

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

JUL 1 1977

l'onde électrique

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

Volume 57 n° **5** MAI 1977

Volume 57, n° 5 MAY 1977

ANALYSE SPECTRALE

MODÈLE DE PHOTOTRANSISTORS

MÉMOIRES MORTES PROGRAMMABLES

Le Salon des Composants (suite)

LOCATION:

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

RETENTION:

- ☐ Current year only
- ☐ Other



L'analyseur de spectre
le plus évolué
30 Hz - 110 MHz
MARCONI INSTRUMENTS



MASSON

Paris New York
Barcelone Milan

La nature fait bien les choses



Chez les abeilles,
la communication est aussi perfectionnée
que la société est organisée.

Une autre façon de les concevoir

Cette autre conception est née de la technologie avancée et de la volonté d'entreprendre de LMT.

LMT a su prévoir les besoins du futur et le même esprit d'innovation anime chacune de ses divisions. C'est pourquoi aujourd'hui LMT joue un rôle majeur, tant en France que dans 80 autres pays, dans de nombreux domaines tel celui des télécommunications.

La division Téléphonie a toujours su garder une longueur d'avance, depuis la réalisation, en 1929, du premier central téléphonique parisien jusqu'à la mise au point de centraux électroniques.

Ses ingénieurs viennent encore de fran-

chir une étape avec la mise au point d'une nouvelle génération de centres de transit temporels.

Ces centres apportent une solution économique à l'utilisation d'un réseau numérisé en acheminant 30 conversations téléphoniques simultanées sur une seule jonction.

LMT Division Téléphonie
46, quai Alphonse Le Gallo
92103 Boulogne-Billancourt
FRANCE
Tél. 608.60.00 - Télex 200 972





COURRIER DES LECTEURS

En téléphonie, quel est l'intérêt de l'introduction des techniques de commutation électronique? Quels sont les avantages respectifs des systèmes à commutation électronique spatiale ou temporelle?

A.P., Le Cheylard, Ardèche.

RÉPONSE :

Pour répondre à ces questions, il est nécessaire de rappeler quelques notions.

Un autocommutateur est un équipement qui réalise la connexion entre deux usagers sur ordre de l'appelant, ce qui implique pour l'autocommutateur, une fonction de traitement de l'information.

Les premiers systèmes de commutation ont été électro-mécaniques. Le traitement de l'appel s'y effectuait au moyen de dispositifs électromécaniques, électroaimants notamment, ou relais. L'acheminement des conversations téléphoniques était réalisé par le positionnement d'organes mécaniques, des sélecteurs rotatifs ou des matrices électromécaniques par exemple.

Cette commutation est qualifiée de spatiale, car elle affecte à chaque commutation établie un chemin individualisé dans l'espace. Il faut noter la grande complexité des équipements mis en jeu, leur encombrement, l'énergie importante dissipée et les problèmes de maintenance inhérents à tout système électromécanique, qu'ils soulèvent. La plupart des appareils en service dans le monde, sauf aux États-Unis d'Amérique, sont de ce type.

L'apparition des autocommutateurs électroniques correspond à une tendance générale de l'activité industrielle qu'est « l'électronisation » des équipements. Cette tendance s'est accélérée au cours de ces dernières années grâce aux progrès de l'électronique, de l'informatique et des transmissions.

« L'électronisation » a d'abord consisté à remplacer les organes de traitement des autocommutateurs électromécaniques ou enregistreurs par des machines plus appropriées : les ordinateurs. Cette tendance s'est poursuivie en attribuant aux ordinateurs une autre fonction que celle de la gestion des appels : la maintenance. Enfin, il a semblé intéressant de remplacer les contacts proprement mécaniques par des contacts électroniques. D'une façon générale on a abouti à une amélioration de la fiabilité, à une consommation énergétique plus faible et à une réduction substantielle de l'encombrement (ce dernier point est également important compte tenu de la surface disponible limitée et onéreuse en milieu urbain). Cette évolution a conservé le caractère spatial de l'acheminement c'est pour cela que l'on appelle ces équipements : les autocommutateurs électroniques de type spatial.

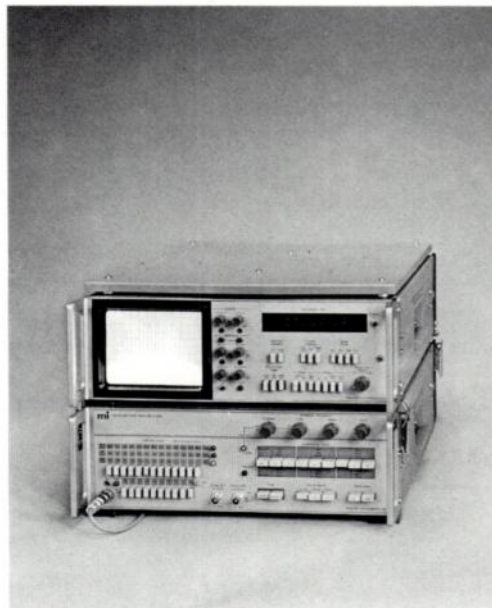
La seconde tendance a été de concevoir un système de commutation de type nouveau en tenant compte de nouvelles techniques de transmission : le codage numérique MIC et le multiplexage temporel.

Les appels et conversations sont transformés en signaux numériques par échantillonnage et codage.

(suite page 321)

Sur notre couverture :

L'ANALYSEUR DE SPECTRE LE PLUS ÉVOLUÉ 30 Hz — 110 MHz



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 digitale, 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 mémorisées et directes.

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 MARCONI INSTRUMENTS

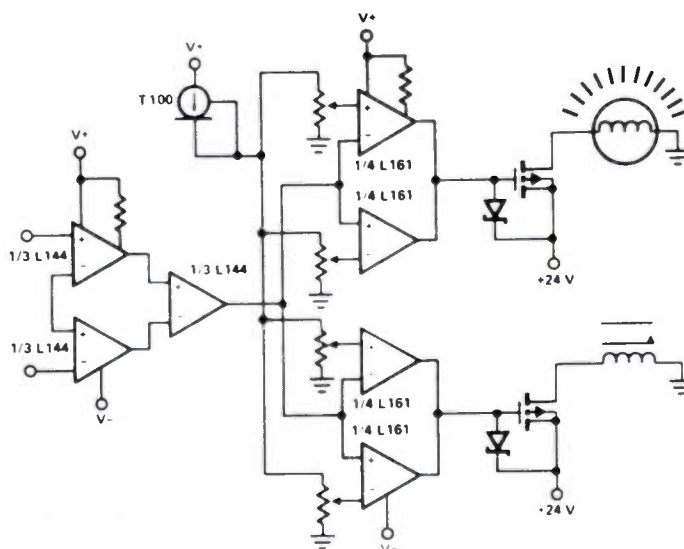
32, avenue des Ecoles - 91600 Savigny sur Orge - France
Tél: 996 03 86 - Télex 600541

Siliconix

70, AVENUE DU GÉNÉRAL DE GAULLE
ÉCHAT 660 - 94022 CRÉTEIL CEDEX
Télex : SILCONX 230389 F - ☎ 377-12.51



Une famille complète de circuits MICROPUISSANCE



Amplificateur
L 144

Source
de courant
T 100

Comparateur
L 161

État OFF
des VMP

L 144	L 161	T 100/T 300	V - MOS
Programmable 15μW (± 1,5 V)	Programmable 10μW (± 1,5 V)	Micro et faible puissance	Id off : 240 nA pour 5 V
0,4V/μs typ. 80 dB par ampli. ft = 400 kHz	3 V/μs typ. t réponse : 1μs pour 100 mV de dépassement	Adaptation d'impédance T100 Rin : 5 GΩ Rout : < 3500Ω T300 Rin : 5 GΩ Rout : < 1300Ω	Id off < 500 nA pour 24 V Rin > 1000 MΩ 2 nA commutent 2A

Catalogue et notes d'applications disponibles
chez Siliconix et ses distributeurs.

DISTRIBUTEURS

Région Parisienne

ALMEX, zone industrielle d'Antony
48, rue de l'Aubépine
92160 ANTONY
Tel. 666 21 12
Telex ITESER 250 067 F

SCAIB, 80, rue d'Arcueil
zone industrielle SILIC
94150 RUNGIS
Tel. 687 23 13 Telex 204674 F

Ouest

OUEST COMPOSANTS, 5, rue Lesage
35000 RENNES
Tel. (99) 36.00.58

Sud-Est

ALRODIS, 40, rue Villon
69008 LYON
Tel. (78) 69 59 52
Telex 330174 F

Région Est

BALTZINGER,
18 A 26, route du Général de Gaulle
67300 SCHILTIGHEIM
Tel. (88) 33.18.52
Telex : 870 952 DALEGRO SCHIL

Sud-Ouest

AQUITAINE COMPOSANTS,

- 30, rue Denfert Rochereau 33400 TALENCE
Tel. (56) 80 24 70 Telex 550 696 F
- 119, rue des Fontaines 31000 TOULOUSE
Tel. : (61) 42 78.82
- "Le Moulin Apparent"
Route de Paris 86000 POITIERS
Tel. : (49) 88-60.50

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

oe magazine

- 317 **Courrier des lecteurs**
- 322 **Télex**
- 325 **Événements**
- 329 **Informations générales**
- 330 **Télécommunications**

oe magazine

- 332 **Composants**
- 336 **Mesure et instrumentation**
- 337 **Informatique**
- 338 **Grand public**

oe magazine

- 340 **Nouvelles économiques**
- 349 **Nouveautés techniques**
- 352 **Livres reçus**
- 357 **Analyses de livres**

oe magazine**Composants**

Le Laboratoire Central des Industries Électriques est un important laboratoire français d'études et d'essais qui a acquis une grande expérience notamment dans les systèmes de mesure automatique sur composants électroniques et électromécaniques.

- 361 L'automatisation des mesures sur les composants : l'expérience d'un laboratoire d'essais. C. LECLERCQ

- 365 Établissement d'un modèle de phototransistor.

A. MARTY et J. P. BAILBE

L'amélioration de la fiabilité des mémoires mortes programmables à fusibles, nécessite une connaissance approfondie des mécanismes de fusion.

- 373 Mécanisme de fusion du nichrome déposé en couches minces (*en anglais*).

J. D. DAVIDSON, J. D. GIBSON, T. J. ROSSITER et S. A. HARRIS

Mesure

Les analyseurs de spectre moderne sont des appareils faciles à utiliser et qui rendent des services importants dans de nombreux domaines d'application et en télécommunications notamment.

- 381 Simplification de l'analyse spectrale.

T. BATES

Vocodeur

Les signaux vocaux et la parole font actuellement l'objet d'importantes études, car elles intéressent de nombreux domaines et notamment les télécommunications, l'informatique et la biomédecine.

- 387 Détermination statistique des zones quasi stationnaires dans les signaux vocaux.

Application à la reconnaissance de la parole.

C. BERGER-VACHON et G. MESNARD

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.

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

oe magazine

oe magazine

oe magazine

- 317 Letters
- 322 Telex
- 325 Events
- 329 Moving around
- 330 Telecommunications

- 332 Components
- 336 Instrumentation
- 337 Computers
- 338 Consumer electronics

- 340 Economical news
- 343 Technical news
- 352 Books received
- 357 Books review

Components

The Laboratoire Central des Industries Électriques (Central Laboratory of Electrical Industries) is an important French Laboratory which carries out various studies, investigations and tests by means of specialized automatic measurement equipments.

- 361 Information got from the experience of a testing laboratory and applications. Future prospects. Survey of some types of components.
C. LECLERCO

- 365 Model of phototransistor. A. MARTY and J. P. BAILBE

Reliability improvements of PROM memories using a fusing phenomenon, include a thorough knowledge of the fusing mechanisms.

- 373 Fusing mechanism of nichrome thin films (*in english*).
J. L. DAVIDSON, J. D. GIBSON, T. J. ROSSITER and S. A. HARRIS

Measure

Modern spectrum analysers are easy to use instruments which are very useful in a lot of applications and specially the communications field.

- 381 Spectrum analysis simplified. T. BATES

Vocoder

The difficulty in speech recognition studies consists in finding one or several appropriate mathematical approaches for speech analysis.

- 387 Statistical determination of quasi stationary zones. Embedded in vocal signals application to speech recognition.
C. BERGER-VACHON and G. MESNARD

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. BREDÁ.

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

puis multiplexés dans le temps c'est-à-dire qu'une ligne achemine successivement plusieurs conversations téléphoniques de façon ordonnée dans le temps. Ces techniques permettent d'une part d'augmenter la capacité des lignes qui peut être largement décuplée par rapport aux lignes analogiques classiques, et d'autre part elles offrent une transparence totale aux signaux, ces derniers pouvant être des données (téléinformatique), des conversations ou des signaux spéciaux (télévision, visiophonie, télécopie, etc...).

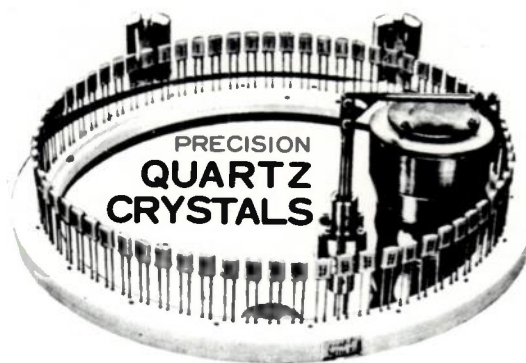
La mise en œuvre des techniques numériques à l'intérieur des autocommutateurs est tout à fait différente; il s'agit de prélever aux instants voulus les échantillons de conversation et de les acheminer dans le circuit correspondant. A la notion de positionnement se substitue donc la notion de prélèvement dans le temps, c'est pourquoi ce type de commutation est appelé temporel. Il est évident que ces équipements sont plus complexes que leurs homologues spatiaux. Ils font largement appel à la microélectronique et à l'informatique. Cette technique a surtout été étudiée et développée en France.

D'une façon générale les autocommutateurs électroniques spatiaux forment une génération hybride tandis que les systèmes temporels sont réellement une nouvelle génération. Ces derniers présentent actuellement un intérêt économique réel dans les réseaux pour lesquels les problèmes de transmission prennent une importance particulière: les abonnés dispersés et les centres de transit notamment. Cet intérêt économique sera d'autant plus grand que les progrès de la microélectronique seront rapides et décisifs.

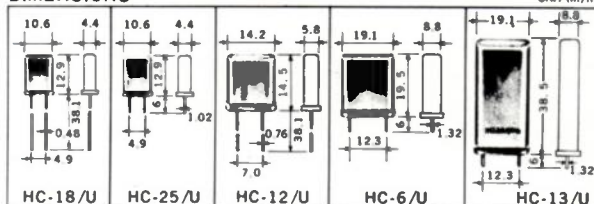
Pour l'utilisateur, l'introduction des techniques de commutation électronique permettra la mise en place de services téléphoniques nouveaux (cf OE Février 1977, page 85) et améliorera la fiabilité des liaisons. Dans une phase ultérieure les techniques temporelles permettront une banalisation des circuits qui pourront être utilisés aussi bien pour l'acheminement de conversations téléphoniques que de données.

La Rédaction.

La rubrique « Courrier des lecteurs » a pour objet de répondre aux questions, remarques ou suggestions des lecteurs. Les lettres doivent être adressées à la Rédaction de l'Onde Électrique, 48, rue de la Procession, 75015 Paris.



DIMENSIONS



- C. B. Transceivers
- Walkie Talkies
- TV Game Machines
- Color TV
- Clocks
- Military Radio Equipments

Manufacturers, Exporters, Importers.

株式会社 始魯
SINO LTD.

C. P. O. BOX 2223, SEOUL, KOREA
TELEX: BRISTLE K 27305
CABLE: "BRISTLE" SEOUL
PHONE: 794-1891-5

Service Lecteur: inscrivez le n° 506.

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.



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

INFORMATIONS GÉNÉRALES

ITT Europe a procédé à une réorganisation du secteur des produits industriels en regroupant la direction des divisions produits pour l'automobile, pompes, équipements pour l'environnement et les produits sanitaires, et également en regroupant les divisions distribution, contrôle, composants et appareillage électrique.

Au cours de la période de 3 mois achevée au 3 avril 1977, **Raytheon** a réalisé un chiffre d'affaires de 661,596 M\$ (+ 15,6 %) et un bénéfice net de 23,038 M\$ (+ 28,7 %).

En 1976, la **SAFT** du groupe CGE a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 570 MF (+ 10,8 %) dont 222 à l'exportation et un bénéfice net de 8 383 489 F (- 44 %). Le chiffre d'affaires consolidé international s'élève à 671 MF (+ 16 %).

TÉLÉCOMMUNICATIONS

Digital Communications Corporation fournira à GTE International Systems, 36 systèmes MIC destinés à la station terrienne Intelsat B qui sera implantée en Haute-Volta.

L'Armée américaine a octroyé un contrat d'un montant de 0,884 M\$ à **Ford Aerospace and Communications** pour la fourniture d'un système de commande centralisé pour stations terriennes, destiné à la seconde génération du système de télécommunication militaire DSCS II (Defence Satellite Communications System).

GTE fournira à la République de Trinidad et de Tobago des matériels de télécommunication et des systèmes multiplex destinés au réseau de faisceaux hertziens du pays. Le montant du contrat atteint 2,6 M\$. Rappelons que la firme américaine avait déjà obtenu l'an dernier une commande de ce pays portant sur des faisceaux hertziens (cf OE mars 1976 p. 163).

La firme japonaise **Ikegami** fournira à la chaîne de télévision américaine ABC, 30 caméras de reportage électronique (ENG) modèle HL-77, pour un montant de 11 M\$.

La **Nippon Electric Company** fournira aux Claremont Colleges (USA) un central téléphonique privé NEAX 31 pour 1,4 M\$.

Pye Telecommunications Ltd, filiale britannique du groupe Philips, fournira à la Gambie pour 0,45 M£ d'équipements de radiocommunication en ondes décimétriques destinés au réseau national de téléphonie.

L'Armée américaine a attribué à **RCA** un contrat d'un montant de 0,227 M\$ pour l'étude d'un système de surveillance du champ de bataille à capteurs sismiques, acoustiques, radio électriques, magnétiques, infrarouge et baptisé REMBASS (Remotely Monitored Battlefield Sensor System).

Un accord de principe a été conclu entre les deux firmes américaines Comtech Laboratories Inc et **RF Systems Inc** pour le rachat de cette dernière par Comtech. RF Systems est un constructeur indépendant d'antennes pour télécommunications transhorizon et pour télécommunications par satellite.

La division Collins de **Rockwell International** fournira à la société américaine de télédiffusion Corporation for Public Broadcasting (CPB) un ensemble de stations terriennes pour un montant de 25,5 M\$. Le système national de télédiffusion par satellite de la CPB comportera environ 150 stations terriennes.

La **SECRE** (F) fournira 2 000 télécopieurs modèle S 360 aux PTT français (format A 4; temps de retransmission : 3 mn).

La société brésilienne **Telequipe-Telefones e Equipamentos** a acquis auprès de la firme américaine Chestel, la licence de fabrication et de vente du central téléphonique privé BCS 50 (50 postes).

Thomson-CSF fournira à l'Argentine des relais hertziens mobiles modèle TM 313 qui seront utilisés lors de la retransmission de la Coupe du monde de football.

INFORMATIQUE

La Nippon Electric Company a constitué une filiale commerciale aux USA sous le nom de **NEC Information Systems Inc**.

GRAND PUBLIC

La firme japonaise **Victor Company of Japan** (JVC) a inauguré une nouvelle usine au Japon spécialisée dans la production de magnétoscopes à cassette au standard U Matic.

United Technology Corporation fournira à l'Armée américaine des ensembles radar AN/AP 156 pour un montant de 12,75 M\$.

La NASA a octroyé un contrat d'un montant total de 796 M\$ à la **Western Union Communications Inc** pour la

fourniture pendant dix ans, des services TDRSS (System à satellite de poursuite et de retransmission de données). Les principaux sous-traitants sont **TRW Defense and Space Systems** (309 M\$ pour 4 satellites et divers équipements) et **Harris Electronic Systems** (80 M\$ environ pour des stations terriennes et les antennes déployables des satellites).

L'**Institut de Recherches Économiques et Sociales sur les Télécommunications** (IREST) a été récemment créé en France.

COMPOSANTS

General Instruments doit prochainement introduire une série de 9 circuits intégrés pour jeux télévisuels et notamment le 8550 (4 jeux, 2 joueurs, 2 degrés de liberté), le 8600 (8 jeux, 2 joueurs, 2 degrés de liberté).

National Semiconductor va prochainement introduire une mémoire morte de 64 K bits (MOS à canal N, boîtier à 28 broches, 300 à 500 ns de temps d'accès). Par ailleurs, la firme américaine envisage d'introduire au début de l'année prochaine un dispositif analogue, mais dont la capacité sera de 128 K bits.

La **Nippon Electric Company** a ouvert en Grande-Bretagne un bureau commercial spécialisé dans la vente de dispositifs à semiconducteurs. Rappelons que la firme japonaise dispose depuis avril 1976 d'une unité de production de dispositifs à semiconducteur en Irlande et que plusieurs filiales ou bureaux commerciaux ont été récemment implantés en Europe.

RCA a acquis auprès d'Hitachi la licence de vente mondiale des tubes de prise de vue Saticon.

L'ONDE ÉLECTRIQUE

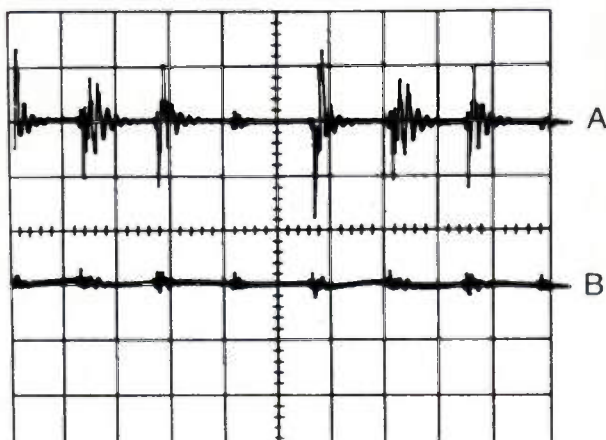
Participera aux deux manifestations suivantes :

14 - 16 juin. MICRO/EXPO 77
(U.S. Trade Center, PARIS)

21 - 24 juin. Colloque International sur la Microlithographie
(Tour Olivier-de-Serres, PARIS)

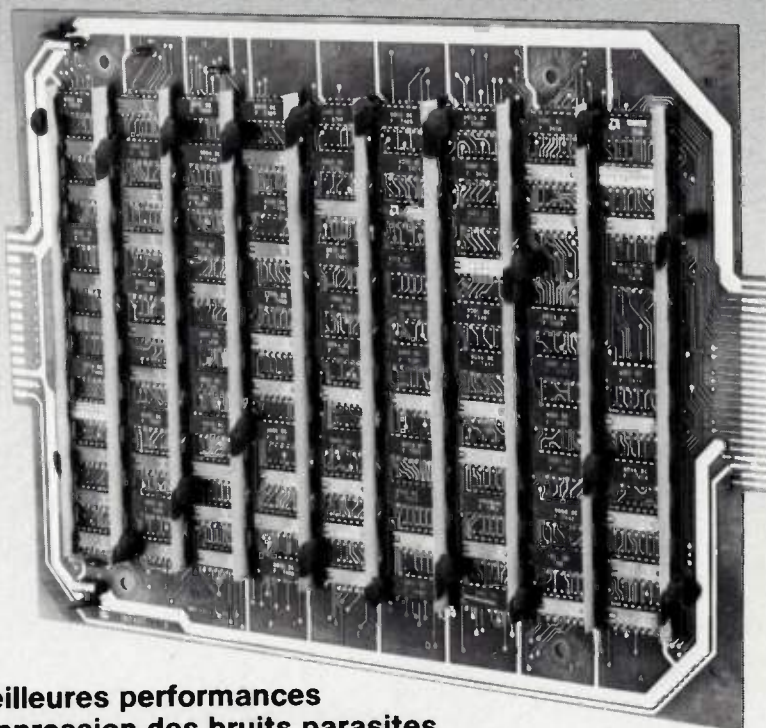
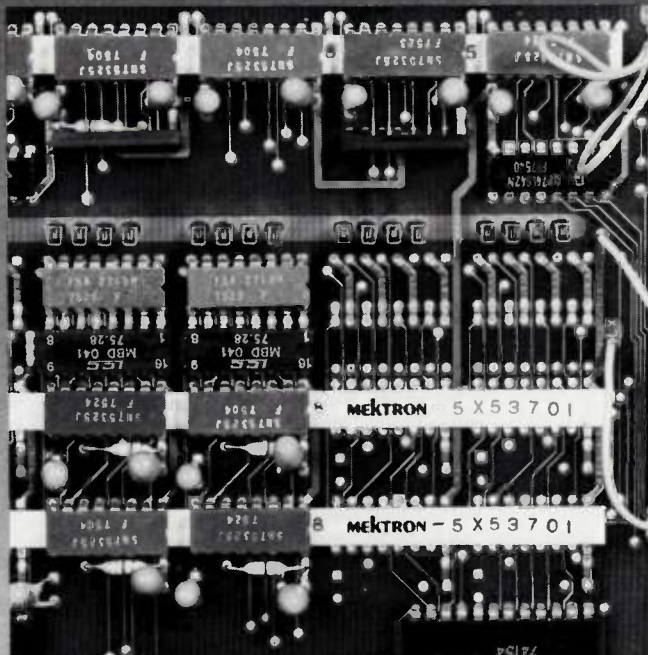
lutte antibruit avec Mini Bus Mektron

Schéma de l'enregistrement d'une matrice mémoire pendant une opération de réactivation



mémoire
MOS

la trace A montre le bruit mesuré au chip
la trace B montre le même bruit mesuré
à la sortie du Mini-Bus approprié.

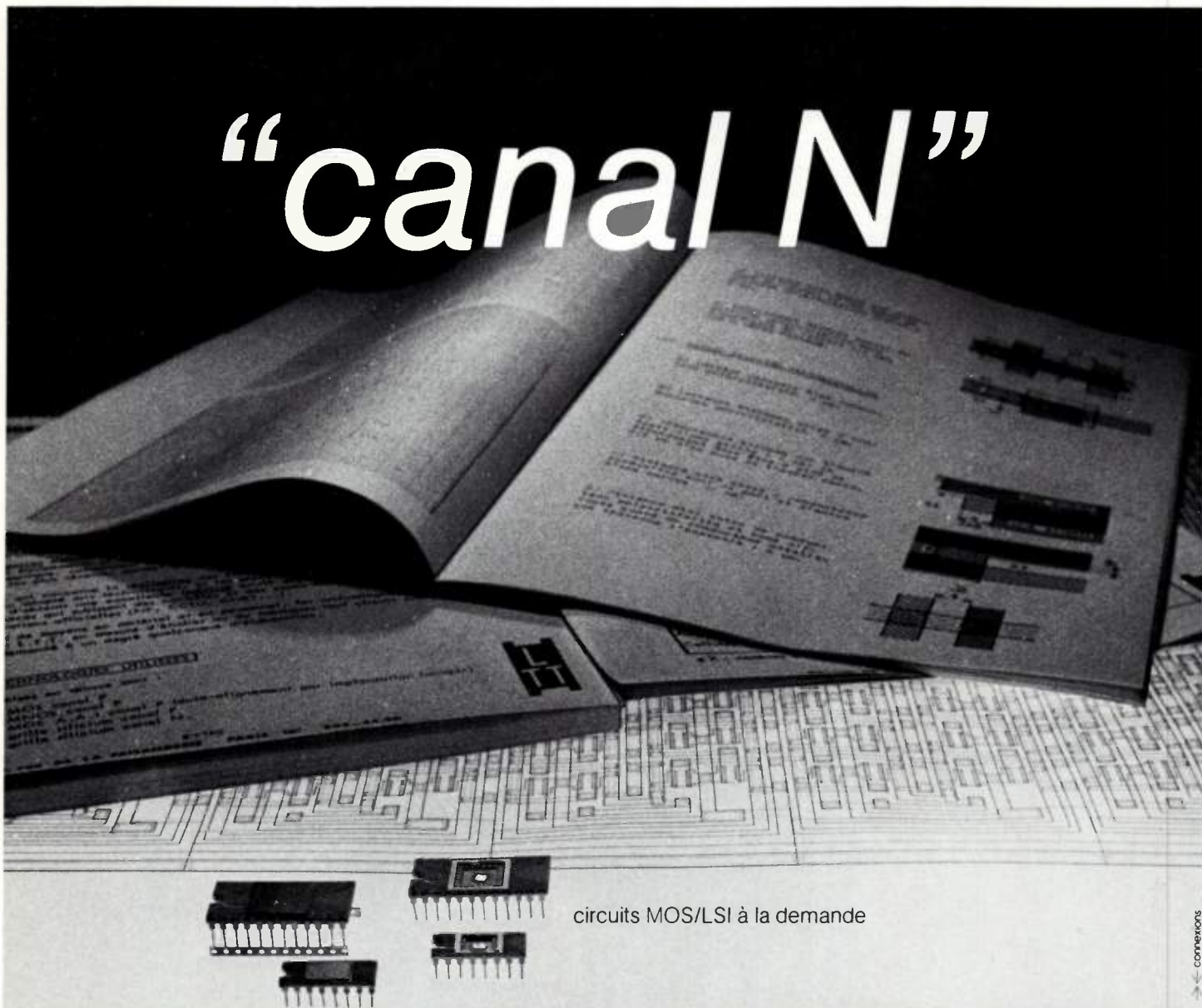


- Mini Bus = meilleures performances
- Mini Bus = suppression des bruits parasites
- Mini Bus = étude du circuit simplifiée
- Mini Bus = gain de place et économie
- Mini Bus = moins ou pas de capacités de découplage

 **Mektron-France**

9, allée des Jachères - SOFILIC 416
94263 - FRESNES Cedex
Téléphone : 668.10.25 - Télex : 260719

"canal N"



circuits MOS/LSI à la demande

Forte d'une expérience de plus de 20 ans dans le domaine des semi-conducteurs professionnels, la Société L.T.T. réalise depuis plusieurs années des circuits intégrés MOS "à la demande". Les travaux menés dans ce domaine ont permis à L.T.T. d'acquérir dans les technologies les plus récentes, une parfaite maîtrise de la production.

Principales technologies.

- CANAL P. (Grille d'aluminium ou grille de silicium.)
- CANAL N. (Grille d'aluminium ou grille de silicium.)
- MOS complémentaire.

Méthodes de conception des circuits mises à la disposition de l'utilisateur.

1. Conception totalement prise en charge par L.T.T.
2. Conception effectuée par l'utilisateur, sur la base des règles technologiques fournies par L.T.T.
3. Conception effectuée par l'utilisateur à partir de "cellules de base" fournies par L.T.T. et qui font partie d'une importante bibliothèque.

Vous obtiendrez toute information souhaitée en prenant contact avec notre Service Commercial, 89, rue de la Faisanderie 75782 PARIS CEDEX 16 Tél. 504.45.50. ou en renvoyant le bon ci-contre.



Nous souhaitons recevoir gratuitement votre documentation.

Nom ou Société _____

Adresse _____

MO

Le salon des composants : en quête de nouveautés

Dans le précédent fascicule de l'Onde Électrique, à cette même rubrique, nous avons donné certaines indications sur la physionomie générale du dernier Salon International des Composants Électroniques.

Il convenait de compléter ce tableau par un aperçu des nouveautés techniques, qui se sont avérées en la circonstance peu nombreuses.

Les circuits intégrés logiques sont actuellement l'un des grands pôles d'attraction de la microélectronique monolithique, grâce aux récents développements des mémoires et des microprocesseurs.

Au plan des technologies, il semblerait que le domaine de recouvrement des deux grandes familles de technologies bipolaire et MOS, s'élargisse ; les technologies bipolaires font l'objet d'améliorations visant à leur faire acquérir les caractéristiques les plus intéressantes de leurs homologues MOS et vice versa.

Depuis quelques années, la technologie MOS à canal N tend à s'assurer la suprématie par rapport aux autres technologies MOS. Les technologies bipolaires connaissent depuis peu un regain d'intérêt dans des secteurs qu'elles avaient abandonnés aux technologies MOS, et ceci grâce aux développements de la technologie I²L (logique par injection de courant).

Mise au point simultanément en 1972 par IBM et le groupe Philips, la technologie I²L présente, en effet, un ensemble de caractéristiques intéressantes qui lui assurent un certain recouvrement avec les technologies MOS et notamment la technologie MOS à canal N : densité d'intégration élevée, consommation réduite, vitesse intéressante, faible tension d'alimentation. De nombreux fabricants de circuits intégrés Fairchild, Motorola, Philips, Texas Instruments proposent un nombre croissant de dispositifs I²L : circuits pour montres numériques, mémoires, microprocesseurs, etc.

Les microprocesseurs

En matière de microprocesseurs, on assiste essentiellement à des modifications qui sont pour la plupart des améliorations des standards existants : le F 8 de Fairchild, le SC/MP II de National Semiconduc-

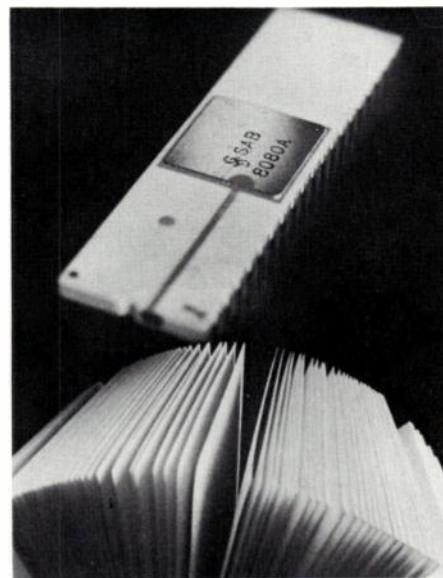
tor, le 8085 d'Intel, le 6802 de Motorola, le Z 80 de Zilog. Les améliorations se traduisent souvent par une intégration plus grande réduisant le nombre de composants d'environnement, par une amélioration des performances et par des changements de technologie. D'une manière générale, le nombre des systèmes d'initiation et de développement s'accroît, les prix des microprocesseurs diminuent dans des proportions certes considérables mais courantes pour cette industrie et les secondes sources se multiplient. Il est intéressant de noter sur ce dernier point, la tendance pour les fabricants de microprocesseurs à signer des accords croisés de seconde source de manière à élargir leur clientèle, tendance illustrée par l'accord croisé récemment conclu entre Philips et National Semiconductor et annoncé au dernier Salon.

De leur côté, les mémoires à semi-conducteurs, centrales ou périphériques, connaissent d'importants développements.

Les deux types de mémoires centrales, mémoires vives et mémoires mortes font l'objet d'améliorations visant essentiellement à augmenter leur capacité unitaire et leurs performances.

Les mémoires vives

Les mémoires vives centrales sont des dispositifs en relation directe avec les processeurs centraux et dont le contenu partiel peut être modifié à tout instant. Elles existent déjà avec des capacités unitaires de 16 K bits et des dispositifs à 32 K bits doivent prochainement être introduits. Leur emploi tend à se généraliser, d'autant plus que leur prix diminue de façon régulière et que leurs performances s'améliorent. Il faut néanmoins signaler que leur utilisation nécessite un



certain nombre de précautions en raison de leur volatilité c'est-à-dire de la perte de leur contenu en cas de coupure de la tension d'alimentation, ce qui rend indispensable la présence d'accumulateurs tampons. Afin de permettre une autonomie plus grande aux systèmes en cas de coupure de la tension d'alimentation, les fabricants de mémoires ont réalisé des dispositifs possédant deux modes de fonctionnement : le mode normal et le mode attente, ce dernier étant caractérisé par des besoins en énergie très limités.

Parallèlement certains fabricants essayent de mettre au point des mémoires non volatiles. Ainsi la firme japonaise Toshiba, a réalisé une mémoire vive statique de 256 mots de 4 bits non volatile, dont la référence est TMM 142C. Dans ce dispositif la cellule mémoire élémentaire est constituée par une bascule à transistors MOS à canal P, associée à un circuit annexe à deux transistors MNOS (Metal Nitride Oxyde Semiconductor). En fonctionnement normal, seules les bascules sont utilisées, mais dès que la tension d'alimentation disparaît le contenu des bascules est instantanément transféré sur le circuit annexe à transistors MNOS qui assure la conservation de l'information pendant au moins une année sans être alimenté. Dès que la tension d'alimentation est rétablie, le transfert inverse a lieu et la mémoire est prête à fonctionner. Il faut noter que les opérations de transfert et de sauvegarde sont commandées par

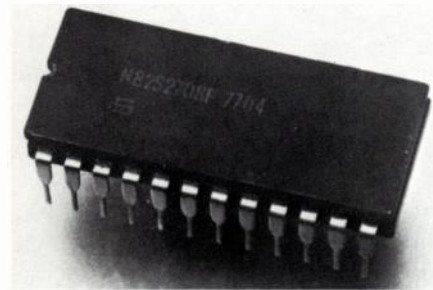
un circuit intégré extérieur unique qui a pour fonction la détection de la présence de la tension d'alimentation.

Les mémoires mortes

Les mémoires mortes sont des dispositifs dont le contenu ne peut être modifié ou est difficilement modifiable. Elles voient leur capacité unitaire augmenter mais dans des proportions qui dépendent de leur type.

Les mémoires mortes irréversiblement programmées par le fabricant (ROM) présentent la capacité unitaire la plus élevée de la catégorie puisque National Semiconductor s'apprête à commercialiser un dispositif de 64 K bits.

Les mémoires mortes irréversiblement programmées par l'utilisateur (PROM) ont actuellement une capacité maximale de 16 K bits.



Mémoire morte irréversiblement programmable (Doc. RTC).

Les mémoires mortes programmées par l'utilisateur et effaçables constituent un important outil de mise au point de programmes qui seront ultérieurement stockés sur des mémoires mortes irréversibles au cours de la phase de production des systèmes. Il en existe deux types : les mémoires effaçables globalement par exposition aux rayons ultraviolets (EPROM) et les mémoires effaçables électriquement et aléatoirement (EAROM), les premiers sont actuellement disponibles avec une capacité unitaire maximale de 16 K bits et les seconds avec 8 K bits.

Les mémoires périphériques

Les mémoires périphériques sont celles qui sont essentiellement appelées à se substituer aux mémoires de masse à disque ou à tambour magnétique. C'est dans ce secteur que les progrès ont été les plus remarquables au cours de l'année écoulée.

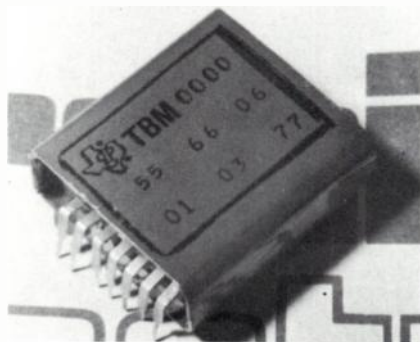
Ainsi, dans le domaine des

mémoires à bulles qui seront les concurrentes directes des mémoires à disque ou à tambour et qui ont la particularité de ne pas être volatiles, Texas Instruments introduit sous la référence TBM 0103, un dispositif de 92 K bits. Présentée en boîtier de $25 \times 20 \times 10,30 \times 10$ mm environ comportant 14 broches et contenant les bobinages d'aimantation, cette mémoire a un temps d'accès de 14 ms pour une consommation de 1,5 W et un poids de 25 g. Son prix actuel la relègue encore au rang des curiosités pour de nombreuses applications, mais déjà son emploi s'avère intéressant pour certains secteurs tels les secteurs militaires, aérospatial et les télécommunications.

Un autre type de mémoire retient également l'attention, les mémoires à transfert de charge dont l'objet essentiel n'est pas réellement de se substituer aux mémoires périphériques actuelles, mais plutôt de combler le fossé qui existe entre les temps d'accès de mémoires périphériques et des mémoires centrales.

Ce fossé se situe entre quelques microsecondes et quelques millisecondes. Les mémoires à transfert de charge tout comme leurs homologues à bulles magnétiques ou à support magnétique utilisent le principe de l'accès séquentiel et de ce fait elles ne peuvent pas *a priori* constituer une mémoire centrale, si on ne leur choisit pas une structure telle que l'accès soit quasi-aléatoire. Déjà Fairchild a introduit un dispositif de 64 K bits.

On peut également signaler les mémoires à domaines magnétiques, qui sont des dispositifs non volatiles et séquentiels bien adaptés actuellement aux applications militaires. Leur temps d'accès moyen est analogue à celui des mémoires à transfert de charge. Compte tenu de leur domaine d'application existant, il est nécessaire d'attendre de prochains développements pour envisager d'autres utilisations.



Mémoire à bulles magnétique de 92 K bits réalisée par Texas Instruments.

Les circuits intégrés linéaires

Alors que pour les circuits intégrés logiques, il y a une nette séparation entre les technologies bipolaires et les technologies MOS, pour les circuits intégrés linéaires les fabricants qui sont souvent aussi producteurs de circuits logiques, semblent avoir été plus conciliants. En effet, on trouve maintenant sur le marché, des amplificateurs opérationnels qui associent les deux groupes de technologies ; cette technologie conciliatrice s'appelle selon le cas BIMOS (Bipolaire, MOS) ou BITEC (Bipolaire, Transistor à Effet de Champ).

Les progrès concernent toutes les branches de ce secteur : circuits grand public, transistors darlington, amplificateurs opérationnels, alimentations régulées, circuits d'interface, etc.

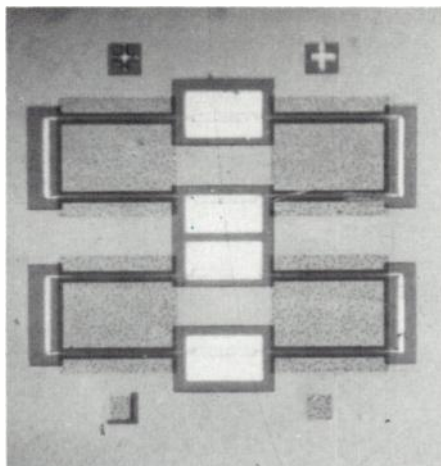
D'une manière générale les caractéristiques s'améliorent et la puissance pouvant être obtenue à la sortie de certains amplificateurs devient de plus en plus élevée. Il faut également signaler le nombre croissant de convertisseurs numérique-analogique ou analogique-numérique.

Les nouveautés

En ce qui concerne maintenant les nouveautés, nous avons retenu quelques présentations particulièrement intéressantes.

Le Département Microélectronique hyperfréquence de Thomson-CSF présentait notamment deux grandes premières. Tout d'abord un transistor de puissance haute fréquence travaillant en ondes métriques et capable de délivrer 250 W de puissance de crête, et dont la référence est le THX 430 ; c'est le seul dispositif au monde actuellement capable de délivrer une telle puissance.

Parallèlement, ce même Département présentait une famille de transistors hyperfréquence de puissance et à effet de champ incluse au catalogue et pouvant délivrer selon les modèles une puissance minimale de 100 à 500 mW entre 5 et 13 GHz avec un gain de 4,5 à 6 dB. Ces dispositifs uniques sur le marché européen étaient présentés en boîtier spécial compatible avec celui des dispositifs analogues déjà commercialisés par Fujitsu et la Nippon Electric Company. De nombreuses autres sociétés ont réalisé de tels dispositifs en laboratoire, mais elles se heurtent à un problème important, celui du boîtier qui est tout aussi



Transistor à effet de champ hyperfréquence de puissance (Doc. Thomson-CSF, J. Pierre).

fondamental et qui est à l'origine de nombreux échecs d'industrialisation et de technologie.

Il faut également mentionner la présentation par le Laboratoire Central de Recherches de Thomson-CSF, d'un film sur la triode à effet Gunn, qui suscite actuellement un intérêt en laboratoire pour la mise en forme de signaux hyperfréquence.

A ce salon, le visiteur aura pu voir au stand de la société AEG-Telefunken le tube image noir et blanc miniature qui équipe le téléviseur de poche de la firme britannique Sinclair. Ce tube également proposé pour l'oscilloscopie a une dimension d'écran de 45 x 35,5 mm et est caractérisé par une puissance de chauffage extrêmement faible : 36 mW. Il illustre, à sa manière, une performance technique mais son

marché semble limité et difficile à définir.

D'une manière générale, le Salon des Composants de Paris de 1977 aura été sur le plan technique un salon de confirmation et de réflexion. La plupart des nouveautés présentées avaient en fait été annoncées dès Electronica au mois de novembre dernier. L'intérêt qu'une telle manifestation suscite auprès des visiteurs est certes grand, mais n'est pas à l'image des espérances des exposants qui doivent le plus souvent effectuer un choix parmi les expositions dans lesquelles ils envisagent de participer compte tenu de l'importance des frais qui sont engagés et qui écarte les petits fabricants qui aimeraient s'introduire de manière plus efficace sur le marché.

D. HALPERN.

3^e Colloque international de Wrocław sur la compatibilité électromagnétique

La Société des électriciens polonais (Stowarzyszenie elektryków polskich, SEP) a organisé du 22 au 24 septembre 1976, en commun avec l'Institut des télécommunications (Instytut Łączności, IL) et l'Université technique de Wrocław (Wrocław Politechnika), le 3^e Colloque de Wrocław sur la compatibilité électromagnétique, sous la présidence du professeur E. Kowalczyk, Ministère des Postes et Télécommunications de Pologne.

Ce Colloque accompagné d'une exposition était patronné par l'Union radioscopique internationale (URSI), le Comité international spécial des perturbations radioélectriques (CISPR) et une dizaine de Sociétés savantes, dont la SEE.

Il a réuni environ 200 participants provenant de 17 pays différents. 66 communications ont été présentées, en langue anglaise ou russe avec traduction simultanée, dans dix séances techniques concernant :

- les risques électromagnétiques,
- les niveaux de compatibilité électromagnétique,
- les techniques d'essai et de mesure,
- les études statistiques,
- les sources de brouillage électromagnétique,
- les problèmes de propagation et de couplage,
- l'environnement électromagnétique,
- les méthodes de blindage, de mise à la terre.

Les textes de communications sont réunis dans un volume de 437 pages en format B4 (21 x 13,8 cm) « EMC - Wrocław 1976 » qu'on peut demander à : OR PAN - PKiN - PL-00-901 Warszawa (Pologne), ou à : ARS Polona - Krakowskie Przedmieście 7, PL-00-068 Warszawa (Pologne).

Les Colloques de Wrocław sur la compatibilité électromagnétique sont tenus en alternance avec ceux de Montreux sur le même sujet : le 2^e Colloque de Montreux aura lieu du 28 au 30 juin 1977 et le 4^e Colloque de Wrocław, accompagné d'une exposition, se tiendra en septembre 1978.

On peut obtenir des renseignements à son sujet en écrivant à : EMC Symposium and Exhibition, Boîte postale 2141, PL-51-654 Wrocław (Pologne), Telex 034 118 pl.



L'AUTOTEST **mi**, un système de contrôle automatique de cartes imprimées

qui détecte systématiquement tous les défauts de vos cartes
et optimise le contrôle qualitatif de votre production.

L'AUTOTEST **mi** est un système de contrôle automatique de cartes imprimées qui inspecte, détecte, situe, indique en clair les éléments défectueux des cartes (composants, rubans, connexions) en sortie de fabrication. Bénéficiant de la grande expérience de Marconi Instruments dans l'Inspection Electrique Automatique, L'AUTOTEST **mi**, grâce à son langage de



programmation INCITE, est un instrument rapide, sûr, efficace, et simple d'utilisation. L'AUTOTEST **mi** s'impose entre l'assemblage et les tests fonctionnels; il supprime virtuellement les opérations de contrôle visuel et apporte à votre production un niveau élevé de qualité et de fiabilité.

mi: L'INSPECTION ELECTRIQUE AUTOMATIQUE

MARCONI INSTRUMENTS

32 avenue des Ecoles - 91600 Savigny-sur-Orge - Téléphone: 996.03.86 - Télex 600541.F

Membre du Groupe GEC-Marconi Electronics



INFORMATIONS GÉNÉRALES

EMI Finance BV, filiale néerlandaise du groupe britannique EMI, va émettre sur le marché boursier pour 30 M\$ de bons qui seront garantis par sa maison-mère.

En 1976, **General Electric Corporation** a réalisé un chiffre d'affaires de 15 697,3 M\$ (+ 11 %) et un bénéfice net de 930,6 M\$ (+ 35 %).

En 1976, **Harris Corporation** a réalisé un chiffre d'affaires de 547,4 M\$ (+ 11 %) et un bénéfice net de 31,5 M\$ (+ 44 %).

En 1976, **Hewlett Packard** a réalisé un chiffre d'affaires de 1 111,6 M\$ (+ 13 %) et un bénéfice net de 90,8 M\$ (+ 9 %).

Au cours du premier semestre de l'exercice fiscal 1976 (achevé au 31 mars 1977), **Hitachi Ltd** a réalisé un chiffre d'affaires consolidé de 1 081 000 M de yens (+ 22 %) dont 184 000 à l'exportation (+ 32 %) et un bénéfice net de 35 000 M de yens (+ 115 %). Les secteurs qui ont été en progression ont été les suivants : grand public, instrumentation électronique, composants pour l'automobile, composants électroniques.

Hitachi Medico Ltd (J) va prochainement introduire aux USA des matériels biomédicaux de diagnostic par ultra-sons.

En 1976, **Honeywell** a réalisé un chiffre d'affaires de 2 495,3 M\$ (+ 9 %) et un bénéfice net de 105,3 M\$ (+ 38 %).

En 1976, **IBM** a réalisé un chiffre d'affaires de 16 304,3 M\$ (+ 13 %) et un bénéfice net de 2 398,1 M\$ (+ 21 %).

En 1976, **Intertechnique** a réalisé un chiffre d'affaires de 281,7 MF (+ 13,7 %) dont 77,3 à l'exportation (+ 1,7 %) et un bénéfice net de 5,9 MF (- 38,5 %).

En 1976, **Litton Industries** a réalisé un chiffre d'affaires de 3 356,6 M\$ (- 1 %) et un bénéfice net de 24,3 M\$ (- 43 %).

En 1976, **LMT** qui fait partie maintenant du groupe Thomson-CSF a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 1 718,191 MF (+ 13,2 %) et un bénéfice net de 60,143 MF (+ 15 %). Durant cette même année le montant des investissements s'est élevé à 46,244 MF (+ 7,4 %).

La firme américaine **Lockheed Missiles and Space Inc.** vient d'entreprendre des recherches pour la mise au point de générateurs électrochimiques au lithium destinés à la propulsion d'une voiture électrique.

En 1976, **Matsushita Electric Industrial** (J) a réalisé un chiffre d'affaires de 1 311 milliards de yens (+ 23 %) soit 4 370 M\$ environ et un bénéfice net de 41,3 milliards de yens (+ 26 %) soit 137,7 M\$ environ. La plus forte progression a été enregistrée dans les secteurs de l'électronique grand public et des composants électroniques.

En 1976, **Motorola** a réalisé un chiffre d'affaires de 1 504,4 M\$ (- 15 %) et un bénéfice net de 87,9 M\$ (- 114 %).

En 1976, **Philips** (NL) a réalisé un chiffre d'affaires consolidé de 30 435 M de florins (- 12,2 %) et un bénéfice net de 562 M de florins (- 46,4 %).

Le capital de la société **Pyral**, du groupe Rhône-Poulenc, a été porté de 11,880 à 12,9958 MF.

En 1976, la **Radiotechnique** a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 1 365 MF (+ 3,3 %) et un bénéfice net de 71,01 MF (- 9,4 %). Le chiffre d'affaires consolidé hors taxes du groupe la Radiotechnique atteint pour sa part 2 648 MF (- 15,9 %).

En 1976, **Raytheon** a réalisé un chiffre d'affaires de 2 462,8 M\$ (+ 10 %) et un bénéfice net de 85,2 M\$ (+ 20 %).

En 1976, **RCA** a réalisé un chiffre d'affaires de 5 400 M\$ (+ 13 %) et un bénéfice net de 177,4 M\$ (+ 61 %).

En 1976, **Reliance Electric** a réalisé un chiffre d'affaires de 664,1 M\$ (+ 3 %) et un bénéfice net de 42,2 M\$ (+ 21 %).

En 1976, la **SECRE** a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 74 MF (+ 18,5 %) dont 45 MF environ dans le domaine civil.

Les activités télescripteurs et relais de **Siemens** seront regroupés à Berlin Ouest. Le montant des dépenses occasionnées par ce regroupement s'établit à 50 M de DM.

En 1976, **Sperry Rand** a réalisé un chiffre d'affaires de 3 267,5 M\$ (+ 4 %) et un bénéfice net de 150,2 M\$ (+ 7 %).

En 1976, **Teledyne** a réalisé un chiffre d'affaires de 1 937,6 M\$ (+ 13 %) et un bénéfice net de 134,9 M\$ (- 33 %).

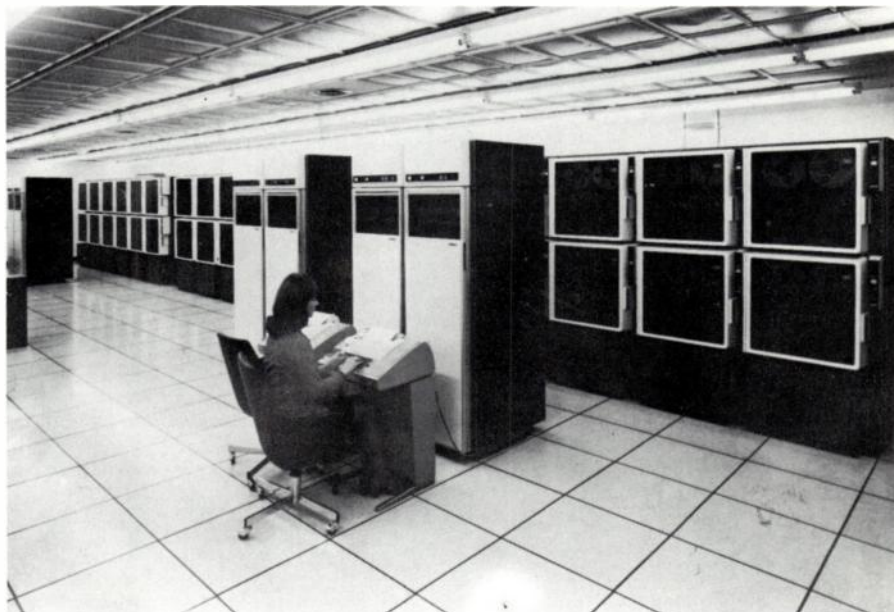
En 1976, **Texas Instruments** a réalisé un chiffre d'affaires de 1 658,6 M\$ (+ 21 %) et un bénéfice net de 97,4 M\$ (+ 57 %).

Toshiba a pris des mesures visant à accroître ses ventes de matériels biomédicaux aux USA et notamment celles qui concernent les appareils mettant en œuvre des techniques à ultrasons. Rappelons que la firme japonaise dispose aux États-Unis d'une filiale directe : Toshiba International Corporation.

En 1976, **TRW** a réalisé un chiffre d'affaires de 2 929,0 M\$ (+ 13 %) et un bénéfice net de 133,1 M\$ (+ 28 %).

En 1976, le groupe **Xerox** a réalisé un chiffre d'affaires de 4,4 milliards de \$ (+ 8,6 %) et un bénéfice net de 341,6 M\$ (+ 5 %). Le chiffre d'affaires net hors taxes pour la France atteint 1 055,4 MF (+ 13,7 %).

Selon les termes d'un accord signé avec la firme américaine General Electric, **Yokogawa Electric Works** (J) a acquis la licence de vente au Japon des équipements automatiques de tomographie corps entier et de la tête de la General Electric.



Mémoire de masse Térabit fournie par Ampex au Centre National pour la Recherche Atmosphérique de Boulder, USA (Cf. OE, Avril, Informatique, p. 268).

oe

TÉLÉCOMMUNICATIONS

DANS LES USINES

La **CIT-Alcatel** du groupe CGE a développé une unité de mesure acoustique permettant à l'aide de deux balises acoustiques de « pister » des installations et engins sous-marins. Ce système est baptisé AMU (« Acoustic Measuring Unit »).

La **General Electric (USA)** a introduit sur le marché un nouveau téléprojecteur couleur à valve optique baptisé PJ 5100.

La firme japonaise **Ikegami** a mis au point un télécopieur portable original qui transmet en moins de deux minutes un document et dont la retranscription s'effectue sur un film Polaroid standard.

La firme américaine **International Video Corporation (IVC)** qui se trouve en difficulté depuis l'année dernière vient de licencier une partie de son personnel.

Marconi Marine (GB) a présenté un nouveau système de détection d'objets sous-marins construit autour d'un sonar à balayage électronique. Ce système a été baptisé « Marfix ».

La **Nassau Recycle Corporation**, filiale de la Western Electric du groupe ATT, va construire en Caroline du sud aux USA, une importante usine de recyclage. Rappelons que la Nassau a pour activité la récupération des déchets et surplus de matière plastique de sa maison mère qu'elle traite et recycle ensuite.

La **Nippon Electric Company** a présenté un système de truquage électronique pour la télévision. Ce système a la particularité de faire appel aux techniques numériques. Il porte la référence DVE (Digital Video Effect).

COMMANDES ET CONTRATS

La **Bell Telephone Manufacturing** fournira à las Empresas Telefonos de Bogota (Colombie) 194 systèmes de transmission MIC d'une capacité totale de 2 862 canaux et destinés à relier 17 centraux téléphoniques entre eux.

La **Bell Telephone Manufacturing**, filiale belge d'ITT, fournira à la Norvège deux autocommutateurs électroniques Metacanta 10 CN d'une capacité totale de 18 000 lignes (10 000 et 8 000 lignes).

L'Armée de l'Air Royale du Danemark a commandé à **Bendix**, 10 radars météorologiques multimode modèle RDR 1400 qui seront installés à bord d'hélicoptères.

Crouzet fournira aux PTT françaises 4 200 appareils téléphoniques à encaissement automatique pour un montant de 19,5 MF. Par ailleurs, les PTT françaises ont pris auprès de Crouzet une option sur 10 800 appareils analogues représentant une valeur de 50 MF.



Nouveau réseau de transmission numérique de données équipé du système PCM 300 des régénérateurs sont prévus à des intervalles de 9 km.

(Doc. Siemens)

GTE fournira à la Taiwan Telecommunications Administration (TTA) des centraux électroniques EAX 1 d'une capacité totale de 40 000 pour un montant de 15 M\$. Rappelons que la TTA est une société d'économie mixte dont GTE fait partie. Par ailleurs, GTE a déjà fourni à la TTA des autocommutateurs EAX 1 d'une capacité totale de 30 000 lignes.

Italtel (I) fournira à l'Administration des Postes et Télécommunications de Taiwan, une centaine d'équipements terminaux PM 1 destinés à l'amélioration des télécommunications en milieu rural.

Japan Radio fournira à l'URSS un système radar anticollision pour navire et un récepteur d'émission en provenance de satellites de navigation maritimes. Ces systèmes sont destinés à la marine de pêche et marchande.

LM Ericsson fournira à la Thaïlande des systèmes de commutation interurbains du type « Crossbar » pour un montant total de 37,5 M de couronnes suédoises (42 MF).

Marconi fournira à la Radio Television Belge Flamande, un car de reportage de télévision équipé de 4 caméras couleur Mark VIII.

Marconi fournira à la Deutsche Welle (D Fédérale) un équipement de conversion de standards de télévision en couleur modèle DICE.

Marconi fournira à la chaîne de Télévision WFTV (Floride, USA) 2 caméras couleur Mark VIII.

En 18 semaines, **Marconi** aura vendu à l'exportation pour 18 M\$ de systèmes FACE (Field Artillery Computing Equipment : équipement de calcul pour l'Artillerie sur le champ de bataille).

La **Kokusai Denshin Denwa (KDD)** organisme japonais des télécommunications internationales a mis en service en février dernier à Tokyo un nouveau autocommutateur à commande par programme enregistré du type XE 1. Cet autocommutateur d'un type nouveau a été fourni par la **Nippon Electric Company**, il a une capacité de 1 150 lignes.

Oki Electric fournira à la Japan Air Lines un système de transmission numérique Oki Data Circle qui sera installé à l'aéroport de Haneda près de Tokyo. Le montant de la commande atteint 30 M de Yens (0,1 M\$).

Le Post Office britannique a dernièrement commandé à **Pye TMC**, filiale britannique de Philips, pour 2,6 M\$ d'équipements téléphoniques terminaux. La commande porte sur la fourniture de 50 000 postes téléphoniques à clavier et 3 500 systèmes de numérotation automatique à mémoire.

Raytheon fournira à Hughes Aircraft qui agit pour le compte de la marine américaine près de 300 systèmes de contre-mesures électroniques embarqués sur navire. Le montant du contrat atteint 240 M\$. Signalons que les calculateurs des systèmes commandés par Hughes Aircraft seront les modèles AN/UYK 19 de **Rolm Corporation**.

Un important contrat a été attribué à la firme ouest allemande **Robert Bosch** par la « Argentina 78 Televisora », organisation chargée de la retransmission mondiale par voie de télévision des championnats du monde de football qui auront lieu en 1978 en Argentine. Selon les termes du contrat, la division Équipements TV de Robert Bosch se voit confier la quasi-totalité de la fourniture des équipements de production de télévision en couleur pour cette compétition (1 centre de production, 4 cars de reportage, 44 caméras KCK, convertisseurs de standards).

La **Sagem** fournira au Sénégal un autocommutateur télex de 316 lignes de capacité. Cet équipement sera réalisé sous licence de la firme américaine Frederick Electronics Corporation.

Siemens fournira à l'ANTEL (Administration des télécommunications du Salvador) deux stations terriennes de télécommunications par satellite pour un montant de 23 M de DM. Une station sera au standard Intelsat A (antenne de 32 m de diamètre), l'autre au standard B (antenne de 11 m).

Siemens fournira à ATO-Chimie (France) un autocommutateur téléphonique privé modèle 3 000 à 600 postes. Cette commande porte à 20 le parc français de systèmes 3000.

Sony fournira à la chaîne américaine de télévision NBC pour 1,4 M\$ d'équipements de reportage électronique (ENG en anglais). La commande porte sur 200 appareils, magnétoscopes portables BVU 100 (format U-Matic), magnétoscopes de montage BVU 200 et consoles de montage automatique BVE 500.

La **Standard Elektrik Lorenz (SEL)**, filiale allemande d'ITT, fournira à l'Administration de l'Aviation Civile de Hongrie, 2 balises Doppler-VOR-S pour un montant de 1,2 M de DM. Rappelons que la Hongrie dispose déjà de matériels de navigation aérienne fournis par SEL.

La **Telephone Cables** du groupe britannique GEC, fournira et installera au Nigéria un réseau téléphonique destiné à desservir 35 localités. Le montant du contrat atteint 104 M\$.

Thomson-CSF fournira et installera le réseau radar du Canal de Suez. Le montant de la commande atteint 5 MF.

VIE DES SOCIÉTÉS ET RÉSULTATS FINANCIERS

En 1976, **American Telephone and Telegraph** a réalisé un chiffre d'affaires de 32 538,4 M\$ (+ 14 %) et un bénéfice net de 3 830 M\$ (+ 21 %).

Après 10 années d'existence en tant que filiale de la **Susquehanna Corporation**, la firme américaine **Atlantic Research Corporation** vient de racheter les 84 % de son capital qui étaient détenus par sa maison mère. Ainsi, **Atlantic Research** est devenue indépendante. Rappelons que cette firme spécialisée dans le secteur de la transmission de données, produit également des systèmes de propulsion pour fusées à propergol solide.

La **Caisse Nationale des Télécommunications** a obtenu un crédit d'un montant de 500 M\$ auprès d'un consortium international mené par la **Morgan Guaranty Trust (USA)** et la **Société Générale (F)**.

En 1976, la **CGCT**, filiale française d'ITT, a réalisé un chiffre d'affaires de 1 155 MF (+ 7 %) dont 226 MF à l'exportation.

L'accord définitif pour le rachat de **Codex Corporation** par **Motorola** a été signé entre les deux firmes. Le montant de la transaction est voisin de 85 MF.

La Division **Seiscor** de la firme américaine **Seismograph Service Corporation** a racheté la société **Foster Telephone Equipment Co (USA)**. Rappelons que **Foster Telephone** est une firme fondée en 1967, spécialisée dans la fabrication d'équipements d'accessoires et de systèmes de test dans le secteur téléphonique.

Afin de répondre aux besoins des PTT français, la **CGCT** du groupe **ITT** et **LMT**, ancienne filiale d'ITT rattachée maintenant au groupe **Thomson-CSF**, ont constitué un groupement d'intérêt économique baptisé **FRAMETA**. Ce groupement sera chargé du développement du système de communication électronique spatial **Metaconta 11 F**, retenu par les PTT français. Rappelons que ces deux firmes doivent livrer à l'Administration française d'ici à la fin de 1978, six centraux **Metaconta 11 F** totalisant 86 750 lignes (54 450 lignes fournies par la **CGCT** et 32 300 par **LMT**).

En 1976, **LM Ericsson** a réalisé un chiffre d'affaires global de 1 762 M\$ (+ 20,9 %) dont 84 % à l'exportation et un bénéfice net de 34,9 M\$ (- 14,7 %).

LM Ericsson a lancé en Europe un emprunt de 30 M\$ (12 ans; 8,5 %).

La part de la **Northern Telecom** dans le capital de sa filiale industrielle turque **Northern Electric Telekomunikasyon**, a été ramenée de 51 à 25 %. La **Northern** a en effet cédé une partie de ses actions au groupe turc **Transturk Enterprises**.

La société de consultants **PA Computers et Telecommunications (PACTEL)** vient d'être constituée à Paris (8, rue Bellini). Cette société est filiale de la firme britannique **PACTEL**, elle-même filiale du consultant **PA Management Consultants**.

Au cours du semestre clos au 31 janvier 1977, **Penril Corporation** a réalisé un chiffre d'affaires de 4 683 967 \$ (+ 84,6 %) et un bénéfice net de 375 981 \$ (+ 95,1 %).

Pye, filiale britannique de **Philips**, a constitué avec sa maison mère une organisation commune : le **Mobile Radio Management Group** situé à Cambridge (GB) et qui sera chargé de la coordination mondiale des activités du groupe dans le domaine des télécommunications mobiles.



Câble de télécommunications
doté de 18 paires coaxiales de 2,6/9,5.
(Doc. Siemens)

Reliance Electric Co a acquis la firme américaine **Reliable Electric Co** pour 48 M\$. **Reliable** est un fabricant de composants possédant des usines dans 13 pays. Rappelons également que **Reliance** avait fait son entrée en rachetant en 1973 **Lorain Products** et en 1976 la **Continental Telephone Electronics**.

Varian Associates a acquis la Société américaine **Ritter Corporation** spécialisée dans la fabrication de systèmes électroniques pour les secteurs civils et militaires et notamment des matériels de radiocommunication et des ensembles radar.

En 1976, la **Société Française des Téléphones Ericsson**, a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 930,2 MF (+ 10,7 %) et une perte nette de 84,4 MF.

La firme américaine **Superior Cable Corporation** a mis en place une filiale internationale la **Superior Cable International Corporation**.

La coopérative du Téléphone et des Télétransmissions, **TRANSTEL** a été constituée à Paris (20^e arrondissement) sous la forme d'une société anonyme coopérative ouvrière de production.

DIVERS

L'Association **Eurodata** qui groupe les Administrations Européennes de télécommunication va lancer une étude portant sur les marchés européens de transmission de données pour la décade 1980.

Les premières expérimentations de **télédiffusion payante par voie hertzienne** ont débuté aux USA depuis le 1^{er} mars 1976. Deux sociétés diffusent actuellement des programmes, il s'agit de la **WBTE (Newark, NJ)** et de la **KBSC (Los Angeles CA)**. Rappelons que seuls les abonnés peuvent recevoir ces programmes car ils disposent d'un décodeur approprié qui leur est fourni au moment de la mise en œuvre du contrat d'abonnement.

La **Federal Communications Commission** des USA, a autorisé **IBM** à expérimenter pendant un an une liaison de transmission de données entre **Gaithersburg (USA)** et la **Gaude (F)** via le satellite franco-allemand **Symphonie**.

Marconi Communication Systems a présenté à l'Agence Spatiale Européenne (ESA) un projet de télécommunications destiné à relier les plateformes de recherche pétrolière en mer du Nord au continent ou à la Grande-Bretagne à l'aide du satellite de télécommunications maritimes **MAROTS** de l'ESA.

L'**Office des Télécommunications** a publié une étude sur le calcul simplifié des altérations provoquées par la présence de parasites sur les systèmes de transmission numérique. Le titre de cette étude est : « Calculating the performance of CPSK and NCFSK modems in Gaussian noise and interference ».

L'**Office des Télécommunications des USA** a développé un logiciel destiné à l'identification des interférences électromagnétiques entre les stations terrestres de contrôle ou de réception des systèmes à satellites et de stations de radiocommunications terrestres.

L'**Office des Télécommunications des USA** a publié une étude intitulée « la crise postale : la fonction postale en tant que service de communication ».

Le **Post Office britannique** procède actuellement au développement d'un autocommutateur électronique privé de capacité moyenne du type spatial. Cet autocommutateur étudié au centre de Recherches de **Martlesham Heath**, n'utilise pas d'éléments électromécaniques, mais uniquement des circuits intégrés et notamment un microprocesseur 8080 et une matrice spatiale à circuits intégrés.

La Banque Européenne d'Investissements a accordé au **Post Office britannique** un prêt d'une contre-valeur de 18,5 M£ pour l'extension et le renforcement des télécommunications en Irlande du Nord.

Le Laboratoire de la Communication Électrique de la **Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation (NTT)** construira une station terrienne expérimentale de télécommunications par satellite destinée aux essais de télécommunications par satellite en ondes millimétriques. Le satellite répéteur japonais sera lancé en décembre 1977.

RCA doit prochainement soumettre à l'agrément de la Federal Communications Commission (FCC) des États-Unis, une petite station terrienne de réception de programmes de radiodiffusion par satellite. Cette station serait équipée d'une antenne

dont le diamètre serait voisin de 2 m, or la FCC vient d'homologuer l'utilisation de stations dont le diamètre minimal de l'antenne admissible est de 4,5 m.

Rappelons que le marché des petites stations réceptrices semble être extrêmement vaste, et qu'entre autres l'Agence de presse américaine UPI envisage de s'équiper de 5 000 petites stations réceptrices.

Un accord en matière de **télé-détection** des ressources terrestres a été signé entre l'ESA et le Canada.

Les succursales britanniques de la Banque du Koweït se sont abonnées au service d'information « Teletext ». Rappelons que le service **Teletext** mis conjointement en place par la BBC et IBA permet de faire apparaître instantanément sur un téléviseur spécialement aménagé des informations

alphanumériques et notamment des pages de nouvelles qui peuvent être sélectionnées.

La CEPT (Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications) a décidé la création d'une organisation européenne provisoire unique de télécommunications par satellite « **l'Eutelsat Intérimaire** ». Cette organisation sera chargée de la mise en place de la gestion et de l'exploitation des systèmes de télécommunications par satellite; elle comportera une assemblée des parties, des conseils et un secrétariat général.

L'Armée américaine procède actuellement à l'essai de transmission numérique de fac-similé tactiques. Les équipements terminaux ont été développés par la division Datalog de Litton Industries sous contrat d'un montant total de 7,6 M\$. La vitesse de transmission est d'une page toutes les 15 secondes.

oe

COMPOSANTS

DANS LES USINES

Advanced Micro Devices (USA) échantillonne actuellement sous la référence AM 9135/9145 J une mémoire vive MOS statique ultra-rapide de 4 K bits de capacité. Ce dispositif présente un temps d'accès de 60 à 80 ns, un temps de cycle de 130 ns et consomme 675 mW; il est proposé en boîtier DIL à 18 broches sous deux configurations : 1 K mots de 4 bits ou 4 K mots de 1 bit.

AMI a acquis auprès d'Advanced Micro Devices la licence de fabrication des mémoires vives statiques MOS de 4 K bits modèles Am 9130 et 9140. Ces mémoires sont organisées en 1 K mots de 4 bits ou en 4 K mots de 1 bit; elles présentent en version standard un temps d'accès de 200 ns.



Système d'affichage par cristaux liquides.
(Doc. Siemens)

La firme américaine **Eagle-Picher Industries** a acquis auprès de Matsushita Electric la licence de fabrication des piles au lithium de la marque National.

Fairchild doit prochainement échantillonner une mémoire à transfert de charges de 64 K bits de capacité.

La production de tubes image couleur de **Hitachi** est passée de 0,31 M de pièces en juillet 1976 à 0,41 M de pièces en mars 1977.

Hitachi a récemment porté sa cadence de production de tubes images couleur de 66 cm de diagonale à 15 000 unités/mois.

ITT a acquis la licence de fabrication de relais statiques auprès de la firme américaine Electronic Relays. Les dispositifs seront produits aux USA dès la fin de l'année.

Le groupe composants **ITT** vient d'introduire une torche laser portative destinée à la vision nocturne.

ITT Semiconducteurs a donné un certain nombre d'informations concernant les investissements du groupe en Europe Continentale en 1977.

L'usine Intermittel de Fribourg (D Fédérale) verra la construction et la mise en service d'un bâtiment de 4 200 m² destiné au département « Recherche, Développement et Ingénierie » représentant un investissement initial de 8 M de DM. L'usine française de Colmar fera l'objet d'un investissement de 2,8 MF (+ 86,7 %) pour le lancement de lignes de fabrication de circuits intégrés linéaires; cette usine qui emploie 245 personnes (+ 30 %) produisait jusqu'à présent des diodes modèle PDP dont le volume avait atteint 380 M de puces en 1976 (+ 40 %).

ITT-Semiconductors (GB) a développé pour le compte des Standard Telecommunication Laboratories filiale britannique d'ITT, un microordinateur spécial destiné à remplacer la logique câblée des relais téléphoniques.

La firme japonaise **Koa Denko Co** a décidé d'augmenter la cadence de production des résistances à couches de carbone qu'elle fabrique dans ses filiales de Taïwan et de Malaisie. L'usine de Taïwan produira mensuellement 85 M de résistances fixes (+ 20 %) et 1,5 M de résistances ajustables (+ 114 %), celle de Malaisie 50 millions de résistances fixes (+ 40 %).

La firme sud-coréenne **Kum Kang Electronics Corp.** a acquis auprès de la société japonaise Okaya Electric Industries (condensateurs et dispositifs d'affichage) la licence de fabrication de lampes micro-miniatures destinées aux montres numériques à cristaux liquides. Dans un premier temps la firme coréenne produira 10 000 lampes par mois à partir d'éléments fournis par Okaya, cette cadence de production devant être rapidement portée à 0,5 M d'unités par mois.

La firme japonaise **Murata Manufacturing Co** a commencé la production en masse de filtres céramiques à 27 MHz destinés aux services radioélectriques privés. La cadence de production passerait de 0,5 M d'unités/mois à 1 M d'unités/mois dans le courant du mois de juillet 1977.

Un accord croisé de seconde source en matière de microprocesseurs a été conclu entre **National Semiconductor** et **Signetics**. Selon les termes de cet accord Signetics du groupe Philips, produira le microprocesseur SC/MP II de National Semiconductor et cette dernière firme devenant seconde source pour le microprocesseur 2650 de Signetics.

National Semiconductor a procédé au licenciement de 480 personnes dans son unité de production de Singapour. Cette usine qui emploie 3 000 personnes environ est spécialisée dans la fabrication de circuits intégrés pour montres et calculatrices.

La firme japonaise **Nihon Teksol** vient d'entreprendre la commercialisation au Japon d'un circuit intégré complexe destiné aux jeux télévisuels et développé par MOS

Technology (USA). Ce circuit porte la référence MPS 7600-001; il est présenté en boîtier DIL à 24 broches et est destiné au marché américain.

La **Nippon Electric Company** a décidé d'introduire prochainement sur le marché américain des ensembles à microprocesseurs destinés à l'initiation et aux amateurs. Ces ensembles seront introduits au rythme de 10 000 unités/mois.

La **Nippon Electronics Memory Industries (J)** a spécialement développé pour le marché américain une alimentation à découpage pour microordinateurs. Le produit sera commercialisé par la firme américaine **Lambda Electronics Corp.**

En raison de la croissance continue de la demande en contacts à tiges (« reed switches » en anglais) la **Nippon Hamlin Inc** a décidé d'accroître la capacité de production de ces composants en implantant une nouvelle usine dans le Fukushima et d'augmenter la capacité de l'usine de Sendai. La capacité de production passera de 3,2 M d'unités à 5 M en septembre prochain. La Nippon Hamlin détiendra 60 % du marché japonais des contacts à tiges en accélérant le marché des dispositifs destinés aux centraux téléphoniques.

La firme japonaise **Oki Electric** investira en 1977, près de 2 000 M de Yens (6,67 M\$) en recherche et en développement dans le secteur des circuits intégrés de très grande complexité (VLSI en anglais).

Quartz et Silice produit et commercialise depuis le mois de mars une version améliorée de la fibre optique QSF A.

L'atténuation est régulièrement inférieure à 3 db/km et garantie < 5 db/km. De plus, les prix pratiqués se trouvent fortement diminués et peuvent en fonction des quantités se situer entre 5 F et 2 F 50.

Rifa la filiale spécialisée en matière de composants du groupe Ericsson va investir près de 30 M\$ dans la construction d'une usine de fabrication de circuits intégrés monolithiques et de circuits hybrides à couches épaisses dont la superficie sera de 42 000 m² et qui sera située près de Stockholm. Une partie de cette somme sera également utilisée pour l'aménagement de la direction générale de Rifa.

Rockwell International vient d'acquiescer la licence de fabrication et de vente du microprocesseur à 8 bits modèle 6500 de MOS Technology.

La firme japonaise **Showa Munsen Kogyo** vient de mettre en production de masse un nouveau type de sélecteur électronique de programme de télévision pour « tuners » équipés de diodes à capacité variable.

Sony a sorti son 10 millionième tube image couleur du type Trinitron en janvier dernier. Rappelons que ce tube a été introduit par Sony en octobre 1968; il existe dans les formats suivants 47, 51, 59 cm avec des angles de déviation de 114, 120 et 122°.

Le fabricant japonais de résistances **Tokyo Cosmos Electric** a signé un contrat avec le fabricant américain Vishay

Intertechnology Inc., selon les termes duquel la compagnie japonaise pourra importer et vendre des résistances fixes de précision et importer des résistances de haute précision.

La production de tubes image couleur de **Toshiba** est passée de 0,3 M d'unités en août 1976 à 0,37 M d'unités en mars 1977.

Toshiba a doublé sa cadence de production de tubes images couleur de 66 cm en portant sa cadence à 40 000 unités/mois.

Union Carbide (USA) qui a investi plusieurs millions de dollars dans son usine de Georgie, vient d'y commencer la production de condensateurs au tantale solide. Cette mise en production accroît la capacité de production de la firme américaine de 40 %.

L'**US Army Electronics Technology and Devices Laboratory** de Fort Monmouth (USA) s'est associée avec **RCA** pour mettre au point et développer un microprocesseur rapide à 8 bits par tranches réalisé en technologie silicium sur substrat isolant. Le nom de ce microprocesseur est **Atmac**; il comporte deux boîtiers.

Pour la première fois, **Westinghouse Electric** commercialise des puces et des tranches de silicium déjà diffusées pour la réalisation de dispositifs de puissance à semiconducteurs. De nombreux modèles de redresseurs, de thyristors, de triacs sont ainsi proposés sous cette forme.

COMMANDES ET CONTRATS

Le groupe **TDK Electronics (J)** a signé un accord commercial avec la firme américaine **Kepeco Inc** selon les termes duquel, **Kepeco** devient l'agent commercial de **TDK** en matière d'alimentations réglées à découpage pour constructeurs et ce pour une durée de 2 ans. Le rythme de vente aux États-Unis devrait rapidement atteindre 300 unités par mois.

Toshiba fournira au constructeur d'automobiles **Ford**, des modules électroniques à microprocesseur qui équiperont les modèles de l'année 1978. Ces modules intégrant un microprocesseur à 12 bits sont destinés au contrôle commande du moteur (admission du carburant, contrôle de l'allumage, etc...) à partir de capteurs appropriés. Le montant de cette importante commande n'est pas connu (cf OE Avril p. 266).

VIE DES SOCIÉTÉS ET RÉSULTATS FINANCIERS

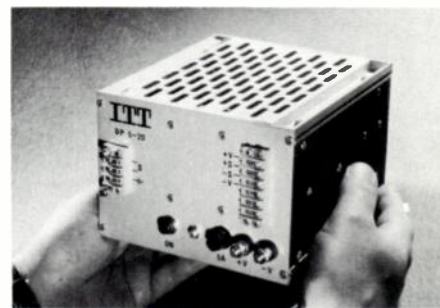
Le groupe **Composants d'ITT (GB)** s'est fixé comme objectif pour 1977, 1,5 M£ de ventes en France dont 1 M£ environ en composants professionnels et 0,5 M£ en composants grand public. Rappelons que le groupe **Composants d'ITT (GB)** emploie 7 500 personnes dans 23 usines et a réalisé en 1976 un chiffre d'affaires voisin de 100 M£.

En 1976, le groupe « composants » d'**ITT** a réalisé en France un chiffre d'affaires de 432 MF (+ 23,7 %) et espère porter ce chiffre en 1977 à 1 000 MF au moins (+ 130 %).

La firme américaine **Epidyne Inc** et la société **Micro Electronics Ltd** de Hong Kong ont créé à Hong Kong sous le nom de **Microdyne Ltd**, une filiale commune à 50-50 % qui produira des dispositifs d'affichage à diodes électroluminescentes pour montres, réveils et calculatrices. Cette nouvelle société devrait satisfaire 15 % du marché mondial qui est estimé à 140 M\$ pour 1977.

Mitsumi Electric, un des plus importants fabricants japonais de composants, a créé une filiale commerciale à Dusseldorf en Allemagne Fédérale. Le capital de cette filiale (0,3 M de DM) est entièrement détenu par la société mère (cf OE janvier 1977, p. 17, 3^e colonne).

En 1976, la **Nippon Electric Company** a vendu pour 36,67 M\$ de circuits intégrés complexes destinés aux applications industrielles, soit légèrement plus que ses ventes de circuits pour calculatrices de poche.



Alimentation de commutation de ligne directe (ITT).

En 1976, **RTC La Radiotechnique-Compelec** a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 1 406 MF (+ 20 %) et de 1 406 MF si l'on intègre les résultats de la filiale **Hyperlec**. La répartition en pourcentage du chiffre d'affaires est la suivante :

- tubes grand public : 43 % (— 1 %);
- tubes professionnels : 8 % (— 1 %);
- dispositifs à semiconducteurs : 21 %;
- composants passifs : 28 %.

La part des exportations a été de 37 % du chiffre d'affaires.

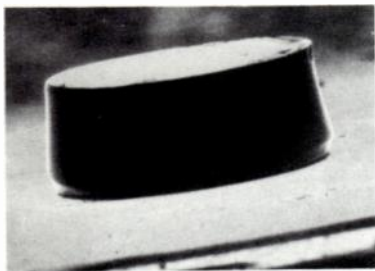
La société américaine **Spectrol Electronics Corporation** a constitué une filiale à Munich (D Fédérale) sous le nom de **Spectrol Electronics GmbH**.

Le fabricant japonais d'avertisseurs sonores pour tous usages **Star Manufacturing Co** doit prochainement implanter aux USA une filiale commerciale au capital de 50 000 M\$ sous le nom de **Star Micro-nics Inc.**

DIVERS

La firme japonaise **Japan Solar Energy** a réussi à faire croître de manière reproductible des rubans de silicium dont la longueur dépasse 10 m. Ces rubans ont une largeur de 25 mm et une épaisseur comprise entre 0,2 et 0,3 mm; la vitesse de croissance est de 18 à 25 mm/mn. Ces rubans sont destinés à la fabrication de cellules solaires.

Rappelons que **Japan Solar Energy** est une société conjointement créée en octobre 1975 par **Kyoto Ceramic (J)**, **Matsushita (J)**, **Mobil Oil (USA)** et **Tyco (USA)**.



Les chercheurs du LEP (groupe Philips) ont mis au point des dispositifs multiplificateurs de fréquence utilisant des diodes à avalanche à l'arséniure de gallium. Une puissance de sortie de 100 mW à 32 GHz a été obtenue pour une puissance d'entrée de 400 mW à 4 GHz.

National Semiconductor vient de réduire considérablement le prix de ses amplificateurs opérationnels réalisés en technologie BITEC.

À l'International Solid State Circuit Conference qui s'est tenue à Philadelphie en février dernier, la **Nippon Electric Company** a révélé qu'elle avait mis au point un transistor à effet de champ hyperfréquence de puissance à l'arséniure de gallium délivrant 1 W à 1 dB de compression et 1,8 W de puissance saturée avec un gain de 6,5 dB dans la bande 4,6-7,6 GHz. Le rendement en puissance est de 28 %, soit près de 3 fois supérieur à celui d'un système à diodes IMPATT.

La **Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation** procède actuellement dans ses laboratoires de Masashino à la fabrication expérimentale de mémoires vives de très forte capacité réalisées sur une tranche entière de semiconducteur ayant 3" de diamètre. Les mémoires ainsi réalisées ont 328 K bits de capacité; de type MOS, elles comprennent 64 cellules de 4 K bits de capacité auxquelles il faut ajouter 20 cellules de secours en cas de défaut, les circuits d'interface et de mise en activité des cellules ne présentant pas de défaut.

RCA étudie actuellement pour le compte de l'Armée américaine, des cellules mémoires à semiconducteur résistant aux rayonnements nucléaires et atomiques. Ces cellules sont destinées aux applications spatiales et nucléaires.

Une nouvelle association américaine de fabricants de dispositifs à semiconducteurs vient d'être constituée aux USA sous le nom de **Semiconductor Industry Association**. Cette association aura certainement une activité parallèle à celle d'un autre groupement américain, le WEMA.

Sharp Corporation (J) a développé des diodes laser à l'arséniure de gallium qui présentent une durée de vie de 25 000 heures. Ces diodes sont réalisées selon une technique originale, et notamment du silicium est incorporé comme impureté dans le matériau de base. Ces dispositifs émettent une radiation à 8 700 Å et sont alimentés par une tension comprise entre 1,7 et 2,2 V.

PRODUITS RÉCENTS

ALCO : Boutons poussoirs à illumination, série MPN. [5424]

Augat : Interrupteurs à levier pour montage sous angle droit, modèles MTMS (diamètre de l'écrou : 1/4") et MSTS (pas de vis 1/4-40). [5425]

Binder : Connecteurs à 3 ou 6 contacts plus une terre (16 A sous 380 V alternatifs ou 450 V continus), série 692. [5426]

Calex Manufacturing Company : Amplificateurs différentiels réalisés en technologie hybride, modèle 17 (100 kHz, 100 dB de réjection en mode commun). [5427]

Daini Seikosh Co : Filtres à lames vibrantes à haute sélectivité pour systèmes de navigation Omega, série SM-31 R (10,2, 11,333 et 13,6 kHz). [5428]

Data Applications SA : Programmeur de mémoires mortes permettant la programmation simultanée de 10 boîtiers. [5429]

Datel Systems : Alimentations régulées différentielles haute tension alimentées par un réseau 115 ou 220 V (48-440 Hz), modèles BPM 120/25 (± 120 V continus sous 25 mA), 150/20 (± 150 V continus sous 20 mA) et 180/16 (± 180 V continus sous 16 mA). [5430]

Delco : Transistors de puissance haute tension pour la commutation de puissance et le balayage TV, modèles DTS 802 (1 200 V; 5 A) et DTS 804 (1 000 V; 5 A). [5431]

— Transistors darlington de puissance et à haute tension, modèle DTS 4039 (400 V; 4 A) et 4061 (600 V; 4 A). [5432]

— Transistor de puissance haute tension, modèle DTS 520 (700 V; 15 A; 125 W). [5433]

Electronic Arrays Inc : Mémoires mortes de 32 K bits de capacité et présentant un temps d'accès de 350 ns, modèles 3220 (horloge en logique MOS) et 3210 (horloge en TTL). [5434]

Electro Thermal : Relais miniatures à tiges présentés en boîtier DIL, série GR 108/114 (tension de commande : 5, 6, 12 ou 24 V). [5435]

Endevco : Capteurs de pression miniatures, modèles A 105 et A 205. [5436]

Entran Devices : Capteurs de pression absolue : 150 m bars à 2 000 bars. [5437]

GenRad : Appareils de test pour circuits intégrés logiques, modèles 2400 (circuits intégrés jusqu'à 24 broches) et 3200 (circuits intégrés jusqu'à 32 broches). [5438]

Hewlett Packard : Voyants lumineux à diodes électroluminescentes pour montage sur panneau, modèles 5082-4687 et 4787 (rouge); 5082-4587 (jaune) et 5082-4987 (vert). [5439]

— Photocoupleurs présentés en boîtiers à 6 broches, modèles 4 N 45 (coefficient de transfert : 250 %) et 4 N 46 (coefficient de transfert : 350 %). [5440]

INTEL : Mémoires vives statiques rapides de 1 K mots de 1 bit, modèles 2115 et 2125 (temps d'accès maximum : 45 ou 70 ns). [5441]

— Mémoire vive statique de 1 K mots de 4 bits, série 2114 (boîtier DIL à 18 broches, entrées-sorties communes). [5442]

International Electronic Research Corporation : Système de refroidisseurs pour circuits intégrés montés. [5443]

Intersil : Mémoires vives statiques de 1 K mots de 4 bits, modèles 7114 (entrées-sorties communes; boîtier DIL à 18 broches; compatible avec le modèle 2114 d'Intel) et 7141 (entrées et sorties séparées; boîtier DIL à 18 broches). [5444]

— Mémoire morte programmable et effaçable par rayons ultraviolets de 1 K mot de 8 bits, modèle 7708 (compatible avec les modèles Intel 2708 et 2308). [5445]

— Mémoire vive dynamique de 4 K mots de 1 bit, modèle 7027 (boîtier DIL à 16 broches, compatible avec le modèle 4027 P de Mostek). [5446]

ITT : Oscillateur miniature à quartz à enceinte thermostatée, modèle OCX 09 (4 à 20 MHz au choix; stabilité : $10^{-9}/^{\circ}\text{C}$). [5447]

— Condensateurs moulés à film métallisé et à sorties axiales, série 8017 (0,01 à 2,2 μF). [5448]

— Thermistances doubles pour la protection des moteurs, série YG-TP/S ou triples, série YGTT/S. [5449]

— Varactors de haute puissance pour multiplication de fréquence en 1 et 8 GHz [5450]

— Touche poussoir à contact, modèle MDP. [5451]



— Touche étanche à contact fugitif, modèle TFDE (60 V, 50 mA). [5452]

LCC-CICE : Noyau « U », rectifié en ferrite Ferrinox B 50. [5453]

LTT : Transistor NPN hyperfréquence de puissance, modèle BLW 27 (1-4 GHz; 26 dBm à 1 GHz et 20 dBm à 4 GHz). [5454]

— Diode de protection et d'écrantage au silicium, modèle BZY 98-D-7V5. [5455]

Motorola : Mémoire vive dynamique de 4 K mots de 1 bit, modèle 4027 (boîtier DIL à 16 broches; compatible avec le modèle 4027 de Mostek). [5456]

— Mémoire vive statique de 1 K mot de 4 bits, modèle 6614 (boîtier DIL à 18 broches, entrées-sorties communes, compatibles avec le modèle 2114 d'Intel). [5457]

— Mémoire vive dynamique de 16 K bits, modèle 6616 (boîtier DIL à 16 broches, compatibles avec les modèles Mostek 4116 et Texas Instruments 4070). [5458]

— Circuit d'interface mémoire pour le microprocesseur bipolaire 10800, modèle MC 10803. [5459]

— Circuit intégré pour alimentations à découpage, modèle MC 3420. [5460]

— Circuit intégré limiteur de courant (225 mA), modèle MC 3422. [5461]

— Circuit intégré détecteur de surtension, modèle MC 3423. [5462]

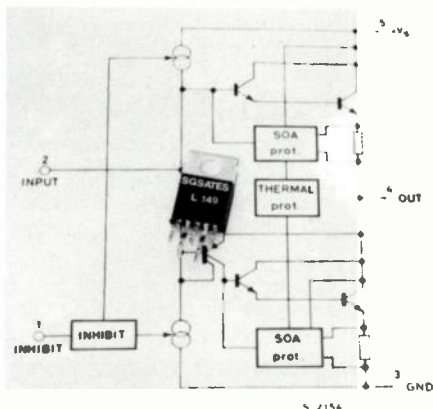
— Circuits intégrés modulateur-démodulateur delta à pente variable, modèles MC 3417 (pour systèmes à faible vitesse de transmission) et MC 3418 (pour systèmes à grande vitesse). [5463]

— Amplificateur opérationnel double à large bande et en version économique, modèle MC 4558. [5464]
 — Circuits intégrés modem à modulation par manipulation de fréquence, modèles MC 14412 FP et 14412 VP. [5465]
 — Transistors darlington complémentaires de puissance 30 A, modèles MJ 11011 et 11012 (PNP et NPN, 60 V); MJ 11013 et 11014 (PNP et NPN, 90 V); MJ 11015 et 11016 (PNP et NPN, 120 V). [5466]
 — Transistor darlington rapides de puissance, modèles MJ 10004, 10005, 10006 et 10007 (temps de descente et de stockage respectifs : 100, 850, 90 et 780 ns). [5467]
 — Triacs, modèles MAC 15 et 15 A (15 A; 200 à 800 V). [5468]

National Semiconductor : Circuit intégré volt-mètre numérique, série M 74C935 (200, 2 000 et 4 000 points selon le type). [5469]

— Circuit intégré de commande pour dispositifs d'affichage numérique à 7 segments, modèle MM 74C911. [5470]
 — Convertisseur analogique-numérique avec multiplexeur 16 canaux incorporé, modèle MM 74C948. [5471]
 — Amplificateur opérationnel à haute tension, modèle LM 144 (± 36 V). [5472]
 — Amplificateurs opérationnels de précision, série LH 0044. [5473]

Oltronix : Alimentation spéciale pour l'alimentation de 12 tubes photomultiplicateurs, modèle 300 K-3 RVM. [5474]
 — Alimentation régulée programmable, modèle B 300 D (0-40 V; 1,25 à 3 A). [5475]



— Alimentation régulée haute tension, modèle B 605 D (0-500 V; 200 mA). [5476]

Optical Electronics : Amplificateur opérationnel présenté en boîtier DIL à 16 broches, modèle 9916. [5477]

OPTO 22 : Relais statiques synchrones pour circuits imprimés, série P (110 ou 220 V alternatifs; 2 ou 3 A). [5478]

Philips : Sources hyperfréquences à diodes Gunn ou à sphères en YIG, série PM 7020 (1 à 18 GHz). [5479]

— Commutateurs hyperfréquences, modèles PM 7304 J (4 à 8,2 GHz) et PM 7304 P (7,5 à 18 GHz). [5480]

Plessey : Circuit intégré pour verrouillage de phase, modèle SP 8760 (fréquence maximale 1 MHz). [5481]

RCA : Transistors de puissance NPN pour la commutation, modèles 2 N 6338, 6339, 6340 et 6341. [5482]

— Circuit intégré inverseur registre tampon sextuple, modèle CD 4502 B (technologie MOS complémentaire). [5483]
 — Circuit intégré contrôleur de parité, modèle CD 40101 B (technologie MOS complémentaire). [5484]
 — Amplificateur opérationnel réalisé en technologie BI-MOS, modèle CA 3160. [5485]

RIFA : Condensateurs au propylène pour l'utilisation avec des moteurs à courant alternatif, série PHP 460-465 (2-25 μ F, 250 V). [5486]

— Condensateurs au propylène pour utilisation dans les circuits de déviation des téléviseurs, série PHE 401 (2 000 pF-0,47 μ F). [5487]

— Condensateurs au propylène métallisé pour tension alternative, série PHD 470 (13 μ F, 260 V). [5488]

RTC La Radiotechnique Compelec : Diodes ATT, série RT 8000 (7-12 GHz, 1 W). [5489]

— Oscillateurs à sphère YIG, modèle YG 42 N (10-15 GHz). [5490]

— Transistor haute fréquence de puissance pour applications de modulation BLU en ondes métriques et décimétriques, modèles BLW 78 (30 W), 76 (80 W) et 77 (130 W). [5491]

— Transistor de puissance applications à modulation de fréquence en ondes métriques et décimétriques, série BLW 79 à 82 (2 à 40 W). [5492]

— Condensateurs électrolytiques à basse tension, série C 042 (1,5 à 3 300 μ F, 10 à 63 V continus). [5493]

— Magnétron pour fours à microondes grand public, modèle YJ 1500 (2 450 MHz, 1 100 W). [5494]

— Dispositifs d'affichage à cristal liquide pour l'horlogerie. [5495]

— Triacs de puissance, modèles BT 138 (10 A; 500 V) et BT 139 (15 A, 500 V). [5496]

— Mémoires mortes programmables à fusibles de 8 K bits, modèles 82 S284 (sortie à collecteur ouvert) et 82 S185 (sortie en logique à 3 états). [5497]

— Micro contrôleur rapide monolithique, modèle 8 X 300. [5498]

— Circuit intégré séquenceur pour applications générales, modèle 8 X 02. [5499]

— Amplificateurs basse fréquence présentés en boîtiers SIL, modèle TDA 1010 (6 W; 6 à 20 V) et TDA 2611 (5 W; 6 à 35 V). [5500]

— Amplificateur stéréophonique présenté en boîtier DIL à 16 broches (2 fois 6 W; 5 à 24 V). [5501]

— Mémoires mortes statiques, modèles 2607 (1 K mots de 8 bits compatible avec le modèle Intel 2308/8308); 2600 (2 K mots de 8 bits, compatibles avec le modèle Mostek 29000); Z 616 (2 K mots de 8 bits, compatible avec la mémoire Intel 2316) et 2617 (2 K mots de 8 bits, compatible avec le modèle AMD 9216). [5502]

— Circuits intégrés pour pendulettes à quartz 4 MHz alimentées par une tension continue comprise entre 1,5 et 3 V, modèles SBA 1114 et 1115. [5503]

— Condensateurs professionnels au polyester métallisé, séries PM 50 et 53 (10 nF à 10 μ F). [5504]

— Transistors darlington de puissance (60 à 120 V; 40 W), modèles NPN : BD 677, 679, 681, 683 et modèles PNP : BD 678, 680, 682 et 684. [5505]

Sage Laboratories : Diviseur de puissance haute fréquence pour applications à ondes métriques, modèle FP 2066-3 (4 voies, 365 W crête). [5506]

SGS-ATES : Transistors darlington complémentaires de puissance monolithiques, modèle L 149. [5507]



— Module de montre numérique à cristal liquide à 6 fonctions, modèle S 3118. [5508]

Siemens : Circuit intégré pour synthétiseur de fréquence, modèle S 187 (0-800 MHz). [5509]

— Microordinateur monolithique à 8 bits, modèle SAB 8048 (seconde source du dispositif 8048 d'Intel). [5510]

— Microprocesseur monolithique à 8 bits, modèle SAB 8085 (seconde source du 8085 d'Intel). [5511]

— Condensateurs électrolytiques à l'aluminium pour bloc d'alimentation régulée, types B 41564 B et 41584 (100 à 220 000 μ F; 16 à 36 V). [5512]

— Condensateurs électrolytiques à l'aluminium pour l'usage général, types B 41/43441, B 41/43461 et B 41/43471 (35 à 390 000 μ F; 10 à 450 V). [5513]

— Condensateurs à film plastique, série MK-Plastipuces. [5514]

— Diodes électroluminescentes émettant dans l'infrarouge, modèles LD 242 (puissance lumineuse : 8 mW; angle de rayonnement : 60°) et CD 271 (16 mW; 28°). [5515]

— Photodiode infrarouge, modèle BP 104. [5516]

— Dispositif d'affichage alphanumérique à 6 symboles et à cristal liquide pour l'horlogerie, modèle FAN 60581. [5517]

— Vidicons à cible au sélénure de cadmium, modèles XQ 1450 (diamètre : 1") et 1484 (diamètre : 2/3"). [5518]

— Tube laser à l'hélium néon économique, modèle LGR 7622 (1 mW à 632,8 nm). [5519]

Sprague : Filtres passifs basse fréquence passe-bas, série JW 33 (1 à 50 kHz). [5520]

Sprague Goodman Electronics : Condensateurs ajustables de précision, série « Pistoncap ». [5521]

Texas Instruments : Commutateurs analogiques doubles réalisés en technologie Bi-TEC, séries TL 185, 188 et 191. [5522]

— Circuits émetteurs-récepteurs de lignes, modèles SN 55118 et M 19, SN 118, 119. [5523]

— Réseaux de transistors darlington 50 V, série ULN 2001 A, 2002 A, 2003 A et 2004 A (fabriqués en seconde source de Sprague). [5524]

— Réseau de transistors darlington 100 V, modèles SN 75466, 467, 468 et 469. [5525]

— Photocoupleurs doubles, modèles TIL 122 et 123. [5526]

— Diodes électroluminescentes à haute intensité lumineuse (25 mcd à 50 mA), modèles de 4 mm de diamètre : TIL 212 (ambre), 216 (rouge), 232 (vert), modèles de 6,3 mm de diamètre : TIL 224 (ambre), 228 (rouge) et 234 (vert). [5527]
 — Transistor MOS haute fréquence pour réception, modèle TIS 148. [5528]
 — Transistors darlington présentés en boîtier plastique TO 220 AB, modèles TIP 100 à 103 et 105 à 107. [5529]
 — Amplificateurs opérationnels doubles, modèles LM 358 et 2904 (secondes sources de National Semiconductor). [5530]
 — Régulateurs monolithiques de tension à

tension fixe (5, 6, 8, 12, 15, 20 et 24 V) et présentés en boîtier TO 220 série UA 78 M (polarité positive) et UA 79 M (polarité négative) fabriqués en seconde source de Fairchild. [5531]
 — Circuits doubles de commande d'équipements périphériques, modèles SN 75470 à 75474. [5532]
 — Registre asynchrone à 16 mots de 5 bits du type PEPS (Premier Entré-Premier Sorti), modèle SN 74 S225. [5533]
 — Mémoire vive dynamique de 4 K mots de 1 bit, modèle TMS 4027 (boîtier DIL à 16 broches). [5534]
 — Mémoires vives statiques de 4 K mots

de 1 bit, modèles TMS 4044 (boîtier DIL à 18 broches) et 4046 (boîtier DIL à 20 broches). [5535]
 — Mémoires vives statiques de 1 K mots de 4 bits, modèles TMS 4045 (boîtier DIL à 18 broches) et 4047 (boîtier DIL à 20 broches). [5536]
 — Mémoire à transfert de charges de 64 K bits (16 registres de 4 K bits), modèle TMS 3064 (temps d'accès à 5 MHz : 0,8 ms). [5537]
 — Mémoire morte effaçable par rayons ultraviolets de 2 K mots de 8 bits, modèle TMS 2716 (boîtier DIL à 24 broches). [5538]

oe

MESURE & INSTRUMENTATION

GenRad vient d'acquérir la ligne Sitek des systèmes de test pour circuits intégrés de la firme américaine Bromatron. Cette acquisition permettra à GenRad de compléter sa gamme d'appareils de test. Les systèmes de la série Sitek seront produits dans l'usine de Santa Clara (Californie).

Marconi fournira à la British Aircraft Corporation, des systèmes automatiques de test destinés à la Marine Royale Britannique. Ces appareils seront utilisés pour l'entretien et le réglage de missiles et de torpilles.

La firme britannique **Membrain** a présenté un nouveau système automatique de tests analogiques et numériques, modèle MB 2460/20.

Membrain fournira à la société française Interelec un système automatique de test, modèle MB 2460/F.

PRODUITS RÉCENTS

AQ Systems : Analyseur pour microprocesseur, type 6800, modèle AQ 6800. [5539]

Biomation : Enregistreur de signaux transitoires, modèle 6500 (vitesse maximale 500 MHz, mots de 6 bits, capacité de stockage : 1 K mot). [5540]

Flann Microwave Instruments : Wobulateur 8-12,4 GHz, modèle 554. [5541]

Kay Elemetrics Corporation : Analyseur de spectre, modèle P 9040 A (10 kHz-30 MHz par division). [5542]

Krohn Hite Corporation : Phasemètre numérique, modèle 6200 (10 Hz-1 MHz, 3 1/2 chiffres). [5543]
 — Générateur de fonctions, modèle 2000 (0,003 Hz à 30 MHz). [5544]

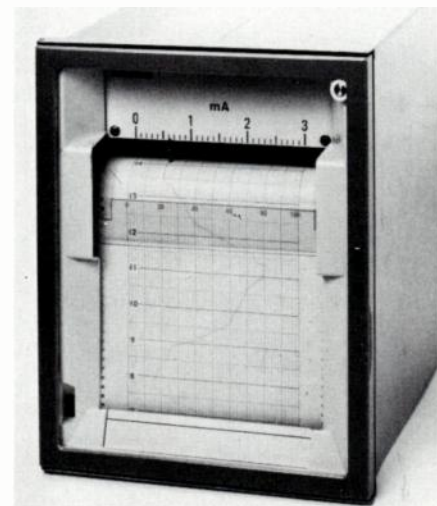
Philips : Enregistreurs graphiques X(t), modèles PM 8251 (1 trace) et 8252 (2 traces). [5545]
 — Alimentations modulaires à découpage monotension fixe, série PE 1240 (5, 12 ou 24 V selon les modèles 4,5 à 130 A selon la tension choisie). [5546]
 — Alimentations stabilisées enfichables au format « eurocarte », modèles PE 1271 (5 V ; 2 A), 1272 (12 V ; 2 A), 1273 (24 V ; 1,1 A) et 1274 (± 15 V ; 2 fois 1,1 A). [5547]

— Table traçante XY au format A 4, modèle PM 8041 (2 mV à 1 V/cm). [5548]
 — Table traçante X, Y₁ et Y₂ au format A 3, modèle PM 8131 (50 V à 1 V/cm). [5549]
 — Fluctuomètre pour appareils mécaniques de reproduction de signaux à basse fréquence (enregistreurs magnétiques, tourne-disques, etc...), modèle PM 6307. [5550]
 — Générateur de signaux basse fréquence, modèle PM 5107 (10 Hz-100 kHz). [5551]
 — Générateurs de fonctions, modèle PM 5129 (0,001 Hz-1 MHz) et 5165 (0,1 Hz-1 MHz). [5552]
 — Table traçante XY au format A 4, modèle PM 8141 (50 μ V à 1 V/cm). [5553]
 — Oscilloscope 25 MHz à double trace et à double base de temps, modèle PM 3214. [5554]



Radat Instruments Industries Ltd : Oscilloscope portable à 6 MHz monotrace, modèle 3106. [5555]

Schlumberger : Enregistreur de tableau X(t), modèles Europont 2100 (une voie), 2200 (2 voies) et 3300 (3 voies). [5556]



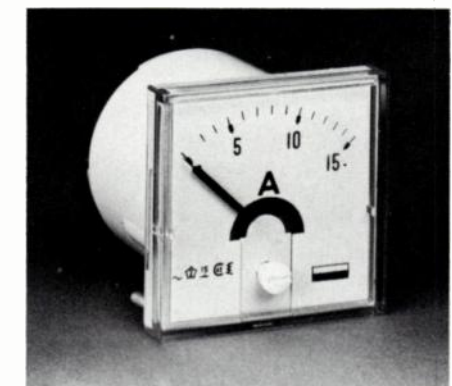
Doc. Compteurs Schlumberger.

— Enregistreur potentiométrique industriel de faible profondeur X(t), modèle Europont 3100. [5557]
 — Voltmètres enregistreurs de perturbations affectant les réseaux d'alimentation, modèle EPR 311, versions A (220 ou 380 V, 50 Hz) ; AP (220 V, 50 Hz, portatif) et AP 5 (100/V3, 100, 127, 380 V, 50 Hz, portatifs). [5558]
 — Indicateurs analogiques pour la mesure des grandeurs électriques, série Cristal. [5559]



Doc. Compteurs Schlumberger.

— Indicateurs analogiques de petit format pour la mesure des grandeurs électriques, série Normeurope. [5560]



Doc. Compteurs Schlumberger.

Trend Communications : Appareil de test pour la transmission de données, modèle N° 1-8 (transmission synchrone ou asynchrone, compatibles CCITT, 50-9600 bits/s). [5561]
 — Appareils de test et de mesure pour transmission télégraphique. [5562]
 — Analyseur de signaux télégraphiques et de transmission de données, modèle 1 A. [5563]
 — Générateur de messages télégraphiques et de données. [5564]

oe

INFORMATIQUE

DANS LES USINES

Burroughs a présenté un nouveau petit ensemble de traitement à disques de série 800, le modèle B 800.



Pour la première fois en Espagne, **Casio Computer Co (J)** vient de mettre sur les circuits de distribution par l'intermédiaire d'un importateur, 2 000 caisses enregistreuses électroniques. La valeur export de ces 2 000 caisses, est de 0,73 M\$.

La **CII Honeywell Bull** a pris une participation minoritaire dans la société américaine **Magnetic Peripherals Inc** et cédé à cette dernière son usine ouest-allemande de Heppenheim qui emploie 2 350 personnes et fabrique des unités à disques. Rappelons que le capital de **Magnetic Peripherals Inc** était détenu à 70 % par **Control Data** et à 30 % par **Honeywell**.

Digital Equipment a introduit un nouveau système de moyenne puissance de la série **PDP 11**, le modèle **PDP 11/60**. Ce système est destiné à une large gamme d'applications.



Digital Equipment a introduit un nouveau téléimprimeur interactif à aiguilles le **LS 120 DEC writer II** (180 caractères/s, 132 colonnes, 128 caractères, interface V 24).

Hewlett Packard a présenté deux nouveaux ordinateurs de la famille 3000 série II plus rapides et puissants, les modèles 6 et 8, ainsi qu'une nouvelle unité à disques amovibles, le modèle 7920 A (5 M octets; 25 ms).



IBM a introduit un nouveau processeur haut de gamme l'**IBM 3033** compatible avec la série 370; sa puissance de calcul est très supérieure à celle du modèle 370 le plus puissant 370-168/3.

La firme britannique **ICL** a lancé une nouvelle gamme de petits systèmes informatiques l'**ICL 10** série 220. Ces systèmes ont été développés par **Singer Business Machines** qu'**ICL** a racheté à la fin de l'année dernière.

Systems Engineering Laboratories (USA) a présenté un modèle haut de gamme de la série 32 d'ordinateurs scientifiques le modèle **SEL 32/75** (mots de 32 bits, répertoire d'instructions : 163 instructions, taille mémoire maximale 6 M octets). Ce système possède un certain nombre de particularités et notamment il dispose de processeurs de prétraitement spécialisés aux entrées-sorties.

Le fabricant japonais de caisses enregistreuses électroniques **Tokyo Electric Co** a introduit en Corée du Sud des caisses enregistreuses par l'intermédiaire d'une société sud-coréenne. En effet, le gouvernement sud-coréen ayant interdit l'importation de produits finis, **Tokyo Electric** fournit des sous-ensembles à une firme sud-coréenne qui les assemble et commercialise ainsi les produits sur le marché local.

COMMANDES ET CONTRATS

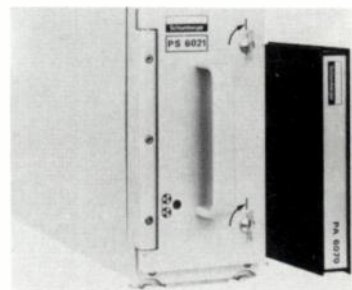
En 1976, **Matsushita Electric Industries (J)** aura vendu environ 5 000 lecteurs optiques de cartes (+ 100 %) et espère porter ce chiffre à 7 000 en 1977. Ces appareils sont essentiellement destinés à la lecture de badges, de cartes de crédit et de cartes perforées de parking et d'autoroutes.

La Centrale polonaise de commerce extérieur **Metronex** vient d'acquiescer auprès de la firme finlandaise **Oy Nokia AB Electronics** la licence de fabrication de systèmes de saisie de données. Le contrat d'un montant de 9 M de marks finlandais (11 MF) prévoit également la fourniture d'équipements terminaux.

La Marine américaine a attribué à **Raytheon** un contrat d'un montant de 2,5 M\$ pour le développement et la fourniture de

28 systèmes de visualisation couleur à base de tube image couleur et de microprocesseurs.

Schlumberger fournira les enregistreurs numériques à cassette modèle **PS 6021** qui seront destinés au système de gestion des communications tactiques de l'Armée britannique : **PTARMIGAN**. Ces appareils ont été commandés par **Plessey**.



Siemens fournira à la Royal Navy britannique, 2 000 téléimprimeurs qui seront produits dans la nouvelle usine britannique **Siemens de Congleton**. Le montant du contrat atteint 4,5 M\$.

Au cours du second trimestre 1976-1977 achevé au 2 janvier 1977, la firme américaine **Computer Automation Inc** a réalisé un chiffre d'affaires de 10 075 932 \$ (+ 29,5 %) et un bénéfice net de 1 145 388 \$ (+ 46,8 %). Rappelons que le nombre d'installations réalisées dans le monde par ce constructeur américain d'ordinateurs, est de 17 000.

La **Standard Elektrik Lorenz**, filiale allemande d'**ITT**, fournira à la **Deutsche Bundesbahn** (République Fédérale d'Allemagne) un système de gestion du trafic local urbain qui sera implanté à Stuttgart. Ce système sera équipé de deux calculateurs dont la mémoire aura une capacité de 64 K mots de 16 bits.

Systems Engineering Laboratories fournira à la **NASA** un ordinateur **SEL 32/55** destiné au Centre de Conception de Circuits Intégrés Complexes de la **NASA**.

TRW a signé avec le constructeur américain d'ordinateurs **Systems Engineering Laboratories (SEL)** un contrat pour l'achat sur plusieurs années de systèmes **SEL 32**. Dès à présent **SEL** fournira 2 systèmes.

VIE DES SOCIÉTÉS
ET RÉSULTATS FINANCIERS

La firme japonaise **Fujitsu** et le constructeur américain d'ordinateurs **Amdahl Corporation** ont créé une filiale commune **Amdahl International** aux Bermudes. Cette nouvelle société au capital de 12 000 \$ sera essentiellement chargée de la vente du système **Amdahl 470 V/6** en Europe Occidentale.

En 1976, **Burroughs** a réalisé un chiffre d'affaires de 1 901,8 M\$ (+ 12 %) et un bénéfice net de 185,9 M\$ (+ 13 %).

Au cours du trimestre fiscal achevé au 12 mars 1977, **Data General** a réalisé un chiffre d'affaires de 56,028 M\$ (+ 48,9 %) et un bénéfice net de 6,231 M\$ (+ 48,4 %). Pour le premier semestre fiscal clos à la même date le chiffre d'affaires atteint 108,007 M\$ (+ 55 %) et le bénéfice net 12,263 M\$ (+ 54,6 %).

En 1976, **Digital Equipment** a réalisé un chiffre d'affaires de 868,8 M\$ (+ 43 %) et un bénéfice net de 85,1 M\$ (+ 51 %).

En 1976, **NCR** a réalisé un chiffre d'affaires de 2 312,7 M\$ (+ 7 %) et un bénéfice net de 90 M\$ (+ 37 %).

PRODUITS RÉCENTS

Ampex : Mémoires à tores pour mini informatique, modèle MCM 8300 (1 K mots de 8 bits). [5565]

Tally : Unité à disques amovibles, modèle BD 50 (5 M octets). [5566]

Tektronix : Terminal graphique pour applications militaires, modèle RE 4012. [5567]



Téléimprimeur interactif à aiguilles LS 120 DEC de Digital Equipment.

oe

GRAND PUBLIC

DANS LES USINES

Les constructeurs japonais de calculatrices de poche notamment **Sharp** et **Casio** ont décidé d'augmenter la production et d'accroître le nombre de modèles de calculatrices ultra-plates équipées de dispositifs d'affichage à cristal liquide.

La firme japonaise **Denon** a présenté un système d'enregistrement sonore magnétique utilisant le principe de codage numérique.

Grundig va implanter d'ici à la fin de l'année à Taiwan une usine de fabrication de téléviseurs couleur et noir et blanc. Cette unité emploiera 600 à 800 personnes au début. Rappelons que Philips dispose également à Taiwan d'une importante usine de fabrication de téléviseurs couleur.

Grundig a introduit sur le marché un nouveau modèle de magnétoscope à cassette de longue durée au format VCR et baptisé VCR 4000. La capacité d'enregistrement de cette cassette est de 130 mn.

Grundig et la firme iranienne **Iranian Color TV Services Co** ont conclu un accord industriel selon les termes duquel la société iranienne acquiert la licence de montage de châssis de téléviseurs couleur Grundig. Iranian Color TV prévoit de produire au moins 0,1 M de châssis au cours de cette année.

National Semiconductor a présenté quatre nouvelles calculatrices de poche dont un modèle ultra-plat équipé d'un dispositif d'affichage à cristal liquide et un modèle haut de gamme à 14 chiffres, le NS 7100 qui est programmable et possède une mémoire non volatile.

National Semiconductor a introduit plusieurs montres électroniques à cristal liquide dont un modèle de montre calculatrice à 6 chiffres portant le référence WFIW.



Saba, filiale ouest-allemande de GTE, va prochainement introduire sous la référence Ultracolor T 6794, un téléviseur couleur permettant d'insérer sur un des coins de l'écran une image provenant d'une autre chaîne ou d'une caméra extérieure.

En 1977, **Sony** prévoit de fabriquer 2 M de téléviseurs couleur (+ 8,1 %). Sur ce total 0,7 M d'unités seraient vendues aux USA dont 0,4 seraient produits dans l'usine américaine de San Diego.

Sony a présenté un adaptateur spécial destiné à l'enregistrement numérique de signaux stéréophoniques sur la voie image des magnétoscopes Bitamax que la firme japonaise fabrique.

La firme américaine **Time Computer Inc** a introduit une nouvelle montre numérique à diodes électroluminescentes présentant la particularité de pouvoir indiquer le pouls du porteur de montre. Cette montre fabriquée en quantité limitée et proposée à un prix relativement élevé est commercialisée sous la marque déposée Pulsar de Time Computer.

Par ailleurs, Time Computer doit prochainement commercialiser des montres numériques Pulsar à cristal liquide.

Toshiba a introduit en avril dernier un magnétoscope à cassette grand public au standard Sony Beta-Format; cet appareil porte la référence V 5200. Rappelons que le standard Beta-Format a été choisi également par Sanyo.

La grande majorité des fabricants japonais de tubes images couleur s'apprêtent à augmenter leur production de tubes couleur de 66 cm de diagonale afin de pouvoir proposer des téléviseurs mieux adaptés aux marchés d'exportation.

COMMANDES ET CONTRATS

Matsushita fournira à RCA des magnétoscopes à cassette grand public qui seront commercialisés aux USA par la firme américaine sous la marque RCA. Ces équipements seront réalisés sous les spécifications de RCA.

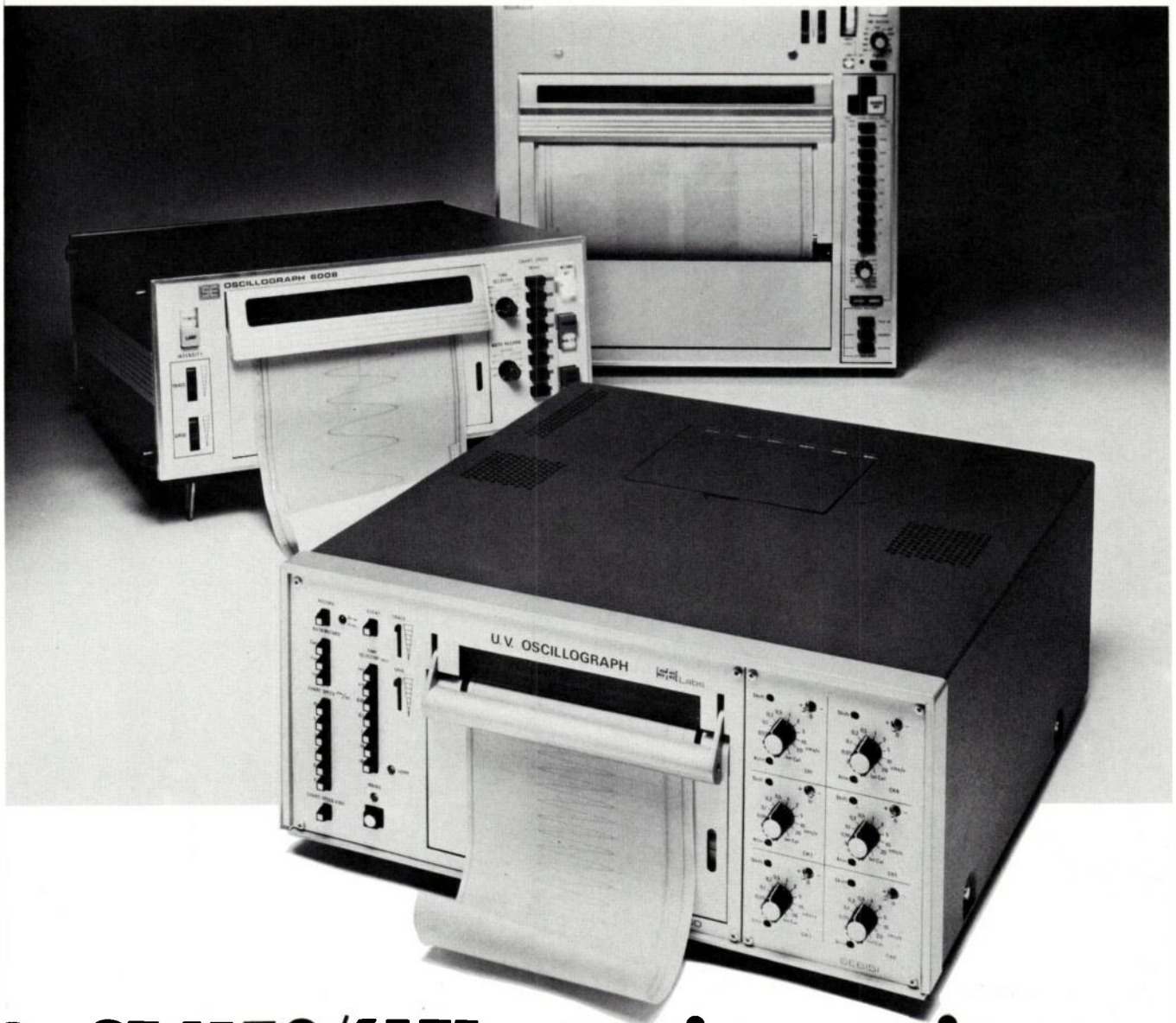
La **Standard Elektrik Lorenz**, filiale ouest-allemande d'ITT, fournira à l'Égypte une usine clés-en-mains d'assemblage de téléviseurs noir et blanc. Le contrat d'une durée de 5 ans et d'un montant de 25 M\$ prévoit également la fourniture de composants; il a été signé avec la firme égyptienne El-Nasr.

VIE DES SOCIÉTÉS ET RÉSULTATS FINANCIERS

La firme japonaise **Pioneer Electronic** a introduit ses titres à la Bourse de New York. Rappelons que Pioneer s'apprête à construire aux États-Unis une usine de constructeur de matériels à haute fidélité.

Sanyo Electric (J) a récemment pris le contrôle de la firme américaine **Warwick Electronics Inc** spécialisée dans la fabrication de téléviseurs.

En 1976, **Zenith Radio** a réalisé un chiffre d'affaires de 978,2 M\$ (+ 9 %) et un bénéfice net de 38,6 M\$ (+ 49 %).



Le SE 6150/6151: une innovation

Le nouvel oscilloscope UV SE 6150, 6 ou 12 voies d'enregistrement, dans la gamme de fréquence 0 à 2 KHz est actuellement le seul enregistreur optique UV offrant un rapport prix, performance inégalable. Equipé de 6 voies de conditionnement (amplification, atténuation) incorporées, il peut être utilisé exactement comme un oscilloscope. En effet, auparavant il y avait lieu pour chaque type d'application d'adapter le galvanomètre à l'utilisation (calcul des résistances série, résistance parallèle pour l'amortissement etc. . .). Maintenant, l'utilisateur peut changer d'application sans avoir à changer ni les résistances, ni les galvanomètres. L'utilisation des conditionneurs étalonnés permet également de protéger les galvanomètres contre les surcharges, d'offrir des entrées flottantes et isolées de haute impédance (jusqu'à 10 M Ω) et d'avoir une lecture directe de la valeur de l'amplitude. Le SE 6150 offre la possibilité d'extension à 12 voies, l'appareil étant équipé d'un bloc magnétique thermostaté pouvant recevoir 12 galvanomètres. Les entrées standards de cet appareil varient de 0,5 V à 500 V.

Les vitesses de cet enregistreur sont variables de 0,2 mm/Sec à 1 m/Sec, et disposent également d'une base de temps commutable de 0,01 sec à 100 sec. Sa simplicité d'emploi, sa présentation compacte, son poids, ses amplificateurs incorporés le destinent à tous les types d'enregistrement ou de surveillance, laboratoires, plate-forme d'essais, mesures sur le terrain.

De par l'expérience acquise et de par sa compétence dans le domaine de l'enregistrement optique, SE met à votre disposition à l'échelon mondial un support technique de haut niveau dans le choix et l'utilisation des matériels.

Lorsque vous serez à la recherche d'oscilloscopes, SE vous fera bénéficier de son expérience au moyen de son équipe d'ingénieurs commerciaux. N'hésitez pas à les consulter !!



EMI Technology

EMITRONICS

18 rue des Bluets, 75011 Paris

Téléphone: 357 58 45/46. Telex: OMITEL 680461

Membre du Groupe EMI. A la pointe du progrès dans les domaines de la musique, de l'électronique et des loisirs.

Service Lecteur : inscrivez le n° 510.



NOUVELLES ÉCONOMIQUES

CANADA

Au 31 décembre 1975, il y avait au Canada 13,142 235 M de **téléphones en service** (+ 5,5 %) représentant une densité téléphonique de 57,1 téléphones pour 100 habitants.

D. FÉDÉRALE

En 1976, il y a été produit en Allemagne Fédérale :

- 14 M de haut-parleurs ;
- 1 M de microphones représentant une valeur de 42 M de DM ;
- 1 M de casques d'écoute ;
- 3,075 M d'autoradios (+ 22,3 %) dont 1,99 M ont été vendus en Allemagne Fédérale (+ 22,6 %).

D'après le syndicat professionnel ouest allemand ZVEI, le marché en Allemagne Fédérale des équipements électroniques grand-public a évolué de la manière suivante :

Ventes

- téléviseurs couleur : 3 016 000 unités (+ 24,1 %),
- téléviseurs noir et blanc : 1 229 000 unités (— 24,2 %),
- magnétoscopes à cassettes et à bobine, tourne-disques : 4 500 000,
- radiorécepteurs d'appartement : 2 200 000 (— 0,8 %).

Production

- autoradios : 3 071 000 unités (+ 22,6 %),
- radiorécepteurs portatifs : 3 410 000 (— 9,9 %),
- magnétophones de toutes sortes y compris pour les voitures : 2 328 000 unités (— 8,3 %).

FRANCE

D'après ITT, le **marché français des composants électroniques en France** serait de 6 000 MF en 1977.

HONG KONG

Au cours des 5 premiers mois de 1976, les **constructeurs d'émetteurs récepteurs pour services radioélectriques privés** implantés à Hong Kong ont exporté pour 4,3 M\$ de matériels (+ 26,3 %). Rappelons qu'en 1975, Hong Kong a exporté pour 6,3 M\$ de ce type d'équipement, dont 5,47 vers les USA.

Au cours du premier semestre de 1976, les **exportations de matériels et de composants électroniques de Hong Kong** ont atteint 224,7 M\$ (+ 59,6 %) dont 144,9 pour les radiorécepteurs (+ 49 %).

ITALIE

Fin mars, l'Italie comptait environ 120 stations privées de télévision dont 40 émettant en couleur. Rappelons qu'un arrêt de la Cour Constitutionnelle d'Italie pris en juillet 1976 a mis fin au monopole de la RAI en ce qui concerne la diffusion locale de programmes de télévision.

JAPON

Le Japon a exporté 381 447 **téléviseurs couleur** en février 1977 (+ 26 %).

D'après les prévisions du **Ministère japonais de l'Économie les principaux indicateurs de l'économie** devraient évoluer au cours de l'année fiscale 1977 qui sera close au 31 mars 1978, de la manière suivante :

	Unité	AF* 1976	AF* 1977
Produit national brut	Milliard de yens	169 600	192 850 (+ 13,7 %)
Dépenses des consommateurs	Milliard de yens	96 500	109 750 (+ 13,7 %)
Investissements des entreprises	Milliard de yens	22 500	25 250 (+ 12,2 %)
Indice de la production industrielle	Base 100 : 1970	127,8	139,6 (+ 9,2 %)
Indice des prix de gros	Base 100 : 1970	167,5	177 (+ 5,6 %)
Indice des prix à la consommation	Base 100 : 1975	111,8	121,1 (+ 8,3 %)
Balance commerciale	M\$	+ 8 800	+ 7 300 (— 17,1 %)
Importations	M\$	57 900	67 500 (+ 16,6 %)
Exportations	M\$	66 700	74 800 (+ 12,1 %)
Balance des invisibles	M\$	— 6 300	— 7 600
Balance des transactions à long terme	M\$	— 2 200	— 2 600
Balance de base	M\$	— 100	— 3 300

* AF = année fiscale.

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

D'après les prévisions de la plupart des organisations professionnelles de constructeurs japonais, l'**électronique grand public** japonaise devrait enregistrer les résultats suivants en 1977 :

- téléviseurs couleur :
 - ventes intérieures : 6 à 6,3 M d'unités (+ 5 à + 10 %);
 - exportations : 5 M d'unités;
- calculatrices :
 - production : 45 à 50 M d'unités (+ 10 à + 30 %);
- émetteurs-récepteurs pour services radioélectriques privés citadins :
 - grande incertitude : 6 à 12 M d'unités (— 62,5 à — 25 %).

En 1976, le Japon aura **importé** pour 210 M\$ de **circuits intégrés** (+ 55 %).

En 1976, le Japon aura **produit 40 M de calculatrices de poche** (+ 35 %) représentant une valeur totale de 667 M\$ (+ 20 %). Ces résultats sont inférieurs aux prévisions qui faisaient état d'une production de 50 M d'unités.

POLOGNE

En 1976, la Pologne a produit 964 000 téléviseurs noir et blanc (— 0,8 %), 2 M de radiorécepteurs (+ 23,2 %) et 768 000 magnétophones (+ 4,5 %).

SUISSE

En 1976, les **fabricants suisses de montres** ont exporté 2,65 M de montres et modules de montres à quartz représentant une valeur voisine de 100 M\$ (+ 60 %).

TAIWAN

Le montant total des **investissements étrangers** effectués à Taïwan en 1976 s'est élevé à 141,5 M\$ (+ 20 %). L'origine de ces investissements est essentiellement américaine et japonaise. Ils concernent

principalement les secteurs de la construction électrique et électronique.

USA

En 1976, les USA ont exporté pour 2 587 M\$ de **matériels informatiques et d'équipements associés** (+ 18 %); l'excédent du commerce extérieur américain dans ce secteur ayant été de 2 352,8 M\$ (+ 12 %). La ventilation des exportations par type d'équipements est la suivante :

- unités centrales et composants : 1 339 M\$ (+ 15 %);
- dispositifs d'entrée-sortie : 546 M\$ (+ 20 %);
- mémoires et équipements mémoires annexes : 364 M\$ (+ 4 %);
- divers : 197 M\$ (+ 8 %).

La ventilation par pays de destination est la suivante :

- Canada : 408 M\$;
- Grande-Bretagne : 305 M\$;
- Allemagne de l'Ouest : 293 M\$;
- France : 273 M\$;
- Japon : 239 M\$.

D'après l'Electronic Industries Association (USA) les **fabricants américains de dispositifs à semiconducteurs** réaliseront un chiffre d'affaires de :

- 4 400 M\$ en 1977 (+ 20);
- 4 600 M\$ en 1978;
- 5 000 M\$ en 1980.

En 1976, les États-Unis ont importé 11,3 M d'**émetteurs-récepteurs pour services radioélectriques mobiles privés** (« CB Radio » en anglais), représentant une valeur de 557,5 M\$. La ventilation en nombre d'unités par pays d'origine est la suivante :

- Japon : 9,9 M d'unités;
- Taïwan : 1,1 M d'unités.

Le marché américain des **équipements biomédicaux de diagnostic par ultrasons** pour 1977 est estimé entre 34 et 51 M\$.

D'après une étude du département économique de Mc Graw Hill, les **investissements industriels des sociétés américaines** en 1977 devraient être (en M\$) :

- secteur de télécommunications : 16 590 (+ 16 %);
- secteur de la construction électrique : 3 120 (+ 18,2 %);
- secteur spatial : 1,17 (+ 19,4 %).

Le rapport précise que le taux moyen de croissance des investissements industriels des firmes américaines sera pour 1977 de 14,9 %.

D'après le groupement professionnel américain WEMA, les fabricants américains de dispositifs à semiconducteurs prévoient de réaliser les résultats suivants (ventes) :

- 1977 : 4 100 M\$ (+ 20 %);
- 1978 : 4 600 M\$ (+ 12 %);
- 1979 : 5 000 M\$ (+ 9 %).

EUROPE

Le consultant Frost and Sullivan a réalisé une étude portant sur le marché européen de la **montre à affichage numérique**, qui doit passer de 0,89 M d'unités en 1975 à 13,4 M en 1980. La ventilation de ce marché serait la suivante (en milliers d'unités) :

	1975	1980
D. Fédérale	280	4 900
Grande-Bretagne	325	4 550
France	135	1 800
Italie	100	1 250
Scandinavie	30	500
Benelux	20	400

Le consultant Mackintosh a donné un certain nombre de résultats partiels de l'étude qu'il a entreprise sur le **marché des dispositifs à semiconducteurs** pour le compte des gouvernements français, allemand et britannique (en M\$) :

	1976	1981
Marché mondial des circuits intégrés	3 000	9 000
Marché européen des circuits intégrés	600	2 200
Marché européen des microprocesseurs		300
Marché européen des dispositifs opto-électroniques	25	120

INTERNATIONAL

D'après le groupement professionnel américain WEMA, le **marché mondial des dispositifs à semiconducteurs** serait de 6 100 M\$ dont 100 environ pour les USA, 1 200 pour l'Europe Occidentale et 300 pour le Japon.

Par type de produits, la ventilation du marché pour 1977 est la suivante :

- dispositifs discrets : 2 800 M\$ dont 57 % seraient vendus par des firmes américaines;
- circuits intégrés bipolaires : 952 M\$ dont 80 % seraient vendus par des firmes américaines;
- circuits intégrés numériques MOS : 1 500 M\$ dont 80 % seraient vendus par des firmes américaines;
- circuits intégrés linéaires : 744 M\$ dont 70 % seraient vendus par des firmes américaines.

D'après le Président de la firme américaine Epidyne, le marché mondial des **dispositifs d'affichage grand public à diodes électroluminescentes** passerait de 140 M\$ en 1977 à 280 M\$ en 1980.

Le Consultant Mackintosh a récemment réalisé une étude portant sur le **marché d'Europe occidentale des microprocesseurs** dont voici les principaux résultats :

	1978	1980
Marché global en Europe Occidentale y compris circuits associés	68,4	111,2
dont :		
— Unités centrales à l'exclusion des unités centrales bipolaires par tranches de bits	11,7	24,7
(soit 1,3 M d'unités)		(soit 4,8 M d'unités)
— Unités centrales bipolaires par tranches de bits	6 (soit 0,15 M d'unités)	5 (soit 0,25 M d'unités)
— Mémoires	26 (soit 2 000 M d'octets)	50,8 (soit 7 000 M d'octets)
— Autres circuits	18,7	30,7

Répartition du marché global de 111,2 M\$ par type de technologie en 1980 (en %) :

MOS canal N	55 %
MOS canal P	9 %
MOS complémentaire	11 %
Bipolaire	20 %

Ventilation par pays du marché global (unités centrales et circuits associés) à l'exclusion des microprocesseurs bipolaires par tranches de bits (en M\$) :

	1978	1980
Allemagne Fédérale	18,8	34,6
Grande-Bretagne	11,6	18,5
France	11,2	19,9
Italie	8,3	11,6
Reste de l'Europe	12,5	21,6
Total	62,4	106,2

Ventilation du marché global (unités centrales et circuits associés) à l'exclusion de celui des microprocesseurs bipolaires par tranches de bits par secteurs d'applications (en M\$) :

	1978	1980
Automobile	0,5	3,6
Contrôle industriel	6,6	16,1
Équipements de bureau	13,6	17,3
Grand public	1,8	6,6
Instrumentation	8,7	10,7
Ordinateurs et équipements périphériques	16,3	20,2
Secteurs militaire et aérospatial	1,3	3,9
Télécommunications	7,3	16,9
Divers	6,3	11

Répartition du marché global des unités centrales par type de technologie en 1980 (en M\$) :

MOS canal N	65 %
MOS canal P	21 %
MOS complémentaire	6 %
Bipolaire par tranche de bit	5 %
Autres bipolaires	3 %

Ventilation du marché global en nombre des unités centrales en 1980 par type d'application (en %) :

Automobile	19 %
Contrôle industriel	8 %
Équipements de bureau	11 %
Grand public	28 %
Instrumentation	7 %
Ordinateurs et équipements périphériques	10 %
Secteurs militaire et aérospatial	1 %
Télécommunications	6 %
Divers	10 %

Ventilation du marché par type de mémoires en valeur (en %) :

	1978	1980
Mémoires mortes programmables (PROM)	66	57
Mémoires mortes (ROM)	7	12
Mémoires vives (RAM)	27	31

D'après la société américaine d'études Integrated Engineering Corp, le marché mondial des **circuits intégrés** évoluerait en 1977 de la manière suivante (en M\$) :

	1974	1977
Circuits intégrés linéaires	417	638
dont :		
— amplificateurs opérationnels		153 (+ 34,2 %)
— régulateurs de tension		74
— circuits d'interface		129
— circuits grand public		282
Circuits intégrés bipolaires	850	1 239
Circuits intégrés MOS	725	1 325



TRANSISTORS DE PUISSANCE

DARLINGTON COMPLÉMENTAIRES

Le Nouveau « USERS GUIDE » est paru : 36,50 TTC franco

GENERAL  ELECTRIC

CCI

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

Service Lecteur : inscrivez le n° 511.



Une technologie
de pointe...

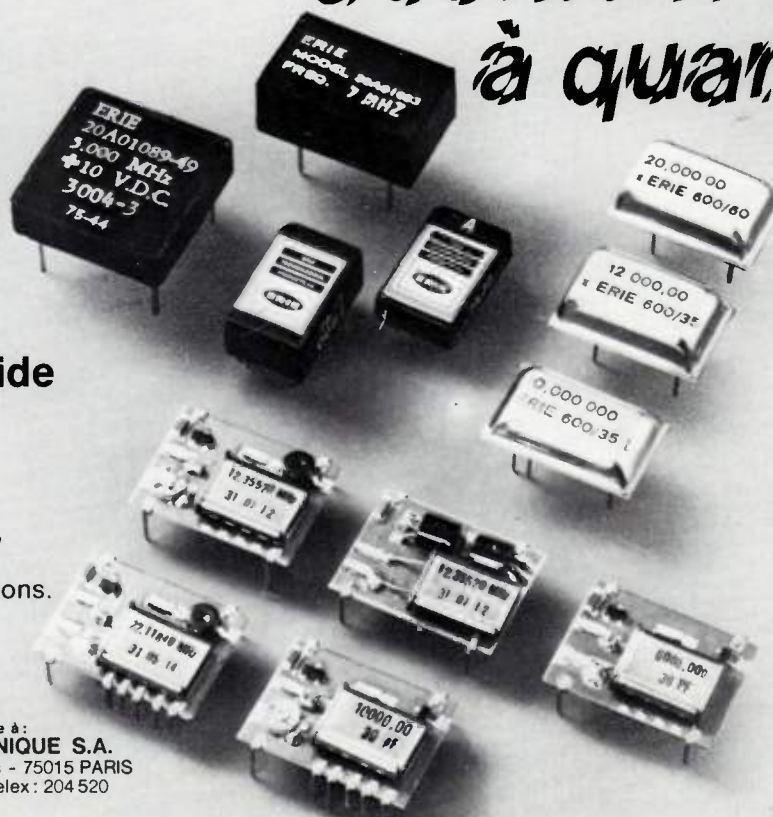
en technologie hybride

10 kHz à 25 MHz
pour TTL et CMOS

Applications : microprocesseurs,
miniordinateurs, périphériques,
télétraitements, télécommunications.



Catalogue sur demande à :
ERIE ELECTRONIQUE S.A.
 45, rue des Bergers - 75015 PARIS
 Tél. : 578.09.01 - Telex : 204 520



Service Lecteur : inscrivez le n° 512.

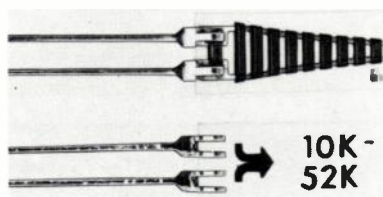
oe

NOUVEAUTÉS TECHNIQUES

Cette rubrique a exclusivement pour but l'information de nos lecteurs et aucune participation sous aucune forme n'est sollicitée ni acceptée pour sa réalisation.

RÉSISTANCE AJUSTABLE PAR BONDS ASPO-PARAMIC modèle SNAPISTOR

La firme finlandaise ASPO présente une résistance ajustable par bonds d'une conception originale. Ce dispositif est constitué par un réseau de résistances en échelle réalisé en technologie couche épaisse et déposé sur un substrat préfendu en céramique. L'ajustage à la valeur désirée s'effectue en cassant à l'aide d'une pince le substrat prédécoupé en céramique ce qui a pour effet d'enlever une échelle du réseau et par conséquent d'augmenter la résistance électrique dudit réseau. Cette opération est



irréversible, mais par rapport aux autres dispositifs résistifs ajustables cette technique offre une grande fiabilité car il n'y a pas de partie en mouvement, la fiabilité étant pratiquement équivalente à celle d'une résistance fixe de haute qualité. En principe à chaque enlèvement d'un barreau, la valeur de résistance augmente de 20 % environ. Ces dispositifs existent dans de nombreuses valeurs ohmiques.

ASPO-PARAMIC, PO Box 407, SF 00101 Helsinki, Finlande.

Service lecteur : inscrivez le n° 551.

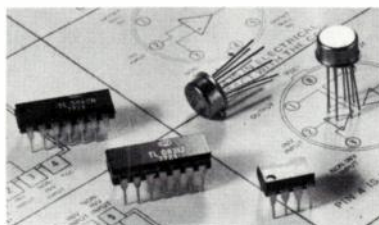
AMPLIFICATEURS OPÉRATIONNELS

Texas Instruments série TL 080

Texas Instruments introduit quatre nouveaux amplificateurs opérationnels monolithiques simples ou doubles réalisés en technologie Bi-TEC et qui incorporent donc sur une même puce des transistors à effet de champ à fonctions et des transistors bipolaires. Ces dispositifs destinés à l'usage général sont disponibles en versions industrielles (0-70 °C, version C), professionnelle (— 25 à + 80 °C, version 1), et militaire (— 25 à + 125 °C, version M).

Les amplificateurs simples TL 080 et 081 disposent d'une sortie pour l'annulation externe de la tension de décalage, le TL 081 comporte en plus une compensation interne en fréquence.

Les amplificateurs doubles TL 82 et 83 possèdent un circuit interne de compensation en fréquence, mais seul le TL 083 dispose d'un circuit d'annulation externe de la tension de décalage.



Caractéristiques :

- tension maximale d'entrée : ± 15 V ;
- produit gain-bande passante unité : 3 MHz ;
- taux de réjection en mode commun : 70 dB pour la version C et 80 dB pour les autres versions ;
- réjection de la tension d'alimentation : 70 dB pour la version C et 80 dB pour les autres versions ;
- tension de sortie crête à crête maximale : 26 V sur 10 k Ω ;
- vitesse de balayage moyenne : 7 V/ μ s ;
- tensions maximales d'alimentation :
 - ± 18 V pour les versions C ;
 - ± 22 V pour les autres versions ;
- puissance dissipée totale : 625 à 680 selon les modèles de boîtier ;
- courant maximal d'alimentation : 2,8 mA par amplificateur ;
- compatibilité broche à broche ou substitution recommandée :
 - TL 080 : LM 101 A ;
 - TL 081 : μ A 741 ;
 - TL 082 : MC 1458 ;
 - TL 083 : μ A 747 ;
- boîtier : TO 5 à 8 fils ou DIL 8 et 14 broches.

TEXAS INSTRUMENTS, La Boursidière, Bloc A, RN 186, 92350 Le Plessis-Robinson (tél. 630.33.43).

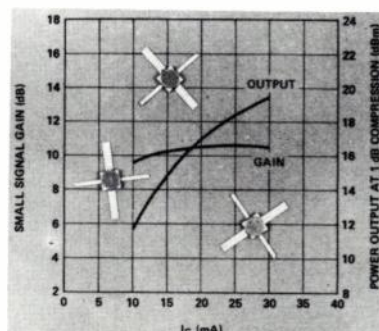
Service lecteur : inscrivez le n° 552.

TRANSISTORS HYPERFRÉQUENCE

Hewlett Packard modèles HXTR 2102 et 6105

La division Composants de Hewlett Packard présente deux nouveaux transistors hyperfréquence destinés aux applications « petits signaux » dans une bande de fréquence s'étendant de 1 à 6 GHz.

Le HXTR 2102 est un modèle économique à gain spécifié. A 4 GHz, il présente un gain



minimum de 9 dB et une puissance de sortie de 70 μ W à 1 dB de compression.

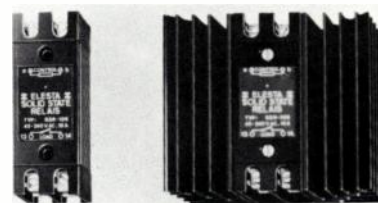
Le modèle HXTR 6105 est un dispositif dont le facteur bruit et le gain sont respectivement spécifiés pour 4 GHz à 4,2 dB au maximum et 8 dB, la puissance moyenne de sortie étant alors de 25 μ W à 1 dB de compression. A 1,5 GHz, le facteur de bruit moyen est de 2,2 dB et le gain de 15 dB.

HEWLETT PACKARD COMPOSANTS
France : BP 6, 91401 Orsay (tél. 907.78.25).
Service lecteur : inscrivez le n° 553.

RELAIS STATIQUES

Elesta modèles SSR 109, 209, 309 et 409

La firme suisse Elesta présente une nouvelle famille de relais statiques dont la séparation des circuits d'entrée et de sortie est réalisée selon les modèles à l'aide d'un relais à tiges ou d'un isolateur opto-électronique. Ces dispositifs destinés à l'usage général peuvent fonctionner avec un dissipateur de puissance ce qui double pratiquement la valeur de l'intensité du courant commandé.



Caractéristiques :

- tension de commande :
 - 4-8 V continus pour le modèle SSR 109/5 V (compatible TTL) ;
 - 8-16 V continus pour le modèle SSR 109/12 V ;
 - 96-32 V continus pour le modèle SSR 109/24 V ;
 - 3-30 V continus pour les modèles SSR 209 et 309 ;
 - 10-60 V alternatifs pour les modèles SSR 409/10-60 V ;
 - 90-240 V alternatifs pour le modèle SSR 409/9-240 V ;
- charge sans/avec refroidisseur : 240 V alternatifs sous 6/12 A ;
- isolation :
 - relais à tiges pour les modèles SSR 109 ;
 - isolateur optoélectronique pour les autres modèles ;
- gamme de température : — 30 à + 80 °C.

ELESTA FRANCE, 1, avenue Herbillon, 94160 Saint-Mandé (tél. 374.42.82).

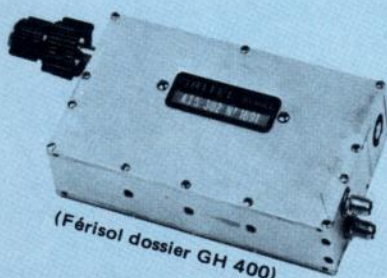
Service lecteur : inscrivez le n° 554.

ORITEL

présente :

la plus grande gamme d'atténuateurs

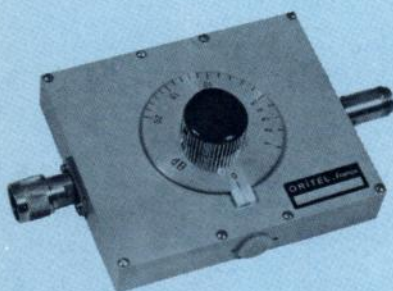
du continu à 18 GHz
(coaxial et guide d'ondes)



(Férisol dossier GH 400)

PAR BONDS DE 1 ET 10 dB

0 - 10 dB
0 - 99 dB
0 - 100 dB
0 - 130 dB
(Programmable)



AJUSTABLE OU VARIABLE ÉTALONNÉ

0 - 10 dB
0 - 20 dB
0 - 50 dB



FIXES

6 - 10 - 20 - 30 dB
50 W - CW

DOCUMENTATION SUR DEMANDE

ORITEL

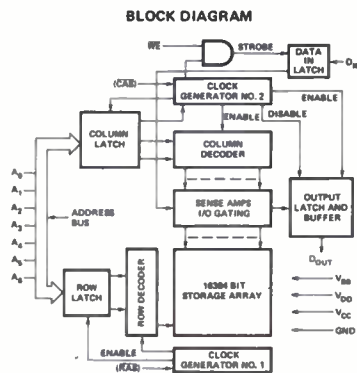
Société Anonyme au capital de 200 000 F
R.C. Pontoise B 738202217 00019

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

MÉMOIRE VIVE DYNAMIQUE DE 16 K BITS

Intel modèle 2116

Intel introduit une mémoire vive dynamique de 16 K bits de capacité présentée en boîtier DIL à 16 broches. Réalisé en technologie MOS à canal N, ce dispositif utilise une cellule de mémorisation à un seul transistor.



Caractéristiques :

- type : mémoire vive dynamique ;
- organisation : 16 K mots de 1 bit ;
- technologie : MOS à canal N ;
- sorties compatibles avec les logiques TTL à 3 états ;
- entrées y compris l'entrée « horloge » compatible avec la logique TTL ;
- temps moyen d'accès :

- 200 ns pour la version 2 ;
- 250 ns pour la version 3 ;
- 300 ns pour la version 4 ;

- alimentation : + 12 V, + 5 et - 5 V (tolérance sur les tensions d'alimentation : $\pm 10\%$) ;
- puissance maximale dissipée : 1,25 W ;
- nombre de cycles de rafraîchissement : 64 cycles toutes les 2 ms ;
- puissance dissipée « en attente » : 25 mW environ ;
- boîtier DIL à 16 broches.

INTEL FRANCE, 74, rue d'Arcueil, Silic 223, 94528 Rungis Cedex (tél. 687.22.21).

Service lecteur : inscrivez le n° 555.

MÉMOIRES VIVES STATIQUES DE 4 K BITS

Intersil familles 7114 et 7141

La firme américaine Intersil introduit deux familles de mémoires vives statiques de 4 K bits de capacité. La mise en œuvre de ces dispositifs entièrement statiques, ne nécessite pas de rafraîchissement du contenu des mémoires, ni de signal d'horloge.

La famille 7114 est proposée en seconde source la mémoire 2114 d'Intel avec une consommation très inférieure. Ces mémoires sont organisées en 1 K mot de 4 bits.

La famille 7141 est dérivée de la famille 7114 mais son organisation interne est différente : 4 K mots de 1 bit.

Caractéristiques :

- type : mémoire vive statique ;
- organisation :
- famille 7114 : 1 K mots de 4 bits ;
- famille 7141 : 4 K mots de 1 bit ;
- temps d'accès maximal : 200, 300 et 450 ns selon les types ;
- entrées-sorties : communes pour la famille 7114 ; séparées pour la famille 7141 ;

- entrées et sorties compatibles avec la logique TTL à 2 et 3 états ;
- tension d'alimentation : $5\text{ V} \pm 5\%$;
- puissance maximale dissipée : 265 ou 370 mW selon les types ;
- gamme de température : $0-70^\circ\text{C}$;
- présentation : boîtier en céramique ou plastique DIL à 18 broches ;
- compatibilité broche à broche de la série 7114 avec la série 2114 d'Intel.

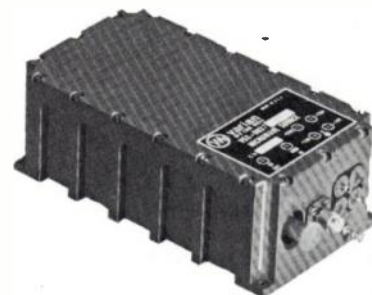
INTERSIL FRANCE, 3, rue de Marly, 78000 Versailles (tél. 953.47.08).

Service lecteur : inscrivez le n° 556.

OSCILLATEUR HYPERFRÉQUENCE ACCORDÉ PAR TENSION

Varian modèle VSX 9037 A

Varian introduit un nouvel oscillateur à commande linéaire et accordé par tension spécialement conçu pour être utilisé comme oscillateur local dans le radar à agilité de fréquence où la poursuite impulsion-impulsion de l'émetteur et la stabilité en fréquence durant les impulsions revêtent une importance primordiale. L'oscillateur comporte un dispositif à effet Gunn accordé par des diodes varactor.



Caractéristiques :

- gamme d'accord : 8,5-9,6 GHz ;
- puissance minimale de sortie dans toute la bande : 25 mW ;
- tension d'accord : 0-10 V pour toute la bande ;
- impédance d'entrée : 1 k Ω ;
- vitesse de balayage : 10 GHz/ μs ;
- tension d'alimentation : 28 V sous 3 A pour le chauffage et + 45 V sous 40 mA, + 15 V sous 40 mA et - 15 V sous 750 mA pour les circuits ;
- gamme de température : -40 à $+75^\circ\text{C}$;
- dimensions : 49,5 x 76,2 x 139,7 mm.

VARIAN FRANCE, BP 12, 91401 Orsay (tél. 907.78.26).

Service lecteur : inscrivez le n° 557.

ALIMENTATIONS RÉGLÉES

Datel Systems série UCM et BCM

Datel Systems introduit deux nouvelles séries d'alimentation régulées destinées à être implantées sur des châssis.

Les alimentations simples UCM-5/1 000 et 5/2 000 ont spécialement été conçues pour l'alimentation de circuits intégrés numériques. Elles délivrent une tension continue régulée de 5 V sous 1 et 2 A respectivement avec une régulation de $5 \cdot 10^{-4}$ en fonction de la tension d'alimentation et 10^{-3} en fonction de la charge.

le ronflement atteignant 1 mV efficace au maximum.

Les alimentations différentielles DCM 15/100, 15/200 et 15/300 ont particulièrement été étudiées pour l'alimentation de circuits intégrés linéaires. Elles délivrent une tension différentielle de ± 15 V sous 100, 200 et 300 mA respectivement avec une régulation de $2 \cdot 10^{-4}$ en fonction de la tension d'alimentation et de $5 \cdot 10^{-4}$ en fonction de la charge, le ronflement étant égal à 2 mV efficaces.

Tous ces modules sont alimentés par une tension alternative de 110 ou de 220 V et présentent un coefficient de température de $2 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$. La résistance d'isolement est de 100 M Ω et la gamme de température s'étend de -25 à $+70^{\circ}\text{C}$.



DATTEL SYSTEMS FRANCE, 11, avenue Ferdinand-Buisson, 75016 Paris (tél. 603.06.74).

Service lecteur : inscrivez le n° 558.

FRÉQUENCEMÈTRE NUMÉRIQUE

Tritron modèle TS 1003 MK 2

La firme norvégienne Tritron présente un fréquencesmètre numérique autonome destiné à l'usage général et qui a fait l'objet d'une homologation par l'OTAN.



Caractéristiques :

- capacité : 8 chiffres ;
- gamme de fréquence :
 - entrée A : 10 Hz-80 MHz (impédance : 1 M Ω) ;
 - entrée B : 20-600 MHz (impédance : 50 Ω) ;
- sensibilité : 10 à 35 mV selon les fréquences ;
- atténuateur d'entrée : automatique ;
- temps de porte : 0,1 et 1 s ;
- stabilité en température de la base de temps : $3 \cdot 10^{-7}$ entre 0 et $+45^{\circ}\text{C}$;
- entrée auxiliaire pour base de temps extérieure ;
- alimentation : secteur 220 V et batterie d'accumulateur incorporée.

TRITRON (Norvège). Représentation en France : **EUROTRON**, 34, avenue Léon-Jouhaux, ZI, 92160 Anthony (tél. 668.10.59).

Service lecteur : inscrivez le n° 559.



S/T/H

BANC DE MESURE DE NIVEAU ET DE BRUIT 45 Hz . 60 kHz



1110 AE

- Mesures de niveau de fréquence et de bruit
- Générateur 40 dBm à $+8$ dBm 45 Hz à 60 kHz
- Affichage simultané de la fréquence et du niveau
- Détection en valeur moyenne et en valeur quasi efficace
- Trois filtres de pondération pour mesures de bruit
- Dynamique de 90 dB

Documentation sur simple demande à :



Wandel & Goltermann France

APPAREILS DE MESURES ELECTRONIQUES

SOGARIS 156 - 94 534 RUNGIS CEDEX
687. 32. 70 - Télex : 260006 W. et G.F.

Service Lecteur : inscrivez le n° 514.

kontron

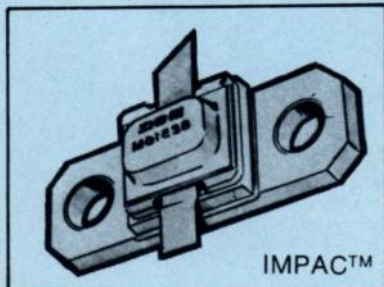
ELECTRONIQUE FRANCE

**dans tous les domaines
hyperfréquences,
nous avons une solution
à vos problèmes !**

MSC

MICROWAVE SEMI. CORP.

**nouvelle génération
de transistors
de puissance**



TRANSISTORS ADAPTÉS "AMPAC"

- 25 W à 1.7 GHz
- 20 W à 2.3 GHz
- SERIE 1 GHz
- SERIE 2 GHz
- diffusion à l'or**
- SERIE 3 GHz
- SERIE 4 GHz
- SERIE AVIONICS
- 350 W en impulsion

A/176

**POUR TOUS RENSEIGNEMENTS
FRANCE ET BELGIQUE,
CONTACTER :**
M. Jacques JOSEFOWICZ



B.P. 99
6, rue des Frères Caudron
78140 Vélizy-Villacoublay
Tél. 946.97.22
Télex 695 673

CORRECTEUR AUTOMATIQUE DE SIGNAL VIDÉO

Matthey modèle 2503 A

La société britannique Matthey présente une version PAL-SECAM de son correcteur Vidéo 2503 : le modèle 2503 A.

Le correcteur 2503 A par rapport à son prédécesseur dispose d'une entrée spéciale pour le signal vidéo provenant d'un émetteur et passant par un démodulateur. Tout écart entre le signal démodulé et l'alimentation principale se traduit par l'apparition d'un signal d'erreur qui vient corriger le signal vidéo de manière à ce que le signal sortant de l'émetteur présente une qualité optimale.

Le correcteur 2503 A réagit à un signal de test spécial et assure les contrôles suivants : niveau général du signal, amplitude et phase des impulsions 2 T et 20 T, verticalité de barre. Cet appareil est essentiellement destiné à la correction du signal vidéo acheminé vers l'émetteur, mais il convient également à la correction de signaux vidéo pour tout élément de la chaîne vidéo : entrée des transcodeurs, entrées de studio, sorties de salles, etc.



MATTHEY FRANCE, 12, rue de la Cour-des-Neues, 75020 Paris (tél. 797.05.49).

Service lecteur : inscrivez le n° 560.

VOLTMÈTRES DE PHASE NUMÉRIQUES

North Atlantic modèles 220 et 225

North Atlantic présente deux voltmètres de phase numériques permettant l'analyse détaillée à des fréquences prédéterminées de signaux alternatifs complexes. Les mesures s'effectuent par rapport à une référence de phase extérieure dont la phase peut être décalée de $\pm 45^\circ$ par rapport à la phase réelle du signal de référence, grâce à une commande spéciale située sur l'appareil.

Les paramètres mesurés sont les suivants :

- amplitude totale de la phase ;
- amplitude de la phase du fondamental ;
- amplitude des signaux en phase ;
- amplitude des signaux en quadrature de phase ;
- angle de phase en degrés.

Ces deux appareils fonctionnent en mode non filtré de 30 Hz à 100 kHz et en mode filtré de 30 Hz à 32 kHz. Le modèle 220 ne possède qu'une seule fréquence pré-réglée par le fabricant sur spécification de l'utilisateur, le modèle 225 peut comporter jusqu'à 4 fréquences pré-réglées en usine.



Caractéristiques :

- capacité : 4 1/2 chiffres ;
- tension d'entrée : 10 mV à 1 000 V efficaces en 6 gammes ;
- tension de la référence : 0,2 à 200 V efficaces (contrôle automatique de gain incorporé) ;
- gamme de fréquences : 30 Hz-100 kHz ;
- précision moyenne : 0,1 % en volt-mètre et 0,25 % en phasemètre ;
- sortie numérique BCD.

Notons que cet appareil peut être incorporé dans un système automatique de test.

NORTH ATLANTIC (USA). Représentation en France : TECHNITRON, 8, avenue Aristide-Briand, 92220 Bagneux (tél. 657.11.47).

Service lecteur : inscrivez le n° 561.

COMPTEUR-FRÉQUENCEMÈTRE NUMÉRIQUE

Racal Instruments modèle 9910

La firme britannique Racal Instruments introduit un nouveau compteur-fréquence-mètre numérique spécialement conçu en vue de son utilisation en laboratoire en maintenance sur site et dans les systèmes automatiques de test. Conçu autour d'un circuit intégré complexe spécial il permet d'effectuer des mesures entre 20 Hz et 1 100 MHz.

Cet appareil présente une sensibilité inférieure à 10 mV à 1 GHz. Il dispose aux entrées d'un circuit de contrôle automatique de gain qui évite tout réglage.

L'affichage des résultats s'effectue sur 8 chiffres avec une résolution du hertz, résolution qui peut être améliorée en dessous de 5 kHz par l'adjonction d'un multiplieur spécial disponible en option et qui multiplie le temps de mesure par A 100.

Cet instrument permet également d'effectuer des mesures sur des trains d'ondes. Il peut être alimenté par une batterie d'accumulateurs avec une autonomie intéressante grâce à un circuit économiseur d'énergie.

Disposant en version standard d'une sortie numérique en BCD, le compteur-fréquence-mètre peut être livré avec de nombreuses options : bases de temps spéciales, sorties en code BCD parallèle, sortie BUS ASCII-IEC.

RACAL INSTRUMENTS. Représentation en France : METRIX, BP 30, 74010 Annecy (tél. 15 (10) 52.81.02).

Service lecteur : inscrivez le n° 562.

Le « Service lecteur » de l'Onde Électrique est à votre disposition.

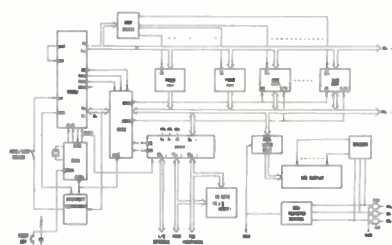
Si vous désirez des renseignements complémentaires sur les produits annoncés, les Nouveautés techniques et les Produits récents, utilisez les Cartes Informations mises à votre disposition, en fin de volume.

MICROORDINATEUR D'INITIATION ICS

La firme américaine Integrated Computer Systems, Inc spécialisée dans la formation et l'organisation de manifestations concernant les microprocesseurs, présente un microordinateur d'initiation et d'enseignement construit autour du microprocesseur 8080.

Ce système comprend :

- une unité centrale type 8080 complète ;
- une mémoire vive MOS complémentaire de 512 mots de 8 bits extensibles à 1 024 mots ;
- une mémoire morte programmable de 1 K mot ;
- une interface programmable à 3 circuits ;
- ces circuits d'accès direct à la mémoire et l'horloge ;
- un clavier hexadécimal à 25 touches pour la programmation et la commande ;
- un dispositif d'affichage hexadécimal à 8 chiffres.



INTEGRATED COMPUTER SYSTEMS MICROCOMPUTER TRAINING SYSTEM CONFIGURATION

L'ensemble présenté sur une carte de circuit imprimé ne comporte pas l'alimentation (+ 5 et + 12 V), ni les accumulateurs tampons quelquefois indispensables pour la conservation des programmes en mémoire vive. Le microordinateur dispose d'une surface libre sur la carte permettant l'implantation de circuits spéciaux au gré de l'utilisateur. Notons également que ce système est fourni avec un manuel d'utilisation et d'initiation spécial de 400 pages.

ICL (USA). Représentation en France :
Christiane MORVAN, 3, allée Maurice-Utrillo,
92220 Châtenay-Malabry (tél. 631.56.26).

Service lecteur : inscrivez le n° 563.

GÉNÉRATEURS ET VOBULATEURS HYPERFRÉQUENCE

Giga Instruments série 1300

La société française Giga Instruments présente une série de générateurs hyperfréquence et une base de vobulation associée permettant d'étendre les possibilités de ces appareils.

Les générateurs hyperfréquences fonctionnent chacun dans une bande de fréquences standard de la gamme 1-40 GHz. Ils utilisent selon la bande couverte des sources à transistor, à diodes Gunn ou à YIG. Le contrôle du niveau de sortie est réalisé à l'aide d'un atténuateur à diodes PIN assurant également le nivelage et la modulation. La fréquence du signal est affichée sur un dispositif numérique à 4 chiffres.

En associant à ces générateurs une base de vobulation on obtient un vobulateur hyperfréquence aux performances particulièrement intéressantes et équipé de deux marqueurs de haute stabilité et de dimensions fixes.

Les petites merveilles

Détecteurs Miniatures Micro-ondes pour OEM

- De 10 à 18 000 MHz (33330B) ou de 10 à 26 500 MHz (33330C), réponse en fréquence $\pm 0,6$ dB, TOS 1,5 jusqu'à 18 000 MHz.
- Nouveau connecteur APC-3,5 à haut pouvoir de réitération, compatible SMA.
- Présentation miniaturisée, idéale pour insertion dans les instruments et systèmes.
- Très robuste, protection contre les surcharges, diodes interchangeables.
- Réduction de prix appréciable pour achat par quantité.

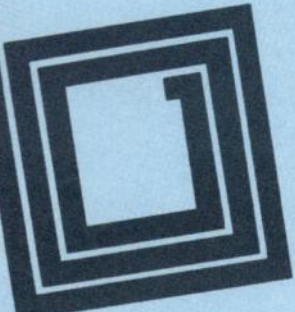
Plus de 300 "petites merveilles" destinées aux mesures en hyperfréquences sont décrites dans un nouveau catalogue sur les guides et coaxiaux Hewlett-Packard. Vous pouvez obtenir votre exemplaire gratuitement en écrivant à l'adresse ci-dessous.

HEWLETT  PACKARD

France : B.P. 70, 91401 Orsay Cedex - Tél. 907 78.25



Service Lecteur : inscrivez le n° 516.



colloque
international
sur la
microlithographie
international
conference on
microlithography
paris 21-24 juin 1977

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

Service Lecteur : inscrivez le n° 517.

**Caractéristiques des générateurs :**

- bandes de fréquence disponibles (en GHz) : 1-2; 2-4; 4-8; 8-12,4; 10-15; 12; 18;
- niveau moyen : + 10 à + 16 dBm selon les modèles;
- atténuateur manuel : 20 dB;
- impédance de sortie : 50 Ω ;
- modulation : 1 kHz en amplitude; profondeur : 30 dB;
- alimentation : 110-220 V (45 à 450 Hz);
- option : modulateur 50 ns, nivelage interne, filtre réjecteur.

Caractéristiques de la base de vobulation :

- vitesse de balayage : 10 ms à 30 s;
- stabilité des limites de balayage : $1 \cdot 10^{-5}$;
- 2 marqueurs de stabilité égale à $1 \cdot 10^{-4}$ de la largeur de bande;
- sortie ordre de mesure pour voltmètres;
- sortie pour fréquencemètre externe;
- alimentation : 110-220 V (45-450 V).

La lecture de tous les paramètres de vobulation (fréquences extrêmes, position des marqueurs) s'effectue sur l'indicateur du générateur. Notons également que tous ces appareils sont au standard baie de 19".

GIGA INSTRUMENTS, 106, avenue du Général-Leclerc, 92340 Bourg-la-Reine (tél. 350.33.12).

Service Lecteur : inscrivez le n° 564.

UNITÉ D'ENREGISTREMENT DE PERTURBATIONS**Gay**

Les surtensions et les transitoires erratiques qui apparaissent souvent sur le réseau sont des phénomènes affectant le bon fonctionnement des équipements électroniques. Certaines perturbations rapides et de faible énergie introduisent des erreurs dans les circuits logiques, d'autres plus lentes et d'énergie plus élevée sont à l'origine de la destruction de semiconducteurs de puissance.



Afin de pouvoir surveiller de manière continue les lignes perturbées, la firme italienne Gay a conçu un ensemble spécial qui se branche sur la ligne et enregistre en clair la tension crête des perturbations ainsi que l'instant précis où elles sont apparues. L'ensemble est constitué en fait par un voltmètre à mémoire et une unité d'impression à horloge incorporée.

L'unité de surveillance enregistre toutes les transitoires dont la durée est supérieure

ou égale à 10 ns et dont l'amplitude dépasse un certain seuil fixé à l'avance.

Pour la surveillance du secteur l'appareil dispose d'un filtre qui élimine la composante sinusoïdale à 50 Hz.

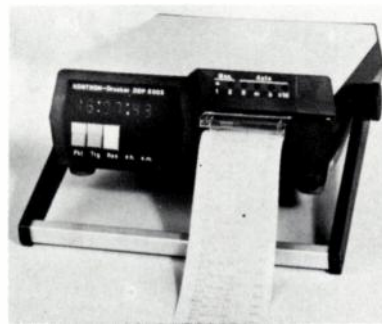
GAY (I). Représentation en France : ELEXO, 8, rue Sainte-Lucie, 75015 Paris (tél. 577.95.70).

Service Lecteur : inscrivez le n° 565.

IMPRIMANTE D'INSTRUMENTATION Kontron modèle DDP 5002

Kontron présente une nouvelle imprimante à horloge interne spécialement conçue pour l'acquisition de données en milieu industriel et le laboratoire.

Les entrées de données numériques acceptent des signaux BCD à 8 bits en logique négative ou positive. L'impression des résultats s'effectue à l'aide d'une matrice de 5 x 7 points à raison de 32 caractères par ligne.



L'horloge numérique incorporée permet non seulement de fixer la cadence d'acquisition mais également d'imprimer en clair l'heure des acquisitions. L'heure est également affichée sur un dispositif numérique à diodes électroluminescentes.

La cadence d'acquisition s'effectue en automatique selon un rythme présélectionné choisi parmi 4 rythmes possibles ou au coup par coup sur ordre extérieur.

L'appareil imprime à chaque acquisition : l'heure de prélèvement, le numéro du prélèvement, la valeur prélevée ainsi qu'un commentaire à 3 caractères alphanumériques.

Notons enfin le poids et les dimensions de l'appareil : 2,8 kg; 22 x 7 x 28 cm.

KONTRON ÉLECTRONIQUE, BP 99, 78140 Velizy-Villacoublay (tél. 946.97.22).

Service Lecteur : inscrivez le n° 566.

COMPTEURS FRÉQUENCÈMÈTRES HYPERFRÉQUENCES**EIP modèles 350 D et 351 D**

La firme américaine EIP, du groupe Dana Electronics, présente deux compteurs fréquencemètres hyperfréquence automatiques faisant appel aux techniques d'hétérodynage. Ces appareils à très hautes performances utilisent des dispositifs à YIG ainsi que des circuits à couches minces spéciaux. Les deux séries de fréquencemètres ne diffèrent que par la fréquence maximale qu'ils peuvent mesurer : 12,4 GHz pour le modèle 350 et 20 GHz pour le 351.

Ces instruments sont destinés à de nombreuses applications : télécommunications, radar, contre-mesures, télémesures,



Enregistreur magnétique portable

La dernière nouveauté de SE Labs : le SE 7000. C'est un enregistreur magnétique, d'instrumentation à la pointe du progrès. La conception alliée à une technologie moderne permet de disposer des performances d'un enregistreur de laboratoire dans toutes les applications où un appareil portable est nécessaire. Ses possibilités et sa simplicité comparées à un matériel identique ne vous apparaîtront que mieux.

Enfin, pour la première fois, vous pouvez évaluer toute la gamme d'applications que vous couvrez avec un même type de matériel allant de 14 à 42 voies sur 1 bande de 2,54 cm de large (1 pouce). Un choix de 8 vitesses de défilement allant de 2,37 cm/s (15/16 ips) à 304 cm/s (120 ips) vous permet d'enregistrer des phénomènes dont la fréquence est comprise entre 300 Hz et 600 KHz en direct ou de la composante continue à 80 KHz en modulation de fréquence. Les égaliseurs ou filtres sont fournis sans option pour toutes les vitesses et commutés automatiquement. Gain de temps à la relecture mais aussi gain de temps à la mise en service, grâce au calibrateur interne permettant l'étalonnage immédiat de toutes les voies en éliminant le besoin d'appareils secondaires.

La technologie du SE 7000, sa fiabilité, sa facilité d'entretien permet d'offrir inconditionnellement une garantie totale d'un an.

Un service technique, équipé des appareils les plus modernes, permet un dépannage rapide.

Les nombreuses applications du SE 7000 l'ont révélé comme un auxiliaire précieux tant dans le domaine de l'aéronautique, des forages pétroliers, des chemins de fer, des laminoirs et aciéries, que dans les applications "embarquées" où les dimensions, le poids et la précision de la mesure sont des caractéristiques essentielles.

Si vos besoins nécessitent un appareil performant, simple et économique, demandez-nous tous les renseignements, sur le SE LABS 7000 ; nos ingénieurs sont à votre service pour un conseil ou une démonstration.

SE 7000 : LA QUALITE DANS LA MESURE.



EMI Technology

EMITRONICS

18 rue des Bluets, 75011 Paris

Téléphone: 357 58 45/46. Telex: OMITEL 680461

Membre du Groupe EMI. A la pointe du progrès dans les domaines de la musique, de l'électronique et des loisirs.

Service Lecteur : inscrivez le n° 518.

ou ils peuvent être aussi bien utilisés en production, en recherche ou en développement.



Caractéristiques :

- gammes de mesure :
 - 20 Hz-12,4 GHz (modèle 350 D);
 - 20 Hz-18 GHz (modèle 351 D);
- capacité : 11 chiffres (GHz, MHz, kHz, Hz);
- 3 entrées :
 - 20 Hz-135 MHz (1 M Ω) et 10-300 MHz (50 Ω);
 - 100 MHz-850 MHz (50 Ω);
 - 825, 12 400 ou 18 000 MHz (50 Ω);
- sensibilités minimales :
 - 20 Hz-135 MHz : 25 mV efficaces;
 - 10-300 MHz : — 20 dBm;
 - 100-850 MHz : — 20 à — 15 dBm;
 - 825 à 1 100 MHz : — 25 dBm;
 - 1,1 à 12,4 GHz : — 30 dBm;
 - 12,4 à 18 GHz : — 25 dBm;
- tolérance de modulation de fréquence entre 825 MHz et 18 GHz: 40 MHz crête à crête;
- précision : 1 coup $\pm$ erreur de la base de temps;
- résolution : réglable de 1 Hz à 1 MHz;
- base de temps interne : à quartz délivrant 10 MHz avec :
 - une stabilité à court terme de 1.10^{-9} efficace en une seconde;
 - un coefficient de température de 2.10^{-6} entre 0 et + 50 °C;
- gamme de température : 0-50 °C;
- options : bases de temps à stabilité plus élevée, présélection des YIG, programmation des décalages FI, sortie numérique, télécommande à distance;
- alimentation : réseau 110-220 V (50 à 60 Hz).

DANA ELECTRONICS FRANCE, 91, route des Gardes, 92190 Meudon-Bellevue (tél. 027.75.75).

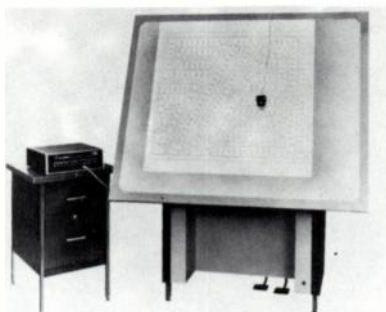
Service lecteur : inscrivez le n° 567.

DIGITALISEUR Summagraphics

La firme américaine Summagraphics Corporation présente une série de digitaliseurs conçus autour d'un microprocesseur 8080. Les digitaliseurs sont des appareils qui permettent de relever de manière numérique les coordonnées d'un plan, d'un schéma ou d'un graphique et d'exploiter les données recueillies sur un dispositif informatique et généralement un système de conception assisté par ordinateur.

Caractéristiques générales :

- dimensions de la table : de 27,5 x 27,5 cm à 150 x 150 cm selon les modèles;
- résolution : 0,1 ou 0,25 mm;
- reproductibilité : ± 1 DBS (dernier bit significatif);
- précision : 0,1 mm ± 1 DBS;
- sortie numérique : binaire p ou BCD.



- interface : RS 232 ou boucle de courant IEEE 188;
- origine : flottante;
- options : calcul des surfaces ou des périmètres, échelles variables, clavier, symboles.

SUMMAGRAPHS Corporation (USA). Représentation en France : **MÉTROLOGIE**, Tour d'Asnières, 4, avenue L.-Cely, 92600 Asnières (tél. 791.44.44).

Service lecteur : inscrivez le n° 568.

ÉQUIPEMENT PÉRIPHÉRIQUE DE POCHE

Electronics GR modèle Pocket TTY

La société américaine Electronics GR introduit un équipement périphérique miniature destiné à être relié à un microordinateur ou un système d'acquisition de traitement de données.

Cet appareil fonctionne en code ASCII, il se présente sous la forme d'une calculatrice de poche équipée d'un cordon de liaison et comportant un dispositif d'affichage à 9 caractères et 36 touches permettant d'obtenir 65 caractères alphanumériques.



Il peut recevoir et transmettre sur une boucle 20 mA, ou selon la norme RS 232 à la vitesse de 110 bauds. Les tensions d'alimentation sont prélevées sur le système auquel cet appareil se raccorde. Les dimensions du Pocket TTY sont de 25 x 75 x 155 mm.

ELECTRONICS GR (USA). Représentation en France : **TECHNOLOGY RESOURCES**, 27, rue des Poissonniers, 92200 Neuilly-sur-Seine (tél. 747.47.17).

Service lecteur : inscrivez le n° 569.

SYSTÈME DE TEST POUR MÉMOIRES A SEMICONDUCTEURS

Teradyne modèle J 387-16

Teradyne introduit une nouvelle version de son système de test pour boîtier de mémoire J 387-16, qui permet le contrôle automatique de toutes les mémoires vives ou mortes à semiconducteurs actuellement disponibles sur le marché et notamment des 16 K bits ainsi que celui des futures mémoires 64 K bits moyennant quelques adjonctions.



Cet appareil peut comporter jusqu'à 3 stations d'essai fonctionnant en multiplex, il est essentiellement destiné aux fabricants et aux gros utilisateurs de mémoires à semiconducteurs.

TERADYNE FRANCE, 11bis, rue Roquepine, 75008 Paris (tél. 073.16.98).

Service lecteur : inscrivez le n° 570.

IMPRIMANTE ÉLECTRO SENSIBLE AXIOM modèle EX 800

La société américaine AXIOM présente une nouvelle imprimante électrosensible faisant appel à une technologie avancée et destinée à l'usage général et à la petite informatique :



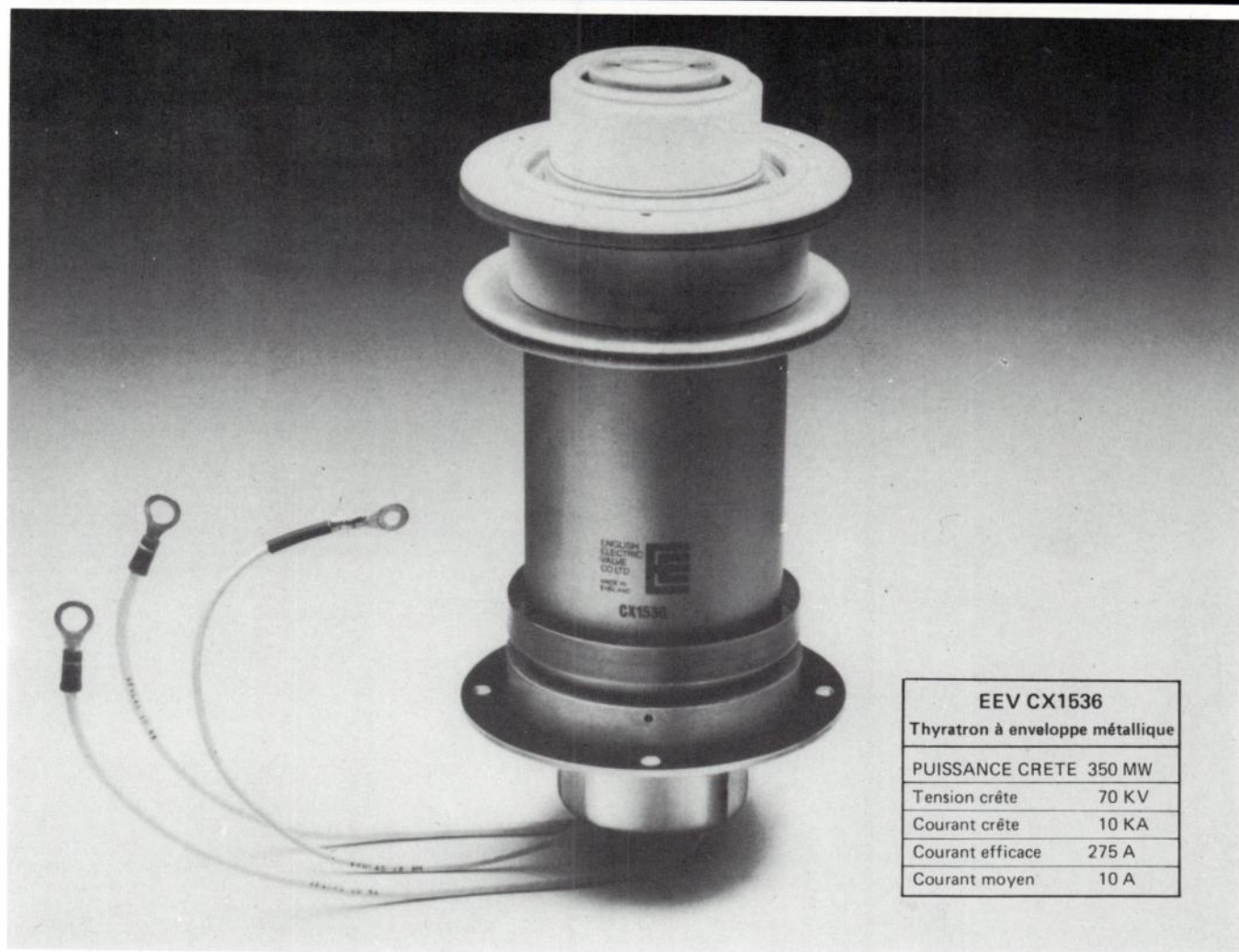
Caractéristiques :

- 3 tailles de caractères,
- nombre de caractères par ligne : 20, 40 ou 80 selon la taille du caractère;
- vitesse d'impression : 2 lignes/s au début du fonctionnement et jusqu'à 160 caractères/s en fonctionnement continu;
- police de caractères : 96;
- code caractères : ASCII;
- interface RS 232 C aux normes CCITT 24, en option.

AXIOM (USA). Représentation en France : **ACTEL**, 143, rue des Meuniers, 92220 Bagneux (tél. 567.81.50).

Service lecteur : inscrivez le n° 571.

Le record



EEV CX1536	
Thyratron à enveloppe métallique	
PUISSANCE CRETE	350 MW
Tension crête	70 KV
Courant crête	10 KA
Courant efficace	275 A
Courant moyen	10 A

Ce nouveau thyatron haute-tension ENGLISH ELECTRIC VALVE offre les meilleures conditions de commutation de puissance en un seul tube.

ENGLISH ELECTRIC VALVE a développé les thyratrons à enveloppe métallique pour vous dégager au maximum des limitations thermiques liées aux tubes céramique conventionnels.

Notre nouveau CX1536 est la version haute-tension du fameux GHT9/CX1529. A une puissance crête de 350 MW notre CX 1536 offre un pouvoir de commutation supérieur à tout autre thyatron.

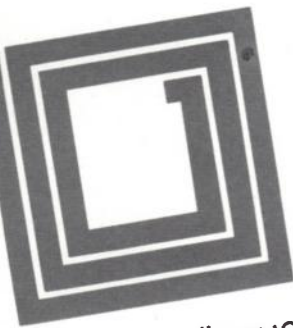
Pour plus d'informations nos ingénieurs sont à votre disposition à Asnières.

IPF 1363

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° 519.



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
TV SYCELEC
Paris 611045 F

oe

LIVRES REÇUS

Introduction to discrete linear controls, theory and application,

A. B. BISHOP,

Academic Press, New York, 1975, 378 p., ISBN 0-121-01650-1.

Systems Theory and Discrete Linear Control systems (23 p.). - Discrete Control-System Models (24 p.). - The Calculus of Finite Differences (22 p.). - Classical Solution of Linear Difference Equations with Constant Coefficients (41 p.). - The z Transform (34 p.). - Inverse Transformation (40 p.). - System Performance : Measures and Environmental Effects (35 p.). - Parameter Selection in First-Order Systems Considering Sampling and Instrumentation Errors (38 p.). - System Stability (20 p.). - Second-Order Systems (53 p.). - n th-Order and Complex Systems (36 p.). - References (4 p.). - Index (7 p.).

Linear prediction of speech,

A. H. GRAY et J. D. MARKEL,

Springer verlag, Berlin, 1976, 288 p., ISBN 3-540-07563-A
ISBN 0-387-07563-1.

Introduction (17 p.). - Formulations (24 p.). - Solutions and Properties (18 p.). - Acoustic Tube Modeling (32 p.). - Speech Synthesis Structures (37 p.). - Spectral Analysis (35 p.). - Automatic Formant Trajectory Estimation (26 p.). - Fundamental Frequency Estimation (22 p.). - Computational Considerations in Analysis (15 p.). - Vocoders (36 p.). - Further Topics (15 p.). - References (7 p.). - Subject Index (3 p.).

High speed pulse technology,

F. B. A. FRUNGEL,

Volume 3, Capacitor discharge engineering, Academic Press, New York, 1976, 498 p., ISBN 0-122-69003-6.

The capacitor, its characteristics and its applications in discharge circuits (51 p.). - Switching means (61 p.). - Line conductors (13 p.). - Conversion of capacitor energy into current impulses (28 p.). - Conversion of capacitor energy into voltage impulses and its practical applications (75 p.). - Conversion of capacitor energy into x-ray flashes and beams of electrons, ions, and neutrons (69 p.). - Conversion of capacitor energy into heat (51 p.). - Conversion of capacitor energy into magnetic fields (31 p.). - Conversion of capacitive stored energy into acoustic pulses (58 p.). - Bibliography (45 p.). - Index (15 p.).

Vibration spectra and symmetry of crystals,

J. P. MATHIEU et H. POULET

Gordon and Breach, 1976, 571 p., ISBN 0-677-30180-4.

Preface. Symmetry properties of crystals (38 p.). - The internal structure of crystals (30 p.). - Elements of crystal dynamics (58 p.). - Symmetry of vibrations (26 p.). - Principal vibrations of crystals (38 p.). - The classical theory of the optical phenomena (60 p.). - Phonons and photons (24 p.). -

Interactions of radiation with Matter (40 p.). - Selection rules related to the symmetry for principal vibrations (36 p.). - Absorption and scattering spectra of higher order (46 p.). - Experimental data : applications of the theory (64 p.). - Appendix A : Elements of group theory (14 p.). - Appendix B : Matrix representations of A finite group (20 p.). - Appendix C : Irreducible representations of the 32 crystallographic groups (24 p.). - Appendix D : Symmetry coordinates (14 p.). - Appendix E : Representations of the translation group (2 p.). - Appendix F : Symmetry of vibrational modes of a crystal in the group of the wave vector (12 p.). - Appendix G : Determination of the dispersion curves (12 p.). - Bibliography (6 p.). - Index (6 p.).

Méthodes et techniques de traitement du signal et applications aux mesures physiques, 2^e édition,

Masson, Paris, 1977, 379 p., ISBN 2-225-45540-6.

Introduction (4 p.). - Notion physique de phénomènes aléatoires. Bruits (5 p.). - Transformation de Fourier (18 p.). - Puissance, énergie d'un signal (3 p.). - Introduction physique à la notion de corrélation et à quelques autres notions statistiques (16 p.). - Convolution (8 p.). - Filtrage (8 p.). - Échantillonnage (14 p.). - Transformation de Laplace (4 p.). - Précision dans les mesures de fonctions de corrélation et de densités spectrales (55 p.). - Applications de la notion de corrélation aux grandeurs physiques directement accessibles à la mesure (20 p.). - Les principaux corrélateurs électroniques (31 p.). - Applications fondamentales des méthodes de corrélation (34 p.). - Analyse spectrale. Mesure des densités spectrales énergétiques (30 p.). - Quelques applications pratiques des méthodes de corrélation et d'analyse spectrale (45 p.). - Détection synchrone (15 p.). - Applications des analyseurs multicanaux au traitement des mesures (19 p.). - Filtrage adapté (11 p.). - Fonctions d'ambiguïté (11 p.). - Notion de spectre instantané ou de représentation temps-fréquence dans l'analyse et la synthèse des signaux (16 p.). - Index des noms cités (2 p.). - Index analytique (9 p.).

Pratique de l'électronique. Tome 1 : l'amplification,

M. AUMIAUX,

Masson, Paris, 1977, 188 p., ISBN 2-225-45507-4.

Amplification à transistor jonction (32 p.). - Amplification à transistor FET (14 p.). - Amplificateur opérationnel. Principes et montages fondamentaux (40 p.). - Les principaux types d'amplificateurs linéaires (18 p.). - Réponses harmonique et impulsionnelle (58 p.). - Amélioration des performances d'un amplificateur (22 p.). - Index alphabétique des matières (1 p.).

Sommaire du tome II : La comparaison. - La détection. - Filtrage des signaux analogiques. - Conversions numérique/analogique et analogique/numérique. - Les systèmes d'acquisition de données.

MICRO/EXPO 77

- SALON MICROPROCESSEURS
- CONFERENCE « APPLICATIONS DU LSI »
- SEMINAIRES DE FORMATION

PARIS 14-16 JUIN

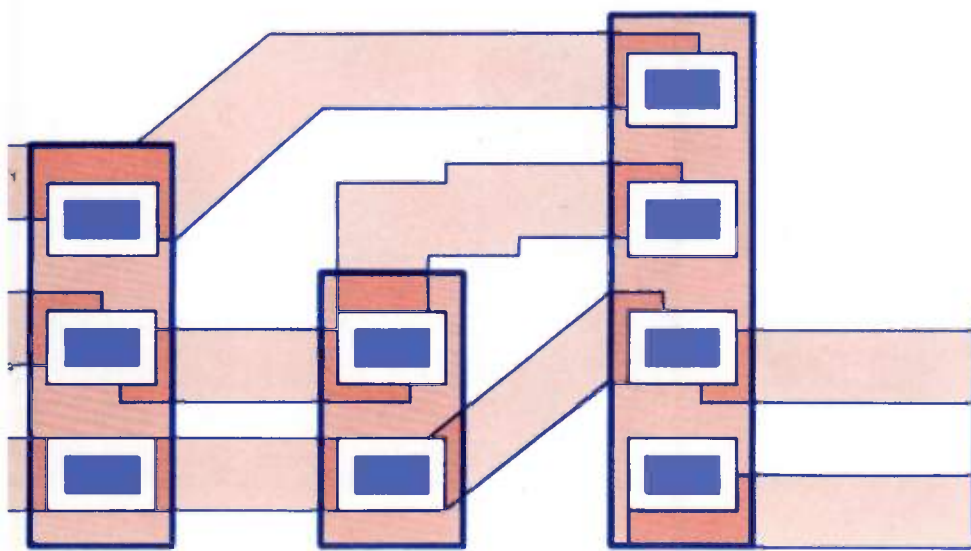
U.S. Trade Center
123, Av. Charles-de-Gaulle, Neuilly

INVITATION GRATUITE

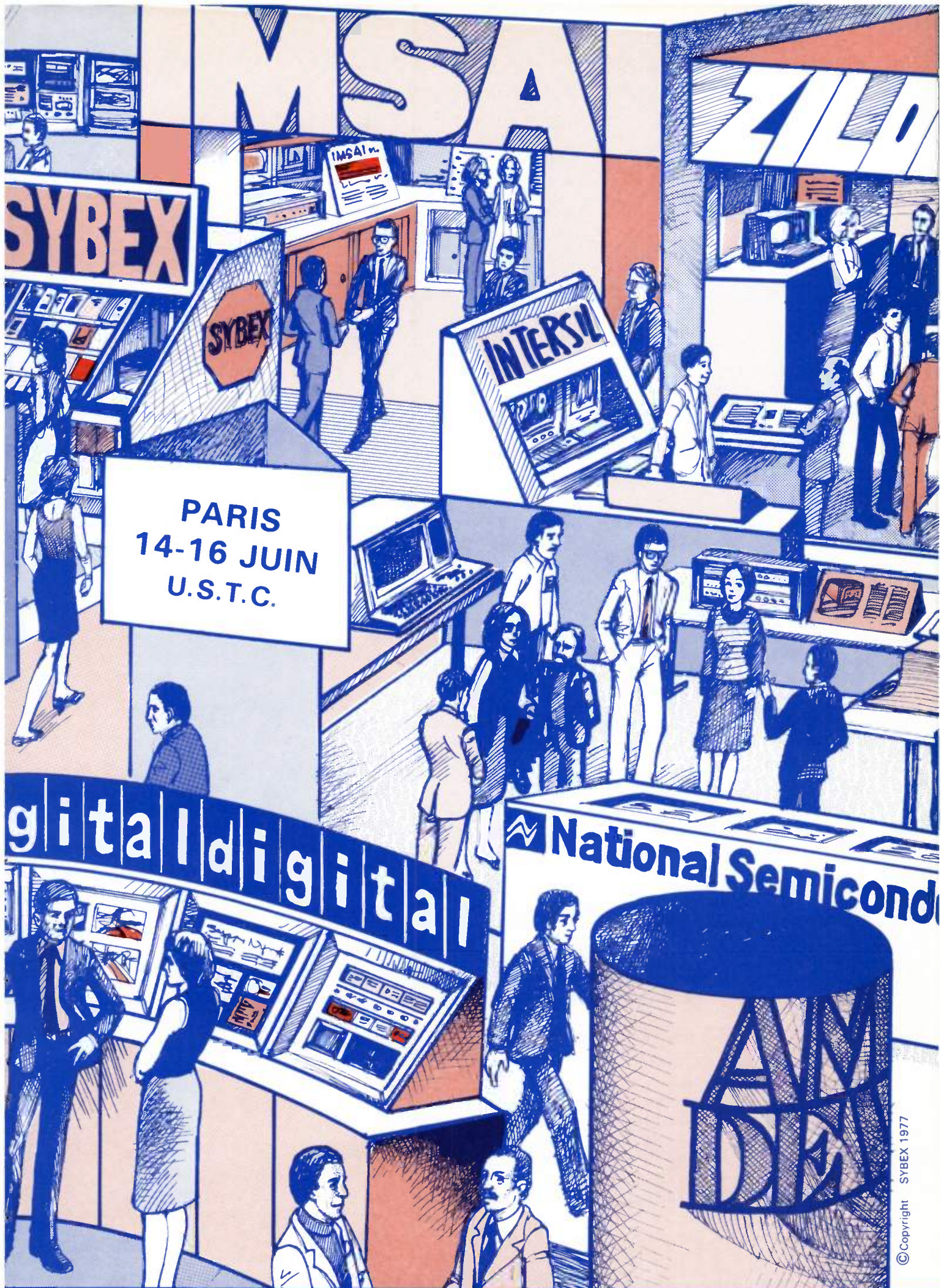
AU SALON
+
CONFERENCE
OFFERTE PAR :

SYBEX

313, rue Lecourbe
75015 PARIS
FRANCE







MICRO/EXPO 77

ENTREE
GRATUITE

LISTE PARTIELLE DES EXPOSANTS (PRELIMINAIRE-SUJET A REVISION)

A2M
AMD
AMPEX
ANALOG DEVICES
BURR-BROWN
COMPOSANTS ELECTRONIQUES
DIGITAL EQUIPMENT
EUROCOMPUTER
FAIRCHILD
INTERSIL
LEANORD
INTEL
DATA I/O

MOSTEK
MOTOROLA
NATIONAL SEMICONDUCTOR
SIGMATRONICS
TALISMAN SERVICE
TECHNOLOGY RESOURCES
YREL
IMSAI
ZILOG
MESURES
EUROMICRO
PROLOG
HEWLETT-PACKARD

DIGITAL DESIGN
ONDE ELECTRIQUE
MINIS MICROS 0-1 INFORMATIQUE
ELECTRONIQUE ACTUALITES
INTERELECTRONIQUE
USINE NOUVELLE/LA TECHNIQUE
SOLID STATE TECHNOLOGY
PERSONAL COMPUTING
ELECTRONIC WARFARE
MICROWAVE SYSTEM NEWS
CONTROL ENGINEERING
MOS TECHNOLOGY
BIOMATION

« PERSONAL COMPUTERS » : LES MICROCALCULATEURS A USAGE PERSONNEL PRESENTS A MICRO/EXPO 77 !

ENTREE
GRATUITE

CONFERENCE APPLICATIONS DU LSI 77 (PRELIMINAIRE)

chaque soir de 16 h 30 à 18 h

Mardi 14 Juin : APPLICATIONS ET PROGRAMMATION

- M1 - « Systèmes de développement Universels », M. Arouette - A2M.
- M2 - « Corrélation numérique sur micro-ordinateur - type MICRAL-N », A. Faure - Université de Haute-Normandie.
- M3 - « Commandes de commutation de puissance par relais statique à partir d'un microprocesseur », D. Bouffier - DIODE.
- M4 - « Outils évolués de programmation », Aslanian, TECSI.

Mercredi 15 Juin : TRANCHES DE BITS

- W1 - « The Microprogram Control Loop », Clive Ghest, AMD (Clive Ghest est le « père » de la tranche AMD 2901).
- W2 - « Opérateur de calcul en virgule flottante réalisé avec un microprocesseur rapide AMD 2901 », M. Barthélémy - CEA.
- W3 - « Développement des microprocesseurs en France », M. Jourard, THOMSON-CSF.

Judi 16 Juin : SYSTEMES

- J1 - « Système Zilog Z-80, M. Arouette - A2M.
- J2 - « Cartes micro-ordinateurs autour du Z80 Mostek », Cl. Roule - MOSTEK.
- J3 - « From SC/MP to PACE », Phil Hughes, NATIONAL SEMICONDUCTOR.
- J4 - « Solutions simples pour asservissements de vitesse et de position à commande numérique utilisant des systèmes à moteurs pas à pas », D. Bouffier - DIODE.
- J5 - « Applications du M 6800 », Chaskilevitch, Motorola.

5 SEMINAIRES DE FORMATION (INSCRIPTION A L'AVANCE NECESSAIRE) 13-21 JUIN

C10 - INTRODUCTION AUX MICROPROCESSEURS - LUNDI 13 JUIN

Le cours de base pour tous les non-spécialistes. Une initiation complète en une journée.

A1 - LES MICROPROCESSEURS : DU COMPOSANT AU SYSTEME (14-15 JUIN)

Cours de base « hardware ». Les principes, les composants. Comment assembler un système. Que choisir. Coûts. Applications.

A2 - PROGRAMMATION DES MICROPROCESSEURS (16-17 JUIN)

Cours de base « software ». Notion de programme et microprogramme. Comment programmer des applications réelles : arithmétique, entrées-sorties, périphériques. Support nécessaire.

B7 - TECHNIQUES D'INTERFACE (20 JUIN)

Cours le plus récent : comment connecter le microprocesseur à : mémoire, autres composants, périphériques. Contrôleurs de périphériques. Bus et standards. Les développements les plus récents pour tout utilisateur/constructeur de système à microprocesseur.

B6 - APPLICATIONS INDUSTRIELLES (21 JUIN)

Environnement hostile. Interfaces analogiques digitaux. Microcalculateurs en un boîtier. Techniques software. Fiabilité. Etudes de cas.

B7 EST LE COMPLEMENT NOUVEAU DE TOUS NOS SEMINAIRES ! (PRESENTE POUR LA PREMIERE FOIS A PARIS).

BROCHURE COMPLETE SUR SIMPLE DEMANDE : TEL. 828.25.02

oe LIVRES

Commande optimale, décentralisation et jeux dynamiques,

P. BERNHARD et G. COHEN,

Dunod, Paris, 1976, 320 p. —

La littérature technique française voit proliférer le nombre d'ouvrages consacrés à la commande optimale déterministe et à ses spécialités connexes ; par là même, il devient possible de réaliser une adaptation rapide aux résultats les plus récents en automatique. L'ouvrage de P. Bernhard (avec la collaboration de G. Cohen) s'inscrit dans cette lignée, avec comme élément nouveau un volumineux chapitre 5 (un quart du livre) consacré à des procédures de décentralisation dans le cas idéalisé d'un critère additif et d'unités découplées au niveau des équations d'évolution. On rappelle à ce propos que la commande optimale déterministe consiste en la caractérisation (et si possible le calcul !) des décisions (appelées commandes) optimisant un critère pour des systèmes dynamiques dont l'évolution est régie par une équation différentielle ou par une équation récurrente aux différences (appelées équations d'évolution) ; la décentralisation consiste à partitionner un tel problème en sous-problèmes indépendants plus petits ayant chacun un effet sur la valeur du critère global.

Il est difficile de caractériser les milieux auxquels un tel ouvrage s'adresse ; sa force réside indéniablement dans la clarté des exposés et dans leur cohérence, qualités qui n'apparaissent que trop rarement dans les articles traitant de ce sujet. On aura aussi l'agréable surprise d'y trouver quelques résultats intéressants de types divers sur le problème linéaire-quadratique. Le mathématicien, théoricien de la commande, regrettera un formalisme trop classique et l'insuffisance des liens avec l'analyse fonctionnelle moderne, la théorie des espaces vectoriels topologiques, et la géométrie différentielle, dont certains théorèmes font d'une partie des résultats présentés des corollaires immédiats ou des versions moins fines. L'ingénieur intéressé par la résolution numérique des problèmes de commande optimale et de décentralisation, observera la faible place laissée à ces préoccupations et l'éventail réduit des techniques décrites ; il y a notamment des particularités de la commande optimale qui font qu'une présentation sommaire de quelques algorithmes de programmation non-linéaire ne suffit pas pour résoudre les problèmes de commande.

Après un exposé préliminaire sur le concept de commande optimale, le chapitre II traite de l'équation de Hamilton-Jacobi-Bellman souvent associée à la programmation dynamique ; des compléments sont donnés sur les discontinuités et sur les propriétés algébriques de l'équation de Riccati.

Au chapitre III, on présente le principe de maximum et des exemples typiques, problèmes singuliers compris.

C'est au chapitre IV que sont exposés les rudiments classiques de programmation non-linéaire (gradient, quasi-linéarisation).

Après une bonne présentation de la décentralisation et de la décomposition, le chapitre V (déjà mentionné) présente une synthèse des résultats sur les critères addi-

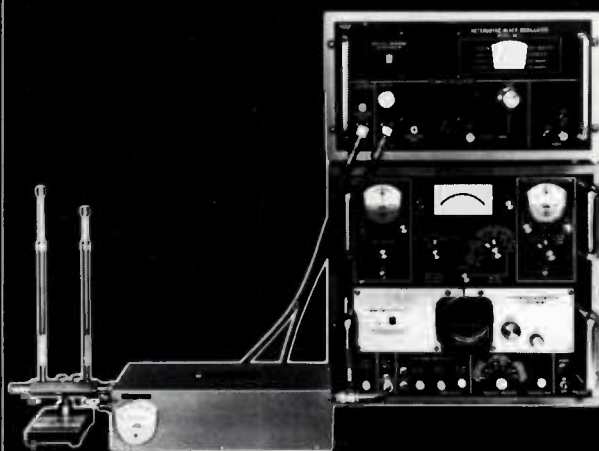
(suite page 358)



**WEINSCHEL
ENGINEERING**

La précision dans la mesure d'atténuation

**Système VM 3
à fréquence fixe (→ 40 GHz)**



précision à 20 dB $\pm 0,02$ dB
60 dB $\pm 0,07$ dB
100 dB $\pm 0,50$ dB
mesure de fuite jusqu'à 140 dB

Système 1810 A en wobulation

jusqu'à 18 GHz : précision $\pm 0,02$ dB
30 dB de dynamique avec le détecteur 1870
60 dB de dynamique avec la tête 752

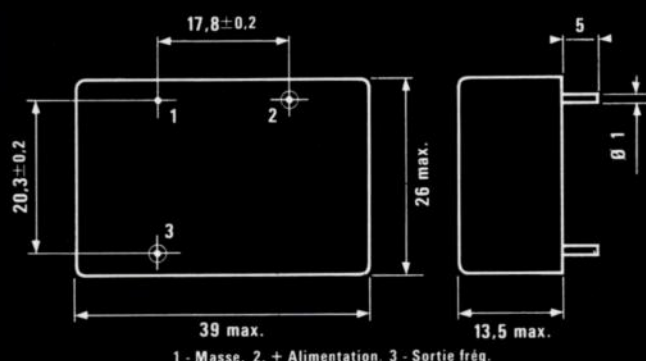


Kontron électronique

"La Boursidière" - RN 186
92357 Le Plessis-Robinson
Tél. 630.36.72 - Télex 250819

C.B. 126

OSCILLATEUR A QUARTZ AVEC DIVISEUR OCMD



CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Gamme de fréquence	500 Hz à 10 MHz
Stabilité cumulée dans les conditions d'environnement et sur 1 an	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$
Gamme de température	- 20° à + 70 °C
Alimentation	+ 12 V $\pm$ 5 %
Consommation maximale	10 mA
Signal de sortie	compatible C mos
Présentation	boîtier époxy (montage sur circuit imprimé au pas de 2,54)

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 : TCSF 204 780 F



filiale THOMSON-CSF

oe

LIVRES

tifs (Bensaussan et Al); sur la théorie générale de la décentralisation (Mesarovic et Al) et sur la coordination en ligne de systèmes linéaires (Takahara et les auteurs).

Le chapitre VI est une revue très incomplète de la théorie des jeux dynamiques, dont on sait qu'ils sont fort délicats; les résultats de l'auteur sur les jeux qualitatifs de capture et sur les singularités sont décrits de manière intéressante.

La bibliographie est réduite à quelques ouvrages de référence. Chaque chapitre est complété par l'énoncé de quelques exercices théoriques.

L. F. PAU

L'annuaire des participations étrangères en France (édition 1976-1977)

Opera Mundi Edition, Paris 1976, Prix : 764,40 F, ISBN 0337-4327.

Le but de cet annuaire est de donner dans la mesure du possible une liste classée et ordonnée des sociétés et entreprises de droit français dont le capital est détenu en partie ou en totalité par des sociétés étrangères.

Il a été réalisé à partir d'enquêtes patiemment menées auprès des sociétés et des organismes officiels (sommiers, registres de commerce, etc...). Fruit d'un effort considérable de recherche d'informations, l'Annuaire des Participations étrangères en France constitue un outil original et unique qui sera apprécié par toutes les personnes françaises et étrangères impliquées dans de nombreux secteurs de l'économie, auxquelles il apportera un certain nombre d'informations majeures pour la compréhension de certains mécanismes et de certaines décisions.

Il comporte trois sections principales :

- *classement professionnel* qui regroupe par branche d'activité toutes les sociétés à participation étrangère en donnant la raison sociale, l'activité, le montant du capital et le nom de la ou des sociétés étrangères qui détiennent une participation dans le capital et dans la mesure du possible le pourcentage de participation;
- *classement des investisseurs étrangers* par pays;
- *répertoire alphabétique général*.

Le titre de cet annuaire peut sembler ambitieux; en fait, il répertorie 11 000 sociétés de droit français à participation étrangère. On peut douter de l'intégralité de cette liste, mais dans un domaine aussi tabou que celui des structures du capital, quelques lacunes peuvent être tolérées, surtout si l'on imagine la qualité et la quantité de l'effort que la réalisation d'un tel ouvrage a demandé. On peut se féliciter de sa parution, car il contribue de manière efficace à une meilleure connaissance de certains mécanismes affectant des entreprises implantées en France. Il faut ajouter que c'est l'unique ouvrage sur ce sujet actuellement disponible et que les mises à jour ont lieu tous les deux ans. Une autre remarque concerne enfin le prix un peu trop élevé et qui risque d'écarter certains acquéreurs potentiels.

La Rédaction.

oe

LIVRES

Circuits logiques MSI et LSI,

R. LYON-CAEN,

Masson, Paris, 1976, 190 p.,
ISBN 2 225 44715 2.

Cette monographie d'électronique qui selon son préfacier, le professeur Pierre Grivet se situe à l'interface concepteur, technologue, se compose :

— d'une initiation à la logique combinatoire et séquentielle (chap. I) ;

— d'une étude des principaux critères de qualité d'un circuit intégré logique et de leurs dépendances (chap. II) ;

— d'une explication des diverses réalisations de portes et bascules à l'aide de transistors à jonction, diodes et résistances (chap. III) ;

— d'une comparaison rapide des performances du point de vue logique des transistors MOS et des transistors à jonction suivie d'une étude de principe des familles logiques sans résistances : MOS, SOS, CMOS, I²L (ou MTL) (chap. IV).

Mises à part les critiques de détails : places relatives accordées à l'immunité aux bruits et aux problèmes de vitesses (chap. II), non reprises des différents critères de qualité dans la comparaison entre jonction et MOS (chap. IV), absence de la logique MOS (même si elle sera comblée par un volume ultérieur), absence de graphiques, nombre trop restreint de tableaux comparant les diverses performances des familles logiques, présentation trop dispersée des problèmes d'encombrement ; le reproche le plus important que l'on peut adresser à ce livre, au demeurant passionnant de par la simplicité et la clarté de son exposé et, de par la richesse des nombreuses remarques dont il est émaillé, est du fait des connaissances amont et aval qu'il requiert, de ne s'adresser dans sa totalité qu'à un public au spectre assez étroit.

C'est le problème délicat de l'interface ; même avec beaucoup de savoir-faire et de pédagogie il est difficile de transmettre sans pertes un tel volume de connaissances en si peu de place à moins de contraindre le lecteur à utiliser abondamment la bibliographie heureusement fort bien faite (ni trop, ni trop peu) et agréablement regroupée par chapitre à la fin du livre.

Dans cette optique il eut peut-être été judicieux de faire figurer quelques paragraphes de rappel (le transistor à jonction en commutation, le transistor MOS par exemple) comme cela a été fait pour les logiques combinatoires et séquentielles.

Finalement, ce livre pourra être utilisé avec profit, pour trouver les premières explications et premières synthèses ou pour mieux situer une question et pouvoir l'approfondir par la suite en utilisant les sources bibliographiques.

On peut souhaiter en conclusion que M. Lyon-Caen nous donne un jour un livre plus volumineux qui nous fera profiter plus encore de l'étendue de ses connaissances, de son expérience et de ses qualités de synthèse et de clarté.

JUTAND

Service Lecteur : inscrivez le n° 523. ►

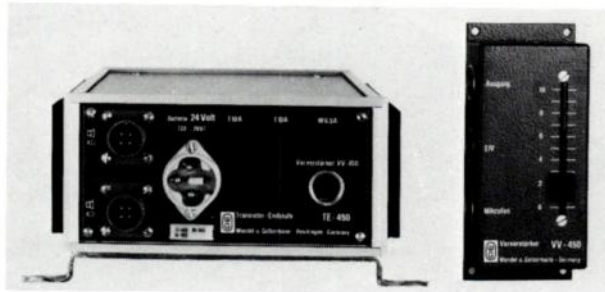


ELECTRO-ACOUSTIQUE

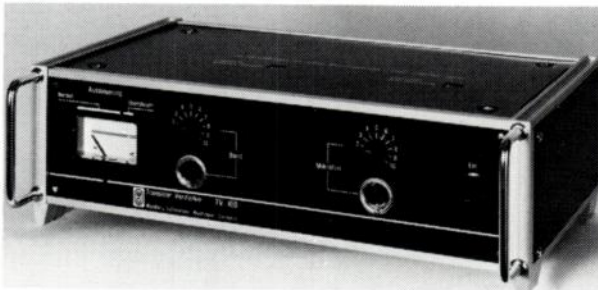
S/T/H

Amplificateurs audio 12 à 1 000 W

Application principale :
Publidiffusion à partir de tous les types de moyens de transport.

TV 450

- Puissance de sortie : 2 x 225 W
- Alimentation : 22 à 29 V
- Taux de distorsion $\leq 10\%$
- Bande passante : 250 Hz à 6 kHz

TV 100

- Puissance de sortie : 100 W
- Alimentation : 12 ou 24 V
- Taux de distorsion $\leq 8\%$
- Bande passante : 90 Hz à 13 kHz

Ce département propose également :

- Haut-parleurs, microphones, etc..
- Dispositifs acoustiques spéciaux.
- Ensembles complets de sonorisation.

Documentation sur demande à :

**Wandel & Goltermann France**

APPAREILS DE MESURES ÉLECTRONIQUES

SOGARIS 156_94 534 RUNGIS CEDEX

☎ 687.32.70 - Télex : 260006 W.et G.F.

Nom : _____

Société : _____

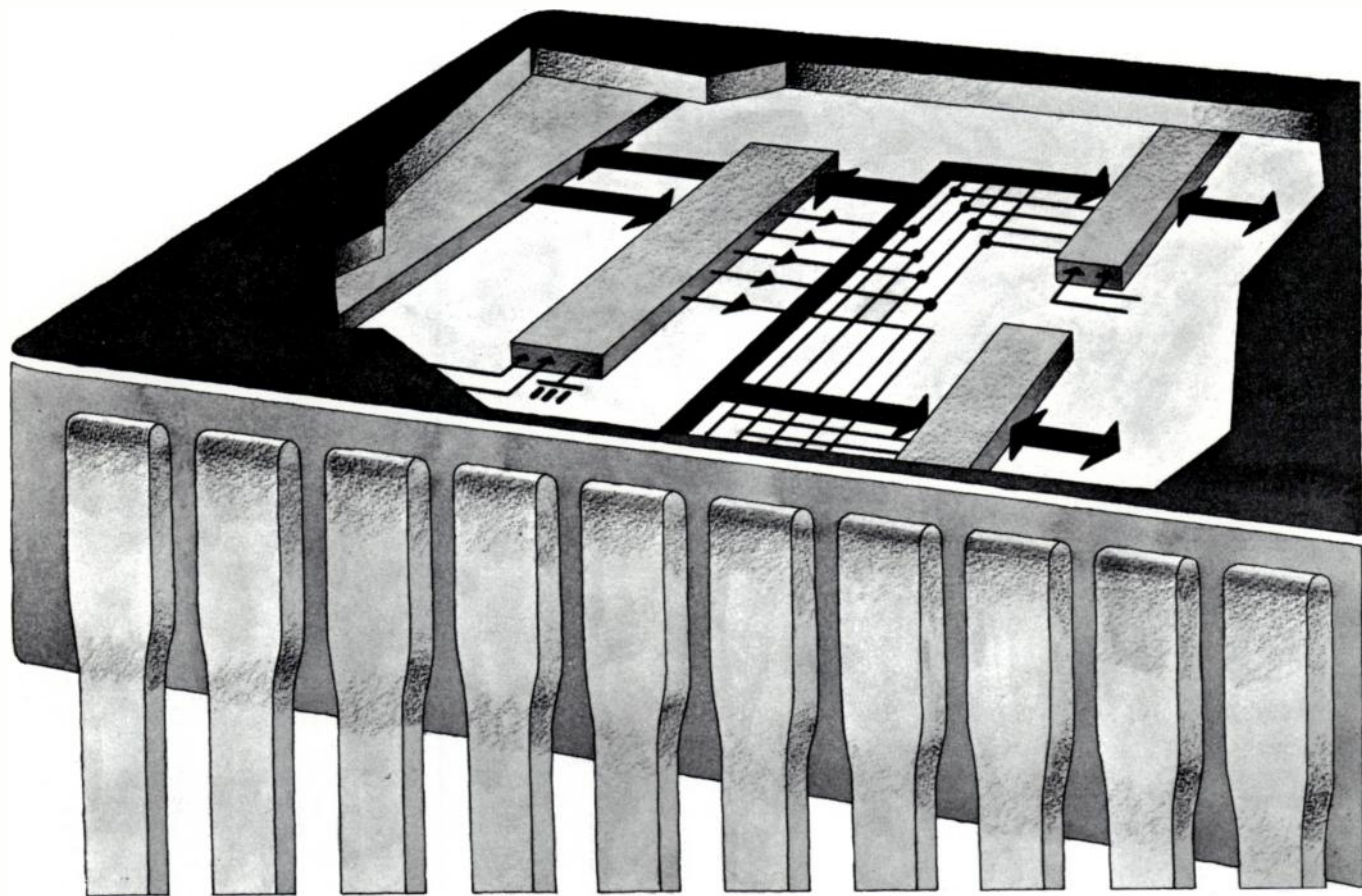
Fonction : _____ Tél : _____

Adresse : _____

Ville : _____

Intéressé par : TV 450 ☐ TV 100 ☐ Autre ☐

Si vous pensez microprocesseurs...



LE 2650 (8 BITS, CANAL N) EST ECONOMIQUE ET LE PLUS FACILE A UTILISER

ÉCONOMIQUE

- alimentation unique + 5 V
- horloge simple : circuit RC
- mise en œuvre aisée : logique statique.
- mémoire de programme optimisée
- E/S séries très économiques
- composants d'environnement standard.

FACILE A UTILISER

- alimentation unique + 5 V
- horloge 1 phase et E/S TTL
- logique statique
- séquençement simple
- instructions puissantes et complètes
- support logiciel adapté à chaque étape du développement

Les Laboratoires d'Applications de R.T.C. vous guideront vers la solution optimale.



R.T.C. LA RADITECHNIQUE-COMPELEC 130, av. Ledru-Rollin 75540 Paris, Cedex 11, tél 355.44.99 (poste 640)

Service Lecteur : inscrivez le n° 524.

L'automatisation des mesures sur les composants :

l'expérience d'un laboratoire d'essais ⁽¹⁾

COMPOSANTS

L'onde électrique
1977, vol. 57, n° 5
pp. 361-364

par **C. LECLERCQ ***,

Chef de Service au LCIE.



LCIE, 33, avenue du Général-
Leclerc, 92260 Fontenay-aux-Roses
(tél. 642.28.20).

Le Laboratoire Central des Industries Électriques est un important laboratoire français d'étude et d'essais qui a acquis une grande expérience notamment dans les

systèmes de mesure automatique sur composants électroniques et électromécaniques.

1. INTRODUCTION

L'expérience acquise au LCIE dans le domaine des mesures de composants électroniques est relativement importante, d'une part parce que certaines des mesures sont effectuées systématiquement depuis 1954 (date de la création d'un service spécialisé) et, d'autre part, du fait de la diversité des composants essayés et des cahiers des charges utilisés.

L'examen des travaux réalisés depuis cette époque sur les composants permet de situer les domaines de précision utiles et par conséquent les types d'appareils nécessaires.

Les informations tirées de notre expérience pourront être intéressantes au niveau du contrôle du composant en laboratoire mais seront sans doute à moduler dans le cas du contrôle en cours ou en fin de fabrication lorsque les précisions nécessaires seront plus faibles et lorsque le nombre de composants d'un même type à mesurer est plus important (exemple : contrôle statistique sur une production de masse). En effet, il n'est pas évident qu'un système permettant de mesurer quelques dizaines ou quelques centaines de composants par unité de temps puisse convenir lorsque les quantités sont 100, 1 000 fois plus importantes pour une même unité de temps.

2. HISTORIQUE

Nous avons cherché dès 1964 à automatiser au maximum les mesures de composants électroniques et dès cette époque, nous nous sommes rendu compte que les problèmes se poseraient surtout dans le domaine des composants passifs.

Notre premier travail a consisté à rechercher sur le marché des appareils de mesure automatique répondant aux exigences des spécifications en vigueur (CCTU à l'époque) et l'inventaire a été vite fait : on ne trouvait que des ohmmètres automatiques, voltmètres et fréquencesmètres. Depuis cette époque, on a pu constater une certaine amélioration mais nous verrons plus loin, en examinant la liste des composants et des types de mesure par composant, qu'on est loin de pouvoir automatiser l'ensemble des mesures à l'heure actuelle.

3. POSITION DU PROBLÈME

Pour un laboratoire d'essais de composants électroniques qui étudie ou vérifie le comportement des composants soumis à des contraintes climatiques et mécaniques, une chaîne de mesure automatique doit posséder les éléments suivants :

- des commutateurs automatiques ;
- des appareils de mesure ;
- des dispositifs d'acquisition et de traitement des données.

En ce qui concerne les derniers matériels, il est nécessaire d'avoir en mémoire que les résultats de mesure à comparer sont acquis à des intervalles de temps compris entre quelques minutes et plusieurs mois. Ces problèmes peuvent être résolus avec les moyens dont on dispose actuellement.

La difficulté se situe au niveau des commutateurs et des appareils de mesure.

La diversité des mesures et des composants ne permettait pas d'envisager une station de mesure entièrement automatique applicable à tout ; par ailleurs cette opération risque de conduire à la paralysie du laboratoire en cas d'incident. Il semblait préférable de s'orienter vers une série d'appareils de mesure permettant d'obtenir les résultats automatiquement. Il n'était pas

(1) Article reçu le 14 septembre 1976.

* Membre de la SEE.

question de penser aux commutateurs tant que le problème des mesures n'était pas résolu.

Nous allons donc faire un rapide inventaire des mesures que l'on peut automatiser à partir des matériels de mesure existants.

4. ANALYSE DES MESURES POUVANT ÊTRE AUTOMATISÉES

Nous pensons qu'il n'est pas inutile de rappeler que nous prenons pour base d'étude le problème à un niveau de métrologie correspondant à une mesure industrielle permettant de détecter des dérives de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-2} selon les types de mesure et de composant en tenant compte de la nécessité pour l'appareil de mesure de donner un résultat chiffré et non pas un résultat par bon ou mauvais. Certains contrôles de composants peuvent être automatisés assez facilement si l'on n'a pas besoin d'un résultat chiffré, par exemple si l'on estime suffisant de trouver un résultat bon ou mauvais par rapport à une valeur de consigne associée à des tolérances. Cet exposé ne traite que du cas de la valeur du résultat obtenue automatiquement.

Les caractéristiques générales d'un appareil automatique seront les suivantes :

- choix automatique de la gamme;
- sortie du résultat sous forme codée par exemple, y compris la position de la virgule, c'est-à-dire l'unité;
- pouvoir satisfaire aux exigences du cahier des charges concernant les différentes conditions de mesure.

On considère, dans l'approche faite ici, qu'un appareil répond aux besoins si ses caractéristiques permettent de donner un chiffre significatif supplémentaire à celui requis pour le résultat de la mesure.

Nous aurons l'occasion de montrer que, dans certains cas, le problème semble résolu alors que, en regardant

en détail les conditions de mesure, on constate que les exigences de la norme ne sont pas respectées. En conséquence, nous serons dans certains cas conduits à entrer dans le détail des mesures.

Nous allons maintenant passer en revue les problèmes posés par chacun des composants.

4.1. Résistances

La valeur d'une résistance peut être mesurée avec des appareils automatiques et on peut considérer qu'actuellement on possède la solution pour ce composant. On notera toutefois que dans des cas particuliers il est nécessaire d'appliquer pour la mesure une certaine tension aux bornes de la résistance et que les appareils automatiques ne permettent pas toujours le réglage de cette tension.

4.2. Condensateurs

La mesure de la capacité et de la tangente de l'angle de pertes doit être effectuée à des fréquences qui dépendent de la valeur de la capacité. Quatre fréquences différentes sont prescrites dans les cahiers des charges : 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz et 1 MHz, pour les mesures les plus courantes. Les normes évoluent : par exemple, il y a quelques années, les mesures à 100 Hz étaient réservées à des condensateurs ayant des pertes relativement élevées (supérieures à 10^{-3}). A l'heure actuelle, des condensateurs à film plastique ayant des tangentes de l'angle de pertes de l'ordre de 10^{-4} et des capacités supérieures à 1 μF doivent être mesurés à cette fréquence.

Le tableau I donne les limites des valeurs que l'on doit mesurer et celles que l'on est capable de mesurer actuellement avec des équipements automatiques répondant à la définition donnée au chapitre 3.

TABLEAU I

Fréquence	Capacité à mesurer	Capacité mesurable	tg δ à mesurer	tg δ mesurable
50 ou 100 Hz	1 μF à 1 F	1 μF à 1 F	10^{-4} à 1	10^{-3} à 1
1 kHz	10 pF à 100 μF	10 pF à 1 000 μF	10^{-5} à 10^{-1}	10^{-4} à 10^{-1}
10 kHz	1 pF à 1 μF	—	10^{-4} à 10^{-1}	—
1 MHz	0,01 à 1 000 pF	0,01 à 1 000 pF	10^{-4} à 10^{-1}	10^{-4} à 10^{-1}

L'examen de ce tableau permet de constater que la mesure automatique de la capacité est pratiquement au point, par contre ce n'est pas le cas pour les mesures de tangente de l'angle de pertes, sauf les mesures à 1 MHz. La sensibilité et la précision des appareils existants devraient être augmentées d'une puissance de 10 au moins.

La caractérisation des condensateurs comporte d'autres mesures. Ce sont par exemple les mesures de courant de fuite (10^{-3} à 10^{-9} A) et de résistance d'isolement (10^6 à 10^{14} Ω). Les premières peuvent être réalisées avec des appareils automatiques, par contre la mesure de résistance d'isolement n'est pas actuellement auto-

matisée. Signalons qu'elle ne peut pas être assimilée à celle d'une résistance de valeur élevée : les caractéristiques techniques d'un appareil automatique devraient être les suivantes :

- tension de mesure variable entre 0 et 100 V; au delà il devrait posséder un certain nombre de valeurs de tension;
- un circuit de garde accessible de l'extérieur;
- 7 gammes de mesure : 10^6 à 10^{12} Ω (éventuellement 10^{14} Ω);
- une précision de l'ordre de 10 %;
- une impédance d'entrée aussi faible que possible;
- une sortie codée du résultat, y compris la gamme.

Rappelons que la mesure de la résistance d'isolement s'effectue après 1 ou 2 mn de mise sous tension du composant. Ce temps ne peut en aucun cas être réduit. La mesure doit pouvoir être effectuée sur des condensateurs de 50 μF ; enfin, aucune coupure de circuit ne doit intervenir au cours d'un changement de gamme de mesure ou pendant le transfert de la position charge à la position mesure.

4.3. Inductances

La mesure des inductances nécessite la détermination de deux paramètres : la valeur de l'inductance et celle du facteur de surtension. Ces deux paramètres sont souvent déterminés à des fréquences différentes, 1 000 Hz pour le premier et une fréquence variable pour le second. D'autres paramètres doivent aussi être mesurés pour certains types d'inductances (par exemple la désaccommodation dans le cas des ferrites).

La mesure automatique de l'inductance peut être considérée comme résolue; en effet, il existe des ponts automatiques de mesure à 1 kHz dans la gamme 1 μH à 1 H environ. On notera cependant que le réglage de la tension appliquée aux bornes de l'inductance n'est pas toujours prévu et que des phénomènes de non-linéarité peuvent apparaître lorsqu'on travaille à saturation.

Par contre la mesure du facteur de surtension ne peut pas être réalisée avec les équipements automatiques commercialisés.

4.4. Composants électromécaniques

Nous avons groupé sous cette rubrique les composants nécessitant une mesure de résistance de contact (relais, commutateurs, connecteurs).

Les conditions de mesure nécessitent la définition de 3 paramètres :

- la fréquence de mesure;
- la valeur du courant traversant le contact;
- la valeur de la force électromotrice de la source;

ce sera par conséquent la tension maximale aux bornes du contact non établi *électriquement*.

Le tableau II ci-après donne des exemples de valeurs de ces paramètres que l'on rencontre dans les normes ou cahiers des charges.

TABLEAU II

Fréquence	f.e.m.	Courant
1 kHz ou continu	2 à 6 V	Ordre de l'ampère ou moins
1 kHz ou continu	50 mV	10 mA
1 kHz ou continu	20 mV	50 mA

L'automatisation des mesures avec le premier groupe de paramètres est facilement réalisable; par contre il n'existe pas à notre connaissance d'équipement

permettant d'effectuer les mesures avec les deux autres groupes. Les tensions 50 ou 20 mV ne doivent en aucun cas être dépassées aux bornes des éléments de contact même si celui-ci n'est pas établi.

4.5. Semiconducteurs. Circuits intégrés

Les problèmes de l'automatisation des mesures des composants actifs sont pratiquement résolus, tout au moins en ce qui concerne les composants classiques. Il existe en effet un très grand nombre d'équipements permettant d'effectuer les mesures avec un automatisme plus ou moins grand.

Les mesures des circuits intégrés complexes ou à moyenne et haute intégration sont par contre encore en cours d'étude. D'autres exposés feront le point sur ces sujets au cours de cette journée; nous n'y reviendrons pas.

5. PROBLÈMES ANNEXES

Les problèmes que l'on rencontre dans l'automatisation des mesures ne se limitent pas à la disponibilité des appareils de mesure.

Par exemple, lorsque la mise au point est faite pour une mesure la tentation est grande d'augmenter les cadences : on risque alors de se trouver en face de problèmes difficiles posés par la vitesse de mesure (ils seront traités par ailleurs).

Nous n'avons pas évoqué le problème des mesures automatiques de composants placés dans des conditions climatiques (par exemple : température). Il n'est pas, dans de nombreux cas, résolu et serait simplifié si l'appareil de mesure permettait d'effectuer les mesures à distance, c'est-à-dire si l'on pouvait relier le composant à l'appareil de mesure par des câbles sans que le résultat soit modifié; ce qui n'est pas toujours réalisable.

Les problèmes de la calibration sont dans l'ensemble les mêmes que pour les appareils à commande manuelle. Pour les composants passifs, en particulier, nous estimons que lorsque le problème est résolu pour un appareil manuel, il l'est pour un équipement automatique si l'on a la possibilité d'insérer un composant étalon au moment où la calibration doit être faite. Il est délicat de rendre cette calibration automatique et des problèmes pourraient se présenter si l'appareil de mesure n'était pas conçu de façon appropriée. On notera que dans la pratique on est conduit à vérifier les appareils automatiques plus fréquemment que les appareils manuels pour deux raisons essentielles (en dehors du fait que, *a priori*, les appareils automatiques sont peut-être moins fiables ou même fidèles) : premièrement parce que l'on effectue beaucoup plus de mesures (en général) par unité de temps et qu'il est souhaitable de ne pas augmenter l'intervalle entre deux calibrations compté en nombre de mesures et deuxièmement parce que ces équipements fonctionnant seuls, les anomalies ne sont pas détectées rapidement par l'opérateur comme pour les appareils manuels.

6. CONCLUSIONS

Comme nous venons de le montrer, le problème de la mesure automatique, en particulier des composants passifs, est loin d'être résolu dans tous les cas. Il est étonnant de constater par exemple qu'actuellement la mesure de la résistance d'isolement selon le type de condensateurs demande un peu plus d'une ou de deux minutes de travail à un opérateur, c'est-à-dire que son prix de revient est de l'ordre du franc. Certes, les condensateurs ne sont pas mesurés à 100 %, mais même avec un prélèvement du niveau II sur un lot de 1 000 pièces (soit 80 pièces prélevées) le coût de l'opération rapporté à un condensateur est de l'ordre de 8 centimes. On est étonné dans ces conditions de ne pas trouver sur le marché d'appareils de mesure automatique; on peut supposer que la cause en est que la solution technique est trop complexe à mettre en œuvre pour un prix abordable. Il ne semble pas que la mesure automatique de tous les composants puisse être mise en place dans un avenir proche compte tenu de la complexité de la réalisation au début de la chaîne de mesure, c'est-à-dire au niveau de l'appareil de mesure lui-même, dans les conditions de mesure actuelles décrites dans les cahiers des charges ou normes.

RÉSUMÉ

Les problèmes techniques posés par la mesure automatique sont relativement complexes pour les laboratoires qui ont une grande diversité de produits à mesurer.

Les appareils de mesure automatique commercialisés sont très loin de couvrir l'ensemble des mesures. D'un composant à un autre, les problèmes sont très différents. Ils sont en partie résolus pour les composants actifs mais il n'en est pas de même pour les composants passifs.

L'organisation d'une centrale de mesure automatique aurait présenté, il y a dix ans, beaucoup de difficultés; à l'heure actuelle, le problème est plus simple à résoudre au niveau du processeur; par contre, l'évolution dans le domaine de l'acquisition du résultat est très lente. Il ne semble pas que certaines mesures puissent être effectuées automatiquement dans un avenir proche. Des exemples sont donnés pour plusieurs types de composants.

SUMMARY

Information got from the experience of a testing laboratory and applications. Future prospects. Survey of some types of components,

by C. LECLERCQ (LCIE).

A laboratory which has to test a large diversity of products must find answer to a large diversity of technical problems about automatic measurements.

The automatic equipments which are now available, do not cover all the measurements. For each type of components the problems are specific. Some of those concerning active components have got a solution, but it is quite different for passive components.

The setting up of an automatic measuring system would have been very difficult ten years ago. To-day, it is easier for the matters related to the computer, but the methods about the data processing have not improved very much. It looks likely that some types of measurements are not ready to be automatized very soon.

Examples are given for several types of components.

Établissement d'un modèle⁽¹⁾ de phototransistor

COMPOSANTS

L'onde électrique
1977, vol. 57, n° 5
pp. 365-372

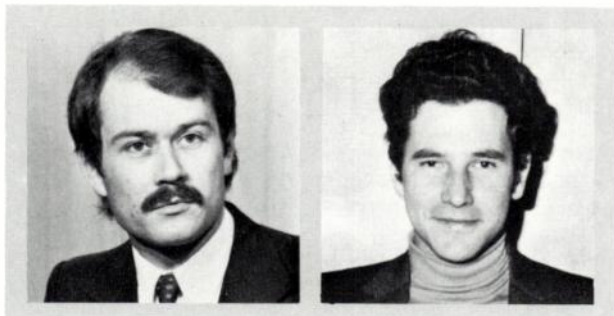
par Antoine MARTY,

Docteur de 3^e Cycle, Enseignant
au Département de Génie Électrique
de l'Institut Universitaire de Techno-
logie de Toulouse.

et Jean-Pierre BAILBE,

Attaché de Recherche au CNRS,
Laboratoire d'Automatique et d'Ana-
lyse des Systèmes du CNRS de
Toulouse.

Laboratoire d'Automatique et d'Ana-
lyse des Systèmes du CNRS, 7, ave-
nue du Colonel-Roche, 31400 Tou-
louse (tél. (61) 53.11.77).



L'opto-électronique fait actuellement l'objet d'un intérêt considérable. Pour certaines applications utilisant la lumière comme support de l'information et faisant

appel à des émetteurs de lumière à semiconducteurs, il est indispensable d'améliorer les performances de dispositifs photodétecteurs à semiconducteurs.

Notations

A_E	surface d'émetteur.
C_{TE}, C_{TC}	capacités de transition du transistor actif (jonctions EB et BC).
C_{TL}	capacité de transition de la jonction CB latérale.
D_n, D_p	constante de diffusion des électrons, des trous.
$\mathcal{E}$	champ électrique dans la base.
$\mathcal{E}_C, \mathcal{E}_s$	valeurs critiques du champ électrique.
g	taux de génération.
h_{FE}	gain statique en courant (montage « émetteur commun »).
I_B	courant continu de base.
I_B^*	courant continu dans la zone active de base.
I_C	courant continu de collecteur.
I_L	courant de recombinaison en volume.
I_R	courant de recombinaison en surface.
I_S	courant de saturation de jonction.
J	densité de courant.
L_n, L_p	longueur de diffusion des électrons, des trous.
N	concentration d'impuretés.
$\hat{n}, \hat{p}$	excès de concentration d'électrons, de trous.
n_i	densité intrinsèque.
n_s	paramètre, caractéristique de la diode de surface.
q	charge élémentaire.
Q_B	charge totale par unité de surface, due aux atomes d'impuretés ionisés de la base active.
r	rayon de l'émetteur.
S	vitesse de recombinaison en surface.
T_r	coefficient de transmission de la lame d'oxyde.
U_T	tension thermodynamique.
V	tension continue.
V_1	vitesse limite des porteurs.
W_B	épaisseur de la zone active de base.
W_C	épaisseur de la zone épitaxiale de collecteur.
W_T	épaisseur de la zone de transition de la jonction CB.
X_{JB}	profondeur de la jonction CB.
x	abscisse de position.
α	coefficient d'absorption de la lumière.
α_{NO}^*	gain intrinsèque en courant du montage « base-commune ».
β_{NO}^*	gain intrinsèque en courant du montage « émetteur-commun ».

ϵ	constante diélectrique.
Φ	flux de photons.
Φ	potentiel interne.
λ	longueur d'onde du rayonnement lumineux.
η	rendement quantique.
μ_n, μ_p	mobilité des électrons, des trous.
ρ	résistivité moyenne.
τ_n, τ_p	durée de vie des électrons, des trous.
τ	temps de transit.
ω	pulsation.

1. INTRODUCTION

Le développement rapide des émetteurs de lumière rend nécessaire l'amélioration des performances des photorécepteurs à semiconducteur. Parmi ceux-ci, le phototransistor présente des propriétés intéressantes puisqu'il remplit simultanément les fonctions de détecteur de signal lumineux et d'amplificateur. Il permet par exemple de concevoir des photocoupleurs capables d'attaquer plusieurs portes de circuits logiques. Cependant, il y a lieu de noter que le gain de sensibilité qu'il procure (par rapport à la photodiode), se fait au détriment de la rapidité de réponse.

L'optimisation d'un tel dispositif exige une analyse physique fine des mécanismes internes qui régissent son fonctionnement global. C'est dans cet esprit que nous avons mené cette étude; notre objectif était de préciser les mécanismes principaux susceptibles de limiter les performances des phototransistors et d'établir un modèle caractérisé par des paramètres rendant compte de l'influence des caractéristiques technologiques sur le comportement observé, afin de dégager quelques critères d'optimisation du compromis sensibilité-rapidité.

La modélisation des transistors bipolaires fonctionnant dans l'obscurité et la caractérisation de la génération de courant dans la jonction soumise à un rayonnement lumineux ont fait l'objet de nombreuses études. Cepen-

(1) Article initialement reçu le 13 février 1976, et dans sa forme définitive le 23 novembre 1976.

dant, la synthèse des travaux les plus récents dans ces deux domaines n'a encore jamais été effectuée en vue de parvenir à un modèle complet du phototransistor [1, 2]. En outre, il y a lieu de noter que ce dispositif présente des caractéristiques originales par rapport aux composants classiques : le faible dopage des zones de base et de collecteur, les dimensions importantes de la jonction collecteur-base, le champ électrique interne associé au profil des impuretés dans la base doivent être pris en considération.

Nous allons présenter, dans cet article, les quatre volets que comporte la modélisation du phototransistor :

- comportement électrique et modélisation d'un phototransistor fonctionnant dans l'obscurité ;
- modélisation de la photodiode collecteur-base ;
- modélisation du phototransistor, résultats expérimentaux ;
- caractérisation du fonctionnement dynamique, étude du compromis sensibilité-rapidité.

2. FONCTIONNEMENT DU PHOTOTRANSISTOR. CARACTÉRISATION ÉLECTRIQUE

Le phototransistor est un transistor bipolaire conçu de telle sorte que le courant « signal » qui alimente la région intermédiaire de base soit fourni, au moins partiellement, par effet photoélectrique.

Compte tenu de la structure particulière des phototransistors dont un schéma de principe est rappelé sur la figure 1, on peut établir un modèle de ce dispositif en tenant compte de l'effet transistor proprement dit et de tous les mécanismes physiques qui limitent ses performances [3], c'est-à-dire :

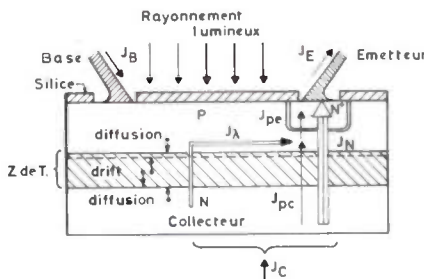


Fig. 1.

● *Haute injection dans la base.* Cet effet se manifeste lorsque la densité de courant collecteur n'est plus négligeable par rapport à une valeur critique J_{HIB} . Il a pour conséquence une modification de la caractéristique de transfert (I_C, V_{BE}) qui est alors donnée par l'équation :

$$I_C = I_1 = \frac{\alpha_{NO}^* I_{S10}}{1 + J_C/J_{HIB}} \cdot \exp\left(\frac{V_{BE}}{U_T}\right) \quad (1)$$

où
$$\alpha_{NO}^* I_{S10} = \frac{(qn_i)^2 D_{NB}}{Q_B} \quad (2)$$

et
$$J_{HIB} = \frac{4D_{NB}Q_B}{W_B^2} \quad (3)$$

● *Élargissement de la base active (quasi-saturation ou effet KIRK).* Pour caractériser de façon complète

cet effet d'élargissement de la base, il est nécessaire de préciser la densité de courant collecteur J_0 à partir de laquelle cet effet intervient, ainsi que l'épaisseur W_{CIB} de l'élargissement provoqué. Les expressions analytiques de J_0 et W_{CIB} , qui dépendent des conditions de polarisation, sont les suivantes :

$$W_{CIB} = W_C \left[1 - \frac{q\mu_0 N_{DC}}{J_C} \cdot \frac{V_{CB} + \Phi}{W_C} \right] \quad (4)$$

lorsque $J_C < qN_{DC}\mu_0\epsilon_C$

$$W_{CIB} = W_C \left[1 - \left(\frac{qN_{DC}v_l}{J_C} \right)^2 \cdot \frac{V_{CB} + \Phi}{\epsilon_s W_C} \right] \quad (5)$$

lorsque $qN_{DC}\mu_0\epsilon_C \leq J_C < qN_{DC}v_l$

$$W_{CIB} = W_C \left[1 - \frac{\epsilon_v \epsilon_s / W_C}{J_C - qN_{DC}v_l} \cdot \left\{ \left[1 + \frac{2(V_{CB} + \Phi)}{\epsilon_v \epsilon_s^2} \cdot (J_C - qN_{DC}v_l) \right]^{1/2} - 1 \right\} \right] \quad (6)$$

lorsque $J_C \geq qN_{DC}v_l$

$$J_0 = q\mu_0 N_{DC} \frac{V_{CB} + \Phi}{W_C} \quad \text{lorsque } V_{CB} + \Phi \leq \epsilon_C W_C \quad (7)$$

$$J_0 = qN_{DC}v_l \sqrt{\frac{V_{CB} + \Phi}{\epsilon_s W_C}} \quad (8)$$

lorsque $\epsilon_C W_C \leq V_{CB} + \Phi \leq \epsilon_s W_C$

$$J_0 = qN_{DC}v_l + \frac{2\epsilon_v}{W_C^2} [(V_{CB} + \Phi) - \epsilon_s W_C] \quad (9)$$

lorsque $V_{CB} + \Phi \geq \epsilon_s W_C$

Comme le mécanisme précédent, cet effet altère la caractéristique de transfert (I_C, V_{BE}) , qui devient :

$$I_C = I_1 = \frac{\alpha_{NO}^* I_{S10}}{1 + f(J_C)} \cdot \exp\left(\frac{V_{BE}}{U_T}\right) \quad (10)$$

avec :

$$\begin{cases} f(J_C) = 0 & \text{lorsque } J_C \leq J_0 \\ f(J_C) = \left(\frac{W_{CIB}}{W_C} \right)^2 \cdot \frac{J_C}{J_{BWE}} & \text{lorsque } J_C > J_0 \end{cases} \quad (11)$$

on a posé :

$$J_{BWE} = \frac{4D_{NB}Q_B}{W_C^2} \quad (12)$$

● *Défocalisation.* Contrairement aux mécanismes précédents, ce phénomène altère simultanément les caractéristiques (I_C, V_{BE}) et (I_B^*, V_{BE}) qui sont alors données par :

$$I_C = I_1 = \frac{\alpha_{NO}^* I_{S10}}{1 + \frac{I_C}{I_{ECC}}} \cdot \exp\left(\frac{V_{BE}}{U_T}\right) \quad (13)$$

$$I_B^* = \frac{(1 - \alpha_{NO}^*) I_{S10}}{1 + \frac{I_C}{I_{ECC}}} \cdot \exp\left(\frac{V_{BE}}{U_T}\right) \quad (14)$$

Le courant collecteur critique I_{ECC} a pour expression :

$$I_{ECC} = \frac{8A_F \cdot D_{PB} \cdot Q_B \cdot \beta_{NO}^*}{r^2} \quad (15)$$

● *Recombinaisons en surface et dans la zone latérale de la jonction émetteur-base.* Les phénomènes de recombinaison dans la zone passive peuvent être traduits sur le modèle par des diodes D_s et D_L qui drainent

les courants I_R et I_L , tels que [3] :

$$I_R = I_{SR} \left(\exp \frac{V_{BE}}{n_s U_T} - 1 \right) \quad (16)$$

$$I_L = I_{SL} \left(\exp \frac{V_{BE}}{U_T} - 1 \right) \quad (17)$$

• L'effet « EARLY » lié à la modulation de la largeur de base par les tensions appliquées. L'adjonction d'une source de courant I_{EE} placée entre émetteur et collecteur permet de rendre compte de ce phénomène [4] ; elle a pour expression :

$$I_{EE} = \alpha_{NO}^* I_{S10} \cdot \mu_{CO} \cdot \left(\exp \frac{V_{BE}}{U_T} - \exp \frac{V_{BC}}{U_T} \right) \cdot \frac{|V_{BC}|}{U_T} \quad (18)$$

où μ_{CO} est le facteur de réaction d'Early.

La prise en considération de l'ensemble de ces phénomènes conduit au modèle « compact » [5] représenté sur la figure 2 où :

$$I_1 = \frac{\alpha_{NO}^* I_{S10}}{1 + f(I_C)} \cdot \frac{1}{1 + \frac{I_C}{I_{ECC}}} \cdot \exp \left(\frac{V_{BE}}{U_T} \right) \text{ diode } D_E \quad (19)$$

$$I_C = I_1 + I_{EE} + I_\lambda \quad (20)$$

$$I_B = I_R^* + I_R + I_L - I_\lambda \quad (21)$$

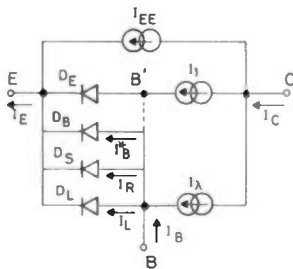


Fig. 2.

Le générateur I_λ représente les courants associés à la zone latérale de la jonction collecteur-base ; dans le cas du phototransistor, il s'agit essentiellement, en régime normal de fonctionnement, de la réponse de la photodiode latérale à l'excitation du rayonnement lumineux.

Lorsque les mécanismes précités se manifestent simultanément et interfèrent l'un l'autre, l'effet d'élargissement de base intervient lorsque le courant collecteur I_C est supérieur à un nouveau courant critique I_{OCC} donné par la relation :

$$I_{OCC} = \frac{1}{2} [\sqrt{I_{ECC}^2 + 4I_0 \cdot I_{ECC}} - I_{ECC}] \quad (22)$$

$f(I_C)$ s'écrit :

$$f(I_C) = \frac{I_C}{I_{HIB}} \cdot \left(1 + \frac{I_C}{I_{ECC}} \right) \text{ lorsque } I_C \leq I_{OCC} \quad (23)$$

$$f(I_C) = \frac{I}{I_{HIB}} \cdot \left(1 + \frac{I_C}{I_{ECC}} \right) + \frac{I_C}{I_{BWE}} \cdot \left(1 + \frac{I_C}{I_{ECC}} \right) \cdot \left[1 - \frac{I_0}{I_C \left(1 + \frac{I}{I_{ECC}} \right)} \right]^2 + 2I_C \left(1 + \frac{I_C}{I_{ECC}} \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{I_{HIB} \cdot I_{BWE}}} \cdot \left[1 - \frac{I_0}{I_C \left(1 + \frac{I_C}{I_{ECC}} \right)} \right] \quad (24)$$

lorsque $I_C > I_{OCC}$.

A partir du modèle représenté, sur la figure 2, nous avons établi l'expression analytique complète donnant les variations du gain en courant h_{FE} du transistor en régime de fonctionnement normal dans le montage émetteur-commun, en fonction du courant de polarisation I_C , on trouve :

$$\frac{1}{h_{FE}} = \frac{I_B + I_\lambda}{I_C} = \frac{1 + f(I_C)}{\beta_{NO}^*} + I_{SR} \left\{ \frac{\left(1 + \frac{I_C}{I_{ECC}} \right) (1 + f(I_C))}{\alpha_{NO}^* I_{S10}} \right\}^{1/n_s} \cdot I_C^{\frac{1-n_s}{n_s}} + \frac{I_{SL}}{\alpha_{NO}^* I_{S10}} \cdot \left(1 + \frac{I_C}{I_{ECC}} \right) [1 + f(I_C)] \quad (25)$$

Nous avons reporté sur la figure 3 un exemple de courbe de gain $h_{FE}(I_C)$ mesurée sur un phototransistor affecté simultanément par les phénomènes d'élargissement de la base active et de défocalisation. Les caractéristiques technologiques et électriques de ce dispositif sont reportées sur le tableau 1.

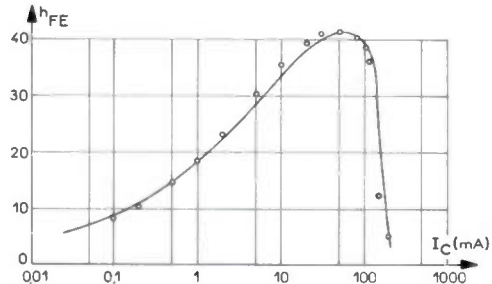


Fig. 3. — Phototransistor MNE 52 N° 2 :

— Courbe expérimentale.
○ Points théoriques.
 $V_{CB} = 0,6 \text{ V}$.

TABLEAU 1

Type	MNE 52 N° 2
ρ_C	1,54 $\Omega \cdot \text{cm}$
W_C	6,5 μm
A_E	25 400 μm^2
$\alpha_{NO}^* I_{S10}$	0,169 $\cdot 10^{-13} \text{ A}$
I_{SR}	2,26 $\cdot 10^{-11} \text{ A}$
N_s	1,716
β_{NO}^*	110
Q_B	1,13 $\cdot 10^{-6} \text{ C/cm}^2$
I_{ECC}	36,4 mA
I_{HIB}	1 860 mA
I_{BWE}	77,5 mA
pour V_{CB}	0,6 V
I_0	429,8 mA
I_{OCC}	109,2 mA

Nous avons calculé les valeurs théoriques de $h_{FE}(I_C)$ déduites de la relation 25. La bonne concordance avec les valeurs expérimentales permet de juger de la qualité de la simulation obtenue.

3. MODÈLE DE LA PHOTODIODE COLLECTEUR-BASE

L'étude des photocourants engendrés dans la photodiode collecteur-base soumise à un rayonnement

lumineux peut être conduite en distinguant quatre zones (fig. 4) :

- oxyde de protection;
- zone neutre de base;
- zone de transition;
- zone neutre de collecteur.

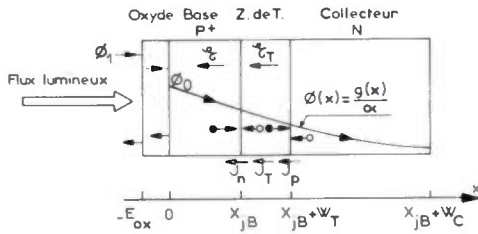


Fig. 4.

La variation spatiale du taux de génération est exprimée par la relation couramment admise :

$$g(x) = \alpha \Phi_0 \cdot \exp(-\alpha x) \quad (26)$$

dans laquelle α représente le coefficient d'absorption du silicium; pour ce qui est de la variation de ce coefficient avec l'énergie des photons incidents, nous avons repris les résultats déjà publiés par d'autres auteurs [6].

a) *Région P de base.* La présence dans la base d'un champ interne $\mathcal{E}$ — que nous considérons constant — dû au profil de dopage en impuretés, conduit à écrire l'équation de continuité suivante :

$$\frac{d^2 \hat{n}(x)}{dx^2} + \frac{\xi}{X_{jB}} \cdot \frac{d\hat{n}(x)}{dx} - \frac{\hat{n}(x)}{D_n \tau_n} = -\alpha \cdot \frac{\Phi_0}{D_n} \cdot e^{-\alpha x} \quad (27)$$

où :

$$\xi = \frac{X_{jB}}{U_T} \cdot \mathcal{E} \quad (28)$$

Deux conditions aux limites sont nécessaires pour déterminer les constantes d'intégration. Nous tiendrons compte de ce que :

1) Il existe un courant de recombinaison en surface, qui obéit à l'équation : $J_n(0) = qn(0)S$ où S représente la vitesse de recombinaison en surface.

2) La jonction étant polarisée en inverse, la relation de Boltzmann nous permet d'écrire :

$$n(X_{jB}) \simeq 0$$

Le calcul du courant photonique induit dans la région P au point d'abscisse X_{jB} conduit à la relation :

$$J_{nB} = \frac{-q\alpha\Phi_0}{\alpha^2 - \frac{\xi\alpha}{X_{jB}} - \frac{1}{L_n^2}} \left\{ \left[\left(\gamma + \frac{\xi}{2X_{jB}} \right) \left(s - \gamma - \frac{\xi}{2X_{jB}} \right) e^{-\gamma X_{jB}} + \left(\gamma - \frac{\xi}{2X_{jB}} \right) \left(s + \gamma - \frac{\xi}{2X_{jB}} \right) e^{\gamma X_{jB}} \right] e^{-\alpha X_{jB}} \right. \\ \left. - \frac{\left(\frac{\xi}{X_{jB}} - 2s \right) \text{sh } \gamma X_{jB} - 2\gamma \text{ch } \gamma X_{jB}}{2\gamma e^{-\xi/2} \cdot \left(s - \frac{\xi}{X_{jB}} + \alpha \right)} - \alpha e^{-\alpha X_{jB}} \right\} \quad (29)$$

où s et γ sont des paramètres réduits définis par :

$$s = \frac{S}{D_n} \quad (30) \quad \text{et} \quad \gamma = \sqrt{\frac{\xi^2}{4X_{jB}^2} + \frac{1}{L_n^2}} \quad (31)$$

b) *Région N de collecteur.* La répartition des trous minoritaires dans cette région généralement uniformément dopée, obéit à l'équation de continuité :

$$\frac{d^2 \hat{p}}{dx^2} - \frac{\hat{p}}{L_p^2} = -\frac{\alpha \Phi_0}{D_p} \cdot e^{-\alpha x} \quad (32)$$

Les deux conditions aux limites qui doivent être satisfaites sont :

1) En $x = X_{jB} + W_T$ la concentration des trous est donnée par la relation de Boltzmann.

$$p(X_{jB} + W_T) \simeq 0 \quad (33)$$

2) En $x = X_{jB} + W_C$, nous supposons que la vitesse de recombinaison, en ce point, est très élevée, de telle sorte que la concentration des porteurs minoritaires est pratiquement celle d'équilibre. Cette hypothèse est généralement admise lorsqu'il s'agit d'un contact ohmique; dans le cas d'une interface N — N⁺, on peut montrer qu'elle est également légitime.

Dans ces conditions, la composante de courant photonique induit dans la région N de collecteur au point d'abscisse $X_{jB} + W_T$ s'écrit :

$$J_{pC} = \frac{q\alpha\Phi_0}{\alpha^2 - \frac{1}{L_p^2}} \left\{ \frac{e^{-\frac{W_C - W_T}{L_p}} - e^{-\alpha(W_C - W_T)}}{L_p \text{sh} \left(\frac{W_C - W_T}{L_p} \right)} - \left(\frac{1}{L_p} + \alpha \right) \cdot e^{-\alpha(X_{jB} + W_T)} \right\} \quad (34)$$

c) *Zone de transition.* Si nous supposons que la zone de transition n'est pas le siège de phénomènes de recombinaison et de piégeage [7], le courant de « drift » est donné par la relation :

$$J_T = -q \int_{X_{jB}}^{X_{jB} + W_T} g(x) dx \quad (35)$$

soit :

$$J_T = -q\Phi_0 \cdot e^{-\alpha X_{jB}} \cdot [1 - e^{-\alpha W_T}] \quad (36)$$

d) *Couche d'oxyde superficielle.* Φ_0 représente le flux de photons transmis à la surface de la photodiode. Il ne représente en fait qu'une fraction du flux incident Φ_1 ; on peut écrire la relation :

$$\Phi_0 = |T_r| \Phi_1 \quad (37)$$

où $|T_r|$ désigne le facteur de transmission de la lame de silice déposée sur le silicium et est donné par [8] :

$$|T_r| = \frac{4n_0}{\left(n_1 + \frac{n_0}{n_1} \right)^2 + \cos^2 \left(\frac{2\pi}{\lambda} E_{ox} \right)} \cdot \left[(1 + n_0)^2 - \left(n_1 + \frac{n_0}{n_1} \right)^2 \right] \quad (38)$$

Ce facteur de transmission dépend de l'épaisseur de la lame E_{OX} , de la longueur d'onde λ du faisceau lumineux incident et des indices de réfraction de la silice n_1 et du silicium n_0 qui eux-mêmes varient avec la longueur d'onde.

e) *Rendement quantique global de la photodiode.* Nous pouvons exprimer le rendement quantique global défini par le rapport entre le nombre de porteurs collectés qui induisent un courant dans le circuit extérieur (courant de base), et le nombre de photons incidents sur le photodétecteur. On aboutit à l'expression suivante :

$$\eta_\lambda = \frac{|J|/q}{\Phi_1} = \frac{|J_{nB} + J_{pC} + J_T|}{q\Phi_0} \cdot |T_r| \quad (39)$$

rendement de la zone active du dispositif

que l'on peut mettre sous la forme :

$$\eta_\lambda = (\eta_B + \eta_C + \eta_T) \cdot |T_r| \quad (40)$$

η_B , η_C et η_T désignent respectivement les rendements des zones de base, de collecteur et de transition.

4. MODÉLISATION DU PHOTOTRANSISTOR. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Au moyen d'une série de différents types de phototransistors spécifiquement réalisés pour la présente étude, nous avons tout d'abord vérifié que le modèle rendait bien compte de l'influence :

- des variations de profondeur de jonction ;
- des caractéristiques de la zone de collecteur (épaisseur et résistivité) ;
- de l'épaisseur de la couche d'oxyde de protection ;
- des conditions de polarisation.

A titre d'illustration, la figure 5 donne deux exemples de résultats obtenus.

Il ressort que le modèle théorique traduit correctement le comportement observé expérimentalement ; ainsi, les valeurs de $\eta(\alpha)$ sont d'autant plus élevées que la profondeur de la jonction est faible (fig. 5a) ; il est aisé de remarquer qu'à X_{JB} à peu près constant, le rendement quantique croît avec W_C tant que W_C reste inférieur ou égal à L_p (fig. 5b).

Nous avons ensuite étudié expérimentalement l'influence des phénomènes de recombinaison en surface et comparé les résultats obtenus à ceux fournis par le modèle théorique. Pour ce faire, nous avons irradié plusieurs dispositifs aux rayons X, rayonnement ionisant dont on sait que la seule influence sur les composants à structure planar est une modification des propriétés de surface. Nous avons observé une importante altération de la courbe de réponse spectrale des photodiodes dans le domaine des longueurs d'ondes courtes ; cette altération a pu être interprétée comme résultant d'une modification de la vitesse de recombinaison en surface, les autres paramètres du modèle restant inchangés (fig. 6). La bonne concordance obtenue confirme le bien fondé de l'interprétation proposée.

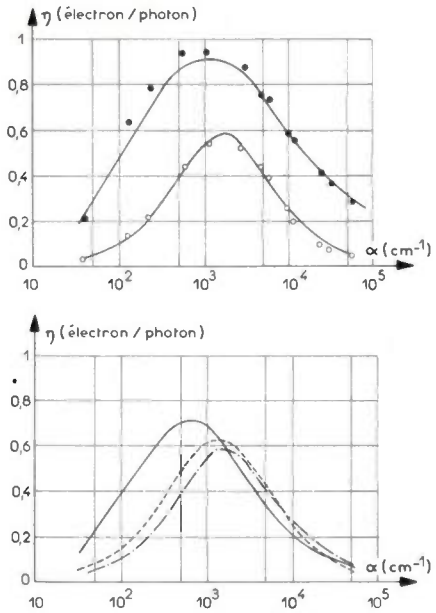


Fig. 5.

a) BP 1.2.7. N° 1 :

○ Expérience.

— Théorie : $X_{JB} = 8,3 \mu m$, $W_C = 7,77 \mu m$.

$W_T = 3,43 \mu m$, $s = 3,59 \cdot 10^8 cm^{-1}$, $L_N = 9,22 \mu m$.

$\mathcal{E} = 100 V/cm$, $L_p = 131 \mu m$.

BP 1.5.19. N° 2 :

● Expérience.

— Théorie : $X_{JB} = 1,55 \mu m$, $W_C = 172 \mu m$.

$W_T = 6,62 \mu m$, $s = 1,97 \cdot 10^4 cm^{-1}$, $L_N = 2,18 \mu m$.

$\mathcal{E} = 17,2 V/cm$, $L_p = 220 \mu m$.

b) — BP 1.5.19. N° 1, $W_C = 150 \mu m$.

--- BP 1.3.12. N° 1, $W_C = 18 \mu m$.

— BP 1.2.7. N° 1, $W_C = 7,77 \mu m$.

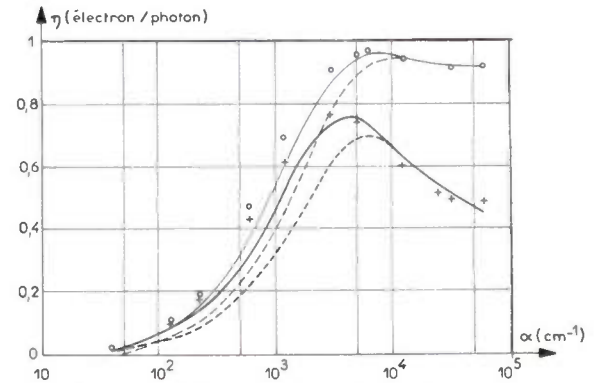


Fig. 6. — Phototransistor MNE 101 N° 2 :

○ Expérience avant irradiation
— Théorie avant irradiation
--- η_B théorique avant irradiation

$s_{Av.L.} = 1,01 \cdot 10^3 cm^{-1}$

+ Expérience après irradiation
--- Théorie après irradiation
--- η_B théorique après irradiation

$s_{Ap.L.} = 1,9 \cdot 10^4 cm^{-1}$

$X_{JB} = 5,2 \mu m$,

$W_C = 4 \mu m$,

$W_T = 0,837 \mu m$.

$L_N = 15 \mu m$,

$\mathcal{E} = 310 V/cm$,

$L_p = 76 \mu m$.

Par ailleurs, le modèle électrique du transistor et le modèle de la photodiode collecteur-base, décrits dans les paragraphes précédents, ont été couplés au moyen du programme de résolution de circuits IMAG II [9] de manière à simuler le comportement global du phototransistor. Nous ne reviendrons pas dans ce paragraphe, sur les différents montages expérimentaux mis en œuvre pour caractériser les transistors bipolaires : les techniques de mesures correspondantes ont, en effet, été décrites de façon détaillée dans diverses publications [4, 5, 10].

La figure 7 représente le relevé expérimental, pour deux valeurs de longueur d'onde, du réseau de caractéristiques de sortie d'un phototransistor (le paramètre du réseau est le flux de photons caractérisant le faisceau lumineux incident). Les points théoriques, déterminés par le programme de simulation, sont rapportés sur ces courbes et permettent de juger de la très bonne concordance obtenue.

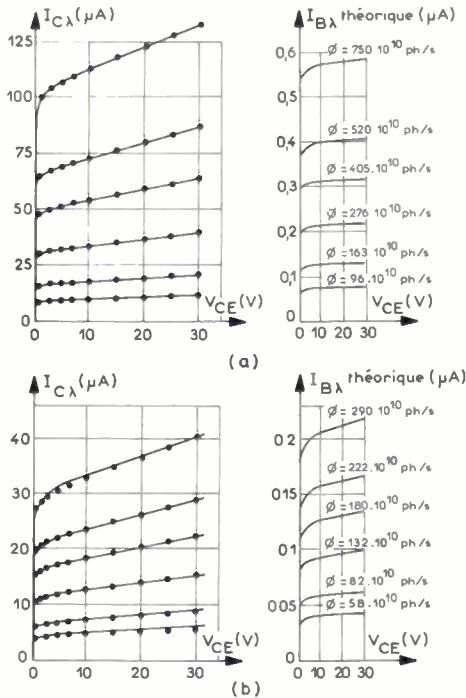


Fig. 7. — Phototransistor LS BP 19.7 N° 2 :

— Courbes expérimentales.
● Points théoriques.

a) $\lambda = 657 \mu\text{m}$.
b) $\lambda = 852 \mu\text{m}$.

5. CARACTÉRISATION DU FONCTIONNEMENT DYNAMIQUE

5.1. Réponse en fréquence d'une photodiode

Pour étudier le comportement dynamique, nous avons tout d'abord établi un modèle dynamique original de la photodiode collecteur-base tenant compte des mécanismes suivants :

- loi d'absorption du flux lumineux en fonction de la distance ;
- présence d'un champ interne dans la base ;
- existence de recombinaisons en surface.

L'hypothèse de superposition de l'état continu et de l'état dynamique, nous permet d'écrire la concentration des électrons minoritaires dans la base de type P, sous la forme :

$$\hat{n}(x) = n(x) + \tilde{n}(x) \cdot e^{j\omega t} \quad (41)$$

où n désigne l'excès de concentration continu par rapport à l'équilibre thermodynamique et $\tilde{n}$ désigne l'excès de concentration alternatif.

L'équation de continuité s'écrit :

$$\text{div } J_n - q \left(\frac{\partial \hat{n}}{\partial t} + \frac{\hat{n}}{\tau_n} + g \right) = 0 \quad (42)$$

où :

$$g = (\bar{\Phi}_0 + \tilde{\Phi}_0 \cdot e^{j\omega t}) \cdot \alpha \cdot e^{-\alpha x} \quad (43)$$

Compte tenu des conditions aux limites précisées au paragraphe III, qui restent valables pour le régime de fonctionnement dynamique, la composante du courant de diffusion dans la zone quasi-neutre de base s'écrit :

$$\tilde{J}_{nB} = \frac{-q\alpha\tilde{\Phi}_0}{\alpha^2 - \frac{\xi\alpha}{X_{JB}} \frac{1 + j\omega\tau_n}{L_N^2}} \left\{ \left[\left(\tilde{\gamma} + \frac{\xi}{2X_{JB}} \right) \left(s - \tilde{\gamma} - \frac{\xi}{2X_{JB}} \right) e^{-\tilde{\gamma}X_{JB}} + \left(\tilde{\gamma} - \frac{\xi}{2X_{JB}} \right) \left(s + \tilde{\gamma} - \frac{\xi}{2X_{JB}} \right) e^{\tilde{\gamma}X_{JB}} \right] e^{-\alpha X_{JB}} \right. \\ \left. - \frac{\left(\frac{\xi}{X_{JB}} - 2s \right) \text{sh } \tilde{\gamma}X_{JB} - 2\tilde{\gamma} \text{ch } \tilde{\gamma}X_{JB}}{2\tilde{\gamma}e^{-\xi/2} \cdot \left(s - \frac{\xi}{X_{JB}} + \alpha \right)} - \frac{\left(\frac{\xi}{X_{JB}} - 2s \right) \text{sh } \tilde{\gamma}X_{JB} - 2\tilde{\gamma} \text{ch } \tilde{\gamma}X_{JB}}{\alpha e^{-\alpha X_{JB}}} \right\} \quad (44)$$

où :

$$\tilde{\gamma} = \sqrt{\frac{\xi^2}{4X_{JB}^2} + \frac{1 + j\omega\tau_n}{L_N^2}} \quad (45)$$

De la même manière, le calcul de la composante du courant de diffusion dans la zone quasi-neutre de collecteur, conduit à l'expression suivante :

$$\tilde{J}_{pC} = \frac{q\alpha\tilde{\Phi}_0}{\alpha^2 - \frac{1 + j\omega\tau_p}{L_p^2}} \left\{ \frac{e^{\frac{(W_C - W_T) \cdot \sqrt{1 + j\omega\tau_p}}{L_p}} - e^{-\alpha(W_C - W_T)}}{L_p} \cdot \frac{\text{sh} \left[\frac{(W_C - W_T) \cdot \sqrt{1 + j\omega\tau_p}}{L_p} \right]}{\sqrt{1 + j\omega\tau_p}} \right. \\ \left. - \left[\frac{\sqrt{1 + j\omega\tau_p}}{L_p} + \alpha \right] \right\} \cdot e^{-\alpha(X_{JB} + W_T)} \quad (46)$$

τ_n et τ_p désignent les durées de vie des électrons et des trous respectivement.

Ces relations montrent clairement que la variation classique de la réponse, à raison de -3 dB/octave , ne correspond qu'aux cas particuliers d'une absorption uniforme ou, ce qui est physiquement identique, d'un rayonnement à très faible coefficient d'absorption (infrarouge) ; la figure 8 rend compte de ce phénomène.

Par ailleurs, l'analyse des autres phénomènes physiques — liés au temps de transit des porteurs dans la charge d'espace et à la capacité de la jonction — dégradant les performances fréquentielles, montre que la réponse en fréquence est limitée en premier lieu par les constantes de temps associées au stockage des porteurs dans les zones quasi-neutres (courants de diffusion). Dans la gamme des rayonnements infra-rouges pénétrants, cette limitation est liée à la réponse de la zone de collecteur

et apparaît pour des fréquences de l'ordre de la dizaine de méga-hertz ; par contre, dans la gamme des rayonnements visibles à grand coefficient d'absorption α , la limitation est liée à la réponse de la zone superficielle de base et intervient pour des fréquences de l'ordre de 100 MHz.

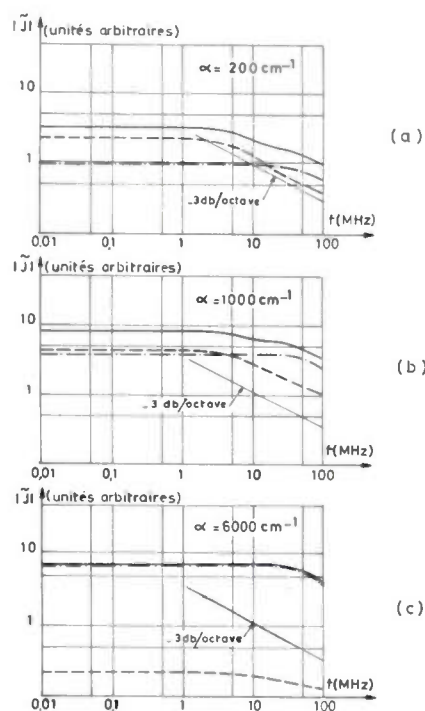


Fig. 8.

— $|J_{nB}|$
 ---- $|J_{pC}|$
 - · - $|J_{nB} + J_{pC}|$

5.2. Réponse en fréquence du phototransistor

La réponse globale du phototransistor n'est autre que la réponse électrique de l'élément transistor attaqué par le courant induit dans la photodiode collecteur-base. Deux constantes de temps sont donc associées au régime de fonctionnement dynamique du phototransistor : d'une part la constante de temps relative à l'effet photo-électrique mis en jeu dans la photodiode et d'autre part la constante de temps « électrique » inhérente au fonctionnement du transistor. Celle-ci, caractérisée par la pulsation de transition ω_T , est donnée par [4] :

$$\frac{1}{\omega_T} = r_{CC'} \cdot C_{TC} + \tau_B + \tau_C + \frac{U_T}{I_C} \cdot (C_{TE} + C_{TL} + C_{TC}) \quad (47)$$

dans laquelle $r_{CC'}$ désigne la résistance de collecteur ; C_{TC} , C_{TL} , C_{TE} représentent respectivement les capacités de transition relatives aux jonctions collecteur-base, collecteur-base latérale et émetteur-base ; τ_B et τ_C sont les temps de transit des porteurs dans la base active et dans la zone de transition.

Toutefois, compte tenu des ordres de grandeurs relatifs de ces deux constantes de temps, c'est la réponse « électrique » qui se manifeste en tout premier lieu. Les résultats expérimentaux reportés sur la figure 9 repré-

sentant la réponse en fréquence d'un phototransistor conventionnel soumis à une excitation électrique d'une part et à une excitation lumineuse d'autre part, permettent d'observer nettement le phénomène que nous venons de décrire.

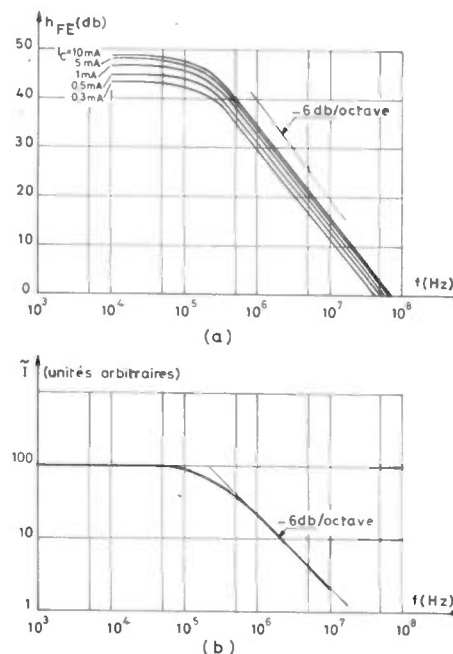


Fig. 9. — Phototransistor LS BP 19.7 :

$V_{CE} = 2,7 \text{ V}$.

a) Excitation électrique.

b) Excitation lumineuse — $I_C = 10 \text{ mA}$.

Le comportement dynamique du phototransistor est donc limité essentiellement par les performances électriques du composant qui sont liées principalement à l'effet Miller (1) et aux phénomènes d'élargissement de base [11]. Comme il est possible, grâce aux modèles élaborés, de définir le courant critique à partir duquel apparaît le phénomène d'élargissement de base et par suite, d'éviter cet effet dans les applications pratiques, l'effet Miller reste donc le facteur prépondérant qui limite les performances.

5.3. Discussion sur les critères d'optimisation. Étude du compromis sensibilité. Rapidité du phototransistor

Il ressort de l'ensemble des résultats que nous avons présentés dans les deux paragraphes précédents, que la réponse en fréquence du phototransistor dépend essentiellement des caractéristiques du collecteur, et cela, quelle que soit la longueur d'onde du rayonnement d'excitation considéré. Dès lors, le choix d'un matériau de résistivité ρ_C plus faible, et d'une profondeur W_C plus faible, compatibles cependant avec la tenue en tension imposée par le cahier des charges, va dans le sens d'une nette amélioration de la réponse en fréquence

(1) La présence de la résistance ohmique $r_{CC'}$ de la région collecteur, jointe à l'existence de la capacité de transition C_{TC} de la jonction collecteur-base, entraîne la circulation d'un courant important i_M à travers C_{TC} lorsqu'apparaît une tension alternative aux bornes de $r_{CC'}$: ce phénomène est appelé effet Miller.

du phototransistor (1); en effet, aux bas niveaux de courant, l'effet Miller se trouve atténué et pour le fonctionnement à haut niveau, la limite I_0 (calculée à $V_{CB} = \text{Cste}$) traduisant l'apparition des phénomènes parasites d'élargissement de base est reculée.

Nous avons alors été amenés à voir si ce choix dicté par le souci d'améliorer les performances dynamiques du phototransistor, reste compatible avec la conservation d'un rendement quantique convenable. Pour cela, nous avons calculé à partir des relations (29, 34, 36, 39) et pour 3 longueurs d'ondes distinctes, les valeurs du rendement quantique η en fonction de W_C pour plusieurs valeurs de la résistivité ρ_C . Nous devons préciser que tous les autres paramètres intervenant dans le modèle de la photodiode sont restés inchangés (en particulier, la profondeur X_{jB} de la jonction collecteur-base étant figée, nous pouvons prétendre que cette étude de sensibilité de la photodiode collecteur-base se fait en maintenant le gain intrinsèque β_N^* constant — les caractéristiques de la base et de l'émetteur pouvant être conservées).

Cette étude de la sensibilité du rendement η aux caractéristiques du collecteur, dont les résultats sont reportés sur la figure 10, appelle des remarques particulières et conduit à considérer différents cas selon la longueur d'onde du signal d'excitation :

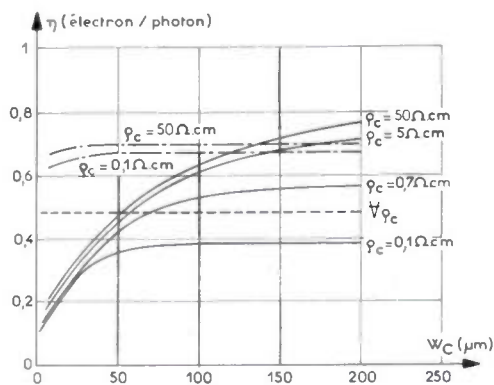


Fig. 10.

— Rayonnement infra-rouge ($\lambda = 950 \mu\text{m}$; $\alpha = 225 \text{ cm}^{-1}$).
 --- Rayonnement rouge ($\lambda = 657 \mu\text{m}$; $\alpha = 3\,000 \text{ cm}^{-1}$).
 --- Rayonnement vert ($\lambda = 550 \mu\text{m}$; $\alpha = 2,5 \cdot 10^4 \text{ cm}^{-1}$).

— Pour les rayonnements visibles (vert : $\lambda = 550 \mu\text{m}$; rouge : $\lambda = 657 \mu\text{m}$, dans le cas de l'étude), le rendement de la photodiode n'est pratiquement pas affecté par les variations des données technologiques du collecteur. Ce dernier peut donc être défini en vue d'obtenir les meilleures performances électriques possibles.

— Pour les rayonnements infra-rouges ($\lambda = 950 \mu\text{m}$, dans le cas de l'étude), l'observation des courbes obtenues conduit à distinguer deux zones :

• Pour de faibles W_C , l'influence de ρ_C est négligeable alors que celle de W_C est sensible. Dans ces conditions à W_C fixé, nous devons choisir la résistivité la plus faible de manière à éliminer l'effet Miller.

• Pour des épaisseurs W_C élevées, η n'est que très peu sensible à W_C , alors que ρ_C le modifie notablement. Il s'agit alors dans ce cas de prendre W_C le plus petit possible et ρ_C compatible avec le rendement choisi.

6. CONCLUSION

Le modèle décrit nous a permis de proposer l'esquisse d'une méthode de conception optimisée et assistée par ordinateur permettant d'obtenir un phototransistor présentant les meilleures performances possibles en hautes fréquences et en régime transitoire. C'est dans cette voie que nous semblons devoir se situer les principales applications des résultats obtenus : en effet, seule l'étude de ces applications bien définies permettra de déterminer l'ensemble des « conditions aux limites » nécessaires pour parvenir, grâce aux résultats théoriques obtenus, à définir les caractéristiques optimales des composants et les paramètres technologiques correspondants.

RÉSUMÉ

Cet article présente une analyse physique fine des mécanismes internes qui régissent le fonctionnement du phototransistor; les principaux mécanismes susceptibles de limiter ses performances statiques et dynamiques sont précisés; un modèle, caractérisé par des paramètres rendant compte de l'influence des caractéristiques technologiques sur le comportement observé, est établi; des critères d'optimisation sont dégagés pour aider la conception technologique des phototransistors.

SUMMARY

Model of phototransistor,

by A. MARTY and J.-P. BAILBE (LAAS, Toulouse).

In this paper an accurate physical analysis of internal mechanism governing the behaviour of a phototransistor is presented. Main mechanisms liable for static and dynamic performance limitations are precised. A model using parameters accounting for the effect of technology on the behaviour of the phototransistor is proposed. Optimization criteria useful for technological process of such devices are suggested.

Bibliographie

- [1] GARY P. A. and LINVILL J. G. — A Planar silicon photosensor with an optimal spectral response for detecting printed material. *IEEE Trans. on ED*, ED 15, N° 1, 1968, pp. 30-39.
- [2] GARY P. A. and LINVILL J. G. — Modeling of steady-state optical phenomena in transistors and diodes. *IEEE Trans. on ED*, ED 15, N° 5, 1968, pp. 267-274.
- [3] REY G. and BAILBE J.-P. — Some aspects of current gain variations in bipolar transistors. *Solid State Electronics*, 1974, 17, 1045-1057.
- [4] REY G. et LETURCO Ph. — Théorie approfondie du transistor bipolaire. Masson Edit., Paris 1972.
- [5] MARTY A. — Sur la caractérisation des phototransistors. *Thèse de Doctorat de 3^e Cycle*, N° 1625, Université Paul Sabatier de Toulouse, 1974.
- [6] DASH W. C. and NEWMAN R. — Intrinsic optical absorption in single-crystal germanium and silicon at 77 °K and 300 °K. *Phys. Rev.*, 1955, 99, 1151-1155.
- [7] LEE H. S. and SZE S. M. — Silicon PIN photodetector using internal reflection method. *IEEE Trans. on ED*, ED 17, n° 4, 1970, pp. 342-347.
- [8] CARME H. et MONNIER J. — Étude de la distribution des phénomènes de génération et recombinaison dans une jonction plane. *Communication au Colloque DGRST sur la caractérisation des matériaux et technologies semiconducteurs*, 1972.
- [9] JACOLIN, LE FAOU, PIMORT et VERAN. — IMAG II. Un programme de simulation de circuits électriques. *Notice d'utilisation IMAG* Juillet, 1970.
- [10] BAILBE J.-P. — Identification et caractérisation du comportement électrique des transistors bipolaires en régime statique. *Thèse de Doctorat de 3^e Cycle*, N° 877, Faculté des Sciences de Toulouse, 1969.
- [11] LOZES-DUPUY F. — Contribution à l'étude des effets d'élargissement de base dans les transistors bipolaires. *Thèse de Doctorat de 3^e Cycle*, N° 1816, Université Paul Sabatier de Toulouse, 1975.

(1) Dans ce paragraphe, on envisage l'optimisation de la réponse fréquentielle du phototransistor supposé travailler sans résistance de charge dans le collecteur. Les conclusions qui sont indiquées ne s'appliquent donc que dans des conditions d'utilisation respectant l'hypothèse retenue.

Fusing mechanism of nichrome thin films (1)

COMPOSANTS

L'onde électrique
1977, vol. 57, n° 5
pp. 373-380

par JIM L. DAVIDSON,

Directeur du service Assurance de la Qualité.

J. DON GIBSON,

Chef de service Département Recherches et Développement.

T. J. ROSSITER,

Chef du service Analyses.

STEPHEN A. HARRIS,

Chef du service Applications mémoires bipolaires PROMS.

Harris Semiconductor P. O. Box 883
Melbourne, Florida 32901.

Les mémoires mortes programmables (PROM) sont couramment utilisées dans de nombreux domaines de l'électronique. Dans certains dispositifs, la mémorisation est réalisée par la fusion ou la non fusion de fusibles

constitués par nickel chrome déposé en couches minces. La fusion doit théoriquement être dans ce cas un phénomène irréversible et de la qualité de ce phénomène dépend la qualité même de ce type de mémoire.

INTRODUCTION

Nichrome fusible link programmable read-only memories, PROM's, have been developed and utilized for over 7 years [1]. The physical mechanism of fusing these resistors has been generally described as melting [2], but only in the last 2 years, with the advent of a successful transmission electron microscopy technique [3], has detailed information on the structure of the programmed fuse gap become available. These observations, coupled with electrical and thermodynamic characterization of the fusing event, have led to a clearer understanding of this phenomena with concurrent definition of programming conditions for reliable operation of programmed PROM'S.

SOME RELEVANT GENERAL PROPERTIES OF NICHROME

Fundamental to the mechanism of nichrome fusing are those physical properties that make it an excellent resistor material from a processing, design and applications perspective. It is no accident of history that nichrome is widely used for resistors on solid state devices.

To begin with, nichrome is a resistive material comprised of two transition metals-nickel and chromium. In transition metals, the outer electron shells contain only one or two electrons and some of the conduction electrons must come from inner shells. The inner shell conduction electrons are shielded by the outer shell resulting in a high scattering and trapping site density. Thus, transition metals are inherently less conductive than normal metals [4]. In the case of nichrome, an alloy effect [4] occurs to further enhance electron scattering. The result is that the resistance of the alloy is much higher than the arithmetic average of its two components [5] as illustrated in figure 1.

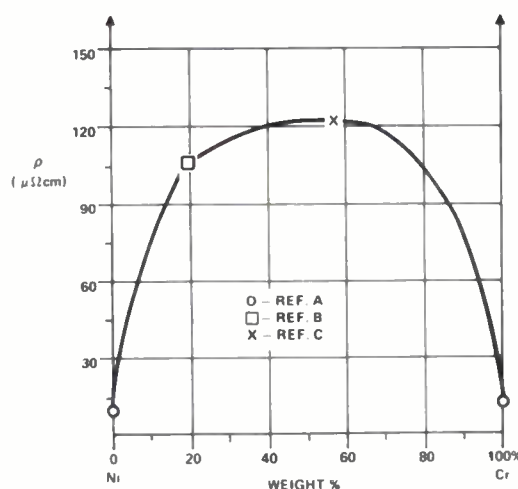


Fig. 1. — Conduction properties of nichrome.

- Nickel and chromium are transition metals.
- Inner shell electrons conduct, outer shell shields. Higher resistance.
- Alloy effect enhances shielding/resistivity.

A Handbook of Chemistry and Physics.

B Thin Film Technology, R. W. Berry et al.

C Japanese Metal Material Handbook, Y. Yamamoto et al.

The resistivity of nichrome makes it well suited for small geometry thin film resistors that are size compatible with high density fuse design requirements. Due to its high resistivity, the thickness of nichrome that is necessary to achieve a typical fuse resistance of 300 ohms is about 200 Å. The small cross-sectional area of the nichrome resistor (as compared to polycrystalline silicon, for example) is an advantageous property for a fuse, as will be described later. There is also the elimination of step coverage problems where the metallization (aluminum) contacts the nichrome.

A consequence of the extensive electron scattering in nichrome is a short mean free path of the conduction electrons. For example, the mean free path in gold is 380 Å [6] compared to an estimated 40 Å for nichrome.

(1) Article reçu le 18 Octobre 1976 et accepté le 23 Novembre 1976.

As a consequence, films greater than 100 Å thick have bulk resistivity properties (i. e., surface effects are not dominant). As figure 2 shows, surface scattering effects which reduce conduction are absent by the time the resistor film is greater than 100 Å [7] in thickness. The practical ramification of this property is reproducibility in the fabrication process. Because there is no dependence on surface effects to achieve the desired sheet resistivity, thin film resistors may be produced with excellent tolerance and stability [8].

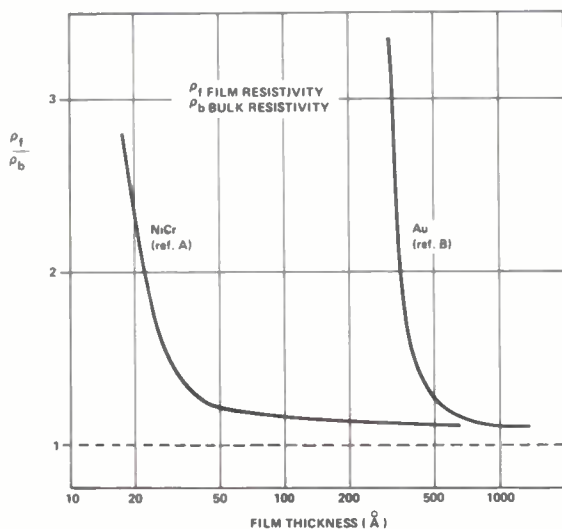


Fig. 2. — Film VS. Bulk properties.

- Short mean free path length of electrons.
- Bulk resistivity in thin film.
- Good film reproducibility.

A. — M. Nagata et al., Proc. Elec. Comp. Conf., 1969.

B. — K. L. Chopra, Thin Film Phenomena, McGraw-Hill, 1969.

The short mean free path is also relevant to describing the fusing mechanism, discussed in the Mass Transport Models section.

Nichrome is a material that forms a self-limiting oxide skin. That is, the oxide of nichrome is known to be a coherent spinel [9, 10], see figure 3. It is postulated

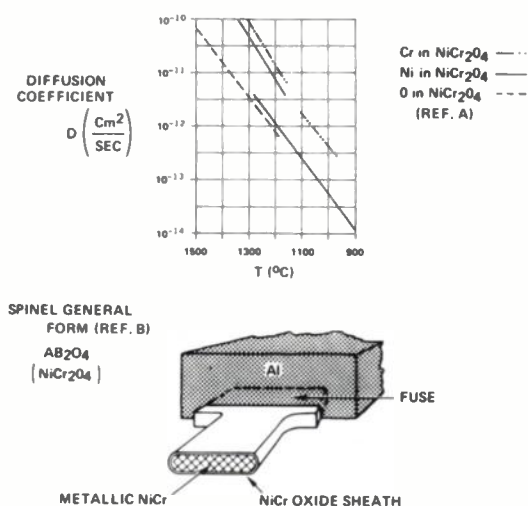


Fig. 3. — Oxidation of nichrome.

- NiCr forms self limiting skin oxide.
- Spinel thickness ~ 20 Å.
- Promotes resistor stability.

Réf. A « Mass Transport in Oxides », NBS Publ. 296 (1968).

Réf. B A. F. Wells, « Structural Inorganic Chemistry », Oxford Press (1950).

that in the course of processing nichrome resistors this thin spinel sheath will form around the nichrome to a thickness of ≈ 20 Å. This sheath serves to stabilize the resistors and is partly responsible for the excellent thermal stability (absence of $\Delta R(T)$ effects) of nichrome [11]. This spinel may also be a factor in the fusing phenomena,

MICROSTRUCTURE OF A PROGRAMMED NICHROME FUSE

The technique of using transmission electron microscopy (TEM) to examine programmed fuse gaps was developed by Dr Kinsey Jones at C. S. Draper Labs [3, 12]. It is the only technique which mutually satisfies the requirements of sufficient resolution to analyze the gap and not destroy in sample preparation the structure to be analyzed. It is this latter point that has severely limited the utility of the scanning electron microscope (SEM) in endeavors to analyze programmed nichrome fuses. In depassivating devices, necessary with the SEM, microstructural details of the fuse gap are destroyed. Many interpretations of the fusing phenomenon based on SEM results have been erroneous or misleading because what was seen was an artifact of sample preparation.

Figure 4 illustrates schematically the utilization of transmission electron microscopy for fuse gap analysis. Of course, besides direct structure observation, composition of various phases may be ascertained by electron probing.

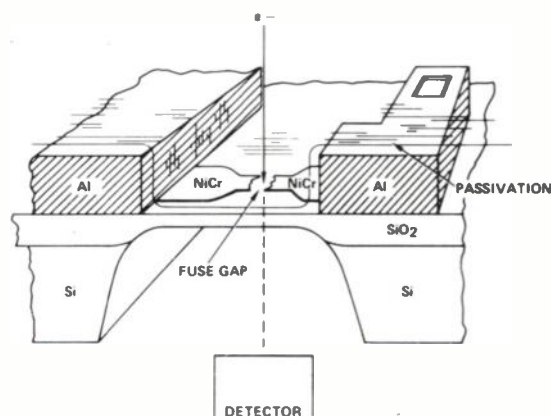


Fig. 4. — Scanning transmission electron microscopy analysis of fuses.

The microstructure of a programmed fuse gap in a PROM circuit via TEM is shown in figure 5. The relevance of those programming conditions will be discussed further in following Sections, but figure 5 is representative of the gap created in a nichrome fuse under programming power conditions specified [13] for PROM's.

The TEM photograph indicates the elemental distribution found by microprobing. The following observations are made :

a. The visual appearance indicates that the neck of the fuse was in the molten state during programming.

b. Mass transport of the nickel and chromium from the gap region has occurred.

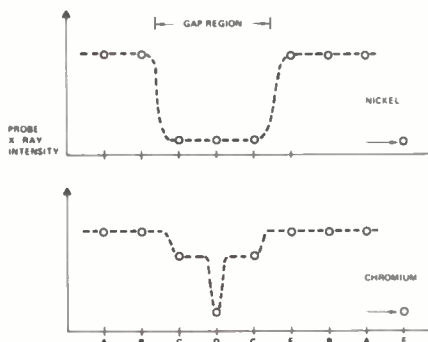
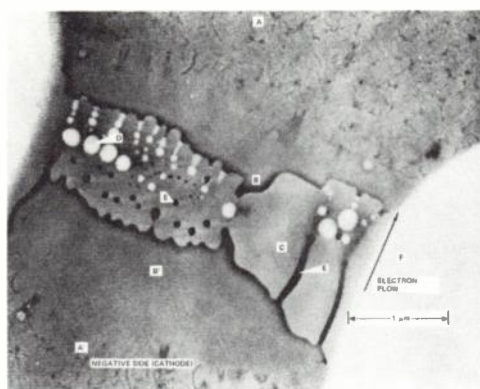


Fig. 5. — Stem programmed fuse.

Programming conditions.
Power = 150 mW.
Time to fuse = 2 μsec.

Point microprobe analysis.

- A. — NiCr.
- B. — Melted NiCr.
- C. — SiO₂, chromium oxide.
- D. — SiO₂.
- E. — Densified NiCr.
- F. — Field oxide (SiO₂).

Note : (A) « Frozen splash » effect programming has melted NiCr in gap region.
(B) Mass transport in gap.
(C) Mass asymmetry to negative terminal.

c. There is an asymmetry to the melted nichrome distribution. That is, there is more densified nichrome on what was the cathode (negative) side of the fuse which suggests the molten nichrome moved in a direction opposite to electron flow during programming.

d. The gray phase (region C) of the gap which comprises the insulative separation of the two sides of the fuse is devoid of nickel and composed of oxides of silicon and chromium [14]. The typical separation is 0.6-1.0 microns. The resistance across the gap is > 10 megohms and it will not break down, electrically or structurally to voltages in excess of 100 volts.

e. The white spots, dark spots and filaments are described by the fluid dynamics of a disintegrating liquid sheet [12]. Briefly, that model describes how minute discontinuities in a liquid sheet, perturbate into larger holes and finally into droplets and filaments because of surface tension effects. The structure looks similar to a « frozen splash ».

MASS TRANSPORT MODELS

In the previous section, it has been demonstrated that programmed nichrome fuses melt and that mass

transport takes place. But what is the mechanism, the driving force for mass transport? Table I lists the possibilities.

Table I

- (1) Electromigration (Huntington and Grone [15]) : Mass flux occurs under the influence of high current flow because electron collisions with atoms of the conducting medium provide a net motion vector in the direction of electron flow.
- (2) Thermal gradient (Soret [16]) : In the presence of a thermal differential, material will diffuse from the high temperature of the cold temperature region.
- (3) Concentration gradient (Fick [17]) : in an imbalanced distribution of concentration, mass will diffuse from regions of higher concentration to lower concentration.
- (4) Field enhanced ionic mobility (Eyring and Jost [18]) : Molten metals will ionize, lose electrons and become cations. In the presence of an electric field, they will be driven towards the cathode.

Considering each possible mechanism in turn :

(1) Electromigration. On the surface, this seems a most logical explanation for programming. It is known that the current densities in a fuse neck at programming are very high ($\sim 5 \times 10^7$ amps/cm²) and it could be postulated that this electron flux sweeps the nickel and chromium from the gap. But empirical data and theoretical considerations show this not to be the case.

a. TEM of the fuse gap indicates the molten nichrome has moved in a direction opposite to electron flow.

b. Theoretical calculations of the kinetic energy of conduction electrons in nichrome demonstrate that because the mean free path is short and the lattice binding energy is high (transition metals typically have high melting points), the electrons have insufficient energy to impart the mobility to the nickel and chromium atoms necessary for electromigration in the direction of electron flow.

However, general treatments of electromigration theory [15, 24] identify two forces acting on atoms of the conducting medium. One is the aforementioned electron momentum (« electron wind ») in the direction of electron flow. The other is the electrostatic force from the applied electric field that causes ions of the conducting material to move opposite to the direction of electron flow. See mechanism (4).

Obviously, the joule heating that leads to melting the fuse is coming from electron interaction with the nichrome film. There is no incongruity with the fact that this is not leading to electromigration such as observed in aluminium. Because the mean free path is short, the energy exchanged per collision is small. But because electron scattering is a dominant factor in resistive materials, the frequency of collisions is high. Thus, thermal energy (lattice vibration) is added to the metal atoms. The electron collisions increase the amplitude of the atomic vibration and increase the temperature. This is why nichrome is an efficient material for converting electrical energy into thermal energy (toaster effect).

Footnote : Arguments have also been advanced that oxidation is the mechanism of fusing¹⁹. If this were so, the probe data, which discerns elemental presence, would not show nickel and chromium depletion in the gap region, i. e., mass transport, per se, would not have occurred. Because the TEM data clearly indicates mass transport, attention is focused here on identifying the driving force for that mass transport.

(2) Thermal Gradient. From an analysis of heat flow in a fuse, it has been shown (see the Transient Heat Flow Analysis section), figure 6, that the temperature profile across a fuse neck is flat. The gradient occurs at the neck-to-fuse body interface. But the programmed gap occurs in a region where there is no temperature gradient. Further, this model would predict a symmetric distribution of mass, post-programming which is not observed. Temperature gradient does not cause the mass transport.

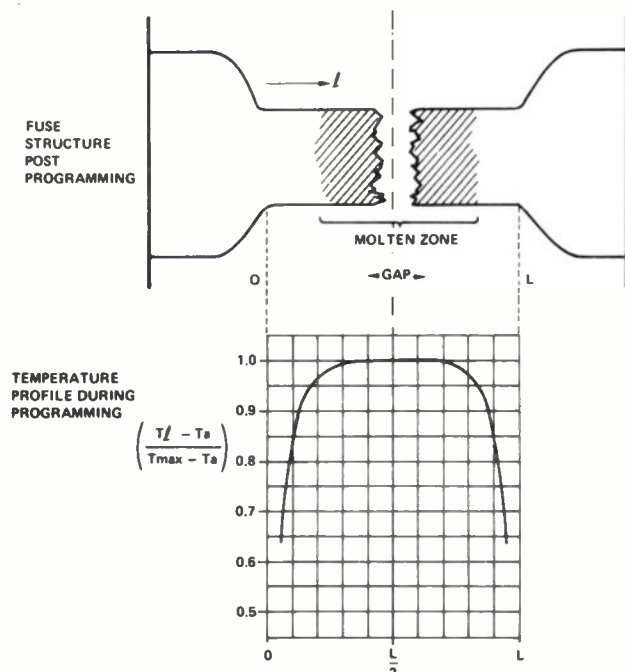


Fig. 6. — Temperature profile in fuse neck from heat flow model.

(3) Concentration Gradient. It has been shown in unprogrammed fuses that no concentration gradient exists. Laterally in the fuse film this is borne out by the TEM/probe analyses. That is, no nickel or chromium concentration variations are observed across an unprogrammed fuse. Vertically (distribution of nickel, chromium through a cross section of the resistor) it has been shown [20], from sputter etching Auger analysis that the nickel and chromium are distributed uniformly through the film (no concentration layering effects).

Because there is no concentration gradient initially, this is ruled out as a starting mechanism for fusing.

(4) Field Enhanced Ionic Mobility. Eyring and Jost [18] have observed that liquids have a fixed ratio between their energy as a liquid and the energy required for vaporization, see figure 7. Stated simply, the principle is, the more cohesive the liquid, the more energy is required to transform it to the gaseous phase, and the ratio is a constant. This rule held for all types of liquids (gases, solvents, organics, etc.) except metals. But by accounting for ionization of molten metals and the subsequent reduction in atomic radii, see Table II, they found that metals obeyed the liquid : gas constant energy ratio. In other words, molten metals are ionic.

It follows then that these positive ions (they have given up outer shell electrons) will move in the presence

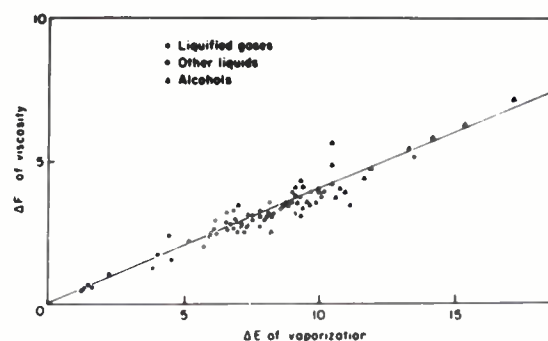


Fig. 7.

Fig. 7. — Empirical relation between free energy of activation in liquids, ΔF and energy of evaporation, ΔE . Rosevaere, Powell and Eyring.

TABLE II

Corrected ratio of energy of vaporization and activation for viscous flow.

Metal	Average temp. °C	ΔE_{vap} kcal	ΔE_{visc} kcal	$\frac{\Delta E_{vap}}{\Delta E_{visc}}$	$\frac{\Delta E_{vap}}{\Delta E_{visc}} \left(\frac{r_{ion}}{r_{atom}} \right)^3$
Na	500	23.4	1.45	16.1	2.52
K	480	19.0	1.13	16.7	3.41
Ag	1 400	60.7	4.82	12.5	3.79
Zn	850	26.5	3.09	8.6	2.10
Cd	750	22.5	1.65	13.5	3.96
Ga	800	34.1	1.13	30.3	2.53
Pb	700	42.6	2.80	15.9	4.97
Hg	250	13.6	0.65	20.8	2.37
Hg	600	12.3	0.55	22.2	3.54
Sn	600	15.3	1.44	10.6	4.07
Sn	1 000	14.5	1.70	8.6	3.30

From « Diffusion in Solids, Liquids, Gases », W. Jost.

of an electric field (from the programming pulse) toward the negative terminal, opposite to the direction of electron flow. This is consistent with the TEM observations and with some investigations of electromigration. For example, Wever [25] observed in copper above 950 °C, that mass flux was toward the cathode.

In summary, nichrome fuses program as follows : A programming pulse of sufficient power is applied across the fuse. Power dissipation in the fuse neck heats this region into the molten state and the nickel and chromium atoms become ionized. They move toward the negative side of the fuse and the liquid film begins to disintegrate. The film becomes electrically discontinuous and rapidly returns to the solid state, the final structure resembling a frozen splash described by fluid dynamics. The fuse gap consists of insulative oxides of silicon and chrome, with resistance > 10 megohms.

TRANSIENT HEAT FLOW ANALYSIS

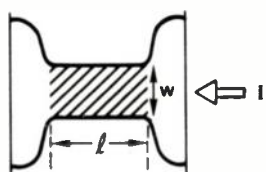
The previous discussions dealt with the fusing event post-facto, describing the microscopic material structure created by programming. The dynamics of the fusing event can also be characterized. By modeling the fuse structure and its environment in terms of classical heat flow, the connection between electrical and material behaviour of fuses can be established.

A computer thermal analysis program called « THEROS » [21] was used to calculate the dynamic

temperature effects in a PROM-fuse structure as a function of applied power density.

This computer program can thermally model a multicomponent structure and calculate the temperature as a function of time for given power dissipation conditions. The program takes into account temperature dependent thermal properties of the various materials and models a 2-dimensional multimaterial, multigeometrical structure into a RC circuit network that can be analyzed by sophisticated transient circuit analysis programs. This approach is convenient because the differential equations that describe heat flow problems have the same form as differential equations for RC circuit networks. For example, specific heat is analogous to capacitance, thermal conductivity is analogous to the inverse of resistance, temperature is analogous to voltage and heat flow is analogous to current. By way of the « THEROS » heat flow to electrical analog program, the sophistication available with present circuit analysis programs can be utilized to solve complex heat flow problems without consuming hours of computer time and without the errors prevalent in more simplified calculations. For the heat flow model to be truly representative of the actual device, the immediate environment of the fuse must be completely accounted for. For example, the passivating oxide layer on top of the fuse will affect the heat flow and the subsequent structure of the programmed fuse. Programming a fuse without the passivating oxide [22] will result in a different structure than occurs in an actual PROM circuit.

The term « power density » is defined as the amount of power that is dissipated in the fuse neck region divided by the area of the fuse neck (watts/mil²), see figure 8. The concept of defining power density as power per unit surface area is applicable to thin film heat flow problems where the heat is dissipated through a surface. (The concept is analogous to defining current density as current per cross sectional area). Figure 9 shows a plot of the computer results giving the temperature in the center of the nichrome fuse that would be achieved if a constant power were applied for a time t . The curves show that the fuse can easily reach the melt temperature of nichrome [23] within microseconds for power densities > 2.5 watts/mil².



$$\text{POWER DENSITY} = \frac{I^2 (\rho_s l / w)}{(l \cdot w)}$$

Fig. 8. — Power density in fuse neck region.

$\rho_s l / w$ = Resistance of the fuse neck (ohms) l = Length of fuse neck
 ρ_s = Sheet resistivity of nichrome (Ohms/SQ) w = Width of fuse neck
 $l \cdot w$ = Area of fuse neck (mil²) I = Programming current ($I = V_F / R_F$)

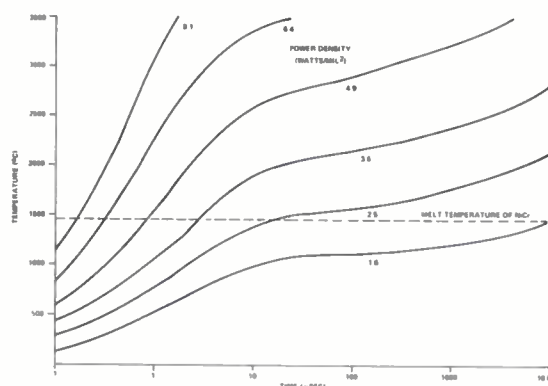


Fig. 9. — Dynamic heating of NiCr fuse VS. Power density.

Figure 10 is a plot of the intercept of the time to reach the melt temperature (1450 °C) vs. the power density. This theoretical prediction of the power density versus time to reach the melt temperatures compares well with experimental data on time to fuse. The data in figure 10 was taken from test vehicle fuses, processed identically to circuit fuses, but free of interfacing circuitry. This allowed precise characterization of fuse-pulse interactions. The data matches for long fusing time but deviates for short fusing time. This difference can be accounted for by considering the definition of « time to fuse ». The experimental data points represent total time to fuse which includes rise time of the programming pulse, time for the fuse to heat to sufficient temperature, and time of the actual fusing event. For example, figure 11 shows a typical current trace for a fuse programmed under constant voltage conditions. The trace shows a fixed rise time, t_r (about 100 nanoseconds for this data), a response time, t_m , for the nichrome to reach the melt temperature, and a time for the fuse neck to enter the melt phase and program, t_f . Plotting the time defined as t_m shows excellent correlation with the theoretical prediction of the time to reach melt temperature. The difference between the theoretical prediction to reach melt and the actual time to fuse agrees with the measured values of $t_r + t_f$. Figure 10, therefore, shows that

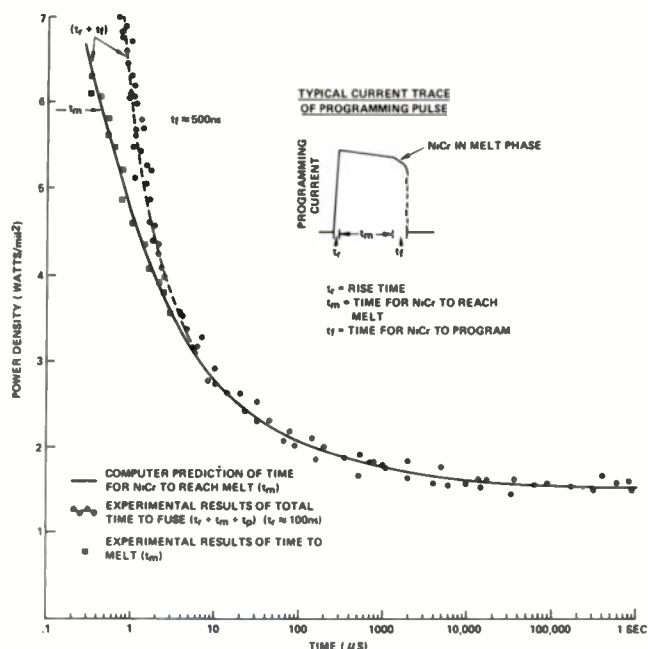


Fig. 10. — Power density VS. time to fuse.

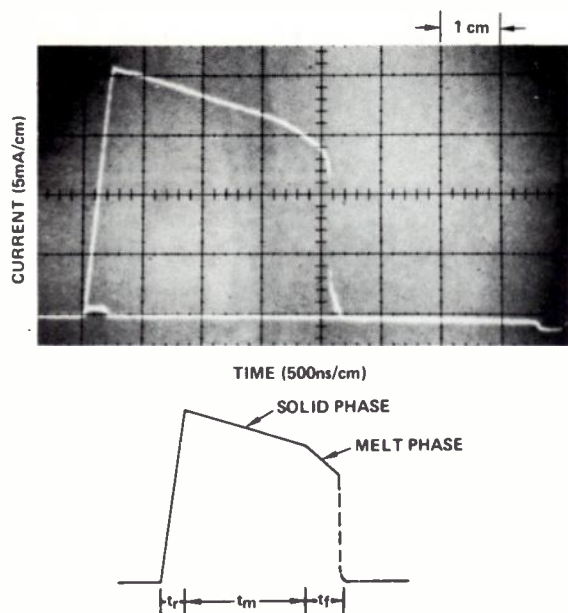


Fig. 11. — Programming pulse characteristics.

t_r = Rise time of programming pulse.

t_m = Time for NiCr to reach melt.

t_f = Time of the fusing event (ionic mass transport).

fusing follows a heat flow dependence that requires the nichrome to achieve melt. Proper PROM design necessitates taking into account thermal factors that affect the heat flow conditions in the neighbourhood of the fuse. Concentrating power by optimum fuse geometry and ensuring sufficient power to the fuse will achieve fast, uniform programming.

For power density conditions below the programming threshold level, the fuse temperature as a function of power density into a fuse for a sustained pulse ($t \rightarrow \infty$) is shown in figure 12. There is good agreement of the computer model with experimental data. The experimental data was derived from measuring the fuse resistance (at reduced current, avoiding I^2R heating) of an externally heated fuse and comparing that to the power necessary to generate the same resistance at an

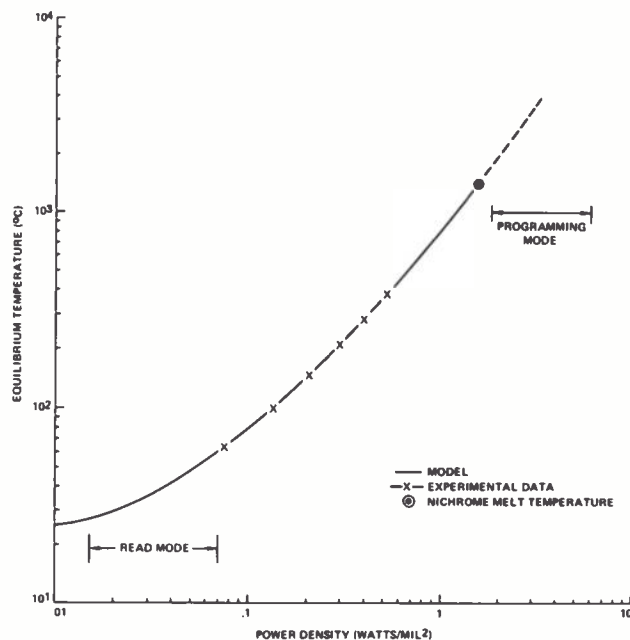


Fig. 12. — Maximum fuse temperature VS. power density.

ambient temperature of 25 °C. The agreement between model and experimental data is a further indication that the heat flow analysis is correctly projecting the temperature in the fuse.

It is also relevant to note the low power density on a fuse in the read mode, 5 % of the threshold power density to melt the nichrome fuse. Test vehicle fuses were stressed at 1 watt/mil² which is 65 % of the fusing threshold level and equivalent to a fuse temperature of 800 °C. No failure occurred after 4000 hours of continuous operation. Thus, the designed power density for PROM operation in the read mode avoids the occurrence of unprogrammed fuses becoming open.

In summary, the power density versus time to program curve, figure 10, agrees with the heat flow model and implies a single mechanism, melting for both fast and slow fusing. High power fusing (fast blow) approaches adiabatic heating conditions and therefore gives a large melted region and a wide gap. Restricted power programming (slow blow) allows much of the heat to diffuse away taking longer for the fuse to reach melt.

MARGINALLY PROGRAMMED FUSE

By grossly violating recommended programming procedures for fuses, it is possible to create a marginal fuse gap that may be subject to reverting state (« grow-back »). This anomaly was induced in a test vehicle fuse by restricting the power input to a value on the $t \rightarrow \infty$ asymptote (~ 1.5 watts/mil²) of the power density vs. time to fuse curve (Ref. previous section, figure 10). Under these conditions, a fuse was induced to program, become electrically discontinuous, after 5 minutes of sustained power. This effect, programming under an anomalously reduced power, was not found to be reproducible. Many fuses at this power would not program after days.

This deliberately improperly programmed fuse was subsequently subjected to a slowly applied DC voltage ramp under current limited conditions (10 MΩ resistor in series). At 12 volts, the fuse resistance dropped to ~ 5000 ohms. The TEM photograph of this fuse is shown in Figure 13. It is obvious from this photograph that the reduced power condition has resulted in a fuse that has marginally programmed. That is, the gap created after programming is very narrow (approximately a few hundred angstroms) and subject to a voltage breakdown effect.

Fuses programmed per the recommended power levels will program rapidly with a wide gap as illustrated in the Mass Transport Models section. These fuses can be subjected to more than 100 volts and will undergo no change in electrical or physical condition.

As indicated in figure 13, if a restricted amount of power is applied to a fuse, it is possible to create a very narrow gap. Under the presence of high voltage and extreme current limiting, it is then possible to force a voltage breakdown across the gap. It is postulated that this voltage discharge results in the establishment of

a low conductivity relink at one or a few points of closest approach in the marginally blown gap. This specific structure could not be confirmed with the TEM study because even the TEM did not have resolution to examine microstructure at < 300 angstroms.

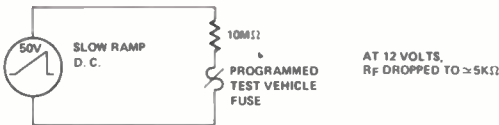
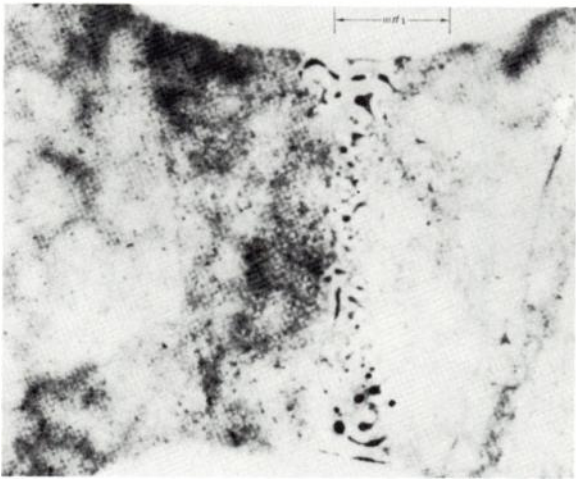


Fig. 13. — Marginally programmed test vehicle fuse.
Programming conditions :
Power density = 1.5 watts/mil².
Time of fuse = 300 sec.
Forced relink or marginally programmed test fuse.

This mechanism of marginal programming is precluded from occurring in an actual PROM circuit because the programming specification, specifically the power and pulse widths, have been established to only generate well blown, wide gap fuses. That is, if the power actually reaching a fuse is lower than that required to blow the fuse properly, the fuse will not program in the time allotted for the programming pulse. The device, therefore, becomes a programming reject (won't program) and is scrapped.

In summary, the observation that a nichrome fuse can be marginally programmed has no connection with the reliability of the PROM circuit. Recall, to generate this anomaly, a power density four times less than the designed value and a program time ~ 10⁸ times longer than the maximum specified programming time was required. Further, a voltage ~ 10 times higher than the maximum that would be seen in an actual PROM, (with current limiting) was required to cause the relink.

Obviously, these observations and conclusions are based on nichrome fuses, PROM design, and Control procedures as deployed by this manufacturer contentions by others that a specific fuse material, nichrome or something else, is more or less reliable must be interpreted in perspective of the manufacturer's technology and not necessarily be construed as being generally representative.

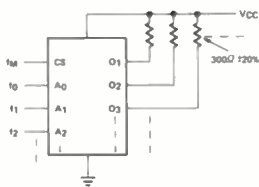
LIFE TEST RESULTS

Life testing data of programmed PROM's has been accumulated for several years of production. The data in Table III summarizes those results. The total sample base represents a multiplicity of designs and configurations (256, 512, 1024, 2048 and 4096 bit PROM's). These samples were selected from production runs that had passed the standard final test program and were programmed to data sheet programming procedure. The burn-in conditions are representative of typical applications (except for elevated temperature). The results indicate that the level of reliability of these PROM circuits is equivalent to circuits of similar complexity that do not utilize fusible links.

TABLE III
Operating life test results.

	# DEVICES	# DEVICE-HRS	# FAILURES	ACTUAL FAILURE RATE	FAILURE RATE @ 80% C.L.(1)
ALL PROM TYPES	3840	9,030M	3(3)	0.03%/K HRS(4) (MTTF - 3.3 x 10 ⁶ HRS)	0.040%/K HRS(4) (MTTF - 2.16 x 10 ⁶ HRS)
				0.004%/K HRS (MTTF - 2.5 x 10 ⁷ HRS)	0.008%/K HRS (MTTF - 1.86 x 10 ⁷ HRS)

Burn-in schematic.



2) Le microscope à transmission d'électrons est le seul instrument d'analyse permettant de caractériser la structure du fusible programmé.

3) Programmation des fusibles nichromes par fusion du métal (nickel, chrome) les ions se déplaçant en présence d'un champ électrique. La structure finale ressemble à une tache gelée et est décrite par la dynamique des fluides.

4) Les analyses thermiques couplées avec les informations empiriques relevées sur les fusibles programmés montrent la présence d'un seuil de densité de puissance nécessaire à la fusion. Si cette densité de puissance est dépassée, ce qui est assuré si le temps de programmation utilisé est bien celui spécifié, l'ouverture au niveau du fusible sera large et fiable. Si le seuil de la densité de puissance nécessaire est juste atteint, il est possible de créer un fusible marginal.

5) Les résultats des tests longue durée montrent que la fiabilité d'une PROM programmée est équivalente à celle d'un circuit de même complexité qui n'utiliserait pas de liaisons fusibles.

Bibliographie

- [1] Press Release, Harris Semiconductor, May 4, 1970.
- [2] MO R. S. and GILBERT D. M. — *J. Electrochem. Soc.*, 1973, 120, 7 pp. 1001-1003.
- [3] JONES K. W. — Plasma Etching as Applied to Failure Analysis, 12th Annual Proceedings IEEE, *Reliability Physics Symposium*, 1975, pp. 43-47.
- [4] ZIMAN J. M. — *Electrons and Phonons*. The Theory of Transport Phenomena in Solids, Oxford Press, 1972.
- [5] COLES B. R. — *Phys. Soc.*, B, 65, 221.
- [6] CHOPRA K. L. — *Thin Film Phenomena*, McGraw-Hill, 1969.
- [7] NAGATA M. et al. — *Proc. Elec. Comp. Conf.*, 1969.
- [8] L. HOLLAND. — *Thin Film Microelectronics*, 1966, p. 17-19, Chapman and Hall, Ltd.
- [9] Nat. Bur. of Standard Publ. 296, Ed. by Wachtmon, J. B. et al., 1968, p. 125.
- [10] WELLS A. F. — *Structural Inorganic Chemistry*, 1950, p. 379, Oxford Press.
- [11] PHILOFSKY E. et al. — Observations on the Reliability of NiCr Resistors, 8th Annual Proceedings IEEE, *Reliability Physics Symposium*, 1970, pp. 191-199.
- [12] JONES K. W. et al. — Fusing Mechanism of Nichrome Resistor Links in PROM Devices, 14th Annual Proceedings IEEE, *Reliability Physics Symposium*, 1976.
- [13] *Harris Integrated Circuits Data Book*, pp. Me-28-55, August, 1975.
- [14] KENNEY G. B. — Fusing Mechanism of Nichrome Resistors in PROM devices, M. S. Thesis, MIT, June, 1975.
- [15] HUNTINGTON H. B. and GRONE A. — *J. Phys. Chem. Solids*, 1961, 20, 76.
- [16] Soret, Ch., *Arch. de*, 1879, Genève, 3, 48.
- [17] FICK A. — *Pogg. Ann.*, 1885, 94, 59.
- [18] JOST W. — *Diffusion in Solids, Liquids, Gases*. Academic Press, 1960, p. 470.
- [19] FRANKLIN P. and BURGESS D. — Reliability Aspects of Nichrome Fusible Link PROM's, 12th Annual Proceedings IEEE, *Reliability Physics Symposium*, 1974, pp. 82-86.
- [20] DAVIDSON J. L. — PROM Reliability, *Presentation at NEPCON*, Boston, Mass., October, 1974.
- [21] ROSSITER T. J. — THEROS, A Computer Program for Heat Flow Analysis. *RADC Technical Report*, 74-113, 1974.
- [22] Advertisement, Fairchild Semiconductor, *Electronics*, p. 39, July 24, 1975.
- [23] BECHTOLDT C. J. and VACHER H. C. — *Trans. AIME* Vo. 1961, 221, p. 14.
- [24] D'HEURLE F. M. — *Proc. IEEE*, 59, 10, Oct. 1971.
- [25] WEVER H. — *Z. Elektrochem.*, 1956, 60, p. 1170.

Simplification de l'analyse spectrale (1)

MESURE

L'onde électrique
1977, vol. 57, n° 5
pp. 381-386



par Tom BATES,

Ingénieur diplômé, membre de l'IEE,
Chef de département chez Marconi-Instruments.

Marconi-Instruments, Longacres,
St-Albans, Hertfordshire AL4 0JN
(tél. St-Albans 59292).

Les analyseurs de spectre jadis difficiles à mettre en œuvre et à utiliser, sont devenus, grâce aux progrès récents de la microélectronique et de l'informatique, des appareils faciles d'emploi.

Ils sont actuellement l'objet d'un intérêt croissant d'autant plus que leurs performances se sont considérablement améliorées.

Il y a encore dix ans, les analyseurs de spectre étaient considérés comme des appareils de spécialistes destinés aux mesures sur les émetteurs et le matériel de télécommunications, et étaient absents de la plupart des laboratoires. Les premiers analyseurs étaient presque tous des analyseurs à filtre balayé, et n'étaient généralement étalonnés ni en niveau de signal ni en fréquence, si bien que la mesure de signaux à l'aide de tels appareils nécessitait un ingénieur patient et spécialisé dans le domaine fréquence. Au contraire, l'oscilloscope qui offrait une représentation d'un signal dans le domaine temps avec une précision de $\pm 3\%$, en temps comme en tension, était d'utilisation facile.

limitent pas la dynamique désirée. A l'heure actuelle, les meilleurs convertisseurs analogique-numérique existants fonctionnent jusqu'à environ 5 MHz sur une dynamique d'environ 60 dB. Ainsi, dans le cas des analyseurs de spectre fonctionnant sur une plage de fréquence plus étendue et/ou sur une dynamique plus étendue, le procédé du filtre balayé demeure le seul choix possible.

PROCÉDÉ DU FILTRE BALAYÉ

Comme l'indique la figure 1, les diverses fréquences présentes dans un signal sont déterminées en appliquant le signal à un récepteur superhétérodyne incorporé, et en faisant varier l'accord du récepteur sur la bande de fréquence nécessaire. Les fréquences détectées dans le signal sont traitées et affichées sur l'écran d'un tube cathodique.

Pour donner une image complète des fréquences détectées, on fait varier l'accord du récepteur en synchronisme avec le déplacement du spot sur l'écran du tube cathodique, si bien que le récepteur « balaye » en fait la bande de fréquence, et le spot donne une représentation graphique de l'amplitude du signal en fonction de la fréquence. Cependant, pour obtenir un affichage à résolution élevée, la vitesse de balayage doit être lente (quelquefois beaucoup plus lente que la persistance des tubes cathodiques normaux), si bien que l'affichage doit comporter une mémoire si l'on veut que la totalité de la trace soit visible au cours du balayage. Différents moyens ont été essayés sans grand succès dans le passé. Des tubes cathodiques à persistance élevée ont été utilisés, mais donnent lieu à un étalement indésirable de la trace.

Ces appareils ont fait des progrès considérables au cours des dernières années, en particulier du fait du remplacement des tubes cathodiques à persistance élevée par des tubes à mémoire, et de l'introduction d'échelles étalonnées en fréquence et en tension. Bien que le tube à mémoire représente une amélioration

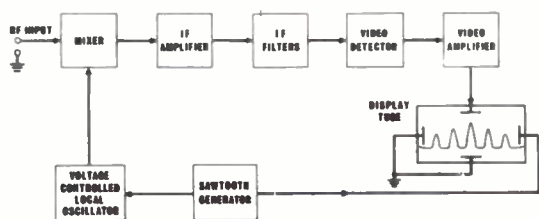


Fig. 1. — Analyseur de spectre à balayage simple.

Au cours de la dernière décennie, les progrès dans le domaine des circuits intégrés et de l'informatique ont permis de calculer directement des réponses spectrales à partir de signaux d'entrée, en utilisant des mini-ordinateurs faisant usage de la transformation de Fourier rapide. Ce procédé puissant, 100 à 1 000 fois plus rapide que le procédé du filtre balayé, permet l'analyse de fonctions variant rapidement au cours du temps, et en particulier des signaux correspondant à la parole ou à des vibrations à basse fréquence. Les limitations de ce procédé tiennent à ce que le signal d'entrée doit être soumis à une conversion analogique-numérique à une cadence permettant la préservation de ses composantes de haute fréquence, et avec un nombre de niveaux suffisant pour que les erreurs de quantification ne

(1) Article initialement reçu le 16 mars 1976 et dans sa forme définitive le 19 octobre 1976.

considérable par rapport au tube à persistance élevée, il présente encore certains inconvénients lorsqu'il est utilisé comme mémoire de données. Les réglages de luminosité et de persistance doivent être retouchés fréquemment et de façon très précise pour donner des images satisfaisantes, et l'étalement des images conservées en mémoire pendant une longue durée peut être gênant. Un inconvénient encore plus important tient à ce qu'on ne peut pas analyser en détail une image qui a été enregistrée, du fait qu'on ne peut pas l'aligner avec le réticule, la comparer à une autre image, la présenter de façon sélective, ou mesurer les fréquences mises en jeu avec la précision d'un fréquencemètre.

AMÉLIORATIONS DE LA VISUALISATION

Ce problème qui se pose depuis longtemps a maintenant été résolu par des moyens électroniques. Le procédé utilisé consiste à convertir sous forme numérique le signal de sortie analogique du détecteur du récepteur (c'est-à-dire les composantes de fréquence du signal analysé), et à enregistrer les données résultantes dans une matrice de mémoire à semiconducteur. La matrice a l'avantage de pouvoir être mise à jour lentement à chaque balayage du récepteur, tout en pouvant simultanément être interrogée rapidement et de façon répétée pour fournir un affichage permanent des données, sans scintillation, sur l'écran du tube cathodique.

Ce procédé est utilisé dans un nouvel analyseur de spectre HF type TF 2370 (fig. 2) fabriqué par la firme britannique Marconi Instruments Limited. Cet appareil est le premier d'une nouvelle génération d'analyseurs de spectre susceptibles d'être utilisés par des agents techniques ou d'autres personnes moins qualifiées pour effectuer des mesures rapides, là où c'est nécessaire.

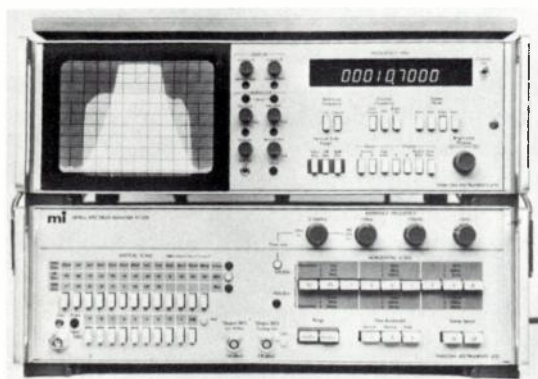


Fig. 2. — Analyseur de spectre Marconi Instruments TF 2370.

Le signal de sortie détecté de la partie récepteur est soumis à une conversion analogique-numérique pour donner une représentation de la surface d'affichage correspondant à 256 niveaux $\times$ 512 positions d'abscisse. L'information est conservée dans une mémoire numérique circulante à transistors MOS qui est interrogée de façon continue pour donner un affichage lumineux de 130 $\times$ 100 mm sur un tube de viseur électronique de caméra, à une cadence de 76 Hz, supprimant toute

scintillation. L'image est formée par une trame entrelacée modulée en luminosité, comportant 512 lignes verticales de balayage.

Une caractéristique importante du système de visualisation à mémoire électronique du TF 2370 tient à ce que la mémoire peut être divisée en deux parties de 256 lignes chacune, désignées arbitrairement par A et B. Deux images distinctes peuvent être représentées superposées l'une sur l'autre pour permettre la comparaison, chaque image disposant de sa propre commande de luminosité pour produire un contraste. Ainsi, les caractéristiques de fréquence de composants et de matériels peuvent être contrôlées visuellement pour permettre d'atteindre avec précision les performances nécessaires. Lorsque la « mémoire divisée » est utilisée en association avec le générateur à poursuite (décrit ci-après) la réponse en fréquence d'un filtre, par exemple, peut être contrôlée rapidement en chaîne de fabrication en enregistrant dans une moitié de la mémoire une image de la réponse désirée, servant de référence, et en enregistrant dans l'autre moitié de la mémoire la réponse en fréquence mesurée du filtre contrôlé. On peut alors régler le filtre contrôlé de façon que la forme de sa courbe de réponse coïncide exactement avec celle de la réponse de référence.

CONVERTISSEUR ANALOGIQUE-NUMÉRIQUE

On a vu que le signal de sortie détecté du récepteur est converti sous la forme d'un groupe de mots numériques qui peuvent être enregistrés avant la visualisation, et le convertisseur analogique-numérique doit donc avoir une précision au moins égale à celle des circuits qui le précèdent, tout en étant suffisamment rapide pour collecter correctement l'information à partir des balayages les plus rapides. La conversion s'effectue à des instants précis qui sont définis en divisant la fréquence d'horloge de base par des nombres prédéterminés. Du fait que ces instants ne correspondent pas nécessairement aux crêtes du signal de sortie détecté, le convertisseur analogique-numérique doit encore remplir une autre condition, à savoir conserver la valeur de crête du signal de sortie du détecteur entre les instants de conversion successifs, de façon que tout pic du spectre qui apparaît entre ces instants soit introduit dans la mémoire et affiché au point de données suivant. Pour capturer et conserver ces pics de signal, on utilise un second détecteur de crête, comme il est représenté sur la figure 3. Les deux détecteurs de crête peuvent être déchargés une fois que leur signal de sortie a été lu, mais le détecteur qui est utilisé pour conserver les pics doit être capable d'atteindre la valeur maximale en une très courte durée, et doit conserver cette valeur de façon précise jusqu'à l'instant de conversion suivant. Cette tension est convertie sous forme numérique dans un convertisseur classique à rampe, et sa valeur numérique est enregistrée temporairement dans un compteur, avant d'être transférée à la mémoire principale au début de l'instant de conversion suivant.

Lorsque l'analyseur de spectre est utilisé dans son mode « Haute définition », l'affichage unique utilise la totalité de la mémoire.

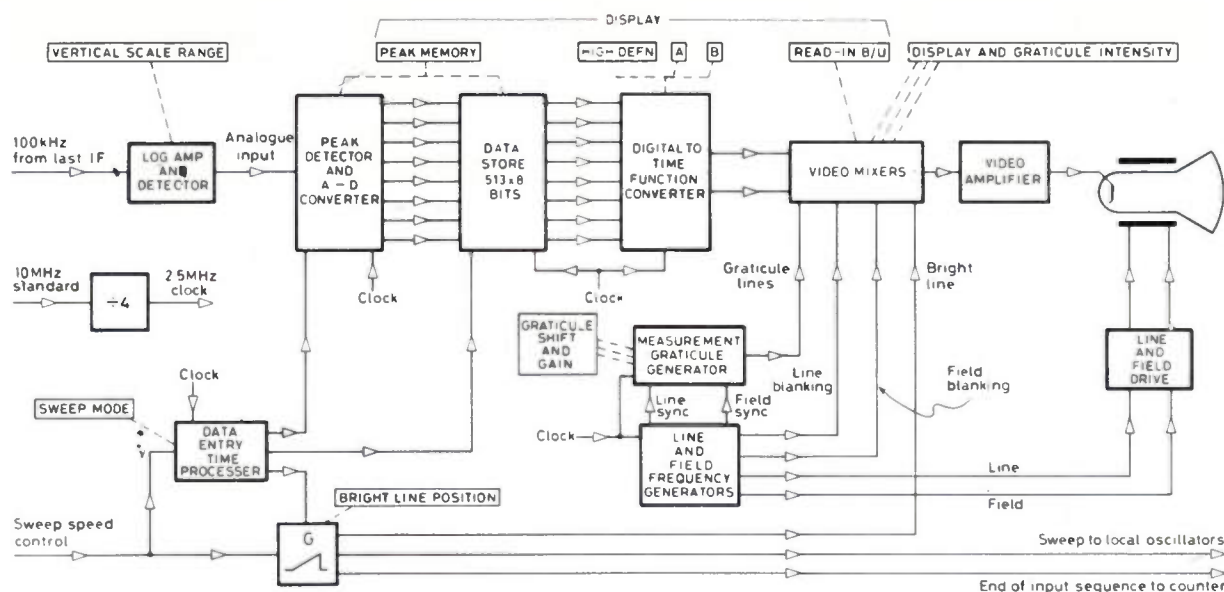


Fig. 3a. — Schéma synoptique général de la mémoire de données et de l'affichage.

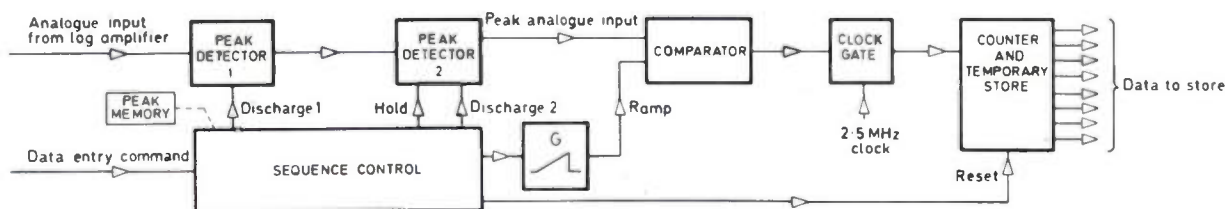


Fig. 3b. — Schéma synoptique du détecteur de crête et du convertisseur analogique-numérique.

TECHNIQUE DE VISUALISATION

A première vue, l'utilisation d'un viseur électronique de caméra à déflexion magnétique comme tube d'affichage semble incompatible avec des mesures de haute précision, du fait qu'il est difficile et coûteux de maîtriser les non-linéarités de déflexion d'un tel tube. Cependant, les techniques utilisées dans le TF 2370 font disparaître les défauts de précision et donnent même un affichage présentant une précision inhérente supérieure à celle d'un système classique à déflexion électrostatique. En outre, l'utilisation d'un tel tube donne d'autres avantages qui tiennent à ce que ce tube est très répandu, économique et robuste.

Contrairement au cas d'un affichage d'oscilloscope classique, l'affichage par trame a également pour avantage d'éliminer la nécessité de reconvertir sous forme analogique l'information numérique qui est enregistrée. Ceci nécessiterait des filtres passe-bas et une mémoire de données de 1 000 mots ou davantage pour obtenir la même précision d'affichage. Une autre considération est relative à la taille de l'affichage. Tout tube cathodique à déflexion électrostatique à grand écran est excessivement long, tandis que le tube à déflexion magnétique qui est utilisé a une longueur inférieure à 230 mm.

L'analyseur de spectre utilise la trame à balayage vertical comme support d'affichage du réticule électronique, et l'information est représentée en augmentant la luminosité des lignes de la trame jusqu'à une certaine hauteur représentant la tension d'entrée. On n'a donc pas besoin de filtre d'entrée ou de sortie, et le nombre maximal de raies spectrales affichées est limité par le

nombre de lignes de la trame, c'est-à-dire 470 par surface d'affichage. Du fait que la cadence de ligne est fixe, on n'a aucune difficulté pour obtenir une précision de 0,5 %, et on peut revendiquer à juste titre une précision de ± 1 bit du fait que l'affichage des données comme le réticule subissent la même distorsion de déflexion.

ACCÈS AUX DONNÉES

Pour obtenir la plus grande précision possible sur l'affichage, les données prélevées dans la mémoire ne sont pas converties dans un convertisseur numérique-analogique, du fait des défauts de précision qu'un tel procédé introduirait inévitablement. A la place, les données numériques sont converties en une fonction du temps qui est liée à un étalon à quartz qui sert également de référence de temps pour le réticule gradué en amplitude. La fonction du temps est engendrée en chargeant un compteur avec le complément binaire du nombre contenu dans la mémoire, au début du balayage de chaque ligne, et la luminosité de la trame est augmentée jusqu'à ce que le compteur chargé atteigne sa capacité maximale, en réponse aux impulsions d'horloge provenant de l'étalon à quartz. A ce moment, la luminosité de la ligne de la trame est ramenée au même niveau que celle du réticule. On voit évidemment que le nombre chargé dans le compteur est d'autant plus petit que le nombre enregistré dans la mémoire est grand, et que la durée qui s'écoule avant que la capacité maximale du compteur soit atteinte, et donc avant que la luminosité de la trame soit réduite, est

d'autant plus grande que le nombre chargé dans le compteur est faible.

L'accès aux données contenues dans la mémoire se fait à la cadence de ligne. Comme la mémoire contient 513 mots et que la cadence maximale de ligne en utilisant les techniques classiques est de l'ordre de 20 kHz, on peut accéder toutes les 25,65 ms environ à l'ensemble du contenu de la mémoire. Cette cadence donnerait une scintillation excessive avec un affichage simple, et on élimine cet inconvénient en employant un affichage entrelacé.

AMÉLIORATIONS DES MESURES

Le TF 2370 est un appareil de très faibles dimensions qui est d'utilisation particulièrement facile. Bien qu'il n'occupe qu'un quart de mètre carré sur une table de laboratoire, il contient l'ensemble des éléments nécessaires pour effectuer une analyse et des mesures de fréquence dans la bande 30 Hz-110 MHz. Outre un récepteur superhétérodyne à 5 étages FI avec une résolution de 5 Hz, il comporte un fréquencemètre à 9 chiffres et un générateur à poursuite qui permet la mesure de la caractéristique de transfert de n'importe quel composant, avec une dynamique atteignant 100 dB.

Le générateur à poursuite fournit un signal de sortie dont la fréquence ne s'écarte pas de plus de 2 Hz de la fréquence d'accord de l'analyseur, ce qui permet d'utiliser l'analyseur comme banc sélectif de mesure de niveau, pour la détermination manuelle ou automatique de la réponse de réseaux de composants sur une dynamique étendue.

Le réticule engendré par des moyens électroniques qui est superposé à l'image affichée peut être décalé verticalement ou horizontalement et calibré horizontalement avant ou après l'enregistrement d'une image. La figure 4 représente cette possibilité. La figure 4a montre l'enregistrement en un seul balayage (balayage de 5 secondes) d'une porteuse à 50 MHz, avec des bandes latérales de modulation de fréquence à 500 Hz, en utilisant un filtre à 50 Hz. Un tel enregistrement n'est généralement pas positionné de façon idéale par rapport au réticule. Ainsi, avec un réticule fixe il serait nécessaire d'effectuer plusieurs enregistrements de 5 secondes avant d'obtenir un alignement précis. Avec le réticule électronique, il suffit d'un seul enregistrement résultant d'un balayage unique, et le réticule peut être décalé verticalement pour permettre une lecture facile des rapports porteuse/bande latérale (fig. 4b), peut être décalé horizontalement pour centrer la porteuse (fig. 4c), et peut être calibré horizontalement à partir d'un fréquencemètre interne pour donner un étalonnage en fréquence exact (fig. 4d). Après tout enregistrement par balayage unique, un curseur électronique se présentant sous la forme d'une ligne lumineuse peut être placé en une position quelconque de l'écran, pour permettre la mesure de la fréquence en ce point, à l'aide du fréquencemètre interne, avec une résolution atteignant 2 Hz. Le fréquencemètre peut afficher soit la fréquence absolue correspondant à ce point, soit la différence de fréquence entre la ligne lumineuse

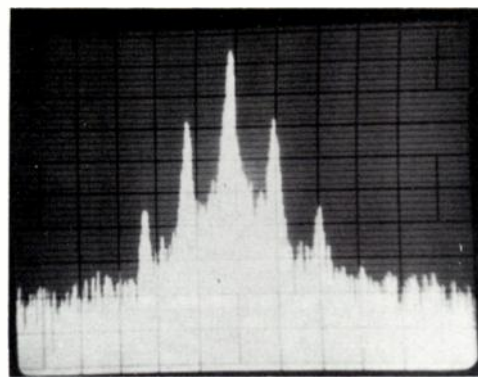


Fig. 4a. — Affichage avant l'alignement horizontal et vertical du réticule.

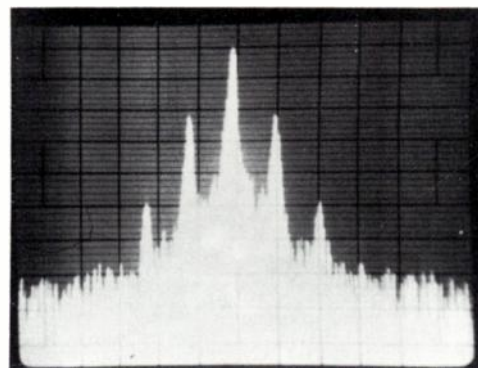


Fig. 4b. — Échelle d'étalonnage verticale alignée avec le niveau de la porteuse.

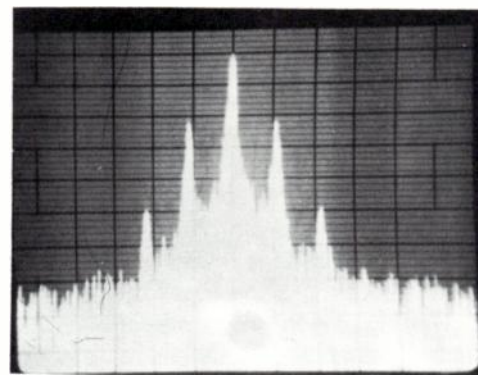


Fig. 4c. — Échelle d'étalonnage horizontale centrée sur la porteuse.

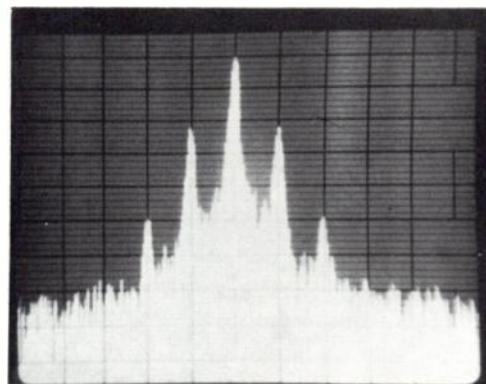


Fig. 4d. — Réglage de l'échelle d'étalonnage horizontale à partir de l'indication du fréquencemètre, pour obtenir des intervalles de fréquence exacts.

Fig. 4. — Enregistrement par un seul balayage d'une porteuse à 50 MHz avec une des bandes latérales de modulation de fréquence à 500 Hz, obtenu avec le filtre à 50 Hz. Échelles : 500 Hz/div, 10 dB/div.

et le point de l'affichage mis en mémoire qui se trouve au centre de l'écran. Les figures 5a à 5c illustrent cette possibilité. La figure 5d correspond au mode manuel de la mémoire, grâce auquel le curseur électronique devient un point d'édition qui permet à l'utilisateur de mettre l'affichage à jour de façon sélective au voisinage des points intéressants. Dans ce mode, l'appareil fonctionne en banc sélectif de mesure de niveau, avec enregistrement. Un filtre vidéo à 1,5 Hz est utilisé dans ce cas pour faire la moyenne du bruit.

La persistance de l'image d'un affichage à tube cathodique à mémoire doit être réglée de façon que la vitesse de décroissance de la luminosité soit du même ordre de grandeur que la vitesse de balayage, pour éviter la scintillation ou le brouillage des images affichées. Avec la mémoire numérique, la persistance est infinie et l'image demeure jusqu'à sa mise à jour par un nouveau balayage. On peut au besoin augmenter la luminosité associée aux informations lues en mémoire pour faciliter l'identification des données anciennes et nouvelles lorsqu'on utilise des balayages lents.

Dans la plupart des cas, la solution idéale consiste à effacer complètement l'image ancienne. Il est cependant nécessaire de conserver l'image ancienne, pour simuler une persistance infinie, dans certaines applications comme le contrôle de la réponse en fréquence ou de la vitesse de dérive d'un oscillateur. Le bouton « Peak mem » (mémoire maximale) de l'unité d'affichage place la mémoire dans ce mode.

La résistance d'une chaîne est celle de son plus faible maillon, et ceci s'applique tout particulièrement aux oscillateurs d'un analyseur de spectre de précision. Toute imperfection de l'un quelconque des oscillateurs locaux apparaît sous la forme d'une imperfection du signal d'entrée, et il n'existe en général pas de moyens permettant de savoir si l'imperfection appartient ou non au signal analysé. Il est donc nécessaire que le niveau des imperfections des oscillateurs soit inférieur à celui qui pourrait introduire une limitation de la dynamique ou de la résolution du système global. Ceci doit être obtenu tout en respectant des contraintes portant sur la variation de la fréquence, le niveau de sortie, la taille mécanique, et le procédé d'accord.

Au sens strict, toutes les imperfections peuvent être considérées comme une modulation ou des bandes latérales parasites affectant une porteuse parfaite, dans le domaine fréquence, mais les fréquences de modulation très inférieures à la plus faible largeur de bande de filtre disponible, c'est-à-dire 5 Hz, ne peuvent pas être séparées, et n'apparaissent donc pas sous la forme de bandes latérales, mais donnent lieu à une modification apparente de la fréquence ou de l'amplitude de la porteuse. La modification d'amplitude est généralement suffisamment faible pour pouvoir être négligée, tandis que la modification de la fréquence de la porteuse est toujours gênante et plus difficile à combattre. Les fréquences de modulation supérieures sont séparées par l'appareil et peuvent être rangées en deux catégories : le bruit et les bandes latérales parasites cohérentes. Ainsi, tout oscillateur local doit satisfaire à certaines contraintes concernant la dérive en fréquence, le bruit, et les bandes latérales parasites cohérentes. L'oscillateur

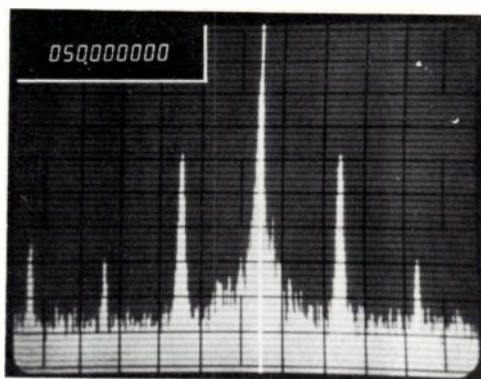


Fig. 5a. — Mesure de la fréquence de la porteuse à l'aide du fréquencemètre en utilisant le curseur formé par une ligne lumineuse.

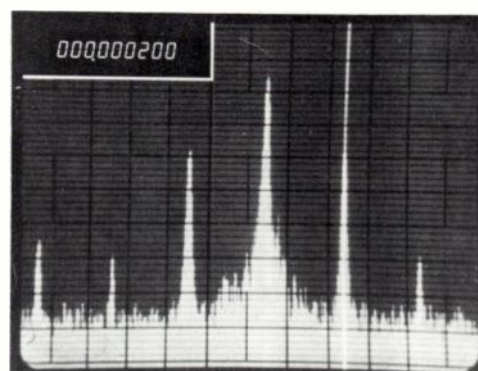


Fig. 5b. — Mesure de la première bande latérale supérieure à l'aide du fréquencemètre.

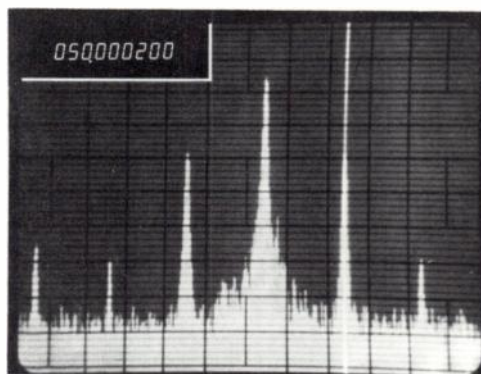


Fig. 5c. — Mesure de la différence de fréquence entre la porteuse et la première bande latérale supérieure, à l'aide du fréquencemètre.

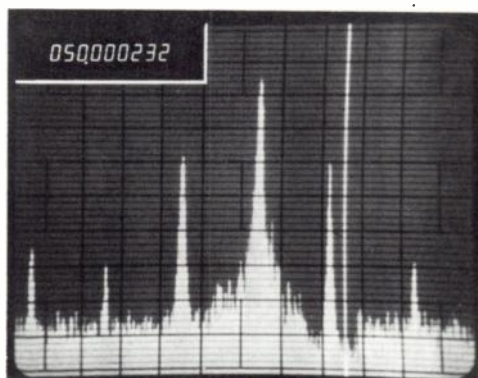


Fig. 5d. — Utilisation du curseur (ligne lumineuse) comme marqueur pour mettre à jour manuellement l'affichage au voisinage de la première bande latérale supérieure.

Fig. 5. — Procédés de mesure de fréquence en utilisant le fréquencemètre. Échelles : 100 Hz/div, 10 dB/div.

balayé devrait théoriquement avoir la même pureté spectrale qu'un oscillateur à quartz, tout en satisfaisant à la condition contradictoire qui est de pouvoir couvrir une plage de fréquence étendue. Cependant, l'utilisation généralisée de la technique de verrouillage de phase permet la séparation de toutes les bandes latérales qui sont écartées de plus de 100 Hz d'une porteuse, et qui ont un niveau supérieur à -70 dB par rapport à la porteuse.

AMÉLIORATIONS RELATIVES A L'UTILISATION

Le TF 2370 a été conçu en portant une grande attention à la simplicité d'utilisation. Certaines fonctions qui sont habituellement accomplies par l'utilisateur sont prises en charge par des circuits logiques câblés. Dans les analyseurs de spectre classiques, l'utilisateur dispose d'un choix de commande de gain en HF et FI. Le gain FI doit être réglé à la valeur maximale possible compatible avec le niveau de bruit demeurant au bas de l'écran, tandis que le gain HF est réglé de façon à maintenir l'intermodulation au minimum, compte tenu du niveau du signal. Ce type de réglage est réalisé automatiquement dans le TF 2370, lorsqu'on règle la commande de sensibilité. L'atténuateur d'entrée est réglé de façon que les signaux qui atteignent le haut de l'écran ne dépassent jamais -20 dBm au niveau du premier mélangeur (-30 dBm à l'entrée du récepteur), et le gain FI est réglé de façon à placer le bruit au bas de l'affichage, ce qui donne la plus grande dynamique d'affichage possible. Avec un niveau de bruit inhérent de -130 dBm sur la position correspondant à une largeur de bande de filtre de 50 Hz, la dynamique d'affichage atteint 100 dB. Cependant, avec les deux filtres ayant les plus grandes largeurs de bande (5 et 50 kHz) il n'est pas possible de maintenir le niveau de bruit au bas de l'affichage, car le signal maximal à l'entrée du mélangeur serait trop élevé, ce qui produirait de l'intermodulation. Les circuits logiques internes évitent que le niveau maximal du signal sur le mélangeur soit dépassé.

Dans la plupart des analyseurs de spectre, l'utilisateur peut sélectionner la fréquence centrale, la plage d'analyse, la largeur de bande et la vitesse de balayage, mais la multiplicité de ces réglages provoque souvent des confusions chez les opérateurs peu expérimentés, même lorsqu'il existe un système avertisseur qui indique que l'affichage n'est pas étalonné, dans les conditions d'utilisation considérées. Le Q fini du filtre impose une valeur maximale à la vitesse à laquelle on peut balayer un filtre sans diminution du niveau de sortie. Par exemple, un filtre gaussien à 500 Hz nécessite une durée totale supérieure à 4 minutes pour effectuer un balayage sur 100 MHz, avec une diminution du signal de sortie ne dépassant pas 1 dB par rapport à un fonctionnement manuel. Ceci ne peut évidemment pas être utilisé en pratique dans la plupart des mesures, et la durée maximale de balayage utilisée dans le TF 2370 est de 100 s. Après avoir choisi la fréquence centrale et la plage d'analyse, l'utilisateur peut choisir entre un filtre « étroit », « normal » et « large », et les circuits logiques sélectionnent une largeur de bande et une vitesse de balayage pour satisfaire le critère indiqué ci-dessus. Le filtre

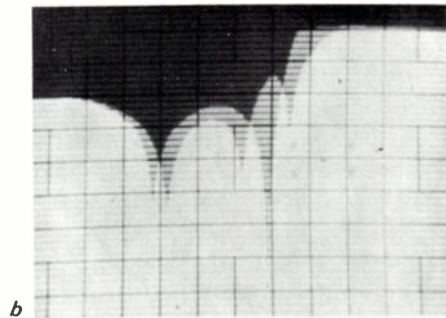
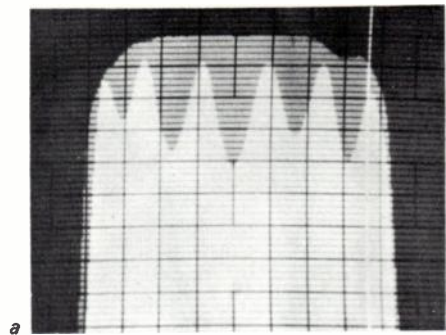


Fig. 6a. — Avant et après réglage de la bande passante d'un filtre à quartz. Échelles : 2 kHz/div, 1 dB/div.

Fig. 6b. — Référence et réponse en fréquence d'un filtre passe-haut. Échelles : 5 kHz/div, 10 dB/div.

« étroit » donne la résolution maximale sans dépasser une durée maximale de balayage qui est de 2 s sur l'une quelconque des positions MHz/Div, et qui est de 100 s lorsqu'on est sur l'une quelconque des positions kHz/Div. Le filtre le plus large donne une résolution inférieure, avec une vitesse de balayage supérieure. Un bouton d'accélération du balayage facilite un accord rapide.

Les perfectionnements apportés à la conception des circuits de cette nouvelle génération d'analyseurs de spectre se traduisent par une meilleure précision et une plus grande clarté de l'affichage, tout en conduisant à un appareil aussi facile à utiliser qu'un oscilloscope moderne, et offrant une capacité de mesure bien supérieure.

RÉSUMÉ

L'application des techniques d'analyse du spectre des fréquences radioélectriques était jusqu'ici limitée car l'emploi des analyseurs de spectre nécessitait à la fois une longue expérience et beaucoup de temps. Mais, l'apparition de circuits logiques avec intégration à grande échelle et de mémoires à circuits intégrés a permis la création d'une nouvelle génération d'analyseurs. Ces derniers, faciles à utiliser, rapides et souples, peuvent être confiés à du personnel moins qualifié et être utilisés à des fins très diverses, en particulier pour les essais de matériels sur les chaînes de fabrication. L'auteur décrit un nouvel appareil qui illustre cette évolution.

SUMMARY

Spectrum analysis simplified,
by T. BATES (Marconi-Instruments).

Until recently, the use of radio-frequency spectrum analysis techniques was restricted by the fact that spectrum analysers required considerable skill and time to operate. The advent of LSI logic and memory integrated circuits, however, has resulted in a new breed of analysers whose ease of use, speed of operation and versatility enables them to be used by less-skilled personnel in a wide variety of applications, including testing equipment on the production line. The author describes a new instrument which illustrates this trend.

Détermination statistique des zones quasi-stationnaires dans les signaux vocaux

Application à la reconnaissance de la parole (1)

VOCODEUR

L'onde électrique
1977, vol. 57, n° 5
pp. 387-391



par Christian BERGER-VACHON *,
Ingénieur Électronicien INSA, Doc-
teur ès Sciences, Maître assistant
Lyon I.

et Guy MESNARD *,
Agrégé de Physique, Docteur ès
Sciences, Professeur Lyon 1.

Université Claude-Bernard de Lyon,
Laboratoire de Physique Électro-
nique, 43, boulevard du 11-Novem-
bre-1918, 69621 Villeurbanne (tél.
(15) 78.52.07.04).

Les signaux vocaux et la parole font actuellement l'objet d'importantes études, car celles-ci intéressent de

nombreux domaines et notamment les télécommuni-
cations, l'informatique et la biomédecine.

1. INTRODUCTION

1.1. La présentation des méthodes utilisées

Dans la description de la parole que nous utiliserons, qui repose sur les conceptions classiques [1], on admet que l'onde acoustique est formée par une succession d'éléments représentés par des phonèmes plus ou moins modifiés par les phénomènes de coarticulation. Cette représentation constitue une première approche du phénomène qui, si elle a conduit à beaucoup d'applications au niveau de la synthèse de la parole notamment, s'avère impuissante à fournir un outil fiable quand il s'agit de reconnaître le signal vocal. Il ne semble pas réaliste de remettre en cause cette conception phonémique du signal vocal mais il convient de toujours l'adapter au problème particulier qui est étudié.

Nous considérerons que la parole est formée par une suite de signaux plus ou moins quasi-stationnaires séparés par des transitions; on sait, en effet, que le signal vocal a un caractère répétitif, surtout pendant la prononciation des voyelles [2], ce qui est dû aux résonances des conduits bucco et naso-pharyngés excités par les vibrations des cordes vocales. Pratiquement, l'aspect quasi-stationnaire des voyelles varie en fonction du contexte et même si elles sont prononcées isolément, leur discrimination ne peut être effectuée avec une sécurité totale [3]. Ceci limite la puissance des méthodes de reconnaissance basées sur de telles considérations; nous contrôlerons notre méthode sur un vocabulaire réduit, en ayant bien conscience qu'une extension à des vocabulaires plus vastes ne peut pas être faite directement, mais seulement par l'introduction de contraintes supplémentaires.

La méthode de reconnaissance que nous utiliserons consiste à comparer successivement une forme inconnue X avec les différentes classes $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_n$ qui peuvent être à l'origine du signal X .

1.2. Les spectrogrammes à analyser

Le traitement du signal que nous avons effectué est principalement axé sur l'étude des spectrogrammes fournis par le vocodeur ETA du CNET à Lannion [4] (fig. 1). Le signal attaque un microphone, puis subit un prétraitement (amplification, contrôle de gain, ...); il est ensuite présenté à un ensemble de filtres qui isolent les fréquences correspondant à leur bande passante. Le signal est ensuite redressé puis intégré; le contenu de l'intégrateur est un reflet de l'énergie qui a été détectée dans la bande de fréquences correspondante. Ensuite, un convertisseur analogique-numérique code entre 0 et 15 la tension de sortie de l'intégrateur. Toutes les 20 ms, l'ensemble des sorties $F_1, F_2, \dots, F_{14}$ est lu et le contenu de l'intégrateur est remis à zéro. On obtient ainsi, toutes les 20 ms, une « ligne » de valeurs qui représente la structure fréquentielle

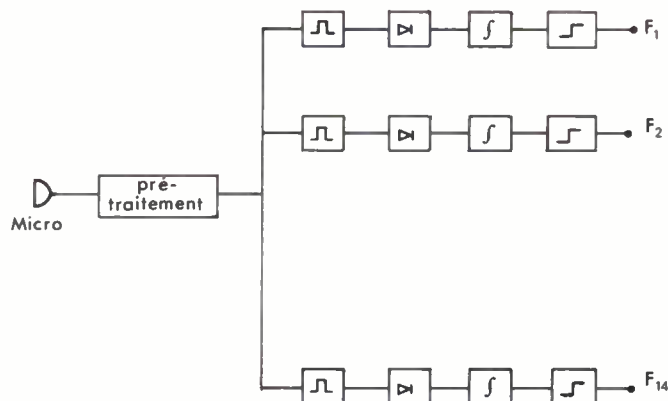


Fig. 1. — Disposition schématique des divers éléments constitutifs du vocodeur ETA du CNET à Lannion (il y a 14 canaux).

(1) Article reçu initialement le 23 mars 1976 et dans sa forme définitive le 27 septembre 1976.

* Membres de la SEE.

instantanée du signal vocal. Un « spectrogramme » est formé par la succession de ces lignes. En effectuant la somme des valeurs $F_1, F_2, \dots, F_{14}$, on calcule l'« énergie » globale.

L'enregistrement, sur bande magnétique, des lignes de valeurs fournies par le vocodeur est sous le contrôle d'un détecteur du signal par rapport au bruit qui s'appuie sur le calcul de l'énergie globale.

2. ÉTUDE DU RYTHME DE LA PHONATION

2.1. La détection de la première transition énergétique

Lorsqu'un mot commence par un phonème de faible énergie, on ne peut pas garantir que son début sera enregistré. Considérons, par exemple, l'évolution de l'énergie au cours d'une prononciation de ZÉRO. Schématiquement, on distingue plusieurs zones (fig. 2) :

- le bruit initial;
- la transition TR_0 du bruit vers le /z/ (on notera les expressions phonétiques entre deux traits obliques);
- le phonème /z/;
- la transition TR_1 du /z/ vers le /e/;
- le phonème /e/;
- la transition TR_2 du /e/ vers le /R/;
- le phonème /R/;
- la transition TR_3 du /R/ vers le /o/;
- le phonème /o/;
- la transition TR_4 du /o/ vers le bruit final;
- le bruit final.

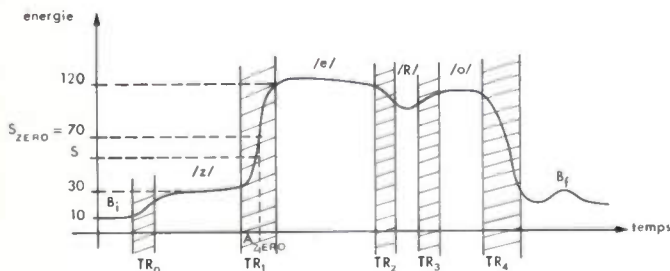


Fig. 2. — Évolution de l'énergie au cours d'une prononciation du mot ZÉRO. A_{ZERO} est le point « d'ancrage ».

L'énergie du /z/ et du /e/ étant voisine de 30 et 120 respectivement, il est facile de repérer le point A_{ZERO} de TR_1 , en comparant l'énergie à un seuil S_{ZERO} fixé *a priori*. Comme le vocodeur mémorise à chaque instant 8 échantillons, on retiendra les 8 lignes de valeurs correspondantes, puis on déclenchera l'enregistrement.

Le choix du seuil S_{ZERO} permet d'affirmer que A_{ZERO} est dans la première montée énergétique du mot; S_{ZERO} dépend de l'énergie du premier phonème énergétique qui n'est pas systématiquement une voyelle.

2.2. La délimitation automatique des phonèmes quasi-stationnaires (ou zones stables)

Au cours d'une étude effectuée sur des sons isolés [5], nous avons déterminé un n -uple $(f_1, f_2, \dots, f_{14})$ carac-

téristique pour chacun des phonèmes du langage utilisé. Compte tenu de l'aspect quasi-stationnaire des voyelles (phonèmes énergétiques et longs), leur structure spectrale dans un mot est voisine de celle qui est observée dans le son isolé (aux déformations contextuelles près).

Pour discriminer deux phonèmes consécutifs, tous les canaux ne sont pas équivalents [6]; pour chaque couple de phonèmes, nous les avons classés en fonction de leur pouvoir séparateur.

Les zones stables sont recherchées à partir du point d'ancrage. Prenons l'exemple de ZÉRO. Dans la transition du /z/ vers le /e/, les canaux sensibles du couple /z/-/e/ sont les plus concernés. Nous avons intérêt à ne considérer que les canaux sensibles car l'intervention de canaux ayant un pouvoir de discrimination médiocre masque l'effet discriminatif des distances qui sont utilisées ci-dessous.

Soient :

$$d_{z,z-e}(t) = \sum_{k=1}^{n_{z-e}} |f_k(t) - m_{k,z}| \quad (1)$$

et :

$$d_{e,z-e}(t) = \sum_{k=1}^{n_{z-e}} |f_k(t) - m_{e,k}| \quad (2)$$

les distances des phonèmes /z/ et /e/ au spectrogramme, calculées en ne tenant compte que des canaux sensibles entre le /z/ et le /e/, où :

— $f_k(t)$ est la valeur observée sur le k^e canal à l'instant t ;

— $m_{k,z}$ est la moyenne des valeurs observées sur le k^e canal lorsque /z/ est prononcé devant le vocodeur;

— $m_{k,e}$ est la moyenne des valeurs observées sur le k^e canal lorsque /e/ est prononcé devant le vocodeur;

— n_{z-e} est le nombre de canaux sensibles entre le /z/ et le /e/.

Ces distances varient en fonction du temps (fig. 3).

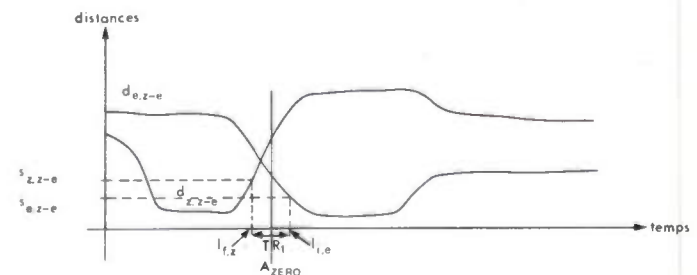


Fig. 3. — Évolution schématique des distances $d_{z,z-e}(t)$ et $d_{e,z-e}(t)$ en fonction du temps.

Intéressons-nous à ce qui se passe au voisinage du point A_{ZERO} . Lorsque la distance $d_{z,z-e}$ de /z/ au spectrogramme va en augmentant, on entre dans la transition TR_1 . Lorsque la distance $d_{e,z-e}$ devient faible, on admet que le phonème /e/ commence. Le début de la transition TR_1 est donc défini par :

$$d_{z,z-e} > s_{z,z-e} \quad (3)$$

où $s_{z,z-e}$ est la valeur d'un seuil (connue *a priori*) caractéristique du /z/ dans la transition du /z/ vers le /e/.

La fin de la transition est définie par :

$$d_{e,z-e} < s_{e,z-e} \quad (4)$$

où $s_{e,z-e}$ est aussi un seuil.

Cette étude ne peut être faite que si on connaît la classe du spectrogramme ; il s'agit donc d'une procédure utilisée seulement à l'apprentissage. Elle est facilement programmable et pour chaque phonème elle conduit à deux valeurs l_i et l_f , qui sont les abscisses (par rapport au point d'ancrage) du début et de la fin du phonème.

2.3. La représentation des zones stables

Pour chacun des n_k éléments (ou « échantillons », au sens statistique du terme) d'apprentissage ($\omega_{k1}, \dots, \omega_{ki}, \dots, \omega_{kn_k}$) de la classe Ω_k , on délimite à l'aide de la procédure automatique décrite au paragraphe 2.2. les m_k zones quasi-stationnaires correspondant aux voyelles ; pour un échantillon ω_{ki} , la j^e zone est décrite par les deux valeurs de début et de fin notées l_{kij1} et l_{kij2} respectivement.

Si les mots sont tous prononcés sur le même rythme, ce qui est à peu près vérifié lorsqu'un seul locuteur est concerné, on peut localiser de façon presque sûre une partie des lignes de valeurs correspondant aux voyelles.

Supposons que les quantités $L_1 = l_{kij1}$ et $L_2 = l_{kij2}$ soient distribuées selon une loi normale (fig. 4). On sait que :

$$\Pr(m_1 - 2\sigma_1 < L_1 < m_1 + 2\sigma_1) = 0,95 \quad (5)$$

$$\Pr(m_2 - 2\sigma_2 < L_2 < m_2 + 2\sigma_2) = 0,95 \quad (6)$$

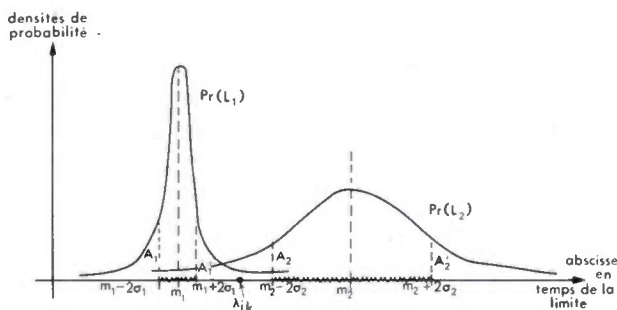


Fig. 4. — Distribution des limites de début et de fin L_1 et L_2 de la j^e zone stable du i^e échantillon de la classe Ω_k . On note par $m_1 = m_{kij1}$ et $\sigma_1^2 = \sigma_{kij1}^2$ d'une part, et par $m_2 = m_{kij2}$ et $\sigma_2^2 = \sigma_{kij2}^2$ d'autre part, les moyennes et les variances des distributions de L_1 et L_2 .

Ceci conduit à deux segments $A_1A'_1$ et $A_2A'_2$ dans lesquels nous localisons, à 95 % de probabilité, les limites L_1 et L_2 . Lorsque le rythme de prononciation du locuteur est régulier (ce qui est le cas pour tout locuteur « coopératif » qui n'est pas atteint de troubles de la phonation) les segments $A_1A'_1$ et $A_2A'_2$ ne se chevauchent pas. Il existe donc une zone A'_1A_2 dans laquelle on peut, presque sûrement, trouver des échantillons de 20 ms correspondant à la j^e voyelle du k^e mot (Ω_k) du langage ;

le point représentatif de la j^e voyelle sera choisi au milieu du segment A'_1A_2 noté λ_{jk} .

3. DÉTERMINATION DES ARCHÉTYPES

3.1. La méthode de reconnaissance

La détermination des archétypes est étroitement liée à la méthode de reconnaissance qui sera utilisée.

La similitude $S(X, \Omega_k)$ entre un spectrogramme inconnu X et la classe Ω_k sera appréciée à l'aide des formules suivantes (m_k est le nombre de voyelles de Ω_k) :

$$S(X, \Omega_k) = \sqrt{\prod_{j=1}^{m_k} S(X_j, \Omega_{kj})} \quad (7)$$

où $S(X_j, \Omega_{kj})$ est la similitude entre X et la j^e voyelle du mot Ω_k . L'équation (7) introduit la notion de similitude moyenne par voyelle ;

$$S(X_j, \Omega_{kj}) = \sqrt{r_{kj} P(X_j / \Omega_{kj})} \quad (8)$$

où r_{kj} est le nombre total de canaux fréquentiels considérés pour la j^e voyelle de Ω_k .

$P(X_j / \Omega_{kj})$ est la distance probabiliste calculée à l'aide des r_{kj} canaux. L'équation (8) introduit la notion de similitude moyenne par canal :

$$P(X_j / \Omega_{kj}) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{r_{kj}}{2}} |\Lambda_{kj}|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2} (\vec{X}_j - \vec{m}_{kj})^T \Lambda_{kj}^{-1} (\vec{X}_j - \vec{m}_{kj})} \quad (9)$$

où :

— $\vec{X}_j$ est un vecteur issu de la λ_{jk}^e ligne de valeurs située après un point d'ancrage A'_k déterminé sur le spectrogramme X à identifier (A'_k dépend de l'archétype Ω_k avec lequel X est comparé). $\vec{X}_j$ est formé des r_{kj} canaux fréquentiels correspondant à la j^e voyelle de Ω_k (notée Ω_{kj}) : il semble, en effet, inutile de retenir les 14 canaux pour calculer la formule 9 ;

— Λ_{kj} est la matrice des covariances correspondant à Ω_{kj} , lorsque r_{kj} canaux sont concernés ;

— $\vec{m}_{kj}$ est le vecteur moyen de Ω_{kj} correspondant aux r_{kj} canaux.

L'équation (9) donne une distance probabiliste classique [7].

3.2. La sélection des r_{kj} canaux correspondant à la voyelle Ω_{kj}

Les méthodes d'analyse factorielle [8] permettent de diminuer le nombre de caractères à considérer pour décrire une classe. Mais, en vue d'une application à la reconnaissance en temps réel, nous avons préféré utiliser une technique n'exigeant pas une transformation linéaire des données issues du vocodeur ; les équations (7), (8) et (9) peuvent être facilement exploitées en temps réel, en utilisant leur forme logarithmique.

Le choix des r_{kj} canaux conduit à stocker en mémoire, pour chaque voyelle, les éléments suivants :

- l'abscisse λ_{kj} indiquant la position de la voyelle ;
- le logarithme du dénominateur de l'équation (9) ;
- le nombre $\nu = r_{jk}$ de canaux concernés ;
- les ν numéros des canaux retenus ;
- les ν moyennes pour chacun des canaux ;
- les ν^2 éléments de $\bigwedge_{kj}^{-1}$;

soit : $3 + 2\nu + \nu^2$ quantités.

Si $\nu = 7$ il faut 66 mots d'ordinateur.

Nous avons retenu $\nu = 7$ ce qui permet de stocker les éléments de trois zones stables sur des blocs mémoire de 200 mots (les mots retenus ont moins de 4 zones stables). Une analyse détaillée des mots du langage [9] montre que ν peut encore être réduit dans certains cas.

Pour choisir 7 canaux (un heptet) parmi les 14 qui sont proposés par le vocodeur, deux critères ont été retenus :

— la *puissance séparative des canaux entre les voyelles* : on dit qu'un canal sépare deux voyelles V_1 et V_2 s'il conduit à un risque de confusion $R < 2\%$ (fig. 5) entre les 2 voyelles

$$\text{avec } R = \int_{-\infty}^{\xi} \Pr(x/V_2)dx + \int_{\xi}^{\infty} \Pr(x/V_1)dx \quad (10)$$

— la *corrélation entre les 7 éléments de l'heptet* : elle est définie par la moyenne des corrélations existant entre tous les canaux de l'heptet pris deux à deux.

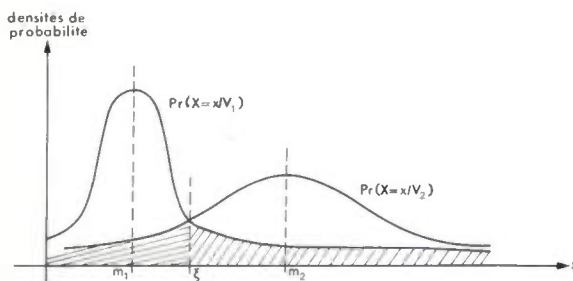


Fig. 5. — Discrimination entre les voyelles V_2 et V_1 effectuée par une observation x de l'aléatoire X sur un canal. Si $\Pr(x/V_1) > \Pr(x/V_2)$ on décide V_1 et vice-versa si $\Pr(x/V_2) > \Pr(x/V_1)$. Dans l'exemple ci-dessus, les densités de probabilité sont gaussiennes.

L'ensemble des $C_{14}^7 = 3\,432$ heptets possibles a été envisagé. La meilleure des combinaisons est la suivante :

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Elle recouvre la gamme 450-2 200 Hz. On remarque que le canal 1 (bande passante 250-450 Hz) n'est pas retenu. Ce canal est fortement influencé par les harmoniques du fondamental de la voix (le fondamental est la fréquence de vibration des cordes vocales) et on peut montrer que ce paramètre n'est pas très important pour effectuer une discrimination entre les voyelles [10].

4. APPLICATIONS A LA RECONNAISSANCE DES CHIFFRES PARLÉS

4.1. Les classes Ω_k utilisées

Ce sont les 10 chiffres sur lesquels on repère des voyelles Ω_{kj} (on ne retient pas les semi-voyelles /w/ de TROIS et /y/ de HUIT).

ZÉRO	= /e/ et /o/
UN	= /œ/
DEUX	= /ø/
TROIS	= (/t/ + /R/ + /w/ + /a/) = /a/
QUATRE	= /α/
CINQ	= /ε/
SIX	= /i/
SEPT	= /ε/
HUIT	= (/y/ + /i/ + /t/) = /i/
NEUF	= /œ/

Quelques remarques s'imposent après cette décomposition :

— On sait que le phonème « a » est différent dans TROIS et dans QUATRE, ce qui conduit à deux sons notés /a/ et /α/ respectivement.

— On peut supposer qu'il y aura confusion entre le /i/ de SIX et le /i/ de HUIT, mais la coarticulation peut permettre, éventuellement, de distinguer deux sons différents, car on ne travaille qu'avec un seul locuteur.

4.2. Les confusions observées

Un spectrogramme X est comparé successivement aux 10 archétypes des chiffres.

Pour chaque archétype Ω_k , on définit un point A'_k d'ancrage sur X . Ensuite, on repère les lignes de valeurs situées aux abscisses λ_{kj} sur X et on calcule les quantités (7), (8) et (9).

La décision est :

$$X \in \Omega_k \quad \text{si} \quad S(X, \Omega_k) > S(X, \Omega_{k'})$$

avec $k' \neq k$
 $k' = 1, 2, \dots, n$

La figure 6 résume les résultats obtenus ; le taux de classification correcte est de l'ordre de 80 %.

Archétype Spec- trogramme	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ZÉRO	*							⊙		
UN		*								
DEUX			*							
TROIS				*						⊙
QUATRE					*			⊙		
CINQ						*				
SIX							*		⊙	
SEPT						⊙		*		
HUIT							⊙		*	
NEUF										*

Fig. 6. — Matrice de reconnaissance déterminée expérimentalement. Le signe * indique les décisions Ω_k qui sont prises. ⊙ indique les décisions erronées. Il y a confusion entre HUIT et SIX ; TROIS et QUATRE sont très distincts.

On remarque que les confusions qui étaient attendues théoriquement ne sont pas toutes observées. Les archétypes de la seconde moitié des chiffres ne sont pas très caractéristiques de la classe qu'ils représentent; il sera donc nécessaire de les compléter ou d'envisager des langages artificiels [11, 12].

5. LA DISCUSSION DES RÉSULTATS ET LES CONCLUSIONS

Les remarques tirées de cette étude peuvent être classées sous deux rubriques :

- vis-à-vis de la parole;
- vis-à-vis de la reconnaissance.

En ce qui concerne la parole, la stabilité des zones correspondant aux voyelles (qui sont quasi-stationnaires d'après la théorie acoustique) est très discutable. Malgré les précautions qui ont été prises dans la recherche de l'abscisse λ_{jk} des lignes de valeurs caractéristiques et dans la sélection des canaux efficaces, nous avons observé un taux de mauvaise classification élevé. On remarque aussi qu'il y a des variations non négligeables si on calcule l'expression (9) en utilisant des lignes de valeurs de X dont l'abscisse n'est pas la valeur λ_{kj} calculée de façon optimale, même si ces abscisses appartiennent à l'intervalle A_1A_2 (fig. 4). Les variations peuvent être dans un rapport de 10^3 pour des lignes distantes de 20 ou 40 ms! Ceci implique que la détermination des archétypes doit être faite pour chacun des locuteurs et qu'ils devront soigner leur prononciation.

En ce qui concerne la reconnaissance, la méthode que nous avons présentée ne peut pas être utilisée seule pour deux raisons :

- la sélectivité n'est pas suffisante pour les applications;
- les calculs demandés, s'ils doivent s'intégrer dans des applications exigeant une reconnaissance en temps réel et utilisant des machines pas trop coûteuses (par exemple des mini-ordinateurs) sont trop longs. Ce type d'application est le principal (à notre avis) qui justifie une reconnaissance automatique de la parole (enregistrement de données, commande vocale de systèmes, demande de renseignements à un standard automatique...). Il faudra donc introduire des contraintes supplémentaires limitant le nombre d'archétypes Ω_k à envisager et on utilisera la syntaxe et la sémantique.

Pratiquement, la méthode a deux avantages :

- elle est complémentaire des techniques de comparaison déterministes habituellement utilisées : elle permet de classer les archétypes en fonction de leur similitude avec la prononciation X;

— le rapport $\frac{S(X, \Omega_k)}{S(X, \Omega_{k'})}$ ($k \neq k'$), lorsque Ω_k correspond à la classe de X, est de l'ordre de 10^{50} à 10^{80} en général. Les variations observées quand on ne prend pas la ligne de valeurs λ_{kj} optimale sont alors négligeables.

RÉSUMÉ

Les auteurs présentent une recherche automatique des limites des zones quasi-stationnaires du signal vocal qui correspondent aux voyelles. Les limites obtenues sont ensuite traitées statistiquement pour déterminer, par rapport à un point fixe, des « plages » de présence des parties quasi-stationnaires.

On utilise ces plages pour déterminer des archétypes qui serviront dans une méthode de reconnaissance des chiffres basée sur le calcul d'une distance probabiliste.

Les résultats sont discutés, en vue d'une application de la méthode dans des systèmes élaborés de reconnaissance de la parole en temps réel.

SUMMARY

Statistical determination of quasi-stationary zones embedded in vocal signals. Application to speech recognition,

by C. BERGER-VACHON and G. MESNARD (Université Claude-Bernard, Lyon).

The authors introduce an automatic search of quasi-stationary zones embedded in the acoustic signal and corresponding to vowels. A statistical analysis is made, using the results, to obtain an interval where each vowel can be found; the limits of the interval are given relatively to the position of a fixed point.

Then, these localizations lead to archetypes which will be used in a spoken digits recognition method; the method is based on the computation of a probabilistic distance.

Results are then discussed according to the possible inclusion of the method in sophisticated speech recognition system in real time.

Bibliographie

- [1] FLANAGAN J. L. — *Speech analysis, synthesis, and perception*. Springer Verlag, 1972, Berlin.
- [2] LINGREN N. — Automatic recognition of human language. *IEEE spectrum*, 1965, T 2, mars, p. 114; avril, p. 44; mai, p. 104.
- [3] CARRÉ R. — Contribution aux études sur l'analyse et la synthèse de la parole. Rôle et importance des formants. *Thèse d'État*, 1971, Université de Grenoble.
- [4] FERRIEU G., PONCIN J., ROUX G., VINCENT-CARREFOUR J. — Synthèse et reconnaissance de la parole par calculateurs. *L'Écho des Recherches*, 1968, pp. 30-42.
- [5] BERGER-VACHON C., MESNARD G., GRESSER J. Y. — Étude théorique et expérimentale des confusions données par un vocodeur. Application à la reconnaissance de la parole. *Ann. Télécom.*, 1975, pp. 139-149.
- [6] BERGER-VACHON C. et MESNARD G. — Évaluation de l'efficacité d'un système de reconnaissance des formes. *Onde Électrique*, 1970, 50, Fasc. 11, 920-933.
- [7] SEBESTYEN G. — *Decision making processes in pattern recognition*, 1962, Mac Graw, New York.
- [8] BENZECRI J. P. — *L'analyse des données*, 1973, Dunod, Paris.
- [9] BERGER-VACHON C. — Conception d'une entrée vocale automatique; prétraitement des signaux, élaboration du dictionnaire et mise en œuvre en reconnaissance immédiate. *Thèse d'État*, 1975, Université de Lyon 1.
- [10] BERGER-VACHON C. et MESNARD G. — Étude de la significativité d'un paramètre au niveau des reconnaissances de formes. Application au fondamental de la voix. *Automatisme*, 1975, 20, 257-267.
- [11] CARTIER M. — Reconnaissance de vocabulaires spéciaux. *Analyse et synthèse de la parole*, 1972-1973, 1, 39-46. Département ETA, CNET Lannion.
- [12] DREYFUS-GRAF J. A. et coll. — Reconnaissance objective et subjective de la parole codée (phonocodes). 5^e journée d'études sur la parole, Orsay, 1974, proc. 132-136.

METHODES MATHEMATIQUES NON NUMERIQUES ET LEURS ALGORITHMES

par A. Kaufmann et E. Pichat

Un ouvrage en deux volumes qui présente les principales méthodes et algorithmes utilisés dans les mathématiques non numériques. Après un rappel des concepts nécessaires, il fournit des outils algébriques puissants, notamment pour effectuer des énumérations dans les configurations discrètes, et expose des modèles adaptés au monde économique et social, et aux sciences économiques.

☐ **Tome 1** - Algorithmes de recherche des éléments maximaux.

208 p., 182 fig., 180 F.

☐ **Tome 2** - Algorithmes de recherche de chemins et problèmes associés.

176 p., 36 fig., 170 F.

Pour toute commande ou demande de documentation, adressez-vous à votre libraire ou retournez cette annonce, accompagnée s'il y a lieu de votre règlement, aux Editions Masson, 120 bd Saint-Germain 75280 Paris cedex 06 (commande par correspondance : joindre 5 F de participation aux frais de port) prix au 15-4-77

Nom et adresse

MASSON





Réseau documentaire national
du secteur électricité-électronique



fonctionne sous l'égide du Bureau national de l'information scientifique et technique (BNIST) et sous la direction de la SEE

avec la participation

du Centre national d'études des télécommunications (CNET)
du Centre national de la recherche scientifique (CNRS)
d'Electricité de France (EDF)
et des entreprises de la Fédération des industries électriques et électroniques (FIEE)

I. — Diffusion sélective de l'information (DSI)

Vous souhaitez connaître les nouveautés, les informations qui se rapportent à votre domaine d'activité (résultat d'étude, méthode d'application, méthode de calcul, technique de mesure, etc.);

... nous pouvons sélectionner pour vous, mensuellement, toutes les références qui vous concernent et uniquement celles qui vous concernent parmi des centaines de revues, ouvrages, congrès, etc., venant de paraître.

Nous mettons à votre disposition :

● Les profils standards

Afin de vous faire parvenir uniquement les références du domaine d'activité qui est le vôtre, vous pouvez nous commander un ou plusieurs profils standards parmi les 60 que nous mettons à la disposition de nos clients.

Ces 60 profils (liste évolutive) sont conçus dès l'origine du système pour satisfaire la demande du plus grand nombre d'utilisateurs.

Les techniques informatiques rendent possible la recherche sélective parmi un grand nombre de références répertoriées chaque mois.

Si les descripteurs (mots-clefs - concepts) d'un profil se retrouvent dans les descripteurs d'une référence, il y a sélection de cette référence et impression d'une fiche qui vous est communiquée.

Chaque mois, selon le profil demandé, vous pouvez recevoir de 30 à 50 fiches.

● Les profils personnalisés

Si votre domaine d'activité est plus spécifique et si vous voulez délibérément ne recevoir chaque mois que les références les mieux adaptées à vos besoins, un spécialiste préparera avec vous votre profil personnalisé.

Comme précédemment, mais uniquement pour votre compte, l'ordinateur effectuera votre sélection parmi la masse des références « engrangées » pendant le dernier mois.

II. — Recherche rétrospective sur terminal conversationnel

Vous entreprenez de nouvelles recherches,

vous commencez une étude,

vous souhaitez lancer une nouvelle fabrication,

vous préparez une thèse, un mémoire de fin d'études,

vous devez rédiger un article de synthèse,

vous avez besoin de faire le point sur un thème précis,

une recherche rétrospective vous permet de connaître l'essentiel de ce qui a déjà été écrit sur votre domaine d'intérêt.

A cet effet, nous interrogeons avec vous, en fonction de votre question, des fichiers informatiques contenant des centaines de milliers de références, ceci à l'aide d'un terminal conversationnel situé dans nos locaux et utilisant les réseaux « téléinformatiques ».

Par son accès immédiat aux bases de données, ELDOC répond à vos problèmes du moment.

III. — Les bulletins signalétiques

Les bulletins mensuels vous tiennent au courant de l'ensemble des références nouvellement intégrées dans le système.

Deux fascicules : — électrotechnique — électronique.

IV. — Les bandes magnétiques

Les bandes magnétiques comportant les références mensuelles ELDOC sont destinées aux entreprises et organismes qui ont les moyens de traiter ces fichiers sur leur propre système informatisé.

V. — En conclusion

ELDOC met en commun le travail de tous pour le redistribuer à chacun.

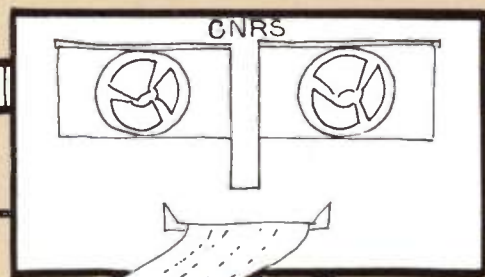
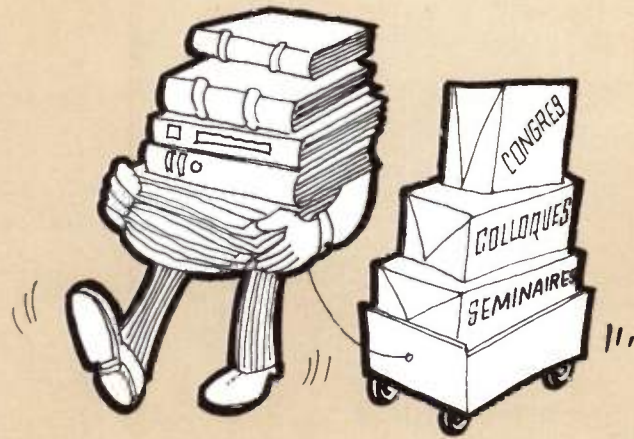
ELDOC centralise l'information pour vous éviter sa recherche dans des lieux dispersés.

ELDOC vous permet de ne pas passer à côté du renseignement.

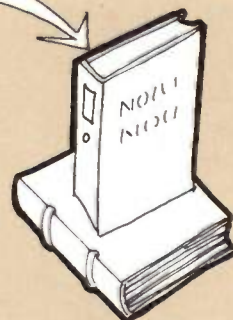
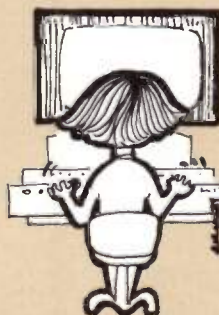
Un système : ELDOC - Société des électriciens, des électroniciens et des radioélectriciens, 48, rue de la Procession, 75724 Paris Cedex 15 - France - Téléphone : 567-07-70 - Télex : 200 565.

Des hommes à votre service : Messieurs Rime et Bouquet.

LES PRODUITS ELDOC

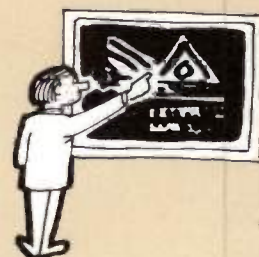
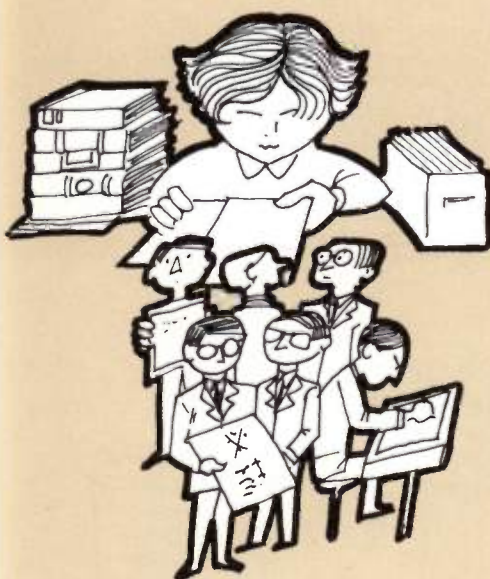


STANDARDS



BANDES MAGNÉTIQUES

ELDOC ... PREPARE L'AVENIR



FACILITÉ D'ACCÈS POUR TOUS...

Profils proposés

Abonnement annuel à un profil (10 expéditions, frais d'envois compris)
450 F pour une édition originale sur fiches (105 x 150)
300 F pour une reproduction sur papier (4 fiches par feuille)

MATÉRIAUX (propriétés, essais, utilisation)

- EP19 SF₆ en électrotechnique
- EP20 Utilisation des polymères et matières plastiques en électrotechnique
- EP18 Déterioration et protection des isolateurs électriques
- EP29 Isolation électrique dans les machines électriques
- EP17 Études diélectriques en HT, THT, UHT

MATÉRIEL ÉLECTROTECHNIQUE

- EP21 Transformateur de mesure
- EP22 Micromoteur - Moteur fractionnaire
- EP23 Machines tournantes à courant continu
- EP24 Machines tournantes asynchrones
- EP25 Machines tournantes synchrones
- EP26 Générateurs électromécaniques de forte puissance
- EP27 Machines électriques à supraconducteurs
- EP28 Protection électrique des machines tournantes et transformateurs
- EP29 Isolation électrique dans les machines électriques
- EP30 Enroulements dans les machines électriques tournantes
- EP31 Champs magnétique, électromagnétique, électrique, courants de Foucault dans les machines électriques
- EP32 Commande de vitesse des moteurs électriques

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

- EP07 Appareillage de connexion en électrotechnique
- EP08 Érosion, usure des contacts électriques
- EP09 Disjoncteurs
- EP10 Condensateurs de puissance
- EP11 Relais de protection

ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

- EP33 Onduleurs et redresseurs statiques
- EP34 Composants de l'électronique de puissance
- EP35 Fiabilité des composants et dispositifs en électronique de puissance
- EP36 Alimentations stabilisées

ÉLECTROÉNERGÉTIQUE

- EP12 Postes électriques et sous-stations
- EP13 Fonctionnement et perturbation des réseaux de transport d'énergie électrique
- EP14 Compensation d'énergie réactive dans les réseaux électriques

- EP15 Protection des réseaux, des lignes électriques (contre la foudre, les surtensions)
- EP16 Effet Couronne
- EP17 Études diélectriques en HT, THT, UHT
- EP18 Déterioration et protection des isolateurs électriques

APPLICATIONS DE L'ÉLECTROTECHNIQUE

- EP01 Sustentation électromagnétique
- EP02 Véhicules automobiles à propulsion électrique
- EP03 Générateurs électrochimiques
- EP04 Équipement électrique pour l'électrochimie
- EP05 Fours électriques et techniques de chauffage électrique dans l'industrie
- EP06 Chauffage électrique, climatisation des locaux

ÉLECTRONIQUE

- EP41 Systèmes d'affichage luminescent et à cristaux liquides
- EP39 Utilisation des circuits intégrés dans le domaine des télécommunications
- EP36 Les alimentations stabilisées

TÉLÉCOMMUNICATIONS

- EP37 Relais de commutation
- EP38 Bruit dans les transmissions de l'information
- EP39 Utilisation des circuits intégrés dans le domaine des télécommunications
- EP40 Télécommunications et signalisation dans les chemins de fer
- EP42 Distribution de télévision par câble
- EP43 Commutation téléphonique électronique
- EP44 Compatibilité électromagnétique et brouillages radioélectroniques

Profils personnalisés

Si vous ne trouvez dans aucune des listes ci-jointes le sujet qui vous convient, nous pouvons créer pour vous un profil personnalisé.

Prix de l'abonnement annuel (10 envois par an): 850 F.

Les trois premières livraisons pendant lesquelles le profil est mis au point sont gratuites.

BULLETIN RÉPONSE

ELDOC - SEE - 48, rue de la Procession - 75724 Paris Cedex 15 (France) - Tél.: 567-07-70 - Télex: 200-565

Je suis intéressé par le(s) PROFIL(S) PROPOSÉ(S) (ELDOC déterminera la date de la 1^{re} exploitation de chaque profil)

- ☐ pour une édition originale sur fiches (105 x 150) au prix de 450 F
- ☐ pour une reproduction sur papier (4 fiches sur feuille) au prix de 300 F

Libellé
ou
code

Je désire m'abonner au PROFIL PERSONNALISÉ

- ☐ pour un abonnement annuel (10 envois par an) au prix de 850 F

Libellé
.....

Je désire recevoir un complément d'information sur

- ☐ La RECHERCHE RÉTROSPECTIVE
- ☐ Les BULLETINS SIGNALÉTIQUES
- ☐ Les ANNONCES DES CONGRES
- ☐ Les BANDES MAGNÉTIQUES

Nom:

Entreprise:

Fonction:

Adresse:

Téléphone:

Cochez la case correspondant à votre demande.



Profils disponibles

Abonnement annuel à un profil (10 expéditions, frais d'envois compris)

450 F pour une édition originale sur fiches (105 × 150)

300 F pour une reproduction sur papier (4 fiches par feuille)

ELECTROTECHNIQUE

Installations électriques
Construction et fiabilité des réseaux électriques
Problèmes thermiques dans le matériel électrique
Sécurité dans les installations électriques
Câbles de transport d'énergie
Transformateurs de puissance
Convertisseurs directs d'énergie
Entraînements électriques à convertisseur statique
Moteur linéaire
Traction électrique ferroviaire
Technique de l'éclairage

Oscillateurs résonateurs basse et haute fréquence
Amplificateurs hyperfréquence
Oscillateurs hyperfréquence
Guides d'onde et lignes hyperfréquence
Mesures en hyperfréquence
Lignes à retard
Filtres électriques
Circuits logiques
Technologie des mémoires
Mesures des grandeurs électriques et des grandeurs magnétiques

COMPOSANTS ET CIRCUITS ÉLECTRONIQUES

Circuits imprimés et éléments de connexions électriques
Bruit de fond dans les composants électroniques
Essai des composants électroniques et circuits
Fiabilité des composants et circuits
Conception assistée des dispositifs et des circuits
Fabrication microélectronique
Dopage et implantation ionique: matériaux et dispositifs
Propriétés des structures MIS
Applications des structures MIS et MOS; transistors MIS et MOS
Dispositifs à transfert de charge
Dispositifs à transfert d'électrons
Dispositifs piézoélectriques
Circuits optiques intégrés
Dispositifs et circuits à ondes acoustiques
Détection du rayonnement infrarouge
Dispositifs et tubes photoélectroniques
Dispositifs et tubes à images
Applications des cristaux liquides
Amplificateurs basse et haute fréquence

TRAITEMENT DU SIGNAL - TÉLÉCOMMUNICATIONS

Filtrage numérique
Filtres électriques
Conversion analogique numérique des signaux
Codes et codage
Multiplexage
Traitement des images
Propagation des ondes électromagnétiques dans l'atmosphère en très haute fréquence et hyperfréquence
Propagation des ondes électromagnétiques dans l'ionosphère
Propagation des faisceaux laser dans l'atmosphère
Phénomènes météorologiques et la propagation des ondes électromagnétiques
Antennes
Guides d'ondes et lignes hyperfréquence
Fibres optiques
Télécommunications par satellite
Procédés de commutation en télécommunications
Procédés de transmission numérique en télécommunications
Téléphonie
Radar
Télévision
Enregistrement vidéo

BULLETIN RÉPONSE

ELDOC - SEE - 48, rue de la Procession - 75724 Paris Cedex 15 (France) - Tél.: 567-07-70 - Télex: 200-565

Je désire m'abonner au(x) PROFIL(S) DISPONIBLE(S)

- ☐ pour une édition originale sur fiches (105 × 150) au prix de 450 F
☐ pour une reproduction sur papier (4 fiches par feuille) au prix de 300 F

Libellé

Je désire recevoir un complément d'information sur

- ☐ Les profils disponibles
☐ La fourniture des documents
☐ La recherche rétrospective en mode conversationnel
☐ Le bulletin signalétique

Nom:

Fonction:

Entreprise:

Téléphone:

Adresse:

Signature

Le

Cochez la case correspondant à votre demande.