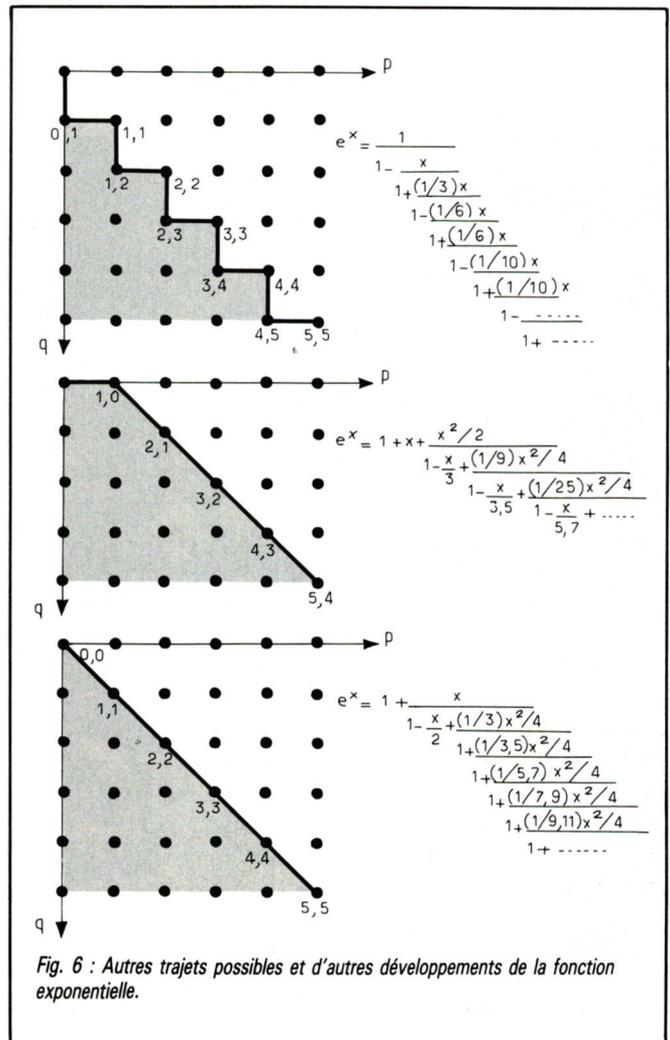


Fig. 6 : Autres trajets possibles et d'autres développements de la fonction exponentielle.

L'actualité dans

**T** *Toute  
l'électronique*

est traitée dans les rubriques

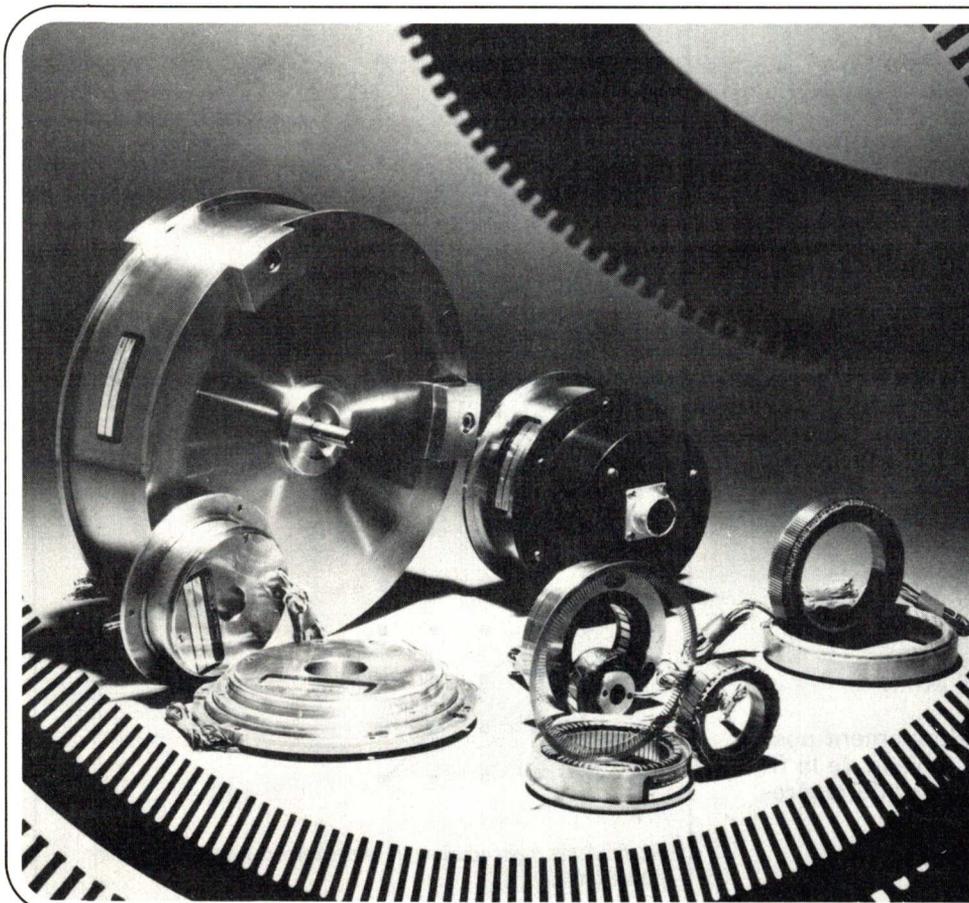
- Panorama technique
- En bref
- Nouveaux produits et équipements
- Informations pratiques

Nous pensons que la théorie des fonctions continues de *Pade* est applicable à tous niveaux « matériel » ou « logiciel ». Même sur des systèmes qui font déjà appel à des circuits intégrés très performants, on aura toujours intérêt à simplifier et à accélérer les programmes.

J. COHEN, H. OHANESSIAN et J. PERRIGOT  
INSA Lyon

## Bibliographie

- 1) - PADE H., Sur la représentation approchée d'une fonction par des fractions rationnelles. Ann. Sci. Ec. Norm. Sup. PARIS 9, pp. 1-93, 1892.  
- PADE H., Sur les développements en fractions continues de la fonction exponentielle. Ann. Sci. Ec. Norm. Sup. PARIS 16, pp. 395-426. 1899.
- 2) WALL H.S., Analytic theory of continued fractions. D. VAN NOSTRAND. Co. New-York, 1948.
- 3) GRAVES-MORRIS P.R., PADE approximants and their application. ACADEMIC PRESS New-York, 1973.
- 4) BAKER Jr. G.A. Essential of PADE approximants. ACADEMIC PRESS New-York, 1975.
- 5) MELANGER Y., WANG J., Interprète Virgule Flottante. Projet de fin d'études (Responsables H. OHANESSIAN, J. PERRIGOT) Département Génie Electrique INSA LYON, 1984.
- 6) COHEN J., GRANDEMANGE E., GRANGEAT C., PAUL G., Approximations de fonctions transcendentes par les fractions continues. Projet de fin d'études (Responsables J. PERRIGOT, H. OHANESSIAN) Département Génie Electrique INSA LYON, 1985.



## DES CAPTEURS ANALOGIQUES DE PRÉCISION

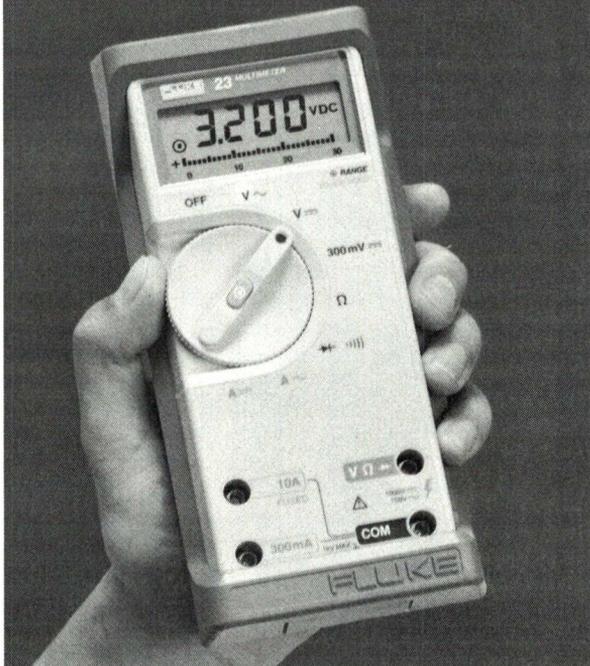
- de  $\pm 7$  minutes d'arc
- à  $\pm 10$  secondes d'arc

**THOMSON-CSF**

DÉPARTEMENT  
COMPOSANTS ÉLECTROMÉCANIQUES  
125, RUE JEAN-JACQUES ROUSSEAU  
92130 ISSY-LES-MOULINEAUX  
FRANCE  
TEL.: (1) 46.42.93.44

4759

# UN PROFESSIONNEL POUR LA MAINTENANCE EN TOUTE SECURITE



Le multimètre FLUKE 23 répond à vos besoins. Prix modéré, complet, simple à utiliser, entièrement protégé, les performances d'un professionnel.

**EXIGEZ UN FLUKE  
3 ans de garantie**

Disponible chez nos distributeurs:

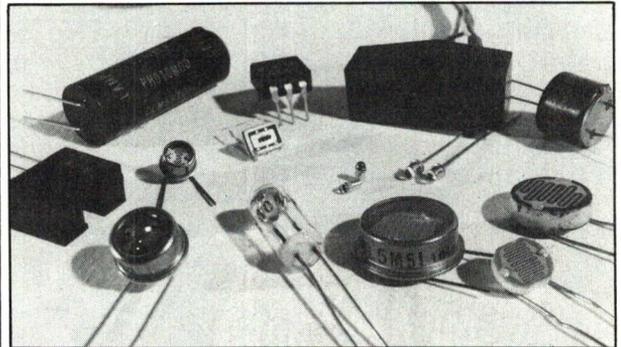
ACER PARIS 10 770 28 31/AGEI AIX EN PROVENCE 13 (42) 64 01 44/  
CIBOT RADIO PARIS 12 346 63 76/COMPOKIT PARIS 14 335 41 41/DIMATEL MARSEILLE 13  
(91) 78 41 39/FACEN BORDEAUX 33 (56) 39 33 18/FACEN PARIS 569 10 59/  
FACEN NANCY 54 (8) 351 00 05/FACEN STRASBOURG 67 (88) 20 20 80/FACEN LILLE 59  
(20) 96 21 67/FACEN LYON 69 (7) 858 24 06/FACEN CAEN (31) 93 00 30/FACEN  
GRENOBLE (76) 42 56 17/FACEN ROUEN (35) 65 36 03/FACEN ST QUENTIN (23) 62 52 02/  
FLAGELECTRIC CLERMONT FERRAND 63 (73) 92 13 46/FRANCAISE D'INSTRUMENTATION  
PARIS 706 30 77/TROYES 10 (25) 78 15 55/HEXAGONE EQUIPMENT ORLY 94 884 47 57/  
LIENARD SOVAL ORLEANS 45 (38) 72 58 30/MAXENCE ISNARD GRENOBLE 38  
(76) 27 81 11/OMNIRAD GENTILLY 94 581 00 41/OMNITECH SURESNES 772 81 81/  
OMNITECH BORDEAUX 33 (56) 34 46 00/OMNITECH NANTES 44 (40) 72 63 93/OMNITECH  
LYON 69 (7) 273 11 87/RADIO SELL BREST 29 (98) 41 65 56/REINA PARIS 15 549 20 89/  
REVIMEX 44 (40) 89 09 30/SODIMEP TOULOUSE 31 (61) 54 34 54/VP ELECT. MASSY 91  
(6) 920 08 69/VP ELECT. RENNES 35 (99) 51 88 88

AMB ELECTRONIQUE 

606, Rue Fourny - Z.I. De Buc - B.P. no. 31-78530 Buc -  
Tél.: (3) 956.81.31 (lignes groupées) - Telex: 695414  
Aix-en-Provence (42) 39 90 30  
Lyon (78) 76 04 74  
Rennes (99) 53 72 72  
Toulouse (61) 63 89 38

**FLUKE**

## CLAIREX ELECTRONICS le leader du "custom design" en fourches optoélectroniques



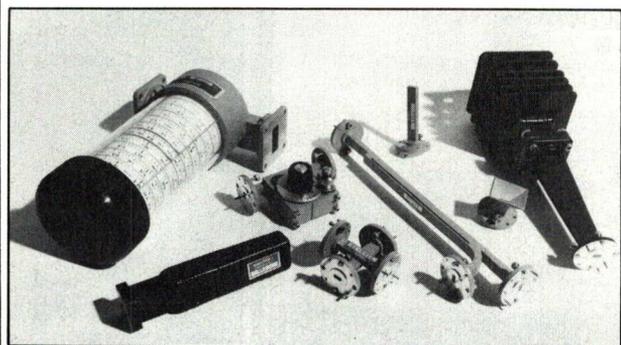
- cellules photoélectriques CdS, CdSe
- émetteurs et récepteurs infrarouge AsGa, AlAsGa (TO18, TO46, plastique, flat pack)
- fourches optoélectroniques
- coupleurs
- capteurs par réflexions

CEB baryépub 872

**GINSBURY ÉLECTRONIQUE S.A.**

30, place de la Madeleine - 75008 Paris  
Tél. (1) 42.68.04.00 - Tx. 220 862 - Tc (1) 47.42.82.06

## WAVELINE matériel de mesure sur guide de 1,70 à 50 GHz



- atténuateurs
- charges
- déphaseurs
- appareillages de mesure
- adaptateurs
- guides rigides et flexibles
- coupleurs
- terminaisons, coudes...

CEB baryépub 876

**GINSBURY ÉLECTRONIQUE S.A.**

30, place de la Madeleine - 75008 Paris  
Tél. (1) 42.68.04.00 - Tx. 220 862 - Tc (1) 47.42.82.06

# POUR L'ETUDIANT OU LE PROFESSIONNEL : 3 LIVRES POUR COMPRENDRE ET MAITRISER L'ELECTRONIQUE

La maîtrise de l'électronique moderne passe obligatoirement par une connaissance approfondie de ses composants. Les 3 volumes de *Technologie des Composants*, en conformité avec la technologie actuelle et son évolution prochaine, sont rédigés dans un esprit rigoureux, précis et clair, facilement assimilable, en évitant le recours à des démonstrations mathématiques de haut niveau. Ils s'attachent aux 3 aspects fondamentaux (caractéristiques, procédés de fabrication, mise en œuvre) et forment le traité le plus complet sur cette technologie.

## TECHNOLOGIE DES COMPOSANTS ELECTRONIQUES, par R. BESSON 3 volumes au format 16x24 cm

1 TOME 1 - 450 pages. - Prix : 138 F (port compris)

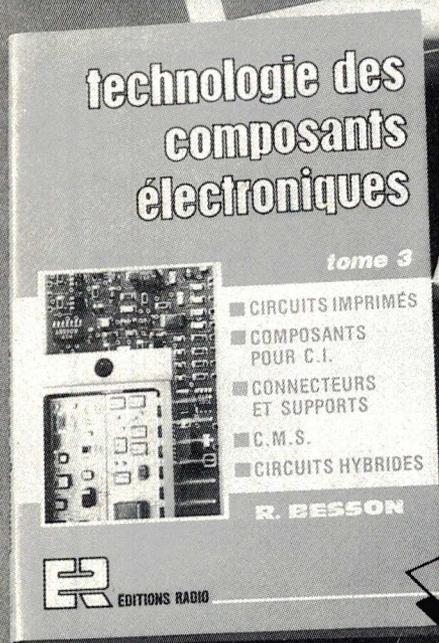
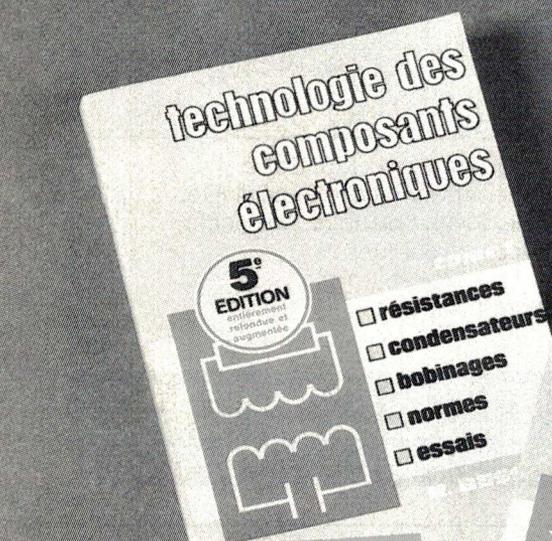
- RESISTANCES
- CONDENSATEURS
- BOBINAGES
- NORMES
- ESSAIS

2 TOME 2 - 448 pages  
Prix : 138 F (port compris)

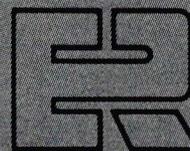
- DIODES
- TRANSISTORS
- THYRISTORS
- CIRCUITS INTEGRÉS
- OPTO-ELECTRONIQUE

3 TOME 3 - 192 pages  
Prix : 138 F (port compris)

- CIRCUITS IMPRIMÉS
- COMPOSANTS POUR C.I.
- CONNECTEURS ET SUPPORTS
- C.M.S.
- CIRCUITS HYBRIDES



**VIENT DE  
PARAITRE**



**EDITIONS  
RADIO**

9, rue Jacob 75006 Paris.  
Tél: (1) 43.29.63.70.

### BON DE COMMANDE A adresser aux Editions Radio 9, rue Jacob 75006 Paris.

Je désire recevoir au(x) prix (port compris) indiqué(s) ci-dessus le(s) livre(s):

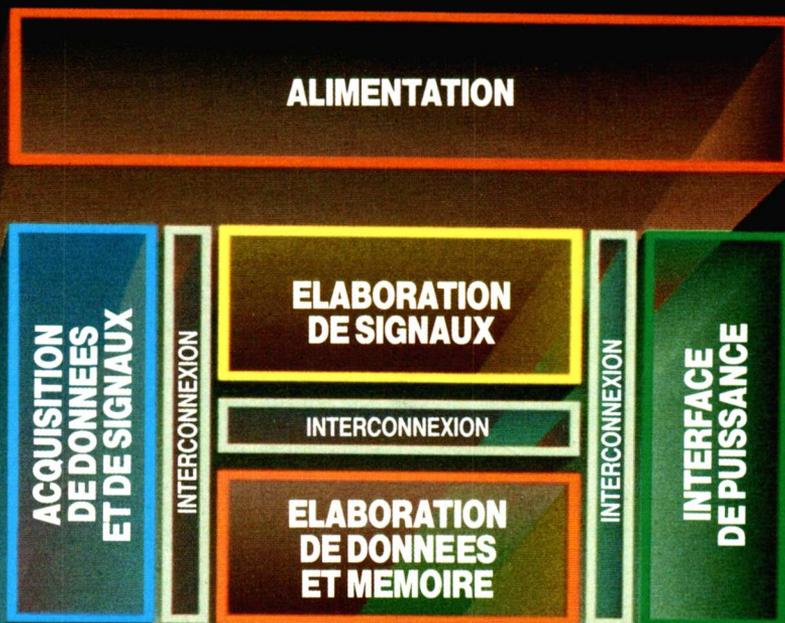
TECHNOLOGIE DES COMPOSANTS ELECTRONIQUES : 1 Tome 1 2 Tome 2 3 Tome 3

NOM: \_\_\_\_\_ PROFESSION: \_\_\_\_\_

ADRESSE: \_\_\_\_\_

Ci-joint chèque postal 3 volets sans indication de N° de compte  Chèque bancaire  Mandat postal

# QUAND IL VOUS FAUT CE QU'IL Y A DE MIEUX EN APPLICATION DE SYSTEME ELECTRONIQUE



**VOICI UN  
FABRICANT DE  
SEMICONDUCTEURS  
EUROPEEN, OFFRANT  
UNE VASTE  
GAMME DE PRODUITS  
ET QUI POSSEDE LA  
TECHNOLOGIE ET LE SERVICE  
POUR REPENDRE A VOS BESOINS  
EN COMPOSANTS SEMICONDUCTEURS.**



Technologie  
et Service

# UNE GAMME COMPLETE DE SEMICONDUCTEURS POUR REpondre A VOS BESOINS EN MATIERE D'APPLICATIONS ELECTRONIQUES

SGS produit, dans le monde entier, une vaste gamme de semiconducteurs pour répondre à vos besoins en matière d'applications électroniques.

Vous pourrez y trouver des produits de pointe (tels que des circuits linéaires haute tension et de puissance) dans le monde entier ainsi qu'une gamme étendue de transistors comprenant des produits MOS de puissance dans une large gamme de boîtiers.

Si vous cherchez des produits standards la gamme SGS est imbattable. Regardez donc les dispositifs logiques standards SGS: la 74LS, la CMOS 4000B et la toute dernière CMOS rapide, ainsi que les produits linéaires standards tels qu'amplificateurs opérationnels, régulateurs de tension, réseaux darlington et bien d'autres encore.

Vous n'êtes toujours pas convaincu? Que pensez-vous, alors, de la gamme SGS de microprocesseurs et de microcontrôleurs comprenant les familles les plus populaires et les plus avancées de 8 et de 16 bits? Sans oublier, bien sûr, toute la série des mémoires non volatiles associées.

Peut-être avez-vous besoin d'un produit spécial? SGS vous propose, alors, ses réseaux prédiffusés et ses services pour des circuits à la demande grâce à ses nombreux centres de conception situés dans les principales zones industrielles européennes et mondiales. Nous pourrions continuer encore mais pourquoi ne pas

nous contacter directement? Pour en savoir davantage remplissez la carte ci-jointe et si vous êtes un utilisateur de semiconducteurs nous serons heureux de vous envoyer notre tout dernier "Shortform". Vous découvrirez notre choix incomparable.



## SGS. Une Réponse Européenne En Matière De Semiconducteurs.

**SGS SEMICONDUCTEURS S.A. - 21-23, rue de la Vanne - 92120 MONTRouGE - Tél. (1) 47.46.08.00 - Télex: 250938F - Télécopie: (1) 47.46.13.97**  
**Distributeurs:** **Facen Electronique**, Trappes, Tél. (1) 30.62.61.39 (Bordeaux, Lille, Lyon, Nancy, Rouen, Strasbourg) • **Gecodis**, Nanterre, Tél. (1) 42.04.76.76 • **Gedis**, Nanterre, Tél. (1) 42.04.04.04 (Aix-en-Provence, Grenoble, Lyon, Rennes, Tours) • **Generim**, Les Ulis, Tél. (1) 69.07.78.78 (Grenoble, Lille, Lyon, Strasbourg) • **ITT MULTICOMPOSANTS**, Les Ulis, Tél. (1) 64.46.02.00 (Lyon, Rennes, France-Est: Tél. n° vert 05.10.25.87 - France Sud-Ouest: Tél. n° vert 05.32.01.54) • **Radio-Sell Composants**, Tél. 98.41.65.56 (Paris, Rennes) • **R.E.A.**, Levallois-Perret, Tél. (1) 47.58.11.11 (Lyon) • **R.T.F.**, Gentilly, Tél. (1) 46.64.11.01 (Bordeaux, Grenoble, Rennes, Toulouse) • **Techdis**, Palaiseau, Tél. (1) 69.30.50.50 (Lille, Strasbourg) • **Tekelec**, Sèvres, Tél. (1) 45.34.75.92 (Aix-en-Provence, Bordeaux, Epinay, Evry, Grenoble, Lille, Lyon, Maurepas, Noisy-le-Grand, Rennes, Strasbourg, Toulouse).

# Welwyn

Crystalate Electronics Limited



## Potentiomètres Colvern plastique conducteur - cermet - bobinés



**Applications :**  
mono/multitours montages panneaux  
monotours montages servo  
capteurs angulaires pour l'automobile

CB 1064

Welwyn Électronique - 53, rue Poincaré - B.P. 28  
77220 Tournan-en-Brie - Tél. (1) 64.07.90.93 - Télex 690 318

# FORUM MESURE ELECTRONIQUE

## & TEST

Hall 5  
du Parc des Expositions  
Porte de Versailles  
à Paris.

du 22 au 25 septembre 86

Des conférences et des débats gratuits  
présidés et animés  
par des journalistes spécialisés.

- Lundi 22 septembre à 15 h "Évolution de l'instrumentation générale" (débat animé par Électronique Actuelle)
- Lundi 22 septembre à 16 h 30 "La CAO électronique" (débat animé par Électronique Industrielle)
- Mardi 23 septembre à 15 h "Le test de cartes" (débat animé par Électronique Industrielle)
- Mardi 23 septembre à 16 h 30 "La téléphonie cellulaire" (débat animé par Soite (Électronique))
- Mercredi 24 septembre à 15 h "Le test de composants" (débat animé par Électronique Industrielle)
- Mercredi 24 septembre à 16 h 30 "Analyse de spectre EMI/RFI" (débat animé par Soite (Électronique))

INVITATION GRATUITE SUR DEMANDE  
Association SIM, BP 748, 91001 EVRY CEDEX

# M-tron

• Quartz  
fréquences disponibles de 1 à 170 MHz  
boîtiers HC-33U / HC-51U  
HC-18U / HC-49U  
et CMS

• Oscillateurs à Quartz TTL et HCMOS  
fréquences disponibles de 0.25 à 65 MHz  
boîtiers hermétiques et CMS

• Double générateur de bauds  
type MK1135

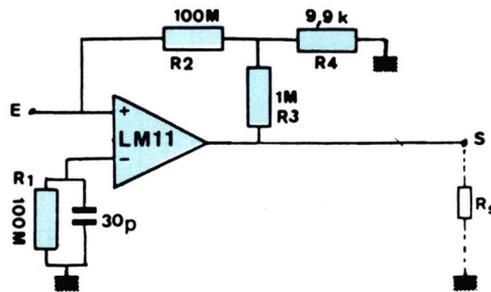
# almex

48, rue de l'Aubépine - Z.I. 92160 Antony • Tc. (1) 46.66.60.28

• Tél. (1) 46.66.21.12    almex Lyon : Tél. 78.66.00.66 - Tx. 375 187 - Tc. 78.66.21.55  
• Tx. 250 067    almex Rennes : Tél. 99.51.66.16 - Tx. 741 034 - Tc. 99.51.79.91  
almex Toulouse : Tél. 61.71.11.22 - Tx. 521 370 - Tc. 61.30.01.85

CB 1084

## Multiplicateur de résistance



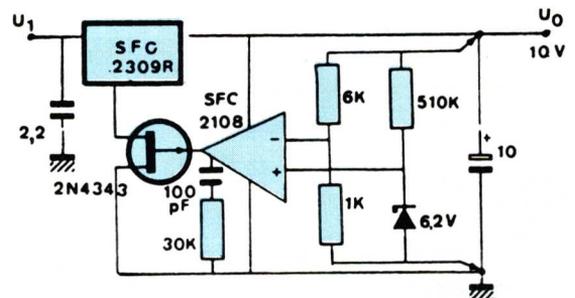
Avec ce montage, on peut obtenir une résistance égale à 10 GΩ.

$$R_s = R_2 \left( 1 + \frac{R_3}{R_4} \right)$$

$$R_2 \gg R_3 // R_4$$

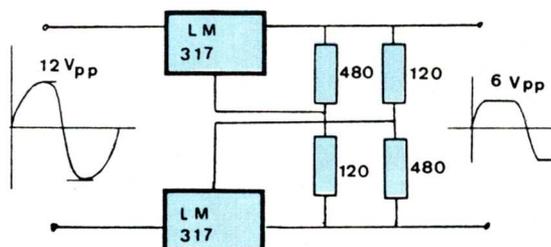
## Régulateur à grande stabilité

Ce circuit permet d'obtenir une régulation meilleure que 0,01 % en fonction de la charge, de la tension d'entrée et de la température. Le courant de Zener sera ajusté pour rendre la dérive thermique minimale.



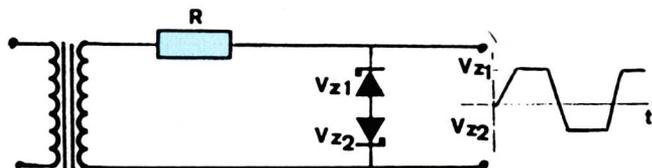
## Régulateur de tension alternative

Cette application particulière des régulateurs permet d'obtenir des signaux échantillonnés d'amplitude constante. Pour une forte puissance d'utilisation, les régulateurs seront montés sur un radiateur.



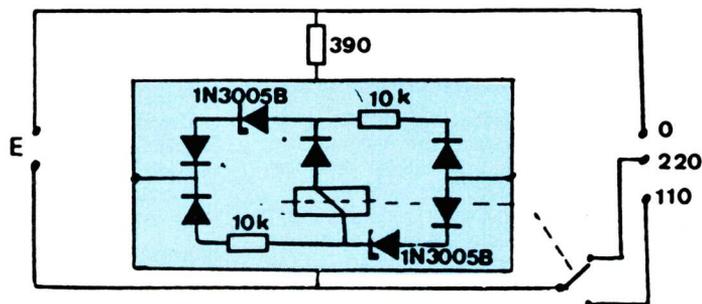
# Montage écrêteur de tension

La tension de sortie d'un transformateur peut être limitée à l'aide de diodes Zener comme l'indique ce montage.



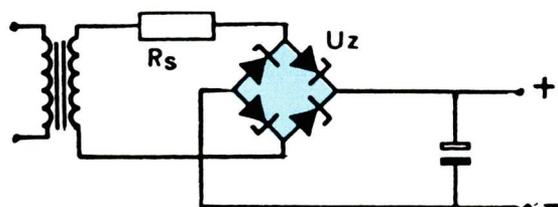
# Commutateur de tension secteur

Ce schéma montre comment réaliser une commutation automatique de tension secteur. En cas de panne de relais, le système demeure sans danger car le contact 220 V s'effectue au repos.



# Alimentation continue

Ce circuit a l'avantage de fournir une tension de sortie limitée à  $U_z$ .



# Compresseur-expandeur de graduation

La figure 1 montre une compression en début d'échelle.  $R_g$  représente la résistance interne du galvanomètre G. Plus  $R_2$  sera grand, plus les graduations sont resserrées jusqu'à  $V_z$ .

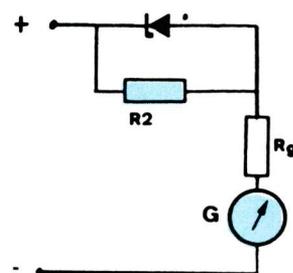


Fig. 1

La figure 2 montre comment obtenir une compression en fin d'échelle. En combinant ces deux montages, on peut modifier à volonté l'allure de la graduation « voltmètre à intervalle ».

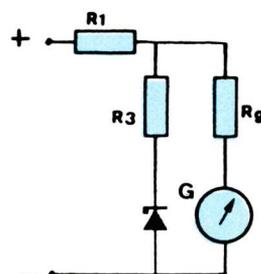
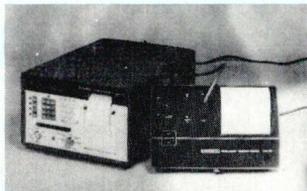


Fig. 2

## TIROIR ANALYSEUR DE PERTURBATIONS SECTEUR

La société américaine **Dranetz Technologies INC**, représentée en France par **Kontron Electronique SARL** annonce la sortie d'un nouveau tiroir pour l'enregistreur de perturbations de la série 626, déjà connu et utilisé sur le marché national le 626-PA-6030, à représentation Graphique.



Ce nouveau tiroir peut analyser un réseau Mono/Triphasé jusqu'à  $3 \times 600$  Veff. 45/65 Hz. Il détecte les variations lentes, rapides, les micro-coupures, les impulsions parasites (4 000 V crête) et les variations de fréquence.

La perturbation est reconstituée sous forme graphique et alphanumérique sur une imprimante spécialement conçue pour le Dranetz 626. L'heure d'apparition est donnée avec une résolution de 1/100 de seconde. La courbe restituée montre la sinusoïde avant, pendant et après la perturbation.

L'imprimante graphique ainsi que son alimentation 110/220 Veff., ininterrompue, se logent dans le couvercle du 626.

Rappelons que le Dranetz 626 est un système modulaire : il peut donc recevoir deux tiroirs graphiques Mono/Triphasés 626-PA-6030, plus un tiroir conventionnel ; ou un tiroir graphique et trois tiroirs conventionnels déjà existants (tiroirs continus, alternatifs, Neutre/Terre, consignation d'état, température/humidité, champ électromagnétique, etc...).

Le fait de pouvoir insérer deux tiroirs graphiques dans le 626, permet la visualisation simultanée des éventuelles perturbations sur l'Entrée et la Sortie triphasée d'un onduleur ou d'un conditionneur réseau. Ainsi on connaîtra la réponse aux perturbations de ces appareils.

## SIMULATEUR DE CABLE SC 80

L'appareil simulateur de câble à 8 Mbit/s SC 80 présenté par **Technicom** est destiné au contrôle du fonctionnement d'équipements de

transmission numérique tels que répéteurs-régénérateurs et terminaux de lignes. Cet appareil est uti-



lisé soit lors de la mise en service des liaisons soit lors d'un contrôle d'un répéteur. Sa fonction essentielle consiste à faire varier le niveau du signal numérique à l'entrée de l'équipement à tester.

Il dispose :

- d'une ligne d'affaiblissement variable de 0 à 10 dB par bonds de 1 dB +/- 0,1 dB

- d'un simulateur de 0 à 70 dB par bonds de 1 dB.

Les données sont indiquées par affichage numérique.

Le simulateur de câble SC 80 dispose d'entrée et de sortie symétrique et dissymétrique.

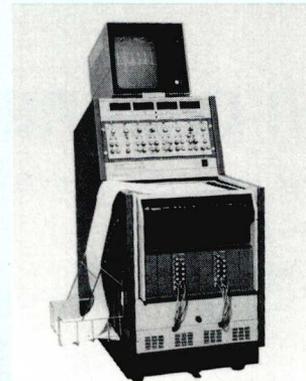
Il se présente sous la forme d'un coffret 1/2 rack de 3 unités muni d'une poignée de transport et d'un couvercle.

(Dimensions de l'appareil : 260 x 147 x 400 mm, Poids : 9 kg).

## SYSTEME D'ENREGISTREMENT ELECTROSTATIQUE UNIVERSEL

**Gould Electronique** annonce la sortie d'un système d'enregistrement électrostatique intégré dans une console mobile sur roulettes.

Ce système est particulièrement conçu pour les mesures hautes performances (jusqu'à 10 kHz) de paramètres industriels, scientifiques ou médicaux. Il est composé d'un enregistreur électrostatique **Gould ES1000**, d'un oscilloscope moniteur à mémoire haute résolution, d'un ensemble de conditionnement du signal, d'un afficheur



numérique quatre-voies et d'entrées-sorties pour enregistreur magnétique et ordinateur.

L'enregistreur électrostatique peut recevoir simultanément jusqu'à 32 signaux analogiques et numériques 10 bits parallèles. La reproduction s'effectue sur du papier diélectrique de largeur utile 256 mm en traces séparées ou superposées dans n'importe quelle présentation désirée par l'utilisateur. Les tracés peuvent être identifiés et commentés par des messages alphanumériques imprimés soit à la demande soit page après page.

L'oscilloscope moniteur projette en permanence sur un écran haute résolution l'ensemble des signaux, caractères et grille que reçoit le système, que le papier de l'enregistreur défile ou non. Une image figée du moniteur peut être recopiée de l'écran sur le papier.

Le système peut être configuré pour offrir la meilleure solution dans le cadre d'une application médicale, scientifique ou industrielle. La gamme de plus de 30 conditionneurs de signaux **Gould** est là pour réaliser cette adaptation.

Un afficheur numérique 4-voies complète l'ensemble pour permettre la surveillance permanente du niveau de certains paramètres critiques.

## ALIMENTATION STABILISEE

Importée par **Gradco France**, la toute nouvelle alimentation stabilisée, modèle GSC 1302, de **Global Specialties Corporation** délivre 3 niveaux de sortie indépendants, l'un fixe de 5 VDC, les deux autres étant variables de 0 à 30 VDC.



Cette alimentation convient ainsi tout particulièrement aux applications les plus diverses, tant en milieu industriel, que dans les domaines du laboratoire et de l'enseignement.

Le niveau de sortie fixe de 5 V ( $\pm 0,1$  V), sous une intensité maximum de 5 A., limité en courant, présente une stabilité en ligne de 0,05 % et en charge de 0,02 % + 3 mV pour une ondulation résiduelle maximum de 55 mV. Les deux sorties variables offrent des tensions réglables en continu de 0 à 30 V. sous une intensité maxi-

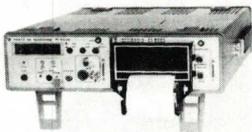
mum de 1 A. avec une stabilité en ligne de 0,05 % et en charge de 0,1 % pour une ondulation résiduelle maximum de 10 mV. Les réglages des sorties variables se font, indépendamment l'un de l'autre, sur deux potentiomètres, l'un pour le réglage approché, l'autre pour le réglage fin. Les valeurs sont affichées sur deux afficheurs à 3 digits pour les tensions et les intensités avec sélecteurs de fonction tension/courant.

Les sorties peuvent être mises en série ou en parallèle, elles sont protégées et limitées en courant.

L'encombrement de cette alimentation stabilisée est de 168 mm x 237 mm x 275 mm pour un poids de 1,8 kg.

## POSTE DE CLAQUAGE

Française d'Instrumentation complète sa gamme d'appareils de mesure de conception modulaire par un poste de claquage avec imprimante incorporée. Celui-ci offre les caractéristiques suivantes :



- Gamme : 0 à 3 kV AC et DC, ICC = 5 mA
- Détection de défaut par seuil de D I
- Lecture du U ou de I sur affichage numérique 4 digits (LED)
- Temps de montée, maintien et descente réglable de la HT
- Sortie sur imprimante (affichage de la tension de claquage)
- Imprimante : sur 24 colonnes, par aiguille et ruban encreur
- Entrée BCD série/parallèle sur 6 digits maximum
- Entrée BCD parallèle sur 4 digits maximum
- Entrée analogique
- Compteur d'évènements sur 4 chiffres.

## GENERATEUR DE SURTENSIONS

La société **Keytek** représentée par **CP Composants** annonce la sortie de deux nouveaux modèles en complément de la gamme déjà existante. La série 587 et 587 PLUS permet la génération d'ondes conformes aux normes : AINSI C 62.41, IEEE Std 587, CEI 664, UL 943, 217, 268 et CCITT K17. Cette série permet la superposition des ondes sur le secteur 220 V ou sur une alimentation continue par



l'intermédiaire d'un filtre incorporé. Ondes générées :

- 0,5 m s 100 kHz Oscillation amortie - 0 à 6 kV, 200 et 500 A
- 1,2/50 m s 0 à 6 kV
- 8/20 m s 0 à 3 kA
- 0,5/700 m s 0 à 6 kV
- 10/700 m s 0 à 6 kV
- 100/700 m s 0 à 5 kV

Cette nouvelle série économique vient en complément de la gamme des générateurs Foudre, EMP et ESD déjà élaborée par la société **Keytek**.

## MULTIMETRES DE TABLE/PORTABLES

La société **John Fluke** représentée par **MB Electronique**, commercialise un nouveau multimètre de table, le modèle 37, qui se caractérise par un affichage analogique et numérique introduit avec la série 70 et la précision ainsi que les protections des entrées de la série 20. L'innovation principale du modèle 37 réside dans son nouveau boîtier qui a été spécifiquement conçu pour améliorer la facilité d'emploi



de multimètre sur table ou sur le site. Le panneau avant est incliné à 15° permettant une visibilité optimale et un accès aux touches aisé. Un grand compartiment de rangement est incorporé dans la moitié arrière du boîtier permettant à l'utilisateur d'y ranger les cordons de mesure et les petits accessoires. Une poignée intégrée (moulée dans le boîtier) rend le 37 portable si nécessaire.

Avec une précision nominale en continu de 0,1 % et une grande bande passante, le **Fluke 37** égale ou surpasse les spécifications de table à 3 1/2 chiffre disponible aujourd'hui. Des techniques uniques de construction et de conception interne fournissent un blindage exceptionnel contre les interférences électromagnétiques.

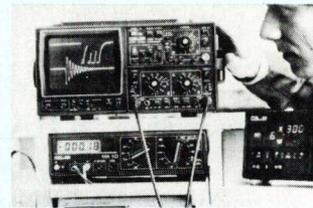
Le **Fluke 37** possède en plus des caractéristiques jamais rencontrées auparavant sur un multimètre de table, telles que : un affichage analogique et numérique avec une résolution de 3 200 points, la fonction « Touch-hold » TH, l'enregistrement des valeurs Min/Max, le mode relatif, un changement de gamme automatique ou manuel et un test de diode et de continuité par signal sonore. Le **Fluke 37** est alimenté par une pile interne de 9 V (1 000 h. d'autonomie) ou à partir du secteur en utilisant l'adaptateur secteur **Fluke**.

Cet appareil a des protections exceptionnelles contre les surcharges. Toutes les gammes courants y compris la gamme 10 A sont protégées par des fusibles HPC. Les gammes de résistances sont protégées jusqu'à 500 V eff. vrais, les fonctions tensions continues et alternatives sont protégées jusqu'à 1 000 V eff. vrais.

Le 37 trouvera ses applications dans les industries aéronautiques, dans les tests en production, dans les écoles et les centres de formation technique, chez les ingénieurs et les techniciens qui ont besoin d'un appareil de table ayant une grande précision et un haut niveau de sécurité.

## OSCILLOSCOPE NUMERIQUE A MEMOIRE

**Equipements Scientifiques** commercialise un oscilloscope numérique à mémoire référencé M-6011. Il peut être utilisé aussi bien en oscilloscope analogique bicanal 20 MHz qu'en oscilloscope numérique à mémoire. En utilisation oscilloscope numérique, la fréquence d'échantillonnage est de 20 MHz (en monocanal) ou 10 MHz (en bicanal). La mémoire est de 2 K x 8 bits et de 2 K x 8 bits pour la mémoire de référence en bicanal. La sauvegarde du contenu de la mémoire est réalisé grâce à la fonction « SAVE ». La base de temps s'étale de 10 us/div jusqu'à 50 s/div. Le prédéclenchement peut se faire sur 0, 25, 50, 75 et 100 %.



# EURELCO



Générateurs de fonctions : 4 modèles de 200 kHz à 5 MHz et de 2800 à 5400 F h.l.\*

**Conçus et fabriqués en France**

**GENERATEURS DE FONCTIONS  
GENERATEURS A PHASE VARIABLE  
PHASEMETRES NUMERIQUES  
STANDARDS DE PHASE  
FREQUENCEMETRES PERIODEMETRES  
MILLIVOLTMETRES ALTERNATIF  
VOLTMETRES VECTORIELS**

**MILLIVOLTMETRES VALEUR EFFICACE VRAIE**  
**EURELCO**  
Zone Industrielle  
06516 CARROS CEDEX  
Tél. 93 29 07 22

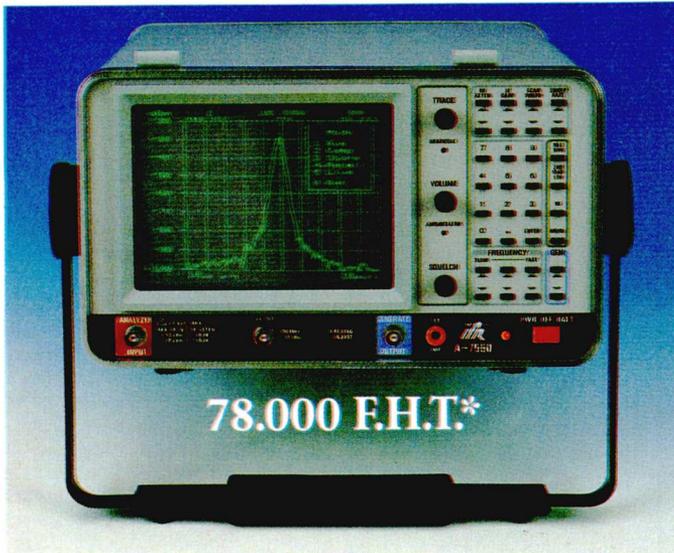
FORUM MESURE  
Stand 4 B 3

INSA LYON  
Hall H Stand 16

\* prix au 01.09.86



# Analyseur de spectre 1 Ghz



Résolution 300 Hz

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

**GARANTIE 2 ANS**

\*Prix sans option \*\*en option.

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



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

IMAGE ET COMMUNICATION



- Circuits linéaires
- Interfaces
- Commutateurs analogiques
- Multiplexeurs analogiques
- Convertisseurs A/D D/A
- Circuits télécommunications
- Transistors FET
- Transistors MOSPOWER



48, rue de l'Aubépine - Z.I. 92160 Antony • Tc. (1) 46.66.20.28

• Tél. (1) 46.66.21.12  
• Tx. 250 067

almex Lyon : Tél. 78.66.00.66 - Tx. 375 187 - Tc. 78.66.21.55

almex Rennes : Tél. 99.51.66.16 - Tx. 741 034 - Tc. 99.51.79.91

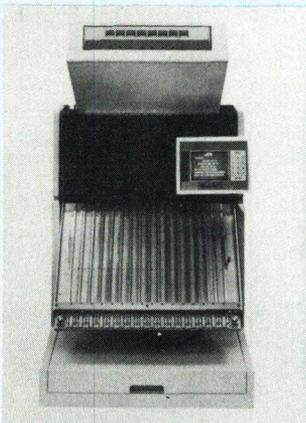
almex Toulouse : Tél. 61.71.11.22 - Tx. 521 370 - Tc. 61.30.01.85

1088

## HANDLERS

La Société Trigon représentée par M.S.A. introduit sur le marché deux nouveaux handlers les Sigma 101 et Sigma 102 à gros débit pour boîtiers Chip Carriers, PLCC ET LCC, ayant les caractéristiques suivantes :

La température de fonctionnement : est pour le Sigma 101 : am-



biante à + 155° C et le Sigma 102 : - 55 à 155° C.

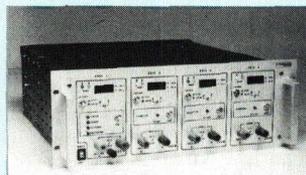
Type de boîtiers JEDEC céramiques et plastiques ; de 16 à 84 sorties.

La cadence de fonctionnement est de 3 600 à 6 000 pièces/heure (pour 350 m/s de temps de test). On dispose de 8 réservoirs d'entrée, 16 réservoirs de sortie (classement 16 catégories) qui n'endommagent pas les boîtiers céramiques manipulés. Les interfaces sont RS232 ou IEE488.

Le système de commande et de contrôle est géré par micro processeurs - Auto diagnostic. Visualisation des informations sur écran T.V. Le contrôle de l'état des différents mécanismes de la machine se fait sur cet écran T.V.

## CHARGE ELECTRONIQUE PROGRAMMABLE

Multisources-Electronique annonce la sortie d'une charge électronique programmable, modèle CEL 1050/4 - 1050W, 4 voies indépendantes isolées entre elles, 1 voie principale 600W 90A, 3 voies secondaires 150W 25A.



Cette charge a été étudiée pour répondre aux besoins des industriels qui doivent contrôler la sortie des générateurs continus en tension et en courant (alimentations, batteries, etc...) tant en laboratoire qu'en service contrôle ou en production. Par sa souplesse, elle remplace avantageusement les bancs de rhéostat.

### Particularités :

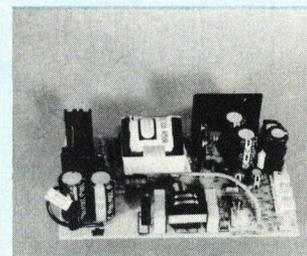
- Technologie à transistor MOS-FET/Bipolaire de puissance
- Plage de fonctionnement importante : de 2 à 100 V
- Les 4 voies peuvent être programmées par l'intermédiaire de l'interface de programmation Multi-sources-Electronique IEE 488 et RS 232
- Mode courant constant, tension constante
- Lecture en face avant du courant, de la tension et de la valeur de programmation sur afficheur 2 000 points

• Relecture de I, et U sur connecteur arrière

• Sécurités multiples et sorties défauts sur connecteurs arrières.

## ALIMENTATIONS A DECOUPAGE

La société AK commercialise une gamme d'alimentations à découpage très économique.



L'alimentation type PSA S/3 est un modèle de 40 W, disposant de trois tensions de sortie : 5V 2,5A ; + 12V 2A ; et - 12V 0,1A.

# SOAMET S.a.

## SOLDER AID

- 3 préreglages de température : 345°C - 400°C - 455°C.
- Température maintenue à ± 3%.
- Commutation au zéro de tension.
- Récupération thermique très rapide.
- Élément chauffant du fer : 48 watts/24 volts.
- 6 modèles de pannes longue durée disponibles.

# SA 10 : JE SAIS

# ME FAIRE REMARQUER...

Je suis un nouveau poste de soudage, fabriqué aux USA, qui vous procure une double efficacité.

Mon réglage en usine des trois températures de soudage et mon contrôle

visuel par voyant lumineux, vous assurent une très grande précision dans vos travaux électroniques.

Pour plus de détails sur mon comportement, n'hésitez pas à contacter :



La qualité sur stock au meilleur prix **SOAMET s.a.**

10, bd.F.-Hostachy - 78290 CROISSY-SUR-SEINE. Tél. (1) 39.76.24.37/45.72



DAYLIGHT

## OSCILLOSCOPE NUMERIQUE HAUT DE GAMME

La société **Wintex** (RFA) distribuée par **Digan Electronique** propose un nouvel oscilloscope numérique haut de gamme le WTX 460.



Cet oscilloscope numérique présente la particularité de disposer de 4 véritables voies. En fonctionnement analogique, il s'agit d'un scope 4 x 60 MHz. En fonctionnement numérique, quatre convertisseurs 20 MHz / 8 bits assurent la digitalisation des signaux. L'appareil se caractérise aussi par une capacité mémoire importante de 32 K (8 K/voie), sauvegardée en cas de coupure de l'alimentation,

ainsi que par l'option lecteur intégré de disquettes, permettant la mémorisation et l'exploitation optimale d'un grand nombre de signaux différents. L'interface IEEE 488 permet d'inclure l'appareil dans un système de mesure informatisé. Parmi les principales autres caractéristiques, signalons la possibilité du fonctionnement en X-Y, la fonction Pretrigger, la possibilité de n'utiliser qu'une partie de la mémoire pour visualiser plusieurs enregistrements successifs simultanément, une sortie pour enregistreur graphique, l'enregistrement séquentiel automatique, le tout complété par la qualité optique du tube (postaccélération de 14 KV).

## MESUREUR DE CHAMP A AFFICHAGE NUMERIQUE DE LA FREQUENCE

Le mesureur de champ FSM 5984 fabriqué par **Start Unaohm** et distribué par **Unaohm France** couvre l'ensemble des bandes de récep-



tion Télévision en 3 gammes 45-110 MHz 110 MHz 300 MHz et 470MHz à 860 MHz.

Il présente l'intérêt d'afficher la fréquence de réception avec 4 chiffres significatifs et une résolution de 0,1 MHz, ce qui permet d'identifier avec précision les porteuses de réception des canaux Son et Images.

L'appareil offre en plus une fonction voltmètre pour mesurer la tension d'alimentation des préamplificateurs en ligne.

Un haut-parleur incorporé permet d'écouter le contenu de la modulation AM ou FM pour l'identification des porteuses Son et Images.

Réalisé dans un coffret robuste, compact, qui assure la production de l'appareil, il est d'un transport facile. Le couvercle contient un logement pour les accessoires.

## DETECTEUR PROGRAMMABLE

Un nouveau détecteur programmable CLHP à fluorescence est offert par **Hewlett-Packard** pour une sensibilité et une sélectivité plus élevées.

Il offre une gamme d'options de détection pour la chromatographie en phase liquide d'échantillons d'origine clinique, pharmaceutique, alimentaire ou d'environnement.

La programmation permet au nouveau HP 1046A d'optimiser la sélectivité et la sensibilité en commutant automatiquement la longueur d'onde et d'émission pour chaque pic.

Sans frais supplémentaires, un laboratoire peut augmenter ses possibilités d'analyse en utilisant le nouveau détecteur comme un dé-



# METRIX MX

Le must du numérique, l'analogique en plus.



# 573

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

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

LES MEILLEURES IDEES SONT LES IDEES QUI VOUS SERVENT.



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

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

Agences : COLMAR. Tél. (89) 23.99.70 - Télex : 880.951 - LILLE. Tél. (20) 30.64.60 - Télex : 110.114 - LYON. Tél. (7) 876.22.49 - Télex : 300.506. - MARSEILLE. Tél. (91) 78.90.74 - Télex : 430.673 - RENNES. Tél. (99) 51.64.66 - Télex : 740.983 - TOULOUSE. Tél. (61) 78.53.33 - Télex : 531.600.

tecteur à phosphorescence ou à chimiluminescence. Ces trois méthodes de détection à luminescence se commandent facilement par l'intermédiaire de touches de fonctions très claires.

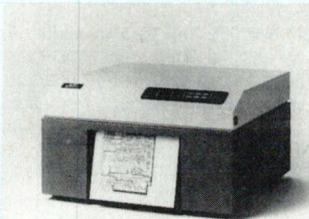
Compatible avec n'importe quel matériel de CLHP, le nouveau HP 1046A est léger et peu encombrant. Il est facile de le déplacer d'un chromatographe en phase liquide à un autre.

Pour une solution analytique complète, les laboratoires peuvent connecter le HP 1046A à un chromatographe en phase liquide HP 1090 série M pour la commande du détecteur ainsi que l'acquisition, le stockage et l'évaluation rapides des données.

## TRACEUR COULEUR PETIT FORMAT

Versatec vient d'introduire deux nouveaux traceurs couleurs petit format ayant une résolution de 400 points par pouce, les Spectrum 2568 et 2558.

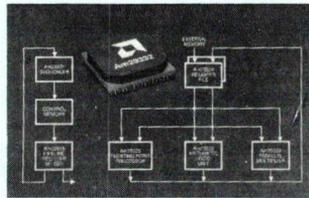
Ces nouveaux traceurs existent en 2 versions différentes : 1 version américaine de largeur 11 pouces (modèle 2558) et 1 version européenne aux normes ISO de largeur 29,7 cm permettent des tracés au format A3/A4 (modèle 2568).



Bien qu'offrant une résolution 4 fois supérieure aux modèles Spectrum 200 points par pouce introduits au MICAD 86, les Spectrum 2568 et 2558 conservent les mêmes performances notamment en ce qui concerne la vitesse de tracé qui reste de 5 cm/sec quel que soit la complexité du dessin.

## CONTROLEUR D'ALIMENTATION POUR R.N.I.S.

Le contrôleur d'alimentation d'abonné Am7936 est le premier composant d'une famille conçue par Advanced Micro Devices pour le réseau numérique à intégration de services (R.N.I.S.). L'Am7936 est le premier composant monolithique compatible avec les exigen-



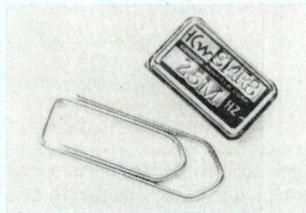
ces de puissance du CCITT pour l'interface « S », qui relie les équipements terminaux de télécommunication au central privé. L'Am7936, de technologie bipolaire, prélève l'alimentation de la ligne téléphonique sur l'interface « S », et fournit une tension continue régulée de 5 V pour les circuits du terminal de R.N.I.S.

Mis en œuvre avec le contrôleur d'abonné numérique Am79C30 d'AMD, l'Am7936 constitue une solution intégrée complète pour la conception de terminaux voix/données de R.M.I.S. Deux autres composants de la famille, le circuit pour joncteur numérique Am79C31 et le contrôleur d'alimentation quadruple de centrale Am7938, trouvent leur place sur la carte d'abonné numérique du central privé. L'Am79C31 assure la fonction de terminaison de ligne d'abonné R.N.I.S. au niveau central, et l'Am7938 fournit l'alimentation pour un maximum de quatre lignes d'abonnées R.N.I.S.

Le contrôleur d'alimentation d'abonné Am7936 trouve ses applications dans les terminaux voix/données, les téléphones numériques, les terminaux de fac-similé, ainsi que dans d'autres équipements qui prélèvent leur alimentation sur la ligne de transmission.

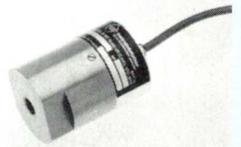
## OSCILLATEUR COMPATIBLE TTL

L'oscillateur S14R8 récemment commercialisé par Connor Winfield représenté en France par Equipements Scientifiques, est un oscillateur compatible TTL. La fréquence de sortie peut être choisie entre 250 kHz et 60 MHz. La stabilité est meilleure que  $\pm 0,005\%$ , la gamme de température est de 0 à 70° C. La sortance TTL est de 10. Le rapport cyclique est de 50/50  $\pm 10\%$ . Ils sont présentés en boîtier métallique hermétiquement scellé compatible Dual in line 14 broches.



## CAPTEURS TRANSMETTEURS BASSE PRESSION

FGP Instrumentation réalise et commercialise une nouvelle gamme de capteurs transmetteurs de pression économiques pour les mesures de basse et moyenne pression, les capteurs P 211 et P 311. Ces



capteurs possèdent une électronique incorporée permettant d'obtenir un signal de sortie normalisé 5 - 20 mA en câblage 2 fils. L'élément sensible de ces capteurs est en céramique et acier inoxydable. Les principales caractéristiques sont les suivantes :

- étendues de mesures : 0 - 350 mbar à 0 - 7 bar.
- version relative ou absolue.
- tension d'alimentation 14 à 40 VDC.
- signal de sortie : 4 - 20 mA ; câblage 2 fils.
- classe de précision meilleure que 0,3 % de l'étendue de mesure.
- ce type de capteur est également disponible avec un signal de sortie en tension de 0 - 5 VDC ou 0 - 10 VDC.

## RESEAU PREDIFFUSES POUR FIBRES DE VERRE

Les réseaux prédiffusés sur pastille de silicium (masterslices), qui combinent la lacune qui existait jus-



**Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris**

**UN PARTENAIRE**

**POUR VOS PERFECTIONNEMENTS ET SPÉCIALISATIONS TECHNIQUES :**

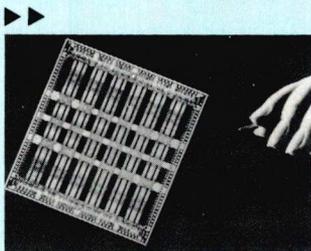
*informatique - automatique -  
microélectronique - électronique - traitement du signal -  
mathématiques appliquées - optoélectroniques -  
communication-international*

**ESIEE-FC -**

**89, rue Falguière - 75015 PARIS**

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

**(1) 43.21.60.34**

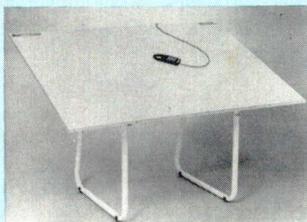


mande d'une part et les modules standards universels d'autre part, sont proposés par **Siemens** en plusieurs versions. Le travail à exécuter par le fabricant se limite aux deux couches (supérieures) d'interconnexion déposées sur le chip et permettant d'obtenir, à partir du masterslice, un circuit personnalisé aux besoins de l'utilisateur. Ces réseaux prédiffusés s'adressent plus particulièrement aux télécommunications et à l'informatique qui utilisent de nombreux circuits en quantité moyenne.

La famille logique SH 100 C à 0,35 ns existe en deux versions : l'une, de 24 mm<sup>2</sup> (C1), dispose de 960 fonctions logiques, deux couches de métallisation et de 64 connexions ; l'autre, de 75 mm<sup>2</sup> (C3), dispose de 2 500 fonctions logiques, trois couches de métallisation et de 144 connexions. En association avec un fabricant européen d'ordinateurs, Siemens développe 25 projets différents pour le SH 100 C3 utilisables par la nouvelle génération des ordinateurs de très grande puissance. Avec un important fabricant d'appareils de mesure, **Siemens** a conclu un contrat portant sur le développement de plusieurs réseaux prédiffusés pour applications rapides (SH 100 C). Les contrats obtenus par **Siemens** en matière de transmissions sur fibres optiques faisant appel à des réseaux prédiffusés concernent des installations à 565 Mbit/s.

## TABLETTES A DIGITALISER

Yrel annonce la disponibilité de nouvelles tablettes **Série L** de la Société **GTCO**. Deux tailles sont disponibles : 61 x 91 cm et 91 x 122 cm. Elle apporte une nouvelle capacité de digitalisation grand format au système CAO sur PC grâce à leur coût très faible. Jusqu'à aujourd'hui, les tablettes de cette dimension étaient trop coûteuses car plus chères que le micro-ordinateur ainsi que le logiciel.



Les tablettes **Série L** comprennent un contrôleur, un curseur 16 boutons et une alimentation pour un coût 30 à 40 % inférieur aux digitaliseurs actuels.

Les digitaliseurs **Série L** sont de technologie électromagnétique avec des performances équivalentes aux séries standards. Ils sont compatibles avec le logiciel AUTO-CAD.

## CIRCUITS GaAs

**TriQuint Semiconductor**, une filiale de **Tektronix**, annonce une nouvelle série de composants **MSI GaAs** de la classe GHz élaborés à partir de sa bibliothèque de circuits pré-caractérisés à mode d'approvisionnement. Cette série de compo-

sants numériques dénommée **Q-LOGIC** constitue la première famille de composants chez **TriQuint**.

Au départ, cette nouvelle série comprendra un ensemble de compteurs de 1 à 3 GHz, mais sera bientôt agrandie pour intégrer d'autres composants pour interface et appareillage de mesure, tels que multiplexeurs et démultiplexeurs. **TriQuint** envisage également de lancer prochainement un progiciel de conception des circuits pré-caractérisés **Q-LOGIC** fonctionnant sur un poste de travail **Tektronik/CAE Systems** et de permettre ainsi aux ingénieurs de concevoir des circuits intégrés à l'arséniure de gallium performants à l'aide des stations de travail et des miniordinateurs les plus courants.

**Q-LOGIC** est élaboré à partir d'une base de données de composants **GaAs** améliorée autorisant des variations de température et de tension plus importantes. **Q-LOGIC** est peu sensible aux variations de tension comprises entre  $\pm 4$  et  $\pm 5,2$  V. Ces composants sont prévus pour fonctionner à des températures comprises entre 0 et 85° C pour les applications civiles, mais dès l'année prochaine, ces dernières iront de -55 à 125° C pour les applications militaires. Les circuits pré-caractérisés **Q-LOGIC** ont été optimisés par **TriQuint** pour assurer une compatibilité totale avec les circuits ECL série 10K et 100K sur toute l'étendue des variations de température et de tension.

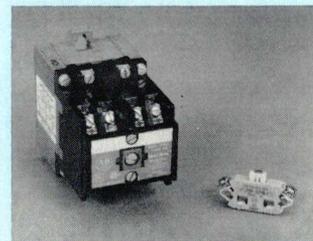
Le premier composant disponible est le compteur cascade 4 bits **TQ1111**. Conçu pour des applications de pré-diviseur (« Pre Scaler ») et de comptage rapide, le **TQ1111** est disponible en trois versions : le **TQ1111-20** pour les fréquences jusqu'à 2 GHz, le **TQ1111-25** pour les fréquences jusqu'à 2,5 GHz et le **TQ1111-30**

pour les fréquences jusqu'à 3 GHz. Les sorties diviseurs par 2, 4, 8, et 16 sont compatibles avec les circuits ECL série 10K et 100K.

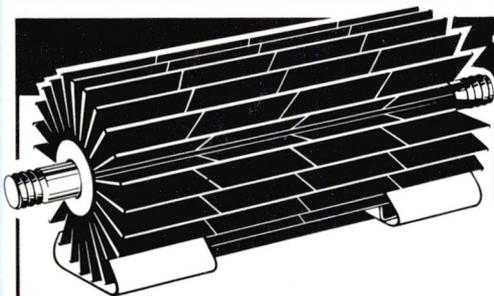
L'étage diviseur par deux comporte une sortie complémentaire facilitant l'interfaçage avec les circuits rapides. Le couplage de l'entrée de l'horloge rapide peut être alternatif ou continu. Le composant se présente sous la forme d'un boîtier plat de 10 broches très simple à utiliser.

## RELAIS-MAITRES

Les relais-maitres de la **série 700 PK**, présentés par **Allen Bradley**, utilisent une nouvelle cartouche amovible de contacts de puissance utilisable jusqu'à 600 V CC ou CA et qui supportent jusqu'à 20 A. sur charge résistive. Le courant total par relais peut atteindre 160 A sur plusieurs contacts. Les nouvelles



cartouches sont réversibles afin de réaliser facilement les configurations en contacts normalement ouverts ou normalement fermés ou mixtes. Les relais standard de **série 700 PK** sont proposés en version 2, 4, 6 et 8 pôles. Ils peuvent recevoir des additifs temporisateurs pneumatiques ou de maintien, et aussi des additifs à pôles supplémentaires. Les **relais 700 PK** sont listés UL et approuvés par le CSA.



## TERMINAISONS ET ATTENUATEURS DE PUISSANCE

RBU-RAU-RBS

# ROHDE & SCHWARZ

## UNE PRÉCISION ENCORE PLUS GRANDE

30 W à 20 kW



**Pas de demi-mesure. C'est Rohde & Schwarz ou rien !**

SIÈGE : 46, rue de la Couture-Silic 190 - 94563 Rungis Cedex - Tél. : 46.87.25.06 - Télex : 204477

# Multimètre ou centrale de mesure ?

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

Les multimètres multifonctions Philips, c'est aussi :

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

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

## La mesure qui s'impose

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



Avec Philips, prenez la mesure qui s'impose !

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

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



Mesure

# PHILIPS

• La Division Militaire et Spatiale de **Thomson Semiconducteurs** vient de compléter son catalogue par deux grandes familles de produits. Les diodes, transistors de puissance et thyristors de **Thomson Semiconducteurs** en versions fiabilisées et les mémoires S. Ram et D. Ram à usages militaire et spatial de **Thomson Components Mostek Corps.**, filiale américaine de **Thomson Components**.

• La Société **Magnecraft**, représentée par **Bicel**, annonce l'acquisition de la société **Sigma Instruments**, fabriquant U.S. de relais reed, statiques, etc... La gamme complète des relais fabriqués par **Sigma** pourra donc être livrée par la société **Bicel**.

• Le groupe **Schlumberger**, par l'intermédiaire de la **Compagnie des Compteurs**, a pris le contrôle de la Société **Adret Electronique**, dans laquelle il possédait 10 % du capital depuis 1982. Cette nouvelle unité fera partie de la ligne de produits Instruments de la branche Mesure et Regulation du Groupe Schlumberger. **Adret Electronique** viendra compléter la Division **Enertec Instruments** dirigée par Monsieur Jacques Brault.

• **NUM** a acquis au travers de sa filiale **Manumeric** le département Commande Numérique et Equipements Electroniques de **Matra Manurhin Automatic**. Cette filiale située à Mulhouse poursuivra les fabrications de commandes numériques de **Manurhin** et développera l'activité d'équipements normalisés.

• **Siemens** a décidé de fabriquer les microprocesseurs 16 bits SAB 80186/80188 en seconde source des modules développés par **Intel**, de façon à compléter sa gamme de produits 16 bits. Le marché des microprocesseurs connaît une croissance plus que proportionnelle et **Siemens** est l'un des premiers producteurs européens dans ce domaine.

• **Fujitsu** présente ses circuits prédiffusés CMOS à grande vitesse : La famille « AV » de **Fujitsu**, trois nouvelles séries de circuits pré-diffusés CMOS à grande vitesse, offre un délai de propagation typique par porte de 1,4 ns seulement, qui en fait l'une des familles de circuits

pré-diffusés de série la plus rapide du monde. Associant la technologie de 1,8  $\mu\text{m}$  et une densité de porte élevée à une faible consommation pour une performance optimisée, les 14 types de dispositifs des trois familles sont dès maintenant disponibles.

• La Société américaine **Alcoa**, premier fabricant mondial d'aluminium, vient de retenir **SPECIF-X**, outil d'aide à la spécification mis au point par **IGL (Institut de Génie Logiciel)** pour équiper ses stations de travail **APOLLO**.

## Importation et distribution

• La division **Power Semiconductor** de **General Instrument** a nommé, à partir du 1<sup>er</sup> avril 1986, distributeur officiel composants discrets, le réseau « **Silec Distribution** », pour l'ensemble de la gamme diodes de redressement, fast, super fast, schottky, ponts et composants de surface.

• **I.S.C.** signé avec la Société américaine **Transenory Devices Inc.** un accord de représentation exclusive pour la commercialisation de ses capteurs.

• La Société **Copel** assure la distribution des effaceurs d'UV EPROM de **UVP Inc.** La gamme disponible couvre la plupart des besoins, du modèle économique de faible capacité, permettant d'effacer jusqu'à 8 EPROM en 20 minutes, jusqu'aux rapides de forte capacité, permettant d'effacer jusqu'à 600 EPROM en seulement 7 minutes.

• **ERN** et **EPSON** viennent de signer un contrat de concessionnaire pour la diffusion de toute la gamme des produits du grand fabricant japonais : les imprimantes, les micro-ordinateurs portables et les micro-ordinateurs PC et PC+ Epsom.

• **Panacol Ltd** a pris il y a quelque temps, la représentation générale pour l'Europe de tout nouveau **CYANOLIT JUMBO PEN** dont la bille de dosage permet un usage très exacte et sans bavure.

• Bien positionné dans le domaine du matériel compatible **DEC**, **Spring** annonce la distri-

bution de l'ensemble des cartes-mémoire **NS** et plus spécialement des mémoires pour **MICRO VAX II** et **Q-BUS**.

• **Metrologie** assure depuis novembre 85, la distribution des imprimantes à jet d'encre **siemens**.

• La Société **Ledtronics**, représentée par **Techno-Profil**, a repris la fabrication des indicateurs lumineux « Chicago Miniatures », pour téléphone. La série **CMD** existe en 4 couleurs (rouge, vert, jaune, et ambre) avec un angle de vision de 65° ou 24°.

• La Société **Lavalloise des Condensateurs Electrolytiques** (Groupe **Thomson**) spécialiste du condensateur électrolytique à usage professionnel et industriel vient de signer un accord de distribution avec la société **DEL (Docks Electriques Lyonnais)**.

• La Société Japonaise **Keyence** vient de confier à **Comsatec** la distribution de sa ligne de composants qui comprend : des capteurs photoélectriques ultraminatures, des capteurs optiques de déplacement,

des capteurs de proximité, des capteurs de confirmation de passage métallique et des capteurs de positionnement haute précision, ainsi que des détecteurs de couleur.

• Le Directeur pour l'Europe de **Korry** Grande-Bretagne, Clive Ealding, a signé avec Louis Le Coent, Directeur Général de la Société **Ghielmetti**, un contrat d'exclusivité pour la promotion et la vente en France des composants et équipements de sa gamme : interrupteurs lumineux, indicateurs, panneaux et faces avant avec interrupteurs et voyants intégrés.

• La Société **Thomson Logiciels** ainsi que la Société **ECS Diffusion** ont toutes deux passé un accord avec la Société **Serbi** pour la distribution du logiciel **CONCEPTION-3D**.

• La Société **Melcher France** vient de confier la distribution de l'ensemble de sa gamme d'alimentations à découpage à **Radialex** et ce pour le sud-est de la France. Rappelons que **Radialex**, dont le siège est situé à Lyon, dispose également d'une agence à Grenoble.



## Calendrier des expositions

### SEPTEMBRE

**9 au 13 - Bâle - Fabritec 86** - (2<sup>e</sup> Foire Internationale spécialisée des installations de production de l'électronique). Renseignements : Secrétariat Fabritec 86, c/o Foire Suisse d'Echantillons, boîte postale, CH 4021, Bâle, Suisse. Tél. : (061) 26.20.20.

**9 au 13 - Bâle - Swissdata 86** - (5<sup>e</sup> Salon de l'information dans l'industrie, la technique et la recherche). Renseignements : Secrétariat Swissdatad 86, c/o Foire Suisse d'Echantillons, boîte postale, CH-4021, Bâle, Suisse. Tél. : (061) 26.20.20.

**15 au 20 - Paris - Sicob** - (CNIT - La Défense) - (Session internationale d'automne en informatique et télécommunications/Convention informatique). Renseignements : Sicob, 4, place de Valois, 75001 Paris. Tél. : (1) 45.75.62.56.

**16 au 19 - Lyon - INSA** - Renseignements : CAST, INSA, Bât. 705, 20, avenue Albert Einstein, 69621 Villeurbanne Cédex. Tél. : 78.93.24.45.

**22 au 25 - Paris - Forum Mesure Electronique et Tests 1986** - Renseignements : S.I.M. BP 748, Evry Village, 91001 Evry Cédex.

**30 au 2 octobre - Paris - ATE** - Renseignements : Mme G. Piau, 272 rue du Faubourg-St-Honoré, 75008 Paris, Tél. : (1) 47.66.75.06.

## Nomination

- La Société **Mc Murdo Instrument Co. Ltd** a nommé M. Rob Damjanovic chef du marketing et des ventes à l'exportation pour leur gamme de connecteurs.

- Patrick **Jobelot** vient d'être nommé Directeur National des Ventes de **GEIS (General Electric Information Services)**. Avant d'occuper cette fonction, il était Directeur des Ventes Banques et Services au sein de la société.

- Alain Orszag vient d'être appelé à la présidence de **Quantel** pour succéder à Georges Bret.

- M. Carl R. Turner a été nommé Vice-Président de la Division Solid State de **General Electric Semiconductor**. M. Turner continuera à exercer ses fonctions de Vice-Président et de Directeur Général de la Division Solid State de **RCA Corporation**, filiale de **General Electric** et assurera la responsabilité de certaines activités de **General Electric Semiconductor**.

- Eric Cabedoce reprend la direction technique d'**Atari France** après le départ de Denis Friedman appelé à de nouvelles fonctions au sein de la direction Software d'**Atari Corporation** à Sunnyvale aux Etats-Unis.

- M. Koga a été nommé General Manager à **Hitachi Electronic Components Europe GmbH** à Munich.

- **IBM France** annonce la nomination de Jean-Jacques Duby au poste de directeur scientifique d'**IBM France** à compter du 1<sup>er</sup> juillet 1986.

## Accords

- **Matra Harris Semiconducteurs (MHS)** et **Silicon Compilers Incorporated** annoncent la signature d'un accord leur permettant de proposer pour les circuits intégrés ASIC :
  - une conception rapide et performante,
  - un cycle de fabrication rapide basée sur une technologie CMOS avancée.

A la suite de cet accord, **MHS** est le premier fabricant français de circuits intégrés à prendre

une part active dans la révolution de la compilation de silicium. **MHS** et **SCI** adapteront ensemble le système de conception GENESIL de **SCI** à la technologie CMOS 2 microns, 2 niveaux métal de **MHS**.

- **Mecilec** annonce la signature d'un accord d'association de haute technologie avec **Taylor Instrument**, une division de **Combustion Engineering USA** : Cette signature concrétise la lettre d'intention publiée le 25 novembre 1985. Aux termes de cet accord, **Mecilec** assure la promotion en France des systèmes de process control **Taylor**, dont le MOD 30, et le lancement du système distribué de deuxième génération MOD 300, en cours d'introduction sur le marché mondial. De son côté, le Groupe **Combustion Engineering** distribue sur l'ensemble de son réseau mondial les enregistreurs, les appareils d'analyse et les systèmes de comptage de **Mecilec**, en exclusivité pour les USA et en co-exclusivité, sous sa propre marque **Taylor**, dans les autres pays. Pour permettre l'application efficace et harmonieuse de cet accord, **Mecilec** intègre dans ses structures les personnels de **Taylor Instrument** concernés par ces activités en France.

- **CN Industrie et Hewlett-Packard France** ont signé un accord au terme duquel **CNI** assurera la vente et le support des systèmes de CAO **HP Design Center ME Séries 10** au profit de l'ensemble des clients **HPF** en parallèle avec la force de vente **HP**. **CNI** a réalisé la liaison entre ME Séries 10 et son logiciel de commande numérique des machines-outils GOELAN qui avec son prédécesseur ELAN possèdent plus de 600 implantations dans le monde.

- La Société **Game Ingenierie**, filiale du Groupe **S.G.N.**, a signé un accord avec la Société **G.M.F.**, spécialisée en robotique. Première Société française à pouvoir intégrer les robots du constructeur américain, **Game Ingenierie** a présenté deux modèles (M 100 5 axes, S 100 6 axes) dans une application de cellule flexible d'usinage et d'assemblage lors du Salon PRODUCTION 86.

- La Société **Alsthom**, département **IVA**, vient de signer un accord avec la société **Jelt-CM** (un des principaux fabricants eu-

ropéens de produits techniques en aérosol) portant sur le conditionnement en aérosol et la commercialisation d'une nouvelle gamme de produits : des vernis conducteurs de fabrication française destinés à créer une conductivité électrique superficielle sur tous matériaux isolants (plastiques, caoutchouc, composites, etc...). Ces produits, de base acrylique ou polyuréthane, chargés notamment au nickel, sont destinés à toutes les applications de blindage de carters plastiques, composites d'appareillages électroniques.

- **Fairchild Semiconductor Corp.** et **Hitachi Ltd** viennent de signer un accord selon lequel **Hitachi** devient le premier fournisseur en seconde source des produits de la famille FACT et des Circuits CMOS avancés de **Fairchild**.

- L'**Institut National de Recherche sur les Transports** et leur Sécurité et la Société **CGA-HBS** (groupe **ALCATEL**) ont signé un accord pour le développement, l'expérimentation et la commercialisation de deux systèmes experts destinés : l'un, à la gestion du trafic urbain en saturation et l'autre, à la surveillance et à l'aide à la décision dans l'exploitation des réseaux de transport en commun de surface.

## Nouvelles des firmes

- **United Telephone System Inc.**, seconde compagnie indépendante de téléphone des Etats-Unis, vient de mettre en service le premier central numérique **ALCATEL** EIO-Five de son réseau dans la ville de Glasco, Kansas.

- **National Semiconductor** vient d'annoncer qu'il avait reçu la première qualification QPL (liste des circuits qualifiés) en Part I pour un circuit CMOS rapide. Ce circuit, le JM38510/65002 BCX (MM54HC10J), est une triple porte NAND à trois entrées, qui avait déjà été qualifiée en Part II. **National** a également reçu la première qualification QPL pour l'octal flip-flop D, JM38510/65602 BRX (MM54HC374J), ce qui porte à cinq le nombre de circuits qualifiés QPL HC JAN de **National**.

• **ERN** vient de signer un accord de distribution avec le fabricant français de connecteurs rectangulaires subminiatures **TEEE**, et élargit ainsi sa gamme connectique.

• **Beckman Industrial** vient de signer un accord d'importation exclusive, pour le marché français, avec la firme italienne **Zanussi Electromécanique s.p.a.** Rappelons que **Zanussi**, dont les produits sont homologués aux normes VDE-UL-CSA, fabrique notamment des filtres-secteurs antiparasites de panneaux, d'applications générales et pour circuits imprimés.

• **Mountain**, Société de réputation mondiale, vient de confier la distribution en France de sa

gamme de Drivecards, Racecards, Combosystems... à la Société **T.2.I.**

• **ERN** et **Sanyo Semiconducteurs**, viennent de signer un accord de distribution exclusive pour le territoire français portant sur la ligne très complète d'optoélectronique et notamment sur les modules LCD alphanumériques et graphiques. Tous ces produits peuvent être fournis avec un éclairage électroluminescent intégré.

• Un contrat de distribution exclusive vient d'être signé entre le constructeur **Forge Computers** et la Société française **A2M** à la suite d'un accord commercial entre **Force, Tekelec** et **A2M**.

## Adresses

• **STC Composants SA** s'installe dans de nouveaux locaux : 4, allée de l'Astrolabe - Silic 561 - 94653 Rungis - Tél. : 45.60.47.00 - Télex : 204 978 F - Télécopieur : (1) 46.87.56.43.

• **Euro Pep France** communique sa nouvelle adresse : 5, rue Pierre Midrin - 92310 Sèvres - Tél. : (1) 45.34.60.60 - Télex : 631 335 - Télécopieur : (1) 45.07.12.34.

• La Société **Schrack France** a le plaisir de vous accueillir dans ses nouveaux locaux : Europac -

7, avenue du Long Rayage - 91090 Lisses - Tél. : (1) 64.97.72.13 - Télex : 690 490 F.

• La Société **Henri Pouyet** et sa filiale **K2 Système**, transfèrent leur siège social : Direction Générale, Services Commerciaux et Bureau d'Études : 1, Boulevard Hippolyte Marquès - 94200 Ivry-sur-Seine - Tél. : (1) 45.21.48.48 - Télex : 261 296 F.

• La Société **Capey Electronique Informatique** s'installe : Impasse des Broderies - 78310 Coignières - Tél. : (1) 34.61.61.62 - Télex : 699 573 F.

## Parutions récentes

### Publications des firmes

• Un nouveau manuel très complet, entièrement illustré et doté d'index, intitulé **Quality Assessment of Printed Circuit Boards**, vient d'être publié par **Bishop Graphics, Inc.** Ce nouvel ouvrage est destiné à aider les constructeurs, contrôleurs et concepteurs de circuits imprimés dans l'étude, le contrôle et l'évaluation des circuits imprimés.

• **Acir** vient de publier son catalogue « Microrupteurs ». Cette nouvelle brochure pratique et claire guidera au mieux les utilisateurs dans le choix du microrupteur qu'ils recherchent.

• **Belden Electronics GmbH** a publié un nouveau catalogue illustré de 66 pages, dans lequel l'entreprise présente sa large palette de câbles pour la transmission de données. Le catalogue contient toutes les informations importantes pour la commandes de câbles d'informatique et de réseaux locaux, et attire l'attention sur d'autres secteurs de l'importante offre de **Belden**, tels que câbles fibre optique, câbles d'alimentation, liaisons surmoulées, câbles plats, câbles de télédistribution par antenne collective (CATV), fils de câblage et câbles haute température.

• La société **Cherry (RFA)**, représentée par **Techno-Profil** vient d'éditer un dépliant 10 pages décrivant les 12 modèles de claviers compatibles PC avec interface série.

• Un nouveau catalogue résumé de 8 pages décrit la ligne complète de convertisseurs et de circuits de traitement du signal à hautes performances de la division LSI de **TRW**. Cet opuscule comprend à la fois les produits bipolaires et les produits CMOS.

• **Sefelec** vient d'éditer son nouveau Catalogue n° 21 sur lequel, (outre les appareils traditionnels : Picoampère-mètres, Mégohmmètres, Postes d'essais de rigidité diélectrique, Micromètres, Testeurs Automatiques, Alimentations régulées H.T.), on trouve maintenant un Pont R.L.C. Automatique Programmable.

• **Radiall** annonce une nouvelle édition de ses catalogues BNC RIM (SMA) et SUBRIM (SSMA). Le catalogue BNC regroupe les gammes 50  $\Omega$ , 75  $\Omega$  et BNC industrielles. Le catalogue miniature, présentant plus de deux cents modèles RIM (SMA) pour les domaines de fréquences 18 et 26 GHz, un modèle 40 GHz étant en cours de développement.

• **National Semiconductor Corporation** propose un manuel gratuit intitulé « Guide fon-

damental des composants électroniques à montage en surface » (manuel référence 113615). Ce manuel décrit les types de boîtiers à montage en surface et aborde des sujets comme la soudure à la vague, le reflux de la pâte à souder, le mélange des procédés montage en surface et montage par insertion, le montage en surface de part et d'autre de circuit imprimé, la conception des circuits imprimés destinés à recevoir des composants à montage en surface et comment opérer sur des cartes équipées de tels composants. Le manuel comprend également un appendice qui donne les dimensions des divers types de boîtiers à montage en surface ainsi qu'un répertoire des sociétés qui fournissent des équipements destinés au montage en surface, des fournitures et des services.

• Le catalogue **Acir** réunissant l'ensemble de ses 2 nouvelles gammes de compteurs électromécaniques et électroniques d'impulsions est disponible. Il présente de manière détaillée, l'ensemble des données techniques et les schémas pour le branchement et la mise en œuvre de ces appareils. De plus les dernières nouveautés ; les minuteriers digitales CKN et les compteurs de temps CNT, complètent l'ensemble des gammes N et K qui sont maintenant très complètes et homogènes.

• **Bishop Graphics, Inc.** vient d'annoncer la publication d'un manuel très complet d'apprentissage par la pratique destiné aux débutants et aux professionnels

désireux d'approfondir et de compléter leurs compétences pour l'étude et le dessin des montages analogiques sur circuits imprimés. Cet ouvrage, intitulé « **Analog Printed Circuit Design and Drafting** », est un outil pédagogique de 430 pages, écrit par un expert, qui enseigne les subtilités de l'étude et du dessin des montages analogiques sur circuits imprimés en faisant effectivement réaliser par le lecteur des études et des dessins de circuits imprimés. C'est l'outil idéal pour permettre aux concepteurs et dessinateurs d'apprendre ou d'approfondir leur connaissances à domicile, aux professeurs de dessin de faire travailler leurs élèves en salle de classe et aux responsables d'étude de circuits imprimés de former leurs nouveaux employés à l'étude des montages analogiques sur circuits imprimés sur le lieu de travail.

• **MIW SA** vient de publier le Manuel d'utilisation du MIW-F-x51. Il contient des informations détaillées concernant le fonctionnement du MIW-F-x51. Ce composant est vu par l'utilisateur comme un microprocesseur muni de jeux d'instructions du microcontrôleur 8051 et incorporant une dizaine de contrôleurs, dont : contrôleur d'affichage (bargraph, 7 segments, LCD), contrôleur de clavier, contrôleur d'éditeur de page avec masque, contrôleur de moniteur d'entretien et de dépannage, contrôleur d'imprimante, contrôleur de transmission série asynchrone bufferisée et contrôleur de liaison. Le MIW-F-x51 est directement interfaçable avec le MINI-

TEL, ce qui permet la réalisation d'applications utilisant l'écran et le clavier du MINITEL. Il exécute 28 fonctions. Le manuel décrit le fonctionnement de chacun des contrôleurs et indique les modes de leur paramétrage logiciel et matériel. Il inclut également une copie du listing contenant plusieurs exemples d'utilisation.

• **Merlin Gerin** vient de lancer un nouveau périodique destiné aux artisans électriciens. Son nom : MULTI 9 (comme la gamme **Merlin Gerin** d'appareils modulaires). MULTI 9 sera diffusé gratuitement à l'ensemble des artisans électriciens français. En 1986 il sera édité 4 numéros, en mars, juin, septembre et novembre.

• **Gould Electronique** annonce la sortie d'un nouveau catalogue présentant l'ensemble de la gamme de conditionneurs de signaux Gould 4600 destinés au marché industriel et scientifique. Ce catalogue en français décrit l'essentiel des caractéristiques de la gamme des 28 conditionneurs de signaux Gould 4600. Il est conçu pour guider l'utilisateur dans son choix en fonction de critères de sélection tels que type de mesure, réjection de mode commun, isolation chassis et entrée-sortie, impédance d'entrée, filtrage sélectif, décalage d'origine et alimentation pour capteur. Ce catalogue s'adresse à l'ensemble des utilisateurs dont le problème est d'atténuer, amplifier ou traiter un signal avant de l'enregistrer sur un média quelconque : graphique, magnétique ou numérique.

• **Microel/Micro Energie** présente un guide de choix destiné aux utilisateurs de produits haute technologie en composants, instruments et source d'énergie. L'emploi en a été simplifié grâce à des sommaires à 2 entrées et des synoptiques produits de chacune des trois divisions.

• **Conseil et Promotion** annonce que la nouvelle édition de l'IC Master 1986 est disponible en France. L'édition 1986 comprend les guides Master de choix, suivants :

- Numérique,
- Interfaces,
- Linéaires,
- Mémoires,
- Microprocesseurs,
- Cartes pour microordinateur,

- Systèmes de développement,
- Cartes supports/mémoires,
- Circuits intégrés militaires,
- Circuits intégrés grand public,
- Circuits intégrés digitaux pour montage en surface (CMS),
- Custom, semi-custom.

Ce catalogue est organisé par : types, fonctions et paramètres clés et, est orienté vers la résolution des problèmes que rencontrent les ingénieurs de conception. Il permet de gagner du temps dans la recherche d'un C.I. spécifique et de ses secondes sources.

Un répertoire des secondes sources permet à l'utilisateur de trouver immédiatement les C.I. susceptibles de remplacer broche à broche les C.I. connus.

• **Burr Brown** présente un guide de choix des produits de sa gamme pour le conditionnement du signal, la conversion et l'acquisition de données, les circuits E/S analogiques et numériques, les systèmes de contrôle et de mesure.

• Le **CNET** conduit un effort continu de valorisation des résultats de ses études auprès de l'industrie française. Les résultats du **CNET** (brevets, savoir-faire, logiciels), dans l'ensemble de ses domaines de compétence, sont proposés de façon régulière aux entreprises industrielles concernées, qu'il s'agisse de grandes entreprises ou de PMI. Le portefeuille de brevets français du **CNET**, qui comprend actuellement 700 titres, vient d'être publié. Cette liste a été établie en regroupant les brevets dans les familles techniques suivantes :

- Télécommunications optiques,
- Réseaux numériques,
- Distribution et terminaux téléphoniques ou télex, Commutation spatiale,
- Images fixes ou animées,
- Traitement du signal - Transmission analogique - Satellites,
- Matériaux et composants,
- Gestion du réseau, maintenance et mesure,
- Divers.

Toute société intéressée par certains de ces brevets, peut prendre contact avec le **CNET** Service DICET/BVI « Brevets, Valorisation et Relations Industrielles » ( Direction de l'Information, de la Coopération et des Echanges Techniques), 38-40 rue du Général Leclerc, 92131 Issy-les-Moulineaux - Tél. : (1) 45.29.44.44.

## Livres reçus

**Dictionnaire multilingue d'électronique Anglais/Allemand/Français/Néerlandais/Russe** par R.G. Mitrimanov et al. Un volume de 544 pages, format 17 X 24,7 cartonné **DUNOD**

Compte tenu de l'importance croissante de l'électronique dans tous les domaines de la technique moderne, et cela dans le monde entier, il était indispensable de publier un dictionnaire multilingue.

Ce que réalise le présent ouvrage, lequel comporte une sélection de 9 000 termes anglais avec leurs équivalents en allemand, français, néerlandais et russe. Il est évident que les auteurs, limités par le volume même du livre, ont dû faire un choix, le vocabulaire technique en matière d'électronique dépassant le chiffre de 50 000 termes.

Ce dictionnaire n'est donc pas une encyclopédie complète ; en revanche, il recouvre les technologies les plus récentes de l'électronique en tenant compte des normes et des concepts reconnus internationalement.

Il aidera les spécialistes à trouver les équivalents des termes essentiels et des expressions les plus modernes concernant en particulier l'électronique quantique, les fibres optiques, l'opto-électronique, les circuits intégrés, les lasers, la radiodétection, la radionavigation, la technique des impulsions, etc.

L'entrée principale est en anglais avec, en fin d'ouvrage, un index pour chaque autre langue, index dont tous les termes sont accompagnés d'une lettre et d'un chiffre correspondant au numérotage des termes anglais.

**Technologie des composants électroniques (Tome 3)**, par R. Besson. Un ouvrage de 190 pages, format 15,5 X 24. **Editions Radio.**

Ce livre détaille les caractéristiques, les procédés de fabrication et la mise en œuvre :

- des circuits imprimés professionnels et d'amateur,
  - des composants particuliers à ces circuits y compris connecteurs et commutateurs,
  - des composants pour montage en surface (CMS),
  - des circuits hybrides à couche épaisse et à couche mince.
- Ce troisième tome, allié aux

deux précédents, apporte la connaissance approfondie de la technologie des composants indispensables à la réussite dans l'électronique moderne.

**Kompass « Electricité - Electronique - Nucléaire » 1986** - Un ouvrage de 758 pages, format 21 X 29,7 - **SNEI**

La nouvelle édition 1986 du Kompass « Electricité - Electronique - Nucléaire » s'est mis à l'heure européenne, en présentant son « Répertoire des Fabrications », dans la nomenclature internationale KOMPASS, uniformisée au niveau des branches professionnelles, lesquelles sont ainsi les véritables « containers » où l'on retrouve, d'un Kompass à l'autre, des articles correspondants.

Elle traite des *activités* ci-après :

— Générateurs, moteurs, convertisseurs, transformateurs. Aimants et électro-aimants, accumulateurs et piles. Isolants. Appareillages de distribution, d'installations. Equipements de lignes.

Appareils électro-thermiques, électro-mécaniques. Outillage électrique et électromagnétique.

Eclairage, appareils de signalisations.

Matériel de télécommunications. Radars.

Radiodiffusion et Télévision : Matériels Professionnels, Grand Public.

Enregistrement, reproduction, amplification.

Electronique Industrielle, utilisations scientifiques, biologiques et médicales.

Automatisation, télécommande, Informatique.

Composants électroniques (passifs, complexes, tubes semi-conducteurs, circuits imprimés).

Relais - Hyperfréquences. Amplificateurs et oscillateurs.

Fils et câbles. Isolants. Matériel spécial utilisé pour ces industries.

Energie nucléaire, énergie solaire et renouvelables.

Sous-Traitance (Construction électrique et électronique).

L'ouvrage est composé de 109 Branches Professionnelles (avec 3 500 Nomenclatures d'articles) pour 9 674 citations de Firmes et complété d'un Index alphabétique des articles en 4 langues.

En outre, chaque Entreprise est présentée par ordre alphabétique sous forme de notice détaillée comportant des informations sociales administratives, industrielles, techniques et commerciales.

# INDEX DES ANNONCEURS

ALMEX	19-83-88	OLIVETTI	4 <sup>e</sup> de cov.
ARNOULD ELECTRO INDUSTRIE	26-27	PANDUIT	64
BAYER	11	PHILIPS	3-93
BLANC MECA	63	R.E.A.	88
BOURNS	40	ROHDE ET SCHWARZ	25-92
C.D.A.	28	SCHROFF	20
EATON	12	SEFELEC	44
EDITIONS RADIO	80-3 <sup>e</sup> de cov.	SERRGOP	28
EL CONTROL	50	S.G.S.	81-82
ELECTRONICA 86	64	SIEMENS	8-9 - 16-17
ENERTEC	45-53	SOAMET	89
ENRAF-NONIUS	44	STAMBOULI	52
EQUIPEMENT SCIENTIFIQUE	2 <sup>e</sup> de cov.	SYSTRON DONNER	52
E.S.I.E.E. - F.C.	91	TEXMO	28
EURELCO	87	THOMSON-CSF/DEM	78
FORUM MESURE	71-83	TOUTE L'ELECTRONIQUE	98
FRIBOURG CONDENSATEURS FRANCE	44	TRIPETTE ET RENAUD	43
GINSBURY	79	WELWYN	83
GOULD	21-23		
IB GERARD	18		
KEITHLEY	51		
KONTRON	2		
MARCONI	29		
MB ELECTRONIQUE	79		
M.C.B. SIC SAFCO	7		
METRIX	14-90		

Imp. BERGER-LEVRAULT. Nancy  
 Le directeur de la publication Pierre SCHAEFFER  
 Dépôt légal 1986 - Editeur 916 - Imprimeur 7896 28-1-85  
 Commission paritaire : 59601  
 Photogravure : ARC-EN-CIEL  
 11, rue Tourneux - 75012 Paris - 43.07.50.53  
 Photocomposition : EDIMPRA  
 20, rue Doudeauville - 75018 Paris - 42.64.24.15

**SI VOUS DESIREZ  
VOUS ABONNER**

**Renvoyez-nous le bulletin d'abonnement, sous enveloppe  
affranchie après l'avoir intégralement rempli à  
Toute l'Electronique : 90 rue de Flandres  
75943 Paris Cédex 19 FRANCE**

## BULLETIN D'ABONNEMENT

Nom : .....  
 Société : .....  
 Adresse : .....  
 Téléphone : ..... Poste : .....

### VOTRE CENTRE D'INTERÊT

Mesure	02
Equipements	03
Composants actifs	04
Composants passifs	05
Informatique	06

### VOTRE SECTEUR D'ACTIVITÉ

Espace aéro	01
Automatisme	02
Informatique	09
Instrumentation Mesure	11
Télécom/bureautique	14
Autres industries	16
Electrotechnique	17
Matériels professionnels	18
Composants	19
Electronique de puissance	20

### VOTRE FONCTION

Direction	01
Bureau d'études conseils	02
Ingénieurs	03
Techniciens ag. tech.	04
Commerciaux	05
Achats sev. méthode	06
Divers	10

Je désire m'abonner pour 1 an à :

**Toute  
l'électronique**

Ci-joint mon règlement de :

- 250 F pour la France  
 400 F pour l'étranger

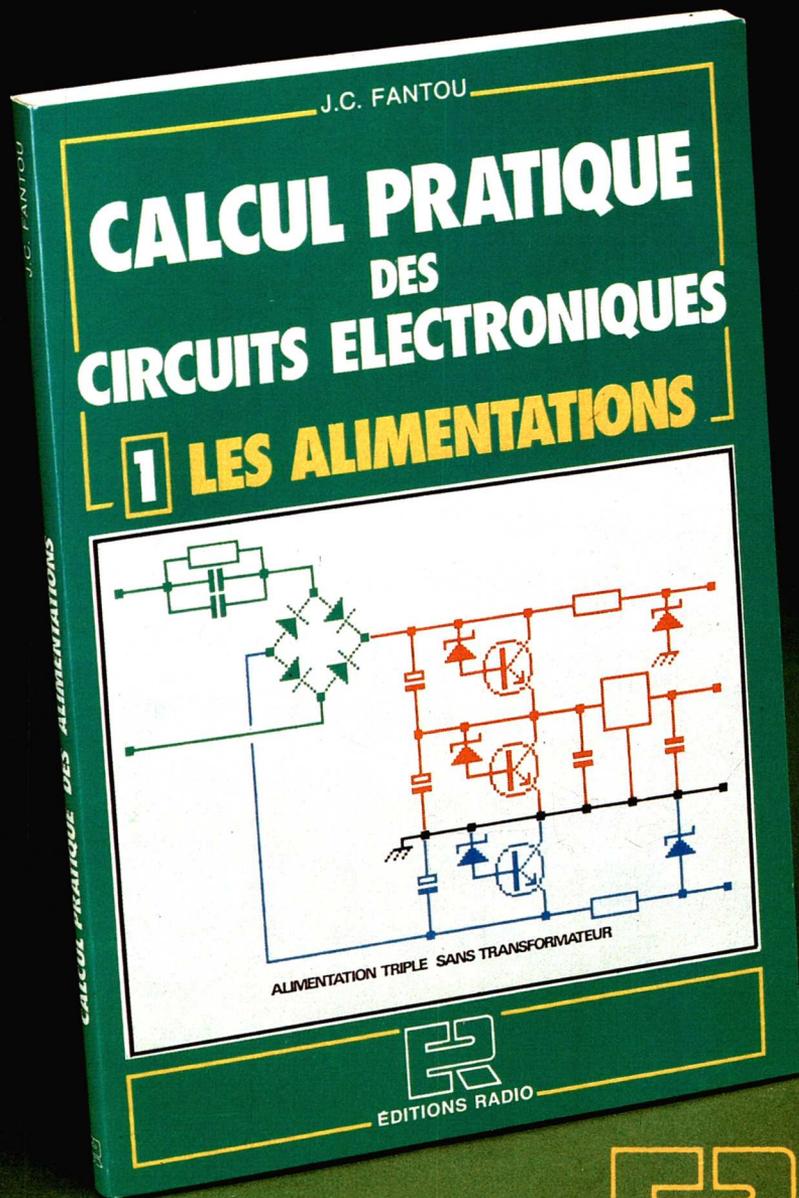
Par :

- Chèque bancaire  
 Virement postal 3 volets  
 C.C.P. 23515.48 L PARIS  
 Facture justificative

Date :

Signature : .....

# LE CALCUL PRATIQUE DE VOS ALIMENTATIONS



160 pages  
format 16×24 cm  
Prix : 110 F port compris

Ce recueil, premier de la série "CALCUL PRATIQUE DES CIRCUITS ELECTRONIQUES" est consacré aux alimentations non régulées, régulées, multitension, ou sans transformation.

- Comment déterminer la tension inverse que doit supporter un redresseur ?
- Dans quel ordre déterminer la valeur des composants d'une alimentation ?
- Comment simuler une diode zener de puissance ?
- Comment asservir plusieurs régulateurs entre eux ?
- Comment créer un point-milieu artificiel ?
- Comment fabriquer un doubleur de tension ?

... Voici quelques unes des 50 questions traitées dans ce livre. Pour chacune d'elles, l'auteur vous indique, de façon simple et précise la démarche (schémas, formules et exemples à l'appui) pour y répondre et calculer à coup sûr vos circuits.



**EDITIONS  
RADIO**

9, rue Jacob 75006 PARIS  
Tél. : (1) 43.29.63.70 - Télex : 270 664 F

## BON DE COMMANDE à adresser à Editions Radio, 9, rue Jacob 75006 Paris.

Je désire recevoir par la poste au prix indiqué ci-dessus l'ouvrage :

*CALCUL PRATIQUE DES CIRCUITS ELECTRONIQUES — 1 : LES ALIMENTATIONS, par J.-C. FANTOU*

CATALOGUE GENERAL GRATUIT DES EDITIONS RADIO ET DIFFUSIONS ETSF, MICRO-APPLICATION.

NOM : \_\_\_\_\_ PROFESSION : \_\_\_\_\_  
ADRESSE : \_\_\_\_\_

Ci-joint chèque postal 3 volets sans indication de N° de compte  Chèque bancaire  Mandat postal

SOCIETES ET ADMINISTRATIONS : POUR RECEVOIR LE(S) LIVRE(S) RAPIDEMENT, JOIGNEZ VOTRE REGLEMENT A VOTRE COMMANDE.

# PROGRAMMES DE TEST ET INTERFACES EN QUELQUES HEURES

## C'EST VRAI

Chez Tecnost, nous avons combiné notre approche d'avant garde de réutilisation des interfaces avec un matériel et un logiciel sophistiqués pour vous apporter notre nouveau PST 100.

Le PST 100 est un testeur de pré-sélection qui utilise le principe in-circuit, en intégrant des concepts révolutionnaires en auto-apprentissage et en programmation progressive pour une plus grande sophistication des tests.

Avec un prix de départ attractif, une prédisposition à l'évolution des capacités et des coûts de fonctionnement représentant le dixième de ceux des

systèmes traditionnels actuellement disponibles sur le marché, le PST 100 établit des standards prix / performances non égalés jusqu'à présent.

Difficile à croire?

Une simple démonstration vous le prouvera.

Demandez-la au bureau Tecnost le plus proche.

**TECNOST**

Immeuble TR.A.P. ZI de Gâtines

Rue Elsa Triolet 78370 PLAISIR

Tel. (1) 30.55.83.00 Telex 699474 TECNOST F

EASY TO  
PROGRAMME

AUTOMATIC  
GUARDING

REUSABLE  
FIXTURES

SIMPLE  
EDITING

**TECNOST**  
GRUPPO OLIVETTI

TECNOST S.p.A.  
Via Gabriel 69  
10015 IVREA (Torino) - ITALY  
Tel. (0125) 42.41.74 - 42.41.54  
Telex 210030 OLIVR I  
Fac-simile (0125) 525 - 5378