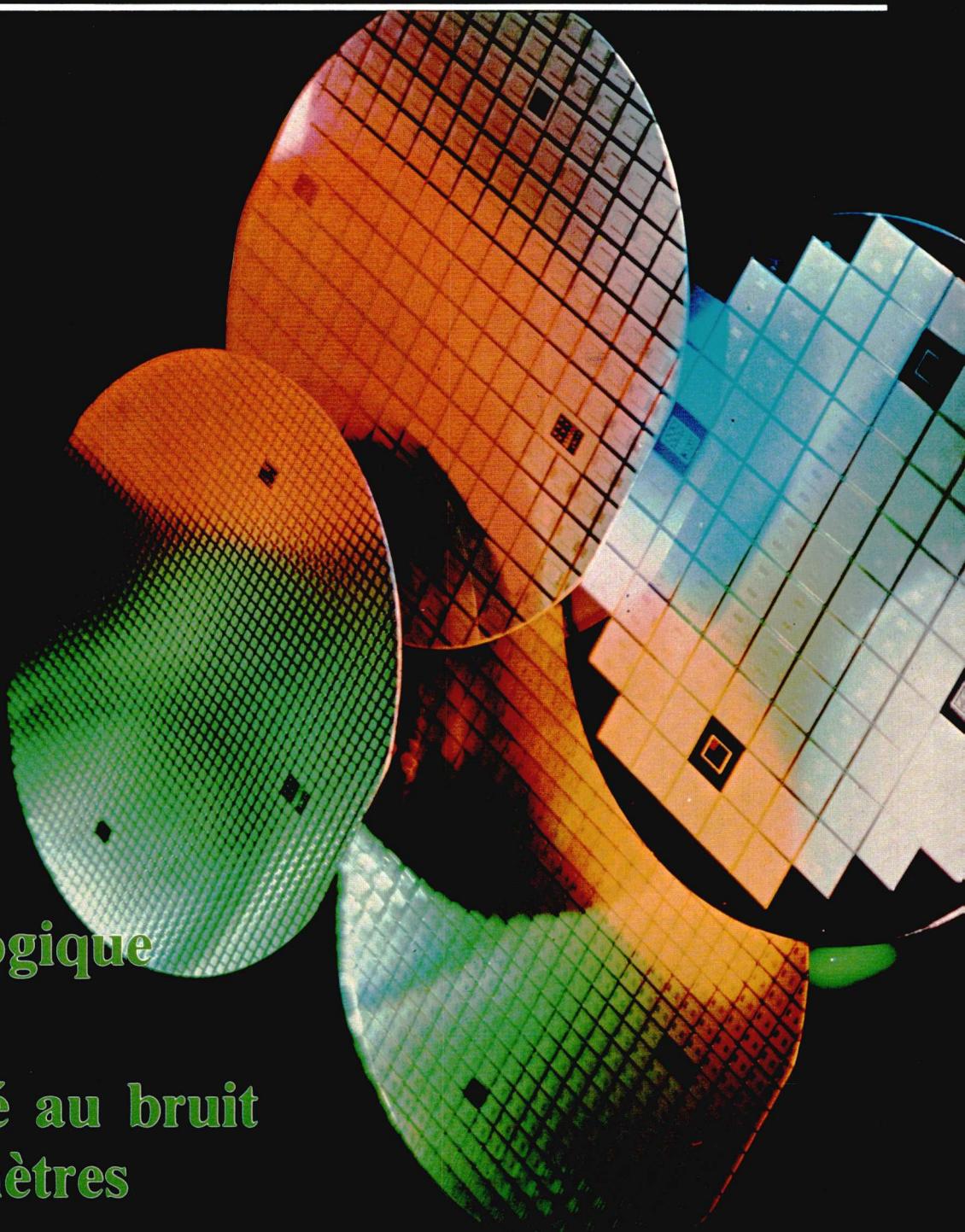




# Toute l'électronique



Le FET  
à niveau logique

L'immunité au bruit  
des multimètres

# ADRET

## le choix des gagneurs



### GÉNÉRATEUR DE SIGNAUX 742 A 2400 MHz

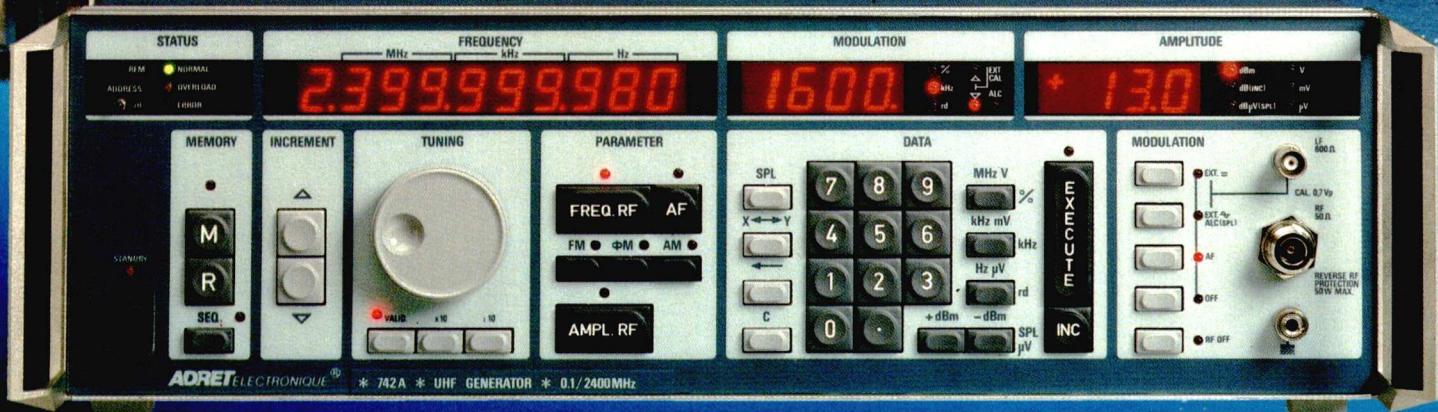
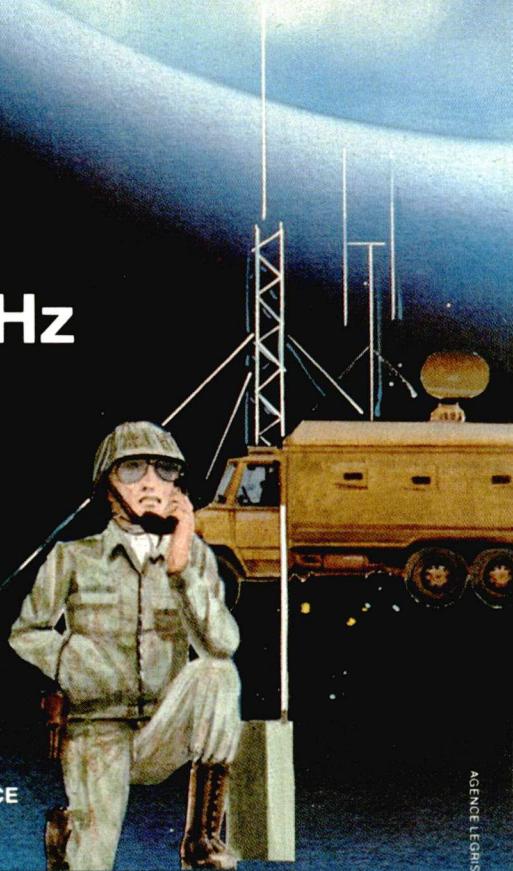
- 100 kHz à 2400 MHz
- + 13 à -129,9 dBm
- - 108 dBc / Hz A 20 kHz (F = 2 GHz)
- AM, FM, PHASE, PULSE
- GÉNÉRATEUR AUDIO: 20 Hz à 12,8 kHz
- IEEE 488 "TALKER et LISTENER"

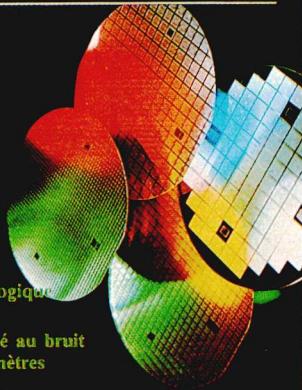
Autres modèles :

- 730 A : 20 Hz à 180 MHz
- 740 A : 100 kHz à 560 ou 1200 MHz
- 7100 D : 100 kHz à 650 ou 1300 MHz
- 7200 A : - 136 dBc / Hz à 10 kHz

ADRET  
Schlumberger

B.P. 33  
78192 TRAPPES CEDEX - FRANCE  
Tél. : 30 51 29 72  
Télex : ADREL 697 821F





Le FET à niveau logique

L'immunité au bruit des multimètres

ISSN 0040 9855 25 00 F N° 517 OCTOBRE 1986

**En couverture :** Wafers haute technologie, RCA, de transistors MOSFET à niveau logique.

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 Darteville.

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

**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



**Édité 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. »

## Panorama technique

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

### Composants

- 32 Le « L2 FET » transistor à effet de champ à niveau logique**, par L. Maréchal  
**41 Les transistors à haute mobilité d'électrons (HEMPT)**, par T. Mimura, M. Abe et M. Kobayashi. Adapté par J. Barrier

### Instrumentation

- 50 Synthétiseur de formes d'ondes arbitraires pour tests dynamiques**, par J.-C. Reghinot  
**59 Multimètres numériques : protection contre le bruit**, par S. Sénéchal

### Informatique

- 66 L'intégration des tests dans les circuits ASIC**, par Ch. Vissière.

### Circuits

- 74 Nouveau procédé d'alimentation ininteruptible**, par M. Chignolet et M. Noé.

### Télécom

- 86 L'électronique des réseaux locaux : circuits et cartes**, par B. Vellieux

### Applications et circuits

- 94 Composants et équipements dans leur applications pratiques**

### Revue de presse internationale

- 98 Sélection d'articles parus récemment dans la presse**

### Nouveaux produits et équipements

- 102 Nouveautés proposées par les constructeurs**

### Informations pratiques

- 110 Les nouvelles de la profession**

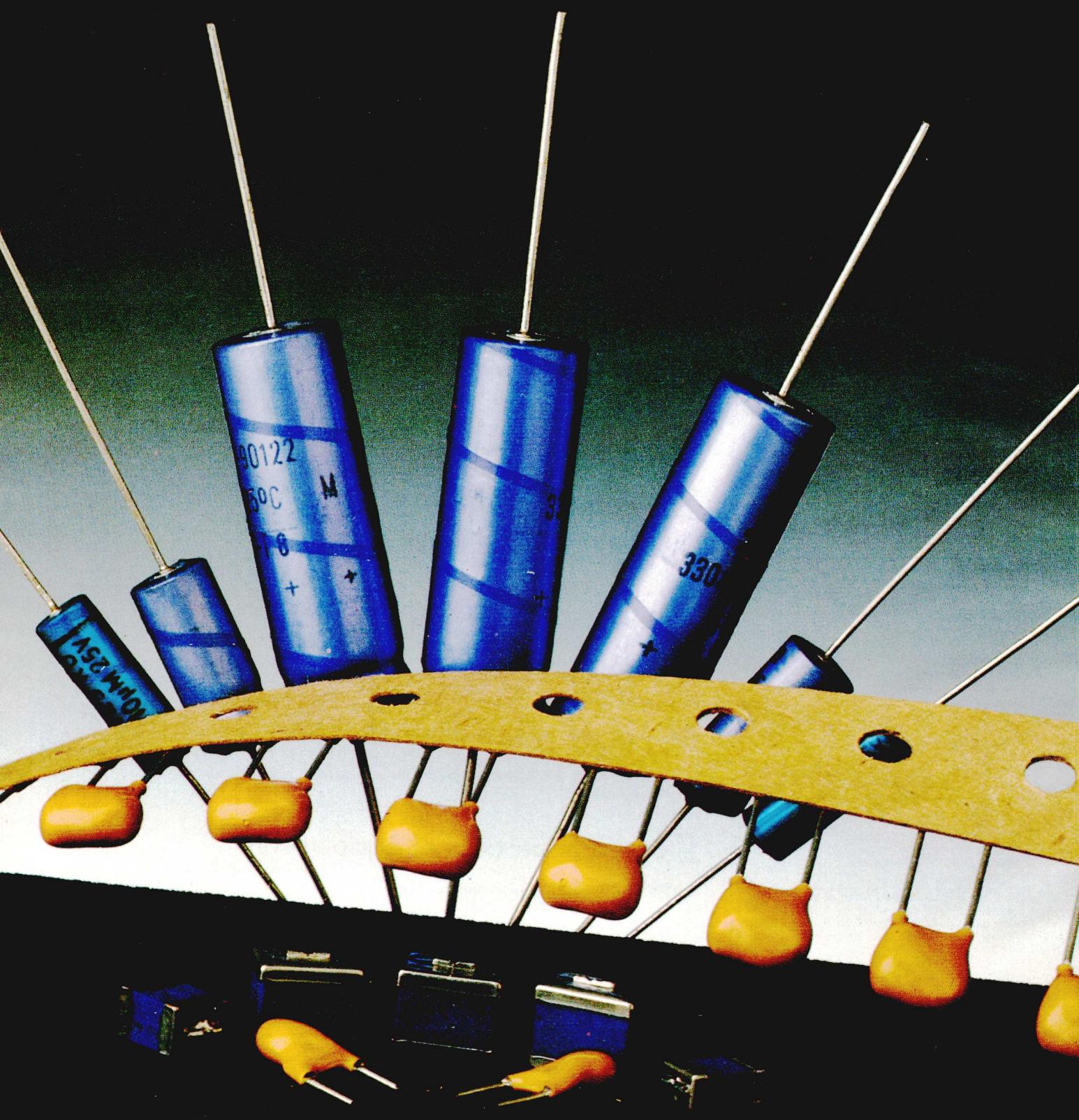
Encart SGS avec carte réponse p. 81 à 84.

**SOMMAIRE**



N° 517  
Octobre  
1986

# ALUSEC MET LE TA



# NTALE AU SUPPLICE.

## Questions.

Que pense le CNET de vous ?

Quelle est votre durée de vie sous tension nominale ?

A quelle température résistez-vous ?

A 125 °C, quelle est votre tension maximum autorisée ?

Acceptez-vous les pics de tensions alternatives entre 50 et 100 Hz ?

Acceptez-vous des courants de charge/décharge sans limitation d'intensité ?

Etes-vous disponible ?

Etes-vous compétitif ?

Etes-vous fier de vous ?

Alusec est la gamme de condensateurs aluminium à électrolyte solide de RTC. Après avoir lu ce tableau, allez-vous continuer avec le tantale ?

## Réponses Alusec.

Non seulement je suis agréé mais pour certaines applications il me recommande chaleureusement.

Indiquée ? Supérieure à 20 000 h à 125 °C.  
Constatée ? Personne n'a encore trouvé le mécanisme qui pourrait me détruire.

Jusqu'à 200 °C, ça vous convient ?

Jusqu'à 100 % de ma tension nominale.

Jusqu'à 0,8  $U_n$  sans composante continue, j'adore ça !

Oui, j'ai déjà subi plus d'1 million de cycles et j'attends les autres de pied ferme.

Oui, je suis même disponible dans les 3 nouvelles gammes C 123, C 125 et C 128 et bien sûr en version CMS !

Comment ne le serais-je pas ? l'aluminium se trouve partout.

Avouez qu'il y a de quoi !

## Réponses du tantale.

Je ne suis qu'agréé.

Je ne répondrai qu'en présence de mon avocat.

125 °C, ne m'en demandez pas plus.

Pas plus de 66 % de ma tension nominale.

Au-dessus de 0,07  $U_n$  je laisse tomber.

Non, je suis obligé de me limiter en courant.

Oui, mais qui va vouloir de moi maintenant ?

Hélas ! le tantale est rare donc cher. Je fluctue terriblement.

(Pas de réponse).



Avec RTC, pensez plus petit pour devenir plus grand.

130, av. Ledru-Rollin 75011 Paris - Tél. (1)43.38.80.00 Télex 680495 F

## Un testeur automatique de sensibilité aux ESD

Pour évaluer correctement l'aptitude des circuits intégrés à supporter les décharges d'électricité statique, il est important, lors des tests, de respecter scrupuleusement certaines caractéristiques de décharge.

*Hartley Measurements LTD* (représentée par *Optilas*) propose un système de test entièrement automatique, l'Autozap, dans lequel le circuit de décharge a été particulièrement élaboré.

### Un circuit de décharge amélioré

Le modèle de simulation du corps humain (HBM), le plus couramment utilisé, est constitué par un condensateur de charge de 100 pF et d'une résistance de 1 500  $\Omega$  (fig. 1).

Ce circuit est préconisé par les normes STACK-001 et MIL Std 883.C, dont nous reparlerons plus loin.

Les tensions appliquées sont comprises entre 500 V (STACK 001) et 2000 V (MIL Std 883.C).

Cependant, des niveaux de tension allant jusqu'à 4 kV sont de plus en plus demandés, et pourraient devenir standard dans un proche avenir.

La forme d'impulsion de ce circuit est illustrée par la figure 2.

Une étude menée par R.N. Shaw et R.N. Enoch (*British Telecom Research Laboratoires*) a montré que ce circuit de décharge (fig. 1) souffrait d'un certain nombre de déficiences, amenant à :

- une impulsion de courant erronée,
- des sur-oscillations de courant et de tension,
- la dépendance totale de la forme de l'impulsion à la résistance de charge et à la configuration géométrique du circuit de décharge (en particulier l'utilisation de longs raccords pour connecter les pattes testées au circuit, entraînant une dégradation de la forme de l'impulsion).

C'est pourquoi l'Autozap utilise un circuit de test (fig. 3) apportant les améliorations nécessaires et permettant, également, un changement rapide de la polarité imposé par les normes de test.

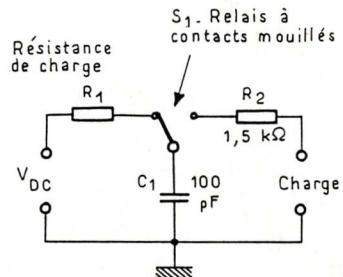


Fig. 1 : Circuit de simulation.

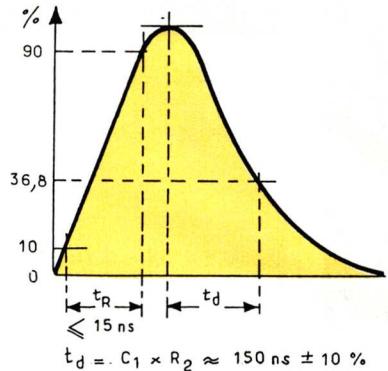


Fig. 2 : Forme d'impulsion de test.

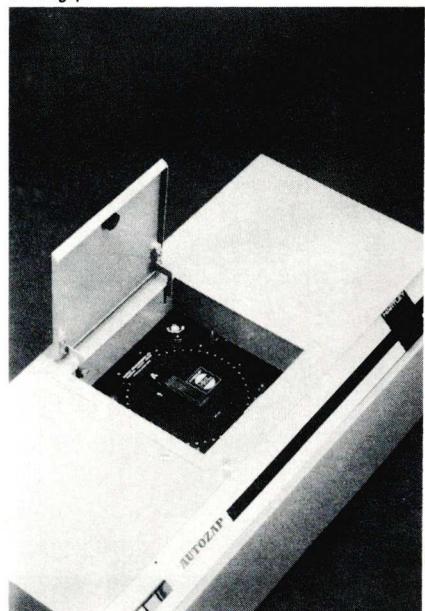
Comparativement à un circuit simplifié, on obtient des impulsions beaucoup plus fidèles.

### Une très bonne reproductivité des tests

Le circuit de décharge de l'Autozap est monté sur une plate-forme rotative pilotée par servo-moteur.

Ainsi, chaque patte du circuit testé est associée au circuit de décharge dont

L'Autogap.



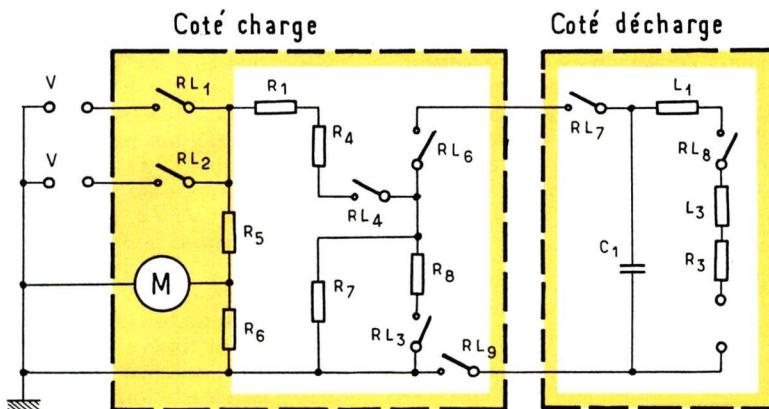


Fig. 3 : Circuit de test amélioré.

les propriétés (capacité, inductance) restent constantes.

Cette caractéristique assure, donc, une très bonne reproductivité de la forme de l'impulsion, ce qui est essentiel pour ce type de test.

#### Automatisation de tests

L'apport du micro-ordinateur (l'Auto-zap est fourni avec un micro-ordina-

teur M24 Olivetti) ajoute un avantage essentiel à ceux préalablement cités : la rapidité et l'automatisation des tests. Il permet, de ce fait, d'éviter toute erreur humaine de manipulation, spécifiquement lors du test d'un composant ayant un nombre important de pattes.

#### Traitement-vidéo

##### Interface analogique

Au plus près du senseur, un étage de conversion d'impédance à émetteur suiveur sert de charge au registre de sortie, et autorise l'attaque sous basse impédance d'un filtre actif passe-bas, d'ordre 3, présentant une préaccentuation contrôlée, avant sa fréquence de coupure.

Ce filtre permet de compenser la dégradation de la FTM du senseur aux abords de sa fréquence de coupure spatiale (loi de Shannon), et de rejeter les signaux parasites, hors bande utile présents dans le signal de sortie du senseur, de par son fonctionnement échantillonné.

On complètera son action par un filtre du 5<sup>e</sup> ordre, maintenant correctement les fronts de transitoires.

La sortie de ce filtre attaque le premier étage du module de traitement analogique vidéo.

#### Module de traitement analogique

##### Etage d'entrée

Un amplificateur inverseur intégré, à très grande bande passante (supérieure à 50 MHz) et très faible bruit (inférieur à 10  $\mu$ V) délivre en sortie des signaux de vidéo positive sous basse impédance ( $30 \Omega$ ).

Le gain de cet étage est continuellement ajusté entre 5 et 40 afin d'adapter l'admissibilité de l'étage.

##### Alignement à la référence de noir

Après amplification dans l'étage ci-dessus mentionné, on procède à l'alimentation.

## Capteurs et interfaces de commande

Les caméras Tom pouce sont équipées de senseurs matriciels DTC, d'origine Thomson-DTE, hybrides, en classe A ou classe H (tracking) de deux types :

- soit TH 7861 à limitation de blanc
- soit TH 7862 à antiéblouissement incorporé.

Ces senseurs délivrent une image de 576 lignes, formées de 384 Pixels. Ils peuvent fonctionner en entrelacé, CCIR 625 lignes 50 Hz, ou en non-entrelacé. Ils sont excités par des signaux issus d'un séquenceur intégré, en technologie H-CMOS, signaux mis en forme par un circuit d'interface de puissance hybride.

Le séquenceur délivre en outre tous les signaux nécessaires au fonctionnement du traitement vidéo. Ses nombreuses possibilités de synchronisation

externe permettent, entre autre, soit le « Gen-Locking » de la caméra sur une vidéo externe CCIR 625 lignes 50 Hz, soit son pilotage par des signaux discrets, ligne et trame.

Caméra Tom pouce.



gnement au 0 V électrique du signal analogique vidéo au moyen d'un échantillonneur bloqueur, fonctionnant sur les pixels de référence de noir du senseur DTC. On procède alors à une conversion d'impédance au moyen d'un étage constitué par un différentiel à effets de champ sans décalage en continu à basse impédance de sortie.

### Contrôle de l'admissibilité de l'étage d'entrée

Le signal analogique vidéo, aligné au 0 V électrique sur les pixels de référence de noir, attaque un circuit de détection qui délivre une tension continue proportionnelle à l'énergie lumineuse reçue. Après mise au gradient, cette tension est comparée à une tension continue de référence, équivalente au signal présent dans les conditions nominales d'éclairement du senseur DTC. L'écart ainsi obtenu permettra la commande de l'étage d'entrée.

### Contrôle automatique du gain

Après conversion d'impédance sans décalage en continu, le signal ainsi élaboré attaque simultanément :

- Un ensemble de circuits assurant la détection ultra-rapide et le maintien par des constantes de temps appropriées, de l'amplitude du signal, en dehors des périodes de suppressions mélangées.
- Un circuit d'atténuateur actif linéaire, piloté par l'étage ci-dessus décrit.

En sortie de l'atténuateur, on obtient de la sorte un signal d'amplitude crête quasi-constant, en dépit des variations du signal présent à l'entrée, et ce dans une plage d'environ 30 dB. Un amplificateur à gain fixe et très large bande passante, placé après l'atténuateur, permet de disposer d'un signal de forte amplitude, 1,5 V crête-à-crête, sous une basse impédance de source, 30 Ω.

On se trouve donc en présence d'un signal de vidéo négative pure, nettoyée. On procède alors à son alignement au 0 V électrique, au moyen d'un échantillonneur bloqueur activé par le signal de clamp/ligne issu du séquenceur, alignement suivi d'une conversion d'impédance sans décalage en continu. Un circuit de détection crête-à-crête de l'amplitude du signal de sortie fournit une tension continue qui est comparée à une tension de référence. L'écart, amplifié et filtré, est réinjecté en contre-réaction dans les circuits de pilotage de l'atténuateur, améliorant ainsi la précision statique de la CAG.

### Nettoyage

Dès la sortie de l'étage décrit plus haut,

on dispose de signaux analogiques vidéo alignés en continu au 0 V électrique. Il sera donc procédé à deux opérations consécutives de nettoyage consistant à interrompre la transmission du signal et à lui substituer un potentiel continu fixe, 0 V électrique, pendant les périodes non utiles du signal, c'est-à-dire, pendant les suppressions mélangées.

### Correction des contours

Afin d'améliorer la restitution des fronts de transitoires, il sera procédé à des traitements de « correction de contours » aux niveaux de l'étage d'entrée et de l'étage de CAG circuit très classique en vidéo.

### Etage de sortie

Le signal de vidéo négative pure, aligné au 0 V électrique après passage dans un étage de conformation à double inflexion contrôlée (gammatisation) est injecté dans l'étage de sortie vidéo, constitué essentiellement par un amplificateur opérationnel inverseur intégré à hautes performances.

Le décollement normalisé du niveau de noir est obtenu par l'injection d'une composante continue positive de décalage pendant les suppressions mélangées.

Les signaux négatifs de synchronisation sont obtenus par le même procédé. On obtient de la sorte un signal de vidéo composite d'amplitude normalisée 1 V/75 Ω aux normes CCIR 625 lignes 50 Hz.

### Incrustations

La structure de l'étage de sortie vidéo, amplificateur opérationnel inverseur ultra-rapide, autorise l'obtention de signaux d'incrustations réellement superposés au contenu vidéo, c'est-à-dire additionnés à celui-ci. On obtient de la sorte des incrustations toujours discernables, en dépit des variations du contenu de l'image (incrustations en blanc sommé). Un étage d'interface recevant les commandes d'incrustations sous forme de signaux TTL adaptés 75 Ω pilote la génération des incrustations. ■

## Banc de mesure de transmission de données

Le 2871 (présenté par *Marconi Instruments*), est un appareil qui mesure la qualité d'un terminal de ligne ou d'une liaison de transmission de données. Il fonctionne sur réseau en exploitation ou en boucle pour qualification d'équipement. Il comprend trois parties :

- Le simulateur de messages de test
- L'analyseur de messages de test
- L'unité de contrôle et de traitement des événements.

### Le simulateur

Il permet de générer des signaux de 50 bits à 150 Kbits secondes. Le codage des signaux de transmission permet de simuler des signaux de code codirectionnels et contra-directionnels, selon l'avis G 703 du CCITT. Il permet aussi de simuler un code A.M.I. à 50 ou 100 % en bipolaire. Les signaux binaires seront compatibles

TTL/CMOS en NRZ, biphasé ou WAL 2.

Un grand choix de messages de test permettra de simuler

- des 1, des 0 et des 1 et 0 alternés.
- des séquences binaires pseudo aléatoires de 29-1 à 223-1.
- des mots de 16 bits, de 12 bits et des séquences de 50 octets, soit des messages de 400 bits.

Dans ces messages, il est possible d'insérer des erreurs de façon manuelle ou automatique de 1 10<sup>-2</sup> à 1 10<sup>-8</sup>.

Ces messages peuvent être structurés selon la norme X 50 de l'avis CCITT G 703.

De nos jours, ces transmissions de données peuvent utiliser différents types d'interfaces. C'est pourquoi nous avons réalisé l'appareil pour travailler en interface RS 232 (ou V 24), RS 449, × 21 ou V 35. D'autre part, les liaisons binaires, codirectionnelles et contra-directionnelles sont aussi disponibles sur le 2871.

### L'analyseur de transmission de données

Il est entièrement indépendant du générateur, ce qui permet au banc de mesure de travailler en boucle ou sur des données externes.

Il va donc pouvoir en observateur regarder des données émises et mesurer les événements observés tels qu'ab-

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



Echo-media

## 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

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

 **GOULD**  
Electronique



L'analyseur 2871 pour la transmission de données de Marconi Instruments.

sence de signal, perte de synchronisation et erreur de message.

Il va de soi que l'analyseur est compatible avec toutes les interfaces et tous les messages du simulateur déjà cités. Le simulateur et l'analyseur possèdent chacun leur microprocesseur Intel 8031, qui leur permet d'être totalement asynchrones.

### L'unité de contrôle et de traitement des événements

Elle possède un autre microprocesseur plus puissant type Intel 80188. Elle traitera tous les événements de l'analyseur et contrôlera le générateur, si nécessaire.

Les mesures effectuées pourront être :

- soit directes, par comptage d'erreurs et taux d'erreurs.
- soit conformes à l'avis CCITT G821.

Dans ce dernier cas, on obtient le nombre de secondes sans erreur de façon synchronisée ou non synchronisée, et le temps moyen entre deux erreurs.

L'appareil possède sa propre horloge interne qui continuera de fonctionner, que l'appareil soit en ou hors service. Les données suivantes pourront donc être calculées : durée de fonctionnement, durée d'indisponibilité, pourcentage d'indisponibilité, pourcentage de minutes dégradées, pourcentage de secondes sévèrement dégradées (taux d'erreurs  $\bullet 10^{-3}$ ) et pourcentage de secondes sans erreurs.

En plus de ces informations de l'avis G821, nous pouvons avoir le nombre de jours sans erreur, le nombre de jours avec une erreur ou deux, ou plus etc...

La capacité mémoire de l'appareil permet de conserver les événements pendant 30 heures de fonctionnement.

L'affichage de ceux-ci apparaît sous forme d'histogramme pour les 30 heures avec résolution d'une heure, ou par page d'une heure avec résolution d'une minute.

Le banc de mesure de transmission de données est entièrement programmable IEEE et RS 232-C pour pouvoir être connecté sur une centrale de mesure locale ou déportée.

Un numéro assigné à chaque appareil par logiciel permet, dans une centralisation de mesure, de connaître facilement d'où vient le message, en donnant son identité.

En local, une imprimante IEEE classique ou de chantier 24 colonnes autoalimentée par le 2871, pourra imprimer les événements, soit à chaque fois, soit à intervalles réguliers, soit en fin d'observation. ■

# Un programmeur performant pour petit budget

DATA I/O distribué par MB Electronique vient d'ajouter à sa ligne de programmeurs le modèle 201, qui constitue le point d'entrée de sa gamme. Le 201, dont l'introduction suit de très près celle du 280, programmeur de production, est muni d'un seul socket et programme à la fois les mémoires EPROM et EEPROM de technologie MOS ou CMOS (140 produits supportés).

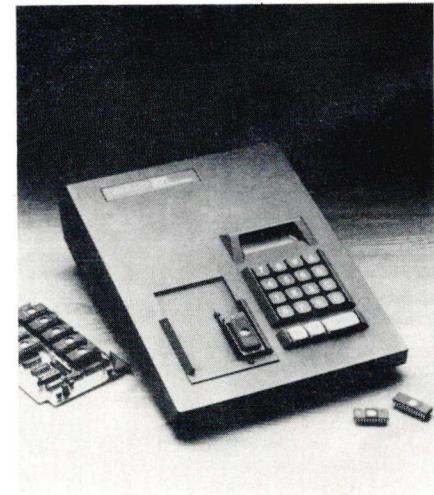
Selon son fabricant, le 201 a été conçu en ayant à l'esprit deux objectifs :

- Premièrement, offrir à la clientèle, avec certes des limitations, un programmeur qui lui permette de tirer pleinement profit des avantages technologiques dont bénéficient les programmeurs de haut de gamme,
- Deuxièmement, un programmeur à un prix suffisamment bas pour qu'il soit véritablement compétitif avec l'ensemble du marché.

Le modèle 201 est le fruit de cette approche.



Le programmeur modèle 201.



**TE** Toute  
l'électronique  
une  
véritable  
bibliothèque  
technique

# 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

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

 **GOULD**  
Electronique

# SYNTHÉTISEURS SMX – SMG

# La Passion des Espaces

Que se passe-t-il chez Rohde & Schwarz, qui les entraîne toujours plus loin ?

Le désert, symbole de pureté, de silence, d'infini...

Les 2 nouveaux synthétiseurs SMX, SMG à haute pureté spectrale, à faible bruit, aux caractéristiques inédites...

L'étendue des possibilités d'utilisation des synthétiseurs SMX et SMG est vaste et multiple. Une intelligence interne permet une rare facilité de manipulation et des spécifications fines.

Avec leurs prix compétitifs vous pouvez faire un choix parmi nos 10 synthétiseurs et doter votre laboratoire d'un appareil de qualité.

## SYNTHÉTISEURS SMX – SMG

100 KHz (10 Hz) à 1 GHz – 137 dBm à +16 dBm

Résolution 1 à 10 Hz

Pureté spectrale du SMG > à 140 dB/Hz IEEE 488

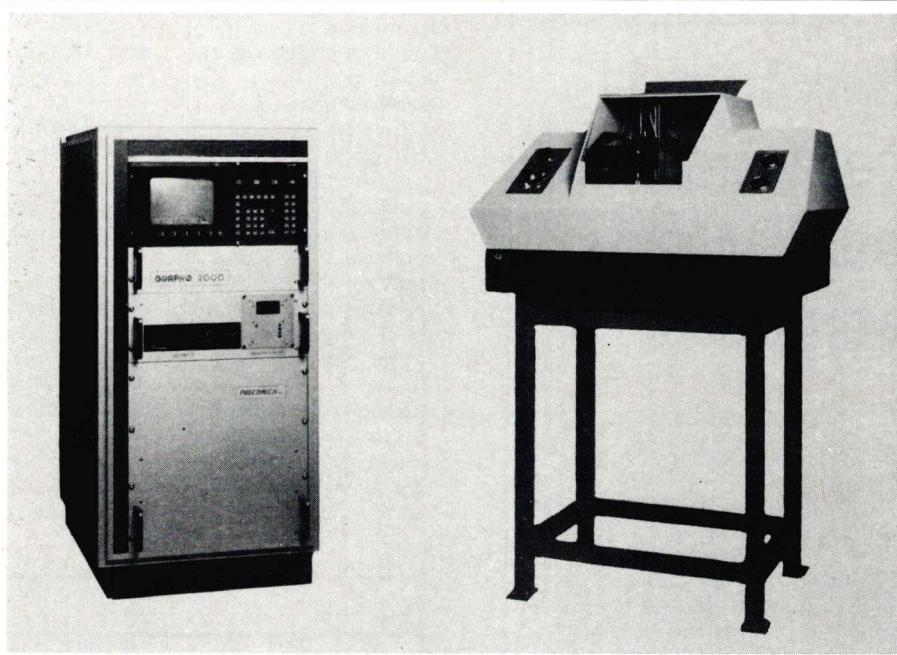


**ROHDE & SCHWARZ**  
LA MESURE SUR TOUS LES FRONTS

SIÈGE : 46, rue de la Couture - Silliac 190 - 94563 Cedex  
Tél. 46 87 25 06 - Télex. 204 477

Le 201 est complémentaire du 280, programmateur par 8 introduit en début d'année. Le 280 permet la programmation de jeux de mémoire ayant des contenus différents, tandis que le 201 ne programme qu'un composant à la fois. Cette capacité reste suffisante pour satisfaire les besoins d'un grand nombre d'utilisateurs. Le 210 devrait être utilisé par les ingénieurs de développement, les sociétés qui réalisent de la production de petite série ou des prototypes, et pourrait ainsi être utilisé en tant que petit programmateur de production. De plus, les services de maintenance et les sociétés qui intègrent des programmeurs dans un système devraient trouver le coût et les performances du 201 particulièrement attractifs.

Le 201 comporte les algorithmes de programmation spécifiés par les fabricants de semi-conducteurs. Son port série RS232C, son éditeur de RAM et son menu intégré en font un produit performant et complet. Les évolutions logicielles sont installables simplement par l'utilisateur et le programmeur réalise une autocalibration permanente, afin de conserver l'intégrité de la forme des impulsions de programmation.



L'équipement réalisé par Precimeca pour le dessin des circuits hybrides.

Precimeca vient de concrétiser ces espoirs en regroupant dans un équipement, tous ces mois d'efforts de tatonnements et d'expérience.

Bien que les essais en soient encore à leurs débuts, les résultats obtenus sont plus que satisfaisants, finesse de traits pouvant descendre jusqu'à 115 microns, ouverture de fenêtres dans les dielectriques de 300 microns de côté, dépôts sur plusieurs couches, valeurs des résistances entre 60 & 80 %.

Dans certains domaines, la technologie de l'écriture est supérieure à la sériographie. L'effet de trame qui donne des contours hachés n'existe plus, c'est un fil d'encre au bords nets qui est déposé sur le substrat.

Ainsi, deux conducteurs ne peuvent être séparés que de 100 microns sans aucun risque de court circuit.

Ces résultats doivent trouver leurs meilleures applications dans le domaine des circuits hyperfréquences, la capacité dimensionnelle de la machine est actuellement de 5" x 5" ce qui peut paraître un exploit lorsque l'on sait que le stylo se déplace à 60 microns au-dessus du substrat. Mais l'objectif reste quand même de coller au plus près à la technologie par sériographie, car si elle est capable de réaliser toute seule de petites séries de circuits jusqu'à 50 pièces, la véritable vocation de Grapho c'est l'étude et la mise au point de circuits tests avant production.

L'environnement de la machine est axé sur cette exigence puisque la saisie des schémas se fait sur C.A.O.

Il s'agit du logiciel applicon transplanté sur I.B.M. PC X+ qui assure un bon confort de création de décision, et permet l'interactivité avec d'autres systèmes au moyen du format Gerber. Ainsi sont regroupés dans 3 mètres carrés un bureau d'étude graphique capable de transmettre ses données à d'autres systèmes, associés à une réalisation directe du prototype étudié.

Les gains de temps sont multipliés non seulement par la rapidité de déduction de la machine qui réalise la couche en vingt minutes après que celle-ci soit dessinée, mais aussi par l'effet de vase clos, car toutes les opérations nécessaires à l'étude sont renvoyées au même endroit et peuvent être menées par le même opérateur.

Pouvoir constater presque en instantané le résultat de son travail c'est comme l'avantage de la vidéo sur le film super 8 la possibilité de se corriger très vite, de retravailler les détails, d'achever quelque chose avant de se lancer dans une autre étude.

La machine a aussi été conçue pour une utilisation facile de cette nouvelle technologie.

- Paramètre d'encre piloté par microprocesseur et stocké sous forme de programme.
- Crayons encreurs facile à changer et servant au stockage des encres.
- Fonctionnement entièrement automatique.

## Une machine qui dessine un circuit hybride fonctionnel

C'est le pari engagé par Precimeca depuis deux ans et demi qui vient d'être gagné. Grapho, machine destinée au dépôt pour écriture de couches épaisses à partir des encres classiques de sériographie (encres conductrices, résistives, isolantes, pates à souder, encres polymères) permettant la conception et la réalisation de circuits hybrides, a effectué ses premiers tracés début mai.

La première étape de cette réalisation, l'étude et la mise au point de la technologie s'étaient déroulées en collaboration avec L.T.T. Conflans et le soutien de la D.A.I.I. Elle s'était achevée en juillet 1985 par un compte rendu final très positif quand aux possibilités futures de cette technologie.

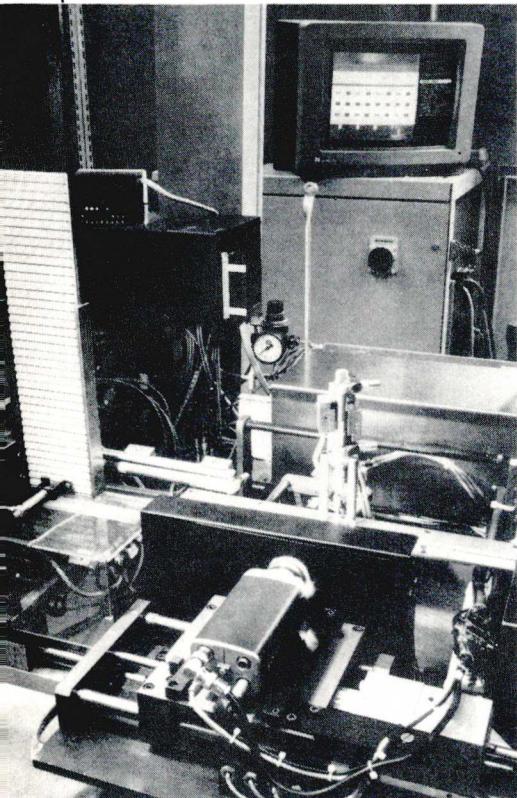
# Système de contrôle des connecteurs européens

Un système prévu pour le contrôle des connecteurs de circuits imprimés adaptables sur le réseau européen pour l'accès aux bases de données vient d'être récemment installé dans les établissements *Ericsson* à Katrineholm spécialisés dans la fabrication de circuits imprimés.

Le système CEJvision est le résultat de longues recherches du spécialiste suédois des instruments de mesure *C.E. Johansson*, système qui permet de contrôler à une précision nettement plus élevée que la méthode manuelle sans réduire la cadence de production.

Chez *Ericsson*, le système CEJvision sera mis en œuvre pour surveiller et

*Le système CEJ vision réalisé par C.E. Johansson pour le contrôle des connecteurs.*



contrôler les connecteurs européens sur trois chaînes de production. Une caméra par chaîne est raccordée sur le système visuel.

Chaque connecteur à contrôler comporte 96 orifices. De ces orifices, un nombre donné doit contenir des contacts. Durant l'assemblage, les systèmes contrôlent la présence de deux platines de contact dans chacun des orifices voulus dans le connecteur. A l'inspection manuelle, 25 orifices sont contrôlés à la seconde, ce qui exige une rapidité pouvant porter préjudice à la précision et augmente le risque d'admettre des contacts défectueux.

Au moyen de CEJvision, il est possible de contrôler chaque connecteur individuellement en une demi-seconde.

Durant ce délai, l'ordinateur du système saisit quatre images qui sont traitées et interprétées, avant d'admettre ou rejeter le connecteur en question.

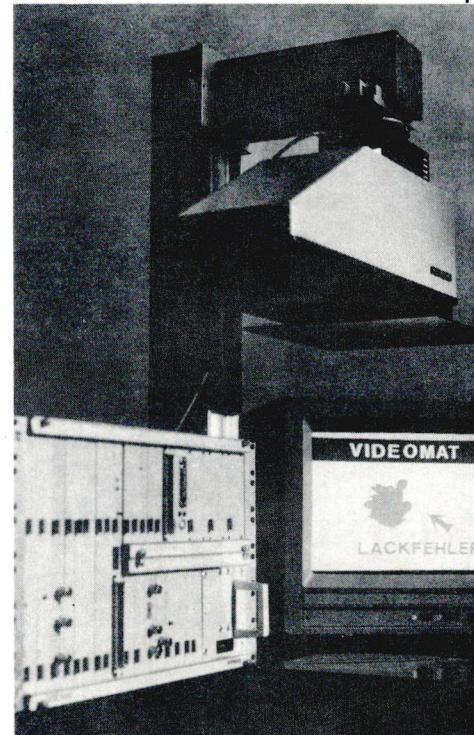
Outre le risque minimisé d'admettre des contacts défectueux, l'installation a permis de découvrir d'autres défauts jusqu'ici inconnus, par exemple des petites particules de plastique dans les orifices des platines de contact.

En intégrant le CEJvision dans un système FMS (Flexible Manufacturing Systems - Système de Fabrication Flexible), il peut être utilisé pour l'identification des objets passant sur la chaîne de production, les trier dans les compartiments respectifs, commander aux robots de décharger les pièces empilées sur des palettes, de positionner les pièces de façon exacte, etc. ■

## Contrôle visuel automatique de surfaces

*Siemens* a complété le système d'interprétation d'image Videomat par un procédé d'éclairage à rétroréflexion. Ce procédé permet d'obtenir une image des défauts superficiels contrastés par rapport à l'arrière-plan, de sorte qu'ils peuvent être décelés par la caméra de télévision du système d'interprétation de l'image. Ce dernier traite et interprète électroniquement les signaux de la caméra de télévision. Les défauts superficiels observés sont injectés dans l'image d'un visuel de télévision raccordé. Outre les indications relatives à la nature, à la taille et à la fréquence des défauts, un seuil réglable permet de sortir les signaux « bon » ou « mauvais ». La combinaison du système d'interprétation d'image Vidéomat et de la rétroréflexion permet un contrôle visuel automatique de surfaces à un coût économiquement admissible.

Dans la fabrication de produits, le contrôle final est souvent visuel. Le procédé est essentiellement appliqué au contrôle visuel de l'absence de défaut sur des surfaces. Le contrôle visuel doit toutefois être de plus en plus automatisé, parallèlement à l'automatisation croissante de la production, afin de libérer l'homme d'un travail monotone et fatigant. L'appréciation



*Système mis au point par Siemens pour le contrôle visuel de surface.*

humaine subjective de critères de qualité est ainsi remplacée par un contrôle mécanique objectif.

Les défauts superficiels peuvent être des déformations intempestives, telles que bosses, plis ou rayures ; des corps étrangers inclus ou adhérents, tels que particules de saleté ; des revêtements défectueux ou un usinage produisant des parties mates ou modifiant les couleurs. De tels défauts peuvent être microscopiques, isolés ou concentrés

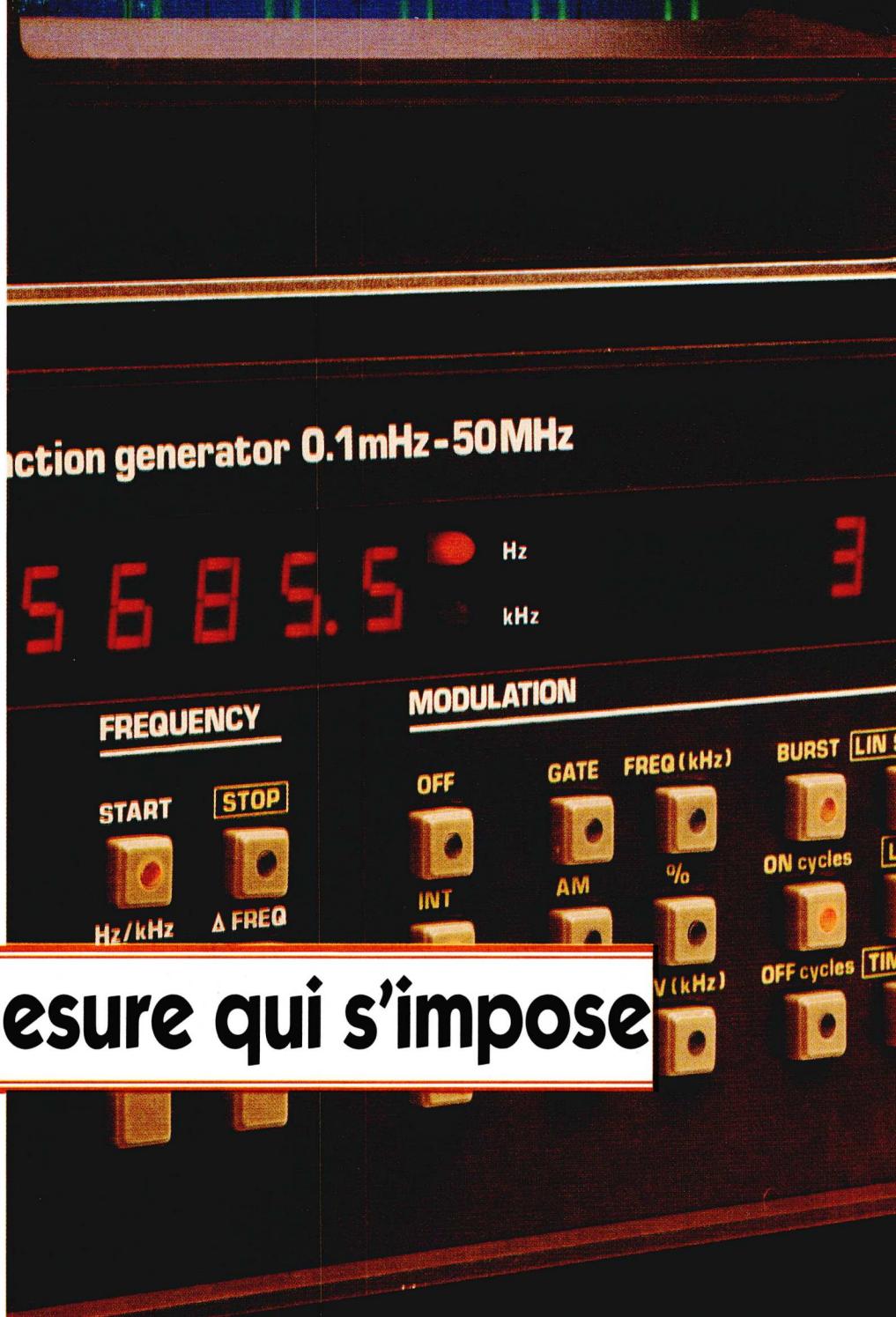
# La performance à tous prix!

(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 surpassé 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.

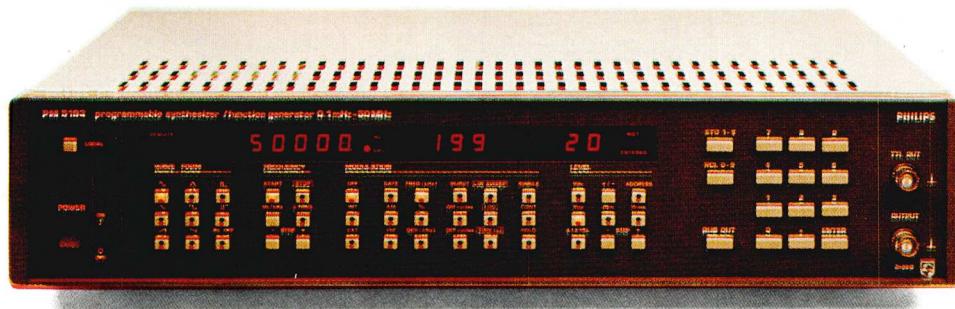


## La mesure qui s'impose

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

# DEPUIS LE 15 SEPTEMBRE 86 UN NOUVEAU SERVICE A VOTRE DISPOSITION

TAPEZ 36.15

**TLE** SUR  
VOTRE  
MINITEL

**4 SERVICES  
AU BOUT DU FIL :**

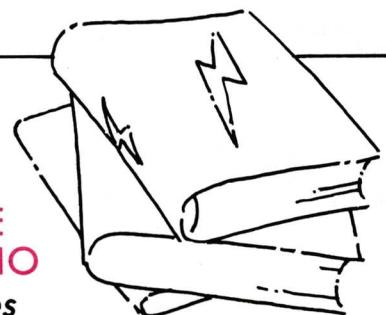
**P**OUR TOUT  
CONNAITRE  
SUR VOTRE  
JOURNAL

*Sommaire du numéro*



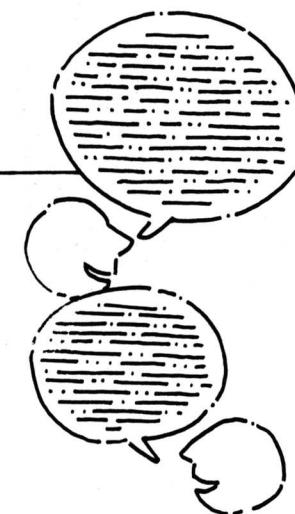
**C**ONSULTER  
LE CATALOGUE  
EDITIONS RADIO

*Plus de 100 titres  
en électronique informatique*



**I**NTERROGER  
UN ANNONCEUR

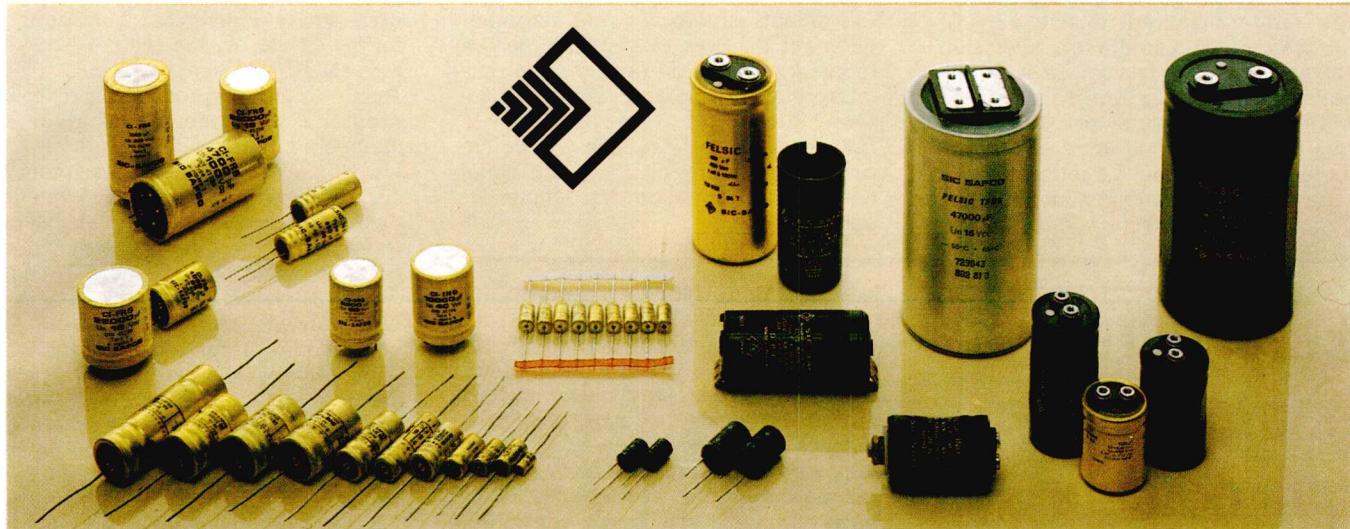
*Service lecteur*



**D**IALOGUER  
AVEC VOTRE  
JOURNAL

*Animation*

jouez  
la certitude!



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

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

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

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

**La certitude?** C'est l'expérience et notre savoir faire pour améliorer sans cesse  
les produits existants et construire les condensateurs du futur.

Plus de performances, moins de volume.

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

*la certitude  
pour vos composants électroniques*

*Pour mieux connaître nos familles de condensateurs, correspondant à vos besoins,  
demandez nos documentations*

11, rue Pierre-Lhomme BP 65 - 92404 Courbevoie Cedex  
Téléphone (1) 47.88.51.20 Télex 620.284 F



PUBLIGRAPHIC

sur une grande surface. La taille des défauts, leur nombre par unité de surface et leur fréquence déterminent l'appréciation d'une surface selon les critères « bons » ou « mauvais ».

Pour la détermination automatique de ces défauts, le système d'interprétation d'image Vidéomat de Siemens a été complété par un dispositif d'éclairage à rétroréflexion, qui permet de représenter les défauts et déformations superficiels avec un bon contraste par rapport à l'arrière-plan. Ce dernier peut être plan ou courbe.

Le dispositif d'éclairage est constitué par un éclairage dirigé, qu'un miroir semi-transparent injecte dans le faisceau de la caméra de télévision servant à la prise de vue. La surface à contrôler refléchit la lumière sur un rétroréflecteur, constitué par une feuille que de fines billes de verre recouvrent de façon homogène. Le rétroréflecteur renvoie ainsi les rayons lumineux incidents dans la direction d'incidence.

Lors de l'application au contrôle de surfaces, la lumière réfléchie par l'objet est de nouveau renvoyée sur ce dernier, ce qui renforce le contraste.

Les diverses parties du système d'éclairage, constitué par l'éclairage dirigé avec rétroréflecteur et caméra de télévision, sont disposées de façon compacte et peuvent se monter sur un robot industriel. Il est ainsi possible de contrôler aussi de grandes surfaces par zones partielles. En pratique, il est ainsi possible de déceler de façon sûre des défauts de peinture par exemple jusqu'à une taille minimale de 0,1 mm.

Les défauts superficiels sont automatiquement localisés et identifiés par ce montage optique de prise de vue puis interprétation d'image. Dans le système Vidéomat, l'information de l'image de toute la surface est réduite par le traitement préliminaire du signal télévisé à l'information des défauts superficiels. ■

garantit l'équilibrage des contrastes, de la densité et des autres paramètres d'exposition du film utilisé.

Le système est aussi équipé d'un dispositif permettant de minimiser les effets de trame du balayage. Il offre également la possibilité d'intervenir sur les réglages de brillance, contraste et équilibre des couleurs, pour un contrôle précis de la tonalité, ou pour modifier complètement les valeurs de l'image.

Le VideoPrinter Modèle 48 est constitué d'une unité centrale comprenant le tube image et les circuits électroniques, ainsi que de deux systèmes optiques interchangeables, l'un pour le format 20 × 25 cm, l'autre pour les formats 10 × 13 cm et 35 mm.

Aucun outil, ni procédures d'alignement ne sont nécessaires pour un changement rapide d'optique.

Un simple cordon électrique branché sur l'enregistreur assure l'alimentation des automatismes de l'adaptateur photographique en place, y compris la commande de l'obturateur et l'avance du film le cas échéant.

Un panneau frontal rassemble les commandes et contrôles de fonction : alimentation électrique, sélecteurs de séquence d'exposition, réglages de contraste, réglages de l'exposition générale et niveaux d'exposition spécifiques des zones claires ou foncées de l'image.

Un interrupteur assure, en plus, la projection fixe d'une image verte sur le plan du film pour des besoins particuliers.

Un sélecteur à dix positions permet de choisir l'un de dix pré-réglages pour toute une série de films instantanés Polaroid ou conventionnels de ISO 40 à 400, et un contrôle de remplissage de trame règle le niveau de lissage. ■

## Enregistreur photographique couleur instantané

Le VideoPrinter Modèle 48 de Polaroid transforme les signaux vidéo en photos instantanées couleur :

- sur film positif papier instantanés Polaroid 20 × 25 cm pour 10 × 13 cm,
- sur film 20 × 25 cm transparent couleur Polaroid pour rétroprojection,
- sur film 35 mm pour diapositives instantanées Polaroid.

Le VideoPrinter Modèle 48 est un système rapide, performant et facile à utiliser, permettant la photo de graphiques commerciaux ou d'animation, de cartes de D.A.O. et C.A.O. et d'images médicales d'aide au diagnostic. Sa conception lui permet d'être associé à la plupart des ordinateurs ou systèmes d'imagerie médicale de moyenne ou haute résolution. Il accepte des formats d'images graphiques de 256 × 256 à 1280 × 1024 pixels. De plus il se comporte comme un périphérique autonome qui se branche sur la sortie vidéo analogique d'un quelconque système, et il peut fonctionner en parallèle avec une console vidéo.

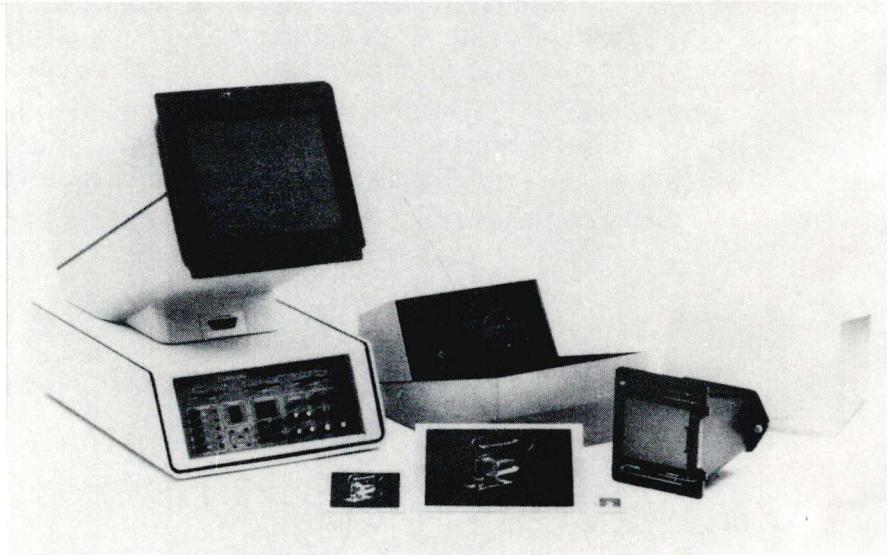
Les signaux vidéo sont numérisés sur

le VideoPrinter Modèle 48 par le microprocesseur du système en 256 niveaux de gris, ce qui permet un réglage complet de l'exposition et du contraste mettant particulièrement en valeur les détails des zones claires et foncées de l'image finale.

L'exposition optimale du film est assurée par une série séquentielle d'impacts lumineux d'intensité constante, qui, par mémorisation sur le film, restituent l'image. Les signaux rouge, vert et bleu sont diffusés séquentiellement à travers les filtres appropriés par un tube CRT monochrome haute résolution.

Le système de traitement d'image VideoPrinter Modèle 48 est un système sophistiqué qui transforme l'image vidéo en signaux numériques, ce qui

*Le Video Printer 48 transforme les signaux vidéo en photos couleur instantanées.*

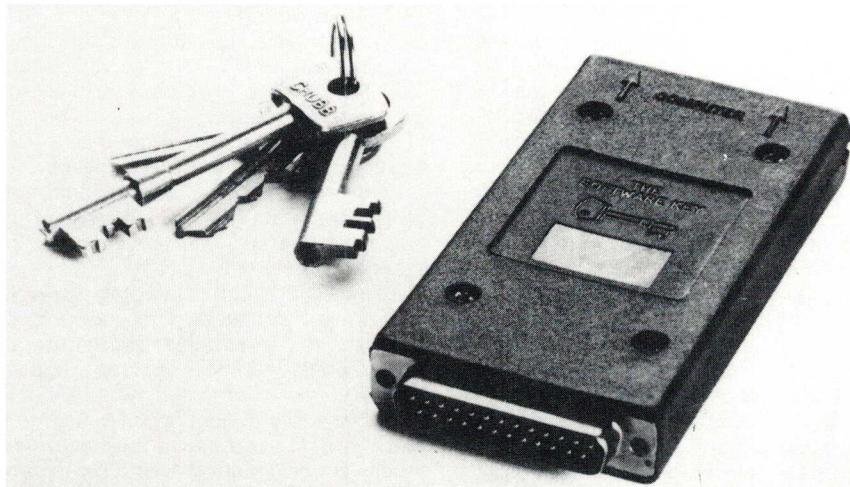


# Clé de protection pour logiciels

Depuis son lancement l'année dernière, la clé de protection « Software Key » de BSF (Bristol Software Factory) a remporté un énorme succès tant en Angleterre que sur les marchés étrangers.

Dans une année où la piraterie des logiciels constitue un problème qui se pose de façon de plus en plus aiguë, les ventes de la Software Key ont été plus fortes que prévues, dépassant le seuil des 15 000 unités vendues.

Les ventes de ce produit étant maintenant solidement établies en Angleterre, BSF s'apprête à lancer le dispositif sur les marchés étrangers.



Protection des logiciels avec la Software Key.

La Software Key constitue un produit faisant appel à la technologie de pointe, comprenant un microprocesseur CMOS qui est souvent plus puissant que l'appareil auquel il est relié ! La Software Key est un dispositif astu-

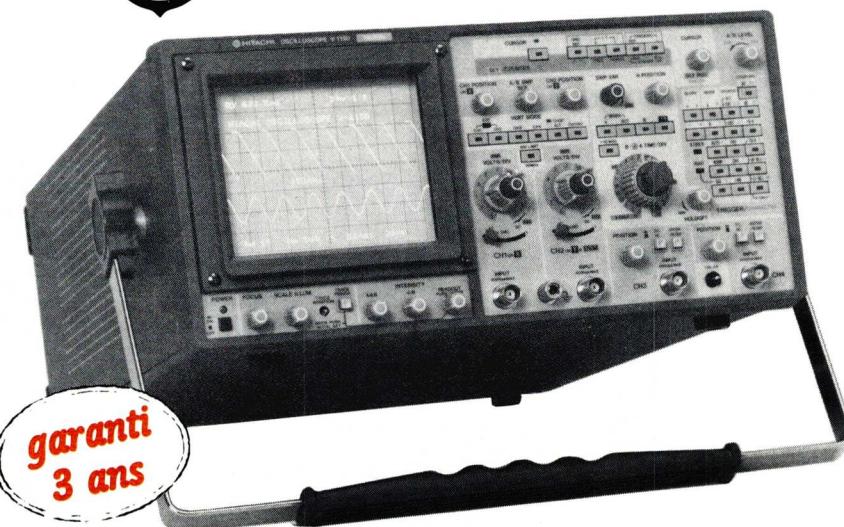
cieux conçu pour être connecté à la porte RS232 (porte série) qui se trouve à l'arrière de la plupart des ordinateurs. Le programme de l'ordinateur peut adresser la Software Key pour lui faire générer des nombres



ELECTRONIQUE



## HITACHI le 150 MHz



garanti  
3 ans

HITACHI : des oscilloscopes de 20 à 150 MHz

Modèle : V 1150

- 4 voies/8 traces post-acc : 20 kV
- avec voltmètre numérique
- compteur fréquencemètre
- curseur,  $\Delta V$ ,  $\Delta t$ ,  $1/\Delta t$
- phase-compteur d'événements
- dB

Comptez sur  
Kontron !

**KONTRON**  
ELECTRONIQUE

B.P. 99 - 6, rue des Frères Caudron

78140 Vélizy-Villacoublay - Telex : 695 673 - Tél.

**(1) 39.46.97.22**



BIP BIP BIP

►►► aléatoires dans une séquence qui ne sera pas répétée pendant 1 200 000 ans (oui, il s'agit bien de 1,2 million d'années !) à sa vitesse de fonctionnement la plus rapide, c'est-à-dire 9 600 bits par seconde (bauds).

Les programmeurs peuvent se servir de ces nombres aléatoires pour le chiffrement ou le codage de leurs progiciels, ce qui rend ceux-ci inutilisables à moins qu'on ne les utilise conjointement avec cette clé de protection spécifique, qui est essentiel à leur décodage. Pour cette raison, des copies non autorisées du progiciel en question ne peuvent pas être transmises d'un utilisateur à un autre, ni d'un concessionnaire à un autre, comme cela se passe fréquemment sur des marchés où l'on attache peu d'importance aux logiciels.

En plus, cela a l'avantage supplémentaire de dissuader les distributeurs

éventuels de logiciels à l'étranger d'essayer d'augmenter leurs marges bénéficiaires en fabriquant et en distribuant illicitement les progiciels édités par d'autres personnes.

Chaque Software Key peut être unique en son genre ou, au besoin, la Software Key peut être produite en lots, dont chaque clé de protection contient des séquences identiques de nombres aléatoires.

Un des principaux avantages de la Software Key est sa petite taille. Cela est un des avantages offerts par la technologie CMOS, qui supprime le besoin d'une source d'alimentation. La Software Key obtient la puissance qu'il faut pour fonctionner d'une façon astucieuse, en jouant le rôle d'un « parasite » sur les lignes de signalisation, mais sans compromettre le fonctionnement de tout autre dispositif connecté par l'intermédiaire de la même porte. ■

l'extérieur qu'à l'intérieur. Racal-Chubb prévoit l'application du lecteur dans les machines à guichet automatique et dans d'autres domaines où la robustesse et l'esthétique sont des aspects importants.

Les deux nouveaux systèmes — le 8100 et le 8200 — utilisent une structure modulaire commune et la différence réside principalement dans les technologies de codage et lecture de cartes qu'il utilise. La structure modulaire, avec sa flexibilité inhérente, permet facilement une extension peu coûteuse du système.

Le système qui est commercialisé comme solution peu coûteuse aux besoins de contrôle d'accès est le 8100. Il utilise un codage à piste magnétique qui est un moyen sûr mais extrêmement polyvalent.

Le 8200 offre une plus grande sûreté par l'utilisation de la technologie de codage Wiegand. Des lames métalliques spéciales sont laminées dans les cartes selon une configuration unique à codage électronique qui rend la copie des cartes très difficile et très coûteuse.

Les deux types de lecteur de cartes, qui peuvent incorporer des blocs de touches PIN (numéro d'identification personnel) pour augmenter encore la sûreté, sont conçus pour une utilisation en conjonction avec le système à commande modulaire, par l'intermédiaire d'un contrôleur intelligent. Cha-

## Systèmes de contrôle d'accès électronique

salles d'ordinateur, jusqu'aux systèmes à grande échelle commandant l'accès à des sites gouvernementaux ou militaires de haute sûreté.

L'une des caractéristiques clés des deux systèmes de contrôle d'accès est leur lecteur de cartes. Conçu en conjonction avec un grand studio industriel de design en vue des aspects pratiques et esthétiques, ce système est entièrement étanche aux intempéries et peut être utilisé aussi bien à

La société Racal-Chubb dévoile deux systèmes de contrôle d'accès électronique qui, pour la première fois, mettent cette technologie à disposition à un prix inférieur à celui des systèmes rivaux.

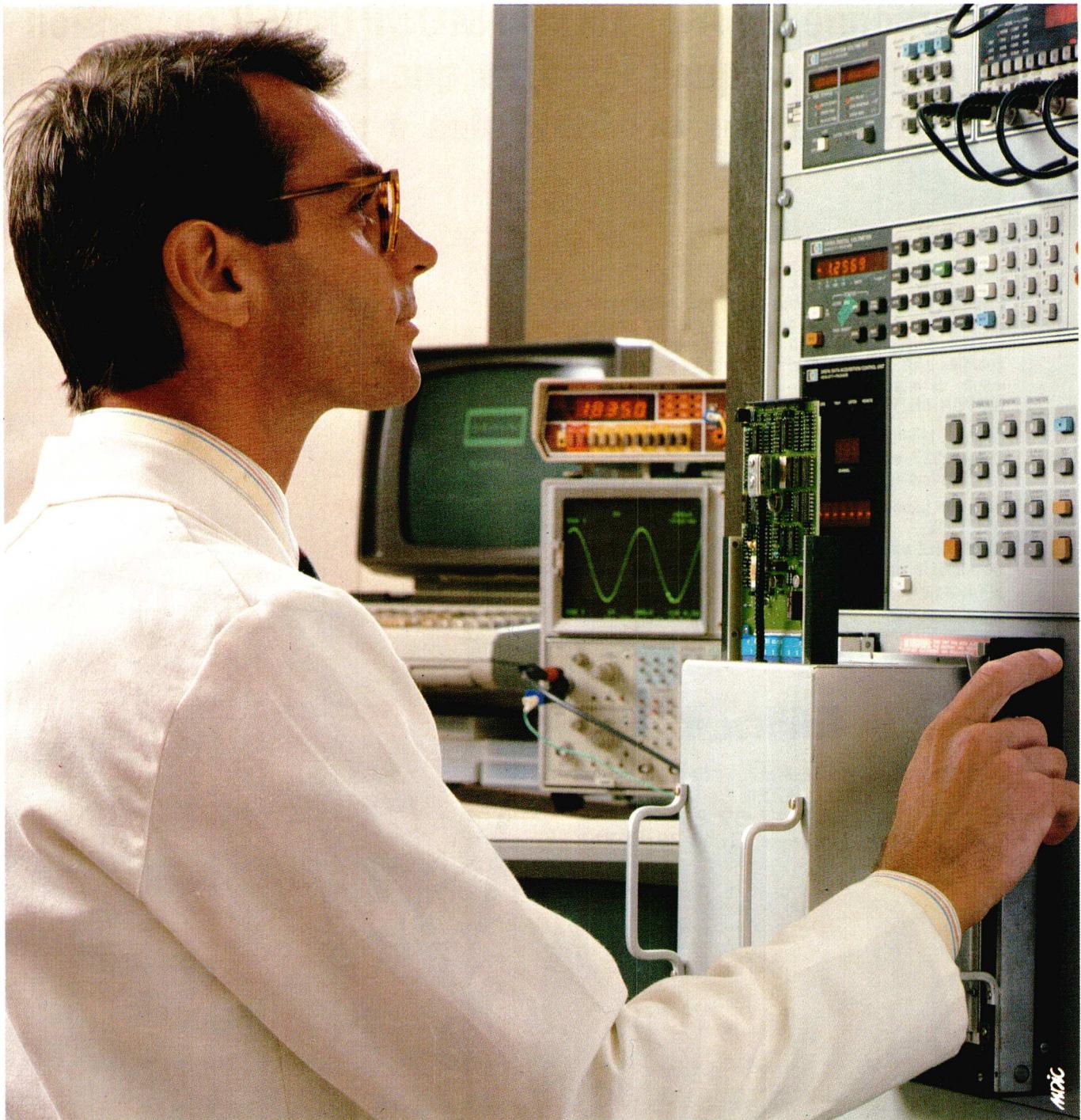
Ces systèmes, qui sont le résultat d'un programme intensif de mise au point de la part de Racal-Chubb au Canada — et qui utilisent soit le système à piste magnétique, soit la technologie Wiegand — constituent la première phase d'une famille de produits de contrôle d'accès qui s'intègrera dans un système Racal-Chubb planifié de gestion totale des risques.

D'autres éléments du système de gestion des risques sont en cours de développement et leur lancement est prévu au cours des deux prochaines années.

Les deux nouveaux systèmes de contrôle d'accès sont conçus pour un large éventail d'applications, depuis les installations à porte unique, par exemple pour les cabinets de notaire ou les

Système de Contrôle d'accès mis au point par Racal-Chubb.





## 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-briller Bayer  la documentation "Silicones"

TEAC 024

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



**Bayer**



- 1 - Personne n'a AUTANT de MOSPOWER en version militaire et qualifiés JAN que SILICONIX.**
- 2 - Nous pouvons les livrer dès à présent.**

**PRESENTS** depuis longtemps sur le marché des produits militaires haute fiabilité, nous venons de réaffirmer notre position de leader en lançant **16 nouveaux MOSPOWER qualifiés JAN**. Applications: conversion de puissance, commande de moteurs, etc...  
**DISPONIBILITE IMMEDIATE** sur stock.

D'autres familles MOSPOWER sont en cours de qualification  
 Début 1987, nous produirons des MOSPOWER durcis résistant à la fois aux doses intégrées et aux impulsions rapides.

Plus que jamais les MOSPOWER s'apparentent au "label" SILICONIX...

**SILICONIX une vocation délibérée de faire progresser la technologie des composants utilisés autour des micro-processeurs.**

*Pour plus d'informations, contactez nous:*



Centre Ccial de l'Echat - PI de l'Europe  
 94019 - CRETEIL Cédex  
 Tél: (1) 43 77 07 87  
 Tlx: 230389 - Télécopie: (1) 43 39 11 71



**SILICONIX MIL-QUALIFIED MOSPOWER PRODUCTS**

Part No.	Rating	Availability
JAN/JANTX/JANTXV 2N6661	90V / 1.5A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6756	100V / 14.0A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6758	200V / 9.0A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6760	400V / 5.5A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6762	500V / 4.5A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6764	100V / 38.0A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6766	200V / 30.0A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6768	400V / 14.0A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6770	500V / 12.0A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6788	100V / 6.0A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6790	200V / 3.5A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6792	400V / 2.0A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6794	500V / 1.5A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6796	100V / 8.0A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6798	200V / 5.5A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6800	400V / 3.0A	NOW
JAN/JANTX/JANTXV 2N6802	500V / 2.5A	NOW

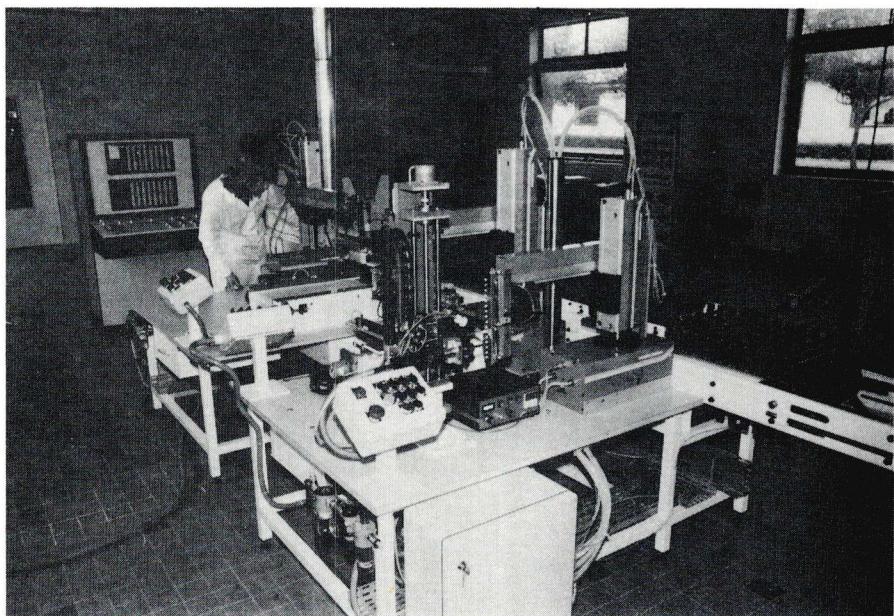
DISTRIBUTEURS: Almex (1) 46 66 21 12 Alrodis 78 00 87 12 Composants 56 36 40 40 ITT Multicomposants (1) 64 46 02 00 Scaïb (1) 46 87 23 13



que contrôleur, qui actionne deux portes, peut communiquer avec un contrôleur central, pour les installations multiples, ayant une capacité maximale de 16 portes. Contrairement aux autres systèmes actuels qui exigent que chaque porte soit individuellement programmée localement, le système de contrôle d'accès Racal-Chubb est basé sur une programmation et une commande centralisées.

Les avantages de cette architecture comprennent la suppression rapide des cartes perdues ou volées, l'autorisation rapide des nouvelles cartes, et une comptabilisation totale. Les systèmes peuvent actuellement traiter jusqu'à 2 400 cartes.

Parmi les évolutions dont le lancement est prévu prochainement, citons la commande à micro-ordinateur destinée à donner une capacité maximale de 4 800 cartes, un modèle à système de proximité « mains libres », et la télé-commande des systèmes de contrôle d'accès par liaison modem sur lignes téléphoniques. ■



La chaîne d'assemblage robotisée commandée par un automate programmable du condensateur CTS 41.

tion avec l'Ecole Centrale de Paris (thèse 3<sup>e</sup> cycle).

Deux condensateurs au tantalum solide ont été récemment mis au point et industrialisés par ELPI : le CTS 41 et le CTS 21.

Le CTS 41, plus performant, est interchangeable avec le CTS 4, il est conforme à la norme CECC 30 201-037 et homologué GAM T-1. En cours de CCQ.

*Ses caractéristiques sont hautement professionnelles :*

— Catégorie climatique : -55°C + 125°C 56 jours chaleur humide.

— Admet des tensions inverses.

— Garanti 1 000 000 cycles successifs de charge et décharge.

— Valeur de 0,1 mF à 150 mF.

— Tension de 6,3 V à 50 V.

Point particulier, il est réalisé avec des pieds de lavage.

La fabrication du CTS 41 présente 3 points forts. Les anodes, tout d'abord, sont réalisées avec des poudres très pures à haut rendement. La pyrolyse ensuite est effectuée en automatique dans un ensemble dynamique, afin de parfaire l'homogénéité des cathodes et d'en accroître la reproductivité.



## ELPI : l'automatisa- tion au service de la qualité

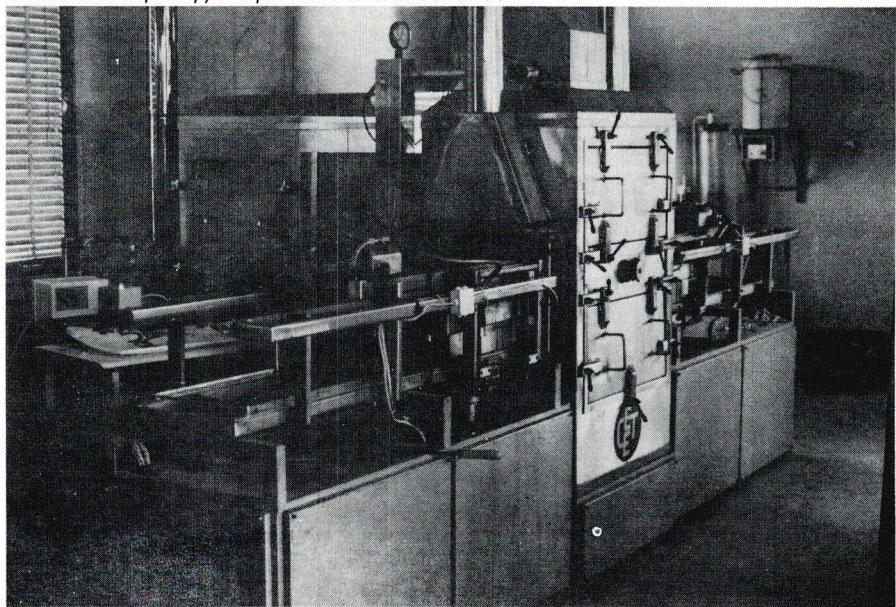
Basée à Romorantin en Sologne, la société ELPI s'est, depuis 25 ans, spécialisée dans la conception et la fabrication de condensateurs professionnels au tantalum, films plastique et au mica.

Elle dispose actuellement d'un effectif de 42 personnes et attache beaucoup d'importance dans ses choix d'investissement à la recherche et au développement de nouveaux produits performants et au perfectionnement de ses équipements de production.

C'est ainsi qu'en 1986, 1 490 000 F ont été budgetés pour :

- une chaîne d'assemblage robotisée, commandée par un automate programmable pour le CTS 41 ;
- l'industrialisation du CTS 21 ;
- la mesure informatisée des paramètres électriques ;
- l'étude fondamentale sur les caractéristiques des poudres tantalum et leur évolution dans le temps en coopéra-

Machine automatique de pyrolyse pour les condensateurs au tantalum.



## Panorama technique



Contrôle de qualité des condensateurs la salle de Burn-in.

► Enfin, les opérations de finition : soudure des connexions cathodiques et anodiques, coupe-fil Tantale, mise en boitiers, remplissage des boitiers et polymérisation des réseaux se font entièrement sur une chaîne d'assemblage robotisée, commandée par un automate programmable.

Pour assurer une qualité maximale au CTS 41, plusieurs types de contrôles sont effectués :

- Un contrôle systématique des différents paramètres en cours de fabrication.

- Un contrôle final unitaire.

- Un contrôle sous CCQ.

Actuellement, *ELPI* est capable de fabriquer 100 000 pièces par mois en une seule équipe.

Les applications du CTS 41 sont principalement le découplage d'alimentation sur carte, le filtrage, la constante de temps, réservoir d'énergie.

Les prévisions d'*ELPI* :

Couvrir en 86 20 % du marché Européen et 40 % en 87.

**almex** représente  
**PERFORMANCE**  
SEMICONDUCTOR CORPORATION

**Technologie PACE™ 0.8 micron**

- P4C422 - SRAM CMOS - 256 x 4 - 15 ns
- P4C188 - SRAM CMOS - 16 K x 4 - 20 ns
- PACE 1750A - Processeur - 16 bits - 30 MHz
- Famille logique PACE
- 12 circuits interface ultra-rapides

PACE™ : Performance Advanced CMOS Engineered

**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

# Enertec Instruments



## Le test RADIOCOM 2000 Facile!... ... avec le système 4040/4922

### ■ Études

Analyse des trames reçues

Présentation des résultats  
en hexadécimal et binaire

Introduction d'erreurs

Création d'un dialogue

### ■ Fabrication

Programmable  
Automatique

### ■ Maintenance

Facile à mettre en œuvre  
Mesures automatiques  
Recopie d'écran

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

ENERTEC  
Schlumberger

## CONVERTISSEURS CONTINU-CONTINU

Arrivée sur le marché Français d'un nouveau convertisseur 15 W triple sortie, modèle MTO (de chez I.C.I. représenté par Microélectron), qui associe une sortie 4V 2A et deux sorties + 12 V et - 12 V ou + 15 V et - 15 V, sous tension nominale d'entrée de 28 VDC.

Présenté en boîtier métallique scellé hermétiquement, ce convertisseur 15 W mesure seulement 5 x 3,5 x 1,3 cm, et offre un rendement typique de 80 % sur toute la plage de tension d'entrée de 16 à 40 VDC.

Son encombrement très réduit est dû à l'utilisation d'un circuit hybride en couche épaisse qui lui procure une très grande fiabilité, et à l'utilisation de technique de découpage haute fréquence ; il possède des caractéristiques d'isolement total entrée/sortie grâce à l'utilisation d'un coupleur opto associé à une boucle de coupure d'alimentation.

De plus ce convertisseur comporte une protection contre les courts-circuits, un filtre interne et des sorties protégées.

La gamme de température d'utilisation est de - 55°C à + 85°C. Une version fiabilisée est disponible en option.

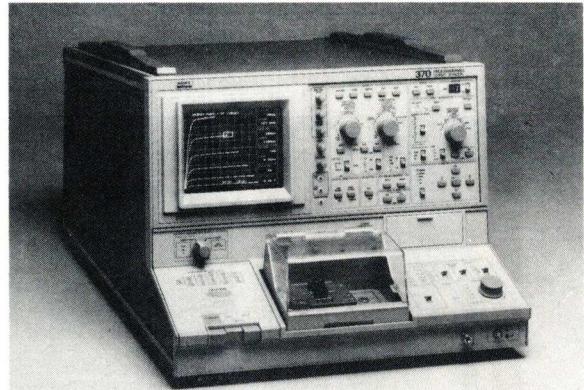
Autre modèle, le MTW, de 30 W, dont la plage d'entrée est de 19 V à 40 V, sortie simple de 5 volts, délivrant 6 ampères, équipé d'un filtre EMI interne éliminant les bruits réinjectés, répondant aux normes MIL STD 461 et d'encombrement 49,4 x 34,3 x 12,7 mm.

## TRACEUR DE CARACTÉRISTIQUES DE SEMICONDUCTEUR PROGRAMMABLE

Le 370 présenté par Tektronix est un appareil à mémoire numérique, entièrement programmable, disposant de stockage par cartouche de mémoire à bulle.

Ce traceur permet la visualisation des réseaux de caractéristiques des composants de 2 à 4 broches : diodes, transistors, thyristors, FET et composants optoélectroniques. Sa puissance maximale dissipable est de 220 W pour une tension de 2 000 V. La sensibilité en courant est de 100 pA/division.

Les 16 mémoires de courbes, alliées aux 16 mémoires de configu-



Le Traceur de caractéristiques de semiconducteur modèle 370.

rations, confèrent autonomie et simplicité de mise en œuvre à ce nouveau traceur. Le mode séquence assure le déroulement d'une série de tests sans connexion à un contrôleur extérieur.

Le mode « enveloppe » est très pratique pour suivre les dérives en température des composants. L'utilisation du moyennage accroît la résolution des mesures en réduisant les effets de bruits aléatoires. L'écran de visualisation dispose d'un affichage complet des paramètres d'acquisitions.

Les mesures de tension et de courant sont facilement réalisables grâce à des curseurs.

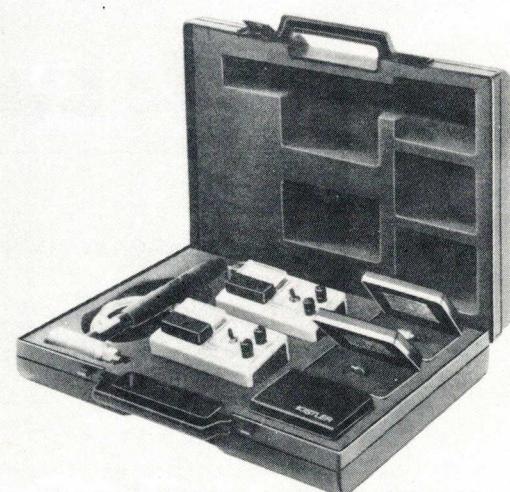
Le 370 est entièrement programmable et peut être piloté via interface IEEE par un calculateur extérieur.

La sortie table traçante assure une copie de qualité de l'écran, tant des courbes que des résultats de mesure.

## MARTEAU D'IMPULSION POUR L'ANALYSE MODALE

Si une structure mécanique est excitée par une impulsion de force définie et si en même temps l'accélération résultante est mesurée en des points déterminés de sa surface, des données exactes peuvent en être dérivées concernant le comportement mécanique de cette structure.

Il existe 6 types différents de marteau à impulsion Sedeme. Ils couvrent un domaine d'impulsion de force Piézotron et la microélectronique correspondante. La Masse supplémentaire ainsi que des points d'impact de durées différents comprises dans la livraison permettent une adaptation optimale du marteau à la structure à mesurer. La garniture de mesure contient, en



Équipement présenté par Sedeme pour l'analyse modale.

plus du marteau, les accéléromètres nécessaires, deux coupleurs Piézotron et différents câbles de connexion. Cet équipement, avec l'électronique de traitement correspondante, permet de localiser des points de résonance, des fentes et des pièces mal serrées dans des éprouvettes ainsi que dans des structures complexes telles que les carrosseries d'automobiles, les pièces de machines ou les charpentes. Parmi les autres domaines d'application, on peut citer l'analyse modale, le contrôle de l'optimisation dans le développement et la structuration de modèles et de pièces pour machines outils, automobiles, avions, etc.

## RECEPTEUR HORAIRE

Depuis quelques années déjà, l'émetteur d'Allois France Inter grandes ondes transmet en superposition à ses émissions habituelles des messages permanents et codés selon un principe de modulation de phase de sa porteuse. TDF transmet ainsi des données numériques, assurant plusieurs services parmi lesquels la diffusion permanente d'un message horaire qui comporte :

— heures, minutes, secondes, jours du mois, mois, jours de la semaine, jours fériés légaux ou ex-



Prolongateur RS 232 C  
présenté en boîtier prise

## PROLONGATEUR RS 232C EN BOÎTIER PRISE

Les terminaux connectés sur une ligne RS 232C ne sont utilisés qu'à quelques dizaines de mètres de distance et cette liaison est sensible aux parasites. Pour une connexion plus longue, il convient d'utiliser un convertisseur RS 232C boucle de courant.

Ce dispositif présenté par RBEI permet de prolonger une connexion RS 232C full-duplex entre deux équipements et de se substituer à un modem à une distance pouvant atteindre 3 km. Il offre également une meilleure immunité aux bruits. De plus, cet appareil possède la particularité d'être entièrement logé dans un bloc secteur à prise de dimensions réduites (H = 40 mm, L = 100 mm, I = 50 mm), l'alimentation du prolongateur se fait ainsi directement et aucun autre boîtier extérieur n'est nécessaire.

►►

ceptionnels, la prédiction du changement d'heure saisonnier, la saison, l'avance sur Temps Universel.

Le Bureau International de l'Heure garantit l'absolue exactitude des informations ainsi transmises. La précision et la stabilité au départ de l'émetteur ont une rigueur atomique. Même dans les conditions radioélectriques les plus difficiles, les récepteurs 59 HF de BHL (représenté par Coserm) permettent d'obtenir une heure très précise à quelques millisecondes, ceci dans un rayon de 1 000 km autour de l'émetteur, situé à Bourges (Cher). La synchronisation de plusieurs horloges situées à la même distance de l'émetteur peut atteindre + ou - 1 ms. A la mise sous tension et après 2 minutes, elles affichent automatiquement la date et l'heure. Si l'émetteur cesse ses émissions ou si les conditions de réception sont perturbées, le récepteur se comporte comme une excellente horloge à quartz et l'erreur commise par glissement ne

# DÉFINISONS ENSEMBLE L'ALIMENTATION OU LE CONVERTISSEUR QU'IL VOUS FAUT



**Choisir une alimentation ou un convertisseur, ce n'est pas si simple.**

L'utilisateur doit se poser une bonne dizaine de questions avant d'arrêter son choix, diagramme courant/temps, sensibilité au rayonnement, adaptation aux protections amont, etc...

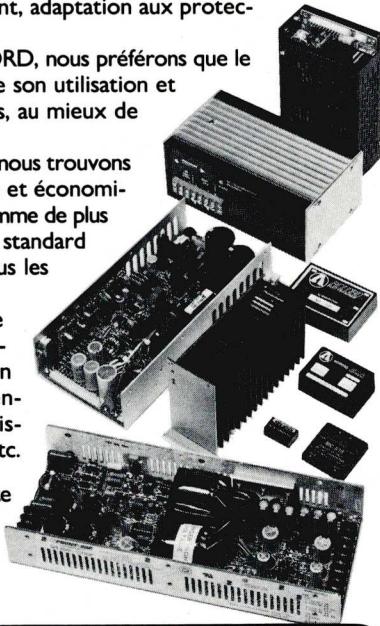
Nous, chez ACCORD, nous préférons que le client nous expose son utilisation et nous le conseillons, au mieux de ses intérêts.

Dans 95% des cas nous trouvons une solution fiable et économique grâce à une gamme de plus de 300 produits standard (et quelquefois nous les adaptons).

ACCORD : une société spécialisée en conversion d'énergie : Alimentations, convertisseurs, onduleurs, etc.

Pour nous une vente c'est avant tout un dialogue, alors appelez-nous au

**(1) 45.21.01.01.**

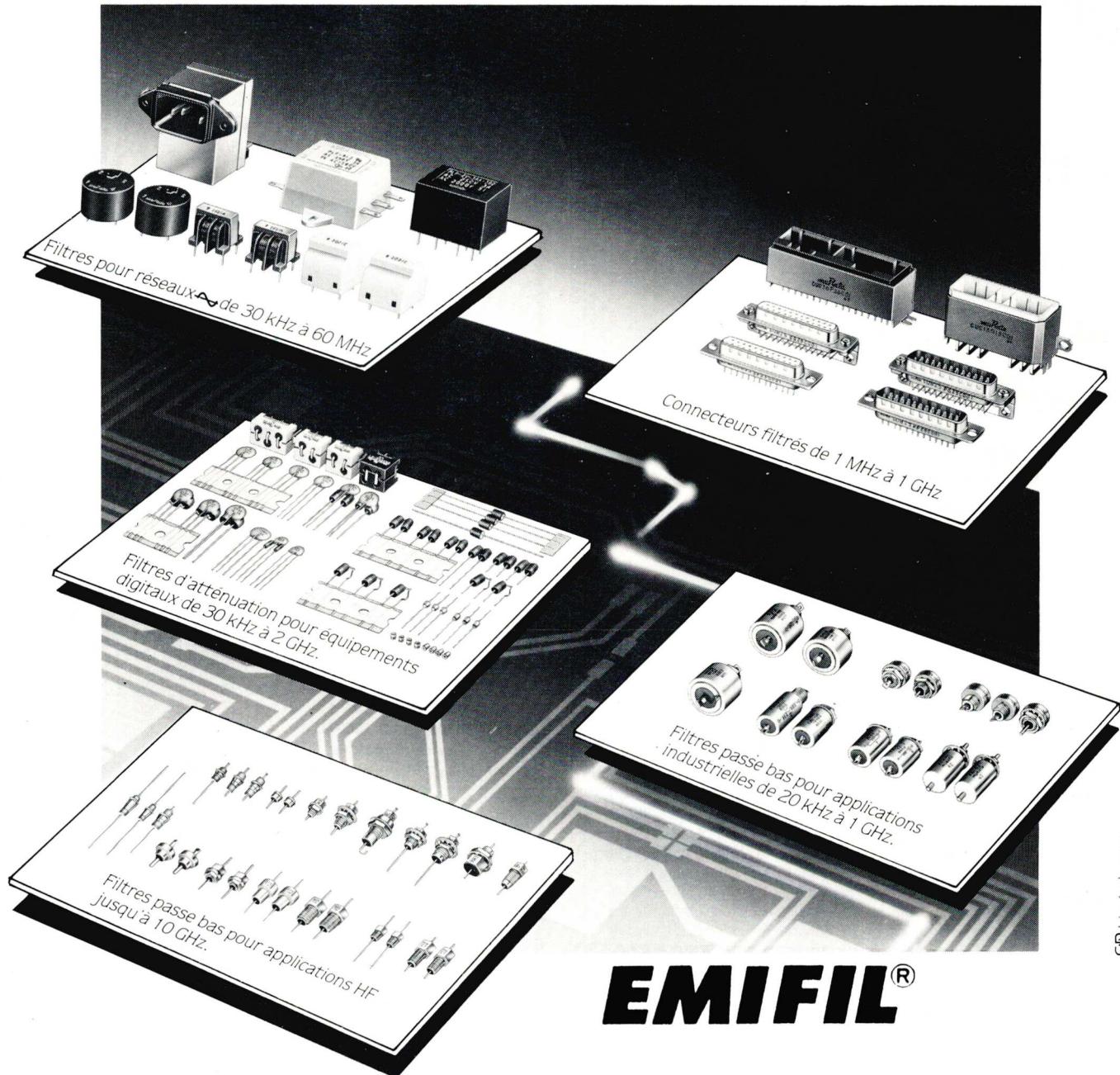


**ACCORD**  
ELECTRONIQUE  
**VOTRE ALIMENTATION**

PARIVRY - 14, rue Jules Vanzuppe  
94200 Ivry S/Seine - Téléx : 261 085 F

# Communiquez sans bruit !

**Débarrassez-vous des parasites et autres interférences électromagnétiques**



EB bilingüe 1024

**EMIFIL®**

Les parasites de toutes natures, facteurs de graves nuisances notamment pour les ordinateurs, nécessitent l'utilisation de contre-mesures.

Des filtres grand-public aux filtres fiabilisés, de 10 kHz à 10 GHz, les EMIFIL® rendent vos communications propres.

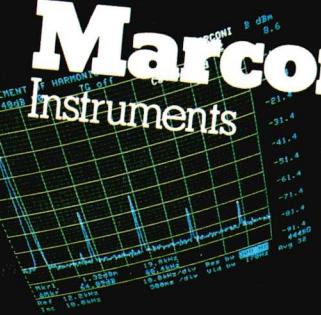
**muRata**

MURATA ELECTRONIQUE S.A.

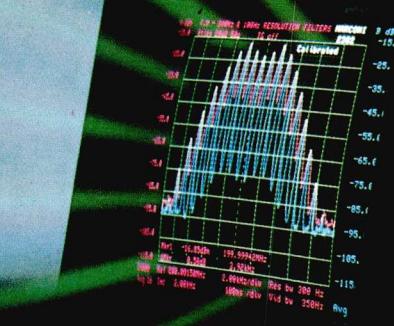
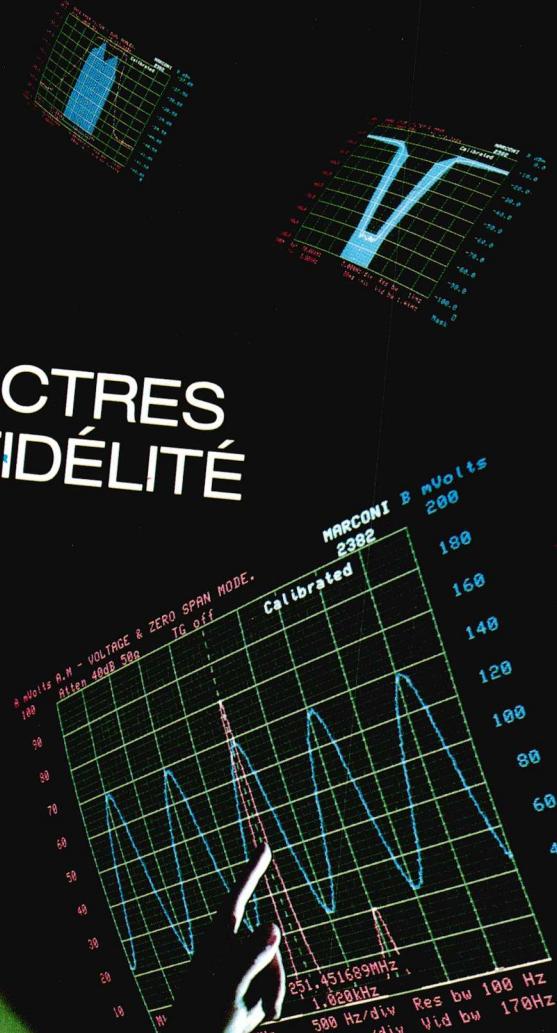
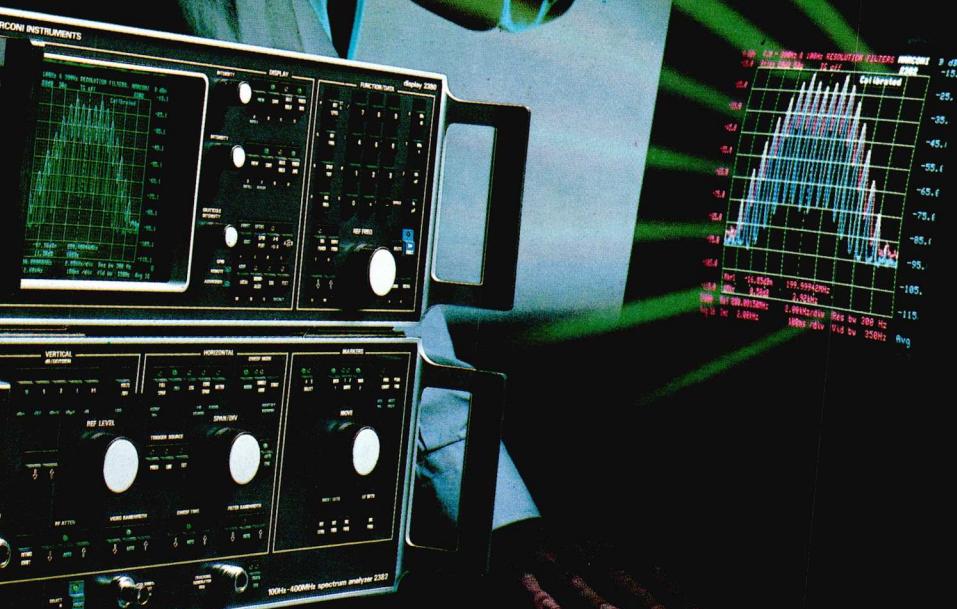
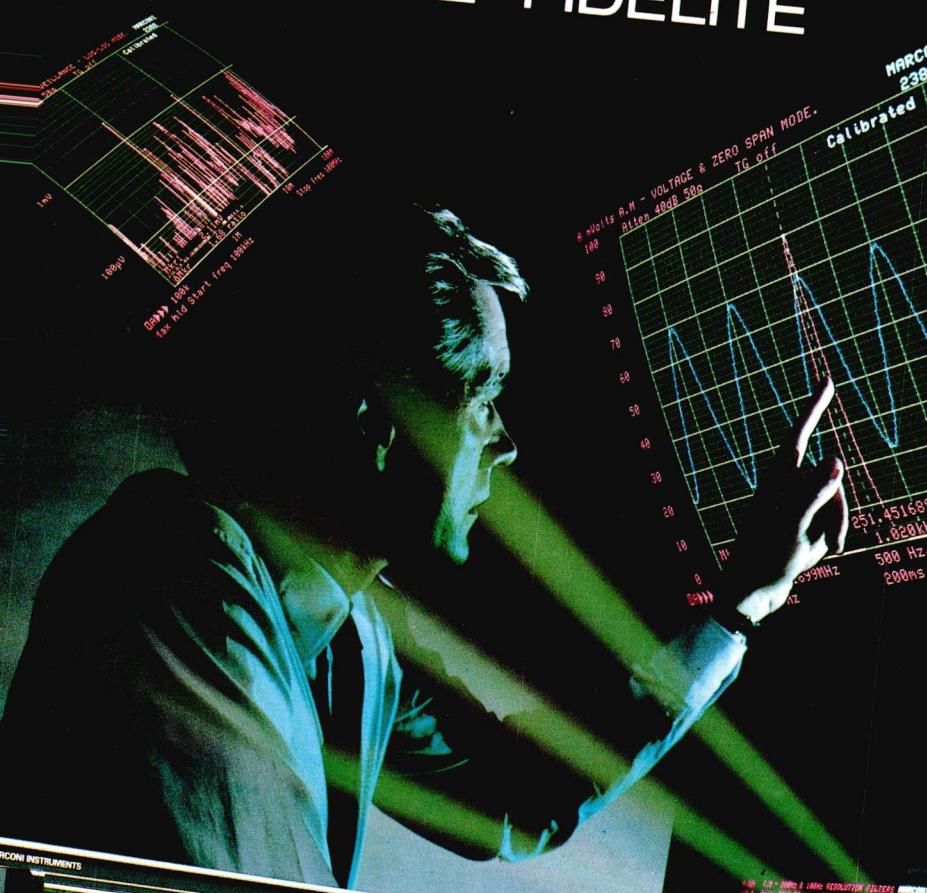
7 et 9, rue des Quarante-Arpents - 78220 Viroflay  
Tél. (1) 30.24.67.67 - Télex 699 954 - Tc. (1) 30.24.24.23

# Marconi

Instruments



## DES SPECTRES HAUTE FIDÉLITÉ



Le choix d'un analyseur de spectre est un compromis difficile entre performances élevées et large gamme de fréquences !

MARCONI facilite votre choix avec le **2382** qui offre d'exceptionnelles performances depuis les fréquences audio jusqu'à **400 MHz**.

### JUGEZ PLUTOT :

- \* Précision globale des mesures :  $\pm 1 \text{ dB}$ .
- \* Résolution en amplitude  $\pm 0,025 \text{ dB}...$
- \* Bande d'analyse : variable de 3 Hz à 1 MHz (jusqu'à 400 MHz).

Les performances exceptionnelles et la diversité des possibilités du 2382, lui permettent de larges applications :

\* En **R** et **D**, son autocalibration garantit des mesures précises et répétitives.

\* En **TEST DE PRODUCTION**, sa programmation en IEEE lui ouvre le domaine du test automatique.

\* En **MAINTENANCE**, le technicien appréciera la rapidité des réglages et la possibilité de mémoriser 9 configurations du panneau avant.

L'analyseur de spectre MARCONI 2382 repousse les limites de l'analyse spectrale, découvrez-le en contactant :

### MARCONI INSTRUMENTS

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

peut excéder quelques fractions de millisecondes par heure, cette erreur sera corrigée automatiquement lorsqu'un message nouveau sera reçu. Les changements d'horaires saisonniers s'effectuent sans intervention.

L'élément de base se présente sous forme d'un Rack au format 19 pouces qui peut devenir l'horloge maîtresse de tout système, par exemple un ordinateur par une liaison de transmission série V24 (RS232) et peut également piloter des horloges de bureau ou d'atelier, branchées sur une même ligne. Les données horaires sont aussi disponibles en parallèle sur 1 bus de sortie de 64 points.

En plus des systèmes complets, sont commercialisés également des cartes circuits imprimés au format EUROPE qui peuvent assurer les fonctions électriques essentielles d'horloges basées sur cette nouvelle technologie de télédistribution horaire (antenne, carte réception, registre à décalage, carte pilote par horloge à moteur pas/pas, liaison série RS232, code IRIG B, etc.).

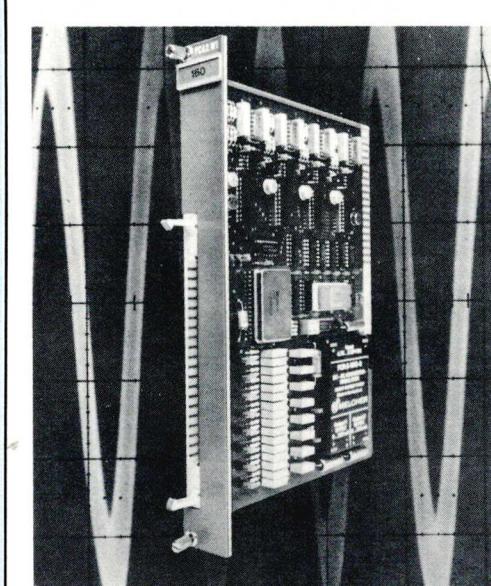
## AUTOMATE PROGRAMMABLE

Dans le but de réaliser une intégration de plus en plus poussée de groupes de fonctions, et d'étendre les performances du SAIA-PC, un nouveau pas a été franchi par *Acir* avec le nouveau module analogique d'entrée/sortie PCA2.W1. Grâce à ce nouveau module, le SAIA-PC, série PCA2, peut maintenant servir, conjointement avec le processeur PCA2.M10, à des réglages et à la surveillance de valeurs limites.

En outre, en combinaison avec le processeur PCA2.M31, dont les performances, les fonctions arithmétiques et les registres de données, permettent d'effectuer des fonctions de réglage PID, réservées jusqu'ici qu'à de coûteux ordinateurs de processus.

Le nouveau module PCA2.W1 convient par conséquent surtout à la combinaison de tâches de réglage par l'intermédiaire d'un écran, selon les besoins de l'industrie chimique, l'industrie des produits alimentaires et le travail de matières synthétiques ou de métaux pour la commande de processus.

Chaque module dispose de 8 canaux d'entrées analogiques à 12 bits, c'est-à-dire d'une résolution



Module analogique E/S PCA 2.W 1 d'Acir.

de 1/4096, ainsi que de 4 canaux de sorties à 12 bits chacun.

Pour le branchement au processus, les gammes des canaux d'entrées peuvent être présélectionnées par positionnement de connecteurs. Différentes gammes de tensions et courants de -10 V... +10 V ou -20 mA... +20 mA sont disponibles.

## MESURE DE RAYONNEMENTS IONISANTS

La société *Sfertal* fabrique sous licence U.S. un appareil de mesure de rayonnements ionisants. Cet appareil de faible prix et de faible encombrement rend la mesure de rayonnements ionisants accessible à de nombreux utilisateurs de sources radioactives ou de rayons X, voire au grand public. Il permet de mesurer les rayonnements reçus soit : en quantité de 0,1  $\mu$ Rem jusqu'à 99 Rem, soit en intensité de 0,1  $\mu$ Rem/h jusqu'à 99 Rem/an. Entièrement microprocessorisé, il possède également une fonction alarme soit en mode intensité soit en mode quantité. L'appareil est calibré par rapport au Césium 137. Il est alimenté par pile de 9V standard, un système d'économie éteignant l'affichage au bout de 2 mn, permet d'espérer une durée de vie de la pile de l'ordre de plusieurs mois. L'utilisation en est extrêmement simple.

trées/sorties sont communes et l'alimentation est de 5 V. Ce produit est disponible en version militaire et industrielle.

## FIBRES OPTIQUES A PROFIL D'INDICE TRIANGULAIRE

LA CLTO, *Compagnie Lyonnaise de transmissions optiques*, du groupe CGE, réalise des fibres monomodes ayant un cœur à profil d'indice triangulaire dont les performances, atténuation 0,25 dB/km à 1 500 nm et dispersion chromatique inférieure ou égale à 2,5 ps/nm  $\times$  km dans la plage 1525-1575 nm, permettent d'assurer la transmission d'information sur plus de 100 km pour des applications terrestres et sous-marines. Cette nouvelle génération de fibres ouvre la voie à la transmission de très hauts débits d'information sur de grandes distances sans répéteurs intermédiaires.

## BANDES DE CONTACT POUR BLINDAGE

*Phytronic* annonce une nouvelle série de bandes de contact en cuivre au beryllium pour blindage aux interférences radioélectriques et électromagnétiques (EMI/RFI/EMC) utilisées dans la fabrication des châssis électroniques et des cages de Faraday.

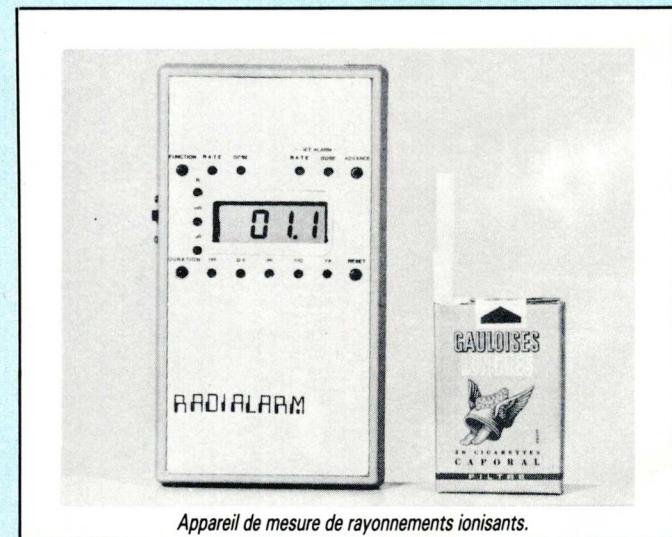
La principale nouveauté est la possibilité de glissement bi-directionnel

## MEMOIRES SRAM GRANDE VITESSE

*E.D.I.* vient d'introduire sur le marché par l'intermédiaire de son importateur *Microel* une mémoire RAM statique de 16 K  $\times$  4 disponible en version 20, 30 et 40 ns de temps d'accès.

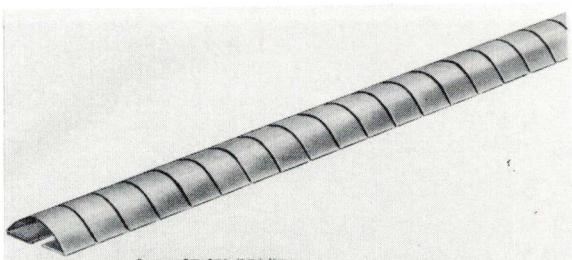
Ce modèle référencé EDH 84H16CP est réalisé à partir de 4 puces CMOS 16 K  $\times$  1, avec capacité de découplage, montées sur les deux faces d'un substrat de céramique 22 broches DIP.

La EDH 84H16CP ne nécessite pas d'horloge et présente les fonctions validation et la sauvegarde. Les en-



Appareil de mesure de rayonnements ionisants.

## En bref



Series 97-951/954/957

Bandes de contact au cuivre beryllium pour blindage EMI/EMC/RFI.

grâce à la construction symétrique et à la fente longitudinale.

De plus, un excellent contact est obtenu sur toute la longueur de la bande, ceci avec un faible effort de pression.

Ces bandes sont proposées en trois largeurs et trois versions pour la fixation :

- adhésif double face,
- bande de guidage et rivets nylon, pour température élevée,
- bande de guidage et adhésif double face, pour remplacement rapide.

### OPTION VISION PC-SCOPE

Présenté par /2S à un prix attractif, ce système de vision matriciel programmable constitue un puissant outil de développement d'applications de Vision Assistée par Ordinateur.

Basé sur une mono-carte fonctionnant sous DOS sur tout microordinateur compatible IBM PC/XT, PC/AT (R), le PC-SCOPE présente les caractéristiques suivantes :

- trois entrées vidéo : caméra



Système de vision matriciel programmable.

**THOMSON**  
COMPOSANTS  
  
SEMICONDUCTEURS

## Conception des équipements : changeons les habitudes.

### P.I.S.T.E.S. 86 A Paris, le 30 octobre 1986

Une journée de réflexion et de dialogue, pour que vous, concepteurs d'équipements, et nous, fabricants de semiconducteurs, soyons sur la même piste.

Introduction	J.M. Peter
A.S.I.C. : un complément ou une aide majeure	D. Aufaure
Simple, l'analogique avec la capacité commutée	C. Terrier
De la logique à l'actuateur, des perspectives nouvelles	G. Troussel
Commutation de puissance : du composant à la fonction	J.P. Abgrall
Du microvolt... au kilowatt	K. Rischmueller
Sur des stands de démonstration nos spécialistes dialoguent en direct avec vous.	
Pistes pour le futur	J. Borel

### P.I.S.T.E.S. 86

(Partenariat, Innovation, Services, Traitement du signal, Energie contrôlée, Systèmes).

Séminaire P.I.S.T.E.S. 86 (langue française)  
30 octobre 1986 - 8 heures 45  
Hôtel Sofitel - 8-12, rue Louis-Armand, 75015 PARIS  
Participation aux frais : 950 FF par pers. (repas compris)  
DATE LIMITE D'INSCRIPTION : 22 octobre 1986

## BULLETIN D'INSCRIPTION

Nom \_\_\_\_\_ Nom \_\_\_\_\_  
Nom \_\_\_\_\_ Nom \_\_\_\_\_  
Société \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Ci-joint chèque N° \_\_\_\_\_ de FF \_\_\_\_\_

à l'ordre de Thomson-Semiconducteurs  
(1<sup>re</sup> et 2<sup>re</sup> inscription, 950 FF - 3<sup>re</sup> inscription et plus, 800 FF)

Les factures correspondantes tiennent lieu de convention professionnelle simplifiée.

Numéro d'enregistrement d'organisme formateur : 1178 O104478

**Coupon à renvoyer à :** Monique LAFRIQUE  
Thomson-Semiconducteurs - 43, avenue de l'Europe  
78140 VÉLIZY-VILLACOUBLAY  
Tél. : 39.46.97.19 - Télex : TCSF 204780F

# PRODUITS OEM EPSON. MISSION



NOUVEAU MODULE À CRISTAUX LIQUIDES EG 7003A-AR.

TECHNOLOGIE STN.

MATRICE DE POINTS 640 X 200. CONTRASTE EXCELLENT.

BOULEVARD DUOPOL PETIT

**EPSON**

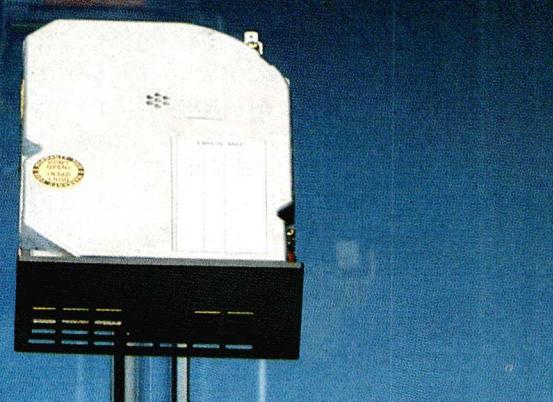
# PERFECTION.

NOUVEAU LECTEUR DE DISQUE DUR

HMD 720. 3,5 POUCES. 20 MO.

CONSOMMATION MOYENNE 8W.

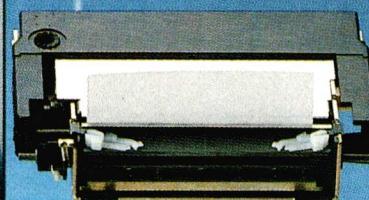
LE MEILLEUR ATOUT DES PORTABLES.



NOUVEAU MÉCANISME D'IMPRIMANTE À IMPACT

M-260. 40 COLONNES. VITESSE 2,3 l/s.

UN PAS DE GÉANT DANS LA MINIATURISATION.



La gamme de produits O.E.M. Epson, vous ne la connaissez peut-être pas encore. Eh bien vous allez avoir la satisfaction de découvrir la fiabilité, la qualité, bref, la perfection en produits O.E.M.

Leader mondial des mécanismes d'imprimante, fournisseur des grands de l'informatique, Epson vous attend. Venez découvrir sa gamme complète de mécanismes d'imprimante, d'afficheurs à cristaux liquides, de lecteurs de disque. Comme des milliers d'industriels dans le monde, profitez vous aussi de la seule mission qui nous intéresse: la perfection.

## LE « L2 FET », A NIVEAU

*Le transistor de puissance MOSFET à niveau logique ou « L2FET » saturé par un signal de grille de 5 volts, est compatible avec les alimentations de tension utilisées en logique. Résistance passante, tenues en courant et tension de drain restent identiques à celles de leurs prédecesseurs.*

*On serait tenté de croire que, réduisant l'épaisseur de l'oxyde d'isolation de moitié, doublant ainsi les capacités parasites de grille, on aurait ralenti d'autant les vitesses de commutation.*

*Il n'en est rien : mesures et équations montrent un avantage de deux contre un pour le L2FET pour les temps de montée et de descente, et de quatre contre un pour l'amplitude du trainage, la puissance de commande étant maintenue constante.*

### Une vitesse inespérée

Une nouvelle série de transistors de puissance à effet de champ MOSFET avec une épaisseur d'oxyde d'isolation de grille réduite à 50 nanomètres (100 étant actuellement le standard de l'industrie) apparaît aujourd'hui sur le marché.

Le phénomène d'inversion de polarité de la couche de surface dans un canal MOS est régi par le champ électrique régnant dans l'isolant entre grille et source.

Ainsi, pour obtenir les mêmes caractéristiques de drain on ne doit plus appliquer que la moitié de la tension qui était requise entre grille et source.

Ces composants sont appelés transistors à effet de champ à niveau logique ou L2FET (désignation anglo-saxonne signifiant « Logic Level Field Effect Transistor) car leur exigence en puissance de commande est compati-

ble avec une alimentation 5 volts pour circuits logiques.

Ces nouveaux composants conservent les caractéristiques de résistance à l'état passant  $R_{ds(on)}$ , de tenues en courant de drain et tension de blocage de leurs homologues 10 V.

Une étude du marché a montré qu'un composant 5 V permettant de réaliser une certaine épargne sur l'alimentation de puissance, même s'il était plus lent, serait encore très accepté.

Bien qu'avec une épaisseur d'oxyde réduite de moitié, et par conséquent une capacité d'entrée doublée, la vitesse de commutation que l'on pensait voir réduite de moitié, s'est révélée après mesure, au-delà de toute attente, être deux fois plus grande que celle des composants 100 nanomètres pilotés avec une même puissance de grille.

Ainsi, un temps de montée de 120 nanosecondes normal pour un transistor MOSFET 10 volts est réduit à 60 nanosecondes

# TRANSISTOR A EFFET DE CHAMP LOGIQUE

avec le transistor L2FET correspondant, bien que sa capacité de rétro-action entre drain et grille soit supérieure. Le phénomène de trainage en puissance est lui réduit dans un rapport quatre.

On peut expliquer ces anomalies apparentes à l'aide d'une nouvelle méthode de caractérisation du phénomène de commutation développée considérant le transistor MOSFET de puissance comme un transistor à jonctions JFET vertical à mode à appauvrissement à grille mise à la masse, piloté, en configuration cascode, par un transistor MOSFET à mode à enrichissement à structure horizontale et source mise à la masse.

## Un composant sans compromis

32 sortes différentes de transistors à effet de champ à niveau logique L2FET sont aujourd'hui disponibles. Ils sont conçus pour être interchangeables avec leurs homologues MOSFET standards pour leurs caractéristiques en sortie, tout en offrant une sensibilité de grille double comme on peut le voir sur les figures 1, 2 et 3.

Ces figures concernent les transistors MOSFET RFM10N15 et L2FET RFM10N15L. Sont disponibles en technologie L2FET des composants à canaux n de 220 V et moins pouvant contrôler des courants de drain jusqu'à 15 A. Dans un avenir proche ce suffixe L s'étendra à toute la matrice des produits 10 V.

Les figures 1 et 2 donnent un réseau des courbes de courant de

drain  $I_D$  en fonction de la tension entre drain et source  $V_{DD}$ , la tension entre grille et source étant choisie comme paramètre. Le réseau à échelle dilatée de la figure 2 démontre que l'on n'a pas sacrifié la résistance passante  $R_{DS(on)}$  à la sensibilité.

La figure 3 donne les caractéristiques de transfert pour trois valeurs de la température. L'axe des abscisses présente deux échelles pour tenir compte des différences de sensibilité de grille. De ce dernier graphique on déduit que :

- Le seuil de tension est réduit

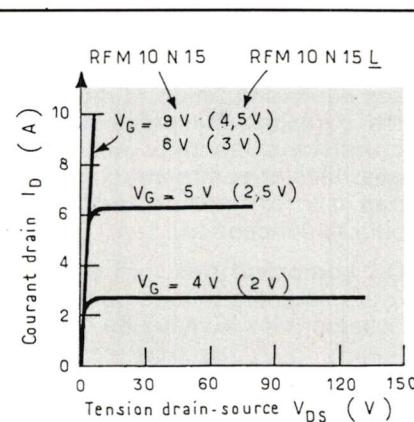


Fig. 1 : Diagramme superposé courant  $I_D$ /tension  $V_{DD}$  d'un L2FET et du MOSFET correspondant (RFM10N15/L).

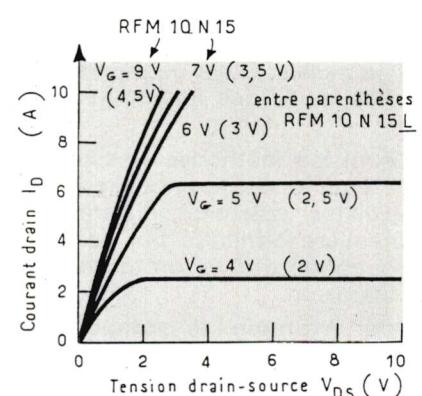


Fig. 2 : Diagramme superposé  $I_D$ /tension  $V_{DD}$  d'un L2FET et du MOSFET correspondant à petite échelle de tension (RFM10N15/L).

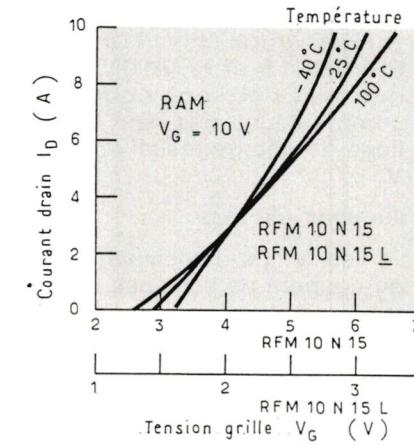


Fig. 3 : Caractéristiques de transfert superposées L2FET/MOSFET  $I_D$ / $V_{GS}$  (RFM10N15/L).

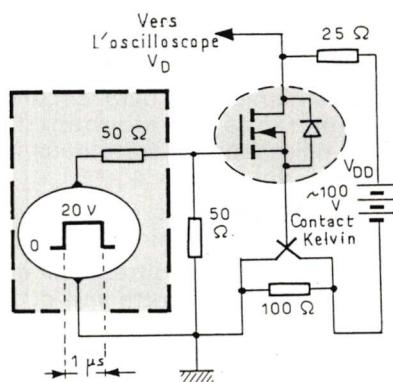


Fig. 4 : Circuit de mesure des paramètres de commutation d'un transistor MOSFET 10 volts.

de moitié pour le transistor L2FET.

– Le coefficient de température du seuil de tension en mV/degree C. est réduit de moitié.

– Le niveau du courant correspondant à un coefficient de température nul reste inchangé.

– La transconductance se voit multipliée par un facteur deux.

## Approche classique de la commutation

D'une manière classique, les mesures de commutation se font sur charge résistive attaquant l'entrée du composant par un signal carré d'une certaine amplitude et de faible rapport cyclique.  $R_g$  est la résistance de sortie attribuée au générateur pilote.

Quoique cette méthode soit tout à fait valable sur le plan théorique, elle présente certains dangers quand elle est transposée au banc d'essais. C'est ce qui va apparaître au fil des lignes qui suivent.

Utilisant les méthodes classiques pour étudier des composants de sensibilités tellement différentes la première difficulté qui se présente est de trouver un terrain de comparaison.

Si, par exemple, le composant standard est commandé entre 0 et 10 V au travers d'une résistance série de 25  $\Omega$ , le rapport des impédances indique que le transistor à niveau logique devrait être piloté entre 0 et 5 V au travers d'une résistance de 6,25  $\Omega$ , modifiant par là, tension à vide et courant de court-circuit dans un rapport 2 (ou 1/2).

De cette manière les deux circuits de commande développent la même puissance de crête dans la résistance  $R_g$  (figures 4 et 5).

Les inconvénients de ces méthodes de mesures classiques sont :

– Côté grille, une différence du simple au double entre les courants d'enclenchement et de coupure créant un profil en sortie asymétrique.

En effet, en admettant qu'il faille 6,7 V sur la grille pour garantir le courant de charge désiré, il s'en suit un courant d'enclenchement

de (10 V – 6,7 V)/ $R_g$  ampères et un courant (6,7 V – 0)/ $R_g$  de coupure deux fois plus grand.

Cette tendance est évidemment combattue par un seuil de tension plus faible et une transconductance plus élevée (figure 6).

– Pour la plupart des générateurs on spécifie la résistance de charge et non l'impédance interne.

Beaucoup de personnes effectuant des mesures en commutation ne s'en rendent pas compte ; il s'en suit d'importantes différences entre les mesures faites par les fabricants de composants et celles faites par leurs utilisateurs.

– La plupart des circuits de commande ressemblent à des commandes en courant à moins de circuits plus complexes.

– Plus souvent que le département technique, c'est le service des achats qui place les commandes ; dès lors les cahiers des charges seront écrits à son intention reflétant des valeurs de vitesses de commutation et de capacités parasites mesurées dans les conditions les plus optimistes possibles et comprendront peu ou pas d'informations techniques pour la conception.

On comprend dès lors pourquoi toute nouvelle théorie pénètre difficilement les bureaux de dessin.

– Les méthodes classiques ne concernent que les formes d'onde classiques qui n'existent que sur le papier. Le phénomène de traînage ou de tension de saturation dynamique n'est pas traité.

On montre à la figure 7 l'allure de la tension de drain en fonction du temps pour les transistors RFM10N15 et RFM10N15L lorsque ceux-ci sont commandés comme décrit plus haut avec une ligne de charge résistive 5 A, 75 V.

On peut voir que :

– Les temps d'enclenchement et de coupure ne sont pas en symétrie.

– Le L2FET est plus rapide.

– Il y a un phénomène de saturation dynamique.

– Cette saturation ou traînage est moins prononcée pour le L2FET.

## Approche à courant constant

On peut considérer le transistor MOSFET pendant la commutation comme un composant commandé en courant ; charge et décharge des capacités parasites nécessitent un courant important.

Qui plus est, la plupart des circuits de commande se comportent en première approximation en source de courant où les niveaux de tension sont déterminés par le potentiel de référence et la tension de l'alimentation du circuit de commande.

Que le courant d'enclenchement puisse ne pas être égal au courant de coupure n'est pas pris en

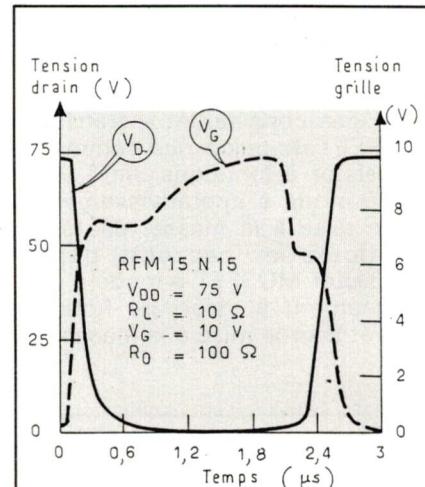


Fig. 5 : Circuit de mesure des paramètres de commutation d'un transistor L2FET 5 volts.

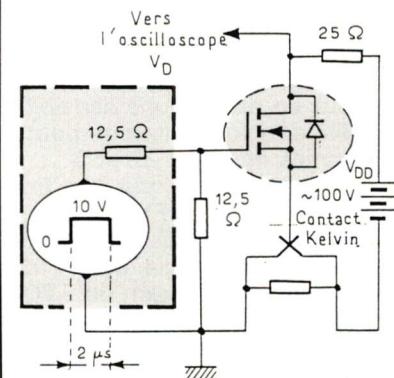


Fig. 6 : Signaux de commande en tension relevés sur la grille du transistor MOSFET RFM10N15.

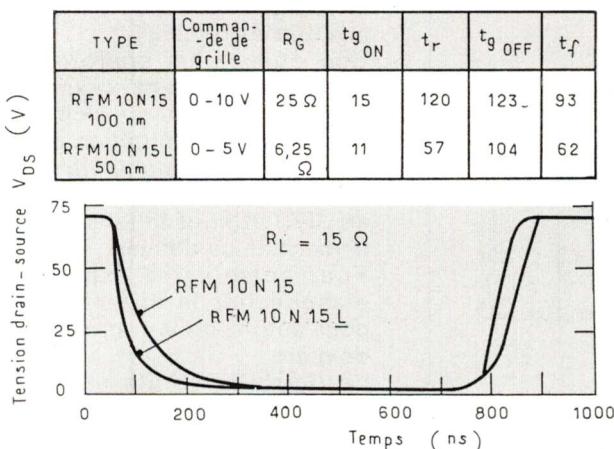


Fig. 7 : Formes d'onde en commutation de la tension de drain comparée pour le transistor MOSFET standard RFM10N15 et le transistor L2FET à niveau logique RFM10N15L dans le cas d'une commande de grille en tension.

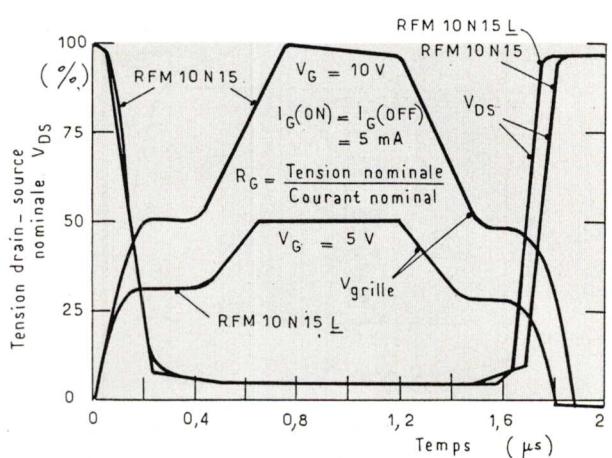


Fig. 8 : Formes d'onde en commutation de la tension de drain comparée pour le transistor MOSFET RFM10N15 et le transistor L2FET RFM10N15L dans le cas d'une commande en courant.

considération pour le moment. La figure 8 donne les courbes de tension de drain comparées pour les deux types de transistors à effet de champ dans le cas d'une commande à courant constant ou  $I_{g1} = I_{g2}$  et de limites du potentiel de grille de zéro à 5 ou 10 V selon le type de composant.

Le courant de commande est identique pour les deux composants même si le transistor L2FET reçoit moins de puissance ou d'énergie que le transistor MOSFET.

On peut déduire que :

- Les temps de montée et de descente sont identiques pour un courant de commande donné.
- Les deux composants ont des formes d'onde de sortie similaires.
- Il y a toujours une tension de déchet dynamique même à faible vitesse de commutation.
- Les parties basses tensions des formes d'onde de drain à l'enclenchement et à la coupure sont en symétrie.
- L'amplitude de ces régions est approximativement deux fois moins grande pour le transistor L2FET.

## Un nouveau modèle équivalent

Si on peut maintenir un transistor MOSFET de puissance dans un

état de régime par une commande en tension à très faible puissance, on doit lui fournir un courant qui peut être appréciable en régime dynamique.

L'observation des formes d'onde du courant et de la tension durant la commutation démontre que le système de caractérisation couramment pratiqué aujourd'hui par l'industrie est inadéquat.

La double pente présentée par la courbe de tension entre drain et source en fonction du temps s'explique sur un nouveau modèle équivalent à deux composants actifs, un transistor à jonctions vertical JFET placé en cascode avec un transistor MOSFET horizontal et six condensateurs représentant les capacités entre les différents nœuds du réseau.

La série des trois condensateurs traduisant les capacités entre grille et drain, drain et source et entre source et grille publiée par l'industrie ne reflète la réalité que pour un courant de drain nul.

## Fonctionnement dynamique

Aux petits niveaux de courant, la couche d'accumulation à la surface du silicium sous la grille devient en fait la source d'un transistor à effet de champ à mode à appauvrissement à jonctions verticales (JFET) ; la zone entre deux

puits de diffusion de sources forme la plus grande partie du canal.

Le puits de diffusion p dans le cas d'un transistor à canal n (figure 9) sert de drain au JFET.

Quand on applique la tension de drain, le canal se rétrécit au fur et à mesure que les zones adjacentes aux puits de diffusion p sevident de leurs porteurs ; pour une tension suffisante, les deux zones vidées de leurs porteurs se rencontrent et le JFET vertical est dit « pincé ».

Ce modèle équivalent à transistor JFET décrit le fonctionnement de tout transistor MOSFET hexagonal de puissance. Cette configuration cascode montre clairement

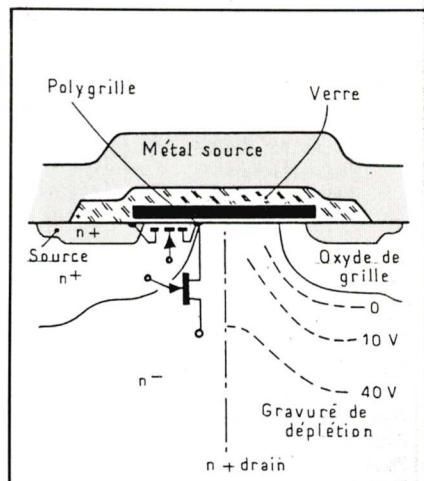


Fig. 9 : Vue en coupe d'un transistor MOSFET.

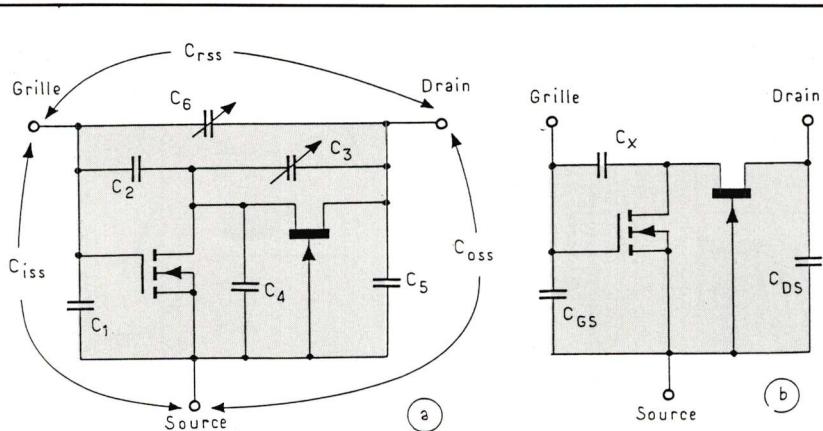


Fig. 10 : a) Schéma équivalent en configuration cascode d'un transistor MOSFET.  
b) Schéma équivalent cascode simplifié à trois condensateurs.

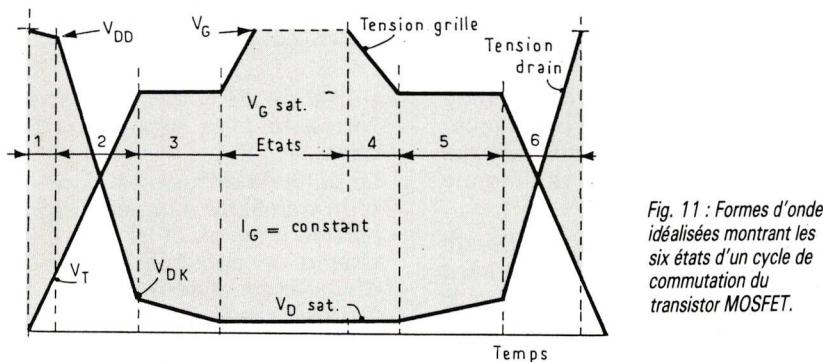


Fig. 11 : Formes d'onde idéalisées montrant les six états d'un cycle de commutation du transistor MOSFET.

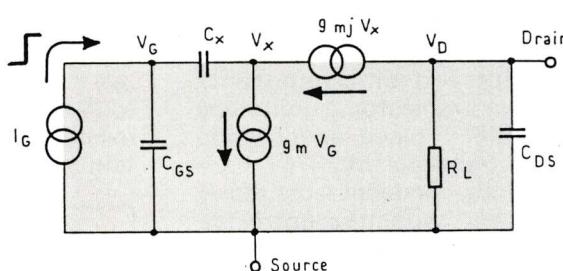


Fig. 12 : Schéma équivalent linéarisé du transistor MOSFET de puissance.

$V_G$ - Tension grille	$C_{DS}$ - Capacité drain-source
$V_x$ - Tension JFET	$g_m$ - Transconductance MOSFET
$V_D$ - Tension drain	$g_{mj}$ - Transconductance JFET
$C_{GS}$ - Capacité grille-source	$R_L$ - Résistance de charge du drain
$C_x$ - Capacité feedback MOSFET	$L_G$ - Amplitude du courant constant

que la partie la plus importante de la tension de drain se retrouve aux bornes du JFET.

Une étude plus approfondie du modèle équivalent cascode fait ressortir les facteurs dominant la vitesse de commutation à savoir, le courant de commande de grille, la capacité entre grille et source du JFET ( $C_x$ ) et la tension de pinçement de ce dernier.

Tout autre effet capacitif est masqué par le circuit cascode pour autant qu'il y ait du courant de drain.

La figure 9 donne une vue en coupe dans un transistor MOSFET avec, superposés, les symboles des transistors MOSFET et JFET. Considérant le transistor horizontal, MOS, le transistor JFET vertical et ajoutant les capacités entre les nœuds, on obtient le circuit de la figure 10a.

Les valeurs calculées des six condensateurs pour une structure typique indiquent que le comportement du composant peut être parfaitement décrit n'utilisant que trois d'entre eux à la manière de la figure 10b ; c'est ce dernier modèle qui sera employé par la suite.

Pour décrire de manière complète les formes d'onde en commutation d'un transistor MOSFET il faut considérer six états successifs (figure 11). Ces états sont analysés à l'aide du schéma équivalent linéarisé de la figure 12.

**Phase 1 : MOS coupé, JFET coupé.** Dans un transistor de puissance MOS, il ne circule aucun courant de drain tant que le potentiel de grille n'atteint pas le niveau du seuil  $V_t$ . Pendant cette période le courant de grille sert uniquement à charger le condensateur  $C_{GS}$  entre grille et source.

Les générateurs de courant  $g_m V_G$  et  $g_{mj} V_x$  sont des circuits ouverts.

Les transistors MOS et JFET peuvent être ignorés pour autant que le nœud intermédiaire  $V_x$  soit au potentiel  $V_p$  (pinçement) (15 à 30 V) si la tension de drain est grande (figure 13).

**Phase 2 : MOS actif, JFET actif,** cette phase montre graphiquement l'influence prépondérante du transistor JFET sur la forme d'onde de tension de drain. Au lieu de devoir décharger  $C_x$  de la

Etat	Transistor MOS	Transistor JFET
Phase d'enclenchement 1	coupé	coupé
Phase d'enclenchement 2	actif	actif
Phase d'enclenchement 3	actif	saturé
Phase de coupure 4	saturé	saturé
Phase de coupure 5	actif	saturé
Phase de coupure 6	actif	actif

Le terme saturé est à prendre au sens de condition de faible niveau constant de tension entre drain et source.

valeur élevée  $V_{dd}$  à zéro, il ne faut le décharger que de  $V_x$  à zéro, différence de potentiel beaucoup plus faible. A ce moment  $C_x$  est encore petit (égal au  $C_{rss}$  à courant de drain nul spécifié dans les feuilles de caractéristiques) (figure 14).

**Phase 3 : MOS actif, JFET saturé (figure 15).** Quand le transistor JFET se satire le générateur de courant  $gmjV_x$  devient un court-circuit. La différence de potentiel dans l'oxyde de grille crée une couche d'accumulation de surface (au voisinage du centre de la figure 9), la zone sans porteurs disparaît et la valeur du condensateur  $C_x$  augmente fortement.

$C_x$  devient un condensateur de valeur élevée et constante (de l'ordre de quelques milliers de picofarads pour la plupart des MOSFETs d'une certaine taille) déterminée principalement par l'aire de la grille en silicium polycristallin et l'épaisseur de son isolant. L'effet Miller entre maintenant en action.

A partir de cet instant la différence entre potentiel de grille et source  $V_g$  reste constante. La capacité de rétroaction  $C_x$  est déchargée, ses deux plaques sont au même potentiel grille-source.

La différence de potentiel  $V_{ds}$  entre drain et source décroît maintenant produisant un traînage dans la courbe de réponse, l'effet de la grande capacité  $C_x$  à recharger à un potentiel de polarité opposée. Cette phase 3 est régie par la relation (1).

$$\frac{dV_{drain}}{dt} = \frac{I_g}{C_2 + C_6} = \frac{I_g}{C_x}$$

**Phase 4 : MOS saturé, JFET saturé (phase de coupure).** Cette fois les deux générateurs  $gmV_g$  et  $gmjV_x$  sont des court-circuits et le courant de grille  $I_g$  sert à charger les condensateurs  $C_x$  et  $C_{gs}$  en parallèle à la valeur maximale  $V_g$  (figure 16).

$$\frac{dV_{grille}}{dt} = \frac{I_g}{C_1 + C_2 + C_6}$$

$$= \frac{I_g}{C_{gs} + C_x}$$

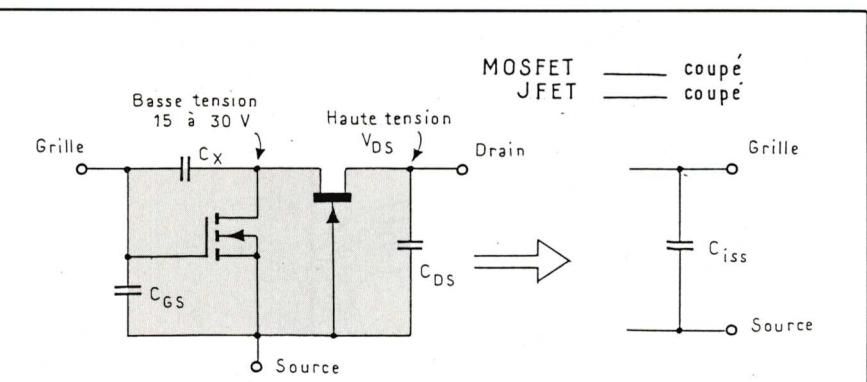


Fig. 13 : Modèle cascode au cours de la phase 1.

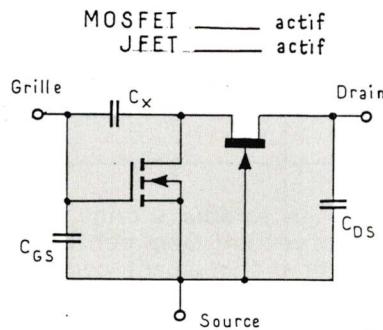
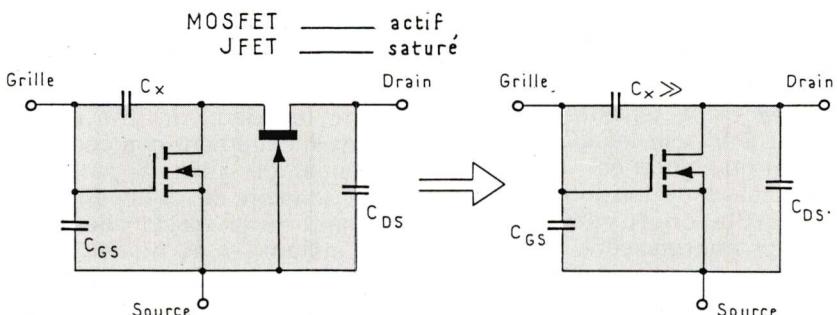


Fig. 14 : Modèle cascode au cours de la phase 2.



L'accroissement de  $C_x$  explique la "tail" de  $V_{ds}$

$$\frac{dV_D}{dt} = \frac{I_g}{C_2 + C_6} = \frac{I_g}{C_x}$$

Fig. 15 : Modèle cascode au cours de la phase 3.

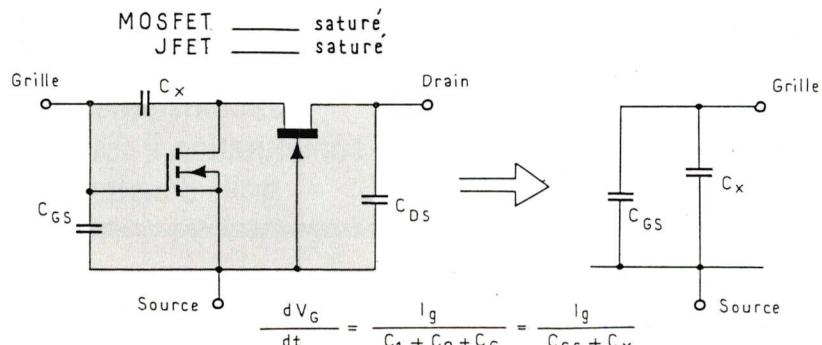


Fig. 16 : Modèle cascode au cours de la phase 4.

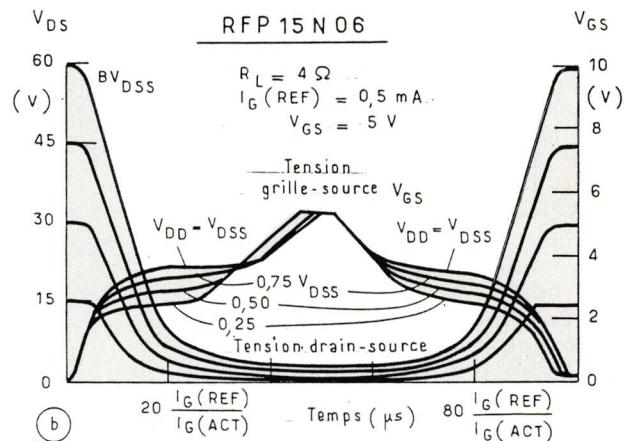
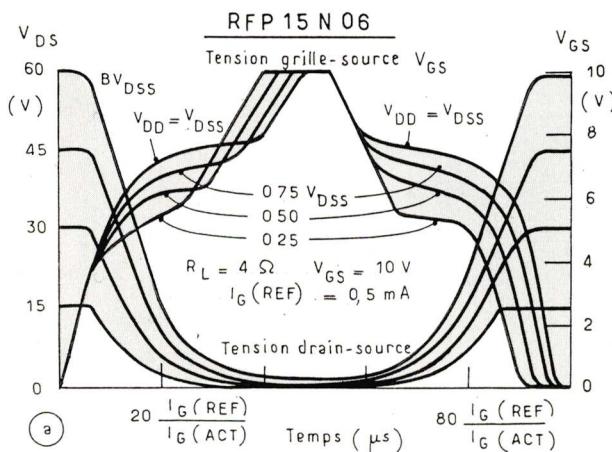


Fig. 17 : Courbes caractéristiques en commutation pour les transistors RFP15N06 (a) et RFP15N06L (b).

Le système de caractérisation en commutation des composants de puissance MOSFET RCA utilise le courant de grille comme paramètre.

On donne une famille de courbes à charge constante pour différentes valeurs de  $V_{DD}$ . Le courant de grille est maintenu constant pendant toute la durée de la commutation avec 0 et 10 V pour limites extrêmes de la tension de drain (ou 0 et 5 V pour les L2FET). Ce nouveau graphique est un réseau de courbes de la tension de drain et de grille en fonction d'un temps dit « normalisé ».

L'échelle des temps est en effet référencée au courant de grille. Cette normalisation est en excellent accord avec les mesures expérimentales sur plus de cinq décades ; elle est limitée à une extrémité par les effets de propagation dans la grille et à l'autre par un auto échauffement dû au temps de transition (en moyenne allant donc d'une dizaine de nanoseconds à une centaine de microsecondes).

A remarquer quelques particularités des formes d'onde au niveau du drain et de la grille :

– les formes d'onde correspondant à un courant de grille positif sont en symétrie avec celles correspondant à un courant de grille négatif à l'exception des cas de commutations très lents ou très rapides et des cas de commandes en courant de grille non symétriques.

– Les formes d'onde de drain comportent une pente raide à  $dv/dt$  pratiquement constant sur presque toute l'excursion en tension de la courbe de drain.

– Cette pente est suivie par une pente douce également à  $dv/dt$  pratiquement constant sur le reste de la plage des tensions.

– La tension de drain de transition (définie comme l'interception entre les deux droites approximant linéairement des courbes de drain et de grille) apparaît pour une tension de drain égale à la somme de la tension de grille (à cet instant) et du produit du courant de drain par la résistance passante  $R_{DS(on)}$ .

– Les formes d'ondes du potentiel de grille durant les périodes transitoires d'enclenchement (courant de grille positif) et de coupure (courant de grille négatif) présentent trois parties rectilignes distinctes.

mentation de drain. Le maximum de l'échelle des ordonnées graduées en tension de grille vaut 10 V (5 V pour les composants L2FET) ; elle est normalisée à 100 % du maximum de tension de drain.

Les quatre couples de courbes  $V_{DS}$  et  $V_{GS}$  sont relevés pour un courant de grille prédéterminé  $+/- I_G$ . L'abscisse du diagramme est également normalisée à 100 ( $I_G/I_{G(REF)}$ ) microsecondes à fond d'échelle où  $I_G$  est le courant de grille de référence utilisé par le fabricant pour construire le diagramme et  $I_{G(REF)}$  est le courant réel circulant dans le circuit de l'utilisateur. Avec cette famille de courbes, on peut immédiatement prédir le comportement en commutation du transistor pour tout circuit pilote de grille pour autant que la charge soit résistive (figure 17).

Les temps de commutation  $t_{D(on)}$ ,  $t_f$ ,  $t_r$ ,  $t_{D(off)}$  varient inversement avec le courant de grille. La figure 18 indique que la plage des temps sur laquelle la relation est linéaire est très grande.

Pour des courants de grille de l'ordre de 1 ampère, la réponse du composant est ralentie par des phénomènes de retards à la propagation au niveau de la grille. Ces retards dégradent la linéarité de la relation entre temps de retard et courant de grille aux très petites valeurs du temps.

La caractérisation qui vient d'être proposée est cependant valable sur un si grand nombre de déca-

## Un réseau de caractéristiques en commutation à courant de grille constant

Les données publiées par RCA sur la commutation des transistors de puissance MOSFET comportent un réseau de courbes de tension de drain et de grille correspondant à quatre valeurs de tension d'alimentation de drain. Le maximum de l'échelle des ordonnées graduées en tension de grille vaut 10 V (5 V pour les composants L2FET) ; elle est normalisée à 100 % du maximum de tension de drain.

des de courant de grille que, à quelques exceptions près, toutes les applications peuvent être couvertes.

Appliquant cette analyse aux formes d'onde de la figure 11 on peut comparer L2FET et MOSFET. Avec, pour un L2FET, un condensateur  $C_x$  double pour une épaisseur d'oxyde de 50 nanomètres alors que le condensateur  $C_{gs}$  n'est que très légèrement augmenté on voit :

– au travers de la relation (1) qui définit le phénomène de « trainage », que la pente de cette région en « saturation dynamique » devrait être de moitié plus faible pour le transistor L2FET. Mais la tension de drain à laquelle le condensateur  $C_x$  voit sa valeur brutalement augmenter étant réduite également de moitié, on doit s'attendre à ce que la durée du trainage reste la même avec une amplitude moitié moindre.

– au travers de la relation (2) qui définit l'évolution du potentiel de

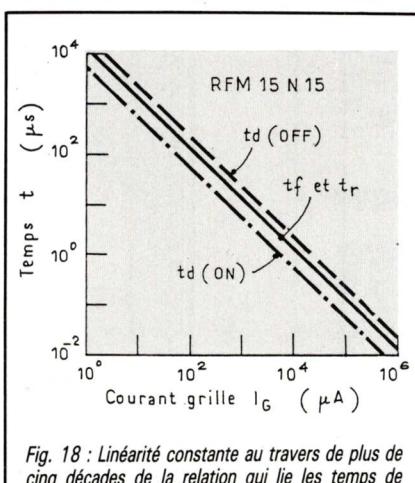


Fig. 18 : Linéarité constante au travers de plus de cinq décades de la relation qui lie les temps de commutation au courant de grille.

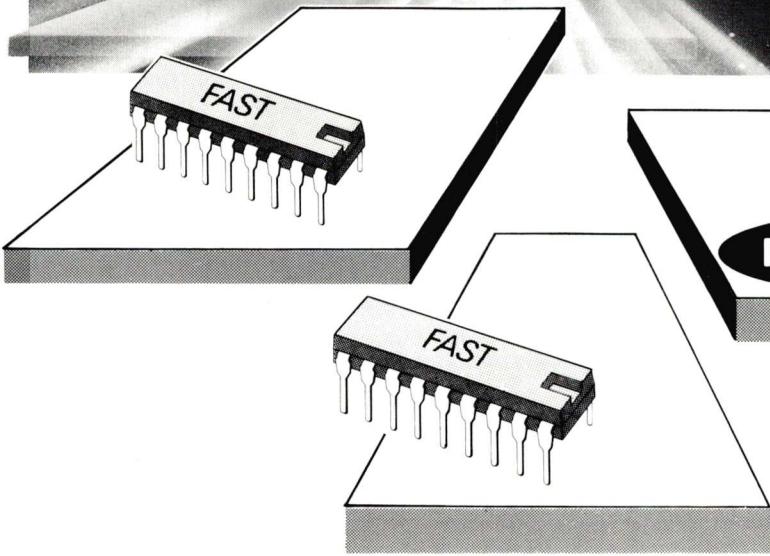
grille en fin de cycle d'enclenchement, que les pentes des signaux  $V_d$  et  $V_g$  identiques sont presque diminuées de moitié. Cependant puisqu'il ne faut que la moitié du signal de grille pour atteindre la saturation, la durée de cette por-

tion de la courbe sera un peu plus courte pour le L2FET.

**L. MARECHAL**  
RCA Solide State

## REFERENCES

1. *Switching waveforms of the L<sup>2</sup>FET, a 5V power MOSFET.* C. Frank Wheatley, J.R. and Harold R. Ronan RCA SSD Mountaintop Pa. USA (RCAST7254).
2. *Power MOSFET waveforms.* C.F. Wheatley – RCA SSD Mountaintop Pa. USA (RCAST7269).
3. *Automated processing drives power MOSFET to new heights.* Don Burke and R. Ford RCA SSD Mountaintop Pa. USA (RCAST7280).
4. *Power MOSFET switching waveform : the real scoop.* H.R. Ronan – RCA SSD Mountaintop Pa. USA (RCAST7260).
5. *Evaluate power MOSFET devices by grasping fundamental characteristics.* T. McNulty – RCA SSD Somerville N.J. USA (RCAST7244).

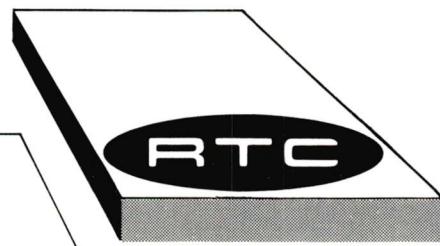


## RTC : CIRCUITS INTÉGRÉS "FAST".

Une gamme de plus de 110 circuits disponibles. Existent également en version CMS.

RTC, votre première seconde-source !

Consultez-nous :  
69 30 50 50



**TECHDIS**

PARIS : 6-8, rue Ambroise Croizat - ZI des Glaises  
91120 Palaiseau - Tél. (1) 69 30 50 50 - Tlx 692113 F

LILLE : 7, rue de la Couture - ZI de la Pilaterie  
59700 Marcq en Barœul - Tél. (16) 20 98 92 13 - Tlx 160143 F

STRASBOURG : 305, route de Schirmeck - PA des Tanneries  
67383 Lingolsheim Cedex - Tél. (16) 88 77 26 46

## SEFELEC c'est bien sûr :

Les mégohmmètres, les postes d'essais de rigidité diélectrique, les diélectrimètres, les microhm-mètres, les capacimètres, les ponts R.L.C., les alimentations régulées H.T., les picoampèremètres, etc...

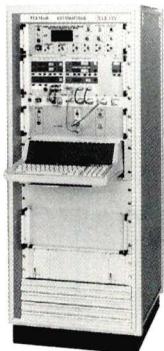
mais c'est aussi : **Le test automatique**

### TESTEUR SAPHIR

Essais de mesure de continuité - résistance de contact - rigidité - isolement - détection blindage.

De quelques points à plusieurs milliers.

Entièrement automatique et programmable par bus IEEE 488.



#### 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

54, avenue Emile-Zola  
75015 Paris - France  
Tél. : (1) 45.75.53.53  
Télex : 202288 F  
Télécopie : (1) 45.77.99.98



division électronique



#### AVAL PKW 1000

- modulaire
- économique
- jusqu'à 1,024 MB

eprom/monochips/proms  
émulateur 8/16 bits

#### LE PLUS POPULAIRE

### PROGRAMMATEURS DE MEMOIRES

UNE GAMME POUR  
TOUS LES BESOINS



#### GTEK 7228 ▲

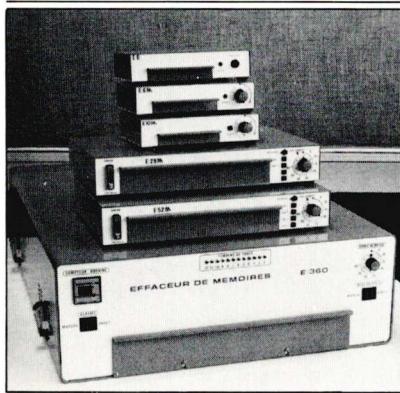
- économique
- se connecte sur tous systèmes



#### SUNRISE Z.3000

- eprom/monochips  
intel motorola

32 MEMOIRES  
A LA FOIS

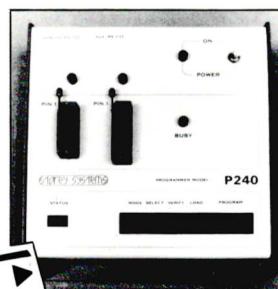


#### EFFACEUR DE MEMOIRES

- une gamme complète
- économique

FABRIQUE  
EN FRANCE

PALS  
UNIQUEMENT



#### ▲ STOREY P 241

- économique



#### SUNRISE Z 1000 B ▲

- universel
- tout en logiciel
- 64 K bits
- 128 K, 256 K en option
- eprom/EEPROM/monochips/proms  
pals/fpla/ifl

# LES TRANSISTORS A HAUTE MOBILITE D'ELECTRONS (HEMT)

*Ayant vu le jour en 1980, la technologie HEMT (High Electron Mobility Transistor) a rapidement progressé tant dans le domaine numérique qu'analogique. Faisant le point sur l'évolution des transistors à haute mobilité d'électrons – autrement dit, HEMT – l'étude ci-après traite notamment des caractéristiques hyperfréquences de ces nouveaux composants, de leur technologie, ainsi que de leur intégration.*

## Généralités

En raison de la dynamique supérieure d'électrons des canaux HEMT et des propriétés électriques de leur structure, les HEMT ont un avantage fondamental sur les autres composants.

Le tableau 1 résume brièvement les caractéristiques désirées pour des circuits numériques et analogiques avec les caractéristiques physiques et structurelles du composant qui en découlent.

Dans ce tableau, plusieurs des caractéristiques fondamentales des HEMT sont passées en revue pour chaque exigence du composant correspondant.

Pour des circuits SSI ou MSI, le point le plus important n'est pas la puissance dissipée par la porte, mais la fréquence de transition moyenne, sur toute la variation d'amplitude de la tension logique. Pendant la commutation, la vitesse du composant est limitée à la fois par la mobilité en champ faible et par la vitesse de saturation.

La mobilité en champ faible habituellement obtenue est de 8 000 cm<sup>2</sup>/V.s à 300 K et de 40 000 cm<sup>2</sup>/V.s. à 77 K.

La vitesse de saturation mesurée avec des structures HEMT à température ambiante a été évaluée entre 1,5 et 1,9 × 10<sup>7</sup> cm/s.

Les propriétés de transfert des électrons supérieures dans les canaux HEMT conduisent à une fréquence de transition moyenne élevée.

Si l'on passe aux circuits LSI-VLSI, on doit réduire la dissipation par porte sans sacrifier la vitesse.

Pour réduire la puissance, la variation d'amplitude de la tension logique doit être réduite. Cela nécessite des tensions de seuils contrôlées avec précision avec une déviation standard de la tension du seuil représentant une petite fraction de la variation de tension logique.

La valeur obtenue actuellement pour cette variation de tensions de seuil des HEMT est de 16mV pour des « Wafers » de 2 pouces.

La nécessité d'une valeur de transconductance  $g_m$  élevée avec une faible variation des tensions logiques signifie que la mobilité en champ faible doit être maximale. La transconductance  $g_m$  dans le canal est donnée approximativement par la formule :

$$g_m = (V_{GS} - V_{TM})$$

dans laquelle les notations ont leur signification habituelle ; K est donné par la relation  $K = (\epsilon \mu_n W_g / 12dL_g)$ , où  $\epsilon$  est la constante diélectrique,  $\mu_n$  la mobilité des électrons,  $W_g$  la largeur du canal, de l'espace entre la porte et le canal  $L_g$  la longueur de la porte.

La valeur de K pour un HEMT à porte de 1 micron à 77 K est habituellement de 650mA/V<sup>2</sup> par millimètre de longueur de porte. Cette valeur de K est à peu près huit fois plus grande que pour les MESFET AsGa classiques.

Pour obtenir un haut rendement et une grande fiabilité, la struc-

Applications	Caractéristiques nécessaires	Performances du HEMT
<b>Numériques :</b>		
SSI-MSI	* fréquence de transition $f_T$ élevée sur la variation de tensions logiques $V_L$	Hautes valeurs de $u$ et de $V_s$ à 300 K et 77 K
LSI-VLSI	* grande uniformité des tension de seuil * haute transconductance $gm$ pour une faible variation de $V_L$ * structure simple	6 $VTH = 16$ mV pour tranches de 2 pouces $A 77 K = 650$ mA/V2 mm pour $L_G = 1 \mu m$ 6 marques pour 2 niveaux d'interconnexion
<b>Analogiques</b>		
Faible bruit	* haute $f_T$ à faibles courants de drain	$f_T = 30$ GHz $Ids = 5$ mA $W_G/L_G = 200/0,5$ $\mu m$
CI Hyperfréquence	* haute $f_{Tmax}$ * haute $f_{max}$ * uniformité des paramètres * caractéristiques stables	$f_{Tmax} = 38$ GHz $L_G = 0,5 \mu m$ $f_{max} = 65$ GHz $L_G = 0,5 \mu m$ 6 $gmm = 1,5$ % sur une tranche de 2 pouces pas d'effet de canal court

ture du composant doit être aussi simple que possible.

Des structures essentiellement planar sont facilement obtenues par des technologies simples, la plupart étant communes aux circuits MOSFET silicium et MESFET AsGa.

Pour réaliser des RAM statiques et des prédiffusés HEMT avec deux niveaux d'interconnexion, il faut seulement six masques. Ce sont les circuits intégrés les plus simples, à la connaissance de l'auteur.

Il faut plus de 10 masques pour les circuits bipolaires et plus de 8 pour les circuits intégrés MESFET AsGa.

Si l'on considère des applications analogiques, il faut un composant qui ait une fréquence de transition de  $f_T$  élevée à un courant de drain faible pour obtenir de bonnes performances en niveau de bruit, ceci parce que la figure de bruit décroît avec le courant drain ainsi que lorsque  $f_T$  augmente.

On obtient expérimentalement une fréquence de transition de 38 GHz avec un HEMT à porte de  $0,5 \mu m$  et pour une figure de

bruit optimale, fréquence qui est 1,5 fois plus grande que pour les MESFET AsGa à la température ambiante.

Pour des applications de circuits intégrés monolithiques hyperfréquences, des valeurs maximales de  $f_T$  à la fréquence maximale d'oscillation  $f_{max}$ , sont des données critiques.

D'autres points critiques sont la grande uniformité des paramètres des circuits et des caractéristiques stables. L'écart type obtenu par rapport à la transconductance moyenne est de 1,5 sur une tranche de 2 pouces. Dans des circuits intégrés monolithiques pour ondes millimétriques, on doit avoir à traiter des portes inférieures à  $0,5 \mu m$ , avec des effets dus à l'étroitesse du canal telle que la dérive de la tension de seuil et l'accroissement de la conductance de sortie.

La structure HEMT a un avantage inhérent dans la réduction de l'effet d'étroitesse du canal parce que le couplage porte-canal peut être augmenté en accroissant la concentration du dopage pour blinder les champs du drain sans

altérer la mobilité en raison du schéma de modulation du dopage.

Cela donne des caractéristiques tension/intensité stables et facilement concevables même en régime de porte submicronique. On a déjà confirmé expérimentalement qu'il n'existe aucun effet de réduction de canal jusqu'à  $0,5 \mu m$ .

## Performances hyperfréquence et caractéristiques de bruits des HEMT

La figure 1, donne la fréquence de transition  $f_T$  en fonction de la largeur de porte dans le cas d'un HEMT expérimental et d'un MESFET AsGa décrit plus loin [2] [6]. Les valeurs de  $f_T$  pour les HEMT sont à peu près le double de celles du MESFET AsGa pour des longueurs de porte de  $0,25$  à  $0,5 \mu m$ .

On a ici modélisé un HEMT et un MESFET AsGa pour établir leurs

fréquences de transition ;  $f_T$  est défini par  $g_m/2\pi C_{gs}$ , où  $g_m$  est la transconductance intrinsèque du composant et  $C_{gs}$  est la capacité porte-source.

Le paramètre  $g_m$  peut être dérivé de la modélisation du HEMT [7], qui utilise l'approximation linéaire de *Turner* et *Wilson* [8] pour la caractéristique du champ de vitesse ; quant à  $C_{gs}$ , il est calculé comme une fonction de la tension porte-source  $V_{GS}$  en négligeant la variation de capacité du support le long du canal [9]. Il en résulte une surestimation de la valeur de  $f_T$ .

Comparons les valeurs de  $f_T$  du HEMT et du MESFET AsGa à température ambiante. Pour analyser les caractéristiques tension-intensité du MESFET, on utilise la modélisation du transistor donnée par *Hower et Bechtel* [10].

La capacité porte-source du MESFET est approximativement :  $C_{gs} = L_G W_G (\epsilon_s \phi N_D / 2V_B)^{1/2}$  où les significations des différentes termes sont indiqués dans le tableau II.

Les paramètres du composant et des matériaux constituant l'HEMT et le MESFET ayant la même tension de seuil sont également indiqués dans le tableau II.

Tableau II : Paramètres du composant et des matériaux entrant dans la constitution d'un HEMT et d'un MESFET AsGa

Paramètre.

	HEMT (I)	MESFET	HEMT (II)
Longueur de porte $L_G$ ( $\mu\text{m}$ )	1	1	1
Largeur de porte $W_G$ ( $\mu\text{m}$ )	20	20	20
Mobilité $\mu_n$ ( $\text{cm}^2/\text{V.s}$ )	4 000	4 000	8 000
Champ crête $E_m$ ( $\text{kV/cm}$ )	4	4	2,5
Epaisseur de Al Ga As $t$ (nm)	51	—	51
Epaisseur d'As Ga $t$ (nm)	—	110	—
Concentration de dopant $N_D$ ( $10^{17} \text{ cm}^{-3}$ )			
$N_D$ en Al Ga As	7.9	—	7.9
$N_D$ en As Ga	—	1.5	—
Permittivité $\epsilon_s$ ( $\text{pF/cm}$ )	1.06	—	1.06
Al Ga As	—	1.15	—
As Ga	—	0.65	—
Potentiel intrinsèque $V_B$ (V)	—		

	$V_{TH}$ (V)	$IDS$ (mA)	$gm$ (mS)	$C_{gs}$ (fF)	$f_T$ (GHz)
HEMT (I)	— 0.650	2.32	5.45	35.6	24
MESFET	— 0.650	1.25	3.37	29.1	18
HEMT (II)	— 0.650	3.21	8.35	35.6	37

Tableau III : caractéristiques électriques calculées pour le HEMT et le MESFET As Ga avec les paramètres indiqués au tableau 2.

Dans ce tableau, deux valeurs de mobilité du HEMT sont supposées. Ce sont la même valeur ( $4 000 \text{ cm}^2/\text{V.s}$ ) que pour le MESFET pour la 1<sup>re</sup> colonne et une valeur obtenue ( $8 000 \text{ cm}^2/\text{V.s}$ ) dans les canaux du HEMT pour une température de 300 K dans la 3<sup>re</sup> colonne.

Les résultats calculés sont donnés dans le tableau III. On note dans ce tableau que la fréquence de transition  $f_T$  du HEMT qui a la même mobilité en champ faible que celle du MESFET est de l'ordre de 30 % plus haute que la fréquence de transition de ce dernier.

La structure HEMT semble de ce fait avoir un avantage inhérent sur celle du MESFET dans les aptitudes à la haute vitesse.

La fréquence  $f_T$  du HEMT, avec une valeur plus grande de la mobilité  $8 000 \text{ cm}^2/\text{V.s}$  est environ double de celle du MESFET.

Les facteurs déterminant la figure de bruit du composant sont donnés par la relation empirique de Fukui sur la figure de bruit hyper-fréquences [11]. La relation pour une figure de bruit minimale est la suivante :

$$F_{min} = 1 + \frac{K_f}{f_T} \sqrt{g_m (R_s + R_g)} \quad (1)$$

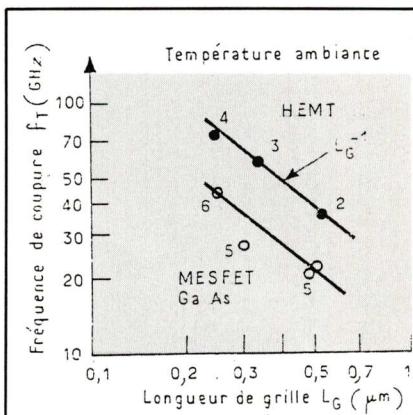


Fig. 1 : Fréquence de coupure  $f_T$  en fonction de la longueur de porte pour des HEMT expérimentaux et des MESFET As Ga.

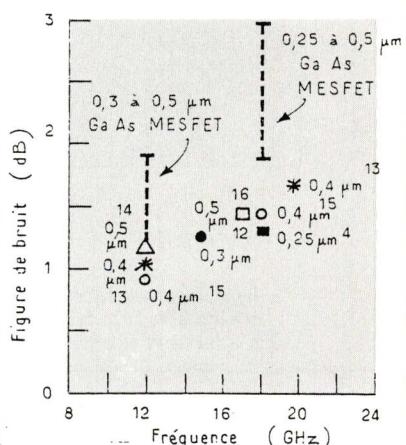


Fig. 2 : Figure de bruit minimum en fonction de la fréquence résumant les performances des HEMT faible bruit.

En comparaison, la performance typique du MESFET As Ga est tracée.

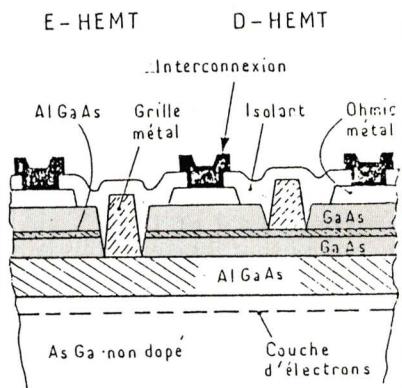


Fig. 3 : Coupe d'un inverseur en mode appauvrissement/enrichissement (D/E) pour un circuit FET HEMT à couplage direct.

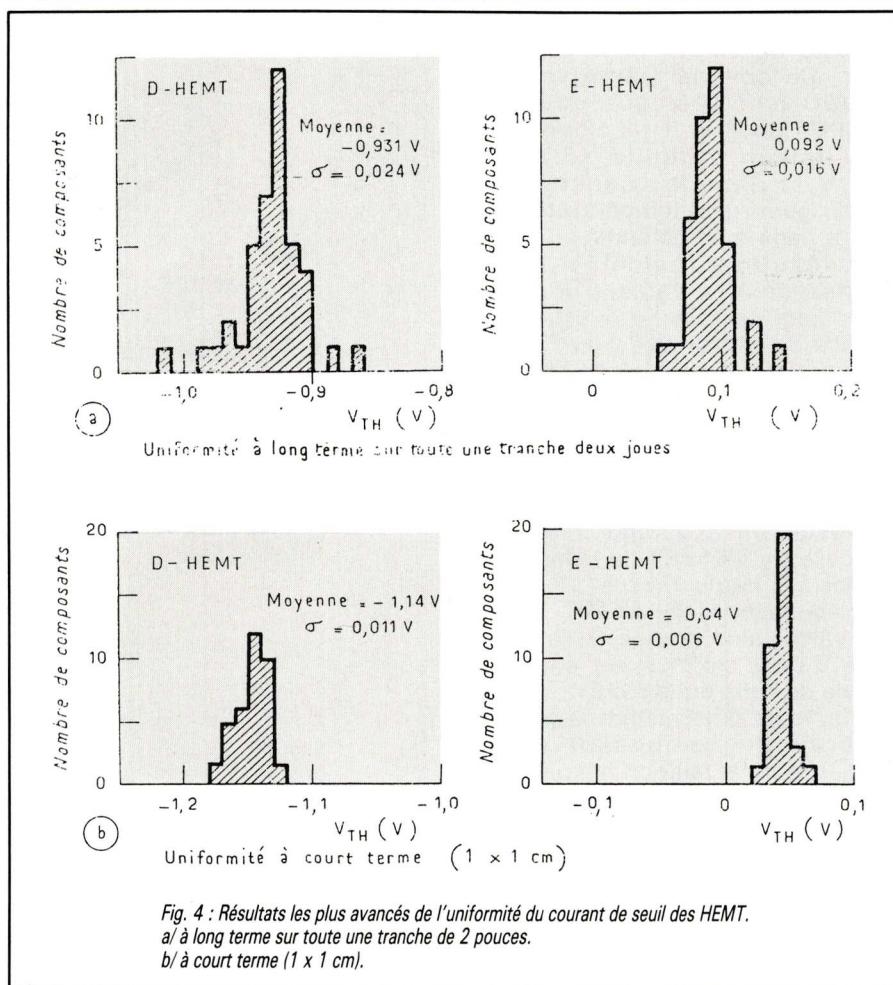


Fig. 4 : Résultats les plus avancés de l'uniformité du courant de seuil des HEMT.  
a/ à long terme sur toute une tranche de 2 pouces.  
b/ à court terme (1 x 1 cm).

où  $K$  est un facteur d'adaptation,  $f$  une fréquence de mesure,  $g_m$  la transductance,  $R_s$  la résistance de source et  $R_G$  la résistance de porte.

La valeur de  $K$  pour les canaux HEMT et MESFET AsGa est donnée comme étant respectivement aux alentours de 1,5 et 2,5.

Selon la formule (1), des valeurs plus élevées de  $f_T$  mènent à des figures de bruit plus faibles.

On a réalisé récemment un HEMT faible bruit avec porte de  $0,4 \mu\text{m}$  auto-alignée et une résistance de source améliorée. Cette dernière a été de  $4,5$  à  $2,50 \Omega$ .

Le composant présentait une figure de bruit de  $1,08 \text{ dB}$  pour un gain associé de  $12,7 \text{ dB}$  à  $12 \text{ GHz}$  et une figure de bruit de  $1,7 \text{ dB}$  avec un gain de  $8,8 \text{ dB}$  à  $10 \text{ GHz}$ .

En dépit d'une porte assez longue, la performance est comparable aux meilleurs résultats publiés pour un MESFET AsGa à porte de  $0,25 \mu\text{m}$ . Le graphique donnant la figure de bruit minimal en fonction

de la fréquence (voir fig. 2) récapitule les performances d'un HEMT faible bruit.

La performance en niveau de bruit du MESFET AsGa est également tracée sur le graphique à titre de comparaison.

Les améliorations de la figure de bruit apportées par le passage du MESFET AsGa au HEMT semblent devenir significatives aux fréquences plus élevées.

## Considérations sur la technologie des LSI HEMT

Pour atteindre une haute intégration, plusieurs aspects doivent être considérés : la structure affinée des composants, la technologie de la fabrication et la qualité LSI des matériaux obtenus par épitaxie à jet moléculaire.

La figure 3 montre une coupe typique de la structure d'un HEMT à enrichissement (E) et à appau-

vrissement (D) formant un inverseur pour un circuit logique à couplage direct.

La structure de base consiste en une couche non dopée d'AsGa de  $600 \text{ nm}$ , d'une couche d'AsGa A1, dopée à  $2.10^{18} \text{ cm}^{-3}$  avec du silicium de  $30 \text{ nm}$  et d'une couche de couverture de  $70 \text{ nm}$  de AsGa développée sur un substrat semi isolant par épitaxie à jet moléculaire.

La mobilité des électrons mesurée par effet Hall, a été trouvée de  $8000 \text{ cm}^2/\text{V.s}$  à  $300 \text{ K}$  et de  $38000 \text{ cm}^2/\text{V.s}$  à  $77 \text{ K}$ . La concentration de nuage bidimensionnel d'électrons était de  $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$  à  $300 \text{ K}$  et de  $8,4 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$  à  $77 \text{ K}$ .

Une fine couche de AsGa A1, destinée à stopper la gravure sèche est déposée sur la couche de AsGa si l'on doit fabriquer des HEMT (E) et (D) sur la même tranche.

La fabrication des FET (E) et (D) débute avec la gravure d'ilots mesa superficiels vers la couche AsGa non dopée pour localiser la région active.

Cette gravure mesa est très superficielle ( $\approx 150 \text{ nm}$ ) et très simple à réaliser, facilitant la fabrication du circuit intégré HEMT. Ensuite, la source et le drain des HEMT (E) et (D) sont métallisés

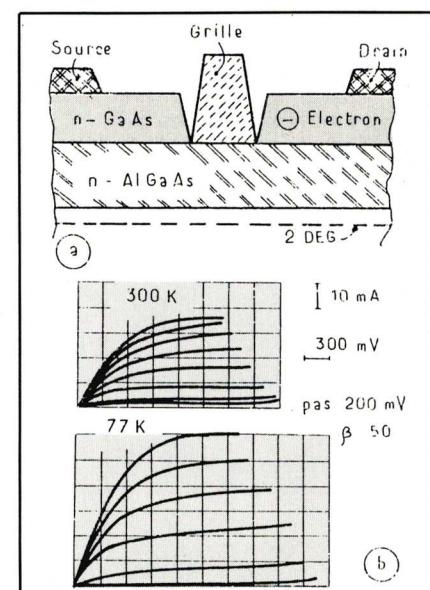


Fig. 5 : a/ Diagramme schématique d'un HEMT à porte pleine.  
b/ caractéristiques courant de drain/tension de cette structure.  
Il n'y a pas d'affondrement du courant à basse température.

avec un alliage eutectique AuGe recouvert d'or pour améliorer le contact ohmique avec les nuages d'électrons.

Le tracé de la porte est obtenu par photo-gravure. Ensuite, une gravure sèche sélective utilisant un gaz composé de  $\text{CCl}_2\text{F}_2$  ET He est réalisée pour enlever la couche de couverture de AsGa, exposant la surface supérieure de la fine couche d'arrêt de AsGaAl.

Le contact Schottky de la porte est obtenu en déposant de l'aluminium. Pour fabriquer les HEMT (E), la fine couche d'arrêt de AsGaAl est retirée par gravure chimique non sélective suivie d'une gravure sèche de la couche suivante de AsGa.

Un isolant en oxyde de silicium est déposé par dépôt en phase vapeur et les connexions, composée de Ti-Pt-Au de la puce aux contacts du circuit sont réalisées par des fenêtres ménagées dans la couche isolante.

La structure epitaxiale unique, associée avec une technique de gravure sèche sélective est un facteur clé pour réaliser des FET à enrichissement et à appauvrissement avec des tensions de seuils contrôlées avec précision.

La tension de seuil  $V_{TH}$  du HEMT est fonction de l'épaisseur de la couche d'AsGaAl, de la concentration du dopant dans cette couche, de la barrière de potentiel métal-semiconducteur et de la différence d'énergie entre les bords des bandes de conduction du AsGaAl et du AsGa.

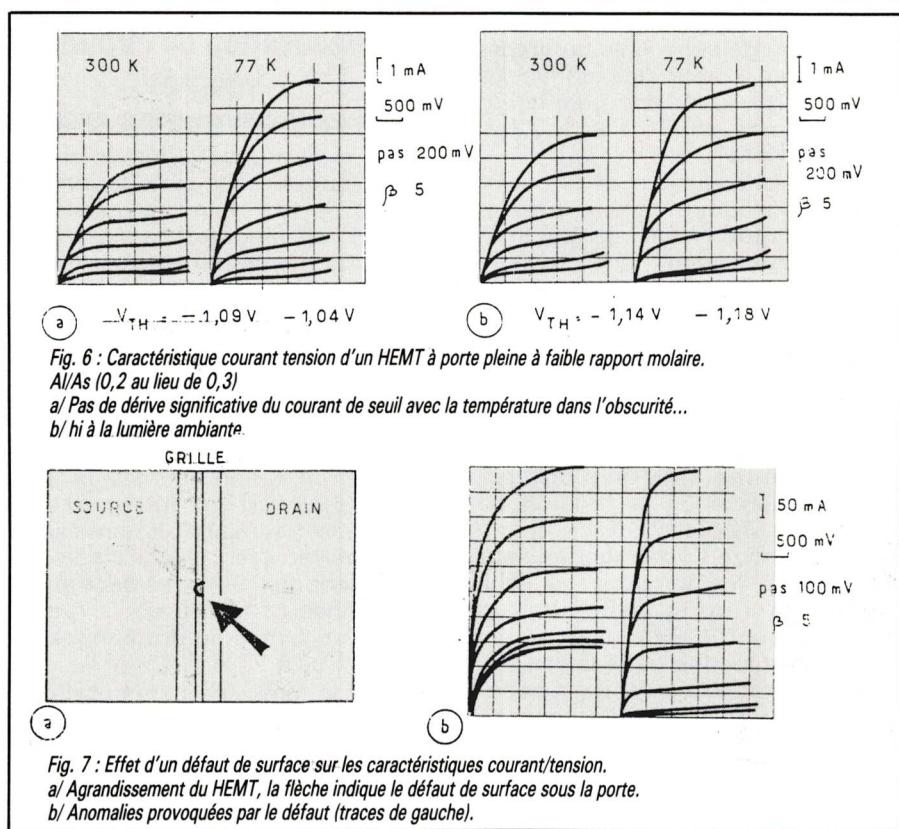
L'uniformité de la tension du seuil est le paramètre clé pour obtenir des LSI présentant un produit logique puissance  $\times$  délai de propagation optimal.

L'écart type est de 24 mV pour le HEMT (D) et de 16 mV pour le HEMT (E). Ce sont les meilleurs résultats jamais obtenus dans le domaine des circuits intégrés AsGa.

En figure 4b on a également mesuré l'uniformité à court terme pour les HEMT (E) et (D) à l'intérieur d'une zone de 1 cm  $\times$  1 cm. L'écart type est de 11 mV pour le HEMT et de 6 mV pour le HEMT (E).

La tension de seuil des HEMT se situe à l'intérieur d'une plage étroite de tension d'à peu près 50 mV.

Si l'on considère que cette plage de tension de seuil résulte d'une



variation dans l'épaisseur de la couche de GaAsAl, les 50 mV correspondent à une variation d'épaisseur de 8 nm, c'est-à-dire environ seulement deux couches d'atomes.

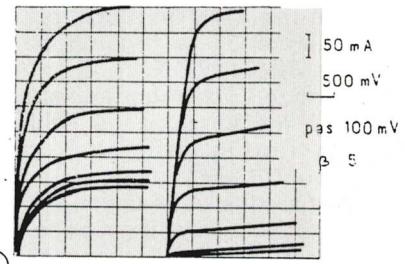
Ces résultats indiquent un contrôle de la tension de seuil plus que suffisant pour le haut rendement des circuits LSI.

Dans les structures HEMT, la couche de AsGaAl fortement dopée avec des donneurs d'électrons comme le silicium, contient des centres donneurs complexes (DX) qui se comportent comme des pièges à électrons aux basses températures.

On pense que des comportements anormaux à ces basses températures sont liés à ces centres DX. Cela concerne en particulier la distorsion des caractéristiques I-V du drain, une dérive inattendue de la tension de seuil aux basses températures et une photoconductivité persistante très sensible.

On a trouvé que la distorsion de la caractéristique de drain I-V dépend du type de structure du composant.

Dans une structure HEMT à porte partielle qui a des surfaces d'Al-



GaAs relativement longues (plus de 100  $\mu\text{m}$ ) exposées des deux côtés de la porte, les électrons accélérés par le champ du drain ont suffisamment d'énergie pour passer d'un canal de AsGa à la région AlGaAs, exposée de la porte (du côté du drain) où ils sont capturés par les centres DX. Il en résulte la constitution d'une charge d'espace à cet endroit, ce qui augmente en fin de compte la résistance de sortie du drain dans la zone de fonctionnement linéaire, conduisant à un effondrement de l'intensité de drain.

Pour remédier à ce phénomène à basse température, on a adopté une structure de porte comme indiqué en figure 5a.

La couche d'AlGaAs-n est entièrement recouverte par la couche d'AsGa-n. Il n'y a pas de surface exposée de la porte du côté du drain.

Dans cette structure, des électrons à haute énergie peuvent facilement passer au travers de la fine couche de AlGaAs-n (30nm) sans être capturés et peuvent atteindre la couverture de GaAs-n, ce qui élimine la caractéristique anormale de drain I.V. à basse température, comme on le voit figure 5b, trace du bas.

En ce qui concerne les variations de tension de seuil avec la température, on a noté une dérive de 0,2 à 0,3 V pour une gamme de température de 300 K à 77 K dans un HEMT.

On a réussi à éliminer cette dérive et la photocomposition persistante en optimisant les paramètres du composant.

La structure est essentiellement un HEMT à porte complète avec une réduction de la part d'aluminium par rapport à l'arsenic à 0,2 au lieu de 0,3 initialement.

La figure 6 montre les caractéristiques typiques de drain I.V. Dans l'obscurité (fig. 6a), on n'observe aucune dérive de la tension de seuil entre 300 et 77 K.

Même lorsque l'éclairage ambiant est utilisé, les tensions de seuil sont constantes pour chaque température (fig. 6b).

Dans les tranches traitées par épitaxie à jet moléculaire, il y a beaucoup d'irrégularités de surface que l'on appelle des « défauts ovales ».

Selon les conditions de la croissance des couches, la densité de ces défauts peut atteindre plusieurs milliers de cm. Les défauts ovales ont habituellement des dimensions variant de la fraction de microns à plusieurs microns, qui sont comparables à celles des éléments des circuits LSI.

Les défauts peuvent affecter les caractéristiques I.V de drain comme le montre la figure 7. La figure 7a est un agrandissement du HEMT, la flèche indiquant un défaut ovale sous la porte.

Les caractéristiques I.V du HEMT sans défaut sont montrées sur la trace de droite de la figure 7b pour comparaison. On voit nettement que le courant de drain du HEMT ne peut être annulé par la commande de porte.

Cela suggère que les défauts ovales produisent des canaux conducteurs supplémentaires entre la source et le drain.

Contrairement aux résultats de la figure 7, on a trouvé les caractéristiques I.V du HEMT presque normales excepté une tension de claquage inverse de porte légèrement basse seulement lorsque le défaut ovale était inclus dans la zone de la porte.

Cela indique qu'il faut encore beaucoup de travail de recherche pour clarifier les effets de ces défauts sur les caractéristiques I.V.

## Réalisation de circuits intégrés

Depuis la première démonstration de l'aptitude des circuits intégrés HEMT à des grandes vitesses en 1981, les laboratoires disséminés dans le monde ont fait de grands progrès en améliorant les performances et en accroissant la complexité des circuits.

En 1983, Lee et ses collaborateurs ont fabriqué des oscillateurs en anneau HEMT à porte de 1 nm et ont obtenu des temps de commutation de 12,2 ps avec une dissipation par porte de 1,1 mW à température ambiante. Mendel et ses collaborateurs décrivaient en 1984 des oscillateurs en anneau à porte de 0,7 µm et avec un temps de programmation de 4,5 ps à 77 K.

C'est le temps de commutation le plus court obtenu jusqu'ici dans un composant à semiconducteur. Pour des circuits plus complexes, Nishuchi et ses confrères ont décrit le fonctionnement satisfaisant d'un diviseur HEMT à porte de 0,5 µm, basé sur une bascule maître-esclave constituée de huit circuits logiques FET à couplage direct, des portes NOR, un inverseur et quatre buffers de sortie, à une fréquence d'horloge maximale de 5,5 GHz à 300 K (8,9 GHz à 77 K) avec une dissipation de quelques milliwatts (38,2 mW à 77 K).

Le temps de propagation était de 36 ps/porte à 300 K (22 ps/porte à 77 K). Mendel a décrit également des circuits diviseurs à porte de 0,7 µm avec des portes AND/NOR en logique FET couplage direct, maître-esclave à double horloge obtenant la fréquence d'horloge maxi de 6,3 GHz à 300 K (13 GHz à 77 K) avec une puissance dissipée de 35,4 mW (33,7 mW à 77 K).

La fréquence d'horloge maximale obtenue à température ambiante en technologie HEMT est en sus le double de celle obtenue avec la technologie MESFET de géométrie comparable.

La mémoire RAM statique 1 Kbit en HEMT, a été fabriquée avec une configuration de circuit logique FET à couplage direct à enrichissement et appauvrissement. Un temps d'accès à une adresse

de 0,87 ns avec une dissipation de 360 mW a été obtenu à 77 K. Cela était la première démonstration d'un circuit LSI HEMT. Récemment, Kuroda et ses collaborateurs ont réussi à fabriquer une RAM statique HEMT de 4 Kbits.

Elle consiste en un réseau de cellules et des circuits périphériques comme des décodeurs et des circuits de commande de lecture-écriture.

Des règles de conceptions relativement grandes – 3 micromètres – ont été utilisées pour son implantation 26 864 transistors HEMT sont intégrés sur une puce de 4,76 × 4,35 mm<sup>2</sup>.

Le temps d'accès à une adresse était de 2,0 ns à 77 K (4,4 ns à 300 K) avec une puissance totale de 1,6 W (0,8 W à 300 K). L'avance dans l'intégration des HEMT est très rapide, cette dernière quadruple chaque année, principalement parce que la technologie du silicium maintenant disponibles est compatible avec celle des LSI HEMT.

Une autre raison tient à la grande souplesse intrinsèque de la structure du circuit comme on le voit en figure 3, avec une couche d'arrêt qui est introduite pour utiliser les caractéristiques de la gravure sèche sélective.

## Conclusion

En résumé, l'avenir de la technologie HEMT pour les applications numériques à grande vitesse et analogiques à très hautes fréquences apparaît très prometteur. Les développements futurs du HEMT suivront la même histoire que celles des circuits au silicium. Les applications du HEMT commenceront à partir de composants discrets, tels que les transistors à faible bruit qui seront utilisés dans des systèmes hyperfréquences fonctionnant à température ambiante.

Par ailleurs, les progrès récents et remarquablement réalisés dans les performances en faible bruit ont montré la possibilité d'emploi des HEMT dans ces applications, en particulier au-delà de 12 GHz. Une figure de bruit de 1,08 dB a été obtenue à 12 GHz avec un HEMT à porte de 0,5 µm. D'autres

## Composants

peuvent être attendues dans l'avenir.

Dans le secteur du numérique, les hautes fréquences de transition  $f_T$  maximales  $f_{max}$  atteintes par les HEMT peuvent être avantageuses pour les SSI et MSI tels que les compteurs et les convertisseurs A/N rapides. Les diviseurs les plus rapides réalisés ont un temps de propagation par porte de 22 ps à 77 K (36 ps à 300 K).

Pour les circuits LSI et VLSI l'uniformité et la facilité de contrôle des paramètres du composant sont des sujets difficiles. Les meilleurs résultats d'uniformité de la tension de seuil sur une tranche de 2 pouces sont de 20 mV qui conviennent aux circuits VLSI.

En les utilisant à 77 K, on peut réduire la consommation sans altérer la vitesse. Cela serait avantageux en réduisant le volume des processeurs tout en accroissant les performances du système. Sur ce point, seuls les MOSFET complémentaires au silicium aux températures cryogéniques peuvent fournir des résultats comparables avec la technologie HEMT.

Toutefois, les MOSFET complémentaires ne sont pas aussi rapides que les HEMT LSI avec des règles de conception comparables.

La technologie HEMT à 77 K prendra de ce fait, la position dominante dans les grands systèmes numériques tels que les gros et les super ordinateurs.

La technologie HEMT ouvrira également la porte aux microprocesseurs haute vitesse à basse température si des refroidisseurs économiques de faible encombrement deviennent disponibles.

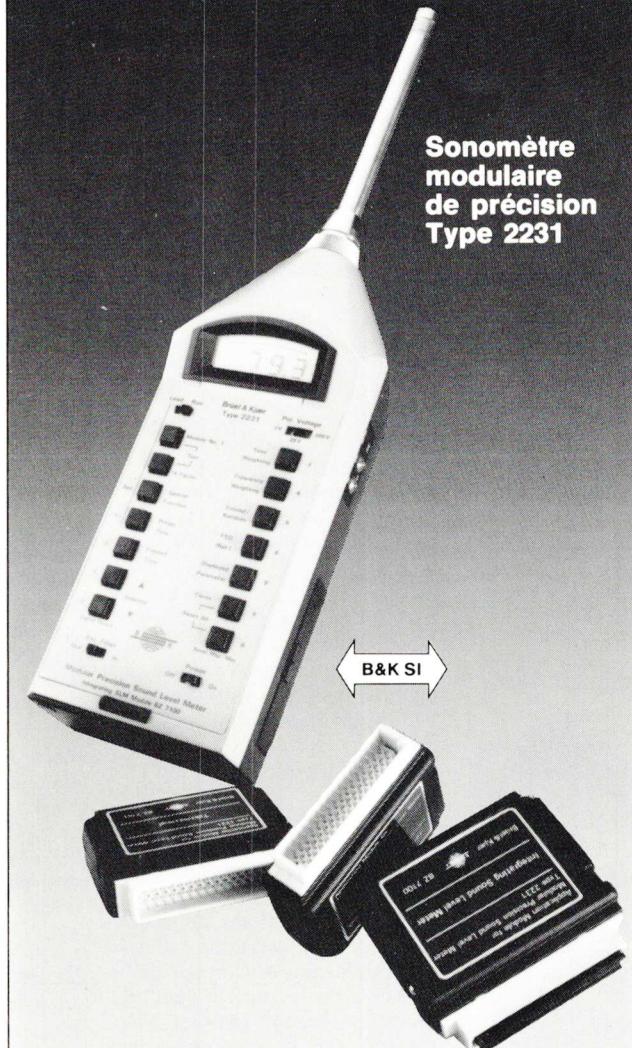
Compte tenu des résultats actuels, on peut prévoir que le HEMT deviendra une des plus importantes technologies des semiconducteurs du 20<sup>e</sup> siècle, alors que les efforts mondiaux progressent toujours. ■

## BIBLIOGRAPHIE

*High Electron Mobility transistors par Takashi Mimura, Masayuki Abe et Maasaki Kobayashi paru dans Fujitsu Scientific and Technical Journal Vol 21 N° 3. Adaptation J. Barrier.*

# Mesurez le BRUIT à la carte

Le sonomètre qui s'adapte à vos mesures!



- Sonomètre de précision Classe 1, conforme à NFS 31109
- Filtre 1/1 et 1/3 d'octave connectable
- Filtre infra – et ultrasons connectable
- Interface série en option
- 8 mesures simultanées

X<sup>o</sup>  
86-335  
P-63141

Veuillez m'adresser, sans engagement de ma part:

- Documentation sur le 2231  
 Catalogue BRÜEL & KJAER 1986 de 64 pages  
 Programme des stages de formation BRÜEL & KJAER

Nom.....

Société/Institut.....

Adresse.....

.....Code Postal .....

**Brüel & Kjaer**  
France

Bordeaux 56479898  
Lille 20534613  
Marseille 42242110  
Orléans 38582270  
Toulouse 32303035  
Rennes 99338892  
Toulouse 61416868  
Strasbourg 88772212

# Nouveautés sur le marché des réseaux et trimmers

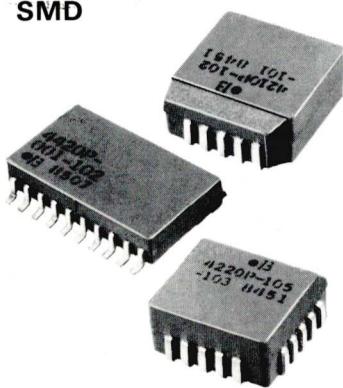
## Trimmer Cermet de 4 mm pour le montage en surface

Avec ses dimensions de 4 mm, le modèle 3304 est véritablement l'un des plus petits potentiomètres-trimmers Cermet. Il s'adapte ainsi aux faibles dimensions des autres composants pour le montage en surface. Son conditionnement en film de 12 mm le rend compatible avec les machines d'implantation automatique des composants.

Le modèle 3304 est disponible dans des valeurs résistives comprises entre  $500\ \Omega$  et  $1\ M\Omega$ , avec une tolérance de  $\pm 25\%$ . Le coefficient de température s'élève à  $\pm 250\ ppm/\text{°C}$ . Ce potentiomètre-trimmer supporte une puissance allant jusqu'à  $0,1\text{W}$  à  $+70\text{°C}$ .

Ce modèle comble une lacune dans la gamme des trimmers destinés au montage en surface.

## Réseaux de résistance SMD



Bourns complète la gamme des réseaux de résistances par trois versions destinées à la technique du montage en surface (SMD). Ils sont proposés en version Epoxy-Chip-Carrier à 10 ou 20 sorties, ainsi qu'en boîtier SOIC à 20 broches. La gamme des valeurs de résistance est comprise entre  $22\ \Omega$  et  $2,2\ M\Omega$ , avec une tolérance standard de  $\pm 2\%$ . Le coefficient de température est garanti inférieur à  $\pm 100\ ppm/\text{°C}$  ou à  $\pm 50\ ppm/\text{°C}$  en différentiel.

Le matériaux époxy du boîtier assure une excellente lisibilité par sa couleur dorée, la stabilité de l'inscription au laser, ainsi que la conservation à long terme des valeurs électriques grâce à une meilleure étanchéité. D'autres garanties de la qua-

lité sont les contacts en cuivre pour une évacuation de la chaleur, ainsi que l'utilisation de soudure à haute température pour une meilleure adaptation aux procédés usuels de soudage en surface.

## Réseaux spécifiques aux applications des utilisateurs

Bourns fabrique des réseaux à couche épaisse selon les exigences spécifiques de ses clients. Par rapport à des solutions en composants discrets, de tels réseaux peuvent représenter un avantage pour des séries moyennes ou grandes, grâce à une implantation simplifiée, un encombrement minime et une réduction des coûts.

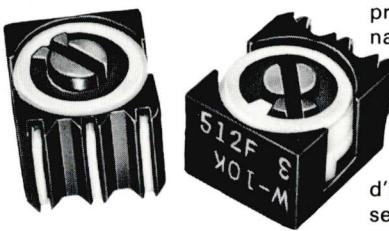
Bourns est en mesure d'intégrer des résistances ayant des valeurs très différentes. Des condensateurs supplémentaires à couche épaisse ou sur puce peuvent être rapportés. D'étroites tolérances dans les valeurs et/ou des rapports précis de résistances peuvent être réalisés.

Un avantage certain est que les résistances peuvent être conçues pour diverses puissances de dissipation. Par rapport aux techniques conventionnelles, celle-ci offre des solutions avantageuses dans bon nombre d'applications – évidemment dans les limites de la technologie des couches épaisses. Prenez contact avec Bourns, qui vous renseignera sur la diminution des coûts occasionnés par l'utilisation de réseaux spécifiques adaptés à votre application.

## Deux nouveaux trimmers SMD monotours étanches

Bourns présente deux nouveaux trimmers Cermet, monotours étanches, destinés au montage en surface. Ces modèles peuvent supporter les procédés de soudure par refusion («reflow»), grâce à l'emploi de matériaux résistant à la température. Leur plage de température de fonctionnement s'étend par conséquent  $-65$  à  $+150\text{°C}$ .

Le modèle 3335, avec ses dimensions de  $5,1 \times 5,1 \times 3,8\text{ mm}$ , est actuellement le plus petit trimmer SMD étanche. La



gamme des valeurs résistives s'étend de  $10\ \Omega$  à  $500\ k\Omega$ . La tolérance standard est de  $\pm 10\%$ . La tension se règle avec une précision de  $0,05\%$ . La réglage du modèle 3325 se fait au choix, latéralement ou verticalement. La dissipation admissible de  $0,5\text{W}$  à  $+85\text{°C}$  est remarquable, au vu des faibles dimensions de  $6,6 \times 8,9 \times 5,8\text{ mm}$ .

Le modèle 3325 est disponible dans une gamme de valeurs résistives, comprise entre  $10\ \Omega$  et  $1\ M\Omega$ , avec une tolérance de  $\pm 10\%$ .

## Bourns met en service une usine pour la fabrication européenne de réseaux

Bourns a mis en service sa deuxième usine pour la fabrication de réseaux de résistances à Cork, en Irlande, assurant ainsi une solide base pour de futures expansions. Des installations de

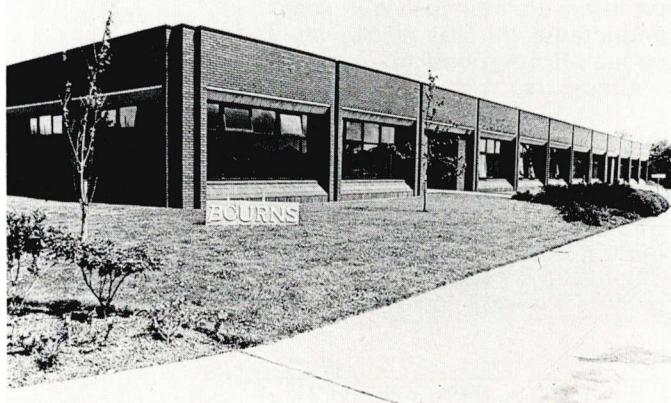
production assistées par ordinateur assurent dans une large mesure, les processus automatisés de fabrication. Le contrôle qualité s'effectue selon un NQA de  $0,1\%$ .

L'augmentation du chiffre d'affaire dans le secteur des réseaux de résistances de  $+40\%$  en 1983/1984, et de  $+25\%$  en 1984/1985 reflète les grands investissements consentis. Avec le démarrage à Cork de cette fabrication de réseaux deux unités séparées de production travaillent au sein du groupe Bourns.

### Les produits:

Actuellement, Bourns produit environ 9000 types de réseaux de résistances, parmi lesquels l'on compte les versions spéciales. Il va de soi que toutes les améliorations nécessaires pour rester à la pointe du progrès technique sont constamment mises en œuvre. Cinq améliorations – tant techniques que qualitatives – ont été apportées pendant le deuxième semestre de l'année précédente. Des réseaux destinés au montage en surface sont disponibles depuis le début de 1986. De plus sont proposés des modèles PCC à 10 et 20 broches de contact et des boîtiers SO à 20 broches. Des réseaux SIP, moulés, sont également disponibles en moyens et hauts profils pour des dissipations plus élevées.

La conformité des réseaux aux normes MIL des USA et CECC d'Europe est maintenant un fait acquis. De plus, les réseaux référencés 4600X-101 et 4600X-102 ont été récemment introduits en position SE dans la liste LNZ 44-04. Des baguettes d'emballage en plastique pour l'empilement latéral des réseaux SIP sont maintenant disponibles.



# 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 calculateur 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.

## SYNTHESEUR DE POUR TESTS

*Les générateurs de signaux sont largement répandus dans le domaine du test et de la mesure ; il en existe à usages généraux ou spécialisés pour des mesures spécifiques.*

*Dans la quasi-majorité des cas, ils délivrent des signaux de forme sinusoïdale, très pratique pour effectuer une mise au point parce que ce sont des signaux de référence faciles à calibrer en tension, fréquence... mais qui ne correspondent pas du tout aux conditions réelles de fonctionnement des DUT (\*), puisque de tels signaux sont très rares en pratique.*

*Le générateur de formes d'ondes arbitraires HP 8770 A et son environnement informatique.*



# FORMES D'ONDES ARBITRAIRES DYNAMIQUES

## La génération de formes d'ondes arbitraires

Pour effectuer des tests et mesures en mode dynamique, reflétant les conditions réelles de fonctionnement des équipements, il faut pouvoir disposer de sources de signaux délivrant des formes d'ondes identiques à celles que rencontreront les DUT dans leurs conditions de fonctionnement. D'où la nécessité d'utiliser des générateurs de signaux de forme arbitraire, suffisamment souples et versatiles d'emploi, pour s'adapter aux différents cas particuliers. De tels générateurs existent depuis une dizaine d'années mais leurs performances ne sont pas suffisantes et, de plus, ils ne dépassent généralement pas quelque dizaines de kilohertz en fréquence.

Avec le HP 8770A, Hewlett-Packard apporte une solution quasi universelle à la génération de formes d'ondes arbitraires : cet ensemble se compose d'une mémoire rapide fonctionnant avec une horloge de 125 MHz, d'un convertisseur numérique/ analogique et de circuits amplificateurs/atténuateurs spécifiques à un générateur.

Les composantes du spectre du signal de sortie peuvent varier depuis le continu jusqu'à 50 MHz, permettant des transitions aussi petites que 8 ns.

La synthèse des signaux est indé-

pendante du HP 8770A et peut s'effectuer directement sur l'ordinateur HP 9000 série 200 ou 300 et le logiciel HP 11776A ; elle s'effectue par addition successive d'un certain nombre de segments discrets.

Cette nouvelle dimension de test, concerne une multitude d'applications, parmi lesquelles la simulation d'échos radar qui permettra de tester les équipements avec des signaux quasi-réels et reproductibles ; la simulation de signaux nécessaires au test de lecture/écriture sur des disques durs, la simulation de signaux vidéo PAL, SECAM, NTSC, etc., le test de récepteur à agilité de fréquence, le contrôle des limites de fonctionnement d'un système ou sous-ensemble.

En effet, le logiciel HP 11776A permet d'ajouter, au signal simulé, des parasites, du bruit ou tout type de perturbations pour approcher le plus possible le signal réel.

Par exemple, il est possible de simuler une distorsion, des produits d'intermodulation et d'interférence. La fonction FFT intégrée autorise la simulation ou la modification du signal, soit dans le domaine fréquence, soit dans le domaine temps.

Des signaux réels peuvent être enregistrés à partir d'oscilloscopes numériques ou d'analyseurs de spectre et ensuite être régénérés ou modifiés. Des signaux numérisés à partir d'une table graphique sont aussi acceptés par le logiciel HP 11776A.

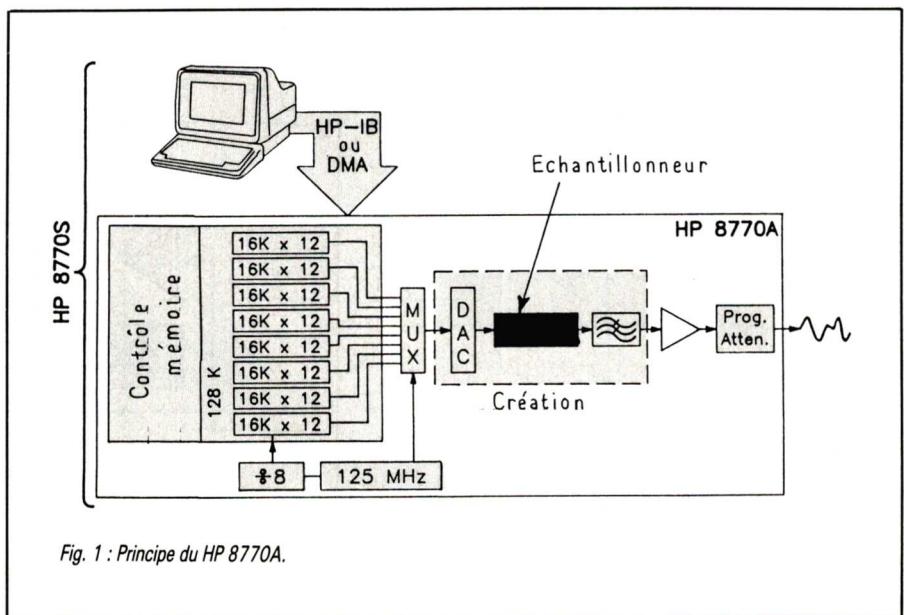


Fig. 1 : Principe du HP 8770A.

(\*) DUT : Device Under Test

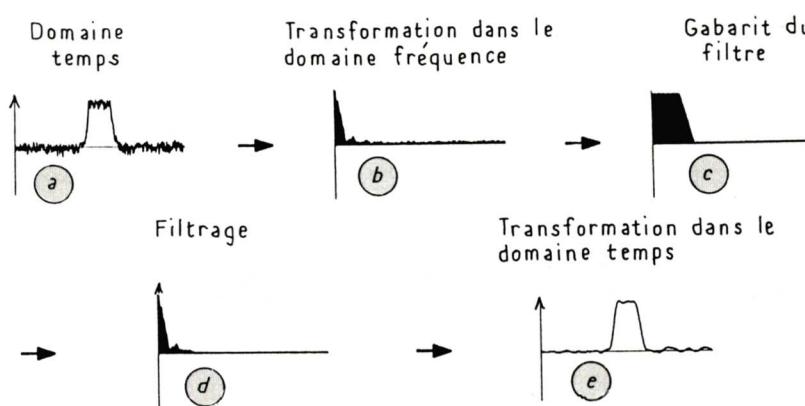


Fig. 2 : Elimination du bruit par FFT et filtrage.

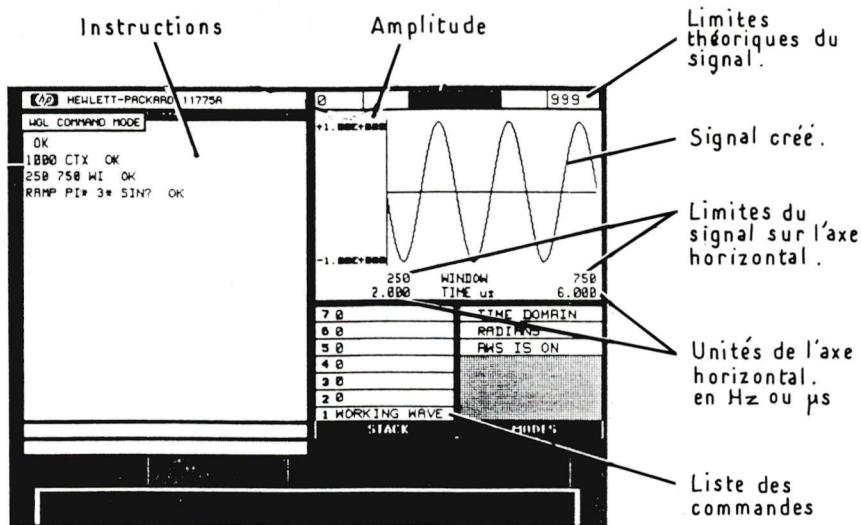


Fig. 3 : Représentation à l'écran du signal et des instructions correspondantes.

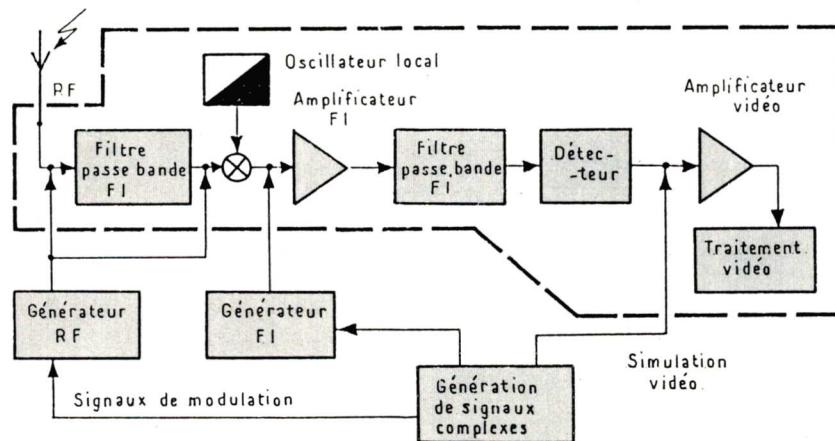


Fig. 4 : Différents étages d'un récepteur.

Le système HP 11776A/8770A va enfin permettre de tester une multitude d'équipements dans des conditions quasi réelles, puisque les composantes spectrales de la plupart des perturbations sont inférieures à 50 MHz.

### Principe de fonctionnement du HP 8770A

Comme on peut le voir sur la figure 1, le signal numérisé par programmation, avec le langage WGL, attaque en HPIB une mémoire de 128 ko structurée en 8 blocs de 16 ko ; l'horloge unique de fréquence 125 MHz est divisée par 8, de façon à obtenir un synchronisme entre chaque bloc mémoire, un multiplexeur les échantillonne à 125 MHz et les présente au convertisseur numérique/analogique.

Ce convertisseur en technologie N MOS est le fruit de recherches importantes effectuées chez Hewlett-Packard ; c'est un 12 bits échantillonné à 125 MHz, permettant donc la conversion d'une nouvelle valeur toutes les 8 nano-secondes.

Bien que ce nouveau convertisseur délivre un signal relativement pur, il subsiste une distorsion due à la durée des segments plus importante que dans le cas d'une génération par oscillateur ; la pureté spectrale est améliorée par l'échantillonneur qui est suivi d'un filtre.

Ce dernier comporte 12 pôles, il coupe toutes composantes supérieures à 50 MHz, sa réponse en amplitude est de  $\pm 0,5$  dB et il possède une excellente linéarité de phase puisqu'elle est inférieure à 3 degrés.

Un amplificateur de sortie délivre une tension de 2 V crête à crête sous  $50\ \Omega$  et un atténuateur permet une variation du niveau avec une dynamique de 110 dB.

L'optimisation des circuits procure une excellente pureté spectrale compatible avec la plupart des tests, puisque l'on obtient une distorsion harmonique de 50 dBc tandis que les raies non harmoniques se situent à - 60 dB au dessous de la porteuse.

Le bruit de phase mesuré à 10 kHz de la porteuse est inférieur à 125 dB, les mesures ayant été faites pour un signal de 10 MHz et ramenées dans une bande de 1

Hz. La stabilité est assurée par un oscillateur à quartz de classe  $5.10^{-10}$  par jour.

Il faut noter que ce procédé de synthèse reproduit très exactement la forme mathématique d'un signal ; pour apprécier cette performance, il suffit de superposer le signal de sortie du HP 8770A avec son expression mathématique correspondante, dans ce cas, la déviation moyenne typique est de 0,2 %.

## Le langage de programmation WGL

La combinaison synthétiseur HP 8770A plus logiciel HP 11776A (langage WGL), associée à un ordinateur, constitue un système de génération de forme d'onde HP 8770S, aux performances inégalées à ce jour.

Un utilisateur peut réaliser n'importe quel signal qu'il aura préalablement imaginé, en ayant recours à l'un des 4 modes de construction possibles ; le résultat peut ensuite être visualisé, modifié, stocké... et utilisé comme avec un générateur classique.

— Le premier mode de génération est très utile pour la simulation de signaux répétitifs ou monocoup spécifiques ; l'utilisateur a recours à un menu comportant des instructions mathématiques relatives à des rampes, du bruit aléatoire et des constantes.

Par exemple, on crée une période de sinusoïde en combinant la fonction RAMPE qui va définir la variation de  $-\pi$  à  $+\pi$  et la fonction sinus

— Une deuxième façon d'opérer consiste à écrire une description mathématique du signal désiré, en utilisant la notation polonaise inverse ; par exemple, il est possible de spécifier une onde entretenue pure ou modulée, puis de lui ajouter des termes mathématiques adéquates pour simuler une variation de phase (jitter), ou une modulation d'amplitude par impulsion.

— La troisième façon utilise un langage de haut niveau qui peut s'intégrer aux commandes standard du programme ; cette manière d'opérer est recommandée pour les constructions de forme d'onde répétitives ou bien encore chaque fois que l'on doit simuler des signaux complexes. L'utilisa-

teur peut ainsi se constituer un répertoire de signaux et les incorporer aux menus en les rappelant quand nécessaire.

Par exemple, l'opérateur peut créer une fonction complexe qu'il utilisera par la suite comme une instruction de routine.

— Un quatrième procédé consiste à utiliser une tablette graphique ou bien encore la sortie d'un oscilloscope numérique.

Le HP 8770A comporte un logiciel de FFT (Fast Fourier Transformed), ce qui autorise également l'acquisition de signaux à partir d'un analyseur de spectre ; à noter que par filtrage mathématique, l'utilisateur peut modifier l'acquisition ainsi effectuée, comme l'indique la figure 2 :

Le tracé « a » représente le signal dans le domaine temps auquel se superpose du bruit, tandis que le tracé « b » correspond à ce même signal transformé, par logiciel, dans le domaine fréquence ; le tracé « c » montre le gabarit du filtre toujours élaboré par le logiciel et le tracé « d » représente le signal bruité du tracé « b » après filtrage.

Enfin, le retour à une représentation temporelle est indiqué par le tracé « e » et l'on constate que le bruit a été éliminé.

A titre d'exemple, la figure 3 reproduit l'écran de l'ordinateur sur lequel sont représentées 3 périodes de sinusoïde ainsi que la liste des instructions correspondant à leur création.

## Tests de récepteurs avec le HP 8770A

Les différents étages d'un récepteur doivent être testés avec des signaux se rapprochant le plus possible de ceux qu'ils recevront dans la réalité de leur fonctionnement.

La figure 4 montre les différents étages d'un récepteur, chacun d'eux introduisant distorsion et bruit, seul un signal complexe permet de les qualifier avec précision et d'accroître ainsi les performances de l'ensemble.

Habituellement, de tels tests dynamiques s'effectuent à partir de baies de mesure comprenant de nombreux appareils comme générateurs RF, modulateurs, sources de modulation, générateurs de bruit..., le tout piloté par ordinateur.

Outre sa complexité de mise en œuvre, une telle solution est coûteuse et ne reproduit pas les conditions réelles de fonctionnement du récepteur à tester.

L'utilisation du synthétiseur de formes d'ondes arbitraires HP 8770A constitue une solution économique et performante, particulièrement facile à mettre en œuvre et pouvant servir à d'autres usages, ce qui évite d'immobiliser des instruments de mesure pour une application spécifique.

## Génération d'impulsions

Généralement les étages précédant la vidéo sont testés en impulsions ; il est intéressant de pouvoir disposer d'impulsions dont chaque paramètre peut être ajusté séparément, ce qui est l'une des possibilités du HP 8770A.

Prenons par exemple un train d'impulsions possédant les caractéristiques suivantes :

- Temps de montée : 40 ns
- Largeur : 200 ns
- Temps de descente : 60 ns
- Période de récurrence : 2  $\mu$ s (500 kHz)

La fréquence d'échantillonnage de 125 MHz du convertisseur procure une résolution de 8 ns, ce qui signifie que chaque segment définissant le signal possède une durée de 8 ns ; pour une période choisie de 2  $\mu$ s, chaque cycle du signal comprendra 250 points ; un tel train d'impulsions est représenté figure 5, il est créé grâce aux instructions de programme suivantes :

250 CTX Indique le nombre de segments pour un cycle.

### Temps de montée :

0 5 WINDOW ? : 5 points sont nécessaires pour effectuer les 40 ns du temps de montée

RAMP ? : Le temps de montée est créé à partir d'une rampe linéaire

1 + ? : « plus 1 », positionne la rampe entre 1 et 2 en amplitude

NORM ? : Précise que l'amplitude standard maximale est de 1.

### Largeur de l'impulsion :

5 30 WINDOW ? : Positionne l'impulsion (5) et donne sa limite

sur l'axe horizontal (35), soit 25 points pour une largeur de 200 ns.

1 LOAD ? : Indique une amplitude constante (1) du niveau pour l'impulsion.

### Temps de descente :

Le temps de descente choisi de 60 ns comprendra 7 segments, soit :

$$7 \times 8 \text{ ns} = 56 \text{ ns}.$$

Pour ajuster le temps aux 60 ns désirés, il est possible d'utiliser une horloge extérieure au HP 8770A ; dans le cas présent, il faudrait une source de 100 MHz, possédant une résolution de 10 ns.

30 37 WINDOW ? : Choix de 7 points pour les 56 ns de temps de descente.

RAMP REEL ? : Même rampe que précédemment (voir temps de montée) pour simuler le temps de descente.

1 + NORM ? : Fixe la tension d'offset de la rampe et son amplitude à 1.

### Référence des impulsions

37 249 WINDOW ? : Fixe les limites de la période de récurrence.

0 LOAD ? : Fixe son niveau à 0.

FULL ? : Visualisation du train complet d'impulsions.

STORE A ? : Stocke le signal créé dans un registre mémoire A.

L'architecture interne de la mémoire du HP 8770A exige que la totalité des points constituant le signal soit stockée et corresponde à un multiple de 8 ; mais une forme d'onde complexe peut être construite avec des segments de longueur différente et pas forcément multiple de 8.

Le train d'impulsions de notre exemple comprend 250 segments, ce qui n'est pas divisible par 8 ; il faut donc contourner ce problème en prévoyant 4 cycles complets avec 1 000 points, conformément aux instructions ci-dessous :

1 000 CTX ? : Nombre de segments pour 4 périodes.

250 CLONE ? : Répétition des 250 premiers points pour obtenir 4 périodes d'impulsions.

DOWNLOAD : Chargement du signal dans la mémoire du HP 8770A.

L'ordinateur donne un nom de fichier en précisant le facteur d'échelle pour l'amplitude. GO : Exécution de la création du signal selon les instructions précédentes.

### Génération d'un signal bruité

Il est très rare qu'un récepteur reçoive des signaux aussi propres que ceux générés précédemment. Il est donc intéressant de tester les équipements avec des signaux reproduisant de mauvaises conditions de réception, par exemple en présence de bruit.

Il est donc possible non seulement d'ajouter du bruit au signal mais également de le mélanger avec d'autres signaux générés par ailleurs pour simuler des interférences.

La période du bruit aléatoire à ajouter doit être plus longue que les 2  $\mu$ s correspondant à la récurrence des impulsions ; dans l'exemple qui suit, la période du bruit est 8 fois celle des impulsions (soit une période de bruit de 16  $\mu$ s, correspondant à  $250 \times 8 = 2000$  points), ce bruit doit venir perturber 8 périodes du train d'impulsions, ce qui s'effectue de la façon suivante :

0 249 WINDOW A ? : Rappel du signal stocké dans le registre A.

2000 CTX ? : Nombre de points.

250 CLONE ? : Création de 8 périodes identiques à celles déjà stockées.

STORE A : Sauvegarde des 8 périodes rappelées précédemment.

NOISE ? : Génération du bruit (avec 2 000 points).

8 / ? : Facteur d'échelle du bruit (12.5 % de la pleine échelle dans notre exemple).

A + ? : Superposition du bruit au train d'impulsions.

DOWNLOAD : Chargement du nouveau signal dans la mémoire du HP 8770A.

GO : Exécution de la création du signal ainsi défini.

Ce signal ainsi bruité est représenté figure 6.

Le HP 8770S permet également la génération d'un train d'impulsions comportant des impulsions de formes différentes, comme présenté figure 7.

Dans ce cas, chaque impulsion est créée séparément, comme l'indique la figure 8, avec ses propres caractéristiques, puis rappelée pour former le train désiré. De la même façon, il est possible de générer des signaux multifréquences possédant chacun sa propre amplitude et phase relative ; la figure 9 donne la répartition des différentes composantes d'un signal comportant 5 fréquences différentes, la trace supérieure correspond aux différentes amplitudes tandis que celle du bas indique les phases relatives, la figure 10 donne la représentation spectrale de ce même signal.

lée pour former le train désiré. De la même façon, il est possible de générer des signaux multifréquences possédant chacun sa propre amplitude et phase relative ; la figure 9 donne la répartition des différentes composantes d'un signal comportant 5 fréquences différentes, la trace supérieure correspond aux différentes amplitudes tandis que celle du bas indique les phases relatives, la figure 10 donne la représentation spectrale de ce même signal.

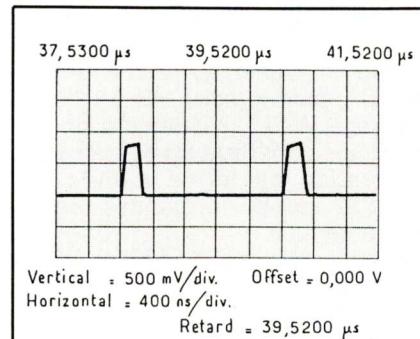


Fig. 5 : Exemple de train d'impulsions généré par le HP 8770 A.

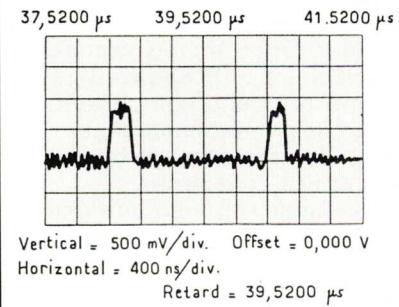


Fig. 6 : Exemple de la figure 5 avec superposition de bruit.

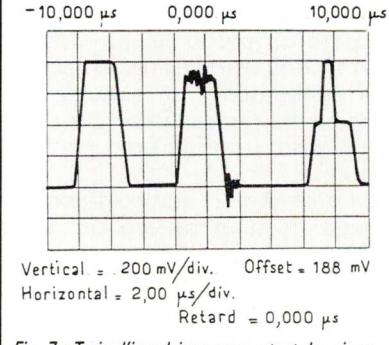


Fig. 7 : Train d'impulsions comportant des signaux de caractéristiques différentes.

Le logiciel FFT retourne ce signal dans le domaine temps comme l'indique la figure 11, il faut environ 2 secondes pour effectuer cette transformation qui comporte 1 024 points, l'utilisateur peut également utiliser le logiciel DFT mais dans ce cas, la transformation prendra beaucoup plus de temps.

Bien d'autres formes d'ondes peuvent être générées par le système HP 8770S, comme les signaux modulés en fréquence, amplitude ou même des trames de télévision, comme par exemple le signal composite de la ligne de test n° 7 représenté figure 12 ; il nécessite 910 points et comprend 4 portes :

- le signal B2 qui permet des mesures de temps de montée et de descente, en observant la transmission du signal barre supérieure ;
- le signal B1 pour la mesure de réponse impulsionnelle ;
- le signal F dit « 2T modulé » pour les mesures de luminance et de chrominance ainsi que de temps de propagation de groupe ;
- le signal D1 formé de 5 marches pour la mesure de linéarité basse fréquence,

La figure 13 est une oscillogramme de la ligne de test ainsi élaborée.

*Nota : La routine de DFT (Discrete Fourier Transform), est automatiquement utilisée si les conditions d'utilisation requises par la FFT ne sont pas réalisées ; ces conditions définissent le nombre de points décrivant la forme d'onde, il doit être une puissance entière de 2 dans le domaine temps, une puissance entière de 2 plus 1 dans le domaine fréquence.*

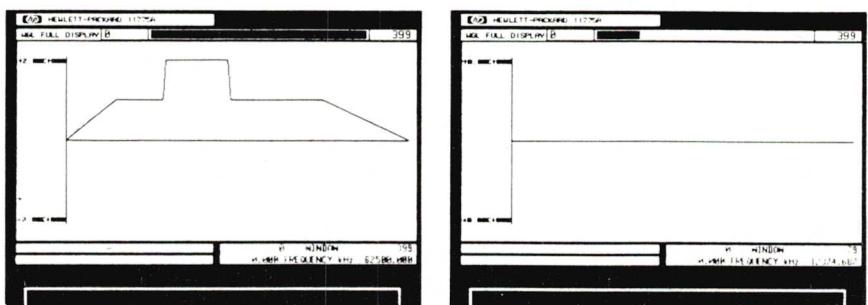
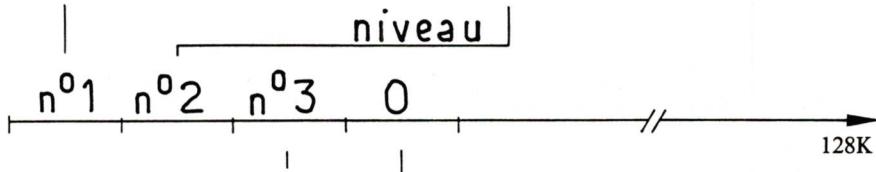
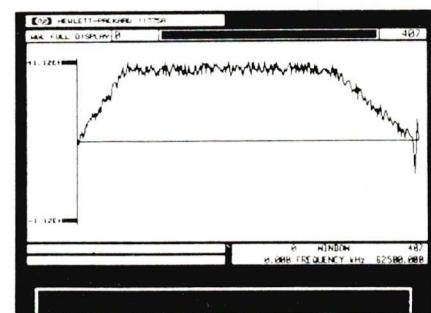
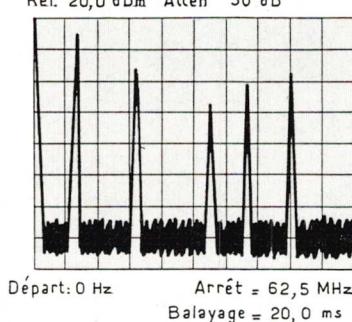


Fig. 8 : Chaque impulsion du train de la figure 7 est créée séparément.

Réf. 20,0 dBm Atten 30 dB



◀ Fig. 10 : Représentation spectrale du signal de la figure 9.

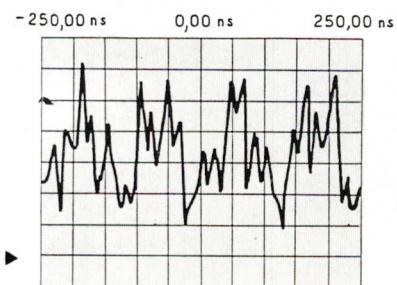


Fig. 11 : Représentation dans le domaine temps du train d'impulsions de la figure 10. ▶

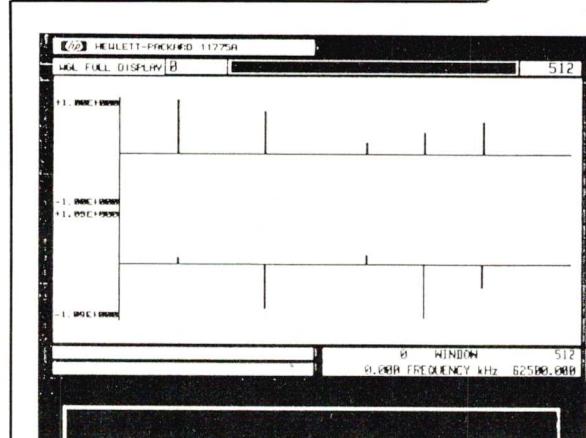


Fig. 9 : Représentation des amplitudes et de la phase relative d'un signal multifréquence (ici 5 signaux).

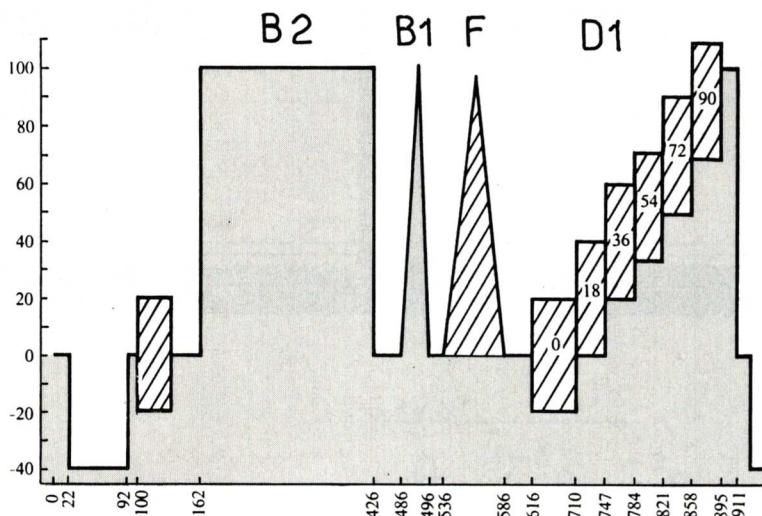


Fig. 12 : Signal composite de la ligne de test n° 7 d'une trame de télévision.

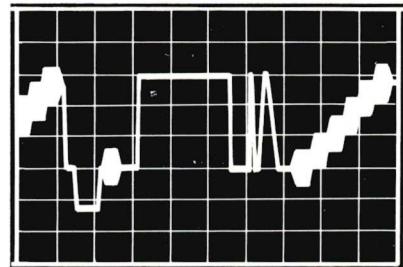


Fig. 13 : Oscillogramme de la ligne de test n° 7.

## Conclusion :

Comme nous venons de le voir par ces quelques exemples, le système HP 8770S de génération de forme d'onde arbitraire proposé par *Hewlett-Packard* est capable de créer n'importe quel signal simple ou complexe, modifiable au gré de l'utilisateur avec une grande facilité. Il devrait contribuer à l'augmentation des performances des équipements, qui nécessitent des signaux dynamiques pour leurs tests et mesures.

J.-C. REGHINOT

Ces deux exemples d'utilisation de système MP 8770 A sont extraits de deux notes d'application, disponibles sur demande chez *Hewlett-Packard*.

**SYSTÈMES DE MARQUAGE INFORMATISÉ**

P/N: 06-0812-00  
REVISION D  
MANUFACTURED PROMS

**POUR CABLES**  
Marqueurs permanents auto-protégés recouverts d'un adhésif transparent assurant la protection

**POUR MÉMOIRES ET C.I.**  
Marquage et protection E PROMS et C.I.  
Opacité parfaite  
Absence d'électricité statique et adhésif non contaminant

**NOUVEAU**

**BRADY**

**W. H. BRADY s.a.r.l.**  
rue d'Ardon  
Jouy-le-Potier  
45370 CLÉRY-SI-ANDRÉ  
Tél.: 38.45.80.65  
Télex: 780.610  
Télécopieur: 38.45.86.87

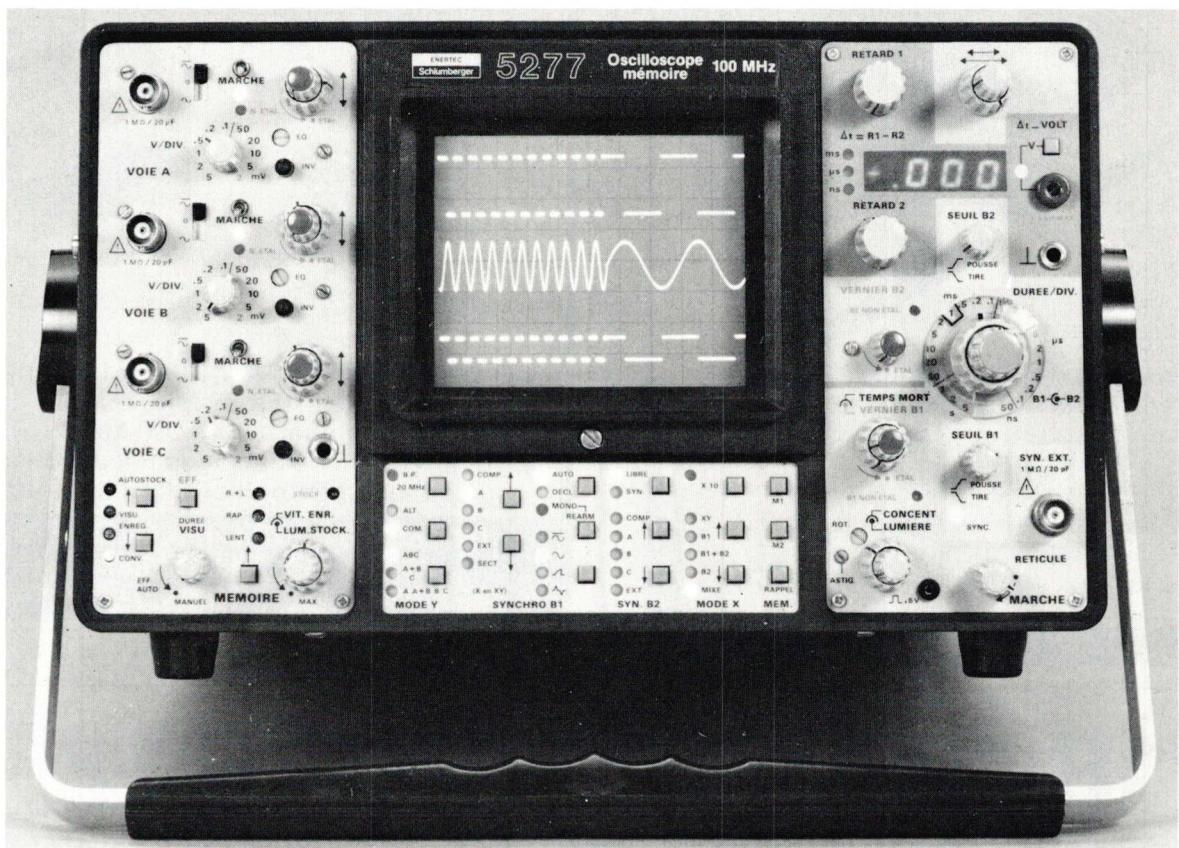
©1986 W. H. BRADY C.o.



### Ses rubriques

- Panorama technique
- Applications et circuits
- Revue de presse internationale
- Nouveaux produits et équipements
- Informations pratiques

# 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.

# MULTIMÈTRE NUMÉRIQUE DE POCHE EDM 1346A

Précision 0,05 %

- T. RMS
- Buzzer



20.000 points

- Blocage de l'afficheur
- Test diode
- Fréquencemètre

Représentant exclusif pour la France  
de toute la gamme ESCORT

**PRO DIF**

4, rue Paul-Bert - 92150 Suresnes

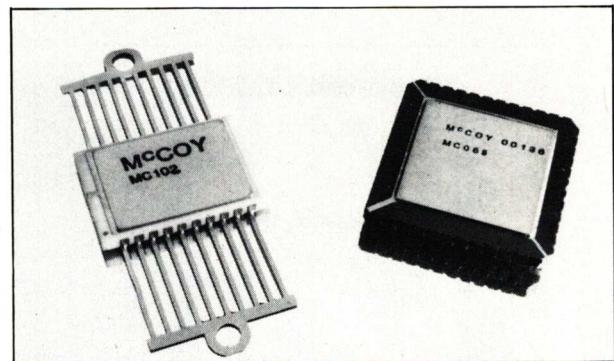
Tél. (1) 45.06.40.85

Télex 610 994 - Télécopie (1) 47.72.99.32

BB birgépub 600

# MCCOY

nouveaux modèles  
"CHIP CARRIER" et "FLAT PACK"



- Quartz : 10 à 300 MHz - 100 à 1.000 ppm
- Filtre à quartz : 10 à 30 MHz
- Oscillateur à quartz : 1 à 100 MHz
- Nombreux modèles sur spécifications ou catalogue en boîtier DIL, TO-8, etc.

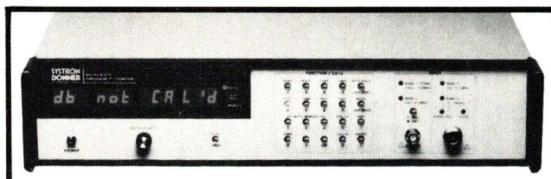
**GINSBURY ÉLECTRONIQUE S.A.**

30, place de la Madeleine - 75008 Paris

Tél. (1) 42.68.04.00 - Tx. 220 862 - Tc (1) 47.42.82.06

BB birgépub 600

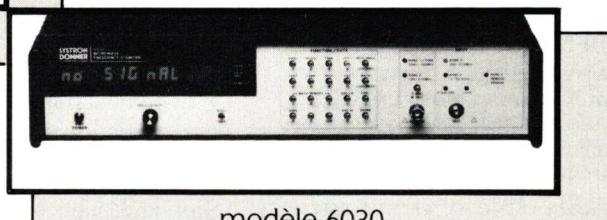
# 18 GHz à 110 GHz



modèle 6020

- Fonctions math.  
3 niveaux mémoire
- Tolérance AM, FM
- IEEE, CIIL

- Sensibilité : -30 dBm
- Affichage du niveau en dBm à 26 GHz
- Dynamique : 60 dB



modèle 6030

- Temps d'acquisition < 150 ms
- Sortie analogique : 2 niveaux

**SYSTRON  
DONNER**  
Une filiale THORN EMI

24, rue de Paris  
78560 Le Port Marly  
Tél. : (1) 39.58.48.63  
Télex : 696354

BB birgépub 793

## Multimètres numériques

# PROTECTION CONTRE LE BRUIT

*L'utilisation croissante de multimètres numériques dans les montages de mesure automatique s'accompagne du problème majeur des parasites créés par les signaux propres aux appareils.*

*Seule une partie de ce problème peut être résolue en apportant un soin particulier au montage du système et en utilisant des filtres efficaces ; Philips vient toutefois de le régler entièrement avec sa nouvelle génération de multimètres.*

*Ces appareils sont non seulement dotés d'interfaces totalement intégrées pour le bus IEEE 488 (CIE 625), mais ils possèdent également un système de protection banalisée qui empêche les parasites produits par le système de mesure ou par le secteur, de nuire à la précision des mesures.*

### Les données du problème

Les systèmes de mesure automatique sont désormais très largement utilisés dans le domaine de la recherche, du contrôle de fabrication et de l'étalonnage. Ils peuvent accélérer et simplifier les mesures systématiques, en permettant des contrôles plus approfondis au niveau du laboratoire et en fournissant davantage de renseignements sur la chaîne de fabrication.

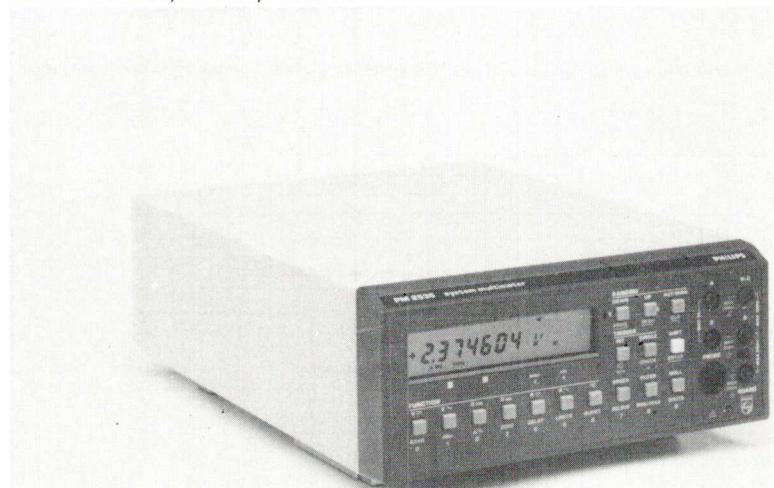
Il est évident que les multimètres numériques constituent un élément important dans ces montages d'essai pour obtenir, en un certain nombre de points, des va-

leurs précises et fiables de tension, d'intensité et de résistance. Malheureusement, la plupart des fabricants d'appareils se sont contentés de prendre des multimètres numériques et d'y ajouter des interfaces IEEE 488 (CIE 625), plutôt que d'essayer d'apporter une solution pensée en fonction des besoins.

En conséquence, des multimètres apparemment très sensibles s'avèrent souvent inutilisables et seuls des appareils de haut de gamme fort coûteux permettaient jusqu'ici d'avoir des entrées totalement protégées.

Philips vient de mettre au point des multimètres conçus pour des systèmes et répondant à leurs besoins à moindre frais. L'apport

*Nouveau multimètre système Philips PM 2535.*



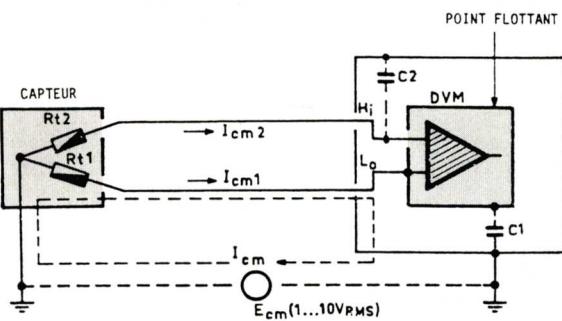


Fig. 1

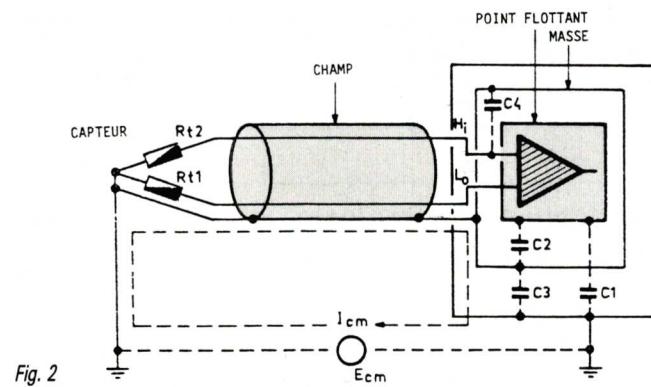


Fig. 2

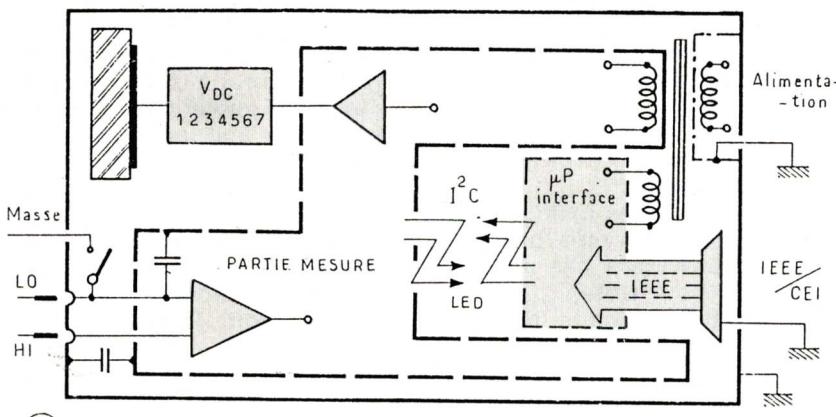


Fig. 3 a : Schéma de la protection illustrant la façon dont elle intègre le secondaire du transformateur d'alimentation.

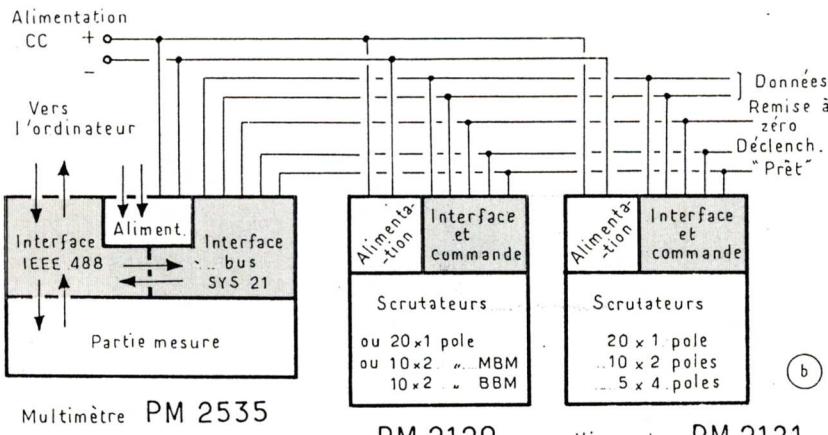


Fig. 3 b : Schéma de principe d'un contrôle par scrutateur et multimètre.

d'une protection banalisée exclusive garantit que la grande sensibilité des multimètres PM 2534 et PM 2535 est conservée lors des mesures. Ces appareils présentent une résolution de 100 nV protégée.

## Le filtrage du bruit

Les systèmes de contrôle montés en rack peuvent paraître propres et fonctionnels vus de face, mais de l'arrière, ils ressemblent souvent à un vieux standard téléphonique avec un fouillis de cordons d'alimentation et de fils coincés dans un espace restreint.

Les mesures sont alors faussées par le couplage parasite qui se produit entre le câbles d'alimentation et de commande et les fils de mesure, très sensibles à ce phénomène.

Jusqu'à un passé récent, les parasites produits par le secteur étaient en principe éliminés par le multimètre lui-même, dans la mesure où la plupart des multimètres numériques de qualité présentaient un taux élevé de réjection des parasites créés par le secteur. Mais il faut pour cela que le temps de mesure soit un multiple de la durée de période des parasites.

tes. Avec la tendance actuelle aux mesures plus rapides (par exemple 100 mesures par seconde avec le bus IEEE réalisées par les multimètres numériques *Philips*), le cycle de mesure est nettement inférieur à la durée d'une période de secteur ; ce qui fait que le bruit de secteur capté peut provoquer des perturbations.

La seule façon efficace d'éliminer ce type d'erreur consiste à blinder tous les câbles de mesure sensibles.

Parmi les autres sources de parasites normalement filtrés par un bon blindage, on trouve l'effet du rayonnement de l'ordinateur personnel ou du micro-ordinateur utilisés pour la commande du système, les calculs ou l'étalonnage. Un bon blindage peut filtrer également le bruit dû à des couplages électrostatiques et électromagnétiques, ainsi que ceux émanant des câbles du bus de commande reliant entre eux les différents éléments du système. Par ailleurs, il ne faut pas oublier que les câbles de commande transportent de façon asynchrone des données

qui varient constamment, et se comportent comme des générateurs de bruit aléatoire.

### L'élimination des boucles de mise à la terre

Cependant, même un bon blindage n'est pas suffisant si les câbles sont relativement longs, car il se produit alors un problème plus important du fait des boucles de mise à la terre dans les circuits de mesure.

Ces boucles sont provoquées par la circulation de courant dans le châssis depuis les bornes de terre des appareils de mesure ; ce qui affecte le circuit de mesure en raison d'un couplage résistif ou capacitif, ou d'une induction électromagnétique.

Les boucles de mise à la terre se produisent pour diverses raisons, dont certaines peuvent être supprimées.

Par exemple, le choix erroné du point de mise à la terre, le fait de ne pas utiliser des câbles correctement blindés, ou un bruit électrique excessif dans la zone de mesure, sont des problèmes que l'on peut éviter.

Ces tensions en mode commun affectent, bien sûr, les deux extrémités du câble d'instrumentation et il semblerait logique de penser qu'elles s'annulent. Mais le couplage capacitif élevé entre

le niveau « bas » de l'appareil et la résistance de terre et des conducteurs convertit en fait cette tension en mode commun en un signal en mode normal (série) qui affecte directement la précision des mesures. Des tensions élevées en mode commun peuvent apparaître en raison des boucles de mise à la terre ; des tensions de l'ordre de 10 V efficace ne sont pas rares. Par conséquent, la précision des mesures dépendra fortement du taux de réjection en mode commun du multimètre numérique.

Pour appréhender les effets des boucles de terres sur la précision des mesures, il faut comprendre ce que ce *taux de réjection* signifie. Il s'agit du rapport entre la tension de mode commun (ou boucle de mise à la terre) et la tension de mode série apparaissant à l'affichage, et n'a aucun rapport avec le signe en cours de mesure.

Le tableau I fournit une indication du rapport existant entre le taux de réjection de mode commun et le signal résultant aux bornes d'entrée pour une tension de mode commun de 10 V eff.

Avec un rapport de réjection de mode commun de 120 dB, que l'on trouve sur de nombreux multimètres, numérique, l'erreur relative du signal mesuré serait de 10  $\mu$ V.

Disposition du blindage et des composants à l'intérieur de l'appareil.

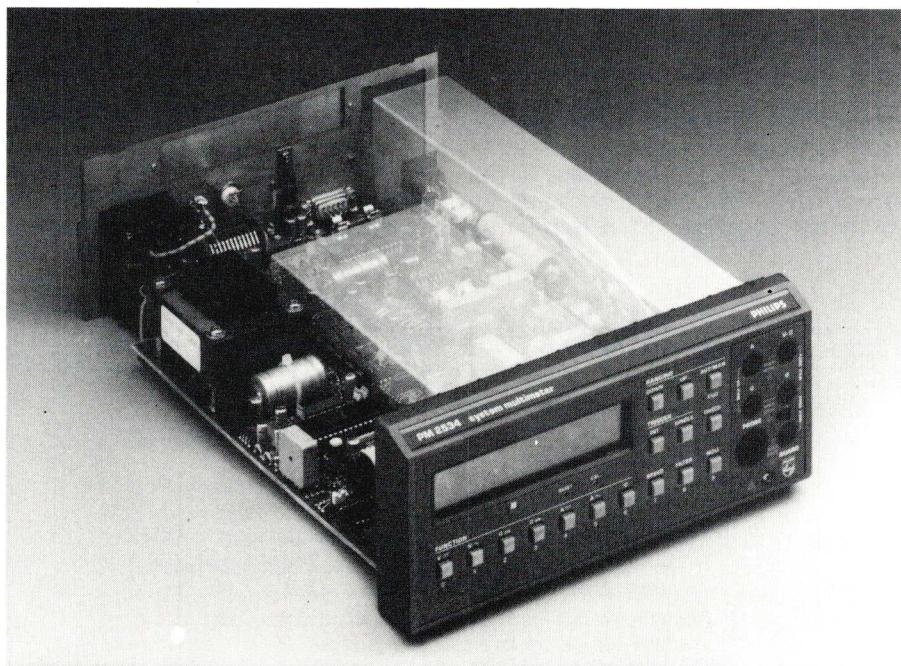


TABLEAU I

Taux de réjection de mode commun (dB)	Effet sur les valeurs mesurées
80	1 mV
100	100 $\mu$ V
120	10 $\mu$ V
140	1 $\mu$ V
160	100 nV

### Protection entièrement banalisée

Il semblerait donc qu'une résolution de 100 nV exige un taux de réjection de mode commun beaucoup plus élevé pour le dernier chiffre de la valeur affichée (6 chiffres et demi) soit significatif. Les multimètres *Philips* y parviennent grâce à la protection entièrement banalisée qui réduit les effets de tensions de mode commun à l'entrée.

Cette protection est constituée par un blindage métallique tout à fait distinct qui protège les circuits d'entrées analogiques à l'intérieur du boîtier métallique ordinaire de l'appareil.

Il s'ensuit que le courant produit par le signal de mode commun traverse le blindage du câble et la protection, au lieu de s'écouler dans le câble « niveau bas » et l'entrée de l'appareil, ce qui réduit fortement le transfert du signal de mode commun au signal de mode série.

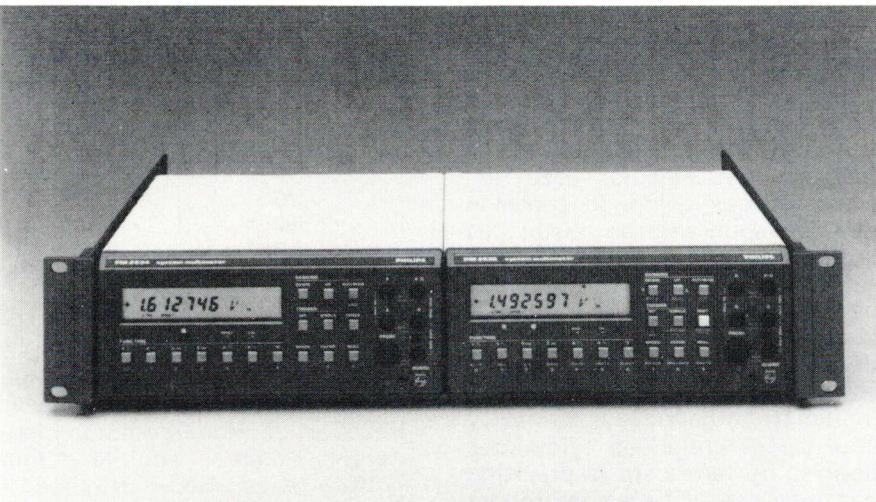
Dans la pratique, le taux de réjection de mode commun des multimètres numériques *Philips* est donc égal ou supérieur à 160 dB, ce qui garantit que les mesures, même les plus sensibles, ne seront pas affectées par les tensions de mode commun inhérentes aux systèmes montés sur châssis.

Le recours à une protection totalement banalisée n'est pas la seule précaution prise contre les bruits et les parasites dans les multimètres numériques *Philips*.

En effet, une alimentation spéciale a été mise au point pour éviter tout contact à la terre à l'intérieur des circuits de mesure analogiques.

Le secondaire du transformateur d'alimentation est complètement inclus dans la protection de sorte qu'il n'y a aucun transfert de parasites secteur sur les circuits basse tension.

L'interface est également conçue pour minimiser tout couplage pa-



Utilisation en montage rack 19" des deux multimètres Philips.

rasite entre l'appareil et le bus de commande IEEE. Le couplage opto-électrique sur le bus à l'aide d'un système utilisant des diodes électroluminescentes assure une séparation galvanique complète.

### Fonctionnement du système

La conception de ces instruments est orientée vers des applications de systèmes intégrés, comme le montrent à l'évidence les autres caractéristiques des multimètres PM 2534 et PM 2535. Ces deux appareils présentent un choix de sept fonctions de mesure, une sensibilité protégée à six chiffres et demi, la commande par balayage direct, et un bloc d'entrée qui peut être monté en façade ou à l'arrière.

Les multimètres numériques *Philips* sont très faciles à utiliser dans la mesure où la programmation est réalisée à l'aide d'instructions simples. De plus, le choix de la vitesse de mesure à l'aide d'une seule touche (progression par 6,5-5,5-4,5-3,5 digits) permet de choisir la meilleure combinaison de vitesse et résolution en fonction des tâches particulières à exécuter.

Un système de multiplexage utilisant les modules de scrutation *Philips Système 21*, permet de procéder à un balayage particulièrement économique de points de mesure multiples. Un connecteur incorporé au multimètre numéri-

que permet de communiquer directement avec le scrutateurs via le bus IEEE. Il est donc possible de réaliser un système très performant, capable de gérer des mesures allant de 10 voies tétrapolaires à 40 voies unipolaires. De plus, le multimètre PM 2535 possède un système incorporé de mémorisation, calcul et commande. Ainsi, des calibrages et des mesures relatives sont réalisable sans faire appel à un contrôleur de bus séparé. On peut lire directement les valeurs des paramètres sur l'afficheur à cristaux liquides de l'appareil.

Le PM 2534 permet également d'effectuer des mesures en bloc très rapides, indépendamment des temps de transfert des calculateurs. En variante, cette caractéristique peut servir à réaliser une configuration autonome d'enregistrement des données utilisant la commande directe des modules Système 21 à partir du

clavier du multimètre, supprimant la nécessité d'un contrôleur de bus IEEE spécialisé.

### Les multimètres systèmes

Les multimètres systèmes ont permis l'automatisation de différentes mesures grâce à leur capacité de changement de fonction et de gamme et à la possibilité de transmettre les résultats de ces mesures par un ordinateur équipé du bus IEEE 488.

Si cette configuration constitue la solution optimale dans bien des cas tout aussi nombreux où cet ordinateur puissant et coûteux est affecté à des tâches relativement mineures.

Cela se produit notamment dans le domaine de la recherche et de la production où des mesures multiples doivent souvent être étalonnées et comparées à des valeurs de référence.

Avec le multimètre *Philips PM 2535*, les tâches de calcul des résultats, saisie des données et commande de l'unité de multiplexage sont exécutées par le multimètre lui-même, qui réduit ainsi, voire supprime, la nécessité d'un contrôleur IEEE pour les travaux courants.

### Opération de mise à l'échelle et de comparaison

Le signal électrique qui est mesuré est souvent fonction du paramètre mesuré réel. Un exemple courant est celui des capteurs dont le signal de sortie est fonction de la pression ou de la distance. Pour reconvertis ce signal électrique suivant le paramètre mesuré réel, il faut faire appel à un ordinateur ; de plus, l'utilisateur doit regarder les résultats affichés sur l'écran. Pour éviter de

Fonction	Application
Ax + B	Etalonnage de signaux, avec ou sans zéro actif. Par exemple, pour un capteur de pression de 0 à 10 bars donnant un signal de sortie de 4 à 20 mA, les valeurs de A et B seraient respectivement 0,625 et - 2,5.
dBm	Pour les mesures directes de gain et de perte d'amplificateur. De plus, l'utilisateur peut calculer la valeur de résistance de référence par rapport à laquelle cette mesure est effectuée (toute valeur entre 1 et 10 000 Ohms) ce qui supprime toute nécessité de calculs supplémentaires.
Δ %	Pour les mesures de tolérances lorsque le pourcentage d'erreur est important. Par exemple : choix des composants et contrôle de qualité.
ZERO	Pour les mesures relatives lorsque la tolérance est définie comme une valeur absolue ou lorsque des zéros actifs sont utilisés.

mobiliser un ordinateur pour cette tâche mineure, le PM 2535 est doté d'un système de calcul incorporé qui permet la lecture directe des résultats sur son afficheur.

Pour faciliter les décisions rapides TOUT ou RIEN dans le domaine de la production, le multimètre possède également une fonction LIMITES (supérieures et inférieures) définies par l'utilisateur. En cas de valeur « hors limite », l'appareil l'indique de façon visuelle en affichant un « A » (haut) ou un « V » (bas) de façon audible par un signal sonore intégré et par un SRQ s'il est relié à un ordinateur IEEE.

Dès lors que la fonction et les calculs voulus ont été programmés, l'ensemble des réglages de l'appareil peut être stocké dans l'une des dix mémoires rémanentes disponibles.

La première de celles-ci correspond au réglage prédefini de l'appareil lors de sa mise sous tension, ce qui veut dire que pour un travail bien précis, le multimètre peut commencer à fonctionner dès la mise sous tension sans qu'un opérateur ait à le programmer.

Pour des tâches variées, il faut actionner quatre touches pour rappeler l'un des neuf réglages pré-programmés.

## Saisie des données

Si les ordinateurs personnels équipés d'une interface IEEE ont, pour des raisons économiques et de souplesse, remplacé les contrôleurs spécialisés, ils présentent l'inconvénient d'avoir une vitesse de transmission des informations beaucoup plus lente par le bus IEEE.

Ceci ralentit la cadence de l'ensemble du système à environ 50 mesures par secondes, alors que le multimètre peut effectuer et sortir 100 mesures par seconde.

Pour permettre des cadences de 150 mesures par seconde, le PM 2535 est doté d'une mémoire-tampon interne de 999 points qui peut être remplie à la cadence maximale, puis lue par l'ordinateur de commande à sa vitesse maximale.

La lecture de cette mémoire-tampon peut s'effectuer soit pour des mesures individuelles, soit pour un ensemble de mesures (bloc) dont

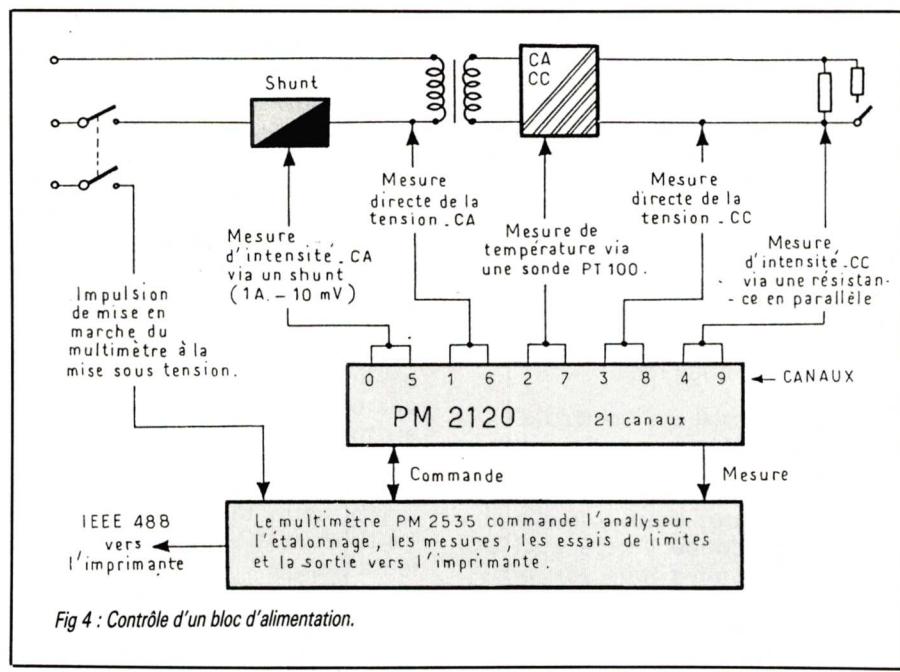


Fig 4 : Contrôle d'un bloc d'alimentation.

la première et la dernière position sont définies par l'utilisateur.

Dans ce dernier mode, le bloc complet est transmis en une seule opération, ce qui accélère la vitesse de transmissions des données puisque la procédure normale du contrôleur consistant à régler le multimètre sur un émetteur et lui-même sur un récepteur chaque fois qu'une mesure est effectuée, est alors limitée à une seule transmission et une seule réception pour le bloc de données tout entier.

La mémoire-tampon présente également plusieurs avantages pour les applications à faible cadence de mesure, puisqu'elle permet de saisir les données sur une longue durée pour que celles-ci soient ensuite lues en une seule brève rafale par un ordinateur, ou envoyées à une simple imprimante via une interface IEEE. Cette caractéristique permet de surveiller des essais pendant le week-end sans devoir affecter un calculateur à cette tâche.

## Multiplexage

La plupart des essais effectués dans le domaine de la recherche et de la production imposent la réalisation de mesures différentes en un certain nombre de points.

On a donc utilisé jusqu'ici un calculateur de commande, un appareil de mesure et des unités de multiplexage par le bus IEEE 488,

ce qui constitue une solution encombrante et coûteuse.

La capacité du PM 2535 à commander directement les scrutateurs Système 21 Philips permet désormais de réaliser, à bien moindres frais, un système équivalent à 20 voies bipolaire dans une baie 19".

Pour comprendre le fonctionnement des scrutateurs, il suffit de jeter un coup d'œil à l'arrière de l'appareil. En plus du connecteur IEEE 488, l'appareil possède un connecteur à 9 broches auquel ces unités multiplexage sont reliées.

Ceux-ci sont commandés par l'intermédiaire de cette interface, à l'aide d'un protocole série de 9 bits avec des lignes de synchronisation signalant les états « prêt » et « déclenchement ». Par ailleurs, une puissance suffisante est prévue pour alimenter deux unités SYS 21.

La programmation de ce système se fait par la touche SEQU (séquence) du multimètre et fait appel aux dix réglages stockés dans la mémoire tampon, permettant ainsi des mesures multiples avec étalonnage et contrôle des valeurs limites.

On peut choisir le mode de balayage 1, 2 et 4 pôles, et pour supprimer les problèmes de rebond des contacts qui perturbent les mesures, une temporisation peut être réglée pour chaque type de mesure. Pour obtenir des ca-

dences de balayage inférieures, on peut également programmer un temps d'arrêt au clavier. Les valeurs des mesures et étaillonnages peuvent être éditées directement par une imprimante ou gardées dans la mémoire-tampon (999 points) pour transmission rapide par blocs à un ordinateur. Ce dernier mode permet le regroupement des résultats qui est plus économique que les coûteux logiciels et bus des systèmes fonctionnant en temps réel.

## Explications d'un contrôle d'alimentation

A la mise sous tension, une impulsion de déclenchement est produite et donne l'ordre au PM 2535 de commencer son programme de contrôle séquentiel. Les voies 0 et 1 (tension et intensité du secteur) sont mesurées en premier. Tandis que la tension est mesurée directement, l'intensité est mesurée indirectement par l'intermédiaire d'un shunt. Par étalonnage à l'aide de la fonction

A X + B, cette valeur indirecte est transformée en valeur réelle mesurée, les deux faisant l'objet d'un contrôle des valeurs limites.

La mesure de température sur la voie 2 se fait directement au moyen d'une sonde PT 100. Les tensions et les intensités de sortie en courant continu sont vérifiées sur les voies 3 et 4.

Là aussi, la tension est mesurée directement, tandis que la mesure d'intensité est effectuée en branchant un shunt de résistance élevée en parallèle avec la charge et en mesurant le courant dérivé. Cette mesure d'intensité est également étalonnée pour obtenir des unités correctes ; les deux voies font l'objet d'un contrôle des valeurs limites.

L'analyse de ces cinq premiers paramètres a lieu de façon consécutive. Pour contrôler la stabilité d'un bloc d'alimentation sous une forte charge, une temporisation de 60 secondes a été prévue afin que le bloc atteigne une certaine température.

Puis tous les paramètres sont de nouveau mesurés (voie 5 à 9) et comparés aux valeurs limites.

Les résultats sont directement imprimés sous la forme d'un rapport de contrôle de conformité pour les unités répondant aux spécifications, ou de non-conformité pour les unités ayant dépassé les valeurs limites.

## Conclusion

Si les multimètres polyvalents comme le *Philips PM 2534* représentent la solution idéale pour les applications nécessitant un appareillage multiple, les possibilités de calcul, saisie et commande du PM 2535 libèrent les ordinateurs des tâches mineures et permettent à l'utilisateur de réaliser très rapidement des montages de balayages multi-voies à fonctions variables, pour les tâches de surveillance et d'essai.

**SERGE SENECA**  
*Philips Science et Industrie*

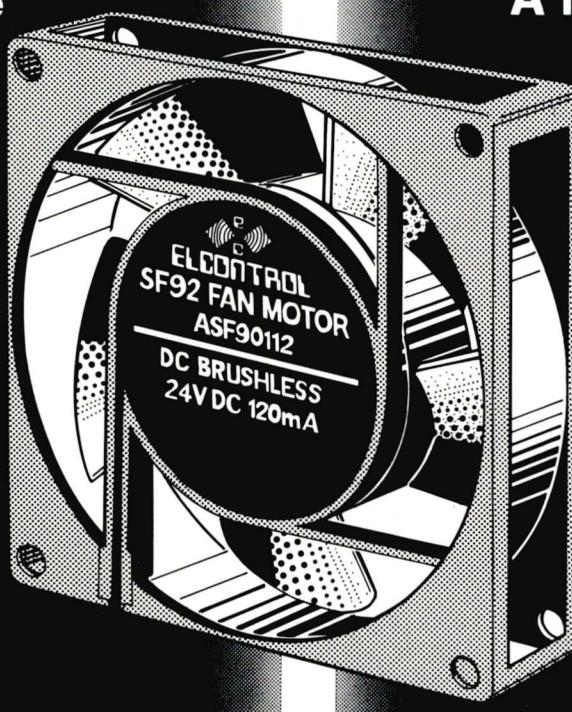
**ELCONTROL**  
Pour l'automation de  
Processus  
Industriels.

REDUIT BRUIT

GRANDE DUREE DE VIE 5 ANS  
EN UTILISATION CONTINUE

DEBIT

de 0,5 m<sup>3</sup>/min  
à 1,1 m<sup>3</sup>/min.



## VENTILATEURS A MOTEUR EN VDC

ILS UTILISENT  
LA NOUVELLE TECHNOLOGIE  
DES MOTEURS EN DCC  
SANS BALAIS.

12 OU 24 DCC  
BASSE ABSORPTION  
DE 1.38 W A 2.88 W

**FRANCE**  
ELCONTROL FRANCE s.r.l.  
31 Rue de la G. Denise  
93000 BOBIGNY - PARIS  
Tel. (01) 48493523  
Telex (01) 48490904  
Telex 211086 F

**ITALY**  
ELCONTROL s.p.a.  
Blocco 7 n. 93  
40050 CENTERGROSS - BOLOGNA  
Telefono (051) 861254  
Telex: 510331 ELCODO-I  
Telefax (051) 861079

**U.K.**  
ELCOMPONENT Ltd.  
Unit 5 - Southmill Trading Centre  
BISHOP'S STORTFORD  
HERTS CM23 3DP  
Tel. (0279) 503173  
Telex 818146

**BENELUX**  
ELCONTROL BENELUX  
Brouwersstraat 6, Bus 5  
B-3000 LEUVEN  
Tel. (016) 20.50.80  
Telex (016) 204236 (for Elcontrol)  
Telex 22345 ABIS (for Elcontrol)

**SPAIN**  
ELCONTROL  
ESPAÑA S.A.  
Calle de San Nazario 1  
28002 MADRID  
Tel. 91-4135263

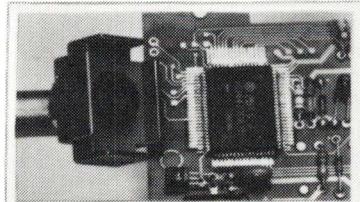
# Pour tous dessoudages: Weller.

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

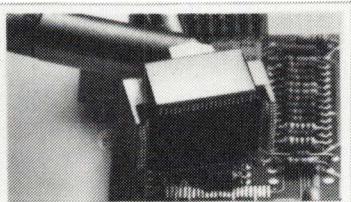
Le VP 801 EC est le dernier modèle de la famille "Temtronic" Weller.

## Dessoudage des "flat-packs".

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

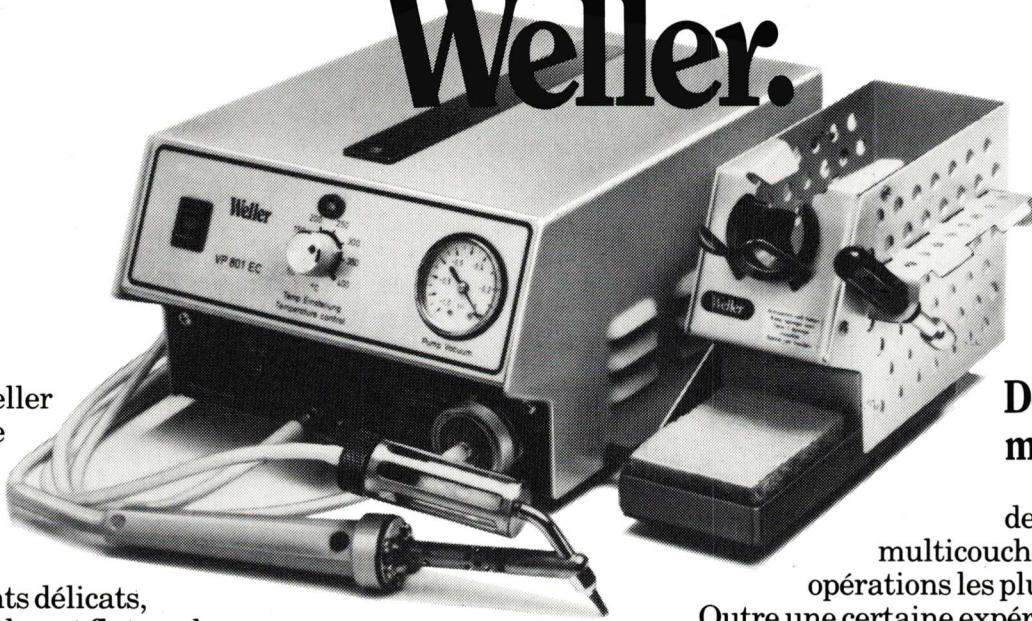


1,



2,

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



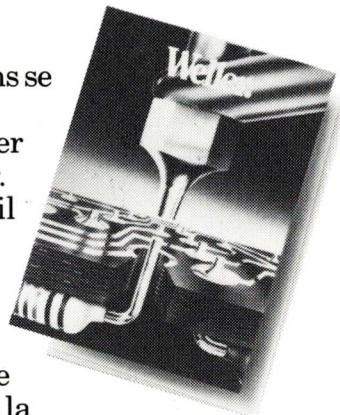
## Dessoudage des multicouches.

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

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

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

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



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

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

Weller possède toujours une solution.

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

**CooperTools**

CRESCENT LUFKIN NICHOLSON PLUMB TURNER WELLER WIRE-WRAP WISS XCELITE



# L'INTEGRATION DES

*Avec l'apparition des circuits « semicustoms » l'utilisateur s'est brutalement trouvé confronté au problème du test des circuits intégrés complexes jusqu'alors réservé aux seuls spécialistes. Il s'est aperçu que le test des circuits intégrés n'est pas une science exacte, et que le problème n'est pas aujourd'hui résolu. Mais de nouveaux concepts, de nouvelles approches apparaissent, souvent mal définies, mal présentées. Nous allons essayer de faire le point en présentant aussi simplement que possible les solutions proposées.*

## Le contexte

Il est très important de comprendre que les méthodes envisagées pour l'intégration des tests ont d'abord été proposées pour des systèmes ou des cartes complexes. L'adaptation aux circuits intégrés, en particulier aux circuits à la demande, a imposé des contraintes supplémentaires, mais les concepts eux-mêmes sont restés inchangés. Ils sont donc familiers à beaucoup d'utilisateurs.

Il n'est donc pas étonnant que ces méthodes aient été élaborées dans la plupart des cas par des fabricants d'équipements disposant d'unités de fabrication de circuits intégrés, et d'un puissant support informatique.

Le tableau 1 compare les circuits traditionnels et les circuits ASIC. Les valeurs indiquées ne sont que des ordres de grandeur donnés à titre purement indicatif mais qui permettent de voir que ce qui était valable auparavant a cessé de l'être.

L'élaboration du test d'un VLSI classique se fait par itérations

successives : le programme initialement conçu par un spécialiste (ou une équipe) ayant accès à toutes les informations nécessaires, évolue en fonction des résultats. Beaucoup d'anomalies sont découvertes par les utilisateurs en début de commercialisation. Mais anomalie ne signifie pas obligatoirement défaut, il arrive souvent que l'anomalie soit exploitable, ou qu'elle soit une simple faiblesse de la spécification. La dispersion du processus de fabrication qui n'est jamais absolument stable peut également entraîner une évolution du produit. Bref les résultats statistiques des tests et des essais interviennent directement dans la définition et la spécification du produit. Dans tous les cas il faut faire appel à des spécialistes de l'analyse des défauts, et le coût en temps et en argent de l'étude a posteriori peut être du même ordre de grandeur que le développement lui-même. Les résultats servent à faire évoluer le produit vers le compromis viable industriellement, qui est généralement atteint dans les deux premières années de commercialisation. Cette approche se justifie si on

# TESTS DANS LES CIRCUITS ASIC

doit traiter des volumes importants et si la durée de vie commerciale du produit est élevée, comme c'est le cas pour des microprocesseurs ou des mémoires.

Mais lorsqu'on considère les circuits ASIC la méthode est inutilisable et il devient impératif de trouver d'autres solutions.

## But du test et hypothèses de base

Avant d'aller plus loin il faut s'interroger sur la nature même du test, car on s'apercevra que les concepts de base sont aussi évidents que théoriquement peu fondés.

### Buts du test

- 1) Vérification de la conformité au schéma en fin de développement.
- 2) Vérification de la conformité à la spécification électrique en production.
- 3) Contrôle de la qualité en production.

On constate que les tests doivent répondre à des objectifs variés, parfois opposés. Par exemple les points 1 et 2 peuvent très bien demander des programmes différents. D'autant plus qu'en production on cherchera à réduire le temps de test et qu'on utilisera un équipement qui n'a aucune raison de reproduire fonctionnellement l'environnement réel du circuit.

Le point 3 fera toujours appel à des paramètres spécifiques.

La première conclusion est donc qu'on doit considérer non pas UN mais TROIS types de tests.

### Hypothèses de base

Les hypothèses de base ne sont jamais clairement formulées. Elles le méritent cependant.

- 1) Un circuit est BON lorsqu'il remplit la fonction désirée.
- 2) Un test EXHAUSTIF vérifie toutes les configurations possibles en fonctionnement réel.
- 3) Tout assemblage d'éléments BONS, effectué selon les BONNES règles est BON.

Comme précédemment quelques remarques s'imposent.

L'hypothèse 1 ne couvre pas nécessairement les besoins de contrôle de la qualité. De plus elle suppose que le produit a été parfaitement spécifié au départ et qu'il est strictement utilisé selon cette spécification. Lorsqu'on songe à la légèreté de certaines spécifications et au plaisir que prennent certains utilisateurs à découvrir des possibilités marginales on se dit que cette hypothèse ne doit pas être passée sous silence. Elle se retrouve dans la notion de composant de référence (ou Golden Device) qui sert pour certains tests ou pour la

vérification des équipements de test.

L'hypothèse 2 fait appel à une notion bien difficile à cerner : l'exhaustivité du test. Si pour une porte NAND 2 entrées on peut accepter cette notion il n'en va plus de même pour des circuits VLSI où le temps de test peut atteindre des semaines, voire des années ou des siècles. Un circuit VLSI ne pourra faire l'objet d'un test exhaustif que dans des cas exceptionnels. La logique séquentielle ne fait qu'aggraver le problème car il devient bien difficile de définir un test exhaustif, trop de paramètres entrant en jeu. Il faut également noter (voir BILBO) qu'une configuration absente peut avoir des conséquences graves.

L'hypothèse 3 simplifie le problème précédent mais pose celui de la définition et de la mise en œuvre des éléments bons et des bonnes règles. En pratique, pour les circuits ASIC, on est confronté directement au problème fondamental du simulateur et des bibliothèques associées. Mais on peut dès maintenant tirer deux conclusions : d'une part il faut ramener le test global à un ensemble de tests limités à des sous circuits de faible complexité,

Tableau 1 : Comparaison de la méthode traditionnelle et de la méthode ASIC

	TRADITIONNEL	ASIC
Durée de développement	1,5 à 3 ans	3 à 18 mois
Durée en production	5 à 20 ans	1 à 5 ans
Coût du développement	1 à 10 MF	0,15 à 1 MF
Quantité globale	100 K à 50 M+	1 K à 100 K
Conception	spécialiste	utilisateur
Élaboration des tests	spécialiste	utilisateur
Mise en œuvre des tests	par itération	en aveugle

et d'autre part le test impose au concepteur une rigueur et une discipline auxquelles il n'est pas forcément habitué.

## Simulateur et modèles

Les circuits ASIC font appel à un outil informatique d'une extrême puissance dont la clef de voûte est le simulateur logique (à ne pas confondre avec un simulateur électrique). Le simulateur logique effectue une simulation fonctionnelle d'un assemblage de fonctions décrites dans la bibliothèque. L'avantage est qu'on peut traiter un nombre élevé de portes sur un calculateur de puissance limitée, dans un temps acceptable. Comme tout logiciel un simulateur a des limites et des défauts. En fait il est IMPOSSIBLE de dissocier SANS RISQUE le simulateur de la bibliothèque associée. Les éléments de la bibliothèque doivent être soigneusement étudiés et caractérisés avant d'être utilisables. La seule garantie de la qualité du simulateur réside dans la statistique. Le fabricant connaît le taux d'erreur de son outil informatique, mais ignore ce que donnera sa bibliothèque traitée par un autre simulateur. C'est pour cette raison qu'il effectue un contrôle sur le simulateur de référence si le développement a été fait sur un autre équipement. C'est dans la bibliothèque que s'accumulent les résultats statistiques qui précédemment concernaient chaque circuit.

## Module de testabilité Simulateur de fautes Modèles de fautes

Les logiciels de CAO de circuits ASIC comportent des modules spécifiquement conçus pour la « testabilité ». Le premier, utilisé dès l'introduction de la « net-list », est le module de testabilité. Il permet en principe de détecter les parties du circuit difficilement testables. Les informations données sont qualitatives et difficiles à interpréter. Il est cependant utile surtout si on n'a pas recours

aux méthodes dites structurées. Le simulateur de fautes est l'outil de base pour évaluer l'efficacité d'un programme de test. Il dérive directement du simulateur logique. Mais il faut bien comprendre que le simulateur doit utiliser des MODELES de défauts, et que ces modèles ne décrivent pas EXHAUSTIVEMENT la réalité. Ce point sera examiné plus loin. En pratique l'analyse des fautes consiste à fixer successivement chaque nœud du circuit à 0 et à 1. Après quoi on effectue une simulation pour voir si le défaut est détecté par les signaux de test appliqués. En fin de traitement le pourcentage de défauts détectés donne le TAUX DE COUVERTURE des fautes. Ce paramètre est difficile à interpréter. On voit immédiatement que le nombre de simulations à effectuer croît très vite

avec le nombre de nœuds car chaque faute donne lieu à une simulation. Sans précaution particulière dans l'établissement du schéma le temps de simulation devient prohibitif même pour des complexités relativement faibles.

Mais le problème fondamental reste bien le modèle de faute utilisé. On a l'habitude d'appeler « faute » le résultat fonctionnel d'un défaut physique. Les fautes peuvent être regroupées en différentes catégories :

- collage à 0 (stuck-at-0, ou s-a-0),
- collage à 1 (stuck-at-1, ou s-a-1),
- état intermédiaire,
- circuit ouvert (stuck-open),
- court-circuit (bridge),
- cross-point,
- sensible à la configuration (pattern sensitive).

Tableau 2

### GLOSSAIRE

• **SIMULATEUR ELECTRIQUE** - Logiciel calculant point par point la réponse d'un circuit à des signaux de type analogique. Le plus répandu est SPICE. L'analyse est très fine et peut être faite à partir de paramètres technologiques. Mais la complexité du circuit doit être limitée sous peine de temps de calcul prohibitifs.

• **SIMULATEUR LOGIQUE** - Logiciel permettant de connaître la réponse d'un circuit numérique à des signaux binaires. Les modèles utilisés sont de type fonctionnel. On ne descend pas en dessous de la porte, généralement NAND-2-entrées. La complexité du circuit peut atteindre plusieurs dizaines de milliers de portes. Les résultats sont fiables si la bibliothèque et le simulateur sont de bonne qualité, les deux étant indissociables. Des calculateurs limités en performances sont capables de traiter ces logiciels.

• **SIMULATEUR COMPORTEMENTAL** - Ce type de logiciel permet de décrire les éléments du système sous forme de « boîte noire » sans descendre au niveau des composants élémentaires.

• **COMPILATEUR DE SILICIUM** - Ce terme est souvent utilisé à tort. Un compilateur de silicium permet théoriquement de transformer une « boîte noire » en schéma intégrable sans intervention humaine. De tels logiciels existent pour des cas particuliers : logique combinatoire, mémoires RAM et ROM, PLA, etc.

• **EDIF** - Langage en cours d'élaboration pour permettre aux différents équipements graphiques de comprendre une description de circuit intégré.

• **TEST PATTERN** ou séquence de tests. C'est la suite des signaux électriques appliqués sur les entrées (stimuli) d'un circuit pour vérifier ses caractéristiques.

• **VECTEUR DE TEST** - Les tests n'opèrent pas en continu mais vérifient des points qui peuvent être considérés comme des coordonnées de vecteurs.

• **GENERATEUR DE VECTEURS DE TESTS** - Il serait souhaitable de disposer de logiciels capables de déterminer automatiquement les vecteurs de test.

Ces logiciels sont dits générateurs de vecteurs de test. Ils sont loin d'avoir atteint le stade opérationnel en dehors de cas très particuliers. On se contente en général de séquences pseudo aléatoires.

• **TRADUCTEUR DE VECTEURS DE TESTS - POST PROCESSEUR DE TESTS** - Lorsque la séquence de tests a été définie il faut encore la traduire pour l'équipement de test. Cette opération est réalisée aujourd'hui automatiquement par des logiciels spécialisés. On parle souvent de post processeur de test.

• **LOGIQUE STRUCTUREE** - Ce terme désigne actuellement des méthodes d'élaboration des schémas permettant de recourir à des structures testables (voir encadré) le plus souvent par des registres de balayage. Cette définition est susceptible d'évoluer.

• **PLA (Programmable Logic Array)** - Circuit combinatoire assurant la reconnaissance de mots contenus dans une table. Les PLA se prêtent bien à la réalisation de compilateur à partir de tables de vérité ou d'équations booléennes. Certaines méthodes de test sont inopérantes sur des PLA.

• **MODULE DE TESTABILITE** - Ce logiciel permet d'évaluer l'accessibilité et la commandabilité des nœuds du circuit à partir des broches du boîtier. Les résultats sont indicatifs et difficiles à interpréter.

• **ANALYSE DES FAUTES** - Le simulateur logique adapté à cette tâche particulière permet d'évaluer l'efficacité d'une séquence de tests (taux de couverture des fautes). L'interprétation de ce résultat n'est pas aussi simple qu'il y paraît à première vue.

• **LOGICIEL D'« OVERLAY » (recouvrement)** - Les éléments permettant le test dans les méthodes structurées compliquent considérablement le schéma. L'utilisateur aurait de grandes difficultés à traiter le circuit complet. Le logiciel d'overlay remplace directement les éléments simples en éléments « structurés » et établit les connexions nécessaires.

Les collages à 0 et 1 sont compatibles avec les simulateurs logiques. Ce sont en fait les seuls utilisés. Encore faut-il bien préciser qu'ils sont traités individuellement sans tenir compte des interactions entre collages.

L'état intermédiaire n'est pas traitable sans un simulateur électrique. Il n'est donc pas pris en compte. Mais on peut admettre qu'un nœud dans un état intermédiaire se traduira par un S-A-0 ou un S-A-1 sur un autre nœud dans la plupart des cas.

En C-MOS un circuit ouvert a l'inconvénient grave de transformer un circuit combinatoire en circuit séquentiel (fig. 1) ce qui le rend difficile à détecter si on n'utilise pas la bonne séquence de test. Or il n'est pas possible de traiter un circuit ouvert avec un simulateur logique. Heureusement il existe des séquences de signaux précises permettant de les détecter.

Le court-circuit modifie la fonction. Il n'est pas modélisable pour un simulateur logique normal. Sa détection exige une analyse fonctionnelle complète.

Le défaut à un croisement n'a de réelle importance que dans des cas particuliers (PLA, ROM, etc). C'est une forme du court-circuit. Les défauts dits « pattern sensitive » sont de première importance dans les mémoires RAM où la réponse d'une cellule dépend de l'état des cellules environnantes. Ils ne peuvent être détectés que par un test exhaustif, généralement très long, ou par des algorithmes spécifiques. Leur importance risque de croître avec les fréquences des nouvelles filières. En aucun cas le simulateur logique ne peut les traiter correctement.

En résumé l'analyse des fautes ne couvre réellement que deux types particuliers, qui pour être les plus fréquents ne sont pas les seuls. Un taux de couverture de 100 % ne signifie donc pas que 100 % des fautes sont détectés. L'utilisation de méthodes de test éprouvées est nécessaire. Il n'en reste pas moins vrai que pour les circuits faisant uniquement appel à de la logique classique, sans RAM, ROM ou PLA, un taux de couverture supérieur à 95 % se montre tout à fait satisfaisant en pratique.

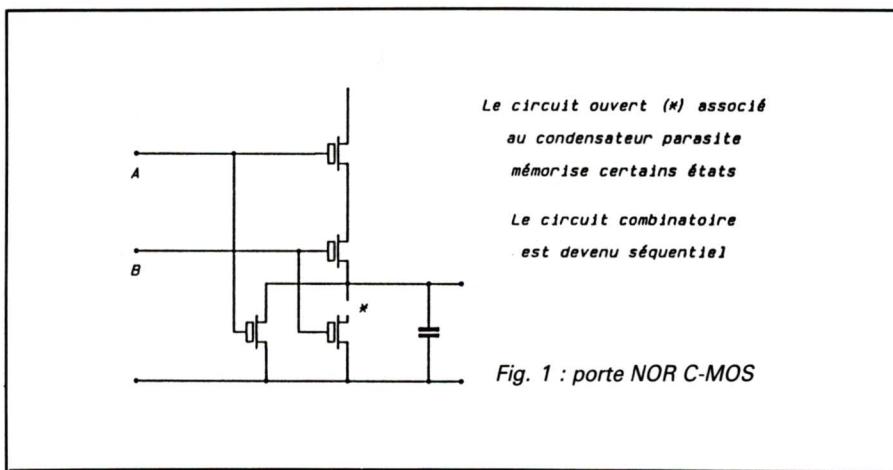


Fig. 1 : porte NOR C-MOS

## Post-processeur Machines de test

Un dernier point reste à examiner avant d'aborder les méthodes d'intégration des tests. L'équipement de test va déterminer le programme de test. Du point de vue du fabricant seuls les testeurs de production (ATE ou Automatic Test Equipment) sont utilisables. Leur coût est élevé : 5 à 10 MF actuellement, 30 à 50 MF pour la nouvelle génération, et 100 MF en 1990. Ils sont difficiles à mettre en œuvre, aussi cherche-t-on à simplifier cette étape à l'aide d'un logiciel spécifique, dit post-processeur de test qui traduit les vecteurs de test du programme en langage ATE.

Les machines de test imposent des contraintes qu'on ne peut ignorer, en particulier :

### Fréquence maximale d'horloge

Les valeurs indiquées par les fabricants sont généralement valables pour une double impulsion d'horloge qui se relève très difficilement à utiliser en pratique. On doit donc généralement accepter de tester à une fréquence plus faible que celle de fonctionnement. Mais dans la plupart des cas ce problème n'est pas aussi grave qu'il y paraît car la vitesse est un paramètre technologique pour lequel le simulateur logique donne des informations faibles si la filière est correctement contrôlée, et parce qu'il est possible lors de la simulation des fautes d'émuler la machine de test.

## Nombre de canaux

Chaque borne active du circuit doit être connectée à un « canal ». Le nombre de canaux étant limité il est impératif de limiter, sauf cas particulier, de la même manière le nombre de broches du circuit. Cette contrainte est sans conséquence, pour l'instant tout au moins, avec les nouveaux équipements disposant de 256 canaux. Mais le coût de la tête est élevé.

Il existe bien d'autres paramètres importants dans une machine de test mais leur examen entraînerait trop loin.

## Le test traditionnel

Nous n'insisterons pas sur les méthodes empiriques (que les Américains appellent « ad hoc ») utilisées actuellement et qui consistent à modifier le schéma au coup par coup pour le rendre testable : découpage, points d'accès complémentaires, multiplexage, modificateurs, etc. Il existe des « conseils d'usage » mais chaque cas doit être traité comme un cas particulier. Cette approche se révèle parfaitement valable pour des complexités inférieures à 6 000 portes, et envisageable jusqu'à 10 000 portes. On fait d'autre part couramment appel à des architectures de bus pour accéder aux nœuds internes, soit parce que le circuit possède déjà cette architecture (cas des microprocesseurs), soit qu'on ajoute un bus spécifique. Cette approche peut être efficace mais ne résoud pas tous les problèmes.

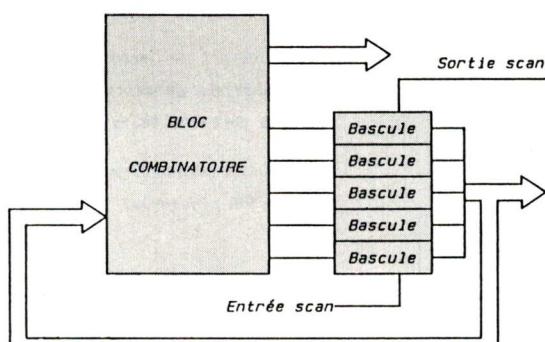


Fig 2a : Structure LSSD

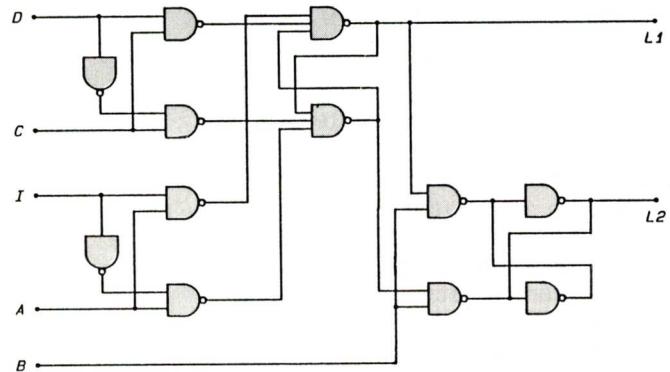


Fig 2b : Bascule LSSD

De telles architectures sont trop connues pour insister. En dehors de ses avantages le bus présente des limites et des inconvénients, en particulier pour localiser un défaut. Le surcroît en silicium est généralement faible.

## L'analyse de signature

L'analyse de signature par son importance et son usage dans les méthodes d'auto-test mérite un examen particulier. La théorie complète, qui d'ailleurs n'existe pas encore, dépasse largement le cadre de cet article et le lecteur intéressé devra se rapporter à une littérature abondante sinon toujours claire.

Le principe consiste à appliquer une séquence, toujours la même, de signaux sur les entrées, cette séquence pouvant être pseudo aléatoire. Les états des sorties sont introduits dans un registre à décalage rebouclé (LFSR, Linear Feedback Shift Register) où ils seront traités comme les variables binaires d'une fonction polynomiale. Le résultat appelé signature, comporte un nombre réduit de bits. On a effectué une « compression » des données qui facilite l'interprétation du résultat.

On montre qu'il est possible de rendre la probabilité de signature ambiguë négligeable en choisissant convenablement le polynôme. Il suffit donc de comparer la signature à la signature de référence pour savoir si le circuit est bon ou mauvais. Et c'est ici que le bât blesse. Car il faut détermi-

ner la « bonne » signature, soit par simulation, soit par référence. La simulation peut conduire à des temps de calcul totalement rédhibitoires : plusieurs semaines à plusieurs dizaines d'années selon la complexité. Quant au circuit de référence – le « Golden Device » des Américains – il faut en disposer, et comment le reconnaître, comment le conserver ?

Un dernier point qu'il ne faut pas oublier est que les simulations supposent des états logiques bien définis. Or la réalité est plus complexe et on peut affirmer que la probabilité de signature unique est optimiste, sans pour autant pouvoir évaluer le risque réel. Il faut noter pour finir que toutes les structures ne sont pas également sensibles aux séquences aléatoires. Les PLA par exemple, demandent de préférence des tests exhaustifs.

## Les méthodes structurées

Avec ce qu'on désigne sous le nom de « méthodes structurées », c'est un nouveau concept de test qui apparaît. Le principe de base repose sur l'utilisation d'un registre à décalage dans lequel on « fige » l'état de certains nœuds à un instant donné. Ensuite le contenu du registre est transféré à l'extérieur ou éventuellement traité en interne. Le registre peut également être chargé de l'extérieur pour forcer une configuration. On a ainsi transformé le test d'un circuit séquentiel en test de circuits combinatoires pour lesquels on dispose d'outils plus commodes (générateurs de vecteurs, générateurs de séquence aléatoires, simulateurs, etc). On a également diminué la vitesse du testeur puisque le circuit peut travailler à sa fréquence d'horloge maximale alors que le transfert des résultats et leur analyse peuvent se faire à plus basse vitesse. Cette approche suppose une « structuration » du schéma en blocs combinatoires et en bascules configurables en registres.

Differentes mises en œuvre ont été proposées depuis une quinzaine d'années, d'abord pour des cartes, puis pour les circuits intégrés VLSI. Les principes vont être examinées.

### LSSD (Level Sensitive Scan Design) - Fig. 2

Proposée par IBM cette méthode utilise les bascules internes comme cellules d'un registre à décalage. Le circuit a deux configurations distinctes : la configuration opérationnelle conforme au schéma de base, et la configuration de test où les états des nœuds sont mémorisés puis transférés sur la sortie du registre. Bien entendu la bascule a une structure particulière et des interconnexions supplémentaires sont nécessaires. Le coût en surface de silicium est notable et les performances dynamiques sont affectées. Mais les technologies actuelles permettent d'accepter ces inconvénients qui étaient rédhibitoires il y a quelques années. On remarquera qu'une analyse relativement fine des nœuds est envisageable.

## SCAN PATH

C'est une approche similaire proposée par *NEC*. Les bascules sont différentes pour éviter certains inconvénients.

## SCAN SET

Proposé par *Sperry Univac* il fait appel à un registre séparé de 64 bits permettant de mémoriser « à la volée » l'état de 64 noeuds. Le coût en silicium est élevé mais il n'est pas nécessaire d'interrompre le fonctionnement normal du circuit pour effectuer le test. De plus les cellules du registre n'étant pas insérées dans le chemin normal les performances dynamiques ne sont pas affectées.

## BILBO (Built-In Logic Block Observer) - Fig. 3

C'est une approche différente. Les registres sont du type LFSR (voir encadré). Chaque bloc combinatoire est placé entre deux registres, le premier génère une séquence pseudo aléatoire ou quasi exhaustive sur les entrées, le deuxième effectue une compression des données. C'est donc l'analyse de signature qui est utilisée. Comme l'efficacité d'une séquence aléatoire n'est pas absolue on inverse les rôles des deux registres dans un deuxième temps pour l'améliorer. Le coût en silicium est élevé car en plus des cellules BILBO il existe un contrôleur qui gère les fonctions. De plus BILBO présente des particularités gênantes qui sont généralement passées sous silence :

- la vérification du bon fonctionnement du contrôleur est impossible,
- la mise en œuvre est complexe et présente des difficultés pouvant conduire à des impossibilités,
- la configuration « zéro partout » n'est pas possible, donc pas testable.

## Le STR (Structured Test Register) - Fig. 4

Mis au point par *Plessey*, c'est une structure BILBO améliorée en modifiant la bascule. Plus complexe elle permet de revenir sur les inconvénients signalés.

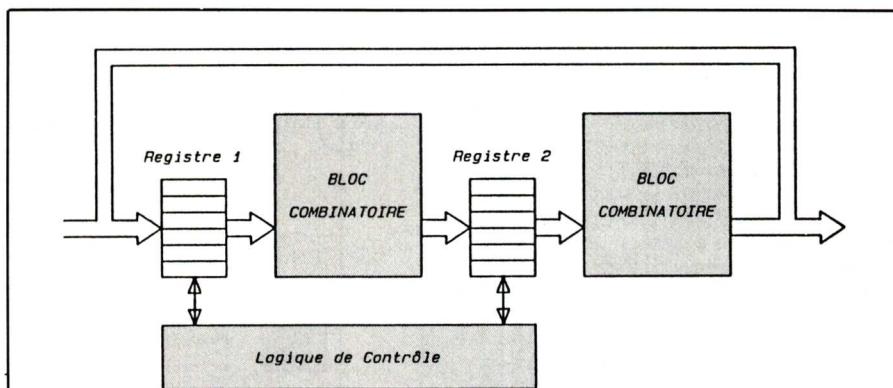


Fig 3a : Architecture BILBO

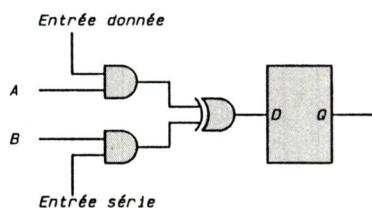


Fig 3b : Bascule BILBO

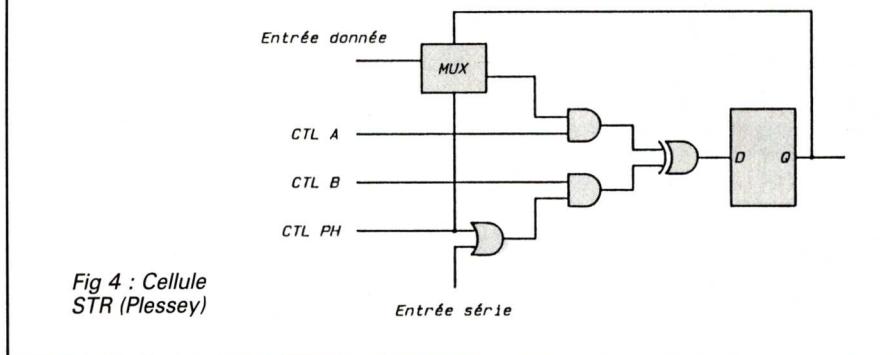


Fig 4 : Cellule STR (Plessey)

## L'intégration des tests

Ce qui a été décrit amène à une conclusion évidente : le concepteur ne peut pas prendre en charge des techniques de test extrêmement complexes, mais le fournisseur doit intervenir avec prudence car les structures de test interfèrent avec le fonctionnement normal du circuit. En fait, il est nécessaire de disposer d'une méthode sûre d'intégration des tests qui soit transparente au concepteur et n'exige de lui qu'une discipline rigoureuse. Mais le terme « intégration des tests » prête à confusion car il existe quatre niveaux d'intégration :

- Intégration des tests dans le logiciel.
  - Intégration de structures de test sur la puce.
  - Configuration auto-test.
  - Auto-test permanent.
- Chacun d'eux doit être examiné séparément.

## Tests intégrés au logiciel

Nous ne disposons pas aujourd'hui d'algorithme permettant de générer les vecteurs de tests de façon efficace pour la logique classique. Par contre il existe des structures qui exigent des algorithmes complexes mais bien maîtrisés que le concepteur ne peut pas réinventer. C'est le cas des mémoires RAM ou des PLA. On peut dans ce cas prévoir

TABLEAU 3

• **LFSD (Linear Feedback Shift Register)** - Figure 5 - Le registre LFSD est un simple registre rebouclé. Il est utilisé dans deux fonctions différentes.

1) *Génération de séquences pseudo aléatoires*. C'est une fonction que tout électronicien connaît. Les séquences sont reproductibles bien que la distribution soit aléatoire. Cette propriété est fondamentale dans la génération de séquence de signaux de test. En effet il est nécessaire de disposer à la fois d'une référence permettant l'analyse statistique et d'une séquence aléatoire d'efficacité évaluée.

2) *Compression des données*. Le registre LFSD peut être considéré comme un opérateur matérialisant un « polynôme ». La théorie mathématique est complexe. Le lecteur intéressé se reportera à des ouvrages spécialisés.

• **L'ANALYSE DE SIGNATURE (SIGNATURE ANALYSIS)**

- Figure 6 - Une séquence de signaux parfaitement déterminée est appliquée aux entrées du circuit à tester. Les sorties sont connectées à un registre LFSD matérialisant un « polynôme ». La sortie du registre donne le résultat du traitement des données d'entrée par le polynôme. Les données ont été « compressées » dans un rapport qui peut être considérable. Ce résultat s'appelle la « signature » du circuit. En comparant la signature à une signature de référence on sait si le circuit est bon ou mauvais.

Il faut donc déterminer la « bonne » signature. Deux méthodes sont possibles, la simulation et le circuit de référence. La simulation n'est envisageable que si le circuit est simple car le temps CPU atteint rapidement des mois, sinon des années ou des siècles. Le circuit de référence (le « Golden Device ») suppose qu'on dispose d'un circuit déjà testé exhaustivement. Ce n'est pas un problème simple.

la compression entraîne nécessairement une perte importante d'informations. On montre que la probabilité de signature ambiguë peut être rendue négligeable. Toutefois cette démonstration ne tient pas compte des ambiguïtés à l'intérieur du circuit lui-même et l'analyse de signature comporte une incertitude, comme toute méthode de test.

• **LSSD (Level Sensitive Scan Design)** développé par IBM. Les bascules du circuit sont connectées pour former un registre à décalage. On peut ainsi séparer la partie combinatoire de la partie séquentielle. L'état du circuit à un instant donné peut être figé et communiqué à l'extérieur, grâce au registre. Le circuit possède donc deux configurations : une configuration opérationnelle et une configuration de transfert de données. La bascule LSSD n'est pas une bascule simple, il y a donc un certain prix

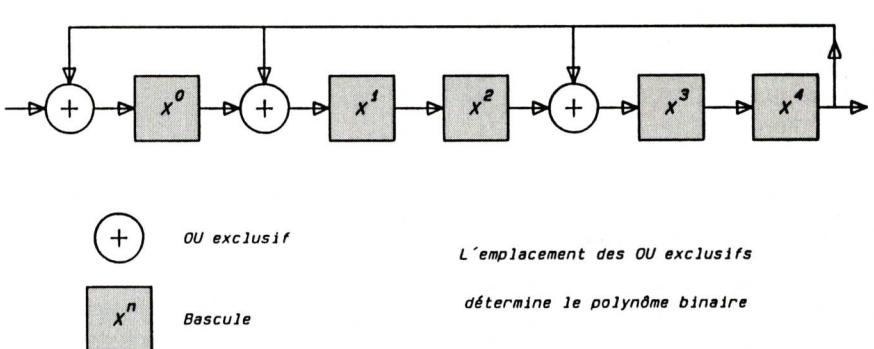


Fig. 5 : Registre LFSR

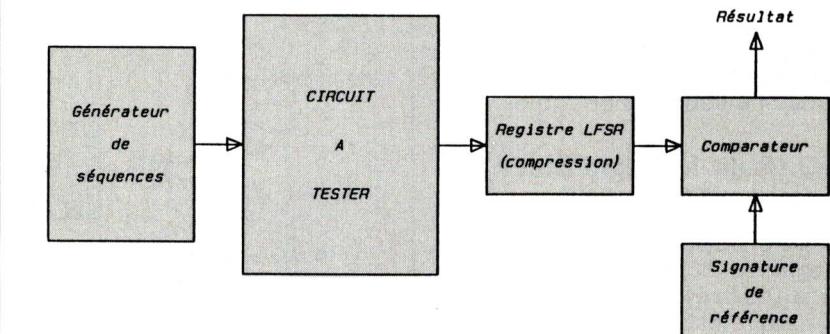


Fig 6 : Principe de l'analyse de signature.

à payer en silicium, en interconnexions et en performances.

• **SCAN PATH** - Cette technique est similaire au LSSD et a été présentée par la société NEC. Elle en diffère essentiellement par la structure de la bascule.

• **SCAN SET** - Développée par Sperry-unicac elle diffère des précédentes par l'existence d'un registre à décalage de 64 bits séparé des bascules internes. On peut ainsi connaître l'état du circuit en fonctionnement puisque le registre n'intervient pas dans la configuration opérationnelle et ne sert qu'à échantillonner 64 nœuds. Les performances ne sont pas altérées, mais le surcoût en silicium est élevé.

• **BILBO (Built In Logic Block Observer)** - Crée par l'Institut de Technologie d'Aachen en Allemagne, cette mé-

thode combine le balayage (scan) et l'analyse de signature. On trouve deux registres LFSR construits avec les bascules internes. L'un des registres génère une séquence pseudo aléatoire, l'autre compresse les données. Pour améliorer la « pénétration » de la séquence les rôles des registres sont ensuite inversés. Le surcoût en silicium est notable. L'intérêt majeur de cette méthode est de permettre l'intégration des tests sur la puce pour rendre le circuit auto-testable.

• **STR (Structured Test Register)** - Version améliorée de BILBO mise au point par Plessey pour en éliminer les inconvénients. Un registre très particulier (STR) remplace les bascules habituelles. Un logiciel de « recouvrement » (overlay) rend l'opération automatique. L'utilisateur se contente de décrire le schéma de base.

des bornes d'accès au bloc et incorporer automatiquement l'algorithme de test au niveau du post processeur.

## Intégration de structures de test sur la pastille

C'est ce qui a été vu avec la logique structurée. Le concepteur décrit le schéma fonctionnel qui l'intéresse et le logiciel d'« overlay » remplace les éléments simples par des éléments spécifiques et établit les interconnexions. L'intervention d'un spécialiste est possible sans perturber le schéma de base. Le post processeur incorpo-

ra les algorithmes nécessaires à l'exploitation. Le logiciel d'overlay peut aller très loin comme dans le cas de SHADE, développé par Plessey et qui sera présenté en détail lors du Congrès National à Grenoble en octobre 1986.

## Configurations auto-testables

On entre ici dans un domaine en pleine évolution comme on l'a vu avec BILBO et STR qui permettent d'envisager des circuits capables de s'auto-tester, le résultat apparaissant sur une borne. Il ne

s'agit que de l'extension aux circuits intégrés de l'auto-test bien connu pour les calculateurs. On élimine ainsi la nécessité de testeurs à hautes performances et le circuit peut être vérifié à tout moment, en particulier à chaque mise sous tension. Cette solution est très attractive mais il ne faut pas oublier la vérification des prototypes qui exige des informations plus fines, donc un accès plus complet aux nœuds du circuit. Un logiciel tel que SHADE effectue automatique la quasi totalité des modifications nécessaires pour rendre auto-testable le schéma de base.

## Auto-test permanent

La suite logique est le circuit capable de se vérifier (et éventuellement de se corriger) en permanence. Un exemple en est donné par les mémoires à code auto-correcteur. L'application à un circuit intégré est des plus délicates et ne peut être faite sans l'intervention du concepteur. Mais elle est devenue envisageable. Reste à savoir quel est son intérêt réel en dehors d'applications très spécifiques, compte tenu de sa complexité et de son coût.

## Qualité, Fiabilité, Test

Les perspectives actuelles ouvrent la voie à de grandes améliorations dans le domaine de la qualité. Le testeur s'intègre au circuit et il est désormais impossible de les dissocier. La première remarque est que le testeur doit être lui-même testable ou tout au moins sa défaillance ne doit pas

masquer des circuits défectueux. La deuxième est qu'il est possible de tester dans un environnement réel le circuit. Or quiconque a fait du test sait les difficultés qu'il y a, par exemple, à connecter un circuit fonctionnant à basse température à un testeur. Il n'en reste pas moins que la nature du circuit intégré n'a pas changé et qu'il faut toujours le considérer comme un tout devenu plus complexes. Certains types de défaillances, les défaillances temporaires par exemple, vont pouvoir faire enfin l'objet de recherche approfondies.

## Conclusion

L'évolution actuelle est assez claire : transparence des tests, logique structurée, auto-test. Mais des problèmes fondamentaux restent sans réponse : mécanismes de déclenchement des pannes, pannes aléatoires, modélisation complète des fautes, détermination et conservation du compo-

sant de référence (le mythique golden device), étude des prototypes... La liste est bien longue. Pourtant le coût et la difficulté des tests par les méthodes classiques imposent ces nouvelles méthodes. En dehors de l'approche renouvelée des tests classiques d'intéressantes possibilités apparaissent au niveau du test sous pointes des circuits sur wafer qui seront à la fois plus simples et plus efficaces, ouvrant la voie aux super circuits intégrés, des systèmes complets sur une unique plaque.

Il ne faut cependant pas oublier l'accroissement de surface et de complexité qu'exige le test intégré. On peut presque tout envisager mais c'est le choix du compromis qui rendra le circuit économique et industriellement viable. Certaines tentatives ont échoué pour avoir méconnu cette vérité.

CH. VISSIERE  
Plessey Semiconductors

# ALIMENTATIONS ET CHARGEURS ENFICHABLES SECTEUR, SELON VOS SPECIFICATIONS

Pour l'alimentation ou la charge d'appareils autonomes.  
Homologués en divers pays.  
Profitez de notre expérience et des dernières connaissances.  
Nous développons et fabriquons pour vous du prototype à la série.  
**Applications:** par ex. technique des télécommunications, appareils médicaux, appareils de mesure et de contrôle, etc.

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



ETS STAMBOULI ELECTROTECHNIQUE · 43, avenue du Général de Gaulle/BP 2 · F 94420 LE PLESSIS TREVISE  
Tél. (1) 45 76 63 30+ · Téléx 231725F

## NOUVEAU PROCEDE D'

*Les fonctions assurées par les matériels micro-informatiques ou télématiques deviennent de plus en plus importantes, voire vitales, qu'il s'agisse de systèmes de gestion, de conduite de procédé ou de sécurité ; dans tous les cas la défaillance de l'alimentation d'énergie électrique est assimilable à une perte d'exploitation.*

*Il est donc indispensable, lorsque l'appareil est réputé sensible, de placer une interface avec le réseau public soumis à des aléas non maîtrisables.*

*Présentée dans le cadre des conférences faites au cours du deuxième colloque national sur la thermique, l'énergie et l'environnement de Perros-Guirec – patronné par le CNET la SFT et la SEE – l'alimentation de sécurité étudiée ci-après repose sur l'utilisation d'un convertisseur unique totalement réversible, alternativement onduleur et chargeur, offrant de multiples avantages notamment un excellent rendement, une faible masse et un encombrement réduit.*

### Généralités

L'emploi quasi universel de l'énergie électrique du réseau public EDF comme source d'alimentation des systèmes informatiques et micro-informatiques, est une des raisons qui rendent désagréables ses imperfections.

Les défauts de qualité de l'énergie électrique sont d'autant plus ressentis qu'actuellement on utilise un nombre de plus en plus grand d'appareils électriques qui sont sensibles à ceux-ci.

La « susceptibilité » de certains équipements micro-informatiques et leurs contraintes d'exploitation nécessitent donc de prendre des dispositions complémentaires pour résoudre les problèmes de

compatibilité entre réseaux d'alimentation et équipements utilisateurs.

L'analyse de ces problèmes de compatibilité nécessite donc :

- d'inventorier les différentes perturbations susceptibles d'affecter la qualité de l'énergie électrique,
- de mettre en évidence le niveau susceptibilité des alimentations incorporées aux matériels micro-informatiques,
- d'examiner les principes de fonctionnement et les performances des différents matériels d'interface existants aujourd'hui,
- enfin, les auteurs vous présentent une interface d'un principe nouveau utilisable pour de nombreuses applications et dont le coût est concurrentiel par rapport aux solutions traditionnelles.

# ALIMENTATION ININTERRUPTIBLE

## Caractéristiques de l'énergie électrique et de sa qualité

La qualité de l'énergie électrique peut-être caractérisée par deux facteurs qui influent directement sur la disponibilité et le bon fonctionnement des matériels micro-informatiques :

- un facteur de « continuité d'alimentation »,
- un facteur de qualité de tension.

Nous ne développerons pas le facteur de continuité d'alimentation qui peut, d'une manière générale, être maîtrisé par des dispositions préventives simples. Ainsi, les mouvements sociaux qui donnent lieu à interruption de la fourniture d'énergie sont annoncés.

La conception de la distribution d'énergie doit faire l'objet de choix : régime de neutre donnant la disponibilité maximale (surtout en cas de défaut), et sélectivité des protections des lignes d'alimentation.

Concernant le facteur de la qualité de la tension, il nous semble nécessaire de rappeler quelques données succinctes des principaux types de perturbations rencontrées.

Il s'agit particulièrement des variations lentes ou brusques de tension, des creux de tension, les variations de fréquence, des harmoniques et des surtensions transitoires. Les déséquilibres de tension n'ont pas d'incidence sur les matériels alimentés en monophasé.

### Variations lentes de tension

La tension d'alimentation ne diffère pas de la tension nominale 220 V de plus de  $\pm 10\%$ , ce qui est théoriquement compatible avec tous les matériels micro-informatiques.

Dès aujourd'hui, on doit néanmoins s'interroger sur les solutions à retenir pour satisfaire aux recommandations de la CEI et de l'UNIPEDE qui proposent une tension nominale de  $230\text{ V} \pm 10\%$ .

### Variations brusques de tension

Comme les variations précédentes, elles sont caractérisées par des amplitudes inférieures, ou au plus, égales à 10 % de la tension nominale et pour une durée de l'intervalle de temps entre deux à coups brusques, comprise entre la minute et quelques dizaines de minutes.

Le fonctionnement des dispositifs micro-informatiques n'est généra-

lement pas altéré par ces variations.

### Creux de tension

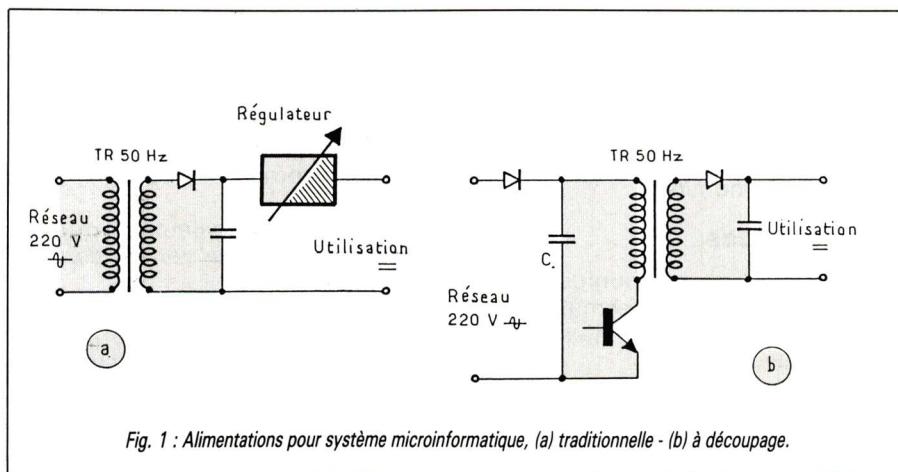
Tout d'abord, il convient de définir schématiquement le creux de tension comme une diminution de l'amplitude de la tension pendant des durées qui s'échelonnent entre 10 millisecondes et 20 secondes environ.

La diminution de l'amplitude qui constitue en fait l'amplitude du creux de tension dont les valeurs sont situées dans une plage 10 % - 100 % de la tension nominale.

Il n'existe pas de loi régissant ces phénomènes et les enseignements d'ordre statistique montrent :

- qu'il existe une dispersion importante sur le nombre mensuel de creux observés, selon la situation géographique des réseaux et principalement les conditions météorologiques pour les réseaux aériens.

On peut indiquer qu'en moyenne



sur un réseau MT dont les perturbations réagiront directement sur le réseau BT.

– 40 à 80 % des creux de tension ont des amplitudes comprises entre 10 et 20 % de la valeur nominale de la tension,

– 70 à 80 % des creux de tension ont une durée inférieure ou au plus égale à 330 millisecondes quelque soit leur amplitude.

Les creux de tension constituent donc les perturbations les plus difficiles à combattre car l'inconvénient subi par l'utilisateur augmente avec le nombre des creux de tension par unité temps mais également avec l'amplitude et la durée de chaque creux.

On peut donc considérer que c'est essentiellement le manque d'apport d'énergie pour l'appareil alimenté qui est la cause de ses défaillances.

Nous verrons que, pour annuler les effets des creux de tension il est nécessaire soit, de rendre les appareils insensibles à ce défaut, soit de compenser le manque d'énergie.

L'insensibilisation des systèmes micro-informatiques est obtenue par une caractéristique de construction appropriée de leur alimentation, appelée « temps de rétention » ou « temps de stockage » pour les creux de tension de durée *inférieure* à 20 ms.

La compensation du manque d'énergie s'effectue en intercalant entre le réseau et l'appareil un système accumulateur d'énergie ou interface pour les creux de tension de durée *supérieure* à 20 ms.

## Variations de fréquence

La majorité des matériels micro-informatiques est insensible aux variations de fréquence extrêmement faibles du réseau public ; en effet, les contraintes dues à l'interconnexion des réseaux exigent que la fréquence ne varie pas de plus de 1 Hz, en plus ou en moins de sa valeur nominale.

## Harmoniques

Les distorsions harmoniques se traduisent par une déformation de l'onde de tension qui n'est plus sinusoïdale.

Le domaine de fréquences qui correspond aux harmoniques les plus souvent rencontrées est généralement compris entre 100 Hz

et 2 kHz. Néanmoins, il existe des pseudo-harmoniques pour lesquels le rang n'est pas un nombre entier et couvrent un domaine qui peut être étendu jusqu'à 20 kHz. Il est constaté expérimentalement qu'un taux global de distorsion inférieur à 5 % ne provoque aucune perturbation ; entre 5 et 10 %, certains problèmes particuliers peuvent apparaître, au-delà de 10 % les perturbations sont toujours gênantes.

## Surtensions impulsionales transitoires

Ces phénomènes observés sur les réseaux BT sont provoqués, soit occasionnellement par la foudre, soit plus fréquemment par les commutations d'appareils divers qui correspondent à l'appellation communément utilisée de « parasites industriels ».

Ainsi, les tensions impulsionales produites en BT ne se propagent guère vers le côté MT mais affectent plus ou moins les autres utilisateurs alimentés par le même transformateur.

Les surtensions d'origine atmosphérique se propagent en BT quelque soit le point d'impact du coup de foudre (MT ou BT).

Des statistiques effectuées sur un réseau aérien alimentant une clientèle domestique, ont montré que les amplitudes des tensions impulsionales se répartissaient comme suit :

- 2 % avaient une amplitude comprise entre 600 V et 800 V,
  - 10 % avaient une amplitude comprise entre 400 V et 600 V,
  - 88 % avaient une amplitude comprise entre 200 V et 400 V.
- Quant à la durée, la répartition des surtensions est la suivante :
- 14 % avaient une durée globale inférieure à 1  $\mu$ s,
  - 85 % avaient une durée globale comprise entre 1  $\mu$ s et 10  $\mu$ s,
  - 1 % environ avait une durée globale comprise entre 10  $\mu$ s et 100  $\mu$ s.

Il faut noter également que les temps de montée varient de 0,05  $\mu$ s à 1  $\mu$ s.

Ces surtensions impulsionales sont, sans aucun doute, les plus difficiles à maîtriser car leur mode de propagation sur la ligne d'alimentation de l'appareil micro-informatique ne répond pas toujours à des modèles recensés.

## Les alimentations intégrées aux matériels micro-informatiques

Les matériels micro-informatiques intègrent une alimentation dont le rôle est de délivrer une tension continue de bas niveau (5/12 volts).

La fonction à assurer est simple en apparence puisqu'elle consiste à transformer le courant alternatif du réseau public en une tension continue stable.

En fait, la fonction est complexe car de nombreux paramètres tels le rendement, la stabilité en fonction de la charge et de la température, doivent être optimisés. Les puissances des alimentations intégrées aux matériels micro-informatiques varient entre 100 et 500 VA.

## Les principaux types

Les « traditionnelles » sont basées sur le principe de la figure 1a et comprennent un transformateur réseau abaisseur de tension, un redresseur, un filtre et un régulateur placé en série sur le courant de sortie qui peut être de type ballast ou découpage.

Ces alimentations sont caractérisées par une bonne régulation, un bruit résiduel et un rayonnement électromagnétique faible.

Cependant, leur volume et leur poids directement liés à la présence du transformateur 50 Hz ainsi qu'un rendement médiocre (de l'ordre de 50 %), ont condamné leur développement pour l'alimentation de système micro-informatique grand public et en particulier en bureautique.

Les alimentations à découpage plus récentes (environ 10 ans) permettent, à puissance égale, de diminuer le poids et le volume dans un rapport de 1/4 à 1/5. D'autre part, l'accroissement sensible du rendement de 70 à 85 % permet leur intégration dans des systèmes micro-informatiques de plus en plus compacts.

Le principe présenté sur la figure 1b est le suivant : le réseau est directement redressé puis filtré afin d'obtenir une tension continue qui est appliquée à un convertisseur continu-continu.

Dans ce dernier, la tension est haçée à fréquence élevée (de 20 kHz à 40 kHz) puis injectée dans un transformateur abaisseur de tension.

La tension secondaire est redressée puis filtrée ; sa stabilité est donnée par un dispositif de régulation dit à modulation de largeur des impulsions (MLI) qui est en fait un dispositif commandant le rapport cyclique de la tension haçée.

Il existe des schémas de principe dans lesquels il est possible de ne pas utiliser de transformateur ; toutefois, pour des raisons de sécurité, l'isolation galvanique est toujours requise pour l'alimentation des systèmes micro-informatiques.

Le tableau I donne quelques va-

leurs typiques de caractéristiques des deux types d'alimentation. On notera, d'une manière générale, que la variation de tension de sortie ( $\Delta VS$ ) est très inférieure aux caractéristiques requises pour l'alimentation des composants de dispositif micro.

D'autre part, l'optimisation du critère qualité/coût, a conduit à mieux définir les performances électriques des alimentations en régime dynamique ou en tension résiduelle.

Enfin, il apparaît une caractéristique extrêmement intéressante des alimentations de systèmes face aux perturbations du réseau, c'est l'augmentation sensible du « temps de rétention » dont la durée s'échelonne entre 5 et 20 millisecondes.

Tableau I.

Alimentations	$\Delta VS$	Résiduelle Vs mV C/C	Dynamique de sortie	Volume Poids
Traditionnelles	1 %	5 mV C/C	< 50 $\mu$ s	1 VP
Découpage	0,5 %	50 mV C/C	1 ms	1/4 VP

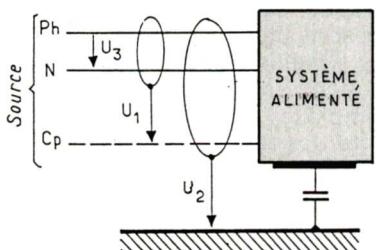


Fig. 2.

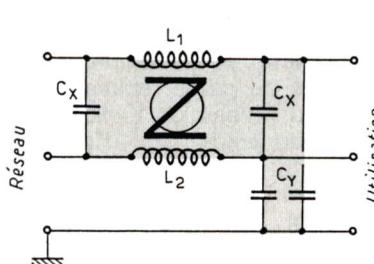


Fig. 3 : Filtres réseau.

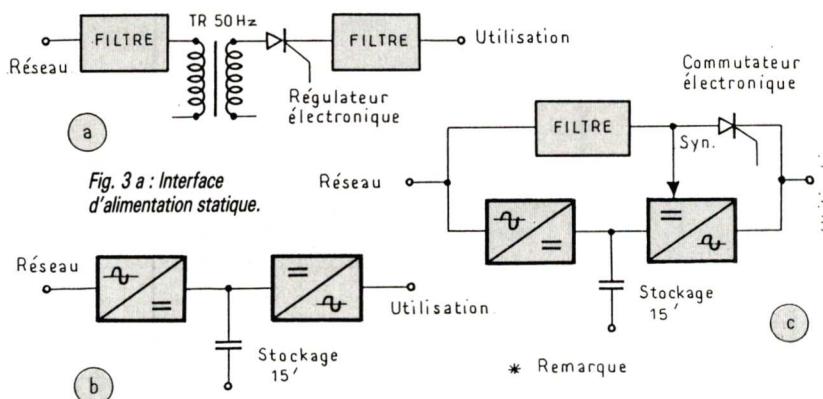


Fig. 3 b : Interface série.

Fig. 3 c : Interface parallèle.

## Les différents modes de perturbation

Les parasites véhiculés par les câbles d'alimentation du réseau et susceptibles de perturber les équipements alimentés sont, en fait, des courants de perturbation à haute fréquence.

On distingue deux composantes de cette pollution (fig. 2) :

- l'asymétrique : elle se mesure entre le conducteur de phase ou le conducteur de neutre et le fil de protection (tension  $U_1$  et  $U_2$ ),
- la symétrique : elle se mesure entre le conducteur de phase et le conducteur de neutre.

On considère, d'autre part, que les signaux parasites qui se produisent dans un domaine de fréquence jusqu'à environ 30 MHz parviennent en général par le câble de réseau depuis la source vers l'appareil perturbé. Au-dessus de 30 MHz, les perturbations se propagent surtout par rayonnement.

Ainsi la technologie utilisée pour réaliser les alimentations intégrées aux systèmes micro-informatiques (filtres performants, capacités parasites réduites, transformateurs blindés et à écran) contribue-t-elle efficacement à la réduction du niveau de pollution du réseau et par voie de conséquence au bon fonctionnement du matériel réputé sensible.

## Les interfaces

Lorsque la compatibilité réseau/système micro-informatique n'est pas réalisable après avoir retenu certaines dispositions simples et souvent suffisantes telles :

- réduction des couplages capacitif ou inductif entre câbles situés à proximité,
- réalisation d'une prise de terre de qualité,
- la mise en œuvre de dispositifs plus performants doit faire l'objet d'un examen attentif. En effet, il est nécessaire d'une part de connaître le niveau de pollution auquel est soumis l'équipement et d'autre part de s'interroger sur les conséquences directe ou indirecte des pertes d'exploitation engendrées par les défaillances du système.

## Les principaux types

Le classement ci-après met en évidence une gamme de matériels dont les performances couvrent tout ou partie des perturbations du réseau.

### – Les filtres :

Les filtres réseau se montent immédiatement à l'entrée du câble réseau, dans l'appareil. Ils sont généralement bidirectionnels, c'est-à-dire qu'en même temps qu'ils isolent l'appareil, ils empêchent un rayonnement par le câble.

Les filtres (fig. 3) se composent essentiellement d'un circuit LC ; les inductances L1, L2 présentent une valeur élevée (quelque mH) pour les courants parasites asymétriques mais une valeur beaucoup plus faible pour les courants perturbateurs symétriques (quelques  $\mu$ H) qui sont en fait amorties par les condensateurs Cx.

Les valeurs capacitives des condensateurs Cy entre la phase, le neutre et la terre de protection sont limitées par les prescriptions légales (courant de fuite).

L'efficacité des filtres est variable suivant leur construction (supérieure à 30 dB dans le spectre 1 à 30 MHz). Certains filtres équipés d'une self de terre apportent une atténuation supérieure de 10 dB par rapport aux filtres standards.

### Les conditionnements de réseau

Ce sont des interfaces d'alimentation entièrement statiques (fig. 3a). Elles comprennent généralement un transformateur d'isolation, un régulateur électronique de tension, un filtre bidirectionnel.

La particularité de ces matériels réside dans leur aptitude à réduire les parasites conduits et à absorber le manque d'énergie sur des périodes inférieures à 100 ms.

Nous classons également dans cette famille les stabilisateurs de tension appelés communément ferrorésonnantes.

On notera que si l'efficacité du filtrage est d'environ 50 dB dans le spectre 1 à 100 kHz, leur rendement est inférieur à 65 %.

### Les alimentations sans coupure

L'alimentation statique sans coupure isole ou non l'utilisation du réseau amont ; elle est une solution dont l'efficacité est totale

contre tous les types de perturbations, parasites, micro-coupures, etc... jusqu'aux coupures de durée inférieure à son autonomie soit 10 à 15 minutes typiquement.

Il existe en fait deux principes de réalisation de ces interfaces que nous appelons de type *série* ou *parallèle*.

L'interface série se définit habituellement sous le vocable RBO qui comprend donc, comme l'indique la figure 3b, un redresseur qui alimente et entretient une batterie, un onduleur qui convertit l'énergie continue en courant alternatif.

L'interface parallèle se caractérise principalement par son mode d'exploitation. L'onduleur en veille intervient lorsque la tension du réseau sort des normes d'alimentation du système.

Ainsi en fonctionnement normal, le réseau alimente directement l'équipement au travers d'un commutateur électronique qui assure le passage du réseau à l'onduleur et vice-versa dans un temps inférieur à la milliseconde et ceci en conservant le synchronisme. La figure 3c représente le principe de cette interface qui comprend un redresseur chargé d'assurer uniquement l'entretien de la batterie et un onduleur. Les avantages de cette réalisation se situent au niveau de l'encombrement et du poids ; en effet, qu'il s'agisse du redresseur ou de l'onduleur, leurs bobinages sont calculés pour satisfaire la condition d'autonomie limitée à 15 minutes.

*Remarque :* Certains types d'alimentation de secours proposent

en mode secours des tensions de type carré, trapézoïdal ou pseudo-sinusoidal. Ces alimentations sont souvent incompatibles avec l'utilisation consécutivement aux problèmes qu'elles engendrent : parasitage ou simple fait que la tension crête fournie est inférieure à celle d'une tension sinusoïdale (charge convenable des condensateurs d'alimentation à découpage).

## Le choix de l'interface en fonction de la sensibilité du récepteur

Nous avons exposé précédemment qu'il existait deux types d'alimentation intégrés au récepteur, les alimentations avec transformateur 50 Hz et celles dites à découpage ; à ce jour, l'essentiel du matériel micro-informatique est équipé de ces dernières qui sont uniquement sensibles aux coupures du réseau.

On note également l'introduction systématique de filtres réseau, limitant ainsi les perturbations conduites. Un tel appareil ne devrait pas nécessiter d'interface lorsque ses conditions d'emploi ne sont pas assujetties aux critères d'exploitation suivants :

- process de fabrication complexe,
  - temps réel,
  - travail à fichier ouvert,
  - reprise de programme délicate.
- Dans ces cas, l'utilisation d'une alimentation statique sans coupure s'avère indispensable.

Le tableau II résume le domaine d'emploi des interfaces en fonction uniquement des perturbations pouvant apparaître sur le réseau.

Tableau II.

Matériels	Perturbations électriques		Parasites réseau	Variations de tension	Micro-coupures < 20 ms	Coupures > 20 ms < 15 mn
	Filtres	Conditionneur				
Alimentation sans coupure	Série	Parallèle				

C'est donc en terme de pertes d'exploitation qu'il convient d'analyser l'opportunité de la mise en place d'une interface dont le coût peut atteindre 20 à 30 % du système alimenté.

Les industriels sensibilisés par le coût élevé de ces matériels recherchent des solutions toujours plus attrayantes au niveau performance/coût ; ainsi, nous nous proposons d'exposer un nouveau type d'alimentation ininteruptible.

## Nouveau type d'alimentation ininteruptible

### Description sommaire

Cette alimentation ininteruptible est une alimentation qui comprend un seul convertisseur : c'est un onduleur totalement bidirectionnel. Cet onduleur permet donc soit de recharger la batterie et le réseau EDF est présent, soit de fournir de l'énergie alternative à l'utilisation lorsque le réseau est défaillant.

En outre, cet onduleur ne comprend qu'un transformateur fonctionnant à 2 kHz (ceci sans conversion continue intermédiaire) ce qui le rend peu encombrant.

### Fonctionnement

Lorsque le réseau est stable, les thyristors sont amorcés en permanence et l'utilisation est alimentée presque directement sur le réseau. Les filtres sur l'entrée

réseau et la sortie utilisation permettent d'éliminer les microcoupures et les parasites au-delà d'une fréquence relativement élevée.

Dans cette situation la batterie est entretenue en floating par le convertisseur bidirectionnel. Lorsque le réseau disparaît le convertisseur fonctionne en onduleur et fournit l'énergie à l'utilisation ; la transition s'effectue sans coupure.

Le convertisseur placé sur la batterie utilise la technique de la conversion « à double bande latérale ». Il existe une fréquence intermédiaire de fonctionnement (la fréquence porteuse de 2 kHz). La modulation à 50 Hz se fait par modulation de largeur d'impulsion à une fréquence de découpage beaucoup plus élevée que la porteuse (100 kHz).

Le synoptique est présenté sur la figure 6. Sur le synoptique, on trouve le transformateur principal muni de ses deux enroulements. L'enroulement 1 est associé à la tension continue de la batterie. Les interrupteurs Q1 et Q1' qui permettent de faire passer du courant alternativement d'un demi-enroulement à l'autre à la fréquence de 2 kHz sont commandés (en cas d'absence réseau) pour assurer la régulation de tension sur l'utilisation.

La régulation ainsi que la modulation à 50 Hz sont réalisées par un découpage à 100 kHz. C'est l'inductance L1 qui transfère le courant d'un demi-enroulement sur l'autre à la fréquence de 100 kHz, comme dans un onduleur de type push-pull tout à fait classique.

Le courant passe d'un demi-enroulement sur l'autre à 100 kHz

de façon instantanée, et à 2 kHz en valeur moyenne.

Notons que l'inductance L1 est « forcée » de commuter le courant à 2 kHz. Il est donc important que l'énergie stockée dans cette inductance, au moment où le sens du courant 2 kHz s'inverse dans le transfo, soit la plus faible possible car elle est dissipée (et crée un creux de tension sur la sortie) dans le filtre de sortie.

Quand le secteur est présent, cet ensemble fonctionne en régulation de tension batterie de manière à placer la batterie « en floating ».

Au secondaire, il suffit de reformer la sinusoïde 50 Hz en choisissant alternativement les morceaux de sinusoïde qui passent à 2 kHz dans le transfo. Pour que le convertisseur soit bidirectionnel, les interrupteurs sur l'enroulement 3 doivent être bidirectionnels.

Ceci est réalisé en plaçant deux transistors tête-bêche Q21 et Q22 d'une part et Q21' et Q22' d'autre part. La technologie des transistors MOSFET de puissance inclut une diode en anti-parallèle, ce qui rend la circulation du courant inverse au primaire naturellement possible.

### Remarques :

1°) Les interrupteurs électroniques fonctionnent soit sur tension élevée et à basse fréquence (Q21, Q22, Q21', Q22'), soit avec une tension basse et à fréquence élevée (Q1, Q1'), ce qui facilite leur mise en œuvre.

2°) En plaçant des filtres haute fréquence (tout à fait standards) côté réseau et côté utilisation et du fait de la rapidité de transition

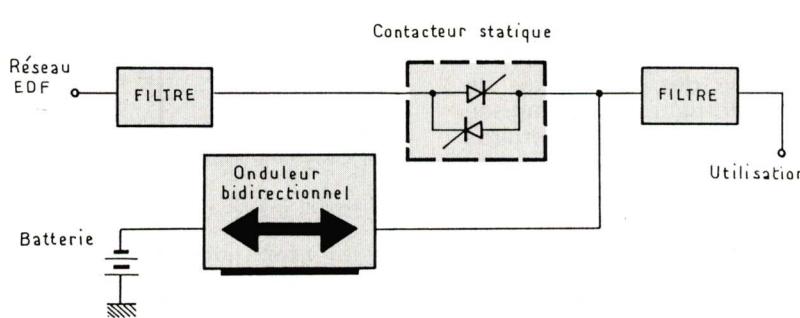


Fig. 4 : Synoptique général

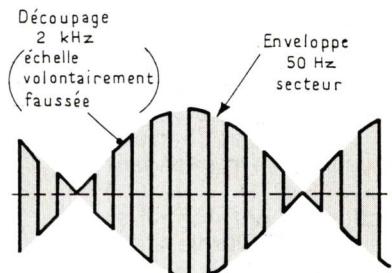


Fig. 5 : Tension double bande latérale

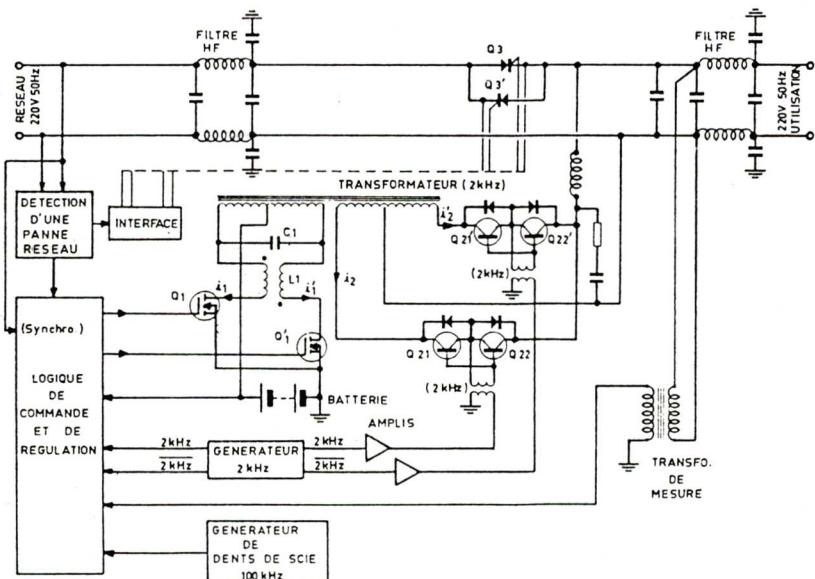


Fig. 6 : Synoptique détaillé

(réseau-batterie) il est possible de faire de cette alimentation simplifiée une alimentation *totale*ment *ininterrompue*.

3°) Il est aussi possible de réguler la tension réseau lorsque celle-ci dépasse le seuil maximum tolérée (240 V) en retardant la commande des thyristors à chaque demi-période et en plaçant un filtre basse fréquence sur la sortie utilisation. Ce filtre reste néanmoins de petite taille et pendant le temps où les thyristors ne sont pas commandés la tension de sortie est toujours présente, fournie par le circuit onduleur.

## Caractéristiques sommaires

Grâce à cette nouvelle technique, il est possible de réaliser une alimentation de secours d'une puissance de 750 VA avec une autonomie de 10 minutes dans un volume de 16 litres (batteries incluses, la masse n'excédant pas 25 kg).

En fonctionnement normal sur réseau, la tension fournie à l'utilisation est pratiquement celle du réseau. Les possibilités de surcharge sont très importantes (3 à 4 IN). Le rendement global est de 85 % à 90 % selon les puissances (de 350 à 750 VA).

En fonctionnement secours, les possibilités de surcharge sont plus réduites. Le rendement de la conversion batterie/utilisation est voisin de 75 % à la puissance nominale.

Les transitoires de tension lors d'une disparition du réseau sont minimes. On observe simplement pendant une demi-période une chute de tension de 25 % environ (à pleine charge) par rapport à la tension nominale, ce qui est compatible dans la plupart des applications.

concerne bien entendu les coupures supérieures à 20 ms).

**M. CHIGNOLET**  
CNET

**M. Noé**  
Sté UPS-TEK

## Conclusion

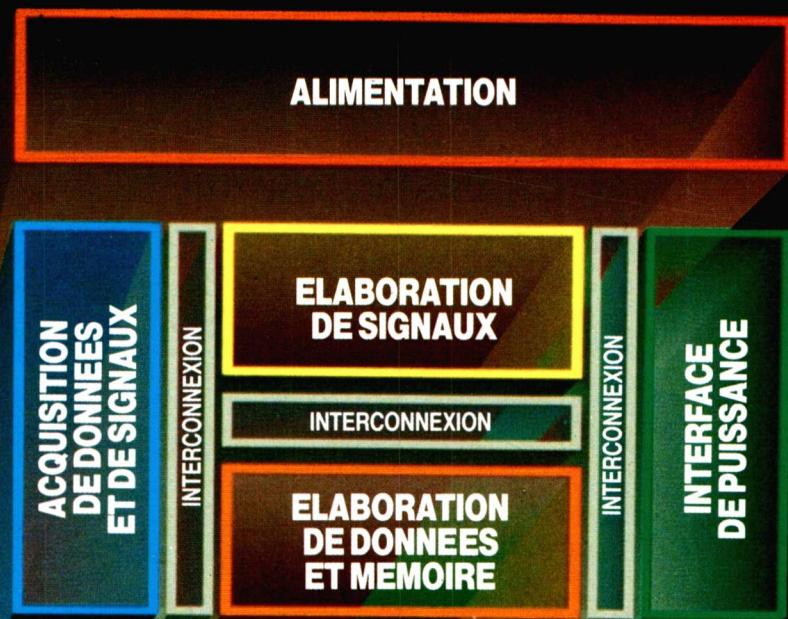
Compte tenu des spécificités de l'énergie électrique, qu'il s'agisse des lois physiques ou aléatoires (consécutives à des incidents d'exploitation), il est inéluctable que la qualité de cette énergie ne soit pas parfaite. Le développement des matériels informatiques nécessite la prise en compte de cette qualité électrique dès la conception des appareils afin de les rendre insensibles ; ce processus est engagé, (sauf en ce qui

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) Pollution de la tension RGE 1980 - MEYNAUD P.
- (2) Rapport UNIPEDE. Caractéristiques de la tension d'alimentation électrique des consommateurs alimentés en basse tension. RGE 1981.
- (3) Les parasites en électronique. Hans SCHAFFNER doc. SCHAFFNER-FRANCE.

\* Brevet : FRANCE n° 84.07667 du 17.05.84 — Mr Noé.

**SI VOTRE SYSTEME ELECTRONIQUE EXIGE  
CE QU'IL Y A DE MIEUX EN LOGIQUE STANDARD**



**VOICI UN  
FABRICANT DE  
SEMICONDUCTEURS  
EUROPEEN, OFFRANT  
UNE VASTE  
GAMME DE PRODUITS  
ET QUI POSSEDE LA  
TECHNOLOGIE ET LE SERVICE  
POUR REPONDRE A VOS BESOINS  
EN COMPOSANTS SEMICONDUCTEURS.**

**SGS** Technologie  
et Service

# SGS LA SOURCE COMPLETE LOGIQUE POUR TOUTES VOS APPLICATIONS ELECTRONIQUES

Trois grandes familles logique standard - "Low Power Schottky", CMOS 4000B et HCMOS rapide - répondent aux besoins des grands systèmes d'aujourd'hui et de demain.

## UNE GAMME ETENDUE

Ces trois types couvrent largement les fonctions les plus répandues et un programme de développement continu vise à étendre et à améliorer encore toutes les gammes de produits. La logique SGS est disponible dans tous les boîtiers DIL plastique et céramique les plus couramment utilisés, ainsi que dans les boîtiers de montage en surface (CMS).

## LE SERVICE QUE VOUS CHERCHEZ

SGS a fait des investissements importants, en particulier dans les équipements de production en plaquettes de silicium de 125 mm les plus modernes pour répondre à vos besoins actuels et futurs. Une attention particulière a été portée sur l'amélioration des rendements de la qualité et de la reproductibilité de tous les procédés, offrant fiabilité et coûts compétitifs.

## ICI, EN EUROPE

Diffusion - assemblage - test - 5 usines - 15 bureaux de vente - 6 centres de recherche et de conception et une gamme de produits de qualité parmi les plus complètes du marché.

**SGS. UNE REPONSE EUROPEENNE EN MATIERE DE SEMICONDUCTEURS.**

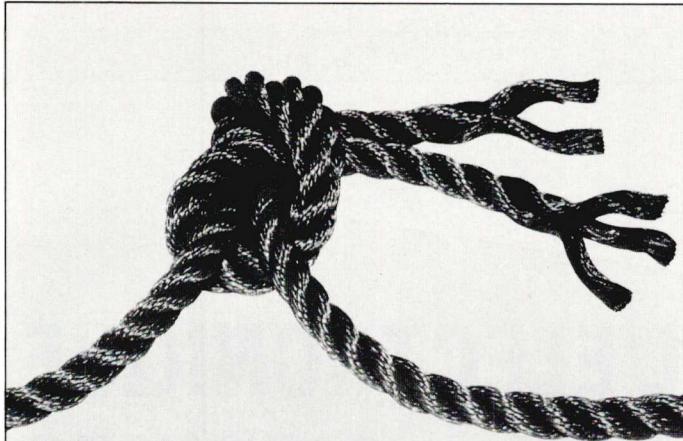
**SGS SEMICONDUCTEURS S.A. - 21-23, rue de la Vanne - 92120 MONTROUGE - Tél. (1) 47.46.08.00 - Téléx: 250938F - Télécopie: (1) 47.46.13.97**  
**Distributeurs: Facen Electronique, Trappes, Tél. (1) 30.62.61.39 (Bordeaux, Lille, Lyon, Nancy, Rouen, Strasbourg) • Gecodis, Nanterre, Tél. (1) 42.04.76.76 • 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).**



Offre valable jusqu'à  
Janvier 1987

Qui peut offrir autant?

Pour en savoir davantage sur ce que peut vous offrir la source complete logique, remplissez la carte ci-jointe et nous serons heureux de vous faire parvenir les informations les plus récentes.



## 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.

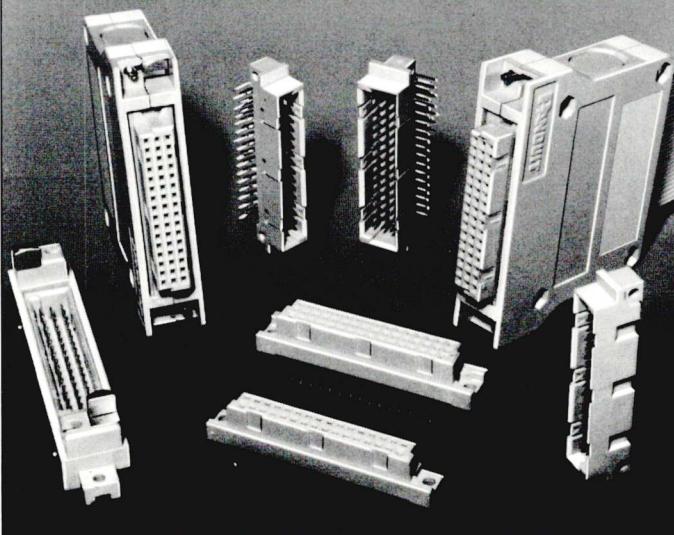
Jumpers, harnais, limandes réalisés selon spécifications requises.

Catalogue sur Minitel par le 11 :  
PANDUIT - PARIS



EB 1104

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



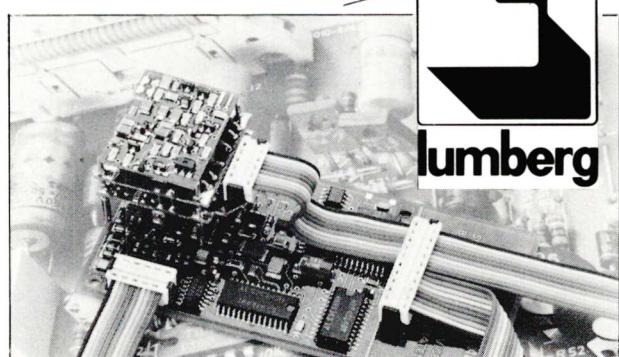
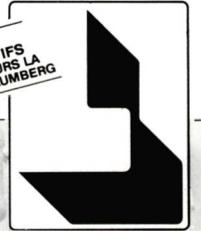
Consacrera  
ses numéros de

- Novembre 86 à  
**PRONIC**  
du 18 au 21/11/86
- et Janvier 87 à  
**HYPER 87**  
du 20 au 22/01/87

RESERVEZ DÈS MAINTENANT  
VOTRE ESPACE PUBLICITAIRE  
EN CONTACTANT  
F. MALLOT AU 45.48.52.06  
POSTE 429

### Nouvelle gamme de Micromodules **MICA/MICS**

PRIX  
COMPETITIFS  
ET TOUJOURS LA  
QUALITÉ LUMBERG



La barrette mâle MICS et le connecteur femelle MICA sont les composants essentiels du nouveau système de connexion indirecte Micromodule au pas de 1,27 mm pour le raccordement d'un câble sur un circuit imprimé. En premier, nous livrons les contacts en nombre pair de 4 à 20. L'encombrement extrêmement réduit sur le circuit imprimé (8,9 mm<sup>2</sup> par point) et la faible hauteur permettent l'adaptation dans les endroits les plus petits. Les détrompeurs latéraux assurent un guidage parfait et évitent tout mauvais enfoncement.

DOCUMENTATION DETAILLÉE SUR DEMANDE :

**lumberg**  
+ DE 50 ANNEES D'EXPÉRIENCE

LUMBERG s.à r.l.  
7, rue des Alpes  
68600 SUNDHOFFEN  
Tél. 89.71.43.24  
Télex 880208

# L'ELECTRONIQUE CIRCUITS

*Depuis leur apparition au début des années 80 avec Ethernet, les réseaux locaux ont fait l'objet de nombreux articles expliquant les principes de fonctionnement et surtout leurs avantages et leurs inconvénients respectifs ; de ce point de vue, nul doute que la disponibilité prochaine du réseau local IBM va être la cause d'âpres discussions dans le Landerneau de l'informatique. Malgré un intérêt théorique certain, ces polémiques concernent généralement peu le concepteur, qui doit résoudre des problèmes beaucoup plus concrets.*

*Le présent article se veut extrêmement pratique, et faire la lumière sur les différents produits disponibles sur le marché pour la réalisation d'un réseau local : circuits intégrés spécialisés, mais aussi cartes aux principaux standards de bus. Après quelques brefs rappels technologiques, une série de tableaux largement commentés permettra au concepteur d'effectuer une présélection des produits correspondants le mieux à ses besoins.*

## Les techniques et les produits

Très généralement, un réseau local peut être défini comme un support de communication à haut débit reliant des terminaux répartis sur une étendue limitée ; à la différence d'un autocommutateur téléphonique, le droit d'accès est généralement distribué sur chaque terminal, et les éventuels conflits d'accès sont alors gérés localement. L'appellation de « terminaux » ne doit pas faire illusion, et si dans de nombreux cas il s'agit de postes informatiques ou bureautiques conventionnels, l'exemple des réseaux industriels montre que l'on peut également

trouver des automates programmables, ou des machines-outils évoluées.

La définition précédente est extrêmement générale, et peut donner lieu à un grand nombre d'implementations. Cette diversité n'est toutefois qu'apparente, car malgré leur nombre élevé, la plupart des réseaux locaux adoptent un nombre restreint de techniques de base, qui sont du reste l'un des critères possibles de classification :

- topologie
- mode d'accès
- procédé de modulation
- support de transmission.

Nous ne nous attarderons pas sur ces caractères techniques, et laissons aux lecteurs intéressés le soin de se reporter à la bibliographie citée en annexe.

# DES RESEAUX LOCAUX : ET CARTES

En attendant une normalisation officielle par les instances internationales (CCITT, ISO), une standardisation de fait est proposée par l'IEEE aux Etats-Unis :

- bus à accès aléatoire CSMA/CD (802.3)
- bus à jeton (802.4)
- anneau à jeton (802.5).

Le standard IEEE 802.3, jusqu'à présent le plus connu avec Ethernet et ses innombrables dérivés, existe en deux versions appelées respectivement 10Base5 (Ethernet) et 10Base2 (Cheapernet), qui diffèrent par la nature du support de transmission. Le tableau n° 1 illustre ces différences.

## Les contraintes technologiques

L'ensemble des fonctions à satisfaire pour la réalisation d'un réseau local est passablement complexe, et soumis à des exigences contradictoires : puissance dissipée, rapidité de fonc-

Tableau 1 : Implémentations du standard IEEE 802.3 (doc. National Semiconductor)

Réseau	10Base5 (Ethernet)	10Base2 (Cheapernet)
Débit (Mdps)	10	10
Modulation	Bande de base	Bande de base
Taille d'un segment (m)	500	185
Portée du réseau (m)	2500	925
Nœuds par segment	100	30
Intervalle entre nœuds (m)	2,5	0,5
Capacité max par nœuds (pF)	4	8
Câble de transport	diamètre 0,4" 50 ohm double blindage rigide connecteurs série N diamètre 0,39" connecteurs D 15 broches	diamètre 0,2" 50 ohm simple blindage flexible connecteurs BNC Inutile
Câbles de dérivation		

tionnement, densité d'intégration, résistance aux surcharges électriques, existence de fonctions évoluées, etc... Aucune technologie ne permet isolément de réaliser l'ensemble de ces fonctions sur une même puce, aussi on est conduit à introduire une séparation en différents circuits, optimisés en fonction des contraintes de fonctionnement et de la technologie adoptée.

Un découpage en trois circuits est généralement adopté (voir fig. 1) :

- contrôleur
- interface série/codec
- transceiver

Le contrôleur gère l'ensemble des échanges avec l'unité centrale (interface système), effectue la mémoire des informations émises et reçues, et intègre l'algorithme d'accès au réseau (accès aléatoire CSMA/CD, jeton,

Tableau 2 : Circuits contrôleurs pour réseau local

Fabricant	Référence	Boîtier	Alim.	Puissance (W)	Réseau	Débit (Mbps)	Autotest	Bouclages	Loc. défauts	Stat. réseau	Remarques
AMD	AM 7990 (LANCE)	DIL 48	5	1,20	Ethernet	10,00		int. + ext.	non	non	interfaçage tous $\mu$ P
FUJITSU	MB 8795A	PGA 64	5		Ethernet	10,00					
INTEL	i 82586	DIL 48	5	1,30	802.3	10,00	oui	int. + ext.	réflectomètre	oui	programmable tous standards
INTEL	i 82588	DIL 26	5	1,20	802.3	5,00	oui	int. + ext.	réflectomètre	oui	intègre interface série/codec
MOSTEK	MK 68590 (LANCE)	DIL 48	5	1,20	Ethernet	10,00		int. + ext.	non	non	id. AM 7990
MOTOROLA	MC 68590 (LANCE)	DIL 48	5	1,20	Ethernet	10,00		int. + ext.	non	non	id. AM 7990
MOTOROLA	MC 68824 (TBC)	PGA 84	5		jeton 802.4	10,00	oui	int. + ext.	oui	oui	adapté famille MC 68000
NSC	DP 83HC90 (NIC)	DIL 40	5		802.3	10,00		int. + ext.	non	oui	
ROCKWELL	R 68802 (LNET)	DIL 40	5		802.3	10,00	non	int. + ext.	non	non	comparable LANCE
SEQQ	S 8003 (EDLC)	DIL 40	5	0,75	Ethernet	10,00		int. + ext.	non	non	
SMC	COM 9026 (LANC)	DIL 40	5	0,90	Arcnet	2,50	oui	non	non	non	intègre interface série/codec
	TMS 38010				anneau 802.5						processeur de communications
	TMS 38020				anneau 802.5						gestion de protocole
	TMS 38052				anneau 802.5						contrôleur de réseau
TI	WD 2840	DIL 48	5,12	1,00	jeton		oui	int. + ext.	non		

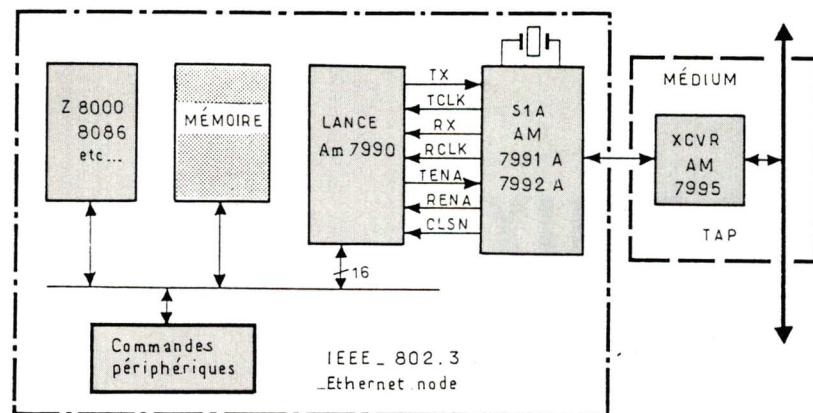


Fig. 1 : Découpage conventionnel des fonctions pour le raccordement à un réseau local (Doc. AMD).

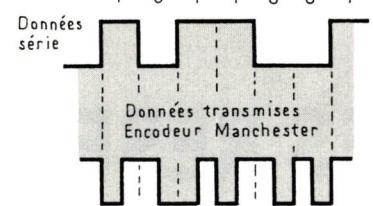


Fig. 4 : Principe du codage Manchester (Doc. Seeq).

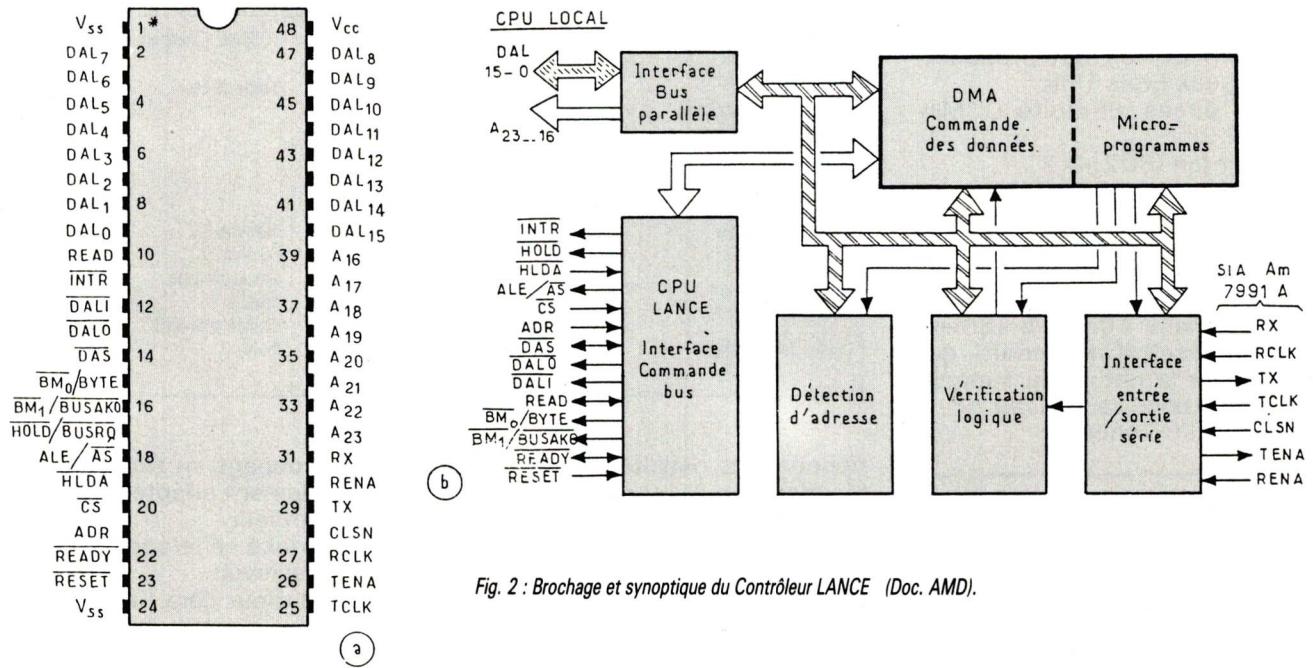


Fig. 2 : Brochage et synoptique du Contrôleur LANCE (Doc. AMD).

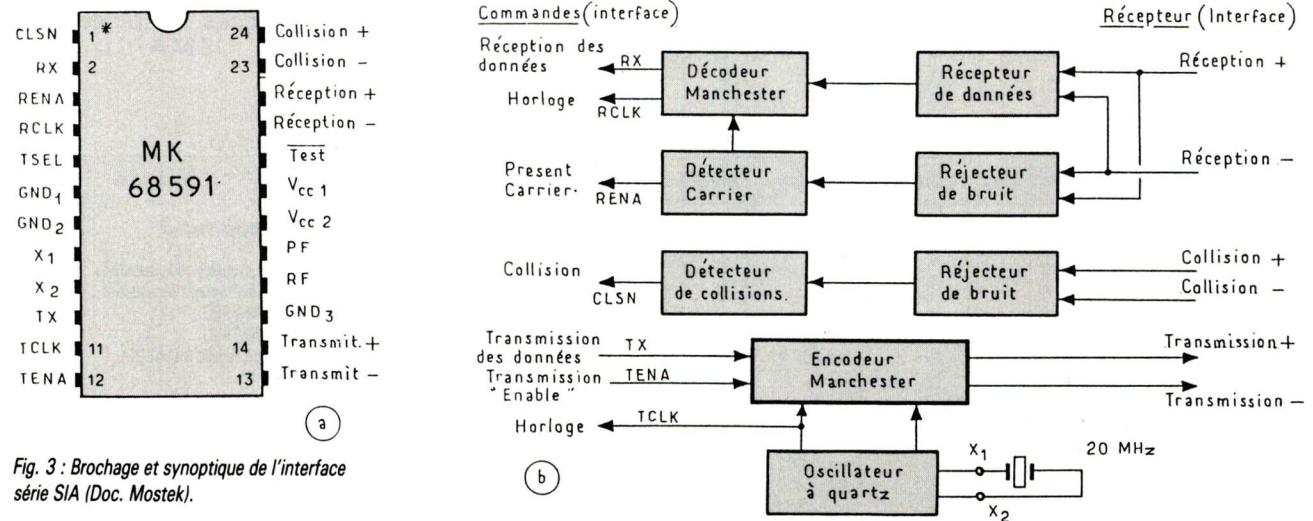


Fig. 3 : Brochage et synoptique de l'interface série SIA (Doc. Mostek).

etc...) : parmi les fonctions réalisées, on trouve ainsi la paquetisation/dépaquetisation des données, la commande de DMA pour communication avec le CPU, la gestion des tampons en émission et réception. On le voit, il s'agit de pure logique séquentielle, qui peut être facilement intégrée dans une quelconque technologie MOS rapide ; la *figure n° 2* présente le schéma synoptique et le brochage d'un contrôleur pour réseau local Ethernet.

Le circuit d'interface série a pour fonction le conditionnement du signal : à l'émission, génération de l'horloge et codage des données à transmettre ; en réception, restitution du rythme incident, filtrage et décodage des données. Dans le cas d'un réseau à accès aléatoire (standard IEEE 802.3), il faut en outre prévoir la génération du signal de collision vers le contrôleur à partir des informations envoyées par le transceiver (paire de collision). On trouvera à la *figure n° 3* le schéma fonctionnel et le boîtier d'une interface série pour Ethernet.

De même qu'en télé-informatique traditionnelle, un codage est indispensable pour adapter les caractéristiques spectrales du signal à la bande passante du support de transmission. Le code adopté est de type Manchester, c'est-à-dire que la première moitié du bit est complémentée, tandis que la

Tableau 3 : Codecs pour réseau local

Fabricant	Référence	Boîtier	Alim.	Puissance (W)	Remarques
AMD	AM 7991 (SIA)	DIL 24	5	0,63	
AMD	AM 7960 (CDT)	DIL 24	5	0,75	
FUJITSU	MB 502A	DIL 24	5	0,63	
MOSTEK	MK 68591 (SIA)	DIL 24	5	1,00	
NSC	DP 8391 (SNI)	DIL 24	5	0,50	
SEEQ	S 8023 (MCC)	DIL 20			
TI	TMS 38051				

Tableau 4 : Transceivers pour réseau local

Fabricant	Référence	Boîtier	Alim.	Puissance (W)	Remarques
AMD	AM 7995	DIL 20	5	0,64	
INTEL	i 82501				
INTEL	i 82502	DIL 16	5	0,10	
NSC	DP 8392 (CTI)	DIL 16	- 9	1,10	
SMC	COM 9032 (LANT)	DIL 16	5	0,10	

deuxième moitié est transmise normalement (voir *fig. 4*) : ce procédé garantit un nombre suffisant de transitions à la réception indépendamment du contenu du message, et permet de ce fait la synchronisation d'une boucle digitale à asservissement de phase (DPPLL). La rapidité du circuit est un facteur critique, aussi la technologie la plus fréquemment adoptée est bipolaire, combinant ECL en interne pour une vitesse de fonctionnement élevée, et TTL pour l'interfaçage avec l'extérieur. Enfin, le transceiver a pour rôle la conversion de tensions pour émis-

sion ou réception sur le câble, et la détection ; dans le cas d'un réseau type 802.3, il faut en plus ajouter l'écoute de porteuse avant émission, et la détection de collisions. La *figure n° 5* présente le boîtier et l'architecture interne d'un circuit transceiver pour Ethernet.

Les fonctions à réaliser sont essentiellement analogiques et ne nécessitent pas une intégration très poussée, en contrepartie ce circuit doit posséder simultanément une rapidité suffisante, et une résistance importante aux surcharges sur le réseau : la tech-

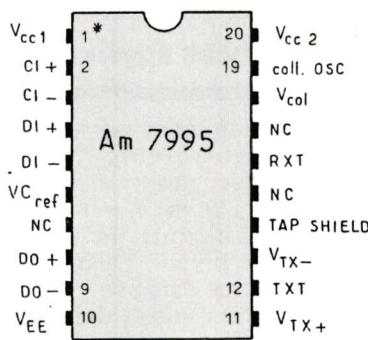
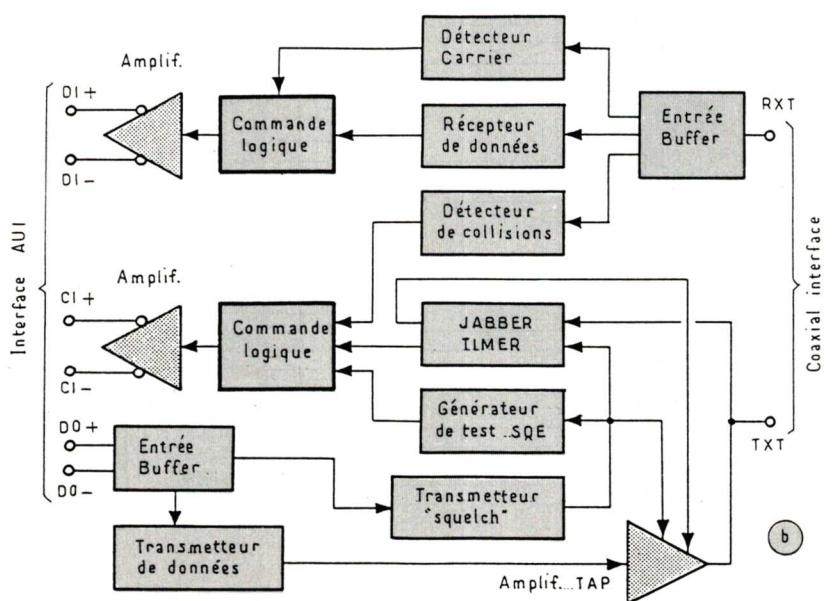


Fig. 5 : Brochage et synoptique d'un Transceiver pour réseau local (Doc. AMD).



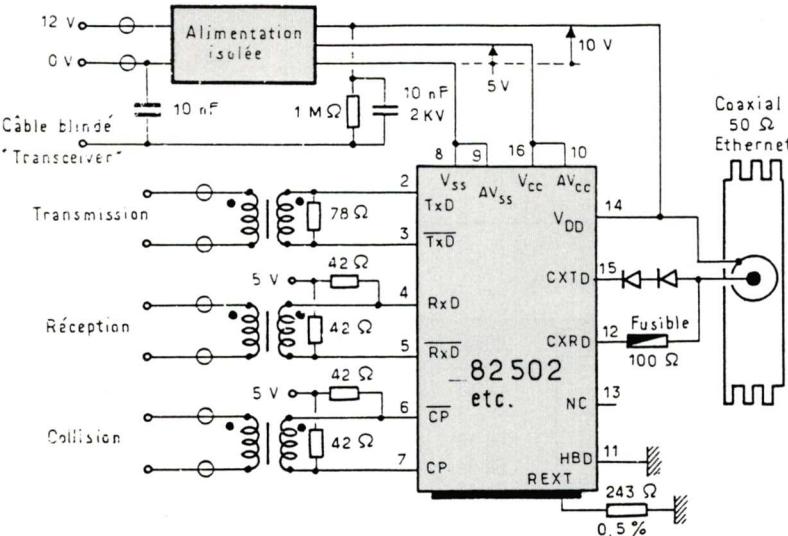


Fig. 6 : Raccordement d'un Transceiver pour réseau Ethernet (Doc. Intel).

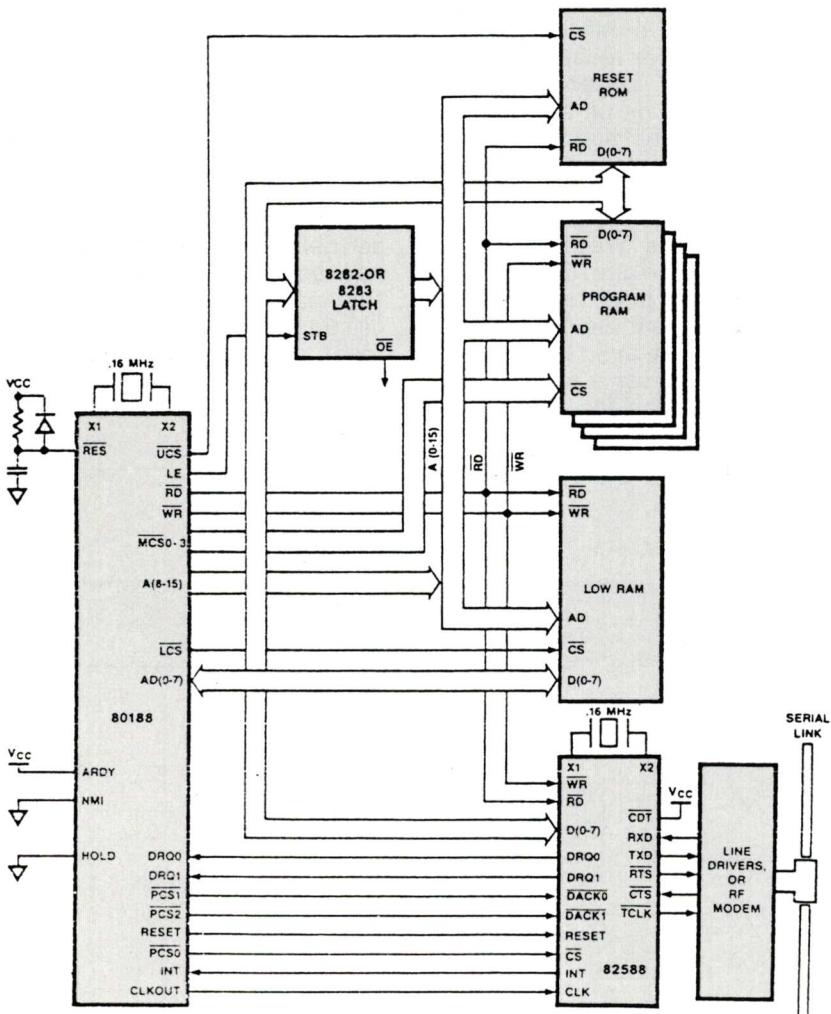


Fig. 7 : Utilisation du 82.588.

nologie adoptée est soit bipolaire, soit CMOS-haute tension. Les précautions habituelles doivent être prises pour assurer la protection du transceiver, et surtout de l'électronique en amont : alimentation par convertisseur continu, séparation des masses, isolement par transformateur, cablage de diodes et de résistances de protection (voir fig. no 6).

## Présentation des produits

Ces précisions étant énoncées, nous pouvons maintenant passer à l'examen des différents tableaux, rédigés après mise à niveau des différents produits : les tableaux n° 2, 3 et 4 détaillent les circuits spécialisés selon le découpage fonctionnel en trois points du paragraphe précédent, tandis que le tableau n° 5 présente les cartes disponibles selon les principaux standards de bus. Dans la mesure du possible, tous ces tableaux ont visé l'exhaustivité maximale pour les produits disponibles en France (période novembre-décembre 1985), il reste que les délais de publication peuvent conduire à l'apparition de nouveaux produits, qui ne seront donc pas référencés ici. Par ailleurs, on ne peut exclure l'existence d'autres fabricants ou modèles que ceux cités, toutefois l'absence de représentation en France constitue dans la plupart des cas un facteur rédhibitoire.

## Des puces apprivoisées...

Indépendamment de leur catégorie (contrôleur, interface série/codec, transceiver), les tableaux 2, 3 et 4 indiquent pour chaque circuit la référence exacte, le boîtier, l'alimentation et la puissance dissipée.

A ces informations de base, le tableau n° 2 correspondant aux contrôleurs ajoute bien entendu le réseau supporté, mais aussi des informations complémentaires : ainsi, l'existence d'un mode auto-test (validé par une commande logicielle ou une broche sur le boîtier) peut être bien utile en cas de doute sur le bon fonctionnement du circuit. Par ailleurs, la possibilité de bouclages à l'intérieur

Tableau 5 : Cartes pour réseau local

Fabricant	Référence	Réseau	Bus	Alim.	Puissance (W)	Contrôleur	Int. série	Transcelv.	Remarques
GESPAC	GesNet-1	Gesnet (CSMA/CA)	G 64	+ 5, + 12, - 12			Z 80 S10		
GESPAC	GesNet-2	802.3 (1 Mbps)	G 64/G96	+ 5, + 12	51		HD 15531		à utiliser avec carte DMA GESIDC-1
INTEL	ISBC 550	Ethernet	Multibus				MK 68591 (SIA)	CT 1231	
INTEL	Intel Link Controller	Ethernet	Euromak			COM 1553 (SMART)	DP 8391 (SNI)	DP 8392 (CTI)	
MICROPROCESS	MAK 68E MIL A	Milnet (MIL STD 1553)				MK 68590 (LANCE)	WD 2840	HD 6409	Carte ENP-10 (origine CMC)
MOSTEK	MK 75807	Ethernet	VME	+ 5, + 12, - 12	31				
NSC	APPS-LAN	Ethernet/Cheapernet	IBM-PC	+ 5, + 12, - 5					
WDC	WD 4028 NetSource	PC-LAN	IBM-PC						

(contrôleur) comme à l'extérieur (interface série, transceiver) du circuit, l'existence d'outils complémentaires de diagnostic et la disponibilité de statistiques sont des outils efficaces pour la localisation de défauts éventuels. Pour des raisons de lisibilité, seules les caractéristiques matérielles les plus immédiates ont été prises en compte, et sont exposées dans le présent article ; en particulier, les fonctions de communication avec le CPU-maitre, parfois très puissantes, ont volontairement été ignorées. Plus généralement, il faut savoir que chaque circuit a ses points forts et ses points faibles, qui ne peuvent tous être détaillés dans un cadre aussi restreint : certains circuits mettent l'accent sur l'intégration maximale, d'autres sur les facultés de communication avec le processeur-maitre, d'autres enfin privilégient la facilité d'interfaçage avec la plupart des microprocesseurs du marché.

Dans ces conditions, il ne faut pas regarder le présent tableau comme un outil de sélection, mais comme un aide-mémoire, et il va de soi que le choix en faveur d'un circuit particulier devra faire l'objet d'une étude plus poussée, en fonction d'autres critères : nature du processeur-maitre, disponibilité de fonctions logicielles évoluées, existence de secondes sources, et surtout disponibilité et prix.

Pour différencier leur produit de la concurrence, de nombreux fabricants n'hésitent pas à donner un surnom (généralement breveté) à leurs produits : ainsi, le contrôleur AM 7990, également produit par *Mostek* et *Motorola*, répond au doux nom de *LANCE*, ce qui ne préjuge en rien de sa rapidité, mais signifie tout simplement « Local Area Network Controller for Ethernet » ! Lorsqu'elles existent, ces appellations sont men-

tionnées entre parenthèses sur les tableaux 2, 3 et 4.

Le contrôleur *LANCE* est fabriqué conjointement par *AMD*, *Mostek* et *Motorola*. Ce circuit est conçu pour un interfaçage aisément avec la plupart des microprocesseurs du marché.

Le 82586 et le 82588 (*Intel*) sont largement paramétrables, permettant ainsi l'adaptation à de nombreux standards de réseau local : Ethernet, Cheapernet, PC Net, réseau 1 Mbps. En plus des facultés plus ou moins habituelles de diagnostic (autotest, bouclages divers, statistiques réseau), ces deux circuits intègrent un réflectomètre pour la localisation de défauts en ligne.

La plus grande intégration du 82588 fait de ce composant une alternative intéressante au 82586, et permet simultanément l'attaque directe du média, et l'interfaçage avec les processeurs iAPX 186 et iAPX 188 sans adjonction de composants supplémentaires (voir fig. 7). En contrepartie, le débit est plus réduit, puisque limité à 2 Mbps.

Malgré les annonces de *Seeq*, la

production du contrôleur 8004 n'a toujours pas démarré, de sorte que le 8003 n'a pas encore de successeur.

L'architecture de la famille TMS 380 (*Texas Instruments*) pour le réseau local *IBM* diffère des solutions conventionnelles, puisque la fonction contrôleur est assurée par trois circuits distincts, dont un microprocesseur spécialisé :

- TMS 38030 : interface système
- TMS 38010 : processeur de communication
- TMS 38020 : gestion de protocole

La figure n° 8 expose la répartition des circuits et des fonctions à l'intérieur de la série TMS 380. De même que pour le contrôleur *LANCE*, le circuit d'interface série SIA est fabriqué conjointement par *AMD* et *Mostek*.

Parmi les transceivers, une attention particulière doit être portée au circuit AM 7960 (Coded Data Transceiver), contenant également un codec Manchester, et qui est spécialement conçu pour la réalisation de réseaux économiques. L'interfaçage peut être ef-

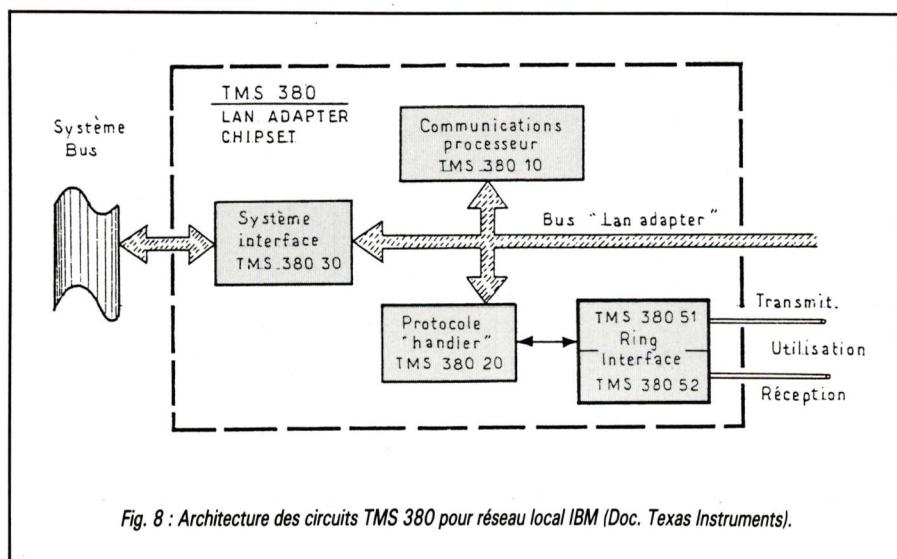


Fig. 8 : Architecture des circuits TMS 380 pour réseau local IBM (Doc. *Texas Instruments*).

Tableau 6 : Représentants et produits distribués

Représentant/distributeur	Localisation	Fabricant
ADVANCED MICRO DEVICES (AMD)	Rungis (94)	AMD
ERN	Buc (78)	Gespac - Fujitsu - Rockwell
INTEL	St Quentin en Yvelines (78)	Intel
MICROPROCESS	Courbevoie (92)	Microprocess
MOSTEK	Fresnes (94)	Mostek
MOTOROLA	Vanves (92)	Motorola
NATIONAL SEMICONDUCTOR (NSC)	Fontenay aux Roses (92)	NSC
RADIO TELEVISION FRANCAISE	Gentilly (92)	Seeq
TECHNOLOGY RESSOURCES	Levallois-Perret (92)	Western Digital (WDC)
TEKELEC AIRTRONIC	Sèvres (92)	Standard Microsystems (SMC)
TEXAS INSTRUMENTS (TI)	Vélizy-Villacoublay (78)	TI

fectué très simplement sur tout contrôleur de liaison série (UART, MUART, USART, SCC ou autres) comme l'indique la figure n° 9.

## Le choix des cartes

L'intégration de cartes existantes standardisées représente pour le concepteur de systèmes une alternative intéressante au développement interne de produits spécifiques : l'économie de temps réalisée par l'utilisation d'un matériel « banalisé » permet de consacrer davantage de temps à la conception du logiciel, et surtout, procure une vitesse de réaction accrue par rapport aux besoins du marché, ce qui est un facteur primordial pour le bénéfice escompté. Il faut en outre savoir que le surcoût provoqué par l'achat de composants OEM est souvent inférieur à celui d'une réalisation-maison fabriquée en série limitée.

L'intégration de fonctions apportée par les cartes OEM ne se limite pas aux composants électroniques, mais prend en compte les logiciels de base disponibles auprès du fournisseur. Ainsi, pour les réseaux locaux, les « puces » spécialisées n'intègrent que les deux premiers niveaux (couches « physique » et « trame ») du modèle de référence ISO, tandis que l'on rencontre fréquemment les logiciels MAP (General Electric), XNS (Xerox) ou TCP/IP (DoD) pour l'implémentation des couches supérieures : le concepteur n'a pas à « réinventer la roue », et peut alors se consacrer à la partie la plus créative de son travail, à savoir la rédaction d'application spécifiques au problème posé.

Cette philosophie orientée « systèmes » n'est pas incompatible avec une approche « composants » (carte spécifique, voire « semi-custom »), qui peut être adoptée une fois que les spécifications matérielles du produit à concevoir sont stabilisées.

L'importance des cartes pour réseau local est considérable en mesure, régulation ou automatisme, et apporte une amélioration simultanée sur la répartition des tâches, la vitesse de traitement et la fiabilité.

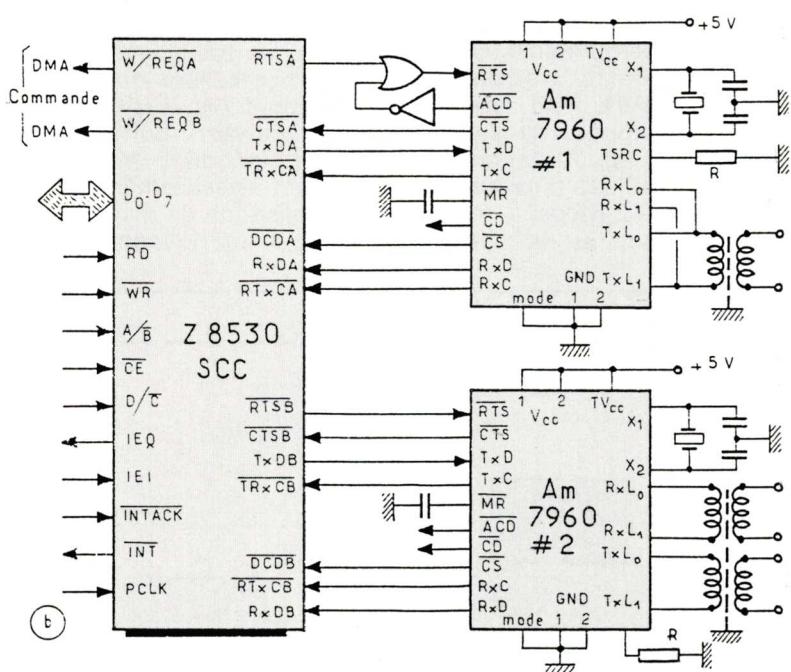
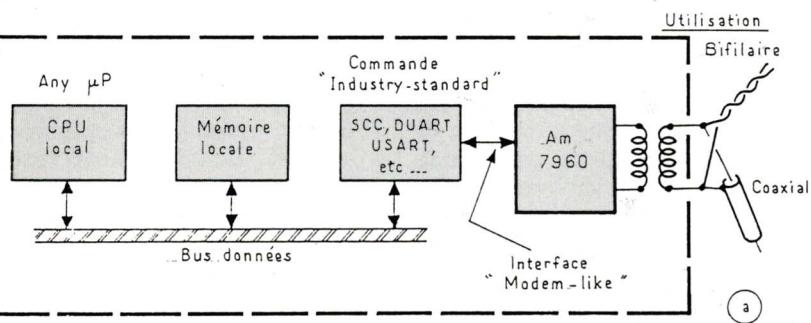


Fig. 9 : Raccordement d'un Transceiver CDT à un Contrôleur de liaison série : a) principe, b) réalisation pratique (Doc. AMD).

## Panorama des différents produits

Le tableau n° 5 présente les cartes pour réseau local disponible sur le marché français. Sauf oubli ou omission involontaire, on remarquera le faible nombre de cartes existantes, et de fait la lecture des catalogues montre que de nombreux fabricants préfèrent réaliser la 427<sup>e</sup> unité centrale à base de 68000 plutôt qu'une carte pour réseau local, où pourtant les débouchés potentiels sont aussi importants et la concurrence moins vive. Cette situation devrait évoluer rapidement, car la plupart des fabricants reconnaissent étudier ces cartes, qui seraient alors vraisemblablement commercialisées courant 86.

Les caractéristiques prises en compte par le tableau n° 5 sont essentiellement matérielles : fa-

bricant et référence de la carte, réseau local supporté, bus microprocesseur, alimentation et consommation électrique globale, circuits intégrés utilisés. On remarquera la dispersion très importante des consommations, qui n'explique pas la différence de format des cartes et surtout l'étendue très variable des fonctions réalisées, qui se traduit par une variation tout aussi importante du nombre de circuits intégrés : certaines cartes de format restreint ne peuvent intégrer que les fonctions directement liées au réseau local, et nécessitent la présence de cartes complémentaires, dont la consommation doit être rajoutée en plus ; par opposition, d'autres cartes incluent microprocesseur et mémoire (RAM + RE-PROM) sur la même carte qui déchargent d'autant le CPU-maitre, d'où une consommation supérieure.

Pour des raisons matérielles, l'auteur a renoncé à fournir des infor-

mations complémentaires sur les possibilités logicielles des cartes, qui se trouvent de ce fait moins détaillées que le circuits intégrés correspondants. En effet, certains fournisseurs sont particulièrement avares de renseignements, et il a été jugé préférable de restreindre les données techniques, plutôt que de fournir un tableau presque entièrement vide (ce qui est déjà partiellement vrai !) pour davantage de renseignements, les lecteurs auront donc intérêt à s'adresser directement au fournisseur.

Le tableau n° 6 récapitule les distributeurs des différentes marques citées dans cet article.

Benoit VELLIEUX

### Pour en savoir plus :

- « Les réseaux locaux d'entreprise » Frédéric HOSTE (Editests)
- « La communication d'entreprise » Jérôme TOUSSAINT et Philippe MASSON (Editests).

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

**BK** PRECISION



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

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

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

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

Modèle B + K 550.

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

Modèle B + K 552.

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

Documentation complète sur demande

### AUTRES PRODUCTIONS :

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

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



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

## 74 OL : la logique isolée

Depuis dix ans, les photocomposants ont pris leur place dans de nombreuses interfaces. Et l'on parle souvent de fiabilité à leur propos en oubliant de différencier la fiabilité des produits et celle des circuits.

La grande majorité de ces dispositifs est utilisée en mode saturé, ce qui paraît simple. Malheureusement, peu de circuits fonctionnent « à tous coups ».

Il est vrai que peu de photocoupleurs sont spécifiés en mode saturé (CTR garanti pour un VCE de 0,4 V) et ceci dans la gamme de température. Il est tout aussi vrai que la recherche du prix le plus bas a souvent conduit à des impasses en ce qui concerne la sécurité de fonctionnement dans « le cas le plus défavorable » (worst case design).

Les constructeurs ont fait un effort pour donner plus de garanties en ce qui concerne les caractéristiques des produits (MCT 210, MCT 5200, 6N138), mais nombre de techniciens ne veulent plus se livrer à une modélisation complète de chaque circuit, seule solution pour assurer la certitude d'une performance.

### Que faire ?

Le standard de fait, créé par les séries 74, nécessitait l'introduction d'une série 74 isolée libérant les ingénieurs de toute considération autre que la sensibilité et la vitesse du dispositif.

La réponse est là : 74 OL, complément logique (sans jeu de

mot) aux séries 74, déjà connues.

Deux photocoupleurs de même référence, de mêmes spécifications garanties, ne fonctionnent jamais vraiment de la même manière, alors que, par principe, « une 74 OL est une 74 OL ».

Examinons de plus près la constitution et le fonctionnement de cette famille logique dite *Optologic TM*.

### Qu'est-ce que la 74 OL ?

Il s'agit d'une « boîte noire » dual in line, disposant de trois broches d'entrée (alimentation 1, entrée, masse 1) et de trois broches de sortie (alimentation 2, sortie, masse 2). La figure 1 montre son diagramme de principe.

L'entrée (clampée par une diode Shottky) attaque un étage, basé-masse (comme toute TTL) qui présente une impédance d'entrée de 22 kΩ et une sensibilité de 200 micro-ampères (CMOS possible). Le circuit comporte une référence de tension, un comparateur, un régulateur de tension et un driver qui pilote une diode émettrice infrarouge.

L'ensemble a une consommation quasi-constante, ce qui exclut toute génération de transitoires sur l'alimentation primaire.

Lorsqu'une inversion est nécessaire, celle-ci est assurée au niveau du comparateur.

Le circuit « secondaire » d'une 74 OL part d'une photodiode rapide attaquant un amplificateur avec hysteresis, un régulateur, un

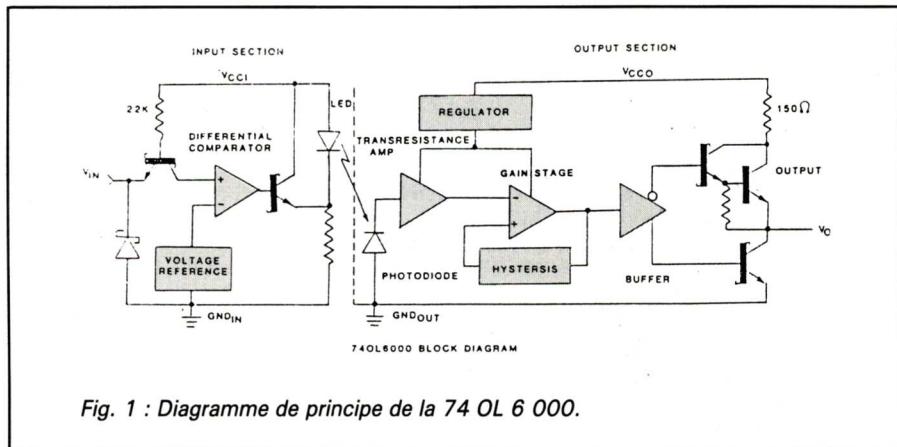


Fig. 1 : Diagramme de principe de la 74 OL 6 000.

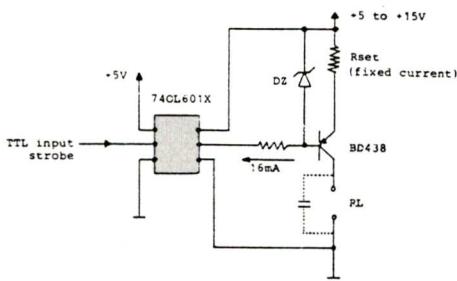


Fig. 2 : La source de courant constant  $Dz$  et la résistance  $Rset$  définissent le courant de sortie.

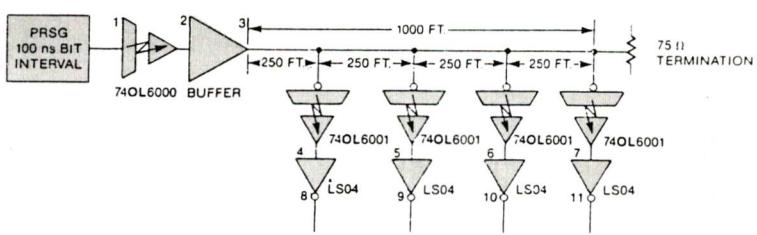


Fig. 4 : Bus simplex sur coaxial.

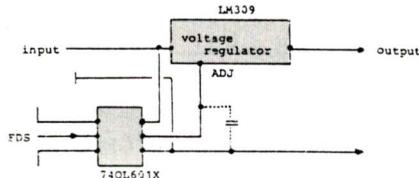


Fig. 3 : Le système de détection de défaut pilote la broche ADJUST en mode isolé.

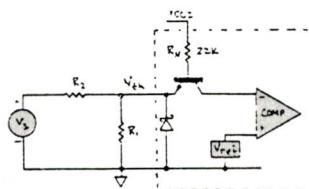


Fig. 6 : Schéma de détection d'un seuil variable.

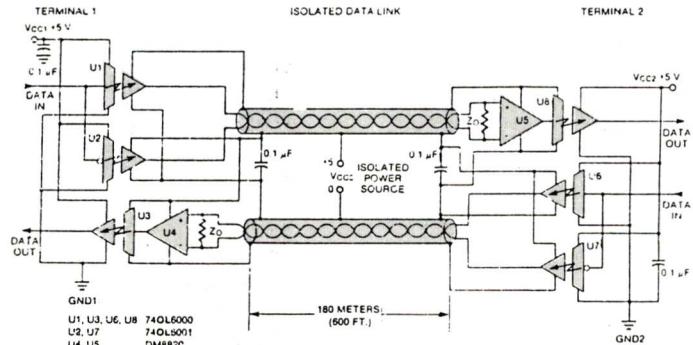


Fig. 5 : Full duplex isolé sur paires.

driver, vers un étage de sortie qui peut être du type Totem Pole ou collecteur ouvert, suivant les modèles.

La sortie garantit le fan-out standard de 16 mA sous 5 V pour les versions Totem Pole, ou un courant pouvant aller jusqu'à 60 mA pour les versions à collecteur ouvert, destinées à commander des relais ou réaliser une interface de niveau (jusqu'à 15 V) ou bien encore, commander la base d'un PNP de semi-puissance. (Fig. 2 et 3).

### Interface logique en 74 OL

La 74 OL est spécifiée comme tout élément de la famille 74, et est utilisée comme telle.

Un condensateur de découplage est recommandé en sortie, comme pour tout dispositif dont les temps de propagation sont inférieurs à 100 nanosecondes (60 nanosecondes pour les premiers produits annoncés).

La sortie de n'importe quelle porte 74-74 L-74 S-74L S-74 C-74 HC est capable d'attaquer la 74 OL sans composant additionnel. La sortie d'une porte 74 OL se comporte comme celle d'une 74 S. Il n'y a donc plus aucune étude à faire dans le cas d'une interface logique classique. De plus, le filtrage du bruit à l'entrée, ainsi que la réjection en mode commun, sont figés. Aucun risque d'erreur ou de marginalité du circuit en température ou dans le temps.

### Récepteurs de ligne coaxiale (Fig. 4)

Le développement des réseaux locaux rapides a répandu l'utilisation des bus coaxiaux. Il en découle des critères de choix des éléments récepteurs :

- nombre de noeuds ou de « T » possibles sur la ligne ;
- adaptation d'impédance facile ;

- sécurité de la réception (distortion admissible) ;
- temps de propagation ;
- immunité au bruit à l'entrée ;
- réjection mode commun.

a) L'utilisation d'une porte 74 OL comme récepteur représente une simple charge de 22 000 Ohms sur un câble de 75 Ohms, par exemple, d'où une infinité de « T » possibles.

b) Aucune adaptation n'est nécessaire au niveau des prises. Il suffit d'une charge coaxiale en bout de câble.

c) La zone des 10 MB peut être atteinte pour des taux de distortion de l'ordre de 30 %.

d) Le retard de la porte, de l'ordre de 60 nanosecondes, est négligeable par rapport au retard apporté par le câble lui-même.

e) L'immunité au bruit d'entrée est assurée par détection de niveau, le seuil étant défini par la référence interne.

f) La réjection en mode commun est figée par design (5 000 V par

## **Applications et circuits**

microseconde) alors que celle d'un photocoupleur varie avec les variations de V<sub>BE</sub> et avec la charge de collecteur.

Il en résulte qu'un simple câble TV du type « messenger » peut être utilisé, l'alimentation étant fournie, si nécessaire, entre la tresse et le fil de support, l'information véhiculée entre l'âme et la tresse.

Le circuit transmetteur s'isole à travers une porte 74 OL attaquant elle-même l'amplificateur de câble. Suivant la longueur et la capacité du câble, on pourra piloter la ligne par une 74 S 140, un amplificateur rapide ou même un MC10128 en ECL, puisque le 74 OL peut assurer une interface de niveau.

## Transmission sur paire torsadée

La figure 5 donne une bonne idée de la souplesse des 74 OL dans ce cas.

Ici, on utilise à la fois les buffers et les inverseurs.

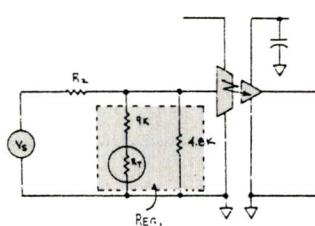


Fig. 7 : Schéma montrant comment affiner le niveau de détection.

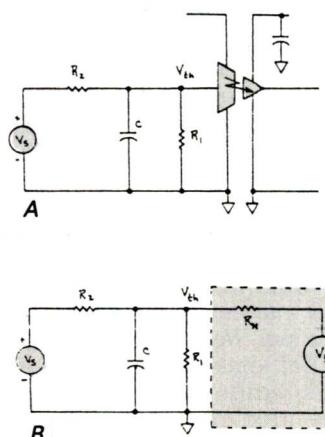


Fig. 8 : Isolement de capteur.

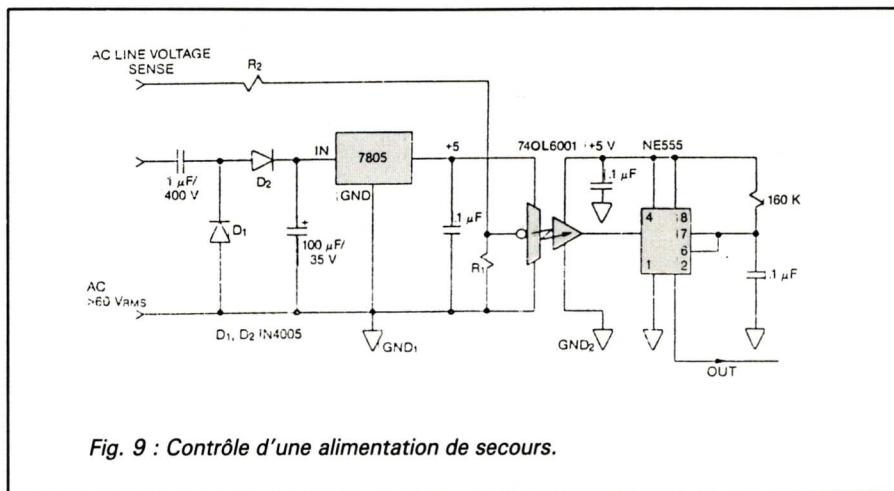


Fig. 9 : Contrôle d'une alimentation de secours.

## Comparateur isolé en 74 OL

La figure 6 montre qu'il est possible d'effectuer la détection d'un signal variable en amplitude à l'aide d'un simple diviseur résistif à l'entrée, pour peu que la résistance vers la masse soit faible devant les 22 000 ohms internes, par exemple 2 200 ohms. La résistance série sera calculée pour fournir les 200 microampères nécessaires, de sorte qu'une simple résistance 1/4 de watt permettra de créer une horloge isolée à partir du secteur par exemple, ou le contrôle d'une alimentation de secours (fig. 9).

On pourra encore améliorer la précision et la stabilité niveau pour les cas très pointus (fig. 7).

## Isolement de capteurs en 74 OL

Dans ce cas, la 74 OL permet un double filtrage électronique :

a) Aux bornes du capteur lui-même ou à la sortie de son amplificateur de mise en forme, l'étage d'entrée de la 74 OL permet une discrimination en niveau (fig. 6) avec ou sans intégration (fig. 8A et 8B).

On pourra utiliser un buffer et un inverseur pour transmettre l'information (filtrée) en mode différentiel si besoin est.

b) A la réception, un second filtrage sera réalisé directement à l'entrée d'une 74 OL après un AM26LS31, utilisé en différentiel. Là encore, l'utilisateur pourra ou non intégrer le signal.

La sécurité et la simplicité d'utilisation de la 74 OL Optologic™

ainsi décrites, semblent à peine croyables et l'on peut se demander pourquoi ces produits arrivent si tard...

Il a fallu trois ans d'étude et de mise au point à *General Instrument* pour offrir un dispositif aussi polyvalent, aussi facile à utiliser et aussi fiable (plus de 2 millions d'heures - éléments accumulés).

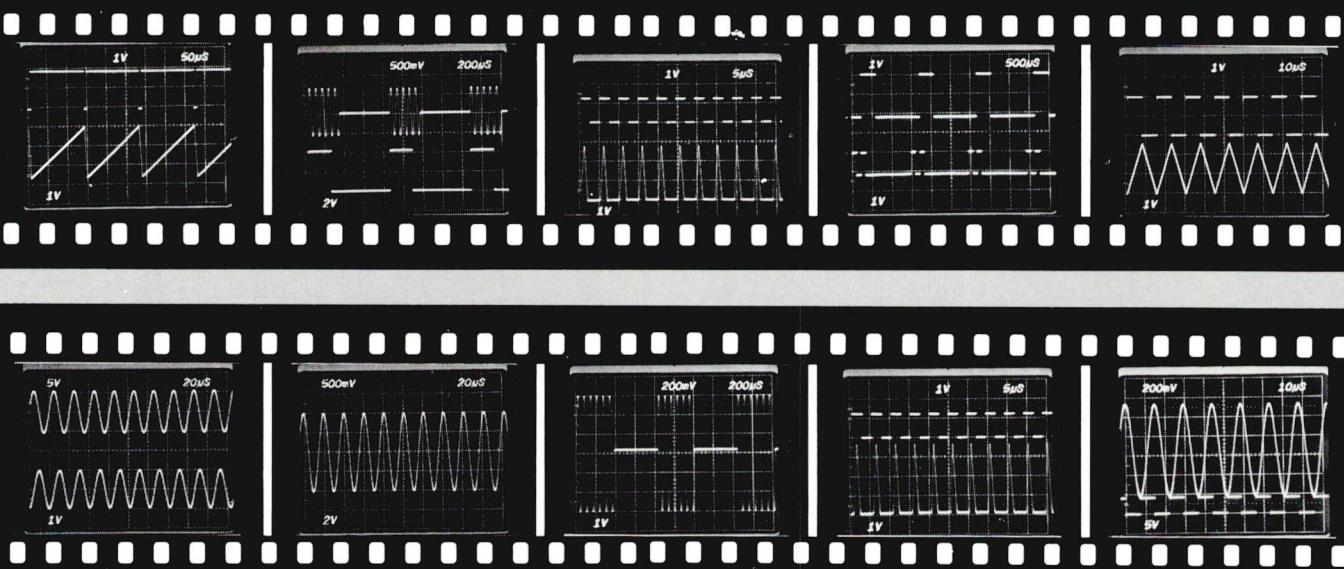
**Alain Barreau**  
*Directeur Technique Europe*  
*General Instrument*  
*Optoelectronics*



## **Ses rubriques**

- *Panorama technique*
  - *Applications et circuits*
  - *Revue de presse internationale*
  - *Nouveaux produits et équipements*
  - *Informations pratiques*

# VOLTMETRE ECHANTILLONNEUR RAPIDE 194 KEITHLEY...

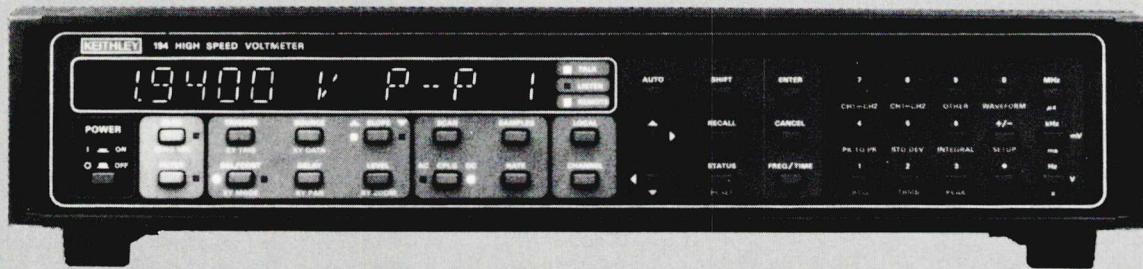


## La formule 1

Permettant notamment la saisie d'événements dynamiques à incidence unique (comme dans les tests de rupture de matériaux ou l'analyse des temps de réaction), le voltmètre à échantillonnage rapide 194 mérite bien le titre de... Formule 1 que lui ont conféré ses utilisateurs.

Avec la vitesse record d'échantillonnage, la souplesse d'acquisition et la polyvalence du modèle 194 de KEITHLEY, l'analyse haute rapidité accède à la simplicité.

- 1.000.000 lectures/sec. Résolution 8 bits.
- 100.000 lectures/sec. Résolution 16 bits.
- Dynamique : 10  $\mu$ V - 200 V.
- Mémoire : 65.000 mesures.
- Pré et post-déclenchement.
- Fonctions mathématiques intégrées.
- Sorties analogiques : X, Y, Z.
- DMA et IEEE 488.
- 2 voies totalement autonomes...



RAPY - 45.75.37.52

**KEITHLEY**

KEITHLEY INSTRUMENTS SARL

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

# Circuit de polarisation pour transistors HF

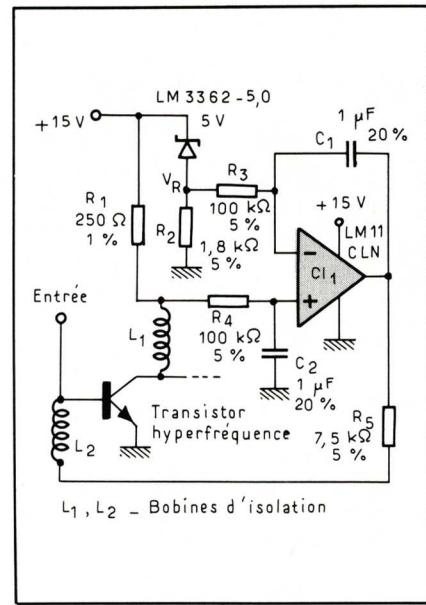
Comme la plupart des transistors destinés à l'amplification des signaux alternatifs, les transistors HF ou Hyperfréquence nécessitent une polarisation correcte.

Un amplificateur opérationnel peut fournir cette polarisation par une régulation du courant et de la tension continue du collecteur.

L'amplificateur opérationnel règle le courant base de telle sorte que  $V_c$  soit à 10 V, ce qui détermine un courant collecteur de 20 mA.

Le montage de l'amplificateur opérationnel en intégrateur différentiel maintient  $V_c$  égal à  $V_r$  et, comme le retard de phase de la boucle est constant et égal à 90°, celle-ci est stable.

La constante de temps de la boucle avec les éléments indiqués est



de 0,1 s, elle peut être diminuée en réduisant les valeurs de R3, R4, C1 et C2.

Le courant collecteur est directement dépendant de la valeur de R1. Les autres composants ne sont pas critiques.

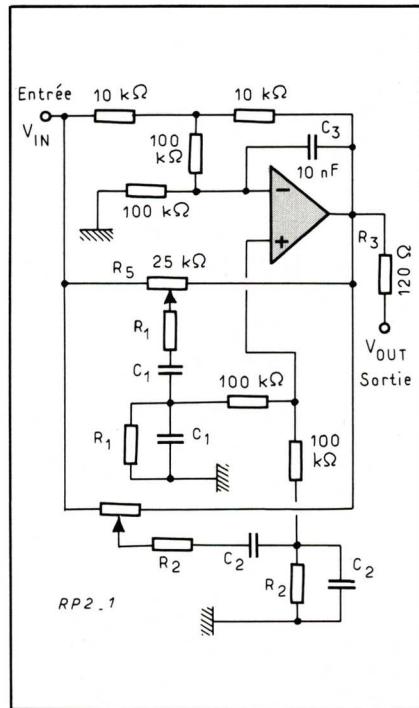
*EDN Juin 86  
Op amp provides dc bias for transistor*

# Commande de tonalité améliorée

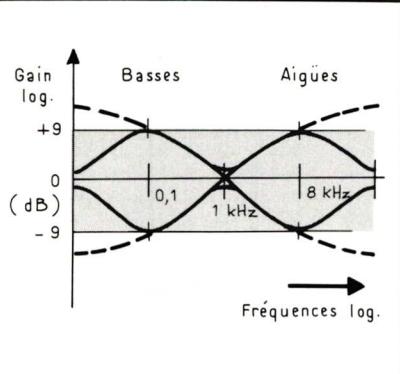
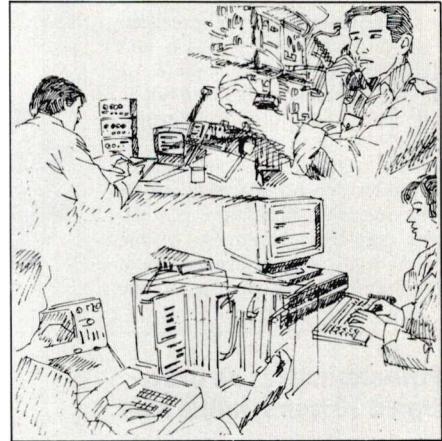
La plupart des commandes de tonalité affecte le gain à mi-bande ce qui dénature le son lorsqu'elles sont en service. Il est possible d'éviter cet inconvénient au moyen d'un double filtre à pont de Wien permettant d'agir indépendamment sur les basses et les aigus.

L'expérience indique que les fréquences centrales les plus appropriées sont respectivement de 100 Hz et de 8 kHz.

En utilisant la relation  $F = (2 \pi RC)^{-1}$ , il est possible de déterminer les éléments de la figure 1 :



# alimentations à découpage



100 Hz :  $R1 = 15 \text{ k}\Omega$ ,  $C1 = 0,1 \mu\text{F}$   
8 kHz :  $R2 = 16 \text{ k}\Omega$ ,  $C2 = 1,3 \text{ nF}$ .

Les potentiomètres R4 et R5 permettent d'agir de  $\pm 9 \text{ dB}$  sur la courbe de réponse des graves et des aigus, comme l'indique la figure 2.

R3 et C3 assurent la stabilité du circuit.

*EDN Février 86  
Wien bridge filters enhance tone control*

## Commande de solénoïde performante

Cette commande de solénoïde utilise des lampes à filament métallique pour limiter la consommation, qui accessoirement servent d'indicateur de fonctionnement.

La grande réductrice magnétique de la bobine dans les dispositifs à armature, tels que les solénoïdes et les relais, nécessite une pointe de courant à l'appel, suivie par un courant de maintien plus faible.

On peut approximativement satisfaire ces conditions en branchant une lampe à filament métallique en série avec la bobine.

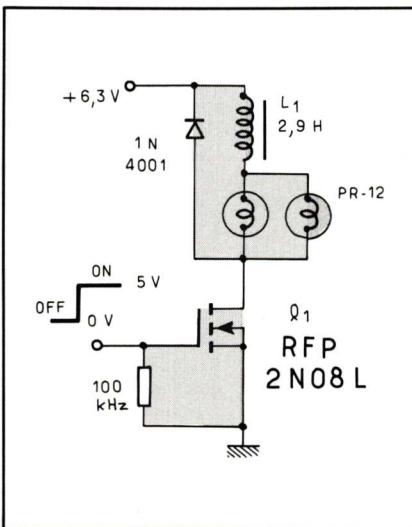
A l'état froid, la résistance du filament est suffisamment faible pour laisser passer le courant d'appel du solénoïde, puis au fur

et à mesure de son échauffement, la résistance augmente, le courant diminue et permet le maintien de l'armature du relais ou du noyau du solénoïde.

Le circuit indiqué a les caractéristiques suivantes :

- Commutation Marche/Arrêt du MOS par des signaux logiques 5V.

- Deux ampoules de lampe de poche peu coûteuses en parallèle supportent le courant d'appel. Comme leur courant en continu n'est que 50 % du courant crête



et, comme elles fonctionnent à 60 % de leur tension nominale, leur durée de vie est de l'ordre de 12 000 heures. De plus, leur coefficient de température positif limite la consommation tout en assurant une protection du système.

- Le courant s'établit à 700 mA, comparé à 1,7 A sans lampe.
- Le fonctionnement sur batterie est possible, la tension d'alimentation minimale étant de 4,6 V.

*EDN Avril 86  
Lamps improve solenoid driver efficiency*

## la bonne tension dans tous les secteurs

### Industrie :

- blocs de 100 à 1.000 W
- cartes europe mono et multi-tension

### Informatique :

- châssis ouverts de 40 à 250 W
- alimentations ininterruptibles

### Téléphonie :

- convertisseurs continu continu

### Militaire :

- sur cahier des charges.

### Fabrication française.

# AEA

29, avenue Carnot - 91310 Massy

Tél. 69 20 84 71

Télex : AEA 691511 F

Monsieur .....

Société .....

Adresse .....

..... désire recevoir une documentation

la visite d'un ingénieur commercial

# Potentiomètres de haute qualité

## Potentiomètre numérique de précision

La série 3680 de BOURNS représente une solution intéressante par rapport aux modèles traditionnels combinant potentiomètre de précision et bouton de réglage.

Ce potentiomètre de précision réglable numériquement, en tant qu'unité mécanique complète, se monte de manière très rationnelle sur cadre. Sa reproductibilité est inégalée, si bien que le réglage de valeurs déterminées de résistance ou de tension ne dégénère pas en une opération fastidieuse. La valeur réglée, clairement visible même à une certaine distance, peut représenter directement p.ex. une

tension (ou une résistance). Un capot transparent en silicone, disponible en option, protège contre les poussières et les liquides.

La série 3680 est proposée jusqu'à cinq décades. Les valeurs de résistance s'étendent entre  $1\text{ k}\Omega$  et  $1\text{ M}\Omega$ , avec une tolérance de  $\pm 3\%$ . La précision absolue s'élève à  $0.5\%$ .



## Potentiomètres de précision à 10 tours, faible coût

BOURNS propose avec les deux séries 3540 et 3590 des potentiomètres de précision à 10 tours économiquement avantageux, pour quasiment toutes les applications de l'électronique industrielle.

Dans l'élaboration de la série 3540, une grande attention a été donnée à la souplesse, pour qu'elle soit la plus élevée possible du point



de vue constitution mécanique. C'est ainsi que sont proposées diverses variations à partir du modèle standard, réalisables facilement pour une quantité minimale de pièces: axes traversants, double potentiomètre, versions à 3 ou 5 tours, éléments résistifs Hybritron® ou couple élevé de rotation. La série 3540 est livrée dans une gamme de résistance comprise entre  $100\text{ }\Omega$  et  $10\text{ k}\Omega$ .

La construction de la famille 3590 par contre est basée sur une fabrication en grande série, économiquement plus avantageuse. Il en découle des prix de vente très intéressants. L'assortiment standard englobe des versions avec canon et axe en métal ou plastique, avec cosses ou pointes à souder, dans des dimensions métriques ou en pouces, ainsi que des modèles étanches. Le modèle 3590 est disponible dans une gamme de résistance comprise entre  $200\text{ }\Omega$  et  $50\text{ k}\Omega$ .

Les deux séries possèdent une tolérance de résistance de  $\pm 5\%$  et un écart maximum de linéarité de  $\pm 0.25\%$ . Et tous deux proviennent d'une usine européenne. De plus BOURNS fabrique une large palette de potentiomètres de précision multitours avec des diamètres de 13 mm à 51 mm.

## Nouveau bouton numérique de réglage

BOURNS présente le nouveau modèle CT-50, un bouton numérique de réglage très commode, de production européenne.

Le CT-50 est l'un des plus petits boutons numériques rotatifs du marché avec son diamètre de seulement 22,5 mm. De sa construction mécanique précise et de très haute qualité résultent une grande précision de réglage et une très longue durée de vie.



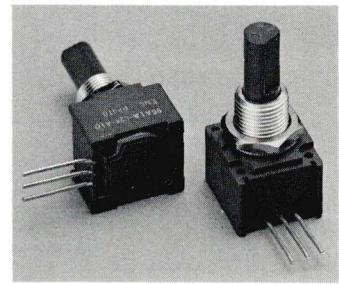
## Potentiomètre de face avant étanche

BOURNS a complété les potentiomètres de la série 90 par le modèle étanche 96. Il en résulte pour l'utilisateur d'importantes simplifications lors du nettoyage de circuits imprimés complètement équipés, ainsi qu'une meilleure protection contre les environnements sévères.

Le modèle 96 possède les mêmes caractéristiques que toute la série 90: construction modulaire pour une diversité de types, réglages précis et doux, éléments résistifs en plastique ou en Cermet conducteur, ainsi que différents diamètres de canon et d'axe. Les broches de contact sont conçues pour tous les genres de

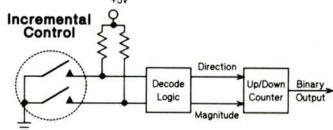
montage direct sur circuit imprimé.

Les potentiomètres de la série 90, en raison de leur construction de très haute qualité, se révèlent idéaux pour toutes les applications de l'électronique industrielle. Ils sont de plus peu coûteux grâce à leur production en grande série.



## Réglage par contacteur-codeur

Le réglage manuel des valeurs de consigne à l'aide d'un générateur incrémentiel angulaire devrait représenter une nouveauté pour de nombreux concepteurs électroniciens. Mais cette manière d'entrer des données n'est que pure logique, si l'on considère le nombre croissant des systèmes numériques de mesure. Au lieu du réglage habituel analogique par potentiomètre, avec conversion ultérieure analogique-numérique, la valeur est transmise, depuis un encodeur et en passant par un circuit logique, directement au microprocesseur.



BOURNS offre pour la première fois avec la famille de codeurs ECW une possibilité très intéressante d'entrée numérique directe. La sortie consiste en 6 à 12 trains d'impulsions/tour avec 12 à 36 divisions/tour. La reconnaissance du sens de rotation s'effectue par décalage de phase, décodée dans le décodeur qui suit. Les contacts en métal pur assurent une fiabilité élevée et une durée de vie d'au moins 200000 rotations d'axe.



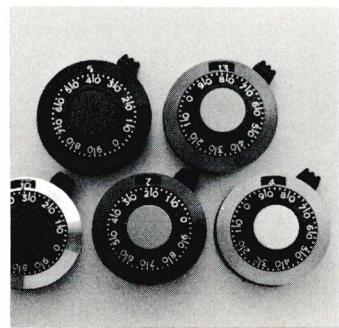
## Boutons de réglage

BOURNS propose pour l'actionnement manuel des potentiomètres multitours de précision deux boutons de réglage, ayant les références H-506 et H-507. Ils se différencient essentiellement par leur construction mécanique.

La structure du modèle H-506 permet de le fabriquer de manière économiquement avantageuse, et avec une qualité élevée. Utilisé avec le potentiomètre 3590 de BOURNS, il en résulte probablement la combinaison potentiomètre-bouton de réglage la plus intéressante. En plus de son niveau élevé de qualité, le modèle H-507 offre un avantage supplémentaire: outre la couleur argent, il est disponible également avec son anneau de renforcement et sa plaque de re-

couvrement en jaune-or, bleu, rouge et noir. Ce qui représente sans nul doute pour le concepteur de design d'appareil de réjouissantes possibilités de création.

Les valeurs réglées des deux modèles sont très lisibles, grâce aux inscriptions en blanc clair sur fond noir.



# 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

PHILIPS

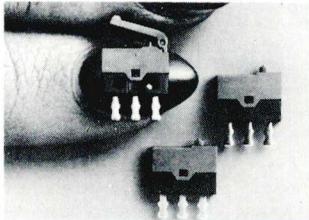
# NOUVEAUX PRODUITS & EQUIPEMENTS

## MICROCONTACT

La société **Cherry**, représentée par **Techno-Profil**, annonce la fabrication du plus petit microcontact actuellement disponible sur le marché.

D'un poids de 0,3 gr, le modèle DH a les dimensions suivantes :

- Largeur : 2,7 mm
- Longueur : 8,2 mm
- Hauteur : 7,1 mm



Les 3 sorties au pas de 2,5 mm existent en cosses à souder ou pour circuit imprimé.

Ce nouveau microcontact existe avec ou sans levier et est garanti pour 30 000 manœuvres minimum à plein charge.

## AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL

Le nouvel amplificateur opérationnel différentiel stabilisé par Chopper, le **SI 7652** de **Siliconix**, offre les performances exceptionnelles du procédé **Polymos TM**. Fabriqué avec le process breveté CMOS double poly, simple métal, le **SI 7652** introduit de faibles erreurs par courants d'offset et de polarisation, et réduit les problèmes du bruit dûs à l'injection de charges du Chopper aux entrées de l'amplificateur.

Le **SI 7652** élimine virtuellement les erreurs de tension d'offset apparaissant avec le temps ou avec les variations de température.

Une tension d'offset 5 m V, + 0,05 m V/<sup>o</sup> C est le maximum spécifié. De plus, la tension d'offset est régulée sans utiliser de potentiomètres, ce qui élimine les ajustements coûteux et améliore les performances et la fiabilité des circuits.

La conception de circuits sans potentiomètres ajustables est idéale pour des applications d'amplificateurs de précision ou la caractéristique de faible offset de tension est primordiale, et où un ajustement périodique est malaisé. L'utilisation est optimale dans les amplificateurs de thermocouple, de jauge de contrainte et d'instrumentation, grâce à une faible erreur de courant de polarisation (30 pA maximum),

un faible bruit (0,2 m V p.p. du continu à 1 Hz), un fort gain en boucle ouverte (© 120 dB) et de très forts taux de réjections de mode commun et de tensions d'alimentation (© 110 dB).

Le **7652** est disponible entre autres dans des boîtiers DIL plastiques 8 et 14 pattes, DIL céramique 14 pattes, et des boîtiers **TO-99**. Les boîtiers plastiques sont spécifiés 0 + 70° C., le boîtier céramique est spécifié -20° + 85° C, le **TO-99** est disponible aux deux spécifications.

Les alimentations électriques nécessaires sont + 5 V et - 5,2 V, avec une consommation maximale de 415 mW.

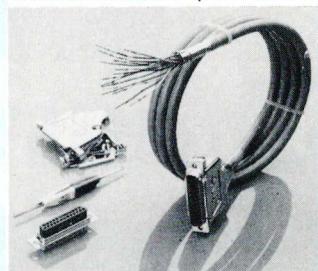
Les sorties numériques sont compatibles TTL, avec possibilité de forte impédance, en code binaire ou complément à deux ; le temps de conversion est suffisamment court pour permettre de les connecter directement au bus du microprocesseur.

A la fois très souple et polyvalent, le **MC6108** peut être mis en œuvre sans problème par tout professionnel ou amateur sérieux. Ses applications comprennent les systèmes de commande de processus, les systèmes de servocommande, l'enregistrement des formes d'onde, le traitement des signaux et, bien qu'il ait été conçu pour être utilisé avec des microprocesseurs, on peut aussi l'utiliser en mode autonome.

Le **MC6108** est le remplacement direct de l'**AM6108** d'**AMD**.

## CORDONS DE LIAISONS RS 232C/V24 PRE-CABLES

**AMP** propose un cordon mâle blindé pour réaliser la liaison entre deux équipements informatiques avec une interface RS 232C ou 24 V (CCITT). Le cordon est équipé à une extrémité d'un connecteur trépidoïdal HD 20 blindé 25 points câblé selon l'interface RS 232C/V 24. L'autre extrémité comporte une ferrule de masse et les contacts mâles sertis par **AMP**.



Un kit d'assemblage comprenant boîtier, coquilles blindées, vis de verrouillage et outil d'insertion/extraction permet à l'utilisateur de câbler le connecteur suivant son équipement.

## CAN COMPATIBLE BUS DE MP 8 BITS

**Motorola** vient de lancer le **MC6108**, convertisseur A/N très rapide, disponible en boîtier plastique DIP 28 broches. Le temps de conversion ne dépasse pas 1,8 ms (en utilisant la technique SAR). C'est l'un des convertisseurs non flash les plus rapides actuellement disponibles, ce qui signifie qu'il allie grande vitesse et petit prix. Il possède sa propre référence interne 2,5 V et offre une précision garantie de ± 1 % sans réglage.

## CONVERTISSEURS C.C MINIATURES

La firme **Calex**, représentée exclusivement en France par **Sacasa** et seule firme à garantir les alimentations et convertisseurs continu/c. pour 5 ans, propose une nouvelle série de convertisseurs continu/c. miniatures de 0,5 et 1 W dans un boîtier de 32 x 20,3 mm et 10,2 mm d'épaisseur - DIL. 24 broches. Cette série se divise en 2 groupes :

1-Groupe entrée 5 ou 12 V, et sortie double ± 15 V (33 mA) ou ± 12 V (40 mA) avec une acceptance à l'entrée de ± 10 %.

2-Groupe entrée 5 ou 12 V délivrant une seule tension, soit 5 V (100 mA) - 12 V (80 mA) ou 15 V (65 mA).

Ces modules miniatures sont isolés sous 300 V continus et le bruit est inférieur à 10 mV crête/c. Le rendement pour ces petites puissances est excellent car meilleur que 53 %.

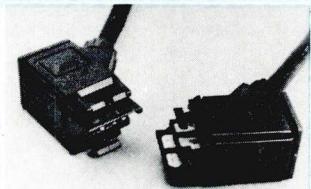
## PROCESSEUR 32 BITS POUR SM90

Le **CNET** annonce la réalisation d'un processeur 32 bits pour **SM90**, ce qui amène ce système informatique au niveau des meilleurs ordinateurs mondiaux, avec l'avantage de sa structure multi-processeur. Cette carte est organisée autour d'un micro-processeur

Motorola MC 68020 fonctionnant à 16,67 MHz ; elle est conforme à la spécification SM90T (version télécom). Ce processeur 32 bits est prévu pour fonctionner jusqu'à 24 MHz et s'appuie sur de nouveaux brevets. Les tests font apparaître des gains de performances (en temps d'unité centrale) dans un rapport de 2 à 5 pour les SM90 actuellement commercialisées et équipées d'un microprocesseur 16 bits Motorola MC68000 ou MC68010. La société Telmat annonce la commercialisation de ce produit pour le dernier trimestre 86.

## CONNECTEUR DE DONNEES POUR SYSTEME DE CABLAGE IBM

AMP vient de développer un connecteur de données caractérisé par la simplicité de son concept. Ce connecteur est hermaphrodite, ce qui évite la confusion entre connecteurs mâles et femelles.



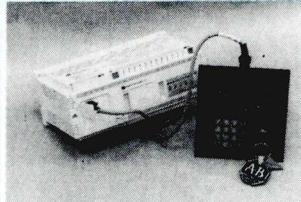
Chaque connecteur comporte 4 contacts auto-dénudants en cuivre doré et un blindage intégral pour la mise à terre. Un clip de verrouillage assure la sécurité de la connexion. Les contacts se mettent automatiquement en court-circuit pour faciliter les tests.

## TERMINAL DE REGLAGE ET DE MISE AU POINT

Le nouveau Terminal d'Accès aux Compteurs et Temporiseurs (TCAT) présenté par Allen Bradley permet de visualiser et de modifier l'état des compteurs, temporiseurs et des séquences programmées sur un automate programmable SLC 100. Il constitue donc un outil idéal de réglage et de mise au point d'un système automatique. Le TCAT est conçu pour être installé dans une découpe d'armoire, généralement celle de l'automate. Le TCAT répond alors aux exigences des normes IP 65, IEC 529 et NEMA 12

et 13. Il supporte l'ambiance industrielle 0° à 60°C. Il prend son alimentation sur le processeur SLC 100 à travers son câble de raccordement de 2 mètres. On peut aussi le déporter jusqu'à 1 200 mètres du processeur SLC 100 grâce à un boîtier de mise à distance.

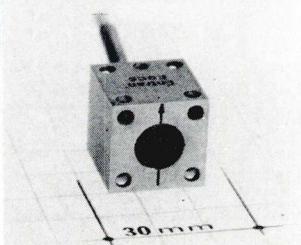
Le TCAT a un commutateur à clé pour



garantir la sécurité d'accès, et ses touches sont du type étanche à réaction tactile. L'afficheur multifonction à sept positions de sept segments est très lisible, et six diodes électroluminescentes indiquent l'instruction en cours de visualisation ou de modification. Le TCAT est listé UL et certifié CSA.

## ACCELEROMETRE PIEZO-RESISTIF

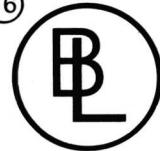
L'accéléromètre EGCS-A-XX-DQB, annoncé par Entran est un capteur piézorésistif miniature à butées mécaniques, qui présente la particularité de posséder un amplificateur incorporé, permettant une sortie à haut niveau, grâce à une électronique hybride. C'est un appareil qui donne une réponse en statique et en dynamique jusqu'à une fréquence d'utilisation de 3 000 Hz.



Ses caractéristiques générales sont les suivantes :

- Une gamme de 10 étendues de mesure de 5 à 5 000 g
- Surcharge admissible : 100 fois l'étendue de mesure ou 20 000 g Maxi
- Alimentation : +/-15 V CC.
- Sensibilité nominale : 5 V pour l'EM jusqu'à 10 V. à la demande.
- Linéarité et Hystéresis : < 1 % de l'E.M.
- Plage d'utilisation en température : - 40 à + 120°C
- Domaine de compensation : 20 à 80°C
- Dimensions 20 x 20 x 20.

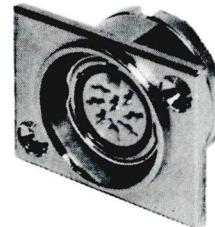
(16)



## série BLEECON CONNECTEURS DIN

Conformes à DIN 45 329 et IEC 130.9, 3 à 8 PÔLES - avec verrouillage.

### CONNECTEURS FEMELLES FIXES

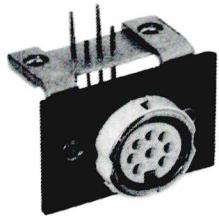


encastrée

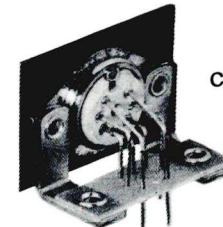


en saillie

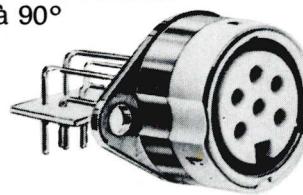
### CONNECTEURS pour circuit imprimé



sorties coudées  
à 90°



sorties coudées 90°  
avec équerre



sorties droites

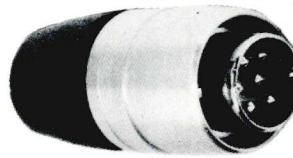
### CONNECTEURS MOBILES



mâle

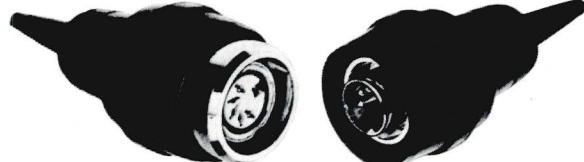


environnement sévère



femelle

### CONNECTEURS ÉTANCHES



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

## VENTILATEURS

Dimacel, distributeur exclusif de la société ETRI annonce une nouvelle ligne de production de ventilateurs à alimentation en courant continu sans balai.

Les nombreux avantages présentés par ce type de matériel à paliers lisses sont les suivants :

- la tension d'alimentation ne dépend plus directement du réseau, offrant ainsi un seul type de ventilateurs pour les différents pays,
- la vitesse de rotation, ainsi que les caractéristiques aérodynamiques, sont variables en fonction de la tension d'alimentation,
- la consommation est faible,
- l'échauffement est inférieur à celui des ventilateurs alimentés en courant alternatif, d'où une amélioration de la durée de vie et de la fiabilité,
- la réduction du rayonnement électromagnétique dû à la diminution des masses magnétiques permet l'emploi de ces ventilateurs à proximité d'un tube cathodique.

Enfin, tous ces ventilateurs sont protégés contre l'inversion de polarité et le blocage du rotor.

ETRI étant donné les applications des ventilateurs courant continu sans balai, développe une gamme aussi complète que sa production de ventilateurs courant alternatif et Dimacel dispose, dès maintenant, sur stock les modèles : 80 x 80 x 38 mm, 120 x 120 x 38 mm en 12, 14, 24 et 48V courant continu.

## CONNECTEURS SERTISSAGE AUTOMATIQUE

Souriau présente sur le marché une

nouvelle gamme de connecteurs D-SUB, à sertissage automatique pour applications industrielles, réf. 8656. Ce produit répondant aux exigences de la norme DIN 41652, succède à la série 8634 actuellement diffusée. La série 8656 est intermariable avec tout connecteur d-sub conforme dimensionnellement à la norme MIL-C-24308 b. les contacts à sertir sont découplés, roulés et livrés en rouleaux de



5 000 Pièces. Souriau propose, comme pour la série 8634, la presse automatique PP III à dénuder et à sertir, pour une production économique en série. Les fils utilisables vont de la jauge AWG 28 à la jauge AWG 20. Le sertissage est réalisé sur âme et sur isolant. Le connecteur 8656 est indispensable pour la réalisation de tout cor-don de liaison type RS 232 C.

## CIRCUIT DE COMMUTATION A QUATRE DARLINGTONS

Destiné au pilotage des solénoïdes commandant les aiguilles des imprimantes matricielles et à l'attaque d'autres charges inductives, le commutateur à 4 darlington SGS, le L6221, intègre quatre darlington NPN, avec des diodes de clamp et des étages de préamplificateurs qui permettent la connexion directe à un microprocesseur.



Chaque darlington supporte un courant continu de 1,8 A, avec une tension maximum de 50 V et une très faible tension de saturation. Deux options de boîtier sont possibles : le Multiwatt 15 broches, pour les applications de forte puissance, et le Powerdip 12+2+2, DIP plastique utilisant les quatre broches centrales pour évacuer la chaleur de la puce vers le cuivre du circuit imprimé.

Par rapport aux circuits darlington standard, comme ceux de la série ULN20xx, communément utilisés pour cette fonction, le L6221 présente l'avantage de pouvoir se connecter directement à un microprocesseur. De plus, il comporte une fonction de validation commune et un circuit interne qui élimine les transitoires de sortie à la mise sous tension et hors tension.

œuvre toute une série d'idées entièrement nouvelles.

Le résultat est un moteur de faible encombrement ( $\varnothing$  51 mm x 45 mm) de puissance utile élevée (2W) pour une faible puissance absorbée (5W) et d'un support prix/performances étonnamment avantageux.

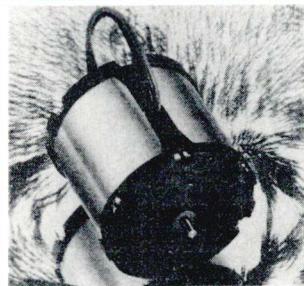
Ce moteur bénéficie d'une conception entièrement nouvelle : le stator est formé des enroulements et des aimants permanents, tandis que le rotor est exclusivement constitué d'un induit en fer doux. Il en résulte une masse d'inertie minimale et peu de flux de fuite, donc un rendement élevé. L'accouplement flexible entre le rotor et son axe, nouveau lui aussi, contribue dans une large mesure à une valeur du couple de démarrage exceptionnellement élevée pour un moteur synchrone. Le nouveau modèle UDS7 se distingue par sa très longue durée de vie (au minimum 3 ans en service continu).

Pour l'utilisateur, ce nouveau moteur offre en plus tous les avantages généraux et constructifs du moteur synchrone, tels que : raccordement par fils souples, simplicité de montage, faible vitesse de rotation (500 t/min à 50 Hz ; 600 t/min à 60 Hz), pas d'échauffement excessif en cas de blocage du rotor, arrêt instantané en cas de coupure de tension, etc...

Toutes ces caractéristiques s'avèrent de la plus grande utilité dans une gamme d'applications très diversifiée, notamment pour les appareils ménagers (grille-pain, presse-fruits, couteaux électriques, etc...), les machines de bureau (photocopieuses, dispositifs d'avance papier, etc...), l'instrumentation (développement photographique, agitateurs-mélangeurs, pompes, etc...), les distributeurs automatiques de tous genres (par ex. les distributeurs de gobelets dans les automates à boissons), ainsi que dans la construction de machines et installations (systèmes

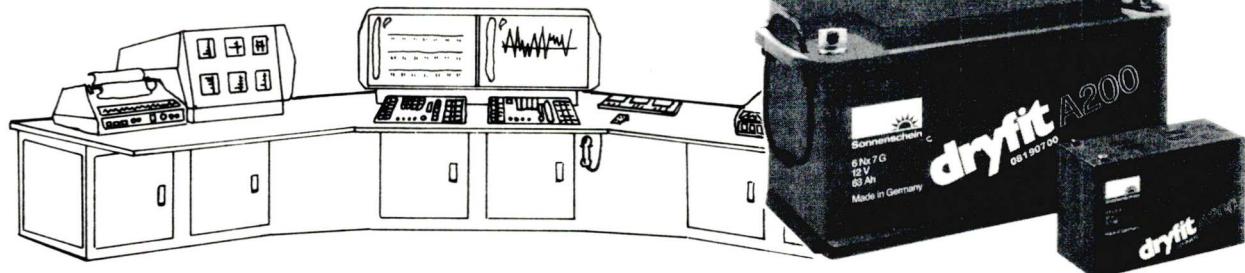
## PETIT MOTEUR A 40 % DE RENDEMENT

Pour réaliser ce petit moteur synchrone monophasé unidirectionnel,

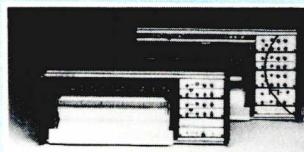


le service de recherches et développement de la Ste Acir a mis en

**La fiabilité de votre alimentation de secours est égale à celle de vos batteries**



de graissage, dispositifs d'assemblage, installations de surveillance, vannes motorisées), etc.



### BANC DE TEST AUDIO

Rohde & Schwarz vient de compléter la gamme de ses produits audio-fréquence par un banc de test intégré et programmable BUS CEI, l'UPA. Cet instrument a été conçu pour répondre aux besoins du concepteur comme de l'exploitant dans des domaines aussi divers que la radio-diffusion, les studios d'enregistrement, les matériels « Grand-public » ou la téléphonie. Sous un emplacement réduit, l'UPA regroupe la quasi-totalité des équipements d'un laboratoire conventionnel de qualité, pour un coût voisin de celui d'un élément isolé. Sa conception modulaire permet d'offrir à l'utilisateur un instrument « à la carte » pouvant évoluer en fonction de ses impératifs. Le niveau des performances et l'éventail des possibilités offertes placent d'emblée l'UPA très haut dans la hiérarchie des bancs automatiques BF, ce qui ne surprendra pas quand on connaît la réputation des instruments Rohde & Schwarz dans les autres domaines de la mesure électronique.

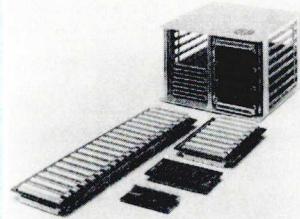
### ENREGISTREUR STANDARD

Linseis propose une série Standard d'enregistreur : L7200 et L7300. D'une largeur d'écriture de 250 mm (L7200) ou 120 mm (L7300), ils disposent du chariot d'écriture extractible qui a déjà fait ses preuves sur d'autres séries. L'utilisateur a 4 tiroirs de mesure à sa disposition : mV/V avec 15 échelles commutables entre 1 mV et 50 V, mV/V avec en plus contretenion manuelle jusqu'à  $\pm 4$  fois l'échelle, température par

thermocouple, température par Pt100. De plus l'échelle, sur ces enregistreurs, peut être dilatée d'un facteur max. de 0,4 d'où une sensibilité maximale de 0,4 mV pour 250 mm. L'avance papier est conduite par un moteur pas à pas déjà utilisé dans les enregistreurs plats Linseis. Il utilise sans problème du papier en rouleaux ou accordéon en marche avant ou arrière. Cette série, comparable par sa robustesse à la série L2005, est équipée d'origine d'une alimentation secteur et batterie. Dans les cas extrêmes, l'enregistreur peut même être livré avec un boîtier étanche à la poussière ou avec une porte étanche.

### SYSTEMES MECANIQUES COMPATIBLE MULTIBUS II

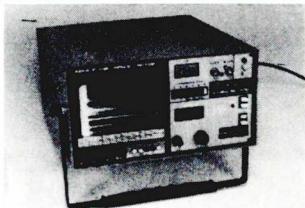
En même temps qu'apparaissaient les cartes de fonctions Multibus II d'Intel, Schroff mettait sur le marché les ensem-



bles mécaniques et cartes-mères compatibles Multibus II. Ces systèmes comprennent les cartes-mères PSB et LBX selon la technique des multicouches (ici 6 couches), l'alimentation de 400 W de puissance de sortie et le bac à carte

ainsi que le coffret 19" adéquat. Dans le cas du bac à cartes les particularités des spécifications mécaniques concernant le Multibus II ont été respectées. Ainsi, lors de l'implantation de cartes Multibus II aucun problème de compatibilité n'apparaît. Pour les utilisateurs OEM de cartes Multibus II, des faces frontales spéciales ainsi que des extracteurs de cartes appropriés ont été développés. Les cartes développées par les fabricants OEM équipées de ces faces avant s'adaptront correctement aux ensembles Intel. Une nouvelle brochure décrivant les systèmes mécaniques Schroff compatibles Multibus II est proposée gratuitement à tous les utilisateurs du Multibus II.

choix du standard de réception, soit standard français L, avec modulation positive de l'image et son AM à 6,5 MHz de la porteuse image, soit standard Européen, avec modulation image négative et son FM intercarrier 5,5 MHz. Pour les mesures spéciales sur les signaux vidéo ou son et pour les extensions avec des démodulateurs et décodeurs futurs, l'appareil est doté d'une prise Péritel avec entrées, sorties et commande de commutation des signaux vidéo et son.



L'appareil est compact, autonome, il possède une batterie interne avec chargeur qui lui donne plusieurs heures d'autonomie. Réalisé dans un coffret métallique très robuste, il a été prévu pour un usage intensif sur les chantiers.

### MESUREUR DE CHAMP PANORAMIQUE

Le mesureur de champ panoramique MCP 850 d'Unahom a été étudié spécialement pour répondre aux exigences des techniciens spécialisés en installations d'antennes et de réseaux communautaires de télévision. Il permet grâce à son écran de remplir différentes fonctions indispensables dans ce domaine. Il mesure le niveau des portées Image et Son des canaux de télévision avec une excellente précision aussi bien en standard L (Français) que B/G (Européen). Un dispositif particulier de détection de crête permet de mémoriser le signal de blanc 100 % dans les lignes Test. Sur l'écran panoramique l'appareil affiche le spectre des fréquences reçues dans la totalité de la bande choisie avec possibilité de repérer les fréquences au moyen d'un marqueur et d'un fréquencemètre incorporé. Le fréquencemètre qui affiche la fréquence reçue ou la fréquence du marqueur, donne une précision de 0,1 MHz dans les bandes télévisions et 10 kHz dans la bande FM. Le MCP 850 fonctionne également en mode moniteur, affichant l'image du canal sur lequel l'appareil est accordé. La qualité de l'image et la présence des échos peuvent être mis en évidence. Le MCP 850 autorise le

### LECTEUR OPTIQUE

SKAN-A-MATIC représenté par REP'France, propose un lecteur optique de badge compact et économique le Slot-skan. Ce dispositif fait moins de 5 x 5 x 15 cm, il peut être placé horizontalement ou verticalement et son câble de raccordement permet de le connecter sur tous les systèmes compatibles RS 232 C. Il peut lire la plupart des codes standards (EAN/UPC, inter 2 sur 5, code 3 par 9, Codabar...) sur une longueur de 32 caractères. Le système de lecture ne vient jamais en contact avec la carte ou le document à lire, ce qui évite toute déterioration accidentelle du support. Ce produit très simple d'utilisation apporte une solution idéale à tous les problèmes de contrôle d'entrée, identification de personnes, contrôle d'accès, suivi de production.

## Seules les batteries dryfit Sonnenschein offrent une sécurité optimale

Car les batteries dryfit mises au point par Sonnenschein sont les seules à présenter tous ces avantages :

- absence totale d'entretien et résistance aux décharges profondes
- aucune fuite d'électrolyte et possibilité de mise en place dans n'importe quelle position
- applications universelles, tant en service d'attente en parallèle qu'en service cyclique
- place de capacités de 1,0 à 110 Ah

Homologation VDS, normalisation DIN

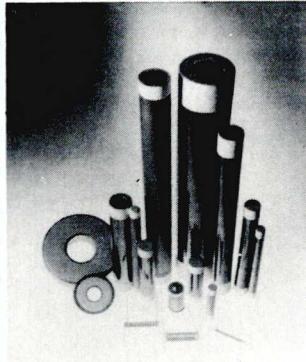
dryfit Sonnenschein – la seule batterie avec homologation antidéflagration –

Sonnenschein France S.A. · Boite Postale 757 · F-95004 Cergy-Cedex · tél: (3) 4 64 93 20 · télex 695 459



## RESISTANCES DE PUISSANCE

Les résistances fixes de puissance Silohm, de **Carbone Lorraine**, conductrices dans la masse, sont élaborées à partie de carbone et de silico-aluminates. Leur procédé de fabrication de technologie céramique leur



confère la propriété d'être non inductives.

Elles sont principalement utilisées dans les systèmes hautes fréquences et hautes tensions, et sont particulièrement adaptées aux régimes impulsifs à forte énergie.

Domaines d'application :

- circuits d'amortissement d'émetteurs haute fréquences,
- antennes fictives,
- lasers de puissance,
- décharge de condensateurs,
- protection de semiconducteurs de puissance.

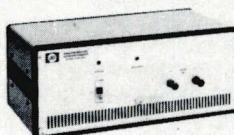
On les trouve sous forme de tubes, bâtonnets, disques, anneaux, dans des valeurs chimiques de quelques dizaines de milliohms à  $10^5$  ohms.

Sur demande, elles peuvent être livrées avec des colliers de fixation ou des accessoires de fixation tels que coupelles, sorties radiales ou axiales.

## ONDULEURS PORTABLES

**Equipements Scientifiques** propose une gamme très complète d'onduleurs portables.

Proposés pour des puissances de 120 VA à 1000 VA, ils ont été particulièrement développés pour des applications nécessitant une source d'énergie alternative peu encombrante. Prévus pour des tensions d'entrées de



11 à 15 VDC, 22 à 30 VDC, 44 à 54 VDC, ils délivrent une tension sinusoïdale régulée à  $\pm 5\%$  pour une distorsion de 6 %. La stabilité en fréquence meilleure que  $\pm 1$  Hz, peut être portée à 0,001 % par l'utilisation d'un pilote à quartz. Des versions faibles distorsions et entrées pour réseau continu 100 VDC sont également proposées.

## ALIMENTATIONS DE LABORATOIRES DE PUISSANCE

Takasago, représenté par **Equipements Scientifiques**, propose une nouvelle gamme très complète d'alimentations de laboratoire de puissance. Cette gamme comprend plus de 40 modèles pour des tensions de sorties de 0 à 1000 VDC et des courants de sorties jusqu'à 1000 A.



Chaque alimentation est utilisable aussi bien en générateur de tension qu'en générateur de courant. La résiduelle en sortie est inférieure à 3 mV eff. pour une régulation ligne et charge meilleure que 0,005 % + 3 mV.

Ces alimentations sont également programmables à distance. De nombreuses possibilités d'interface sont proposées comme l'interface IEEE 488, etc... une option protection surtension est possible sur certains modèles par crossbar permettant d'éviter toute fausse manipulation sur la charge.

## CONVERTISSEURS ANALOGIQUE/NUMÉRIQUE A 11 ENTREES

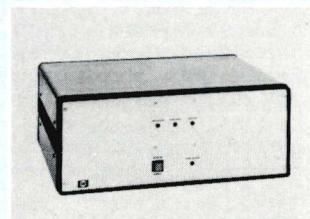
Deux convertisseurs analogique/numérique 8 bits offrant 11 entrées analogiques sont maintenant disponibles chez **Motorola**. Ces deux circuits sont en technologie CMOS à portes silicium (Silicon Gates) et seront particulièrement précieux pour les applications faisant appel à des microprocesseurs, dans l'industrie automobile ou les autres systèmes industriels exigeant des accès d'entrée analogique multiples et une interface de périphérique série intégrée.

Le MC 145040 exige l'emploi d'une horloge A/N externe ; le MC 145041 comporte une horloge interne et fournit un signal de « fin de conversion » permettant l'utilisation des interruptions du microprocesseur. Il font tous deux appel à la technique d'approximations successives A/N, avec des vitesses de conversion de 20  $\mu$ s pour le MC 145041 et de 10  $\mu$ s pour le MC 145040, pour la fréquence d'horloge de 2 MHz.

d'adressage tournent à 4,77 MHz. Toutes les conversions de signaux sont réalisées par le matériel. Excepté pour les changements dans la vitesse d'exécution, les conversions sont transparentes pour le logiciel. Le EL 286-88 dispose d'un générateur d'horloge et d'un contrôleur de bus incorporés.

## ALIMENTATIONS ININTERRUPTTIBLES DE FAIBLE PUISSANCE

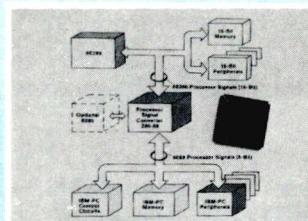
Spécialement étudiées par **Equipements Scientifiques**, pour les miniordinateurs et systèmes informatiques, ces alimentations ininterruptibles compactes de fabrication française permettent de s'affranchir totalement des coupures et microcoupures du secteur ainsi que de ses fluctuations.



## CONVERTISSEUR DE SIGNAUX

**Edsun Laboratoires INC.**, représenté par **I.S.C. France**, présente un nouveau convertisseur de signaux : le EL 286-88. Ce convertisseur de signaux permet au microprocesseur 16 bit 80-286 de commander des circuits conçus pour le microprocesseur 8088 8 bit plus lent.

Le EL 286-88 est livré dans le même chip carrier à 68 contacts que le 80-286. Il traduit les langages de données, les signaux de commande et le chronogramme du circuit. Les deux horloges du processeur sont complètement asynchrones. Cela permet au 80-286 de tourner à 8 MHz alors que les périphériques



Equipés de filtres secteur antiparasites, elles sont livrées entièrement câblées prêtes à l'emploi, avec leurs batteries d'une autonomie de 10 minutes à pleine charge.

La tension de sortie est totalement isolée et découplée du réseau.

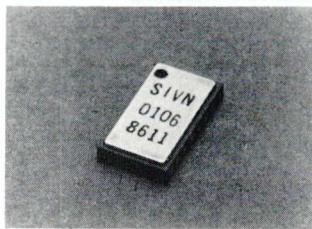
La capacité importante de ces alimentations ininterruptibles en surcharge instantanée permet le démarrage des moteurs ou des circuits à fort courant d'appel. Elles ne génèrent aucun parasite et sont très silencieuses.

Un circuit d'alarme par buzzer signale une coupure secteur ou la fin d'autonomie. Des voyants indiquent le bon état de charge de la batterie et une surcharge éventuelle.

Ces alimentations sont disponibles pour des puissances de 250 VA et 500 VA.

## RESEAU DMOS

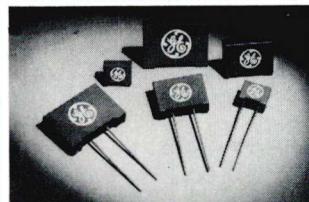
Supertex distribué par I.S.C. France, présente le premier réseau de transistors DMOS en boîtier pour montage de surface : le VN OI ANE. Il contient quatre transistors DMOS complètement isolés ce qui permet de les utiliser dans n'importe quelle configuration au choix. Le boîtier est un LCC (Leadless Chip carrier) à 16 broches en céramique de  $5,84 \times 10,41 \times 0,18$  mm. Ceci garantit une excellente tenue aux températures nécessaires dans le montage en surface. Cette série est proposée avec des tensions de claquage de 60 ou de 90 V, la résistance ON maximale est de  $3 \Omega$ . Ce produit est destiné aux applications telles que commande d'afficheurs, de



mémoire, de relais, de ligne et d'une manière générale toutes les interfaces logique-puissance.

## VARISTANCES

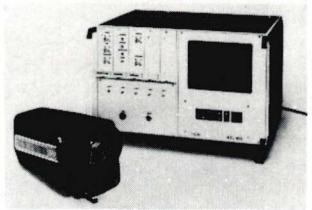
La Division Semiconducteurs de Général Electric vient d'ajouter la série RA à sa gamme de varistances GE-MOVR. L'innovation, au niveau du boîtier, réside



dans son profil plat, comparé à celui des varistances radiales conventionnelles. En outre, son plan d'assise très précis permet une stabilité mécanique accrue, assurant une grande sûreté de montage sur cartes, une caractéristique qui la rend parfaitement adaptée aux domaines d'applications présentant des phénomènes vibratoires importants. Les applica-

tions possibles couvrent : l'automobile et la commande des moteurs, les équipements d'essais, les ordinateurs, l'électronique grand public, les télécommunications et les équipements militaires.

Les varistances de la série RA de Général Electric peuvent fonctionner à  $125^\circ\text{C}$ , résultat des progrès réalisés dans la technologie des matériaux. Disponibles en version 480 V efficace, 140 joules et en bandes pour insertion automatique, elles se caractérisent également par la disposition en ligne de leurs connexions qui facilite leur report automatique. La production en série de cette nouvelle gamme est en cours dans les usines de Général Electric à Dundalk, Irlande.



L'ATL 100 de HGH, à détecteur PbSe commercialisé par Optilas est refroidi par effet Peltier. Il mesure à distance, de façon continue, tous les points d'une ligne sur des objets en défilement ou en rotation. La gamme de température s'étend de  $-10^\circ\text{C}$  à  $1600^\circ\text{C}$  avec une résolution de  $0,5^\circ\text{C}$  à  $100^\circ\text{C}$ . L'angle de balayage est de  $6^\circ$  à  $20^\circ$  et la mise au point motorisée peut se faire de 25 cm à l'infini. Le coffret électronique associé fournit, outre l'alimentation, la visualisation et le traitement des signaux provenant de l'analyse. Cette visualisation sur écran permet d'observer en temps réel le profil thermique relevé par l'ATL 100. Les mesures fournies par l'ATL 100 permettent de l'utiliser en pilotage de procédés de fabrication. Ceci est d'autant plus aisés que l'ATL 100 est interfaçable 232.

## ANALYSEUR THERMIQUE

Le relevé et l'analyse d'un gradient de température sont à la base de la surveillance de multiples procédés industriels : trempe du verre plat, laminage à froid et à chaud, extrusion des plastiques, cimenteries, contrôle de soudage (géométrie du cordon, dérive du joint, etc.).

**Siliconix**

- Circuits linéaires
- Interfaces
- Commutateurs analogiques
- Multiplexeurs analogiques
- Convertisseurs A/D D/A
- Circuits télécommunications
- Transistors FET
- Transistors MOSPOWER

**almex**  
48, rue de l'Aubépine - Z.I. 92160 Antony

• Tél. (1) 46.66.21.12

• Tx. 250 067

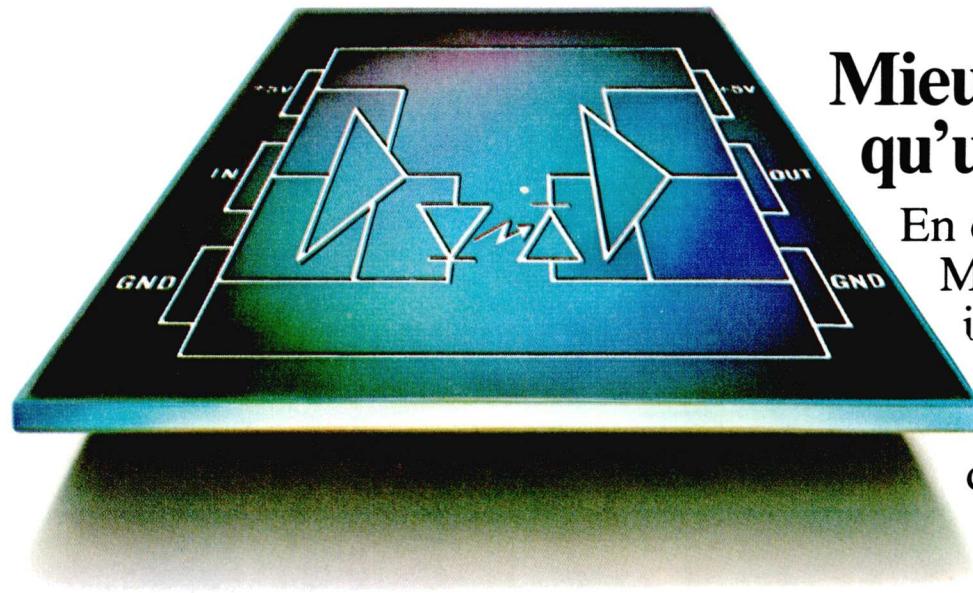
almex Lyon : Tél. 78.66.00.66 - Tx. 375 187 - Tc. 78.66.21.55

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

CB 1088

# Nos Photocouplés se prennent pour des



## Mieux qu'un coupleur

En dehors de la série MTC 52 XX, il est difficile de maîtriser le comportement des coupleurs en température et dans le temps.

Chaque circuit nécessitait une étude complète. Avec la 74 OL OPTOLOGIC (TM) c'est fini.

### Un nouveau concept : une boîte noire

A ma gauche ..... 2 broches d'alimentation et 1 entrée  
A ma droite ..... 2 broches d'alimentation et 1 sortie  
Autour ..... pas de composants extérieurs...

L'entrée LS-TTL prend 200 microampères et a une impédance de 22K... un vrai récepteur de ligne !

Une détection de seuil est donc possible... un vrai filtre digital isolé !

La sortie donne le plein fan-out TTL = 16 mA.

#### Distributeurs :

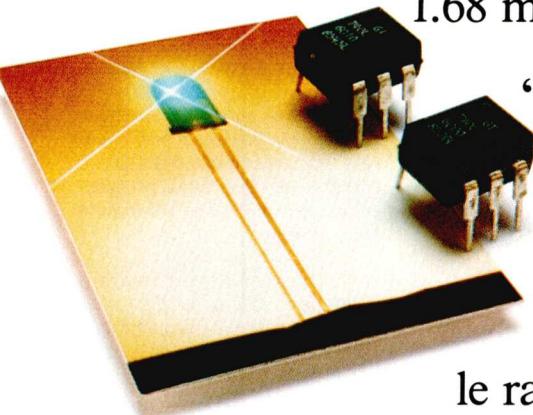
PARIS	GEDIS R.T.F. SCIENTECH S.C.T.	42.04.04.04 46.64.11.01 46.09.91.36 60.11.19.50	M. ROUSSEAU H. CONTE R. FAVRE	ROUEN	DIRECT STRASBOURG	35.98.17.98 88.22.08.88	B. de FOLLEVILLE P. OFFNER
RENNES	GEDIS R.T.F. SCIENTECH	99.50.18.60 99.83.84.85 99.32.15.44		TOULOUSE	R.T.F. S.C.T.	61.82.51.57 61.22.04.22	T. MOLINIER
				AIX	GEDIS	42.60.01.77	

# pleurs 74 OL es portes logiques !

## Mieux qu'une porte logique

15 KV de rejetion /  
60 nanosecondes de temps  
de propagation / 15 MBauds.  
Emetteurs et récepteurs  
entièrement compensés. MTBF

1.68 million d'heures à 90 % niveau de confiance



“Le” produit pour réseaux locaux :  
multimedia

Une invasion :  
d'un seul coup la fiche technique,  
la note d'application,  
le rapport de fiabilité,  
les pièces en stock.

Appelez nos distributeurs ou écrivez à :  
Général Instrument Optoelectronics,  
5-7, rue de l'Amiral Courbet  
94160 Saint-Mandé - Telex : 213073

**GENERAL  
INSTRUMENT**  
Division Optoelectronics

Les professionnels de l'Opto

LYON	GEDIS	78.51.47.68
GRENOBLE	GEDIS R.T.F.	76.51.23.32 76.90.11.88
SAINT-ETIENNE	SCIENTECH	77.79.79.70
LILLE TOURS	DIRECT GEDIS	20.55.58.03 47.41.76.46

Electronica Munich - Hall 25 - stand 25 A 8

## Nomination

• Michel Motro vient de rejoindre la Branche Composants Electroniques de **Thomson** en tant que Directeur des Affaires Commerciales auprès de Jacques Noels, Président de **Thomson-Composants**.

• Murray V. Duffin a été nommé au poste de Vice-Président du Groupe **SGS** et Directeur de la planification stratégique et des systèmes de gestion.

• Suite à la nomination d'André Borrel au poste de Vice-Président Corporate et Directeur Général d'International Semiconductor Group de **Motorola** à Phoenix en Arizona, Deby Saban pendant longtemps Directeur Marketing chez **Motorola** vient d'être appelé à diriger **Motorola Semiconducteurs Europe**.

• **National Semiconductor Corporation** vient d'annoncer la création de deux nouvelles structures d'activités le groupe Systèmes Informatiques et le groupe Semiconducteurs. Ces deux groupes réunissent toutes les activités de **National** sous la responsabilité de deux Vice-Présidents exécutifs. James Smaha a été nommé Vice-Président exécutif de la compagnie et du groupe Semiconducteurs. Il était auparavant à la tête de la Division Semiconducteurs de **National**. David Martin a été nommé Vice-Président exécutif de la compagnie et du groupe Systèmes Informatiques. Il est également Président de **National Advanced Systems**, filiale de **National Semiconductor**.

• M. Jérôme P. Huret devient Président Directeur Général de **Sperry SA** en remplacement de M. Mario Nutti Frangilalli qui a démissionné pour raison de santé.

• Simon Gainsford vient d'être nommé Président Européen de **Teamco System Innovation** et administrateur de **Mitrol Inc.**, filiale du groupe **Teamco** aux Etats-Unis.

• Philippe Galais, précédemment Président de **Perkin Elmer S.A.** du groupe **Perkin Elmer**, vient d'être nommé par J. Petersen, Directeur du Département Grands Calculateurs Scientifiques de **Control Data France** et entre à ce titre au Comité de Di-

rection de la filiale française de **Control Data Corporation**.

• **ERN** annonce la nomination dans la Division Périphériques & Systèmes de Monsieur Jean-Luc Gonzalez au poste de Responsable « OEM » et de Monsieur Eric Tranchant au poste de Responsable « Grands Comptes ».

## Accords

• **Motorola** et **Northern Telecom** ont conclu un accord de collaboration concernant la recherche et la conception d'une nouvelle famille de semiconducteurs destinés au réseau numérique à intégration de services (RNIS). RNIS est un ensemble de normes permettant la création d'un pipeline numérique mondial devant assurer, à la demande, la transmission et la réception de communications vocales, textuelles, graphiques et vidéo. Il devrait permettre à des équipements de toutes marques et de toutes catégories d'échanger des informations par l'intermédiaire du pipeline. De nombreuses commissions et divers fabricants de matériels de télécommunications et d'ordinateurs travaillent actuellement à la définition des normes et des protocoles nécessaires à la réalisation du RNIS.

• **ITT Corporation** a confirmé la signature avec la **Compagnie Générale d'Électricité (CGE)** d'un accord portant sur le regroupement dans une société commune de leurs activités en télécommunications. L'accord a également été approuvé par les conseils d'administration de **CGE** et d'**ITT** et a été signé par Monsieur Rand V. Araskog, Président-directeur général d'**ITT Corporation**, et Monsieur Pierre Suard, Président de **CGE**. La nouvelle société sera la deuxième plus grande entreprise mondiale du secteur des télécommunications, avec un chiffre d'affaires d'environ 10 milliards de dollars, des activités dans 75 pays, des actifs d'environ 7 milliards de dollars et environ 150 000 employés.

• **MHS** et **Weitek** ont annoncé la signature d'un accord de collaboration et de seconde source dans le domaine du traitement numérique du signal. A court terme, l'accord prévoit le transfert de la famille des multiplicateurs  $16 \times 16$  bits à virgule fixe et faible dissipation, les plus rapides du marché. En

échange, **MHS** garantit un accès préférentiel à **Weitek** pour la fabrication de circuits en technologie CMOS 1,2 micron. A plus long terme, les deux sociétés vont développer conjointement des produits rapides de grande complexité contribuant à résoudre les problèmes de calcul rapide en traitement numérique du signal. Ces circuits viseront plus particulièrement les marchés militaires et de télécommunications.

• **General Electric Company (U.S.A.)** et **Fanuc Ltd (Japon)** sont parvenues à un accord de principe quant à la création d'une nouvelle société qui aura pour vocation de servir le marché mondial des systèmes et équipements d'automatisation industrielle de technologie de pointe, actuellement en plein essor.

• **Alsthom**, représentée par sa filiale **Laborde & Kupfer** et son Département Repelec, a conclu avec la Société **Tredi** (Traitement, Revalorisation, Elimination des Déchets Industriels) un accord de coopération industrielle en vue de la dépollution des transformateurs isolés au PCB (Pyralène). Les nouvelles dispositions légales en vigueur, tant en France que dans la Communauté européenne, amène en effet les possesseurs d'appareils immergés dans les PCB, à prendre les dispositions nécessaires pour mettre en conformité leurs matériels.

• Quatre sociétés comptant parmi les leaders de l'industrie Européenne des Télécommunications : **ANT** en République Fédérale allemande, **GEC** au Royaume Uni, **SAT** en France et **TELETRA** en Italie ont conclu un accord ayant pour objet l'optimisation de leurs activités et de leurs investissements en Recherche Développement ainsi que leur participation commune aux programmes stratégiques Européens concernant les Transmissions dans le domaine des Télécommunications Publiques.

## Nouvelles des firmes

• La Société française **Stein Industrie**, filiale d'**Alsthom**, vient d'accorder à la Société autrichienne **Waagner Biro** une licence concernant les chaudières à circulation naturelle de grande puissance.

Rappelons que tout récemment, **Stein Industrie** a concédé également au groupe japonais **Nippon Kokan (N.K.K.)** des licences pour les chaudières à circulation naturelle de petite et moyenne puissances ainsi que pour les chaudières de récupération de chaleur derrière turbine à gaz.

• En complément de sa vaste gamme de capteurs dans le domaine des mesures de force, pression, température et déplacement, ainsi que des électroniques de conditionnement et de traitement associés, **FGP** vient de créer un département Informatique Industrielle. Le but de ce département est de pouvoir proposer, en association avec des capteurs et des conditionneurs, une unité d'acquisition de données et de traitement informatique des mesures.

• La société américaine **LSI Logic Corporation**, présidée par son fondateur Wilfred Corrigan et dont le siège est basé en Californie, vient d'ouvrir une filiale française sous la direction de François Le Cain. Claude Sausser a pris la direction commerciale et Jacky Renaux, quant à lui, la direction technique.

• Afin d'augmenter son potentiel et de lancer une gamme de produits plus importante pour répondre aux besoins actuels et futurs du marché, **Philips** centralise la production de microscopes électroniques dans une nouvelle usine à Acht près d'Eindhoven (Pays-Bas). Cette usine dont le démarrage est prévu pour le début de l'année prochaine, regroupe toutes les activités de recherche, développement, laboratoires d'application, production, services commerciaux et de maintenance.

• Première Société de conseil neutre et indépendante, spécialisée dans le Test et la Mesure électronique, **Ciprame Consultant Electronique (C.C.E.L.)** est opérationnelle. Son métier est :

— le conseil en ingénierie, productique, réseaux, audit, marketing et expertise dans le domaine du Test et de la Mesure pour l'électronique et l'informatique industrielles,  
— la diffusion d'informations sur des concepts techniques, la première prestation sur ce point étant la traduction en français et la distribution de l'ouvrage de référence sur la testabilité « Design to test » de Jon Turino,

— l'organisation de séminaires ou de sessions de formation ou de vente, en/hors entreprise, entièrement centrés sur le sujet du test ou de la mesure, offrant ainsi une efficacité et une rentabilité optimales.

• **GST Alcatel**, filiale de **Telic Alcatel** (Groupe **CGE**), vient d'acquérir 49 % du capital de **Saterel**. En outre, cette prise de participation est assortie d'un droit de préemption sur la totalité du capital.

• Les sociétés **Du Pont** et **Bourns Inc** annoncent qu'elles ont signé une lettre d'intention dans laquelle **Du Pont** acquerrait la division « boîtiers circuits intégrés » de **Bourns** située à Riverside, Californie. Cet achat comprend la technologie et l'équipement de fabrication des boîtiers céramique qui seront transférés dans l'usine de recherche du **Du Pont** à Triangle Park près de Raliegh, N.C. Le montant de la transaction n'a pas été annoncé. L'opération sera complètement transférée et opérationnelle d'ici à la fin du 3<sup>e</sup> trimestre 1986.

• **Geveke Electronics International**, société hollandaise spécialisée dans la distribution et la maintenance d'équipements périphériques informatiques, annonce son introduction à la Bourse d'Amsterdam.

• **Harris Corporation** vient de faire l'acquisition de la société **Scientific Calculations Inc.** de Fishers (Etat de New York). Les termes de la transaction n'ont pas été rendus publics.

• **Dataproducts** a débuté les livraisons des imprimantes laser 26 ppm sur le marché français. Les imprimantes laser 26 ppm, référencées LRZ 2600, offrent une résolution de 300 points par pouce en vertical et horizontal. Elles utilisent des feuilles de papier dont le format peut atteindre le A3.

• **Texas Instruments** vient d'ajouter de nouveaux boîtiers à son catalogue de composants pour montage en surface. Il s'agit de boîtiers SIP (Single In-line Packages) disponibles en versions avec et sans broches. Les SIP contiennent de quatre à neuf mémoires DRAM avec les condensateurs sur un substrat FR4. Les versions à broches sont bien entendu destinées aux circuits imprimés classiques, tandis que les nouveaux boîtiers sans broches sont montés au moyen de supports spéciaux fournis par

des fabricants comme **Molex** et **AMP**.

• **Texas Instruments** annonce que de nouveaux brochages vont permettre de maximiser les performances de la famille logique « Advanced CMOS (ACL) », de réduire le bruit au niveau système et de simplifier le dessin des circuits imprimés.

• **MHS** annonce l'introduction d'une version 3V de son microcontrôleur CMOS 8 bits 80C31/80C51. Ce nouveau circuit est plus particulièrement dédié aux applications pour lesquelles l'énergie est limitée (téléphone, cellules solaires, équipements portables).

## Importation et distribution

• **ITT Multicomposants**, division française de l'un des plus grands distributeurs européens de composants électroniques, a été nommé distributeur pour la France des composants semiconducteurs **Toshiba**.

• **MTE (Micro Technologie Electr.)** et **Atron** ont signé un accord de distribution pour la France. **Atron** est spécialisé dans la réalisation de matériels et logiciels d'aide à la mise au point, notamment pour les microordinateurs IBM-PC/XT et IBM-AT.

• **La Société Lavalloise de 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)**.

• **SM2I (Société de Mesure Industrielle Informatisée)** vient de se voir confier la distribution exclusive des produits du catalogue de la société **Cristad**. Il s'agit essentiellement de systèmes dédiés à la mesure assistée par ordinateur : acquisition de données et traitement du signal. **SM2I** présentera des solutions complètes comportant l'ordinateur de contrôle, la chaîne d'entrées/sorties rapide STC et le logiciel **Cristal**. Les systèmes

## Calendrier des expositions

### OCTOBRE

30 au 2 — Paris (Palais des Congrès, porte Maillot) — **ATE 86 (Automatic testing & test instrumentation)** — Renseignements : Madame Gin Piau, 272, rue du Faubourg Saint-Honoré, 75008 Paris. Tél. : (1) 47.66.75.06.

30 au 3 — Strasbourg — **Matériel Electrique** — IX<sup>e</sup> exposition régionale de Materiel Electrique jumelée avec les XXVII<sup>e</sup> journées régionales de la **Métrologie, d'informatique industrielle et scientifique**. Renseignements : 5, rue Jacques Kablé, 67085 Strasbourg Cedex. Tél. : 88.35.57.54.

7 au 9 — Bordeaux — **Sriba** — (Salon de l'informatique, de la bureautique et de l'automation). Renseignements : Comité des Expositions, B.P. 55, 33030 Bordeaux Cedex. Tél. : 56.39.55.55.

23 au 24 — Grenoble — **2<sup>e</sup> colloque national conception de circuits à la demande**. Renseignements : Syndicat d'Initiative de Grenoble, 14, rue de la République, B.P. 227, 38019 Grenoble Cedex. Tél. : 76.54.34.46.

### NOVEMBRE

11 au 15 — Munich — **Electronica** — (Salon international des composants et sous-ensembles de l'électronique). Renseignements : Chambre officielle de commerce franco-allemande, Daniel Demuth, 18, rue Balar, 75015 Paris. Tél. : (1) 45.75.62.56.

18 au 21 — Paris — **Pronic 86** — (Parc des Expositions de la Porte de Versailles) — (Salon international des équipements et produits pour l'électronique). Renseignements : SDSA, 20, rue Hamelin, 75116 Paris. Tél. : 45.05.13.17.

ÉLECTRONIQUE

# Le pont de mesure RLC automatique **GENRAD 1689 est unique!**

Précision sur la tangente  $1.10^{-4}$



**version rack**

534 pas de fréquence de 12 Hz à 100 KHz  
Tension d'essai programmable de 5 mV à  
1,26 V en 255 pas.

Vitesse d'acquisition jusqu'à 30 mesures  
par seconde (en option).

Le GR 1689 est particulièrement adapté aux  
exigences des contrôles d'entrées,  
des laboratoires de recherche,  
de la métrologie, **des mesures de**  
**diélectriques...**

**Gamme des Digibrige**  
**déjà existante :**  
**GR 1657 - 1658 - 1687**



**KONTRON**  
**ELECTRONIQUE**

B.P. 99 - 6, rue des Frères Caudron

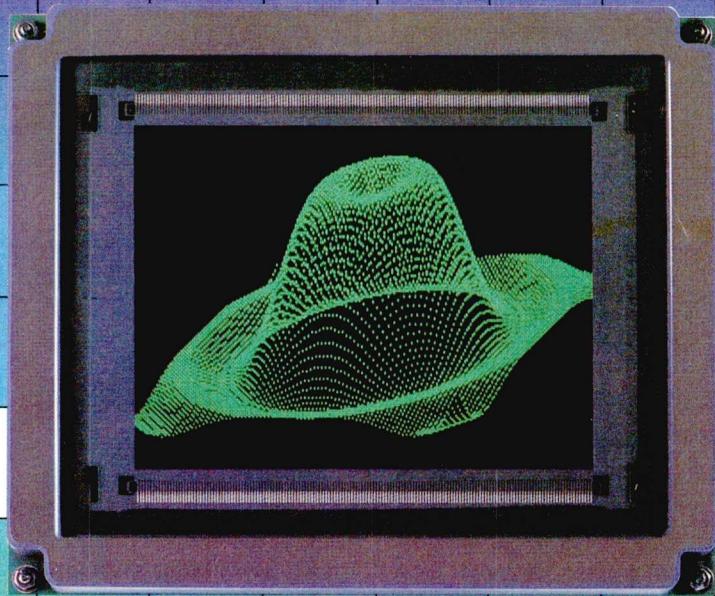
78140 Vélizy-Villacoublay -Télex : 695 673 - Tél

**(1) 39 46 97 22**

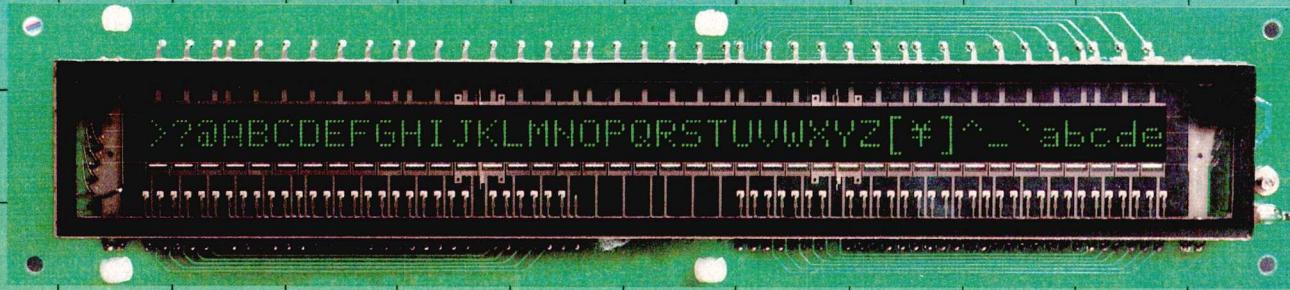
BB bbrépub 634

# Clarté et Luminosité

## Affichages fluorescents



Graphic Module



Dot Module

### CARACTERISTIQUES:

1. Haute définition et forte luminosité garantissent une excellente lisibilité.
2. Poids réduit et boîtier ultra-plat.
3. Compatibilité TTL, auto-test et luminosité ajustable sont standard.

### Graphic Module Series List

Type code	Number of Pixels row × column	Pixel Pitch mm	Effective Display Area mm	System	Alphabetic Display digit × col
GP1005	128 × 64	0,65	83 × 41,4	VFD	20 × 6
GP1006	256 × 64	0,65	166 × 41,4	VFD	40 × 6
GP1009	240 × 64	0,45	107,9 × 28,7	VFD	40 × 6
GP1001	320 × 120	0,375	120 × 45	FLVFD	52 × 12
GP1002	320 × 240	0,375	120 × 90	FLVFD	52 × 24

Inquire for single color Graphic Module

### Dot Module Series List

Type code	Characters × Line	Dot Construction	Character Size	Nos. of displaying characters
M20SD01CA	20 × 1	5 × 7 dot	3.5 × 5.0	222
M20SD42CA	20 × 1	5 × 12 dot w/cursor	3.5 × 8.75	222
M40SD02CA	40 × 1	5 × 7 dot w/cursor	3.5 × 5.0	222
M40SD42CA	40 × 1	5 × 12 dot w/cursor	3.5 × 8.75	222
M202SD03CA	20 × 2	5 × 7 dot w/cursor	3.5 × 5.0	222
M402SD04CA	40 × 2	5 × 7 dot w/cursor	3.5 × 5.0	222

Inquire for single color Dot Module

P.E.P.  
6-8 Rue Ambroise Croizat  
Z.I. Des Glaises  
F-91120 Palaiseau  
Tel. 16-4470031  
Tlx. 603341  
Fax. 16-4470084

We exhibit at the  
**electronica '86**  
in Munich, Nov. 11-15.  
Hall 24, Booth 24C02



**FUTABA**  
(Europe) GmbH

Am Seestern 24 · D-4000 Düsseldorf 11 · Tel. 0211/59 10 14/15 · Telex 8 585 550 fute d · Facsimile: 0211/59 31 33

Misil Design S.A.  
31 Bis rue de Montjean  
Sentier 511  
F-94266 Fresnes, Cedex  
Tel. 14-2371515  
Tlx. 631448  
Fax. 14-2371431

pourront être architecturés autour des ordinateurs suivants : IBM PC/AT - PDP 11 - MICRO VAX - HP 1000 - BULL SPS 7.

• **Kontron Electronique** vient de signer un accord de représentation exclusif avec **Harris Microwave Semiconductor**, pour la commercialisation de l'ensemble des produits AsGa fabriqués par cette société américaine.

• **ERN** a choisi **Advanced Linear Devices** pour élargir la gamme des semi-conducteurs déjà à son catalogue. **ALD** est spécialisée dans le développement des Circuits Linéaires utilisant la technologie CMOS Silicon Gate. Celle-ci offre, entre autre, à l'utilisateur des avantages importants tels qu'une consomma-

tion réduite (1 mW à 5 V), un faible courant de repos (1 pA), ainsi que la possibilité de fonctionner dans un environnement militaire.

• **ITT Multicomposants**, division française de l'un des plus grands distributeurs européens de composants électroniques, a été nommé distributeur exclusif pour la France des composants pour fibres optiques et accessoires fabriqués par **Sumitomo Electric** Japon.

• Le groupe **Sperry** annonce qu'il devient le représentant exclusif de **Nanotec Inc. Canada**. **Nanotec** fabrique, vend et entretient des terminaux télex pour plus de 14 000 clients à travers le Canada.

• La société **Cril** vient de signer un accord de commercialisation du générateur de systèmes experts Morse sous licence **CNRS/Université Paris Sud**.

## Adresses

• **IGL** transfère son Centre de Recherche et Développement de Génie Logiciel dans la zone High-Tech de Toulouse. Son adresse est : Immeuble Le Naouze, Voie n° 3, Labège Innopole, 31320 Castanet Tolosan. Tél. : 61.54.02.55.

• Afin de faire face à son développement **Edixia** s'est installée dans ses nouveaux locaux : Z.A.R.T. des Perrières, 35770

Vern-sur-Seiche. Tél. : 99.62.86.11.

• Depuis le 1<sup>er</sup> septembre **Ultec** s'est installé : 42, rue Sartoris, 92250 La Garenne Colombes. Tél. : 47.84.00.47.

• L'Agence **CMG** Nord-Picardie, Société de Services et d'Ingénierie Informatique, vient de s'installer dans ses nouveaux locaux Parc Club des Prés, 27, rue Denis Papin, 59650 Villeneuve-d'Ascq. Tél. : 16.20.04.61.60 - Télécopie : 16.20.56.11.22 - Téléx : NP 136 784.

• Pour faire face à son développement dans la région Est, **Gould Electronique** ouvre un bureau à Strasbourg, 18, rue du 22 Novembre, 67440 Marmoutier. Tél. : 88.71.40.30.

## Parutions récentes

### Livres reçus

• **Électronique pratique**, par J.M. Fouquet et A. Perez-Mas. Un ouvrage de 430 p. Format 15,5 x 24. **Dunod**.

Dans cet ouvrage, le lecteur trouvera les bases fondamentales de l'électronique, des éléments de technologie utiles aux réalisations pratiques, des exemples de montages et des indications sur les techniques modernes et sur les composants nouveaux. Ce cours d'initiation s'adresse à tous ceux qui s'intéressent à l'électronique pour des besoins professionnels ou par curiosité personnelle.

Enfin, chaque chapitre se termine par des renseignements technologiques, des exercices types, des calculs fonctionnels et des exercices dont les solutions sont données sur des fiches d'auto-correction qui permettent ainsi au lecteur de s'évaluer lui-même.

• **Abaques. Théorie/Construction/Applications** par A. Pelat. Un ouvrage de 192 p. Format 16 x 24. **Masson**.

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

mathématiques très détaillées. La première partie du livre traite des tables numériques, des diagrammes et des abaques, explique ce que sont les nomogrammes cartésiens et les nomogrammes à points alignés ou « ocagniens ». Des exemples de constructions sont donnés dans les chapitres IV et V. Les onze chapitres de la seconde partie de l'ouvrage présentent un grand nombre d'abaques. Pour chacun d'eux une démonstration mathématique très détaillée permettant la construction de celui-ci est donnée. Les abaques sont ensuite réalisés avec beaucoup de précision. Des exemples d'utilisation des nomogrammes ainsi construits sont donnés en fin de chapitres.

• **Schémas d'électronique**, par J. Mornand. Un ouvrage de 230 p. Format 19,5 x 27. **Dunod**.

Cet ouvrage, qui s'adresse à tous les futurs techniciens et techniciens supérieurs, est entièrement consacré à l'étude des circuits de base utilisés en électronique.

Les circuits sont étudiés du point de vue fonctionnel en mettant en évidence leurs avantages et leurs inconvénients, leurs limites d'emploi, de façon à pouvoir faire un choix judicieux entre les diverses solutions possibles. Tous les symboles et notations sont conformes aux dernières normes AFNOR.

• **Thèmes actuels en optique**, par M. Françon. Un ouvrage de 120 p. Format 16 x 24. **Masson**.

Depuis l'apparition du laser, l'optique non linéaire et l'optique à fibres sont les points de départ d'une évolution considérable de l'optique. A ces progrès sont liés différents développements parmi lesquels on peut citer la conjugaison de phase, la bistabilité, la compression des impulsions lumineuses, les interféromètres sensibles aux effets réciproques et non réciproques, les fibres, les senseurs à fibres et les télécommunications optiques. Ces sujets font l'objet des sept chapitres de cet ouvrage. Sauf dans les deux derniers chapitres qui ont un aspect plus technique que les précédents, le principe du sujet traité est donné en quelques lignes au début du chapitre. Il est suivi par une partie théorique, puis par la description des expériences et des applications.

• **Électronique digitale**, par P. Cabanis et E. Bernier. Un ouvrage de 188 p. Format 15,5 x 24. **Dunod**.

Cet ouvrage a pour but de permettre aux lecteurs une compréhension aisée de tous les outils de base de l'électronique numérique et des différents rôles qu'ils peuvent jouer.

Les exercices et montages proposés offrent une large gamme allant d'un réseau logique simple à l'ébauche d'un microprocesseur. A partir de là, le lecteur est à même d'envisager toutes sortes d'applications à condition de possé-

der quelques notions supplémentaires, lesquelles sont abordées dans l'ouvrage (par exemple les interfaces, les capteurs, les actionneurs et le GRAFCET).

Tous les chapitres sont suivis d'exercices et d'expériences qui permettent au lecteur de saisir complètement chaque phénomène, chaque fonction, chaque problème technique particulier.

## En bref

• **Planning and engineering of software links** par G. Braun. Un ouvrage de 338 p. Format 15 x 21,5. **Siemens Aktiengesellschaft Jden Wiley & Sons**.

• **Éléments of microwave engineering** par R. Chatterjee. Un ouvrage de 428 p. Format 18,5 x 24. **John Wiley & Sons**.

• **Répertoire mondial des Basic. Equivalences. Transposition. Signification**, par J. Béard. Un ouvrage de 448 p. Format 15,5 x 24. **Editions Radio**.

• **Technique - normes. Applications des interfaces pour micro-ordinateurs**, par H. Lilien. Un ouvrage de 290 p. Format 15,5 x 24. **Editions Radio**.

• **8088 et ses périphériques**, par H. Lilien. Un ouvrage de 224 p. Format 21 x 26. **Editions Radio**.

• **Automate, ordinateur et régulation**, par P. Coquelet et R. Delsoir. Un ouvrage de 256 p. Format 16 x 24. **Editests**.

• **Les disques magnétiques et leurs interfaces**, par J. Meunut. Un ouvrage de 258 p. Format 14,5 x 21. **Editests**.

• Avec ses 468 pages, le catalogue français de **Rohde & Schwarz** qui vient d'être publié sous le titre « équipements de mesure 1986 » présente pour

la première fois des appareils de **Rohde & Schwarz-Polarad, Inc.**, filiale R & S aux Etats-Unis. En outre, il contient un grand nombre d'appareils très

performants faisant partie de la nouvelle génération des équipements intelligents. ■

### Publications des firmes

• Deux nouveaux manuels techniques viennent de paraître chez **RTC**. Le premier est dédié à l'optoélectronique avec les émetteurs récepteurs IR-TFO et le second aux « mémoires bipolaires » de Signetics.

• Plus de six cents équipements et accessoires de téléinformatique offrant des solutions simples et économiques aux problèmes quotidiens de transmission de données et de connexion sont présentés dans l'édition française du nouveau catalogue Black Box qui vient d'être mis à jour et qui est disponible chez **Satelcom Express**.



## 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**

**Welwyn**

Crystate Electronics Limited



**EURELCO**



Générateurs de fonctions : 4 modèles de 200 kHz à 5 MHz et de 2800 à 5 400 F h.t.\*

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

### Investissement rentable

- sécurité
- facilité d'utilisation
- faible encombrement
- gain de poids

Welwyn Electronique - 53, rue Poincaré - B.P. 28  
77220 Tournan-en-Brie - Tél. (1) 64.07.90.93 - Télex 690 318

# INDEX DES ANNONCEURS

<b>ACCORD ELECTRONIQUE</b>	<b>25</b>	<b>PANDUIT</b>	<b>85</b>
<b>ADRET ELECTRONIQUE</b>	<b>2<sup>e</sup> de couv.</b>	<b>PHILIPS</b>	<b>13-101</b>
<b>A.E.A.</b>	<b>99</b>	<b>PRODIF</b>	<b>58</b>
<b>AK</b>	<b>40</b>	<b>ROHDE ET SCHWARZ</b>	<b>10</b>
<b>ALMEX</b>	<b>22-107</b>	<b>R.T.C.</b>	<b>2-3</b>
<b>ARNOULD ELECTRO. INDUSTRIE</b>	<b>103</b>	<b>SEFELEC</b>	<b>40</b>
<b>BAYER</b>	<b>19</b>	<b>SERRGOP</b>	<b>40</b>
<b>BLANC MECA</b>	<b>93</b>	<b>S.G.S.</b>	<b>81 à 84</b>
<b>BOURNS</b>	<b>48-100</b>	<b>SILICONIX</b>	<b>20</b>
<b>BRUEL &amp; KJAER</b>	<b>47</b>	<b>SONNENSCHEIM</b>	<b>104-105</b>
<b>COOPER GROUP</b>	<b>65</b>	<b>STAMBOULI</b>	<b>73</b>
<b>EDITIONS RADIO</b>	<b>85-3<sup>e</sup> de couv.</b>	<b>SYSTRON DONNER</b>	<b>58</b>
<b>EL CONTROL</b>	<b>64</b>	<b>TECHDIS EUROPAVIA</b>	<b>39</b>
<b>ELEXIENCE</b>	<b>4<sup>e</sup> de couv.</b>	<b>TECHNOLOGIE RESOURCES EPSON</b>	<b>30-31</b>
<b>ENERTEC</b>	<b>23-49-57</b>	<b>THOMSON CSF SEMICONDUCTEURS</b>	<b>29</b>
<b>E.S.I.E.E.</b>	<b>115</b>	<b>TOUTE L'ÉLECTRONIQUE</b>	<b>14-97-116</b>
<b>EURELCO</b>	<b>115</b>	<b>WELWYN</b>	<b>115</b>
<b>FUTABA</b>	<b>113</b>	<b>W.H. BRADY</b>	<b>56</b>
<b>GENERAL INSTRUMENT</b>	<b>108-109</b>		
<b>GINSBURY</b>	<b>58</b>		
<b>GOULD</b>	<b>7-9</b>		
<b>KEITHLEY</b>	<b>97</b>		
<b>KONTRON</b>	<b>17-112</b>		
<b>LUMBERG</b>	<b>85</b>		
<b>MARCONI</b>	<b>27</b>		
<b>MCB SIC SAFCO</b>	<b>15</b>		
<b>MURATA</b>	<b>26</b>		

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'Électronique : 90 rue de Flandres  
 75943 Paris Cédex 19 FRANCE**



## BULLETIN D'ABONNEMENT

Nom : .....  
 Société : .....  
 Adresse : .....  
 .....  
 Téléphone : ..... Poste : .....

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 : .....

VOTRE CENTRE D'INTÉRÊT	
Mesure	02
Equipements	03
Composants actifs	04
Composants passifs	05
Informatique	06

VOTRE SECTEUR D'ACTIVITÉ	
Espace aéro	01
Automatisme	02
Informatique	09
Instrumentation	11
Mesure	14
Télécom/bureautique	16
Autres industries	17
Electrotechnique	18
Matériels professionnels	19
Composants	20
Électronique de puissance	

VOTRE FONCTION	
Direction	01
Bureau d'études conseils	02
Ingénieurs	03
Techniciens ag. tech.	04
Commerciaux	05
Achats sev. méthode	06
Divers	10

# 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 16 x 24 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 INTEGRES
- OPTO-ELECTRONIQUE

3 TOME 3 — 192 pages  
Prix : 138 F (port compris)

- CIRCUITS IMPRIMES
- COMPOSANTS POUR C.I.
- CONNECTEURS ET SUPPORTS
- C.M.S.
- CIRCUITS HYBRIDES



ÉDITIONS  
RADIO

9, rue Jacob 75006 Paris.  
Tél. (1) 43.29.63.70.

## BON DE COMMANDE

A adresser aux **Éditions 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

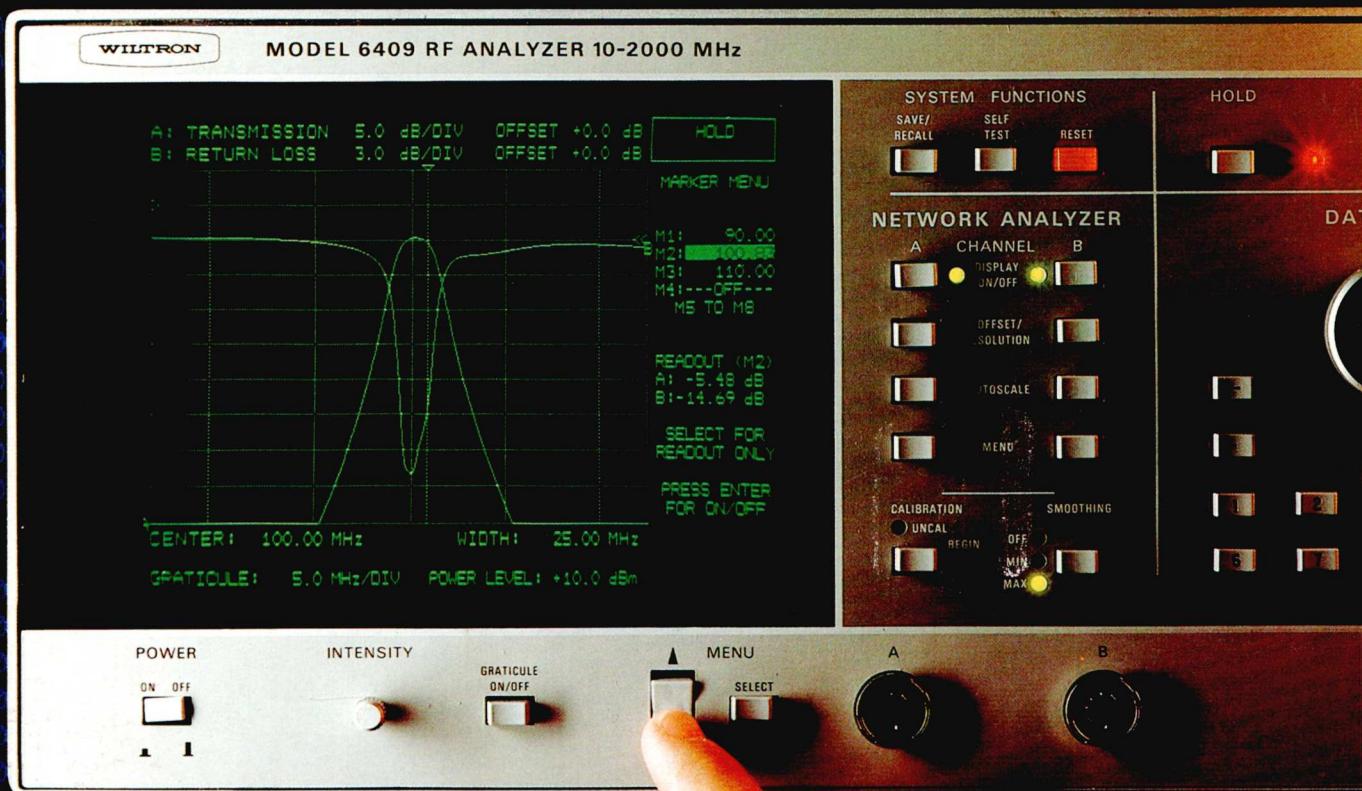
Mandat postal

88.60 MHz . . . . . -0.08 dB. . . . . -18.73 dB  
 129.40 MHz . . . . . -0.10 dB. . . . . -17.26 dB  
 169.20 MHz . . . . . -0.14 dB. . . . . -17.24 dB  
 209.00 MHz . . . . . -0.15 dB. . . . . -18.73 dB  
 248.80 MHz . . . . . -0.14 dB. . . . . -22.21 dB  
 288.60 MHz . . . . . -0.14 dB. . . . . -29.15 dB  
 328.40 MHz . . . . . -0.14 dB. . . . . -36.00 dB  
 368.20 MHz . . . . . -0.08 dB. . . . . -40.00 dB

# Analyseurs haute fréquence

## WILTRON

### Modèles 6407 et 6409 de 1 à 2000 MHz



- 1) 408.00 MHz . . . . . +0.02 dB. . . . . +10.00 dB  
 481.60 MHz . . . . . +0.39 dB. . . . . +14.00 dB  
 487.60 MHz . . . . . +0.35 dB. . . . . +19.74 dB  
 527.40 MHz . . . . . -0.15 dB. . . . . -17.90 dB  
 567.20 MHz . . . . . -0.08 dB. . . . . -17.87 dB  
 607.00 MHz . . . . . -0.14 dB. . . . . -18.10 dB  
 646.80 MHz . . . . . -0.28 dB. . . . . -19.95 dB  
 686.60  
 726.40  
 766.20
- 2) 806.00  
 845.80  
 885.60  
 925.40  
 965.20
- 2) 1027.10  
 1044.80  
 1084.60  
 1124.40  
 1164.20
- 1204.00  
 1243.80  
 1283.60  
 1323.40  
 1363.20  
 1403.00
- 3) 1472.49 MHz . . . . . -59.24 dB.  
 1482.60 MHz . . . . . -59.24 dB.  
 1522.40 MHz . . . . . -59.24 dB.  
 1562.20 MHz . . . . . -59.24 dB.  
 Mesures rapides et précises de réflexion, transmission et niveau (dBm).  
 Stabilité de fréquence très élevée.  
 Un générateur et un analyseur scalaire en un seul appareil.  
 Transcription directe des courbes de réponse et des résultats numériques sur imprimante.  
 1602.00 MHz . . . . . -66.91 dB.  
 4) 1678.06 MHz . . . . . -66.91 dB.  
 1681.60 MHz . . . . . -60.08 dB.  
 1721.40 MHz . . . . . -66.97 dB.  
 1761.20 MHz . . . . . -62.00 dB



# EXIENCE

Z.A. des Godets - 9, rue des Petits-Ruisseaux, 91370 Verrières-le-Buisson  
 Tél. : (1) 60.11.94.71 - Télex : EXIENCE 691 789 F