

L'onde électrique

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

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

JUN 21 1978

Volume 58 n° 5 MAI 1978

Volume 58, n° 5 MAY 1978

LOCATION:

- Latest issue to staffroom
 C-current display
 Current shelves
 Bibliography shelves
 Other

RETENTION:

- Current year only
 Other

FILTRES MÉCANIQUES

VÉLOCIMÈTRE LASER

TEST DES MÉMOIRES VIVES

Les composants et la conjoncture internationale



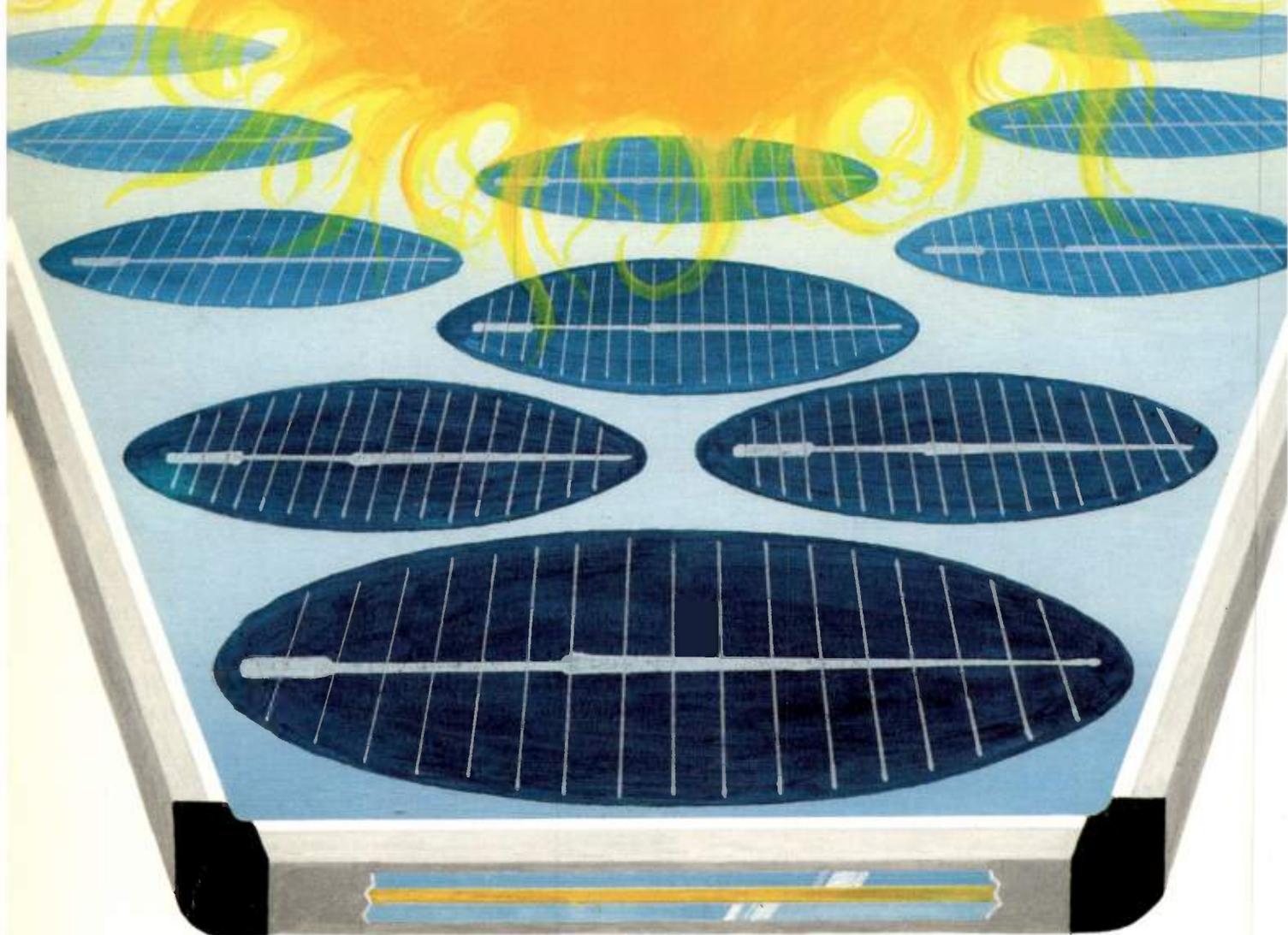
Système universel
de développement supportant
déjà 9 microprocesseurs,
tant 8 bits que 16 bits,
de divers fabricants.
TEKTRONIX



MASSON

Paris New York
Barcelone Milan

**R.T.C. PIONNIER DE LA TECHNOLOGIE
D'ENCAPSULATION BI-VERRE...**



... POUR LA FABRICATION INDUSTRIELLE DES PANNEAUX SOLAIRES BPX 47 A

Tous les experts s'accordent à reconnaître que le verre est bien le matériau le mieux adapté à la protection des panneaux solaires dans leurs conditions pratiques d'utilisation.

En outre, la technologie bi-verre permet un moindre échauffement des cellules solaires. La puissance fournie par les BPX 47 A de R.T.C. s'en trouve augmentée.

NOS CENTRES INDUSTRIELS : DES TECHNOLOGIES DE POINTE.



Balissage d'aéroport



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

oe COURRIER DES LECTEURS

J'ai pu lire dans la rubrique «Événement» du numéro d'avril 1978 que... le Salon International des Composants Électroniques comportera désormais, chaque année, une section «Mesure et Instrumentation...». Quelles sont les raisons qui ont pu conduire à cette décision et quelles en seront les conséquences prévisibles ?

G. CADINOT

Le Salon des Composants de Paris, comme pratiquement la plupart des manifestations analogues, n'est pas en toute rigueur un Salon des Composants. En effet, des fabricants de sous-ensembles, d'équipements et d'appareils sont admis à présenter leurs réalisations dans la mesure où celles-ci font appel à l'électronique ou sont incluses dans des équipements. En réalité, avec l'incorporation définitive d'une section «Mesure et Instrumentation», ce salon devient réellement un salon de l'électronique.

Il existe en fait, une concurrence européenne très forte en matière de salons de l'électronique, et toute absence d'une section «Mesure» diminue l'intérêt et réduit la fréquentation. Il était donc vital pour les organisateurs de cette manifestation, de prendre cette décision.

Les conséquences de cette décision affecteront principalement l'exposition spécialisée MESUCORA. En effet, MESUCORA qui est devenue triennale à la suite d'accord avec l'IEA britannique et l'Interkama allemande, ne reflète plus au niveau français l'évolution rapide de ce secteur. Jusqu'à présent, le Salon des Composants comblait à sa manière, l'intervalle de temps entre deux MESUCORA. Dorénavant, une concurrence va réellement s'instaurer, le Salon des Composants présentant les attraits supplémentaires d'attirer les utilisateurs de composants qui sont également grands consommateurs d'appareils de mesure et de donner une image plus exacte de l'évolution du secteur de la mesure.

Puisque le Salon des Composants fait preuve de réalisme en incorporant définitivement une section «mesure», ce même réalisme pourrait peut-être aller jusqu'à accorder aux distributeurs le droit d'y être présents. Ce serait le moyen de rapprocher le visiteur de sa réalité quotidienne.

D. HALPERN

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.

Sur notre couverture :

**Système universel
de développement supportant
déjà 9 microprocesseurs,
tant 8 bits que 16 bits,
de divers fabricants**



En même temps que le début de l'échantillonnage du 3872 de Mostek, Tektronix annonce l'émulateur pour ses systèmes de développement 8002 et 8001. De plus, apparaissent simultanément les émulateurs pour F8 Fairchild, 3870 Mostek, 6802 Motorola.

Ces systèmes supportent donc déjà, en apportant la même puissance et en ne nécessitant qu'une seule formation, 9 microprocesseurs : à ceux mentionnés ci-dessus il convient d'ajouter 8080A, 8085A INTEL, 6800 Motorola, Z80 Zilog et 9900 Texas (16 bits).

Ils permettent de créer le logiciel (Macro-Édition de Programmes) ((8002 seulement)), de l'assembler (Macro-Assembleur translatable et conditionnel) ((8002 seulement)), puis de le tester, d'intégrer le logiciel dans le matériel en partageant au mieux les ressources entre l'application et le système, et enfin de tester le matériel en environnement et en temps réel.

En effet, dotés d'une unité double de disques (8002 seulement), d'une architecture à microprocesseurs spécialisés, de mémoires systèmes et utilisateurs séparées, ils donnent à l'utilisateur plus de place mémoire disponible et l'assurance que le système ne peut virtuellement pas s'arrêter sur une fausse manœuvre.

L'utilisateur peut donc ainsi choisir le microprocesseur le plus adapté à son application, s'affranchir des contraintes imposées par une seule gamme de composants et se prémunir vis-à-vis du futur.



TEKTRONIX®

Z. I. de COURTABŒUF
B.P. 13 - 91401 ORSAY

Tél. : 907.78.27 - Téléc. : 690332 - Adr. Télég. tekfrans

Sodilec

une gamme étendue ...

alimentations pour équipements

ne dites plus :
"une alimentation"
dites plutôt :
"une SODILEC"



Sodilec

7, avenue Louise · 93360 NÉUILLY-PLAISANCE
Tél. 300.38.07 - Télex 220429 F

Service lecteur : inscrivez le n° 505.

WRH

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

oe magazine

- 325 **Courrier des lecteurs**
- 330 **Télex**
- 333 **Événement**
- 339 **Informations générales**
- 339 **Télécommunications**

oe magazine

- 343 **Composants**
- 346 **Mesure et instrumentation**
- 347 **Informatique**
- 347 **Grand public**

oe magazine

- 351 **Nouvelles économiques**
- 355 **Nouveautés techniques**
- 365 **Livres reçus**
- 366 **Bloc-notes**

oe magazine

Pour la mesure de la vitesse de déplacement d'un fluide, l'emploi d'une technique doppler sur faisceau laser s'avère être intéressante et précise.

L'obtention expérimentale des densités de probabilité est un moyen très utile pour l'analyse des signaux aléatoires, encore faut-il avoir une connaissance suffisante des erreurs qui affectent les mesures.

Le test des mémoires vives dynamiques est indispensable en raison des multiples défauts que ces dispositifs peuvent présenter et qu'il est très difficile et très onéreux de détecter une fois le composant monté sur le circuit imprimé. Le test nécessite des machines élaborées susceptibles de détecter des défauts de contenu ou d'adresse, et également des valeurs erronées de certains paramètres.

Mesure

- 369 **Réalisation d'un vélocimètre à laser. Montage optique et traitement du signal dans le cas des vitesses faibles.**

B. LISMONDE, J. P. BARBIER-NEYRET et D. AUCHÈRE

Probabilités

- 375 **Prévision de l'erreur statistique dans la mesure de densités de probabilités.**

S. EL-RAMLY et P. DUHAMEL

Transmissions

- 383 **Conception et réalisation d'un modèle de filtre électromécanique pour voie téléphonique analogique. (2^e partie.)**

P. AMSTUTZ, M. BON, R. BOSCH, H. CARRU et P. LOYEZ

Composants

- 390 **Analyse et comparaison des possibilités d'emploi des mémoires à bulles et à transfert de charges (3^e partie.)**

P. CŒURÉ, J. M. BRICE, D. MAUDUIT et E. MACKOWIAK

- 396 **Test pour les mémoires dynamiques (*en anglais*).** C. DAVISON

Filtres

- 401 **Filtres électromécaniques développés au Japon (*en anglais*).**

MASASHI KONNO, KAZUO YAKUWA, TAKESHI YANO et YASUO KOH

RÉDACTION

SEE, 48, rue de la Procession, 75015 Paris
Tél. : 567.07.70
Telex 200565

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 (Tél. 638.40.69).

l'onde électrique

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

Index des annonceurs,
3^e de couverture.

© 1978, Masson, Paris
Publication périodique mensuelle

PUBLICITÉ

MASSON Éditeur, 120, boulevard Saint-Germain, 75280 Paris Cedex 06.
Michel J. LEROY, Directeur de la Régie.
Alain BUISSON, Chef de Publicité.
Téléphone : 329.21.60.

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



325 Letters	343 Components	351 Economical news
330 Telex	346 Instrumentation	355 Technical news
333 Events	347 Computers	365 Books received
339 Moving around	347 Consumer electronics	366 Shows and Colloquium calendar

Measure

For precise flow speed measurement, the use of a laser beam Doppler system is very interesting.

- 369 Laser anemometer system : optics and signal processor for flow speed flows.

B. LISMONDE, J. P. BARBIER-NEYRET and D. AUCHÈRE

Probability

The experimental determination of probability density is very useful for random signal analysis but it is necessary to predict the statistical error which affects the measurements.

- 375 Statistical error prediction in measurement of probability densities.

S. EL-RAMLY and P. DUHAMEL

Transmission

- 383 Design and realization of an electromechanical filter model for voice channel (2nd part).

P. AMSTUTZ, M. BON, R. BOSCH, H. CARRU and P. LOYEZ

Components

- 390 Analysis and comparison of possible uses of bubble memories and charge coupled devices (3rd part).

P. CŒURÉ, J. M. BRICE, D. MAUDUIT and E. MACKOWIAK

Dynamic RAM testing is more and more indispensable because these devices can produce failures which are very difficult and expensive to detect on printed circuit boards. RAM testing must be performed by sophisticated equipment detecting not only address and data errors but also other wrong parameter values.

- 396 The testing modern memories (*in english*). C. DAVISON

Filters

- 401 Japanese electromechanical filters (*in english*).

MASASHI KONNO, KAZUO YAKUWA, TAKESHI YANO et YASUO KOH

EDITORIAL MATTERS

SEE, 48, rue de la Procession, 75015 Paris
Tel. : 567.07.70
Telex 200565

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

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

Committee of Referees
President : G. PAYET, French PTT
(Tel. 638.40.69).

Subscription: 3th cover.

Published monthly (except July and August)
by Masson et Cie,
120, bd Saint-Germain, Paris, France.
Annual subscription price : 235 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.

© 1978, Masson, Paris
Published monthly



CERCO
OPTIQUES
D'AUJOURD'HUI
ET DE DEMAIN

Calcul, étude
 et fabrication d'appareils
 de précision optique :

- Photo-réducteurs pour micro électronique
- Interféromètres laser
- Optique laser

CERCO



Siège social : 10, bd de Verdun,
 92400 COURBEVOIE
 Tél. 333.09.78 le matin

Fabrication : 5 passage de Melun 75019 PARIS
 Tél. 202.09.39
 Téléx : 270105 F TX FRA/réf. 420

IRIS PUBLICITÉ

Gros plan sur
un convertisseur N/A
monolithique CMOS

AD 7541

Convertisseur 12 BITS.
 Multiplieur 4 quadrants.
 Linéarité : 0,01 % Max.
 Gain pré-ajusté : ± 0,3 % Max.
 Compatible TTL, CMOS.
 Boîtier DIP 18 broches.
 Faible prix.



AD 7541

Convertisseur 12 BITS.
 Multiplieur 4 quadrants.
 Linéarité : 0,01 % Max.
 Gain pré-ajusté : ± 0,3 % Max.
 Compatible TTL, CMOS.
 Boîtier DIP 18 broches.
 Faible prix.



**ANALOG
 DEVICES**

CENTRE D'AFFAIRES SILIC
 12 rue Le Corbusier - bâtiment "Iéna"
 94533 Rungis Cidex L 204
 Tél. 686.77.60 - Téléx 200156 ANA

Agences :
 ALENÇON - Tél. (33) 26.07.61
 GRENOBLE - Tél. (76) 05.50.03
 05.51.08
 Téléx 980882 code 137
 TOULOUSE - Tél. (61) 91.13.27
 Téléx 520251 code 162

804

Monsieur
 Société
 Adresse

désire une documentation
 une proposition pour : *

*préciser la quantité.

LOGGAN



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

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Au cours du premier trimestre de 1978, **LMT** a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 399,080 MF (+ 12,8 % à structure comparable). En 1977, cette société avait réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 1 765,545 MF (+ 9,3 % à structure comparable) et un bénéfice net de 83,374 MF (+ 38,6 %).

TÉLÉCOMMUNICATIONS

La **Bell Telephone Manufacturing**, filiale belge de l'ITT, fournira 1 000 postes téléphoniques à prépaiement à l'Iskra, société yougoslave spécialisée dans la fabrication d'équipements de télécommunication.

La Defense Communications Agency des États-Unis a octroyé un contrat d'un montant de 2,4 M\$ par an et d'une durée de 5 ans à **Codex Corporation** pour la location et l'entretien de 14 liaisons traversant l'Atlantique et le Pacifique et faisant partie du sous système «Channel Packing» du «Defense Communications System».

TRT Telecommunications Corporation (USA) a octroyé un contrat à la firme américaine **Frederick Electronics Corporation** du groupe Plantronics, pour la fourniture d'un autocommutateur télex international à commande par programme enregistré, modèle Eltex II, et ayant une capacité initiale de 1 500 terminaisons.

La Nigerian National Shipping Line a octroyé un contrat à l'**International Marine Radio Company** du groupe ITT, pour l'équipement des 19 navires de la compagnie nigérienne de systèmes de télécommunications à couverture mondiale. Ces navires seront équipés en matériels à BLU. Le montant du contrat s'établit à 0,7 M£.

ITT Business Systems (GB) introduit sous la référence ADX 6100 un nouvel autocommutateur de messages de petite capacité (12 à 16 lignes télex).

Motorola fournira 450 radiotéléphones à la Compagnie britannique de transports routiers Greater Manchester Transport Executive. Rappelons que Motorola avait déjà fourni à la Greater 1 500 équipements analogues (cf. cette rubrique, Pye Telecommunications).

La Canadian National Telecommunications a octroyé un contrat d'un montant de 3 M\$ à la **Northern Telecom Ltée** pour la fourniture et l'installation d'une liaison par faisceau hertzien destinée à relier Grand Prairie dans l'Alberta à Whitehorse dans le Yukon (1 600 km ; 6 GHz ; 1 800 voies).

Le Greater Manchester Passenger Transport Executive (GB) a octroyé un contrat à **Pye Telecommunications** pour la fourniture de 200 radiotéléphones modèle Olympic M 258. Rappelons que la Com-

pagne britannique de transport qui compte 3 000 autobus a déjà commandé 2 200 équipements analogues dont 1 500 à Motorola et 700 à Storno.

A la suite d'une action judiciaire menée pour infraction à la loi sur les brevets, **United Business Communications**, du groupe **United Telecommunications** versera 3 M\$ de dommages plus 7,5 % d'intérêt par an depuis 1972 à **Racal-Milgo**.

En 1977, la firme américaine **Rapifax, Inc** a réalisé un chiffre d'affaires de 17,912 M\$ (+ 14,6 %) et un bénéfice net de 899 441 M\$ (+ 76 %).

En 1977, la **Société Française des Téléphones Ericsson** a réalisé un chiffre d'affaires de 1 091 MF (+ 17,1 %) et un bénéfice net de 4,6 MF.

Sperry Marine Systems France équipera en matériels radioélectriques et de navigation, 5 navires de la Malaysian International Shipping Corporation actuellement en construction en France. Le montant de la commande s'établit à 1 M\$.

Cable and Wireless a pris le contrôle intégral de la firme américaine **TDX Systems Inc** dans laquelle elle détenait une participation minoritaire. TDX, fondée en 1975, fabrique et commercialise un système baptisé Telemax et permettant l'optimisation des trajets suivis par des transmissions dans des réseaux privés de télécommunication.

Un mémorandum d'accord a été signé entre Thomson-CSF et l'URSS. Ce document porte sur la coopération technique et scientifique en matière de télévision couleur.

COMPOSANTS

AMI a constitué un nouveau groupe baptisé «Custon Products Marketing Group».

La firme britannique **Development and Components Ltd** a racheté l'usine de fabrication de bobinages de déviation et de condensateurs électrolytiques pour téléviseurs noir et blanc que **General Instruments** possédait dans la banlieue de Lisbonne au Portugal. Cette usine emploie 500 personnes. Parallèlement **General Instruments** a décidé d'arrêter la production de bobinages pour téléviseurs dans son usine de Waterloo (USA).

Selon les termes d'un accord d'une durée de 5 ans et d'un montant de 4 M\$. La firme américaine **Exar Integrated Systems** livrera son savoir faire et sa technologie en matière de transistors bipolaires et de circuits linéaires à la firme turque **Testas** (Turkish Electronics and Trade Association).

Le fabricant allemand de circuits intégrés pour l'horlogerie **Eurosil** et la firme suisse **Heuer-Leonidas** ont constitué une filiale industrielle commune en Suisse sous le nom de **Heuer Micro Technik** dont le capital est

détenu à 40 % par **Eurosil**. **Eurosil** fournira les tranches de silicium préparées et la technologie, tandis que **Heuer-Leonidas** réalisera l'encapsulation et le test des circuits.

Au cours du premier trimestre de 1978, **Intel Corporation** a réalisé un chiffre d'affaires de 80,3 M\$ (+ 22,2 %).

La société **Mektron France**, du groupe américain **Rogers Corporation**, va implanter une usine en France dont la surface sera de 2 200 m² et qui emploiera 35 personnes dès sa mise en service en 1979. Rappelons que **Mektron France**, créé en 1971 pour commercialiser les barres bus fabriquées par **Mektron BV** (Belgique) a réalisé en 1977 un chiffre d'affaires de 7 MF qui devrait être porté à 12 MF cette année.

La firme canadienne **Mitel** développe actuellement pour le secteur des télécommunications une version MOS Complémentaire du microprocesseur 6802 de Motorola. Rappelons que **Mitel**, société spécialisée dans la fabrication d'équipements de télécommunications a racheté en 1975 la firme canadienne **Siltek** qui produisait des circuits intégrés MOS Complémentaire.

L'unité de production de circuits intégrés sur tranches de silicium de 4" de diamètre a récemment été mise en production par **National Semiconductor** à **Greenock** en Écosse. L'investissement est estimé à 3,5 M£ et la capacité de production est de 35 000 tranches par mois. C'est la première usine au monde à utiliser des tranches de 4".

En 1977, **Siemens** a réalisé un chiffre d'affaires de 245 M de DM dans le secteur des circuits intégrés.

Le capital de **Schaffner France**, filiale de la société suisse **Hans Schaffner**, a été récemment porté de 50 000 à 250 000 F.

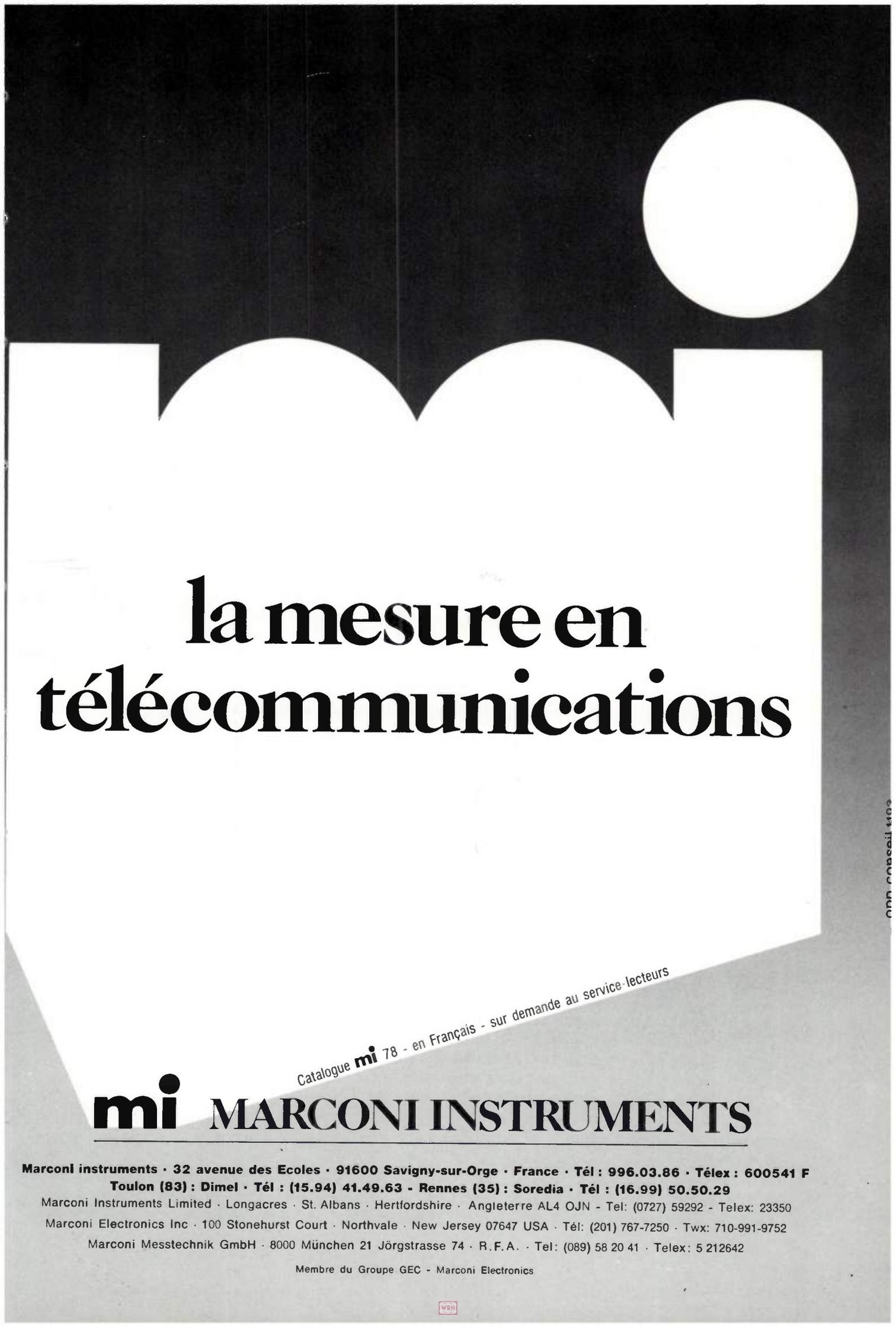
MESURE

La société américaine **Testline Inc** spécialisée dans la fabrication d'équipements de tests automatiques a racheté la société britannique **Micro Testing Ltd** qui sera constituée en filiale locale et portera le nom de **Testline Instruments Ltd**.

GRAND PUBLIC

La firme japonaise **Pioneer Electric** a constitué aux États-Unis une société holding, **Pioneer North America Inc**, destinée à coordonner les activités des trois filiales locales existantes (**US Pioneer**, **Pioneer of America**, **Pioneer Communications of America**) et qui doit prochainement créer une nouvelle filiale spécialisée dans la fabrication d'enceintes acoustiques **Pioneer Electronics Technology Inc**.

MARCONI : inscrivez le n° 508. ►



la mesure en télécommunications

Catalogue **mi** 78 - en Français - sur demande au service-lecteurs

mi **MARCONI INSTRUMENTS**

Marconi instruments · 32 avenue des Ecoles · 91600 Savigny-sur-Orge · France · Tél : 996.03.86 · Téléc : 600541 F

Toulon (83) : Dimel · Tél : (15.94) 41.49.63 - Rennes (35) : Soredia · Tél : (16.99) 50.50.29

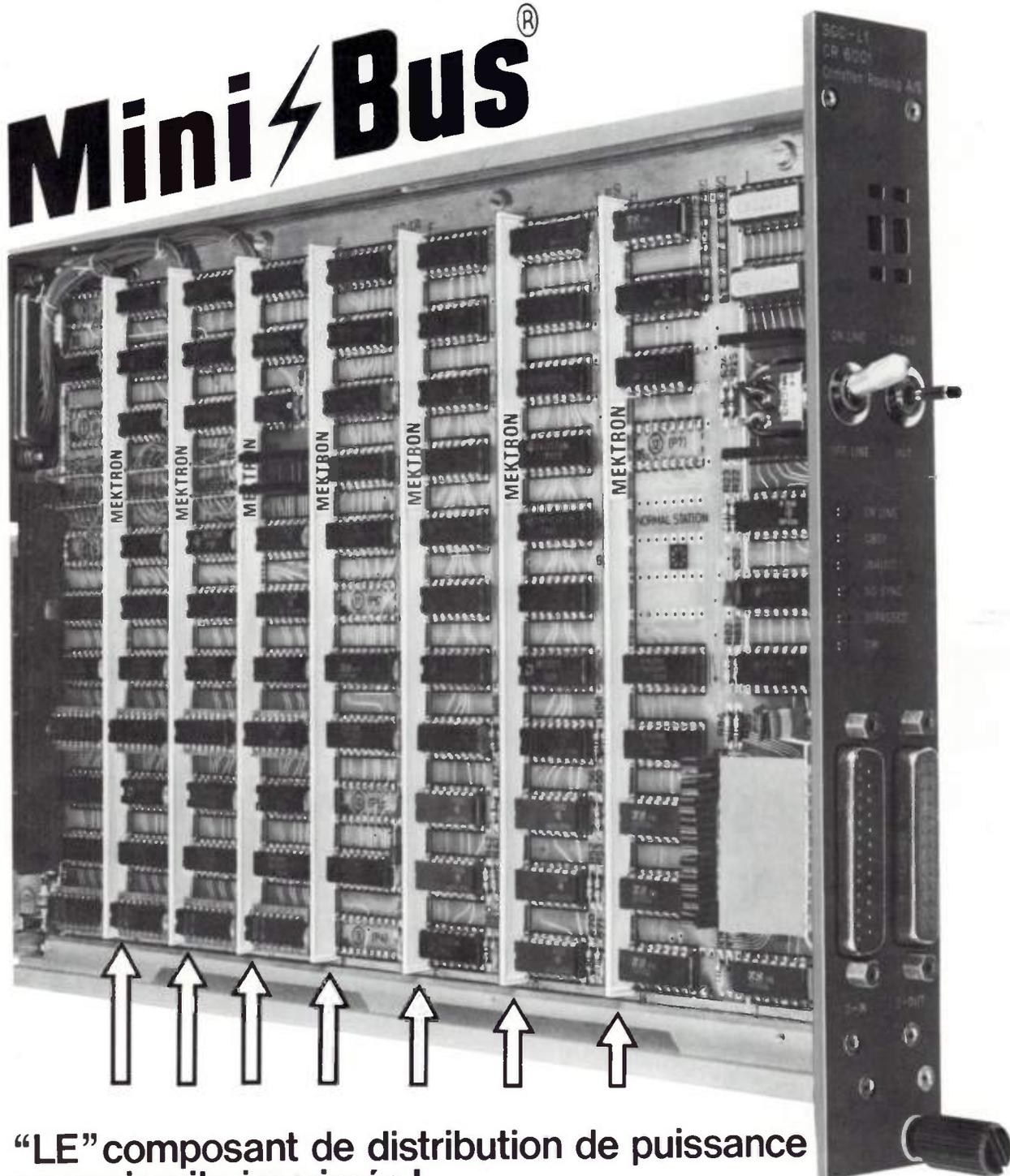
Marconi Instruments Limited · Longacres · St. Albans · Hertfordshire · Angleterre AL4 OJN - Tel: (0727) 59292 - Telex: 23350

Marconi Electronics Inc · 100 Stonehurst Court · Northvale · New Jersey 07647 USA · Tél: (201) 767-7250 · Twx: 710-991-9752

Marconi Messtechnik GmbH · 8000 München 21 Jörgstrasse 74 · R.F.A. · Tel: (089) 58 20 41 · Telex: 5 212642

Membre du Groupe GEC - Marconi Electronics

Mini ⚡ Bus[®]



“LE” composant de distribution de puissance pour circuits imprimés !

- 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 Téléc : 260719



L'industrie des composants électroniques face à la situation économique mondiale.

L'industrie française des composants électroniques aura connu, en 1977, une progression sensible de son chiffre d'affaires, mais cette progression n'aura, en fait, que compensé l'inflation.

L'année 1976, avait été pour l'industrie mondiale des composants électroniques, une année de rétablissement et de convalescence. Cette industrie avait, en effet, enregistré après la crise mondiale des composants de 1975, un accroissement spectaculaire d'activité, mais en termes constants, le niveau de 1974 avait seulement été retrouvé.

L'année 1977, se présente en termes réels et pour la plupart des pays comme une année de stagnation ; seuls les États-Unis ont connu une croissance réelle voisine de 4 %. Que s'est-il passé, l'industrie des composants est-elle à nouveau malade ?

Si 1977 a été une année de stagnation, un examen attentif montre que ce phénomène masque, en réalité, des mouvements internes très complexes et notamment une redistribution mondiale des activités. Ces mouvements se font d'une manière continue depuis de nombreuses années en s'amplifiant et viennent de surcroît accentuer la concurrence. L'industrie des composants électroniques est, en effet, une industrie internationale et à ce titre elle n'échappe pas aux effets de la conjoncture économique mondiale.

Le contexte économique international

L'économie mondiale est en proie depuis plusieurs années à une crise qui touche notamment tous les pays industrialisés et posent des problèmes complexes. Cette situation se manifeste d'une manière générale par la présence d'une inflation de plus en plus difficile à tolérer et à contenir et par l'accroissement des déficits commerciaux.

L'inflation est un phénomène lié à la création de monnaie sans création de valeur. Les dispositions prises pour contenir l'inflation sont pratiquement toujours les mêmes, la mesure la plus courante étant le contrôle approprié des masses monétaires qui aboutit souvent à une restriction du crédit. Le rétablissement des balances commerciales implique une réduction sensible des importations et un accroissement des exportations. Comme tous

les pays s'attachent essentiellement à accroître leurs exportations, la concurrence sur les marchés extérieurs devient de plus en plus âpre.

Quelques différences apparaissent néanmoins entre les pays au niveau des parités monétaires et qui sont à l'image de l'activité économique des pays.

Ses conséquences sur l'industrie des composants

Dans ce contexte, l'industrie des composants doit faire face à de nombreux problèmes, car c'est en général une industrie nécessitant des investissements continus et importants.

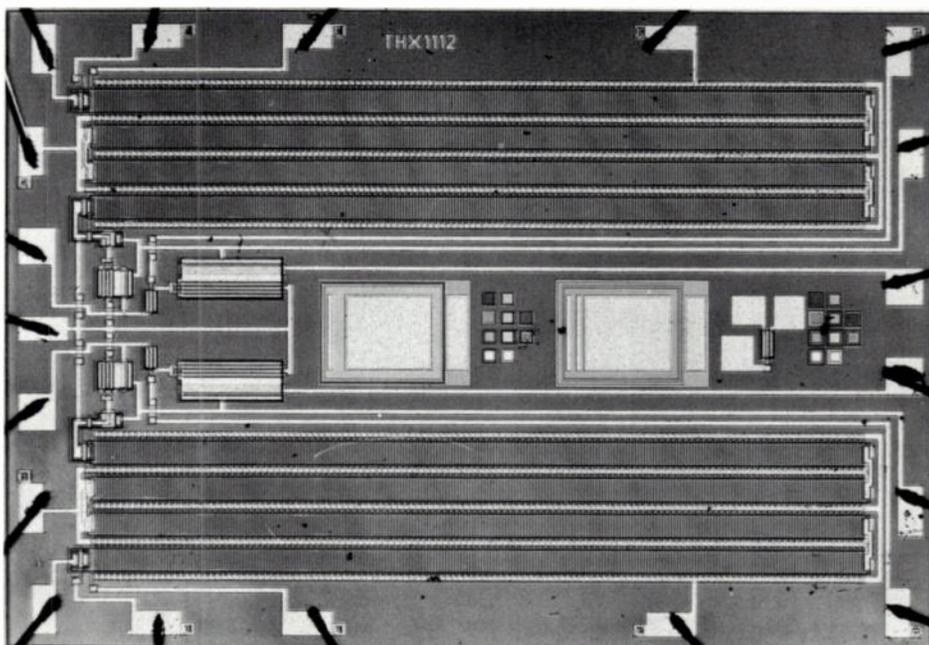
Les restrictions de crédit affectent gravement les fabricants des composants électroniques qui doivent investir afin de développer de nouveaux produits et obtenir les gains de productivité nécessaires pour faire face à la concurrence. Les industries clientes sont également touchées par ces mesures à divers niveaux et prennent des dispositions leur permettant d'assurer leur survie. Les industriels doivent donc recourir à l'autofinancement, ce qui n'est pas toujours possible ni même suffisant.

La contraction des marchés extérieurs

Dans cette conjoncture confuse et incertaine, les pays industrialisés prennent des dispositions visant à protéger leur marché intérieur, ce qui pose de graves problèmes économiques aux pays traditionnellement fournisseurs et aggrave la concurrence sur les marchés extérieurs encore disponibles et actifs tels ceux des pays producteurs de pétrole ou du tiers monde. Ainsi, le Japon, qui est le premier producteur mondial de téléviseurs couleur, doit faire face aux mesures protectionnistes prises par leurs principaux clients, les États-Unis et la Grande-Bretagne. Plus récemment, le gouvernement américain a décidé d'augmenter les droits de douane sur les émetteurs-récepteurs pour services radioélectriques privés dont les principaux pays fournisseurs sont le Japon et la Corée du Sud.

La concurrence et ses implications

Le marché international accessible tend à se concentrer de plus en plus vers les quelques États qui souffrent



Ligne à retard DTC (2 x 512 éléments). (Doc. Thomson-CSF).

TABLEAU I

L'industrie française des composants électroniques
Chiffres d'affaires (hors taxes) en Millions de Francs

Composants électroniques	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977 (provisoire)	TAM (1) 1977/1970	TAM (1) 1977/1975
Tubes électroniques	630 (+ 19 %)	654 (+ 4 %)	783 (+ 20 %)	810 (+ 3 %)	916 (+ 13 %)	945 (+ 3 %)	1 119 (+ 18 %)	1 210 (+ 8 %)	9,8 %	13,2 %
Semiconducteurs discrets	539 (+ 19 %)	451 (- 16 %)	559 (+ 24 %)	801 (+ 43 %)	1 124 (+ 40 %)	838 (- 25 %)	1 001 (+ 19 %)	1 090 (+ 9 %)	10,5 %	14,0 %
Circuits intégrés	131 (+ 5 %)	106 (- 19 %)	142 (+ 34 %)	245 (+ 72 %)	346 (+ 41 %)	276 (- 20 %)	406 (+ 47 %)	540 (+ 33 %)	22,4 %	39,9 %
Total Semiconducteurs	670 (+ 16 %)	557 (- 17 %)	701 (+ 26 %)	1 046 (+ 49 %)	1 470 (+ 40 %)	1 114 (- 24 %)	1 407 (+ 26 %)	1 630 (+ 16 %)	13,5 %	21,0 %
Total Composants actifs	1 300 (+ 17 %)	1 211 (- 7 %)	1 484 (+ 23 %)	1 856 (+ 25 %)	2 386 (+ 29 %)	2 059 (- 14 %)	2 526 (+ 23 %)	2 840 (+ 12 %)	11,8 %	17,4 %
Condensateurs	311 (+ 21 %)	288 (- 7 %)	337 (+ 17 %)	446 (+ 32 %)	567 (+ 27 %)	478 (- 16 %)	524 (+ 10 %)	570 (+ 9 %)	9,0 %	9,2 %
Autres Composants passifs	1 371 (+ 13 %)	1 466 (+ 7 %)	1 773 (+ 21 %)	2 306 (+ 30 %)	2 828 (+ 23 %)	2 811 (- 0,6 %)	3 219 (+ 14 %)	3 400 (+ 7 %)	14,0 %	10,6 %
Total Composants passifs	1 682 (+ 14 %)	1 754 (+ 4 %)	2 110 (+ 20 %)	2 752 (+ 30 %)	3 395 (+ 23 %)	3 289 (- 3 %)	3 743 (+ 14 %)	4 010 (+ 7 %)	13,2 %	10,2 %
Total Composants	2 982 (+ 16 %)	2 965 (- 0,6 %)	3 594 (+ 21 %)	4 608 (+ 28 %)	5 781 (+ 25 %)	5 348 (- 7 %)	6 269 (+ 17 %)	6 850 (+ 9 %)	12,6 %	13,0 %

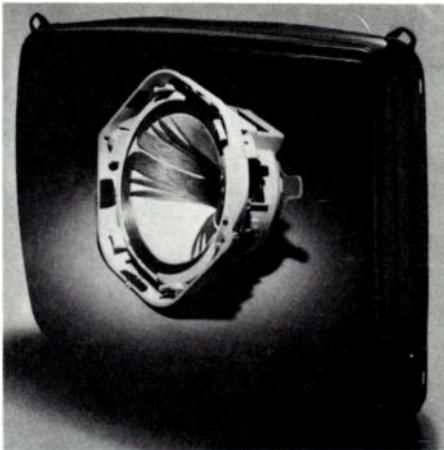
(1) Taux annuel moyen d'expansion du chiffre d'affaires.

TABLEAU II

L'industrie française des composants électroniques - Commerce extérieur
Source douanes en Millions de Francs

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Exportations								
Tubes électroniques	238	273(+ 15 %)	401(+ 47 %)	425(+ 6 %)	540(+ 27 %)	495(- 8 %)	625(+ 26 %)	753(+ 20 %)
Semiconducteurs	411	436(+ 6 %)	469(+ 8 %)	830(+ 77 %)	1 143(+ 38 %)	800(- 30 %)	1 083(+ 35 %)	1 306(+ 21 %)
Composants actifs	649	709(+ 9 %)	870(+ 23 %)	1 255(+ 44 %)	1 683(+ 34 %)	1 295(- 23 %)	1 708(+ 32 %)	2 059(+ 21 %)
Composants passifs (1)	497	574(+ 15 %)	657(+ 14 %)	850(+ 29 %)	1 067(+ 25 %)	1 137(+ 7 %)	1 407(+ 24 %)	1 772(+ 26 %)
Total Composants	1 146	1 283(+ 12 %)	1 527(+ 19 %)	2 105(+ 38 %)	2 750(+ 31 %)	2 432(- 12 %)	3 115(+ 28 %)	3 831(+ 23 %)
Importations								
Tubes électroniques	208	209(+ 0,5 %)	310(+ 48 %)	446(+ 44 %)	466(+ 4 %)	461(- 1 %)	723(+ 57 %)	886(+ 23 %)
Semiconducteurs	470	460(- 2 %)	507(+ 10 %)	803(+ 58 %)	1 223(+ 52 %)	859(- 30 %)	1 095(+ 27 %)	1 208(+ 10 %)
Composants actifs	678	669(- 1 %)	817(+ 22 %)	1 249(+ 53 %)	1 689(+ 35 %)	1 320(- 22 %)	1 818(+ 38 %)	2 094(+ 15 %)
Composants passifs (1)	556	601(+ 8 %)	726(+ 21 %)	951(+ 31 %)	1 204(+ 27 %)	1 167(- 3 %)	1 567(+ 34 %)	1 816(+ 16 %)
Total Composants	1 234	1 270(+ 3 %)	1 543(+ 21 %)	2 200(+ 43 %)	2 893(+ 31 %)	2 487(- 14 %)	3 385(+ 36 %)	3 910(+ 16 %)
Taux de couverture en %								
Tubes électroniques	114 %	131 %	129 %	95 %	116 %	107 %	86 %	85 %
Semiconducteurs	87 %	95 %	93 %	103 %	93 %	93 %	99 %	108 %
Composants actifs	96 %	106 %	106 %	100 %	100 %	98 %	94 %	98 %
Composants passifs (1)	89 %	96 %	90 %	89 %	89 %	97 %	90 %	98 %
Tous composants	93 %	101 %	99 %	96 %	95 %	98 %	92 %	98 %

(1) Condensateurs fixes radio inclus.



Tube-image couleur haute brillance «20 AX HI-BRI» (document R.T.C.).

de sous-équipement en infrastructure de tous ordres : télécommunications, armement, etc...

La concurrence s'accroît rapidement et les politiques de prix sont non seulement guidées par les coûts réels mais également par les contraintes du commerce extérieur.

L'inflation présente également d'autres effets néfastes car elle annihile ou empêche toute progression d'activité. Tant que les problèmes liés au contrôle des masses monétaires ne seront pas résolus, les industriels ne pourront pas poser leurs problèmes en termes financiers réels, toute prévision étant entachée d'une trop grande incertitude.

Ces incertitudes qui se manifestent à tous les niveaux et auxquelles il faut rajouter une redistribution mondiale des activités essentiellement destinée à réduire les coûts, entraînent un fatalisme chez les industriels de certains pays traditionnellement habitués à disposer de leurs propres moyens de production. Il faut également signaler la concurrence de plus en plus grande d'États ne connaissant pas l'économie de marché et ne tenant pas compte des prix de revient réels et qui viennent inonder le marché de produits à des prix ridiculement bas.

Il est certain que le développement d'une industrie comme celle des composants électroniques sera, en raison de son caractère international, très lié à la solution de la crise économique qui touche actuellement le monde. Certains pays parviennent, dans une mesure limitée en prenant des dispositions intérieures, à limiter les effets de la crise, mais cela n'est pas suffisant pour leur assurer un développement compatible avec leur potentiel industriel.

Malgré tout, l'industrie des composants électroniques reste «condamnée au progrès technique» dont elle est à la source. Elle se doit d'innover et d'apporter des perfectionnements. Encore faut-il qu'elle puisse se développer dans un contexte économique favorable.

Les perspectives de crise

Aucune amélioration sensible de la conjoncture économique internationale n'étant réellement prévue pour cette année, il est probable que les résultats de 1978 seront comparables à ceux de 1977. Certaines études réalisées en 1976 et en 1977 laissent prévoir pour 1979 une crise dans le secteur des composants ; actuellement le spectre de cette crise s'estompe compte tenu du fait que les taux réels de croissance envisagés demeurent dans des limites raisonnables.

Les perspectives pour la France

Le gouvernement français s'apprête à arrêter des dispositions industrielles relatives au secteur des circuits intégrés visant à assurer une indépendance et une sécurité des approvisionnements pour la France. Ces mesures auront des effets progressifs dans cette branche, mais elles suscitent actuellement un certain attentisme. D'autre part, le secteur de la télévision couleur, gros consommateur de composants électroniques, reste assez stable et actif. Tout ceci laisse prévoir pour l'industrie française des composants électroniques un taux de progression au moins égal à celui de 1977.

D. HALPERN

Colloque international sur la fiabilité et la maintenabilité

PARIS, 19-23 JUIN 1978

Ce Colloque International organisé par la société des électriciens, des électroniciens et des radioélectriciens (S.E.E.), le Groupement des Industries Électroniques (GIEL) et la Fédération des Industries Électriques et Électroniques (FIEE), avec le concours du CNET et du CNES, se tiendra à la Tour Olivier de Serres, 75015 Paris.

Les principaux thèmes du colloque seront les suivants :

A - Point de vue de l'acheteur d'équipements et systèmes. Intervention de la fiabilité, maintenabilité, disponibilité, dans le choix économique d'une solution technique. Définition des objectifs correspondants.

B - Point de vue du constructeur d'équipements et systèmes.

1 - Exemples d'études où ces caractéristiques ont été prises en compte :

- Cas des produits grand public
- Cas des produits industriels, professionnels et militaires
- Cas des produits à très haute fiabilité et à haute sécurité

On insistera sur les exemples de déroulement de projets dans lesquels ces caractéristiques ont été introduites dès l'origine dans la définition des produits.

2 - Méthodes mathématiques pour la résolution des problèmes rencontrés : modèles, programmes informatiques...

C - Point de vue de l'exploitant. Systèmes de collecte des résultats détenus en exploitation (ou en après-vente).

D - Point de vue du fabricant de composants. Composants électroniques et non-électroniques. Cas particulier des composants complexes et nouveaux.

E - Point de vue actuel et orientations futures des organismes officiels dans le domaine de la fiabilité.

Dans le cadre de deux tables rondes, les sujets suivants seront abordés :

- Circuits hybrides vus sous l'angle de la fiabilité des connexions
- Problèmes clients-fournisseurs dans le cas des composants nouveaux et des composants à fiabilité élevée.

Pour toutes informations complémentaires, prière de s'adresser au :

Secrétariat Général du Colloque, 11, rue Hamelin, 75783 Paris Cedex 16, France.



NOUVEAU

SE 7000 LARGE BANDE

Il y a deux ans, EMI présentait le SE 7000 A, premier Enregistreur Analogique portable 8 vitesses, de 7 à 42 voies, dont les caractéristiques restent incontestées. Aujourd'hui, le nouvel ENREGISTREUR MAGNETIQUE PORTABLE SE 7000 M, constitue une extension de la gamme 7000 A. Le SE 7000 M enregistre sur 7 à 14 voies, des phénomènes compris dans des fréquences allant jusqu'à 2 MHz en direct, 500 KHz en FM. (Standard IRIG, Bande large, Groupe II).



En enregistrement digital (PCM) la densité atteinte est de 30 Kbpi.

Son module de calibration interne éliminant tout appareil externe pour la mise en oeuvre, ses huit vitesses équipées de filtres ou égaliseurs, ses possibilités de monitoring à l'arrêt ainsi que son chemin de bande en font un appareil sans rival. Le SE 7000 M dispose des qualités reconnues du 7000 A, dont de nombreuses installations sont aujourd'hui opérationnelles en France. Il bénéficie de la Haute Technicité et de l'Expérience du GROUPE EUROPEEN EMI.

De plus, ce matériel est assuré de l'efficacité du support logistique d'EMI TECHNOLOGY.

Pour une information immédiate, n'hésitez pas à contacter:
EMI TECHNOLOGY.

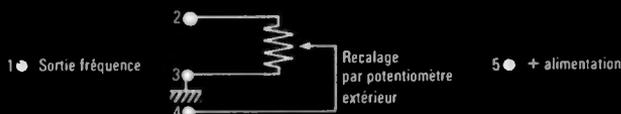
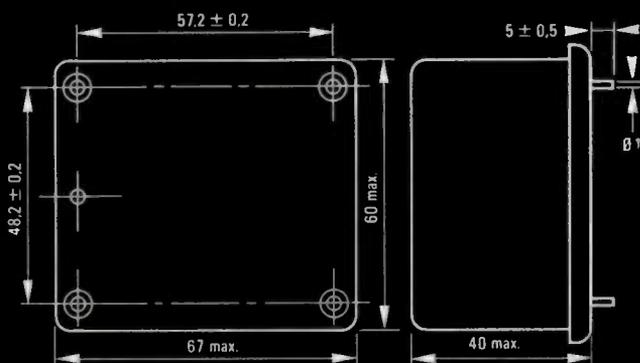
SE 7000 M: Le seul appareil portable large bande comportant un calibrateur incorpore, permettant un controle avant enregistrement.



EMI Technology

EMI Technology S.A.
38, rue de la République
93100 Montreuil
Telephone : 365.00.42 Telex : EMITEC 212786 F

PILOTE A QUARTZ PMT - P 5



CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Fréquence :	4 à 6 MHz Standard : 5 MHz
Stabilité de fréquence :	< 5.10 ⁻¹¹
Dimensions :	67 x 60 x 40 mm
Poids :	180 g

C.E.P.E.

Filiale THOMSON-CSF

COMPAGNIE D'ÉLECTRONIQUE
ET DE PIEZO-ELECTRICITE
101, RUE DU PDT-ROOSEVELT / B.P. 74
78500 SARTROUVILLE / FRANCE
TEL (1) 914.53.36



33 33

colloque international sur la fiabilité et la maintenabilité
international conference on reliability and maintainability

paris 19-23 juin 1978

coll international la fiabilité la maintenabilité internationale conference on reliability and maintainability

paris 19-23 juin 1978

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

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

SYCELEC

oe

INFORMATIONS GÉNÉRALES

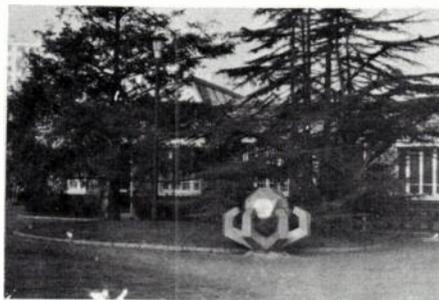
EMI fournit actuellement à l'Académie de Médecine de Poznan (Pologne) un tomographe à rayons X modèle CT 5005.

Robert Bosch International Beteiligungen, filiale suisse du groupe Bosch, a pris le contrôle à 51 % de la société espagnole **Fabrica Espanola Magneto SA** ou **FEMSA** (8 300 personnes ; chiffre d'affaires : 7 700 M de pesetas).

Au cours du premier semestre de l'exercice fiscal 1977 (1er avril 1977-31 mars 1978), **Hitachi Ltd** a réalisé un chiffre d'affaires consolidé de 4 878 M\$ (+ 10 %) dont 930 M à l'exportation (+ 23 %) et un bénéfice net de 148 M\$ (+ 3 %).

En 1977, **Jeumont-Schneider** a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 1 789 MF (+ 10 %) et un bénéfice net de 20,18 MF. Au cours de cet exercice, Jeumont-Schneider aura vendu près de 2 000 autocommutateurs téléphoniques privés. Le chiffre d'affaires consolidé du groupe s'établit à 2 459 MF (+ 11,5 %).

Marconi-Elliott Avionics Systems, Ltd, du groupe britannique GEC, a changé



Usine de fabrication d'alimentations régulées d'Adtech International située à Mantes la Ville (F).

de nom et est devenu **Marconi Avionics Systems Ltd**.

Marconi Space and Defence Systems Ltd fournira un simulateur de vol pour hélicoptère Lynx à la REME et à l'Army Air Corps (GB) qui l'utiliseront conjointement.

En 1977, **Motorola Inc** a réalisé un chiffre d'affaires de 572 M\$ (+ 23 %).

En 1977, **Philips** a réalisé un chiffre d'affaires consolidé de 31 164 M de florins (+ 2,4 %) et un bénéfice net consolidé de 634 M de florins (+ 12,8 %).

En 1977, **RCA** a réalisé un chiffre d'affaires de 5,9 milliards de \$ (+ 10 %) et un bénéfice net de 247 M\$.

Toshiba réalise actuellement pour la Hongrie un système automatique de tri et d'affranchissement postal ayant une capacité de traitement de 50 000 lettres par jour. Ce système est conçu autour d'un calculateur Tosbac-40 C et d'un lecteur optique de code postal.

Au cours de l'exercice fiscal 1977, clos au 30 septembre 1977, **Varian Associates Inc** a réalisé un chiffre d'affaires de 352,009 M\$ (+ 14,7 %) dont 110 M\$ à l'exportation (+ 10 %) et un bénéfice net de 12,301 M\$ (+ 30,5 %). La ventilation en proportion du chiffre d'affaires est la suivante :

- composants électroniques : 48 % dont 34 % pour les tubes électroniques ;
- instruments analytiques : 25 % ;
- équipements industriels : 14 % ;
- divers : 13 %.

oe

TÉLÉCOMMUNICATIONS

DANS LES USINES

La **CIT-Alcatel** a développé un équipement de test pour réseaux de téléinformatique. Ce système a été adopté par les PTT français lesquels en ont commandé une dizaine d'exemplaires.



(Doc. GTE)

GTE introduit un nouvel autocommutateur privé à commande par programme enregistré. Ce système baptisé **GTE-60** a une capacité maximale de 16 lignes réseau et de 60 lignes intérieures.

Marconi Communication Systems Ltd a présenté sous la référence H 7200 un relais hertzien hyperfréquence (1,7-2,3 GHz ; 24, 72, 132 ou 300 voies ; conforme aux normes du CCIR et à la recommandation RC 4030 du Post Office britannique).

OKI Electric introduit un nouveau autocommutateur téléphonique électronique privé baptisé **KC-200** et ayant une capacité comprise entre 100 et 1400 lignes.

Pye TVT, filiale britannique, de Philips a présenté une nouvelle caméra couleur pour reportage électronique portant la référence **LDK 14**.

Sony a mis au point une caméra couleur utilisant trois dispositifs de prise de vues à transfert de charges comportant 226 x 492 éléments. Cette caméra sera vraisemblablement commercialisée à la fin de 1979 ; elle sera essentiellement destinée aux applications grand-public et au marché institutionnel.

La firme britannique **Systems Designers Ltd** introduit un nouveau système tactique de gestion de réseau de télécommunications baptisé **TCMS** (Tactical Communications Management System). Ce système faisant appel à des microprocesseurs a été mis au point avec la collaboration du Ministère de la Défense de Grande-Bretagne ; il permet une utilisation optimale de la capacité et des ressources en télécommunications.

COMMANDES ET CONTRATS

L'Arabie Saoudite a octroyé un contrat d'un montant supérieur à 300 M£ à la Compagnie gouvernementale britannique **Cable and Wireless** pour la conception et la

réalisation d'un réseau complet de télécommunications destiné à la Garde Nationale Saoudienne qui compte 35 000 hommes.

Les PTT de Tunisie ont octroyé un contrat d'un montant de 17 MF à la **CIT-Alcatel** pour la fourniture de 290 centraux téléphoniques privés du type électro-mécanique.

L'ARETO, Administration des Télécommunications d'Egypte, a octroyé deux contrats d'un montant total de 40 MF à la **CIT-Alcatel**, du groupe CGE. Le premier contrat porte sur l'extension du réseau de commutation temporelle E 10 dans le delta du Nil, la CIT-Alcatel se trouvant associée à la société des Câbles de Lyon (groupe CGE), et fait suite au contrat passé en août 1977 (cf. OE octobre 1977, p. 552). Le second contrat concerne l'installation de centraux téléphoniques électro-mécaniques de petite capacité et complète un contrat de fourniture octroyé en 1975.

C'est la division «Submarcom» de la **CIT-Alcatel** et des **Câbles de Lyon** qui construira le câble sous-marin entre la France et l'Algérie (440 miles nautiques ; 90 répéteurs ; type S 25 : 2 580 voies). Le montant de la commande s'établit à 114 MF. Cette liaison entre Martigues (F) et El-Djamilia (DZ) entrera en service en 1980.

La **Compania Internacional de Telecomunicacion y Electronica SA** (CITESA),

filiale espagnole de l'ITT fournira aux États-Unis, 0,1 M de postes téléphoniques du type «Gondoles».

Le Post Service des États-Unis a octroyé un contrat d'un montant de 0,9 M\$ à la **COMSAT** pour la mise au point d'un système expérimental de transmission internationale de courrier électronique. Ce système devra fonctionner au mois de février 1979 (cf. cette même rubrique divers).

Comtech Laboratories fournira à la Libye des équipements terminaux pour systèmes de télécommunication à diffusion troposphérique pour un montant de 7,5 M\$.

La Federal Aviation Administration des États-Unis a octroyé un contrat de 344 387 \$ à la société américaine **Electronic Space Systems Corporation** pour la fourniture de radomes de radars à armature métallique.

Le Nigéria a octroyé un contrat d'un montant de 1,4 M£ à **EMI Sound and Vision Equipment** pour la fourniture d'un véhicule de reportage de télévision équipé de 3 caméras couleur et de 12 équipements de radiodiffusion.

La British Broadcasting Corporation a octroyé un contrat d'un montant de 0,438 M£ à **EMI Sound and Vision Equipment**, pour la fourniture de systèmes d'accord d'antennes.

Mac Donnell Douglas a octroyé deux contrats de sous-traitance de 2,25 M\$ à **Ferranti** et à **Bendix** pour la fourniture de 13 dispositifs de visualisation de situation destinés à l'aéronef F 18.

Le satellite de navigation de l'US Navy, NTS-2 (Navigation Technology Satellite) comporte à son bord deux étalons de fréquence au césium fabriqués par **Frequency and Time Systems, Inc.** C'est le premier satellite de l'espace à être équipé de sources primaires en fréquence.

L'Hydro Quebec (CND) a octroyé un contrat d'un montant de 15 M\$ à **GTE** pour la fourniture et l'installation d'une liaison hertzienne de 1000 km de long.

La République de Trinidad et de Tobago a octroyé un contrat d'un montant de 3,2 M\$ à **GTE** pour la fourniture d'un système de faisceaux hertziens et de matériels de transmission.

La NASA a octroyé un contrat d'un montant de 12,7 M\$ à **GTE Automatic Electric** pour la fourniture d'un autocommutateur électronique modèle EAX 2 de 3 800 lignes extensibles à 7 500 et destiné au Centre Spatial Kennedy.

L'Administration des télécommunications de l'Uruguay, l'ANTEL, a octroyé un contrat d'un montant de 0,6 M\$ à **GTE International** pour la fourniture d'un faisceau hertzien équipé d'émetteurs récepteurs CTR 115 B et de multiplexeurs MP 25 (80,5 km ; 2 stations ; 300 voies).

La Société Cable and Wireless a octroyé un contrat à la société suisse **Hasler AG** pour la fourniture d'un centre télex électronique modèle T 202 ayant une capacité initiale de 9 216 lignes et destiné à être installé à Hong Kong. Rappelons que cette commande a été effectuée dans le cadre d'un contrat de 2,25 M\$ attribué par l'Administration des Télécommunications de Hong Kong à Cable and Wireless pour l'installation d'un centre télex. Hasler a déjà fourni trois centres télex à Hong Kong modèle T 201 totalisant 12 288 lignes.

La Japan Industrial Bank a octroyé un contrat à **Hitachi** pour la fourniture d'un système de télécopie composite inter-compagnie. Ce système fonctionnera avec un autocommutateur par paquets et permettra de combiner la transmission de fac-simile, de conversations téléphoniques et de messages télégraphiques. Il fonctionnera à la vitesse de 9 600 bauds et utilisera le protocole X 25 du CCITT.

La NASA a octroyé un contrat d'un montant de 38,8 M\$ à **Hughes Aircraft Company** pour la fourniture de 3 satellites météorologiques GEOS matricule D, E et F. Rappelons que les GEOS A, B et C avaient été construits par Ford Aerospace and Communications Corporation.

Le groupe canadien Telesat a octroyé un contrat d'un montant de 67,3 M\$ à **Hughes Aircraft** pour la fourniture de 3 satellites de télécommunications Anik-C et de leurs systèmes de contrôle au sol.

Selon les termes d'un accord récemment conclu, l'**Intelsat** louera à Zaïre pour une durée de 5 ans, un répéteur de satellite de couverture mondiale.



Le Réseau privé de télécommunications par faisceaux hertziens de la Société espagnole Hydrola et fourni par GTE est maintenant opérationnel.

Selon les termes d'un accord récemment signé, l'**Intelsat** louera à l'Arabie Saoudite 2 1/4 de répéteurs de satellite à faisceau de couverture mondiale.

Le premier autocommutateur temporel public italien a récemment été mis en service à Rome. Il s'agit d'un système «Proteo» de 2000 lignes de capacité fourni par l'**Italtel**.

La Police de Berlin Ouest a octroyé un contrat d'un montant de 0,8 M\$ à **ITT Business Systems** (GB) pour la fourniture d'un autocommutateur de messages ITT 6400 ADX de 240 lignes de capacité. Cet équipement vient d'être mis en service.

La compagnie exploitante américaine de téléphones, la Commonwealth Telephone Company, a octroyé un contrat à la division «Telecommunications Transmission» de l'ITT pour la fourniture d'un câble aérien à fibres optiques ayant une capacité de 672 circuits et destiné à relier deux centraux téléphoniques distants de 21 km.

L'US Army a octroyé un contrat d'un montant de 36,3 M\$ à la division Produits Electro-optiques de l'ITT pour la fabrication et la fourniture de lunettes pour vision nocturne.

La Direction Générale des Télécommunications des PTT français a attribué un marché d'études à la société **Jeumont-Schneider** pour un autocommutateur satellite téléphonique public temporel pouvant traiter de 300 à 8 000 lignes. Rappelons que des marchés identiques ont été passés avec les sociétés SAT, Telic et le groupe TRT Matra TIT.

Le Ministère des Communications d'Oman a octroyé un contrat d'un montant de 9 M\$ à la société **LM Ericsson** pour la fourniture de centraux téléphoniques du type crossbar et d'équipements de transmission.

Panama a octroyé un contrat d'un montant de 5 M\$ à **LM Ericsson** pour la fourniture de 3 centraux téléphoniques urbains à commande par programme enregistré AXE, un autocommutateur télex international-national AXB 20 et un centre de transit téléphonique Crossbar électronisé.

La Guinée-Bissau a octroyé un contrat d'un montant de 7 M\$ à la société **LM Ericsson** pour la fourniture et l'installation d'un système téléphonique national. La commande porte sur 12 centraux crossbar, 5000 postes téléphoniques, du matériel de ligne d'alimentation en énergie.

L'Aeronautical Systems Command de l'US Air Force a octroyé un contrat d'un montant de 38 M\$ à **Loral Corporation** pour la fourniture de 204 récepteurs d'alerte radar supplémentaires destinés à l'aéronef F 15.

Le Post Office britannique a octroyé un contrat d'un montant de 0,25 M£ à **Marconi Communication Systems Ltd** pour la fourniture de 100 modems modèle 9 A.

Le Post Office britannique a octroyé un contrat à **Marconi Communication Systems Ltd** pour la mise au point, le développement et la fourniture d'un codec MIC destiné à être raccordé à la sortie d'un multiplex à division de fréquence à 60 canaux. Cet équipement transformera un signal à 312-522 KHz (60 canaux) en un flot numérique à 8448 Kbits/s et vice-versa.

L'US Army a octroyé un contrat d'un montant total de 6 M\$ à **Marconi Space and Defence Systems** (GB) associé à la firme américaine **Cincinnati Electronics Inc.**, pour le développement du système radio sol-air SINGARS-V. Rappelons que SINGARS-V est un système mono-canal en ondes métriques spécialement conçu pour ne pas être repéré par l'ennemi et que l'Armée américaine envisage l'acquisition de 250 000 équipements.

Marconi fournira à l'Anglia Television 11 caméras de télévision en couleur du nouveau modèle Mark IX.

La Radiodiffusion Television Iranienne agissant pour le compte de l'Agence Officielle d'Information Iranienne PARS, a octroyé un contrat d'un montant de 1,7 M£ à **Marconi Communication Systems Ltd.**, pour l'installation complète d'une station radiotélégraphique destinée à l'émission de messages d'information. Cette station comportera 5 émetteurs de 30 kW à accord rapide modèle H 1200 ; 10 amplificateurs haute fréquence de 10 kW ; 9 pilotes haute fréquence modèle H 1540 ; 6 antennes directionnelles verticales log-périodiques modèle R 1706 et une antenne omnidirectionnelle R 7070.

Marconi Avionics Systems fournira à la compagnie aérienne Singapore Airlines, des systèmes de navigation ADF (Automatic Direction Finder) modèle AD 380 qui équiperont tous les avions DC 10 de la compagnie.

La société norvégienne **Nera A.S.**, du groupe A.S. Elektrisk Bureau, a obtenu un contrat du gouvernement du Sierra Leone pour l'installation d'un faisceau hertzien qui fera partie du réseau de télécommunications pan-africain et qui reliera ce pays à la Guinée et au Libéria.

La **Nippon Electric Company** fournira à l'Australie une station terrienne Intelsat pour 10 M\$.

Le Koweït a octroyé un contrat d'un montant de 300 M de yens à la **Nippon Electric Company** pour la fourniture de 2 autocommutateurs temporels privés modèle NEAX 22.

Le service des Télécommunications d'Éthiopie a octroyé un contrat à la **Nippon Electric Company** pour la fourniture d'une station terrienne de télécommunication par satellite installée à 18 km d'Addis Abeba et d'un faisceau hertzien à 6 GHz destiné à relier cette station à la capitale de ce pays. La station devra pouvoir fonctionner avec les satellites INTELSAT IV A et V et aura une capacité de 108 canaux de haute qualité permettant la transmission de programmes de radiodiffusion et de télévision couleur ; la puissance d'émission sera de 700 W et l'amplificateur de réception aura une température de bruit de 56° K.

La National Corporation of Telecommunications de Colombie a octroyé un contrat à la **Nippon Electric Company** pour la fourniture et l'installation d'un système de télécommunications par satellite destiné à

relier le continent aux îles San Andres dans la mer de Caraïbes. Ce contrat porte sur la fourniture de deux stations terriennes comprenant notamment deux antennes de 13 m de diamètre, un amplificateur délivrant 400 W, un amplificateur à faible bruit et un système de commutation crossbar installé aux îles San Andres. Ce système utilisera des circuits loués du satellite Intelsat IV A placé au-dessus de l'Océan Atlantique et aura une capacité de 60 voies téléphoniques et d'un canal de télévision, il fonctionnera en mode FM-SCPC (FM Single Channel Per Carrier).

La Posts and Telecommunications Corporation de Burma a octroyé un important contrat à la **Nippon Electric Company** en matière de télécommunications. Ce contrat prévoit la fourniture d'une station terrienne de télécommunications par satellite au standard Intelsat B (diamètre 11 m ; SCPC-PCM : Single Channel per Carrier - Pulse Code Modulation ; 19 voies téléphoniques, 2 voies télégraphiques, un programme de télévision couleur et 2 canaux d'ordre) ; un centre de commutation téléphonique électronique international modèle NXE 20 (16 circuits extensibles à 96) ; un centre de commutation télex électronique international NEDEX 510 A (190 circuits).

Le premier autocommutateur numérique public de la région des Antilles a été mis en service par la Barbados Telephone Company. Il s'agit d'un système IMS-1 de la **Northern Telecom Canada Ltée.**

La firme britannique **Pilkington PE** fournira des périscopes pour vision nocturne à l'Armée Royale de Brunéi. Ces équipements seront installés sur des véhicules blindés de reconnaissance.

La National Telecommunications Company de Libye a octroyé un contrat d'un montant de 5 M£ à **Plessey Telecommunications** pour la fourniture d'autocommutateurs privés de petite et de moyenne capacité dont des modèles K1 et PDX. Par ailleurs, Plessey assurera la formation du personnel libyen d'installation et de maintenance.

La British Petroleum a octroyé un contrat à **Plessey AEA** pour la fourniture d'un système de télécommunications par satellite destiné à relier une plate-forme de forage en mer aux îles britanniques via le satellite Marisat. La station sera achetée par Plessey à la Comsat General pour un montant de 70 000 £.

Plessey installera pour le compte de l'Armée Royale britannique un bâtiment de test de compatibilité électromagnétique qui sera situé à Titchfield (Hants, GB). Le montant de la commande s'établit à 1 M£.

Racal Communications Ltd fournira à la Police du Nigéria un système de radiotéléphonie mobile qui comportera en particulier 100 émetteurs-récepteurs TRA 1341.

L'US Navy a octroyé un contrat d'un montant de 1,3 M£ à **Sanders Associates Inc** pour la fourniture de systèmes de con-

tre-mesures infrarouges destinés à équiper des hélicoptères afin de les protéger contre les missiles à tête chercheuse thermique.

L'Administration des Postes et Télécommunications d'Algérie a octroyé une série de contrat d'un montant total de 16 MF, à la **SAT**, pour la fourniture de câbles coaxiaux, d'équipements de ligne, d'équipements multiplex destinés à 3 liaisons : Tlemcen-Annaba, Ouargla-Relizane et Tiar-et-Tissemsilk.

L'Administration des Télécommunications de Norvège a octroyé un contrat d'un montant de 0,6 M de couronnes suédoises (environ 0,6 MF) à la firme suédoise **SATT Elektronik AB**, pour la fourniture d'émetteurs de radiodiffusion à modulation de fréquence de 10 kW de puissance.

La **SESA**, filiale espagnole de l'ITT, a reçu du Ministère des Postes et Télécommunications du Liban, le renouvellement d'une commande d'un montant de 6 M\$ portant sur la fourniture et sur l'installation d'un système coaxial. Le contrat original signé en 1973 avait été interrompu en 1975 par la guerre civile du Liban.



Nouvelles consoles pour contrôleurs de la navigation aérienne modèle APP/ACC produites par Siemens.

La Société Sperry Gyroscope a octroyé un contrat au Département Marine et Hydro-space de la **Standard Telephone and Cables**, filiale britannique de l'ITT pour la fourniture d'un câble de halage destiné au système britannique de dragage de mines par ondes acoustiques baptisé Osborn et fabriqué par Sperry Gyroscope.

La Canby Telephone Association (Oregon, USA) a octroyé un contrat d'un montant de 1,1 M\$ à **Stromberg-Carlson** pour la fourniture d'un autocommutateur numérique Century de 3 700 lignes de capacité.

Stromberg-Carlson fournira à la Chickamauga Telephone Corporation, un autocommutateur System Century de 4 200 lignes de capacité.

Tamura Electric Works (J) fournira au Brésil 750 téléphones publics pour un montant de 0,23 M\$. Ces appareils utiliseront des jetons spéciaux.

L'US Navy a octroyé un contrat d'un montant de 5 M\$ à la division Norden de **United Technologies** pour la fourniture de systèmes météorologiques et de cartographie destinés à équiper l'avion de contre-mesures électroniques EA-6B.

La **Wescom** fournira à l'American Airlines un autocommutateur temporel privé modèle 580 DSS d'une capacité initiale de 2 360 postes. Le montant de la commande s'établit à 1,2 M\$.

VIE DES SOCIÉTÉS ET RÉSULTATS FINANCIERS

En 1977, la **CGCT**, filiale française de l'ITT, a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 1 375 MF (+ 19 %). Le chiffre d'affaires hors taxes consolidé du groupe CGCT et de sa filiale La Signalisation a atteint 1 572 MF (+ 21,7 %).

En 1977, la **Compagnie Radio-Maritime** a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 110,617 MF (+ 1,7 %) et un bénéfice net de 1,295 MF (+ 66 %).

La firme américaine Comtech Laboratories Inc a changé de nom et est devenue **Comtech Telecommunications Corporation**.

Cutler-Hammer Inc a pris une participation de 33,5 % dans le capital de la **Leeds and Northrup Company** par rachat de parts auprès de Tyco Laboratories Inc.

En 1977, **LM Ericsson** a réalisé un chiffre d'affaires consolidé de 7 830 M de couronnes suédoises (+ 7,4 %) dont 84 % à l'exportation et un bénéfice net de 193 M de couronnes suédoises (+ 33,1 %).

Au cours de l'exercice fiscal clos au 31 juillet 1977, **Microwave Power Devices** a réalisé un chiffre d'affaires de 3,1 M\$ (+ 63,2 %) et un bénéfice net de 0,282 M\$ (+ 587,8 %).

Le groupement d'Intérêt Économique **Sonerco** a été constitué à l'initiative des PTT français. Son objet est « de favoriser le développement et la mobilisation du potentiel d'exportation de ses membres ». Il exercera son activité selon les 3 axes suivants : planification et ingénierie des réseaux, exploitation et formation des personnels. Ce groupement est destiné à répondre à la concurrence mondiale en matière de télécommunications; toutefois, le projet de création de la Sonerco avait soulevé une grande méfiance de la part des industriels qui y voyaient une certaine mainmise de l'Administration sur leurs activités.

En 1977, **TRT** a réalisé un chiffre d'affaires hors taxes de 722,3 MF (+ 14,6 %) dont 138 à l'exportation et un bénéfice net de 23,4 MF (+ 22,5 %). Le chiffre d'affaires consolidé de TRT, Omera-Segid et de la Société Française des Techniques Pye s'est établi à 1 019,3 MF (+ 12,6 %) dont 280 MF à l'exportation.

Racal Electronics Ltd a racheté la firme américaine **Vadic Corporation** qui est devenue **Racal Vadic Inc**. Fondée en 1969, Vadic est une société spécialisée dans la fabrication d'équipements de transmission de données et notamment de modems dont les vitesses de transmission sont situées entre 300 et 2 400 bits par seconde; elle emploie 200 personnes et a réalisé un chiffre d'affaires de 9,3 M\$ au cours de l'exercice fiscal clos au 30 avril 1977; elle a fourni depuis sa création 0,15 M de modems. Le montant de la transaction s'établit à 5 353 693 \$.

Un accord de principe est intervenu entre les sociétés américaines **Frequency Sources Inc** et **Wavecom Industries Inc** pour la transformation de cette dernière en filiale à part entière de Frequency Sources.

DIVERS

Le satellite japonais expérimental de télédiffusion couleur **BSE** a été lancé avec succès le 7 avril dernier par la NASA.

Les contributions financières de chacun des pays dans le programme de satellite européen de télécommunications **ECS** de l'Agence Spatiale Européenne seront les suivantes en pourcentage :

	ECS	OTS
D Fédérale	30,6 %	25,9 %
France	25,9 %	23,7 %
G.B.	20,15 %	17,3 %
I	14,7 %	13,7 %
E	0,17 %	— %

Rappelons que le programme ECS avait été ratifié au cours du mois de février 1978.

Suite à un accord conclu avec les États-Unis, l'Inde va installer une station **Landsat** pour recevoir directement les données en provenance des satellites de télé-détection Landsat. Cette station sera construite et exploitée par l'Administration Indienne de Télé-détection (NRSA).

La **Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation** (NTT) installe dans le centre de Tokyo une liaison par fibres optiques destinée à relier 4 centraux téléphoniques entre eux; il s'agit des centraux Karagasaki, Kazumigaseki, Otomachi et Kuramal. Les caractéristiques de cette liaison par tubes sous-terrains et tunnels sont les suivantes :

- longueur : 20 km ;
- câble optique à 48 fibres à gradient d'indice présentant une atténuation linéique inférieure à 5 dB/km obtenue par le procédé CVD ;
- débit : 100 Mbits/s ;
- émetteurs de lumière à diode laser.

Les câbles sont fournis par Sumitomo, Furukawa et Fujikura, les matériels d'extrémité par la Nippon Electric Company et Fujitsu.

Par ailleurs, les liaisons internes à ces centraux entre les équipements de commutation et les équipements de transmis-

sion sont réalisés par des fibres optiques de la Nippon Sheet Glass (groupe Sumitomo) modèle FI 100 (saut d'indice; atténuation linéique : < 10 dB/km; bande passante : 15 MHz/km; émetteur de lumière : diodes électroluminescentes).

Le **Post Office britannique** a décidé de commencer l'exploitation commerciale du système de télétexte **Viewdata** dès 1979. Le Post Office qui n'interviendra que comme intermédiaire et distributeur entre les fournisseurs d'information, et les utilisateurs, a déjà établi une liste de tarifs pour les fournisseurs d'informations c'est-à-dire ceux qui loueront des pages de mémoire dans l'ordinateur central :

- abonnement annuel : 250 £
- location d'une page : 1 £

Rappelons que Viewdata est un système interactif fonctionnant à partir d'une banque d'information louée à des fournisseurs d'informations, à laquelle l'utilisateur a accès par le réseau commuté, les informations étant visualisées sur un téléviseur muni d'un décodeur spécial. Rappelons également que le Post Office aura investi d'ici à 1985, 100 M£ pour ce système.

Le **Postal Service des États-Unis** a décidé d'expérimenter pendant un mois (février 1979) la transmission internationale de courrier électronique entre les États-Unis et plusieurs pays d'Europe et d'Amérique Latine.

RCA American Communications Inc a transféré sur son satellite Satcom-1 tout le trafic de distribution par satellite du secteur de la télédistribution par câbles. Ce satellite lancé en 1975 a une capacité de 24 canaux de télévision ou de 14 000 circuits téléphoniques ou 1,5 G bits/s de transmission de données.

Un accord a été conclu entre les parties intéressées, selon lequel la Chine obtient l'autorisation d'utiliser un des deux satellites de télécommunications franco-allemand **Symphonie**.

Des chercheurs des **Standard Telecommunication Laboratories**, filiale britannique d'ITT, ont réalisé un câble optique monomode, à une fibre à saut d'hélice. Cette fibre présente une atténuation linéique de 2,8 dB/km à la longueur. Par rapport à leurs homologues multimodes, les fibres monomodes présentent une bande passante beaucoup plus étendue.

Le **Gouvernement américain** a décidé un relèvement provisoire des droits de douane sur les **émetteurs-récepteurs** pour services radio-électriques privés (CB en anglais). Ces droits, actuellement de 6 %, passeront à 21 % pendant un an, puis à 18 % l'année suivante, puis encore à 15 % au cours de la troisième année et reviendront à 6 % l'année suivante. Ce programme est destiné à freiner momentanément la pénétration étrangère, essentiellement du Japon qui détient 91 % du marché américain avec 8,1 M d'unités représentant 500 M\$, afin de laisser le temps aux constructeurs américains de se ressaisir.

oe

COMPOSANTS

DANS LES USINES

La Northern Telecom Canada Ltée a cédé à **Hewlett Packard** la licence et les brevets relatifs aux diodes super-luminescentes (DSL). Ces diodes mises au point dans les laboratoires de recherche de la Bell Northern, sont destinées aux transmissions par fibres optiques.

La firme australienne **Hy-Q-Quartz Products Ltd** implante actuellement à Cambridge (GB) une unité de production de résonateurs à quartz (1 350 m² ; 45 personnes ; investissement total : 0,5 M£).

Intel fait son entrée dans le marché des circuits intégrés pour télécommunications en présentant sous la référence 2910, un circuit intégré codeur-décodeur MIC selon la loi A du CCITT. Un circuit analogue suivant la loi μ de la Bell, le 2911 sera prochainement présenté.

Intel introduit sous la référence 2141 une nouvelle famille de mémoires vives statiques de 4 K mots de 1 bit possédant une position «attente» qui réduit la consommation de ces dispositifs lorsqu'ils ne sont pas sollicités. Ces mémoires sont interchangeables broche à broche avec les modèles 2147.

Un accord de coopération technique croisé a été conclu entre **Intel** et **RCA**. Selon les termes de cet accord, Intel produira des versions SSI (Silicium Sur Substrat Isolant ou SOS en anglais) des microprocesseurs 8085 et 8048 à partir d'éléments technologiques fournis par RCA et, RCA produira des versions SSI des mêmes microprocesseurs et des mémoires 8155 et 8355 d'Intel à partir d'éléments de conception fournis par Intel.

La firme japonaise **Marcom Electronics Company** introduit actuellement une nouvelle série de condensateurs électrolytiques à l'aluminium baptisée USM et occupant un volume inférieur de 60 % par rapport aux condensateurs classiques.

Matsushita Electric introduit en seconde source d'Intel, une mémoire vive dynamique de 4 K bits référencée MN 2114 (1 K mot de 4 bits ; MOS à canal N, boîtier à 18 broches ; tension d'alimentation : 5 V ; 450 ns ou moins).

Mitsubishi Electric a introduit sous les références M 58840 P et 58841 P1, deux microordinateurs monolithiques à 4 bits incorporant pour la première fois au monde un convertisseur analogique-numérique. Ces dispositifs sont destinés aux applications de masse.

Motorola introduira en 1979 sous la référence 6805, un microordinateur monolithique à 8 bits (compatible avec le modèle 6800 ; 32 entrées sorties : mémoire vive : 64 octets ; mémoire morte : 1 K octets).

La **Nippon Electric Company** a récemment porté à 0,2 M d'unité sa production de mémoires vives dynamiques de 16 K bits qui sont analogues à la MK 4116 de Mostek.

La **Northern Telecom Canada Ltée** a racheté tout le matériel de production de câbles téléphoniques de la division Hatfield Wire and Cable de la firme américaine Continental Coper and Steel Industries Inc. Ce matériel a été racheté pour un montant de 1 M\$ à la Continental qui a décidé de cesser ses activités câbles téléphoniques.

Le Research Department du **Post Office britannique** a développé un circuit intégré codeur MIC pour voie téléphonique simple. Ce nouveau circuit est destiné au futur système de commutation temporelle baptisé CDSS1 (Customer Digital Switching System N° 1) qui sera introduit dans les années 80.

Signetics du groupe Philips échantillonne actuellement les microprocesseurs 8080 d'Intel produits sans accord de seconde source, et les microprocesseurs SC/MP de National Semiconductor.

Un accord de seconde source a récemment été conclu selon les termes duquel la société **Synertek** du groupe Honeywell, fabriquera en seconde source la mémoire à transfert de charges de 16 K bits modèle 2116 d'Intel.

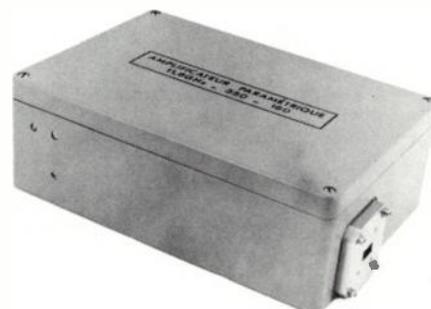
Toshiba introduit deux circuits intégrés complexes destinés à équiper les télécopieurs grand-public. Il s'agit d'un filtre numérique portant la référence T 3545 et d'un modulateur-démodulateur référencé T 3546.

COMMANDES ET CONTRATS

L'Aviation Supply Office de l'US Navy a octroyé un contrat d'un montant de 122 932 \$ à **l'American Electronic Laboratories Inc** pour la fourniture d'antennes hyperfréquence à spirale et à cavité arrière.

Les PTT français ont octroyé un contrat au groupe **ITT Composants** pour la fourniture de thermistances PTC destinées à assurer l'équilibrage des lignes des combinés téléphoniques.

Le **LCT**, filiale française d'ITT a fourni au CCETT (Centre Commun d'Études de Télévision et de Télécommunications) un amplificateur paramétrique destiné à équiper la station terrestre expérimentale de réception de programmes de télévision transmis par le satellite OTS. Cet amplificateur fonctionne avec une fréquence centrale comprise entre 11 et 12,5 GHz et une bande passante de 300 MHz ; sa température de bruit varie entre 150 et 200° K selon les conditions d'utilisation. La station expérimentale aura une antenne de 3 m de diamètre.



Amplificateur paramétrique de LCT.

Le groupe Space and Defense de TRW a octroyé un contrat d'un montant de 4 M\$ à **LNR Communications Inc** pour la fourniture d'amplificateurs à très faible bruit fonctionnant dans les bandes des 3 et 15 GHz et destinés au système des relais de télécommunications par satellite TDRSS de la NASA.

Le groupe Collins Commercial Telecommunications de Rockwell International a octroyé un contrat d'un montant de 0,75 M\$ à **Microwave Semiconductor Corporation** pour la fourniture de transistors hyperfréquence de puissance et de circuits intégrés hyperfréquence de puissance.

L'Intelsat a attribué un marché d'un montant de 132 500 \$ à **Raytheon Company** pour la mise au point d'une source d'énergie à l'état solide délivrant 10 W à 11 GHz.

L'US Air Force a octroyé un contrat d'un montant de 0,7 M\$ à **RCA Solid State** pour l'établissement d'une conformité aux normes MIL-M-38510 classe A de 22 circuits intégrés MOS Complémentaire de la série CD 4 000. Ces dispositifs devront, en particulier, présenter une résistance élevée aux rayonnements.

Texas Instruments livre actuellement à l'US Air Force Avionics Laboratory des mémoires monolithiques à bulles magnétiques de 140 K bits de capacité.

La Ford Aerospace and Communications Corporation a octroyé des contrats à la société **Wavetek** pour la fourniture d'oscillateurs et d'isolateurs à très haute fiabilité destinés aux satellites INTELSAT V.

La Division Systèmes Électromagnétiques de Raytheon a octroyé un contrat d'un montant de 1,2 M\$ à **Zeta Laboratories Inc** pour la fourniture d'oscillateurs hyperfréquence à fréquences multiples.

VIE DES SOCIÉTÉS
ET RÉSULTATS FINANCIERS

La société **Anghel Laboratories Inc** a été constituée aux États-Unis avec pour domaine d'activité les circuits et lignes hyperfréquence microbande (21 Lorraine Drive, Pine Brook, NJ 07058).

La société Socapex, du groupe Thomson-CSF a pris une participation majoritaire dans le capital de la société française **Metox**. Cette participation concerne l'activité connecteurs de Metox, l'activité de revente de composants de Metox étant reprise par une société extérieure TEXMO.

Le Naval Air Development Center des Etats-Unis a octroyé un contrat d'un montant de 49 000 \$ à la société américaine **Microwave Research Corporation** pour la fourniture de composants pour guides d'ondes à parois doubles.

La firme américaine **Raytheon** a constitué un nouveau groupe spécialisé dans les dispositifs et composants hyperfréquence à l'arséniure de gallium (transistors à effet de champ, diodes, etc...) dont l'adresse est 130 Second Avenue, Waltham, MA 02154 (USA).

En 1977, le chiffre d'affaires consolidé du Groupe Composants et Tubes de **Thomson-CSF** a été de 1 900 MF (+ 15,8 %) dont 1 650 MF en provenance des usines françaises. La ventilation en proportion de ce résultat est la suivante :

Tubes	: 24 %
Dispositifs à semi-conducteurs	: 31 %
Composants passifs et électromécaniques	: 45 %

La proportion du marché «captif» Thomson de ce chiffre d'affaires a été de 21 %.

DIVERS

L'association britannique **ERA** (Leeve Road, Leatherhead, Surrey KT 22, USA) a réalisé une étude sur les mécanismes de défaillance des composants à semi-conducteurs encapsulés dans des boîtiers en matière plastique.

Le Musashino Electrical Communication Laboratory de la **NTT** a mis au point une nouvelle technologie MOS Complémentaire caractérisée par une très faible consommation, une vitesse de fonctionnement élevée (sub-nanoseconde) et une grande densité d'intégration.

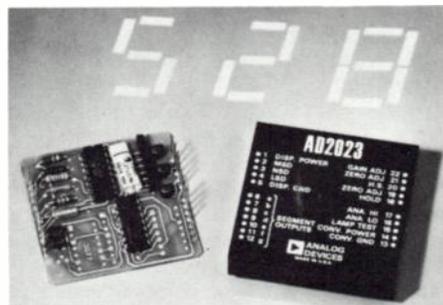
L'US Air Force se montre très intéressée par les caractéristiques des transistors hyperfréquence à effet de champ (TEC). En raison des limitations en fréquence liées à l'utilisation de l'arséniure de Gallium, l'US Air Force envisage de lancer des études visant à l'emploi d'autres matériaux tels les composés III-V et les alliages ternaires III-V, il serait alors possible d'utiliser des TEC hyperfréquence au delà de la bande des 15 GHz.

PRODUITS RÉCENTS

Adcotech : Marqueur-sécheur pour circuits intégrés (vitesse : 4 300 boîtiers par heure) modèle MD 5 000. [5420]

ADE : Amplificateurs haute fréquence de laboratoire (TOS d'entrée et de sortie : 1,5 ; bande passante : 100 Hz-300 MHz pour des impulsions et 1-1 000 MHz pour des signaux courants ; gain : 20 à 40 dB ; facteur de bruit : 1,6 à 4 dB ; niveau de sortie : 10 à 22 dBm). [5421]

Analog Devices : Circuit intégré pour la réalisation d'un voltmètre numérique à 1 000 points et pouvant directement commander un dispositif d'affichage à diodes électroluminescentes ou à cristaux liquides modèle AD 2020. [5422]



— Module voltmètre numérique construit autour du circuit AD 2020, modèle AD 2023. [5423]

Automated Industrial Measurement : Modules numériseurs pour capteurs à thermocouple (modèle 1001), pour capteurs en pont (modèle 1002) et pour résistances au platine modèle 1003. [5424]



Brandenburg : Module d'alimentation pour tubes intensificateurs d'image (entrée + 24 V 5 sorties : + 50 à + 500 V ; + 350 à + 1 700 V ; + 2,9 à 10,8 kV ; + 30 kV et + 2,5 à + 3 kV) modèle 831. [5425]

Burr Brown : Amplificateurs opération à puissance et à courant de sortie élevés pour la commande de moteurs et de servomoteurs (40 W continu et 100 W crête) modèle 3573. [5426]

Calex MFG : Module miniature d'alimentation (entrée réseau : sortie : 5 V sous 300 mA) modèle 21-30. [5427]
— Amplificateurs opérationnels modulaires à hautes performances modèles 152 (impédance d'entrée : $10^{12}\Omega$; bande passante au gain unité : 3 MHz) et 155 (impédance d'entrée : 4 M Ω ; dérive : 3 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$). [5428]

Cerberus : Parasurtension (tension d'amorçage : 800 à 1 500 V selon la vitesse de montée) modèle UCV 22C. [5429]

Computer Labs : Convertisseurs numérique-analogique rapides à 8 et à 10 bits modèles HDS 0825 et 1025. [5430]

Digital Facilities : Appareil de détection de court-circuits sur les circuits imprimés câblés, modèle «Short Track». [5431]

Dow Corning : Élastomère silicone d'encapsulation haute tension homologué dans la plus haute classe d'inflammabilité, référence Sylgard 170. [5432]

Efcis : Circuit intégré de verrouillage de phase numérique pour la réalisation de modems, modèle DPLL. [5433]

Electronics Memories and Magnetics : Mémoire vive statique de 4 K mots de 1 bit (temps d'accès : 450 ns ; MOS à canal N ; sortie à 3 états, alimentation : 5 V et boîtier à 18 broches), modèle 4044. [5434]

— Mémoire vive statique de 1 K mots de 4 bits (temps d'accès : 200 ns ; sortie à 3 états ; MOS à canal N et à grille de silicium, alimentation 5 V ; boîtier à 18 broches ; compatible broche à broche avec les mémoires mortes programmables bipolaires 3605 et 3625) modèle 2114. [5435]

— Mémoires vives statiques de 4 Kbits avec position «attente» réalisées en technologie MOS à canal N (temps d'accès : 200 ns ; boîtier DIL à 22 broches ; sorties à 3 états ; tensions d'alimentation : ± 5 V, + 12 V) modèles M 4 200 (5 K mots de 1 bit) et M 4 104 (1 K mot de 4 bits). [5436]

Endevco : Capteurs pour la mesure de pics de pression (345 ; 690 et 1 380 bars) série 8511. [5437]

English Electric Valve : Thyatron à mélange gazeux gaz inerte-vapeur de mercure (2 kV ; 80 A) modèle BT 135. [5438]

GTE Sylvania : Résonateurs à quartz à 3,932160 MHz pour l'horlogerie électronique modèle SQC 900. [5439]

Hybrid Systems : Convertisseur numérique-analogique à 8 bits et sans réglage réalisé en technologie hybride et conçue pour le raccordement à un microprocesseur (tension de sortie : 0 à 10 V ; 0 à 10 V ; ± 5 V et ± 10 V) modèle DAC 336-8. [5440]

Intel : Microprocesseur à 8 bits rapide (horloge interne : 5 MHz) modèle 8085 A. [5441]

Interface Engineering : Module convertisseur synchro-numérique à 2 vitesses (36/1 ou 16/1) modèle 560. [5442]

— Module synchro-numérique à sortie BCD sur 4 chiffres modèle SD 575. [5443]

— Convertisseur synchro-numérique à 4 voies d'entrée (résolution : 13 bits) modèle 528. [5444]

Intersil : Mémoire vive statique de 4 K bits (temps d'accès : 200, 300 ou 450 ns ; boîtier DIL à 18 broches ; tension d'alimentation : 5 V), modèles IM 7141 (4 K mots de 1 bit) et 7114 (1 K mot de 4 bits). [5445]

ITT-Semiconducteurs : Stabilisateurs de tension à tension fixe (5 à 24 V ; 200 à 500 mA ; protection contre les surcharges et court-circuits, boîtier TO-202), série TDD 1705 à 1724. [5446]

— Circuit intégré écreteur pour la suppression des claquements de commutation dans les circuits d'écoute, modèle ZSY 07. [5447]

— Diodes zener bidirectionnelles pour la protection des lignes téléphoniques (16 ; 32 ; 62 et 160 V), série ZZ 16 à 160. [5448]

— Circuit intégré pour réveil à quartz de 4 MHz modèle SAA 3100. [5449]

— Oscillateur multifréquence pour pendulette de bord et clignoteurs, et avertisseurs sonores destinés aux automobiles, modèle SAF 1055. [5450]

— Transistors complémentaires de puissance réalisés en technologie MOS verticale (1,5 A ; 60 V ; boîtier TO 202), modèles BD 512 (canal P) et BD 522 (canal N). [5451]

— Circuit intégré MOS pour jeux télévisuels télécommandés modèle SAA 1080. [5452]

— Microordinateur monolithique à 4 bits réalisé en technologie MOS Complémentaire modèle SAA 6000. [5453]

Klaasing Reuvers : Convertisseurs d'alimentation continu-continu (tension d'entrée : 5 ; 12 ; 24 ou 48 V ; tension de sortie : 5-10-12 V de 0,3 à 1 A ou ± 12 ou ± 15 V de 0,15 à 0,25 A) série KLRD. [5454]

— Alimentations modulaires (entrée réseau : 220 V ; sortie : 5 V de 0,5 à 2 A ou 12 ou 15 de 30 à 300 mA, série 700. [5455]

LCC : Condensateur ajustable subminiature (6 valeurs de 4 à 35 pF), modèle VT 1000. [5456]

MCB : Potentiomètres rectilignes professionnels, séries RC 80 et RC 120. [5457]

Micro Component Technology : Manipulateurs de circuits intégrés DIP et DIL, séries 2604 et 2608. [5458]

Motorola : Circuit intégré démodulateur amplificateur son de puissance 4 W pour téléviseur, modèle TDA 1190 Z. [5459]

— Mémoire vive statique de 256 mots de 4 bits réalisée en technologie MOS Complémentaire (boîtier à 22 broches ; temps d'accès : 450, 650 ou 800 ns), modèle MCM 45101. [5460]

— Mémoire vive statique de 1 K mot de 4 bits réalisée en technologie MOS à canal N (temps d'accès : 300 ou 450 ns ; alimentation : 5 V ; boîtier à 8 broches), modèles MCM 2114 et MCM 21 L 14 (version à faible consommation). [5461]

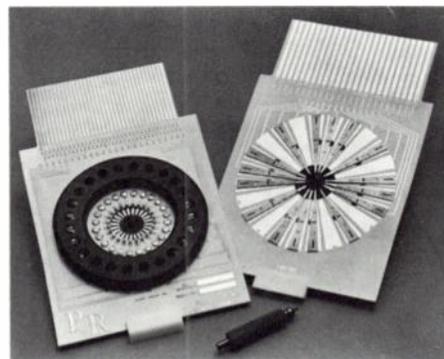
— Mémoire morte MOS à canal N de 4 K mots de 8 bits (temps d'accès : 350 ns ; boîtier à 24 broches ; tension d'alimentation : 5 V ; compatible broche à broche avec la mémoire morte effaçable 2708), modèle MCM 68A332. [5462]

Nippon Electric Company : Transistors bipolaires de puissance pour l'émission à haute fréquence série NE 200 (175 MHz ; 2 ; 4 ; 6 ou 7 W sous 7 V ou 2, 5, 8 et 16 V sous 12 V) ; série NE 330 (30 W à 275 MHz sous 18 V) série NE 360 (60 W à 275 MHz sous 18 V) ; NE 500 (500 MHz ; 3, 10 ou 15 W sous 12 V ou 1, 4 W sous 7 V) et série NE 800 (860 MHz ; 1, 5 ou 11 W sous 12 V). [5463]

— Transistors bipolaires hyperfréquence de puissance modèle NE 56708 (gain 11 dB à 4 GHz ; 50 mW) modèle NE 56854 (gain 14 dB à 2 GHz ; 500 mW) modèle NE 56755 (oscille en fondamental jusqu'à 12 GHz où il délivre 10 mW) NE 56855 (oscille jusqu'à 9 GHz avec 30 mW) et NE 56955 (oscille jusqu'à 8 GHz avec 50 mW). [5464]

Omni Spectra : Détecteurs hyperfréquence adaptés à diodes Schottky (1 à 18 GHz selon les modèles), série 2086-60XX. [5465]

Powercube : Alimentation pour constructeurs (entrée réseau : 110 ou 220 V ; sortie : 5 V sous 24 A et ± 12 V sous 4 A ; la puissance totale de sortie est limitée à 172 W), modèle OLS 10. [5466]



Probe Rite : Module de pointes pour le test sous pointes de circuits intégrés série PA. [5467]

Sage Laboratories : Diviseur de puissance à 8 voies (sorties en phase, 420-450 MHz ; puissance d'entrée : 20 W en continu ou 80 W en crête) modèle FP 2066-2. [5468]

Sprague : Condensateurs au tantale gélifié aux normes CT 9 et F 018 (3,3 F/125 V à 1200 F/6,3 V) série 739 D. [5469]

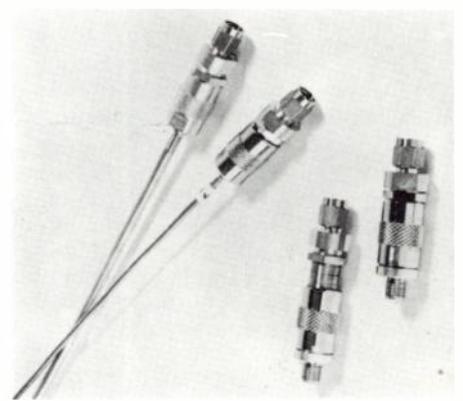
— Condensateurs au tantale gélifié aux normes CT 4 (3,3 F/100 V à 1000 F/6,3 V) série 709 D. [5470]

— Circuit intégré amplificateur à basse fréquence (1 W ; boîtier DIL à 8 broches) modèle ULN 2283 B. [5471]

— Condensateurs électrolytiques professionnels à l'aluminium (100 F/315 V à 150 000 F/6,3 V) série 718 D. [5472]

— Circuit intégré réalisant toutes les fonctions actives de la partie haute-moyenne fréquence d'un radiorécepteur grand-public à modulation d'amplitude et de fréquence et présenté en boîtier DIL à 20 broches, modèle ULN 2242/TDA 1096. [5473]

UMD Amphenol : Connecteurs pour ambiances sévères. [5474]



— Connecteurs SMA à phase ajustable. [5474]

— Connecteurs pour fibres optiques. [5476]

— Connecteurs coaxiaux BNC. [5477]

— Cordons coaxiaux BNC. [5478]

— Connecteurs pour ambiances industrielles. [5479]

— Connecteurs optiques pour mono-fibres. [5480]

— Connecteurs cylindriques à haute densité. [5481]

— Connecteurs coaxiaux BNC à 75. [5482]

— Connecteurs circulaires pour usage général (1 à 52 contacts). [5483]

— Connecteurs circulaires à moyenne densité (2 à 60 contacts), série 651...50. [5484]

— Connecteurs circulaires à haute densité pour l'aviation et autres usages (3 à 128 contacts démontables), série 418. [5485]

— Connecteurs pour cartes imprimées aux normes DIN (16 à 96 contacts ; pas : 1"). [5486]

— Connecteurs rectangulaires industriels (3 à 204 contacts). [5487]

— Supports extra-plats pour circuits intégrés à 8, 14, 16, 18, 22, 28, 40 et 400 broches. [5488]

— Contacts à ressort pour test. [5489]

Unitrode : Diodes écreteuses de transistors, série TVS 500 (énergie instantanée absorbée : 500 W) UVS 300 (énergie instantanée absorbée : 150 W ; 6,8 à 400 V). [5490]

Vitramon : Condensateurs «puces» ajustables (2-47 pF ; 2-10 pF et 5-400 pF), série VC 2A. [5491]

— Réseaux de condensateurs en boîtier SIL. [5492]

Western Digital : Circuit intégré MOS à 40 broches, contrôleur pour unité à disques souples, modèle FD 1791. [5493]

— Circuit intégré à 28 broches, émetteur-récepteur de ligne synchrone ou asynchrone (compatible broche à broche avec le dispositif analogue mais uniquement synchrone, modèle 8521 d'Intel), modèle TR 1953. [5494]



MESURE & INSTRUMENTATION

Selon les termes d'un accord de principe récemment conclu, la division AIL de Cutler Hammer va racheter la division instrumentation de **Singer** qui a réalisé en 1977 un chiffre d'affaires de 9,5 M\$. La division instrumentation de Singer dont l'usine est située à Los Angeles est spécialisée dans la fabrication d'appareils de mesure destinés aux télécommunications (wobulateurs hyperfréquences, bancs de mesure, etc.).

Le Naval Air Systems Command des Etats-Unis a octroyé un contrat d'un montant de 16,816 M\$ à **Harris Corporation** pour la fourniture de systèmes de test automatique pour avions.

Une équipe de chercheurs du Musashino Electrical Laboratory de la **NTT** japonaise, a réalisé un synthétiseur de fréquence délivrant des signaux entre 40 et 90 GHz avec une stabilité de $\pm 2 \times 10^{-9}$ /jour avec une largeur de bande de 100 kHz. Cet appareil utilise un synthétiseur à 10 GHz qui verrouille en phase un oscillateur à onde arrière.

Scientific Atlanta introduit sous la référence 4683 un nouveau banc de mesure à microprocesseur pour les systèmes multiplex composé d'un générateur de bruit blanc et d'un analyseur sélectif. Cet ensemble permet d'effectuer des mesures sur des systèmes dont la capacité maximale est de 2 700 voies.

PRODUITS RÉCENTS

AOIP : multimètre numérique autonome à 2 000 points (tensions continues et alternatives 4 gammes de 1 à 1 000 V ; courants continus et alternatifs : 4 gammes de 1 à 1 000 mA résistances : 6 gammes de 100 Ω à 10 M Ω), modèle Multi 2 000. [5495]

Bruel & Kjaer : table traçante XY (1 m/s ; 0,02 à 1 000 mV/cm) modèle 2308. [5496]

Chauvin Arnoux : indicateur de numériques de tableau à 2 000 ou 20 000 points, série Nuta. [5497]

Data Precision : multimètre numérique portable à 20 000 points (tensions continues et alternatives : 5 gammes de 100 mV à 1 000 V ; courants alternatifs et continus : 5 gammes de 100 μ A à 1 A ; résistances 5 gammes de 1 Ω à 10 M Ω), modèles 2480 et 2480 h (valeurs efficaces vraies). [5498]

Datron Electronics : scrutateur à 100 voies (1 000 voies avec interface BUS IEC), modèle 1 200. [5499]

Dolch Logic Instruments : analyseur logique à 16 voies, 1024 bits, pour fonctionner avec l'unité de visualisation logique LM 216-10, modèle LA 16100 SL. [5500]

EMI Technology : enregistreur magnétique analogique portable (200 MHz en direct, 500 kHz en modulation de fréquence : 7 à 14 pistes), modèle SE 7 000 M. [5501]

GenRad : pont automatique RLC à microprocesseur avec interface IEC (mesures à 100 et à 1 000 Hz), modèle GR 1658. [5502]

— pont automatique de mesure LC à microprocesseur avec interface IEC (mesures à 1 MHz), modèle GR 1687. [5503]

IEC : synthétiseur de fréquence et de fonctions programmables (0-13 MHz), modèle SPG-800. [5504]

— contrôleur pour la réalisation de systèmes de test automatique, modèle A-1000 Auto-programmer. [5505]

Kontron : multimètre portable à 2 000 points (tensions alternatives et continues ; 5 gammes de 0,2 à 2 000 V ; courants alternatifs et continus : 6 gammes de 200 μ A à 10 A ; résistances : 6 gammes de 200 Ω à 20 M Ω), modèle DMM 3020. [5506]



LEA : distorsiomètre basse fréquence automatique, modèle EHD 55. [5507]

— distorsiomètre semiautomatique basse fréquence pour le contrôle des voies, son en radiodiffusion et télévision, modèle EHM 60. [5508]

— générateur basse fréquence de mesure (20 Hz-200 kHz), modèle CMW 60. [5509]

Nore Microwave Ltd : générateur de bruit portable pour l'essai des installations radio et radar (1-18 GHz), modèle NM 6. [5510]

Oscilloquartz : amplificateur de distribution de fréquences étalon (3 fréquences d'entrée, 16 sorties), modèle 5010. [5511]

Pacific Measurements : wobulateur (5-550 MHz) à fréquencemètre incorporé utilisable séparément, modèle 1042. [5512]

— milliwattmètre numérique rapide (1 MHz-18 GHz, dB, dBm, mW) modèle 1045. [5513]

Philips : oscilloscope à double trace (15 MHz) modèle PM 3211. [5514]

— générateur de balayage de télévision, modèle MP 5334. [5515]

— millimètre numérique portatif à 10 000 points (tensions continues : 4 gammes de 1 à 1 000 V ; tensions alternatives : 4 gammes de 1 à 600 V ; courants alternatifs et continus : 100 mA et 1 A ; résistances : 5 gammes de 1 000 à 10 M Ω ; températures de -60 à +200°C ; jonctions de semiconducteurs), modèle PM 2517 (à diodes électroluminescentes ou à cristal liquide). [5516]

— oscilloscope à 3 voies dont une voie signal de déclenchement (100 MHz), modèle PM 3262. [5517]

Radiometer : wattmètre basse fréquence numérique et automatique (2-2 000 W ; 40-400 Hz) donnant également la tension, l'intensité et la phase du signal, modèle RE 701. [5518]

Schlumberger : enregistreurs magnétiques destinés à fonctionner dans des environnements sévères tels les bateaux, les véhicules et les aéronefs (14 ou 28 postes ; modulation de fréquence : 500 MHz ; direct : 2 MHz ou 4 M bits/s en numérique), modèles ME 4110 et 4115. [5519]

— oscilloscope bicourbe à mémoire (0-75 MHz) modèles 5272 et 5273 (fonctionne également en enregistreur de perturbations). [5520]



(Doc. ENERTEC)

— fréquencemètre numérique à 9 chiffres (0-1,25 GHz), modèle 2712. [5521]

— fréquencemètre numérique à 9 chiffres (5 Hz-1,25 GHz), modèle 2612. [5522]

— générateur de fréquences (2 à 520 MHz ou 4 à 1 100 MHz avec double de fréquence) modèle 4795. [5523]

UTI-Spectrotherm : caméra pour prise de vue thermique (-9 à +400°C) modèle 900. [5524]

Varadyne : appareil pour le test des transistors bipolaires NPN ou PNP, modèle 800 B. [5525]

Velonex : générateurs d'impulsions programmables (20 MHz ; 10 ou 15 V sur 50 Ω selon les versions), modèles 1012 et 1012 P. [5526]

— générateurs de transitoires normalisées délivrant des rafales modèle 510 F. [5527]

oe

INFORMATIQUE

La société **Advanced Micro Computer GmbH** a été constituée à Munich (Balanstrasse 73) avec un capital initial de 2,3 M de DM. Le capital de cette nouvelle société est détenu à 60 % par Siemens et à 40 % par Advanced Micro Devices (USA) filiale de Siemens.

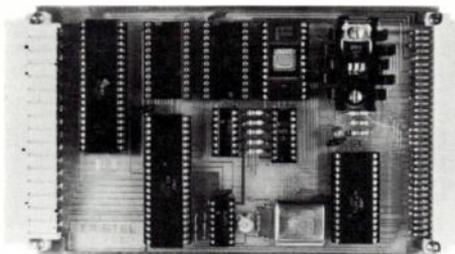
La firme israélienne Elbit Computer, spécialisée dans la fabrication d'équipements terminaux et de petits systèmes informatiques, a constitué à Maidenhead (GB) une filiale sous le nom d'Elbit **Data Systems Ltd.**

En 1977, **Logabax** a réalisé un chiffre d'affaires de 328,6 MF (+ 8 %) dont 90 MF à l'exportation.

PRODUITS RÉCENTS

Commodore : microordinateur complet avec console de visualisation clavier, enregistreur lecteur de cassette incorporés (langages : assembleur et Basic ; sortie Bus IEC ; mémoire vive jusqu'à 32 K octets), modèle PET. [5528]

E R A : microordinateur d'initiation construit autour du microprocesseur 8080, modèle MP Experimenter. [5529]

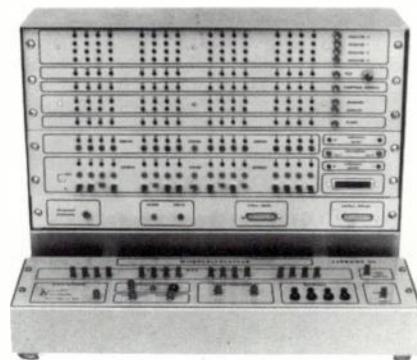


ERISTEL : microordinateur industriel complet sur une seule carte conçu autour du microprocesseur 6503 de MOS Technology (32 K octets de mémoire morte programmable ou effaçable, 256 octets de mémoire vive, 32 entrées-sorties programmables, modèle MIC 6503. [5530]

— programmeur de mémoires mortes effaçables (modèles : 2704, 2708, 2716 et 2758) fonctionnant à partir du microordinateur KIM-1 de MOS Technology, modèle PROKIM 27. [5531]

Siemens : système d'aide au développement pour microprocesseurs de la série 2900, modèle System 29. [5532]

Teleray : console de visualisation à clavier (24 lignes de 80 caractères plus une page en mémoire, ASC II Asynchrone), modèle 4041. [5533]



Terel : microordinateur d'initiation et de développement à 16 bits construit autour du microprocesseur PACE, modèle Tergane 16. [5534]

oe

GRAND PUBLIC

La société britannique **Decca** va cesser la production de téléviseurs couleur à l'usine de Willenhall ; cette mesure affecte 350 personnes. Decca qui détient environ 7 % du marché britannique des téléviseurs couleur poursuivra sa production dans l'usine de Bridgnorth.

Au cours de l'exercice fiscal clos au 31 mars 1978, **Grundig** a réalisé un chiffre d'affaires de 2,75 milliards de DM (+ 9,2 %) dont 1,22 milliards à l'étranger (+ 13 %). Au cours de cette période, le montant des investissements s'est établi à 140 M de DM.

JVC, du groupe Matsushita, a présenté un nouveau système à vidéodisque faisant appel

à un système capacitif. Par rapport aux systèmes capacitifs existants proposés actuellement par RCA ou Matsushita, ce système offre un certain nombre d'avantages : utilisation d'un disque souple, marche avant ou arrière, ralenti et arrêt sur image.

En 1977, la division Électronique Grand Public de **RCA** a réalisé un chiffre d'affaires de 1,5 milliard de \$ (+ 9,1 %) et un bénéfice avant impôt de 158,6 M\$ (+ 11,6 %).

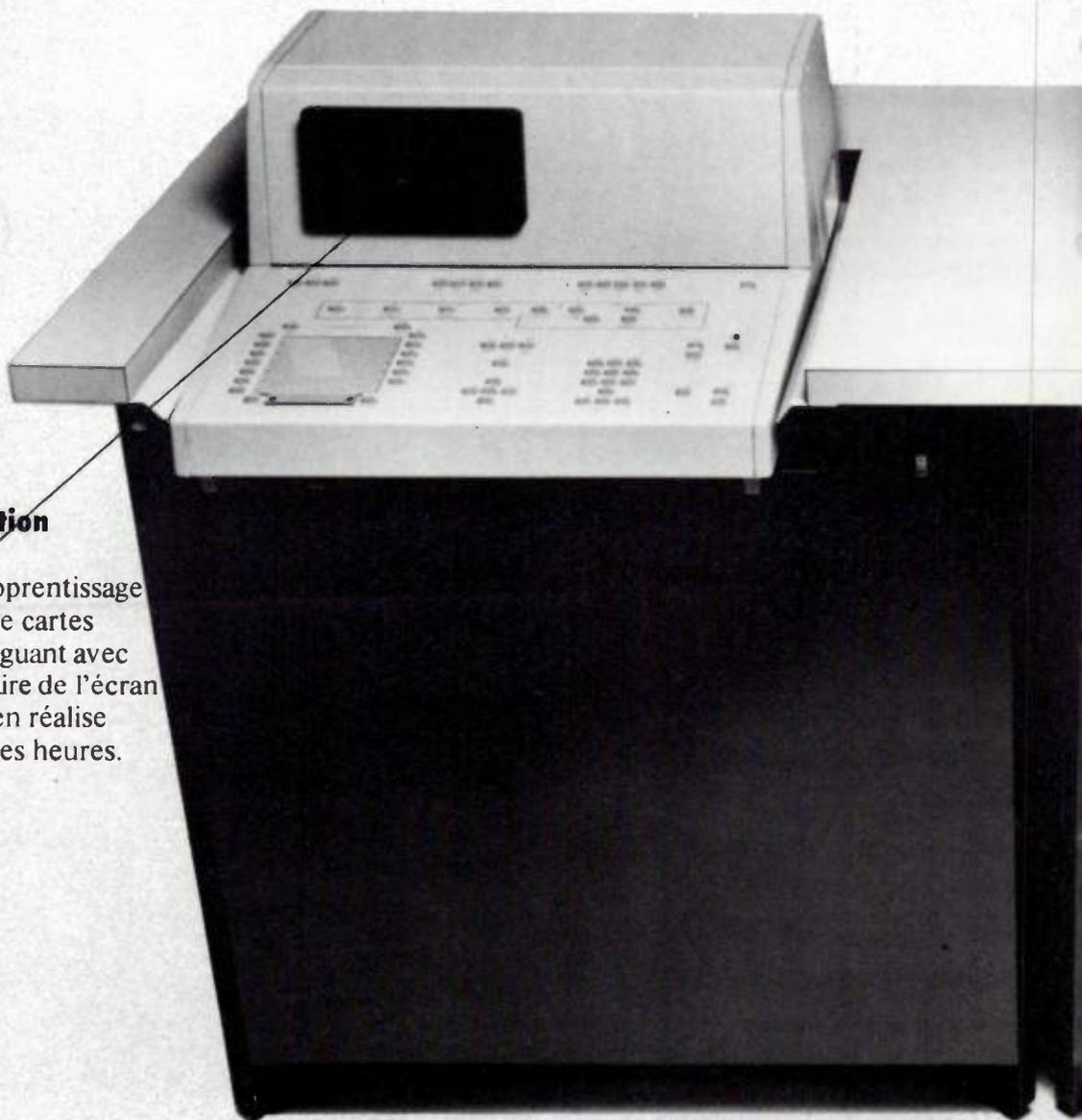
Le groupe britannique **Thorn** va procéder à la fermeture de son usine de fabrication de téléviseurs couleur de Bradford et de son usi-

ne de sous-assemblage de Windhill ; cette mesure affecte environ 2 200 personnes. Le groupe qui détient environ 26 % du marché britannique des téléviseurs couleur poursuivra sa production dans deux autres usines situées à Enfield et Gosport.

Toshiba négocie actuellement la cession au groupe britannique **Rank Organisation**, d'une licence de fabrication de téléviseurs noir et blanc et de matériel basse fréquence grand public et recherche un autre licencié pour la fabrication de téléviseurs couleur à grand écran. Toshiba n'envisage pas pour l'instant, d'implantation industrielle en Grande-Bretagne en raison d'une « mésaventure » survenue à Hitachi (cf. OE, janvier 1978, p. 6).

LE TERADYNE L529

UN EXEMPLE D'INGÉNIOSITÉ



Console de programmation avec clavier spécialisé :

Le L529 exécute l'auto-apprentissage des impédances à partir de cartes réputées bonnes. En dialoguant avec le système par l'intermédiaire de l'écran et du clavier, un technicien réalise un programme en quelques heures.

Prenez le temps de regarder le Teradyne L529 qui, à bien des égards, est certainement un système original.

Il a été conçu pour détecter les erreurs que les systèmes à lit de clous savent le mieux détecter : court-circuits, circuits ouverts, composants manquants, montés à l'envers, de valeur erronée, en bref tous les types d'erreurs d'assemblage. Voilà pourquoi le L529 est si efficace pour contrôler les cartes digitales, hybrides ou analogiques.

Voici une deuxième raison : le temps de programmation est de quelques heures et non

quelques jours car le système définit lui-même ses limites à partir de cartes bonnes. Un technicien peut se charger de la programmation en se jouant.

De plus, les soucis habituels créés par les systèmes à lits de clous ont été éliminés. Plus de délais longs et incontrôlables. Plus de système d'aspiration et d'outillage de précision. Avec le kit Teradyne, vous pouvez construire vous-même le lit de clous en un ou deux jours.

La qualité des contacts est assurée d'une part par des pointes "tulipe" (protégées par un brevet) et d'autre part par un ensemble de colonnettes assurant une pression suffisante

Manipulateur :

Les colonnettes assurent une pression suffisante sans endommager les composants et tout en garantissant un excellent contact. Plus de pompes à vide.

Lit de clous

Grâce au kit Teradyne, vous pouvez construire votre propre ensemble à pointes à ressort en quelques jours sans outils spéciaux et sans dépendre des délais inévitables d'un fournisseur extérieur.

Panneau de commande :

Toutes les commandes sont facilement accessibles à l'opérateur, garantie d'une efficacité optimum.

Imprimante thermique Teradyne

Elle fournit des messages d'erreurs concis en conservant votre nomenclature, sans ambiguïté.

Lecteur de bandes Teradyne

Les programmes sont rapidement chargés ou enregistrés à partir d'une commande sur la console opérateur.

L'électronique du L529

Des mesures rapides par point permettent de détecter les erreurs d'assemblage et de composants.

sans subir les inconvénients de la méthode par aspiration.

Les messages d'erreur sont simples et concis. Un personnel non technique peut facilement repérer les fautes.

De tous ces avantages, le plus intéressant est et reste l'aspect économique. Teradyne a mis au point une méthode de calcul évoluée qui vous permet de prévoir la diminution de coût que le L529 peut amener pour votre production. Téléphonnez à Teradyne, cela pourrait bien être l'appel le plus rentable que vous ayez pu donner depuis longtemps.

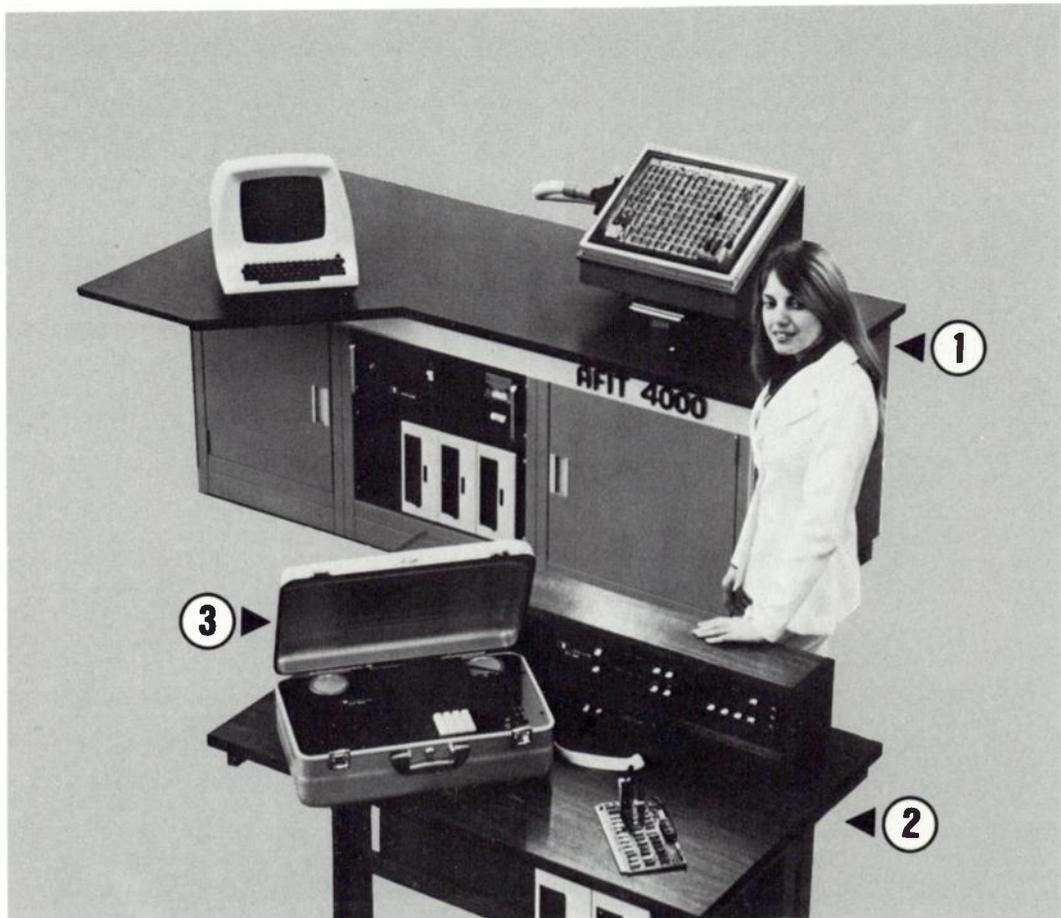
TERADYNE

11 bis Rue Roquépine
75008 PARIS. Tél. 073-16-98

Service Lecteur : inscrivez le n° 513.

SYSTEMES DE TEST

TESTLINE



**pour tester vos cartes logiques...
en production ①, en maintenance ②
et pour vos dépannages sur le site... ③**

adoptez les SYSTEMES "AFIT"

*Pour en savoir plus sur ces systèmes de test et sur notre gamme très complète de testeurs,
écrire ou téléphoner à TEKELEC-AIRTRONIC, département Testeurs,
B.P. N° 2, 92 310 Sèvres, Tél. : (1) 027-75-35, Télex : TEKLEC 204 552 F*

TEKELEC TA AIRTRONIC

743 TP



NOUVELLES ÉCONOMIQUES

ALLEMAGNE FÉDÉRALE

La Commerzbank a réalisé une étude sur le secteur de la Construction Électrique d'Allemagne Fédérale d'après les statistiques du syndicat professionnel ZVEI. Nous donnons ci-après, les principaux résultats de 1977 concernant l'**Industrie Électrique** d'Allemagne de l'Ouest, extraits de cette étude :

Production (M de DM)

Électronique professionnelle et informatique : 20 709 (+ 10 %)

Biens d'expression électroniques : 9 908 (+ 3,3 %)

Commerce extérieur (en M de DM)

Télécommunications, Informatique et Régulation

dont :

télécommunications par courants porteurs
237 (+ 9,7 %)
télécommunications hertziennes
572 (+ 19,5 %)
mesure et régulation
1 289 (+ 4,7 %)
informatique
2 868 (+ 12,1 %)
composants
2 824 (+ 13,3 %)

Biens d'Expression Électroniques

dont :

radiorécepteurs, téléviseurs
1 807 (+ 12,2 %)
magnétophones, électrophones
1 194 (+ 4,9 %)

Électronique pour l'automobile

	Importations	Exportations
	7 983 (+ 12 %)	9 996 (+ 3,4 %)
		1 271 (- 13,4 %)
		775 (- 1,2 %)
		1 938 (+ 4,5 %)
		2 982 (+ 5,1 %)
		2 416 (+ 11,6 %)
	3 176 (+ 9,6 %)	4 140 (+ 2,6 %)
	1 807 (+ 12,2 %)	3 012 (+ 3,7 %)
	1 194 (+ 4,9 %)	972 (+ 0,5 %)
	349 (+ 11,1 %)	978 (+ 5,3 %)

FRANCE

D'après la DIELI, les résultats de l'**Industrie Informatique** française en 1977 ont été les suivants (en MF) :

	1976	1977
Livraisons	8 830	11 179 (+ 26,6 %)
Production	6 834	8 715 (+ 27,5 %)
Exportations	3 848	4 613
Importations	3 951	4 596
Solde de la balance commerciale	- 103	+ 17
Taux de couverture	97,4 %	100,4 %

Au 31 décembre de 1977, on dénombrait en France, 15 014 184 téléviseurs qui étaient soumis à la redevance (+ 2,2 %).

GRANDE-BRETAGNE

La revue britannique Electronics Weekly a publié ses estimations concernant le commerce extérieur britannique en matière d'électronique en 1977.

(Chiffres en M£)	1976			1977		
	Importations	Exportations	Balance	Importations	Exportations	Balance
Électronique professionnelle	941,337	1 014,637	+ 73,300	1 147,644 (+ 21,9 %)	1 198,546 (+ 18,2 %)	+ 50,902
Équipements de télécommunications	68,147	116,847	+ 48,700	45,532 (- 33,2 %)	122,902 (+ 5,2 %)	+ 77,370
Électronique grand-public	265,018	217,292	- 47,726	368,680 (+ 39,1 %)	245,992 (+ 13,2 %)	- 122,688
Composants	287,384	172,446	- 114,938	365,559 (+ 27,2 %)	225,548 (+ 30,8 %)	- 140,011
Divers	103,246	101,853	- 1,393	146,858 (+ 42,2 %)	113,021 (+ 1,1 %)	- 33,837
Total Électronique	1 665,132	1 623,075	- 42,057	2 071,273 (+ 24,4 %)	1 906,009 (+ 17,4 %)	- 168,264
Ventilation de l'électronique professionnelle						
Informatique et équipements associés	598,993	431,154	- 167,838	757,190	525,449	- 231,741
Équipements de contrôle industriel	45,801	83,904	+ 38,103	43,233	85,340	+ 42,107
Équipements de test et de mesure	150,142	168,573	+ 18,431	165,352	181,035	+ 15,683
Équipements de radio, de télédiffusion et de sonorisation	27,069	28,085	+ 1,016	39,666	39,984	+ 318
Radars et navigation	95,941	215,457	+ 119,516	113,544	273,928	+ 160,384
Radiocommunications	23,391	87,464	+ 64,073	28,659	92,810	+ 64,151
Total électronique professionnelle	941,337	1 014,637	+ 73,300	1 147,644	1 198,546	+ 50,902
Ventilation composants						
Tubes électroniques	77,936	55,191	- 22,745	97,716	66,067	- 31,649
Dispositifs discrets à semi-conducteurs	47,753	25,874	- 21,879	63,726	34,468	- 29,258
Circuits intégrés	72,736	33,374	- 39,362	101,849	54,849	- 47
Composants passifs et sous-ensembles	88,959	58,374	- 30,585	102,262	70,164	- 32,104
Total composants	287,384	58,007	- 114,938	365,559	225,548	- 140,011

GRANDE-BRETAGNE (suite)

Le National Economic Development Council de Grande-Bretagne a publié un rapport afférent à l'**industrie britannique des télécommunications** dont voici quelques éléments (en monnaie constante, M£)

	1977	1981	Taux de croissance entre 1977 et 1981
Production totale	457	527	+ 15 %
Ventes au Post Office britannique	299	317	+ 6 %
Exportations	97	142	+ 46 %

Ce document indique que le taux de croissance annuel moyen du commerce mondial des équipements de télécommunications a été de 13,5 % par an entre 1963 et 1975 et devrait s'établir à 10 % au cours des prochaines années.

JAPON

Voici les **objectifs du VI^e plan quinquennal de développement des télécommunications** du Japon de la NTT (1^{er} avril 1978 – 31 mars 1982)

	Situation au 1 ^{er} avril 1978	Situation au 31 mars 1982	Variation en %
nombre de lignes principales	34,8 M	43 M	+ 23 %
densité en lignes principales par 100 habitants	31	37	+ 19,4 %
part des lignes résidentielles	66 %	70 %	
postes à préparation	770 000	940 000	
terminaux de télécopie	10 000	60 000	+ 500 %
nombre de circuits de transit	1,61 M	2,3 M	
téléimprimeurs	80 000	85 000	
équipements terminaux de transmission de données	12 000	24 000	+ 100 %

HONG-KONG

D'après le Hong Kong Trade Development Council, ce pays a exporté en 1977 pour 188 M£ de **montres et horloges mécaniques et électroniques** (+ 40,3 %) dont 144 M£ de montres (+ 56,6 %) et 13 M£ d'horloges finies (+ 54,1 %). Les exportations à destination de la Communauté Économique Européenne se sont établies à 33 M£ (+ 37 %).

Au cours du mois de février, le Japon a **exporté** 0,245 M de **téléviseurs couleur** (- 35,6 %) dont 0,112 M à destination des États-Unis (33 %). Au cours de ce même mois la production japonaise de téléviseurs couleur s'est établie à 0,63 M d'unités (- 18,9 %).

En 1977, il a été produit au Japon 762 528 magnétoscopes à cassette de 1/2" représentant une valeur de 525,2 M\$ et dont 401 500 unités ont été exportées, représentant une valeur voisine de 277 M\$.

Pour 1978, l'**Industrie Électronique** japonaise s'attend à un chiffre d'affaires de l'ordre de 25 milliards de \$ (+ 8 %) et à une baisse de la production de 5 % environ dans le secteur des téléviseurs couleur. Pour 1977, la progression du chiffre d'affaires total avait été de 3,8 %.

U.S.A.

Le commerce extérieur de l'industrie de l'électronique des États-Unis s'est soldé, en 1977, par un excédent de 1 216 M\$ (+39 %).

INTERNATIONAL

D'après le consultant Arthur D. Little qui a tenu un Séminaire au mois d'avril 1978, le **marché mondial des télécommunications** doit évoluer de la manière suivante (en milliards de \$):

	1977	1982	1987	Taux de progression annuelle moyenne (en %)
Commutation	10,2	14,8	21,4	7,7
Transmission	10,9	16,1	23,4	8,1
Équipements terminaux	3,1	4,3	5,9	6,6
Équipements mobiles radio	2,3	3,4	5,0	8,1
Systèmes privés	2,7	4,6	7,1	10,2
Autres	1,2	1,9	2,9	7,6
Total :	30,4	45,1	65,3	7,9

Choisir le générateur de signaux HP-8640B c'est optimiser vos résultats.

Pureté spectrale, modulation sans distorsion, étalonnage précis sont désormais des caractéristiques standard qui font du HP-8640B le générateur de signaux de la plus haute qualité, assurant la performance de vos récepteurs HF, VHF et UHF.

Plus que jamais, vous avez besoin des caractéristiques exceptionnelles du 8640 pour conserver une place sur le marché des récepteurs. Que ce soit en laboratoire ou en chaîne de production dans la gamme de fréquences 450 kHz à 550 MHz (extensible à 1100 MHz), vous pouvez compter sur la qualité Hewlett-Packard.

Pourquoi attendre pour nous demander de plus amples détails ?

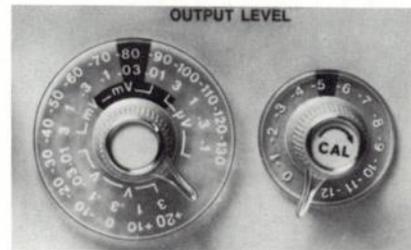
QUALITÉ, CHOIX ET SERVICE
DANS 9 BUREAUX DE VENTE : à Orsay,
 Lyon, Toulouse, Rennes, Bordeaux,
 Blanc-Mesnil, Villeneuve d'Ascq,
 Strasbourg, Aix.

HEWLETT  PACKARD

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

Maintenant disponible avec encore une meilleure précision de niveau et pureté spectrale.

L'option 005 fournit une précision de ± 1 dB et une meilleure pureté spectrale de 450 kHz à 550 MHz pour le test des récepteurs de la plus haute qualité.



Service lecteur : inscrivez le n° 515.



une mesure d'avance

Une nouvelle génération de signaux AM/FM **BOONTON**



Caractéristiques	Série 102 C et D	Série 103 A et B
Gamme de fréquence	450 KHz à 520 MHz	125 KHz à 175 MHz
Niveau de sortie	-130 à +13 dbm 1 V/50 Ω	-130 à +23 dbm 3 V/50 Ω
Pureté spectrale	120 dB/Hz à 20 KHz de la porteuse	
Modulation FM	déviaton 300 KHz crête — fréquence : continu à 200 KHz	
Modulation d'amplitude	0 % à 100 % — continu à 20 KHz	
Gamme de wobulation		± 30 KHz à ± 10 MHz
Stabilité en verrouillage de phase	102D — 0,05 ppm/h	103B — 0,05 ppm/h

BIRG/pub 466



électronique

Z.A.C. de Buc - B.P. 31 - 78530 BUC - Tél. 956.31.30 - Télex 695.414

Service lecteur : inscrivez le n° 516.

OPTOELECTRONIQUE

Émission - Réception - Couplage

Photocoupleurs :
Stabilité améliorée
par l'isolement au verre
Haute tension d'isolement

1878/1978

GENERAL ELECTRIC®

est centenaire

Depuis 30 ans

CCI

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

Le manuel « optoelectronics » est paru : 36,50 TTC francs

Service lecteur : inscrivez le n° 517.

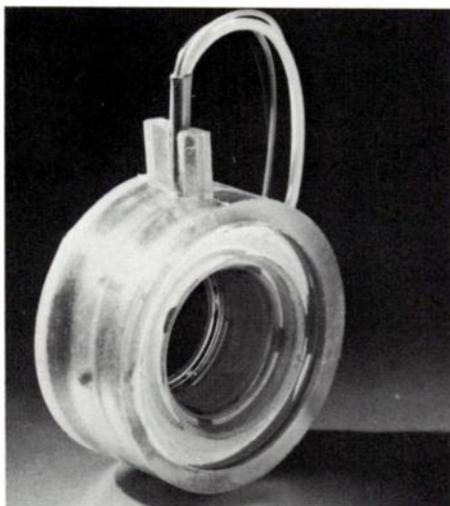


NOUVEAUTÉS TECHNIQUES

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.

TUBE INTENSIFICATEUR D'IMAGES

RTC modèle XX 1390



Pour toutes les applications relatives à la vision nocturne ou à bas niveau de lumière, RTC-La Radiotechnique Compelec a mis au point et réalisé plusieurs familles de tubes intensificateurs d'images électrostatiques à galette de microcanaux. Récemment, RTC a développé, en collaboration avec la Section d'Études et de Fabrication des Télécommunications, de l'Armée Française, un tube à galette de microcanaux de 18 mm de diamètre et à double focalisation de proximité. Ce tube référencé XX 1390, a un diamètre extérieur de 45 mm, une longueur de 22 mm et un poids inférieur à 45 g. Ce tube est caractérisé par des performances intéressantes et une très grande robustesse ; il utilise une structure verre-métal originale mise au point par la Société Hyperelec du groupe RTC.

RTC-LA RADIOTECHNIQUE COMPELEC, 130 avenue Ledru Rollin, 75011 Paris (tél. 355.44.99).

Service lecteur : inscrivez le n° 551.

TUBES A ONDES PROGRESSIVES POUR RADARS

Varian modèles VTS 5754A3 et 5754C1

La société Varian présente deux TOP pulsés destinés à équiper les étages de sortie ou à l'attaque des amplificateurs à champs croisés dans les systèmes radar modernes.

Ces tubes à focalisation alternée possèdent des aimants permanents très légers au samarium-cobalt. Ils délivrent une puissance de crête minimale de 120 kW avec un gain de 47 dB. Le modèle VTS 5754A3 couvre une bande de fréquence s'étendant de 2,9 à 3,1 GHz et le modèle VTS 5754C1, la bande 3,1-3,5 GHz.

Chacun de ces tubes comporte une grille spéciale permettant une modulation à basse tension. Ils sont réalisés dans une structure métal-céramique et sont refroidis par circulation de liquide.



Caractéristiques :

- Gamme de fréquence :
modèle VTS 5754A3 : 2,9-3,1 GHz ;
modèle VTS 5754C1 : 3,1-3,5 GHz ;
- Puissance de crête minimale : 120 kW ;
- Gain minimal à la saturation : 47 dB ;
- Facteur de forme maximal : 0,06 ;
- Durée maximale d'impulsion : 300 µs ;
- Tension de chauffage : 10,5 V ;
- Courant de chauffage : 10,3 A ;
- Temps de chauffage : 10 mn ;
- Poids : 50 kg ;
- Refroidissement : par circulation de liquide.

VARIAN FRANCE, BP12, 91401 Orsay (tél. 907.78.26).

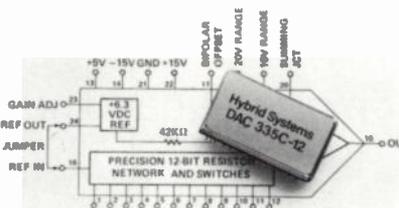
Service lecteur : inscrivez le n° 552.

CONVERTISSEUR NUMÉRIQUE-ANALOGIQUE A 12 BITS

Hybrid System modèle DAC 335C-12

Hybrid Systems présente un nouveau convertisseur numérique-analogique à 12 bits compatible avec le modèle DAC 85 V de Burr-Brown, toutefois sa consommation est très inférieure.

Sa gamme de température en version standard s'étend de -55 à +125 °C, la puissance dissipée étant de 300 mW. Il s'alimente sous trois tensions : ±12 V et +5 V celles-ci pouvant respectivement varier entre ±11,4 et ±18 V et +4,5 et 5,5 V.



Présenté en boîtier métallique hermétique à 24 broches, le DAC 335C-12 accepte les niveaux d'entrée en logique TTL, DTL ou MOS Complémentaire. Le temps d'acquisition est de 1,5 µs et la linéarité est de ±1/2 bit de plus faible poids. Le coefficient de température s'établit, pour la linéarité, à 2 ppm/°C et la vitesse de balayage à 10 V/µs.

Le DAC 335C-12 est disponible en version commerciale, industrielle ou militaire.

HYBRID SYSTEMS (USA). Représentation en France : Comsatec, 14 rue Baudin, 92300 Levallois-Perret (tél. 757.60.36).

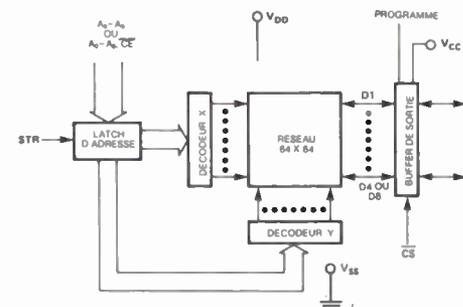
Service lecteur : inscrivez le n° 553.

MÉMOIRES MORTES EFFAÇABLES DE 4 K BITS

Intersil modèle IM 6603 et 6604

Intersil présente deux mémoires mortes programmables et effaçables par exposition aux rayons ultra-violet et réalisées en technologie MOS Complémentaire. Ces dispositifs sont spécialement étudiés pour la mise au point de programmes. Les deux modèles ne diffèrent que par l'organisation interne.

BLOC DIAGRAMME



Caractéristiques :

- Capacité : 4 K bits ;
- Organisation :
modèle IM 6603 : 1 K mot de 4 bits ;
modèle IM 6604 : 512 mots de 8 bits ;
- Technologie : MOS Complémentaire ;
- Fonctionnement statique et synchrone ;
- Bit de sélection de boîtier ;
- Entrées et sorties compatibles avec la logique TTL ;
- Sorties à 3 états ;
- Temps moyen d'accès : 150 ou 280 ns selon les versions ;
- Tension d'alimentation : unique +5 V ou double type MOS ;
- Gamme de température : -40 à +85 °C ;
- Présentation : boîtier DIL à 24 broches.

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

Service lecteur : inscrivez le n° 554.

MÉMOIRES VIVES STATIQUES DE 8 K BITS

EMM modèles 8108 et 8308

La firme américaine Electronic Memories Magnetics présente deux mémoires vives statiques spécialement conçues pour être utilisées avec des microprocesseurs. Ces dispositifs possèdent des broches communes d'entrée et de sortie des données de manière à pouvoir être raccordés à un bus de données. Ces mémoires fonctionnent avec une unique tension d'alimentation de 5 V et disposent d'un mode attente permettant de réduire la consommation lorsqu'elles ne sont pas sollicitées. La 8108 et le 8308 ne diffèrent que par le brochage.

Caractéristiques :

- Capacité organisation : 1 K mot de 8 bits ;
- Technologie : MOS à canal N ;

La distribution des microprocesseurs ?... Notre conception :

- **2 laboratoires d'applications**
à la disposition de notre clientèle.
- **3 ingénieurs d'applications**
prêts à vous accueillir ou à vous rendre visite.
- **2 stocks Paris-Saint-Etienne**
de composants et de systèmes de développement.
- Des séminaires de formation.
- La livraison **sous 48 heures**
de systèmes de développement testés,
et mis en service par nos soins.
- Des documentations **en français**
(manuels d'applications des systèmes d'exploitation,
outils de développement, kit, etc.).
- Une **garantie** supplémentaire :
nous assurons nous-mêmes le service après-vente.
- L'organisation de conférences audio-visuelles
sur les nouveaux produits.
- Un service complet de documentation.

FEUTRIER
SUD - EST

rue des Trois Glorieuses
42270 SAINT-PRIEST-EN-JAREZ
Tél. : 74.67.33 + Télex 300 021



FEUTRIER
ILE - DE - FRANCE

29, rue Ledru-Rollin
92150 SURESNES - Télex 610 237
Tél. 772.46.46 (9 lignes groupées)

Distributeur officiel de :



MOTOROLA
Semiconducteurs S.A.

- Bus commun d'entrée-sortie de données ;
- Temps maximal d'accès : 300 ns ;
- Entrées-sorties compatibles avec la logique TTL ;
- Tension d'alimentation : 5 V ;
- Puissance consommée :
 - en fonctionnement : 270 mW ;
 - en mode attente : 60 mW ;
- Gamme de température : 0-70° ;
- Présentation :
 - boîtier DIL à 22 broches pour le modèle 8108 ;
 - boîtier DIL à 24 broches pour le modèle 8308.

EMM FRANCE, 196 boulevard Pereire, 75017 Paris (tél. 754.23.19).

Service lecteur : inscrivez le n° 555.

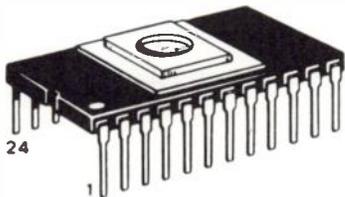
MÉMOIRES MORTES EFFAÇABLES DE 16 K BITS

Motorola modèles MCM 2716 L et 2717 L

Motorola présente deux mémoires mortes programmables et effaçables par exposition aux rayons ultra-violet et destinées soit à la réalisation de systèmes dont le contenu de la mémoire doit être périodiquement modifié soit à la mise au point de systèmes destinés à être réalisés en série à l'aide de mémoires mortes classiques.

Le modèle 2716 a un brochage identique au dispositif analogue de 8 K bits de capacité habituellement proposé sous la référence 2708.

Le modèle 2717 a des caractéristiques identiques au 2716, toutefois son brochage est différent et est compatible avec celui des mémoires mortes réalisées en usine portant la référence MCM 68316.



Caractéristiques :

- Capacité organisation : 2 K mots de 8 bits ;
- Fonctionnement entièrement statique ;
- Tensions d'alimentation : + 12 ; + 5 et - 5 V ;
- Temps maximal d'accès : 450 ns ;
- Entrées et sorties compatibles avec la logique TTL ;
- Bit de sélection de boîtier ;
- Gamme de température : 0-70 °C ;
- Présentation : boîtier DIL à 24 broches.

MOTOROLA SEMICONDUCTEURS FRANCE, 15 avenue de Ségur, 75007 Paris (tél. 551.50.61).

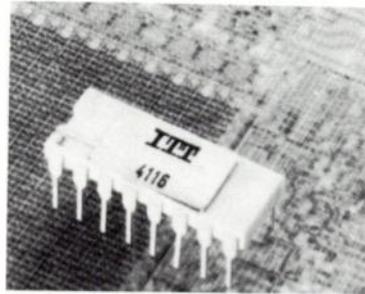
Service lecteur : inscrivez le n° 556.

MÉMOIRE VIVE DYNAMIQUE DE 16 K BITS

ITT modèle ITT 4116

ITT Semiconducteurs présente une mémoire vive dynamique de 16 K mots de 1 bit et compatible broche à broche avec la mé-

moire MK 4116 de Mostek. Ce dispositif fait appel à une cellule mémoire à 1 transistor.



Caractéristiques :

- Capacité organisation : 16 K mots de 1 bit ;
- Technologie : MOS à canal N et à grille de silicium ;
- Entrées compatibles avec la logique TTL ;
- Sorties à 3 états compatibles avec la logique TTL ;
- Temps moyen d'accès : 150 ; 200 ou 250 ns selon les types ;
- Tensions d'alimentation : + 5 V ; - 5 V et + 12 V (tolérance : ± 10 %) ;
- Les adresses, le bit de sélection de boîtier, les données restent mémorisées dans le dispositif ;
- Possibilité de pagination ;
- Présentation : boîtier DIL à 16 broches.

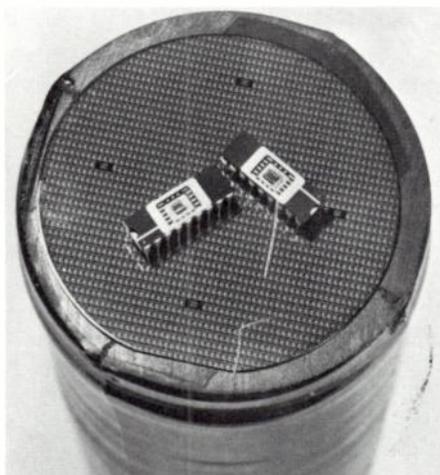
ITT-SEMICONDUCTEURS, 1 avenue Louis Pasteur, 92223 Bagneux (tél. 253.31.39).

Service lecteur : inscrivez le n° 557.

CONVERTISSEUR NUMÉRIQUE ANALOGIQUE A 12 BITS

Analog Devices modèle AD 7541

La firme américaine Analog Devices présente un nouveau convertisseur multiplicateur numérique analogue à 12 bits réalisé en technologie monolithique MOS Complémentaire, compatible broche à broche avec le modèle 7521. La réalisation de ce dispositif fait appel à un ajustage par laser, assurant une linéarité particulièrement intéressante. Ce dispositif est destiné à une gamme étendue d'applications : conversion numérique-synchro, amplification programmable, conversion numérique-analogique de rapports, générateurs de fonctions, etc...



Caractéristiques :

- Technologie : MOS Complémentaire ;
- Résolution : 12 bits ;

- Entrées compatibles avec les logiques TTL et MOS Complémentaire ;
- Temps d'établissement : 0,1 µs ;
- Précision : 0,01 ou 0,02 % selon les modèles ;
- Linéarité : 0,01 % ;
- Référence en tension : 10 V ;
- Tension d'alimentation : + 15 V ;
- Courant d'alimentation : 2 mA ;
- Gamme de température : 0 à 70 °C ;
- 25 à + 85 °C ou - 55 à + 125 °C selon les versions ;
- Présentation : boîtier DIL à 18 broches en matière plastique ou en céramique selon les versions.

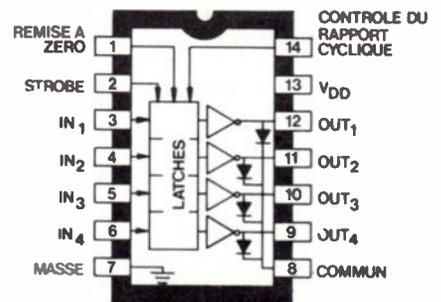
ANALOG DEVICES FRANCE, Centre d'Affaires Silic, 12 rue Lecorbusier, Bât. Iéna, 94533 Rungis Cedex 204 (tél. 686.77.70).

Service lecteur : inscrivez le n° 558.

AMPLIFICATEURS DE COMMANDE A VERROUILLAGE

Sprague modèle UCN 4401 A et 4801 A

La firme américaine Sprague présente deux dispositifs à 4 bits (modèles 4401 A) et à 8 bits (modèle 4801 A) faisant appel à une technologie BIMOS, regroupant sur une même puce de semiconducteur des transistors MOS Complémentaire et des transistors bipolaires. Ils sont constitués par une série de 4 ou de 8 amplificateurs à transistors bipolaires précédés chacun de circuits de verrouillage MOS Complémentaire. Les transistors de sortie sont du type darlington à collecteur ouvert, les sorties pouvant être associées en parallèle de manière à augmenter la sortance. En plus des commandes usuelles de remise à zéro et de verrouillage, ces dispositifs possèdent une entrée pour le contrôle du rapport cyclique de manière à ce que les commutations simultanées n'entraînent pas une dissipation thermique supérieure aux caractéristiques limites de ces circuits.



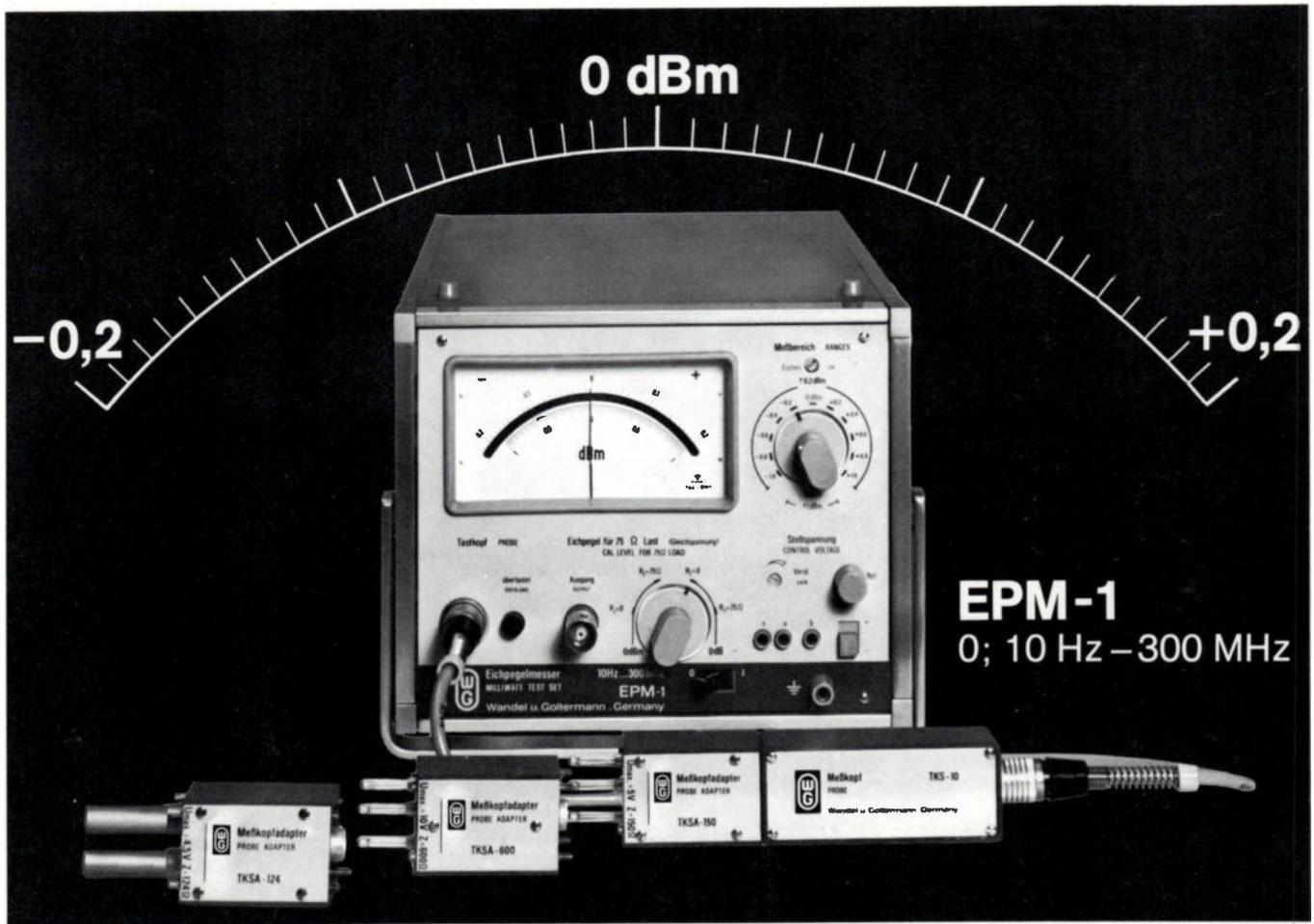
V_{DD} O
TYPE UCN-4401A

Caractéristiques :

- Tension de sortie : 50 V ;
- Tension d'alimentation : 18 V ;
- Tension d'entrée : 0,3 V ;
- Courant collecteur continu : 0,5 A ;
- Puissance dissipée à 25 °C de température ambiante :
 - 1,67 W pour l'UCN 4401 A ;
 - 2 W pour l'UCN 4801 A ;
- Gamme de température : 0-70 °C ;
- Présentation : boîtier DIL à 14 broches (modèle UCN 4401 A) ou à 22 broches (modèle UCN 4801 A).

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

Service lecteur : inscrivez le n° 559.



**MESUREUR DE NIVEAU ÉTALON LARGE BANDE
TRES GRANDE PRÉCISION ABSOLUE
SÉCURITÉ CONTRE LES SURCHARGES**

L'appareil EPM-1 mesure la valeur efficace du niveau *OdBm* ou *OdB* sur des systèmes de transmission.

Quelques unes de ses applications :

- * Étalonnage de haute précision des sources de bruit et des appareils de mesure de niveau,
- * Stabilisation du niveau de sortie d'un générateur en l'utilisant comme amplificateur de régulation.....

Quelques unes de ses caractéristiques :

- * Très grande précision absolue de niveau,
- * Très bonne résolution de niveau par une dilatation de l'échelle de lecture $\pm 0,2$ dB,
- * Mesure en valeur efficace vraie, indépendante de la forme du signal
- * Circuit de protection automatique contre les surcharges.....



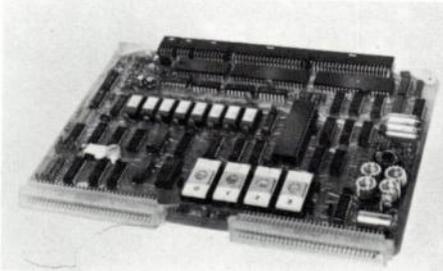
Wandel & Goltermann France
APPAREILS DE MESURES ÉLECTRONIQUES

SOGARIS 156 - 94 534 RUNGIS CEDEX
☎ 687.32.70 - Télex: 260006 W.et G.F.

MICROORDINATEUR EN UNE CARTE

SGS-Ates

SGS-Ates présente un microordinateur en une carte imprimée construit autour du microprocesseur Z 80. Cette carte peut être équipée de mémoires vives de 4 ou 16 K octets et de mémoires mortes programmables ou non, effaçables ou non de 16 K bits. La capacité de la mémoire vive peut être portée jusqu'à 64 K octets par l'utilisation de cartes additionnelles.



La carte est équipée de nombreux circuits d'interface comprenant 4 portes d'entrée-sortie bidirectionnelles, une unité de communication conforme aux standards RS 232 et une interface par boucle de courant à 20 mA et également d'un double circuit permettant le raccordement à un magnétophone à cassette.

Le logiciel résident est stocké dans une mémoire morte, il comprend un moniteur et un système d'exploitation comportant un éditeur, un assembleur et un programme de correction d'erreurs.

SGS-ATES, Le Palatino, 17 avenue de Choisy, 75013 Paris (tél. 584.27.30).

Service lecteur : inscrivez le n° 560.

GÉNÉRATEUR DE TEMPÉRATURE POUR L'ESSAI DE TRANCHES DE SILICIUM

Temptronic modèle TP 316

La firme américaine Temptronic présente un générateur de température destiné à l'étude du comportement thermique de circuits intégrés présentés sous forme de tranches de silicium de 4 1/2" de diamètre au maximum ou sous forme de puces. Cet appareil permet également de réaliser des chocs thermiques et convient pour l'essai de circuits intégrés hybrides. Le composant à étudier est placé sur un petit plateau circulaire relié à l'appareil.



Caractéristiques :

- Gamme de température : - 10 à + 300 °C ;
- Vitesse de production de température : de la température ambiante jusqu'à 300 °C : 3 mn ; de 300 °C jusqu'à la température ambiante : 90 s ;
- Nombre de points de consigne : 2 ;

- Programmation de cycle : de 1 s jusqu'à 60 h ;
- Modes de fonctionnement : manuel, automatique ;
- Lecture numérique de la température ;
- Stabilité en température : ± 0,5 °C ;
- Sortie numérique BCD en option.

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

Service lecteur : inscrivez le n° 561.

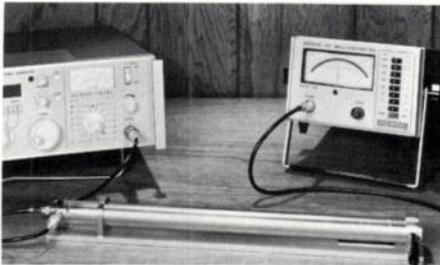
LIGNE COAXIALE DE MESURE

Boonton modèle 34 A

La firme américaine Boonton présente une ligne coaxiale résonnante à haute fréquence destinée à la mesure précise de la valeur de la capacité des condensateurs monolithiques présentés sous forme de puce.

La ligne de transmission est en court-circuit à une extrémité et en circuit ouvert à l'autre ; ses caractéristiques, fréquence fondamentale de résonance et facteur de qualité Q, sont connues avec une grande précision. Le fait d'insérer une capacité en série ou en parallèle dans cette ligne modifie la fréquence de résonance et le coefficient de qualité combiné de la ligne et du condensateur la nouvelle fréquence de résonance, un calcul approprié permet alors de déterminer avec précision ; on recherche alors le coefficient Q et la capacité du condensateur.

Cette ligne doit être raccordée à un générateur et à un voltmètre à haute fréquence.



Caractéristiques :

- Gamme de capacité : mode série : 2,7 à 1 000 pF (de 130 à 715 MHz) ; mode parallèle : 0 à 100 pF (40 à 650 MHz) ;
- Gamme de coefficients Q : jusqu'à 10 000.

BOONTON ELECTRONICS CORPORATION (USA) Représentation en France : MB Electronique, BP 31, 78590 Buc (tél. 956.31.30).

Service lecteur : inscrivez le n° 562.

PROGRAMMATEUR DE MÉMOIRES MORTES

SBM modèle 1702

La société Sharp Burotype Machines (SBM) présente un nouveau programmeur de mémoires mortes de réalisation entièrement française. Cet appareil est destiné à la programmation par duplication ou non des mémoires modèle 1702 A et, sur demande, des modèles 5202 et 5203. Il permet également le contrôle des mémoires mortes déjà programmées.

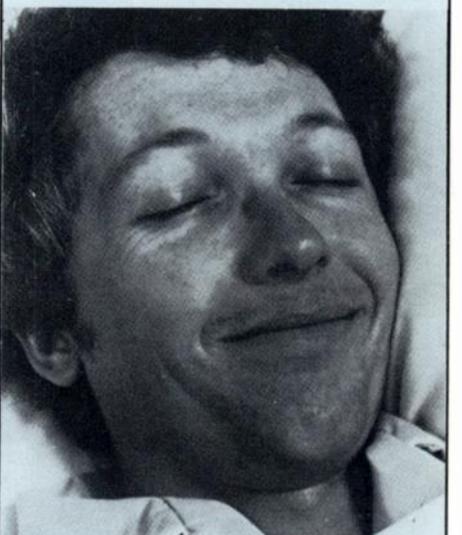


MÉMOIRE ANALOGIQUE MULTIPLEXÉE

- 8 à 16 entrées différentielles ± 10V
- Amplificateur différentiel incorporé
- 6 µ s temps d'acquisition

Le MN 7130 associé à un C A/N constitue un D.A.S. versatile, compact, économique. Résolution : 8-10-12-14 bits. Vitesse : 30/60 kHz (ADC 80/84). Compatible bus microprocesseur.

FAITES COMME LUI !
Utilisez les C A/N 12 bits MN ADC 84/85

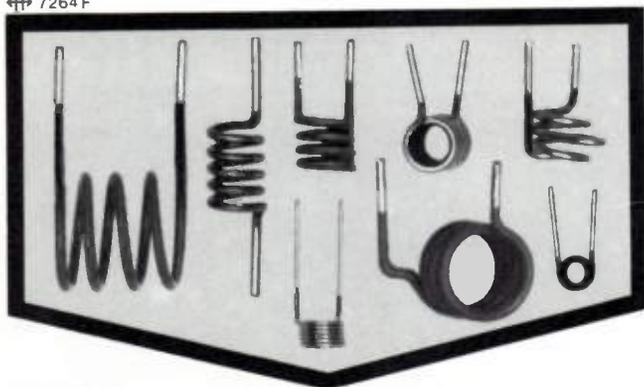


Meilleur : monotone de - 25 à + 85°C
Plus rapide : 5 µ s/10 bits, 8 µ s/12 bits
Moins cher : MN ADC 84 = 775 F H.T.
MN ADC 85 = 1.295 F H.T.

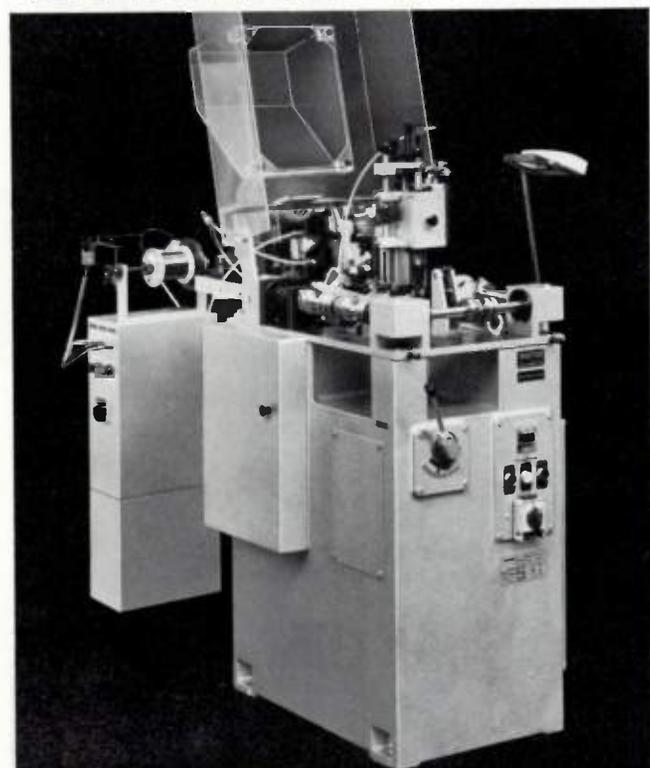
MICROEL
Avenue des Champs-Lasniers
«ALPHA 128»
91440 LES ULIS
Tél. : 907.08.24 Téléx 692493 F

Service lecteur : inscrivez le n° 520.

7264F



WAFIOS



Cette machine automatique de notre série FTU fabrique jusqu'à

50 solénoïdes/min
avec le dénudage des deux branches.

	FTU 0-97	FTU 1-97
Ø du fil	0,2-1,0 mm	0,3-2,0 mm
Ø intérieur de la solénoïde	10 mm	15 mm
longueur de la solénoïde	35 mm	45 mm
longueur de la branche	30 x 30 mm	48 x 50 mm
nombre de tours de la broche d'enroulement	55	70
production	50 pièces/min	40 pièces/min

WAFIOS MASCHINENFABRIK
D-7410 REUTLINGEN 1/W. GERMANY

Service lecteur : inscrivez le n° 521.

WRH

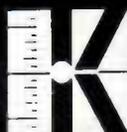
**Pour surveiller
la fièvre
de votre secteur
Enregistreur de
perturbations
réseau**

DRANETZ



Modèle 606

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



kontron électronique

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

Service lecteur : inscrivez le n° 522.



Caractéristiques :

- Clavier hexadécimal d'entrée des données ;
- 6 touches de fonction : effacement de l'adresse ; effacement de l'information ; validation de l'adresse, avance pas à pas ; écriture ; départ de la duplication ;
- Affichage en hexadécimal de l'adresse et des données ;
- 4 interrupteurs : lecture-écriture ; avance automatique ; duplication ; adresse-information ;
- Capacité de la mémoire : 256 mots de 8 bits ;
- Logique : MOS-TTL ;
- Temps de duplication : 3 mn ;
- Alimentation : réseau à 220 V ;
- Présentation : malette d'attaché.

SBM, 151 avenue Jean-Jaurès, 93300 Aubervilliers (tél. 834.93.44).

Service lecteur : inscrivez le n° 563.

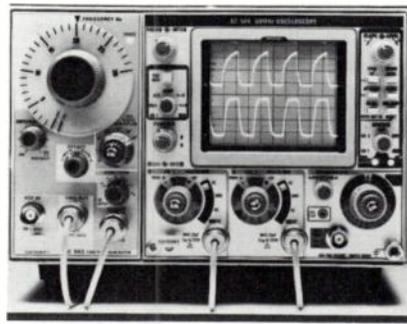
INTERVALLOMETRE NUMERIQUE UNIVERSEL

Hewlett Packard modèle 5370 A

Hewlett Packard présente un nouvel intervalloètre permettant la mesure d'intervalles de temps avec une résolution très supérieure à celle des compteurs classiques. Cet appareil, construit autour d'un microprocesseur, effectue les mesures à partir d'un signal de déclenchement et d'un signal d'arrêt dont les niveaux sont réglables avec précision. Ces mesures peuvent être réalisées sur des signaux uniques ou répétitifs.

Le modèle 5370 A effectue également des calculs statistiques sur un nombre d'événements égal à 1, 10, 100 ou 1 000 et donnant ainsi les extréma, valeurs moyennes, écarts types sur les temps, les fréquences ou les périodes. Les mesures d'intervalle de temps sont données en valeur algébrique, les résultats négatifs étant consécutifs à l'apparition du niveau d'arrêt avant le niveau de déclenchement.

Cet appareil, équipé de l'interface IEC, convient à une gamme étendue d'applications relatives aux composants, aux systèmes radars, aux lasers, aux télécommunications numériques, à la physique nucléaire, à la détonique, etc...



Caractéristiques :

- gamme de mesure de fréquence : 0 à 100 MHz ;
- gamme de mesure de périodes : 10 ns à 10 s ;
- gamme de mesure d'intervalles de temps : - 10 à + 10 s ;
- impédances d'entrée : 50Ω et 1 MΩ ;
- signal de déclenchement ou d'arrêt : réglable entre - 1,3 V et + 0,5 V ;
- résolution temporelle : 20 ps ;
- présentation des résultats sur 16 chiffres ;
- base de temps à 10 MHz et à quartz avec une stabilité à court terme inférieure à 2.10^{-9} pour 10 ms et 1 s ;
- mesures statistiques sur 1, 10, 100, 1 000, 10 000 ou 100 000 échantillons : maximum, minimum, écart type, valeur moyenne ;
- interface au standard IEC ;
- alimentation réseau.

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

Service lecteur : inscrivez le n° 564.

OSCILLOSCOPE TIROIR A 2 VOIES

Tektronix modèle SC 504

Tektronix introduit un nouvel oscilloscope à 2 voies et à bande passante de 80 MHz destiné à compléter la famille des appareils générateurs d'impulsions, compteurs, multimètres de la série TM 500. Comme tous les instruments de la série TM 500 auxquels il peut être raccordé par une interface fournie en option, l'oscilloscope SC 504 s'insère sur un châssis adéquat. Cet appareil présente des possibilités de déclenchement particulièrement étendues.



Parmi les autres caractéristiques de l'oscilloscope SC 504 notons : une sensibilité maximale de 5 mV/division à 80 MHz ; une vitesse de balayage étalonnée jusqu'à 5 ns/division ; un mode de représentation sélectionnable : voie 1, voie 2, alterné, découpé, somme ou différence des voies, un mode X Y et une entrée Z ; un mode de déclenchement automatique, normal et balayage unique ; 4 modes de couplage de déclenchement et 5 sources de déclenchement.

TEKTRONIX FRANCE, BP 13, 91401 Orsay. (tél. 907.78.27).

Service lecteur : inscrivez le n° 565.

THERMOMETRE NUMERIQUE

AOIP modèle TNC 20

La société française AOIP présente un nouveau thermomètre numérique destiné à l'usage général pouvant utiliser 6 couples thermo-électriques différents ou une sonde au platine. Cet appareil peut également être utilisé en millivoltmètre pour tensions continues. Il peut servir à l'étalonnage des indicateurs à couple et des millivoltmètres.



Caractéristiques :

- capacité : 20 000 points ;
- polarité : automatique ;
- correction automatique de zéro ;
- linéarisation interne par 32 segments pour chaque type de capteur ;
- compensation de température de soudure froide : incorporée ;
- résolution : 0,1 ou 1 °C selon le type de capteur et l'étendue de la mesure ;
- fonction millivoltmètre : - 200 à + 200 mV avec une résolution de 10 μV ;
- source de calibration : tension de sortie : - 20 à + 90 mV réglable ;
- couples thermoélectriques utilisables : T, K, J, E, R, S ;
- alimentation par réseau ou par batterie d'accumulateurs incorporée ;
- dimensions : 215 x 88 x 269 (largeur x hauteur x profondeur).

AOIP, 83 boulevard Vincent Auriol, 75013 Paris.

Service lecteur : inscrivez le n° 566.

MULTIMETRE NUMERIQUE PORTATIF

Data Precision modèle 258

La firme américaine Data Precision présente un nouveau multimètre numérique destiné à l'usage général. Cet appareil de petites dimensions est doté d'un dispositif d'affichage à cristal liquide.



Caractéristiques :

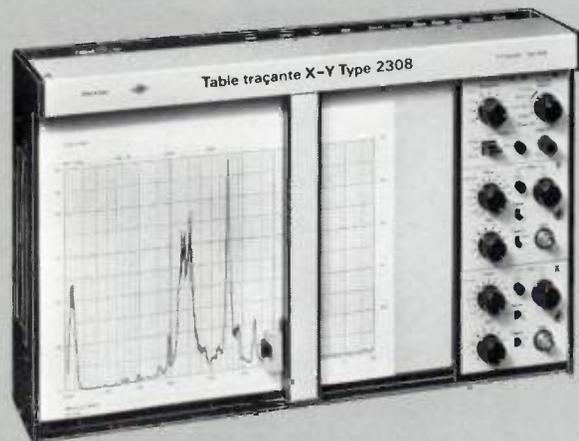
- capacité : 20 000 points ;
- 5 fonctions :
 - voltmètre pour tensions alternatives et continues ;
 - ampèremètre pour courants alternatifs et continus ;
 - ohmmètre ;

Ne lisez pas cette annonce!

Si vous connaissez le nom de Brüel & Kjaer, vous pouvez tout de suite tourner la page, vous savez depuis longtemps que ce qui a fait de nous le leader mondial dans les domaines de l'acoustique et des vibrations ce sont la commodité, la précision et la perfection de nos instruments. Bien entendu, notre table traçante X-Y est dans la lignée de nos sonomètres, de nos analyseurs et de nos enregistreurs de niveau...

Si vous ne connaissez pas notre nom, vous pouvez aussi tourner la page, mais vous le regretterez parce que vous ne saurez pas pourquoi la table traçante Brüel & Kjaer qui est une table du haut de Classe, surpasse toutes ses concurrentes. Comparez les points suivants avec ceux de nos concurrents qui font partie de la même Classe:

- Vitesse en X et en Y: 1 mètre/s
- Accélération max.: X:70 m/s² Y:100 m/s²
- Précision: 0,2% Linéarité: 0,1%
- Réjection en mode commun: DC 130 dB; AC 110 dB
- Rampe de balayage incorporée: 0 à 10 V avec décalage réglable entre -10 V et +10 V permettant de commander à distance l'accord d'analyseurs ou de générateurs de fréquence
- Compression ou dilatation réglables pour avoir une vue d'ensemble de la courbe ou pour agrandir un détail particulier
- Commandes d'initialisation sur sélecteur unique en séquence logique
- Importante surface d'écriture (185 x 270 mm) pour un appareil très peu encombrant (100,5 x 430 x 266 mm)



Si vous n'êtes pas convaincu, vous pouvez toujours demander une démonstration sans engagement de votre part à:



Brüel & Kjaer France

38, Rue CHAMPOREUX, 91540 MENNECY
Tél.: 088 06 21 - Téléx: IBEKA 600 573 F

Lyon Tél.: (78) 26-77-35 - Marseille Tél.: (42) 20-01-34 - Rennes Tél.: (99) 79-51-62
Strasbourg Tél.: (88) 33-44-60 - Toulouse Tél.: (61) 52-36-65

78-115



TN 1710 - Analyseur Multicanaux

France

Tracor

Analyseur Multicanaux

(Spectrométrie nucléaire - Fluorescence X
Analyse de signaux - Spectrofluorimétrie)



- Conçu autour du microprocesseur LSI 11.
- Du simple analyseur conventionnel au système d'analyse et de traitement automatique avec Floppy disque.
- Mémoire d'analyse de 1024 à 8192 canaux 2²⁰.
- Mémoire de traitement de 4 K à 28 K mots de 16 bits.

Tracor France, 8 rue Le Corbusier - Silic 202
94518 RUNGIS - Tél. 686.15.47

TECHNICS Editions

- tensions continues : 5 gammes de 100 mV à 1 000 V à pleine échelle ;
- courant continu : 5 gammes de 100 μ A à 2 A à pleine échelle ;
- tensions alternatives en valeur efficace vraie (30 Hz-20 kHz) : 5 gammes de 100 mV à 500 V à pleine échelle ;
- courants alternatifs en valeur efficace vraie (30 Hz-20 kHz) : 5 gammes de 100 μ A à 2 A à pleine échelle ;
- résistances : 5 gammes de 1 Ω à 20 M Ω à pleine échelle ;
- précision de base : $\pm 0,05\%$ de la valeur mesurée ;
- réjection en mode commun : 120 dB avec alimentation sur batterie d'accumulateurs et 100 dB avec alimentation sur le réseau ;
- réjection en mode normal : 50 dB à 50 et 60 Hz ;
- protection contre les surcharges incorporée ;
- alimentation : batterie d'accumulateurs incorporée (autonomie : 40 heures) ou réseau ;
- dimensions : 4,5 x 14 x 9 cm.

DATA PRECISION (USA). Représentation en France : Eurotron : 34, avenue Léon Jouhaux, ZI, 92160 Antony. (tél. 668.10.59).

Service lecteur : inscrivez le n° 567.

BANC DE MESURE SÉLECTIF

Marconi Instruments modèles TF 2356-2357

La mise au point et la maintenance des systèmes de télécommunication multiplex à division de fréquence nécessite la présence d'appareils de mesure sélectifs. Ces appareils sont en général d'une manipulation complexe et délicate, aussi la firme britannique Marconi Instruments présente-t-elle deux instruments, un générateur de niveau et un récepteur, spécialement conçus pour une utilisation aisée. Ces appareils font appel à une technologie moderne (synthèse de fréquence, microprocesseur) et permettent la mesure précise des caractéristiques de transmission des systèmes multiplex : gain, réponse en fréquence, bruit, linéarité. Leur commande s'effectue à partir d'un clavier et ils peuvent être équipés en option d'une interface au standard IEC.



Caractéristiques de l'émetteur de niveau TF 2356 :

- bande passante :
 - 6 kHz-20 MHz sur la sortie normale ;
 - 6 kHz-620 MHz sur la sortie équilibrée ;
- résolution : 5 Hz ;
- affichage numérique simultanée du niveau sur 3 chiffres et de la fréquence sur 7 chiffres ;

- impédance de sortie :
 - sortie normale : 0, 50, 60 et 75 Ω ;
 - sortie équilibrée : 0, 124, 135 et 150 Ω ;
- précision en fréquence : ± 1 ppm ;
- précision du niveau : $\pm 0,1$ dB ;
- entrée : nivelage externe, standard de fréquence extérieur ;
- gamme de niveaux émis en dBm ou en dB : - 70 à + 10 dBm ; - 80 dB à 0 dB ;

Caractéristiques du récepteur de niveau TF 2357 :

- gammes de fréquence, résolution et précision en fréquence, impédance identiques à l'émetteur TF 2356 ;
- gamme de mesure en dBm ou en dB : - 115 à + 20 dB ; - 125 à + 10 dB ;
- précision de la mesure : $\pm 0,1$ dB ;
- modes de mesure : automatique ou manuel ;
- affichage numérique du niveau sur 3 chiffres et de la fréquence sur 7 chiffres ;
- haut parleur incorporé permettant l'écoute de la voie démodulée ;
- entrée pour standard de fréquence externe.

MARCONI INSTRUMENTS FRANCE, 32, avenue des Écoles, 91600 Savigny sur Orge. (tél. 996.03.86).

Service lecteur : inscrivez le n° 568.

SYSTEME DE TEST POUR CARTES IMPRIMÉES

GenRad modèle GR 2270

La firme américaine GenRad présente un nouvel appareil destiné au test automatique de cartes imprimées logiques et analogiques permettant la localisation des défauts. En un seul passage sur ce système, les ponts de soudure, les soudures défectueuses, les coupures de pistes imprimées, les composants manquants, mal positionnés ou défectueux sont détectés et localisés. Un message est imprimé indiquant les opérations de réparation à effectuer.



Le logiciel du GR 2270 génère automatiquement la quasi-totalité du programme de test à partir d'une simple description topologique de la carte imprimée ; les valeurs des composants et les tolérances étant introduites à l'aide du clavier de programmation. Ce système est construit autour d'un miniordinateur LSI II disposant d'une mémoire centrale de 32 K mots de 16 bits et d'une mémoire de masse à disques souples de 768 K octets. La carte imprimée se trouve reliée galvaniquement au système par l'intermédiaire d'une « planche à clous » comportant au maximum 1204 clous et se trouve mécaniquement maintenue par un système pneumatique à vide.

Ce système a été conçu pour une utilisation aisée, en exploitation, on utilise un clavier de commande simple et les messages de diagnostic se trouvent imprimés sur une unité adéquate.

GENRAD FRANCE, 96, rue Orfila, 75020 Paris. (tél. 797.07.39).

Service lecteur : inscrivez le n° 569.

ERLANGMETRE ENREGISTREUR POUR INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES PRIVÉES

Schlumberger

Schlumberger présente un erlangmètre enregistreur destiné à la téléphonie privée. Cet appareil, branché directement sur l'autocommutateur permet par simple lecture du diagramme enregistré,

- de déterminer l'heure de charge de l'installation ;
- de relever la valeur moyenne, en erlangs, du trafic écoulé pendant la période la plus chargée ;
- de connaître le nombre de communications établies durant cette même période ;
- de connaître, à chaque instant, le nombre de lignes occupées.



Il peut également, par un branchement approprié, enregistrer le nombre de lignes en attente dans l'heure.

L'erlangmètre enregistreur portable est constitué par un enregistreur galvanométrique à 6 courbes associé à un ensemble modulaire électronique. Il peut recevoir 1 ou 2 modules de mesure assurant chacun la surveillance de 64 lignes.

Cet appareil est conforme aux recommandations TC 1 des PTT. Il peut être utilisé pour assurer la surveillance opérationnelle des autocommutateurs soit en permanence, soit lors de campagne d'essais.

SCHLUMBERGER ENERTEC, 12, place des Etats-Unis, 92542 Montrouge Cedex. (tél. 657.13.11).

Service lecteur : inscrivez le n° 570.

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.

GRANULARITÉ LASER

SPECKLE

Applications en optique

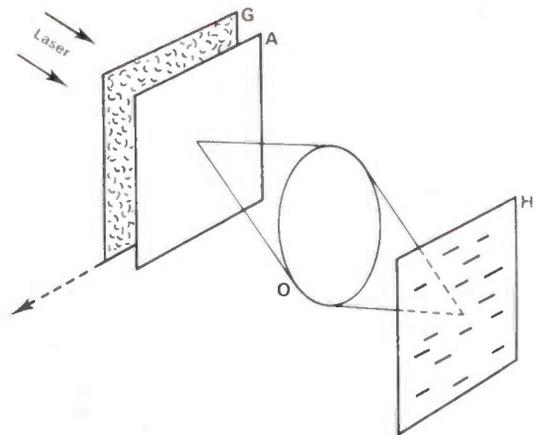
par M. FRANÇON

L'ouvrage comporte dix chapitres dont les cinq premiers décrivent les expériences fondamentales réalisées avec les speckles. Les cinq chapitres suivants sont consacrés aux applications suivantes : traitement optique des images modulées par des speckles, déplacement et déformations des objets diffusants, applications en astronomie, rugosité des surfaces, étude des objets transparents, forme moyenne des surfaces diffusantes, fonction de transfert et aberrations des systèmes optiques, amétropies de l'œil, mouvements des objets diffusants.

Granularité laser – speckle –
M. FRANÇON

144 p., 159 fig., 120 F (prix au 15.12.77)

Pour toute demande de documentation, adressez-vous à votre libraire ou aux Editions Masson, 120 bd St-Germain 75280 Paris cedex 06.



Stockage d'images sur H par translation du verre dépoli G suivant différentes directions.

GRANDES DIVISIONS DE L'OUVRAGE

Introduction

1. Speckle dans l'image d'un objet diffusant éclairé par un laser.
 2. Speckle produit à distance finie par un objet diffusant éclairé par un laser.
 3. Interférences en lumière diffusée.
 4. Interférences produites par superposition photographique de speckles décalés latéralement.
 5. Interférences produites par superposition photographique de speckles décalés longitudinalement.
 6. Traitement optique des images modulées par des speckles.
 7. Etude des déplacements et des déformations d'objets diffusants par enregistrement photographique des speckles.
 8. Speckle en astronomie.
 9. Etude de la rugosité des surfaces.
 10. Applications variées.
- Index.

MASSON





Microprocessor interfacing techniques,

A. LESEA et R. ZAKS,
Sybex, Paris, 1977, 348 p.,
 ISBN 0 89588 000 8

Préface (2 p.). - Introduction (10 p.). - Assembling the central processing unit (28 p.). - Basic input-output (40 p.). - Interfacing the peripherals (106 p.). - Analog circuitry - A/D and D/A conversion (24 p.). - Bus standards (44 p.). - Case-study : a 32-channel multiplexer (22 p.). - Digital trouble-shooting (36 p.). - Conclusion-Evolution (2 p.). - Appendix A (2 p.). - Appendix B (27 p.). Index.

Théorie et technique de la transmission des données,

Tome 1, notions fondamentales,

J. CLAVIER, G. COFFINET, M. MIQUIL et F. BEHR,
Masson, Paris, 1977, 314 p.,
 ISBN 2 225 47982 8

Première partie : Fondements théoriques de la transmission des données. La théorie de l'information (40 p.). - Eléments d'algèbre générale (15 p.). - Application aux entiers et aux polynômes (20 p.).

Deuxième partie : Les codes électeurs et correcteurs d'erreurs. Généralités (12 p.). - Les codes de blocs (12 p.). - Les codes linéaires (19 p.). - Les codes cycliques. Les codes continus.

Troisième partie : Modulation et détection du signal. Représentations électriques des données (17 p.). - Procédés de modulation simples (8 p.). - Procédés de modulation complexes (13 p.). - Influence du bruit sur la transmission des signaux binaires (36 p.). - Performances des modulations bivalentes (22 p.). - Performances des modulations plurivalentes (20 p.).

Annexes A : Annexe A 1.— Calcul des probabilités (24 p.). - Annexe A 2.— Analyse spectrale (15 p.). - Annexe A 3.— Fonctions aléatoires (9 p.). - Index alphabétique du tome I (7 p.).

Théorie et techniques de la transmission de données,

Tome 2, systèmes de télé-informatique,

J. CLAVIER, G. GOFFINET, M. MIQUIL et F. BEHR,
Masson, Paris, 1977, 209 p.,
 ISBN 2 225 46915 6

Voies de transmission (23 p.). - La fonction synchronisation (19 p.). - La fonction modulation-démodulation (36 p.). - Généralité sur la conception des systèmes (7 p.). - Codes et procédures (33 p.). - Équipement de connexion au réseau (12 p.). - Les terminaux (11 p.). - Les fonctions téléinformatiques des ordinateurs (19 p.). - Concept de réseaux (14 p.). - Réflexions sur une méthodologie (5 p.). - Bibliographie (1 p.). - Annexe B.— Voies et réseaux normalisés (20 p.). - Index alphabétique des matières (8 p.).

Microprocessors from chips to systems,

R. ZAKS,
Sybex, Paris, 1977, 416 p.,
 ISBN 089588 001 8

Chapter 1 : Fundamental concepts (30 p.). - Chapter 2 : Internal operation of a microprocessor (66 p.). - Chapter 3 : System components (60 p.). - Chapter 4 : Comparative microprocessor evaluation (41 p.). - Chapter 5 : System interconnect (23 p.). - Chapter 6 : Microprocessor applications (40 p.). - Chapter 7 : Interfacing techniques (38 p.). - Chapter 8 : Microprocessor programming (58 p.). - Chapter 9 : System development (24 p.). - Chapter 10 : The future (6 p.). - Appendices (23 p.). - Index. Bibliography.

Real Time systems,

D. TEBBS et G. COLLINS,
Mc Graw Hill, Maidenhead Berkshire, England, 1977, 357 p.,
 ISBN 0 07 084482 8

Introduction and management (62 p.). - Stages of development (64 p.). - Design technique (54 p.). - Further references (70 p.). - Index (6 p.).

Logique binaire et ordinateurs,

Tome 1, Fonctions logiques et arithmétiques binaires,

M. AUMIAUX,
Masson, Paris, 1977, 320 p.,
 ISBN 2 225 46541 X

Les systèmes de numération (16 p.). - Les circuits combinatoires (16 p.). - Traitement des informations dans un ordinateur (44 p.). - Addition et soustraction binaires de nombres entiers positifs ou négatifs (44 p.). - Addition et soustraction de nombres quelconques (52 p.). - La multiplication (36 p.). - La division (33 p.). - Solutions des exercices proposés (19 p.). - Index alphabétique des matières (1 p.).

Radars bases modernes,

M.H. CARPENTIER,
Masson, Paris, 1977, 288 p.,
 ISBN 2 225 48224 1

Introduction aux fonctions aléatoires (47 p.). - Introduction aux Espaces de Hilbert (10 p.). - Signal et bruit. Le récepteur idéal (26 p.). - Performances des radars équipés de récepteurs idéaux (56 p.). - Analyse des principes de fonctionnement de quelques types (58 p.). - Comportement des cibles réelles. Fluctuation des cibles (27 p.). - Mesure des angles avec un radar (31 p.). - Exploitation des informations Radar-Couverture Radar (19 p.). - Annexes (10 p.). - Bibliographie (2 p.). - Index alphabétique des matières (1 p.). - Planches hors-texte (en fin de volume).

Télécommunications optiques, Introduction à l'optique intégrée,

J.J. CLAIR,
Masson, Paris, 1977, 90 p.,
 ISBN 2 225 47916 X

Introduction (6 p.). - Fibres optiques (14 p.). - Guides d'ondes plans (19 p.). - Réalisation des guides d'ondes (8 p.). - Couplage (10 p.). - Sources utilisées en «optique intégrée» (8 p.). - Modulateurs (17 p.). - Détections (5 p.). - Avenir de l'optique intégrée (3 p.). - Index alphabétique.

COBOL - Programming. A Structured Approach,

R.C. NICKERSON,
Winthrop Publishers Inc, Cambridge, 1977, 318 p.,
 ISBN 0 87626 129 2

Part one : Introductory Concepts (1 p.). - Computers, Programming and Data (19 p.). - Introduction to COBOL (16 p.).

Part two : Basic COBOL Programming (1 p.). - Essential COBOL Elements (28 p.). - Basic Operations (23 p.). - Program Structure (21 p.). - Data Structure (14 p.). - Report Output (17 p.). - The Programming Process (18 p.).

Part three : Advanced COBOL Programming (1 p.). - Format Notation (2 p.). - Advanced Data Description (13 p.). - Advanced Procedure Description (31 p.). - Table Processing (18 p.). - Internal Data Representation (18 p.). - Magnetic Tape and Disk Processing (23 p.). - Appendices (1 p.). - A. COBOL Implementation Differences (17 p.). - B. COBOL Reserved Words (6 p.). - C. Keypunch Operation (6 p.). - D. Programming Problems (14 p.). - References (3 p.). - Index (6 p.).

oe

LIVRES REÇUS

Digital systems : principles and applications,

R.J. TOCCI,

Prentice Hall, New Jersey, 1977, 479 p.,
ISBN 0-13-212266-9.

Introductory concepts (18 p.). - Logic circuit analysis using boolean algebra (32 p.). - Logic circuit design (23 p.). - Flip-flops (39 p.). - Number systems and codes (29 p.). - Arithmetic circuits (29 p.). - Counter and counter applications (52 p.). - Integrated-circuit logic families (54 p.). - Data-handling logic circuits (38 p.). - Input/output techniques in digital systems (36 p.). - Memory devices (57 p.). - Introduction to digital-computer operation (18 p.). - Appendix I : Powers of 2 (1 p.). - Appendix II : Karnaugh-map method for simplifying logic circuits (12 p.). - Appendix III : Manufacturer's ic data sheets (34 p.). - Answers to selected problems (4 p.). - Index (2 p.).

Introduction à la programmation systématique,

N. WIRTH,

Masson, Paris, 1977, 157 p.,
ISBN 2-225-47421-4.

Introduction (1 p.). - Notions fondamentales (5 p.). - Structure des ordinateurs (5 p.). - Aides à la programmation et systèmes (2 p.). - Quelques programmes simples (9 p.). - Les programmes doivent être finis (2 p.). - Notation séquentielle et langages de programmation (14 p.). - Types de données (13 p.). - Programmes fondés sur des relations de récurrence (9 p.). - La structure de fichier (11 p.). - La structure de tableau (10 p.). - Sous-programmes, procédures et fonctions (10 p.). - Transformations de représentations des nombres (7 p.). - Traitement de texte avec des structures de tableau et de fichier (13 p.). - La construction progressive des programmes (27 p.). Appendices : A. Le langage de programmation Pascal (5 p.). ; B. Le code de caractère ASCII (1 p.). - Lexique français-anglais (4 p.). - Lexique anglais-français (4 p.). - Index alphabétique des matières (3 p.). - Index des programmes exemples (1 p.).

**Les processus de la communication parlée,
Introduction à l'analyse et la synthèse de la parole,**

J.S. LIENARD,

Masson, Paris, 1977, 189 p.,
ISBN 2-225-48037-0.

Avant-propos (4 p.). - Notation phonétique (2 p.). - Le signal acoustique (35 p.). - Parole et information (24 p.). - Production de la parole (37 p.). - Synthèse et transmission de la parole (29 p.). - Audition et perception (22 p.). - Décodage de la parole (27 p.). - Bibliographie (6 p.). - Index alphabétique des matières (2 p.).

Advanced oscilloscope handbook,

D. CAMERON,

Reston publishing Company Inc, Virginia, 1977, 228 p.,
ISBN 0-87909-008-1.

Oscilloscope types and applications (22 p.). - Principles of waveform analysis (26 p.). - Troubleshooting audio amplifiers (24 p.). - Basic television troubleshooting (26 p.). - Color television troubleshooting (24 p.). - Industrial-electronics test procedures (24 p.). - Semiconductor device testing (16 p.). - Ignition and power-supply tests and measurements (18 p.). - Data domain testing (22 p.). - Appendixes : Basic spectrum analysis (8 p.). - Current probes (2 p.). - Signal-processing probes (4 p.). - Oscilloscopes with differential input (4 p.). - Index (7 p.).

BLOC-NOTES

Mise à jour au 15 avril de la liste publiée dans *l'Onde électrique*, 1978, n° 1, p. 39.

JUILLET 1978

9 - 15 JUILLET SINGAPOUR
Seacon 78 - International Electronics Convention (Évaluation du marché d'Extrême-Orient).
The General Secretary of IREEA, Science House, 157 161 Gloucester St., Sydney 2000 (Australie).

11 - 13 JUILLET GB (UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON)
Conference on Radio Receivers and Associated Systems.
Conference Secretariat, IERE, 8-9 Bedford Square, London WC1B 3RG.

17 - 20 JUILLET USA (NBS, GAITHERSBURG MD)
4th Annual Conference of the American Association for Crystal Growth.
R.L. Parker, B 164 Materials Building, NBS, Washington, D.C. 20234, 301/921 2961.

AOUT 1978

AOUT J (SENDAI)
Antenna and Propagation.
Yasuto Mushiaki, Faculty of Engineering, Tohoku University, Sendai 980 (Japon).

1^{er} - 10 AOUT SF (HELSINKI)
Int. Union of Radio Science.
C.M. Minnis, rue de Nieuwenhove, 81, B-1180 Brussels (Belgique).

29 AOUT - 1^{er} SEPTEMBRE H (BUDAPEST)
6th Colloquium on Microwave Communication.
Colloquium Secretariat, 6th Microcoll 1525 Budapest, 114, P.O.B. 15 Hungary.

30 AOUT - 1^{er} SEPTEMBRE GB (SOUTHAMPTON)
Recombination in Semiconductors.
Dr A.F.W. Willoughby, Engineering Materials, the University, Southampton 509 5 NH (GB).

31 AOUT - 10 SEPTEMBRE NL (AMSTERDAM)
Firato - Salon International de l'Électronique de loisir.
RAI, Europaplein, Amsterdam, Pays-Bas.

SEPTEMBRE 1978

4 - 6 SEPTEMBRE F (ROCQUENCOURT)
Conférence Internationale sur les manipulateurs pour handicapés physiques.
IRIA, Domaine de Voluceau, Rocquencourt, 78150 Le Chesnay (France).

4 - 8 SEPTEMBRE F (PARIS)
8^e Conférence Européenne sur les Micro-Ondes.
Pr. E. Constant, 8^e Conf. Européenne Micro-Ondes, Centre Hyperfréquences et Semiconducteurs, Université des Sciences et Techniques, BP 36, 59650 Villeneuve d'Ascq, France.

4 - 8 SEPTEMBRE CH (LAUSANNE)
ECCTD 78 - European Conference on Circuits Theory and Design.
EPFL Dept of Electrical Engineering, ECCTD 78 Mrs R. Vez, 16 chemin de Bellerive, CH 1007 Lausanne (Suisse). Tél. : (021) 24.46.21.

4 - 8 SEPTEMBRE
Physics of Semiconductors.
IOP 47, Belgrave Square, London SW1W8PL.

4 - 8 SEPTEMBRE GB (LONDRES)
Photoelectronic Image Device.
 B.L. Morgan, Astronomy Group, Blackett Laboratory, Imperial College Prince Consort RD, London SW 7 2B7 (ANGL).

5 - 8 SEPTEMBRE F (AVIGNON)
 C I S F F E : 2^e Colloque International Soudage et Fusion par faisceau d'électrons.
 Mr. Buffereau, Secrétariat général du 2^e CISFFE Commissariat à l'énergie atomique, D M E C N, BP N° 2, 91190 Gif-sur-Yvette. Tél. 941.80.00 poste 5357.

6 - 8 SEPTEMBRE USA (CHICAGO)
FOC' 78 - Fiber Optic and Communication Exposition and Conference.
 Paul Polishuk President, Information Gate Keepers Inc, 167, Corey Road, Brooklyn, Ma 02146.

7 - 9 SEPTEMBRE GB (LONDRES)
 Electronic Displays 78 Exhibition.
 84 High Street Newport Pagnell Bucks, MK 16 8 EG (England)

11 - 15 SEPTEMBRE F (MONTPELLIER)
8 th European Solid Device Research Conference ESSDERC 78.
 J.P. Nougier, Université des Sciences et Techniques du Languedoc Centre d'Etudes d'Electronique des Solides, 34060 Montpellier Cédex. Tél. (67) 54.23.19.

11 - 15 SEPTEMBRE GB (OXFORD)
Meeting on Applications of high magnetic fields in semiconductor physics.
 European Physical Society, PO Box 39, CH 1213 Petit Lancy 2 (Suisse).

12 - 14 SEPTEMBRE CH (ZURICH)
 Semicon/Europa.
 Semicon/Europa, Halbleiter Fachmesse Züspa Hallen, Zurich (Suisse).

12 - 15 SEPTEMBRE I (GENES)
4th European Conference on Optical Communication.
 Secrétariat du 4^e ECOC Istituto International Communication, Via Pertinace Villa Pioaggio 16125 Gênes (Italie).

18 - 20 SEPTEMBRE D (BERLIN)
Informations und System - Theorie in der Digitalen Nachrichtentechnik (langues parlées Allemand et Anglais).
 Dr. H. Ohnsorge, Heinrich Hertz Institut/Nachrichtentechnik (Berlin gmbH) Einsteinufer 37 - D 1000 Berlin 10.

18 - 21 SEPTEMBRE NL (AMSTERDAM)
ESSCIRC 78 : 4th European Solid State Circuits Conference.
 ESSCIRC, Delft University of Technology, Department of Electrical Engineering Mekelweg 4, Delft the Netherlands. Tél. (015) 78.59.14.

19 - 22 SEPTEMBRE P (WROCLAW)
4th Wrocław Symposium and Exhibition on Electromagnetic Compatibility.
 EMG Symposium and Exhibition PO Box 2141 51 654 Wroclaw 12 (Pologne).

19 - 22 SEPTEMBRE GB (CANTERBURY)
Conference on Microprocessors in Automation and Communications.
 I.E.R.E. 99 Gower Street, London WC 1 E 6 AZ (England).

19 - 22 SEPTEMBRE USA (LOS ANGELES)
Wescon - Western Electronic Show (Instruments Electroniques).
 Convention Wescon, 3600 Wilshire Blvd, Los Angeles Ca 90005 (USA).

25 - 29 SEPTEMBRE GB (LONDRES)
7 th International Broadcasting Convention.
 IBC Secrétariat IEE, Savoy Place, London GB WC2R OBC. Tél. 01.240.1871.

26 - 29 SEPTEMBRE J (KYOTO)
ICCC 78 - International Conference on Computer Communications.
 ICC 78 - Executive committee, c/o International Affairs Bureau, Nippon Telegraph & Telephone Public Corp., 1-6 Uchisaiwai cho 1-chome, Chiyodaku, Tokyo 100, Japon.

OCTOBRE 1978

OCTOBRE SINGAPOUR
Time Fair 78 - Clock and Watch Exhibition.
 Infama Pte Ltd, Factory 4, 51-A Kampong Bugis, Singapour 12.

2 - 6 OCTOBRE YU (LJUBLJANA)
Electronica - 25^e Exposition Internationale de l'Electronique.
 Gospodarsko Razstavice, Titova 50, 61000 Ljubljana, Yougoslavie.

3 - 5 OCTOBRE D (WIESBADEN)
Military Electronics Defence Expo.
 Geoff Dubbins - Press Officer, Kiver Communications S.A., Millbank House, 171/185 Ewell Road, Surbiton, Surrey (England). Tél. 01.390.0281.

5 - 6 OCTOBRE I (MILAN)
Hybrid Circuits Conference.
 A.E.I. Sezione di Milano, Gruppo di Microelettronica, P. le R. Morandi 2, 20121 Milano, Italie.

10 - 12 OCTOBRE I (VENISE)
ECI, 2nd Conference of the European Co-Operation in Informatics on Information Systems Methodology.
 Prof. Dr. P. Lockemann, Institut für Informatik II, Universität Karlsruhe, Postfach 6380, D-7500 Karlsruhe 1, Germany.

15 - 18 OCTOBRE USA (WASHINGTON)
Electronic and Aerospace systems conf. EASCON.
 IEEE (USA).

15 - 19 OCTOBRE USA (PHILADELPHIE)
ISA International Conference and Exhibit Instrument Automation.
 Instrument Society of America, 400 Stanwix St., Pittsburgh PA 15 222 (USA).

17 - 19 OCTOBRE D (MUNICH)
EUROMICRO 78 : 4th Symposium on Microprocessing and Microprogramming.
 Dr. H. Berndt, Siemens AG, Dv WS PZ 1, Postfach 70 0078, D-8000 München 70, West Germany.

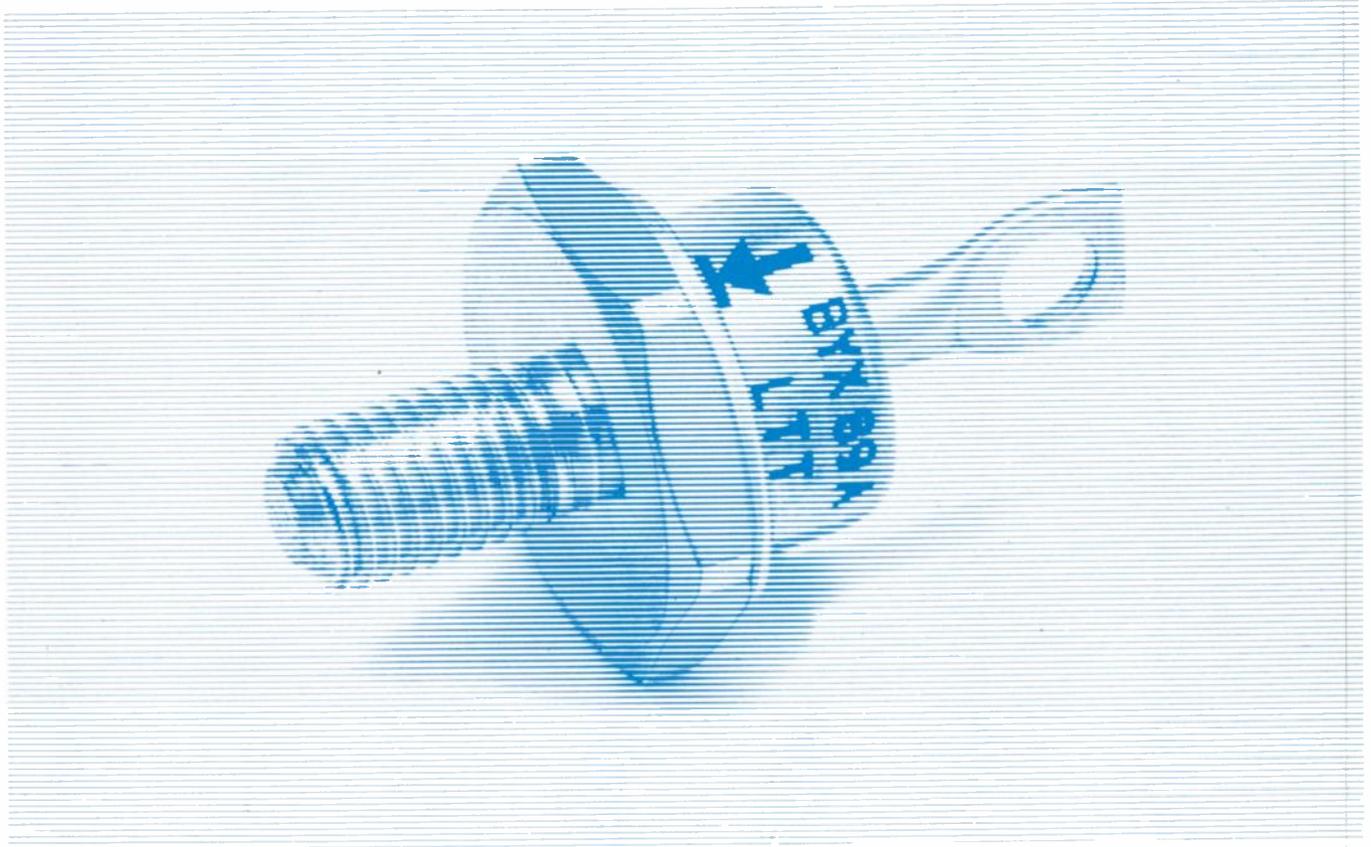
17 - 19 OCTOBRE GB (BRIGHTON)
Internecon/UK.
 Geoff Dubbins, Press Officer, Kiver Communications S.A., Millbank House, 171/185 Ewell Road Surbiton, Surrey (England). Tél. 01.390.0281.

18 - 20 OCTOBRE CND (MONTREAL)
Canadian Communications and Power Conference.
 IEEE, Inc, 345 East, 47th Street, New-York, NY 10017.

18 - 20 OCTOBRE USA (WASHINGTON, D.C.)
Scintillation and Semiconductor Counter Symposium.
 L. Castrell, US Dept. of Commerce, NBS, Washington, DC 20234, USA.

23 - 25 OCTOBRE CND (MONTREAL)
4^e Colloque International sur les Télécommunications numériques par satellite.
 Bureau de l'Administration du Colloque 680 Ouest, rue Sherbrooke Montréal (Québec) Canada H3A 2S4.

23 - 26 OCTOBRE F (PARIS)
Automatic Testing 78 : Manifestation internationale des équipements de contrôle.
 C. Morvan : 3, allée Maurice Utrillo, 92290 Châtenay-Malabry. Tél. : 631.56.26 (France).



Diodes Schottky de puissance L.T.T., l'âge adulte

Grâce aux nouveaux procédés de fabrication et de contrôle mis au point par L.T.T., les diodes Schottky de puissance sont des composants fiables et de performances élevées, parfaitement adaptés aux nombreuses applications où l'originalité de leurs caractéristiques les rend particulièrement avantageuses. Leur procédé de fabrication fait appel aux technologies les plus récentes de dépôts de métaux évaporés sous ultravide ; les contrôles mis en œuvre à tous les stades de la fabrication, les séquences de mesure, les contrôles finals, les essais d'environnement garantissent à l'utilisateur un composant de très haute qualité.

La gamme présentée se répartit en deux types d'encapsulation normalisés : DO 4 et DO 5. Dans les diverses catégories les tensions s'échelonnent de 20 à 60 V et les courants directs de 5 à 50 A. De nombreux modèles sont d'ores et déjà inscrits en liste préférentielle GAM, les plus récents étant en cours d'inscription. L'emploi de ces diodes à faible chute de tension directe et à grande rapidité conduit à une augmentation très appréciable du rendement énergétique des redresseurs à basse tension et de ce fait à des économies de

matière et à des réductions d'encombrement. Les principales applications sont du domaine des divers redresseurs, des convertisseurs à fréquence élevée, des protections contre les inversions de tension et les couplages d'alimentations.

Tableau des modèles				
Boîtiers	I _o (A)	V _{RRM} (V)		
		20	40	60
DO 4	5	BYX 73	BYX 73 A	BYX 73 B
	10	BYW 71	BYW 71 A	BYW 71 B
	15	BYW 69	BYW 69 A	BYW 69 B
DO 5	25	BYW 70	BYW 70 A	BYW 70 B
	50	BYX 89	BYX 89 A	BYX 89 B

- Chute de tension directe typique :
 - pour I_o et V_R = 20 V V_F = 0,6 V
 - pour I_o et V_R = 40 V V_F = 0,65 V
 - pour I_o et V_R = 60 V V_F = 0,70 V
- Courant de surcharge non répétitif :
 - I_o x 10



LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES

89, rue de la Faisanderie 75782 PARIS cédex 16 Téléphone : 504.45.50 - Télex : 620356 Gralifil Paris

nom _____

adresse _____

désire recevoir gratuitement une documentation sur les diodes SCHOTTKY de puissance L.T.T.

Réalisation d'un vélocimètre à laser

Montage optique et traitement du signal dans le cas des vitesses faibles



par **Baudouin LISMONDE**

Docteur-Ingénieur, Assistant à l'Université Scientifique et Médicale de Grenoble.

Jean-Paul BARBIER-NEYRET

Technicien électronique, C.N.R.S.

Daniel AUCHÈRE

Docteur-Ingénieur, C.N.R.S.

Institut de Mécanique de Grenoble, Domaine Universitaire, 38400 Saint-Martin-d'Hères, B.P. 53, Centre de Tri, 38041 Grenoble Cedex (tél. : (76) 44.82.63).

RÉSUMÉ

L'ensemble de vélocimétrie décrit dans cet article permet la mesure locale de la vitesse d'un fluide en utilisant l'effet Doppler sur la lumière diffusée par les particules en suspension. Son champ d'utilisation est celui des faibles vitesses présentant un caractère fortement turbulent ou non permanent. Ses particularités sont les suivantes :

- le signe de la vitesse est obtenu au moyen d'un montage optique simple qui forme un double réseau de franges d'interférences polarisées ;
- le signal est analysé période par période avec un système de comptage original ;
- chaque mesure de période est soumise à un circuit de validation à mémoires permettant d'adapter au mieux les critères à chaque cas étudié.

La mesure locale de la vitesse d'un fluide par laser a l'avantage de n'introduire aucune perturbation dans le milieu étudié ; par contre ce système de mesure est d'utilisation assez délicate, et son prix est élevé. L'appareil décrit dans cet article, qui peut être construit pour un prix relativement modique, a été conçu spécialement pour la mesure des vitesses faibles et fortement turbulentes (avec inversion de signe possible).

1. RAPPEL DU PRINCIPE GÉNÉRAL

La mesure optique de la vitesse d'un fluide est basée sur l'analyse de la lumière diffusée par de fines particules transportées par le fluide, lorsque celles-ci sont éclairées en lumière cohérente. La lumière diffusée est affectée par l'effet Doppler qui dépend de la vitesse des particules (on montre que ces dernières ont même vitesse que le fluide si elles sont assez fines). L'effet Doppler a pour résultat de décaler très légèrement la fréquence lumineuse de l'onde cohérente diffusée. Ce très faible décalage relatif ne peut être mis en évidence qu'en faisant un battement entre l'onde incidente et

SUMMARY

Laser anemometer system : optics and signal processor for low speed flows.

This laser anemometer system utilizes the Doppler shift of the light which is scattered by particles, for measurements of local fluid velocity. Its application range is slow but very turbulent flow, or non permanent flow. Features of the presented system :

- Flow reverses can be detected by simple addition of polarized optics which forms two fringes patterns in phase quadrature.
- Each cycles of the Doppler signal is measured in a special counter.
- The validation circuit memorizes and compares the data of each Doppler cycles, that gives a good versatility to the system.

l'onde diffusée. La fréquence de battement nommée souvent « fréquence Doppler » est proportionnelle à l'une des composantes de la vitesse. On peut réaliser ce battement entre deux ondes lumineuses grâce au laser qui fournit une onde cohérente ; plusieurs montages sont possibles, celui qui est le plus classique et le plus courant est le montage à franges d'interférences. C'est celui qui est adopté dans le vélocimètre que nous décrivons.

A. - Mesure du module d'une composante de la vitesse

Le faisceau d'un laser est séparé en deux faisceaux cohérents que l'on fait converger au point de mesure, où se forment un réseau de franges d'interférences. Lorsqu'une particule traverse ce domaine, elle diffuse une intensité lumineuse alternativement faible ou forte suivant qu'elle traverse une frange sombre ou brillante. La fréquence de modulation de cette lumière est donc égale au rapport $\frac{V}{d}$, où V est la composante de vitesse située dans le plan des faisceaux et perpendiculaire aux franges et où d est la distance interfrangés. On montre que cette fréquence $f_D = \frac{V}{d}$ est la « fréquence Doppler » de battement.

(1) Article reçu le 6 juin 1977 et accepté dans sa forme définitive en octobre 1977.

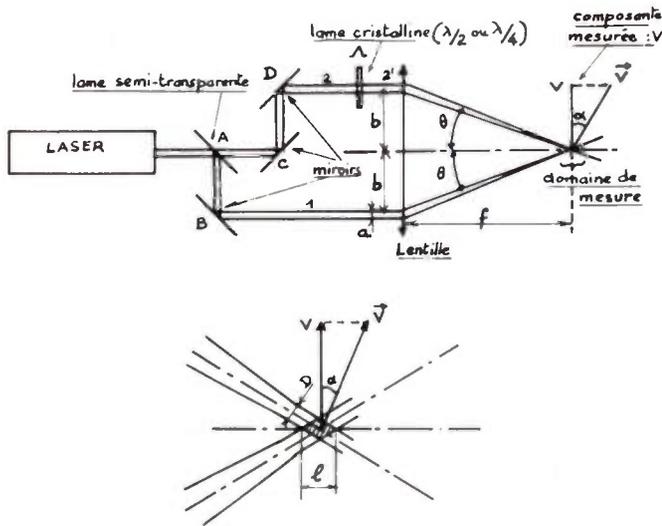


Fig. 1. - Détail du domaine de mesure.

interfrange

$$d = \frac{\lambda}{2 \sin \theta}$$

$D = \frac{4\lambda f}{\pi a}$ (diffraction)

$n_f = \frac{8b}{\pi a}$ (nombre de franges)

$l = \frac{4\lambda f}{\pi a \sin \theta}$ (domaine de mesure)

$f_D = \frac{v \cos \alpha}{\lambda}$ (fréquence Doppler)

λ : longueur d'onde du laser (p. ex. HeNe : 6 328 Å)

La lumière diffusée est recueillie par un objectif qui la focalise sur un photodétecteur on obtient ainsi un signal électrique dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse. Il faut ensuite traiter ce signal de manière à convertir sa fréquence en une tension qui représente la vitesse.

B. - Détection du signe de la vitesse

Tel qu'on l'a décrit, le montage donne un résultat indépendant du sens du mouvement des particules. Pour accéder au signe de la vitesse, le montage couramment utilisé consiste à faire défiler les franges d'interférences dans un sens donné et à une vitesse connue, de sorte que suivant le sens du mouvement la vitesse mesurée s'ajoute ou se retranche de la vitesse de défilement. C'est un procédé relativement compliqué et coûteux ; nous avons adopté la solution suivante, qui de plus permet deux modes de fonctionnement :

Au prix d'une modification très simple de la partie optique (introduction d'une lame cristalline Λ) on forme un système de deux réseaux de franges qui sont décalés de $\frac{d}{4}$ et qui se distinguent l'un de l'autre par l'état de leur polarisation. Une particule traversant ce système diffuse une lumière dans laquelle on peut distinguer la contribution des deux réseaux grâce à la polarisation. En utilisant deux photodétecteurs on obtient alors deux signaux de même fréquence Doppler, mais déphasés de $\frac{\pi}{2}$ ou $-\frac{\pi}{2}$ suivant le sens du mouvement de la particule.

Un second mode de fonctionnement de ce montage est le filtrage optique : les deux réseaux sont alors décalés de $d/2$;

on obtient deux signaux déphasés de π alors que tous les parasites d'origine optique (bruit du laser, particules traversant les faisceaux en dehors du domaine de mesure) produisent des signaux en phase. En faisant la différence des signaux, on double la tension utile et on élimine les parasites optiques.

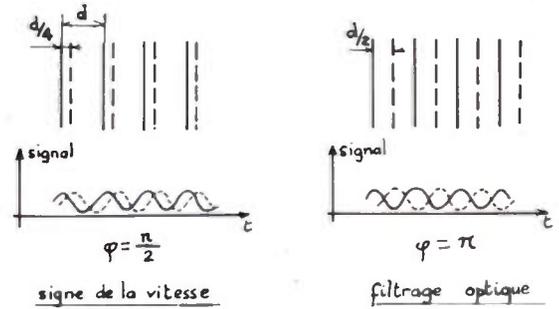


Fig. 2.

2. DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU VÉLOCIMÈTRE

Il comporte un ensemble optique dont les caractéristiques et les dimensions sont à choisir en fonction du type de mesure envisagée, et un ensemble électronique de traitement de signal.

A. Ensemble optique

a) A L'ÉMISSION on trouve un laser (on a utilisé couramment un laser He-Ne de 5 mw), un séparateur et une lentille convergente disposés selon la figure 1. Le séparateur se présente sous la forme d'un cylindre qui contient un bloc métallique supportant une lame semi-transparente et trois miroirs dont l'un possède un réglage à deux degrés de liberté.

Les réglages se font en jouant sur l'élasticité du support au moyen de deux butées micrométriques. Deux modèles de séparateur ont été construits l'un donnant un écartement de faisceaux $2b = 40$ mm, l'autre avec $2b = 80$ mm.

Une lame cristalline montée dans le cylindre séparateur, peut être utilisée soit en détection du signe de la vitesse (lame quart d'onde) soit en filtrage optique (lame demi-onde). Cette lame produit la formation de deux réseaux de franges décalés et polarisés. En effet, les faisceaux 1 et 2 (fig. 1) sont initialement polarisés dans un même plan, vertical par exemple ; la lame dont l'axe est incliné de $\frac{\pi}{4}$ sur la verticale, donne un faisceau émergent 2' polarisé circulairement si la lame est quart d'onde, ou horizontalement si la lame est demi-onde. Cet état de polarisation se retrouve au point de mesure et même dans la lumière diffusée par les particules (du moins tant qu'elles sont sensiblement sphériques). A la réception on capte cette lumière diffusée que l'on sépare en deux parties au moyen d'un prisme polariseur convenablement orienté. La première partie correspond à la composante du champ électrique inclinée de $+\frac{\pi}{4}$ sur l'horizontale, la seconde partie à celle qui est inclinée de $-\frac{\pi}{4}$. Il est facile de calculer que les deux états d'interférences correspondant à

chacune de ces deux composantes sont soit déphasés de $\frac{\pi}{2}$ (lame quart d'onde) soit déphasés de π (lame demi-onde). Les deux réseaux ainsi décalés, dans un cas comme dans l'autre, ne sont donc pas matérialisés au point de mesure ; c'est la façon d'observer la lumière qui permet de les discerner.

b) LA RÉCEPTION de la lumière diffusée se fait au moyen d'un objectif L_1 , d'un diaphragme Δ suivi d'une lentille L_2 à courte focale, d'un prisme polariseur P et des deux photodiodes D_1 et D_2 . L'ensemble est monté dans un boîtier, qui comprend un système de visée « Reflex » permettant la mise au point et la coïncidence de l'image du domaine de mesure avec le diaphragme (de l'ordre de 3 à 4 dixièmes de millimètre). Dans le boîtier se trouvent également les deux préamplificateurs des photodiodes. L'ensemble de réception est placé le plus souvent à l'opposé de l'émetteur (fonctionnement en diffusion avant), mais on peut également dans certains cas le placer du même côté de la veine d'étude que l'émetteur (fonctionnement en rétrodiffusion : sensibilité plus faible).

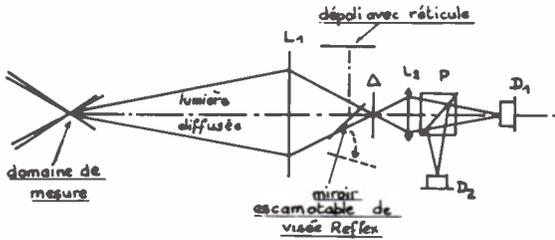


Fig. 3.

B. Ensemble de traitement du signal

Il se compose de deux unités : le fréquencemètre qui mesure le module de la vitesse et le détecteur de signe qui détermine le signe du déphasage des signaux.

a) LE FRÉQUENCÈMÈTRE est dit « instantané » car il mesure la fréquence d'un signal quelconque en calculant l'inverse de chacune des périodes rencontrées. Il possède également une fonction de validation en rejetant parmi toutes ces mesures successives celles qui s'écartent des valeurs précédentes au delà d'une certaine tolérance. Cette fonction se révèle indispensable car le « signal Doppler » se présente sous la forme de bouffées aléatoires auxquelles se superposent divers parasites d'origine optique ou électrique. Le signal utile est donc intermittent et il ne faut pas que l'appareil confonde une absence de signal avec une période de longue durée de celui-ci.

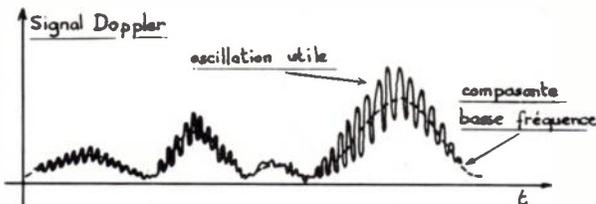


Fig. 4.

Les photodétecteurs étant sensibles au flux de photons incidents, donnent une tension électrique qui reste toujours

de même signe : à l'oscillation utile se superpose une composante basse fréquence qui est gênante.

Le traitement du signal s'effectue en trois étapes : mise en forme, mesure, validation.

aa) *Circuit de mise en forme.* — Il élimine la composante basse fréquence en détectant les extréma du signal dès que la différence entre deux extréma successifs dépasse un certain seuil. Il fournit un signal carré de même fréquence que les oscillations du signal.

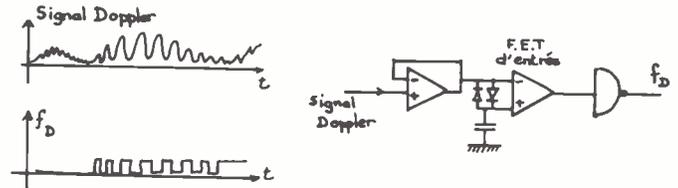


Fig. 5.

ab) *Circuit de mesure.* — La durée de chaque période du signal précédent est mesurée par comptage selon la méthode suivante que nous appellerons « à précision constante » :

Au lieu de mesurer une durée en comptant le nombre d'oscillations d'une horloge de fréquence fixe, ce qui entraîne des compteurs à forte capacité et une précision inutile, on réduit la fréquence de l'horloge en fonction du temps, de manière à garder une précision sensiblement constante. On montre qu'il suffit pour cela d'accroître la période de l'horloge suivant une progression géométrique de raison $\frac{1}{1-\epsilon}$, si ϵ est la précision relative cherchée. Le nombre de périodes comptées est alors une fonction logarithmique du temps. Pour simplifier la réalisation, on peut se contenter d'une précision ϵ non constante, mais bornée inférieurement et supérieurement. Ceci conduit à faire varier la fréquence de l'horloge par paliers. Dans notre appareil nous avons choisi une fréquence maximale f_0 de l'horloge égale à 20 MHz et comme bornes de ϵ , les valeurs 0,1 % et 1 %. Il en résulte que la fréquence f_0 se trouve divisée par 10 à chaque palier ; le nombre indiqué par le compteur (qui ne comporte que 3 décades) évolue selon le diagramme de la figure 6. Un compteur annexe compte les changements de paliers qui sont au nombre de 4. Ce système a donc une capacité de 10^6 en ne gardant que 3 chiffres significatifs.

Si m est le nombre lu sur le compteur à la fin de la période à mesurer, et p le nombre lu sur le compteur annexe, on a :

$$T \text{ (durée mesurée)} = \frac{1}{f_0} \cdot m \cdot 10^p \quad \begin{matrix} 100 \leq m \leq 999 \\ 0 \leq p \leq 3 \end{matrix}$$

A la fin de chaque période mesurée, il y a blocage du comptage, transfert des nombres m et p en mémoire, remise du compteur à « zéro » et déblocage du comptage qui reprend pour la période suivante. Ces opérations introduisent un retard de 0,4 μ s qui est compensé en positionnant le compteur à 8 (8 périodes de 20 MHz) à chaque remise à « zéro ».

Chaque période ainsi mesurée est traduite en courant analogique dans un convertisseur digital analogique. A l'aide d'un circuit logarithmique et d'un sommateur on

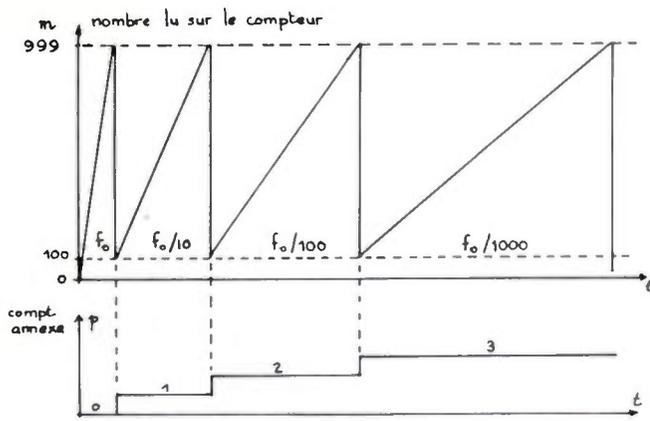


Fig. 6.

effectue alors le calcul analogique suivant :

$$e_s = - \left(\log \frac{1}{f_0} + \log m + p \right) = \log \frac{1}{T}$$

Un circuit « Antilogarithme » transforme cette tension e_s en une tension e_f proportionnelle à $\frac{1}{T}$ (fréquence instantanée) :

$$e_s = 0.1 \cdot 10^{-6} \text{ s (volts)}$$

Le passage par les logarithmes est nécessaire, d'une part pour assurer la rapidité du calcul de l'inverse de T ($< 1 \mu\text{s}$), d'autre part pour effectuer des quotients qui seront utiles dans le circuit de validation.

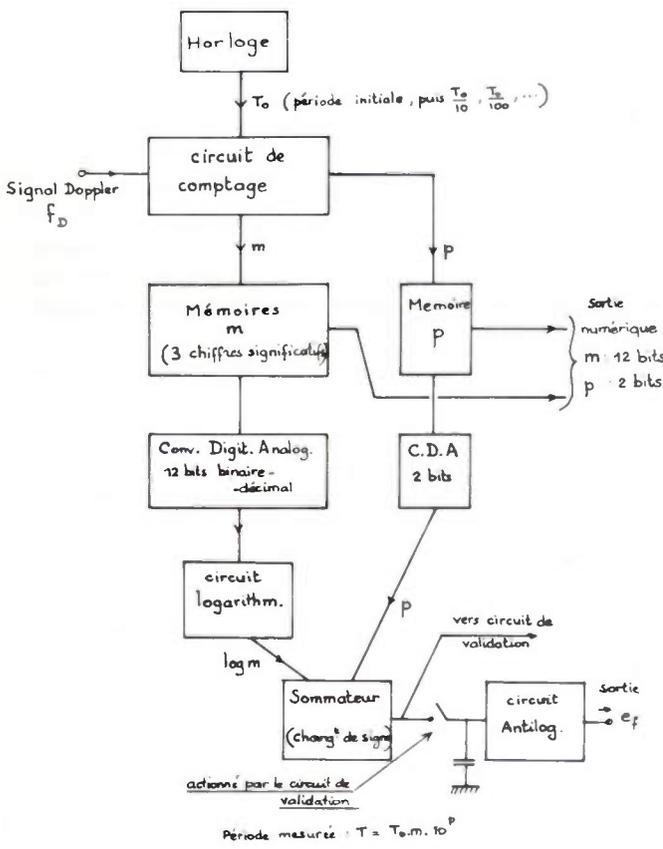


Fig. 7. — Circuit de mesure.

ac) Circuit de validation. — Sa fonction est de détecter les valeurs de périodes mesurées qui correspondent à des absences de signal ou à des parasites divers. Le principe est le

suivant : pendant la traversée du domaine de mesure les particules ont une vitesse qu'on peut considérer comme constante avec une erreur ϵ_v (à définir pour chaque écoulement). Ces particules donnent lieu à N périodes successives ($N \leq$ nombre total de franges) qui devraient donc être égales entre elles à ϵ_v près. Si parmi ces N mesures : T_1, T_2, \dots, T_N il s'en trouve une hors tolérance, on peut présumer qu'elle n'est pas représentative de la vitesse.

On réalise la comparaison de chaque mesure T_N aux N précédentes en utilisant N mémoires qui sont remises à jour à chaque nouvelle mesure, de manière à ne conserver que les N mesures immédiatement précédentes. On calcule alors :

$$\frac{T_N}{T_1}, \frac{T_N}{T_2}, \dots, \frac{T_N}{T_{N-1}}, \frac{T_N}{T_N}$$

(ou plus exactement leur logarithme)

T_N étant à un instant donné la dernière mesure effectuée.

On détermine alors le nombre n de ces rapports qui sont compris dans l'intervalle $1 - \epsilon_v$ et $1 + \epsilon_v$; si ce nombre n est suffisant, on considère que T_N est une bonne mesure, sinon on l'élimine. Le nombre N a été fixé à 16 au maximum ; en fait seulement $N - 1$ quotients sont significatifs, car par construction il y a toujours un quotient égal à 1 ($= \frac{T_N}{T_N}$). Ce

nombre $N - 1$ est affichable (de 0 à 15) sur le panneau avant de l'appareil. De même n est affichable de 0 à 15. La précision ϵ_v est réglable de 0,05 à 0,75 par potentiomètre.

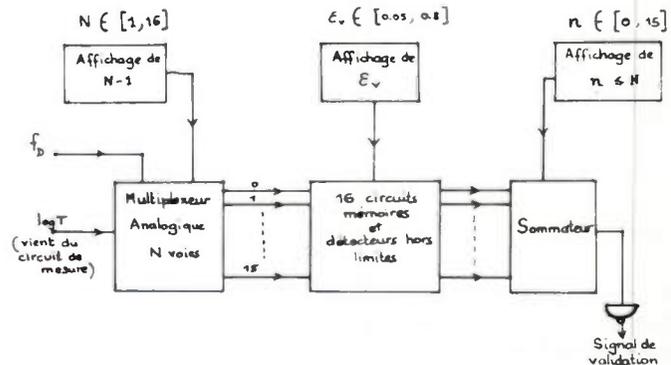


Fig. 8. — Trois paramètres de validation sont affichables : nombre de mesures mises en mémoire : $N - 1 \leq 15$, nombre minimal de quotients $\frac{T_N}{T_K}$ compris entre $1 - \epsilon_v$ et $1 + \epsilon_v$, pourcentage ϵ_v d'erreur admissible sur la constance de la vitesse à l'intérieur du domaine de mesure.

b) LE DÉTECTEUR DE SIGNE. — Il est utilisable en configuration détection de signe ou filtrage optique. Il comporte une double chaîne d'amplification suivie d'un détecteur de phase.

ba) Amplificateurs d'entrée. — Les signaux provenant des deux photodétecteurs sont amplifiés par les deux chaînes symétriques A_1 et A_2 à gain réglable (fig. 9). Puis ils sont soustraits dans l'amplificateur différentiel A_d pour former le signal qui est envoyé dans le fréquencemètre. Cette soustraction destinée surtout au mode filtrage optique, apporte néanmoins, en mode détection de signe, l'avantage de supprimer une partie des parasites et de la composante basse fréquence (seules les oscillations utiles sont déphasées de π).

bb) Détecteur de phase. — Les tensions issues des chaînes A_1 et A_2 sont transformées en signaux carrés S_{c1}, S_{c2} par

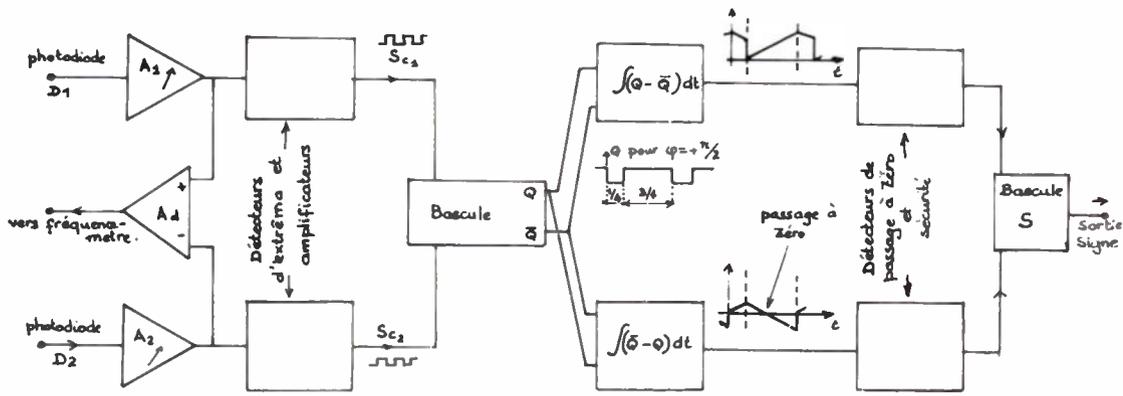


Fig. 9. – Suivant le signe du déphasage φ , les intégrateurs donnent un signal qui traverse le zéro sur l'une ou l'autre voie. Une sécurité permet de ne donner l'information « signe » qu'après dix mesures identiques consécutives.

deux circuits à diodes analogues à celui du circuit d'entrée du fréquencemètre. Ces deux circuits sont aussi identiques que possible afin que S_{c1} et S_{c2} gardent entre eux le même déphasage qu'au départ. Ces signaux provoquent le basculement alternatif d'une bascule B de sortie Q et \bar{Q} . Suivant le signe du déphasage $\left(\pm \frac{\pi}{2}\right)$ la valeur moyenne de Q est égale à $\frac{1}{4}$ ou $\frac{3}{4}$ de l'état haut. Plutôt que de se servir de cette valeur moyenne (prise sur une durée assez longue) pour détecter le signe, ce qui conduit à de nombreux cas d'ambiguïté dus à l'irrégularité des signaux, on utilise un circuit intégrant sur chaque période Doppler, les quantités $(Q - \bar{Q})$ et $(\bar{Q} - Q)$. On mesure ainsi le déphasage sur chaque période Doppler; puis pour éliminer les détections erronées, on prend la décision : « signe + » ou « signe - » que si dix mesures consécutives donnent le même résultat. L'information signe est ainsi obtenue avec une bonne sécurité malgré les irrégularités ou les parasites du signal; par contre cette détection est obtenue avec un retard de 10 périodes Doppler (ce qui est en général négligeable devant l'évolution de la vitesse mesurée).

3. PERFORMANCES ET LIMITATIONS

Nous nous sommes attachés à donner à cet appareil une grande dynamique de mesure et une bonne rapidité de réponse afin d'accéder à la mesure d'écoulements très turbulents ou fortement non permanents. Par contre, il reste limité, par principe même, dans le domaine des faibles turbulences et des très faibles vitesses.

A. Domaine de mesure

Le rapport entre la vitesse maximale et la vitesse minimale mesurables, pour une même gamme de l'appareil, est voisin de 10^4 . (La sortie analogique varie de $1\text{ mV} \pm 1\%$ à $12,5\text{ V} \pm 1\%$.) Mais cette dynamique diminue si les variations de vitesse deviennent rapides (accélération $\frac{\partial V}{\partial t}$ élevée). En effet, considérons une particule traversant le domaine de mesure avec une accélération constante $\frac{\partial V}{\partial t} = \gamma$. On montre facilement que la période du signal Doppler varie d'une

frange à la suivante, d'une valeur :

$$\Delta T = T\gamma \frac{d}{V^2} \quad (d = \text{interfrange}).$$

Si les critères de validation affichés sont n et ϵ_v , les mesures seront validées à condition qu'il existe au moins n valeurs $\frac{\Delta T}{T}$ inférieures à ϵ_v , c'est-à-dire si :

$$\frac{\Delta T}{T} \leq \frac{\epsilon_v}{n} \quad \text{ou} \quad \gamma \leq \frac{\epsilon_v}{n} \frac{V^2}{d}$$

(en supposant la vitesse moyenne V grande devant $\sqrt{2dn\gamma}$).

Ce qui montre que la vitesse minimale mesurable est d'autant plus grande que l'accélération est élevée, et que le critère $\frac{\epsilon_v}{n}$ est plus petit. Notons d'ailleurs qu'on n'évite pas cette limitation en prenant $n = 0$ (validation hors circuit) : il est facile de voir qu'une particule dont la vitesse s'annule et change de signe dans le domaine de mesure avec une accélération constante, donne un signal qui présente une période maximale finie T_0 correspondant à une vitesse mesurable minimale V_{m0} (fig. 10).

On peut donc définir un domaine de mesure dans le plan vitesse-accélération. Il est représenté dans les axes :

$$\text{fréquence } f = \frac{|V|}{d}, \quad \frac{df}{dt} = \frac{|\gamma|}{d}$$

afin de le rendre indépendant du paramètre optique d .

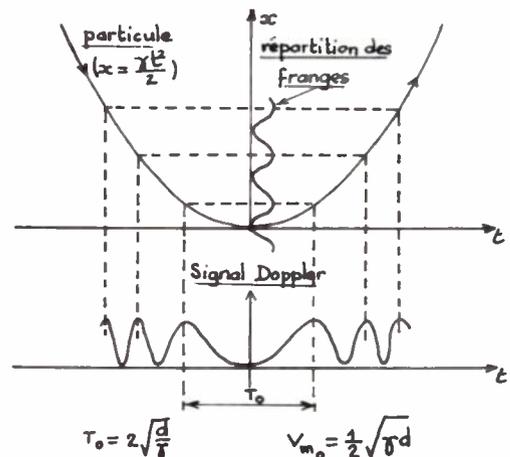


Fig. 10.

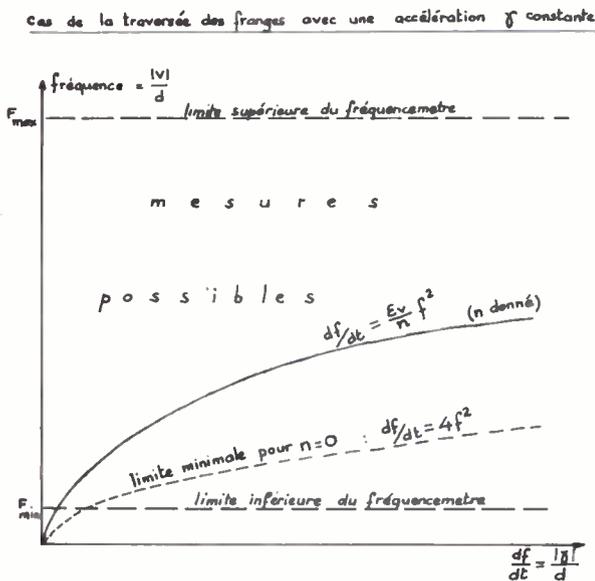


Fig. 11. — Cas de la traversée des franges avec une accélération γ constante.

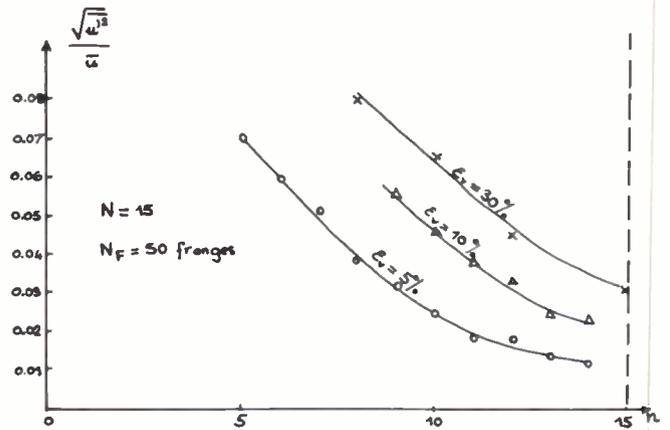


Fig. 12. — Turbulence « apparente ».

spectre situé nettement au-dessous de cette bande, on peut filtrer la turbulence apparente, sinon il ne faut pas espérer mesurer des taux de turbulence inférieurs à 5 %.

RAPIDITÉ DE RÉPONSE

Le temps de réponse de l'appareil provient d'une part du retard de certains circuits analogiques, essentiellement le circuit « antilogarithme » (de l'ordre de 200 μ s), d'autre part du principe de la mesure qui est discontinue : il y a au moins une période Doppler de retard et n (critère de validation ≤ 15) périodes si la vitesse varie brutalement. Ce retard est en valeur absolue d'autant plus grand que la vitesse est faible. Il peut donc être particulièrement appréciable lorsque la vitesse passe par zéro.

TURBULENCE APPARENTE

La distribution des particules dans le domaine de mesure étant aléatoire, la fréquence instantanée mesurée est affectée d'une fluctuation relative qui est de l'ordre de $\frac{1}{N_F}$ (N_F : nombre de franges du domaine de mesure). Ceci introduit une fluctuation qui, dans certains cas, peut être confondue avec la turbulence. A ce phénomène s'ajoutent d'autres causes de fluctuations : irrégularités éventuelles des franges, imperfection de la détection des extréma du signal Doppler (notamment au voisinage des faibles amplitudes), parasites ou fausses mesures (selon le réglage des critères de validation).

On peut connaître l'ordre de grandeur de cette « turbulence apparente » en faisant une mesure d'une vitesse parfaitement constante. La figure 12 donne les résultats obtenus en mesurant la vitesse d'une platine de tourne-disques (on fait un montage en rétrodiffusion au moyen d'une feuille de Mylar à grains très fins fixée sur la platine). On constate que le taux de « turbulence apparente » croît vite lorsque les critères de validation sont peu sévères.

La bande de fréquence occupée par ces fluctuations dépend de la fréquence moyenne. Si la turbulence vraie a un

CONCLUSION

Ce vélocimètre laser, construit à l'Institut de Mécanique des Fluides de Grenoble (1) a été conçu spécialement pour les faibles vitesses et n'est pas utilisable au delà de 10 m/s. Cette limitation tient à l'analyse période par période du signal Doppler, analyse indispensable pour effectuer une bonne validation dans les faibles vitesses. L'ensemble de traitement de signal a fait l'objet d'un dépôt de brevet par l'ANVAR. Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- deux gammes de fréquence :
20 Hz — 250 KHz ; 1 V/20 KHz
200 Hz — 2 MHz ; 1 V/200 KHz
- sorties : analogique :
fréquence instantanée
fréquence moyenne (intégration réglable)
- numérique :
binaire décimal 12 bits ; 1 bit de signe

(donne les valeurs successives de chaque période validée).

Bibliographie

- DANDLIKER R. and ITEN P. D. — Direction sensitive laser doppler velocimeter with polarized beams. *Appl. Optics*, Vol. 13, Feb. 1974, 286-290.
- DURST F. — Development and application of optical anemometers. *Ph. D. Thesis*, Imp. College, London, Dept Mech Eng., 1972.
- DURST F. and WHITELAW J. H. — Integrated optical units for laser anemometry. *J. of physics*, E, Vol. 4, 1971.
- LESPINARD G. — Sur une application du laser à l'anémométrie. 2^e thèse. Faculté des Sciences, Grenoble, 1968.
- LISMONDE B. — Anémomètre à laser pour l'étude des vitesses dans le modèle de la Manche du centre d'étude des marées de Grenoble. *Congrès Franç. de Mécanique de Poitiers*, 1973.
- LISMONDE B. — Les anémomètres à laser. Étude de leurs caractéristiques. Réalisation de prototypes. *Thèse*, Université Scientifique et Médicale de Grenoble, 1976.

(1) Appareil commercialisé par Alep Électronique, 10, rue Duployé, 38100 Grenoble.

Prévision de l'erreur statistique dans la mesure de densités de probabilités ⁽¹⁾

PROBABILITÉS

L'onde électrique,
1978, vol. 58, n° 5
pp. 375-382



par Salwa EL-RAMLY,

Maître de Conférences, Département d'Électricité de la Faculté Polytechnique, Université d'Ain-Shams, Abbassia, Le Caire.

et Pierre DUHAMEL,

Maître de Conférences, Laboratoire de Thermique du CNAM.

CNAM, 292, rue Saint-Martin, 75141 Paris Cedex 03, (tél. : 271.24.14).

RÉSUMÉ

On explicite l'expression donnant l'erreur statistique de mesure. On constate qu'apparaît une échelle temporelle caractéristique de la mesure et du processus étudié. Cette échelle, liée à des probabilités du second ordre est, dans le cas gaussien, algébriquement reliée à une propriété aisée à mesurer de la fonction d'autocorrélation du signal à l'origine.

On vérifie, par simulation de signaux gaussiens, la validité des formules théoriques. Au cours de cette vérification on s'interroge sur l'existence d'une période optimale d'échantillonnage du signal et on constate qu'elle est de l'ordre du triple de l'échelle caractéristique. Pour des signaux intermittents on constate empiriquement que la microéchelle est caractéristique du moins dans des conditions qui sont précisées. On propose enfin un plan de mesure adapté à ces signaux classiques en turbulence.

SUMMARY

Statistical error prediction in measurement of probability densities.

The form of the statistical error is expressed. A time-scale characteristic of the measurement and of the process appear in the formula. This scale, connected with second-order probabilities in the general case, can be expressed, in the gaussian case, in an algebraic form with the help of an easy-to-measure property of the autocorrelation function of the signal at the origin.

The validity of the theoretical formulae is then verified by mean of the simulation of gaussian signals. During this assay is examined the existence of an optimal sampling period which is found to be approximately three times the characteristic scale. It is then empirically established, working with intermittent signals, that the micro-scale is characteristic, at least for determined conditions. Finally a measurement planing, which suits well this classical signal in turbulence is proposed.

INTRODUCTION

L'obtention expérimentale des densités de probabilité est un moyen très utile d'analyse des signaux aléatoires. Les erreurs commises au cours de telles mesures demeurent peu étudiées si bien que les expérimentateurs engagés dans ce type d'analyse sont amenés à se placer dans des conditions dont ils espèrent qu'elles minoreront les erreurs. Nous nous proposons ici d'aider l'expérimentateur dans le choix des paramètres de mesure.

Soit $p_X(x)$ la densité de probabilité du premier ordre de la variable aléatoire continue X définie par :

$$p_X(x) dx = \mathcal{P}_r[x < X \leq x + dx].$$

L'expérimentateur désirant obtenir une estimation $\widehat{p}_X(x)$ de $p_X(x)$ est soumis à deux contraintes. D'une part, il n'a pas accès à l'infiniment petit dx qu'il remplace par un accroissement fini Δx , il est ainsi conduit à introduire une première erreur dite « de biais » ; d'autre part ne pouvant pas répéter indéfiniment le nombre d'épreuves sur la variable X [ou n'ayant pas accès à un signal de durée infinie s'il s'agit d'une fonction aléatoire $X(t)$] il ne pourra qu'approcher la probabilité en mesurant la fréquence relative d'un événement commettant ainsi une seconde erreur dite « erreur statistique ».

L'erreur de biais, proportionnelle au carré de l'accroisse-

ment Δx [1] n'atteint des valeurs élevées que si l'axe Ox des amplitudes ne peut être divisé en un nombre suffisant de classes (de largeur Δx); elle est aujourd'hui réduite ([1], [2], [3]) grâce à l'emploi de systèmes numériques (ordinateurs en particulier) qui autorisent en effet de très faibles pas Δx de quantification. Nous nous plaçons, par hypothèse, dans une situation très courante en pratique permettant de négliger cette erreur et étudions l'erreur statistique relative, ε_s , commise sur $\widehat{p}_X(x)$. Suivant Bendat et Piersol [1] nous nous intéressons donc à la racine carrée de l'écart quadratique moyen entre $\widehat{p}_X(x)$ l'estimateur et sa moyenne [soit l'écart type de $\widehat{p}_X(x)$], cette racine carrée étant divisée par la valeur réelle $p_X(x)$. Utilisant la notation classique d'espérance mathématique ($E\{ \}$) introduite en calcul des probabilités, ε_s est alors définie par la relation :

$$\varepsilon_s^2 = (E\{\widehat{p}_X(x) - p_X(x)\})^2 / p_X^2(x) \quad (1)$$

Soit encore, en introduisant la dispersion ε de l'estimateur [rapport de l'écart type de $\widehat{p}_X(x)$ et de sa moyenne] :

$$\varepsilon_s^2 = \varepsilon^2 E^2\{\widehat{p}_X(x)\} / p_X^2(x).$$

Mais, puisque l'erreur de biais,

$$E\{\widehat{p}_X(x) - p_X(x)\} / p_X(x)$$

est, par hypothèse, négligeable devant l'unité :

$$E^2\{\widehat{p}_X(x)\} / p_X^2(x) = (1 + E\{\widehat{p}_X(x) - p_X(x)\} / p_X(x))^2 \simeq 1$$

et

$$\varepsilon_s^2 = \varepsilon^2. \quad (2)$$

⁽¹⁾ Article reçu le 25 mai 1977 et accepté dans sa forme définitive le 23-11-1977.

Posons alors

$$P_X(x, \Delta x) = \mathcal{P}_r \left[x - \frac{\Delta x}{2} < X \leq x + \frac{\Delta x}{2} \right]$$

La dispersion de l'estimateur sans biais

$$\widehat{P}_X(x, \Delta x) \quad \text{de} \quad P_X(x, \Delta x)$$

est égale à la dispersion de $\widehat{p}_X(x) = \widehat{P}_X(x, \Delta x)/\Delta x$. Il nous suffira donc d'étudier la dispersion ε de l'estimateur $\widehat{P}_X(x, \Delta x)$.

1. ÉCHELLE CARACTÉRISTIQUE DE LA MESURE

Soit maintenant $X(t)$ une fonction aléatoire stationnaire et ergodique la moyenne temporelle :

$$\frac{1}{T} \int_0^T \pi_x(t) dt$$

de la fonction porte :

$$\pi_x(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } x - \frac{\Delta x}{2} < X(t) \leq x + \frac{\Delta x}{2} \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$

est un estimateur sans biais [4], [5] de la probabilité $P_X(x, \Delta x)$.

En effet :

$$E \left\{ \frac{1}{T} \int_0^T \pi_x(t) dt \right\} = \frac{1}{T} \int_0^T E \{ \pi_x(t) \} dt$$

et

$$E \{ \pi_x(t) \} = \int_{x-\frac{\Delta x}{2}}^{x+\frac{\Delta x}{2}} p_X(u) du \simeq \Delta x p_X(x) = P_X(x, \Delta x)$$

on peut donc poser

$$\widehat{P}_X(x, \Delta x) = \frac{1}{T} \int_0^T \pi_x(t) dt.$$

En outre, une formule introduite pour la première fois par Fortet et désormais classique (Cf. [4], [5], [6]) permet d'écrire la dispersion de la moyenne temporelle d'une fonction aléatoire stationnaire et ergodique $Y(t)$ sous la forme :

$$\varepsilon^2 \simeq \frac{2T_1}{T} \cdot \frac{E\{Y^2\} - E^2\{Y\}}{E^2\{Y\}} \quad (3)$$

Cette écriture est subordonnée à l'existence de l'échelle temporelle T_1 dite « échelle intégrale » et à la condition $T_1 \ll T$.

L'échelle intégrale est définie par

$$T_1 = \int_0^\infty \frac{\Gamma_Y(\tau) - E^2\{Y\}}{E\{Y^2\} - E^2\{Y\}} d\tau \quad (4)$$

où $\Gamma_Y(\tau)$ est la fonction d'autocorrélation $E\{Y(t) \cdot Y(t + \tau)\}$ du signal $Y(t)$. Nous renvoyons le lecteur aux ouvrages cités pour la démonstration de la formule (3) trop longue pour être reproduite ici.

REMARQUE. — Dans quelques domaines de la physique (électronique notamment Cf. [1], [2]) on préfère la notion de largeur de bande B_V à celle d'échelle intégrale. Pour un signal ayant un spectre non nul à l'origine on montrerait que :

$$2B_V = \frac{1}{2T_1}$$

Appliquée au cas de la mesure de $P_X(x, \Delta x)$ — il suffit de remplacer $Y(t)$ par $\pi_x(t)$ — la formule (4) conduit à une échelle I_π caractéristique du type de mesure et du processus $X(t)$ étudié :

$$I_\pi = \int_0^\infty \frac{E\{\pi_x(t)\pi_x(t + \tau)\} - E^2\{\pi_x(t)\}}{E\{\pi_x^2(t)\} - E^2\{\pi_x(t)\}} d\tau$$

mais

$$E\{\pi_x(t)\pi_x(t + \tau)\} = \mathcal{P}_r \left[x - \frac{\Delta x}{2} < X(t) \leq x + \frac{\Delta x}{2}, \right.$$

$$\left. x - \frac{\Delta x}{2} < X(t + \tau) \leq x + \frac{\Delta x}{2} \right]$$

soit

$$E\{\pi_x(t) \cdot \pi_x(t + \tau)\} = P_{XX}(x, \Delta x, x, \Delta x; \tau)$$

comme

$$\pi_x^2(t) = \pi_x(t).$$

On a

$$E\{\pi_x^2(t)\} = E\{\pi_x(t)\}$$

par ailleurs nous avons déjà montré que

$$E\{\pi_x(t)\} = P_X(x, \Delta x).$$

Ainsi les formules (3) et (4) deviennent respectivement :

$$\varepsilon^2 \simeq \frac{2I_\pi}{T} \cdot \frac{1 - P_X(x, \Delta x)}{P_X(x, \Delta x)} \quad (5)$$

$$I_\pi = \int_0^\infty \frac{P_{XX}(x, \Delta x, x, \Delta x; \tau) - P_X^2(x, \Delta x)}{P_X(x, \Delta x) - P_X^2(x, \Delta x)} d\tau \quad (6)$$

Habituellement ([4], [5]) les expérimentateurs s'appuyant sur le fait que $P_X(x, \Delta x) = \Delta x p_X(x)$ est très inférieur à l'unité utilisent la formule approchée :

$$\varepsilon^2 \simeq \frac{2I_\pi}{T} \cdot \frac{1}{P_X(x, \Delta x)} \quad (7)$$

et remplacent I_π par T_1 , échelle intégrale du processus lui-même. C'est le résultat même des mesures de $P_X(x, \Delta x)$ qui, en dernier ressort, permet de choisir entre l'approche légèrement majorante (7) et la formule (5). L'expérience accepte généralement l'approximation (7) mais dans le cas contraire, l'application de (5) ne pose aucun problème supplémentaire à l'expérimentateur. Le remplacement de I_π par T_1 , préconisé dans la référence [4], est plus délicat à justifier. En effet, cette pratique suppose que les deux échelles sont du même ordre de grandeur; seule une mesure de l'une et de l'autre permettrait d'en être assuré. Malheureusement si la mesure de l'échelle intégrale est relativement aisée, il n'en va pas de même de la mesure de l'échelle caractéristique qui dépend de probabilités doubles et est, dans le cas général, fonction de l'amplitude x .

On peut cependant montrer que, pour un processus $X(t)$ gaussien, T_1 est une majoration de I_π (1). La substitution permet alors d'obtenir une majoration de la dispersion. La question se pose alors de savoir si cette majoration n'est pas excessive et s'il n'existe pas, dans ce cas gaussien, une approximation aisée à calculer et à mesurer de l'échelle caractéristique.

2. APPLICATION AUX SIGNAUX GAUSSIENS

$X(t)$ est maintenant une fonction aléatoire gaussienne, centrée et dérivable. Soit N_x la fréquence moyenne de passage de la fonction au niveau d'amplitude x . Cette fréquence peut s'écrire [3], [7] :

$$N_x = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{-\Gamma''_x(0)}{\Gamma_x(0)}} e^{-\frac{x^2}{2\Gamma_x(0)}} \tag{8}$$

soit encore puisque

$$p_x(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\Gamma_x(0)}} e^{-\frac{x^2}{2\Gamma_x(0)}}$$

$$N_x = \sqrt{\frac{-2\Gamma''_x(0)}{\pi}} p_x(x) \tag{9}$$

On constate que, pour un processus gaussien, estimer $p_x(x)$ revient à un facteur multiplicatif près lié au processus, à estimer N_x . Alors si \widehat{N}_x est un estimateur de N_x on aura :

$$\text{Var}\{\widehat{N}_x\} = -\frac{2\Gamma''_x(0)}{\pi} \text{Var}\{\widehat{p}_x(x)\}$$

soit encore

$$\text{Var}\{\widehat{N}_x\} = \frac{-2\Gamma''_x(0)}{\pi} \varepsilon^2 E^2\{\widehat{p}_x(x)\} \tag{10}$$

Mais on peut montrer [8], [9] qu'en estimant N_x à l'aide d'une moyenne temporelle sur l'intervalle T on a

$$\text{Var}\{\widehat{N}_x\} \leq \frac{N_x}{T}$$

pour T suffisamment grand. L'équation (10) permet alors de trouver une majoration de I_π (I_π apparaît dans l'expression de ε^2) soit :

$$I_\pi \leq \frac{-\pi N_x P_x(x, \Delta x)}{4\Gamma''_x(0)E^2\{\widehat{p}_x(x)\}}$$

et comme d'après (2) et (9)

$$E^2\{\widehat{p}_x(x)\} \simeq p_x^2(x) = \frac{\pi N_x^2}{-2\Gamma''_x(0)}$$

on obtient une majoration originale de l'échelle :

$$I_\pi \leq \frac{P_x(x \Delta x)}{2N_x}$$

(1) Sous réserve que l'autocovariance du signal $X(t)$ garde un signe constant quelle que soit la valeur du retard τ ; dans le cas contraire c'est une échelle définie à l'aide de la valeur absolue de cette autocovariance qui majore I_π (Cf. [4], page 73 à 76).

En mécanique de la turbulence on préfère la notion de microéchelle t_m à celle de fréquence de passage à l'amplitude nulle N_0 . On pose donc [4]

$$t_m = \sqrt{\frac{2\Gamma_x(0)}{-\Gamma''_x(0)}}$$

De (8) on déduit aisément

$$t_m = \frac{\sqrt{2}}{\pi N_0}$$

formule qui montre que la microéchelle est proportionnelle à la durée moyenne entre deux passages du signal $X(t)$ à l'amplitude nulle. Introduisant alors cette échelle temporelle on obtient :

$$I_\pi \leq \frac{\sqrt{\pi}}{4} \cdot \frac{\Delta x}{\sqrt{\Gamma_x(0)}} t_m \tag{11}$$

On pourra donc chiffrer le paramètre essentiel de l'erreur statistique qu'est l'échelle caractéristique à l'aide des propriétés de la fonction d'autocorrélation du processus lui-même au voisinage de son origine; le calcul est donc encore plus simple que celui de l'échelle intégrale T_1 . Remarquons que l'échelle caractéristique est indépendante de la valeur de l'amplitude [formule (11)] ce qui n'est pas le cas pour un processus quelconque.

3. VÉRIFICATION EXPÉRIMENTALE

On vérifie les résultats précédents en générant des signaux aléatoires à l'aide du bruit d'avalanche se produisant dans une jonction à semi-conducteur dès qu'on augmente la tension inverse de polarisation.

Un test du Chi-deux a permis de constater que les signaux construits (1) par cette méthode sont gaussiens à un niveau de signification très supérieur à 95 % (Cf. fig. 1).

Pour un signal donné on commence par tracer la fonction d'autocorrélation – on l'obtient à l'aide d'un corrélateur numérique – puis on calcule l'échelle intégrale à l'aide de cette courbe; la microéchelle est déterminée en traçant

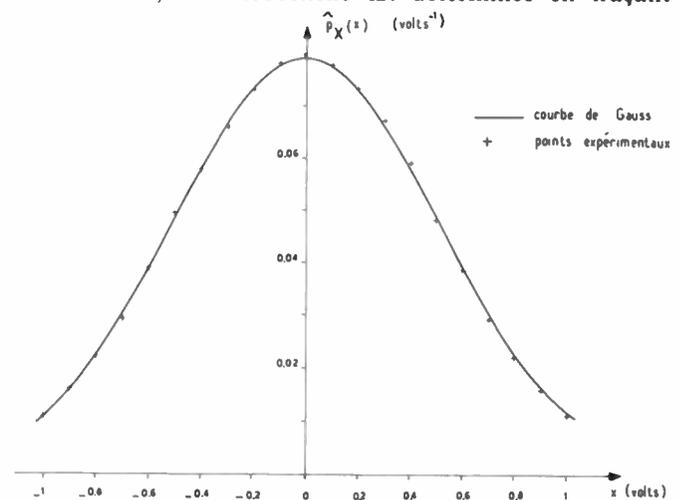


Fig. 1. – Densité de probabilité d'un signal gaussien simulé.

(1) Le bruit d'avalanche est amplifié puis filtré pour des raisons liées à l'utilisation rationnelle du matériel dont on dispose. Des précisions complémentaires sont données dans la référence [9].

$\Gamma_X(\tau^2)/\Gamma_X(0)$ comme le montre la figure 2. Le cas présenté correspond à

$$T_1 \approx 1,45 \text{ ms}$$

$$I_\pi \approx 0,65 \text{ ms}$$

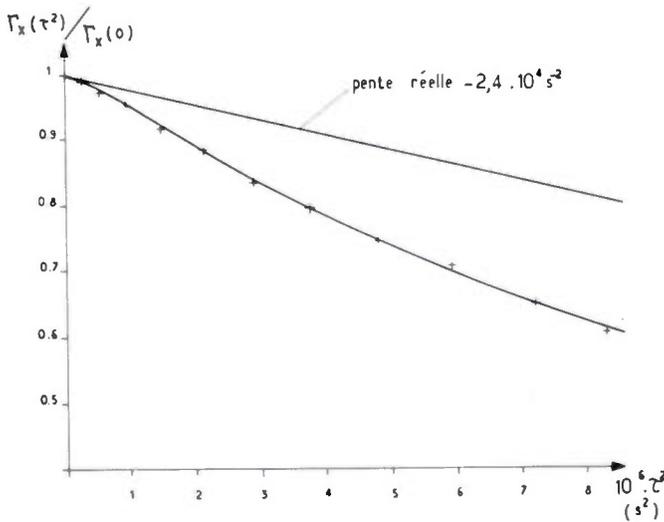


Fig. 2. — Détermination expérimentale de

$$\frac{\Gamma_X(0)}{2\Gamma_X(0)} = \frac{1}{\Gamma_X(0)} \left. \frac{d\Gamma_X(\tau^2)}{d(\tau^2)} \right|_{\tau=0}$$

pour le calcul de la microéchelle t_m .

On étudie ensuite la dispersion de diverses mesures de la densité de probabilité; ces mesures sont pratiquées numériquement à l'aide d'une chaîne construite autour d'un ordinateur IBM 1800 [10]. Le recours à des méthodes statistiques de test est évidemment nécessaire puisque le nombre d'épreuves — une épreuve est une mesure d'une densité — est limité. La formule (7) montre que la relation entre $\log \varepsilon^2$ et $\log P_X(x, \Delta x)$ doit être linéaire — I_π étant une constante — on a donc non seulement porté sur la figure 3 les points de coordonnées $\log \widehat{P}_X(x, \Delta x)$, $\log \widehat{\varepsilon}^2$ mais également tracé la droite de régression correspondante ainsi que l'intervalle de confiance associé. On constate l'excellent accord entre ces résultats d'expériences et la formule théorique. Les densités étant obtenues numériquement, un paramètre de mesure est la fréquence F_e ou la période T_e d'échantillonnage du signal; on a donc répété les expériences sur un même signal en faisant varier cette fréquence. On a constaté qu'au fur et à mesure qu'elle diminue, la ligne de régression, tout en restant à l'intérieur de l'intervalle de confiance, s'écarte cependant de la droite théorique (Cf. fig. 4). Comme le note Lumley [4] ou Duhamel [5], en remplaçant T par NT_e dans la formule (7), la période d'échantillonnage $2I_\pi$ apparaît comme optimale dans le type de mesure pratiqué. En effet, écrivons la formule ainsi modifiée :

$$\varepsilon^2 \approx \frac{2I_\pi}{T_e} \frac{1}{NP_X(x, \Delta x)} \quad (12)$$

On connaît (Cf. par exemple [1], p. 178) la dispersion d'une estimation obtenue avec le même nombre N d'échantillons indépendants :

$$\varepsilon_{\text{ind}}^2 \approx \frac{1}{NP_X(x, \Delta x)} \quad (13)$$

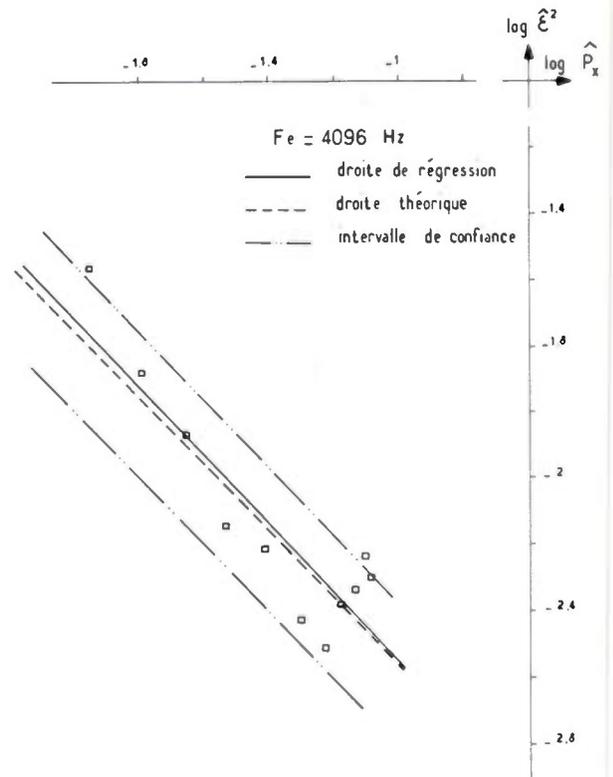


Fig. 3. — Vérification de formules de calcul de l'erreur et de l'échelle caractéristique dans le cas d'un signal gaussien.

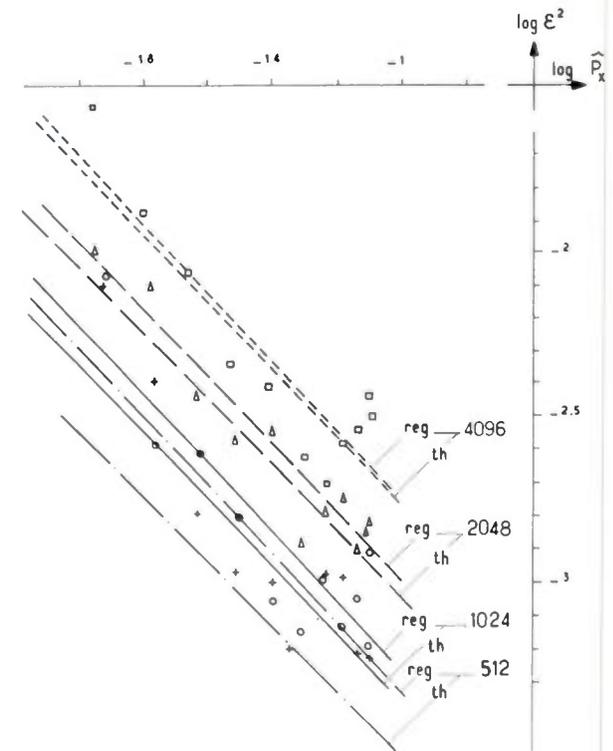


Fig. 4. — Influence de la fréquence d'échantillonnage. Droites de régression (reg), droites théoriques (th) et points expérimentaux pour les fréquences: 4096 Hz (\square), 2048 Hz (Δ), 1024 Hz (\circ), 512 Hz ($+$).

Comme pour un grand nombre donné d'échantillons on ne peut obtenir une dispersion inférieure à ε_{ind} (Cf. [2], p. 73 ou considérer la structure de la formule (14) ci-dessous), T_e est limité supérieurement par $2I_\pi$ dans (12). La période $2I_\pi$ minimise donc l'erreur pour un nombre N d'échantillons donné puisque dans ce cas (12) et (13) coïncident.

La substitution de NT_e à T dans (7) implique une hypothèse. Elle revient à admettre « implicitement qu'il n'existe aucune différence entre une moyenne obtenue après discrétisation et celle obtenue avant » ([5], p. 88). En particulier, on ne peut introduire une échelle caractéristique (définie à l'aide d'une intégration dans le temps) conservant son sens que si l'évolution de la probabilité $P_{xx}(x, \Delta x, x, \Delta x; \tau)$ est traduite après discrétisation, la période d'échantillonnage T_e doit ainsi rester faible. Il n'est donc pas surprenant de constater (fig. 4) que plus T_e croît (plus F_e décroît) et se rapproche de la valeur $2I_\pi$ ($1/2 I_\pi = 770$ Hz ici) et plus les points expérimentaux s'éloignent de la droite traduisant la formule (12). Dans la référence [9] où sont menés séparément les deux calculs de dispersion (signal échantillonné ou non) est fournie une interprétation complète de l'écart constaté.

La dispersion des mesures réalisées après échantillonnage se met sous la forme [9] :

$$\varepsilon^2 = \frac{1 - P_x(x, \Delta x)}{NP_x(x, \Delta x)} \sum_{k=1}^{N-1} \left(1 - \frac{k}{N}\right) \frac{P_{xx}(x, \Delta x, x, \Delta x, kT_e) - P_x^2(x, \Delta x)}{P_x(x, \Delta x) - P_x^2(x, \Delta x)} \quad (14)$$

L'analogie entre cette formule et celle correspondant au cas continu permet de confirmer les remarques précédentes; cette expression montre pourquoi (12) sous-estime la dispersion lorsque la période T_e est voisine de $2I_\pi$. En effet ce n'est que si

$$P_{xx}(x, \Delta x, x, \Delta x, \tau) = P_x^2(x, \Delta x) \quad \text{pour} \quad \tau \geq 2I_\pi$$

c'est-à-dire si deux échantillons séparés d'une durée supérieure au double de l'échelle caractéristique sont effectivement indépendants que pourra être appliquée la formule (13).

Quelles mesures directes de la probabilité double $P_{xx}(x, \Delta x, x, \Delta x, \tau)$ ont montré qu'existe une corrélation résiduelle entre deux échantillons séparés de l'intervalle de temps $2I_\pi$ et qu'il est nécessaire d'échantillonner à la période $3I_\pi$ pour qu'une corrélation suffisamment faible autorise sans risque notable l'application de la formule (13).

4. SIGNAUX INTERMITTENTS

On rencontre, en analyse de la turbulence notamment (zones de frontières libres d'écoulements turbulents tels les jets, sillages ou couches limites, régimes d'apparition de la turbulence comme celui de transition entre les écoulements laminaire et turbulent, etc...) des signaux, représentatifs d'une composante de la vitesse locale du fluide par exemple, ayant l'allure représentée sur le schéma 5. Cet aspect a conduit deux mécaniciens [11] à proposer le modèle suivant :

$$X(t) = [1 - b(t)][X_1(t) - a_0 E\{b\}] + b(t)[X_2(t) + a_0(1 - E\{b\})] \quad (15)$$

Le signal bascule brutalement d'un état représenté par $X_1(t) - a_0 E\{b\}$ (Cf. schéma 5) de moyenne $-a_0 E\{b\}$ [$X_2(t)$ est aléatoire centré] inférieure à la moyenne de $X(t)$, à un état

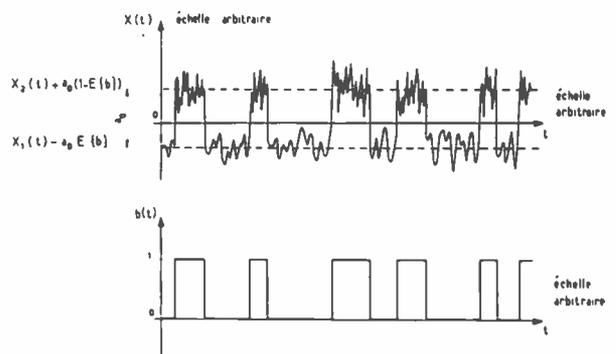


Schéma 5. - Signal intermittent.

représenté par $X_2(t) + a_0(1 - E\{b\})$ de moyenne supérieure à la moyenne globale, sous le contrôle de $b(t)$, appelée fonction intermittence; de l'avis des auteurs et au vu des conséquences qu'ils en ont tiré cette fonction $b(t)$, indicatrice d'état, peut valablement être représentée par une succession de créneaux de hauteur unité et de durée aléatoire (Cf. schéma).

Utilisant un modèle voisin dans lequel les changements d'états ne sont plus instantanés, d'autres auteurs [12] ont montré en comparant quantitativement le modèle à des résultats d'expériences que $X_1(t)$ et $X_2(t)$ pouvaient être considérée comme gaussiens. D'autres auteurs [13] appliquant directement (15) concluent à son aptitude à traduire qualitativement leurs mesures tout en mettant en doute la gaussianité d'au moins un des signaux. En dépit des inconvénients présentés par le modèle classique (15) liés notamment à la présence de la fonction discontinue $b(t)$, il nous est apparu utile de tenter de fournir aux expérimentateurs travaillant sur de tels signaux intermittents quelques indications sur les erreurs commises lors de caractérisations au premier ordre.

Il est possible, dans le cadre des hypothèses faites [gaussianité de $X_1(t)$ et $X_2(t)$] de calculer théoriquement [9] le carré de la dispersion d'une estimation de la densité d'un tel signal et de trouver l'échelle caractéristique. Les formules obtenues conservent le caractère non linéaire du modèle et font apparaître des propriétés des premier et second ordre de $X_1(t)$, $X_2(t)$ et $b(t)$. [Probabilités de X_1 , X_2 à l'amplitude x , espérance mathématique de b , échelles caractéristiques de X_1 , X_2 , échelle intégrale de b]; pour cette raison elles restent peu utilisables dans la pratique expérimentale où chaque signal constituant n'est pas individuellement accessible [seul l'est $X(t)$, c'est-à-dire une combinaison non linéaire conforme à (15) des signaux $X_1(t)$, $X_2(t)$ et $b(t)$]. Un expérimentateur sera plus intéressé par des formules simples permettant de mesurer ou d'estimer I_π à l'aide de propriétés globales; pour répondre à ce souhait nous nous sommes orientés vers la recherche de formules empiriques.

Le signal intermittent est simulé analogiquement; $X_1(t)$ et $X_2(t)$ signaux gaussiens sont obtenus comme indiqué au § 3, le signal $b(t)$ de commande du basculement de l'état 1 à l'état 2 est généré à l'aide d'un troisième signal gaussien fortement amplifié puis coupé de part et d'autre d'un seuil arbitraire. Ce signal en créneaux est ensuite utilisé pour commander une porte. Les signaux obtenus ont été testés à la fois du point de vue de leur conformité avec le modèle (15) et du point de vue de leur ressemblance aux signaux turbulents réels; la figure 6

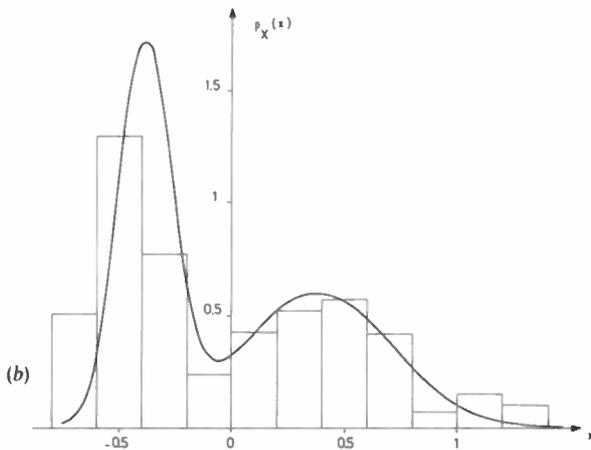
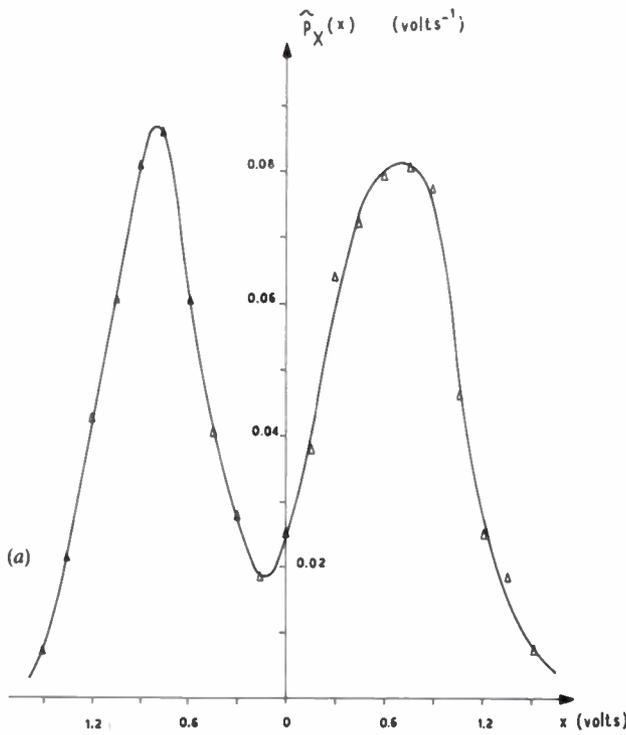


Fig. 6. — Comparaison entre les densités de probabilité.
 (a) D'un signal intermittent simulé.
 (b) D'un signal réel (d'après [12]).

montre la densité de probabilité d'un signal simulé (a) à côté d'une densité « réelle » (b) la figure 7 permet de faire le même type de comparaison pour les spectres de puissance. On se borne ici à constater une analogie de forme assez remarquable qui pourrait être exploitée par ailleurs.

On a mesuré l'échelle intégrale et la microéchelle du signal $X(t)$. Cette dernière n'est pas définie pour le modèle $[b(t)]$ n'est pas dérivable] mais étant donné que notre signal est analogique et issu d'un processus physique, il est dérivable et la microéchelle est mesurable. Pour le cas présenté on a trouvé

$$T_1 \approx 2,4 \text{ ms}, \quad t_m \approx 0,9 \text{ ms}.$$

Différentes mesures de densité ont été pratiquées, les résultats traités comme précédemment. On constate (fig. 8) que la microéchelle, t_m , joue le rôle d'échelle caractéristique I_π pour l'ensemble des valeurs d'amplitude considérées; elle permet en effet de calculer l'ordre de grandeur de la

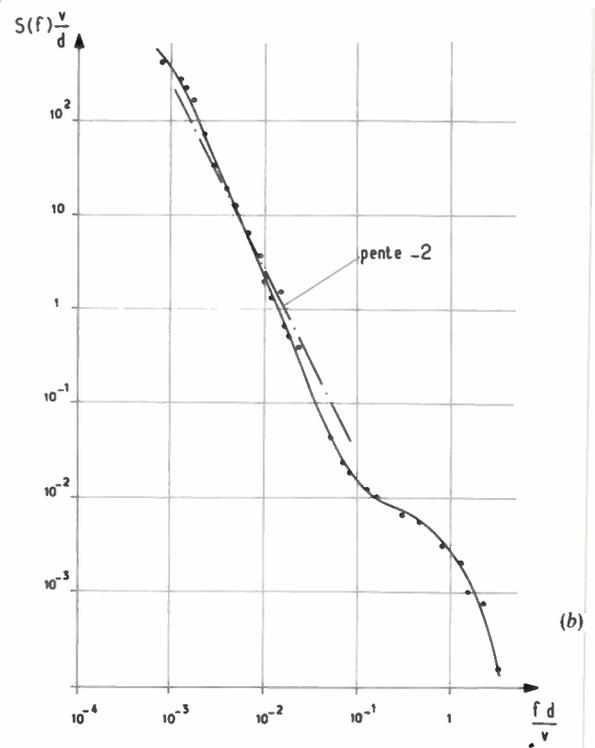
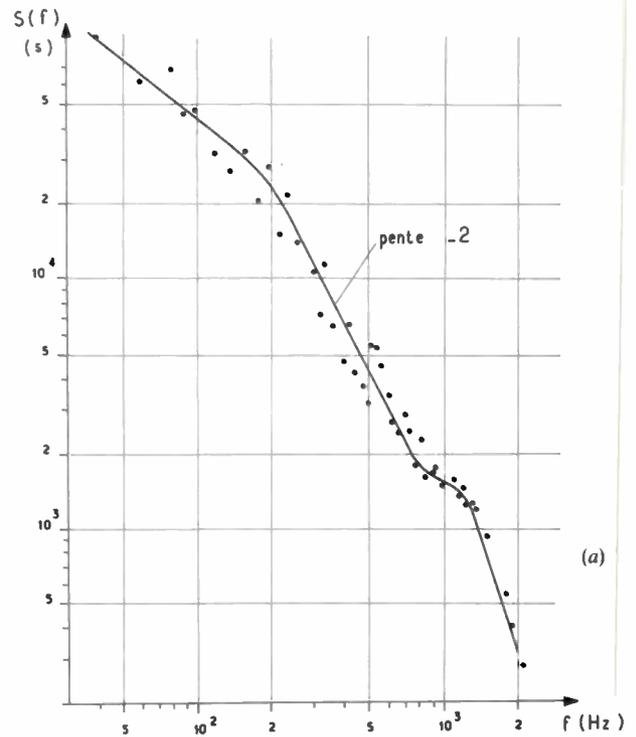


Fig. 7. — Comparaison entre les spectres de puissance.
 (a) D'un signal intermittent simulé.
 (b) D'un signal réel (d'après [13]).

dispersion (courbe a) alors que l'échelle intégrale T_1 conduit à une majoration irréaliste de cette dispersion (courbe b). L'étude en fonction de la fréquence d'échantillonnage a permis de constater à nouveau que pour obtenir des échantillons quasi décorrés du point de vue de la mesure des densités il fallait échantillonner à des fréquences de l'ordre de $1/3 I_\pi$.

Les signaux intermittents invoqués ne peuvent être définis, au premier ordre stochastique, qu'à l'aide de 4 paramètres

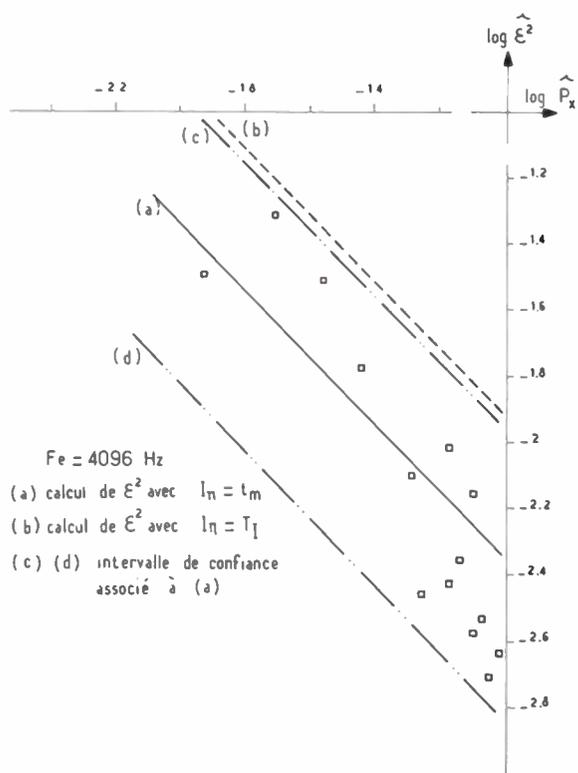


Fig. 8. — Recherche empirique d'une échelle caractéristique pour un signal intermittent.

[a_0 , $E\{b\}$], σ_1 et σ_2 les écarts-types des signaux gaussiens $X_1(t)$ et $X_2(t)$. Un calcul de probabilité s'appuyant sur (15) permet en effet d'établir [12] :

$$a_0 p_X(x) = (1 - E\{b\}) \frac{a_0}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x}{\sigma_1} + \frac{a_0}{\sigma_1} E\{b\}\right)^2\right] + E\{b\} \frac{a_0}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x}{\sigma_2} - \frac{a_0}{\sigma_2} (1 - E\{b\})\right)^2\right]$$

Cette expression montre que toute modification des rapports a_0/σ_1 et a_0/σ_2 altère la forme de la densité de probabilité de $X(t)$ depuis une allure pratiquement symétrique (a_0/σ_1 et a_0/σ_2 très petits devant 1) jusqu'à une allure où apparaissent deux pics (a_0/σ_1 et a_0/σ_2 très grands devant 1); les courbes des figures 6a et 6b correspondent à des situations intermédiaires. Il résulte de ces altérations de forme, des modifications de l'échelle caractéristique. Lorsqu'on sait que, pour un signal formé uniquement de créneaux (σ_1 et σ_2 tendent vers zéro), l'échelle caractéristique est égale à l'échelle II intégrale du signal [9] [la fonction d'autocorrélation $\Gamma_b(\tau)$ coïncide dans ce cas avec la probabilité double et les deux échelles ont alors même définition] on doit s'attendre à ce que l'échelle caractéristique de ce type de signal varie depuis une valeur voisine de l'échelle intégrale (a_0/σ_1 et a_0/σ_2 grands, pics marqués sur la densité) jusqu'à une valeur voisine de celle calculée pour les signaux gaussiens (a_0/σ_1 et a_0/σ_2 petits, densité symétrique sans pic) en passant par une valeur égale à la microéchelle (densité présentant deux « bosses »). Ces considérations permettent de proposer un plan de mesure sur des signaux intermittents :

- Dans une première analyse l'erreur — ou la durée T de mesure — serait calculée en considérant que $I_\pi \approx T_1$.
- Au vu des premiers résultats l'expérimentateur pourra affiner ses prévisions. S'il observe des pics marqués il

conservera la même valeur pour l'échelle caractéristique; si les pics sont peu marqués il prendra $I_\pi \approx t_m$; si l'allure est symétrique et sans pics il pourra appliquer les formules du cas gaussien sans risque important nous a-t-il semblé.

CONCLUSION

On a constaté que la formule

$$\epsilon^2 \approx \frac{2I_\pi}{T} \frac{1 - P_X(x, \Delta x)}{P_X(x, \Delta x)}$$

donnait un bon ordre de grandeur de l'erreur statistique commise à l'amplitude x lors de mesures de densités de probabilité du premier ordre. L'étude théorique et expérimentale a permis de préciser la valeur de I_π dans les cas suivants :

- Les signaux gaussiens ont une échelle caractéristique I_π indépendante du niveau d'amplitude. Elle est beaucoup plus petite que l'échelle intégrale et s'exprime à l'aide de propriétés élémentaires de la fonction d'autocorrélation du signal au retard nul.
- Les signaux intermittents semblables à ceux rencontrés en analyse de la turbulence ont une échelle caractéristique en principe variable avec l'amplitude. Expérimentalement on a cependant constaté que la microéchelle du signal est caractéristique sur toute la plage des amplitudes.

— Enfin, les deux types de processus étudiés, échantillonnés à une période triple de l'échelle caractéristique fournissent des échantillons suffisamment décorrélés pour que l'application de la formule classique donnant la dispersion d'échantillons indépendants puisse être appliquée sans risque notable.

On pense fournir aux expérimentateurs confrontés à la caractérisation au premier ordre de processus aléatoires stationnaires, et qui désireraient résoudre ce problème par la mesure de densités de probabilité, des éléments originaux qui leur permettent, non seulement d'estimer les limites de fiabilité de leurs résultats mais aussi de prévoir le temps (ou le nombre d'échantillons) nécessaire à l'obtention de résultats fiables. Les physiciens amenés à étudier des phénomènes où les grandeurs d'intérêt ont l'apparence de bruits, que ce soit en mécanique, aérothermique, acoustique, électronique ou physique nucléaire pourront ainsi, au cours de leurs expériences tirer profit de cette recherche.

Ce travail a été réalisé dans les locaux des laboratoires de l'ENSEM à Nancy. Nous remercions M. le Professeur D. Paulmier, directeur du LEMTA et M. Abignoli maître de Conférences au LEEA d'avoir bien voulu mettre à notre disposition les moyens matériels de ces Laboratoires.

Bibliographie

[1] BENDAT J. S. et PIERSON A. G. — *Random data analysis and measurement procedures*. John Wiley and sons, 1971.
 [2] MAX J. — *Méthodes et techniques de traitement du signal*. Tome 1 : principes et appareillages de traitement en temps réel, Masson édit., Paris, 1972.
 [3] PAPOULIS A. — *Probability, random variables and stochastic processes*. Mc.Graw-Hill, 1965.
 [4] LUMLEY J. L. — *Stochastic tools in turbulence*. Academic Press, 1970.
 [5] DUHAMEL P. — *Traitement du signal et quelques applications à la mécanique*. Université Laval, rapport LMF 73-2, 1973.
 [6] STERN J., de BARBEYRAC J. et POGGI R. — *Méthodes pratiques d'étude des fonctions aléatoires*. Dunod, 1967.

- [7] BLAKE I. F. et LINSEY W. C. — Level crossing problems for random processes. *IEEE Trans. on Information theory*, Mai 1973, 11-19, n° 3.
- [8] EL RAMLY S. — *Statistical measurements of random phenomena*. Master Thesis. Ain-Shams University Cairo, Avril 1972.
- [9] EL RAMLY. — Contribution à l'étude des erreurs de mesure de densités de probabilité. *Thèse Doct. Ing.*, Université de Nancy 1, Juin 1976.
- [10] DUHAMEL P. — Obtention des spectres par acquisition et traitement rapides de données sur ordinateur. *Rapport 71.1*, Lab. Méc. ENSEM, 1971.
- [11] CORRSIN S. et KISTLER A. L. — The free stream boundaries of turbulent flows. *NACA TN 31-33*, 1954.
- [12] DUHAMEL P. et PY B. — Caractère intermittent de la sous-couche visqueuse et interprétation de mesures de densité de probabilité. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 1972, 275 A, 255.
- [13] CHARNAY G., GENGE J.-N., COMTE-BELLOT G. et MATHIEU J. — Mesures échantillonnées des coefficients de dissymétrie et d'aplatissement de la fluctuation longitudinale de vitesse dans la zone intermittente d'une couche limite perturbée. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 1974, 278 B, 441.
- [14] GAVIGLIO J. et BURNAGE M. — Sur l'intermittence de transition de l'état laminaire à l'état turbulent dans divers écoulements. *J. de Mécanique*, 1970, 9, n° 1.
-

Conception et réalisation d'un modèle de filtre électromécanique pour voie téléphonique analogique (2^e partie).

par P. AMSTUTZ,

Ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications.
Ingénieur en chef des Télécommunications au Centre National d'Études des Télécommunications, Département Dispositifs et Ensembles fonctionnels.

M. BON,

Ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications, Ingénieur des Télécommunications, chargé au CNET d'un groupe « filtres actifs et piézoélectriques » au sein du département TCR-DEF.

R. BOSC,

Inspecteur Principal des Télécommunications au CNET, Département « Dispositifs et Ensembles Fonctionnels » au groupement TCR.

H. CARRU,

Ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications, Ingénieur en Chef des Télécommunications au CNET, Département Dispositifs et Ensembles Fonctionnels.

P. LOYEZ,

Ingénieur des télécommunications chargé du groupe « Réseaux électriques et Transducteurs » au Centre National d'Études des Télécommunications (Groupement TCR/DEF).

CNET, 38-40, avenue du Général Leclerc, 92131 Issy-les-Moulineaux (tél. 638.44.44).

RÉSUMÉ

Le filtre électromécanique offre de grandes facilités pour miniaturiser et automatiser la fabrication de l'équipement de voie téléphonique, et répondre ainsi aux impératifs d'extension du réseau de transmission analogique à grande distance. Le développement industriel d'un tel dispositif assurant seul la sélectivité du canal d'information implique la maîtrise des technologies. Dans cet article, les travaux concernant les principaux aspects de l'élaboration d'un modèle fiable sont examinés, tant sous l'angle technologique que théorique, en vue d'obtenir une réalisation industrielle.

SUMMARY

Design and realization of an electromechanical filter model for voice channel (2nd part),

by P. AMSTUTZ, M. BON, R. BOSC, H. CARRU, P. LOYEZ (CNET).

Electromechanical filter is well-adapted to mass production and size reduction of analog multiplex equipment. Industrial development of such a device having ability to control the whole selectivity of the channel claims technological advance. Theoretical and experimental works in connection with a model of high security to get large yield in manufacturing process are described.

La première partie de cet article est parue dans l'Onde électrique, n° 4, p. 307.

2. CHOIX DES MATÉRIAUX

La conception d'un filtre électromécanique devant faire l'objet d'une production de masse au moindre coût conduit à rechercher des garanties d'homogénéité et de stabilité des matériaux permettant d'envisager un processus de fabrication automatique n'exigeant que peu ou pas de réglages trop fréquents. Les tolérances sur ces matériaux doivent refléter le compromis entre la complexité de ce processus et la difficulté d'élaboration de façon à optimiser le coût global matériau et usinage.

a) Alliages métalliques.

Seuls certains ferronickels sont susceptibles de répondre aux exigences de l'application. Ces alliages présentent en effet la particularité d'avoir un coefficient thermoélastique annulable par traitement thermique. On dispose ainsi d'un moyen commode pour maîtriser dans une large mesure le coefficient de température de la fréquence des résonateurs.

Le traitement thermique a en outre une action favorable sur le coefficient de surtension mécanique dont les valeurs en mode longitudinal se situent entre 15 000 et 30 000.

Dans les objectifs recherchés d'une automatisation de la production, il est important que les caractéristiques des alliages soient homogènes et reproductibles pour réduire au maximum les contrôles intermédiaires.

Les nuances d'alliages qui satisfont actuellement à ces exigences sont rassemblées dans le tableau I. Les tout derniers travaux menés en étroite collaboration entre le CNET et le Laboratoire de Métalimphy ont notamment permis de réduire les dispersions [16, 17] (cf. tableau II).

b) Matériaux transducteurs.

La première version du filtre de voie a été équipée de transducteurs piézomagnétiques dont la pièce essentielle est un bâtonnet de ferrite aux caractéristiques nominales suivantes :

- diamètre 4 mm,
- coefficient fréquence/température
(CTF) = $5 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,
- coefficient de couplage électromécanique : 0,18,
- facteur de surtension mécanique : 2 000.

TABLEAU I
Caractéristiques d'alliages pour filtres mécaniques.

	Elinvar	Iso-Elastic	Thermelast 4 009	Thermelast 5 409	Ni-Span C 902	Ni-span D	Durinval B
Coefficient thermique du module d'Young $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	< 5			< 5	0 à 50	- 50 à 0	< 5
Surtension ($f = 130$ kHz).....	> 15 000			> 20 000			> 20 000
Module de Young 10^{-10} N/m ²	19-20	18	18	17-18,5	18,5-20	20-21	17-18
Densité (g/cm ³).....	8,12	8,11	8,3	8,26	8,01	8,0	8,1
Vitesse du mode longitudinal (Km/s)	4,83	4,71	4,65	4,63	4,90	5,06	4,65
Point de Curie ($^{\circ}\text{C}$).....	190				165	90	150
Dureté (écroui) (Vickers).....	320	310	300	320-360	300	300	280

TABLEAU II
Caractéristiques d'homogénéité de lots d'alliage.

Paramètre	Vitesse (r)	Stabilité (CTF)	Surtension (Q)	Densité (d)	
Exigence	1% (dispersion)	< $4,7 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	> 12 000	0,5% (dispersion)	
Elinvar lot 120 kg	Valeur nominale	4 815 m/s	0	17 000	8,12 g/cm ³
	Dispersion	0,6 %	$2,1 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	14 000 à 20 000	0,3 %

TABLEAU III
Matériaux transducteurs : caractéristiques typiques.

Paramètre	Spécification	Ferrite Magnétostrictif	Céramiques		Monocristal	
			k 33	k 31	k 33	k 31
Couplage électromécanique (k).....	$\geq 0,17$	0,18-0,22	0,2-0,7	0,2-0,4	0,47	0,6
Stabilité $\Delta k/k$ (*).....	≤ 4 %	4 %		2 %		
Facteur de qualité (Q).....	≥ 200	900-2 000	200-1 000	500-2 000	> 10 000	> 10 000
Stabilité (*), $\Delta Q/Q$	≤ 30 %	30 %				
CTF (*) (ppm).....	≤ 50	5-30	30-80	30-100	80	

(*) Entre 10 et 60 $^{\circ}\text{C}$.

Ces caractéristiques ont été récemment améliorées et en particulier sur le plan de la miniaturisation [18];

Deux types de matériaux piézoélectriques ont fait l'objet d'investigations systématiques :

– céramiques piézoélectriques du type PZT pour lesquelles on s'est fixé comme objectif principal d'obtenir un coefficient thermique de la fréquence de résonance inférieur à $50 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ dans la gamme de température 10°-60 $^{\circ}\text{C}$. Ce résultat a été obtenu par l'élaboration d'un composé PZT substitué au fer-antimoine et dopé au manganèse;

– niobate de lithium (LiNbO_3) qui permet de réaliser des transducteurs de hautes performances ($Q \geq 5 000$) facilitant l'intégration dans le filtre de voie [19]. Le tableau III résume la situation actuelle.

3. SYNTHÈSE

a) Approche classique d'approximation Chebyshev.

Cette synthèse appliquée à une structure métallique repliée (fig. 10) utilise les résultats d'approximations applica-

bles à des filtres à bande étroite [20]. Dans ce cas, les transducteurs piézomagnétiques sont considérés comme quadripôles d'adaptation à large bande.

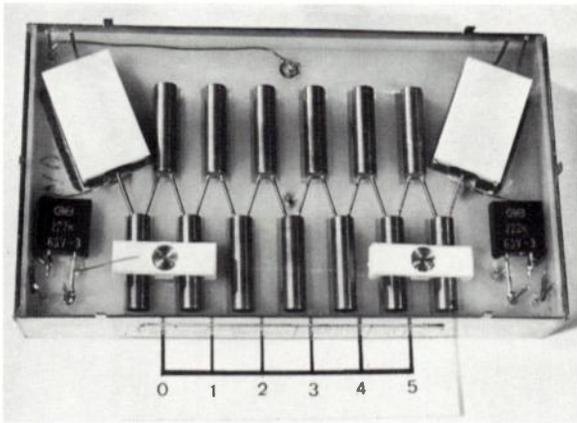


Fig. 10. — Première maquette de faisabilité du filtre de voie à transducteurs piézomagnétiques (1973).

Dans un tel projet, des contraintes particulières sont imposées par la nature mécanique du système, en particulier par la nécessité de rendre les résonateurs tous identiques pour simplifier la fabrication, de minimiser les modes de vibration parasites et d'évaluer les couplages effectifs en fonction des géométries d'assemblage (longueur efficace des coupleurs, angle résonateur-coupleur, influence des fixations, etc...). Partant du schéma généralisé à éléments discrets de la figure 11, on est amené à substituer aux coefficients d'inversion K non accessibles à la mesure des coefficients de couplage effectif k reliés à K par la relation :

$$k = \frac{K}{L\omega_0}$$

en déduisant k d'une simple mesure de fréquences à partir de doublets constitués de 2 résonateurs couplés par tige quart-d'onde. Une procédure commode consiste alors à établir un abaque expérimental permettant de prédéterminer les diamètres des coupleurs.

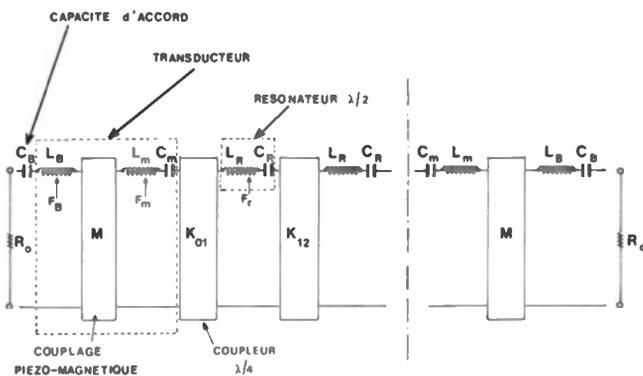


Fig. 11. — Modèle utilisé pour la synthèse du filtre à transducteurs piézomagnétiques.

Cet abaque (fig. 12) est comparé avec les résultats théoriques de deux modèles faisant intervenir l'élongation seule, puis l'élongation et la flexion du coupleur.

Un bon accord entre la théorie et l'expérience peut se juger sur le spectre des fréquences correspondant à des zéros d'impédance détectés aux bornes d'une simple bobine

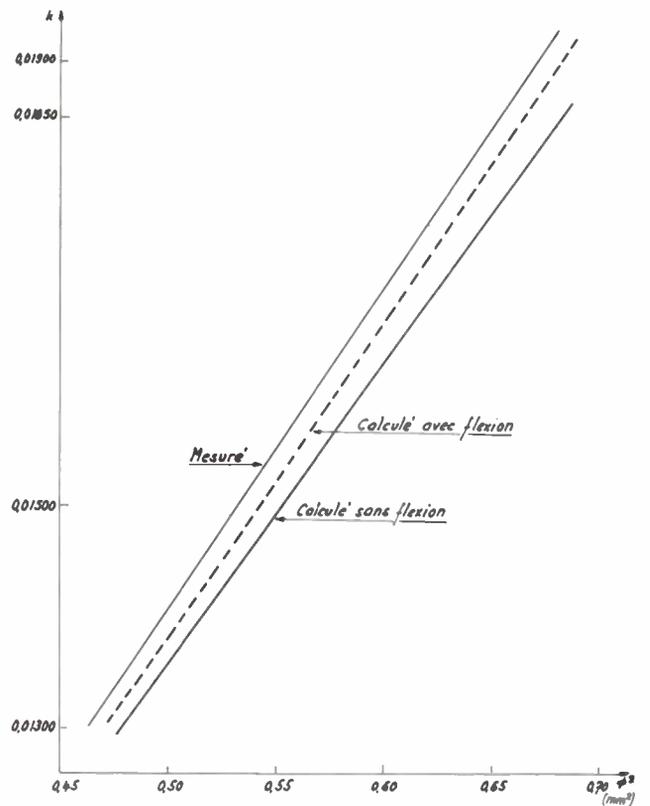


Fig. 12. — Coefficient de couplage k en fonction du diamètre φ du coupleur pour une structure à 2 résonateurs.

entourant le premier résonateur de la structure complète dont l'extrémité est laissée libre.

L'adaptation du transducteur à la cellule mécanique conduit à adopter R_T (voir fig. 5) tel que :

$$R_T = \frac{\pi}{2} Z_m \left(\frac{1}{Q_m} + k_{em}^2 Q_e \right)$$

Z_m = impédance mécanique caractéristique du bâtonnet de ferrite à $\lambda/2$.

Q_m = facteur de qualité à la résonance mécanique du ferrite.

k_{em} = facteur de couplage électromécanique du ferrite (cf. § 1-b3-1).

Q_e = facteur de surtension du dipôle $L_e R_e C_e R_1$.

On trouve R_1 , et par raison de symétrie R_2 :

$$R_1 = R_2 = \frac{L_e \omega_r}{k_{em}} \left(\frac{f_a}{f_0} \right)^2$$

avec

ω_r = pulsation de résonance mécanique du bâtonnet de ferrite.

f_a = fréquence d'antirésonance du transducteur mesurée à partir de son accès électrique.

f_0 = fréquence centrale du filtre.

Sur un plan pratique, pour assurer un rendement de fabrication correct, il convient de prendre les précautions suivantes :

- réglage de la fréquence de résonance de chaque résonateur avec une tolérance de 3 Hz, soit 0,4 μ environ sur la longueur;

- calibrage de l'impédance des résonateurs avec une tolérance de 10 μ sur un diamètre nominal de 4,5 mm;

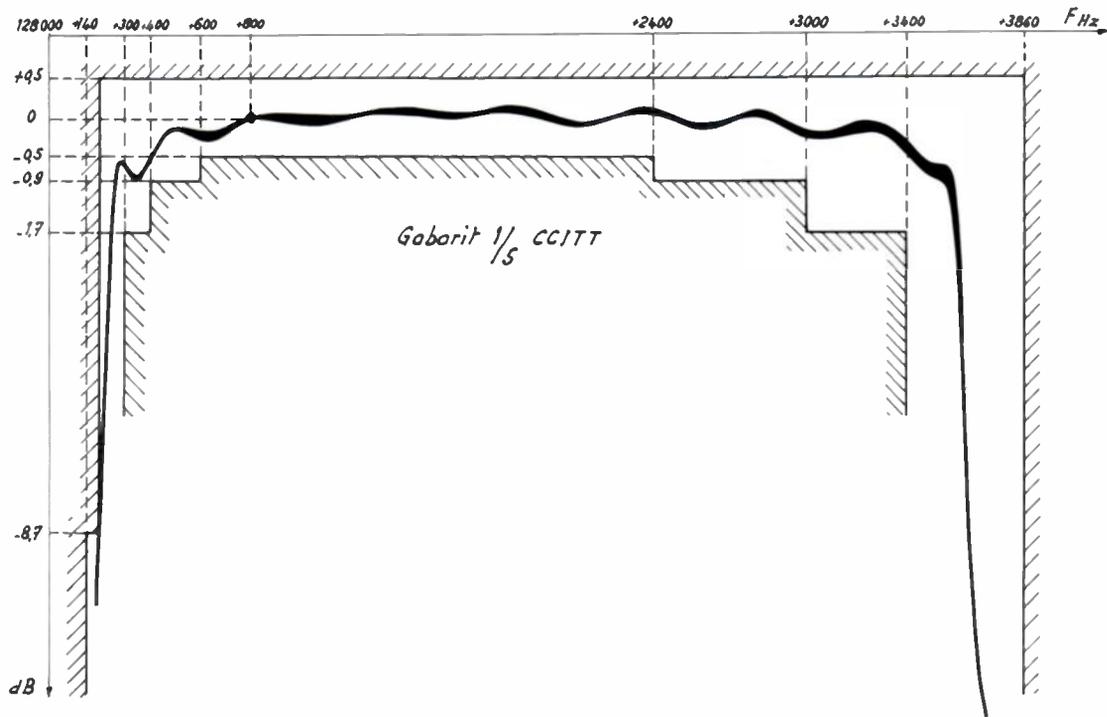


Fig. 13. — Filtre mécanique pour voie téléphonique (1^{ère} version CNET).
 Domaine d'évolution de la caractéristique d'affaiblissement dans la gamme 10 à 50 °C.

- précision d'assemblage par encastrement soudé des coupleurs dans des trous à profondeur et à diamètre calibré à mieux que 10 μ ;
- respect des angles résonateurs-coupleurs à mieux que 1 degré de façon à garantir la précision sur les coefficients de couplage effectifs;
- calibrage à 2 μ près des diamètres de coupleurs compris entre 680 μ et 800 μ ;
- respect de la longueur des coupleurs;
- contrôle précis des masses correspondant aux apports de soudure.

Dans ces conditions et avec une synthèse à oscillation théorique de 0,2 dB il est apparu que les matériaux utilisés avaient des caractéristiques suffisantes pour un objectif intermédiaire correspondant au double de la tolérance d'affaiblissement visée (fig. 13). La preuve a également été apportée que seul un affinement du modèle théorique pouvait apporter un progrès décisif sur la régularité de la réponse amplitude-fréquence en bande passante.

b) Nouvelle approche.

Parallèlement aux efforts entrepris sur l'amélioration des caractéristiques des matériaux et de la précision d'assemblage, une nouvelle approche de la synthèse a permis, tout en restant compatible avec la structure adoptée, de réduire notablement la sensibilité de la fonction de réponse aux paramètres physiques et donc d'optimiser le rendement de fabrication évalué par analyse de Monte-Carlo. Deux méthodes complémentaires ont été mises au point et testées avec succès sur le filtre de voie électromécanique.

b.1) SYNTHÈSE PARAMÉTRIQUE.

Cette première méthode vise à une meilleure intégration des transducteurs piézomagnétiques ou piézoélectriques

dans la structure, en se fondant sur le fait que ces transducteurs ayant des caractéristiques nettement plus dispersées que le reste de la structure, il est particulièrement souhaitable de minimiser leur influence sur la réponse en bande passante tout en profitant de leur sélectivité dans la bande de transition. Ce compromis est obtenu en réduisant le niveau relatif d'impédance des transducteurs dans le schéma équivalent. Leurs tolérances, ramenées au niveau d'impédance des terminaisons, sont alors réduites dans le même facteur et leurs effets s'en trouvent atténués. L'obtention d'un tel schéma ne peut se faire par les méthodes classiques qui ne permettent pas de contrôler à volonté les valeurs relatives des éléments. Une nouvelle méthode d'approximation fournissant les degrés de liberté nécessaires à ce contrôle et aboutissant à une généralisation de la notion de filtres paramétriques a donc été développée [21]. Cette notion était réservée jusqu'ici à la satisfaction de contraintes topologiques sur des filtres passe-bande [22].

L'application pratique au cas du filtre de voie à transducteur piézomagnétique a apporté une amélioration importante du comportement en bande passante (fig. 14). Le cas du filtre à transducteur piézoélectrique accordé par bobine peut se traiter de la même façon; l'élimination de la bobine d'accord implique la combinaison de contraintes à la fois topologiques et numériques et le filtre doit être alors considéré comme étant « multi-paramétrique ». Dans tous les cas, cette synthèse paramétrique n'implique aucune modification des transducteurs et des résonateurs et se ramène en fait à des corrections sur les diamètres de coupleurs et sur les résistances de terminaison.

Il faut toutefois noter que, dans le cas de transducteurs de très mauvaise qualité, la réduction de sensibilité ainsi obtenue en conservant des valeurs de terminaison raisonnables peut être insuffisante. Il est alors possible d'exclure les transducteurs de la structure filtrante proprement dite en

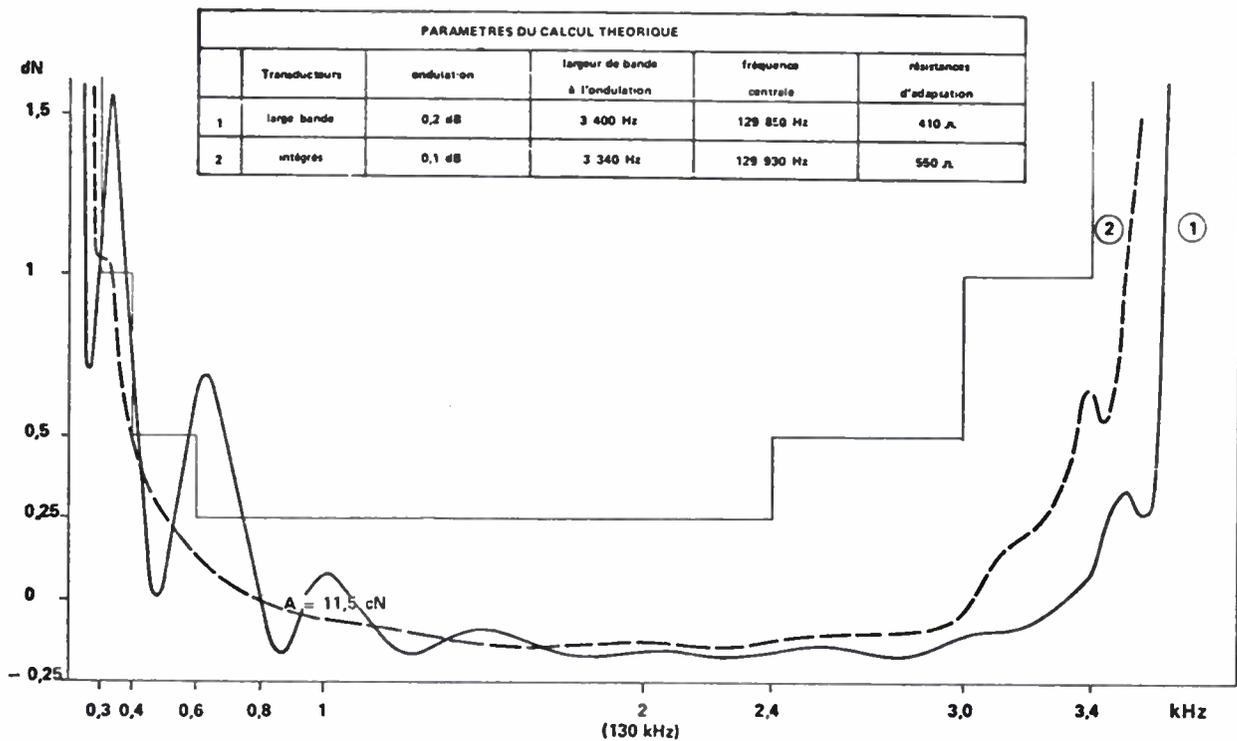


Fig. 14. — Courbes expérimentales du filtre de voie.
Synthèse classique 1. Synthèse paramétrique 2.

en faisant des quadripôles à bande plus large que celle du filtre lui-même.

Cependant les transducteurs n'étant plus utilisés comme résonateurs, mais effectuant seulement une conversion non sélective de l'énergie électrique en énergie mécanique ou inversement, le filtre perd beaucoup en sélectivité. Cette solution ne doit donc être adoptée qu'en dernier recours et peut de toute façon être combinée à une synthèse paramétrique. Elle semble inutile actuellement, tout du moins en ce qui concerne les transducteurs piézomagnétiques, et la synthèse paramétrique seule fournit le meilleur compromis sélectivité-sensibilité.

b.2) SYNTHÈSE A ONDULATION CONTRÔLÉE.

Cette deuxième approche vise à une optimisation globale des sensibilités (structure métallique, transducteurs, terminaisons). Elle déborde largement du cadre du filtre de voie électromécanique et devrait devenir une méthode standard de synthèse des filtres analogiques. De même que la synthèse paramétrique, elle n'implique rien d'autre, dans le cas du filtre de voie, que des modifications des valeurs de couplages, donc aucun surcoût en production. L'amélioration correspondante sur le rendement industriel est donc obtenue gratuitement, à un petit travail de CAO près.

Cette méthode découle indirectement de ce qu'on appelle l'«argument d'Orchard» [23] qui s'exprime ainsi : dans un filtre analogique passif fermé sur résistances finies, les points d'affaiblissement nul en bande passante sont des minima d'affaiblissement, non seulement en fonction de la fréquence, mais aussi, du fait de la passivité, en fonction de tous les paramètres du modèle. Autrement dit, en ces points, toutes les sensibilités du 1^{er} ordre sont nulles.

On peut alors s'attendre à ce que ces sensibilités restent voisines de zéro dans toute la bande passante puisque

l'affaiblissement y reste voisin de sa valeur minimum. Ceci est bien vérifié en pratique et si tel n'était pas le cas, la notion même de filtre de degré élevé serait restée longtemps irréaliste sur le plan industriel.

La synthèse à ondulation contrôlée repose alors sur l'idée suivante :

Les méthodes classiques d'approximation fournissent des fonctions de réponse à ondulation constante en bande passante. D'après l'argument d'Orchard, le filtre sera d'autant moins sensible que l'ondulation sera plus faible. Mais la diminution de l'ondulation théorique en bande passante entraîne automatiquement celle de la réjection en bande atténuée, ce qui interdit de descendre en dessous de quelques millibels dans le cas du filtre de voie. On peut cependant remarquer que dans ce type de synthèse, les sensibilités sont plus fortes aux extrémités de la bande passante qu'au milieu de celle-ci.

Ces deux remarques nous ont conduits naturellement à concevoir des filtres dont l'ondulation théorique n'est pas constante en bande passante, mais décroît au voisinage des coupures, afin de désensibiliser les zones critiques aux dépens du centre de la bande tout en conservant la même sélectivité en bande atténuée. Le contrôle précis de cette ondulation et des tests de rendement par analyse de Monte-Carlo permettent d'aboutir très rapidement (en deux essais typiquement) à une optimisation du pourcentage de filtre satisfaisant au gabarit 1/10 CCITT.

Différents jeux de tolérances (optimistes et pessimistes) ont été envisagés en se fondant sur le projet de cahier des charges pour les matériaux du multiplex 12 voies et sur les résultats obtenus jusqu'ici, tant au CNET que dans l'industrie. Nous avons pu dans le cas de ce filtre, constater les points suivants :

— la synthèse optimale à ondulation contrôlée choisie

pour satisfaire les conditions précitées, reste le meilleur compromis, pour tous jeux de tolérances raisonnables;

– le pourcentage de filtres ne satisfaisant pas au gabarit est réduit d'un facteur 2 environ par rapport à la solution classique à ondulation constante.

c) Cas piézoélectrique sans bobine.

Les structures métalliques à transducteurs piézoélectriques utilisées jusqu'à une date récente, comportaient des selfs d'accord pour masquer l'effet des capacités parallèles. Il est néanmoins possible d'éliminer ces bobines et il y a donc avantage à le faire, si le filtre fonctionne sur des fermetures ne nécessitant pas de transformateurs d'adaptation.

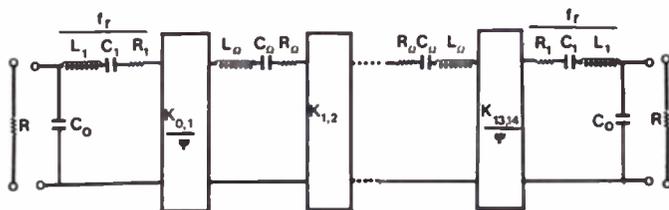


Fig. 15. – Modèle utilisé pour la synthèse paramétrique du filtre à transducteurs piézoélectriques sans bobine.

Le schéma équivalent (fig. 15) est alors celui d'un filtre paramétrique au sens classique du terme et se détermine par une synthèse paramétrique [24] ou par une synthèse ordinaire suivie de corrections approximatives simples puisqu'il s'agit d'un filtre à bande étroite. Il est possible d'équilibrer au mieux les sensibilités vis-à-vis des divers éléments composant les transducteurs, par une synthèse multi-paramétrique, mais le gain le plus net est obtenu par

une synthèse à ondulation non constante (cf. ci-dessus), ces diverses synthèses étant d'ailleurs combinables et les bénéfices associés cumulables.

Les premiers résultats obtenus sur les prototypes réalisés au CNET sont satisfaisants (fig. 16) et augurent bien de la saisabilité industrielle d'un tel filtre.

4. – SIMULATION

Les premières études de simulation statistique du filtre de voie 80 par la méthode de Monte-Carlo ont débuté en 1973 au CNET et ont aidé à l'établissement d'un projet de cahier des charges pour les matériaux et à l'évaluation des précisions requises pour l'usinage et le montage des structures (fig. 17). Cette approche est depuis systématiquement utilisée par tous les partenaires concernés pour évaluer les performances d'une structure en termes de rendement industriel, compte tenu de la dispersion des divers paramètres en jeu. Cette évaluation est bien entendu à considérer avec la prudence que requiert toute information de type prévisionnel, mais les résultats pratiques obtenus sur les filtres de voie mécaniques réalisés jusqu'ici (dont une petite série de 50 filtres identiques) renforcent la confiance qui peut lui être accordée.

Par ailleurs, cette évaluation nous a permis la comparaison des diverses méthodes de synthèse évoquées dans cet article. Les réserves ci-dessus, justifiées pour une estimation du rendement, le sont beaucoup moins pour cette étude comparative, du fait de l'utilisation d'un même échantillon statistique, dans le cas où il y a indépendance du résultat vis-à-vis des tolérances choisies. C'est justement le cas de la



Fig. 16. – Courbe expérimentale obtenue avec synthèse paramétrique sans bobine (cf. fig. 15).

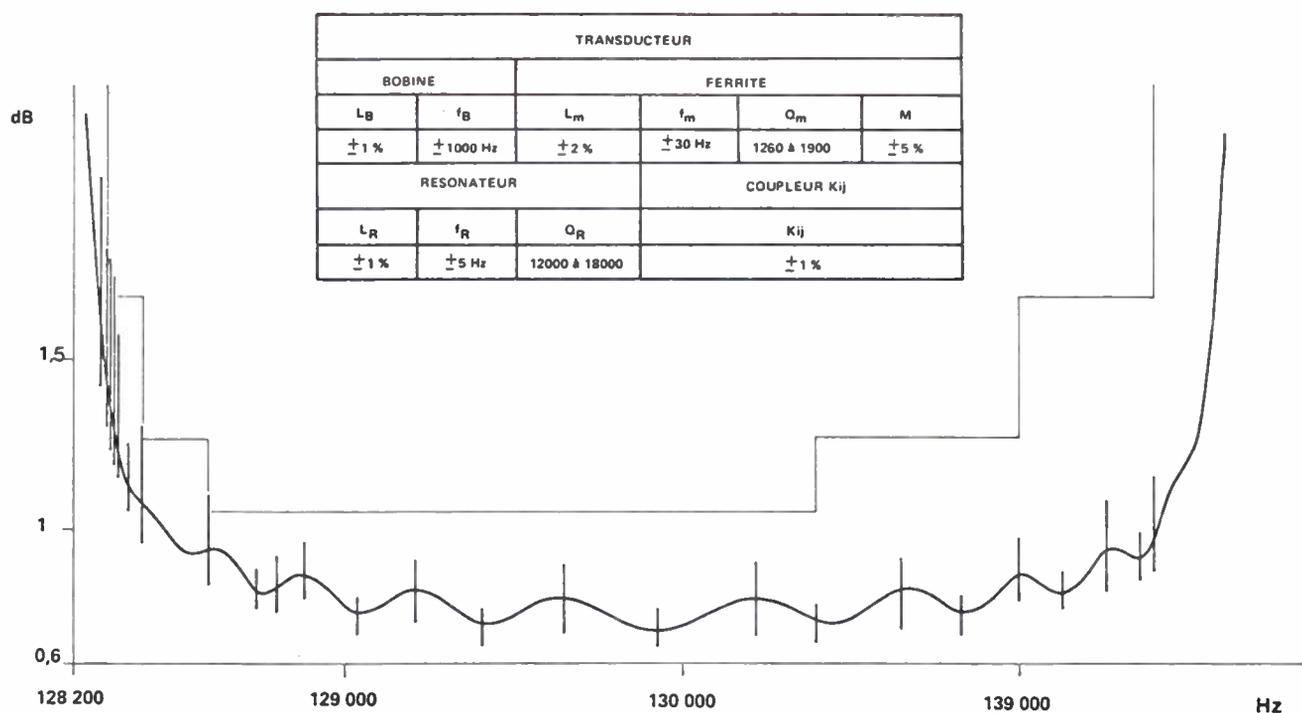


Fig. 17. — Simulation théorique de l'influence des dispersions appliquée au modèle de la figure 11, auquel on a ajouté les pertes — (gabarit 1/10 CCITT).

synthèse à ondulation non constante, qui est d'autant plus à conseiller, qu'elle fournit en prime une légère réduction de la distorsion de temps de groupe et des pertes.

5. — CONCLUSION

A la faveur de l'amélioration décisive des caractéristiques des alliages et des matériaux pour transducteurs, la technique des filtres mécaniques est arrivée à maturité. Les travaux menés au CNET autour d'un modèle à 130 KHz ont été l'occasion de mettre en œuvre des techniques de calcul, d'assemblage et de réglage qui visent à répondre à un double objectif :

- faible coût de fabrication lié au choix d'une structure métallique peu sensible, ne réclamant aucun réglage;
- simplification du filtrage au niveau global d'un multiplex à 12 voies.

Les résultats obtenus sur maquettes et en simulation font espérer un rendement de fabrication élevé, justifiant l'ampleur des actions concertées menées sur ce sujet.

Bibliographie

- [1] LOYEZ P. — Problèmes spécifiques du filtrage de voie téléphonique dans les systèmes analogiques, dans ce même numéro.
- [2] ALBSMEIER H. — Ein Vergleich der Realisierungsmöglichkeiten elektromechanischer Kanalfilter im Frequenzbereich 12 kHz bis 10 MHz, *Frequenz* 25, n° 3, 1971.
- [3] SCHÜSSLER R. — Considerations about channel filters for a new carrier frequency system with mechanical filters. *IEEE International symposium on frequency control*, 1971.
- [4] MASON W. P. — Electromechanical transducers and wave filters, 1948.

- [5] ALBSMEIER H., GÜNTHER E. and VOLEJNIK W. — Some special design considerations for a mechanical filter channel bank, *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, vol. 21, n° 4, July 1974.
- [6] ALBSMEIER H. et GUENTHER A. E. — Les filtres mécaniques du nouveau modulateur de voie 7R. *L'Onde Electrique*, 1978, vol. 58, n° 2.
- [7] JOHNSON R. A. — *Mechanical bandpass filters in Modern filter theory and Design* (Ed. G. C. Temes and S. K. Mitra) John Wiley and Sons, New York, 1973.
- [8] BÖRNER M., DÜRR E. und SCHÜSSLER R. — Mechanische Filter für die Nachrichtentechnik-*Telefunken J.* vol. 31, Juin 1958.
- [9] YANO T., FUTAMI T. and KANAZAWA S. — New torsional mode electromechanical channel filter, 1974 *IEEE European Conference on Circuit Theory and Design*. London, July 1974.
- [10] SHIBAYAMA K. — Electromechanical Filters, *Electron Commun. Jap.*, vol. 48, november 1965.
- [11] BOSCH R. — Aperçus sur la technique des filtres électromécaniques, *Câbles et Transmission* n° 4, 1964.
- [12] VAN DER BURGT C. M. — Performance of Ceramic Ferrite Resonators as transducers and filter elements, *J. Acoust. Soc. Ame*, vol. 28, November 1956.
- [13] DESCHAMPS R. — Calcul des caractéristiques électromécaniques d'un transducteur magnétostrictif, *Câbles et Transmission*, n° 2, Avril 1976.
- [14] BÖRNER M. und SCHÜSSLER R. — Miniaturisierung mechanischer Filter, *Telefunken Zeitung Jg 37*, 1964 Heft 3/4.
- [15] MASON W. P. and THURSTON R. N. — *Physical acoustics*, vol 1 A. Academic Press, New York.
- [16] BOSCH R., COLLOMBAT F., DUFFAUT F., PILLON H. and LOYEZ P. — Elinvar-type alloy for telecommunication mechanical filters, *International Symposium on materials for electronic components*, April 2. 3. 4 1975, Paris.
- [17] BON M., BOSCH R. and LOYEZ P. — New materials for transducers and resonators. Tolerances assignment in electromechanical filters. *Proceedings 1976 IEEE Intern. Symposium on Circuits and Systems*.
- [18] BEAUDET D. — Un transducteur magnétostrictif miniaturisé, dans ce même numéro.
- [19] CARRU H., RENAUD-GOUD J. and VILLELA G. — Design and modeling of composite metal-monocrystal transducers. 1977 *IEEE International Symposium on Circuits and Systems*.
- [20] AMSTUTZ P. — Filtrage à bande étroite, *Câbles et Transmission*, n° 2, Avril 1967.
- [21] AMSTUTZ P. and BON M. — Departing from Darlington's equiripple pattern in filter design. *Proceedings of the 3rd Int. Symp. on Network Theory*. Split September 1975.
- [22] COLIN J. E. — Un nouveau filtre symétrique de synthèse en échelle : le filtre passe-bande paramétrique. *Câbles et Transmission*, Janvier 1962, 16, 31-40.
- [23] ORCHARD H. J. — Inductorless filters. *Electronics Letters*, Juin 1966, 2, 224-225.
- [24] BON M., BOSCH R. and LOYEZ P. — New design of electromechanical filters at 128 kHz. *Proceed. of IEEE Intern. Symp. on Circuits and Systems*, 1977.

Analyse et comparaison des possibilités d'emploi des mémoires à bulles et à transfert de charges * (1)

3^e Partie : Comparaison des mémoires à bulles et à transfert de charges



Philippe CŒURÉ,

Ingénieur ENSERG. Docteur ingénieur. Responsable du groupe Technologie des Mémoires et Coordinateur des études sur les bulles magnétiques au LETI.

Jean-Michel BRICE,

Ingénieur au Laboratoire de Microélectronique Appliquée du LETI.

Daniel MAUDUIT,

Ingénieur ISEP. Ingénieur au Laboratoire d'Électronique Physique Appliquée du LETI.

Eugène MACKOWIAK (2),

Ingénieur ENSERG. Responsable du groupe « Mémoires et Circuits Logiques » au Laboratoire de Microélectronique Appliquée du LETI.

LETI, CEN de Grenoble, BP n° 85, Centre de Tri, 38041 Grenoble Cedex (tél. : (76) 97.41.11).

RÉSUMÉ

Cet article représente le troisième chapitre d'une étude ayant pour objet d'analyser les technologies des mémoires à bulles et à transfert de charges, leurs performances actuelles, leurs possibilités d'évolution, et d'en déduire les domaines d'application.

Les deux premiers articles ont été consacrés à la description des deux types de mémoires au niveau composant ou carte, et des prototypes et circuits de série disponibles sur le marché ont été présentés.

Nous allons maintenant comparer ces technologies nouvelles aux disques magnétiques et aux mémoires MOS à accès aléatoire, et leurs applications potentielles seront discutées.

SUMMARY

Analysis and comparison of possible uses of bubble memories and charge coupled devices

This paper is the third part of a study devoted to the comparison of magnetic bubble memories (MBM) and charge coupled devices (CCD) in order to deduce their potential applications.

In the two first parts the technologies and chip organizations were described and prototype systems available to customers were presented.

In this paper a perspective is given, listing the characteristics of MBM and CCD relative to other available technologies like disks and semiconductor memories. The application areas most conformed to MBM and CCD capabilities are identified.

1. COMPARAISON DES TECHNOLOGIES DES MÉMOIRES

Les mémoires à bulles magnétiques (MBM) ainsi que les dispositifs à transfert de charges (DTC) mettent en œuvre les moyens classiques utilisés pour les circuits à semi-conducteurs LSI : photomasquage, dépôt de couches minces, gravure fine.

a) Les masques sont actuellement réalisés en utilisant des photo-composeurs optiques pilotés par ordinateur. On obtient ainsi couramment des géométries reproductibles de $2 \pm 0,2 \mu\text{m}$ sur des masques de diamètre 5 à 7,5 cm.

La précision pourra certainement être poussée à $1 \pm 0,1 \mu\text{m}$ avec ces moyens. Au-delà, il faudra envisager de faire appel au masque électronique.

b) Ces masques servent à insoler des tranches de même diamètre. On a utilisé jusqu'ici des machines classiques permettant un positionnement relatif des masques à $\pm 1 \mu\text{m}$. On peut avec ce matériel réaliser des puces de 64 kbits avec un bon rendement. Pour les puces MBM de 256 kbits on se heurtera au problème de l'alignement des masques qui, du fait de l'augmentation de la densité d'information, devra être meilleur que $0,5 \mu\text{m}$. Ceci n'est pas possible en masquage parallèle, que la machine travaille par contact, projection ou proximité (optique ou rayon X). En effet, une stabilité dimensionnelle de cet ordre ne peut être obtenue sur un champ de 5 cm de diamètre et plus.

* Cette étude a été effectuée avec l'aide du SESORI (contrat 74-149). La 1^{re} partie de cet article est parue dans *L'onde électrique*, 1978, vol. 58, n° 3, p. 229; la 2^e partie dans le n° 4, p. 312.

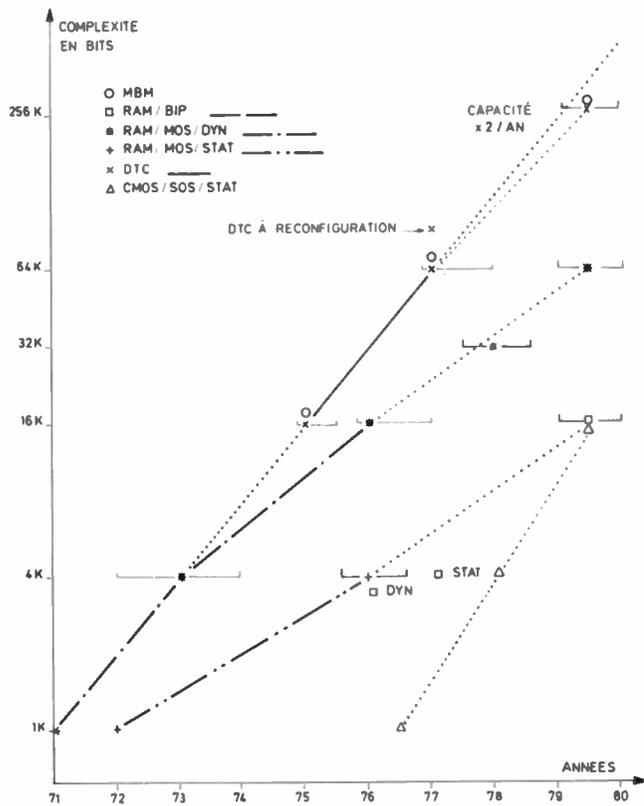


Fig. 2. — Évolution de la capacité des puces en fonction du temps.

Les figures 1 et 2 indiquent l'évolution des paramètres technologiques des mémoires (densité, capacité) en fonction du temps.

2. PERFORMANCES DES MÉMOIRES

Les caractéristiques essentielles des MBM et DTC sont comparées à celles des mémoires à accès aléatoire MOS, disques à têtes fixes, disques souples sur le tableau II.

Pour la recherche des applications potentielles de ces mémoires on sera amené à mettre en jeu une liste plus complète de paramètres fonctionnels :

1. Temps d'accès au bloc d'information,
2. Débit par puce,
3. Non volatilité de l'information,
4. Modularité : la mémoire est bâtie par assemblage de boîtiers contenant une ou plusieurs puces. Des exemples de réalisation de boîtiers sont donnés sur le tableau III.
5. Puissance consommée,
6. Volume au niveau de la carte mémoire,
7. Tenue en température,
8. Prix : la figure 3 donne l'évolution probable du prix du bit OEM (boîtier), estimée à partir des prix en 1977 et

TABLEAU II

Caractéristiques des MBM et DTC disponibles en 1977.

	Taux d'erreur	Volatile	Arrêt-Marche	Mécanique	Accès	Débit	Capacité
Mémoires à accès aléatoire MOS	10^{-10}	Oui	Non	Non	200 ns	3 M bits/s par puce	16 K mots de 1 bit par puce
DTC	10^{-10}	Oui	Non	Non	250 μ s	5 M bits/s par puce	64 K mots de 1 bit par puce
MBM	10^{-12}	Non	Oui	Non	1,5 ms	200 K bits/s par puce	64 K bits par puce
Disques à têtes fixes	10^{-10}	Non	Non	Oui	10 ms	4 M bits/s	20 M bits
Disque souple	10^{-8}	Non	Non	Oui	250 ms	250 K bits/s	3 M bits

TABLEAU III

Exemple de boîtiers en cours d'étude ou de développement.

Nombre de puces par boîtier	Nature de la mémoire	Compagnie ou laboratoire	Nombre de broches	Capacité par module K bits	Volume d'une carte litre/M bit	Applications visées
1	DTC	INTEL	18 ou 22	16	1	Civiles
		Fairchild	16	64		
		Texas I	22	64		
4	MBM	Texas I	14	64	0,80	Téléphone
		Western Electric	32	256		
16	MBM	Western Electric	32	256	0,50	Civiles et militaires
		SAGEM	32	256		
24	MBM	Rockwell	96	1 500	0,25	Spatiales
		LETI		1 500		

des données technologiques. La réduction de la surface des puces à capacité donnée est plus facile dans le cas des DTC et

des bulles qui bénéficient d'une avance technologique de 2 ans sur les mémoires MOS à accès aléatoire. Cependant il faudra attendre 1979 pour que cela se traduise par un avantage suffisant au niveau du prix. Les positions des DTC et des MBM en 1978 sont représentées sur les figures 5 et 6 où le prix du bit « mémoire » est donné en fonction de la capacité mémoire (fig. 4) et du temps d'accès (fig. 5).

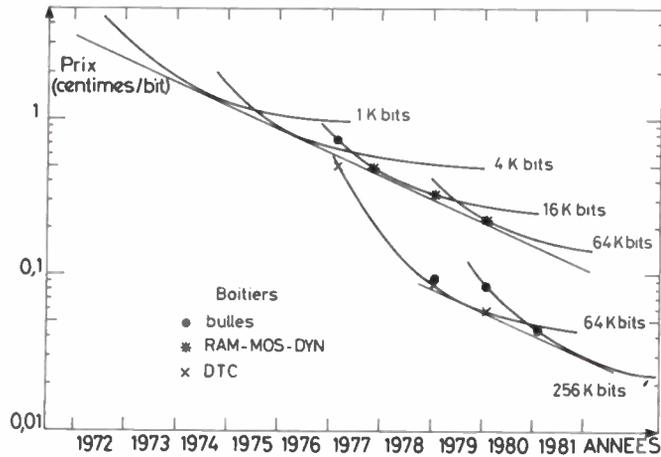


Fig. 3. — Évolution du prix du bit en fonction du temps.

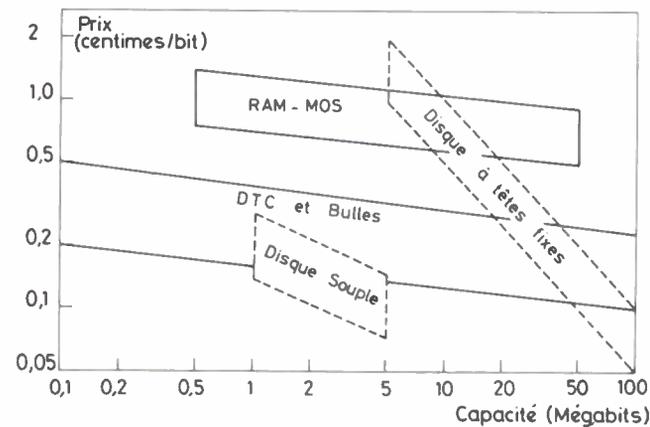


Fig. 4. — Prix en fonction de la capacité mémoire.

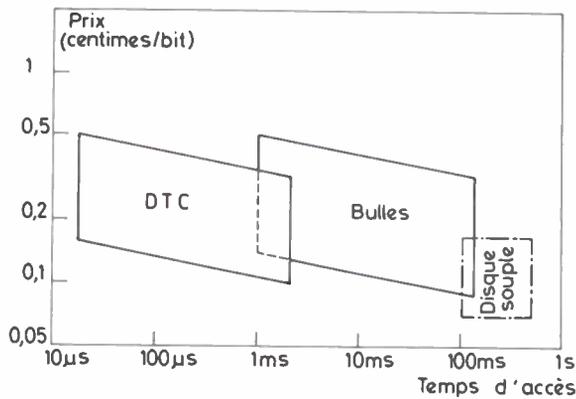


Fig. 5. — Prix en fonction du temps d'accès.

3. APPLICATIONS

Les premières applications auxquelles on a songé pour les DTC concernaient les grands systèmes pour lesquels on recherche des mémoires intermédiaires (du point de vue du coût et de la rapidité) entre les mémoires MOS à accès aléatoire et les disques.

Cette application potentielle reste parmi les plus importantes, mais, à côté de ce marché, on commence à entrevoir des applications très intéressantes dans les gammes des mini et micro-ordinateurs.

3.1. Grands systèmes

De nombreux auteurs ont montré l'intérêt d'introduire des mémoires auxiliaires rapides destinées à faciliter les échanges entre la mémoire centrale très rapide et le mémoire de masse à disques (3). Les bulles et les DTC ayant des temps d'accès inférieurs à la milliseconde et pouvant atteindre plusieurs mégabits, conviendraient bien à condition de coûter environ quatre fois moins cher que les mémoires MOS à accès aléatoire. Cet objectif ne sera pas atteint avant 1979 (fig. 3).

Les DTC présentent un avantage lié à leur faible temps d'accès (125 à 800 µs). Le tableau IV donne à titre d'exemple les caractéristiques de mémoires DTC réalisées à partir de boîtiers 2416 (16 kbits) d'Intel et des boîtiers MN 64 (64 kbits) de Mnemonics. Le gain en puissance est obtenu, avec les MN 64, grâce à l'organisation SPS qui, par contre, augmente le temps d'accès.

Si le prix des bulles ou des DTC devient 10 fois moins élevé que celui des disques à têtes fixes le marché s'étendra notablement. Cette évolution est prévisible pour les années 80 dans le cas des capacités moyennes (inférieures à 20 mégabits) pour lesquelles les disques à têtes fixes resteront chers (fig. 4).

TABLEAU IV

Caractéristiques de mémoires DTC réalisées avec des boîtiers 16k et 65k bits.

Taille du système Mégabits	Capacité et nombre de boîtiers mémoires	Puissance totale consommée Watts	Puissance consommée par bit µW/bit	Volume estimé (cartes seules) litre litre/MB		Fréq. Horloge MHz	T Accès moyen µS
20 Mbits	16 Kbits 1 152	1 627 W max 321 W attente	86,2 max 17 attente	38	2	1,2	125
18 874 368 bits	65 Kbits 288	385 W permanents	20,4	20	1	10	215
75 Mbits	16 Kbits 4 608	6 478 W max 1 253 W attente	86 max 16,6 attente	144	1,9	1,2	125
75 497 472 bits	65 Kbits 1 152	1 509 W permanents	20	80	1	10	215

3.2. Systèmes petits et moyens

Les applications les plus probables seraient les extensions de mémoires centrales de mini-ordinateur, et des mémoires périphériques de systèmes bâtis autour de micro-processeurs.

La non volatilité peut devenir un atout important et la modularité permet d'atteindre des prix compétitifs jusqu'à des capacités aussi petites que 0,1 mégabit.

L'utilisation de petits modules permet aussi de diminuer le volume et d'optimiser la consommation en fonction du débit demandé. Pour ces applications, la rapidité n'est pas utile puisque les débits demandés sont inférieurs à 2 mégabits/s (mini-ordinateurs) et qu'un temps d'accès inférieur à 10 ms convient parfaitement [5].

Les mémoires à bulles sont donc particulièrement bien adaptées à ces applications et devraient d'abord remplacer les disques souples et les disques à têtes fixes. Texas Instrument a annoncé en 1977, deux terminaux incorporant la mémoire à bulles Texas TBM 0103 : il s'agit du terminal fixe 763 et du terminal portable Silent 765 dont la disponibilité est prévue début 1978 [6].

On peut rattacher à ce paragraphe, l'application prévue par la Western Electric qui développe pour ses besoins propres un boîtier MBM de 256 kbits destiné à enregistrer des messages vocaux de courte durée [7].

Le tableau V résume les applications envisagées dans les systèmes précédents.

3.3. Applications militaires et spatiales

Dans ces domaines, la non-volatilité de l'information et le bon comportement en milieu hostile sont des propriétés indispensables. Il en résulte que les mémoires DTC sont exclues *a priori*, sauf, peut-être, pour certaines applications spatiales, par exemple dans le cas où la puissance consommée doit rester faible, à débit élevé.

Les mémoires à bulles ont les performances demandées : elles peuvent supporter des chocs de 50 g et des vibrations de l'ordre de 10 g sur une gamme de fréquence étendue (10 Hz-500 Hz). Leur tenue climatique est excellente. Elle peuvent

fonctionner dans l'intervalle -20° , $+80^{\circ}$ C et être stockées sans perdre l'information dans l'intervalle -55° C, $+125^{\circ}$ C. Enfin, leur tenue aux rayonnements est très bonne.

Les premières applications envisageables sont les suivantes [8] :

a. des mémoires associées à des petits calculateurs embarqués :

- capacité : 0,5 à quelques mégabits,
- débit maximum : 1 mégabits/s,
- accès : de l'ordre de la milliseconde.

b. des mémoires tampons pour télémétrie :

- capacité : 256 kbits,
- débit : 0,4 mégabits/s.

Pour ces applications, un boîtier de 256 kbits contenant 4 puces de 64 kbits et piloté par un champ tournant à 200 kHz convient bien.

c. mémoires de mini-ordinateur en remplacement de disques à têtes fixes :

- capacité : quelques mégabits à quelques méga-octets,
- débit : de l'ordre du mégabits/s,
- accès : inférieur à 10 ms.

d. mémoires spatiales :

Des performances particulièrement intéressantes seront atteintes quand on saura réaliser les puces de 256 kbits :

une mémoire de 10 millions de bits tiendra alors dans un volume inférieur au litre et pèsera moins de 2 kg.

L'extension à des mémoires plus importantes, nécessaires par exemple pour les satellites devant embarquer un enregistreur de documents photographiques sera alors possible.

Ces mémoires intéressent vivement aussi bien l'Agence Spatiale Européenne que la NASA.

CONCLUSION

Après plusieurs années d'études, les mémoires à bulles et les mémoires DTC sont maintenant lancées sur le marché.

TABLEAU V
Domaine d'application des MBM et DTC.

	Petits systèmes 0,1-0,8 Mbits	Systèmes moyens 0,8-16 Mbits	Grands systèmes 8-64 Mbits
Qualités nécessaires	1. Non volatilité 2. Faible volume 3. Petit module 4. Amovibilité 5. Faible consommation 6. Faible coût 7. Accès rapide	Non volatilité Faible volume Faible coût Accès rapide Accès asynchrone Modularité	Faible coût Accès rapide Accès asynchrone Faible volume Non volatilité
Applications	Terminal muet Calcul programmable M. masse portable Point de vente	Terminal intelligent Mini-calculateur Micro-processeurs Téléphone	Mémoire auxiliaire rapide Remplacement disque à tête fixe
Technologie	Bulles préférables	DTC Possibles	DTC préférables

Les DTC bénéficieront au départ d'un préjugé favorable parce que leur technologie est très proche de celle des mémoires MOS à accès aléatoire.

Par contre, les mémoires à bulles devraient rapidement toucher des secteurs de l'informatique plus variés et s'imposer par leur facilité et leur souplesse d'emploi.

Les utilisateurs potentiels peuvent déjà acheter des boîtiers 64 kbits chez Mnemonics, Texas Instruments, Fairchild pour les DTC et chez Texas Instruments, Rockwell et Hitachi pour les bulles.

Le marché européen des mémoires DTC devrait démarrer en 1978 et celui des bulles en 1979. Les DTC s'imposeraient dans les grands et moyens systèmes alors que les bulles trouveraient leurs premières applications dans les petits systèmes : terminaux intelligents, points de vente, équipements de bureaux.

Une enquête du bureau d'études de Mackintosh prévoit que les marchés européens des bulles et des DTC s'ouvriront en 1978 pour s'élever à plus de 150 MF en 1981 puis à 300 MF en 1986 [9].

Cette étude prévoit aussi que plus d'un quart du marché

réservé aux bulles magnétiques concernera les secteurs militaire et spatial.

Bibliographie

- [1] Big bubble chips point the way to low cost memories. — *Electronics* 1977, December 8-31.
- [2] JOUVE H. *et al.* — *IEEE Trans. on Magnetics*, 1976, Vol MAG 12, 660.
- [3] Mos memory performance matches bipolar in medium-speed range. — *Electronic Design*, 1977, March 29-30.
- [4] FETH G. — Memories : smaller, faster, and cheaper. *IEEE Spectrum*, 1976 June 37.
- [5] JULIUSSEN J. E. — Magnetic bubble systems approach practical use. *Computer Design*, 1976, October 8.
- [6] *Le courrier de l'informatique* du 19 avril 1977.
- [7] WILLIAMS J. E. — Magnetic bubble memory in telephone systems. *Electro* 77. New York, 1977, April 19-21.
- [8] BUVINGER E. A. and CUMMINS S. E. — Military applications of magnetic bubble memories. *Electro*, 77, New York, 1977, April 19-21.
- [9] *La lettre d'électronique* actualité du 3 mars 1977.
- [10] ELMER B. R. *et al.* — Fault tolerant 92 160 bits multiphase CCD memory. *ISSCC 77 Digest of Technical papers*, p. 116-117.
- [11] PAPENBERG Bob (INTEL). — Design and applications of INTEL'S 2416 K CCD. *Intel memory design handbook*, 9.1 à 9.30.
- [12] HOUSE Dave (INTEL). — CCD versus RAM in bulk storage applications. *Internal communication*.
- [13] *Feuilles de spécifications* CCD INTEL 2416 et 2444 (16 k). — Fairchild CCD 450 (9 k) 460 (16 k) 464 (64 k). Texas 3064 (64 k).
- [14] MOHSEN A. M. *et al.* — A 64 k Block addressed charge coupled memory. — *IEEE Trans. on Electron Devices*, 1977, ED 23, 117.
- [15] THEIS D. J. — An overview of memory technologies. *Datamation*, 1978, 113.
- [16] COEURE P. *et al.* — Rapport final du contrat SESORI, n° 74-149, 1976, Note LETI-EPA-MEA, N° 76-210.

The testing of modern memories ⁽¹⁾

par Chris DAVISON,

M.A. from Cambridge University and
M.Sc. from London University.
Directeur européen des applications
semi-conducteurs à Teradyne.

Teradyne Ltd., Clive House, 12, Queens
Road, Weybridge, Surrey, England KT13
9XE (Tél. Weybridge 51431) (Telex (851)
929-809).



© Masson, Paris 1978

RÉSUMÉ

Les mémoires dynamiques 4 K et 16 K sont les circuits complexes qui méritent un contrôle sérieux à la réception.

Les défauts rencontrés au niveau des cartes sont très difficiles à diagnostiquer et reviennent très chers. Les défaillances sur le site reviennent même à un ordre de grandeur au-dessus.

Une séquence de test consiste non seulement à envoyer des vecteurs de test mais aussi à contrôler la mémoire en fonction des marges en tension et en temps, tout en faisant varier les formats des lignes d'adresses et des lignes de données à l'intérieur de chaque cycle.

Semiconductor memories are in a state of dynamic evolution, getting bigger, faster and more performant all the time. Any component used in such quantities needs to be tested and evaluated in detail if the user is not to have expensive redesign and field replacement at a later date. It is relatively easy to remove completely non-functional circuits but much more difficult economically to find devices that are only out of specified performance under certain conditions of applied voltage, timing and data patterns.

The manufacturer and the user of integrated circuits have different views of the testing problem. The same memory circuit will present very different test problems to each of them. The device manufacturer needs to eliminate as early as possible non-functional circuits. If these non-functional circuits can be eliminated at wafer probe they do not have to have the expensive labour intensive bonding and packaging operations. For the manufacturer the fidelity of probe testing is vital financially. If, at the wafer probe stage, the circuits which are functional but which are of performance specification can be eliminated virtually everything mounted can be sold and the profitability of the product is immeasurably improved. It is worth increasing the severity of wafer probe testing if this can lead to a very high final test yield. For wafer probe testing to be both severe and valid it is necessary to verify in detail the speed and voltage performance at the end of cables on the prober. No simple exercising of the part will do. The marginal voltage and timing conditions must be faithfully applied to each and every die probed. The device manufacturer also makes use of probe testing to provide the process control data that allows the delicately tuned wafer fabrication processes to be kept under control and, with persistence, fine tuned to improve yield. The final test on the

SUMMARY

4 K and 16 K dynamic memories are complex circuits which need careful testing by the use at incoming inspection.

Without such testing, they can produce failures which are very difficult and expensive to detect at board test or, worse still, in the field.

A test sequence consists not only of an address and data pattern but also marginal levels and timing and different address and data formats within each cycle.

packaged memory, after quickly verifying that a previously good die has not been damaged by the packaging process, becomes in large measure a sorting process to see which user or data sheet categories can be satisfied by each device.

The processing of any integrated circuit is composed of many separate steps each subject to a certain amount of change. The interaction between small processing differences from batch to batch, together with design modifications, presents a difficult enough problem to the device manufacturer who has rapid access to all the relevant facts. The end user, even if he is faithfully informed of major changes, cannot hope to have the same level of confidence in the devices.

The user starts with a fundamental suspicion of the memories he is buying. There is also, even when a working confidence has been established between device manufacturer and user, a need to have a long-stop. A second independent testing, because there is so much to lose if a device fails in the field.

What then are the criteria for testing semiconductor memories? Data is written in and at some later time read out to verify that it has not changed. Stated like that it seems very straight forward but its the how, when and where that

70	MX	1	2107B	CJD1	LOT#	12	28MAR77	17	27		
110	195	NS									
60	35.2	MA	61	16.7	MA	62	32.	UA	63	19.3	MA
73	MX	1	2107B	CJD1	LOT#	12	28MAR77	17:27			
110	198	NS	111	223	NSR						
40	.00	UA	41	.01	UA	42	.03	UA	43	.01	UA
44	.01	UA	45	.02	UA	46	.01	UA			
50	.1	UA	51	.0	UA	52	.2	UA			
60	35.3	MA	61	16.6	MA	62	32.	UA	63	19.3	MA

Fig. 1. — Sample data outputs useful for memory testing. Datalogging flexibility allows the user to collect only the data needed for subsequent analysis.

(1) Article reçu le 2 juin 1977 et accepté le 20 juillet 1977.

DISTRIBUTION ANALYSIS FOR
TEST # 110

SUMMARY

```

CELL WIDTH      0.1 NS

MINIMUM        146.0 NS
MAXIMUM        198.0 NS
RANGE          52.0 NS

10.0% PT       147.4 NS
15.9% PT       148.6 NS
MEDIAN         160.8 NS
84.1% PT       192.4 NS
90.0% PT       196.0 NS

MODE           155.0 NS
MEAN           167.0 NS
SIGMA          17.7 NS
3 SIGMA        53.1 NS
    
```

RANKED DATA

```

--VALUES--  --FREQUENCY--  --CUMULATIVE--
              COUNT      %      COUNT      %
146.0 NS    1  3.4      1  3.4
147.0 NS    1  3.4      2  6.9
148.0 NS    2  6.9      4 13.8
149.0 NS    1  3.4      5 17.2
150.0 NS    2  6.9      7 24.1
154.0 NS    1  3.4      8 27.6
155.0 NS    3 10.3     11 37.9
156.0 NS    1  3.4     12 41.4
160.0 NS    1  3.4     13 44.8
161.0 NS    2  6.9     15 51.7
167.0 NS    2  6.9     17 58.6
172.0 NS    1  3.4     18 62.1
173.0 NS    1  3.4     19 65.5
175.0 NS    1  3.4     20 69.0
176.0 NS    1  3.4     21 72.4
181.0 NS    2  6.9     23 79.3
192.0 NS    1  3.4     24 82.8
195.0 NS    2  6.9     26 89.7
196.0 NS    2  6.9     28 96.6
198.0 NS    1  3.4     29 100.0
    
```

Fig. 5. - Sometimes a more elaborate Distribution Analysis is needed with calculation of mean, sigma, etc...

with only 64 cycles (half a row) rather than the 128 cycles that would be expected. This is accomplished by taking Cas low before Ras.

Functional test parameters
Input/output levels
Clock timing
Address format
Data format
Clock control
Input data
Output expected data
Address sequence

The different operating modes have been enumerated to show that one cannot talk only ones and zeros, or even ones, zeros and third-state, but one must also consider timing, input/output levels, clock control and format to test them effectively. For an N-bit memory there are 2^N data combinations and if each cell is written once only there are N! sequences which would take for ever to try. At the end all you would have verified would be that the device functions correctly under one set of voltage and timing conditions. Also that the device and tester had an exceptionally good MTBF.

Fortunately one can rely on much shorter patterns than these theoretical figures. These shorter patterns may need to be very ingenious to take account of the internal parts of the memory. For example, worst case testing of the cell array and sense amplifiers of the 4027 should consider the data inversion between the two halves of the memory. To cope with this easily it is useful to have topological inversion of test data with respect to a selectable address criterious. This use of shorter patterns allows each of the different types of cycle to be proved under a range of voltage and timing conditions. This shortening of patterns which comes from the essential regularity of much of the memory, does not come easily. As one characterizes a device with a flexible test system one can amass data about which patterns are most efficient under each of the extremes of levels and timing.

I would like to look again at these modes to comment on them from a test point of view. The first thing one notices on timing diagrammes for address multiplex devices is the window between the end of the row address hold time and the beginning of the column address set-up time. The wider this window the easier it is to use the part. For the memory user the signals present on the address inputs during this interval are of no importance but in order to correctly test the set-up and hold times one must ensure that the row-address goes away at the beginning of the window and that the true column address does not appear until the end of the window. This is best accomplished by a surround by complement address format. If the row address is X and the column address Y the format would be $\bar{X}, X, \bar{X}, \bar{Y}, Y, \bar{Y}$. The window, being the interval $\bar{X} \bar{Y}$, can be from 0 to 40 nS wide without affecting cycle time in system use. The transitions between true and complement must however be positioned by the test system with nanosecond precision.

Data can be written into the memory with the Write Enable clock going low-true before Cas, after Cas but before the output data emerges and, for a Read-Write cycle, after the appearance of the output data. In all cases the effective write operation begins at the moment We and Cas are both true. The data set-up and hold times must be verified relative to this instant. Hence for testing purposes a data format of data-complement, data, data-complement is used and the transitions accurately timed relative to the effective internal write clock.

As we move through the cycle, the next testing observation concerns the need to verify the high impedance output state that follows Cas going low. For the non-latched 4116 device the output has been turned off since the end of the Cas in the previous cycle. The voltage waveform seen by a test system will depend on the physical implementation of the load. Whilst it is just about possible to verify on a go-no-go

basis the IOUA limit for the off-current it is probably best to leave it to a somewhat slower d.c. parametric test to actually measure it. Indeed most data sheets guarantee a turn-off time only to a current less than I_{ol} in magnitude. The parametric test should measure this low leakage over a range of applied output voltages from 0 to 10 V ensure no break-down or latch-up can occur.

The output pin of a memory is specified to drive a certain current to a certain voltage. The output needs to have reached its specified level some 150 nanoseconds after Cas goes true. If one considers the typical 2 mA I_{ol} switching from say 1.4 V when off to 0.4 V with 50 pF load capacitance one sees that up to 25 nanoseconds of that time are due to transition time. A further testing consideration is to have a repeatable way of determining when to strobe the comparator. The signal out of the device needs to travel to an internal node in the comparator where it will be compared with expected data. If one is to make measurements to nanoseconds accuracy on a reproducible basis one needs to think about this problem.

Memory testing is bedevilled by correlation of results between manufacturer and user or between production and Q.A. calibration needs to be thought of as an integral part of a test system not as a unfortunate necessity left to the screw drivers of the maintenance department. If the device is being tested on a wafer prober or handler the effect of this needs to be considered. It is often not possible without great difficulty and potential unreliability to get the test head electronics close to the Dut device under test, but this need not matter if one has a system designed to work with cables.

One of the exciting developments in the memory world has been the introduction of Page Mode. It was realised that

many memory systems spent a lot of time accessing addresses close to one another. If an address is in the same row as the preceding one, it is only necessary to send the new column address. This allows a much faster access time. In order to test the page-mode ability of a device one needs to be able to jump in and out of page-mode at will. To see what this involves it is necessary to start by considering the last full cycle before page-mode is entered. The Ras clock goes low-true but instead of going high again remains low. The row address remains latched. In the first page-mode cycle the Cas clock goes true very early, there is no need to allow the time to latch in a row address. The test system must therefore have the ability to change on the fly the position of the different clock pulses and the period. To precisely change the cycle timings on the fly needs a duplication of timing circuitry and the ability to switch between them under the control of a high speed algorithm. One also needs to be able to select on the fly a single transition, rather than a full pulse, for clocks. The provision of multiple timings sets on the fly has other applications than page-mode but is absolutely essential if one is to fully guarantee page-mode operation.

An additional consideration for some users of the non-latched feature of the 4 116 output may be the need to verify the part as if it were an I/O device. To do this is easier said than done. It is necessary to link the Data-in and Data-out terminals and for the test system to switch between driving and detecting at well defined instants in the test sequence, not just at the beginning of a cycle.

The importance of precise timing and the format of data and address has been stressed. Another related feature is signal fidelity. With a InS/V edge one has potential problems of overshoot and cross-talk. One picofarad of coupling can give I_{mA} of current which gives parasites of tens of millivolts. Most Mos circuits have an linear region much wider than bipolar circuits. For this reason the form of the signals can have an effect on performance, just as can overshoot.

I hope I have convinced you of the importance of analogue fidelity and formatting in the testing of address multiplexed memories. The next variable is the pattern to be applied. A memory test pattern consists of a sequence of cell addresses together with input and output data and clock formatting. To take these topics in reverse order, the clock formatting has the two aspects of selecting which timing configuration is appropriate to each cycle and also which clocks occur within each cycle. There is not only the single transition of Ras on going into page-mode but also the more prosaic absence of Write-Enable during a Read-only cycle or of CS whilst verifying its operation. One tries to write data in the absence of CS and also to read it in order to insure the functionality of CS . For the 16 K parts CS does not exist and it is necessary to inhibit Ras or Cas to deselect a device.

The theoretical patterns of address and data may no longer be taken seriously but it is necessary to pit one's wits against the device to find a short, but effective, group of tests. This search for short patterns is an essential step in the characterization process and the test system should be used as a key tool in getting this information. It is customary to look for patterns which separately verify the constituent parts of the device. There are tests for the function of the different cycles. These can use comparatively simple address

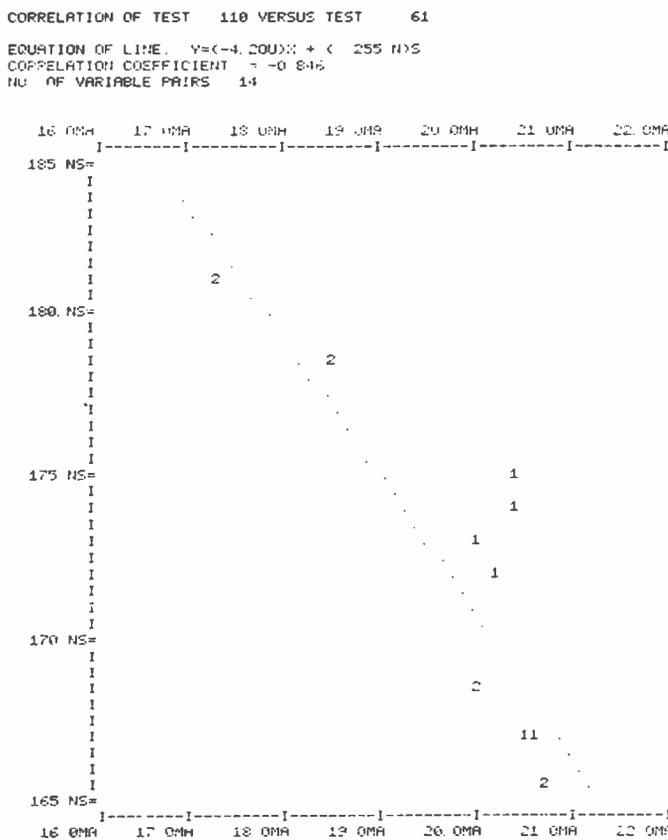


Fig. 6. - Correlation Analysis of the results can indicate which tests are related in their ability to find failures and so enable unnecessary tests to be eliminated, in order to reduce test time.



Fig. 7. — The J387 can test dynamically at the end of cables, this permits stringent testing at wafer probe and the use of mechanical handlers for the packaged circuit.

and data algorithms and play rather on clock format. There are also tests for input buffers and decoders. It is not necessary to perform the highly redundant galloping patterns. The much shorter Address Complement is very effective. For this every address bit changes between each cycle. A further consideration is whether a long decoder test is necessary for both row and column of a device like 4027

which shares a common decoder between row and column addresses.

The cell array taken together with the decoder needs to be tested for uniqueness of address. A comparatively simple diagonal test may be much more efficient than an N-squared pattern. Another popular solution is to use a Read-modify-write sequence which ensures that an asymmetric pattern is seen by the device. What is important, apart from the reduced test time, is that failures caused by these patterns are easier to understand. Only when all the basic faults are found one can let one's intellect rip with all the patterns possible from a flexible microprogrammed pattern generator.

The combination of a well thought out sequence of patterns covering all the different types of cycle and the different margins of voltage and timing forms the backbone of any test programme. From then on there is a competition between the Q.A. who keep finding extra tests to weed out a few more suspect devices and the product or test engineer who, by characterising the device, hopes to find the same failing devices in a shorter time. This evaluation of tests is an ongoing affair and even after a long test has been eliminated from a production programme, it may be useful to try it again on a sample basis for Q.A. purposes. Indeed there are those who use a dynamic allocation of patterns as a function of results on an initial sample of each batch subjected to a much longer test sequence. It is also important as for all semiconductor devices to measure d.c. parameters such as leakage and supply current. The average power consumption when operating at full frequency is also important in memory testing.

This all implies not only a fully programmable test system but also an easy to use software giving the characterisation engineer the ability to interact with the system in order to pit his wits against the device and the production engineer the necessary data on which to base his value judgements. One needs datalogging of marginal forcing values and failure modes, distribution curves and cell mapping and Shmoo.

Électromechanical filters developed in Japan

Part 1 : General (*)

by MASASHI KONNO,

Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Yamagata University, 4-3-16 Jyonan, Yonezawa-city, Yamagata, 992 Japan.

KAZUO YAKUWA,

Transmission Division, Fujitsu Limited, 1015 Kamiodanaka, Nakahara-ku, Kawasaki-city, Kanagawa, 211 Japan.

TAKESHI YANO,

Transmission Division, Nippon Electric Co., Ltd., 1753 Shimonumabe, Nakahara-ku, Kawasaki-city, Kanagawa, 211 Japan.

YASUO KOH,

Electronic Components Division, Kokusai Electric Co., Ltd., 22-15 Toranomon 1-Chome, Minato-ku, Tokyo, 105 Japan.

© Masson, Paris 1978

RÉSUMÉ

Filtres électromécaniques développés au Japon.

Les recherches faites au Japon dans le domaine des filtres électromécaniques ont commencé dans les années 1940. Après un bref historique, les auteurs donnent une évaluation du domaine d'application de ce type de filtre. Ensuite ils présentent les principaux aboutissements de ces recherches tant du point de vue théorique que de celui de la réalisation pratique. Enfin plusieurs exemples de réalisations dans diverses gammes de fréquences sont décrits.

Dans le prochain fascicule on trouvera une description des principales réalisations de filtres de voie électromécaniques au Japon.

SUMMARY

The research in Japan in the field of electromechanical filters has begun in the 1940's. After a brief historical survey, the authors provide an assessment of the potential applications of this type of filter. Then the main achievements of this research are presented from the theoretical as well as from the practical standpoint. Finally several practical designs in various frequency bands are described.

1. INTRODUCTION

Electromechanical devices are widely applied in Japan and enormous quantity of them are being mass produced. Among them are crystal resonators, crystal filters, ceramic filters, electromechanical filters, surface acoustic wave filters and so on. This paper deals with electromechanical filters (EM filters). The definition of the EM filter here, is one which utilizes metal resonators, regardless of mechanical coupling between resonators.

Annual production in Japan of the EM filters amounts to a few million, probably the topmost among world producers, covering a wide variety of application fields : from tuning fork filters of simple construction to channel filters of complicated construction for use in carrier transmission systems.

At present, the EM filters have grown from an obscure to such an attractive figure in the design of communication equipment and system that we can scarcely disregard their existence.

This paper deals with a brief developmental history, design and manufacture statuses, typical research accomplishments and products as well as the roles played among other types of filters of some noteworthy EM filters. A detailed explanation of the channel EM filters is also made.

2. BRIEF HISTORY AND NOTEWORTHY TOPICS

A review of EM filter, resonator and transducer development in the world-wide extent was conducted by R. A. Johnson, M. Börner, and one of the authors [1].

The following is brief history of Japanese EM filters. A study on the bending mode EM resonators started in the

early 1940's by K. Nagai and M. Kimura [2], [3] of Tokohu University, aiming at the development of a high precision EM oscillator. While studies for the development of the EM filter were undertaken in the middle 1940's by T. Tanaka of Kyoto University and M. Fukada of Kokusai Electric Co.

The practical application of intermediate frequency EM filters for radio began in 1956, by Kokusai Electric Co [4], [5].

Throughout the 1960's, the application field of EM filters remarkably expanded, centered mainly on low-frequency EM filters to cope with the growing industrial demand.

Since the 1970's the application field of EM filters has expanded steadily and at the same time, new possibilities of commercial production of high performance filters, channel filters with attenuation poles for instance, have opened up.

Some noteworthy topics in the course of the above developmental activities may be briefly recapitulated as follows :

a. Commercial production of the piezoelectric EM transducer in the early 1950's.

The piezoelectric transducer offers certain advantages over the magnetostrictive transducer in terms of simplicity of construction and large values of EM coupling coefficients.

In the early 1950's piezoelectric electromechanical transducers were industrially adopted in Japan and much efforts were made for improvements in the characteristics of piezoelectric ceramics.

But for the early developmental efforts for the piezoelectric EM transducer, it would have been impossible to expect the present-day wide application field of EM filters.

(*) La 2^e partie paraîtra dans le n° 6-7.

b. Production of low-frequency EM filters.

Less than 30 kHz low-frequency EM filters using a tuning fork and a bending type resonator have been marketed in large quantities, recently occupying probably a 70 % share of all domestic EM filters production.

EM filters are extremely advantageous over LC filters in the low-frequency narrow band applications.

It is intrinsically difficult to improve a Q value of a low-frequency LC resonant circuit and the overall size of such LC circuit is extremely bulky. An extremely compact EM filter with a high Q and an improved stability can be easily constructed.

The low frequency narrow band EM filters may well be said to constitute a monopolised domestic market.

3. A ROLE PLAYED BY EM FILTERS [6, 7, 8].

Now whereabouts in the domestic market do the EM filters rank among the other filters will be considered.

3.1. Merits and Demerits of The EM Filter.

The merits of the EM filter may be summed up as follows :

a. HIGH Q's :

Q values of mechanical resonator elements are extremely high, ranging 1,000 to 30,000, contributing to the realization of low-loss filters.

b. HIGH STABILITY :

Frequency vs. temperature coefficients are extremely small, ranging 2 to 20 ppm/°C. This contributes greatly to the realization of filters with stabilized passband and stopband characteristics.

c. STRUCTURAL COMPACTNESS :

A single mechanical resonator element can be considered as equivalent to a single electrical resonant circuit, composed of an inductor and a capacitor. Thus the number of elements can be substantially halved in the filter designs by introducing mechanical resonators.

Furthermore the density of energy that can be stored in unit volume for mechanical vibration is extraordinarily high as compared to magnetic or electrical energy, being in the order of 10^3 times. Thus the volume of the element per se can be made extremely small.

But the EM filter is not free from the following drawbacks :

a. Difficulty for Realizing Wideband Characteristics.

A finite EM coupling coefficient is synonymous with a restriction on the upper limit of the fractional bandwidth.

Filters with fractional bandwidths in excess of 10 % may be regarded to be of considerable wideband, while the design of filters with fractional bandwidths in excess of 15 % is appreciably difficult.

b. Unavailability of Multifarious Characteristics.

Although a single resonator can behave similar as a conventional resonant circuit, the realization of an element

equivalent to an inductor or a capacitor itself is almost impossible. This makes it impossible to realize an arbitrary filter circuit by means of mechanical resonators and couplers.

In other words, such multifarious characteristics as obtained with LC filters can scarcely be expected with the EM filter designs.

3.2. Application of EM Filters

Figure 1 illustrates the region in which the center frequency vs. fractional bandwidth relationship of an EM filter is practically applied. EM filters occupy a position relative to other types of filters as will be described.

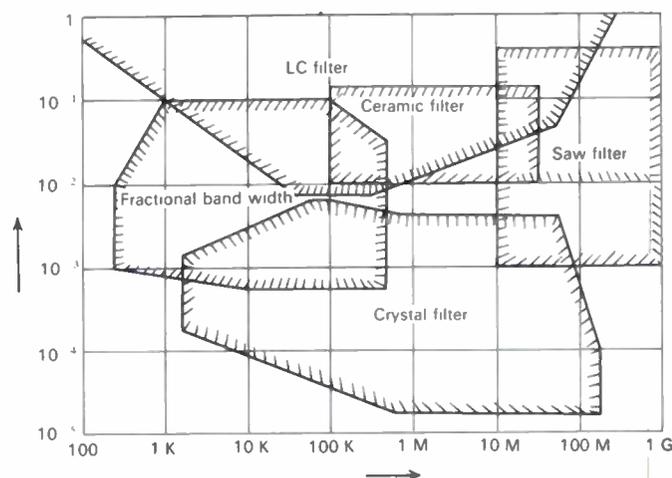


Fig. 1. — Applicable region of various types of filters.

1. Bandpass filters with 0.1-2.0 % fractional bandwidths are the fittest as EM filters.

In cases where there is no necessity for parallel connection of filters and the terminating resistance values of peripheral circuits can be impedance-matched with an EM filter, the filter may be composed only of resonators without using coils. Such an EM filter can be constructed extremely compact, in most cases, as compares to the LC filter.

As compared to crystal filters, EM filters offer advantages in production cost and structural compactness.

2. Bandwidths of 2 to 15 % offer a competitive region with the LC filter. EM filters are advantageous over LC filters in structural compactness and in a reduction in volume to 1/2 or less, whereas the drawback of EM filters is inability to respond to a wide variety of demands for the characteristics.

Simpler in construction than LC filters, EM filters are more adapted for economical automated production than the LC filter.

3.3. Application Fields of EM Filters

Principal application fields of EM filters as classified according to the frequency ranges are as follows :

a. 300 Hz to 3 kHz.

The greatest both in application and in production quantity, this band presumably occupies about one-half of the total production. As frequency selective filters, EM filters

in this range are used in paging receivers, transceivers, and remote control, traffic control, and railway control equipments. They have been also used as carrier telegraphy filters or for PCM repeater monitoring purpose in considerable quantities.

Although tuning forks are mainly used as resonator, use of bending type resonators, especially for high performance filters is not uncommon.

b. 3 to 30 kHz.

Signaling filters for channel translating equipment of the 3×4 modulation scheme are being produced in appreciable quantities as the topmost product kind in quantity in this range. Among other applications are control systems, such as the nationwide TV program transmission network. Application of EM filters in this range is narrower than in the previous range. The vibration mode of the resonators is mostly bending.

c. 30 to 300 kHz.

Channel EM filters for channel translating equipment are being produced in considerable amounts. A further rapid increase in production is scheduled in the very near future.

Among other applications are carrier supply filters and pilot extracting filters for use in carrier equipment.

d. 300 to 500 kHz.

Intermediate frequency EM filters for use in radio and communications equipment are being mass produced in this frequency range.

4. MAJOR RESEARCH ACCOMPLISHMENTS

4.1. Research by T. Tanaka

T. Tanaka of Kyoto University proposed, as early as 1958 [9], almost contemporary with the research by M. Börner of Telefunken, an EM filter composed of torsional mode resonators and longitudinal vibration couplers (shown in *fig. 2*) and in 1957 [10], an EM filter composed of longitudinal mode resonators and longitudinal mode couplers (shown in *fig. 3*). It is of great interest that before long these techniques were materialized as prototypes for EM channel filters.

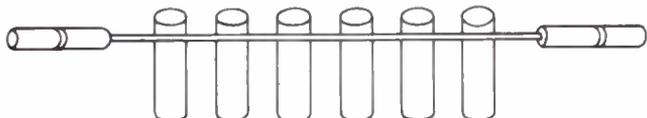


Fig. 2. - Torsional mode EM filter (T. Tanaka).

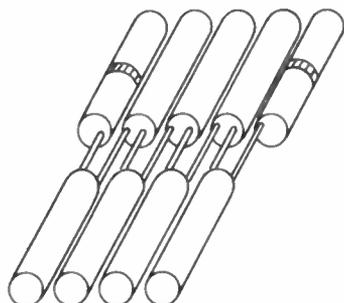


Fig. 3. - Longitudinal mode EM filter (T. Tanaka).

The latter type was also proposed by M. Kawakami independently [11].

4.2. EM Filters Designed under Operating Loss Basis.

EM filters design under operating loss basis was commenced by M. Kawakami [12] and M. Konno [13].

4.3. Electrical Analogies of Bending Mode Resonators

One of the authors proposed in 1956 [14] an electrically analogous 8-terminal network for a bending resonator whose thickness could be neglected (*fig. 4*). This concept became developmental basis for low-frequency EM filters.

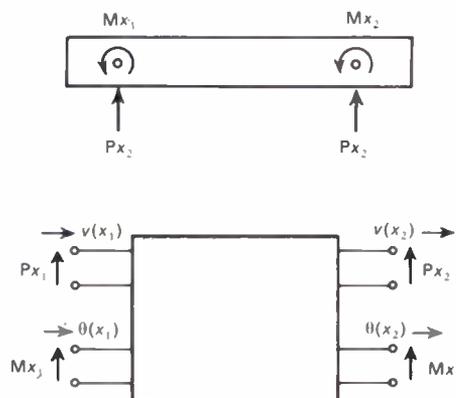


Fig. 4. - Electrical analogy of a bending mode resonator (M. Konno).

In 1974, S. Oyama and one of the authors evolved this concept so as to express the behaviour of bending mode resonator by using the mobility analogy [15]. In 1974, one of the authors and Y. Tomikawa [16] proposed an equivalent circuit to account for two or more vibration modes possessed by a single rod and succeeded in a theoretical elucidation of unusual attenuation responses caused by bending resonance of coupling wires [14].

4.4. Development of a torsional mode coupled bending mode resonator

One of the authors proposed in 1957 a compound resonator element as illustrated in figure 5, in which two bending mode resonators were coupled with one or more rod type coupling wires at nodal points [18, 19].

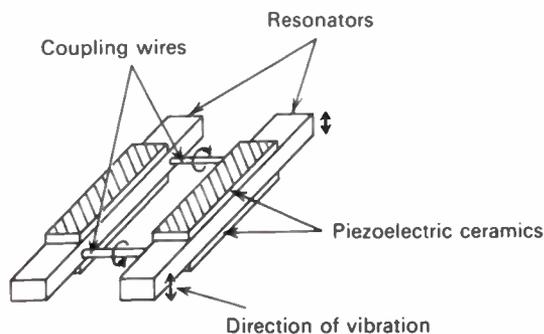


Fig. 5. - Torsional mode coupled bending mode resonators (M. Konno).

In 1963, one of the authors developed the low-frequency EM filters in the frequency range of 0.4 to 30 kHz, which

have bandwidths ranging from 0.1 to 10% or more, and announced that these filters were able to be brought in practical use for communication systems such as telegraphy equipment and telephone equipment [20].

In 1965, one of the authors discussed the equivalent parameters, Q , and temperature and time stability, and obtained the basic design equations of this filter [21].

A two-resonator filter using this filter designs was developed in the mid-1960's, and introduced for use in signal receiving circuits for channel translating equipment [22, 23]. These EM filters are currently mass produced for use in telephone equipments, automatic train control systems, telemetry and so on.

4.5. Relationship between Resonator Vibration Amplitude Level and Tolerable Minimum Resonator Volume [24]

Both resonant frequency and loss of a resonator vary with driving power. One of the authors made a theoretical analysis for expressing the variation as a function of the resonator volume, vibration mode, and the resonator material constants and proposed a theory for determining the minimum tolerable resonator volume.

4.6. EM Wave Separating Filter Realization

M. Onoe and one of the authors conducted in 1970 the design and trial model construction of an EM wave separating filter shown in figure 6 to verify its feasibility [25]. This filter concept was later introduced to Nippon Electric Co.'s EM channel filter designs.

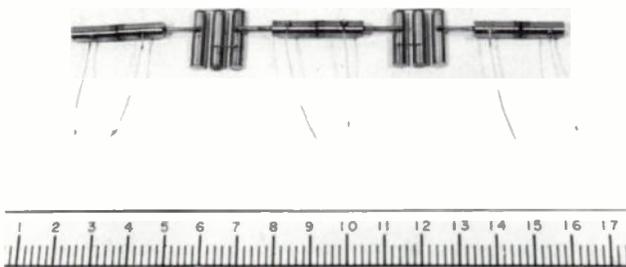


Fig. 6. — An EM wave separating filter (M. Onoe and T. Yano).

4.7. Multiple Mode EM Filter Realization.

Harnessing two or more of the vibration modes possessed by a resonator reduces the number of resonators. A study of double-mode and triple-mode resonators (which use two or three vibration modes with a single resonator) has been continued in this decade mainly by one of the authors and his co-workers [26, 27, 28]. At the same time, trial models for a number of filter designs using such resonators were constructed.

4.8. Reliability of EM Filter

Introducing the concept of Physics of Failure, the failure analysis of the low-frequency EM filters which failed in the past 10 years' field operation, was performed in 1973 by one of the authors and his co-workers. As a result, the failure rate of the filters was clarified to be 10 to 30 fits [29].

The results of these analyses were also successfully reflected on design and fabrication, and made it possible to apply the EM filters to telephone equipment, which is designed for a long life of 20 years or more.

4.9. Methods to Determine Equivalent Circuit Values of an Actual EM Filter

A method to determine equivalent circuit values of an actual EM filter was proposed by M. Onoe [30]. Another approach for the same problem based on Z_{11} or Y_{11} measurement of the EM filter was proposed by one of the authors and H. Watanabe [37]. The main object of these works was improvement of pass band ripple of the EM filter.

4.10. Finite Element Analysis

Finite element analysis of the rectangular plate vibration was conducted by Y. Kawai and N. Yoshimura, and Y. Kagawa and GML Gladwell independently [31, 32, 33, 34]. Introduction of piezoelectricity to the finite element analysis was achieved by Y. Kagawa and Y. Yamabuchi [35]. Y. Tomikawa et al. analyzed tuning fork resonators [36].

5. TYPICAL EM FILTERS PRODUCTS

Of a great number of current EM filter products, some typical ones of practical value will be introduced.

5.1. Miniature Reed Filter

Miniature filters using a tuning fork resonator, only 0.8 cm^3 in volume and 44 in kinds covering a frequency

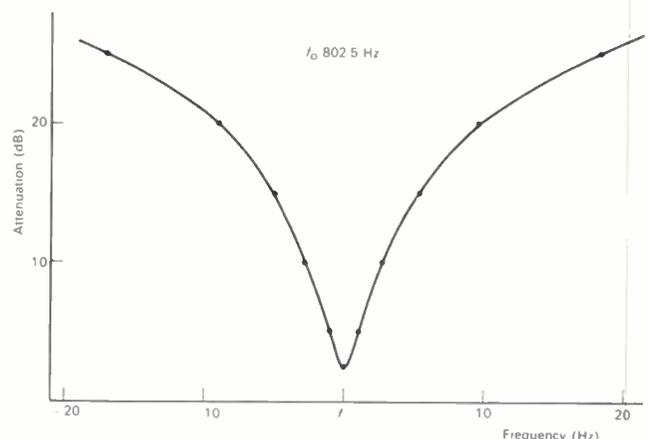
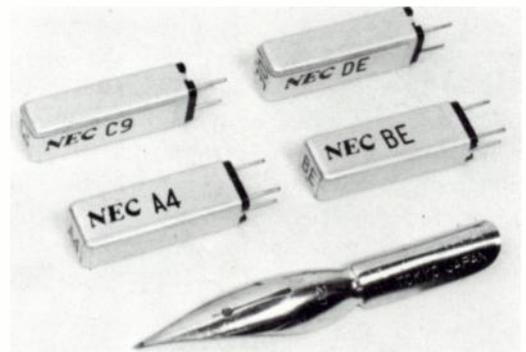


Fig. 7. — Reed filter (Nippon Electric Co.)

range 502.5 to 1 147.5 Hz at 15 Hz intervals, and having the typical characteristics as shown in figure 7 [38] are being produced. The major manufacturers of the EM filter are Nippon Electric Co., Matsushita Electric Co., Daini Seikoha Co., Murata Mfg Co., and Iwata Electric Co.

5.2. Three-Prong Tuning Fork Filter

A multiple mode EM filter was developed in 1963, which offered operation equivalent to a pair of tuning forks of the Jaumann connection ---- that is, a three-pronged tuning fork filter with the characteristics shown in figure 8. Approximately sixty different kinds of filters are being mass produced, covering a frequency range 300 to 6 kHz at 15, 50 or 60 Hz intervals. They are mainly used in telemeter and telecontrol equipment [39, 40].

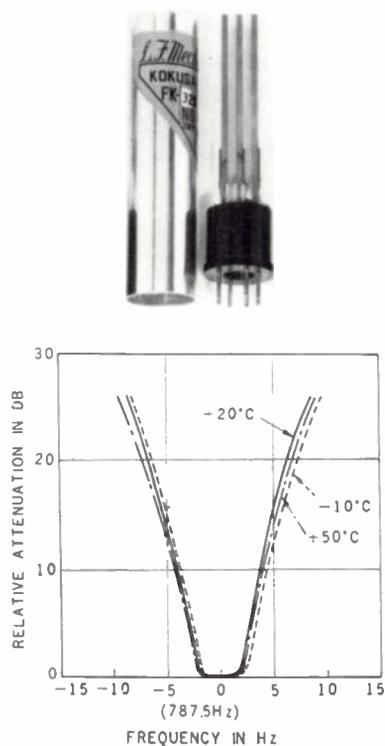


Fig. 8. - Three-prong tuning fork filter (Kokusai Electric Co.).

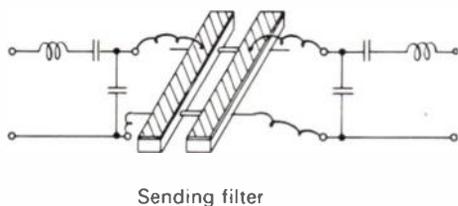
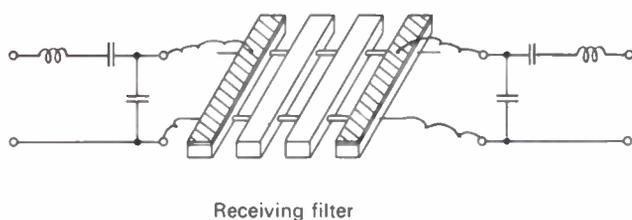


Fig. 9. - EM filter for carrier telegraphy (Fujitsu LTD.).

5.3. EM Filters for Carrier Telegraphy

One of the early applications of low-frequency EM filters to communication systems is in the 50-baud carrier telegraph equipment.

The earliest EM filter for the carrier telegraph equipment was developed in 1964 with the aim of reducing the channel filter size [41]. Figure 9 shows the construction of the filter at 1 140 to 2 460 Hz. The filter is composed of bending resonators, and the numbers of sending and receiving filter resonators are 2 and 4, respectively. The volume of the filter was able to reduce to about one-half that of the LC filter.

Success of the EM filter was followed by two EM filters of different types.

Figure 10 shows the EM filter [42] composed of tuning fork resonators and U-shaped coupling wires [43, 44]. Six different kinds of EM filters with center frequencies from 3 960 to 4 560 Hz are presently marketed. Each filter has the Gaussian characteristics. As for the modulation scheme for the carrier telegraph equipment, six waves produced by a combination of these six filters are group modulated with four modulating frequencies ranging 4 980 to 7 140 Hz to create twenty-four different signals covering 420 to 3 140 Hz.

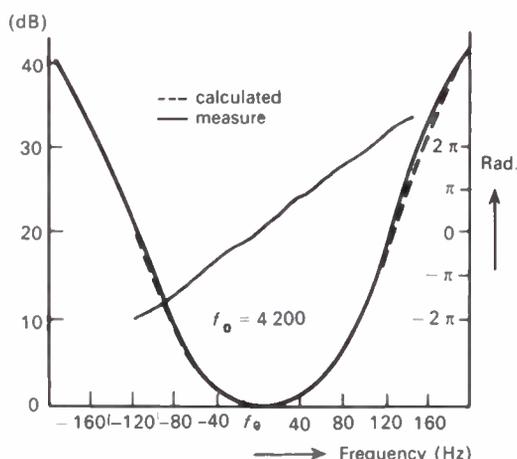
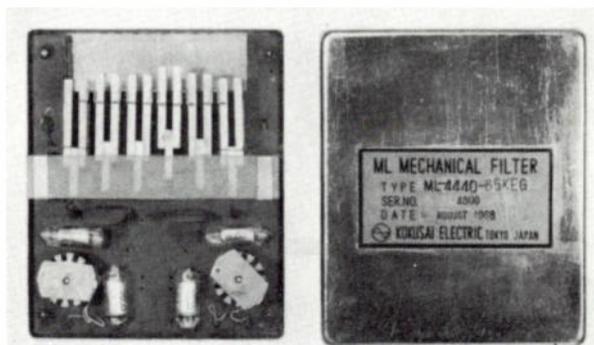


Fig. 10. - EM filter for carrier telegraphy (Kokusai Electric Co.).

Figure 11 is another filter [45] composed of bending mode resonators of parallel electrical connection with two attenuation poles as realized by an input-output bridging capacitor. With this filter, the phase linear characteristics have been accomplished by use of two resonators whose equivalent inductances as seen from the input and output are different from each other.

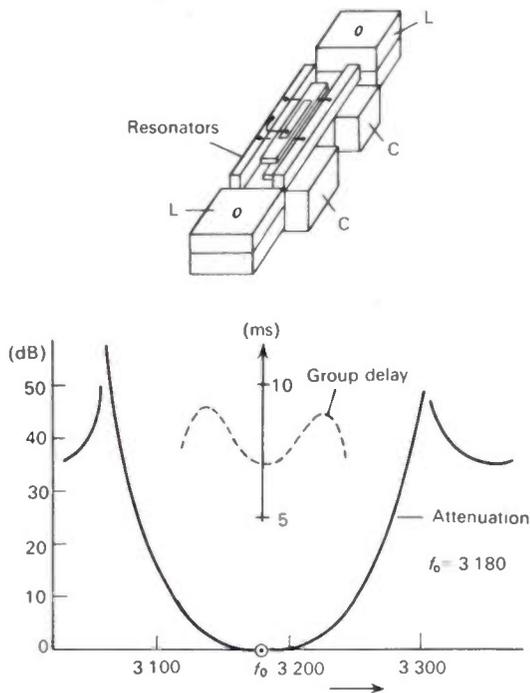


Fig. 11. - EM filter for carrier telegraphy (Nippon Electric Co.).

With these three types of filters, the input and output circuits each contain an inductor to expand the bandwidth.

5.4. Band-Rejection Filters

One of the authors conducted in the development of EM band rejection filter, and verified the feasibility of the filter [46].

Commercial production of band rejection EM filter was commenced by I. Imaguchi of Kokusai Electric Co. in 1969 [47]. Figure 12 shows the band rejection EM filter utilizing tuning fork resonators. The three resonators used have different resonant frequencies so as to form three peaks in the rejection band. The EM filter has sharper cut off characteristics compared with LC band rejection filters.

A band rejection EM filter with two rejection bands was brought into production by one of the authors in 1970 [48]. Signals should be inserted at 2 200 and 2 400 Hz in the voice frequency band according to the CCITT N° 5 signaling system used in international telephone circuits. Figure 13

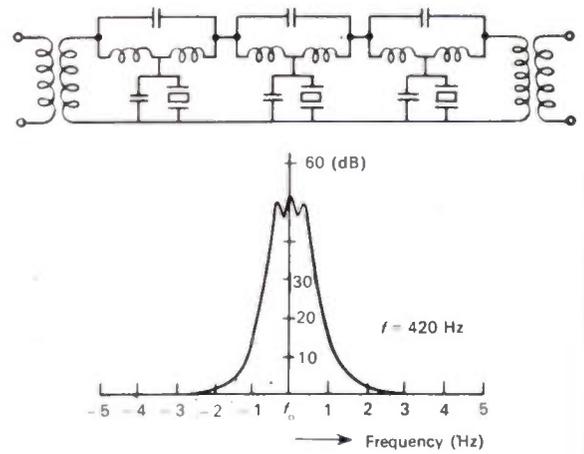


Fig. 12. - A band rejection EM filter (Kokusai Electric Co.).

shows the performance of a band-rejection filter designed for use in receivers of N° 5 signaling system to reject both 2 200 and 2 400 Hz. This filter is used for the voice and signal discrimination. The design process consists in performing two sequential bandpass transformations by use of a highpass filter and in replacing two resonant circuits contained in the circuitry thus obtained with two bending resonators.

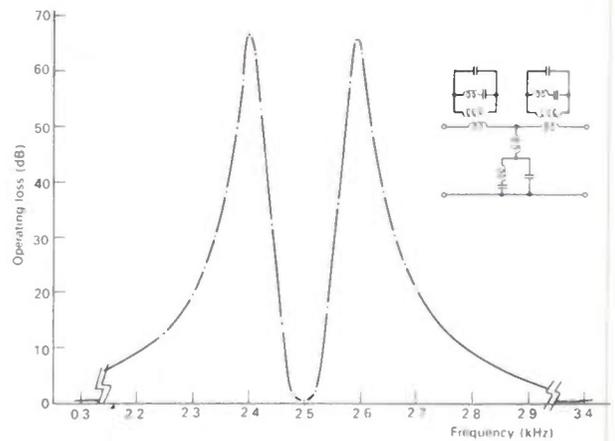


Fig. 13. - An EM filter with two rejection bands (Nippon Electric Co.).

Figure 14 shows another band rejection EM filter for 4 MHz coaxial cable equipment [49]. The circuit configura-

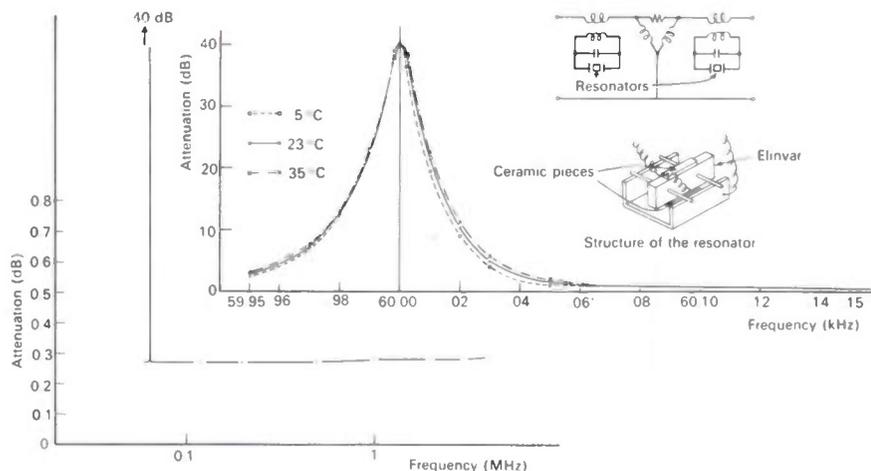


Fig. 14. - Band elimination EM filter (Oki Electric Co. and Toho Denshi Co.).

tion of the EM filter is as shown in figure 14, which was proposed by J. E. Colin [50]. The remarkable feature of the EM filter is that the resonators used have no spurious resonances which cause more than 0.1 dB pass-band disturbance of the EM filter in the frequency range from 60 kHz up to 4 MHz. In order to realize the spurious-less resonator, bending mode resonators with various dimensions were tested. Finally, the bending resonator with thin width as shown in figure 14 were proved to be the best solution.

5.5. Signaling Filters for Channel Translating Equipment [22, 23]

In 1968, the development of two kinds of signaling EM filters for use in channel translating equipment was announced, merely one-third in volume that of the LC filter and capable of use at either 3 825 or 3 850 Hz.

Figure 15 and Figure 16 show the construction of the filter which has ingeniously incorporated the construction of figure 5.

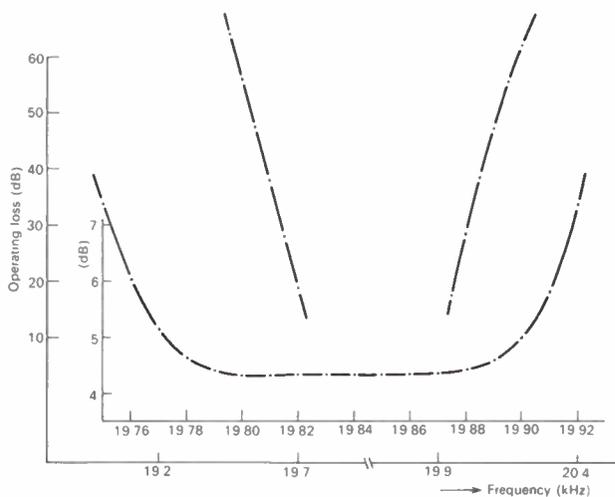
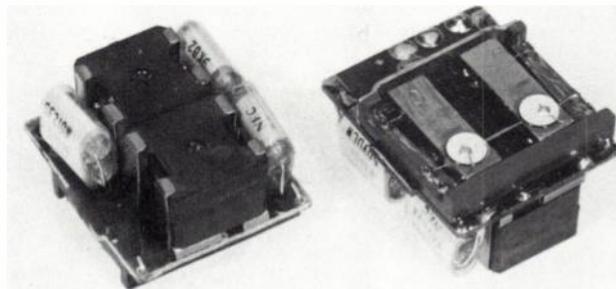


Fig. 15. — Signal receiving EM filter (Nippon Electric Co.).

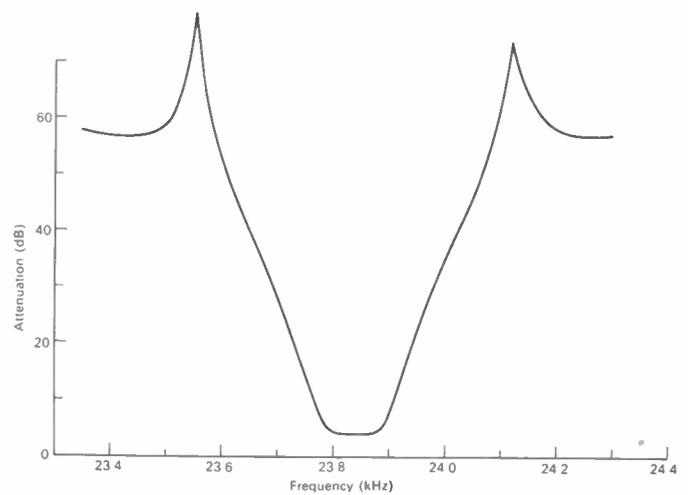
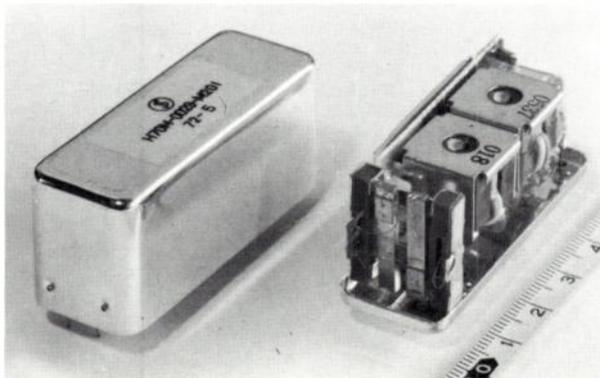


Fig. 16. — Signal receiving EM filter (Fujitsu Ltd.).

These filters are being manufactured in considerable quantities.

5.6. 455 kHz EM Filters

Two kinds of 455 kHz EM filters have been in production.

Figure 17 shows one of the EM filters, utilizing 2nd axisymmetric overtone bending mode resonators [51]. The coupling wires are so arranged as to pass through the resonators and fixed by using solder. The location of the resonators to which the coupling wires are fixed is determined by the bandwidth requirement for the EM filter. Langevin-type piezoelectric transducers are used. The thickness of the two end resonators is selected to be thicker than the other resonators, so as to improve unwanted spurious response of the EM filter. Various types of the EM filter, the band widths from 500 Hz to 2 kHz and the numbers of the resonators from 6 to 11 are being mass produced.

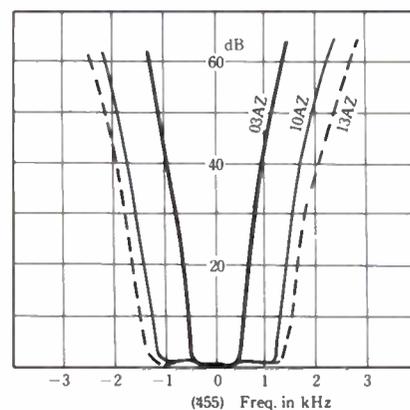
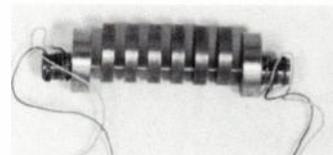


Fig. 17. — A 455 kHz EM filter (Kokusai Electric Co.).

Figure 18 shows another 455 kHz EM filter [52], which incorporates 6 H-shaped resonators. Two longitudinal mode resonators are coupled by a bending mode coupling wire to constitute an H-shaped resonator. The most appreciable feature of the EM filter is their compactness. The filter volume is merely 5.7 cm³.

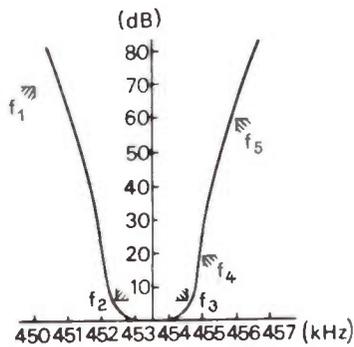


Fig. 18. — A 455 kHz EM filter (Toko Inc.).

7. CONCLUSIONS

Much developmental efforts have gone to the evolution of Japanese EM filters since the inception in the early 1940's. They have been assigned, in quantity production, their definite industrial applications among other types of filters.

Bibliography

- [1] JOHNSON R. A., BÖNER M. and KONNO M. — Mechanical filters. A review of progress, *IEEE Trans. on SU*, vol. SU-18, n° 3, July 1971.
- [2] NAGAI K. and KIMURA M. — *Japan Utility Model*, n° 346884, 1944.
- [3] NAGAI K. and KIMURA M. — *Japan Patent*, n° 163492, 1944.
- [4] TAGAWA Y. and TAKAHASHI K. — On mechanical filters, Paper of Technical Group on Circuit Theory, *IECE of Japan*, Sept. 1956 (in Japanese).
- [5] FUKADA M. and SATO K. — Mechanical filters, *IEE Symp. of Japan*, Nov. 1956 (in Japanese).
- [6] KONNO M. and TOMIKAWA Y. — Electromechanical filters-part 1, introduction, *J. IECE of Japan*, vol. 52, Mar. 1969 pp. 303-312, (in Japanese).
- [7] YAKUWA K. — Electromechanical filters-part 2, high frequency electromechanical filters, *IECE of Japan*, vol. 52, May 1969, pp. 568-577 (in Japanese).
- [8] YUKI T. and YANO T. — Electromechanical filters-part 3, low frequency electromechanical filters, *J. IECE of Japan*, vol. 52, June 1969, pp. 727-732 (in Japanese).
- [9] TANAKA T. and INOBUCHI. — Mechanical filter, Meeting of Study Group on Applied Ferroelectrics in Japan, vol. 4, April 1958 (in Japanese).
- [10] TANAKA T. and TAGAWA Y. — *Mechanical filter*, *Japan Pat.* s 32-7801, 1957.
- [11] KAWAKAMI M., SHIBAYAMA H. and ONODA M. — Longitudinal mode electromechanical filters, Paper of Technical Group on Circuit Theory, *IECE of Japan*, Jan. 1958 (in Japanese).
- [12] KAWAKAMI M., SHIBAYAMA H. and ONODA M. — A few examples of longitudinal mode electromechanical filters, Paper of Technical Group on Circuit Theory, *IECE of Japan*, July 1957 (in Japanese).
- [13] KONNO M., YAMAMIZU S. and YAMASHINA M. — Design of electromechanical filters on the operating loss basis, Paper of Technical Group on Circuit Theory, *IECE of Japan*, Sept. 1957 (in Japanese).
- [14] KONNO M. — An electrical analogy for the analysis of lateral vibrating beams, *J. IECE of Japan*, vol. 39, n° 7, July 1956, pp. 651-654 (in Japanese).
- [15] OYAMA S. and KONNO M. — Electrical analogy of mechanical networks and its applications, *Bull. of Yamagata Univ. Eng.*, vol. 13, n° 2, July 1974 (in Japanese).
- [16] SUGAWARA S., KONNO M. and TOMIKAWA Y. — Coordinate translation of a mechanical network and its general description, *Proc. Annu. Conv. Acoust. Soc. Japan*, n° 2-1-11, Oct. 1973, pp. 261 (in Japanese).
- [17] SUGAWARA S., OGASAWARA T. and KONNO M. — Spurious response of torsional mode mechanical filter, Paper of Technical Group on CTS 76-69, *IECE of Japan*, Oct. 20, 1976 (in Japanese).
- [18] KONNO M. — Theoretical of Mechanical filters, *J. IECE of Japan*, vol. 40, n° 1, Jan. 1957, pp. 44-51 (in Japanese).
- [19] KONNO M., KUSAKABE C. and TOMIKAWA Y. — Electromechanical filter composed of transversely vibrating resonators for low frequencies, *J.A.S.A.*, vol. 141, n° 4, (part 2), April 1967, pp. 953-961.
- [20] YAKUWA K., OKUDA S. and TANAKA T. — Low-frequency mechanical filters, *Proc. Annu. Conv. IECE of Japan*, n° 55, Nov. 1963 (in Japanese).
- [21] YAKUWA K. — Characteristics of an electromechanical filter using piezoelectric composite bending vibrators, *J. IECE of Japan*, vol. 48, pp. 206-215, Nov. 1965 (in Japanese).
- [22] ENDO K., ATSUYA K., SHIMIZU K., OKAMOTO T., MATSUSHITA I., HIROSE Y. and MINO K. — New channel translating equipment, *Fujitsu Sci. Tech. J.*, vol. 3, n° 1, Mar. 1967.
- [23] KOGO M., YUKI T., YANO T., KAWANA T., MORIMOTO K. and UEHARA K. — Mechanical filters and Oscillators for control equipment, *NEC Tech. J.*, n° 82, Nov. 1969 (in Japanese).
- [24] YAKUWA K. and OKUTA S. — Miniaturization of the mechanical vibrator used in an electromechanical filter, *Rep. 6th Int. Congress on Acoust.*, vol. 4, Aug. 1968, pp. 97-100.
- [25] ONOF M. and YANO T. — Electromechanical wave separating filters, *Proc. 20th Electr. Comp. Conf.*, May 1970.
- [26] KONNO M., TOMIKAWA Y., TAKANO T. and IZUMI H. — Electromechanical filters using degeneration modes of a disk or ring, *J. IECE of Japan*, vol. 52-A, May 1969, pp. 19-28 (in Japanese).
- [27] NAKAMURA K., SHIMIZU H. and WATANABE H. — Multi-channel electromechanical filters using orthogonal modes in a single mechanical system, *Rep. 6th Int. Congress on Acoust.*, vol. 4, Aug. 1968, pp. 109-112.
- [28] KONNO M. and TOMIKAWA Y. — An electromechanical filter consisting of a flexural vibrator with double resonance, *J. IECE of Japan*, vol. 50, Aug. 1967, pp. 64-73 (in Japanese).
- [29] YAKUWA K., OKUDA S., KASAI Y. and KATSUBE Y. — Reliability of electromechanical filter, *Fujitsu*, vol. 24, n° 1, Jan. 1973 (in Japanese).
- [30] ONOE M. — A method for measuring equivalent circuit constants of electromechanical filters, *J. IECE of Japan*, vol. 43, n° 8, Aug. 1950 (in Japanese).
- [31] KAWAI Y. and YOSHIMURA N. — Analysis of inner vibration resonances of a rectangular plate, *Proc. Annu. Conv. of The Japan Society of Mechanical Engineers*, n° 177, Oct. 1967, pp. 213 (in Japanese).
- [32] KAWAI Y. and YOSHIMURA N. — Analysis of outer vibration resonances of a rectangular plate, *J. of East-part Ship Building Society*, vol. 36, July 1968, p. 147.
- [33] KAGAWA Y. and GLADWELL G. M. L. — Finite element analysis of flexure-type vibrators with electrostrictive transducers, *IEEE Trans.*, SU-17, 1970, n° 1, p. 41.
- [34] KAGAWA Y. and YAMABUCHI T. — Finite element simulation of two-dimensional electro-mechanical resonators, *IEEE Trans.*, SU-21, 1974, n° 4, p. 275.
- [35] KAGAWA Y. and YAMABUCHI T. — Finite element approach for electromechanical devices problems with arbitrary electrode configuration, *IEEE Proc.* 75, ISCAS, Boston, 1975, p. 21.
- [36] TOMIKAWA Y., MIURA K. and DONG S. B. — Equivalent circuit analysis of piezoelectric tuning fork resonators by using finite element analysis, *The Committee of Electromechanical Funktion Devices. IEE of Japan*, Dec. 25, 1976 (in Japanese).
- [37] YANO T. and WATANABE H. — Network-theoretical considerations on electromechanical filters, *Paper on Technical Group on Circuit Theory, IECE of Japan*, Jan. 1965 (in Japanese).
- [38] KIDOKORO M., KAWANA T. and HARASAWA K. — Shock-proofed reed filter, *Proc. Annu. Conv. IECE of Japan*, n° 116, July 1974 (in Japanese).
- [39] TAKAHASHI K. and KOH Y. — Compound tuning fork and bending mode filters, *Proc. Joint conv. Four Inst's of Elec. Eng., Japan*, n° 1172, April 1963 (in Japanese).
- [40] KOH Y. — The mechanical filter: Evolution to technical maturity, *Journal of Electronic Engineering* (Dempa Publication), June 1973.
- [41] YAKUWA K., OKUDA S. and TANAKA T. — Low-frequency mechanical filters, *Fujitsu*, vol. 15, n° 2, May 1964, pp. 132-144 (in Japanese).
- [42] TAGAWA Y., HIRANO T., HARUYAMA H. and IMAGUCHI I. — An electromechanical filter having delay flat characteristics, *Proc. Joint Conv. Four Inst's of Elec. Eng., Japan*, n° 1136, May 1968 (in Japanese).
- [43] TAKAHASHI K. — Low-frequency mechanical filters with U- or I-shaped couplers and resonators, *J. IECE of Japan*, vol. 48, Nov. 1965, pp. 199-205 (in Japanese and in English).
- [44] YUKI T. — Consideration on narrow band electromechanical filters, *Paper on Technical Group on Circuit Theory, CTM 67-6*, Nov. 1966 (in Japanese).
- [45] YANO T., FUTAMI T. and OHKURA M. — A mechanical filter which incorporates asymmetric resonators, *Proc. Annu. Conv. IECE of Japan*, n° 272, April 1972 (in Japanese).
- [46] KONNO M., TOMIKAWA Y. and IZUMI H. — Rejection filters, *Meeting of Study Group on Applied Ferroelectrics in Japan*, vol. 15-2, n° 14-93-65, March 1968 (in Japanese).
- [47] IMAGUCHI I. — Low-frequency band elimination filter utilizing electromechanical resonators, *Proc. Joint Conv. Four Inst's of Elec. Eng., Japan*, n° 1305, March 1969 (in Japanese).
- [48] YANO T. and KAWANA T. — A consideration on band rejection filters utilizing electromechanical resonators, *Proc. Annu. Conv. IECE of Japan*, n° 170, Aug. 1970 (in Japanese).
- [49] OHKAWA M. and YOSHIZAKI K. — A spurious suppressed electromechanical resonator and its application to a band elimination filter, *Proc. Annu. Conv. IECE of Japan*, n° 117, July 1974 (in Japanese).
- [50] COLIN J. E. and ALLEMANDOU P. — Filtrés passe-bas et passe-haut symétriques d'adaptation maximale application aux filtres passe-bas et passe-haut en échelle a cristaux piézoélectriques, *C et T*, 15° A., n° 2 et n° 3, 1961.
- [51] KOKUSAI. — *Electric Co. Catalog*, n° SB 0225.
- [52] TOKO. — *Inc. Catalog*, n° Z-04701 (in Japanese).