

L'onde électrique

LIBRARY, ENVIRONMENTAL RESEARCH
LABORATORIES, NATIONAL OCEANOGRAPHIC
ATMOSPHERIC ADMINISTRATION
BOULDER, COLORADO

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

NOV 28 1978

Volume 58 n° **11** NOVEMBRE 1978

Volume 58, n° 11 NOVEMBER 1978

LOCATION:

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

RETENTION:

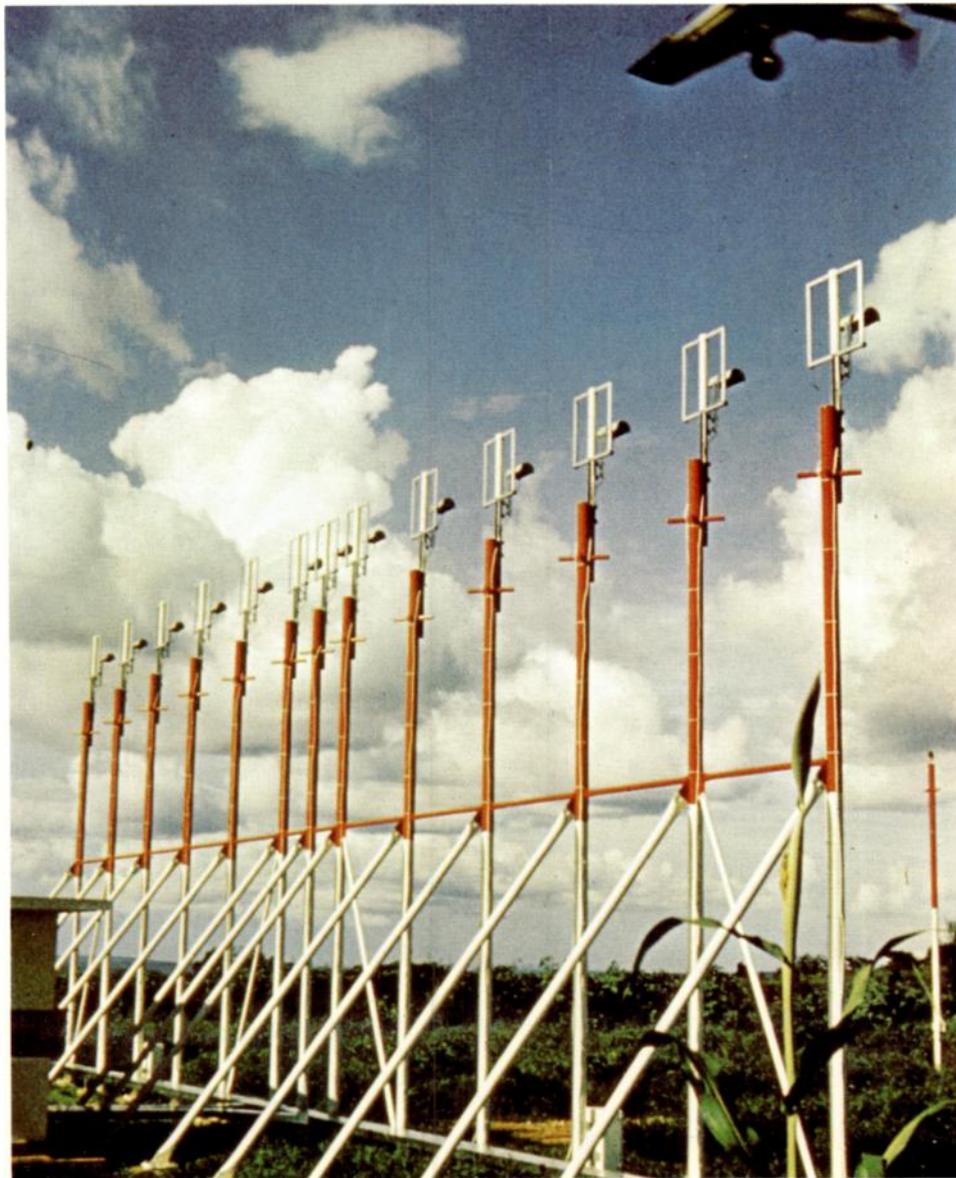
- Current year only
 Other

LE SYSTÈME D'ATTERRISSAGE MLS

LA MICROLITHOGRAPHIE

LES SÉQUENCES ANHARMONIQUES

L'ESSDERC 78



ILS = une solution Thomson-CSF pour un site acrobatique.

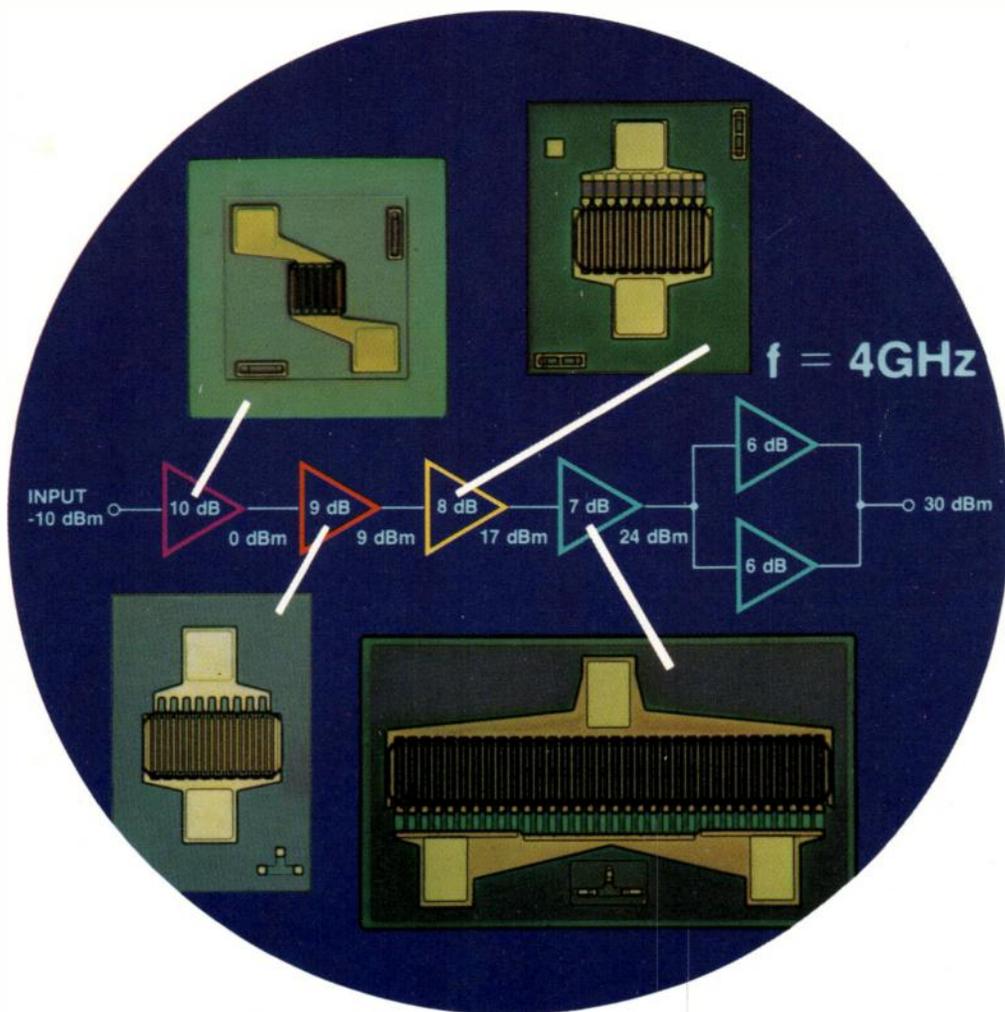
A Kigali (Ruanda) une antenne « localizer » à réseau 13 éléments a été surélevée pour permettre la formation d'un diagramme correct malgré le dénivelé du terrain en bout de piste.



MASSON

Paris New York
Barcelone Milan

SURPRISE !

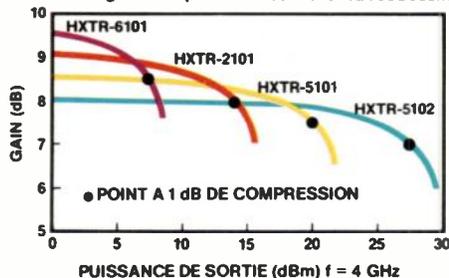


Quatre nouveautés HP pour faciliter vos réalisations en hyperfréquence.

La famille des transistors bipolaires HP vous offre une meilleure puissance linéaire, une grande performance en gain et un très faible bruit de 1 à 4 GHz.

Bien adapté aux applications large bande ou bande étroite chacun des transistors de la chaîne d'amplification a été optimisé en faible bruit (HXTR-6101), en gain (HXTR-2101), en puissance linéaire et gain (HXTR-5101, HXTR-5102).

Un choix de gain et de puissance convenant à vos besoins.



Le procédé de fabrication assure à la production une faible dispersion et une excellente fiabilité.

Ces composants sont déjà disponibles chez ALMEX, FIF, FEUTRIER, SCAIB.

Pour plus d'information consultez HP France ou l'un des distributeurs ci-dessus.

HEWLETT  PACKARD

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

oe COURRIER DES LECTEURS

Devant l'inflation des publications, quel est l'intérêt des systèmes de documentation automatisés et quels sont-ils ?

A. GALLO (Paris)

Réponse :

Ce lecteur aborde dans sa question un problème très important : celui de la documentation face à l'inflation des publications.

En effet, on assiste depuis plusieurs décennies à une inflation considérable du nombre des publications scientifiques. Ce phénomène rend de plus en plus difficile, voire même impossible, l'accès par des méthodes manuelles et dans des «délais raisonnables» aux informations intéressant un demandeur particulier.

Pour faire face à cette situation, certains grands organismes ont été amenés à utiliser l'informatique pour la recherche documentaire. L'ordinateur permet, en effet, un tri très rapide dans un fichier. Le fichier est alors constitué par des signalements de publications (courts résumés précédés par une description du document) indexés par un certain nombre de mots choisis selon certaines conventions formelles dans un répertoire fixe appelé thésaurus. Le demandeur d'informations, ou son intermédiaire, pose sa question à l'aide des mots du thésaurus, en obéissant aux conventions formelles et obtient ainsi certaines informations.

Afin de mieux servir les demandeurs d'information et d'éviter tout déplacement important, les organismes documentaires ont été amenés à utiliser les ressources de la téléinformatique. Les bases de données sont interrogées à distance en utilisant le réseau téléphonique, ce qui permet une diffusion plus large des moyens de documentation. L'utilisateur ou son intermédiaire, dispose d'un équipement terminal (télé-imprimeur relié à un modem) et interroge de manière conversationnelle la base de données, au moyen du thésaurus.

En réalité, il n'est pas possible à une base documentaire de disposer de toutes les informations. Ces bases ont donc été amenées à s'associer de manière à avoir un fichier le plus complet possible.

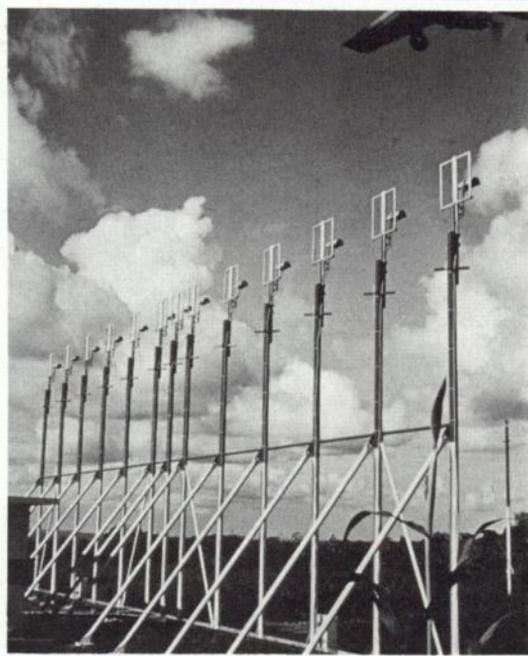
D'une manière résumée, les systèmes de documentation automatisés utilisant les ressources de la téléinformatique permettent un accès quasi instantané et exhaustif aux informations utiles, ceci représente dans de nombreux cas un intérêt économique évident et permet une meilleure aide à la décision.

La SEE, dans le cadre de sa mission, a constitué sous l'égide des pouvoirs publics, un service de documentation automatisée qu'elle tient à la disposition de tous ses membres. Ce service baptisé Eldoc regroupe les bases de données les plus importantes de l'électricité et de l'électronique ; elle dispose à son siège d'un équipement terminal lui permettant d'explorer à tout moment les bases de données de son fonds documentaire. Il vous est possible d'obtenir de plus amples détails sur les systèmes de documentation automatique en vous adressant à SEE-Eldoc, 48, rue de la Procession 75724 Paris Cedex 15 - Tél. 567.07.70.

La Rédaction

Sur notre couverture :

SUCCÈS DES ILS « 381 »



Dernier-né des ILS de THOMSON-CSF, le modèle « 381 » — dont la prochaine disponibilité avait été annoncée lors du Salon de l'Aéronautique l'an passé — est en cours d'installation sur l'Aéroport de BALE, homologué en Cat. III de l'OACI.

Trois autres ILS 381 équiperont, en Cat. I, les aéroports de Margarita, Barcelona et Maracaïbo, au Vénézuéla. Le contrat de 9 MF inclut l'installation, la maintenance des systèmes pendant 2 ans et la formation des utilisateurs.

Rappelons que l'ILS 381 est constitué de modules enfichables — ce qui facilite notablement la maintenance — et fait appel aux derniers développements de la technologie (PROM, télécommande et télécontrôle multiplexés). L'appellation recouvre une gamme complète de modèles répondant tous aux plus récentes recommandations de l'OACI, de la Cat. I à la Cat. III. Les performances (puissance rayonnée) la fiabilité des équipements et leur contrôle (système de test « fail safe ») ont fait l'objet de soins particuliers.

Les ILS vendus en Suisse et au Vénézuéla seront tous munis de la nouvelle antenne « localizer » constituée d'un réseau de 13 éléments rayonnants. Cet aérien, dont sont déjà dotés les « 371 » récemment installés, permet un gain sensible de hauteur (2,70 m au lieu de 4 m), une plus grande facilité d'implantation et surtout de surmonter certaines difficultés dues au site.

C'est ainsi que l'Aéroport de KIGALI, au RUANDA, a pu être équipé d'un ILS 371 de THOMSON-CSF avec réseau « localizer » surélevé et antenne « glide path » directive à grand gain, le fort devers aux environs de la piste interdisant la formation du diagramme de rayonnement par réflexion sur le sol proche — et donc l'emploi d'antennes conventionnelles.

THOMSON-CSF

Division TVT

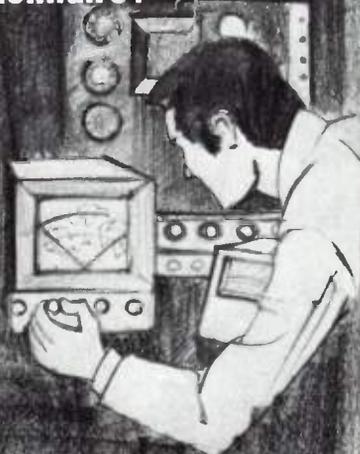
40, rue de la Grange Dame Rose
9360 MEUDON-LA-FORET
Tél. : 630.23.80

Service lecteur : inscrivez le n° 901.

dans sa tradition de synthèse



propose un banc de test radar
entièrement autonome
et révolutionnaire!



voici le **RD 300**

- Poursuite automatique de la fréquence magnétron
- Générateur de balayage incorporé pour toutes les IF de 20 à 70 MHz
- Test du mode contour
- Générateur PRF incorporé
- Système de simulation d'antenne
- Signaux de sortie du détecteur, du discriminateur et de l'analyseur de spectre.



a confié à Radio Equipements Antares
la distribution totale de ses appareils.
Seul Radio Equipements Antares est autorisé
à en assurer la garantie, la maintenance et
la calibration.

département aviation



P.C. 4329

RADIO EQUIPEMENTS ANTARES S.A.

9, RUE ERNEST COGNACQ - 92301 LEVALLOIS-PERRET
TEL. 758.11.11 - TELEX 620630 F

RAYTHEON

- Tubes Amplificateurs :
à champs croisés,
à cathode platine.
- T.O.P. de Puissance.
- Circulateurs de Puissance à Ferri-
tes et charges adaptées.
- Mini T.O.P.
large bande.

MACHLETT

- Tubes Modulateurs Radar.
- Dossier technique sur demande.*

JRC

- Klystrons pour Radar.
Navigation.

GISCO s.a.r.l.

40 - 42, rue Mirabeau
94200 IVRY-SUR-SEINE
TELEX 204702 F

GISCO

Tél. : 670.11.58

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

oe magazine**oe magazine****oe magazine****oe magazine**669 **Courrier des lecteurs**688 **Composants**695 **Nouvelles économiques**681 **Événement**691 **Mesure et instrumentation**699 **Nouveautés techniques**685 **Informations générales**692 **Informatique**710 **Activité des laboratoires.**685 **Télécommunications**692 **Grand public**712 **Livres reçus****Navigation**

Le système d'atterrissage aux instruments par microondes (MLS) et à faisceaux battants sélectionné par l'OACI est destiné à remplacer dans un proche avenir au système d'atterrissage aux instruments (ILS) retenu en 1947.

715 **Le choix d'un nouveau système d'atterrissage international par l'OACI.** M. P. FOMBONNE721 **Exploitation et évolution de la navigation par satellite.** P. LEGRIS729 **Systèmes à satellites maritimes.** M. MONNOT**Microlithographie**

Le choix d'un système de microlithographie pour l'équipement d'une unité de production de circuits intégrés dépend à la fois de la technologie utilisée et du compromis choisi entre la productivité la plus élevée possible et le coût le plus faible.

737 **Analyse du coût d'un système de lithographie dans la fabrication des circuits intégrés. (En anglais.)** N. G. WU et W. J. PINCKNEY742 **Un système pour la production rapide de micromasques à l'échelle 1 : 1.** G. WESTERBERG**Étude générale**

Les séquences anharmoniques sont des signaux numériques dont le spectre, dans sa partie basse, est identique à celui du signal sinusoïdal. Ces séquences sont utilisés pour la synthèse de signaux analogiques par des moyens numériques.

747 **Séquences anharmoniques.** P. MINOT**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° couverture.

Index des annonceurs,
3° 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.



oe magazine**oe magazine****oe magazine****oe magazine**

- | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 669 Letters | 688 Components | 695 Economical news |
| 681 Events | 691 Instrumentation | 699 Technical news |
| 685 Moving around | 692 Computers | 710 Laboratories activity |
| 685 Telecommunications | 692 Consumer electronics | 712 Books received |

Navigation

MLS (Microwave Landing System) using time reference scanning beams, selected by the ICAO will be successor of the ILS systems in the next decade.

- 715 The choice of a new international landing system by the ICAO.
M. P. FOMBONNE
- 721 Exploitation and trends of satellite navigation systems. P. LEGRIS
- 729 Maritime satellites systems. M. MONNOT

Microlithography

The choice of an appropriate microlithographic system for an IC plant depends upon the technology to be employed and the selected trade off made for maximum productivity and minimum cost.

- 737 An analysis of lithographic process system cost in I.C. manufacturing.
N. G. WU et W. J. PINCKNEY
- 742 A Fast system for generating micromasks in scale 1 : 1.
G. WESTERBERG

Fondamental study

Anharmonic sequences are digital signals which perform the same spectrum in the low frequency range as a sinus signal. These sequences are useful for analog signal generation by digital technics.

- 747 Anharmonic sequences. P. MINOT

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

Recommandations aux Auteurs de mémoires

1. — Généralités

L'*Onde Électrique* comporte une partie « magazine » et une partie « mémoires scientifiques et techniques ».

La partie « magazine » est entièrement réalisée par la Rédaction, il n'en sera donc pas davantage question ici.

La partie « mémoires scientifiques et techniques » comporte les 4 types de textes suivants :

a) *Articles de mise au point*, généralement rédigés à la demande du Comité de l'*Onde Électrique*.

b) *Articles ordinaires*, fournis spontanément par les auteurs ou résultant de journées d'études, colloques, etc. de la S.E.E.

c) *Articles de formation continue*, présentant un caractère pédagogique marqué.

d) *Communications brèves*, ne dépassant pas 2 pages, adressées spontanément par les auteurs et offrant à ceux-ci un moyen d'expression intéressant en leur permettant notamment de publier rapidement les progrès d'une étude ou de faire connaître une innovation.

2. — Originalité

En principe l'*Onde Électrique* ne reprend pas d'articles déjà publiés.

Les mémoires techniques des catégories b) et d) doivent avoir un degré marqué d'originalité. Ils ne doivent pas résulter du démarquage de textes déjà publiés ni en instance de publication dans d'autres revues.

Des dérogations peuvent être admises dans les cas exceptionnels où la publication originale n'a été accessible qu'à un nombre restreint de personnes et où il y a un intérêt majeur à en diffuser la matière auprès du public de l'*Onde Électrique*.

Dans un tel cas, l'Auteur doit le déclarer clairement lors de la remise de son manuscrit.

Il est rappelé aux Auteurs qu'ils ne doivent pas présenter un même texte ni des textes analogues pour publication dans deux revues différentes simultanément. C'est une question de déontologie. D'ailleurs s'il en résultait des contestations de « copyright », les auteurs concernés seraient personnellement responsables.

3. — Rédaction

Nous attirons l'attention des auteurs sur le fait que la majorité des lecteurs ne sont pas familiers avec leurs spécialités. Il importe donc que l'article soit rédigé pour des lecteurs curieux, mais généralement non avertis des détails et du vocabulaire de la branche technique à laquelle appartient l'article. En revanche, ils sont supposés avoir une solide formation générale en mathématique, physique, électronique... Les articles devront donc contenir, dans leur introduction la dose de rappels juste nécessaire pour rendre l'article intelligible à un ingénieur non spécialement initié.

4. — Longueur

Étant donné la limitation du volume de publication de l'*Onde Électrique* et compte tenu du fait que la concentration d'un texte par son auteur oblige celui-ci à un synthèse salutaire de ses idées, le Comité de l'*Onde Électrique* a décidé de limiter la longueur des mémoires scientifiques et techniques à 5 ou 6 pages imprimées sauf exception pour certains articles de mise au point couvrant un domaine particulièrement vaste.

Les communications brèves (catégorie d) ne dépasseront pas 2 pages imprimées.

Ces nombres de pages comprennent les figures, le titre, le sommaire, la bibliographie. Une page pleine de l'*Onde Électrique* contient environ 6000 lettres ou espaces et une figure représente en moyenne 1/8 page imprimée. Pratiquement, le nombre de pages dactylographiées, double interligne, figures comprises, est environ le double du nombre de pages imprimées.

5. — Titre

Le titre, court, doit renfermer uniquement des mots significatifs. Il peut être complété par un sous-titre.

Il doit être informatif non seulement pour le lecteur scientifique mais aussi pour le documentaliste. Lors du choix d'un titre, on ne doit pas perdre de vue qu'il doit permettre à un lecteur en quête de documentation de savoir instantanément dans la majorité des cas si l'article concerne ou non le sujet qui fait l'objet de sa recherche. On proscriera les noms de marque et on évitera dans la mesure du possible l'emploi d'abréviations.

6. — Résumé

Un court *résumé en français et en anglais avec traduction du titre* sera joint. Le résumé a pour objectif essentiel d'informer en peu de mots les lecteurs de la portée générale de l'article, de mettre en évidence sa structure, de présenter les principaux résultats et conclusions. Sa longueur n'excédera pas 200 mots.

7. — Présentation matérielle

Il est instamment demandé aux Auteurs de relire attentivement leur manuscrit avant de le remettre et notamment de vérifier la correction des formules, des symboles d'unités, l'homogénéité des notations intervenant dans le texte et dans les illustrations ainsi que la numérotation des figures.

Manuscrit. Il sera dactylographié (25 lignes par page), en deux exemplaires. Les titres ou sous-titres de même valeur seront signalés d'une façon identique tout au long du texte.

L'orthographe des termes scientifiques, des noms propres sera uniforme dans le manuscrit et sur les figures.

Les termes peu courants ou sigles utilisés seront expliqués entre parenthèses la première fois qu'ils apparaîtront dans le texte, ces définitions peuvent être réunies dans un *glossaire*.

Bibliographie. On limitera aux travaux les plus récents et les plus significatifs cités dans l'article. Si une bibliographie importante existe déjà on se bornera à indiquer sa référence. Les références seront classées par ordre alphabétique en indiquant après le(s) nom(s) d'auteur(s) :

— *pour les articles* : le titre de l'article, le titre abrégé de la revue selon les normes internationales, tome, fascicule, pages extrêmes et l'année de publication.

— *pour les livres* : le titre du livre, le nom de l'éditeur, la ville et l'année de parution.

Figures et tableaux. Dans le but de susciter l'attention du lecteur, et de l'inciter à lire l'article, chaque illustration comportera une légende originale, courte, mais explicite. Toutes les *figures* seront numérotées en *chiffres arabes* et seront appelées dans le texte. Il en sera de même pour les *tableaux* qui seront numérotés en *chiffres romains*. Les figures et tableaux seront remis sur des feuilles séparées du manuscrit.

Les *photographies* seront fournies sous forme d'excellents tirages sur papier ou de négatifs originaux. On indiquera dans les marges, au dos, ou sur un calque les coupes possibles, flèches, numéros, lettres à ajouter, etc.

Les *diagrammes* et dessins au trait seront fournis en trait noir sur papier blanc ou sur calque.

Les *légendes* seront réunies et dactylographiées sur des feuilles séparées.

En remettant leur manuscrit, les auteurs n'omettront pas de joindre une photographie d'identité, ainsi qu'un curriculum vitae très succinct (2 lignes mentionnant la fonction et la formation). Les *noms* et *prénoms* des auteurs seront indiqués avec l'*adresse* du laboratoire, du centre ou de l'entreprise où a été réalisé le travail.

8. — Expression linguistique

L'Onde Électrique est une revue de langue française. Ses colonnes sont ouvertes aux auteurs de toute nationalité à condition qu'ils puissent remettre leur texte en français *correct* à la Rédaction de *L'Onde Électrique*.

Une exception ne pourrait être faite à cette règle que pour des articles écrits en anglais, de mérite scientifique ou d'originalité particulièrement grands et que l'auteur serait dans l'impossibilité matérielle d'écrire ou de traduire en français. Ces textes devront, toutefois, être accompagnés d'un résumé en français.

La forme linguistique du texte (vocabulaire et aussi syntaxe) devra être soignée pour éviter des allées et venues entre le Comité de Lecture et l'Auteur.

Dans toute la mesure du possible, on évitera l'emploi de sigles et de mots étrangers, qui, en français, sont adoptés le plus souvent avec une acception fautive ou mal définie. Si le mot français manque, il n'y a pas à reculer devant la création d'un néologisme à condition que celui-ci soit dûment défini, justifié et contrôlé.

Chaque fois que cela sera possible, on utilisera des unités sur le système international d'unités S.I. (c'est-à-dire les unités S.I. et leurs multiples et sous-multiples décimaux). Dans les cas où l'emploi d'unités étrangères (hors systèmes) ne pourrait être évité, on s'abstiendrait d'essayer de traduire celles-ci et on les conserverait sous leur forme originale.

9. — Acceptation et modification des articles

Les articles reçus, *sollicités ou non*, sont soumis pour acceptation au Comité de Lecture par la Rédaction en vue de leur examen quant au fond et à la forme.

Les textes seront datés et remis à la *Rédaction de L'Onde Électrique*. Les relations ultérieures relatives à l'acceptation et la modification des articles ont lieu exclusivement entre l'Auteur et le *Président du Comité de Lecture*, par l'intermédiaire de la *Rédaction de L'Onde Électrique*.

Toute la correspondance est à adresser à : Rédaction de *L'Onde Électrique*, 48, rue de la Procession, 75015 Paris.

COLLOQUE INTERNATIONAL DE COMMUTATION

PARIS, 7-11 MAI 1979

Le Colloque International de Commutation CIC-ISS 79 se tiendra à Paris, à l'hôtel PLM Saint-Jacques, du lundi 7 au vendredi 11 mai 1979.

Il est placé sous le haut patronage du Secrétaire d'État aux Postes et Télécommunications et organisé par la Société des Électriciens, des Électroniciens et des Radioélectriciens (S.E.E.) et par le Groupement des Industries Électroniques (GIEL).

Cette manifestation scientifique, qui a pour but de faire le point des techniques de commutation électronique dans les télécommunications (téléphone et données), est la neuvième du genre. Les précédentes ont eu lieu aux Bell Laboratories (1957), à Londres (1960), Holmdel (1963), Paris (1966), Londres (1969), Boston (1972), Munich (1974) et Kyoto (1976).

C'est l'occasion pour tous les spécialistes de cette technique en pleine évolution et dont les aspects vont de l'informatique à la transmission numérique ou de l'exploitation des réseaux aux terminaux de télécommunication, de confronter leurs points de vue au niveau mondial et de prendre connaissance des réalisations nouvelles.

L'importance du Colloque International de Commutation peut se mesurer par le nombre croissant de contributions de haute tenue technique présentées pendant la semaine : 95 à Munich en 1974, 136 à Kyoto en 1976, environ 170 à Paris en 1979, ce qui nécessitera une présentation en parallèle dans trois salles.

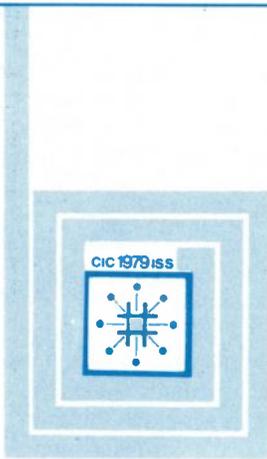
Ces contributions ont été retenues après un filtrage sévère par un comité scientifique international qui a éliminé environ la moitié des propositions reçues.

Elles émanent de 24 pays différents mais, bien que la commutation électronique intéresse très vivement les pays en voie de développement, ce sont évidemment les pays industrialisés qui présentent le plus de contributions techniques : 35 françaises, 26 américaines, 17 allemandes, 16 japonaises, 12 italiennes, 12 anglaises, 11 canadiennes, 4 suédoises, etc...

En complément des exposés, les industriels français prévoient d'organiser un certain nombre de visites techniques qui leur permettront de présenter leurs matériels les plus récents.

La participation au Colloque International de Commutation est toujours très importante. Si la tendance constatée jusqu'ici se maintient, on peut estimer que le Colloque de Paris attirera de 1 200 à 1 500 personnes.

Tous les renseignements complémentaires peuvent être obtenus à l'adresse suivante : Colloque International de Commutation, 11, rue Hamelin, 75783 Paris Cedex 16. Tél. : 505.14.27 — poste : 467 ou 567.

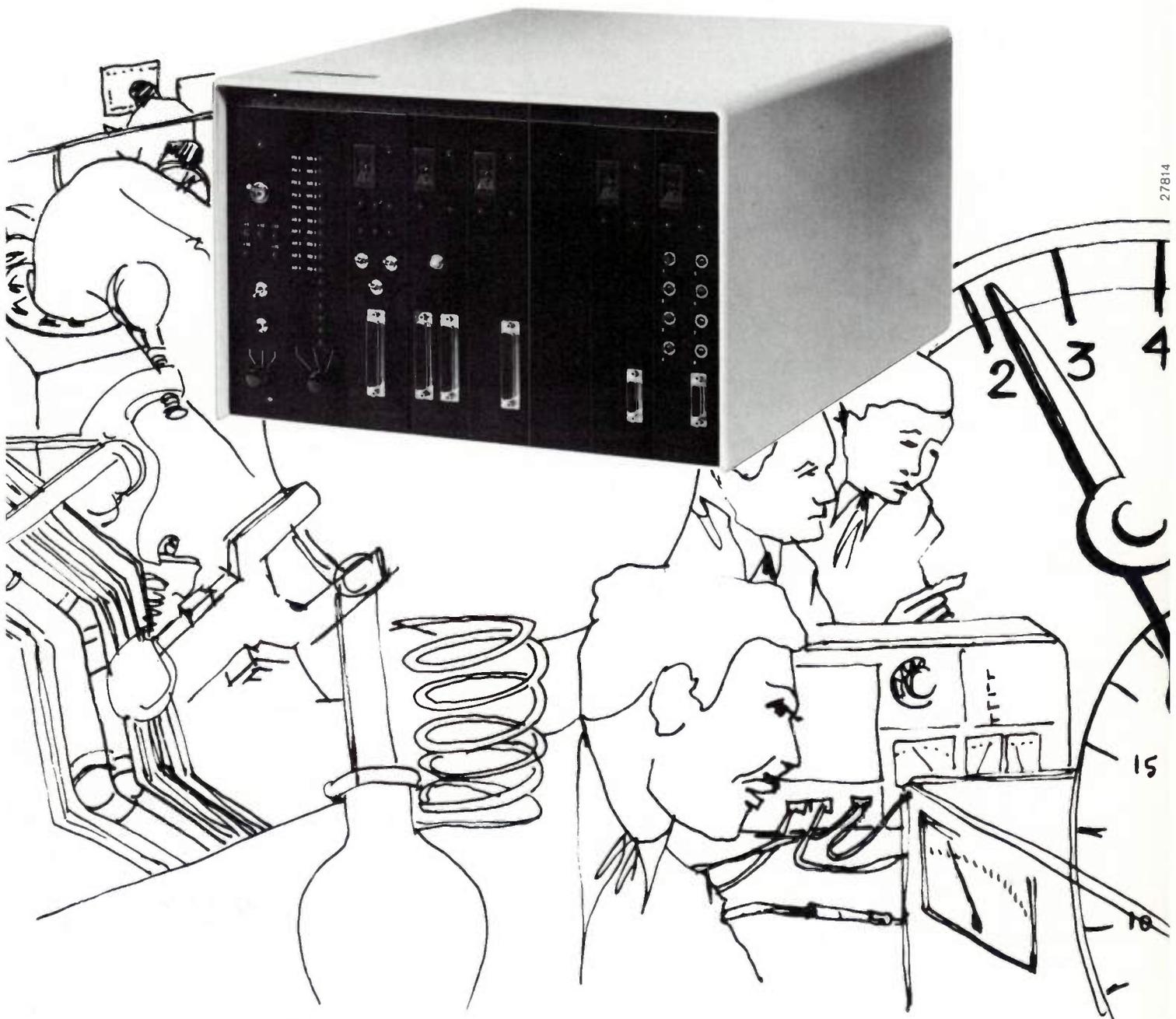


colloque
international
de la
commutation
international
switching
symposium

Coupleur Analogique Numérique IBM 7406

*Une connexion simple, rapide, économique,
entre instruments de mesure ou équipements de test
et tout système de traitement numérique.*

IBM Equipements Industriels
Tour Septentrion - Courbevoie
92081 Paris-La-Défense
Tél. 776.43.43. Poste 5800



Service lecteur : inscrivez le n° 907.



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

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Le capital de la **Compagnie Générale d'Électronique** du groupe CGE a été porté de 126 à 138 MF.

La société **Feutrier Électronique**, qui était considérée comme l'un des pôles pour le regroupement de l'industrie française de la commande numérique, a déposé son bilan. Rappelons que Feutrier dont le capital de 5,76 MF était détenu par M. Michel Guichard (38,2 %), Ratier Forest, M. Feutrier et Sofinnova, avait repris en 1977 les activités «commande numérique» de la CIT-Alcatel.

Au cours des 9 premiers mois de 1978, **La Télémechanique Électrique** a réalisé un chiffre d'affaires de 1088 MF (+ 10,1 %).

TÉLÉCOMMUNICATIONS

Les Administrations des Télécommunications de la Côte d'Ivoire et du Nigeria ont conjointement octroyé un contrat d'un montant de 99,4 MF à la **CIT-Alcatel** et aux **Câbles de Lyon** du groupe CGE, pour la fourniture d'un câble sous-marin destiné à relier ces deux pays (système S 5; 480 voies à 4 kHz 595 milles nautiques).

L'usine de Pont de Buis (Finistère, F) de la société des **Constructions Téléphoniques Depaepe** a été détruite par un incendie. Cette unité qui fabriquait notamment des combinés téléphoniques employait 900 personnes.

Au cours du 2^e trimestre de 1978, **Farinon Electric** a réalisé un chiffre d'affaires de 19,979 M\$ (+ 32,4 %) et un bénéfice net de 0,835 M\$ (15,6 %).

La Pak-Arab Refinery (Pakistan) a octroyé un contrat d'un montant de 10 M\$ à la **Federal Electric**, du groupe ITT, pour la fourniture d'un réseau de télécommunication destiné à être installé le long d'un oléoduc de la société Pakistanaise.

La **Nippon Electric Company** introduit deux nouveaux produits de péritéléphonie : il s'agit d'un répondeur-enregistreur automatique baptisé Messagephone et d'un composant automatique appelé Automatic Dialer (capacité, 30 numéros de 16 chiffres, extensible à 210 numéros).

La **Nippon Electric Company** introduit sous la référence NSV 80, un nouvel équipement de supervision pour réseau de radio-communication privé ou public.

L'Administration des Télécommunications du Brésil, l'EMBRATEL, a octroyé un important contrat à la **Nippon Electric Company** pour la fourniture et l'installation d'un réseau national de transmission numérique de données à l'exception de la fourniture des modems d'abonnés et des circuits de multiplexage à division de fréquence. Ce réseau qui doit être opérationnel en 1981 comportera 13 centres de transmission et 17 centres de contrôles; le débit sera de 64 K bits/s par ligne.

La firme indonésienne **P.T. Industrie Telekomikashi Indonésie** (P.T. INTI) a acquis auprès de la Nippon Electric Company la licence de fabrication d'équipements multiplex pour télécommunications.

Au cours du 3^e trimestre de 1978, **Scientific Atlanta** a réalisé un chiffre d'affaires de 25,305 M\$ (+ 26 %) et un bénéfice net de 1,426 M\$ (+ 21 %).

La Warner Cable Corp a octroyé un contrat à **Scientific Atlanta** pour la fourniture de 50 stations terriennes de réception de programmes de télévision. Ces stations équipées d'antennes de 5 m de diamètre sont destinées au réseau de télédistribution de la Warner. Rappelons que cette dernière a loué deux canaux de télévision à bord du satellite Satcom 1 de RCA.

Le Ministère de la Défense britannique a octroyé un contrat d'un montant de 0,2 M£ à la **Standard Telephones and Cables**, filiale britannique de l'ITT, pour la fourniture de centraux destinés à être embarqués sur les navires de guerre de la Marine britannique. Des équipements commandés sont du type 1250 dont la capacité initiale de 80 ou 176 lignes peut être portée à 368 ou à 560 lignes.

Les PTT d'Algérie ont octroyé un contrat d'un montant de 4 MF aux **Téléphones Picard-Lebas** (F) pour la fourniture de 10000 postes téléphoniques d'intercommunication.

COMPOSANTS

Matsushita Electric a présenté un tube image couleur de 11,25 cm de diagonale à canon unique et sans masque.

La société **MEPI** (Micro Electronique Pour l'Industrie) a été constituée au 24, petite rue de la Viabert, 69000 Villeurbanne.

La société américaine **Merrimack Magnetics Corp** va mettre en production au cours du mois de janvier 1979 une nouvelle usine à Waterford (Irlande). Cette unité exploitée par Merrimack Mijrra Ltd sera placée sous

le contrôle technique et industriel de Merrimack Myrra SA (F).

La filiale française de Merrimack Magnetics Corp (USA) du groupe Hi-G, Inc, Myrra-HIC a adopté le nom de **Merrimack-Myrra SA** (capital : 1,2 MF). Cette société est spécialisée dans les composants magnétiques pour l'électronique (transformateurs, bobinages, etc).

La **Nippon Electric Company** introduit sous la référence u PD 2364 D, une mémoire morte programmée à la fabrication de 64 K bits de capacité dont le temps d'accès s'établit à 450 ns. Cette mémoire est présentée en boîtier DIL à 24 broches et à une consommation moyenne de 450 mW.

Rockwell International a récemment procédé à la restauration de son activité microélectronique. Désormais trois groupes recouvrent cette activité : mémoires à bulles, composants pour l'usage général (circuits intégrés, filtres, produits à l'arséniure de gallium) composants pour télécommunications (circuits intégrés, Modems, systèmes).

INFORMATIQUE

Cutler Hammer s'apprête à prendre le contrôle du fabricant américain d'imprimantes **L C R** pour un montant de 8,4 M\$. Le chiffre d'affaires de L C R pour son dernier exercice s'est élevé à 4,3 M\$. Rappelons d'autre part, que la Société américaine Eaton s'apprête à porter sa participation dans le capital de Cutler Hammer de 62 à 100 %.

La Banque Française du Commerce Extérieur a octroyé un prêt sur 4 ans d'un montant de 2,7 MF à **Systems Engineering Laboratories S.A.** (F).

GRAND PUBLIC

Matsushita Electric, a présenté un téléviseur de poche noir et blanc. Cet appareil qui mesure 12,5 x 12 x 3 cm est équipé d'un système de visualisation à cristaux liquides comportant 57 600 éléments. Les dimensions de l'écran sont de 3,5 x 5 cm et l'autonomie de ce téléviseur qui consomme 1,5 kW, est de 3 heures avec deux piles au lithium.

Nord Mende, filiale allemande de Thom-son-Brandt a constitué une filiale en Grande-Bretagne sous le non de **NordMende UK Ltd.**

Voxon-France a porté son capital de 2 à 2,5 MF et transféré son siège au 17, allée de la Vanne, Z.I. Sofilic, 94263 Fresnes Cedex.

Coupleur Analogique Numérique IBM 7406

La saisie de mesures en laboratoire.

Le coupleur Analogique Numérique IBM 7406 se connecte à la quasi totalité des systèmes de traitement numériques. Il est opérationnel en quelques heures grâce à l'emploi d'un langage de programmation de haut niveau. L'IBM 7406 supprime la saisie manuelle, apporte une meilleure précision, élimine les erreurs de transcription. Il accepte en entrée comme en sortie toutes les informations numériques analogiques et se configure en fonction des applications rencontrées. Son prix ? A partir de 25.000 F.

Principales caractéristiques.

- Connexion directe, locale ou à partir d'un terminal relié à un système.
- Instrumentation élémentaire.
- Aucune incompatibilité avec le matériel ou le logiciel.
- utilisable avec les langages APL, FORTRAN, PL1, BASIC.
- Modulaire et économique.
- Possibilité d'utilisation en mode autonome avec sortie sur dérouleur de bande IBM 7407.
 - capacité de stockage sur bande de 60.000 caractères.
 - possibilité d'enregistrement et de transmission jusqu'à 400 caractères par seconde.
- Compatible avec les terminaux IBM 2741, 3767, 72CMC (ou équivalent) avec l'ordinateur IBM 5110, le Télétype* 3335 (ou équivalent), le Tektronix*4013 (ou équivalent), etc...
 - vitesse ajustable de 110 à 9.600 bps.

Modules disponibles.

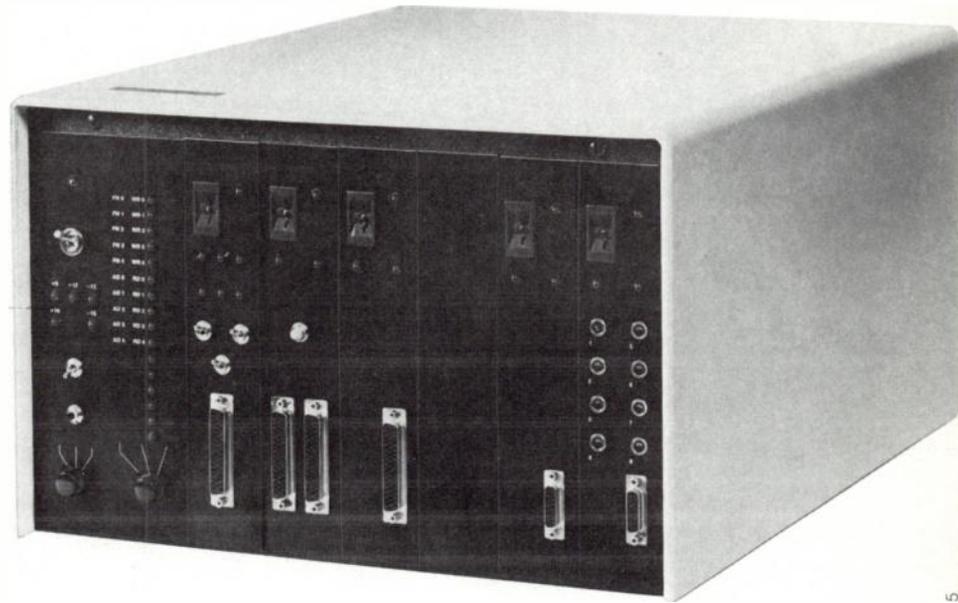
- Module de communication.
- Module d'entrées numériques.
- Module de sorties numériques.
- Module d'entrées analogiques.
- Module de sorties analogiques.
- Module de contrôle pour unité de bande magnétique.

Caractéristiques physiques.

- hauteur 273 mm
- profondeur 546 mm
- largeur 435 mm
- poids 43,2 kg

Domaines d'applications.

- Chromatographie en phase liquide.
- Spectroscopie rayons X.
- Automatisation d'expérimentation.
- Surveillance de production.
- Contrôle numérique de machines-outils.
- Contrôle des moteurs électriques.
- Conception et test de circuits.
- Collecte de données en laboratoires.
- Contrôle de qualité (chimique).
- Développement de produits (pompes).
- Recherche océanographique.



*marque déposée

Service lecteur : inscrivez le n° 907.

27815

Carte-réponse à retourner à :

IBM Equipements Industriels

Nom

Fonction

Société

Adresse

Tel. Poste

Tour Septentrion
Courbevoie
92081 Paris-La-Défense
Tél. 776.43.43 poste 5800



Dans le cadre de

« Télécom 78 »

VARIAN souhaite vous présenter ses tubes et sous-ensembles communication.



Magnetrons et sous-systèmes Varian pour les radars de demain

Pour de plus amples renseignements,
adressez-vous à Michel Malaval:

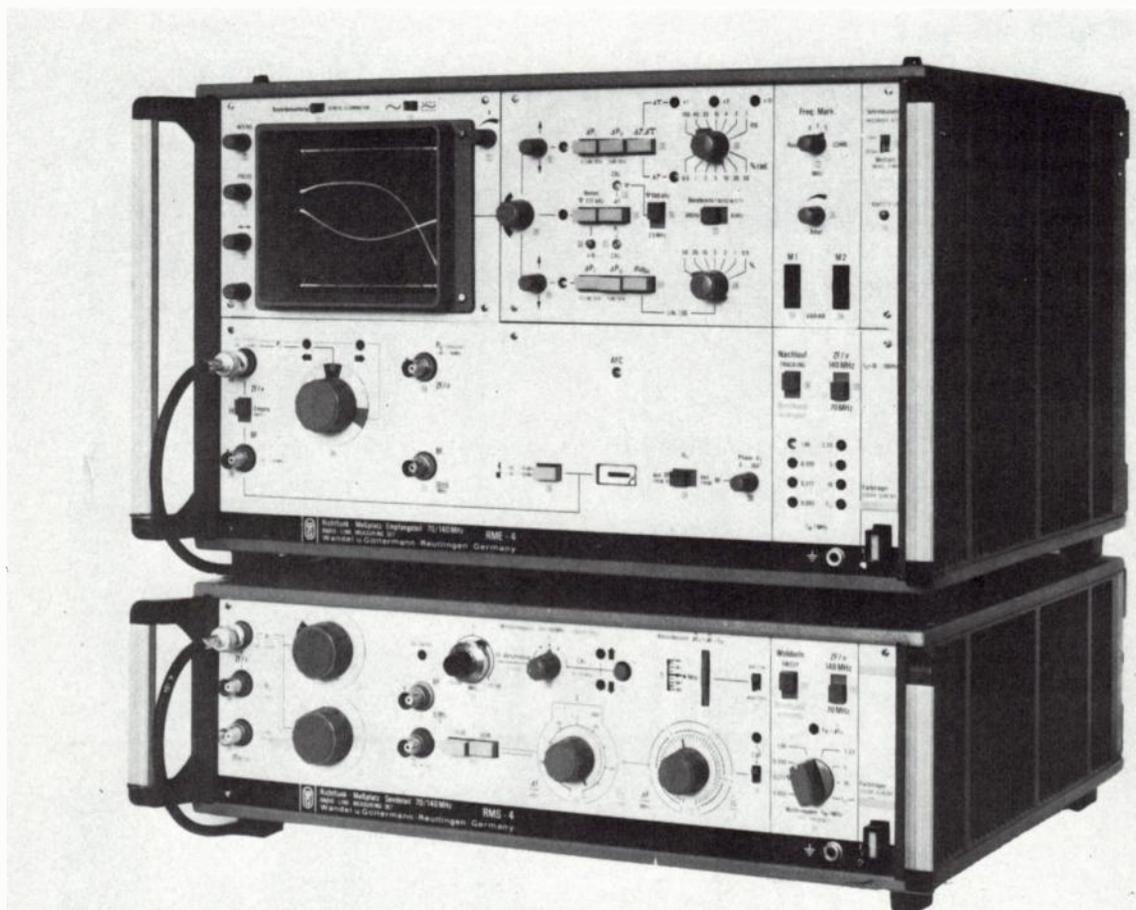


varian

Varian SA
B. P. No 12 / Quartier de Courtaboeuf
91401 Orsay-Cédex
Tél.: (01) 907 78 26
Télex: 692 435



MESURES SUR LES SYSTÈMES HERTZIENS 70 MHz / 140 MHz



LE NOUVEAU BANC DE MESURE R. M. 4

est adapté à toutes les mesures sur les systèmes hertziens, aussi bien à 70 MHz qu'à 140 MHz.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES :

- Fréquence intermédiaire centrale réglable de façon continue de 45 à 95 MHz et de 90 à 190 MHz.
- Mesures des distorsions de pente et de temps de propagation de groupe, de gain et de phase différentiels au niveau de la bande de base (BB) ou de la fréquence intermédiaire (FI) ou entre les deux, de la réponse en fréquence FI, de l'affaiblissement d'adaptation FI, du niveau FI, de l'excursion efficace et de crête FI.
- Mesures d'intermodulation par bruit blanc possible avec la version large bande.
- Générateur et récepteur BB/FI séparés pour la réalisation économique des mesures en ligne.



Wandel & Goltermann France
APPAREILS DE MESURES ELECTRONIQUES

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

ESSDERC 78 — SSSDT

La 8^e Conférence Européenne sur la Recherche en matière de Dispositifs à l'État Solide», ESSDERC 78, qui s'est tenue pour la seconde fois en France du 11 au 15 septembre dernier aura connu un important succès.

Patronnée par l'European Physical Society, la Société Française de Physique et la SEE, cette manifestation qui était associée pour la première fois au symposium sur la technologie des Dispositifs à l'État Solide», SSSDT, aura réuni un total de 390 participants. Cette association aura également permis de donner un accent particulier sur la technologie des composants.

A l'ESSDERC, sur 129 propositions de communications, 82 auront été retenues et au SSSDT sur un ensemble de 69 propositions 49 auront été acceptées.

Le silicium

De nombreuses études sont effectuées sur des matériaux semiconducteurs autres que le silicium, en vue de la réalisation de dispositifs aux performances améliorées. Deux matériaux font l'objet de nombreuses recherches : l'arséniure de gallium et le phosphore d'indium.

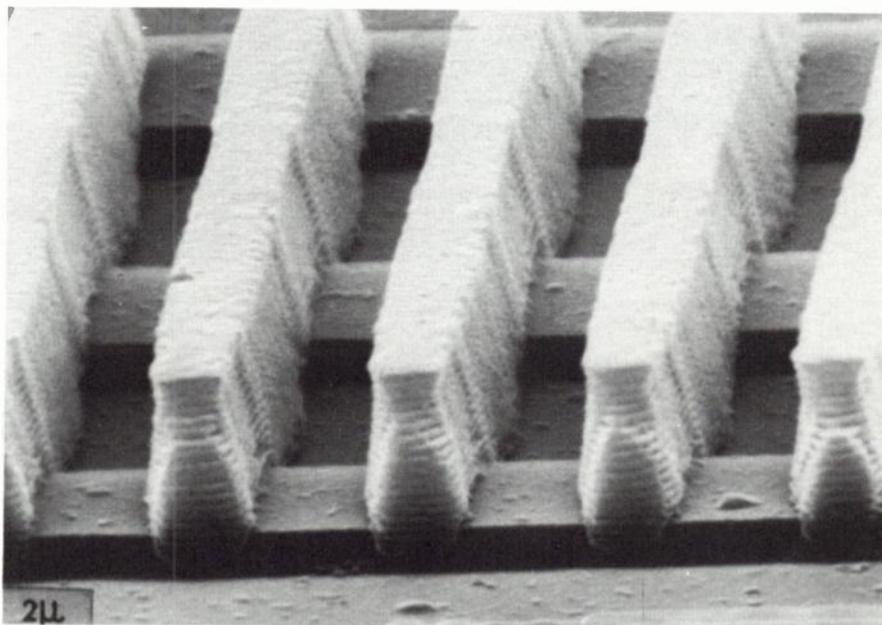
Actuellement, le silicium demeure le matériau le plus employé. Cela ne signifie pas que toutes les questions relatives à son utilisation soient résolues. Ainsi, la réalisation de microstructures MOS soulève d'importants problèmes.

Les couches épitaxiales très fines présentent, en effet, de nombreux défauts préexistants ou induits par la technologie, et qu'il s'agit de prévenir. Ces défauts sont étudiés à l'aide de méthodes physiques qui doivent être également complétées par des méthodes électriques visant à évaluer les conséquences de ces défauts sur les caractéristiques électriques des dispositifs, leur fiabilité et le rendement technologique d'un processus. Les dimensions des composants élémentaires devenant voisines de celles des défauts, les incidences sont extrêmement importantes.

D'une manière générale, la technologie du silicium doit être améliorée et il est indispensable d'aboutir à une meilleure compréhension des phénomènes de diffusion et à la prise en compte, lors des simulations, des effets bi-dimensionnels entraînés par

la réalisation de zones dopées de faibles dimensions et plus particulièrement lorsqu'elles sont réalisées dans des couches très fines.

Les oxydes fins présentent, en effet, des propriétés spécifiques lorsqu'on les utilise pour la réalisation



de microstructures MOS. Les couches de transition n'ont pas les mêmes propriétés que sur les transistors de dimensions courantes. La diffusion métallique des impuretés à basse température est anormalement élevée et de nouvelles techniques d'oxydation sont actuellement à l'étude telles celle à basse ou à haute pression d'oxygène.

Le masquage et la gravure utilisent de nouvelles techniques très prometteuses : le masquage électronique, les ions, les rayons X et la gravure sèche (plasmatique ou ionique).

A L'ESSDERC

A l'ESSDERC, au niveau des conférences invitées, différents sujets ont été traités :

– utilisation de la structure MOS-FET en physique fondamentale : étude de l'effet de quantification dans les couches d'inversion,

– derniers développements dans les dispositifs MIS (Metal Semiconducteur Intrinsèque Semiconducteur) sur des matériaux autres que le silicium : arséniure de gallium, phosphore d'indium,

– senseurs intégrés bénéficiant des avantages des techniques avancées pour leurs réalisations et de la compatibilité technologique et électrique des circuits de détection et de traitement de l'information,

– la comparaison des microstructures MOS et bipolaires lorsque les dimensions se réduisent. Cette conférence a mis en évidence l'avantage présenté par les technologies MOS,

– la technologie des dispositifs microchroniques a ensuite été décrite comme un complément au précédent exposé et comme une liaison entre l'ESSDERC et le SSSDT. Les techniques nouvelles et leurs possibilités ont été présentées,

– le point des études et des connaissances en matière de bruit dans les dispositifs à semiconducteur a été fait avec une attention toute particulière sur les interprétations récentes du bruit en $1/f$ dans les composants,

– le dernier exposé traitait de l'état d'avancement des recherches dans le domaine de la technologie des bulles magnétiques. Les résultats obtenus permettent actuellement en effet, la commercialisation de produits très compétitifs et complémentaires des dispositifs à transfert de charges.

A l'ESSDERC, les sessions suivantes ont été organisées :

– modélisation des composants et plus particulièrement des structures



VMOS (MOS Vertical) à canal vertical dont les applications dans les domaines des hautes fréquences et de la puissance sont nombreuses,

- technologie silicium sur substrat isolant, donnant des résultats originaux sur la compréhension des phénomènes de base : courants de fuite, défauts, paramètres électriques,

- photodétecteurs : on trouve dans cette session la description d'un grand nombre de technologies depuis le silicium amorphe, l'antimoniure d'indium jusqu'au tellurure de zinc et au tellurure de cadmium-mercure,

- quelques communications consacrées aux dispositifs d'affichage et aux photo-émetteurs,

- détecteurs d'ions sous les aspects dispositifs nouveaux et amélioration des caractéristiques des dispositifs conventionnels,

- transistors bipolaires, au niveau des propriétés de l'émetteur qui ne sont toujours pas bien comprises et auxquelles de nouveaux modèles sont appliqués (effet tunnel dans les émetteurs en silicium polycristallin),

- les transistors MOS voient leurs dimensions diminuer ce qui entraîne une augmentation des champs électriques internes et une plus grande probabilité d'injection de porteurs chauds créant des dérives dans les isolants. La diffusion anormale des métaux dans les couches d'oxyde (grille des transistors MOS) est une cause de chute de fiabilité des transistors MOS à grille métallique et doit être bien comprise pour être minimisée,

- une session sur les dispositifs à transfert de charges présentait des

études originales de modélisation et d'analyse du bruit dans ces composants,

- une session de caractérisation des dispositifs mettait en évidence le besoin d'une caractérisation ponctuelle des composants à l'aide de techniques plus élaborées que celles actuellement utilisées (profils de dopages, durée de vies, mobilités...),

- deux sessions traitaient des problèmes de fluctuations, soit en s'intéressant aux mécanismes élémentaires, soit en cherchant à interpréter les résultats obtenus au niveau du composant. La mesure du bruit est utilisée comme caractérisation des composants,

- les dispositifs de puissance étaient traités dans une session où l'on décrit en particulier une nouvelle structure à canal vertical du genre technétron ainsi que divers résultats d'étude physique de composants,

- enfin une dernière session traitait de divers dispositifs en technologie avancée et en particulier de structures à effet tunnel simples ou résonnantes utilisant des couches fines d'oxydes de l'ordre de $2 \mu\text{m}$.

Au SSSDT

Au SSSDT, le premier exposé de synthèse traitait de la technologie des lasers à semiconducteurs. Le second exposé passait en revue les techniques de dépôt basse pression utilisées actuellement dans la technologie des semiconducteurs et permettant d'améliorer la reproductibilité et la qualité des composants.

Deux sessions traitaient des défauts et de leur caractérisation. Le point le plus important à signaler était l'essai de corrélation effectuée entre les défauts physiques et les propriétés électriques des composants (corrélation entre les courants de fuite et les boucles de dislocation dans les transistors bipolaires, étude de la longueur des défauts d'empilement en fonction des conditions de recuit, étude des défauts associés à l'implantation ionique et leur recuit...).

Trois sessions portaient sur la technologie silicium avec un souci particulier d'améliorer la technologie des microstructures (lithographie, contacts, dopage, gravure, métallisations...) ou de réaliser des composants particuliers (haute tension, compatibles analogique-logique...).

Les matériaux optoélectroniques ont fait l'objet de 2 sessions et une troisième session portait sur les matériaux arsénium de gallium et phosphore d'indium. L'essentiel des résultats concernait la caractérisation électrique de ces structures.

Une courte session sur la passivation finale des composants permettait d'évaluer l'intérêt du niture par rapport au SiO_2 : très bonne couverture de marche, bonne adhérence aux métaux (or et aluminium) et basse température de dépôt ($250\text{-}300^\circ\text{C}$).

La technologie des structures mémoires non volatiles a été améliorée soit par l'utilisation de nouvelles techniques pour le dépôt du niture (LPCVD), soit des recuits sous H^2 haute température. Des structures nouvelles ont été proposées ainsi qu'une analyse de la dégradation comparée de structures MNOS et MAOS lors des cycles d'écriture-effacement.

Enfin, une dernière session traitait de l'étude des structures MOS réalisées par oxydation haute pression ainsi que des couches réalisées en présence de chlore (soit sous forme de HCL, trichloroéthylène...).

Sur le plan général, la conférence a marqué une très nette orientation vers la compréhension plus fine et la maîtrise des mécanismes mis en jeu dans la réalisation technologique et le fonctionnement des dispositifs, avec une attention particulière pour les microstructures.

Si elle n'apporte pas de révolution spectaculaire, elle confirme une orientation très nette des recherches vers une physique plus approfondie au niveau des dispositifs électroniques, ce qui est peut-être le meilleur aboutissement d'une recherche fondamentale qui a un peu délaissé ce domaine ces dernières années.

D. HALPERN



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 · Télex : 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

Service lecteur : inscrivez le n° 910.

oe

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Au cours de l'exercice fiscal clos au 31 mars 1978, **Hitachi Ltd** a réalisé un chiffre d'affaires consolidé de 10 804 M\$ (+ 7 %) et un bénéfice net consolidé de 354 M\$ (+ 11 %).

La Compagnie Française de Télécommunications et d'Électronique a été constituée à 69 Craponne (15, avenue Millaud) avec un capital initial de 0,1 MF.

Le capital de **Matra Participation** a été porté de 0,1 à 15 MF.

La société **Medelec** a été constituée dans la région parisienne (10, rue E et J Montgolfier, 93115 Rosny-sous-Bois) pour la production et la vente d'appareils à usage bio-médical (ultra-sons, thermographie, médecine nucléaire, etc...).

Le fabricant britannique d'appareils scientifiques électroniques et bio-médicaux, **Oxford Instruments** a constitué une filiale commerciale en France sous le nom d'**Oxford Instruments France** (88, avenue Foch, Saint-Maur).

Roche Bioélectronique, filiale 50-50 de Hoffman La Roche et d'Électronique Marcel Dassault spécialisée dans la fabrication

d'équipements électroniques bio-médicaux, va construire une usine à Vaudreuil, près de Rouen.

Sanyo Electric Co (J) a décidé de multiplier par un facteur de 3,5 ses importations de biens électroniques pour l'année fiscale en cours et qui sera close au 31 mars 1979. Le montant des importations devrait donc atteindre pour cet exercice 50 M\$. Cette décision a été prise à la suite d'une demande du Gouvernement japonais visant à écouler les trop importantes réserves de devises du Japon.

Sharp introduit sous la référence MB 301 H un tensiomètre numérique électronique entièrement autonome. Cet appareil biomédical sera produit à une cadence de 2 000 unités par mois.

Au cours du premier semestre de l'exercice fiscal clos au 31 octobre, **Sony** a réalisé un chiffre d'affaires de 1 070 M\$ (+ 3,8 %) et un bénéfice net de 51 M\$ (- 41,1 %).

Le groupe saoudien **TAG-France** a porté son capital de 10 à 30 MF.

Tokyo Shibaura Electric Co Ltd, firme japonaise plus connue sous le nom de

Toshiba, s'appelle désormais **Toshiba Corporation**.



Balise TACAN tactique «MANTAC» de LMT.

oe

TÉLÉCOMMUNICATIONS

DANS LES USINES

La société britannique **Borer Electronics** du groupe suisse InSor, a commencé la production sous licence du modem à 4 800 bits/s modèle 48LSI de Hycom (USA).

GTE introduit un nouvel autocommutateur numérique privé destiné à l'hôtellerie. En réalité, il s'agit d'une version légèrement modifiée du modèle à usage général GTD 120, et sa référence est GTD 120 Motel-Hotel.

Marconi Communication Systems Ltd introduit sous la référence B 7433, un nouvel émetteur de télédiffusion en couleur pouvant fonctionner selon les standards PAL, SECAM, NTSC. La puissance d'attaque nécessaire au fonctionnement de cet émetteur est de 0,5 W.

Philips a développé un système de téléécriture fonctionnant sur ligne téléphonique ordinaire et permettant la tenue simultanée d'une conversation téléphonique. Ce système est baptisé «Scribofoon».

La firme japonaise **Sanyo Electric** s'apprête à faire son entrée dans le marché de la télécopie.

Sharp a décidé de faire son entrée dans le marché des télécopieurs.

La société **Siemens Oy**, filiale finlandaise de Siemens, a démarré la production de postes téléphoniques et espère en produire 80 000 unités au cours des deux prochaines années. Jusqu'à présent, c'était la société Oy LM Ericsson qui détenait le monopole de fait de la production de Postes Téléphoniques en Finlande.

Toshiba Corp introduit sous la référence TOSNAV-707 un nouvel indicateur automatique de Cap pour navire utilisant le système

de navigation maritime par satellite NNSS (Navy Navigation Satellite System).

Toshiba Corporation a développé une caméra couleur équipée de 2 dispositifs de prise de vue à transfert de charge (CCD) de 512 x 340 éléments photo sensible. Le premier dispositif équipé d'un filtre de lumière à bandes donne les images bleu et rouge et le second la couleur verte. Cette caméra fonctionne avec une illumination minimale du sujet de 500 lux (F 2 : 0) et présente avec une illumination normale de 2 000 lux un rapport signal sur bruit de 50 dB.

Système «Scribofoon» de Philips.



COMMANDES ET CONTRATS

Le Sultanat d'Oman a octroyé un contrat d'un montant de 3,5 M\$ à **California Microwave** pour la fourniture et l'installation de 4 petites stations terrestres de télécommunications par satellites pour la réception de programmes de télévision et également pour la modernisation de deux stations existantes.

La **CIT-Alcatel** du groupe CGE, fournira aux PTT français un autocommutateur public temporel E 10 d'une capacité initiale de 7 800 lignes et qui sera installé à Saint-Malo.

La Régie Abidjan Niger a octroyé un contrat d'un montant de 50 MF à la **CIT-Alcatel** associée aux **Câbles de Lyon**, toutes deux filiales de la CGE ; pour la réalisation de son réseau de télécommunications le long du chemin de fer qui relie les capitales de Côte d'Ivoire et de Haute Volta (longueur : 150 km ; 54 gares ; système SMC).

Les 350 hélicoptères des types Puma et Gazelle de l'Armée française seront équipés des systèmes de navigation Doppler modèle 80 de **DECCA**. Ces équipements dont le coût unitaire est de 7 500 £, seront fabriqués sous licence par l'**Electronique Marcel Dassault**.

La plus importante compagnie exploitante de téléphones de Finlande, la Dahti, a retenu la version numérique du système de commutation électronique allemand EWS, baptisée **EWSD**. Ce choix s'est immédiatement traduit par la commande auprès de Siemens d'un autocommutateur EWSD, qui sera mis en service en 1981.

Le Gouvernement de la province de Nouvelle Écosse (CND) a octroyé un contrat d'un montant de 4,5 M\$ à **Farinon Canada Ltd**, filiale canadienne de Farinon Electric, pour la maîtrise d'œuvre dans un projet de liaison par faisceau hertzien destiné à relier le système de radiocommunications mobiles de la province à certaines Agences fédérales et notamment au Département des Terres et Forêts. Pour cette réalisation, Farinon fournira des équipements à hauteur de 1,8 M\$.

Le Ministère des télécommunications du Koweït a octroyé un contrat d'un montant de 450 M de yens (2,25 M\$ environ) à **Fujitsu Ltd** pour la fourniture de 50 autocommutateurs électroniques privés FETEX-400.

Le Département des Postes et des Télégraphes d'Irlande a octroyé un contrat d'un montant de 0,782 M\$ à **GTE Telecommunications SpA (I)** pour la fourniture d'un faisceau hertzien destiné à relier Dublin à Sligo (225 km ; 1 800 voies ; répéteurs CTR 144) et d'équipements divers (modems CMF 18C ; équipements de commutation CCA 28 et système de télécontrôle 51).

La NASA a octroyé un contrat d'un montant de 0,3 M\$ à l'**ITT** pour la réalisation d'une étude portant sur la demande des services de télécommunications. Ce docu-

ment permettra d'évaluer les services de télécommunications qui pourront être assurés par les satellites entre 1980 et 2000.

La Sierra Leone a octroyé un contrat à **Marconi Communication Systems** pour la fourniture de 2 émetteurs B 6034 de 50 kW de puissance, les systèmes d'antennes et une liaison hertzienne associée. C'est la première commande à l'exportation de ce nouvel émetteur.

La Dubai National Gas Co, de l'Emirat de Dubai a octroyé un contrat d'un montant de 0,525 M\$ à **Marconi Communication Systems Ltd** pour la fourniture d'une liaison troposphérique mer-terre (12 canaux initialement ; 103 km de portée ; 1,7 - 2,3 GHz) et d'un faisceau hertzien double (1,7 - 1,9 GHz ; 16 km ; 6 canaux initialement).

Matsushita Communication Industries fournira 500 radiotéléphones mobiles au Koweït.



Autocommutateur numérique privé destiné à l'hôtellerie GTD 120 Motel-Hôtel (GTE).

La Libye a octroyé un contrat d'un montant de 7 200 M de yens à la **Nippon Electric Company** pour la fourniture et l'installation de trois stations terriennes de télécommunications internationales par satellite qui seront implantées dans la banlieue de Tripoli. Deux stations auront une antenne de 32 m de diamètre et la troisième une antenne de 11 m.

L'Ermirtel, organisation des télécommunications des Emirats Arabes Unis, a octroyé un contrat d'un montant de 8,5 M\$ à **Oki Electric (J)** pour la fourniture de 1 300 postes téléphoniques à clavier et d'autocommutateurs privés de petite capacité, modèles AC 150 et AC 250.

Une compagnie privée de téléphones du Danemark, la KTAS, a octroyé un contrat à **Philips** pour la fourniture de trois autocommutateurs électroniques privés à forte capacité modèle PABX 8000.

Le **Post Office** britannique a installé au siège londonien de la société japonaise C. Itoh and Co Ltd un système de commutation international de messages dans le cadre du service ILTMS (International Leased Telegraph Message Switching). Ce système permet l'acheminement rapide de messages entre les différentes filiales du groupe japonais, la maison mère et le siège londonien d'Itoh. Le Post Office compte actuellement 30 clients abonnés à ce service.

Le Post Office britannique a octroyé un contrat d'un montant de 5,5 M\$ à **Pye TMC**, du groupe Philips, pour la fourniture de postes téléphoniques normalisés à cadran rotatif.

RCA fournira à l'Union Soviétique 5 caméras portables modèles TK 76 B qui seront utilisées lors de la retransmission des épreuves des prochains jeux olympiques.

La division Collins de **Rockwell International** fournira à la Marine Japonaise, 3 systèmes de télécommunications numériques tactiques, modèle AN/USC 30 pour un montant de 2,5 M\$.

L'Entel, Administration des télécommunications de l'Argentine a octroyé un important contrat à **Siemens** pour la fourniture d'un central téléphonique électronique de 22 000 lignes de capacité, du type EWS et destiné à être installé dans le centre de Buenos Aires, et de 24 000 postes téléphoniques.

La Compagnie Nationale Espagnole des Téléphones a octroyé un contrat à la **Standard Electrica SA**, filiale espagnole de l'ITT, pour la fourniture d'un central téléphonique numérique du type Système 12 et de 1 000 lignes de capacité. Cet équipement sera installé à Salamanque.

Thomson-CSF fournira au Luxembourg un radar primaire de surveillance du trafic aérien, modèle TA 10 M, qui sera installé à l'aéroport de Luxembourg.

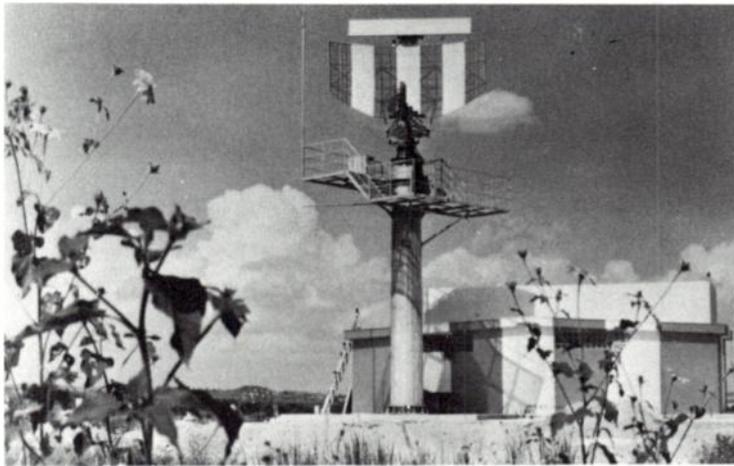
Thomson-CSF fournira à l'Aviation Civile de Suède 5 appareils de test de radars primaires.

VIE DES SOCIÉTÉS ET RÉSULTATS FINANCIERS

Le groupe Racal Electronics (GB) a porté de 20 à 89 % sa participation dans le capital de la société britannique **Enquiry Systems Ltd (ESL)** spécialisée dans la transmission de messages. Le montant de la transaction s'établit à 0,378 M\$ et ESL s'appelle désormais **Racal ESL Ltd**. Rappelons qu'au cours de l'exercice clos au 31 juillet 1978, ESL avait réalisé un chiffre d'affaires légèrement supérieur à 0,8 M\$.

La société France Câbles et Radio a été autorisée à participer à hauteur de 50 % à la création de l'**Hebritel SàRL** (Société de Télécommunications Internationales des Nouvelles Hébrides, capital : 12 MF des N. Hébrides soit 0,72 MF). L'autre co-actionnaire sera la firme britannique Cable and Wireless (cf. OE août-sept. 1978, p. 508, 3^e colonne).

Thomson-CSF s'apprête à procéder à une augmentation de capital par émission d'actions. Cette opération est destinée au rachat en numéraire et non en titres, des participations que Thomson-Brandt détient dans la Société des Téléphones Thomson-Ericsson (37 % du capital), LMT (62 000 actions) et des usines des fabrications de câbles de Thomson-Brandt. Thomson-Brandt qui détient 46 % du capital de Thomson-CSF, pourrait ainsi aisément régler ses prises de participation dans d'autres firmes (Nordmende, etc...).



Thomson
CSF radar
TA IOM.

DIVERS

Le gouvernement français a constitué une mission d'études chargée d'évaluer les **applications industrielles des télécommunications par satellite en France**. Cette mission est dirigée par M. Cannac de l'Agence Havas assisté de M. Paravert de Télédiffusion de France et de M. l'Inspecteur des Finances M. Naori. Rappelons que la Direction Générale des Télécommunications des PTT a lancé le projet d'un satellite national de télécommunications multiservices baptisé Telecom 1. D'après ce projet, Telecom 1 devrait assurer sur le territoire français des vidéo-transmissions, des liaisons interentreprises et les télécommunications avec les territoires et les Départements d'Outre-Mer (DOM-TOM). Les vidéo-transmissions concernent la projection publique sur grand écran d'images de télévision dans des salles de spectacles analogues aux cinémas et comportant chacune une station de réception directe ; les liaisons inter-entreprises sont relatives à la satisfaction de certains besoins en télécommunications les entreprises à succursales multiples, par exemple. Le satellite Telecom 1 comportera 32 répéteurs pour la vidéo-transmission en analogique à 12,75 GHz (liaison montante) et 14,25 GHz liaison descendante ; 4 répéteurs pour les liaisons inter-entreprises fonctionnant en numérique et à Accès Multiple par Répartition dans le temps (AMRT) et plusieurs répéteurs pour les télécommunications avec les DOM-TOM (téléphonie, télévision). Le marché privé de Telecom 1 est estimé à environ 150 stations terriennes de 3 m de diamètre.

Un protocole d'accord a été signé entre la NASA et le Gouvernement de l'Inde pour le lancement par la Navette Spatiale en 1981, du satellite Indien de Télécommunications **INSAT 1** (Indian : National Satellite). Rappelons que INSAT 1 doit être construit par Ford (cf. ce fascicule, cette même rubrique, «commandes et contrats»).

L'ITT Corporate Communication Services Inc a mis en place un nouveau service baptisé le SPNS (Switched Private Network Service) et qui permet aux usagers du commerce, de l'industrie et de l'administration d'établir leur propre réseau de téléphonie inter-état aux États-Unis. Ce service dessert pour l'instant 16 villes et compte 7 centres de commutation.

Le **Ministère des Postes et Télécommunications du Japon** a décidé de réviser sa politique en matière de radiodiffusion publique à modulation de fréquence et de télédiffusion publique en son multiplex. Désormais, les licences seront plus faciles à obtenir pour les stations commerciales. Jusqu'à présent, une licence nationale avait été octroyée à la Japan Broadcasting Corp (NHK) et 4 licences temporaires avaient été accordées à 4 stations expérimentales commerciales situées à Tokyo, Osaka, Nagoya et Fukuoka.

Euro-Economics qui est le département de la recherche économique d'Eurofinance, a réalisé une étude intitulée : « **Telecommunications : the Next ten years - prospects for European equipment manufacturers** » (Télécommunications : les 10 prochaines années - perspectives offertes aux constructeurs européens de matériels) (Euro-Economics : 9, avenue Hoche, 75008 Paris, France).

La fondation Eurodata qui regroupe 17 Administrations des télécommunications d'Europe, a réalisé une étude intitulée : **Public Data Networks** (les réseaux publics de transmission de données). Cette étude détaillée porte sur 13 pays européens et a été publiée sous l'égide de la CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications).

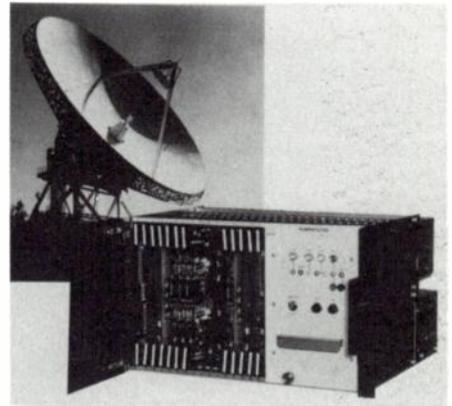
Le consultant américain Probe Research Inc (PO Box 251, Millburn, NJ 07041, USA) a réalisé une étude intitulée : « **The Digital Future of Telephone Network** » (l'avenir du numérique dans les réseaux téléphoniques). Cette étude détaillée concerne le marché Nord américain.

Un accord visant à l'extension des services de télécommunications directes entre les États-Unis et Cuba a été conclu entre RCA Global Communications et l'Empresa de Telecomunicaciones Internacionales de Cuba (EMTELCUBA).

Les pays scandinaves ont décidé de la mise en place d'un service régional de radiotéléphonie mobile public automatique. Ce système fonctionnera dans la bande des 450 MHz et comportera 180 canaux, chaque équipement aura un espacement en fréquence de 25 kHz. Ce système deviendra opérationnel vers 1981.

PRODUITS RÉCENTS

CIT-Alcatel : Multiplexeur télégraphique pour liaisons spatiales (50, 75 ou 100 bauds ; 4 à 16 voies), modèle TMPU. [9961]

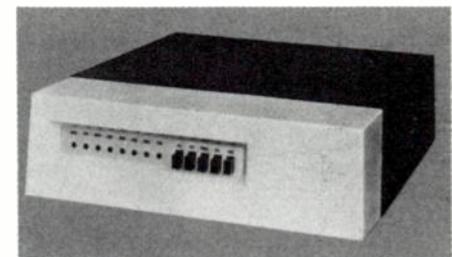


C E M : Récepteur portatif d'appel radio avec appel sélectif (80-160-400-460 MHz, 5 tonalités ZVEI ou CCIR ; poids 140 g), modèle VS 214. [9960]



Coedex : Modem duplex intégral à 2400 bits/s pour lignes réseau ou spécialisées à 2 fils, modèle LSI 24/24. [9962]

— Processeur de réseau permettant de prendre en charge jusqu'à 30 équipements de transmission de données à synchrones, modèle 6010 INP. [9963]



General DataCom Industries : Modem à microprocesseur (synchrone asynchrone, 300 et 1200 bits, duplex intégral, agréé FCC), modèle GDC 212 A. [9964]

— Multiplexeur à 4 canaux et à microprocesseur pour transmission de données, modèle GDC TDM 1240. [9965]

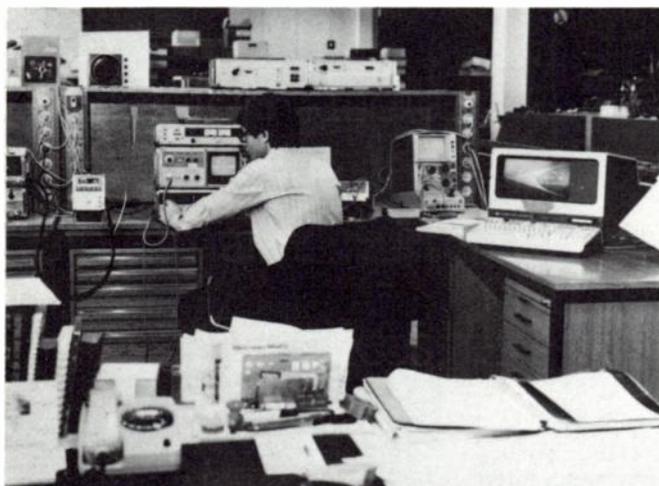
Marconi : Émetteur de télévision couleur à un seul tube pour la bande III (PAL, SECAM, NTSC), modèle B 4733. [9966]

oe

COMPOSANTS

DANS LES USINES

Hewlett Packard a implanté à l'usine de Böblingen (Allemagne Fédérale) un laboratoire européen d'applications des hyperfréquences directement rattaché à la division Composants. Le montant de l'investissement est de 0,35 M\$.



Laboratoire européen d'applications des hyperfréquences. Hewlett-Packard à Böblingen.

Dans le cadre de sa décision de diminuer son activité composants pour montres électroniques, **Hughes Aircraft** abandonne la fabrication des afficheurs à cristaux liquides pour montres.

Mitsubishi Electric a développé une nouvelle diode laser monomode utilisant une structure de jonction transversale. Cette structure permet une luminosité élevée et un débit plus important. Il est ainsi possible d'obtenir un temps de réponse de 150 ps et un produit gain bande passante de 800 GHz. Cette diode sera introduite en 1980.

Mostek échantillonne actuellement sous la référence MK 4164 une mémoire vive dynamique de 64 K bits de capacité compatible broche à broche avec le modèle TMS 4164 de Texas Instruments.

National Semiconductor a installé dans la banlieue de Tel Aviv (Israël) un centre de conception de microprocesseur. Le montant des investissements pour ce centre s'établit à 1 M\$. Rappelons qu'Intel dispose déjà en Israël d'un centre assez analogue à Haïfa.

La **NEC do Brazil**, filiale brésilienne de la NEC, va commencer au début de 1979 la production de composants discrets à semi-conducteurs et de circuits intégrés au Brésil. Ces dispositifs seront plus particulièrement destinés à être incorporés dans des équipements de télécommunications.

Le verrier allemand **Schott** qui avait acquis l'usine Fairchild située à Wiesbaden, procède à la reconversion de cette usine en unité de production de fibres optiques et de câbles optiques.

Sharp Corporation introduit un nouveau module de piles solaires délivrant une puissance de 8,2 W et mesurant 560 x 300 mm.

Signetics, du groupe Philips introduit en seconde source d'Intel le microordinateur monolithique à 8 bits 8021. Ce dispositif est destiné à des applications à grande diffusion électro-ménager, automobile, etc.

Toshiba introduit sous les références TMM 323 C et TMM 333 P, respectivement une mémoire morte de 16 K bits effaçable par exposition aux rayons ultraviolets et compatible broche à broche avec la 2116 d'Intel et une mémoire morte programmée par masque de 32 K de capacité (4 K mots de 8 bits).

Toshiba Corporation a commencé la production commerciale de circuits intégrés de très grande complexité («VLSI» en anglais). Cette mise en production a été rendue possible par la mise au point d'un système industriel de gravure électronique qui sera commercialisé par Toshiba Machine Co au prix unitaire de 1,8 M\$.

Toshiba Corporation va prochainement commercialiser des monocristaux de tantale de lithium destinés, en particulier, à la fabrication de dispositifs à ondes de surface.

Union Carbide va construire à Kano (Nigéria) une usine de fabrication de piles dont la capacité annuelle de production sera de 90 M d'unités.

Unitrode Corporation (USA) fait son entrée dans le marché des diodes Schottky de puissance en introduisant deux familles de dispositifs : sous les références SD 51 (45 V ; 60 A) et USD 545 (75 A ; 45 ou 35 ou 20 V.).

COMMANDES ET CONTRATS

Les filiales suédoises, danoises et allemandes de l'ITT ont passé commande chacune d'un système de test de cartes imprimées modèle GR/796 à **GenRad**. Le montant total des trois contrats est supérieur à 1 M\$.

La Deutsche Bundespost a octroyé un contrat d'un montant de 3 M\$ à **LM Ericsson** pour la fourniture de modems faisant appel à des circuits intégrés à haut niveau d'intégration. C'est la première fois que cette Administration passe commande à des constructeurs étrangers.

La société Dow Jones a octroyé une série de contrats à **LNR Communications Inc** pour la fourniture de convertisseurs de fréquences destinés à être incorporés dans des stations terriennes de télécommunications par satellite appartenant à Dow Jones et situés sur la côte ouest des USA. Rappelons que le groupe de Presse américain utilise le satellite Westar 1 pour la transmission de fac-similé.

La firme britannique **Racal Redac Ltd** fournira à Thomson-CSF, deux systèmes de conception de circuits imprimés assistée par ordinateur à Thomson-CSF. Ces équipements sont destinés aux centres de Gennevilliers et de Cholet.

Teradyne fournira à la société iranienne de production de dispositifs à semi-conducteurs Electronic Component Industries, des systèmes de test. La commande porte sur 2 systèmes de test de circuits linéaires modèle J 237, 2 systèmes de test de circuits intégrés J283, 4 systèmes de test pour circuits linéaires J273 B et 2 systèmes de test pour circuits MOS modèle J325.

Zilog annonce une importante baisse de prix des microprocesseurs modèles Z 80 et Z 80 et des circuits et cartes d'environnement de ces dispositifs.

VIE DES SOCIÉTÉS ET RÉSULTATS FINANCIERS

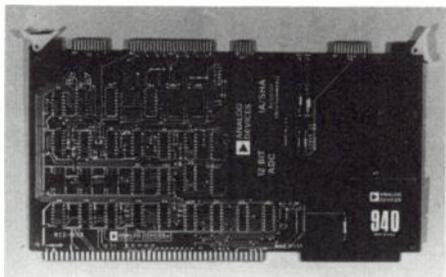
Unitrode Corporation a porté de 15 % à 40 % la part qu'elle détenait dans le capital de **Micro Networks Corporation** par achat d'actions ordinaires.

Le fabricant britannique de circuits imprimés, **Leicester Circuits** a pris le contrôle de la firme britannique **Midland Circuits**, firme britannique spécialisée dans la fabrication de circuits imprimés et qui faisait partie du groupe Plantation Holding. Leicester Circuits dont le capital est détenu à 20 % par la société américaine du même secteur d'activité **Circuit Noise**, a réalisé un chiffre d'affaires au cours de l'exercice fiscal clos au

mois de mars 1978 de 0,802 M£. Midland Circuits avait réalisé en 1977 un chiffre d'affaires de 0,43 M£.

Tokyo Print Co., le plus important fabricant japonais de circuits imprimés a constitué une filiale manufacturière à Atlanta (Georgie USA) sous le nom de **Topri**. Cette filiale commencera la production en mars 1979 et compte vendre au cours de la première année pour 7 M\$ de circuits imprimés.

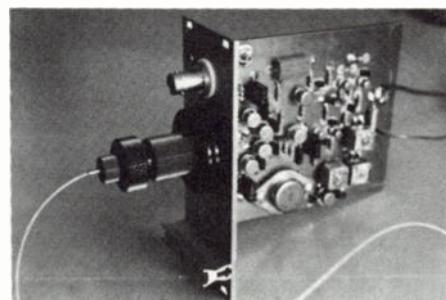
PRODUITS RÉCENTS



Analog Devices : Cartes pour acquisition de données à 32 voies d'entrée analogique et à sortie sur 8 ou 12 bits destinées à être reliées à des microprocesseurs, série RTI 1202. [9898]

Analogic : Convertisseurs numérique-analogique pour signaux vidéo à 8 bits (vitesse de conversion : 100 MHz) ; modèle MP 8308. [9899]

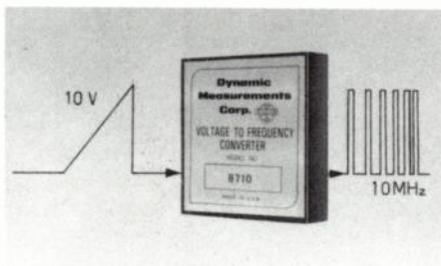
Burr Brown : Système d'acquisition de données à 8 ou 16 canaux et à sortie sur 12 bits, modèle SDM 858. [9900]
 - Convertisseur d'alimentation continu-continu (entrée 5 à 16 V ; 4 sorties bipolaires à la moitié de la valeur d'entrée sous 32 mA chacune), modèle 724. [9901]



Câbles Cortailod : Coupleur laser-fibre optique. [9902]
 - Coupleur fibre optique détecteur. [9903]
 - Connecteur à 8 fibres, modèle CDFO-8. [9904]
 - Ensemble d'évaluation pour connecteur CDFO-8. [9905]

Cherry : Touche mécanique ultra-plate, modèle M 81. [9906]

Computer Conversion Corporation : Convertisseur synchro-numérique de poursuite à 14 bits (vitesse maximale 1800°/s), modèle SDC 40. [9907]
 - Convertisseur numérique-synchro à 14 bits, modèle DXC 40L 3. [9908]
 - Convertisseur synchro-numérique à 10 ; 12 ou 14 bits et à sortie proportionnelle à la vitesse, modèle SDC 410 C. [9909]



Dynamic Measurement Corp. : Convertisseur tension-fréquence à 6 décades de dynamique (entrée $\pm 10 \mu V$ à $\pm 10 V$; sortie jusqu'à 10 MHz), modèle 8710. [9910]

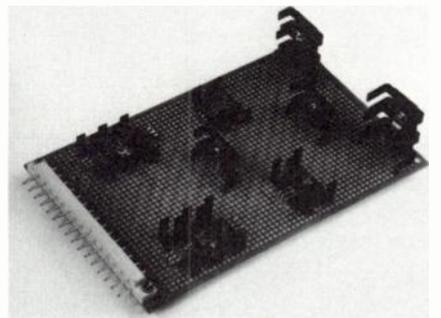
- Amplificateurs échantillonneurs-bloqueurs rapides et pour les applications à haute résolution (temps d'acquisition 1,5 μs avec une précision de 0,006 %), modèles 1404 et 1405. [9911]

EDAC : Connecteurs pour circuits imprimés à pas de 2,54 ; 3,18 ; 3,81 ; 3,96 et 5,08 mm. [9912]



EGG : Thyatron de très haute puissance (1 MW) permettant la commutation de courants de 40 000 A crête en 1 μs , modèle HY 7. [9913]

Elesta : Relais industriels, série SKR. [9914]

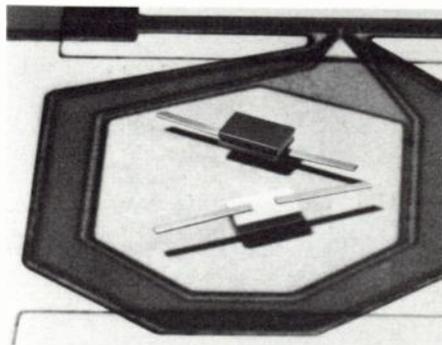


Fischer : Refroidisseurs pour transistor en boîtier plastique SOT 32 et TO 220. [9915]
 - Pinces de test pour circuits DIL à 16, 24 et 40 broches. [9916]

GSI : Suppresseurs de transitoires (5 à 110 V, puissance crête : 5 kW), série 5 KP. [9917]

- Suppresseurs de transitoires (17 à 280 V ; 15 kW), série 5 KP. [9918]

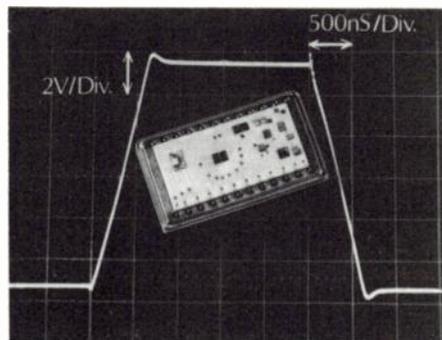
Hewlett Packard : Transistors bipolaires hyperfréquence de puissance, (modèles HXTR 5103 (23 dBm à 2 GHz ; gain : 11 dB à 2 GHz) et HXTR 5104 (29 dBm à 2 GHz ; gain : 9 dB à 2 GHz). [9919]



- Transistor hyperfréquence à effet de champ (4-18 GHz ; bruit : 1,2 à 3,1 dB ; gain : 12,5 à 16 dB), modèle HFET 2201. [9920]

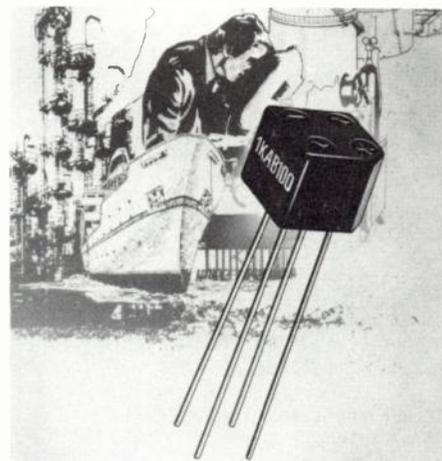
- Transistor hyperfréquence à effet de champ (1-12 GHz ; bruit : 1,7 dB à 4 GHz ; gain : 11 dB à 4 GHz), modèle HFET 1102. [9921]

- Système de test pour cartes imprimées analogiques et numériques ; testant chaque composant, modèle HP 3060 A. [9922]

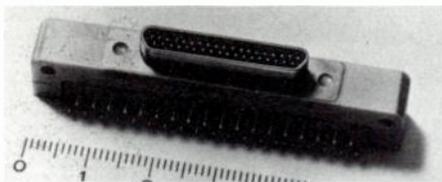


Hybrid Systems : Convertisseur numérique-analogique rapide à 12 bits (2,4 MHz) modèle DAC-392-12. [9923]

- Convertisseur numérique-analogique à 12 bits à faible consommation modèle DAC-356-LP-12. [9924]

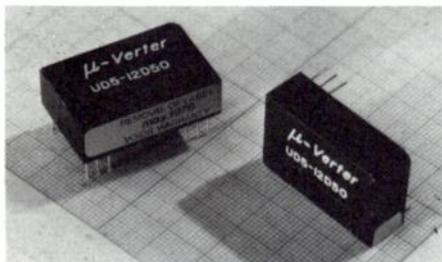


International Rectifier : Ponts redresseurs monophasés pour implantation sur circuit imprimée (100 à 1 000 V recurrences, 1 A), série 1 KAB. [9925]



ITT Cannon : Connecteurs microminiatures pour circuits imprimés (9-51 contacts). [9926]
 - Connecteurs pour fibres optiques. [9927]
 - Connecteur à câble en nappe, modèle G 09 Speedy. [9928]

ITT Semiconducteurs : Redresseurs rapides (1 A ; 100 à 800 V), modèles BY 396 à 399. [9929]
 - Circuits intégrés à verrouillage de phase pour circuits d'accord des téléviseurs, modèle SAA 1072 à 1076. [9930]
 - Circuit intégré d'interface pour télécommande par rayon infrarouge, modèle SAA 1071. [9931]

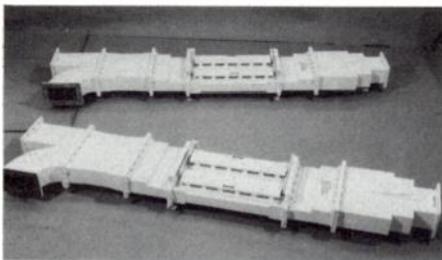


Klaasing Rewers : Convertisseurs miniatures de tension continu-continu (entrée : 5 ou 12 V ; sortie : 5 V/220 mA ou ± 12 V/50 mA ou ± 15 V/45 mA), série u-verter. [9932]
 - Alimentations à découpage présentées en boîtier moulé (20 W ; 5 V/1 à 4 A ou 12 V/0,8 à 1,5 A ou ± 12 ou ± 15 V/0,5 A), série 800. [9933]

Lambda : Régulateur de tension monolithique réglable entre 4 et 30 V ; 50 W ; boîtier TO3, modèle LAS 19 U. [9934]

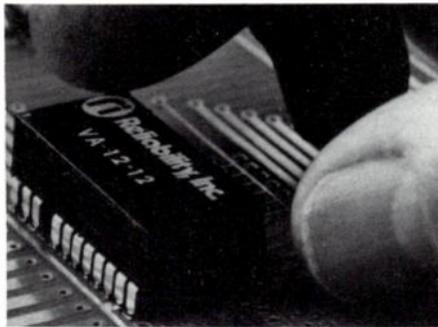
Motorola : Circuit intégré décodeur de stéréophonie en modulation de fréquence, modèle MC 1309. [9935]

Raytheon : Sous-ensemble d'émission hyperfréquence à transistors à effet de champ pour système d'atterrissage hyperfréquence (5 W ; 5030 à 5091 MHz). [9936]



- Circulateur de puissance à ferrite (6 MW de puissance moyenne ; 1250-1350 MHz) modèle CLH 25G3. [9937]

Reliability : Convertisseur d'alimentation continu-continu (100 W ; entrée : 5, 12 ou 24 V ; sortie : 5 V ou ± 12 ou ± 15 V). [9938]



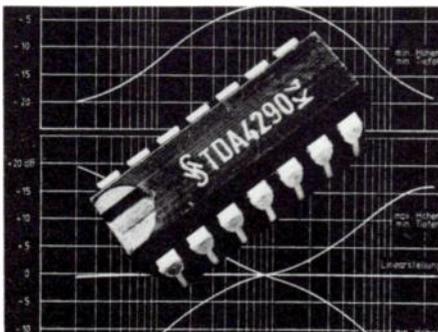
- Convertisseur d'alimentation continu-continu miniatures (entrée : 5 V ; sortie : 5, 12, ± 12 ou ± 15 V ; boîtier DIP), série VEA. [9939]
 - Convertisseur d'alimentation continu-continu miniatures (1W ; entrée : 5 V ou 12 V ; sortie : ± 12 V ou + 12 et - 5 V ; boîtier DIP), série VXRY. [9940]



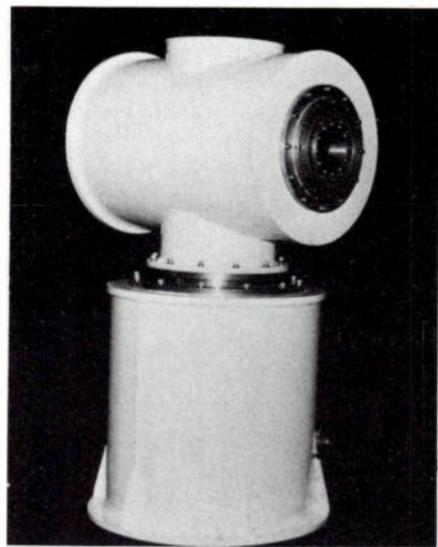
- Convertisseur d'alimentation continu-continu (entre 5 V, sortie : + 12 V/300 mA et - 5 V/100 mA), modèle 3 M5U 12-15. [9941]

R T C - La Radiotechnique - Compelec : Tetrode haute fréquence (35 kW ; jusqu'à 250 MHz ; gain en puissance : 16 dB) modèle YL 1530. [9942]
 - Détecteurs de rayonnements infrarouges à céramique piezoélectrique modèles RPY 86 à 89. [9943]
 - Triode de puissance pour chauffage à haute fréquence (374 kW) modèle YD 1432. [9944]
 - Modules amplificateurs de puissance pour applications «haute fidélité» modèles OM 931 (30 W) et OM 961 (60 W). [9945]

Siemens : Circuit intégré amplificateur à fréquence intermédiaire pour le raccordement des magnétoscopes à cassette, modèle TDA 5500. [9946]
 - Circuit intégré amplificateur basse fréquence (15 W), modèle TDA 300. [9947]



- Circuit intégré de régulation du volume sonore par une tension continue, modèle TDA 4290. [9948]



Sigma Three : Piedestal à télécommande pour antenne, modèle 8104 MOD1. [9949]

Sprague : Condensateurs étanches au tantalum (jusqu'à 125 V ; jusqu'à 1000 uF) série 749 D. [9950]
 - Condensateur céramique pour dijoncteurs de puissance et parafoudres série 721 C. [9951]
 - Assemblages de transistors en boîtier DIL, modèles ULN 2047 A ; ULN 2083 A et ULS 2083 H. [9952]

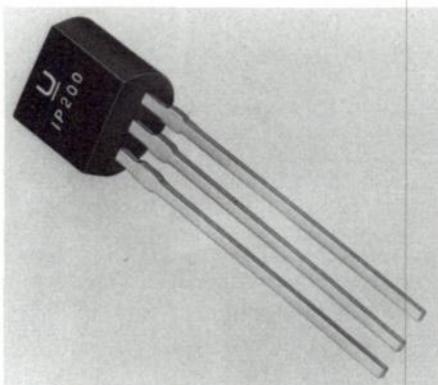
Teccor Electronics : Relais statiques (3 A ; 250 V), série 3 000. [9953]

Teledyne Cristalronics : Transistor à effet de champ à très faible bruit, modèle CM 860. [9954]

Texas Instruments : Circuit intégré de contrôle pour alimentation (9 V/80 mA), modèle TL 496 C. [9955]
 - Microcalculateurs à 4 bits réalisés en technologie MOSC (1 MHz, mémoire morte 1024 octets, mémoire vive 64 mots de 4 bits), modèle TMS 1000 C et 1200 C. [9956]

T R W : Multiplicateurs monolithiques rapides, modèle MPY 24 HJ (24 x 24 bits) MPY 16 HJ (16 x 16), MPY 12 HJ (12 x 12) et MPY 8 HJ (8 x 8). [9957]

U M D Amphenol : Connecteurs optiques multivoies (4 à 8 canaux). [9958]



Unitrode : Thyristor (100 à 800 V ; 1 A_{eff} ; 15 A crête), série IP 200. [9959]

oe MESURE & INSTRUMENTATION

La Société **British Physical Laboratories**, du groupe Racal Electronics fournira à la firme allemande Klaus Mohme des galvanomètres pour un montant de 60 000 DM. Ces galvanomètres seront incorporés dans des équipements d'électro-acupuncture.

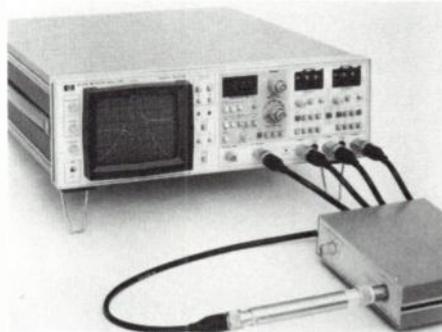


La firme suisse **Oscilloquartz**, du groupe Ebauches, a fourni à l'Université d'Alger un centre horaire complet faisant appel à deux horloges atomiques au césium. Rappelons que l'Université d'Alger est responsable de la production de fréquences-étalon et de la conservation de l'heure pour toute l'Algérie.



AVO : Testeur d'isolement et de tension de rupture (50 V à 4 000 V, analogique) modèle RM 215 F 3. [9969]

Haefely : Générateur de choc pour essais de protection contre les contacts accidentels (0-15 kV), modèle P 15 F. [9970]



Hewlett Packard : Analyseur de réseau pour la mesure d'amplitude et de phase (4-1300 MHz ; dynamique : 80 dB), modèle HP 8754 A. [9971]

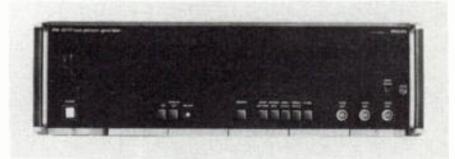
— Compteur-fréquence-mètre-numérique autonome à microprocesseur (0-100 MHz), modèle HP 5315 A. [9972]



ITT Metrix : Multimètre numérique autonome à 2 000 points (5 fonctions, 14 calibres), modèle MX 500. [9976]

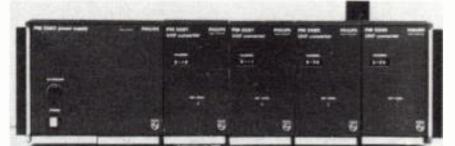
Philips : Générateur de signaux de télévision en couleur à tous les standards sauf le SECAM, modèle PM 5533. [9977]

— Générateur de mire TV à cercle électronique PAL, NTSC et SECAM, modèle PM 5534. [9978]

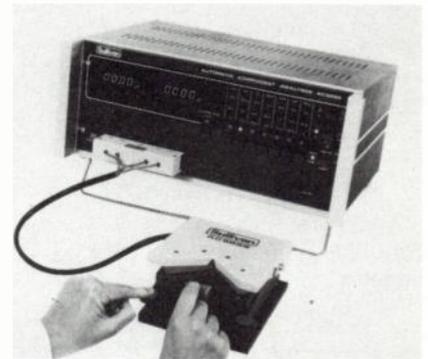


— Générateur de mire TV couleur composite, modèle PM 5537. [9979]

— Analyseur TV couleur, modèle PM 5539. [9980]

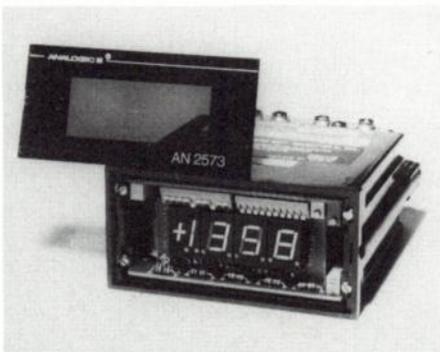


— Convertisseur haute fréquence de signaux TV, modèles PM 5581, (40, 25 à 299,25 MHz), et PM 5582 (471,25 à 959,25 MHz). [9981]



Sullivan : Mesureur numérique d'inductance, capacité, résistance (20 000 points ; 1 kHz ; 0-2 M Ω ; 0,01 pF à 200 μ F ; 0-200 H), modèle AC 5555. [9982]

PRODUITS RÉCENTS



Analogic : Indicateurs numériques de tableau programmables à 2 000 points, série AN 2573. [9967]

— Compteur-périodemètre numérique, modèle AN 5 400. [9968]



— Compteur-fréquence-mètre-périodemètre-intervallomètre à 7 chiffres (0-100 MHz), modèle PH 5314 A. [9973]

— Modulomètre fréquence-mètre wattmètre (150 kHz-1300 MHz ; 1 mW à 1 W), modèle HP 8901 A. [9974]

Ithaco : Détecteur synchrone avec interface IEC en option (200 points, 1 μ V-1 V ; 10 pA-1 mA), modèle 397 E 6. [9975]

**UTILISEZ
LE SERVICE LECTEUR**

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

oe

INFORMATIQUE

Le groupe américain Varian Associates s'apprête à prendre une participation minoritaire dans le capital de **Benson**, société française spécialisée dans les terminaux graphiques et qui couvre 17 % du marché mondial. Varian fera apport de sa division graphique dont le chiffre d'affaires s'est établi pour le dernier exercice à 6 M\$. Cette prise de participation se matérialisera outre l'apport de Varian, par la création d'une filiale Benson à 100 % aux États-Unis. Le capital de Benson est actuellement détenu par M. Georges Tranchant (37 %), par M. Jean Mourier (10 %) et par l'Institut de Développement Industriel.

Au cours de l'exercice fiscal clos au 30 juin 1978, **Centronics Data Computer Corp** a réalisé un chiffre d'affaires de 75 M\$ (+ 29,3 %) et un bénéfice net de 13,7 M\$ (+ 9,4 %).

Data Saab SA, filiale française de la société suédoise, a porté son capital de 1,5 à 7 MF.

Un accord croisé d'échanges d'informations techniques a été conclu en matière de matériel entre **Hitachi Ltd** et **ICL**.

Marconi Space and Defence Systems, agissant comme sous-traitant de la SNIAS (F), a passé commande à **Systems Engineering Laboratories** d'un ordinateur scientifique SEL 32/55 destiné au projet de lanceur européen Ariane.

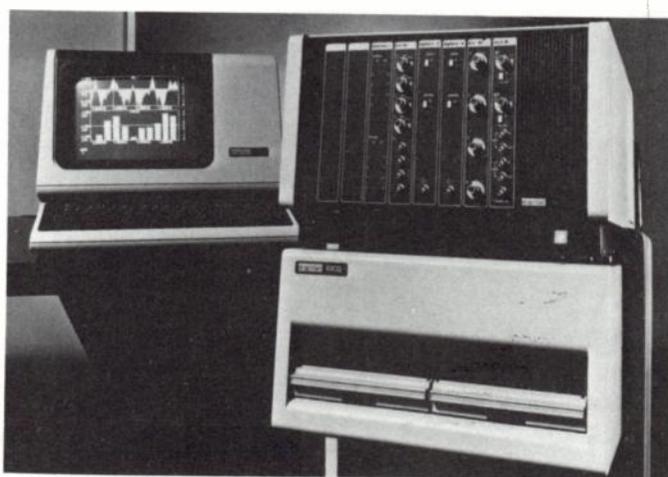
PRODUITS RÉCENTS

Digital Equipment : Système informatique de laboratoire (Basic-Fortran IV), modèle MINC. [9963]

Motorola : Module d'évaluation pour mise au point des systèmes construits autour des 6800 et 6802, modèle USE (doit être utilisé avec l'EXORciser). [9964]

— Compilateur résident MPL (langage dérivé du PLI) pour systèmes construits autour du microprocesseur 6800, modèle M68 MPLR 010 M. [9965]

R T C - La Radiotchnique - Compelec : système d'initiation au microprocesseur 2650 de Signetic, modèle Instructeur 50. [9966]



Digital Equipment
[9963]

oe

GRAND PUBLIC

Mitsubishi (J) a acquis auprès de Thorn Electrical Industries (GB) 10 % du capital de la société australienne **A.W.A. Thorn Pty**. Désormais, le capital de A.W.A. Thorn Pty se trouve détenu à 40 % par Thorn Electrical Industries, à 10 % par Mitsubishi et à 50 % par Amalgamated Wireless Australia.

Les deux firmes japonaises spécialisées dans l'électronique grand public, **Crown Corporation** (téléviseurs, magnétophones, haute fidélité) et **Cybernet Electronics** (haute fidélité, émetteurs-récepteurs pour services radioélectriques privés «CB») ont fusionné. Le capital de la nouvelle société **Crown-Cybernet** est de 1 802 M de yens (8,2 M\$ environ).

Grundig a procédé à l'inauguration de son usine de fabrication de Magnéscopes de Nurevorb-berg-Langwasser (Allemagne Fédérale). Le montant des investissements réalisés pour cette unité de fabrication s'établit à 40 M de DM.

Victor Company of Japan a constitué une filiale commerciale en France sous le

nom de **JVC Video France SA** (64, rue des Binelles, 92310 Sèvres). Rappelons que la firme japonaise dispose depuis peu d'une filiale en Allemagne Fédérale.

Philips va implanter à Vienne (A) une usine de fabrication de magnéscope. Cette unité qui sera opérationnelle en 1980, emploiera 300 personnes ; elle est destinée à devenir le centre mondial de Philips pour les magnéscopes.

Au cours de l'exercice fiscal clos au 31 mars 1978, le **Post Office britannique** a réalisé un bénéfice de 367,7 M£ dont 325,5 pour les télécommunications. C'est le deuxième exercice bénéficiaire consécutif de cette administration. Le montant des investissements pour cette période s'est élevé à 870 M£.

La société **Schneider Radio Télévision**, du groupe Philips, a réalisé au cours du premier semestre de 1978 un chiffre d'affaires de 277 668 799 F (+ 48,8 %) et un bénéfice net de 3 473 054 F (+ 2388,7 %). Pour le 3^e trimestre de 1978, le chiffre d'affaires s'établit à 131 339 449 F (+ 9,6 %) dont

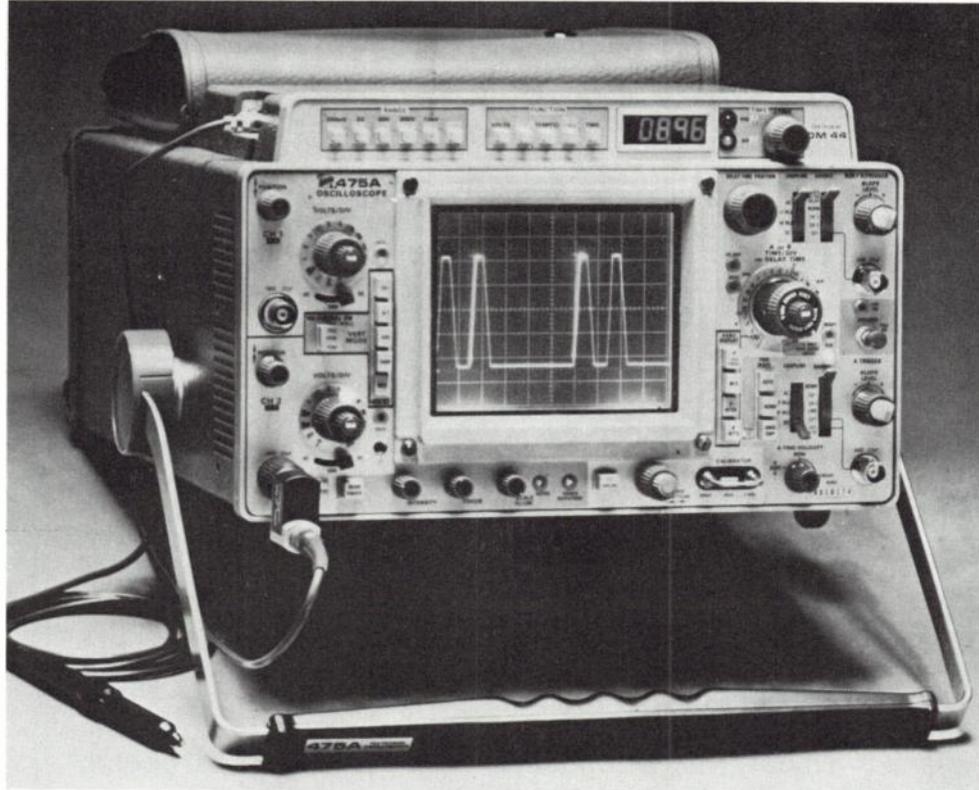
95 978 990 F pour les produits électroniques (+ 6,7 %) et 35 355 459 F pour les produits électro-ménagers (+ 18,4 %).

Le groupe saoudien TAG a pris le contrôle de la **Société Occitane d'Électronique**, firme française spécialisée dans la fabrication de jeux vidéo.

Sony a récemment présenté un système à vidéodisque faisant appel à un rayon laser et ayant une autonomie de 2 heures par disque. La résolution horizontale de l'appareil est de 270 lignes.

L'European Electronic Component Manufacturers Association a saisi la Commission de la Communauté Économique Européenne de Bruxelles des problèmes relatifs au secteur de la télévision couleur. En effet, sur 100 téléviseurs couleur vendus dans la Communauté Européenne, 47 sont équipés d'un tube image fabriqué en dehors de la Communauté, 33 provenant du Japon et 14 des États-Unis. Rappelons que le marché de ces appareils devrait passer de 7,1 M de téléviseurs en 1977 à 11 M en 1981 et à 13 M en 1985.

LES PORTABLES TEKTRONIX.



Le plus complet.

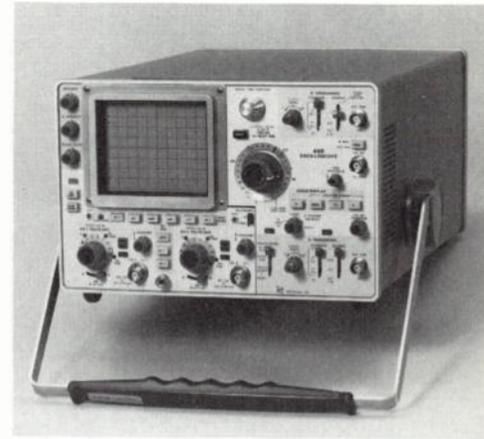
Tektronix vous présente la gamme la plus complète d'oscilloscopes portables.

La gamme la plus complète sur le plan des performances : la série 400. Parmi les modèles composant cette série, le 485 est doté de la bande passante la plus large, jusqu'à 350 MHz ; le 466, bande passante jusqu'à 100 MHz, dispose d'une mémoire capable de montrer avec un excellent contraste, des phénomènes uniques de quelques nanosecondes (toute la bande passante utilisable) et ceci avec un temps de mémorisation très long

(près d'un quart d'heure). En outre, des multimètres (DM 44) permettant la mesure directe d'intervalles de temps sont adaptables sur certains de ces portables.

D'autres options sont également disponibles telles que alimentation sur batterie, protection contre les perturbations électromagnétiques, déclenchement T.V., ...

La gamme la plus complète sur le plan des dimensions et du poids : la série 300. Elle prouve que des oscilloscopes de très grande précision peuvent peser moins de 5 kg.



Le plus performant.



Le plus léger.

Quant à la série 200, la batterie incorporée (autonomie complète), les dimensions en font une série de poche.

Cette gamme trouve des applications tant dans le domaine informatique que dans celui du contrôle industriel des systèmes de télécommunication ; en fait, partout où le poids et les dimensions associés à de bonnes performances sont indispensables.

Définissez vos exigences de prix, de performances et de poids et choisissez votre portable.

Tektronix®

LA REFERENCE EN MESURE ELECTRONIQUE

Service Promotion des Ventes :

Centres Régionaux : B.P. 13 - 91401 ORSAY - Tél. 907.78.27.
Lyon. Tél. (78) 76.40.03 - Rennes. Tél. (99) 51.21.16.
Toulouse. Tél. (61) 40.24.50 - Strasbourg. Tél. (88) 39.49.35.
Aix-en-Provence. Tél. (42) 59.24.66.

Coupon-Réponse
à retourner à TEKTRONIX -
Service Promotion des Ventes
B.P. 13 - 91401 ORSAY.

M. _____

Société _____

Fonction _____

Adresse _____

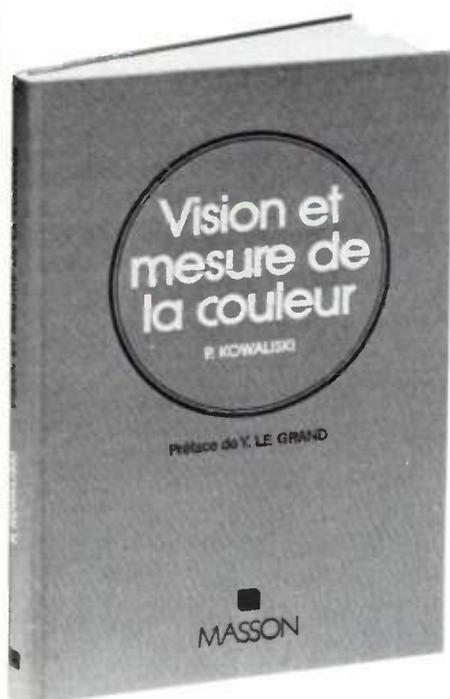
Tél. _____

- désire recevoir, sans engagement de sa part
- la visite d'un ingénieur commercial
 - une documentation commerciale sur les portables.
 - des notes d'application.

Service lecteur : inscrivez le n° 913.

vision et mesure de la couleur

par P. KOWALISKI



A présent, grâce aux progrès scientifiques des derniers siècles, nous possédons une connaissance étendue de ces phénomènes diversifiés que le langage courant désigne par le terme générique de *couleur*. Le but de ce traité est d'en donner une synthèse claire et générale ; il n'est, toutefois, pas aisé à atteindre. Considérée de la façon la plus fondamentale, la vision est en effet le résultat d'une interaction mutuelle de l'excitant physique qui nous atteint sous la forme de radiations visibles, et de nos organes récepteurs et d'interprétation, les yeux, les nerfs optiques et le cerveau. Il s'ensuit que nous nous trouvons toujours en présence de deux classes de phénomènes bien distincts : les premiers, matériels, liés aux effets physiologiques des origines physiques de la lumière ; les autres, résultant de l'action psychologique de ces effets, de leur influence sur notre esprit, notre comportement, nos sentiments. Le problème de la couleur recouvre ainsi un domaine très vaste dont l'auteur n'aborde que les deux aspects apparemment les plus importants : d'une part la nature des rayonne-

ments visibles et leur interaction avec nos organes visuels, et d'autre part la mesure de nos perceptions visuelles en couleur ; encore a-t-il fallu subdiviser cette deuxième partie dans une section traitant de l'apparence de la couleur et une autre concernant la mesure de la couleur proprement dite.

La diversité des aspects de ces sujets a eu pour conséquence une certaine étendue de la complexité du texte. Pour permettre au lecteur novice dans ce domaine une lecture facile l'auteur s'est efforcé, en effet, de donner dans la majeure partie du traité des explications relativement simples, voire élémentaires. Cependant certains passages plus techniques, bien que facilement accessibles aux spécialistes et surtout rédigés pour eux, sont plus complexes et peuvent donc être laissés de côté lors d'une première assimilation du sujet.

208 p., 115 fig., 135 F.

prix au 15.05.78

*Pour toute commande ou demande de documentation adressez-vous à votre libraire
ou aux Editions Masson 120 bd Saint-Germain 75280 Paris Cedex 06*

MASSON





NOUVELLES ÉCONOMIQUES

ALLEMAGNE FÉDÉRALE

D'après la Deutsche Bundespost il y aura, en 1985, 24 M d'abonnés au téléphone contre 17 actuellement. En 1978, les investissements en matière de télécommunications dans ce pays ont atteint 4,8 milliards de DM et devraient s'établir à 5,4 milliards en 1979. En 1978, la Deutsche Bundespost aura opéré 1,5 M de nouveaux raccordements téléphoniques alors que les prévisions s'établissaient à environ 1,2 M de raccordements.

CORÉE DU SUD

La Corée du Sud qui en est à son 4^e plan quinquennal de développement économique (1977-1981), s'est fixé comme objectif en matière d'industrie électronique d'atteindre pour 1981 une production représentant une valeur de 4 687 M\$ et des exportations 3 000 M\$.

Au 31 décembre 1977, ce pays comptait 687 entreprises du secteur de l'électronique contre 97 en 1967.

Structure industrielle de la Corée du Sud en électronique :

Nombre d'entreprises : 687.

Nationalité des entreprises (en nombre) :

- nationale : 476
- étrangère : 44
- mixtes (nationale-étrangère) : 167.

Secteur d'activité des entreprises (en nombre) :

- grand public : 144
- secteur industriel : 89
- composants et pièces détachées : 454.

Résultats en 1977 (en M\$) :

- production : 1 758
- exportations : 1 240 M\$ (+ 84 %)
- importations : 820 M\$ (+ 6,8 %).

Ventilation de la production (en % du résultat) :

- téléviseurs : 10,5
- autres produits grand public : 24,5
- produits industriels : 9
- composants et pièces détachées sauf dispositifs à semiconducteurs : 30
- dispositifs à semiconducteurs : 21
- divers : 50 %.

Ventilation des exportations par type de produit (en % du total des exportations) :

- téléviseurs : 8
- autres produits électroniques «grand public» : 29
- composants et pièces détachées sauf dispositifs à semiconducteurs : 22
- dispositifs à semiconducteurs : 29 %
- Divers : 12 %.

Ventilation des exportations par zone de destination (en % du total des exportations) :

- U S A : 45
- Japon : 22
- Europe : 17
- Autres : 16.

Ventilation des importations par zone géographique (en % du total des importations) :

- U S A : 34
- Japon : 55
- Europe : 5
- Autres : 6.

Tableau récapitulatif des objectifs du 4^e plan pour l'industrie électronique de Corée du Sud (en M\$)

	1977	1978	1979	1980	1981
Demande	2478	3069	3906	4904	5955
Production	1712	2220	2921	3788	4687
Exportations	1250	1540	1957	2423	3000
Importations	766	869	985	1118	1268
Investissements	94	106	119	134	147

FRANCE

Le Ministère de l'Industrie a publié un certain nombre de statistiques concernant les industries françaises de l'informatique et des machines de bureau.

Résultats de l'activité et effectifs

	Chiffre d'affaires		Effectifs	
	1976	1977	1976	1977
Matériel informatique	6 834	8 606 (+ 25,3 %)	37 705	39 390 (+ 4,5 %)
S S C I (1)	3 420	4 200 (+ 22,8 %)	20 800	22 500 (+ 8,2 %)
Matériel de bureau	296	312 (+ 5,4 %)	3 075	2 691 (- 12,5 %)

(1) Sociétés de Service et de Conseil en Informatique.

Commerce extérieur

	Importations (en MF)		Exportations (en MF)		Taux de couverture (en %)	
	1976	1977	1976	1977	1976	1977
Matériel informatique	3 951	4 596	3 848	4 613	97,4	100,4
Matériel de bureau	2 180	2 279	352	445	16,1	19,6

Au 1^{er} septembre 1978, on dénombrait, en France, 69 293 abonnés au **télex** (+ 8,1 %).

A la vue des résultats enregistrés en France en matière de vente de téléviseurs couleur au cours des 8 premiers mois de 1978 (920 000 téléviseurs soit une progression de 30 %), les constructeurs français s'attendent à un résultat de 1 580 000 téléviseurs couleur pour 1978.

GRANDE-BRETAGNE

Au 31 décembre 1977, on dénombrait en Grande-Bretagne 23,25 M de postes téléphoniques (+ 7 %) et 15 M de lignes téléphoniques (+ 8 %).

JAPON

Le Gouvernement japonais a récemment décidé de mettre en œuvre un train de mesures destinées à assurer l'objectif de croissance de 7 % fixé pour l'exercice fiscal 1978 et améliorer la balance des paiements jugée beaucoup trop excédentaire. Parmi les mesures, notons qu'il a été décidé de promouvoir certains types d'importations qualifiées d'«urgence» : uranium enrichi, pétrole, avions, etc. pour un total de 4 000 M\$, grâce à un aménagement des modalités de financement offertes par l'Export-Import Bank of Japan. D'autre part, l'État japonais encouragera toute action, exposition, implantation visant à promouvoir l'importation et la vente de produits étrangers au Japon.

JAPON (Suite)

Au cours du premier trimestre de 1978, le Japon a produit 1,9 M de téléviseurs couleur (+ 12 %) dont 0,326 M ont été exportés vers les États-Unis.

En 1977, la production japonaise d'équipements de télécopie s'est établie à 320 M de yens (environ 1,6 M\$). Pour 1978, ce chiffre devrait atteindre 400 M de yens (2 M\$ environ).

TAÏWAN

Les autorités de Taïwan ont publié le classement des 10 premières firmes exportatrices du pays en 1977 :

Position	Firme	Montant des exportations en M\$
1	TMX Taiwan Ltd (filiale de Timex-USA)	97,5
2	R C A Taiwan Ltd	96,3
3	Far East Textile Co, Ltd	75
4	Taiyuen Textile Co, Ltd	73,8
5	Formosa Chemical and Fiber Corp	64,8
6	Admiral Overseas Corp	53,6
7	Texas Instruments Taiwan, Ltd	52,6
8	Na Ya Plastic Corp	52,1
9	Zenith Taiwan Corp	43,7
10	Chung Shing Textile Co, Ltd	42,9

Le \$ de Taïwan a été réévalué le 11 juillet dernier de 5,26 % par rapport au \$ américain. Le taux de conversion s'établit à 36 \$T pour 1 \$ des États-Unis.

INTERNATIONAL

D'après le consultant américain Dataquest, il aurait été produit en 1977 environ 3 740 M de microordinateurs monolithiques dont :

- 2,8 M de la famille TMS 1000 (Texas Instruments);
- 0,575 M de la famille PPS 4 (Rockwell International);
- 0,225 M de la famille μ COM 4 (Nippon Electric Company);
- 0,095 M de modèles 8048 (Intel);
- 0,020 M de modèles 3870 (Mostek).

D'après ce consultant, au cours du 1^{er} trimestre de 1978, la production de ces dispositifs s'est établie à 2,13 M d'unités dont : 1,4 M modèles TMS 1000, 0,42 M modèles PPS 4; 0,5 M modèles μ COM 4; 0,075 M modèles PIC 1650 (General Instruments); 0,06 M modèles 8048 et 0,023 M modèles 3870.

D'après la Semiconductor Industry Association, la progression du chiffre d'affaires mondial des industries des semi-conducteurs évoluera de la manière suivante :

- 1978 : + 22 %
- 1979 : + 9 %
- 1980 : + 14 %
- 1981 : + 15 %

Le consultant américain Dataquest a réalisé une étude sur le marché mondial des microordinateurs (cartes et systèmes) dont voici les principaux résultats :

Taille du marché						
	1976	1977	1978	1979	1980	1981
En valeur (M\$)	49	125	218	302	362	370
En volume (en milliers d'unités)	41	99	172	265	362	456

BIOSIGMA 78

Paris, 24-28 avril 1978

La Conférence Internationale BIOSIGMA 78, sur le traitement des signaux et des images en médecine et en biologie, a rassemblé à Paris, du 24 au 28 avril 1978, plus de 400 participants en provenance de 28 pays.

Les différents thèmes ont fait l'objet de plus de 200 communications présentées en 4 sessions simultanées, dont une session de conférences affichées. La contribution française était de l'ordre de 50 %.

BIOSIGMA 78 était organisé conjointement par la Société des Électriciens, Électroniciens et Radioélectriciens (S.E.E.) affiliée par sa section « Techniques Biomédicales » à l'I.F.M.B.E., et par le Groupement des Industries Électroniques (G.I.E.L.). Le colloque était placé sous le patronage de nombreuses sociétés scientifiques et médicales, internationales (International Federation for Information Processing, International Federation for Medical and Biological Engineering), étrangères (I.E.E.E., American Heart Association, Alliance for Engineering in Medicine and Biology, Association for the Advancement of Medical Instrumentation), et françaises (A.F.C.E.T., A.I.M.) avec le soutien d'organismes français de recherche : C.N.R.S., INSERM et IRIA.

La D.G.R.S.T., la D.R.M.E. et le C.N.R.S. ont contribué par leur aide financière à l'organisation matérielle du colloque.

Les thèmes abordés ont été extrêmement variés :

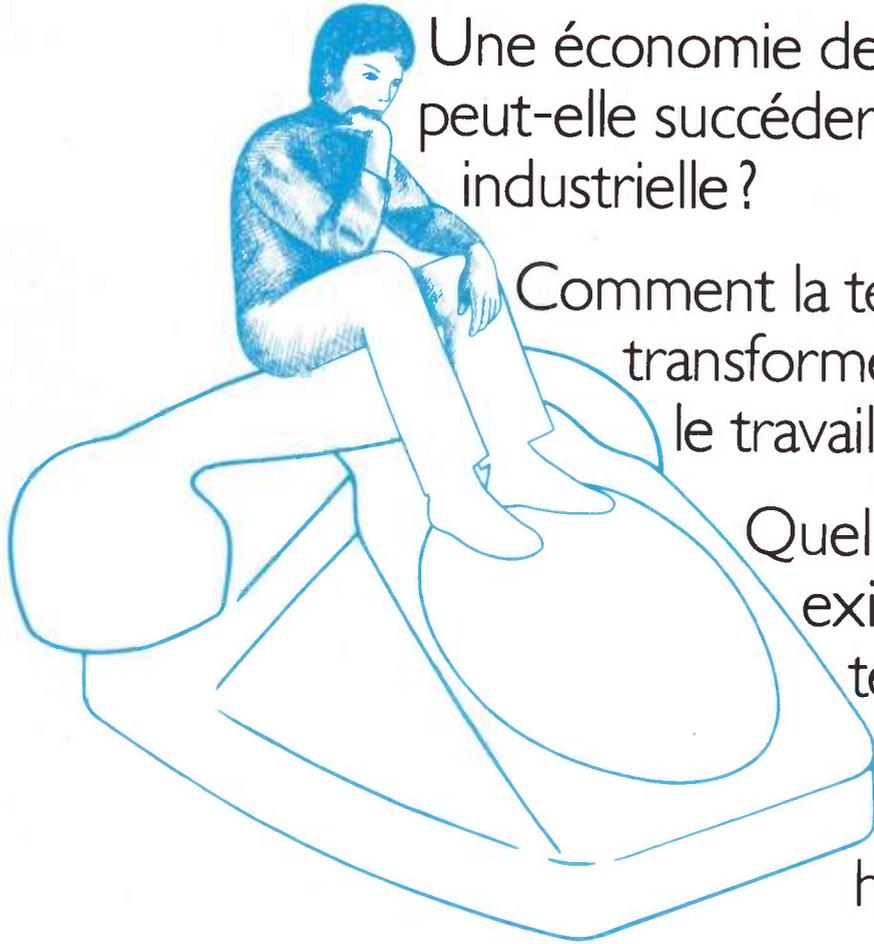
- traitement du signal et modélisation ; traitement d'images en radiologie, en médecine nucléaire et en analyse cellulaire ; imagerie ultra-sonore et mesures de vitesse par effet DOPPLER ;
- performances myocardiques ; obstétrique et néonatalogie ; électrocardiologie, système respiratoire ; physiologie sensorielle, réhabilitation motrice.

On pouvait craindre que, en raison de son programme très vaste, cette conférence se borne à des contributions très générales. En fait, la plupart des communications présentées ont cherché à mettre en évidence des technologies de pointe ou des systèmes raffinés d'analyse et de traitement. De ce fait, BIOSIGMA 78 a été l'objet d'échanges fructueux au plan scientifique et technique. A cet égard les sessions de conférences affichées ont paru particulièrement animées.

On peut toutefois déplorer la trop faible participation médicale qui est due très probablement au fait que l'hyperspécialisation d'aujourd'hui des médecins les rend peu aptes et peu enclins à fréquenter des conférences technologiques d'intérêt général.

La très grande majorité des présentations se trouve rapportée dans un ouvrage de 1.100 pages en 2 tomes, disponible auprès du G.I.E.L., 11 rue Hamelin, 75783 Paris Cedex 16.

Les réseaux pensants



Une économie de l'information peut-elle succéder à une économie industrielle ?

Comment la téléinformatique transforme-t-elle le travail humain ?

Quelles différences existe-t-il entre techniques de communication et communication humaine ?

Pour la première fois, techniciens et chercheurs en sciences humaines ouvrent le débat.



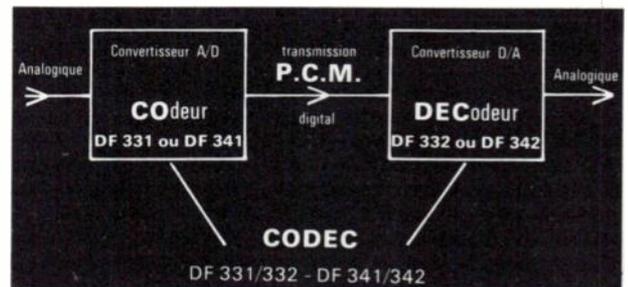
“Les réseaux pensants”
Télécommunications et société
sous la direction de Alain Giraud,
Jean-Louis Missika et Dominique Wolton. 58 F
Collection technique et scientifique
des télécommunications.

 **MASSON**



CODEC

DF 331 / DF 332 loi μ
DF 341 / DF 342 loi A



Après les convertisseurs A/D, les transistors VMOS avec leur compatibilité logique, les commutateurs analogiques à grande vitesse, les circuits CODEC - DF 331/DF 332 en loi μ et DF 341/DF 342 en loi A - apparaissent comme les derniers circuits d'interface liant le monde analogique aux systèmes digitaux.

Principales caractéristiques :

- Alimentations extérieures :
 $\pm 7,5$ V et ± 3 V (références)
- Tension analogique à coder :
 ± 3 V crête à crête.
- Fréquence audio :
 8 kHz nominal pour les 2 systèmes
- Fréquence de transmission :
 1,544 MHz en loi μ
 2,048 MHz en loi A

Avantages particuliers

- Faible coût
- Peu de composants extérieurs.
- Seconde source

Application générale :

Transmission numérique de données

Catalogue télécommunications disponible chez Siliconix et ses distributeurs.



Siliconix

70, Avenue du Général de Gaulle - Echat 660
 94022 CRÉTEIL Cedex - Tél. : 377-12.51 - Téléx 230 389

DISTRIBUTEURS :

Région Parisienne : ALMEX 666-21.12 ; - SCAIB 687-23.13 ; - Est : BALTZINGER (88).33.18.52 ; - Nord : SANELEC (20).98-92.13 ; - Ouest : OUEST COMPOSANTS (99).36.00.58 ; - Sud-Ouest : AQUITAINE COMPOSANTS (56).80-51.98

oe

NOUVEAUTÉS TECHNIQUES

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

MÉMOIRES A BULLES MAGNÉTIQUES de 256 K BITS

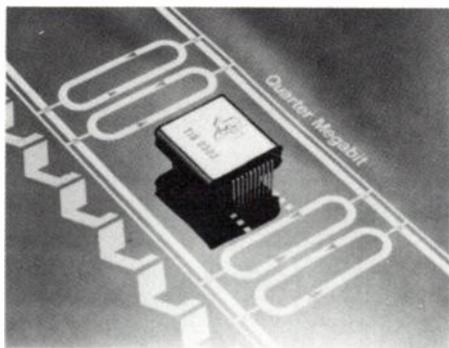
Texas Instruments modèle TIB 0303

Après l'introduction, l'an passé, d'une mémoire à bulles magnétiques de 92 K bits de capacité, Texas Instruments présente un dispositif analogue dont la capacité a été portée à 256 K bits.

Les mémoires à bulles présentent des performances analogues à celles des meilleures mémoires à disque magnétique ; toutefois, elles ne présentent les inconvénients inhérents aux systèmes mécaniques, mais leur prix actuel les réserve à des applications particulières.

Désignée par la référence TIB 0303, cette mémoire comporte des domaines magnétiques de 3μ de diamètre. Parmi ses caractéristiques principales citons :

- une architecture à boucles secondaires ;
- des systèmes séparés d'entrée-sortie ;
- des pistes séparées pour la lecture et pour l'écriture ;
- la duplication par bloc des données.



Le modèle TIB 0303 comporte 252 boucles secondaires comportant 1131 positions, ce qui donne une capacité intrinsèque de 286 524 bits. En fait, on n'utilise que 224 boucles, ceci ramène la capacité utile à 254 688 bits.

Les données sont écrites sur la piste d'écriture et échangées avec celles se trouvant sur les boucles secondaires par l'intermédiaire de portes ouvreuses. Les blocs de données sont reproduits simultanément sur la boucle secondaire et sur la piste de sortie. La reproduction se fait par bloc et non pas par mode série, et ceci grâce à l'architecture par boucles principales et par boucles secondaires. Cela permet de diminuer le cycle de temps mort de 12,8 ms à 12,5 μ s et de diviser par un facteur 3 le temps nécessaire à la duplication des données.

A la fréquence de 100 kHz, le temps moyen d'accès est de 7,3 ns pour le premier bit d'une page de 224 bits et la puissance consommée est de 0,9 W. Grâce à la fonction «data merge» la lecture des données en sortie peut-être effectuée à une vitesse de 100 K bits/s non volatile entre -40 et +85 °C.

Texas Instruments introduira, l'an prochain une série de circuits d'environnement spécifiques.

La TIB 0303 est proposé en boîtier enfichable à 20 broches dont les dimensions sont de 3 0,5 x 3 0,5 x 10,2 mm.

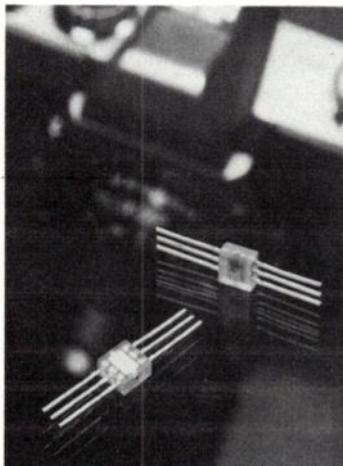
TEXAS INSTRUMENTS FRANCE, La Boursinière, Bât. 1, RN 186, 92350 Le Plessis-Robinson (tél. : 630.23.43).

Service lecteur : inscrivez le n° 951.

PHOTODÉTECTEUR MONOLITHIQUE

Siemens modèle TFA 1001 W

Siemens introduit un nouveau dispositif monolithique photodétecteur comportant sur la même puce de semiconducteur une photodiode et un amplificateur. Ce circuit réalisé en technologie bipolaire est caractérisé par une sensibilité élevée et délivre à sa sortie un courant directement proportionnel à l'éclairement. La dynamique d'éclairement peut varier dans un rapport de 1 à 10^5 . Une tension stabilisée de 1,35 V est disponible sur une broche de ce circuit intégré et peut éventuellement servir de référence.



Le circuit TFA 1001 W convient à une gamme étendue d'applications : photométrie, photographie, automatismes, détecteurs de passage ou de fin de course, etc...

SIEMENS SA : 39, boulevard Ornano, 93203 Saint-Denis (tél. : 820.61.20).

Service lecteur : inscrivez le n° 952.

CONVERTISSEURS ANALOGIQUE-NUMÉRIQUE RAPIDES

D M C série 2183

La firme américaine Dynamic Measurements Corporation, introduit une nouvelle série de modules convertisseurs analogique-numérique présentant des vitesses de conversion respectives de 1,33 ; 1 ou 0,5 MHz pour les modèles à 8 ; 10 ou 12 bits. Des modèles à 12 bits avec des vitesses de 0,4 à 0,25 MHz sont également disponibles.



Ces dispositifs sont destinés à être utilisés dans les systèmes d'acquisition de données rapides, l'analyse par transformée de Fourier rapide, l'analyse des impulsions radar, l'instrumentation médicale, etc...

La linéarité maximale et la non linéarité différentielle est de +1/2 DBS, même pour les modèles à 12 bits.

Le coefficient de température de la non-linéarité de ces convertisseurs est de ± 10 ppm/°C (± 5 ppm/°C pour les modèles à 12 bits). Ils fonctionnent à des températures comprises entre 0 et +70 °C, mais leur fonctionnement est possible entre -25 et +85 °C. Ils sont présentés en boîtier métallique blindé de 5,1 x 102 x 10 mm.

DYNAMIC MEASUREMENTS CORPORATION (USA) : représentation en France : GISCO : 40, rue Mirabeau, 94200 Ivry-sur-Seine (tél. : 670.11.58).

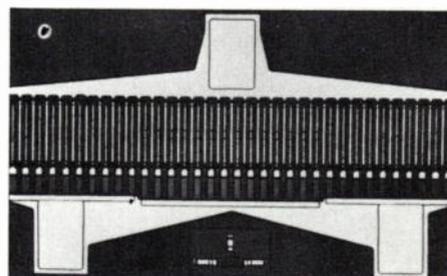
Service lecteur : inscrivez le n° 953.

TRANSISTOR HYPERFRÉQUENCE DE PUISSANCE

Hewlett Packard modèle HXTR 5102

La division Composants de Hewlett Packard introduit un nouveau transistor hyperfréquence réalisé en technologie bipolaire et destiné aux applications de puissance à large bande de 2 à 5 GHz.

Ce transistor délivre une puissance moyenne de 29 dBm à 2 GHz et de 27,5 dBm à 4 GHz à une compression moyenne de gain de 1 dB, les gains associés étant respectivement 37 dB à 2 GHz et de 23 dB à 4 GHz.



SAAS

LES ALIMENTATIONS ET CONVERTISSEURS de tension modulaires au plus juste rapport dimensions/prix/puissance disponible

Étude et Fabrication Française
version civile et version militaire

4 GAMMES DE SORTIE

- SORTIES SIMPLES
 - 5 V × 0,5 A ; 5 V × 1 A
 - 5 V × 2 A ; 5 V × 3 A
 - 10 V × 0,2 A ; 12 V × 0,2 A, etc.
- SORTIES DOUBLES
 - 2 × 15 V-0,1 A-0,2 A ; 0,3 A-0,5 A
 - 2 × 15 V-1 A-2 A-3 A-3,5 A
 - 2 × 12 V
 - 2 × 10 V, etc.
- SORTIES TRIPLES
 - 2 × 15 V-0,1 A et 5 V-0,5 A
 - 2 × 15 V-0,2 A et 5 V-0,5 A, etc.
- SORTIES SYMÉTRIQUES < 20 mV_{cac}
 - 2 × 15 V-0,2 A-0,3 A-0,5 A
 - 2 × 15 V-1 A-2 A-3 A-3,5 A
 - 2 × 12 V-0,2 A etc.

NOUS FABRIQUONS AUSSI A LA DEMANDE SUR CAHIER DES CHARGES OU ÉTUDE

PUBLICITES REUNIES



SAAS

26^{bis} rue planchat - 75020 Paris
tél. 370-41-27

Service lecteur : inscrivez le n° 917.

Notons enfin que ce dispositif dont le prix à performances pratiquement égale est deux fois moindre que celui de ses homologues à effet de champ, présente une tension de claquage base-émetteur de 3,3 V, ce qui constitue un avantage important car il peut admettre des surpuissances importantes à l'entrée.

HEWLETT PACKARD FRANCE : B.P. 70, 91401 Orsay cedex (tél. : 907.78.25).

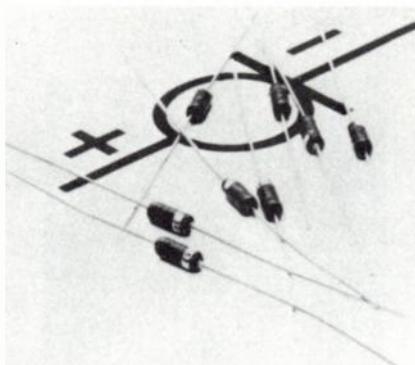
Service lecteur : inscrivez le n° 954.

DIODES RÉGULATRICES DE COURANT

Teledyne Crystallonics
modèles CIL 250 à 257

Teledyne Crystallonics, du conglomérat américain Teledyne, présente un ensemble de diodes destinées à la régulation en courant. Ces diodes existent dans une gamme de courant allant de 5 à 10 mA ; mais elles peuvent être réalisées sur demande pour des intensités atteignant 50 mA.

Les diodes régulatrices de courant sont des éléments dérivés des transistors à effet de champ. Elles présentent donc une grande impédance d'entrée. Il est également possible de brancher plusieurs éléments en parallèle de manière à obtenir la régulation en courant désirée.



Ces dispositifs conviennent à une gamme étendue d'applications : réalisation de références en tension avec une précision du millivolt, production de signaux rectangulaires ou en escalier, émetteurs suiveur, couplage continu, amélioration des caractéristiques des TEC ou des diodes zener, etc...

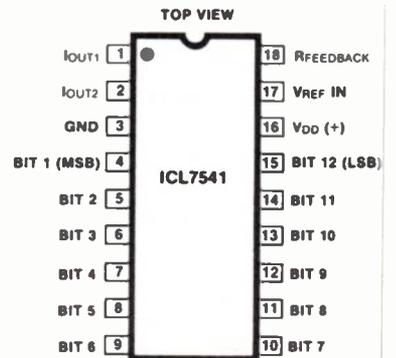
TELEDYNE CRYSTLONICS (USA) : Représentation en France : C.P., B.P. 1, 78420 Carrières-sur-Seine (tél. : 914.61.36).

Service lecteur : inscrivez le n° 955.

CONVERTISSEUR NUMÉRIQUE-ANALOGIQUE MONOLITHIQUE A 12 BITS

Intersil modèle ICL 7541

La firme américaine Intersil introduit un nouveau convertisseur multiplicateur numérique-analogique réalisé en technologie monolithique MOS Complémentaire. Ce dispositif est un convertisseur à 12 bits réels (12 bits de résolution ; 12 bits de linéarité). Il réalise la multiplication sur 4 quadrants et est compatible broche à broche avec le modèle ICL 7521.



Caractéristiques :

- résolution : 12 bits ;
- coefficient de température du gain : 5 ppm/°C ;
- non linéarité : ± 0,01 à ± 0,02 % de la pleine échelle selon les versions ;
- temps d'établissement : 1 µs à 0,01 % de la pleine échelle ;
- tension d'alimentation : + 5 à + 15 V ;
- courant d'alimentation : 2 mA ;
- puissance dissipée : 20 mW ;
- présentation : boîtier DIL à 18 broches ;
- gamme de température : - 55 à + 125 °C ; - 25 à + 85 °C ou 0 à + 70 °C selon les versions.

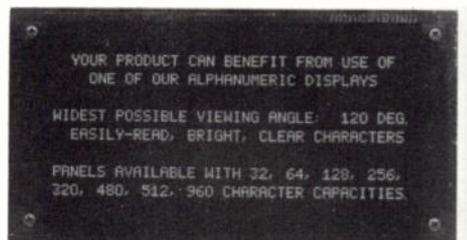
INTERSIL FRANCE : 3, rue de Marly, 78000 Versailles (tél. : 953.47.08).

Service lecteur : inscrivez le n° 956.

DISPOSITIF D'AFFICHAGE ALPHANUMÉRIQUE A PLASMA I E E série Argus

La firme américaine Industrial Electronic Engineers Inc présente un nouvel élément de sa série de dispositif d'affichage ARGUS. Il s'agit d'un panneau à plasma ayant une capacité de 8 rangées de 40 caractères soit 420 caractères.

Chaque caractère est défini par une matrice de 7 x 5 points et a une hauteur de 5,25 mm. Des versions à matrice de 5 x 9 points sont également disponibles, ainsi que des versions à 12 et 24 lignes ; un modèle à deux lignes actuellement à l'étude, sera prochainement proposé. Tous les dispositifs sont disponibles en couleur verte ou orange (filtrage en rouge) ; ils disposent tous d'un index lumineux.



Ce dispositif dont la durée de vie est de 50 000 heures et la consommation de 25 W, est destiné à toutes les applications concernant l'affichage de données. Sa profondeur est de 68 mm et il comporte tous les circuits électroniques de commande. Il fonctionne sur une interface standard TTL ASCII.

IEE (USA) : Représentation en France : Souriau et Cie : 11, rue Galliéni, 92103 Boulogne (tél. : 609.92.00).

Service lecteur : inscrivez le n° 957.

LES GRANDES FAMILLES.

TEKTRONIX présente :

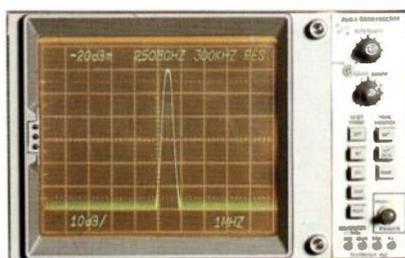
3 grandes familles qui font la révolution de l'analyse spectrale, de 10 Hz à 110 GHz.

7L13 : premier analyseur de spectre offrant une résolution de 30 Hz à 1,8 GHz.

7L5 : premier analyseur de spectre numérique montant jusqu'à 5 MHz.

7L18 : premier analyseur de spectre numérique offrant une résolution de 30 Hz à 12 GHz.

7L18



- 30 Hz de résolution jusqu'à 12 GHz
- Mémoires numériques
- 80 dB de dynamique
- FM résiduelle 10 Hz
- Étalonnage de tous les paramètres représentés
 - Géré par microprocesseur
- Transportable : 21,6 kg.



7L13

- 30 Hz de résolution
- 70 dB de dynamique
- -128 dBm de sensibilité
- Étalonnage de tous les paramètres représentés
- Pas de réponse parasite.

7L5

- 10 Hz de résolution
- Mémoires numériques
- Stabilité d'un synthétiseur
- Générateur de poursuite
- Choix d'impédances : 50 Ω, 75 Ω, 600 Ω, 1 M Ω.

INSTRUMENT	GAMMES DE FRÉQUENCES								TRACKING
	10 Hz	100 KHz	1 MHz	10 MHz	100 MHz	1 GHz	10 GHz	100 GHz	
5L4N									incorporé
7L5			5						Opt. 25
7L5-L1-GC			5	8 13 19 24					Opt. 25
7L12									TR501
7L12 MOD. 139U									TR501
7L13		1 KHz							TR502
7L13 MOD. 139U									TR502
7L18									utiliser MAX. HOLD
7L18 + Mixer Hughes									
491									NON
491 OP.1									NON
491 OP.2									NON
1401A									NON

--- gamme couverte par les générateurs de tracking compatible avec l'analyseur de bandes latérales 1405

Tous ces tiroirs analyseurs de spectre sont équipés en option d'une protection contre les radiations électro-magnétiques. Les tiroirs 7L5, 7L13 et 7L18 sont enfichables dans un oscilloscope de la série 7000.

Tektronix®

LA REFERENCE EN MESURE ELECTRONIQUE

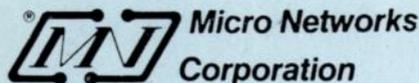
Service Promotion des Ventes - B.P. 13 - 91401 Orsay - Tél. 907 78 27
 Centres régionaux : Lyon - Tél. (78) 76 40 03
 Strasbourg - Tél. (88) 39 49 35 - Toulouse - Tél. (61) 40 24 50
 Rennes - Tél. (99) 51 21 16 - Aix-en-Provence - Tél. (42) 59 24 66

Service lecteur : inscrivez le n° 918.

Coupon-réponse à retourner à TEKTRONIX, Service Promotion des Ventes, B.P. 13 - Z.I. de Courtabœuf, 91401 ORSAY - Tél. : 907.78.27.

M. : _____
 Société : _____
 Fonction : _____
 Adresse : _____
 Tél. : _____

desire recevoir, sans engagement de sa part
 la visite d'un ingénieur commercial,
 des notes d'application,
 une brochure sur les analyseurs de spec

**M N 2020****AMPLIFICATEUR
A GAIN PROGRAMMABLE**

- 8 valeurs de gain (1 - 2 - 4 - 8, etc...) pilotés par un mot binaire de 3 bits.
- Interfaçage facile à tous Micro-processeurs.
- Changement de gamme automatique.
- Bande passante : 100 KHz
- Boîtier 18 broches DILP

**ALIMENTEZ VOS CIRCUITS
AVEC NOS ALIMENTATIONS
ET CONVERTISSEURS
MODULAIRES**

- Alimentations Modulaires AC/DC entrées : 220 V 50/400 Hz sorties : Simple/Double/Triple.
- Convertisseurs DC/DC entrées : 6 - 12 - 24 - 48 volts sorties : Simple/Double/Triple.

**NOS PRIX SONT COMPÉTITIFS ;
CONSULTEZ-NOUS !**

M N 5240**CONVERTISSEURS
ANALOGIQUE/NUMÉRIQUE
12 BITS RAPIDE**

- Interchangeable avec MN ADC 84/85
- Résolution 12 bits
- Disponible en gamme MILITAIRE
- Entrée Multigammes
- Temps de conversion : 5 μ s.
- Boîtier 32 broches DILP

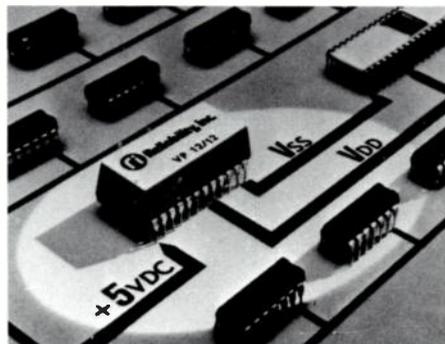
MICROEL

Avenue des Champs-Lasniers
«ALPHA 128»
91440 LES ULIS

Tél. : 907.08.24 Téléx 692493 F

**CONVERTISSEURS MINIATURES
DE TENSIONS****Reliability série V-PAC**

La firme américaine Reliability annonce la sortie dans son usine irlandaise, d'une nouvelle série de convertisseurs de tensions miniatures continu-continu. Grâce à leurs boîtiers de petites dimensions les V-PAC peuvent être montés sur la carte imprimée contenant les composants à alimenter. Les applications spécifiques de ces alimentations concernent les circuits échantillonneurs, les convertisseurs analogique-numérique ou numérique-analogique, les amplificateurs alternatifs ou continus, les comparateurs, les amplificateurs opérationnels etc...

**Caractéristiques :**

- tension d'entrée : 5 ou 12 V selon les modèles ;
- tensions de sortie simples ou doubles : simples : 3 ; 5 ; 9 ; 12 ou 15 V selon les modèles ; doubles : ± 12 ; ± 15 ou + 12 et - 5 selon les modèles ;
- puissance de sortie : 1 W ;
- tolérance de la tension de sortie : ± 5 % ;
- ondulation de sortie : 30 mV crête à crête au maximum ;
- régulation en fonction de la charge : 0,3 % ;
- régulation en fonction de la ligne : 0,3 % ;
- isolement entrée-sortie : 10 M Ω à 50 V ;
- température de fonctionnement : 0 - 70 °C ;
- présentation boîtier : DIL double.

RELIABILITY INC (USA) : Représentation en France : TISCO : La Boursidière, Bât. 1, RN 186, 92350 Le Plessis Robinson (tél : 630.23.43).

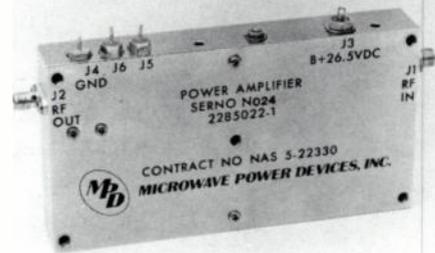
Service lecteur : inscrivez le n° 958.

**AMPLIFICATEURS POUR
APPLICATIONS SPATIALES****M P D**

La firme américaine MPD présente deux amplificateurs à haute fiabilité et de qualité spatiale destinés aux applications de télé-mesure dans les bandes de 1,7 (bande L) et 2,2 GHz (bande S). Ces dispositifs qui présentent une bande passante de 5 % peuvent être fournis sur demande avec différentes fréquences centrales.

Conçu à l'origine pour l'intégration dans des satellites, ces amplificateurs peuvent être également utilisés pour la réalisation de systèmes d'armes à missiles ou l'incorporation dans des avions.

Ces amplificateurs utilisent la technologie des circuits intégrés hyperfréquence («MIC» en anglais) et disposent de nombreuses protections contre les surcharges, les puissances inverses, les court-circuits, les inversions de la tension d'alimentation. Ils ont notamment été utilisés dans le programme de satellites météorologiques Tiros N.

**Caractéristiques Standard :**

- gamme de fréquence : 1685-1720 MHz (bande L) ou 2200-2300 MHz (bande S) ;
- puissance de sortie : 6,5 W (bande L) ou 5,5 W (bande S) ;
- puissance d'entrée : 4 mW (+ 6 dBm) ;
- bande passante : 5 % (bande L) ou 100 MHz (bande S) ;
- puissance admissible à l'entrée sans destruction : + 17 dBm ;
- conversion modulation d'amplitude-modulation de phase : 5°/dB au maximum ;
- densité de la puissance de bruit à la sortie : - 48 dBm/30 kHz tout au long de la bande passante ;
- retard de groupe ($\frac{d\phi}{d\omega}$) : 10 ns crête à crête sur une bande passante de ± 10 MHz ;
- température de fonctionnement : - 5 à + 47 °C ;
- taux d'ondes stationnaires sous 50 : 1,3 : 1 à l'entrée ; 1,5 : 1 à la sortie ;
- tension d'alimentation : 36,5 mA ;
- courant d'alimentation : 750 mA (bande L) ou 825 mA (bande S) ;
- connecteurs : du type SMA ;
- dimensions : 76 x 125 x 19 mm ;
- poids : 241 g.

MICROWAVE POWER DEVICES INC : Adams Court, Plainview, NY 11803 (USA).

Service lecteur : inscrivez le n° 959.

ALIMENTATION A DÉCOUPAGE**Gould modèle MGQ 300**

La division Composants Electronique de Gould a mis au point une nouvelle alimentation stabilisée à découpage, le modèle MGQ 300, pourvue de quatre sorties dont trois sont programmables, ce qui permet une grande souplesse d'utilisation.

Chaque sortie est individuellement contrôlée, régulée et protégée. Les tensions disponibles en sortie sont les suivantes :

- 5 V sous 30 A (réglable à ± 5 %) ;
- 3 à 6 V sous 6 A ;
- 9 à 28 V sous 2 A ;
- 9 à 28 V sous 2 A.

La variation des tensions de sortie est de 0,1 % pour une variation de la tension de réseau de ± 10 % et de la charge de 0 à 100 %.

L'ondulation résiduelle demeure dans tous les cas inférieure à 10 mV efficaces, tandis que le coefficient maximal de température est de 0,01 %/°C, le rendement énergétique dépassant 70 %.

Une caractéristique intéressante de cette alimentation est à signaler et concerne le temps de maintien. En effet, en cas de microcoupure, la puissance de sortie est maintenue durant 28 ms permettant la sauvegarde des données dans les équipements logiques. Notons que le modèle MGQ 300 comporte un dispositif de démarrage doux limitant les pics de courant d'appel à 30 A et amenant la puissance de sortie à son plein régime en 600 ms.



La valeur de la tension sur la sortie 3-6 V se règle au moyen d'une résistance extérieure à raison de 0,66 kΩ/V et les sorties 9-28 V à raison de 1 kΩ/V.

Les quatre sorties sont protégées contre les surcharges et les surtensions. Il n'y a pas de limitation au fonctionnement en parallèle et le branchement en série est possible jusqu'à une tension totale de 250 V.

L'encombrement du modèle MGQ 300 est de 190 x 99 x 311 mm et son poids 5,9 kg. Il fonctionne dans une gamme de température allant de - 10 à + 70°C.

GOULD ALLCO : B.P. 31, 91160 Longjumeau (tél. : 909.10.67).

Service lecteur : inscrivez le n° 960.

PROGRAMMATEUR DE MÉMOIRES MORTES

Famatra modèle DES 611

La firme hollandaise Famatra introduit un nouveau programmeur manuel pour les mémoires mortes programmables à fusibles de la société américaine Monolithic Memories Inc. Cet appareil compact à microprocesseur contient les alimentations, les détecteurs et les générateurs d'impulsions.



2 COMPTEURS 18 GHz automatiques exceptionnels



EIP 371 COMPTEUR - SYNCHRONISATEUR A MICROPROCESSEUR

- 20 Hz à 18 GHz (option 20 GHz)
- Sensibilité - 30 dBm
- Tolérance FM 40 à 200.MHz
- Discrimination et présélection de fréquence
- Protection d'entrée 2 Watts

Ce compteur, associé à une source ou un vobulateur, stabilise celui-ci à mieux que 1.10-7 c'est-à-dire procure LA STABILITÉ D'UN SYNTHÉTISEUR.



EIP 451 MESURE D'UNE HYPERFRÉQUENCE EN IMPULSIONS-RADAR

- 925 MHz à 18 GHz (option 300 MHz)
- Sensibilité - 10 dBm jusqu'à 10 GHz
- Largeur minimum d'impulsion 100 ns
- Mesure de la fréquence en un point de l'impulsion
- Présélection et discrimination de fréquence
- Contre-mesure / P.T.D. / I.F.F.

PROGRAMMABLES BCD / IEEE

RACAL-DANA INSTRUMENTS S.A.

91, route des Gardes - 92190 Meudon-Bellevue

Tél. (1) 027 75 75 + ● Telex : 200 207 F

LYON/TOULON (94) 46 52 41

NANCY (28) 29 11 17

VANNES (97) 66 77 58

Service lecteur : inscrivez le n° 920.

Sodilec

une gamme dominante ...

les alimentations de laboratoires

plus de 50 modèles standard

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

 Sodilec

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

Service lecteur : inscrivez le n° 921.

Il permet la programmation par clavier des mémoires jusqu'à une configuration de 2048 mots de 8 bits. Le microprocesseur permet l'affichage en BCD des adresses et la vérification du contenu de la mémoire. Le DES 611 convient aux applications concernant la mise au point de programmes, à la maintenance sur site, voire même la programmation de mémoires en petites séries.

Cet appareil peut être fourni avec un certain nombre d'options : affichage en hexadécimal de l'adresse ; départ adresse à 0001 ; affichage inversé (allumé pour un état haut) ; touches d'entrée des données numérotées de 1 à 8 ; mémoire pour le test automatique de l'appareil.

FAMATRA BENELUX (NL). Représentation en France : Microël, avenue des Champs Lasniers, «Alpha 128», 91440 Les Ulis (tél. 907.08.24).

Service lecteur : inscrivez le n° 961.

MÉMOIRE NUMÉRIQUE D'IMAGE

C V I modèle 274

La firme américaine Colorado Video Inc présente une nouvelle mémoire d'image destinée aux applications relatives au traitement d'image.



Cet appareil utilise une mémoire à semi-conducteur pour le stockage de l'information, un convertisseur rapide analogique-numérique permettant la saisie de l'information relative à l'image. La lecture de l'image est effectuée à l'aide d'un convertisseur inverse, mais grâce à une sortie numérique directe, l'appareil peut être directement relié à un ordinateur à 16 bits.

La capacité du modèle 274 est d'une image, la procédure de mémorisation est lancée soit manuellement, soit à l'aide d'un signal logique TTL.

COLORADO VIDEO Inc, Box 928, Boulder, Colorado 80306 (USA).

Service lecteur : inscrivez le n° 962.

ALIMENTATION DE LABORATOIRE POUR MICROPROCESSEURS

Oltronix modèle Labpac B 204

La firme suisse Oltronix introduit sous la référence B 204 une alimentation spécialement conçue pour la mise au point et le développement des systèmes à microprocesseur. Cet appareil délivre 4 tensions indépendantes :

- une tension fixe de - 5 V sous 1 A ;
- une tension réglable de 0 à 5,5 V sous 5 A ;
- une tension différentielle réglable séparément de 0 à 16,5 V sous 1 A.

Les valeurs limites des courants délivrés peuvent être ajustées séparément entre 4 et 105 % de leur nominale. La tension de sortie réglable de 5 V dispose d'une protection ajustable contre les surtensions de 4 à 10 V. Deux galvanomètres doubles permettent le contrôle simultané de chaque sortie, en tension ou en courant.



Les sorties 0 à ± 16,5 V peuvent être ajustées séparément ou être utilisées comme tensions asservies qui se suivent. Dans ce dernier cas, une protection optimale de la charge est obtenue car si à la suite d'une surcharge, l'une des tensions chute, l'autre la suit et se limite à la même valeur.

Cette alimentation garantie 5 ans, est également caractérisée par une grande stabilité des tensions de sortie et une faible ondulation résiduelle.

OLTRONIX (CH). Représentation en France : Metalarc, BP 17, 93801 Epinay-sur-Seine Cedex (tél. 821.63.44).

Service lecteur : inscrivez le n° 963.

AMPLIFICATEUR A LARGE BANDE

R T C modèle OM 350

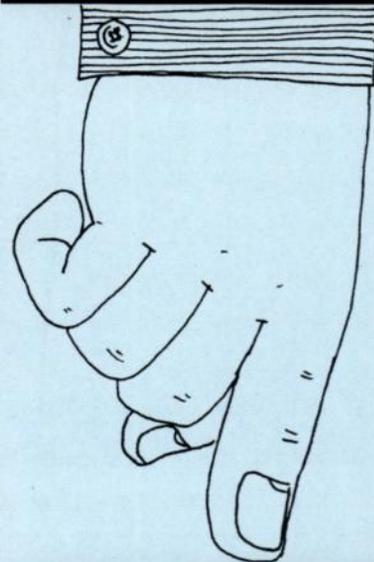
R T C - La Radiotechnique - Compelec présente un nouvel amplificateur à large bande réalisé en technologie hybride. Ce dispositif qui est le premier élément d'une nouvelle famille d'amplificateurs est destiné à une gamme étendue d'applications.

Caractéristiques :

- bande passante : 40-860 MHz ;
- gain : 18 dB ;
- ondulation du gain dans la bande : ± 1 dB ;
- impédance de sortie : 75Ω ;
- niveau de sortie sur 75Ω : 100 dB/uV ;
- facteur de bruit : 6 dB ;
- tension d'alimentation : 12 V (sous 18 mA) ;
- encombrement : 18 x 9 x 3 mm.

R T C - LA RADIOTECHNIQUE - COMPELEC, 130 avenue Ledru Rollin, 75540 Paris Cedex 11 (tél. 355.44.99).

Service lecteur : inscrivez le n° 964.



a orthlieb



AMPLIFICATEURS HAUTE FIABILITE HAUTES PERFORMANCES

1435: 1gigahertz de produit gain bande
70 ns de temps d'établissement à 0.01%
Température de fonctionnement -55°C à +125°C
60dB de CMRR à 1 MHz

1430: 80MHZ de produit gain bande
200 ns de temps d'établissement à 0.01%
500 V/μsecondes de montée
± 50mA de sortie
Température de fonctionnement -55°C à +125°C

1414 et 1414/83: vrai différentiel d'entrée
8 MHz de produit gain bande
1000 ns de temps d'établissement à 0.01%
50 V/μsecondes de temps de montée
Température de fonctionnement -55°C à +125°C
Boîtier métallique soudé hermétiquement
Les 1435/83, 1430/83, 1414/83 sont testés suivant la norme MILSTD Méthode 5008

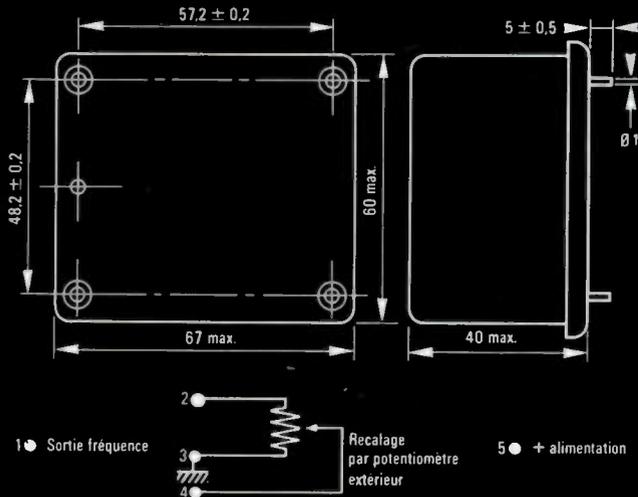


TELEDYNE PHILBRICK

4 rue des Bergers 75015 Paris
Tel (1) 577 95 86
Telex (842) 200731

Service lecteur : inscrivez le n° 922.

PILOTE A QUARTZ PMT - P 5



CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Fréquence :	4 à 6 MHz Standard : 5 MHz
Stabilité de fréquence :	$\leq 5 \cdot 10^{-11}$
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

Service lecteur : inscrivez le n° 923.

INVITATION
à
l'exposition
équipement
pour les
télécommunications

28 - 30 novembre 1978
de 10 à 18 heures



Une exposition du Bureau International de Relations Publiques à
l'U.S. INTERNATIONAL MARKETING CENTER
(anciennement U.S. TRADE CENTER)
123, av. Charles de Gaulle 92200 Neuilly
tél. 624 33 13 - télex : 610731 métro : Sablons

Service lecteur : inscrivez le n° 924.

GÉNÉRATEUR D'IMPULSIONS**Dytech modèle 750**

La firme américaine Dytech Corporation du groupe Probe Rite, introduit un nouveau générateur d'impulsions destiné à l'usage général. Cet appareil proposé à un prix particulièrement intéressant convient, en effet, à de nombreuses applications concernant la mise au point et le réglage en laboratoire ou en production de circuits impulsionsnels et logiques.

**Caractéristiques :**

- fréquence de récurrence : 10 Hz - 10 MHz en 7 gammes ;
- temps maximal de montée ou de descente : 5 ns ;
- largeur d'impulsion réglable de façon continue entre 50 ns et 100 ms sur 7 gammes ;
- tension de sortie réglable entre 0 et +10 V sur une charge à haute impédance et 0 à ± 5 V sur 50 Ω ;
- retard réglable de manière continue entre 50 ns et 100 ms ;
- facteur de forme : supérieur à 80 % à toutes les fréquences ;
- modes de déclenchement : interne ou externe ;
- sortie déclenchement ; signal carré dont la largeur est inférieure à 50 ns et dont l'amplitude est de 5 V en circuit ouvert ;
- alimentation : réseau 110 ou 220 V.

DYTECH CORPORATION, 2725 Lafayette Street, Santa Clara, CA 95050 (USA).

Service lecteur : inscrivez le n° 965.

ENREGISTREUR NUMÉRIQUE DE TRANSITOIRES**DIFA modèle TR 1010**

La firme hollandaise DIFA présente un enregistreur numérique de transitoires à microprocesseur permettant la saisie de signaux très brefs.

Les signaux sont stockés dans la mémoire numérique de l'appareil et peuvent être restitués sous forme numérique ou analogique de manière répétitive ou non. Le TR 1010 possède plusieurs modes de déclenchement et trois bases de temps, ce qui autorise tout type de saisie. Le signal capturé peut être restitué sur trois sorties ; une sortie pour oscilloscope répétitive ; une sortie table traçante XY ou Yt et une sortie numérique pour ordinateur ou calculateur.

Le nombre maximal de voies d'entrée en coffret au standard de 19" est de 4.



L'enregistreur de transitoires DIFA, modèle TR 1010, peut être aisément associé, grâce à une interface IEEE-488-1975 à tout système automatisé. Ses domaines d'application sont l'électrotechnique, la balistique, les essais mécaniques, le génie civil, la surveillance médicale, etc...

DIFA (NL). Représentation en France : Tekelec Airtronic, BP 2, 92310 Sèvres (tél. 027.75.35).

Service lecteur : inscrivez le n° 966.

OSCILLOSCOPE A DOUBLE TRACE ET A 15 MHz**Telequipment modèle D 1016**

La société britannique Telequipment, du groupe Tektronix présente une nouvelle série d'oscilloscopes à double trace comportant 4 appareils. Le modèle D 1016 constitue le haut de gamme de cette série. Ces appareils sont destinés à l'usage général. Notons que pour la première fois, Tektronix fait appel à un réseau de distributeurs pour la vente de ces oscilloscopes.

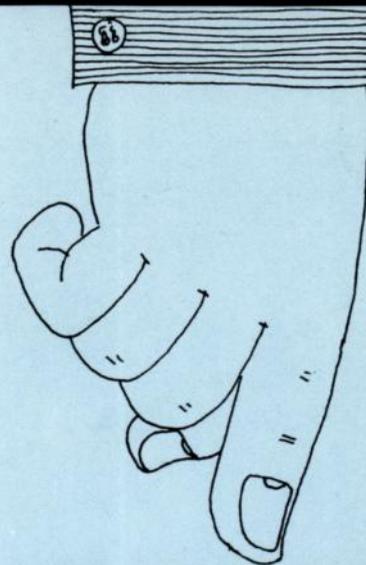
**Caractéristiques :****Système vertical :**

- 2 canaux : CH 1 et CH 2 ;
- bande passante : 0-15 MHz (couplage continu) et 8 Hz-15 MHz (couplage alternatif) ;
- temps de montée : 24 ns ;
- sensibilité : 5 mV/division à 20 V/division en 12 gammes ;
- loupe : x 5 ;
- impédance d'entrée ;
- opération sur les entrées :
 - somme : CH 1 + CH 2 ;
 - inversion : - CH 2 ;
 - CH 2 sur l'entrée verticale, CH 1 devant l'entrée horizontale.

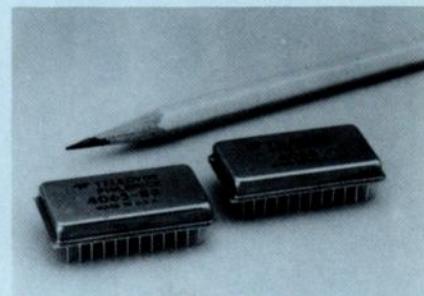
Système horizontal :

- vitesses de balayage : 0,2 μ s à 0,2 s/division en 10 positions (séquences : 1-2-5) et par réglage continu également ;
- loupe : x 5 ;
- déclenchement : automatique normal, externe ou interne ; réseau lignes TV et trames ;

**ça
c'est
nouveau**



a orrthieb

**CONVERTISSEURS DIGITAUX ANALOGIQUES HAUTE FIABILITE**

- 12 bits 100 ns à 0.01% garantie, type 4065
- 12 bits 200 ns à 0.01% garantie, type 4058
- Performances garanties : de -55°C à +125°C
- Monotonie garantie : de -36°C à +125°C
- Ultra stable pleine échelle ± 20 PPM°C max. offset zero ± 1 PPM°C max.
- Boîtier métallique soudé hermétiquement
- Très faible PIC de commutation
- Le 4058/83 et 4065/83 sont testés suivant la norme MIL STD 883 Méthode 5008
- Disponibles sur stock
- Applications :**
 - Environnement industriel très dur
 - Environnement militaire
 - Convertisseurs A/D
 - Visualisation embarquée
 - Instrumentation portable

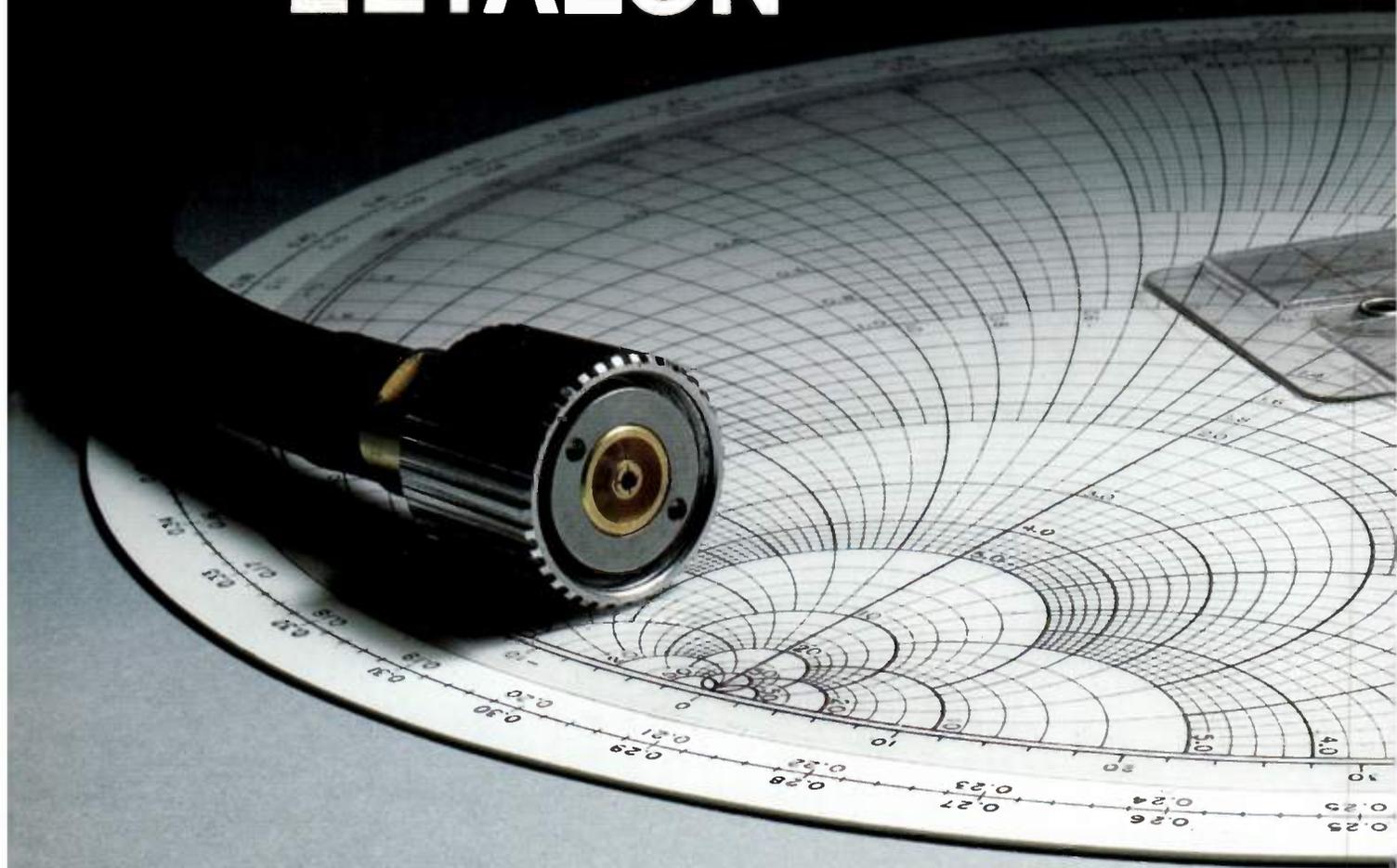


**TELEDYNE
PHILBRICK**

4 rue des Bergers 75015 Paris
Tel (1) 577 95 86
Telex (842) 200731

Service lecteur : inscrivez le n° 925.

L'ETALON



C'est notre APC 7.

Étudié, mis au point, breveté, fabriqué et testé dans nos laboratoires et ateliers depuis plus d'une décennie, il est garanti pour un ROS max. de 1,039 à f 18 GHz.

Les hommes et les moyens impliqués pour son élaboration réalisent quotidiennement nos connecteurs, relais et cordons coaxiaux "industriels", tels que SMA, SMB, BNC*, N*,...

C'est pour vous la meilleure garantie.

*sous C.C.Q.

pour que vos idées tiennent

UMD AMPHENOL

131, avenue Aristide-Briand - 92120 MONTROUGE
Tél. : 655 77 66 - Télex 260059.



Je souhaite recevoir les documentations suivantes :

- | | | |
|-------------------------------------|--|--|
| <input type="checkbox"/> APC 7. | <input type="checkbox"/> SMB (KMC). | <input type="checkbox"/> Cordons coaxiaux. |
| <input type="checkbox"/> SMA (KMR). | <input type="checkbox"/> BNC (KBN) + N (KN). | <input type="checkbox"/> Relais coaxiaux. |

Nom _____ Fonction _____

Société _____ Tél. : _____

Adresse _____ Ville _____ Code postal _____

La capacité de stockage des données par voies est équipée à l'entrée d'un convertisseur analogique-numérique à 10 bits ; fonctionnant jusqu'à 1 MHz.

- entrée horizontale à - 3 dB : 0-2 MHz (couplage continu) ou 10 Hz à 2 MHz (couplage alternatif) ;
- sensibilité et impédance de l'entrée horizontale : 1 V/division et 280 k Ω ;
- modulation Z : 15 V en amplitude, couplage alternatif ;
- dimensions de l'écran : 8 x 10 divisions ;
- tension d'alimentation : réseau alternatif 110-220 V ;
- poids : 8 kg.

TEKTRONIX, ZI de Courtabœuf, 91401 Orsay (tél. 907.78.27).

Service lecteur : inscrivez le n° 967.

PHASEMETRE NUMERIQUE

Eurelco modèle 2050

La société française Eurelco présente un nouveau phasemètre numérique permettant la mesure de phase aisée dans le domaine des courants industriels. Cet appareil dispose, en effet, d'un système d'isolation optoélectronique des deux voies d'entrée autorisant les mesures sur des circuits ne présentant aucun point électrique commun.



Caractéristiques

- entrées isolées ;
- gamme de fréquence 10-400 Hz sans réglage ;
- pas de réglage d'amplitude : 30 mV à 300 V ;
- gamme de mesure : - 180° à + 200° ;
- précision nominale : 1° ;
- résolution : 0,1° ;
- sortie analogique : 10 mV/° ;
- sortie codée multiplexée : BCD ;
- protection contre les surcharges et les sur-intensités ;
- temps de réponse : 2 s ;
- alimentation : réseau 110-220 V.

EURELCO, ZI, 06510 Carros (F) (tél. (93) 08.10.43).

Service lecteur : inscrivez le n° 968.

ANALYSEUR LOGIQUE

Biomation modèle K 100 D

La société américaine Biomation présente un nouvel analyseur logique piloté par un microprocesseur. Cet appareil fonctionne jusqu'à 100 MHz, dispose de 16 ou de 32 voies avec une capacité mémoire de 16 x 1024 points.



Grâce au microprocesseur qui l'équipe, le K 100 D offre à l'utilisateur un grand nombre de fonctions avec une grande souplesse d'emploi. En effet, l'appareil dispose d'une double séquence de déclenchement utile pour les applications en logiciel, ainsi qu'un retard numérique réglable en pas d'horloge ou en événements de déclenchement.

Le K 100 D ayant une vitesse d'échantillonnage réglable jusqu'à 100 MHz, le constructeur a été amené à apporter un soin tout particulier en matière de caractéristiques électriques de l'appareil. Ainsi, l'appareil est équipé de sondes actives miniatures présentant une impédance d'entrée de 1 M sur 5 pF.

D'autre part, 6 modes d'affichage permettent de restituer sur l'écran de l'appareil les données enregistrées en octal, hexadécimal, binaire, ASCII, temporel et d'effectuer automatiquement les mesures de temps.

De plus, une mémoire de comparaison entièrement «formatable» autorise l'arrêt sur une égalité ou une différence à la comparaison.

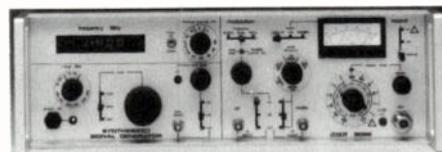
BIOMATION (USA). Représentation en France : MB Electronique, BP 31, 78530 BUC (tél. 956.81.31).

Service lecteur : inscrivez le n° 969.

SYNTHÉTISEUR DE FRÉQUENCE

Racal Dana modèle 9083

Racal Dana introduit sous la référence 9083 un nouveau synthétiseur de fréquence plus particulièrement conçu pour le test et la maintenance des équipements de radio-communications. Cet appareil couvre une bande de fréquences s'étendant de 1,5 à 530 MHz. Il délivre des signaux modulés en phase, amplitude ou en fréquence.



L'accord du 9082 peut être obtenu de manière continue par un bouton ou de manière incrémentale par pas fixe de 5 à 60 kHz. Ce générateur comporte un compteur à 8 décades permettant l'affichage de la fréquence sur 8 chiffres. La stabilité de l'oscillateur interne est de 3.10⁻³ ppm/jour.

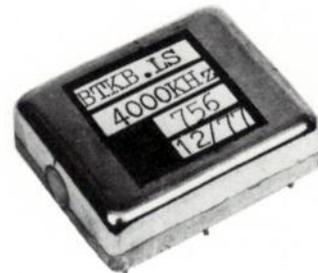
Ce synthétiseur peut être fourni avec un certain nombre d'options : protection de la sortie contre les puissances inverses jusqu'à 50 W (ex : lors du test d'un émetteur-récepteur, lorsque celui-ci est accidentellement commuté sur le mode émission) ; doubleur de fréquence permettant de délivrer des signaux jusqu'à 1 GHz.

RACAL DANA FRANCE, 91, route des Gardes, 92190 Meudon (tél. 027.75.75).

Service lecteur : inscrivez le n° 970.

QE

la précision
mène
à l'exactitude



bases de temps
compatibles
TTL-TTLS-TTLLS
C/MOS

Suivant modèles :

- Fréquence : de 1/100 Hz à 70 MHz
- 1 à 9 sorties divisées
- Remise à zéro par impulsion
- Recalage intérieur ou extérieur
- Fréquence fixe ou shiftable
- Boîtier : de 60 x 40 x 22 mm à 31 x 25 x 9,2 mm

QUARTZ & ÉLECTRONIQUE
1, Rue d'Anjou, 92602 Asnières 790.65.44. Telex 610954

OE

Exaffon Conseil

◀ UMD AMPHENOL : inscrivez le n°926.

Service lecteur : inscrivez le n° 927.



ACTIVITÉS DES LABORATOIRES

COUPLEUR CENTRAL MULTIVOIES POUR LIAISONS PAR FAISCEAUX DE FIBRES OPTIQUES

L. d'Auria, A. Jacques, J. Dubos

Objectif des études et travaux

Définition et étude d'un dispositif passif pour communications par faisceaux de fibres optiques permettant une liaison conversationnelle entre plusieurs terminaux. Réalisation d'un coupleur central bidirectionnel 7 voies.

Programme de recherche

Les faisceaux de fibres optiques avec un faible diamètre actif ($< 600 \mu\text{m}$) ont été retenus pour réaliser des liaisons opérationnelles avec des débits moyens (quelques dizaines de Mégabits/seconde) sur des distances courtes (de l'ordre de 100 mètres).

Une gamme de dispositifs optiques et opto-électroniques spécifiquement adaptés pour être connectés à ce type de faisceaux de grande ouverture numérique ($\sim 0,5$) et d'atténuation moyenne ($< 100 \text{ dB/km}$) ont déjà été développés; tous les dispositifs sont détachables et munis de connecteurs miniatures adaptés au conditionnement des extrémités des faisceaux.

La série inclut des dispositifs pour liaisons point à point (Émission, Réception, Connexion) et certains dispositifs de distribution de données (dérivation, prélèvement, commutation mécanique).

Pour effectuer une liaison conversationnelle entre plusieurs terminaux, un coupleur multivoies compatible avec cette famille de dispositifs a donc été étudié et réalisé.

1. Étude théorique. Deux configurations de coupleurs centraux pour liaisons par faisceaux de fibres optiques ont été examinées :

- coupleurs à faisceaux rassemblés
- coupleurs à faisceaux détachables avec fibre centrale rectiligne et en forme U.

Un bilan énergétique théorique a été effectué et des courbes donnant les variations de l'atténuation entre deux terminaux en fonction du nombre de terminaux ont été tracées. Des méthodes de mesure des pertes d'insertion de coupleurs ont été définies afin de mettre au point les bancs de caractérisation correspondants.

Une comparaison théorique d'un système en T et d'un système en étoile en utilisant des faisceaux de fibres optiques a également été faite.

2. Étude expérimentale. Après la mise en place de bancs de test permettant de mesurer :

- l'atténuation entre embase émettrice et embase réceptrice dans le cas de coupleurs à faisceaux rassemblés
- la perte d'insertion dans le cas de coupleurs à faisceaux détachables
- la dispersion des niveaux détectés sur une même voie réceptrice.

Plusieurs types de coupleurs ont été réalisés et testés :

- coupleurs 3 voies et 7 voies à faisceaux rassemblés

- coupleurs 7 voies à faisceaux séparables avec fibres rectiligne et en forme de U.

On s'est particulièrement attaché à trouver une configuration permettant de réduire la dispersion des niveaux détectés sur une même voie réceptrice, ce qui a conduit à une étude de l'influence de l'introduction d'un diffuseur au milieu de la fibre centrale; cette étude a été effectuée sur des fibres centrales rectilignes et des fibres centrales en forme de U.

La configuration d'une fibre centrale en U (sans diffuseur) reliée à deux têtes optiques contenant sept fibres intermédiaires a été finalement retenue pour réaliser quatre maquettes d'évaluation de coupleurs centraux sept voies à faisceaux détachables. Ces coupleurs sont compatibles avec l'utilisation de faisceaux de fibres optiques ayant un diamètre actif de $585 \mu\text{m}$ et une ouverture numérique de 0,5.

Principaux résultats

Cette étude se solde par la réalisation de quatre maquettes d'évaluation de coupleurs centraux 7 voies pour liaisons par faisceaux de fibres optiques. Ces coupleurs sont compatibles avec une famille de dispositifs précédemment étudiés et réalisés.

La technologie adoptée pour la réalisation des maquettes laisse envisager un passage aisé en développement sans modifications importantes dans les solutions retenues lors du montage; en particulier le nombre limité des composants et les principes adoptés devraient conduire à une reproductibilité des caractéristiques; tant en ce qui concerne les pertes d'insertion ($< 16 \text{ dB}$) que le maximum de dispersion ($< 3 \text{ dB}$).

Organisme contractant :

Thomson-CSF - LCR Corbeville

Laboratoire exécutant la recherche :

Cellule Dispositifs et Systèmes pour télécommunications optiques

Contrat DRET n° 76-34-252

Cette étude fait l'objet d'une publication « Londres, May 1977 - AGARD » Bidirectional central couplers for links with optical fiber bundles.

EFFETS DE L'IMPLANTATION D'IONS SUR LES CARACTÉRISTIQUES DE PROPAGATION DES ONDES ÉLASTIQUES DE SURFACE

par P. Hartemann et P. Cauvard

Objectif des études

Poursuite de l'étude des perturbations, induites par implantation d'ions, des caractéristiques des matériaux piézoélectriques et de leur utilisation dans les dispositifs à ondes élastiques de surface.

Programme de recherche

Au cours d'une première étude soutenue par la DRME (N° 74.34.029) des perturbations de masse spécifique, de vitesse de propagation et coefficient de couplage électromécanique pour les ondes de surface, de capacité et résistance statique de transduc-

teurs ont été mises en évidence. De plus, la variation d'impédance acoustique due à l'implantation d'ions dans le quartz a été exploitée pour réaliser des guides et de résonateurs d'ondes élastiques de surface.

Le programme de cette présente recherche comprenait les 3 phases principales suivantes :

- étude de l'effet de l'implantation d'ions sur le coefficient de température du retard pour les ondes de surface,

- étude de l'effet de l'implantation d'ions sur les pertes de propagation des ondes de surface,

- réalisation de guides d'ondes de surface avec des substrats de niobate de lithium.

Principaux résultats

- Coefficient de température du retard pour les ondes de surface :

Ce coefficient est fortement perturbé par implantation d'ions uniquement pour les coupes du quartz à coefficient de température du premier ordre nul. Par exemple, pour la coupe ST la température de renversement de la parabole représentant la dérive en température est de 20°C avant implantation. Après bombardement d'un substrat par $1,5 \times 10^{16} \text{ }^4\text{He/cm}^2$ à 100 KeV, elle est de 47°C à 78 MHz, 76°C à 133 MHz, 113°C à 139 MHz. De plus à 139 MHz le coefficient de la parabole est réduit à 31 %.

- Pertes de propagation des ondes de surface :

Les pertes de propagation sont augmentées par implantation d'ions.

Pour le quartz, l'augmentation est plus grande pour une faible dose ($2,5 \times 10^{15} \text{ }^4\text{He/cm}^2$ à 100 KeV) soit $2,6 \text{ dB}/\mu\text{s}$ à 960 MHz que pour une forte dose ($1,5 \times 10^{16} \text{ }^4\text{He/cm}^2$ à 95 KeV) soit $0,8 \text{ dB}/\mu\text{s}$ à la même fréquence.

Pour le niobate de lithium l'augmentation de pertes induite par le bombardement d'ions est une fonction croissante de la dose. A 1067 MHz elle est de 0,6 et $5,8 \text{ dB}/\mu\text{s}$ pour $2,5 \times 10^{15}$ et $1,5 \times 10^{16} \text{ }^4\text{He/cm}^2$ à 100 KeV respectivement.

- Guides d'ondes de surface :

Des guides fonctionnant à 150 MHz ont été réalisés en bombardant d'ions hélium des canaux de largeur comprise entre 51 et $81 \mu\text{m}$ à la surface de substrats de niobate de lithium. La longueur des guides est de 21 mm environ. 90 % de la puissance élastique est confinée dans un canal de $120 \mu\text{m}$ de large. Des convoluteurs de signaux ont été réalisés en disposant une plaquette de silicium au voisinage du guide. Le facteur de mérite du convoluteur est de -49 dBm , il est de -61 dBm sans guidage pour une largeur utile des transducteurs de 8 longueurs d'onde soit $186 \mu\text{m}$.

Organisme contractant :

Thomson-CSF - Laboratoire Central de Recherches - Domaine de Corbeville - 91401 Orsay.

Laboratoire ayant exécuté la recherche :

Laboratoire d'Acoustique et Magnétisme

Contrat DRME : N° 76-34-143.

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 ?

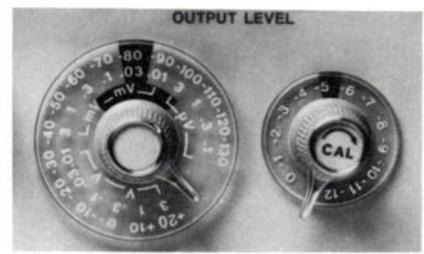
QUALITÉ, CHOIX ET SERVICE
DANS 9 BUREAUX DE VENTE : à Orsay,
Lyon, Toulouse, Rennes, Bordeaux,
Blanc-Mesnil, Villeneuve d'Ascq,
Strasbourg, Aix.

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° 928.



Propriétés électriques des interfaces chargées,

D. SCHUHMANN,

Masson, Paris, 1978, 332 p.,
ISBN 2 225 49258 1.

Introduction (4 p.). - Table des principales notations (2 p.). - Chapitre I : Modèle de Gouy-Chapman (1 p.). - Chapitre II : Description des systèmes à l'équilibre mécanique et électrique (14 p.). - Chapitre III : Propriétés thermodynamiques des interfaces chargées (23 p.). - Chapitre IV : Isothermes d'adsorption (8 p.). - Chapitre V : Modèles d'interfaces en mécanique statistique (29 p.). - Chapitre VI : L'adsorption de molécules organiques neutres aux interfaces métal-solution d'électrolyte (18 p.). - Chapitre VII : Influence de la double couche sur la cinétique de réactions électrochimiques (30 p.). - Chapitre VIII : Comparaison des électrodes liquides et solides. Aspects expérimentaux (30 p.). - Chapitre IX : Cinétique d'adsorption, impédance interfaciale et valence apparente d'adsorption (21 p.). - Chapitre X : Applications de la thermodynamique statistique à l'étude de la double couche (24 p.). - Chapitre XI : L'interface métal-solution. Approche électronique (32 p.). - Chapitre XII : Etats de la surface propre semi-conducteur/vide (30 p.). - Chapitre XIII : Interface semi-conducteur électrolyte (10 p.). - Chapitre XIV : Généralisations aux autres interfaces (16 p.). - Chapitre XV : Applications de méthodes optiques à l'étude des interphases métal-solution électrolyte (21 p.). - Index alphabétique des matières (13 p.).

Vision et mesure de la couleur,

P. KOWALISKI,

Masson, Paris, 1978, 208 p.,
ISBN 2 225 47366 8.

Introduction (2 p.). - Première partie : Nature intrinsèque de la couleur : Chapitre I : Vision de la couleur (44 p.). - Chapitre II : Apparence des couleurs (54 p.). - Deuxième partie : Mesure et repérage de la couleur : Chapitre III : Photométrie des lumières colorées (23 p.). - Chapitre IV : Colorimétrie (65 p.). - Bibliographie (6 p.). - Index alphabétique des matières (13 p.).

Pattern analysis. Lectures in pattern theory (Volume II),

U. GREANDER,

Springer Verlag, Berlin, 1978, 605 p.,
ISBN 3 540 90310 0.

Chapter I : Ends and means in pattern analysis (31 p.). - Chapter II : Analysis of abstract pattern (80 p.). - Chapter III : Analysis of certain temporal patterns (111 p.). - Chapter IV : Point patterns (54 p.). - Chapter V : Set patterns and statistical geometry (105 p.). - Chapter VI : Network pattern processors (134 p.). - Chapter VII : Pattern processors for language abduction (46 p.). - Notes (15 p.). - Bibliography (12 p.). - Index (13 p.).

Théorie des treillis en vue des applications,

A. KAUFMANN et G. BOULAYE,

Masson, Paris, 1978, 160 p.,
ISBN 2 225 48862 2.

Chapitre I : Présentation générale de la théorie des treillis (40 p.). - Chapitre II : Les principaux types de treillis du point de vue algébrique (39 p.). - Chapitre III : Les principaux types de treillis en tant qu'ensembles ordonnés (47 p.). - Chapitre IV : Treillis booléens. Point de vue algébrique et ordonné (18 p.). - Bibliographie (2 p.). - Index (13 p.).

The theory of information and coding : A mathematical framework for communication.

Section : Probability (Vol. 3),

R.J. McELIECE,

Addison Wesley, Massachusetts, 1977, 302 p.,
ISBN 0 201 13502 7.

Introduction (14 p.). - Part I. Information theory : Chapter 1 : Entropy and mutual information (32 p.). - Chapter 2 : Discrete memoryless channels and their capacity-cost functions (24 p.). - Chapter 3 : Discrete memoryless sources and their rate-distortion functions (19 p.). - Chapter 4 : The gaussian channel and source (18 p.). - Chapter 5 : The source-channel coding theorem (11 p.). - Chapter 6 : Survey of advanced topics for part I (14 p.). - Part II. Coding theory : Chapter 7 : Linear codes (28 p.). - Chapter 8 : BCH, goppa, and related codes (39 p.). - Chapter 9 : Convolutional codes (37 p.). - Chapter 10 : Variable-length source coding (16 p.). - Chapter 11 : Survey of advanced topics for Part II (18 p.). - Appendices (17 p.). - References (4 p.). - Index of theorems (3 p.). - Index (7 p.).

Software engineering for telecommunication switching systems, N° 164,

I E E, Hitchin, 1978, 199 p.,
ISBN 0 85296 190 1.

Optimization techniques. Modeling and optimization in the service of man : Proceedings of the 7th IFIP Conference, Nice september 1975,

J. CEA,

Springer Verlag, 1976,

Part 1 : 854 p., Coll. Lecture notes in computer science,
N° 40, ISBN 3-540-07622-0,
Part 2 : 852 p., Coll. Lecture notes in computer science,
N° 41, ISBN 3-540-07623-9.

Integrated Computer Systems Inc, Microcomputers and microelectronics,

Dictionary and Guide,

Culver City, Integrated Computer Systems Inc.,
1975, pag-multipli,
ISBN 0-916460-010.

Marketing, theory and practice,

M. J. BAKER,

Mac Millan Press, London, 1976, 177 p.,
ISBN 0-333-19820-4 (hard cover),
ISBN 0-333-19821-2 (paper cover).

Part I : The foundations of marketing : Evolution of the marketing concept (12 p.). - The need for theory in marketing (11 p.). - The sources of marketing theory (17 p.). - Part II : Evolution of marketing thought : Towards a theory of consumer behaviour (24 p.). - Communication theory and marketing (17 p.). - Channels of distribution (35 p.). - Diffusion theory and marketing (16 p.). - Part III : New directions in marketing : Extending the marketing concept (13 p.). - Marketing under attack (13 p.). - Notes and references (14 p.). - Index (2 p.).

Economic model building,

F. NEAL et R. SHONE,

Mac Millan Press, London, 1976, 172 p.,
ISBN 333-19137-4 (hard cover),
ISBN 333-19138-2 (paper cover).

The structure of scientific explanation (26 p.). - Relationships between economic variables (27 p.). - Dimensional analysis in economics (26 p.). - Some principles of model construction (23 p.). - Dynamic economic models (22 p.). - Economic policy models (19 p.). - From theory to practice (22 p.). - Postscript (2 p.). - Further reading (1 p.). - Index (3 p.).

ENST FORMATION CONTINUE 1979

SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Signalisation dans les réseaux de télécommunications
02 au 05 avril 1979
10 au 13 décembre 1979

Télécommunications visuelles
19 au 23 février 1979

Commutation électronique et réseaux téléphoniques à usage privatif
05 au 09 mars 1979
10 au 14 décembre 1979

Trafic-probabilités et réseaux de télécommunications
05 au 09 novembre 1979

Optimisation et planification des réseaux de télécommunications et de téléinformatique
22 au 26 octobre 1979

Transmissions sur fibres optiques, à LANNION
01 au 05 octobre 1979

Commutation électronique spatiale
29 janvier au 2 février 1979
25 au 29 juin 1979

Le système axe
12 au 16 mars 1979
24 au 28 septembre 1979

Le système 11 F
18 au 22 juin 1979
26 au 30 novembre 1979

Commutation électronique temporelle à grande capacité
12 au 16 novembre 1979

Transmission de données
12 au 16 mars 1979
25 au 29 juin 1979
12 au 16 novembre 1979

Systèmes téléinformatiques
19 au 23 février 1979
17 au 21 septembre 1979
03 au 07 décembre 1979

Systèmes de transmission numérique, à LANNION
23 au 27 avril 1979
11 au 15 juin 1979
15 au 19 octobre 1979

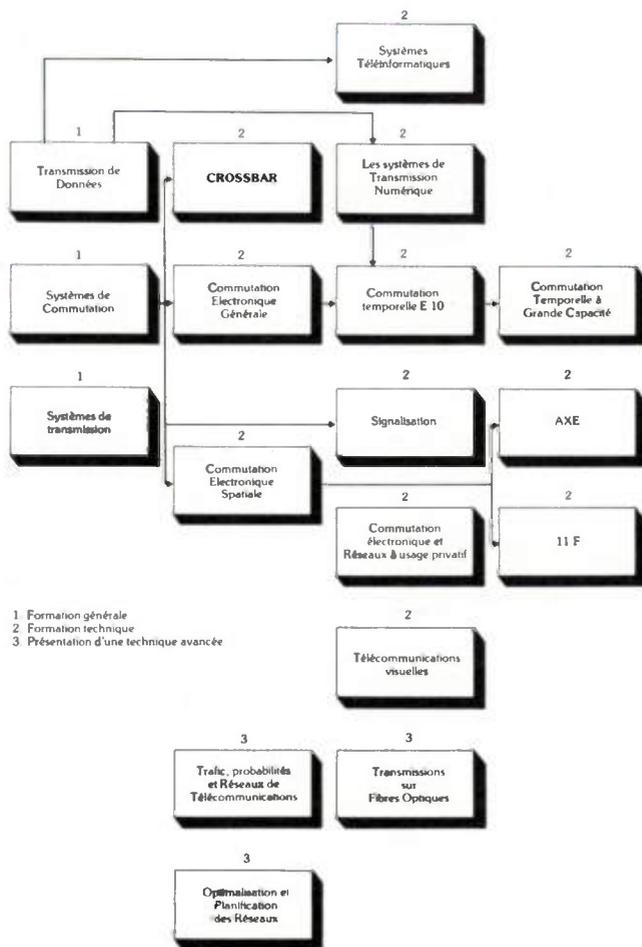
Systèmes de transmission
07 au 11 mai 1979
19 au 23 novembre 1979

Systèmes de commutation
22 au 26 janvier 1979
28 mai au 1^{er} juin 1979
08 au 12 octobre 1979

Commutation électronique générale
08 au 12 janvier 1979
19 au 23 mars 1979
11 au 15 juin 1979
05 au 09 novembre 1979

Commutation temporelle - système E 10, à LANNION
12 au 16 mars 1979
07 au 11 mai 1979
18 au 22 juin 1979
22 au 26 octobre 1979

Commutation téléphonique crossbar
14 au 18 mai 1979



1. Formation générale
2. Formation technique
3. Présentation d'une technique avancée

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS



RENSEIGNEMENTS

Tél. 580-40-80 poste 42.57

ENST - Service de la Formation Continue
46, rue Barrault, 75634 PARIS CEDEX 13

ÉLECTRONIQUE ET PHYSIQUE

Microprocesseurs et Technologies MSI-LSI
19 au 23 février 1979

Sources de lumière cohérente
05 au 09 mars 1979

Fiabilité des systèmes
28 mai au 1^{er} juin 1979

Filtrage analogique et numérique dispositifs et synthèse
19 au 23 mars 1979

Composants aux hyperfréquences
08 au 12 octobre 1979

Matériel de visualisation
26 au 30 novembre 1979

Dispositifs à ondes élastiques de surface (S.A.W.) et à transfert de charges (C.T.D.)
23 au 27 avril 1979

Dispositifs photodétecteurs
14 au 18 mai 1979



LTT delay lines, no better handicap

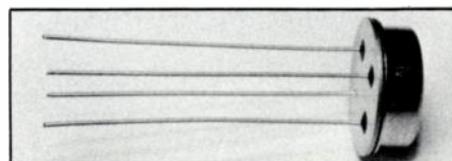
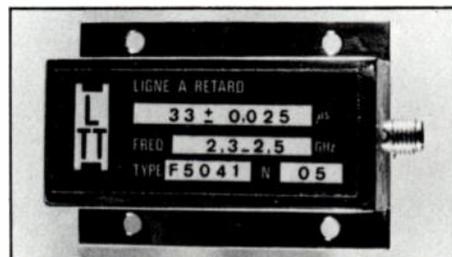
Minimizing insertion losses : Our major research has centred on minimizing insertion losses caused by scattering. By using a specific, curvilinear structure of the inhibitor material, the acoustic wave can be refocalized on the transducer while significantly cutting down insertion losses. By focalizing the acoustic signal with a very high degree of accuracy multi-echo delay lines (or networks) can be arranged, in the longitudinal and transverse propagation mode. Performance thus derived is so far unsurpassed.

Broadband delay lines : Owing to their manufacturing processes similarly patented, L.T.T. have secured prominent performance levels.

Chart :

Delay (μs)	2	8	50	50	50	100
Frequency (GHz)	5,6	2	1,25	1,5	2,4	1,5
Attenuation (dB)	43	16	35	40	70	60
Length(mm)	< 50	< 25	< 50	< 50	< 50	< 50

Applications : radar test equipment, oscillator coherence measurement, calibration of altimeters and fire control radars, countermeasurement, MTI and radar cross section modelling, correlators, microwave head proximity fuse, phase discriminators, memories, signal processing, metrology.



LTT 89, rue de la Faisanderie 75782 Paris Cedex 16 télex 620356 Grafifil Paris tél. (1) 504.45.50

MSN
MJ

Please forward full literature, covering the following fields :

single-echo delay lines multi-echo delay lines very long delay lines broadband delay lines

name _____ address _____

title _____ city _____

company _____ state _____ zip _____

Le choix d'un nouveau système d'atterrissage international par l'OACI⁽¹⁾



par M.P. FOMBONNE⁽²⁾,

Ingénieur en chef à la Direction Technique Générale.

Thomson-CSF, 173, boulevard Hausmann, B.P. 700 08, 75360 Paris Cedex 08 (tél. : 561.96.00).

RÉSUMÉ

Le système d'atterrissage international ILS, normalisé en 1947, présente des défauts naturels auxquels on peut espérer qu'un système plus moderne pourrait remédier. Depuis 1969, diverses solutions, proposées par plusieurs pays dont la France, ont été comparées et évaluées. Cette activité technique intense a abouti en avril 1978 à l'adoption par l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) du système à faisceaux battants à code temporel proposé par les États-Unis et l'Australie. Ce système, fonctionnant à 5 GHz, indique dans un vaste volume le site et l'azimut de l'avion et devrait être moins sensible que l'ILS à l'environnement.

SUMMARY

The choice of a new international landing system by the ICAO.

The international ILS (Instrument Landing System) which was standardized in 1947, is plagued with constitutional deficiencies that a more modern system might not present. Since 1969, various solutions proposed by several nations, among which France, have been compared and evaluated. This intense technical effort culminated in april 1978 when ICAO (International Civil Aviation Organisation) selected the time reference scanning beams system proposed by the United States and Australia as successor of ILS. This system, which operates at 5 GHz, indicates the aircraft azimuth and elevation inside a wide volume and should be less sensitive than ILS to site effects.

1. UNE GRANDE DÉCISION

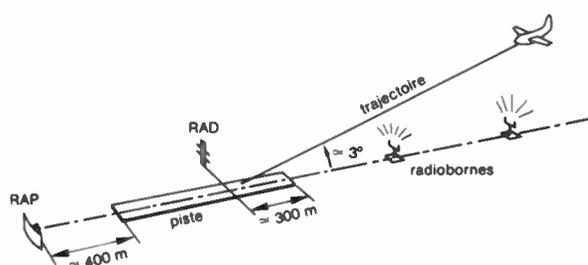
Le 19 avril 1978, la division « Exploitation tous temps » de l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) a élu le système à faisceaux battants à code temporel, le TRSB MLS (Time Reference Scanning Beams Microwave Landing System), par 39 voix contre 24 au DMLS (Doppler MLS) pour succéder à l'ILS (Instrument Landing System) comme système d'atterrissage international. Le TRSB était proposé par les États-Unis et l'Australie ; le DMLS était le champion anglais. Ce choix, pour prendre effet, doit être ratifié par les 140 États de l'Organisation, mais ce serait une surprise qu'il ne le soit pas.

Cette décision est l'aboutissement de huit ans d'études techniques intensives et coûteuses et des jeux de la politique et de la démocratie internationale. La qualifier d'« historique », comme certains l'ont fait, serait perdre le sens de la mesure. Ce n'est pas non plus une rupture brutale, car l'ILS conserve son statut jusqu'en 1995 au moins et le MLS ne s'y substituera que progressivement. C'est néanmoins un événement important, car c'est la première fois depuis sa fondation en 1946 que l'OACI décide de remplacer un des systèmes de la panoplie de l'aviation internationale.

2. L'ILS

L'ILS, étudié et défini dans ses grandes lignes dès 1939, se développa à la faveur de la guerre et fut adopté par l'OACI en 1947.

L'équipement (fig. 1) comprend un radiophare d'alignement de piste (RAP) et un radiophare d'alignement de descente (RAD) qui définissent une trajectoire d'approche quasiment rectiligne au-dessus de 20 ou 30 m d'altitude et, éventuellement, deux ou trois radiobornes à 75 MHz donnant des indications de distance approximatives le long de l'axe d'approche.



RAP (= 110 MHz) et RAD (= 330 MHz) : radiophares à comparaison d'amplitudes (modulations à 90 et 150 Hz). Le RAP définit le plan vertical d'approche et le RAD une surface inclinée quasi plane.

Fig. 1. — L'ILS.

L'ILS présente quelques défauts naturels. La pente de la trajectoire (3° environ généralement) est fixée une fois pour toutes par les réglages du RAD. Tel que le système est conçu, le récepteur de bord qui capte les émissions des radiophares ne délivre une indication proportionnelle à l'écart angulaire par rapport à la trajectoire que dans un étroit secteur couvrant au total 4 à 6° en azimut et 1 à 2° en site ; en dehors et jusqu'à la limite de la couverture, laquelle s'étend sur 70° au moins en azimut, on ne connaît que le signe de l'écart. Les antennes ne pouvant être très directives aux fréquences

(1) Article reçu le 26 juillet 1978 et accepté le 10 octobre 1978.

(2) Membre SEE.

utilisées, les réflexions sur les obstacles autour de la piste distordent l'axe ; bien plus, les diagrammes de rayonnement en site sont délibérément modélés en tirant parti de l'effet de miroir du sol, ce qui exige que le terrain soit assez uni sur quelques centaines de mètres devant les antennes.

Aussi, pendant longtemps, l'ILS ne fut considéré que comme un système d'approche assez médiocre. Ce n'est que vers 1960 que l'on commença sérieusement de l'améliorer, car l'aviation se transformait en un moyen de transport de masse et l'atterrissage « tous temps » devenait un besoin dans certains pays. On construisit des antennes de RAP de plus en plus directives, on inventa de nouvelles antennes de RAD adaptées à des conditions variées, on concilia directivité et large couverture avec le système bifréquence à effet de capture, on profita de tous les progrès de la technologie pour réaliser des équipements fiables et bien surveillés. Ces efforts ont été fructueux. La France en particulier, sous l'impulsion de l'Administration, se trouve au tout premier rang avec 70 ILS, la plupart construits par Thomson-CSF. Certains de ces systèmes permettent aux avions munis d'un radioaltimètre et de l'avionique appropriée d'atterrir quasiment par tous les temps ; d'autres ont été installés audacieusement dans des sites plus difficiles que partout ailleurs.

3. POURQUOI ABANDONNER L'ILS ?

3.1. L'impulsion initiale

Les 1 600 stations ILS et les 200 000 équipements de bord qui sont en service dans le monde constituent un investissement important. On est assez satisfait du système pour continuer de l'installer et la FAA aux États-Unis vient d'en commander encore plus de cent exemplaires. Pourquoi donc l'abandonner au moment où il vient d'atteindre son plus haut degré de perfection ? L'Administration française, quant à elle, n'en sentait nullement le besoin.

Le mouvement est parti des États-Unis, vers 1967. Les mauvaises langues en donnent comme raison que ce pays était sous-équipé et doté surtout d'ILS déficients. Mais on doit reconnaître que malgré toutes les améliorations les défauts naturels de l'ILS seront toujours là : fixité de la trajectoire, étroitesse du secteur de guidage précis, lourdeur de l'équipement au sol due aux basses fréquences d'émission et encore aggravée par les efforts faits pour atténuer les effets de l'environnement — on en est parfois venu à installer des antennes de RAP de plus de 30 ou 40 m d'envergure et des antennes de RAD de 25 m de hauteur. Les forces armées américaines, en quête d'équipements tactiques légers, ne pouvaient certainement pas compter sur l'ILS et cela les amena à lancer au fil des années l'étude de 30 à 40 systèmes, parmi lesquels le principal survivant fut en diverses versions (Flarescan, Coscan, etc...) un système à faisceaux battants d'AIL fonctionnant à 15 GHz. Ce besoin militaire fut sans doute une des grandes raisons, aux États-Unis au moins, qui poussèrent à vouloir donner un successeur à l'ILS.

RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics) lança donc, sous les regards bienveillants de la FAA (Federal Aviation Administration) et du DOD (Department Of Defence), un programme d'étude de façon à parvenir méthodiquement au système idéal. Il fallut d'abord définir le besoin : un système peu sensible à l'environnement, écono-

mique et facile à installer dans ses versions les plus simples de façon à ouvrir au transport aérien n'importe quel lieu au monde, mais capable aussi d'indiquer avec précision la position de l'avion dans un grand volume et jusqu'à la surface de la piste, afin de permettre de suivre des trajectoires d'approche, d'atterrissage et de départ variées pour répondre aux nécessités de la régulation du trafic et être utilisable par tous les aéronefs qu'on ne manquera pas d'inventer durant les cinquante prochaines années. A quoi s'ajoutaient les vœux rituels concernant la fiabilité, l'« intégrité », l'aisance et la rigueur de la surveillance du fonctionnement.

Pour concrétiser ces beaux rêves, RTCA lança en 1969 un appel aux idées sur lequel nous reviendrons. Le résultat fut qu'en 1971, quand l'OACI s'ébranla, des études techniques intensives étaient déjà commencées aux États-Unis.

3.2. L'action de l'OACI

Peut-être excité par l'exemple américain, le groupe d'experts des opérations tous temps (AWOP : All Weather Operations Panel) de l'OACI entreprit à son tour d'établir les spécifications du successeur de l'ILS, le NGS (New Guidance System). A vrai dire, on reprit les souhaits de RTCA et l'on modifia un peu par ci par là les spécifications de couverture et de précision, lesquelles sont résumées sur la figure 2. Les secondes ne sont pas plus strictes que ce que l'on demande à l'ILS sur sa trajectoire d'approche, comme les familiers de ce système s'en apercevront.

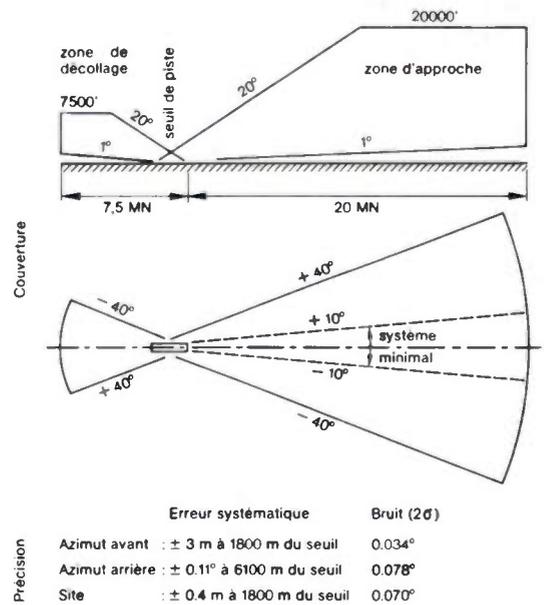


Fig. 2. — Spécifications proposées pour le MLS.

La Commission de Navigation Aérienne entérina ces spécifications en 1972 et invita les États à faire des propositions. Cinq répondirent : Australie, États-Unis, France, R.F.A., Grande-Bretagne et se mirent à étudier, développer et essayer des systèmes que l'on décrit ci-après, en vue de la confrontation finale lors d'une réunion mondiale. Pour préparer celle-ci et aider à former le jugement de délégués dont la compétence technique est souvent limitée, l'AWOP devait suivre les travaux des États et, se basant sur les résultats de simulations et d'essais en vol, sur des études économiques, etc... dire quel était à son avis le bon choix.

3.3. Le point de vue de la France

Comme il ne serait pas raisonnable de refuser de profiter des progrès techniques pour remplacer l'ILS par un meilleur système, la France avait accepté en 1972 les spécifications du NGS. Mais pour elle, cela ne voulait pas dire qu'il fallait hâtivement se lancer à corps perdu dans la technique pour finalement arriver à un système dont l'esprit n'est pas fondamentalement différent de celui de l'ILS.

Il faut apprécier le besoin mieux qu'on ne l'a fait. D'un côté, certes, un système léger, simple, peu sensible à l'environnement serait très utile. De l'autre côté, pour assurer l'écoulement optimal du trafic dans les zones terminales encombrées, les versions les plus ambitieuses du nouveau système tel qu'on a tendance à le concevoir ne s'attaquent qu'à un des aspects du problème, la fonction de navigation. Pour faire décrire aux avions ces évolutions compliquées qu'on imagine, pour bien maîtriser un trafic dense, il faut d'abord pouvoir communiquer avec sûreté, il faut des liaisons de données à grande capacité. Cela est tellement vrai que pour transmettre aux avions les caractéristiques des trajectoires qu'ils sont censés suivre avec le NGS, les Américains envisagent d'utiliser le DABS dont la normalisation par l'OACI va encore donner lieu à de longues discussions. Pourquoi donc ne pas commencer par l'essentiel ? On s'aperçoit alors que les signaux échangés entre le sol et les avions pour les liaisons de données peuvent servir aussi à faire des mesures de distances et d'angles. On en vient ainsi à concevoir un système intégré, assurant avec le minimum de moyens techniques à la fois les communications, la surveillance et la navigation.

Telles sont les idées que la France a tenté de faire germer. Ce fut peine perdue. Elle échoua aussi à la réunion mondiale, quand elle essaya de susciter un nouvel examen du besoin opérationnel qui aurait sans nul doute montré qu'il suffisait pour le moment d'un NGS extrêmement simple, propre à satisfaire des besoins particuliers régionaux, au lieu de compromettre tout progrès véritable à cause de la naissance d'un nouveau système spécialisé trop ambitieux.

4. LES CONCEPTS EN PRÉSENCE

4.1. Premiers travaux américains - Le FRSB

RTCA décida que parmi les trente ou quarante propositions variées reçues en réponse à l'appel aux idées, la technique la plus prometteuse était celle des faisceaux battants et chargea un groupe de sept industriels de définir le format de signal du futur système. On trouvait parmi eux THOMSON-CSF qui avait étudié en France un système à faisceaux battants pour le STTA, mais il y avait aussi la société anglaise STL qui, reprenant une idée brevetée par Busignies de LMT en 1942, développait sous la direction de Earp ce qui devait devenir le DMLS, transposition dans le domaine des fréquences du principe des faisceaux battants.

Les deux concepts paraissant aussi prometteurs l'un que l'autre, le groupe ne voulut pas choisir. Cela embarqua la FAA dans un coûteux programme d'étude en parallèle, de 1971 à 1974, du FRSB (Frequency Reference Scanning

Beam) et du DMLS. A la fin de cette période, elle passa du premier au TRSB sous l'influence de l'Australie et en fit son candidat à l'OACI.

Le FRSB reprenait avec un codage différent les principes du REGAL de Gilfillan (1957) et du Flaescan d'Ail (1960). Chaque coordonnée, azimuth ou site, est transmise à l'avion au moyen d'un faisceau en forme d'éventail qui balaye l'espace (fig. 3). L'orientation instantanée du faisceau est indiquée par un code modulant la porteuse. Quand le faisceau passe sur l'avion, on en ébase l'enveloppe et l'on détermine la moyenne des valeurs d'angle reçues entre les deux points d'ébasage. Avec un faisceau fin dans le plan de la coordonnée transmise et des lobes secondaires faibles, les signaux reçus par réflexion sur les obstacles perturbent peu le signal direct.

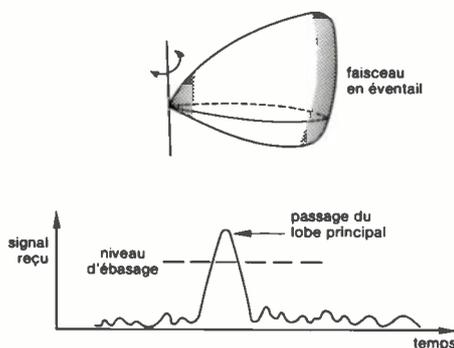


Fig. 3. — Principe des systèmes à faisceaux battants.

Le FRSB était essentiellement semblable au système THOMSON-CSF. Il différait du REGAL et du Flaescan, modulés en impulsions, par sa modulation de phase, grâce à laquelle l'enveloppe était continue et les points d'ébasage bien définis. L'angle était représenté par la fréquence de modulation d'une sous-porteuse (d'où le nom du système) au lieu du code numérique du REGAL ou de l'intervalle entre impulsions du Flaescan. Des sous-porteuses additionnelles servaient à transmettre diverses informations. Les émissions d'azimut et de site, à la cadence de 5 et 10 Hz respectivement, étaient entrelacées et se faisaient sur la même porteuse dans la bande 5.13 – 5.25 GHz où l'on pouvait loger 200 canaux.

L'unique avantage du FRSB par rapport au TRSB était de se contenter du balayage mécanique. On n'avait pas osé en 1970 adopter le balayage électronique, dont le coût et la complexité effrayaient. Mais on sentait déjà que la technique du FRSB se heurtait à des limites quant à la cadence d'information et à la bande passante occupée.

L'ouverture normale des faisceaux était de 1°, ce qui en bande C conduisait à des antennes de 3.60 m d'envergure. Pour donner le site jusqu'aux angles très faibles, au cours de l'arrondi, on prévoyait un système auxiliaire à 15 GHz avec un faisceau de 0.5°. A vrai dire, si cette solution figure encore en principe dans les normes du MLS actuel, elle n'a jamais enthousiasmé les compagnies qui lui préfèrent le radioaltimètre. Elle demande aussi un DME de précision. On pensait à l'époque que l'erreur de distance tolérable ne dépassait pas 6 m et en conséquence ce DME de précision devait opérer dans la bande 5 – 5.13 GHz. On l'a effectivement réalisé et essayé aux États-Unis. Mais il est très coûteux et comme on

croit maintenant qu'on peut se contenter d'une précision de 20 m, il a été décidé que le DME associé au MLS se rapprocherait autant que possible du DME actuel et le groupe AWOP a été chargé d'en élaborer les normes.

4.2. Le TRSB

Pour réaliser un bon système à faisceaux battants, le balayage doit être quasiment continu. Pour ce faire électriquement et avec précision, on n'envisageait guère en 1970 que les réseaux à déphaseurs numériques. Une antenne MLS déplaçant sur 120° un faisceau de 1° comprenant une centaine de sources et le pas maximal de déphasage admissible étant de $\pi/8$, on voit où cela conduit alors qu'on prétend réaliser un système simple et peu coûteux.

Les Australiens ont pourtant osé adopter le balayage électronique. La conséquence logique est alors d'abandonner le code d'angle et de relier ce dernier à l'intervalle de temps séparant un passage aller et un passage retour du faisceau (fig. 4). La vitesse de rotation n'étant plus limitée que par l'électronique, les cadences d'information peuvent augmenter, jusqu'à 13 Hz pour l'azimut et 40 Hz pour le site dans le format proposé à l'OACI dont la figure 5 indique les

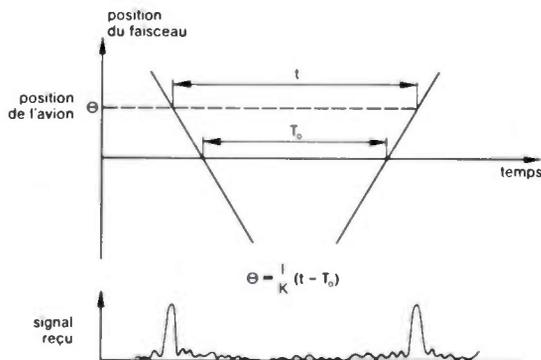


Fig. 4. — Principe du système TRSB.

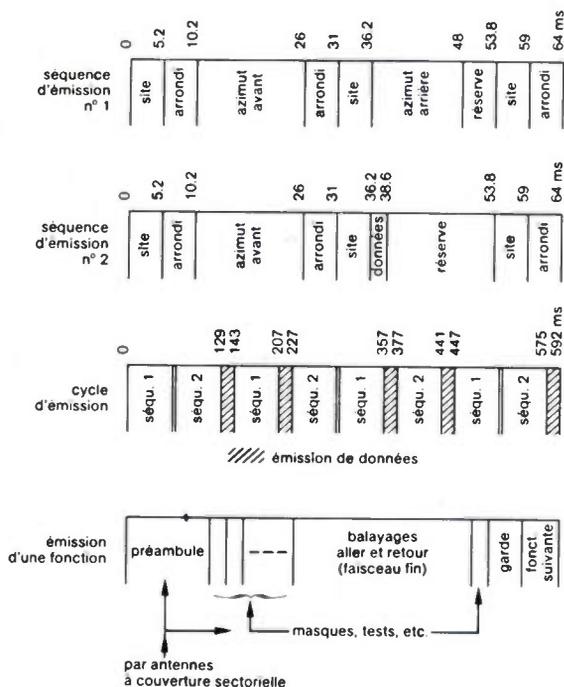


Fig. 5. — Format d'émission du MLS.

traits principaux. La vitesse de balayage est de 20 000°/s. Les ouvertures de faisceau envisagées sont de 1° à 3° pour l'azimut, de 1° à 2° pour le site. Quant à la bande occupée, elle ne dépend plus de la modulation mais seulement de la durée du passage du faisceau sur l'avion et des informations auxiliaires qu'on tient à transmettre ; on loge maintenant 200 canaux entre 5.03 GHz et 5.09 GHz.

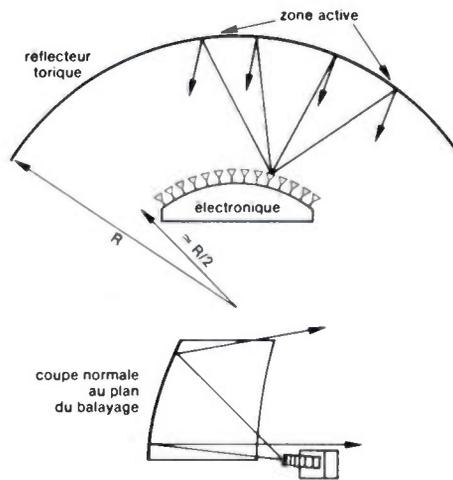


Fig. 6. — Antenne Australienne.

Les Australiens ont osé parce qu'ils ont trouvé, ou cru trouver, un procédé de balayage moins coûteux que les déphaseurs numériques, qui consiste à déplacer une source devant un réflecteur torique (fig. 6). Cette source est bien entendu simulée en commutant progressivement les sources d'un réseau. Par la suite, il semble qu'on ait constaté que le procédé australien n'était pas assez précis pour les systèmes de hautes performances. Quoi qu'il en soit, ils ont sans trop de peine converti les Américains au TRSB en 1974 ; le FRSB, système désuet, ne trouve plus de défenseurs.

4.3. Le DMLS

On peut se figurer le TRSB comme rayonnant dans l'espace une multiplicité de faisceaux fins multiplexés dans le temps. Le DMLS fait de même en multiplexant les faisceaux en fréquence. Ce résultat s'obtient en déplaçant une source à la vitesse V le long d'un segment de droite (fig. 7). Dans la direction θ , la porteuse f_0 émise est affectée d'un effet Doppler :

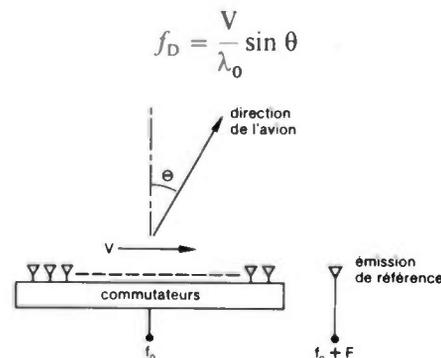


Fig. 7. — Principe du DMLS.

Pour compenser l'effet Doppler parasite dû au mouvement propre de l'avion, on émet une porteuse de référence

$f_0 + F$ à partir d'une source fixe et l'on opère à bord de l'avion sur le battement $F + f_D$.

La source mobile est simulée en commutant progressivement les sources d'un réseau linéaire, ce qui n'est pas sans rappeler le procédé australien, d'autant plus que comme dans celui-ci les sources peuvent ne pas rayonner directement mais éclairer un réflecteur, cylindrique cette fois, destiné à modeler le diagramme de rayonnement dans le plan normal à celui du balayage. C'est cet aspect de système à balayage électronique simplifié qui avait séduit le groupe RTCA en 1970.

Le calcul montre que si l'antenne TRSB et l'antenne DMLS ont la même envergure dans le plan du balayage et la même loi d'excitation, le signal reçu par l'avion au cours du temps en provenance de la première et le spectre du signal reçu de la seconde sont représentés par la même courbe moyennant une correspondance convenable des échelles de temps et de fréquence. Cette propriété intéressante montre que l'envergure de l'antenne étant donnée, le TRSB et le DMLS offriront à peu près la même protection contre les réflexions. Mais ce qu'on fait avec l'un dans le domaine temporel, on le fait avec l'autre dans le domaine des fréquences. Les portes de poursuite du récepteur TRSB sont remplacées dans le récepteur DMLS par des filtres ou des corrélateurs cherchant les fréquences centrales des spectres. Comme on veille à ce que les lobes secondaires de l'antenne TRSB soient faibles, on s'attache à réduire ceux du spectre Doppler ; cela peut se faire soit en pondérant l'excitation des sources du réseau à l'émission, soit à la réception en pondérant les signaux reçus successivement des sources d'un réseau uniformément excité. Mais la limitation du secteur desservi, obtenue simplement en arrêtant le balayage du faisceau du TRSB, n'a qu'un équivalent imparfait avec le DMLS au moyen d'un filtre de bande ne laissant passer que les fréquences correspondant au secteur voulu.

Puisqu'il a vécu, il est inutile de parler longuement du format proposé par la Grande-Bretagne à l'OACI. Comme dans celui du TRSB, les émissions de site et d'azimut à 5 GHz étaient entrelacées et la largeur des canaux de fréquence était aussi de 300 kHz.

4.4. Le DLS

Le DLS (DME based Landing System) allemand, dont on peut encore parler au présent, diffère radicalement du TRSB et du DMLS. Visant à l'économie à bord, il prend le DME comme équipement de base. L'azimut et le site sont mesurés au sol à la réception des interrogations et leurs valeurs sont envoyées à la suite de la réponse, au moyen d'impulsions dont le retard par rapport à la première impulsion de réponse varie linéairement avec l'angle.

Le DLS a séduit par l'emploi qu'il fait du DME. Mais on peut critiquer la transmission des angles sous forme analogique, on peut douter qu'on puisse ajouter des impulsions, tant dans l'interrogation que dans la réponse, pour procurer des canaux supplémentaires et transmettre diverses informations, sans courir le risque de saturer le système. Cependant la mesure des angles est peut-être le point le plus faible. Les interrogations, captées par les antennes de réseaux interférométriques, doivent être traitées en parallèle en quelques

dizaines de microsecondes. Pour obtenir la même précision qu'en bande C, les antennes doivent en théorie être cinq fois plus grandes. Les Allemands prétendaient bien en 1973 qu'en mesurant avec précision et en utilisant astucieusement les phases et les amplitudes des signaux reçus le long des réseaux, ils feraient aussi bien que le TRSB avec des antennes de cinq longueurs d'onde d'envergure, mais cinq ans plus tard, ils ont proposé à l'OACI des interféromètres d'azimut de 20 m de longueur et des antennes de site de 10 m de hauteur ; cela ne va pas dans le sens de la légèreté souhaitée.

Un accord de dernière heure entre États-Unis et R.F.A. a donné au DLS une chance de survie en tant que système de navigation, assurant la couverture de 360° que certains États réclament du MLS. Ce serait une sorte de VOR-DME avec un embryon de liaison de données. Que vaut cette idée face au VOR-DOPPLER qui ne demande aucun équipement supplémentaire à bord et surtout face au DABS ?

4.5. Le système français

L'élément de base du système français, dénommé AGDLS (Air Ground Data Link System), était une liaison de données à 1 500 MHz. Station et avions communiquaient au moyen de messages numériques à 32 ou 64 keb/s modulant la porteuse en inversion de phase, de 3 ms de durée et ordonnés dans le temps par la station. Celle-ci interrogeait un avion A lui faisant émettre un message en bande L et en même temps, dans les débuts du système, une impulsion en bande C, utilisée au sol pour faire des mesures interférométriques d'azimut et de site. Les résultats étaient communiqués à l'avion A au cours de la tranche de temps suivante en même temps que la station interrogeait un avion B et ainsi de suite. Les allers et retours permettaient aussi de mesurer la distance.

Les messages de la station étant adressés, on pouvait à volonté adapter la cadence d'information à la phase du vol et la capacité du système permettait non seulement de guider et surveiller en zone terminale un nombre raisonnable d'avions mais aussi d'échanger toutes informations utiles pour la régulation du trafic.

L'AGDLS fut assez longuement expérimenté au CEV de Brétigny et la validité des principes en fut amplement démontrée. Dans les derniers temps, on réussit à faire de bonnes mesures d'angles en bande L, ce qui, supprimant l'émetteur de bord en bande C rendait le système plus homogène et moins coûteux. Malheureusement, devant l'incompréhension de la communauté internationale, l'Administration française décida de se retirer de la compétition en 1976 et bien des essais utiles ne purent être faits.

5. LA PROCÉDURE DE CHOIX

L'AWOP se réunit une dernière fois en mars 1977. Pendant trois ans, les membres du groupe avaient été soumis à un déluge d'informations de la part des concurrents et conviés à des démonstrations. Ils s'étaient rencontrés souvent, avaient fait procéder à des simulations par le Lincoln Laboratory en complément des essais en vol trop peu nombreux. Malheureusement, la composition de l'AWOP

ne lui permettait guère d'exprimer une opinion tranchée, car sur les dix membres il y avait les quatre auteurs des trois propositions restant en lice, l'URSS qui depuis 1975, s'était déclarée inébranlablement en faveur du TRSB, la France qui ne voulait pas du nouveau système, l'IFALPA (les pilotes) l'IATA (les compagnies) qui n'ont pas le droit de vote à l'OACI et suivent traditionnellement la première la Grande-Bretagne et la seconde les États-Unis et seulement deux membres de bonne volonté, le Canada et les Pays-Bas.

La rapport final de l'AWOP s'efforça de distribuer équitablement éloges et critiques entre les trois concurrents et particulièrement entre le TRSB et le DMLS si proches l'un de l'autre. Et péniblement, après avoir pris trois fois l'avis de ses membres, le groupe parvint à accorder six voix au TRSB. La Grande-Bretagne ne s'avoua pas vaincue et jusqu'à la réunion mondiale, on assista à une polémique effrénée qui n'éclaira pas plus les délégués que le rapport de l'AWOP.

Aussi, après qu'au cours de la réunion la R.F.A. eut à moitié abandonné et se fut rangée dans le camp TRSB, quand il ne resta plus face à face que le TRSB et le DMLS, deux systèmes aussi méritants l'un que l'autre entre lesquels un pur technicien eût sans doute hésité indéfiniment, il était inévitable que la politique l'emportât et que la pression américano-russe fit pencher la balance en faveur du TRSB.

6. ET MAINTENANT...

Il reste à fabriquer le TRSB et à s'en servir.

Maintenant que l'on sait que le système fonctionne, la technique va devoir céder la place aux préoccupations de coûts. Ceux annoncés à l'OACI, dans lesquels les antennes entrent pour 30 à 50 pour cent, sont sans doute comme il se doit sous-estimés. En particulier, on a supposé que les déphaseurs à 4 bits coûteraient 125 dollars. Pour descendre si bas, à partir de prix de l'ordre de 400 dollars actuellement, il faudrait fabriquer ces éléments par milliers. Or le MLS ne sortira pas tout de suite en grande série. On s'accorde à penser que sa première destination est de répondre à des besoins régionaux, hors des circuits internationaux. Souvent, on ne s'en servira que comme de l'ILS, pour des approches directes. Les approches courbes, toutes ces possibilités tant vantées, ce sera pour plus tard, quand les avions seront équipés en conséquence, les procédures bien au point, les moyens de surveillance renforcés. Car à lui seul, comme l'Administration française l'a maintes fois dit, le MLS ne résout rien. Ce n'est qu'une pierre de l'édifice.

Était-ce la bonne pierre ? Cela justifiait-il ce déchaînement de technique et les 110 millions de dollars dépensés officiellement par la FAA, c'est-à-dire le coût de 700 ILS ?

Exploitation et évolution de la navigation par satellite

par P. LEGRIS,

Ingénieur ESME, Département Marine.

CSEE, 26, rue de Chambéry, 75015 Paris
(tél. : 533.20.20).



RÉSUMÉ

Après une description du système de localisation transit réalisé par la CSEE, cet article présente les aspects particuliers de l'exploitation de ces systèmes et le futur système de localisation par satellites : le GPS

SUMMARY

Exploitation and trends of satellite navigation systems.

After a description of the satellite Navigation system built by CSEE, this paper shows the peculiar aspects of the exploitation of these systems and the description of the future Navigation satellite system : the Global Positioning System.

INTRODUCTION

Les systèmes de navigation utilisant les satellites sont maintenant très répandus pour les applications scientifiques et la Marine Marchande. Ils permettent une localisation dont la précision atteint quelques mètres au point fixe lorsqu'on traite un grand nombre de données et quelques dizaines de mètres dans des conditions normales c'est-à-dire lorsque l'erreur de vitesse du porteur est faible.

Les caractéristiques propres du système transit permettent d'expliquer les conditions particulières à son exploitation opérationnelle.

Le nouveau système né aux États-Unis, « Le système GPS » est conçu pour donner une précision de l'ordre de 1 à 10 mètres dans la version des récepteurs la plus complexe et une précision de l'ordre de 100 à 300 mètres pour les récepteurs simples d'utilisation civile.

I. DESCRIPTION DU SYSTÈME TRANSIT ET DE LA STATION DE RÉCEPTION SYLOSAT C

A. Le système transit.

Le système de localisation TRANSIT est constitué d'un ensemble de satellites capables d'émettre en permanence un message et des stations de poursuite au sol qui leur fournissent les éphémérides et synchronisent les horloges.

Les satellites gravitent autour de la terre à une altitude de l'ordre de 1 000 km et se déplacent à la vitesse de 7,3 km par seconde. La durée d'une révolution est de 107 mn environ. Leur masse est de 50 à 80 kg et leur diamètre de 0,5 m.

Ils portent des panneaux de cellules solaires, des antennes d'émission et de réception et un balancier qui permet de stabiliser l'orientation de l'antenne par gradient de gravité (fig. 1).

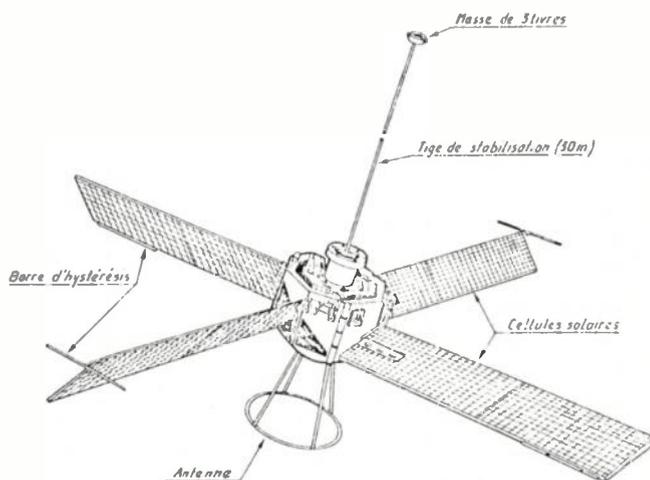


Fig. 1. — Satellite Transit.

Comme la durée d'une révolution est de 107 mn, en une journée chaque satellite effectue 13,5 révolutions terrestres. Ces révolutions sont polaires, ce qui signifie que le plan de l'orbite du satellite est incliné de 90° environ par rapport au plan équatorial terrestre.

Le système comprend en permanence 5 ou 6 satellites répartis de telle sorte qu'en n'importe quel point du globe, un observateur puisse se localiser en moyenne une fois toutes les 2 h (fig. 2).

Les satellites émettent des signaux sur deux fréquences cohérentes 150 et 400 MHz. Ces signaux sont modulés symétriquement en phase et portent le message qui contient

(1) Article issu de la « Journée d'Études de la SEE » du 9 juin 1977, transmis le 6.2.78, et accepté dans sa forme définitive le 9.6.78.

les éphémérides, les repères de temps et des informations de télécommunications.

Les éphémérides sont remises à jour toutes les 16 h environ. Elles comprennent :

- un ensemble de paramètres fixes (demi-grandaxe, excentricité...);
- un exemple de paramètres variables donnés toutes les 2 ou 4 mn.

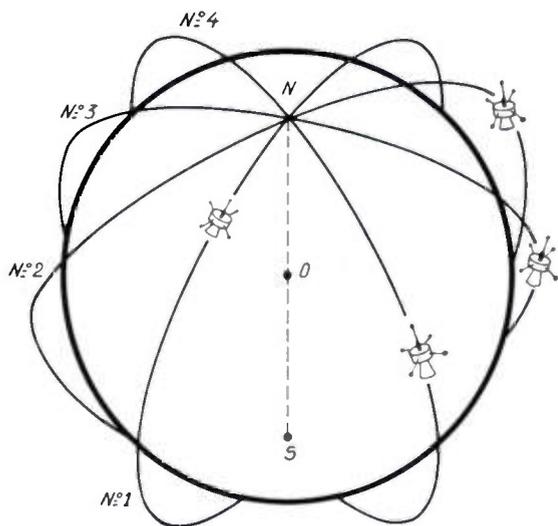


Fig. 2. - Disposition des orbites des satellites Transit.

Des mots de synchronisation permettent au récepteur de repérer le signal de temps appelé « top 2 mn ».

B. Rappel du principe de la localisation.

Le principe de la localisation est semblable à celui des systèmes radio-électriques. On mesure la différence de distance entre l'observateur et les stations d'émission. Dans le cas du Transit, les stations d'émissions sont les positions successives d'un même satellite à des instants bien déterminés.

Ces positions sont calculées à partir des éphémérides et de l'heure qui sont transmises dans le message envoyé par le satellite.

Les mesures des différences de distance sont obtenues par intégration, entre deux positions successives du satellite, du décalage Doppler. En effet, le décalage Doppler est l'écart entre la fréquence émise par le satellite en mouvement et la fréquence réellement reçue. On se rappelle que la fréquence reçue est liée à la fréquence émise par la relation approchée.

$$F_r = F_s \left(1 - \frac{V_r}{C} \right) = F_s - \frac{F_s D\rho}{C Dt}$$

Le décalage Doppler F_d a pour expression :

$$fd = - F_s \frac{V_r}{C} = - \frac{F_s D\rho}{C Dt}$$

En fait comme le récepteur ne peut mesurer de fréquence négative, on effectue une transposition de fréquence et on mesure une fréquence F_d

$$F_d = F_o + fd$$

F_r = fréquence reçue

F_s = fréquence émise

V_r = vitesse radiale satellite observateur $V_r = \frac{D\rho}{Dt}$

C = vitesse de propagation de la lumière (300 000 km/s).

P = distance satellite observateur.

Lorsqu'on intègre la fréquence entre deux instants t_1 et t_2 on obtient le nombre de sinusoides reçues dans le récepteur entre ces deux instants selon la relation :

$$N_{12} = \int_{t_1}^{t_2} F_d dt = F_o(t_2 - t_1) - \frac{F_s}{C} (P_2 - P_1)$$

et

$$P_2 - P_1 = \frac{C}{F_s} [F_o(t_2 - t_1) - N_{12}]$$

C. Calcul du point.

Le module de réception extrait le signal Doppler et décode le message pour obtenir les éphémérides et la référence Temps. Cette référence est un signal particulier (Top 2 minutes) synchrone des minutes paires rondes du Temps Universel.

Le module de calcul qui entretient une position estimée peut calculer les distances satellites-positions approchées de l'observateur, aux instants correspondant aux mesures Doppler effectuées. On peut alors écrire l'équation de base de la localisation :

$$(\rho_i - \varphi_{i+1})_{\text{mesuré}} - (\varphi_i - \varphi_{i+1})_{\text{calculé}} = A\Delta\varphi + B\Delta G + C\Delta F$$

$\Delta\varphi$ = écart en latitude entre position réelle et position approchée.

ΔG = écart en longitude entre position réelle et position approchée.

ΔF = écart de fréquence de l'horloge satellite et de l'horloge récepteur à cause des dérives.

On tient compte dans ces équations du mouvement du navire pendant le passage du satellite. Lorsque le passage est terminé, on possède une quarantaine de mesures. Le système de 40 équations à trois inconnues est alors résolu par la méthode statistique des moindres carrés qui rend minimum la somme des carrés des erreurs e_i :

$$e_i = (\rho_i - \varphi_{i+1})_{\text{mesuré}} - (\varphi_i - \varphi_{i+1})_{\text{calculé}}$$

Les valeurs trouvées pour $\Delta\varphi$, ΔG permettent d'effectuer le recalage de la position estimée.

D. Constitution d'une chaîne de réception (fig. 3).

Les chaînes actuelles de réception se sont considérablement simplifiées et leur prix a diminué. En particulier le système de localisation Sylosat C, fabriqué par la CSEE comprend les éléments suivants :

- l'ensemble de réception,
- l'ordinateur et le lecteur de ruban,
- le terminal de dialogue et de visualisation.

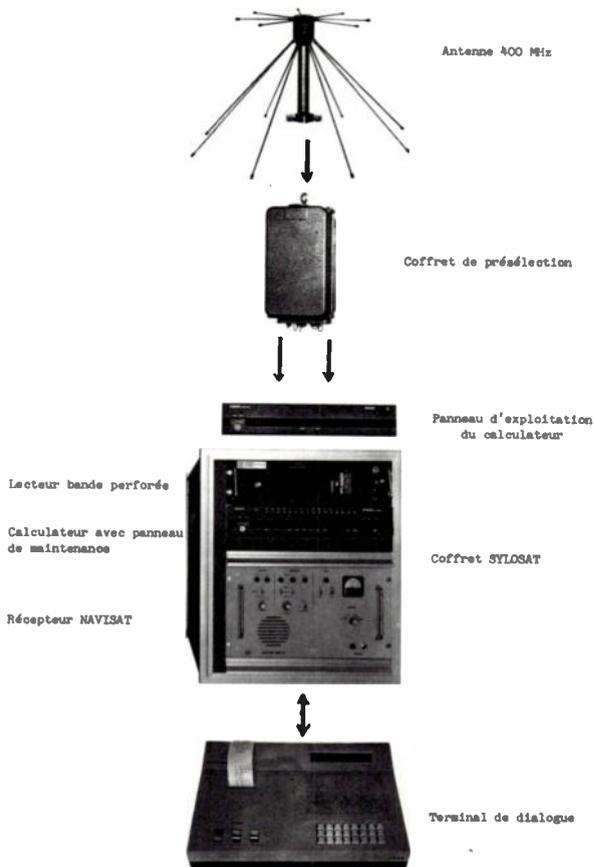


Fig. 3.

L'ENSEMBLE DE RÉCEPTION. — Il est constitué d'une antenne, d'un coffret de présélection et d'un récepteur.

• L'antenne permet de capter les signaux émis par les satellites dont les fréquences sont :

- 399,968 MHz (400 MHz-32 KHz),
- 149,988 MHz (150 MHz-12 KHz).

Ces fréquences sont dans le rapport 3/8.

• Le coffret de présélection est un ensemble de préamplificateurs permettant la séparation des canaux et la protection contre les parasites et émissions radar.

• Le récepteur a les fonctions suivantes :

- recopie des signaux émis par les satellites,
- décodage du message,
- extraction du repère temps (top 2 mn),
- mesure du décalage Doppler,
- correction de la fréquence Doppler de l'effet ionosphérique.

La caractéristique propre au récepteur est qu'il suit en permanence les fréquences satellites grâce à des boucles de phase. Cela permet d'avoir une bande passante réduite à quelques dizaines de Hertz alors que l'effet Doppler est de ± 8 KHz à 400 MHz.

L'horloge de référence incorporée au récepteur sert de pilote aux oscillateurs et de base de temps pour les comptages et la détermination de l'heure. Elle a une stabilité de l'ordre de 510^{-10} à long terme et de quelques 10^{-11} à court terme.

Comme l'effet ionosphérique donne une erreur inversement proportionnelle à la fréquence, deux fréquences sont

utilisées pour effectuer la correction qu'on obtient par un mélange des fréquences.

Les récepteurs actuels permettent d'effectuer les comptages Doppler sur des durées courtes. Celle qui est choisie dans le Sylosat est de 20 s. Cela a l'avantage de correspondre à une ou deux périodes de mouvement de l'antenne (houle) et permet d'avoir pendant les 15 mn de passage des satellites un grand nombre de mesures.

L'ORDINATEUR ET LE LECTEUR DE BANDES PERFORÉES. — Les fonctions de cet ensemble sont : l'acquisition des données du récepteur, des capteurs d'estime et du terminal de dialogue, l'entretien de l'estime, le calcul du point et le recalage.

Le lecteur de bandes perforées permet l'introduction des programmes. Il est supprimé dans les versions de système utilisant des mémoires REPROGRAMMABLES.

Avec les petits ordinateurs actuels (Philips P856), le calcul du point est effectué en 10 à 20 s. La mémoire nécessaire va de 8 à 16 K mots de 16 bits selon les versions.

LE TERMINAL DE DIALOGUE ET DE VISUALISATION (fig. 4). — Ce terminal permet l'entrée de la position approchée, des dérives. Il permet de visualiser la position (longitude, latitude, heure GMT). Une petite imprimante permet d'avoir une mémoire de la position et des indications concernant la qualité des points effectués.

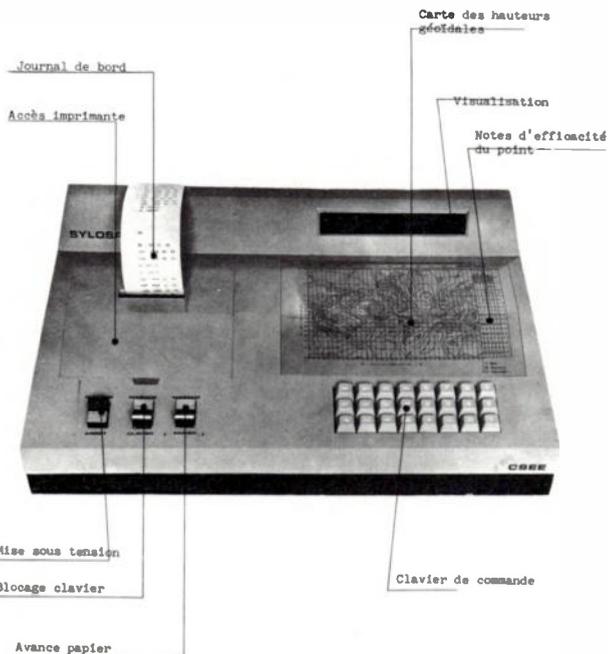


Fig. 4. — Terminal de dialogue.

2. CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES A L'EXPLOITATION DU SYSTÈME TRANSIT

Certains aspects de l'exploitation du système actuel de localisation par satellites ne sont pas en général familiers aux utilisateurs qui se posent des questions à savoir :

- la fréquence de recalage des positions,
- les interférences des signaux des autres satellites,
- les erreurs de position en mer,
- la comparaison du point obtenu à quai avec la carte géographique,
- la hauteur géoïdale.

A. Fréquence de recalage des positions.

La fréquence de recalage du point dépend de trois facteurs :

- du nombre et de la position relative des satellites.
- de la latitude du lieu.
- de la qualité de la réception ou de l'estime.

NOMBRE ET POSITION RELATIVE DES SATELLITES. — A un moment donné, 5 ou 6 satellites sont en état de fonctionnement. Comme on l'a vu, ces satellites gravitent sur des orbites séparées de 30°, avec une période de révolution de 107 mn (≈ 2 h). Ils effectuent 13,5 révolutions terrestres par 24 h, c'est-à-dire pendant 1 rotation de la terre. En 24 h, l'équateur est donc survolé 27 fois par 1 seul satellite soit 135 fois par 5 satellites.

Comme chaque satellite est visible à l'équateur sur 60° de longitude, cela signifie que dans un secteur de 60°, on a en moyenne :

$$\frac{135}{6} = 22 \text{ passages/24 h.}$$

Un tiers de ces passages ne sont pas utiles puisqu'on est obligé d'éliminer les satellites trop bas (culmination < 10°) ou trop hauts (élévation de 75° à 90°). A l'équateur, on a donc en moyenne 14 passages utiles par 24 h (pour 5 satellites).

INFLUENCE DE LA LATITUDE DU LIEU. — Lorsqu'on se déplace vers les latitudes croissantes, on remarque qu'un satellite n'est plus visible sur 60° de longitude mais sur une plage de longitude beaucoup plus grande donnée approximativement par $L = \frac{60^\circ}{\cos \varphi}$ on aura donc une fréquence de passage plus grande que l'on montre dans le tableau I.

TABLEAU I

Latitude	Fréquence des recalages utiles par jour	Période de recalage
0° (équateur)	14	100 mn
45°	20	72 mn
60°	28	51 mn
66°	45	30 mn
90°	67	21 mn

Aux grandes latitudes les satellites, dont la durée maximum de visibilité peut atteindre 20 mn, se succèdent sans arrêt.

Comme la répartition des satellites n'est pas parfaite, les valeurs indiquées représentent des valeurs moyennes. Comme de plus les passages se succèdent aux grandes latitudes et que les fréquences des satellites sont très voisines (de 10 à 1 000 Hz près), une réception peut être brouillée au sol par un autre satellite. Ce phénomène qui correspond à un chevauchement des fréquences peut contribuer à brouiller le message reçu et les mesures effectuées à ce moment (fig. 5).

INFLUENCE DE LA QUALITÉ DE RÉCEPTION ET DE L'ESTIME. — Lorsque le message a été brouillé et que les mots sont incomplets un système de test permet d'éliminer le point.

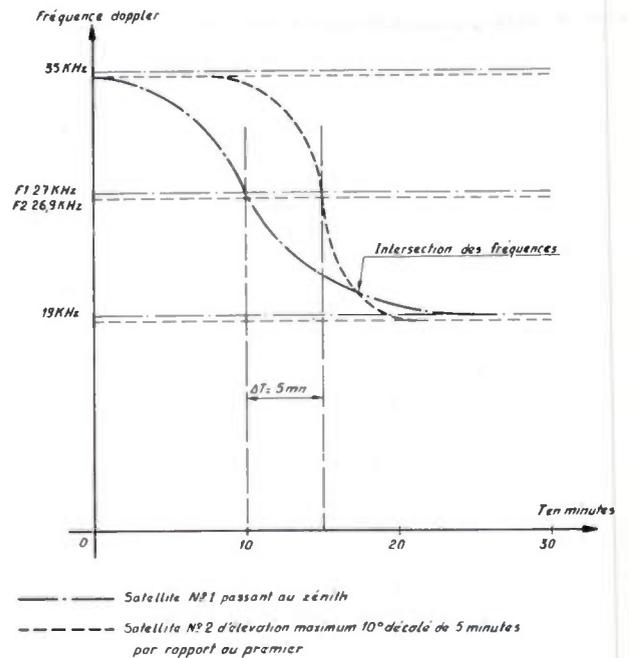


Fig. 5. — Interférence des émissions de deux satellites.

D'autre part différents critères sont utilisés pour valider le point (élévation du satellite, valeur de l'écart de fréquence...). Si la notation correspondant à ces critères est mauvaise, le recalage automatique n'est pas effectué. L'opérateur peut s'il juge le point bon ou nécessaire forcer le recalage.

B. Comparaison du point satellite et du point géographique (fig. 6).

A partir de la carte locale, on peut déterminer les coordonnées géographiques φ et G de la position du navire à quai. Lorsque l'équipement reste un certain temps au point fixe, on peut obtenir un ensemble de positions, chacune d'entre elles ayant pour coordonnées φ_i et G_i (ième mesure). Sur un graphique, il est aisé de tracer la cible correspondant

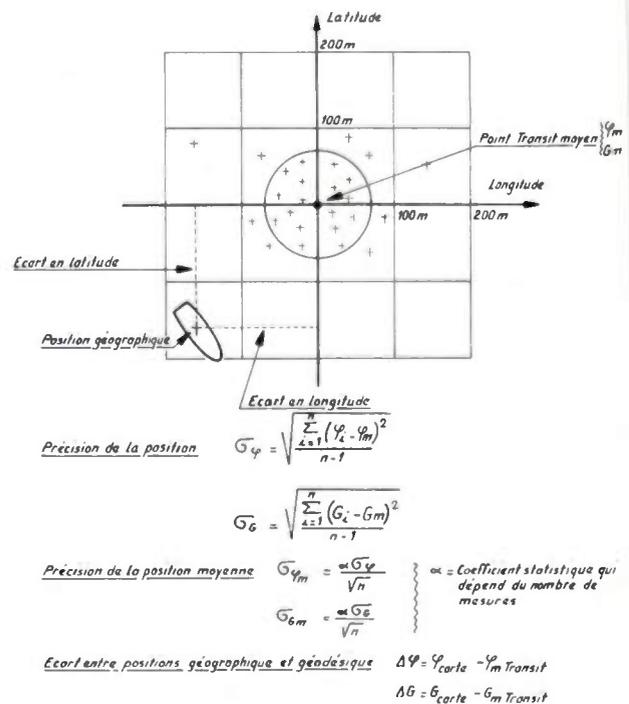


Fig. 6. — Détermination d'une cible.

à ces positions et d'en déduire la position « satellite » moyenne φ_m, G_m par les relations

$$\varphi_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varphi_i$$

$$G_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n G_i$$

L'écart-type de position correspondant à ces points est donné suivant chacune des coordonnées

$$\sigma_\varphi = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\varphi_i - \varphi_m)^2}{n-1}}$$

$$\sigma_G = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (G_i - G_m)^2}{n-1}}$$

Si on compare le point « satellite » φ_m, G_m avec le point géographique ou géodésique, on peut trouver un décalage systématique.

Ce décalage provient du fait que le système de référence adopté pour le calcul du point Transit est dans certains cas différent de celui du système géographique local.

SYSTÈME DE RÉFÉRENCE EUROPE 50. — Les cartes géographiques de l'Europe Occidentale sont basées sur l'Ellipsoïde international défini par l'Association Internationale de géodésie (système géodésique Europe 50).

Le point fondamental de ce système est Potsdam. C'est le point de départ de la triangulation et des altitudes.

C. Les erreurs de position en mer.

Les erreurs de position en mer peuvent être présentées comme la somme quadratique des erreurs de position au point fixe et des erreurs de position dues aux erreurs d'estime pendant le passage du satellite.

PRÉCISION DE LOCALISATION AU POINT FIXE. — Les erreurs de localisation au point fixe proviennent :

- d'erreurs de détermination de la position des satellites (pression de radiation solaire, traînée, interpolation),
- d'erreurs de dérive de l'oscillateur du satellite,
- d'erreurs sur les temps de propagation des signaux (ionosphère, troposphère),
- d'erreurs de comptage propres au récepteur (bruit, troncature) et à l'oscillateur,
- d'erreurs de réflexion des ondes,
- d'erreurs d'appréciation de la hauteur du géoïde par rapport à l'ellipsoïde de référence,
- d'erreurs de calcul.

Deux cas doivent être considérés :

- pour les récepteurs bon marché, ne comportant pas de correction automatique des effets ionosphériques, l'erreur varie en fonction de l'activité solaire dont la période est de 11 ans.

En ce moment, on est en fin de période de minimum d'activité solaire et l'erreur d'un système monofréquence a un écart-type de l'ordre de 100 à 200 m.

Cette erreur risque d'augmenter sensiblement les années prochaines. En pleine activité solaire on sait que pour la fréquence 400 MHz, l'erreur de mesure de distances Satellite-Observateur est de la forme :

$$\Delta\rho = \frac{60}{\sin E} \text{ m.}, E \text{ étant l'élévation du satellite.}$$

— pour les récepteurs bi-fréquence, la correction ionosphérique est automatique. Dans ce cas l'écart type de la mesure de position est inférieure à 60 m suivant ou selon chaque axe. Elle peut être réduite par des traitements plus poussés et des critères d'acceptation du point plus serrés.

PRÉCISION EN ROUTE. — La précision en route dépend des mouvements de l'antenne qui affectent la mesure Doppler et surtout de la précision de la mesure des vitesses-fond du navire dans les deux axes.

— Les mouvements d'antenne augmentent un peu le bruit mais ce n'est pas très important car les mesures sont nombreuses (une mesure Doppler dure 20 s environ avec le système comptage court).

— L'étude analytique et expérimentale des erreurs montre que :

- à une erreur de vitesse de 1 nœud suivant l'axe Nord correspond une erreur de position de l'ordre de 370 m en longitude,
- à une erreur de vitesse de 1 nœud suivant l'axe Est-Ouest correspond une erreur de l'ordre de 100 m en latitude.

Si l'on ajoute quadratiquement ces erreurs, on constate que la précision de la position en mer est de l'ordre de 400 m lorsque les vitesses sont connues à 1 nœud près.

UTILISATION D'UN SONAR Doppler. — Pour des applications particulières et en eau peu profonde (300 m), on peut utiliser pour la mesure des vitesses un ensemble sonar Doppler et un gyrocompas. Dans ce cas la précision de localisation au moment du recalage est voisine de celle obtenue au point fixe.

D. Problème de la hauteur géoïdale.

Dans le calcul de la position, les distances satellites-observateur sont calculées à partir des coordonnées du satellite définies dans un système de coordonnées x-y-z centré au centre de la terre et défini par le plan équatorial terrestre et le méridien de Greenwich.

Les coordonnées de l'observateur φ et G sont transformées en coordonnées géocentriques.

L'un des problèmes à résoudre est celui de la hauteur géoïdale qui dépend du système de référence adoptée.

Cette hauteur peut être calculée par des formules complexes liées à un modèle de potentiel terrestre, aussi préfère-t-on en général la donner sous forme d'abaque comme celui qui est présenté sur le terminal de visualisation (fig. 4).

Une autre solution peut consister à la déterminer expérimentalement en chaque point en jouant plusieurs points pour des hauteurs différentes.

Comme la précision de position, une longitude est proportionnelle au produit $H \operatorname{tg} E$, E étant l'élévation à la culmination du satellite, l'écart-type de l'erreur en longitude aura une valeur minimum pour la vraie hauteur.

3. LE NAVSTAR GLOBAL POSITIONNING SYSTEM (GPS)

Le système Transit est prévu pour être utilisé encore longtemps. Cependant pour les besoins des militaires américains, un autre système est en cours de développement.

Il permettra à chaque station de réception de déterminer sa position et sa vitesse dans les trois dimensions avec une excellente précision (10 m en position et 0,3 m/s en vitesse pour les systèmes de réception les plus performants, 100 à 300 m pour les versions civiles).

A. Principe de localisation.

Le principe de la localisation est basé sur les mesures de distance de la station de réception à plusieurs satellites qui seront en vue simultanément de l'observateur.

Pour que cela soit possible, il est nécessaire de synchroniser en temps les horloges des différents satellites et l'horloge de la station de réception. Pour éviter de synchroniser avec la même précision les stations de réception, on peut également effectuer des mesures de distance supplémentaires et calculer l'écart de synchronisation entre les heures satellites et l'heure locale du récepteur. Les mesures de distance sont alors appelées mesures de « pseudo-distance », l'écart de synchronisation étant une inconnue supplémentaire.

B. Caractéristiques de stabilité des horloges satellites.

La relation reliant la distance D parcourue par un signal électromagnétique et le temps T est :

$$D = CT$$

C étant la vitesse de propagation du signal ($C = 300\,000$ km/s).

A une erreur ΔT sur la mesure du temps correspond l'erreur de distance

$$\Delta D = C \cdot \Delta T$$

pour $\Delta D = 1\text{m}$, $\Delta T = 3,3$ ns.

Pour qu'une telle précision puisse être obtenue, cela impose des contraintes importantes :

- au niveau de la synchronisation et de la stabilité des horloges des satellites,
- au niveau des amplificateurs et compteurs des récepteurs,
- au niveau de la constance des vitesses de propagation.

On peut dire en première approximation que :

- la synchronisation des horloges satellites entre elles seront de quelques nanosecondes,
- la stabilité de ces horloges, recalées à des périodes T de 24 h, sera de l'ordre de :

$$\frac{\Delta T}{T} = 0,4 \cdot 10^{-13}$$

- la bande passante des récepteurs sera de 20 MHz pour les versions militaires et 2 MHz pour les systèmes civils,
- les vitesses de propagation seront corrigées des effets ionosphériques et éventuellement troposphériques.

Cela étant, il est prévu de doter les satellites d'horloges atomiques (Rubidium, Césium, et Maser à hydrogène).

Les récepteurs seront dotés d'horloges de très bonne stabilité à court terme, semblables aux horloges des stations de réception Transit actuelles (stabilité de 10^{-11} sur une seconde et de 510^{-10} sur une journée).

Comme la bande passante des signaux émis sera impor-

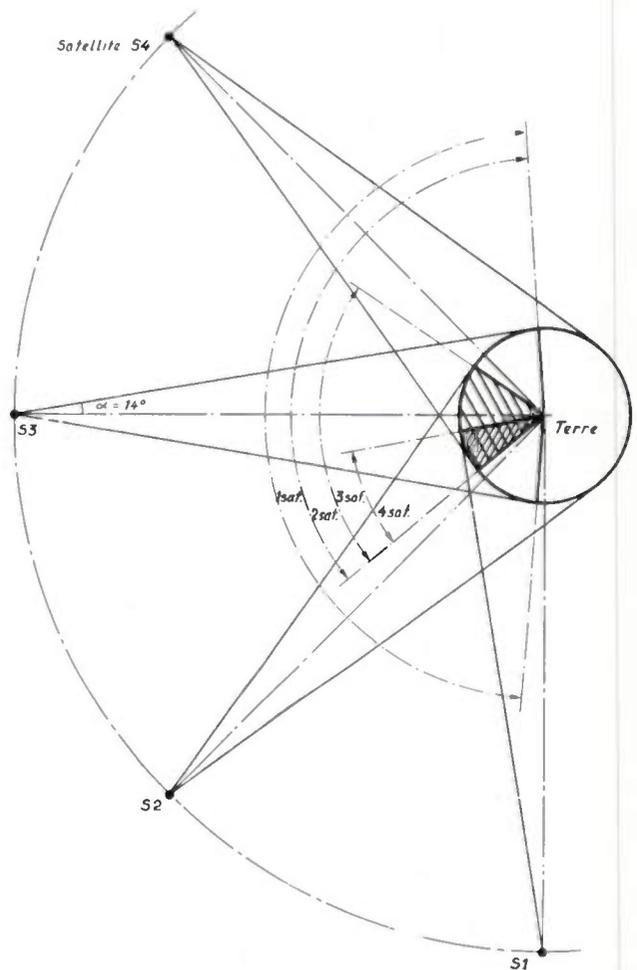


Fig. 7. - Caractéristiques du système GPS.

SYSTÈME

- 24 satellites.
- Orbite circulaire - Altitude 20 000 km.
- Période 12 h - vitesse 3,8 km/s.
- Inclinaison des orbites $i = 63^\circ$.
- Répartition des satellites en 3 plans contenant chacun 8 satellites.

SATELLITES

- Poids : 500 kg.
- Signaux émis en bande L : 1 227 et 1 575 MHz (cohérence).
- Horloge atomique - stabilité 10^{-13} .
- Énergie - Accumulateur Cd-Ni (3 batteries).
- Panneaux solaires orientales 5 m^2 .
- Modulation - Quadriphase.
- Code à bruit pseudo-aléatoire.
- Éphémérides : 50 bits/s.
- Bande passante : 100 Hz à 20 MHz.
- Antenne - 12 éléments en hélice.

PLANNING DE RÉALISATION

- 1982 9-11 satellites localisation en 2 dimensions.
- 1985 24 satellites localisation en 2 dimensions.

tante, il est nécessaire d'avoir une protection efficace contre bruits et brouilleurs. De ce fait, les signaux seront émis suivant une séquence pseudo-aléatoire qui sera décodée par corrélation dans le récepteur.

Il y a autant de séquences que de satellites.

C. Caractéristiques du système GPS.

Les caractéristiques du système sont rassemblées dans le tableau de la figure 7.

Le système sera constitué de 24 satellites dont les orbites circulaires seront contenues dans trois plans séparés les uns des autres de 60° . Le plan de ces orbites sera incliné de 63° sur le plan équatorial.

Chaque plan correspond à la trajectoire de 8 satellites distants angulairement de 45° les uns des autres (fig. 8).

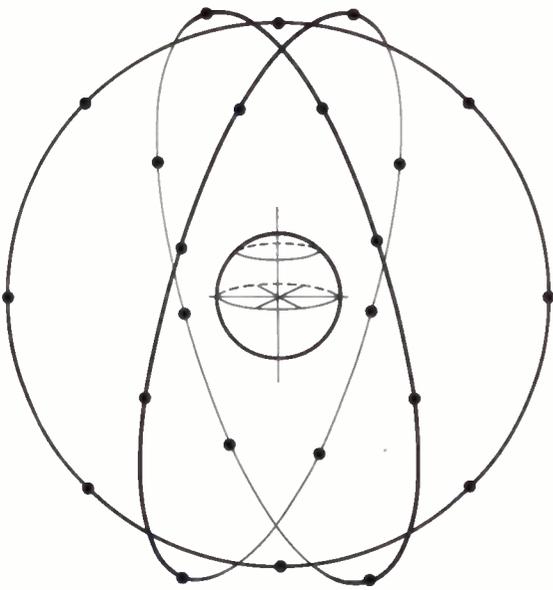


Fig. 8. — Configuration orbitale (GPS).

La période de révolution de chaque satellite est de 12 h (1), ce qui correspond à une vitesse des satellites de 3,8 km/s environ et à une altitude de 20 000 km de la surface terrestre.

Les satellites émettront sur 2 fréquences cohérentes, issues d'un étalon de fréquence, d'une stabilité de l'ordre de 10^{-13} .

L'alimentation en énergie sera effectuée par des panneaux solaires, alimentant des batteries Cadmium-Nickel. Les batteries prennent le relais lorsque le soleil est masqué par la terre.

Les signaux émis sont modulés en quadriphase et de telle sorte que l'on puisse séparer les informations propres à chaque satellite puisque les fréquences sont pratiquement les mêmes. Ces signaux porteront en clair les éphémérides et des messages codés.

Un groupe d'antennes, orientées en permanence vers la terre, pourra recevoir les messages du sol et émettre les signaux nécessaires à la localisation.

(1) On peut remarquer que le choix de la période de 12 h provient du désir de faire en sorte que les stations de poursuite soient réparties sur le territoire américain.

Sur la figure 9, on a représenté, l'un des types de satellite du système GPS.

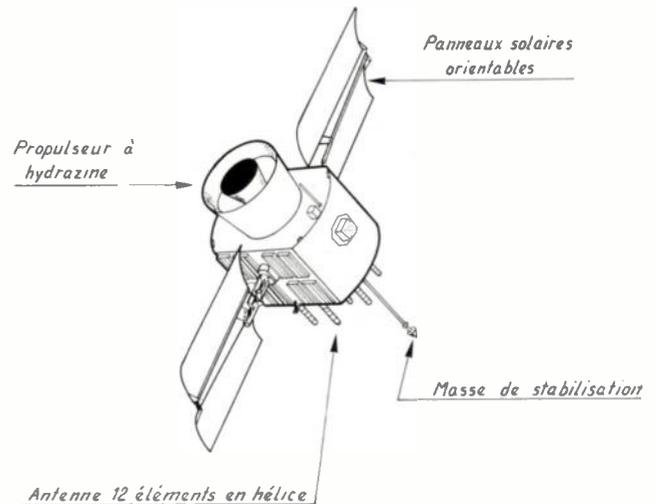


Fig. 9. — Satellite NST-1 (GPS).

Sur la figure 10, on a indiqué les plages de visibilité des satellites d'une même orbite. Cela permet de voir les zones de visibilité simultanée de plusieurs satellites (1, 2, 3, 4). On peut imaginer que pour certaines positions de l'observateur, le nombre de satellites en vue en même temps peut être important puisque deux orbites consécutives sont séparées de 60° sur le plan équatorial (au pôle, on peut avoir jusqu'à 11 satellites et 6 à l'équateur).

4. INTÉRÊT ET UTILISATION DES SYSTÈMES DE NAVIGATION PAR SATELLITES DANS LA MARINE MARCHANDE

Les systèmes de navigation par satellites ont apporté un progrès dans l'art de la navigation, mais ils ont du mal à s'imposer car leur prix est encore assez élevé par rapport à ce qui est souhaité.

Le problème posé peut être formulé par les questions suivantes :

- quels sont les avantages apportés par rapport aux autres systèmes ?
- les services rendus compensent-ils les investissements effectués ?

AVANTAGES DES SYSTÈMES DE LOCALISATION PAR SATELLITES.

Les systèmes de localisation par satellites peuvent être comparés aux systèmes traditionnels utilisés en navigation océanique.

Dans ces systèmes, l'estime est effectuée par un ensemble loch et gyrocompas associé ou non à un compteur de milles nautiques. Le recalage de la position estimée entretenue manuellement est effectué périodiquement par des points astronomiques ou des points radioélectriques.

POINTS ASTRONOMIQUES.

Ces points sont effectués de jour, en utilisant le soleil et, de nuit, les étoiles ou les planètes. Ils sont affectés par l'état du ciel et de la mer.

POINTS RADIOÉLECTRIQUES.

En dehors des systèmes à faible portée (Toran, Decca-Navigator ou Hi-Fix), les systèmes utilisés sont le Loran A ou le Loran C et l'Omega.

Les points sont effectués en général manuellement en reportant sur les cartes d'hyperboles, les numéros lus sur les cadrans.

Par rapport à ces systèmes, les systèmes de localisation par satellites représentent les avantages suivants :

- entretien automatique de l'estime,
- recalage automatique du point à une période suffisante (2 h),
- couverture mondiale,
- indépendance des conditions météorologiques et des conditions de propagation,
- précision excellente.

Ils peuvent, par une utilisation rationnelle de l'ordinateur, apporter une aide non négligeable aux fonctions de navigation en effectuant à la demande les calculs suivants :

- route orthodromique,
- route loxodromique,
- distances à parcourir,
- temps pour parcourir une distance donnée à une vitesse imposée,
- vitesse pour parcourir une distance donnée en un temps donné.

Toutes ces possibilités, justifient-elles les investissements effectués ?

SERVICE RENDUS.

Parmi les services rendus par un système précis, automatique et pouvant dialoguer avec le « navigateur », on peut citer :

- la disponibilité en permanence de la position grâce à sa visualisation,
- le gain de temps (diminution du temps passé à effectuer les tâches de navigation),
- l'accroissement de sécurité par une meilleure connaissance de la position et des épaves, en particulier dans les zones dangereuses,
- le gain sur le parcours par le choix d'une route plus courte (orthodromie) ou d'une vitesse plus économique,
- la prévision des heures d'arrivée et des moments de déchargement,
- le choix plus précis d'une route évitant les zones de tempêtes,
- la délimitation des eaux territoriales.

REPROCHES FAITS AUX SYSTÈMES ACTUELS.

Par rapport au système de navigation océanique idéal ayant les caractéristiques suivantes :

- bonne précision (500 m) et couverture mondiale,
- bonne fiabilité et facilité de maintenance,

- faible encombrement (40 × 30 × 40 cm),
- automaticité,
- faible consommation (30-50 W),
- faible prix (5 à 10 000 F).

Il semble que les systèmes de localisation par satellites soient les mieux placés dans un avenir proche grâce au développement de la technologie (microprocesseur) et des nouveaux systèmes (GPS). Ils resteront cependant concurrencés par les systèmes radioélectriques à base terrestre (Omega, Loran) qui resteront utiles dans les zones plus limitées.

Les systèmes donneront un point en permanence à partir de calculs effectués par des microprocesseurs.

Le coût de ces appareils restera un handicap sérieux pour leur diffusion bien qu'il se soit réduit d'un facteur 3 et qu'il diminuera encore d'un facteur 2. Il y a quelques années, les prix des stations de réception par satellites à usage civil étaient de l'ordre de 400 à 500 000 F. Ils sont aujourd'hui de l'ordre de 150 000 F.

PRINCIPALES UTILISATIONS ACTUELLES.

- Transporteurs de carburant (tankers),
- Transporteurs de gaz ou de produits chimiques,
- Remorqueurs de haute mer,
- Pêche hauturière (possibilité de retrouver rapidement les bancs de poissons et thons en particulier).

APPLICATIONS SPÉCIFIQUES.

- Navires câbliers pour reconnaissance et pose des câbles,
- Navires de recherches pétrolières,
- Navires de recherches minières en mer (nodules de manganèse),
- Océanographie, hydrographie, géodésie.

Dans le cas de ces applications spécifiques, les systèmes de réception sont plus sophistiqués car des éléments complémentaires sont ajoutés (sonar doppler, système de navigation par balises acoustiques répondeuses, sondeur). Les données prélevées (sonde, température, navigation précise) sur zone peuvent être enregistrées sur bande magnétique de façon à pouvoir être traitées et archivées dans les centres de calcul à terre.

CONCLUSION

Les systèmes de localisation par satellites équipent actuellement quelques pour cent des navires de la Marine Marchande mais leur nombre progresse en même temps que ces systèmes se simplifient et s'améliorent.

Dans les années à venir, ces nouveaux systèmes de prix abordables, précis, automatiques et peu encombrants équiperont de plus en plus les navires, étant donné l'augmentation du trafic. Ils seront complétés par des systèmes anti-collision de technologie voisine.

par M. MONNOT,
Ancien élève de l'École Polytechnique et
de l'ENST, Ingénieur au CNET, départe-
ment « Études Fondamentales de Trans-
mission ».

Centre National d'Études des Télécommu-
nications, 38-40, rue du Général Leclerc,
92131 Issy-Les-Moulineaux (tél. :
638.47.31).



RÉSUMÉ

Cet article a pour objet de faire le point sur les systèmes de télécommunications par satellite à destination des navires. Après avoir décrit les problèmes généraux liés à ces systèmes et les éléments constitutifs d'un système, l'auteur passe en revue les systèmes existants (MARISAT, MAROTS) et la future organisation INMARSAT. Enfin, il indique les options possibles pour les systèmes futurs.

1. GÉNÉRALITÉS

Les télécommunications du service fixe par satellite ont supplanté en grande partie les liaisons par ondes décimétriques pour assurer les liaisons à grande distance entre points fixes. Dans le domaine des communications avec les navires (service mobile maritime), l'emploi des satellites n'en est par contre qu'à ses débuts.

Actuellement, les liaisons assurées entre la terre et les navires par les moyens terrestres (propagation ionosphérique) sont loin de donner satisfaction pour les raisons suivantes :

- mauvaise qualité de transmission, caractérisée par des variations importantes au cours du temps du fait des aléas de la propagation des ondes par réfraction sur les couches de l'ionosphère, couches qui se déforment au cours du temps,
- temps d'attente importante, pouvant atteindre dans certains cas plusieurs heures, pour les mêmes raisons que ci-dessus,
- encombrement du trafic du fait de l'insuffisance du nombre des fréquences disponibles.

Le seul moyen d'obtenir un service efficace, de niveau de qualité suffisant, consiste dans l'emploi de satellites, dans le cadre du « service mobile maritime par satellite ». Dans ce cas, en effet, les conditions de propagation des signaux sont parfaitement stables au cours du temps, ce qui permet de garantir la qualité souhaitée de façon permanente tout en assurant des délais d'attente très faibles.

2. PRINCIPE D'UN SYSTÈME A SATELLITE MARITIME

Dans le service mobile maritime par satellite, le satellite joue un rôle de relais entre la terre et les navires. Par conséquent, un système de ce service se compose des éléments suivants :

- un satellite,

SUMMARY

Maritime Satellites Systems.

The aim of this article is to review the current situation concerning communications to ships using mobile satellites. Following a brief description of problems related to the systems and components, the author reviews the existing systems (MARISAT and MAROTS) and the INMARSAT Organization. Finally, possible future systems are indicated.

- des stations terriennes installées à bord des navires, dites « stations de navire »,
- des stations terriennes situées sur la terre ferme, dites « stations côtières ».

On trouvera à la figure 1 une représentation schématique d'un tel système.

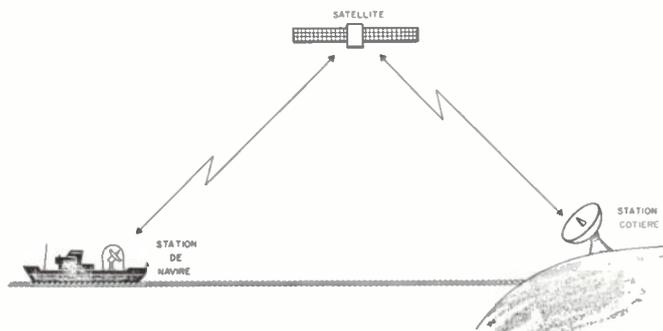


Fig. 1. – Principe d'un système à satellite maritime.

Il y a ici une différence fondamentale avec le cas d'un système du service fixe par satellite, où les stations terriennes sont toutes fixes et de types similaires (avec éventuellement des tailles différentes). Dans le système étudié ici, il y a deux catégories bien distinctes de stations : les stations côtières, qui sont des stations fixes, analogues comme conception à celles du service fixe par satellite et, par ailleurs, les stations de navire, qui sont des stations mobiles de conception radicalement différente.

Cette partition des stations terriennes du système en deux catégories entraîne l'existence de deux types de liaisons bien distincts : les liaisons entre la terre et le satellite et les liaisons entre les navires et le satellite. Les liaisons entre la terre et le satellite sont analogues dans le principe à celles du service fixe par satellite, auquel elles empruntent les bandes de fréquences ; plus généralement, ces liaisons se rattachent à la catégorie dite des « liaisons de connexion » qui sont celles qu'on établit entre des stations terriennes analogues à celles du service fixe par satellite et un satellite n'appartenant pas à

(1) Article issu de la journée d'études du 9 juin 1977, reçu le 6 février 1978 et accepté le 28 avril 1978.

ce service. Les liaisons entre les navires et le satellite sont typiques du service particulier considéré ici, les fréquences utilisées étant spécialement attribuées à ce service.

L'organisation d'un tel système nécessite l'établissement via le satellite de voies de télécommunications et de voies d'accès et de signalisation, ces dernières ayant pour objet l'assignation des voies de télécommunications aux navires en fonction de la demande et la retransmission de la signalisation du réseau général de télécommunications.

3. PROBLÈMES LIÉS AU SYSTÈME

3.1. Trajets multiples

L'effet le plus significatif de l'influence de la mer sur la propagation est celui dit des « trajets multiples ». La mer se comporte vis-à-vis des ondes radioélectriques comme un miroir plus ou moins parfait qui réfléchit les ondes arrivant sur sa surface. Si donc on dispose à bord d'un navire d'une antenne destinée à recevoir une onde à provenance d'un satellite, on recevra, outre le signal principal (signal direct), un signal réfléchi, somme composite de signaux provenant de la réflexion de l'onde sur la mer. Ce phénomène est schématisé à la figure 2. Les signaux réfléchis étant, du fait de la réflexion et de la différence de trajet entre ondes directe et réfléchie, d'amplitude et de phase variable au cours du temps, s'ajoutent au signal direct et provoquent de ce fait des fluctuations du signal reçu au cours du temps.

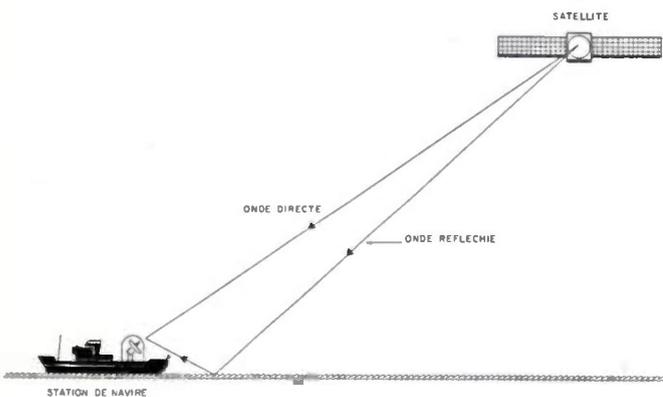


Fig. 2. — Trajets multiples.

Ces fluctuations ont un effet néfaste sur les conditions de réception du signal à bord du navire et, pour éviter que le signal ne tombe du fait de ses variations en dessous du niveau nécessaire, on doit prévoir que la puissance émise par le satellite soit supérieure à la valeur nécessaire en l'absence de trajets multiples d'une quantité qui dépend de l'amplitude des fluctuations. On caractérise cette élévation nécessaire de la puissance à émettre par le satellite par une marge (dB), due aux trajets multiples, pour un pourcentage donné (typiquement, 99 %). Cette marge est, pour les antennes utilisées le plus couramment, d'environ 5 dB et à 5° d'angle de site du satellite et d'environ 3 dB à 10° d'angle de site du satellite, pour une mer moyenne.

3.2. Bandes de fréquences

Les liaisons entre les navires et le satellite se font dans les bandes suivantes :

- sens terre vers espace : 1 636,5-1 645 MHz.
- sens espace vers terre : 1 535-1 543,5 MHz.

Il convient de noter que les bandes 1 644-1 645 MHz et 1 542,5-1 543,5 MHz sont attribuées en partage aux services mobiles maritime et aéronautique par satellite dans le but de permettre un éventuel système de détresse commun aux deux services. Les 7,5 MHz restant dans chaque bande sont attribués de façon exclusive au service mobile maritime par satellite.

Pour ce qui est des liaisons entre le satellite et la terre ferme, on peut, en théorie, soit utiliser les bandes allouées au service mobile maritime par satellite, soit utiliser celles allouées au service fixe par satellite. L'étroitesse des bandes indiquées plus haut a conduit à se restreindre en pratique à la deuxième possibilité, c'est-à-dire l'utilisation des bandes du service fixe par satellite afin d'assurer les liaisons de « connexion ». Deux options sont offertes : soit utiliser une dizaine de MHz dans les bandes voisines de 4 et 6 GHz, soit le faire dans les bandes voisines de 11 et 14 GHz. L'emploi de ces dernières peut éventuellement simplifier les problèmes de partage entre stations côtières et stations hertziennes, mais cet avantage apparaît mineur eu égard aux complications encourues par rapport aux bandes 4 et 6 GHz aussi bien au niveau de la propagation qu'au niveau de la technologie des équipements de satellite et de station côtière. Aussi l'emploi des bandes 4 et 6 GHz apparaît-il comme le meilleur choix possible sur le plan technique.

3.3. Qualité téléphonique

Comme on ne peut disposer à bord des navires que de stations de dimensions relativement réduites, on est amené à émettre, au niveau du satellite, des puissances par voie nettement supérieures à celles nécessaires dans le cas du service fixe par satellite. De ce fait, les bilans de liaison sont extrêmement serrés, en particulier en ce qui concerne la liaison satellite vers navires et on a intérêt dans ces conditions à utiliser pour la téléphonie la méthode de modulation qui conduit au plus faible niveau de signal nécessaire à l'entrée du récepteur du navire pour obtenir une qualité donnée.

Les objectifs de qualité pour la transmission par satellite maritime d'une voie téléphonique diffèrent légèrement de ceux définis pour le service fixe par satellite ; la puissance de bruit ne doit pas dépasser, d'après les derniers travaux du CCIR (Commission 8), 25 000 pW (puissance psophométrique moyenne).

Ce critère est légèrement moins sévère que celui utilisé pour le service fixe par satellite, ce qui correspond à l'idée qu'on doit se rapprocher le plus possible des conditions de ce service tout en tenant compte des conditions particulières très contraignantes en puissance liées à la transmission sur la liaison satellite vers navire.

Les deux modulations susceptibles a priori de permettre la réalisation de l'objectif ci-dessus pour un rapport porteuse à densité de bruit minimal sont la modulation de fréquence à bande étroite (MFBE) associée à des compresseurs extenseurs et la modulation DELTA. Ces modulations ne peuvent pas valablement faire l'objet de comparaisons théoriques car le bruit est de nature différente de l'une à l'autre, le MFBE étant une modulation analogique alors que la modulation DELTA est de type numérique. Le seul procédé valable dans ce cas consiste à effectuer des essais subjectifs de qualité téléphonique.

Le résultat des essais effectués à ce sujet est que la modulation MFBE est légèrement meilleure que la modulation DELTA pour les niveaux de qualité recherchés, l'écart entre les deux étant d'autant plus grand que le C/N_0 admissible est faible. Ceci a conduit à choisir la modulation MFBE pour les besoins du service mobile maritime par satellite. La qualité recherchée s'obtient pour une valeur de C/N_0 de l'ordre de 50 ou 51 dBHz pour les conditions de réception les plus mauvaises.

3.4. Bilan de liaison

Dans un système à satellite maritime, la liaison la plus critique est celle du satellite au navire, en raison de la faible valeur du facteur de qualité (G/T) des stations de navire. Le bilan de cette liaison peut s'établir comme suit. Le niveau du signal nécessaire à l'entrée de l'antenne de la station terrestre de navire est donné par :

$$C = \frac{C}{N_0} kT \frac{1}{G} = k \frac{\frac{C}{N_0}}{\frac{G}{T}}$$

avec :

$$\begin{aligned} k &= - 228,6 \text{ (constante de Boltzmann)} \\ C/N_0 &= 51 \text{ dBHz} \\ G/T &= - 4 \text{ dB/K} \end{aligned}$$

soit :

$$C = - 173,6 \text{ dBW}$$

On en déduit la p.i.r.e. nécessaire au niveau du satellite par voie téléphonique, en ajoutant à la valeur précédente l'affaiblissement de transmission à 1,5 GHz (188 dB) et la marge pour trajets multiples (3 dB, pour un angle de site de 10°, à 99 % de temps). La valeur de p.i.r.e. qu'on en déduit est d'environ 17,5 dBW. Si l'on considère un satellite maritime ayant une antenne d'émission à couverture globale (gain d'antenne de 17 dB), on voit que la puissance à émettre par voie téléphonique au niveau du satellite est de l'ordre de 1 watt. Bien entendu, les valeurs précédentes ne sont que des ordres de grandeur et la fixation de valeurs précises nécessite la prise en compte de la liaison station côtière vers satellite.

3.5. Accès au satellite et interface avec le réseau terrestre

En ce qui concerne les voies de télécommunications, deux solutions distinctes doivent être envisagées. Dans le cas de la téléphonie, on utilise des porteuses monovoies en AMRF affectées à la demande. Dans le cas de la télégraphie, la bande de fréquence est trop étroite pour qu'on ait recours au système précédent et on utilise l'AMRT ou, selon le cas, l'AMRF/MRT, les voies temporelles ainsi obtenues étant affectées aux navires en fonction de la demande. Les voies d'appel et de signalisation sont obtenues de façon très différente selon le sens considéré ; dans le sens station côtière vers station de navire, on effectue un multiplexage temporel avec les voies télégraphiques alors que, dans le sens station de navire vers station côtière, on emploie une voie à accès aléatoire. L'interface avec le réseau terrestre nécessite au niveau de la station côtière la présence d'un transcodeur. L'emploi d'un supprimeur d'écho n'est généralement pas nécessaire à bord des navires.

4. ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS

4.1. Satellite

La différence fondamentale entre un satellite maritime et un satellite de service fixe tient essentiellement au niveau de puissance élevé qu'on doit émettre par voie téléphonique. Il en résulte que la capacité d'un tel satellite est seulement de quelques dizaines de circuits téléphoniques.

Pour ce qui est de l'émission en direction des navires, la gamme de fréquences concernée (1,5 GHz) peut permettre d'envisager le remplacement du tube à ondes progressives par un amplificateur à transistors.

Les systèmes à satellite envisagés actuellement ont pour objet la couverture de l'ensemble d'une zone océanique. Le moyen le plus simple d'aboutir à cette couverture est l'emploi d'antennes à couverture globale. Toutefois, l'idée a aussi été avancée d'utiliser un ensemble d'antennes à couverture étroite commutables assurant un quadrillage de la zone océanique concernée. Ceci permettrait un gain en puissance significatif au niveau du satellite, mais entraînerait une plus grande complexité dans l'exploitation du système.

Il convient de noter que la capacité du satellite est limitée essentiellement par le sens terre vers navire. En effet, une puissance de 10 mW est suffisante par voie téléphonique au niveau du satellite dans le sens navire vers terre, à comparer à 1 W dans l'autre sens.

4.2. Station côtière

Une station côtière type correspond en taille à une station terrestre du service fixe par satellite de dimension moyenne (G/T de l'ordre de 31,5 dB/K). Une telle station comporte :

- des équipements de télécommunications destinés à la transmission des voies de téléphonie et de télégraphie,
- des équipements de commande d'affectation des voies de télécommunication en fonction de la demande,
- des équipements d'interface avec le réseau terrestre.

4.3. Station de navire

L'organisation générale d'une telle station est indiquée à la figure 3. Les équipements se divisent en deux catégories : équipements sur le pont et en cabine.

Les équipements sur le pont comprennent l'antenne, son système de stabilisation (sauf la partie « commande »), les équipements hyperfréquences et un radome de protection. Le gain d'antenne doit être tel que le facteur de qualité de la station soit de $- 4$ dB/K, ce qui correspond à un gain utile de 23 dB environ (pour cette raison, la solution retenue pour cette antenne est généralement un réflecteur parabolique). Le système de stabilisation a pour rôle de corriger les mouvements du navire en roulis, tangage et cap de façon à maintenir l'antenne en direction du satellite. En outre, il convient de repointer l'antenne périodiquement en direction du satellite de façon automatique de manière à apporter aux données de pointage nominales les corrections nécessitées par le déplacement du navire ; ceci peut être réalisé à l'aide d'un système « par pas » (« Step tracking »). Les équipements hyperfréquences assurent, à l'émission, l'amplification de puissance de sorte que la p.i.r.e. par porteuse soit de 37 ± 1 dBW ce qui correspond typiquement à un émetteur de 50 W, et, à la réception, l'amplification à faible bruit

5. EXPÉRIENCES

En 1973 et 1974 eurent lieu les premières évaluations subjectives de la qualité téléphonique dans les laboratoires du CNET. En septembre 1973, on effectua les premiers essais mettant en jeu l'environnement maritime, grâce à l'établissement de liaisons radioélectriques entre un navire et la côte par l'intermédiaire d'un ballon captif situé à Plymouth (Royaume-Uni). Ces essais permirent de préciser la connaissance des effets des trajets multiples sur une porteuse pure et sur une porteuse modulée, de tester les performances d'un système de stabilisation d'antenne et d'évaluer la qualité téléphonique obtenue dans un environnement maritime. En mars 1975, de nouveaux essais se déroulèrent au large des Açores, en utilisant cette fois le satellite ATS-6 de la NASA. Ces essais étaient effectués en coopération entre les États-Unis et l'Europe. Les activités européennes étaient coordonnées par le CERS/ESRO. Sur le plan français, de nombreux essais relatifs aux effets des trajets multiples et à la qualité téléphonique ont été effectués grâce à une collaboration entre le Secrétariat Général de la Marine Marchande (SGMM), le CNES et le CNET.

6. DESCRIPTION DES SYSTÈMES

6.1. MARISAT

Le « Consortium MARISAT » comprend quatre sociétés américaines, dont la principale est la « COMSAT General Corporation ». Ce consortium a mis sur pied un système mondial de télécommunications par satellites maritimes, les satellites étant utilisés aussi bien pour les besoins de la marine américaine (U.S. Navy) que pour les besoins civils, dans des bandes de fréquences différentes.

Un satellite MARISAT, dont on trouvera une représentation à la figure 5, comporte 3 répéteurs : le premier destiné aux communications de la marine américaine, le deuxième assurant la liaison terre vers navire, le troisième assurant la liaison navire vers terre. Les bandes de fréquences utilisées dans le sens terre vers navire sont les suivantes :

- station côtière vers satellite : 6 420-6 425 MHz.
- satellite vers station de navire : 1 537-1 541 MHz.

Les bandes de fréquences utilisées dans le sens navire vers terre sont les suivantes :

- station de navire vers satellite : 1 638,5-1 642,5 MHz.
- satellite vers station côtière : 4 194-4 200 MHz.

Ces bandes rentrent dans le cadre général indiqué en 3.2.

Le satellite a une masse d'environ 350 kg, il est de forme cylindrique stabilisé par rotation (diamètre 2,1 m, hauteur totale 3,6 m). Le lanceur est un « Thor Delta 2914 ». Les trois antennes hélice les plus grandes sont utilisées par les liaisons avec la marine américaine, les quatre antennes hélice les plus petites servent aux liaisons avec les navires marchands, tandis que les deux cornets assurent les liaisons de connexion à 4 et 6 GHz.

Le premier satellite MARISAT a été lancé le 19 février 1976 et placé au-dessus de l'Atlantique par 15° de longitude ouest. Le deuxième, lancé le 9 juin 1976, a été placé au-dessus du Pacifique par 176,5° de longitude ouest. Les zones de couverture de ces deux satellites sont représentées à la figure 6. Enfin, un troisième satellite a été lancé le 14

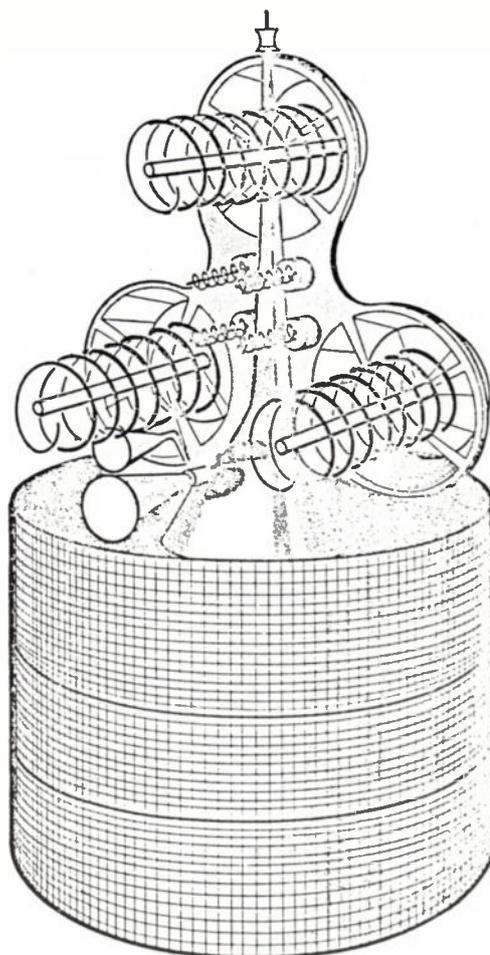


Fig. 5. — Satellite Marisat.

octobre 1976 et placé au-dessus de l'Océan Indien par 73° de longitude est.

Les deux premiers de ces satellites sont reliés aux États-Unis à l'aide de stations côtières situées sur les côtes est et ouest des États-Unis respectivement (station de Southbury et Santa-Paula). La première station côtière qui permettra d'accéder au troisième satellite sera située au Japon.

Chacun de ces satellites a une capacité maximale de 8 circuits téléphoniques ou leur équivalent en voies télégraphiques. Toutefois, dans la phase initiale où la plus grande partie de la puissance est utilisée pour les besoins de la marine américaine, la capacité dans le sens terre vers navire est seulement d'une porteuse de voie téléphonique et de deux porteuses assurant chacune la transmission de 22 voies télégraphiques en MRT. La capacité dans le sens navire vers terre est équivalente ; en particulier, on notera que les voies télégraphiques sont assurées à l'aide de deux porteuses distinctes, chacune d'elles étant utilisée en partage en AMRT par les stations de navire jusqu'à concurrence de 22 voies.

La COMSAT General a, en 1975, commandé deux cents stations de navires à la société américaine « Scientific Atlanta », afin de les proposer aux armateurs en vente ou en location. Les autres membres du consortium ont passé des accords similaires avec d'autres industries. A la fin de 1977, les navires équipés de station MARISAT appartenaient à environ une dizaine de pays différents. Plus de 90 navires ou plate-formes de forage (dont plus de 50 sous pavillon non américain) ont ainsi été équipés par les soins de la COMSAT General. Dans la suite, ce nombre devrait augmenter sensiblement. Certains pays européens se sont lancés égale-

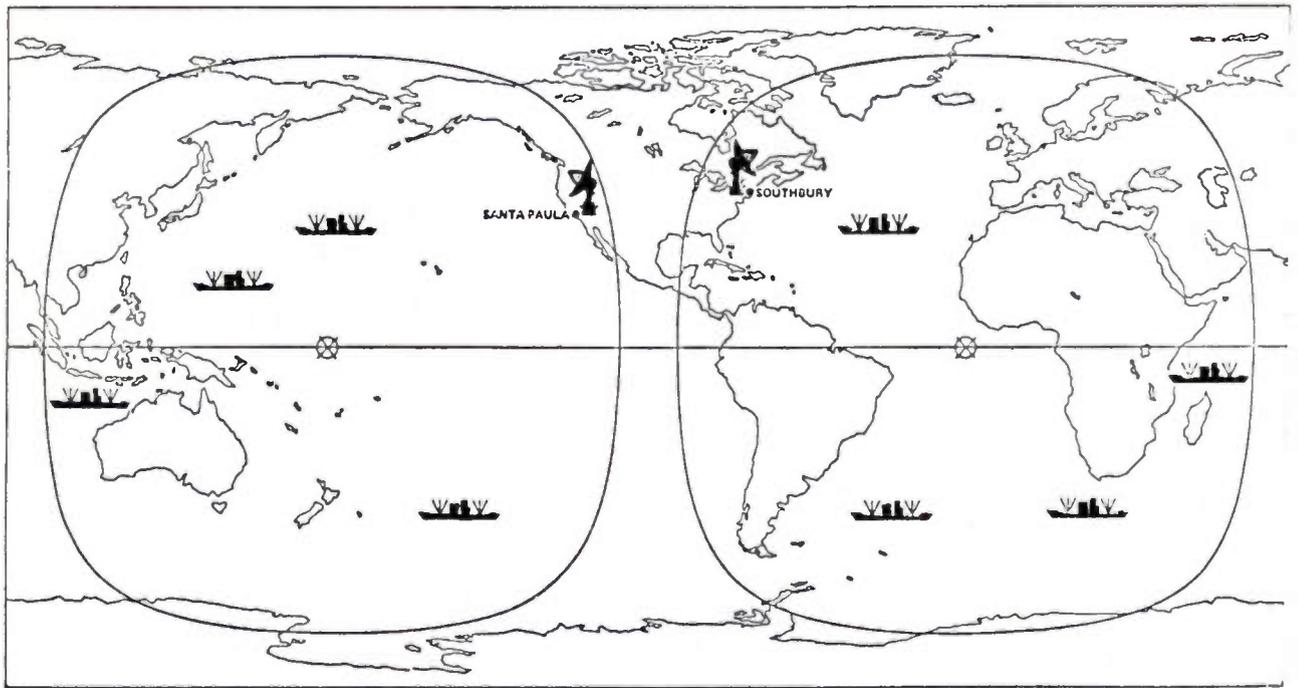


Fig. 6. — Marisat. Zones de couverture.

ment dans la construction de stations, dans la perspective d'un marché prometteur.

Ce système, qui semble devoir connaître cette année et les suivantes un développement rapide, présente l'inconvénient d'avoir été conçu au départ comme destiné uniquement aux besoins des États-Unis. Ainsi, actuellement, on ne peut utiliser qu'une seule station côtière par océan (situé aux États-Unis dans le cas des deux premiers satellites). Ceci est un obstacle sérieux à l'utilisation de ce système sur une base vraiment mondiale. Toutefois, la COMSAT General a prévu la possibilité d'insérer plus d'une station côtière par océan moyennant l'introduction de porteuses supplémentaires dans le sens terre vers navire. On pourrait alors concevoir la possibilité d'utiliser jusqu'à 16 stations côtières par océan, mais le système ainsi obtenu ne sera pas du tout optimal du point de vue des procédures d'accès. D'autres problèmes importants se posent, comme par exemple l'interface avec le réseau terrestre ; le système MARISAT emploie en effet une signalisation spécialement adaptée aux besoins des États-Unis. En résumé, le système MARISAT, s'il a l'avantage d'être actuellement le seul en service, présente l'inconvénient majeur de ne pas être très bien adapté aux besoins d'un trafic maritime sur une base internationale.

6.2. MAROTS

L'Agence Spatiale Européenne a entrepris le développement d'un satellite maritime de télécommunications, appelé « MAROTS », donc le lancement était initialement prévu pour la fin de l'année 1978. Les participants au programme sont la France, la Belgique, l'Allemagne, l'Italie, les Pays-Bas, la Norvège, l'Espagne, la Suède et le Royaume-Uni (pays qui verse au programme la contribution la plus importante).

Les bandes de fréquences qu'il était prévu d'utiliser sont les suivantes :

- satellite vers station de navire : 1 540-1 542,5 MHz.
- station de navire vers satellite : 1 641,5-1 644,5 MHz.

- satellite vers station côtière : 11,59-11,70 GHz.
- station côtière vers satellite : 14,49-14,50 GHz.

En 1976, il a été décidé de remplacer ces deux dernières bandes par les suivantes :

- station côtière vers satellite : 6 420-6 200 MHz.
- satellite vers station côtière : 4 194-6 425 MHz.

De ce fait, le lancement du satellite, rebaptisé « MAROCS » après ce changement de fréquences, n'interviendra pas avant 1980. Un deuxième satellite sera lancé en 1981. Ces satellites seront mis à la disposition d'« Eutelsat Intérimaire », organisme de télécommunications par satellite regroupant plusieurs Administrations Européennes.

Le satellite, dont on trouvera une représentation à la figure 7, a une structure dérivée de celle d'OTS. De conception modulaire, ce satellite comportera deux éléments :

- un module de service pratiquement identique à celui d'OTS,
- un module de télécommunications conçu spécialement pour la mission maritime et muni d'une grande antenne dans la bande 1,5-1,6 GHz de 2 m de diamètre à faisceau formé, assurant une couverture mondiale.

Le satellite a pour diamètre 2,18 m, pour hauteur 1,95 m, pour longueur 8,6 m (panneaux solaires déployés). Sa masse est de 466 kg, dont 64 kg pour la charge utile, sa puissance minimale de 500 W, dont 360 W pour la charge utile. Sa

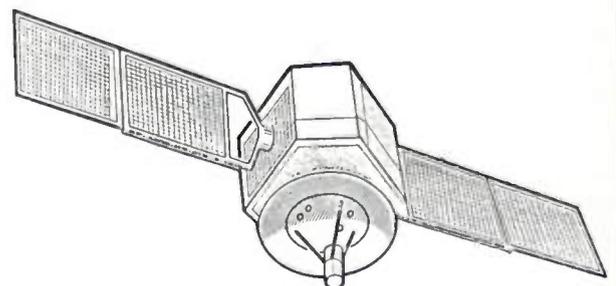


Fig. 7. — Satellite Marots.

durée de vie est de 7 ans. C'est un satellite à stabilisation 3 axes, qui sera lancé par une fusée Thor-Delta 3 914.

Il était prévu initialement que le premier satellite soit positionné à 40° E, de façon à couvrir les côtes de l'Atlantique et de l'Océan Indien (route maritime très fréquentée). Cette zone de couverture est représentée à la figure 8. Toutefois, la nécessité d'assurer la couverture du Japon pourrait conduire à placer ce satellite beaucoup plus à l'est.

La capacité de télécommunications est, dans le sens station côtière vers station de navire, de 38 voies téléphoniques en condition d'éclairement et de 6 voies téléphoniques en condition d'éclipse ; dans le sens station de navire vers station côtière, on peut transmettre 50 voies téléphoniques. Les voies téléphoniques auront la qualité recommandée par le CCIR (cf. parag. 3.3), les valeurs de C/N_0 obtenues pendant 99 % de temps étant d'au moins 51 dBHz. A l'origine, le système était prévu de façon que, dans le sens station côtière vers navire, chaque voie téléphonique puisse être remplacée par une voie à 9,6 kb/s en AMRT qui comporte 120 voies télégraphiques et l'information de signalisation nécessaire à l'appel et à l'affectation des voies ; chaque trame contient 30 intervalles de temps ; chacun d'eux comportait 4 voies télégraphiques et de l'information de signalisation. Dans le sens navire vers station côtière, chaque voie téléphonique pourrait être remplacée par deux voies à 9,6 kb/s en AMRT comportant chacune 60 voies télégraphiques que l'on peut affecter à la demande. En outre, dans le sens navire vers station côtière, il existait une voie d'appel et de signalisation à accès aléatoire. Les dispositions indiquées ci-dessus permettaient d'envisager l'utilisation des satellites MARECS avec un nombre de stations côtières pouvant aller jusqu'à 30 par zone océanique. Par ailleurs, il était prévu un système de numérotation des navires et de signalisation pouvant satisfaire aussi bien les exigences de l'Organisation Consultative Intergouvernementale de la Marine Marchande (OMCI) que du CCIR et du CCITT. Le

système MAROTS, tel qu'il était conçu à l'origine, était donc celui qui devrait dans l'avenir le mieux répondre aux besoins de la communauté maritime internationale.

Malheureusement, le développement rapide du système MARISAT a conduit à remplacer cette conception de système par une conception calquée sur celle de MARISAT (voir 6.4), ce qui a réduit le système MARECS à être une simple extension du système MARISAT.

6.3. INMARSAT

Lors d'une Conférence internationale qui s'est tenue à Londres du 1^{er} au 3 septembre 1976, il a été décidé la création d'une Organisation Internationale de Télécommunications Maritimes par Satellite nommée « INMARSAT », qui sera responsable du secteur spatial du futur système mondial de télécommunications maritimes. Les textes relatifs à cette organisation comprennent une Convention et un Accord d'exploitation. Ces textes sont ouverts à la signature, pour une période de 3 ans. La Convention est un accord intergouvernemental, alors que l'Accord d'exploitation concerne les organismes qui seront chargés d'exploiter le futur organisme public ou privé soumis à la juridiction des gouvernements en question (par exemple, aux États-Unis, un organisme privé tel que le COMSAT pourrait ainsi être l'organisme concerné par l'accord d'exploitation).

La Convention prévoit une structure d'INMARSAT inspirée en grande partie de celle d'INTELSAT. L'organisation comprendra les organes suivants :

a. L'Assemblée, composée des représentants de tous les gouvernements membre de l'Organisation, avec une voix par état. Toute décision portant sur des questions de fond est prise à la majorité des deux tiers, toute décision portant sur des points de procédure l'est à la majorité simple. Le rôle de cette Assemblée est d'examiner la politique générale et les objectifs à long terme de l'Organisation.

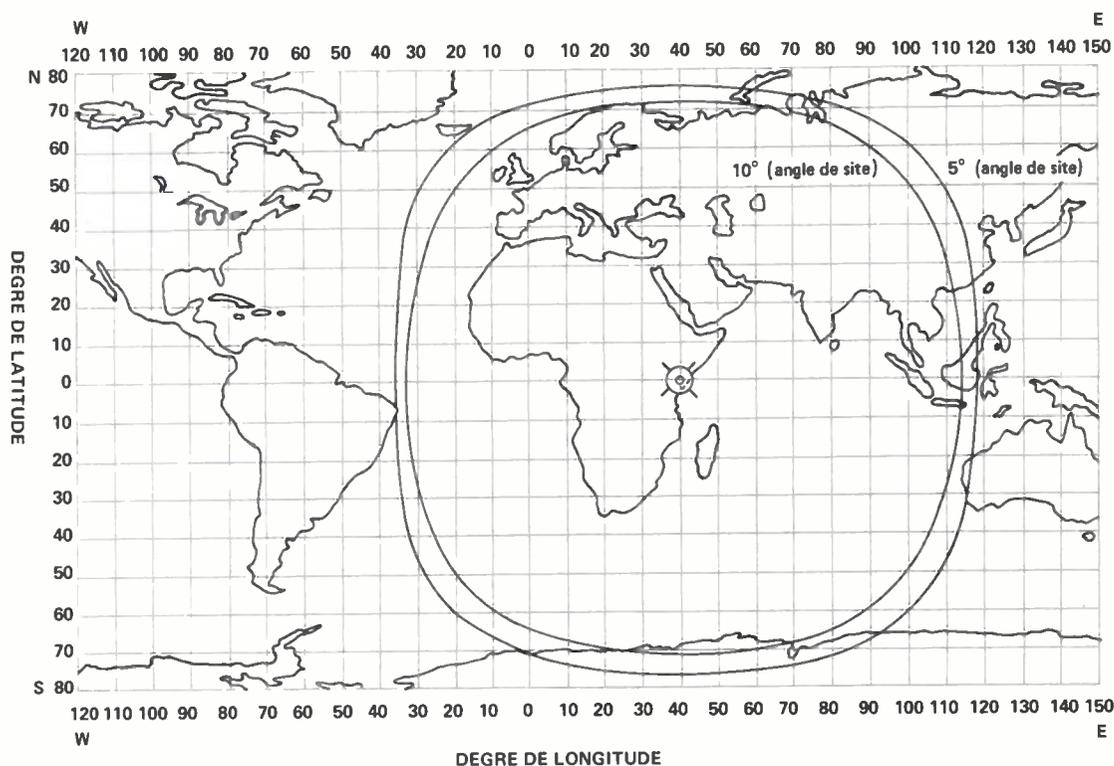


Fig. 8. — Marots. Zone de couverture.

b. Le Conseil, composé de 22 membres, dont 19 représentants les états signataires ayant les parts d'investissement les plus élevées, les autres membres étant élus par l'Assemblée en vue de garantir le respect du principe d'une représentation géographique équitable, compte tenu des intérêts des pays en voie de développement. Toute décision portant sur des questions de fond est prise à la majorité des représentants, s'ils disposent au moins des deux tiers des voix pondérées en fonction des parts d'investissement (aucun pays ne peut avoir plus de 25 % des voix), toute décision portant sur des points de procédure est prise à la majorité simple, chacun disposant d'une voix. Le Conseil est responsable de la mise en place, de l'exploitation et de l'entretien du secteur spatial et de la définition des procédures d'accès des stations côtières et de navire au système.

c. L'organe directeur, à la tête duquel se trouve un directeur général nommé par le Conseil pour 6 ans ; c'est le plus haut fonctionnaire et le représentant légal de l'Organisation.

L'Accord d'Exploitation définit les conditions financières de participation à l'Organisation des organismes concernés. Chacun d'eux contribue aux besoins en capital de l'organisation au prorata de sa part d'investissement déterminée sur la base de l'utilisation du secteur spatial d'INMARSAT. Cette utilisation se mesure d'après les redevances perçues par l'Organisation. En échange, chaque organisme signataire de cet Accord reçoit le remboursement et la rémunération du capital en fonction des bénéfices de l'organisation au prorata de sa part d'investissement. Des parts d'investissements initiales ont été fixées, les pays qui ont les parts les plus élevées étant les suivants :

États-Unis	17 %
Royaume-Uni	12 %
U.R.S.S.	11 %
Norvège	9,5 %
Japon	8,45 %
Italie	4,37 %
Allemagne (RFA)	3,5 %
France	3,5 %
Grèce	3,5 %

La Convention n'entrera en vigueur que lorsque des états représentants 95 % des parts d'investissement initiales y auront adhéré. Si ceci n'est pas réalisé dans un délai de 36 mois à partir du 3 septembre 1976, l'Organisation ne pourra voir le jour.

Dans l'intervalle, les aspects techniques, économiques et d'organisation d'INMARSAT ont été traités dans le cadre d'un « Comité Préparatoire » dont les travaux, qui ont duré de janvier 1977 à juillet 1978, n'ont pas permis d'aboutir à des conclusions définitives concernant l'avenir du système. Toutefois, il a été indiqué que le système mondial de première génération (à partir de 1982) devrait avoir pour base les spécifications de MARISAT.

6.4. Systèmes futurs

6.4.1. PREMIÈRE GÉNÉRATION

En dehors du cadre des réunions relatives à INMARSAT, des négociations sont en cours en ce qui concerne le futur

système mondial de première génération (à partir de 1982). Les satellites devront avoir la capacité des MARECS, le système ayant les mêmes spécifications que MARISAT :

Trois possibilités existent :

a) La « joint Venture ». L'Entreprise en Participations (« Joint Venture ») pourrait regrouper, sous forme d'un Consortium, les États-Unis et l'Europe, ainsi sans doute que le Canada et le Japon. Ce Consortium ferait l'acquisition auprès de l'Agence Spatiale Européenne (ou d'Eutelsat Intérimaire) de 4 satellites MARECS (les deux premiers construits en Europe, étant gratuits, le constructeur et le prix des deux derniers étant à définir).

b) INTELSAT. INTELSAT pourrait fournir une couverture mondiale de la façon suivante :

– Satellites INTELSAT V sur les Océans Atlantique et Indien (capacité partagée avec le service fixe).

– Satellites spécialisées sur l'Océan Pacifique (les 2 premiers satellites MARECS pourraient faire l'affaire, si un accord intervenait dans ce sens entre INTELSAT et les organismes européens compétants).

c) MARISAT II. Une solution purement américaine, reposant sur le Consortium MARISAT, n'est pas à exclure, bien que peu probable. Elle nécessiterait sans doute un partage de capacité avec la marine américaine, comme c'est le cas avec les satellites MARISAT actuels.

Quelle que soit la solution retenue, cette solution pourra éventuellement être incorporée dans la structure d'INMARSAT si cette organisation voit le jour (« système INMARSAT initial »).

6.4.2. DEUXIÈME GÉNÉRATION

Pour ce qui est des satellites de deuxième génération (après 1987), il est encore trop tôt pour imaginer les options possibles. En ce qui concerne la conception du système de deuxième génération, la majorité des pays (en particulier les pays européens) souhaiteraient une évolution des spécifications de façon à se rapprocher des conceptions du « système MAROTS » (système d'accès centralisé au lieu du système d'accès réparti, AMRT au lieu de l'AMRF/MRT dans le sens station côtière vers navire) mieux adapté à un grand nombre de stations côtières. Les États-Unis ont estimé qu'il était trop tôt pour se prononcer à ce sujet.

7. CONCLUSION

Le système actuel (MARISAT) assure une couverture mondiale avec une capacité très limitée. Dans un avenir proche (à partir de 1982), on devrait disposer d'un système mondial d'une capacité de quelques dizaines de circuits téléphoniques par océan, aux normes de MARISAT.

Plus tard (à partir de 1987), un nouveau système, d'une capacité plus importante, serait mis en place, avec, on peut l'espérer, des spécifications permettant d'assurer avec le maximum d'efficacité l'accès au secteur spatial d'un grand nombre de navires et de stations côtières.

An analysis of Lithographic Process System Cost in I.C. Manufacturing⁽¹⁾

MICROLITHOGRAPHIE

L'onde électrique
1978, vol. 58, n° 11
pp. 737-741



par N. G. WU,

Ph. D. Mechanical Engineering, University of California, Berkeley, California Manager of Equipment Systems Engineering.

and W. J. PINCKNEY,

Graduate Studies at the University of Bridgeport, Bridgeport, Conn. Advisory Engineer.

International Business Machines, Corporation, East Fishkill Facility, Hopewell Junction, New York 12533, U.S.A.

RÉSUMÉ

analyse du coût d'un système de lithographie dans la fabrication des circuits intégrés.

— Les auteurs de cet article présentent une étude comparative sur le coût d'un système de microlithographie dans la fabrication des circuits intégrés. Cette étude tient compte des différents processus de fabrication et des divers équipements de production. Cette analyse met en lumière la relation de coût qui existe entre les exigences sur le produit, l'équipement de microlithographie et les technologies pour les produits anciens, actuels et futurs. Sur la base des chiffres présentés, des compromis appropriés peuvent être établis de manière à assurer la productivité la plus élevée à un coût minimal.

SUMMARY

A comparative analysis was made on the cost of the photolithographic process system in integrated circuit manufacturing based on the various manufacturing process and process equipment technologies.

This analysis establishes the cost relationship among the product requirements, lithographic manufacturing equipment, and process technologies for the past, present, and future products. Based on the data presented, proper trade-offs can be made for the maximum productivity and minimum cost.

OBJECTIVES

This analysis establishes, for past, present, and projected integrated circuit products, the cost relationship among (1) the characteristics of those products, (2) the equipment for lithographic manufacturing and (3) process technologies. On the basis of the data presented, proper trade-offs can be made for maximum productivity and minimum cost under given conditions. It is hoped that the cost system approach will stimulate interest for further analysis of the manufacturing cost as a preliminary to the design of an integrated circuit manufacturing line.

INTRODUCTION TO LITHOGRAPHY

Lithography is that part of the integrated circuit manufacturing process in which the detail geometries of microscopic size are obtained. Lithography is used repeatedly during the fabrication of integrated circuits to delineate the areas of integrated circuit components in which diffusion, ion implantation, etching, and metalization are to be allowed or prevented. It transfers the geometric pattern of the integrated circuit components to a wafer by a mask or by direct writing, and permanently establishes the patterns on the

wafer by means of etching. For mask fabrication of wafers, the lithographic processing requires a set of precision overlay masks, as shown in figure 1.

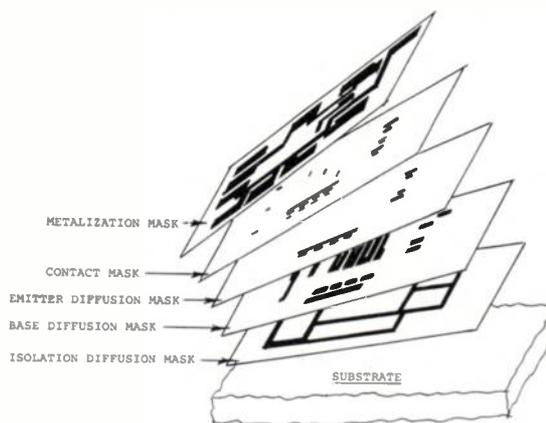


Fig. 1. — Application of photolithography to produce integrated circuits.

Figure 2 is a flowchart of the process of manufacturing integrated circuits. After the oxidation, diffusion, ion implantation and evaporation processes, the wafers are cycled through lithographic process steps, as shown.

The major lithographic equipment technologies and the type of processing for each lithographic process in the manufacture of integrated circuits are shown in table I.

(1) Communication présentée au Colloque sur la Microlithographie du 21 au 24 juin 1977 à Paris.

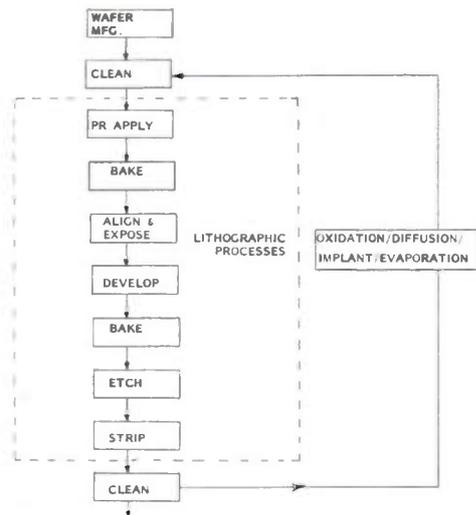


Fig. 2. — Typical I.C. manufacturing process flow.

TABLE I

Major lithographic equipment technologies.

Process	Tool technology	Type of processing
PR Apply	High Speed Spin (with controlled acceleration)	Single Wafer
Bake	Oven Dry Hot Plate Infrared	Batch – Single Wafer
Align and Expose	Optical – Contact – Proximity – Projection (full field step and repeat) E-Beam – Mask Making – Direct Expose X-Ray (future)	Single Wafer
Develop	Wet – Immersion – Spray	Batch/Single Wafer
Etch	Wet – Immersion – Spray Dry – RIE	Batch/Single Wafer
Strip	Wet – Immersion – Spray Dry – Gases – Plasma	Batch/Single Wafer

CHARACTERISTICS OF INTEGRATED CIRCUIT PRODUCTS

The lithographic equipment and the processes used for integrated circuit manufacturing must yield the characteris-

tics required of the integrated circuit product. Therefore, an understanding of those characteristics, the equipment capability, and the manufacturing cost distribution is essential to any assessment of lithographic product cost.

The various integrated circuit (I.C.) products can be subdivided into two major categories :

Typical Integrated Circuit

This is a group of production-type integrated circuits of complex design which can be produced in large quantities in a manufacturing environment.

Advanced Integrated Circuit

This is a group of integrated circuits which represents the advanced state-of-the-art in complexity, dimensions, and circuit functions. An advanced integrated circuit can be produced in small prototype quantities in a manufacturing environment.

The major characteristics of I.C. products are component density, component speed delay, and minimum linewidth. These characteristics are summarized in table II for 1975 and 1980. For 1975, the minimum linewidths are 5 μm for typical integrated circuits and 2.5 μm for advanced integrated circuits. Because of the anticipated advances in lithographic technologies, the minimum linewidth for 1980 is expected to be 2.5 μm for typical integrated circuits and 0.5 μm for advanced. The projected improvement for typical and advanced products is shown in table III. The component density of advanced integrated circuits is expected to increase more rapidly than that of the typical integrated circuits : It is projected to reach 1 × 10⁶ components per integrated circuit by 1980, and perhaps to 33 × 10⁶ components per integrated circuit by 1985. A plot of component density is shown in figure 3.

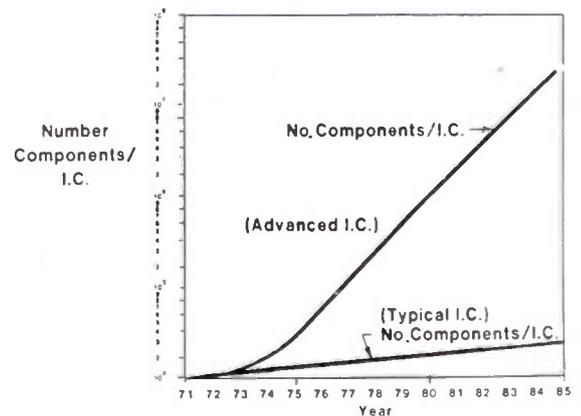


Fig. 3. — Numbers of components per I.C. projections for typical and advanced I.C. product.

The relationship and the trends of wafer diameter, chip length, and number of integrated circuits per wafer, for both typical and advanced integrated circuits, are summarized in figure 4. The curves indicate that the characteristics of the advanced integrated circuit products are changing rapidly, whereas the characteristics of the typical product are changing moderately.

TABLE II

Typical and advanced I.C. product characteristics.

Year	Characteristic	Typical I.C.		Advanced I.C.	
		MOS	Bipolar	MOS	Bipolar
1975	Components/I.C.	1.250	450	33.000	5.000
	Speed delay/comp. (ns)	11.5	5.0	3.5	1.5
	Line width (µm)	5	5	2.5	2.5
1980	Components/I.C.	19.800	1.500	1.000 000	28.000
	Speed delay/comp. (ns)	9.2	3.7	2.0	0.8
	Line width (µm)	3	3	0.5	0.5

TABLE III

I.C. product projections for typical and advanced I.C.

Type of I.C.	Year	Average Number of Comp. per I.C.	Average Wafer Diameter (mm)	Number of I.C. per Wafer	Number of Comp. per Wafer	Average I.C. Size Length of Side (cm)
Typical	70	0.1×10^3	50	240	0.02×10^6	0.20
	75	1.2×10^3	88	231	0.28×10^6	0.45
	80	20.0×10^3	133	207	4.10×10^6	0.70
	85	28.0×10^3	150	190	5.30×10^6	0.85
Advanced	70	1.0×10^3	50	127	0.13×10^6	0.33
	75	33.0×10^3	88	114	3.80×10^6	0.60
	80	$1\ 000 \times 10^3$	133	81	81.0×10^6	1.10
	85	$33\ 000 \times 10^3$	175	44	$1\ 452 \times 10^6$	2.00

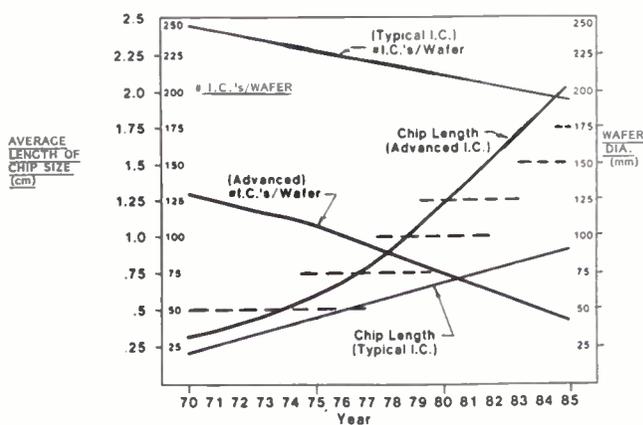


Fig. 4. - Product characteristics projections for typical and advanced I.C. product.

REQUIREMENTS OF ALIGN-AND-EXPOSE EQUIPMENT

The projections for future product characteristics indicate that lithographic equipment must be capable of producing a product that requires a minimum linewidth of about 0.5 µm and densities of up to 33×10^6 components per integrated circuit.

Align-and-expose equipment is the major lithographic equipment that must be capable of meeting the minimum linewidth and overlay requirements in order to achieve the projected increase in component density. The optimum capabilities of the equipment for minimum linewidth for both typical and advanced integrated circuit products are summarized in figure 5. For manufacturing, the minimum

practical linewidth required for the align-and-expose equipment is as follows :

Align-and-Expose Equipment	Minimum Linewidth (µm)
Contact	5
Proximity	5
Projection	2
E-Beam	0.5
X-Ray	0.02

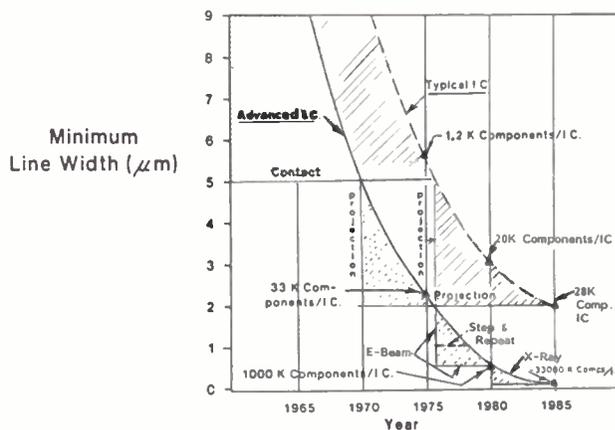


Fig. 5. - Align and expose equipment requirements for typical and advanced I.C. projections.

For the typical integrated circuit product, contact or proximity align-and-expose equipment can be used through 1977 for a product linewidth to 5µm. Then, through 1985, projection align-and-expose equipment would be required for products with 2 µm linewidth requirements. For products that require linewidth less than 2 µm, step-and-repeat projection equipment will be required.

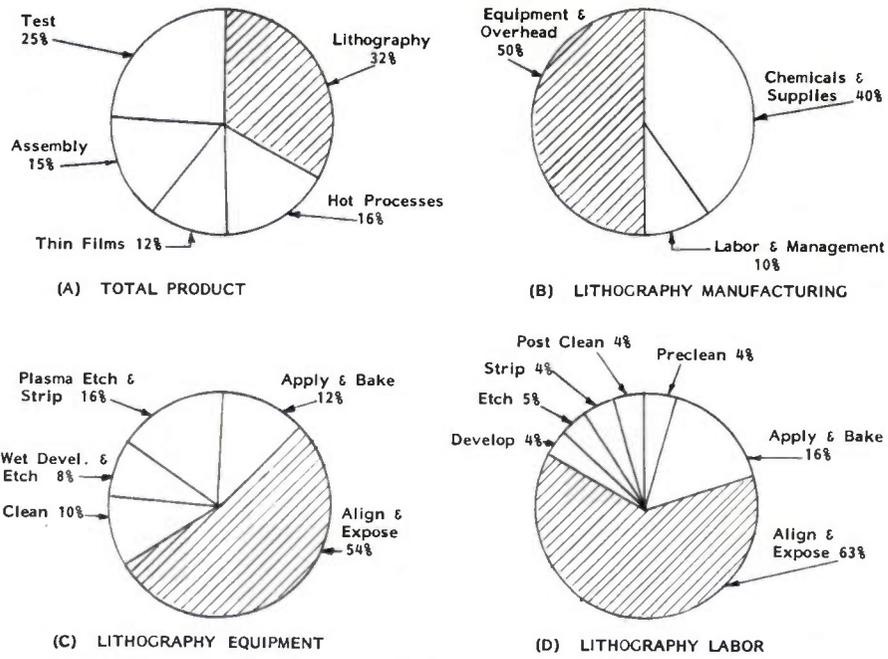


Fig. 6. — Distribution of costs.

For the advanced integrated circuit product, projection align-and-expose equipment, used since 1970, will be used through 1977 for 2 μm linewidth products. Through 1985, E-Beam align-and-expose equipment will be required for a minimum linewidth of 0.5 μm ; for a linewidth less than 0.5 μm, X-Ray lithographic technology will have to be considered.

For a linewidth of 2 μm to 1 μm, step-and-repeat projection align-and-expose equipment may be economically advantageous for certain products.

COST ANALYSIS OF LITHOGRAPHIC PROCESSES

The major areas that should be considered in analyzing the costs of the lithographic process system are :

- A. Photoresist apply and bake
- B. Align and expose
- C. Mask
- D. Photoresist develop
- E. Etch, strip, and clean
- F. Yield
- G. Capacity

The cost contribution of each of these areas is affected by :

- a. Equipment
- b. Environment
- c. Energy
- d. Chemicals and supplies
- e. Labor and maintenance.

The total lithographic process system cost = $f(A, B, C, D, E, F, G)$ a, b, c, d, e.

The cost distributions of I.C. manufacturing for a 1975 typical integrated circuit product are given graphically in figure 6.

Lithography represents the largest share of the total manufacturing cost (A). Half of this share goes for equipment (B). In turn, the align-and-expose process represents the largest share of the costs for both equipment (C) and labor (D). Therefore, it is essential to analyze the align-

and-expose equipment and establish its contribution to the cost of manufacturing integrated circuits.

Typical equipment cost of the various commercially available align-and-expose equipment is given in figure 7. The X-Ray align-and-expose equipment is not commercially available. Its cost is projected from the historical development costs of the available equipment.

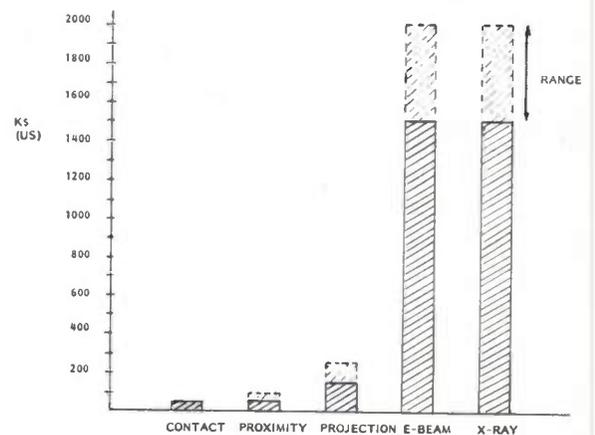


Fig. 7. — Align and expose equipment cost projections.

COSTS OF LITHOGRAPHIC PROCESSES WITH VARIOUS ALIGN-AND-EXPOSE EQUIPMENT

By using the costs of align-and-expose equipment and of other equipment of compatible capability, and by considering all other factors, i.e., labor, management, etc., one can obtain the total cost of the lithographic part of the manufacturing process. These costs represented by index values, are shown on the bar chart of figure 8 ; for comparison purposes, an index value of 1 has been assigned to contact printing align-and-expose equipment.

The following relative index values for processing a batch of wafers through the lithography sector with align-and-expose equipment are indicated on the bar chart.

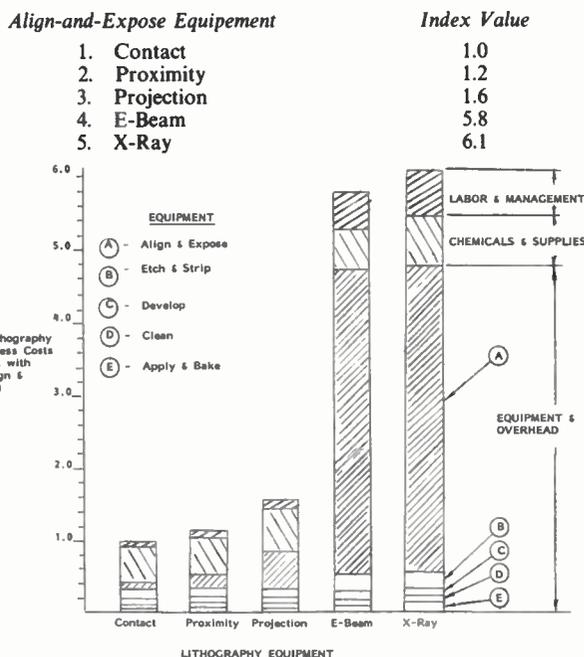


Fig. 8. - Lithography sector cost projections with various align and expose equipment.

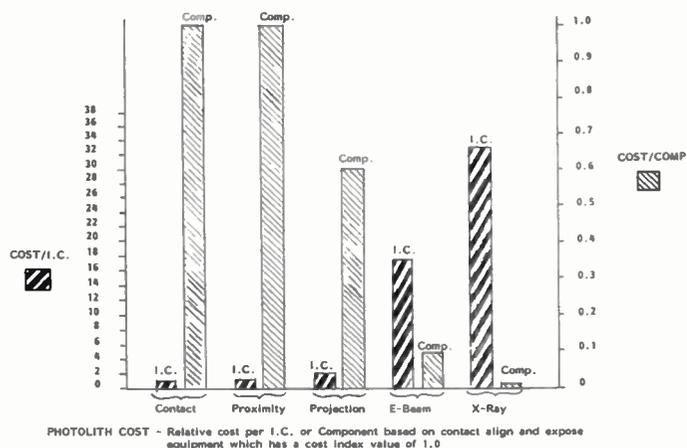


Fig. 9. - I. C. and component photolith cost projection with advanced equipment

CONCLUSIONS

From the foregoing discussions, the following conclusions may be drawn :

1. Future integrated circuit product characteristics affecting lithographic costs will be :

Year	75	'85
Wafer Diameter (mm)	88	175
Components per Chip	33 × 10 ³	33 × 10 ⁶
Integrated Circuits per Wafer	114	44
Minimum Linewidth (µm)	2.5	0.5

2. Advanced lithographic technologies will be required to meet future product advancement. The density and linewidth required would justify a capital investment for advanced align-and-expose equipment.

3. The advancement of lithographic equipment and process technologies will increase the cost per chip of integrated circuit manufacturing. The increase in density, however, will greatly reduce the cost per component. Therefore, a large scale integration and component cost reduction are mutually supportive.

4. The proper selection and matching of equipment capabilities and product characteristics are necessary to achieve the minimum product cost.

5. Increased component density reduces not only the cost of the computer system, but also the circuit power consumption and speed delay per component ; these reductions will further reduce the cost, per computation, of the computer system.

Bibliography

YOURKE H. S. and WEBER E. V. - « A High Throughput Scanning - Electron Beam Lithographic System for Semiconductor Manufacture » IBM System Products Division, Hopewell Junction, N.Y., *Proceedings of the IEEE International Electron Device Meeting*, Dec. 6-8, 1976, Washington, D.C.

FEDER R., SPILLER E. and TOPALIAN J. - « X-Ray Lithography » IBM Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, N.Y., *Proceedings of the Society of Plastics Engineers Regional Conference B-15*, 1976, Ellenville, N.Y.

MARKSTEIN H. W. - « Trends in Semiconductor Photolithography », March 1977, *Electron Packaging and Production*, pp. 25-33.

« Submicron I.C. Technology » Editorial, *Electronic Design News*, May 5, 1977, pp. 21-24.

AARRIS S. L. and WOLF H. F. - « Semiconductor Fabrication Equipment Yielding to Change » *Gnostic Concepts*, Inc., Menlo Park, California.

With projection align-and-expose equipment, the manufacturing cost is about 1.6 times the cost processing with contact align-and-expose equipment.

With E-Beam align-and-expose equipment, the cost is about 5.8 times the cost of processing with contact align-and-expose equipment.

As the align-and-expose equipment becomes more advanced, the cost of manufacturing a wafer increases. The capability enhancement provided by the advanced equipment, however, will make the large scale integration not only technically possible but also economically feasible, as analyzed in the following section of this paper.

PROJECTION OF INTEGRATED CIRCUIT AND COMPONENT LITHOGRAPHY COSTS

To determine how introducing advanced align-and-expose equipment affects the cost of manufacturing integrated circuits, we computed the relative integrated circuit and component costs by assuming that :

1. Advanced equipment will be used to produce integrated circuit products that require the linewidth and overlay capability of the equipment.

2. The projected characteristics of integrated circuit products will be used to determine the total number of I. C. 's and components per wafer.

We also computed the manufacturing cost of the lithographic sector at the I.C. and component level, taking into consideration the increase in component density resulting from technology enhancement. The projected costs are shown on the bar chart, figure 9.

The projections indicate that when E-Beam lithography is used, for example, the cost of manufacturing integrated circuits will be increased to about 17 times the I.C. manufacturing cost with contact printing, but the component manufacturing cost will be reduced to 10 % of that cost with contact printing.

A fast system for generating micromasks in scale 1 : 1

par G. WESTERBERG,
Directeur de la société Micronic AB

Stockholmsvägen 101 S-183 30 Täby, Suède.
Tél. 46-87 68.04.65. Telex : 12514
Micron S.

RÉSUMÉ

Un système pour la production rapide de micromasques à l'échelle 1 : 1

Le Laserscan est un générateur rapide pour balayage ligne de modèles produisant des micromasques à l'échelle 1 ou des réticules en une heure ou moins.

Le rayon laser d'exploration est focalisé en un spot de 0,5 à 1 micromètre sur des plaques revêtues d'émulsion (photoresist).

Le générateur est pourvu d'une commande par ordinateur, d'une mesure par laser de la position XY, de paliers à air et focalisation dynamique.

Le masque est inséré dans un porte-masque qui progresse sur l'axe Y par petits pas en synchronisation avec les oscillations de l'unité optique sur l'axe X.

L'amplitude X est réglable de 0 à 100 mm.

La fréquence de balayage est normalement de 10 périodes/seconde.

SUMMARY

The Laserscan is a fast raster scan pattern generator producing « micro masks » in final scale or reticles in one hour or less.

The scanning laser beam is focused into a 0,5 to 1 μm spot on photoresist coated plates.

The pattern generator features computer control, laser metering of XY position, air bearings and dynamic focus.

The mask is inserted in a mask holder which is incremented in Y-direction in small steps in synchronism with the focusing optics oscillating in the X-direction.

X-sweep amplitude can be varied from 0 to 100 mm. Sweep frequency is normally 10 p/s.

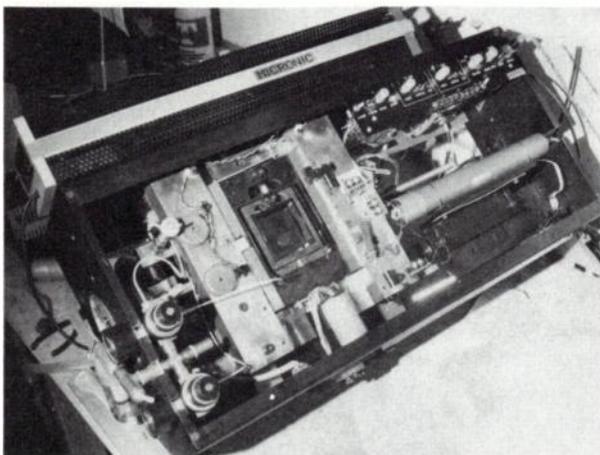


Fig. 1. — Laserscan.

WORKING PRINCIPLE

The pattern generator consists of a sweep mechanism with holder for mask substrate and focusing optics, an He-Cd laser with modulator for exposure, and an interferometric measuring system using an He-Ne laser. The system includes a supervisory computer with peripherals (fig. 2).

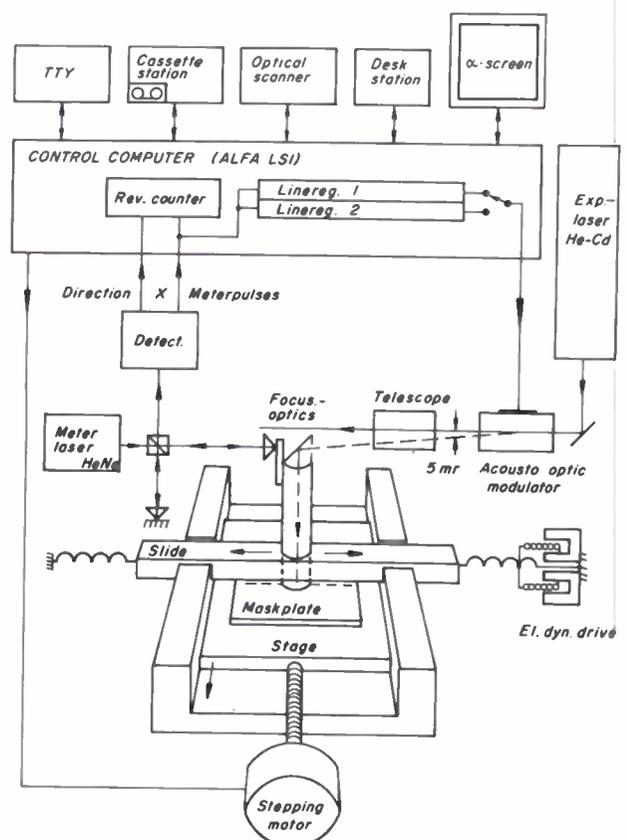


Fig. 2. — Principle of Laserscan (Simplified).

(1) Article reçu le 6 novembre 1978.

Patterns are generated by sweeping the He-Cd laserlight in a TV-like raster format over the pattern stage which holds the photosensitive material, exposing it according to the modulation of the beam. The pattern material usually consists of a glass plate coated with photoresist over a thin iron-oxide film.

The sweep mechanism comprises the moving stage that carries the mask plate and a slide-bar that carries the focusing optics. These two units are movable at right angle to each other and are placed in a solid mount with air-cushioning between the moving parts and mount.

The slide-bar is spring-loaded in its direction of motion (x -direction) and oscillates with excitation provided electro-dynamically. As the slide-bar begins each return path, the pattern stage is incremented slightly on command from the computer. This is attained with the aid of a precision wormdrive on the stepping motor.

The focusing optics is spring-loaded against the mask surface but held at constant distance from it by a cushion of air. This means that the optics follow the plate with constant focal distance even if the plate is somewhat uneven. The air-cushions maintain very good spacing of the surfaces but are still somewhat « springy », so disturbing side-forces must be avoided. The slide-bar and focusing optics have experienced certain problems of stability due to the fast accelerations. The drive forces have therefore been placed at the oscillating member's center of mass.

LASER METERING CONTROLS THE EXPOSING SYSTEM

The moving parts are provided with special mirrors, i.e. cube corner prisms, for interferometric measurement of position. The measuring system for the slide-bar (x -axis) is shown in figure 3.

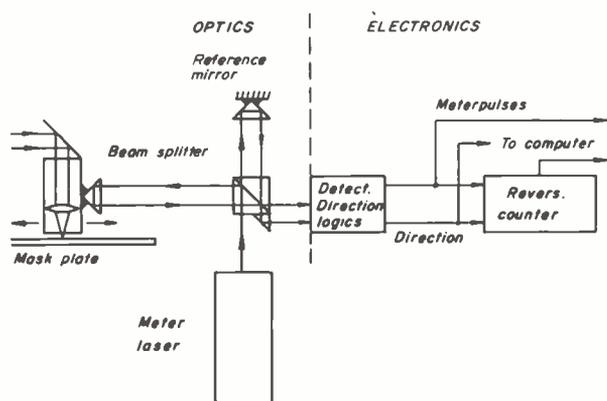


Fig. 3. — Meter system, X-direction.

Beams from the measurement laser, an He-Ne type with wavelength of $0,6328 \mu\text{m}$, pass through a beam-splitter, one portion toward the mobile mirror which is anchored to the focusing optics and the other to the fixed reference mirror. Incident and reflected beams are parallel but shifted sideways such that the reflected beams are easy to detect.

The return beams are combined again in the beam-splitter and, after certain optical processing, pass to the detector as two signals of appr. 90 degrees phase difference, resulting in metering pulses of period $\lambda/2$ as well as direction information defined at the two turn over points.

The pulses step a reversible counter in sync with the back and forth movement of the slide-bar and thus provides the necessary x -coordinate information. Together with the meter, the counter insures that the computer releases exposure information at the right moments. To get compensation for temperature and climatic influences on both mechanical parts and laser wavelength, the reference mirror has been placed some distance from the beam-splitter. This distance is equal to the mean distance of the moving mirror from the beam-splitter.

The mask stage is advanced in the Y-direction in steps of $\lambda/2$ or multiples thereof. The Y position is indicated on a « Y » counter that is synchronized with the stepping motor.

The position of the stage is also monitored by an interferometer, and tach pulses step a reversible reference counter. The two counters are zero-set at the start and are then compared for any difference which will then cause a « fineservo » to correct the stage's position.

The two tach signals from the interferometer ($\lambda/2 \approx 0,32 \mu\text{m}$) are relatively stable and noise-free. Position-tracking is therefore good, signal-wise. Corresponding to $\pm 0,05 \mu\text{m}$. Repeatability for patterns generated at 10 day time intervals is within $\pm 25 \mu\text{m}$.

By using subdivisions of the $\lambda/2$ increments the x -y position can also be defined in metric coordinates with $0,5 \mu\text{m}$ as the standard increment.

LASER EXPOSING GIVES HIGH RESOLUTION AND SPEED

High resolution and intense exposures call for short wavelength. A He-Cd laser of 10 mw. ($\lambda \approx 0,44 \mu\text{m}$) has shown itself to be suitable. Approximately half the power is lost in the optical system on the way to the pattern plate.

The beam from the He-Cd laser passes through an acousto-optical modulator, which is excited by a 40 MHz. carrier, before reaching the plate. Because of spreading phenomena there is a slight leakage of light in the unexcited state, but the contrast ratio is appr. 1000 : 1 and this presents no problem in photoresist exposures.

Beam diameter at the plate is determined by the focal distance, F, and the beam diameter, A, (before the focusing lenses) according to the relation : $d \approx \lambda.F/A$. By introducing a telescope in the beam path, A can be broadened and therefore resolution can be increased. Normally F/A is adjusted to $\sim 1,5$, giving $0,5\text{-}1 \mu\text{m}$ spot diameter.

Sweep velocity varies sinusoidally over the plate, so to attain constant exposure along the sweep, the beam is pulsed to distribute equal energy per unit length (one pulse at each x -increment). The pulse frequency varies as the sweep velocity.

With $1,27 \mu\text{m}$ line spacing, 10 sweeps/sec and exposure in both directions (20 lines/sec), a 5 by 5 cm pattern can be generated in about 30 minutes. One can trade-off speed against resolution. Doubling the line spacing gives a 15 minute exposure time, etc.

A theoretical limit to processing speed is dependent upon the intensity of the given laser.

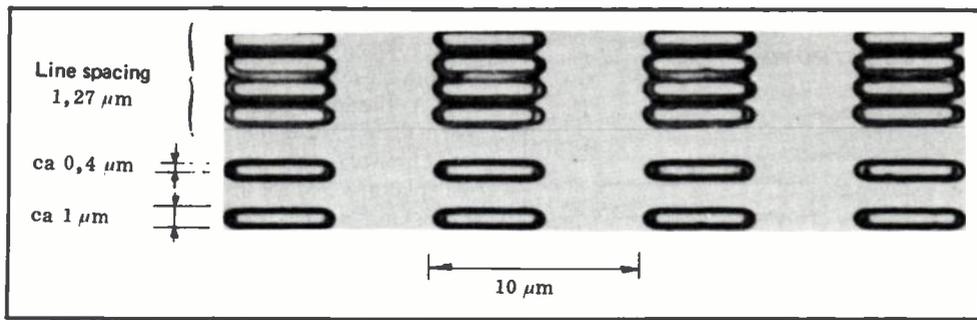
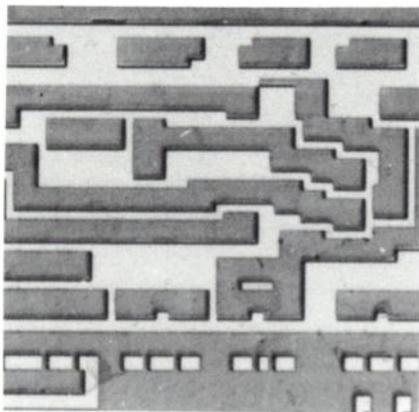


Fig. 4. — Narrow traces in positive photoresist (Shipley AZ-1350) of thickness 0.6 μm.

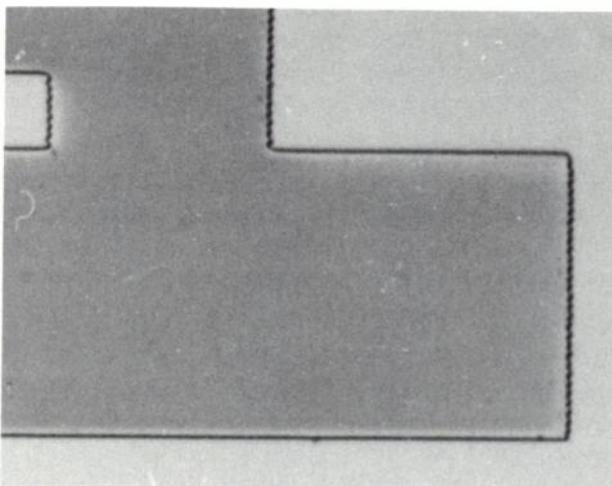
For a 25 cm² surface, 7.5 watt-seconds would be needed. Using a 10 mw. laser (with 50 % dissipated in the optics), this means 25 minutes exposure time. With respect to laser power, one should easily be able to decrease this exposure time by a factor of ten, since 100-200 : mw. lasers (of the correct wavelength) are available. A few other problems must be solved before exposure time can be drastically reduced.

LINE WIDTH : 0.4 μm

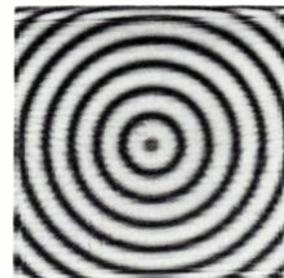
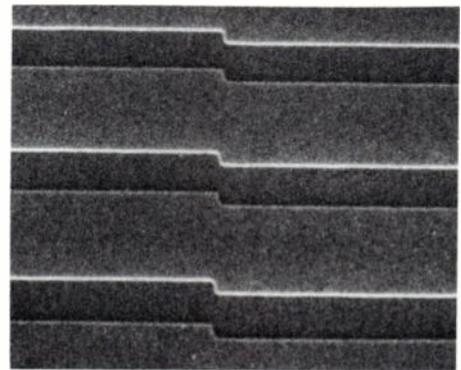
By varying the intensity of the exposing laser, one can obtain line widths of 0.4 μm and up. The line width depends upon what point on the beam's (Gaussian) distribution curve is sufficient for exposure of the photoresist film. The smallest line width is about 0.4 μm (for resist film of appr. 0.6 μm thickness) (fig. 4).



a) LSI-mask in AZ-1350 on chromium.



Magn. 1000 X



b) Interferogram of the conical term in a computer generated wavefront and scanning electron microscope image of the hologram in photoresist Magn. 1200. (Ref. 6).

Fig. 5. — Mask examples.

One also notices that traces which lie close to one another tend to broaden, because the distribution tails from each add and thereby increase the exposure on close-spaced borders.

By building up the pattern from a line-raster, the border lines in the Y-axis (perpendicular to scan direction) would tend to be jagged. This is taken care of simply by decreasing the raster-line spacing or by increasing the line width, if that is necessary. The greatest enlargement in figure 5 shows this serrating tendency. Here the raster spacing is 1.27 μm and the serration amplitude, peak-to-peak, is appr. 0.4 μm which is fully acceptable for this mask.

LINEREGISTERS

Exposure information for each line is stored in one of several line-registers. The register is « clocked » and feeds out data sequentially to the modulator as the beam is passed along the line. This « clocking » is controlled by the x-lasermeter. Normally the same circuit pattern is repeated identically several times during a sweep line. The line register must therefore be scanned several times during a sweep to give the necessary repetition. As a rule, the system operates

with two line registers. As one of the registers furnishes exposure information to the modulator during every second sweep the other updates from the computer. If different circuit types occur on one mask, it may be necessary to bring into service more line registers.

Input data to the system consists of mask description in so-called rectangular format. That is, a circuit is described as a collection of rectangles defined by the coordinates of the midpoint and length of sides. The description of rectangles is not ordered in any particular sequence, and this information must be manipulated for conversion to line raster format.

The rectangular-format data is converted by a Fortran program to line-segment data. This defines line-segments one after the other along the sweep, which shall be exposed and which not. In order to conserve memory space, only changes are stored. The final result is stored on magnetic cassette.

Before the information goes to the modulator, it must be interpreted from numeric length-data to ones and zeros for each point along the scan. The Laserscan's minicomputer provides this interpretation along with supervision of the process.

Each line-segment is represented by one or two « bytes » of eight bits. The first three bits of the base-byte contain instruction coding, and the remaining five state segment length in binary form. Two of the three instruction bits

determined whether the segment shall be filled with « 1's » (code : 10), with « 0's » (code : 01), or whether it should be a copy of the corresponding segment in the preceding line (code : 00). The third instruction bit states whether the length requires a second byte.

With a single byte one can designate a line-segment of maximum $2^5 = 32$ increments in length. With an eight-bit extension, up to $2^{13} = 8192$ increments can be described (fig. 6).

SHORTCUTS

To generate test patterns, the system has built-in electronics for encoding of position counters. This allows one to generate rectangles of different configurations. This test generator is also capable of making measuring rules of high resolution.

For generating a simple mask, there are two approaches : first one can punch-in « break-points » for each component using a terminal keyboard and with a short program generate a tape with line-segment information. Another possibility is to read a large-scale original (A4 format) with an optical scanner into a RAM (read/write memory) which then furnishes the pattern generator with exposure information. The optical scanner is a converted electrostencil machine. With such « shortcuts » one can proceed from a mere sketch to a complete 1 : 1 mask in about 45 minutes.

SUMMING UP

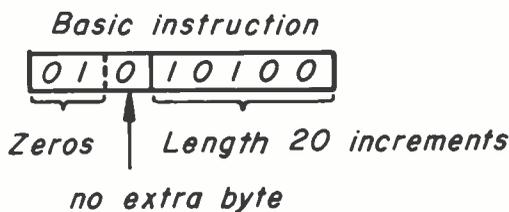
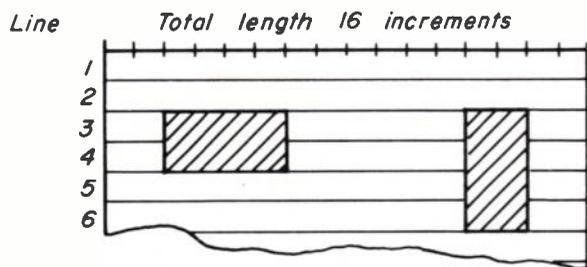
We can now summarize the pattern generator's advantages :

- micropatterns directly in 1 : 1 scale without intermediate step-and-repeat.
- substrate size : 4 by 4 inch, 2-1/2 by 2-1/2 inch, and 2 by 2 inch as well as circular substrates of 2 inch diameter.
- exposure time for a 2" by 2" area with 0.63 μm line spacing is about one hour. This time is independent of the mask's complexity.
- metric grid, 0.5 μm, 1.0 μm, 2.5 μm now available.
- line spacing is normally appr. 0.63 μm or 1.27 μm (in multiples of λ/2 for the measuring laser)
- traces down to 0.5 μm can be exposed on photoresist
- registration tolerance of masks derived within a ten day period : ± 0.25 μm
- focal tracking with dynamic focusing : within ± 1 μm.

DEVELOPMENT TOWARDS RAPID DIRECT EXPOSURE

To make full use of the laser's capabilities for resolution and speed, certain further development is called for.

To eliminate the deterioration in resolution which results from contact copying, it is necessary to generate the patterns directly on the semiconductor substrate if submicron details are sought. This is of interest for high-frequency field-effect transistors, integrated optical components, surface wave



Line nr	Instr.	Comment	Length
1	01	zeros	16
2	00	copy	16
3	00	copy	2
3	10	ones	4
3	00	copy	6
3	10	ones	2
3	00	copy	2
4	00	copy	16
5	00	copy	2
5	01	zeros	4
5	00	copy	10
6	00	copy	16

Fig. 6 - Basic instruction and coding of a simple mask.

devices and such. One problem with direct exposure of semiconductor substrates is the registration from one mask to the next with sufficient precision. Some form of registration mark must be placed on the substrate during the first masking step. This is detected on subsequent maskings by reflected light and is used for position correction. Preliminary trials indicate that registration is possible within $\pm 0.2 \mu\text{m}$.

Laser power is not a limiting factor in increasing the processing speed. A laser of 1 watt is in principle capable of exposing an entire 2" by 2" area in about 10 seconds. Scan frequency and modulation rise/fall time limit speed long before this point. The system should be capable of speeding-up by a factor of ten through «trace-broadening» — increasing from $1.27 \mu\text{m}$ to, say $12.7 \mu\text{m}$ line width by introducing acousto-optic or mechanical deflection at right angle to the scan direction.

If one can decrease exposure time to five minutes or less, the system is of utmost interest for direct exposure also in normal production and not only for high-resolution components.

Another interesting possibility is the inspection of finished masks via laser. The masks then pass a second time through the system whereby the reflected (or transmitted) light is compared with the generator signal.

STU SUPPORT

This project has been to a large part financed by the STU, the Swedish Board of Technical Development. The project was carried through in good time through the achievements of Civ. Ing. Hans Jacobsen and Ing. Anders Thures, among others, who took responsibility for the programming and construction of the data system. Regarding the construction of the metering system, worthwhile advice was provided by the Laser Group at the Royal Institute of Technology, Stockholm. A portion of the work was carried out at the Institute of Applied Electronics of the RIT and a great deal at Micronic AB, Stockholm.

Parts of the system are patented.

Bibliography

- [1] POOLE K. — The Primary Pattern Generator *BSTJ*, 1970, 49, nr 9, 2031-2075.
- [2] MAYDAN D. — Micromachining and Image Recording on Thin Films by Laser Beams, *BSTJ*, 1971, 1761-1789.
- [3] WESTERBERG G. — Experiment med optiskt massdataminne (optical massmemory), Rapport TR-146, juni 1972.
- [4] WESTERBERG G. — Mikrokretsmönster med laser, billigt, snabbt, hög upplösning, *Elteknik*, nr 7, april 1976.
- [5] BIEDERMANN, KLAUS, HOLMGREN and OLOF. — Large-size, Distortion-free Computer Generated Holograms in photoresist, May 1977. (to be published.)

par P. MINOT,

Ingénieur ESE
Directeur Technique de la Société CER-
SEM.CERSEM, Avenue de Versailles, SOGA-
RIS 156 94534 Rungis Cedex (tél. :
687.31.41).

RÉSUMÉ

Les séquences anharmoniques sont des signaux numériques dont le spectre, dans sa partie basse, est identique à celui du signal sinusoïdal.

Cet article se propose de définir les séquences anharmoniques et d'en fournir les modes de calculs (séquences binaires, séquences à plusieurs niveaux, séquences d'anharmonicité approchée), de montrer leurs propriétés en regard des propriétés du signal sinusoïdal, d'en indiquer les méthodes de génération et enfin de donner un aperçu de leurs applications.

Un répertoire des principales séquences directement utilisables ou servant de base de calcul de séquences plus complexes, suivra en annexe.

SUMMARY

Anharmonic sequences,

Anharmonic sequences are digital signals which perform the same spectrum in the low frequency range as sinus signal.

This paper gives definition and calculation rules of anharmonic sequences (binary sequences, multi level sequences and approximate anharmonic sequences); it shows their properties besides sinus signals ones, methods to get them and an overview of their applications.

A list of the main sequences, usefull in practice or for more complexe sequences computation, is following.

I. INTRODUCTION

Le signal sinusoïdal pur, représente le signal de base des techniques analogiques; cependant, sa génération et son utilisation pratique posent de nombreux problèmes dès que l'on recherche quelque précision.

Cet article se propose de montrer qu'il est possible de remplacer, et dans bien des cas avec avantage, le signal sinusoïdal par un signal binaire quasi équivalent dont la manipulation est nettement plus aisée.

Il s'agit donc tout d'abord de montrer l'équivalence de ces signaux et de leurs principales propriétés. Ceci fera l'objet des deux premiers chapitres qui se borneront à exposer les notions de base et à présenter les principaux résultats sans développement mathématique, objet de publications spécialisées [4].

2. DÉFINITION. CARACTÈRE D'ANHARMONICITÉ

1. Spectre d'un signal binaire récurrent.

Soit un signal binaire récurrent dont chaque période est composée de N éléments binaires; ce signal, émis à une fréquence de rythme binaire F_0 constante, présente un spectre de raies situées aux fréquences multiples de la fréquence fondamentale égale à :

$$F = F_0/N$$

c'est-à-dire aux harmoniques de cette fréquence F.

Un tel spectre peut être décomposé en deux parties :

— un spectre d'enveloppe caractéristique de la forme des éléments binaires « 0 » et « 1 » (dans le cas d'un signal

binaire d'éléments parfaitement rectangulaires, il s'agit d'une enveloppe en :

$$\frac{\sin \pi F_0 \tau}{\pi F_0 \tau}$$

— un spectre de raies dont les amplitudes ne dépendent que de la répartition des éléments binaires dans la période de récurrence.

Si l'amplitude d'une raie, dans le spectre de raies est nulle, l'amplitude de cette raie dans le spectre complet sera également nulle.

Le spectre d'un signal sinusoïdal pur n'est formé que d'une seule raie spectrale à la fréquence fondamentale F.

On peut donc penser qu'un signal, dont le spectre serait formé d'une raie principale à cette fréquence F et dont le niveau de toutes les premières harmoniques serait rigoureusement nul, représenterait une bonne approximation spectrale du signal sinusoïdal.

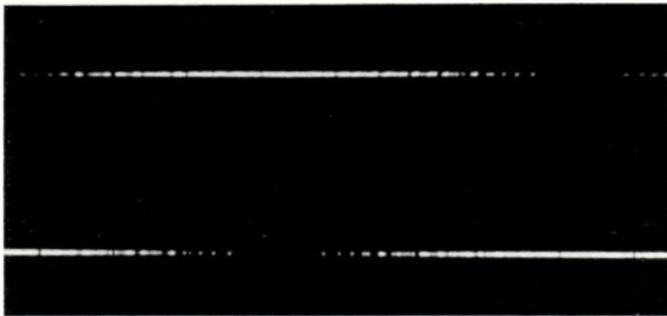
Le problème consiste donc à rechercher s'il existe des répartitions d'éléments « 1 » et « 0 » formant une période de signal binaire, pour lesquelles les premières harmoniques soient rigoureusement nulles.

De telles répartitions, appelées séquences anharmoniques ou sinusoides binaires, existent bien mathématiquement. Les photos suivantes montrent le passage progressif entre une telle séquence binaire et une sinusoïde par intégration du signal.

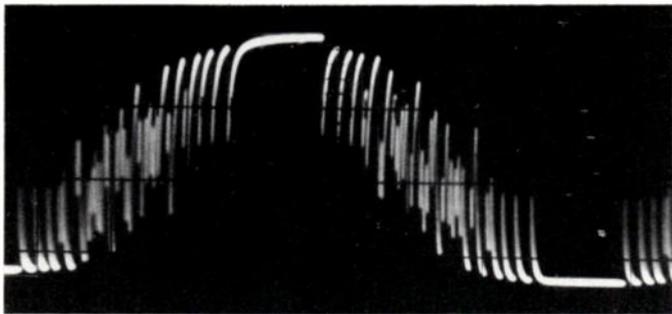
2. Ordres et modes d'anharmonicité.

La suite des éléments « 0 » ou « 1 » formant la période de répétition d'un signal binaire récurrent, sera appelée séquence.

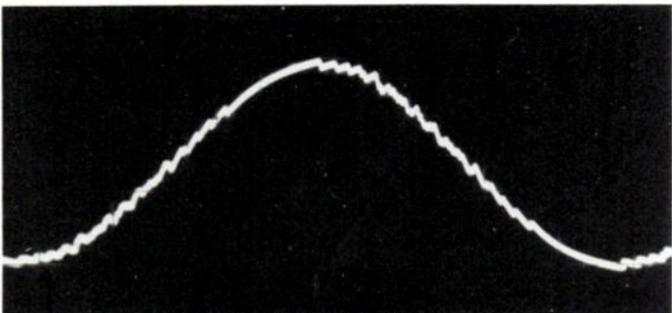
(1) Article reçu le 2 mai 1977 et accepté dans sa forme définitive le 9 mai 1978.



a. — Séquence anharmonique binaire.



b. — Même séquence que précédemment avec légère intégration du signal.



c. — Séquence intégrée.

Fig. 1. — Intégration d'une séquence anharmonique.

Une séquence sera dite anharmonique à un ordre n si le signal binaire obtenu par répétition de cette séquence ne présente aucune harmonique $n^{\text{ème}}$ de la fondamentale.

L'anharmonicité d'une séquence à un ordre n donné est associée à un nombre p appelé mode. Son rôle est mathématiquement et physiquement prépondérant, car il exprime les symétries du signal à l'intérieur d'une période.

En effet, on démontre [1] qu'une séquence anharmonique à un ordre n , selon un mode p , est nécessairement anharmonique à tous les ordres nn' , selon le même mode p , pourvu que n' soit un nombre entier non multiple de p .

Cette importante propriété réduit le travail de recherche de séquences au travail de recherche de séquences anharmoniques à un petit nombre d'ordres correspondant en général à des nombres premiers.

Une séquence peut bien entendu, présenter simultanément plusieurs ordres d'anharmonicité. Lorsque l'on recherche une séquence qui soit une bonne approximation spectrale du signal sinusoïdal, ces ordres formeront la suite des nombres 2, 3, 4, 5, . . . , N_0 à laquelle sera associée la suite des modes respectifs p_1, p_2, \dots, p_{N_0} . Cependant ces modes ne peuvent être choisis arbitrairement; ils doivent respecter certaines contraintes résumées sous la forme d'une règle

d'exclusion dont la formulation est d'un emploi peu pratique, car elle permet de détecter les cas d'incompatibilité sans fournir directement les solutions permises.

Les ordres d'anharmonicité et leurs modes étant choisis et compatibles, la solution n'est en général pas unique, et en fait, les contraintes ordres-modes définissent un ensemble de séquences appelé groupe de séquences qui présentent toutes les mêmes caractères d'anharmonicité.

3. Groupe de séquences anharmoniques. Représentation polynomiale.

Soit une séquence de longueur N , suite des éléments binaires $s(i)$ i de 1 à N . Cette séquence peut être représentée par son polynôme associé :

$$P(X) = \sum_{i=1}^N s(i)X^i \quad S(i) = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$$

Une séquence anharmonique aux ordres n_1, n_2, \dots, n_i selon des modes respectifs p_1, p_2, \dots, p_j (tels que la règle d'exclusion soit respectée) possède un nombre N d'éléments binaires, égal à :

$$N = \text{PPCM} (n_i \times p_i)$$

et est représentée par un polynôme $P(X)$ à coefficients dans le corps à 2 éléments 0 et 1, obtenu après réduction modulo $X^N - 1$ d'un polynôme initial où apparaissent les nombres n_i et p_i ainsi que des coefficients $K_{i,j}$.

Sa définition nécessiterait des développements complexes sortant du cadre de cet article. On trouvera dans la référence C4) une définition mathématique et dans la référence C1) une description des propriétés géométriques.

Ces coefficients $K_{i,j}$ sont des nombres entiers et l'ensemble des solutions obtenues pour toutes les valeurs de ces coefficients correspondent à l'ensemble des polynômes associés à toutes les séquences du groupe.

Parmi toutes les séquences possibles, celle correspondant au choix $K_{i,j} = 0$ sera appelée séquence de base du groupe; son polynôme associé est égal à :

$$\prod_j \frac{X^{n_j} - 1}{X^{n_j p_j} - 1}$$

Toutes les séquences d'un même groupe présentent les mêmes caractères d'anharmonicité, c'est-à-dire que les mêmes raies spectrales harmoniques sont nulles, mais l'amplitude de la raie fondamentale de ces différentes séquences n'est pas constante. La séquence de base d'un groupe est la séquence du groupe qui présente le maximum d'amplitude de la raie fondamentale.

Dans la plupart des applications, c'est donc la séquence de base d'un groupe qui sera recherchée et utilisée.

On démontre également [2] que le polynôme associé à toute séquence d'un groupe est multiple du polynôme associé à la séquence de base de ce groupe.

Ces éléments peuvent en fait être quelconques. Les seules différences, par rapport aux séquences idéales (éléments 1 et 0 parfaitement rectangulaires) n'ont trait qu'au niveau des harmoniques non nulles et parfois aux caractères d'anharmonicité aux ordres multiples du nombre d'éléments binaires de la séquence.

Cependant, si les éléments « 1 » ou « 0 » peuvent être quelconques (on peut même imaginer qu'ils soient eux-mêmes des séquences numériques), on se doit de respecter la règle d'additivité de ces éléments - c'est-à-dire que le signal représentatif d'une séquence, suite d'éléments « 1 » et « 0 », doit être exactement égal au signal formé par la somme algébrique des signaux représentatifs de ces éléments pris séparément :

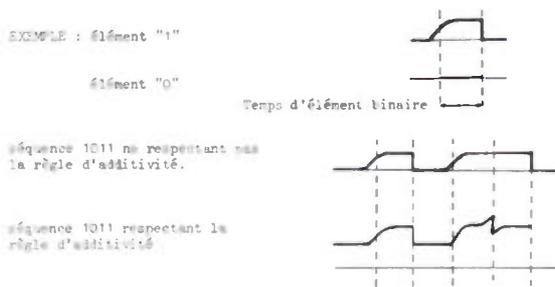


Fig. 3. — Additivité des éléments binaires.

Cette contrainte peut être gênante dans certains cas ; une manière possible de tourner le problème consiste à moduler en retour à zéro la séquence anharmonique — dans ce cas, l'élément « 1 » se compose de la suite 10 et l'élément « 0 » se compose de la suite 00 — la règle d'additivité est alors automatiquement respectée même si les temps de transition ne sont pas négligeables devant la période élément binaire.

B. Modulation analogique d'amplitude (transposition de fréquence).

Les séquences anharmoniques binaires peuvent facilement être modulées en amplitude, soit numériquement, soit analogiquement. Dans ce dernier cas, il suffit de moduler l'un ou les deux niveaux logiques. La modulation obtenue est simple, et exempte de distorsion parasite. Les résultats de l'application de ce procédé seront examinés ultérieurement.

C. Modulation numérique d'amplitude.

Les séquences anharmoniques offrent des possibilités de modulation d'amplitude directement par des signaux numériques.

Cette propriété est obtenue en sélectionnant, selon le signal numérique de modulation, les séquences anharmoniques d'un même groupe présentant les mêmes caractères d'anharmonicité et ne différant principalement que par le niveau de leur fondamentale.

La mise en œuvre de cette technique est donc subordonnée à la connaissance parfaite des séquences d'un même groupe.

Elle est tributaire des niveaux relatifs de fondamentale des

séquences de ce groupe, mais elle offre une grande précision sur l'indice de modulation.

D. Modulation de phase.

La modulation de phase des séquences anharmoniques est identique à celle d'un signal sinusoïdal pur. Elle est obtenue en avançant ou en retardant l'émission d'une séquence, selon la valeur du signal de modulation.

Ceci peut être réalisé soit analogiquement par modulation de phase de la fréquence de rythme, soit numériquement en décidant d'émettre, à chaque instant significatif les éléments binaires de la séquence en amont ou en aval de l'élément binaire normalement attendu.

E. Multiplication de séquences.

La multiplication des séquences anharmoniques peut être considérée comme un cas particulier de la modulation d'amplitude de ces séquences.

Une séquence anharmonique de fréquence fondamentale f_1 est modulée sans porteur par une autre séquence de fréquence fondamentale f_2 .

Le résultat est une séquence binaire dont le spectre présente deux raies fondamentales principales aux fréquences $f_1 \pm f_2$ d'amplitude quasiment égales.

Les deux séquences ainsi mélangées n'ont pas besoin de posséder la même horloge ou, si leurs horloges sont de même fréquence, d'être synchrones. L'opération est pratiquement réalisée par insertion d'une fonction ou exclusive » entre les deux séquences génératrices.

1. MÉTHODES DE GÉNÉRATION.

Il existe de nombreuses méthodes de génération des séquences anharmoniques. Ces méthodes peuvent grossièrement être classées en trois catégories :

- les méthodes de génération directe,
- les méthodes avec mise en mémoire de la séquence,
- les méthodes par rebouclage linéaire sur registre à décalage.

En général, ce sont les méthodes avec mise en mémoire de la séquence qui sont les plus économiques et les plus faciles à mettre en œuvre. Cependant, les méthodes de génération directe peuvent présenter quelque intérêt si l'on ne connaît que les ordres et modes d'anharmonicité sans connaître la séquence binaire et les méthodes par rebouclage linéaire sur registre à décalage sont utiles lorsque l'on cherche à générer ou à reconnaître toutes les séquences d'un même groupe.

A. Méthode de génération directe. Ces méthodes sont des transcriptions directes de l'algorithme de synthèse des séquences à partir des différents couples « ordre-mode » d'anharmonicité.

Elles permettent de transformer la séquence « impulsionnelle » 100- -0 de N éléments binaires en la séquence anharmonique de N éléments binaires recherchée.

De plus, elles permettent de détecter physiquement les cas

le répartition des ordres et des modes d'anharmonicité n'admettent pas de solution sous forme binaire :

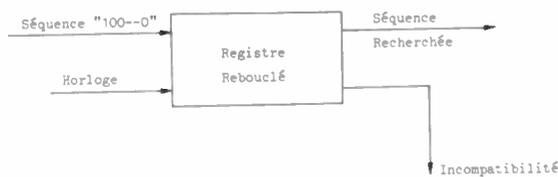


Fig. 4. - Schéma de la génération directe.

B. Méthodes de génération par mise en mémoire. La séquence désirée est enregistrée dans une mémoire relue cycliquement.

Les circuits comportent :

- un compteur d'adresse,
- la mémoire,
- un circuit de remise à zéro du compteur d'adresse en fin de séquence.

Ce dernier circuit, obtenu par décodage de l'adresse N, peut être intégré dans la mémoire.

La majorité des séquences anharmoniques utilisées présentent les mêmes propriétés de symétrie que la sinusoïde (séquences paires).

Ces symétries peuvent être utilisées pour diviser par un facteur égal à deux ou quatre la taille de la mémoire requise :

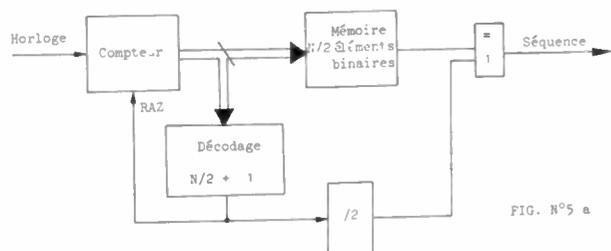


FIG. N°5 a

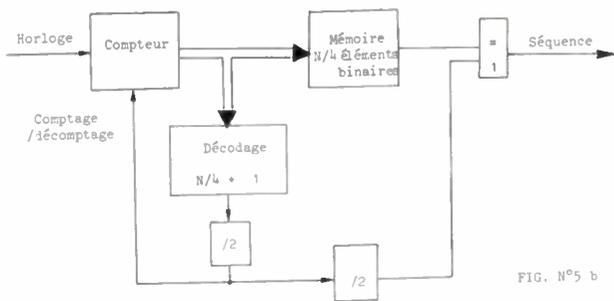


FIG. N°5 b

Fig. 5. - Génération d'une séquence paire.

Ces circuits permettent la génération simultanée de séquences identiques décalées de 90 degrés.

C. Méthodes de génération par rebouclage linéaire sur registre à décalage. Comme toute séquence binaire répétée cycliquement les séquences anharmoniques peuvent être générées par un ensemble de circuits « ou exclusifs » connectés sur un registre à décalage. La configuration exacte du circuit est déduite du polynôme de récurrence de la séquence recherchée ; ce polynôme, à coefficients dans le corps à deux

éléments, est mathématiquement donné par :

$$PR(X) = \frac{X^N - 1}{PGCD[(X^N - 1), P(X)]}$$

-- P(X) étant le polynôme associé à la séquence recherchée.

Toutes les séquences d'un même groupe présentent le même polynôme de récurrence. Cette propriété appelle deux remarques :

- le calcul du polynôme de récurrence d'une séquence peut être simplifié en remplaçant cette séquence par la séquence de base de son groupe, c'est-à-dire :

$$PR(X) = (X^N - 1) / PGCD \left\{ (X^N - 1), \prod_j \frac{X^{n_j} - 1}{X^{n_j} - 1} \right\}$$

- ce calcul reste cependant difficile à effectuer manuellement - l'ordinateur doit être mis à contribution.

- Toutes les séquences d'un même groupe admettant le même circuit générateur, ce dernier présente plusieurs solutions stables de fonctionnement, la sélection de la solution réellement émise se faisant selon le chargement initial du registre.

A titre d'exemple, voici les polynômes de récurrence de quelques séquences :

Séquences de 12 éléments binaires :

$$PR(X) = 1 + X^2 + X^3 + X^4 + X^5 + X^7 = (X + 1)(X^2 + X + 1)^3$$

(groupe à 1 seule séquence)

Séquence de 18 éléments binaires :

$$PR(X) = 1 + X^2 + X^3 + X^5 + X^6 + X^8 = (X + 1)^2(X^6 + X^3 + 1)$$

(groupe à deux séquences)

2. ÉCHANTILLONNAGE DES SÉQUENCES ANHARMONIQUES.

Un signal sinusoïdal échantillonné à fréquence constante, redonne, après lissage un signal sinusoïdal. Cette propriété, intéressante dans la pratique, est-elle transposable aux séquences anharmoniques ?

Dans un souci de simplification, on se restreint au cas usuel où la période d'échantillonnage est un multiple de la durée de l'élément binaire de la séquence.

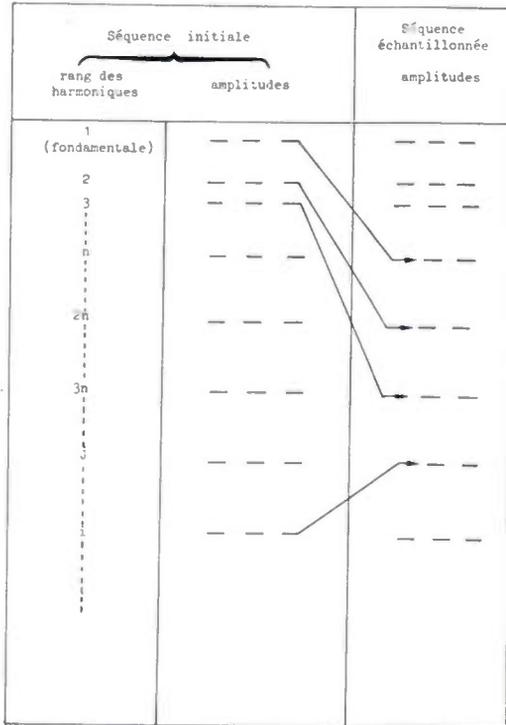
Le problème se ramène alors à l'étude du spectre d'une séquence obtenue en formant la suite des éléments binaires occupant les positions 0, n, 2n, 3n, -- d'une séquence anharmonique répétée cycliquement.

Le spectre d'enveloppe étant mis à part, l'amplitude de l'harmonique Kn de la séquence échantillonnée est égale à l'amplitude de l'harmonique K de la séquence initiale, K étant un nombre entier.

D'une manière plus générale l'amplitude de l'harmonique p de la séquence échantillonnée est égale à l'amplitude de l'harmonique q de la séquence initiale avec $nq = p$ modulo N (N étant égal au nombre d'éléments binaires de la séquence).

Les relations entre le spectre de la séquence initiale et le spectre de cette séquence échantillonnée tous les n éléments binaires sont schématisées ci-après :

TABLEAU IX



Note : Les fréquences fondamentales des deux séquences ne sont pas nécessairement égales.

Supposons que le nombre n divise le nombre total d'éléments binaires N .

Dans ce cas, la séquence échantillonnée sera écourtée et les seules raies de son spectre seront situées aux rangs $n, 2n, 3n, \dots$.

La fréquence fondamentale de la séquence échantillonnée sera donc située au rang n et toute anharmonicité à l'ordre K de la séquence initiale se retrouve à l'ordre Kn de la séquence échantillonnée, qui correspond à son harmonique K .

Ainsi la séquence échantillonnée présente les mêmes caractères d'anharmonicité que la séquence initiale lorsque n divise N .

4. SÉQUENCES D'ANHARMONICITÉ APPROCHÉE

1. Principe général.

Les séquences anharmoniques deviennent rapidement très longues — donc d'utilisation plus restreinte — dès que l'on affine leurs propriétés spectrales en annulant le plus grand nombre possible des premières harmoniques.

Dans la pratique, il n'est souvent pas indispensable que le niveau des harmoniques théoriquement absentes soit rigoureusement nul ; il suffit que le recul de ce niveau par rapport au niveau de la fondamentale soit supérieur à une valeur définie par le type d'application.

Une telle approche peut conduire à la synthèse de séquences d'anharmonicité approchée.

La synthèse de telles séquences, répondant à un gaba imposé, peut être réalisée de bien des façons dont l'une des plus systématiques repose sur un procédé itératif :

— soit S_0 séquence de N éléments binaires dont on cherche à réduire le niveau de l'harmonique de rang n .

A partir de cette séquence, on construit une séquence S_1 de $2N$ éléments binaires formée à partir de la séquence S_0 en remplaçant les éléments binaires de valeur 1 par la suite « 10 » et les éléments binaires de valeur 0 par la suite « 01 ».

— soit q un nombre entier proche de la valeur du rapport $\frac{N}{n}$ et soit S' la séquence égale à la somme algébrique de

la séquence S avec elle-même circulairement permutée de q éléments binaires. La séquence S' présente $2N$ éléments et le niveau de son harmonique de rang n est égal (au tern d'enveloppe près) au niveau de l'harmonique n de la séquence initiale S_0 divisé par :

$$\frac{\cos \frac{n\pi q}{2N}}{\cos \frac{\pi q}{2N}}$$

Deux cas sont à considérer :

- si le nombre q est pair, la séquence obtenue est ternaire,
- si le nombre q est impair, la séquence obtenue est binaire.

Exemple : soit une séquence de 18 éléments binaires :

« 1011111010000000 »

— dont on cherche à réduire le niveau d'harmonique 5

$$\frac{N}{n} = \frac{18}{5} = 3,6$$

En prenant $q = 4$, le résultat serait une séquence ternaire de 36 éléments. Avec $q = 3$, on obtient la séquence S' suivante :

S : 1000101010101000100000000000000000
 S décalée de 3 él. bin : 0001000101010101000100000000000000
 S' : 1001101111111011001000000000000000

Les différences des niveaux des harmoniques entre la séquence S_0 et la séquence S' (au terme d'enveloppe près) sont égales à :

- Harmonique 5 : - 14,37 dB,
- Harmonique 7 : - 14,33 dB,
- Harmonique 9 : - 1,6 dB,
- Harmonique 11 : + 0,3 dB,
- Harmonique 13 : - 0,62 dB.

Ce procédé d'itération est général. Il s'applique à n'importe quelle séquence et il conduit à doubler le nombre d'éléments binaires de la séquence à chaque recherche d'amélioration du niveau d'une harmonique (qui entraîne également l'amélioration du niveau d'autres harmoniques par un effet similaire à celui des anharmonicités exactes induites par des anharmonicités exactes premières).

2. Séquence de 2^n éléments binaires.

Pour rendre une séquence anharmonique à un ordre premier donné il faut, en général multiplier le nombre

des éléments binaires de la séquence par ce nombre premier ; au contraire, si l'on se contente d'un caractère d'anharmonicité approché, il suffit de doubler le nombre d'éléments binaires.

Si l'on prend comme séquence initiale la séquence 10 du signal carré, toutes les séquences d'anharmonicité approchée présenteront un nombre d'éléments binaires égal à une puissance de 2 — ce qui est particulièrement commode et agréable.

De plus, si les nombres entiers précédemment notés q représentant les décalages relatifs à chaque itération sont toujours impairs, les séquences obtenues sont binaires et paires.

Lorsque l'on examine toutes les possibilités offertes lors de la synthèse des premières séquences de 2^n éléments binaires, on s'aperçoit qu'elles ne présentent pas grand intérêt jusqu'à $N = 25$ et que les séquences intéressantes de longueur supérieure seront nécessairement déduites de la séquence suivante de 32 éléments binaires :

1001101111111011001000000000

5. UTILISATION ET LIMITE D'EMPLOI

L'utilisation des séquences anharmoniques est conditionnée par deux facteurs essentiels :

- la longueur des séquences utilisées qui donne le rapport entre la fréquence d'utilisation (souvent égale à la fréquence fondamentale) et la vitesse des circuits logiques,
- la finesse des propriétés spectrales de la séquence.

Un grand soin doit donc être apporté au calcul de la séquence à utiliser : trop longue cette séquence nécessite l'implantation de circuits à très grande vitesse — trop courte, elle ne possède pas toutes les propriétés spectrales requises — le choix de chaque solution est affaire de cas d'espèce.

La simplicité de mise en œuvre des séquences anharmoniques par rapport aux signaux sinusoïdaux est donc, en quelque sorte, compensée par la difficulté de sélection et de calcul de la séquence à utiliser.

La conversion numérique-analogique, quoique très simple puisqu'à deux niveaux mérite cependant quelque attention car l'on se doit de disposer d'un accès analogique dont l'impédance interne soit identique lorsque l'entrée numérique est à l'état « 1 » ou à l'état « 0 » (quelle que soit la forme de ces éléments).

1. Génération de signaux.

Les générateurs sinusoïdaux basse fréquence (synthétisés ou non) peuvent être réalisés avec les séquences anharmoniques et offrent les avantages suivants :

- simplicité (pas de réglage, circuits numériques),
- faible ou très faible distorsion indépendante de la fréquence,
- facilité de modulation en phase,
- génération simultanée de signaux déphasés,
- facilité de modulation en amplitude,
- forte puissance.

Cette dernière caractéristique est propre aux séquences binaires puisqu'elles permettent de remplacer des amplificateurs linéaires de puissance par des amplificateurs à découpage.

Le type de réalisation est fonction de la bande de fréquence à obtenir. Ainsi, dans le cas simple d'un générateur de très grande pureté dans la bande 300-3 000 Hz, réalisé selon le principe de la figure 6 et utilisant une séquence de 1 050 ou 2 310 éléments binaires, une demi-douzaine de boîtiers suffisent tandis que, dans le cas d'un générateur à synthèse directe dans la bande 10 Hz-500 Hz utilisant l'échantillonnage d'une séquence anharmonique selon le schéma de principe de la figure 7, le nombre de circuits atteint plusieurs dizaines :

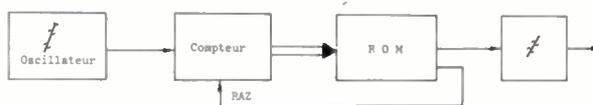


Fig. 6. — Générateur basse fréquence.

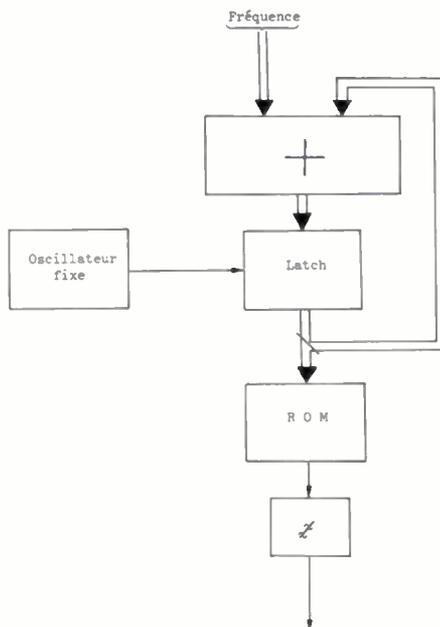


Fig. 7. — Générateur à échantillonnage d'une séquence.

Les générateurs ainsi obtenus présentent en général de très bons reculs du niveau des harmoniques théoriquement absentes : 80 dB sont obtenus avec des réalisations de qualité moyenne. Des reculs compris entre 80 et 100 dB sont réservés à des générateurs basse fréquence très soignés.

De tels reculs sont difficilement mesurables directement ; les meilleurs récepteurs ne présentant qu'un recul propre de 70 à 80 dB - on se doit donc de disposer de bons filtres si l'on désire caractériser les générateurs.

A titre de comparaison, on peut signaler qu'un synthétiseur affiche rarement des reculs supérieurs à 50 dB et que les reculs plus importants sont réservés à des générateurs à bande étroite (voire à fréquence fixe) et/ou à faible niveau.

2. Transposition de fréquence.

Le problème le plus répandu consiste à transposer proprement un signal analogique par modulation d'amplitude d'un porteur.

L'opération peut être réalisée par multiplication analogique du signal par un porteur sinusoïdal pur. Mais la multiplication analogique n'est pas une fonction facile à réaliser et le signal résultant est loin d'être spectralement parfait. Il apparaît en effet des produits d'intermodulation gênants.

Le problème peut être résolu en multipliant le signal à transposer par un porteur carré : le circuit de multiplication fonctionnant alors par découpage présente nettement moins d'intermodulation. Par contre, le signal résultant présente un spectre où toutes les harmoniques du signal carré sont présentes, modulées par le signal à transposer.

En remplaçant le signal carré par une séquence anharmonique binaire, le circuit multiplicateur fonctionne toujours par découpage. Il est donc plus facile à réaliser et ne présente que peu d'intermodulation. Le spectre du signal résultant sera plus pur, les premières harmoniques du signal carré étant totalement absentes (ou partiellement dans le cas de séquences d'anharmonicité approchée).

Ainsi on se sert ici de la double caractéristique binaire et sinusoïdale des séquences anharmoniques.

3. Convolution de signaux.

Les circuits de génération directe et les circuits de génération par registre à décalage linéairement rebouclé des séquences anharmoniques peuvent être considérés comme des circuits réalisant une fonction de transfert numérique dont la réponse impulsionnelle est égale à une période de la séquence.

Il est d'ailleurs aisé d'allonger la réponse impulsionnelle de ce circuit. Le procédé appliqué aux séquences anharmoniques binaires conduit à la réalisation d'un filtre numérique susceptible d'isoler les composantes fréquentielles du signal d'entrée, proches de la fréquence utilisée.

Les « pôles » d'un tel filtre correspondent aux fréquences d'anharmonicité de la séquence.

4. Génération de signaux complexes.

Il est possible de générer des signaux complexes à partir des séquences anharmoniques et ce, de plusieurs façons.

Par analogie avec les fonctions sinusoïdales, on peut rechercher s'il existe une base orthogonale de séquences anharmoniques, sur laquelle la décomposition d'un signal de spectre borné supérieurement serait identique à la décomposition de ce même signal sur la base orthogonale de fonctions :

$$\sin x, \cos x, \sin 2x, \dots, \sin nx, \cos nx.$$

La recherche de telles bases est difficile et les solutions possibles font généralement intervenir des séquences très longues.

Par contre, si l'on admet une petite différence entre les premiers coefficients de la série de Fourier et les coefficients de décomposition sur une base de signaux binaires, on peut se contenter d'utiliser des séquences d'anharmonicité approchée.

L'ensemble des signaux obtenus forme une base pas tout à fait orthogonale mais présente l'avantage de n'être formée que de séquences relativement courtes.

L'erreur introduite peut être aussi faible que l'on désire selon la finesse des caractères d'anharmonicité des séquences.

Cette méthode de décomposition de signaux à spectre borné sur une base quasi-orthogonale de séquences binaires : décomposition identique à la décomposition en série de Fourier limitée aux premiers termes, peut être utilisée de manière inverse pour effectuer la synthèse de n'importe quel signal dont on connaît le spectre.

Cette synthèse est effectuée par sommation pondérée de séquences de la base.

Il existe d'autres méthodes particulièrement plus directe d'obtention de signaux à spectre défini, à partir de séquences anharmoniques. Certaines d'entre elles utilisent les propriétés de sommation modulo 2 de séquences distinctes.

CONCLUSION

Les séquences anharmoniques présentent un double aspect :

aspect binaire dans le domaine temporel et aspect sinusoïdal dans le domaine fréquentiel.

Cette dualité est à l'origine des larges possibilités d'utilisation de ces séquences, possibilités qui sont, en contre-partie, limitées par le rapport souvent élevé entre la fréquence de travail des circuits de mise en œuvre et la fréquence d'utilisation de l'ensemble de ces circuits.

Ce rapport peut souvent être réduit par un choix judicieux de la séquence utilisée, la facilité de mise en œuvre est alors contrebalancée par le volume des calculs qui restent parfois difficiles.

De nombreux travaux théoriques restent à faire, qui auraient pour but d'étendre les possibilités de substitution spectrales des signaux sinusoïdaux par des signaux binaires à d'autres types de signaux analogiques usuellement rencontrés.

Bibliographie

- [1] MINOT P. — Séquences anharmoniques : première partie « analyse et synthèse ». *Annales Télécommunications*, p. 309-320, sept.-oct. 1976.
- [2] Seconde partie « propriétés et génération ». *Annales Télécommunications*, p. 54-66, janv.-fév. 1977.
- [3] Troisième partie « séquences à plusieurs niveaux ». *Annales Télécommunications*, p. 257-267, juil.-août 1977.
- [4] LAZARD D. et LAZARD C. — « Sinusoïdes binaires », mai 1977.

ANNEXE

Les tableaux suivants représentant un catalogue très condensé des principales séquences de bases directement utilisables en pratique.

Ces résultats obtenus sur ordinateur permettant d'éviter de longs et fastidieux calculs préluce à toute réalisation.

TABLEAU I

Ordre 2 - Mode 2
Ordre 3 - Mode 2

SEQUENCE DE 12 BITS

1 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 0

FREQUENCE	MODULE	MODULE (DB)
1.00	0.2018	0. DB
*** 2.00	0.0000	.....
*** 3.00	0.0000	.....
4.00	0.1378	-3. DB
5.00	0.1506	-3. DB
*** 6.00	0.0000	.....
7.00	0.1076	-5. DB
8.00	0.0689	-9. DB
*** 9.00	0.0000	.....
*** 10.00	0.0000	.....
11.00	0.0183	-21. DB
*** 12.00	0.0000	.....
13.00	0.0155	-22. DB
*** 14.00	0.0000	.....
*** 15.00	0.0000	.....

TABLEAU III

Ordre 2 - Mode 3
Ordre 3 - Mode 5

SEQUENCE DE 30 BITS

0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0

FREQUENCE	MODULE	MODULE (DB)
1.00	0.2772	0. DB
*** 2.00	0.0000	.....
*** 3.00	0.0000	.....
*** 4.00	0.0000	.....
5.00	0.0637	-13. DB
*** 6.00	0.0000	.....
7.00	0.0530	-14. DB
*** 8.00	0.0000	.....
*** 9.00	0.0000	.....
*** 10.00	0.0000	.....
11.00	0.0616	-13. DB
*** 12.00	0.0000	.....
*** 13.00	0.1020	-9. DB
*** 14.00	0.0000	.....
15.00	0.1061	-8. DB

TABLEAU IV

Ordre 2 - Mode 5
Ordre 5 - Mode 3
Ordre 3 - Mode 3

TABLEAU II

Ordre 2 - Mode 3
Ordre 3 - Mode 3

SEQUENCE DE 18 BITS

0 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0 0

FREQUENCE	MODULE	MODULE (DB)
1.00	0.2799	0. DB
*** 2.00	0.0000	.....
*** 3.00	0.0000	.....
*** 4.00	0.0000	.....
5.00	0.0858	-10. DB
*** 6.00	0.0000	.....
7.00	0.1151	-8. DB
*** 8.00	0.0000	.....
*** 9.00	0.1061	-8. DB
*** 10.00	0.0000	.....
11.00	0.0733	-12. DB
*** 12.00	0.0000	.....
13.00	0.0330	-19. DB
*** 14.00	0.0000	.....
*** 15.00	0.0000	.....

SEQUENCE DE 90 BITS

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1
1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 1 1
0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

FREQUENCE	MODULE	MODULE (DB)
1.00	0.2573	0. DB
*** 2.00	0.0000	.....
*** 3.00	0.0000	.....
*** 4.00	0.0000	.....
*** 5.00	0.0000	.....
*** 6.00	0.0000	.....
7.00	0.0175	-23. DB
*** 8.00	0.0000	.....
*** 9.00	0.0656	-12. DB
*** 10.00	0.0000	.....
11.00	0.0374	-17. DB
*** 12.00	0.0000	.....
13.00	0.0273	-19. DB
*** 14.00	0.0000	.....
*** 15.00	0.0000	.....
*** 16.00	0.0000	.....
17.00	0.0766	-11. DB
*** 18.00	0.0000	.....
19.00	0.0668	-12. DB
*** 20.00	0.0000	.....
*** 21.00	0.0000	.....
*** 22.00	0.0000	.....
23.00	0.0103	-28. DB

SOMMAIRE

- Vendredi 1^{er} décembre 1978 - Saint-Sébastien.
Journée d'études franco-ibérique ELECTROTECHNI- } Groupe Sud-Ouest
QUE (journée) } Section 12 P. III
- Mardi 19 décembre 1978 - Issy-les-Moulineaux.
Matériaux pour câbles de télécommunications
(demi-journée) Section 21 P. III
- Jeudi 25 janvier 1979 - Gif-sur-Yvette.
Mesure et dosimétrie associées aux interactions ondes
magnétiques - milieu vivant (journée) Sections 17 et 27 . P. V
- Jeudi 17 et vendredi 18 mai 1979 - Tours.
L'analyse et le traitement des images biomédicales
(2 jours) Section 27 P. VII
- Prix HENRI ABRAHAM - Appel aux candidatures. P. II
- Actes de congrès et fascicules disponibles à la S.E.E. et P. VI
au G.I.E.L. et VIII

RAPPEL DES MANIFESTATIONS
annoncées dans les numéros précédents

- Mercredi 22 novembre 1978 - Gif-sur-Yvette.
Génération, synthèse et mesure de fréquences optiques
stables (journée) Section 17
- Jeudi 23 novembre 1978 - Issy-les-Moulineaux.
Contrôle des phénomènes de congestion dans les
réseaux de transports (1/2 journée) } Sections 24
et 22
- Jeudi 23 et vendredi 24 novembre 1978 - Nice. }
Télécommunications (2 jours) } Section 24
et Gr. Sud-Est
Méditerranée
- Mardi 28 novembre 1978 - Gif-sur-Yvette.
Microélectronique rapide linéaire et logique (journée) Section 21
- Du 29 novembre au 1^{er} décembre 1978 - Paris.
41^{es} journées de la SEE : l'électricité facteur primordial
de développement et de survie des industries dans les
25 prochaines années (3 jours)
- Jeudi 30 novembre 1978 - Paris.
Supports techniques des services spécialisés et d'ur-
gence en milieux hospitaliers (1/2 journée) Section 27
- Du 4 au 8 décembre 1978 - Paris.
Colloque international sur le RADAR
- Mercredi 6 décembre 1978 - Gif-sur-Yvette.
Nouveaux matériaux semiconducteurs pour l'électro-
nique (journée) Section 21
- Mercredi 6 et jeudi 7 décembre 1978 - Limoges. } Gr. Centre-Ouest
Le filtrage en télécommunications (2 jours) } Sections 21,
22 et 25
- Jeudi 7 décembre 1978 - Gif-sur-Yvette.
Electrostatique (journée) Section 11
(Suite au dos).

RAPPEL DES MANIFESTATIONS annoncées dans les numéros précédents (suite)

- Jeudi 7 et vendredi 8 décembre 1978 - Grenoble.
 - Les capteurs magnétiques à semiconducteurs (2 jours).....
- Vendredi 8 décembre 1978 - Gif-sur-Yvette.
 - Nouveaux accélérateurs de particules nucléaires.
 - Utilisation des rayonnements nucléaires à l'analyse (journée)
- Jeudi 14 décembre 1978 - Gif-sur-Yvette.
 - Les oscillateurs à quartz (journée)
- Vendredi 2 et samedi 3 février 1979 - Limoges.
 - Biosystèmes (1 jour 1/2)
- Mars 1979 - Nancy.
 - Techniques nouvelles en microchirurgie
- Du 7 au 11 mai 1979 - Paris.
 - Colloque international sur la COMMUTATION.
- Les 17, 18 et 19 mai 1979 - Toulouse.
 - Hémodynamique des membres

}

Section 21
Gr. Dauphiné-Savoie

Section 26

Sections 17 et 22

Section 27
Gr. Centre-Ouest

Section 27

Section 27
Gr. Midi-Pyrénées

PRIX HENRI ABRAHAM

Par décision du Bureau de la SEE en date du 20-9-78, le prochain Prix Henri ABRAHAM sera décerné dans les conditions suivantes :

LES DOSSIERS DE CANDIDATURES (en 10 exemplaires), DOIVENT ETRE DEPOSES AU SECRETARIAT DE LA SOCIETE DES ELECTRICIENS, DES ELECTRONICIENS ET DES RADIOELECTRICIENS (SEE), 48, rue de la Procession - 75724 PARIS CEDEX 15 AVANT LE 1^{er} AVRIL 1979.

Nous vous rappelons ci-dessous le règlement du Prix Henri ABRAHAM (approuvé par le Conseil du 7-4-76) :

- Article premier.** — La Société des électriciens, des électroniciens et des radioélectriciens décernera le Prix Henri ABRAHAM institué par la SFER en 1954 en l'honneur du grand professeur et savant que fut Henri ABRAHAM (1868-1943), membre fondateur et ancien président de la SFER.
Ce prix est destiné à récompenser un travail particulièrement intéressant dans le domaine de l'électronique, de la radio-électricité et des télécommunications et le plus généralement de l'électricité pris dans son sens le plus large, travail effectué en France ou à l'étranger par un ingénieur, chercheur ou technicien.
- Article 2** — Les candidats à l'attribution du Prix Henri ABRAHAM doivent être âgés de moins de 45 ans au 1^{er} janvier de l'année d'attribution du prix (*).
- Article 3** — Le travail, inédit ou non, doit être présenté par son auteur en dix exemplaires et adressé au secrétariat de la SEE : 48, rue de la Procession - 75724 PARIS CEDEX 15.
Il doit être accompagné d'un curriculum vitæ de l'auteur et d'une note rédigée par lui ou par la personne ayant patronné l'étude, précisant les conditions dans lesquelles celle-ci a été réalisée.
- Article 4** — Le prix est attribué, en principe, tous les deux ans.
La valeur du prix est fixée par le Bureau de la SEE.
- Article 5** — Le jury qui attribue le Prix Henri ABRAHAM est présidé par le Président de la SEE ; il comprend en outre :
— les trois derniers présidents,
— les trois vice-présidents en exercice.
Le secrétariat du jury est assuré par le délégué général de la SEE qui rédige le procès-verbal des réunions.
Le jury peut s'adjoindre, à titre consultatif, les spécialistes dont il désire recueillir l'avis.
- Article 6** — Le prix n'est pas attribué si la valeur des travaux soumis au jury est jugée insuffisante.
La décision d'attribution doit être acquise à la majorité absolue des membres du jury (scrutin préliminaire).
Au cas où le jury estime ne pas pouvoir attribuer le Prix, il transmet sa décision au Conseil de la SEE qui peut, soit supprimer l'attribution du Prix, soit le reporter.
- Article 7** — Le Prix est décerné par le jury à la majorité absolue des votants ; toutefois si, après deux tours de scrutin, cette condition n'est pas satisfaite, la majorité relative suffit pour le tour suivant et la voix du Président est prépondérante.
Le jury transmet au Conseil de la SEE le nom du lauréat.
- Article 8** — Le Prix ABRAHAM est remis au lauréat au cours d'une assemblée générale de la SEE.

(*) Pour le prochain Prix, il s'agit du 1-1-79.

VENDREDI 1^{er} DECEMBRE 1978

SAINT-SEBASTIEN
Groupe du Sud-Ouest
et Section **12**

Journée d'études Franco-Ibérique

ELECTROTECHNIQUE

organisée par :

- Les Collèges des Ingénieurs Industriels du GUIPUZCOA ALAVA et NAVARRE et de BISCAYE.
- La SEE (Société des Electriciens, des Electroniciens et des Radioélectriciens).
Groupe du Sud-Ouest — Président : M. VERON-REVILLE.
- Section 12 (Composants des réseaux d'énergie électrique) — Président : M. LARRUE.
- Le Centre d'Etudes Economiques Franco-Ibérique de BAYONNE.

Présidents espagnols : MM. les Doyens des Deux Collèges ;
Président français : M. le Général BERTRAND, Délégué Général de la SEE ;
Président du Groupe du Sud-Ouest : M. Philippe VERON-REVILLE.

Lieu : (matin) CAJA AHORROS PROVINCIAL - Calle Andia Salon de Actos - SAN SEBASTIAN - Espagne.
(après-midi) Usine ARTECHE à MUNGUIA (près de BILBAO).

Programme

- 9 h 30 Accueil.
- 10 h 00 Nouveau système de télécommande de la production et du transport d'énergie - Technologies et critères de choix, par M. INSUNZA, Chef de la Division de Planification et du Mouvement d'Energie de la Société IBERDUERO.
- 10 h 45 Sélectivité des protections dans les réseaux de distribution de haute fiabilité, par M. POUZOLS (Merlin-Gerin).
- 11 h 30 Discussion.
- 12 h 30 Départ pour la BISCAYE.
- 14 h 00 Déjeuner. (Suite au dos).

MARDI 19 DECEMBRE 1978

ISSY-LES-MOULINEAUX
Section **21**

Demi-journée d'études organisée par :

SEE - Section 21 (Matériaux et Composants - Physique du Solide) — Président : M. B. CHIRON (LTT).

MATERIAUX POUR CABLES DE TELECOMMUNICATIONS

Lieu : Centre de Relations des Télécommunications, CNET, 38-40, rue du Général-Leclerc - 92131 Issy-les-Moulineaux.
Président de séance : M. TREHEUT (CNET).

Programme

- 14 h 00 Le cuivre de coulée continue, par M. DOSDAT (Thomson-Brandt), (SCCC).
 - 14 h 30 Exigence et possibilités industrielles du polyéthylène, par M. REBEILLE (ATO CHIMIE).
 - 15 h 00 Caractérisation électrique des matériaux pour câbler. Principes et résultats, par M. LE CALVEZ (CNET).
 - 15 h 45 Problème de vieillissement des matériaux, par M. Y. MOISAN (CNET).
 - 16 h 15 Modélisation des contraintes de mise en œuvre, par M. HOCHON (CGE).
- Table ronde sur les matériaux pour futurs câbles de télécommunications.
Animateurs : MM. CROS - MOISAN (CNET).

Frais de participation à acquitter à l'entrée :

- 25 F pour les membres de la SEE sur présentation de la carte de membre individuel portant la vignette 1978,
- 50 F pour les non-membres.

SEE/III

- 16 h 00 Conférence à l'Usine ARTECHE : Présent et futur des protections Moyenne Tension, par M. LARRUZZEA,
Directeur Technique de AISE-ARTECHE.
- 17 h 00 Visite de l'Usine.
- 18 h 30 Départ pour Saint-Sébastien.
- 21 h 00 Dîner-Soirée, avec participation des épouses souhaitée.

Frais de participation : Pour la Journée d'études : 140 F
En sus, pour le dîner-soirée : 60 F

Renseignements et inscriptions : M. VERON-REVILLE - Régies d'électricité de la Gironde, 13, rue de Moulis -
33000 BORDEAUX Tél. : (56) 90.92.55

ANNONCE

1^{er} SYMPOSIUM INTERNATIONAL « IMEKO TECHNICAL DIAGNOSTICS 1979 »

L'IMEKO et la Société Scientifique et Technique Tchèque organisent le 1^{er} Symposium international sur le diagnostic technique du 18 au 20 septembre 1979 à Karlovy Vary, Tchécoslovaquie.

Le Symposium traitera de tous les aspects du diagnostic technique : méthodes, machines, matériels électroniques ou mécaniques, processus et systèmes.

Soumission d'un résumé de deux pages (en anglais) : 31 décembre 1978 ;

Notification aux auteurs de la décision du Comité : 1^{er} mars 1979 ;

Envoi des communications : 30 avril 1979.

Les résumés sont à envoyer à :

House of Technology (Ing. J. Kral), CS - 112 82 PRAGUE 1 - TCHECOSLOVAQUIE.

ou à :

IMEKO Secretariat, POB 457 H-1371 BUDAPEST.

SEE/IV

JEUDI 25 JANVIER 1979

GIF-SUR-YVETTE
Sections **17 et 27**

Journée d'études organisée par :

- SEE - Section 17 (Métrologie, Mesure, Instrumentation) — Président : M. J. RUTMAN.
- Section 27 (Techniques biomédicales) — Président : M. R. PLASZCZYNSKI.

MESURE ET DOSIMETRIE ASSOCIEES AUX INTERACTIONS
ONDES ELECTROMAGNETIQUES - MILIEU VIVANT

Lieu : Ecole Supérieure d'Electricité - Plateau du Moulon - 91190 Gif-sur-Yvette.

Accès par RER Ligne de Sceaux. Descendre à la station « Le Guichet » puis service de cars assuré.
Par la route, prendre la F 18 (Paris-Chartres), sortir à « Centre Universitaire » ensuite parcours fléché.

Programme

MATIN : Président : M. C. AUDOIN, Directeur de Recherche au CNRS, Orsay.

- 9 h 30 Introduction et présentation de la journée, par M. A.-J. BERTEAUD (Directeur de Recherche au CNRS, Thiais).
10 h 30 Mesure de température et de densité de puissance, par MM. A. DEFICIS et A. PRIOU (ONERA-CERT, Toulouse).
11 h 30 Détermination indirecte des températures au niveau cellulaire, par M. M. DARDALHON (Institut Curie, Section de Biologie, Paris).
12 h 30 Déjeuner au restaurant de l'ESE.

APRES-MIDI : Président : M. M. GAUTHERIE (Chargé de Recherche à l'INSERM, Faculté de Médecine de Strasbourg).

- 14 h 30 La thermographie microonde. Principe et applications biomédicales, par M. Y. LEROY (Professeur à l'Université des Sciences et Techniques de Lille).
15 h 30 Répartition électrique et thermique sur modèles, par M. R. ZIMMER (Assistant des Hôpitaux, Faculté de Médecine, Strasbourg).
16 h 30 Les niveaux de sécurité, par M. J.-P. VAUTRIN (INRS de Nancy).

JEUDI 25 JANVIER 1979

GIF-SUR-YVETTE
Sections **17 et 27**

Journée d'études

MESURE ET DOSIMETRIE ASSOCIEES AUX INTERACTIONS
ONDES ELECTROMAGNETIQUES - MILIEU VIVANT

BULLETIN D'INSCRIPTION

à retourner avant le 18 janvier 1979 à :

SOCIETE DES ELECTRICIENS, DES ELECTRONICIENS ET DES RADIOELECTRICIENS (SEE)
48, rue de la Procession - 75724 PARIS CEDEX 15 - Tél. : 567.07.70

Je, soussigné
(Nom et prénom en capitales d'imprimerie)

Adresse complète pour la correspondance :
professionnelle - personnelle (*)

..... Téléphone :

Fonctions actuelles :

participerai à la JOURNEE D'ETUDES du 25 janvier 1979 et vous envoie ci-joint la somme de :

- 100 F pour les membres SEE : (membre n°)(*) } — par chèque bancaire à l'ordre de la SEE (*)
— 150 F pour les non-membres (*) } — par CCP à l'ordre de la SEE Paris 170-28 P (*)

comprenant les frais de déjeuner au restaurant de l'ESE.

Date :

Signature :

NOTA : Pour les universitaires et assimilés, les frais de participation sont de :

- 50 F pour les membres SEE : membre n° (*)
— 100 F pour les non-membres (*)

(*) Rayer les mentions inutiles.

SEE/V

GIEL

Secrétariat général des colloques
11, rue Hamelin - 75783 PARIS CEDEX 16
Tél. : 505.14.27

ACTES DE CONGRES S.E.E./G.I.E.L.

Colloque international sur les dispositifs et systèmes alphanumériques (9 et 10-4-73) ..	80 F ×	.....	=	.....	F
» » sur l'électronique et la mesure (26 au 30-5-75)	100 F ×	.....	=	.....	F
» » sur la fiabilité et la disponibilité des systèmes informatiques (18 au 20-6-75)	80 F ×	.....	=	.....	F
» » sur les capteurs biomédicaux (BIOCAPT 75), (3 au 7-11-75) 2 volumes	300 F ×	.....	=	.....	F
» » sur les techniques de fabrication et d'encapsulation des cir- cuits hybrides (7 et 8-4-76)	100 F ×	.....	=	.....	F
2° Colloque européen sur les transmissions par fibres optiques (27 au 30-9-76)	120 F ×	.....	=	.....	F
Electronique + 5 (28-3 au 1-4-77)	100 F ×	.....	=	.....	F
Colloque international sur la microlithographie (21 au 23-6-77)	120 F ×	.....	=	.....	F
» » sur les systèmes électroniques d'aide à la navigation aérienne (14 au 18-11-77)	120 F ×	.....	=	.....	F
» » sur les signaux et les images en médecine et en biologie BIOSIGMA (24 au 28-4-78), 2 volumes	400 F ×	.....	=	.....	F
» » sur la fiabilité et la maintenabilité (19 au 23-6-78)	150 F ×	.....	=	.....	F
				<u> </u>	
				Total	F

Nom et prénom :

Adresse pour l'envoi :

Veillez trouver ci-joint un chèque bancaire ou un virement postal :

— à l'ordre de « GIEL colloque international » pour les colloques antérieurs à 1977,

— à l'ordre de « SDSA colloques » pour les colloques postérieurs à 1977.

Date :

Signature :

N.B. - Les prix indiqués s'entendent frais d'envoi compris.

- Envoi par avion : suivant tarifs en vigueur.

SEE/VI

JEUDI 17 et
VENDREDI 18 MAI 1979

BOIS-DES-HATES
(Tours-Chambray)
Section **27**

Journées d'études

L'ANALYSE ET LE TRAITEMENT DES IMAGES BIOMEDICALES

Organisées conjointement par :

- L'Association pour l'Information, la Recherche, en Informatique, en Electronique et en Statistique (IRIES).
- La Section 27 « Techniques Biomédicales » de la SEE (membre de l'International Federation for Medical and Biological Engineering IFMBE).
- Le Laboratoire de Bio-Informatique et le Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Tours.

* COMITE D'ORGANISATION :

Président : M. J. THOUVENOT.

Membres : MM. C. GAUDEAU, M. LAFARGUE, C. LONGEVIALLE.

* OBIET DES JOURNEES :

Ces Journées comportant des exposés didactiques, des séances de discussions se proposent :

- de réunir des spécialistes Ingénieurs, Médecins et Biologistes ;
- d'aborder les aspects méthodologiques et technologiques communs aux disciplines suivantes :

— Cardiologie	— Ophtalmologie	— Gastroentérologie
— Pneumologie	— Hématologie	— Stomatologie
— Neurologie	— Cytologie	— autres

* INSTRUCTIONS AUX AUTEURS :

- Les auteurs sont priés d'envoyer leur projet de communication à l'IRIES avant le 31 décembre 1978 (3 pages dactylographiées).
- Les auteurs recevront une notification et les instructions pour la préparation finale des textes avant le 15 février 1979.
- La version définitive devra être reçue avant le 31 mars 1979 pour la publication dans les actes des Journées.
- Le programme définitif sera publié au début de mars 1979.
- Exposition de matériel scientifique possible.

JEUDI 17 et
VENDREDI 18 MAI 1979

BOIS-DES-HATES
(Tours-Chambray)
Section **27**

Journées d'études

L'ANALYSE ET LE TRAITEMENT DES IMAGES BIOMEDICALES

BULLETIN D'INSCRIPTION N° 7920001/IRIES/SEE. IMBIO/CA

à retourner à :

ASSOCIATION POUR L'INFORMATION, LA RECHERCHE EN INFORMATIQUE,
EN ELECTRONIQUE ET EN STATISTIQUE (IRIES) - BP 14 - 78650 BEYNES

Nom Prénom

Titres ou profession

Domicile ou adresse professionnelle (*)

Téléphone Nationalité

Les frais de participation à ce programme sont de :

- 350 F pour les membres de la SEE ou de l'IFMBE (membre n°
- 400 F pour les non-membres.

Désirant participer à ce programme, je joins un chèque de F.

De plus, j'ai l'intention de présenter mes travaux :

Titre :

Auteurs :

à :

le :

(*) Rayer la mention inutile.

Signature :

SEE/VII

FASCICULES DE PERFECTIONNEMENT

(réservés aux membres SEE)

N° 9001 - Introduction à l'étude des circuits électriques (A. SORBA)	12 F ×	..... =	..... F
N° 9002-2 - Fonctionnement physique des principaux dispositifs à semi-conducteurs (J. COAT)	34 F ×	..... =	..... F
N° 9003 - Fonctionnement et utilisation des transistors à jonctions (B. RYCKELYNCK)	25 F ×	..... =	..... F
N° 9004 - Emploi des circuits intégrés monolithiques (J. FAGOT)	18 F ×	..... =	..... F
N° 9005 - La théorie des graphes (J.-M. ESCANE)	15 F ×	..... =	..... F
N° 9006 - Amplification (J.-P. REMBLIER)	25 F ×	..... =	..... F
N° 9007 - Calcul symbolique (J.-M. ESCANE)	12 F ×	..... =	..... F
N° 9008 - Calcul matriciel (J.-M. ESCANE)	19 F ×	..... =	..... F
N° 9009 - Les oscilloscopes classiques. Fonctionnement et utilisation (J. VANDENBERGHE)	21 F ×	..... =	..... F
N° 9010 - Algèbre de Boole et analyse combinatoire (R. HUSSON)	25 F ×	..... =	..... F
N° 9011 - Radiocommunications sur guides d'ondes millimétriques (J. FAGOT)	18 F ×	..... =	..... F
N° 9012 - Les thyristors (H. SURIN)	28 F ×	..... =	..... F
N° 9013 - Applications nouvelles des semi-conducteurs de puissance (J.-M. PETER) ..	10 F ×	..... =	..... F
N° 9014 - Informatique appliquée (J. HEBENSTREIT)	29 F ×	..... =	..... F
N° 9015 - Excitation statique des machines synchrones (C. HAREL)	20 F ×	..... =	..... F
N° 9016 - Fonctionnement et utilisation des transistors à effet de champ (B. RYCKELYNCK)	19 F ×	..... =	..... F
N° 9017 - Initiation à la téléphonie moderne (J. FAGOT)	28 F ×	..... =	..... F
N° 9018 - Oscillateurs (A. SORBA)	14 F ×	..... =	..... F
N° 9019 - Modelage des signaux (B. LORIFERNE)	14 F ×	..... =	..... F
N° 9020 - Logique (J. RENOUEAU)	16 F ×	..... =	..... F
N° 9021 - Impulsions et électronique logique (F. MESA)	23 F ×	..... =	..... F
N° 9022 - Faisceaux hertziens de terre et systèmes de télécommunication par satellite (J. FAGOT)	22 F ×	..... =	..... F
N° 9901 - L'alimentation électrique des ordinateurs (journée d'études du 9-5-72)	15 F ×	..... =	..... F
N° 9902 - Applications nouvelles des transistors de puissance (journée d'études du 9-3-77)	30 F * ×	..... =	..... F
N° 9903 - Stockage de l'énergie et électricité (journées d'études des 2 et 3-6-77)	30 F * ×	..... =	..... F
N° 9904 - Bruits des matériels électriques (journées d'études des 17 et 18-11-77)	60 F * ×	..... =	..... F
N° 9905 - Les méthodes modernes d'études et de réalisations des automatismes	80 F * ×	..... =	..... F

ACTES DE CONGRES

Congrès S.E.E.

— NICE 1971 - Les voies d'avenir de l'électrotechnique	200 F ×	..... =	..... F
— VITTEL 1973 - La production d'électricité d'origine nucléaire	200 F ×	..... =	..... F
— BIARRITZ 1975 - Evolution du problème de l'énergie dans le monde. Conséquences sur la production et l'utilisation de l'énergie électrique	200 F ×	..... =	..... F
— GRENOBLE 1977 - La communication et les processus de commande en 1990	200 F ×	..... =	..... F

Autres congrès

— Comptes rendus du 7 ^e congrès international sur les phénomènes de contact électrique (Paris - 17 au 21-6-74)	200 F ×	..... =	..... F
— European Conference on Electronics « EUROCON 77 » - (Venise - du 3 au 7-5-77) 2 volumes	250 F ×	..... =	..... F

Total F

Nom et prénom :

Adresse pour l'envoi :

Veuillez trouver ci-joint un chèque bancaire ou un virement postal à l'ordre de la SEE, C.C.P. 170-28 P, représentant le montant total correspondant.

Date :

Signature :

N.B. Les prix indiqués pour les fascicules et les actes de congrès s'entendent frais d'envoi compris.
Envoi par avion : suivant tarifs en vigueur.

* Prix spécial pour étudiants : 9902 : 20 F 9904 : 20 F
9903 : 20 F 9905 : 55 F