

l'onde électrique

ISSN 0030-2430

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

• Léanord sur le marché de la micro-informatique • Spidel et la consultation des bases de données • Test *in situ* : GenRad suit la logique • Siemens et BMW réalisent la voiture « intelligente » • Technologies de pointe pour la commutation optique • Rockland : un analyseur de spectres FFT pour la série 7 000 de Tektronix •

Les nouveaux visages de l'oscilloscopie.

Les modems d'aujourd'hui se « microprocessorisent ».

Oscillateurs multimodes à ondes de surface.

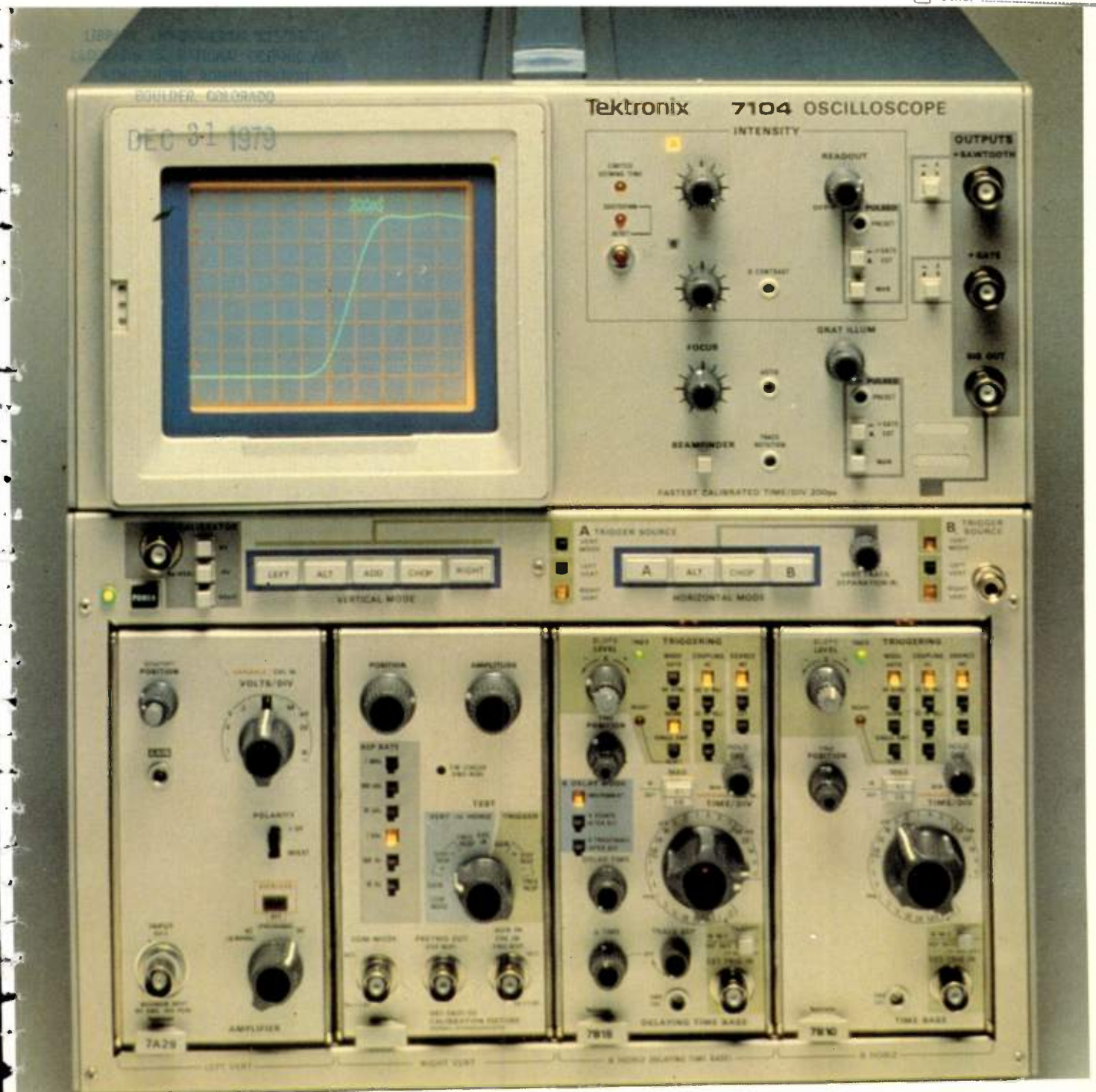
Utilisation de multiplexeurs pour la réalisation de fonctions logiques

LOCATION:

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

RETENTION:

- ☐ Current year only
- ☐ Other



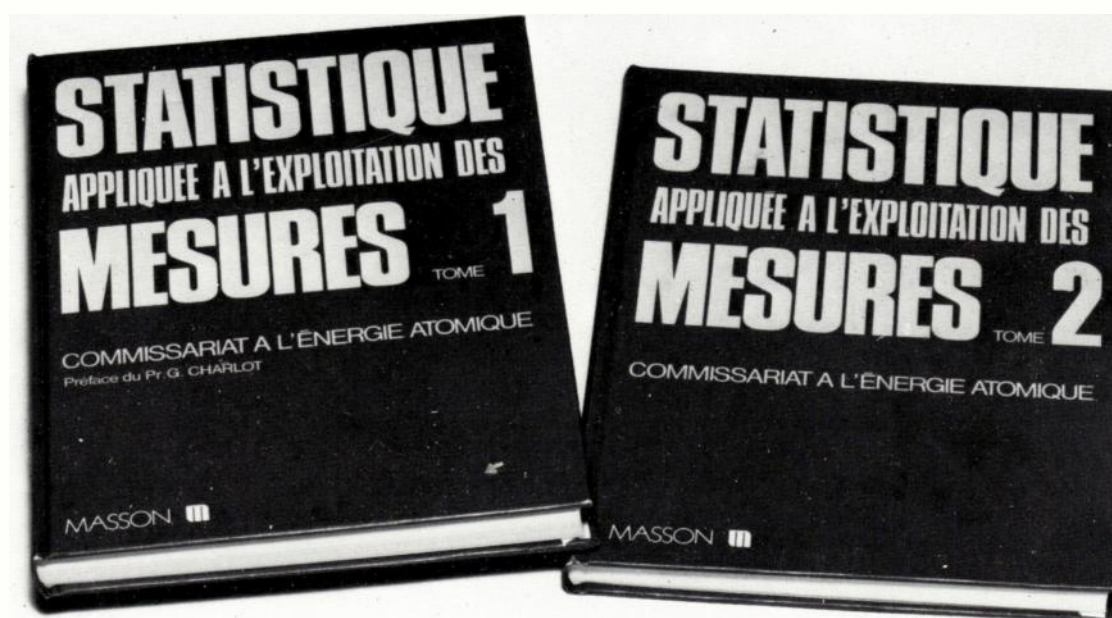
Statistique appliquée à l'exploitation des mesures

Exposé pratique illustré d'exemples concrets

Commissariat à l'énergie atomique

Tome I. 296 p., nbr. tabl., 158 F

Tome II. 280 p., nbr. tabl., 180 F



Cet ouvrage, présenté en deux tomes constitue un guide pratique des traitements statistiques qui conduit l'utilisateur, des données expérimentales à une information exhaustive, sans développements mathématiques complexes.

Récapitulés en un tableau synoptique, les exemples étudiés traitent des problèmes rencontrés par les chercheurs, les fabricants, les exploitants, quelle que soit leur activité : physique, métallurgie, chimie, biologie... Ces exemples correspondent à des cas empruntés à la chimie analytique, domaine dans lequel il est difficile de déterminer tous les paramètres qui agissent sur le résultat de mesure.

Conçu pour faciliter l'exploitation des mesures, et rédigé dans un langage très accessible, cet ouvrage résulte d'un travail collectif, peut rendre de grands services comme illustration pratique d'un enseignement sur les méthodes statistiques : universités, écoles d'ingénieurs et de techniciens, formation permanente...

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

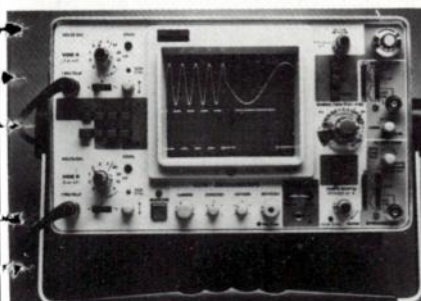
MASSON 



Le « Silex » de Léanord
(p. 5)



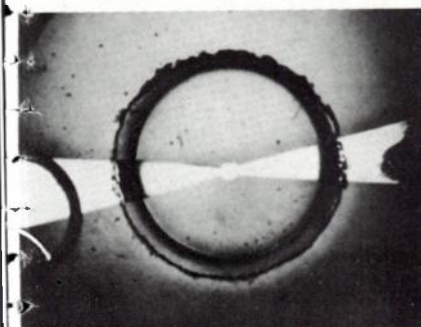
Le GR 1732 de GenRad
(p. 9)



Le 5216 d'Enertec
(p. 27)



Le Tradan de LTT
(p. 37)



Résonateurs à quartz
(p. 76)

œ Événement :

- 5 • Léanord compte faire des étincelles sur le marché de la micro-informatique.
- 8 • Spidel et la consultation des bases de données.
- 9 • Test fonctionnel *in-situ* : GenRad suit la logique.
- 11 • Siemens et BMW réalisent la voiture « intelligente ».
- 13 • Technologies de pointe pour la commutation optique.
- 14 • Rockland propose un tiroir analyseur de spectres FFT pour la série 7 000 de Tektronix.

œ actualités :

- 19 • De la mémoire numérique à l'analyse logique : les nouveaux visages de l'oscilloscopie.
- 35 • Plus performants et moins coûteux, les modems d'aujourd'hui se « microprocessorisent ».

œ applications :

- 31 Voltmètres vectoriels : application en mécanique et en physique des solides, par R. Miquel.

41 œ Livres reçus :

42 œ activités des laboratoires.

45 œ Nouveautés techniques.

Piezoélectricité :

- 65 Étude comparative entre oscillateurs à quartz en coupe AT et en coupe SC (coupes à simple et double rotation), par Cl. Peugeot.
- 70 Oscillateurs multimodes à ondes de surface, par A. Lantz et J. Salset.
- 75 Résonateurs piézoélectriques à ondes de volume fonctionnant à des fréquences fondamentales supérieures à 100 MHz, par M. Berté et P. Hartemann.

Composants :

- 81 Utilisation de multiplexeurs pour la réalisation de fonctions logiques, par Z. Lofti et A. Tosser.

A LIRE...

Fibre reinforced SiO₂. Glass for application at high temperatures.

On décrit les expériences fondamentales pour l'étude du renforcement de verres de silice par des fibres de carbone. Pour augmenter l'adhésion entre le verre de silice et les fibres de carbone, ainsi que la compatibilité chimique entre les deux composants, du SiC et du TiC ont été déposés sur les fibres de carbone avant nettoyage dans le verre.

Élaboration et applications à l'électronique et à l'électrotechnique des matériaux contenant des borures, carbures et nitrures réfractaires

Le mémoire définit, en s'appuyant sur la composition chimique et les structures cristallines et électroniques des borures, carbures ou nitrures des métaux de transition, leurs possibilités d'application dans le domaine de l'électronique et de l'électrotechnique.

Revue Internationale des Hautes Températures et des Réfractaires, volume 16, n° 2, 1979.

Vérifiez votre moteur... à l'aide d'un laser.

Beaucoup de gens s'étonnent lorsqu'ils s'aperçoivent que la Recherche se penche sur le mode de fonctionnement des moteurs à combustion interne. Qu'a-t-on besoin de savoir de plus sur un moteur qui est utilisé depuis le siècle dernier, est basé sur un principe simple, et a fait l'objet d'innombrables études mécaniques ?

Nouvelle Revue d'Optique
n° 5, Septembre-Octobre 1979.

A PARAÎTRE

- Les Alimentations.
- Les Enregistreurs magnétiques.

L'Onde Électrique, décembre 1979.

- Les Condensateurs et les Résistances.
- Hyper 80.

L'Onde Électrique, janvier 1980.

MASSON 
PUBLICATIONS YVES BACHELIERE / PARIS
Périodiques
Techniques et Scientifiques

l'onde électrique

contents

novembre 1979
vol. 59 - n° 11

- 19 • From digital memory to logic analysis : new faces of oscilloscopy.
- 35 • Cheaper and more reliable : to-day modem is « microprocessing ».

Piezoelectricity :

- 65 Comparative evaluation on crystal resonators between AT cut and SC cut (single and double rotated cuts), by *Cl. Pegeot*.
- 70 Surface acoustic wave multimode oscillator, by *A. Lantz* and *J. Salzet*.
- 75 Quartz resonators operating at frequencies higher than 100 MHz, by *M. Berté* and *P. Hartemann*.

Components :

- 81 Synthesis of logic functions with multiplexer units, by *Z. Lofti* and *A. Tosser*.

Dans le numéro de décembre 1979

de l'onde électrique

Ne manquez pas de lire deux importants dossiers consacrés :

- Aux alimentations.
- Aux enregistreurs magnétiques.

l'onde électrique

Directeur de la Publication : Philippe LUYT

RÉDACTION

Rédacteur en chef : Gilles SECAZE.
Tél. : 329.21.60.

Comité de l'Onde Électrique

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

Comité de lecture

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

MASSON Editeur,
120, bd Saint-Germain,
75280 Paris Cedex 06.
Telex : 260.946.

PUBLICITÉ

Tél. : 329.21.60.

Directeur : Alain BUISSON.

Assistante : Martine ADJEMIAN.

Régie Publicitaire des Périodiques Masson
Directeur de la Régie : M. LEROY.

Représentant pour la Grande-Bretagne

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

Published monthly (except July and August) by Masson, 120, bd Saint-Germain, Paris, France. Annual subscription price : F 270. Second-class postage paid at Jamaica, N.Y. 11431. Air freight and mailing in the U.S. by Publications Expediting, Inc. 200 Meacham Ave., Elmont, N.Y. 11003.

Fenêtre et barreaux

Les sociétés occidentales doivent faire face à un nouveau phénomène : la nécessité de se protéger. C'est pourquoi le Syndicat des Industries Électroniques de Reproduction et d'Enregistrement (SIERE), qui au sein de la Fédération des Industries Électriques et Électroniques (FIEE) et du groupement des Industries Électroniques rassemble 9 sections dont « Matériels de Sécurité et d'Alarme », a engagé une action commune avec les industriels fabriquant des matériels et des systèmes faisant appel à l'électronique, pour la protection contre l'agression et le vol sur les plans de la détection, de la transmission et de l'alarme proprement dite.

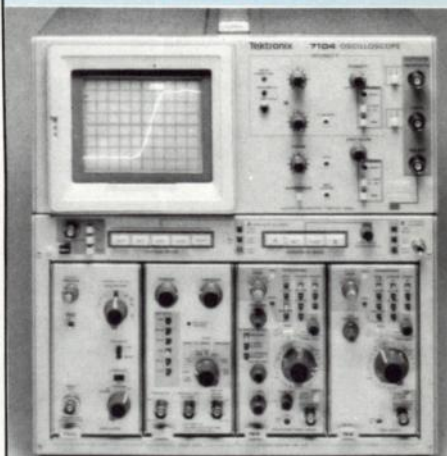
Cette préoccupation d'assurer la protection des personnes et des biens est aussi celle des constructeurs et des installateurs de dispositifs de sécurité et d'alarme qui tentent d'utiliser dans ce but les possibilités nouvelles que leur offre l'électronique, notamment au plan de la fiabilité des matériels et des systèmes. Le public ouvert maintenant à la multiplicité des risques doit être informé des moyens de protection et cela notamment par les média classiques, mais également par les réseaux d'installateurs : une manifestation comme Europrotection constituant un moyen original puisqu'elle permet la présentation de matériels de sécurité et d'alarme. Rappelons que de 1972 à 1977, le nombre des cambriolages a augmenté de plus de 32% (résidences principales et locaux industriels et commerciaux). Plus répandue aux USA qu'en Europe, la protection électronique aujourd'hui de 4% devrait atteindre 20% en 1995. Il faut noter que le marché de la protection électronique contre le vol a représenté 300 MF, en 1978, avec un taux de croissance de 15 à 20%. Ainsi la protection peut être envisagée, dès la construction, de deux façons, ce qui est rarement le cas actuellement : soit en livrant des locaux incluant systématiquement (ou à la demande) cette prestation complémentaire, soit en facilitant une installation ultérieure par l'occupant.

La protection individuelle a conduit jusqu'ici le particulier à utiliser des dispositifs d'alerte sonore locale, mais la transmission téléphonique lui permettra désormais, soit l'appel hiérarchisé de 3 ou 4 numéros particuliers, soit l'appel automatique des sociétés de surveillance. La protection collective comporte à l'avenir deux systèmes : le gardiennage centralisé et la télé-surveillance. On voit donc que le téléphone sert, là encore, d'outil essentiel de communications vers l'extérieur. Dommage que la fenêtre ouverte sur le monde qu'il représente doive, pour ceux qui en ont mal compris le rôle exact, se transformer en barreaux.

G. SECAZE

Sur notre couverture :

OSCILLOSCOPE 1 GHz



Le 7104 est le plus récent oscilloscope de la série 7000 TEKTRONIX.

Ses caractéristiques le classent comme le plus performant des oscilloscopes couramment commercialisés.

En effet, le 7104 est le seul oscilloscope à offrir une bande passante de 1 GHz avec une sensibilité de 10 mV (par cm) à cette fréquence.

La conception de cet appareil a fait appel aux plus récentes acquisitions de la technique et de la technologie. TEKTRONIX a conçu et réalisé de nouveaux circuits intégrés capables de fonctionner du continu à plus de 6 GHz.

Le tube cathodique présente lui aussi des caractéristiques exceptionnelles. L'usage de lentilles d'expansion et d'une galette de microcanaux a permis d'obtenir un tube de grande sensibilité et d'une luminosité 1 000 fois supérieure à celle d'un tube conventionnel.

C'est ainsi qu'un signal unique de quelques centaines de picosecondes (à la vitesse de balayage maximum soit : 200 ps/div.) peut être observé directement en lumière ambiante.

Grâce à ses possibilités d'avant-garde, le 7104 contribuera aux progrès techniques et technologiques qui verront le jour dans la prochaine décennie, particulièrement dans le domaine des semi-conducteurs ultra-rapides (ECL, GAS), ainsi qu'en transmission de l'information à grande vitesse.

Tektronix®

LA REFERENCE EN MESURE ELECTRONIQUE

Pour tous renseignements, veuillez écrire ou téléphoner à :

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

LE TEST DES CIRCUITS LSI ANALOGIQUES

Viser juste avec l'Œil Laser

Pour tester les circuits monolithiques actuels, il faut une vitesse et une précision d'un tout autre ordre qu'auparavant. C'est au niveau des opérations d'ajustage par laser que c'est le plus apparent.

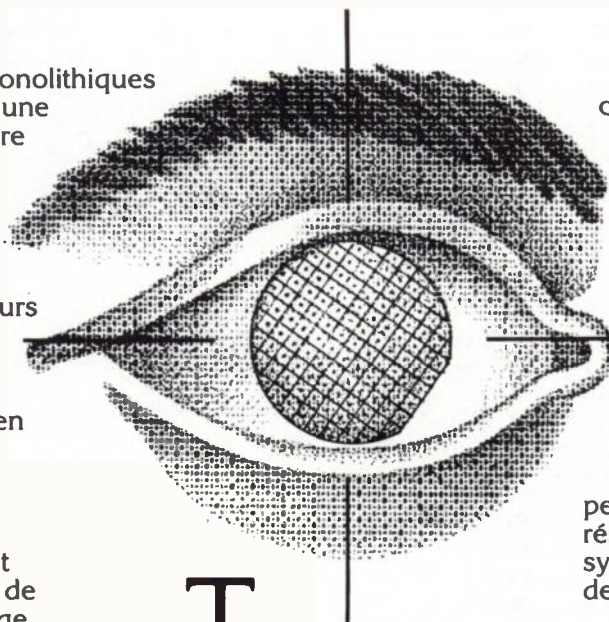
La densité croissante des circuits, le nombre toujours plus grand de fonctions concentrées sur une même puce ont fait de l'ajustage une technique dont la mise en œuvre est extrêmement délicate.

Comme les applications analogiques des circuits LSI se sont multipliées, imposant des cadences de production de plus en plus élevées, l'ajustage est devenu un goulet d'étranglement coûteux.

Pour éliminer ce goulet d'étranglement, il y a deux solutions.

La première consiste à trouver un système d'ajustage par laser qui offre la précision de positionnement, la finesse de spot, la vitesse et la fiabilité appropriées aux circuits LSI analogiques complexes, tout en ne nécessitant qu'un minimum d'intervention humaine.

L'autre solution consiste à intégrer cette fonction à un système de test de circuits LSI analogiques de grande capacité. En effet, c'est le seul cadre où l'on peut tirer le meilleur parti des hautes performances d'un système d'ajustage.



Teradyne, le pionnier de l'ajustage des circuits monolithiques et le leader reconnu en matière de test de circuits linéaires a très tôt perçu la nécessité de combiner les fonctions de test et d'ajustage dans un même système. Les systèmes d'ajustage de circuits monolithiques de la nouvelle famille de systèmes de test et d'ajustage de circuits LSI analogiques (A300) sont les premiers systèmes industriels spécialement conçus pour l'ajustage et le test des circuits monolithiques.

L'ŒIL LASER constitue l'innovation la plus significative. Ce dispositif à détection automatique de bord localise les résistances ou autres éléments, et positionne le faisceau, quelle que soit l'orientation de la plaquette, à 2,5 microns près (ou mieux) par rapport aux détails du circuit.

De plus, l'ŒIL LASER permet d'obtenir une résolution de 1 micron, et le système optique, une largeur de faisceau de 6 microns.

Le système se compose essentiellement d'un positionneur de faisceau galvanométrique extrêmement fiable, d'un laser YAG dont la stabilité impulsionnelle est excellente et d'un manipulateur à répétition utilisant un moteur Sawyer et un palier à air, qui résout les problèmes de déformation et de variation d'épaisseur des plaquettes.

La sûreté de fonctionnement de ces composants et l'excellente tenue aux vibrations qui caractérise les équipements Teradyne donnent un système stable et fiable, facile à mettre au point (calibration automatique sur grille de verre). Le résultat final est une homogénéité sans précédent de l'ajustage d'une plaquette à l'autre et d'un système d'ajustage à l'autre.

Pour plus de détails sur les systèmes de test et d'ajustage de circuits LSI analogiques A300, écrire à :

TERADYNE

10-12, rue de Chartres - 92200 NEUILLY

Micro-informatique

En présentant le « Silex »

Léanord compte faire des « étincelles » sur le marché de la micro-informatique

Léanord part à la conquête du marché micro-informatique avec plusieurs produits nouveaux dont un micro-ordinateur le « Silex ». Pour cela, la société ne manque pas d'atouts, son rattachement à Creusot-Loire, par l'intermédiaire d'Instrument SA, lui permettant l'accès au marché international tandis que se développe en France un système de distribution.

Le Silex comprend dans sa version de base 48 KO de RAM, un écran de visualisation 24 lignes — 40 caractères, un

Hewlett-Packard innove sur le marché du calculateur en introduisant un système de calcul personnel puissant au format d'un calculateur de poche, mais doté de nombreuses extensions enfichables autonomes qui en font un véritable mini-ordinateur, le HP 41C. Un clavier permet de le personnaliser en modifiant les fonctions affectées à chacune des touches. Il est équipé d'un affichage alphanumérique à cristaux liquides — choix nouveau mais raisonné par HP —, d'une mémoire permanente conservant toutes les données et programmes, même quand le calculateur est éteint. Les 4 logements entrée-sortie reçoivent des extensions enfichables; l'utilisateur dispose de modules mémoire supplémentaires, d'un lecteur de cartes magnétiques, d'une imprimante-traceur équipée d'un microprocesseur qui la rend interactive et intelligente et d'une gamme de modules d'applications; d'autres modules et un lecteur optique de codes-barre sont en préparation. Toutes ces caractéristiques depuis l'affichage à cristaux liquides, la CMOS, les modules enfichables jusqu'à l'intelligence distribuée étant des techniques de pointe. Le clavier personnalisé permet d'accéder aux 130 fonctions préprogrammées, dont on ne voit que 58, aux fonctions supplémentaires des modules enfichables et à ses propres programmes. Le dialogue avec le HP-41C est rendu possible grâce à son affichage alphanumérique, qui permet d'indiquer les fonctions et programmes disponibles, de demander l'introduction de données, de lui signaler les erreurs. L'utilisateur répartit ainsi les 448 octets de la mémoire dynamique entre les lignes de programme et les registres de données (63 maximum dans la version de base qui peut être quintuplée par l'addition de modules mémoires enfichables en option).

disque mémoire de 113 octets et un clavier étendu avec touches numériques et fonctions séparées. Doté du tracé graphique, ce micro-ordinateur est équipé d'un logiciel évolué (DOS, Basic étendu, Pascal). Mais pour être efficace dans une large gamme d'application (scientifique par exemple), il lui fallait beaucoup de mémoire. C'est pourquoi, il disposera sous peu de mémoires de masse de 2 MO avant la fin de cette année, sous forme de 2 disques double face (avec compatibilité IBM), en attendant de recevoir, à la fin du premier trimestre 1980, un ou deux disques durs Winchester, ce qui pourra porter sa capacité mémoire à 20 MO. Grâce à ces possibilités le Silex pourra aussi bien servir à l'enseignement, aux scientifiques, aux laboratoires, aux industriels (terminal d'atelier par exemple) et à la gestion.

Comme autres nouveautés à l'actif de cette société, on notera un terminal de saisie en atelier, le TED 40, organisé autour du micro-ordinateur « Picocarte 85 » (présenté dans les nouveautés techniques de l'onde électrique d'octobre 1979), le « Memotax 8 », système de taxation téléphonique compact capable

• Mesucora 79 se tiendra du 10 au 15 Décembre au Parc des Expositions de la Porte de Versailles. Ce Salon, complété par un Congrès présentera sur 50 000 m² 1271 constructeurs, exposant 615 familles d'équipement de Mesure, Contrôle, Régulation et Automatisation. Outre ses activités traditionnelles, Mesucora sera marqué cette année par son ouverture à l'informatique industrielle, reflétant par là l'évolution de ces dernières années; une zone sera également réservée aux constructeurs spécialisés dans les mesures géométriques dimensionnelles.

Afin de marquer sa volonté d'être un carrefour entre industriels et chercheurs, cette manifestation se tiendra conjointement à la 68^e Exposition de Physique qui réunira les grands laboratoires de recherche publics et privés ainsi que les firmes industrielles qui exposeront les matériels de pointe si elles ont été étudiées pour la recherche.

Enfin, « Mesucora Physique 1979 » est juxtaposé à Elec 1979, Exposition Internationale de l'Équipement Électrique, qui présentera sur 20 000 m² un panorama de la construction électrique mondiale et de ses développements les plus récents ainsi qu'une exposition retrospective sur l'évolution des matériels électriques depuis le début du 19^e siècle.

Pour tous renseignements : SEDIC/MESUCORA - 40, rue du Colisée, 75381 Paris Cedex 08. Tél. : 225.37.76 - 359.42.50.

de surveiller 8 lignes téléphoniques et 64 postes secondaires, ainsi qu'une interface graphique pour table analogique, le « Picotrace ».

(suite p. 8)

Le silex de Léanord
Bientôt 20 MO de mémoire...



rtf

Représente
LES CLAVIERS A TOUCHES

Grayhill



- 12 ou 16 TOUCHES
- DURÉE de VIE
3.000.000 d'opérations
- NOMBREUSES OPTIONS
Catalogues sur Demande

rtf

73 Av. Ch. de Gaulle
92202 NEUILLY
Tél: 747 11 01

Service lecteur : n° 940

rtf

Représente
LES INTERRUPTEURS
MINIATURESTYPE "DIP SWITCH"
avec CONTACT à BILLE DORÉEPOSSIBILITÉS : - Commutateurs
- Inverseurs
- Double inverseursExiste également en :
- "Piano Dip" pour
bord de carte

rtf

73 Av. Ch. de Gaulle
92202 NEUILLY
Tél: 747 11 01

Service lecteur : n° 906

Dans le précédent numéro de l'Onde Électrique (oe n° 10, octobre 1979), à l'occasion d'un dossier consacré aux convertisseurs de données, vous aviez pu vous offrir un petit « moment de détente » en essayant de répondre à dix petites questions destinées à raviver vos connaissances en matière d'échantillonneur-bloqueurs. En voici les réponses. Si vous avez parfaitement trouvé les dix réponses correctes, vous pouvez continuer la lecture de ce numéro. Jusqu'à cinq bonnes réponses, vous avez droit de lire jusqu'à la page 63. Si vous n'avez rien trouvé, renoncez à utiliser de tels dispositifs... ou bien écrivez-nous : pour nous proposer un autre divertissement de ce genre.

RÉPONSES

- | | | |
|---------|------|----------|
| 1) a, d | 4) d | 8) b |
| 2) c | 5) b | 9) c |
| 3) A d | 6) a | 10) c |
| 3) B b | 7) c | 11) b, c |

Attribuez-vous 1 point par bonne réponse. Si votre score ne dépasse pas 2 points, faites en sorte que votre patron ne tombe jamais sur cet article ! Si vous obtenez entre 3 et 4 points, nous vous conseillons vivement de lire la suite.

1) Généralement, les circuits a et d donnent les meilleurs résultats. Tous les E/B introduisent des erreurs ; cependant, ceux du type suiveur en boucle ouverte ont des pics de commutation moins importants que les modèles en boucle fermée. Ces pics de commutation ne sont guère importants pour des variations de grande amplitude. Par contre, ils deviennent prépondérants lorsqu'on incrémente les entrées digitales pour générer une rampe. Dans cette application, on échantillonne une variation de 1 LSB entre l'entrée et la sortie, et même dans ce cas, les circuits b et c de type boucle fermée génèrent des pics de commutation de grande amplitude (jusqu'à 7 V), certainement plus importants que ceux du convertisseur D/A lui-même. Seul des circuits en boucle fermée, le modèle intégrateur de type 2 présente des pics de commutation d'amplitude réduite. En fait, les circuits de type boucle fermée se présentent en boucle ouverte en mode mémoire ; même si l'amplitude du signal d'entrée reste constante, ils doivent réacquiescer la totalité du signal lorsqu'ils passent en mode échantillonneur.

2) Le temps d'établissement en sortie en mode échantillonneur (on maintient le circuit en mode échantillonneur et on observe la sortie en appliquant un échelon de 10 V à l'entrée) dépend de trois étages intermédiaires : l'amplificateur d'entrée, le réseau RC composé du Ron du commutateur et de la capacité mémoire, et l'amplificateur suiveur de sortie. D'un autre côté, lorsqu'on revient

du mode mémoire au mode échantillonneur, le temps d'acquisition pour que la sortie suive le signal sinusoïdal d'entrée de 20 Hz est plus faible car la sortie de l'amplificateur d'entrée continue toujours de suivre le signal d'entrée. En première approximation, on peut faire la racine carrée de la somme des carrés, pour calculer le temps d'établissement d'un tel circuit. La constante de temps RC du commutateur et de la capacité mémoire est de 10 ns ; le temps d'établissement pour atteindre 0,1 % de la valeur finale est équivalent à 7 constantes de temps, soit 70 ns. Le temps d'établissement en sortie est alors de :

$$\sqrt{400^2 + 70^2 + 400^2} = 570 \text{ ns}$$

et le temps d'acquisition en sortie est de :

$$\sqrt{70^2 + 400^2} = 406 \text{ ns}$$

3) A - Avec $C_m = 2\,000 \text{ pF}$, l'erreur introduite par le passage du mode échantillonneur au mode mémoire est de 5 mV et la perte mémoire est de 12,5 mV/s car ces deux paramètres varient comme l'inverse de C_m . La perte mémoire : $dV/dt = i/C_m$ où i représente le courant de fuite de la capacité mémoire (la somme du courant d'entrée de l'amplificateur de sortie et du courant de fuite du commutateur). La tension de décalage entre le mode échantillonneur et le mode mémoire est un échelon d'erreur provoqué par les charges accumulées dans la capacité mémoire. Cette erreur est égale à Q/C et la perte mémoire : $dV/dt = i/C_m$ varie donc dans le même sens. Si on augmente C_m d'un facteur 20, la perte mémoire et le décalage diminuent donc d'un facteur 20.

3) B - La véritable définition du temps d'acquisition est le temps mis par la capacité mémoire, en mode échantillonneur, pour se charger à la valeur du signal d'entrée. Si $C_m = 100 \text{ pF}$, la constante de temps est comme dans la question 2 :

$$RC = 10 \text{ ns et } 7RC = 70 \text{ ns.}$$

Le temps d'établissement de l'amplificateur d'entrée étant de 400 ns, le temps d'acquisition sera de :

$$\sqrt{400^2 + 70^2} = 406 \text{ ns}$$

Pour $C_m = 2000 \text{ pF}$, $7RC = 1400 \text{ ns}$, et le temps d'acquisition devient :

$$\sqrt{400^2 + 1400^2} = 1,46 \mu\text{s}$$

4) La variation maximale du signal admissible à l'entrée du convertisseur A/D est :

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{10 \text{ V}}{2^{12}} = 1,22 \text{ mV}$$

La pente maximale du signal sera donc de :

$$\frac{1,22 \text{ mV}}{20 \mu\text{s}} = 61 \text{ V/s}$$

Cette valeur représente également la

perte mémoire maximum de l'échantillonneur-bloqueur. Le commutateur étant un TEC, la perte mémoire double tous les 10°C . On applique alors la formule :

$$\begin{aligned} \text{PM max} &= \text{P.M. } 25^\circ\text{C} \times 2^{(\Delta T/10^\circ\text{C})} \\ 61 \text{ V/s} &= 59,5 \text{ mV/s} \times 2^{(\Delta T/10^\circ\text{C})} \\ \Delta T &= 100^\circ\text{C} \Rightarrow T_{\text{max}} = 125^\circ\text{C} \end{aligned}$$

5) Une source d'erreur importante sur le temps d'échantillonnage peut être provoquée par de mauvaises caractéristiques diélectriques de la capacité mémoire. De ce point de vue, le téflon présente les meilleures caractéristiques à 125°C . L'absorption diélectrique détermine en effet le temps mis par la capacité à se décharger. Une valeur élevée de ce paramètre signifie que la capacité mémoire ne suit pas les variations rapides du signal d'entrée. Le tableau ci-dessous récapitule les principales caractéristiques des diélectriques proposés :

Type	Plage de température	Absorption diélectrique
Céramique	non compatible	0,01 % à 0,02 %
Polystyrène	jusqu'à 85°C	0,01 % à 0,02 %
Polypropylène	jusqu'à 100°C	0,03 % à 0,09 %
Téflon	jusqu'à 125°C	0,01 %

6) Un échantillonneur-bloqueur est une mémoire analogique qui mémorise une valeur instantanée (un échantillon de tension) à un instant précis. C'est alors qu'intervient l'incertitude sur le temps d'ouverture. Le calcul de cette erreur pour des signaux sinusoïdaux revient à appliquer la formule suivante :

$$E = \frac{dV}{dt} T$$

où

E = tension d'erreur

dV/dt = pente du signal d'entrée

T = incertitude sur le temps d'ouverture.

La variation maximale du signal admissible à l'entrée pendant T est de

$$0,01 \% \times 20 \text{ V} = 2 \text{ mV.}$$

Pour un signal sinusoïdal de la forme :

$$V_e = E \sin(2\pi ft)$$

la pente maximum du signal a lieu au passage à zéro. Dans notre cas : $E = 10 \text{ V}$ pour un signal de 20 V cc . La dérivée du signal d'entrée nous donne sa pente, soit :

$$\frac{dV}{dt} = 2\pi f E \cos(2\pi ft)$$

au passage à zéro, on a :

$$t = \frac{n}{2f} \quad (n = 1, 2, 3...)$$

donc :

$$dV = 2\pi f \cdot E \cdot dt$$

La fréquence maximum admissible à l'entrée est alors donnée par :

$$\begin{aligned} 2 \text{ mV} &= 2\pi f (10 \text{ V}) (32 \text{ ns}) \\ f &= 0,995 \text{ kHz} \end{aligned}$$

7) On conserve le même raisonnement pour cette question. On sait que

$$E = \frac{dV}{dt} T$$

et

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dt} &= 2\pi (30 \times 10^3) 10 \\ &= 1,8 \times 10^6 \text{ V/s} \end{aligned}$$

Pour $T = 10 \times 10^{-9} \text{ s}$ on a

$$E = 18 \text{ mV.}$$

Donc l'erreur est :

$$\begin{aligned} \epsilon &= \frac{18 \text{ mV}}{20 \text{ V}} = 0,9 \times 10^{-3} \\ \epsilon &= 0,09 \% \text{ P.E.} \end{aligned}$$

L'incertitude sur le temps d'ouverture varie d'un circuit à l'autre. La plage de variation typique de ce paramètre se situe entre 0,5 et 10 ns. Son importance est prépondérante dans les applications nécessitant d'échantillonner des signaux rapides.

8) Le temps d'établissement et le temps d'acquisition tendent vers la même valeur, car la charge de la capacité mémoire est contrôlée aussi bien par l'entrée que par la sortie dans un circuit à boucle fermée.

9) Ce circuit intégrateur en boucle fermée est caractérisé par une très bonne précision, un temps d'acquisition important et une faible perte mémoire. La très bonne précision est assurée par la configuration équivalente à celle d'un simple amplificateur, en mode échantillonneur. Le montage intégrateur impose au commutateur de travailler à un potentiel voisin de la masse, ce qui réduit les fuites à travers la capacité mémoire et par conséquent améliore la perte mémoire i/C_m .

10) La fonction de transfert pour une bande passante de 500 kHz à -3 dB en gain unité est la suivante :

$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{1}{1 + j \frac{f}{5 \times 10^5}}$$

La précision de 12 bits (0,01 %) sera garantie pour :

$$\frac{1}{1 + j \frac{f}{5 \times 10^5}} \leq 0,9999,$$

donc $f < 7,0716 \text{ kHz}$.

11) Les paramètres b et c sont le plus souvent oubliés. En général, le bruit crête à crête ramené en sortie en mode mémoire est meilleur que la linéarité de l'échantillonneur-bloqueur. Son omission cause donc peu de problèmes. Cependant, ce bruit peut provoquer des problèmes de linéarité si le signal est envoyé sur l'entrée d'un convertisseur A/D. Le temps d'établissement en mode mémoire est lui bien plus important, surtout si on utilise l'échantillonneur-bloqueur devant un convertisseur A/D à pesées successives. On peut, en effet, obtenir des codes manquants, surtout vers le milieu de l'échelle, si la commande de conversion est envoyée avant que la sortie de l'échantillonneur-bloqueur ne soit établie à mieux que 1 LSB. Pour un échantillonneur-bloqueur lent, ce paramètre peut atteindre $1 \mu\text{s}$. Il peut faire environ 10 ns pour les modèles les plus rapides.

Bibliographie : John M. MILLS (Datel Inc) et Gene MURPHY (Datel Inc).

EIP 545 COMPTEUR HYPERFRÉQUENCES AUTOMATIQUE

REGARDEZ BIEN
L'INTÉRIEUR !
SEULE UNE
EVOLUTION
TECHNOLOGIQUE
EXCEPTIONNELLE
PEUT VOUS
GARANTIR DE
TELLES
PERFORMANCES



- **Hautes performances : 20 Hz à 18 GHz**
Sensibilité : - 30 dBm maximum
Protection : + 37 dBm (5 watts)
Tolérance FM > 40 MHz
Extension possible à : 26,5 GHz* et 40 GHz*
- **Simplicité et fiabilité accrues, maintenance facile**
- **Contrôle par microprocesseur :**
des limites spectrales,
de l'amplitude optimale,
des décalages en fréquence,
du bon fonctionnement de l'appareil
- **Programmation BUS-IEEE et BCD en option**
- **Wattmètre avec résolution 0,1 dB en option**
- **Sortie analogique de 3 chiffres consécutifs (option)**
- **Prix de base inférieur à 31 000 F H. T.***
* modèles 548 et 548/591 - ** prix au 1.09.79

RACAL-DANA INSTRUMENTS SA.

91, route des Gardes - 92190 Meudon Bellevue
Tél. (1) 534.75.75 + - Télex : 200 207 F

LYON (78)89.77.77 - TOULON (94)28.97.81 - NANCY (83)29.11.17 - VANNES (97)66.77.58

G.N. Conseils

(suite de la p. 5)

Infotecture

Spidel et la consultation des bases de données

SPI (Société pour l'informatique) est une société de conseil et de service en informatique, filiale du groupe Pechiney Ugine Kuhlmann.

Fort de son expérience déjà ancienne dans le télétraitement et en association avec plusieurs organismes compétents, SPI propose aujourd'hui un service de consultation de bases de données en mode conversationnel appelé SPIDEL (Service Pour l'Information et la Documentation en Ligne). Cette opération a pour objectif de répondre aux problèmes pratiques et concrets des différents responsables d'une entreprise en permettant un accès facile et économique à des bases de données originales.

La grande majorité des informations de SPIDEL est en français et la plupart des documents originaux sont disponibles rapidement. Les bases actuellement proposées sont les fonds bibliographiques des organismes suivants : le CETIM (Centre Technique des Industries Mécaniques), le CIS (Centre International d'Information sur l'Hygiène et la Sécurité du Travail/Bureau International du Travail), EDF (Electricité de France) et bientôt Pont-à-Mousson. D'autres bases de données bibliographiques compléteront cet ensemble dans les domaines techniques et économiques. Ultérieurement, SPIDEL comportera des banques de données factuelles, en particulier des séries économiques, avec les outils statistiques nécessaires à leur exploitation.

SPIDEL permet un accès rapide aux informations à partir des terminaux compatibles «teletype» par l'intermédiaire des principaux réseaux disponibles en France, réseau téléphonique, TRANSPAC, EURONET, TYMNET.

Un accès par le réseau télex est à l'étude pour certaines bases.

L'utilisateur ne paie ni abonnement, ni droit d'entrée, mais seulement les heures d'interrogation et les documents édités, chaque mois.

Il peut questionner SPIDEL directement, ou bien s'adresser à un intermédiaire déjà équipé de terminal tels que les agences régionales de l'information scientifique et technique, les correspondants régionaux de l'ANVAR, les chambres de commerce, les observatoires économiques régionaux, les organismes professionnels, les cabinets de conseil.

Avez-vous lu,
dans l'Onde Électrique
n° 10, octobre 1979

le cahier technique consacré
à la conversion de données ?

Test automatique

Test fonctionnel *in-situ*

GenRad suit la logique

En présentant ses nouveaux modèles, un testeur de circuits intégrés logiques et une option logique pour le testeur *in situ* GR 2270, ainsi qu'une station de programmation multipostes pour celui-ci, GenRad entend bien consolider sa position dans le domaine du test automatique, en adaptant son matériel aux caractéristiques des circuits intégrés logiques.

Selon ses dirigeants, GenRad occuperait actuellement une position de leader mondial dans le domaine du test fonctionnel en s'attribuant, pour 1978, 48 % du chiffre d'affaires total de cette branche. Pour 1979, la firme américaine a décidé de continuer l'élargissement de ses activités de test avec l'introduction de testeurs automatiques pour circuits logiques.

Le premier appareil présenté, le testeur de circuits intégrés logiques GR 1732, doit, dans l'esprit de ses concepteurs, combler le fossé existant entre les testeurs de faible coût pour SSI et MSI et les très gros testeurs de LSI.

Le 1732 a une architecture multiprocesseurs identique au 1731 avec un microprocesseur Z80 pour gérer les fonctions de test, de calcul, d'affichage, du clavier, et un microprocesseur 6502 qui commande l'unité de cartouche magnétique.

L'originalité du 1732 réside dans la possibilité de test circuits logiques, et surtout de LSI. A cette fin en entrée un système permet de générer des stimuli reflétant les diagrammes de temps des divers composants LSI, cela grâce à une bibliothèque de programmes. D'autre part, en sortie l'analyse ne se fait plus

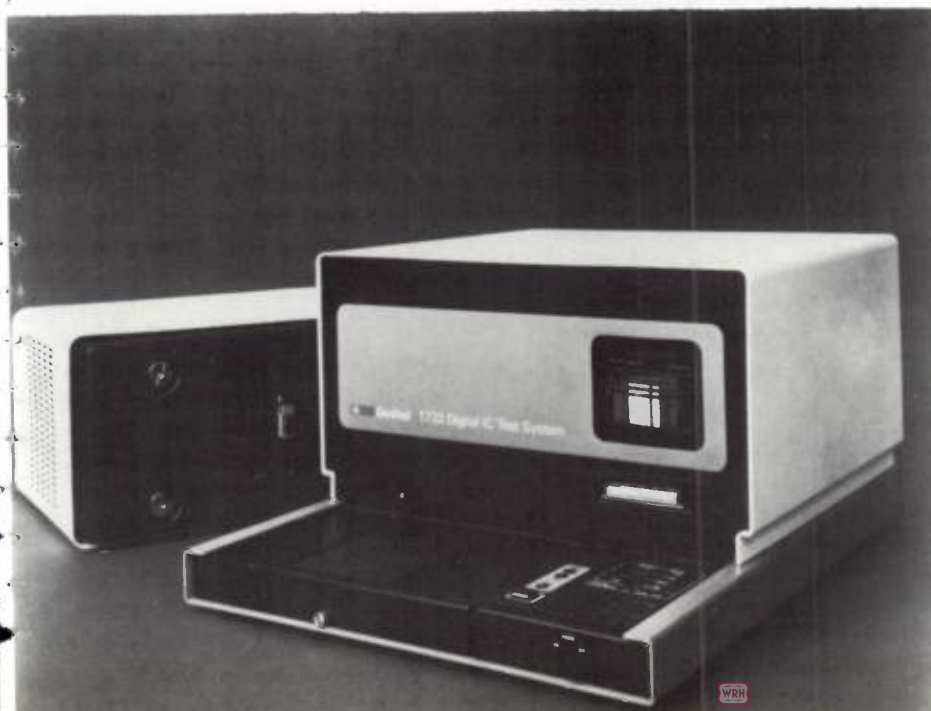
par comparaison ni par analyse de signature mais par comptage bit à bit réalisé par le logiciel.

Quant à la nouvelle option du GR 2270, elle a été conçue pour permettre, en plus des opérations de détermination de court-circuit, de test de composants passifs, de transistor et d'amplificateurs opérationnels, le test de circuits logiques et cela en vérifiant grâce à une séquence choisie le bon fonctionnement de chaque broche. Le système peut en tester jusqu'à 1 000 environ. La deuxième nouveauté introduite par cette option est un logiciel de génération automatique de test qui assure le programme de contrôle de chaque composant en adaptant le programme type de ce composant à son environnement. Une sonde qui permet de déterminer si une panne détectée provient d'un mauvais composant ou d'un mauvais branchement est jointe à l'appareil.

Enfin, GenRad propose, toujours pour le GR2270, la station de programmation multiposte 4R2290 qui permet d'accroître la productivité de ce système de test *in situ* en fournissant jusqu'à 4 postes de programmation. Elle est équipée d'un calculateur construit sur DEC 11 et d'une mémoire de 128 K Bytes. □

Le GR 1732 de GenRad

Six fois moins cher qu'un testeur de LSI classique



A noter...

● MM. Pierre Chavance, Eugène Ballardur et Philippe Dargent ont été remplacés au conseil d'administration de CII-HB par trois dirigeants de Saint-Gobain - Pont-à-Mousson : MM. Roger Martin (président), Roger Fauroux (administrateur-directeur général) et François Mer (directeur général adjoint). Le conseil a, en outre, coopté administrateur M. Maxime Bonnet (directeur général de CII-HB), en remplacement de M. P. Davous.

● Microlor (Micro-Informatique de Lorraine) a été formée à Longeville-lès-Metz, 57050 Metz (85, boulevard Saint-Symphorien) au capital de 50 000 F. Le gérant est M. Joseph Bier.

● MM. Pierre Chavance et François de Laage de Meux viennent d'être nommés directeurs généraux adjoints du groupe CGE. Ils ont pris leurs fonctions le 1^{er} novembre. M. Roger Damisch (directeur à la direction générale de CIT-Alcatel) a été nommé directeur à la direction générale de la compagnie.

● Tektronix va commercialiser une version portable et militaire de son analyseur de spectre 7L18. Comme ce dernier, cette nouvelle génération assurera l'analyse spectrale des signaux compris entre 50 kHz et 60 GHz. Affaire à suivre...

● La Société P.E.P. (Produits Électroniques Professionnels) vient d'éditer un catalogue de 320 pages qui regroupe en 4 chapitres (composants actifs, opto-électronique, composants passif et systèmes) les produits et matériels de la majorité des marques que distribue ou importe cette firme. Notons en particulier : A.M.I., Futaba, Général Instruments, Mostek, Rifa, SGS/Ates, Sprague et Texas Instruments.

● IER assure désormais la distribution exclusive des produits Trilog. Trilog est un constructeur d'adaptateurs pour imprimantes Printronix qui permettent de les utiliser dans des applications spécifiques.

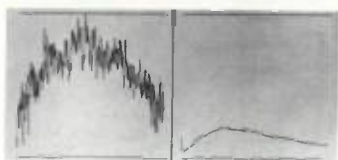
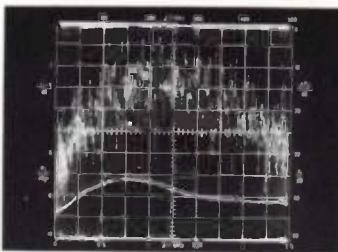
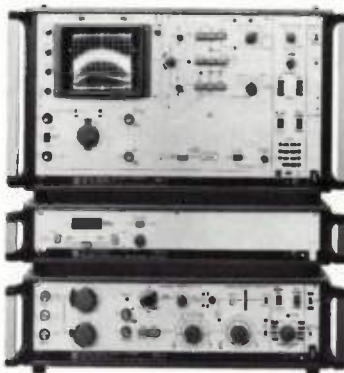
● Les Journées d'Études : « Micro-Ondes et Produits Alimentaires. La remise en température des produits surgelés et réfrigérés » auront lieu, à Lyon, les 5 et 6 Décembre prochains. Ce colloque est organisé conjointement par l'Université Claude Bernard - Lyon I - Département H F et Micro-ondes, et l'Association ADITEC. Renseignements : Christiane Rochas, Secrétaire Générale, ADITEC, Institut Pasteur de Lyon et du Sud Est, 77, rue Pasteur, 69007 Lyon.

Mesures sur les liaisons par satellites: le RM-4

Avec les nouveaux satellites et le nombre croissant de stations terriennes, les mesures à effecteur augmentent.

Pour faire face à cette évolution il est nécessaire d'utiliser des techniques qui permettent de gagner du temps. Avec le RM-4 nous proposons une solution rationnelle pour les mesures de distorsion selon les exigences de INTELSAT.

A la place des habituelles photographies prises sur l'écran de l'oscilloscope, le RM-4 peut présenter directement les résultats par l'intermédiaire d'un enregistreur XY. Avec le RM-4 vous êtes également équipé pour l'avenir pour des mesures avec des fréquences intermédiaires à 140 MHz et des tolérances de mesures plus faibles.



Principaux avantages du RM-4 :

- ★ Mesure de la réponse en fréquence FI, des distorsions de pente et de temps de propagation de groupe au niveau bande de base ou FI ou entre les deux.
- ★ Mesure de l'excursion efficace, du niveau FI et de l'affaiblissement d'adaptation FI.
- ★ Mesure d'intermodulation avec un signal de bruit blanc à l'aide du modulateur-démodulateur large bande.
- ★ Générateur de marqueur variable avec affichage digital.
- ★ Reconnaissance automatique de la fréquence de mesure.



Wandel & Goltermann France
APPAREILS DE MESURES ELECTRONIQUES

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

Grand public

Siemens et BMW réalisent la voiture « intelligente »

Les ingénieurs de *BMW* et de *Siemens* ont mis au point en commun un ordinateur de bord offrant un vaste éventail de ses possibilités. Il se commande par douze touches semblables à celles d'une calculatrice de poche et placées dans le tableau de bord à droite du volant. Elles permettent l'entrée d'une instruction, l'appel d'une information, l'entrée d'un chiffre.

La touche n° 1 donne la température extérieure. Lorsqu'elle descend au-dessous de + 3 °C, un signal sonore et une diode électroluminescente rouge avertissent le conducteur de tout risque de verglas. La touche n° 8 permet de sélectionner une distance allant jusqu'à 999 kilomètres. Cette distance est mise en mémoire et le conducteur peut à tout instant connaître la distance qui lui reste à parcourir. La touche n° 2 donne l'heure probable d'arrivée, calculée en se basant sur la dernière moyenne réalisée. La touche n° 3 est la touche anti-gaspi : le conducteur affiche la vitesse indiquée par les panneaux de limitation de vitesse. Un signal sonore et une diode électroluminescente rouge le ramènent à la sagesse. Cette touche donne également la vitesse moyenne. La touche n° 4 donne la consommation instantanée. La touche n° 5 informe le conducteur de la distance qu'il peut encore parcourir avec le reste du réservoir d'essence. La touche n° 6 est utile sur autoroute. Il suffit au conducteur d'afficher la distance lue sur les panneaux indicateurs annonçant les sorties d'autoroute pour être averti en temps voulu (toujours par un signal sonore et une diode électroluminescente) de l'approche de la bretelle de sortie. La touche n° 7 programme la mise en marche d'un éventuel chauffage automatique. La touche n° 9 permet de choisir une combinaison anti-vol à quatre chiffres. L'ordinateur coupe l'allumage et déclenche l'avertisseur si à plus de trois reprises le code composé avant de démarrer ne correspond pas à celui que connaît l'ordinateur.

Ce n'est là que l'essentiel des fonctions de ce nouvel ordinateur de bord. □

Ordinateur de bord...
... bientôt la voiture de «007»

Tendances et statistiques

● L'industrie électronique mondiale continuera à bénéficier, pendant les dix prochaines années, d'un taux de croissance nettement supérieur à celui de l'ensemble des industries manufacturières, estime l'OCDE dans son « observateur » de septembre. L'OCDE représentait, en 1970, 78 % de la demande mondiale et, en excluant du calcul les pays à économie planifiée. Tout en s'estompant progressivement, cette prépondérance des marchés du Nord devrait se maintenir dans les quinze prochaines années.

A cette concentration de la consommation répond une concentration encore plus forte de la production, puisque les cinq principaux pays producteurs en assuraient, en 1975, 85,5 %.

L'OCDE rappelle l'écrasante supériorité des États-Unis dans la technologie des composants. Même compte tenu du très ambitieux programme japonais concernant les circuits intégrés les plus élaborés (VLSI), la marge de manœuvre des entreprises américaines reste considérable, compte tenu de leur taille et de leur degré d'internationalisation. Il faut également rappeler qu'en 1974 les firmes américaines employaient 72 % des effectifs des multinationales dans le secteur des semiconducteurs des pays en développement loin devant le Japon et l'Europe.

Le Japon est, sans doute, le pays qui a le programme à moyen et long termes le plus cohérent en ce qui concerne l'électronique industrielle. Le gouvernement japonais s'est engagé à fournir environ 30 milliards de yens sur une période de quatre ans de 1976 à 1979, pour financer le programme de conception des VLSI destinés à des applications de traitement de l'information.

Pour l'Europe occidentale dans son ensemble, les perspectives apparaissent moins favorables et diffèrent beaucoup selon les pays. A terme, le scénario suivant semble relativement probable. La position européenne se renforce dans la production de composants ou de circuits intégrés banalisés. Les firmes européennes effectuent une percée limitée dans certains équipements électroniques à haute technologie très spécialisés, percée qui pourrait s'appuyer sur des prises de participation dans des firmes américaines de taille moyenne. La position allemande se consolide, l'Allemagne devenant le seul pays européen en mesure de développer l'électronique industrielle sur tous les fronts. La compétition technologique entre grands pays producteurs commandera, dans une large mesure, la nature et les limites de l'intégration du tiers monde dans la production et les échanges des composants et des biens à destination des ménages. On s'y orienterait vers une tripolarisation : pour les activités qui nécessitent une capacité technologique importante ou dont les processus de production peuvent être largement automatisés, une concentration accrue dans les pays les plus développés; pour les produits banalisés ou les activités à coûts de main-d'œuvre élevés, la continuation du mouvement de délocalisation dans une nouvelle périphérie du tiers monde (Philippines, Malaisie, Caraïbes); pour les produits de consommation de masse, le développement plus ou moins autonome de capacités de production, voire de conception, dans des pays intermédiaires disposant déjà d'un marché intérieur et d'une certaine capacité technologique (République de Corée, Taïwan, Brésil, Mexique, Inde).



Une nouvelle dimension dans le domaine des convertisseurs et ampli op ultra-rapides grâce à notre division
« COMPUTER LABS »

Convertisseurs A/N :

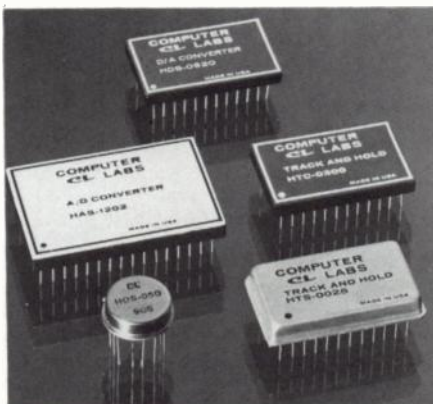
- 8 bits Vidéo, 8 à 20 MHz
- 10 bits Vidéo, 5 MHz
- codes de sortie BIN, OBIN, 2SC

Convertisseurs A/N intégrés

- 8 à 12 bits — 1,5 à 2,8 μ s
- codes de sortie BIN, OBIN

Convertisseurs N/A :

- 8 et 10 bits déglitchés - 20 MHz
- 8 à 12 bits sortie courant 15 à 40 ns



Convertisseurs N/A intégrés :

- 8 à 12 bits 20 à 35 ns sortie courant
- 8 et 12 bits 200 à 500 ns sortie tension

Echantillonneurs-bloqueurs (T/H) :

- circuits intégrés
- temps d'acquisition 30 et 100 ns à 0,1 %

Amplis OP vidéo :

- G.B. : 100 MHz
- B.P. à 3 dB ($G = 1$) : 55 MHz
- débit 100mA à $\pm 10V$.
- temps d'établissement : 80 ns à 0,1 %

Nos convertisseurs et amplificateurs ultra-rapides ...

des records de vitesse



**ANALOG
DEVICES**

CENTRE D'AFFAIRES SILIC
12, rue Le Corbusier - Silic 204
Bâtiment IÉNA, 94518 RUNGIS Cedex
Tél. 687.34.11 - Télex 200156 ANA

Agences :

Ouest ALENÇON

Tél. (33) 26.07.61

Télex 170 296 Code A 17

Est Sud Est VOIRON

Tél. (76) 05.82.15

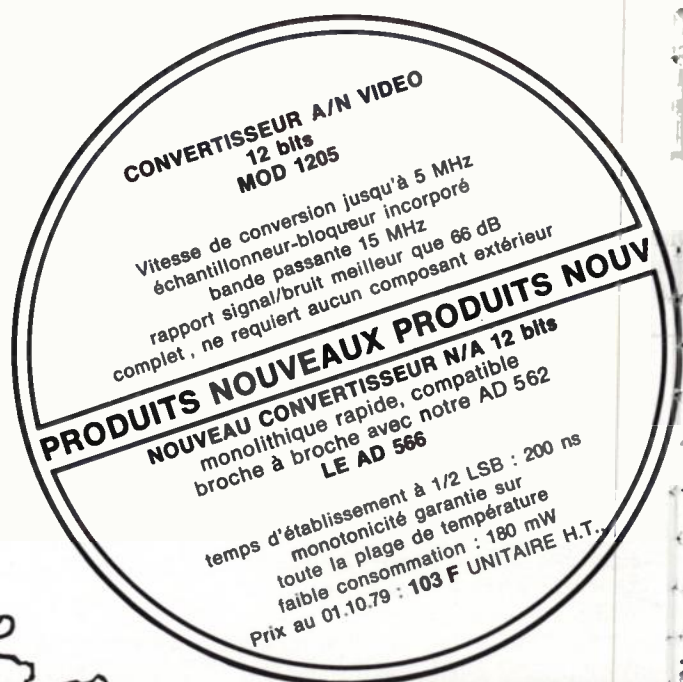
Télex 320 243 F ANAVOI

Sud Ouest TOULOUSE

Tél. (61) 41.11.81

40.85.62

Télex 531 747



Optique intégrée

Technologies de pointe
pour la commutation optique

L'utilisation des fibres optiques dans les transmissions conduit à trouver des équivalents optiques aux systèmes électriques bien connus. La recherche se porte actuellement sur les systèmes de commutation du signal depuis une source vers une, deux ou plusieurs directions.

Le Sperry Research Center (Sudbury MA) a développé plusieurs technologies pouvant répondre à ce besoin, se divisant en 4 catégories : *électromécanique*, la plus proche d'une commercialisation ; *électro-optique*, utilisant circuits intégrés ou cristaux optiques et qui offrent une grande souplesse d'utilisation ; *magnéto-optique*, une technique relativement nouvelle mais prometteuse ; *acousto-optique*, encore au stade de l'étude.

Systèmes électro-mécaniques

Un des dispositifs mis au point par Sperry utilise un miroir sphérique concave commandé par un petit galvanomètre (figure 1). Présentant, selon les chercheurs, un affaiblissement total de 1,5 dB pour un «aiguillage» vers un groupe de 6 fibres, un tel dispositif, qui doit réaliser au moins un million de cycles sans baisse de performance, pose comme tous les systèmes électro-mécaniques des problèmes de fiabilité et de vitesse ; le temps de commutation entre deux fibres adjacentes est en effet de 0,8 ms.

Electro-optique : effets Pockels...

Les systèmes électro-optiques éliminent ces deux inconvénients. Les temps de commutation sont de l'ordre de la nanoseconde et la fiabilité élevée. Sperry a développé deux de ces systèmes. Le premier est basé sur l'effet Pockels : le déplacement linéaire de l'indice de réfraction d'un cristal piézo-électrique sous l'effet d'un champ électrique. Le déplacement est malheureusement limité à une valeur faible (0,1 % environ), pour plusieurs raisons dont les risques de claquage diélectrique. Par contre, le temps de commutation n'est limité que par la constante de temps RC du circuit.

Savez-vous que...

● Cela fait maintenant quatre ans que Tesdata a commencé la commercialisation de ses systèmes de pilotage informatique MS auxquels il convient d'ajouter divers systèmes permettant à Tesdata d'annoncer le concept AMS (Advanced Management System) de pilotage intégral. Cet ensemble est constitué par un écran à plasma (EAP) et une unité d'affichage d'exceptions (UAE) qui assurent un contrôle permanent et visuel des dégradations possibles des équipements informatiques ; une interface télécommunications (MSTI) pour l'analyse du trafic sur les lignes de transmission ; un analyseur (108) d'utilisation des canaux sélecteurs et multiplexeurs par bloc et de saisie de toutes informations transitant sur ces canaux ; des logiciels (S-PAC) implantés sur le calculateur mesuré et ayant pour rôle d'extraire les informations provenant de fichiers ; des unités de mesure secondaires (UMS) chargées d'effectuer des mesures sur ordinateurs dispersés géographiquement ; un satellite de surveillance de réseaux de télétraitement (109) qui effectue des mesures en continu de toutes les lignes sans surcharger le calculateur central.

La figure 2 montre un tel dispositif utilisant un cristal de LiTaO_3 : la lumière est plus ou moins réfractée sous l'effet du champ électrique et dirigée, après réflexion sur la face arrière polie du cristal, sur les fibres de sortie, la face avant recevant les réseaux de fibres d'entrée et de sortie. En l'absence de tension, l'affaiblissement total de ce dispositif est de 5,7 dB. Plusieurs systèmes fonctionnent actuellement à l'aide de ce dispositif.

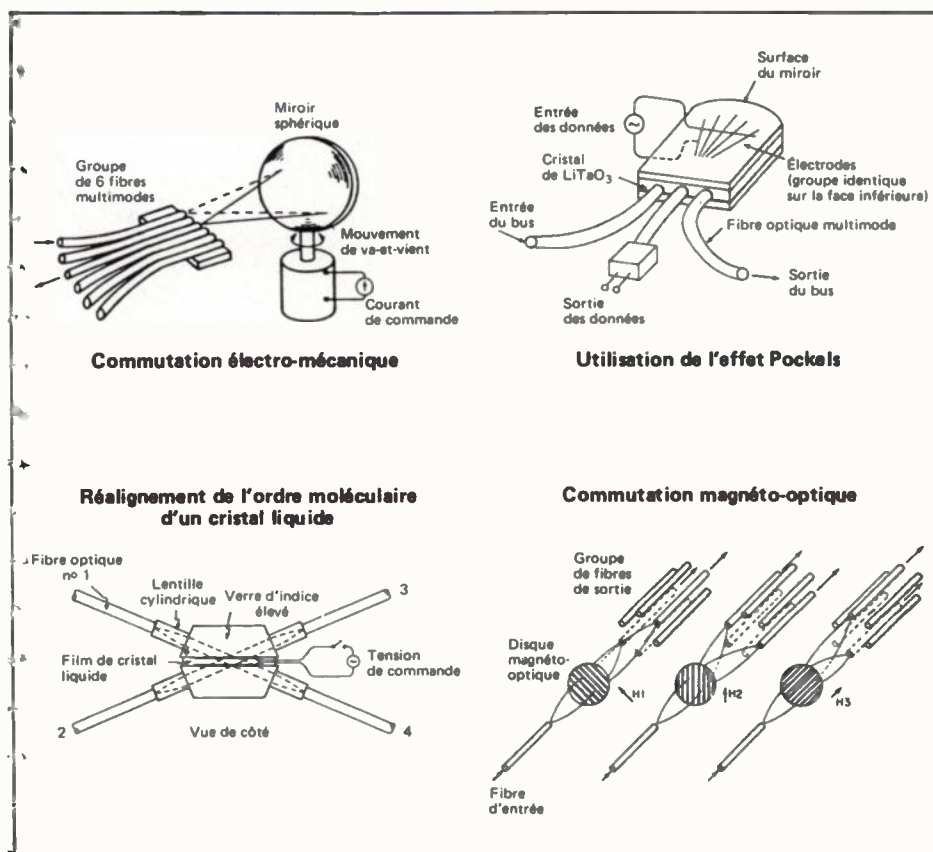
... ou cristaux liquides

Une autre technique électro-optique utilise le réalignement de l'ordre moléculaire d'un cristal liquide nématique sous l'effet d'un champ électrique. Le dispositif présenté figure 3 comprend 4 fibres multimodes couplées par des lentilles cylindriques à 2 prismes en verre prenant en sandwich un film de cristal liquide nématique de $6 \mu\text{m}$.

La lumière venant de la fibre d'entrée est réfléchi partiellement ou totalement selon l'ordre du liquide. L'affaiblissement total n'est que de 1,6 dB en l'absence de champ électrique.

Dispositifs magnéto-optique

Bien que plus récente, la technique de commutation magnéto-optique apparaît pleine d'avenir, notamment grâce au dé-



veloppement de matériaux magnétiques d'une plus grande pureté. Le principe utilisé est la diffraction optique créée par la présence de fins films de domaine magnétiques de grenat de fer disposés en bandes parallèles ; sous l'influence d'un champ magnétique externe, provoquant un changement dans la largeur et l'orientation angulaire des domaines, les angles d'azimut et de diffraction optiques varient. Sperry pense pouvoir utiliser les deux faisceaux diffractés du premier ordre pour une commutation de 1 à 2 N fibres (voir figure 4).

Les efforts actuels visent à améliorer la rotation de Faraday du film (θ_b en deg/cm) et à diminuer l'absorption optique (α en dB/cm). Cette technique fonctionne actuellement avec un coefficient θ_b/α de $4^\circ/\text{dB}$ à $0,63 \mu\text{m}$ et de $40^\circ/\text{dB}$ à $1,5 \mu\text{m}$. L'affaiblissement théorique est de 4 dB minimum, les temps de commutation de l'ordre de la microseconde. □

Savez-vous que...

● Racial-Dana Instruments SA représente les produits de la petite firme allemande Efratom (62 personnes dont 7 en RFA et 45 aux USA) spécialisée dans la fabrication de standards de fréquence au rubidium. Fondée par deux anciens ingénieurs de Rohde et Schwarz en 1971, Efratom s'est rapidement fait une place sur un marché international difficile (3 000 systèmes vendus depuis 1971) grâce à la commercialisation de produits se distinguant principalement par des performances élevées dans un volume extrêmement restreint. Deux modèles constituent les chevaux de bataille de la petite firme muniçoise, le FRKL dont la stabilité est donnée à 1.10^{-12} s/mois et le FRKH donnée à 1.10^{-11} s/mois. Détenant 90 % du marché américain des standards au rubidium et 60 à 65 % du marché allemand, Efratom, qui était représentée jusqu'à la fin de 1978 en France par Tekelec-Airtronic, cherche à s'attaquer, via Racial-Dana France, aux marchés militaires et à celui, détenu jusqu'ici par Adret Electronique, des comparateurs de fréquence. Voilà qui a au moins le mérite de la « bravoure » et de la franchise.

● La DAIH a retenu un groupement d'industriels dirigé par la société de service en informatique STERIA pour la réalisation « clé en main » du centre informatique de TELETEL dans l'expérience pilote de Vélizy.

STERIA réalisera le logiciel et assurera la maîtrise d'œuvre de l'ensemble. CII-Honeywell-Bull fournira les ordinateurs (mini 6) et MATRA les éléments de connexion entre le centre informatique et le réseau téléphonique.

Instrumentation

Rockland propose un tiroir analyseur de spectres FFT pour la série 7 000 de Tektronix

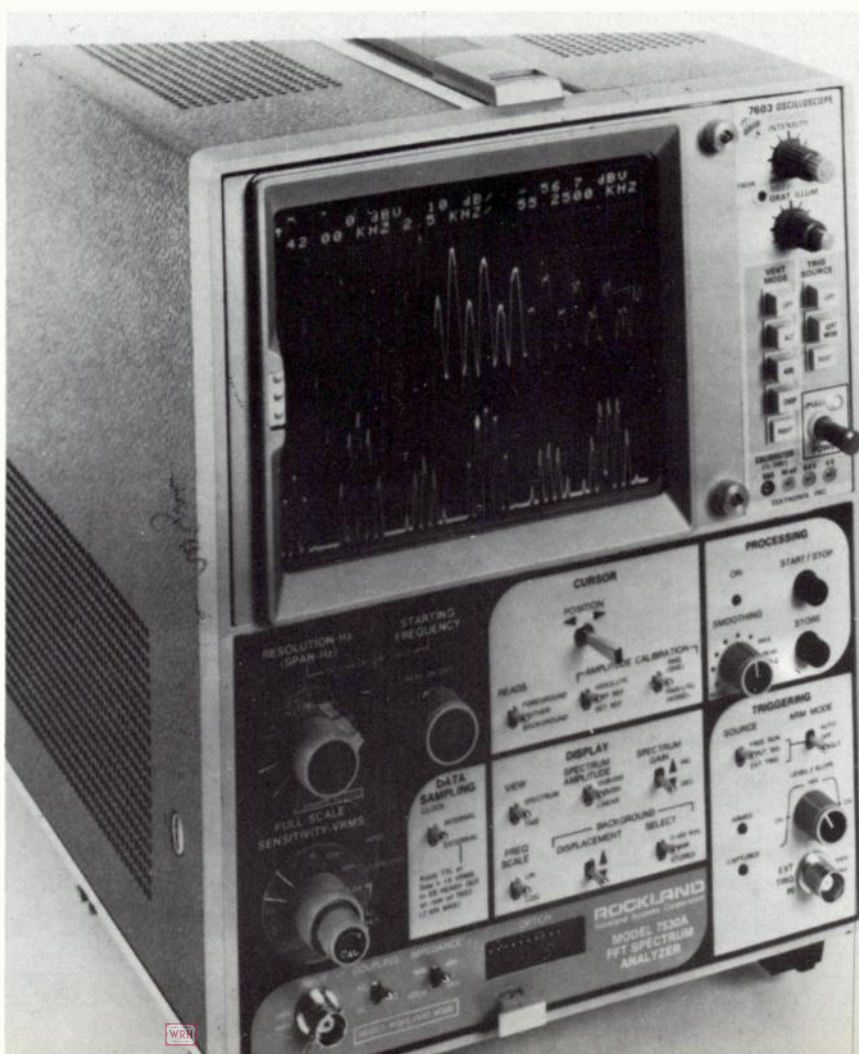
Tekelec-Airtronic distribue en France un nouvel analyseur FFT de chez Rockland, le 7530 A. Cela ne serait pas vraiment original si cet analyseur n'avait la particularité de se présenter sous forme de tiroir, enfichable dans tous les oscilloscopes Tektronix de la série 7 000.

En réalisant cet appareil, Rockland cherche à atteindre un nombre d'utilisateurs potentiels d'analyseurs F.F.T. Ainsi, la solution du tiroir enfichable a permis de diminuer le coût d'un tel appareil tout en permettant l'utilisation pour un grand nombre, le parc d'oscilloscopes de la série 7 000 étant estimé à environ 100 000 utilisateurs. D'autre part, la simplicité d'utilisation a été recherchée. Le 7530A ne possède, en effet, que 3 boutons de réglage pour les commandes opérationnelles : sensibilité, résolution, origine des fréquences, alors que toutes les valeurs de fréquence et d'amplitude apparaissent sur l'écran. Vous aurez deviné qu'un microprocesseur se cache derrière cette automa-

tisation des opérations. Plus fort encore, un second microprocesseur est affecté au calcul de la transformée de Fourier.

Cet analyseur qui travaille de 0 à 100 kHz (résolution 1 Hz à 100 kHz) possède une dynamique de 90 dB ainsi qu'un bruit propre de $10 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$. Il présente les avantages offerts par le traitement numérique comme, par exemple, la possibilité de mise en mémoire du signal, de moyenne, ou l'effet de « zoom », ainsi qu'une caractéristique originale, la possibilité de visualiser simultanément sur l'écran le spectre global 0-100 kHz ainsi que la portion choisie du spectre à étudier.

Le Rockland 7530
tant qu'il y aura des Tektronix série 7000...



LA MODULARITE.



Pour suivre l'évolution technologique, sans chaque fois tout changer, il faudrait disposer d'une instrumentation capable d'évoluer selon les progrès techniques ou de nouveaux besoins, permettant ainsi une adaptation rapide, facile, à moindre coût d'un équipement existant. La solution apportée par TEKTRONIX est la modularité. La modularité, c'est pouvoir faire évoluer son instrument de mesure à l'infini, tout en gardant ses qualités et ses performances. La modularité, c'est le point commun aux séries d'oscilloscopes Tektronix 7000 et 5000 et d'instrumentation générale TM 500.

Un châssis, des tiroirs, les deux éléments-clé de la modularité.

Dans ces trois séries, vous choisissez votre châssis en fonction de critères généraux : bande passante, mémoire ou non, nombre de tiroirs possibles.

Il en existe :

- 11 pour la série 7000 (plus les versions "BAIE"),
- 7 pour la série 5000 (plus les versions "BAIE"),
- 5 pour la série TM 500 (plus la version "BAIE").

Ensuite, vous sélectionnez vos tiroirs pour composer un ensemble de hautes performances, en fonction de vos applications : oscilloscopes, analyse logique ou spectrale, tiroirs numériques, générateurs de fonctions ou d'impulsions, multimètres, fréquencesmètres...

Ces tiroirs sont adaptables à toutes fonctions et à toutes mesures.

Il en existe :

- 42 pour la série 7000,
- 23 pour la série 5000,
- 39 pour la série TM 500.

Grâce à ces tiroirs, vous créez un instrument compact, facile à utiliser, transformable. Il suffit de changer de tiroirs. Vous vous constituez ainsi une configuration qui évoluera en fonction de vos besoins.

Avec la garantie de disposer d'une qualité et d'une souplesse maximum. En un mot, vous vous créez constamment de nouveaux produits adaptés à vos besoins présents et futurs.

Tektronix, la référence en mesure électronique.

Coupon-réponse à retourner à TEKTRONIX
Division Mesure Électronique
Promotion des Ventes,
B.P. 13 - 91401 ORSAY
Tél. : 907.78.27

« MESUCORA : Bât. 1 Stand 516 BC »

Tektronix®

Division Mesure Electronique - B.P. 13 - 91401 Orsay - Tél. : 907.78.27
Centres régionaux : Aix-les-Milles Tél. : (42) 26.62.03
Lyon Tél. : (78) 76.40.03 - Rennes Tél. : (99) 51.21.16
Strasbourg Tél. : (88) 39.49.35 - Toulouse Tél. : (61) 40.24.50

Service lecteur : n° 910

WRH

M. _____
Société _____
Activité _____
Fonction _____
Adresse _____
Tél. _____

désire recevoir sans engagement de sa part :
☐ une documentation sur les séries :
 ☐ 7000 ☐ 5000 ☐ TM 500
☐ la visite d'un ingénieur commercial
☐ des notes d'application

Des faits...

● **Centronics démocratise l'imprimante** en introduisant, à l'occasion du dernier Sicob 1979, un modèle réduit de 100 caractères/seconde, le modèle 730. Avec un CA de 121 millions de dollars réalisé en 1979 (17 MF en France), Centronics peut se targuer d'être le premier constructeur mondial d'imprimantes depuis 1971, année de sa création. En Europe depuis quatre ans, la firme américaine y a réalisé en 1978 un chiffre d'affaires de 31 millions de dollars (dont 15 % pour le seul marché français) et installé une unité de production en Irlande. Du point de vue commercial, c'est principalement aux marchés OEM et au secteur de l'informatique individuelle que s'effectuent les actions de Centronics Europe qui ne craint pas d'affirmer que plus des trois quarts des imprimantes actuellement connectées à un ordinateur individuel sont fabriquées par Centronics. D'où la commercialisation (par le biais, en France, de *Tekelec-Airtronic* et du groupe *CDME*) de la mini-imprimante, modèle 730, fonctionnant à 80 caractères par ligne en trois modes d'alimentation de papier (continu en paravent ou en rouleau et unitaire); cette machine à matrice 7 X 7 dispose de 36 caractères ASCII et d'une mémoire tampon de 80 caractères et est pilotée par microprocesseur.

● **R2E** qui, depuis un peu plus d'un an fait partie du groupe CII-Honey-Well Bull vient de dresser le bilan de douze mois de vie commune. Ainsi, la firme, poursuivant son activité technique et commerciale de manière indépendante, fait savoir qu'entre janvier et août 1979 son chiffre d'affaires s'est accru de 46,3 % passant de 12,3 à 18 MF pour la même période en 1978; fin août, le carnet de commande s'élevait à 14,3 MF (+ 124 %). A l'occasion du dernier Sicob, R2E a annoncé, outre la création d'une nouvelle direction commerciale confiée à *Lucien J. Beliard*, la commercialisation du plus petit Micral de la série 80, le 80-82, offert à un prix d'ordinateur individuel et de périphériques de lecture optique pour Micral, les Micralmex, constitués par un lecteur de page et un lecteur de document.

● **MAI-France** vient de fêter son premier anniversaire et révéler le bilan de cette première année d'activité : avec 47 personnes (14 en 1978) et 138 % d'augmentation du nombre de commandes enregistrées, la filiale française de MAI International envisage les années à venir avec énormément d'enthousiasme tant il est vrai que les mini-ordinateurs de gestion proposés par la firme semblent particulièrement bien accueillis par le public. Pour le Sicob 79, MAI-

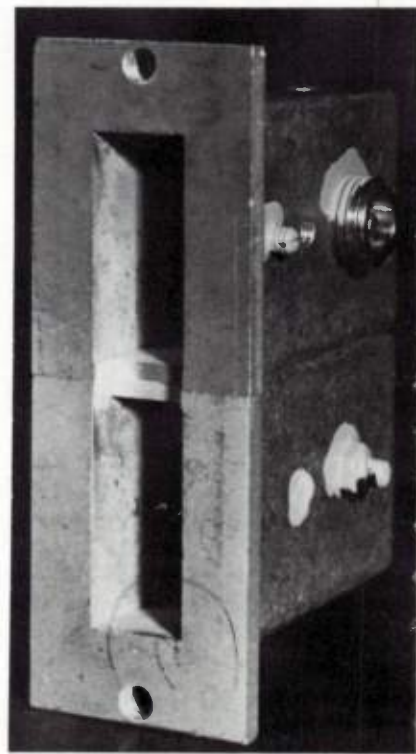
France aura annoncé la commercialisation de modules mémoire de 64 K, d'un ordinateur de gestion 200 amélioré puisque sa nouvelle version peut supporter 10 millions d'octets de mémoire supplémentaire sur disquette et une imprimante travaillant à 150 lignes/minutes et d'une nouvelle version de l'ordinateur haut de gamme 730 caractérisée par sa capacité mémoire étendue à 512 K. Sur le plan logiciel, MAI-France aura annoncé l'introduction d'un logiciel application destiné aux petites entreprises (et développé en collaboration avec *Europe Informatique*) et permettant la gestion (tenue et enregistrement) des informations permanentes (clients, articles, etc.) et des commandes, la facturation, la comptabilité des clients et des fournisseurs, les achats, les stocks, etc.

● Riche de son association avec le groupe financier Hamilton, **Labhire France**, la société de location de matériel de laboratoire, propose à ses clients des systèmes de développements pour microprocesseurs. Les services offerts par Labhire comprennent l'outil de développement, les périphériques, le logiciel, le programmeur de ROM ainsi que l'émulateur. Le matériel se compose principalement, et dans l'ordre d'importance, des systèmes Intel et Motorola ainsi que *Textro-nix*, choix qui correspond, dans l'esprit des responsables de la société, à la possibilité d'offrir un matériel de développement spécifique et donc plus puissant que les systèmes universels. Il reste à savoir si ce service, déjà proposé par Labhire Angleterre, aura du succès en France où le réflexe «location» est peut-être moins développé.

● Le journal allemand «*AV Report*» révèle, selon notre confrère *Sonovision*, que **Philips** aurait à l'étude un nouveau système de magnétoscope grand public à base de bande optique et de lecture laser. Ce système, destiné à prendre dans trois ans la relève des actuels systèmes magnétiques, mettrait vraisemblablement sur les grandes capacités de stockage des systèmes optiques, déjà exploités au niveau du vidéo-disque VLP. Selon «*AV Report*», Philips serait parvenu à un système mixte permettant de stocker sur une minuscule cassette, de la taille d'une boîte d'allumettes, huit heures de programme son stéréo ou quarante minutes de vidéo. Plus impressionnant encore, le même système pourrait également utiliser les actuelles minicassettes Compact avec une bande optique. L'appareil aurait alors une capacité de cinq heures d'enregistrement en vidéo couleur et de soixante heures en bande son.

Que personne ne bouge...

... tout mouvement sera détecté par ce nouveau capteur à effet Doppler SMX 5 présenté par Siemens. Cet ensemble de puissance 5 mW comprend une diode Gunn de fréquence 9,35 GHz qui sert d'émetteur ; une diode Schottky qui reçoit les signaux réfléchis, toutes deux placées dans un boîtier guide d'ondes. Avec une tension d'alimentation de + 8 V, cet appareil ne consomme que 150 mA. Comme une barrière lumineuse, le capteur de mouvement peut être utilisé pour la surveillance et la protection intérieure. Les caches banalisés en bois, en matière plastique ou en céramique se laissent traverser sans problèmes par les hyperfréquences. Ce capteur peut également servir d'interrupteur et de système d'ouverture des portes. Les feux de carrefour peuvent aussi, indépendamment de la commande automatique, être commandés sur le vert lorsqu'une auto s'approche et qu'aucun autre véhicule ne désire franchir le carrefour.



Tout en un pour le test des extrémités MIC

COMPATIBLE
BUS IEEE



TE 80 : un testeur piloté par microprocesseur qui effectue, à l'émission et à la réception, des mesures globales et séparées entièrement automatiques.

Le Testeur d'Extrémités MIC, modèle TE 80, permet d'effectuer les mesures essentielles, définies par les recommandations CCITT, en cinq modes : global point à point, global local, séparé émission, séparé réception, et numérique-numérique.

Dans ces divers modes, le TE 80 réalise les mesures suivantes : Equivalent, Distorsion de l'équivalent, Bruit psophométré de la voie au repos, Diaphonie intelligible, Linéarité, Distorsion totale y compris la distorsion de quantification, Capacité de charge.

Entièrement géré par MICROPROCESSEUR, le TE 80 a les avantages suivants :

Simplicité d'emploi : le choix des paramètres sur le panneau avant est piloté par le processeur.

Séquence automatique d'autotest

Automatisme intégral : le microprocesseur contrôle les séquences de mesure libérant ainsi complètement l'utilisateur

des réglages fastidieux. Il effectue également l'étalonnage automatique de l'instrument.

Comparaison des résultats à des gabarits mis en mémoire.

Le TE 80 fournit donc, non seulement des mesures précises et complètes des paramètres de l'extrémité, mais également une mesure de la QUALITE de TRAFIC.

TEKELEC-AIRTRONIC, département Equipement de Test et de Télécommunications, Rue Carle Vernet, 92310 Sèvres, Tél. (1) 534-75-35, Télex : 204 552F • Aix : Tél. (42) 27-66-45 • Bordeaux : Tél. (56) 45-32-27 • Lille • Lyon : Tél. (78) 74-37-40 • Rennes : Tél. (99) 50-62-35 • Strasbourg Tél. (88) 35-69-22 • Toulouse : Tél. (61) 41-11-81.

TEKELEC TA
INSTRUMENTS



TEKELEC : le spécialiste des équipements de test MIC



1.500.000 heures accumulées !

Nous avons en effet accumulé à ce jour 1.500.000 heures de fonctionnement sans défaut pour les essais en durée de nos tubes à ondes progressives spatiaux. Et nous visons les 2.000.000 d'heures ! Une telle preuve de fiabilité explique que nos TOP aient été choisis pour équiper les satellites OTS, CTS, INTELSAT V, ECS et TELECOM 1. Ce que nous garantissons :

– une fiabilité pour résister à l'épreuve du temps, allée à une technologie de pointe. Un exemple : les hélices à pas variable qui assurent des caractéristiques de transmission élevées et un rendement supérieur à 42 % !

Qui sommes-nous ? La Division Tubes Electroniques de THOMSON-CSF, dont la qualité des produits bénéficie d'une réputation mondiale.

**1.500.000 heures de fonctionnement sans défaillance :
la meilleure preuve de fiabilité que nous pouvons vous fournir.**



THOMSON-CSF

DIVISION TUBES ÉLECTRONIQUES

38, RUE VAUTHIER / 92100 BOULOGNE-BILLANCOURT / FRANCE / TÉL. : (33.1) 604 81 75 / TELEX : 200772 F

De la mémoire numérique à l'analyse logique

Les nouveaux visages de l'oscilloscopie

L'oscilloscope change et bien qu'il demeure l'outil essentiel de l'électronicien, il a dû s'adapter aux évolutions des techniques. Devenu aujourd'hui appareil aux multiples facettes, il sait compter des événements, mesurer des intervalles de temps, multiplier les paramètres de certains signaux, les retarder, les mettre en mémoire ou les représenter sous forme de tables logiques ou de cartes numériques. Mais ses principaux fabricants ne voient plus en lui matière à réaliser, pour très longtemps encore, d'importants profits. Le terme n'en est pas encore réellement précisé.



oscilloscope 5218

200 MHz 3 voies 1 ns/div.



affichage numérique des sensibilités et durées

universalité

Le 5218 permet de visualiser simultanément 3 traces :
voie A, voie B et synchronisation extérieure.
Oscilloscope complet, très adapté à toutes mesures complexes dans de vastes domaines d'application.

confort et maniabilité

Diverses particularités

permettent de le manipuler en toute sécurité :

- affichage numérique des sensibilités réelles (avec ou sans sonde), et des durées de balayage sélectionnées ;
- nombreuses signalisations lumineuses :
- voyant de synchronisation
- voyant clignotant lors de l'utilisation du mono-déclenché

- voyant indiquant la position «non-étalonnée» des verniers
- voyant indiquant la sortie du spot hors de l'écran

option

Association possible d'un multimètre numérique pour lecture directe de courants, tensions, fréquences, temps, etc.



ENERTEC
DÉPARTEMENT INSTRUMENTS
5, RUE DAGUERRE 42030 ST ETIENNE CEDEX FRANCE
TÉL (77) 25 22 64 TELEX ENIST A 330696 F

Au commencement était le tube cathodique

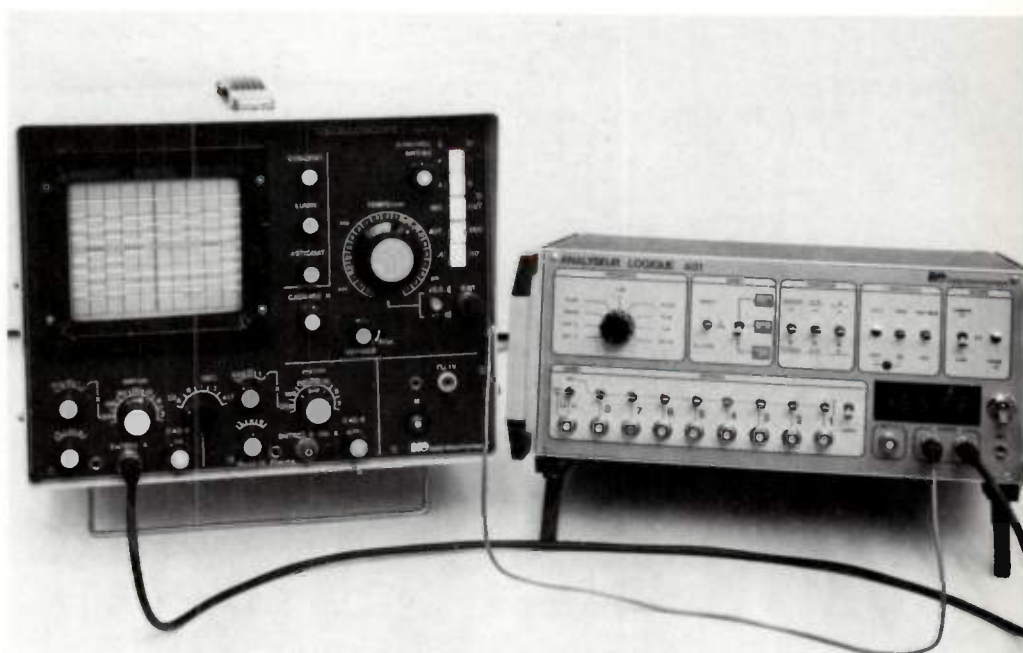
Sachant que le cœur de tout oscilloscope est constitué par le tube cathodique, c'est sur lui que les constructeurs ont tout d'abord porté tous leurs efforts. Dans les années 60, l'oscilloscope type possédait une bande passante maximale de l'ordre de 30, voire 50 MHz; de plus, l'écran, généralement rond, était assez petit. Il a fallu attendre cinq années avant que l'on parvienne à atteindre 150 MHz et augmenter la surface d'écran, devenu rectangulaire, à 8×10 cm.

Visualiser des phénomènes de plus en plus rapides, notamment en informatique ou dans l'industrie des télécommunications, ont conduit les fabricants de tubes cathodiques à concevoir de nouveaux types de composants répondant à ces exigences.

C'est ainsi que *Thomson-CSF* a développé un tube qui amplifie les déviations au moyen d'une lentille à fente couplée à deux lentilles de type quadruplaire, conduisant à l'accroissement de la luminance de spot, de la vitesse d'inscription, de la sensibilité (2 V/div) et du domaine de fréquences d'utilisation (jusqu'à 500 MHz). *Schlumberger* a fait de ces tubes le cheval de bataille de la gamme d'oscilloscopes sophistiqués qu'elle commercialise.

Dans le même ordre d'idée et afin d'améliorer la bande passante des oscilloscopes sans avoir recours à des artifices, le *LEP* a développé un tube cathodique faisant appel aux photomultiplicateurs à galette de microcanaux portant à 5 GHz la fréquence maximale pouvant être visualisée directement. Les développements d'un tel composant sont évidemment limités mais trouvent néanmoins des applications dans l'étude des plasmas ou de la fusion nucléaire. De ce fait, le *CEA* a été partie prenante dans cette étude et la société *Intertechnique* emploie ce tube dans une série d'instruments qu'elle commercialise.

Récemment, *Tektronix* a commercialisé un oscilloscope travaillant jusqu'à 1 GHz en direct et utilisant un tube à galette de microcanaux, à plaques de déviation en hélice et à lentilles électrostatiques d'expansion tout comme, à quelques détails (importants) près, le tube développé par le *LEP*. Seulement, le 7104 (c'est la référence de cet instrument) comporte en plus, l'utilisation d'amplificateurs intégrés travaillant à des fréquences de coupure de 6,5 GHz et qui, semble-

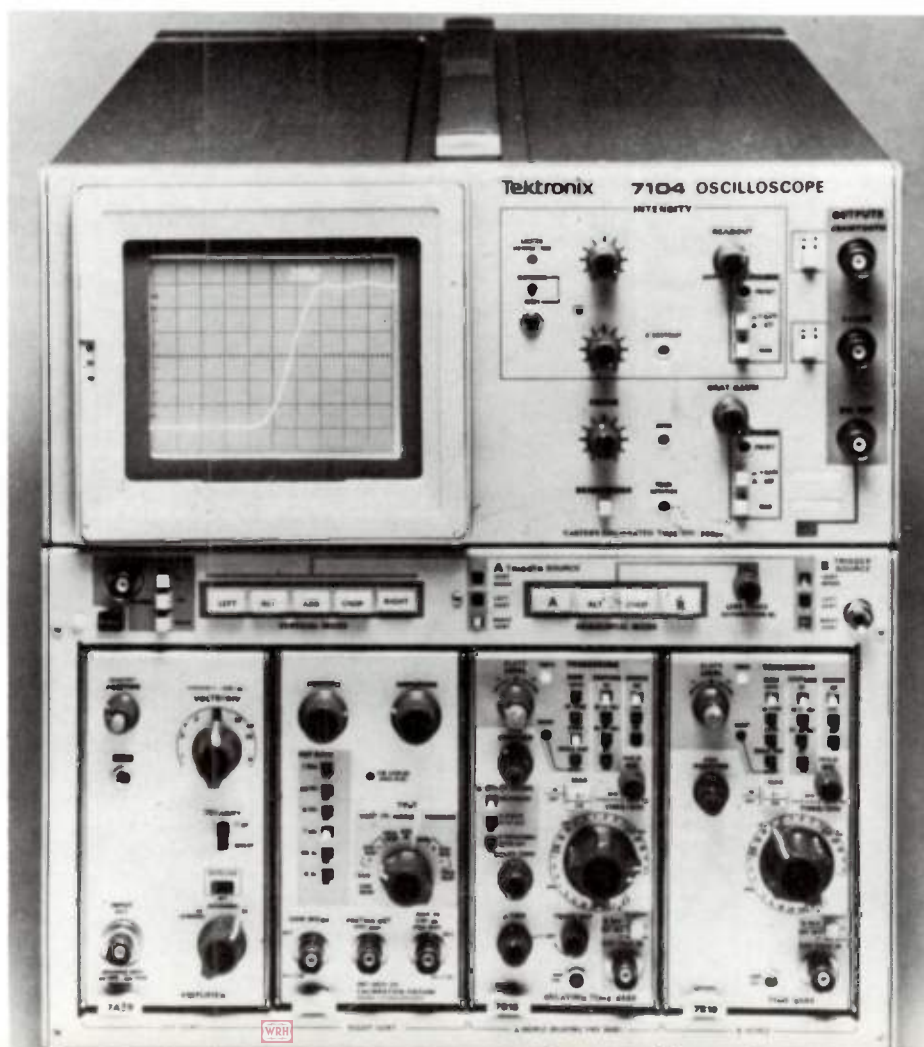


L'analyseur logique 401 de Katji Électronique.

Le complément direct de l'oscilloscope, revu et corrigé (pour Mesucora 1979) après une première présentation au Salon des Composants 79, est un modèle 8 voies, 10 MHz.

Le 7104 de Tektronix.

La maîtrise de l'oscilloscopie jusqu'à 1 GHz.



Le score de DATASCOPE 601 B a encouragé SPECTRON à faire mieux encore : DATASCOPE 502 B

Créé pour les spécialistes de la télé-informatique, le nouveau DATASCOPE 502 B de SPECTRON est, parmi les appareils de sa génération, le plus facile d'emploi.

PROGRAMMABLE :

Grâce à son jeu de 18 macro-instructions, ses 69 pas de programmes et son "buffer" d'entrée de 4 k octets, il autorise les tris et les mesures sur les données, en temps réel ou différé, jusqu'à 100 k bits/sec.

INTERACTIF :

Grâce à son "buffer" de sortie de 300 caractères, il autorise la simulation des procédures d'échange pour la mise au point ou le diagnostic d'un réseau de télé-informatique et ce même à grande vitesse.

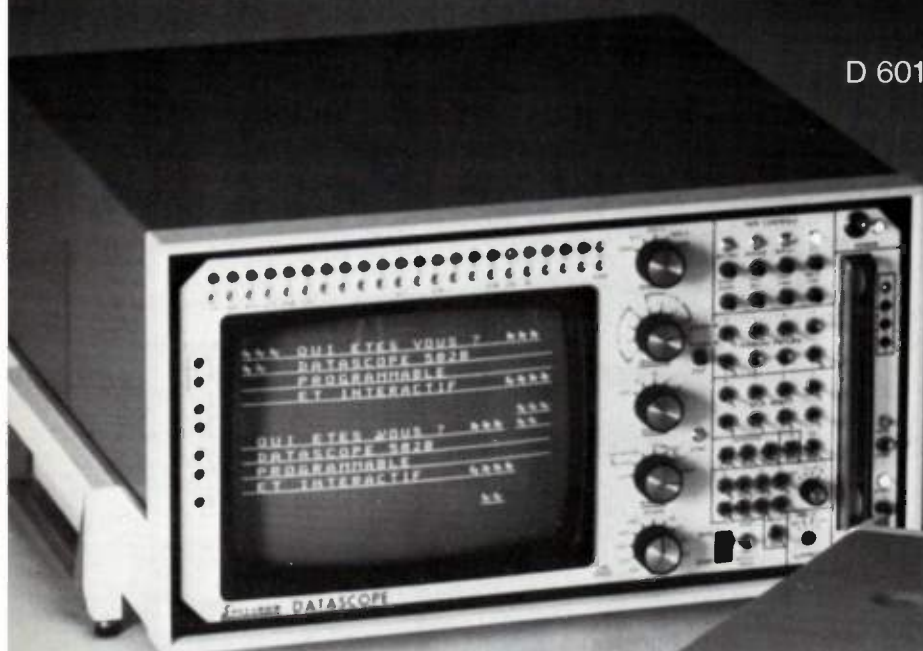
FACILE D'EMPLOI :

Le 502 B est portable (12 kg). Il possède un écran cathodique de 375 caractères et, croyez-nous, il est aussi simple à utiliser qu'une calculatrice de poche !

SPECTRON

DATASCOPE 502 B ou la filiation d'un succès reconnu.

D 601 B

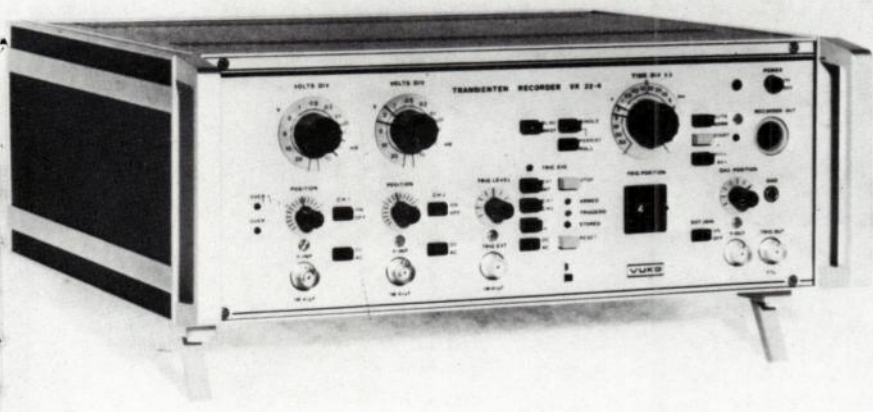


INDUSTRIE SERVICE



8, rue Sainte-Lucie 75015 Paris - Tél. : 577.95.70.

D 502 B



La VK 22 d'ITT-Métronix.

Fabriquée par Vuko; cette mémoire numérique est parfaitement adaptable à tout oscilloscope, ou à un enregistreur Y(t).

il, constituent la pierre angulaire de l'appareil.

Pourtant, la commercialisation de matériels de ce type n'est pas évidente, Thomson-CSF en a vendu quelques-uns au CEA pour les travaux menés sur la fusion laser ou pour (et surtout) les expériences atomiques de Mururoa. Tektronix espère, pour sa part, en vendre 1 000 à 1 500 par an dans le monde, mais pour combien de temps ? Quant aux problèmes techniques posés pour dépasser les 5 GHz atteints par le LEP, ils restent liés à la fabrication et à l'usinage des pièces mécaniques dans le système à hélice. Les spécialistes n'espèrent pas aller au-delà de 10 GHz (ce qui relèverait tout de même de l'exploit technique) avec la méthode employée jusqu'ici.

Ce qui ne les empêche pas de mettre en œuvre des dispositifs travaillant jusqu'à 100 GHz et principalement étudiés pour les travaux de fusion thermonucléaire contrôlée; les tubes à fente ne sont pas, à proprement parler, une nouveauté tant il est vrai qu'ils constituent depuis longtemps déjà un maillon important (le cœur, plus précisément) des caméras ultra-rapides à fente. Ce sont, en réalité, des tubes intensificateurs qui utilisent la variation de brillance en fonction du temps, phénomène mis en application par RCA puis repris par Thomson-CSF et le LEP en France. Certains de ces tubes travaillent en UV et même dans le domaine des rayons-X. La galette de microcanaux apporte à aussi son concours dans les modèles à image collimatée. Pour tout cela,

les gains sont importants mais, parfois la résolution spatiale est mauvaise (alors que la résolution temporelle est excellente) ou bien on assiste à de désastreuses déformations de l'image (effet de tonneau). Bref, encore beaucoup de travail en perspective.

Toutefois, pour atteindre de telles performances, les constructeurs d'oscilloscopes n'ont pas attendu la mise au point de tels tubes. Les techniques d'échantillonnage ont été principalement développées en vue de surmonter les difficultés liées aux limitations de sensibilité et de largeur de bande des appareils travaillant en temps réel. Ces techniques qui permettent d'atteindre 18 GHz, reposent sur trois méthodes : l'échantillonnage séquentiel à ligne à retard, l'échantillonnage séquentiel à impulsion de prédéclenchement et l'échantillonnage en régime aléatoire; dans ce dernier cas, il est possible qu'une mesure soit effectuée 40 ns après l'arrivée de l'impulsion à la porte d'échantillonnage, la mesure suivante n'intervenant que 20 ns après l'arrivée de la seconde impulsion.

Mémoires : analogique ou numérique ?

Ces techniques d'échantillonnage amènent, tout naturellement, à concevoir la possibilité de retenir des événements non répétitifs, une visualisation sans scintillement de signaux BF, un affichage de grande intensité, des im-

pulsions à temps de montée rapide et faible cadence de répétition, etc...

Plusieurs systèmes de tubes à mémoire ont été développés à cet effet qui font appel à la mise en œuvre de phosphores particuliers : ainsi, certains tubes disposent-ils d'une couche mémoire déposée sur l'écran, sur d'autres, la couche mémoire étant déposée sur une grille. Cette dernière version a l'avantage de pouvoir présenter des images possédant des demi-teintes.

On atteint actuellement des vitesses d'inscription dépassant 25 m/s; quant à la durée d'inscription, elle peut dépasser 15 heures (7834 de Tektronix).

Certains oscilloscopes, tel le 1220 de Hewlett-Packard, possède une mémoire à persistance variable, le stockage automatique de signaux fugitifs et l'effacement automatique de la mémoire.

Récemment, sont apparus d'autres types d'oscilloscopes faisant appel à l'utilisation de mémoires numériques. L'OS 4 000 de Gould-Advance est un 10 MHz dont la mémoire numérique possède une capacité de 1 024 octets et permet de stocker des signaux jusqu'à 450 kHz. L'avantage principal d'un tel dispositif réside dans le fait qu'il est possible de comparer, sur l'écran, un signal mémorisé à un événement en temps réel. Toutefois, les techniques actuelles ne permettent pas d'entrevoir la possibilité d'accroître la fréquence maximale stockable vers des niveaux atteints, sans problème, avec les dispositifs plus traditionnels. Actuellement, on compte peu d'instruments à mémoire numérique : hormis Gould, on peut citer Disa Electronique, qui emploie cette technique dans un appareil médical (électromyographe), et Nicolet Instrument sur ses oscilloscopes de milieu de gamme, la série « Explorer ». D'ailleurs, pour les représentants en France de cette firme américaine, la mémoire numérique constitue la réponse quasi-idéale aux besoins des utilisateurs en matière de rapidité pour l'analyse de transitoires (50 ns, 8 bits, par exemple avec le tiroir 204), de précision et de résolution 500 ns/point — 12 bits avec le tiroir 206, de définition de l'image, de facilité de lecture (directement en numérique) et de possibilité d'enregistrement d'événements très lents; voire...

Toutefois, on pourrait noter la faille la plus évidente de tels dispositifs : la limitation en bande passante mémorisée due aux contraintes technologiques actuelles : les convertisseurs analogique-numérique et numérique-

Les analyseurs logiques Philips : une simplicité évidente



Logic scope : Analyseur logique / Oscilloscope. Rise time : Temps de montée. Chop : Découpé. Slope : Pente. Level : Niveau. Focus : Focalisation. Trace rotation : Rotation de trace. Pull to invert : Tirer pour inverser. X magn. : Loupe. Pull for 10 : Tirer pour multiplier par 10. Time : Temps. Power on : Marche. Trigger or : Déclenchement ou. Off : Arrêt. Compare : Mode comparaison. Store ref. : Enregistrement du tableau de référence. LSA, OSC : Mode analyseur logique, oscilloscope. Select : Sélection. Start, stop : Armement. Single : Monocoup. Store trig : Mémorisation du nouveau mot de déclenchement. Delay : Retard. Blank : Effacement. Roll : Défilement. Cursor : Curseur. Threshold : Seuil de déclenchement.

S.A. PHILIPS INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
Division Science et Industrie

BOBIGNY 93002 - 105, rue de Paris - (830.11.11)

LILLE 59014 - 47, rue Barthélemy Delespaul - (06.92.24)

LYON 69009 - 25, avenue des Sources - (35.70.00)

MARSEILLE 13266 - 101, avenue du Prado - (79.00.11)

NANCY 54001 - 3, place Godefroy de Bouillon - (96.81.96)

NANTES 44470 - rue du Danemark - Z.I. de Carquefou - (49.11.27)

STRASBOURG 67000 - 6, rue de Niederbronn - (36.18.61)

Toulon 83107 - 28, boulevard Silvio Pellico - (42.75.50)



Mesure

PHILIPS

analogique intégrés ne dépassent pas 16 bits de résolution.

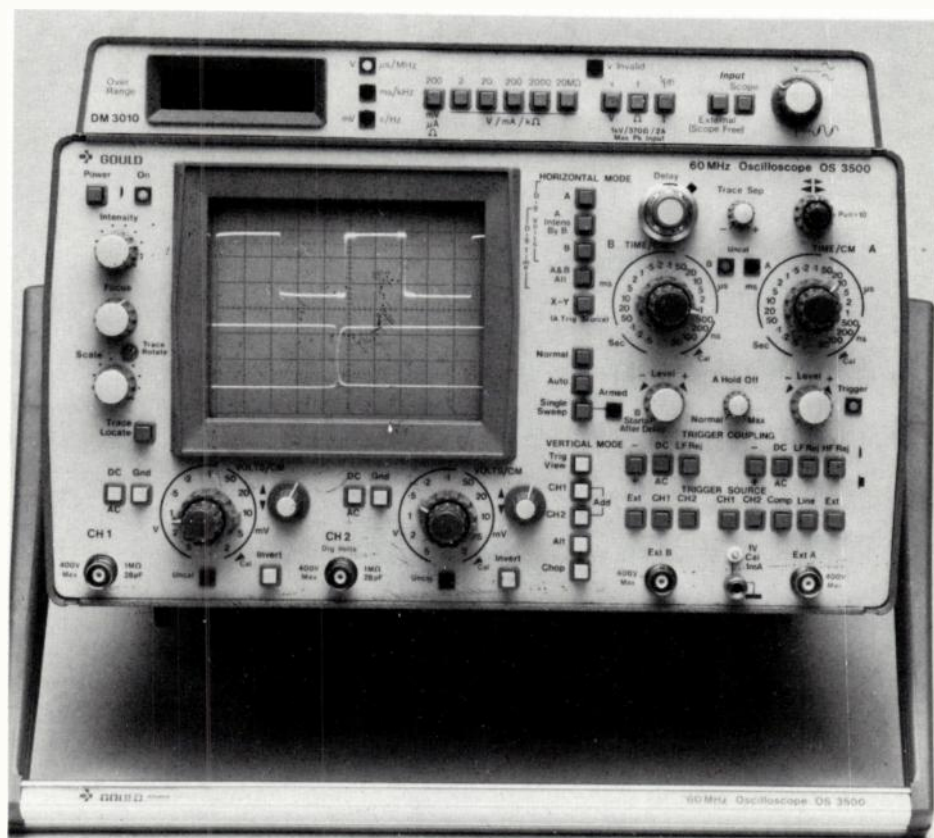
Il faut donc se tourner vers d'autres techniques de conversion du signal adaptée à l'oscilloscopie. Certains laboratoires, comme le LEP (encore lui) étudient les possibilités de réduction de coûts de mémorisation et travaillent sur l'utilisation du tube cathodique lui-même pour convertir le signal analogique en numérique. Partant du principe que les électrons se propagent plus rapidement dans le vide qu'à l'état solide, les chercheurs du LEP utilisent un échantillonnage vertical du « spot ». D'autres pensent à l'emploi d'une matrice de CCD sur l'écran et affirment pouvoir atteindre des vitesses de conversion de l'ordre de 500 MHz. Ces solutions, pour aussi intéressantes qu'elles apparaissent de prime abord, ne sont malheureusement pas prêtes d'être industrialisées...

En attendant, *ITT-Métrie* propose un accessoire intéressant pour sa gamme d'oscilloscopes, une mémoire numérique fabriquée par *Vuko*, le VK 22, qui fonctionne à 2 MHz et offre une résolution d'amplitude de 8 bits (256 points de déflexion totale) et une capacité mémoire de 2 K mots (4 K mots sur demande). Même chose pour *Katji Electronique* qui réalise et commercialise une mémoire numérique (présentée à la prochaine Mesucora et dans le commerce dans le courant de 1980) dont la vitesse d'échantillonnage atteint 2 μ s et la capacité mémoire 1 K mot.

Doubles bases de temps retardées...

Les bases de temps ont, en général, des gammes de vitesses très étendues et permettent d'analyser toute une variété de signaux, ces vitesses sont comprises entre 5 s/div et 0,02 μ s/div. Dans les oscilloscopes BF, on limite les vitesses maximales de balayage. Il existe un compromis entre la bande passante de l'appareil et la vitesse maximale de balayage : ainsi, pour une bande passante de 1 MHz (0,35 μ s de temps de montée), une vitesse de 1 μ s/div est largement suffisante. Plus couramment, on peut disposer d'une expansion de balayage par 5 ou 10 ce qui augmente d'autant la vitesse. Pour les bandes passantes plus étendues, on choisit des vitesses de balayage plus élevées (5 ou 2 ns avec expansion par 10 pour 150 MHz).

Les oscilloscopes récents fonctionnent en loupe électronique nécessi-



L'OS 3500 de Gould.

Autre spécialiste de l'oscilloscope à mémoire numérique, Gould propose ce modèle double trace 60 MHz qui dispose, outre un voltmètre numérique, d'un circuit de rattrapage automatique de dérive, de la double base de temps retardée, des balayages alternés et autres « raffinements » des appareils de haut de gamme.

tant, de ce fait, deux bases de temps dont l'une est retardée. Ce mode de fonctionnement permet de visualiser alternativement le phénomène avec la première base de temps et d'en explorer une partie à l'aide de la seconde, par l'intermédiaire d'une ligne à retard. On peut, également, observer simultanément les deux balayages : dans ce cas, le phénomène est d'abord exploré par la première base de temps à une vitesse relativement lente, puis par la seconde à une vitesse plus rapide, le tout en un seul passage. Ce mode de balayage est alors dit « mixé ». Il est particulièrement utile dans l'analyse de signaux TV ou MIC.

Une autre originalité des bases de temps modernes réside dans le retard variable au redéclenchement : cela signifie que l'on adapte la durée de balayage et de son retour à celle du phénomène à observer.

Plus récente est la double base de temps retardée mise au point par *Hewlett-Packard* sur le 1722 A et reprise, depuis, par d'autres constructeurs (*Philips*, *Tecktronix*, etc.) ; elle offre la possibilité de la mesure précise des intervalles de temps par surbrillance et superposition de segments de signaux.

... et microprocesseur

Le 1722 A de *Hewlett-Packard* assure, en outre, la mesure des tensions en indiquant la valeur moyenne (continue) présente à l'entrée verticale, la mesure des tensions crêtes et celle de la différence de tensions. Enfin, une position spéciale du vernier de l'amplificateur vertical permet la lecture en pourcentage des valeurs d'amplitude. Cette véritable centrale de mesure n'a pu voir le jour que grâce à l'utilisation d'un microprocesseur (d'ailleurs déjà employé par HP dans son calculateur M 35) qui explore sans cesse les signaux issus des commandes et calcule les facteurs de gammes devant être utilisés pour satisfaire les mesures. Ainsi, une interface d'entrée code les signaux de commande et les présente au microcalculateur sous forme d'adresses mémoire. Les programmes alors emmagasinés accomplissent les fonctions indiquées (temps de calcul, incréments, etc.).

L'interface de sortie convertit les données séries en données parallèles pour alimenter un convertisseur

(suite p. 27)

EXPLORER III de NICOLET

oscilloscope + analyseur de transitoires



Numérisez votre signal :

- conservez les informations antérieures au déclenchement.
- gardez le en mémoire (4 K + 32 K sur disque souple).
- traitez le sur votre ordinateur (interfaces IEEE 488 et RS 232 C).

tiroir 204 : 50 ns/8 bits par point.

tiroir 206 : 500 ns/12 bits par point.

NTC NICOLET
INSTRUMENT

16, rue Champ-Lagarde
78000 Versailles. Tél. 951.27.40
Démonstration sur demande.

Service lecteur : n° 916

MESUCORA 79

mesure • contrôle • régulation • automatisation • ingénierie • informatique industrielle

et

EXPOSITION DE PHYSIQUE

recherche • appareillage et instrumentation scientifiques



10-15 DECEMBRE 1979 - PARIS
PARC DES EXPOSITIONS - PORTE DE VERSAILLES • 9h-18h

en 1979, seules expositions européennes dans ces secteurs

même lieu, mêmes dates :



ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE

Renseignements : SEPIC - 40, rue du Colisée - 75381 PARIS Cedex 08 - Tél. : (1) 256.38.94 - Télex : SEPIC 640 450 F

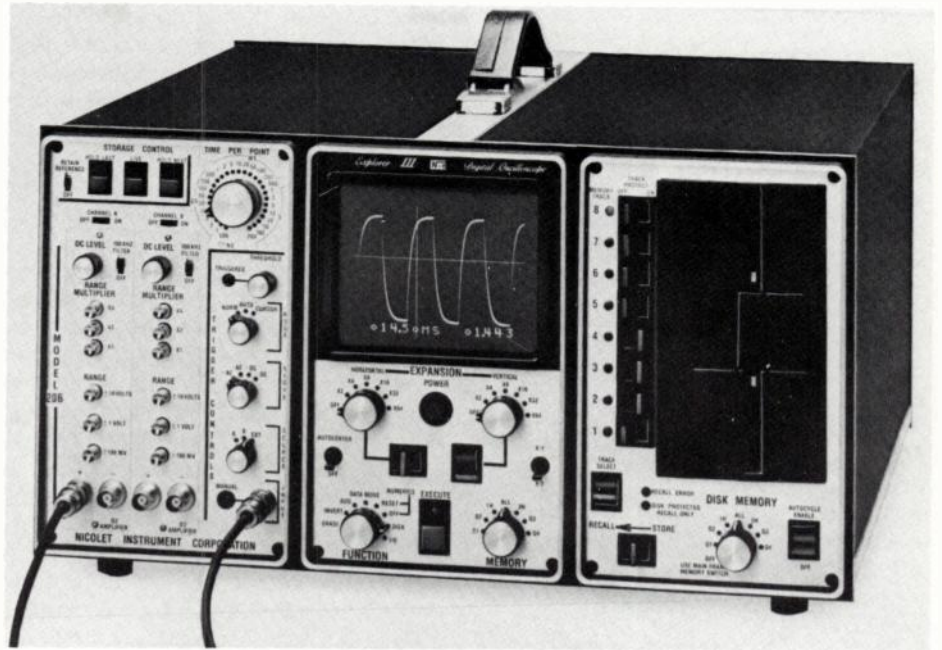
Service lecteur : n° 917

(suite de la p. 25)

numérique/analogique et les maintient temporairement dans une mémoire tampon.

La multiplication des fonctions proposées à l'utilisateur d'oscilloscopes tend de plus en plus à se développer. Certains constructeurs, tels *Tektronix*, avaient déjà présenté des appareils affichant numériquement sur l'écran du tube cathodique, des valeurs concernant les signaux d'entrée faisant de leurs instruments de véritables multimètres numériques. Plus récemment, on a vu apparaître la possibilité d'effectuer, sur un oscilloscope (*Philips PM 3265*), le produit de deux signaux. De la même manière, ce constructeur vient de proposer un modèle deux traces 120 MHz permettant de localiser des impulsions (*PM 3261*) : un sélecteur d'impulsions associé à la base de temps retardée, assure la localisation précise d'une impulsion parmi plusieurs milliers.

La tendance semble donc à l'intégration, sous un même boîtier, de plusieurs appareils. Qu'on en juge avec le multimètre-fréquence-mètre-oscilloscope de *Vu-Data* (modèle PS 915) ou l'analyseur logique — oscilloscope HP 17, de *Hewlett-Packard* (il s'agit d'ailleurs plus ici d'un oscilloscope à trois voies dont l'une permet la représentation numérique de tables de vérité de circuits logiques).



L'Explorer III de Nicolet Instrument.

Tous les avantages de la mémoire numérique incorporée dans un oscilloscope.

Généralisation et spécialisation

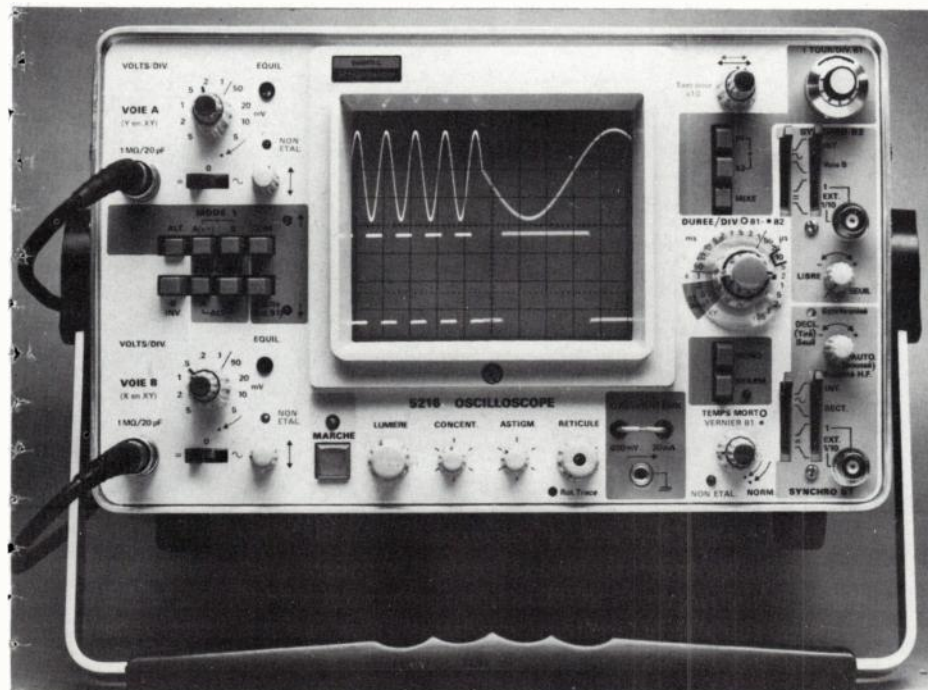
L'idée d'associer un nombre important de fonctions à l'oscilloscope n'est pas nouvelle. *Tektronix*, en particulier, en a fait depuis longtemps le cheval de bataille de certains de ses produits par

la commercialisation de dispositifs modulaires. Ainsi, un oscilloscope performant peut devenir, en quelques instants, par l'adjonction dans son châssis de base, d'un tiroir ad-hoc, un analyseur de spectre ou tout autre type d'appareil pouvant visualiser un signal plus ou moins complexe. Ce mode de présentation, s'il est attractif du point de vue des possibilités, n'en est pas moins réservé aux grands laboratoires de recherches.

Il n'en va de même avec les instruments plus particulièrement destinés à la maintenance ou aux services après vente de matériels grand public. En ce domaine, l'utilisateur potentiel n'a que l'embarras du choix. Et les fabricants d'oscilloscopes qui ont établi leur image de marque sur du matériel sophistiqué, sont bien présents dans ce créneau de marché : ainsi trouve-t-on les appareils miniatures avec *Philips* et ses modèles PM 3000 et 3010 qui offrent une bande passante de 5 MHz et la possibilité de visualiser deux faisceaux avec une sensibilité de 10 et 30 mV/cm, *Tektronix* et le « miniscope », un oscilloscope 500 kHz comportant une mémoire bistable et un multimètre numérique intégré (visualisation sur l'écran). *Scopex*, qui ne fabrique pas d'instruments haut de gamme mais propose tout de même le « micro-scope », oscilloscope dont la bande passante s'étend jusqu'à 10 MHz; sans oublier *Gould-Advance*, *Grundig*, *Vu-Data*, *Centrad*, *ITT-Metrix*, *Katji*, *Hameg* et quelques

Le 5216 d'Enertec

120 MHz, 5 mv/div... sur trois voies.



(suite de la p. 27)

autres encore pour les appareils ne dépassant pas les 10 MHz.

Les appareils destinés à l'enseignement où à la maintenance font actuellement l'objet d'une bataille serrée entre les divers fabricants qui redoublent d'efforts et d'ingéniosité pour se placer au mieux de la compétition. Ces instruments se placent généralement dans un créneau se situant entre 10 et 50 MHz. Les « grands », bien entendu, emportent la plus grosse part du marché avec Tektronix et sa série T-900 ou D-1000 de Telequipment, Hewlett-Packard et ses modèles 1223 et 1220, Philips et sa gamme PM 3220 et 3233; viennent ensuite Gould-Advance (OS-1000 et OS-3300), Schlumberger (5043 et 5271), Telequipment (D66-D67), Hameg (HM 312 et HM 512), ITT-Métrieux (OX-318 et 718), Centrad (170 P13), Grundig (MO-50), Katji, etc. Ces instruments disposent, pour la plupart, de deux voies, d'une mémoire, d'une synchronisation TV, parfois d'une double base de temps, d'un fonctionnement sur batteries et d'un encombrement réduit.

Cette réduction d'encombrement (et de poids) est principalement due à l'emploi de semiconducteurs et de circuits intégrés et à l'utilisation, de plus en plus fréquente, d'alimentations sans transformateurs d'entrée (Tektronix, Philips, HP, Gould). Ainsi les oscilloscopes portables voient-ils leurs performances s'améliorer et il n'est plus rare aujourd'hui de trouver sur le marché des appareils légers et compacts dans la bande passante atteint 500 MHz. En outre, cette classe d'instruments est largement demandée par les utilisateurs et trouve auprès d'eux un succès de plus en plus important. Malheureusement, si les performances sont intéressantes, les prix demeurent encore beaucoup trop élevés, limitant de ce fait le marché à des secteurs d'activités disposant de moyens importants (informatique, laboratoires industriels de recherches et de développements, ingénierie, etc.); de tels oscilloscopes coûtent entre 25 000 et 500 000 F.

Amplificateurs verticaux et véritables doubles faisceaux

Selon le phénomène examiné, l'amplificateur vertical de l'oscilloscope doit posséder une sensibilité et une bande passante plus ou moins importante. Aussi, pour examiner le bruit de

fond d'une alimentation stabilisée, il est souhaitable de disposer d'une sensibilité de 0,5 mV/div et d'une bande passante ne dépassant pas 1 MHz; par contre, des mesures sur circuits logiques rapides (TTL, par exemple) nécessitent une sensibilité de 2 V/div et d'une bande passante débutant à 50 MHz.

L'introduction de lignes à retards coaxiales ou à constantes réparties (suivant la fréquence maximale du signal à observer) a permis d'effectuer la mesure correcte de fronts de montée d'impulsions. De même, le développement de transistors FET a permis de réaliser des atténuateurs d'entrée à haute impédance ($> 1 \text{ M}\Omega$) et très faible capacité ($< 10 \text{ pF}$), nécessaires pour ramener le signal à étudier à une amplitude adaptée au tube cathodique (ce, dans le cas de fréquences inférieures à 250 MHz).

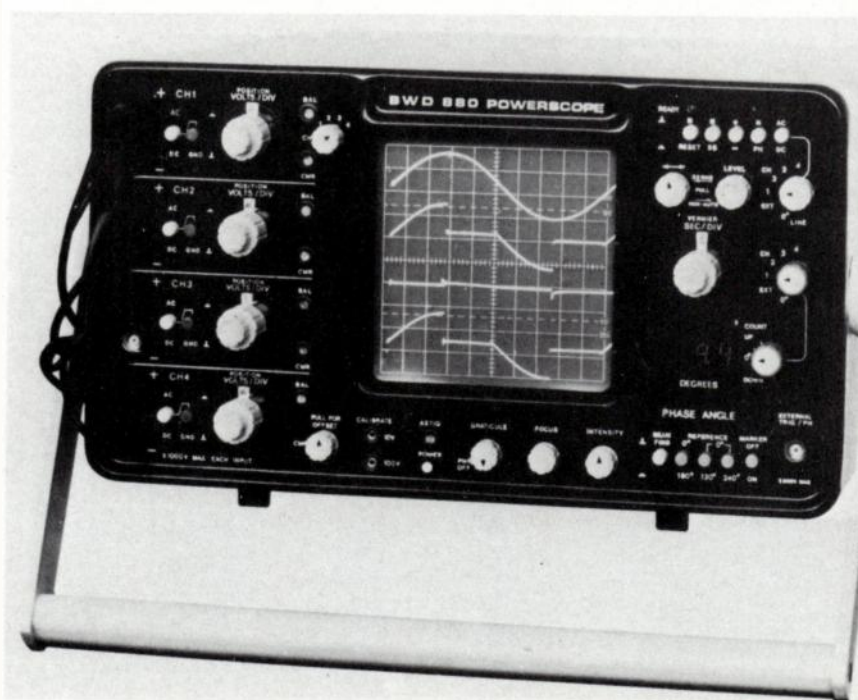
Généralement, les oscilloscopes possèdent deux préamplificateurs d'entrées assurant, après commutation et amplification verticale commune, la visualisation de deux signaux. Cette technique a l'avantage de ne nécessiter qu'un tube cathodique monocanon classique. Récemment, certains constructeurs ont commercialisé des appareils double voie dont les signaux sont véritablement inscrits sur l'écran séparément. C'est, en effet, à l'aide de tubes comportant une électrode supplémentaire et deux paires

de plaques de déviation verticale (RTC, Thomson-CSF) qu'ont pu être réalisés de tels instruments (Philips PM 3234, par exemple). Ces oscilloscopes, qui ne possèdent plus de commutateur électronique d'entrée mais de deux amplificateurs verticaux séparés, présentent l'avantage d'une utilisation plus aisée, d'une représentation du signal plus précise et exempte de déphasage et d'une visualisation permanente de deux tracés ininterrompus.

Il serait vain de passer sous silence l'évolution vers les techniques numériques de l'oscilloscopie. Sans aller jusqu'à étudier le complément original de l'oscilloscope qu'est devenu l'analyseur logique (autre sujet, autre marché), il est bon de noter les tentatives de certains fabricants d'associer, sous un même boîtier, les deux fonctions. C'est le cas de Hewlett-Packard depuis longtemps et de Philips, plus récemment, avec le « Logic Scope » PM 3540. Ces appareils constituent une transition entre l'oscilloscope et l'analyseur logique. Cette solution « ni ange ni bête » a au moins le mérite de bien montrer qu'entre les deux techniques, le fossé est étroit. La marge de manœuvres également, à n'en pas douter, pour les fabricants qui, avec l'expansion des transmissions de données ont pas mal de pain sur la planche.

Le BWD 880 de Powerscope.

Quatre voies différentielles pour recevoir des signaux jusqu'à 1 000 V en direct et des marqueurs de phase permettent d'effectuer des mesures sur thyristors et triacs.

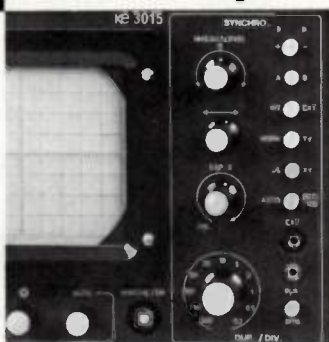


KE
katji électronique

4

**nouveaux
oscilloscopes**

**contrôle
maintenance
enseignement**



**bicourbes
légers
robustes
économiques**



3010

10 MHz - 2 mV/cm - XY
0,2 μ s/cm + expand *
8 x 10 cm 2.400 F HT

3015

15 MHz - 2 mV/cm - XY
0,2 μ s/cm + expand *
8 x 10 cm 2.950 F HT
* synchro TV



3002

1 MHz - 50 mV/cm - XY
0,2 m s/cm
8 x 10 cm 1.900 F HT

3003

1 MHz - 50 mV/cm - XY
0,5 μ s/cm
8 x 10 cm 1.900 F HT
Prix au 1.11.79

Service Commercial

7, rue Henri Gatinot 92320 Châtillon-s/Bagneux
Tel. (1) 253.46.20 - Telex 260988 F

Siège Social et Fabrications

115, avenue Jean-Mermoz 93120 La Courneuve
Tél. (1) 836.93.72

Oscilloscopes.

Analyseurs logiques. Mémoires analogiques

Exceller Conseil

MESUCORA Stand 947 KL

KEITHLEY

QUALITE - FIABILITE
200 000 points à microprocesseur
Modèle 191



3840 francs H.T.

Tension continue : 1 μ V - 1200 V
Impédance entrée : 1000 M Ω
Précision : 0,004 %
Résistance : 1 m Ω - 20 M Ω
" Commutation 2-4 fils automatique "
Zéro numérique
Option Tension Alt. : 10 μ V - 1000 V

ITHACO

représenté par KEITHLEY

DÉTECTION SYNCHRONES PROGRAMMABLE
Modèle 397 EO



SPÉCIALE OPTO-ÉLECTRONIQUE

Entrée commutable : U ou I
• Tension : 1 μ V - 1 V
• Courant : 10 pA - 1 mA
Précision (2000 pts) : 0,1 %
Fréquence : 10 Hz - 10 kHz
Réjection harmonique : > 55 dB

O
P
T
I
O
N
S

Sortie BCD
Programmation sensibilité
Sortie Log
Ratiomètre
Préamplificateurs

1258

**KEITHLEY
KEITHLEY
KEITHLEY**

44, rue Anatole-France
B.P. 60 - 91121 PALAISEAU CEDEX
Tél. : 014.22.06

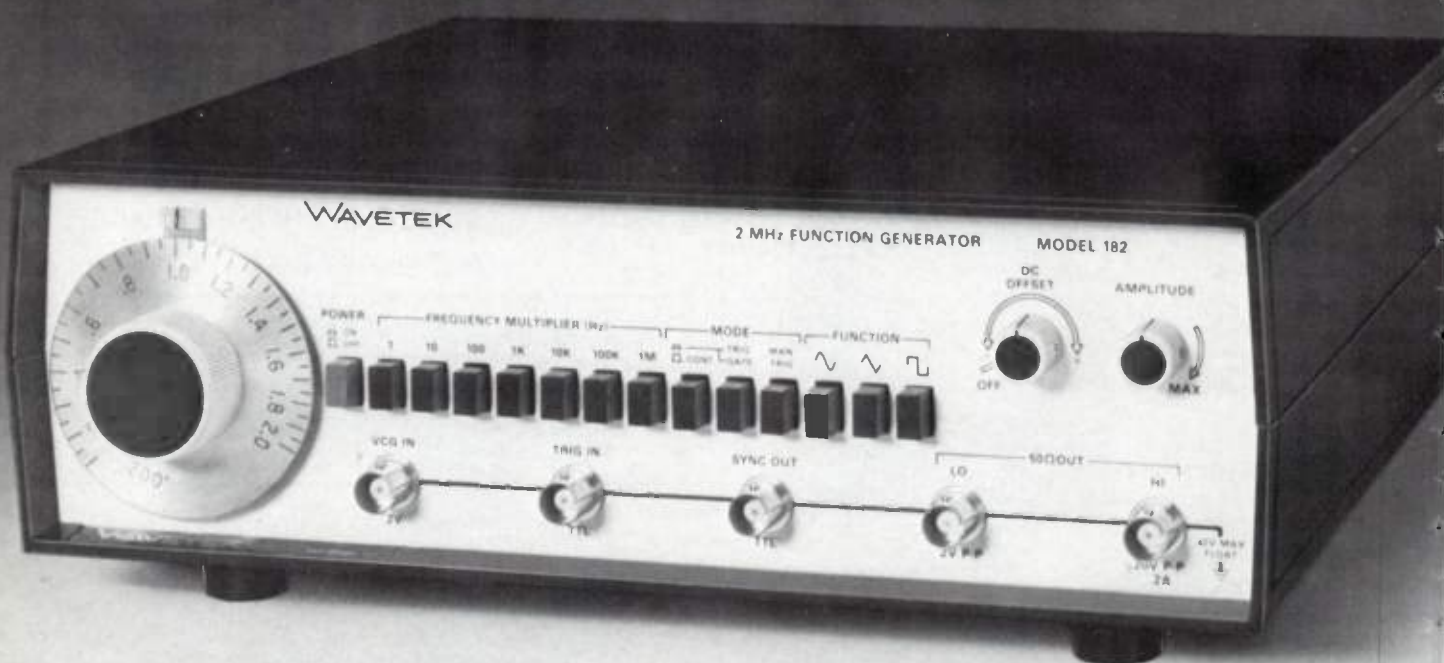
MESUCORA-PHYSIQUE STAND 474 JK

Générez des fonctions économiquement avec le nouveau **WAVETEK 182** qui possède les trois modes entretenu, déclenché et train d'onde. Il a une gamme de fréquence de 0,002 Hz à 2 MHz avec les formes d'onde sinus, triangle et carré. Toutes les formes d'onde ont une amplitude ajustable jusqu'à 20 volts crête à crête (10 volts crête à crête dans une charge de 50 ohms). Par une deuxième sortie, on peut obtenir une amplitude atténuée de 20 dB. Les deux sorties sont simultanément ajustables dans une plage de 30 dB.

On peut également utiliser le modèle 182 comme un wobulateur. La gamme balayée, jusqu'à un rapport de 1000/1, est contrôlée par une tension extérieure. Il possède une commande de décalage continu positif ou négatif de 10 volts (5 volts dans une charge de 50 ohms). La sortie du générateur est protégée contre les court-circuits et les décalages excessifs. Pourquoi vous donner la peine de le fabriquer!


eleexo
8, rue Sainte-Lucie - 75015 Paris
tél. (1) 577.95.70 - Télex : 260074

générateur de fonctions **WAVETEK® 182**



le prix d'un kit... 2450 F H.T.*

*Prix septembre 1979

Service lecteur : n° 920

WRH

Voltmètres vectoriels

Application en mécanique et en physique des solides

Les voltmètres vectoriels traitent simultanément l'amplitude et la phase des signaux

L'usage des voltmètres vectoriels dans la gamme des basses fréquences (entre 1 Hz et 100 kHz) devient chaque jour plus fréquent; il répond au besoin croissant des utilisateurs de mesurer les phénomènes physiques de façon plus complète, sous leur double aspect :

- Composante active X (terme réel en coïncidence de phase avec le signal d'excitation);
- Composante réactive jY (terme imaginaire en quadrature de phase).

Ces voltmètres sont sélectifs, et par suite aptes à rejeter le bruit, les perturbations ou les interférences qui dégradent souvent le signal lorsqu'il est prélevé dans un environnement bruyant ou lorsque, dans les mesures par méthode de zéro, il devient de niveau très faible.

C'est principalement dans les mesures sur les servo-mécanismes et les machines synchrones que le voltmètre vectoriel s'avère le plus utile. Cela provient du fait que la mise au point et le contrôle de ces systèmes réclament une connaissance simultanée de l'amplitude et de l'angle de phase que ce soit sous la forme directe

$$A = \sqrt{X^2 + Y^2} \text{ et } \Phi = \arctg(Y/X)$$

ou sous la forme indirecte

$$X = A \cos \Phi \text{ et } Y = A \sin \Phi.$$

Mais son application (*) est aussi fructueuse dans le domaine de l'électro-technique (mesure des courants polyphasés; équilibrage des lignes, contrôle des transformateurs pour pont de Graetz et des transformateurs Scott diphasé-triphasé, mise en paral-

lèle des alternateurs, amélioration du facteur de puissance) ou dans celui des télécommunications (gain et phase des amplificateurs, pertes d'insertion, diaphonie, étalonnage des filtres et des réseaux de correction).

Plus récemment, on l'a utilisé dans le domaine de l'électro-mécanique pour tracer les diagrammes de Nyquist des impédances complexes et dans celui de la physique du solide pour étudier la permittivité (ou constante diélectrique absolue) des matériaux isolants.

Mesure des caractéristiques mécaniques d'une structure en vibration

Lorsqu'on l'utilise dans une configuration double, fournissant à la fois

la composante réelle (ou en phase) et la composante imaginaire (ou en quadrature), le voltmètre vectoriel peut résoudre tous les problèmes rencontrés dans le tracé du diagramme de Nyquist des impédances; en particulier, le relevé des caractéristiques des systèmes électro-mécaniques en vibration est grandement simplifié par l'enregistrement en coordonnées cartésiennes des parties actives et réactives.

L'impédance motionnelle des transducteurs électro-mécaniques vibrants peut être enregistrée sur une table traçante $X - Y$, après traitement par le voltmètre. La figure 1 montre l'équipement nécessaire dans le cas d'un haut-parleur. L'impédance motionnelle est due aux énergies acoustiques et mécaniques qui apparaissent lorsque le système vibre. Cette impédance est égale à :

$$\frac{(\text{coefficient de couplage } B_1)^2}{\text{impédance mécan. et acoust.}}$$

La mesure de la tension aux bornes de la bobine du haut-parleur (lequel est excité à courant constant) fournit l'impédance totale $\vec{Z} = \vec{V}/\vec{I}$ représentée dans le plan complexe : impédance totale = impédance électrique + impédance motionnelle. Les composantes à enregistrer sont :

$$X = R + R_m$$

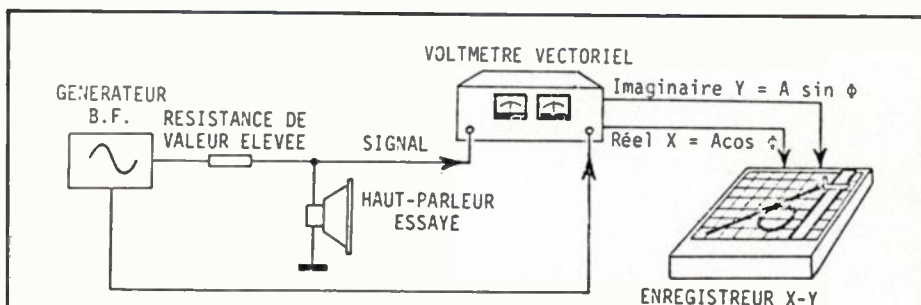


Fig. 1. — Mesure de l'impédance motionnelle d'un haut-parleur.

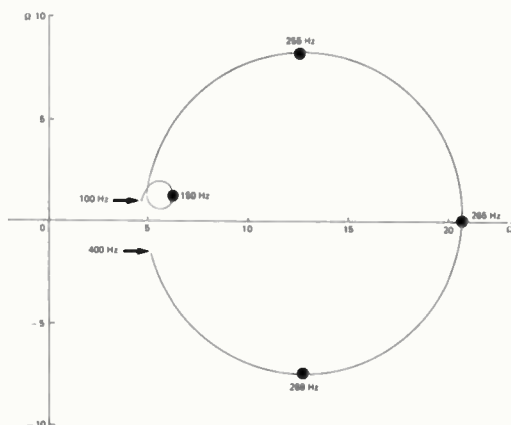


Fig. 2. — Fac-similé de l'enregistrement des cercles de Kennelly relatifs à deux résonances d'un haut-parleur à bobine mobile.

(*) R. Miquel, ingénieur à Tekelec-Airtronic.

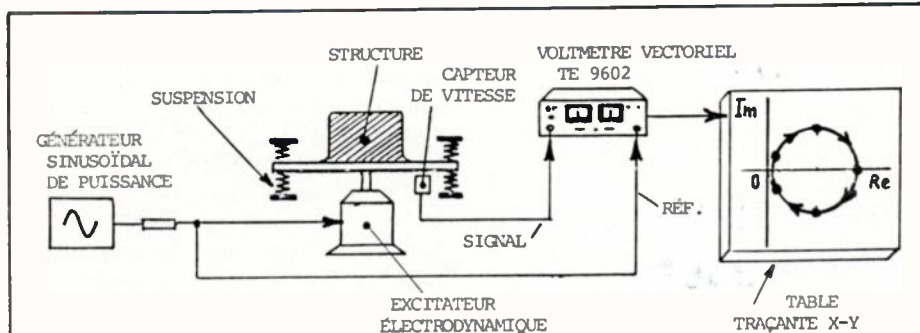


Fig. 3. — Mesure des caractéristiques dynamiques d'une structure en vibration.

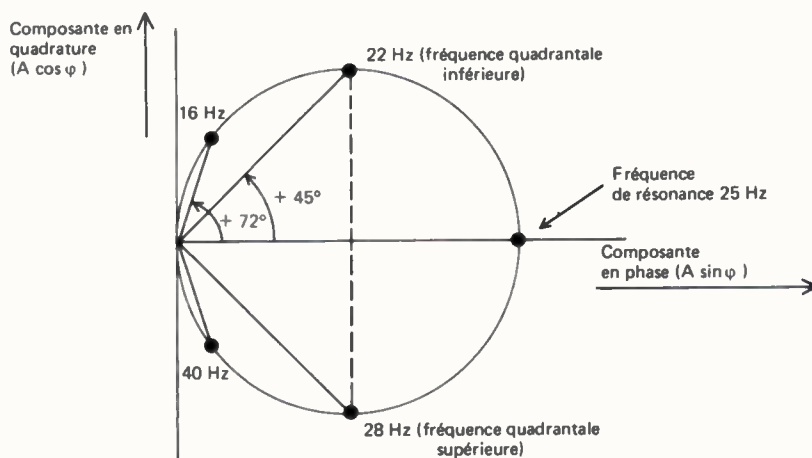


Fig. 4. — Au cours du balayage en fréquence, la résonance de la structure est mise en évidence par le cercle cinétique.

$$R_m = \frac{B^2 l^2 (f + r\omega^2)}{(f + r\omega^2)^2 + \left(M\omega - \frac{k}{\omega}\right)^2}$$

$$\text{et } Y = L\omega + L_m\omega,$$

$$L_m = \frac{-B^2 l^2 \left(M\omega - \frac{k}{\omega}\right)}{(f + r\omega^2)^2 + \left(M\omega - \frac{k}{\omega}\right)^2}$$

avec :

f = résistance mécanique (en N.s/m)

r = résistance de rayonnement acoustique (en N.s³/m)

M = masse totale (acoustique et mécanique) en kg

k = raideur totale (en N/m)

B = induction magnétique (en Wb/m²)

l = longueur du fil de la bobine (en m).

Le diamètre du cercle de Kennelly est mesuré directement sur le diagramme enregistré :

$$B^2 l^2 / (f + r\omega_0^2),$$

où ω_0 correspond à la fréquence angulaire de résonance. Le générateur BF est converti en générateur à courant constant en plaçant en série avec le haut-parleur une résistance de valeur élevée (par ex : 5 kΩ).

La figure 2 représente l'enregistrement réalisé entre 100 Hz et 400 Hz avec un petit haut-parleur de diamètre 10 cm et de résistance de bobine 5 ohms. La fréquence de résonance principale est 265 Hz ; une résonance secondaire apparaît à 150 Hz.

D'une manière plus générale, la mesure des caractéristiques mécaniques d'une structure suspendue, soumise à une excitation sinusoïdale, s'effectue en traçant le diagramme de Nyquist correspondant à la variation de l'extrémité du vecteur-vitesse en fonction de la fréquence.

Le voltmètre vectoriel TE 9602 de Tekelec-Airtronic permet tout à la fois de restituer les composantes réelle et imaginaire et, en plus, si on le souhaite, le module et l'angle de phase des grandeurs telles que : vitesse, accélération, impédances ponctuelles, mobilités et transmittances complexes, mais aussi, grâce à son effet de filtra-

ge, de rejeter les signaux parasites et les bruits non cohérents avec le signal de mesure.

L'accès à la fonction de transfert globale de la structure associée à la suspension permet d'apporter les modifications nécessaires et de juger immédiatement de leur efficacité, dans le cas de résonances trop importantes, par exemple. Le contrôle de l'évolution du cercle cinétique (dit, de Kennelly) fournit tous les éléments pour suivre l'effet de l'accroissement de l'amortissement : diminution du diamètre, déplacement de la fréquence de résonance et des fréquences quadrantales pour un système de premier ordre.

La figure 3 explicite le montage d'essai d'une structure excitée sinusoïdalement au moyen d'un pot vibrant.

Le voltmètre vectoriel est étalonné en tension et en rapport (dB réf. 1V). La connaissance de la sensibilité du capteur permet de graduer directement la table traçante X — Y en unités physiques (par exemple, m/s, m/s² ou N.s/m). C'est ainsi que le point à 16 Hz du graphique de la figure 4 correspond à $|A| = 10 \text{ mV} \triangleq 0,2 \text{ m/s}$ (pour un capteur de sensibilité 50 mV.s/m) et $\varphi = +72^\circ$, les composantes réelle et imaginaire étant respectivement de 0,062 m/s et 0,19 m/s et la surtension de l'ordre 4 (la figure 5, donne la variation amplitude-phase, en fonction de la fréquence, autour de la résonance).

Si la masse de la structure est de 4 kg, la raideur de la suspension est de,

$$k = 4\pi^2 f^2 M = 100\,000 \text{ N/m.}$$

Du fait de la représentation sous forme concrète des variations de l'angle de phase sur le diagramme de Nyquist, l'analyse avec le voltmètre vectoriel s'avère particulièrement efficace dans le cas de structures complexes présentant à la fois des résonances et des antirésonances.

Mesure de la permittivité complexe avec un voltmètre vectoriel X et Y TE 9602

La mesure de la variation de la permittivité complexe des matériaux isolants en fonction de la fréquence est aisément obtenue lorsqu'on associe au voltmètre vectoriel une table traçante à double voie. Le montage est représenté sur la figure 6.

Le principe de la mesure consiste à mesurer la tension alternative déve-

l'opée aux bornes d'un condensateur de mesure C_0 , dont la valeur de la capacité est de l'ordre de 1 000 fois plus élevée que celle du condensateur C ; le diélectrique de ce dernier est constitué par le matériau à mesurer.

Si l'on désigne par S la surface des armatures et par e la distance entre les armatures, la capacité mesurée est égale à :

$$C = \varepsilon \frac{S}{e} = (\varepsilon' - j\varepsilon'') \frac{S}{e}$$

c'est-à-dire, pratiquement :

$$C = k(\varepsilon' - j\varepsilon'').$$

k étant un facteur dans lequel interviennent uniquement les caractéristiques géométriques du condensateur C .

La signification de la permittivité diélectrique sous forme complexe est la suivante : les termes réels et imaginaires correspondent, pour un condensateur de capacité C et de résistance de fuite R , respectivement à :

$$\varepsilon' = C/C_v \quad \text{et} \quad \varepsilon'' = 1/RC_v\omega$$

C_v représentant la valeur de la capacité sans le diélectrique (vide).

L'impédance est :

$$Z = \frac{1}{jC\omega + \frac{1}{R}} = \frac{1}{jC_v\omega(\varepsilon' - j\varepsilon'')}$$

Rappelons que : $\tan \delta = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} = \frac{1}{Q}$ le coefficient de surtension Q étant égal à : $RC\omega$.

L'impédance du condensateur C est :

$$Z_1 = 1/jk\omega(\varepsilon' - j\varepsilon'')$$

L'impédance du condensateur C_0 est :

$$Z_2 = 1/jC_0\omega.$$

Le calcul du rapport $Z_2/(Z_1 + Z_2)$, qui n'est autre que le rapport entre la tension alternative (comprise entre 3 Hz et 30 KHz) d'excitation U_R et la tension de mesure U , montre que

$$\frac{U}{U_R} = X + jY \simeq \frac{k}{C_0} (\varepsilon' - j\varepsilon'').$$

On constate ainsi que la composante en phase X est proportionnelle au terme réel ε' et que la composante en quadrature Y est proportionnelle au terme imaginaire ε'' . On remarquera que, le coefficient de proportionnalité étant le même, on connaît directement : $\tan \delta = Y/X$.

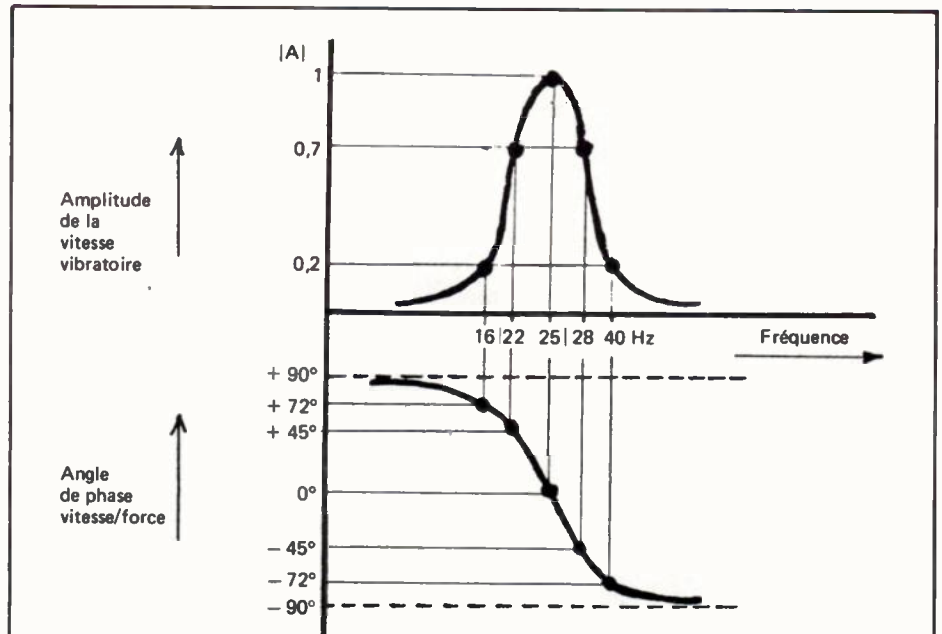


Fig. 5. — Le voltmètre vectoriel peut aussi restituer les variations d'amplitude et de phase autour de la résonance.

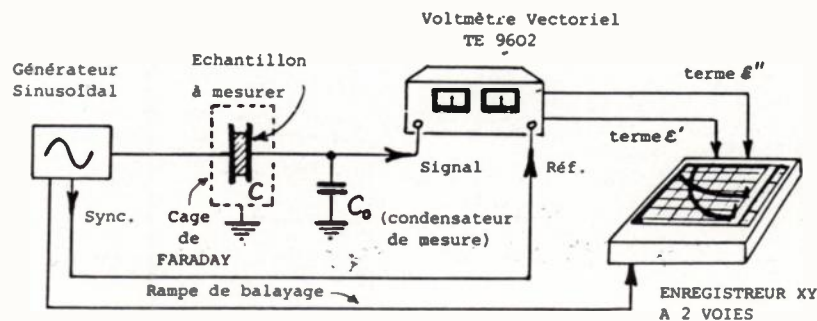


Fig. 6. — Mesure des termes réels et imaginaires de la constante diélectrique absolue (ou permittivité) d'un matériau isolant.

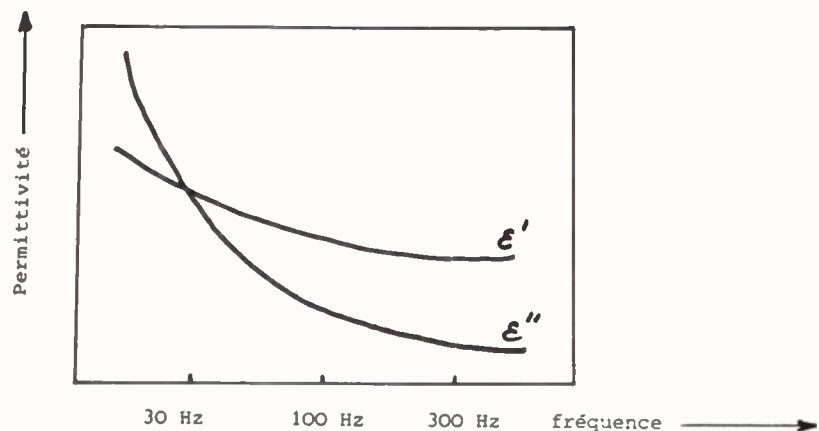


Fig. 7. — Variation des composantes réelle ε' et imaginaire ε'' de la permittivité d'une matière plastique vers + 200°C, en fonction de la fréquence.

Lorsque la fréquence varie, la table traçante fournit une représentation de la variation des 2 termes de la permittivité complexe en fonction de la fréquence.

Selon la nature du matériau isolant (plastique, liquide, céramique, etc), l'allure des courbes est différente. La

figure 7 donne la variation de ε' et ε'' entre 10 Hz et 500 Hz pour un matériau plastique type PVC (chlorure de polyvinyle) vers + 200°C.

Cette méthode est très pratique pour le contrôle des caoutchoucs synthétiques en fabrication.

TÉLÉINFORMATIQUE



L'application au matériel de transmission de données des technologies modernes : microprocesseurs, LSI... a donné naissance à la **SÉRIE QUARANTE** des modems et multiplexeurs TELSAT

TELSAT 440 modem 200/300 BIT/S
TELSAT 640 modem microprocesseur 1200/1600 BIT/S
TELSAT 740 modem LSI 2400/1200 BIT/S
TELSAT 840 modem microprocesseur 4800/2400 BIT/S
TELSAT 4640 multiplexeur-concentrateur statistique

La **SÉRIE QUARANTE** est une nouvelle étape dans l'élargissement de l'horizon des transmissions



Société Anonyme de Télécommunications

41, rue Cantagrel 75624 Paris Cedex 13 Tél. 582 31 11

Telex 250054 TELECOM Paris

Câble. SOTELECOM Paris 063

Plus performants et moins coûteux

Les modems d'aujourd'hui se « microprocessorisent »

Depuis que la téléinformatique existe, le modem est passé de parent pauvre au système intelligent, puissant, pas cher et capable de tous les avatars, de toutes les transformations possibles en fonction des nécessités du moment. Tout cela, grâce au microprocesseur... et aux progrès de l'informatique.





SUPERMUX 480 multiplexeur statistique d'Infotron

Le Supermux 480 de Infotron se distingue par :

- **Un rendement accru :** jusqu'à 8 entrées asynchrones ; vitesse maximale d'entrée 38,4 K bps ; vitesse maximale de sortie 9 600 bauds.
- **Une protection totale des erreurs :** grâce à un système de détection et correction d'erreurs (A.R.Q.) par bloc de longueur variable.
- **Un buffer de 16 K RAM :** permettant de conserver les données pendant une période de 10 secondes, lors d'une interruption de transmission à 9 600 bps.
- **Des diagnostics incorporés :** l'état du système étant affiché en permanence sur le panneau avant.

Supermux 480 peut être configuré automatiquement à distance en fonction de nouvelles spécifications de transmission.

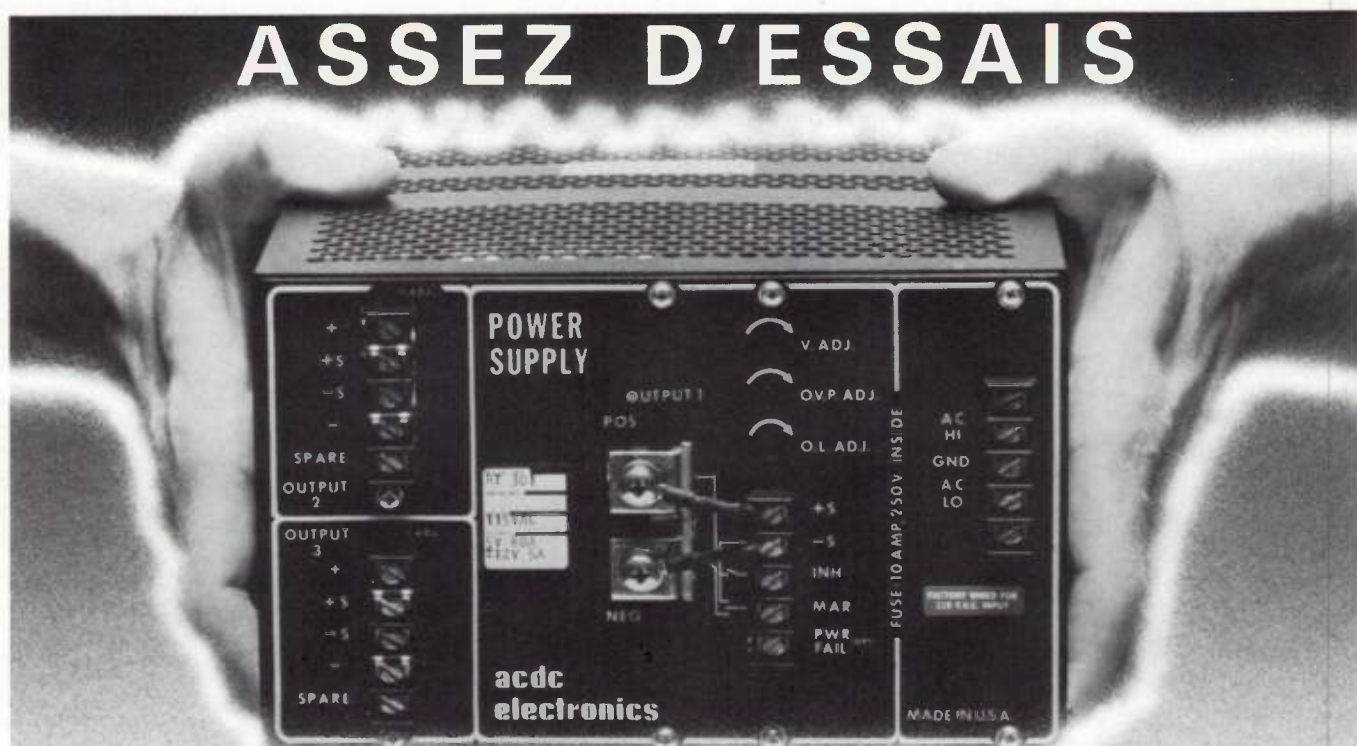
 **eurotechnica**

EUROTECHNICA
16, boulevard du Général-Leclerc
92115 CLICHY
Tél. : 739.33.90
Télex : 612097 F

EUROTECH SA
191/197, boulevard du Souverain
1160 BRUXELLES
Tél. : 32.2.660.49.50
Télex : 61091

Service lecteur : n° 922

ASSEZ D'ESSAIS



acdc electronics
des alimentations conçues pour durer

MICROEL

Av. des Champs-Élysées «ALPHA 128» 91440 LES ULIS Tél. 907.08.24 - Télex 692.493 F

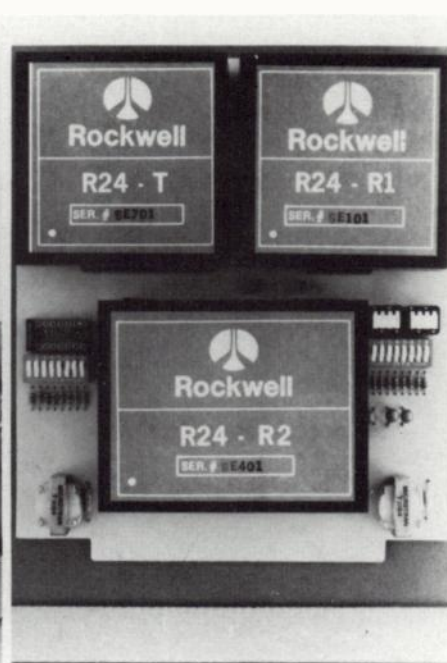
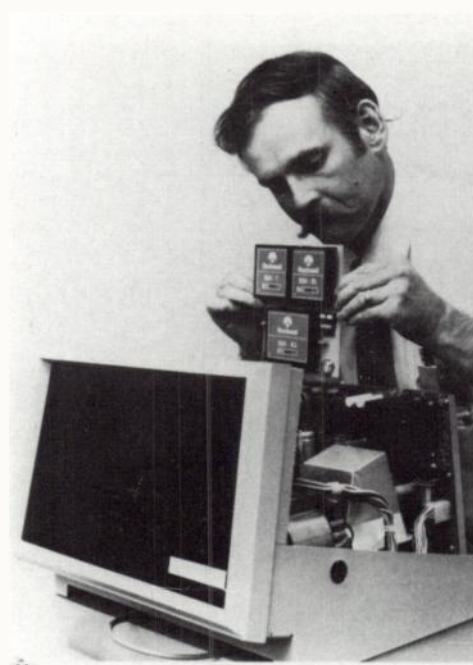
Service lecteur : n° 923

Transmission de données

→ Telle qu'elle sort de l'ordinateur, une information à transmettre ne peut être véhiculée dans les meilleures conditions de qualité et d'économie. Il faut donc la mettre en forme de façon à l'adapter à la transmission : on la « sérialise », la module à la sortie de l'ordinateur pour mieux la démoduler et la « désérialiser » à l'arrivée au terminal... et inversement.

L'opération de « sérialisation » (le mot n'est peut-être pas très heureux) consiste à mettre sous forme d'une série d'impulsions électriques de durée et d'amplitude bien définies; elle est effectuée via un dispositif logique commandé par une horloge. L'opération inverse est réalisée en sens inverse pour charger l'information dans le registre d'entrée; elle consiste à « paralléliser » l'information série et est généralement nommée « désérialisation ».

L'information sérialisée peut, sous certaines conditions, être transmise simplement selon un mode de transmission baptisé bande de base. Plus généralement, on fait appel à la « modulation ». Celle-ci consiste à transformer les signaux numériques en signaux analogiques adaptés électriquement à la voie de transmission choisie et composés de signaux alternatifs complexes. La modulation va donc consister à moduler une onde porteuse selon l'état des bits constituant l'information numérique sériali-



Le R 24 de Rockwell International

Le montage de ces modems synchrones à 2 400 bauds peut s'effectuer sur une ou plusieurs cartes de circuits de traitement de données.

sée. Elle se présente ainsi soit en *amplitude* (fonction de l'état logique du signal à transmettre, en *fréquence* (variant avec l'état du signal), ou en *phase* (décalée en fonction de l'état du signal numérique à transmettre).

Avant d'être fournie au terminal, l'information doit être démodulée, autrement dit, remise sous forme numérique. C'est un même dispositif qui est chargé de convertir et mettre en forme

cette information; il s'agit du « modulateur-démodulateur », plus communément connu sous le nom de « modem ».

Outre le fait que le *modem* effectue une variation d'état de porteuse en fonction du temps, sa principale caractéristique est la vitesse à laquelle il réalise cette modulation exprimée en bits par seconde ou plus généralement en *bauds*.

Toute cette information ayant été mise en forme est théoriquement apte à être envoyée et véhiculée sur une ligne. Toutefois, on tiendra compte des modes de transmission asynchrone et synchrone.

Le premier consiste, rappelons-le, à transmettre l'information cycliquement, caractère par caractère encadrés par un bit de départ et un bit d'arrivée, émis et décodé par un coupleur ou un concentrateur de données après échantillonnage permanent du signal.

Le second mode fait fonctionner le coupleur en permanence (synchronisation bit permanente) et consiste à accoler les caractères d'une information les uns aux autres et à les émettre par blocs de messages précédés d'indications de service (début, fin, longueur du message, etc.).

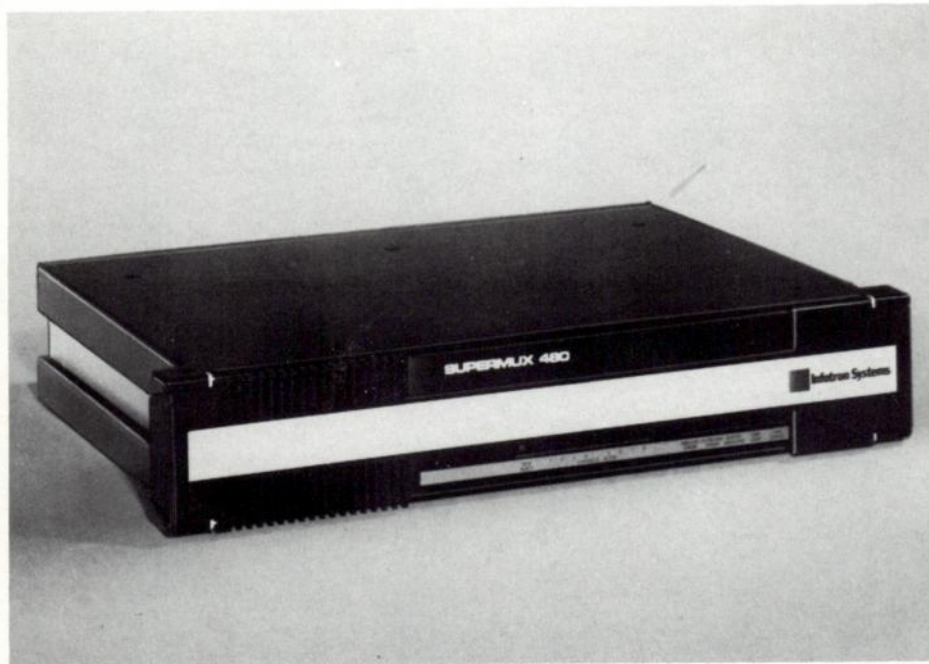
Lieux communs

La réduction des coûts d'exploitation et la recherche permanente de l'amélioration des notions de rentabi-

Le Tradan 1101 de LTT

Dans la gamme des modems Tradan, la filiale de Thomson-CSF a présenté au dernier Sicob, une version 2 400 bauds à microprocesseur, le Tradan 1320.





Le Supermux 480 d'Infotron

Complément indispensable du modem, le multiplexeur divise les données de chaque ligne en blocs de longueur fixe, transmis séquentiellement sur une seule ligne haute vitesse. Le Supermux 480 est contrôlé par microprocesseur, travaille de 50 à 9 600 bauds sur 4 à 8 canaux.

lité et d'efficacité relèvent du lieu commun dans le domaine des transmissions de données. Même chose pour les coûts d'investissement nettement réduits par l'évolution des techniques et, plus particulièrement, de la micro-électronique.

En réalité, si techniquement on ne peut dissocier les transmissions de données de l'informatique, technologiquement, les progrès de cette dernière sont liés à l'évolution des premières. Autrement dit, les progrès de l'informatique engendrent l'évolution technologique et inversement. Tout cela pour dire que les modems, depuis leur création, ont largement évolué et leur rapport performances/prix en même temps. Un exemple : l'apparition des microprocesseurs a grandement contribué à modifier le « visage » des modems et, par la même occasion, celui des transmissions de données.

Durant la dernière décennie, un nombre important d'améliorations ont jalonné l'évolution des communications de données conduisant à augmenter les performances tout en abaissant les coûts d'exploitation.

Ainsi, jusqu'en 1969, il en coûtait plus de 1 000 dollars pour que deux modems traitent, à la vitesse prodigieuse de 110 bauds, les informations circulant entre une « Teletype » et un quelconque « abonné ». Après 1969, pour une réduction de prix déjà sensible et avec l'introduction des concentrateurs ADS, il était possible de véhi-

culer, sur la même ligne, les informations issues de 30 « Teletypes ». Dès 1970, *Paradyne* introduisait un modem travaillant à 4 800 bauds et « revenant » à 5 000 dollars (quasiment 1 dollar par bit) ce qui reléguait au magasin des accessoires le *nec-plus-ultra* du moment, un modem *Bell* travaillant à 2 000 bauds et coûtant 70 dollars par mois, en location.

En 1975, le premier modem travaillant à 1 200 bauds en mode bidirectionnel simultané (full-duplex) fut annoncé par *Vadic*; il en coûtait 1 000 dollars, environ, pour l'utiliser (prix d'achat) dans un langage commun à celui de l'unité centrale, résultats : l'utilisateur gagnait quatre fois plus de temps de transmission puisqu'il n'avait plus à adapter matériel et logiciel.

C'est la même année que *Codex* annonçait un modem travaillant en bidirectionnel simultané à 19 200 bauds (en 9 600 fractionnés) pour un prix inférieur à un dollar par baud, réalisant ainsi, d'un coup, un pas non négligeable dans la transmission de données entre ordinateurs et entre réseaux intercontinentaux en temps partagé. C'est de cette façon qu'on a pu réaliser les premières transmissions entre une unité centrale installée aux USA et des usagers basés en Europe via un double ligne (l'une par satellite, l'autre par câble sous-marin), chacune d'elle travaillant à 9 600 bauds.

Modems et microélectronique

Avec l'introduction, dès 1972, des premiers circuits intégrés LSI est apparue une nouvelle vague de réduction de coûts par bit et de volume ou d'encombrement. Cette année là, un modem traditionnel travaillant à 400 bauds coûtait 300 dollars. Le même en version intégrée revenait à 80 dollars. En 1973, la commercialisation d'une version travaillant en mode synchrone à vitesse moyenne faisait passer les 2 400 bauds de 1 800 dollars à 800 dollars et, l'année suivante, *Paradyne* annonçait le premier modem intégré travaillant à 9 600 bauds pour moins de 4 800 dollars.

Pour un certain nombre d'utilisateurs, la réduction de l'encombrement est tout aussi importante que celle des coûts d'acquisition. La technologie LSI permet aux fabricants d'incorporer des modems rapides et économiques dans des terminaux destinés aux applications touchant les secteurs de vente au détail ou de cartes de crédit : ce sont les applications dites à multi-terminal « on-line ».

Importante également la tendance à la commercialisation d'équipements entièrement numériques, rendus intelligents par l'utilisation des microprocesseurs (*IBM 3864* ou *3865*, par exemple) et autres circuits complexes, augmentant très sensiblement performances et fiabilité. Ainsi, le modem intelligent prend en compte tous types de variables ou de perturbations de ligne tels que mots numériques plutôt que signaux analogiques. Cela rend, de cette manière, tous calculs disponibles à l'utilisateur sous forme d'information numérique et tout traitement de signal est alors fondé sur des algorithmes de programme.

Cela étant, et compte tenu de l'important éventail de mesures d'adaptations dans les combinaisons microprocesseur/LSI, les modems les plus récents garantissent la réalisation d'économies substantielles allant bien au-delà des simples calculs de *prix-au-bit*. On notera, en outre, que les modems intégrés ont permis d'obtenir des vitesses de transmission élevées en réduisant les erreurs de régime à des niveaux acceptables (une erreur par million de bits à 9 600 bauds pour les plus courants).

Les modems à microprocesseur (incorporant l'alimentation, la mémoire et autres composants annexes) sont sensiblement plus chers (35 cents/bit) que le simple modem

intégré en LSI classique. Toutefois, si l'on s'en tient à la logique économique des semiconducteurs, la production de masse de tels produits devrait permettre de réduire considérablement les coûts augmentant dans le même temps le rapport performances/prix. Et ainsi de suite...

Pour un modem à microprocesseur, performance signifie plus que vitesse de transmission ou erreur de régime. Un réseau à modems informatisés s'adapte rapidement et parfaitement aux changements de vitesses de transmission et de conditions de communication. Il peut fournir un diagnostic puissant et les outils dont l'utilisateur a besoin et offrir, à travers sa « programmabilité », un potentiel d'adaptation aux évolutions futures particulièrement efficace.

Par exemple, un modem à microprocesseur peut s'adapter à une condition de transmission environ quatre fois plus vite qu'un modèle classique. Ce qui est relativement important dans un réseau requérant l'interrogation constante de multiples terminaux éloignés compte tenu du fait qu'à chaque fois qu'il y a question, le réseau doit être réadapté à l'état initial exact. Un équipement à microprocesseur peut réaliser cette correction en 25 ms; ce qui est tout à fait performant eu égard aux 50 à 200 ms d'un modem traditionnel. Cela réduit les temps de connexion de manière relativement intéressante.

Plus généralement, des modems à microprocesseur se présentent comme des outils de prévention plutôt

que de « maintenance » par le simple fait qu'ils traquent en permanence tout paramètre critique de transmission et rendent compte de leurs « investigations » à l'unité centrale. De ce fait, l'utilisateur peut contrôler, diagnostiquer et détecter des imperfections de réseau et les indiquer à l'installateur qui n'a plus qu'à prendre en charge la réparation. D'où réduction des coûts d'exploitation et « indépendance » de l'utilisateur face à toute

agressivité commerciale de la société de maintenance.

Autre bénéfice de l'emploi du microprocesseur dans les modems, le potentiel d'adaptation aux évolutions à terme de l'application initiale tant il est vrai que la propriété essentielle du microprocesseur est sa possibilité de programmation et de modification des instructions contenues dans les mémoires mortes annexes.

On le voit, il va pouvoir ainsi, rapidement être reprogrammé pour travailler à moitié de la vitesse pour laquelle il a été initialement prévu, pour passer d'un mode de transmission à un autre plus spécifique à l'application du moment ou encore pour resserrer les tolérances d'erreurs de cycle en fonction de son emploi sur une nouvelle ligne, etc. Ce qui tend à montrer, s'il en est encore besoin, que progrès informatiques et progrès technologiques sont parfaitement imbriqués et indissociables, que les besoins des uns engendrent la création des autres ce pour, paraît-il, le plus grand bonheur des utilisateurs. Mais jusqu'où... ?

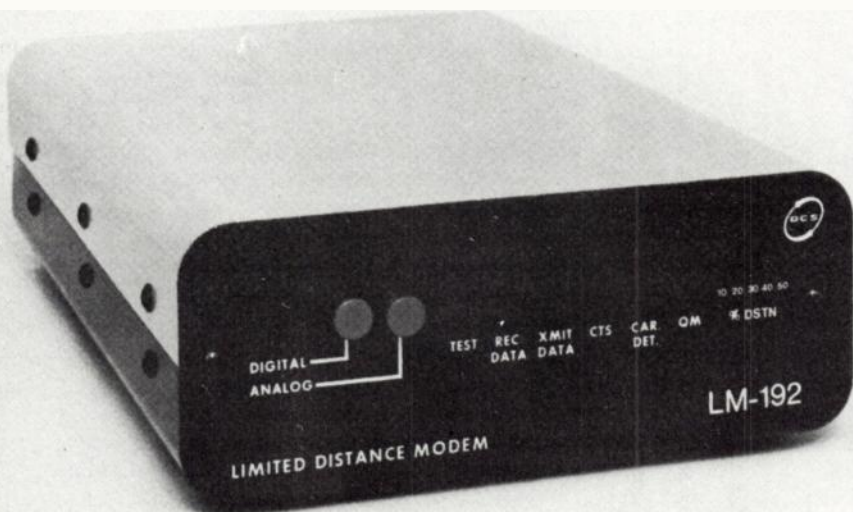


La série LSI 48/V27 de Codex

Des modems travaillant en « full duplex » à 4 800 à partir de circuits LSI.

Le LM-192 de Data Control System

Un modem à analyseur de distorsion intégrée travaillant de 2 400 à 19 200 bauds



VARIL

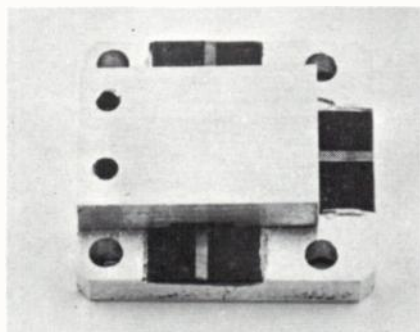
une gamme complète du continu à 22 GHz

mélangeurs - doubleurs -
transformateurs - Selfs - etc.

MM 1000

NOUVEAU !

**Mélangeur
équilibré**



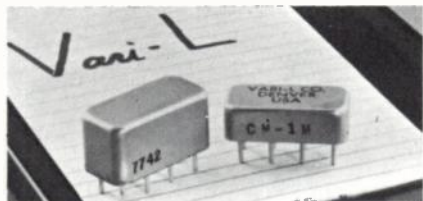
**5. à 11,5 GHz
MICROSTRIP
— 55 à + 100 °C**

Ses caractéristiques en font un mélangeur qui répond
aux applications radar bande X, compteur hyperfré-
quences et instrumentation

OL et RF de 5 à 11,5 GHz

F.I. du continu à 6,5 GHz

Encombrement : 1,65 x 1,19 x 0,5 cm



Série CM, de + 7 à + 17 dBm

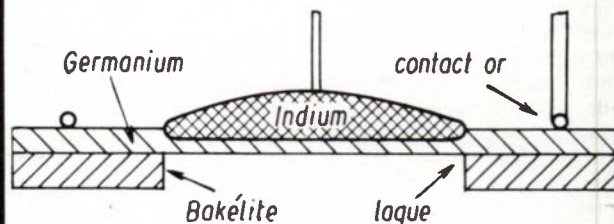


Radio Télévision Française S.A.
73, av. Charles-de-Gaulle
92202 Neuilly-sur-Seine
Té. : 747-11-01
Télex : 611985

PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES DES INTERFACES CHARGÉES

Ouvrage coordonné par D. Schuhmann
et publié avec le concours du CNRS

Editions Masson



Dispositif expérimental utilisé par BRATTANI ET GARRETT pour étudier
la dissolution du Germanium

Cet ouvrage s'adresse plus précisément à tous ceux
qui s'intéressent au contact entre une solution électro-
lytique et un métal, un semi-conducteur, un cristal ioni-
que, un autre liquide, l'air, une membrane ; à tous ceux
qui étudient ou utilisent les solutions de tensio-actifs.
Les connaissances dispensées dans ce livre peuvent
ainsi être utiles dans des laboratoires ou services très
divers. Citons seulement pour illustrer la diversité des
domaines intéressés : la corrosion, la catalyse, l'océa-
nographie chimique, la récupération assistée du pétro-
le, la flottation, l'extraction en phase liquide, le pouvoir
moussant ou antimoussant, l'industrie des tensio-actifs,
la biochimie interfaciale.

Les chapitres I à IX sont consacrés à la double couche
électrique sur les métaux liquides et solides, telle qu'elle
a été étudiée à l'aide des méthodes électriques et
électrocapillaires. Les aspects statistiques puis quanti-
ques sont traités dans les deux chapitres suivants de
façon à faire le point sans exiger de connaissances
théoriques approfondies de la part du lecteur. Les particu-
larités propres aux semi-conducteurs sont ensuite
exposées dans les chapitres XII et XIII, tandis que le
chapitre XIV rassemble les données relatives aux trans-
positions déjà effectuées aux autres interfaces. L'ou-
vrage s'achève (chapitre XV) par un panorama des mé-
thodes optiques applicables à l'étude d'interfaces.

332 pages, 122 figures,

* 134 F

* Prix valable jusqu'au 31 mars 1980.



7, rue Geoffroy-Saint-Hilaire
75240 Paris cedex 05

TÉLÉINFORMATIQUE, Transport et traitement de l'information dans les réseaux et systèmes téléinformatiques, par C. Macchi et J.F. Guilbert, *Éditions Dunod*, Paris, 1979, 672 p.

Téléinformatique : Ce terme hybride recouvre une mosaïque de techniques variées, situées à la charnière de deux disciplines qui, même si elles font appel à une même technologie électronique, ont grandi indépendamment l'une de l'autre : les télécommunications et l'informatique. Cet ouvrage est une des premières tentatives importantes, en tout cas en langue française, de rassembler une synthèse cohérente et systématique des différentes facettes de ce domaine vaste et pluridisciplinaire. Il est le résultat d'un travail collectif qui a réuni une vingtaine de spécialistes ayant une expérience de l'industrie, de la recherche, ou de l'enseignement dans les différents domaines concernés des télécommunications et de l'informatique. En dehors des parties dont ils ont effectué eux-mêmes la rédaction, les deux auteurs principaux ont coordonné et harmonisé les travaux des différents co-auteurs, notamment en ce qui concerne l'équilibre des parties, l'articulation et la terminologie. Il s'agit donc d'une synthèse qui recouvre tous les aspects de la téléinformatique, tant théoriques que pratiques, donne les bases fondamentales, ordonne les concepts et le langage, décrit les techniques en les illustrant par des exemples concrets, et ouvre des perspectives de recherche et de développements futurs. L'extrait de la table des matières figurant au verso peut donner une idée générale des sujets couverts. L'ouvrage reste accessible à un large public ; les développements théoriques trop spécialisés ont été renvoyés en annexe, servant plutôt d'introduction à une solide bibliographie. Ce livre peut servir aussi bien de support de formation, que d'ouvrage de référence dans lequel on trouve ou retrouve l'information dont on a besoin.

TECHNOLOGIE D'ÉLECTRICITÉ, I, Matériaux et équipements électriques. II, Applications de l'électricité et appareillage électrique, par P. Heiny et A. Capliez, *Éditions Foucher*, Paris 1979, II, 423 p., 90 F.

Ces ouvrages (Tome 1 et 2) ont été totalement refondus de façon à familiariser l'élève avec les différents problèmes techniques susceptibles de se poser lors de sa vie professionnelle d'électricien. Ces deux livres étudient d'une part les différents matériels de transport de l'énergie (matériaux et équipements utilisés, techniques de distribution). Ils abordent d'autre part la mise en œuvre de ces matériels (techniques de appareillage électrique, modes d'utilisation de l'énergie électrique, automatismes, sécurité et prévention des accidents dans l'emploi des courants, etc.). De plus, les ouvrages de technologie professionnelle associent les démarches théoriques de description de l'objet technique, d'explication et critique

de sa conception et de limites de son domaine d'application, aux préoccupations pratiques correspondantes de mise en position et réglage d'organes de commande pour ensembles électromécaniques, de recherche des défauts et réparation d'équipements courants et d'initiations aux techniques simples d'automatisation et d'électronique industrielle. Ces deux livres ont fait l'objet d'une mise à jour importante afin de tenir compte des nouvelles règles relatives à la réalisation et à l'entretien des installations électriques. Les symboles graphiques ainsi que les règles d'identification des appareils utilisés dans ces ouvrages sont conformes aux recommandations de la Commission Electrotechnique Internationale et à celles publiées par l'Union Technique de l'Électricité. Ces ouvrages comportent un grand nombre de schémas et d'illustrations de matériels.

TRANSDUCTEURS ÉLECTROMÉCANIQUES, par M. Jufer, *Éditions Georgi*, St-Saphorin, 1979, 360 p.

L'électromécanique traite de l'ensemble des problèmes associés à la conversion électrique-mécanique ou mécanique-électrique. Le présent ouvrage aborde principalement deux aspects : d'une part, la présentation des principales méthodes d'analyse de l'électromécanique fait l'objet des cinq premiers chapitres ; d'autre part, la description des principaux transducteurs électromécaniques, de leurs particularités, de leur conception et de leur commande est traitée dans les chapitres 6 à 12. Les transducteurs électromécaniques assurent simultanément une conversion électromécanique d'énergie et d'information. Leur développement est relativement récent et s'effectue parallèlement à celui du traitement électronique de l'information. Le domaine de ces composants va du relais au moteur pas à pas.

ENGINEER'S GUIDE TO SOLAR ENERGY, par Y. Howell et J.A. Bereny, *Éditions Solar Energy Information Services*, San Mateo, 1979, 323 p.

Cet ouvrage écrit et compilé par Yvonne Howell (directeur de Sunworld Magazine) et J.A. Bereny (président des Services d'Information sur l'Énergie Solaire : SEIS), auteur du livre à succès : «*Survie de l'industrie née de l'énergie solaire*», a été conçu pour permettre aux professionnels dans tous les domaines de l'ingénierie (ingénieurs, architectes, constructeurs ou commerçants) d'acquiescer une connaissance pouvant permettre le développement de la technologie de l'énergie solaire. Ce livre peut également devenir un outil de base pour l'initiation des étudiants à l'énergie solaire, de même il peut profiter à ceux qui pratiquent déjà le solaire. Ce guide, divisé en 13 chapitres de base, donne une information détaillée et mise à jour sur les sujets suivants : 1. un survol des «six» technologies solaires de base - 2. un exposé clair des ressources solaires, incluant un tableau des données des radiations solaires dans le monde entier

3. une introduction complète à la «technologie solaire passive» - 4. un exposé exhaustif des systèmes solaires «actifs», comprenant des applications pour les piscines chauffées, l'eau chaude domestique et le chauffage des locaux - 5. une méthodologie pour le calcul des gains et pertes de chaleur dans les immeubles avec indication des données de température pour le monde entier - 6. un répertoire des produits concernant l'énergie solaire divisé en quatre sections : collecteurs solaires, stockage thermique, commandes et pompes - 7. une bibliographie annotée faisant le point sur la littérature significative en matière d'énergie solaire, comprenant un programme de base et des documents planifiés publiés par le gouvernement des USA - 8. un dictionnaire sur le solaire en 4 parties : glossaire, acronymes, nomenclature et moyens de conversion (du système anglais au système métrique).

LES AUTORADIOS, par Dimitri Moskovakis, *Éditions Techniques pour l'Automobile et l'Industrie*, Boulogne-Billancourt 1979.

Publié sous la direction d'un ingénieur électro-acousticien spécialisé en la matière, qui a abordé avec clarté chacun des multiples aspects de l'autoradio moderne, cet ouvrage a été réalisé dans le cadre des Études et Documentations de la Revue Technique Automobile. Il est destiné au grand public et contient une somme d'informations convenant aussi aux professionnels de l'automobile et de la radio. Après un court historique de la radio en général, tous les aspects du problème autoradio sont abordés successivement, en particulier l'aspect pratique pour l'installation ou le transfert d'un poste, et tout ce qui intéresse l'amateur aussi bien que le professionnel est passé en revue : à quoi sert l'auto-radio, son prix, les gammes d'appareils, les accessoires (haut-parleur), l'antenne ; le déparasitage, le transfert d'une voiture à une autre, les cassettes, la haute fidélité, la stéréophonie, la recherche des pannes, le radio-guidage, un lexique en plusieurs langues des termes utilisés en auto-radio, etc...

Hybrid Systems a publié, son nouveau catalogue. Ce document de 115 pages regroupe tous les produits Hybrid Systems, actuellement en fabrication ; c'est-à-dire, principalement des circuits de conversion de données en modules ou circuits hybrides.

Ce catalogue inclue, également, les tensions de références et les résistances et réseaux, en technologie film fin ; on y trouve, aussi, les diagrammes de tests correspondant aux normes MIL utilisées pour les produits militaires.

oe activités des laboratoires

ABSORBANT SATURABLE POUR LE LASER A IODE

par J.C. Farcy et D. Beaupierre

Objectif de travaux de recherche

Cette recherche se propose d'étudier le rôle de deux absorbants pour le laser à iode à 1,315 μm . En effet, le rôle de l'absorbant dans une chaîne laser de grande puissance est très important : il peut servir à créer des impulsions courtes (blocage de modes passif) et à améliorer les contrastes (suppression des pré-impulsions). Les absorbants retenus sont le BDN II dans le solvant tétrahydrothiophène et l'iode atomique créé à partir de l'iode moléculaire chauffé.

Programme de recherche

Le programme d'étude de BDN II comportait principalement :

- des mesures de rétrécissement d'impulsions ;
- des expériences de modulation passive ;
- la recherche d'un solvant permettant une bonne stabilité temporelle des caractéristiques de l'absorbant saturable.

En ce qui concerne l'absorbant saturable à iode chauffé, la transmission saturable étant la transition inverse de celle utilisée en amplification Laser entre les sous-niveaux hyperfins des niveaux $5^2 p_{1/2}$ et $5^2 p_{3/2}$ de l'iode atomique, il était donc nécessaire de produire des atomes d'iode dans l'état $5^2 p_{3/2}$. Il fallait donc dans un premier temps déterminer la méthode la plus avantageuse permettant d'obtenir cet état.

Principaux résultats

Les modalités d'emploi d'un nouvel absorbant saturable, le BDN II, ont été déterminés au cours de cette étude. Cet absorbant saturable a un contraste important ($T \approx 0,1$ à bas niveau et $T \geq 0,9$ pour $P \geq 10^9$ W/cm^2). Son comportement est bien représenté par un modèle à 2 niveaux, qui permet de déterminer un temps de relaxation de 30 ± 15 ps.

D'autre part, la forte réduction de la durée d'impulsion (exemple 200 à 300 ps pour 800 ps) permet d'avoir accès rapidement à des impulsions brèves tout en utilisant des oscillateurs classiques, tels que l'oscillateur à blocage de modes acousto-optique.

Il a été démontré grâce au temps de relaxation court du BDN II qu'il était possible de générer des impulsions sub-nanosecondes par blocage de modes passif, des impulsions de 500 ps ont été réalisées lors de cette étude ; il est

vraisemblable qu'un effort poursuivi dans ce domaine devrait conduire à des impulsions voisines de $\Delta t = 1/\Delta\nu$ c'est-à-dire des impulsions $\Delta t < 100$ ps pour des pressions élevées du milieu actif.

En ce qui concerne la production d'atomes d'iode dans l'état fondamental $5^2 p_{3/2}$ la méthode retenue est la dissociation thermique des molécules d'iode à l'état gazeux dans une cellule chauffée. En ce qui concerne ses propriétés, on a pu remarquer que l'absorbant saturable à iode atomique présente un contraste très important ($T < 10^{-3}$ pour $E < 1$ mJ/cm^2 et $T > 3\text{J}/\text{cm}^2$) et est donc exploitable dans une chaîne laser à iode afin d'améliorer les contrastes d'impulsion et l'isolement entre les amplificateurs, mais son spectre d'absorption étroit limite ses possibilités notamment pour des impulsions très courtes $\Delta t \ll 1$ ns et pour des amplificateurs à pression élevée.

Organisme contractant : Laboratoire de Marcoussis.

Laboratoire exécutant la recherche : Laboratoire de Marcoussis.

Contrat DGRST n° 76.7-1437.

PHÉNOMÈNES DE COMPENSATION DANS L'AsGa ÉTUDE DU CHROME ET DE L'OXYGÈNE DANS CE MATÉRIAU

par G.M. Martin, A. Mitonneau
A. Mircea-Roussel, A. Mircea

Objectif de la recherche

Le matériau AsGa de très haute résistivité (« semi-isolant ») est utilisé comme substrat dans la réalisation de transistors à effet de champ et de circuits intégrés. La forte résistivité est obtenue en introduisant dans le semiconducteur des niveaux donneurs et accepteurs profonds, qui compensent les donneurs et accepteurs légers résiduels. Le chrome et l'oxygène sont généralement employés pour cette opération de compensation mais le mécanisme de celle-ci, le rôle de chaque impureté, les propriétés électroniques des niveaux profonds créés, tout cela était encore mal connu et constitue le sujet de l'étude.

Déroulement de la recherche

On s'est attaché à caractériser en détail les niveaux profonds les plus importants dans les mécanismes de

compensation du matériau, ceci par des mesures à la fois électriques et optiques. On a ensuite essayé de cerner leur origine en étudiant différents matériaux dopés de différentes façons et en tentant des corrélations avec des mesures d'analyses chimiques très diversifiées. Des méthodes ont été développées pour déterminer la concentration de ces niveaux profonds dans les matériaux semi-isolants eux-mêmes : la corrélation de ces dernières mesures avec celles d'effet Hall nous a alors permis de clarifier les mécanismes de compensation qui ont lieu dans le matériau massif AsGa semi-isolant.

Principaux résultats

Les niveaux profonds les plus importants pour la compensation du matériau AsGa semi-isolant ont été déterminés. Ce sont principalement le niveau donneur profond EL2 et le niveau accepteur profond relié au Cr. L'origine de ces deux niveaux a été recherchée. Le niveau accepteur correspond très vraisemblablement à un atome de Cr substitutionnel sur site Ga et la plus grande partie, sinon l'ensemble, des atomes de Cr introduits dans le matériau massif, est actif et donne lieu à cet accepteur profond. Nous avons développé des techniques pour en mesurer la concentration aussi bien dans le matériau isolant que dans le matériau conducteur. Par contre, on a obtenu une information précieuse suivant laquelle l'oxygène n'est pas relié au centre EL2, mais on ne connaît pas encore la nature exacte de ce centre. Nos résultats suggèrent plutôt qu'il correspond à un défaut simple comme une lacune.

La détermination des paramètres électriques des deux niveaux Cr et EL2 nous a permis d'établir le rôle et l'importance de ces deux niveaux dans la compensation. Nous avons ainsi abouti à la compréhension des mécanismes de compensation dans AsGa, compréhension qui était le but ultime de ces études. Il devient maintenant possible de trier les matériaux semi-isolants devant servir de substrats pour la réalisation des dispositifs hyperfréquence comme les transistors à effet de champ.

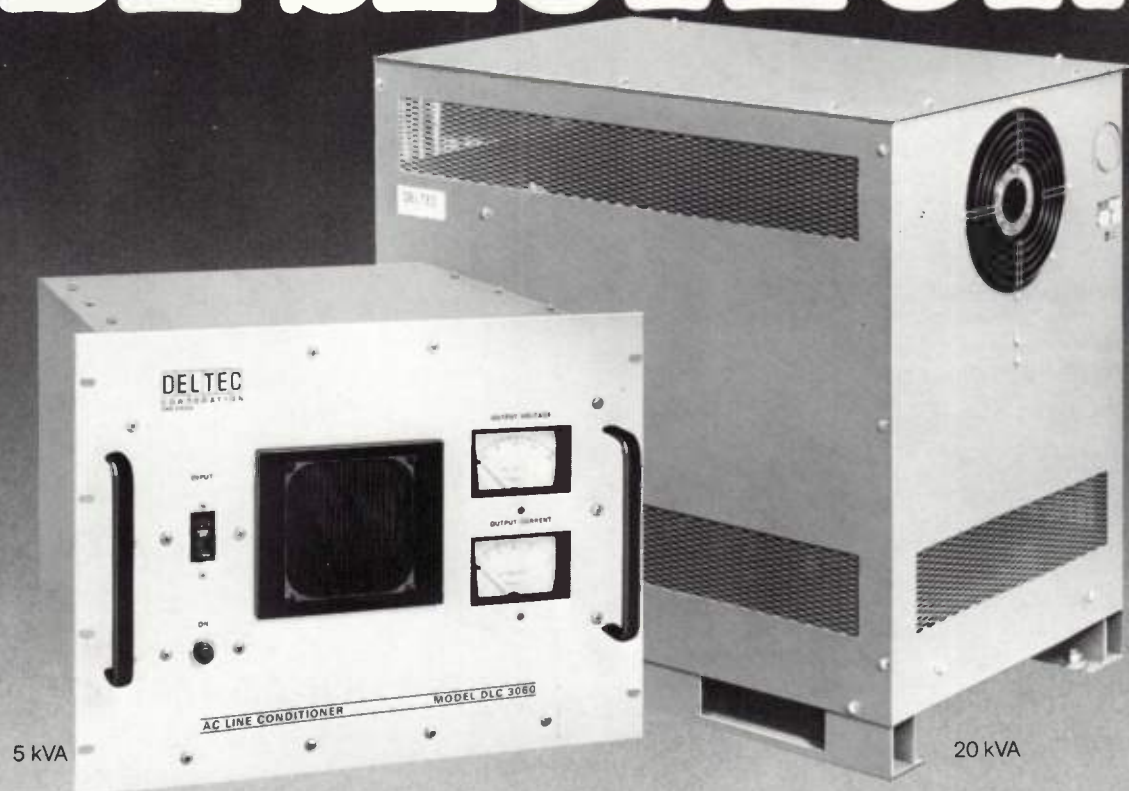
Au plan industriel, les résultats de la présente étude constituent une contribution directement exploitable au problème de la sélection des substrats semi-isolants pour TEC ou circuits intégrés.

Organismes contractant : LEP - Limeil Brevannes.

Laboratoire exécutant la recherche : LEP - Limeil Brevannes.

Contrat DGRST n° 77-7-0085.

STOP AUX PROBLEMES DE SECTEUR!



Un seul conditionneur élimine tous les problèmes de bruit qui affectent votre système informatique :

DELTEC

Les bruits sur le réseau d'alimentation d'un ordinateur causent des pertes de mémoire et des erreurs mystérieuses. Ces bruits peuvent passer à travers les régulateurs et les **réseaux de secours** déjà installés.

Les conditionneurs DELTEC suppriment les problèmes de bruit et de régulation. Un blindage spécial atténue dans le rapport un million (120 dB), les transitoires, pointes de tension et autres parasites véhiculés par le secteur ou captés par les boucles de masse. De plus, des variations de secteurs de 30% sont régulées à mieux de 3% avec un rendement supérieur à 90%.

Les conditionneurs DELTEC existent dans une gamme de puissance de 1 kVA à 30 kVA mono-phasé ou 7,5 kVA à 90 kVA triphasé.



8, rue Sainte-Lucie - 75015 PARIS
Tél. : (1) 577.95.70 - Téléc. : 260073

WRH

Service lecteur : n° 926

Un laboratoire dans votre main

IVIE IE 30A + IE 17A



ENFIN POSSIBLE :

- Analyse spectrale à $\pm 0,1$ dB par 1/3 octave
 - Mesure des temps de réverbération par 1 ou 1/3 octave
 - Temps de propagation de 100 μ s à 99,99 s
 - Générateur de salves et d'impulsions incorporé
 - Interfaces directes avec oscilloscope et table traçante
 - Mesure des réflexions et des absorptions
 - Alimentation piles ou secteur
- MESURE EN MILIEU RÉVERBÉRANT
PAR SIMULATION DE CHAMBRE SOURDE
- POIDS : 2 400 grammes

Ivie, c'est aussi :

- IE-10 A** : Analyseur par octave
IE-15 A : Distorsiomètre et générateur
IE-20 A : Générateur de bruit rose

REDITEC, Z.I. des Chanoux, 62 à 66 rue Louis Ampère - 93330 NEUILLY-S/MARNE

Pour toute information concernant ces produits, écrivez à REDITEC, Z.I. des Chanoux,
62 à 66 rue Louis Ampère - 93330 NEUILLY-S/MARNE



OM

NOM _____

ADRESSE _____

Je suis intéressé par :

- ☐ IE-30 A + IE-17 A
☐ IE-20 A

- ☐ IE-10 A
☐ IE-15 A



**MICROWAVE
ASSOCIATES**

une gamme complète pour transmissions radio - téléphoniques

**25-512 MHz (3 gammes)
806-960 MHz**

MULTICOUPLEURS
2 - 36 voies (fixes)
8 - 144 voies (modulaires)



**SUPPRESSEUR
D'INTERMODULATION
ÉMISSION**



**MULTICOUPLEURS ÉMISSION
DUPEXEURS - CIRCULATEURS/ISOLATEURS
FILTRES - COUPLEURS HYBRIDES
CHARGES COAXIALES 20 à 100 W etc...**

produits spécifiques à la demande



**MICROWAVE
ASSOCIATES**

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

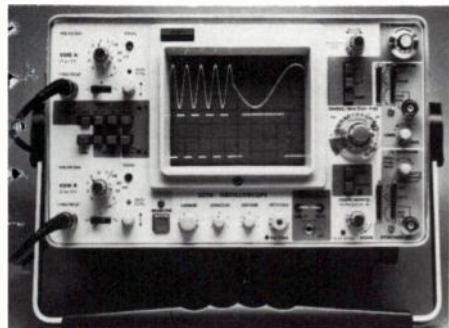
"les nouveautés de l'onde électrique"

* Cette rubrique est exclusivement pour but l'information de nos lecteurs. Comme pour toutes les autres rubriques de l'Onde Électrique, aucune participation sous aucune forme n'est sollicitée ni acceptée pour sa réalisation.

INSTRUMENTATION

OSCILLOSCOPE COMPACT

Enertec Schlumberger propose l'oscilloscope 5216 120 MHz 3 voies 5 mV/div. Il permet de visualiser simultanément le signal de synchronisation extérieur avec les signaux des voies A et B d'amplification verticale. Le 5216 se caractérise par



un tube cathodique 8 X 10 cm, 15 kV, une base de temps BI-B2 mixée de 5 ns/div, une synchronisation du balayage B2 indépendante de BI, la mise en cascade possible des voies A et B.

Service lecteur : n° 9101

AMPLIFICATEUR BANDE ÉTROITE

La société **ADE** propose, avec l'association d'un filtre à bande étroite et d'un amplificateur faible bruit, une réception permettant de s'affranchir des fréquences indésirables. Les caractéristiques d'un tel ensemble, autour de 130 MHz ont donné une bande à $\pm 0,2$ dB de 2 MHz et de 5 MHz à ± 3 dB, une réjection 40 dB à ± 10 MHz de la fréquence centrale, un facteur de bruit de 4 dB, un TOS dans la bande à $\pm 0,2$ dB de 1,20 et un gain de 30 dB.

Service lecteur : n° 9102

INDICATEUR NUMÉRIQUE

Neuberger-France propose le FDI 3,5/36, un indicateur numérique de tableau avec des calibres de branchement de 2 V, résolution 1 mV, ou 200 V, résolution 100 μ A. La protection efficace peut aller jusqu'à ± 350 V et l'erreur d'affichage par rapport à la valeur mesurée est

$< 0,05 \% \pm 1$ digit. Notons l'erreur du zéro de $\pm 0,5$ digit, la cadence de 4 mesures par seconde et la consommation



de 4,5 VA. Les dimensions sont de 48 X 96 mm selon les normes DIN pour un poids de 350 g.

Service lecteur : n° 9103

SYSTÈME DE MESURE ET D'ANALYSE DE L'ÉMISSION ACOUSTIQUE

Brüel et Kjaer propose un système de trois capteurs et des amplificateurs correspondants, ainsi que d'un analyseur d'impulsions à quatre voies. Cet analyseur permet une localisation tridimensionnelle de la source de l'émission acoustique ainsi qu'un décompte d'impulsions indépendant sur chacune des quatre voies. Les résultats sont visualisés sur un affichage numérique et peuvent être envoyés sur un enregistreur graphique ou, via l'interface CEI incorporé, sur un ordinateur ou un ordinateur.

Service lecteur : n° 9104

MULTIMÈTRE NUMÉRIQUE HAUTE TENSION

Ross introduit sur le marché, dans la série VMD, un multimètre H.T. numérique modèle VMD7MM qui assume non seulement les fonctions classiques d'un multimètre, mais également des fonctions que l'on trouve habituellement sur des appareils spécialisés. Les fonctions classiques et de base sont par exemple : l'affichage 20000 points, la mesure des tensions continues de 100 microvolts à 1000 Volts (précision 5.10^{-4}), la



mesure des tensions alternatives de 100 microvolts à 500 volts efficaces (précision 8.10^{-4}) et les résistances : 0,1 ohms à 20 megohms (7.10^{-4}). Notons, en option, la mesure des courants alternatifs ou continus de 1 microampère à 2 ampères (précision 10^{-3} à 3.10^{-3}). Ces fonctions de base sont groupées dans un boîtier amovible (DP24) qui peut être utilisé indépendamment comme multimètre de poche. Les fonctions particulières sont la mémorisation et voltmètres de crête, les mesures H.T. : avec les sondes adaptées Ross, des mesures jusqu'à 750 kV peuvent être faites avec une précision de 10^{-3} à 3.10^{-3} , les mesures en efficaces vraies et en moyenne vraie, la mesure de valeurs crêtes (positives ou négatives) sur des signaux quelconques, la mesure HF : jusqu'à 250 MHz avec sondes Ross compensées, la sortie analogique (pour enregistreurs et observations sur scopes), la sortie digitale (pour imprimante par exemple) et l'alimentation secteur/batteries.

Service lecteur : n° 9105

TESTEUR NUMÉRIQUE DE CIRCUITS INTÉGRÉS

Le testeur de CI 725 de **Siemens** est un testeur rapide entièrement programmable, piloté par microprocesseur et destiné au test de SSI et MSI de 24 bro-



ches. Il permet le test paramétrique en courant continu et le test fonctionnel de circuits numériques. Le testeur de CI permet le test en cours de fabrication ainsi que le contrôle de circuits individuels.

Service lecteur : n° 9106

SOURCE PROGRAMMABLE 4 CADRANS

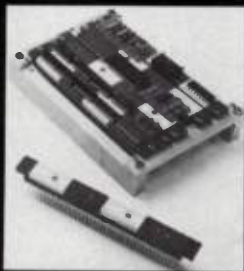
La firme **Itronic**, connue par ses systèmes de test de composants, commercialise une source programmable et manuelle pouvant travailler dans les

POUR ÉTUDE OU PRODUCTION

supports de C.I.
"mille pattes"

CAMBION®

- Supports à wrapper
3 niveaux,
2 x 40 points
- Lyre remplaçable,
dorée ou étamée
- Élimine le circuit
imprimé
- Tiroirs et mécanique
associés
- Sur stock



TECHMATION

20 Quai de la Marne 75019 PARIS
Tél. (1) 200.11.05 - Télex 211541

Service lecteur : n° 929



**Appelez
INTERTECHNIQUE**

poste (332)

**Pour le thermostat
de précision miniature
à rupture brusque.**

- Réglé en usine pour toute valeur
de - 34 °C à + 260 °C.
- Contrôlé à 100 % en ambiance
de - 54 °C à + 288 °C.
- Utilisé en limiteur ou en régulation.



- Hystérésis au choix.
- Disponibilité
de nombreux prototypes
sous quelques jours.

**ICN
INTERTECHNIQUE**

Elmwood Precision

78370 PLAISIR FRANCE - Téléph. : (1) 460.33.00
Adresse télégraphique INTERTEC - Telex : IN 696242 F

Service lecteur : n° 930



MB ELECTRONIQUE UN ATOUT DE PLUS

Modulomètre Boonton 82 AD

automatique et programmable IEEE



le prix de sa précision, c'est tout!

de 10 MHz à 1200 MHz

- caractéristiques spéciales avionique :
- AM : précision $\pm 0,7\%$ de la lecture
pour un taux de modulation de 20 à 40%,
fréquence 30 Hz à 3 kHz

- modulation de fréquence - gammes : 10, 100, 300 kHz
- modulation d'amplitude - gammes : 10, 100, 300 %
- précision globale AM-FM : 2%
- résolution : 0,1% de la pleine échelle
- filtres commutables

mB électronique

Zac de Buc - BP 31 - 78530 BUC - Tél. 956 81 31 - Telex: 695 414

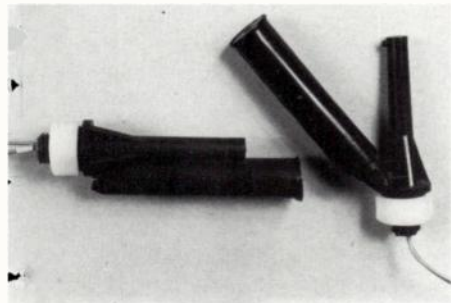
Service lecteur : n° 931

4 cadrons. De nombreuses possibilités de programmation sont réalisables dans tous les cas de figure. Elle peut être en binaire 10 bits plus signe, en BCD ou simplement par une tension analogique. Les tensions s'étendent de 0 à ± 30 V en 3 gammes, les courants de 0 à ± 1 A en 4 gammes.

Service lecteur : n° 9107

DÉTECTEUR DE NIVEAU

FR Electronics représenté par International Semiconductor Corporation propose une série de contacteurs de niveau à haute sensibilité, les RSF 32 et RSF 33, qui sont des détecteurs de niveau conçus pour être montés à l'intérieur de réservoir. Selon leur orientation, ils peuvent détecter un niveau haut ou un niveau bas. Le RSF 32 est réalisé en Tefzel, matériau qui n'a pas de solvant connu. Le RSF 33 est fabriqué en Zytel 101, matériau plus léger permettant une utilisation avec des hydrocarbures, des alcalis, des savons et



des détergents. L'élément détecteur est une ampoule reed dont la fiabilité est bien connue. Elle est calculée à 100 VA ce qui permet d'utiliser le courant secteur : dans de nombreux cas on peut donc éviter d'avoir à réaliser une électronique complexe.

Service lecteur : n° 9108

VOLTMÈTRE VECTORIEL LARGE BANDE

North Atlantic Industries représentés par Technitron annoncent la sortie d'un voltmètre vectoriel large bande modèle 321.

Ce voltmètre 321 permet de mesurer les déphasages avec une précision de 0,5° de 0 à 360° et présente une réjection d'harmonique de plus de 40 dB.



Outre la mesure des déphasages, le 321 fonctionne en voltmètre alternatif large bande (mode total) ou filtré (mode fondamental, en phase, en quadrature).

Les mesures en tension se font en 13 gammes, de 300 micro Volts à 300 Volts pleine échelle avec une sensibilité de Nul de 2 μ V.

Un CAG permet à la référence de varier de 150 mV à 150 V sans que l'appareil ait besoin d'ajustage ou de recalibration.

Service lecteur : n° 9109

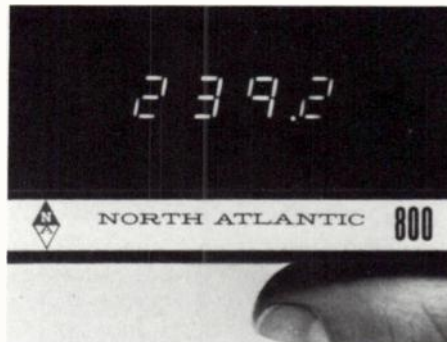
OSCILLOSCOPES EN «BAIE»

Les oscilloscopes Telequipment de la série 1000 peuvent désormais être fournis en version «BAIE». Cette possibilité permet de les incorporer facilement dans des équipements de test et de contrôle, ou dans tout système nécessitant la visualisation ou la mesure de signaux. Les performances, la facilité d'utilisation, ainsi qu'un faible coût, sont des éléments déterminants dans ces domaines. C'est pourquoi Telequipment propose ces D1000R.

Service lecteur : n° 9110

INDICATEUR DE POSITION ANGULAIRE

North Atlantic, représenté par Technitron, annonce la sortie d'un indicateur de position angulaire pour synchrones et résolveurs l'API 800. Cet indicateur de tableau au standard DIN est un conver-

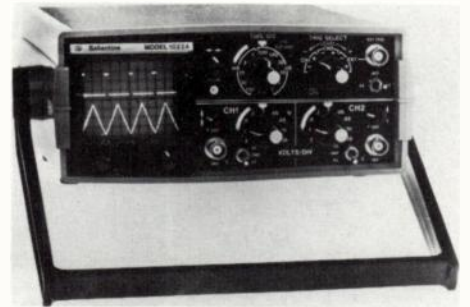


tisseur de poursuite (1500°/s) qui affiche avec une résolution de 0,1° et une précision globale de 9 minutes d'arc les angles correspondants aux signaux Synchro ou Résolveur II, 8-26 ou 90 Volts de 50 à 1200 Hz. Cet appareil se programme par strap sur le connecteur arrière. Les signaux numériques sont disponibles sur ce même connecteur en BCD 1-2-4-8 trois états.

Service lecteur : n° 9111

MINI OSCILLOSCOPE PORTABLE

La firme américaine Ballantine présente deux nouveaux mini oscilloscopes porta-



bles, à simple et double trace, les modèles 1021 A et 1022 A.

Ils sont adaptés au dépannage in-situ étant donné leur faible poids (2,5 Kg) et leurs petites dimensions (20,3 X 8,25 X 22,2 cm). D'autre part, la protection contre la poussière et la boue a été très soignée. Ils ont une bande passante de 12 MHz et une sensibilité de 5 mV/division. Leur écran est de 4 X 5 cm. Ils s'alimentent en continu de 10 à 16 Volts / 1 Amp, mais Ballantine fournit un adaptateur secteur pour le 220 Volts.

Service lecteur : n° 9112

SOURCE ÉTALON DE TENSIONS CONTINUES

La société Valhalla (agent Tekelec-Airtronic) présente une source étalon de tensions continues, programmable en IEEE, le modèle 2701 qui se caractérise par l'utilisation d'une technologie nouvelle lui garantissant une haute stabilité. Avec une précision de 0,0015 %, la gamme de tension s'étend de 10 μ V à 1222,221 V. L'option 2704 permet une résolution de 100 nV.

Un atténuateur numérique à technologie CMOS remplace le diviseur Kelvin Varley conventionnel, évitant ainsi tous les problèmes dus aux résistances de contact des commutateurs. Il facilite aussi l'intégration de l'option IEEE. Cette option peut être ajoutée après livraison de l'appareil.

Les sorties analogiques sont isolées de manière optique des entrées numériques éliminant ainsi les boucles de courant.

Service lecteur : n° 9113

PILOTE SYNTHÉTISÉ POUR RÉÉMETTEUR TV

Conçu pour le pilotage des réémetteurs TV fonctionnant dans les bandes III, IV, V, Adret Électronique présente le modèle 520. L'oscillateur pilote du 520 fournit des fréquences d'oscillateur local (OL) sélectionnées indépendamment par l'appareil sur tous les canaux des bandes III, IV et V. La présence à un unique étalon de fréquence permet à toutes les fréquences d'être en constante relation de phase. Selon les options cet étalon et un TCXO de stabilité $\pm 10^{-6}$ (modèle 520-10), un



pilote Adret 623 (thermostaté) avec une stabilité de $\pm 10^{-7}$ /mois (modèle 520 - 11) ou un TCXO à blocage de phase à la fréquence intermédiaire de 38,9 MHz du transposeur (modèle 520 - 12) permettant une stabilité des porteuses son et vidéo transmises identiques à celles des porteuses reçues. En outre, les fréquences peuvent être affectées indépendamment d'un offset de précision au pas de 25 Hz (option 520 - 31) ou d'un offset de ligne au pas de 1/3 de ligne (option 520 - 30).

Service lecteur : n° 9114

BLOC DE PUISSANCE

RO, représenté par Tekelec-Airtronic présente un bloc de puissance 5 V 120 A avec 75 % de rendement, le modèle 712. Sa faible épaisseur (8,5 cm) permet de l'encaster dans des racks de petites dimensions. Il est garanti contre toutes mauvaises conditions de fonctionnement par 3 protections : une protection contre les court-circuits permanents et contre les surcharges, une protection contre les surtensions et une protection thermique. La température de fonctionnement s'étend de -20°C à $+80^{\circ}\text{C}$. Un commutateur d'entrée à 3 positions permet un démarrage progressif et limite le courant d'entrée à 12 A maxi.

Un circuit logique de commande Marche/Arrêt compatible TTL équipe ce bloc en standard.

Service lecteur : n° 9115

PILOTE SYNTHÉTISÉ POUR ÉMETTEUR MW

Afin de satisfaire aux nouvelles exigences de l'émission en ondes moyennes qui ne peuvent être que difficilement assurées par les classiques, oscillateur pilote à cristal, Adret Électronique présente le



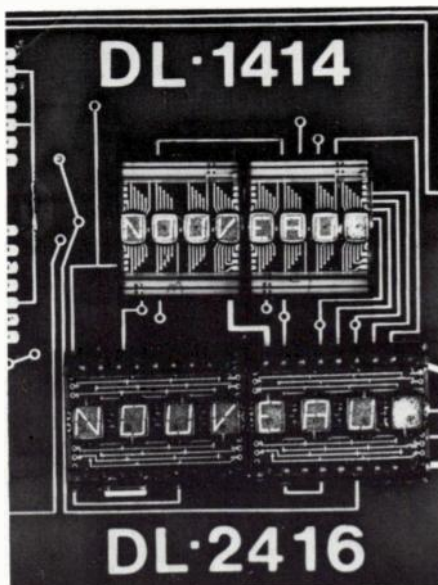
pilote synthétisé 5130. Possédant un système de blocage de phase sur une source externe de 5 MHz, le 5130 atteint une stabilité de $\pm 2.10^{-8}$ sur 72 heures et $\pm 5.19^{-9}$ sur 3 mois. Une résolution de 100 Hz de 500 à 1700 KHz permet de décaler la fréquence nominale par pas de 100 Hz en cas de brouillage sur celle-ci. Le niveau de sortie est de 1,5 Vrms/50

Service lecteur : n° 9116

COMPOSANTS

AFFICHEURS ALPHANUMÉRIQUES

Litronix, représenté par CP Électronique, annonce les DL 1414 et 2416, deux afficheurs possédant 4 caractères, 16 segments, une logique intégrée avec décodage, multiplexage, pilotage et mémoire génératrice de caractères, comme le DL 1416 introduit l'année dernière. Remarquons entre autre que le DL 1414

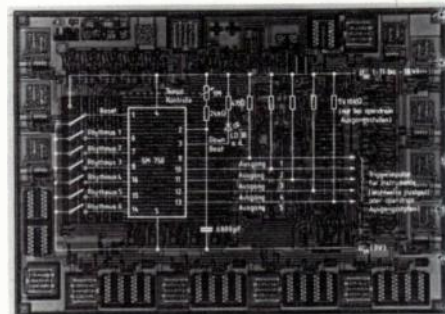


présente une consommation de 75 mA max au lieu de 100 au 1416 un temps d'accès de 350 ns et des caractères plus petits de 28 mm. Notons pour le 2416 un point décimal en plus par caractère et un temps d'accès de 350 ns, toujours par rapport au 1416.

Service lecteur : n° 9117

MOS MUSICAUX

Le générateur de rythme SM 750 fournit des suites d'impulsions caractéristiques de la samba, du rock, de la bossa nova, du swing, du slow-rock et des valse, qui permettront de commander les instruments d'accompagnement appropriés. Le nouveau circuit MOS Siemens comporte 32 durées élémentaires et permet donc, pour une mesure à 4/4, de



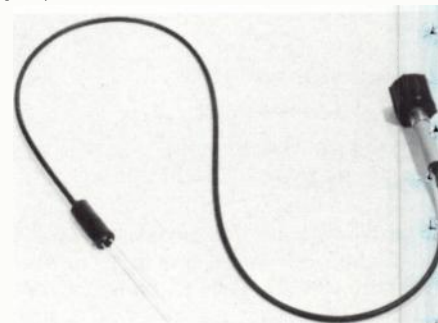
marquer les doubles croches. A titre de comparaison, les modules classiques ne descendent que jusqu'à la croche.

Service lecteur : n° 9118

ÉLÉMENTS DE TRANSMISSION ET RÉCEPTION POUR FIBRES OPTIQUES

Fibronics fournit désormais des éléments de communication par fibre optique prêts à l'emploi. Ces éléments ont été étudiés en vue d'un montage direct sur circuit intégré. Les techniques de production modernes ont permis de fabriquer des éléments « pigtailed », comprenant des connecteurs pour fibres optiques montés. L'ingénieur électronicien peut utiliser maintenant de nouveaux éléments pour l'étude et la production de systèmes de communication fibre optique, sans connaissance préalable de l'optique. Le « pigtail », long de 30 cm, facilite l'installation à l'intérieur de systèmes électroniques. Les connecteurs standard AMP se relient directement au câble de communication fibre optique.

L'émetteur est une DEL rouge, fonctionnant à 100 mA. Une sortie de lumière de 5 microwatts (minimum) se trouve au niveau du connecteur. L'émetteur peut être actionné à partir de 0 Hz et jusqu'à des vitesses dépassant 10 MHz.



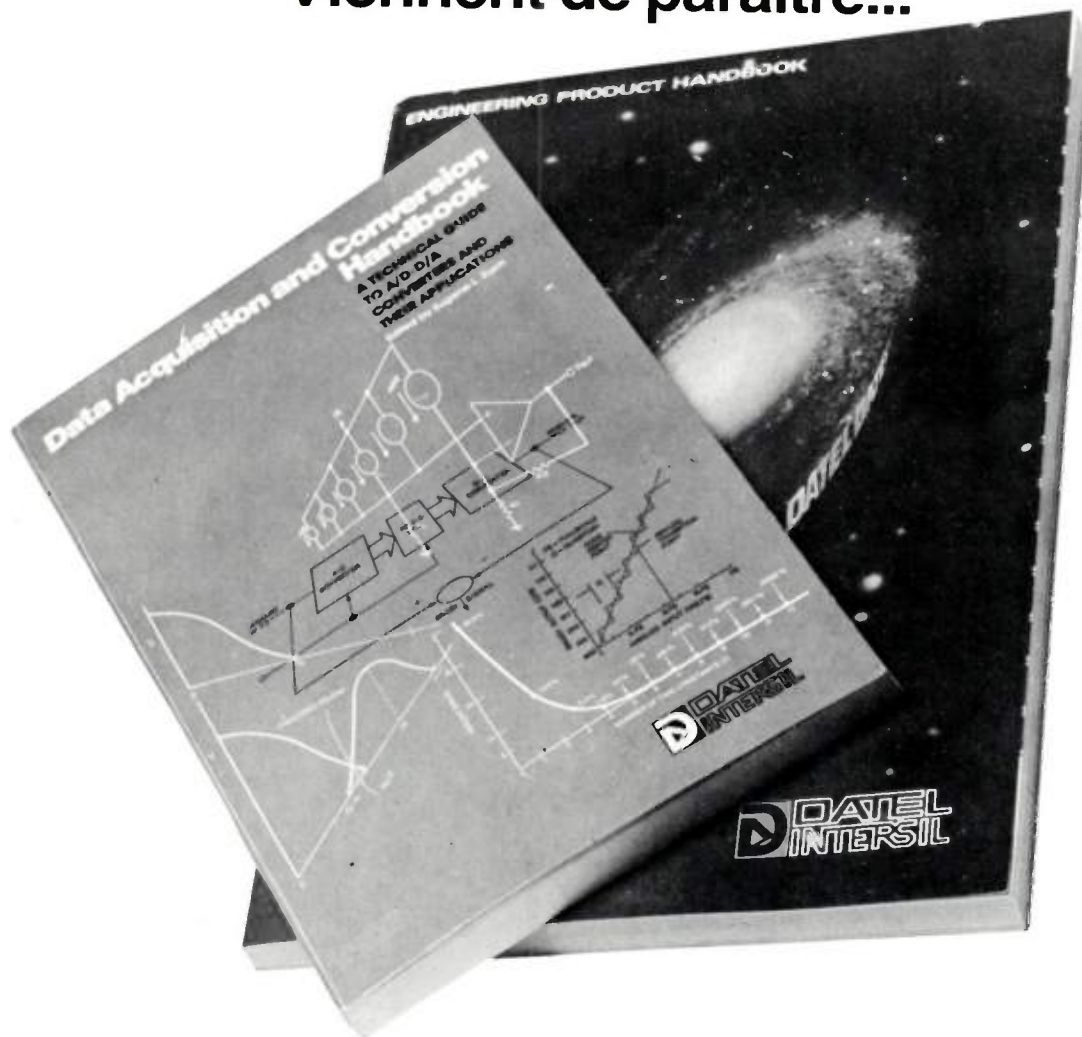
Le détecteur à silicium est fourni avec une haute puissance afin de permettre un fonctionnement optimum à la longueur d'onde opérationnelle et à la vitesse de modulation de l'émetteur.

Service lecteur : n° 9119

CIRCUIT INTÉGRÉ OSCILLATEUR

Solid State Music représenté par International Semiconductor Corporation France présente un nouveau circuit

Viennent de paraître...



1/ CATALOGUE DATEL 1980,

Tous les produits Datel d'acquisition et de conversion de données en 390 pages de fiches techniques. Gratuitement sur demande

2/ GUIDE TECHNIQUE DES CONVERTISSEURS AN/NA ET LEURS APPLICATIONS,

Par Eugène L. Zuch, Directeur de Marketing Produits chez Datel Systems - 1 vol. de 240 pages de conseils pratiques pour tout connaître sur l'acquisition de données. En vente à nos bureaux 40 F franco à réception de règlement.

(voir carte information page 4)

DATEL SYSTEMS Leader en technologie de conversion et d'acquisition de données fabrique : convertisseurs A-N-N-A Multiplexeurs - Echantillonneurs bloqueurs - Amplificateurs opérationnels - Alimentations modulaires - Convertisseurs DC-DC - Voltmètres de tableau - Imprimantes - Compteurs - Data loggers - Systèmes d'acquisition - Enregistreurs - Lecteurs de cassette.

Nos représentants : Rhône-Alpes, Comtec Tél. : (78) 48 61 87 - Sud Ouest, SPELEC Tél. (61) 62.34.72

nouveaux instruments et systèmes

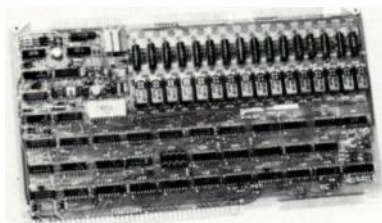
Les ST-711 RLY : des cartes A/D à relais, pour microprocesseurs compatibles Multibus et SBC.

Caractéristiques

- 8 ou 16 entrées A/D différentielles à relais et "capacité basculante" pour réjection de mode commun élevée (126 dB) et isolation (± 250 V eff.).
- Compatibilité totale avec les microprocesseurs SBC et Multibus. Même programmation et même emploi de registres que les cartes A/D - D/A ST-711/732 et SBC - 711/732, et compatibilité directe avec les modules de programmation du RMX 80 de INTEL (moniteur temps réel de gestion multitâches).
- Sélection de pleine échelle de 10 mV à 2 V par ampli à gain programmable (X 1, 2, 5, 10); résolution du convertisseur A/D : 12 bits.
- Programme de test fourni avec la carte permettant d'imprimer sur papier ou sur écran les valeurs acquises.
- Sélection de l'adresse de base mémoire.
- Manuel détaillé fourni avec la carte comprenant le listing complet du programme de test.
- Emplacements prévus pour résistances d'adaptation des entrées 4-20 mA.
- Horloge 10 bases de temps pour déclenchement interne.
- Déclenchement de conversion par événement externe.
- Interruptions fin de conversion, fin de scrutation et déclenchement externe.
- Registres de sélection premier et dernier canal, avec logique d'auto incrémentation d'adresse.

Description et utilisation

Les cartes A/D ST-711 RLY8D et ST-711 RLY16D viennent compléter la famille des SINETRAC de Datel. Elles sont particulièrement adaptées à l'environnement industriel, avec lignes bruitées et tensions de mode commun. Elles sont électriquement et mécaniquement compatibles avec les cartes SBC 711/732 de INTEL, dont elles ont repris la structure et le brochage.



Carte-Informations cerchez le n° 7 01

Le PDAS-250 : un nouveau système d'acquisition A/D rapide, compact, de haute résolution pour tous types d'ordinateurs

Aucun autre système, à ce jour, n'offre simultanément la vitesse, la capacité en nombre de voies, et la résolution du PDAS 250. Une méthode de conversion dite "entrelacée" permet un transfert de 250 000 échantillons/sec. Il trouve sa place au cœur de tous les systèmes de saisie rapide : classement, analyse, traitement de séries de Fourier.

- Il se connecte sur les interfaces universelles et DMA 16 bits de tous les mini/micro-ordinateurs.
- Il combine les entrées et sorties analogiques (résolution 12 bits) jusqu'à : soit 256 entrées A/D asymétriques, ou 128 différentielles, co-résidentes dans un même châssis avec 32 D/A ou 64 échantillonneurs bloqueurs simultanés. (Soit une combinaison flexible de D/A et d'échantillonneurs).

- Il peut fonctionner en mode local et dispose de voyants et d'interrupteurs de contrôle et de mise au point.
- Il acquiert les voies d'entrée jusqu'à 250 kHz, en mode normal connecté à un ordinateur rapide.
- La section A/D du PDAS 250 comprend un multiplexeur intégré, un échantillonneur-bloqueur, un convertisseur A/D 12 bits à approximation successive et un registre de sortie. La logique d'adressage séquentiel ou aléatoire, les registres d'état et de contrôle, l'alimentation secteur, et la face avant complètent le système. Dans le mode de conversion à entrelacement, il range dans son registre le résultat de la conversion en même temps qu'il adresse la voie suivante. La logique interne CMOS diminue la consommation, réduit les échauffements et donc les dérives en température, renforce la sûreté de fonctionnement. Les liaisons externes sont compatibles TTL.

Une option originale du PDAS 250 est celle des échantillonneurs-bloqueurs simultanés, qui permettent d'échantillonner jusqu'à 64 canaux au même instant précis (± 1 nsec.) et de transférer rapidement les valeurs digitales sur la mémoire de l'ordinateur. Cette option est idéale pour des études d'impulsions, de vibrations, de chocs, de réactions chimiques rapides, de mesures de vibrations de structures et de charges dynamiques. Le procédé permet des analyses en temps réel de phénomènes analogiques. Certains utilisateurs ont recours à des techniques mathématiques complexes (telles que les transformées de Fourier) pour l'analyse des signaux (phase, fréquence, amplitude), et par une programmation appropriée, ils peuvent reconstituer un événement à partir de la mémoire du calculateur.



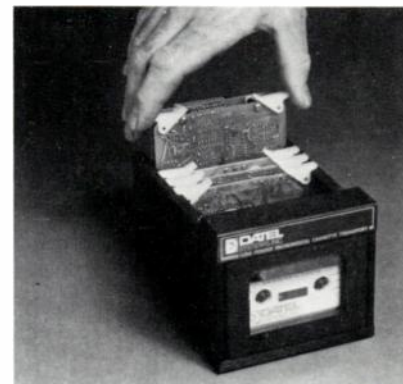
Carte-Informations cerchez le n° 7 02

Le LPS-16-12B5 : un enregistreur à cassette autonome, miniature, pour signaux bas niveau

C'est un mini enregistreur à cassette complet, les dimensions de la face avant sont de : 160 x 135 mm, il pèse moins de 900 g. Une seule source d'alimentation 12 V est nécessaire, sa consommation est de 900 mW en fonctionnement, 10 mW au repos. Il possède un amplificateur interne à gain réglable de type AM-201 qui élimine les systèmes coûteux d'amplification externe à forte dissipation.

Le gain est réglé à 100, mais peut être réglé entre 1 et 500 en sélectionnant les résistances internes appropriées. La gamme des tensions d'entrée est donc très large : de ± 10 mV à ± 5 V pleine échelle. L'utilisation d'un enregistreur digital à cassette de type incremental associé à une électronique CMOS a permis de réduire la consommation du système de même que son prix. En enregistrement de type incremental, la cassette se déroule seulement si des informations doivent être enregistrées, d'où économie d'énergie et de bande. La durée de la cassette peut être calculée de façon précise en fonction de la cadence des informations, de leur nombre de bits et de la longueur totale de la bande. Par exemple, le modèle LPS 16-12B5 est équipé d'une bande de 90 m d'une capacité de 2,2 millions de bits (120 000 mots de 16 bits) ce qui représente pour un échantillonnage par heure

une durée totale d'enregistrement de 13 ans ! Il possède 8 voies d'entrée différentielles qui peuvent être adressées en mode aléatoire ou séquentiel à la cadence maximale de 5 voies/sec. C'est un enregistreur aussi bien de terrain que de laboratoire ; il trouve de nombreuses utilisations en océanographie, pollution, météorologie, sismologie...



Carte-Informations cerchez le n° 7 03

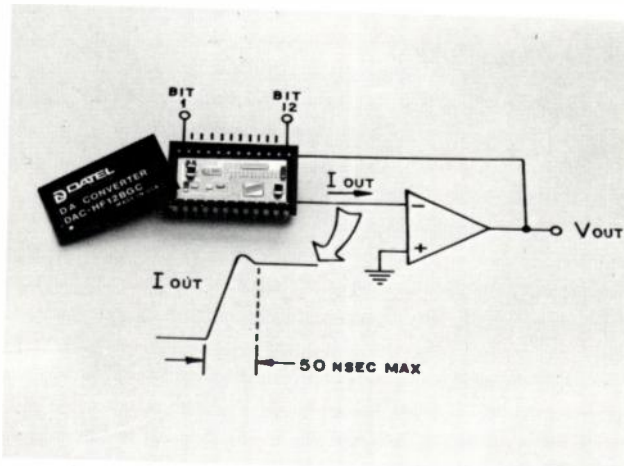
nouveaux circuits intégrés

Les DAC-HF: des convertisseurs 8, 10, 12 bits numériques/analogiques ultra-rapides

Cette nouvelle série de convertisseurs N/A présente une sortie courant ultra-rapide. Le temps d'établissement du courant de sortie est de 25 nsec pour des résolutions de 8 et 10 bits et de 50 nsec pour une résolution de 12 bits. Ces vitesses sont données pour une variation pleine échelle de la sortie à 1/2 LSB de précision sur une charge de 400 Ω . La sortance est de 0 à + 5 mA ou $\pm$ 2,5 mA. Ils sont réalisés en technologie hybride couche mince et utilisent une batterie de commutateurs rapides PNP qui pilote un réseau R2R couche mince. Ce réseau est ajusté en "actif" au laser pour l'obtention d'une linéarité optimale. Le circuit inclut une référence 10 V de précision et des résistances de contre-réaction pouvant être connectées sur un ampli externe. Un DAC-HF combiné à un ampli Datel ultra-rapide AM-500 produiront une tension de sortie de 10 V en 200 nsec à 1 LSB de précision (20 V en 300 nsec). Le réseau de contre-réaction interne permet l'obtention des 5 gammes suivantes : 0 à - 5 V, 0 à - 10 V, $\pm$ 2,5 V, $\pm$ 5 V et $\pm$ 10 V.

Autres caractéristiques :

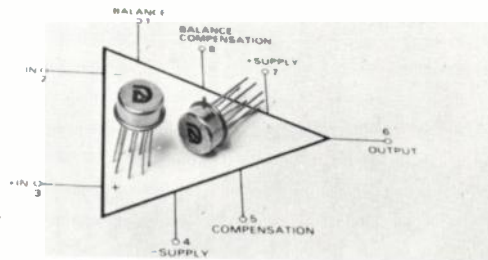
- Linéarité : $\pm$ 1/2 LSB max.
- Coefficient de temp. 20 ppm/ $^{\circ}$ C.
- Entrée TTL, binaire pur ou binaire décalé.
- Capacité de sortie : 15 pF/400 Ω .
- Alimentation : $\pm$ 15 V/780 mW.
- Versions : 0 + 70 $^{\circ}$ C, - 25 + 85 $^{\circ}$ C, - 55 + 125 $^{\circ}$ C.



Carte-Informations cerclez le n° 7.04

Le AM-453-2 : un ampli monolithique faible bruit, large bande

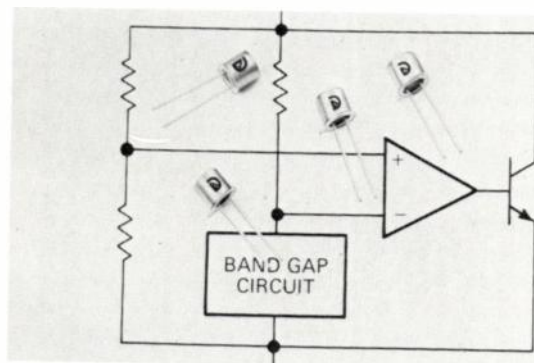
Ce nouvel ampli opérationnel présente un bruit de 4 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ en tension et 0,6 pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ en courant dans toute la bande de 0 à 10 MHz. Sa vitesse est de 13 V/ μ sec; l'alimentation peut être réglée de $\pm$ 3 V à $\pm$ 20 V avec une consommation de 4 mA à vide seulement. Autres spécifications importantes : 0,5 mV d'offset $\pm$ 12 V de tension de mode commun, 100 dB de réjection et 30 μ V/ $^{\circ}$ C de dérive d'offset. Le gain de boucle est de 100 000, la sortance est de $\pm$ 12 V à $\pm$ 20 mA. L'ampli peut être chargé sur 600 Ω à 10 V RMS en utilisant une alimentation $\pm$ 18 V. Il est disponible en 2 versions de base : 0 + 70 $^{\circ}$ C et - 55 + 125 $^{\circ}$ C. Applications : instrumentation et contrôle, acquisition de signaux bas niveau, transmetteurs et ampli. large bande, filtres actifs.



Carte-Informations cerclez le n° 7.05

Les VR-182 : des références de précision 2,5 V

Les références de précision VR182 se caractérisent par une sortie tension de 2,455 V de très haute précision et un faible coefficient thermique. Le modèle A présente une stabilité de 100 ppm/ $^{\circ}$ C, le modèle B : 50 ppm/ $^{\circ}$ C et le modèle C : 30 ppm/ $^{\circ}$ C. Un régulateur actif permet l'obtention d'une impédance de sortie de 0,1 Ω avec un débit de 2 à 120 mA. De plus, l'impédance dynamique est constante jusqu'à 4 kHz et ne passe qu'à 1,2 Ω à 50 kHz. Autres spécifications importantes : tolérance sur la tension 1,43 %, bruit 10 μ V RMS, stabilité à long terme 1000 h; les modèles VR-182-A, B, C, sont d'utilisation simple et recommandés pour les convertisseurs A/N et N/A ne possédant pas de référence interne : ADC - EK et ET, DAC-HA, IC, et 08. Autres applications possibles : circuits de régulation de tension, alimentations à découpage, comparateurs, etc. La faible tension de 2,455 V permet de les utiliser avec des alimentations logiques 5 V et même 3,5 V. Dans la plupart des cas, elles permettent l'amélioration des performances obtenues avec des diodes Zener qui nécessitent des tensions d'alimentation plus élevées et qui présentent des impédances dynamiques beaucoup plus importantes. Présentation en boîtier TO-18 scellé. Températures de fonctionnement : 0 à 70 $^{\circ}$ C.



Carte-Informations cerclez le n° 7.06

CARTE-INFORMATIONS
à retourner affranchie à

DATEL
SYSTEMS

217, Bureaux de la Colline
92213 ST-CLOUD Cedex

Affranchir
au tarif
normal

guide de sélection des voltmètres numériques DATEL



Modèle	N° de digit.	Entrée	Affichage	Alimentation	Boîtier	Observations	Prix H.T.
DM 3100 L	3 1/2	diff ± 1.999 V	LED 14 mm	+ 5 V / 300 mA	court	très économique	350 F
DM 3100 B	3 1/2	diff ± 1.999 V	LED 14 mm	220 V 50/400 Hz	court	multigammes	476 F
DM 3100 N	3 1/2	diff ± 1.999 V	LED 14 mm	+ 5 V / 300 mA	plat	très économique	350 F
DM 3100 X	3 1/2	diff ± 1.999 V	LCD 15 mm	+ 5 à 9 V / 6 mA	court	multigammes	462 F
DM 3100 UI	3 1/2	diff ± 1.999 V	LCD 13 mm	+ 5 à 9 V / 6 mA	plat	symboles : V, mA, A, k Ω , AC, DC	532 F
DM 3100 U3	3 1/2	diff ± 1.999 V	LED 13 mm	220 V 50/400 Hz	plat	symboles : V, mA, A, k Ω , AC, DC	532 F
DM 4100-L	4 1/2	unif ± 1.999 V	LED 13 mm	+ 5 V / 350 mA	court	multigammes	613 F
DM 4100 N	4 1/2	unif ± 1.999 V	LED 8 mm	+ 5 V / 350 mA	plat	multigammes	613 F
DM 2115 E2	3 1/2	diff ± 1.999 V	LED 11 mm	220 V 50/400 Hz	court	sortie BCD	1610 F
DM 2115 D2	3 1/2	diff ± 1.999 V	LED 11 mm	+ 5 V/400 mA	court	sortie BCD	1316 F
DM 2000 AR	3 1/2	unif ± 1.999 V ± 1.999 V ± 1.999 V	LED 8 mm	+ 5 V / 800 mA	court	sortie BCD gains automatiques opto-isolation (version 2)	1652 F
DM 4300 B5	4 3/4	diff ± 3.999 V	LED 8 mm	+ 5 V / 600 mA	court	sortie BCD opto-isolation filtre 50 Hz	2499 F

Carte-Informations cerchez le n° 7.07



M Fonction

Entreprise Service

Adresse

Ville Code postal Tél. poste

souhaite,

☐ Recevoir gratuitement le catalogue Datel 1980

☐ Recevoir une documentation plus complète sur les produits-numéros suivants :
n°7.01 n°7.02 n°7.03 n°7.04 n°7.05 n°7.06 n°7.07

☐ Recevoir régulièrement Datel Systems Informations (abonnement gratuit)

☐ Recevoir le "Guide technique des Convertisseurs A/N-N/A et leurs applications" au prix de 40 F. Règlement ci-joint par
☐ chèque bancaire, ☐ chèque postal.

☐ Avoir la visite d'un ingénieur Datel pour le problème suivant :

(suite de la p. 48)

intégré oscillateur commandé par la tension (VCO), le SSM 2030. Cet oscillateur de précision dispose simultanément d'une entrée de balayage exponentielle et d'une entrée de balayage linéaire. La fréquence peut être contrôlée de 1 à 1 000 000 avec le même condensateur. La précision de balayage est meilleure que 0,25 % sur une variation de 1 à 1 000 et meilleure que 0,10 % sur une variation de 1 à 100. Le circuit MOS est entièrement protégé en particulier contre les courts-circuits des sorties. L'alimentation unique se fait sur + 15 V et la consommation est de 16 mA.

Service lecteur : n° 9120

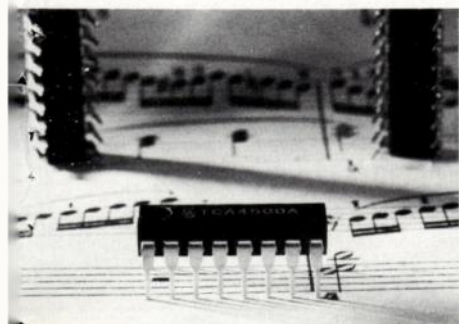
AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL «BIFET»

Texas Instruments vient d'ajouter un amplificateur opérationnel à la gamme de ses dispositifs réalisés en technologie «BIFET» : il s'agit de la version à deux amplificateurs du dispositif déjà annoncé sous la référence TL 087. Désigné par la référence TL 287, le nouveau circuit est caractérisé, comme le TL 087, par une faible tension de décalage à l'entrée (0,5 millivolt maximum), de faibles courants de polarisation d'entrée, un courant de décalage faible à l'entrée, des sorties protégées contre les courts-circuits et une compensation de fréquence interne. Le TL 287 présente également, comme les autres amplificateurs «BIFET», une vitesse de balayage symétrique élevée de plus de 13 volts par microseconde, une bande passante de 3 MHz et une faible distorsion en sortie en classe A-B. Le TL 287 est spécifié pour fonctionner de 0 à 70 °C (TL 287-C) ou de - 20 à 85 °C (TL 287-I); il est disponible en boîtier céramique à 8 broches ou en boîtier plastique.

Service lecteur : n° 9121

DÉCODEUR STÉRÉOPHONIQUE

Siemens complète son catalogue de circuits intégrés destinés à l'électronique grand public par un décodeur stéréophonique qui filtre le pilote sans circuit oscillant externe. Appelé TCA 4500 A,

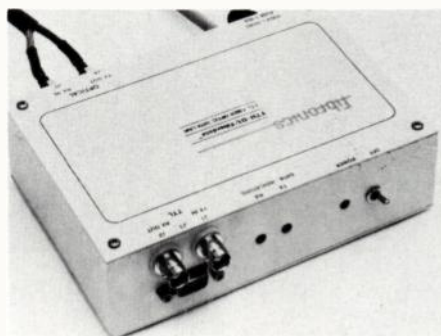


il fonctionne selon le principe de boucle à verrouillage de phase. Notons que ce circuit, avec un taux de distorsion de 0,3 %, se présente en boîtier DIP 16 broches alimenté en 10 V.

Service lecteur : n° 9122

LIAISON DIFFÉRENTIELLE TTL PAR FIBRES OPTIQUES

Fibronics Ltd. propose deux modèles d'éléments de liaison pour transmission de données TTL, par fibres optiques. Le modèle TTK fournit des données à une fréquence de 10 M bits/s sur une distance d'un kilomètre. Le modèle TTH fonctionne à 3 M bits/s, sur des distances de 100 m. Les deux modèles fonctionnent



entièrement en duplex. L'élément de liaison possède, à chacune de ses extrémités, un transmetteur optique, un récepteur optique et une alimentation autonomes. L'entrée et la sortie du signal électrique se font soit par un câble coaxial, terminé par des connecteurs BNC, soit par TTL différentiel. L'élément de liaison prend son courant d'une prise murale. Dès que les câbles électriques et optiques sont connectés, le système est prêt à fonctionner, il n'y a pas d'autres réglages à effectuer. De plus, ces éléments peuvent être adaptés pour un fonctionnement à répéteur, par une simple connexion externe entre les connecteurs BNC. Ceci permet à l'utilisateur de multiplier plusieurs fois la distance standard de transmission.

Service lecteur : n° 9123

ATTÉNUATEURS STANDARDS

Omni-Spectra propose une large gamme d'atténuateurs standard (de 1 à 20 dB par bonds de 1 dB, 30 et 40 dB) et ce pour les gammes de fréquences DC-4 GHz, DC-12, 4 GHz, DC-18 GHz. Ces atténuateurs qui répondent aux normes MIL-E 5400 et MIL-E 16400 sont équipés de connecteurs réalisés par la société Omni-Spectra. Leur puissance moyenne est de 2 Watts.

Service lecteur : n° 9124

PUCE DE COMMUNICATION ASYNCHRONE

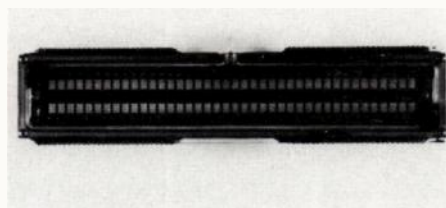
Rockwell vient de présenter un dispositif de communication asynchrone, le R6551, qui fournit aux systèmes à microprocesseur 8 bits une interface de communications série pour la liaison avec un terminal, un jeu de données ou un modem.

Appartenant à la famille des microprocesseurs R6500, le R6551 est également compatible avec les microprocesseurs 6800. Avec son générateur incorporé de fréquence de transmission, le R6551 n'a besoin que d'un cristal accessoire pour pouvoir transmettre à quinze fréquences différentes comprises entre 50 et 19 200 bauds, ou au seizième de la fréquence d'une horloge externe.

Service lecteur : n° 9125

AFFICHEURS ALPHANUMÉRIQUES

La firme Itron, représentée par Europavia, lance sur le marché une série d'afficheurs alphanumériques 5 X 7 points. Ils fonctionnent par multiplexage avec des impulsions de 50 V pic à pic, à partir du filament. La largeur d'impulsion est de 100 us et le rapport cyclique de 1/45. Le modèle DC 40066 A est composé de 6 lignes de 40 caractères avec curseur. Le modèle DC 40025 A2 est composé de

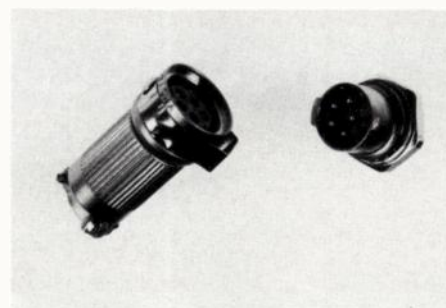


2 lignes de 40 caractères. Dans la même série, le constructeur propose également 1 ligne avec, au choix 9-10-16-20-32-40 ou 80 caractères.

Service lecteur : n° 9126

CONNECTEURS CIRCULAIRES

Viking Industries représenté par International Semiconductor Corporation France présente une gamme de connecteurs circulaires miniatures, les SNAP-LOCK.



évènement en hyper :

les **fréquencemètres**

6245 A et 6246 A

SYSTRON  DONNER



Performances : 20 Hz - 18 GHz (modèle 6245 A)
20 Hz - 26 GHz (modèle 6246 A)

Sensibilité : - 25 dBm

Dynamique réelle : 52 dBm

Grande tolérance FM : 1 GHz

Compatibilité totale avec le bus IEEE

Prix* : 23 400 F H.T. (modèle 6245 A)
25 500 F H.T. (modèle 6246 A)

* Septembre 79

BB 1000pub 726 A

compétence et performances



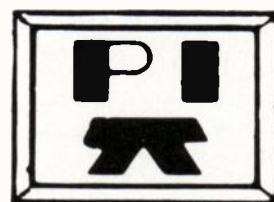
SYSTRON-DONNER

24, rue de Paris - 78560 LE PORT MARLY
Tél. : 958.48.63 - Télex 696 354

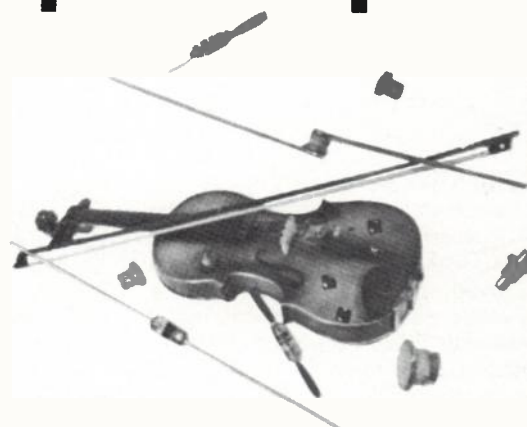
Sud-Est et Sud-Ouest : MEGA Sud - (68) 81.23.69
Ouest : Bellion Electronique - (98) 28.03.03
Rhône-Alpes : I.C.S. - (78) 25.72.47

MESUCORA : stand 437 FG

Service lecteur : n° 932



l'accord qualité-prix



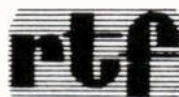
Avec sa gamme complète de diodes
« Silicone Passivé »
haute surtension et les varactors AsGa

- V_B de 15 à 150 volts
- C_{T0} à 1 MHz de 0,3 à 60 pF
- Coefficient de surtension
à 4 V et 50 MHz : 460 à 6000
à 4 V et 1 GHz : 25 à 300
- $\Delta CO/V_B$ 1,5 à 10 : 1
- Tolérance de capacité : $\pm 1 \%$
- Gamme de fréquences des UHF
à la bande Ka

PARAMETRIC

- C'est aussi les diodes :
- d'amplificateurs paramétriques
 - PIN
 - Schottky de mélange
 - Schottky de détection
 - à pointe de contact

**Gamme militaire
haute fiabilité**



Radio Télévision Française S.A.
73, av. Charles-de-Gaulle
92202 Neuilly-sur-Seine

Té. : 747-11-01
Télex : 611985

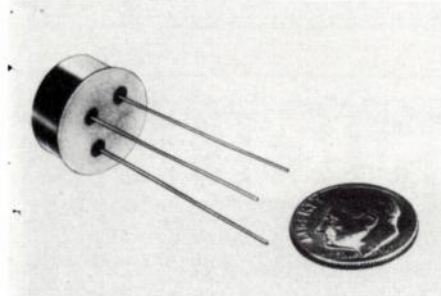
Service lecteur : n° 93

Trois dimensions de boîtiers permettent d'avoir de 2 à 19 contacts présentés de façon homogène. Les SNAP-LOCK existent en de très nombreuses versions : embases mâles et femelles montées par l'avant ou par l'arrière du panneau, fiches mâles et femelles. Les contacts mâles et femelles sont raccordés au câble par soudure ou par sertissage. Les SNAP-LOCK sont donnés pour 7,5 ampères et 250 volts dans le pire des cas, la tension d'utilisation peut aller jusqu'au 2 000 volts dans certaines configurations. La résistance d'isolement est supérieure à 5 000 mégohms. La température de fonctionnement va de -55°C à $+125^{\circ}\text{C}$. Ils tiennent les chocs jusqu'à 50 g et les vibrations de 30 g de 5 à 3 000 CPS.

Service lecteur : n° 9127

DÉTECTEUR PYROÉLECTRIQUE

Eltec représenté par International Semiconductor Corporation France propose un détecteur pyroélectrique, le 408, qui est un détecteur pyroélectrique infrarouge constitué d'un senseur et d'un amplificateur de courant à entrée FET,



montés sur un même substrat avec une résistance de très forte valeur. L'ensemble est monté dans un boîtier TO 5 hermétique. La surface sensible du 408 est de 2 mm de diamètre. Avec une épaisseur en germanium 10,6 microns, la réponse en tension à 10 Hz est de 0,0000 V/W, le NEP est de $7,4 \times 10^{-10}$ V/ $\sqrt{\text{Hz}}$ et le D de $2,3 \times 10^8$ cm. $\sqrt{\text{Hz}}$ /W. La tension d'alimentation peut aller de 5 à 15 V et la consommation est inférieure à 2 mA. La stabilité en température est de $\pm 0,2\%$ / $^{\circ}\text{C}$. Celle-ci peut varier de -55°C à $+125^{\circ}\text{C}$.

Service lecteur : n° 9128

CONNECTEURS A CABLE COUDE

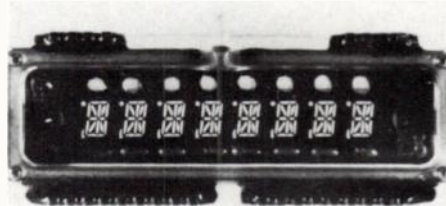
Omni-Spectra offre maintenant aux utilisateurs un produit de remplacement pour les connecteurs conventionnels à angle droit. Il s'agit d'un morceau de câble semi-rigide, lui-même coudé à 90° et équipé d'un connecteur SMA bas profil (style 01-1).

Ces montages en câble semi-rigide sont disponibles en diamètre 0,216 mm et 0,358 mm. Des diamètres plus importants tels que 0,635 et 0,825 mm peuvent également être fournis sur demande.

Service lecteur : n° 9129

AFFICHEUR ALPHANUMÉRIQUE A SEGMENTS

Le FG85D2 de Itron, représenté par Europavia, est un afficheur alphanumérique de 14 segments composé de 1 ligne



de 8 caractères. Il fonctionne par multiplexage avec des impulsions de 24 V pic à pic, à partir de filament. La largeur d'impulsion est de 100 us pour un rapport cyclique de 1/20.

Service lecteur : n° 9130

TEC-MOS POUR LES APPLICATIONS UHF

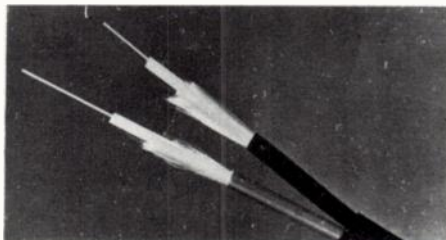
Texas Instruments vient d'annoncer la prochaine disponibilité d'un nouveau transistor à effet de champ réalisé en technologie MOS et développé pour les applications d'amplification et de mélange (mixage) à très haute fréquence.

Désigné par la référence TIS 189 aux États-Unis et par la référence BF 907 en Europe, le nouveau dispositif MOS-FET fournit un gain de 18 dB à 900 MHz avec une bande passante de 15 MHz. Son niveau de bruit est en moyenne de 1,7 dB à 400 MHz et de 3dB à 900 MHz, (maximum 5dB à 900 MHz). Le BF 907 dispose d'une régulation automatique de gain (AGC) d'une amplitude moyenne de 35 dB, enfin il est caractérisé par une transconductance de 14 microns.

Service lecteur : n° 9131

CABLES OPTIQUES

La société Fibronics Ltd., annonce la mise sur le marché de câbles optiques à perte peu élevée. Ces câbles utilisent des



fibres optiques avancées à indice en escalier. Un grand choix de rendement est disponible pour ces fibres permettant à l'utilisateur de choisir le câble le plus efficace au point de vue coût-rendement, pour chaque installation. Deux types de câbles sont proposés : un câble à canal unique, extra-fort, HD-MG 05-01 et un câble duplex HD-MG 05-02.

Service lecteur : n° 9132

V-MOS MOYENNE ET FORTE PUISSANCE

Intersil vient de prendre le départ dans le domaine de la commutation de puissance en introduisant ce mois-ci 63 types différents de transistors V-MOS.

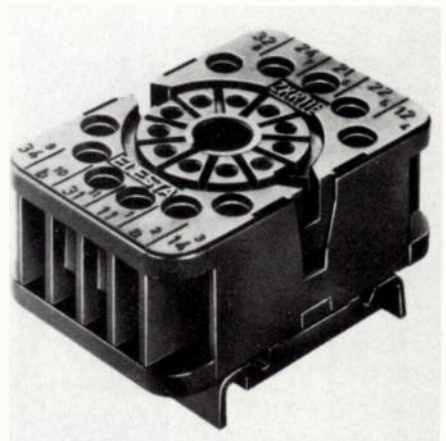
Intersil aborde ce nouveau marché en proposant une gamme complète de transistors V-MOS de moyenne et forte puissance : jusqu'à 5A en régime continu et 12 A en pointe et tensions allant jusqu'à 90 V.

La sélection proposée (choix de 5 tensions maximales, R_{ON} maximum entre 0,5 et 5 Ω , type Zener ou non, 7 boîtiers possibles) peut être séparée en 2 groupes distincts : les VN, seconde source des circuits Siliconix et portant les mêmes références, les IVN, une exclusivité Intersil.

Service lecteur : n° 9133

SOCLE DE RELAIS

Elesta, présente un socle de relais, avec connexions à visser, 11 pôles, dont nous noterons : l'encombrement réduit de 30 % par rapport aux modèles précédents, le matériau synthétique ininflammable, la tenue aux courants de fuite, la fixation sur rail 35 mm DIN 46 277



au moyen d'un clips, les lames de contact à auto-centrage et pression de contact élevée, la section de l'ouverture pour 2 fils de 1,5 mm² avec douille, et la désignation conventionnelle des bornes selon DIN 46 199.

Service lecteur : n° 9134

VOICI...

LES PERFORMANCES DE LABORATOIRES A UN PRIX ECONOMIQUE

BK PRECISION
DYNASCAN CORPORATION
Fine Quality Equipment, Made in the U.S.A.

Testeur universel de semiconducteurs



Modèle 530

- Mesure les transistors jusqu'à 1 500 MHz ainsi que les paramètres de fuite et de claquage.
- Rapide, souple d'emploi, permet des mesures de tension de claquage sur les transistors et les diodes.
- Teste les transistors, les TEC et les Thyristors en ou hors circuit sans diagramme de base ou caractéristiques de polarisation.
- Identifie automatiquement les types de jonctions PNP/NPN et les TEC à canal N ou P.

Testeur de transistors portable



Modèle 510

- Pour le test rapide et précis des transistors en et hors circuit. Fournit les indications de Go No Go et Bon/Mauvais.
- Teste les TEC et les Thyristors en et hors circuit et accepte n'importe quel type de liaisons et de clip de test.
- Identifie les collecteurs, base, émetteur, les bornes pilotes Haute et Basse avec la précision et la stabilité du numérique.
- Compact, de format de poche, cet appareil dispose de plus de 100 heures d'autonomie avec batteries « AA ».

Multimètre 2 000 points à cristaux liquides



Modèle 2815

- 0,1% de précision en continu et afficheur à cristaux liquides de 1,3 cm pour faciliter la lecture.
- Gamme 100 μ A et 100 μ V, 100 nA et 0,01 Ω de résolution.
- Protection contre les surcharges, zéro et polarité automatiques, et boîtier blindé.
- Durée de vie de la pile : 100 heures; dimensions hors-tout : 15,5 x 10,7 x 4,1 cm.

Capacimètre numérique



Modèle 820

- Économique, portable, lecture aisée par affichage à DEL; 10 gammes de mesure.
- Mesure de 0,1 pF à 1 F avec une résolution de 0,1 pF et une précision de 0,5%.
- Protection par fusible; indication de dépassement; accepte des bornes spéciales ou les fiches « banane ».
- Compact, léger; utilise des batteries rechargeables ou des piles.

Pour recevoir gratuitement notre catalogue d'instruments de test B et K.

Ecrire à notre exportateur exclusif :

EMPIRE EXPORTERS, Inc.

270-278 Newtown Road
Plainview, N.Y. 11803, U.S.A.
Tel: (516) 293-5583/Telex: 96-7880
MORHANEX, Plainview, N.Y.

Générateurs de fonction - Fréquence-mètres
Compteurs - Testeurs de semiconducteurs
Multimètres analogiques et numériques
Analyseurs - Testeurs de TRC
Alimentations.

Distribué par :

France: **Blanc-Meca**
Zone Industrielle
Des Groges
36300 Le Blanc

Service lecteur : n° 934



MB ELECTRONIQUE

UN ATOUT DE PLUS

Calibrateurs universels à μ P **FLUKE**



le maître étalon

Avec la série 5100 B, FLUKE présente de nouveaux calibrateurs de très haute fiabilité, à microprocesseur.

- 6 fonctions : $V=$, $V\sim$, $I=$, $I\sim$, Ω , dBm.
- Précision : 50 ppm en $V=$, sur 6 mois, entre 20 et 30°C.
- Stockage et programmation de 60 séquences d'étalonnage, sur minicassette incorporée - 5101 B -.

Options

- Interface IEEE ou RS 232 C.
- Large bande $V\sim$ - 10 Hz à 10 MHz.

EVOLUTION

- 20 A= et $\sim$ avec le 5220 A - 1100 $V\sim$, jusqu'à 120 KHz avec le 5205 A.



électronique

Zac de Buc - BP 31 - 78530 BUC - Tél. 956 81 31 - Telex: 695 414

Service lecteur : n° 935

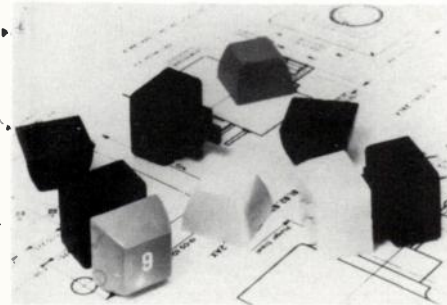
CIRCUIT A EFFET HALL

Un circuit à effet Hall est maintenant disponible chez **Sprague**. Il se caractérise par une commutation unipolaire (commute et déclenche sur le même pôle de l'aimant) et un régulateur de tension intégré travaillant à toutes les tensions de 4,5 V à 16 V. Le dispositif est proposé dans un boîtier T de 2,03 mm d'épaisseur et plat de chaque côté. Le Type, UGN3013T est d'un prix très compétitif par rapport aux produits courants qui n'offrent ni commutation, ni régulateur de tension.

Service lecteur : n° 9135

TOUCHES POUR CLAVIER

FR Electronics représenté par **International Semiconductor Corporation France** propose une nouvelle série de touches compactes pour clavier, la série RSM 82.



Ces touches sont à ampoules reed afin d'assurer une durée de vie et une fiabilité maximale. La conception particulière du plongeur lui assure une absence quasi-totale de mouvement latéral et lui donne une action très douce. De nombreuses variantes sont disponibles : touches lumineuses, touches à contact double, touches à verrouillages. La variété des cabochons permet également un grand choix de forme, de couleur, de dimension et de gravure.

Service lecteur : n° 9136

ÉPISSURES EN RASE CAMPAGNE POUR FIBRES OPTIQUES

Fibronics Ltd. offre actuellement son modèle RK-HD-PC 10-02 d'équipement d'épissure pour faciliter les réparations en rase campagne de ses câbles fibroptiques : duplex HD PC10-02 et canal unique HD-PC10-01. Grâce au manuel d'instruction (en anglais, français et allemand), les réparations de câbles et de fibres peuvent être facilement accomplies. Les pertes dues à la réparation sont de moins de 1 dB.

L'équipement d'épissure est complet et tous ses composants sont prêts à l'usage, aucun mélange spécial ni processus compliqué ne sont nécessaires avant de



commencer la réparation. L'épissure complète des fibres plus le processus de réparation du câble ne durent que quelques minutes, et peut être réalisée par un personnel non spécialisé.

Service lecteur : n° 9137

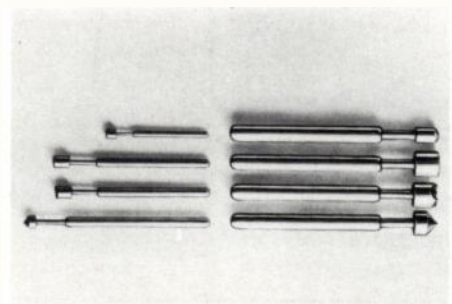
TÊTE DE CÂBLE POUR RÉPARTITEURS DE CENTRAUX TÉLÉPHONIQUES

Conçue pour les répartiteurs de centraux électroniques nécessitant une haute qualité de protection contre les surtensions, **CITEL** pour l'Europe et **UTR** pour le Proche-Orient et l'Afrique distribuent une tête de câble fabriquée par **CTM**. Les fonctions remplies par les modules : protection, coupure, bouclage avec ou sans protection, test de la ligne, test des parafoudres, etc., font de ces têtes un composant universel. D'exploitation aisée grâce au choix de la technologie frontale, d'encombrement réduit, ce matériel, conforme aux spécifications PTT-CNET, est présenté sous forme de têtes 896, 448 ou par blocs 112 X 2 avec contacts doubles.

Service lecteur : n° 9138

POINTES DE TEST

Eurodip représenté par **International Semiconductor Corporation France** présente une gamme complète de pointes de test, la Série EDS. Il existe cinq modèles différents de supports à ressort dont la pression va de 0,8 N à 2,25 N. La course va de 3 à 5,5 mm. La résistance de contact est inférieure à 20 mΩ si l'on utilise la pointe appropriée et ce jusqu'à un million de prises de test. Ces pointes existent en huit formes différentes et elles peuvent être livrées avec un revête-

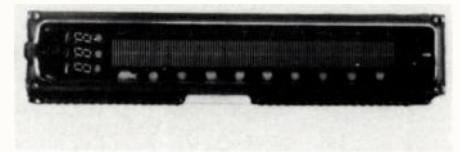


ment en or, en rhodium ou en palladium au choix de l'utilisateur. Les supports eux-mêmes sont plaqués or, et peut raccorder les fils par soudure ou par sertissage.

Service lecteur : n° 9139

AFFICHEURS ANALOGIQUES LINÉAIRES

La firme **Itron**, représentée par **Euro-pavia**, propose une série d'afficheurs analogiques linéaires qui fonctionnent par multiplexage avec des impulsions de 35 V pic à pic à partir du filament.



L'impulsion a une largeur de 100 μs et un rapport cyclique de 1/16. Le FG 100 SBI possède une rangée de 100 barres avec 33 digits de 5 mm. Le FG 202 SA2, quant à lui, offre deux rangées de 101 barres.

Service lecteur : n° 9140

CALIBRATEURS UNIVERSELS

La firme américaine **Rotek**, spécialisée dans les calibrateurs universels, propose une nouvelle gamme de 7 modèles, la série 3900.

La différence entre ces modèles consiste surtout dans le nombre de fonctions, ce qui permet de faire un tarif avec un écart très grand d'un modèle à l'autre.

On peut avoir, par exemple, un calibrateur qui ne fasse que les tensions alternatives jusqu'à 1100 Volts et de 40 Hz à 5 KHz seulement.

Les précisions sont respectivement de 0,005 % en continu et de 0,05 % en alternatif.

Certains modèles plus coûteux peuvent avoir 5 décades d'affichage pour toutes les fonctions.

Service lecteur : n° 9141

CÂBLES SOUPLES FLEXICON

Omni Spectra propose 2 modèles de câbles souples possédant les spécifications électriques des câbles semi-rigides. Le Flexicon 1 est un câble très flexible (rayon de courbure minimum de 13 mm) dont les spécifications jusqu'à 18 GHz ne sont pas altérées par des milliers d'opérations.

Le Flexicon 2, câble avec conducteur réalisé en acier inoxydable et cuivre,

(suite p. 59)

● INTERFACER ● ALIMENTER ● PROGRAMMER ● EFFACER

Vous pensez environnement sévère ?

gamme militaire

MIL STD - 883

MIL - M 38510

Une seule réponse :

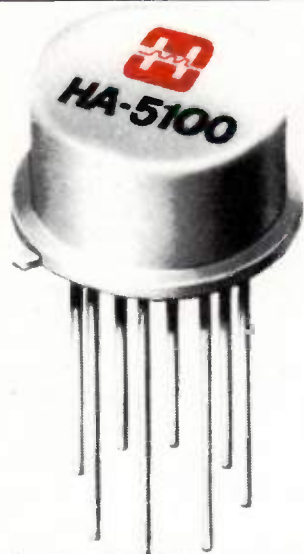


ADC/DAC - 55 °C + 200 °C

MICROEL

Av. des Champs-Lasniers «ALPHA 128» 91440 LES ULIS Tél. 907.08.24 - Télex 692.493 F

Service lecteur : n° 936

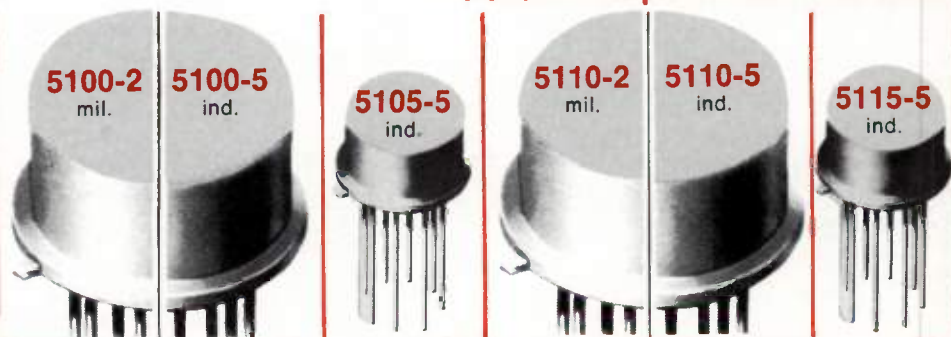


les BIFETs



HARRIS
SEMICONDUCTOR
PRODUCTS DIVISION

- Large bande passante
- Stables en température
- Faible temps d'établissement



Caractéristiques	Unités	5100-2 mil.	5100-5 ind.	5105-5 ind.	5110-2 mil.	5110-5 ind.	5115-5 ind.
V offset (max.)	Mv	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.5
Slew rate (min.)	V/μs	8	8	6	40	40	35
G.B.W.	MHz	18	18	8.5	60	60	50
Temps d'établissement *	μs	1.7	1.7	2.0	0.85	0.85	1.0

* à 0.1 % - 10 V Vo

almex

48, rue de l'Aubépine
Zone Industrielle 92160 ANTONY
Tél. : 666.21.12 - Télex 250067 F

Correspondant régional d'ALMEX : direlec

19, bd Lafayette 2 ter, rue du Professeur-Calmette
63000 CLERMONT-FERRAND 69008 LYON
Tél. : (73) 91.69.80 Tél. : (78) 76.09.90

Service lecteur : n° 937

(suite de la p. 57)

peut être utilisé jusqu'à 22 GHz pour des connexions semi-rigides. Les 2 types de câble sont réalisés selon les besoins de l'utilisateur avec les connecteurs désirés. Sur demande, ils peuvent être livrés avec courbes de spécifications.

Service lecteur : n° 9142

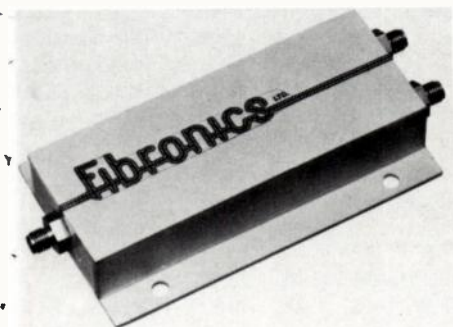
CARTE MÉMOIRE GRANDE DENSITÉ

Intersil propose l'IMC 8000, une carte mémoire à usage général de 128 K mots de 24 bits. Parmi ses principales caractéristiques il faut noter un temps d'accès de 250 ns, un temps de cycle de 450 ns, une consommation de 1,2 A sous 12V et 3 A sous 5V et des dimensions de 391 X 299 mm. Les composants utilisés sont des RAM 16 K dynamique IM 7116, montés sur support. Signalons la présence de différentes options qui permettent de configurer la carte en 256K mots de 8 à 12 bits et de contrôler le rafraîchissement.

Service lecteur : n° 9143

RÉPARTISSEUR OPTIQUE

Fibronics Ltd présente un répartiteur optique en «T», le TS 10, pour une utilisation dans des réseaux à terminaux



multiples. Ce modèle bidirectionnel, comprenant des connecteurs pour fibres optiques a été conçu pour n'introduire que de faibles pertes. Il fonctionne avec des câbles de grand diamètre (225-300 µm). Le modèle présenté divise un signal d'entrée en 2 signaux d'intensités partiellement égales (1 : 1). Sur commande, Fibronics propose également des systèmes 2 : 1 et 3 : 1.

Service lecteur : n° 9144

MÉMOIRES REPROGRAMMABLES

Texas Instruments annonce deux mémoires, une EPROM de 32 K bits de faible consommation, et une EPROM de 16 K de 350 ns de temps d'accès. Désigné par la référence TMS 25 L 32 l'EPROM de 32 K est caractérisée par une consom-

mation de 500 mW max avec un courant d'alimentation < 95 mA. Désignée par la référence TMS 2516-35 l'EPROM de 16 K est caractérisée par un temps d'accès (à partir du choix de l'adresse) de 350 ns au maximum. Notons, en outre, que ces mémoires sont alimentés sous 5 V, qu'elles sont effaçables aux UV et que leur configuration est en mots de 8 bits.

Service lecteur : n° 9145

ALIMENTATION SUR CARTE

La firme américaine Boschert représentée par Tekelec-Airtronic propose 2 nouvelles alimentations à découpage sur carte pour l'alimentation des microprocesseurs, des affichages à plasma ou à état solide, Floppy, petites imprimantes et modems. Elles offrent chacune 5 sorties avec une puissance totale de sortie de 65 W et une efficacité de 65 %.

Service lecteur : n° 9146

PANNEAU GRAPHIQUE

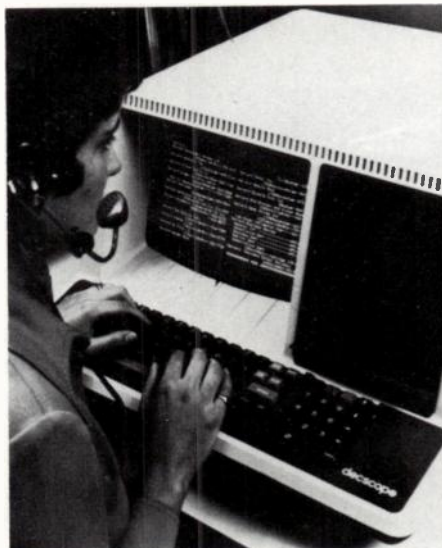
La société Itron, représentée par Europavia, propose un panneau graphique de 80 X 80 points : le DM 80 X 80A. Il fonctionne par multiplexage avec des impulsions de 70 V pic à pic, à partir du filament. La largeur d'impulsion est de 40 µs et le rapport cyclique de 1/100.

Service lecteur : n° 9147

DIVERS

ANNUAIRE TÉLÉPHONIQUE INFORMATISÉ

Digital Equipment présente Assist-11, un annuaire téléphonique informatisé. Le système ASSIST-11 permet aux opéra-



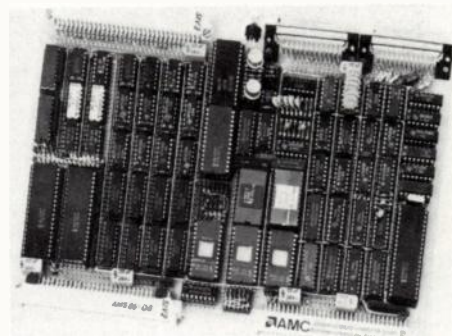
trices de lire sur un écran les informations portées dans les annuaires; elles n'ont donc plus à consulter les pages de volumineux annuaires ou des microfiches. Elles ont la possibilité de sélectionner en même temps un maximum de 21 numéros et de les afficher sur l'écran. Tout un groupe d'opératrices peut avoir accès de façon simultanée à 20 millions de numéros d'abonnés stockés sur disque magnétique. Les coûts engendrés par les mises à jour sont limités car ces dernières sont réalisables immédiatement en direct pendant les opérations de renseignement normales.

Ce système, qu'intègre les matériels et logiciels standard de Digital Equipment, s'adapte à l'organisation actuelle de tout service de renseignements.

Service lecteur : n° 9148

MICROPROCESSEURS POUR MULTIPROCESSEURS

Siemens lance sur le marché un système de microprocesseurs l'AMS 85, dont les modules comportent 3 niveaux d'intelligence et permettent l'élaboration de systèmes mono ou multi-ordinateurs.



L'interface des bus de tous les composants AMS (Bus AMC) est conçue de sorte que tous les modules actuels (8 bits) et futurs (16 bits) de microprocesseurs puissent interfonctionner sans restriction aucune dans une structure d'ensemble. Le microprocesseur AMS 85 est par excellence l'instrument qui permet de répartir rationnellement l'intelligence, jusqu'ici centralisée dans les systèmes informatiques, et de l'acheminer à l'endroit voulu. Il s'édifie ainsi un système où, plus on monte dans l'échelle hiérarchique, plus les informations sont condensées.

Service lecteur : n° 9149

MINI-ORDINATEUR DE POCHE

La société franco-américaine Friends Amis distribué par Kores propose le miniordinateur de poche à modules interchangeables F.A.300. D'un gabarit et d'un aspect comparables à ceux d'une calculatrice de poche (172 X 96 X 45 mm), le Kores FA 300 fonctionne sur la base

A LIRE DANS CE NUMÉRO...

- Les nouveaux oscilloscopes page 19
- Modems et multiplexeurs page 35

A RELIRE DANS L'ONDE ÉLECTRIQUE

- Les convertisseurs A/N et N/A (octobre 1979).
- Conception assistée par ordinateurs (octobre 1979).
- Mesure temps-fréquences dans les équipements radar (septembre 1979).
- Commutateurs et autocommutateurs privés (septembre 1979).
- Les semiconducteurs de puissance (juin 1979).
- Analyseurs-simulateurs de transmissions de données : les critères de choix (mai 1979).
- Fibres optiques et sources d'émission (février-mars-juin 1979).

RELAIS STATIQUES NORMALEMENT OUVERTS OU NORMALEMENT FERMÉS

Seul TECCOR vous donne ce choix

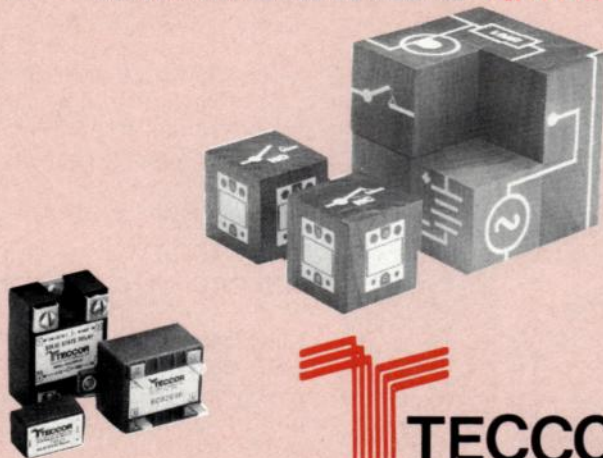
TECCOR ouvre de nouveau la voie, pour vous proposer des composants répondant exactement à votre besoin.
Vous avez le choix entre trois boîtiers différents, des isollements jusqu'à 4000 volts, pour des produits disponibles.

TECCOR utilise ses propres composants pour les relais statiques qu'il propose : il contrôle donc parfaitement la fiabilité du produit, et peut se permettre des prix compétitifs.

Et si vous préférez parler de triacs ou thyristors, TECCOR offre plus de boîtiers isolés que quiconque — reconnus U.L. —



BP. 1 - 78420 CARRIÈRES-SUR-SEINE Tél : 914.61.36



TECCOR



d'un microprocesseur et de modules mémoires miniaturisés et interchangeable. Chaque module mémoire peut actuellement stocker 34 000 informations, ce qui correspond à environ 1500 mots en expression. En fonction traductrice, la machine contient 3 modules différents correspondant chacun à une langue. Notons également une fonction calculatrice 4 opérations effectuant aussi les conversions de mesures pré-programmées (transformation de yards en mètres, par exemple).

Service lecteur : n° 9150

CIRCUITS POUR LA COMMANDE DE PÉRIPHÉRIQUES

Texas Instruments annonce la disponibilité de deux circuits doubles de commande de périphériques. Désignés par les références SN 75 446 et SN 75 447, ils sont respectivement des ET et NON-ET. Ces circuits peuvent être utilisés jusqu'à 350 mA en sortie avec des tensions < 70 V. Notons que les SN 75 446 et 75 447 sont disponibles en boîtier plastique à 8 broches (suffixe P) ou en boîtier céramique (suffixe JG).

Service lecteur : n° 9151

AUTOMATISATION DE BANCS D'ESSAIS PAR MINICALCULATEUR

Les minicalculateurs des systèmes Siemens 300 associés au système de programmes utilisateurs Simat S permettent une automatisation économique des bancs d'essais même dans le cas de tâches peu



complexes et de petites configurations. Le point fort de cette automatisation réside dans la facilité de conduite du déroulement des essais. Au nombre des

autres avantages figurent le raccourcissement de la durée des essais, l'édition rapide des résultats d'essais précis sous forme de procès-verbaux objectifs et une protection sûre de l'échantillon et du banc d'essais. L'instrumentation conventionnelle est des plus réduite.

Service lecteur : n° 9152

AFFICHEUR NUMÉRIQUE

Le FG1013 RS1, fabriqué par Itron, dont la représentation est assurée par Europavia, est un afficheur numérique composé de 10 digits de 13 mm de hauteur. Il fonctionne par multiplexage, avec des impulsions de 35 V pic à pic, à partir du filament. Chaque impulsion à 40 µs de largeur avec un rapport cyclique de 1/16.

Service lecteur : n° 9153

COPIE PHOTO D'IMAGES TÉLÉVISION

Soro annonce la sortie d'un nouvel appareil de la série Visor, le **Visor P**, destiné à la réception d'images dans les agences de presse et les journaux. Fonctionnant de manière entièrement automatique, cet appareil en permanence à l'écoute restitue une image de qualité photographique transmise par une ligne téléphonique standard. Le temps de transmission d'une image est de six minutes, à la vitesse de 120 lignes par minute pour une photographie originale 21 X 27 cm. Le développement est effectué à sec, sans produit chimique.

Service lecteur : n° 9154

CLAVIER A.P.L.

Maxi-Switch représenté par **International Semiconductor Corporation France** annonce le clavier A.P.L.-EJE 78. Le clavier utilise des touches à ampoules Reed à accès par l'arrière afin de faciliter la maintenance. Le clavier EJE 78 dispose d'un contrôle interne de polarité, il fonctionne en logique positive et ses sorties verrouillables ont un « fan-out » de 10 TTL. Des touches auxiliaires permettent de générer des « strobes » négatifs ou positifs (14 à 20 micro-secondes) et de faire des répétitions (10 à 16 hertz). Le clavier comporte tous les caractères du code APL. Il est entièrement codé et dispose des 78 touches nécessaires. L'alimentation nécessite deux sources



de tension (+5 V et -12 V). Les niveaux logiques sont : -0,7 à 0,4 V pour le niveau « 0 » et +2,4 à +5,25 V pour le niveau « 1 ».

Service lecteur : n° 9155

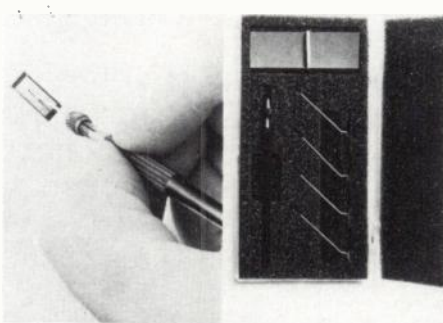
UNITÉ D'IMPRESSION A GRANDE VITESSE

La **Division Matériel de Bureau** de la **Compagnie IBM France** annonce la commercialisation d'un modèle d'imprimante à jet d'encre. L'IBM 4640 à grande vitesse. Ce modèle, une extension des systèmes de Bureau, offre deux vitesses d'impression : outre la vitesse de base pouvant aller jusqu'à 92 caractères par seconde, une seconde vitesse atteignant 184 caractères par seconde; cette dernière est plus spécialement destinée à l'édition rapide de projets, rapports, et tous documents exigeants de très courts délais d'impression. L'IBM 4640 à grande vitesse permet l'utilisation de 7 polices de caractères dont 3 nouvelles. Courrier 10/12, espacement Elite et Pica, Essay, espacement proportionnel, Symbole, leur choix s'effectuant électriquement.

Service lecteur : n° 9156

MICRO-INSTRUMENTS DE PONÇAGE ET DE LUSTRAGE

SPI-Kager propose des instruments de précision qui sont usinés pour effectuer des travaux de ponçage et de lustrage sur des composants de très petites dimensions.



Le coffret comprend quatre outils interchangeables, de différentes dimensions, en acier traité. Ces outils sont munis d'un sabot en plastique sur lequel s'appliquent des rubans abrasifs auto-adhésifs. Les rubans de ponçage sont livrés sous forme de rouleaux que l'on découpe au fur et à mesure des besoins et suivant le format du sabot utilisé. Six rubans, de qualité et de granulométrie différentes, autorisent tous les degrés d'usinage et de finition.

Service lecteur : n° 9157

MONITEURS VIDÉO

Sinclair représenté par **Tekelec Airtronic** propose le **MON 1A**, un moniteur vidéo monochrome de petites dimensions, prévu pour toute une gamme d'applications. Il a été développé à partir du télé-



viseur miniature « µ vision », ce qui en fait un appareil léger (680 g) et autonome (4 h). Il admet une entrée positive 75 Ω, ou sur pont 10 kΩ/10 pF. Sa sensibilité est de 0,7 à 1,5 V crête à crête. L'affichage s'effectue sur un tube Téléfunken de 40 X 30 mm et la résolution est supérieure à 240 lignes dans un rayon de 10 mm à partir du centre du tube. La déflexion et la concentration sont électrostatiques; la grande linéarité qui en résulte permet d'obtenir 40 caractères par ligne et 24 lignes de données. Deux modèles sont disponibles : le **MON 1A** équipé de ses batteries CdNi, chargeur, boîtier, etc... et le **MON 1AS** version OEM sans batterie et sans boîtier, destiné aux fabricants.

Service lecteur : n° 9158

IMPRIMANTES SPÉCIALISÉES

Mannesmann Tally annonce une nouvelle série d'imprimantes destinées plus particulièrement à des applications de type bancaire : la série **M 79-3**. La série est conçue pour imprimer des livrets d'épargne, des reçus, des journaux d'archives. Elle offre alternativement deux possibilités d'alimentation papier : soit une feuille en continu avec rembobinage automatique du papier imprimé (journal d'archives), soit une feuille découpée



automatiquement grâce à un système intégré de découpage papier, qui permet d'obtenir très facilement le document demandé (reçu).

Service lecteur : n° 9159

le nouveau grand mondial du téléphone est français

Le 29 juin 1979 THOMSON ERICSSON et LMT (Le Matériel Téléphonique) ont fusionné pour donner naissance à la Société LE MATERIEL TELEPHONIQUE THOMSON-CSF qui représente aujourd'hui 18.000 personnes et un chiffre d'affaires de plus de 3 milliards de francs.

Les matériels et les services offerts en commutation publique et en téléphonie privée, sont désormais commercialisés sous la marque THOMSON-CSF TELEPHONE.

THOMSON-CSF TELEPHONE c'est 15 millions de lignes téléphoniques à travers le monde, dont 2 millions de lignes électroniques, le premier réseau de distribution en France, et une implantation industrielle et commerciale internationale couvrant plus de 90 pays.

Son expérience des télécommunications, son appartenance à THOMSON-CSF, un des leaders mondiaux de l'électronique professionnelle, permettent à THOMSON-CSF TELEPHONE d'offrir une gamme complète de systèmes (téléphonie publique et privée, commutation de données) répondant aux besoins du présent et déjà conçue pour les réseaux intégrés du futur.

 **THOMSON-CSF TELEPHONE**

146, bd de Valmy, 92707 Colombes Tél. : (1) 785.45.45. Téléc : 620179F

Étude comparative entre des oscillateurs à quartz en coupe AT et en coupe SC (coupes à simple et double rotation)⁽¹⁾

Les résonateurs à quartz à double rotation sont le fruit des dernières recherches théoriques et expérimentales faites dans le but d'obtenir des stabilités encore plus grandes des oscillateurs à cristaux, même dans des conditions d'environnement difficiles. L'auteur démontre ici l'intérêt présenté par les résonateurs de coupe SC en les comparant aux résonateurs AT classiquement utilisés actuellement.

RÉSUMÉ

Les oscillateurs à quartz utilisent des résonateurs réalisés à partir de lames taillées dans du quartz naturel ou synthétique. Généralement les lames utilisées sont dites à simple rotation ; c'est le cas de la coupe AT. De nouvelles coupes dites à double rotation sont depuis peu utilisées (exemple la coupe SC). Dans cet article nous présentons les résultats d'une étude comparative entre des résonateurs et des oscillateurs utilisant ces 2 types de lames de quartz. Les points sur lesquels nous nous sommes principalement intéressés sont : comportement en température, effets non linéaires, coefficient de qualité, stabilité à court et long terme.

SUMMARY

Comparative evaluation on crystal resonators between AT cut and SC cut (single and double rotated cuts)

Quartz oscillators use resonators obtained from blanks either in natural quartz or synthetic quartz. Usually, these blanks are single rotated cuts ; this is the case of the AT cut.

New cuts, called double rotated cuts, have been developed recently (particularly the SC cut).

In this paper, we give the results of a comparative evaluation of the performances obtained on resonators and oscillators from these two cuts.

The problems we have paid most attention are the following : temperature behaviour, non linear effects, Q Factor, Short and long term stability.

INTRODUCTION

Après les travaux théoriques de Bechmann sur les coupes à double rotation [1], plusieurs de ces coupes ont été expérimentées ou industrialisées ; en particulier

la coupe LC (à coefficient de température linéaire) utilisée dans les thermomètres,

la coupe FC [2] utilisée pour son comportement intéressant à haute température,

la coupe SC [3] pour son insensibilité à certaines contraintes mécaniques.

L'intérêt de cette étude est de présenter des résultats comparatifs entre des résonateurs en coupe AT et en coupe SC ; des résultats de stabilité sont donnés également sur des oscillateurs utilisant ces deux types de résonateurs.

Les résonateurs présentés ici vibrent en cisaillement d'épaisseur ; c'est-à-dire que l'onde qui se propage est une onde transversale ; le déplacement de matière est perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde qui se fait suivant l'épaisseur.

1. PRÉSENTATION DES LAMES DE COUPES AT ET SC

1.1. Situation des lames dans le repère cristallographique

Soit le repère cristallographique OXYZ du quartz (figure 1). La lame de quartz de coupe SC est obtenue par une première rotation d'un angle φ autour de l'axe OZ dans le plan XOY, suivie d'une deuxième rotation d'un angle θ autour de l'axe OX' dans le plan OY'Z'.

Pour la coupe AT, $\varphi = 0$ et $\theta = 35^\circ 15'$. Pour la coupe SC, $\varphi = 22^\circ 30'$ et $\theta = 35^\circ$.

1.2. Modes de vibrations

Deux types d'ondes transversales et longitudinales peuvent se propager dans ces lames de quartz. A ces deux types d'ondes correspondent trois modes de vibrations appelés par ordre de fréquences croissantes, modes C, B et A [4].

Pour des résonateurs de coupe SC, le mode C correspond à une vibration de la lame en cisaillement d'épaisseur proche de la direction OX". Le mode B correspond à une vibration de la lame en cisaillement d'épaisseur proche de la direction OZ". Le mode A correspond à une vibration de la lame en elongation d'épaisseur proche de la direction OY".

⁽¹⁾ Article issu de la Journée d'Études SEE du 14 décembre 1978.

⁽²⁾ Ingénieur à Quartz et Électronique.

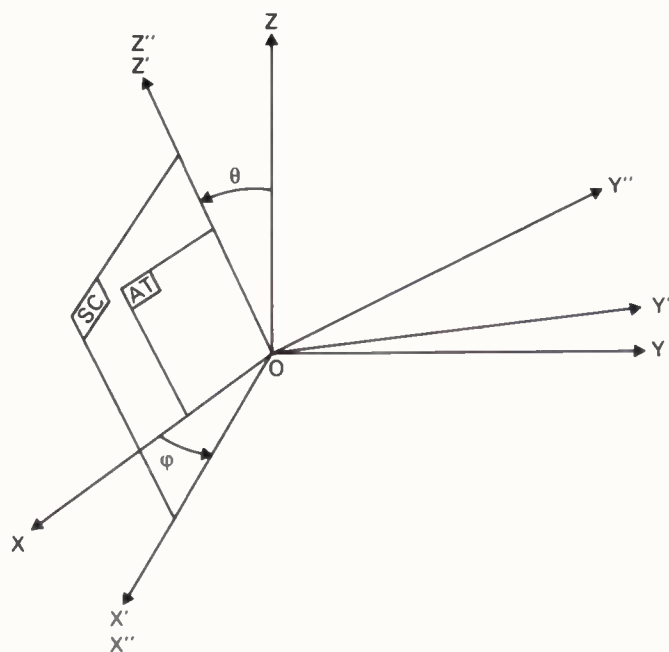


Fig. 1. — Orientation des lames de coupe AT et SC

Dans le cas de la coupe à simple rotation AT, seul le mode C est excité piézoélectriquement. Pour la coupe à double rotation SC nous nous intéressons uniquement au mode C qui seul, a des propriétés thermiques et mécaniques intéressantes. Les modes B et A sont alors considérés comme des modes parasites.

1.3. Constantes de fréquence

Dans le tableau I nous indiquons les vitesses de propagation des ondes en m/s, le coefficient de fréquence en kHz . mm et nous donnons, à titre indicatif, les épaisseurs en microns d'un résonateur fonctionnant à la fréquence de 30 MHz en mode fondamental.

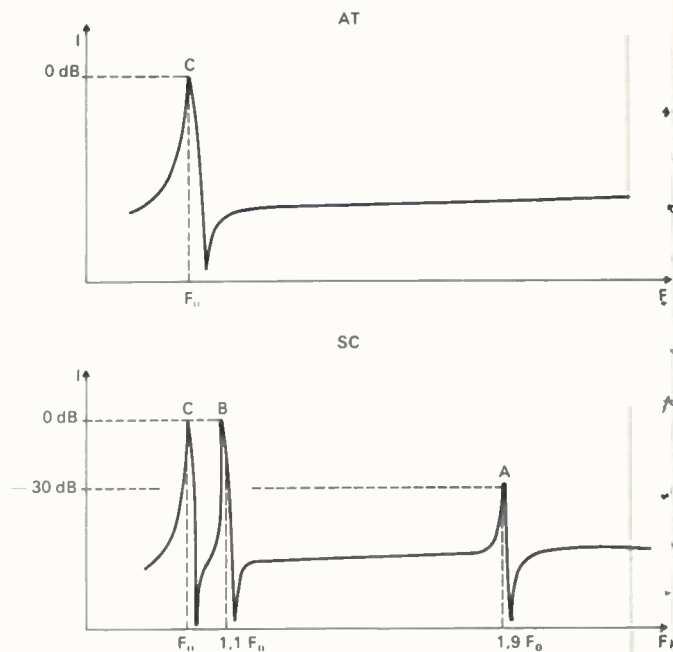
TABLEAU I
Constantes de fréquence du mode C.

Coupe	Vitesse de propagation (m.s ⁻¹)	Coefficient de fréquence	Épaisseur quartz 30 MHz F
AT	3 320	1 660	55 μ
SC	3 617	1 804	60 μ

1.4. Spectres de fréquence

Sur la figure 2, nous présentons les variations des courants dans les résonateurs de coupes AT et SC, en fonction de la fréquence. Nous précisons les variations relatives d'amplitude des courants ainsi que les positions relatives en fréquence des 3 modes A, B et C. Ces mesures sont effectuées en transmission d'après la méthode normalisée (publication CEI.444).

En coupe SC la résonance du mode B (dit parasite) est d'amplitude sensiblement identique à la résonance du mode C exploité. Il est très difficile (sauf cas particuliers) de diminuer l'amplitude de la résonance du mode B en modifiant les dimensions latérales de la lame de quartz, en



Mesure en transmission (méthode normalisée CEI 444).
Le niveau 0 dB est l'amplitude du courant du mode C.

Fig. 2. — Spectres de fréquences des résonateurs en coupe AT et SC.

modifiant la forme convexe ou les épaisseurs et la nature des métallisations déposées sur cette lame. Dans ce cas le résonateur doit être utilisé dans un oscillateur accordé sur la fréquence du mode C.

1.5. Variation fréquence-température

Une approximation satisfaisante de la variation relative de la fréquence en fonction de la température peut s'exprimer, par un polynôme du 3^e degré :

$$\frac{\Delta F}{F_0} = \alpha (T - T_0) + \beta (T - T_0)^2 + \gamma (T - T_0)^3$$

F_0 étant la fréquence à la température ambiante T_0 .

L'intérêt des coupes AT et SC est qu'elles présentent des coefficients de température du 1^{er} ordre α et du 2^e ordre β sensiblement nuls. Ces coupes présentent donc des variations de fréquence en fonction de la température de formes cubiques (figure 3).

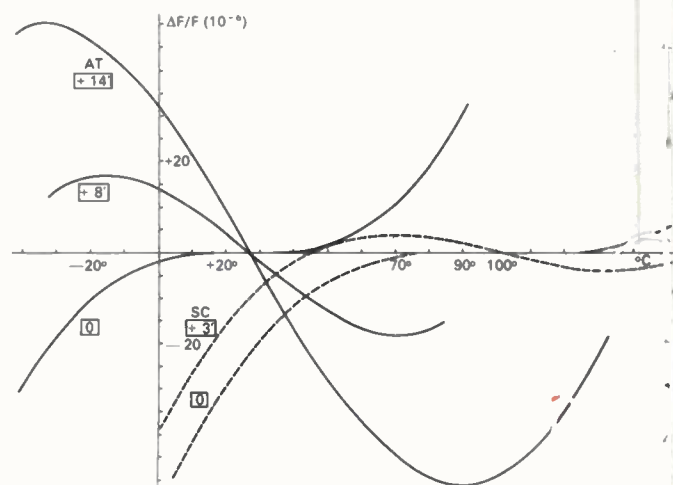


Fig. 3. — Variations fréquence-température.

L'angle de première rotation φ (défini en 1-1) a pour effet de modifier la position du point d'inflexion de la courbe fréquence-température, alors que le deuxième angle de rotation θ modifie l'amplitude des variations, donc la pente de la courbe au point d'inflexion.

Les courbes représentées figure 3 (AT : + 14', + 8', 0) et (SC : 3', 0) situent l'angle de coupe par rapport à la coupe 0' (coupe dont la variation de fréquence en fonction de la température possède un point d'inflexion à tangente horizontale).

Lorsqu'on utilise des résonateurs de coupe AT dans des oscillateurs thermostatés, on positionne le point d'inversion haut de la courbe fréquence-température à la température de régulation du thermostat de manière à obtenir la plus faible variation de fréquence pour une faible variation de la température de régulation. Dans le cas de la coupe SC, c'est le point d'inversion bas en température qui est utilisé.

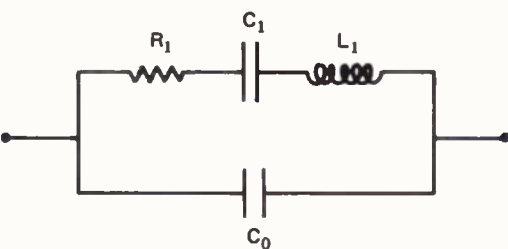
De plus pour une plage de température de + 70 à + 100 °C, la variation relative de fréquence est beaucoup plus faible pour un résonateur de coupe SC que pour un résonateur de coupé AT (rapport 10 environ).

Une mesure précise des angles φ et θ est nécessaire pour positionner avec précision le point d'inversion de ces courbes fréquence-température [5].

2. RÉSONATEURS

2.1. Paramètres du schéma équivalent du résonateur

Le résonateur à quartz peut être représenté par le schéma équivalent suivant :



Dans le tableau II sont présentés les résultats de mesures des paramètres motionnels, résistances R_1 , inductance L_1 et coefficient de qualité Q de résonateurs en coupes AT et SC.

TABEAU II
Paramètres électriques des résonateurs en coupe AT et SC.

Fréquence (MHz)	Mode	Coupe	R_1 (Ω)	L_1 (mH)	Q
5	P/3	AT	22	1 400	2 000 000
		SC	60	4 300	2 250 000
18,875	F	AT	13	1,65	15 000
		SC	20	4,9	29 000
30	F	AT	15	1	12 500
		SC	20	3,55	34 000

- Deux types de résonateurs ont été réalisés à 3 fréquences :
- 5 MHz en mode partiel 3
 - 18,875 MHz en mode fondamental
 - 30 MHz en mode fondamental.

Pour chaque type AT et SC, 10 résonateurs ont été réalisés et les paramètres indiqués sont les valeurs moyennes obtenues.

On constate que dans tous les cas, le coefficient de qualité est supérieur en coupe SC ; celui-ci s'exprimant par la relation

$$Q = \frac{L_1 \omega_0}{R_1}$$

Le paramètre prépondérant étant l'inductance qui est toujours environ 3 fois supérieure en coupe SC. Ces résultats expérimentaux confirment les résultats théoriques cités en référence [6].

2.2. Phénomènes de non-linéarité [7]

Sur la figure 4 sont représentées les variations relatives de fréquence en fonction du courant d'excitation du résonateur.

$$\frac{\Delta F}{F} = K \cdot I^2$$

Pour la coupe AT... $K = 0,2 \cdot 10^{-6}$.
Pour la coupe SC... $K = 0,02 \cdot 10^{-6}$.
 I étant exprimé en mA.

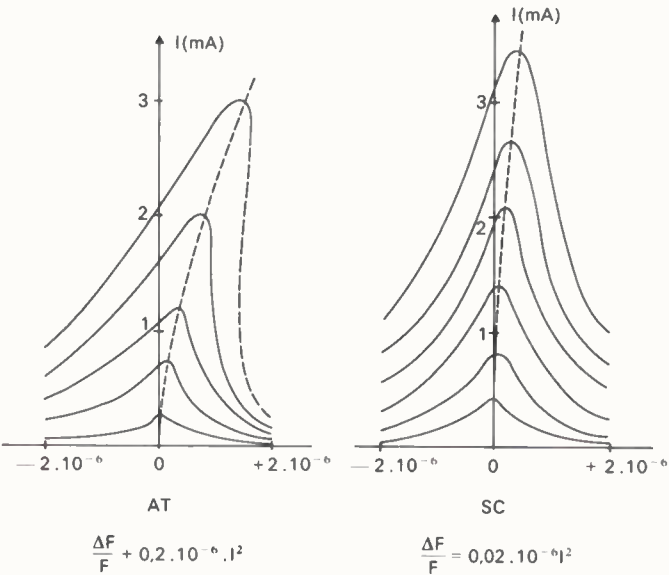


Fig. 4. — Courbes de résonance amplitude-fréquence.

La variation relative de fréquence provoquée par variation du courant dans le résonateur est 10 fois moins importante en coupe SC.

3. VIEILLISSEMENT

3.1. Oscillateur

Parmi les résonateurs à 30 MHz cités précédemment, 5 résonateurs de coupe AT et 5 résonateurs de coupe SC ont

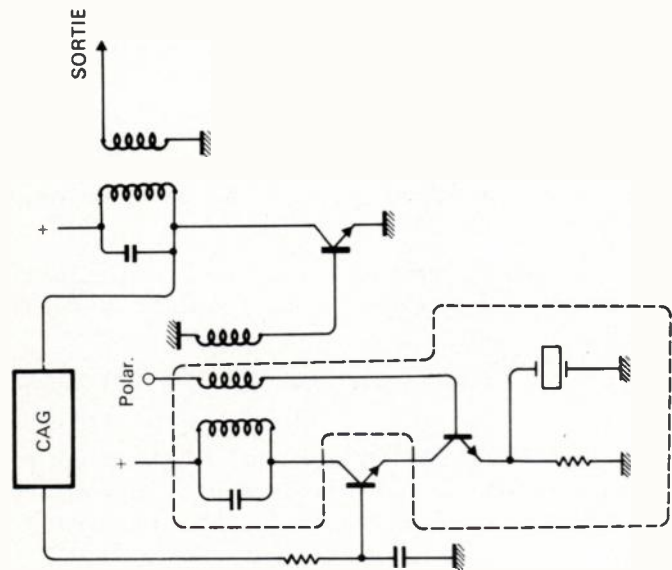


Fig. 5. — Oscillateur à 30 MHz.

été montés sur des oscillateurs accordés, à contrôle automatique de gain (C.A.G.) dont le schéma de principe est donné figure 5.

3.2. Résultats de mesure de vieillissement

Précisons que les résonateurs de coupe AT et SC ont été réalisés dans les mêmes conditions de fabrication. Le processus de fabrication était volontairement loin d'être optimal. Le but de cette expérience était de vérifier que le vieillissement des résonateurs de coupe SC était meilleur que le vieillissement des résonateurs de coupe AT. Ceci pour confirmer les résultats théoriques qui montrent que les résonateurs de coupe SC sont peu sensibles aux contraintes rapportées par la métallisation sur la lame de quartz [8].

Les valeurs moyennes de vieillissement sur 60 jours sur 5 résonateurs de chaque type sont donnés figure 6. On constate qu'à processus de fabrication identiques les résonateurs de coupe SC vieillissent 3 fois mieux que les résonateurs de coupe AT.

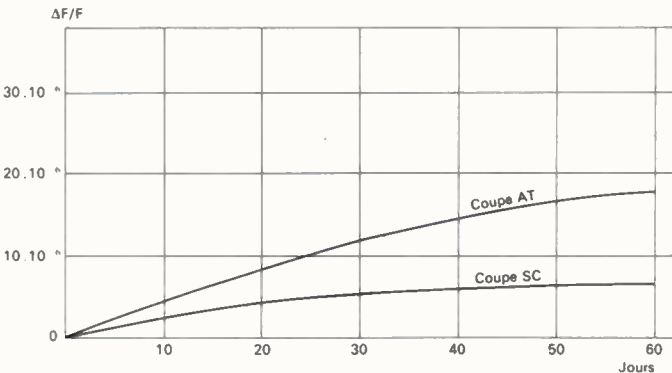


Fig. 6. — Vieillissement d'oscillateurs à 30 MHz.

3.3 Vieillissement de résonateurs à 5 et 29 MHz

Des résultats de mesure de vieillissement, sur plusieurs mois, de résonateurs en coupe AT et SC à 5 MHz en mode partiel 3 sont donnés figure 7.

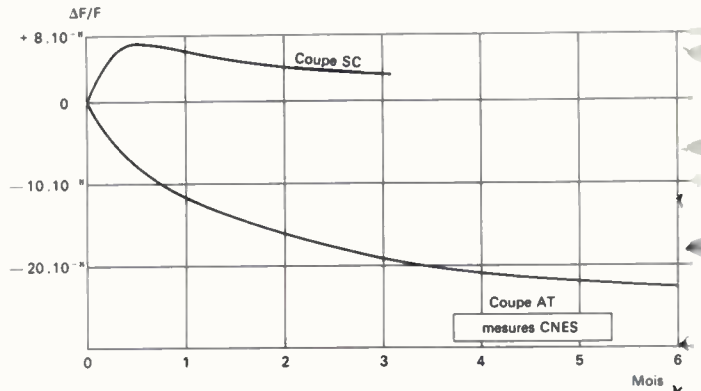


Fig. 7. — Vieillissement d'oscillateurs à 5 MHz.

Signalons enfin le vieillissement de résonateurs à 29 MHz en mode fondamental en coupe AT et SC (figures 8 et 9). La dérive relative de fréquence de ce résonateur de coupe SC est de 1.10^{-7} la première année de fonctionnement et de 1.10^{-8} la seconde année. Ce résultat est des plus performants pour un résonateur à cette fréquence en mode fondamental.

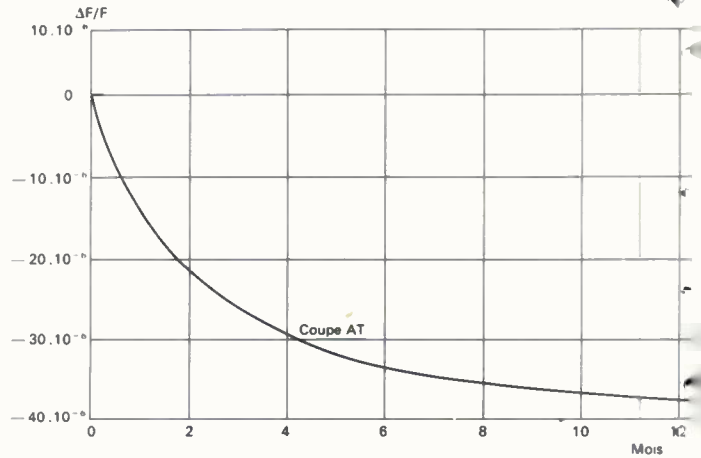


Fig. 8. — Vieillissement d'un oscillateur à 29 MHz (résonateur de coupe AT).

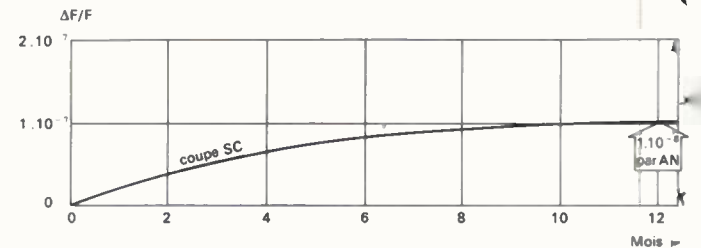


Fig. 9. — Vieillissement d'un oscillateur à 29 MHz (résonateur de coupe SC).

4. STABILITÉ A COURT TERME

Les 10 oscillateurs à 30 MHz cités précédemment (5 résonateurs de coupe AT, 5 résonateurs de coupe SC) ont été mesurés en stabilité à court terme sur 1 seconde. Les résultats moyens sont donnés figure 10. Les mesures de $\sigma_y(\tau)$ sont meilleures d'une puissance de 10 sur les oscillateurs utilisant des résonateurs de coupe SC.

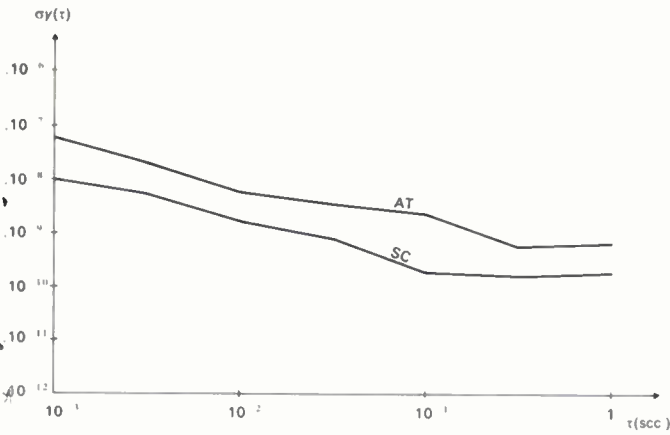


Fig. 10. — Stabilité à court terme des oscillateurs à 30 MHz.

5. CONCLUSION

- * Les avantages de la coupe à double rotation SC par rapport à la coupe à simple rotation AT, sont les suivants :
- Augmentation du coefficient de fréquence; ce qui permet de réaliser à fréquence égale des lames plus épaisses donc moins fragiles.
 - Diminution de la variation de fréquence en fonction de la température dans des gammes supérieures à 50 °C.
 - Diminution des effets non linéaires.
 - Augmentation du coefficient de qualité du résonateur.
 - Augmentation de la stabilité à long terme (vieillessement).
 - Augmentation de la stabilité à court terme.

Par ses avantages, nous pensons que la coupe à double rotation SC devrait être prochainement utilisée comme

résonateur dans les oscillateurs thermostatés à très grande stabilité.



CL. PEGEOT,
Docteur Ingénieur, Chef du Service
Études Quartz.

Quartz et Électronique, 1, rue d'Anjou,
F 92602 Asnières (tél. : 790.65.44).

Bibliographie

- [1] BECHMANN R., BALLATO A. et LUKASZEK T. — Higher order temperature coefficients of the elastic stiffnesses and compliance of alpha-quartz. *Proceedings IRE*, 1962, 50, n° 8.
- [2] LAGASSE G., HO J. et BLOCH M. — Research and development of a new type of crystal. The FC cut. *Proceedings of the 26th Annual Symposium on frequency control* (1972).
- [3] EER NISSE E. P. — Calculations on the stress compensated (SC cut) Quartz resonator. *Proceedings of the 30th Annual Symposium on frequency control* (1976).
- [4] NISSIM F. L. — Contribution à l'étude des propriétés des résonateurs à quartz à double rotation. *Thèse de Docteur-Ingénieur* Besançon 1978.
- [5] CLASTRE J., PEGEOT C. et LEROY P. Y. — Goniometric measurements of the angles of cut of doubly rotated quartz plates. *Proceedings of the 32th Annual symposium on frequency control* (1978).
- [6] BALLATO A. et LAFRATE G. J. — The angular dependence of piezoelectric Plate frequency and their temperature coefficients. *Proceedings of the 31th Annual symposium frequency control* (1977).
- [7] GAGNEPAIN J. J., PONCOT J. C. et PEGEOT C. — Amplitude frequency Behavior of doubly rotated quartz resonators. *Proceedings of the 31th Annual symposium on frequency control* (1977).
- [8] EER NISSE E. P. — Quartz resonator frequency shifts Arising from electrode stress. *Proceedings of the 29th Annual symposium on frequency control* (1975).

Oscillateurs multimodes à ondes de surface ⁽¹⁾

par A. LANTZ et J. SALSET ⁽²⁾

Les oscillateurs à ondes élastiques de surface s'intègrent de plus en plus dans les nouvelles générations de matériels à composants évolués. Ils posent encore quelques problèmes et cet article contribue à une meilleure compréhension de leurs mécanismes de fonctionnement.

RÉSUMÉ

Après un rappel sur le fonctionnement linéaire d'un oscillateur utilisant une ligne à retard à ondes élastiques de surface, cet article présente les méthodes d'analyse non-linéaire et des résultats théoriques d'un oscillateur de Van der Pol en ce qui concerne la stabilité des modes. Un dispositif expérimental à trois modes de fonctionnement est décrit et montre le rôle de la fonction de transfert dans la recherche de la stabilité des modes. La concavité de cette dernière est la cause du fonctionnement en mode multiple d'un tel oscillateur.

SUMMARY

Surface acoustic wave multimode oscillator

This paper deals with the stability problem of the modes of a Van der Pol S.A.W. delay line oscillator. Theoretical results of linear and non linear analysis are presented and a three modes experimental device is described. The role of the loop transfer function is emphasized. It is shown that multimode behaviour appears in case of concave transfer function.

I. INTRODUCTION

L'intérêt pour les dispositifs à ondes de surface tient à leur structure plane, leur grande reproductibilité assurée par une fabrication photolithographique, la miniaturisation des circuits et leur gamme de fréquence. Les oscillateurs à ondes de surface ont fait l'objet de nombreuses études [1 à 6] et sont sujets à diverses applications. Certaines de ces réalisations ont été décrites dans cette revue [4]. Ces dispositifs fonctionnent sur un seul mode d'oscillation. Cependant, l'emploi des ondes de surface dans les synthétiseurs de fréquence a conduit à la recherche d'oscillateurs programmables permettant de basculer d'un mode à un mode voisin [6]. Il s'est avéré que ces dispositifs pouvaient se mettre à osciller simultanément sur plusieurs fréquences ce qui est un obstacle à leur utilisation [7]. L'étude que nous avons poursuivie [8], a déterminé les causes de ce comportement et a mis en évidence le rôle de la fonction de transfert de la chaîne en boucle ouverte. Un montage expérimental a permis de vérifier les résultats théoriques dans le cas où les non-linéarités sont de type cubique.

II. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'oscillateur schématisé sur la figure 1 se compose d'un amplificateur A bouclé sur une ligne élastique à retard (L.E.R.) de retard τ .

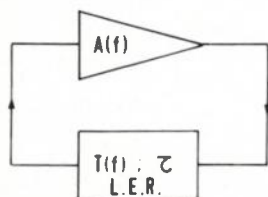


Fig. 1. — Schéma de l'oscillateur à ligne à retard.

L'amplificateur et la ligne à retard sont caractérisés par leurs fonctions de transfert respectives $A(F)$ et $T(F)$. La géométrie des transducteurs à peignes imbriqués déposés sur le substrat piézoélectrique détermine la fonction de transfert de la ligne. Rappelons que la fréquence de résonance est fixée par l'espacement entre deux doigts adjacents tandis que la bande passante est inversement proportionnelle au nombre de doigts.

Les conditions d'accrochage se résument à :

$$|A(F)| \cdot |T(F)| = 1$$

$$\text{Arg}\{A(F)\} + \text{Arg}\{T(F)\} + 2\pi F\tau = 2n\pi$$

Lorsque la longueur de la ligne à retard est grande devant la longueur d'onde du signal de propagation :

$$2\pi F\tau \gg \text{Arg}\{A(F)\} + \text{Arg}\{T(F)\}$$

et les fréquences de résonance vérifient la relation :

$$Fn = \frac{n}{\tau}$$

Les figures 2 (a et b) illustrent les deux fonctionnements possibles d'un tel oscillateur.

Dans la figure 2a, la fonction de transfert s'annule aux fréquences adjacentes de celle choisie à la résonance, ce qui confère à l'oscillateur un mode unique de fonctionnement. Inversement, dans la figure 2b, la largeur de bande de la fonction de transfert est grande devant le pas de fréquence et l'oscillateur ainsi constitué admet cinq modes de fonctionnement.

Un dispositif expérimental présentant les cinq modes de la théorie du cas linéaire a été réalisé. Les résultats expérimentaux sont rassemblés sur les graphes de la figure 3. Nous voyons que les conditions initiales influent sur le comportement de l'oscillateur qui est à mode unique ou à modes multiples. De plus toutes les combinaisons n'existent pas

⁽¹⁾ Article issu de la Journée d'Études SEE du 14 décembre 1978.

⁽²⁾ Maîtres-assistant au C.N.A.M.

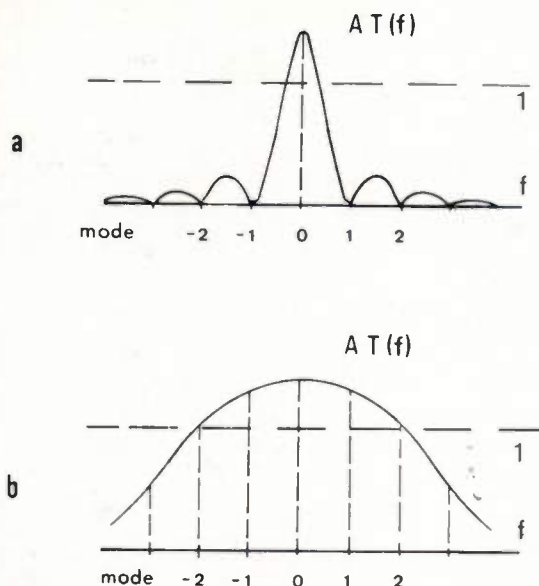


Fig. 2. — Fonction de transfert de la chaîne en boucle ouverte.

- a) Oscillateur à mode unique d'oscillation.
b) Oscillateur à modes multiples d'oscillation.

dans le montage. Nous n'avons observé ni oscillations à mode double ni à mode quadruple. De plus la seule oscillation à mode triple est constituée de modes latéraux distants de $\frac{2}{\tau}$ de la fréquence centrale.

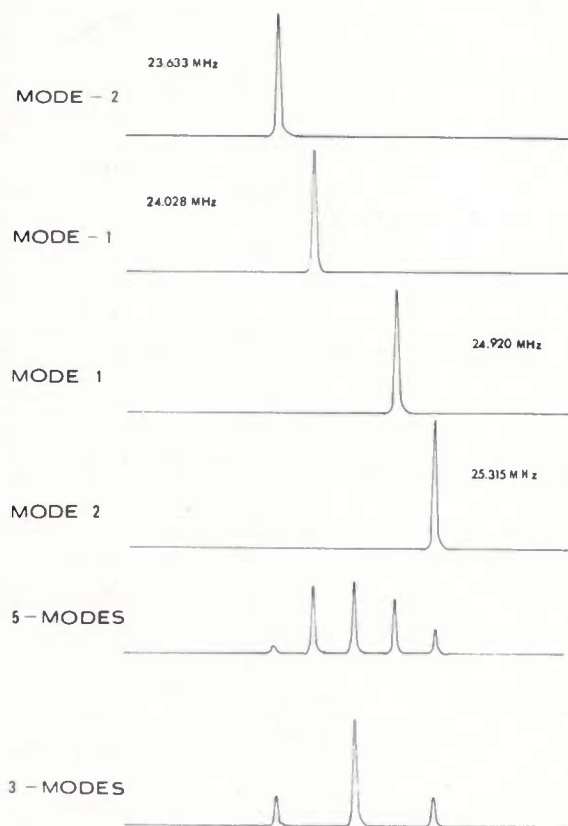


Fig. 3. — Relevé expérimental d'un oscillateur à cinq modes d'oscillation.

Ces résultats montrent que la théorie du cas linéaire est insuffisante pour prédire le fonctionnement de ce type d'oscillateur. Afin de déterminer les modes stables, nous avons mis au point une méthode d'analyse du comportement non linéaire que nous allons exposer.

III. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT NON LINÉAIRE

Elle a pour but de donner les résultats concernant la stabilité des modes (la stabilité est ici prise dans le sens d'existence de modes d'oscillations donnés et non pas au sens de la stabilité en fréquence qui caractérise la qualité des oscillateurs).

a) Hypothèses

Compte tenu des matériaux employés (quartz, niobate de lithium) dans la réalisation des lignes élastiques de surface, les non-linéarités sont introduites par la chaîne amplificatrice. Pour des raisons de simplicité, nous avons étudié le cas d'un amplificateur répondant à une non-linéarité de type cubique, ou modèle de Van der Pol. La caractéristique entrée-sortie d'un tel amplificateur est donnée sur la figure 4. La ligne conserve les caractéristiques linéaires décrites précédemment.

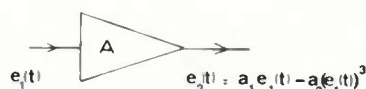


Fig. 4. — Caractéristique de l'amplificateur non linéaire.

b) Analyse

Les méthodes d'analyse non linéaires [9] sont les suivantes : la méthode du premier harmonique et celle des amplitudes lentement variables au cours du temps. Le signal à l'entrée s'écrit donc :

$$e_1(t) = \sum_K A_K(t) \sin(\omega_K t + \varphi_K) \text{ où } A_K(t)$$

représente l'amplitude du mode d'oscillation de pulsation

$$\omega_K = \omega_0 + K \frac{2\pi}{\tau}$$

En développant le terme $e_1^3(t)$ il apparaît des termes d'intermodulation tels que :

$$\sin[(\omega_K + \omega_L)t + \varphi_K + \varphi_L] \dots \text{ et } \sin[(\omega_K - \omega_L)t + \varphi_K - \varphi_L]$$

qui vont réagir sur d'autres modes car $\omega_K + \omega_L$ et $\omega_K - \omega_L$ sont aussi des modes de l'oscillateur.

Après avoir linéarisé les expressions, le calcul de la stabilité s'obtient en employant la méthode de perturbation des états d'équilibre. On aboutit ainsi à un système linéaire reliant les dérivées des amplitudes à ces dernières.

$$[\dot{A}_K] = [M][A_K]$$

La stabilité se discute aisément à partir du jacobien formé par les dérivées partielles des coefficients M_{ij} par rapport aux amplitudes :

$$[J] = \frac{\partial M_{ij}}{\partial A_j}$$

Un système est stable si et seulement si :

$$\text{Det}[J] - \lambda[I] = 0$$

n'admet aucune racine λ à partie réelle positive.

Afin d'obtenir des résultats simples ne nécessitant pas l'emploi d'ordinateurs, nous avons limité cette étude au cas des trois modes d'oscillation dictés par la théorie linéaire que nous numérotions par $-1, 0$ et 1 .

c) Résultats théoriques.

Nous avons supposé que les modes étaient symétriques $A_1 = A_{-1}$. Les résultats montrent que les différents états stables ne dépendent pas explicitement du coefficient de non-linéarité a_3 , mais ne dépendent que du profil de la fonction de transfert. Ils peuvent être résumés par un graphe dans un plan K_0, β où K_0 représente le gain de la chaîne en boucle ouverte à la fréquence centrale et β la concavité mesurée par le rapport $\frac{K_1}{K_0}$ des gains aux fréquences latérales et centrale.

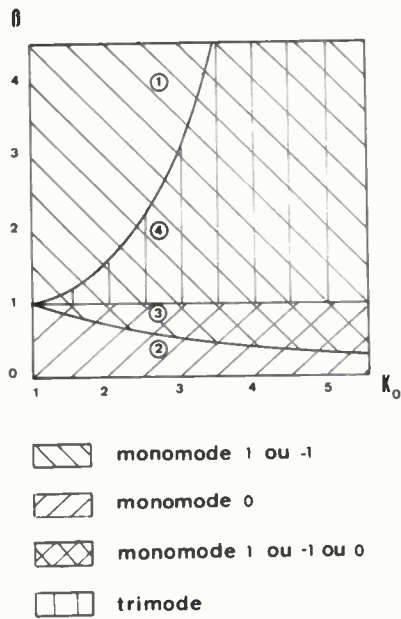


Fig. 5. — Diagramme théorique des régions de stabilité des différents modes en fonction du gain de la chaîne en boucle ouverte à la fréquence centrale K_0 et du paramètre de concavité β .

Au vu de la figure 5, nous pouvons conclure :

- Lorsque la fonction de transfert est convexe le monomode central est stable.
- La région de concavité est celle des monomodes latéraux, remarquons cependant que ces derniers empiètent dans la région de convexité sans pour cela coexister avec le mode central.
- Enfin, l'effet multimode n'existe que si la fonction de transfert est concave, à condition que le creux de la fonction de transfert ne soit pas trop important. Les amplitudes des modes latéraux croissent au détriment du mode central lorsqu'on s'approche de la limite de stabilité. Inversement à la limite inférieure de stabilité, le mode central est prépondérant.

IV. RÉALISATION EXPÉRIMENTALE

Le schéma du montage est celui de la figure 6. Il est nécessaire de modifier le profil de la fonction de transfert afin

d'explorer les différentes régions du graphe ; ceci se réalise grâce à un filtre de Chebishev ajustable. Le relevé de la fonction de transfert de la ligne seule (figure 7a) montre des ondulations résiduelles dues aux réflexions et aux réémissions parasites lors du passage des ondes élastiques sous les peignes métalliques. Ces concavités locales sont suffisantes pour provoquer l'existence de modes simultanés d'oscillation. Le filtre étouffe ces oscillations parasites en ne conservant que la concavité ajustable requise pour l'exploration comme le montre le relevé 7b.

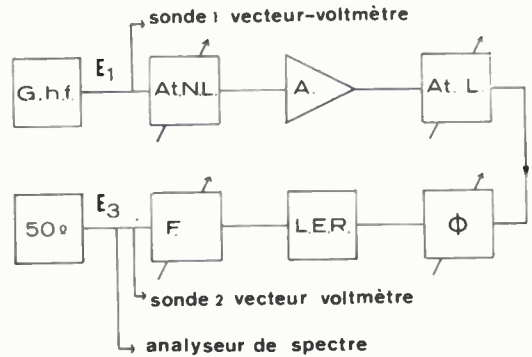


Fig. 6. — Schéma de la chaîne expérimentale en boucle ouverte constitué d'un générateur haute-fréquence (G.h.F.); d'un atténuateur non linéaire (At.N.L.); d'un amplificateur (A.); d'un atténuateur linéaire (At.L.); d'un déphaseur Φ , d'une ligne à retard (L.E.R.) et d'un filtre (F.).

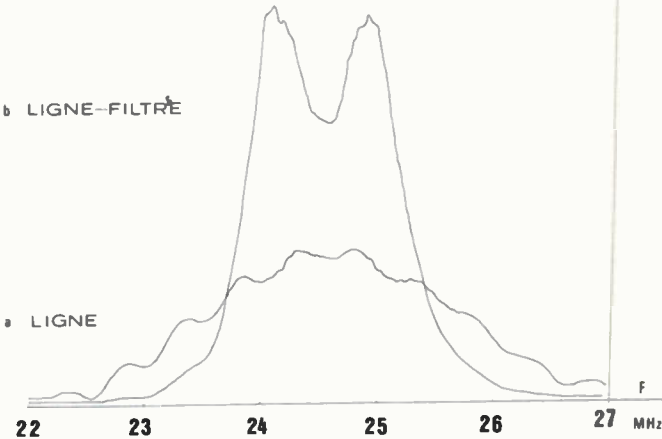


Fig. 7(a). — Fonction de transfert expérimentale de la ligne à retard. (b) Fonction de transfert de l'ensemble ligne-filtre.

Il nous reste à réaliser un amplificateur dont la non-linéarité soit compatible avec le modèle théorique de Van der Pol. Nous avons choisi de faire précéder un amplificateur d'un circuit fortement non-linéaire. Un atténuateur

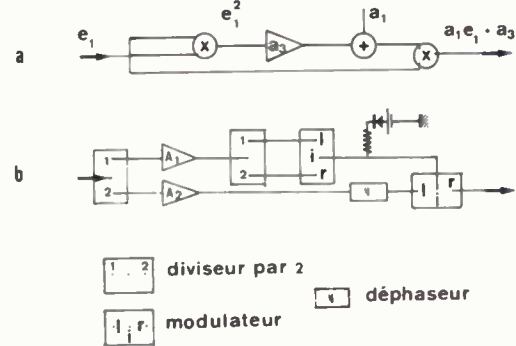


Fig. 8(a). — Schéma théorique de la cubique. (b) Réalisation expérimentale de la cubique.

non linéaire a été construit à partir de modulateurs à diodes conformément au schéma théorique de la *figure 8(a)*. La *figure 8(b)* montre un tel circuit. Les amplificateurs A_1 et A_2 de ce circuit permettent d'ajuster la non-linéarité désirée. Ainsi le relevé expérimental 9 montre une bonne concordance entre la courbe expérimentale et la cubique choisie. L'écart entre les deux courbes ne dépasse pas 5 % lorsque les amplitudes sont inférieures à la centaine de millivolts. Compte tenu des déphasages apportés par les divers éléments, le déphasage total en boucle ouverte est généralement différent d'un multiple de 2π à la fréquence centrale du filtre. Pour remédier à cet état, un circuit déphaseur, introduit dans la boucle, ajuste la phase de celle-ci.

V. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Nous n'avons pu mettre en évidence l'existence des trois oscillations simultanées lorsque la fonction de transfert est convexe. Par contre, un réglage concave du filtre nous fournit des monomodes latéraux ou bien un trimode suivant les conditions initiales, comme le montre la *figure 10*. La recherche de la limite supérieure de stabilité en fonctionnement trimode utilise la procédure suivante :

Après avoir réglé le filtre pour une concavité donnée, on diminue progressivement le gain de boucle. Les modes latéraux se développent tandis que l'amplitude du mode central décroît. A la limite de stabilité les trois modes ont même amplitude. Les photographies suivantes (*fig. 11*) montrent l'évolution des amplitudes des modes et du signal modulé en amplitude obtenus à la sortie du filtre lorsque le gain décroît.

Ce procédé a permis de confronter sur un même graphe (*fig. 12*) les courbes de stabilité théorique et expérimentale. Les courbes sont en bon accord pour des gains n'excédant

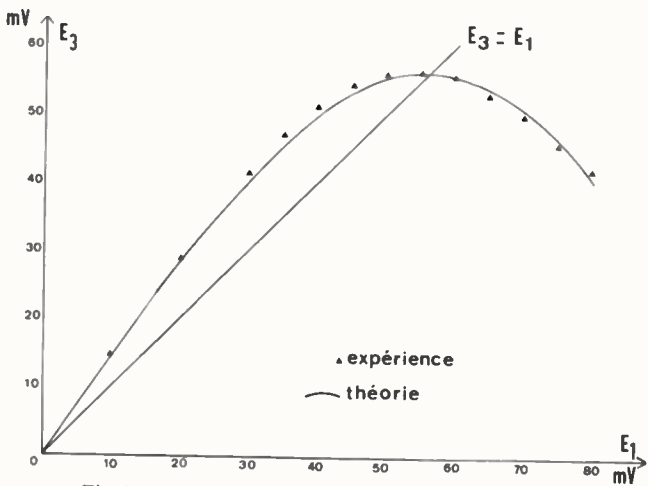


Fig. 9. — Relevé de la non-linéarité en boucle ouverte.

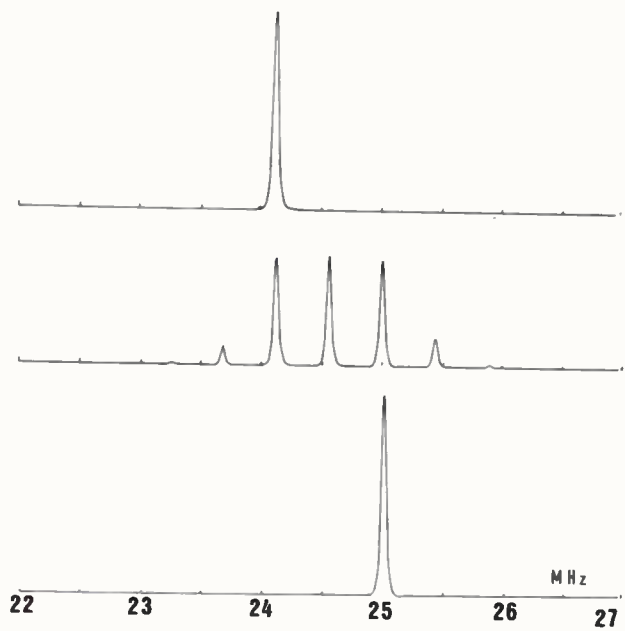


Fig. 10. — Relevé des spectres d'oscillation de l'oscillateur trimode. On distingue les deux monomodes latéraux et le trimode.

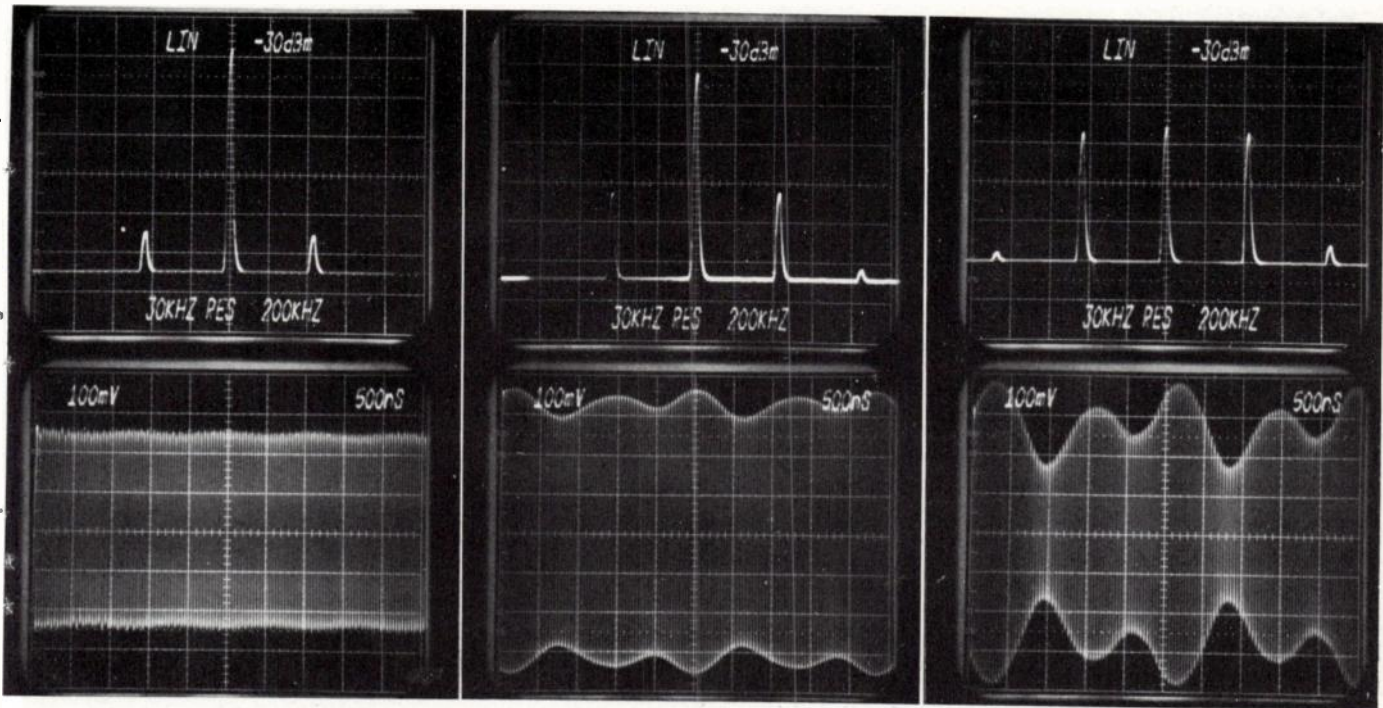


Fig. 11. — Photographies montrant la croissance des modes latéraux au détriment du mode central ainsi que le signal modulé en amplitude à la sortie du filtre lorsque le gain de boucle décroît.

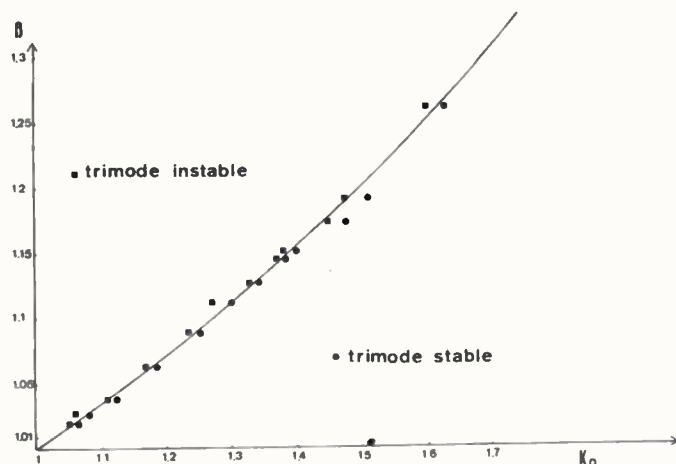


Fig. 12. — Relevé de la frontière de stabilité du trimode.

pas 1,4 à partir duquel la non-linéarité expérimentale se met à diverger de la cubique recherchée. En utilisant le même processus, nous avons relevé la courbe limite de stabilité du mono-mode latéral dans la région de convexité. Les courbes de la figure 13 montrent également un bon accord.

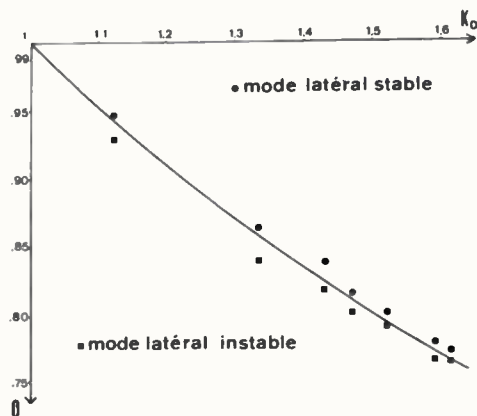


Fig. 13. — Relevé de la frontière de stabilité des monomodes latéraux.

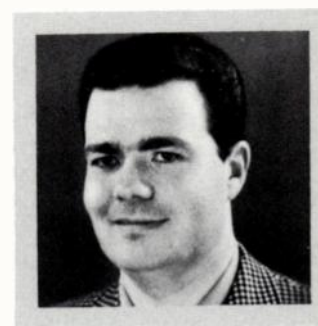
IV. CONCLUSION

L'observation d'oscillations simultanées dans des oscillateurs à ligne à retard utilisant la propagation des ondes de surface nous a conduit à chercher un modèle théorique rendant compte de ce phénomène. Une analyse reposant sur des hypothèses simples de non linéarité, utilisant les méthodes du premier harmonique et des amplitudes lentement variables a donné des résultats confirmés par un montage expérimental conforme au modèle théorique. Nous avons montré que seule la connaissance des propriétés linéaires de

la chaîne en boucle ouverte était suffisante pour prédire les états stables. Le phénomène d'oscillations simultanées ne peut se produire que si la fonction de transfert présente une concavité. Les ondulations résiduelles des lignes sont donc susceptibles de produire des oscillations simultanées, ce qui présente un handicap dans la réalisation des synthétiseurs de fréquence.



A. LANTZ *,

Docteur 3^e cycle.

J. SALSET *,

Docteur 3^e cycle.

* CNAM, Laboratoire de circuits et Mesures, 2, rue Conté, 75003 Paris (tél. : 271.24.14, poste 485).

Bibliographie

- [1] LEWIS M. F. — S.A.W. devices and applications 6 oscillators - the next successful surface acoustic wave device. *Ultrasonics*, May 1974, pp. 115-123.
- [2] BALE R., LEWIS M. F. — Improvements to the S.A.W. oscillator. 1974 *Ultrasonics Symposium proceedings IEEE # 74 CHO 896-ISU*, pp. 272-275.
- [3] HENAFF J. — Oscillateurs à ondes élastiques de surface. *Onde Électrique*, 1976, 56, pp. 189-196.
- [4] CHARLET Y. — Comportement et performances actuelles d'oscillateurs acoustiques à ligne à retard à ondes de surface et lignes à retard à ondes de volume. *Colloque D.R.M.E.* (12 avril 1976), pp. 289-300.
- [5] BALE R. A., MAINES J. D., PALMER K. J. — Frequency hopping using S.A.W. oscillators, 1975 *Ultrasonics Symposium proceedings, IEEE, cat n° 75, CHO 994-4SU*, pp. 248-250.
- [6] PARKER T. E., SAGE J. — A S.A.W. oscillator using two acoustic paths, 1976 *Ultrasonics Symposium Proceedings, IEEE, cat n° 76, CH 1120-5SU*, pp. 243-247.
- [7] BROWNING I., LEWIS M. F. — Theory of multimoding in SAW oscillators, 1976 *Ultrasonics Symposium, IEEE, cat # 76 CHO 1120-5SU*, pp. 256-259.
- [8] LANTZ A. — Fonctionnement multimode des oscillateurs à ondes de surface. *Thèse*, Paris, 1979.
- [9] BLAQUIÈRE A. — Analyse des systèmes non linéaires, bibliothèque des sciences et techniques nucléaires, I.N.S.T.N. Saclay; *P.U.F.*, Paris, 1966.

Résonateurs piézoélectriques à ondes de volume fonctionnant à des fréquences fondamentales supérieures à 100 MHz⁽¹⁾

par M. BERTÉ (*) et P. HARTEMANN (**)

L'usinage ionique permet d'augmenter d'une décade les fréquences maximales des résonateurs à ondes de volume. Ces derniers rejoignent ainsi leurs homologues à ondes de surface dans la gamme UHF.

RÉSUMÉ

Au cours des dernières années, les résonateurs à ondes élastiques de surface ont connu un développement important principalement dû à leurs fréquences de fonctionnement très supérieures à celles des résonateurs à ondes de volume. Cependant, plus récemment, une augmentation considérable de la fréquence en mode fondamental des résonateurs à ondes de volume a été obtenue en utilisant l'usinage ionique. Cette nouvelle technique est décrite dans cet article. Elle a permis d'obtenir des membranes vibrantes de quartz extrêmement fines ($< 4 \mu\text{m}$) ce qui correspond à des fréquences de l'ordre de 525 MHz en mode fondamental pour la coupe AT. Des résultats expérimentaux concernant des résonateurs fonctionnant en mode fondamental jusqu'à 525 MHz et en partiel 3 jusqu'à 1,2 GHz sont présentés. Ils démontrent que les résonateurs à ondes de volume et de surface peuvent fonctionner dans la même plage de fréquence. Une comparaison entre les caractéristiques connues de ces 2 types de résonateurs est effectuée.

SUMMARY

Quartz resonators operating at frequencies higher than 100 MHz

Recently Surface Acoustic Wave (SAW) resonators have been intensively developed due to their operating frequency higher than that of Bulk Acoustic Wave (BAW) resonators. However more recently the fundamental frequency of BAW resonators has been drastically increased using ion beam milling. Very thin membranes ($< 4 \mu\text{m}$) of quartz (AT) vibrating at about 525 MHz in fundamental mode have been obtained. Experimental results concerning BAW resonators operating up to 525 MHz in fundamental mode and up to 1.2 GHz at third harmonic are reported. Then both BAW and SAW resonators can work over the same frequency range. Published characteristics of SAW and BAW resonators are compared and discussed.

1. INTRODUCTION

Au cours des dernières années, les résonateurs à ondes élastiques de surface ont été étudiés intensivement, car ils peuvent fonctionner à des fréquences très supérieures à celles des résonateurs à ondes élastiques de volume fabriqués actuellement. En effet, la fréquence maximale de résonance obtenue avec les ondes de surface est de 1 GHz environ [1], tandis que celle des résonateurs conventionnels en quartz à ondes de volume est de l'ordre de 50 MHz en mode fondamental; cette fréquence est inversement proportionnelle à l'épaisseur de la membrane vibrante et les procédés technologiques utilisés couramment ne permettent pas de fabriquer des membranes d'épaisseur inférieure à $30 \mu\text{m}$ environ. En mettant à profit les modes partiels de vibration, on peut atteindre avec les ondes de volume des fréquences proches de 300 MHz, mais dans ce cas la bande passante relative de fréquence est divisée par le carré du rang du partiel utilisé, ce qui limite l'emploi de ces résonateurs à des dispositifs à bande étroite. Cependant, des résonateurs à ondes de volume à fréquence de résonance en mode fondamental supérieure à 100 MHz ont été obtenus dans notre laboratoire en utilisant l'usinage ionique [2, 3] afin de réaliser à partir de disques piézoélectriques standards, des membranes minces de quelques micromètres d'épaisseur.

Dans la première partie de cet article, la méthode de fabrication utilisée pour réaliser des résonateurs haute fréquence en ondes de volume est décrite. Dans un deuxième

paragraphe, des résultats obtenus au laboratoire avec ce type de résonateurs sont donnés et ils sont comparés dans une troisième partie à ceux publiés à ce jour concernant les résonateurs à ondes de surface.

2. MÉTHODE DE FABRICATION DE RÉSONATEURS HAUTE FRÉQUENCE À ONDES DE VOLUME

Les grandes possibilités de l'usinage ionique sont exploitées pour réaliser des membranes résonnantes de quelques micromètres d'épaisseur.

2.1. Usinage ionique

Le matériau piézoélectrique (quartz coupe AT) se présente initialement sous la forme d'un disque à faces parallèles et polies optiques. Un iris de verre d'épaisseur $100 \mu\text{m}$ et de diamètre intérieur $2,5 \text{ mm}$ est appliqué sur une face du disque de quartz (fig. 1).

L'ensemble est fixé sur un plateau rotatif, incliné, refroidi et exposé à un faisceau d'ions argon générés par un canon ionique. Ainsi, seule la zone centrale du quartz est usinée jusqu'à l'obtention de l'épaisseur correspondant à la fréquence recherchée.

Le parallélisme et l'état de surface du quartz doivent être préservés au cours de l'usinage ionique car ces deux caractéristiques jouent un rôle fondamental dans la réalisation de résonateurs haute fréquence à fort coefficient de surtension. L'observation des franges d'interférence optique permet de déterminer les variations du parallélisme des faces d'une membrane. La membrane montrée sur la figure 2 a une

(¹) Article issu de la Journée d'Études SEE du 14 décembre 1978.

(*) Ingénieur à CEPE.

(**) Ingénieur à Thomson-CSF.

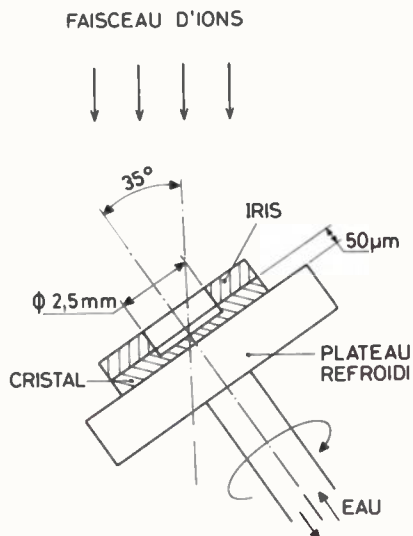


Fig. 1. — Montage d'un disque de quartz dans l'usineur ionique.

épaisseur de 7,3 µm et un diamètre de 2,5 mm. Elle a été obtenue à partir d'une plaquette présentant une teinte plate sur toute sa surface. On peut constater que l'usinage ionique conserve le parallélisme des faces puisque la variation d'épaisseur entre deux franges noires est de 0,18 µm. Une zone centrale de teinte plate de diamètre 1,7 mm environ est visible.

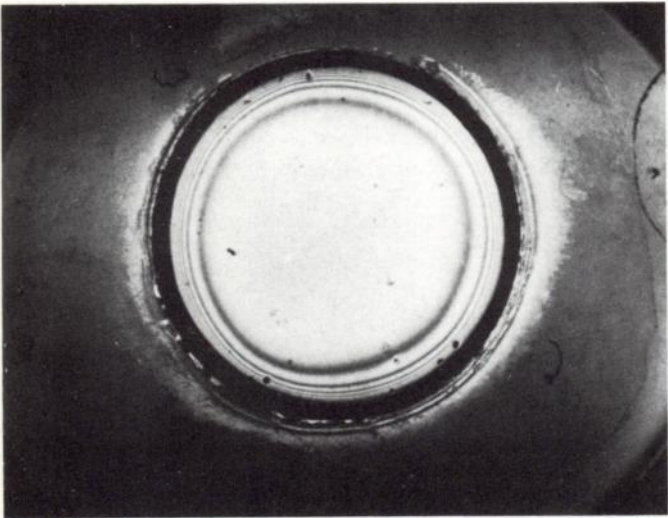


Fig. 2. — Franges d'interférence optique visualisant le parallélisme des 2 faces de la membrane résonnante.

La conservation de l'état de surface au cours du bombardement dépend de l'angle d'incidence entre le faisceau d'ions et la normale au cristal. Pour un angle de 35° environ [4], la vitesse est de l'ordre de 5 µm par heure tout en conservant l'état de surface et le parallélisme initial. Cette vitesse est obtenue pour une haute tension de 1 800 V et une densité de courant de 0,9 mA/cm² sous une pression de 6 × 10⁻⁴ Torr d'argon.

2.2. Dépôt des électrodes

Les électrodes sont déposées sur les deux faces du cristal par pulvérisation sous vide d'aluminium à travers des masques métalliques. La figure 3 met en évidence la définition et la qualité de superposition d'électrodes de diamètre 200 µm déposées sur une membrane fine d'épaisseur 10 µm.

La fréquence de résonance est contrôlée par l'épaisseur de la membrane et par les dimensions des électrodes métalliques.

L'ajustage en fréquence est obtenu soit en réduisant l'épaisseur des électrodes par attaque chimique ou par attaque ionique soit en épaississant ces électrodes par dépôt

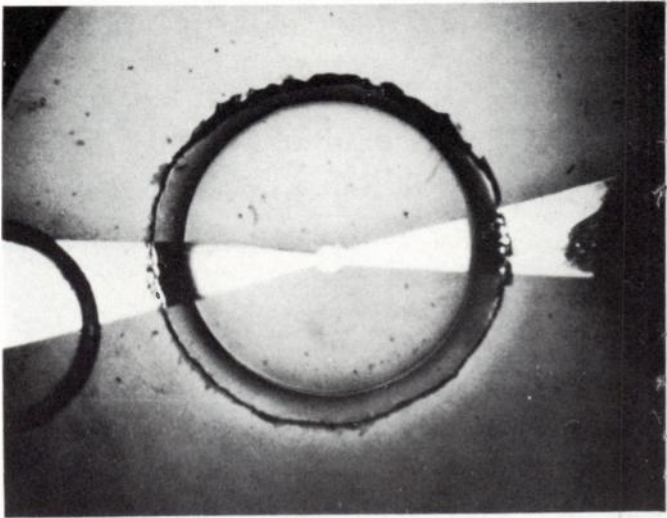


Fig. 3. — Vue des électrodes d'aluminium de diamètre 200 µm déposées sur une membrane d'épaisseur 10 µm.

d'aluminium. Avec ces procédés, la variation relative de la fréquence de résonance peut atteindre 5 %. Des résonateurs fonctionnant à 240 MHz ont été calés en fréquence avec un écart relatif de 8,3 × 10⁻⁵, ce qui représente un décalage de 20 kHz à 240 MHz.

3. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Plusieurs résonateurs en quartz coupe AT fonctionnant en mode fondamental à haute fréquence ont été fabriqués et des résultats typiques sont présentés dans ce paragraphe.

3.1. Caractéristiques principales de résonateurs réalisés par usinage ionique

Quelques caractéristiques de résonateurs en quartz coupe AT, montés dans des boîtiers standards, sont regroupés dans le tableau I.

TABLEAU I
Caractéristiques de résonateurs à ondes de volume en quartz AT.

Mode	<i>f_r</i> (MHz)	<i>e</i> (µm)	Q (air)	Q (vide)
1	120	13,7	29 400	45 000
1	240	6,7	14 500	20 000
1	525	3,2	7 800	
3	852	5,6	12 000	
3	1 200	4,1	8 000	
5	513	16,1	21 400	

f_r : fréquence de résonance.
e : épaisseur de la membrane vibrante.
Q : coefficient de qualité.

Les résonateurs à 120 et 240 MHz ont été calés en fréquence avec un écart relatif de 8 × 10⁻⁵ et montés sous vide. Un coefficient de surtension de 45 000 a été obtenu à 120 MHz en mode fondamental et il est de 21 400 à 513 MHz en mode partiel 5.

La dérive en température de la fréquence d'un résonateur quartz AT fonctionnant à 120 MHz en mode fondamental a été mesurée. Elle est identique à celle d'un résonateur conventionnel en coupe AT fonctionnant à plus basse fréquence.

Des essais de vieillissement sont en cours avec un résonateur quartz en coupe AT fonctionnant à 120 MHz en mode fondamental. Après 10 mois, ils laissent apparaître une variation relative de la fréquence de 6×10^{-7} par mois.

Des résultats plus complets sont donnés dans la suite pour quelques résonateurs.

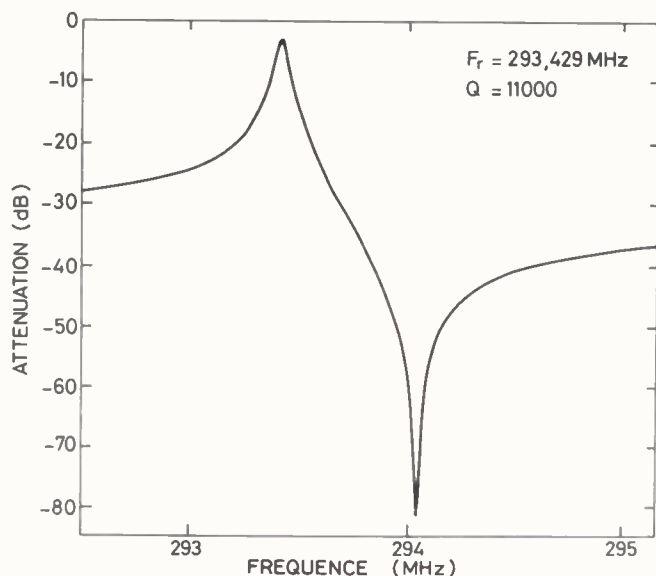


Fig. 4. — Réponse en fréquence d'un résonateur à ondes de volume à 293 MHz en mode fondamental (quartz AT).

3.2. Résonateur 293 MHz en mode fondamental

Un résonateur fonctionnant à 293 MHz en mode fondamental avec un coefficient de qualité de 11 000 dans l'air a été réalisé. La membrane fine a une épaisseur de $5,4 \mu\text{m}$. La réponse en fréquence de ce résonateur est montrée sur la figure 4. Elle ne présente pas de modes de vibration parasites. Les pertes à la résonance sont de 3 dB et la dynamique est de 80 dB.

3.3. Résonateur 525 MHz de mode fondamental

En tenant compte des résultats précédents, la fréquence maximale de résonance en mode fondamental qu'il est possible d'obtenir avec ce type de résonateur, a été recherchée. Une fréquence de résonance de 525 MHz a été atteinte. La figure 5 donne une représentation schématisée de ce résonateur en quartz AT. La membrane fine a une épaisseur de $3,2 \mu\text{m}$ sur un diamètre de 2 mm. Les deux électrodes circulaires ont un diamètre de $60 \mu\text{m}$ et une épaisseur de 1 000 Å.

La variation de l'admittance de ce résonateur en fonction de la fréquence présente une réponse pratiquement pure (fig. 6). La fréquence de résonance est de 524,6 MHz et le coefficient de surtension de 7 800. Les pertes sont de 8 dB et la dynamique est supérieure à 60 dB.

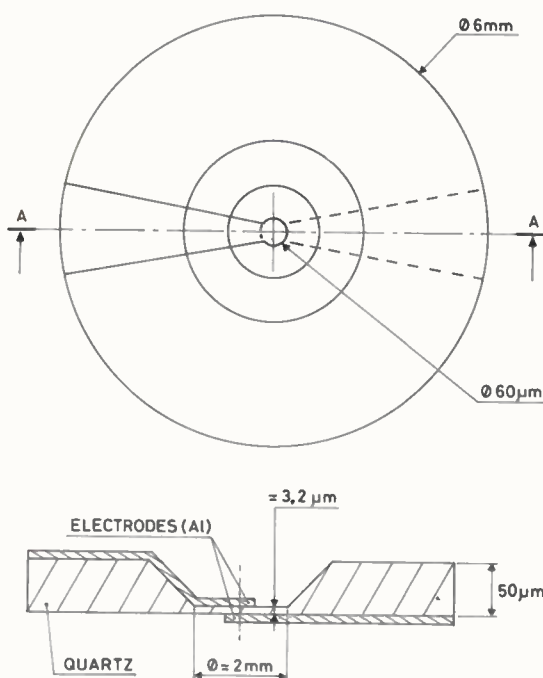


Fig. 5. — Schéma d'un résonateur à ondes de volume à 525 MHz en mode fondamental (quartz AT).

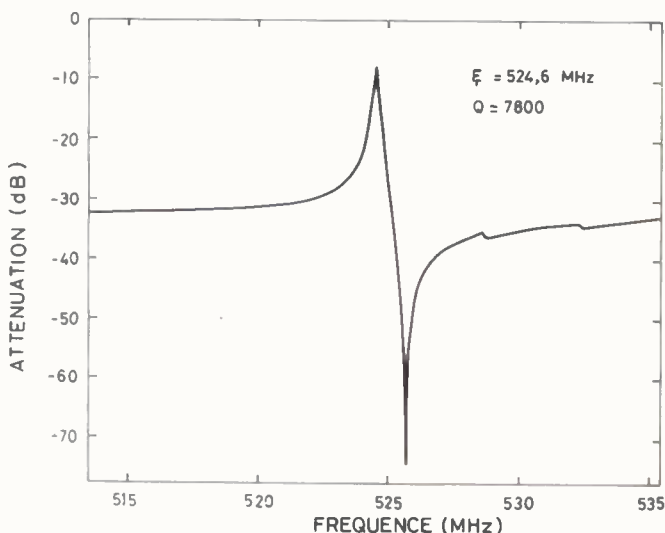


Fig. 6. — Réponse en fréquence d'un résonateur à ondes de volume à 525 MHz en mode fondamental (quartz AT).

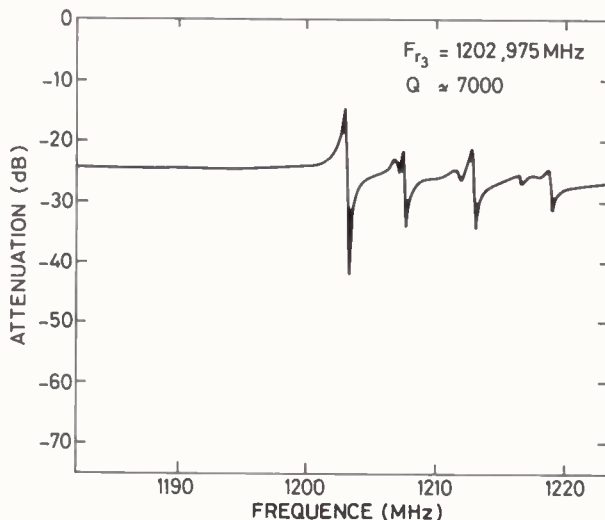


Fig. 7. — Réponse en fréquence d'un résonateur à ondes de volume à 1,2 GHz en mode partiel 3 (quartz AT). Les dimensions des électrodes de ce résonateur sont optimisées pour un fonctionnement en mode fondamental à 400 MHz.

3.4. Résonateur 1,2 GHz en mode partiel 3

Les fréquences les plus élevées ont été obtenues en utilisant le mode partiel de rang 3. Par exemple, la réponse en fréquence montrée sur la figure 7 a été obtenue avec un résonateur de fréquence de résonance fondamentale 400 MHz, fonctionnant en partiel 3. La fréquence de résonance est alors de 1,2 GHz et le coefficient de qualité de 8 000.

4. COMPARAISON ENTRE LES RÉSONATEURS A ONDES DE VOLUME ET ONDES DE SURFACE

Comme nous l'avons démontré, les fréquences fondamentales des résonateurs à ondes de volume peuvent être considérablement augmentées en utilisant la technique de l'usinage ionique. Les domaines en fréquence de fonctionnement des résonateurs à ondes de volume et ondes de surface se recouvrent actuellement et il est intéressant de comparer les caractéristiques connues de ces deux types de résonateurs.

4.1. Coefficient de qualité

Un des critères importants caractérisant un résonateur est son coefficient de qualité Q que l'on cherche en général à obtenir le plus élevé possible. La valeur maximum du coefficient de surtension est imposée par les pertes de propagation dans le cristal.

La valeur limite du coefficient de surtension a été atteinte avec un résonateur à ondes de surface à 310 MHz [5] alors que cette limite n'a pas encore été atteinte avec les résonateurs haute fréquence à ondes de volume. Les coefficients de qualité obtenus actuellement sont cependant suffisants pour de nombreuses applications. Ils devraient être augmentés en améliorant les conditions d'usinage et la technique de dépôt des électrodes.

4.2. Admittance autour de la fréquence de résonance

Des différences importantes apparaissent entre les résonateurs à ondes de surface et ondes de volume lorsqu'on considère la variation et leur admittance en fonction de la fréquence.

Sur la figure 8 est représentée en trait plein, l'admittance en fonction de la fréquence du résonateur à ondes de volume fonctionnant à 525 MHz (réalisé par usinage ionique), et en trait interrompu, l'admittance d'un résonateur à ondes de surface fonctionnant à 492,4 MHz, dont les caractéristiques ont été publiées par Tanski [6].

La variation d'admittance entre les fréquences de résonance série et parallèle est beaucoup plus importante pour le résonateur à ondes de volume. Elle est de 60 dB alors qu'elle n'est que de 20 dB pour le résonateur à ondes de surface. Sur le tableau II sont comparées les amplitudes des admittances

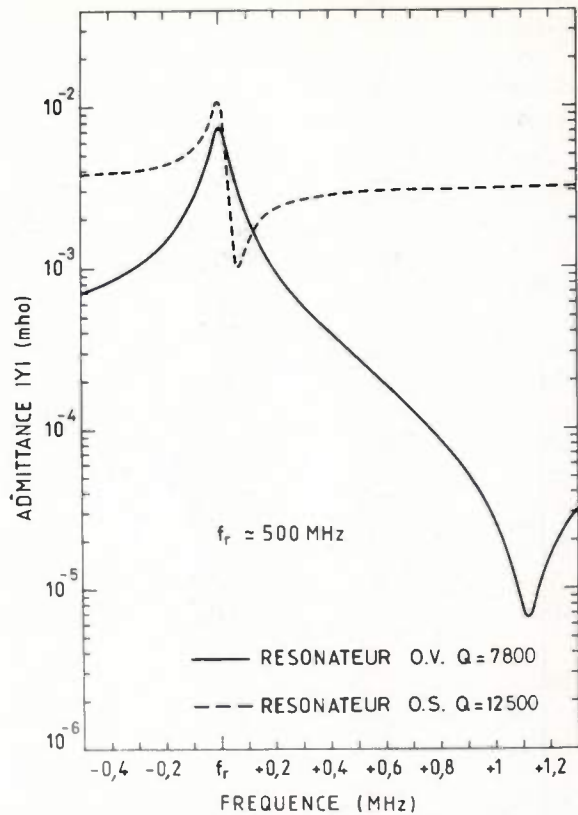


Fig. 8. — Admittance en fonction de la fréquence pour des résonateurs en quartz à ondes de surface (O.S.) (d'après Tanski) et à ondes de volume (O.V.). La fréquence de résonance en mode fondamental est voisine de 500 MHz.

Y_r à la résonance et Y_a à l'anti-résonance de résonateurs à ondes de surface et ondes de volume à 120 et 500 MHz.

TABLEAU II
Amplitudes de l'admittance de résonateurs en ondes de volume (O.V.) et ondes de surface (O.S.) à 120 et 500 MHz.

	O.V.	O.S.	O.V.	O.S.
f_r (MHz)	120	124,5	524,6	492,4
$ Y_r $ (mho)	9×10^{-3}	$4,5 \times 10^{-3}$	$7,4 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-2}$
$ Y_a $ (mho)	$1,3 \times 10^{-6}$	$5,4 \times 10^{-4}$	$6,6 \times 10^{-6}$	10^{-3}
$\frac{ Y_r }{ Y_a }$ (dB)	77	18	61	21

f_r : fréquence de résonance.
 $|Y_r|$: amplitude de l'admittance à la fréquence de résonance.
 $|Y_a|$: amplitude de l'admittance à la fréquence d'antirésonance.

Dans les 2 cas, la différence d'admittance est nettement plus importante en ondes de volume qu'en ondes de surface. Cette différence s'explique en considérant les schémas électriques équivalents des résonateurs. La figure 9 montre les schémas équivalents des résonateurs à 500 MHz.

Une différence apparaît au niveau de la capacité $C_0 + C_p$. C_0 représentant la capacité statique du résonateur et C_p les capacités parasites. $C_0 + C_p$ est environ 15 fois plus grand pour le résonateur à ondes de surface que pour le résonateur à ondes de volume. Cette différence de capacité est la cause principale de la différence de la variation d'admittance. En

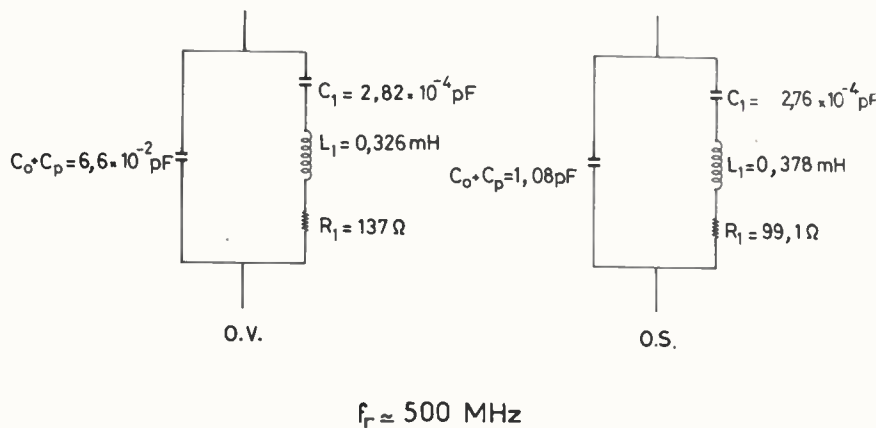


Fig. 9. — Schémas équivalents de résonateurs en quartz à ondes de volume (O.V.) et à ondes de surface (O.S.) fonctionnant au voisinage de 500 MHz.

effet, à partir du schéma équivalent d'un résonateur, on peut déterminer une valeur approximative de son admittance $|Y_r|$ à la fréquence de résonance série et $|Y_a|$ à la fréquence de résonance parallèle et exprimer le rapport $\left| \frac{Y_r}{Y_a} \right|$.

A la fréquence de résonance série : $|Y_r| \approx \frac{1}{R_1}$. A la fréquence de résonance parallèle : $|Y_a| \approx R_1(C_0 + C_p)^2 \omega^2$.
Donc :

$$\left| \frac{Y_r}{Y_a} \right| \approx \left[\frac{1}{R_1(C_0 + C_p)\omega} \right]^2$$

Ce rapport est inversement proportionnel au carré de la capacité statique $C_0 + C_p$. Il met en évidence la dynamique nettement plus importante du résonateur à ondes de volume.

Une autre différence importante apparaît au niveau de l'écart entre les fréquences de résonance parallèle et série ($f_a - f_r$). Cet écart en fréquence dépend du carré du coefficient de couplage électromécanique respectivement égal à 0,77 % pour la coupe AT du quartz utilisée pour les résonateurs en ondes de volume et 0,16 % pour la coupe ST du quartz employée pour les résonateurs à ondes de surface.

Le rapport $\frac{f_a - f_r}{f_r}$ est égal à 2×10^{-3} environ pour les ondes de volume soit 1,1 à 525 MHz. Il est voisin de 10^{-4} pour les ondes de surface, soit 63 kHz à 500 MHz c'est-à-dire 20 fois plus faible que celui des résonateurs à ondes de volume.

4.3. Stabilité en température

La stabilité en température de la coupe AT (O.V.) est supérieure à celle de la coupe ST (O.S.). Avec un résonateur en coupe AT, la variation relative de fréquence en fonction de la température suit une loi du 3^e degré. Elle est de 16×10^{-6} entre - 40 et + 80 °C tandis qu'elle atteint 115×10^{-6} pour la coupe ST en suivant une loi quadratique.

4.4. Discussion

Quelques caractéristiques essentielles concernant les résonateurs à ondes de surface et ondes de volume ont été regroupées dans le tableau III.

Cette comparaison entre ondes de volume et ondes de surface conduit à quelques remarques :

— L'écart important entre les fréquences de résonance série et parallèle rend les résonateurs à ondes de volume plus intéressants pour la réalisation d'oscillateurs contrôlés en fréquence sur une large bande. De plus, il semble possible de réaliser en utilisant les ondes de volume des filtres à faibles pertes avec une bande passante relative plus large que celle des filtres constitués de résonateurs à ondes de surface. Des larges bandes passantes relatives sont obtenues avec les filtres conventionnels à ondes de surface en utilisant des transducteurs en peignes de forme appropriée. Mais dans ce cas, les pertes d'insertion sont relativement élevées.

— Les pertes d'insertion d'un filtre multipôle à résonateurs couplés dépendent du produit du coefficient de surtension par la bande relative du filtre. Des résultats identiques peuvent être obtenus en ondes de surface et en ondes de volume. Les pertes typiques d'un filtre sont de l'ordre de 3 dB [7].

TABEAU III

Récapitulation des principales caractéristiques des résonateurs à ondes de volume et ondes de surface.
 $100 \text{ MHz} \leq f_r \leq 500 \text{ MHz}$

	Résonateurs O.V.	Résonateurs O.S.
Coupe	AT	ST
Coefficient de surtension	< Q limite du matériau	$\approx$ Q limite du matériau
Capacité statique $C_0 + C_p$	$\approx 10^{-1} \text{ pF}$	$\approx 1 \text{ pF}$
Variation d'admittance $ Y_r / Y_a $	$\geq 60 \text{ dB}$	$\approx 20 \text{ dB}$
$\frac{f_a - f_r}{f_r}$	$\approx 2 \times 10^{-3}$	$\approx 10^{-4}$
Stabilité en température entre - 40 et 80 °C	16 ppm	115 ppm

— Si on compare le volume de quartz vibrant dans les deux types de résonateurs, il est nettement inférieur pour le résonateur en ondes de volume. A puissance d'excitation égale, la puissance acoustique par unité de volume est donc plus grande pour les ondes de volume. Ce qui peut être un inconvénient du point de vue non linéarité.

— Les temps d'usinage nécessaires pour obtenir des résonateurs haute fréquence en ondes de volume sont supérieurs à ceux nécessaires pour réaliser des résonateurs en ondes de surface, cependant, il est possible d'usiner un grand nombre de résonateurs O.V.* simultanément, environ 50, et de réduire ainsi le coût à la production.

5. CONCLUSION

En conclusion, on peut dire que ce nouveau type de résonateurs quartz réalisés par usinage ionique, repousse considérablement les limites en fréquence des résonateurs à ondes élastiques de volume. En mode fondamental, la fréquence maximale de résonance que l'on peut obtenir en ondes de volume est de l'ordre de 500 MHz et en utilisant les modes partiels de vibration, des fréquences de résonance supérieures à un gigahertz peuvent être atteintes. Ainsi les domaines de fonctionnement des résonateurs à ondes de surface et à ondes de volume se recouvrent complètement. Cependant toutes les caractéristiques de ces 2 types de résonateurs haute fréquence n'ont pas été déterminées, en particulier en ce qui concerne l'influence des conditions d'environnement.

Des progrès seront réalisés et les applications spécifiques de chaque type de résonateur seront plus clairement distinguées dans les années à venir.

Remerciements : Les auteurs remercient la Direction des Recherches, Études et Techniques pour le soutien qu'elle a accordé à cette étude, et la Compagnie d'Électronique et de Piézo-Électricité pour son assistance technique.



M. BERTÉ *,

Ingénieur

Actuellement à C.E.P.E., 101, rue du Président-Roosevelt, 78500 Sartrouville.



P. HARTEMANN *,

Docteur ès sciences
Ingénieur ESE

Chef du Laboratoire d'Acousto-électricité et de Magnétisme du Laboratoire Central de Recherches THOMSON-CSF.

* THOMSON-CSF, Laboratoire Central de Recherches, Domaine de Corbeville, B.P. 10, 91401 Orsay (tél. : 941.82.40).

Bibliographie

- [1] TANSKY W. J. — High Q and GHz SAW Resonators. 1978 Ultrasonics Symposium Proceedings, IEEE, cat. 78 CH 1 344, 1 SU, p. 433.
- [2] COUSSOT G. J. — Bulk Wave resonator for the 100-300 MHz frequency range. 1974 Ultrasonics Symposium Proceedings, IEEE, cat. 74 CHO 896, 1 SU, p. 590.
- [3] BERTÉ M. — Acoustic-Bulk-Wave resonators and filters operating in the fundamental mode at frequencies greater than 100 MHz. *Electron. Letters*, 1977, 13, 248.
- [4] REIBER L. M., CANTAGREL M. — Applications des techniques de pulvérisation cathodique aux dispositifs en optique intégrée. *Rev. techn., Thomson-CSF*, 1974, 6, 1147.
- [5] LI R. C. M. — 310 MHz SAW resonator with Q at the material limit. *Appl. Phys. Letters*, 1977, 31, 407.
- [6] TANSKY W. J. — Developments in resonators in quartz. 1977, Ultrasonics Symposium Proceedings, IEEE cat. 77 CH 12 64, 1 SU, p. 900.
- [7] COLDREN L. A., ROSENBERG R. L. — Surface-Acoustic-Wave resonator filters. *Proceedings IEEE*, 1979, 67, 147.

Utilisation de multiplexeurs pour la réalisation de fonctions logiques

COMPOSANTS

L'onde électrique
1979, vol. 59, n° 11

par Z. LOTFI⁽¹⁾ et A. TOSSER^(*)

RÉSUMÉ

L'utilisation des conditions indifférentes d'un tableau de Quine-McCluskey permet de déterminer systématiquement la synthèse optimale de fonctions logiques à l'aide de multiplexeurs, à partir de la répartition des variables entre les entrées de données et de sélection.

SUMMARY

Synthesis of logic functions with multiplexer units

Starting from the don't care conditions of Quine-McCluskey's map a procedure is proposed for the assignment of variables to data and selection inputs of the multiplexers in the optimum multilevel network.

1. INTRODUCTION

Comme un multiplexeur à 2^n entrées peut réaliser toute fonction logique de n variables [1, 2], il nous a paru intéressant de déterminer les procédures d'obtention d'un schéma minimal d'une fonction logique de n variables réalisé à l'aide de multiplexeurs afin de comparer le coût en composants à celui des schémas minimaux réalisés soit à l'aide de portes ET-NON (NAND) et OU-NON (NOR), pour lesquels de nombreuses études ont été récemment publiées [3, 5], soit à l'aide de portes ET-NON, OU-NON et OU-EXCLUSIF, pour lesquels quelques travaux généraux ont été accomplis [6, 7].

En vue de la réalisation d'appareillage biomédical, le coût en composants n'est pas le seul critère à intervenir dans le choix d'un matériel, il faut également tenir compte de contraintes technologiques telles que la consommation totale de puissance, la rapidité de commutation, l'immunité au bruit, la compatibilité avec l'ensemble de l'appareillage étudié, et, bien entendu, la fiabilité de l'équipement.

Dans un premier temps, nous vous proposons dans cet article d'étudier le coût en composants.

2. POSSIBILITÉS D'UTILISATION D'UN MULTIPLEXEUR

Un multiplexeur à 4 entrées de données a_0, a_1, a_2 et a_3 et 2 entrées de sélection x_0 et x_1 fournit une fonction de sortie f (fig. 1) qui s'écrit sous la forme

$$f = a_0 \bar{x}_1 \bar{x}_0 + a_1 \bar{x}_1 x_0 + a_2 x_1 \bar{x}_0 + a_3 x_1 x_0 \quad (1)$$

Si les entrées a_k sont des constantes binaires, la fonction $f(a_0, a_1, a_2, a_3)$ permet de réaliser toute somme de produits contenant chaque variable binaire [1, 2]; ce produit est généralement appelé *minterme canonique* et la somme des mintermes canoniques constituant la fonction est la forme canonique disjonctive, qui est unique [8].

Si les entrées a_k sont soit des constantes binaires, soit des variables binaires, toute fonction booléenne de 3 variables $F(x_0, x_1, x_2)$ peut se mettre sous la forme (1) [9].

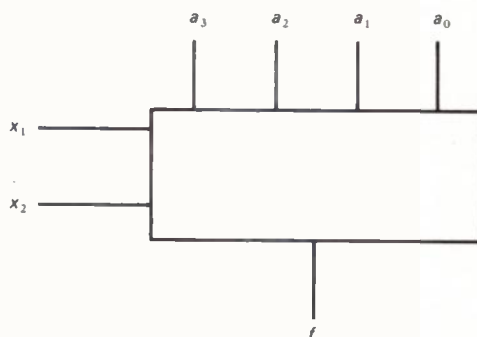


Fig. 1.

En effet, tout minterme contenant une forme $\bar{x}$ des variables x_0 et x_1 , par exemple, apparaît dans l'expression non redondante de la fonction soit sous la forme $\bar{x}_0 \cdot \bar{x}_1$, soit sous la forme $\bar{x}_0 \bar{x}_1 \bar{x}_2$, mais pas simultanément sous ces deux formes, sinon il y aurait redondance; de même les deux formes $\bar{x}_0 \bar{x}_1 \bar{x}_2$ et $\bar{x}_0 \bar{x}_1 x_2$ n'existent pas simultanément, sauf oubli de réduction.

De façon plus générale, un multiplexeur à 2^k entrées de données et k entrées de sélection permet de réaliser toute fonction booléenne de $(k + 1)$ variables binaires écrite sous forme d'une somme non redondante de mintermes, à condition d'utiliser une variable comme entrée de donnée [9].

3. PROBLÈMES ALGÈBRIQUES ET TECHNIQUES

Étant donné la forme algébrique de la fonction de sortie d'un multiplexeur, un intérêt scientifique renouvelé est attaché à l'étude de l'écriture des fonctions logiques de n variables binaires sous forme d'une somme de l'ensemble des 2^n mintermes canoniques construit sur les n variables binaires, chacun d'eux étant affecté d'une pondération 0 ou 1; cette décomposition est appelée *expansion de Shannon* [2]; l'utilisation de pondérations 0, 1 ou x_i (x_i étant une variable binaire), rattache alors le problème de la synthèse d'une fonction logique à l'aide de multiplexeurs à l'étude algébrique des formes expansées de Shannon, ce qui remet d'actualité l'algèbre utilisant les opérateurs ET, OU et PAS; la diffusion des portes logiques en circuits intégrés l'avait fait oublier au profit de l'algèbre ET-NON, OU-NON dont certaines propriétés particulières contribuent à simplifier l'étude des schémas minimaux ET-NON, OU-NON [10].

⁽¹⁾ Chercheur au Centre National Égyptien de la Recherche Scientifique.

^(*) Membre S.E.E., Ingénieur E.S.E., Professeur au Laboratoire d'Électronique, Université de Nancy I.

Le problème algébrique de synthèse d'une fonction logique de $(k + 1)$ variables binaires à l'aide d'un multiplexeur à 2^k entrées de données est, en premier lieu, le choix des variables exprimant les données en fonction des critères d'optimalité retenus; un critère commode [11] est qu'un nombre maximal de constantes binaires soit envoyé sur les entrées de données; mais des considérations relatives à l'état, non complété ou quelconque, des variables de sélection conduisent à des considérations générales très fructueuses [9] mais d'utilisation moins aisée.

Mais des critères technologiques compliquent encore l'étude. En effet, un schéma à plusieurs niveaux utilisant des multiplexeurs à 2^i entrées peut être équivalent à un schéma à un niveau utilisant un multiplexeur à 2^k entrées [1] et il importe alors de faire intervenir des critères économiques liés au coût et à la multiplicité des multiplexeurs par boîtier.

Ainsi une fonction $F(x_0, x_1)$ peut s'écrire

$$F(x_0, x_1) = a_0 \bar{x}_1 \bar{x}_0 + a_1 \bar{x}_1 x_0 + a_2 x_1 \bar{x}_0 + a_3 x_1 x_0$$

ce qui conduit à utiliser un multiplexeur à 4 entrées, mais elle peut aussi se mettre sous la forme

$$F(x_0, x_1) = f_0 \bar{x}_1 + f_1 x_1$$

avec

$$\begin{aligned} f_0 &= a'_0 \bar{x}_0 + a'_1 x_0 \\ f_1 &= a''_0 \bar{x}_0 + a''_1 x_0 \end{aligned}$$

ce qui conduit à utiliser 3 multiplexeurs à 2 entrées, sur 2 niveaux (fig. 2).

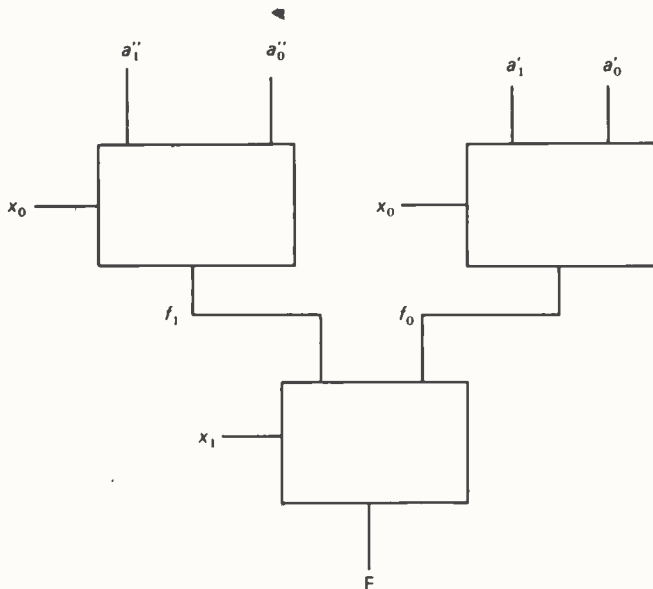


Fig. 2.

4. ADAPTATION DE LA MÉTHODE DE QUINE-McCLUSKEY

La fonction logique étant écrite sous forme canonique disjonctive, une étude systématique des réductions possibles permet de mettre en évidence les éventuelles variables totalement indifférentes qui n'interviennent pas dans l'expression de la fonction, ce qui limite le nombre de variables à utiliser; mais cette étude permet également de déterminer les mintermes qui doivent être sommés pour reconstituer la fonction logique suivant les variables qui sont utilisées pour exprimer les entrées de données. En résumé, il s'agit d'un

processus algébrique qui se ramène à un procédé algébrique systématique de recherche de toutes les formes réduites non redondantes d'une fonction logique; le processus est bien connu, c'est la méthode de Quine-McCluskey [8].

Rappelons que dans cette méthode les mintermes canoniques sont écrits sous forme codée (0 pour $\bar{x}_k$ et 1 pour x_k) et classés en fonction du nombre de 1 de leur expression codée (on parle de poids). Les mintermes susceptibles de fusionner ont des poids qui diffèrent d'une unité puisque deux mintermes qui fusionnent ne diffèrent que par l'état d'une variable; ainsi

$$m_u = m_k \cdot x_n$$

et

$$m_v = m_k \cdot \bar{x}_n$$

fusionnent suivant l'équation

$$m_u + m_v = m_k$$

et la variable x_n est devenue indifférente.

Ainsi deux mintermes qui fusionnent, par exemple (0010) et (0011) conduisent à (001-). Du point de vue pratique, le symbole d'indifférence Φ et son associé le 1 pointé (écrit 1) paraissent de nature à simplifier la recherche systématique des variables indifférentes, de la même façon qu'ils allégeaient l'utilisation de l'algorithme de Quine-McCluskey [12].

Ainsi les mintermes

$$0010 \quad \text{et} \quad 0011$$

s'écrivent

$$001\Phi \quad \text{et} \quad 001\dot{1}$$

Notons de plus, que dans ce symbolisme, l'expression $(0\Phi1\Phi)$ représente à la fois $(0-10)$ et $(001-)$.

De façon plus générale, l'ensemble des quatre mintermes (0000) , (0001) , (0011) et (0010) peut s'écrire successivement

$$\begin{array}{ll} 00\Phi\Phi & 00\Phi\Phi \\ 00\Phi\dot{1} & 00\Phi\dot{1} \\ & x\ x \\ 00\dot{1}\Phi & \text{et puis} \quad 00\dot{1}0 \\ & x\ x \\ 00\dot{1}\dot{1} & 00\dot{1}\dot{1} \\ & x\ x \end{array}$$

La barre entre les Φ du minterme de moindre poids indique que les variables correspondantes sont simultanément indifférentes et les croix marquent les variables correspondantes des mintermes de poids supérieurs permettant le fusionnement et ainsi de suite. L'expression $(1\Phi1\Phi\Phi)$ représente donc à la fois $(1-1-0)$ et $(1010-)$.

5. CRITÈRE DE CHOIX DES VARIABLES DE DONNÉES

Lorsqu'une seule variable binaire peut exprimer les entrées de données, on la qualifie alors de variable de données; il est inutile d'entreprendre la recherche des indifférences simultanées et on retient comme variable de données celle

qui autorise le nombre maximal d'indifférences afin que le nombre d'entrées de données non constantes soit minimal [11]; au nombre maximal d'indifférences est en effet associé un nombre minimal de mintermes dépendant de la variable considérée. Cette règle limite le nombre de connexions, ainsi que le nombre d'aléas de commutation [8] susceptible d'être engendré par une éventuelle dissymétrie entre les temps de propagation de la voie « données » et de la voie « sélection ».

Lorsque deux variables peuvent exprimer les entrées de données, toutes les indifférences simultanées relatives à deux variables doivent avoir été recensées, et on retient le couple de variables qui autorise le nombre maximal d'indifférences simultanées pour une raison analogue à celle du paragraphe précédent. Si aucune différence simultanée n'est possible, on retient le couple qui permet le nombre maximal d'indifférences séparées.

Un procédé analogue est utilisé lorsque n variables doivent exprimer les entrées de données.

6. ASSIGNEMENT DES ENTRÉES DE DONNÉES

Toutes les indifférences utiles ayant été mises en évidence, on élimine les variables totalement indifférentes, pour lesquelles la colonne du tableau des mintermes ne comporte que des $\emptyset$ ou des $!$. Le choix des entrées variables de données ayant été effectué à partir de la fréquence des indifférences, on raye du tableau des expressions codées tout minterme contenant un $!$ dans la colonne d'une variable de donnée (rappelons qu'une expression codée peut correspondre à plusieurs mintermes); ce minterme est en effet inclus dans le minterme de poids inférieur ayant un $\emptyset$ dans cette même colonne.

La détermination des valeurs de toutes les entrées de données est alors effectuée en supposant que les variables binaires non utilisées comme données sont les entrées de sélection d'un multiplexeur; à cette fin, on considère tous les mintermes non éliminés à l'étape précédente et on associe à toute valeur $\emptyset$ dans la colonne x_k un facteur de l'entrée de donnée égal à 1, alors qu'on associe à toute valeur 0 ou 1, respectivement, un facteur égal à $\bar{x}_k$ ou x_k . Tout minterme n'appartenant pas à la liste correspond évidemment à une entrée de donnée nulle. Donnons quelques exemples formels.

Ainsi, si la variable la plus significative est utilisée comme variable de données, le minterme ($\emptyset$ 0 $!$ $\emptyset$ 1) a pour entrée de donnée $a_3 = 1$, et le minterme (1 1 1 0) a pour entrée de données $a_{14} = x_5$.

Si les deux variables les plus significatives sont utilisées comme entrées de données, les mintermes ($\emptyset$ 0 $!$ $\emptyset$ 1) et (1 1 $!$ 1 $\emptyset$) ont respectivement pour entrées de données $a_3 = \bar{x}_4$ et $a_6 = x_5 \cdot x_4$. Et les mintermes (1 1 $!$ 1 $\emptyset$) et ($\emptyset$ 0 $!$ 1 $\emptyset$) conduisent à une valeur de l'entrée de donnée a_6 qui est $a_6 = x_5 \cdot x_4 + \bar{x}_5 \bar{x}_4$.

7. RÉPARTITION DES ENTRÉES DE SÉLECTION

Si le nombre des entrées de sélection ne correspond pas à un multiplexeur réel ou si on ne dispose pas de multiplexeur

ayant ce nombre d'entrées de sélection, on peut remplacer un multiplexeur à k entrées de sélection par deux multiplexeurs à $(k-1)$ entrées de sélection et un multiplexeur à 1 entrée de sélection [1, 2]. De façon plus générale, on peut remplacer un multiplexeur à k entrées de sélection par 2^n multiplexeurs à $(k-n)$ entrées de sélection et un multiplexeur à n entrées de sélection (fig. 3).

Dans ces cas de répartition des entrées de sélection, la séquence des entrées de données est inchangée si les digits les plus significatifs correspondent aux entrées de sélection du multiplexeur aval. Si les entrées de sélection du multiplexeur aval ne sont pas les digits les plus significatifs, l'ensemble des valeurs des entrées de données est inchangé mais la séquence est modifiée. La solution de simplicité consiste donc à utiliser les digits les plus significatifs (une fois la variable de données choisie) comme entrées de sélection sur le multiplexeur aval.

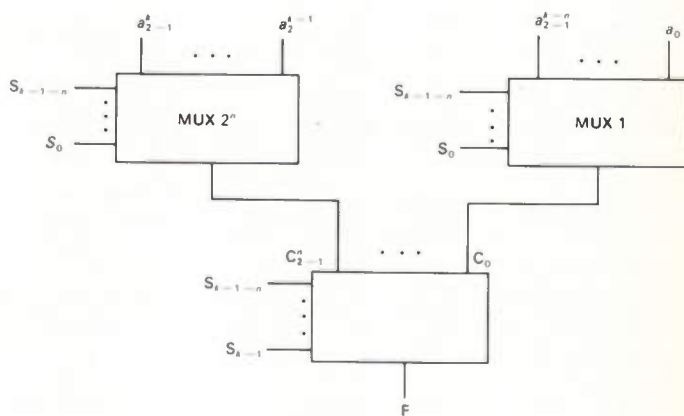


Fig. 3.

L'ensemble des méthodes définies plus haut permettent une recherche de la synthèse optimale d'une fonction logique, en prenant en compte le nombre de boîtiers de multiplexeurs nécessaires, sans se limiter à une structure déterminée, comme ce fut généralement le cas dans les articles publiés jusqu'ici [11].

8. COMPARAISON DE DIFFÉRENTS SCHÉMAS D'UNE MÊME FONCTION

8.1. Comparaison de réalisations à l'aide de multiplexeurs

Examinons un exemple traité par Whitehead [11] à l'aide d'une table de paires de mintermes fusionnables et d'une table de valeurs des entrées de données des multiplexeurs. La fonction logique de cinq variables binaires A, B, C, D et E a pour expression

$$F = \Sigma (0, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 15, 21, 22, 26, 29, 30)$$

Recherchons d'abord une variable de données; on introduit à cette fin les symboles d'indifférences dans le tableau I de mintermes canoniques, classés par poids.

La variable choisie comme variable de donnée est la variable B, qui possède un nombre maximal de $\emptyset$; d'où les indications de données du 1^{er} niveau, après avoir rayé les mintermes inutiles (un symbole $\emptyset$, 1 ou 0 dans la colonne de B conduit à un signal égal à 1, B ou $\bar{B}$). Il ne paraît pas

TABLEAU I

A	B	C	D	E	Données 1 ^{er} niveau
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	B
0	0	1	0	1	B
0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	0	1
0	0	1	1	0	B
0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	0	1
0	0	1	1	0	B

raisonnable d'utiliser un multiplexeur à 16 entrées de données alors que seulement 8 d'entre elles sont non nulles.

Si on utilise des multiplexeurs à 4 entrées de données, les valeurs des entrées de données sont lues sans difficulté sur la table des mintermes; elles conduisent au schéma proposé par Whitehead [11], qui demande 5 multiplexeurs à 4 entrées. Elle conduit à utiliser 3 boîtiers de double multiplexeur à 4 entrées.

La solution graphique que nous proposons nous paraît moins lourde que celle proposée par Whitehead [11], qui nécessite l'utilisation de 2 tables, sans que l'élimination de mintermes redondants puisse être opérée à coup sûr. Mais le tableau que nous proposons permet également d'autres études, comme on le verra plus loin.

Si on utilise 2 variables pour construire des entrées de données, il faut poursuivre les fusionnements sur la table des mintermes. On obtient alors le tableau II suivant :

TABLEAU II

A	B	C	D	E	Données
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	
0	1	0	0	0	
0	1	1	0	0	
0	1	1	1	1	BC
0	1	1	1	0	BC
0	1	1	1	0	
0	1	1	1	0	
0	1	1	1	0	
0	1	1	1	0	

(B, C) est donc choisi comme couple de variables de données. Les mintermes redondants sont rayés et les valeurs des données non nulles sont portées sur le tableau.

D'où le schéma avec un multiplexeur à 8 entrées (figure 4).

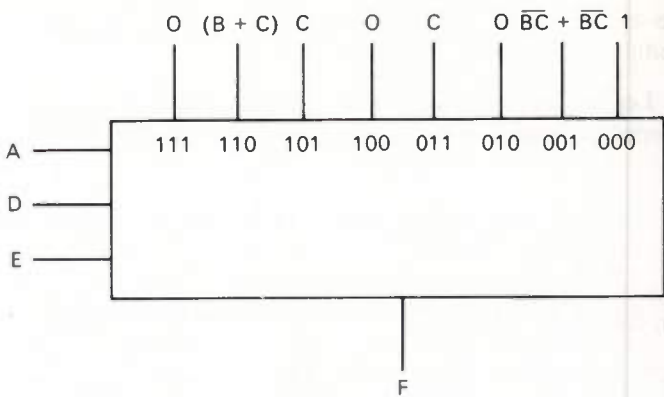


Fig. 4.

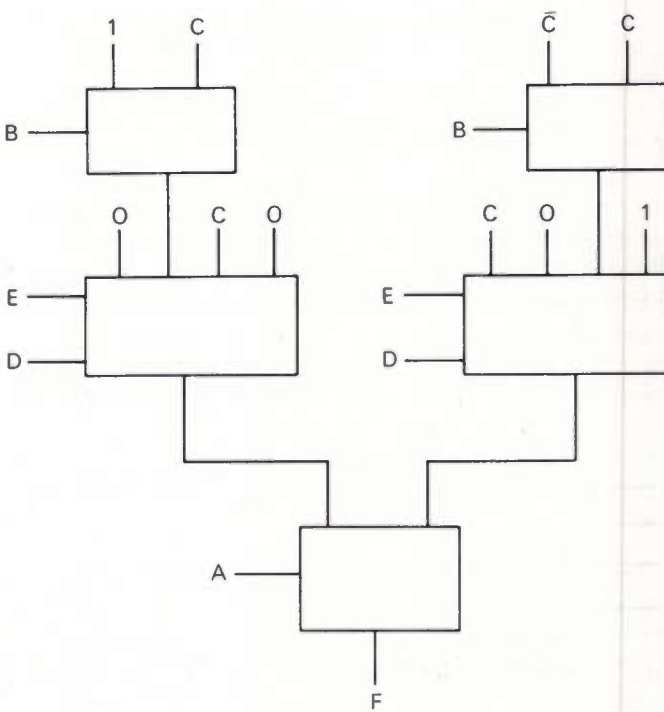


Fig. 5.

Les entrées de données non égales à une constante ou à une forme de variable peuvent être réalisées à l'aide de multiplexeurs.

Ainsi $(B\bar{C} + \bar{B}C)$ peut être réalisé avec une porte OU-EXCLUSIF ou un multiplexeur à 2 entrées. Et le terme $B + C$ peut s'écrire $B + \bar{B}C$ et être réalisé à l'aide d'un multiplexeur à 2 entrées. Dans ces deux cas, les variables B et C jouent des rôles symétriques et peuvent être permutées. Le multiplexeur à 8 entrées peut être remplacé par 2 multiplexeurs à 4 entrées et 1 multiplexeur à 2 entrées. D'où le schéma (fig. 5) utilisant 3 multiplexeurs à 2 entrées et 2 multiplexeurs à 4 entrées, soit 1 boîtier de quadruple multiplexeur à 2 entrées et un boîtier de double multiplexeur à 4 entrées.

Cette solution est la plus économique en coût de composant.

Si on utilise 3 variables pour construire des entrées de données, il faut à nouveau poursuivre la recherche des

fusions sur la table. Mais aucun nouveau fusionnement n'est possible.

Le triplet de variables de données choisi est (B, C, D) car ce triplet présente un nombre maximal de conditions indifférentes.

Les entrées de données sur le multiplexeur à 4 entrées sont respectivement

$$\begin{aligned} a_0 &= \bar{D} \\ a_1 &= \bar{B}C + B\bar{C}\bar{D} + CD \\ a_2 &= CD + BD \\ a_3 &= C\bar{D} \end{aligned}$$

on écrit

$$a_1 = C.\bar{B}\bar{D} + C.\bar{B}D + \bar{C}.B\bar{D} + C.BD$$

ce qui montre qu'un multiplexeur à 4 entrées réalise a_1 et de même

$$a_2 = 0.\bar{B}\bar{D} + C.\bar{B}D + 0.B\bar{D} + 1.BD$$

et enfin

$$a_3 = 0.D + C.\bar{D}$$

ou

$$a_3 = C.\bar{B}\bar{D} + 0.\bar{B}D + C.B\bar{D} + 0.BD$$

D'où un schéma utilisant 4 multiplexeurs à 4 entrées ou 2 boîtiers de double multiplexeurs, ce qui conduit encore à un coût minimal (fig. 6).

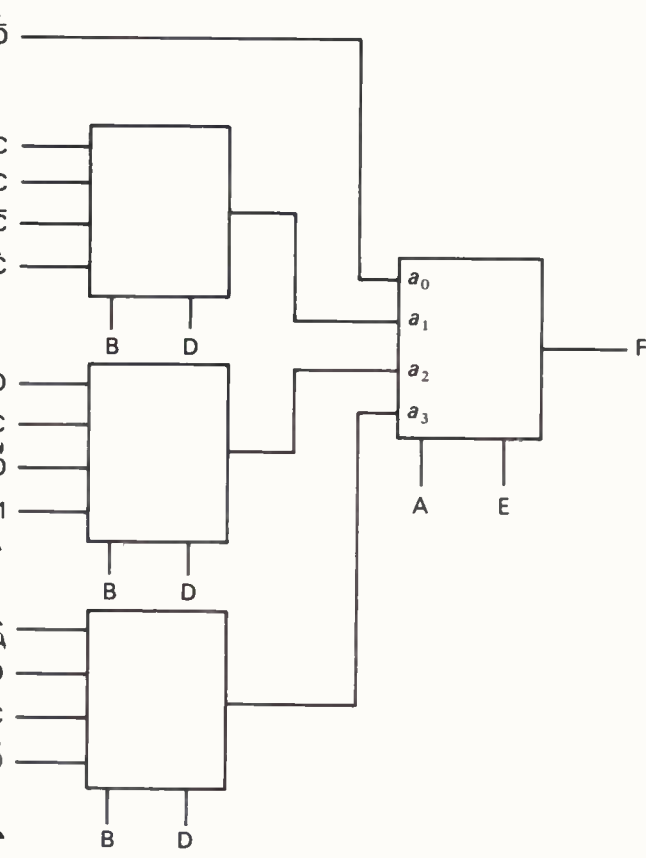


Fig. 6.

Ainsi les solutions présentant un coût de composants minimal pour l'exemple cité n'ont pu être mises en évidence par l'auteur cité [11], car la méthode utilisée ne permettait pas de traiter les problèmes dans lesquels les entrées de

données ne sont pas seulement des variables mais aussi des combinaisons de variables.

8.2. Réalisations comparées avec un multiplexeur ou des portes OU-EXCLUSIF

Ayant à câbler une fonction parité pour une transmission numérique 5 digits de données médicales, la solution banale consiste à utiliser quatre portes OU-EXCLUSIF (figure 7).

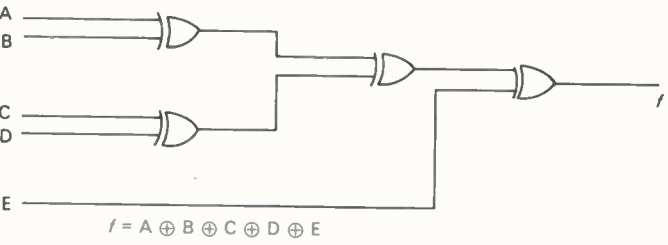


Fig. 7.

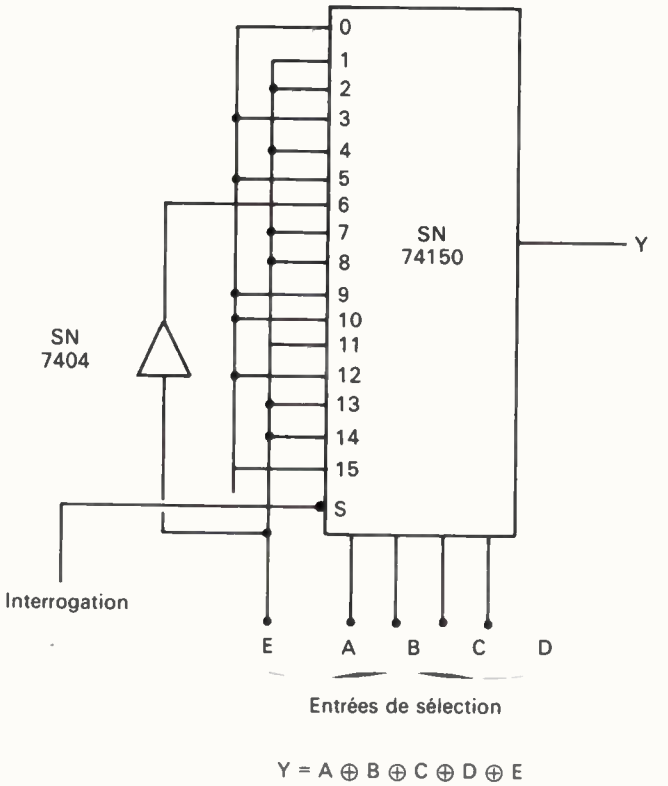


Fig. 8.

Une autre possibilité est d'utiliser un multiplexeur (figure 8). Si la comparaison des coûts est en faveur de l'utilisation des portes OU-EXCLUSIF, cependant un avantage intéressant de l'utilisation du multiplexeur est le faible nombre d'interconnexions, ce qui limite notablement la présence de parasites et augmente la fiabilité ; ce point de vue est important en milieu bio-médical. Enfin, comme le montrent les oscillogrammes (figure 9), la commutation de la fonction de sortie ne présente pas d'aléa avec le montage à multiplexeur alors qu'avec le montage avec portes OU-EXCLUSIF, le niveau du signal transitoire apparaissant lors de la commutation d'une variable d'entrée peut conduire à un déclenchement intempestif du système de surveillance de parité branché en sortie en raison du bas niveau atteint.

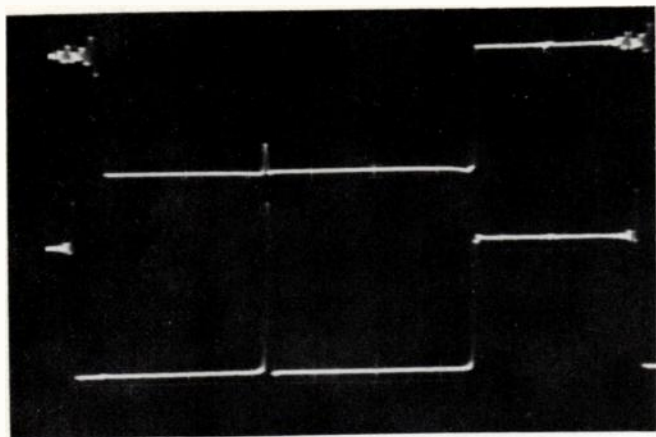


Fig. 9. — Oscillogrammes obtenus pour la séquence suivante des variables binaires d'entrée.

État initial	ABCDE = 0 1 1 1 0;
État suivant	ABCDE = 0 1 1 1 1;
État final	ABCDE = 1 1 1 1 0.

La commutation de AE de 01 à 10 s'effectue par déclenchement de deux bascules identiques.

Oscillogramme supérieur : Variation temporelle de la sortie du réseau de portes OU-EXCLUSIF, avec un aléa marqué.

Oscillogramme inférieur : Variation temporelle de la sortie du multiplexeur.

Échelle horizontale : 1 μ s/division; Échelle verticale : 2 V/division.

9. CONCLUSION

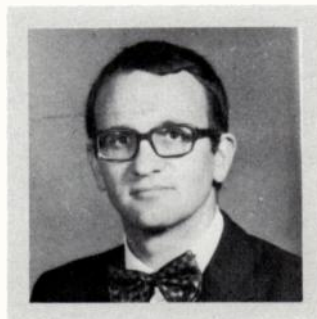
Si l'utilisation des formes expansées de Shannon permet de déterminer un schéma de fonctions logiques à l'aide de multiplexeurs, la recherche d'un schéma utilisant un nombre minimal de boîtiers de multiplexeurs demande que soit examinée la répartition des variables binaires entre les entrées de données et de sélection des multiplexeurs. La méthode proposée, très proche de la méthode de Quine-McCluskey permet de résoudre simplement ce problème.

Des réalisations à l'aide de multiplexeurs présentent l'avantage d'un nombre moindre d'interconnexions que des réalisations plus conventionnelles, à l'aide de portes OU-EXCLUSIF, par exemple. La mise en œuvre permet plus aisément des modifications que l'utilisation de réseaux programmables, et elle consomme moins d'énergie que la plupart des autres outils logiques tels que les microprocesseurs, qui ne sont d'ailleurs pleinement utilisés que pour gérer un ensemble large de tâches ou de données.



Z. LOTFI *,

Chercheur du Centre National Égyptien de Recherche Scientifique (Le Caire).



A. TOSSER *,

Docteur ès-Sciences, Professeur d'Électronique.

* Laboratoire d'Électronique, Université de Nancy I, C.O. 140 F 54037 Nancy Cedex (tél. 16/83.28.93.93).

Bibliographie

- [1] YAU S. S., TANG C. K. — Universal logic modules and their applications. *I.E.E.E. Trans. Comput.*, C 19, 1970, p. 141-149.
- [2] MOWLE F. D. — A systematic approach to digital logic design. Addison Wesley Publishing company, New York, 1976.
- [3] TOSSER A., DUBUS D. — Algebraic optimization of NAND-NOR switching circuits. *Comput. J.*, 1977, 20, 73-77.
- [4] MASSET G., TOSSER A. — Minimum NOR-NAND synthesis of S-factorized sum of products and product of sums. *Int. J. Electron.*, 1977, 43, 209-251.
- [5] TOSSER A. — Inhibition multiple de formes logiques disjonctives ou conjonctives. *Automatisme*, 1977, 22, 135-144.
- [6] LOTFI Z., DUBUS D., TOSSER A. — Implementation of transcribed XOR operator. *Int. J. Electronics*, 1978, 45, 129-145.
- [7] DUBUS D., LOTFI Z., TOSSER A. — Utilisation de l'inhibition pour la matérialisation de fonctions logiques à l'aide de portes ET-NON, OU-NON et OU-EXCLUSIF. *Onde électrique*, 1978, 58, 488-495.
- [8] PERRIN J. P., DENOUE M., DACLIN D. — Systèmes logiques. Dunod, Édit., Paris, 1967.
- [9] TABLOSKI T. T., MOWLE F. J. — *I.E.E.E. Trans. comput.*, C 25, 1976, p. 684-702.
- [10] DUBUS D., TOSSER A. — Dualité d'équations booléennes et de schémas logiques. *Automatisme*, 1976, 21, 354-365.
- [11] WHITEHEAD D. G. — Algorithm for logic circuit synthesis by using multiplexers. *Electron. Lett.*, 1977, 13, 355-356.
- [12] TOSSER A. J., DUBUS D. — Graphical use of don't care symbols in shortened Quine-McCluskey's tables. *Int. J. Electronics*, 1977, 43, 353-359.

○

JEUDI 13 DECEMBRE 1979

PARIS
Section **22**

Demi-journée d'études organisée par :

SEE - Section 22 (Télécommunications. Radiodiffusion. Télévision. Propagation).
Président : M. COIRON (TRT).

**RESULTATS DE LA CONFERENCE ADMINISTRATIVE
MONDIALE DES RADIOCOMMUNICATIONS**

Lieu. Amphithéâtre Charles-Renard - Ecole Nationale des Techniques Avancées (ENSTA), 32 boulevard Victor à Paris 15° (Métro : « Porte de Versailles » ou « Balard »).

Heure : 14 h 30.

Programme

Président de séance : M. BASSOLE (Secrétaire Général CCT).

- 1 - Aspects juridiques et administratifs. Présentation générale des radiocommunications et de l'U.I.T., par M. BLETTERIE (Président C.A.F.).
- 2 - Résultats principaux de la Conférence Administrative Mondiale des Radiocommunications, par M. BASSOLE.
- 3 - Radiodiffusion et Télévision, par M. BERTHOD (Directeur Adjoint T.D.F.).
- 4 - Radiocommunications spatiales, par M. THUE (Ingénieur Général C.N.E.T.).
- 5 - Services mobiles, par M. PIPONNIER (Ingénieur en Chef D.T.R.I.).

La participation est gratuite pour les membres individuels de la SEE à jour de leur cotisation 1979. 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).

JEUDI 17 JANVIER 1980

PARIS
S.E.E. - Section **01**
et C.E.F.I.

Demi-journée d'étude organisée par :

SEE - Section 01 (Enseignement - Perfectionnement).
Président : M. J.-M. ESCANE.
avec la collaboration du Comité d'Etudes sur les Formations d'Ingénieurs (C.E.F.I.).

SIMULATION ET FORMATION

Lieu : au siège de la SEE - 48, rue de la Procession à Paris 15°. Salle de conférences du rez-de-chaussée.
Horaire : 13 h 30 à 17 h 30.

Président de séance : M. Roland CHAUSSARD, Chef du Département Optimisation et automatisation des processus. EDF. Direction des Etudes et Recherches.

Programme

- 13 h 30 Présentation de la demi-journée, par M. le Président.
- 13 h 45 Introduction : Rôle de la simulation pour la formation des ingénieurs et techniciens dans les domaines scientifiques, par M. SARAZIN (Directeur général de l'INSA de Toulouse).
- 14 h 15 Formation sur simulateur de l'équipe de conduite de centrale nucléaire, par M. J. FLUCHERE (EDF, Directeur du Centre de Formation du Bugey).
- 14 h 45 La simulation, une nouvelle pédagogie de l'électronique, par M. A. MALICET (Professeur à l'ESE).
- 15 h 15 Applications de la simulation dans le cadre d'un système d'apprentissage de la physique par découverte guidée, par M. A. MARTEGANI (Professeur à l'Université catholique de Louvain. Faculté des Sciences Appliquées).
- 15 h 45 Pause.
- 16 h 00 Table ronde animée par :
● M. le Président ;
● MM. les conférenciers ;
● Le Capitaine de frégate J.-C. BONAFOS (Chef du Groupe de Recherche Opérationnelle de la Marine) ;
● M. LE COADOU (Ingénieur à la Société MATRA) ;
● M. G. LIMIDO (Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure des Pétroles et des Moteurs).
- 17 h 30 Fin de la demi-journée.

La participation est gratuite.

SEE/II

VENDREDI 11 JANVIER 1980
(au lieu du 14 décembre 1979)

PARIS - MARCOUSSIS

JOURNEE « JEUNES ELECTRICIENS »

Prévue et annoncée dans notre Bulletin d'octobre pour le 14 décembre 1979, cette journée a dû être reportée au vendredi 11 janvier 1980.

Le programme et les conditions de participation que vous trouverez reproduits ci-dessous, restent inchangés :

L'INGENIEUR AUX CONFINS DE LA SCIENCE FONDAMENTALE ET DE LA TECHNIQUE

LE LASER

Journée à participation illimitée, réservée en priorité aux élèves-ingénieurs et aux étudiants à option « Electricité » qui auront demandé leur inscription à la direction de leur Ecole ou de leur Université.

Programme

Centre de Relations des Télécommunications, 38-40, rue du Général-Leclerc - 92131 Issy-les-Moulineaux, Métro : « Mairie d'Issy ».

9 h 30 Exposé fondamental.

Le laser, instrument de recherche et facteur de développement, par M. B. DESCOMPS, Professeur à l'Université Paris XIII.

12 h 00 Visite aux Laboratoires de la Compagnie Générale d'Electricité et à la CILAS (CGE) à Marcoussis.
(Transfert en car assuré depuis Issy-les-Moulineaux).

Recherche - Expérimentation - Prototypes.

- Recherche fondamentale.
- Lasers pour applications médicales.
- Applications industrielles du laser (granulomètres, etc.).
- Lasers de grande puissance associés aux recherches sur la fusion thermonucléaire.
- Applications militaires.

16 h 00 C.N.E.T. à Issy-les-Moulineaux (comme ci-dessus).

Perspectives industrielles.

Carrefour d'information et d'échanges, animé par Jacques ERNEST, Président de la Section « Etudes générales » de la SEE et quelques personnalités représentatives des domaines concernés : optoélectronique, télécommunications, métrologie et instrumentation, etc.

DROITS D'INSCRIPTION

Etudiants (inscrits par l'intermédiaire de leur Ecole) :

Membre de la SEE gratuit

Non-membre 50 F

Autres Membre de la SEE 100 F

Non-membre 150 F

dans la limite des places disponibles.

VENDREDI 11 JANVIER 1980

PARIS - MARCOUSSIS

JOURNEE « JEUNES ELECTRICIENS »

L'INGENIEUR AUX CONFINS DE LA SCIENCE FONDAMENTALE ET DE LA TECHNIQUE

LE LASER

DEMANDE D'INSCRIPTION

à adresser avant le 31 décembre 1979 à :

SOCIETE DES ELECTRICIENS, DES ELECTRONICIENS ET DES RADIOELECTRICIENS (SEE)
48, rue de la Procession - 75724 PARIS CEDEX 15 - Tél. : 567.07.70

(Le secrétariat de la SEE informera les intéressés de la suite donnée à cette demande avant le 3 janvier 1980).

Je, soussigné
(Nom et prénom en capitales d'imprimerie)

Adresse complète pour la correspondance :
professionnelle - personnelle (*)

Téléphone :

Appartenance :

souhaite participer à la JOURNEE « JEUNES ELECTRICIENS »

— Membre de la SEE ☐ (membre n°)

— Non-membre de la SEE ☐

Date :

Signature :

(*) Bayer les mentions inutiles.

SEE/III

CYCLE D'ETUDE DESTINEE A DES INGENIEURS RESPONSABLES
DE LA POLITIQUE ENERGETIQUE DE LEUR ENTREPRISE

HAUT ENSEIGNEMENT D'ENERGETIQUE COMPAREE

COMPARAISON TECHNIQUE ET ECONOMIQUE DE PRODUCTION,
TRANSPORT, STOCKAGE ET UTILISATION DE L'ENERGIE

COMITE DE PATRONAGE - Président : M. Ambroise ROUX.

Membres : MM. J. BEGUIN, J. CARPENTIER, R. CHABBAL,
J.-C. COLLI, D. DAYONNET, G. DELANNOY,
P. DESPRAIRES, M. MAGNIEN, R. MORIN,
C. PIERRE, P. SALLEBERT, G. SCHUSTER,
J. TEILLAC, F. de WISSOCQ.

ORGANISATION - M. F. MESA (Direction des Etudes, Ecole Supérieure d'Electricité).

Le titre de ce haut enseignement, ENERGETIQUE COMPAREE, a été choisi pour bien marquer que les diverses formes d'énergie ne sont pas considérées en elles-mêmes, qu'aucun a priori n'est formulé vis-à-vis des modes de production plus ou moins classiques ou nouveaux de l'énergie, mais que l'on s'intéresse aux bilans d'obtention de l'énergie utilisable par l'homme, ces bilans doivent s'entendre aussi bien au sens économique et financier qu'aux sens technique, industriel et écologique.

C'est ce que le sous-titre souligne, en précisant que l'énergétique ne concerne pas seulement la production mais aussi le transport, le stockage et plus encore l'utilisation de l'énergie.

Le public visé est à la fois celui des représentants des producteurs d'énergie, des constructeurs des équipements correspondants ainsi que des utilisateurs ayant des postes de responsabilités dans leur entreprises.

L'enseignement porte :

- d'une part sur des connaissances de base correspondant à la réalité d'aujourd'hui. (Les ressources d'énergie primaires et leur répartition géographique - Les techniques de conversion d'énergie - La gestion de l'énergie - Les comparaisons économiques, les contraintes et les perspectives).
 - d'autre part, sur des sujets spécialisés.
- Ces derniers présentent trois caractéristiques :
- leur spécialisation et leur diversité ;
 - l'évolution rapide des techniques ou des données correspondantes.
 - ils fournissent l'occasion d'illustrer de façon concrète et dans un domaine souvent bien délimité, les principes physiques et économiques développés dans l'enseignement de base.

Le programme comprend, d'une part, un enseignement de base décomposé en 20 modules d'une demi-journée, d'autre part, 10 sessions spécialisées de 1 à 2 journées.

L'ensemble du cycle se déroule sur 10 mois au rythme de 1 à 2 jours groupés toutes les 2 semaines. Il commencera le 10 janvier et se terminera en décembre 1980, une interruption aura lieu en juillet et août.

Enseignement de base

1 - Préliminaires

- rappels économiques : les coûts et les choix (M. M. BOITEUX),
- rappels thermodynamiques (M. R. MARCHAL),
- méthodes de prospective (M. J. LESOURNE),

2 - Les ressources en énergie primaire et leur répartition géographique

- combustibles fossiles (M. P. DESPRAIRES),
- matériaux nucléaires fissiles et fertiles (M. J.-P. DEVILLIERS),
- caractéristiques géographiques du rayonnement solaire (M. H. DURAND),
- ressources en énergie renouvelable dérivées de l'énergie solaire : hydroélectricité, biomasse, énergie éolienne, énergie thermique des mers (M. J. VALEMBOIS),
- autres ressources : géothermie, énergie marémotrice (M. J. JONON).

3 - Techniques de conversion de l'énergie

- combustibles fossiles (M. J.-C. BALACEANU),
- nucléaire (M. M. RAPIN),
- énergies renouvelables (M. H. DURAND).

4 - La gestion de l'énergie

- transport de l'énergie (M. N.-Y. COJAN),
- stockage de l'énergie (M. C. BIENVENU),
- utilisation de l'énergie : techniques utilisées dans les différents secteurs (industriel, agricole, résidentiel, transport...) (M. P. MAILLET),
- les flux énergétiques : transformation des différentes formes d'énergie primaires en énergie thermique, mécanique, électrique ou chimique (M. P. MAILLET).

5 - Comparaison économique et prospective

- coûts énergétiques actuels comparés (M. J. CARRIE),
- les choix économiques en matière d'énergie - Problèmes et méthodes (M. J.-R. FRISCH),
- équilibres besoins-ressources : perspectives mondiales et françaises (M. T. MASNOU),
- panorama global des recherches entreprises dans le domaine énergétique et analyse de leurs possibilités d'impact (M. J. MONTET).

(Suite page VIII).

NOUVEAUX TEXTES DE CONFERENCES DISPONIBLES A LA SEE
(réservés aux membres de la SEE)

28 septembre 1978 à Gif-sur-Yvette - UTILISATION DE L'INFORMATIQUE POUR L'ETUDE DES LIGNES AERIENNES ET LA CONCEPTION DE LEURS ELEMENTS CONSTITUTIFS.		
78.757	Les moyens utilisés en Allemagne, par M. LUPBERGER (Bayernwerk) (nouveau texte).	20 F
14 décembre 1978 à Gif-sur-Yvette - LES OSCILLATEURS A QUARTZ.		
78.828	Oscillateur multimode à ondes de surface, par MM. LANTZ et SALSET (CNAM).	20 F
25 avril 1979 à Gif-sur-Yvette - CALCULS DE PROPAGATION ET DIFFRACTION PAR LA METHODE DES ELEMENTS FINIS.		
79.973	Problèmes numériques et informatiques liés à l'implémentation de programmes d'éléments finis, par M. PERRONNET (IRIA).	20 F
26 avril 1979 à Paris - ELECTRODES VOLUMIQUES DISPERSEES, EN LIT FIXE, EN LIT FLUIDISE, EN CIRCULATION.		
79.981	Applications de l'électrode dispersée aux réactions organiques, électrosynthèse : traitement des effluents, par M. DONIAT (SORAPEC).	20 F
79.982	Utilisation d'électrodes non consolidées dans les piles et accumulateurs. Cas de l'électrode de zinc en circulation, par M. POMPON (CGE).	20 F
9 mai 1979 à Gif-sur-Yvette - SYSTEMES DE COMMUNICATION AUDIOVISUELLE GRAND PUBLIC.		
79.1015	Extrait du rapport du groupe de travail sur le financement du cinéma institué par le Secrétaire d'Etat à la Culture.	25 F
11 mai 1979 à Bordeaux - PROBLEMES ACTUELS DES ISOLANTS EN ELECTROTECHNIQUE		
79.1025	Progrès et perspectives d'évolution dans le domaine des isolants utilisés en électrotechnique par M. FOURNIE (EDF).	15 F
22 et 23 mai 1979 à Toulouse - APPLICATION DE L'ELECTRICITE DANS LES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES.		
79.1032	Electricité et industries agroalimentaires. Quelques perspectives, par M. BOUCHET (EDF).	10 F
79.1044	Les critères de choix des techniques d'automatisme dans les industries laitières, par M. LEBLANC (Télémécanique).	20 F
1^{er} juin 1979 à Grenoble - CHAUFFAGE PAR INDUCTION : recherches et développements.		
79.985	Ensemble des conférences, 88 pages.	50 F
5 juin 1979 à Issy-les-Moulineaux - ETAT DE L'ART DANS LE DOMAINE DE L'OPTIQUE INTEGREE.		
79.1106	Propagation dans les guides, par M. ARNAULT (Faculté de Limoges).	5 F
79.1110	Détecteurs, par MM. BELMAS et BRILMAN (CGE).	5 F
7 et 8 juin 1979 à Gif-sur-Yvette - CONTACTS ELECTRIQUES.		
79.1047	Résumé de l'ensemble des exposés, 33 pages.	25 F
20 juin 1979 à Gif-sur-Yvette - ANTIOPE ET TELETETEL.		
79.1067	Les projets étrangers, par M. LALANDE (DGT. DAI).	15 F
79.1070	Le magazine ANTIOPE Bourse, par M. NOEL (CSAG).	15 F
79.1072	Les services ANTIOPE compatibles TV, par M. ANGUERRA (FR3).	5 F
21 et 22 juin 1979 à Nancy - LES MOTEURS PAS A PAS.		
	Fascicule complet à commander à : L.E.E.A. - E.N.S.E.M. - 2, rue de la Citadelle - 54011 NANCY CEDEX - Tél : (33) 36.39.01.	100 F
27 et 28 juin 1979 à Lille - PROBLEMES DE POLARISATION ET DE COUPLAGE DES ANTENNES.		
79.1079	Les problèmes de polarisation dans les systèmes d'alimentation périscopique des antennes terriennes de télécommunication spatiale à réutilisation de fréquences, par M. AUBRY (Thomson-CSF).	15 F
79.1080	Caractéristiques de rayonnement des antennes à sources primaires multiéléments. Couplage entre éléments, rayonnement en polarisation croisée, par MM. ROUSSELET, NEYRET et VIDAL ST-ANDRE (Thomson-CSF).	10 F
79.1084	Couplage de sources petites par rapport à la longueur d'onde. Applications à la super-directivité, par M. DUBOST (Université de Rennes).	15 F

27 juin 1979 à Gif-sur-Yvette - LES COMPOSANTS A USAGE SPECIFIQUE DANS LES DIVERS DOMAINES DE L'ELECTRONIQUE.

79.1094	Contraintes particulières d'utilisation des composants dans les équipements aéronautiques, par M. BLANCHET (EMD).	5 F
79.1095	Fabrication et sélection des composants haute fiabilité pour systèmes téléphoniques sous-marins, par MM. PESTIE, CAMPAGNE et RENAUD (CIT-ALCATEL).	20 F
79.1097	Composants pour usage spatial, par M. ARCISZEWSKI (CNES).	25 F
79.1098	Contraintes susceptibles d'affecter les composants électroniques dans les postes du réseau de transport d'énergie à l'EDF, par M. MASSELOT (EDF).	10 F
79.1100	Les composants pour l'automobile, par M. POMMEREAU (Thomson-CSF).	10 F
79.1101	Les contraintes applicables aux composants dans le milieu ferroviaire, par M. THURIN (RATP).	10 F

20 septembre 1979 à Issy-les-Moulineaux - LES PLASMAS EN ELECTRONIQUE.

79.1116	Visualisation par panneaux à plasmas, par M. DESCHAMPS (SESCOSEM).	25 F
---------	--	------

19 octobre 1979 à Gif-sur-Yvette - ROLE DE L'ELECTRICITE DANS LES ECONOMIES D'ENERGIE.

79.1134	Introduction : L'Electricité, facteur d'économie d'énergie et de matières, par M. BOUCHET (EDF).	15 F
79.1141	La concentration par évaporation à recompression mécanique des buées dans le secteur laitier, par M. J. HUCHON (EDF).	20 F

9 mars 1977 - APPLICATIONS NOUVELLES DES TRANSISTORS DE PUISSANCE.

9902	Fascicule rassemblant l'ensemble des conférences.	30 F
------	---	------

2 et 3 juin 1977 - STOCKAGE DE L'ENERGIE ET ELECTRICITE.

9903	Fascicule rassemblant l'ensemble des conférences.	30 F
------	---	------

17 et 18 novembre 1977 - BRUITS DES MATERIELS ELECTRIQUES.

9904	Fascicule rassemblant l'ensemble des conférences.	60 F
------	---	------

2 et 3 février 1978 - LES METHODES MODERNES D'ETUDES ET DE REALISATIONS DES AUTOMATISMES.

9905	Fascicule rassemblant l'ensemble des conférences.	80 F
------	---	------

CONGRES DE TOULOUSE - du 2 au 6 octobre 1979.

	La sûreté des systèmes électriques et électroniques. Actes du congrès y compris discussions.	250 F
--	--	-------

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 avertir 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 vitae.

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.234 — Ingénieur diplômé ESME, célibataire, 49 ans, pratiquant anglais, espagnol, allemand et un peu de portugais. Expérience en électronique grand public, export et fabrication en Afrique du Nord, technico-commercial, statistiques, contrôle de qualité, fiabilité et maintenance prévisionnelle, gestion de service technique et préparation des plans à 5 ans, ayant travaillé dans des sociétés multinationales européennes et américaines, recherche poste région parisienne, avec possibilité de missions à l'étranger, d'ingénieur-conseil auprès d'organismes officiels ou industriels, éventuellement secteur bancaire.

D.235 — Ingénieur ESE et licencié ès-sciences mathématiques. 51 ans. Expérience construction électrique, installation et ingénierie de systèmes automatisés dans le domaine aéronautique, naval, métallurgie, pompage et traitement des eaux, ozone notamment contre pollution, direction bureau d'études et chantier avec larges responsabilités engineering. Facilités d'adaptation et excellentes références. Cherche poste chef de service ou ingénieur en chef dans région parisienne, ou travaux d'études à domicile.

ANNONCES

La demi-journée d'études : APPLICATIONS DE LA LUMIERE COHERENTE A BAS NIVEAU organisée par la Section 21, qui était prévue pour le 22 novembre 1979, est reportée à une date ultérieure.

Membre SEE désire céder gratuitement collection du Bulletin SFE et numéros RGE depuis 1932 (quelques exemplaires manquants). Prendre contact avec M. CAPELLE. Tél. : 328.06.71 (de préférence aux heures des repas).

MERCREDI 30 JANVIER 1980

GIF-SUR-YVETTE
S.E.E. - Section **23**
et Section **25**

Journée d'études organisée par :

- SEE - Section 23 (Radiodétection - Localisation - Navigation - Radioastronomie - Espace).
Président : M. FOMBONNE.
- Section 25 (Ondes et Signaux).
Président : M. BOLOMEY.

RECONNAISSANCE DES FORMES ET SIGNATURES RADAR

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. le Professeur GRIVET (Membre de l'Institut).

- Etude du nombre de points brillants nécessaires pour représenter correctement une structure complexe, par MM. CHASSAY, SAILLARD (Université de Rennes).
- Etude de la S.E.R. à l'infini d'un système modélisé par un ensemble de points brillants, par MM. CHASSAY, SAILLARD (Université de Rennes).
- Etude de la signature des cibles radar, par M. LAUNAY (Université de Rennes).
- Reconnaissance des formes à l'aide du radar classique, par M. MEVEL (Université de Rennes).
- Synthèse tomographique appliquée au radar (S.T.A.R.), par MM. LE CHEVALIER, FUGIER-GARREL (ONERA).
- Holographie électromagnétique, par M. POUIT (ONERA).
- Imagerie acoustique par réseaux lacunaires, par MM. BLANCHARD, BODIANSKY (ONERA).
- Reconstruction d'obstacles métalliques de forme simple, par M. TABBARA (ESE).
- Tentative d'identification et de classification des véhicules routiers par traitement des signaux acoustiques rayonnés, par MM. ESCUDIE (ICPI), et PACHIAUDI (IRP).

MERCREDI 30 JANVIER 1980

GIF-SUR-YVETTE
et Section **23**
S.E.E. - Section **25**

Journée d'études

RECONNAISSANCE DES FORMES ET SIGNATURES RADAR

BULLETIN D'INSCRIPTION

à retourner avant le 23 janvier 1980 à :

SOCIÉTÉ DES ÉLECTRICIENS, DES ÉLECTRONICIENS ET DES RADIOÉLECTRICIENS (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 JOURNÉE D'ÉTUDES du 30 janvier 1980 et vous envoie ci-joint la somme de :

- 100 F pour les membres SEE : (membre n°) (*) { — par chèque bancaire à l'ordre de la SEE (*)
- 150 F pour les non-membres (*) { — par CCP à l'ordre de la SEE Paris 170-28 P (*)

comprenant les frais de déjeuner au restaurant de l'ESE.

Date :

Signature :

NOTA : Pour les universitaires et assimilés, les frais de participation sont de :

- 50 F pour les membres SEE : membre n° (*)
- 100 F pour les non-membres (*)

(*) Rayer les mentions inutiles.

SEE/VII

Sessions spécialisées

- le nouveau pétrole : exploitation des gisements marins et évolution des techniques de récupération (M. F. BERNARD),
- les techniques de raffinage : évolution en fonction des buts et produits à fournir (M. J. FEBVAY),
- la conversion du charbon : gazéification et liquéfaction (M. G. DELANNOY),
- les filières nucléaires de l'avenir (M. M. ROZENHOLC),
- l'hydrogène dans le secteur énergétique (M. M. MAGNIEN),
- les photopiles : perspectives des différentes filières (M. M. CLAVERIE),
- la fusion thermonucléaire (M. M. TROCHERIS),
- la production mixte de chaleur et d'électricité et son utilisation (M. P. CHAVANCE),
- les économies d'énergie (M. D. MAILLARD),
- énergie et environnement (M. A. DEJOU).

Pour tous renseignements et pour obtenir le programme détaillé du cycle, s'adresser à la Direction des Etudes de l'Ecole Supérieure d'Electricité (Plateau du Moulon - 91190 GIF-SUR-YVETTE - Tél. : 941.80.40).

JEUDI 13 et VENDREDI 14 DECEMBRE 1979

PARIS (Porte de Versailles)

APPLICATIONS DE L'AUTOMATISME A L'INDUSTRIE

Placé sous le haut patronage de M. André GIRAUD, Ministre de l'Industrie.

JEUDI

Les systèmes d'automatisation.
Dispositifs de commandes et d'automatisation des machines.

VENDREDI

Automatisation au service des moyennes entreprises et des petites industries.
Prospectives et synthèse.

Renseignements et inscriptions au Secrétariat du colloque INTER EQUIPELEC, 13, rue Hamelin - 75783 PARIS CEDEX 16 - Tél. : 505.14.27.

DU 24 AU 28 MARS 1980

STUTTGART

EUROCON ' 80

For Electronics to Microelectronics.

— Trends and Applications —

- Technology.
- Telecommunication and Data Processing.
- Electrical Power Systems and Control.
- Medicine, Radio, TV and Consumer Products.
- Social impacts. Technology Transfer.

Résumé du programme sur demande à S.E.E. - 48, rue de la Procession - 75724 PARIS CEDEX 15.

Renseignements et programme complet auprès de :

Chairman EUROCON'80
Professor Dr Walter E. PROEBSTER
I.B.M. DEUTSCHLAND GMBH
Postfach 80 08 80
D-7000 STUTTGART 80 (Germany West).

DU 1^{er} AU 5 JUIN 1981

CIRED 1981

BRIGHTON (Angleterre)

6^e Congrès International des Réseaux Electriques de Distribution

Les sujets préférentiels suivants ont été sélectionnés :

- 1 - Etudes et planification des réseaux publics de distribution.
- 2 - Etude et planification des réseaux industriels.
- 3 - Perturbations dans les réseaux et protection.
- 4 - Câbles et lignes aériennes.
- 5 - Equipement des sous-stations.
- 6 - Exploitation et commande des réseaux publics de distribution.

Les propositions de communications doivent être adressées avant le 10 janvier 1980 à :

Comité National Français du C.I.R.E.D.
c/o S.E.E. - 48, rue de la Procession - 75724 PARIS CEDEX 15.

Renseignements auprès de M. TELLIER, Tél. : 775.44.44.

Quelques exemplaires de la « CIRCULAIRE D'INFORMATION ET D'APPEL AUX AUTEURS » peuvent être fournis sur demande à la S.E.E.