

# L'onde électrique

ISSN 0030-2430

Revue mensuelle de la Société des Électriciens, des Électroniciens et des Radioélectriciens

● Circuits intégrés encore plus rapides et plus petits ● Military Microwaves 78 : lorsque les militaires s'intéressent aux hyperfréquences ● Échanges « Sympathiques et fructueux » au dernier Colloque Radar ●

**Hyper 79 : cinq années d'évolution des matériels hyperfréquences.**

**Colloque micro-ondes 1978 : les télécommunications centre d'intérêt des congressistes.**

**Mesures d'affaiblissement < 5 MHz.**

**La micro-informatique au service de la médecine.**

LOCATION:

Latest issue

C-current di

Current shel

Bibliography

Other \_\_\_\_\_

RETENTION:

Current year

Other \_\_\_\_\_



# la mesure en télécommunications

A partir du 1<sup>er</sup> février

**MARCONI INSTRUMENTS**

vous accueillera dans ses nouveaux locaux

**3, avenue du Maréchal Devaux  
91550 PARAY-VIEILLE-POSTE  
Tél. 687.23.23**

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 · Télèx : 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

# POINT DE VUE

## Meilleurs vœux

Tiens, la couverture de l'*Onde Électrique* a changé ! Heureuse ou malheureuse, l'initiative mérite qu'on s'y attarde, qu'on la critique ou qu'on la loue puis qu'on parcourt ce numéro pour s'apercevoir que d'autres modifications apparaissent au fil des pages. « Tant mieux », pensera l'un, « vraiment dommage », affirmera l'autre qui ne conçoit sa Revue que sous un aspect digne et austère ou imitant telle revue étrangère.

Et pourtant, ces changements qui concernent tant la forme que le fond de la publication n'ont qu'un but réel : vous servir. Mais vous servir en vous fournissant grâce à la mise en place d'une nouvelle équipe rédactionnelle toutes les informations nécessaires à votre activité dans notre profession. Vous servir en vous faisant connaître les progrès et les évolutions de notre industrie ou en vous faisant découvrir, en avant-première, les résultats des travaux de recherches menées discrètement dans les laboratoires du monde entier. Vous servir en vous donnant la parole ou plutôt en vous permettant de vous exprimer, de donner votre *Point de Vue* sur tel événement survenu dans l'actualité du monde de l'électronique ou sur tel article qui vous a inspiré un certain nombre de réflexions ou de critiques.

Alors, n'hésitez pas ! Prenez la plume et dites ce que vous pensez de ce « plan composants » qui n'en finit pas de se mettre au point, de l'informatisation de notre société, des options prises en matière de télécommunications ou, plus simplement, ce que vous aimeriez lire dans cette publication.

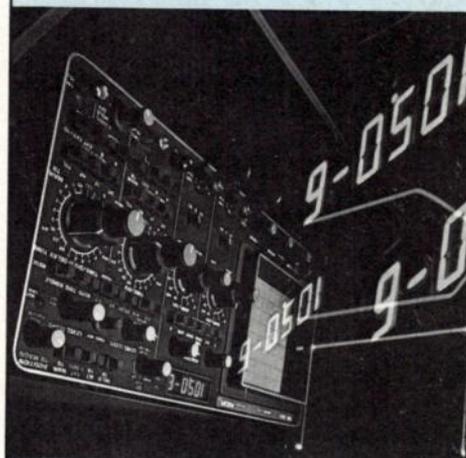
Car n'oubliez pas : c'est pour vous et par vous qu'est publiée l'*Onde Électrique*.

G. SECAZE

P. S. : Merci de bien noter les coordonnées de la Rédaction pour pouvoir dialoguer avec elle :  
l'*Onde Électrique*, 120, boulevard Saint-Germain,  
75280 Paris Cedex 06. Tél. : 329.21.60

Sur notre couverture :

OSCILLOSCOPE 100 MHz  
AVEC MICROPROCESSEUR



Le PM 3263 est un oscilloscope 100 MHz d'aspect et de fonctionnement classiques, conçu pour le laboratoire et la maintenance notamment en télécommunications et en informatique.

Il comprend un circuit additionnel avec un microprocesseur qui permet les mesures d'intervalles de temps entre les départs des bases de temps principale et retardée ou entre deux départs successifs de la base de temps retardée sur un ou deux signaux différents. Ce circuit donne également la possibilité de mesurer le nombre d'événements avant le départ de la base de temps retardée ou avant celui de la base de temps principale. Les valeurs des mesures sont lues sur un affichage à diodes électroluminescentes.

Le PM 3263 permet, de plus, la représentation simultanée des bases de temps principale et retardée pour les deux voies, la visualisation du signal de déclenchement qui élimine toute ambiguïté de déclenchement, la synchronisation composite qui rend possible l'analyse de signaux sans relation de phase ou de temps et la possibilité de déclenchement automatique sur les niveaux TTL. Le PM 3263 présente une sensibilité verticale de 2 mV à 35 MHz et de 5 mV à 100 MHz.

# PHILIPS

Division Science et Industrie  
105, Rue de Paris 93002 BOBIGNY  
Téléphone : (1) 830-11-11

# FERRITES HYPERFRÉQUENCES

## THOMSON-CSF

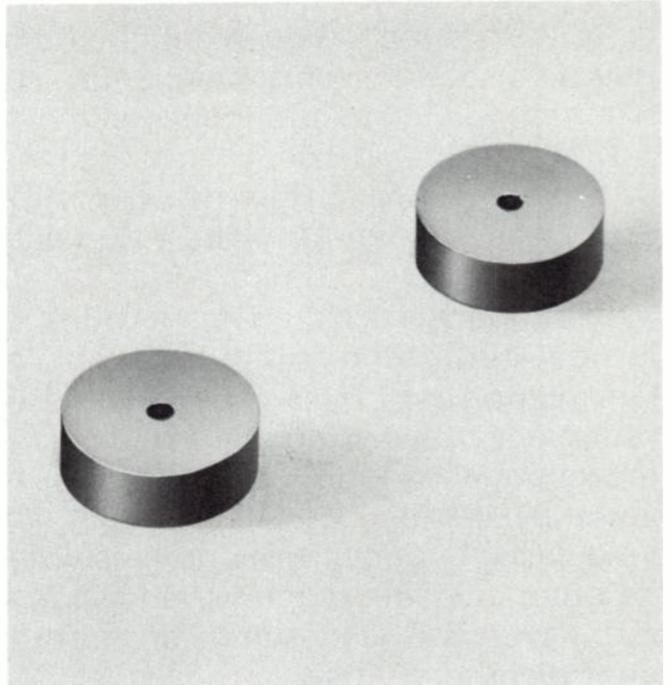
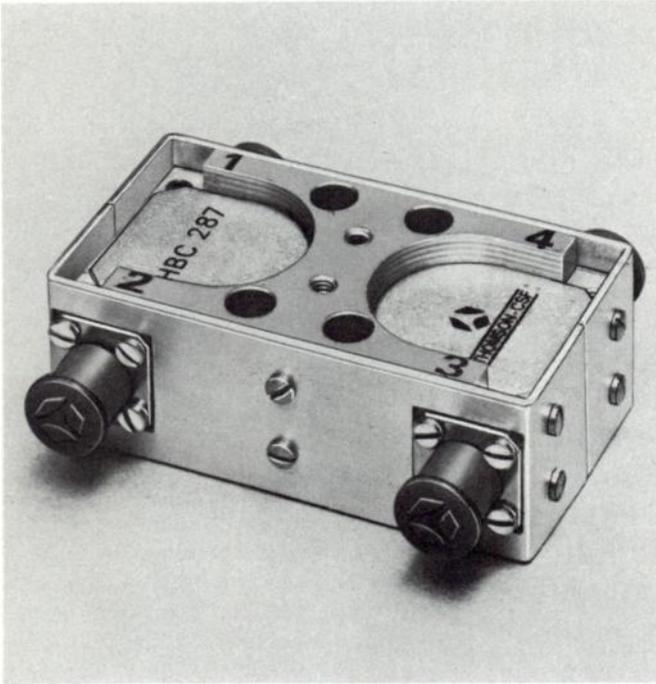
présente une gamme complète de  
dispositifs et matériaux ferrites hyperfréquences

### Pour vos systèmes

Des circulateurs, isolateurs, filtres sur guides et coaxiaux, des jonctions non-réciproques, déphaseurs, atténuateurs, commutateurs...

### Pour vos dispositifs

Des spinelles de nickel et de lithium, des grenats d'yttrium-gadolinium-aluminium et des grenats à faible largeur de raie de calcium-vanadium...



THOMSON-CSF vous offre, par exemple,  
ce circulateur coaxial à quatre voies (HBC 287)  
réalisé avec des grenats à faible largeur de raies (Y 209)  
employé dans les amplificateurs paramétriques non-refroidis

#### Circulateur HBC 287

- Bande de fréquence \_\_\_\_\_ 3,7 - 4,2 GHz
- Pertes (par voie) \_\_\_\_\_ 0,1 dB
- Découplage (par voie) \_\_\_\_\_ 33 dB
- T.O.S. \_\_\_\_\_ 1,05

#### Grenat Y 209

- Aimantation à saturation \_\_\_\_\_ 900 gauss
- Largeur de raie \_\_\_\_\_ 10 0e
- Point de Curie \_\_\_\_\_ 190 °C
- Tangente des pertes diélectriques \_\_\_\_\_  $2 \cdot 10^{-4}$



**THOMSON-CSF**  
**DISPOSITIFS**

THOMSON-CSF DÉPARTEMENT FERRITES UHF  
33, AVENUE FAIDHERBE / 93100 MONTREUIL / FRANCE / TÉL. : (1) 858 90.65

**MATÉRIAUX**

THOMSON-CSF DOMAINE DE CORBEVILLE  
B.P. N° 10 / 91401 ORSAY / FRANCE / TÉL. : (1) 941 82.40.

### contents

#### 49 Microwave Symposium:

- A superheterodyne receiver from 350-400 GHz, *G. T. Wrixon*.
- The requirements of link planning, *H. Brodhage*.
- Frequency stabilization, *F. Ivanek*.

#### 59 Filters:

Design of mechanical filters having attenuation poles, *P. Allemandou* and *D. Beaudet*.

#### 65 Measurements:

Accurate measurements methods of attenuation at frequencies below 5 MHz, *P. Pakay*.

#### 73 Medical and bioengineering:

Regulation of the transfer factor of insulin/glucose, *D. Ferrand*, *J. F. Renaud*, *B. Pistoulet* and *G. Louis*.

#### 78 Microwaves:

High peak-power microwave coaxial circulator, *H. Lahmi*.

#### 5 Événement:

- Philips met enfin un microprocesseur dans ses oscilloscopes.
- Military Microwaves 78 : lorsque les hyperfréquences s'intéressent au militaire.
- Colloque Radar : échanges techniques fructueux et rencontres « sympathiques ».
- Transpac (enfin) en service.
- Bancs de test MIC : quand le microprocesseur s'en mêle...

#### 17 oe actualités

Hyper 79 : cinq années d'évolution des matériels hyperfréquences.

#### 43 Les nouveautés de l'Onde Électrique.

#### 49 Colloque micro-ondes 1978: les télécommunications centre d'intérêt des congressistes:

- Récepteur superhétérodyne pour la bande 350-400 Hz, par *G. T. Wrixon*.
- Exigences d'une planification en fréquence des liaisons par faisceaux hertziens, par *H. Brodhage*.
- Stabilisation de fréquence, par *F. Ivanek*.

#### 59 Filtres:

Apprenez à calculer des filtres électromécaniques ayant des pôles d'affaiblissement, par *P. Allemandou* et *D. Beaudet*.

#### 65 Mesure:

Mesures précises d'affaiblissement en dessous de 5 MHz : quelle méthode choisir ?, par *P. Pakay*.

#### 73 Biomédical:

Régulation du transfert insuline glucose : la micro-informatique au service du diabétique, par *D. Ferrand*, *J. F. Renaud*, *B. Pistoulet* et *G. Louis*.

#### 78 Micro-ondes:

Un circulateur coaxial original supporte de hauts niveaux de puissance crête, par *H. Lahmi*.

## l'onde électrique



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

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.

### RÉDACTION

Rédacteur en chef : Gilles Secaze  
Tél. : 329.21.60.

#### Comité de lecture

Président : G. PAYET, PTT (Tél. 638.40.69).  
Adjoint : M. Bon, CNET.

### PUBLICITÉ

Alain BUISSON, Chef de Publicité.  
Téléphone : 329.21.60.

#### Comité de l'Onde Électrique

Président : Y. ANGEL, Professeur au CNAM.  
Vice-Président : M. THUE, Ingénieur général  
des Télécommunications au CNET.

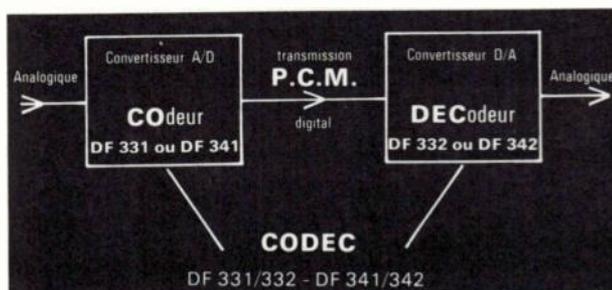
#### Représentant pour la Grande-Bretagne

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



# CODEC

**DF 331 / DF 332 loi  $\mu$**   
**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  $\mu$  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  $\pm 3$  V (références)

Tension analogique à coder :  
 $\pm 3$  V crête à crête.

Fréquence audio :  
 8 kHz nominal pour les 2 systèmes

Fréquence de transmission :  
 1,544 MHz en loi  $\mu$   
 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 - Echât 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

## Philips met enfin un microprocesseur dans ses oscilloscopes

« Rien ne sert de courir... » dit la fable et ce n'est certainement pas Philips qui la démentira. Du moins, pour ce qui concerne sa famille d'oscilloscopes. La commercialisation, tout récemment annoncée, du PM 3263, le premier modèle à microprocesseur de la marque, en est un témoignage.

Il s'agit d'un appareil relativement classique. En fait, dans la lignée de ce que la firme néerlandaise a entrepris en matière d'oscilloscopie depuis bientôt cinq ans. Une bande passante de 100 MHz et une sensibilité de 2 à 5 mV sont les principales caractéristiques électriques. Toutefois, le PM 3263 dispose tout de même de quelques originalités. Sinon, pourquoi un microprocesseur ? Par exemple, pour permettre les mesures d'intervalles de temps entre les « départs » des bases de temps principale et retardée ou entre deux départs successifs de la base de temps retardée sur un ou deux signaux différents. Ou encore pour mesurer et calculer le nombre d'événements intervenus avant le départ de la base de temps retardée ou celui de la principale, ces mesures étant lues sur un afficheur à diodes électroluminescentes indépendant, bien entendu, de l'écran cathodique.

Mais cet appareil assure, en outre, la représentation simultanée des bases de temps principale et retardée pour les deux voies, la visualisation du signal de déclenchement (qui élimine toute ambiguïté),

la synchronisation composite qui rend possible l'analyse de signaux sans relation de phase ou de temps et la possibilité de déclenchement automatique sur les niveaux TTL. Des témoins lumineux signalent la non calibration des amplificateurs verticaux et des vitesses de balayage, l'utilisation de la fonction agrandissement et l'état de non synchronisation. L'affichage à diodes électroluminescentes précise les erreurs et incompatibilités d'utilisation.

Toujours dans le domaine des oscilloscopes 100 MHz, Philips a présenté un modèle à mémoire qui n'a rien à envier à ceux de ses concurrents : ainsi, le PM 3266 (c'est sa référence), en mode rapide, dispose d'une vitesse d'écriture de 1 000 divisions par microseconde (à 0,9 cm la division) et d'un temps de maintien en mémoire variable, à la vitesse maximale, de 15 secondes à 1 heure (en fonction du réglage d'intensité).

Le temps de visualisation en mode rapide est réglable de façon continue de 3 à 8 secondes. En mode persistance variable, le temps de persistance est réglable de 0,3 à 60 secondes de manière continue. De plus, le PM 3266 offre des caractéristiques spécifiques telles que la représentation simultanée des bases de temps principale et retardée pour les deux voies, la visualisation du signal de déclenchement et la synchronisation composite.

(suite p. 6)

• Plus de 85 000 personnes ont visité Electronica 78 à Munich en novembre dernier et ont pu comparer les innombrables produits présentés par plus de 1 500 firmes venues de 37 pays s'installer sur les 80 000 m<sup>2</sup> de surface qu'ils avaient réservés. Tel est le bilan enthousiaste prononcé par les organisateurs de cette manifestation ainsi confirmée dans son rôle international.

• Un concurrent au géant Sicob : Printemps Informatique organisé par l'USIMC (US International Marketing Center, ex US Trade Center), se tiendra, du 20 au 23 mars 1979 au Palais des Congrès de la Porte Maillot à Paris. Originalité cette année : tous les industriels de l'informatique OEM, y compris les non-américains, sont appelés à exposer leurs produits. L'exclusive américaine est enfin levée.

• Secondes sources mutuelles, c'est ce que doivent devenir Philips et Siemens en matière de réseaux logiques intégrés subnanoseconde par l'intermédiaire de leurs unités de développement et de production de Munich en RFA pour Siemens et de RTC. La Radiotechnique - Compelec à Caen pour Philips.

## De plus en plus rapides, les CI vont devenir de plus en plus petits

On n'arrête pas le progrès. Quant à la miniaturisation de plus en plus poussée des circuits électroniques, IBM vient d'en reculer une nouvelle fois les limites en assurant avoir mis au point expérimentalement un circuit intégré sur pastille au silicium capable de contenir dix fois plus de fonctions et d'éléments actifs que les composants actuels du marché. A ce gain de place s'ajoutent une multiplication par 3 ou 4 de la rapidité de traitement et une division par dix de la puissance électrique nécessaire. Cette technologie devrait assurer la fabrication de mémoires de 256 K bits sur une seule puce ou de 10 000 portes logiques.

Le circuit peut fonctionner à la température de l'azote liquide (77 K), multipliant encore par trois la vitesse de traitement par rapport à l'ambiante. Basé, à l'origine sur la technologie MOS-FET, ce circuit est constitué par des éléments N-MOS dont chaque canal ne dépasse pas 1 µm de longueur. Toute sa « gravure » a été réalisée, avec une précision de l'ordre du dixième de micron, à l'aide d'un dispositif à faisceau électronique commandé par ordinateur et développé par IBM. Lequel dispositif permet de réaliser, sur la même tranche de silicium de 5,7 cm de diamètre, différents types de circuits.

IBM n'annonce pas quand elle a l'intention de débiter la production de ce type de circuit mais tout indique qu'elle n'aurait pas de problèmes importants à surmonter. Affaire à suivre...



(suite de la p. 5)

Comme sur le PM 3263, des témoins lumineux signalent la non calibration des amplificateurs verticaux et des vitesses de balayage. Ils indiquent également l'utilisation de la fonction agrandissement et l'état de non synchronisation.

On le voit, un certain nombre d'innovations mais pas de révolution. D'ailleurs, Philips doit élargir cette famille d'appareils haut de gamme avec la commercialisation prochaine des modèles PM 3264, tout d'abord, un oscilloscope 100 MHz et

4 traces, puis PM 3270 qui sera, avec ses 200 MHz de bande passante, le début d'une heureuse nouvelle famille. Sans parler d'un modèle à mémoire numérique sur lequel Philips travaille actuellement.

Mais l'heureux événement devrait-il être la présentation, pour le prochain Salon des Composants, de deux analyseurs logiques (haut et bas de gamme) sur lesquels la firme d'Eindhoven mise beaucoup ? On en reparlera...

G.S.

● Est-ce le souci de la création d'emplois qui pousse les pouvoirs publics à recevoir favorablement la demande effectuée par Hitachi en vue de l'implantation d'une usine dans l'Est de la France ? Toujours est-il que cette installation d'une unité de production de magnétoscopes VHS sur notre territoire risquerait de créer un précédent plus ou moins bien perçu par les fervents du protectionnisme à tout prix qui se heurtent, pour l'heure, à un chômage tel que tous les moyens entrepris pour l'enrayer ne sont pas à dédaigner.

## En bref...

● L'accord conclu en décembre dernier entre St-Gobain - Pont à Mousson et National Semiconductor porte à la fois sur la production en France de circuits N-MOS et sur celle de G-MOS. Les deux groupes prévoient la constitution d'une filiale française au capital de 70 MF contrôlée, à 51 % par St-Gobain. Une unité industrielle, construite dès cette année, devrait pouvoir être opérationnelle en 1980 en employant, au départ, plus de 200 personnes. L'effectif devrait dépasser les 800 personnes en 1985.

● Une étude publiée par Etudes et Rapports Informatiques estime le marché des unités à disquettes en France à 17 600 unités en 1978 et prévoit un taux de croissance 1978/1979 de 25 % qui devrait décroître jusqu'en 1982. En 1978, sur les 28 000 unités à disquettes, cassettes et cartouches qui auront été vendues, les disquettes auront représenté 61 % ; elles devraient représenter 65 % du marché en 1982.

● Mostek vient d'annoncer son intention de produire, en seconde source, le microprocesseur 16 bits 8086 d'Intel. Mostek a choisi ce composant en fonction de sa compatibilité avec le Z80 et sa disponibilité immédiate. M. Vin Prothro, le président de Mostek, a déclaré : « ... puisqu'il est fabriqué selon un procédé existant, nous n'avons pas à inventer quoi que ce soit de nouveau comme c'est le cas dans de nombreux accords technologiques ».

● La Nouvelle Zélande vient de commander à CIT-Alcatel l'équipement d'une station météorologique spatiale. Cela porte à 27 le nombre d'équipements de ce type mis en service ou commandés à la Division Transmissions de Lannion de CIT-Alcatel.

● Téléreseaux, filiale de la SAT (Société Anonyme de Télécommunications) vient de se voir confier par la Chambre de Commerce et d'Industrie de Nice et des Alpes Maritimes, l'équipement complet du réseau du nouveau complexe Valbonne-Sophia-Antipolis.

● Un Français à la direction européenne de Motorola Semiconducteurs : M. André Borrel quitte le Centre Electronique de Toulouse pour devenir directeur général de Motorola Semiconducteurs Europe dont le siège est à Genève. C'est M. Philippe Bonnette qui lui succède à Toulouse.

De notre correspondant à Londres, R. C. Marriott :

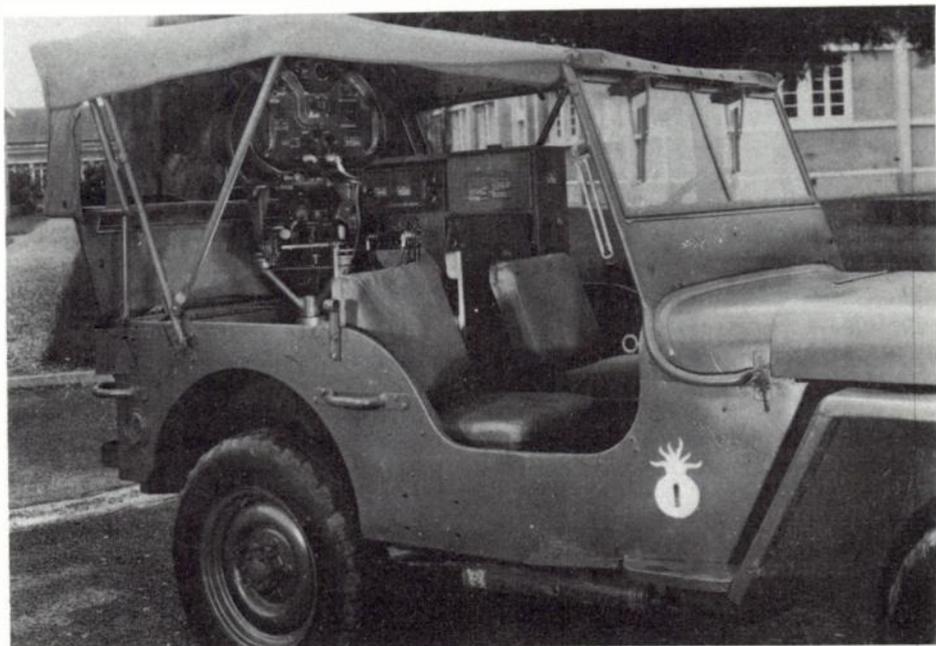
## Lorsque les matériels hyperfréquences s'intéressent au militaire...

Les expositions extrêmement spécialisées ne connaissent pas aisément le succès et leur « réédition » n'est pas toujours forcément assurée. Ce n'est pas du tout le cas de *Military Microwaves 78* qui s'est tenue à Londres en octobre dernier et qui a attiré plus de 2 000 visiteurs venus de trente deux pays. Sans compter les 600 délégués aux conférences venus s'intéresser aux récents développements en matière de sources à état solide contrôlées par tension, de circuits à haute densité et autres radars. Sujets tellement appréciés des auditeurs qu'on a dû écourter prématurément certaines interventions afin de respecter les horaires.

Quant à l'exposition elle-même, elle devait intéresser plus de 200 firmes provenant de sept pays différents présentés par l'intermédiaire de 130 exposants proposant les plus récents produits hyperfréquences destinés au marché militaire. A ce sujet, signalons que l'industrie des matériels hyperfréquences dispense à

65 % sa production au secteur militaire et qu'une récente étude menée par *Frost et Sullivan* fait apparaître que les équipements pour radars à vocation stratégique vont à eux seuls atteindre dans les quatre années à venir un chiffre d'affaires mondial de plus de 4 milliards de dollars. Ce qui ne représente qu'une infime partie du marché militaire total des dispositifs hyperfréquences.

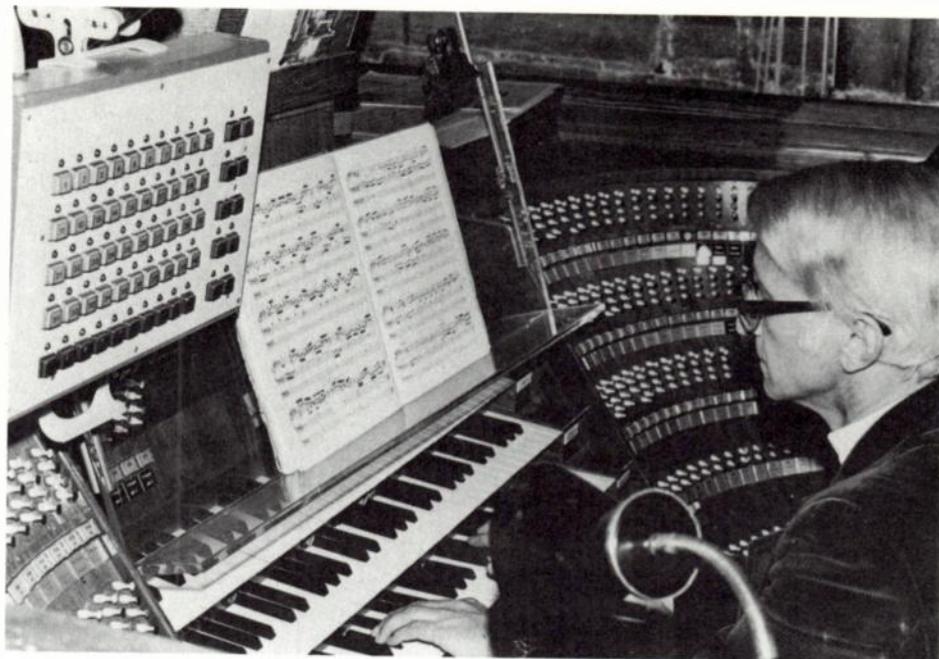
On comprend donc mieux l'intérêt d'un certain nombre d'industriels pour ce créneau de marché particulièrement alléchant. Et c'est de cette façon que *Hewlett-Packard* a insisté sur ses possibilités en matière de production de transistors FET à l'arséniure de gallium, que *Plessey Optoelectronics* a annoncé le GAT-6, nouvelle génération de semiconducteurs à gate de 0,5 µm ainsi que des oscillateurs à diodes Gum et Impatt, que *Baytron* a montré une série de composants passifs de type détecteurs, mélangeurs et autres



coupleurs dans la plage de 26 à 325 GHz alors que *Hugues Aircraft* et *Varian* présentaient leurs familles de composants submillimétriques (un oscillateur fonctionnant à 35 GHz, en particulier).

Sans compter les tubes de détection d'*English Electric Valve*, les klystrons et autres magnétrons de *Ferranti* (lequel proposait un fort intéressant circulateur en bande X à pertes d'insertion de moins de 0,2 dB) ou l'oscillateur 4 GHz économique et compact de *Bradley Microwave*. Et l'on pourrait encore citer *Decca* et sa division «radars», *Loral Electronic Systems*, *MESL*, *General Electric*, *Tektronix*, *Systron Donner*, *AIL* et bien d'autres encore...

R.C.M.



## A noter...

• **M. André Schneider-Maunoury**, appelé à d'importantes fonctions au CEA, a démissionné de la présidence d'Efcis (filiale à 50 % du CEA). Il avait été chargé de préparer la nouvelle orientation de cette société visant à en faire un des pôles français des circuits intégrés MOS. Le conseil a nommé MM. Paul Mirat et Guy Dumas respectivement président-directeur général et vice-président d'Efcis.

• **Racal-Dana Instruments** : M. John E. Coates quitte le conseil d'administration, où accèdent MM. Ernest T. Harrison, Derek V. Stanners et Philippe Delouvrier. M. Stanners devient directeur général aux côtés de M. Antoine Bartoli.

• **MM. Jean-Pol Philouze, Jean-Pierre Granier et Marcel Mas** ont été nommés administrateurs de la société *Matra Electronique*. Ils succèdent ainsi à MM. Sylvain Floirat, Marcel Chasseigny et Jean-Luc Lagardère.

• **M. Henri L. Ferraud** qui a assuré durant cinq années la direction commerciale de *Motorola Semiconducteurs France* vient d'être nommé directeur commercial de *SCAIB SA*.

• C'est **M. Jean-Paul Ettori** qui remplace, au poste de directeur commercial de *Texas Instruments France*, M. François Dufaux appelé à d'autres fonctions dans l'industrie électronique.

• **Sodilec** vient de se voir confier la représentation exclusive pour la France des sources statiques de tensions alternatives «Invertron» fabriquées par la firme américaine *California Instruments Company*.

• C'est **Diode France** qui vient d'être choisie par *Minimotor SA* pour distribuer en France les micromoteurs à courant continu, servo-moteurs, moto-réducteurs, génératrices tachymétriques et autres combinaisons moteurs-génératrices d'impulsions que cette firme fabrique.

## Avis aux mélomanes : le microprocesseur commande maintenant la sonorité des orgues :

L'église Sankt Lorenz de Nuremberg avec ses œuvres d'art du Moyen-Age, telles que l'«Annonciation» de Veit Stoss, dont la renommée dépasse largement le cadre régional attirera certainement à l'avenir un nombre accru d'admirateurs, notamment parmi les amateurs de musique d'orgue profane et liturgique. Les grandes orgues et l'orgue de Laurenzi de cette église du XIV<sup>e</sup> siècle viennent, en effet, d'être dotés, pour la première fois au monde, d'un équipement de registration commandé par microprocesseur. Cet équipement, qui a reçu le nom de «Registronik», a été mis au point par deux ingénieurs de l'usine *Siemens*

*Gerätewerk* à Erlangen. Cet équipement permet à l'organiste de mémoriser 40 combinaisons de registres et de les appeler instantanément en cas de besoin, c'est-à-dire que les timbres des œuvres d'orgue sont combinés et mémorisés avant même leur exécution. On a ainsi la possibilité de préprogrammer des concerts entiers ou l'accompagnement musical d'un office religieux, de sorte que l'organiste peut nettement mieux se concentrer sur ses claviers manuels et son pédalier et, donc, sur l'interprétation des œuvres. Les timbres mémorisés peuvent être modifiés en cours d'exécution de l'œuvre.

## Bancs de test MIC : quand le microprocesseur s'en mêle...

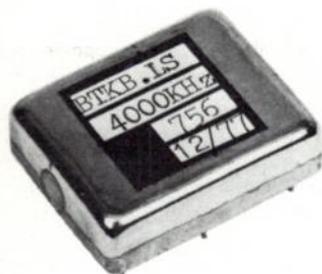
C'est quasi-simultanément que deux grands constructeurs de matériels de mesures électroniques, *Marconi Instruments* et *Wandel et Goltermann*, spécialistes de l'instrumentation «télécom», viennent de faire savoir qu'ils commercialisaient un banc de tests automatiques de signaux MIC. Semblables par bien des points, les deux systèmes proposés, TF 2828 et TF 2829 pour *Marconi* et PA-3 pour *Wandel et Goltermann*, s'adressent à deux types d'utilisateurs bien distincts.

### Simulation et analyse de signaux MIC pour *Marconi*...

*Marconi Instruments* a, en fait, complété sa baie de contrôle pour multiplex MIC TF 2807 A, aujourd'hui utilisée pour la commutation temporelle dans les centraux de transit. Associés au TF 2807 A, le TF 2828, le simulateur et le TF 2829, l'analyseur, constitue un ensemble permettant la vérification du bon fonctionnement de l'extrémité d'une liaison MIC

# 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

Excelfon Conseil

**QUARTZ & ÉLECTRONIQUE**  
1, Rue d'Anjou, 92602 Asnières 790.65.44, Télex 610954

(mais pas de la transmission), que ce soit pour la mise au point en laboratoire, en fabrication ou pour la maintenance.

Conforme aux recommandations du CCITT, le simulateur numérique génère des séquences jusqu'à 2048 k bits/s et permet de simuler une gamme de fréquences comprises entre 200 Hz et 3 600 Hz à un niveau de 0 dBm 0. La simulation de niveaux entre + 3 dBm 0 et - 60 dBm 0 est possible à la fréquence de 850 Hz (en sinusoïdal). Les séquences numériques sont insérées dans une seule ou dans la totalité des 30 voies et les 128 niveaux sélectionnables manuellement ou automatiquement par balayage incrémental ou décrémental. Cette possibilité se retrouve pour la génération de fréquence de 15 Hz à 4 000 Hz par pas de 30 Hz. Cet équipement est télécommandable par interface TTL.

L'analyseur assure le suivi (en service et hors service) des signaux numériques codés HDB 3 jusqu'à 2048 K bits/s. Le choix de quatre impédances d'entrée et sensibilités permet d'utiliser l'appareil en mode transparent ou terminal.

Par combinaison des commandes en face avant et des fonctions alarmes associées, la structure des séquences est suivie et visualisée de manière continue.

... microprocesseur et modularité  
pour Wandel et Goltermann

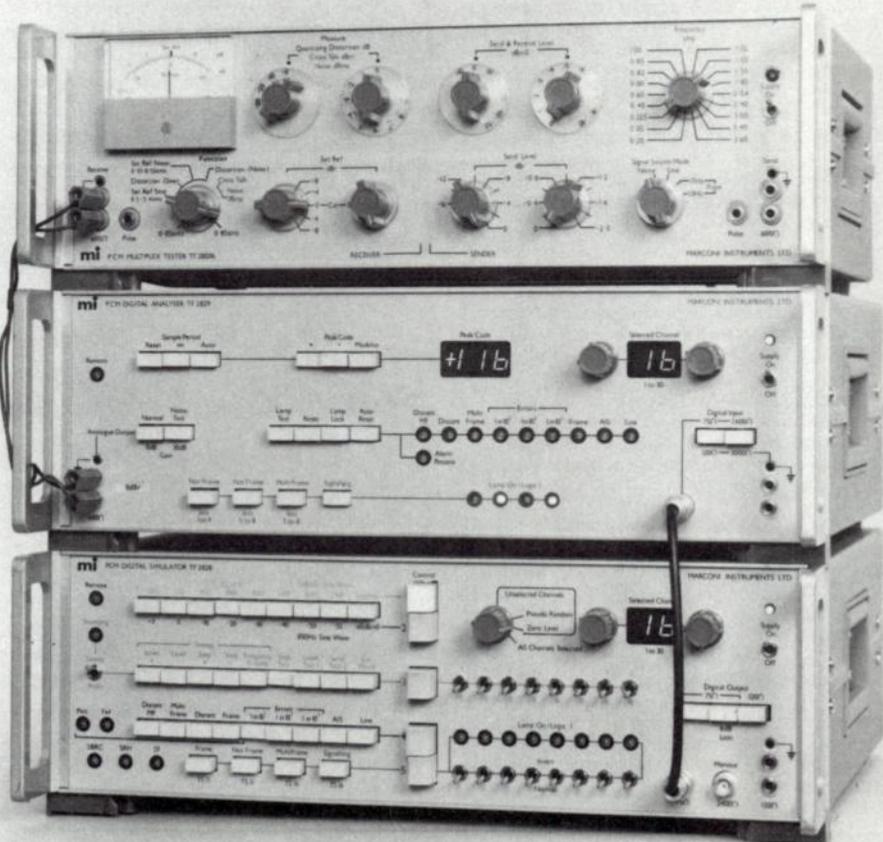
La démarche du constructeur allemand, bien que comparable à celle de Marconi

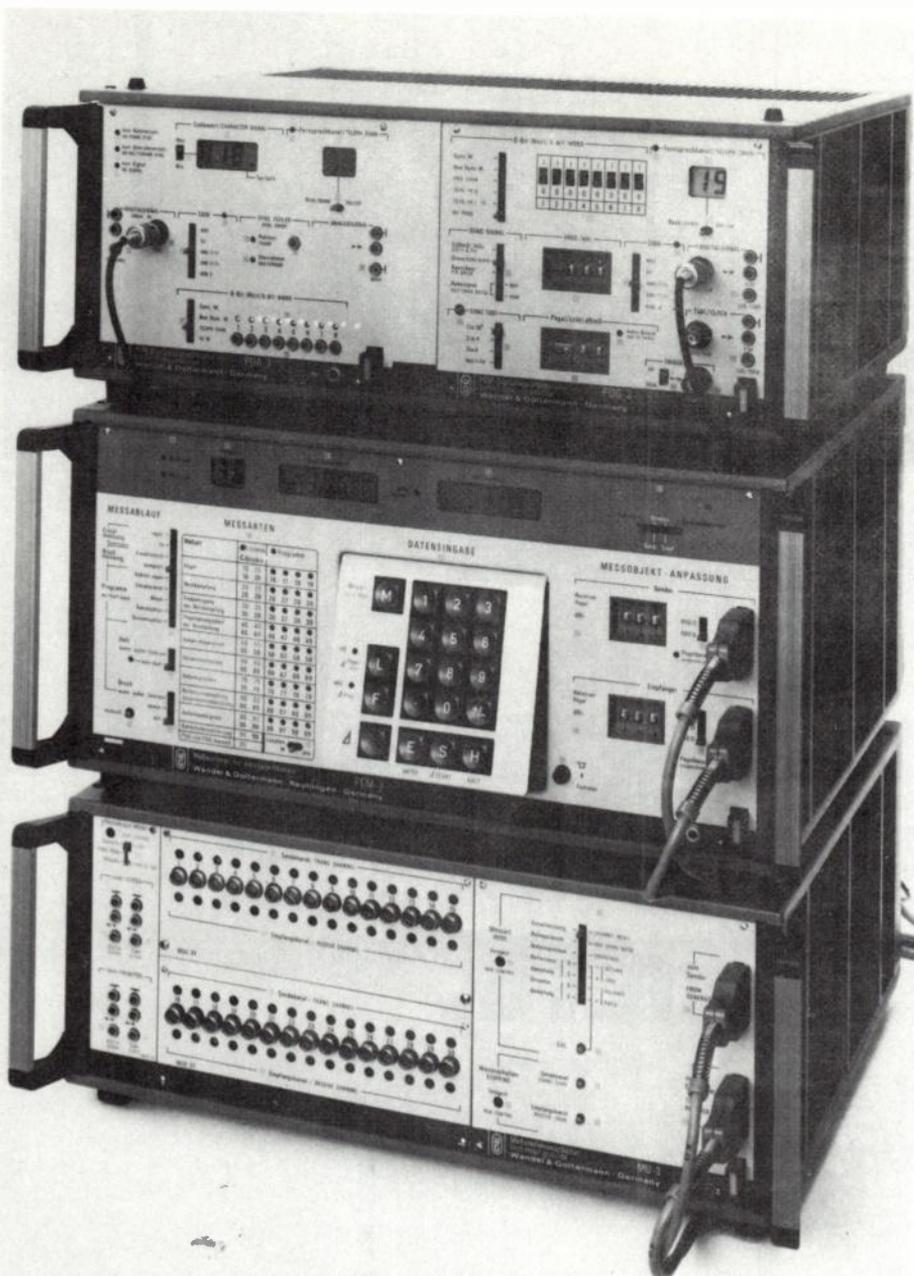
Instruments, en diffère par sa finalité : commercialiser un équipement pouvant être mis entre toutes les mains. Autrement dit, d'utilisation aussi simple que possible. Pour ce faire, il fallait éviter à l'opérateur un maximum de manipulations longues et fastidieuses. D'où l'idée de rendre le système « intelligent » et donc de l'informatiser. Le microprocesseur disposant de toutes les vertus à la mode et de bien d'autres encore, s'avérait donc le meilleur moyen de répondre à ces besoins.

Résultat, le PA-3 est un matériel compact qui, par sa réalisation modulaire, est parfaitement adapté à toutes les mesures de signaux MIC. Il est constitué par un banc de mesures de paramètres analogiques, le PCM-3, cœur du système renfermant l'« intelligence » du micro-ordinateur et pouvant piloter les périphériques MU-3, PDA-3 et PDG-3.

Le commutateur de points de mesure MU-3 assure le contrôle de toutes les voies téléphoniques d'une liaison MIC. Il commute sur la voie suivante à la fin de chaque série des mesures effectuées dans une voie. Il permet d'étendre l'automatisme de l'équipement de une à trente voies et peut prendre en charge la gestion d'une interface à 2 M bits/s (bouclage au niveau de 2 M bits/s pour les mesures de BF à BF, extraction des signaux numériques et analyse à l'aide du PDA-3, le démodulateur, ou encore injection de signaux numériques à l'aide du générateur PDG-3).

La réalisation modulaire permet à l'utilisateur de choisir « sa » configura-





## En bref...

● **Spectra Physics** vient d'acquiescer la totalité du capital de la société américaine **Laser Analytics** dont la vocation industrielle concerne la fabrication de diodes laser réalisées à partir de sels de plomb ainsi que d'instruments de spectroscopie infra-rouge.

● L'Europe s'enrichit d'une nouvelle unité de production d'indium. C'est la firme américaine **Indium Corporation of America** qui a annoncé son intention de s'implanter sur notre continent au cours du premier trimestre de 1979 avec l'intention, dans un premier temps, d'utiliser les services commerciaux de **Sassoon et Cie SA** dont le siège est à Bruxelles.

● La filiale **Sopran** de Rhône-Poulenc va prendre 10 % du capital de la société **Informatek** (systèmes informatisés de détection, par caméra à scintillation, de cancers et maladies cardio-vasculaires). Affiliée pour 5 % à Trindel, Informatek a réalisé en 1977 un CA de 30 MF. L'accord conclu avec Sopran prévoit la création d'une filiale commune, **Informatek Industries**, qui devrait produire des équipements informatisés adaptés à la médecine nucléaire.

● Une exposition philatélique consacrée à l'électronique devrait être l'une des principales attractions du Salon des Composants 79. A cette occasion, les organisateurs ont prévu d'éditer une carte spéciale qui sera proposée aux collectionneurs et pourra être affranchie au bureau des PTT installé dans l'enceinte de la manifestation. A quand un «premier jour d'émission» ?

● **CIMSA** (groupe Thomson-CSF) a livré trois ordinateurs **Mitra-15** à la **NASA** qui les a installés à Huntsville, Alabama et Gaithersbourg où ils sont utilisés pour la préparation du logiciel et la mise au point des expériences qui seront embarqués à bord du premier vol du Space-lab en 1981.

● La division Simulateurs et Systèmes Electroniques de **LMT** a passé commande à **SEL (Systems Engineering Laboratories)** de deux miniordinateurs **SEL 32/75** destinés à équiper le simulateur de centrale nucléaire type PWR (eau pressurisée) de la société brésilienne **Nuclebras**. D'un autre côté, la même division de **LMT** a reçu commande d'un ensemble de deux simulateurs de conduite pour chars **AMX 10** et **AMX 30** devant être livrés au Moyen-Orient. C'est la **COFRAS (Compagnie Française d'Assistance Spécialisée)** qui a passé cette commande.

● C'est **Varian** qui introduit sur le marché les premières diodes électroluminescentes à double hétérojonction en **As Ga Inp** spécialement développées pour le secteur des télécommunications par fibres optiques. Ces semi-conducteurs ont pour principale originalité la variation de leur longueur d'onde d'émission entre 1,05  $\mu\text{m}$  et 1,35  $\mu\text{m}$  d'où leur parfaite adaptation aux performances optimales des meilleures fibres optiques.

tion. Par exemple, il peut économiser l'achat du générateur numérique **PDG-3** et du récepteur **PDA-3**, s'il ne désire pas faire de mesures séparées (mesures des qualités de la partie émission seule ou de la partie réception seule).

Quant à la simplicité d'emploi, chaque type de mesure recommandée par le **CCITT** (avis **G-712**) est réalisée par appel d'un numéro à deux chiffres au clavier. Un ensemble de mesures du même type s'effectue de la même façon : aucune

connaissance particulière n'est exigée de l'opérateur.

Il est également possible d'effectuer un type de mesure sur une ou plusieurs voies d'un système puis d'enchaîner automatiquement, on l'a vu, d'autres mesures sur ces mêmes voies. L'ensemble de ces opérations s'effectue sans intervention manuelle et il est donc possible de réaliser toutes les mesures des multiplexeurs **MIC** sur toutes les voies et, ce, de manière totalement automatique.

● **Lambda Electronique** signale que sa division composants vient de conclure avec **Soredia** un accord de distribution pour l'ensemble de la Bretagne, cette dernière société étant installée à Rennes et distribuant, depuis déjà dix ans, la représentation de la division alimentations de **Lambda**.

● **Augat** fabrique en France, c'est ce que vient d'annoncer le siège social européen de la firme qui précise que c'est en ce mois de janvier 1979 que démarre à **Fresnes**, dans la banlieue parisienne, la fabrication de panneaux pour «wire wrapping», et ce, sous les auspices de **Augat S.A.**



# LES DOUZE RAISONS QUI FONT DU L135 LE TESTEUR FONCTIONNEL DE CARTES A CIRCUITS LSI LE PLUS PRODUCTIF.

L'évaluation de la productivité d'un testeur de cartes à circuits LSI doit se faire à partir du DIAGNOSTIC, du TEST et de la PROGRAMMATION en fonction des trois critères de rentabilité : coût, rendement, qualité.

---

*Le L135 a le diagnostic le plus rapide et le coût d'exploitation le plus bas.  
Aucun autre système ne lui est comparable.*

---

## 1. Le L135 trouve les LSI défectueux sur les lignes BUS grâce au couteau électronique.

Il le fait en quelques secondes, une fois la ligne BUS défectueuse décelée par la sonde guidée classique. Sans le couteau électronique, il vous faut remplacer au hasard des boîtiers ou laisser un technicien qualifié immobiliser la machine plus d'une heure pour dépanner une seule carte.

## 2. Le L135 réduit d'un facteur 10 le nombre de déplacements de la sonde grâce au "State sensitive trace".

La plupart des cartes à circuits LSI comportent des boîtiers à entrées multiples reliés entre eux par des lignes BUS. Ce type de configuration nécessite souvent une centaine de déplacements de la sonde par faute. "State sensitive trace" diminue ce nombre d'un facteur 10.

## 3. Le L135 répond sans attendre grâce à la présence du modèle complet de votre carte en mémoire active.

L'accès immédiat aux données de test élimine le temps d'attente entre chaque déplacement de la sonde.

#### **4. Le L135 automatise la sonde grâce à la table X-Y M150.**

7 à 10 fois plus rapide qu'un opérateur, Le M150 élimine également les erreurs de positionnement.

*Le L135 dispose des meilleures possibilités de test et réduit ainsi les coûts au niveau des essais d'ensemble en plateforme et sur le site.*

#### **5. Le L135 reconstitue l'environnement réel de la carte à circuits LSI grâce au test à fréquence d'horloge jusqu'à 5 MHz.**

Pour être certain de la qualité des cartes, il est nécessaire de les faire fonctionner à leur fréquence réelle dans la dernière phase du test. Seul le L135 le fait, 5 MHz étant actuellement la vitesse des microprocesseurs couramment utilisés aujourd'hui.

#### **6. Le L135 reconstitue et teste le microprocesseur grâce au "multiple drive/compare phase control".**

Pendant le test à fréquence d'horloge, le système de test remplace d'abord le CPU puis teste celui-ci à sa fréquence propre. Les différents circuits associés reçoivent et émettent des signaux multiphasés. Le L135 dispose de circuits de contrôle de phase nécessaires, faciles à programmer et précis, pour tous les canaux.

#### **7. Le L135 teste et fait du diagnostic sur des circuits analogiques grâce à son équipement de test paramétrique AC-DC.**

Le L135 dispose de nombreuses fonctions de "force et mesure" à travers sa matrice de connexion, entièrement intégrées au système. Si ce n'était pas le cas, l'adjonction externe de ces possibilités pour tester la partie analogique des cartes à circuits LSI prolongerait considérablement les temps de test et de diagnostic.

#### **8. Le L135 effectue des tests en continu et à fréquence d'horloge sur le même canal grâce aux canaux "toutes vitesses".**

Dans le test à fréquence d'horloge, les mêmes broches sont souvent testées en continu puis à haute vitesse. Le L135 permet d'utiliser le même canal et évite ainsi toute commutation ou augmentation du nombre de canaux.

#### **9. Le L135 dispose d'un nombre suffisant de canaux rapides pour tester les cartes les plus complexes grâce à ses 444 canaux entrée/sortie.**

Les grandes cartes à circuits LSI ont jusqu'à 250 broches actives de connexion. En plus, il faut avoir accès simultanément à des douzaines de points internes à la carte ou circuits non disponibles sur le connecteur. Le L135 possède le plus grand nombre de canaux rapides et répond aux besoins des cartes à circuits LSI les plus complexes.

#### **10. Le L135 diminue le temps de programmation grâce au générateur automatique de programme de test P400.**

Le P400 génère automatiquement tous les patterns et données de diagnostic pour la partie la plus difficile à programmer des cartes à circuits LSI, à savoir tous les circuits logiques classiques et un nombre croissant de circuits LSI. Le temps total de programmation est plus court. Même la meilleure des autres techniques de "génération automatique" nécessite l'écriture manuelle de patterns. Ceci prend beaucoup de temps et augmente considérablement les coûts.

*Le L135 réduit le temps d'industrialisation et de commercialisation.*

#### **11. Le L135 diminue le temps de mise au point grâce à son logiciel interactif.**

Lors de la mise au point du programme de test, le L135 répond immédiatement aux commandes de l'ingénieur par affichage simultané des résultats. Le temps total de mise au point est considérablement réduit en évitant ainsi à l'ingénieur d'être distrait par des temps d'attente trop longs.

#### **12. Le L135 permet d'assembler les différentes parties d'un programme de test grâce à son "Structure - merge programming".**

Les programmes de test sont générés de différentes manières : patterns manuels et modèles de circuits, données apprises à partir d'une carte bonne, simulateur de circuit, générateur automatique de patterns, etc. Le "structure - merge software" du L135 permet de tous les assembler en un programme cohérent en économisant de nombreuses et coûteuses heures d'ingénieur.

# TERADYNE

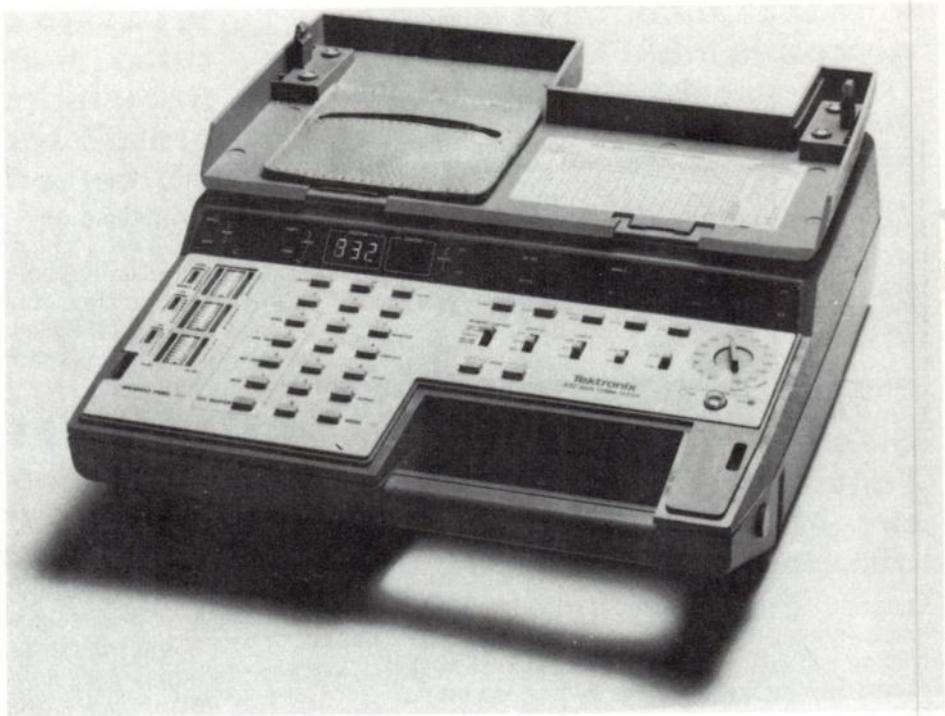
10-12 rue de Chartres 92200 Neuilly  
Tél. 745.17.60

## Tektronix s'intéresse à l'analyse des télétransmissions

Encouragé par le succès obtenu avec son testeur de maintenance d'appareils numériques, le 851, Tektronix récidive et commercialise, dans le même esprit, une valise de test et d'analyse de télétransmissions, le modèle 832. Cependant, peut-être pour se faire remarquer, le 832 est vendu aux environs de 10 000 F ce qui le place loin devant tous ses concurrents dans ce domaine en matière de prix... et de simplicité d'emploi.

Il s'agit donc d'un appareil portable et capable de fonctionner sur réseau V-24 (CCITT), baptisé RS 232-C aux États-Unis. Contrôle par microprocesseur (6800 de Motorola), il possède un registre de stockage de 256 caractères, un affichage par diodes électroluminescentes et un clavier à touches qui rend son utilisation facile et permet, à l'utilisateur, d'effectuer rapidement un test particulier et d'en voir le résultat. Un connecteur sur le panneau avant donne directement accès aux lignes de l'interface. L'appareil peut fonctionner, soit en moniteur, soit en simulateur de modem, suivant quatre modes fondamentaux.

En moniteur, le testeur lit et enregistre sélectivement les informations du terminal de données, en synchrone ou en asynchrone, ainsi que l'état des lignes de la liaison.

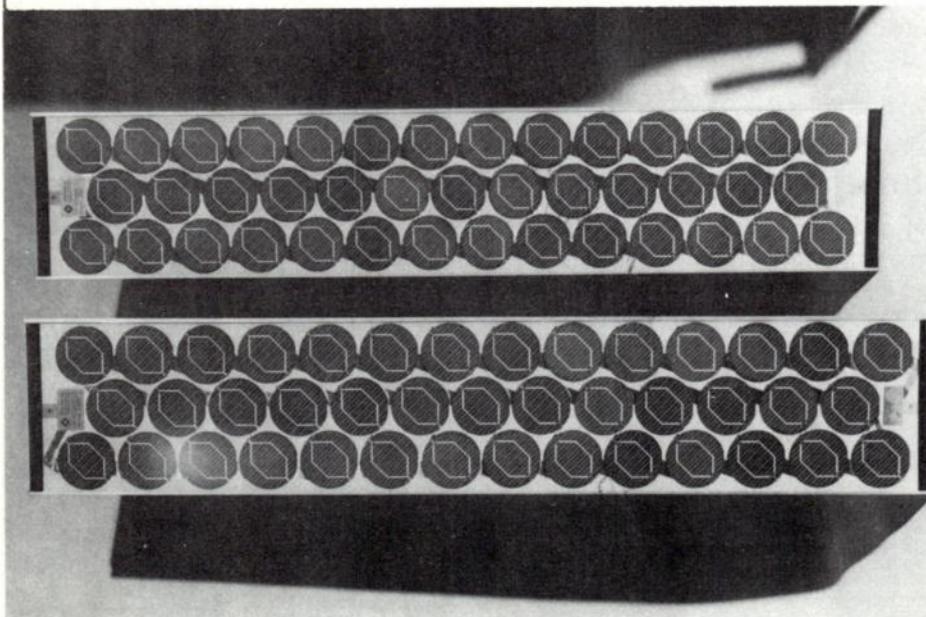


Les modes de fonctionnement en simulateur de modem assurent à l'opérateur un certain nombre de possibilités : ainsi, le 832 peut envoyer un message au terminal de données et enregistrer sa réponse ; le message peut être envoyé directement au testeur ou n'être transmis qu'après réception de caractères de déclenchement émis par le terminal. L'instrument peut encore recevoir des informations du terminal et les lui renvoyer pour affichage : c'est le mode

«écho». Enfin, le mode «répétition» agit de manière que le testeur envoie périodiquement des informations au terminal ou simplement à la réception du caractère de déclenchement (issu du terminal et programmé sur le 832).

Arco Solar vient de confier à Kontron Electronique la représentation pour la France et le Bénélux, de ses produits. Rappelons que la

firme américaine fabrique et commercialise des cellules photovoltaïques et propose une gamme complète de panneaux solaires.



• Dérivé du vidéodisque VLP quant à son principe de fonctionnement, le disque à enregistrement et lecture optique pour stockage de données informatiques que vient de présenter Philips Data Systems, devrait permettre de mémoriser l'équivalent, sur 30 cm, de 500 000 pages dactylographiées, soit un milliard d'octets par face. De son côté, Xerox Electro-Optical annonce la commercialisation d'un dispositif optique analogue qui devrait, selon la firme américaine, assurer l'archivage, sur une centaine de disques, des 18 millions de volumes que compte la bibliothèque du Congrès...

• Wandel et Goltermann France a ouvert, depuis le 1er janvier 1979, une agence commerciale et technique en Bretagne, 9 rue de Suède, 35100 Rennes tél. : (99) 51.90.22 (dans le même local que l'agence bretonne de Rohde et Schwarz ?). Cette implantation, dans une région à forte concentration d'industries des télécommunications ne peut que renforcer la volonté de Wandel et Goltermann France de prendre toute sa place sur le marché français. D'autre part, pour le prochain Salon des Composants, la firme devrait annoncer la représentation des produits électro-acoustiques professionnels de University Sound.

• ITT-Metrix vient de confier à Tisco, filiale de Texas Instruments France, la distribution, à Paris et en province, des instruments de mesures fabriqués par la firme d'Annecy.

## Colloque « Radar » : échanges techniques fructueux et rencontres « sympathiques »

Organisé par la S.E.E., le GIEL, la SPER et le Sitelesc, le Colloque International sur le radar qui s'est tenu du 4 au 8 décembre dernier à Paris, a connu un vif succès devant un auditoire nombreux et assidu (200 à 250 participants en moyenne par séance). Outre cette affluence, le succès du Colloque pouvait se mesurer à la qualité des délégués présents et à la diversité des pays représentés (en plus des pays occidentaux traditionnels, on relevait avec plaisir la présence de délégués du Brésil, de l'Inde, de l'Algérie, de la Chine, d'Israël, du Japon, de la Scandinavie, de la Pologne et de l'URSS).

Dans son allocution de clôture Colloque, M. Carpentier a situé le succès du symposium sur un autre plan, en affirmant que les deux buts avaient été atteints : les échanges techniques ont été fructueux et les rencontres « sympathiques ». Cette dernière appréciation n'était pas une simple clause de style lorsqu'on sait l'esprit particulier qui règne dans la famille des radaristes.

Le Colloque sur le radar comptait 81 communications provenant de 15 pays. Les principaux thèmes traités concernaient le traitement du signal (29 exposés), les systèmes radars (20 exposés), les antennes, radômes et constituant micro-sondes (13 exposés), le balayage électronique (7 exposés) et les générateurs de puissance en micro-ondes (12 exposés).

L'un des points forts de ce colloque concernait le traitement du signal, thème pour lequel 29 exposés ont été



consacrés dont 15 sur l'aspect « principe et théorie » et 14 sur les technologies.

Parmi les premiers, on pouvait relever les communications sur la « détection automatique dans un radar aéroporté Doppler à impulsions », les « suppressions du fouillis et filtrage Doppler sans ambiguïté dans les radars en impulsions irrégulièrement espacées », et les « effets d'une limitation d'amplitude sur les erreurs dues au bruit thermique dans les portes en distance ».

Parmi les seconds, se distinguaient

les communications sur « une approche en technique numérique du traitement du signal pour radar à antenne synthétique installé à bord d'un satellite », le « traitement du signal par composants acoustiques et dispositifs à transfert de charges » la « compression d'impulsion à l'aide de dispositifs à transfert de charge ; comparaison avec les traitements analogiques et numériques » et le « radar à antenne latérale synthétique et systèmes de traitement associés ».

□

mardi 9 janvier

### Equipements « télécom » : lorsque la Sonerco paraît...

Sonerco (qui doit soutenir l'exportation d'équipements français de télécommunications) va être prochainement mise en place, indique un rapport de M. Pierre Ribes, récemment présenté à la commission des Finances de l'Assemblée nationale lors de sa dernière session.

Le groupement d'intérêt économique (dont la création a été décidée par un décret du 17 mars dernier) sera sans capital. Ses besoins seront couverts par les contributions de ses membres : l'Etat (majoritaire) et diverses sociétés industrielles et d'ingénierie. Il agira au niveau des études de planification et d'ingénierie de réseaux de télécommunications, d'exploitation de ces réseaux et de la formation des hommes.

La Sonerco associera étroitement l'industrie à ses actions en faisant participer directement l'industrie française à des opérations où traditionnellement l'Etat s'engageait seul ; le groupement permettra de lier les questions d'ingénierie et de formation aux ventes de matériels qui sont du domaine des industriels. Il permettra aussi de transmettre peu à peu au secteur industriel le savoir-faire de l'administration qui est indispensable pour vendre des réseaux complets de télécommunications. Le nouveau groupement permettra à tout le secteur des sociétés d'ingénierie concernées de pouvoir disposer d'un potentiel solide, en matière notamment d'études de réseaux, sur lequel elles pourront s'appuyer et développer leurs actions propres en direction de l'étranger.

## Le 935 de Data Précision : un air de déjà vu !

Les multimètres numériques bas de gamme se suivent et se ressemblent. A preuve : le dernier né de la firme américaine *Data Precision*, le 935, se présente sous une forme très voisine d'un instrument concurrent... avec deux années de retard. Notons en, tout de même ses caractéristiques essentielles : il s'agit d'un 2000 points à cristaux liquides, proposé au USA à moins de 149 dollars, possédant une précision de  $0,1\% \pm 1$  unité et 29 gammes de mesures. Le tout alimenté par une simple pile 9 V (autonomie 200 heures avec indication visuelle à 20 % de charge).



### *Transpac (enfin) en service*

Après une longue période de valse hésitation, *Transpac*, le réseau informatique français, vient d'être enfin mis en service. Rappelons que sa configuration actuelle (quatre commutateurs installés à Lyon, Rennes et Paris) permet donc, depuis le 21 décembre 1978, de raccorder jusqu'à 1500 abonnés sur tout le territoire; toutefois, une première extension à 4500 abonnés est lancée et l'objectif final devrait se situer aux alentours des 25 000 abonnés en 1985. D'ores et déjà, une trentaine de connexions au réseau sont en place et la société *Transpac* a enregistré une centaine de demandes de raccordement de la part d'une bonne part d'utilisateurs parmi les plus intéressés, les banques, notamment. Pourtant, bien que ces perspectives apparaissent quelque peu attrayantes, elles ne peuvent masquer un certain nombre de préoccupations ayant trait, en particulier, à la production, beaucoup trop lente, semble-t-il, des boîtes de raccordements aux normes X-25. Retard pouvant entraîner le commercialisation difficile du réseau. Affaire à suivre...

- La firme japonaise **Nippon Electric Company (NEC)** vient d'annoncer la signature avec l'URSS d'un contrat de 16,5 M de dollars portant sur la fourniture d'une station terrestre de télécommunications par satellite, de divers équipements de TV et de 19 systèmes informatiques destinés à équiper huit grands hôtels de Moscou à l'occasion des prochains Jeux Olympiques de 1980.

- Nouvelle venue dans le domaine de l'électronique, la société **Sacasa** vient de voir le jour. Elle est l'émanation de feu le département composants de **MB Electronique** dont son directeur gérant, **M. Roger**, est également issu. Représentant **Data Translation, E-L Instruments, Frequency Devices, Inter.**

- **Face Engineering et Stevens Arnold Inc., Sacasa** est installée au 7, rue de l'Avenir, 92360 Meudon-la-Forêt, tél. : 630.68.39.

- **Almex distribue M-tron**, une société américaine spécialisée dans la production de cristaux de quartz pour microprocesseurs et oscillateurs à vocation militaire.

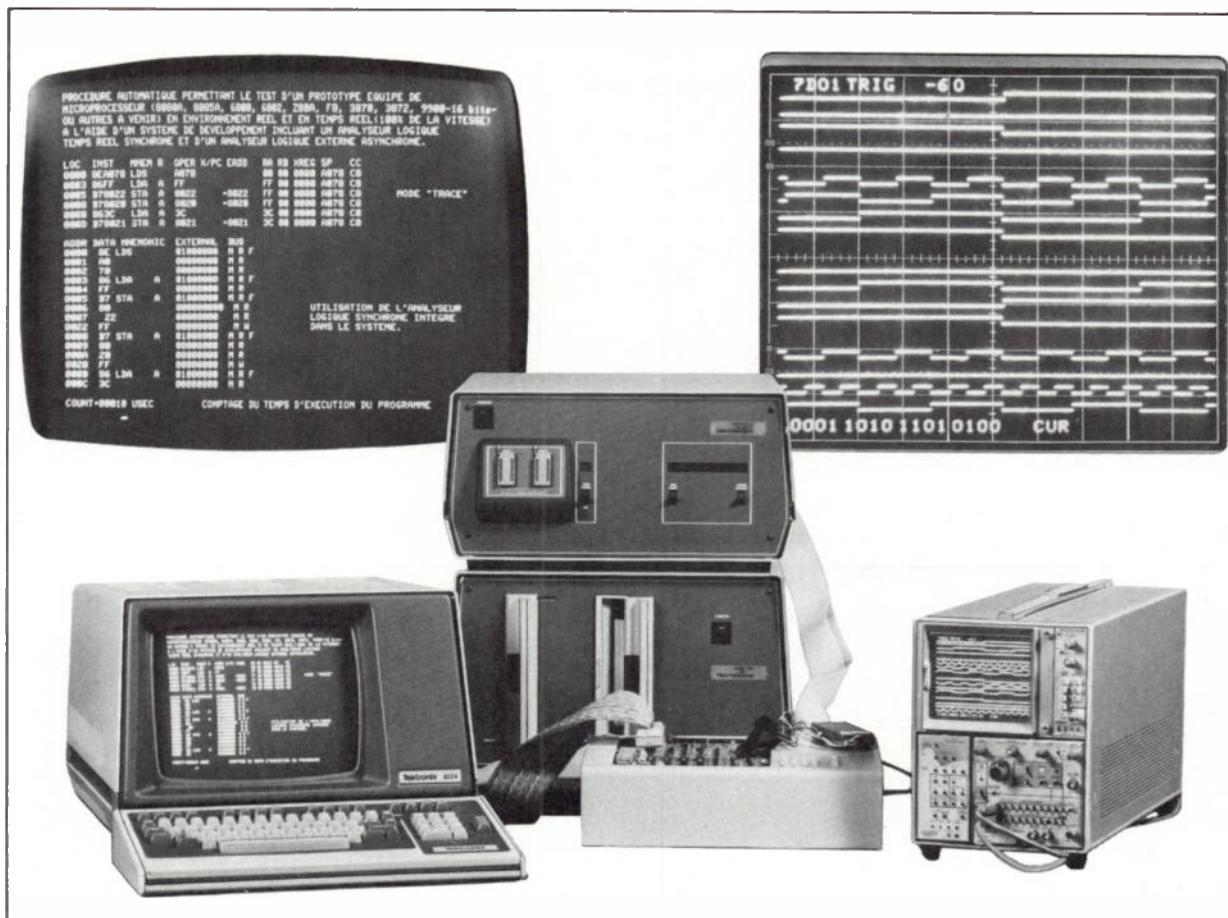
### *Multimètres numériques :*

#### **... également le haut de gamme**

**Datron electronics**, représenté par **Kontron Electronique**, lance sur le marché une nouvelle génération de voltmètres numériques de haute gamme, la série «AUTOCAL». Les modèles 1061 et 1071 ont respectivement une résolution de 5 1/2 et 6 1/2 ou 7 1/2 chiffres. La désignation «AUTOCAL» correspond au système automatique de calibration dont sont équipés en standard les voltmètres 1061 et 1071, et qui couvre toutes les gammes et toutes les fonctions : zéro d'entrée, courant d'entrée, linéarité et compensation en fréquence dans le cas des mesures alternatives de haute fréquences. Les facteurs de correction sont stockés dans une mémoire numérique, alimentée par une pile au lithium, permettant ainsi simplification et réduction du temps de calibration (5 minutes environ). L'utilisation d'un microprocesseur permet, en appuyant sur la touche «ERREUR», l'affichage de la tolérance max. exprimée en pourcents ou ppm, en fonction de la tension appliquée et de la gamme utilisée. Équipés en option, de l'interface IEC/IEEE 488, les modèles 1061/71 sont non seulement programmables en gammes et fonctions, mais entièrement calibrables par l'intermédiaire d'un calibrateur programmable et d'un calculateur extérieur.

# L'UNIVERSALITE.

Matériel et logiciel, nous apportons une réponse universelle à vos problèmes de logique.



Synergie, K.E.

TEKTRONIX ne se limite pas à résoudre quelques-uns de vos problèmes de logique. TEKTRONIX traite la logique dans son ensemble. La gamme créée par TEKTRONIX est la seule qui permette de résoudre tous les problèmes de logique. Pour développer le logiciel et le

matériel autour de microprocesseurs tels que 8080, 8085 A, 6800, 6802, Z 80, 9900, F 8, 3870, 3872, 1802 etc., vous disposez de systèmes universels et modulaires de développement 8001, 8002.

Pour le matériel, en complément aux systèmes, TEKTRONIX vous offre des analyseurs logiques avec

reconnaisseur de mots incorporé, le 7D01 et le LA 501 W, un formateur 7 modes de représentation, le DF 2, qui donne côte à côte sur l'écran le tableau de référence et celui du système sous test avec intensification des données erronées et qui permet de travailler en GPIB et en ASCII et des capteurs de parasites DL2 et DL502.

## 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

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

M. : \_\_\_\_\_

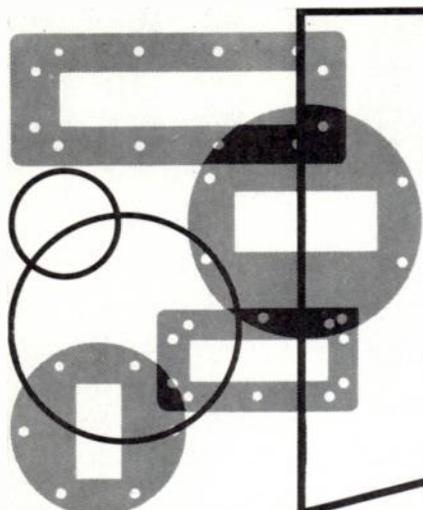
Société : \_\_\_\_\_

Fonction : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_

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



- Tenue en puissance
- Tenue à la pressurisation.
- Large gamme de températures.
- Réutilisable après démontage.
- Code OTAN n° F 4321
- Découpe spéciale à la demande.
- Délai réduit. découpe en nos ateliers

**DISPONIBLE SUR STOCK**

## JOINTS CHOMERICS HYPER

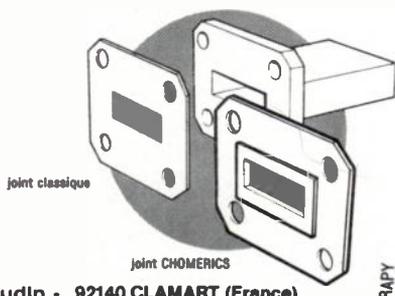
**AUTRES PRODUITS**

- Peintures et mastics conducteurs
- Colle argent
- Thermo rétractable conductrice

**GETELEC**

92, avenue Marguerite-Renaudin - 92140 CLAMART (France)  
Tél. 644.68.91 télex 202854

Service lecteur : n° 1010



UNIVERSITÉ PIERRE-ET-MARIE-CURIE

en collaboration avec le CIEFOP

## FORMATION CONTINUE TECHNIQUE DES HYPERFRÉQUENCES

Cours, exercices, travaux pratiques 1 jour par semaine pendant 17 semaines

Niveau Ingénieurs et Techniciens supérieurs

Début : 6 février 1979

Renseignements : 633.10.32

UNIVERSITÉ PIERRE-ET-MARIE-CURIE

Service Formation Permanente

4, Place Jussieu  
75230 Paris Cedex 05

Service lecteur : n° 1011

## 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.

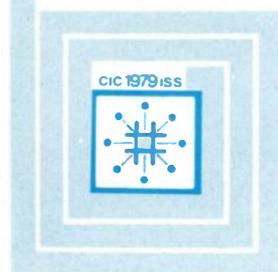
Ces contributions ont été retenues après un filtrage sévère par un comité scientifique international qui a éliminé environ la moitié des propositions reçues.

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

- Oscillateurs accordables à effet Gunn ● Sources radar à l'état solide ●
- Amplificateur à FET en AsGa ● Atténuateurs numériques ●
- Synthétiseurs 1,2 GHz et 26 GHz ●
- Commutateurs ● Milliwattmètre 22 GHz ● Coupleurs miniatures ●
- Analyseurs de spectres 40 GHz et 60 GHz ●
- Transmetteur à effet Doppler ● Vibulateur 110 GHz ● Stabilisateurs ●

## Hyper 79 : cinq années d'évolution des technologies des hyperfréquences

Pour la cinquième année consécutive, l'exposition de matériels hyperfréquences «Hyper 79» présente les plus récents développements en matière de composants et instruments de mesures hyperfréquences. Cette cinquième édition qui se déroule en dehors des installations habituelles de l'*USIMC* (ex *US Trade Center*), propose un tour d'horizon des produits commercialisés par plus de quatre-vingts firmes américaines représentées par leurs importateurs-distributeurs en France.

Parallèlement à l'exposition et dans les mêmes locaux de la Tour Olivier de Serres, se tient un colloque dont les communications, présentées en anglais et français, reflètent le haut degré de technicité atteint aujourd'hui par les spécialistes des hyperfréquences.

*L'Onde Électrique*, dans le but de faciliter votre visite, trace dans les colonnes qui suivent, un panorama exclusif des nouveautés proposées par les exposants, en les replaçant dans leur contexte commercial. Et pour permettre au Lecteur intéressé d'en savoir plus sur ces divers produits, un numéro suit chaque présentation. Il suffit de l'inscrire, comme d'ordinaire, sur la carte information encartée, à cet effet, dans ce numéro.

### COLLOQUE HYPER 79

Ce colloque est réservé à des présentations d'un haut niveau technique, à l'exclusion de tout exposé à but commercial. C'est la raison pour laquelle il n'y a pas de service de traduction simultanée. Le texte des conférences en anglais, et, si possible, en français, est remis aux participants.

#### PROGRAMME

##### Session I : Mercredi 31 janvier

10 h - 12 h :

«Amplificateurs hyperfréquence à transistors bipolaires et FET»  
par M. Hal Balslem, responsable de la fabrication des amplificateurs.  
**Microwave Semiconductor Corp.**

##### Session II : Mercredi 31 janvier

14 h - 16 h :

«Digital IFM - Une technique d'identification instantanée de signal hyperfréquence»,  
par Mr. John R. Avery, Directeur pour l'Europe.  
**Anaren International.**

##### Session III : Jeudi 1er février

10 h - 12 h :

«Micro-composants AsGa FET et amplificateurs»,  
par le Dr. D.S. Peck.  
**Raytheon.**

##### Session IV : Jeudi 1er février

14 h - 16 h :

«Les transistors V FET de puissance»,  
par Mr. Lee Max, Ingénieur de recherche.  
**Communications Transistor Corp.**  
Une division de **Varian.**

#### HORS PROGRAMME

##### Vendredi 2 février

10 h - 12 h :

«L'analyse spectrale de 100 Hz à 22 GHz»,  
par M. Michel Bourdin.  
**Hewlett-Packard France.**

## les exposants à Hyper 79

AILTECH-FRANCE  
 C.I.R.C.E.  
 DATRON  
 ELEXIENCE  
 GISCO  
 HEWLETT-PACKARD FRANCE  
 KONTRON ÉLECTRONIQUE  
 MB ÉLECTRONIQUE  
 MEKTRON  
 MICROWAVE ASSOCIATES S.A.  
 MICROWAVE SEMICONDUCTOR  
 CORP.  
 PRANA S.A.  
 OMNI-SPECTRA  
 RACAL-DANA Instruments S.A.  
 RADIO TÉLÉVISION FRANÇAISE  
 SALIES S.A.  
 S.C.I.E. - D.I.M.E.S.  
 SPEKTRIX  
 SPETELEC  
 S.P.I. - I.T.T.  
 SYSTRON DONNER S.A.  
 TEKELEC-AIRTRONIC  
 TEKTRONIX  
 VARIAN S.A.

### KONTRON : ATTÉNUATEURS, AMPLIFICATEURS ET TRANSISTORS DE PUISSANCE ET INSTRUMENTATION HYPERFRÉQUENCES

Kontron SA représente un certain nombre de firmes américaines spécialisées dans la fabrication de composants et instruments de mesures hyperfréquences. On notera ainsi TRG (division d'Alpha Industries), Microwave Semiconductor Corp., Waveline, Weinschel Engineering, pour les principaux.

#### Banc de mesures à 94 GHz

C'est pour des besoins de démonstrations aux utilisateurs que TRG, division d'Alpha Industries a mis au point un banc de mesures à 94 GHz destiné à l'étude des composants pour radars, systèmes de guidage de missiles, mesures de vitesse de projectiles dans les vitesses subsoniques, etc. Ce banc est constitué par un oscillateur Gunn à 250 MHz (W 9400), un isolateur (W 167) à 18 dB, un atténuateur variable non calibré de 0,7 dB à 25 dB (W 520), un ondemètre à lecture directe (W 551) à 4 GHz, un préamplificateur FI, un atténuateur «Rotary Wave» à lecture directe W 510 (de 1 dB à 50 dB) et deux nouveaux composants : un mélangeur équilibré W 9600 et un oscillateur Gunn accordable W 9400 T.

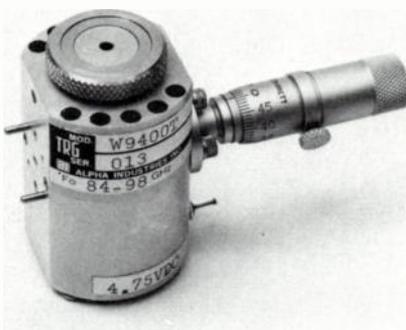
1125 ►

#### Oscillateur accordable à effet Gunn

La division TRG d'Alpha Industries a développé des diodes à effet Gunn à haut rendement montées dans une cavité accordable à haut coefficient de surtension. Cet ensemble constitue un oscillateur, modèle W 9400 T, tout à fait original dont les principales caractéristiques sont : une bande de fréquences s'étendant de 75 à 110 GHz, un accord mécanique de 86 à 102 GHz, un niveau de sortie de  $-7$  dBm à 86 GHz, de  $+10$  dBm à 94 GHz et de  $+7$  dBm à 102 GHz, un  $\Delta P/\Delta T$  (de  $-40^\circ\text{C}$  à  $+50^\circ\text{C}$ ) de  $0,13$  dB/ $^\circ\text{C}$ , un  $\Delta F/\Delta T$  (de  $-40^\circ\text{C}$  à  $+50^\circ\text{C}$ ) de  $4,85$  MHz/ $^\circ\text{C}$  et un bruit FM (RSB) de  $-300$  dB RMS à 1 kHz de la porteuse.

1126

#### Mélangeur équilibré



Le mélangeur équilibré W 9600 de TRG utilise une nouvelle génération de diodes «beam lead» à l'AsGa dopé à surface orientée. Ces diodes «planar» ont été étudiées pour des applications jusqu'à 300 GHz, possèdent une jonction Schottky de  $2 \mu\text{m}$  de diamètre et sont thermocompressées sur un substrat de quartz. Les structures de ces «beam lead» sont protégées par une passivation verre assurant leur manipulation sans problème et garantissant une inaltérabilité totale. Les caractéristiques du mélangeur mesurées à l'aide d'un oscillateur W 9400 T (pour une mesure réelle du facteur de bruit impossible avec un oscillateur à klystron), donnent une fréquence de 94 GHz, une puissance de 5 mW max et 3 mW typiques, un facteur de bruit (DSB) de 4 dB min et 5 dB typiques pour une FI de 1 GHz (cette valeur comprend le facteur de bruit du préamplificateur, soit 2 dB).

1127

#### Amplificateurs FET en AsGa

MCS (Microwave Semiconductor Corp) produit une famille d'amplificateurs FET en AsGa destinés aux télécommunications, la série MCS 98000. Utilisant des transistors à effet de champ à l'arséniure de gallium, ces composants possèdent un niveau de sortie de 30 dBm minimum de 3,7 GHz (MSC 98101) à 8,4 GHz (MSC 98106) et un gain variable de 27 dB à 32 dB selon la version. Ces amplificateurs disposent d'une régulation interne de la tension, d'une protection de la tension inverse et peuvent être fournis, sur demande, avec des puissances de sortie de 5 à 10 W, des gains supérieurs ou inférieurs, des bandes passantes plus larges et un étage de compensation thermique. Parmi les autres caractéristiques, citons le point d'interception du troisième ordre de 41 dBm, une conversion AM/IM de  $1,5^\circ/\text{dB}$  max, une tension d'alimentation de  $+12$  V à  $+15$  V et  $-8$  V à  $-15$  V et une plage de températures de fonctionnement s'étendant de  $-20^\circ\text{C}$  à  $+70^\circ\text{C}$ .

1128

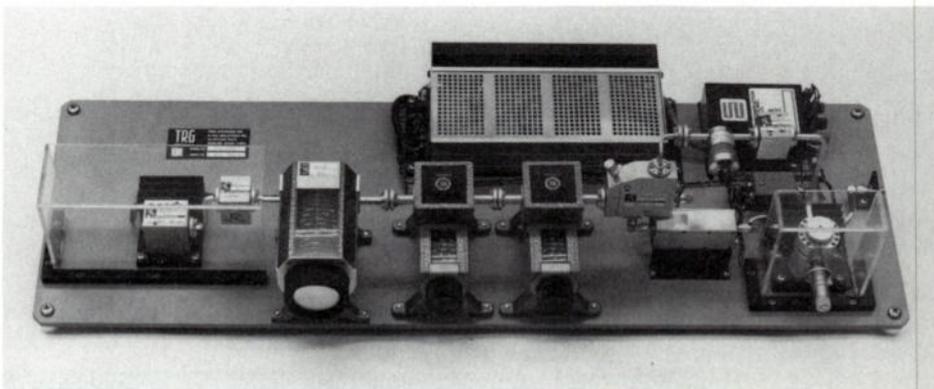
#### Sources radar à l'état solide

Les MC 7090 WI et MC 7160 W sont des sources radar à l'état solide fabriquées par MSC et fonctionnant respectivement de 8,325 GHz à 9,675 GHz et de 14,8 GHz à 17,2 GHz. Ces sources, intégrées à un adaptateur de guide d'onde possèdent un niveau ENR de sortie de 35 dB permettant d'injecter le bruit dans le récepteur via un coupleur directionnel. Les caractéristiques principales, stabilité à long terme, stabilité en température, besoins en alimentation ( $+28$  V, 15 mA), vitesse de commutation (moins de  $1 \mu\text{s}$ ), puissance incidente maximale (1 watt en continu), font de ces sources les composants parfaitement adaptés aux mesures automatiques de bruit, de réception radar et autres équipements intégrés de test radar.

1129

#### Tiroir de vobulateur hyperfréquences 26,5 GHz à 40 GHz

Weinschel Engineering commercialise un nouveau tiroir de vobulation couvrant la gamme de fréquences comprises entre 26,5 GHz et 40 GHz ; associé à l'unité de base 430 A du même constructeur et ses différents tiroirs. Ce vobulateur permet d'explorer la gamme de fréquences de 10 MHz à 40 GHz. Deux séries de tiroirs sont proposées dans cette série 437 A.



# 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.

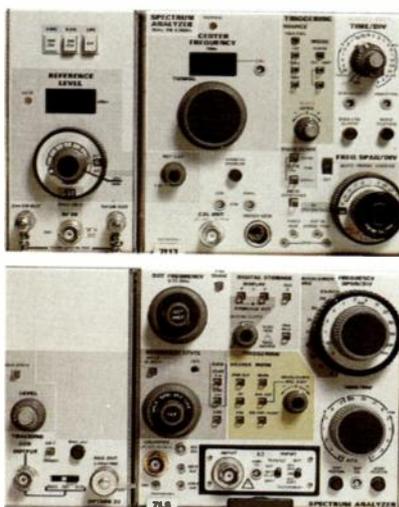
## 7L18

- 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

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.

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

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

# 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

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. : \_\_\_\_\_

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

invitation à l'exposition

hyper 79  
technologie des  
hyperfréquences

Les 30, 31 janvier, 1<sup>er</sup> février 1979  
de 10 à 18 heures  
et le 2 février  
de 10 à 12 heures

Tour Olivier de Serres  
78, rue Olivier de Serres - Paris 15<sup>e</sup>

Une exposition du B.I.R.P.  
183, Avenue du Roule - 92200 Neuilly  
Tél. 747.53.09 — Télex: 610769

## les appareils SYSTRON DONNER : une réponse à vos problèmes



### FRÉQUENCEMÈTRES

Nous vous offrons une gamme complète couvrant 18 GHz, 24 GHz (en photo ci-dessus) ou 26 GHz et une dynamique de 60 dB avec une sensibilité de -30 dBm.

### SYNTHÉTISEURS

Vous recherchez un synthétiseur d'une grande pureté spectrale ? Nous vous proposons le 1618 de 2 à 18 GHz en mode fondamental.

### VOBULATEURS

de 100 kHz à 26 GHz équipés de VCO ou d'oscillateur YIG fabriqués par SYSTRON DONNER, en octave simple, en bandes spécifiques ou en multibandes : un grand choix d'appareils adaptés à vos besoins.

### ANALYSEURS DE SPECTRE

- 1 KHz à 1800 MHz
- 10 MHz à 12,4 GHz
- 10 MHz à 40 GHz

### COMPOSANTS MICROONDES

- Oscillateurs : VCO - YIG
- Filtres YIG
- du cornet au détecteur

### FONCTIONS - IMPULSIONS

Une gamme complète d'équipements pour l'étude, la fabrication, l'intégration en système BCD ou IEEE - 10 V - 18 V - 100 V sur 50 Ohms.

## SYSTRON DONNER S.A.

24, rue de Paris - 78560 PORT MARLY  
Tél. : 958-48-63 - Télex 696.354

Rhône-Alpes : M. de FILIPPIS (78) 25-72-47  
Sud-Est : M. BIBAL (68) 36-07-28  
Sud-Ouest : M. BIBAL (68)

L'une, de 18 à 26,5 GHz, fournit 10 à 20 mW régulés dans toute la bande et quelle que soit la vitesse de balayage. L'autre, de 26,5 à 40 GHz, fournit une puissance supérieure à 4 mW avec une variation de puissance n'excédant pas 8 dB dans la gamme. La précision de la fréquence est de  $\pm 1\%$ .

1130

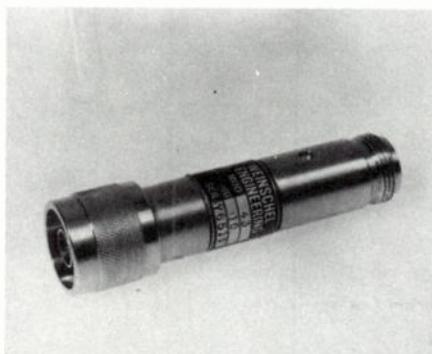
#### Mesures d'atténuation et de TOS

Le système de mesures 1810 A de *Weinschel Engineering* est un ratiomètre à deux voies permettant d'effectuer des mesures précises de pertes d'insertions et de taux d'ondes stationnaires. Basé sur la méthode d'audiosubstitution, il peut être utilisé en volubation ou à fréquence fixe. La détection du signal mesuré et du signal de référence peut être faite par des cristaux détecteurs ou par des bolomètres qui déterminent les gammes de fréquence HF (par exemple, 50 MHz à 18 GHz avec les bolomètres Weinschel). La comparaison de ces deux signaux permet une précision de mesure de 0,02 dB/10dB sur une dynamique de 30 dB avec une variation de la puissance de sortie des générateurs hyperfréquences pouvant atteindre 12 dB. Ce système permet de réaliser des mesures de précision sur tous les composants et systèmes hyperfréquences en coaxial ou en guide d'onde.

1131

#### Atténuateur coaxial à faible TOS

Commercialisés en neuf valeurs fixes (1, 3, 6 et 10 à 60 dB par bond de 10 dB) les atténuateurs coaxiaux de la série 43 de *Weinschel* couvrent les gammes de 0 à 12,4 GHz (modèle 43) et de 0 à 18 GHz (modèle 44) avec un TOS respectif de moins de 1,20 à 12,4 GHz et de moins de 1,25 à 18 GHz. Leur puissance de travail est de 5 W en moyenne et de 1 kW crête à 25 °C.

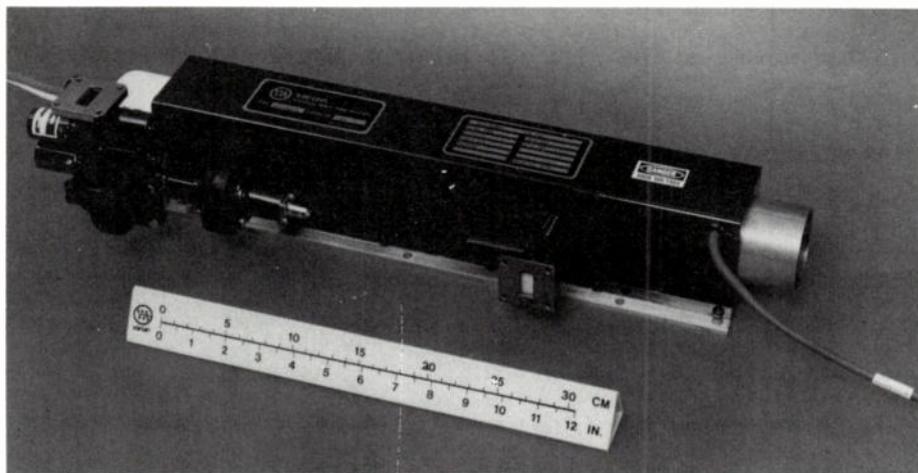


Tous les modèles sont testés en TOS ; les versions 0 à 30 dB sont testées en pertes d'insertion et les versions de 31 à 60 dB testées du continu à 4, 8, 12 GHz (et 18 GHz pour le modèle 44).

1132

### VARIAN SE DIVERSIFIE DANS LE DOMAINE DES MICROONDES

Varian, spécialiste des tubes de détection radar vient, en France, de s'enrichir d'une famille de semi-conducteurs fabriqués par CTC (Communications Transistor Corporation), jusqu'ici représenté par SCIE-DIMES. C'est la division « tubes » de Varian SA qui distribue désormais ces composants sur notre territoire.



#### Tube à ondes progressives à cathode pulsée

Varian propose un tube à ondes progressives à cathode pulsée, référencé VTX-5682A2. Il s'agit d'un matériel à focalisation par aimant permanent, disposant d'un guide d'onde en entrée et en sortie, refroidi par air et travaillant de 8,6 GHz à 9,5 GHz à des niveaux de puissance atteignant 30 kW. Parmi les paramètres les plus caractéristiques de ces TOP, citons un EF de 12 V maximum et 10 V minimum, un If de 4 A, un Eb de 29 kV continu au maximum et 23 kV continu. Ces tubes

à ondes progressives sont typiques de la nouvelle génération de ces composants à cavités couplées mis au point par Varian pour être utilisés dans les radars modernes.

1133

#### Amplificateurs pour TOP

Varian commercialise une série d'amplificateurs pour tubes à ondes progressives couvrant la plage de fréquences comprises entre 1 et 18 GHz. Fonctionnant entre 100 et 200 W en continu, ces amplificateurs sont alimentés à l'aide de dispositifs

à découpage déjà utilisés sur des stations verriennes de télécommunications mises au point par la firme américaine. Les gains à la puissance nominale de ces équipements sont de 30 à 45 dB selon la version et les niveaux de bruits AM et  $\Phi M$  (sans harmonique) atteignent - 50 dBc typ. Quant à la stabilité d'amplification (commande constante et température), elle est de  $\pm 0,25$  dB/24 h.

1134

### SPETELEC : SOURCES RADAR, ATTÉNUATEURS ET DIODES GUNN

Trois firmes sont représentées par Spetelec en matière de composants hyperfréquences. Il s'agit de *Micronetics* qui fabrique des sources de bruits (diodes et modules), de *Central Microwave Company* qui réalise des diodes Gunn et des oscillateurs et d'*Engelmann Microwave* qui produit des atténuateurs et des détecteurs coaxiaux.

#### Source de bruit avec coupleur directionnel

*Micronetics* propose une source de bruit intégrée à coupleur directionnel, référencée NSC-X. Cette source à l'état solide travaille dans les gammes de fréquences comprises entre 8,2 et 12,4 GHz (15 % de la bande passante) et possède un niveau de sortie RF (ENR) de 11 dB  $\pm$  0,5 dB et une directivité de 20 dB minimum. Le taux d'ondes stationnaires est de 1,05 et les pertes d'insertions de 0,1 dB maximum. Sous une tension d'alimentation de + 28 V (15 mA), cette source NSC-X travaille entre - 55 °C et + 85 °C. Les sensibilités en température et en tension sont respectivement de moins de 0,01 dB/°C et de moins de 0,1 dB/%V.

1135

#### Oscillateurs Gunn accordables électroniquement

La série CME d'oscillateurs Gunn accordables électroniquement fabriquée par *Central Microwave Company* consiste en des dispositifs dont les niveaux de sortie atteignent 500 mW. Ces oscillateurs sont constitués par des diodes Gunn, des varactors et des cavités accordables fabriquées par la firme américaine. Ils fonctionnent entre 4 GHz et 70 GHz selon le modèle (CME 310 à CME 1014 dans une gamme d'accord de 250 à 30 MHz (selon modèle). Pour le CME 310, la tension d'alimentation est de + 15 V pour un courant de 500 mA. Pour le CME 817, par exemple, la tension d'alimentation est de + 5,5 V pour un courant de 1,5 A. Tous les modèles disposent d'une tension maximale d'accord de 50 V et fonctionnent entre - 55 °C et + 65 °C.

1136

#### Atténuateurs numériques 12,4 GHz, 2 W

La série DA 100 d'atténuateurs fabriqués par *Engelmann* utilise un substrat céramique avec réseau de résistances en «T» en guise d'éléments d'atténuation. Ces composants sont commutés de façon à former, avec des diodes rapides, des modules de différentes valeurs. Toute valeur d'atténuation entre 0 et 35 dB peut être obtenue

pour chaque mot binaire et pour n'importe quelle quantité de bits. Les variations d'équilibre en phase et en amplitude sont maintenues à un minimum absolu et, ce, dans une large gamme de températures de fonctionnement. L'impédance caractéristique est de 50 Ohms, la répétabilité de  $\pm 0,2$  dB, la puissance maximale admise de 10 W, la vitesse de commutation de 200 ns et la stabilité en température de  $\pm 0,3$  dB à plus de 20 dB. Quant au MTBF, il est, selon le constructeur, de 200 000 heures.

1137

## HEWLETT-PACKARD : SYNTHÉTISEUR ET COMPTEUR HYPERFRÉQUENCES

Hewlett-Packard est présent à Hyper 79 au travers de ces deux divisions «Instrumentation Electronique» et «Composants». Cette société, outre les matériels qu'elle propose, est à l'origine d'un exposé sur «l'analyse spectrale de 100 Hz à 22 GHz» qui est présenté par M. Michel Bourdin le 2 février 1979 à 10 h. Ce sujet est d'autant plus intéressant qu'il concorde avec la future commercialisation par HP d'un analyseur de spectres travaillant de 1,5 GHz à 22 GHz.

### Générateur-synthétiseur de fréquences à faible bruit

Le nouveau synthétiseur générateur de fréquence HP 8662A de Hewlett-Packard couvre la gamme 10 kHz à 1280 MHz. Il dépasse en performances les générateurs à cavité accordée mécaniquement tels que le 8640B. Le bruit de phase en BLU et les signaux parasites sont très importants lorsqu'on réalise des essais hors bande sur des récepteurs. Ce générateur est tout désigné pour réaliser, dans ce domaine, des mesures automatiques grâce à ses possibilités de programmation et à sa souplesse d'utilisation.

A 160 MHz, par exemple, le bruit en BLU est inférieur à  $-144$  dBc/Hz à 10 kHz



de part et d'autre de la porteuse et de  $-113$  dBc/Hz à 10 Hz avec un plancher du niveau de bruit en bande large de  $-150$  dBc/Hz. Les signaux parasites d'origine non harmonique sont situés à plus de 100 dB au-dessous du niveau de la porteuse. Le secret de cette pureté spectrale exceptionnelle est l'utilisation d'un oscillateur à inductance commutée de conception toute nouvelle, fournissant un signal continu, très pur, même avant son asservissement à des signaux de référence verrouillés en phase. La chaîne en signal de référence synthétisée possède deux filtres à quartz améliorant encore la pureté du signal, à 10 MHz, de l'oscillateur de référence à quartz.

L'utilisation d'un microprocesseur dans les circuits de commande, d'un clavier à touches pour la mise en service manuelle des fonctions, la possibilité d'utiliser des séquences semi-automatiques pour les mesures et une programmation extérieure donnent à cet appareil une très grande souplesse d'utilisation.

Le niveau de sortie du 8662A est compris entre  $+13$  dBm ( $+16$  dBm en dépassement) et  $-139,9$  dBm avec une résolution de 0,1 dB. Grâce au microprocesseur, le niveau de sortie est automatiquement corrigé par comparaison avec une table de

données, pour conserver une précision de  $+1$  dB sur toute la gamme  $+13$  à  $-120$  dBm. Les sorties sont protégées par un circuit sensible contre toute application accidentelle d'une puissance pouvant atteindre 30 W.

Bien que conçu pour donner une très grande pureté spectrale, l'oscillateur de type indirect du 8662A permet cependant de commuter la fréquence avec un temps de commutation typique total de 12 ms (en deça de 100 Hz). Le temps de réponse est de 0,5 ms. Pour les essais de récepteurs à accord automatique (récepteurs de contre mesures, par exemple), on peut utiliser le bus d'interface HP-IB en mode «learn» pour commander directement les fréquences avec une vitesse de commutation de 500  $\mu$ s.

Équipement standard sur le 8662A, le bus HP-IB permet de programmer toutes les autres fonctions de la face avant. Le microprocesseur permet en outre d'utiliser des sous-programmes de détection d'erreurs et de diagnostic efficaces ainsi que des sous-programmes de contrôle pour la maintenance.

1138

## TEKELEC-AIRTRONIC CHOISIT LES COMPOSANTS AERTECH

Aerotech vient de choisir Tekelec-Airtronic comme représentant exclusif en France. Aerotech est, en Europe, surtout connu pour ses détecteurs. Mais peu de gens connaissent la diversité de ses fabrications. Avec un CA voisin de 15 millions de dollars dans le seul domaine des hyperfréquences, Aerotech se place dans le peloton de tête de cette spécialité. Ce constructeur américain dispose de trois divisions :

La division «composants hyperfréquences pour satellites» fournit des composants fiables (circulateurs jusqu'à 40 GHz, commutateurs, latching à ferrite, amplificateurs et pré-amplificateurs, etc.).

La division «systèmes» étudie des ensembles ou sous-ensembles complets spécifiques aux communications, oscillateurs ver-

rouillés en phase, pré-amplificateurs mélangeurs, «up and down converters», amplificateurs de puissance et même des émetteurs récepteurs complets de 2 à 8 GHz ;

La division «composants» fournit, bien sûr, les composants de base aux deux autres divisions, mais 70 % de ses ventes sont réalisées avec des clients extérieurs au groupe. Cette division vient de mettre au point, tout récemment, des transistors faible bruit bipolaires et FET AsGa extrêmement concurrents des modèles les plus répandus. Cette gamme de transistors faible bruit complète la gamme de diodes Schottky, diodes PIN et «step recovery», ainsi que tous les sous-ensembles associés.

### Commutateurs hyperfréquences

Aerotech propose des commutateurs de la série AS 3000 qui, avec ou sans «driver», sont compatibles en TTL. Ils utilisent des

diodes PIN fabriquées par la firme. Ils travaillent de 2 à 18 GHz, possèdent de faibles temps de transit (6 ns) et sont d'un encombrement réduit. Ils disposent d'un isolement de 50 dB et d'un TOS de 1,8 à 2,3 selon le modèle.

1139

### Isolateurs-circulateurs coaxiaux

De 0,35 à 38,5 GHz, Aerotech propose des isolateurs-circulateurs coaxiaux et en guides d'ondes, la série ASI-4000. Ces dispositifs travaillent de  $-30$  °C à  $+60$  °C et ont des pertes d'insertion typiques de 0,1 dB. Ils fonctionnent dans des gammes de fréquences généralement utilisées en télécommunications, soit 3,7 à 4,2 GHz, 5,9 à 6,4 GHz, 12,25 à 12,65 GHz, ou en radar, soit 8,5 à 9,6 GHz. Certains modèles fonctionnent jusqu'à 14,5 GHz.

 **Microwave  
Associates**

**donne le ton dans toutes les gammes**

**... des matériaux aux sous-systèmes**



Matériaux semi-conducteurs  
Semi-conducteurs  
Ferrites  
Sources  
Commutateurs  
Mélangeurs  
Limiteurs  
Sous-systèmes à la demande

**de 10 MHz à 100 000 MHz**

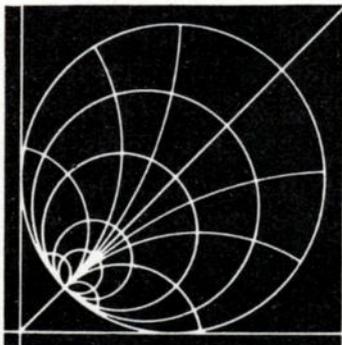
Qualité - Production - Prix

 **Microwave  
Associates sa** 57/59, rue de la Convention, 75015 PARIS - Tél. : 579.23.38 - Télex 202 100 F

## ANALYSEUR DE SPECTRE A GRANDE DIFFUSION : modèle SA 2000 INTEGRA MICROWAVE



L'analyseur de spectre panoramique (à grande dispersion) a été conçu pour couvrir la gamme de 1 à 18 GHz (4 à 26 GHz pour le modèle SA 2000 A). Cette très large bande couverte, sans générer d'harmoniques ou de distorsions d'intermodulation, en fait l'instrument le plus universel de sa catégorie. Un triple résonateur présélectionné par Y.I.G. réalise un filtre à réjection de parasites supérieur à tout autre analyseur actuellement sur le marché. La lecture numérique (L.E.D.) des fréquences sélectionnées, des marqueurs, etc. apporte à l'opérateur tous les avantages qu'il attend d'un appareil moderne (précision, reproductibilité, résolution). Son prix avantageux lui permet de trouver tout naturellement sa place dans les bancs de contrôle, de réglage ou de maintenance par exemple : les appareils concurrents étant trop onéreux pour permettre de multiplier les postes de travail comme il serait souhaité.



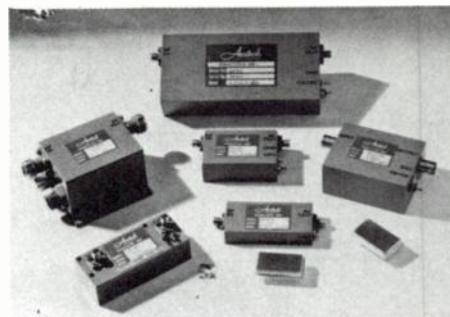
HYPERFRÉQUENCES  
TÉLECOMMUNICATIONS

# SALIES S.A.

65-67, AVENUE JEAN JAURÈS  
91122 PALAISEAU - B.P. N° 37  
TÉL. : 920-40-10 +

### Amplificateurs à FET AsGa sur demande ▶

Aertech propose une gamme complète d'amplificateurs à transistor FET en AsGa réalisés sur demande et qui incorporent, généralement, une régulation interne de tension, une construction sur film mica, des boîtiers et des connecteurs hermétiques, des étages équilibrés, une compensation en température. Parmi les réalisations d'Aertech en ce domaine, citons un modèle A7510-106 fonctionnant de 8 à 12,4 GHz, possédant un gain de 36, dB minimum, un NF maximum de 5 dB, un TOS de 2, un niveau de sortie de + 10 dBm, etc.



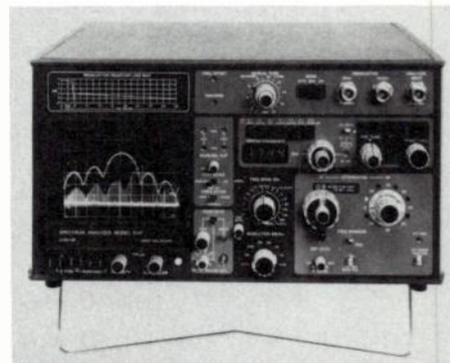
1140

### POLARAD : L'ANALYSE SPECTRALE VUE PAR SPEKTRIX

Spektrix représente la firme Polarad dont la division Nelson-Ross se distingue par ses intéressants analyseurs de spectres, en particulier, la fameuse série 600 E couvrant la gamme de fréquences comprises entre 10 MHz et 40 GHz.

#### Analyseur de spectres 40 GHz.

L'analyseur de spectres modèle 640A de Nelson-Ross, division de Polarad couvre la bande de 10 MHz à 40 GHz. Il dispose d'un présélecteur interne de poursuite, d'une dynamique de 70 dB. La fréquence centrale est directement calibrée sur afficheur à diodes électroluminescentes. Il possède un mélangeur d'entrée large bande pour une analyse sensible des signaux jusqu'à 18 GHz. Au-delà et jusqu'à 40 GHz, l'analyse se fait à partir d'un mélangeur à guide d'onde externe. Les dispersions en fréquences sont calibrées de 0 à 200 MHz/div. Une option permet la mise en mémoire numérique (réseau de 1024 x 8 bits) de la mesure affichée sur l'écran cathodique. Les pertes d'insertions du présélecteur interne sont de 6 dB.



#### Générateur de signaux hyperfréquences ▲

Polarad commercialise un équipement modulaire permettant la génération de signaux hyperfréquences, le modèle 1819A. Ce matériel se compose d'une source de 3,7 à 8,4 GHz - 25 mW (modèle 1207 A), d'un doubleur (modèle 1519) de 10 à 15,5 GHz avec niveau de sortie calibrée et d'un modulateur (modèle 1020A) assurant la modulation de signaux de 10 Hz à 10 kHz en signaux carrés, FM et impulsions. Les principales caractéristiques de ce banc de mesure sont une précision de fréquence de ± 0,5 % (affichage numérique), une stabilité de fréquences de 0,0008 %/V de variation du secteur et de 0,005 %/°C ; la pureté spectrale dépend de la source et du doubleur. Le niveau de sortie est supérieur à + 10 dBm (10 mW) et l'atténuateur de sortie varie de 100 dB avec une précision de ± 0,5 dB de 10 à 10,8 GHz et de 15 à 15,5 GHz. La sortie se fait par guide d'onde.

1141



1142

### GISCO ET LES AMPLIFICATEURS DE RAYTHEON

Outre la représentation des produits de la firme britannique EMI, Gisco distribue un certain nombre de matériels fabriqués par la société américaine Raytheon Company.

#### Transmetteur FET à l'AsGa

Raytheon vient de mettre au point un transmetteur FET à l'AsGa fournissant une puissance de sortie minimale de 5W, le BCM-5005. Ce module intègre sous son boîtier un amplificateur hyperfréquences QCM-5002 travaillant entre 5030 MHz et 5091 MHz et une source à verrouillage

# 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 ?

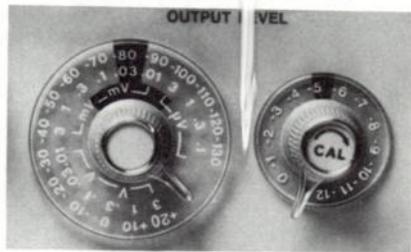
**QUALITÉ, CHOIX ET SERVICE**  
DANS 9 BUREAUX DE VENTE : à Orsay,  
Lyon, Toulouse, Rennes, Bordeaux,  
Blanc-Mesnil, Villeneuve d'Ascq,  
Strasbourg, Aix.

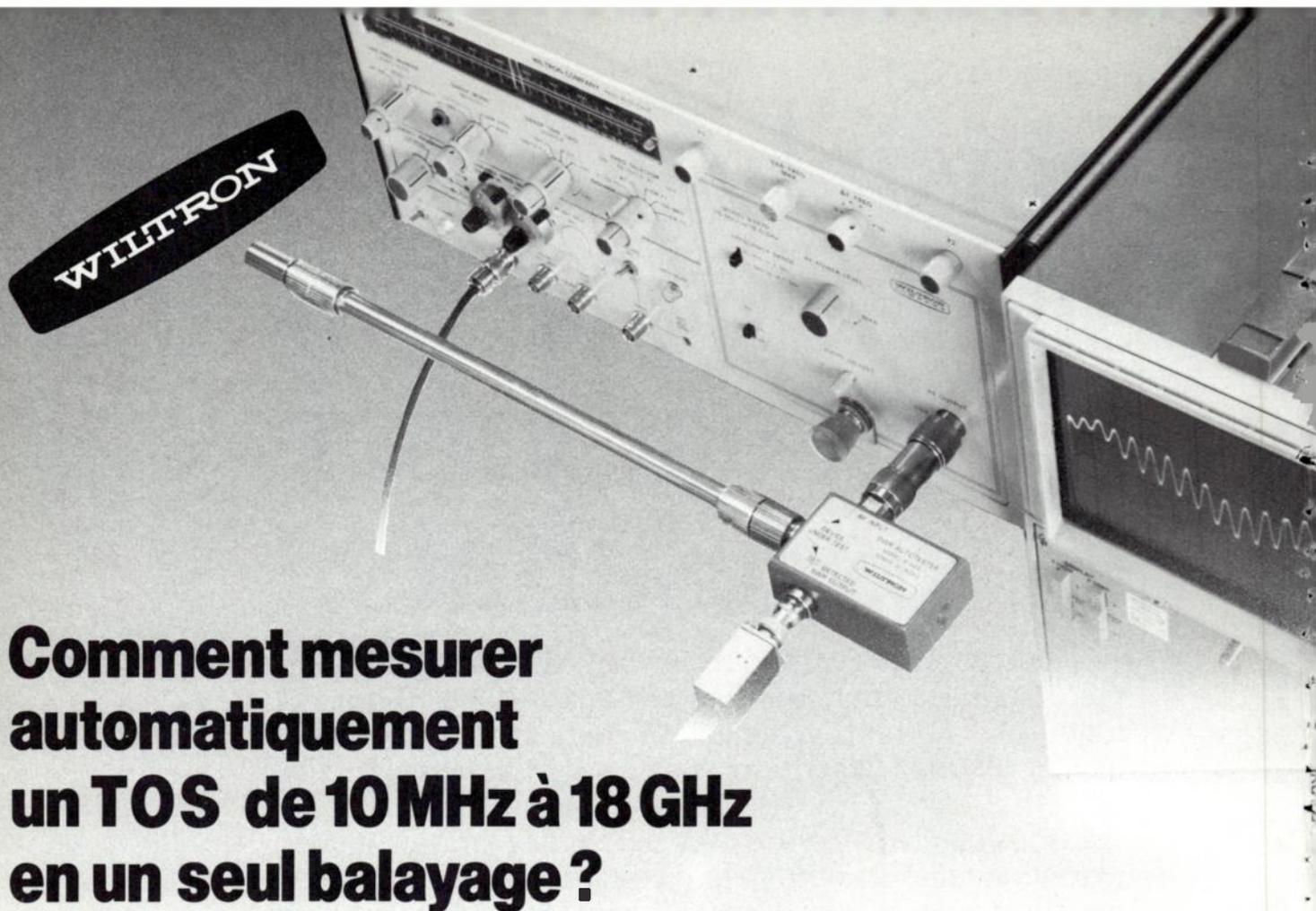
HEWLETT  PACKARD

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 à spectrale de 450 kHz à 550 MHz pour le test des récepteurs de la plus haute qualité.





**Comment mesurer  
automatiquement  
un TOS de 10 MHz à 18 GHz  
en un seul balayage ?**

**VOBULATEUR 610 D PROGRAMMABLE GPIB  
+  
TIROIR 6247 D  
+  
PONT REFLECTOMETRE 97 A 50**

Le tiroir 6247 D délivre 7 mW de 10 MHz à 18 GHz à  $\pm 1$  dB.

Associé au Vobulateur 610 D **PROGRAMMABLE EN GPIB**, quatre gammes de mesure **QUELCONQUES** peuvent être sélectionnées dans toute la bande de 10 MHz à 18 GHz.

Quant au pont réflectomètre 97 A 50 à détecteur incorporé, c'est le complément direct du tiroir 6247 D puisqu'il couvre également la bande de **10 MHz à 18 GHz** avec une **directivité de 40 dB minimum**.

Peut-être n'êtes-vous pas aussi exigeant et désirez-vous effectuer des mesures dans des bandes plus réduites. Le vobulateur 610 D peut être associé à l'un des 26 tiroirs qui couvrent de 100 KHz à 40 GHz. Une large gamme de ponts réflectométriques peuvent être utilisés avec ces tiroirs.

**Nous consulter pour une démonstration.**

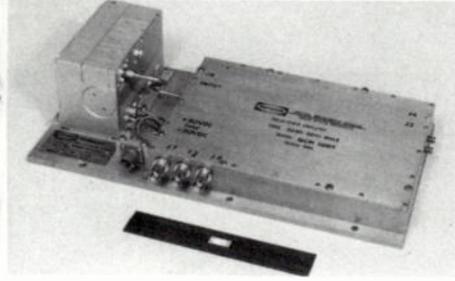
WILTRON propose également 2 notes techniques indispensables pour la bonne utilisation des ponts et qui sont expédiées sur simple demande :

- Note 5 F : Quelques règles pour éviter les erreurs de mesure.
- Note 8 : Principe des mesures à très haute directivité (**60 dB minimum de 5 MHz à 18 GHz**).

élexience

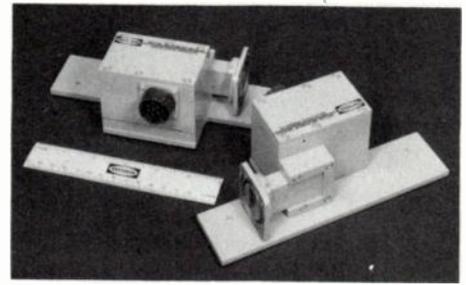
7, rue Henri-Gatinot 92320 Châtillon-sous-Bagneux Tél. (1) 253.46.20 - Téléx éxience 260988 F

de phase à quartz contrôlé par tension. La bande passante du dispositif est réalisée par canal de 300 kHz avec une sélection en fréquence par quartz enfichables. La stabilité en fréquences est de  $\pm 10$  kHz alors que le bruit est de  $-44$  dBm/MHz. **1143**



### Amplificateur FET faible bruit

Un amplificateur FET à l'arséniure de gallium et à faible bruit travaillant en bande X vient d'être annoncé par *Raytheon*. Conçu pour remplacer un amplificateur paramétrique dans un système radar, ce nouveau dispositif référencé QXL-5001 est un circuit à deux étages incorporant un atténuateur à diode PIN pour contrôle de gain, des isolateurs d'entrées/sorties dans le circuit RF, un circuit imprimé avec étage de commande à diode PIN et un régulateur de polarisation à FET. La puissance de sortie de cet amplificateur est de  $+5$  dBm minimum à 1 dB de compression alors que le bruit est de 3,2 dB typiques et de 4 dB au maximum. Le gain à  $+5$  V dans le circuit



de commande est de 20 dB et de 2 dB à 0 V. Cet amplificateur répond aux normes MIL-STD-810C pour ce qui concerne les conditions de fonctionnement. Il est disponible avec entrée coaxiale ou par guide d'onde. **1144**

## AIL ET LA DIVISION INSTRUMENTATION DE SINGER

*Ailtech a acquis il y a peu de temps la division « Instrumentation » de Singer, bien connue par les mesureurs de champs EMI/RFI Stoddart, les matériels de mesure Gertsch et les générateurs à balayage Alfred. Ces appareils de mesure viennent s'ajouter aux produits qui ont fait connaître Ailtech; générateurs de bruit, indicateurs de facteur de bruit, analyseurs de spectre, synthétiseurs de fréquence, générateurs et amplificateurs de puissance.*

### Banc d'essais télécommunications

Le banc d'essais pour télécommunications *Ailtech* FM-10 CS/EM permet le contrôle des performances et le réglage d'émetteurs-récepteurs de 50 KHz à 512 MHz et de 800 à 1212 MHz. Les nombreuses fonctions autorisent la vérification de tous les paramètres essentiels des émetteurs, récepteurs, radio téléphones, etc. **1145**

### Mesure de bruit thermique

La mesure automatique de bruit thermique de système de télécommunications en fonctionnement peut aisément être réalisée grâce au moniteur *Ailtech* modèle 7330. Cet appareil, spécifiquement étudié pour cette application avec une moyenne fréquence de 70 MHz, une impédance de 75 ohms donne, en kelvin, de bruit thermique. Muni d'un atténuateur MF à 70 MHz de très grande précision et de commandes de contrôle de la source de bruit, il permet aussi la mesure en mode manuel. L'utilisation d'une source de bruit à ENR élevé et injecté à travers un coupleur, à l'arrière de la parabole de réception permet une mesure automatique ou manuelle du bruit d'un système complet. Cet appareil peut éventuellement être prévu pour des moyennes fréquences de 30 ou 60 MHz et de ENR standard de 15,5 dB. **1146**

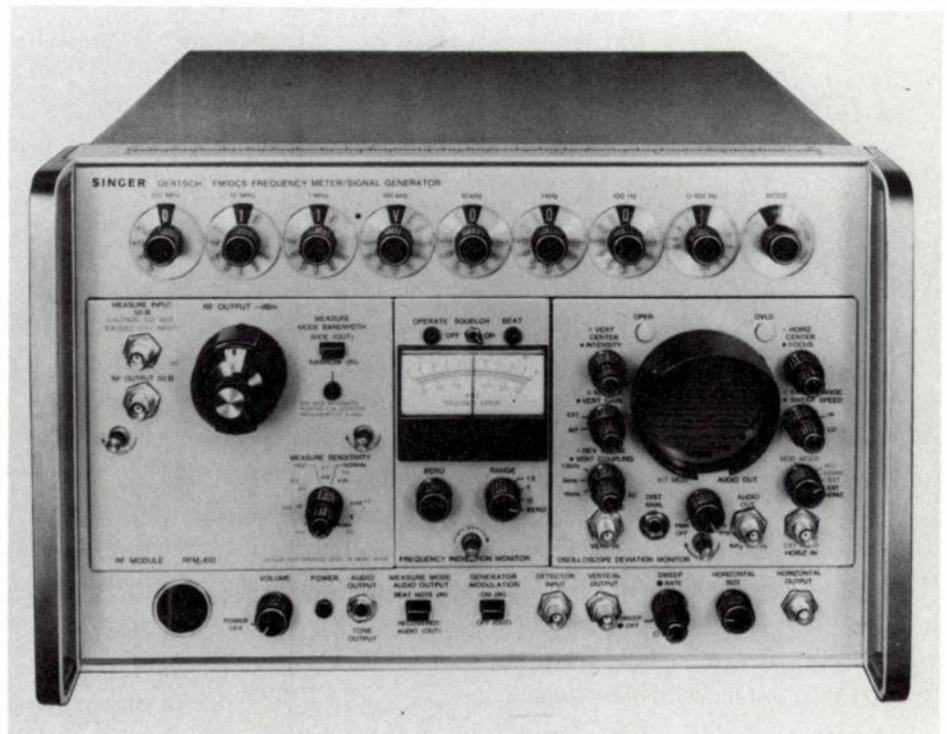
### Système d'acquisition de données EMI/RFI

Le système automatique d'acquisition de données EMI/RFI, *Ailtech* série VII permet la mesure de perturbations radio-électriques, la mesure de champ dans la gamme de fréquence de 20 Hz à 18 GHz, avec extension possible à 40 GHz, selon les spécifications MIL-STD 461/462 et 826 A, en mode au-

tomatique ou semi-automatique. Les mesures se font selon les normes CISPR, ANSI ou VDE. L'équipement peut fonctionner à partir d'un système de contrôle programmable, d'un ordinateur ou d'un ordinateur, avec des interfaces IEEE-488 1B, parallèle 8-Bit, ou RS-232-C. Le système peut recevoir en programme les facteurs de correction des antennes ; il visualise les données sur écran, traceur X-Y-analogique ou numérique. Les paramètres programmables sont : la bande passante, le mode de détection, l'antenne (avec l'unité CIU-7), l'atténuation (avec le CIU-7), la recurrence

### Contrôleur de bruit et de gain

Le contrôleur simultané de gain et de bruit *Ailtech* modèle 7380 est le seul appareil de ce type actuellement sur le marché,



tomatique ou semi-automatique. Les mesures se font selon les normes CISPR, ANSI ou VDE. L'équipement peut fonctionner à partir d'un système de contrôle programmable, d'un ordinateur ou d'un ordinateur, avec des interfaces IEEE-488 1B, parallèle 8-Bit, ou RS-232-C. Le système peut recevoir en programme les facteurs de correction des antennes ; il visualise les données sur écran, traceur X-Y-analogique ou numérique. Les paramètres programmables sont : la bande passante, le mode de détection, l'antenne (avec l'unité CIU-7), l'atténuation (avec le CIU-7), la recurrence

selon son constructeur. Utilisé avec un générateur de bruit, modulé, il permet l'affichage numérique du facteur de bruit et du gain d'un ensemble en essais avec une précision pour le bruit de  $\pm 0,25$  dB jusqu'à 6 dB et  $\pm 0,5$  de 6 à 12 dB et une précision pour le gain de  $\pm 1$  dB de 0 à 40 dB. La sensibilité est de  $-100$  dBm ; la fréquence d'entrée peut être de 10, 30, 60 ou 70 MHz (ou autre sur demande) ou l'appareil peut être équipé d'un mélangeur interne couvrant la gamme de fréquence de 10 à 1 000 MHz. **1148** ◊

# polarad

## ANALYSEUR DE SPECTRE 10 MHz à 40 GHz



- Mémoire numérique incorporée, avec Interface Entrée-Sortie
- Présélecteur incorporé
- Calibration absolue jusqu'à 18 GHz
- Excursion maximum 8 GHz
- Échelle logarithmique 70 dB
- Marqueurs 100 MHz et harmoniques

## GÉNÉRATEUR DE SIGNAUX 10 GHz à 15,5 GHz



- Précision de fréquence  $\pm 0,5 \%$
- Niveau calibré + 10 à - 90 dBm
- Modulations carrées, F.M, impulsions
- Durée d'impulsion 0,2 à 2000  $\mu$ s  
récurrence 10 Hz à 10 KHz
- Stabilité  $5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
- Klystron garanti 1 an

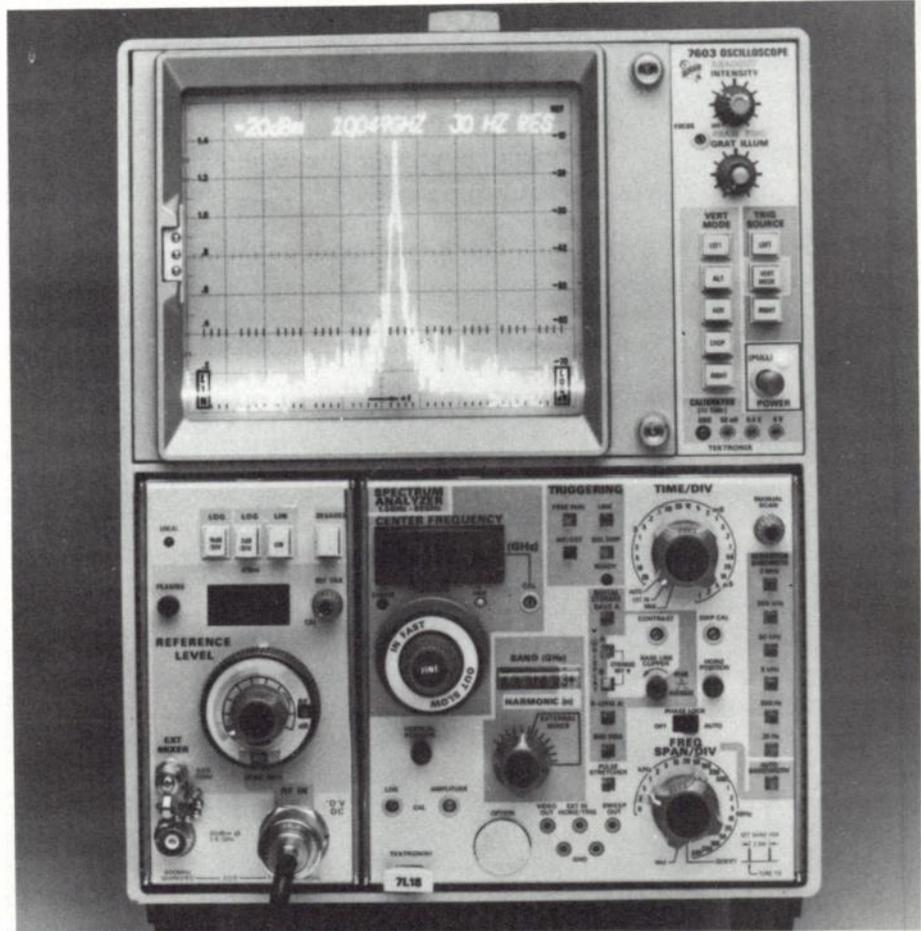
# S P E K T R I X

31, Bd. du 11 Novembre 1918  
95220 HERBLAY  
Téléphone : 997-17-48

## TEKTRONIX : L'ANALYSE SPECTRALE JUSQU'A 60 GHz

L'analyseur de spectre 7L18 de *Tektronix* est présenté à «Hyper 79». Il a fait l'objet d'une description dans les colonnes habituelles de la revue lors de sa première in-

affichage et traitement de signaux numériques (mémorisation des maxima, sauvegarde en mémoire A, mémoire partagée, comparaison et somme algébrique), niveau de référé-



roduction. Rappelons-en les principales caractéristiques : bande passante de 1,5 GHz à 60,5 GHz, résolution de 30 Hz jusqu'à 12 GHz, dynamique de 80 dB sur l'écran, gestion des commandes par microprocesseur,

référence étaloné et présélectionné de façon interne, adapté à tous les châssis d'oscilloscopes de la série 7000 de la marque, etc.

1149

## SALIES, LES COMPOSANTS ET LES INSTRUMENTS DE MESURES HYPERFRÉQUENCES

Salies expose à «Hyper 79» les produits hyperfréquences d'un certain nombre de firmes telles Teledyne Microwave, General Microwave, Flann-Microcratic, EMC Technology, Integra Microwave, Narda, TRM, Solid State Technology, RHG Electronics Laboratory et Andersen Laboratories. De cette façon, Salies couvre une gamme importante des composants et instruments de mesures utilisés dans la plupart des applications des hyperfréquences.

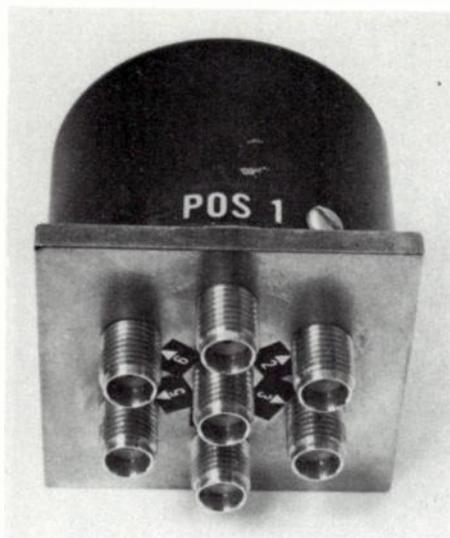
### Inverseurs et commutateurs électromécaniques

La société *Teledyne Microwave* (agent *Salies*) commercialise toute une série d'inverseurs et commutateurs électromécaniques performants.

Pour répondre à tous les besoins en commutation, ces inverseurs et commutateurs

existent en différentes versions : série miniature de 0 à 18 GHz (connecteurs SMA) ; série standard de 0 à 12,4 GHz (connecteurs N, TNC, SMA).

Disponibles dans chaque série, 3 types de commutateurs sont commercialisés : inverseur, transfert et multipositions (3 à 8 sorties au choix).



Pour augmenter encore la souplesse d'utilisation, tous les commutateurs Teledyne peuvent être équipés de contacts auxiliaires et être alimentés de 24 à 30 volts continus ou 115 volts alternatifs (12 volts continus sur demande). Les inverseurs et commutateurs de transferts existent en trois versions d'alimentation : monostable (l'alimentation doit être maintenue), bistable (la commande se fait par une impulsion de largeur supérieure au temps de commutation) et bistable avec auto-coupure (le commutateur ne consomme que le temps nécessaire à la commutation).

1150

#### Milliwattmètre 0,01 Hz à 22 GHz

Le milliwattmètre GM 476, troisième de sa génération, conserve la technique des sondes à thermocouples (T.F.T.) que *General Microwave* (représenté par *Salies*) pré-curseur, semble-t-il en ce domaine, utilise déjà depuis plus de 12 années. L'utilisation des nouveaux matériaux pour le thermocouple a augmenté la résistance aux dépassements de puissance maximale. Les qualités des T.F.T., thermocouples à couches minces déposées sous vide, sont bien connues. Utilisées comme charges, elles absorbent la puissance HF et délivrent une tension directement proportionnelle à cette puissance réalisant ainsi un système idéalement quadratique.



## 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 IMPULSION-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

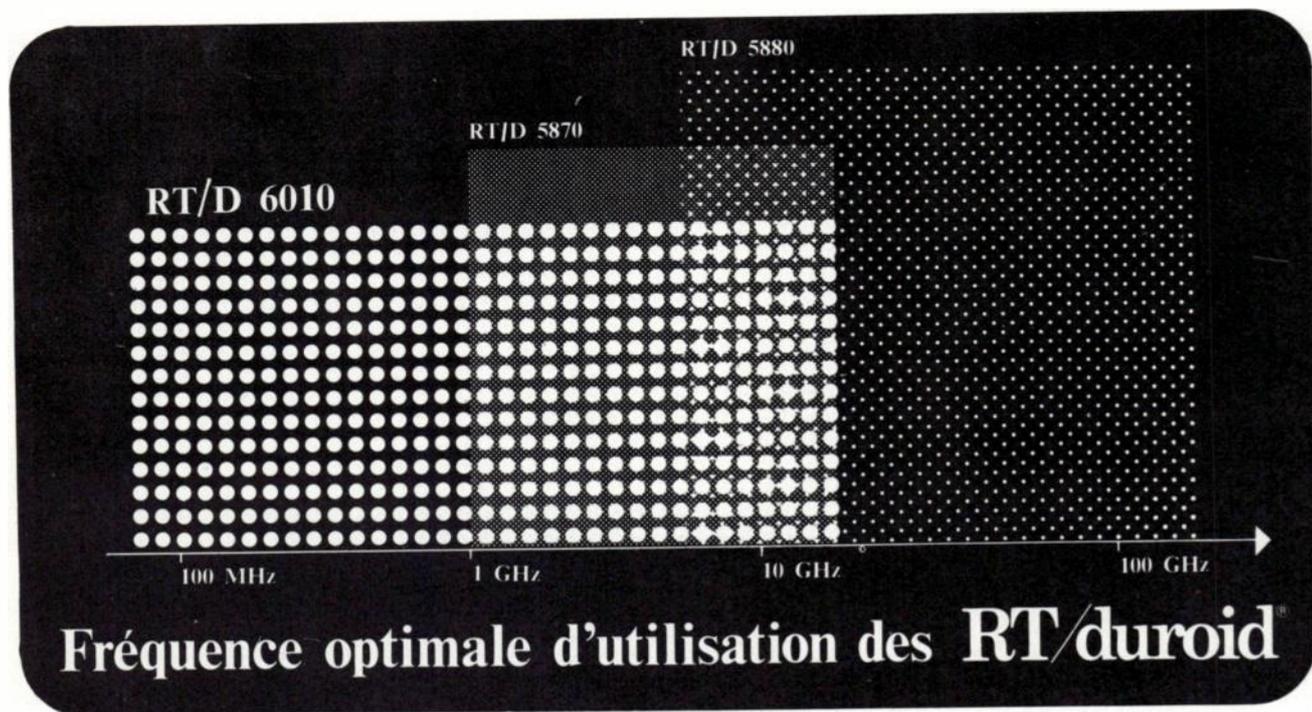
Tél. (1) 027 75 75 + ● Telex : 200 207 F

LYON/TOULON (94) 46 52 41

NANCY (28) 29 11 17

VANNES (97) 66 77 58

pour les circuits hyper  
la famille  
**RT/duroid<sup>®</sup>**  
s'agrandit avec le RT/D 6010



**Principales caractéristiques :**

Constante diélectrique  $10.5 \pm 0.25$  à 10 GHz dans les 3 dimensions

Pertes mesurées sur un stripline résonnant

à 10 GHz  $Z_o = 25 \Omega$  0.005  
 $Z_o = 50 \Omega$  0.006  
 $Z_o = 20 \Omega$  0.003

Excellente stabilité dimensionnelle

Grande souplesse d'usage

Ce support est disponible dans les épaisseurs standard

® Marque déposée de Rogers Corporation

**Mektron-France**

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



Ainsi, le 476 fonctionne dans une gamme de fréquences comprises entre 0,01 Hz et 226 Hz, utilise une sonde à connecteur SMA N et APC 7, possède une dynamique de 65 dB de 30 nW à 100 mW et précision de  $\pm 1\%$  de la pleine échelle. En outre, il dispose d'un calibrateur interne, d'un sélecteur de sensibilité automatique, d'une compensation d'efficacité, du zéro automatique et d'une batterie d'accumulateurs rechargeables (en option).

1151

### Compteur hyperfréquences 20 GHz à microprocesseur

Flann-Microcratic (agent Salies) commercialise un compteur-fréquence-mètre numérique fonctionnant en continu, AM, FM et impulsion dans la bande de 20 GHz.

Ce nouveau compteur permet un temps d'acquisition, dans toute la bande de fréquences, de 1 ms (compatible avec la résolution) en position «CW». Son affichage est du type «LED» à 11 chiffres avec «blinking automatique» des chiffres relatif à la résolution et à la base de temps sélectionnée. Sa dynamique d'entrée est de : - 25 dBm à + 30 dBm. Le microprocesseur incorporé est utilisé pour le traitement de l'information et le contrôle des circuits de fonction.

1152

### Composants (haute puissance)

EMC Technology commercialise une série de composants (série 5000) hyperfréquences parmi lesquels une charge de 50  $\Omega$  (5101) une résistance de 10  $\Omega$  à 250  $\Omega$  (5001) et un atténuateur de 3 - 6 - 10 et 20 dB (5200). Sous un très petit volume, autorisant d'excellentes spécifications en hautes fréquences (jusqu'à 2 GHz), la charge 50  $\Omega$  type 5101 est capable de dissiper, en permanence, une puissance de 65 W lorsqu'elle est montée sur un radiateur maintenu à + 100 °C. La gamme de résistances répond aux mêmes caractéristiques de tenue en puissance dans les valeurs comprises entre 10  $\Omega$  et 250  $\Omega$ .

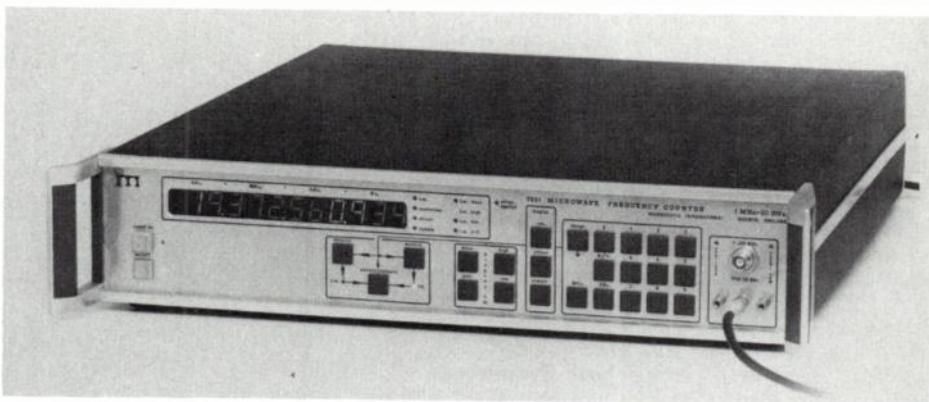


La série d'atténuateurs (3 - 6 - 10 et 20 dB) autorise des puissances élevées en fonction des valeurs d'atténuation. La charge 50 ohms, spécifiée à 65 watts, accepte des puissances très supérieures lorsque la procédure de montage est respectée.

1153

### Ondemètre électronique

L'ondemètre électronique DWM 1800 d'Integra Microwave a pour principal but



de remplacer plusieurs ondemètres à cavité mécanique par un seul appareil à très large bande. En plus de cet avantage, une cavité électronique permet de faire déplacer la fréquence de résonance plus rapidement que manuellement grâce à une commande extérieure par tension.

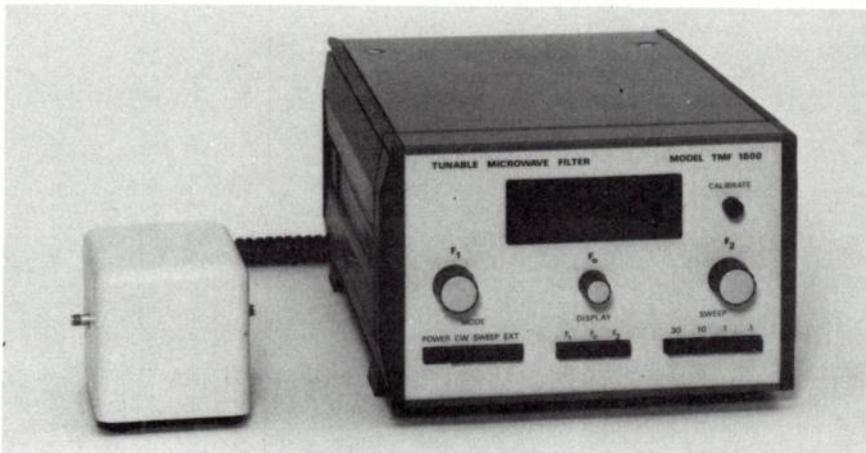
Deux marqueurs totalement indépendants l'un de l'autre, réglables à partir de la face avant de l'appareil apportent l'avantage de pouvoir situer avec précision la bande passante à 3 dB d'un filtre par exemple. Seule, la cavité de l'ondemètre est insérée entre le volubateur et le quadripole à tester ; le boîtier de commande pouvant être éloigné du banc de mesures.

1154

### Filtre accordable

Le filtre accordable TMF 1800 d'Integra Microwave est un appareil de laboratoire destiné aux mesures en général et aux contrôles de production. C'est un instrument complet, accordable sur une très large bande (1 à 18 GHz ou 4 à 26 GHz). Il se compose d'un filtre de petites dimensions relié à son boîtier de commande par un cordon suffisamment long pour éviter toute gêne à l'opérateur. Un filtre à trois pôles détermine une largeur de bande passante de 15 à 70 MHz à 3 dB entre 1 et 18 GHz. La sélectivité est dans tous les cas de 18 dB par octave et l'isolement hors résonance se trouve reporté à au moins 70 dB de Fo. Le modèle TMF 1800 (ou 1800 A) possède le contrôle manuel ou automatique du filtre (balayage à vitesse ajustable).

1155 ▼



### Oscillateurs 18 GHz à 28 GHz

Salies annonce qu'elle est l'agent exclusif en France de la société américaine Solid State Technology spécialisée dans la réalisation de sources état solide de 25 MHz à 18 GHz.

Ces oscillateurs existent dans 3 versions de base.

1) VCO à fréquence fondamentale couvrant de 25 MHz à 18 GHz avec un accord électronique à large bande (octave), ils sont idéals pour les applications de simulateurs, contre-mesure et radars et disposent d'une linéarité de  $\pm 0,2\%$  sous toutes conditions, d'un temps d'accord pour toute la bande avec linéariseur de 200 ns, d'un temps d'accord pour toute la bande sans linéariseur de 20 ns, d'une réjection bruits parasites de - 60 dBc, d'une stabilité en température de  $\pm 0,004\%/^{\circ}\text{C}$ .

De multiples options permettent d'adapter ces oscillateurs.

2) Oscillateurs à diode Gunn travaillant de 5 à 18 GHz, et disposant d'un accord mécanique sur 500 MHz, de l'AFC, d'une puissance de sortie supérieure à 100 mW, d'une stabilité de température de  $\pm 0,002\%/^{\circ}\text{C}$  et d'un faible bruit (AM et FM).

Ces oscillateurs conçus pour répondre aux besoins de sources fondamentales dans les applications radars, répondeurs ou systèmes de communications peuvent être équipés d'options (isolateur, contrôle de température, régulateur, etc.).

3) Oscillateurs pour télécommunications : Solid State technology propose également toute une série de sources à verrouillage de phase ou à fréquence agile pour les ap-

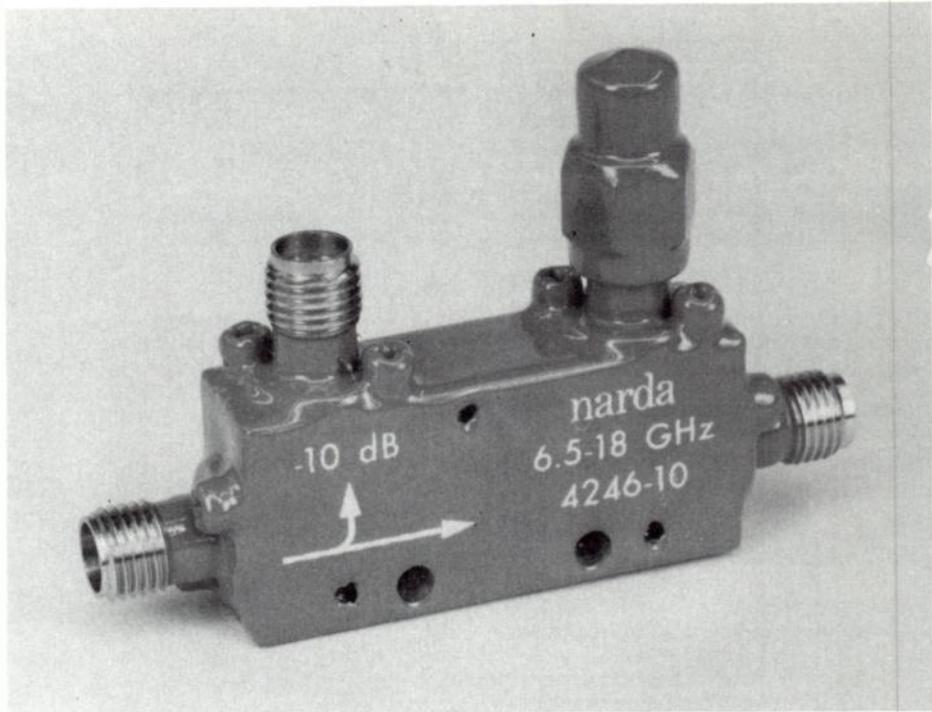
plications télécommunications (émetteurs, récepteurs satellites, convertisseurs, etc.) qui présentent un très faible bruit FM, dans la gamme de fréquences de 750 MHz à 28 GHz.

1156

#### Coupleurs multi-octaves ultraplats

La nouvelle série *Narda* de coupleurs miniature «stripline» à réponse ultra-platte en fréquences a été étudiée pour répondre aux nouveaux besoins des communications, télécommunications et systèmes de contre-mesure électronique nécessitant des couvertures de grandes bandes de fréquences avec réponse plate. Ces composants utilisent une structure de couplage dite «multisection» (brevet Narda) et acceptent une puissance moyenne de 50 W (3 kW crête), ce qui permet leur utilisation tant dans les systèmes d'émission que de réception. Les bandes de fréquence couvertes par les différentes versions de cette série sont, pour la modèle 4243, de 1 à 3,5 GHz, pour le modèle 4244, de 2 à 8 GHz, pour le modèle 4245, de 4 à 12,4 GHz et pour le modèle 4246, de 6,5 à 18 GHz. Les valeurs de couplage nominal, pour la série, sont 6 et 10 dB.

1157



#### DATRON REPRÉSENTE EMF SYSTEMS

La société Datron vient de prendre la représentation pour la France de la société américaine EMF Systems, spécialisée dans la fabrication de sources solides.

#### Oscillateurs accordables de 3 à 15 GHz

Les oscillateurs de la série VT d'EMF Systems sont des sources à accord par varactor et existent dans la gamme de fréquence de 10 à 3000 MHz. Les puissances de sortie varient de 10 mW à 750 mW suivant la gamme de fréquence. Les oscillateurs de la série 3000 sont également accordables par varactor mais utilisent une diode de multiplication pour fonctionner dans la gamme de fréquences de 5 GHz à 15 GHz. Les oscillateurs de la série 5000 sont accordables mécaniquement dans la gamme de fréquences de 10 MHz et 15 GHz. Les oscillateurs de la série 6000 sont des oscillateurs à quartz qui existent dans la gamme de fréquences de 1 MHz à 15 GHz. Les puissances de sortie dépendent de la fréquence et varient de 10 mW à 1 W. Les oscillateurs de la série 7000 sont des sources «Phase locked» qui existent dans la gamme de fréquences 10 MHz à 10 GHz.

Quant à la gamme de températures, elle est de  $-55$  à  $+150$  °C.

D'autre part, commercialisation chez *Z-Match* (division de *Vari-L*) de trois nouveautés : un mélangeur doublement équilibré DBM 190 travaillant dans une gamme de fréquence allant de 10 à 1000 MHz ; le boîtier est du type «Flat Pack» (boîtier plat) et ses dimensions sont de 12,7 x

9,2 x 3,2 mm. Egalement, un mélangeur DBM 191, de caractéristiques analogues mais boîtier du type TO-8 et un diviseur de puissance dans la gamme de fréquences s'étendant de 5 à 1500 MHz : c'est le modèle PS-2-2000 F en boîtier «Flat Pack» dont les dimensions sont de 17 x 17 x 3,2 mm.

1159

#### SYSTRON DONNER : DES SYNTHÉTISEURS JUSQU'À 26 GHz

Une gamme complète de synthétiseurs hyperfréquences, fabriquée par Systron Donner est maintenant disponible. La bande de fréquence couverte par ces instruments va de 1 GHz à 26 GHz, chacun d'eux couvrant une octave classique.

#### Synthétiseur de fréquences 26 GHz

Dernier né de la gamme de synthétiseurs de fréquence au-dessus de 1 GHz fabriqués par *Systron Donner*, le modèle 1626 couvre la plage de 100 MHz à 26 GHz avec 1 MHz de résolution et  $\pm 1$  dB de précision. Il dispose d'un wattmètre incorporé et peut fournir une modulation par impulsions. Il possède, en outre, une référence

fixe, des modules BF et des oscillateurs YIG de sorties accordables. Les niveaux harmoniques et non-harmoniques sont supérieurs à 55 dB au-dessus de la porteuse sur toute la plage de fréquences couvertes. Une volubation à 9,99 GHz est disponible sur toute la gamme et la fréquence de sortie est incrémentée par pas de 1 MHz à la vitesse de 1 kHz ou 10 kHz.

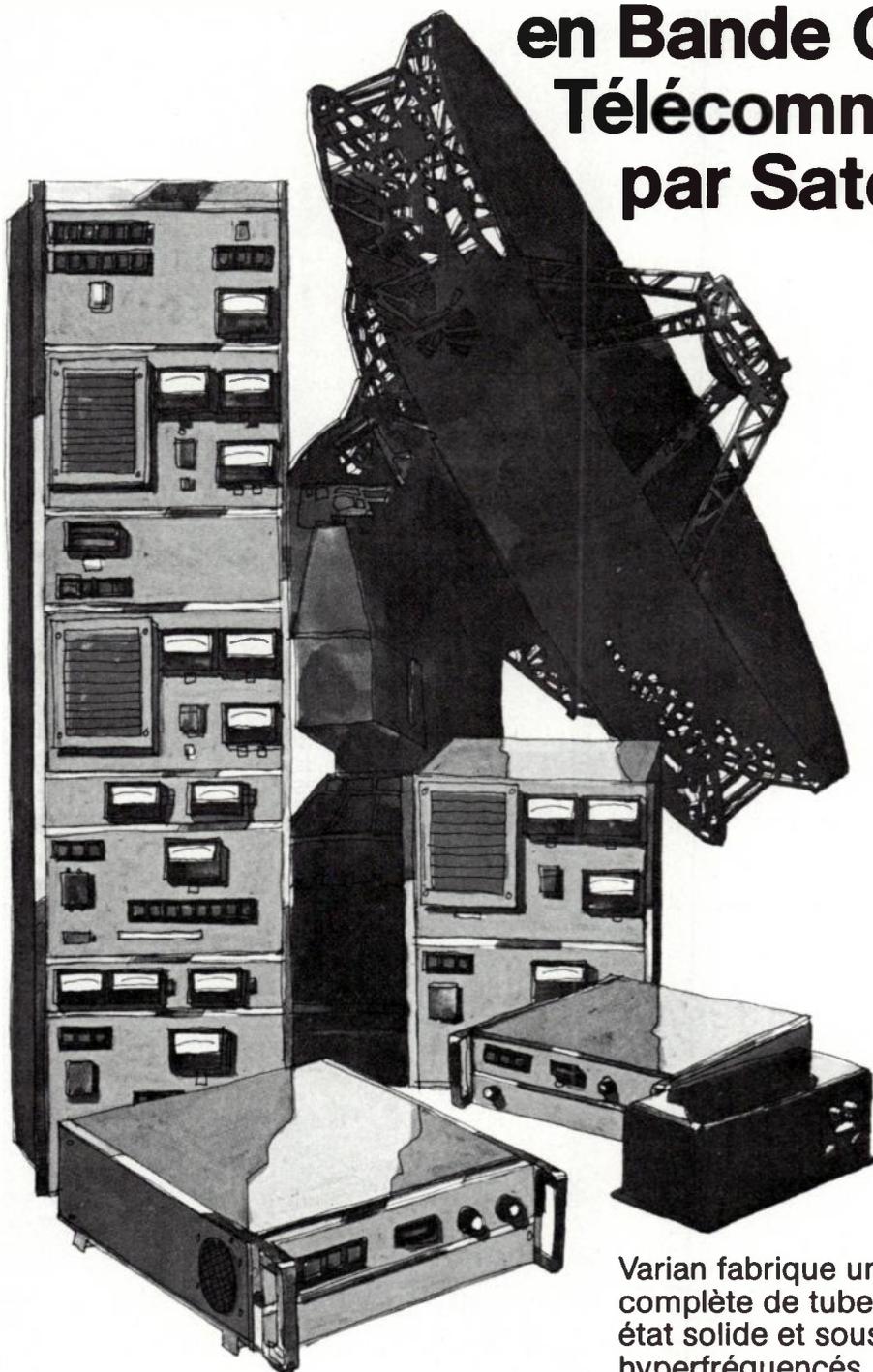
1160

#### RTF : DES DIODES ET DES MÉLANGEURS

RTF, Radio Télévision Française représente *Parametric Industries* qui possédait une diode de bruit couvrant la gamme 500 MHz à 18 GHz et qui commercialise maintenant une diode (PN 100) pour la bande K A (18 à 40 GHz). Le bruit généré par cette diode est de 32 décibels minimum.



# Amplificateurs et Sous-Systèmes Varian en Bande C pour les Télécommunications par Satellite



Varian fabrique une gamme complète de tubes, composants état solide et sous-systèmes hyperfréquences.

Pour des plus amples renseignements, adressez-vous à Michel Malaval.



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



- Tubes hyperfréquences.
- Tubes industriels et militaires.
- Composants hyper à ferrite.
  - isolateur,
  - circulateur,
  - correcteur de phase,
  - commutateur,
  - charge.
- Composants état solide :
  - transistor GaAs FET,
  - diode IMPATT de puissance,
  - amplificateur pour système communication,
  - amplificateur GaAs FET faible bruit.
- Composants magnétiques.
- Instruments et systèmes calorimétriques.
- Tubes cathodiques spéciaux.



- Triodes, Tétrodes,
- Tubes modulateurs Radar.



- Klystrons et Magnetrons pour Radars de Navigation.

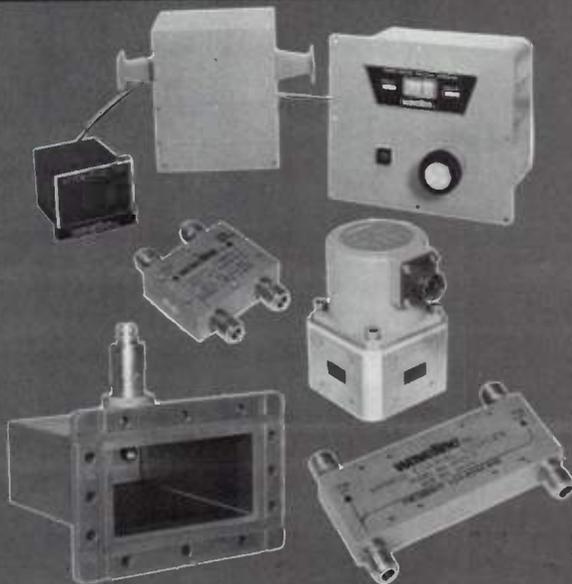


# waveline inc.

## tous les composants en guide d'ondes

dans tous les standards de fréquences utilisés en télécommunications

WR-51	Fréquence	15 à 22 GHz
WR-75	Fréquence	10 à 15 GHz
WR-137	Fréquence	5,85 à 8,20 GHz
WR-159	Fréquence	4,90 à 7,05 GHz
WR-229	Fréquence	3,30 à 4,90 GHz



Transitions - Atténuateurs  
Déphaseurs - Détecteurs - Coupleurs  
Charges - Commutateurs...

nouvelles réalisations :

- coupleurs hybrides coaxiaux • guides flexibles
- fenêtres de pressurisation • joints tournants en guide
- composants double-ridge en guide



## Kontron électronique

B.P. 99 - 6, rue des Frères Caudron  
78140 VELIZY-VILLACOUBLAY  
Tél. 946.97.22 - Télex 695673

**GISCO** s.a.r.l.  
40 - 42, rue Mirabeau  
94200 IVRY-SUR-SEINE  
TELEX 204702 F



Tél. : 670.11.58

## MEKTRON ET LES SUBSTRATS POUR CIRCUITS IMPRIMÉS

La division micromat de *Rogers Corporation* (agent *Mektron*) spécialisée dans les matériaux hyperfréquences, a acquis une grande expérience dans les substrats pour circuits imprimés. La qualité de son centre de recherche et la puissance de ses moyens de production sont bien connues et les produits «traditionnels» de la gamme RT/Duroid 5870 et 5880 restent originaux. Ces matériaux sont les seuls d'ailleurs à entrer dans le cadre de la norme MIL-P-13949 type GRN.

Pour compléter cette gamme, en particulier dans les fréquences de 400 MHz et au-dessus, Rogers Corporation a développé un nouveau substrat le RT/D 6010.

Composé de PTFE et de céramiques, il se caractérise par les valeurs suivantes : constante diélectrique de  $10 \pm 0,25$ , faibles pertes, faible absorption d'humidité, grande souplesse d'usinage. Le RT/D 6010 se présente sous forme de planches réalisées dans un format de 9" x 9" (228,5 x 228,5 mm).

Les épaisseurs standards du diélectrique sont : 0,25 mm, 0,635 mm, 1,27 mm, 1,905 mm et 2,54 mm.

1161

## MICROWAVE ASSOCIATES ACQUIERT LA LIGNE DE FERRITES DE LA DIVISION SONOMA DE WAVETEK

*Microwave Associates, spécialiste de composants et semiconducteurs hyperfréquences, vient de faire l'acquisition de la ligne des ferrites fabriquées par la division Sonoma de Wavetek et, plus particulièrement de la famille Ferrodisc d'isolateurs et circulateurs «microstrip».*

### Transmetteur à effet Doppler

*Microwave Associates* annonce la commercialisation d'un transmetteur Doppler à l'état solide travaillant autour d'une fréquence centrale de 10,525 GHz avec un accord mécanique à  $\pm 25$  MHz. Ce dispositif économique dispose d'une antenne intégrée et a été conçu pour répondre aux besoins en matière de mesures extrêmement rapides dans l'industrie et les télécommunications. Le MA - 86503 peut être utilisé pour fournir un signal de sortie audible dont la fréquence est proportionnelle à la vélocité d'un objet en déplacement devant l'antenne. Il est constitué par un oscillateur Gunn, un mélangeur et une antenne assemblés dans un très petit boîtier.

1162

## CIRCE REPRÉSENTE AMPLICA

*Circe* vient de se voir confier la représentation exclusive pour la France des produits de la firme américaine *Amplica* qui fabrique

des amplificateurs à faible bruit à FET AsGa (modèles 501 CSL de 3,7 à 4,2 GHz, 603 CSL de 5,9 à 6,4 GHz), des amplificateurs de puissance en classe C (modèle 604 SSP de 2 à 2,36 Hz en 10W), des amplificateurs de puissance à FET (modèle 707 CSP de 5,9 à 6,4 GHz) et des amplificateurs large bande à faible bruit (modèle 705 CLS de 2 à 6 GHz avec 5,5 dB de facteur de bruit).

*Circe* représente également *Meca*, spécialisée dans la fabrication de composants coaxiaux hyperfréquences (atténuateurs de puissance, atténuateurs bas niveau et charges adaptées), *Omni Wave* qui produit des filtres, des duplexeurs, des coupleurs, guides d'ondes et adaptateurs et, enfin, *Flexco* qui réalise des câbles souples à très faibles pertes jusqu'à 18 GHz.

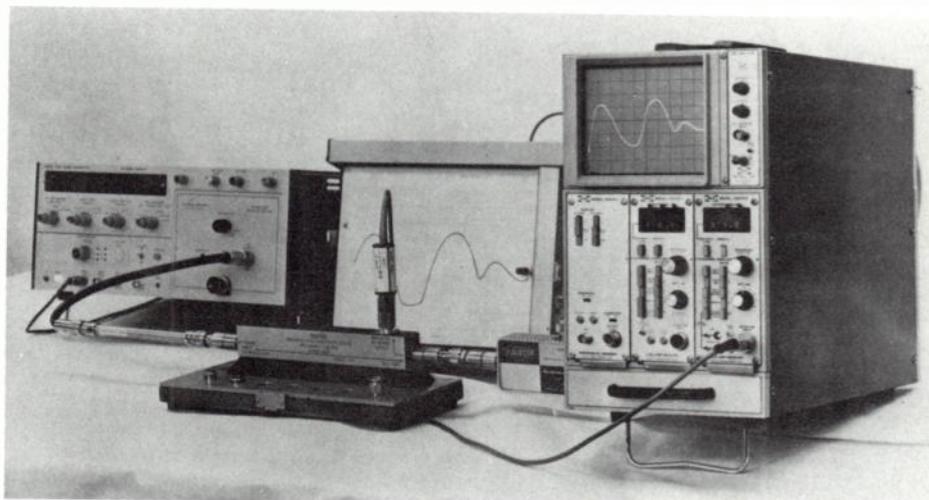
1163

## SCIE-DIMES : POUR LA MESURE DES PERTES DE RETOUR...

La mesure des pertes de retour faite en utilisant des vobulateurs associés à un pont réflectomètre ou à un coupleur directif est imprécise lorsque le 0 dB de référence est déterminé soit par le court-circuit, soit par le circuit ouvert.

Ce problème a été en partie clarifié par la fabrication de ponts haute directivité. La réflexion d'un circuit ouvert ou d'un court-circuit interfère avec la désadaptation de la porte de test pour produire un 0 dB de référence avec des ondulations périodiques. La

stocker dans une mémoire numérique de 1024 points les réflexions sur un circuit ouvert et sur un court-circuit et cela en vobulation de fréquence. Ces deux valeurs sont additionnées et moyennées. Cette moyenne peut ensuite être utilisée comme référence et soustraite de la valeur mesurée de pertes de retour. La précision résultante peut être augmentée de plus de 2 dB par rapport à une mesure lorsque soit le court-circuit, soit le circuit ouvert sont utilisés comme référence. Parmi les caracté-



réflexion sur un court circuit étant décalée en phase de  $180^\circ$  par rapport à celle d'un circuit ouvert, si le court circuit et le circuit ouvert sont mesurés et moyennés, il en résulte un 0 dB de référence plus précis. L'erreur due à la désadaptation de la porte de test est annulée, le court circuit et le circuit ouvert ayant des signes opposés.

L'amplificateur vertical *Pacific Measurements* 1038 V 13 permet de mesurer et de

caractériser essentiellement de ce tiroir, citons : une gamme de fréquence déterminée par le détecteur (100 KHz - 110 GHz), une dynamique de + 10 dBm à - 50 dBm, une linéarité (détecteur inclus) de 0,1 dB/10 dB + 0,5 dB à - 50 dBm, une résolution de 0,1 - 0,5 - 1 - 5 - 10 dB/div, un «offset» de  $\pm 99,9$  dB en pas de 0,1 dB et une mémoire numérique de 1024 points.

1164

## ELEXIENCE : ELCOM N'EST PAS A VENDRE !

*Elexience* représente la société *Elcom* qui fabrique des analyseurs de réseaux concurrents de ceux commercialisés par *Hewlett-Packard*. Au contraire de certaines informations tendant à faire paraître *Elcom* comme étant en difficultés financières, *Elexience* tient à remettre les choses au point : *Elcom n'est pas à vendre ! A l'occasion d'Hyper 79, la firme française présente un certain nombre de nouveaux produits réalisés par Custom Components, Niagara Scientific, Heiden Electronic, Hugues, Wiltron et Dielectric Communications.*

### Coupleur réglable en amplitude de 2 MHz à 16 GHz

Le «Sniffer» modèle 7004 de *Dielectric* est un élément de couplage non-directionnel réglable en amplitude. Il permet de se coupler commodément à une ligne coaxiale avec un compteur de fréquence, un analyseur de spectre ou un oscilloscope. De taille très petite il peut être utilisé avec le wattmètre HF *Dielectric* modèle 1000A ou avec une ligne auxiliaire prévue pour lui (*Dielectric* modèle 8036). Cette ligne peut

# spetelec l'Hyper au Présent

## micronetics inc.

### Sources de bruit "état solide"

- 10 Hz à 40 GHz
- coaxial et guide d'ondes
- ENR jusqu'à 35 dB

- alimentation  
28 volts continu

## EMCO ENGELMANN

### Atténuateurs et charges coaxiales

- 0 - 2 GHz, - 5 GHz, - 18 GHz
- de 2 watts à 75 watts

### Atténuateurs "Diodes Pin" programmables

- 0,25 - 12,4 GHz - 0 - 60 dB

### Coupleurs coaxiaux (hybrides et directifs)

- 0,2 - 18 GHz

### Filtres coaxiaux passe bas et passe bande

### Diviseurs de puissance coaxiaux

- de 0,2 à 18 GHz

## CMC

central microwave company

### Sources Gunn de 4 GHz à 70 GHz

- coaxial et guide d'ondes
- puissance de sortie jusqu'à 500 mW

- accord mécanique et électronique
- stabilisées en température (compensation diélectrique)

### Diodes Gunn de 4 GHz à 70 GHz

- puissance jusqu'à 500 mW

# spetelec

Tour EUROPA - Centre Commercial Belle-Epine - EUROPA 111  
94532 RUNGIS Cedex - Tél. 686.56.65 - Télex : 250801

## RACAL-DANA : DEUX COMPTEURS HYPERFRÉQUENCES ORIGINAUX

Pas réellement de nouveautés chez *Racal-Dana* qui toutefois met l'accent sur deux produits présentés par *EIP* : le compteur à impulsions 451 et le compteur modèle 371.

Ces deux instruments sont d'ailleurs présentés, sur le stand *Racal-Dana*, intégrés en système piloté par un ordinateur HP 9825 (via un bus GP-IB) à partir d'une source *Giga Instruments*.

Rappelons que le 451, considéré comme étant certainement le seul *compteur automatique en impulsions* pouvant être, grâce à son interface GP-IB, monté en système, fonctionne de 300 MHz à 18 GHz.

Quant au 371 du même constructeur, il s'agit du seul *compteur synchronisateur* hyperfréquences du marché. Il travaille de 20 Hz à 18 GHz et possède une sensibilité de 30 dBm et une discrimination à signal multiple. Le tout étant piloté par microprocesseur.

1166



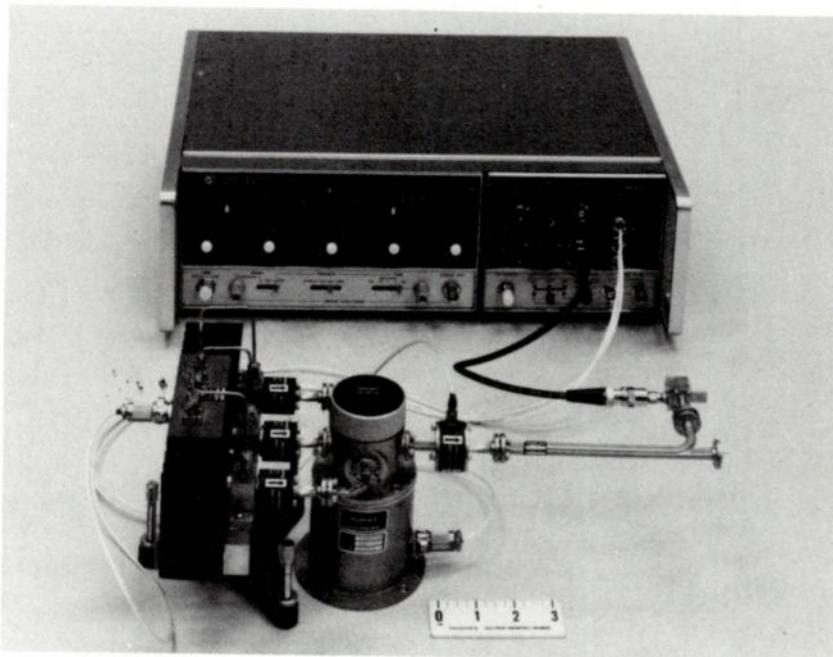
être insérée dans une ligne coaxiale à tout moment. Un bouchon permet de fermer la ligne si le «Sniffer» n'est pas utilisé. Le «Sniffer» modèle 7044 a un TOS de 1,10 max. de 2 à 512 MHz et 1,25 de 512 à 1000 MHz. Sur la prise BNC de sortie, on a un signal HF non redressé avec un niveau réglable de 35 à 51 dB en-dessous du niveau passant dans la ligne. Le Sniffer peut être utilisé de 2 à 1000 MHz pour des puissances allant jusqu'à 1000 watts.

1167

## Vobulateur de 26,5 à 110 GHz

*Hughes* propose un vobulateur qui permet de couvrir la bande de 26,5 à 110 GHz. La base de vobulateur du type HP 8620 B permet dans chacune des 7 bandes prévues d'adapter 2 tiroirs. Le premier assure la commande des 2 ou 3 sources nécessaires pour couvrir chaque bande. Le second tiroir reçoit l'information fournie par le détecteur associé à un coupleur de mesure et fournit une commande au modulateur à ferrite qui assure le nivelage. Deux ou trois sources étant nécessaires pour couvrir chaque bande, un commutateur manuel était jusqu'alors prévu. Dans la nouvelle version annoncée par *Hughes*, deux modifications sont apportées : un seul tiroir assure maintenant la commande des sources et le nivelage ; le commutateur est à commande électrique et fonctionne suivant la position du sélecteur de sous-bande. La commande de la source correspondante est alors automatiquement assurée par le tiroir unique. Les puissances nivelées obtenues sont de 1 mW de 26,5 à 90 GHz et de 1 mW de 75 à 110 GHz grâce à des sources Impatt.

1168



## Pont réflectomètre de 10 MHz à 18 GHz

Le nouveau pont réflectomètre 97 A 50 mis au point par *Wiltron* permet de couvrir la gamme complète de 10 MHz à 18 GHz avec une directivité élevée en chaque point. Le terme de pont réflectomètre est utilisé

pour désigner l'intégration d'un pont et d'un détecteur. Le dispositif comprend également une charge qui sert de référence pour les mesures de TOS ou de puissance réfléchie. Etant donné que les performances sont connues de l'utilisateur, celui-ci peut effectuer des mesures avec moins d'ambiguïté que lorsqu'il utilise des coupleurs et des détecteurs séparés. Les performances du nouveau pont réflectomètre sont en effet originales : d'abord la gamme de 10 MHz à 18 GHz qui est la plus large couverte par de tels dispositifs ; ensuite la directivité qui est d'au moins 36 dB dans toute la gamme. Cette valeur est souvent supérieure de 5 à 10 dB à la valeur garantie. Une caractéristique également très importante pour un pont réflectomètre est l'adaptation

de la borne test, puisque la moindre désadaptation en ce point entraîne une re-réflexion du signal réfléchi analysé, ce qui entraîne une incertitude dans la mesure. Cette incertitude est d'autant plus grande que le signal réfléchi à mesurer est important. Malgré la largeur de bande du nouveau pont réflectomètre, l'adaptation de la borne test est supérieure à 25 dB jusqu'à 8 GHz, 20 dB de 8 à 18 GHz. La variation du signal de sortie détecté en fonction de la fréquence et en réflexion totale, donne une précieuse indication des qualités du pont. La courbe obtenue présente une ondulation inférieure à  $\pm 0,5$  dB dans un octave quelconque. C'est une amélioration de 200 à 300 % dans ce domaine.

1169

# 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.



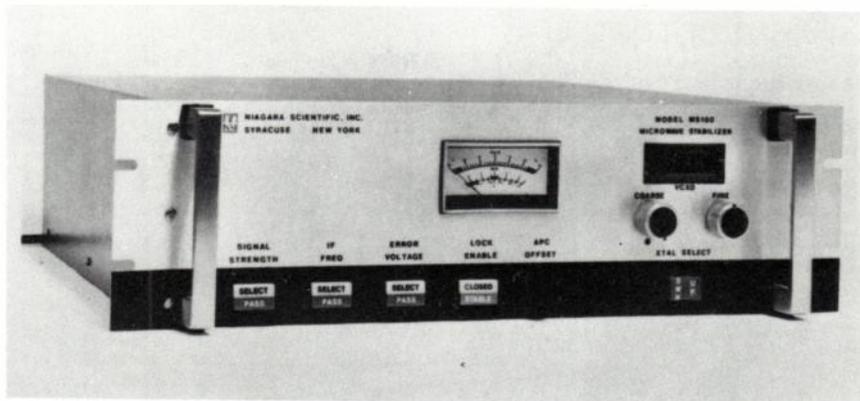
“Les réseaux pensants”  
Télécommunications et société  
sous la direction de Alain Giraud,  
Jean-Louis Missika et Dominique Wolton. 58 F  
Collection technique et scientifique  
des télécommunications.

 MASSON

### Stabilisateurs hyperfréquences

Nouvellement représentée par *Elexience, Niagara Scientific* commercialise, outre des générateurs harmoniques millimétriques et des synchroniseurs de fréquences, les stabilisateurs de la série MS 100 (Stablos). Accordables continuellement dans toutes les bandes de 1 à 40 GHz, ces appareils possèdent une puissance d'entrée de -20 dBm à +20 dBm (niveau souhaitable : 0 dBm) et une stabilité de fréquence après 16 heures de fonctionnement de  $6.10^{-10}/\text{ms}$ ,  $3.10^{-10}/\text{s}$  et  $8.10^{-9}/\text{h}$  selon modèle. La sortie du VCXO donne 15 MHz/1mW. L'appareil est programmable en GP-IB (IEEE 488).

1170



### MB - ÉLECTRONIQUE : DOUZE REPRÉSENTATIONS EN COMPOSANTS HYPERFRÉQUENCES

*MB - Électronique*, dans le domaine des matériels hyperfréquences, c'est, plus particulièrement, *Watkins-Johnson* et tout une gamme de produits parmi lesquels un certain nombre de nouveautés :

Oscillateurs contrôlés en fréquence par varactor hyper abrupt : permettent une bande d'accord de 45 % avec une linéarité de commande de  $\pm 0,5 \%$  et une gamme de fréquences jusqu'à 12 GHz;

Oscillateurs YIG à transistor FET avec amplificateur incorporé; gamme 2 à 18 GHz; bande d'accord jusqu'à 2 octave : 2-8 GHz;

Oscillateurs contrôlés par varactor en boîtier TO8 et boîtier à sortie coaxiale; circuit film mince; gamme de fréquence de 0,25 à 12 GHz;

Amplificateurs-limiteurs dans la gamme 1 à 18 GHz avec dynamique d'entrée de -68 dBm à -5 dBm, dynamique de sortie +1 à +7 dBm, un taux d'harmonique réduit une bonne réponse sur impulsions courtes;

Amplificateurs FET en boîtier «MINPAC» intégrable sur «stripline» et microcircuits; gamme de fréquences de 0,5 à 16 GHz, bande passante jusqu'à 10 % et facteur de bruit de 5 db à 14 GHz;

Mélangeurs à réjection d'image : ces mélangeurs miniatures (M 33 C : 20 x 28 x 19 mm) existent en mélangeurs réception ainsi qu'en générateur BLU dans la gamme 5 à 20 GHz et peuvent garantir jusqu'à 17 dB de réjection image sur des bandes supérieures à l'octave;

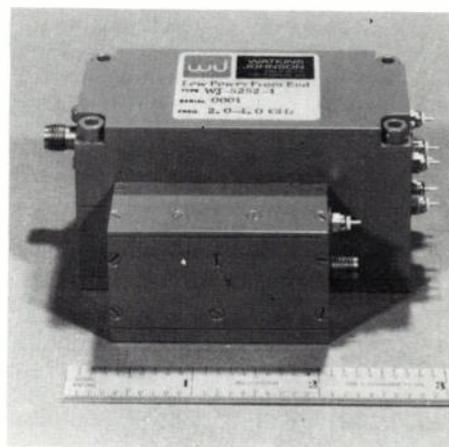
Mélangeurs intégrables à sorties par film : ces mélangeurs sont disponibles soit dans les bandes télécommunications, soit en large bande;

Amplificateurs à tube EBS pour TACAN, FF, ECM : ces amplificateurs développés sur le programme GTIDS fournissent 1kW crête en bande L avec un MTBF supérieur à 200 000 heures;

Wobulateur synthétisé bande 0,1 à 26 GHz, contrôlé par microprocesseur : dynamique 100 dB, modulation en impulsions comprise dans l'appareil.

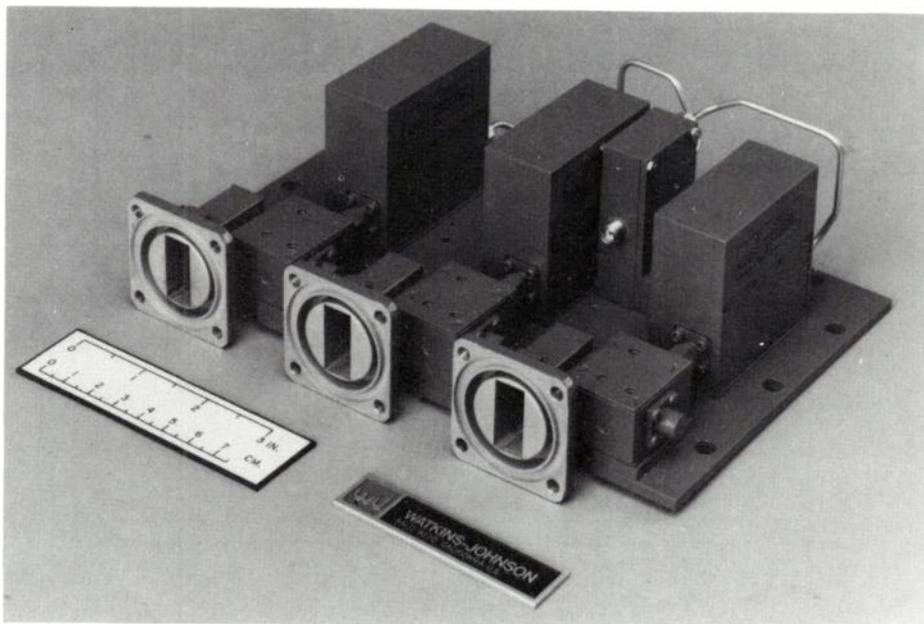
D'autre part, MB - Électronique dispose d'un département «composants hyperfréquences» constitué par les produits fabriqués par douze sociétés américaines. On trouve, pour à-tour, *MSC Diodes* qui fabrique des

diodes hyperfréquences PIN, NIP, Varactor, Step Recovery, condensateurs MOS, modules switches et limiteurs; *Baytron*, avec ses composants millimétriques dans la gamme 26 à 326 GHz : détecteurs, isolateurs, mélangeurs, coupleurs atténuateurs, déphaseurs, etc.; *Cable Wave Systems* et ses connecteurs hyperfréquences, assemblage en semi-rigide, transitions hermétiques coax-micro strip *Diamond*, qui produit des joints tournants coaxiaux et guide monocanal ou multicanaux, antennes, sources rayonnantes, radomes et polariseurs *Epsilon-Lambda* qui réalise des mélangeurs-préamplificateurs, oscillateurs jusqu'à 110 GHz, *Junction Devices* et ses isolateurs, circulateurs coaxiaux et guides d'onde, modèles large bande jusqu'à 40 GHz; *Microtech* qui fabrique des guides d'onde souples, doubles, ridges, des brides, des composants passifs jusqu'à 40 GHz; *M.A.G.*, spécialiste du déphaseur à ferrite de précision et des déphaseurs haute puissance; *Microwave Products* et ses antennes à fentes (bandes L à KU), sources, sous ensembles pour guides d'onde; *Microwave Techniques* et ses lignes de transmission de forte puissance, composants guides et



coaxiaux jusqu'à la bande S; *Premier Microwave* et ses filtres fixes et accordables, ferrites haute puissance et *Impulse Technology* qui fabrique des amplificateurs log. hyperfréquences (gamme 0,5 à 18 GHz) et des détecteurs de seuil.

1171



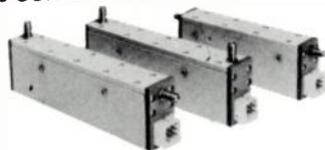
# Voici quelques extraits de notre dernier bulletin d'informations !

## OMEGA: notre nouvelle ligne de produits hyperfréquences : 1 - 90 GHz

Adaptateur : guide d'onde/coaxial : 1 - 22 GHz  
guide d'onde/guide d'onde : 1 - 22 GHz

Atténuateurs : 1 à 40 GHz  
Coudes — TES — TWISTS : 2,6 à 90 GHz  
Coupleurs directionnels : 1 à 40 GHz  
Montage pour détecteurs : 2,6 à 18 GHz  
Désadaptations guide d'onde : 2,6 à 40 GHz  
Court-Circuits - Terminaisons : 1 à 90 GHz  
Lignes fendues - Tuners : 1 à 22 GHz  
Voulez-vous recevoir notre catalogue ?

## Cet atténuateur programmable vous comblera de satisfaction...



- Grâce à sa facilité d'adaptation : 3 configurations standard sont disponibles, pour l'emplacement des connecteurs d'entrée et de sortie.
- Grâce à la variété des modèles offerts : Quatre types de modèles : 0 à 11 dB par bonds de 1 dB, 0,70 dB, 0-110 dB et 0-130 dB par bonds de 10 dB. Version OEM ou Laboratoire.
- Grâce à sa programmation à sélection digitale, par l'intermédiaire d'un connecteur à 12 pins.
- Grâce à sa fiabilité. La technologie utilisée (chip à couche épaisse) offre également une grande stabilité, une grande puissance — 3 watts continus — 200 watts crête, une large gamme de fréquence, DC à 4 GHz.
- Grâce à son prix. C'est le meilleur rapport prix/performance des modèles similaires actuellement offerts sur le marché, des remises non négligeables par quantités, sont également accordées au-dessus de 6 pièces.

## Amplificateurs en cascade ? ANZAC vous offre une règle à calcul pour vous aider à faire le meilleur choix.



Nous serons heureux de vous la faire parvenir sur simple appel de votre part ou en nous retournant la carte réponse ci-jointe.

Veuillez S.V.P. vérifier également que vous possédez bien le dernier catalogue ANZAC (rouge rayé blanc et noir) et surtout le bulletin de 20 pages "Supplément 78"

## Le meilleur rapport volume/puissance/prix pour une alimentation à découpage



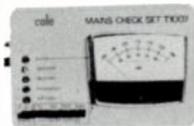
Volume : 1,7 dm<sup>3</sup>  
80 watts utiles en sortie  
Rendement ≥ 85 %  
Dimensions : h 130 mm ; L 224 mm ; l 55 mm  
Poids : 1,8 kg  
Prix unitaire 1750 F

Entrée secteur : 110/220V — 50 à 400Hz  
Protections contre les surcharges indépendantes sur chaque sortie.  
Tensions de sortie réglable sur face avant.  
Commande à distance par signal TTL.  
Régulation en fonction de la source ou de la charge : 0,4 % typ.  
Bruit et résiduelle 5V et 9V : 25 mV PP/typ.  
12V et 15V : 50 mVPP/typ.

Modèle	Sortie 1	Sortie 2	Sortie 3
RMT-001	"	+ 12V 1A	- 12V 1A
RMT-002	"	+ 15V 1A	- 15V 1A
RMT-003	5V 10A	+ 12V 1A	- 5V 1A
RMT-004	"	+ 15V 1A	- 5V 1A
RMT-005	"	+ 12V 1A	- 9V 1A

Plus de 30 modèles simples ou triples disponibles.  
Notre catalogue "alimentation" est actuellement en préparation. Vous y trouverez en plus des alimentations à découpage, des alimentations encapsulées, des convertisseurs DC/DC, des alimentations très haute tension, des alimentations de laboratoires, etc...

## Des parasites secteur sur votre modem ?



Le contrôleur T-1007 détectera et enregistrera tous les parasites secteur dont le niveau est au-dessus d'un seuil que vous aurez choisi de 10 à 200 volts.

## Un mini-logger réellement intelligent



Dès votre premier contact, il vous apparaîtra évident qu'IMP est beaucoup plus qu'un mini-logger mais bien une véritable centrale d'acquisition de données et de contrôle de processus.

D'après les quelques spécifications ci-dessous, vous constaterez qu'IMP offre toutes les caractéristiques de ses concurrents avec en plus le traitement en temps réel.

Quelques spécifications :

- entrées/sorties numériques ou analogiques, 128 voies
- amplificateurs à hauts gains programmables, voies par voies, 10 mV à ± 1 V
- lindéarisation thermocouples — sondes résistives
- cassettes imprimante et interface V24 incorporés
- cadence de scrutation indépendante et programmable sur chaque voie
- alarme haute et basse programmable par voie
- calcul en ligne
- programmation par clavier avec affichage incorporé.

## Une alimentation encapsulée spécialement adaptée aux microprocesseurs



L'alimentation MPS 3000 qui ne mesure que 89 x 64 x 40 mm fournit toutes les tensions nécessaires pour le fonctionnement des microprocesseurs.

Trois tensions de sorties sont disponibles.

- + 12 Volts/225 mA avec une précision de ± 0,5 %
  - + 5 Volts/1,25 A avec une précision de ± 1 %
  - 5 Volts/20 mA avec une précision de ± 1 %
- Pour les trois sorties, la tension résiduelle est de 1 mV et la régulation en fonction du secteur et de la charge est de l'ordre de 0,02 %.

Il existe une protection contre les sur-intensités sur les trois sorties. La stabilité est de ± 2·10<sup>-4</sup> dans une gamme de température de 0°C à +70°C.

Nous pouvons vous offrir plus de 50 modèles différents d'alimentations encapsulées simples, doubles, triples à monter sur circuits imprimés ou sur châssis. Toutes ces alimentations sont disponibles sur stock.

## Un enregistreur galvanométrique vraiment portable et autonome chez ASTRO-MED



L'enregistreur DASH II est l'un des rares enregistreurs galvanométriques qui ait été réellement conçu pour un fonctionnement sur le chantier et non comme un enregistreur secteur auquel serait adjoint un convertisseur AC/DC. Il est équipé d'une batterie rechargeable et se présente dans un coffret robuste totalement protégé pour le transport.

Les galvanomètres sont à boucle de contre-réaction fermée, seule vraie garantie d'une excellente précision.

Les 2 voies ont une largeur utile de 50 mm chacune. La bande passante à 1 dB pleine échelle est de 30 Hz, et 100 Hz pour une déflexion de 10 mm.

Les vitesses calibrées sont au nombre de 4 (de 1 à 50 mm/sec) commandées par bouton poussoir. L'appareil peut également fonctionner à vitesse variable de 1 à 100 mm/sec. La sensibilité maximum est 1 mV/mm et peut être réduite à 10 V/mm en 13 gammes calibrées. L'autonomie à pleine charge est d'environ 4 heures entre 2 opérations de recharge.

## Utilisez-vous des microprocesseurs ?

- Nous vous offrons dans ce cas
- des alimentations secteurs encapsulées miniatures
  - des alimentations à découpage forte puissance
  - des convertisseurs continu/continu
  - des filtres secteurs
  - des quartz oscillateurs
  - des convertisseurs AD/DA
  - des buzzers
  - des diodes LED et afficheurs
  - des imprimantes
  - des photocoupleurs
  - et tout un équipement de mesure

## Un amplificateur ANZAC 10 - 1000 MHz - 11 dB de gain

Cet amplificateur dont le facteur de bruit typique au milieu de la bande est de 4,5 dB couvre la bande de 10-1000 MHz. La puissance de sortie est de + 17 dBm et le point d'interception 3<sup>e</sup> ordre de + 35 dBm.

Le TOS de 10 à 500 MHz est de 2/1 et de 3,5/1 jusqu'à 1000 MHz. Sa gamme de température s'étend de -55°C à + 85°C.

La feuille technique de cet amplificateur, qui vient d'être publiée donne de 5 à 1100 MHz les courbes de gain, TOS, compression 1 dB. Facteur de bruit - Intermodulation 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> ordre, pour les températures extrêmes de fonctionnement.

## Encore et toujours de nouveaux convertisseurs A/D - D/A chez C.P.S.

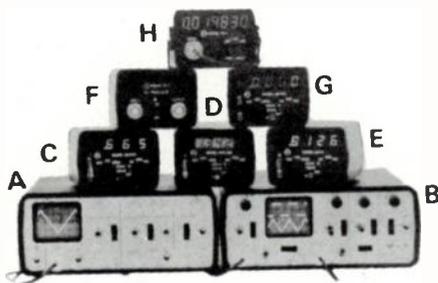


Disponibles dès à présent... des convertisseurs digitaux/analogiques... résolution de 18 bits... erreur de linéarité : ± 1/2 LBS. Calibration en usine. Stabilité de la linéarité : 0,2 ppm/°C. Temps d'établissement : 50 μsec.

Savez-vous que certains convertisseurs A/D D/A de CPS sont interchangeables avec ceux de nos concurrents tels que : Analog Devices - Datel - Zeltex - Fonction modules ?

Nous pourrions aussi devenir votre 2<sup>e</sup> source... en attendant d'être votre 1<sup>re</sup> source.

## Voici la gamme des "portables" N.L.S... et celle des "encastrables" NLS



- A = Oscilloscope MS-15 : 1 trace - 15 MHz
- B = Oscilloscope MS-215 : 2 traces - 15 MHz
- C = Multimètre LM - 3,5 A : 3 1/2 digits - LED - Mesure Vac - mAac - R en Valeur efficaces vraies Vac - mAac
- D = Multimètre RMS - 350 - 3 1/2 digits - LCD - Mesure Vac - mAac - R et Valeurs efficaces vraies Vac - mAac
- E = Multimètre LM-4-A : 4 digits - LED - Précision 0,03 %
- F = Pré-scaler - Permet d'étendre jusqu'à 512 MHz la gamme de fréquence du FM-7 ou de répondre quel que soit la fréquence
- G = Multimètre LM-40 A : 4 digits - LED - Précision 0,1 %
- H = Fréquence-mètre - 7 digits - 60 MHz



- PM - 3 : 3 digits LED
- PM - 349 : 3 1/2 digits LED
- PM - 3,5 : 3 1/2 digits LED
- PM - 350 : 3 1/2 digits LED
- PM - 4 : 4 digits LED
- PM - 351 : 3 1/2 digits LCD
- RM - 350 : 3 1/2 digits LED
- RM - 351 : 3 1/2 digits LCD
- PC - 4 : Compteur 4 1/2 digits
- PR - 5 : Preset - 5 digits

Fabricants, qui désirez inclure l'un de ces appareils dans votre catalogue... Distributeurs régionaux, qui désirez étendre votre ligne de produits...

**Consultez-nous**

Voulez-vous en savoir plus sur l'un des articles ci-dessus ? Voulez-vous recevoir gratuitement notre prochain bulletin ?

Téléphonez !

Écrivez !

Télexez !



# équipements scientifiques

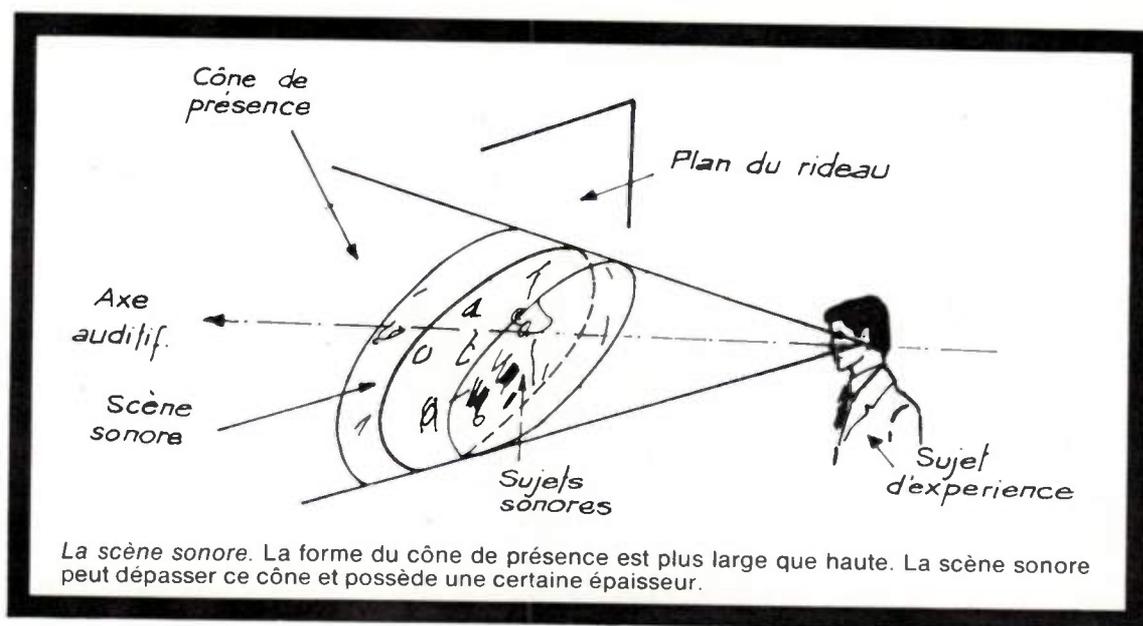
54, rue du 19 janvier, 92380 GARCHES

Tél. : 741.90.90 (10 lignes) Téléx : 204 004 F EQSC1

# STÉRÉOPHONIE

## COURS DE RELIEF SONORE THÉORIQUE ET APPLIQUÉ.

Collection technique et scientifique des télécommunications  
par Roland CONDAMINES



Écrit par l'un des principaux responsables du développement de la stéréophonie en France, cet ouvrage est le fruit de 20 ans d'expérience.

L'auteur, non seulement expose les problèmes de la prise de son, de la transmission et de l'écoute, mais réalise une synthèse en introduisant l'espace auditif, tout en prenant soin de jalonner les voies de recherche les plus fructueuses. Cet ouvrage est rédigé dans un souci de rigueur et d'accessibilité, pour intéresser aussi bien l'amateur éclairé que le chercheur confirmé ou le technicien du son, lesquels y trouveront l'exposé des questions qui leur tiennent à cœur.

Ce traité veut être un outil de travail, de compréhension et d'union entre les lecteurs de toute formation qui s'intéressent au monde des sons. Il traite les problèmes à la base, de telle sorte que son intérêt soit largement indépendant des fluctuations de la mode technique ; ce qui en fait une référence stable, valable pour tout «homme du son».

320 p., 112 fig., 95 F

(prix au 15.01.79)

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 

# L'AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL ET SES APPLICATIONS

3<sup>e</sup> édition  
par J.-C. MARCHAIS



288 p., 359 fig., 120 F  
(prix au 15.01.79)

L'amplificateur opérationnel de tension, par suite du développement exceptionnel de la micro-électronique, a pris une place prépondérante dans les circuits de l'électronique linéaire. Tout circuit actif, par définition même, est constitué au moins d'un amplificateur et d'un certain nombre de composants passifs. Pour que le même amplificateur puisse être utilisé dans la très grande majorité des applications, il doit posséder des caractéristiques de qualité qui seront encore améliorées par l'emploi de rétroactions positive et négative.

Cet ouvrage, consacré à l'amplificateur opérationnel et à ses très nombreuses applications, est destiné tout particulièrement aux techniciens, élèves ingénieurs et jeunes ingénieurs ; son contenu une fois assimilé, il doit être considéré comme un outil de travail puissant. Il a été rédigé avec le souci de le rendre compréhensible au plus grand nombre et son étude n'exige ni un niveau mathématique élevé, ni une connaissance approfondie des semi-conducteurs et des systèmes actifs.

Le livre est divisé en deux parties principales : la première est consacrée aux propriétés de l'amplificateur opérationnel, la seconde aux applications de celui-ci. Le chapitre d'applications, le plus développé, se rapporte aux circuits convertisseurs d'impédance dont le rôle est primordial dans l'électronique moderne.

*Pour toute commande ou demande de documentation, adressez-vous à votre libraire ou aux Editions Masson,  
120, boulevard Saint-Germain, 75280 Paris cedex 06.*

MASSON 

# "les nouveautés de l'onde électrique"

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.

## RÉPARTITEUR D'ABONNÉS

### UTR (Unité Technique Rosny) commerciale

Offre un répartiteur d'abonnés dont l'élément de base est constitué par une réglette à coupure de paires utilisable dans tous les répartiteurs ou sous forme de tête de câble permettant d'effectuer des isolements, des continuités, des tests et des raccordements sur un réseau de fils. La réglette est composée d'éléments modulaires juxtaposables coupant 8 paires et encliquetés sur un socle passe-fils muni d'un dispositif de fixation. Parmi les principales caractéristiques de ce matériel, citons la rigidité diélectrique supérieure à 1000 mégohms, la tension de claquage de plus de 2000 V, le contact en étain-plomb, l'encombrement de 70 mm x 110 mm x 200 mm et la possibilité de test par prise sur les fils entrants, sortants ou simultanément.

Service Lecteur : n° 1101

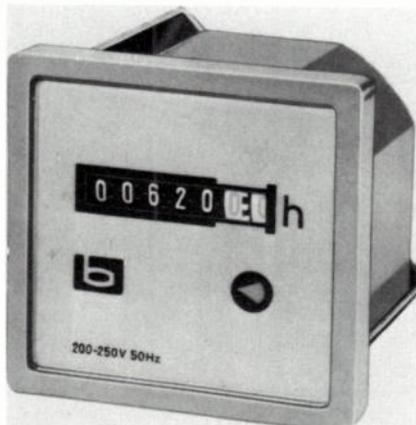
## ALIMENTATION TRIPLE DE LABORATOIRE



Metalarc commercialise une triple alimentation, le modèle LABPAC B 603 D/S d'Oltronix, spécialement conçue pour alimenter des circuits combinés analogiques et numériques. Elle fournit trois tensions indépendantes, séparées galvaniquement : 0 à 6,2 V/3A et deux fois 0 à 30V/1A. L'ajustage et l'affichage numérique de toutes les tensions de sortie étant d'une précision de  $\pm 0,3\%$ , évite, dans bien des cas, l'utilisation d'un voltmètre supplémentaire. Trois limitations de courant permettent l'ajustage individuel de 5 % à 105 % des courants nominaux. La protection contre les surtensions limite à 7 V la tension maximale de la gamme 0 à 6,2 V. Trois voltmètres commutables permettent le contrôle simultané des trois sorties. Malgré le boîtier de dimensions réduites, les trois sorties peuvent être utilisées simultanément à pleine charge en permanence.

Service Lecteur : n° 1102

## COMPTEUR HORAIRE



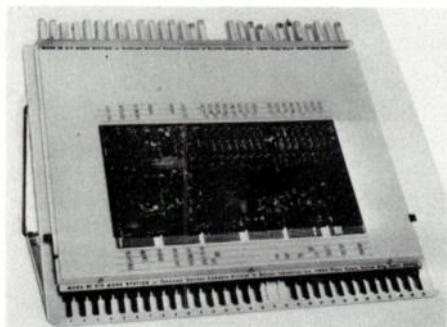
Robert Goetz et Cie commercialise un compteur horaire dont l'étendue de mesure atteint 100000 heures. Cet appareil, référencé 620, fait appel à un moteur synchrone. Les dimensions d'encastrement permettent son montage sur tout pupitre de commande ou de contrôle. Ce compteur peut être encasturé aussi bien dans une découpe ronde de diamètre 50 mm que dans une découpe carrée de 45 x 45 mm. Le cadre frontal est livrable au choix avec une dimension de 48 x 48 mm ou de 52 x 52 mm.

Un témoin de fonctionnement indique la marche ou l'arrêt de l'appareil.

Service Lecteur : n° 1103

## BANC D'INSERTION DE MODULES INTÉGRÉS

Tekelec-Airtronic commercialise un banc d'insertion de modules intégrés fabriqué par Technical Devices Company. Ce dispositif se compose d'un banc de montage porte-carte inclinable de 30° à 40°, acceptant des cartes de 40,5 à 55 cm, d'un distributeur de boîtiers acceptant les rails standard des fabricants de modules (14, 16 et 18 sorties), une légère modification permet de prendre les modules 6 et 12 sorties; d'un système de programmation qui indique à l'opérateur le numéro du rail et où prendre le module, l'emplacement d'insertion sur le circuit imprimé et son orientation. La capacité de stockage du banc est de 30 rails, soit 900 modules.



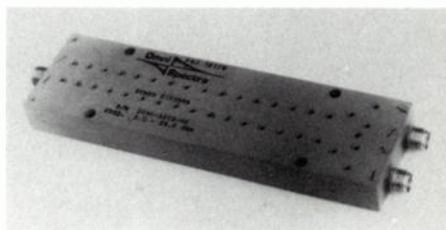
Service Lecteur : n° 1104

## MULTIPLEXEUR PHONIE DONNÉES INFORMATIQUES

La Société Anonyme de Télécommunications propose le multiplexeur Case-710 fabriqué par Computer and Systems Engineering Ltd. Ce dispositif permet d'utiliser un circuit téléphonique pour la transmission simultanée de la parole et de données d'informatique sur quatre canaux, sans déformer appréciablement la qualité de la phonie. Cet appareil de 255 mm x 380 mm x 205 mm réserve la bande de fréquences supérieures à 2450 Hz à la transmission d'un flot composite acheminant les données et l'information téléphonique, la bande de fréquences inférieure à 2450 Hz étant réservée, sans effet adverse sur la qualité de la phonie, à la parole. Le multiplexage des données et signaux téléphoniques se fait par imbrication dans le temps des caractères et transmission du flot résultant par modem synchrone étudié pour exploitation maximale de la largeur de bande disponible. L'élimination des bits de départ et d'arrêt et des clés de parité des données reçues et leur restitution au poste récepteur représente une économie supplémentaire de transmission. L'emploi de microcalculateurs et de filtres actifs a permis de réduire l'encombrement de l'appareil et facilite son entretien. Les dispositifs de détection et de séparation de dérangements sont incorporés. Le Case-710 transmet les signaux de commande intermédiaire V24 CCITT sur mode transparent de manière à permettre aux terminaux de dialoguer avec l'ordinateur central comme s'ils étaient localement reliés. Le multiplexeur Case-710 fonctionne sur secteur monophasé de 240 V, 50 Hz.

Service Lecteur : n° 1105

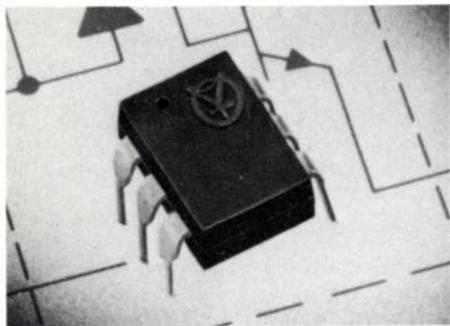
## DIVISEUR DE PUISSANCE 2 à 26 GHz



La division «Composants» de la société Omni-Spectra introduit un nouveau diviseur couvrant la bande de fréquences de 2 à 26 GHz. Ce modèle, référencé 2090-6202-00 présente un TOS de 1,35 (2 à 11 GHz) et 1,7 (11 à 26 GHz). La perte d'insertion est de 0,4 dB + 0,1 x F (GHz). La puissance d'entrée est de 40 dB maximum. D'autres composants de la même famille sont utilisés pour couvrir d'autres bandes de fréquence plus faibles, que ce soit par octave ou multi-octave. Ces diviseurs de puissance coaxiaux à deux voies réalisés en technologie stripline permettent un isolement maximal entre les portes de sortie (20 dB minimum).

Service Lecteur : n° 1106

### PHOTOCOUPLEURS BIDIRECTIONNELS



Un photocoupleur bidirectionnel est annoncé par la société **Optron** représentée par **CP Electronique**. Ce composant, type OPI 2500, est caractérisé par une entrée de 2 diodes émettrices de lumière connectées en anti-parallèle pour leur permettre de fonctionner à partir d'entrées bidirectionnelles.

Le rapport de transfert minimal garanti dans les deux directions est de 12,5 % pour une entrée de 16 milliampères. Le rapport de transfert typique est de 30 %. Le produit est spécifié pour un isolement entrée-sortie de 1 500 V et est disponible dans le boîtier «Dual in Line» 6 sorties.

Le type OPI 2500 est conçu pour des applications nécessitant un isolement entre la ligne alternative et les circuits logiques continus. Il est également utile pour détecter l'existence d'un passage de courant dans une ligne bidirectionnelle.

Service Lecteur : n° 1107

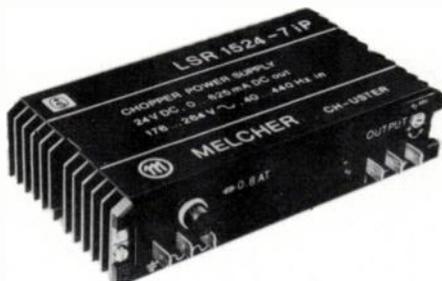
### INDICATEUR NUMÉRIQUE DE POSITION ANGULAIRE



**North Atlantic Industries** (agent **Technitron**) commercialise un indicateur numérique de position angulaire, l'API 800. Ce composant considéré comme étant un produit bas de gamme, outre une résolution de 0,1°, présente un certain nombre de caractéristiques intéressantes, parmi lesquelles : sa vitesse de «tracking» (1 500 °/s), son niveau d'entrée (signal synchro et résolveur de 11,8 V et 26 V et 90 V de 50 à 1 200 Hz), son alimentation en 115 ou 26 V alternatifs ou à partir de la référence synchro, le réglage de zéro par potentiomètre ( $\pm 2^\circ$ ), son faible encombrement. De plus, il est programmable et restitue un signal BCD trois états sur le connecteur arrière.

Service Lecteur : n° 1108

### ALIMENTATIONS A DÉCOUPAGE



Les blocs à découpage de la famille LSR/USR de **Melcher** (agent **Tisco**), ont été spécialement développés pour alimenter les équipements électroniques. Ces blocs d'alimentations peuvent être branchés soit sur du courant alternatif (CA), soit sur du courant continu (CC). Grâce à un filtre et à un limiteur de tension montés à l'intérieur du bloc, la tension de secteur est directement redressée sans emploi d'un transformateur intermédiaire. Ainsi, la tension continue atteint environ la valeur de 2 Veff (pour des raisons de technique de mesure, les spécifications sont données dans la feuille de caractéristiques en CC) et est découpée par un transistor à une fréquence d'environ 30 kHz. Cette tension ainsi transformée prend la valeur moyenne de la tension de sortie. Le réglage de compensation des variations de tension et de charge est effectué en changeant le rapport d'impulsions. Lors d'une éventuelle panne du premier circuit de réglage, la tension de sortie est limitée à un facteur de 1,2 V par un second circuit de sécurité. Le découplage galvanique est assuré par les transformateurs de puissance et de commande. Le haut rendement, 70-80 % selon le type, est pratiquement constant sur toute la plage de tension d'entrée, ce qui permet d'avoir un faible échauffement des modules. Ces modules, bénéficiant d'une protection contre les court-circuits en sortie, sont ainsi protégés contre une éventuelle défectuosité de la charge, ce qui est apprécié lors de travaux de mesures et de réparations de ladite charge. L'emploi de condensateurs électrolytiques de haute qualité (IEC type 1) augmente la fiabilité de ces alimentations. Ces modules peuvent être branchés en parallèle et en série. Le boîtier métallique noir mat sert de radiateur. Cela permet d'opérer à température ambiante maximum avec un courant de sortie maximum sans réduction de charge.

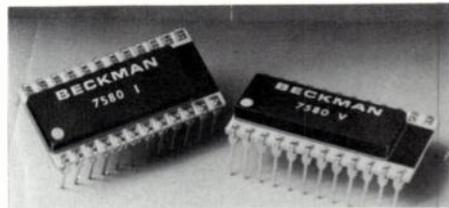
Service Lecteur : n° 1109

### CONVERTISSEUR MINIATURE CONTINU-CONTINU

Présentée en boîtier DIP 24 broches, la série  $\mu$ D de convertisseurs miniatures continu/continu de **Microel** permet, à partir d'une tension d'entrée de 5 ou 12 volts continus, de délivrer différentes tensions continues, soit : 5 V/220 mA, 12/± 12/24 V, 15/± 15/30 V (selon branchement série parallèle). La puissance disponible est de 1 W, l'ondulation résiduelle de sortie de 30 mV, la régulation de 1 %, l'isolement entrée/sortie de 300 V continu, le tout dans une gamme de températures comprises entre - 25 et + 70 °C.

Service Lecteur : n° 1110

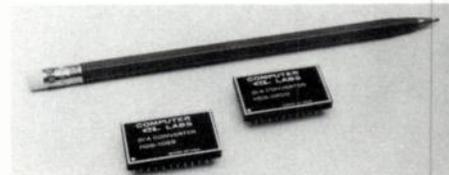
### CONVERTISSEURS NUMÉRIQUE-ANALOGIQUE 12 BITS EN CMOS



Les circuits **Beckman** 7580 V et 7580 I sont des convertisseurs numérique-analogique 12 bits CMOS qui combinent à la fois les avantages de la basse consommation du CMOS avec la perfection et la souplesse du très populaire DAC 80. Le 7580 V comprend un «amplificateur-buffer de sortie» pour une gamme de tensions de sorties multiples et le 7580 I fournit des sorties de courant avec également une gamme de sorties multiples sélectionnées par connexions externes. Les deux modèles comprennent une référence interne et peuvent être attaqués indifféremment par logique TTL ou CMOS. Leurs caractéristiques principales sont un coût peu élevé pour un convertisseur complet, une compatibilité broche à broche, avec le DAC 80, une faible consommation CMOS de 150 mW, un seul modèle pour tension de  $\pm 12$  V jusqu'à  $\pm 17$  V,  $\pm 0,012$  % ( $\pm 1/2$  LSB) de linéarité garantie entre 0° et 70 °C, une uniformité garantie de 0 à 70 °C, l'absence d'alimentation de +5 V, l'offset préréglé à  $\pm 0,002$  % maximum et la possibilité de l'utiliser en multiplexeur 4 quadrants.

Service Lecteur : n° 1111

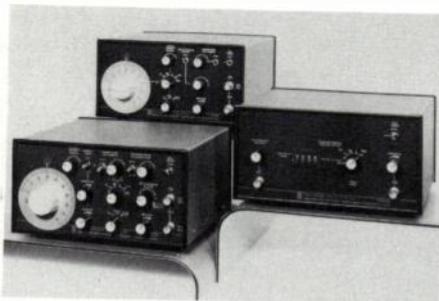
### CONVERTISSEURS NUMÉRIQUE-ANALOGIQUE HYBRIDES



**Computer Labs** annonce la sortie de sa nouvelle série de convertisseurs hybrides numérique-analogique rapides, série HDS. Neuf circuits composent cette série dont les caractéristiques essentielles sont : une résolution de 8, 10 et 12 bits et un temps d'établissement de, respectivement, 20 ns, 25 ns et 35 ns. La technologie employée a permis de réduire les «glitches» à un niveau négligeable permettant de s'affranchir de l'utilisation d'un étage approprié. Les HDS 0820-1025 et 1250 existent en boîtier plastique (0 à 70 °C) ou métallique étanche (- 55 à 125 °C) selon normes militaires MIL STD 883 niveau B. Ces nouveaux composants sont particulièrement intéressants pour des applications de reconstitution de signal vidéo ou de signaux radars.

Service Lecteur : n° 1112

## GÉNÉRATEURS DE FONCTIONS



Wandel et Goltermann France commercialise une série de générateurs de fonctions (les modèles FG-202, 204, 215, 216 et FGL-216) se caractérisant par une faible distorsion ( $\leq 0,5\%$  jusqu'à 50 kHz) et une grande stabilité de fréquence. Les signaux, de 0,5 MHz à 5 MHz (selon modèle) sont fournis en modes sinus, triangle ou carré avec une précision de moins de 2 % de la pleine échelle jusqu'à 500 kHz et une dérive en température de moins de 0,1 %/°C. En utilisant le stabilisateur de fréquence FGR-200, une précision en fréquence de  $5 \cdot 10^{-5}$  avec une dérive en température de  $10^{-6}$ /°C peut être garantie. Parmi les autres caractéristiques essentielles de ces appareils, citons la symétrie (ou facteur de durée) ajustable, le déclenchement monocoop de périodes, le décalage en tension continue, une sortie TTL et une entrée VCO, l'ajustage de la fréquence avec la précision du quartz avec

le FGR-200 et les fonctions seuil et porte (burst) avec phase initiale continûment réglable.

Service Lecteur : n° 1113

## VALISES DE TEST POUR SYSTÈMES A MICROPROCESSEUR



Les valises de test TXM 1120 et TXM 1121 développées par la division Travaux Extérieurs de Thomson-CSF et commercialisées par sa division Sescosem sont des instruments autonomes, destinés au contrôle, à la mise au point et à la maintenance des systèmes construits autour du microprocesseur MOS - 8 bits SFF 96800 équivalent du

MC 6800. Elles se raccordent au système à tester par un connecteur mâle 40 points que l'on enfiche à la place du microprocesseur, ce qui permet de s'adapter à tous les sys-



tèmes. La visualisation s'effectue au moyen d'afficheurs hexadécimaux et de diodes électroluminescentes. Ces commandes sont effectuées au moyen d'un clavier hexadécimal et d'un clavier de fonctions. Elles sont enregistrées en mémoire et sont exécutées automatiquement de manière récurrente. Les principales fonctions de ces valises sont la visualisation des principaux signaux de contrôle, la lecture/écriture en mémoire, le lancement, l'arrêt d'un programme, le défilement en mode pas à pas, la lecture/écriture des registres, le comptage de cycles, la possibilité de programmer jusqu'à 15 points d'arrêt sur adresse ou de déclenchement oscilloscope, etc.

Service Lecteur : n° 1114

## L'ONDE ÉLECTRIQUE

## Service Lecteur

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

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

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

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

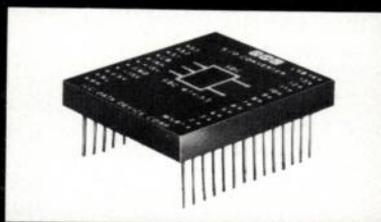
Dans chaque fascicule de l'Onde Électrique vous trouverez, en fin de volume, les cartes information mises à votre disposition.

**DDC** ILC DATA DEVICE CORPORATION

## Convertisseurs S/D BAS PROFIL

SDC-632 12 bits  $\pm 8,5$  minutes

SDC-634 14 bits  $\pm 4$  ou  $\pm 2,6$  minutes



- Transformateur incorporé 50 et 400 Hz
- Sortie sans "jitter"
- 1 cm de haut

**TECHMATION**

20 Quai de la Marne 75019 PARIS  
Tél. : (1) 200.11.05

### AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL A GAIN ÉLEVÉ

Commercialisés par l'ekelec-Airtronic, les 3078 et 3078 A de Raytheon sont deux versions d'un amplificateur opérationnel monolithique à gain élevé pouvant fournir, en sortie, un courant intéressant tout en ne consommant, au repos, que des microwatts. Le point de fonctionnement est ajustable extérieurement par des résistances, ainsi que la compensation en fréquence, à l'aide d'un seul condensateur. L'utilisateur d'un tel circuit peut régler la réponse en fréquence, améliorer la vitesse de balayage, sans que ce soit au détriment de la puissance et travailler à des tensions batterie de 1,5 V, la version «A» permettant, d'autre part, de fonctionner à des tensions d'alimentation de  $\pm 0,75$  V à  $\pm 15$  V dans la gamme  $-55$  °C + 125 °C.

Parmi les caractéristiques essentielles de ces composants, citons une puissance au repos de 700 monowatts, une alimentation comprise entre  $\pm 0,75$  V et  $\pm 15$  V, un courant de sortie de 6,5 mA minimum et 30 mA maximum, un courant de repos ajustable et une protection contre les court-circuits en sortie.

Service Lecteur : n° 1115

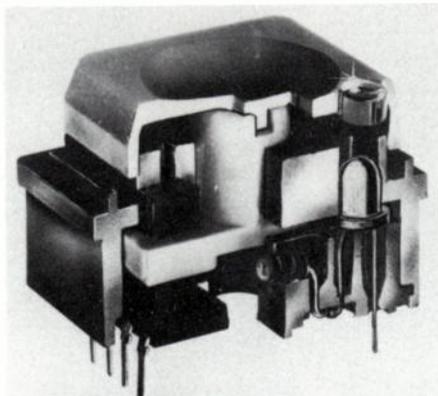
### CAMIONNETTE LABORATOIRE



Sorelia a équipé une camionnette C 35 en laboratoire destiné à la localisation des défauts de câbles MT. Cette camionnette, qui est, soit reliée au secteur, soit autonome à l'aide d'un alternateur de 5 kVA, comporte les appareils suivants : (fabricant Baur, Autriche) : pour l'essai diélectrique des câbles; un générateur THT 70 ou 100 kV et un appareil de test des gaines de câbles. Pour la prélocalisation des défauts : un pont de mesure HT (25 kV), un brûleur 6 kVA et un échomètre radar (jusqu'à 30 km de portée). Pour la localisation précise des défauts : un générateur d'ondes de choc, un générateur musical et un récepteur avec bobine et microphone de sol. Pour la recherche du tracé des câbles : un générateur musical et un récepteur avec bobine. La commande de tous ces instruments est centralisée sur un pupitre placé au centre du véhicule. Toutes les sources HT sont groupées dans le compartiment HT situé à l'arrière. Des dispositifs de protection nombreux assurent la protection totale du personnel.

Service Lecteur : n° 1116

### BOUTON POUSSOIR A RAPPEL MAGNÉTIQUE



Sigma Industries, représenté par CP Electronique, fabrique sous brevets français, une série de boutons-poussoirs basés sur le principe du rappel magnétique. Ces composants de la famille Sigma Ind, se composent essentiellement d'un corps et d'un piston mobile équipés d'une ferrite qui, au repos, est maintenue en position haute par une plaque de fer doux montée en insert dans la partie supérieure du bouton. En développant une force supérieure au rappel magnétique, le piston s'enfonce, la force décroît et le champ magnétique de la ferrite est alors utilisé pour commuter un circuit à effet Hall ou des ampoules Reed. Parmi les performances caractéristiques de ces boutons-poussoirs, on peut noter : aucun rebond mécanique du système de commande, la suppression de tout système à ressort d'où absence de fréquence de résonance, aucune usure, une très bonne tenue aux chocs et vibrations (supérieure à 50 G), une étanchéité facilement réalisable, une large gamme de températures d'utilisation, l'absence de course morte et une très faible course différentielle, le fonctionnement est indépendant de l'angle d'attaque et de la position du doigt sur la touche.

Service Lecteur : n° 1117

### GÉNÉRATEUR PROGRAMMABLE

Rohde et Schwarz présente un générateur de signaux HF/VHF piloté par microprocesseur et donc entièrement programmable, le modèle SMS. Ce synthétiseur peut être utilisé sans restriction dans un système automatique de mesure, combiné avec tous les appareils de mesure et ordinateurs. Il fournit un signal sinusoïdal dans la gamme de fréquences s'étendant de 0,4 à 520 MHz (jusqu'à 1040 MHz en option) et des signaux stabilisés par quartz (résolution 100 Hz) avec modulation universelle (AM, FM et  $\Phi$ M), le tout avec un niveau réglable de par pas de 0,1 dB de -137 dBm à +13 dBm (0,03  $\mu$ V à 1 V sur 50  $\Omega$ ). Fréquences, modulations et niveaux sont entrés directement à partir du clavier en face avant sans qu'il soit nécessaire de sélectionner la gamme. La fréquence est affichée sur 8 chiffres (en MHz), les niveaux sur 4 chiffres (en  $\mu$ V mV dB  $\mu$ V) et la modulation sur trois chiffres (% ou kHz). Les différentes options concernent un oscillateur de référence contrôlé en température, une unité d'interface HP IB.

Service Lecteur : n° 1118

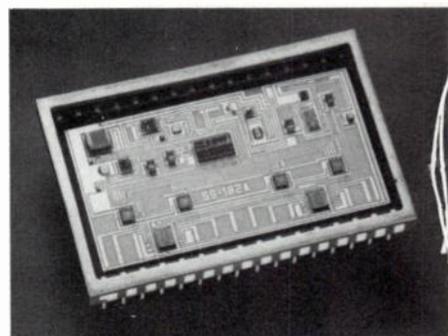
### MICROORDINATEUR ET LANGAGE PASCAL

Alors que les langages doivent s'adapter aux microordinateurs existants, Western Digital, par une approche totalement différente, a développé un microprocesseur autour d'un langage évolué, le Pascal. Une manière de compiler ce langage de programmation de haut niveau et de le faire en deux étapes. Premièrement, le code source Pascal est compilé en son code intermédiaire : le code P, ensuite ce code P est exécuté par l'intermédiaire d'un interpréteur sur le calculateur. Cet interpréteur étant réalisé par logiciel. Un processeur peut donc être transformé en une pseudo machine dont le langage de base serait le code P.

Le système Western Digital WD 9000 est un jeu de 4 circuits intégrés DIL 40 broches qui réalise matériellement cette pseudo-machine, avec les avantages d'une exécution plus rapide du Pascal, et de besoins mémoire réduits. Le premier circuit est un chip arithmétique qui contient l'alu et un décodeur de micro-instructions. Le second est un micro-séquenceur. Il contient un décodeur de macro-instruction, une partie de la circuiterie de commande, le compteur de micro-instruction et la logique d'E/S. Les deux autres circuits sont deux ROM 512 x 22 comportant les micro-instructions et micro-diagnostics. Le système et un microprocesseur 16 bits qui peut adresser 128 K octets de mémoire (64 K mots), qui possède 4 niveaux d'interruption et les possibilités de contrôle de DMA. Tous les signaux d'entrée/sortie sont compatibles TTL.

Service Lecteur : n° 1119

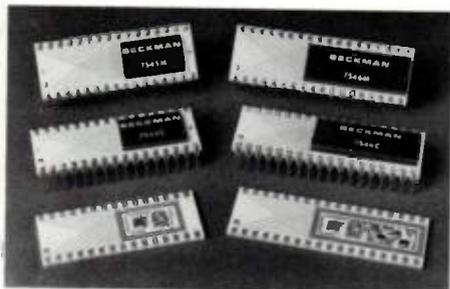
### CONVERTISSEUR A/N 16 BITS



Micro Networks, représenté par Mic/oel, propose le MN 5280, un convertisseur analogique/numérique 16 bits conditionné dans un boîtier DIP 32 broches. Son volume est extrêmement réduit et permet son implantation directe sur circuit imprimé. Parmi les principales performances, citons une résolution de 16 bits, une tension d'entrée multi-gammes, un temps de conversion de 60  $\mu$ s une linéarité de 0,003 % de 0 à +70 °C et une précision absolue de 0,2 % de 0 à +70 °C. Associé à la mémoire analogique multiplexée MN 7130 et à l'amplificateur à gain programmable MN 2020, le MN 5280 permet de réaliser une chaîne d'acquisition de données haute résolution, rapide, pilotée par microprocesseur 16 bits.

Service Lecteur : n° 1120

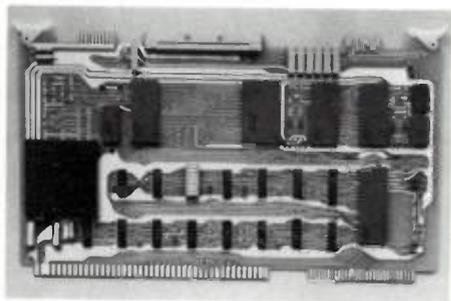
## CONVERTISSEURS NUMÉRIQUE-ANALOGIQUE POUR MICROPROCESSEURS



Les circuits Beckman 7545 et 7546 sont des convertisseurs numérique-analogique CMOS 12 bits offrant une compatibilité complète microprocesseurs 8 bits, une précision réelle 12 bits et une compatibilité CMOS et TTL à l'intérieur d'un même boîtier. Leurs principales caractéristiques sont une résolution de 12 bits, une linéarité de  $\pm 0,012\%$  (1/2 LSB dans 12 bits) garantie dans la gamme de températures normale, une double entrée de puissance séparant l'entrée et les registres de mémoire, une compatibilité avec les microprocesseurs traitant 12 bits à partir d'une structure de mots 4 bits + 8 bits, des entrées série ou parallèle, sélectionnées par commande externe, des entrées compatibles CMOS ou TTL, une gamme de températures militaire ou industrielle, une basse consommation CMOS; toutes les résistances internes sont en couche mince pour améliorer la stabilité et la précision. A noter, enfin, une faible chute de tension interne pour application en référence de tension alternative de précision.

Service Lecteur : n° 1121

## CARTE ENTRÉES/SORTIES ANALOGIQUES POUR MICRO-ORDINATEUR



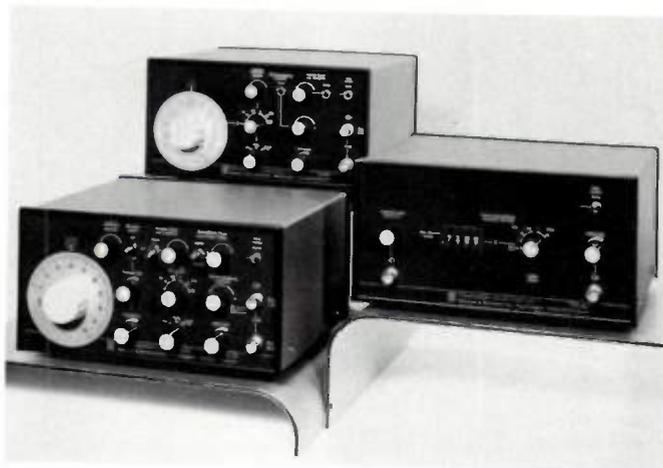
Micro-Networks (agent Microel) introduit une carte «entrées/sorties analogiques» compatibles mécaniquement et électriquement avec les microcalculateurs Intel série SBC. A la fois interface et périphérique entrée/sortie, la carte MN 7300 en version standard comprend, en entrée : 16 à 32 canaux multigammes,  $\pm 20$  mV à  $\pm 10$  V et un gain programmé par processeur, en sortie analogique 2 canaux, sortie tension ou courant et en sortie numérique, 12 bits binaires.

Le logiciel (Memory Map 1/0 interface) ne requiert que 10 locations mémoires.

Service Lecteur : n° 1122

# GENERATEURS DE FONCTIONS

Gamme de fréquence 0,5 mHz à 5 MHz



Une gamme de cinq appareils qui permet  
d'avoir à disposition le générateur  
le mieux adapté à l'utilisation envisagée

Modes sinus, triangle, carré

Possibilité de vobulation externe et interne

Symétrie ajustable

Décalage de tension continue



**Wandel & Goltermann France**

APPAREILS DE MESURES ÉLECTRONIQUES

SOGARIS 156 - 94 534 RUNGIS CEDEX

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

# 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 privé

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<sup>er</sup> juin 1979  
08 au 12 octobre 1979

### Commutation électronique générale

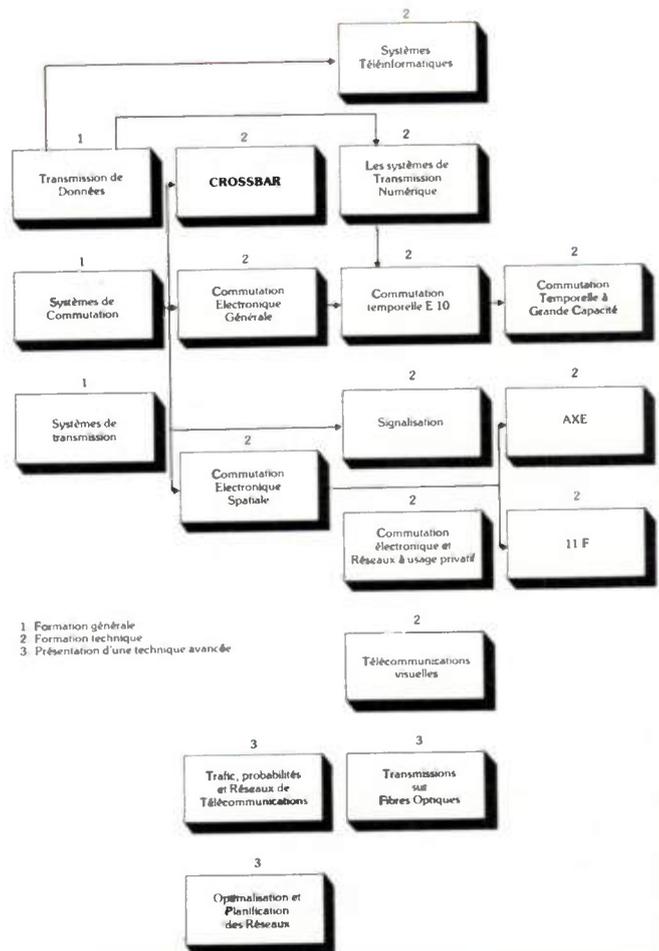
19 au 23 mars 1979  
11 au 15 juin 1979  
05 au 09 novembre 1979

### 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



## ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS



### RENSEIGNEMENTS

Tél. 580-40-80

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<sup>er</sup> 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

# Colloque Micro-ondes 1978 :

## les télécommunications centre d'intérêt des congressistes

*La « 8<sup>e</sup> Conférence Européenne sur les micro-ondes » s'est tenue à Paris en septembre dernier et « L'Onde Électrique » a déjà relaté cet événement.*

*Cette manifestation a été un succès ne serait-ce que par le nombre et la qualité des participants. Il n'est pas possible de citer ici tous les sujets abordés par les chercheurs ou ingénieurs du secteur industriel soit qu'ils traitent de problèmes techniques soit qu'ils présentent les travaux entrepris dans des domaines aussi variés que les antennes, les lignes acoustiques ou les composants actifs.*

*Le souci qui a guidé le comité dans le choix des communications semble avoir été de mettre en avant les activités qui, issues de la recherche fondamentale ou appliquée, ouvrent la porte à des réalisations originales ou présentant un intérêt technologique et économique.*

*Ce côté pratique s'est retrouvé dans le vote des participants lors de la sélection des exposés ayant le plus retenu leur attention. C'est ainsi que parmi ceux-ci fut distingué celui de M. Wrixon : « Récepteur superhétérodyne pour la bande 350 à 400 GHz ». A notre demande, M. Wrixon a bien voulu nous adresser l'article dont on trouvera ci-après la traduction et qui reprend avec plus de détails l'exposé qu'il fit en septembre.*

*En dehors des sessions, les tables rondes ont été très animées et voyaient s'échanger les idées et les points de vue tant sur l'acquis technologique que sur les objectifs d'étude à entreprendre.*

*Il faudra suivre, en particulier, tout ce qui concerne les applications des hyperfréquences à la vie de l'homme que ce soit la radiométrie ou mieux le diagnostic médical puis le traitement des tumeurs malignes par exemple.*

*Le domaine des télécommunications reste toujours au centre des préoccupations. Débordant l'aspect matériel, une session a concerné la stabilisation des émissions hyperfréquence. Il a paru bon, d'autant plus que les annales remises aux congressistes ne comprennent pas ces exposés, de présenter les problèmes posés par MM. Helmut Brodhage et Ferdo Ivanek dans la création et l'utilisation de telles fréquences pour faisceaux hertziens.*

*Nous devons à l'amabilité de M. Vèree qui présidait cette session particulière, de pouvoir reproduire des extraits des exposés qui doivent sensibiliser fabricants et utilisateurs à cette importante question parfois étrangère aux concepteurs, de l'organisation et des exigences des plans de fréquence. Nous remercions M. Abadie pour l'excellent travail de traduction qu'il a réalisé.*

P. MANDRAT  
Ingénieur E.S.E.

# Récepteur superhétérodyne pour la bande 350-400 GHz

par G. T. WRIXON.

Un récepteur superhétérodyne fonctionnant dans la bande de fréquence 350-400 GHz a été réalisé. Le mélangeur comprend une diode Schottky AsGa à faible capacité montée dans un guide d'onde de hauteur réduite alimenté par un cornet cannelé et connectée par un ressort présentant une inductance extrêmement faible. Le diplexeur quasi optique est constitué par un interféromètre de Michelson modifié à polarisation circulaire. L'oscillateur local est un carcinotron. La conception de l'ensemble est décrite et les premiers résultats expérimentaux sont indiqués.

## SUMMARY

### A superheterodyne receiver from 350-400 GHz.

A superheterodyne receiver operating in the frequency range 350-400 GHz has been constructed. The mixer consists of a low capacitance GaAs Schottky barrier diode, contacted by means of

an ultra small inductance spring, mounted across a reduced height waveguide which is fed by a corrugated horn. The quasi-optical diplexer consists of a modified polarization rotating Michelson interferometer and the local oscillator is a Carcinotron. The overall receiver design is discussed and preliminary results of measured performance are presented.

Des efforts ont été constamment entrepris pour étendre les techniques des mélangeurs superhétérodynes à faible bruit des ondes millimétriques aux submillimétriques et jusqu'au domaine de l'infrarouge lointain. Ainsi peut-on mettre les avantages de la détection cohérente et, en particulier, ceux des spectromètres à large bande de très grande sensibilité à la disposition des utilisateurs de cette partie haute du spectre.

De tels instruments trouvent leur emploi en radioastronomie pour la détection et l'analyse des raies moléculaires des gaz interstellaires, dans la mesure et l'évaluation de traces d'éléments de l'atmosphère terrestre et aussi dans les systèmes de capteurs placés sur satellites ou pour les communications entre satellites. Contribuant à ce développement de moyens originaux, un récepteur superhétérodyne pour la bande 350 à 400 GHz a été conçu et réalisé.

Le récepteur comprend, essentiellement, un mélangeur en guide ayant comme élément non linéaire une diode AsGa à très faible capacité du type Schottky. L'oscillateur local (OL) et le signal sont appliqués au mélangeur par un diplexeur constitué d'un interféromètre Michelson modifié à polarisation circulaire. L'énergie de l'oscillateur local provient d'un carcinotron Thomson-C.S.F. L'amplificateur à fréquence intermédiaire est à transistor à effet de champ fonctionnant à la température ambiante ; il a une largeur de bande de 500 MHz autour de 3,9 GHz, sa température de bruit est de 150 K.

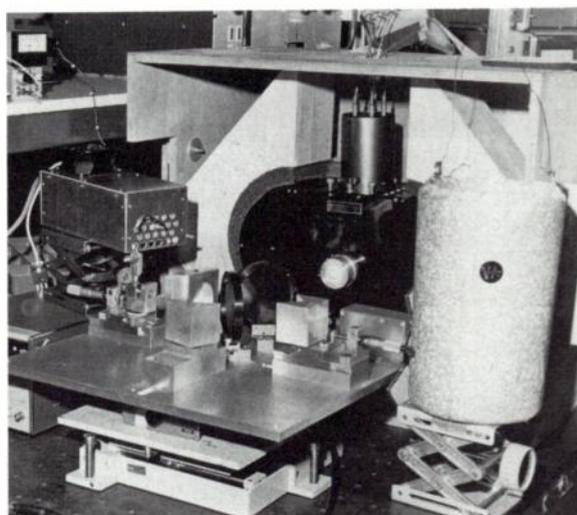


Fig. 2. — Vue du récepteur complet avec son carcinotron, l'amplificateur à TEF et la charge à azote liquide.

La figure 1 indique le schéma du récepteur que l'on voit sur la photo de la figure 2.

La conception de la diode, du mélangeur et du diplexeur sont décrits ci-après avant d'indiquer les résultats déjà obtenus avec ce récepteur.

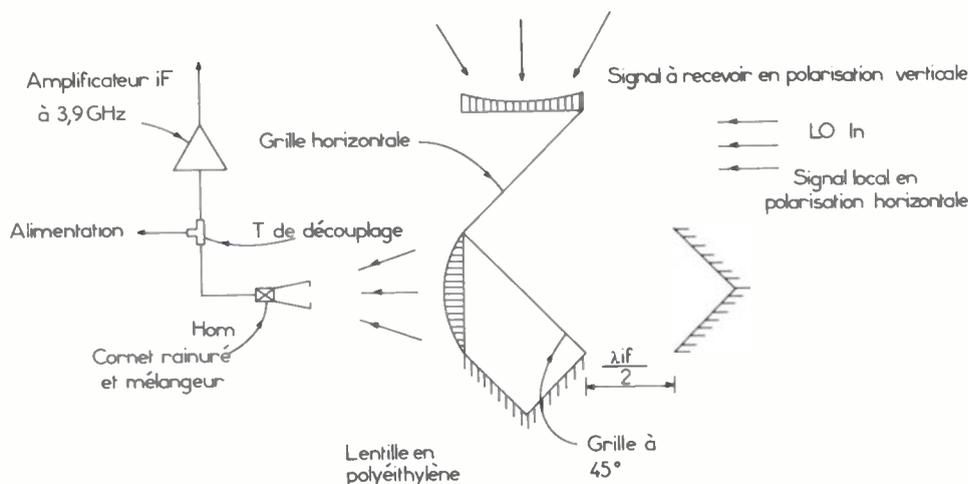


Fig. 1. — Schéma de principe du récepteur.

LA DIODE

L'étude de l'importance relative des pertes intrinsèques à une diode Schottky et des pertes liées aux éléments parasites a fait l'objet d'une publication récente [1] où il a été montré qu'à des longueurs d'onde  $\leq 1$  mm il existait une dimension optimale pour la diode employée dans la bande de fréquence considérée. La figure 3 (tirée de [1]) montre que, pour la gamme 350-400 GHz, le diamètre optimal des diodes est de  $1,5 \mu\text{m}$ . C'est pourquoi des diodes d'un tel diamètre ont été réalisées à partir de couches AsGa  $n/n^+$  épitaxiées, avec dopage de  $2.10^{17}/2.10^{18}/\text{CC}$ .

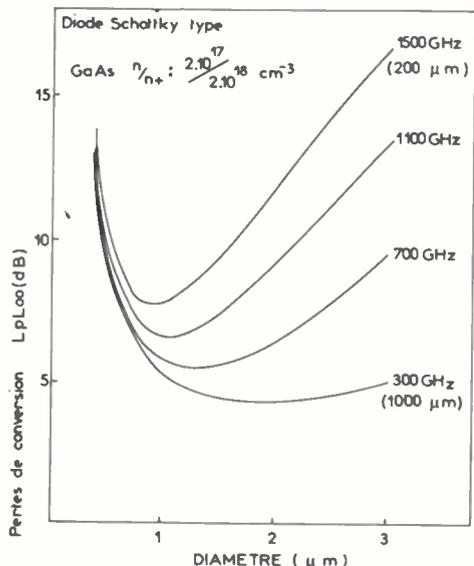


Fig. 3. — Pertes globales de conversion (parasite et intrinsèque) d'une diode en fonction du diamètre à diverses fréquences ( $A = 0,125 \mu\text{m}$ ,  $n = 2.10^{17}/\text{C.C.}$ ,  $n^+ = 2 \times 10^{18}/\text{C.C.}$  et résistance I.F. =  $100 \Omega$ ).

La métallisation or sur platine a été déposée électrolytiquement sur la surface de l'AsGa à travers des trous de  $1,5 \mu\text{m}$  de diamètre obtenus par photolithographie sur un substrat de  $\text{SiO}_2$  passivé de  $0,3 \mu\text{m}$  d'épaisseur.

Ces diodes ont une résistance série de  $6 \Omega$  et une capacité parasite de  $0,006 \text{ pF}$  ce qui donne une fréquence de coupure de  $4,4 \text{ THz}$ .

LE MÉLANGEUR

La diode est placée au niveau d'un des côtés d'un guide d'onde de hauteur réduite ( $0,64 \times 0,25 \text{ mm}$ ) sur un support au bout arrondi, qui est aussi le conducteur central du filtre passe-bas à fréquence intermédiaire.

Afin de faciliter le remplacement de la diode, ce support est maintenu à sa place par un ressort fixé au conducteur central de la fiche OSM de sortie. La figure 4 montre l'ensemble mélangeur et cornet d'alimentation.

La diode est connectée par un ressort de  $100 \mu\text{m}$  de longueur en fil de phosphore-bronze d'un diamètre de  $13 \mu\text{m}$ , épointé électriquement jusqu'à un diamètre de  $1 \mu\text{m}$  et soudé à l'autre extrémité à un pilier qui est moleté afin de bien rester en place après que le contact à la diode ait été bien établi. Un court-circuit mobile est employé pour adapter la diode à l'impédance du guide d'onde entrée.

Il est souhaitable que le filtre à fréquence intermédiaire ait une atténuation nulle dans la bande passante FI et une réjection infinie dans la bande du signal :  $350$  à  $400 \text{ GHz}$ .

Compte tenu à la fois des largeurs de bande relativement importantes et de la très grande valeur absolue des fréquences à éliminer, les structures classiques utilisant des éléments coaxiaux ne permettent pas de réaliser des filtres exempts de bandes passantes dans la gamme  $350$ - $400 \text{ GHz}$ .

De ce fait, une solution différente a été recherchée. Elle consiste à piéger les fréquences signal et local par des lignes d'impédance alternativement haute et basse et de longueurs égales à un multiple impair de la longueur d'onde.

Un programme de calcul a été utilisé pour optimiser le filtre ayant des impédances réalisables et calculer ses caractéristiques. L'on a trouvé que l'emploi d'éléments plus longs

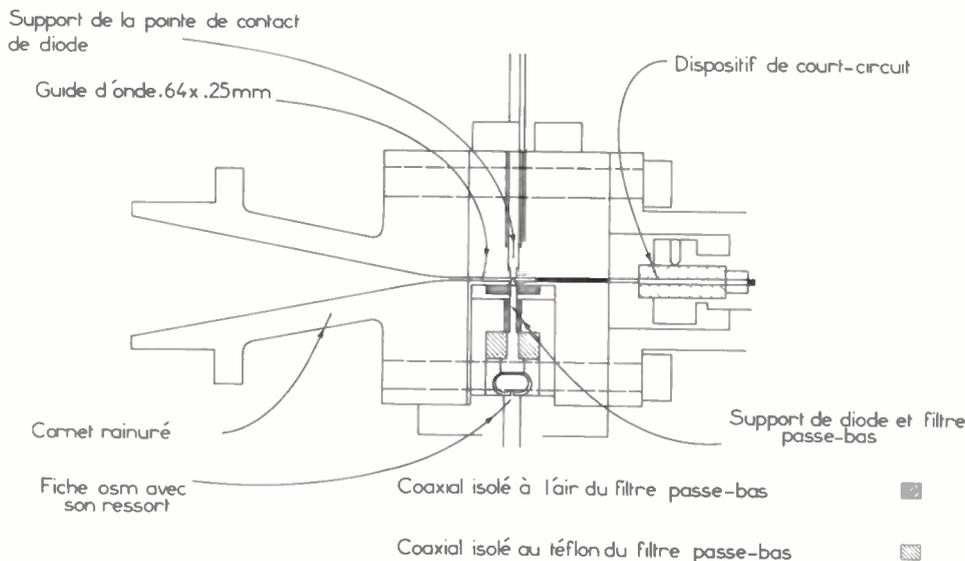


Fig. 4. — Représentation à l'échelle du mélangeur et du cornet rainuré l'alimentant, (les rainures n'étant pas représentées). Remarquer le support de diodes en forme de balle et le filtre passe-bas maintenu par un ressort fixé à la fiche de sortie FI.

que  $1,25 \lambda$  (soit de  $1,75, 2,25 \lambda \dots$ ) conduisait à des réponses parasites dans la bande de réception. Avec des éléments de  $1,25 \lambda$  cependant, l'atténuation était de 3 dB à la fréquence intermédiaire de 3,9 GHz mais avec une bonne réjection dans la bande à couper.

Des éléments de  $0,75 \lambda$  de long conduisent à une réjection hors bande excellente (impédance d'entrée de  $\infty \Omega$ ) pour la gamme 350-400 GHz et à une atténuation moyenne de 1,6 dB pour la fréquence intermédiaire. Cet affaiblissement s'ajoute à la perte de conversion du mélangeur, mais ces valeurs sont sans doute les meilleures que l'on puisse obtenir avec des éléments coaxiaux. Les calculs ont montré par ailleurs que les erreurs dans la fabrication  $\leq \pm 13 \%$  dans les dimensions du filtre sont acceptables avant que soit décelé un effet significatif dans la bande.

Un cornet cannelé a été choisi pour alimenter le mélangeur car il présente une symétrie circulaire, une grande largeur de bande et ses lobes secondaires de rayonnement ne sont pas importants. Conçu selon le modèle de Buchmeyer [2] il a 55 cannelures de 100  $\mu\text{m}$  de largeur et 300  $\mu\text{m}$  de profondeur, placées à intervalles de 350  $\mu\text{m}$  sur 21,6 mm de longueur. Le diamètre à l'ouverture est de 9 mm.

L'ouverture et la longueur sur l'axe du cornet ont été choisies pour obtenir que le diagramme de rayonnement au bord de la lentille de sortie du diplexeur présente un affaiblissement  $< 20$  dB et que l'erreur de phase reste inférieure à environ 0,5. Les mesures effectuées sur la maquette ont montré que l'erreur de phase est de : 0,46 à 350 GHz et de 0,56 à 400 GHz. Les dimensions de la fente sont choisies d'après Buchmeyer afin de créer une distribution correcte de la phase à l'ouverture.

Le programme de calcul mis au point pour déterminer le diagramme de rayonnement du cornet a indiqué qu'à  $14^\circ$  de l'axe, angle correspondant au bord de la lentille de sortie du diplexeur, le rayonnement est affaibli de 19 dB et 21 dB à 350 et 400 GHz respectivement.

La figure 5 représente les éléments séparés du mélangeur que l'on voit assemblé sur la figure 6 avec le dispositif de polarisation continue.

#### LE DIPLEXEUR

Aux fréquences supérieures à 170 GHz environ, les diplexeurs à guide d'onde ont trop de pertes et on doit avoir recours à des structures quasi optiques. En général, les diplexeurs quasi optiques pour la gamme submillimétrique sont basés sur des variantes d'un interféromètre de type F. Pérot et Fabry ou Michelson. La préoccupation permanente à ces fréquences très élevées est la difficulté et le coût de la production d'une puissance locale suffisante pour permettre le fonctionnement efficace du mélangeur. En conséquence, on doit faire porter l'effort sur les performances les meilleures du système d'injection de la fréquence locale. On doit coupler le signal local le mieux possible au circuit, tout en maintenant les pertes de l'oscillateur et du signal d'entrée au niveau le plus bas. Il est important aussi de se protéger, au mieux, des bruits émis par l'oscillateur local.

Pour le récepteur on a utilisé un diplexeur ayant comme équipement de base un interféromètre de Michelson à polarisation circulaire, semblable à celui mis au point par

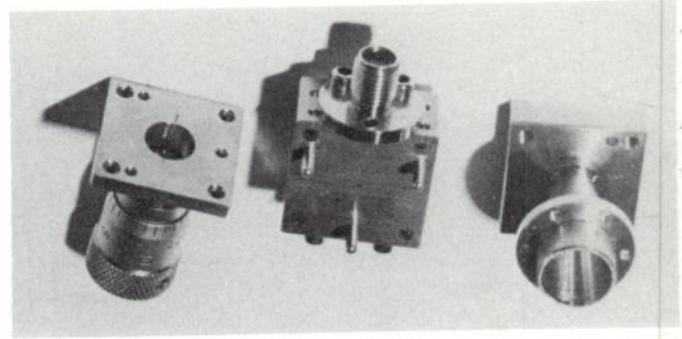


Fig. 5. — Éléments du mélangeur. On voit les rainures du cornet sur la pièce de gauche, le guide d'onde sur la pièce du milieu.

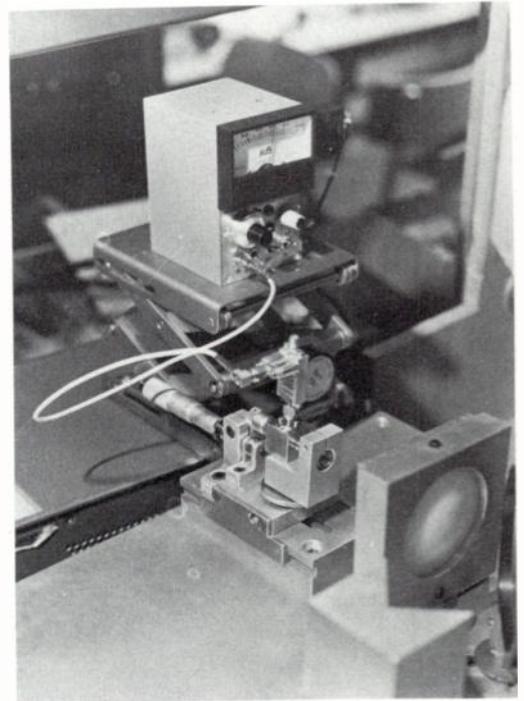


Fig. 6. — Mélangeur installé, avec les circuits d'alimentations et de sortie et la lentille plane convexe du diplexeur.

D. H. Martin [3]. En se reportant au schéma de la figure 1, le signal d'entrée, polarisé verticalement, est focalisé par une lentille plane-concave (faite en polyéthylène haute densité à coefficient d'absorption  $< 0,19/\text{cm}$ ), et dont la surface plane a reçu par gravure des rainures d'adaptation. Le signal a traversé sans perturbation une grille horizontale faite de fils de tungstène de 10  $\mu\text{m}$  espacés de 25  $\mu\text{m}$  et est multiplexé au signal local de polarisation horizontale qui a été entièrement réfléchi par la grille.

Ces deux signaux entrent dans l'interféromètre proprement dit constitué d'une grille identique à la précédente mais inclinée à  $45^\circ$  et de deux dièdres qui, par réflexion, changent le plan de polarisation de  $90^\circ$ .

Lorsque le trajet complet diffère d'une longueur d'onde à la fréquence intermédiaire, le signal à recevoir et celui de l'oscillateur local présentent la même polarisation à la sortie de la lentille plan convexe.

Les pertes dans ce système de diplexeur sont inférieures à 10 % pour chacun des signaux, alors qu'une réjection du bruit local de 21 dB peut être atteinte pour une largeur de bande de 500 MHz centrée à 3,9 GHz.

## MESURES

Des mesures de bruit ont été effectuées avec ce récepteur à la fréquence de 380 GHz.

Des charges adaptées à la température ambiante et à celle de l'azote liquide ont été employées pour déterminer les valeurs du facteur Y afin de calculer la température de bruit du système.

Lors des premières mesures, on a délibérément désaligné le coupleur afin d'injecter une énergie locale suffisante dans le mélangeur. Ceci était imposé par une désadaptation qui existait entre la sortie optique du carcinotron et l'entrée optique du diplexeur et ayant pour effet d'apporter une perte supplémentaire sur le signal.

Lorsque les pertes ohmiques et de désadaptation du circuit FI de sortie ont été déduites, la perte de conversion du mélangeur mesuré a été de 16 dB et sa température de bruit de 12 900 K.

Le tableau indique les caractéristiques mesurées ainsi que celles attendues d'un système amélioré. La principale amélioration proviendrait de l'harmonisation des optiques du diplexeur et de l'oscillateur local. Cela aurait pour effet d'abaisser la perte d'insertion du signal à 0,5 dB et une diminution concomitante de la perte d'insertion sur l'oscillateur local qui conduirait à un niveau supérieur appliqué à la diode, éliminant ainsi la perte due à l'insuffisance de puissance locale.

*Ventilation des pertes de conversion du système tel que réalisé et après améliorations envisagées.*

Composés	Valeurs	
	Mesurées (dB)	Escomptées (dB)
Diplexeur .....	3	0,5
Diode .....	6	4
Pertes chimiques, etc.....	4	4
Filtre passe-bas .....	1,5	1,5
Défaut de puissance <i>d</i> .....	1,5	—
Total .....	16	10

L'emploi d'une diode à plus faible capacité (0,003 pF) réduirait, selon les calculs, de 2 dB la perte de conversion du fait de la contribution de cet élément et un programme est en bonne voie pour la réalisation d'une telle diode avec lithographie ionique. Ces améliorations auraient pour résultat la réduction de la perte de conversion jusqu'à 10 dB et de la température de bruit à 3 300 K.

En conclusion, il est important de retenir que si la bande de réception était réduite à 20 GHz, ou moins, on pourrait concevoir un filtre passe-bas qui présenterait des pertes nulles à la fréquence intermédiaire. Cela contribuerait à réduire les pertes de conversion totales à 8,5 dB et la température de bruit du mélangeur à 1 800 K.

## G. T. WRIXON.

Diplômé B.E. (Electrical Engineering) de l'University College Cork ; M.S.C. (Electrical Engineering) du California Institute of Technology, Pasadena ; Ph. D de l'University of California, Berkeley, California. Directeur du Laboratoire Européen des diodes millimétriques de l'University College Gork.

*Department of Electrical Engineering, University College Cork (Ireland).*



## Remerciements.

L'auteur remercie pour leurs conseils Sverre Lindholm, Liam Kelly et John Langly qui l'ont aidé à mener à bien ces travaux.

Ces travaux ont été effectués avec l'aide de l'Agence Spatiale Européenne et du Laboratoire Européen de Diodes Millimétriques.

## Bibliographie

- [1] KELLY W. M. and WRIXON G. T. — *Appl. Physics Letters*, May 1, 1978.
- [2] BUCHMEYER S. K. — *Microwaves*, Vol. 12, n° 7, pp. 44-49, January 1973.
- [3] MARTIN D. H. — *Infra-red Detection Techniques for Space Research*, Munro and Ring (ed), D. Reidel and Co, 1972.

## Exigences d'une planification en fréquence des liaisons par faisceaux hertziens

par H. BRODHAGE

Monsieur H. Brodhage rappelle tout d'abord qu'à la prochaine réunion en 1979 du W.A.R.C. (*World Administrative Radio Conference*) les tolérances actuelles sur la stabilité des émissions de faisceaux hertziens seront resserrées. Une telle attitude étant dictée par un souci accru d'économie du spectre radioélectrique face aux besoins croissants.

Le tableau indique la situation actuelle et les valeurs proposées par le C.C.I.R. dans la bande 100 MHz à 40 GHz pour des puissances supérieures à 100 W. La réduction envisagée est modérée et certaines administrations ont

suggéré qu'elle soit portée au dixième des valeurs actuelles afin de satisfaire les exigences sévères de services particuliers et de tirer profit, dès à présent, de l'état de l'art très avancé dans le domaine de la stabilisation des fréquences.

Gamme de fréquence	Réglementation actuelle de Genève		Tolérances proposées pour la modification de la réglementation actuelle de Genève (appendice 3)	
	MHz	ppm	kHz	ppm
100- 470	50*	10- 24	20*	2- 9
470- 1 000	300	141- 300	100	47- 100
1 000- 2 450	300	300- 735	100	100- 245
2 450-10 500	300	735- 3 150	200	490- 2 100
10 500-40 000	500	5 250-20 000	300	2 100-12 000

\* Pour des stations fixes délivrant 50 W au moins.

Une telle stabilité peut certes être atteinte, mais on ne doit pas oublier qu'elle devra être respectée dans une très large bande de fréquence et par un éventail d'équipements fonctionnant dans des conditions disparates. Étant donné les coûts croissants des matériels, d'une part et le marché limité des solutions techniques possibles au fur et à mesure de l'accroissement des exigences, d'autre part, il faudra bien peser les retombées réelles de l'économie escomptée d'un resserrement des tolérances.

Le C.C.I.R. recommande le plan de fréquence (fig. 1) pour les liaisons analogiques, les fréquences des sens aller et retour étant situées de part et d'autre de la fréquence centrale. La disposition 2b peut lui être substituée dans le cas où les mêmes fréquences  $f_i$  et  $f'_i$  ne pourraient être utilisées à deux relais successifs, ceci afin de diminuer les couplages parasites.

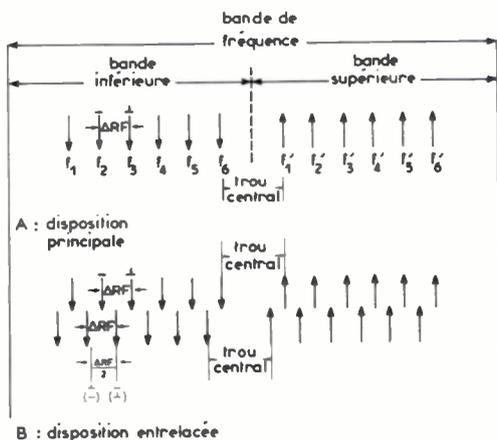


Fig. 1. — Organisation des canaux hyperfréquence.

Les couplages parasites principaux, pour les deux configurations, sont indiquées par les schémas de la figure 2. Dans le cas de transmissions numériques, les exigences des découplages sont moins sévères que dans celui des transmissions analogiques et la disposition 2a peut être employées pour l'ensemble de la liaison, en faisant appel au besoin à des aériens de polarisation différente à chaque relais.

Un exemple de système de faisceau hertzien, assurant en fréquence intermédiaire la liaison entre le récepteur et l'émetteur, est donné par le schéma de la figure 3. La stabilité de la fréquence émise dépend alors des équipements successifs de la liaison.

Pour les transmissions téléphoniques, la liaison type de 280 km comporte six sections : la stabilité de fréquence dépend alors de 11 oscillateurs dont 2 à chaque relais. Ce sont 35 oscillateurs qui interviennent dans une liaison type télévision de 840 km avec 18 sections. La précision de

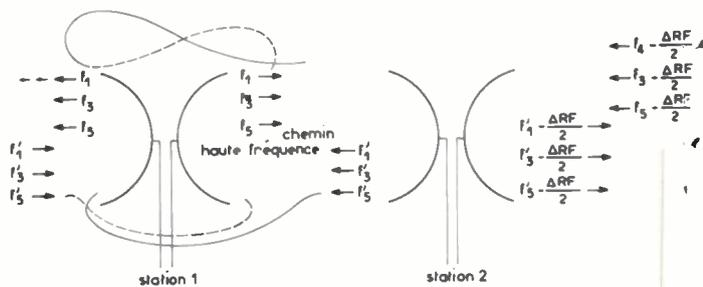


Fig. 2. — Sélection des fréquences radioélectriques.

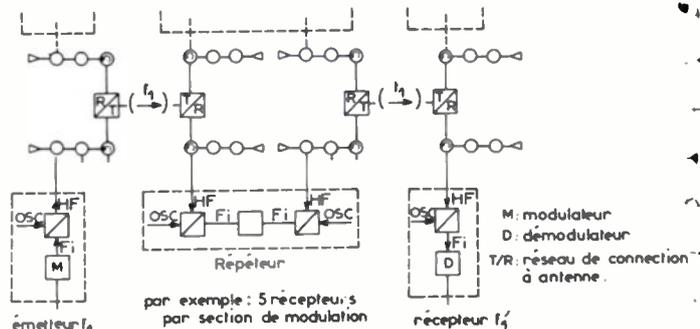


Fig. 3. — Conversion de fréquence dans le cas d'une interconnexion par fréquence intermédiaire.

chacun des oscillateurs doit être de  $1/\sqrt{11}$  ou  $1/\sqrt{35}$  soit 1/3 ou 1/6 de la stabilité exigée pour la fréquence d'émission.

L'économie en fréquences ne dépend pas que du seul élément stabilité. D'autres facteurs interviennent et dont il importe de tenir le plus grand compte. Une attention particulière doit être apportée aux différentes configurations possibles du plan de fréquence : emploi d'une fréquence unique, entrelacement... selon le type de transmission analogique ou numérique, telles qu'elles sont décrites dans les documents du C.C.I.R., pour déterminer les nouvelles tolérances susceptibles de donner satisfaction aux utilisateurs.

H. Brodhage analyse certains types de transmissions en fonction des valeurs de bruit, de découplage et d'espacement entre fréquences d'émission d'où il ressort que les risques d'interférence ne sont pas liés strictement à la stabilité de fréquence et que le resserrement des tolérances a un effet limité qui doit être évalué cas par cas.

Il est évident que les dispositions relatives aux tolérances sont déterminées pour l'essentiel par les fréquences discrètes et non un spectre modulé uniformément. Réduire les tolérances n'a de sens que si, par ce moyen, les interférences sont évitées. La valeur de la tolérance de la fréquence émise, dans le cas d'une exploitation dense, a moins d'importance que le problème de la répartition des canaux et des conditions d'implantation et de fonctionnement des différents réseaux.

En conclusion, les critères pris en considération pour l'organisation d'un plan de fréquence ont mis en évidence que l'économie du spectre pour un certain nombre de systèmes de transmission ne peut être améliorée par l'application de tolérances plus sévères. Les propositions du C.C.I.R. indiquées dans le tableau, tiennent compte de ces suggestions et sont un compromis raisonnable pour l'amélioration de la situation actuelle.

D'après H. BRODHAGE

Siemens A.G. Long Rouge, Communication division, Munich, R.F.A.

L'exposé précédent a traité des nouvelles tolérances de stabilité en fréquence au point de vue de l'utilisation maximale du spectre; F. Ivanek présente quelques considérations complémentaires sur les moyens disponibles ou envisageables pour satisfaire ces exigences.

Le resserrement envisagé des tolérances est modéré et par lui-même ne présente pas de problème technique. Ce sujet s'inscrit plutôt dans le contexte d'une recherche continue de conception d'équipements améliorés qui procureraient un meilleur service aux utilisateurs et, dans le même temps, conforteraient la position de l'industriel dans le marché hautement concurrentiel des matériels hyperfréquence pour télécommunications.

D'une façon générale, l'industriel se fixe, pour les oscillateurs internes, des tolérances en fréquence plus sévères que celles imposées. Une telle attitude procure une marge de sécurité appréciable qui apparaît compatible avec ce que permet la technologie, par contre, sont plus complexes, alors, les considérations conduisant à un compromis heureux entre les éléments technologiques et économiques toujours sous-jacents dans les opérations de développement, d'industrialisation, d'installation et de maintenance d'un équipement donné.

Le concepteur a ainsi une certaine latitude dans le choix du procédé de stabilisation de fréquence influant à divers degrés sur l'organisation de l'équipement à réaliser.

Les préférences, appuyées sur l'expérience, peuvent être décisives dans le choix que fera le concepteur entre les solutions possibles.

De plus, si un matériel nouveau est conçu pour un seul client, les préférences de ce dernier pourront alors prévaloir.

## CONSIDÉRATIONS SUR LA CONCEPTION D'UN SYSTÈME

Puisque les réglemens ne concernent que les fréquences d'émission, l'attention se porte essentiellement sur les émetteurs utilisés dans les relais radio en tenant compte, s'il y a lieu, des différences existant entre transmission de signaux analogiques ou numériques.

En évitant certains cas d'espèces, les systèmes et les matériels les plus représentatifs seront examinés.

Le cas le plus simple, indiqué en figure 1, est celui d'un émetteur à modulation directe. L'erreur sur la fréquence émise est due à l'oscillateur. Par contre, avec un émetteur hétérodyne (fig. 2), il y a accumulation des erreurs des deux oscillations contribuant à la génération du signal.



Fig. 1. — Émetteur en bande de base.

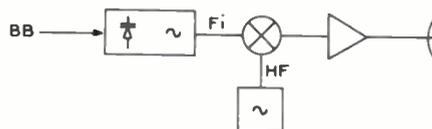


Fig. 2. — Émetteur hétérodyne à fréquence intermédiaire.

A une stabilité en fréquence égale ou comparable, exprimée en pourcentage de la fréquence nominale d'émission, l'incidence de l'oscillateur à fréquence intermédiaire sur l'erreur finale sera négligeable.

L'accumulation d'erreurs sur la fréquence est maximale dans le cas des systèmes de transmissions par relais dans lesquels il y a régénération des signaux numériques avec démodulation à chaque répéteur, constitué d'un récepteur et d'un émetteur reliés en fréquence de bande de base.

Ce n'est plus le cas des transmissions analogiques faisant appel à des répéteurs hétérodyne (fig. 3) en évitant des démodulations et remodulations successives qui détérioreraient les signaux transmis à grande distance. L'interconnexion entre le récepteur et l'émetteur du répéteur s'effectue, par conséquent, à des fréquences intermédiaires.

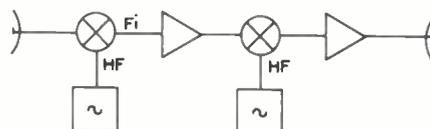


Fig. 3. — Répéteur hétérodyne à fréquence intermédiaire.

Les erreurs sur la fréquence des oscillateurs des répéteurs, se combinent peu à peu pour produire une erreur totale du signal émis, aussi les tolérances en précision de fréquence des oscillateurs élémentaires doivent être réduites à une fraction seulement de la tolérance globale autorisée pour la liaison considérée.

Les transmissions analogiques à courte ou moyenne distance faisant appel au relais radio à une remodulation et celles numériques à régénération des signaux sont un cas contraire extrême puisqu'il n'y a pas accumulation des erreurs de fréquence : chaque émetteur disposant intégralement de la tolérance sur la précision de fréquence permise pour le signal émis.

En conséquence, l'architecture d'un système influe fortement sur les stabilités souhaitées des oscillateurs hyperfréquence. Les deux cas extrêmes des figures 4 et 5 conduisent à des tolérances pouvant, pour un oscillateur, varier dans un rapport dix.

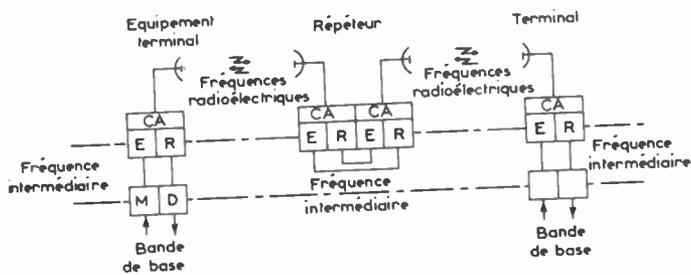


Fig. 4. — Liaison hertzienne hyperfréquence hétérodyné à fréquence intermédiaire.

R : Récepteur.  
E : Émetteur.  
M : Modulateur.  
D : Démodulateur.  
AC : Combineur d'antenne.

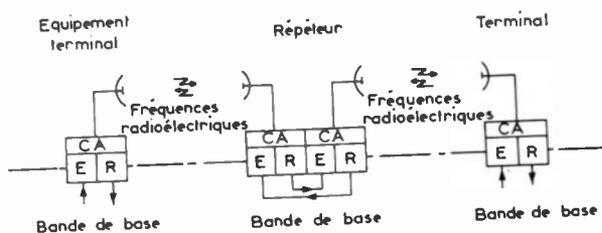


Fig. 5. — Liaison hertzienne hyperfréquence à remodulation sur la bande de base.

D'autres problèmes se posent dans la conception d'un système et la solution technique la meilleure repose dans l'emploi d'oscillateurs à très haute stabilité en fréquence, mais des compromis économiques sont possibles en acceptant que l'erreur admise soit presque à la limite de celle autorisée.

On peut citer comme exemples dans ce cas au niveau du relais l'élimination des battements d'interférence de porteurs en transmission analogique ou les techniques de récupération de porteuse dans les transmissions numériques.

#### CONSIDÉRATIONS SUR LA STABILITÉ DE FRÉQUENCE

Par définition, les tolérances sur la fréquence du signal émis résultent de la combinaison des erreurs en se plaçant dans le pire des cas, les diverses causes pouvant exister ou non simultanément.

Par ordre d'importance les erreurs ont pour cause :

- l'imprécision en fréquence du dispositif ;
- le vieillissement ;
- les variations de température.

La première cause d'erreur est la plus facile à éliminer à l'aide de fréquences de précision dans la mesure où les dispositifs d'accord des oscillateurs sont accessibles et efficaces. On peut remédier à la dérive dans le temps par un recalage périodique des oscillateurs si les variations en fréquence sont faibles et qu'une telle opération n'est indispensable qu'une ou deux fois par an.

Les variations dues à la température ambiante sont inévitables mais des moyens différents, selon le type d'oscillateur, peuvent être utilisés pour limiter cet effet. Il faut noter

que les tolérances maximales acceptables doivent être respectées quelles que soient les gammes de températures pour lesquelles le fonctionnement correct de l'équipement est prévu.

Alors que la gamme de température de fonctionnement d'un matériel de station fixe climatisée peut n'être que de  $+10$  à  $+40$  °C, celle imposée à un équipement non protégé peut s'étendre de  $-40$  °C à  $+60$  °C. Si la dérive admissible de la fréquence en fonction de la température est exprimée en ppm/°C, les deux cas ci-dessus ont des exigences de stabilité dans un rapport trois. Cela conduit à réaliser différents types d'oscillateur de façon à satisfaire le meilleur compromis entre performances et coût.

Des dispositifs très sensibles en température permettent d'agir sur la fréquence de l'oscillateur pour en maintenir les variations dans les limites voulues ; dans certaines applications exigeant des stabilités élevées l'emploi d'enceinte thermostatée peut s'imposer.

Deux types de dispositifs de commande de fréquence sont employés. L'un appelé « direct » fait partie intégrante des circuits de l'oscillateur, l'autre du type « indirect » est placé à l'extérieur.

La diversité de conception dépend des possibilités de choix entre production directe de la fréquence fondamentale et création indirecte par multiplication d'une fréquence de base.

Certains types de générateur de fréquence ont leur gamme d'accord qui se déplace peu à peu vers les plus hautes fréquences, ce que permettent les progrès des composants actifs utilisés.

Les plus employés, généralement des composants état solide pour la production d'hyperfréquences, sont, dans les systèmes de relais hertziens actuels, le transistor bipolaire au silicium et la diode Gunn AsGa.

On compte sur le transistor à effet de champ à l'AsGa pour répondre à des applications générales.

Toutefois, cette diversité de moyens pour la création d'oscillations hyperfréquence est d'importance secondaire dans la stabilisation de la fréquence qui nécessairement découle des dispositifs performants d'asservissement.

#### DISPOSITIFS D'ASSERVISSEMENT EN FRÉQUENCE

Certains matériels et dispositifs mis en œuvre ont été présentés à la session « Stabilization of Fundamental Frequency Microwave Oscillators for Radio-Relay Systems » qui s'est tenu lors du congrès d'Ottawa : « 1978 International Microwave Symposium ». (On se reportera utilement aux pages 476-482 du compte rendu.)

La figure 6 montre les bandes dans lesquelles sont utilisés deux des dispositifs d'asservissement déjà mis en œuvre, le quartz et la cavité hyperfréquence et deux en cours de développement : ligne à onde acoustique de surface et développeur diélectrique. Les cavités métalliques et les résonateurs diélectriques ont été employés pour l'asservissement de fréquences beaucoup plus élevées que celles indiquées à la figure 6, les rendant utilisables efficacement jusqu'à 20 GHz.

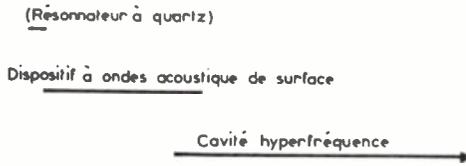


Fig. 6. — Plages de fonctionnement en fréquence des divers dispositifs de contrôle de fréquence.

Il est hors de cause toutefois de faire des résonateurs diélectriques dans la bande 2 à 4 GHz, d'où les tirets, quoique jusqu'ici aucune publication n'en ait apporté la preuve contraire.

L'inconvénient du quartz est sa limite de fonctionnement en fréquence. Cet obstacle a pu être levé par divers moyens associés tels que multiplication de fréquence ou la division, l'asservissement de phase et l'échantillonnage.

Il en résulte une grande diversité de système faisant appel au quartz pour l'asservissement en fréquence. Ces systèmes sont particulièrement intéressants lorsque de sévères stabilités de fréquence sont exigées ou pour des équipements faisant appel aux synthétiseurs.

Les cavités ont été initialement utilisées pour les matériels à tubes hyperfréquence. Leur intérêt connut un regain lorsque les composants état solide devinrent utilisables en hyperfréquence.

Le nombre de telles applications est apparemment croissant sur tout du fait de coûts de production avantageux, de la grande sécurité découlant de la faible importance du composant actif et du souci d'éviter les problèmes d'approvisionnement en quartz.

La comparaison des stabilités relatives de fréquence en fonction de la température montre que les quartz standard et compensés en température et les cavités hyperfréquence fermées sont équivalentes, assurant de façon typique 50 ppm de  $-30^{\circ}\text{C}$  à  $+60^{\circ}\text{C}$ .

Comme on peut le voir sur le tableau cela correspond aux tolérances proposées pour les systèmes fonctionnant au-delà de 470 MHz. Cependant, du fait de leurs dimensions, les cavités hyperfréquence ne sont utilisées qu'à partir de 2 GHz environ.

Tolérances en fréquence des relais hertziens.

Gamme de fréquences (MHz)	Tolérances en fréquence (ppm)	
	courantes	proposées (*)
100-470 .....	50	20
470-2 450 .....	300	100
2 450-10 500 .....	300	200
10 500-40 000 .....	500	300

(\*) CCIR DOC. 9/1041, 10 février 1978.

Toutefois elles peuvent atteindre aussi les performances des quartz sélectionnés : 20 ppm mais dans une gamme de température plus réduite, de 0 à  $50^{\circ}\text{C}$  par exemple, ce qui suffit dans la majorité des cas. La stabilisation par enceinte, employée avec les oscillateurs à transistors et pilotés par

quartz, quand des tolérances plus serrées s'imposent, est inutilisable avec les cavités du fait de leurs dimensions plus grandes.

Les dispositifs à ondes acoustiques de surface, ligne à retard et résonateurs, sont envisagés comme solutions de rechange intéressantes des quartz classiques : ils assurent une stabilité en fréquence comparable et acceptant d'être placés en enceinte thermique, au besoin.

Si un prix compétitif peut être obtenu, alors les oscillateurs à onde acoustique de surface sont promis à un bel avenir dans les systèmes de faisceaux hertziens. En plus, de la production de hautes fréquences, ils seront aussi utiles pour la création de fréquence plus élevée par multiplication et pour les systèmes à synthétiseurs couplés à des oscillateurs pilotés par quartz.

Le résonateur diélectrique présente non seulement une solution miniaturisée au remplacement de la cavité, mais aussi à celui du quartz et des ondes acoustiques de surface pour les hautes fréquences dans les oscillateurs à contre réaction faisant appel à un composant actif, transistor bipolaire ou à effet de champ AsGa.

La faible dimension du résonateur, grâce à la forte valeur de la constante diélectrique, rend facile son emploi dans les structures MIC et permet au besoin la stabilisation en température par enceinte thermostatée. L'accord mécanique dans une plage de 1 % de la fréquence est possible sans dégradation nocive du coefficient de surtention ou de la compensation en température.

Ce fait est avantageux comparé à celui du quartz ou du composant à onde acoustique de surface, mais cet accord est plus faible que celui obtenu avec les cavités qui peuvent varier de 5 à 10 % de la fréquence. La stabilité de fréquence pouvant être obtenue avec les résonateurs diélectriques se situe entre celle du quartz et celle de la cavité métallique.

D'autres moyens d'asservissement de la fréquence ont été étudiés tels que cavité en verre et sphère de YIG, mais n'ont pas encore été mis en service à ce jour dans les équipements de faisceaux hertziens.

### Commentaire sur le remplacement des quartz pour l'asservissement de fréquence.

#### a) Résonateur diélectrique.

De ce qui précède on peut conclure que le résonateur diélectrique est actuellement le dispositif répondant le mieux aux divers besoins exprimés, en hyperfréquence, pour la stabilisation de fréquence.

Des travaux ont été effectués pendant plusieurs années, escomptant beaucoup ce dispositif, mais les applications étaient délicates jusqu'à ce que, récemment, apparaissent des matériaux ayant les qualités voulues : bonne constante diélectrique, coefficients de température faibles et reproductibles.

Malheureusement, de tels matériaux ne sont pas aisément utilisables ce qui explique pourquoi le développement des résonateurs diélectriques n'a été le fait que de laboratoires de recherche travaillant sur fonds propres.

Des générateurs utilisant des résonateurs diélectriques sont montrés à la figure 7. Des transistors bipolaires ont été utilisés pour les oscillateurs à contre-réaction dans la bande des 4 GHz et des transistors à effet de champs AsGa dans la bande des 6, 7 et 11 GHz pour des oscillateurs à réaction.

Le premier type peut aussi être réalisable avec des transistors à effet de champ alors que le second peut utiliser n'importe quel composant hyperfréquence actif : comme le montre le dernier schéma de la figure 7 avec un discriminateur AFC.

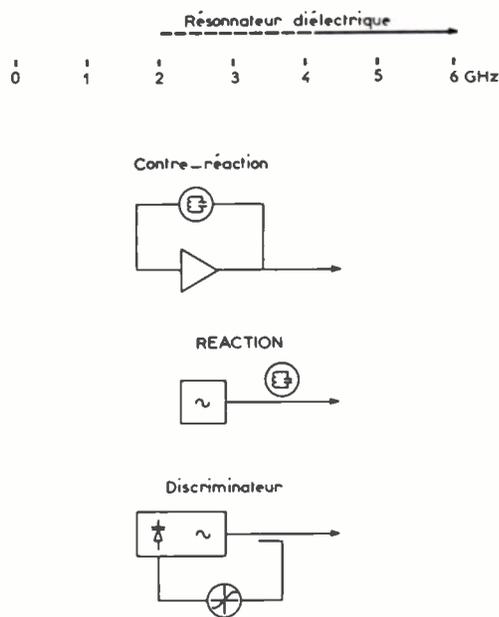


Fig. 7. — Générateurs à résonateurs diélectriques.

Les trois types de stabilisation de la fréquence ont été antérieurement réalisés avec d'autres éléments de commande de la fréquence : l'oscillateur à contre-réaction avec un quartz, les deux autres types avec des cavités.

Alors que les premières réalisations, pour faisceaux hertziens, de résonateurs diélectriques pourront voir le jour sous peu, une utilisation courante sera subordonnée à la disponibilité des matériaux diélectriques voulus.

Si le coût de production actuellement estimé se confirme il ne faudra pas attendre longtemps pour que des industriels se préparent à répondre à une brusque demande. La taille, à la fréquence désirée, de résonateurs en forme de pastille ne peut être plus difficile que celle des quartz classiques.

#### b) Cavités hyperfréquences.

L'emploi de l'INVAR est actuellement un avantage pour le développement des cavités hyperfréquence. De plus, les procédés de fabrication sont bien au point et on dispose de plusieurs type d'oscillateurs stables répondant à divers besoins.

Les cavités hyperfréquence sont utilisées depuis plus de trois décennies mais des progrès considérables ont été accomplis ces dernières années dans cet emploi de stabilisation en fréquence. De nombreux exposés ou mémoires techniques traitent de ce sujet et de récentes réalisations de faisceaux hertziens font appel à cette technologie. Une nouveauté significative est en particulier la cavité pour la bande de 2 GHz qui est entrée en usage en devenant moins volumineuse que par le passé et peut de ce fait être incorporée dans les équipements.

Des progrès continus sont escomptés dans la stabilisation des fréquences produites avec les cavités hyperfréquence et aussi avec tout autre dispositif qui serait plus intéressant. On espère être tenu informé de ces réalisations nouvelles. Les exposés MEG de la 8<sup>e</sup> Conférence Européenne sur les microondes montrent que ce sujet est abordé par de nombreux conférenciers, ce qui permet d'avoir ainsi un meilleur aperçu des projets envisagés pour le remplacement des quartz utilisés pour la stabilisation en hyperfréquences.

D'après F. IVANEK

Farinon Electric,  
San-Carlos, California,  
(U.S.A.).

# Apprenez à calculer des filtres électromécaniques ayant des pôles d'affaiblissement

par P. ALLEMANDOU  
D. BEAUDET

Plus faible encombrement, qualité encore plus élevée : telles sont les performances essentielles des circuits de filtrage à résonateurs électromécaniques pour multiplex téléphonique. Encore faut-il les calculer puis les réaliser...

## SUMMARY

### Design of mechanical filters having attenuation poles.

The constant desire of reaching a better quality and a reduction

of volume has led specialists to design electromechanical filters. This article gives an insight of researches undertaken in the design of electromechanical filters having attenuation poles.

## 1. INTRODUCTION

L'utilisation de filtres électromécaniques dans les systèmes multiplex téléphoniques à courants porteurs permet de diminuer sensiblement le volume occupé par le filtrage. En effet, la qualité des résonateurs mécaniques, par rapport à celle des résonateurs constitués d'inductances et de condensateurs, est telle qu'elle permet d'augmenter la ou les fréquences de modulation ce qui contribue à diminuer le volume occupé par le filtre, les dimensions des résonateurs étant d'autant plus petites que la fréquence est plus haute.

Les premiers filtres mécaniques réalisés étaient constitués par la mise en cascade de résonateurs demi-onde et de coupleurs. Mais il est apparu qu'un filtre mécanique conçu

de cette façon présentait un temps de propagation de groupe beaucoup plus important qu'un filtre LC avec pôles d'affaiblissement remplissant le même usage. La figure 1 en fournit l'illustration. L'augmentation du temps de propagation de groupe n'est évidemment pas due au fait que le filtre soit mécanique mais est uniquement due au fait que la fonction de transmission est d'un degré beaucoup plus élevé sans pôle d'affaiblissement qu'avec des pôles. En introduire dans les filtres apparaît donc comme un avantage en ce qui concerne les performances électriques. A cet avantage, s'en ajoute un autre : un filtre possédant des pôles d'affaiblissement a moins de résonateurs qu'un filtre sans pôle : d'où gain de matière et gain de place.

La question se pose alors de savoir comment calculer de tels filtres.

## 2. CALCUL DES FILTRES ÉLECTROMÉCANIQUES

Pour pouvoir utiliser la masse considérable de travaux consacrée à l'étude des filtres LC, il est commode, avant de spécifier un filtre mécanique, d'étudier le filtre LC qui remplit les conditions exigées. Cette étude doit être faite sans perdre de vue que la réalisation doit être mécanique, ce qui autorise certains schémas LC et en interdit d'autres. Il est donc nécessaire de connaître les équivalences qui permettent de passer d'un schéma électrique à un montage mécanique. Il faut noter que ces équivalences ne sont généralement valables que dans une gamme étroite de fréquences.

### 2.1. Équivalences

La matrice de chaîne d'un résonateur vibrant en compression-extension de longueur  $\rho\lambda$  ( $\lambda$  étant la longueur d'onde) se met sous la forme :

$$\begin{pmatrix} \operatorname{ch} Kx & z \operatorname{sh} Kx \\ \frac{1}{z} \operatorname{sh} Kx & \operatorname{ch} Kx \end{pmatrix}$$

Dans cette formule on a posé :

$$Kx = \left( \frac{d}{2} + j \right) 2\pi\rho\Omega$$

$$j = \sqrt{-1}$$

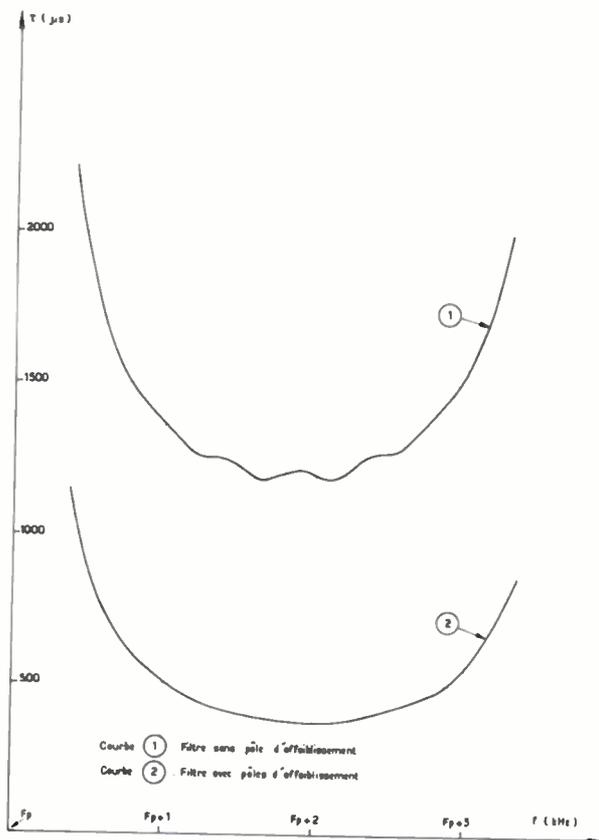


Fig. 1.

$$\Omega = \frac{f}{f_0} \text{ (} f_0 \text{ étant une fréquence prise comme référence),}$$

$d = 1/Q$  ( $Q =$  coefficient de surtension),  
 $z$  est l'impédance du résonateur.

Lorsque les pertes peuvent être négligées, ce qui est le cas usuel, la matrice de chaîne s'écrit :

$$\begin{pmatrix} \cos 2\pi\rho\Omega & jz \sin 2\pi\rho\Omega \\ \frac{j}{z} \sin 2\pi\rho\Omega & \cos 2\pi\rho\Omega \end{pmatrix}$$

2.1.1. LIGNE DEMI-ONDE

Au voisinage de  $\rho\Omega = 0,5$ , une ligne peut être assimilée à un circuit anti-résonant en shunt (fig. 2).



Fig. 2.

Ou, en normant les composants par rapport à la fréquence d'anti-résonance de LC :

$$L = \frac{2z}{\pi} \quad C = \frac{\pi}{2z}$$

2.1.2. LIGNE QUART D'ONDE OU TROIS QUART D'ONDE

Au voisinage de  $\rho\Omega = 0,25$  ou  $\rho\Omega = 0,75$ , une ligne peut être rendue équivalente à un  $\pi$  d'inductance.



Fig. 3.

Avec, autour de  $\Omega = 1$  :

$$z = |L_1| \sqrt{\frac{-L_2}{2L_1 + L_2}} \quad \text{et} \quad 2\pi\rho = \cos^{-1} \left( 1 + \frac{L_2}{L_1} \right)$$

Pour que le problème admette une solution physique, il faut que

$$L_2(2L_1 + L_2) < 0$$

c'est-à-dire :

$$\begin{matrix} \text{soit} & L_2 < 0 & 2L_1 + L_2 > 0 \\ \text{ou} & L_2 > 0 & 2L_1 + L_2 > 0 \end{matrix}$$

Si  $L_1 = -L_2$ , on obtient

$$\begin{matrix} \rho = 1/4 & \text{si} & L_2 > 0 \\ \text{et} & \rho = 3/4 & \text{si} & L_2 < 0 \end{matrix}$$

2.2. Réalisation de pôles d'affaiblissement

L'affaiblissement d'un filtre en échelle ne peut présenter de pôles que soit pour une fréquence rendant infinie l'impédance d'un dipôle série, soit pour une fréquence rendant nulle l'impédance d'un dipôle shunt. Or les équivalences entre résonateurs mécaniques et dipôles électriques n'ont pas permis de trouver des éléments mécaniques simples assimi-

lés à des impédances électriques possédant des zéros ou des pôles pour des fréquences finies non nulles.

Donc pour créer des pôles d'affaiblissement pour de telles fréquences il faudra mettre en parallèle des quadripôles mécaniques. C'est ce que de nombreux auteurs ont étudiés [1] à [9]. Dans ce qui suit, on supposera connu le calcul des filtres LC [10].

2.2.1. PONTAGE PAR COUPLEUR

Lors de la synthèse d'un filtre LC possédant des pôles d'affaiblissement, il est possible, sous certaines conditions, d'obtenir comme portion de schéma de ce filtre celui qui est donné par le schéma de gauche de la figure 4 dans lequel le pôle d'affaiblissement est donné par la résonance de  $L_3C_3$ .

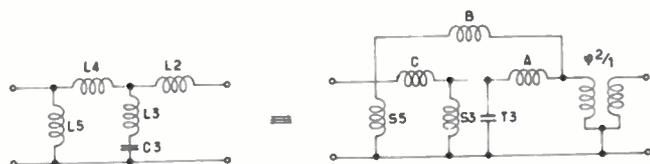


Fig. 4.

Or ce schéma est équivalent à celui qui est montré à la partie droite de la figure 4, avec les relations suivantes :

$$\begin{aligned} S_3 T_3 &= \alpha^2 & \phi &= [\alpha^2 - C_3(L_3 + L_4)] / (\alpha^2 - L_3 C_3) \\ A &= \frac{(\alpha^2 - L_3 C_3)(L_4 C_3 + L_4 L_2 + L_3 L_2) \phi^2}{\alpha^2 L_4} \\ B &= \frac{(L_4 L_3 + L_4 L_2 + L_3 L_2) \phi}{L_3} \\ C &= \frac{(\alpha^2 - L_3 C_3)(L_4 L_3 + L_4 L_2 + L_3 L_2) \phi}{\alpha^2 L_2} \\ S^3 &= \frac{[\alpha^2 - C_3(L_3 + L_4)]^2}{\alpha^2 C_3} \\ S_5 &= \frac{\phi L_4 L_5}{\phi(L_4 + L_5) - L_5} \end{aligned}$$

Dès lors à partir d'un morceau de schéma de filtre LC tel que celui de la partie gauche de la figure 5, il est possible d'obtenir le schéma mécanique de la partie droite de la figure 5 dans lequel les rectangles représentent soit des résonateurs ( $\rho = 0,5$ ) soit des coupleurs ( $\rho = 0,25$  ou  $\rho = 0,75$ ).

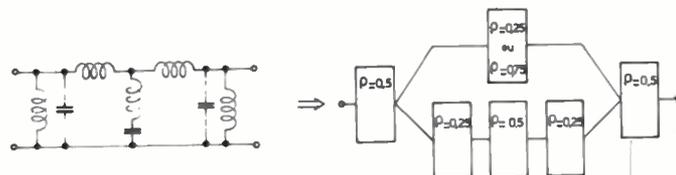


Fig. 5.

Selon que le pôle d'affaiblissement est au-dessus de la bande passante ou au-dessous de cette bande, le coupleur en pont est soit un coupleur quart d'onde, soit un coupleur trois quart d'onde : ceci provient du signe de l'inductance B de la figure 4.



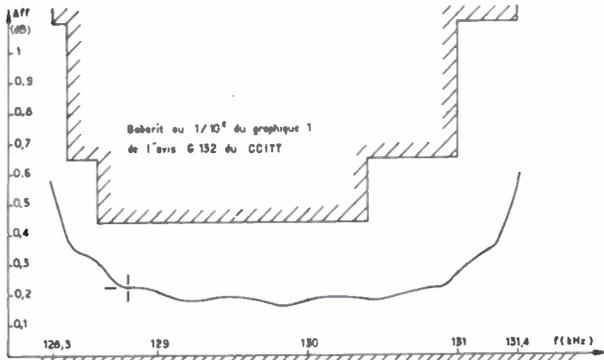


Fig. 9.

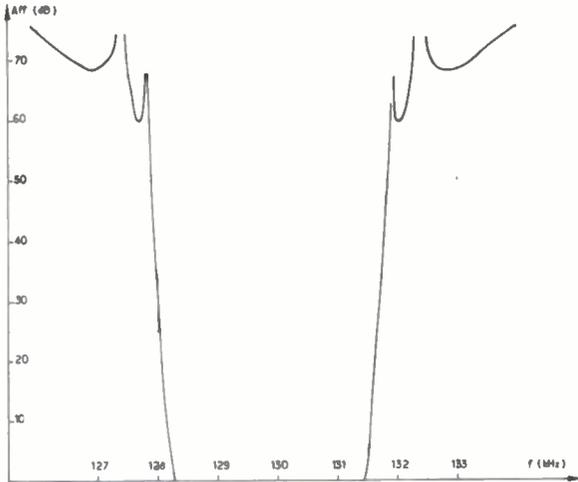


Fig. 10.

La figure 11 représente les variations du temps de propagation de groupe en fonction de la fréquence. Comme prévu, ce temps est beaucoup plus petit en valeur absolue que celui d'un filtre sans pôle (fig. 1) et, de plus, la distorsion de ce temps de propagation de groupe est plus faible.

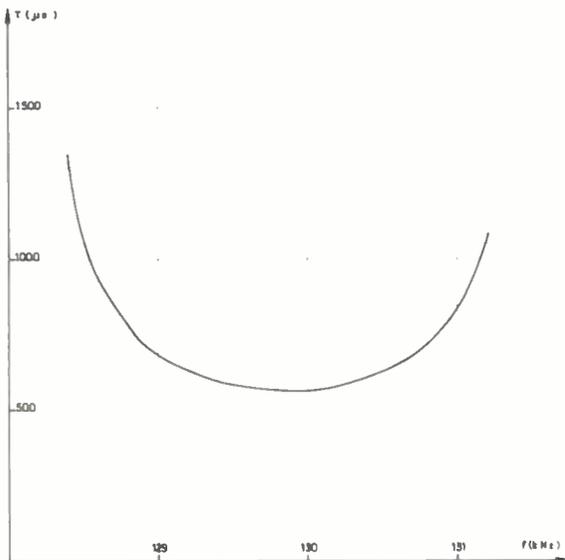


Fig. 11.

### 3.2. Réalisation

La réalisation du filtre dont les résonateurs et les coupleurs vibrent selon le mode longitudinal se heurte à une difficulté : mettre en parallèle une ligne trois quart d'onde

avec un ensemble constitué par trois coupleurs quart d'onde et deux résonateurs demi-onde, c'est-à-dire procéder à l'égalité :  $3\lambda/4 = 7\lambda/4$ .

En effet soit, par exemple, la structure repliée de la figure 12, issue du schéma de la figure 8.

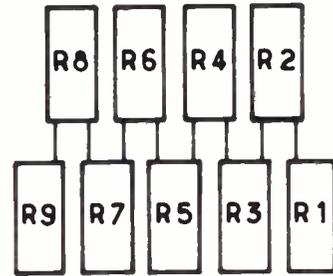


Fig. 12.

Entre les résonateurs 2 et 5 ou 5 et 8, la distance est de l'ordre du quart d'onde. Pour pouvoir insérer les coupleurs C5 et C9, deux solutions viennent à l'esprit [15] :

- Soit accrocher les coupleurs en un point quelconque des résonateurs.
- Soit changer les longueurs des coupleurs.

La réalisation retenue procède de ces deux idées :

Ainsi pour permettre de réaliser C5, les coupleurs C2 et C4 ont été allongés, le coupleur C3 a été raccourci et, comme ces modifications n'étaient pas suffisantes, le coupleur C5 a été accroché en des points qui ne sont pas les extrémités de R2 et R5. Le lecteur trouvera en annexe les équivalences qui permettent de calculer ces changements.

La figure 13 montre une réalisation utilisant les principes ci-dessus.

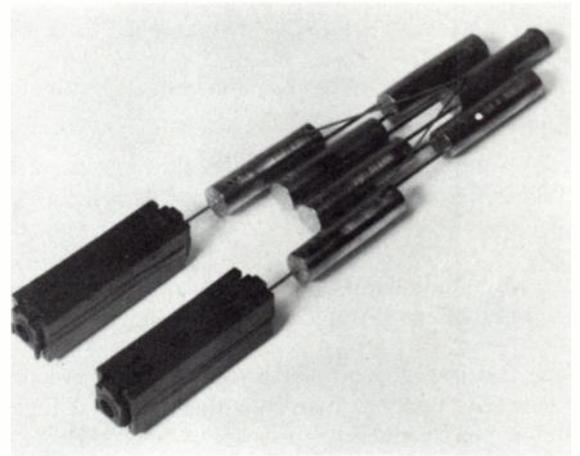


Fig. 13.

Les coupleurs C2, C4, C6 et C8 sont en  $0,35\lambda$  et les coupleurs C3 et C7 sont en  $0,15\lambda$ . Les transducteurs utilisés sont du type à ferrite magnétostrictif [16] et font partie intégrante du filtre.

Le tableau I donne les valeurs lorsque seules les longueurs des coupleurs quart d'onde sont modifiées. (Une autre façon de faire eut été par exemple de conserver la longueur des coupleurs quart d'onde et de ne modifier que la longueur des coupleurs trois quart d'onde.)

TABLEAU I

	$\rho$	$z$		$\rho$	$z$
R1	0,5	0,04036405	C1	0,25	1,231982
R2	0,497882	—	C2	0,35	2,189445
R3	0,500186	—	C3	0,15	2,013493
R4	0,500421	—	C4	0,35	2,459827
R5	0,496405	—	C5	0,75	10,670697
R6	0,500757	—	C6	0,35	2,568705
R7	0,500509	—	C7	0,15	1,814532
R8	0,497949	—	C8	0,35	2,261700
R9	0,5	—	C9	0,75	5,890282
			C10	0,25	1,231982

Les mesures effectuées sur des filtres prototypes ont permis de retrouver les résultats inscrits sur les figures 9, 10 et 11.

4. CONCLUSION

Introduire des pôles d'affaiblissement dans les filtres électromécaniques procure un avantage certain en ce qui concerne les qualités électriques. Cet avantage n'est-il pas contrecarré par un inconvénient? En particulier quelle est la sensibilité aux variations des composants d'un filtre électromécanique avec pôles par rapport à un filtre sans pôle? Les essais qui ont été effectués dans un cas particulier permettent d'apporter une réponse nuancée à cette question : dans la bande passante du filtre, la sensibilité est du même ordre de grandeur pour les deux types de filtre alors que dans la bande coupée le filtre sans pôle est légèrement moins sensible.

Bibliographie

- [1] BÖRNER M. — Mécanische Filter mit Dämpfungspolen. *A.E.U.*, 1963, Vol. 17, Mars, pp. 103-107.
- [2] JOHNSON R. A. — A mechanical Filter Having general. Stopband characteristics. *IEEE Trans. on Sonics and Ultrasonics*, vol. SU 13, n° 2, Juillet 1966, pp. 41-48.
- [3] JOHNSON R. A., BÖRNER M. and KONNO M. — Mechanical filters — a review of progress. *IEEE Trans. Sonics Ultrason*, Vol. SU 18, Juillet 1971, pp. 155-170.
- [4] SHEAHAN D. F. et JOHNSON R. A. — Crystal and mechanical filters. *IEEE Trans. Circuits and Systems*, Vol. CAS 22, Février 1975, pp. 69-89.
- [5] KOHLHAMMER Bernd et SCHÜBLER H. — Berechnung allgemeiner mechanischer Koppelfilter mit Hilfe von äquivalenten Schaltungen aus konzentrierten elektrischen Schaltelementen. *Wiss. Ber. AEG-Telefunken*, 41, 1968, 3, pp. 150-159.
- [6] JOHNSON R. A. — The design of mechanical filters with bridged resonators. *IEEE Proc. « 75 ISCAS »*, pp. 313-316.
- [7] NAKAUCHI Yoshio. — A synthesis of parallel ladder circuits using equivalent transformation techniques. *IEEE Proc. « 75 ISCAS »*, pp. 305-308.
- [8] JOHNSON R. A. — Mechanical bandpass filters in *Modern filter Theory and Design*, edited by G. C. TEMES et S. K. MITRA. John Wiley and Sons, New York, 1973.
- [9] BISE Donald L. — Mechanical Filter with attenuation poles on both sides of pass band. US Patent 3439295 du 15.4.1969.
- [10] ALLEMANDOU P. — Les filtres de synthèse. *Câbles et Transmission*, n° 4, Octobre 1970, pp. 309-339.
- [11] TEMES G. C. — US Patent 3725823 du 3.4.73 Asymmetrical loss — Pole Mechanical Filter.
- [12] YANO T., FUTAMI T. et KANAZAWA S. — New Torsional mode electromechanical channel Filter, 1974. *IEEE European Conf. on Circuit Theory and Design* (London), July 1974.
- [13] BOSCH R., COLLOMBAT F. et LOYEZ P. — Application de nouvelles technologies de filtrage à un système à 12 voies. *Câbles et Transmission*, 27° A, n° 1, Janv. 1973, pp. 103-125.
- [14] BOSCH R. et LOYEZ P. — Design of an electromechanical filter at 128 kHz in a two step modulation system. *Proc. 1974, IEEE Int. Symp. on Circuits and Systems*, pp. 111-114.
- [15] ALLEMANDOU P. et BEAUDET D. — Brevet français, n° 77-20396 déposé le 1.7.77.
- [16] BEAUDET D. — Un transducteur magnétostrictif. *L'Onde électrique* (ce numéro).

ANNEXE

Équivalences de doublet

Un doublet est par définition l'ensemble constitué par un résonateur, un coupleur et un résonateur.

1. Cas où le coupleur n'est pas fixé aux extrémités des résonateurs.

Soit un coupleur quart d'onde (ou trois quart d'onde) de section S inséré entre les deux extrémités de deux résonateurs (fig. A1). Si on fixe ce coupleur aux points P et P' (fig. A2), il faudra modifier la section du coupleur qui deviendra S' telle que

$$S' = S / \left( \cos^2 \frac{\pi c}{l} \right)$$



Fig. A1.

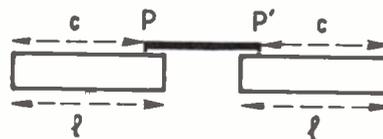


Fig. A2.

2. Équivalence permettant de modifier la longueur des coupleurs (quart d'onde ou trois quart d'onde).

Soit un doublet mécanique représenté figure A3 comprenant un résonateur (1) d'impédance  $z_1$  et de longueur  $\rho_1 \lambda$  ( $\rho_1$  étant proche de 0,5), un coupleur (2) de longueur  $0,25 \lambda$  (ou  $0,75 \lambda$ ) et d'impédance  $z_2$ , un résonateur (3) d'impédance  $z_3$  et de longueur  $\rho_3 \lambda$  ( $\rho_3$  proche de 0,5). On suppose que les impédances sont inversement proportionnelles aux sections.



**P. ALLEMANDOU,**  
Ancien élève de l'École Polytechnique, Ingénieur au laboratoire de recherches de la SAT.



**D. BEAUDET,**  
Ingénieur EEMI et IEG, Ingénieur au laboratoire de recherches de la SAT.

Société anonyme de télécommunications, 41, rue Cantagrel, 75624 Paris Cedex 13 (tél. 584-14-14).

On se propose de déterminer le doublet équivalent lorsqu'on modifie la longueur du coupleur (2) qui devient (fig. A4) un coupleur (2') de longueur  $\rho'_2$  donnée et d'impédance  $z'_2$ .

Soient alors  $z'_1$  et  $\rho'_1$ ,  $z'_3$  et  $\rho'_3$  les impédances et longueurs respectives des résonateurs (1') et (3') qui se substituent alors aux résonateurs (1) et (3). Les éléments des résonateurs (1') et (3') et du coupleur (2') sont déterminés par les relations :

$$z'_2 = \frac{z_2}{|\sin 2\pi\rho'_2|}$$

$$\rho'_1 = \frac{\rho_1}{\sqrt{1 - \frac{4\rho_1 z_1}{\pi z_2} \cos 2\pi\rho'_2}}$$

$$z'_1 = \frac{z_1}{\sqrt{1 - \frac{4\rho_1 z_1}{\pi z_2} \cos 2\pi\rho'_2}}$$

$$\rho'_3 = \frac{\rho_3}{\sqrt{1 - \frac{4\rho_3 z_3}{\pi z_2} \cos 2\pi\rho'_2}}$$

$$z'_3 = \frac{z_3}{\sqrt{1 - \frac{4\rho_3 z_3}{\pi z_2} \cos 2\pi\rho'_2}}$$

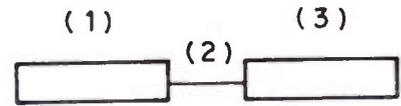


Fig. A3.

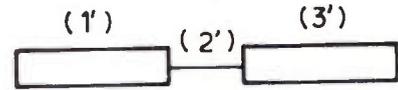


Fig. A4.

3. Cas où l'axe du coupleur fait un angle avec l'axe des résonateurs.

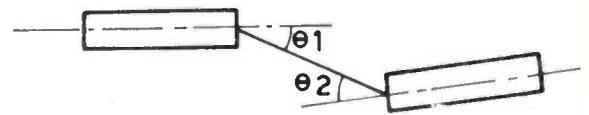


Fig. A5.

Le doublet de la figure A5 est équivalent au doublet de la figure A1 à condition de modifier la section du coupleur qui doit être alors  $S'$  telle que :

$$S' = S / (\cos \theta_1 \cdot \cos \theta_2).$$

# Mesures précises d'affaiblissement en dessous de 5 MHz : Quelle méthode choisir ?

par P. PAKAY <sup>(1)</sup>

Les méthodes de mesures précises d'affaiblissement en dessous de 5 MHz existent, la présente étude les passe en revue. Le problème de leur mise en œuvre se pose essentiellement en termes de moyens.

## SUMMARY

### Accurate measurements methods of attenuation at frequencies below 5 MHz,

The methods usually used for attenuators calibration, on the one hand in the audio frequency range, on the other hand at frequencies above 5 MHz, cannot directly apply for frequencies located between those two ranges.

The author, after a detailed review of the attenuation measurement methods proper characteristics, investigates the ways of setting-up a calibration stand working at frequencies below 5 MHz. Implementation of an attenuation standard working in that frequency range proving difficult, the author makes a study of modifications to provide to measurement methods using usual attenuation standards with the intention of applying them in the chosen frequency range.

## 1. INTRODUCTION

Les méthodes usuelles de mesure d'affaiblissement dans la bande de fréquence radioélectrique ont leur limite inférieure de fréquence située bien au-dessus de 1 MHz. D'autre part, les méthodes utilisées en basse fréquence ne conviennent pas dans la gamme de fréquences radioélectriques. Cependant, les services des télécommunications et les industries correspondantes ont besoin, pour mesurer les pertes dans les câbles, d'étalonnages précis d'affaiblisseurs aussi bien aux fréquences acoustiques qu'aux fréquences radioélectriques. La difficulté à résoudre ce problème est plutôt technique que théorique. Elle est due au fait qu'il n'existe pas d'étalons d'affaiblissement dans la bande de fréquence correspondante. Sans parler des affaiblisseurs à lame tournante, les affaiblisseurs à onde évanescence commerciaux ne peuvent être utilisés au-dessous de 1 MHz en raison des problèmes d'encombrement alors que les diviseurs résistifs et inductifs perdent leur précision au-dessus de quelques dizaines de kilohertz par suite de l'effet des impédances parasites. Pour combler cette lacune, il faut, ou bien réaliser un étalon d'affaiblissement dans la bande de fréquence considérée, ou bien transposer la mesure par un moyen convenable dans la bande de fréquence des étalons d'affaiblissement existants.

Avant d'examiner les diverses solutions possibles, nous rappellerons brièvement les principes généraux des méthodes de mesure d'affaiblissement.

## 2. PRINCIPES GÉNÉRAUX DES MÉTHODES DE MESURE D'AFFAIBLISSEMENT

On peut classer comme suit ces méthodes :

- méthode fondée sur les mesures de puissance,

- méthode de substitution,
- méthode d'auto étalonnage,
- méthode fondée sur des mesures d'impédance,
- autres méthodes.

**A. La détermination d'un affaiblissement à partir de mesures de puissance** s'effectue conformément à la définition de l'affaiblissement. La dynamique obtenue par une telle méthode est limitée à environ 20 dB en un seul échelon, en raison de la valeur minimale et maximale de la puissance qui peut être mesurée avec une précision suffisante. Toutefois, dans une version plus élaborée (source stabilisée, monture bolométrique en enceinte thermostatée etc.) elle permet d'obtenir une grande précision et une excellente résolution (de l'ordre de 0,001 dB) dans une bande de fréquence étendue [1, 2] (annexe 1).

### B. Méthode de substitution.

Parmi les méthodes précises de mesure d'affaiblissement, celles utilisant une substitution sont les plus répandues. Dans ces méthodes, on compare l'affaiblisseur inconnu à un affaiblisseur de référence.

Selon la fréquence de fonctionnement de l'étalon d'affaiblissement, on peut avoir :

- une substitution en courant continu,
- une substitution à fréquence acoustique,
- une substitution à fréquence intermédiaire,
- une substitution directe à fréquence radioélectrique.

1. La méthode de substitution en courant continu peut être utilisée du courant continu jusqu'aux hyperfréquences. Étant donné que cette méthode utilise un élément quadratique pour la mesure de puissance, la dynamique est limitée de la même manière que pour la méthode par mesure de

<sup>(1)</sup> L'auteur, Peter Pakay (Office national des Mesures, Hongrie) a rédigé cet article à l'occasion d'un stage effectué au LCIE en 1976, sous la responsabilité de M. J. Blouet, Chef de Division Métrologie électrique.

puissance. Avec un tel système, une précision de l'ordre de 0,01 dB peut être obtenue jusqu'à 20 dB [3] (annexe 2).

2. Les méthodes de substitution à fréquence acoustique comprennent tous les systèmes utilisant des affaiblisseurs étalons en basse fréquence à savoir :

- la méthode bolométrique,
- la méthode utilisant une sous porteuse modulée,
- la méthode superhétérodyne à fréquence acoustique.

a) La méthode bolométrique possède une excellente précision et une excellente résolution (0,001 à 0,01 dB), mais sa dynamique est limitée à 20 dB seulement en un seul échelon.

Le domaine de mesure est limité du côté des signaux de faible amplitude par l'effet du bruit, et du côté des signaux de forte amplitude par l'écart entre la caractéristique du bolomètre utilisé et la loi quadratique idéale.

La bande de fréquence utilisable s'étend de quelques mégahertz (fréquence minimale nécessaire pour assurer une séparation suffisante entre la fréquence porteuse et la fréquence de modulation) à 18 GHz (fréquence limite d'utilisation des bolomètres actuels) [4] (annexe 3).

b) La méthode utilisant une sous-porteuse modulée permet d'effectuer des mesures jusqu'à 50 dB avec une précision de 0,05 à 0,1 dB.

Les principaux facteurs affectant la précision sont la linéarité du mélangeur, la sensibilité du détecteur et la présence d'un signal parasite à la fréquence de modulation. La méthode est utilisable de 100 kHz jusqu'aux hyperfréquences. Mais l'inconvénient qu'elle présente est de nécessiter une technique de mesure relativement complexe [5, 6] (annexe 4).

c) La méthode superhétérodyne à 10 kHz semble présenter de grands avantages étant donné qu'elle combine l'excellente possibilité de résolution de la méthode par substitution à fréquence acoustique et la grande dynamique de la méthode superhétérodyne. La méthode a été élaborée au NRC (Canada) qui annonce une précision meilleure que 0,01 dB au-dessous de 60 dB à 10 GHz [7] (annexe 5).

Les principales erreurs proviennent de la linéarité du mélangeur, de la sensibilité du détecteur et des interactions entre les différents canaux. Les exigences concernant la stabilité en fréquence des générateurs sont d'autant plus sévères que la fréquence intermédiaire est plus basse. En choisissant la fréquence usuelle de 1 kHz utilisée pour les étalons basse fréquence, la méthode peut être appliquée au-dessus de 100 kHz.

3. La substitution à fréquence intermédiaire est peut-être la plus fréquemment utilisée de toutes les méthodes de mesure d'affaiblissement en raison de ses caractéristiques intéressantes : grande dynamique tant en fréquence qu'en affaiblissement et précision élevée. La précision des mesures dépend essentiellement de la réalisation effective du dispositif de mesure lui-même. La partie principale de ce dispositif est l'affaiblisseur de référence à fréquence intermédiaire qui est presque exclusivement toujours constitué par un affaiblisseur à piston fonctionnant en deçà de sa fréquence de coupure.

Pour des raisons pratiques de fabrication, il fonctionne principalement entre 5 et 60 MHz. La précision généralement atteinte est égale à 0,01 dB par 10 dB ; mais, avec une réalisation mécanique soignée, la précision peut être améliorée d'un ordre de grandeur. Le désavantage des affaiblisseurs à piston est leur perte d'insertion relativement élevée (au moins 25 dB). La dynamique de mesure est limitée, par la linéarité du mélangeur, par la possibilité de résolution du détecteur associé au dispositif et par la précision du système de lecture du déplacement du piston.

La fréquence minimale d'utilisation est limitée par l'aptitude de la partie à fréquence intermédiaire à séparer le signal utile du signal provenant de l'oscillateur de changement de fréquence, les fréquences de ces deux signaux tendant à se rapprocher lorsque la fréquence du signal utile diminue. Avec une fréquence intermédiaire de 30 MHz par exemple, il faudrait, pour effectuer une mesure à 100 KHz, régler la fréquence de l'oscillateur de changement de fréquence à 30,1 MHz. Avec un tel dispositif, la fréquence minimale de mesure est usuellement de 5 MHz [6, 9] (annexe 6).

4. La méthode par substitution directe conduit à la plus grande dynamique de mesure de tous les systèmes de mesure d'affaiblissement (des mesures ont été effectuées jusqu'à plus de 140 dB) car un changement de fréquence n'est pas nécessaire. L'inconvénient vient du fait que la fréquence de mesure dépend essentiellement de la fréquence de fonctionnement de l'affaiblisseur étalon. La précision est déterminée par l'affaiblisseur étalon et les caractéristiques du détecteur. Les affaiblisseurs étalons couramment utilisés sont les suivants :

- affaiblisseur à lame tournante sur guide d'ondes,
- affaiblisseur à piston en haute fréquence,
- diviseur de tension en basse fréquence [10] (annexe 7).

### C. Méthodes d'auto-étalonnage.

Ces méthodes n'ont pas une grande importance car leur précision est relativement réduite. L'exécution d'une mesure soulève un certain nombre de problèmes techniques (par exemple les interactions entre les différents canaux) et l'erreur peut atteindre 0,5 dB pour la mesure d'un affaiblissement de 20 dB [11] (annexe 8).

### D. Méthodes basées sur les mesures d'impédances.

C'est une méthode qui est généralement utilisée en hyperfréquence. La précision de l'étalonnage des affaiblisseurs est limitée par la difficulté de mesurer les valeurs extrêmes des rapports d'ondes stationnaires quand les affaiblissements sont faibles ou au contraire, élevés. La précision de mesure est comprise entre 0,01 et 0,1 dB avec une dynamique d'environ 20 dB [12, 13] (annexe 9).

### E. Autres méthodes.

Parmi les autres méthodes existantes, on a retenu celle utilisant une cellule à Squid qui, bien qu'encore à l'étude, donne des premiers résultats encourageants. L'étalonnage a été effectué au-delà de 60 dB avec une limite de l'erreur estimée à 0,03 dB à 30 MHz. Cette méthode peut être facilement adoptée dans les laboratoires ayant une certaine

expérience des mesures de tension par effet Josephson. Elle est théoriquement indépendante de la fréquence : donc un seul dispositif de mesure peut être utilisé depuis le courant continu jusqu'à 1 GHz [14] (annexe 10).

### 3. ÉTALONS D'AFFAIBLISSEMENT

Ainsi qu'il a été mentionné précédemment, une des possibilités pour résoudre le problème des mesures d'affaiblissement en basse fréquence, est de créer un affaiblisseur à ces fréquences et d'appliquer la méthode de substitution directe. Examinons cette possibilité.

Si on considère le cas d'un étalon d'affaiblissement, ses caractéristiques doivent pouvoir être déterminées directement, par exemple par le calcul à partir de ses dimensions géométriques. Dans cet esprit, un affaiblisseur à piston, un affaiblisseur à lame tournante et un diviseur de tension inductif peuvent être considérés comme des affaiblisseurs étalons. Cependant, très souvent sous l'appellation affaiblisseur étalon, on inclut n'importe quel élément de précision et de grande stabilité dont l'étalonnage peut être effectué par comparaison à un affaiblisseur étalon (par exemple un affaiblisseur à résistance).

#### A. Affaiblisseur à piston [8, 15, 16, 17].

C'est un tronçon de guide d'ondes fonctionnant à une fréquence en-dessous de sa fréquence de coupure. Donc, l'intensité du champ électrique dans le guide décroît exponentiellement le long de l'axe longitudinal de ce guide d'ondes.

Le mode de propagation présentant le plus petit taux de décroissance est appelé le mode dominant et est utilisé dans la plupart des affaiblisseurs à piston (pour les guides d'ondes circulaires par exemple avec une excitation inductive c'est le mode  $TE_{11}$ ).

Le taux de décroissance de l'affaiblissement peut être calculé approximativement à partir de la relation suivante :

$$A = \frac{P_{11}}{a} \times \sqrt{1 - \frac{\delta}{a} - \left(\frac{f}{f_c}\right)^2}$$

Dans cette relation,

$\delta$  est l'épaisseur de peau du guide d'ondes =  $\frac{1}{\sqrt{\pi\mu f\sigma}}$

$f_c$  est la fréquence de coupure :  $P_{11} \times \frac{c}{2\pi a}$ ,

$P_{11}$  est une constante déterminée par les fonctions de Bessel.

Pour le mode  $TE_{11}$  d'un guide d'ondes circulaire,

$P_{11} = 1,841\ 183\ 78$ ,

$a$  est le rayon du guide d'ondes,

$f$  est la fréquence de fonctionnement,

$\mu$  est la perméabilité du guide d'ondes,

$\sigma$  est la conductivité du guide d'ondes,

$c$  est la vitesse de propagation en espace libre.

Pour obtenir une bonne précision, il est souhaitable que les corrections du 1<sup>er</sup> et du 2<sup>e</sup> ordre puissent être négligées. Ceci est relativement facile, s'agissant des corrections du 2<sup>e</sup>

ordre. Un guide d'ondes de quelques centimètres de diamètre, facile à usiner, présente une fréquence de coupure de l'ordre du gigahertz ; avec une fréquence de fonctionnement de quelques mégahertz (habituellement comprise entre 5 et 60 MHz), la correction quadratique est de l'ordre de 0,001 dB par 10 dB. Par contre, la correction linéaire calculable résultant de la conductivité finie des parois du guide d'ondes est égale à environ 0,02 dB par 10 dB dans le cas du fonctionnement précédent, mais l'erreur sur cette correction résultant de la connaissance de la conductivité des parois du guide d'ondes en haute fréquence n'excède pas 0,0005 dB par 10 dB.

Il y a également d'autres sources d'erreur telles que la précision sur le système de lecture du déplacement du piston, la précision sur le diamètre du guide d'onde, etc. qui sont également de l'ordre de 0,0001 à 0,0005 dB par 10 dB. Ces erreurs ne dépendent pas de la fréquence.

Par contre, l'erreur dépendant de la conductivité finie des parois du guide d'onde croît quand la fréquence décroît et, en dessous de 1 MHz, devient le facteur prépondérant de l'erreur globale. A 100 kHz, pour le même guide d'ondes que celui envisagé précédemment, ayant un diamètre de quelques centimètres, ce type d'erreur peut atteindre 0,002 à 0,004 dB par 10 dB. Pour compenser l'effet de peau, on pourrait choisir un diamètre plus grand pour le guide d'ondes ; mais cela entraînerait des inconvénients du fait d'une augmentation de la taille de l'affaiblisseur à piston. La réalisation de bobines d'excitation et de réception fonctionnant à plus basse fréquence, ainsi que des systèmes d'adaptation d'impédances, demandent des études complémentaires.

#### B. Affaiblisseur à lame tournante [18].

Ce sujet sera traité brièvement car ce type d'atténuateur est caractéristique des éléments micro-ondes. Il est composé de 2 transitions de guide d'ondes rectangulaire-guide d'ondes circulaire, d'une part à son entrée, d'autre part à sa sortie, et en sa partie médiane d'un tronçon de guide d'ondes circulaire fonctionnant avec le mode  $TE_{11}$ . Dans le tronçon de guide d'ondes circulaire se trouve une lame tournante recouverte d'un film résistif.

En théorie, l'affaiblissement  $A$  dépend uniquement de l'angle ( $\theta$ ) entre la lame et la direction perpendiculaire à celle du champ électrique dans le guide d'ondes et peut être calculé par la relation :

$$A_{dB} = 40 \log_{10} \cos \theta.$$

Ce principe présente une résolution élevée et une bonne précision pour des mesures de faibles affaiblissements (meilleurs que 0,01 dB). Au-delà de 50 dB, les problèmes mécaniques d'alignement deviennent de plus en plus importants, limitant la dynamique de fonctionnement de l'affaiblisseur.

En dessous de 1 GHz, les affaiblisseurs à lame tournante sont difficilement utilisables, en raison de leurs grandes dimensions.

#### C. Diviseurs de tension [19].

Ces éléments sont de préférence utilisés dans la gamme des fréquences audibles pour les comparaisons d'inductances, de résistances et de capacités où ils permettent d'obtenir, avec

une très grande précision, les multiples et sous-multiples des grandeurs précédentes. En particulier, une très grande précision peut être obtenue avec les diviseurs inductifs (une précision des rapports meilleure que  $10^{-7}$ ). La méthode d'autoétalonnage des diviseurs (méthode pas à pas utilisant 1 ou 2 transformateurs auxiliaires pour la détection de l'erreur sur le rapport) est déjà élaborée : elle assure une précision suffisante égale à environ  $10^{-7}$ - $10^{-8}$  [20] (fig. 1).

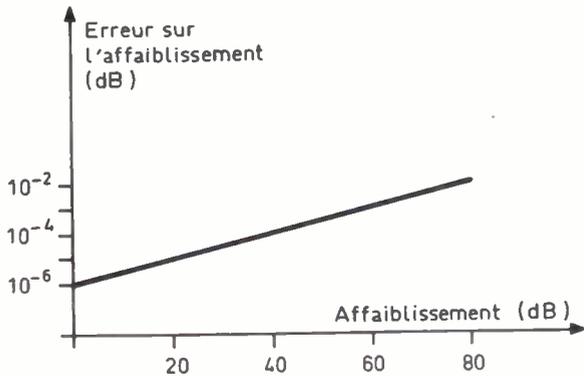


Fig. 1. — Erreur sur le rapport de division exprimée sous la forme de l'erreur sur l'affaiblissement déduit du rapport de division, en fonction de l'affaiblissement.

L'erreur sur le rapport peut être diminuée en connectant 2 diviseurs en cascade.

Cette erreur est la résultante de différentes sources d'erreurs telles que :

- fuites inégales dans les inductances des différents enroulements,
- inégalité des résistances des conducteurs,
- charge interne due aux admittances distribuées entre les différents enroulements,
- inégalité de la valeur du flux magnétique des noyaux des 10 sections composant le diviseur,
- inhomogénéité magnétique des différents noyaux.

Les erreurs mentionnées ci-dessus varient à la fois avec la fréquence et la tension. Suivant le type de diviseur, le domaine optimal de fonctionnement est compris entre 400 et 2 000 Hz. Avec l'utilisation de noyaux à haute permittivité, d'une technologie moderne de bobinage et d'isolation,

l'erreur sur le rapport peut être meilleure que  $10^{-7}$  même pour des diviseurs disponibles commercialement.

L'augmentation de la fréquence de fonctionnement rend de plus en plus significatif l'effet des admittances parasites entre le bobinage et le noyau ainsi qu'entre le bobinage et les différents écrans (actuellement, l'erreur sur le rapport est donnée comme étant proportionnelle au carré de la fréquence).

La précision du rapport de certains diviseurs inductifs disponibles commercialement à 100 kHz (par exemple Dynatronics, Singer) est meilleure que  $10^{-5}$ .

Cependant, avec le développement rapide de la technologie, on peut s'attendre à une extension vers les fréquences de l'ordre du mégahertz en ce qui concerne d'une part la réalisation de tels diviseurs inductifs et d'autre part, l'étalonnage de ces mêmes diviseurs. Ces diviseurs inductifs ont également d'autres caractéristiques intéressantes telles que : une grande impédance d'entrée, une faible impédance de sortie, une faible perte d'insertion, une variation de phase négligeable et une stabilité à long terme excellente.

#### 4. MÉTHODES DE MESURES D'AFFAIBLISSEMENT UTILISABLES DANS LA BANDE DE FRÉQUENCE INFÉRIEURE À 5 MHz.

Comme on peut le constater dans ce qui précède, la réalisation d'étalons primaires d'affaiblissement dans la bande de fréquence considérée — au-delà des fréquences acoustiques et en-deçà de la haute fréquence — rencontre actuellement de nombreuses difficultés techniques. Pour résoudre les problèmes de mesure d'affaiblissement en basse fréquence, il semble plus raisonnable d'appliquer une version modifiée de méthodes de mesure précise d'affaiblissement utilisant un étalon d'affaiblissement traditionnel.

##### A. Méthode de substitution à fréquence intermédiaire avec un double changement de fréquence (fig. 2).

Cette méthode est analogue à la méthode de substitution à fréquence intermédiaire (§2.3 et annexe 6) le signal provenant

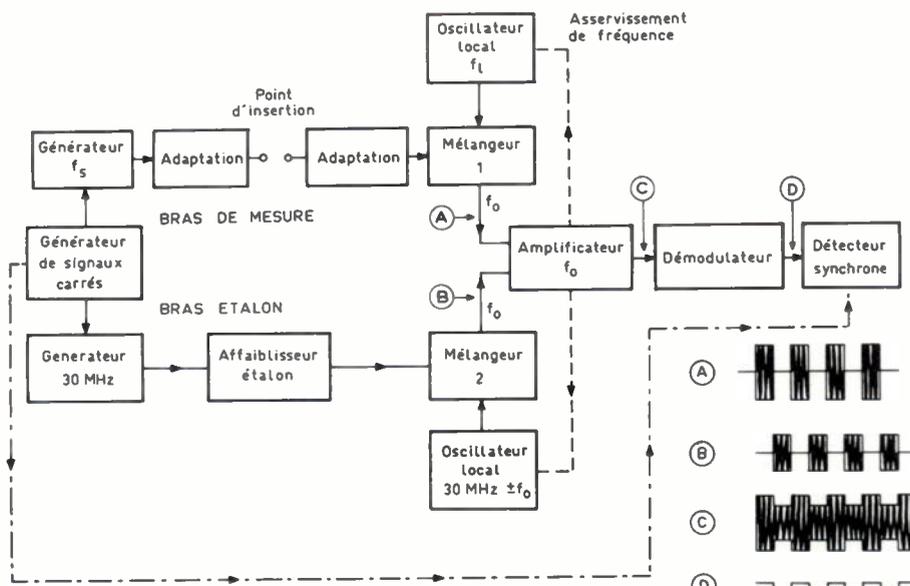


Fig. 2. — Substitution à fréquence intermédiaire avec double changement de fréquence.

du bras mesure étant toutefois transposé à une fréquence intermédiaire  $f_0$ , nettement inférieure à 30 MHz; elle en diffère par l'utilisation d'un oscillateur et d'un mélangeur supplémentaires au moyen desquels le signal provenant du bras étalon, usuellement à 30 MHz, est transposé de la même manière à la fréquence  $f_0$ . Les signaux provenant des deux bras, à la même fréquence  $f_0$  mais modulés en opposition de phase, sont appliqués à un amplificateur accordé, puis à un détecteur synchrone.

A ces différences près, la méthode repose sur les mêmes principes que la méthode de substitution à fréquence intermédiaire utilisée normalement.

Il est commode d'utiliser comme seconde fréquence intermédiaire une fréquence comprise entre 20 ou 30 kHz, ce qui permet des mesures d'affaiblissement comprises entre 100 kHz et 10 MHz.

L'intérêt de cette méthode est qu'elle permet d'utiliser un système de mesure identique à celui de la technique de substitution à fréquence intermédiaire, avec le même affaiblisseur à piston, en ajoutant seulement un oscillateur local supplémentaire ainsi qu'un mélangeur et un amplificateur. En ce qui concerne sa gamme de fréquence et sa précision, il a pratiquement les mêmes caractéristiques que le système usuel de mesure à fréquence intermédiaire.

### B. Méthode superhétérodyne en basse fréquence (fig. 3).

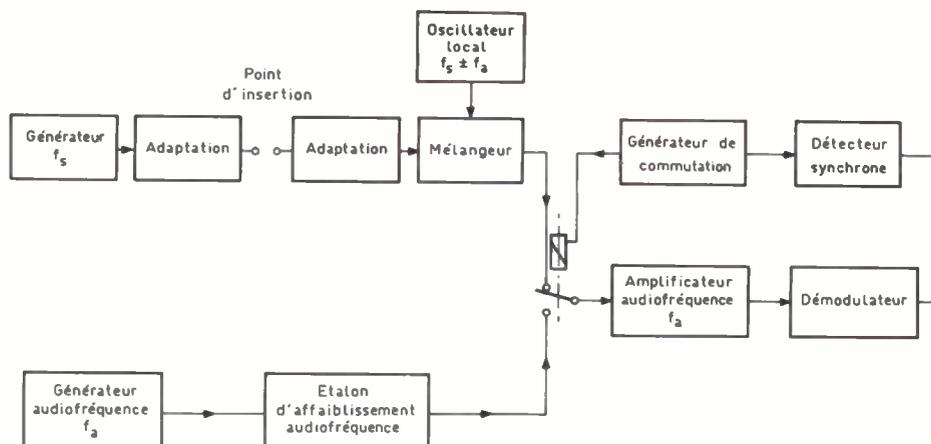


Fig. 3. — Méthode superhétérodyne en basse fréquence.

Cette technique de mesure d'affaiblissement est identique à celle mise en œuvre dans la méthode de substitution à fréquence intermédiaire, excepté que la fréquence intermédiaire est beaucoup plus basse (fréquence acoustique par exemple). Ceci permet d'utiliser un diviseur de tension de précision comme affaiblisseur étalon, qui, en plus de sa très grande précision et de sa possibilité d'adaptation d'impédance, a l'avantage de présenter une faible perte d'insertion. Avec une fréquence intermédiaire comprise entre 1 et 10 kHz, les mesures d'affaiblissement peuvent être obtenues dans une gamme de fréquences comprise entre 100 kHz et quelques Mégahertz. En raison de la fréquence intermédiaire relativement basse, un commutateur de prélèvement est préférable à une modulation par signaux carrés.

Avec cette méthode, on peut obtenir une dynamique identique (au-delà de 60 dB) et une précision meilleure

(meilleure que 0,01 dB par 10 dB) qu'avec la technique de substitution à fréquence intermédiaire habituellement utilisée.

### C. Méthode par substitution directe.

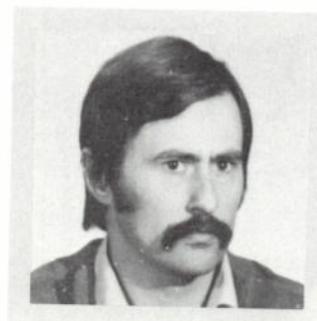
En vue de simplifier l'étalonnage — mais avec une précision moindre — on peut également appliquer dans la gamme de fréquences précédemment définie, la méthode par substitution directe. Comme atténuateur étalon, on peut utiliser n'importe quel système possédant une stabilité et une résolution suffisantes (par exemple, l'atténuateur variable Siemens qui possède une résolution de 0,01 dB et une stabilité à long terme excellente du courant continu jusqu'à la haute fréquence) et dont la précision peut être déterminée par comparaison à un étalon primaire au moyen d'une des méthodes décrites ci-dessus.

D. Enfin, on peut prendre en compte également la méthode dite du « Squid » comme méthode d'avenir pour les mesures précises d'affaiblissement en basse fréquence, étant donné qu'il n'y a théoriquement aucune influence de la fréquence du continu jusqu'à quelques gigahertz [14, 21].

### 5. CONCLUSION

Dans cette revue, seuls ont été esquissés les principes qui pourraient être pris en considération pour réaliser un banc d'étalonnage des affaiblisseurs dans la bande de fréquences

inférieures à 5 MHz. Parmi les solutions qui ont été envisagées, aucune n'est particulièrement préconisée. La solution que retiendra en définitive un laboratoire dépendra des moyens que celui-ci peut mettre en œuvre pour résoudre les problèmes techniques de constitution d'un banc d'étalonnage permettant d'obtenir la précision qu'il recherche.



P. PAKAY

Ingénieur électricien,  
Docteur en technologie,  
Collaborateur scientifique dans la  
métrologie en haute fréquence de  
l'Office National des Mesures, Hongrie.

LCIE, Division Métrologie Électrique,  
BP n° 8, 92260 Fontenay-aux-Roses (tél. 645.21.84).

## Bibliographie

- [1] ENGEN G. F. and BEATTY R. W. — Microwave attenuation measurements with accuracies from 0,0001 to 0,06 decibel over a range of 0,01 to 50 decibels. *Journal of Research of the NBS*, vol. 64 C, n° 2, p. 139-145, April-June 1960.
- [2] BAYER H. — Der PTB Dämpfungmessplatz zur Bestimmung der Hochfrequenz Leichstungabschwächung im MHz und GHz Bereich. *P.T.B. Besicht PTB-E-2* Dezember 1974.
- [3] STELZRIED C. T., REID M. S. and PETTY S. M. — A precision D.C. potentiometer microwave insertion loss test set. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, vol. IM 15, n° 3, September 1966.
- [4] FINNIE C. J., SCHUSTER D. and OTOSHI T. Y. — A-F ratio transformer technique for precision insertion loss measurements. Jet Propulsion Laboratory-Pasadena, California. Technical Report n° 32-690, November 30, 1964. *19th ISA Conference Proceedings*, vol. 19, 1964, PPart I, Preprint n° 12.6 3-64.
- [5] BLOUET J. — La métrologie en haute fréquence. *Revue Générale de l'Électricité*, tome 78, n° 4, p. 392-397, Avril 1969.
- [6] LITTLE W. E. — Further analysis of the modulated subcarrier technique of attenuation measurements. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, vol. IM 13, p. 71-76, June-Sept. 1964.
- [7] CLARK R. F. — Superheterodyne measurement of microwave attenuation at a 10 kHz intermediate frequency. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, vol. IM 18, n° 3, p. 225-231, September 1969.
- [8] HOLLWAY D. L. and KELLY F. P. — A standard attenuator and the precise measurement of attenuation. *IEEE Trans. On Instrumentation and Measurement*, vol. IM 13, p. 33-34, March 1964.
- [9] YELL R. W. — The design of signal sources and receiver for use in a precise microwave attenuation calibrator. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, vol. IM 23, n° 4, p. 371-374, December 1974.
- [10] PULLIAM S. B. — VHF and UHF attenuation measurements to 140 dB. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, vol. IM 18, n° 1, p. 7-15, March 1969.
- [11] DAVIES M. C. — An absolute method for calibrating micro-wave attenuator. *Proc. IEE (London)*, vol. 109 B, Suppl. 23, p. 796-800, May 1962.
- [12] BEATTY R. W. — Determination of attenuation from impedance measurement. *Proc. of the IRE*, vol. 38, n° 8, p. 895-897, August 1950.
- [13] MONTGOMERY C. G. — *Technique of microwave measurements*, Mc Graw-Hill Book Company Inc., 1947.
- [14] ADAIR R. T., SIMMONDS M. B., KAMPER R. A. and HÇER C. A. — R. F. attenuation measurements using quantum interference in super conductors. *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, vol. IM 23, n° 4, p. 375-380, December 1974.
- [15] COOK L. C. — A rack mounted precision waveguide below cut off attenuator with an absolute electronic read out. *NBS report for Jet Propulsion Lab.*, COM-75-10126, November 1974.
- [16] YELL R. W. — Developpement of a high precision wave guide below cut off attenuator. *CPEM, Digest 1972* (IEEE Cat. 72 CHO 630-4, PREC).
- [17] WEINSCHEL B. and SORGER G. U. — Waveguide below cut off attenuation standard. *ACTA IMECO III*, p. 407-424, 1964.
- [18] MANNER P. F. — An absolute microwave attenuator. *IEE n° 3964*, E p. 415-419, September 1962.
- [19] HILL J. J. and DEACON T. A. — Theory, design and measurement of inductive voltage dividers. *Proc. IEE (London)*, vol. 115, n° 5, p. 727-735, 1968.
- [20] WILBUR C. — Sze, An injection method for self, calibration of inductive voltage dividers. *Journal of Research NBS*, vol. 72 C, n° 1, p. 49-59, January, March 1968.
- [21] KAMPER R. A., SIMMONDS M. B., HÇER C. A. and ADAIR R. T. — Measurement of rf power and attenuation using superconducting quantum interference devices. *NBS Technical*, note 643.

## ANNEXE

Principe des méthodes fondamentales de mesure d'affaiblissement.

## 1. Détermination de l'affaiblissement par mesure de la puissance (fig. 4).

Les montures bolométriques [1, 2] sont utilisées respectivement pour la stabilisation en puissance de la source et pour la mesure effective de la puissance. L'affaiblissement est égal à

$$A_{dB} = 10 \log \frac{P_1}{P_2}$$

$P_1$  et  $P_2$  étant les puissances haute fréquence mesurées au moyen de la monture n° 2 avant et après insertion de l'affaiblissement inconnu. L'affaiblissement peut être exprimé en fonction des puissances substituées

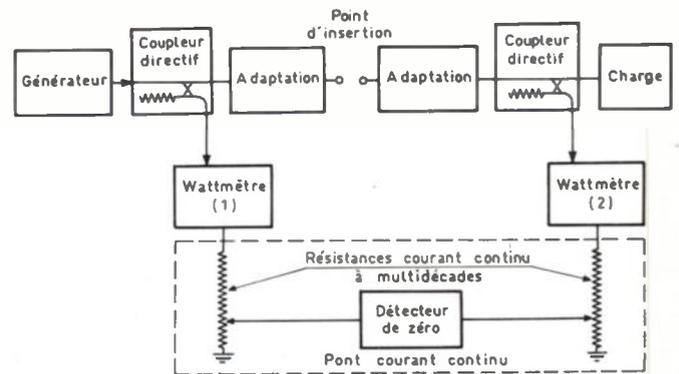


Fig. 4. — Détermination de l'affaiblissement par la mesure de la puissance.

W dans la monture bolométrique, mesurées en courant continu, sans qu'il soit nécessaire de connaître l'efficacité de la monture bolométrique, au moyen de la relation suivante :

$$A_{dB} = 10 \log \frac{W_0 - W_1}{W_0 - W_2}$$

## 2. Méthode de substitution en courant continu (fig. 5).

Cette méthode n'est pas fondamentalement différente de la méthode précédente quant à son principe. Ici la tension de sortie en courant continu du wattmètre [2] est proportionnelle à la puissance d'entrée haute fréquence (pour une certaine gamme de puissances) qui dépend de l'affaiblisseur inséré. Par équilibrage du pont, l'affaiblissement peut être calculé à l'aide du rapport lu sur le potentiomètre à courant continu.

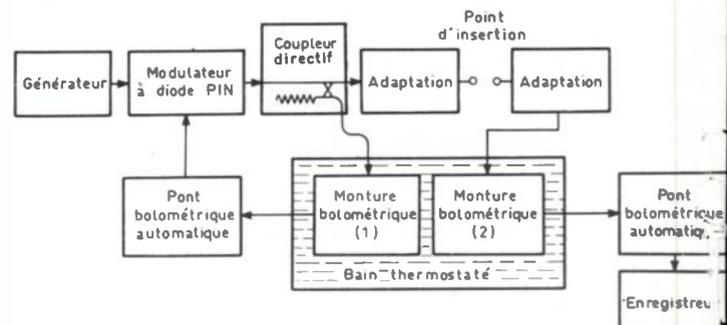


Fig. 5. — Méthode de substitution en courant continu.

## 3. Méthode par substitution en basse fréquence (Méthode bolométrique) (fig. 6).

Dans la zone de fonctionnement du démodulateur linéaire en fonction de la puissance, la variation relative de la puissance à haute fréquence à son entrée est égale à la variation relative de la tension à basse fréquence à sa sortie. Ceci permet de comparer entre eux un affaiblissement en haute fréquence inconnu et un affaiblisseur étalon en basse fréquence.

On utilise de préférence comme détecteur quadratique, des bolomètres à coefficient de température positif et comme étalon en basse fréquence des diviseurs inductifs.

On peut atteindre avec cette méthode une précision de l'ordre de 0,001 dB pour un affaiblissement mesuré de l'ordre de 20 dB.

## 4. Méthode de la sous porteuse modulée (fig. 7).

Le signal à radiofréquence  $f_s$  est divisé en deux parties. Sur la première voie (porteuse), le signal non modulé, d'amplitude  $E_m$  est appliqué au mélangeur après avoir traversé un déphaseur réglable. Sur la deuxième voie (sous porteuse) le signal est d'abord modulé, puis traverse l'affaiblisseur à écouler et est appliqué, avec l'amplitude  $E_{sp}$  au même mélangeur.

Si  $E_{sp} \ll E_p$  le signal de sortie du mélangeur peut être exprimé par :

$$E_{sp} \cos(\omega_m) \cdot \cos \varphi$$

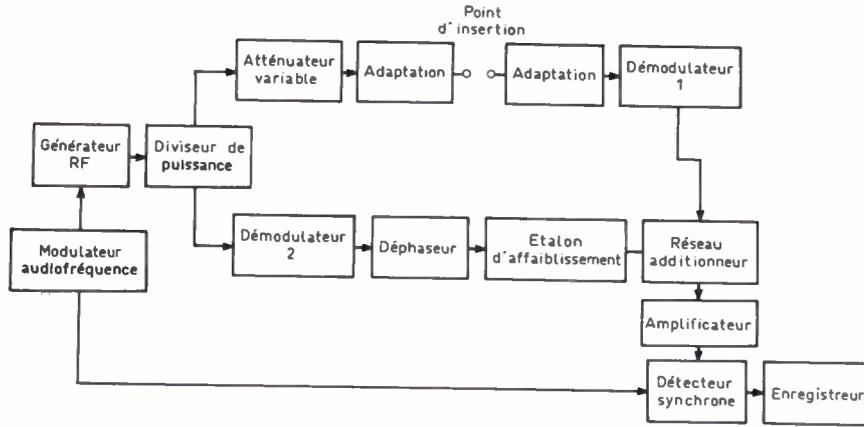


Fig. 6. — Méthode par substitution en basse fréquence.

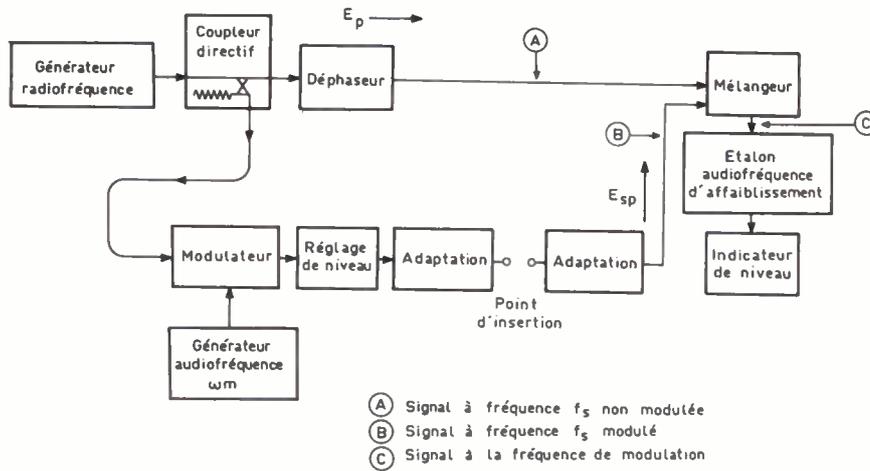


Fig. 7. — Méthode de la sous-porteuse modulée.

où  $\omega_m$  est la pulsation de la fréquence de modulation  $\varphi$  est la différence de phases entre les signaux des canaux de la porteuse et de la sous-porteuse (de préférence  $\varphi = 0$ ). Donc le niveau de sortie basse fréquence du mélangeur est proportionnel au niveau du canal de la sous-porteuse. Ceci étant, la fréquence de mesure est convertie en une basse fréquence et l'affaiblisseur inconnu peut être comparé à un affaiblisseur étalon en basse fréquence.

5. Méthode superhétérodyne basse fréquence (fig. 8).

La méthode ainsi décrite allie les avantages d'une part de la méthode par substitution à fréquence intermédiaire, d'autre part de la méthode par substitution en basse fréquence, c'est-à-dire la grande dynamique de mesure de la première et les excellentes précision et résolution de la seconde.

Cette méthode peut être considérée comme une méthode de substitution à fréquence intermédiaire, cette fréquence intermédiaire étant en fait une fréquence acoustique. Pour maintenir constante cette fréquence intermédiaire relativement basse, il faut cependant utiliser des générateurs d'excellente stabilité (stabilisation par quartz, par exemple).

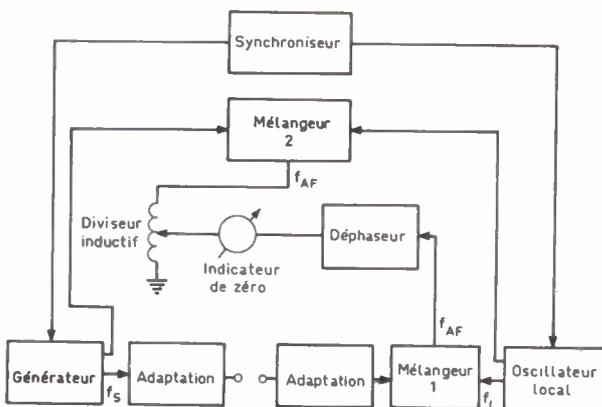


Fig. 8. — Méthode superhétérodyne basse fréquence.

6. Méthode de substitution à fréquence intermédiaire (fig. 9).

A l'aide de cette méthode, le signal à la fréquence de mesure est converti en un signal à une fréquence intermédiaire (fréquence FI) au moyen d'un mélangeur. La substitution étant linéaire dans le mélangeur, l'amplitude du signal à fréquence intermédiaire à la sortie du mélangeur est directement proportionnelle à celle du signal à la fréquence de mesure, on effectue donc la transposition d'un affaiblissement en très haute fréquence en un affaiblissement à une fréquence plus basse. L'affaiblisseur inconnu est donc comparé à un affaiblisseur à fréquence intermédiaire qui dans la plupart des cas est constitué par un affaiblisseur sur guide d'ondes fonctionnant en dessous de sa fréquence de coupure.

Le générateur de signaux carrés permet de moduler à 100 %, d'une part le signal à la fréquence de mesure délivré par le générateur, d'autre part l'oscillateur FI délivrant le signal à la fréquence FI. Les deux signaux, déphasés de 180°, appliqués à l'entrée de l'amplificateur-additionneur FI sont donc également modulés à 100 % à la fréquence du générateur de signaux carrés. L'enveloppe du signal résultant, obtenue à la sortie du détecteur, a donc une amplitude proportionnelle à la différence d'amplitude entre le signal à la sortie du mélangeur et celui obtenu à la sortie de l'affaiblisseur étalon FI. L'annulation de cette enveloppe par le réglage de l'étalon d'affaiblissement indique l'égalité d'amplitude entre ces deux signaux.

7. Méthode par substitution directe (fig. 10).

Dans ce cas, l'affaiblisseur inconnu ainsi que l'affaiblisseur de référence ou l'affaiblisseur étalon fonctionnent dans la même gamme de fréquences. Donc, une modification du niveau de la puissance due à l'affaiblisseur inconnu peut être directement compensée par l'affaiblisseur étalon.

8. Méthode d'auto-étalonnage (fig. 11).

L'affaiblissement étant une grandeur sans dimensions, il est compréhensible que l'on puisse mesurer cette grandeur sans faire appel à un étalon. Cette méthode permet d'étalonner des affaiblisseurs variables sans nécessiter d'étalon d'affaiblissement, en combinant simplement et consécutivement les

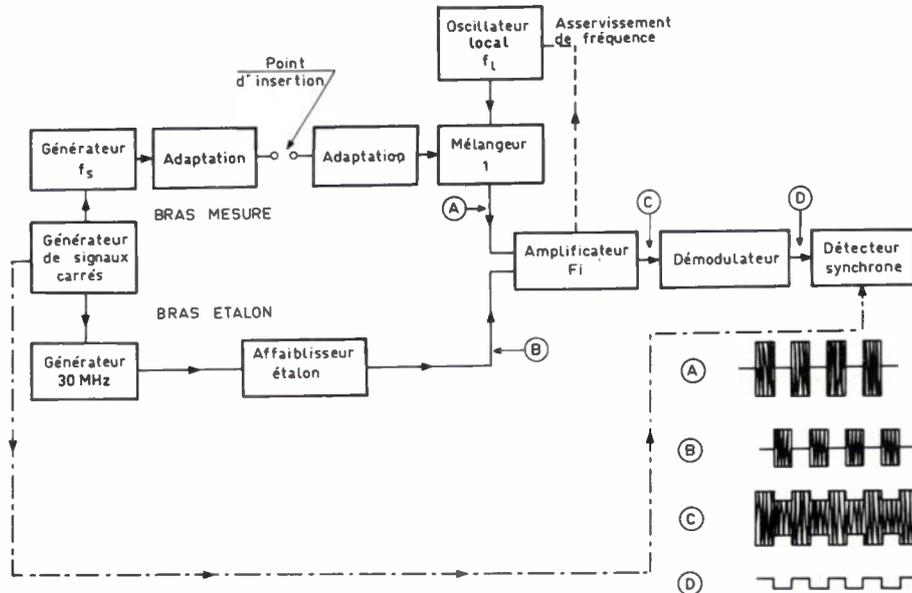


Fig. 9. — Méthode de substitution à fréquence intermédiaire.

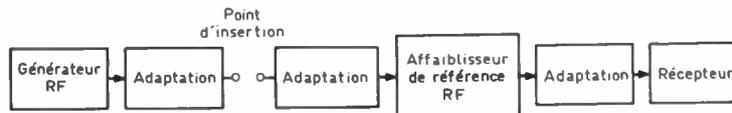


Fig. 10. — Méthode par substitution directe.

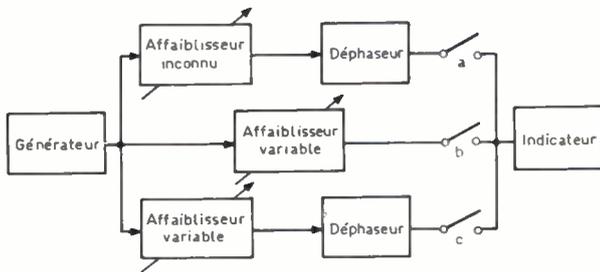


Fig. 11. — Méthode d'auto-étalonnage.

niveaux des 3 canaux *a*, *b* et *c*; ceux-ci étant connectés à un indicateur composé d'un sommateur de tension suivi d'un détecteur de zéro, les différentes étapes de la méthode de mesure sont :

- 1) canaux *a* et *b* fermés, *c* ouvert. On règle l'affaiblisseur variable et le déphaseur de manière à avoir un 0 sur l'indicateur ( $a = -b$ ),
- 2) *a* et *c* fermés, *b* ouvert. A l'aide de l'affaiblisseur et du déphaseur du canal *c*, on ajuste de nouveau ces éléments de manière à avoir un 0 sur l'indicateur ( $a = -c$ ),
- 3) avec les 3 canaux fermés, pour obtenir une indication nulle à la sortie, il est nécessaire d'avoir un affaiblissement dans un rapport 2 (approximativement 6 dB) sur l'affaiblisseur inconnu. De manière identique, les rapports 3/2, 4/3 etc. doivent être étalonnés sur l'affaiblisseur inconnu.

9. Méthode fondée sur les mesures d'impédance.

Par cette méthode, on détermine les différents éléments de la matrice de dispersion et on en déduit l'affaiblissement. Celui-ci peut être écrit sous la forme suivante :

$$A_{dB} = 10 \log \frac{1}{|S_{21}|^2} = 10 \log \frac{1 - |S_{11}|^2}{|S_{21}|^2} + 10 \log \frac{1}{1 - |S_{11}|^2}$$

composante due à l'affaiblissement      composante due à la réflexion

On trouvera ci-dessous un exemple d'application de cette méthode (fig. 12) :

- 1) le coefficient de réflexion de l'entrée de l'affaiblisseur inconnu ayant sa sortie adaptée, permet d'obtenir la composante de réflexion de l'affaiblissement ( $\Gamma_{in} = S_{11}$ ),

- 2) le coefficient de réflexion de l'entrée est adapté à l'aide d'un adaptateur ( $\Gamma_{in} = 0$ ),
- 3) en court-circuitant la sortie de l'affaiblisseur à la place de la charge adaptée, le coefficient de réflexion à l'entrée ( $\Gamma'_{in}$ ) devient égal à 2 fois la composante dissipative de l'affaiblisseur inconnu à étalonner

$$A_{dissip.} = 10 \log \frac{1}{\Gamma'_{in}} = 10 \log \frac{r + 1}{r - 1}$$

*r* étant le rapport d'ondes stationnaires.

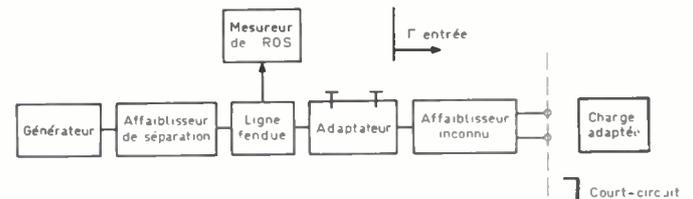


Fig. 12. — Application de la méthode basée sur les mesures d'impédance.

10. Autres méthodes.

Il y a un certain nombre d'autres méthodes de mesure d'affaiblissement qui n'entrent dans aucune des catégories mentionnées ci-dessus. Très récemment une nouvelle technique s'est développée. Elle utilise la méthode du Squid où la détermination de l'affaiblissement est pratiquement basée sur la détermination de constantes physiques (fig. 13) [14, 21].

Théoriquement, si le courant d'entrée *i* du Squid est un courant haute fréquence, la réponse du Squid à sa sortie est la fonction de Bessel d'ordre 0 dont l'argument est l'amplitude du courant d'entrée haute fréquence. Donc la réponse du circuit de lecture micro-onde est proportionnelle à  $J_0\left(2\pi \frac{i}{i_0}\right)$ , où *i* est l'amplitude du courant d'entrée et *i*<sub>0</sub> le courant nécessaire à l'obtention d'un quantum de flux magnétique dans le Squid. (En fait il n'est pas nécessaire de connaître *i*<sub>0</sub> pour les mesures d'affaiblissement). La réponse de la sortie du Squid peut être détectée par une modification du coefficient de réflexion en très haute fréquence.

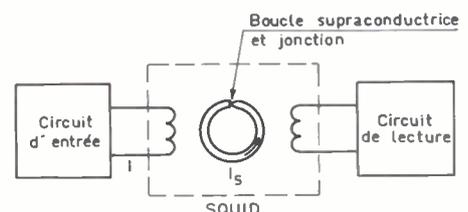


Fig. 13. — Méthode du Squid.

# Régulation du transfert insuline/glucose : la micro-informatique au service du diabétique

par D. FERRAND  
J. F. RENAUD  
B. PISTOULET  
G. LOUIS

Réalisé en logique câblée, un asservissement électronique programmable se substitue au pancréas pour assurer la régulation du transfert insuline-glucose chez le diabétique. Une étape essentielle avant de passer à une version à microprocesseur.

## SUMMARY

### Regulation of the transfer factor of insulin/glucose

It's a process control, used to replace the pancreas function for a

diabetic. Realized in order that the response input-output is easily programmable by the user.

It allows the numerical control on insulin/glucose transfer factor ; the conception is in hard-wire logic.

## PRINCIPE

### I. Rôle du simulateur

Le simulateur pancréatique décrit dans cet article permet l'étude de l'asservissement d'une infusion d'insuline à la glycémie enregistrée en continu chez le diabétique, en vue de la réalisation d'un pancréas artificiel extracorporel. Le Professeur Mirouze (\*) et ses collaborateurs ont étudié et déterminé la courbe type insuline en fonction du taux de glucose réel en montée et en descente ; une réalisation de programmation analogique basée sur cette courbe est en fonctionnement.

Nous avons mis au point une version numérisée à logique câblée, de ce système de programmation, ce qui nous permet de mettre au point actuellement une version intégrée à microprocesseur. Le fait de posséder un amplificateur programmable à l'aide d'une mémoire morte, permet de tenir compte automatiquement pour chaque malade de divers paramètres (caractère ascendant ou décroissant des variations glycémiques, vitesse de variation glycémique) et d'obtenir, par une courbe d'infusion insulinaire plus adaptée à la courbe glycémique, une meilleure stabilisation de la glycémie chez le patient. Le simulateur permet l'adaptation automatique avec un maximum de sécurité possible :

a) A la réactivité métabolique de l'organisme diabétique, en particulier à l'inertie et à la résistance vis-à-vis de l'insuline, très variable d'un preneur à l'autre.

b) Aux variations d'apports glucidiques exogènes responsables de variations brutales de la glycémie, particulièrement chez le diabétique.

De telles mesures ont un grand intérêt dans le traitement des diabètes instables difficiles à traiter et à équilibrer par les moyens traditionnels.

### Le problème du point de vue médical

Le rôle endocrinien du pancréas dans l'organisme est de sécréter l'insuline, compte tenu du taux de glucose dans le

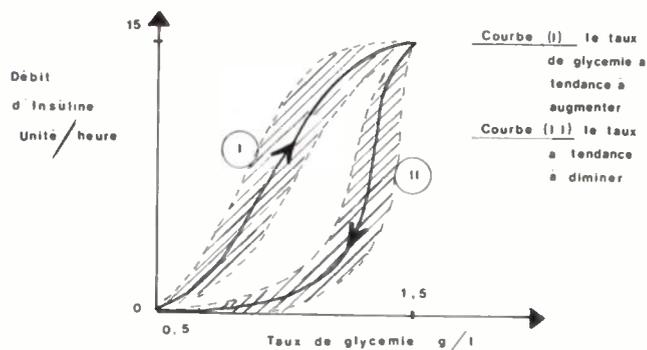


Fig. 1.

sang et de sa variation. Pour l'étude qui va suivre, on admet que le taux normal de glycémie se situe entre 0,5 et 1,5 g/litre de sang.

La fonction de transfert Insuline/Glucose, déterminée expérimentalement, a l'allure suivante (fig. 1).

Celle-ci peut s'apparenter à une courbe à hystérésis. En fait, chaque individu a sa propre courbe de transfert. La figure ci-dessus ne représente que la moyenne. Pour l'étude qui va suivre, on admettra que toutes ces courbes se regroupent en trois familles (correspondant à la zone hachurée sur la figure 1).

Le projet consiste à réaliser un appareil entièrement électronique, capable de simuler le rôle du pancréas chez les sujets diabétiques.

### 3. Les liaisons patient-simulateur électronique (fig. 3)

On prélève en permanence une petite quantité de sang au malade. Celle-ci, mélangée avec une solution chimique, passe dans un colorimètre. Cet appareil, après analyse optique du mélange, fournit une tension  $V_e$  (fig. 2) proportionnelle (dans la gamme qui nous intéresse) au taux de glucose. L'étalonnage tension/taux de glucose doit être fréquemment réajusté à l'aide de trois solutions « repère » : 0,5, 1, 1,5 g/l (réglage de gain et d'offset), ces trois niveaux étalons étant affichés par des témoins lumineux.

En sortie du simulateur, une pompe couplée à une seringue, injecte une certaine quantité d'insuline. Son débit

(\*) Laboratoire Exploration par automation. Service des Maladies métaboliques et endocriniennes, Clinique St-Éloi, 34059 Montpellier Cedex.

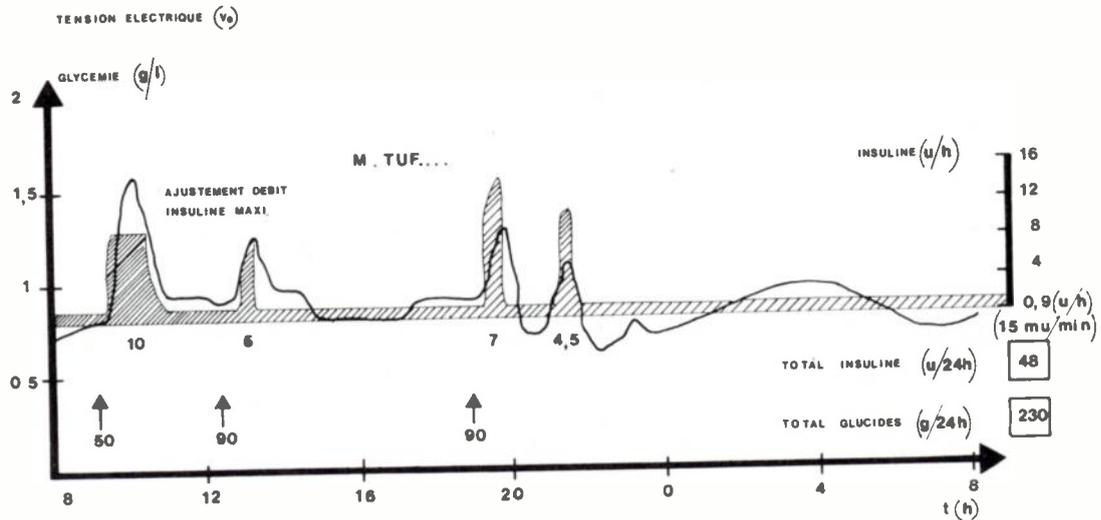


Fig. 2.

est proportionnel à la tension  $V_s$  du simulateur mais pour des raisons de linéarité et de prix de revient, on préfère utiliser deux pompes identiques, mais de concentrations différentes (la première de 0 à 2,5 u/h, la deuxième de 3 à 15 u/h).

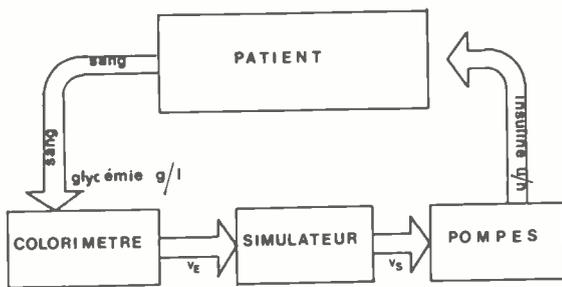


Fig. 3.

4. L'amplificateur programmable : principe

La tension d'entrée  $V_e$  est convertie après échantillonnage en un mot de 8 bits. La période d'échantillonnage est ajustable par l'opérateur. On a vu que le débit d'insuline est fonction entre autres du sens de variation de la glycémie dans le temps. Il faut donc déterminer le signe de la pente de cette variation. A la sortie du convertisseur, on réalise après chaque échantillonnage des comparaisons. Chaque mot à l'instant  $t(n)$  est comparé au mot de l'instant  $t(n-1)$  préalablement stocké dans une mémoire. En fait, la tension  $V_e$ , codée en binaire, peut fluctuer autour d'une certaine valeur moyenne. Comme on ne s'intéresse qu'à cette moyenne, on effectue plusieurs comparaisons avant de se prononcer sur le sens de variation. Au bout de 15 comparaisons, on choisit le sens qui est apparu plus de 7 fois. Donc toutes les 15 périodes d'échantillonnage, on obtient un « bit de pente » : « 0 » si la pente est positive, « 1 » si elle est négative. Afin d'augmenter la précision, les comparaisons des mots successifs non égaux sont prises en compte.

Soit  $N$  le nombre d'échantillons et  $T_e$  la période d'échantillonnage. Si on compare la valeur numérique de chaque échantillon quantifié sur 8 bits et que l'on compte le nombre  $N'$  d'échantillons positifs,  $N'$  étant la comparaison

des échantillons pris 2 à 2 on a :

$$N' > 7, \text{ un bit de signe positif (= 0)}$$

$$\text{si } N' \leq 7, \text{ un bit de signe négatif (= 1)}$$

avec  $N = 15$ .

Pour réaliser la fonction de transfert, on ne conserve dans chaque mot que les 5 bits les plus significatifs (MSB). Ces mots de 5 bits sont ensuite traduits en langage de base 32 grâce à 6 décodeurs DCB. On obtient ainsi 32 bits dont 1 seul au plus a le niveau « 1 ».

Ces 32 bits qu'on appellera « abscisses » attaquent une matrice programmée par 120 interrupteurs, représentant la courbe entrée sortie désirée (voir (fig. 1)). Il s'agit d'un quadrillage 32 fils abscisses, 32 fils ordonnées. Chaque ligne « abscisse » peut être mise en court-circuit avec des lignes « ordonnée » grâce aux interrupteurs. Les 3 courbes de transfert possibles (fig. 1) sont ainsi directement visualisées par les interrupteurs (fig. 4). Il se déduit de ce système une programmation aisée de la courbe choisie et une meilleure fiabilité puisqu'on travaille sur des niveaux logiques.

A chaque niveau « abscisse », il ne doit correspondre au plus que 2 niveaux « ordonnée », donc comme à 1 niveau correspond 1 bit, il ne doit y avoir par colonne au maximum que 2 interrupteurs fermés. Parmi ces deux points éventuels, pour le décodage en sortie, un seul doit être pris en compte suivant le bit de pente.

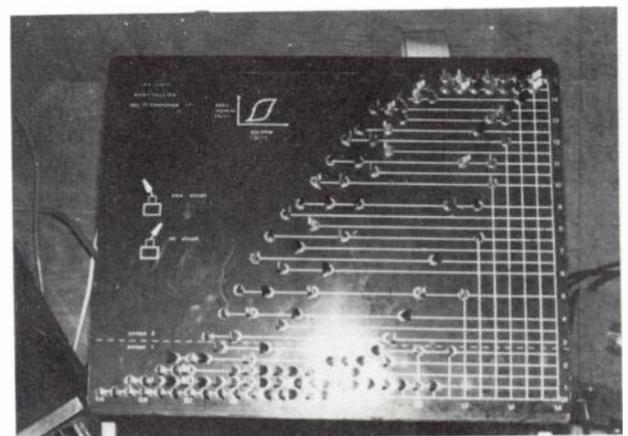


Fig. 4. - Vue de la mémoire programmable par interrupteurs.

Un seul des deux bits ayant été validé, il suffira de traduire ce point en une tension analogique (tension de sortie  $V_s$ ) grâce à un convertisseur numérique analogique (opération de restitution).

RÉALISATION (fig. 5)

1. Conversion analogique/numérique (fig. 6).

On utilise un comparateur AD 311 et un convertisseur analogique/numérique AD 7570 J câblé en fonctionnement unipolaire. Celui-ci convertit une tension d'entrée comprise entre 0 et  $-V_{ref}$ . (ici  $-10V$ ) en un mot de 8 bits.

Un amplificateur 741 monté en suiveur, permet de régler la dynamique d'entrée à 2V.

A partir du module « Horloges », on envoie une impulsion de départ H5 (durée  $5\mu S$ ) au convertisseur. Celle-ci déclenche une horloge interne de fréquence 300 Hz. En fin de conversion, le convertisseur fournit une impulsion H6 de « fin de conversion » qui est appliquée au module « Horloges ».

2. Détection de pente (fig. 8).

Pour faire la moyenne des fluctuations parasites, on calcule la pente sur 15 échantillons. Chaque mot de l'instant  $t(N)$  est mémorisé, puis comparé au mot de l'instant  $t(N - 1)$ . On mémorise le bit de signe. Après la 15<sup>e</sup> comparaison significative, on prend le signe majoritaire.

Réalisation : Dès la fin de conversion, le module « Horloges » ayant reçu l'impulsion H6, génère H2 puis H3. Chacune de ces impulsions permet de mémoriser les 8 bits respectivement dans le registre A et dans le registre B.

Entre ces deux impulsions, le registre A est en avance d'une impulsion d'horloge sur le registre B. On effectue alors la comparaison des mots A et B dans un comparateur binaire. On considère les sorties « A = B » et « A > B ».

A chaque fin de comparaison, on incrémente de 1 deux compteurs. Afin de tenir compte des temps de comparaison, cette incrémentation est fournie par l'horloge H4.

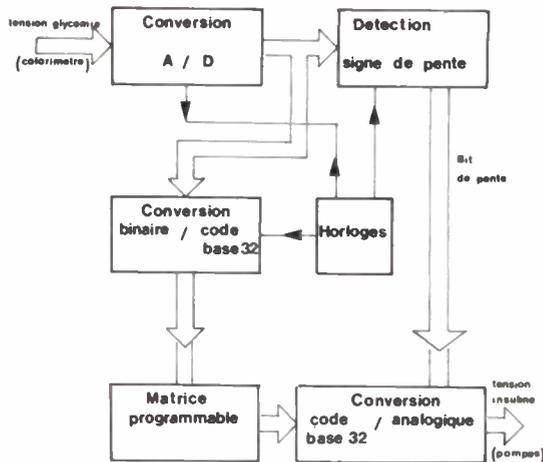


Fig. 5. - Synoptique du simulateur pancréatique.

- 1) Conversion analogique numérique.
- 2) Détection de pente.
- 3) Conversion binaire/Code é32.
- 4) Matrice programmable.
- 5) Conversion Code 32/analogique.
- 6) Horloges.

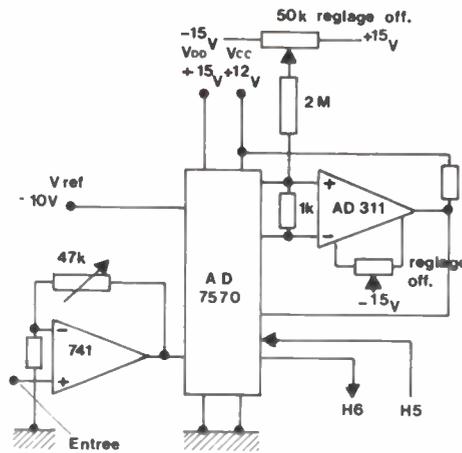


Fig. 6.

Le premier compteur est pris pour référence et est incrémenté de 1 si  $A \neq B$ . Le deuxième compteur est incrémenté si  $A > B$ , sa sortie est en permanence comparée au nombre 7. Le résultat de cette comparaison est conservé dans une mémoire lorsqu'on a réalisé 15 comparaisons significatives. On obtient « 0 » pour une majorité de  $A > B$  (pente glycémique positive) et « 1 » dans le cas inverse.

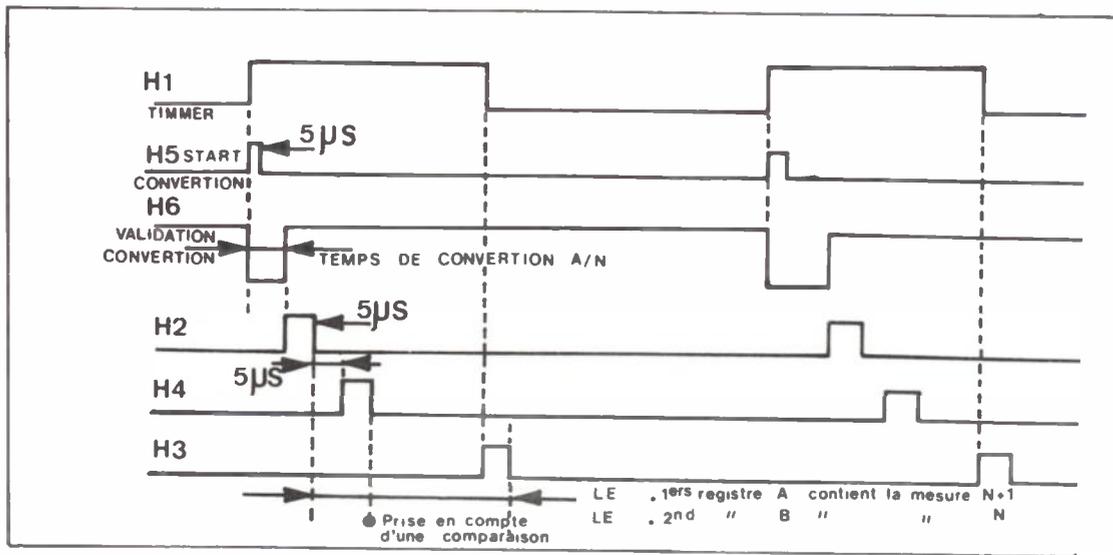


Fig. 7. - Diagramme temporel des Horloges.

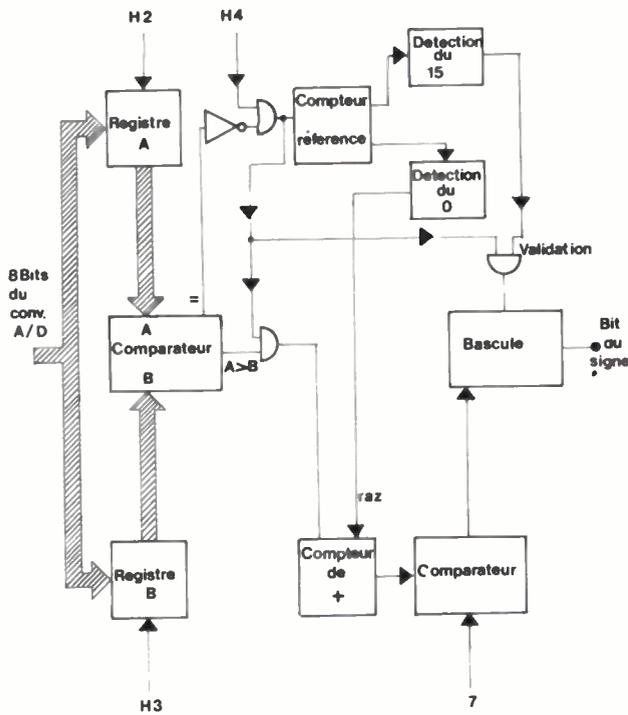


Fig. 8.

Le compteur « référence », lorsqu'il passe à zéro, provoque la remise à zéro de l'autre compteur.

3. Conversion binaire/Code 32 (fig. 9)

Elle se fait sur les 5 bits de plus fort poids qui sont pris à la sortie du registre A (fig. 7). On mémorise ces 5 bits MSB dans un registre C commandé par l'impulsion de fin de conversion H6.

La sortie de ce registre C est convertie en un code de base 32 par 5 décodeurs binaire-décimaux MC 14028. Pour chaque combinaison, on a un seul des 32 bits de sortie à l'état « 1 », ces 32 bits étant appliqués à l'entrée de la matrice à interrupteurs.

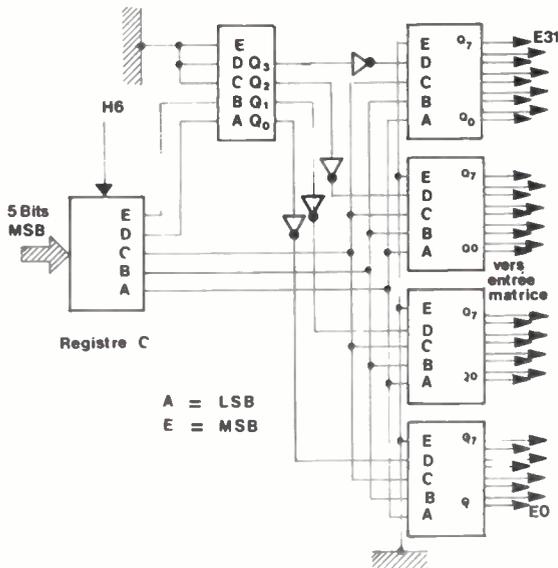


Fig. 9.

4. Matrice programmable (fig. 10)

Elle est constituée de 32 colonnes « ordonnées » et 32 lignes « abscisses ». Chaque ligne abscisse peut être mise en court-circuit avec une colonne ordonnée par l'intermédiaire d'un interrupteur, associé d'une diode et une résistance pour que le courant soit toujours dans le même sens.

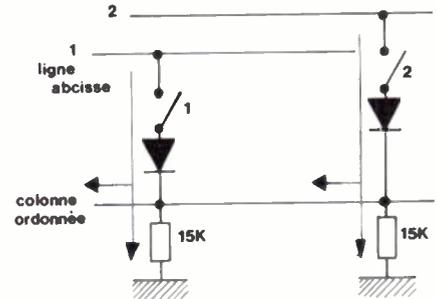


Fig. 10.

A un niveau donné d'entrée du simulateur, il ne peut correspondre que 1 ou 2 niveaux de sortie. On aura donc par colonne au maximum 2 interrupteurs fermés.

Remarque : dans le prototype qui fonctionne actuellement, seuls les 31 premiers bits « abscisses » sont connectés à l'entrée de la matrice. Le n° 0 correspond à 0,5 g ; le n° 30 correspond à 1,5 g.

5. Conversion code base 32/Analogique (fig. 11)

En sortie de la matrice, on a au plus 2 bits au niveau « 1 ». Suivant le signe de pente, on prendra l'un ou l'autre.

Les sorties S1 à S32 sont envoyées sur un multiplexeur (constitué en fait de 4 multiplexeurs à 8 entrées et d'un décodeur BCD/décimal). Un compteur synchronisé par une horloge à 1 KHz, lit les 32 sorties du multiplexeur et fait donc apparaître en sortie de celui-ci, une suite de « 0 » et de « 1 ». Cette sortie est comparée au bit de signe par une bascule JK ; lorsqu'il y a correspondance entre la sortie et le signe de la pente, la bascule JK bloque le compteur ; Son contenu donne directement la valeur de la sortie détectée qui est convertie par un convertisseur digital analogique.

Après conversion, on fait la remise à zéro du compteur. A l'exploration suivante des sorties S<sub>i</sub>, le niveau S<sub>1</sub> sera ignoré car il correspond au contenu 00000 pour le compteur.

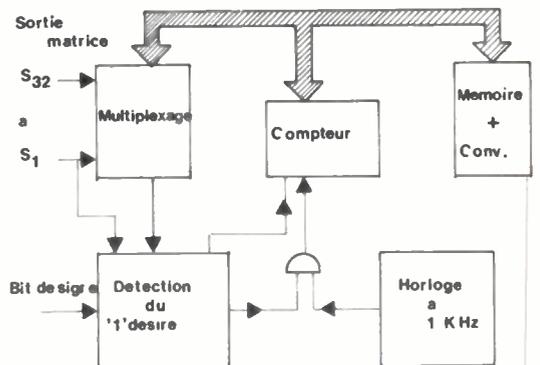


Fig. 11.

Pour remédier à cela, on maintient exceptionnellement le compteur à 00000 si  $S_1$  est à « 1 » et on force le système à détecter « 1 ».

Si dans ce cas, seul le 2<sup>e</sup> « 1 » nous intéresse, on inverse le bit de signe : le système détecte alors le premier bit à « 1 », supérieur à  $S_1$ .

La conversion N/A de sortie est effectuée par un convertisseur AD 7520 J, câblé en circuit unipolaire. Sa tension de référence est de - 10 V, il peut fournir 32 niveaux de sorties de 0 à + 10 V.

#### CIRCUITS COMPLÉMENTAIRES

On a prévu sur le simulateur des circuits d'alarme et de contrôle, afin de diminuer les risques et d'augmenter la souplesse d'utilisation (fig. 12).

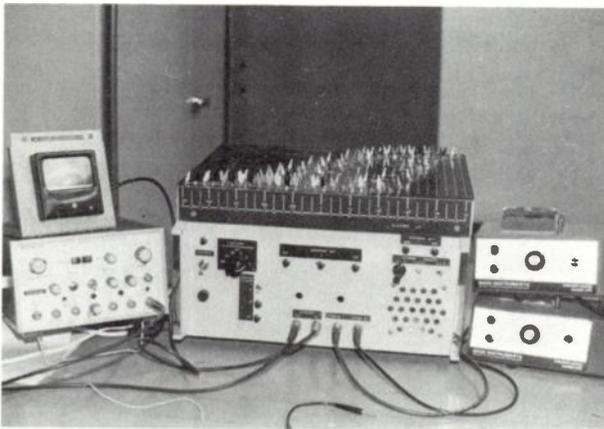


Fig. 12. — Vue d'ensemble du simulateur pancréatique.

Les circuits sont :

- visualisation des niveaux de glycémie par diodes Led,

- visualisation par lampes témoins des trois niveaux repères (0,5-1-1,5) et du bit de pente,
- déclenchement d'une alarme sonore et lumineuse pour des taux de glucose inférieurs à 0,5 g/l ou supérieurs à 1,5 g/l,
- interface d'entrée permettant un réglage aisé de la tension de décalage et du gain du simulateur,
- interface de sortie qui contrôle le débit des 2 pompes à insuline.

#### CONCLUSION

Cet appareil permet de tenir compte automatiquement pour chaque malade de divers paramètres (caractères ascendants et décroissants des variations glycémiques) et d'obtenir, par une courbe d'infusion insulinique plus adaptée à la courbe glycémique, une meilleure stabilisation de la glycémie chez le patient, objectif clinique immédiat des médecins.

Le Dr Albisser [1] et le Dr Pfeiffer [2] utilisant un asservissement analogue contrôlent cependant la glycémie par des apports conjoints d'insuline et de substances hyperglycémiantes (dextrose, glucagon). Le double contrôle complique l'interprétation des résultats et limite les possibilités de miniaturisation.

Actuellement, nous étudions une solution à microprocesseur 6800, qui permettra :

- de tenir compte de la vitesse de variation glycémique,
- de supprimer la matrice programmée par les 120 interrupteurs, et de la remplacer par une dizaine de mémoires mortes qui contiendront chacune une courbe type,
- d'augmenter la sécurité de fonctionnement de l'ensemble, en tenant compte par exemple, des pannes éventuelles pouvant se produire au niveau des pompes à insuline (on détectera la panne en aval des Pompes et non en amont comme on le fait actuellement) et du capteur à glucose (électrodes à glucose ou méthode colorimétrique).



**Daniel FERRAND,**

Membre S.E.E., Docteur Ingénieur, Maître Assistant au Laboratoire d'Électronique.

**Jean-François RENAUD,**

Ingénieur, Chef de Travaux au Laboratoire d'Électronique.

**Bernard PISTOULET,**

Professeur à l'U.S.T.L.

**Guilhem LOUIS,**

Ingénieur stagiaire au laboratoire d'Électronique (sans photo).

Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier Cedex (tél. : 63.91.44 poste 477).

#### Bibliographie

[1] MIROUZE J., SELAM J. L. et PHAM T. C. — Le Pancréas artificiel extracorporel. Applications en clinique et en recherches diabétologiques. *Nouv. Presse Méd.*, 1977, 6, 1837-1840.

[2] ALBISSER A. M. — An artificial Endocrine Pancreas. *Diabète*, 23, n° 5, 397-404.

[3] PFEIFFER E. F. — The artificial beta-cell. *Horm Metab. Res.*, 1974, 6, 339.

[4] Documents techniques Motorola et Analog Devices.

# Micro-ondes : un circulateur coaxial original

## supporte de hauts niveaux de puissance crête

par H. LAHMI,

7,5 kW sans apparition d'effets non linéaires ! Telle est la puissance crête supportée par un circulateur coaxial en bande S et dont la description fait l'objet du présent exposé.

### SUMMARY

#### High Peak-Power Microwave Coaxial Circulator

After a short review of solutions used for realization of waveguide ferrite devices with high Peak-Power handling capability, we

described the original principle of operation used in coaxial and waveguide junction circulator and based on the steady static magnetic field value applied to the ferrite material.

This principle is followed by an experimental realization of an S-Band coaxial circulator with 7,5 kW Peak-Power handling capability.

### 1. INTRODUCTION

Les isolateurs à la résonance et les circulateurs à déphasage différentiel en guide d'onde sont des dispositifs à ferrite bien connus pour des applications à haut-niveau de puissance crête. Malheureusement, ils sont généralement lourds et encombrants. Les circulateurs à jonction ternaire en guide d'onde, opérant avant la résonance gyromagnétique du matériau ferrite sont plus légers et plus compacts.

L'étude de ce type de circulateur à ferrite capable de supporter des niveaux de puissance crête élevés sans apparition d'effets non-linéaires [1, 2], a permis de mettre en évidence le rôle fondamental joué par le champ magnétique statique de polarisation. Un choix particulièrement judicieux de la valeur de ce champ permet d'éviter les phénomènes non-linéaires dus à l'excitation des ondes de spin, dans des circulateurs équipés de matériaux ferrite tout à fait conventionnels et fonctionnant avant la résonance gyromagnétique. Cette utilisation originale [3] du champ magnétique a été employée avec succès dans les bandes S, C, X et KU. Nous nous proposons d'appliquer ce principe sur un circulateur coaxial à structure triplaque fonctionnant en bande S (bande des 2 GHz) et capable de supporter un niveau de puissance crête de 7,5 kW sur charge adaptée.

### 2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Quand le champ magnétique microonde  $h$  appliqué à un matériau ferromagnétique (polarisé avant la résonance gyromagnétique) augmente au-delà d'un certain seuil, appelé seuil critique  $hc$ , un phénomène non-linéaire apparaît dû à l'excitation des ondes de spin. Dans le cas où un champ magnétique statique  $H$  est perpendiculaire au champ  $h$  (cas des circulateurs jonction en guide d'onde et coaxiaux), deux phénomènes peuvent généralement être observés quand  $h > hc$  (fig. 1) :

- 1) La saturation de la résonance principale.
- 2) Apparition d'une résonance subsidiaire pour  $H = H_{sub}$  avec  $H_{sub} < H_r$  ( $H_r$  : champ de résonance).

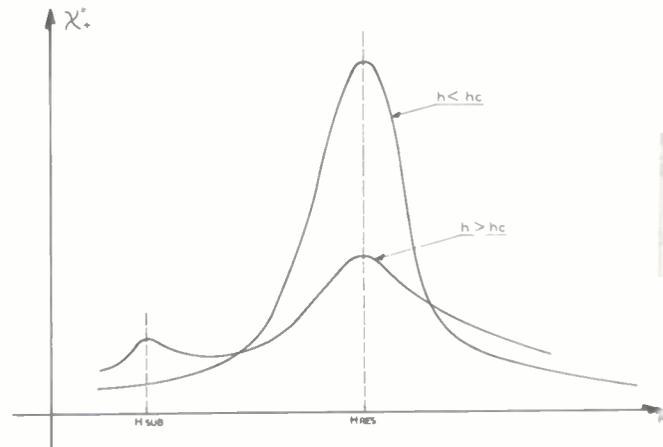


Fig. 1. — Influence du champ magnétique microonde  $h$  sur la courbe représentative des pertes magnétiques (susceptibilité magnétique  $\chi''$ ) du matériau ferrite en fonction du champ magnétique statique  $H$ .

La théorie de ces phénomènes a été expliquée par Suhl (4). Schlömann (5) a considéré le cas où  $h$  est parallèle au champ statique  $H$  (pompage parallèle). Les résultats théoriques peuvent être utilisés pour un pompage perpendiculaire et un champ statique  $H$  avant le champ de résonance  $H_r$ . D'après Suhl,  $hc$  décroît régulièrement quand  $H$  augmente et atteint un minimum pour une valeur  $H = H_{sub}$  (dite champ de résonance subsidiaire).

Quand  $H$  augmente au-delà du champ de résonance subsidiaire,  $hc$  augmente asymptotiquement jusqu'à l'infini pour une valeur de champ magnétique  $H_{lim}$  dite champ limite (fig. 2).

Nous pouvons ainsi constater du point de vue pratique, le rôle fondamental que le champ magnétique statique peut jouer sur la tenue en puissance crête sur des dispositifs à ferrite. Le cas le plus intéressant est celui où  $H > H_{lim}$ , car les ondes de spin ne sont plus excitées et il n'y a plus d'effets non linéaires dus à l'augmentation de la puissance crête, telle que l'élargissement de la largeur de ligne de résonance ou la saturation de la résonance principale. Mais il importe aussi que  $H$  ne soit pas trop près de  $H_r$  afin d'éviter les pertes

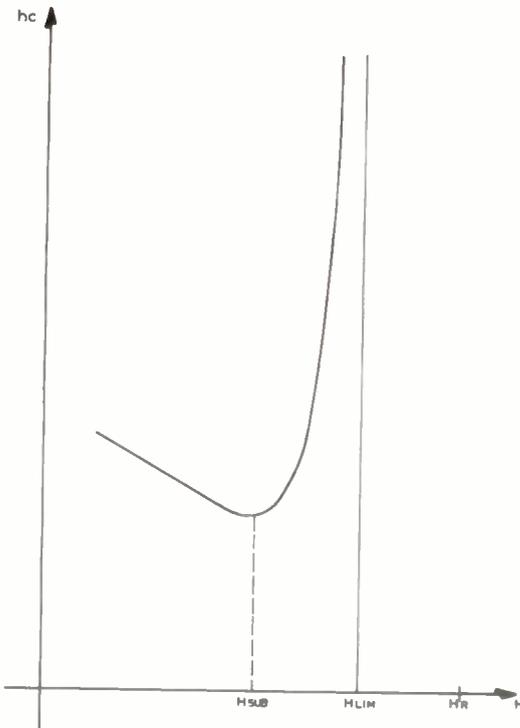


Fig. 2. - Variations du champ critique microonde (hc) en fonction du champ magnétique statique H.

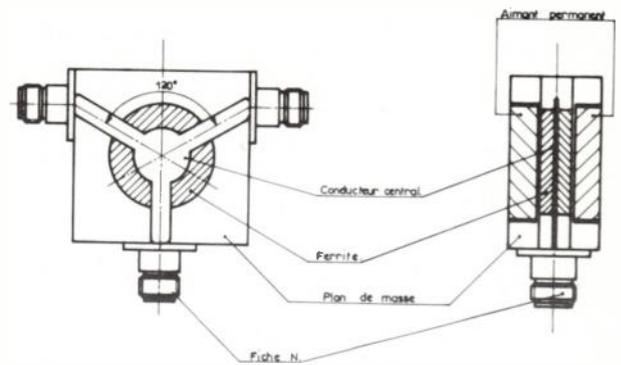


Fig. 3. - Représentation de la structure hyperfréquence du circulateur 3 portes à ferrite.

de ferrite est déterminé expérimentalement suivant la fréquence centrale de fonctionnement. Dans notre cas, les disques utilisés font 35 mm de diamètre pour une épaisseur de 3 mm. La polarisation magnétique des ferrites est assurée par deux aimants permanents cylindriques métalliques (Ticonal 1 500) situés dans les plans de masse.

Le matériau ferrite utilisé est un grenat d'Yttrium Aluminium de moment à saturation égale à 400 gauss et de largeur de raie de résonance  $\Delta H < 45$  Oe.

Nous avons tracé sur la figure 4 la courbe représentative de seuil critique  $P_c$  (à partir duquel les pertes d'insertion

magnétiques du matériau ferrite. Aussi convient-il que la différence  $H_r - H_{lim}$  soit aussi grande que possible.

Le champ limite  $H_{lim}$  calculé par Suhl pour un ellipsoïde de révolution est donné par la relation :

$$H_{lim} \text{ (Oe)} = \frac{F}{5,6} + N_z 4\pi M_s \quad (1)$$

dans laquelle F est la fréquence de fonctionnement exprimée en MHz.

$N_z$  est le facteur démagnétisant suivant l'axe du champ statique,  $4\pi M_s$  le moment à saturation exprimé en gauss.

Le champ de résonance est donné par la relation :

$$H_r = \frac{F}{2,8} + (N_z - N_t) 4\pi M_s$$

$$H_r - H_{lim} = \frac{F}{5,6} - N_t 4\pi M_s$$

où  $N_t$  est le facteur démagnétisant suivant un axe perpendiculaire au champ statique. Ainsi, pour augmenter la différence  $H_r - H_{lim}$ , il convient de diminuer  $N_t$  et  $4\pi M_s$ .

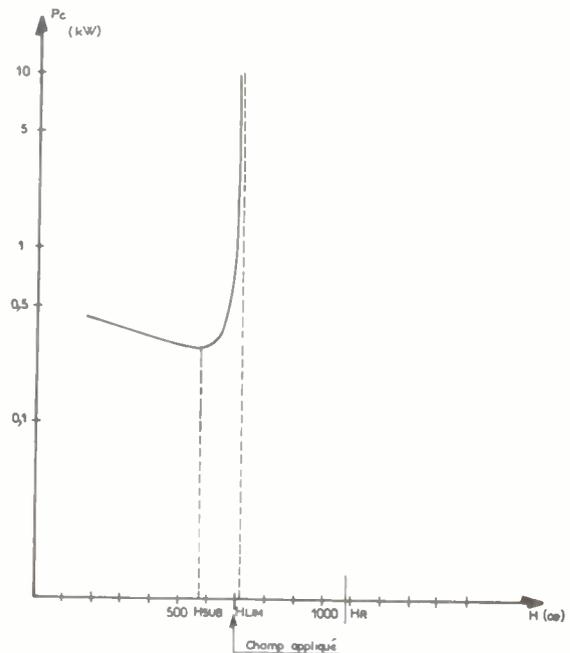


Fig. 4. - Représentation de la variation de la puissance critique microonde ( $P_c$ ) en fonction du champ magnétique statique H.

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Suivant ce principe de fonctionnement nous avons étudié et mis au point un circulateur coaxial à ferrite à 3 portes en T fonctionnant en bande S ( $F_0 = 2,5$  GHz) pouvant supporter une puissance crête de 7,5 kW sur charge adaptée avec des pertes d'insertion inférieures à 0,3 dB.

La structure hyperfréquence est représentée sur la figure 3. Elle est constituée de deux plans de masse, d'un conducteur central en étoile d'épaisseur 0,7 mm formant une jonction ternaire à 120°, de deux disques de ferrite pris en sandwich entre le conducteur central et les plans de masse. Le diamètre

entre deux voies adjacentes du circulateur augmentent traduisant l'établissement d'effets non-linéaires) en fonction du champ magnétique continu extérieur appliqué à H.

On peut ainsi déterminer expérimentalement la valeur du champ subsidiaire et principalement l'asymptote  $H = H_{lim}$  valeur pour laquelle les effets non-linéaires n'existent plus. Sur le graphique, on notera  $H_{lim} = 700$  Oe  $H_{sub} \approx 600$  Oe.

La valeur calculée du  $H_{lim}$  par la relation (1) est pour  $N_z = 0,7$ ,  $f = 2,4$  GHz et  $4\pi M_s = 400$  gauss, égale à  $H_{lim} = 710$  Oe, très proche de la valeur expérimentale.

Ainsi, en se fixant une valeur du champ magnétique statique de fonctionnement voisine du champ limite calculé et mesurable au moyen d'une sonde à effet Hall dans l'entrefer des deux disques de ferrite, le seuil critique de puissance crête admissible peut être très élevé. Toutefois, il est nécessaire de vérifier qu'à cette valeur de champ magnétique, les pertes d'insertion du circulateur demeurent faibles, car si on se rapproche trop près de  $H_r$  on risquerait d'aborder la résonance principale du matériau, ce qui se traduirait par une augmentation des pertes magnétiques. Un essai en puissance sur un circulateur polarisé à  $H = 680$  Oe et équipé du matériau cité ci-dessus a permis de faire passer une puissance de 7,5 kW crête/220 W moyens sans apparition d'effets non linéaires.

L'écartement entre le plan de terre et le conducteur central étant de 3 mm, la puissance de claquage théorique dans l'air serait de 8 kW crête, dans le cas d'une structure coaxiale rigide. L'expérience nous montrera qu'effectivement aucun phénomène de claquage n'apparaît à une puissance inférieure ou égale à 7,5 kW crête.

Les caractéristiques résumées de ce circulateur sont les suivantes :

Bande de fréquence (GHz) 2,35-2,55.  
 Gamme de température de fonctionnement (°C) 0, + 60.  
 Pertes d'insertion max. (dB) 0,3.  
 Découplage entre voies (dB) 23.  
 T.O.S. max. 1,15.  
 Puissance crête admissible (kW) 7,5 sur charge adaptée en sortie.  
 Puissance moyenne admissible (W) 220 sur charge adaptée en sortie.  
 Encombrement (mm) 56,9 × 61,3 × 31,6.  
 Poids (g) 500.  
 Connecteurs N femelle.

Ce circulateur, comparativement à ceux existant à l'étranger fonctionnant généralement après la résonance gyromagnétique du matériau, est moins encombrant et plus léger. De plus, il a la particularité d'utiliser un matériau tout à fait classique de faible largeur de raie d'ondes de Spin ( $\Delta H_k = 6,2$  Oe), ce qui lui permet de présenter des pertes d'insertion faibles (environ 0,3 dB).

Par ailleurs, il est possible de réaliser dans le même volume que le circulateur décrit, un circulateur de puissance fonctionnant avant la résonance gyromagnétique du matériau.

Ce circulateur devra utiliser des matériaux spéciaux, tels que des grenats dopés aux terres-rares (Dy, Ho, Er), ce qui aurait pour effet d'augmenter sensiblement les pertes d'insertion du dispositif (environ 0,5 dB).

#### 4. CONCLUSIONS

Les principes utilisés pour la réalisation de circulateurs sur guide d'onde à haut niveau de puissance crête s'appliquent parfaitement aux circulateurs coaxiaux fonctionnant avant la résonance gyromagnétique et peuvent être généralisés à toutes les fréquences de la gamme microonde sans limitation de puissance crête autre que celle due aux tensions de claquage pouvant s'établir dans la structure hyperfréquence et être cause d'arcs.



H. LAHMI

Ingénieur ENSEEHT, licencié en sciences, Ingénieur au Département Ferrites UHF de Thomson-CSF.

Thomson CSF, 33, avenue Faidherbe,  
93100 Montreuil (tél. : 858.90.65).

#### Bibliographie

- [1] LAGRANGE A., LAHMI H. and VALLANTIN B. — X. band peak-power junction circulator : « Influence of the static magnetic field ». *I.E.E.E. Trans magnetics*, 1973, vol. MAG 9, n° 3, 531-534.
- [2] LAHMI H., VALLANTIN B. and NICOLAS J. — New Concept of High Peak Power Junction Circulators, *I.E.E.E. Trans on Magnetics*, 1975, vol. MAG 11, n° 5, 1276-1278.
- [3] Brevet TH-CSF 3699X464, déposé le 17.11.1972 sous le n° 72.40897. — Circulateur à jonction pour transmission à haut niveau de puissance en hyperfréquence.
- [4] SUHL. — « The Nonlinear Behaviour of Ferrites at High Signal Levels », *Proceedings of the IRE*, 1956, 1270-1284.
- [5] SCHLÖMANN E., GREEN J. J. and MILANO U. — Recent Developments in ferromagnetic Resonance at High Power Levels, *J. Appl. Phys.*, 1960, vol. 31, 386 s-395 s.

**S E E**

Société des électriciens, des électroniciens et des radioélectriciens  
48, rue de la Procession - 75724 PARIS CEDEX 15  
Téléphone 567-07-70 - Télex SEE 200 565 F

**SOMMAIRE**

- Vendredi 2 février 1979 - Besançon.  
Techniques biomédicales (journée) ..... { Groupe Est  
et Section 27 .... P. III
- Samedi 3 février 1979 - Bron/Lyon.  
Développement de techniques ultra-sonores en vue  
d'applications médicales et biologiques (journée) .... { Groupe Rhône  
Bourgogne  
et Section 27 .... P. V
- Mardi 20 février 1979 - Paris.  
Les problèmes posés par la lecture sur écrans catho-  
diques (demi-journée) ..... Section 16 .... P. V
- Jeudi 1<sup>er</sup> mars 1979 - Gif-sur-Yvette.  
Automatismes complexes à microprocesseurs (journée) { Sections 11  
et 13 ..... P. IX
- Samedi 3 mars 1979 - Toulouse.  
La durométrie osseuse in vivo (matinée) ..... { Groupe Midi-  
Pyrénées  
et Section 27 ... P. XI
- Jeudi 22 mars 1979 - Talence/Pessac/Bordeaux.  
Radars aéroportés (journée) ..... Gr. Sud-Ouest .... P. XII
- Mercredi 7 et jeudi 8 mars 1979 - Gif-sur-Yvette.  
Aspects nouveaux de l'analyse spectrale (2 jours) .. { Sections 17  
et 25 ..... P. XIII
- Mercredi 28 et jeudi 29 mars 1979 - Lille.  
Electricité : chauffage, conditionnement, économie  
d'énergie, énergies douces (2 jours) ..... { Groupe Nord  
et Section 16 .... P. XV
- Complément et rectificatif aux listes des **SECTIONS TECHNIQUES**  
et des **GROUPES REGIONAUX** ..... P. II
- Stage de formation permanente à l'Ecole Supérieure d'Electricité ..... P. IV
- Annonces ..... P. VI
- Nouveaux textes de conférences disponibles à la S.E.E. (feuille rose) ..... P. VII
- Offres et demandes d'emploi ..... P. XII
- Rappel des manifestations ..... P. II

A l'occasion de ce premier numéro de l'année 1979, le nouveau président M. Denis DAYONNET et le délégué général M. Victor BERTRAND vous présentent ainsi qu'à vos familles leurs vœux les plus sincères pour l'année nouvelle.



VENDREDI 2 FEVRIER 1979

BESANÇON  
Groupe EST et Section **27**

**Journée d'études organisée conjointement par :**

- L'Université de Franche-Comté.
- La Section 27 (Techniques biomédicales) de la Société des Electriciens, des Electroniciens et des Radioélectriciens (SEE), affiliée à l'International Federation for Medical and Biological Engineering (IFMBE).

**TECHNIQUES BIO-MEDICALES**

Lieu : BESANÇON (France) - Ecole Nationale Supérieure de Chronométrie et de Micromécanique.

Le but de ces journées pluridisciplinaires est :

de réunir des spécialistes Médecins, Chirurgiens, Biologistes, Scientifiques et Ingénieurs concernés par les techniques avancées en génie bio-médical.

- Les communications retenues par le Comité Scientifique seront publiées dans les actes.
- Une exposition scientifique sera organisée à l'E.N.S.C.M.B.
- Les renseignements précis sur ces journées seront adressés aux personnes ayant répondu au questionnaire ci-dessous.
- Le montant des droits d'inscription est fixé à 50 F.

---

VENDREDI 2 FEVRIER 1979

BESANÇON  
Groupe EST et Section **27**

**Journée d'études**

**TECHNIQUES BIO-MEDICALES**

**QUESTIONNAIRE**

à renvoyer à :

M. P. ANDRE - Laboratoire d'Automatique - E.N.S.C.M.B., 25030 BESANÇON CEDEX.

Nom ..... Prénom .....

Titre ou profession .....

Domicile ou adresse professionnelle (1) .....

N° de téléphone : .....

souhaite participer à la Journée d'études (1) ;

souhaite participer à l'exposition scientifique (100 F) ;

souhaite soumettre une communication à cette Journée d'études.

son titre est le suivant : .....

et les auteurs : .....

ce texte est joint au présent bulletin ;

A :

Le :

Signature :

(1) Mettre une croix dans la case correspondante.

SEE/III

Du 19 FEVRIER 1979  
au 23 FEVRIER 1979

GIF-SUR-YVETTE

## STAGE DE FORMATION PERMANENTE J 6 - TELEMESURES - TELECOMMANDES

Sous l'égide de la SEE.  
Organisé par l'Ecole Supérieure d'Electricité.  
Lieu : GIF-SUR-YVETTE, locaux de l'ESE.

### BUT.

Le suivi ou le contrôle du fonctionnement d'un système industriel nécessitent souvent la mesure et la commande d'un nombre élevé de paramètres. Dans bien des cas, les résultats des mesures ou les signaux de commande doivent être transmis à distance. En effet, il est fréquent que les paramètres observés soient géographiquement dispersés et éloignés du centre de dépouillement ou de contrôle, ou bien que l'exploitation directe des résultats ne soit pas envisageable du fait d'un environnement industriel très perturbé : mesure à distance de températures élevées régnant à l'intérieur d'un four, commande à partir d'un poste fixe du fonctionnement d'un engin mobile par exemple.

La conception d'une chaîne de télémesures-télécommandes est alors indispensable.

Cette session s'adresse aux ingénieurs ou techniciens supérieurs de tous domaines non spécialistes de traitement et transmission de signaux et pouvant être confrontés à de tels problèmes. Une formation, tant théorique que pratique, leur sera donnée sur les aspects : échantillonnage, multiplexage, codage-décodage, transmission de signaux. De nombreux exemples concrets de synthèses seront décrits afin de dégager les critères de choix des diverses techniques selon les domaines d'application.

### NIVEAU.

Les participants suivront l'enseignement de cette session avec d'autant plus de profit qu'ils possèdent une formation mathématique de base : notions sur les transformées de Fourier et Laplace, notions de probabilités.

### ORGANISATION.

Cette session s'étend sur 5 jours ouvrables. L'enseignement comprend des conférences (C), des démonstrations et travaux pratiques (T.P.) ayant lieu de 8 h 45 à 17 h.

### Programme

#### PRINCIPES GENERAUX.

Constitution d'une chaîne de télémesures-télécommandes

Traitement et transmission du signal et de l'information

- Différents types de liaisons
- Procédés de modulations-démodulations
- Codage-décodage

Systèmes à multiplexage fréquentiel

Systèmes à multiplexage temporel

Télécommande

Applications et technologies

- Exemples industriels
- Composants en télémesures-télécommandes

C	T.P.
1	
1	
2	
2	
1	
2	1
1	1
4	
1	

#### RENSEIGNEMENTS et INSCRIPTIONS :

Pour tous renseignements et inscriptions, écrire ou téléphoner à :

M. J.-M. ESCANE  
Ecole Supérieure d'Electricité,  
Plateau du Moulon,  
91190 GIF-SUR-YVETTE.  
Tél. : 941.80.40.

SEE/IV

SAMEDI 3 FEVRIER 1979

BRON/LYON  
Section **27**  
Groupe RHONE-BOURGOGNE

## COLLOQUE REGIONAL RHONE-ALPES - GENIE BIOMEDICAL

### DEVELOPPEMENT DE TECHNIQUES ULTRA-SONORES EN VUE D'APPLICATIONS MEDICALES ET BIOLOGIQUES

organisé par :

- Centre d'Etudes et de Technologie Appliquées à la Clinique (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) Président : M. Claude FOURCADE.
- SEE - Section 27 (Techniques biomédicales).  
Président : M. R. PLASZCZYNSKI (CGR).
- Groupe régional RHONE-BOURGOGNE.  
Président : M. J. BOISSET (SIM).

Heure : 9 h.

Lieu : Centre d'Etudes et de Technologie Appliquées à la Clinique (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale), 18, avenue Doyen-Lépine - 69500 BRON.

Renseignements auprès de M. C. FOURCADE, Tél. : 78/54.27.84 à l'adresse ci-dessus.

---

MARDI 20 FEVRIER 1979

PARIS  
Section **16**

### Demi-journée d'études organisée par :

- SEE - Section 16 (Eclairage - Chauffage électrique - Conditionnement).  
Président : M. J. GORLIER (Forclum). — Vice-Président : M. J. PRIEUR.
- AFE - (Association Française de l'Eclairage).

### LES PROBLEMES POSES PAR LA LECTURE SUR ECRANS CATHODIQUES

Lieu : Amphithéâtre Charles RENARD. Ecole Nationale Supérieure de Techniques Avancées (ENSTA).  
32, boulevard Victor - 75015 Paris (Métro : « Porte de Versailles » ou « Balard »).

Heure : 14 h 30

### Programme

- L'Ophtalmologiste face au tube cathodique.  
par le Dr. SANTUCCI, Médecin en Chef de la Division « Psychophysiologie de la perception visuelle » au Centre de Recherches de la Médecine Aéronautique.
- Technologie des écrans cathodiques.  
par M. NIGRA, Ingénieur à la Société CIT-ALCATEL.
- Ergonomie du travail sur écran.  
par M. TANGUY, Chef de Service chargé d'études ergonomiques, Société SHELL Française.
- Les solutions éclairagistes.  
par M. J.-L. RICHARD, Chef du Laboratoire d'Essais Visuels à la Compagnie des Lampes.

La participation est gratuite pour les membres individuels de la SEE à jour de leur cotisation. Il est donc recommandé de se munir de sa carte de membre.

Pour les non-membres, il sera perçu une participation aux frais de 50 F. (25 F pour les universitaires).

SEE/V

## ANNONCES

---

Du 14 au 18 MAI 1979

LIEGE (Belgique)

CIREC 1979

### COLLOQUE INTERNATIONAL DES RESEAUX ELECTRIQUES DE DISTRIBUTION

Renseignements et information : M. L. CRAISSE, A.I.M. (Association des Ingénieurs Electriciens) sortis de l'Institut Electrotechnique Montefiore - Rue Saint-Gilles, 31 - B. 4000 LIEGE (Belgique) - Tél. : (041) 32.29.46

Quelques programmes sont disponibles sur demande à la SEE.

---

#### Manifestations à Bordeaux organisées par le Groupe SUD-OUEST

Président : M. VERON-REVILLE (Régies d'électricité de la Gironde).

- Fin avril/début mai - Une journée : **ISOLANTS.**  
avec la participation du Professeur LACOSTE (Université Paul-Sabatier de Toulouse).
  - Octobre - Deux journées : **PROBLEMES TECHNIQUES DES TELECOMMUNICATIONS ET TELETRANSMISSIONS.**
- 

#### 4<sup>e</sup> CONGRES EUROPEEN D'ELECTROTECHNIQUE

##### EUROCON' 80

du 24 au 28 mars 1980 à Stuttgart.

#### De l'électronique à la microélectronique.

Organisé par EUREL (Convention des Sociétés nationales d'Electriciens dont la SEE est membre).  
I.E.E.E. Région 8  
V.D.E. allemande

Poursuivant le succès des précédents EUROCONS, Lausanne (1971), Amsterdam (1974) et Venise (1977), EUROCON' 80 se tiendra à Stuttgart et passera en revue, dans le domaine de la microélectronique, les principaux développements, les principales tendances et leurs applications.

Les sessions individuelles auront pour thème :

- La technologie de la microélectronique.  
De l'intégration à grande échelle à l'intégration à très grande échelle.  
Tendances futures.
- La microélectronique en télécommunication.  
Transmission et commutation.  
Communication par ordinateur.  
Nouveaux services.
- Electronique de puissance et de contrôle.  
Contrôle dans les systèmes de puissance.  
Electronique industrielle.  
Contrôle à distance.
- Autres applications de la microélectronique dans l'automobile, dans les produits de consommation, en médecine, etc.

De plus, l'impact social de ces développements sera discuté. Des présentations industrielles et des excursions techniques viendront en complément du programme.

La langue de travail du congrès sera l'anglais.

L'appel aux communications sera diffusé au début 1979.

SEE/VI

## NOUVEAUX TEXTES DE CONFERENCES DISPONIBLES A LA SEE

**15 mars 1978 à Gif-sur-Yvette - UTILISATION DES DISPOSITIFS A TRANSFERT DE CHARGES ET A ONDES DE SURFACE**

78.22.542	Utilisation de filtres à ondes acoustiques de surface dans les équipements téléphoniques à courants porteurs, par M. SEGUIN (LTT).	15 F
-----------	--	------

**25 mai 1978 à Gif-sur-Yvette - CABLES A COURANT CONTINU A ISOLATION SYNTHETIQUE EXTRUDEE**

78.12.630	Introduction de la journée, par M. LARRUE, Président et M. LACOSTE, rapporteur (*).	5 F
78.12.631	Etudes des charges d'espaces dans le polyéthylène : applications aux câbles d'énergie à courant continu RCP 370, par M. LACOSTE (Université Paul-Sabatier Toulouse) (*).	10 F
78.12.632	Détermination de la charge d'espace dans les diélectriques par la mesure des courants de charge et de décharge, par MM. JONSCHER (Univ. Londres), CARCHANO (Univ. Marseille), SEGUI (Univ. Toulouse).	15 F
78.12.633	Méthodes des courants thermostimulés, par MM. G. DREYFUS (Ecole Sup. de Physique), C. LACABANNE (Univ. Toulouse), et A. RAHAL (Labo Génie Elect. Toulouse) (*).	15 F
78.12.634	Charge d'espace engendrée par un gradient de température, par M. R. COELHO (ESE) (*).	10 F
(*) Extraits de la RGE de novembre 1978.		

**31 mai 1978 à Gif-sur-Yvette - CODES CORRECTEURS D'ERREURS. APPLICATIONS PRESENTES ET FUTURES**

78.25.752	Matérialisation par microprocesseurs d'algorithmes de décodage correcteur, par M. COLLARD (Université Libre de Bruxelles).	10 F
-----------	--	------

**1<sup>er</sup> et 2 juin 1978 à Grenoble - PHYSIQUE ET TECHNOLOGIE DES SUPRACONDUCTEURS SOUS CHAMP ELEVE**

78...677	Stabilité et conductivité transverse dans les composites multifilamentaires supraconducteurs, par M. MALFERT (INP), Mme DAVOUST (LGE) et Mlle MEURIS (CEA).	15 F
----------	---	------

**7 juin 1978 à Limoges - LA CARACTERISATION DES MATERIAUX DANS LES DOMAINES H.F. ET MICROONDES**

78.21.691	Mesure de l'épaisseur de peau en bande X de films métalliques par spectrométrie hertzienne, par MM. FRETIER, VIGOUROUX, GOURDON et PESCIA (UPS Toulouse).	20 F
78.21.692	Mesure de susceptibilité de ferrites en hyperfréquence, par M. COURTOIS (CNRS), Mme BERNARD et M. FORTERRE (LTT).	15 F
78.21.695	Résonateurs à 200 et 700 MHz tolérant la présence d'une bobine d'induction, par MM. ABLART, BOURDEL, RUIZ, PESCIA (UPS Toulouse).	15 F

**28 et 29 septembre 1978 à Gif-sur-Yvette - L'UTILISATION DE L'INFORMATIQUE POUR L'ETUDE DES LIGNES AERIENNES ET LA CONCEPTION DE LEURS ELEMENTS CONSTITUTIFS**

78.12.753	Historique et objectifs de l'utilisation en France de l'informatique dans la réalisation des lignes aériennes, par M. LECLERE (EDF).	10 F
78.12.754	L'étude d'une ligne aérienne par des moyens informatiques : les problèmes à résoudre, par M. RIGOET (EDF).	35 F
78.12.756	L'étude d'une ligne aérienne par des moyens informatiques : les moyens utilisés en Italie, par MM. CAUZILLO, MARTELLI, MIANI et NICOLINI (ENEL).	35 F
78.12.757	L'étude d'une ligne aérienne par des moyens informatiques : les moyens utilisés en Allemagne, par M. LUPBERGER (Bayernwerk).	15 F
78.12.758	L'informatique au service de la conception et de la fabrication des pylônes : la situation en France, par MM. LORIN, SAHORES et COCHARD (EDF).	25 F
78.12.760	L'informatique au service de la conception et de la fabrication des pylônes : un programme pour l'établissement automatique des plans de fabrication et de montage, par MM. CUILLE, DUPUIS et ROUITS (EDF).	20 F
78.12.761	Réglage des câbles des lignes aériennes en terrain dénivelé, par M. ROTTMANN (LINELEC).	15 F
78.12.762	Application de l'informatique à la définition d'une gamme de pinces de suspension, par MM. DALLE et PROST (EDF).	10 F

NOTA - Il sera perçu une somme forfaitaire de 7 F par envoi pour la facturation et les frais d'expédition. Pour les envois d'un volume supérieur à 30 pages, le droit perçu sera de 12 F.

78.12.763	« GOUPIL », un programme numérique pour calculer la résistance des prises de terre et la répartition du potentiel dans le sol, par M. KOUTEYNIKOFF (EDF).	15 F
78.12.764	Répartition automatique des pylônes sur le profil en long, par MM. HERSANT et ROUSSEL (EDF).	15 F
78.12.765	Prise en compte des effets des courants de court-circuit élevés, par MM. DALLE et ROUSSEL (EDF).	15 F
78.12.766	L'ingénieur constructeur de ligne face à l'informatique, par M. HOUDANT (EDF).	5 F

**11 octobre 1978 à Issy-les-Moulineaux - LES ASPECTS ECONOMIQUES DES CIRCUITS INTEGRES**

78.21.770	Méthode d'évaluation des équipements nécessaires en wafer-process pour une chaîne de fabrication en circuits LSI (logistique, débit, rendement), par MM. MENORET (CNET) et LAGORSSE (LTT).	10 F
-----------	--	------

**12 octobre 1978 à Gif-sur-Yvette - LES AUTOMATISMES A MICROPROCESSEURS**

78.13.740	Microprocesseurs en automatique, par M. LEBIGRE (Jeumont-Schneider).	25 F
-----------	--	------

**18 octobre 1978 à Gif-sur-Yvette - LE LASER ET LA PHYSIQUE ATOMIQUE**

78.26.771	Spectroscopie multiphotonique sans élargissement Doppler, par le Pr. CAGNAC (Université P. et M. Curie) - Extraits d'articles parus en 1975 et 1977.	15 F
78.26.778	Documents concernant les Lasers à exymers, par M. MICHON (CGE).	20 F

**25 octobre 1978 à Issy-les-Moulineaux - LE NOUVEAU PLAN DE NUMEROTAGE POUR LE RESEAU TELEPHONIQUE FRANÇAIS**

78.24.792	La situation actuelle et l'évolution vers la saturation, par M. FRAYSSE (DGT).	15 F
-----------	--	------

**23 novembre 1978 à Issy-les-Moulineaux - CONTROLE DES PHENOMENES DE CONGESTION DANS LES RESEAUX DE TRANSPORTS**

78.24.821	Phénomènes de congestion dans les réseaux téléphoniques, par M. CAMOIN (CNET).	10 F
-----------	--	------

**28 novembre 1978 à Gif-sur-Yvette - MICROELECTRONIQUE RAPIDE LINEAIRE ET LOGIQUE**

78.21.853	L'électronique rapide Josephson, par M. ADDE (Université d'Orsay).	10 F
78.21.854	Diodes hyperfréquences et leurs applications, par M. FUNCK (Thomson-CSF).	10 F
78.21.855	Circuits intégrés hyperfréquences au silicium dans le domaine de la réception VHF-UHF, par M. JOURNEAUX (RTC).	10 F
78.21.856	Etude comparative de portes ECL rapides à l'aide de séquences pseudoaléatoires, par M. TRYSTRAM (LETI).	20 F
78.21.857	Comparaison ECL-CML dans la gamme des vitesses subnanosecondes utilisées dans les ordinateurs, par M. LEBER (CII-HB).	20 F
78.21.860	Logiques optoélectroniques vers les dix pico-secondes, par Mme LAVAL (Univ. d'Orsay).	15 F

**6 décembre 1978 à Gif-sur-Yvette - NOUVEAUX MATERIAUX SEMICONDUCTEURS POUR L'ELECTRONIQUE**

78.21.865	Introduction, par M. NOBLANC (CNET).	5 F
78.21.872	Documents concernant les problèmes nouveaux en caractérisation, par M. MIRCEA (LEP).	20 F

**8 décembre 1978 à Gif-sur-Yvette - NOUVEAUX ACCELERATEURS DE PARTICULES NUCLEAIRES. UTILISATION DES RAYONNEMENTS NUCLEAIRES A L'ANALYSE**

78.26.732	Utilisation à l'analyse en chimie et contrôle de pollution, par M. MAY (Labo P. Süe Saclay).	10 F
78.26.735	Applications de l'analyse par radioactivation en métallurgie, par M. REVEL (CNRS).	10 F

NOTA - Il sera perçu une somme forfaitaire de 7 F par envoi pour la facturation et les frais d'expédition. Pour les envois d'un volume supérieur à 30 pages, le droit perçu sera de 12 F.

JEUDI 1<sup>er</sup> MARS 1979

GIF-SUR-YVETTE  
Sections **11 et 13**

Journée d'études organisée par :

- SEE - Section 11 (Etudes générales).  
Président : M. ERNEST (CGEE-AT Marcoussis).  
- Section 13 (Automatique et applications industrielles de l'électricité).  
Vice-Président : M. DROUIN (Jeumont-Schneider).

**AUTOMATISMES COMPLEXES A MICROPROCESSEURS**  
**Conception et sûreté de fonctionnement**

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**

Président de séance : M. HUGON (CNET, Issy-les-Moulineaux).

- 9 h 15 1 - Introduction, présentation du thème de la journée, par M. HUGON, Président de séance.  
9 h 30 2 - Sûreté de fonctionnement : besoins et solutions, par M. LAPRIE (LAAS, Toulouse).  
10 h 30 3 - Règles de conception de systèmes à haute sécurité, par Mme G. SAUCIER (IMA, Grenoble).  
Pause.  
11 h 45 4 - Utilisation des microprocesseurs dans les automatismes de réglage décentralisés, par MM. GALARA (EDF, Chatou) et M. LE GALLAIS (Contrôle BAILEY).  
12 h 50 Déjeuner - Restaurant ESE.  
14 h 00 5 - Réseaux de microprocesseurs pour la gestion centralisée de postes de distribution MT/BT, par M. BEAU-DOUIN (EDF, Clamart).  
14 h 50 6 - Automatismes numériques de poste THT et sécurité, par M. MIROUX (EDF, Clamart).  
Pause.  
16 h 10 7 - Méthodologie de l'automatisation progressive par l'informatique répartie, par M. BINDER (Laboratoire d'automatique, ENSEGP, Grenoble).  
17 h 00 8 - Les systèmes à microprocesseurs en métallurgie, par M. DHERS (CGEE-AT).

JEUDI 1<sup>er</sup> MARS 1979

GIF-SUR-YVETTE  
Sections **11 et 13**

Journée d'études

**AUTOMATISMES COMPLEXES A MICROPROCESSEURS**  
**Conception et sûreté de fonctionnement**

**BULLETIN D'INSCRIPTION**

à retourner avant le 22 février 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 1<sup>er</sup> mars 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 SEE (\*) { — 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 :

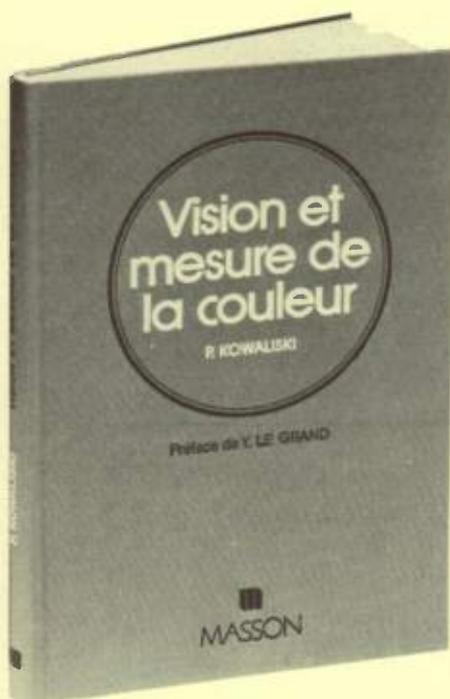
- 50 F pour les membres SEE : (membre n° .....) (\*)  
— 100 F pour les non-membres (\*)

(\*) Rayer les mentions inutiles.

SEE/IX

# 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



**SAMEDI 3 MARS 1979 (Matin)**

**TOULOUSE**  
**Groupe MIDI-PYRENEES**  
**et Section 27**

**Demi-journée d'études organisée conjointement par :**

- Le Centre de Technologie Biomédicale de TOULOUSE INSERM SCN 13 ;
- Le Groupe MIDI-PYRENEES de la SEE (Société affiliée à la Fédération Internationale de Génie Médical et Biologique) ;
- Le Groupe Régional MIDI-PYRENEES de la Section 27 (Techniques Biomédicales) de la SEE ;
- Le Groupe de Rhéologie CNRS TOULOUSE.

**LA DUROMETRIE OSSEUSE IN VIVO**

Lieu : Grand amphithéâtre TOULOUSE (C.H.U. Rangueil).

**Programme**

**1<sup>re</sup> partie :** Présentation des travaux des diverses équipes.

**2<sup>e</sup> partie :** Démonstrations et expérimentations - en particulier avec le duromètre mis au point dans le Centre de Technologie Biomédicale INSERM.

---

**SAMEDI 3 MARS 1979 (Matin)**

**TOULOUSE**  
**Groupe MIDI-PYRENEES**  
**et Section 27**

**LA DUROMETRIE OSSEUSE IN VIVO**

**BULLETIN D'INSCRIPTION**

à envoyer à :

Centre de Technologie Biomédicale INSERM (Pr. MORUCCI), C.H.U. Rangueil - 31054 TOULOUSE Cedex.

Nom ..... Prénom .....

Fonction .....

Laboratoire ou Société .....

Adresse professionnelle .....

..... N° de téléphone : .....

— participera à la demi-journée d'études sur la « Durométrie osseuse in vivo ».

— souhaite proposer une communication :

● Titre : .....

● Auteurs : .....

Les communications retenues figureront au programme final et seront publiées par l'INSERM.

**SEE/XI**

Journée d'études organisée par :

SEE - Groupe SUD-OUEST — Président : M. VERON-REVILLE  
en participation avec la Société Thomson-CSF à Pessac.

**RADARS AEROPORTES**

**Programme**

Lieu : Ecole des Arts et Métiers - Avenue de l'Université- 33400 Talence.

**Matin : 9 h 00**

- Ouverture de la journée, par le Président et/ou M. CARPENTIER.
- Présentation du programme de la journée Radars Aéroportés, par MM. POINSARD et HUSTIN.
- Evolution des radars aéroportés, par M. POINSARD.
- Architecture d'un système d'armes aéroporté, par M. MARCHAIS.
- Les radars de visualisation à haute résolution, par M. GENUIST.
- Les techniques hyperfréquences dans les radars aéroportés, par M. PIERROT.
  - Antennes (à balayage électronique).
  - Amplificateur à transistors en hyperfréquence.
  - Radôme.
- Microélectronique hybride appliquée aux radars aéroportés, par M. BARNABEL.
- Présentation de l'usine et de la visite, par M. HUSTIN.

**13 h 00 Déjeuner.**

**Après-midi : 14 h 30**

- Visite de l'usine THOMSON-CSF de PESSAC.

**16 h 30 Clôture de la journée.**

**IMPORTANT :** Pour des motifs de sécurité, les inscriptions doivent être enregistrées un mois à l'avance.

**Renseignements et inscriptions** de principe auprès du Président du Groupe SUD-OUEST :

M. VERON-REVILLE

REGIES D'ELECTRICITE DE LA GIRONDE - 13, rue de Moulis 33000 Bordeaux - Tél. : (56) 90.92.55

Le programme détaillé et les renseignements complémentaires paraîtront dans le prochain bulletin.

---

**OFFRES ET DEMANDES D'EMPLOI**

Les offres et demandes d'emploi sont réservées aux Membres de la SEE. L'insertion est gratuite.

Les demandes ne sont reproduites qu'une fois ; les Membres qui désirent répéter leur demande doivent en avvertir le secrétariat.

La Société n'intervient que pour mettre les intéressés en communication ; en aucun cas, elle ne peut donner les noms et adresses des ingénieurs demandeurs ni des organismes qui font les offres. Son intervention se borne à transmettre aux intéressés les lettres et curriculum vitæ.

La SEE sera reconnaissante aux Entreprises qui auront trouvé l'ingénieur recherché, et aux ingénieurs qui auront trouvé une situation grâce au concours du service des offres d'emploi de la SEE de ne pas oublier de l'en aviser.

Les demandes et offres d'emploi doivent nous parvenir au plus tard le 12 de chaque mois, pour être publiées dans le bulletin mensuel du mois suivant.

**DEMANDES D'EMPLOI**

D.219 — Technicien supérieur électronique, 32 ans. 7 ans d'expérience, en laboratoire d'étude et d'expérimentation sur le terrain, relatifs à la mesure et l'acquisition de paramètres naturels. Participation à plusieurs campagnes océanographiques. 3 ans d'expérience, en bureau d'étude, axés sur les systèmes de tests automatiques. Cherche poste (CNRS ou équivalent) dans la recherche scientifique au sein d'un laboratoire de géophysique ou d'océanographie.

D.220 — Ingénieur ESE, 43 ans, licencié en Droit et en Psychologie, recherche poste d'adjoint à la Direction du Personnel d'une grande entreprise.

MERCREDI 7 et JEUDI 8 MARS 1979

GIF-SUR-YVETTE  
Sections **17 et 25**

**Journées d'études organisées par :**

- SEE - Section 17 (Météologie, Mesure, Instrumentation) — Président : M. J. RUTMAN.  
- Section 25 (Ondes et Signaux) — Président : M. J.-C. BOLOMEY.

Avec le concours du Laboratoire d'Electronique et de Technologie de l'Informatique (LETI).

**ASPECTS NOUVEAUX DE L'ANALYSE SPECTRALE**

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**

**MERCREDI 7 MARS 1979**

Président : Pr. J. de PRINS (Université Libre de Bruxelles).

MATIN : 9 h 30

- Rappels sur les méthodes classiques de mesure de densités spectrales, par M. J. MAX (CEA-LETI).
- Les fenêtres de pondération, par M. J.-C. CARRE (CEA Saclay, DENT).
- Nouvelles méthodes d'analyse spectrale, par M. J.-L. LACOUMES (CEPHAG, Grenoble).

Déjeuner : 13 h.

APRES-MIDI : 14 h 30

- Analyse spectrale par identification, par M. C. GUEGUEN (ENST).
- Nouveaux algorithmes de transformée de Fourier rapide, par M. H. NUSSBAUMER (IBM, La Gaude).
- Analyse spectrale adaptative, par M. B. PICINBONO (ESE, LSS).
- Le Cepstre, par M. C. GUEGUEN (ENST).

(Suite au dos).

MERCREDI 7 et JEUDI 8 MARS 1979

GIF-SUR-YVETTE  
Sections **17 et 25**

**Journées d'études**

**ASPECTS NOUVEAUX DE L'ANALYSE SPECTRALE**

**BULLETIN D'INSCRIPTION**

à retourner avant le 1<sup>er</sup> mars 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 aux JOURNEES D'ETUDES des 7 et 8 mars 1979 et vous envoie ci-joint la somme de :

- 200 F pour les membres SEE : (membre n°.....) (\*) (— par chèque bancaire à l'ordre de la SEE (\*)
- 300 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 :

- 100 F pour les membres SEE : membre n°.....) (\*)
- 200 F pour les non-membres (\*)

(\*) Rayer les mentions inutiles.

SEE/XIII

**JEUDI 8 MARS 1979**

Président : M. J. MAX (LETI).

MATIN : 9 h 30

- Analyse spectrale des séries courtes, par M. J. de PRINS et Mme G. CORNELISSEN (Université Libre de Bruxelles).
- Spectres instantanés : définitions et méthodes de mesure, par M. B. ESCUDIE (ICPI, Lyon).
- Bruits en  $\frac{1}{f}$ , par MM. R. VERGNE, J.-L. PORTESEIL (CNRS) et J. MAX (LETI).

Déjeuner : 13 h.

APRES-MIDI : 14 h 30

- L'instrumentation en analyse spectrale basses-fréquences, par M. R. DUPERDU (ESE).
- L'instrumentation en analyse spectrale hautes-fréquences, par M. A. SORBA (ESE).
- Plusieurs périodes de discussion seront organisées au cours de ces deux journées.

MERCREDI 28 et JEUDI 29 MARS 1979

LILLE

Groupe NORD et Section **16**

Journées d'études organisées par :

- SEE - Groupe Régional NORD. — Président : M. A. DUBOST.  
- Section 16 (Eclairage - Chauffage Electrique - Conditionnement). — Président : M. J. GORLIER.

**ELECTRICITE : CHAUFFAGE - CONDITIONNEMENT  
ECONOMIE D'ENERGIE - ENERGIES DOUCES**

Lieu des conférences : au NOVOTEL LILLE-AEROPORT à Lesquin.

Les participants ont la possibilité de réserver des chambres pour les nuits du 27 au 28 et du 28 au 29 mars.

Un car (ou des voitures particulières) attendra les participants en gare de Lille (sortie rue des Buisses), le 28 mars à l'arrivée du train de 9 h 26 en provenance de Paris.

**Programme**

**MERCREDI 28 MARS 1979**

10 h 00 Accueil et présentation des Journées par M. DUBOST, Président du Groupe Régional NORD.

**Matinée :**

— **L'ELECTRICITE ET LE CHAUFFAGE.**

Présidence et présentation par M. A. FONTAINE, Directeur BET SOTEB à Lille.

— **Tour d'horizon sur les procédés de chauffage électrique préconisés en 1979** — Présentation d'audio-visuels obtenus auprès de la Direction Commerciale d'ELECTRICITE DE FRANCE.

— **Applications récentes dans les Secteurs tertiaires et industriels**, par M. A. FONTAINE du BET SOTEB Lille.

12 h 30 Déjeuner.

(Suite au dos).

MERCREDI 28 et JEUDI 29 MARS 1979

LILLE

Groupe NORD et Section **16**

Journées d'études

**ELECTRICITE : CHAUFFAGE - CONDITIONNEMENT  
ECONOMIE D'ENERGIE - ENERGIES DOUCES**

**BULLETIN D'INSCRIPTION**

à retourner avant le 14 mars 1979 à :

M. P. STRAGIER - Secrétaire Groupe NORD SEE, Houillères du Bassin du Nord  
et du Pas-de-Calais, B.P. 75 - 59505 DOUAI CEDEX - Tél. : (20) 88.31.11

M .....  
(Nom et prénom en capitales d'imprimerie)

Appartenance : .....  
(Société, organisme)

Adresse (professionnelle - personnelle) (\*) .....

participera aux Journées d'Etudes des 28 et 29 mars 1979 et vous envoie ci-joint la somme de :

— 220 F pour les membres SEE : (membre n° .....) (\*)

— 280 F pour les non-membres SEE (\*)

par chèque bancaire ou par chèque postal (\*) à l'ordre de M. MAES - Trésorier SEE représentant les transports par car ainsi que les repas de midi et frais divers.

— Des visites d'usines correspondant aux thèmes traités sont prévues. Les participants recevront avec la confirmation de leur inscription, un questionnaire leur permettant de préciser leur choix.

— Réservation d'une chambre au NOVOTEL pour ..... personnes, les nuits du 27 au 28 (\*) - du 28 au 29 (\*), (chambres et diners éventuels seront réglés par les participants directement à l'hôtel).

— Un car (ou des voitures particulières) attendra les participants en gare de Lille (sortie rue des Buisses) le 28 mars à l'arrivée du train de 9 h 26 en provenance de Paris.

Etes-vous intéressé par ce transport ? OUI (\*) NON (\*)

Signature :

(\*) Rayer les mentions inutiles.

SEE/XV

**14 h 30 Après-midi**

- **L'ELECTRICITE ET LE CONDITIONNEMENT D'AIR.**  
Présidence et présentation par M. GORLIER, Président de la Section 16.
- **La pompe à chaleur et ses multiples applications**, par M. J.-P. HARMEGNIES, Directeur Usine LEROY-SOMER à Vandeville (Nord).
- **Le conditionnement d'air des locaux à atmosphère fine par flux laminaire**, par M. J. BERNARD, Direction Technique Société LUWA (Paris).

**JEUDI 29 MARS 1979**

**8 h 30 Matinée**

- **ECONOMIE D'ENERGIE ET ENERGIES DOUCES.**  
Présidence et présentation par M. F. GUYOMARD, Directeur Régional de la Distribution de Lille - ELECTRICITE DE FRANCE - GAZ DE FRANCE.
- **L'électricité peut être un facteur d'économie d'énergie primaire. Le développement de son utilisation dans les prochaines décennies**, par M. J. BOUCHET, Chef adjoint du SEPAC — Direction Générale d'ELECTRICITE DE FRANCE.
- **Exemple d'une réalisation marquante en tout électrique. Fabrication et durcissement électrique de panneaux de béton**, par M. GENEL ou M. PICOT, Directeurs de l'Usine C.I.B. Groupe CARONI et M. WOJCIESZAK, Ingénieur ELECTRICITE DE FRANCE.
- **L'énergie électrique au service des énergies douces**, par M. J.-R. FEUGA — Direction des Etudes et Recherches ELECTRICITE DE FRANCE.

**12 h 00 Déjeuner.**

**Après-midi**

- **Visites de réalisations.**
    - Usine C.I.B. Groupe CARONI  
147, rue Lalau à Marquette.
    - Une réalisation récente de chauffage et conditionnement d'air de bureaux par pompe à chaleur.
-

## 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 salubre 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 6 000 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'excèdera 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

## L'ONDE ÉLECTRIQUE

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 : L'Onde Électrique, 120, Bd St-Germain, 75280 Paris Cedex 06 - Tél. 329.21.60.