

l'onde électrique

REVUE MENSUELLE DE LA SOCIÉTÉ DES ÉLECTRICIENS,
DES ÉLECTRONICIENS ET DES RADICÉLECTRICIENS

LIBRARY, ENVIRONMENTAL RESEARCH
LABORATORIES, NATIONAL OCEANIC AND
ATMOSPHERIC ADMINISTRATION
BOULDER, COLORADO

APR 1 1977

Volume 57 n° 3 MARS 1977

Volume 57, n° 3 MARCH 1977

LOCATION:

- ☐ Latest issue to staffroom
- ☐ Current display
- ☒ Current shelves
- ☐ Bibliography shelves
- ☐ Other

RETENTION:

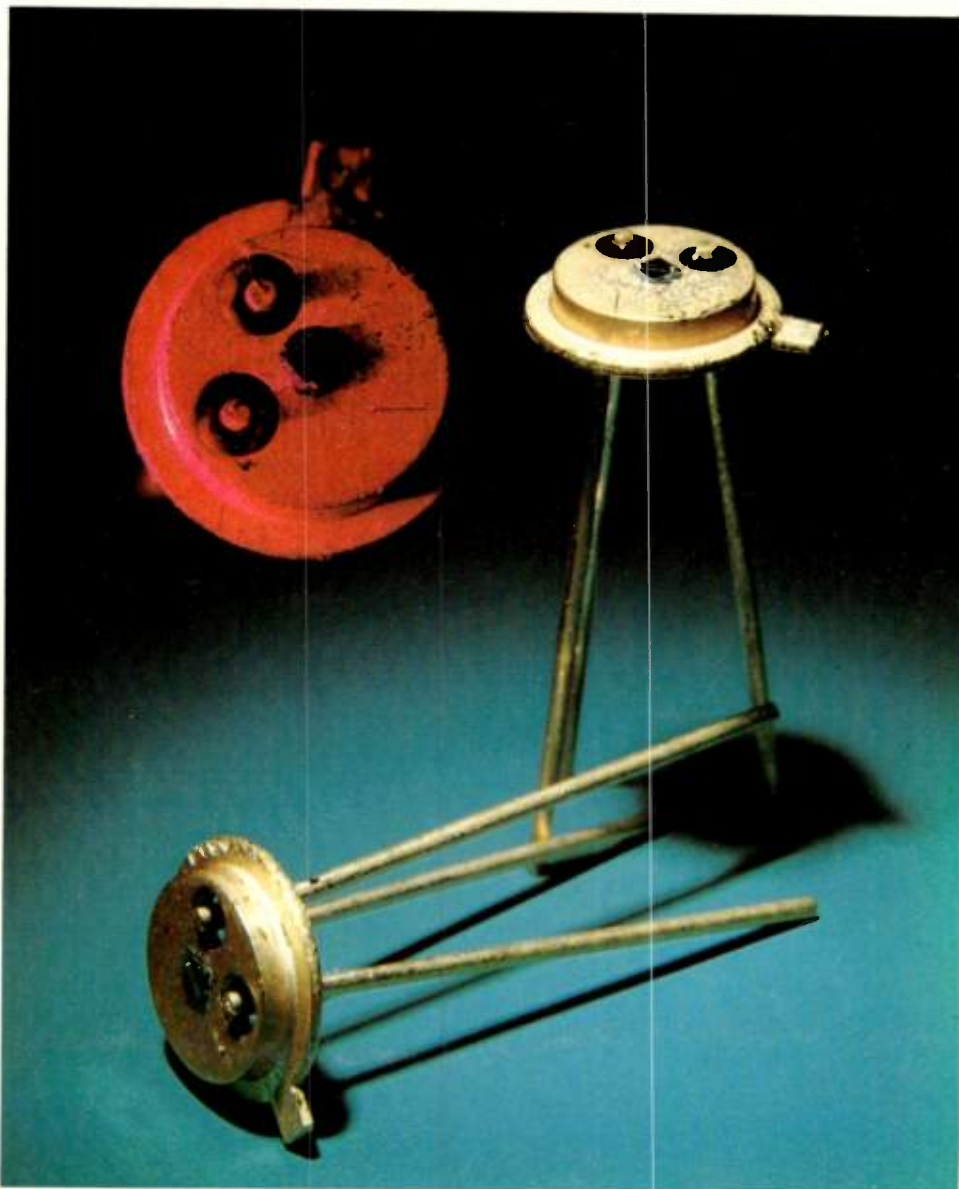
- ☐ Current year only
- ☐ Other

FIABILITÉ DES CIRCUITS INTÉGRÉS

TÉLÉVISION A ÉCRAN PLAT

MESURES SUR LES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

TRANSISTORS A EFFET DE CHAMP

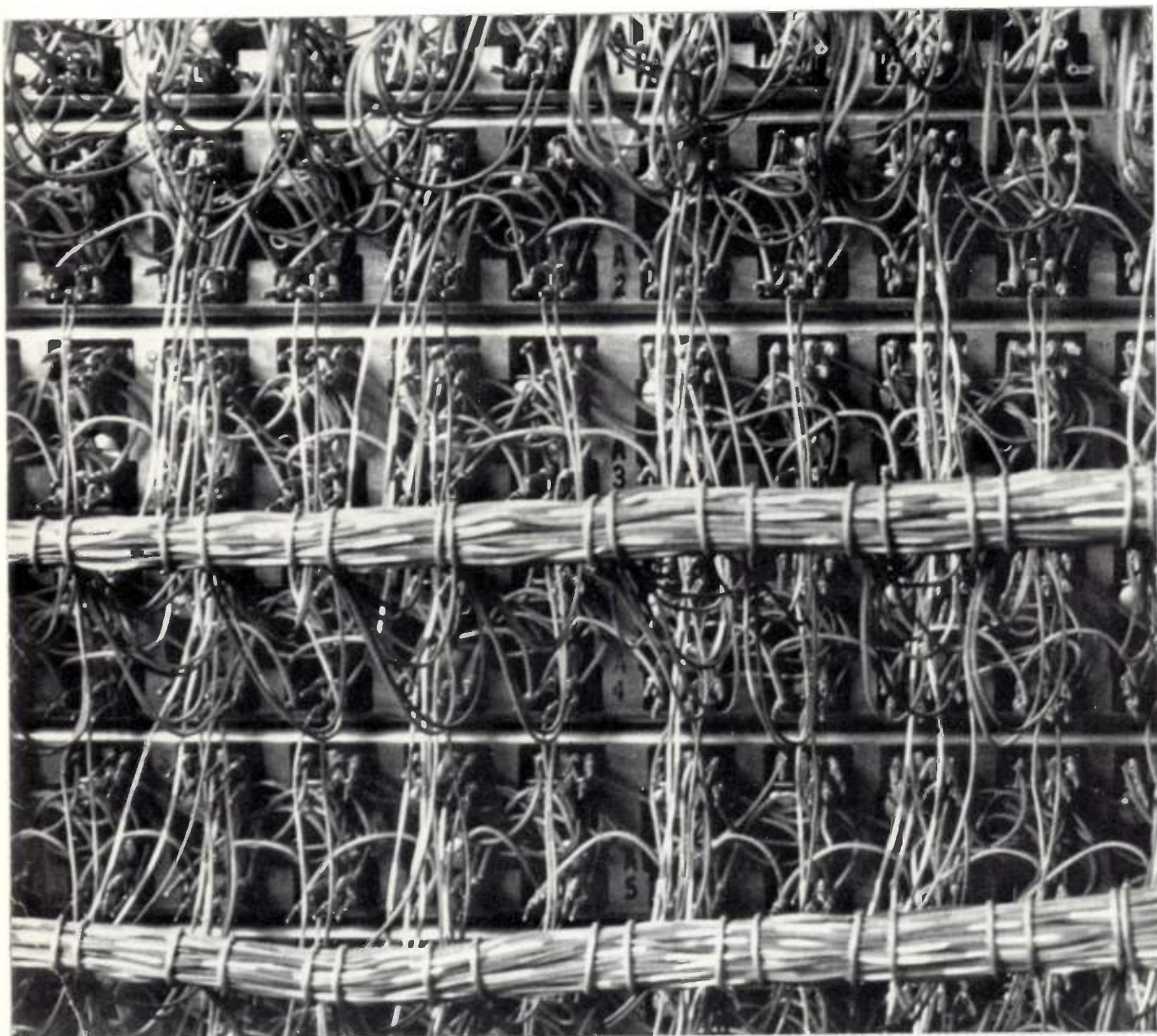


DIODES
ÉLECTROLUMINESCENTES
RTC
Hétéro jonction Ga Al As
Structure Planar



MASSON

Paris New York
Barcelone Milan



Sécre...
... lorsque des millions de communications
ne tiennent qu'à un
filtre !

- *filtres passifs.*
- *filtres actifs.*
(éléments discrets ou circuit hybride
couche épaisse).
- *filtres antiparasites.*

SÉCRÉ
COMPOSANTS

218, rue du Faubourg St-Martin - 75010 Paris - Tél. : 202.53.20 - Télex : 220169 F.

oe COURRIER DES LECTEURS

Les décisions prises par la Conférence de Genève sur la télévision par satellite vont-elles permettre la réception de programmes de télévision étrangers, et dans quels délais ?

A. NAMURT.
(Le Plessis-Robinson).

RÉPONSE

La Conférence administrative mondiale des radio-communications pour la radiodiffusion (CAMR-RS) qui se tient à Genève du 10 janvier au 11 février 1977, est « chargée d'établir un plan pour le service de radio-diffusion par satellite dans la bande 11,7-12,2 GHz (en Europe 11,7-12,5 GHz) ». C'est-à-dire qu'elle doit étudier un ensemble de positions sur l'orbite des satellites géostationnaires et de canaux à l'intérieur de la bande des 12 GHz, afin de permettre le fonctionnement simultané, sur satellites géostationnaires, d'émetteurs de télévision diffusant des programmes qui pourront être reçus directement à Terre, au moyen de récepteurs individuels ou éventuellement communautaires. Le but d'un tel plan est de permettre à chaque pays, lorsqu'il en aura les moyens techniques et économiques, de diffuser par satellite des programmes de télévision destinés à desservir son territoire national (soit des programmes actuellement diffusés par les émetteurs à Terre, soit des programmes supplémentaires).

Il n'est pas prévu que les émissions destinées à un pays soient reçues dans les autres pays. D'une part, sur le plan juridique et administratif, la plupart des pays ne souhaitent pas que leur territoire soit couvert par des émissions étrangères, et ils ont fait admettre le principe général de la couverture nationale. D'autre part, sur le plan technique, la nécessité d'attribuer les mêmes fréquences à plusieurs pays conduit à limiter la zone géographique couverte par une antenne de satellite, afin de réduire les brouillages dans les autres zones qui reçoivent les mêmes fréquences; d'ailleurs les caractéristiques techniques envisagées pour les satellites de télévision directe qui seront lancés vers 1985 permettent seulement de desservir des zones correspondant aux dimensions des pays d'Europe occidentale.

Bien entendu, il n'est pas possible de limiter le rayonnement des antennes des satellites à l'intérieur des frontières d'un pays; l'empreinte du faisceau d'antenne étant elliptique, il se produira un certain débordement sur les régions frontalières des pays voisins. D'ailleurs, un certain débordement existe déjà actuellement, causé par les émetteurs à Terre voisins des frontières.

En outre, plusieurs pays voisins peuvent se grouper pour demander l'attribution de canaux couvrant l'ensemble de leurs territoires, comme c'est le cas pour les pays scandinaves, mais ces programmes multinationaux viendront en diminution du nombre des programmes nationaux, compte tenu du nombre limité de canaux disponibles dans la bande des 12 GHz.

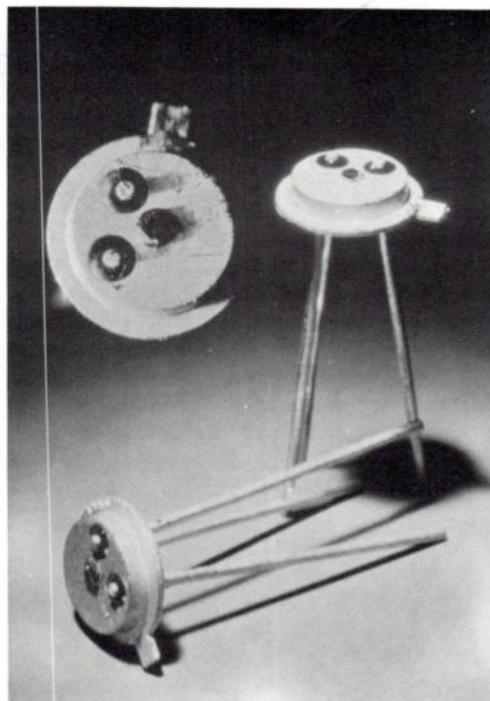
(suite page 157)

Sur notre couverture :

Diodes électroluminescentes RTC

Hétéro jonction Ga Al As

Structure Planar



Dans le domaine des sources pour transmissions optiques, comme dans celui des composants traditionnels ou des circuits intégrés au silicium, la structure planar permet une industrialisation dans les meilleures conditions de reproductibilité et de fiabilité.

RTC propose un certain nombre de diodes électroluminescentes à homojonction PN ou à hétérojonction de Ga Al As conçues pour les applications de transmission par fibres optiques multimodes ou par mèches de fibres.

Une partie des études de ces composants a été soutenue par le CNET et la D.G.R.S.T.



R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC
130, av. Ledru-Rollin 75540 PARIS CEDEX 11,
tél. 355.44.99

GI-45

Atténuation	5 à 10 db/km de 0,80 à 0,85 μ
Dispersion	1 ns/km à 0,83 μ
Bande passante	$\geq 1\,000$ Mbit/s/km
Ouverture numérique	0,25
Diamètre de cœur	45 $\pm$ 3 μ
Diamètre fibre	150 $\pm$ 3 μ
Diamètre revêtement	1 $\pm$ 0,1 mm
Longueur maxi non coupée	1 000 +m

GI-60

Atténuation	5 à 10 db/km de 0,80 à 0,85 μ
Dispersion	3 ns/km à 0,83 μ
Bande passante	400 Mbit/s/km
Ouverture numérique	0,25
Diamètre de cœur	60 $\pm$ 3 μ
Diamètre fibre	150 $\pm$ 3 μ
Diamètre revêtement	1 $\pm$ 0,1 mm
Longueur maxi non coupée	1 000 +m

SI-60

Atténuation	5 à 10 db/km de 0,80 à 0,85 μ
Dispersion	15 ns/km à 0,9 μ
Bande passante	50 Mbit/s/km
Ouverture numérique	0,20
Diamètre de cœur	60 $\pm$ 3 μ
Diamètre fibre	150 $\pm$ 3 μ
Diamètre revêtement	1 $\pm$ 0,1 mm
Longueur maxi non coupée	1 000 +m

SI-100

Atténuation	10 à 20 db/km de 0,80 à 0,85 μ
Dispersion	25 ns/km à 0,9 μ
Bande passante	30
Ouverture numérique	0,35
Diamètre de cœur	100 $\pm$ 5 μ
Diamètre fibre	150 $\pm$ 3 μ
Diamètre revêtement	1 $\pm$ 0,1 mm
Longueur maxi non coupée	1 000 +m

QSF-A

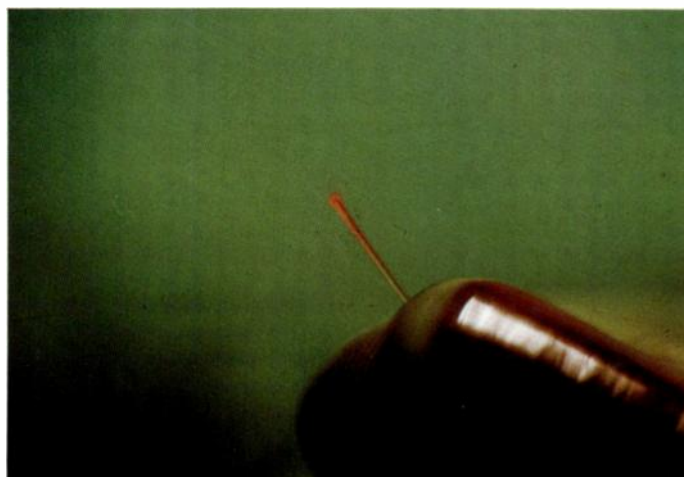
Atténuation	< 7 db/km à 0,85 et 1,06 μ
Dispersion	30 ns/km à 0,85 μ
Bande passante	36 MHz/km
Ouverture numérique	0,17
Diamètre de cœur	200 μ
Diamètre fibre (cœur + cladding)	400 μ
Diamètre revêtement	0,6 mm
Longueur maxi non coupée	1000 +m

La « DIVISION FIBRES OPTIQUES » de QUARTZ et SILICE fabrique et commercialise des fibres optiques à cœur de silice et cladding optique de résine, de référence **QSF-A**, **QSF-B** et **QSF-C**. De plus un accord technique et commercial a été signé entre la Société japonaise NIPPON SHEET GLASS et QUARTZ et SILICE.

Cet accord permet à QUARTZ et SILICE de proposer en exclusivité en Europe, les fibres fabriquées par NIPPON SHEET GLASS :

GI-45, GI-60, SI-60 et SI-100.

**quartz
& silice**



**DIVISION
FIBRES
OPTIQUES**

104-108, Route de Larchant B.P. n° 25
St-Pierre-lès-Nemours 77140 NEMOURS
(France)
Tél. : 428.03.00 Téléc 691187 F

Les sommaires de l'Onde électrique sont reproduits dans les Current Contents Engineering and Technology.

oe magazine

- 153 Courrier des lecteurs
- 158 Téléx
- 161 Événements
- 165 Informations générales
- 166 Télécommunications

oe magazine

- 169 Composants
- 170 Mesure et instrumentation
- 171 Informatique
- 172 Grand public
- 175 Nouvelles économiques

oe magazine

- 177 Activités des laboratoires
- 179 Nouveautés techniques
- 186 Livres reçus
- 189 Analyses de livres
- 192 Bloc notes

oe magazine

Composants

- 201 Transistors à effet de champ pour la commande de puissance.
J. L. MORENZA et D. ESTEVE
- 206 Détermination de la fiabilité des puces hermétiques de circuits intégrés en boîtiers plastiques.
M. KHAJEZADEH et A. S. ROSE
- 213 Derniers développements apportés aux écrans plats pour télévision couleur.
V. J. FOWLER et A. B. BUDINGER
- 221 Les motivations et les limites de l'automatisation des mesures sur les composants électroniques.
H. BENBADIS
- 224 Caractéristiques à retenir pour les mesures.
R. GOARIN
- 231 Aide au diagnostic de défauts dans les circuits logiques intégrés.
J. ZIRPHILE
- 236 Problèmes des mesures de paramètres de circuits intégrés analogiques.
S. ANGEE et P. PRODHOMME
- 239 Diodes électroluminescentes à hétérofonction de structure plane, pour transmissions par fibres optiques.
J. LEBAILLY, D. DIGUET et J. C. DUBOIS
- 243 Application des dispositifs à transfert de charge et des composants acoustiques à onde de surface au traitement du signal analogique. (3^e partie.)
C. LARDAT, C. LEGAY et P. TOURNOIS

RÉDACTION

SEE, 48, rue de la Procession, 75015 Paris
Tél. : 567.07.70

Rédacteur en chef : D. HALPERN.

Adjointe au Rédacteur en Chef : E. RUTMAN.

Secrétariat : B. BREDA.

Comité de l'Onde Électrique

Président : Y. ANGEL, Professeur au CNAM.

Vice-Président : M. THUÉ, Ingénieur général des Télécommunications au CNET.

Comité de lecture

Président : G. PAYET, PTT.

l'onde électrique

Voir conditions d'abonnement
France et Étranger,
3^e de couverture.

Index des annonceurs,
3^e de couverture.

© 1977, Masson, Paris
Publication périodique mensuelle

PUBLICITÉ

MASSON Éditeur, 120, boulevard Saint-Germain, 75280 Paris Cedex 06.

Michel J. LEROY, Directeur de la Régie.

Alain BUISSON, Chef de Publicité.

Téléphone : 329.21.60.

Représentant pour la Grande-Bretagne :

Frank L. Crane Ltd,
16-17 Bride Lane, London EC4Y 8EB.
Tél. : 01.353.1000. Télex : 21489.



oe magazine

- 153 Letters**
- 158 Telex**
- 161 French components Industry**
- 165 Moving around**
- 166 Telecommunications**

oe magazine

- 169 Components**
- 170 Instrumentation**
- 171 Computers**
- 172 Consumer electronics**
- 175 Economical news**

oe magazine

- 177 Laboratories activity**
- 179 Technical news**
- 186 Books received**
- 189 Books review**
- 192 Meetings**

oe magazine
Components

- 201 Field effect transistors for power control.**
J. L. MORENZA and D. ESTEVE
- 206 Reliability evaluation of hermetic integrated circuit chips in plastic packages.**
H. KHAJEZADEN and A. S. ROSE
- 213 Recent advances in flat-panel colour television.**
VERNON J. FOWLER and A. B. BUDINGER
- 221 Automatic testing, its motivations and constraints limitations and possible conflicting approaches.**
H. BENBADIS
- 224 Data analysis techniques applied to the measurement of electronic components.**
R. GOARIN
- 231 An aid for failure diagnosis in logic integrated circuits.** J. ZIRPHILE
- 236 Problems about the measurements of integrated analog circuits.**
S. ANGEE and P. PRODHOMME
- 239 Electroluminescent heterojunctions of planar structure for transmissions by optical fibers.** J. LEBAILLY, D. DIGUET and J.-C. DUBOIS
- 243 Applications of charge transfert devices and surface acoustic wave devices to analog signal processing (part 3).**
C. LARDAT, C. LEGAY and P. TOURNOIS

Considerable effort in the semiconductor industry has been devoted to the improvement of the reliability of integrated circuits encapsulated in DIL packages. Now new encapsulation techniques have been developed to prevent the chips from moisture, which is the main source of failure.

The substitution of the colour picture tube in a TV set by a flat panel device, is a very attractive concept which is not so far from achievement thanks to steady advances made in the field of optoelectronics.

The functional complexity and diversity of analogic and digital ICS have led to the design of appropriate performance measurement systems. These systems are mostly automated.

EDITORIAL MATTERS

SEE, 48, rue de la Procession, 75015 Paris
Tél. : 567.07.70

Editor-in-Chief : D. HALPERN.
Editorial assistant : E. RUTMAN.
Secretary : B. BREDA.

Committee of l'Onde Électrique
President : Y. ANGEL, Professor, CNAM.
Vice-President : M. THUE in charge of International technical relations at the CNET.

Committee of Referees
President : G. PAYET, French PTT.

Subscription: 3th cover.

Published monthly (except July and August)
by Masson et Cie,
120, bd Saint-Germain, Paris, France.
Annual subscription price : 200 F.
Second-class postage paid
at Jamaica, N.Y. 11431
Air freight and mailing in the U.S.
by Publications Expediting, Inc.
200 Meachan Ave., Elmont, N.Y. 11003.

ADVERTISING

MASSON Éditeur, 120, bd Saint-Germain,
75280 Paris Cedex 06.

Michel J. LEROY, Advertising Director.
Alain BUISSON, Advertising Manager.
Telephone : 329.21.60.

Representative for Great Britain :
Frank L. Crane Ltd,
16-17 Bride Lane, London EC4Y 8EB.
Phone : 01.353.1000. Telex : 21489.

© 1977, Masson, Paris
Published monthly

oe COURRIER DES LECTEURS

La mise en place des satellites ne se fera vraisemblablement pas en Europe occidentale avant les années 1985-1990, mais il est souhaitable que la planification soit faite le plus tôt possible, car la bande des 12 GHz est également accessible aux faisceaux hertziens, qui pourront être mis en place dès maintenant dans les régions où les canaux de télévision correspondants ne sont pas attribués.

Par ailleurs, les satellites de télécommunication continuent de contribuer efficacement à l'échange international des programmes de télévision, en assurant des liaisons de distribution de programmes originaires d'un pays vers des réseaux d'émetteurs d'autres pays : le système INTELSAT assure actuellement de nombreuses liaisons de distribution de télévision à l'échelle mondiale, ainsi que le système INTERSPOUTNIK pour les pays de l'Europe orientale ; il est prévu que le futur système européen de télécommunication par satellite (ECS) assure également la distribution de programmes de télévision. Mais il ne s'agit pas là de réception directe : les émissions sont reçues dans des stations terriennes de réception fonctionnant dans une bande attribuée aux satellites de télécommunication (service fixe par satellite) puis transmises à des émetteurs à Terre qui les diffusent à destination des récepteurs de télévision.

M. THUE.

ERRATUM

Deux erreurs de transcription ont été commises dans l'article « Modèle de transistor bipolaire » de M. P. COTTIN, paru dans l'Onde électrique de décembre 1976, Volume 56, page 511, 2^e colonne.

Il faut lire :

(18) devient alors :

$$\left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_0'} \right) \left(\frac{I_C}{I_{CM}} e^{1 - \frac{I_C}{I_{CM}}} \right)^{\frac{n-1}{n}} - \frac{1}{\beta_M} - \frac{1}{\beta_0'},$$

d'où pour le couple β_I, I_{CI} :

$$\beta_0' = \frac{1 - \lambda}{\frac{1}{\beta_M} - \frac{\lambda}{\beta_1}} \left(1 + \frac{V_{CE1}}{V_A} \right) \beta_0$$

SALON DES COMPOSANTS
Bâtiment 5 - Stands 40 à 44 - Allée 11

Pour surveiller la fièvre de votre secteur Enregistreur de perturbations réseau

DRANETZ



Modèle 606

- Variations lentes
- Surtensions, sous-tensions (avec le nombre de cycles)
- Pics et microcoupures de faible durée
- Jours et heures
- Possibilité d'enregistrement en secteur monophasé et triphasé - 50 Hz - 400 Hz
- Mise en mémoires
- Rappel de mémoires
- Relevé journalier automatique
- Poids : 7,3 kg !



kontron électronique

La Boursidière R. N. 186
92357 - Le Plessis-Robinson
Tél. 630.36.72 TELEX : 250.819

216


TELEX

TELEX 200565...TELEX 200565...TELEX 200565...TELEX 200565...TELEX 200565...TELEX 200565

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Le groupe britannique **GEC** procède actuellement à une importante réorganisation financière en émettant un nouveau type d'obligations baptisé « variable interests capital notes » pour 178 M£ et qui seront cotées à la bourse. Cette opération vise en fait à transformer en obligations une partie des réserves de **GEC** ce qui permet de réduire de 86 à 66 % le rapport capitaux propres sur passif total.

En 1976, **GTE** a réalisé un chiffre d'affaires total de 6 500 M\$ (+ 13 %) dont 410,3 M\$ pour l'activité téléphone (+ 16 %) et un bénéfice net de 453,2 M\$ (+ 17 %). Le groupe comptait 14,8 M de téléphones en service au 31 décembre 1976.

Au cours du premier semestre de l'exercice fiscal 1976 qui sera clos au 31 mars 1977, la firme japonaise **Hitachi** a réalisé un chiffre d'affaires consolidé de 1 081 milliards de yens (+ 29 %) dont 184 à l'exportation (+ 32 %) et un bénéfice net de 35 milliards de yens (115 %). Pour sa part, la division « télécommunication, électronique, mesure » enregistre une progression de 32 %.

TÉLÉCOMMUNICATIONS

Plessey (GB) qui a récemment acquis **Astrodata Systems Inc (USA)** a décidé de fermer l'usine Astrodata située à Anaheim en Californie et de transférer la production de cette usine à Dorset en Grande-Bretagne. Rappelons que Astrodata Systems produit essentiellement l'autocommutateur télex modèle 4660 dont 5 exemplaires ont déjà été vendus et que Plessey qui dispose également d'une usine à Santa Clara en Californie, a décidé de ne pas développer la vente de ce modèle central télex.

En 1976, la **CIT-Alcatel** du groupe CGE a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 12 807 MF (+ 17,1 %). Le chiffre d'affaires consolidé hors taxes ayant été de 4 343 MF (+ 19 % à structure constante, + 25 % en termes réels).

ITT a constitué à Bruxelles une filiale baptisée **International Telecommunications Centers (ITC)** destinée à assurer la coordination européenne au sein du groupe en matière de systèmes temporels. Le capital d'ITC est détenu à 51 % par l'International Standard Electric Corp (USA) et à 49 % par un conglomérat de filiales européennes d'ITT.

En 1976, la **Northern Telecom (CND)** a réalisé un chiffre d'affaires consolidé de 1 112 M\$ canadiens (+ 9,2 %) et un bénéfice net de 77,1 M\$ canadiens (+ 14,2 %).

Le **Canada** a décidé de porter à partir du 1^{er} avril 1977, à 40 canaux le nombre des canaux alloués aux services **radio-électriques privés** dans la bande des

26-27 MHz. Rappelons que les USA ont pris une décision analogue qui a pris effet au 1^{er} janvier 1977.

En 1976, la **SAT** a réalisé un chiffre d'affaires de 1 180 360 MF (+ 18 %) dont la ventilation est la suivante (en MF) :

- câbles : 251, 185 (+ 17,7 %),
- équipements électroniques : 810,125 (+ 15,1 %),
- chantiers : 120,050 (+ 44,7 %).

Finalement, la Federal Communications Commission des États-Unis a autorisé la firme américaine **Satellite Business Systems (SBS)** dont le capital est conjointement détenu par IBM, la COMSAT et Aetna, à mettre en place et à exploiter commercialement un réseau numérique national de télécommunication par satellite. Afin de lever toute ambiguïté la commission a notamment décidé que les réseaux commerciaux d'IBM et de SBS devront être distincts et que le système SBS devra disposer d'interface avec les réseaux actuels qui devront assurer sa transparence.

Deux firmes finlandaises spécialisées dans la transmission de données, **Oy Nokia** et **Televa Oy**, ont constitué une filiale commune de recherche, de développement et d'études de marché baptisée **Telefonno Oy** qui doit commencer ses activités dès avril 1977.

COMPOSANTS

Thomson-CSF a acquis définitivement auprès de la **Northern Telecom (CND)** la licence de fabrication et de vente de l'autocommutateur temporel privé SL 1.

ETEC Corporation fournira au constructeur d'ordinateur de grande puissance Amdahl, un système de microlithographie par faisceau d'électrons du type Mebes (Manufacturing Electron Beam Exposure System). Le montant de la commande atteint 0,5 M\$.

Motorola a décidé de rationaliser la gamme européenne de dispositifs à semiconducteurs qui comptait jusqu'à présent 15 000 modèles; ce nombre sera réduit à 4 000.

Sharp Corporation (J) a introduit un système conversationnel d'aide à la conception des circuits imprimés.

La centrale roumaine **Electronum/IPRS** et la société américaine **Soliton Devices Inc (Sodilev)** ont conclu un accord selon les termes duquel la Roumanie acquiert la licence de fabrication de composants discrets à semiconducteurs et de transistors de puissance notamment. Le constructeur américain fournira également les équipements de production. Le montant du contrat qui s'étale sur 5 années dépasse 3 M\$ et pourrait atteindre 5 M\$.

Un système automatique de test fonctionnel pour microprocesseurs est en cours d'installation dans l'usine britannique de **Texas Instruments** située à Bedford. Le montant de l'investissement atteint 0,3 M£; cette machine a été développée par Texas autour des miniordinateurs de la série 900 du même constructeur.

Valco, société finlandaise de fabrication de tubes image couleur dont le capital est détenu à 60 % par l'État finlandais, à 20 % par Salora Oy (SF) et à 20 % par Hitachi (J), produira annuellement 0,8 M de tubes couleur.

INFORMATIQUE

Un protocole d'accord a été signé entre la firme américaine d'informatique **Sycor** et le groupe néerlandais **Telsys** selon les termes duquel la société américaine doit prendre le contrôle de **CMC Europe** dont la majorité du capital est détenu par Telsys.

Le groupe finlandais **Oy Nokia AB Electronics** et la société polonaise **Metronex** ont signé un important accord industriel selon les termes duquel la Pologne acquiert la licence de fabrication d'équipements terminaux d'informatique auprès de Nokia. Le montant du contrat atteint 9 M de mark finlandais (2,25 M\$). Dans un premier temps avant la mise en place de l'unité de production polonaise, Nokia fournira des équipements semi-finis.

GRAND PUBLIC

La société japonaise **Citizen Watch** a commencé la commercialisation d'une montre calculatrice à cristaux liquides. Cette montre comporte un clavier à 23 touches, a un diamètre de 40 mm, une épaisseur de 12 mm et pèse 102 g.

RCA va prochainement introduire un jeu télévisuel à cartouche magnétique baptisé **Studio II** et construit autour du microprocesseur 1802 de RCA.

Les trois firmes japonaises **Sony**, **Sanyo** et **Toshiba** ont conclu un important accord en matière de vidéocassette à 1/2". Aux termes de cet accord les trois firmes fabriqueront et commercialiseront le nouveau système à vidéocassette qu'elles ont mis au point et baptisé « Beta Format ». Ces produits seront commercialisés dès le mois de mars au Japon. Il est à remarquer que **JVC-Nivico** qui a développé son propre système, le Vidéo Home System maintenant adopté par Matsushita, ne fait pas partie des signataires.

Zenith Radio Corp (USA) a acquis auprès de **Sony Corp (J)** les droits de fabrication et de vente de magnétoscopes utilisant la technique de balayage Betamax mise au point par le constructeur japonais.

Le bon sens c'est le Bus ⚡ Bar **MEKTRON**

De la source d'alimentation courant continu jusqu'aux circuits intégrés les Bus ⚡ Bars MEKTRON garantissent :

- une alimentation basse impédance
- une plus grande vitesse de fonctionnement
- un meilleur filtrage
- une réduction substantielle des bruits parasites et des pertes
- un encombrement minimum

Importante gamme standard et fabrication à la demande.



Mektron-France

9, allée des Jachères - SOFILIC 416
94263 FRESNES Cedex
Téléphone : 668-10-25 - Télex : 260719

MESUREUR de NIVEAU PMG 13



MESURES GENERALES EN BF OU MESURES SUR LES SYSTEMES DE TELEGRAPHIE HARMONIQUE

- Mesures sélectives de niveau 20 Hz à 20 kHz avec 7 largeurs de bande différentes
- Mesures en large bande 20 Hz à 50 kHz, filtre psophométrique en option
- Version spéciale avec accord sur les voies de télégraphie harmonique
- Générateur suiveur incorporé.

Autres exemples d'utilisation :

- Filtre suiveur (20 Hz à 20 kHz)
- Amplificateur large bande (20 Hz à 50 kHz)
- Fréquence-mètre (résolution 1 Hz ou 0,1 Hz commutable)



Wandel & Goltermann France

APPAREILS DE MESURES ÉLECTRONIQUES

SOGARIS 156 - 94 534 RUNGIS CEDEX

☎ 677.67.70 - Télex: 260006 W.et G.F.



ÉVÉNEMENTS

L'industrie des composants : des perspectives toujours incertaines

En 1976, l'activité industrielle des pays d'économie libérale a été dominée par le contexte économique mondial et par conséquent, par la capacité de chacun des pays à lutter contre l'inflation et à améliorer sa balance commerciale.

La France n'a pas échappé à ces préoccupations et les résultats obtenus dans ces directions ont été variés et variables.

Le contexte français

La lutte contre l'inflation. Les mesures prises au cours de la seconde moitié de l'année : blocage des prix, politique salariale stricte, réduction de certains impôts indirects, sont beaucoup trop récentes pour que leurs effets soient tangibles et définitivement acquis. Cependant, leurs effets psychologiques ont été favorables.

La politique de blocage des prix se poursuivra en 1977 d'une autre manière, par les engagements de modération de hausse de prix souscrits par les producteurs.

La balance commerciale. L'amélioration de la balance commerciale est à la fois le fruit du développement des exportations et de la réduction des importations.

Pour exporter il faut être compétitif et trouver des débouchés.

La compétitivité s'acquiert par une amélioration de la productivité et éventuellement par des manipulations monétaires, la dévaluation notamment qui, en France, a non seulement été effective mais également stratégique.

La plupart des pays industrialisés touchés par la crise n'offrant pas de perspectives intéressantes nouvelles pour les exportations, il fallait se tourner vers les pays d'Europe de l'Est, les pays en voie de développement et les pays exportateurs de pétrole en particulier.

Ce que l'on avait mal pressenti à l'époque, c'est que la crise économique mondiale allait affecter de manière extrêmement grave les pays de l'Europe de l'Est et ceux du tiers monde. Seuls, les pays gros fournisseurs de matières premières et principalement de pétrole, à priori moins touchés par la crise, n'allaient pas

être épargnés par l'inflation qui devait amputer leur pouvoir d'achat.

En réalité les débouchés extérieurs ne se sont pas avérés aussi importants que prévus, la France ayant dû faire face à une concurrence acharnée.

Sur le plan des importations, le problème a également évolué. Dans un premier temps et à cause des restrictions générales de crédit, le montant des investissements et la consommation ont diminué entraînant une baisse des importations.

Puis la consommation a repris, les investissements aussi, ce qui a provoqué un accroissement du montant des importations. Par ailleurs, des mesures importantes tendent à être prises en Europe de manière à réduire les importations de certains produits en provenance de pays disposant d'une main-d'œuvre à bon marché ou pratiquant des politiques de prix dites de dopage.

L'Industrie Electronique Française

L'Industrie électronique française a connu en 1976, un niveau d'activités soutenu, et notamment en ce qui concerne les équipements professionnels.

Le chiffre d'affaires global dans ce secteur atteint 9 milliards de francs environ (+ 35 %) et le montant des exportations est voisin de 5 milliards (+ 100 %), ce qui constitue un excellent résultat. Il y a lieu néanmoins de souligner que ces performances matérialisent des contrats signés un ou deux ans auparavant et que le volume des commandes actuellement en porte-feuille n'est guère à l'image de ces bons résultats. Toutefois, la position avancée de la France en matière d'équipements de télécommunications permet d'envisager la situation avec confiance.

Le secteur grand public enregistre sur le plan intérieur des résultats satisfaisants puisque près d'un million de téléviseurs couleur auront été

vendus sur le marché intérieur. Ce secteur industriel a des particularités propres qui empêchent actuellement tout développement des exportations.

L'Industrie française des composants

En une année, l'Industrie française des composants électroniques, déjà gravement affectée par la crise mondiale, aura connu un changement de structure industrielle qui aura conduit à une dégradation de sa balance commerciale.

En effet parmi les trois grands secteurs d'activités des composants électroniques : tubes, dispositifs à semiconducteurs et composants passifs, seul le premier présentait une balance commerciale favorable.

Le secteur des tubes électroniques résorbait traditionnellement une part non négligeable du déficit global. Cette situation favorable pour les tubes était essentiellement due aux exportations de tubes image couleur produits par la RTC-La Radiotechnique-Compelec. Cette année cette firme aura produit 1 M de tubes environ et exporté plus de la moitié de sa production. Par contre, un autre grand groupe français, Thomson-CSF, dispose maintenant en Italie d'une filiale industrielle commune avec RCA, Vidéocolor qui fabrique les fameux tubes PIL qui équipent les téléviseurs du groupe Thomson. Or ce constructeur détient le tiers du marché français avec près de 0,3 M de téléviseurs couleur équipés de tubes fabriqués par Vidéocolor. Cette situation devra s'améliorer dans le courant de l'année avec la mise en production d'une usine Vidéocolor à Lyon, mais il est évident que cette amélioration ne peut être que limitée.

Par ailleurs, et depuis plus d'un an, la France a abandonné essentiellement aux Pays d'Europe de l'Est (Pologne et République Démocratique Allemande), la fabrication des tubes image noir et blanc. Dans le total, les importations de tubes image couleur en provenance de firmes japonaises sont assez faibles, quelques dizaines de milliers d'unités au total et ne concernent que les tubes de petites dimensions.

De toutes les façons, le redressement de la balance commerciale sera dorénavant plus difficile et plus lent.

L'industrie française des composants électroniques commerce extérieur.

1. EXPORTATIONS. Chiffres douanes en millions de francs.

Composants électroniques	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976 Définitif
Tubes électroniques	238	273 (+ 15 %)	401 (+ 47 %)	425 (+ 6 %)	540 (+ 27 %)	495 (— 8 %)	625 (+ 26 %)
Semiconducteurs	411	436 (+ 6 %)	469 (+ 7 %)	830 (+ 77 %)	1 143 (+ 38 %)	800 (— 30 %)	1 083 (+ 35 %)
Composants passifs + Condensateurs fixes radio	497	574 (+ 15 %)	657 (+ 14 %)	850 (+ 29 %)	1 067 (+ 25 %)	1 137 (+ 7 %)	1 407 (+ 24 %)
Total Composants	1 146	1 283 (+ 12 %)	1 527 (+ 19 %)	2 105 (+ 38 %)	2 750 (+ 31 %)	2 432 (— 12 %)	3 115 (+ 28 %)

2. IMPORTATIONS. Chiffres douanes en millions de francs.

Composants électroniques	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Tubes électroniques	208	209 (+ 0.5 %)	310 (+ 48 %)	446 (+ 44 %)	466 (+ 4 %)	461 (— 1 %)	723 (+ 57 %)
Semiconducteurs	470	460 (— 2 %)	507 (+ 10 %)	803 (+ 58 %)	1 223 (+ 52 %)	859 (— 30 %)	1 095 (+ 28 %)
Composants passifs + Condensateurs fixes radio	556	600 (+ 8 %)	726 (+ 21 %)	951 (+ 31 %)	1 204 (+ 27 %)	1 167 (— 3 %)	1 567 (+ 34 %)
Total composants	1 234	1 269 (+ 11 %)	1 543 (+ 21 %)	2 195 (+ 42 %)	2 893 (+ 32 %)	2 487 (— 14 %)	3 385 (+ 36 %)

3. BALANCE EXPORT-IMPORT (taux de couverture en %)

Total composants	93	101	99	96	95	98	92
------------------	----	-----	----	----	----	----	----

L'industrie française des composants électroniques.

Chiffre d'affaires (hors taxe) en millions de francs.

Composants électroniques	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976 provisoire	TAM *
Tubes électroniques	630 (+19 %)	654 (+ 4 %)	783 (+20 %)	819 (+ 6 %)	916 (+12 %)	945 n.c.	1105 (+17 %)	9.8 %
Semiconducteurs	670 (+15 %)	557 (—17 %)	701 (+26 %)	1046 (+49 %)	1471 (+40 %)	1114 (—24 %)	1390 (+25 %)	12.9 %
Total composants actifs	1300 (+17 %)	1211 (— 7 %)	1484 (+22 %)	1865 (+26 %)	2387 (+28 %)	2059 n.c.	2495 (+21 %)	11.5 %
Total composants passifs	1682 (+14 %)	1754 (+ 4 %)	2110 (+20 %)	2752 (+30 %)	3395 (+23 %)	3305 (— 3 %)	3806 (+15 %)	14.6 %
Total composants	2982 (+16 %)	2965 (—0.6 %)	3594 (+21 %)	4608 (+28 %)	5781 (+25 %)	5364 (— 7 %)	6301 (+17 %)	13.3 %

* TAM : taux annuel moyen d'expansion du chiffre d'affaires 1971-1976 (base 1970).

** Les changements de structure minimisent d'environ 1 point le fléchissement du chiffre d'affaires global par rapport à 1974.

En matière de dispositifs à semi-conducteurs, la situation de la balance commerciale s'est quelque peu améliorée, elle a toujours été en léger déséquilibre défavorable, la France ayant su se créer des spécialités (circuits intégrés linaires, composants discrets) et bénéficier des avantages de la présence de deux importants producteurs américains de dispositifs à semiconducteurs : Motorola et Texas Instruments.

On constate sur les statistiques et cela constitue une grande originalité de l'industrie française des semi-conducteurs, que la valeur de la production française (1 390 MF) est assez voisine de celle des exportations (1 090 MF). La plus grande partie de la production est donc exportée ce qui confirme l'existence de spécialités. Dans ce secteur, les progrès ont

surtout été réalisés au niveau des circuits intégrés qui ont enregistré une augmentation de la production de 42 %.

La situation de l'industrie des composants passifs gravement touchée par la crise, s'est améliorée surtout au niveau des bobinages, transformateurs et haut-parleurs.

L'année 1976 aura été pour l'industrie française des composants une année de convalescence. La production aura augmenté de 17 % et les échanges extérieurs auront connu un regain d'activité qui aura accentué le déficit commercial global.

Sur le plan intérieur, l'activité a été influencée par un contexte économique incertain ayant entraîné une stagnation relative du marché des biens industriels.

Des inconnues demeurent encore mais il semble que le temps des années folles soit révolu, du moins les fabricants plus soucieux de planification et certains clients désireux de ne plus pratiquer une politique d'achat et de stockage inconsidérée semblent le souhaiter. Certains indices, en effet, laissent espérer que la politique de stockage des industries des clients sera plus raisonnable et que l'industrie des composants sera en mesure maintenant de répondre à des accroissements ponctuels des besoins. La situation générale devrait se stabiliser dans le courant de cette année. Les perspectives demeurent favorables en France pour les télécommunications et le secteur grand public, mais l'avenir se jouera au niveau des exportations de matériels.

D. HALPERN

Electronique + 5

Dans le cadre du prochain *Salon International des Composants Electroniques*, se tiendront à Paris du 28 mars au 1^{er} avril prochain un certain nombre de sessions d'études sucrées de tables rondes, ayant pour thème général l'Électronique dans cinq ans.

Organisée conjointement par le Groupement des Industries Électroniques (GIEL) et la SEE, cette manifestation comportera les sessions suivantes :

- le 28 mars : l'Électronique et l'avenir
l'Électronique et la médecine
- le 29 mars : l'Électronique et les Télécommunications
l'Électronique et les moyens d'Information
- le 30 mars : l'Électronique et l'Énergie
l'Électronique et la Maison
- le 31 mars : l'Électronique et les Transports de Surface
l'Électronique et l'Automobile.
- 1^{er} avril : l'Électronique et la Défense
l'Électronique et la Recherche.

Pour tous renseignements complémentaires s'adresser à Électronique + 5, Melle Bonamy, 11, rue Hamelin 75783 Paris Cedex 16. (Tél. : 505.14.27).

Colloque de l'URSI sur la propagation La Baule, 28 avril - 6 mai 1977

On rappelle que le Colloque, ouvert à tous, de la Commission F (Propagation dans les milieux non ionisés) de l'Union radioscopique internationale (URSI), Colloque organisé par le Comité national français de radioélectricité scientifique (CNFRS), aura lieu à l'hôtel Hermitage de La Baule (Loire Atlantique) du 28 avril au 6 mai prochain.

Après un exposé introductif du Dr J. Saxton, Président de la Commission de propagation troposphérique du Comité consultatif international des radiocommunications (CCIR), seront présentées 140 communications retenues par le Comité scientifique dans les domaines suivants :

- A1. Structure et propriétés de l'atmosphère claire
- A2. Propagation des ondes radioélectriques dans l'atmosphère claire
- A3. Propagation des ondes optiques
- B1. Influence de la surface terrestre et du sous-sol
- B2. Télédétection du sous-sol
- C1. Structure fine de la pluie (Théorie-Expériences)
- C2. Effets de la pluie sur les trajets terrestres
- C3. Prévision des effets de la pluie
- D1. Expériences de propagation au moyen du satellite ATS-6
- D2. Recherches sur la propagation Terre-satellite
- E1. Influence de la propagation sur les caractéristiques de transmission
- F1. Télédétection (active-passive) de l'atmosphère
- F2. Télédétection de la surface terrestre.

Les formulaires d'inscription et les renseignements concernant ce colloque peuvent être demandés à l'adresse suivante : Colloque URSI, Syndicat d'Initiative, Place de la Victoire, B.P. 161, F 44504 La Baule.

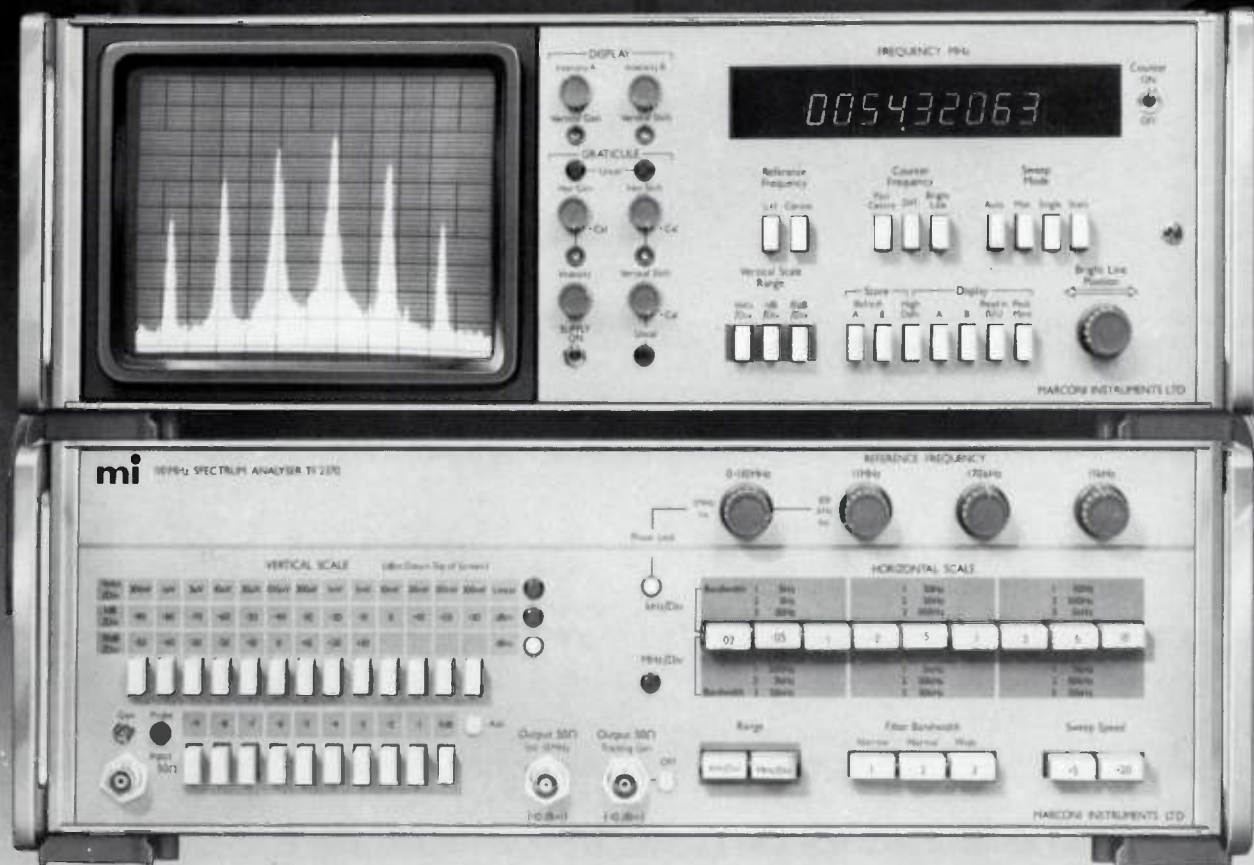
Colloque international sur la mesure en télécommunications Lannion, 4-6 octobre 1977

Compte tenu de la décision prise par l'Union radioscopique internationale (URSI) d'étendre son action à l'ensemble des aspects scientifiques des télécommunications, la Commission A de l'URSI (Métrologie électromagnétique) a décidé, avec le concours des Commissions C (Signaux et systèmes) et E (Bruits et brouillages), de tenir un Colloque « ouvert » sur la mesure dans les télécommunications. Ce Colloque est organisé par le Comité national français de radioélectricité scientifique (CNFRS) et par la Société des électriciens, des électroniciens et des radioélectriciens (SEE), dont les Sections d'études 17 (Métrologie) et 22 (Télécommunications) sont directement concernées.

Le programme du Colloque « Mesures en télécommunications » comprend :

1. les techniques de mesure des grandeurs fondamentales en télécommunications (temps, fréquence, ...)
2. les mesures des caractéristiques des systèmes de télécommunication
3. la caractérisation des signaux de télécommunication
4. les mesures objectives et subjectives des signaux de parole et des signaux d'images
5. les mesures de trafic et de qualité de service
6. les mesures sur l'environnement radioélectrique des systèmes de télécommunication.

Les auteurs désirant présenter une communication à ce Colloque sont invités à soumettre au Comité scientifique un résumé en français ou en anglais ne dépassant pas une page dactylographiée, en 8 exemplaires avant le 25 mars 1977 à l'adresse suivante : M. J. Le Mezec Colloque URSI, Mesures, CNET, F, 22301 Lannion (Tél. + 33 (96) 38.24.28).



30 Hz - 110 MHz

L'analyseur de spectre le plus évolué

L'analyseur de spectre TF 2370 - 110 MHz est un système de mesure complexe destiné à l'analyse spectrale.

Grâce à ses caractéristiques exceptionnelles, il permet de multiples utilisations et est d'une manipulation aisée; il ne faut, en effet, choisir que la sensibilité d'entrée, la fréquence centrale, la dispersion et la définition.

Ensuite, un programme logique contrôle automatiquement le rapport d'amplification HF/MF optimal et la vitesse de balayage adaptée à la bande passante du filtre.

Des innovations remarquables : le système de mémorisation digital, la visualisation sur un écran de télévision (10 x 12 cm) très clair, le graticule électronique déplaçable à volonté en directions horizontale et verticale...

La division de la mémoire permet simultanément la

comparaison et la visualisation détaillées des représentations mémorisée et directe

Le fréquencemètre à 9 chiffres permettant la mesure précise de la fréquence des composantes spectrales à 1 Hz près et un "générateur-tracking" synchronisé avec la fréquence d'entrée font du TF 2370 un incomparable instrument de mesure.

Gamme de fréquence : 30 Hz à 110 MHz.

Dispersion : 18 gammes calibrées de 20 Hz/div. à 10 MHz/div. en séquence 1,2,5.

Résolution : 0,1 dB et 5 Hz.

Gamme de niveau d'entrée :

logarithmique 10 dB/div. : -159 dBm à + 30 dBm

1 dB/div. : -109 dBm à + 30 dBm

Linéaire 300 nV/div. à 300 mV/div.

Dynamique affichée : 100 dB. (10 dB/div)

mi: LES INNOVATEURS

MARCONI INSTRUMENTS

32 avenue des Écoles - 91600 Savigny-sur-Orge - Téléphone : 996 03 86 - Telex 600 541 F



INFORMATIONS GÉNÉRALES

Les différents budgets pour 1977 de l'**Agence Spatiale Européenne** ont été définitivement adoptés. Le conseil de l'Agence a finalement réduit de 3 M d'unités de compte (15,63 MF) le projet initial de 481,8 M d'unités de compte (2 510,178 MF).

La **Compagnie Générale de Radiologie** (CGR) du groupe Thomson-CSF et **Varian Associates** (USA) ont signé un accord commercial en matière d'équipements d'électronique médicale, selon les termes duquel la société française se voit confier la distribution mondiale des tomographes axiaux transverses corps entier à calculateur intégré (« CT Scanners » en anglais) et des ultrasonographes fabriqués par Varian. Par ailleurs, la CGR s'engage à vendre au moins 140 de chacun de ses équipements, Varian assurant une assistance technique et commerciale pour les appareils qui seront installés au Canada, aux USA et au Japon.

Raytheon Company a acquis pour 7 M\$, 87 % du capital de la firme française **Fil Dynamo** (F). La Fil Dynamo est une société située à Lyon qui fabrique de gros bobinages pour l'industrie électrotechnique en particulier; elle emploie 400 personnes et réalise un chiffre d'affaires voisin de 125 MF. Cette acquisition doit permettre à Raytheon de mieux s'implanter en Europe dans ce secteur.

La General Electric (USA) a décidé de se dessaisir de la participation de 11 % qu'elle détenait dans le capital de **Honeywell Information Systems**. La General Electric avait en effet décidé en 1970 de se retirer du secteur informatique, cette participation sera cédée à Honeywell.

Au cours de l'année 1976, **IBM France** a réalisé un chiffre d'affaires de 8 760 MF (+ 19,6 %) dont 3 124 à l'exportation (+ 26,3 %).

En 1976, **Intertechnique** (F) a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 281,7 MF (+ 14 %) dont 179 M pour l'activité aérospatiale (+ 12 %) et 102,7 M pour l'activité informatique instruments scientifiques et médicaux (+ 17 %). Le bénéfice net sera inférieur à celui de l'an passé qui était de 11,2 MF.

En 1976, le groupe **La Radiotechnique** a réalisé un chiffre d'affaires consolidé et hors taxes de 2 648 MF. Pour sa part, La Radiotechnique a enregistré un chiffre d'affaires de 1 365 MF (+ 13,3 %).

En 1976, **Matra** a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 1 471,5 MF (+ 38,3 %) dont 834,2 MF pour les activités militaires, 262 MF pour les activités spatiales, 188,2 MF pour les activités automobiles et 187,1 MF pour les activités civiles.

Racal Electronics (GB) a finalement acquis 98 % du capital de **Milgo Electronics** (USA), qui avait fait récemment l'objet de deux offres publiques d'achat séparées de la part de Racal et de Digital Data Systems (USA).

La **Compagnie Générale d'Électricité** a publié ses résultats pour l'année 1976 (chiffres hors taxes, en MF) :

— Électromécanique et construction navale	3 272,9 (+ 26,8 %)
— Entreprise électrique	2 217,7 (+ 1,8 %)
— Entreprise et ingénierie	2 949,6 (+ 20,8 %)
— Télécommunications et électronique	4 168 (+ 19 %)
— Câbles	1 417,3 (+ 0,8 %)
— Accumulateurs et piles	1 637,6 (+ 16,8 %)
— Matériaux	871,9 (+ 16,5 %)
— Grand public	523,0 (+ 23,2 %)
— Commerce et divers	803,9 (+ 19 %)
Total	17 862 (+ 16,3 %)

Au cours du trimestre fiscal clos au 12 décembre 1976, **National Semiconductor** a réalisé un chiffre d'affaires de 99,7 M\$ (+ 24,7 %) et un bénéfice net de 3,4 M\$ (— 40,3 %).

Philips et le groupe turc **Sabanci** ont conclu un accord de principe selon les termes duquel Sabanci acquiert 35 % des parts de deux filiales turques de Philips : la Turkish Philips Trading Company et la Turkish Philips Industry (grand public) dont Philips détient la totalité du capital. Sabanci, dont les activités sont diversifiées (textile, banque), fait ainsi son entrée dans le secteur de l'électronique.

Au cours du 4^e trimestre de 1976, **Siemens AG** a réalisé un chiffre d'affaires de 5 500 M de DM (+ 14,5 %) dont 2 600 à l'étranger (+ 18 %) et un bénéfice net de 136 M de DM (+ 0,7 %). Durant cette période le montant des investissements a atteint 193 M de DM (— 48 %), et celui des commandes 6 600 M de DM (+ 29,5 %) dont 2 900 en Allemagne Fédérale (+ 11,5 %) et 3 700 à l'étranger (+ 48 %).

En 1976, la **SILEC** a réalisé un chiffre d'affaires consolidé hors taxes de 642 176 897 F (+ 13,4 %).



IBM France. Vue aérienne de l'usine de Corbeil-Essonnes.

La famille de Sir John Clark, Président de **Plessey**, s'est dessaisie pour des raisons fiscales de plus de 0,7 M d'actions Plessey.

Au cours des 3 derniers trimestres de 1976, **Plessey** (GB) a réalisé un chiffre d'affaires de 408,3 M£ (+ 19 %) dont 60 M à l'exportation (+ 40 %) et un bénéfice avant taxes de 28 M£ (+ 12 %).

En 1976, la **Raytheon Company** a réalisé un chiffre d'affaires de 2 462,77 M\$ (+ 9,7 %) et un bénéfice net de 85,242 M\$ (+ 20,1 %). A la fin de 1976, la compagnie américaine employait 52 957 personnes (+ 0,5 %).

En 1976, la **Sagem** a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 809,861 MF (+ 9,2 %). la ventilation de ce chiffre est la suivante (en MF) :

— navigation, pilotage, guidage	312,519 (+ 12,6 %)
— téléinformatique	292,098 (+ 2,5 %)
— équipements industriels et divers	205,236 (+ 14,7 %)

Au cours de l'exercice fiscal 1976, clos au 31 octobre 1976, **SONY** a réalisé un chiffre d'affaires de 463 000 M Yens (+ 13 %) dont 25 850 M à l'exportation soit de 58 % du chiffre d'affaires total. Le bénéfice net atteint 30 000 M Yens. Les ventes de matériels grand public n'ont progressé que de 3 %. Pour l'exercice en cours, le groupe japonais s'attend à un chiffre d'affaires de 540 000 M Yens et à un bénéfice net de 35 000 M de Yens et espère produire 2 M de téléviseurs couleur.

Sony (J) et **Union Carbide** (USA) ont créé au Japon une filiale commune industrielle et commerciale, la Sony Eveready Inc, qui sera spécialisée dans la fabrication et la vente de piles miniatures pour montres numériques, appareils photographiques et calculatrices. Cette filiale disposera d'une usine produisant 21 M de piles par an.

Systems Engineering Laboratories SA, filiale française de la société américaine Systems Engineering Laboratories Inc, a porté son capital de 2,5 à 4 MF.

En 1976, la **Sperry Rand Corporation** a enregistré les résultats suivants (en M\$) :

	4 ^e trimestre 1976	Année 1976
Chiffre d'affaires	808,704 (+ 39 %)	3 267,509 (+ 4,4 %)
Bénéfice net	36,688 (+ 4,8 %)	150,202 (+ 6,6 %)

Le chiffre d'affaires consolidé provisoire hors taxes du groupe **Thomson-Brandt** atteint pour 1976 16,828 MF. Ce résultat inclut ceux de LMT (environ 1 700 MF). A structure comparable avec celle de 1975, le chiffre d'affaires s'établit à 15,128 MF (+ 20,5 %) avec la ventilation suivante en MF :

— Grand public	4 062 (+ 28,6 %)
— Électronique professionnelle	5 828 (+ 14,6 %)
— Électro-industries	1 103 (+ 25,6 %)
— Activités médicales	1 875 (+ 19,4 %)

— Éclairage	805 (+ 17,7 %)
— Divers	1 455 (+ 23 %)

Thomson-CSF a émis un emprunt obligataire de 330 285 310 F.

Le groupe suédois AGA vient de céder sa filiale **TUDOR** au groupe américain ESB. **TUDOR** est une société spécialisée dans la fabrication de piles et d'accumulateurs, qui emploie 1 300 personnes dont 900 en Suède.

La prochaine **Exposition de Physique** et le prochain **Salon du Laboratoire** se tiendront à Paris du 24 novembre au 4 décembre 1977.

Trois sociétés norvégiennes d'électronique : **Tanberg Radiofabrikk**, **Elektrisk** et **Kongsberg Vapenfabrikk** ont signé un important accord de coopération. Selon les termes de cet accord **Tanberg** et **Kongsberg** rachèteront les 2/5 des 43,25 % des actions détenues par **LM Ericsson** dans le capital de **Electrish Beraus** et prendront le contrôle de la firme norvégienne **Noratom/Norcontrol** (systèmes d'acquisition de données maritimes). Cet accord encouragé par le gouvernement norvégien, vise à la création ultérieure d'un puissant groupe électronique norvégien.

oe

TÉLÉCOMMUNICATIONS

DANS LES USINES

IBM a inscrit à son catalogue un système d'interface conforme à l'avis X 25 du CCITT et destiné à permettre le raccordement de ses équipements au réseau français de transmission par paquets **Transpac (F)** et **Datapac (CND)**.

La firme ouest allemande **Kabelmetal** va disposer en Iran d'une usine de fabrication de câbles électriques et de télécommunications dans laquelle elle détient une participation minoritaire et qui emploiera 300 personnes environ.

En raison d'une importante baisse des commandes, **LM Ericsson** a pris des mesures de réduction de la production dans ses 21 usines suédoises (fermeture de certaines usines, réduction d'horaire). **LM Ericsson Suède** doit en effet, faire face à une baisse de commandes de l'ordre de 40 %.

La **Nippon Electric Company** étudie actuellement l'implantation d'une usine aux USA. Cette usine aurait pour principal domaine d'activités, les télécommunications.

La **NASA** a présenté une station terrienne de réception d'images à haute résolution pour le satellite météorologique **TIMOS N** et le satellite **NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)**. Cette station développée par la division **Astro Electronics** de **RCA** aura un coût qui se situe entre 0,2 et 0,4 M\$. La résolution de ces systèmes atteint 320 m en plein jour.

Sony a acquis la licence de fabrication de la caméra couleur miniature **Microcam** de **Thomson-CSF**. Cette caméra légère de reportage actuellement proposé selon **Standard NTSC**, sera disponible au milieu de l'année en versions **PAL** et **SECAM**, son poids est inférieur à 4 kg.



Caméra couleur miniature **Microcam** de **Thomson-CSF**.

suite à l'installation récente au Congo par la **CIT** d'un câble reliant **Brazzaville** à **Pointe-Noire** (500 km) ainsi que l'installation de 11 centraux téléphoniques **Janus**.

La **CIT-Alcatel** fournira aux **PTT** de la Côte d'Ivoire, 3 centraux téléphoniques électroniques à commutation temporelle **E 10** totalisant 20 000 lignes, pour un montant de 40 MF. Par ailleurs, le gouvernement de la Côte d'Ivoire a précisé qu'il souhaite voir se créer et se développer dans ce pays une industrie locale de télécommunications et notamment le montage de centraux et la fabrication de postes et d'équipements d'abonnés.

La **CIT-Alcatel**, du groupe **CGE**, fournira à la Caisse des Dépôts et Consignations (F) un central téléphonique électronique privé à commutation temporelle **Citedis** (1 400 postes, 115 lignes réseau) pour un montant de 6 MF.

La firme française **Crouzet** doit prochainement fournir aux **PTT** françaises 1 000 compteurs téléphoniques imprimants expérimentaux. Ces appareils donnent en clair : l'heure, le numéro demandé, la durée de la communication et le nombre d'unités de taxation imputées.

Un contrat d'un montant de 0,381 M\$ a été attribué par l'**US Army Electronics Command** à la division **AIL** de **Cutler Hammer** pour l'étude de faisabilité d'une nouvelle génération de systèmes tactiques légers de commande et de contrôle du trafic aérien. Trois systèmes complets réalisés conjointement avec **Teledyne Electronics** seront fournis pour évaluation.

L'**US Air Force Systems Command** a commandé à la division **AIL** de **Cutler Hammer**, 87 systèmes de contrôle du trafic aérien du type **PIDP (Programmable Indicator Data Processor)**.

Fujitsu (J) fournira à l'**East African Telecommunications**, des centraux téléphoniques qui seront installés en Ouganda et en Tanzanie, pour un montant de 800 M de Yens.

COMMANDES ET CONTRATS

L'**Administration des Télécommunications de Singapour** va prochainement lancer un appel d'offres pour l'installation d'un réseau de câbles sous-marins de télécommunications utilisant des fibres optiques.

Les **American Electronics Laboratories (AEL)** se sont vus attribuer un contrat d'un montant de 0,364 M\$ par la **NASA**, pour l'étude d'un récepteur aéroporté pour systèmes d'atterrissage **MLS (Microwave Landing System)**. **AEL** travaillera conjointement avec la **NARCO Scientific Industries**.

La **CIT-Alcatel** fournira au Congo 6 centraux téléphoniques urbains de petite capacité du type **Janus**. Cette commande fait

GTE fournira au Mexique un faisceau hertzien pour la transmission de programmes de télévision, pour un montant de 2 M\$ (560 km, 10 relais).

C'est la société française **AOIP** qui distribuera en France le transmetteur automatique d'alarmes sur réseau commuté modèle **Alarmofon** et fabriqué par la firme suédoise **Gylling Teletransic**. Le système émettant des signaux numériques présente une fiabilité élevée et est particulièrement bien adapté aux problèmes de surveillance à distance.



Hughes Aircraft Corporation a livré à Boeing un équipement terminal radio aéroportable, qui sera installé à bord des avions du système d'alerte radar **AWACS** (cf OE, février 1977, p. 89). Hughes Aircraft doit fournir au total 11 équipements analogues.

Le paquebot britannique **Queen Elizabeth II** dispose désormais d'une liaison de télécommunications maritimes par satellite le reliant au monde entier. Ce système embarqué à bord du bateau a été fourni par l'**International Marine Radio Company**, filiale britannique d'**ITT**.

Italtel SIT fournira et installera un faisceau hertzien entre Damas (Syrie) et Amman (Jordanie), qui permettra la transmission de programmes de télévision en noir et blanc et en couleur, de programmes de radiodiffusion et de 960 conversations téléphoniques. Le montant du contrat atteint 4 000 M de livres.

L'**ITT** fournira à l'Argentine pour 87 M\$ d'équipements téléphoniques (117 000 lignes en Pentaconta et 210 000 postes téléphoniques).

La **CENTEL** (Central Telephone and Utilities) exploitant indépendamment de téléphones aux États-Unis, a commandé directement à **ITT North America** pour plus de 25 M\$ de centraux téléphoniques électroniques **Metaconta**. Rappelons que **LMT**, qui faisait partie du groupe **ITT** avant d'être reprise par **Thomson-CSF** en 1976, avait installé à Las Vegas pour la **CENTEL** un central **Metaconta**.

Les **PTT** des Pays-Bas ont retenu le système de commutation électronique **AXE** de **LM Ericsson** (S) pour l'équipement des centraux d'abonnés et de transit néerlandais.

LM Ericsson fournira à l'Administration des Télécommunications de l'Équateur pour 24 M\$ d'équipements téléphoniques, dont 16 000 postes téléphoniques d'abonnés.

LM Ericsson fournira à l'Algérie pour 16 M\$ d'équipements de commutation téléphonique.

LM Ericsson fournira à l'Espagne un autocommutateur télex électronique modèle **ABX 20** de 3 500 lignes de capacité et qui sera installé à Barcelone. Le montant de la commande est voisin de 2,5 M\$. Rappelons que l'**ABX 20** est un système dérivé de l'autocommutateur téléphonique **AXE**.

Marconi fournira à l'Afrique du Sud un télécinéma couleur automatique modèle **B 3404** qui sera installé dans une Université du Transvaal.

Marconi fournira à l'Armée Australienne, un système radar de poursuite destiné à permettre au missile de défense aérienne « **Rapier** » d'assurer une défense 24 heures sur 24 et ceci par tous les temps. Le montant du contrat atteint 13 M\$.

Marconi fournira à la station de télévision **KTVQ** (Montana, USA), deux caméras couleur **Mark VIII** ainsi que les équipements annexes associés.

Dans le cadre du projet **BATES** (Battlefield Artillery Target Engagement System) du Ministère britannique de la Défense, **Marconi** s'est vue attribuer un contrat pour une étude concernant l'emploi de calculateurs destinés à aider les responsables de champ de bataille en matière d'artillerie.

Marconi fournira à l'Office des Télécommunications du Brésil (**EMBRATEL**), 9 émetteurs-récepteurs pour stations côtières modèle **H 1060** (6 canaux, 1 kW, 1,6-20 MHz).



Transmission
par mini-faisceaux hertziens
(Doc. RTC).

La **Nippon Electric Company** s'est vue attribuer en juin 1976, un important contrat de l'Administration des Télécommunications de Koweït pour la modernisation des centraux existants et l'extension du réseau de radiotéléphonie mobile automatique. Ce contrat dont le montant n'est pas connu prévoit le remplacement des autocommutateurs **Crossbar** actuels par des autocommutateurs électroniques **D 10** probablement et l'extension du nombre des canaux de radio téléphone de 23 à 192. Le réseau actuel de radio téléphonie fonctionne dans la bande des 400 MHz, comprend 4 stations de base et dessert 1 000 abonnés; le réseau étendu permettra de servir 4 000 abonnés.

La **Nippon Electric Company** a fourni à la société britannique **Cable and Wireless Ltd**, trois stations terriennes transportables **Intelsat** modèle **B** qui ont été installées dans les Seychelles, le Yémen et le Malawi. Ces stations fonctionneront avec les satellites **Intelsat IV**; elles sont équipées

d'antennes de 10 m de diamètre. Rappelons que la **NEC** développe ce type de station transportable depuis 1972 et qu'elle s'apprête à livrer actuellement 12 stations analogues aux Philippines.

La **Nippon Electric Company** fournira à l'Éthiopie 4 faisceaux hertziens (40 relais, 2 000 km) destinés à compléter le réseau existant dont la fourniture avait été confiée à la **NEC** et à une société italienne. Rappelons que le réseau national éthiopien de liaisons hyperfréquences doit être complètement achevé en 1978.

La **Nippon Electric Company (J)** fournira à l'**Embratel** (Administration des Télécommunications du Brésil) des équipements de commutation télex **Crossbar** modèles **NEDAX 401** et **201** pour un montant de 6 000 M de Yens (100 MF environ). Elle fournira également à l'**Embratel** trois autocommutateurs téléphoniques à commande par programme enregistré modèle **D 10** totalisant 35 000 lignes. Deux équipements seront installés à São Paulo et un à Rio de Janeiro. Rappelons que la firme japonaise dispose au Brésil depuis 1968 d'une filiale manufacturière la **NEC do Brasil Electronica Comunicações Ltda**.

Le Gouvernement du Nigéria a confié les études portant sur le réseau national de télécommunications du pays à 5 sociétés, qui se voient accorder chacune une région : la **Nippon Telecommunications Consulting Co (J)**, **Cable and Wireless (GB)**, **Marcom (USA)**, **Teleconsultant (USA)** et la **Sofrecom (F)**.

La firme américaine **North Electric**, filiale de **United Telecommunications**, fournira à l'**OTAN** des autocommutateurs électroniques à commande par programme enregistré pour un montant de 19 M\$.

Un accord commercial a été conclu entre la firme canadienne **Northern Telecom** et la société britannique **Ansafone**. Selon les termes de cet accord la **Northern** est chargée de la vente de la nouvelle famille de composeurs téléphoniques fabriqués par **Ansafone**.

Philips fournira à la Thaïlande un autocommutateur télégraphique à commande par programme enregistré pour un montant de 9 M de florins.

Raytheon Company fournira à la **Federal Aviation Administration** des États-Unis, 20 systèmes **DARC** (Direct Access Radar Channel), pour un montant de 11,23 M\$.

RCA Automated Systems fournira à l'Armée de l'Air américaine un système de reconnaissance aérienne par télévision à haute définition du type **ESSWACS** (Electronic Solid State Wide Angle Camera System). Le montant du contrat atteint 1,1 M\$.

Le **RHG Electronics Lab.** fournira à l'Armée de l'Air américaine 2 relais hertziens de petite puissance alimentés par des cellules solaires pour un montant de 0,158 M\$.

La **Standard Telephone and Cables**, filiale britannique d'**ITT**, fournira au **Post Office** britannique des équipements de signalisation pour centraux téléphoniques. Le montant du contrat atteint 3 M\$.

Thomson-CSF a acquis auprès de **SONY** la licence de vente des magnétoscopes de radiodiffusion de la série « U-Matic » et des magnétoscopes professionnels à défilement hélicoïdal avec bande de 1". Thomson-CSF devra en particulier promouvoir la vente des versions PAL et SECAM de ces équipements.

TRT, du groupe Philips, fournira à la Gendarmerie Nationale Française des émetteurs récepteurs mobiles en ondes métriques, modèle TRVP 16. Ces appareils sont pilotés par un synthétiseur de fréquence.



VIE DES SOCIÉTÉS ET RÉSULTATS FINANCIERS

Les firmes américaines **Continental Telephone** et **Thomaston Telephone Co Inc.**, ont signé un accord de principe pour le rachat de cette dernière par la Continental. Rappelons que Thomaston Telephone est une petite entreprise familiale de Georgie qui exploite 12 500 téléphones.

La Northern Telecom (CND) a acquis la totalité du capital de la **Cook Electric (USA)**. Rappelons que Cook Electric dispose d'une filiale, la Tele-Service Company, spécialisée dans la réparation de matériels téléphoniques (cf OE, août-septembre 1976 p. 386 et décembre 1976, p. 538).

Au cours de l'exercice fiscal clos au 30 juin 1976, **Cook Electric Co.**, filiale de la Northern Telecom depuis janvier 1977, a réalisé un chiffre d'affaires de 30 482 279 \$.

A la suite d'une vente au plus offrant, la Southern Pacific Communications Co (USA) vient d'acquiescer pour 4,9 M\$ les actifs de la firme américaine **DATRAN**, filiale de Wyly Corporation.

Au cours du dernier trimestre de 1976, **Milgo Electronic Corporation (USA)** a réalisé un chiffre d'affaires de 13,021 M\$ (+ 42,3 %) et un bénéfice net de 1,244 M\$ (+ 135,6 %).

La Commission Canadienne des Pratiques Commerciales a demandé à la Bell Canada de se séparer de sa filiale la **Northern Telecom**, dont elle détient 69,2 % des parts.

Deux sociétés du groupe britannique **Plessey** : Plessey Ireland et EAE groupe Ltd ont créé un nouveau consortium regroupant leurs activités « plate forme en mer » (offshore en anglais) en matière d'équipements de télécommunications (liaisons radio, centraux téléphoniques). Ce consortium aura uniquement pour champ d'activité la mer d'Irlande où des recherches pétrolières sont en cours; le consortium dispose déjà d'un contrat de 0,3 M\$ environ.

C'est finalement la société canadienne **SPAR Aerospace Products Ltd** qui rachète la division Government and Commercial Systems de RCA (CND).

La société publique, Compagnie Française de Câbles Sous-Marins et de Radio, contribuera en totalité à l'augmentation du capital de **Télé Systèmes** (systèmes de télécommunications et d'informatique) qui passe de 1,526 à 12,526 MF.

En 1976, **TRT**, filiale française du groupe Philips, a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 630 MF (+ 30,9 %). Le chiffre d'affaires hors taxes consolidé de TRT et d'Omera Segid s'élève à 790,1 MF (+ 40,6 %) dont 264,8 à l'exportation (+ 241,6 %). Notons également que le chiffre d'affaires de la société française des techniques Pye dont TRT détient 60 % du capital (cf OE, janvier 1977, p. 16) a réalisé en 1972 un chiffre d'affaires hors taxes de 23 MF.



Radar météorologique de poursuite
LCT type Zéphir.

Ultra Electronics (GB) et **AEG Telefunken** ont signé un accord de coopération technique et industriel en matière d'équipements de télécommunications.

DIVERS

L'American Bell International Inc du groupe ATT et la **Nippon Telecommunications Consulting Co.**, ont décidé de coopérer en matière d'études et de conseil internationaux en télécommunications. Dans un premier temps, les deux sociétés coopéreront pour l'étude du réseau iranien.

La **Bell Telephone** a décidé de remplacer tous ses taxiphones à taxation et encaissement électromécaniques par des taxiphones entièrement électroniques.

La firme américaine **Christian Broadcasting Network** fait actuellement construire en Virginie (USA), un centre de transmission de programme de télévision par satellite. La station terrienne fournie par Scientific Atlanta est dotée d'une antenne de 10 m de diamètre.

GTE fait actuellement l'objet d'une enquête de la part du SEC (Securities and Exchange Commission) des USA au sujet du contrat qu'elle a obtenu de l'Iran en matière de

télécommunications et portant sur 600 M\$ (cf OE, juin-juillet 1975, p. 355). GTE aurait été accusée d'avoir effectué des versements occultes.

Une nouvelle association internationale baptisée **International Association of Broadcasting Manufacturers** a été fondée par une soixantaine de constructeurs de matériels de radiodiffusion. Elle aura pour première mission d'organiser des conventions et des expositions relatives à la Radiodiffusion. Cette création va certainement à l'encontre des intérêts de l'International Broadcasting Convention qui a les mêmes objectifs.

La **Nippon Electric Company (J)** a mis au point pour le compte de la NASA, un système de transmission d'images fixes de télévision sur ligne téléphonique ordinaire.

Les premières liaisons de télécommunications par satellite de la **Satellite Business Systems**, filiale d'IBM, ont été mises en service aux USA.

En 1977, l'accroissement du parc téléphonique français sera de 1,7 M de lignes dont 0,530 à commutation électronique. Une tranche optionnelle de 0,130 M de lignes à commutation électronique a également été réservée.

La ventilation des commandes en commutation téléphonique électronique est la suivante en M de lignes :

Tranche ferme : 0,53 M de lignes :

— système à commutation temporelle E 10 : 0,265 M de lignes réparties entre la CIT-Alcatel et l'AOIP;

— systèmes à commutation spatiale : 0,265 M de lignes réparties de la manière suivante :

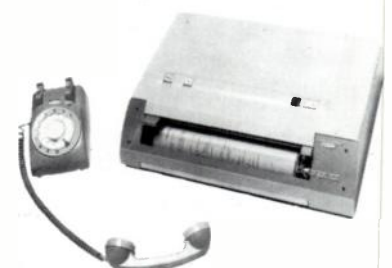
- systèmes Metaconta 11 F : 0,190 lignes dont 0,105 à LMT (Thomson-CSF) et 0,085 à la CGCT (ITT);
- système AXE : 0,075 lignes à la SFT-Ericsson (Thomson-CSF).

Tranche opérationnelle : 0,18 M de lignes dont :

- systèmes E 10 : 50 000 lignes;
- systèmes Metaconta 11 F : 110 000 lignes;
- systèmes AXE : 20 000 lignes.

Ces chiffres correspondent uniquement à l'accroissement du Parc; en fait les commandes des PTT françaises porteront cette année sur 2,7 M de lignes.

La Chambre des Communes britannique a repoussé un projet de loi par 236 voix contre 174, visant à mettre fin au monopole des télécommunications du **British Post Office**.



Télécopieur (Doc. CIT-Alcatel).

L'Office des Télécommunications des États-Unis a publié sous la référence OT-76-105, un rapport concernant les effets des conditions atmosphériques sur les systèmes radio et intitulé : « Refractivity and Rainfall Data for Radio Systems Engineering ».

Après deux années d'essais et d'expérimentation en matière de commutation électronique à Munich, Stuttgart et Darmstadt, la **Deutsche Bundespost** a passé commande de 4 centraux téléphoniques électroniques à commande par programme enregistré

système EWS, dont le premier sera mis en service en décembre prochain à Munich et les autres à Stuttgart, Francfort/Main et Dusseldorf. A la fin de 1980, 0,4 M d'abonnés devraient être reliés à de tels centraux.

La Banque Européenne d'Investissement a octroyé un prêt d'un montant de 20 000 M de lires (12 ans, 8 %) à la **SIP** (Société Italiana par l'Esercizio Telefonico), destiné à aider au développement des télécommunications dans la région de Frioul-Venétie-Julienne d'Italie. Le gouvernement italien a en effet engagé un programme de 58 000 M

de lires pour le développement des télécommunications dans cette région (33 nouveaux autocommutateurs, accroissement des circuits).

La Banque Européenne d'Investissements a accordé au **Post Office britannique** un prêt d'un montant de 18,5 M£ (10 ans, 87/8 %) destiné à l'extension du réseau de télécommunications en Irlande du Nord. Le montant total des travaux 58 M£, couvre le rachat de 17 nouveaux centraux et le raccordement de 73 000 abonnés supplémentaires.

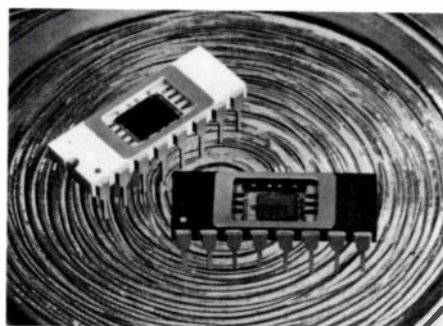
oe

COMPOSANTS

DANS LES USINES

Crown Microwave, filiale de Microwave Semiconductor Corporation (USA), vient d'augmenter la capacité de production de sa division « dispositifs à diodes » dans le Massachussets (USA). La surface totale occupée par cette division se trouve portée à 720 m².

General Instrument Corp doit incessamment commencer la production en grande série d'une famille de mémoires mortes de 16 k bits (2 K mots de 8 bits, 5 V, 300 mW, boîtier à 24 broches). Plusieurs modèles seront compatibles broche à broche avec des modèles équivalents d'Intel, notamment les 8316 A.



Mémoire effaçable (Doc. Mosteki).

La division « Microelectronic Devices » de **Rockwell International** introduit deux nouveaux microprocesseurs en un seul boîtier : le modèle MM 76 (mémoire morte de 640 mots à 8 bits de mémoire morte, 48 mots à 4 bits de mémoire vive) et le modèle MM 77 (2 K mots à 8 bits de mémoire morte et 128 mots à 4 bits de mémoire vive). Rappelons que Rockwell avait introduit en mars 1976 un dispositif analogue portant la référence MM 77. Par ailleurs, une version simplifiée et économique de ces modèles sera prochainement commercialisée sous la référence MM 75.

En raison des pertes enregistrées dans le secteur des dispositifs à semiconducteur, la **Sescosem**, du groupe Thomson-CSF, doit procéder au licenciement d'une partie de son personnel.

Signetics du groupe Philips et **Motorola** ont signé un accord de licence croisée

concernant les circuits intégrés grand public MC 1399 de Motorola (étages vidéo des téléviseurs couleur) et TCA 440 (radio-récepteurs en modulation d'amplitude).

La firme américaine **Solid State Scientific** sera également seconde source du microprocesseur RCA modèle 1800 et de tous ses circuits d'environnement.

Le groupe japonais **Sumitomo Metal Mining** a implanté à Singapour une usine de production de bandes pour montage automatique des connexions pour pastilles de circuits intégrés (Lead-Frame en anglais).

COMMANDES ET CONTRATS

Le fabricant américain de dispositifs à semiconducteurs **Solitron Devices Inc.** fournira à la Roumanie une chaîne complète de production, d'assemblage et de test de transistors de puissance du type 2N 3055 et 2N 5496. Le montant du contrat atteint environ 3 M\$. Ce contrat n'a pas encore obtenu l'approbation du gouvernement américain et de l'OTAN.

Le Département des Tubes Électroniques de **Thomson-CSF** fournira les tubes à ondes progressives à 11 GHz qui équiperont les satellites Intelsat V. Le montant du contrat atteint 2,5 M\$.

VIE DES SOCIÉTÉS ET RÉSULTATS FINANCIERS

La firme britannique **Ultra Electronics**, spécialisée dans la fabrication d'éléments de connexion, a racheté la société **Bridbond Printed Circuits**, fabricant britannique de circuits imprimés. Le montant de la transaction atteint 0,12 M\$.

La société américaine **Clare**, spécialisée dans la fabrication de relais à tiges, a racheté l'activité relais à tige du constructeur américain de centraux téléphoniques, **Stromberg Carlson Corp.**

La firme américaine **TRAK Microwave Corporation**, spécialisée dans le domaine des hyperfréquences, vient d'acquiescer la firme société **E et M Laboratories** (USA) qui fabrique des guides d'ondes.

La Société **M.C. Horton Associates** a récemment été constituée au 19 916 Roscoe Blvd, suite 16, Canoga Park, CA 91306 (USA), avec pour raison sociale le conseil et l'ingénierie en matière de composants hyperfréquences (multiplexeurs, coupleurs, filtres, etc...).

Au cours de l'année 1976, **RTC-La Radio-technique-Compelec** a réalisé un chiffre d'affaires de 1 403 MF (+ 19,7 %).

DIVERS

Les Laboratoires de Recherche de la **Bell Northern (CND)** ont mis au point sous contrat de l'Armée Américaine, un processus d'attaque par plasma sec pour semiconducteurs, qui a permis d'obtenir des circuits intégrés MOS complémentaires présentant des temps de propagation de 600 ps par porte.

Les laboratoires de recherche **RCA** de Princeton ont réalisé des diodes laser à l'arséniure de gallium émettant à 7 276 Å à la température ambiante, ce qui constitue la plus grande fréquence d'émission laser jamais obtenue par des diodes à la température ambiante.

Le gouvernement britannique étudie actuellement un projet d'aide à l'industrie britannique des composants électroniques. Cette aide porterait sur 12 mois et son montant serait de 75 M£.

PRODUITS RÉCENTS

Pour de plus amples informations utilisez les cartes « Service Lecteur » mises à votre disposition, en fin de volume.

Binder : Connecteurs encartables économiques à 12, 15, 18 et 22 contacts à souder, à enrouler ou à œilletons. [3340]

Cambridge Consultants : Convertisseur multiplicateur analogique-numérique à 4 bits rapide, modèle ADC 20.4 [3341]

Cliff : Pincettes pour le contrôle de circuits intégrés, série TCA. [3342]

Consumer Microcircuits : Circuit intégré double générateur d'impulsions, modèle FX 109. [3343]

Dale Electronics : Potentiomètres étanches ajustables (0,5 W; 10 Ω à 1 M Ω) ; [3344]

Data 1/0 : Programmeur portable de mémoire morte, modèle IX. [3345]

— Simulateur de mémoire morte programmable (1 K mot de 8 bits maximum), modèle Romulator. [3346]

Delco : Transistors haute tension de puissance au silicium présentés en boîtier TO 3, modèles DTS 702 (1 200 V, 3 A) et DTS 704 (1 400 V, 3 A). [3347]

Flann Microwave Instruments Ltd : Coupleurs directionnels pour guides d'ondes millimétriques. [3348]

Hughes Aircraft : Détecteurs d'ondes millimétriques à réponse plate (1,5 à 2 dB; 26,5 à 110 GHz), modèle 44820 XH. [3349]

IEE : Dispositifs d'affichage numérique à diodes électroluminescentes et à 7 segments à chiffres de 0,5" de hauteur, modèles 1786 et 1789. [3350]

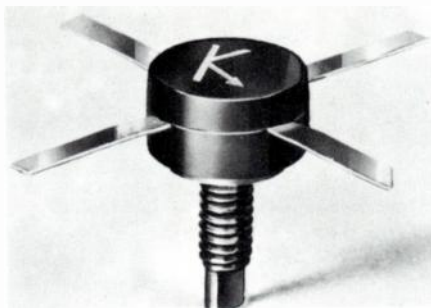
International Rectifier : Varistances miniatures (150 à 1 000 V, 1 à 8 J), série Z 7L. [3351]

Kertron : Transistors haute fréquence de puissance destinés à l'émission à haute fréquence (150 à 1 GHz, 13,5 à 40 V et 1 à 75 W). [3352]

Merrimac Industries : Mélangeurs doubles équilibrés miniatures présentés en boîtier TO 5 (1 à 500 MHz). [3353]

National Semiconductor : Circuit intégré pour tachymètres, modèles LM 2907 et 2917. [3354]

— Mémoires rapides MOS complémentaires



Transistors haute fréquence Kertron.

(256 mots de 4 bits), modèles MM 74C920 (22 broches) et MM 74C921 (18 broches). [3355]

Opto 22 : Relais statiques synchrones pour tensions alternatives (3,5; 10; 25 et 45 A; 120 ou 240 V_{eff}) ou continues (120-575 V; 3 à 45 A). [3356]

Precision Monolithic Inc : Amplificateur opérationnel à faible courant de décalage (220 pA), modèles PM 108 et 308 (compatibles broches à broches avec les modèles LM 108 et 308 de National Semiconductor). [3357]

Pro-Log : Programmeur portable de mémoires mortes, modèle 92. [3358]

RCA : Circuits intégrés logiques MOS complémentaires, modèle CD 40 100 B (registre à décalage à 32 bits avant-arrière), CD 40 102 B (décompteur BCD à 2 décades), CD 40 107 B (commande intermédiaire NAND à 2 entrées doubles), CD 40 181

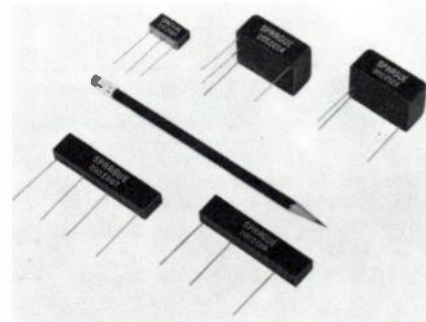
(unité arithmétique et logique à 4 bits) et 40 182 (générateur de report anticipé). [3359]

— Vidicon à cible au silicium de 12 mm de diamètre, modèle 4 804/H. [3360]

Siliconix : Commutateur analogique : série DG 300 à 307, DG 381, 384, 387 et 390. [3361]

— Transistors de puissance à effet de champ pour applications civiles et militaires (1,5 à 2 A; 35 à 90 V, 4 à 25 W), série S55V (série militaire) et S75V (civile). [3362]

Sprague : Convertisseurs de tension continu-continu miniatures pour l'alimentation de dispositifs d'affichage à plasma, à diodes électroluminescentes ou à cristal liquide, série 200 C. [3363]



Tela : Simulateur de mémoires mortes programmables jusqu'à 1 K mots de 8 bits, modèle TPR 402. [3364]

oe

MESURE & INSTRUMENTATION

PRODUITS RÉCENTS

Pour de plus amples informations utilisez les cartes « Service Lecteur » mises à votre disposition, en fin de volume.

A.P. Circuits Corp : Filtre actif à 2 voies (0,02 Hz à 2 MHz, passe haute, passe bas, passe bande, réjecteur de bande). [3365]

Bendix Corporation : Appareil de test pour cartes de circuits imprimés logiques (64 à 256 contacts), modèle 2708. [3366]

BP Instruments : Analyseur logique à 8 canaux et à 50 MHz, modèle 50 D. [3367]

Bruel Kjaer : Hyprophone étalon (0,1 Hz-125 kHz), modèle 8104. [3368]

— Audiomètre enregistreur (— 10 à + 90 dB HL, 500 à 8 000 Hz), modèle 1800. [3369]

Dytech Corporation : Générateur d'impulsions (10 ns à 50 ms, 50 MHz), modèle 850. [3370]

EH Research : Générateur de mots enfilable (2 canaux de 100 bits série), modèle 1301. [3371]

Farnell Instruments : Synthétiseur de signaux basse fréquence (10⁻⁴ à 10⁸ Hz), modèle DSG 1. [3372]

Interstate Electronics : Source modulaire de tension, de fréquence et générateur de fonctions, série SP 6800. [3373]



Chronoréverbéromètre numérique de LEA.

LEA : Sonomètre intégrateur, modèle SIL 50. [3374]

— Chronoréverbéromètre numérique, modèle CRD 1. [3375]

Marconi : Générateur de signaux synthétisés (50 kHz à 520 MHz), modèle TF 2020. [3376]

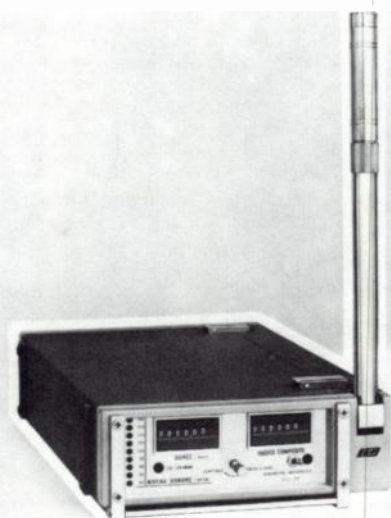
Rockland Systems : Synthétiseur de fréquence (0,1-160 MHz), modèle 5600. [3377]

Tettex : Thermomètre numérique à sonde au platine, modèle 2125 (— 200 à + 800 °C). [3378]

— Thermomètre numérique à thermocouples (0-2 000 °C), modèle 2124. [3379]

— Ohmmètre numérique (10 m Ω à 1,999 M Ω), modèle 2121. [3380]

Velonex : Transformateurs d'impédances pour générateurs de rampes, de parasites de coupure, etc. [3381]



Sonomètre intégrateur LEA

oe

INFORMATIQUE

DANS LES USINES

Burroughs a présenté trois nouveaux systèmes de la série S 1000, il s'agit de systèmes à lecture optique à processeur intégré, modèle S 1700, 1800 et 1900.

Centronics a présenté trois nouvelles imprimantes de la série 700 : les modèles 703 bi microprocesseur incorporé (132 colonnes, 180 caractères/s), 780 (80 colonnes, 60 caractères/s) et 783 (80 colonnes, 60 caractères/s, bi-directionnel).

La société **Data Recording Instruments** (GB) du groupe public britannique National Enterprise Board a signé un accord industriel avec **Okidata Corp.**, filiale américaine du groupe japonais OKI et spécialisée dans la fabrication d'équipements périphériques pour l'informatique.

Hewlett Packard a introduit deux nouveaux miniordinateurs de la famille 21 MX les modèles 2109 A et 2113 A. Ces équipements sont caractérisés par des performances supérieures et par un prix inférieur aux modèles équivalents de la famille 21 MX.



Hewlett Packard a introduit un nouveau système de gestion pour petites et moyennes entreprises, qui porte la référence H 9896 A. La réalisation des logiciels d'application pour l'Europe est effectuée par la société CAP-SOGETI.

Le capital de **Logabax** a été porté de 17 750 000 F à 23 666 650 F.

MDS a présenté les deux premiers systèmes d'informatique répartie de la série 21 : le 21/20 destiné à la saisie et à la transmission de données et le 21/40 destiné au traitement d'applications.

La firme américaine **Monroe Calculator Co** va introduire un nouvel ordinateur de bureau baptisé LCC/60 et fabriqué par la division Data-Saab du groupe suédois **Saab-scania**.

Texas Instruments a introduit plusieurs équipements informatiques :

— le TI 990/10 ordinateur pour petites et moyennes entreprises doté du COBOL,



— le TI 990/4 petit ordinateur de saisie de données.



— le TI 742 PDT système de saisie de données sur cassette.



— le TI 745 KSR : terminal informatique portable équipé d'un coupleur acoustique.

La division **Univac** de la Sperry Rand Corporation s'apprête à lancer son premier petit ordinateur de bureau construit autour des microprocesseurs Intel 8080 et 3000 et destiné à concurrencer les machines équivalentes IBM 32 et Burroughs B 80.

Varian Associates a présenté une nouvelle gamme de miniordinateurs, la série V 77, qui accepte tous les logiciels de la précédente série, la famille V 70. Cette nouvelle gamme comporte actuellement 3 systèmes : les V 77-200, 400 et 600.

COMMANDES ET CONTRATS

La firme américaine **Beehive** fournira pour 1 M\$ de terminaux de visualisation au groupe allemand Kienzle. Rappelons que Beehive avait récemment reçu de la part de Kienzle une commande d'un montant de 0,8 M\$ portant sur la fourniture de 300 téléimprimeurs.

La **CGCT**, filiale française d'ITT, aura vendu au cours de l'année 1976, 524 consoles de visualisation et contrôleurs, modèle ITT 3280. Cet équipement est essentiellement destiné aux réseaux de télé-informatique.

Les Pouvoirs Publics français ont demandé à la **CII Honeywell Bull** d'assurer à 40 % en valeur d'ici à 1980, le renouvellement du parc informatique public. En conséquence, la CII Honeywell Bull recevra pour près de 4 000 MF de commandes. En 1980, cette société détiendra 45 % de ce parc.

C'est la **SESA** qui a été choisie par Redac, du groupe britannique Racal, pour diffuser en France le système de conception de circuits imprimés, modèle Miniredac. Le Miniredac est un système conversationnel d'aide à la conception des circuits imprimés, il est conçu autour d'un mini-ordinateur PDP 11/34, fonctionne avec une console graphique et délivre directement des typons.

La filiale suédoise de **Sperry-Univac** fournira au Département de la Défense de Suède, 2 systèmes 1 100-11 et un système 1 100-12 pour un montant de 7 M\$.

La firme britannique **SyFa** installera pour le compte de la chaîne britannique de magasins F. W. Woolworth, un système d'informatique répartie pour un montant de 75 000 £. Ce système est construit autour d'un miniordinateur Computer Automation modèle Alpha LSI-2-60. Par ailleurs, SyFa fournira à la compagnie d'assurance américaine FFIC, 50 systèmes analogues pour un montant de 5 M\$.

Systems Engineering Laboratories fournira un système bi-processeur SEL 32/55 aux Avions Marcel Dassault.

VIE DES SOCIÉTÉS
ET RÉSULTATS FINANCIERS

Au cours du premier semestre de l'exercice fiscal 1976 qui doit s'achever au 31 mars 1977, la firme américaine **Anderson-Jacobson Inc** a réalisé un chiffre d'affaires de 9,99 M\$ (+ 18,6 %) et un bénéfice net de 496 000 M\$ (+ 17,8 %).

Burroughs SA, filiale française de Burroughs, a réalisé en 1976 un chiffre d'affaires de 654 MF dont 112 à l'exportation.

Burroughs a enregistré au cours de l'année 1976, les résultats suivants (en M\$) : 1 901,849 (+ 12 %) pour le chiffre d'affaires et 185,904 (+ 13 %) de bénéfice net. Au cours du 4^e trimestre 1976, les résultats respectifs ont été les suivants : 589,041 (+ 7 %) et 81,976 (+ 19 %).

Au cours de l'année 1976, la **CII-Honeywell Bull** a réalisé un chiffre d'affaires consolidé hors taxes de 3 141 MF et un bénéfice net de 87,4 MF, la marge brute d'autofinancement atteint 529 MF.

Télex (USA) a récemment acquis la société américaine **Gulliver Technology** spécialisée dans la fabrication de dérouleurs de bandes magnétiques.

Un accord de principe est intervenu entre **Memorex** et **Business Systems Technology** pour le rachat de cette dernière par Memorex. Business Systems Technology est une société américaine spécialisée dans la fabrication et la vente d'équipements périphériques pour la petite informatique; elle a réalisé au cours de son exercice fiscal clos au 30 septembre 1976 un chiffre d'affaires de 10,9 M\$ et un bénéfice net de 1 M\$. Le rachat interviendrait en avril prochain et aurait lieu par échange d'actions.

Au cours de l'année 1976, **Memorex Corporation** a réalisé un chiffre d'affaires de 344,6 M\$ (+ 30,5 %) et un bénéfice net de 40,1 M\$ (+ 122,8 %). Notons que Memorex s'appête à racheter la firme américaine Business Systems Technology (cf. ce n° cette même rubrique).

Un département OEM (équipements pour constructeurs) a été créé au sein de **Memorex France**.

Nixdorf Computer SA, filiale française de Nixdorf, a porté son capital de 17,8 à 20 MF.

Harris Corporation (USA) vient de racheter pour 17 M\$ la division Data Systems de **Sanders Associates**, qui fabrique des équipements terminaux de visualisation.

Le gouvernement des Pays-Bas a décidé de ne plus accorder de subvention au fabricant hollandais d'ordinateurs de bureau **Tealtronic**. Tealtronic avait appartenu au groupe Singer; son capital est actuellement détenu à 70 % par l'État Néerlandais.

Le groupe américain **Wangco** a constitué une filiale en France sous le nom de Wangco France : cedex 221, 94534 Rungis, Silic. Tél. : 686.95.15. Wangco est spécialisée dans la fabrication d'équipements périphériques à supports magnétiques (unités à disques ou à bandes).

informatique européen relié à son réseau mondial de téléinformatique Mark III. Ce réseau comporte environ 100 ordinateurs et installations annexes qui desservent quelques 500 villes de 20 pays.

Logabax du groupe belge Electobel, a signé une convention avec l'État français lui assurant un accès aux aides publiques sous forme de contrats.

Le **National Bureau of Standards** (USA) a proposé trois nouveaux standards de densité d'enregistrement d'informations numériques sur bande magnétique :

- bandes magnétiques de 1/2" : 6 250 bits par pouce;
- cassettes : 800 bits par pouce;
- cartouches : 1 600 bits par pouce.

Par ailleurs, le NBS a également établi un nouveau standard d'interface entrée-sortie pour l'informatique. Notons qu'il ne s'agit là que de propositions.

Le Gouvernement américain a adopté un standard de chiffage des données destiné à assurer une plus grande sécurité des données informatiques. Ce standard a été développé par le **National Bureau of Standards**.

DIVERS

La **General Electric** (USA) a mis en service aux Pays-Bas son premier centre

GRAND PUBLIC

DANS LES USINES

La firme **Bizcontact** du Nigéria et Zenith Radio ont signé un accord industriel selon les termes duquel Bizcontact développera avec l'aide technique de Zenith des téléviseurs noir et blanc et autres matériels grand public.

Hitachi a présenté un système à vidéo-disque dérivé du système VLP de Philips. Les deux constructeurs proposent en effet des systèmes à lecture optique. Philips utilise un laser à gaz tandis qu'Hitachi préfère employer une diode laser.

National Semiconductor a introduit en France 9 modèles de montres numériques à affichage par cristal liquide et à 5 fonctions. Les 3 modèles de montres qui seront diffusées pour les horlogers bijoutiers porteront la marque Novus, les autres modèles destinés à un large public porteront la marque National Semiconductor.

La **Nicaragua Electronica** (Nicaragua) et Zenith Radio (USA) ont signé un accord industriel en matière de matériels électroniques grand public (téléviseurs, haute fidélité).

La firme américaine **Zenith Radio** a acquis auprès de Sony la licence de fabrication des magnétoscopes produits par la firme japonaise. Zenith produira ces appareils à une cadence de 5 000 unités par mois.

VIE DES SOCIÉTÉS ET RÉSULTATS FINANCIERS

Le fabricant japonais de matériels électroniques grand public **AKAI** a constitué en France une filiale sous le nom d'**AKAI France**. Le capital de cette société est de 1 MF et est détenu à 75 % par la maison mère japonaise. Rappelons qu'AKAI envisage actuellement l'implantation en France ou en Allemagne Fédérale d'une usine de montage d'amplificateurs.

Motorola a porté de 62 à 100 % la participation dans le capital de la société italienne **Autovox** (électronique grand public, 2 200 personnes).

La Société italienne d'électronique grand public **Philco Italiana**, du groupe allemand Bosch, a été rachetée par un groupe financier iranien appartenant à M. Kuchzadeh. Le groupe iranien a décidé d'investir 7 000 M de lires environ dans cette société afin d'augmenter sa capacité de production et de pouvoir exporter vers l'Iran près de 50 % de la production. Le gouvernement italien de son côté a accordé une subvention de 8 000 M de lires.

Le National Enterprise Board (GB) a acquis 43 % du capital de la firme britannique **Sinclair Radionics** (montres numériques, radiorécepteurs, calculatrices, ensembles à haute fidélité, etc.). Rappelons que Sinclair avait enregistré des pertes de 0,355 M£ en 1975 et que sa situation financière actuelle est délicate.

DIVERS

La Direction des Industries Électroniques et de l'Informatique (DIEI) du **Ministère français de l'Industrie et de la Recherche** annonce la création d'un groupe de réflexion et d'étude prospective du marché de l'électronique grand public.

RCA a obtenu l'approbation de la Federal Communications Commission des USA, pour l'homologation d'un jeu télévisuel programmable.

Le Gouvernement australien a décidé de réduire les droits de douane sur certains produits et notamment sur les téléviseurs.

Grundig commercialise désormais en Allemagne Fédérale des téléviseurs avec jeux télévisuels incorporés. L'incidence de ces jeux sur le prix de ces téléviseurs est inférieure à 8 %.

Les fabricants américains de téléviseurs couleur ont demandé au Gouvernement Fédéral Américain de prendre des mesures visant à limiter les importations étrangères de téléviseurs couleur et ont proposé un contingentement des importations qui entraînerait une augmentation des prix de vente en réduisant la concurrence.

Le Portugal a choisi le procédé de télévision en couleur **PAL**. Des émissions expérimentales auront lieu dès juillet 1977, et les émissions régulières devant débuter en 1978.



CONVERTISSEURS A/N - N/A -- MULTIPLEXEURS -- ECHANTILLONNEURS BLOQUEURS --
AMPLI OP'S -- ALIMENTATIONS MODULAIRE -- CONVERTISSEURS DC/DC -- VOLTMETRES
DE TABLEAU -- IMPRIMANTES -- HORLOGES -- COMPTEURS -- DATA LOGGERS --
SYSTEMES D'ACQUISITION -- ENREGISTREURS/LECTEURS DE CASSETTE

CONVERTISSEURS A/D 12 BITS C/MOS, ADC EK

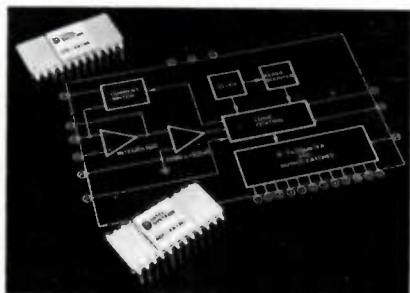
Cette nouvelle série de convertisseurs A/D ne consomme que 20 mW à partir d'une alimentation ± 5 V DC. Elle utilise la technique d'équilibre de charge incrémentale, ce qui permet d'obtenir des linéarités et précisions relatives de $\pm 1/4$ LSB.

Résolutions et vitesses :

- 8 bits 1,8 ms. — 10 bits 6 ms.
- 12 bits 24 ms. — 3 digit BCD 12 ms.

Présentation : boîtier DIP céramique 24 broches.

Logique compatible TTL et C/MOS. Applications :



- Capteurs à sorties numériques.
- Contrôle de process.
- Systèmes d'acquisition portables et autonomes.

Prix à partir de 108 F de 1 à 9 pièces.

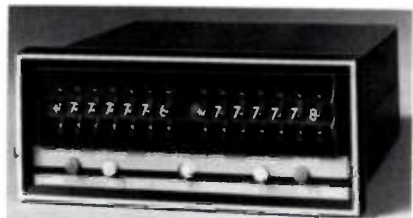
COMPARATEURS NUMÉRIQUES RAPIDES, série 8400

Ces comparateurs numériques rapides encastrables détectent le niveau d'égalité entre des entrées numériques 6 digit BCD et des seuils sélectionnés sur les commutateurs de la face avant.

La comparaison est faite en 500 ns. Des voyants et des sorties logiques indiquent l'état des limites.

Les sorties logiques d'état des comparaisons sont du type collecteur ouvert avec registre, et transfert des informations sur adressage externe. Ces sorties peuvent être multiplexées sur des bus de 4, 8, 16 ou 24 bits.

Ces formats de sortie autorisent l'utilisation de ces comparateurs dans des contrôles de process gérés par ordinateurs tout en offrant la possibilité d'un contrôle manuel des limites fixées.

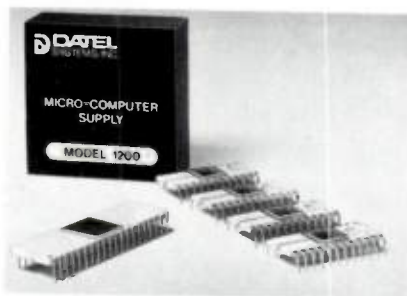


Deux versions de base sont offertes :

- DDC 8400 : 2 voies indépendantes d'entrée avec 3 indications pour chacune : < seuil, = seuil, > seuil.
- DLC 8400 : 1 voie d'entrée avec 3 zones de comparaison : < seuil bas, = seuil bas, compris entre bas et haut, = seuil haut, > seuil haut.

Alimentation 5 V DC ou secteur.

ALIMENTATION POUR MICROPROCESSEURS, MODÈLE 1200



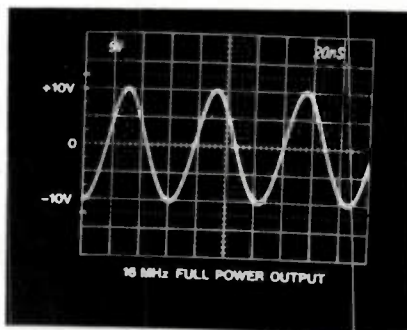
Ce convertisseur DC/DC présente toutes les caractéristiques nécessaires pour alimenter un microprocesseur 8080 ainsi que 4 mémoires RAM 2107 A ou 4 ROM 1702 A.

A partir du 5 V logique, il fournit des tensions de sorties régulées et filtrées de ± 12 V DC/160 mA, -5 V DC/2 mA et -9 V DC/300 mA.

— Régulation de $5 \cdot 10^{-4}$ (ligne et charge).

- Bruit : 1 mV RMS.
- Temps de recouvrement : 50 μ s.
- Rendement : 48 %.
- Sorties protégées.
- Coefficient de température : 0,02 %/°C.

AMPLIFICATEUR HYBRIDE AM-500



Cet amplificateur miniature présenté en boîtier DIP 14 broches ($20 \times 10 \times 4$ mm), combine d'exceptionnelles caractéristiques de rapidité et de stabilité.

— Temps d'établissement : 200 ns max au 10^{-4} (pour un signal de 0 à 10 V); 70 ns max au 10^{-2} (pour un signal de 0 à 10 V).

— Temps de montée : 1 000 V/ μ s (transitions positives) et 1 800 V/ μ s (transitions négatives).

— Sortie à pleine charge : 20 V c.c. à 16 MHz sans distorsion.

— Gain de boucle : 106 db.

— Z in : 30 MHz.

— I bias : 1 nA.

— Dérive du zéro : 5 μ V/°C.

— 3 versions : 0 $\pm$ 70 °C.

— 25 $\pm$ 85 °C, — 55 $\pm$ 125 °C.

MODULES D'ACQUISITION DE DONNÉES, MDAS-16/MDAS-8D

Deux nouveaux modules d'acquisition de données sont proposés : 16 voies d'entrée asymétriques, référence MDAS-16, et 8 voies différentielles, MDAS-8D.

La résolution du convertisseur A/N est de 12 bits, et la vitesse totale de 50 kHz min. La précision globale est de $\pm 0,025$ %. C'est le plus petit module disponible sur le marché : $117 \times 64 \times 9,5$ mm, grâce à l'intégration des nouveaux composants hybrides et monolithiques développés par DATEL. (Le CA/N utilisé est le modèle ADC-HZ dont le temps de conversion est de 8 μ s).

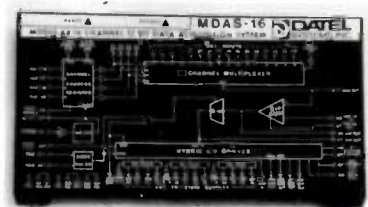
— Accès aléatoire ou séquentiel des voies.

— Tensions d'entrées : 0 $\pm$ 5 V, 0 $\pm$ 10 V, $\pm 2,5$ V, ± 5 V, ± 10 V.

— Code de sortie binaire pur, offset binaire, complément à 2.

— Sortie logique 3 états, sortie série, sortie horloge NRZ.

— Impédance d'entrée : 100 M Ω , I bias, 3 nA.



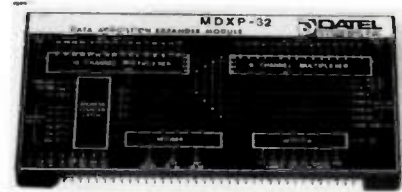
ANALOG DATA
16 CHANNELS
75 kHz RATE

TRI-STATE
OUTPUT DATA
TO MICRO COMPUTER BUS
12 BIT RESOLUTION

MODULE D'EXTENSION, MDXP-32

Permettant d'augmenter le nombre de voies d'entrées des MDAS-16 ou MDAS-8D.

Ces modules contiennent 32 entrées multiplexées, 1 décodeur d'adresse et 1 compteur d'adresse. 3 modes de fonctionnement : séquentiel bouclé, séquentiel commandé ou aléatoire.



ÉCHANTILLONNEUR BLOQUEUR ULTRA RAPIDE, SHM-5

— Temps d'acquisition : 200 ns au 10^{-3} , 350 ns au 10^{-4} .

— Bande passante (tracking) : 5 MHz.

— Vitesse de montée : 25 V/ μ s.

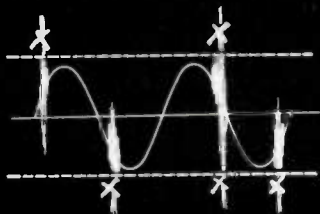
— Impédance d'entrée : 100 M Ω .

— Coefficient de température du gain :

± 15 ppm/°C; du zéro : $\pm 30 \mu$ V/°C.

Utilisé avec notre convertisseur 12 bits ADC-EH12B3, le SHM-5 permet d'obtenir des vitesses d'échantillonnage et de conversion de 400 kHz.

GEMOV



**Nouvelles
séries
économiques**

GENERAL ELECTRIC®



distributeur officiel
42, rue Etienne-Marcel
75081 PARIS CEDEX 02
Tél. : 261.55.49
Telex : LORESOL 240.835 F

Le "MOV Manual" est paru : 36,50 TTC franco

bitgépib 404

Service Lecteur : inscrivez le n° 311.



**pour tout savoir
sur les télécommunications dans le monde...
lisez**

le JOURNAL DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

Revue mondiale éditée par l'UIT — Union Internationale des Télécommunications, institution des Nations Unies à Genève.

Prix de l'abonnement Fr. s. 75.— par année (12 numéros)
Trois éditions : française, anglaise et espagnole.

Le Journal des Télécommunications est une publication internationale, spécialisée et unique en son genre: il ouvre chaque mois un dialogue entre les directeurs des administrations nationales, les responsables des organisations tant gouvernementales que privées et l'industrie mondiale des télécommunications.

Lu dans plus de 150 pays par ceux qui s'intéressent et participent au développement des télécommunications, il fait régulièrement le point de la situation pour ses lecteurs.

Ses articles, écrits par d'éminents spécialistes, sont consacrés aux projets et aux réalisations de réseaux de télécommunication ainsi qu'aux nouveautés techniques relatives à ce vaste domaine.

Emanant de l'UIT, le Journal des Télécommunications est à la source d'informations dont il a la primeur et souvent l'exclusivité (par exemple, décisions des Commissions d'études du CCITT et du CCIR, organismes de l'UIT responsables de la normalisation internationale). Ces informations sont indispensables à tous ceux qui veulent suivre de près l'évolution constante du progrès.

Principales rubriques :

Activités de l'Union — Projets et réalisations (informations sur les réalisations marquantes dans le domaine des télécommunications) — Articles techniques et d'intérêt général — Tableau mensuel des indices fondamentaux de la propagation ionosphérique — Nouvelles internationales — Nouveautés techniques et tableau mensuel du lancement des satellites — Informations officielles **CCITT-CCIR** — Revue des revues et des livres — Nouvelles des radioamateurs — Appels d'offres des Administrations pour le matériel d'équipement — Informations officielles de l'UIT (calendrier des réunions de l'Union, liste des ouvrages publiés par l'UIT).

BON à découper et à envoyer à :

UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS Place des Nations CH - 1211 GENÈVE 20

Veuillez me faire parvenir gratuitement un exemplaire du Journal des Télécommunications en version ☐ Française ☐ Anglaise ☐ Espagnole.
Marquer d'une ☒ l'édition désirée.

Nom ou raison sociale. Adresse complète (en majuscules)

Service Lecteur : inscrivez le n° 312.



NOUVELLES ÉCONOMIQUES

ALLEMAGNE

La banque ouest-allemande Commerzbank a publié une étude sur le **marché d'Allemagne Fédérale des téléviseurs** dont les principaux résultats (en M d'unités) sont les suivants :

	1976	1977
Téléviseurs couleur :		
— Production	2,9 (+ 30 %)	2,3-2,4
— Ventes	2,2	
Téléviseurs noir et blanc :		
— Ventes appareils non portables	0,55 (— 31,2 %)	0,45 (— 22,2 %)
— Ventes d'appareils portables	0,8	0,18

D'après la revue allemande Mikrowellen Magazin, le **marché ouest allemand des équipements, appareils de mesure et composants hyperfréquences** serait pour 1977 le suivant (en M de DM) :

— Production intérieure	740
— Exportations	600
— Importations	390
— Consommation intérieure	530

DANEMARK

D'après l'Association des fabricants danois de **matériels électroniques**, la situation dans ce secteur a évolué de la manière suivante (en M de couronnes danoises) en 1976 :

Production totale	4 000 (+ 20 %)
Exportations totales	22 600 (+ 8 %)
Production de matériel grand public	880 (+ 29,8 %)
Exportations de matériel grand public	620 (+ 10,9 %)

FINLANDE

D'après les syndicats professionnels finlandais, la **situation de l'électronique de la Finlande** a évolué en 1975 de la manière suivante (en M de Marks finlandais) :

	Production totale	Exportations	Importations	Consommation interne
Composants	97,7	16,7	407	488
Grand public	552	314	244	582
Électronique médicale	49,5	39	65	75,5
Télécommunications	293	51	164	
Informatique	13,7	0,7	220	233
Instrumentation et mesure	9,2	6,8	31	33,4
Électronique industrielle	242	69	295	463

Au cours du premier semestre de 1976, la Finlande aura **exporté 0,1 M de téléviseurs couleur** (+ 40 %).

FRANCE

D'après le « livre de l'année » du consultant Mackintosh le **marché français des télécommunications** doit évoluer de la manière suivante (en MF) :

	1977	1980
Équipements de commutation	7 920	11 900
Équipements d'abonnés	940	1 450
Équipements de télex et de télégraphie	520	800
Transmissions téléphonique et télégraphique	3 040	4 570
Transmissions de données	270	540
Total	12 690	19 260

Le **marché français des équipements audio-visuels** aura atteint en 1976, 370 MF (+ 15 %) dont la ventilation est la suivante :

- télévision : 50 % ;
- techniques des images fixes : 20 % ;
- techniques sonores : 16 % ;
- caméra : 11 %.

A la fin du mois de novembre dernier le **parc des téléviseurs en France** atteignait 14 618 160 téléviseurs (+ 3,4 %) dont 3 045 294 téléviseurs couleur (+ 38,5 %) et 11 632 866 en noir et blanc (— 2,5 %).

GRANDE-BRETAGNE

D'après National Semiconductor le **marché britannique des montres** doit évoluer de la manière suivante (en M d'unités) :

	1975	1976	1977	1980
A	11,4	11,5	11,8	13
B	11	10,2	9,2	5
C	0,2	1	1,4	3
D	0,1	0,1	0,6	3
E	0,1	0,2	0,6	2

- A Total montres
- B Montres mécaniques
- C Montres numériques à diodes électroluminescentes
- D Montres numériques à cristal liquide
- E Montres électroniques analogiques

Le **marché britannique des téléviseurs** pour 1977 serait le suivant (en M d'unités) :

- téléviseurs noir et blanc : 0,8 M (0 %) ;
- téléviseurs couleur : 1,4 M (— 12,5 %).

JAPON

D'après l'Electronic Industries Association of Japan, le Japon a **produit en 1976 10,531 M de téléviseurs couleur** (+ 40,9 %) dont 5,250 ont été exportés (+ 90,5 %).

En 1976, le Japon aura **produit 10 M de montres** dont plus de 50 % de montres numériques.

Au cours des onze premiers mois de 1976, le Japon aura **exporté vers les USA, 2,66 M de téléviseurs couleur**. Le total annuel devrait être légèrement inférieur à 3 M en 1976 contre 1,2 en 1975. Plus de la moitié des appareils japonais proposés sur le marché américain sont des téléviseurs « habillés » portant uniquement les marques des importateurs.

URSS

En 1976, l'URSS aura produit environ 0,8 M de **téléviseurs couleur**.

USA

D'après le consultant américain Gnostic Concepts le **marché américain des circuits imprimés** doit passer de 1 160 M\$ en 1976 à 2 020 M\$ en 1981.

La Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis dispose actuellement de 542 **systèmes d'atterrissage aux instruments ILS** (Instruments Landing System) complets ou partiels installés de 409 aéroports américains. Rappelons que la FAA a lancé depuis 1970, un important programme de développement des installations de systèmes ILS. La Wilcox Electric détient actuellement deux contrats l'un d'un montant de 3,7 M\$ pour la fourniture de 8 ILS catégorie III (visibilité 220 m) et l'autre d'un montant de 8,7 M\$ pour la fourniture d'ILS catégorie I (visibilité 800 m).

Le **marché américain des téléprojeteurs** serait le suivant :

- 1975 : 5 M\$;
- 1976 : 6,5 M\$ (30 000 appareils) ;
- 1977 : 12 M\$ (60 000 appareils) ;
- 1980 : 80 M\$.

EUROPE

D'après le consultant Mackintosh, le **marché européen des télécommunications** doit évoluer de la manière suivante (en M\$) :

	1975	1980
Autriche	111	163
Belgique	291	485
Suisse	181	267
RFA	1 445	1 846
Danemark	90	138
Espagne	320	438
France	1 529	3 996
Grande-Bretagne	1 006	1 544
Italie	951	998
Pays-Bas	336	609
Norvège	112	191
Suède	245	337
Finlande	71	102
Total	6 688	11 114

D'après une étude portant sur l'avenir du **marché européen des composants électroniques** et réalisée par Mackintosh Consultants à la demande conjointe de la France, de la Grande-Bretagne, de l'Allemagne Fédérale et des Pays-Bas, il apparaît que les USA consacreront 1 000 M\$ entre 1977 et 1980 pour les dépenses de recherche et de développement dans ce secteur tandis que le Japon investira 400 M\$ en matière de circuits intégrés de grande complexité (CIGC). Par ailleurs, le marché occidental des composants électroniques se répartit de la manière suivante :

- USA : 65 % ;
- Japon : 18 % ;
- Europe Occidentale : 16 %.

D'après cette étude on constate que 75 % des circuits intégrés vendus en Europe proviennent des USA.

INTERNATIONAL

La **Revue Electronics** a publié un certain nombre de documents relatifs aux **marchés occidentaux de l'électronique en 1977** dont les principaux chiffres (en M\$) sont les suivants :

	1976	1977	1980
Tubes	297,5	321,7	378,2
dont : tubes à ondes progressives	115	126	142
magnétrons	112,5	123,4	159,6
klystrons	49,5	50,0	54,5
Composants et sous-ensembles à semi-conducteurs	129,9	151,2	196,6
dont : amplificateurs à transistors à effet de champ	4,5	8	17
dispositifs et oscillateurs à YIG	10,5	14	17,5
dispositifs à ondes acoustiques	1,7	2	2,9
Antennes (diamètre inférieur à 10 m et antennes déphaseur)	75	83	96
dont : aéroportées	30	34	38
au sol	35	38	45
sous systèmes	10	11	13
Composants passifs pour fabricants	91,8	97	112,1
dont : éléments à ferrite	21	21,8	24,3
composants pour ondes millimétriques	3,8	4	6
Dispositifs à semiconducteurs	44,3	48,3	61,6
dont : diodes	29,2	30,5	35,1
transistors	15,1	17,8	26,5
transistors bipolaires à faible bruit	5	5,5	7
transistors bipolaires de puissance	8	8,5	10
transistors à effet de champ à faible bruit	2	3	4,5
transistors à effet de champ de puissance moyenne	0,1	0,8	5
Appareils de mesure	203	228	286,4
dont : volubateurs	30	33	42
analyseurs de réseau	30	35	46
analyseurs de spectre	32	36	48
synthétiseurs	21	24	28
générateurs de signaux	13	14,3	19,3
puissance-mètres	7,5	8,3	10,5
mesureurs de bruits	3,7	4	5
compteurs-fréquence-mètres	15,5	18	21
Systèmes de mesure et systèmes de guidage automatiques	28	29,5	34
dont : systèmes de test automatiques	10	10,5	12
systèmes militaires de guidage automatiques	18	19	22
Câbles et connecteurs	40	44,7	59,6
dont : câbles	25	27,7	37
connecteurs	15	17	22,6

D'après Litton, le **marché mondial des fours à micro-ondes** serait pour 1977 de 2,2 M d'unités (+ 38 %) représentant une valeur totale de 900 M\$ (prix de détail).

D'après le Président de la Sperry Univac, la production mondiale de **matériel en informatique** devrait s'établir en 1977 à 13 700 M\$ (+ 16 %).

D'après le consultant américain Venture Development Corporation, le **marché mondial des réseaux de résistances** devrait passer de 51,6 M\$ en 1975 à 89,5 M\$ en 1981. Le marché devrait être dominé par deux tendances : une augmentation de la demande répondant aux besoins de réduction des coûts de fabrication et de l'encombrement des circuits électroniques et le développement des convertisseurs

analogiques numériques et numériques analogiques monolithiques.

Les prévisions pour deux segments du marché sont les suivantes (en M\$) :

	1976	1981
Réseaux en échelle standard :		
— technologie à couches épaisses	3,2	0,7
— technologie à couches minces	5,7	7,3
Réseaux autres qu'en échelle réalisés à la demande :		
— technologie à couches épaisses	24,2	10,2
— technologie à couches minces	5,3	6,7

La revue américaine Microwave Systems News a publié une étude portant sur le **marché mondial des composants et équipements hyperfréquence** fonctionnant au-dessus de 1 GHz. Les principaux éléments de cette étude sont les suivants (en M\$) :

	Europe Occidentale	Japon	USA	Italie
Composants — Total	6 371,9 (+ 12,5 %)	5 487,6 (+ 12,7 %)	5 307,6 (+ 7,5 %)	
Composants passifs	3 294,2 (+ 10,9 %)	2 685,9 (+ 11,2 %)	1 256,5 (+ 7 %)	191 (+ 10,4 %)
Semiconducteurs discrets	816,9 (+ 13,8 %)	800,7 (+ 14,7 %)	906,5 (+ 14,7 %)	127 (+ 13,4 %)
Circuits intégrés	765,3 (+ 23,4 %)	970,9 (+ 18,9 %)	1 927,3 (+ 27,4 %)	
Composants optoélectroniques	86,6 (+ 24 %)	184 (+ 21,2 %)	103,9 (+ 19 %)	114 (+ 3,6 %)
Tubes	1 408,9 (+ 9,7 %)	846,1 (+ 7,7 %)	1 113,4 (+ 6,5 %)	
Équipements — Total	23 682 (+ 10,6 %)	13 661,6 (+ 17 %)	39 597,3 (+ 18,4 %)	1 664 (+ 16,4 %)
Grand public	7 121,4 (+ 6,3 %)	5 446,6 (+ 15,1 %)	8 614,3 (+ 14,2 %)	431 (+ 23,8 %)
Télécommunications	4 944,3 (+ 14 %)	1 867,5 (+ 19,1 %)	4 111 (+ 11,6 %)	406 (+ 14 %)
Informatique et équipements associés	8 203,9 (+ 12,6 %)	4 336,6 (+ 18 %)	20 914,5 (+ 14,1 %)	527 (+ 14,6 %)
Électronique industrielle	1 526,7 (+ 9,2 %)	1 093,2 (+ 23,8 %)	1 714,9 (+ 13,7 %)	179 (+ 15,5 %)
Électronique médicale	990,6 (+ 13,4 %)	340 (+ 11,8 %)	1 442,6 (+ 13,7 %)	60 (+ 20 %)
Alimentations	270,8 (+ 8,3 %)	132,5 (+ 11 %)	515,3 (+ 13 %)	38 (+ 5,6 %)
Appareils de test et de mesure	624,3 (+ 9,7 %)	395,7 (+ 10,4 %)	1 844,4 (+ 10,6 %)	29 (+ 16 %)
Transports, automobiles	49,5 (+ 41,8 %)		440,3 (+ 21,1 %)	



ACTIVITÉS DES LABORATOIRES

ÉTUDE D'UN NOUVEAU PROCÉDÉ DE COMMANDE MULTIPLEXÉE D'UN AFFICHAGE A CRISTAUX LIQUIDES ET RÉALISATION D'UNE MATRICE COMPLEXE D'AFFICHAGE,

J. Robert et B. Dargent.

Objectif de l'étude

Actuellement le multiplexage d'imageurs complexes à cristaux liquides est difficile. Celui du nématique en hélice pose de tels problèmes que l'on est généralement contraint de le limiter à une faible complexité ou à un petit angle de vue.

L'objectif était d'étudier les possibilités de multiplexage à deux fréquences du nématique en hélice en utilisant les propriétés de la relaxation diélectrique de certains corps nématiques.

Programme de recherche

La recherche s'est déroulée selon deux actions complémentaires :

— Une étude théorique du multiplexage à deux fréquences dans le cas général. Mode d'adressage à effets d'accumulation nuls donc contraste ne dépendant que de la tension d'adressage utilisée. Signaux d'adressage à deux fréquences, simultanés ou séquentiels.

— La réalisation d'un dispositif et de son électronique de commande susceptible d'écrire 70 caractères alpha-numériques de 35 points répartis en 7 lignes de 10 caractères ; c'est un imageur en structure nématique en hélice de surface utile environ $4 \times 4 \text{ cm}^2$, utilisant le cristal liquide ZLI 518 de chez Merck.

Principaux résultats

Les résultats prévus par l'étude théorique se sont vus confirmés par l'expérience, en voici les principaux :

— Pour un contraste, donc pour un angle de vue, donné, comme la limitation due aux effets d'accumulation peut être levée, la tension d'excitation croît comme $\sqrt{k}$, k étant la complexité du dispositif.

Pour une complexité 50 ($k = 50$) nous avons trouvé :

— imageur manétique en hélice utilisant du C.L. Merck ZLI 518,

— tension d'excitation en X et Y : $50 V_{eff}$,
— température : 22°C ,
— adressage (signaux carrés) : 1 période BF (2 kHz) puis 8 périodes HF (20 kHz).

Temps de montée : 200 ms, temps de descente : 200 ms; contraste optimisé : 27, les électrodes couvrent 70 % de la surface totale.

Bien que les réglages de ce dispositif soient encore assez sensibles à la température, les bons résultats enregistrés doivent permettre à ce type d'affichage complexe de trouver sa place dans le secteur de la péri-informatique.

Organisme contractant ;
CEA, CEN de Grenoble.

Laboratoire exécutant la recherche
LETI Tél. : 97.41.11

Contrat DGRST: CCM 75.7.0703

ANALYSE DE LA COMPOSITION DES SURFACES ET DES COUCHES MINCES PAR DIFFUSION D'IONS DE BASSE ÉNERGIE

par M. Croset, D. Dieumegard et L. M. Mercandalli.

Étude des principes, des techniques et de quelques applications typiques de la diffusion d'ions de gaz rares de basse énergie (0-10 keV) pour l'analyse de surface ou de volume de couches minces et de matériaux massifs. La sensibilité (10^{-4} monocouche) et la résolution en profondeur (de l'ordre de la monocouche atomique) de la méthode en font un outil de choix pour les études d'adsorption et d'évolution de composition de surface ou de volume. Elle a été appliquée à l'étude de l'adsorption de l'oxygène sur le platine, à l'étude de l'évolution de la composition de surface de l'AsGa en fonction de la température et à l'analyse du profil de composition d'une double-couche mince aluminium-tantale déposée sur silicium. Une approche quantitative de l'analyse de composition, basée sur le modèle de collision

binaire, est discutée compte tenu des limitations imposées par l'effet de neutralisation.

Organisme contractant :

Thomson-CSF
Laboratoire central de recherches de Corbeville.

Laboratoire exécutant la recherche :

Laboratoire « physique et chimie »
Domaine de Corbeville
par Orsay BP 10 (91401)
(Tél. : 907.77.33).

Contrat DGRST n° 73.7.1723

Cette étude fera l'objet d'un mémoire à paraître dans le numéro de Décembre 1976 de la *Revue Technique Thomson-CSF*.

ANALYSE ET COMPARAISON DES POSSIBILITÉS D'EMPLOI DES MÉMOIRES A BULLES ET A TRANSFERT DE CHARGES,

P. Cœuré, D. Mauduit, J. M. Brice et E. Mackowiak.

Les deux premières parties de cette étude sont consacrées à la description des technologies des mémoires à bulles magnétiques et à transfert de charges (CCD). Après avoir rappelé leur principe de fonctionnement on décrit les composants réalisés et on détaille les différentes organisations des mémoires. Les prototypes disponibles sont présentés.

Dans une troisième partie on compare ces technologies nouvelles aux disques magnétiques et aux mesures RAM-MOS et leurs applications potentielles sont discutées.

Organisme contractant ;

Commissariat à l'Énergie Atomique,
Centre d'Études Nucléaires de Grenoble.

Laboratoire exécutant la recherche
Laboratoire d'Électronique et de Technologie de l'Informatique;
Cedex 85, Grenoble Gare
Tél. : 97.41.11

Numéro du contrat: SESORI n° 74.149

LES LIAISONS HEUREUSES ONT LA VIE LONGUE



TEXAS INSTRUMENTS

***EST
DISTRIBUE
DEPUIS
1968***

PAR

TEKELEC TA AIRTRONIC

Département " Composants Actifs " B. P. N° 2, 92 310 SEVRES, Tél. : (1) 027-75-35, Télex : 204 552 F

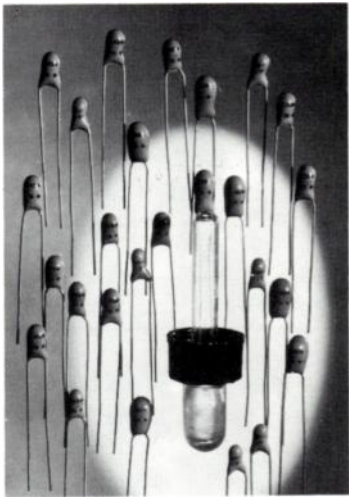
STOCK DISPONIBLE ET LIVRABLE EN 24 H

oe

NOUVEAUTÉS TECHNIQUES

CONDENSATEURS AU TANTALE
LCC-CICE série FA et FB

La société LCC-CICE, du groupe Thomson-CSF, commercialise deux nouvelles familles de condensateurs au tantale du type « goutte » destinées à l'usage général et aux applications professionnelles.

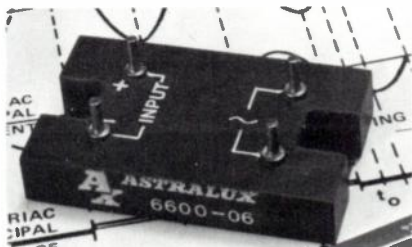


- Caractéristiques :**
- version « usage général », série FA :
 - gamme de capacités tensions : 0,1 μ F/35 V à 100 μ F/3 V;
 - tolérance : $\pm$ 20 %;
 - tenue en chaleur humide (— 55 à + 85 °C) : 21 jours;
 - version « applications professionnelles », série FB :
 - gamme de capacités-tensions : 0,1 μ F/35 V à 100 μ F/3 V;
 - tolérances : $\pm$ 5, $\pm$ 10, $\pm$ 20 %;
 - tenue en chaleur humide (— 55 à + 85 °C) : 56 jours.

LCC-CICE, Tour Galliéni, 36, avenue de Galliéni, 93170 Bagnollet. Tél. 360.37.37.
Service lecteur : inscrivez le n° 351.

RELAIS STATIQUES
Astralux série 6 000

La firme britannique Astralux présente deux relais statiques miniatures caractérisés par une grande isolation électrique. Ces dispositifs destinés à l'usage général conviennent bien aux applications nécessitant une grande isolation électrique tels l'informatique, l'électronique médicale, l'électroménager.

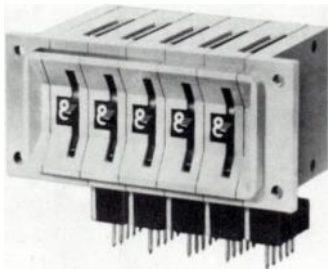


- Caractéristiques :**
- dimensions : 43 $\times$ 26 $\times$ 15 mm;
 - pouvoir de coupure : 1 ou 6,5 A en courant alternatif;
 - tension d'isolement entre l'entrée et la sortie : 3,75 kV efficaces;
 - impédances d'entrée : 1 k Ω ;
 - tension de commande : 3 à 24 V en courant continu;
 - gamme de température : — 20 à + 80 °C;
 - protection incorporée contre les transitoires et les surcharges.

ASTRALUX DYNAMICS Ltd (GB), Brightlingsea, Colchester CO7 OSW, Essex (GB).
Service lecteur : inscrivez le n° 352.

ROUE CODEUSE MINIATURE
AMPFM modèle CS 200

La firme française Atelier de Mécanique de Précision FM propose une nouvelle roue codeuse miniature destinée à l'usage général

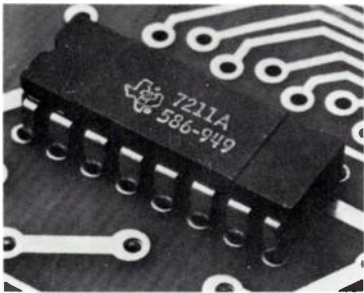


- Caractéristiques :**
- dimensions :
 - épaisseur : 7 mm;
 - hauteur : 20 mm;
 - codes de sortie : binaire pur ou BCD;
 - emplacement des connexions : arrière, dessus ou dessous.

Atelier de Mécanique de Précision FM, 15, rue des Deux-Communes, 93110 Rosny-sous-Bois.
Service lecteur : inscrivez le n° 353.

SYSTÈME DE CONTACT ENFICHABLE
SANS SOUDURE
POUR CIRCUITS IMPRIMÉS
Augat série Holtite

La firme américaine Augat présente un nouveau système de contact permettant l'enfichage de composants sans soudure. Ce système baptisé Holtite est conçu autour d'un contact conique de précision pouvant être monté sur un circuit imprimé muni de trous métallisés. Ces contacts sont insérés à l'aide d'une machine semi-automatique. Le composant à placer est ensuite enfiché sur les contacts qui servent de support et qui maintiennent le composant en place. Cette technique permet d'obtenir une meilleure compacité de câblage en se



dispensant de l'emploi de support; elle est particulièrement bien adaptée aux dispositifs à semiconducteur et notamment aux circuits intégrés.

AUGAT FRANCE, 128, avenue Champs-Lafgniers, 91440 Bures-sur-Yvette (tél. 907.11.02).
Service lecteur : inscrivez le n° 354.

QUADRUPLE COMPAREUR
Siliconix modèle L 161

Siliconix propose un nouveau circuit monolithique quadruple comparateur présentant la particularité d'être programmable, c'est-à-dire que la consommation est essentiellement déterminée par la résistance extérieure de polarisation qui est connectée au plus de l'alimentation. De plus, ce circuit peut fonctionner avec une consommation extrêmement réduite (10 μ W). Disponible en trois versions : militaire, professionnelle et industrielle, ce dispositif est destiné à une grande variété d'applications : circuits détecteurs de zéro, multivibrateurs, générateurs de signaux, etc.

- Caractéristiques :**
- tension maximale d'alimentation :
 - $\pm$ 18 V (alimentation symétrique);
 - 36 V (alimentation simple);
 - présentation : boîtier DIL à 16 broches;
 - gamme de température :
 - version militaire : — 55 à + 125 °C;
 - version professionnelle : — 20 à + 85 °C;
 - version industrielle : 0 à + 70 °C;
 - caractéristiques de fonctionnement en micropuissance (alimentation : 3 V sous 10 μ A) :
 - gain en tension : 35.10³;
 - temps de réponse : 5 μ s pour 100 mV de dépassement;
 - caractéristiques de fonctionnement en multipuissance (alimentation : $\pm$ 15 V sous 0,1 mA) :
 - gain de tension : 10³;
 - temps de réponse : 1 μ s pour un dépassement de 100 mV.

SILICONIX FRANCE, 70, avenue du Général-de-Gaulle, Échat 559, 94020 Créteil Cedex (tél. 377.12.51).
Service lecteur : inscrivez le n° 355.

kontron

ELECTRONIQUE FRANCE

Une technologie
de pointe pour
votre créativité

ai Alpha

Industries Inc

- Diodes hyperfréquences en boîtiers normalisés, chip ou beam-lead
- Atténuateurs à diodes P.I.N.
- Commutateurs à diodes P.I.N. SPST A SP11T



OPTIMAX, INC.



- Préamplificateurs - amplificateurs bas niveau et de puissance jusqu'à 4 GHz
- Applications avioniques - spatiales équipements de tests

TRG

DIVISION



- Composants millimétriques en guide d'ondes de 26,5 GHz à 220 GHz

POUR TOUTS RENSEIGNEMENTS
CONTACTER : J.-P. CHOPARD



La Boursidière R.N. 186
92357 Le Plessis-Robinson
Tél. 630.36.72
Télex 250 819

CONDENSATEURS MINIATURES AU TANTALE

Sprague série 186 D



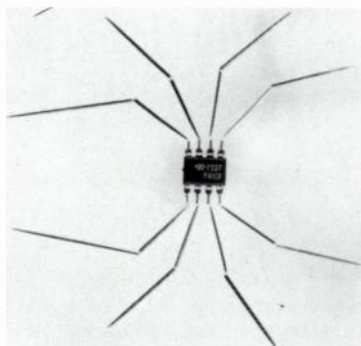
Sprague propose une nouvelle série de condensateurs miniatures au tantale revêtu d'une résine époxyde. Ces composants sont destinés à l'usage général et sont disponibles en trois dimensions de boîtier sous une gamme capacité-tension de service allant de 0,1 μ F-35 V à 10 μ F-12 V.

SPRAGUE FRANCE, 2, avenue Aristide-Briand, 92220 Bagneux (tél. 655.19.19).

Service lecteur : inscrivez le n° 356.

POINTES DE TOUCHE POUR SONDES DE CIRCUITS INTÉGRÉS

Research Instruments Ltd



La société britannique RIL présente une famille complète de pointes de touches en acier, en tungstène, en alliage d'or ou en or pur, destinée à équiper la plupart des appareils de test de composants et de puces de circuits intégrés. Ces pointes sont disponibles avec des longueurs comprises entre 10 et 30 mm et des diamètres extérieurs de 0,86, 0,64 ou 0,51 mm, le diamètre propre de l'extrémité de contact pouvant être de 2 μ .

RESEARCH INSTRUMENTS Ltd, Kernick Road Penryn, Cornwall, England.

Service lecteur : inscrivez le n° 357.

TRANSISTORS HYPERFRÉQUENCE

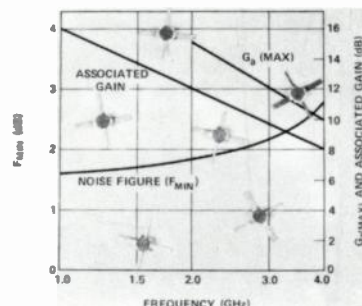
modèles HXTR 6103 et 6104
Hewlett Packard

La division « Composants » de Hewlett Packard introduit deux nouveaux transistors bipolaires hyperfréquence à faible bruit spécialement étudiés pour l'amplification de signaux dans la gamme 1-4 GHz.

Le modèle HXTR 6103 présente un facteur de bruit maximal de 32 dB à 2 GHz avec un gain minimal de 11 dB.

Le modèle HXTR 6104 présente un facteur de bruit maximal de 1,6 dB à 1,5 GHz avec un gain minimal de 13 dB.

Ces dispositifs réalisés avec les techniques de l'implantation ionique et de soudure titane platine-or, sont disponibles en boîtier métal-céramique HPAC 100.



HEWLETT PACKARD France, BP 6, 91401 Orsay (tél. 907.78.25).

Service lecteur : inscrivez le n° 358.

VARISTANCES DE PUISSANCE

Matsushita Electric série G

La firme japonaise Matsushita Electric présente une série de varistances de puissance à l'oxyde de zinc. Les varistances sont des dispositifs écrêteurs de surtensions largement utilisés en télécommunications, en électronique de puissance et en électrotechnique. Toutefois, les dispositifs qui étaient jusqu'à présent couramment disponibles sur le marché présentaient des limites en énergie 150-200 joules et en tension 1 500 V. Matsushita a développé des varistances avec témoin de bon fonctionnement couvrant les valeurs de tensions 5,5-7 et 11 kV et la gamme d'énergie 1 300, 1 600 et 2 600 joules et pouvant être utilisés en extérieur.



MATSUSHITA ELECTRIC (J). Représentation en France : CCI, 36, rue Étienne-Marcel, 75002 Paris (tél. 236.20.70).

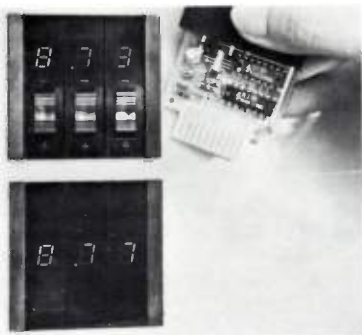
Service lecteur : inscrivez le n° 359.

SYSTÈME ÉLECTRONIQUE DE CODAGE ET D'AFFICHAGE

Siemens série CS 101

Siemens présente une nouvelle famille de systèmes électroniques modulaires réalisant les fonctions de codage, de comptage ou d'affichage et destinés à une large gamme d'applications : informatique, instrumentation, mesure et régulation, etc.

Ces modules compatibles avec la logique TTL comportent des dispositifs d'affichage à diodes électroluminescentes donnant les résultats en BCD ou en hexadécimal.



Le dispositif « roue codeuse électronique » comporte un interrupteur à bascule permettant de faire défiler les chiffres dans un sens ou dans l'autre.

SIEMENS SA, 47, boulevard Ornano, 93200 Saint-Ouen (tél. 820.61.20).
Service lecteur : inscrivez le n° 360.

OSCILLATEURS A EFFET GUNN Hughes Aircraft

La firme américaine Hughes Aircraft propose une nouvelle famille d'oscillateurs à effet Gunn à accord mécanique, destinés à être utilisés comme pompe d'amplificateur paramétrique, oscillateur local, pilote d'émetteur, etc.

Caractéristiques :

- gamme de fréquences disponibles : 18-60 GHz;
- gamme de puissances disponibles : 10-250 mW;
- gamme d'accord mécanique : ± 150 à ± 250 MHz selon les modèles;
- tension d'alimentation : 6 à 9 V selon les modèles;
- bruit de modulation d'amplitude : 115 dB;
- stabilité en fréquence : 1,5 à 3 MHz/°C selon les modèles;
- stabilité en puissance : 0,05 dB/°C;
- gamme de température : 0-50 °C.

Ces oscillateurs peuvent être réalisés sur demande selon des spécifications particulières.

HUGHES AIRCRAFT, division EDD. Représentation en France : Le Groupe Scientifique, BP 67, 93211 La Plaine-Saint-Denis (tél. 243.22.44).

Service lecteur : inscrivez le n° 361.

PROGRAMMATEUR DE MÉMOIRES MORTES Data I/O modèle VIII

La société américaine Data I/O introduit un nouveau modèle de programmation portable de mémoires mortes. Cet appareil dispose d'une mémoire vive qui emmagasine les données; il fonctionne par duplication de mémoire morte déjà programmée ou par programmation, dans ce dernier cas les données sont introduites par l'intermédiaire d'un clavier hexadécimal. Les pas d'adresse mémoire ainsi que le contenu correspondant sont affichés simultanément en hexadécimal.

La mémoire à programmer est placée sur le programmeur par l'intermédiaire d'un support approprié qui réalise l'adaptation de l'appareil au type de mémoire, à la taille des mots, etc.

Salon des composants
Porte de Versailles - 31 mars/6 avril 1977

techmation vous invite à visiter ses trois stands :

CAMBRIDGE THERMIONIC CORPORATION **CAMBION**

Secteur Composants - Stand n° 32 Allée 13 - Bâtiment 2

- Connecteurs cage
- Selfs de choc et ajustables
- Supports de batterie en plastique
- Supports de circuits intégrés, de 6 à 80 pattes, à souder ou pour wrapping
- Accessoires de câblage et de châssis



DDC ILC DATA DEVICE CORPORATION

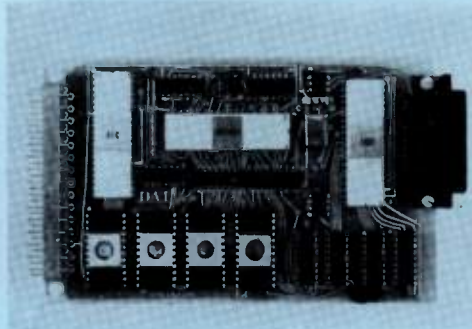
Secteur Composants - Stand n° 121 Allée D - Bâtiment 2

- Modules de conversion de données en technologie hybride :
 - analogiques/numériques
 - synchro ou résolveur/numérique
- Convertisseurs industriels pour commande numérique (résolveurs ou inductosyn[®])
- Appareils simulateurs et lecteurs d'angle

DAI DATA APPLICATIONS INTERNATIONAL

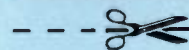
Secteur Composants - Stand n° 123 Allée D - Bâtiment 2

- Une famille de micro-ordinateurs sur carte Euro-carte 100 x 160 mm.
- Un système de développement de coût modéré.
- Un clavier afficheur de poche, 9 caractères alphanumériques.



TECHMATION

18-24, quai de la Marne
75019 PARIS
Tél. 200.11.05 - Télex 211541



NOM
Société
Service
Adresse
Tél. Poste

désire recevoir :
☐ doc. ☐ appel tél.
concernant :
☐ Cambion
☐ D.D.C.
☐ D.A.I.
☐ carte d'invitation
Salon des Composants

ORITEL

présente :

Système de Couplage Émetteur-Antenne

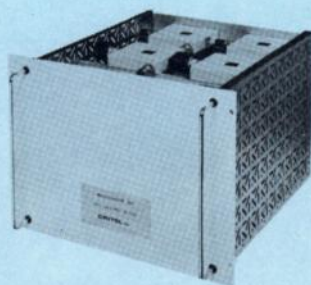
Radio Communication et
Télévision



Multicoupleur et Multiplexeur
pour coupler 2-4-8 Émetteurs
ou Récepteurs à une seule
Antenne

F = 100 à 1.000 MHz
P = 400 W (CW)

Écart entre porteuses 20 KHz (mini)
Découplage entre émetteur 80 dB



Autres éléments
de raccordement entre
Émetteur, Récepteur et
Antenne

(Coupleur - Répartiteur - Boîte de
Répartition)

DOCUMENTATION SUR DEMANDE

ORITEL

Société Anonyme au capital de 200 000 F
R.C. Pontoise B 738202217 00019

37-45, rue du Moulin des Bruyères
92400 COURBEVOIE
Tél. : 788.97.80
Téléc : ITESER 280 823



L'appareil réalise également trois types
de vérifications :

- avant la programmation pour vérifier
que la mémoire n'est pas déjà programmée ;
- vérification bit par bit pendant la
programmation ;
- vérification globale après la program-
mation.

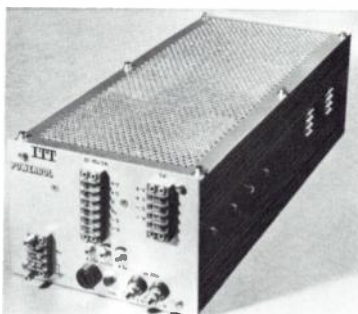
Notons enfin que le clavier permet à
l'opérateur de modifier ou d'optimiser
à chaque instant la programmation des
mémoires.

DATA I/O (USA). Représentation en France :
MB Électronique, BP 31, 78530 Buc
(tél. 956.31.32).

Service lecteur : inscrivez le n° 362.

ALIMENTATIONS A DÉCOUPAGE ITT série Powerdol

Les alimentations stabilisées à découpage
sont caractérisées par un encombrement
et un poids réduits liés à l'absence du
transformateur d'alimentation, et un rende-
ment élevé. ITT propose une nouvelle série
d'alimentations secteur à découpage pré-
sentant une grande sécurité de fonction-
nement, cette série comprend 3 familles
de modèles.



Caractéristiques :

- famille 50 W, gamme de tensions :
5 V (10 A) ou 12 V (4 A) ou 24 V (2 A) ;
- famille 100 W, gamme de tensions :
5 V (20 A) ou 12 V (8 A) ou 24 V (4 A) ;
- famille 150 W, sortie triple : 5 V
(20 A) et ± 12 à 15 V ;
- taux de régulation pour une variation
de la charge de 10 à 100 % : $1 \cdot 10^{-3}$;
- taux de régulation pour une variation
de la tension réseau de ± 10 % : $1 \cdot 10^{-3}$;
- coefficient de température : $1 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$;
- ronflement et bruit résiduels :
50 mV c à c.

ITT Instruments et Composants, 1, avenue
Louis-Pasteur, 92220 Bagneux (tél.
253.31.39).

Service lecteur : inscrivez le n° 363.

APPAREIL A SONDE POUR ESSAIS THERMIQUES MTI modèle 810

La firme américaine Micro Technical
Industries présente un appareil destiné à
l'essai thermique de composants électro-
niques déjà implantés. L'appareil comprend
une sonde génératrice de température
terminée par un embout adapté au type de
composant à essayer et qui vient se placer
sur celui-ci, une sonde permettant de lire
la température directement au niveau du
composant et un coffret de commande et
de lecture.



Caractéristiques :

- puissance maximale de chauffage :
35 W ;
- gamme de température : + 25 à
+ 250 $^{\circ}\text{C}$;
- précision de lecture : $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

L'appareil est livré avec deux sondes
chauffantes 9 et 35 W, une sonde à thermo-
couple et des embouts pour boîtiers TO 5
et TO 3.

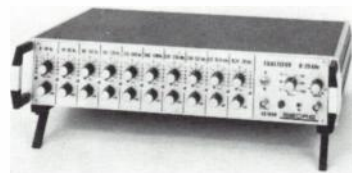
Le constructeur propose par ailleurs
150 embouts qui satisfont à la majorité
des besoins.

MICRO TECHNICAL INDUSTRIES (USA).
Représentation en France : ÉTAT, 3, boule-
vard Saint-Martin, 75003 Paris (tél.
272.37.97).

Service lecteur : inscrivez le n° 364.

ÉGALISEUR BASSE FRÉQUENCE SECRE modèle EG 1 000

La firme française SECRE présente un
égaliseur de niveau couvrant une bande
de fréquence s'étendant de 0 à 20 kHz
et constitué par 10 filtres actifs à hautes
performances.



Cet appareil permet d'obtenir une courbe
de réponse variable en 10 paliers présentant
une dynamique de 50 dB.

Inscrit dans une chaîne de mesure,
l'égaliseur EG 1 000 « linéarise » la réponse
en fréquence. Son domaine d'application
couvre l'acoustique, les automatismes, l'étude
des vibrations et les télécommunications.

SECRE, 218, rue du Faubourg-Saint-Martin,
75010 Paris (tél. 202.53.20).

Service lecteur : inscrivez le n° 365.

MILLI-OHMMÈTRE NUMÉRIQUE**Tettex**

La firme suisse Tettex introduit un milli-ohmmètre numérique utilisant le principe de la mesure à quatre fils (principe de Thomson) afin d'éliminer les résistances parasites des sondes de mesure.

**Caractéristiques :**

- capacité : 2 000 points;
- 6 gammes de mesure : 10 mΩ; 100 mΩ; 1 Ω; 10 Ω; 100 Ω et 1 000 Ω;
- courant de mesure : 10 mA pour la gamme 10 à 1 000 mΩ; 1 mA pour 10 Ω et 100 μA pour 100 et 1 000 Ω;
- précision : $5 \cdot 10^{-3}$;
- coefficient de température : 100 ppm/°C entre 18 et 28 °C.

TETTEX AG, BP, CH 8042, Zurich (CH).

Service lecteur : inscrivez le n° 366.

GÉNÉRATEUR D'IMPULSIONS PROGRAMMABLE

EH Research Laboratories
modèle 1504

La société américaine EH Research introduit un générateur d'impulsions programmable délivrant des signaux bi-polaires ou en logique MOS complémentaire. Cet appareil comporte un amplificateur de sortie programmable délivrant des signaux pouvant avoir 20 V d'amplitude, ce qui est nécessaire pour effectuer des essais sur des circuits MOS, ECL ou TTL.

Caractéristiques :

- impédance de sortie standard : 50 Ω;
- gamme de fréquence : 0,5 Hz à 50 MHz;
- retard/largeur de l'impulsion : 10 ns à/s;
- temps de montée et de descente : 3 ns à 800 μs;
- tension de décalage : 25 mV à 5 V.

EH RESEARCH LABORATORIES Inc (USA).
Représentation en France : MB Électronique, BP 31, 78350 Buc (tél. 956.31.30).

Service lecteur : inscrivez le n° 367.

APPAREIL A SONDE POUR ESSAIS THERMIQUES

Temptronic modèle TP 250 A

La firme américaine Temptronic présente un nouvel appareil destiné à effectuer des essais thermiques de composants électroniques implantés. Ce système se compose d'un générateur de température relié à une sonde que l'on place sur le composant à essayer et qui vient le porter à la température désirée. La gamme des températures ainsi produites s'étend de - 80 à + 200 °C.

Les petites merveilles

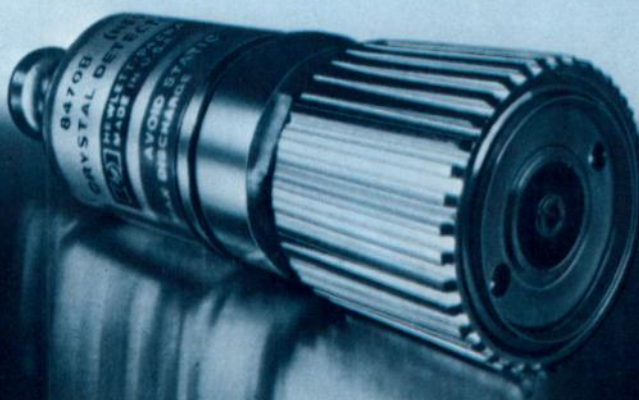
Détecteurs hyperfréquences 8470 B

- de 10 à 18 000 MHz, réponse en fréquence $\pm 0,6$ dB
- nouvelle diode SCHOTTKY à faible seuil assurant un TOS très bas de 1,4 à 18 GHz
- diodes très robustes, protégées, interchangeables
- options connecteurs APC-7, SMA, type N

Plus de 300 "petites merveilles" destinées aux mesures en hyperfréquences sont décrites dans un nouveau catalogue sur les guides et coaxiaux Hewlett-Packard. Vous pouvez obtenir votre exemplaire gratuitement en écrivant à l'adresse ci-dessous.



Z.I. de Courtabœuf, B.P. 70, 91401 Orsay Cedex - Tél. 907 78.25



Service Lecteur : inscrivez le n° 317.

Electrothermal 

RELAIS REED DIL



1 FORME A 8 & 14 pattes

With Open Ended Diode & Electrostatic Shield, GR 114 ADE 8, GR 108 ADE 8

With Open Ended Diode, GR 114 AD7, GR 108 AD7

With Electrostatic Shield, GR 114 AE4, GR 108 AE4

With Diode, GR 114 AD5, GR 108 AD5

With Diode, GR 114 AD6, GR 108 AD6

GR 104 AE2, GR 104 AE1, GR 114 A1, GR 108 A1

GR 114 A2, GR 108 A2, GR 114 A3, GR 108 A3

2 FORME B 8 & 14 pattes

GR 214 A21, GR 208 A21, GR 214 A22, GR 208 A22, GR 214 A23, GR 208 A23

With Diode, GR 214 AD24, GR 208 AD24, With Diode, GR 214 AD25, GR 208 AD25, With Open Ended Diode, GR 214 AD26, GR 208 AD26

1 FORME C 8 & 14 pattes

GR 114 C41, GR 108 C41, GR 114 C42, GR 108 C42, GR 114 C43, GR 108 C43

With Diode, GR 114 CD44, GR 108 CD44, With Diode, GR 114 CD45, GR 108 CD45, With Open Ended Diode, GR 114 CD46, GR 108 CD46

INTERNATIONAL SEMICONDUCTOR

TEL. 604-52-75 (6 lignes)

27, RUE YVES KERMEN 92100 BOULOGNE

Service Lecteur : inscrivez le n° 318.



Cet appareil est entièrement programmable à distance, dispose de sorties numériques et peut être incorporé dans des systèmes automatiques de test. Il fonctionne également en exploitation manuelle.

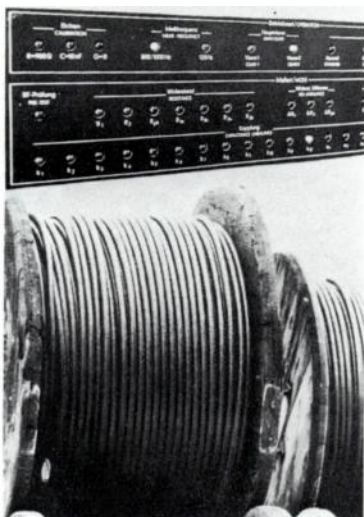
TEMPTRONIC CORPORATION, 40 Glen Avenue, Newton, Mass 02159 (USA).

Service lecteur : inscrivez le n° 368.

BANC DE MESURE AUTOMATIQUE POUR CÂBLES DE TRANSMISSION Siemens modèle K 1076

Siemens a développé un banc de mesure automatique pour câbles de transmission à paires symétriques. Commandé par un calculateur, ce système réalise automatiquement les vérifications, les mesures, les calculs, l'analyse et l'édition des résultats.

Le câble à mesurer est raccordé à l'appareil à l'aide de pinces ou de panneaux multipaires. Les contrôles effectués sont les suivants : validation des branchements du câble à essayer, rupture de fils, bouclage, dépairages, mise à la masse, mesure de résistance de boucle, de différences de résistance, de résistances sur fils observés séparément, mesure des capacités effectives partielles, des couplages capacitifs et de la perte, détermination du facteur de pertes.



Une variante du K 170 permet la mesure des affaiblissements de diaphonie. La mesure de capacité est effectuée dans la bande des fréquences vocales (800 ou 1 000 Hz) pour des tronçons de grande longueur des câbles en cours de fabrication.

La présence d'un calculateur programmable rend l'utilisation de ce banc parti-

culièrement souple, d'autant plus que le langage employé, le basic, est largement répandu et présente l'avantage d'être conversationnel.

SIEMENS FRANCE, 39, boulevard Ornano, 93200 Saint-Ouen (tél. 820.61.20).

Service lecteur : inscrivez le n° 369.

VOLTMÈTRE POUR TENSION DE CHOC Haefely modèle 65

La firme suisse Haefely introduit un nouveau voltmètre pour tension de choc conforme aux recommandations de la CEI et caractérisé par une grande sécurité électrique.



Cet appareil permet les mesures de l'onde de foudre normalisée 1.2-50 μ s, des ondes de foudre coupées, des tensions continues et alternatives et ceci avec une précision de $2 \cdot 10^{-3}$.

E. HAEFELY (CH). Distributeur : High Voltage Test Systems, Lehenmattstrasse 353 CH 40 28 Bâle (CH).

Service lecteur : inscrivez le n° 370.

L'ONDE ÉLECTRIQUE

Service Lecteur

Pour vous documenter sur les produits annoncés, les nouveautés techniques, les produits récents :

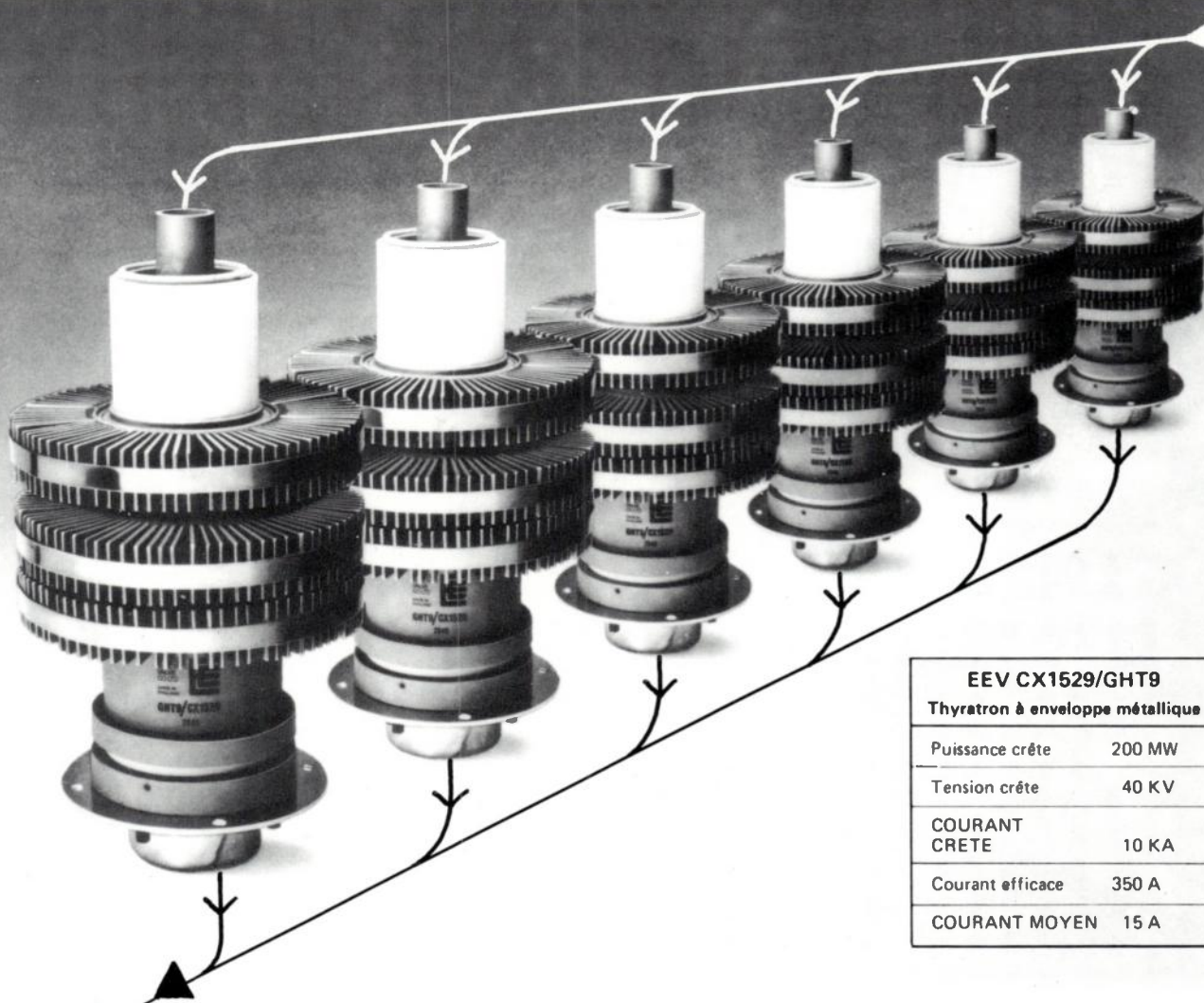
TÉLÉPHONEZ directement au fabricant ou à son représentant si vous ne souhaitez qu'un simple renseignement.

ÉCRIVEZ directement au fabricant ou à son représentant si vous avez besoin d'un document officiel.

UTILISEZ LE SERVICE LECTEUR si vous désirez une documentation complète sur un ou plusieurs produits.

Dans chaque fascicule de l'Onde Électrique vous trouverez, en fin de volume, les cartes information mises à votre disposition.

La performance



EEV CX1529/GHT9	
Thyratron à enveloppe métallique	
Puissance crête	200 MW
Tension crête	40 KV
COURANT CRETE	10 KA
Courant efficace	350 A
COURANT MOYEN	15 A

Utilisez autant de CX1529 en parallèle que vous désirez, afin de bénéficier de courants crêtes et moyens maximums.

La structure tétrode de nos CX1529 permet une répartition optimum des courants commutés.

Un régulateur incorporé contrôle en permanence le courant réservoir éliminant tout réglage critique de la tension.

Associés à des circuits appropriés dix CX1529 généreront une impulsion de 100 KA crête (150 A moyen).

Pour plus d'informations nos ingénieurs sont à votre disposition à Asnières.

IPF 1364

EEV/M·OV la plus grande gamme de tubes électroniques en Europe



GEC Composants - Département Tubes Electroniques - 194, avenue des Grésillons, 92606 ASNIERES - Tél. 791.44.44 - Télex 610471 Inelmec

Service Lecteur : inscrivez le n° 319.

Notez-le sur votre agenda.

PARIS
excepté dimanche 3

31 mars
1 avril
2 avril
4 avril
5 avril
6 avril



salon international des
composants électroniques 77

invitation sur simple demande
S.D.S.A. 20, rue Hamelin
F 75116 Paris
Tél. 505.13.17
Télex 630 400 F

4 sections :
composants - mesure
matériaux et produits
équipements et méthodes

un nombre sans cesse croissant
de visiteurs*

1974 - 57.000
1975 - 61.000
1976 - 72.000
(*cartes permanentes)

**1^{er} rendez-vous mondial
de l'électronique**

oe

LIVRES REÇUS

Gradient optimization and nonlinear control,

L. HASDORFF,

Wiley, New York, 1976, 264 p.,
ISBN 0-471-35870-3.

Introduction (4 p.). - Basic mathematical concepts (32 p.). - Conjugate gradient descent (50 p.). - The gradient of the cost functional for some common cases of interest in control systems (31 p.). - The gradient of the cost functional in some special cases of interest in control systems (53 p.). - Design of controllers by gradient methods (60 p.). - Answers to selected problems (6 p.). - Index (3 p.).

Pulstechnik. Band II. Anwendungen und Systeme,

E. HOLZLER et H. HOLZWARTH,

Springer Verlag, Berlin, 1976, 463 p.,
ISBN 3-540-07-386-8.

Einleitung (8 p.). - Impulsformung und -erzeugung (36 p.). - Digitale grundschalungen (38 p.). - Schalteinrichtungen (34 p.). - Bausteine (82 p.). - Speichersysteme (28 p.). - Nachrichten-Vermittlungstechnik (27 p.). - Nachrichten-Übertragungstechnik (100 p.). - Digitale Vermittlungen und integrierte Nachrichtennetze (37 p.). - Ortungstechnik (3 p.). - Literaturverzeichnis (13 p.). - Sachverzeichnis (9 p.).

Differential calculus and its applications,

M. J. FIELD,

Van Nostrand Reinhold, New York, 1976,
VIII-315 p.,
ISBN 0-442-30139-1.

Preliminaries (9 p.). - Linear algebra and normed vector spaces (98 p.). - Differentiation and calculus on vector spaces (80 p.). - The inverse- and implicit-function theorems (37 p.). - Differential manifolds (90 p.).

Telecommunications : A systems approach,

G. SMOL, M. P. R. HAMER et M. T. HILLS,

George Allen and Unwin, London, 270 p.,
ISBN 0-04-62-1022-9.

Introduction and overview (19 p.). - Switched telecommunication systems : system structure (30 p.). - Switched telecommunication systems : terminals, transmission links and exchanges (46 p.). - Switched telecommunication systems : design and planning (35 p.). - Monochrome television systems (49 p.). - Colour television systems (61 p.). - Conclusion (2 p.). - Appendix (1 p.). - References and bibliography (5 p.). - Index (5 p.).

Electrical Communications. Theory worked examples and problems,

R. G. MEADOWS,

Mac Millan Press, London, 1976, XI-178 p.,
ISBN 333-18-182-4.

Signal analysis and system response (24 p.). - Noise (13 p.). - Amplitude and angle modulation systems (22 p.). - Pulse and PCM modulation (19 p.). - Transmission lines and waveguides (28 p.). - Antennas (28 p.). - Short wave, microwave and radar systems (21 p.). - Answers (24 p.). - Appendices (5 p.).

Radio and Microwave spectroscopy,

D. J. E. INGRAM,

Butterworths, London, 1976, 167 p.,
ISBN 0-408-70685-6.

The radio and microwave regions of the spectrum (29 p.). - Microwave spectroscopy of gases (30 p.). - Magnetic resonance at microwave frequencies (42 p.). - Magnetic resonance at radio frequencies (29 p.). - Applications of spectroscopy in the radio and microwave regions - Index (4 p.).

Recherche opérationnelle. Programmation linéaire et combinatoire. Exercices et problèmes avancés,

A. HENRY LABORDÈRE ET M. GROJNOWSKI,

Masson, Paris, 1976, VIII-59 p.,
ISBN 2-225-42340-7.

Avertissement (3 p.). - Première partie. Rappels de résultats et énoncés : Linéarité et convexité (7 p.). - Relations entre un programme linéaire et son programme dual (4 p.). - Algorithme du simplexe. Algorithme dual du simplexe. Application à la programmation en nombres entiers (12 p.). - Procédure SEP (séparation et évaluation progressive) (3 p.). - Deuxième partie. Corrigés : Linéarité et convexité (5 p.). - Relations entre un programme linéaire et son programme dual (7 p.). - Algorithme du simplexe. Algorithme dual du simplexe. Application à la programmation en nombres entiers (16 p.). - Procédure SEP (séparation et évaluation progressive) (13 p.). - Index alphabétique des matières (1 p.).

Electronic Engineering applications of two port networks,

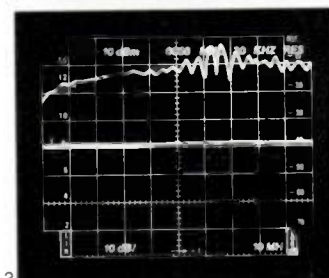
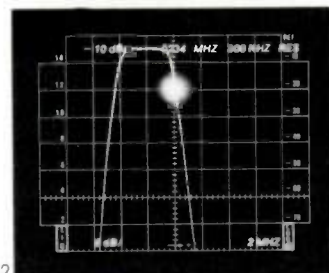
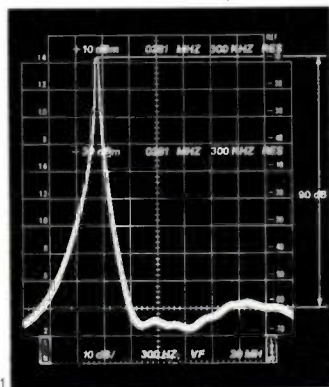
H. B. GATLAND,

Pergamon Press, Oxford, 1976, XV-324 p.,
ISBN 0-08-018069-8.

Preface. Acknowledgements. Introduction. - Small-signal parameters (11 p.). - Two-port models (10 p.). - Small-signal analysis of the common-emitter amplifier (24 p.). - General analysis of small-signal amplifier performance (15 p.). - Tandem connections of two ports (44 p.). - Matrix reduction (5 p.). - Basic feedback connections (10 p.). - Feedback amplifiers (51 p.). - Applications of feedback systems (37 p.). - Feedback oscillators (15 p.). - Capacitive effects on transistor performance (15 p.). - Outline solutions to exercises (66 p.). - Appendixes : 1. Determinant relationships (2 p.). - 2. Principal symbols and suffixes (3 p.). - 3. Two-port tables (8 p.). - Bibliography (2 p.). - Index (5 p.).

(suite page 188)

En analyse spectrale Tektronix ne craint pas les comparaisons.



Jusqu'à 1800 MHz nous vous offrons :

30 Hz à 3 MHz de résolution

sensibilité de mesure accrue

précision d'un compteur numérique

affichage de tous les paramètres sur l'écran

absence de signaux parasites

très grande stabilité

1. Mesure d'atténuation hors bande d'un filtre
2. Mesure de la fréquence de coupure haute à -3 dB
3. Gain d'un amplificateur 100 MHz



7L13/TR502

Le système analyseur de spectre / générateur de poursuite le plus performant.

Coupon à retourner à Tektronix,
Service Promotion des Ventes, BP 13, 91401 Orsay

M _____ Société _____

Fonction _____

Adresse _____

Tél. _____

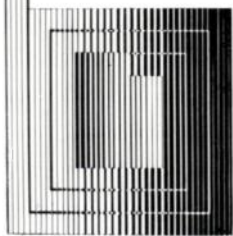
- désire recevoir, sans engagement de sa part,
- ☐ une documentation sur le 7L13/TR 502
 - ☐ la visite d'un ingénieur commercial

Pour tous renseignements, veuillez écrire ou téléphoner à :
Service Promotion des Ventes, BP 13, 91401 Orsay.
Tél. 907 78-27
Centres Régionaux : Lyon, Tél. (78) 76-40-03
Rennes, Tél. (99) 51-21-16, Toulouse, Tél. (61) 40-24-50
Aix-en-Provence, Tél. (91) 27-24-87
Nancy, Tél. (28) 96-24-98



TEKTRONIX®





Paris-avril 1978

BIOSIGMA78

colloque international
sur les signaux et les images
en médecine et en biologie

international conference
on signals and images
in medicine and biology

Secrétariat Général : 11 rue Hamelin -
75783 PARIS Cédex 16 - France
☎ 553.11.09-505.14.27
✉ SYCELEC PARIS 034
☐ SYCELEC PARIS 611045 F

LIVRES REÇUS

Time Series Analysis and Forecasting. The Box-Jenkins Approach.

O. D. ANDERSON.

Butterworths, London, 1976, VI-182 p.,
ISBN 0-408-70675-9.

Introduction (5 p.). - Autocorrelation (6 p.). - Box-Jenkins (3 p.). - Autoregressive Processes (16 p.). - Moving Average Processes (12 p.). - Mixed Processes (11 p.). - Identification (14 p.). - Estimation (7 p.). - Verification (15 p.). - Forecasting (9 p.). - Integrated Processes (25 p.). - Seasonal Models (10 p.). - Forecasting : Further Points (3 p.). - How the Models Arise (9 p.). - Realisability (7 p.). - Auto-aggregation (4 p.). - Postscript (2 p.). - Appendix I. Collection of Time Series (8 p.). - Appendix II. Identification Program (6 p.). - Appendix III. Inequality Proof (2 p.). - References (4 p.). - Index (3 p.).

Principles of telecommunications traf- fic engineering.

D. BEAR.

Peter Peregrinus, Stevenage, 1976, XIII-
230 p..

(IEE Telecommunications séries 2).
ISBN 0-901223-75-1.

Outline of telecommunication switching systems (20 p.). - Nature of telecommunica-
tion traffic (14 p.). - Lost-call theory for
full-availability groups (19 p.). - Lost-call
theory for gradings (23 p.). - Lost-call
theory for step-by-step systems (6 p.). -
Lost-call theory : link systems (29 p.). -
Waiting-call systems (18 p.). - Nonblocking
networks (8 p.). - Limitations of classical
traffic and congestion models (10 p.). -
Problems involving connection time (5 p.). -
Traffic aspects of network planning
(12 p.). - Traffic measurement (11 p.). -
Traffic prediction (16 p.). - Traffic simulation
(13 p.). - Appendix 1. Mathematical notes
(7 p.). - Appendix 2. Miscellaneous prob-
lems (7 p.). - Appendix 3. Traffic-capacity
table for full-availability groups (2 p.). -
References (6 p.). - Index (3 p.).

Second Conference on Trend in On-line computer control Systems.

London, 21-24 avril 1975.

IEE Conf. publication n° 127. London,
IEE, 1975, VIII-283 p..

ISBN 0-85296141-3.

Computer control systems for electron
accelerators at the Daresbury Laboratory
of the Science Research Council. - CAMAC-a
review and status report. - Experience with
a MEDIA/RTL-2 process control system. -
A multiprocessor research facility for simu-
lation of control applications. - On-line
hierarchical control of large scale systems
using multiprocessors. - User oriented
languages on a batch plant. - The use of
a micro-processor as an intelligent peri-
pheral/instrument. - A general purpose
hierarchy design for an ironworks. - The
multi-computer control system for the
CERN 400 GeV accelerator. - An integrated
approach to analogue interface design. -
On-line computer requirements for education
and research in control engineering. - Direct
digital control of a nuclear measurement
reactor. - Computer control and monitoring
of a distribution network. - The use of deci-

sion tables in control software. - Digitally
Implemented Analogue Processing (DIAP)-a
special approach to realization of a real-
time control-computer-system. - Software
simulation techniques in steelplant commis-
sioning. - On-line computer control of a
three-phase thyristor a.c. regulator. - Compu-
ter control of the Bruce nuclear power
station. - Control of the Viking natural gas
field. - Self-tuning state variable methods
for D.D.C. - The reduction of pollutant
emissions from sulphur recovery units and
power generation plants utilising an on-line
mini-computer for process optimisation. -
Theoretical aspects of ultra-reliable on-line
control. - CORAL 66-The U.K. national
and military standard. - Application of
multivariable theory to control system
commissioning procedures. - Q.S.L.-a
computer interface system and data link. -
Some trends in computer-based laboratory
automation. - Applications of an on-line
computer in microwave instrumentation. -
Operating system design for on-line control.
- A high level language philosophy for real
time control and automation. - The testing
of interactive micro-computer software on a
host computer. - A survey of of program-
mable controller and sequence controller
systems. - The site construction phase
with particular reference to Hinkley Point
« B » power station. - Experience with the
CAMAC standard for control of a large
nuclear facility. - A multi-access extension
to a standard real-time executive. - On-line
process identification and regulation.

Mécanique quantique, travaux dirigés.

A. TELLEZ ARENAS.

Masson, Paris, 1976, X-374 p.,
ISBN 2-225-42713-5.

Observables (17 p.). - Paquets d'ondes
(11 p.). - Problèmes à une dimension
(13 p.). - Formalisme général (24 p.). -
Descriptions et représentations (29 p.). -
Potential central. Interaction coulombienne
(28 p.). - Oscillateur harmonique (35 p.). -
Moments cinétiques (54 p.). - Couplage
de deux moments cinétiques (50 p.). -
Rotations (31 p.). - Méthodes d'approx-
imation (56 p.). - Particules identiques
(25 p.).

L'informatique au service du marketing.

P. IRRMANN, J. BROUSSE, M. LEVY et D. SCAGLIA.

Masson, Paris, 1976, XI-187 p.,
ISBN 2-225-41272-3.

Sources et nature des données (22 p.). -
Le traitement statistique des données (64 p.).
- Le media-planning (62 p.). - La gestion
des fichiers (36 p.). - Bibliographie (2 p.). -
Index alphabétique (1 p.).

Acoustique et Architecture Planches photographiques.

R. LAMORAL.

Masson, Paris, 1975, 80 p.,
ISBN 2-225-43-153-1.

Préambule (8 p.). - Bases théoriques :
Temps de réverbération (11 p.). - Les échos
(8 p.). - L'intelligibilité (3 p.). - Fréquences
propres (5 p.). - Atténuation dans l'air
(5 p.). - Étude pratique : Temps de réverb-
ération optimal (12 p.). - L'étude de la forme
(9 p.). - Les premières réflexions (3 p.). -
Balance d'orchestre (4 p.). - La diffusion
sonore (3 p.). - Salles rectangulaires et
autres (2 p.). - Planches photographiques.



Picture processing and digital filtering,

Vol. 6. — Topics in Applied Physics.
T. S. HUANG,

Springer-Verlag, 1975, 289 p.,
ISBN 3-540-072020.

La collection « Topics in Applied Physics » s'est assurée une réputation internationale en traitant de façon très approfondie des domaines étroits au centre des préoccupations des physiciens. Le nouvel ouvrage proposé là quitte résolument le champ de la physique appliquée pour se consacrer exclusivement au traitement des images par des méthodes numériques. Il conserve néanmoins la structure des autres volumes, en chapitres indépendants réalisés par divers auteurs.

C'est à Huang qu'a échu la responsabilité globale de l'ouvrage. Il présente dans une courte introduction l'objet des chapitres à venir, jetant sur chacun d'eux un éclairage original.

L'exposé des transformations bidimensionnelles a été confié à Andrews. Il a choisi une représentation matricielle des transformations de Fourier, Haar, Hadamard, Karhunen-Loeve, ainsi que de la décomposition en valeurs singulières. Ces transformations sont comparées pour deux applications : la compression d'information et la restauration d'images.

Fiasconaro expose ensuite les problèmes rencontrés lors du calcul des filtres non récursifs bidimensionnels. Ces problèmes, générés par le passage d'une à deux dimensions, se retrouvent en partie lors du calcul des filtres récursifs (Reads, Shanks, Treitel) ; ils sont liés à la complexité des fonctions de deux variables (pas de factorisation des polynômes, pas de théorème d'unicité en programmation linéaire, etc...) et sont de plus aggravés par la dimension des systèmes à résoudre.

Le chapitre suivant est consacré à l'amélioration des images. Frieden y fait un tour d'horizon des méthodes de déconvolution utilisables : linéaires ou non, avec ou sans extension de bande, avec ou sans contraintes.

Enfin, l'influence du bruit photographique sur la quantification des images fait l'objet d'un court chapitre traité par Billingsley.

La leçon d'ensemble de cet ouvrage est très ambiguë. D'une part la compétence des auteurs, la précision et la clarté des exposés forcent l'admiration. D'autre part, les limites intrinsèques des méthodes, les obstacles matériels à leur mise en œuvre (temps de calcul, allocation mémoire, etc...), ainsi que la faiblesse, voire même l'absence de vérifications expérimentales, nous persuadent que cette science est trop jeune et n'a point encore mûri ses méthodes. L'extension à deux dimensions des outils traditionnels du traitement du signal — objet essentiel de cet ouvrage — se heurte à des difficultés tant théoriques que pragmatiques, qui en limitent à ce jour l'efficacité.

C'est ce double constat qui fait l'enseignement de ce livre : la diversité et la richesse des méthodes de

(suite page 190)

C E E

**COMPAGNIE CONTINENTALE
D'ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES**

*Recherche dans le cadre de sa
DIRECTION TECHNIQUE MEAUX*

INGÉNIEUR

ÉLECTRONICIEN

ÉTUDES RECHERCHES CONCEPTION

*Pour extension de sa gamme
de Relais de Protection Electroniques*

Poste intéressant et avenir qui peut convenir
à diplômé ESE-IEG-ISEP ou école équiva-
lente, 28 ans mini. ayant 4 à 5 ans expérience
mesure électronique.

Ecrire sous référence OE 37 9CO

ETAP

4, rue Massenet 75016 PARIS

Discrétion absolue

EDITION :
un double
événement
au Salon

**aide-mémoire
composants
de l'électronique**
par Bodgan Grabowski
216 pages, 49 F

**aide-mémoire
fonctions
de l'électronique**
par Bodgan Grabowski
196 pages, 49 F

Salon des Composants Electroniques
stand P 28, section presse

dunod

Service Lecteur : inscrivez le n° 323.

Introduction à l'étude des accélérateurs de particules

physique atomique,
physique nucléaire,
physique des hautes énergies
(à l'usage des ingénieurs)

par **R.R. WARNECKE**

Correspondant de l'Académie des Sciences. Ancien directeur scientifique de la Compagnie Générale de T.S.F.

Tome 1. Théories de base et relations fondamentales. Particules élémentaires.

Dans cet ouvrage, l'auteur s'est donné pour objectif d'expliquer le « pourquoi » et le « comment » de leur travail aux ingénieurs qui sont amenés à participer à l'étude, à la construction et à l'exploitation des accélérateurs de la physique nucléaire et de la physique subnucléaire sans avoir été préparés à de telles tâches par un enseignement spécial. Étant donné son point de départ, l'exposé s'adresse aussi aux étudiants en sciences du second cycle qui orientent leurs activités vers les domaines concernés. Ces ingénieurs et ces étudiants ont besoin, non de données générales, mais d'informations des ouvrages spécialisés et des mémoires originaux et l'auteur les présente au lecteur en les rendant accessibles à partir de rappels de notions fondamentales logiquement choisis.

Préface de M. Ponte

Un volume cartonné de 516 pages, 86 figures, **130 F**

Tome 2. Bombardements de la matière par des particules rapides. Rayonnements secondaires. Les accélérateurs, outils de physique.

Un volume cartonné de 1 100 pages, 500 figures
260 F (prix au 1-3-77)

Monographies d'électronique publiées sous les auspices du groupe Thomson.

Co-édition : MASSON (Paris) et SEDITAS (Paris).

MASSON 120, bd Saint-Germain
75280 Paris Cedex 06 

oe

LIVRES

traitement du signal, leur faiblesse ou leur limite en traitement des images ; c'est lui aussi qui indique le sens actuel des efforts : le développement de méthodes propres au signal bidimensionnel.

H. MAITRE.

Singular optimal control problems (problèmes singuliers de commande optimale),

DJ. BELL et D. H. JACOBSON,

Academic Press, 1975, 190 p. (Vol. 117 de la série : *Mathematics in Sciences and engineering*).

Le dernier ouvrage des professeurs Bell et Jacobson est une monographie spécialisée sur les problèmes singuliers de commande optimale, c'est-à-dire ceux pour lesquels un arc extrême (vérifiant une condition d'extrémalité du 1^{er} ordre) n'est pas nécessairement optimal : un arc extrême peut minimiser localement le critère que l'on cherche à maximiser. Inutile de préciser donc que l'auditoire auquel s'adressent les auteurs est réduit aux seuls spécialistes de l'automatique théorique et de l'analyse fonctionnelle, intéressés par la commande optimale en temps continu. Ceci précisé, il est certain que ces spécialistes apprécieront cette synthèse rigoureuse et assez complète des résultats établis dans ce domaine important ; il faut en effet bien rappeler que le fait que tout système tel que le Hamiltonien dépend linéairement de la commande, est un problème singulier, ces difficultés apparaissent en pratique dans des procédures de guidage aérospatial, ainsi que de planification en économétrie.

Les chapitres 1 et 2 font l'historique des problèmes singuliers de commande optimale, et donnent les définitions principales.

Le chapitre 3 traite des conditions nécessaires d'optimalité se substituant à la condition classique du 2nd ordre :

$$H_{u_i} \geq 0, \text{ ou } H \text{ est le Hamiltonien.}$$

On étudie en particulier la condition de Legendre, celle de Kelley, et celle de Jacobson. L'exemple classique de commandes singulières ($H_{u_i} \geq 0$) est la spirale de Lawden.

Le chapitre 4 propose des conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un arc extrême soit optimal, avec le problème de commande linéaire-quadratique comme support essentiel.

Enfin les auteurs font au chapitre 5 une brève synthèse des problèmes de résolution numérique en présence de commandes singulières : résolution de fonctions satisfaisant les inégalités différentielles des conditions nécessaires, ayant de la pénalité $\epsilon \|u\|^2$ avec $\epsilon \rightarrow 0$ dans le critère, gradients, cas linéaire, quadratique, jonctions entre arcs singuliers ou non.

L. F. PAU.



Excoffon Conseil

nous réalisons le meilleur temps

Parce que nous avons vendu plus de 10 000 bases de temps, nous nous sommes installés au premier rang des producteurs européens de bases de temps.

Et pour la même raison, nous sommes convaincus que nos bases de temps correspondent bien aux critères de qualité requis par nos clients.

La diversité des modèles que nous commercialisons permet à chaque utilisateur de trouver la base de temps qui lui convient quel que soit son domaine : radiocommunication, transmission, comptage, automatisme, informatique, etc.

La gamme des bases de temps que nous vous proposons est si variée que nous pouvons couvrir la gamme de fréquence 1/60 Hz à 70 MHz pour les bases de temps compatibles TTL et 1,6 MHz à 9 MHz pour les bases de temps compatibles C/MOS. Les unes et les autres peuvent être réalisées en version civile ou militaire.

Certaines de nos bases de temps peuvent délivrer plusieurs fréquences simultanément. Nous réalisons aussi des bases de temps compatibles C/MOS, à variation de fréquence contrôlée.



base de temps

type BT 10 K, compatible TTL

Une documentation détaillée vous sera adressée sur demande. Cependant, si vous êtes intéressés par d'autres types d'oscillateurs à quartz, oscillateurs compensés en température (T.C.X.O.), oscillateurs thermostatés, V.C.X.O., nous pourrions également vous faire parvenir une documentation plus complète.

QUARTZ & ÉLECTRONIQUE

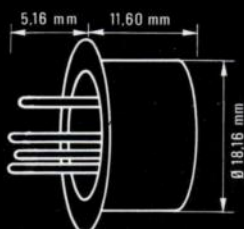


1, RUE D'ANJOU, 92602 ASNIÈRES - TÉL 793 47 10 - TÉLEX 610954

Service Lecteur : inscrivez le n° 325.

QUARTZ DE HAUTE STABILITÉ A FORTE SURTENSION

Type: T 21 11



Fréquence	4 à 6 MHz
Stabilité	$\pm 5.10^{-11}$ par jour
Surtension	2 500 000 pour un quartz 5 MHz partiel 5
Température de référence	T 2111 - S1: $+ 75^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ T 2111 - S2: $+ 65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
Niveau	10 μW
Capacité de charge	27 à 56 pF
Mode de fonctionnement	Partiel 5

C.E.P.E.

COMPAGNIE D'ÉLECTRONIQUE
ET DE PIÉZO-ÉLECTRICITÉ
101, RUE DU P^r ROOSEVELT / 78500 SARTROUVILLE / FRANCE
TEL. (1) 962.30.25 / TELEX : TSAFI X 204 780 F



2691

Filiat THOMSON-CSF

Service Lecteur : inscrivez le n° 326.

oe

BLOC-NOTES

Mise à jour de la liste publiée dans l'Onde électrique, p. 16, n° 1-1977.

AVRIL 1977

5-7 AVRIL B (LIEGE)
International Computing Symposium.
Melle SEVIN, Thomson-CSF, Service Central de Documentation,
BP N° 10, 91401 Orsay Tél. 907.77.33.

6-8 AVRIL USA (OKLAHOMA CITY)
Microcomputer 77.
Dr. S.C. Lee, School of Electrical Engineering, University of Oklahoma
Norman, Oklahoma 730 19 (USA).

23-28 AVRIL USA (CHICAGO)
79 th annual meeting of the american ceramic society Electronics
division.
R. M. Rosenberg, E. I. Du Pont de Nemours and Co Inc., Photo
Products, BL Dg. 428, Buffalo Ave, Niagara Falls, N.Y. 14 302.

26-27 AVRIL USA (STILLWATER)
25th annual relay conference.
D. D. Lingelbach, School of EE, Oklahoma State Univ., Stillwater,
OKL 74074.

26-30 AVRIL F (NICE)
6° colloque national sur le traitement du signal et ses applications.
Secrétariat du Colloque GRETSI de Nice, BP N° 93, 06802 Cagnes-
sur-Mer.

MAI 1977

8-13 MAI USA (PHILADELPHIE)
3rd International Symposium on silicon materials sciences and
technology.
H. R. Huff, Texas Instruments Inc., POB 66027 M/S/ 648, Houston
TX 77006.

17-18 MAI USA (SYRACUSE UNIVERSITY NEW YORK)
3rd Workshop on computer architecture for non-numeric processing.
S.A. Schuster, Computer Research Group, University of Toronto,
Toronto Ont. M5S 1A4 (Canada).

25-27 MAI USA (PORTLAND)
IEEE Region 6 conference = Electronics serving mankind
+ Exhibition.
G. I. Johnston, Univ. of Oregon, Health Sciences Center, 3181
S.W. Sam Jackson Park Rd., Portland OR 97201.

26-31 MAI BULGARIE (VARNA)
4th international symposium on the optimization of systems for
data processing and transmission 4th symp.
OSDPT, Inst. of Engineering cybernetics Bulgarian Acad. of Sci.,
Acad. G. Boncheve strasse, BI IV Sofia 1113.

29 MAI-5 JUIN D (BERLIN OUEST)
International communication association meeting.
International communication association Box 7728 University
station Austin Texas 787 12.

JUIN 1977

1-3 JUIN USA (WASHINGTON)
IEEE/USA Conference on laser engineering and applications.
Dr. Mel Cohen, Western Electric Co., P.O. Box 900, Princeton,
N.J. 08540.

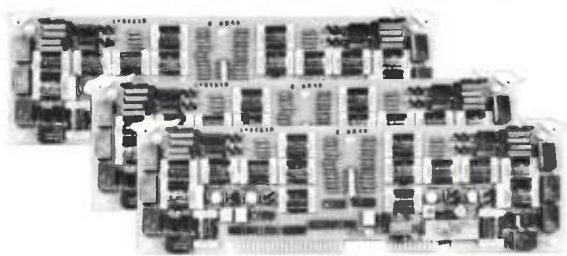
6-8 JUIN USA (TROY - N.Y.)
Pattern recognition and image processing conference.
R. M. Haralick, Dept of Electrical Engineering University of Kansas
Lawrence KS 60645 (USA).

(suite page 194)

2 questions :

FILTRAGE ?

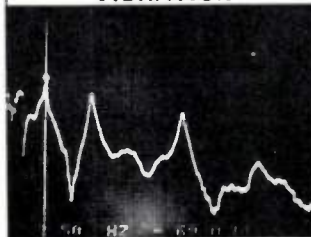
ÉVOLUTIF DE
1 A 16 CARTES-FILTRES



PROGRAMMABLE
par
ORDINATEUR

ANALYSE SPECTRALE ?

VIBRATION



BRUIT INDUSTRIEL



2 réponses "ROCKLAND"

FILTRES PROGRAMMABLES ROCKLAND 816

- de 1 à 16 voies indépendantes, fréquence de coupure de 0,1 Hz à 150 kHz
- fréquence de coupure programmable : manuellement, extérieurement, intérieurement forcée
- fonctions : passe bas, passe haut, passe bande, réjecteur de bande
- configuration Butterworth et Bessel - pente 48 dB/octave dynamique 80 dB

ANALYSEUR DE SPECTRE en temps réel ROCKLAND FFT 512 S

- analyseur de spectres numérique en temps réel
- 12 gammes d'analyse du continu à 100 kHz
- 400 filtres équivalents, résolution 0,05 Hz sur la 1ère gamme (0,005 Hz en option)
- dynamique 70 dB
- 2 tracés pour une comparaison ou soustraction directe de deux spectres
- en option $\frac{1}{3}$ d'octave et octave, entièrement programmable IEEE

TEKELEC TA AIRTRONIC

Département "Analyse et Traitement du Signal" BP N°2, 92310 SEVRES Tél (1) 946-96-48 Télec 204 552 F

Service Lecteur : inscrivez le n° 327.



SALON INTERNATIONAL DES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Porte de Versailles
(31 mars - 6 avril 1977)

l'onde électrique

Section Presse Stand P 27

MASSON 

Masson, éditeur de l'ONDE ÉLECTRIQUE,
vous invite à venir compléter votre bibliothèque
technique (livres et revues) à son stand :

Stand P 27

L'ONDE ÉLECTRIQUE

Service Lecteur

Pour vous documenter sur les produits annoncés,
les nouveautés techniques, les produits récents :

TÉLÉPHONEZ directement au fabricant ou à
son représentant si vous ne souhaitez qu'un
simple renseignement.

ÉCRIVEZ directement au fabricant ou à son
représentant si vous avez besoin d'un document
officiel.

UTILISEZ LE SERVICE LECTEUR si vous
désirez une documentation complète sur un ou
plusieurs produits.

Dans chaque fascicule de l'Onde Électrique
vous trouverez, en fin de volume, les cartes
information mises à votre disposition.

oe

BLOC-NOTES

JUIN (suite)

10-12 JUIN USA (PHILADELPHIE)
Bench programming of microprocessors.
Mlle Sevin, Thomson-CSF, Service Central de Documentation,
BP N° 10, 91401 Orsay. Tél. 907.77.33.

20-22 JUIN USA (NEW ORLÉANS)
14th design automation conference.
David H. Hightower, Texas Instruments Inc., Box 5012 MS 907,
Dallas, Texas 75222 (USA).

20-24 JUIN D FED. (MUNICH)
Laser 77 Opto-Elektronik. 3rd International congress and Inter-
national trade fair.
Münchener Messe und Ausstellenngs- Gesellschaft mbH Bereich
Kongresszentrum Kongress büro laser 77 Opto-Elektronik Post-
fach 12 1009-D 8 000 München 12.

20-24 JUIN USA (SAN FRANCISCO)
Triennial International URSI symposium on electromagnetic
wave theory.
Dr. Frederick M. Tesche, Science Applications Inc. P.O. Box 277,
Berkeley, CA 94701.

21-23 JUIN F (PARIS)
Colloque International sur la Microlithographie.
Mlle Sevin, Thomson-CSF, Service Central de Documentation,
BP N° 10, 91401 Orsay. Tél. 907.77.33.

22-24 JUIN USA (SAN FRANCISCO)
Automatic Control Conference.
J. S. Meditch, University of California, Irvine CA 927 17.

27-29 JUIN USA (LOS ANGELES)
Fault Tolerant Computing Conference.
A. D. Friedman, Computer Science Internationales, 45, rue Pierre-
Charron, Los Angeles CA 90007.

JUILLET 1977

18-20 JUILLET J (TOKYO)
IOOC' 77 : International conference on integrated optics and
optical fiber communication.
M. Treheux, CNET, CPM/FMI, 22301 Lannion (F). Tél.
(96) 38.20.36.

26-29 JUILLET GB (GRANFIELD)
6th Cranfield conference on mechanised information storage
and retrieval systems.
Cyril W. Cleverdon Cranfield Inst. of Techno., Cranfield, Bedford
MK 43 DAL.

AOUT 1977

26 AOUT-4 SEPTEMBRE D (BERLIN)
Symposium sur la télévision par câble à la 31^e Funkausstellung.
INFOPLAN Relations Publiques Internationales, 45, rue Pierre-
Charron, 75008 Paris. Tél. 256.13.30 et 256.02.61.

SEPTEMBRE 1977

5-9 SEPTEMBRE GB (UNIVERSITY OF SUSSEX)
EUROMEAS 77 : Precise electrical measurement.
IEE, Savoy Place, London WC ZR OBL.

12-17 SEPTEMBRE I (SORRENTE)
1st Mediterranean conference on medical and biological engineering.
AIIMB Facolta di ingegneria Piazzale Tecchio 80125 Napoli.
(Italia).

13-15 SEPTEMBRE F (MARSEILLE)
EUROMECH colloquium on wave propagation in inhomogeneous
media and identification problems.
P. Filippi, CNRS, Labo. de Mécanique et d'Acoustique, 31, chemin
Joseph-Aiguier, 13274 Marseille Cedex 2.

14-16 SEPTEMBRE D (MUNICH)
3rd European Conference on Optical Communication.
Prof. W. Harth, Technische Universität München, Arcisstrasse 21,
D 8000 München 2.

(suite page 196)



ni trop, ni trop peu ADRET a ce qu'il vous faut

Acheter un synthétiseur n'est pas toujours simple surtout si l'on compulse un gros catalogue comportant toutes sortes d'instruments de mesure. Mais, dans le dernier catalogue Adret, vous ne trouverez que des synthétiseurs et plus de synthétiseurs que dans n'importe quel autre catalogue. Chaque instrument étant parfaitement adapté à son marché, tant du point de vue de ses performances que de son prix.

La génération de fréquence est notre unique préoccupation depuis 10 ans et l'édition 77 de notre catalogue ne comporte pas moins de 15 synthétiseurs sans compter les équipements spéciaux et les OEM. Une quinzaine d'instruments différents pour couvrir la gamme de 0,01 Hz à 600 MHz c'est ce qu'il faut vous proposer pour que vous soyez certain d'acquiescer le générateur dont vous avez réellement besoin et rien de plus, faisant ainsi de votre achat un investissement optimum.

Nos principales familles d'instruments :

- Série 6000.** qui comprend 2 bâtis et 3 tiroirs pour couvrir la gamme de 10 kHz à 600 MHz, programmable en fréquence et en niveau, modulable en AM/FM et PM.
- Série 3000.** de 300 Hz à 60 MHz en deux versions, l'une pour usages généraux avec modulations AM/FM et l'autre pour système avec niveau et fréquence programmables.
- Série 2000.** Deux versions de générateur de fréquence et de niveau dans cette série, pour couvrir la gamme de 300 Hz à 18,6 MHz avec choix d'impédances de sortie, et fréquence de décalage pour mesure sélective.
- Série 200.** Deux versions dans la gamme de 0,1 Hz à 2 MHz pour système et usages généraux.
- Série 3100.** de 0,01 Hz à 200 kHz, générateurs à options, avec déphasage programmable et wobulation.

avec ADRET choisissez le générateur

synthétiseur qu'il vous faut : cochez le service lecteur ou bien retournez le coupon réponse ci-contre, vous recevrez l'édition 77 de notre catalogue, qui contient des renseignements d'ordre pratique : interprétation d'un spectre RF, abaques etc.

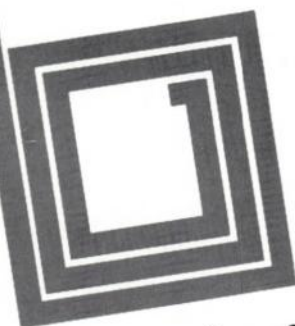


12 avenue Vladimir Komarov
78190 Trappes • France
Tél. 051.29.72
Télex ADREL TRAPS 600 821

Nom : _____
Société : _____
Adresse : _____
Ville : _____
Pays : _____
Fonction : _____
Téléphone : _____

EMI

Service Lecteur : inscrivez le n° 328.



colloque
international
sur les systèmes
électroniques
d'aide à la
navigation aérienne
international
conference on
electronic
systems and
navigation aids

paris 14-18 novembre 1977

secrétariat général : 11 rue Hamelin
75783 Paris Cedex 16 - France
☎ 505-14-27
✉ SYCELEC Paris 034
☐ SYCELEC Paris 611045 F

oe

BLOC-NOTES

SEPTEMBRE (suite)

18-23 SEPTEMBRE SU (LENINGRAD)
4th International Meeting on Ferroelectricity (IMF 4).
G. A. Smolesky, Physico-Technical Institute, Academy of Sciences
of the USSR, Polytechnicheskaja, 19 4021 Leningrad 26, USSR.

19-23 SEPTEMBRE F (PARIS)
Convention Informatique
SICOB (22-30 septembre).
Convention Informatique, 6, place de Valois, 75001 Paris (F).

27-30 SEPTEMBRE LUXEMBOURG
1977 Photovoltaics Solar energy conference.
A. Strub, General Chairman, CEC DG XII, 200, rue de la Loi,
B-1049 Brussels (Belgium).

20-23 SEPTEMBRE USA (SAN FRANCISCO)
Western Electronic : WESCON.
IEEE, Inc 345 East, 47 th Street New York NY 10017.

20-24 SEPTEMBRE F (GRENOBLE)
Congrès sur « La Communication et les Processus de commande
en 1990 ».
SEE 48, rue de la Procession, 75724 Paris Cedex 15. Tél. : 567.07.70.

21-23 SEPTEMBRE GB (NOTTINGHAM)
National Conference on Reliability.
T. R. Moss, National Centre of Systems Reliability, U.K.A.E.A.,
Wigshaw Lane, Culcheth, Warrington, WA 3 4 NE.

22-23 SEPTEMBRE USA (WASHINGTON)
Broadcast Symposium. S
IEEE 345 East, 47 Street, New York NY 10027.

26-28 SEPTEMBRE CND (TORONTO)
International Electrical Electronics Conference.
Canadian Region Office, 7061 Yonge St, Willowdale, Ontario..

OCTOBRE 1977

OCTOBRE F (PARIS)
Colloque international sur les systèmes électroniques d'aide à
la navigation aérienne.
GIEL, 11, rue Hamelin, 75783 Paris Cedex 16. Tél. 505.14.27.

OCTOBRE H (BUDAPEST)
Electronic' 77 : 4th Symposium on Reliability on Electronics the
Scientific Society of Telecommunications.
PO Box 451 1372 Budapest, Hongrie.

2-5 OCTOBRE USA (WASHINGTON)
EASCON : Electronic and Aerospace Systems Convention.
IEEE, 345 East 47 Street, New York NY 10027.

3-5 OCTOBRE D (DUSSELDORF)
2nd IFAC Symposium on Control in Power Electronics and Elec-
trical Drives.
VDI/VDE-Gesellschaft Mess-und Regelungstechnik Postfach 1139
D-4000 Düsseldorf 1/FRG.

4-6 OCTOBRE F (LANNION)
Colloque international sur la Mesure en Télécommunications.
M. J. Le Mezec, Colloque URSI Mesures, CNET, 22301 Lannion (F).

6-12 OCTOBRE D (DUSSELDORF)
INTERKAMA 77 : 7th International Science and Automation.
Interkama, Stresemannallee 19, Box 70069, D-6000 Frankfurt/Main
70, Germany.

9-15 OCTOBRE USA (ATLANTA, Georgie)
Intelcom' 7, International Telcommunication Exposition.
W. Bazy, Horizon House International, 610 Washington Street,
Dedham, Ma 02036.

10-12 OCTOBRE F (TOULOUSE)
Colloque international sur la stabilisation des véhicules spatiaux
et les problèmes technologiques et dynamiques posés par les
liquides.
CNES, Dépt. des Affaires Universitaires, 18, avenue Édouard-Belin,
31055 Toulouse Cedex (F).

(suite page 198)

Le nouveau modèle Hewlett-Packard 436 A dispose de trois atouts majeurs : sonde thermocouple à faible T.O.S., haute précision, facilité d'emploi.

Un pas décisif dans la mesure de puissance en hyperfréquences

Le modèle 436 A est un wattmètre tous usages. Il fonctionne pour des fréquences comprises entre 100 kHz et 18 GHz et pour des niveaux allant de -70 dBm à $+35$ dBm (selon la sonde utilisée).

Le faible T.O.S. des sondes de la série HP 8480 utilisées (1,1 de 50 MHz à 2 GHz, moins de 1,28 à 18 GHz) et la précision de l'appareil (0,5 %) permettent de mesurer les puissances en radiofréquences et en hyperfréquences.

Lisez la puissance dans l'unité de votre choix

La commande à bouton-poussoirs et l'affichage numérique simplifient la lecture et l'emploi du 436 A. Des commutateurs de mode permettent de lire la puissance absolue en watts ou en dBm et la puissance relative en dB.

La commutation automatique des gammes permet en outre de travailler les mains libres.

Identification automatique de la sonde

Le 436 A identifie automatiquement la sonde qui lui est reliée, affiche l'unité de puissance correspondante et place correctement la virgule.

Programmation à distance

Il existe en option deux interfaces de programmation pour le 436 A : Bus d'Interface Hewlett-Packard (HP-IB) et interface BCD qui permettent, l'une et l'autre, la télécommande complète des fonctions du wattmètre.

Le nouveau 436 A réduit les incertitudes d'adaptation, améliore la précision et la simplicité d'emploi. Son apparition sur le marché marque un progrès décisif dans la mesure de puissance en hyperfréquences.

Pour en savoir davantage,

écrivez à Hewlett-Packard France,
Z.I. de Courtabœuf, B.P. n° 70,
91401 Orsay Cedex. Tél. 907 78.25



HEWLETT  PACKARD

172 points de vente dans 65 pays assurent le service après-vente

Service Lecteur : inscrivez le n° 330.

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

FORMATION CONTINUE

ENGINEERING ENGLISH ANGLAIS TECHNIQUE

Professeur : A. M. RODNEY, M.A., B. Sc., L. ès L.
Maître de Langue anglaise à l'ENST.

La langue anglaise envahit de plus en plus les techniques modernes, que ce soit sous forme de « buzz-words » : les CCD en SOS pour les RAM, par exemple, ou les simples wrappeurs, les keyboards, peu importe, ces mots sont autant d'outils. Mais à notre sens, l'anglais technique serait plus efficace si les ingénieurs, de loin les premiers utilisateurs, pouvaient s'y arrêter pour « se rafraîchir ». D'où l'idée d'un « Refresher Course » intensif, inspiré directement des cours d'anglais technique déjà fort appréciés des ingénieurs-élèves de l'ENST. Une première série de deux semaines traite des 1000 mots environ formant la base de l'anglais scientifique général. Dans cette 2^e semaine déjà l'on fait un survol des 4 grands domaines, A, B, C et D donnés ci-après. La deuxième série, toujours de deux semaines, traite dans le détail des 9 secteurs inclus dans l'un des domaines. Compte tenu de la demande permanente de nos ingénieurs et des sociétés associées, l'ENST programme chaque année d'office le domaine B (entouré), mais il est entendu que les autres domaines peuvent faire l'objet d'une série spéciale à la demande, ou lorsque un nombre suffisant de stagiaires aura pu être regroupé pour former une session.

A — Basic Electronics ;

B — Télécommunications II ;

C — Computer Science ;

D — Business Management.

Les séances auront lieu en anglais, avec 15 stagiaires max. et de plus, un bon tiers du temps sera passé en laboratoire de langue à cassettes, avec les aides audiovisuelles habituelles. Chaque semaine comptera une vingtaine d'heures, mercredi libre.

TÉLÉCOMMUNICATIONS

- B 1 — Signal Theory
- 2 — Propagation
- 3 — Electromagnetic Detection
- 4 — Wire Transmission
- 5 — Wireless Transmission
- 6 — Microwave Links
- 7 — Telecommunication Systems
- 8 — Space Communications
- 9 — High-capacity Systems

PREMIERE SERIE

1st WEEK	2nd WEEK
10 au 14 1-76 24 au 28-1-76	25 au 29 4-76 9 au 13-5-76

Deux semaines d'anglais technique d'intérêt général, moitié classe, moitié labo. de langue.

DEUXIEME SERIE

1st WEEK	2nd WEEK
23 au 27-5-76 6 au 10-6-76	21 au 25-11-76 5 au 9-12-76

Etude approfondie d'un des domaines, A, B, C ou D tendant vers l'aisance d'expression orale.

Des sessions adaptées à une demande particulière peuvent être organisées par :

L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

Inscriptions et renseignements :

ENST - Service de la Formation Continue,
46, rue Barrault, 75634 PARIS, CEDEX 13.
Tél. : 580-40-80, poste 42-57.



oe

BLOC-NOTES

OCTOBRE (suite)

13-15 OCTOBRE USA (NEW YORK)
Display Conference.
F. Kahn, Hewlett Packard Lab, IU, 1501 Page Mill Rd, Palo Alto, CA 94304 USA.

17-21 OCTOBRE D (MUNICH)
Systems 77 : Les systèmes d'ordinateurs et leurs applications.
Exposition et séminaires internationaux.
MMG, Messengelände, Postfach 12 10 09, D-8000 München 12
RFA Tél. : (089) 51.07.1.

18-20 OCTOBRE GB (BRIGHTON)
Internecon UK 77 : Matériel d'Emballage et de production électronique.
Kiver Communications Ltd, 149-155 Ewell Road, Surbiton, Surrey, KT 6 6 AW.

19-20 OCTOBRE RFA (BADEN BADEN)
Conférence Internationale sur l'Électronique dans le domaine de l'énergie et les semiconducteurs de puissance et leurs applications.
Pr. M. Beyer, Schering Inst. für Hochspannungstechnik und Hochspannungsanlagen der Technischen Univ. Hannover, Callinstrasse 35300 Hannover.

24-28 OCTOBRE USA (TUCSON, Arizona)
1st International Conference on Energy Use Management.
C. B. Smith, Energy Use Management Conference, 10 315 Tennessee Avenue, Los Angeles, California 90064.

25-28 OCTOBRE GB (LONDRES)
Radar 77 : International Conference.

26-28 OCTOBRE USA (PHOENIX)
Ultrasonics.
F. S. Hickermell, Motorola, Inc., 8201 E Mac Dowell Rd, Scottsdale A2 85 257.

NOVEMBRE 1977

NOVEMBRE
Automatic Support systems for advanced maintainability conference.
IEEE, Conf. SVCS, 345 East 47 th Street, New York NY 10017.

1-5 NOVEMBRE D (BERLIN)
EL-FA.
Exposition spécialisée de l'Électronique.
AMK Berlin Ausstellungs-Messe-Kongreß-GmbH Messedamm 22, D-1000 Berlin 19.

8-11 NOVEMBRE USA (MINNEAPOLIS, Minnesota)
Magnetism and Magnetic Materials Conference.
E. J. Torok, Univac Division, Sperry Rand, P.O.B. 3252, St Paul MN 55116, USA.

22-26 NOVEMBRE D (MUNICH)
Salon International PRODUCTRONICA : Procédés et techniques de fabrication de semiconducteurs, composants, sous-ensembles et appareils électroniques.
Münchener Messe-und Ausstellungsgesellschaft mbH, Messengelände, Postfach 12 10 09, D-8000 München 12, RFA Tél. (089) 51.07.1.

18 NOVEMBRE-2 DÉCEMBRE GB (BRIGHTON).
Automatic Testing 77, 5th International conference and exhibition Network, 84 High Street, Newport Pagnell, Buckinghamshire MK 16 OEG (GB).

CHARGES
2 W à
50 kW

et aussi des
WATTMÈTRES
pour
RADIO-AMATEURS

WATTMÈTRES
DIRECTIONNELS

Modèle 43

Modèle 4314

ATTÉNUATEURS
25 W à
4000 W

WATTMÈTRE
à **ABSORPTION**

Modèle 6156

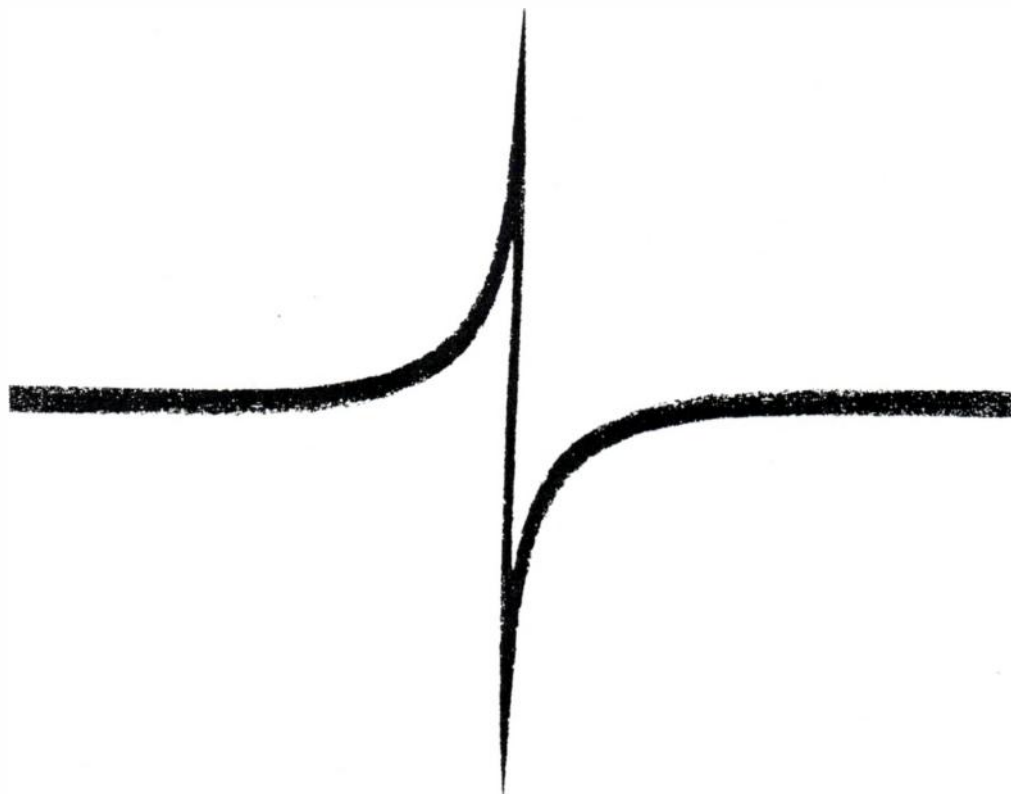
BIRD

une gamme complète de
WATTMETRES, CHARGES & ATTENUATEURS

TEKELEC TA AIRTRONIC

DIVISION DISTRIBUTION, B.P. N° 2, 92 310 SEVRES, Tél. : (1) 946-96-48, Téléc : TEKLEC 204 552 F

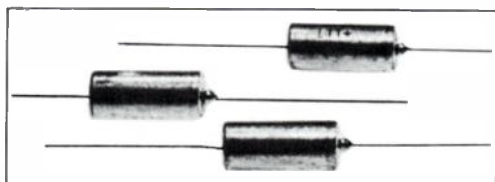
des performances nouvelles



condensateur au tantale à diélectrique dopé

Le condensateur au tantale à diélectrique dopé LTT CTS 31 (PASI 85) possède les caractéristiques habituelles des condensateurs au tantale à électrolyte solide :

- haute stabilité,
- très faible courant de fuite.



* U_n = Tension nominale.

Pour mieux connaître le CTS 31 PASI 85 et recevoir des échantillons, adressez-vous à L.T.T., 89, rue de la Faisanderie 75782 PARIS CEDEX 16 Tél. 504.45.50 ou renvoyez le bon ci-contre.



- encombrement réduit, mais en outre, il présente l'avantage, - nouveau pour ces condensateurs -, d'une excellente tenue en régime impulsif et sous tension inverse.

C'est ainsi que les condensateurs CTS 31 LTT subissent un essai de qualification sous tension alternative de $0,2 U_n^*$ Eff 50 Hz pendant 2.000 heures à 85 °C, sans résistance de protection. Les boîtiers types E, A et B peuvent supporter cet essai sous $0,3 U_n$.

Le condensateur CTS 31 est le seul condensateur électrolytique présentant de telles performances dans un volume réduit.

Nous souhaitons recevoir gratuitement votre documentation.

Nom ou Société _____

Adresse _____

TA

Transistors à effet de champ pour la commande de puissance

COMPOSANTS

L'onde électrique
1977, vol. 57, n° 3
pp. 201-205

par José-Luis MORENZA,

Études de physique à l'Université de Barcelone, séjour de trois ans au Laboratoire d'Automatique et d'Analyse des systèmes du CNRS (Toulouse), Docteur de spécialité EEA (Université Paul Sabatier de Toulouse) et Doctor en Ciencias (Universidad de Barcelona), Actuellement, au « Departamento de Electricidad y Electronica » de l'Université de Barcelone,

et Daniel ESTEVE,

Docteur ès-Sciences Physiques, Maître de Recherche au CNRS, Responsable de la Division « Composants Électroniques » du Laboratoire d'Automatique et d'Analyse des Systèmes du CNRS (Toulouse).



Les transistors à effet de champ dont le principe de fonctionnement a été établi depuis plusieurs dizaines d'années, ont connu un développement considérable grâce aux progrès de la microélectronique. Les dispositifs

actuellement disponibles sur le marché sont du type « bas niveau », ou néanmoins de nombreux laboratoires effectuent des recherches visant à la mise au point de transistors de grande puissance.

1. INTRODUCTION

Les principes de fonctionnement du transistor à effet de champ (TEC) ont été proposés dès 1930 [1]. En 1952, W. Shockley [2] publiait une première analyse théorique. Par la suite, ce type de dispositif fut l'objet de nombreuses études et tentatives de réalisation.

Sous sa forme la plus courante « à canal horizontal », le TEC « planar » est une réalité industrielle dont le domaine d'application est l'amplification électrométrique et la commutation électronique. Il s'appuie notamment sur l'isolement de la commande vis-à-vis du courant principal. Quelques autres propriétés intéressantes, telles que la petitesse relative du bruit de fond et la bonne résistance à l'action des rayonnements peuvent conduire à des applications particulières.

On n'a toutefois pas cessé d'assister, durant ces dernières années à un effort renouvelé tendant pour l'essentiel à rendre compatible la technologie avec une structure dite « à canal vertical ». L'objectif dans cette démarche est de tendre vers une intégration en parallèle de plusieurs structures élémentaires de TEC pour des applications forte puissance ou moyenne puissance-haute fréquence. On notera, en 1964, les travaux dans ce sens de R. Zuleeg et V. O. Hinkle [3] et en France ceux parallèles de S. Tezner et R. Gicquel [4] sur le gridistor, dont différentes réalisations ont été annoncées plus récemment [5].

En fait, pendant toutes ces années, l'effort de conception a porté sur des composants haute-fréquence. Ce n'est que récemment que plusieurs firmes japonaises ont annoncé la commercialisation de TEC de puissance au silicium pour l'amplification audio-fréquence [6], pendant que les auteurs travaillaient à la mise au point

d'un dispositif entièrement diffusé [7, 8]. Nous en exposons, ici, les principaux résultats sur le plan des performances électriques. Nous indiquons les limitations physiques que nous avons pu observer et présentons enfin, sur cette base, les perspectives de développement du dispositif pour des applications de puissance.

2. STRUCTURES ET TECHNOLOGIES

Nous ne présenterons pas ici les structures typiquement destinées aux applications haute-fréquence, comme c'est le cas des structures implantées.

Pour les applications forte puissance, quatre types de structures peuvent être mises en œuvre (fig. 1).

a) *TEC entièrement diffusé.* La structure (fig. 1a) est extrêmement simple : après avoir réalisé une première diffusion P des îlots de grille, qui définissent les canaux dans leur partie latérale, on réalise une diffusion N⁺ pour isoler la source de la grille et assurer un bon contact ohmique de source.

Deux inconvénients apparaissent immédiatement : l'un lié à la définition d'un canal « évasé », l'autre à la limitation qu'impose dans la dynamique de commande de grille la tension de claquage, très faible en surface, de la jonction grille-source.

b) *TEC comportant une opération de creusement.* L'importance du deuxième inconvénient signalé dans la structure précédente peut être en partie diminuée par la mise en œuvre préalablement à la diffusion P d'une légère attaque chimique du substrat, ce qui conduit à la structure de la figure 1b.

c) *TEC comportant une opération d'épitaxie.* Après avoir réalisé, comme dans le premier cas, la diffusion

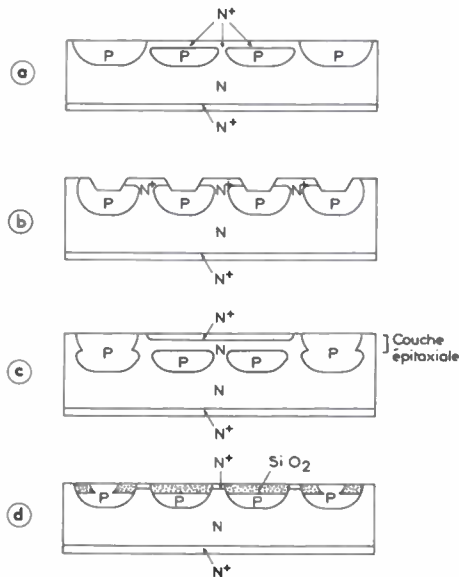


Fig. 1. — Schéma de la structure « multicanal ». a) entièrement diffusée comportant une opération de : b) creusement, c) d'épitation, d) d'oxydation localisée.

des îlots P, on fait croître une couche épitaxiale de type N qui permet de découpler la prise de contact N⁺ de la diffusion P de grille (fig. 1c). Cette technologie n'élimine pas la forme évasée du canal ; par contre, elle résout radicalement le problème lié à la dynamique de commande de grille évoqué précédemment.

d) TEC comportant une opération d'oxydation localisée. Cette technique, utilisée récemment au Japon [6], n'a toujours pas été bien décrite dans la littérature. Après la diffusion P de grille, on procède à la formation d'une couche d'oxyde sur les zones P par un procédé d'oxydation localisée. Cette couche agit comme un masque lors de la diffusion N⁺, évitant ainsi le contact direct des zones N⁺ et P. (fig. 1d).

Cette étude porte sur des structures entièrement diffusées. Le tableau ci-dessous précise de manière synthétique les valeurs typiques des principaux paramètres technologiques utilisés dans nos réalisations qui, dans un premier temps, ont porté sur des géométries annulaires à canal unique (fig. 2).

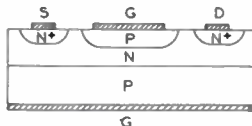


Fig. 2. — Paramètres technologiques TEC entièrement diffusé.

Résistivité du substrat 50 Ω . cm		
	Diffusion P	Diffusion N ⁺
Largeur du masque m_p	18 μm	—
Concentration en surface	5×10^{18} at/cm ³	10^{21} at/cm ³
Temps de diffusion t_d	4,5-10 h	1 h
Température	1 150 °C	1 050 °C
Profondeur de la jonction X_j	7,2-9,6 μm	2,5 μm

3. PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES

La figure 3 montre l'évolution pour $V_{GS} = 0$ de la caractéristique de sortie d'un dispositif entièrement diffusé en fonction du temps de diffusion de la zone P de grille qui détermine la largeur utile du canal. On arrive, pour les temps de diffusion élevés à des dispositifs dont le canal est « fermé » pour $V_{GS} = 0$, nécessitant en conséquence l'application d'une polarisation directe de grille pour son fonctionnement.

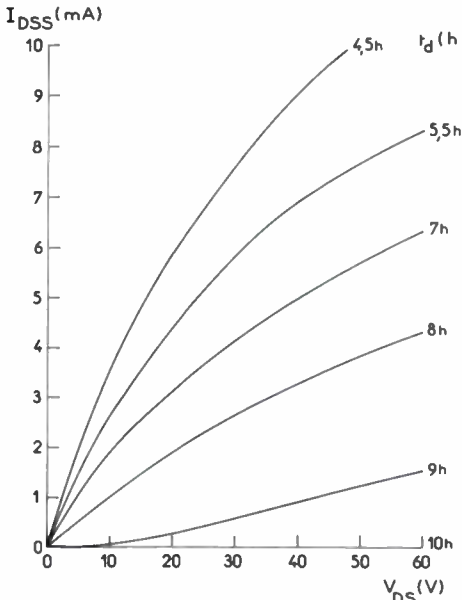


Fig. 3. — Caractéristique de sortie I_{DSS} (V_{DS}) avec le temps de diffusion de grille comme paramètre.

a) Le canal est fermé pour $V_{GS} = 0$. Les caractéristiques de sortie I_D (V_{DS}), pour $V_{GS} > 0$ sont de type « penthode » [9] et les caractéristiques de transfert I_D (V_{GS}) (fig. 4) mettent en évidence une loi sensiblement exponentielle.

$$I_D = I_D^0 \exp \frac{qV_{GS}}{nkT}$$

avec $n = 1.25$ pour l'exemple considéré.

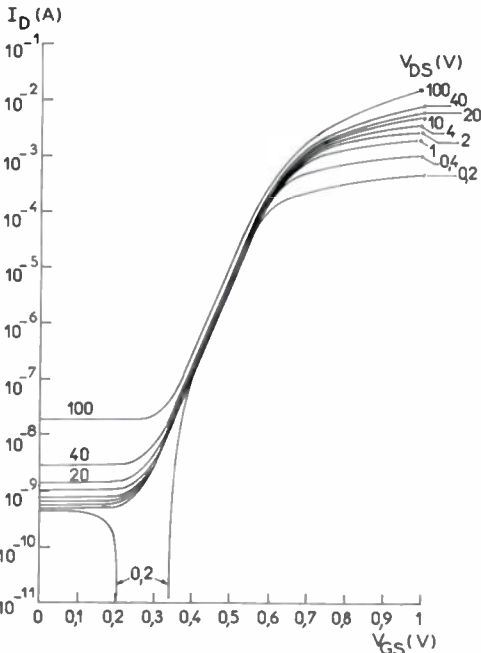


Fig. 4. — Caractéristique de transfert direct d'un dispositif à canal fermé (grille polarisée en direct).

Une première interprétation du fonctionnement du dispositif avait été proposé par D. Esteve et Ezz El Arab [9] basée sur la prise en compte d'un effet de forte injection dans la zone du canal, responsable de la modulation de conductance et donc de l'expression indiquée de I_D .

Une étude plus récente de J. L. Morenza [10] tend à montrer l'existence au niveau du canal d'un effet transistor où la source (N) joue le rôle d'émetteur, la grille (p) le rôle de base, le drain (N) le rôle de collecteur. En fait, compte tenu de la structure, un effet transistor parasite reste toujours possible lorsque la grille se trouve polarisée en direct, et seule une étude précise en fonction du niveau de polarisation peut permettre d'évaluer la part prise par chacun de deux phénomènes dans le type de comportement défini par l'expression de I_D .

b) *Le canal est ouvert pour $V_{GS} = 0$.* Les caractéristiques de sortie (fig. 5) ont dans tous les cas des allures semblables à celles d'une triode à vide. Lorsqu'une tension de grille suffisante est appliquée, le courant est nul pour les faibles valeurs de V_{DS} , mais lorsque V_{DS} devient élevée, on assiste au déblocage du courant.

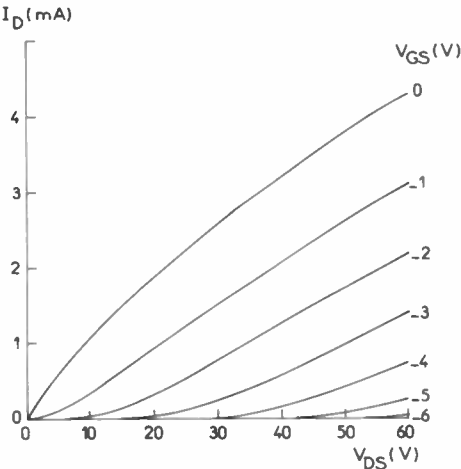


Fig. 5. — Caractéristiques de sortie d'un dispositif à canal ouvert (grille polarisée en inverse).

En appelant TV_{DS} les valeurs de V_{DS} nécessaires au déblocage, on fait apparaître sur la figure 6 la dépendance $TV_{DS}(V_{GS})$, fonction par ailleurs, du temps de diffusion P . TV_{DS} a été défini comme la valeur de V_{DS} pour laquelle $I_D = 1$ nA.

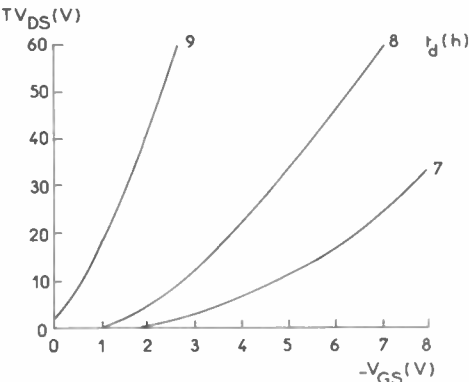


Fig. 6. — Tension de déblocage TV_{DS} en fonction de V_{GS} , avec le temps de diffusion de grille comme paramètre.

Ces caractéristiques du comportement du FET à canal vertical ne sont pas particulières à la technologie entièrement diffusée : des caractéristiques semblables ont été rapportées dans la littérature [11] pour des dispositifs comportant une couche épitaxiée au niveau de la source.

L'interprétation de l'effet de déblocage a pu être apporté grâce à une étude précise bidimensionnelle de simulation sur ordinateur basée sur la méthode de Heydemann [12]. Compte tenu de la forme du canal, on assiste à un abaissement par l'action de la tension drain V_{DS} , de la barrière de potentiel créée par la polarisation V_{GS} de grille. La figure 7 où l'on représente l'évolution de la distribution de potentiel le long de l'axe X du canal (fig. 2) illustre ce fait. On montre de plus, sur la figure 8, que le courant I_D est relié exponentiellement à la hauteur de la barrière V_{min} .

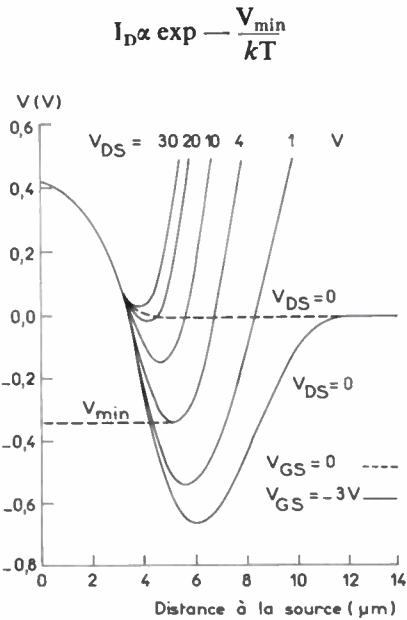


Fig. 7. — Abaissement de la barrière de potentiel entre la source et le drain par l'action de la tension V_{DS} .

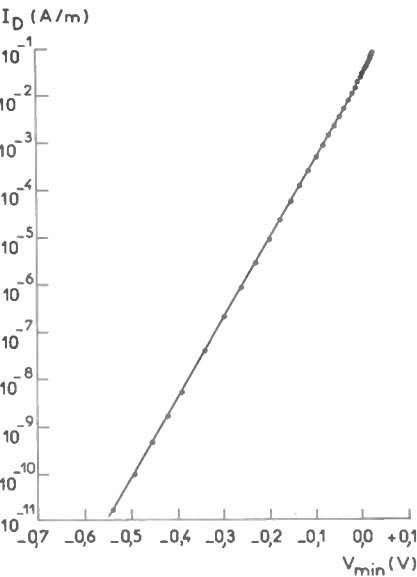


Fig. 8. — Courant à travers la barrière de potentiel en fonction de sa hauteur.

expression qui reste valable jusqu'aux valeurs nulles de $V_{\min}$, correspondant au déblocage effectif du courant drain.

Sur la figure 9, nous avons tracé en échelle logarithmique les caractéristiques $I_D(V_{DS})$ de la figure 5. Au-delà des valeurs du déblocage, on obtient une fonction $I_D \propto V_{DS}^\alpha$, avec $\alpha = 0,82$, valeur très proche de celle que l'on obtient à partir de la simulation ($\alpha = 0,74$).

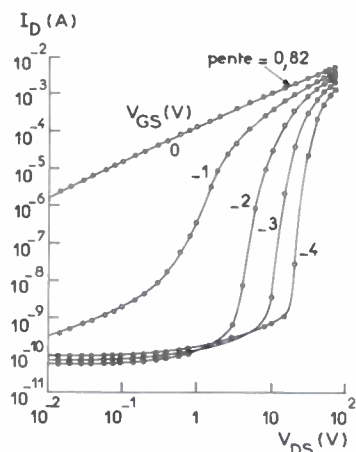


Fig. 9. — Caractéristiques de sortie en échelle logarithmique.

Le tracé des courbes équipotentielles semble indiquer que cette fonction est définie par la modulation, provoqué par V_{DS} , de la longueur du canal, qui présente, par ailleurs, un comportement fondamentalement ohmique.

4. PERSPECTIVE DE DÉVELOPPEMENT DU DISPOSITIF

Nous avons déjà rappelé que les principes du FET à canal vertical ne sont pas nouveaux et que, dans le passé, plusieurs tentatives de réalisation industrielle ont été effectuées.

L'intérêt renouvelé pour de telles structures provient aujourd'hui d'une part d'une légère modification de l'objectif visé, qui tend à rendre prioritaire les applications forte puissance au détriment de la fréquence, d'autre part, du développement, de la maîtrise technologique (diffusion, épitaxie, oxydation localisée, intégration...).

Ce deuxième point est extrêmement important, car il s'agit de réaliser, pour des applications de puissance, plusieurs milliers de structures élémentaires interconnectées, c'est-à-dire de transposer la technologie des circuits intégrés à la réalisation de dispositifs de puissance.

A partir des résultats obtenus sur les structures élémentaires réalisées entièrement par diffusion, on peut envisager, pour un dispositif « multicanal » de 4 000 canaux, sur un substrat de 1 cm^2 et $50 \Omega \text{ cm}$, les performances suivantes :

$$\begin{aligned} I_{D \max} &= 30 \text{ A} & r_{\text{sat}} &= 2 \Omega \\ BV_{DSS} &= 100 \text{ V} & P_{\max} &= 1\,000 \text{ W} \\ BV_{GSS} &= 8 \text{ V} & f_{\text{lim}} &= 100 \text{ MHz} \end{aligned}$$

Les quatre premières équations sont le résultat d'une extrapolation directe des valeurs obtenues sur la structure élémentaire. En ce qui concerne la puissance maximale,

compte tenu de la structure même, on peut supposer une répartition homogène de la température, d'autant que le coefficient de température dI_D/dT négatif (fig. 10) contribue à uniformiser cette répartition. L'estimation simple basée sur une valeur de la résistance théorique de $0,1 \text{ }^\circ\text{C cm}^2/\text{W}$ et une élévation de la température maximale de $100 \text{ }^\circ\text{C}$ donne $P_{\max} = 1\,000 \text{ W}$.

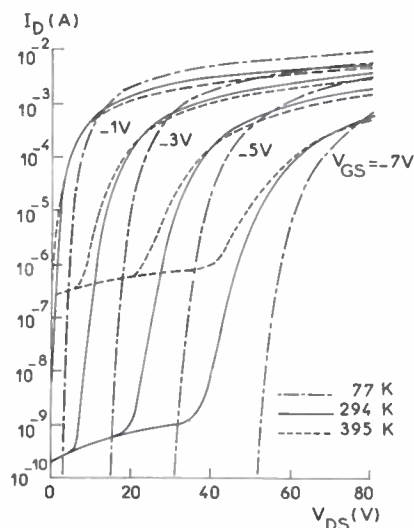


Fig. 10. — Influence de la température sur les caractéristiques de sortie (échelle semilogarithmique).

La fréquence limite a été estimée [10] à partir de l'expression théorique du gain en puissance maximum d'un quadripôle.

Ces performances comparées à celles d'un transistor bipolaire (2N 6309) de tension BV_{CEO} équivalente à BV_{DSS} ,

$$\begin{aligned} P_{\max} &= 400 \text{ W} & f_T &= 30 \text{ MHz} \\ I_{C \max} &= 90 \text{ A} & r_{\text{sat}} &= 0,4 \Omega \\ BV_{CEO} &= 100 \text{ V} \end{aligned}$$

montrent qu'il faut s'attendre à des performances beaucoup plus mauvaises en résistance de saturation, mais que, par contre, on peut certainement obtenir de meilleures performances en fréquence et surtout en puissance maximale admissible.

Cette analyse rapide est construite autour d'un dispositif avec BV_{DSS} égal à 100 V , qui, comme nous l'avons constaté, peut être obtenu assez aisément par des procédés de diffusion. Au-delà de 100 V , il est clair que, à cause des limitations de la commande maximale de grille, il faut adopter la variante (b) de la figure 1, mais plus efficacement la variante épitaxiée (C). En extrapolant les valeurs de $TV_{DS}(V_{GS})$ dans les structures diffusées, des valeurs de TV_{DS} supérieures à $1\,000 \text{ V}$ peuvent être envisagées. Des essais dans ce sens ont été réalisés favorablement au Japon [11].

5. CONCLUSION

Le transistor à effet de champ entièrement diffusé est un composant utilisable avec des tensions V_{DS} admissibles de l'ordre de 100 V et pourtant en principe contrôler

des puissances de l'ordre de 1KW. Pour atteindre des tensions admissibles de 1 000 V, il faudrait réaliser des dispositifs comportant une couche épitaxiée entre la grille et la source. Bien que nous n'ayons pas discuté les problèmes de la réponse en fréquence, les performances dans ce domaine restent bonnes (1 KW-100 MHz).

Les propriétés principales que l'étude théorique et expérimentale du TEC entièrement diffusé a mis en évidence sont :

- Les caractéristiques de sortie sont de type triode,
- Un déblocage du courant drain est susceptible

d'intervenir pour les fortes valeurs de V_{DS} , ce déblocage pouvant être interprété comme résultat d'un effet d'abaissement de barrière par le champ électrique dû à la tension de drain.

- Les caractéristiques de sortie à fort niveau de courant sont du type $I_D \propto V_{DS}$ avec $\alpha = 0,8$.

RÉSUMÉ

Les auteurs rappellent brièvement les origines du transistor à effet de champ à canal vertical et l'intérêt croissant que présente cette structure pour des applications de puissance.

Ils présentent une étude expérimentale et théorique d'une structure prototype obtenue par les seuls procédés de diffusion, et discutent les perspectives d'application de ces dispositifs.

SUMMARY

Field effect transistors for power control

by J.-L. MORENZA and D. ESTÈVE (Barcelone, Toulouse).

The authors briefly recall the origin of the field effect transistor with a vertical channel arrangement and the even growing interest that this structure presents towards power applications. Further on, they present an experimental and theoretical study of an original structure where only diffusion processes are involved. They also discuss the potential capabilities of these devices.

Bibliographie

- [1] LILIENTHAL J. E. — U.S. Patent 1745175 (1930); U.S. Patent 1900018 (1933).
- [2] SHOCKLEY W. — *Proc. IRE*, 1952, **40**, 1365.
- [3] ZULEEG R. et HINKLE V. O. — *Proc. IEEE*, 1964, **52**, 1245.
- [4] TESZNER S. et GICQUEL R. — *Proc. IEEE*, 1964, **52**, 1502.
- [5] TESZNER S. — *IEEE Trans. Electron Devices*, 1972, **ED 19**, 355.
- [6] YAGI H., ISHITANI A. et SUWA H. — *Japan Electron. Ind.*, 1974, **21**, 18.
- [7] MORENZA J. L. et ESTÈVE D. — *4th European Solid State Device Research Conference*, Nottingham, 1974.
- [8] MORENZA J. L. et ESTÈVE D. — *Electron. Lett.*, 1975, **11**, 172.
- [9] ESTÈVE D. et EZZ EL ARAB. — *Electron. Lett.*, 1973, **9**, 339.
- [10] MORENZA J. L. — *Thèse Docteur de Spécialité*, N° 1750, Université Paul Sabatier de Toulouse 1975.
- [11] NISHIZAWA J., TERASAKI T. et SHIBATA J. — *IEEE Trans. Electron. Devices*, 1975, **ED 22**, 185.
- [12] HEYDEMANN M. — *Onde Electrique*, 1972, **52**, 185.

Détermination de la fiabilité des puces hermétiques de circuits intégrés en boîtiers plastique (1)

COMPOSANTS
L'onde électrique
1977, vol. 57, n° 3
pp. 206-212

par Meshmat KHAJEZADEH,

Ingénieur diplômé de l'École d'Ingénierie de Milwaukee. Responsable du développement des circuits intégrés linéaires à la société RCA.

et Arnold S. ROSE,

Diplômé M.S. de l'Université de New York. Responsable du groupe « Technologie de l'encapsulation » à la société RCA.

RCA, Bipolar Integrated Circuits Engineering, Solid State Division, Somerville, NJ 08876 (USA).

Les circuits intégrés présentés dans des boîtiers en matière plastique ont fait l'objet de nombreuses études de fiabilité qui ont abouti à l'amélioration de

celle-ci. La métallisation par le titane, le platine ou l'or a réduit la corrosion et la contamination des puces de semi-conducteur, principales sources de défaillance.

INTRODUCTION

L'industrie des semi-conducteurs a fait de grands efforts pour améliorer la fiabilité des circuits intégrés encapsulés dans des boîtiers plastique dual in line. L'analyse des défaillances de pastilles classiques de circuits intégrés métallisés aluminium en boîtiers plastique a permis d'acquérir une connaissance base des mécanismes physiques et chimiques de ces défaillances. Cette connaissance a entraîné des améliorations significatives de la fiabilité des boîtiers plastique. La littérature scientifique détaillant ces études est importante et elle donne une vue chronologique des progrès réalisés dans la fabrication des circuits intégrés encapsulés en plastique [1-24]. Le but de cette communication est de donner une vue d'ensemble de ces développements pour trois systèmes de boîtiers décrits au tableau I.

1. SYSTÈME I DE BOITIER PLASTIQUE

Pendant la période 1970-1972, il a été reconnu que des modifications mécaniques et physiques des systèmes de boîtiers plastique dual in line étaient néces-

saires pour l'élimination d'un certain nombre de mécanismes de défaillances importantes. Ces modifications et leurs effets sur les défaillances des boîtiers plastique sont résumés au tableau II. Pour déterminer la fiabilité des boîtiers plastique dans une fabrication et pour assurer la réaction nécessaire pour le contrôle, des indicateurs en temps réel ont été établis et ils ont accéléré l'observation des mécanismes des défaillances. Ces indicateurs en temps réel ont été alors utilisés pour déterminer les effets des modifications mécaniques et chimiques données au tableau II sur la fiabilité des circuits intégrés en boîtiers plastique. Les données obtenues, résumées au tableau III montrent que des améliorations significatives de la fiabilité des boîtiers plastique ont été obtenues grâce à ces innovations. Cependant, il a été démontré sans aucune équivoque que les composés moulés constituent une barrière inefficace pour l'humidité, tandis que la présence d'humidité sur la surface de la pastille d'un circuit intégré entraîne la corrosion de la métallisation [9, 25-28].

Les modes caractéristiques de pénétration de l'humidité dans des boîtiers plastique sont la diffusion à travers le produit moulé et la capillarité aux interfaces époxy/

TABLEAU I

Boîtier	Métallisation Pastille	Passivation Jonction	Couche de protection * Métallisation	Connexion Pastille - Cadre	Produit moulé
I	Aluminium	SiO ₂	CVD PSG	Fils d'or	Époxy
II	Trimétal Ti/Pt/Au	SiO ₂ + Si ₃ N ₄	CVD PSG	Fils d'or	Époxy
III	Trimétal Ti/Pt/Au	SiO ₂ + Si ₃ N ₄	CVD PSG	Cuivre plaqué or	Époxy

* Déposée chimiquement en phase vapeur, verre phosphosilicate.

(1) Article reçu le 23 février 1976, accepté le 10 mars 1976 et traduit en janvier 1977.

TABLEAU II
Modifications mécaniques et chimiques destinées à améliorer la fiabilité des boîtiers plastiques dual in line.

Type de défaillance	Modifications mécaniques chimiques	Effet
Soulèvement bonding aux doigts/cadre .	Martelage cadre pour assurer surface plate bonding. Mandrin bonding redessiné pour meilleure uniformité pression serrage.	Amélioration résistance bonding par transfert efficace énergie US à l'interface fil bonding doigt/cadre.
Décollage bonding	Modification et optimisation surface bonding.	Résistance bonding améliorée.
Défaillance bonding provoquée par inadaptation dilatations thermiques entre produit moulé et cadre broches . . .	Réduction coefficient dilatation produit moulé à 26×10^{-6} cm/°C et température transition verre portée à 170 °C. Contraction produit moulé augmentée jusqu'à 0,009 cm/cm.	Minimisation inadaptation cadre-produit encapsulant. Amélioration possibilité boîtiers à haute température. Uniformité contraintes compression dans boîtiers moulés.
Dégradation paramètres électriques, déposition surface	Optimisation teneur phosphore couche métallisée protection.	Amélioration stabilité paramètres électriques.
Corrosion aluminium	Optimisation teneur phosphore couche métallisée protection. Réduction contamination par ion alcalin dans produit moulé. Modification pH produit moulé d'acide en voisin neutralité (échantillon extrait à l'eau).	Réduction corrosion aluminium.

TABLEAU III
Historique des améliorations de fiabilité des circuits intégrés en boîtiers plastiques.

Test	1970 (% défaillances)	1971 Amélioration mécanique (% défaillances)	1972-1974 Historique de la fabrication (défaillances/unités) (% défaillances)
Cycles thermiques : 200 cycles — 40 °C à + 150 °C. MIL Std 883 Méthode 1010 C . . .	43	0,7	86/124,709 (0,069 %)
Chocs thermiques : 200 cycles — 65 °C à + 150 °C. MIL Std 883 Méthode 1011 C . . .	57	4,2	22/20,916 (0,11 %)
Essai en cocotte-minute : 203 KN/m² (30 psia) et 1210 C, 96 h	70		21/6,736 (0,31 %)
Test de continuité 100 °C	0,5		7/350,000 (0,002 %)

brochage et plan de joint. Les effets corrosifs de l'humidité qui peut se trouver sous forme de minuscules gouttelettes dans les micropores du plastique ou encore sous forme de film à la surface métallisée de la pastille ont été également étudiés d'une manière extensive. Le mécanisme principal de la corrosion, la formation d'oxyde et d'hydroxyde d'aluminium non conducteur [29] entraîne la création de circuits ouverts.

Un revêtement de verre de silice (SiO₂) déposé en phase vapeur et dopé avec du phosphore est très largement utilisé dans la fabrication des circuits intégrés pour la passivation et la protection mécanique des dispositifs [30-35]. Le phosphore a pour effet d'éliminer les craquelures qui ne manqueraient pas de se produire dans un revêtement en SiO₂, déposé en phase vapeur et non dopé et de plus, il sert de piège aux ions métalliques alcalins. Les données expérimentales ont montré que le contrôle de la teneur en phosphore est essentiel car si la concentration en phosphore dans le SiO₂ est supérieur en poids à 2 % environ, il y a une croissance catastrophique de la vitesse de corrosion de l'aluminium et des défauts correspondants des circuits

ouverts [29]. Une technologie trimétallique qui évite les limitations de la métallisation aluminium [36] a été mise au point. On élimine ainsi le mécanisme de la corrosion en supprimant le film susceptible d'aluminium et en le remplaçant avec des couches déposées de titane, de platine et d'or [37-39].

2. SYSTÈME II. SYSTÈME TRIMÉTALLIQUE PASSIVÉ AU NITRURE DE SILICIUM

Le système de passivation au nitrure de silicium et de métallisation au titane, au platine et à l'or, utilisé pour les circuits intégrés trimétalliques est semblable à celui mis au point pour la production de tranches à l'exception de l'étape de l'électro-formage des interconnexions pastille-brochage en or et des blocs de fixation. Chaque couche a une fonction spécifique : le nitrure de silicium assure l'étanchéité des jonctions, le film de titane fait adhérer le diélectrique, le platine sert de couche-barrière de diffusion et l'or électro déposé constitue la couche conductrice. Une coupe de la structure est montrée à la figure 1.

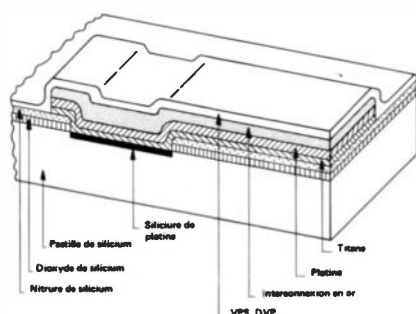


Fig. 1. — Structure trimétallique passivée au nitrure de silicium.

Le phénomène d'électro-migration constitue une cause possible de défaillance de la métallisation des semi-conducteurs. Des recherches étendues ont établi que cet effet, mettant en œuvre le mouvement moléculaire dans un conducteur métallique, varie suivant la technologie de métallisation utilisée et la configuration des conducteurs adoptés [40]. D'importants gradients thermiques et une densité de courant excessive favorisent une migration destructrice [41]. Des dispositions prenant ces facteurs en considération sont utilisées universellement et la migration métallique n'est plus un problème sérieux pour l'utilisation des circuits intégrés. Il a été estimé que la vitesse de l'électro-migration d'une métallisation en or est inférieure d'un ordre de grandeur à celle d'un conducteur classique en aluminium de conception semblable [42], ce qui donne une marge supplémentaire significative de fiabilité.

Un danger sérieux de défaillance pouvant se produire avec des métallisations à surface en or de semi-conducteurs (Ti-Pt-Au, Ti-Pd-Au, Ti-W-Au, etc...) est la formation de courts-circuits dus à la migration dans les revêtements. Pour que ce phénomène puisse se produire, il est nécessaire qu'il y ait un film continu d'humidité contenant un contaminant ionique dissous tel qu'un chlorure entre des couches métallisées de polarisation inverse. Pour éviter les courts-circuits provoqués par le phénomène d'électro-déposition, une couche supplémentaire de verre, de phosphore-silicate est déposée en phase vapeur sur la surface d'une tranche trimétallique, comme le montre la figure 1.

Il faut noter que des courts-circuits dans des revêtements se sont produits, même sur des dispositifs trimétalliques recouverts de verre de phosphore-silicate, lorsque de tels dispositifs sont enfermés dans des emballages hermétiques contenant de faibles quantités d'humidité, contaminés par un halogène [43]. Par contre, il a été trouvé que des dispositifs revêtus contenus dans des boîtiers moulés en plastique dual in line n'avaient pas de tels courts-circuits. L'efficacité du verre de phosphore-silicate déposé en phase vapeur en tant que barrière contre l'humidité provient des contraintes à la compression appliquées uniformément sur le revêtement par le produit moulé. Ces contraintes à la compression contrebalancent l'adhérence relativement faible de tels revêtements diélectriques sur une métallisation en or, tandis que la formation d'un électrolyte continu entre des conducteurs en or étroitement serrés est empêchée, grâce à un contact intime entre le verre et le métal. Ce phénomène est bien visualisé à la figure 2

qui est une photographie SEM d'une pastille de circuit intégré métallisée titane-platine-or, après enlèvement du produit moulé. Ce dispositif a été exposé pendant cinq mille heures à 85 °C, 85 % d'humidité relative, puis il a subi des essais de polarisation inverse. Il est évident qu'il n'y a pas eu d'électro-déposition entre les conducteurs en or, pendant la durée de l'exposition à cet environnement sévère.

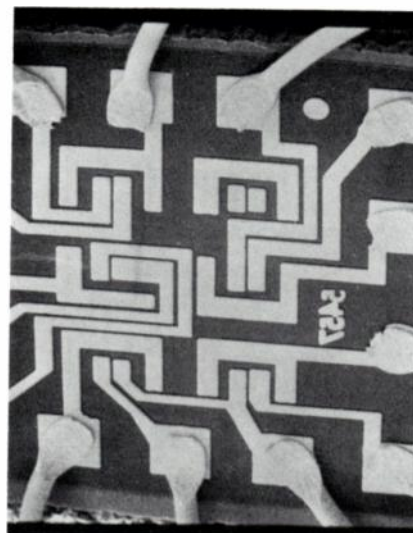


Fig. 2. — Photographie SEM d'une pastille trimétallique après une exposition à 85 °C, 85 % d'humidité relative, test de polarisation inverse pour 5 000 h (100 ×).

Une coupe d'un conducteur titane-platine-or sur une pastille de circuit intégré recouverte de verre phosphore-silicate déposé en phase vapeur est montrée à la figure 3. Cette figure illustre la continuité de la couche de verre sur la métallisation.

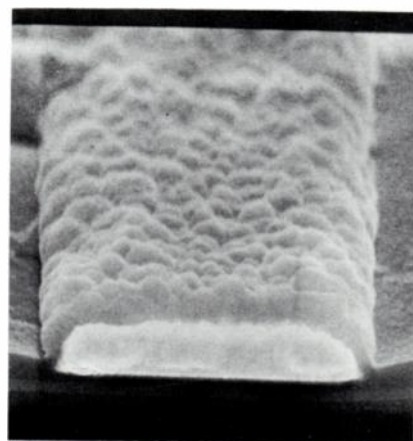


Fig. 3. — Photographie SEM d'une coupe de métallisation titane-platine-or revêtue d'une couche de VPS DVP (5 000 h - 100 ×).

Les données obtenues à 85 °C, 85 % d'humidité relative, essais accélérés de polarisation inverse, sont montrées à la figure 4. Ces données indiquent l'absence totale de défaillance résultant de l'électrodéposition de l'or, malgré les conditions sévères des essais après cinq mille heures en contraste avec le taux de défaillance des circuits intégrés classiques métallisés aluminium. Le facteur d'accélération d'un essai de polarisation inverse à 85 °C, 85 % d'humidité relative comparé avec d'autres conditions d'environnement a varié entre

quinze mille pour 32 °C, 65 % d'humidité relative à sept cent soixante mille pour — 5 °C, 25 % d'humidité relative [26]. Les résultats obtenus en « cocotte-minute » qui montrent l'absence de susceptibilité du système trimétallique à la corrosion sont montrés à la figure 5.

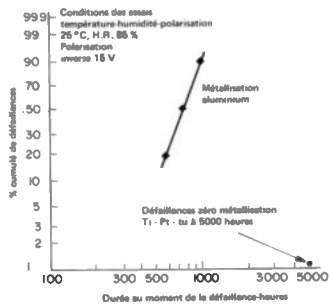


Fig. 4. — Résultats d'essais de température, humidité, polarisation comparant les pastilles métallisées trimétalliques et aluminium dans des boîtiers plastique dual in line.

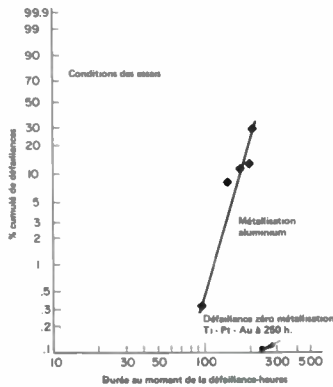


Fig. 5. — Résultats des essais à la cocotte minute de comparaison des pastilles métallisées trimétalliques et aluminium en boîtiers plastique dual in line.

Des données confirmant la possibilité des pastilles trimétalliques dans des boîtiers plastique dual in line de résister aux essais d'environnement humidité/polarisation ont été obtenues en exposant réellement les dispositifs dans des sites d'essai de la zone du canal de Panama, dans la jungle et au bord de la mer tableau IV [6, 44]. Au cours de ces essais, soixante pastilles trimétalliques dans des boîtiers plastique dual in line (système II) ont été exposées pendant quatorze mille deux cent trente-deux heures à des essais sévères d'environnement en polarité inverse, sans défaillance. Par contraste, il faut noter qu'une défaillance provoquée par la corrosion de l'aluminium a été observée dans une unité hermétiquement fermée ayant une métallisation classique.

Un résumé des données supplémentaires de fiabilité accumulées pour les pastilles trimétalliques en boîtier plastique dual in line est montré aux tableaux V et VI. Un circuit monolytique de transistor (CA 3046 G) a été choisi pour cette mesure de la fiabilité au moyen des essais en polarisation inverse. Ce dispositif permet des essais dans des conditions de polarisation inverse, avec un échauffement minimum des jonctions pour assurer la rétention de l'humidité ambiante à la surface.

Des essais accélérés de durée de vie ont été réalisés sur des circuits intégrés de puissance faisant appel à la passivation au nitrure de sodium et à la métallisation au titane, au platine et à l'or. Les valeurs des durées moyennes avant une défaillance obtenues pendant ces essais sont reportées sur un diagramme d'Arrhenius comme fonction de la température des jonctions à la figure 6. L'extrapolation à la température maximum spécifiée à 125 °C indique pour ce circuit intégré de puissance une durée moyenne d'environ 3×10^7 heures.

TABLEAU IV
Résultats d'essais sur site dans la zone du Canal de Panama.

Système boîtier	Unités			Heures	Unités heures	Défaillance	Taux de défaillance (%) 1 000 h 90 % conf.
	Bord	Jungle de mer	Total				
CA 3046 G : Ti-Pt-Au dans boîtier plastique	47	16	63	14,232	896,612	0	0,25
CA 3045 : aluminium dans boîtier céramique hermétique	32	—	32	14,232	455,424	1	0,9

TABLEAU V
Résumé des données sur la fiabilité. Pastille tri-métallique en boîtier plastique (CA 3046 G).

Essais	Conditions	Dimensions échantillon	Durée (heures/cycles)	Heures unités en cycles unités	Défaillances
Durée de fonctionnement					
Polarisation température/humidité	Polarisation inverse				
Fatigue thermique					

TABLEAU VI

Résumé des données des essais accélérés de fiabilité. Pastille trimétallique en boîtier plastique (CA 3046 G).

Essais	Conditions	Dimensions échantillon	Durée (heures/cycles)	Heures unités ou cycles unités	Défaillance catastrophique
Cocotte-minute					
Choc thermique	Méthode				
Cycle thermique	Méthode				

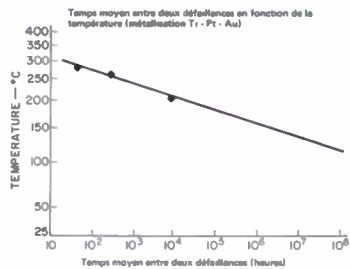


Fig. 6. — Durée moyenne avant la défaillance de circuits intégrés de puissance, métallisés titane, platine, or, en fonction de la température des jonctions.

3. SYSTÈME III. DÉVELOPPEMENTS RÉCENTS

Des systèmes automatiques d'assemblage ont été introduits dans l'industrie des semi-conducteurs, afin de réduire les frais et les difficultés des opérations. Il est tout à fait évident que l'automatisation ne peut être introduite aux dépens de la fiabilité. Il a été prouvé que le système d'assemblage décrit garde les avantages des circuits intégrés trimétalliques passivés avec du nitrure de sodium (système II) tout en assurant des opérations d'assemblage à prix intéressant et sans difficulté.

Ce système utilise des tranches ayant un bonding trimétallique et surélevé en or. Une matrice métallisée typique est montrée sur la photographie SEM de la figure 7. Les raccordements jusqu'au bonding sont réalisés avec des interconnexions en cuivre plaqué or

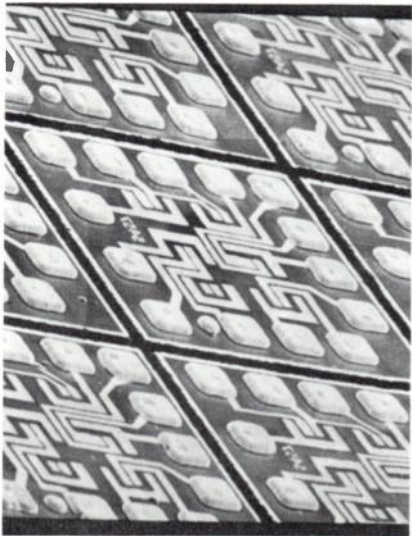


Fig. 7. — Photographie SEM du réseau d'une tranche sciée montrant des pastilles CA 3046 G avec un bonding surélevé en or (80 ×).

supportées par un ruban. Les interconnexions ont une épaisseur de trente-cinq microns et une longueur de soixante-quinze microns. Elles sont reliées au bondage métallisé de la pastille simultanément au moyen d'un thermode qui applique la chaleur et la pression sur chaque raccordement et assure la formation d'un bonding thermocompressé à extrémité libre. Une photographie SEM de ce bonding intérieur est montrée à la figure 8. D'une façon semblable, les autres parties des interconnexions sont alignées par un équipement automatique de précision avec le brochage et le bonding thermocompressé. Une section métallographique d'une interconnection est montrée à la figure 9. Des résistances élevées de liaison normalement à trente-cinq à cinquante grammes sont réalisées avec ces grandes surfaces de contact.

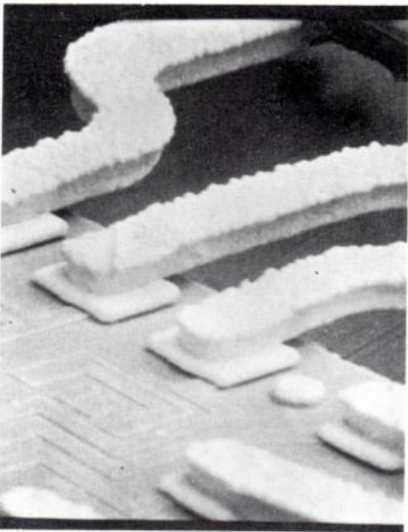


Fig. 8. — Photographie SEM d'interconnexions pastilles-brochage, reliées à une pastille métallisée titane, platine, or (200 ×).

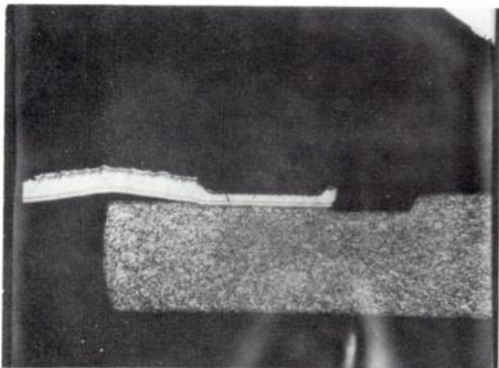


Fig. 9. — Section métallographique d'une interconnection (180 ×).

A la suite du bonding, l'assemblage multiple est réalisé de la façon classique par moulage suivi de traitement. Un circuit intégré complet fabriqué avec le système automatique d'assemblage est montré avant son montage à la figure 10. Les principaux avantages obtenus avec ce type d'assemblage automatique sont un débit plus élevé, des frais de main-d'œuvre réduits, une moindre dépendance de l'habileté des opérateurs et des résistances de liaison supérieures à celles obtenues avec un bonding en fils.

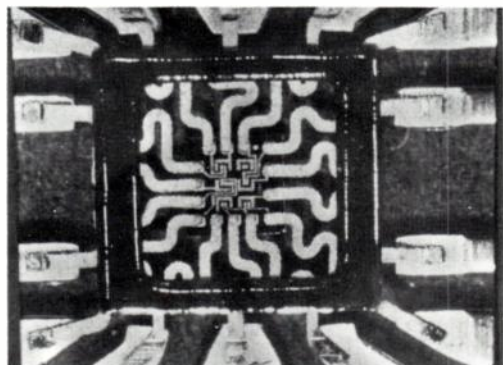


Fig. 10. — Circuit intégré assemblé au moyen du système automatique (60 ×).

RÉSUMÉ

Des études préalables sur les principaux mécanismes de défaillances constatées avec des circuits intégrés classiques, encapsulés en plastique, ont entraîné des améliorations de matériaux et de procédés qui ont amené deux ordres d'importantes améliorations de fiabilité. De plus, il a été démontré qu'en présence de sévères conditions d'environnement, on obtient une fiabilité renforcée en passivant la surface des dispositifs avec un diélectrique en nitrure de sodium et en les métallisant avec un système d'interconnection titane-platine-or. Les défaillances associées avec une métallisation en or dans de sévères conditions de polarisation à l'humidité sont évitées en déposant une couche diélectrique sur le revêtement métallisé. Des essais ultérieurs de résistance thermique, électrique et à l'humidité ont confirmé les premières indications qui prévoyaient la possibilité d'obtenir des durées de vie supérieures à 10⁷ heures pour de tels circuits intégrés à condition qu'ils fonctionnent à une température spécifiée maximum de 125 °C.

Un système automatique de montage de boîtiers dual in line a été mis au point et il fournit des boîtiers en plastique dans lesquels le bonding habituel a été éliminé et remplacé par un bonding thermocompressé d'interconnection pastille-brochage métallique. Les avantages obtenus avec ce type de montage sont discutés.

SUMMARY

Reliability evaluation of hermetic integrated circuit chips in plastic packages,

by H. KHAJEZADEN and A. S. ROSE (RCA).

Previous studies of the basic failure mechanisms of conventional plastic-encapsulated integrated circuits have led to improvements in materials and processes which have yielded two orders of magnitude improvement in reliability. Additionally, it has been demonstrated that, where severe environmental conditions are encountered, enhanced reliability is provided by device surfaces passivated with a silicon nitride dielectric and metallized with a titanium, platinum, gold interconnecting system. Failures associated with gold electroplating under severe humidity-bias conditions are avoided by the deposition of a dielectric layer over the metallization pattern. Subsequent thermal, electrical, and moisture stress

testing has confirmed earlier indications that predicted lifetimes greater than 10⁷ hours can be anticipated for these types of integrated circuits when they are operated at a maximum rated temperature of 125 °C.

An automated dual-in-line package assembly system has been evaluated that provides plastic packages in which the conventional wire bonds have been eliminated and replaced with thermocompression bonds of metal beams to both the device and the lead-frame bond sites. The advantages gained from this type of assembly system are discussed.

Bibliographie

- [1] KHAJEZADEH. — High-Reliability Plastic Package for Integrated Circuits, Proceedings of the 1973 Reliability Physics Symposium, pp. 236-244; *Microelectronics* (London), 1973, 5, No. 2 pp. 28-40.
- [2] GRAY C. R. — Integrated Circuits Reliability, Plastic Versus Ceramic DIPs, Proceedings of the 1972 Reliability Physics Symposium, pp. 100-101.
- [3] METZ E. D. — Metal Problems in Plastic Encapsulated Integrated Circuits, Proceedings of the IEEE, 1969, 57, 1606-1609.
- [4] SUNDIUS R. E. — A Recommendation for Ceramic Over Plastic IC Packages for 1972 Real-Time Commercial Computer Systems, Proceedings of the 1972 Reliability Physics Symposium, pp. 102-104.
- [5] PECK D. S. — The Design and Evaluation of Reliable Plastic-Encapsulated Semiconductor Devices, Proceedings of the 1971 Reliability Physics Symposium, pp. 81-93.
- [6] TAMBURRINO A. L. et al. — Failure Mechanisms in Plastic Encapsulated Microcircuits, Report No. AD-689-224, May 1969.
- [7] REICH B. and HAKIM E. B. — Environmental Factors Governing Field Reliability of Plastic Transistors and Integrated Circuits, Proceedings of the 1972 Reliability Physics Symposium, pp. 82-87.
- [8] HALLECK M. C. — The IC Plastic Package. A Simple Method for Predicting Package Performance, Proceedings of the 1972 Reliability Physics Symposium, pp. 88-94.
- [9] FLOOD J. L. — Reliability Aspects of Integrated Circuits, Proceedings of the 1972 Reliability Physics Symposium, pp. 95-99.
- [10] SCHNABLE G. L. and KEEN R. S. — Metallization and Bonds — A Review of Failure Mechanisms, Proceedings of the 1968 Reliability Physics Symposium, pp. 170-192.
- [11] OLBERG R. C. — The Effects of Epoxy Encapsulant Composition on Semiconductor Device Stability, Journal of the Electrochemical Society, Vol. 118, Jan. 1971, pp. 129-133.
- [12] BERGH A. A. and SCHNEER G. H. — The Effect of Ionic Contaminants on Silicon Transistor Stability, IEEE Transactions on Reliability, Vol. R-18, May 1969, pp. 34-38.
- [13] HAKIM E. B., MALINOWSKI G. and HOLEVINSKI R. — Who Wants Reliable Plastic Semiconductors?, Proceedings of the 1973 Reliability Physics Symposium, pp. 230-235.
- [14] BEARD R. — Evolution of a High-Reliability Molded DIP, Proceedings of the 1972 Reliability Physics Symposium, pp. 72-77.
- [15] FELDT J. E. and HNATEK E. R. — High Reliability Consumer IC's, Proceedings of the 1972 Reliability Physics Symposium, pp. 78-81.
- [16] ADAMS C. N. — A Bonding-Wire Failure Mode in Plastic Encapsulated Integrated Circuits, Proceedings of the 1973 Reliability Physics Symposium, pp. 41-44.
- [17] ADAMS J. D. — Integrated Circuit Reliability Considerations, 1/4-1 to 1/4-7 in IEEE INTERCON, Improving Producibility II, IEEE Cat. No. 74CH0904-3, 1974.
- [18] ANOLICK E. S., AMENDOLA A. and LEVITZ P. J. — Acceleration Factors for Environmental Life Testing of Integrated Circuits, Proceedings of the 1971 Reliability Physics Symposium, pp. 228-232.
- [19] BEVINGTON J. R., COOK J. P. and LITTLE D. R. — Plastic IC Reliability Evaluation and Analysis, Proceedings of the 1970 Reliability Physics Symposium, pp. 73-80.
- [20] DOBSON O. — Junction-Coating Resins Improve S.C. Performance, *Electronic Engineering* (London) Vol. 43, No. 3 (March 1971), (March 1971), pp. 47-49.
- [21] GROSSMAN S. E. — Plastic Packages Press On, *Electronics*, Vol. 46, No. 21, (October 11, 1973), pp. 80-81.
- [22] HIRSCH H. — Resin Systems for Encapsulation of Microelectronic Packages, *Solid State Technology* Vol. 13, No. 8 (Aug. 1970), pp. 48-55.
- [23] OHTSUKI T., SHINTAKU O. and FUKUWATARI H. — A Study of the Epoxy Resin Evaluation for Integrated Circuits Encapsulation, Electrochemical Society Extended Abstracts, Vol. 73-2, 1973, pp. 400-402.
- [24] SINNADURAI F. N. — The Accelerated Aging of Plastic Encapsulated Semiconductor Devices in Environments Containing a High-Vapor Pressure of Water, *Microelectronics and Reliability*, Vol. 13, 1974, pp. 23-27.
- [25] FISCHER F. — Moisture Resistance of Plastic Packages for Semiconductor Devices, Proceedings of the 1970 Reliability Physics Symposium, pp. 94-100.
- [26] PECK D. S. and ZIERDT C. H. Jr. — Temperature-Humidity Acceleration of Metal-Electrolysis Failure in Semiconductor Devices, Proceedings of the 1973 Reliability Physics Symposium, pp. 146-152.
- [27] KOLESAR S. C. — Principles of Corrosion, Proceedings of the 1974 Reliability Physics Symposium, pp. 155-159.

- [28] LAWSON R. W. — The Accelerated Testing of Plastic Encapsulated Semiconductor Components, Proceedings of the 1974 Reliability Physics Symposium, pp. 243-249.
- [29] PAULSON W. M. and KIRK R. W. — The Effects of Phosphorous-doped Passivation Glass on the Corrosion of Aluminum, Proceedings of the 1974 Reliability Physics Symposium, pp. 172-179.
- [30] STRATER K. — Controlled Oxidation of Silane, *RCA Review*, Vol. 29, 1968, pp. 618-629.
- [31] DEAL B. E., FLEMING R. J. and CASTRO P. L. — Electrical Properties of Vapor Deposited Silicon Nitride and Silicon Oxide Films on Silicon, *Journal of the Electrochemical Society*, Vol. 115, 1968, pp. 300-307.
- [32] SCHLACTER M. M. et al. — Advantages of Vapor-Plated Phosphosilicate Films in Large-Scale Integrated Circuit Arrays, *IEEE Transactions on Electron Devices*, Vol. ED-17, 1970, pp. 1077-1083.
- [33] SUNAMI H., ITOH Y. and SATO K. — Stress and Thermal Expansion Coefficient of Chemical-Vapor-Deposited Glass Films, *Journal of Applied Physics*, Vol. 41, 1970, pp. 5115-5117.
- [34] SCHNABLE G. L. — Glass Passivation of Integrated Circuits by Chemical Vapor Deposition of Oxide Films, *IEEE 1971 International Convention Digest*, pp. 586-587.
- [35] NAGASIMA N. — Structure Analysis of Silicon Dioxide Films Formed by Oxidation of Silane, *Journal of Applied Physics*, Vol. 43, 1972, pp. 3378-3386.
- [36] SCHNABLE G. L. and KEEN R. S. — Aluminum Metallization Advantages and Limitations for Integrated Circuit Applications, Proceedings of the IEEE, Vol. 57, Sept. 1969, pp. 1570-1580.
- [37] PECK D. S. — Reliability of Beam-Lead Sealed-Junction Devices, Proceedings of the 1969 Reliability Physics Symposium, pp. 191-201.
- [38] WRIGHT J. — Reliability Improvements of Plastic Semiconductors Using Gold Metallization, Proceedings of the 1973 Reliability Physics Symposium, pp. 224-229.
- [39] LEPSALTER M. P., WAGGENER H. A., MACDONALD R. W. and DAVIS R. E. — Beam-Lead Devices and Integrated Circuits. Correspondence in Proceedings of the IEEE, Vol. 53 No. 4 (April 1965), p. 405. LEPSALTER M. P. — Beam-Lead Technology. The Bell System Technical Journal, Vol. XLV, No. 2, (February 1966, p. 233.
- [40] BLACK J. S. — Physics of Electromigration, Proceedings of the 1974 Reliability Physics Symposium, pp. 142-149.
- [41] PITETTI R. C. — Electromigration of Ti-Pt-Au Conductors, Proceedings of the 1972 Rel. Phy. Sym., pp. 171-174.
- [42] WILSON R. W. and TERRY L. E. — IC Metallization Systems : A Comparison, *Electronic Packaging and Production*, Vol. 10, No. 10, October, 1970, pp. MC29-MC40.
- [43] SHUMKA A. — Migrated Gold Resistive Short Evaluations at JPL, private communication (13 Sept. 1974) Migrated Gold Resistive Shorts in Low Power Digital Integrated Circuits Report TOR-0075 (5901-02)-5, Cont. F04701-74-C-0075.
- [44] HAKIM E. and REICH B. — USA ECOM, Fort Monmouth, N. J. Private Communications.

Derniers développements apportés aux écrans plats pour télévision couleur (1)

COMPOSANTS

L'onde électrique
1977, vol. 57, n° 3
pp. 213-220

par Vernon J. FOWLER,

Diplômé de « Master of Science » de l'Université de l'Illinois. Responsable des projets de systèmes d'écran à plasma à la Société GTE. Laboratoire des Composants Électroniques.

et A. Bowman BUDINGER,

Diplômé en Physique et Mathématiques de l'Université de Dayton. Effectue des Recherches sur la reproduction d'images par écrans à plasma au Centre de Recherches GTE de Waltham.

GTE Laboratories Incorporated Waltham, Massachusetts, USA.



L'idée de remplacer le tube image couleur fragile et encombrant par un dispositif plat, n'est pas nouvelle ; mais ce n'est que grâce aux progrès récents réalisés dans les domaines des semiconducteurs, des cristaux

liquides et des tubes à plasma, que cette idée commence à se matérialiser par des réalisations expérimentales encore balbutiantes.

INTRODUCTION

Le concept de télévision à écran plat a été discuté par l'un des auteurs dans un article paru dans le Bulletin Technique N° 19/1974 [1]. Des progrès considérables ont été apportés « à l'image de télévision sur le mur » depuis que cet article a été écrit. Dans le présent article nous présentons plusieurs systèmes expérimentaux de télévision à écran plat réalisés depuis peu [2-10] — trois d'entre eux en couleur — et les principales améliorations qui ont été obtenues dans la luminance et le rendement

des cellules à décharge dans le gaz pour les écrans plats de télévision [11-15].

Une liste des systèmes de télévision à écran plat est établie tableau I (cette liste est la même que celle du tableau I de l'article précédent, mais avec une série de systèmes en plus). Parmi les derniers systèmes de cette liste, on trouve un nouvel écran électro-luminescent à couche fine conçu par le Sharp Corporation [3] et un nouveau système à cristaux liquides réalisé par Hughes Aircraft Company [10]. Aucune de ces deux

TABLEAU I

Quelques systèmes expérimentaux à image matricielle déjà connus.

Société	Année	Technologie	Nombre de cellules	Type d'écran
Sony	1968	Lampes incandescentes	78 000	TV couleur
Philips	1968	Plasma à courant continu	4 000	TV monochrome
Matsushita	1969	Électroluminescence	52 900	TV monochrome
Mitsubishi	1970	Électroluminescence	50 000	TV monochrome
Matsushita	1971	Électroluminescence	50 176	TV monochrome
Philips	1972	Plasma à courant continu	10 000	TV monochrome
NHK	1972	Plasma à courant continu	16 960	TV monochrome
Zenith	1972	Plasma à courant continu	16 960	TV monochrome
Laboratoires Bella	1972	Plasma à courant continu	17 094	« Visiophone »
Université de Rome	1972	Cristaux liquides	400	TV monochrome
Fujitsu	1972	Plasma à courant alternatif	16 384	TV, balayage lent
Misubishi	1973	Plasma à courant alternatif	16 384	TV monochrome
Northrup	1973	Tube cathodique à faisceaux multiples	40 960	TV monochrome
Laboratoires GTE	1973	Plasma à courant alternatif	249 856	TV monochrome
Sharp	1974	Électroluminescence	8 748	TV monochrome
Hitachi	1974	Plasma à courant continu	19 200	TV couleur
Université d'Illinois	1974	Plasma à courant alternatif	8 192	TV monochrome
Toshiba	1974	Lueur en étranglement	3 120	TV monochrome
Laboratoires Bell	1974	Plasma à courant alternatif	262 144	Images fixes
Sony	1974	Plasma à courant continu	58 800	TV couleur
NHK	1974	Plasma à courant continu	20 320	TV couleur
Hughes	1975	Cristaux liquides	10 000	TV monochrome

(1) Article reçu le 26 août 1976 et accepté le 14 septembre 1976.

technologies n'est encore en mesure de donner les trois couleurs primaires nécessaires aux écrans de télévision couleur. Les autres nouveaux systèmes sont tous des écrans à plasma. Pour une meilleure compréhension de l'application de cette technologie aux écrans de télévision, le lecteur doit se reporter à l'article du Bulletin Technique N° 19/1974 et au dernier compte-rendu sur les systèmes à écran plat à décharge dans le gaz, publié par G. Chodil de la Zenith Corporation [16].

Dans un système à écran plat, une image est formée sur une matrice à deux dimensions de cellules photo-émettrices ou photo-réfléchissantes. Chaque rangée de cellules produit une ligne unique de l'image de télévision; de ce fait, environ 480 rangées de cellules sont nécessaires. Pour un système couleur, les cellules de chaque ligne sont disposées en groupes périodiques d'éléments émettant (ou réfléchissant) le bleu, le vert et le rouge. Pour une image de télévision couleur à résolution maximale, il faut au moins 250 cellules par rangée de chaque couleur, soit au moins 36 000 cellules en tout. Chaque cellule doit avoir sa propre connexion.

Le dispositif classique d'interconnexion appelé également matrice cross-bar est représenté figure 1. Dans ce dispositif les cellules sont situées à l'intersection d'une ligne et d'une colonne. Une cellule déterminée, identifiée par la m^{e} colonne et la n^{e} ligne, est mise en service en appliquant une tension entre cette ligne et cette colonne. Mais la tension appliquée est également divisée par les connexions de cellules en séries parallèles (« chemins secondaires ») de sorte que des fractions de cette tension traversent d'autres cellules de la matrice. Il y aura une perte de contraste et de définition si ces cellules obéissent à cette faible tension. Cette perte peut être évitée si les cellules ont une réponse non-linéaire à la tension grâce à un seuil juste inférieur à la tension de service.

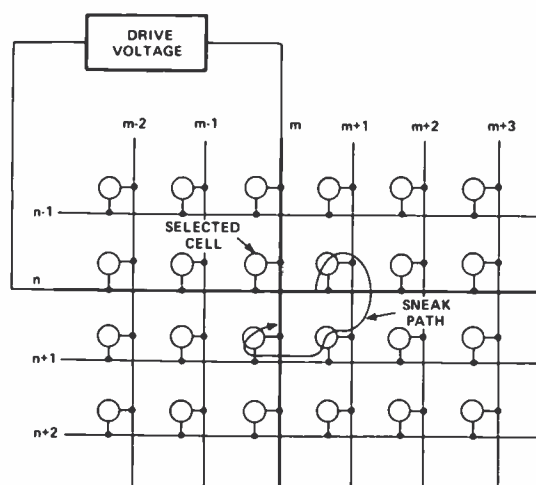


Figure 1. Cross-Bar Matrix of Display Elements.

1. ÉCRANS A PLASMA A COURANT CONTINU

Les cellules à décharge dans le gaz (ou « plasma ») sont les seules bien appropriées aux systèmes de matrice cross-bar car une tension minimale déterminée néces-

saire à l'allumage doit être atteinte avant qu'une décharge entretenue se produise; par conséquent, on n'obtient aucune réponse de la part des éléments non sélectionnés de la matrice. En outre, des cellules à plasma peuvent être réalisées en vue de produire les couleurs primaires nécessaires aux systèmes de télévision couleur en utilisant des phosphores pour convertir en lumière visible le rayonnement ultraviolet dû à la décharge. Différents luminophores permettent d'obtenir les couleurs primaires de télévision (rouge, vert et bleu).

En 1974, on a présenté trois systèmes expérimentaux de télévision couleur à écran à plasma utilisant tous des structures à courant continu dans lesquelles les décharges se produisent entre la cathode et l'anode qui sont directement en contact avec le plasma (en opposition avec les structures à courant alternatif dont les électrodes sont isolées). Le premier système, présenté par le Laboratoire Central de Recherches Hitachi [4], utilisait le principe d'autobalayage, développé par la Burroughs Corporation [17] et utilisé au début dans les systèmes de télévision monochromes aux Laboratoires Bell [18], à Zénith [19], et à NHK (Compagnie des Radiodiffusions du Japon) [20]. Avec l'aide de décharges initiales auxiliaires derrière les cellules de l'écran, on obtient la sélection d'une ligne en auto-balayage. Les décharges initiales produisent une ligne à un certain moment et faisaient passer d'une ligne de cathodes à l'autre sur l'écran. Ceci était obtenu avec des cathodes interconnectées à des rampes polyphasées et il ne fallait que sept connexions extérieures de cathodes et sept dispositifs de commande de cathodes (plus une connexion de cathode d'amorçage et son dispositif de commande).

Dans le système Hitachi, les luminophores de l'écran étaient appliqués sur la face arrière des étroites cavités en forme de pastille et l'on regardait l'image à travers une dalle transparente. Les décharges progressaient radialement le long du luminophore entre la cathode concentrique et l'anode. Cette disposition présentait un bon couplage entre l'énergie ultraviolette de la décharge et les luminophores qui étaient rendus visibles sous un grand angle. Les décharges auxiliaires étaient correctement cachées et avaient un effet négligeable sur le contraste de l'image et sur la saturation des couleurs.

Le contraste de l'image était limité par un procédé numérique de modulation de la durée et de l'amplitude des impulsions (PWAM); ainsi pour obtenir l'échelle des gris on utilisait deux niveaux d'amplitude et trois largeurs d'impulsions qui étaient sélectionnés à partir du signal vidéo mis sous forme numérique. La décharge principale engendrait une lumière blanc-bleuté qui était visible avec la lumière colorée venant des luminophores, provoquant une désaturation de la couleur. Le vert était satisfaisant, mais ni le rouge foncé, ni le pourpre, ni le bleu ne pouvaient être obtenus. Le même défaut se retrouvait dans les deux autres écrans de télévision couleur conçus par Sony Corporation et par NHK.

L'écran Sony [8] utilisait une technologie à couche épaisse pour l'élaboration des cellules et des cathodes, et une technologie à couche mince pour les autres

électrodes, offrant ainsi la possibilité d'une fabrication en série à faible coût. L'écran NHK était semblable à celui de Burroughs [17], à ceci près qu'il comportait de très petits espaces entre les couches alternées de verre. Ces espaces permettaient d'amener le lumino-phore et de le déposer sur la face interne de la dalle, à proximité de l'émission d'ultra-violets de la décharge. Ces trois écrans donnaient des images de télévision couleur non entrelacées avec une définition plus faible que celle de la télévision classique mais avec la possibilité d'un développement ultérieur vers des systèmes à haute définition.

2. DÉCHARGES A COLONNE POSITIVE

Les écrans de télévision couleur utilisaient tous des décharges en courant continu dans lesquelles le rayonnement ultraviolet était engendré dans le xénon. Le rendement de la conversion des ultraviolets de la partie négative d'une lueur est relativement bas, et par conséquent ces écrans avaient tous une faible luminance (5 à 7 milli-Lambert ou 16 à 22 Cd/m²) et un rendement lumineux médiocre (0,05 à 0,074 lumen/watt). Un système de télévision pour le grand public doit fournir à peu près dix fois plus de luminance avec 100 fois plus de rendement. De ce fait, on a cherché à améliorer les performances des cellules à décharge dans les gaz.

Les chercheurs des Laboratoires de Recherche Philips [21] ont obtenu en 1972 plusieurs lumens par watt avec des écrans à cellules cylindriques profondes produisant des décharges en colonne positive de bon rendement. Les cellules, remplies de vapeur de mercure et d'argon comme gaz de régulation et revêtues de luminophores sur les parois internes cylindriques, étaient des lampes fluorescentes miniatures, disposées dans un système matriciel à deux dimensions visibles par l'une de leurs extrémités (*fig. 2a*). On avait prévu [22] que des cellules d'une taille appropriée pour un système de télévision grand format pourraient produire 1,7 lumen/watt pour le rouge, 3,4 lumen/watt pour le vert et 0,55 lumen/watt pour le bleu, ce qui représente le minimum souhaitable. Ces travaux ont inspiré d'autres investigations dans la technologie des colonnes positives dans les Laboratoires GTE et à la Zenith Radio Corporation.

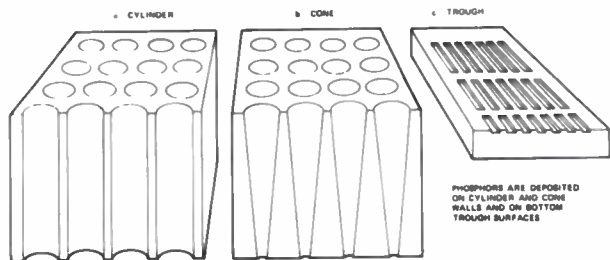


Figure 2. Positive Column Array Geometries.

Les chercheurs de Philips firent des expériences avec des lampes fluorescentes miniatures de dimensions réduites par rapport aux lampes fluorescentes classiques et ils augmentèrent la pression de l'argon et de la

vapeur de mercure afin de maintenir un rendement optimum à la conversion des ultra-violets. La pression de la vapeur de mercure était augmentée en faisant fonctionner la lampe à une température élevée. De petites cellules de ce type, adaptables à un écran de télévision, nécessitent généralement une température de l'écran de 70 à 90 degrés Celsius. La tension des lampes miniatures ne changeait pas en fonction de l'échelle de réduction dimensionnelle, et la production totale d'ultra-violets ne changeait pas non plus, comme des mesures difficiles le montraient. Les chercheurs conclurent que le rendement lumineux de la colonne positive était d'environ 80 %, ainsi qu'il est exposé dans l'article sur les lampes fluorescentes.

Aux Laboratoires GTE, des expériences similaires [11] ont été faites, mais les lampes réduites étaient faites de quartz et ne contenaient pas de luminophores. Elles étaient commandées à l'aide d'impulsions de courant d'une durée de 50 microsecondes, ce qui correspondait, dans un système de télévision, à une ligne par période. Le rayonnement ultra-violet émis par la décharge de la colonne positive passait à travers l'enveloppe de quartz et était collecté et mesuré dans une grande sphère d'intégration. Les lampes avaient une anode mobile de telle façon que la tension et le rayonnement ultra-violet puissent être mesurés en fonction de la durée de la décharge et du courant. A partir de ces données, il devenait possible de déterminer le rendement de la conversion des ultra-violets de la colonne positive. Les résultats pour des tubes à décharge ayant respectivement 3 et 1 mm de diamètre (*fig. 3*) révélèrent que le rendement d'une lampe fluorescente n'était indépendant ni de la taille de la lampe, ni de l'intensité du courant. Le rendement était de 23 à 26 % pour des tubes de 3 mm de diamètre et de 8 à 15 % pour des tubes de 1 mm de diamètre, et était inversement proportionnel à l'intensité du courant.

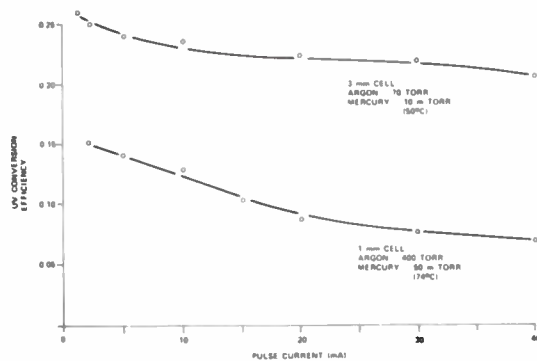


Figure 3. Positive Column UV Conversion Efficiency.

Les résultats des cellules cylindriques de la colonne positive profonde de 5 mm et de 1 mm de diamètre réalisées avec une couche de luminophores de ZnSiO₄Mn émettant du vert, disposée sur la paroi interne de la cellule cylindrique ont été également étudiés [11]. Récemment des mesures ont été faites sur des cellules similaires de forme conique (*fig. 2b*). Les chercheurs de Zenith [12] présentaient une autre structure à colonne positive (*fig. 2c*) dans laquelle la cellule est en forme de cuvette avec une colonne positive longue de 2,4 mm, large de 0,25 mm et profonde de 0,1 mm, et est observée

de profil et non plus d'une extrémité. La figure 4 montre les courbes de rendement lumineux en fonction de la luminance pour ces cellules. Sur cette figure, on peut également voir les résultats de différents autres systèmes d'écran à plasma (seules les valeurs de luminance et de rendement γ figurent).

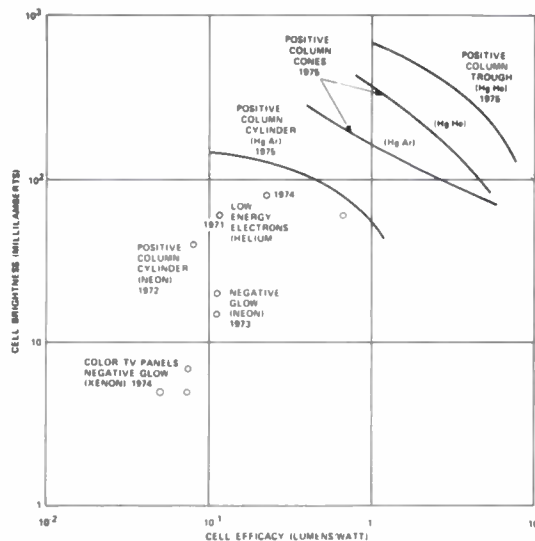


Figure 4. Brightness-Efficacy Data of Plasma Display Elements.

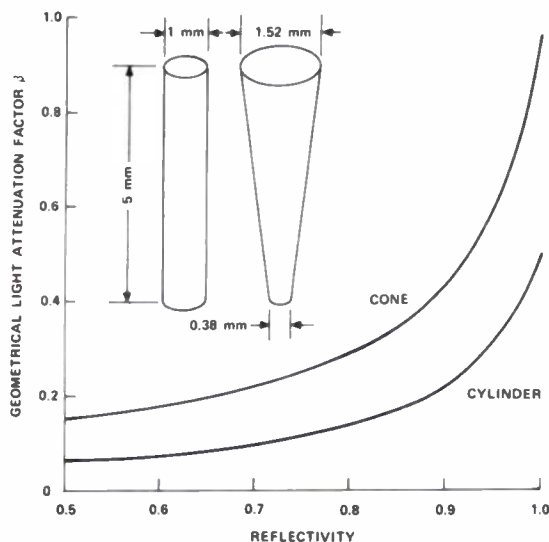


Figure 5. Geometrical Attenuation for a Cylinder and a Cone of Same Length and Enclosed Volume.

Dans le cas des cellules Philips et GTE, on constate une légère perte de la lumière engendrée à l'intérieur des cellules du fait de l'absorption par les parois des cellules, et de leur ouverture arrière. Le reste passe par les ouvertures frontales, directement ou après une ou plusieurs réflexions sur les parois de la cellule. Le rapport de la lumière sortant par l'ouverture frontale à la lumière engendrée est appelé facteur géométrique B d'atténuation de lumière. La figure 5 montre les courbes calculées de B en fonction de la réflectance du luminaire pour un cylindre ayant un rapport diamètre-longueur de 5, et pour un cône de même longueur et de même volume intérieur, ayant un rapport de diamètre avant-arrière de 4. Pour une réflectance unité.

le facteur B pour un cylindre approche 0,5; aucune lumière n'est absorbée, mais la moitié est perdue par l'ouverture arrière. Pour des cônes de grande cônécité, B peut approcher 1. Les luminophores classiques ont une réflectance d'environ 0,8, pour lesquels le B du cylindre est 0,14, et pour le cône 0,29. Ainsi, on devrait s'attendre à des résultats excellents de la part d'une cellule cônica, et ceci est justifié par nos calculs.

Pour les cellules Zenith en forme de cuvette, le luminophore est disposé au fond de la cuvette, et la lumière est obtenue directement à partir du luminophore sans réflexion. Cependant, le luminophore n'intercepte seulement que la moitié du rayonnement ultraviolet émis par la colonne positive (l'autre moitié étant dirigée vers la dalle), tandis qu'au contraire pour les cellules côniques, presque tout le rayonnement ultraviolet est converti. De cette façon, la cellule en forme de cuvette a un facteur d'atténuation de lumière géométrique égal à 0,5 environ, soit 60 % de mieux que ce qui est obtenu avec nos cellules côniques.

Le rendement des cellules en forme de cuvette était accru par leur forme oblongue, et par l'utilisation de l'hélium à la place de l'argon comme gaz intermédiaire. Récemment, on a découvert que l'hélium pouvait aussi augmenter le rendement de nos cellules coniques. Bien qu'elles soient plus lumineuses et de plus grand rendement, les cellules en forme de cuvette sont moins séduisantes que les cellules de forme circulaire, et il est également plus difficile de faire des connexions cross-bar avec ses cellules.

De cette façon, les cellules en forme de cuvette et de cône ont toutes deux des avantages et des désavantages. Pour le moment, elles présentent un inconvénient majeur : il faut une température de fonctionnement élevée pour atteindre les hautes pressions de vapeur de mercure nécessitées pour un bon rendement. Il n'est pas difficile de produire la température nécessaire à partir de la chaleur perdue par la décharge. Un écran de télévision peut être isolé thermiquement par :

- a) l'isolation de l'arrière et des côtés avec de la laine de verre;
- b) une glace transparente réfléchissant la chaleur;
- c) un espace libre sans circulation d'air entre la glace et la dalle de l'écran.

Une telle structure aurait une épaisseur de 3 à 5 cm, ce qui est peu pour un système de télévision. On pourrait dès maintenant obtenir une température de l'écran comprise entre 70 et 90 °C avec une dissipation d'écran qui ne dépasserait pas 100 W/m². Un problème plus important est qu'il faut attendre que l'écran soit chaud. La constante de temps thermique pour un écran de plasma à verre convenablement isolé serait d'environ une demi-heure (temps déterminé en fonction de la masse thermique et du taux de déperdition de chaleur). La mise en température pourrait être plus rapide en appliquant une puissance supplémentaire à l'élément chauffant, mais il est peu probable que l'écran puisse commencer à fonctionner en moins de 10 minutes.

3. AUTRES SYSTÈMES A PLASMA EN COURANT CONTINU

A IBM, Kazan et Pennebaker utilisaient un plasma à gaz comme source d'énergie pour exciter les couches de luminophores ZnO^{24} . Le rendement du luminophore était supérieur à 10 lumens par watt, mais le rendement global, en tenant compte des pertes dans le plasma, n'atteignait que 0,115 lumen par watt. Pour le moment, seule l'émission de vert peut être obtenue par cette voie. Quoiqu'il en soit, les chercheurs des Laboratoires Bell ont démontré que ce vert, combiné avec la lumière rouge-orangée d'une décharge néon, donnait un blanc satisfaisant pour un système de télévision monochrome.

Les chercheurs de Toshiba ont obtenu une luminance ponctuelle instantanée de 1 000 Lambert (3 000 000 de Candelas) à partir de décharges en étranglement dans le néon, avec un rendement lumineux calculé de 0,666 lumen par watt [6]. Avec cette haute luminance, il leur a été possible de produire une image de télévision de basse résolution au coup par coup, avec une luminance de 56 milli-Lambert (178 Cd/m^2). Il reste à savoir si les décharges en étranglement peuvent être réalisées dans les trois couleurs primaires avec un bon rendement et assez de luminance pour un système de télévision couleur de définition convenable.

4. ÉCRAN A PLASMA ET A MÉMOIRE

La plupart des écrans à plasma peuvent être commandés par des dispositifs d'emménagement dans lesquels l'écran fonctionne à la manière d'une mémoire bi-stable. Dans ce cas une tension continue ou alternative constante, appelée tension d'entretien, est appliquée à toutes les cellules, et des impulsions de tension sont sélectivement appliquées aux cellules individuelles afin de les allumer (ou de les éteindre). Il est possible d'obtenir une échelle des gris sur les écrans à mémoire soit en changeant le nombre des cellules allumées par unité de surface (méthodes des demi-teintes), soit en modifiant la durée d'allumage des cellules individuelles (modulation du rapport cyclique). Les deux méthodes ont été essayées au début dans des systèmes expérimentaux de télévision à faible définition sur des écrans à plasma à courant alternatif [26, 27] et améliorés récemment pour atteindre des images à haute définition [2, 5, 7].

La mémoire est une caractéristique inhérente à l'écran à plasma en courant alternatif mais elle est aussi obtenue non sans quelques difficultés avec des écrans à plasma en courant continu [28, 29]. L'écran à courant alternatif diffère des écrans à courant continu car il fait appel à des électrodes recouvertes d'une mince couche isolante [30]. Cette couche est un moyen simple, peu coûteux, sans perte et fiable, pour l'insertion d'une impédance limitant le courant en série avec chaque cellule d'un écran matriciel, permettant de ce fait une distribution uniforme du courant allant des cross-bars à un grand nombre de cellules fonctionnant toutes simultanément sur plusieurs lignes différentes de l'écran. La capacitance série de la couche augmente considéra-

blement l'aspect bistable de la décharge dans les gaz. Le courant circule par courtes impulsions, une fois chaque demi-période, s'arrêtant quand la capacitance série devient suffisamment grande pour mettre la tension des cellules en dessous du niveau d'entretien. Quand la polarité de la tension alternative change, la tension qui s'est développée aux bornes de la capacitance série aide la tension appliquée. Ainsi, si une cellule s'allume durant une alternance, la tension résultante de la capacitance peut être utilisée pour s'assurer qu'elle s'allumera au cours de la prochaine demi-période.

L'avantage principal des écrans à mémoire pour les systèmes de télévision est l'augmentation considérable du rapport cyclique par rapport aux écrans qui ne sont pas à mémoire, et qui ne peuvent afficher qu'une seule ligne à la fois.

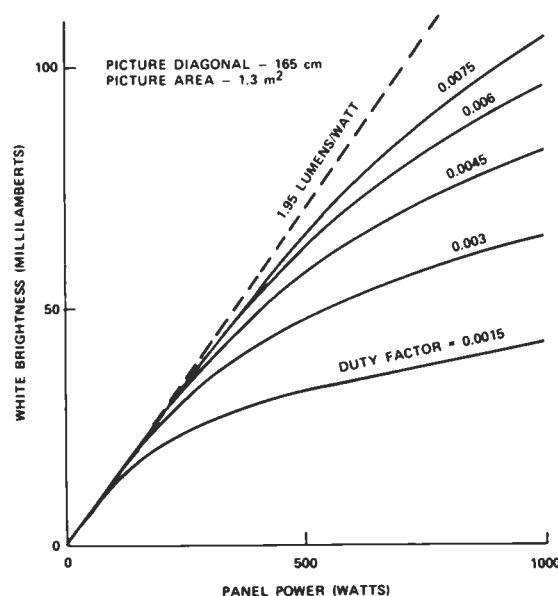


Figure 6. Calculated Performance of a Large Color TV Plasma Panel.

La luminance de l'écran à un niveau de courant donné augmente en fonction du rapport cyclique. La figure 6 montre l'action du rapport cyclique sur la courbe de luminance en fonction de la puissance pour un grand écran à plasma en courant continu calculé d'après nos données sur la cellule conique. La courbe la plus basse correspond à un système de télévision affichant à une ligne à la fois. Si le rapport cyclique augmente, la luminance à un niveau de puissance donné augmente, tout en restant limitée à 1,3 milli-Lambert/watt ($4,13 \text{ Cd/m}^2/\text{W}$), ou un rendement de 1,95 lumen/watt. L'utilisation de grands rapports cycliques évite l'écrasement de la luminance qui accompagne les fortes intensités. Ainsi, avec un tel système il doit être possible d'éviter la peine de chercher le rendement pour atteindre les niveaux de luminance nécessaires aux téléviseurs grand public. Malheureusement, cet avantage n'est pas pleinement réalisé dans l'écran à plasma en courant alternatif, car le courant ne circule pas de façon permanente mais par courtes impulsions de grande amplitude, une par alternance.

En 1974, Anderson et Fowler des Laboratoires GTE obtenaient sur un écran à plasma en courant alternatif, une image animée de télévision monochrome en utilisant

une modulation du rapport cyclique pour obtenir l'échelle de gris. Ceci était la plus grande image de télévision à écran plat connue à ce jour. Un système similaire était développé à peu près au même moment à l'Université d'Illinois par K. Ando, chercheur envoyé du Japon par Hitachi Ltd [5].



Fig. 7.

La figure 7 représente une photographie du système GTE en fonctionnement et l'opération est illustrée par les figures 8 et 9. Un écran à mémoire de marque déposée Digivue® Owens Illinois (écran à plasma en courant continu) avait été modifié pour inscrire et effacer complètement une ligne à la fois, et cela six fois par ligne de balayage, ce qui fait environ 10^8 opérations par seconde. L'écran de $21,5 \text{ cm}^2$ a 512 colonnes et 512 lignes avec une définition de 2.4 lignes par millimètre et une luminance d'environ 25 milli-Lambert (80 Cd/m^2). La couleur rouge-orangée provient d'une décharge dans le néon. Les signaux vidéo et de synchronisation pour le système sont obtenus à partir d'un récepteur de télévision classique. Le signal vidéo est mis sous forme numérique par un convertisseur analogique-numérique à six bits. Une mémoire à accès aléatoire (RAM) est utilisée pour l'emménagement des données, et une mémoire de lecture (Read Only Memory-ROM) est utilisée pour commander le programme.

L'échelle des gris est obtenue en faisant varier le temps d'allumage des cellules individuelles du système. Les cellules fonctionnent à intensité fixe quand elles sont allumées, et l'œil humain intègre la lumière émise et en perçoit l'intensité moyenne. La durée d'ouverture des cellules varie en fonction des combinaisons de six impulsions dont les largeurs forment une progression binaire, comme il est représenté figure 9. Les six impulsions sont commandées séparément par les digits correspondant du signal vidéo sous forme numérique, l'impulsion de lumière A, la plus courte, est contrôlée par le plus petit bit significatif, et l'impulsion de lumière F, la plus longue, est contrôlée par le bit le plus important du mot. La figure 9a représente une séquence d'impulsions pour une luminance maximale. Toutes les six impul-

sions de A à F sont présentes. La figure 9b montre une séquence d'impulsions pour une luminance de 75 %; il n'y a que deux impulsions présentes, la E (25 %) et la F (50 %). Dans la figure 9c, 52 % de luminance sont obtenus avec l'impulsion A (2 %) et l'impulsion F (50 %).

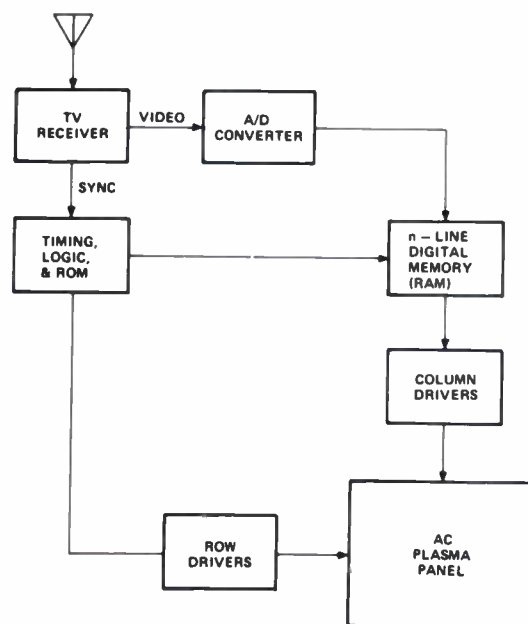


Figure 8. Memory Panel TV Display.

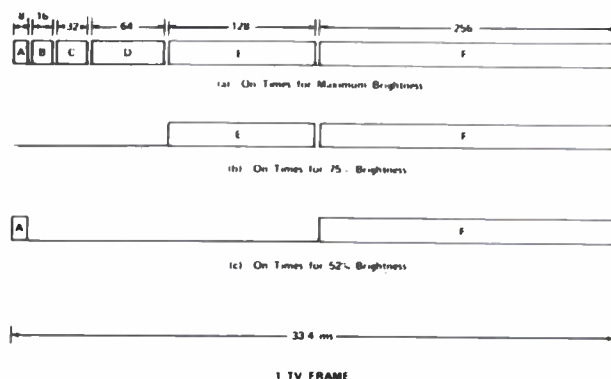


Figure 9. Light Pulses from AC Plasma Panel TV Display

Le RAM (Random Access Memory) représente une partie importante du coût de ce système. Avec la lueur négative relativement peu efficace utilisée dans ce système, les cellules les plus lumineuses doivent être allumées pendant presque toute la durée d'une trame pour obtenir une bonne luminance. Ceci nécessitait un bit de mémoire RAM par élément d'image, soit 262 144 bits pour tout l'écran. Avec une colonne positive il devrait être possible d'obtenir une luminance comparable en divisant par 10 le temps d'ouverture, ce qui ne nécessiterait que 26 000 bits de mémoire.

L'obligation d'avoir une mémoire numérique distincte de l'écran a été évitée par les chercheurs des Laboratoires Bell qui, en 1974, décrivaient un système d'images fixes à demi-teintes sur un écran à plasma en courant alternatif grâce à une technique appelée « mélangeur commandé » (ordered dither) [7]. Il apparaît que cette méthode pourrait être également applicable aux systèmes de

télévision d'images animées. Le signal vidéo est mis sous forme numérique à 64 niveaux, puis est comparé à un niveau prédéterminé pour chaque cellule. Si le signal vidéo est plus grand que le niveau prédéterminé, la cellule est allumée. Pour un système de télévision, elle devrait être éteinte à peu près une trame plus tard. Les niveaux prédéterminés ont été sélectionnés pour diminuer l'effet de faux relief tout en préservant le plus possible la définition. Des images de bonne qualité ont été obtenues sur un écran à mémoire Digivue® Owens Illinois, de 512 colonnes sur 512 lignes. Quoi qu'il en soit, comme avec n'importe quelle autre technique à demi-teintes, la définition de l'image (en paires de lignes par millimètre) est considérablement inférieure à ce qui pourrait être obtenu si chaque cellule était commandée par un seul point d'image.

CONCLUSIONS

Les systèmes expérimentaux de télévision couleur à écran plat de haute qualité pourraient être développés à partir des réalisations de ces dernières années. Les dimensions de tels écrans iraient de 0,2 m² (la plus grande possibilité avec des tubes images) à plus d'1 m² avec une luminance correcte et relativement peu de puissance. Ils pourraient être incorporés dans un meuble peu épais ou dans un tableau qui pourrait être accroché au mur. Les inconvénients des systèmes à projection seraient ainsi évités comme la plupart des problèmes du tube-image (déconvergence, grandeur limitée, poids et volume, dangers d'une tension extrêmement haute, rayons X, et implosion du tube).

La technique la plus prometteuse pour la télévision à écran plat est celle qui fait appel à la colonne positive d'une lueur de décharge dans la vapeur de mercure, tant pour les systèmes fonctionnant ligne par ligne que pour les systèmes à mémoire. Les principaux obstacles à cette technique sont : 1) éviter ou corriger la désaturation des couleurs par l'émission visible de la décharge ; 2) obtenir des résultats satisfaisants des rangées de cellules de la colonne positive ; 3) étudier des circuits de commande corrects pouvant être intégrés ; 4) surpasser les obstacles liés à la tension élevée d'amorçage des cellules à colonne positive.

Les limites inhérentes d'un tel système expérimental sont d'une part un temps de mise en température trop long et d'autre part l'obligation d'avoir des centaines de connexions, chacune ayant un transistor de commande. La défaillance de certaines connexions ou des commandes conduirait à la disparition peu agréable de colonnes ou de lignes entières ou de larges fractions de l'image. Toutefois, d'autres étapes doivent être franchies pour dépasser ces limites avant qu'une télévision à écran plat ne devienne un produit de grande consommation.

RÉSUMÉ

Les recherches pour adapter les écrans plats aux récepteurs grand public de télévision couleur ont considérablement avancé

en 1974 et 1975. Neuf nouveaux écrans expérimentaux de télévision ont été présentés, la plupart d'entre eux, dont trois en couleur de définition réduite et de faible luminance, étaient des écrans à plasma. Trois autres étaient des écrans à mémoire, avec une définition et une luminance relativement grandes. Un travail important est poursuivi pour améliorer la luminance et le rendement lumineux des cellules des écrans à plasma. On a démontré que les cellules ne nécessitent qu'un minimum d'adaptation pour la télévision couleur ; toutefois, il reste les problèmes de la haute tension de démarrage, du temps de chauffage assez long, et de la désaturation de la couleur. De nombreux progrès sont attendus dans un proche avenir en appliquant les possibilités existantes aux écrans de télévision couleur de qualité supérieure. Mais il reste toujours les principaux obstacles à franchir avant que des prototypes de télévision à écran plat destinés au grand public puissent être réalisés.

SUMMARY

Recent advances in flat-panel colour television,

by VERNON J. FOWLER and A. BOWMAN BUDINGER (GTE).

Considerable progress was made in 1974-1975 toward the goal of flat-panel colour television for the home. Nine new experimental TV panels were reported; most of these were plasma panels of which three were in colour with low resolution and brightness. Three were storage panels, implemented with moderately high resolution and brightness. Much work continued toward improvement of brightness and luminous efficacy of plasma panel cells. Cells were demonstrated that can meet the minimum requirements for colour television : however, there are remaining problems with high starting voltage, long warmup time, and colour desaturation. Further progress can be expected in the near future with existing capabilities applied to experimental high-quality colour television displays. Major breakthroughs are still needed before prototypes of flat-panel home TV can be developed.

Bibliographie

- [1] FOWLER V. J. — *Flat Panel Color Television*, Sylvania Vidéon, Technical Bulletin No. 19, 1974.
- [2] ANDERSON B. C. and FOWLER V. J. — *AC Plasma Panel TV Display with 64 Discrete Intensity Levels*, Digest of Technical Papers, 1974 SID International Symposium, San Diego, Cal., May 21-23, 1974, pp. 28-29.
- [3] MITO S., SUZUKI C., KANATANI Y. and ISE M. — *TV Imaging System using Electroluminescent Panels*, Digest of Technical Papers, 1974 SID International Symposium, San Diego, Cal., May 21-23, 1974, pp. 86-87.
- [4] FUKUSHIMA M., MURAYAMA S. and KAJI T. — *Color TV Display using a Flat Gas Discharge Panel*, Digest of Technical Papers, 1974 SID International Symposium, San Diego, Cal., May 21-23, 1974, pp. 120-121.
- [5] *University of Illinois Bulletin*, College of Engineering, Urbana, Ill., January 6, 1975, p. 16.
- [6] HORI H., KASAHARA K. and INOUE K. — *A Picture Display Panel Using a Constricted Glow Discharge*, IEEE Trans. Electron Devices, ED-21, June 6, 1974, pp. 372-376.
- [7] JUDICE C. N., JARVIS J. F. and NINKE W. H. — *Bi-Level Rendition of Continuous Tone Pictures on an AC Plasma Panel*, Abstracts, 1974 Conference on Display Devices and Systems, IEEE, SID, AGED, New York City, October 9-10, 1974, pp. 29-30.
- [8] AMANO Y. — *A Flat Panel Color TV Display System*, Abstracts, 1974 Conference on Display Devices and Systems, IEEE, SID, AGED, New York City, October 9-10, 1974, pp. 31-32.
- [9] OHISHI I., KOJIMA T., IKEDA H., TOYONAGA R., MURAKAMI H. and TAJAMI T. — *An Experimental Real-Time Color TV Display with a DC Gas Discharge Panel*, Abstracts, 1974 Conference on Display Devices and Systems, IEEE, SID, AGED, New York City, October 9-10, 1974, pp. 33-34.
- [10] LIPTON L. T., MEYER M. A. and MASSETTI D. O. — *Liquid Crystal TV Display using a Silicon-on-Sapphire Switching Array*, Digest of Technical Papers, 1975 SID International Symposium, Washington, D.C., April 22-24, 1975, pp. 78-79.
- [11] BUDINGER A. B. — *Positive Column Discharge Cells for Multicolor Display Panels*, Digest of Technical Papers, 1975 SID International Symposium, Washington, D.C., April 22-24, 1975, pp. 54-55.
- [12] DE JULE M. C. and CHODIL G. J. — *High-Efficiency, High-Luminance Gas Discharge Cells for TV Displays*, Digest of Technical Papers, 1975 SID International Symposium, Washington, D.C., April 22-24, 1975, pp. 56-57.
- [13] HINSON D. C. and BENNETT R. A. — *Xenon-Based Gas Mixtures for AC Plasma Panels with Phosphor*, Digest of Technical Papers.

- 1974 SID International Symposium, San Diego, Cal., May 21-23, 1975, pp. 118-119.
- [14] CRISP M. D., HINSON D. C., BENNETT R. A. and SIEGEL J. I. — *Luminous Efficiency of a Digivue Display/Memory Panel*, IEEE Trans. Electron Devices, ED-22, September 9, 1975, pp. 681-685.
- [15] MATSUZAKI H., IMAHORI Y. and KAMEGAYA T. — *Discharge Characteristics and the Analysis of a Hollow Cathode for a Gas Discharge Display Panel*, J. Appl. Phys., 46, October 10, 1975, pp. 4392-4399.
- [16] CHODIL G. — *Gas Discharge Displays for Flat-Panel TV*, IEEE Transactions on Consumer Electronics, CE-21, August 3, 1975, pp. 221-236.
- [17] HOLZ G. E. — *The Primed Gas Discharge Cell. A Cost and Capability Improvement for Gas Discharge Matrix Displays*, Proceedings of the SID, 13/1, First Quarter, 1972, pp. 2-5.
- [18] CHEN Y. S. and FUKUI H. — *A Field Interlaced Real Time Gas Discharge Flat Panel Display with Gray Scale*, Digest of Technical Papers, 1972 IEEE Conference on Display Devices, New York City, October 11-12, 1972, pp. 70-76.
- [19] CHODIL G. J., DE JULE M. C. and MARKIN J. — *Good Quality TV Pictures Using a Gas Discharge Panel*, Digest of Technical Papers, 1972 IEEE Conference on Display Devices, New York City, October 11-12, 1972, pp. 77-81.
- [20] *Electronics*, June 19, 1972, p. 60.
- [21] VAN HOUTEN S., JACKSON R. N. and WESTON G. F. — *DC Gas Discharge Display Panels*, Proceedings of the SID, 13/1, First Quarter 1972, pp. 43-51.
- [22] VAN GELDER Z. and MATTHEIJ M. — *Principles and Techniques in Multicolor DC Gas Discharge Displays*, Proceedings of the IEEE, 61, July 7, 1973, pp. 1019-1024.
- [23] WAYMOUTH J. F. and BITTER F. — *Analysis of the Plasma of Fluorescent Lamps*, J. Appl. Physics, 27, February 2, 1956, pp. 122-131.
- [24] KAZAN B. and PENNEBAKER W. B. — *Display Devices Based on Low Voltage Excitation of ZnO in a Gas Plasma*, Proc. IEEE, 59, July 7, 1971, pp. 1130-1131.
- [25] KRUPKA D. C., CHEN Y. S. and FUKUI H. — *On the Use of Phosphors Excited by Low Energy Electrons in a Gas Discharge Flat Panel Display*, Proc. IEEE, 61, July 7, 1973, pp. 1025-1029.
- [26] UMEDA S., MURASE K., ISHIZAKI H. and JURAHASHI K. — *Picture Display with Gray Scale in the Plasma Panel*, Conference Record, 1973 SID International Symposium, New York City, May 15-17, 1973, pp. 70-71.
- [27] KURAHASHI K., TOTTORI H., ISOGAI F. and TSURUTA N. — *Plasma Panel with Gray Scale*, Conference Record, 1973 SID International Symposium, New York City, May 15-17, 1973, pp. 73-74.
- [28] WALTERS F. — *DC Gas Discharge Storage Displays*, Digest of Technical Papers, 1974 SID International Symposium, San Diego, May 21-23, 1974, pp. 126-127.
- [29] SMITH J. — *Experimental Storage Display Panels Using DC Gas Discharges Without Resistors*, IEEE Transactions on Electron Devices, ED-22, September 9, 1975, pp. 642-649.
- [30] HOEHN H. J. and MARTEL R. A. — *A 60 Line Per Inch Plasma Display Panel*, IEEE Transactions on Electron Devices, ED-18, September 9, 1971, pp. 659-663.

Les motivations et les limites de l'automatisation des mesures sur les composants électroniques

COMPOSANTS

L'onde électrique
1977, vol. 57, n° 3
pp. 221-223



par Himcha BENBADIS,

Ingénieur ESE Radio, Ingénieur-Docteur, Licencié ès Lettres, Directeur de la qualité.

Texas Instruments France, BP 5
06270 Villeneuve-Loubet.

Le contrôle de la qualité dans l'industrie des composants électroniques revêt une très grande importance. Les impératifs de production et les contraintes écono-

miques conduisent à l'utilisation de systèmes de contrôle variés dont les plus séduisants, semblent être, a priori, les systèmes entièrement automatiques.

Parmi les méthodes adoptées par l'industrie à la recherche d'une efficacité accrue, l'automatisation a joué dans les 25 dernières années un rôle fondamental. L'industrie des composants n'a pas échappé à la règle générale. Il se trouve d'autre part, que la mesure représente aujourd'hui une fraction importante du coût de fabrication des composants. Il suffit pour s'en convaincre d'analyser le diagramme de la figure 1 qui représente à titre d'exemple l'évolution de la structure du coût d'un composant à semiconducteur.

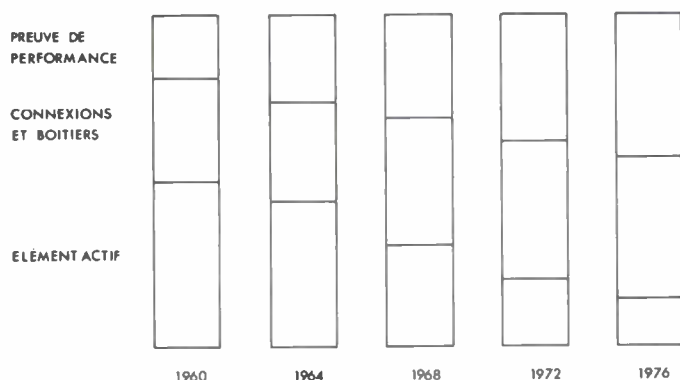


Fig. 1. — Structure du coût d'un dispositif à semiconducteur.

La part de la « preuve de performance », essentiellement faite de mesure, le reste étant constitué par l'ensemble des épreuves de qualification, n'a cessé d'augmenter. Ceci précisément à cause de l'accroissement des performances et des exigences des utilisateurs.

Les fabricants de composants ont donc naturellement envisagé d'automatiser tout ou partie de la séquence de mesure décrite dans la figure 2.

- Insertion de composant (chargement).
- Établissement et connexion du circuit de mesure.
- Lecture d'un ou plusieurs paramètres.
- Enregistrement des lectures ou sanction par tout ou rien (TRI).
- Déchargement et/ou orientation.

Fig. 2. — Mesure sur les composants. Séquence des opérations.

LES MOTIVATIONS

Les motivations économiques que nous venons d'évoquer constituent à elles seules un moteur suffisant dès lors qu'il est question de mesurer des grandes séries de composants. Une cadence de 300 pièces à l'heure étant considérée comme le seuil de l'automatisation.

Deux autres motivations d'une autre nature doivent cependant être soulignées :

— La première est la suppression de tâches fastidieuses et répétitives, d'autant moins justifiables et d'autant plus coûteuses, que la nécessité d'interpréter les résultats imposerait de les confier à un personnel spécialement formé.

— Enfin, ce sont certains impératifs techniques qui imposent souvent l'automatisation, et qui sont déterminants à eux seuls, comme les quelques exemples suivants vont essayer de l'illustrer :

a) mesurer manuellement 10 paramètres sur un composant en faisant appel à 10 mesures consécutives correspondrait à 10 insertions. Un nombre important de composants résisterait mal, voire pas du tout, à ces 10 manipulations ;

b) vérifier le fonctionnement logique ou dynamique d'un circuit intégré, même de modeste complexité, sur un dispositif manuel peut s'avérer simplement impossible ;

c) dans le cas des circuits intégrés de grande complexité, la vérification de la table de vérité nécessite des ruptures de séquence, destinées à la « recharge » des étages d'entrée. Ces ruptures sont irréalisables manuellement.

Ainsi, l'automatisation des mesures sur les composants répond à la conjonction de trois impératifs : économique, humain et technique. On pourrait donc être tenté de la considérer comme une panacée, mais ce serait oublier certaines limitations et servitudes qu'elle implique, et qu'il serait pour le moins léger d'ignorer.

LES LIMITES

Et tout d'abord sur le plan économique : si comme nous l'avons souligné tout à l'heure, les mesures manuelles sont consommatrices de main-d'œuvre, ce que l'on peut résumer en disant qu'elles coûtent essentiellement du temps, l'automatisation entraîne en plus à des dépenses de trois natures :

- matériel,
- logiciel,
- maintenance.

Le matériel, quelquefois fort cher, a du moins le mérite d'être affecté d'un prix donné et d'un amortissement calculable.

C'est le coût du logiciel et celui de la maintenance qui sont, le plus souvent, gravement sous-estimés. Que l'on décide de s'en remettre au fabricant de l'équipement pour le logiciel ou que l'on choisisse de faire sa propre programmation, on grève le coût d'exploitation d'une façon ou d'une autre, mais ce n'est jamais négligeable. En ce qui concerne la maintenance, et c'est ce qui nous permettra de passer au plan technique, elle est non seulement indispensable, car le dérèglement des machines se traduit par une grande quantité de mesures fausses (et dans le cas du fabricant par la production de grandes quantités de mauvaises pièces), mais encore doit-elle être assurée par des techniciens de première force et de qualification élevée. La prévention doit être efficace et les arrêts de machines aussi brefs que possible. Il n'est guère besoin de souligner les implications économiques de ce qui précède.

D'autres limitations à caractère technique existent, nous nous contenterons d'en évoquer quelques-unes puisque certains problèmes spécifiques nous seront exposés plus en détail tout à l'heure.

— Certains paramètres, les courants très faibles par exemple, ont un temps d'établissement quelquefois incompatible avec des temps de mesure brefs. Cela peut donner lieu à des mesures erronées.

— L'exploration rapide des configurations de circuit de mesure peut engendrer des régimes transitoires et des surcharges, lesquelles détruisent les composants ou faussent les lectures.

— La détection ou l'identification des défauts de mesure peut devenir difficile. Particulièrement quand il s'agit d'un contrôle par comparaison à un dispositif de référence.

— Dans la mesure de composants sensibles aux surcharges, tels les dispositifs à effet de champ, il faut se plier à certaines servitudes : organiser la séquence avec des courts-circuits permanents entre sorties. Ces courts-circuits ne doivent être ouverts que pour la mesure, faute de ces précautions on peut détruire la pièce.

LES ÉVENTUELS CONFLITS DE POINTS DE VUE

Les quelques servitudes de l'automatisation que nous venons de signaler ne sont pas négligeables ; elles

n'ont pas pour autant empêché de produire des grandes séries de composants tout en assurant un niveau de qualité compatible avec l'assemblage de plusieurs dizaines voire plusieurs centaines de composants par sous-ensemble ou par module. La figure 3 indique la relation qui existe entre ce que peut souhaiter l'utilisateur de composants et ce que doit produire le fabricant. Cette relation peut être complétée par le fait que l'utilisateur de composants est conduit à faire également ses propres mesures, mais avec des impératifs différents de ceux du fabricant. L'un doit mesurer des populations nombreuses d'un relativement petit nombre de modèles. L'autre souhaite contrôler des quantités plus petites d'un nombre de modèles plus grand.

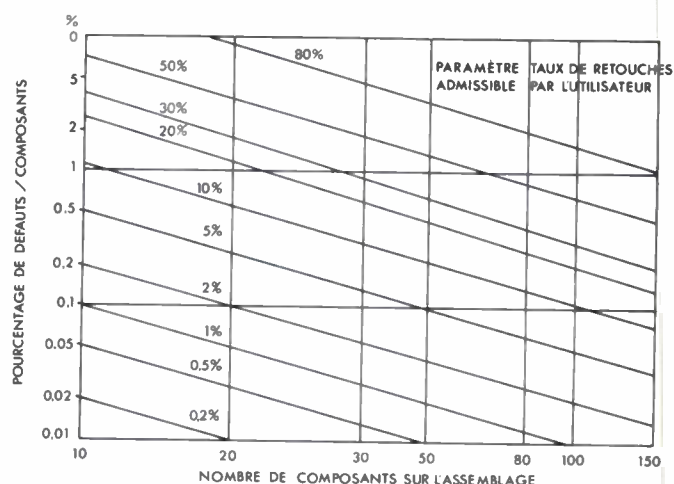


Fig. 3. — Qualité nécessaire pour un taux de retouche déterminé.

La définition des appareils de mesure se trouve compliquée par cette divergence et l'utilisateur est généralement défavorisé quant à la qualité des mesures vis-à-vis des équipements lourds et spécialisés du fabricant. La solution de ce problème se trouvera peut-être dans la possibilité donnée aux utilisateurs d'employer en commun des équipements puissants là où ils se trouvent.

Mais le conflit de points de vue va au-delà :

Si on distingue le rendement des mesures automatisées (c'est-à-dire la proportion de pièces mesurées et reconnues bonnes) et l'efficacité (c'est-à-dire, la proportion de pièces défectueuses détectées), on voit que la recherche d'efficacité peut nuire au rendement et réciproquement. En outre l'exécution d'un programme de mesure exhaustif peut se révéler simplement impossible : par exemple, l'exploration de l'ensemble des configurations possibles d'une mémoire prendrait plusieurs années.

Pour essayer de rapprocher les extrêmes, on se rappellera qu'il est toujours possible de mesurer de façon extensive (c'est-à-dire des populations entières, sur un programme réduit) et de façon intensive (c'est-à-dire sur une séquence très longue et détaillée) des échantillons. La première approche donne un bon rendement, mais a une efficacité médiocre ; la seconde assure une bonne efficacité.

Reste enfin la question « comment automatiser », une mention des problèmes de choix qui s'y posent complètera le survol que nous avons entrepris :

— Partage entre plusieurs postes du temps d'accès à la partie chère de l'équipement par multiplexage. Cette conception, logique *a priori*, peut néanmoins conduire à des investissements lourds.

— Automatisation de la manipulation des composants (chargement, déchargement).

— La mesure proprement dite, doit-elle être faite sous forme analogique ou numérique ?

— Dans le cas du tri ou du contrôle, confiera-t-on la décision à la machine ou à l'interprétation humaine ? Autant de questions auxquelles les réponses dépendent de la nature et de la dimension des industriels qui les posent, d'ailleurs toutes les variétés de solutions existent actuellement dans l'industrie.

L'objet de ce modeste exposé aura été atteint s'il a réussi à faire apparaître que l'automatisation des mesures n'est pas une fin en soi mais qu'on doit l'envisager avec des objectifs précis et clairement définis. Enfin, par-dessus tout, pour en tirer les avantages prévus il y faudra un matériel d'une grande fiabilité, des programmes de mesure établis par des spécialistes et une gestion élaborée et rigoureuse.

RÉSUMÉ

La part de la mesure représente aujourd'hui une fraction importante du coût de fabrication des composants. Elle n'a cessé d'augmenter avec l'accroissement des performances et des exigences des utilisateurs, on peut donc penser que des raisons économiques seules ont poussé les fabricants à automatiser tout ou partie des séquences de mesure en vue d'en réduire le prix de revient. C'est une motivation suffisante dans certains cas, mais les impératifs techniques qui imposent l'automatisation sont souvent déterminants à eux seuls.

On en donnera des exemples tels que : la vérification en fonctionnement logique de circuits intégrés complexes, et la mesure particulièrement longue de courants très faibles.

Bien que l'automatisation ait permis de produire de grandes séries de composants à un niveau de qualité élevé (on insistera

sur le fait qu'il s'agit là de qualité des *populations* et non des *pièces*), elle connaît certaines limites et ne constitue pas une panacée :

- des temps de mesure brefs sont quelquefois incompatibles avec la fidélité et la précision,
- le dérèglement des machines peut avoir des conséquences lourdes,
- la nécessité de maintenance très élaborée peut aller à l'encontre de l'économie.

Enfin, les vues de l'utilisateur et du fabricant de composants sur les objectifs et les méthodes de l'automatisation peuvent être différentes voire même en conflit. L'un cherchant à mesurer un grand nombre de pièces d'un relativement petit nombre de modèles, l'autre doit contrôler de petites quantités.

En conclusion, l'automatisation des mesures n'est pas une fin en soi, elle doit correspondre à un but précis, elle nécessite une conception très soignée, un matériel de grande qualité et une gestion élaborée.

SUMMARY

Automatic testing, its motivations and constraints limitations and possible conflicting approaches,

by BENBADIS (Texas Instrument France).

Testing has nowadays a major share in component manufacturing cost. This share has constantly increased with device performance and user's demand, it can therefore be believed that straightforward economic reasons had lead to automation in whole or part of test sequences, to reduce costs. This rationale may have been enough in some case, but strict technical reasons often make the decision alone.

A few examples will be quoted such as functional testing of complex integrated circuits and the exceptionally lengthy testing of very low currents.

Although automatic testing has been a key factor in large volume production of components with a high quality level (population rather than device quality will be emphasized), it is no panacea and has some limitations :

- short test times do not always meet the required accuracy and repetitiveness,
- running out of calibration machines has sometimes heavy consequences,
- the need for elaborate maintenance may conflict with cost reduction.

Component manufacturer's and user's views may differ and possibly conflict about methods and goals of automatic testing. One needs to test large quantities of relatively few types, the other wants to inspect a wide variety of small samples.

Automatic testing is not an end by itself, it must achieve a specific purpose, it requires careful design, high reliability hardware and elaborate management.

Caractéristiques à retenir pour les mesures

COMPOSANTS

L'onde électrique
1977, vol. 57, n° 3
pp. 224-230



par Roland GOARIN,

Ingénieur au CNET Lannion, Licence de physique et doctorat de 3^e cycle en électronique, Chargé de l'exploitation des résultats d'essai de fiabilité sur composants électroniques, Chargé de la Banque de Données de fiabilité du CNET, Expert international pour la fiabilité des équipements au sein de la CEI comité 56.

CNET, route de Trégastel, 22301 Lannion, France.

Les paramètres utiles dans l'étude des caractéristiques des composants, dépendent à la fois du type de composant et du type d'application. L'apparition des circuits intégrés a rendu les études de plus en plus complexes

et il a été nécessaire de faire appel à des méthodes appropriées, se prêtant en général assez bien à l'utilisation de l'informatique.

Pour une étude de fiabilité, ou pour une investigation, les paramètres importants d'un composant seront non seulement ceux de l'utilisateur, mais aussi ceux que l'on appelle « indicateurs de fiabilité ». Plutôt que de considérer uniquement la fonction du composant, on cherche au maximum à accéder aux paramètres qui caractérisent son état physique (1).

Sur des résistances à couche, par exemple, on a constaté qu'il y avait corrélation entre le bruit à l'instant initial et la dérive de la résistance en fonction du temps. Pour la recherche des indices de fiabilité, on est amené à faire un certain nombre de mesures particulières qui peuvent caractériser l'état interne du composant. Le bruit d'une résistance à couche peut révéler certaines irrégularités dans la couche métallique qui font apparaître des points chauds susceptibles d'entraîner la coupure de la métallisation et la détérioration de la pièce. Bien que le bruit ne soit pas toujours un paramètre important pour un utilisateur, on recherche cette information pour juger de la fiabilité de la résistance.

Un transistor est déjà plus difficile à caractériser et sa fabrication met en œuvre des opérations parfois difficiles à maîtriser. Les courants de fuite et le gain mesuré à faible courant sont les principaux paramètres sensibles. Un transistor utilisé dans un système logique où il sera, soit bloqué, soit saturé, sera autant que possible caractérisé par son gain, ses tensions de claquage, ses courants de fuite, car leur variation peut permettre de déceler les défauts. Des craquelures sous des thermocompressions peuvent entraîner une augmentation de la tension de saturation et un défaut par rupture de contact. Les traitements chimiques de surface ont une importance capitale sur les courants de fuite et les tensions de claquage des diodes, ainsi que sur le gain des transistors.

Un circuit intégré est un composant qui est réalisé par des moyens mécaniques et chimiques très délicats,

sa complexité augmente les chances d'imperfection de fabrication. Un contrôle optique sévère permet d'éliminer un certain nombre de pièces présentant des défauts grossiers comme des métallisations fragiles, des impuretés dans l'oxyde, un mauvais alignement des masques. Ces opérations de contrôle peuvent être renforcées mais sont coûteuses et bien souvent les fabricants établissent un compromis entre le prix de revient et les exigences du client; on est conduit à déclarer bon un composant qui passe la séquence de mesure en sortie de chaîne.

Pour caractériser un composant, il faut retenir un nombre de paramètres d'autant plus important que ce composant est complexe.

Dans le souci de réaliser des structures correspondant aux besoins des ordinateurs et des centraux téléphoniques sont apparus sur le marché des mémoires, compteurs, décodeurs et autres systèmes intégrés, tel, les microprocesseurs. La vérification du bon fonctionnement de ces structures est délicate, nous allons le constater sur exemple. Pour vérifier le fonctionnement logique d'une mémoire de m éléments de mémoire et n entrées, il est nécessaire de faire $2^{(m+n)}$ mesures différentes.

Pour un circuit tel $m + n = 40$ ceci entraîne 2^{40} soit 10^{12} vérifications. Si on considère qu'une vérification peut se faire en 10 microsecondes il faut 4 mois pour étudier cette structure du point de vue uniquement fonctionnel. Une mesure précise d'un paramètre nécessite un temps dix fois plus important, ce qui porte à trois ans le temps de mesure d'un seul composant.

Toutefois, le bon sens et une connaissance technologique du composant peuvent permettre de réduire le nombre de tests entre, par exemple, des cellules-mémoire qui sont éloignées. On en arrive ainsi à déclarer qu'un composant est bon avec une certaine probabilité qui est fonction de la séquence du test.

ÉTUDE DE LA CORRÉLATION

Nous devons déterminer quels sont les paramètres à retenir pour caractériser les composants et, à partir de là, essayer de particulariser des familles de pièces identiques. Ces pièces devront alors être étudiées séparément car elles peuvent avoir un comportement différent en cours d'utilisation.

Il sera d'autant plus aisé de déterminer les différences au sein d'un même lot que les paramètres mesurés seront plus nombreux. Il faut du temps pour faire un grand nombre de mesures et la quantité d'informations risque d'être très importante. Aussi, il importe d'étudier les relations pouvant exister entre différentes mesures, et de déterminer leur degré de dépendance afin d'en diminuer le nombre.

La représentation graphique permet dans le cas de corrélations non linéaires de réajuster les variables, car le seul calcul du coefficient de corrélation peut donner des résultats négatifs.

De plus, l'étude de corrélation permet de mettre en évidence des particularités qui ne sont pas décelables en examinant les seules répartitions des paramètres. Elle peut faire apparaître plusieurs populations dont les répartitions sont pourtant groupées sur chaque paramètre.

La figure 1 présente trois histogrammes : le test 7 donne la répartition de la mesure d'un courant d'entrée à l'état haut, le test 9 la répartition des tensions de sortie sans charge. L'observation des répartitions prises individuellement ne laisse rien apparaître de caractéristique si par contre on étudie la corrélation entre ces deux paramètres avec une représentation graphique figure 2, elle fait apparaître deux populations ayant un comportement différent, et cela à l'aide d'un courant d'entrée et d'une tension de sortie.

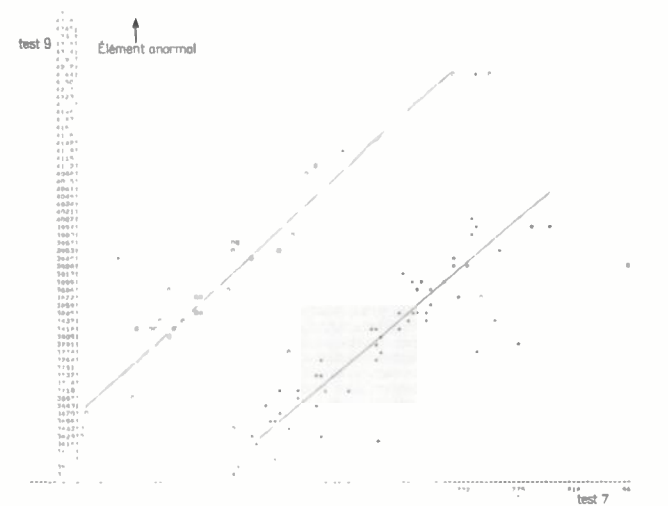
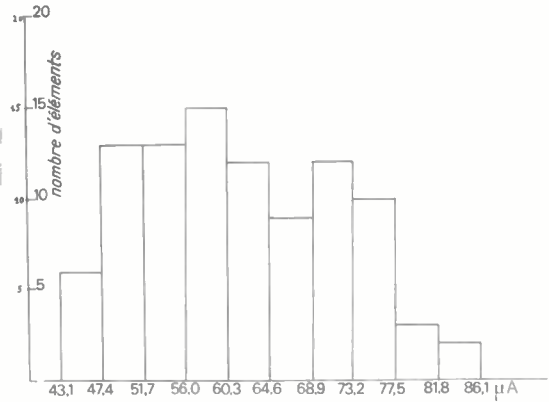


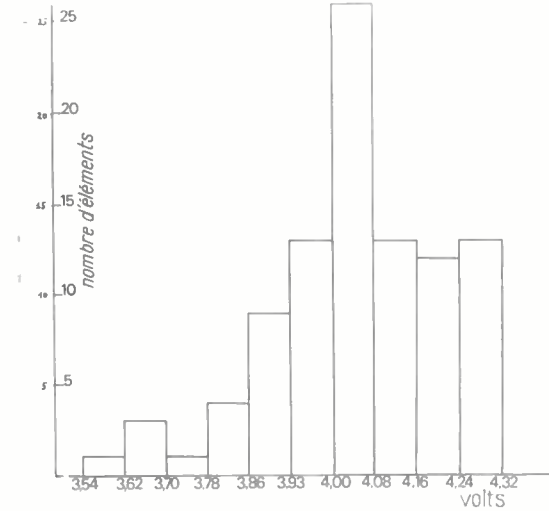
Fig. 2.

Examinons maintenant le test 4 donnant la répartition de la tension de sortie avec charge, lui tout seul fait apparaître deux populations. Si on sépare les deux populations et que les éléments de l'une sont repérés par des 0, sur la figure 2 et par des x de l'autre on retrouve dans l'ensemble les deux mêmes populations, ce qui est remarquable. Ce test est une caractéristique importante du circuit et permet de mettre par lui seul ce phénomène en évidence, mais on voit aussi qu'une analyse plus approfondie sur d'autres paramètres permettra de le mettre en évidence.

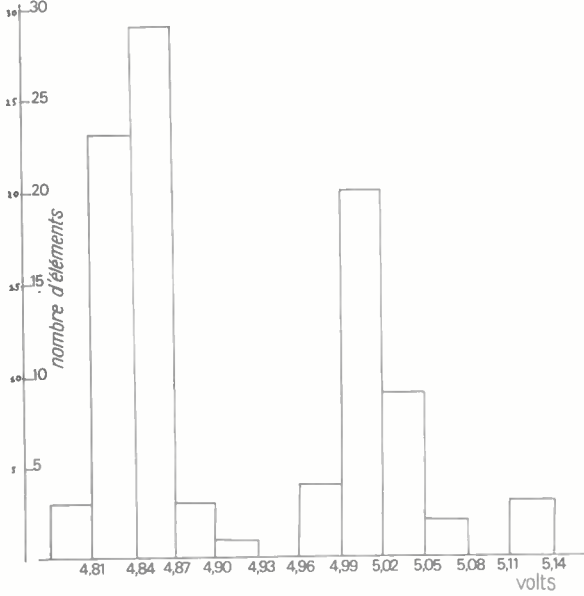
Une différence de comportement entre ces deux types d'éléments a été observée au cours d'un essai



Test 7



Test 9



Test 4

Fig. 1.

en contraintes échelonnées en température. A partir de 225 °C, tous les éléments faisant partie de la deuxième population sur le test n° 4 se sont retrouvés dans les limites de la première. De même, sur le graphique de corrélation, il n'apparaît plus qu'une seule population; ces éléments ont été analysés optiquement et nous avons pu reconnaître sur tous ceux qui ont varié une différence technologique correspondant à celle observée sur les répartitions. La résistance de charge du transistor de sortie est formée de trois parties comme on le voit sur les figures 3 et 4. Sur certains circuits une liaison permet de mettre en court-circuit une partie de la résistance alors que sur les autres toute la résistance est utilisée. Ceci était fait à un moment où le fabricant ne maîtrisait pas encore tous les paramètres de fabrication, il avait ainsi prévu la possibilité de choisir la valeur d'une résistance comme on peut le voir sur les photos. Un court-circuit a été réalisé pour mettre hors circuit une partie de la résistance et faire tenir les circuits dans le gabarit des tensions de sortie.

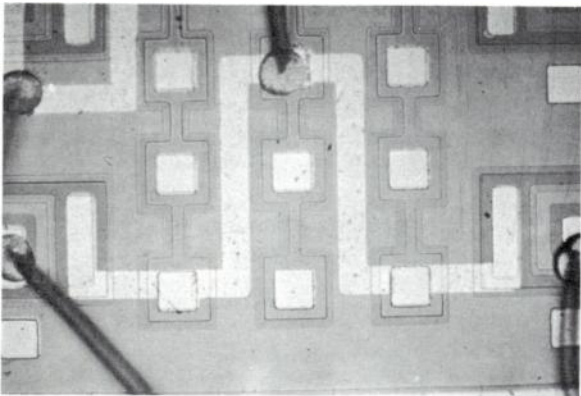


Fig. 3.

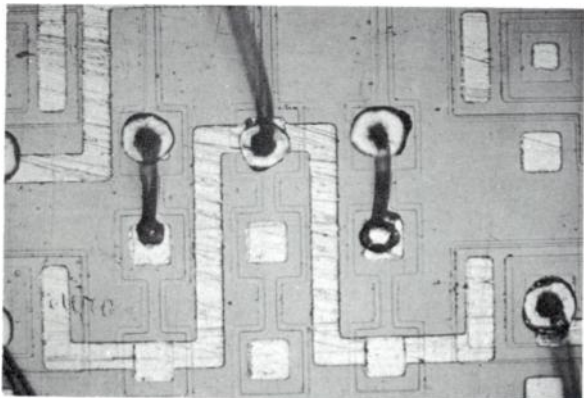


Fig. 4.

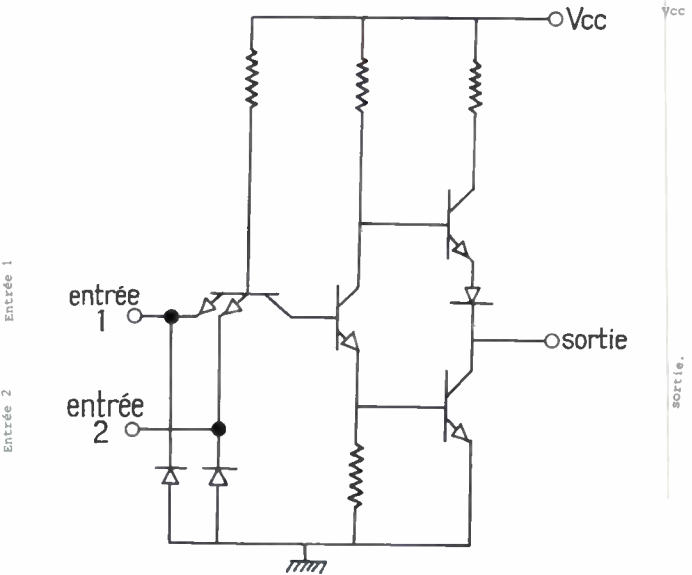
L'apparition de la « peste », d'où détérioration des thermocompressions a eu pour effet de remettre dans le circuit la partie de résistance et donc de faire varier le niveau de sortie qui en dépend.

S'il existe des corrélations entre les mesures à l'instant initial et les variations de ces mesures à l'instant t cette méthode peut être très fructueuse pour des programmes de sélection. Nous avons pu ainsi mettre en évidence une corrélation entre les mesures initiales et les dérives des courants de fuite des capacités MOS intégrées pour réaliser des bascules en circuit intégré.

Nous avons observé sur ces circuits une augmentation du courant de fuite des capacités d'autant plus importante que ce courant est élevé à l'instant initial. Les circuits dont le courant de fuite devient trop important au cours du temps ne peuvent plus être commandés et sont alors défectueux.

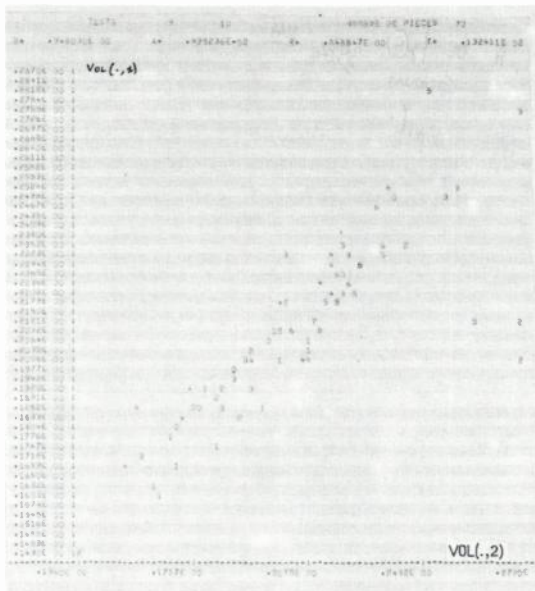
Une autre étude a été menée sur des circuits intégrés à quadruples portes à 2 entrées très classiques 7400 en provenance de 7 fabricants différents. Les mesures effectuées sont représentées sur le tableau I (2) ainsi que le schéma électrique.

N° tests	Paramètres	Sanctions
1 à 8	— VIL	< — 1,8 V
9 à 12	VOL	< 0,4 V
13 à 16	VOH	> 2,4 V
17 à 24	— IIL	< — 1,6 mA
25 à 32	IIH1	< 40 µA
33 à 40	IIH2	< 1 mA
41 à 48	— IOS	— 20 mA << — 55 mA
49 à 52	IOH	< 0,8 mA
53	ICCH	< 8 mA
54	ICCB	< 22 mA



Une première étude de corrélation entre paramètres nous a permis de constater un comportement identique des entrées ou sorties différentes d'un même boîtier, avec un coefficient de corrélation la plupart du temps supérieur à 0,9, c'est-à-dire qu'il suffit de caractériser une des quatre portes d'un boîtier, et de déterminer si les deux entrées d'une même porte ont la même caractéristique (fig. 5).

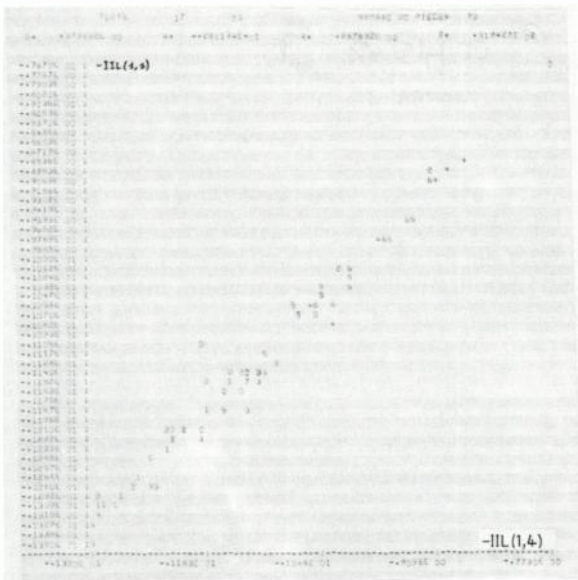
On peut aussi remarquer une bonne corrélation entre les courants de consommation à l'état haut et à l'état bas bien qu'en examinant le schéma électrique une telle corrélation ne s'explique pas, étant donné que le courant emprunte dans les deux cas des chemins différents. Il faut y voir une corrélation par l'intermédiaire des résistances qui, bien qu'elles soient différentes, ont été réalisées par la même diffusion et sur le cristal se trouvent très proches (fig. 6).



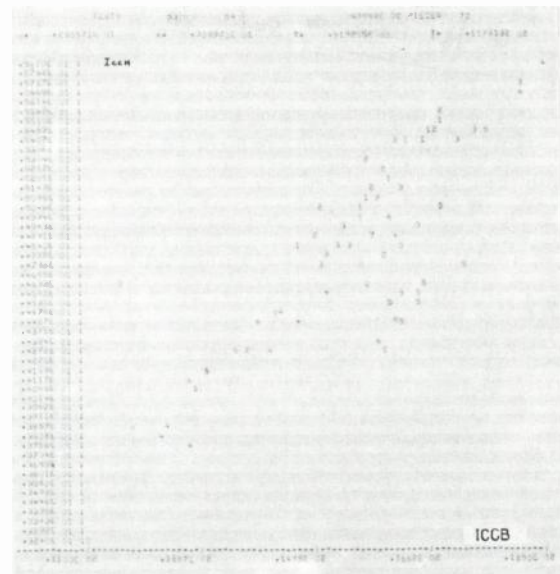
(a)



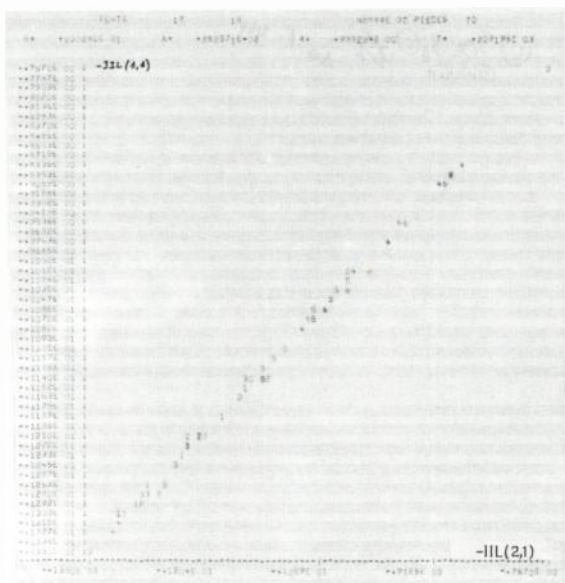
(d)
Fig. 5.



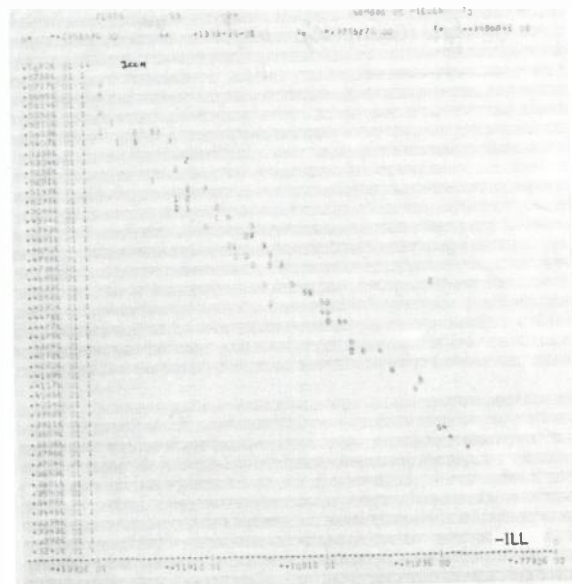
(b)



(a)



(c)



(b)
Fig. 6.

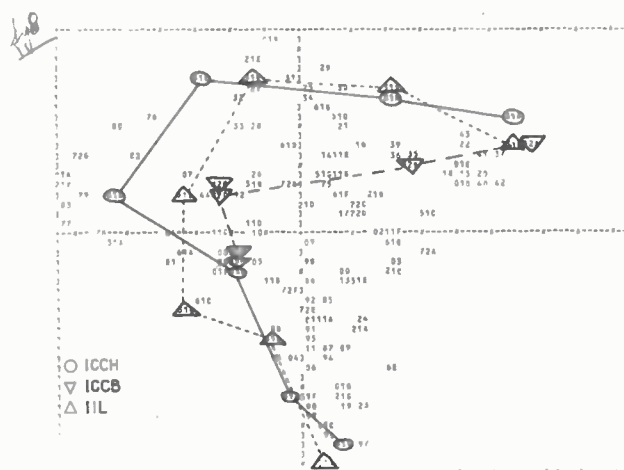


Fig. 8.

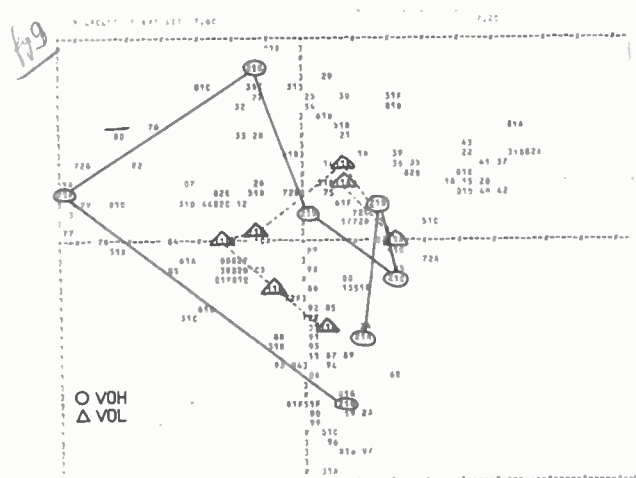


Fig. 9.

Enfin, figure 10, les courants de sortie à l'état haut (72x) sont bien expliqués par l'axe 1 qui classe donc les courants faibles et les courants forts. Une autre remarque intéressante est à faire sur les courants d'entrée à l'état haut (51x) sous 5,5 V qui sont bien expliqués par l'axe 1 pour les courants faibles et par l'axe 2 qui lui est perpendiculaire (donc décorrélé) par les courants forts.

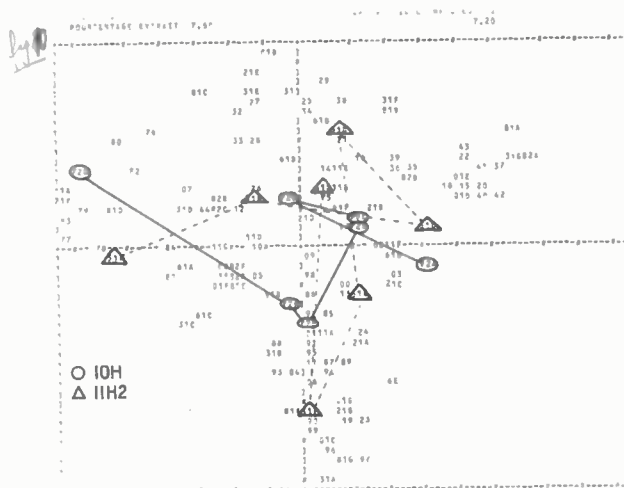


Fig. 10.

Examinons enfin la figure 11 qui représente uniquement la projection des différents fabricants sur ce même plan, elle indique la position des divers composants pour chaque fabricant, chacun se plaçant selon ses affinités avec les paramètres les plus significatifs. On y voit que SGS sur la partie gauche du graphique correspond à des courants d'entrée à l'état haut faibles et des courants de sortie à l'état haut forts. SESCOSEM et TEXAS (en haut à droite) sont caractérisés par des courants d'entrée à l'état bas faibles. SIGNETICS et NS ont des courants d'entrée à l'état bas forts, ainsi que des courants d'alimentation forts.

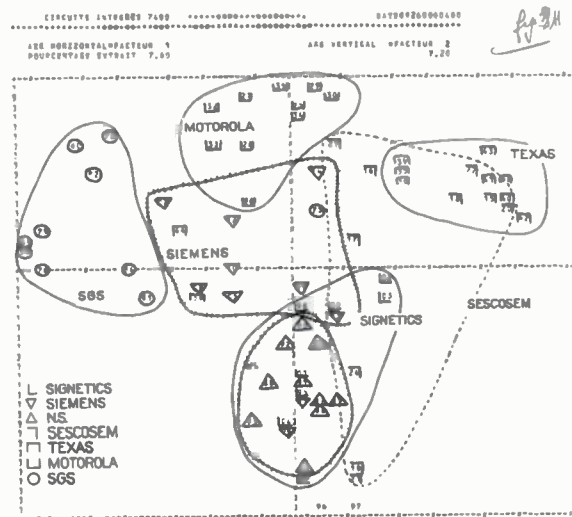


Fig. 11.

Une étude technologique plus poussée permettrait peut-être de mettre en évidence d'autres points que celui démontré par cette étude, à savoir : la caractéristique de diffusion qui agit globalement sur toutes les résistances et qui affecte donc les paramètres qui lui sont associés avec une répartition parabolique. Les axes 1 et 2 qui caractérisent surtout les courants de sortie à l'état haut et les courants d'entrée à l'état haut, cachent peut-être un phénomène qu'une étude technologique plus poussée permettrait de mettre en évidence.

CONCLUSION

Cet article montre l'apport de techniques diverses que sont l'informatique, la technique de la mesure, l'analyse, pour arriver à expliquer certains phénomènes technologiques (ici importance de la diffusion de résistances) à l'aide de notions mathématiques qui, semblerait-il, ne pourraient intéresser que des mathématiciens dans leur tour d'ivoire « à n dimensions ».

D'autres méthodes de classification automatique n'ont pas été abordées dans cet exposé, mais sont très prometteuses (6).

RÉSUMÉ

La mesure des paramètres caractéristiques des composants dont la complexité augmente sans cesse devient de plus en plus difficile à cause des problèmes d'acquisition des données et

aussi d'interprétation des résultats. Des ensembles de mesures pilotés par ordinateur permettent d'obtenir en quelques secondes une quantité impressionnante de résultats qu'il est bien souvent difficile d'analyser.

Parallèlement au développement des équipements de mesure s'est fait aussi, grâce au point commun qu'est l'ordinateur, le développement des méthodes d'analyse des données qui sont d'une grande aide pour exploiter les résultats.

Cet exposé n'a pas la prétention de donner un mode d'emploi général d'analyse des données, mais sur des cas concrets indique les résultats qui ont pu être obtenus grâce à des méthodes parfois simples, mais aussi complexes.

Une analyse de données permet de limiter le nombre de paramètres à mesurer si une corrélation ou relation est mise en évidence, mais aussi fait apparaître des phénomènes que seul le hasard pourrait expliquer *a priori*.

On présente à titre d'exemple quelques résultats obtenus sur des circuits intégrés qui montrent l'aide que peut apporter l'informatique, mais qui laissent aussi à l'homme une part d'interprétation tout à fait indispensable.

SUMMARY

Data analysis techniques applied to the measurement of electronic components,

by R. GOARIN (CNET, Lannion).

The measurement of a large number of parameters on very sophisticated electronic components leads to some problems for data logging and data interpretation. Computerized measuring systems are able to obtain in a few seconds an enormous

amount of measurement data which is often difficult to analyse.

As measurement equipment became automated and more sophisticated the development of methods for data analysis became very helpful to take advantage of the large amount of data thus obtained.

This paper is not intended to give a universal method to analyse measurement data but to give some specific examples indicating the possible results that may be obtained by often simple but sometimes sophisticated statistical methods.

Data analysis leads to a reduction of the number of parameters to be measured if a correlation or a relation is found and also, it can make apparent phenomena which could otherwise be explained *a priori* only by guesswork.

Some results are presented from measurements made on integrated circuits showing the inherent advantages of computer-assisted measurement systems using statistical data analysis techniques.

Bibliographie

- [1] GOARIN R. — Thèse de 3^e cycle, Université de Rennes, « Mise au point d'une méthode automatique d'étude de la fiabilité des composants utilisés dans les équipements de Télécommunications ».
- [2] Spécifications CNET STC 962-4 100/3.
- [3] BENZECRI J. P. — *L'analyse des données*, tomes 1 et 2, Dunod, Paris.
- [4] PAU L. F. — *Diagnostic des pannes dans les systèmes*, Cepadus, edit.
- [5] GOARIN R. — Application de la méthode d'analyse des correspondances à l'étude de la fiabilité des composants électriques. *Congrès National de Fiabilité Perros-Guirec, 1972*.
- [6] LERMAN I. C. — *Analyse ultramétrique des données*, Université de Rennes.

Aide au diagnostic de défauts dans les circuits logiques intégrés

COMPOSANTS

L'onde électrique
1977, vol. 57, n° 3
pp. 231-235

par Jean ZIRPHILE,

Ingénieur ENSEHRMA, Docteur-
Ingénieur, Ingénieur au service
Études Avancées-Informatique.

*Thomson-CSF, Division SESCOSEM,
BP 54, 38120 Saint-Égrève. Tél.
(76) 75.81.12.*



La localisation précise des défauts qui apparaissent dans les circuits intégrés logiques, revêt une importance considérable tant au niveau de la conception

qu'au niveau de la production. Cette localisation est d'autant plus aisée que l'on dispose de moyens informatiques.

INTRODUCTION

Le test d'un circuit logique peut avoir deux buts : vérifier le bon fonctionnement du circuit (tri) ou bien, dans le cas d'un mauvais fonctionnement, trouver la cause de celui-ci (diagnostic).

L'application des méthodes de diagnostic à laquelle on pense immédiatement est l'aide au dépannage d'un ensemble, problème qui n'intéresse guère le fabricant de circuits intégrés. Pour celui-ci cependant, le diagnostic de la cause du mauvais fonctionnement d'un composant est un outil important pour le contrôle de sa fabrication. C'est par l'analyse d'un certain nombre de pièces refusées que pourra être cernée, par exemple, la cause d'un mauvais rendement.

Or, le niveau de complexité atteint dans les circuits MSI et LSI et la limitation des points de mesure aux seules entrées-sorties rendent cette recherche très difficile.

Dans le cas des circuits logiques complexes, une possibilité intéressante pour cette recherche est constituée par les méthodes dites de localisation de défauts dans les circuits logiques. Ces méthodes considèrent une modélisation des défauts par leur effet au niveau logique, et n'apportent donc qu'une aide au diagnostic réel. Cette aide est malgré tout considérable, puisque la localisation d'un défaut au niveau du schéma logique autorise, connaissant l'implantation du circuit, une localisation géographique. Un éventuel examen sous microscope de la puce sera ainsi grandement facilité.

De plus, ces méthodes de localisation de défauts au niveau logique présentent l'avantage de pouvoir être facilement automatisées dès que l'on dispose d'une machine de tests pilotée par un ordinateur. Cette aptitude à l'automatisation est d'autant plus intéressante que, pour des circuits de grande complexité, seul l'examen d'un nombre important de pièces peut mettre en relief une cause particulière de mauvais rendement.

1. LOCALISATION DE DÉFAUTS DANS LES CIRCUITS LOGIQUES: PRINCIPES GÉNÉRAUX

De nombreuses études ont été publiées sur le test des circuits logiques; dans ce paragraphe ne sont rappelés que quelques-uns des principes de base.

a) Représentation du circuit

La détermination de la séquence de test d'un circuit logique nécessite préalablement une description de ce circuit. Cette description en vue du test peut être faite au niveau fonctionnel (description de la fonction du circuit : table de vérité, etc...) ou structurel (description du circuit par une interconnexion de blocs logiques).

Une description purement fonctionnelle peut être à la rigueur utilisée pour déterminer une séquence en vue du tri (qui sera le plus souvent une séquence « exhaustive »), mais ne peut donner aucun renseignement en diagnostic.

Une description intermédiaire, constituée par un assemblage d'un petit nombre de blocs décrits au niveau fonctionnel est, par contre, utile dans certains cas particuliers. Une séquence de test peut être imaginée facilement lorsque la structure de cet assemblage est simple. L'exemple typique de telles structures est fourni par les mémoires monolithiques (1).

Dans le cas général, on a recours à une description structurelle fine, comme un « schéma en portes ». Dès que la taille du circuit devient importante et tout particulièrement dans le cas de « logique aléatoire », l'usage d'un programme d'aide à la génération de séquence de test est nécessaire.

b) Modèles de défaut

Le circuit logique étant donné sous forme d'un réseau d'opérateurs logiques élémentaires reliés par des équi-

potentielles, il faut trouver des modèles généraux de défauts compatibles avec cette représentation.

On considère plusieurs catégories de défauts :

- 1° Les défauts affectant la fonction d'un opérateur.
- 2° Les défauts affectant la valeur logique d'une équipotentielle (par exemple les « collages »).
- 3° Les défauts faisant intervenir plusieurs équipotentiels (par exemple les courts-circuits).
- 4° Les défauts affectant les temps de propagation des opérateurs.

Les trois premières catégories sont des « défauts logiques » en ce sens que leur effet peut être représenté directement par une équation logique. La quatrième représente des défauts temporels mais qui peuvent avoir un effet logique indirect (aléas, parasitages...). Parallèlement à la définition de ces catégories, on doit encore faire des hypothèses sur :

- la durée des défauts : un défaut peut être soit permanent soit intermittent;
- le nombre des défauts : on distingue en général l'hypothèse de la panne unique (un seul défaut peut affecter le circuit) et l'hypothèse de la panne multiple (n'importe quelle combinaison de défauts peut être présente).

Les programmes de génération de séquence de test ne considèrent en général que des défauts permanents et uniques, limités aux collages d'équipotentiels, plus rarement aux collages et courts-circuits.

Ces hypothèses peuvent paraître sommaires. Ce sont pourtant les seules qui aient pu conduire à des mises en œuvre réalistes pour des nombres de défauts potentiels supérieures à quelques dizaines. Quelle est alors la signification des résultats d'un programme de génération de séquence de test ?

La réponse à cette question est différente selon que l'on s'intéresse au tri et au diagnostic. En effet on démontre, dans de nombreux cas, qu'une séquence de test construite pour détecter un ensemble de défauts en détecte d'autres (relations pour certaines structures entre les défauts uniques et multiples, entre les collages et les courts-circuits...).

Malheureusement lorsqu'il existe une telle relation au niveau de la détection, on ne trouve rien de correspondant pour la localisation. L'efficacité d'une séquence de test sera donc beaucoup plus dépendante des hypothèses de défauts utilisées en localisation qu'en détection d'où la nécessité d'une bonne connaissance de la nature des défauts qui affectent réellement le circuit.

c) Génération de la séquence de test

Les principales méthodes de génération de séquence de test reposent sur deux types d'algorithmes (2) :

- l'analyse : étant donné une suite de combinaisons d'entrée, on recherche l'ensemble des défauts détectés par ces combinaisons;
- la synthèse : étant donné un défaut, on recherche

une suite de combinaisons d'entrée susceptible de le détecter.

Les méthodes d'analyse utilisent une simulation du comportement du circuit sain et de tous les circuits défectueux correspondant à l'introduction de chacun des défauts potentiels. Deux principes sont utilisés : la plus classique est la simulation parallèle (3); une autre méthode, plus performante lorsque le nombre de défauts potentiels devient élevé, est la simulation déductive (4) où seul le circuit sain est effectivement simulé, la liste des défauts détectés est déduite de l'état des connexions dans le circuit sain.

La génération de séquences de test par analyse seule est un procédé indirect : le programme ne donne en fait qu'une évaluation des combinaisons données par l'utilisateur qui construit lui-même le test.

La synthèse est une voie plus directe. Malheureusement, si de nombreux algorithmes ont été proposés dans la littérature, peu sont réellement applicables aux circuits de grande taille. L'algorithme D (5) conduit à des réalisations satisfaisantes en ce qui concerne les circuits combinatoires. Son extension aux circuits séquentiels a été proposée (6), mais se heurte en fait à des difficultés liées à la modélisation des circuits séquentiels.

L'utilisation d'une méthode de synthèse seule conduit à chercher un test pour chacun des défauts potentiels, puis à réduire la séquence obtenue. Les temps de calcul sont alors très élevés.

Une solution intéressante est constituée par l'association d'un algorithme de synthèse et d'un algorithme d'analyse selon un enchaînement schématisé (fig. 1). Le programme qui a été utilisé pour l'expérimentation présentée au paragraphe 2 (programme ANSYCOM) a été développé suivant ce principe à Thomson-CSF. Il permet la génération de séquences de test pour les circuits combinatoires comportant jusqu'à six cents portes logiques en considérant les défauts de collage (à 0 et à 1) de toutes les connexions du circuit.

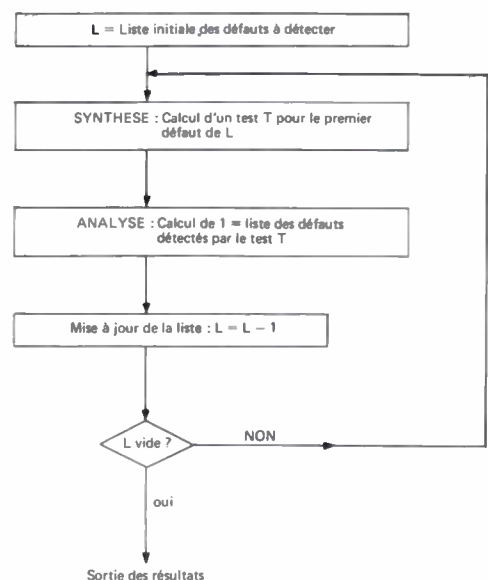


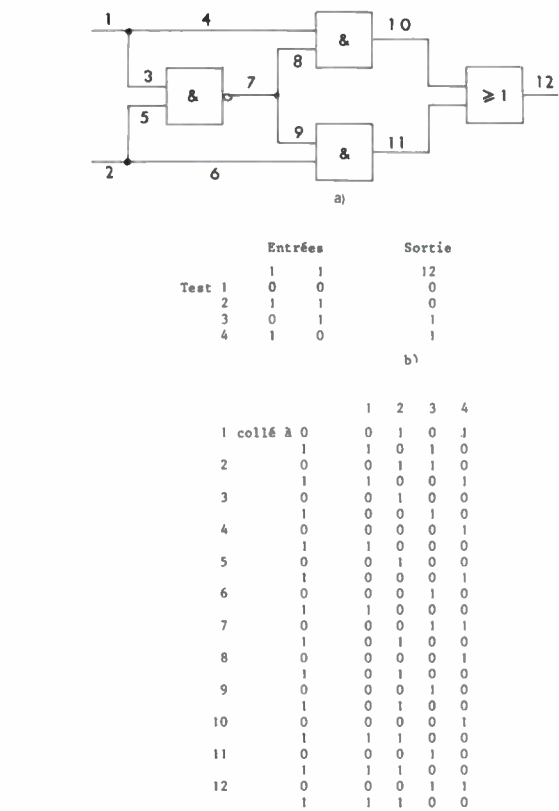
Fig. 1. — Organigramme d'un enchaînement synthèse-analyse.

d) Procédure de diagnostic

Le diagnostic de défauts le plus simple à mettre en œuvre consiste à utiliser une « table de défauts », qui associe à chacun des défauts potentiels le résultat (concordance ou discordance) que l'on observera pour chacun des tests. L'élément (i, j) de ce tableau prend donc deux valeurs :

- 0 si le test j ne détecte pas le défaut i;
- 1 si le test j détecte le défaut i.

Un exemple est donné figure 2.



a) Circuit exemple.
b) Grille de test.
c) Table de défauts.

La mise en œuvre pratique du diagnostic de défaut comporte trois phases :

- 1° Affichage des entrées et acquisition des sorties.
- 2° Synthèse du résultat global du test de la pièce (vecteur de 0 ou 1 correspondant à l'acceptation ou au refus pour chaque test).
- 3° Comparaison de ce résultat à toutes les lignes de la table de défauts. En cas d'égalité, le diagnostic correspondant peut être formulé.

Le diagnostic peut être multiple, ce qui correspond au cas de lignes identiques dans la table, donc à des défauts potentiels équivalents vis-à-vis du test appliqué, le défaut présenté par le circuit peut être attribué à l'un quelconque d'entre eux.

Il se peut aussi que le résultat de test ne corresponde à aucune ligne de la table. Dans ce cas, aucun diagnostic ne peut être formulé. Si l'un au moins des tests a conduit à une discordance en sortie, le circuit présente un défaut

qui est détecté par la séquence de test mais qui ne correspond pas strictement aux modèles de défauts utilisés.

2. APPLICATION AUX CIRCUITS INTÉGRÉS

a) Hypothèses de défaut

La validité du diagnostic est, nous l'avons vue, conditionnée par celle des hypothèses de défaut utilisées : collages et éventuellement courts-circuits. Ces modèles généraux recouvrent des origines physiques de défauts différents selon les technologies.

Dans toutes les technologies, un court-circuit entre une connexion et une alimentation est assimilable à un collage. En technologie TTL, la coupure d'une connexion est assimilable à un collage à 1 vis-à-vis des opérateurs situés en aval. En technologie MOS, une coupure de connexion provoque dans la plupart des cas un collage (au niveau correspondant au potentiel substrat) mais parfois un court-circuit logique (couplage capacitif avec une autre connexion)

En ce qui concerne les défauts internes aux opérateurs, ils se ramènent le plus souvent à un collage de la sortie pour les opérateurs TTL. Pour les opérateurs MOS, les défauts sur les transistors signaux peuvent donner lieu à des collages sur les entrées de l'opérateur.

Certains cas de défauts ne peuvent jamais être ramenés à des collages ou à des courts-circuits. Tel est le cas des coupures à l'intérieur des réseaux de transistors des opérateurs complexes MOS et CMOS.

Enfin, signalons que des précautions doivent être prises lors de la description du circuit pour décrire les équipotentiels, conformément à leur topologie réelle, une représentation incorrecte conduisant à une mauvaise explication des défauts de collage possibles (fig. 3).

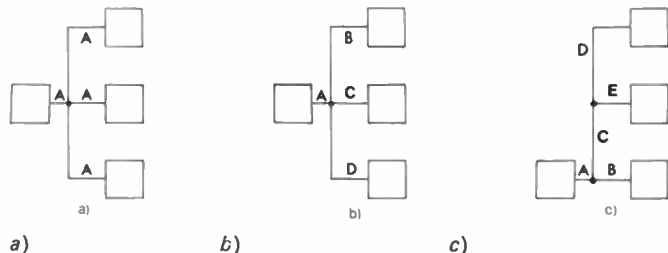


Fig. 3. — Différentes représentations d'une ramification.

- Une équipotentielle : deux défauts potentiels (défauts de sortie d'opérateur).
- Quatre équipotentiels : huit défauts (défauts d'entrée et de sortie d'opérateur).
- Cinq équipotentiels : dix défauts (défauts d'entrée et sortie d'opérateur, plus défauts de liaisons).

b) Diagnostic de défauts dans les circuits combinatoires TTL

La mise en œuvre de la procédure de localisation de défauts dans un cadre de production industrielle nécessite une automatisation poussée, depuis le calcul de la séquence d'essai jusqu'au test des pièces proprement dit.

Une première réalisation a été faite à SESCOSEM pour les circuits combinatoires MSI du catalogue TTL : dans une première phase, le circuit est codé sous forme de blocs logiques interconnectés, conformément à la topologie réelle des masques du circuit, de manière à rendre correctement compte des défauts possibles sur les équipotentielles. Ce codage constitue l'ensemble des données nécessaires au programme de génération de la séquence de test ANSYCOM.

La sortie du programme donne la séquence de test à appliquer (valeurs logiques sur les entrées, valeurs attendues sur les sorties) et la table de défauts. Ces résultats sont transcodés automatiquement et transmis sur ruban perforé au minicalcateur qui commande la machine de test.

La seconde phase consiste en l'exécution de ce programme de localisation en ligne sur la machine de test, d'une manière similaire à l'exécution d'un programme de tri habituel. Le temps d'exécution du test avec diagnostic n'est pratiquement pas plus important que celui du test seul (inférieur à une seconde pour les circuits MSI). Le résultat de la localisation de défauts est affiché directement sur le contrôle de visualisation de la machine de test (fig. 4) et peut être transcrit sur ruban magnétique pour un éventuel post-traitement (statistiques de diagnostics par exemple).



a)

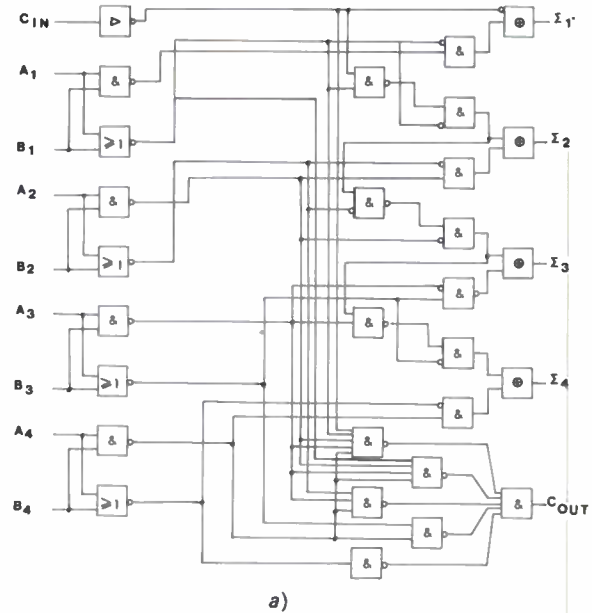


b)

Fig. 4. — Diagnostic en ligne.

- a) Station de mesure.
- b) Sortie directe du diagnostic.

La figure 5 montre un exemple de circuit (additionneur 4 bits SFC 483) : schéma logique respectant la topologie réelle, grille de test et un exemple de diagnostic obtenu.



a)

Test n°	C _{IN}	A ₁	B ₁	A ₂	B ₂	A ₃	B ₃	A ₄	B ₄	1	2	3	4	C _{OUT}
1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
2	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
3	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
4	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
6	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
7	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
8	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
9	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
10	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0
11	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
12	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
13	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
14	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
15	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
16	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
17	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1
18	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
19	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1

b)

Fig. 5. — Diagnostic de défauts : additionneur 4 bits SFC 483.
a) Schéma logique.
b) Grille de test (19 affichages).

Les résultats obtenus sur les circuits combinatoires TTL sont encourageants : pour les pièces présentant un refus fonctionnel, une localisation précise du défaut est obtenue dans environ deux cas sur trois, ce qui vérifie *a posteriori* la validité des hypothèses de défauts envisagés.

Ces programmes de diagnostic en ligne sont utilisés par les services du contrôle Qualité pour aider à la recherche des causes physiques de défaut sur des prélèvements de pièces : la localisation obtenue au niveau du schéma logique permet de guider l'examen de la pièce sous microscope. La recherche des défauts de gravure est ainsi grandement facilitée. Pour les circuits dont la complexité dépasse la centaine d'opérateurs, la localisation automatique devient en fait strictement nécessaire avant un examen visuel.

c) Extension aux circuits séquentiels

L'expérimentation réalisée à SESCOSEM était limitée au cas des circuits combinatoires, par manque d'un outil d'aide à la génération de séquences de test pour les circuits séquentiels ayant des performances acceptables. Un nouveau programme (TAU), destiné à l'étude des circuits composés d'opérateurs combinatoires et de bascules, est en cours de développement et permettra s'étendre le champ d'application de la méthode aux circuits séquentiels intégrés dès la fin 1976.

L'extension aux circuits séquentiels LSI pose toutefois un autre problème : les séquences de test sont alors très longues et la taille mémoire des calculateurs équipant les machines de test devient insuffisante pour contenir l'ensemble de la table de défauts. Le diagnostic devra donc probablement être réalisé « hors ligne » sur un ordinateur puissant, à partir du résultat du test enregistré sur un support magnétique. Cette solution est un peu moins souple, que celle du diagnostic « en ligne » mais est pratiquement sans limitation sur la taille des circuits.

A la date de parution de cet article, l'extension aux circuits séquentiels a été réalisée à l'aide du programme de génération de séquences de test TAU 1.

Le diapason de défauts a été appliqué avec succès dans le cadre du développement du microprocesseur SFC 92901.

CONCLUSION

La localisation de défauts au niveau logique semble un outil appréciable pour l'analyse de la fabrication des circuits intégrés permettant une « aide au diagnostic » de la cause physique d'un mauvais fonctionnement.

Le point crucial reste la génération de la séquence de test, qui nécessite l'utilisation d'un programme pour les circuits de « logique aléatoire » complexes. Le cas des circuits combinatoires étant résolu, il reste à traiter celui des circuits séquentiels. Une étude en ce sens est actuellement poursuivie.

L'expérience réalisée pour les circuits combinatoires TTL a montré l'intérêt de l'approche : les modèles de défauts utilisés, pour restrictifs qu'ils soient, permettent l'explication d'un nombre appréciable de refus. L'extension aux technologies MOS est en cours d'étude.

L'usage systématique du diagnostic de défauts semble devoir être dans un proche avenir un des moyens les plus efficaces à la fois pour dépister la cause d'un mauvais rendement lors du lancement d'un produit et pour déterminer certains paramètres critiques dans la conception des circuits.

RÉSUMÉ

Pour un fabricant de circuits intégrés, le diagnostic précis des causes de refus d'une pièce est un problème important, à la fois lors du lancement d'un produit (mise au point) et, ultérieurement, lors de son exploitation industrielle (Contrôle Qualité).

Une aide appréciable à ce diagnostic est fournie par les méthodes dites de localisation de défauts dans les circuits logiques. La mise en œuvre de la localisation de défauts peut être facilement automatisée dès lors que l'on dispose d'un équipement de test piloté par un ordinateur.

Une première application, réalisée à SESCOSEM et portant sur les circuits combinatoires MSI bipolaires, est décrite.

SUMMARY

An aid for failure diagnosis in logic integrated circuits,
by J. ZIRPHILE (Thomson-CSF, Division SESCOSEM).

Failure diagnosis is an important problem for an integrated circuit manufacturer, both for preliminary evaluation and quality control applications.

A considerable aid for this diagnosis in logic circuits provided by the fault localisation methods.

The implementation of localisation may be easily automated as soon as a computer driven test equipment is available.

A first application has been attempted SESCOSEM, about combinational MSI bipolar circuits.

Bibliographie

- [1] GIRARD E., LUSINCHI J. P., RAULT J. C. et TULLOUE R. — Le test fonctionnel des mémoires : tour d'horizon sur la détection et la localisation des défauts. *Revue technique Thomson-CSF*, vol. 6, n° 1, pp. 217-228, mars 1974.
- [2] RAULT J. C. — La détection et la localisation des défauts dans les circuits logiques. *Colloque international sur la fiabilité et la disponibilité des systèmes informatiques*. (Paris, 18-20 juin 1975). Digest of papers, pp. 17-23.
- [3] THOMSON E. W. et SZYGENDA S. A. — Parallel fault simulation. *Computer*, 1975, 8, n° 3, 38-49.
- [4] ARMSTRONG D. B. — A deductive method for simulating faults in logic circuits, *IEEE Transactions on computers*, 1971, C-21, n° 5, 464-471.
- [5] ROTH J. P., BOURICIUS W. G. et SCHNEIDER P. R. — Programmed algorithms to compute tests to detect and distinguish between failures in logic circuits. *IEEE Transactions on Electronic Computers*, 1967, EC-16, 567-580.
- [6] PUTZOLU G. R. et ROTH J. P. — A heuristic algorithm for the testing of asynchronous circuits. *IEEE Transactions on computers*, 1971, C-20, n° 6, 639-647.

Problèmes des mesures de paramètres de circuits intégrés analogiques (1)

COMPOSANTS

L'onde électrique
1977, vol. 57, n° 3
pp. 236-238



par S. ANGÉE (2),
Ingénieur au LCIE.

et P. PRODHOMME.
Ingénieur au LCIE.

LCIE, 33, avenue du Général-
Leclerc, 92260 Fontenay-aux-Roses
(tél. 645.21.84).

Les circuits intégrés analogiques sont largement utilisés dans tous les secteurs de l'électronique. L'amélioration

constante de leurs performances conduit à des problèmes de caractérisation particulièrement délicats.

1. INTRODUCTION

Les problèmes rencontrés dans l'exécution des mesures de circuits intégrés analogiques ne dépendent pas nécessairement du type de circuits (amplificateurs opérationnels, comparateurs, etc...) mais plutôt du paramètre à mesurer.

Un classement des paramètres et des circuits est donné afin de faire apparaître, d'une part, les points communs et d'autre part, l'ordre de grandeur des valeurs à mesurer. Les mesures nécessitent que l'on prenne certaines précautions d'ordre général, applicables à la majorité d'entre elles. De plus, les techniques ne sont pas les mêmes dans les mesures automatiques et manuelles, les avantages et les inconvénients de chacune d'elles sont développés pour un grand nombre de paramètres à mesurer.

2. DÉFINITION ET CLASSIFICATION DES CIRCUITS INTÉGRÉS ANALOGIQUES

Les circuits intégrés se divisent en deux grandes familles : les circuits numériques et les circuits analogiques. Ils ne se différencient que par leur manière de traiter l'information. Les circuits numériques n'utilisent que deux états de fonctionnement « 0 » et « 1 ». Ils constituent la famille des circuits dits « logiques ».

La tension de sortie des circuits analogiques est une fonction continue des variables d'entrée. Cette fonction n'est pas obligatoirement linéaire et ce n'est que par extension que l'on qualifie les circuits de cette famille de « linéaires ».

D'autres types de composants, par exemple les détecteurs de seuil, les convertisseurs numériques-

analogiques et analogiques-numériques, entrent aussi dans la catégorie des circuits analogiques.

Les circuits linéaires sont classés d'après leur utilisation. On distingue ainsi les types suivants :

- les amplificateurs opérationnels,
- les comparateurs,
- les régulateurs de tension, etc...

Tous ces circuits sont caractérisés par différents paramètres dont certains sont communs à plusieurs types.

3. PRINCIPAUX PARAMÈTRES A MESURER

Les mesures des circuits linéaires permettent de déterminer et de comparer les performances. Le tableau I donne la liste des différents paramètres et, à titre indicatif les limites actuelles.

TABEAU I

Type Paramètres	Amplificateur opérationnel	Régulateur	Comparateur	Limites
V_{DI}	x		x	< 100 μ V
I_{DI}	x		x	< 10 ⁻¹³ A
I_B	x		x	< 10 ⁻¹² A
A_{VD}	x		x	> 2.10 ⁶
SVR	x			> 120 dB
I_{CC}	x		x	q.q. mA
CMR	x		x	> 120 dB
Z_i	x			> 10 ⁸ M Ω
S	x			> 250 V/ μ s
V_{PP}	x			10 à 12 V
Z_o	x		x	< 200 Ω
t_{TLH}	x			< 20 ns
DV_{DI}	x		x	< 0.1 μ V/ $^{\circ}$ C
DI_{DI}	x		x	< 1 pA/ $^{\circ}$ C
t_r			x	< 20 ns
V_{NO}		x		< 0.001 %
V_o		x		2 à 40 V
I_{IB}		x		q.q. mA
KVI		x		< 0.03 %
KVO		x		< 0.02 %

(1) Journée d'étude du 8 octobre 1975. Article reçu le 14 septembre 1976.

(2) Membre de la SEE.

On montrera au chapitre suivant que les difficultés rencontrées lors de l'exécution des mesures ne sont pas forcément liées à la valeur du paramètre.

4. PROBLÈMES GÉNÉRAUX DE MESURE

Pour réaliser une mesure sur ces composants, il est nécessaire de bien définir plusieurs critères de fonctionnement. Si certains points ne sont pas spécifiés, on se heurte à des problèmes de reproductibilité et ceci indépendamment de la technique de mesure elle-même.

- A cet effet, il faudra préciser en particulier :
- les conditions d'alimentation,
 - les compensations d'entrée et de sortie,
 - la valeur de la température ambiante et celle du point de référence avec sa tolérance.

Par ailleurs, pour certains paramètres tels que le gain, il faudra s'assurer que le circuit a bien son point de fonctionnement situé dans la partie linéaire de la caractéristique.

5. MÉTHODES DE MESURE GÉNÉRALES APPLICABLES A LA PLUPART DES CIRCUITS INTÉGRÉS LINÉAIRES

Plusieurs méthodes de mesure peuvent être utilisées pour de nombreux paramètres. Elles ne donnent pas systématiquement des résultats équivalents. Les causes de ces divergences sont multiples et peuvent se grouper en trois cas principaux :

- 1) Certaines méthodes ne peuvent s'appliquer à tous les types de circuits (cas des amplificateurs suiveurs et à entrées différentielles par exemple).
- 2) La mesure d'une caractéristique n'est pas réalisée toujours dans les mêmes conditions, suivant qu'elle est effectuée en régime continu ou alternatif.
- 3) Les équipements de mesure sont choisis en fonction de leurs performances et des conditions exigées par l'utilisation. On peut distinguer les montages de laboratoire et les machines automatiques.

5.1. Cas particuliers des ensembles automatiques

Les ensembles de mesure automatiques, en règle générale, font appel à une méthode qui ne permet d'effectuer que des mesures indirectes. Ces ensembles devront avoir un système de mémorisation et de calcul pour obtenir la valeur du paramètre à mesurer, ce qui représente un gros inconvénient. De plus, on notera qu'avec cette méthode on emploiera un amplificateur supplémentaire dont les caractéristiques doivent être au moins égales à celles de celui à mesurer.

Par contre, celle-ci présente l'avantage de permettre l'exécution des mesures stables des paramètres ci-après :

- tension de décalage à l'entrée,
- courant de décalage à l'entrée,
- courant de polarisation,
- amplification en tension,

- taux de réjection en mode commun,
- taux de réjection des alimentations,
- résistance différentielle,
- dynamique de sortie.

Les mesures de la tension et du courant de décalage doivent en principe être effectuées à l'entrée de l'amplificateur à mesurer. Cette méthode permet de réaliser la mesure à la sortie de l'amplificateur supplémentaire. On bénéficie ainsi du gain de l'amplificateur et on réduit l'effet de l'impédance d'entrée.

5.2. Cas particulier des mesures en régime continu

En régime continu, il y a toujours un compromis à respecter entre la durée des mesures, suffisamment courte pour limiter l'échauffement dû à la dissipation, et la stabilisation des valeurs des caractéristiques.

6. PROBLÈMES POSÉS PAR LES MESURES DES PARAMÈTRES

Certains paramètres tels que les courants d'alimentation ne présentent pas de difficultés particulières de mesures. Nous ne les évoquerons pas dans cet exposé. Par contre, de nombreux problèmes apparaissent pour la mesure d'autres caractéristiques.

Nous étudierons successivement les difficultés rencontrées pour chacun des paramètres.

TENSION DE DÉCALAGE V_{DI}

L'utilisation d'une machine automatique permet de trouver le compromis compensant les dérives dues à la température et au temps, apportant ainsi une meilleure reproductibilité.

Dans les circuits utilisant un amplificateur de boucle, certaines précautions seront respectées : l'impédance d'entrée de celui-ci sera très grande devant l'impédance de sortie du circuit à mesurer. Il en sera de même pour le gain qui devra être limité suffisamment pour ne pas dépasser l'excursion de la tension de sortie. La valeur de la résistance de source devra être bien adaptée. Les comparateurs apportent une difficulté supplémentaire à cette mesure qui est effectuée pour un niveau différent de zéro (1 V environ) appelé « tension de seuil ».

COURANT DE DÉCALAGE. COURANT DE POLARISATION $I_{DI} - I_B$

Une mesure manuelle de ces paramètres pose de sérieux problèmes étant donné l'ordre de grandeur des courants à mesurer (quelques pico ampères). De plus, il est nécessaire de compenser la tension de décalage.

Les difficultés demeurent avec un ensemble de mesure automatique qui nécessite, en plus, un système de mémorisation puisque ces mesures s'effectuent en deux séquences.

GAIN EN TENSION A_{VD}

Les gains en tension atteignent couramment des valeurs de l'ordre de 500 000. Dans certains cas, cette valeur est largement dépassée. Une mesure directe de ce paramètre impose des conditions très difficiles à réaliser. Les mesures indirectes, par contre, présentent des difficultés liées à la sensibilité du circuit de boucle de mesure.

En régime alternatif, on ne peut mettre en évidence la non linéarité du circuit. Par contre, en régime continu, la mesure du gain se décompose en deux séquences : l'une pour l'excursion positive, l'autre pour l'excursion négative.

La valeur du gain des comparateurs est très difficile à cerner du fait de la conception de ce circuit.

IMPÉDANCE DE SORTIE. IMPÉDANCE D'ENTRÉE Z_o ET Z_i

La mesure de ces paramètres est très imprécise dans la plupart des cas. On se limite souvent à une simple estimation de l'ordre de grandeur.

Deux cas sont à considérer :

a) *En régime continu* : la mesure de l'impédance de sortie est délicate à réaliser, en particulier avec les ensembles automatiques, à cause du rapport de la résistance de charge à la résistance de sortie (2,2 k Ω à quelques ohms).

Les erreurs de mesure de l'impédance d'entrée sont dues à l'imprécision des mesures des deux gains nécessaires à l'évaluation de ce paramètre.

b) *En régime alternatif* : l'utilisation d'un pont de mesure d'impédance entraîne des problèmes de sensibilité et de fréquence, qui s'ajoutent à ceux du réglage de la compensation du décalage en tension.

TAUX DE RÉJECTION CMR

La méthode directe comporte certaines difficultés d'exécution dues à l'impédance d'entrée des circuits.

En général, la méthode indirecte, consistant à décaler simultanément les deux alimentations, est préférable lorsqu'elle est applicable.

PARAMETRES DYNAMIQUES

La mesure manuelle des paramètres dynamiques (t_r et pente) est simple à réaliser.

Avec un ensemble automatique, il est nécessaire d'avoir recours à des équipements complémentaires coûteux (générateur d'impulsion, matrice, oscilloscope à échantillonnage...).

COMPORTEMENT EN TEMPÉRATURE

Un système de mesure automatique entraîne l'obligation d'avoir d'une part un équipement de mémorisation et, d'autre part, un ensemble de mise en température ne perturbant pas les résultats de mesures (influence de la longueur des connexions...).

RÉGULATEUR. COEFFICIENT DE RÉGULATION

La mesure du coefficient de régulation impose, en régime continu, un appareillage ayant des performances très importantes. En régime alternatif, le problème est plus particulier, puisqu'il faut séparer le signal utile du bruit ou ronflement.

La mesure de la variation du courant de repos en fonction de la charge, de l'ordre de l'ampère, impose la détection d'une variation très faible devant celle de la charge (de l'ordre de 10^{-4}).

On détermine mal l'exactitude des résultats puisque les variations dues à l'échauffement peuvent être du même ordre de grandeur.

La mesure automatique de la réponse à un transitoire comporte des difficultés quant à l'interprétation du signal de sortie. Par contre, la mesure s'exécute bien manuellement.

BRUIT

La mesure du bruit total d'un amplificateur nécessite la connaissance des trois générateurs de bruit ramenée à l'entrée (bruit thermique, bruit de papillotement, bruit d'instabilité ou impulsionnel).

En général, l'expression de ce paramètre est donnée en valeur efficace, et correspond à la désignation du bruit blanc.

L'évaluation du bruit impulsionnel nécessite une mesure séparée qui ne peut se faire qu'après un temps relativement long. En règle générale, ces mesures sont réalisées manuellement.

CONCLUSION

Dans des applications classiques, on pourra se contenter d'un simple contrôle de la valeur des paramètres des circuits analogiques : dans ce cas, la majorité des systèmes de mesure donne toute satisfaction, d'où le succès des ensembles automatiques.

Dès que l'on envisage d'augmenter la précision du résultat de la mesure de certains paramètres, les difficultés croissent de telle manière que l'on aperçoit très vite les limites qu'imposent les techniques actuellement mises à notre disposition.

RÉSUMÉ

Après un rappel des définitions et un classement des circuits intégrés, une liste des paramètres à mesurer est donnée.

Les mesures des paramètres des circuits analogiques nécessitent des précautions qui dépendent en grande partie des méthodes utilisées. Certaines conditions particulières doivent être très bien définies. Les difficultés rencontrées lors de l'exécution des mesures sont données pour chacune d'entre elles ainsi que les avantages et les inconvénients des mesures automatiques et manuelles des paramètres des circuits intégrés analogiques.

SUMMARY

Problems about the measurements of integrated analog circuits, by S. ANGÉE and P. PRODHOMME (LCIE).

After a reexamination of the definitions and a classification of integrated circuits, a general view of parameters is given.

The linear circuit parameter measurements require a special care. As a general rule the precautions depends on the measurement method used. Some particular conditions must be closely defined.

The difficulties of the measurements are pointed out for each case, as well as the advantages and disadvantages of manual and automatic test on linear integrated circuit parameters.

Diodes électroluminescentes à hétérojonction de structure plane, pour transmissions par fibres optiques

COMPOSANTS

L'onde électrique
1977, vol. 57, n° 3
pp 239-242

par Jacques LEBAILLY,

Ingénieur de l'École Nationale Supérieure d'Électronique et d'Électromécanique de Caen et Docteur de Spécialité, mention Physique du Solide, actuellement chef du service « Semiconducteurs » au Laboratoire d'études avancées de RTC à Caen.

Daniel DIGUET,

Ingénieur de l'École Nationale Supérieure d'Électronique et d'Électromécanique de Caen et Docteur de Spécialité, mention Physique du Solide, actuellement Responsable de l'activité « Optoélectronique » au Laboratoire d'Études avancées de RTC à Caen.

et Jean-Claude DUBOIS,

Ingénieur, licencié ès sciences, diplômé d'études supérieures de Physique, actuellement chargé d'études de dispositifs électroluminescents et photorécepteurs aux Laboratoires d'Études Avancées de RTC à Caen.

RTC La Radiotechnique Compelec,
BP 6025, 14001 Caen Cedex.



Les diodes électroluminescentes sont l'émetteur de lumière le plus utilisé dans les transmissions par fibres optiques. Leur fiabilité est très satisfaisante, mais elles ont l'inconvénient de présenter des pertes à l'injection

assez importantes. RTC-La Radiotechnique-Compelec a réalisé des diodes électroluminescentes du type planar, présentant une brillance élevée et diminuant par la même les pertes à l'injection.

Le type de diode le plus développé industriellement est la homojonction $p-n$ de type planar. Ce dispositif ne peut être considéré comme passivé car une proportion non négligeable des électrons injectés côté p de la jonction atteignent la surface et constituent un courant parasite. Celui-ci rend non linéaires les caractéristiques puissance lumineuse émise - courant injecté, à bas niveau, et surtout est susceptible de croître fortement en cours de vieillissement en fonction de la qualité du milieu en contact avec la surface [1].

1. SIMPLE HÉTÉROJONCTION DE TYPE PLANAR

Un composant véritablement passivé doit être tel que le courant de surface est totalement éliminé. Ceci est réalisé par interposition d'une couche de matériau de plus grande largeur de bande interdite, entre la homojonction $p-n$ et la surface. Une telle structure représentée figure 1a est qualifiée de simple hétérojonction. Un procédé de mise en œuvre industriel consiste à réaliser une structure de type planar de la façon suivante [2] : croissance de 2 couches $Ga_{0,7}Al_{0,3}As(n)$ - $Ga_{0,9}Al_{0,1}As(n)$ sur substrat de $GaAs(n)$ par épitaxie en solution, dépôt de diélectrique $SiN_{3,4}$ photogravure, diffusion de Zn pour obtenir la jonction $p-n$ localisée, dépôt par évaporation sous vide et photogravure d'un contact supérieur qui occulte peu la région lumineuse et rejette suffisamment loin de celle-ci

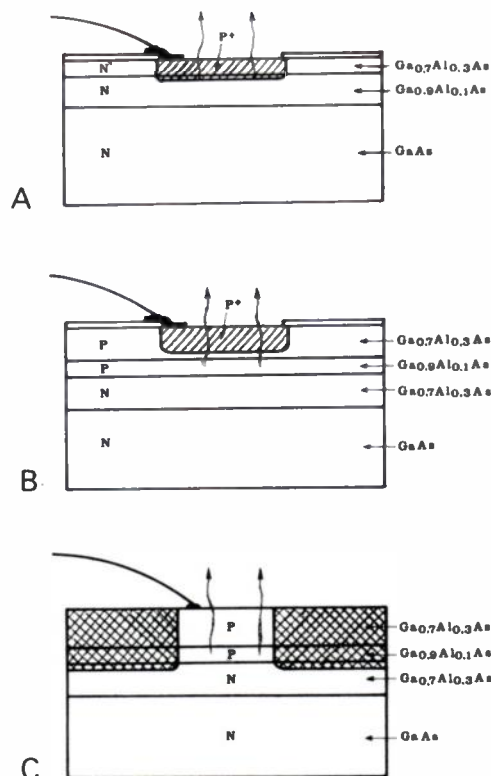


Fig. 1. — Différentes structures de diodes à hétérojonction plane. Les hachures (fig. 1a et 1b) représentent des régions dopées de type p par diffusion thermique de zinc. Les régions quadrillées (fig. 1c) sont rendues semi-isolantes par bombardement de protons.

l'arrivée des connexions, de façon à permettre un positionnement aisé de la fibre.

Les propriétés de ce type de dispositif sont les suivantes : la linéarité de la caractéristique puissance lumineuse émise-courant injecté est très supérieure à celle des diodes $p-n$ classiques (fig. 2) grâce à la suppression des courants de surface. Comme dans tout dispositif électroluminescent, efficacité et rapidité constituent un compromis. On ne doit pas présenter de valeur de rendement de luminescence sans préciser les temps de réponse correspondants ou vice-versa. Un facteur de mérite peut être ainsi défini comme le rapport entre l'efficacité de luminescence et le temps de réponse du signal lumineux. A titre d'exemple technologique, la figure 3 représente l'évolution de ce facteur de mérite en fonction du paramètre concentration de porteurs majoritaires côté n de la jonction, qui détermine la valeur de l'efficacité d'injection électronique. En ce qui concerne les temps de réponse, il est important de rappeler que dans les conditions pratiques d'emploi, ils sont rarement égaux au temps de réponse intrinsèque, c'est-à-dire à la durée de vie de recombinaison des porteurs minoritaires dans la région active, car les termes d'impédance du dispositif interviennent, en particulier dans le cas de relativement grandes surfaces ($> 10^{-4} \text{ cm}^2$) [3, 4]. Les caractéristiques typiques obtenues dans le cas de diodes diffusées, de surface $2 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$, dans lesquelles l'épaisseur de la région active est relativement grande (1μ c'est-à-dire environ le tiers de la longueur de diffusion électronique, de sorte qu'on met en jeu des propriétés de « faible excitation »), sont les suivantes : longueur d'onde émise : 820 nm ; puissance lumineuse émise : $\sim 15 \text{ mW}$ par ampère injecté ; temps de montée et de descente des impulsions lumineuses : $\sim 20 \text{ ns}$.

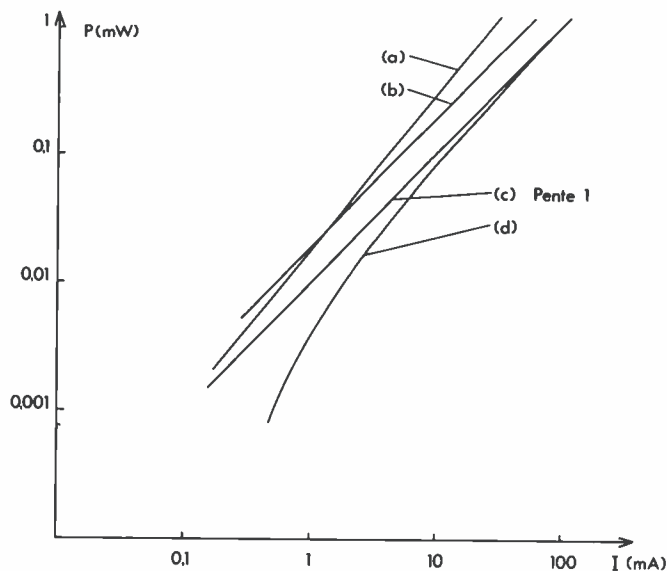


Fig. 2. — Caractéristiques puissance lumineuse émise-courant injecté d'hétérojonctions planaires de type (1a) (courbes a, b et c) par comparaison à une caractéristique typique d'homojonction $p-n$ planaire (courbe d). Les courbes b et c correspondent à une épaisseur de couche active de l'ordre de 1μ , la courbe a environ $0,1 \mu$.

En ce qui concerne la durée d'utilisation d'un tel dispositif, il est important de souligner que les cinétiques

et amplitudes d'évolutions sont semblables à celles de diodes à homojonction classique de structure planar [5]. Pour un courant de contrainte donné, les caractéristiques à bas niveau de courant sont beaucoup plus affectées que les caractéristiques à haut niveau (fig. 6). Par conséquent pour estimer la durée d'utilisation à un courant donné, il n'est pas correct d'extrapoler la décroissance de la puissance lumineuse émise à ce même niveau de courant, qui se précipitera lorsque le seuil de luminescence l'atteindra. Au contraire, il faut prendre en compte chacune des composantes de dégradation. Dans ces conditions, on peut estimer à $> 10^4$ heures la durée de fonctionnement des diodes planar à confinement de porteurs sous une densité de courant de l'ordre de 10^3 A/cm^2 c'est-à-dire un courant permanent de 100 mA dans une jonction de surface $> 10^{-4} \text{ cm}^2$. On obtient ainsi respectivement une puissance lumineuse et une luminance égales à $1,5 \text{ mW}$ et $5 \text{ W cm}^{-2} \text{ Sr}^{-1}$ en période initiale et $0,7 \text{ mW}$ et $2,5 \text{ W cm}^{-2} \text{ Sr}^{-1}$ en fin de vie du dispositif.

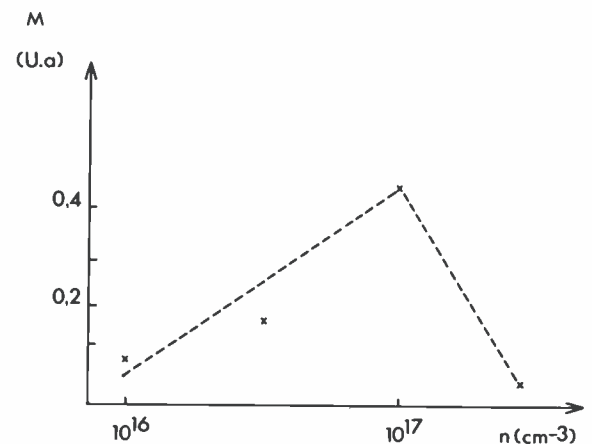


Fig. 3. — Évolution du facteur de mérite M , exprimé en unités arbitraires, d'hétérojonctions planaires de type (1a) en fonction de la concentration électronique du $\text{Ga}_{0,9}\text{Al}_{0,1}\text{As}$. La partie croissante de la courbe correspond à une efficacité d'injection électronique croissante. La décroissance résulte de la compensation électrique de la région de recombinaison, qui affecte la rapidité, puis d'une dégradation de la qualité électronique de la région de type n trop fortement dopée.

2. DOUBLE HÉTÉROJONCTION ÉPITAXIALE

Un second type de diode à hétérojonction de structure industrialisable quoique nécessitant un équipement lourd est représenté figure 1c. Son procédé d'élaboration comporte la croissance, par épitaxie en solution de la double hétérojonction $\text{Ga}_{0,7}\text{Al}_{0,3}\text{As}(p) - \text{Ga}_{0,9}\text{Al}_{0,1}\text{As}(p) - \text{Ga}_{0,7}\text{Al}_{0,3}\text{As}(n)$. La limitation de la région lumineuse a une aire correspondant au cœur de la fibre optique soit par surdopage local (diffusion de Zn planar, figure 1b) ce qui présente l'inconvénient de ne pas réduire suffisamment la capacité de jonction, soit par bombardement de protons (fig. 1c), ce qui nécessite l'emploi d'un accélérateur.

Pour illustrer la relation entre la puissance lumineuse émise par une telle structure et son temps de réponse, les figures 4 et 5 représentent les évolutions de ces paramètres en fonction de la concentration de porteurs majoritaires (trous libres) dans la région de recombi-

naison, pour deux dopants de nature différente. Dans le cas du dopage en Si en concentration modérée, les évolutions observées sont significatives d'un taux de recombinaison non radiative demeurant constant sur toute la gamme de concentrations analysées. Dans ce cas, l'application se situe dans la portion droite de la figure 4.

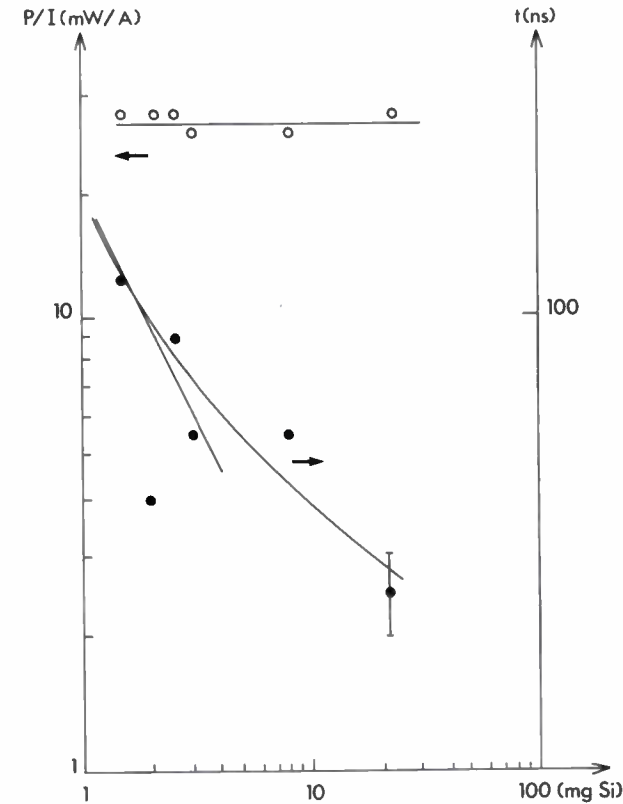


Fig. 4. — Évolutions de l'efficacité d'électroluminescence, exprimée en mW de puissance lumineuse émise par ampère injecté, et du temps de réponse en fonction de la concentration de porteurs majoritaires dans la région de recombinaison, exprimée en unités relatives, pour des doubles hétérojonctions épitaxiales de type (1c) dopées en silicium. L'accroissement des temps de réponse par rapport à la loi théorique représentée par une droite de pente — 1 est due à la très forte capacité des structures-tests, de 1 mm² de surface.

Dans le cas du dopage en Ge, on constate aux fortes concentrations une dégradation des propriétés électroniques (accroissement du taux de recombinaison non radiative). Il est à noter que les temps de réponse représentés figure 5 ont été obtenus avec des structures-tests de grande surface de jonction (1 mm²), dont la capacité est excessive. Dans le cas de structures du type 1-C, de 50 μ de diamètre de jonction, les temps de réponse correspondants sont inférieurs à 10 ns.

Dans l'état actuel, l'hétérostructure épitaxiale schématisée figure 1c apparaît 2 à 3 fois plus rapide que la diode diffusée, à efficacité égale, pour une épaisseur de couche active (1 μ) et une surface de jonction comparables. Ceci est attribué à un taux de compensation plus faible et à une efficacité d'injection supérieure. Par ailleurs elle est moins contrainte que la structure obtenue par diffusion de zinc et par conséquent devrait apparaître plus stable en vieillissement.

Enfin il est possible d'atteindre un régime de forte excitation en accroissant l'amplitude des différences de composition des couches épitaxiales et surtout en réduisant l'épaisseur de la région de recombinaison

jusqu'à une valeur de l'ordre de 10⁻² μ . Ceci a pour conséquence une réduction des temps de réponse qui n'est sensible que dans le cas des faibles dopages c'est-à-dire des diodes lentes.

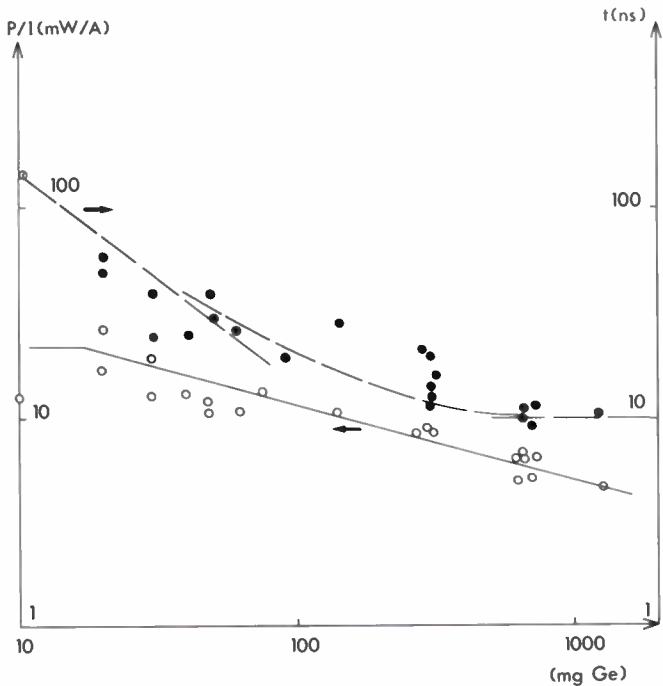


Fig. 5. — Évolution des mêmes paramètres que pour la figure 4, dans le cas d'un dopage en germanium et avec les mêmes remarques relatives à la capacité de la jonction.

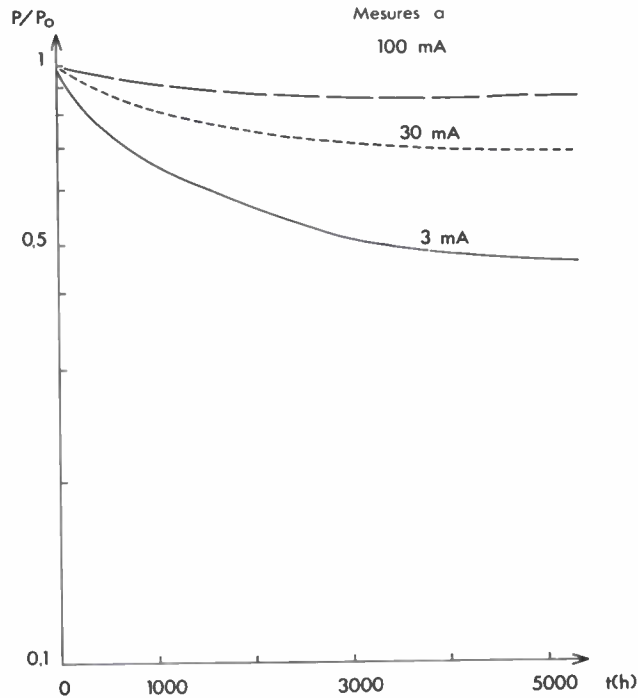


Fig. 6. — Exemple d'évolution en vieillissement de la puissance lumineuse émise par une diode planar de type (1a). Le courant de contrainte est de 100 mA à 50 °C de température ambiante. La décroissance de l'efficacité d'électroluminescence mesurée à une valeur de courant égale au courant de contrainte est très faible. Par contre, elle est beaucoup plus sensible à bas niveau.

Pour permettre un fonctionnement sous densité de courant élevée, typiquement 10 000 A/cm² au lieu de 1 000 A/cm² c'est-à-dire multiplier par 10 la brillance de la source, tout en conservant une durée d'utilisation suffisante du dispositif, il est nécessaire de faire appel

à une structure dissipative, à résistance thermique réduite. Le premier type de structure dissipative a été proposé par Burrus [6, 8]. Une telle structure est inversée, jonction côté dissipateur et substrat par-dessus; la partie centrale du substrat de GaAs opaque est éliminée par un décapage en cuvette. Nous avons pour notre part retenu une structure plane qui nous paraît plus compatible avec les procédés de traitement collectif, et qui est schématisée figure 7.

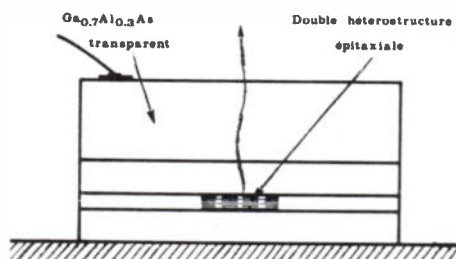


Fig. 7. — Structure dissipative plane.

Une telle structure est élaborée de la façon suivante : par épitaxie liquide en un seul cycle, on fait croître sur un substrat de GaAs sous courant électrique [9], une couche épaisse (150 μ) de $\text{Ga}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}$ puis, de façon plus traditionnelle, les 3 couches composant une double hétérojonction semblable à celle de la figure 1c. Après élimination mécanique du substrat initial de GaAs, on obtient donc une structure à substrat de GaAlAs transparent, que l'on peut monter jonction côté dissipateur. Un tel composant, dont nous avons entrepris l'étude, allie les propriétés d'efficacité et de rapidité de doubles hétérojonctions (1c) à la possibilité d'utiliser de fortes densités de courant et doit conduire à des puissances lumineuses émises de plusieurs mW avec des temps de montée et de descente inférieurs à 10 ns.

CONCLUSION

En conclusion, nous avons présenté en premier lieu les caractéristiques d'un composant électroluminescent fiable, de conception compatible avec une production industrielle, de caractéristiques adaptées à une utilisation générale en transmission de débits d'informations modérés (≤ 8 Mbit/s). Pour les débits supérieurs il est préférable d'utiliser une structure épitaxiale. Bien que nécessitant l'usage d'un accélérateur, la structure épitaxiale est également industrialisable.

Enfin, nous avons présenté une structure dissipative, plane elle aussi, et dont la mise au point doit permettre d'accroître la portée des transmissions utilisant une diode électroluminescente.

Remerciements. Les études des diodes à confinement de porteurs sont effectuées avec le soutien du CNET. Les auteurs sont reconnaissants à J. Benoit (CGE) pour un certain nombre de discussions relatives à la comparaison des structures diffusées et épitaxiales, à D. Rossier et J.-P. Arragon (LEP) pour les mesures de temps de réponse, à l'équipe du CNET Lannion (G. Pelous), qui a effectué les bombardements de protons, à G. Gimine, M. Mahieu, C. Marie et J. Vahé pour leur collaboration.

RÉSUMÉ

On décrit les structures et les propriétés de diodes électroluminescentes destinées à être couplées à des fibres optiques multimodes.

Pour des applications de transmissions à débits modérés (≤ 8 Mbit/s) et dans la perspective d'une industrialisation ultérieure, une structure de diode à confinement de porteurs de type planar a été retenue. Il s'agit d'une simple hétérostructure $\text{Ga}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}(p)\text{-Ga}_{0.9}\text{Al}_{0.1}\text{As}(p)\text{-Ga}_{0.9}\text{Al}_{0.1}\text{As}(n)$ dans laquelle l'homojonction $p\text{-}n$ est réalisée par diffusion de zinc.

Les caractéristiques d'un tel dispositif sont les suivantes :

- longueur d'onde émise : 820 nm,
- puissance lumineuse émise : 15 mW par ampère,
- temps de montée et de descente : 20 ns pour une surface de jonction de $2 \cdot 10^{-4}$ cm^2 .

En ce qui concerne l'étude du comportement sous forte densité de courant, il est montré que l'amplitude du signal émis sous le courant nominal de contrainte s'affaiblit peu en vieillissement et que l'estimation de la durée de vie du composant ne peut être complète que si elle se base sur l'analyse des caractéristiques à bas niveau.

Pour les applications de transmissions à plus forts débits (> 8 Mbit/s), les doubles hétérojonctions $\text{Ga}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}(p)\text{-Ga}_{0.9}\text{Al}_{0.1}\text{As}(p)\text{-Ga}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}(n)$ obtenues par épitaxie liquide et bombardement de protons conviennent mieux. Bien que nécessitant des équipements lourds, une telle structure est également compatible avec une industrialisation ultérieure.

Ces deux types de diodes, de structure non dissipative, sont limitées en densité de courant à des valeurs de l'ordre de 1 000 A/ cm^2 . Une progression d'un facteur 10 en densité de courant et par conséquent en brillance peut être obtenue par l'utilisation d'une structure dissipative, plane, à substrat transparent.

SUMMARY

Electroluminescent heterojunctions of planar structure for transmissions by optical fibers,

by J. LEBAILLY, D. DIGUET and J.-C. DUBOIS (RTC).

A description is given of structures and properties of electroluminescent diodes designed for being coupled to multimode optical fibers.

For transmissions at low bit rates (≤ 8 Mbit/s) and taking into account conditions for a further industrialization, a structure of carrier confinement planar type, diode has been designed. It is a heterostructure $\text{Ga}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}(p)\text{-Ga}_{0.9}\text{Al}_{0.1}\text{As}(p)\text{-Ga}_{0.9}\text{Al}_{0.1}\text{As}(n)$ in which the $p\text{-}n$ homojunction is made by zinc diffusion.

It presents the typical following characteristics :

- emitted wave length : 820 nm,
- emitted light power : 15 mW per ampere,
- rise and fall times : 20 ns for a junction area of $2 \cdot 10^{-4}$ cm^2 .

Concerning the aging behaviour under operation it is shown that the signal amplitude decreases little and that a correct estimation of the device life time can only be made by taking under consideration the evolutions of the low level characteristics.

For higher bit rates (> 8 Mbit/s), double heterojunctions of $\text{Ga}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}(p)\text{-Ga}_{0.9}\text{Al}_{0.1}\text{As}(p)\text{-Ga}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}(n)$ got by liquid phase epitaxy and proton bombardment appear more suitable. Though needing heavy equipments, such a structure looks also compatible with an industrial production.

These two types of devices, of non-dissipative structure, are limited in current densities to values of the order of 1 000 A/ cm^2 . An increase in a factor 10 in current density and therefore in brightness can be obtained by the way of a plane, dissipative, structure using a transparent substrate.

Bibliographie

- [1] LEBAILLY J. — *Photonics*, edited by M. Balkanski and R. Lallemand, Gauthier-Villars, 1973, p. 27.
- [2] DIGUET D., VAHE J and LEBAILLY J. — *IEEE Specialist Conference on the technology of electroluminescent diodes*, Atlanta, 1974.
- [3] ARRAGON J. P. — *Deuxième colloque européen, sur les transmissions par fibres optiques*, Actes du colloque, Paris, 1976, p. 217.
- [4] IKEDA K., HORINCHI S., TANAKA T. and SUSAKI W. — *IEEE Specialist Conference on the Technology of Electroluminescent diodes*, NEMU-NO-SATO, 1976.
- [5] LEBAILLY J., GOUIN C. and DESOMBRE A. — *10th annual proceeding of the IEEE Reliability Physics Symposium*, 1972, p. 126.
- [6] BURRUS C. A. — *Proc. Of the IEEE*, 1972, 60, 231.
- [7] « Composants pour télécommunications optiques à hétérojonction $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As/GaAs}$ réalisés par épitaxie liquide et implantation ionique (H^+ et O^+) par BENOIT J., PELOUS G. et P. SAVENNEC. — 2^e Colloque européen sur les transmissions par fibres optiques ».
- [8] HERSEE S. D. et GOODFELLOW R. C. — *Deuxième Colloque européen sur les transmissions par fibres optiques*, Actes du colloque, Paris, 1976, p. 213.
- [9] ANDRÉ E. — *First European Conference on Crystal Growth* (poster session 18), (Zurich, 1976).

III. Application des dispositifs à transfert de charges et des composants acoustiques à onde de surface au traitement du signal analogique (1)

(3^e partie)

COMPOSANTS

L'onde électrique
1977, vol. 57, n° 3
pp. 243-247



par C. LARDAT, C. LEGAY,

Docteurs-Ingénieurs à la Division des Activités Sous-Marines de Thomson-CSF

et P. TOURNOIS (2),

Sous-Directeur à la Division des Activités Sous-Marines de Thomson-CSF. Responsable du Centre de Cagnes-sur-Mer.

Thomson-CSF, Division des Activités Sous-Marines, BP 53, 06802 Cagnes sur-Mer (tél. (93) 20 01 40).

3.5. Corrélateur-convoluteur

Ce type d'application nécessite la multiplication du signal $s(t)$ par une référence $r(t)$ qui doit pouvoir varier dans le temps soit de manière continue, soit de temps à autre. Il rentre donc dans la catégorie des filtres à coefficients variables qui permettent d'effectuer soit une convolution, soit une corrélation suivant que le signal de référence est inversé ou non dans le temps. Ces opérations peuvent être aussi effectuées à l'aide de transformations globales mais on ne traite ici que des corrélations ou convolutions directes.

Dans les DTC, le signal et la référence sont échantillonnés et peuvent être placés dans deux registres. On procède à une lecture non destructive et une pondération du signal par la référence. La lecture est en général effectuée par un amplificateur Mosfet à grille flottante [83] et la pondération par un dispositif à conductance variable [84, 85]. Toutefois, cette technique semble difficile à mettre en œuvre si on désire une bonne précision, augmente considérablement la complexité des DTC et réduit beaucoup les avantages de coût, poids, dissipation et encombrement qu'ils présentent [37].

Par contre, la pondération du signal est beaucoup plus simple si les coefficients sont limités à des valeurs binaires (0, 1 ou +1, -1). Une méthode consiste à commuter les prises d'un registre série sur deux lignes de sortie différentes [86]. Un autre dispositif à structure de stockage de charges parallèle [21] assure la pondération binaire par le transfert des charges sur commande dans l'une ou l'autre des deux cellules adjacentes à la cellule de stockage [87]. L'avantage de ce dispositif est de s'affranchir de l'inefficacité de transfert et il conduit à des précisions de l'ordre de 1 % avec une

dynamique de sortie mesurée de 66 dB [87]. Par contre, la structure parallèle est soumise aux variations locales de courants de fuite qui limitent la durée de traitement à quelques pour cent de la durée de stockage pour une précision de 1 %.

Le codage binaire de la tension de référence et l'utilisation en parallèle de plusieurs filtres analogiques binaires, dont les sorties sont ensuite pondérées et additionnées ensemble, permettent la construction de filtres à coefficients variables. Cependant, la conversion analogique-numérique qui est nécessaire, amoindrit beaucoup leur compétitivité avec des systèmes purement numériques.

Par contre, un convoluteur à ondes de surface peut être très simplement réalisé en utilisant les effets non linéaires du substrat [89] : il comporte deux transducteurs d'entrée aux deux extrémités d'une ligne à retard et une zone centrale d'interaction. Les deux ondes émises par les transducteurs à une fréquence ω , génèrent dans la zone d'interaction un signal à 2ω spatialement uniforme (nombre d'onde nul). Une électrode s'étendant sur toute cette longueur délivre un signal proportionnel au produit de convolution des signaux d'entrée. La simplicité de ce dispositif est sa principale qualité. Malheureusement, les non-linéarités étant assez faibles, il est nécessaire d'entrer des signaux d'assez forte puissance pour avoir des pertes d'insertion compatibles avec une grande dynamique. Différentes techniques ont donc été utilisées pour augmenter le facteur non-linéaire [90, 91]. En définissant un facteur bilinéaire F comme étant le rapport de la puissance de sortie au produit des puissances admises sur les deux entrées, le tableau VIII permet de comparer les performances des différentes structures.

Un des inconvénients de ces convoluteurs est qu'ils nécessitent une synchronisation puisque les signaux doivent être présents en même temps dans la zone d'interaction. Le fonctionnement peut être néanmoins rendu asynchrone moyennant certaines précautions [94].

(1) Conférence présentée le 12 Avril 1976 à la Réunion internationale organisée par la DRME sur « Les Applications des Composants Micro-Ondes Acoustiques ».

Article reçu le 31 mai 1976 et accepté le 1^{er} juillet 1976.

(2) Membre de la SEE.

TABLEAU VIII

Caractéristiques de différentes structures de convoluteurs à ondes acoustiques de surface.

Structure	LiNbO ₃ avec compresseurs de faisceau	Si/LiNbO ₃	Diodes et LiNbO ₃
Fréquence centrale (MHz)	156	300	150
Bande (MHz)	50	100	20
Durée max. du signal (μs)	12	10	5
F (dBm ⁻¹)	-71	-65	-67
Dynamique (dB)	68	40	73
Références	[91]	[92]	[93]

Un nouveau dispositif actuellement à l'étude devrait permettre d'éliminer ces problèmes : le corrélateur à mémoire [95]. Dans ce CA, la référence peut être « figée » à l'intérieur du dispositif pendant un temps de l'ordre de la seconde. Le signal à corrélérer avec cette référence peut alors être entré en continu. Notons également que la référence peut être absolument quelconque et même inconnue.

Les filtres à code binaire programmables à onde de surface sont simplement constitués par une ligne à prises commandées par des commutateurs à diodes [88]. Compte tenu des très grandes difficultés technologiques inhérentes à la structure entièrement intégrée AlN/Si/Al₂O₃ [34], on doit utiliser des circuits de commutation externes qui nécessitent un grand nombre d'interconnexions et limitent la fréquence de récurrence à quelques dizaines de Mbits/s. L'intérêt de ce type de CA est donc très réduit en regard de la grande souplesse d'utilisation des DTC.

3.6. Oscillateurs

Les DTC ne présentent pas d'intérêt pour ce genre d'applications puisqu'ils nécessitent pour leur propre fonctionnement une horloge dont la stabilité détermine la stabilité du dispositif.

Les CA peuvent au contraire trouver dans ce domaine de nombreuses applications. Ils permettent en effet d'étendre considérablement la gamme de fonctionnement des oscillateurs pilotés par un quartz à ondes acoustiques de volume, puisqu'ils sont utilisables de 50 MHz à 1 ou 2 GHz. Deux techniques sont possibles pour réaliser un oscillateur :

1) On utilise une ligne à retard simple dont on reboucle la sortie sur l'entrée avec un gain suffisant pour compenser les pertes d'insertion [96].

2) On utilise un résonateur ou un filtre à grande surtension dans la boucle de contre-réaction d'un amplificateur, ce résonateur ou filtre étant constitué d'une cavité formée par deux réseaux réfléchissants à l'intérieur de laquelle sont placés un ou deux transducteurs interdigités. Ces réseaux réfléchissants sont avantageusement constitués de sillons gravés dans le substrat [97].

L'intérêt essentiel de ces CA est que la fréquence d'oscillation est donnée, non pas par les dimensions du cristal comme dans le cas des ondes de volume,

mais par la configuration géométrique des transducteurs ou des réseaux réfléchissants. Ceci augmente la reproductibilité et permet la réalisation d'oscillateurs de très haute fréquence (≤ 2 GHz).

D'une façon générale, les oscillateurs à ligne à retard possèdent une surtension équivalente moins grande que les oscillateurs à résonateurs et sont donc moins stables. Par contre, ils sont facilement modulables et présentent de ce fait un grand intérêt [98]. L'avantage des résonateurs à réseaux réfléchissants est qu'ils permettent la réalisation de filtres à bande très étroite ($\frac{\Delta f}{f} \leq 10^{-4}$) de faibles pertes d'insertion (< 10 dB) avec une très grande réjection sur les lobes secondaires (> 80 dB) [99].

Le tableau IX rassemble les propriétés de ces oscillateurs à ondes de surface.

TABLEAU IX

Caractéristiques des oscillateurs à onde de surface.

	Ligne à retard	Résonateur
Fréquence (MHz)	10-2 000	10-2 000
Surtension	qq 10 ³ ajustable par la longueur de la ligne	qq 10 ⁴ ajustable par la profondeur des sillons
Modulation (ppm)	10 ² à 10 ⁴	—
Stabilité à court terme	10 ⁻⁹	—

3.7. Transformations globales

On entend ici par transformation globale les transformations linéaires qui, à un signal $x(t)$ en associent un autre $X(u)$ par la relation :

$$X(u) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(u, t)x(t) dt$$

Dans des cas particuliers [100] il est possible d'utiliser un seul filtre à coefficients fixes pour réaliser la transformation à condition d'effectuer une prémultiplication et une postmultiplication dépendant du temps. C'est le cas de la transformation de Fourier qui peut être mise sous la forme :

$$X(f) = e^{-j\pi f^2} \int_{-\infty}^{+\infty} (x(t) \cdot e^{-j\pi t^2}) \cdot e^{j\pi f t} dt$$

Ce traitement dont le principe est symbolisé figure 4 se prête très bien à l'utilisation des DTC et des CA. Il peut être appliqué à la réalisation des corrélateurs, de convoluteurs ou de filtres programmables.

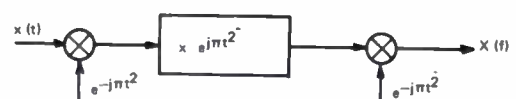


Fig. 4. — Principe de la transformation de Fourier par filtre à coefficients fixes.

La forme échantillonnée de ce traitement, connue sous le nom de CZT (Chirp Z Transform) [101] est utilisée dans le cas des DTC. Pour le calcul de la densité spectrale

on peut utiliser une transformation voisine (CZT glissante [102]) dont le schéma est donné figure 5, les rectangles représentant des filtres DTC de réponse impulsionnelle $w_n \cdot \cos(\pi n^2/N)$ et $w_n \cdot \sin(\pi n^2/N)$, $-\frac{N}{2} < n < \frac{N-1}{2}$.

Le facteur w_n est une pondération temporelle destinée à réduire les lobes secondaires d'analyse spectrale. La résolution de l'analyse est N/f_H .

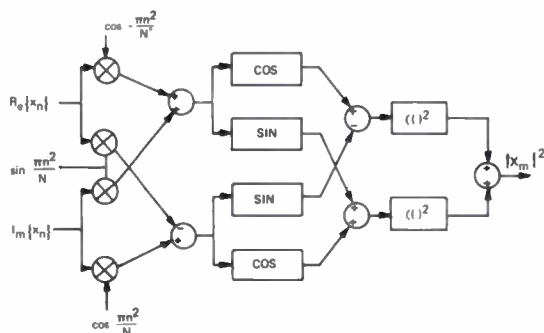


Fig. 5. — Schéma synoptique de l'algorithme de CZT.

L'inefficacité de transfert élargit la finesse d'analyse dans une proportion qui est la plupart du temps négligeable. Les sources d'erreur : bruit thermique, quantification des pré et post-multiplications, pondération des prises, ont été estimées dans [102] et comparées à celles d'un algorithme de FFT.

Les transformées globales analogiques sont directement réalisables à l'aide de filtres dispersifs à ondes de surface très performants et présentent de ce fait, un grand intérêt à des fréquences supérieures à quelques dizaines de MHz. Les filtres dispersifs effectuent le produit de convolution et synthétisent aussi les signaux modulés en fréquence de pré et post multiplication.

Dans le cas de l'analyse spectrale, on montre [103] qu'on peut séparer au maximum N points si le produit BT du filtre dispersif de convolution est égal à $4N$. Les limitations en nombre de points, résolution, dynamique, peuvent être déduites du tableau VI.

La formation d'images temporelles de signaux électriques peut également s'obtenir à l'aide de filtres dispersifs et de rampes modulées en fréquence [104] exactement comme en optique [105]. L'inversion dans le temps est une opération importante pour les CA, puisqu'elle permet de convertir un convoluteur à effet non linéaire, Cf. 3.5, en corrélateur.

Un retard non dispersif, variable, à commande électronique, peut être réalisé à l'aide de CA suivant le montage à filtres dispersifs de la figure 6. La variation du retard est commandée par la fréquence f_v de l'oscillateur variable à commande de tension. Dans ce cas (d'autres montages sont possibles [106]), pour retarder de T un signal de bande B , le taux de compression minimum des filtres dispersifs est $4 BT$.

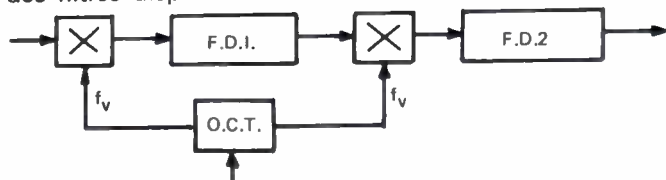


Fig. 6. — Principe d'un montage à retard variable.

4. CONCLUSION

Les DTC et les CA couvrent un vaste domaine d'applications pour le traitement du signal analogique, tant sur le plan de la plage de fréquence couverte que sur celui de la variété des applications. Ils présentent en commun de grands avantages d'encombrement, de prix et de consommation, liés à leur structure plane qui permet la réalisation de filtres transversaux à prises pondérées. Ils sont préférables, dans les applications où leurs performances sont suffisantes, aux systèmes numériques ou à composants discrets qui leur sont concurrents.

Il apparaît que la plupart de leurs applications ont lieu dans des domaines distincts, les DTC étant limités en bande passante et les CA en temps de retard. Les performances qui ont été présentées délimitent des zones d'applications exclusives de ces composants qui sont grossièrement dans l'état actuel de la technologie :

- Durée du signal traité supérieure à $100 \mu s$: DTC.
- Bande du signal traité supérieure à 10 MHz : CA.

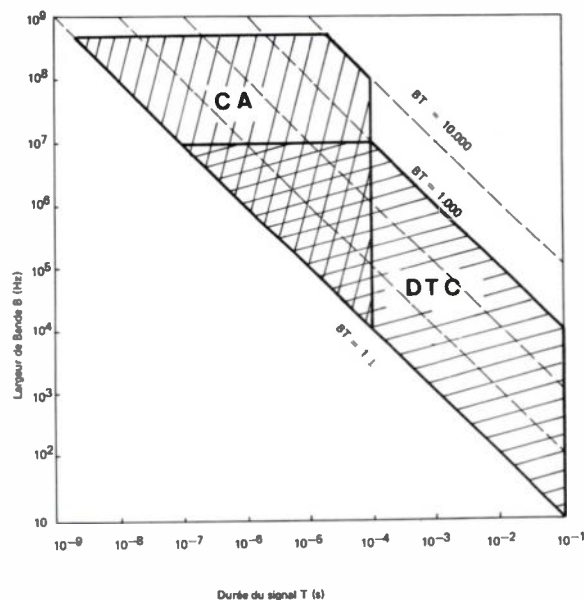


Fig. 7. — Domaine respectif d'utilisation des DTC et des CA

Dans le domaine où ils peuvent entrer en concurrence ($B < 10 \text{ MHz}$, $T < 100 \mu s$), le choix pourra s'exercer d'après les critères suivants :

— DTC : souplesse d'emploi liée à l'horloge de commande, compatibilité de technologie MOS pour l'intégration sur le même composant de plusieurs fonctions, fréquence maximum du signal limitée à 10 MHz .

— CA : simplicité technologique qui conduit à un plus faible coût de réalisation en grande série, fréquence centrale supérieure à quelques dizaines de MHz, possibilité de traitement en fréquence intermédiaire avec de fortes surtensions.

Des exemples typiques d'application sont pour les DTC des filtres téléphoniques [64], des traitements distance et doppler en Radar [107] et pour les CA des filtres télévision couleur [108] et des filtres de télé-

communication à très faible bande. Les DTC semblent orientés vers les prétraitements sonar, les circuits téléphoniques et les post-traitements en Radar et Télécommunication. Les pré-traitements en Radar et Télécommunication restent l'apanage des CA.

RÉSUMÉ

L'objectif de cet exposé est de dégager les possibilités respectives des dispositifs à transfert de charges (DTC) et des composants acoustiques à onde de surface (CA).

Dans une première partie, on donne leur caractéristiques concernant les domaines de fréquence et de retard, les pertes d'insertion et la dynamique, la sensibilité à la température et leur compatibilité technologique avec les autres techniques de traitement.

Dans la deuxième partie sont analysées les performances des dispositifs réalisables avec les DTC et les CA : lignes à retard, mémoires numériques, filtres de bande, filtres adaptés, corrélateurs, oscillateurs et opérateurs de transformées globales.

L'examen de ces caractéristiques et performances dégage les domaines d'application privilégiés de ces dispositifs :

- Durée du signal $> 100 \mu\text{s}$: DTC.
- Bande du signal $> 10 \text{ MHz}$: CA.

SUMMARY

Application of charge transfer devices and surface acoustic wave devices to analog signal processing,

by C. LARDAT, C. LEGAY and P. TOURNOIS (Thomson-CSF).

In this paper, we want to outline and compare the capabilities of the charge transfer devices (D.T.C) and of the surface acoustic wave devices (C.A.).

We first give the characteristics associated with frequency and time delay ranges, insertion loss and dynamic ranges, temperature sensitivity and compatibility in technology with other processing techniques.

We then analyze the performances of the systems which can be implemented with DTC and/or CA : delay lines, digital memories, band pass filters, matched filters, correlators, oscillators and global transform operators.

The conclusion of this analysis is that DTC are best suited to systems where the signal to be processed has duration of more than $100 \mu\text{s}$ and CA are to be used when the signal bandwidth exceeds 10 MHz .

Références générales

DTC : Charge Coupled Device Applications Conferences : 1973 (San Diego), 1974 (Edinburgh), 1975 (San Diego). *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, Vol. SC 11 n° 1, Feb. 1976 ou *IEEE Journal of Electron Devices* : Special Issue on Charge - Transfer Devices. CA : *IEEE Ultrasonics Symposium Proceedings* 1972 (Boston), 1973 (Monterey), 1974 (Milwaukee), 1975 (Los Angeles), 1976 (Annapolis) Special issues on microwave acoustics. *IEEE Trans. on MTT*, 1969, vol MTT-17, n° 11. *IEEE Trans. on MTT*, 1973, vol MTT-21, n° 1, *Proc. IEEE*, 1976, 64, n° 5.

Bibliographie

- [1] TOMPSETT M. F. — Charge Transfer Devices. *J. Vac. Sci. and Tech.*, July-August 1972, 9, 1166-1181.
- [2] THEUNISSEN M. J. J. — Charge Transfer Devices. Part I Physical Principles. *L'Onde Électrique*, 1974, 54, n° 7, 317-324. Part 2 applications. *L'Onde Électrique*, 1974, 54, n° 8, 405-413.
- [3] MAINES J. D. — EGS Paige. Surface-acoustic-wave Components Devices and Applications. *Proc. IEEE*, Oct. 1973, 120, n° 101, 1078-1110.
- [4] HOLLAND M. G. and CLAIBORNE I. T. — Practical Surface Acoustic Wave Devices. *Proc. IEEE*, May 1974, 52, n° 5, 582-582-611.
- [5] WHITEHOUSE H. J. and MEANS R. W. — Signal Processing using Charge Coupled Devices and Surface Wave Devices. *IEEE Ultrason. Symp. Proc.*, Monterey 1973, pp. 572-577.
- [6] BOYLE W. S. and SMITH G. E. — Charged Coupled Semiconductor Devices. *Bell Syst. Tech. J.*, 1970, 49, 587-593.
- [7] SMITH W. R. — *J. Appl. Phys. Communication*, 1971, 42, 3106.
- [8] LARDAT C. — Surface Wave Edge Bonded Transducers and Applications. *IEEE Ultrason. Symp. Proc.*, 1974, pp. 433-436, Milwaukee.
- [9] WHITE R. M. — Surface Elastic Waves. *Proc. Inst. Elec. Electron. Eng.*, 1970, 58, 1238-1276.
- [10] TOMPSETT M. F. — The Quantitative Effects of Interface States on the Performance of Charge-Coupled Devices. *IEEE Trans. on El. Devices*, 1973, vol. ED-20, n° 1.
- [11] BRODERSEN R. W., BUSS D. D. and TASCH Jr. A. F. — Experimental Characterization of Transfer Efficiency in Charge Coupled Devices. *IEEE Trans. on El. Devices*, 1975, ED-22, n° 2.

- [12] BOTLER W. J., BARRON M. B. and PUCKETTE C. M. — Practical Considerations for Analog Operation of Bucket-Brigade Circuits. *IEEE Journal of Solid State Circ.*, 1973, vol. SC-8, n° 2, 157-173.
- [13] BERTRAM W. J. and al. — A Three-level Metallization Three-phase CCD. *IEEE Trans on El. Devices*, 1974, vol. ED-21, n° 12.
- [14] CHAN Y. T., FRENCH B. T. and GREEN P. E. — Extremely High speed CCD Analog Delay Line. *Proceedings of the 1975. Conf. on the Application of Charge Coupled Devices*, San Diego.
- [15] ZIMMERMAN T. A. and al. — *Charge Coupled Devices in Signal Processing Systems*. Vol. II, Analog Signal Processing TEW System Group Report AD AO 11499, Dec. 1974.
- [16] LEAN E. G. and BROERS A. N. — Microwave Surface Acoustic Delay Lines. *Microwave J.*, 1970, pp. 97-101.
- [17] SMITH H. I. — Fabrication techniques for Surface-Acoustic-Wave and Thin-Film optical Devices. *Proc. of IEEE*, 1974, 62, n° 10, 1361-1387.
- [18] HARTEMANN P. and ARNODO C. — Rayleigh Wave Delay Line Using two Grating Array Transducers at 2.55 GHz. *Electronics Letters*, 1972, 8, 265-267.
- [19] BRISTOL T. W., JONES W. R., SNOW P. R. and SMITH W. R. — Application of Double Electrodes in Acoustic Surface Wave Device Design. *IEEE Ultrasonics Symp. Proc.*, Boston 1972, 343-345.
- [20] SMITH W. R., GÉRARD H. M., COLLINS J. H., REEDER T. M. and SHAW J. J. — Analysis of Interdigital Surface Wave Transducers by Use of an Equivalent Circuit. *Model. IEEE Trans. MTT*, 1969, vol. MTT-17, pp. 856-864.
- [21] TIEMANN O. J., ENGELER W. E., BAERTSCH R. D. and BROWN D. M. — Intracel Charge-Transfer Structures for Signal Processing. *IEEE Trans. on Electron. Devices*, 1974, vol ED-21, n° 5.
- [22] LEWIS M. F. — Triple-transit Suppression in Surface Acoustic Wave Devices. *Electron. Lett.*, 1972, 8, 553-554.
- [23] SMITH W. R., GÉRARD H. M., COLLINS J. H., REEDER T. M. and SHAW H. J. — Design of Surface Wave Delay Lines with Interdigital Transducers. *IEEE Trans. on MTT*, MTT-17, 1969, pp. 865-873.
- [24] MARSHALL E. G., PAIGE E. G. S. and YOUNG A. S. — New Unidirectional Transducer and Broad-band reflector of Acoustic Surface Waves. *Electron. Lett.*, 1971, 7, 638-640.
- [25] ROSENFELD R. C., BROWN R. B. and HARTMANN C. S. — Unidirectional Acoustic Surface Wave Filters with 2 dB Insertion Loss. *IEEE Ultrason. Symp. Proceedings, Milwaukee*, 1974, pp. 425-428.
- [26] BRODERSEN R. W. and EMMONS S. P. — The Measurement of Noise in Buried Channel Charge Coupled Devices. *Proceedings of the 1975 Int. Conf. on the Application of Charge Coupled Devices*, San Diego.
- [27] CARNES J. E., KONOSOCKY W. F. and LEVINE P. A. — Measurements of Noise in Charge Coupled Devices. *RCA Review*, 1973, 34, n° 4, 553.
- [28] THORNBUR K. K. and TOMPSETT M. F. — Spectral Density of Noise Generated in Charge Transfer Devices. *IEEE Trans. on Elec. Dev.*, April 1973.
- [29] THX 1105 Ligne à retard analogique à transfert de charge 256 étages. Notice TEV 3219 TH-CSF Division Tubes Electroniques, Nov. 1975.
- [30] CCD 311 130/260 Bit Analog Shift Register Charge Coupled Device. Notice d'utilisation Fairschild.
- [31] SLOBODNIK A. J. — Non-linear Effects in Microwave Acoustic Linbo, Surface-Wave Delay Lines. *J. Acoust. Soc. Amer.*, 1970, 48, 203-210.
- [32] WILLIAMSON R. C. — Problems Encountered in High-Frequency Surface-Wave Devices. *IEEE Ultrason. Symp. Proceedings, Milwaukee*, Nov. 1974, pp. 321-328.
- [33] GRADL D. A., GROENWALD R. A. and FLANAGAN T. J. — High Speed Operation of CCD'S* Proceedings of the 1975 Int. Conf. on the Application of Charge-Coupled-Devices, San Diego.
- [34] HAGON P. J. — Programmable Analog Matched Filters. *International Specialist. Seminal, Aviemore, Scotland*, 1973, pp. 92-101.
- [35] CLAIBORNE L. T., STAPLES E. J. and HARRIS J. L. — *Appl. Phys. Letters*, 1971, 19, 58.
- [36] DEFRAUOLD Ph. — 100 MHz MOSFET Detection of Rayleigh Surface Waves. *IEEE Ultrason. Symp. Proc.*, Boston, 1972, pp. 229-232.
- [37] BUSS D. D., BAILEY W. N. and TASCH Jr. A. F. — Signal Processing Applications of Charge. Coupled Device. Proceedings of the *International Conf. on Technology and Applications of Charge-Coupled Devices*, Edinburgh Sept. 1974.
- [38] WHITE M. H. and LAMPE D. R. — Charge Coupled Device Analog Signal Processing. *Proceedings of the 1975 Int. Conf. on the Application of Charge-Coupled Devices*, San Diego.
- [39] TOMPSETT M. F. and ZIMANY Jr. E. J. — Use of Charge-Coupled Devices for Delaying Analog Signals. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, April 1973, vol. SC 8, n° 2.
- [40] BUCKANAN S. P. and CLARK R. R. — Signal Processing Capabilities of a 100×100 CCD Array. Proceedings of the 1975. Int. Conf. on the Application of Charge-Coupled Devices, San Diego.
- [41] MARSHALL F. G., NEWTON C. O. and PAIGE E. G. C. — Surface Acoustic Wave Multistrip Components and their Applications. *IEEE Trans MTT*, 1973, vol. MTT-21, pp. 216-224.
- [42] REEDER T. M., SHREVE W. R. and ADAMS P. L. — A new Broad-band Coupling Network for Interdigital Surface Wave Transducers. *IEEE Trans. on SU*, 1972, vol. SU-19, pp. 466-470.
- [43] BROWNING T. I. and MARSHALL F. G. — Compact 130 μsec Surface Acoustic Wave Delay Line Using Improved MSC Reflecting Trackchangers. *IEEE Ultrason. Symp. Proc.*, Milwaukee 1974, pp. 189-192.

- [44] FORTUNCO C. M. and SHAW H. J. — One Millisecond surface Acoustic Wave Delay Line. *IEEE Ultras. Symp. Proc.* Los Angeles, 1975, pp. 537-538.
- [45] COLLINS J. H., LAKIN K. M., QUATE C. F. and SHAW H. J. — Amplification of acoustic Surface Waves with Adjacent Semiconductor and Piezoelectric Crystals. *Appl. Phys. Letters*, 1968, 13, 314-316.
- [46] COLDREN L. A. and KINO G. S. — Monolithic Acoustic Surface Wave Amplifier. *Appl. Phys. Lett.*, 1971, 18, 317-331.
- [47] RALSTON R. W. — Stable CW Operation of Gap-Coupled Silicon-on-Sapphire to LiNbO_3 Acoustoelectric Amplifiers. *IEEE Ultras. Symp. Proc. Los Angeles*, 1975, pp. 217-222.
- [48] SEIDEL H. and WHITE D. L. — Ultrasonic Surface wave Guides. U.S. Patent 3 406 358, 1968.
- [49] MEITZLER A. H. and TIERSTEN H. F. — Elastic Surface Wave Guides. US Patent 3 4 P 9 848, 1968.
- [50] LAGASSE P. E., MASON I. M. and ASH E. A. — Acoustic Surface Waveguides: Analysis and Assessment. *IEEE Trans. MTT*, 1973, MTT-21, pp. 225-235.
- [51] WAGERS R. S. and WEIRAUCH D. F. — Acoustic Waveguide Fabrication by Orientation Dependent Etching. *IEEE Ultras. Symp. Proc. Los Angeles*, 1975, pp. 539-543.
- [52] LARDAT C., MENOT J. P. and TOURNOIS P. — Delay Lines Using Interfacial Waves in Solid-Liquid-Solid Structures. *IEEE Trans. on SU*, 1975, 22, 16-24.
- [53] BELT R. A. — A CCD Memory for Radar Signal Processing. Proceedings of the 1975. *Int. Conf. on the Application of Charge Coupled Devices*, San Diego.
- [54] ZIMMERMAN R. L., SCHWEITZER B. P. and BENDER R. C. — High-data-rate high-bit-density acoustic digital memory. *IEEE Ultras. Symp. Proc. Boston*, 1972.
- [55] DE VAART H. Van and SCHISSLER L. R. — Acoustic Surface-Wave Recirculating Memory. *Electron. Lett.*, 1972, 8, 333-334.
- [56] EMMONS S. P. and al. — A CCD Multiplexer with Forty AC Coupled Inputs. Proc. of the *Int. Conf. on the Application of Charge Coupled Devices*, San Diego.
- [57] ROBERTS J. B. G., EAMES R. and SIMONS R. F. — A CCD SAW Processor for Pulse Doppler Radar Signals. Proceedings of the 1975. *Int. Conf. on the Application of Charge Coupled Devices*, San Diego.
- [58] BAILEY W. and Al. — CCD Applications to Synthetic Aperture Radar Proceedings of the 1975. *Int. Conf. on the Application of CCD*, San Diego.
- [59] FISHER T. S., PATTERSON E. and SCOTTER D. G. — Surface-Wave Correlator with inclined Transducer. *Electron. Lett.*, 1973, 9, 55.
- [60] JUDD G. W., JONES W. R. and BRISTOL T. W. — An Improved Tapping Transducer for Surface Wave Phase-coded Delay Line. *IEEE Ultras. Symp. Proc.*, Boston 1972, pp. 373-376.
- [61] BUS D. D., COLLINS D. R., BAILEY W. H. and REEVES C. R. — Transversal Filtering Using Charge Transfer Devices. *IEEE J. of Solid-State Circuits*, April 1973, vol. SC-8, n° 2.
- [62] BOUNDEN J. E., EAMES R. and ROBERTS J. B. G. — MTI Filtering for Radar with Charge Transfer Devices. Proceedings of *Int. Conf. on Tech. and Applic. of CCD*, Edinburgh Sept. 1974.
- [63] HEWES C. R. — A Self-contained 800 Stage CCD Transversal Filter. Proceedings of the 1975. *Int. Conf. on the Application of Charge-Coupled Devices*, San Diego.
- [64] BAERTSCH R. D. and TIEMANN J. J. — Application of a CCD Low Pass Transversal Filter. Proceedings of the 1975. *Int. Conf. on the Application of Charge Coupled Devices*, San Diego.
- [65] BUSS D. D., BRODERSEN R. W., HEWES C. R. and TASCH Jr A. F. — Communication Applications of CCD Transversal Filters. *IEEE 1975 Nato Telecommunications Conf.*
- [66] IBRAHIM A. A., HUPE G. S. and SELLARS L. P. — Multiple Filter Characteristics using a Single CCD Structure. Proceedings of the 1975 *Int. Conf. on the Application of Charge-Coupled Devices*, San Diego.
- [67] TANCRESS R. H. and HOLLAND M. G. — Acoustic Surface Wave Filters. *Proc IEEE*, 1971, 59, 393-409.
- [68] SMITH D. A., PUCKETTE C. M. and BUTLER W. J. — Active Band-Pass Filtering with Bucket-Brigade Delay Lines. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, 1972, vol. SC-7, n° 5, 421-425.
- [69] TAO T. F., IAMSAD V., HOLMES S., FREUND B., SAETRE L. and ZIMMERMAN T. A. — Sampled Analog CCD Recursive Comb Filters. Proceedings of the 1975 *Int. Conf. on the Application of Charge-Coupled Devices*, San Diego.
- [70] TANCRESS R. H. and MEYER P. C. — Operation of Long Surface Wave Interdigital Transducers. *IEEE Ultras. Symp. Miami*, 1971, Paper J-7.
- [71] GÉRARD H. M., SMITH W. R., JONES W. R. and HARRINGTON J. B. — The Design and Applications of Highly Dispersive Acoustic Surface Wave Filters. *IEEE Trans. SU*, 1973, vol SU-20, pp. 94-104.
- [72] MAINES J. D., MOULE G. L., OGG N. R. and RICH G. — Improvements in Surface-Acoustic Wave Pulse Compression Filters. *Electron. Letters*, 1973, 9, 156-157.
- [73] WEGLEIN R. D., WAUK M. T. and NUDD G. R. — 500 MHz Bandwidth Wave Pulse Compression Filter. *IEEE Ultras. Symp. Proc.*, Monterey 1973, pp. 482-485.
- [74] BAKKEN D. W. and MEYER P. C. — Sidelobe Reduction in Reflective SAW Pulse Compressors without External Filtering. *Electron. Lett.*, 1974, 10, 278-279.
- [75] LARDAT C. — *IEEE Ultras. Symp. Proc.*, Annapolis, 1976, pp. 272-276.
- [76] DOLAT V. S. and WILLIAMSON R. C. — BGO Reflective Array Compressor with 125 μs of Dispersion. *IEEE Ultras. Symp. Proc. Los Angeles*, 1975, pp. 390-394.
- [77] GÉRARD H. M., OTTO O. W. and WEGLEIN R. D. — Development of a Broadband Reflective Array 1000:1 Pulse Compression Filter. *IEEE Ultras. Symp. Proc.*, 1974, Milwaukee, pp. 197-201.
- [78] WILLIAMSON R. C. — Problems Encountered in High Frequency Surface-Wave Devices. *IEEE Ultras. Symp. Proc.*, Milwaukee 1974, pp. 321-328.
- [79] SETRIN M., BELL D. T., SCHULZ M. B. and UNKAUF M. G. — An IFF System Using Block Programmable Surface Wave Signal Expander and Compressor. *IEEE Ultras. Symp. Proc.*, Monterey 1973, pp. 316-323.
- [80] BELL D. T. — Phase Errors in Long Surface Wave Devices. *IEEE Ultras. Symp. Proc.*, Boston 1972, pp. 420-423.
- [81] COOK C. and BERNFELD M. — *Radar Signals. An Introduction to Theory and Application*. New York Academic Press, 1967.
- [82] BRISTOL T. W., GÉRARD H. M., ROSS E. H. and SMITH W. R. — Burst Processor Tapped Delay Line. Tech. Rep. ECOM-00046-1, Jan. 1973.
- [83] KONOSOCKY W. F. and CARNES J. E. — Basic Concept of Charge Coupled Devices. *RCA Review*, 1975, 36, n° 3, 567-593.
- [84] MAC LENNAN D. J., MAVOR J. and VANSTONE G. F. — Technique for Realising Transversal Filters Using Charge-Coupled Devices. *Proc. IEE*, June 1975, 122, n° 6.
- [85] HARP J. G., VANSTONE G. F., MAC LENNAN D. J. and MAVOR J. — Analog Correlator Using Charge Coupled Devices. Proc. of the 1975 *Int. Conf. on the Application of Charge Coupled Devices*, San Diego.
- [86] ZIMMERMAN T. A. and BOWER R. W. — The Use of CCD Correlators in Spread Spectrum Communication example. *Proc. CCD Appl. Conf* Sept. 1973.
- [87] TIEMANN J. J., ENGELER W. E. and BAERTSCH R. D. — A Surface-Charge Correlator. *IEEE J. of Solid State Circuits*, 1974, vol SC-9, n° 6.
- [88] HUNSINGER B. J. and FRANCR A. R. — Programmable Surface-Wave Tapped Delay Line. *IEEE Trans. SU*, 1971, vol SU-18, pp. 152-154.
- [89] LUUKKALA M. and KINO G. S. — Convolution and Time Inversion using Parametric Interactions of Acoustic Surface Waves. *Appl. Phys. Lett.*, 1971, 18, 393-394.
- [90] WANG W. C. — Signal Generation with Non-linear Interaction of Oppositely directed Sonic Waves in Piezoelectric Semiconductors. *Appl. Phys. Lett.*, 1971, 18, 337-338.
- [91] DEFRANOUUD Ph and MAERFELD C. — Acoustic Convolver Using Multistrip Beamwidth Compressors. *IEEE Ultras. Symp. Proc.*, Milwaukee, 1974, pp. 224-227.
- [92] CAFARELLA J. H., ALUSON J. A., BROWN W. N. and STERN E. — Programmable Matched Filtering with Acoustoelectric Convolver in Spread-Spectrum Systems. *IEEE Ultras. Symp. Proc.*, Los Angeles 1975, pp. 205-208.
- [93] REEDER T. M. and GRUDOWSKI T. W. — Larger-bandwidth Diode Convolver Using an exceptionally Uniform Silicon-Sapphire Diode Array. *Electron. Lett.*, 1975, 11, 530-532.
- [94] MORGAN D. P., COLLINS J. H. and SUTHERLAND J. G. — Asynchronous Operation of a Surface Acoustic Wave Convolver. *IEEE Ultras. Symp. Proc.*, Boston 1972, pp. 296-301.
- [95] MAERFELD C., DEFRANOUUD Ph and TOURNOIS P. — Acoustic Storage and Processing Device using P-N-Diodes. *APL*, 1975, 27, n° 11, 577-578.
- [96] LEWIS M. F. — Some Aspects of SAW Oscillators. *IEEE Ultras. Symp. Proc.*, Monterey 1973, pp. 344-347.
- [97] LI R. C. M., ALUSOW J. A. and WILLIAMSON R. C. — Experimental Exploration of the Limits of Achievable Q of Grooved Surface-Wave Resonators. *IEEE Ultras. Symp. Proc.*, Los Angeles 1975, pp. 279-283.
- [98] BALE R. and LEWIS M. F. — Improvements to the SAW oscillators. *IEEE Ultras. Symp. Proc.*, Milwaukee 1974, pp. 272-275.
- [99] CROSS P. S., SMITH R. S. and HAYDL W. H. — Electrically Cascaded Surface-Acoustic Wave Resonator Filters. *Electron. Lett.*, 1975, 11, 244-245.
- [100] WHITEHOUSE H. J., SPEISER J. M. and MEANS R. W. — High Speed Serial Access Linear Transform Implementation. *All Application Digital Computer Symposium*, Orlando, Florida, 23-25 January 1973.
- [101] RABINER L. R., SCHAFER R. W. and RADER C. M. — The Chirp Z Transform Algorithm. *IEEE Trans. on Audio and Electroacoustics*, 1969, AU-17, pp. 86-92.
- [102] BUSS D. D., VEENKANT R. L., BRODERSEN R. W. and HEWES C. R. — Comparison between the CCD CZT and the Digital FFT. Proceedings of the 1975. *Int. Conf. on the Application of Charge Coupled Devices*, San Diego.
- [103] GUYOT J. — Analyse Spectrale au Moyen de Filtrés Dispersifs. Thèse Docteur-Ingénieur, Nice, 1973.
- [104] TOURNOIS P., VERNET J. L. and BIENVENU G. — L'analogie Optique de certains Montages Electroniques. Formation d'Images Temporelles de Signaux Electroniques. *Compt. Rend. Acad. Sci (Paris)*, 1968, 267, 375-378.
- [105] TOURNOIS P. — Analogie Optique de la Compression d'Impulsion. *Compt Rendu Acad. Sci (Paris)*, 1964, 258, 3839-3842.
- [106] DEACON J. M., HEIGHWAY J., HOOPER D. E. and TARRANT D. W. — Electronically Variable Analog Delay. *Electron. Lett.*, 1973, 9, 229-230.
- [107] BAILEY W., BUSS D. D., WHITE L. R. and WHATLEY W. A. — Radar Video Processing Using the CCD Chirp Z Transform. Proceedings of the 1975. *Int. Conf. on the Application of CCD*, San Diego.
- [108] DEVRIES A. J., SREENIVASAN T., SUBRAMANIAN S. and WOJCIK T. J. — Detailed Description of a Commercial Surface-Wave TV OF Filter. *IEEE Ultras. Symp. Proc.*, Milwaukee 1974, pp. 147-152.

l'informatique

**Système de communication
et vocabulaire de l'entreprise**

par H. LESCA et J.-J. MAUGIS

Préface de Pierre Berger

Cet ouvrage assez inhabituel chez les informaticiens, propose d'appliquer certains outils de linguistique à l'analyse de la gestion automatisée.

Dans l'introduction, les auteurs soulignent le domaine d'investigation, déjà très large, couvert par les méthodes du structuralisme, domaine qui va de l'étude des signaux du code de la route à l'analyse de l'image publicitaire.

Deux études sont présentées ensuite : la première situe l'informatique par rapport au progrès des systèmes de représentation élaborés par l'homme tout au long de son histoire. La seconde étude met en évidence le rôle de révélateur, notamment au niveau des relations dans l'entreprise, joué par l'informatique.

Cet ouvrage utilise un vocabulaire très accessible : il est donc ouvert aux informaticiens, aux organisateurs et à tous ceux qui s'intéressent aux développements de la civilisation de la communication.

Monographies de l'A.F.C.E.T. (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique).

120 p., 17 fig., 58 F (Prix au 15.1.77).

MASSON

120, bd Saint-Germain
75280 Paris Cedex 06

