

l'onde électrique

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

● L'électronique professionnelle française se porte bien ● Rhône-Poulenc, un autre géant de l'électronique ● Tektronix s'impose sur le marché des oscilloscopes rapides ● Les Anglais tiennent salon à Paris ●

Choisissez vos composants pour vos liaisons optiques.

Étude comparative de systèmes asservis.

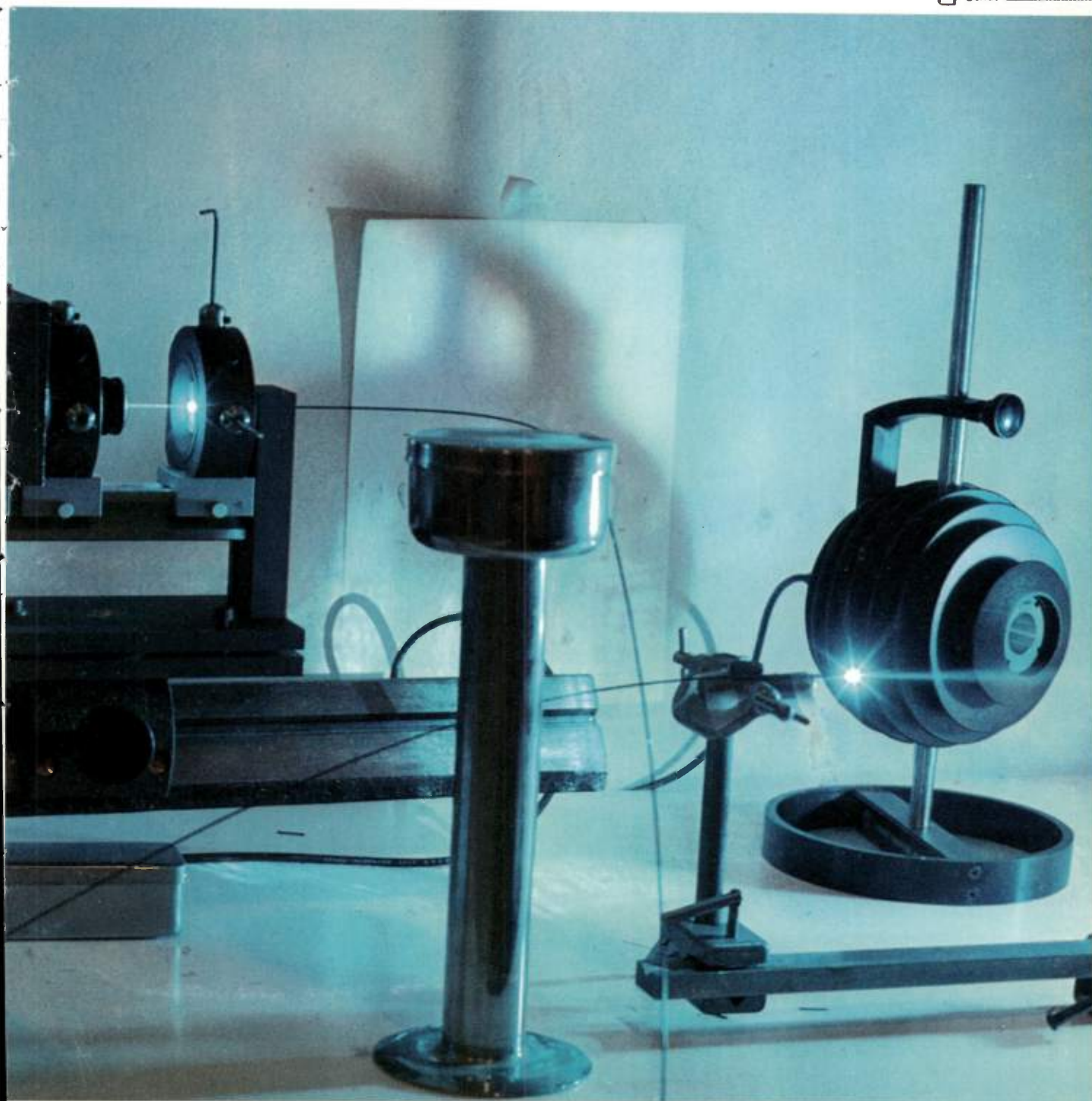
Connecteurs pour fibres optiques avec pertes inférieures à 0,5 dB.

LOCATION:

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

RETENTION:

- ☐ Current year only
- ☐ Other



Le générateur qui manquait... le SMS.



**Utilisant les techniques modernes de synthèse associées
au microprocesseur, le générateur SMS vous offre :**

Simplicité et rapidité d'utilisation

- Affichage numérique et simultané de tous les paramètres
- Large gamme de fréquences 0,4 - 520 MHz (1040 MHz en option)
- Modulation AM-FM-ΦM
- Niveau + 13 dBm - 137 dBm résolution 0,1 dB affiché en μV - mV - dB μV ou dBm
- Grande variation continue de 10 dB (facilitant le réglage des silencieux)
- 3 réglages complets peuvent être mis en mémoire.
- Programmation IEC de toutes les fonctions

Cet appareil est proposé à un prix de base de 31 000 francs.

Options proposées :

- | | | | |
|---------------------------|--------------|---------------------------|--------------|
| • Pilote haute stabilité | F 2 277 H.T. | • Fréquence 1,04 GHz | F 4 807 H.T. |
| • Protection de la sortie | F 1 138 H.T. | • Programmation IEC - BUS | F 1 138 H.T. |

Prix au 1/79

Toutes ces options sont intégrables ultérieurement.

— Pour tous renseignements complémentaires nous contacter aux adresses ci-dessous :

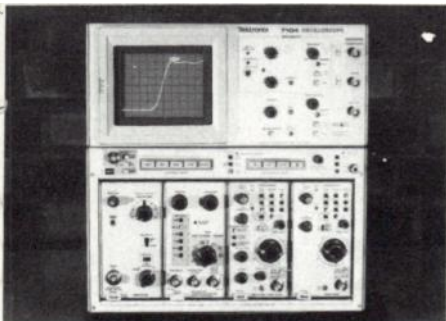


ROHDE & SCHWARZ

SIEGE : 45-46, place de la Loire - Silic 190 - 94563 Rungis Cédex - Tél. : 687.25.06 - Télex 204477
AGENCES RÉGIONALES : 111, rue Masséna - 69006 Lyon - Télex : 900869 - Tél. : (78) 52.33.91
9, rue de Suède - 35000 Rennes - Tél. : (99) 51.97.00



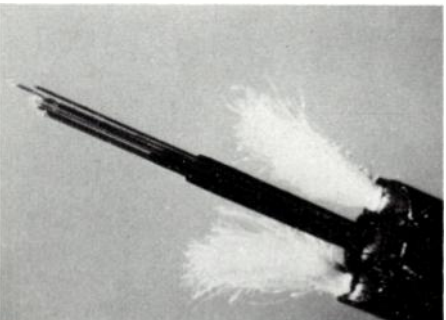
Pont automatique RLC
page 7



Oscilloscope 1 GHz en temps réel
page 11



Ordinateur géant
page 12



1979 : année des fibres optiques
page 15

5 Événement:

- L'électronique professionnelle se porte bien.
- GenRad propose une nouvelle génération de ponts automatiques RLC.
- Rhône-Poulenc, l'autre « géant » de l'électronique.
- Geveke « démocratise » les terminaux à écran.
- Tektronix s'impose sur le marché des oscilloscopes rapides.
- Des ordinateurs de plus en plus gros.

15 œ actualités

1979, année des fibres optiques : choisissez vos composants pour vos liaisons.

31 Les nouveautés de l'Onde Électrique.

Systèmes asservis:

- 41 Systèmes asservis d'ordre 1/2, 1, 3/2 : une étude comparative aide à les choisir, par *A. Oustaloup*.

Traitement numérique:

- 48 Inversion numérique de la transformée de Laplace : application à l'analyse transitoire de réseaux, par *A. Mesquita, S. Geronimi, C. Vidallon et F. Durbin*.

Fibres optiques:

- 56 ● Connecteurs pour monofibres optiques : une solution originale assure des pertes inférieures à 0,5 dB, par *C. Malsot et J. Bouygues*.
- 59 ● Intérêt des monofibres optiques dans la pratique médicale, par *J.-M. Brunetaud, M. Berjot, A. Enger et Y. Moschetto*.

Fiabilité:

- 60 Essais de contacts électriques. Endurance — Méthodologie — Fiabilité, par *M. Debierne*.

Fiabilité et maintenabilité:

- 63 Analyse de l'évolution des concepts de fiabilité et maintenabilité, par *M. B. Kline, R. L. Masten, J. Di Pasquale et T. A. Hamilton*.

L'Onde Électrique vous donne rendez-vous au

Salon des Composants

PARIS, 2-7 AVRIL 1979

Section « Presse », stand P18

l'onde électrique

contents

february 1979

15 1979: the optical fibers year

Locking systems

- 41 Comparative study of $1/2$, 1 , $3/2$ and second order feedback control systems, by *A. Oustaloup*.

Digital processing

- 48 Transient circuit analysis by numerical inversion of Laplace Transform, by *A. Mesquita, S. Geronimi, C. Vidallon and F. Durbin*.

Optical fibers

- 56 • Optical fiber « indoor » connector, by *C. Malsot and J. Bouygues*.
- 59 • Optical fibers in medical and bioengineering activities, by *J.-M. Brunetaud, M. Berjot, A. Enger and Y. Moschetto*.

Reliability

- 60 Electric contact testing : Endurance — Methodology — Reliability, by *M. Debiegne*.

Reliability and maintainability

- 63 An analysis of the evolution of the reliability and maintainability disciplines, by *M. B. Kline, R. L. Masten, J. Di Pasquale and T. A. Hamilton (In english)*.



Point de départ de nouveaux marchés.

salon international des
**composants
électroniques 79**

PARIS

2 au 7 avril
Porte de Versailles de 9h à 18h

Tous les composants électroniques
+ appareils de mesure,
matériaux et produits
+ équipements et méthodes
pour la fabrication et
la mise en œuvre des composants.

Invitation sur simple demande
S.D.S.A. 20, rue Hamelin
F 75116 Paris
Tél. 505.13.17 - Télex 630.400 F

l'onde électrique

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.

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 Meachan Ave., Elmont, N.Y. 11003.

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

PUBLICITÉ

Chef de Publicité : Alain BUISSON.
Tél. : 329.21.60.

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.



POINT DE VUE

Import-export

« Les succès remportés à l'exportation devraient permettre à l'industrie française de la mesure de reconquérir le marché national » telle est la conclusion exprimée par *M. Casalis*, président du *Syname (Syndicat National de la Mesure Électrique et Électronique)*, à la conférence de presse qu'il a tenue récemment à Paris; le jour même où une délégation syndicale des cadres de cette profession était reçue au Ministère de l'Industrie pour exposer les problèmes de ce secteur d'activité qui, « malgré sa dimension internationale, est vouée à l'abandon national, risquant par là même de mettre notre pays en situation de dépendance », selon les termes de cette délégation.

Une situation de dépendance chaque jour confirmée par la pénétration de plus en plus forte de matériels étrangers et, plus particulièrement, nord-américains. Situation dénoncée comme étant due au fait que cette « profession manque un tantinet de dynamisme et fondamentalement de sang neuf ».

Alors, bien sûr, il y a des chiffres à l'exportation qui marquent un réel succès en dehors de nos frontières. Il y a également le niveau de la balance import/export qui montre un quasi-équilibre (couverture de 80 à 95%). Il y a encore les tentatives timides de concertation entre certaines firmes tendant à s'affirmer par l'innovation technologique sur le plan national. Il y a aussi que le temps où les dépôts de bilan s'accumulaient est quasiment révolu.

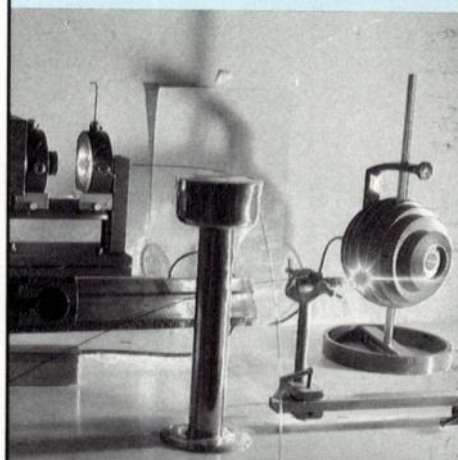
Mais ces quelques éclaircies ne doivent pas faire oublier que bon nombre de constructeurs, et non des moindres, doivent recourir à l'importation et la représentation, en France, de produits étrangers, pour survivre et que, malgré les aides de l'État, et la très *légitime* préférence marquée par l'Administration pour la production nationale, l'industrie française de la mesure subit les assauts continus de la concurrence étrangère.

Alors suffit-il de se satisfaire d'un bilan à l'exportation pour entrevoir la reconquête d'un marché national? Le terme « reconquête » impliquant que ce marché ait été réellement perdu. Pas pour tout le monde...

G. S.

Sur notre couverture :

TRANSFERT D'ÉNERGIE SUR FIBRES OPTIQUES



FIBROPSIL

Un verre de silice extra pur
et une gamme complète
de fibres optiques
de fabrication française.

Maintenant couramment utilisées pour la transmission de données jusqu'à 30 Mbits x 1 Km les macro fibres FIBROPSIL offrent certaines caractéristiques permettant des utilisations dans divers domaines :

MÉDICAL

Endoscopie à laser pour coagulation
Scalpel optique
Bronchoscope laser à fibre optique
Détection tumeurs cancéreuses

INDUSTRIEL

Déclenchement optique de thyristors
Pyrométrie optique à distance
Remplacement de faisceaux pour transfert de lumière
Capteurs optiques

RECHERCHE

Spectrophotométrie — Photométrie

GRAND PUBLIC

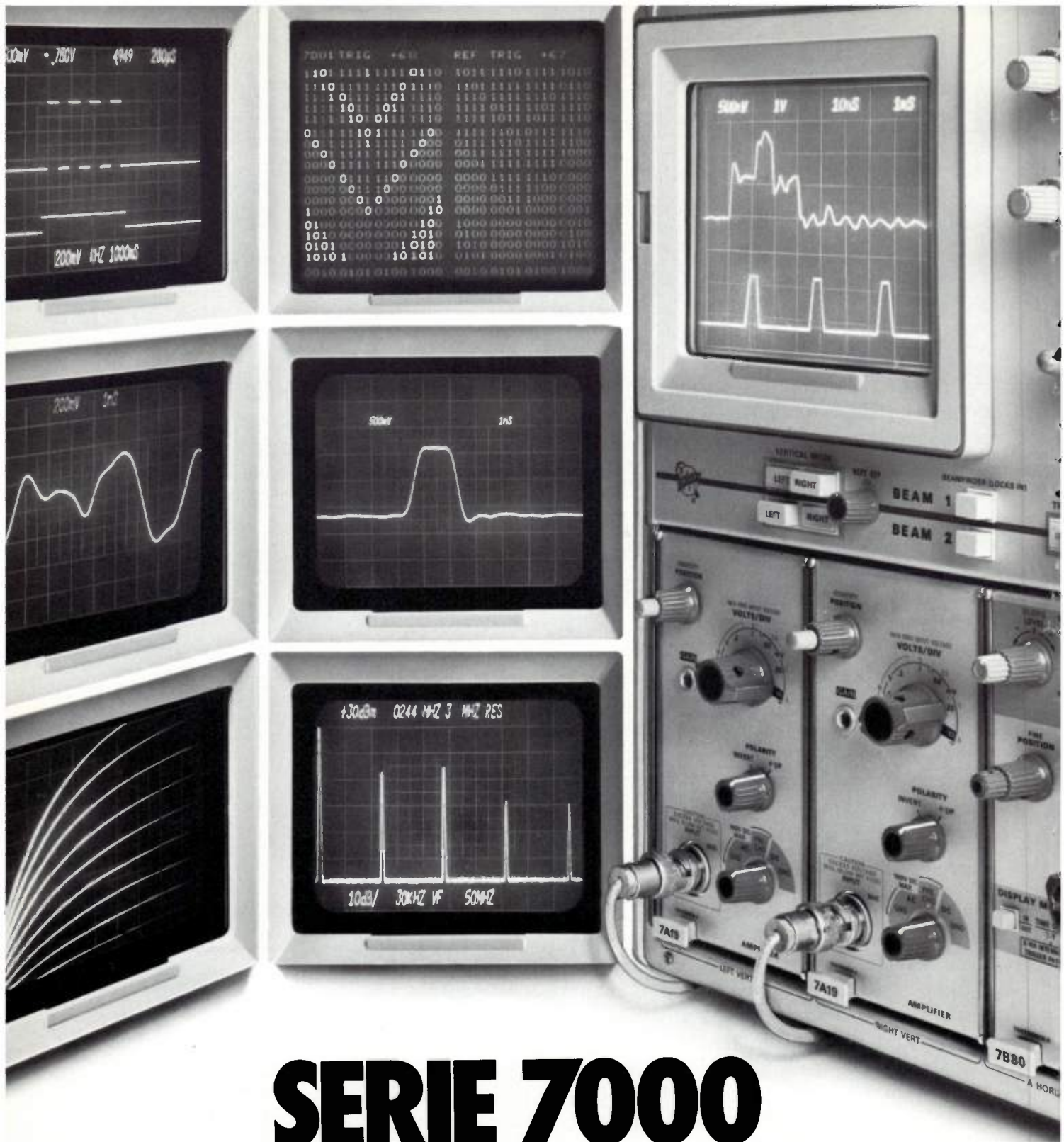
Shows laser

Demander le dernier catalogue à :



**quartz
& silice**
DIVISION FIBRES OPTIQUES

Avenue du 11 Novembre
45300 PITHIVIERS FRANCE
Tél. : (38) 30.20.01 - Télex 780377 F



SERIE 7000 LA GAMME A L'INFINI.

Avec un oscilloscope de la série 7000, vous investissez dans la technique à son plus haut niveau. Quel que soit votre domaine d'activité, systèmes numériques, télécommunications, physique appliquée, vous optimisez votre système de mesures grâce à une gamme très complète de tiroirs amplificateurs, bases de temps,

analyseurs de spectres, traceurs de caractéristiques, échantillonneurs, analyseurs logiques...

La série 7000 : ce sont des performances incomparables mais elle représente surtout des possibilités d'extension à l'infini, vous assurant de posséder demain, un système adapté aux développements croissants de la mesure.

Tektronix®

LA REFERENCE EN MESURE ELECTRONIQUE

Service lecteur : n° 2006

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

L'électronique professionnelle française se porte bien. Merci !

Le Syndicat des Industries de Matériel Professionnel Electronique et Radioélectrique (SPER) vient de faire connaître les résultats provisoires pour 1978 de cette profession : le chiffre d'affaires hors taxes s'élève à 9 530 MF dont 4 540 MF ont été réalisés à l'exportation. Les commandes totales enregistrées sont de 13 500 MF, de 7 140 MF pour la Métropole et 6 360 MF à l'exportation (les pays en voie de développement, en particulier). Les effectifs sont en augmentation de 1,5 % depuis quatre ans et s'élèvent à 47 200 personnes parmi lesquelles 14 560 ouvriers, 9 020 employés, 15 640 techniciens et 7 980 ingénieurs.

Ainsi, au cours des trois dernières années, le CA total a progressé de 44 % soit à un taux annuel moyen de 13 %. Pour les exportations, la progression correspondante a été de 67 % pour le CA moyen total et de 19 % pour le taux de croissance annuel moyen.

Pendant la même période, les commandes enregistrées totales ont progressé de 32 %, ce qui correspond à un taux de croissance annuel moyen de 10 % ; à

l'exportation, et pour la même période, les commandes enregistrées ont progressé de 12 % ou à un taux de croissance annuel moyen de 4 %.

Ces chiffres doivent être replacés dans leur contexte : par exemple, il est intéressant de rappeler que la balance commerciale s'avère excellente (556 MF pour 9 mois à l'importation) et que déjà le carnet de commande s'élève, pour 1979, à 22 000 MF ce qui laisse présager un CA encore en progression.

A noter enfin que 25 % du CA total sont investis au titre de la recherche et du développement et qu'en 1978, les Pouvoirs Publics ont accordé des crédits de recherches en vue des exportations. C'est ainsi qu'on peut s'apercevoir que la France se place au second rang (après les USA) des exportateurs de matériels électroniques professionnels sur les marchés extérieurs (exception faite des marchés nationaux des concurrents comme la Grande-Bretagne, l'Allemagne Fédérale, les USA, l'Italie et la Scandinavie).

Électronique en Aquitaine

● M. André Chadeau (délégué à la DATAR) a rappelé les divers projets annoncés en Aquitaine, impliquant la création de plus de 1 500 emplois dans le domaine de l'industrie électrique et électronique. Ainsi Thomson-CSF, déjà implantée dans l'agglomération bordelaise y développera ses activités électroniques. Trois cents emplois y seront créés. I.B.M. France va poursuivre le programme de développement de son usine de Bordeaux. Les effectifs ont déjà augmenté l'an dernier de 160 personnes et 150 emplois doivent être créés à partir de cette année. L'électronique Marcel Dassault va créer près de Bordeaux une unité autonome, de 100 personnes, spécialisée dans les études et le montage de matériels électroniques. De plus, la Société des Avions Marcel Dassault-Bréguet Aviation (qui emploie déjà 2 500 personnes dans la Gironde) créera 100 emplois supplémentaires, dans la communauté urbaine de Bordeaux, d'ici à 1980-1982. De plus Matra va procéder à l'extension de l'établissement implanté à Toulouse, dans le domaine des activités spatiales, 200 personnes supplémentaires seront engagées d'ici 1981. Intertechnique (qui a commencé à développer ses activités de sous-traitance dans la région de Montpellier) va y accroître ses activités en créant 200 emplois d'ici à 1980. Une cinquantaine de personnes seront, en outre, engagées dans un établissement qui sera chargé de coordonner ses activités de sous-traitance. Enfin, Renix Électronique (filiale de Bendix et de la Régie Renault) va créer 450 emplois dans un délai de cinq ans à Toulouse pour la production d'équipements d'électronique automobile.

Art (?) et informatique (suite)...

Mariage entre l'art et l'informatique avec les sérigraphies, œuvres de l'artiste américaine Corita Kent, qui ornent les nouveaux systèmes de gestion D 150 et D 300 de Digital Equipment. Ces systèmes « nouveau style » devraient, selon leur fabricant, mieux s'intégrer dans les bureaux modernes et recevoir un meilleur accueil de la part de ceux qui les utilisent.



Les Anglais tiennent salon à Paris

C'est dans le cadre de la promotion des échanges franco-britanniques que vient de se tenir, dans les somptueux salons de l'Ambassade de Grande-Bretagne, à Paris, à l'initiative du Bureau Commercial de l'Ambassade, de l'Office Britannique du Commerce Extérieur et de la Fédération de l'Industrie Britannique des Composants Electroniques (British Electronic Components Industry Federation, ECIF), la première exposition britannique, sur notre sol, de composants électroniques.

Destinée à permettre aux fabricants d'Outre-Manche de pénétrer plus aisément notre marché national, cette manifestation devait retenir toute l'attention des Pouvoirs Publics, et, notamment, de M. Aigrain, Secrétaire d'état à la Recherche Scientifique. Pour ce faire, de nombreux représentants des sociétés françaises utilisatrices de composants électro-

niques ont été invités à participer à l'exposition qui a réuni vingt-neuf sociétés venues présenter leurs plus récents produits à plus de 400 visiteurs.

L'un des meilleurs moyens que l'ECIF, avec l'appui de l'Office Britannique du commerce extérieur, ait trouvé pour faire connaître les capacités de l'industrie britannique des composants électroniques, consiste à organiser des voyages d'études à l'intention des utilisateurs étrangers.

Le dernier voyage d'étude organisé pour les utilisateurs français a eu lieu en juin 1978 et a regroupé 19 représentants de 12 sociétés françaises utilisatrices de composants.

C'est pour faire suite à ce voyage que l'exposition à l'ambassade de Grande-Bretagne a été organisée.

Pas beaucoup de nouveautés à cette occasion, le but des 29 sociétés exposantes étant surtout de se présenter avec l'ensemble de leurs produits et de prendre contact avec les utilisateurs français. De plus, la plupart des exposants ont participé aux différents salons qui se sont tenus l'an passé et seront présents cette année. ■

Savez-vous que...

● L'Administration des PTT vient de notifier à CGCT la commande d'un central international de type «Metaconta 11 A» commandé par deux calculateurs «3202» pour la ville de Reims. Ce central est le second de ce type en France après celui de Paris-Bagnolet qui sera mis en service l'an prochain. Le central international de Reims comportera, en phase initiale, 7 500 circuits écoulant un trafic de 2 900 erlangs, sa capacité finale étant de 20 000 circuits écoulant un trafic de 8 000 erlangs (200 000 appels à l'heure). Ce centre traitera le trafic de départ vers l'international ainsi que le trafic d'arrivée et de transit international. Le logiciel des centraux de Paris-Bagnolet et de Reims fait l'objet de développements particulièrement importants, non seulement pour les systèmes de signalisation nationale, mais également pour toutes les principales signalisations internationales telle la signalisation CCITT N° 6 à canal sémaphore, introduite pour la première fois en France avec ces centraux.

● Deux nouveaux centraux interurbains de 1000 et 1600 erlangs seront installés à Amiens et Annecy dans les prochains mois. C'est ce qu'annonce LMT qui est chargé par l'Administration de cette installation des centraux de type HT 20, centraux électroniques de transit temporels qui seront donc remis au contrôle en décembre de 1980...

... en contrepartie, c'est CIT-Alcatel qui s'est vue confiée par les PTT la mise en service d'un central de type E12 pour la ville de Caen, ce qui porte à deux centraux de transit temporels de ce type installés en France par la CIT-Alcatel.

● Une filiale de plus pour ITT qui vient d'acquérir L'Orange Company, fabricant allemand de composants et de systèmes à injection pour moteur Diesel. Cette société sera rattachée à SWF une autre filiale allemande du géant multinational ITT.

Instrumentation

Ponts automatiques RLC : GenRad propose une 4^e génération du Digibridge

Téléphonie

Les postes téléphoniques se « microprocessorisent »

Standard Elektrik Kirk A/S, filiale danoise d'International Telephone and Telegraph (ITT), annonce aujourd'hui que la Compagnie du Téléphone du Jutland, JTAS (Danemark), lui a passé commande des premiers postes téléphoniques d'abonnés entièrement numériques. Ces postes s'inscrivent dans le programme d'équipement de JTAS en Système 12 temporel d'ITT, programme qui prévoit l'installation de trois centraux électroniques entièrement numériques au Danemark. Ils seront mis en service sur le réseau de JTAS en 1980-1982. La commande est l'aboutissement de travaux d'étude et d'essai conduits par ITT en collaboration étroite avec JTAS. Les premiers exemplaires du poste numérique MIC ont été expérimentés sur le réseau de JTAS pendant l'année 1978. Ce nouveau poste, de la famille «Digitel 2000», est contrôlé par microprocesseur et comprend un dispositif de codage-décodage MIC. C'est le début d'une nouvelle génération de postes qui offriront des services jusqu'ici inconnus des abonnés normaux, tels que : le numéro de l'abonné demandeur affiché pour tout appel entrant par un dispositif de visualisation incorporé au poste, les numéros des demandeurs des appels entrants enregistrés par une mémoire, pour rappel à la demande, un répondeur téléphonique intégré au poste, etc. ■

Le test automatique, rien que le test automatique. N'est-ce pas un peu la philosophie qui se dégage à la suite de l'annonce faite par GenRad de commercialiser un nouveau pont automatique RLC de la quatrième génération de la série des «Digibridge» ? Il semble que la nature même de ce tout récent produit conduise effectivement à cette définition. Qu'on en juge : le Digibridge RLC type GR 1688, bâti autour d'un microprocesseur, dispose de 254 fréquences de test sélectionnables par clavier. Sa précision est de $\pm 1.10^{-4}$ pour les diélectriques et de 0,02 % pour les capacités.

D'un coût peu élevé (moins de 35 000 F), ce pont est particulièrement destiné aux services de contrôle d'entrée, aux services de contrôle de fabrication, aux services études et évaluation de composants, aux laboratoires études de matériaux diélectriques et à la surveillance des processus de fabrication. Une large gamme de mesure permet de tester un plus grand nombre de composants. $C = 0.001 \text{ pF}$ à $9999,9 \mu\text{F}$, $L = 0.00001 \text{ mH}$ à 9999.9 H , $D = 1 \text{ ppm}$ à 9999 ppm en mode de précision étendue et 0.0001 à 999.9 en mode normal et $Q = 0.0001$ à 999.9 .

Chacune des 254 fréquences de test de 240 Hz à 20 kHz peut être programmée par le clavier et apparaître sur la console de visualisation. Cette nouvelle caractéristique facilite les études de valeur de

composants ou constantes diélectriques en fonction de la fréquence. La sélection facile de fréquences dans une large gamme élimine le besoin de ponts manuels à fréquence variable ou de plusieurs ponts à fréquence fixe.

L'option IEEE 488 comporte une interface IEEE 488 et une sortie pour passeur automatique permettant le raccordement à une variété non limitée d'équipements périphériques tels que passeurs, imprimantes et calculateurs. Toutes les fonctions du clavier peuvent être programmées extérieurement à l'aide du bus IEEE 488.

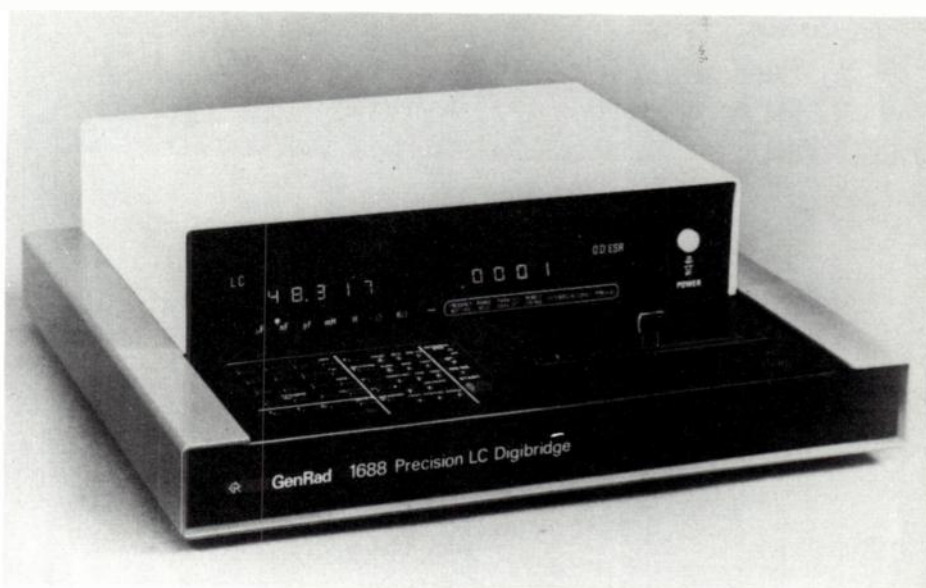
Le porte composant «Kelvin» incorporé permet d'économiser le coût additionnel d'un accessoire de test séparé. Cet accessoire convient aussi bien aux composants axiaux qu'aux composants à sorties radiales. Des câbles d'extension sont disponibles pour permettre le raccordement au montage de mesure de l'utilisateur. Un dispositif de remise à zéro élimine automatiquement les capacités et inductances parasites du porte composant.

Le tri des composants est effectué en 10 catégories de tolérances, aussi bien symétriques ($\pm 1 \%$, $\pm 5 \%$, ...) qu'asymétriques (-20% à 80% , -30% à 10% , etc.). Ces limites peuvent être programmées par le clavier. Le numéro de la catégorie est affiché et des voyants lumineux «GO-NO-GO» signalent que le compo-

sant est accepté ou rejeté, évitant ainsi à l'utilisateur d'interpréter continuellement les résultats de mesure. Il en résulte une plus grande rapidité de contrôles et des tris de composants exempts d'erreur.

Une caractéristique originale de cet appareil est la sélection au moyen du clavier de 4 vitesses différentes de mesure. Des temps de mesure jusqu'à 130 ms permettent une adaptation plus souple à toutes les conditions de test. Trois modes de mesure peuvent être sélectionnés : continu (pour des mesures répétitives), coup à coup et valeur moyenne sur 10 mesures.

Plusieurs autres caractéristiques font du GR 1688 un appareil séduisant : verrouillage du clavier empêchant le changement ou l'annulation des conditions de mesure et des limites pendant l'utilisation ou à l'arrêt, changement automatique de gamme, un affichage à cinq chiffres pour la mesure de L et C, et un affichage à quatre chiffres pour Q, D et ESR, sélection de tensions de mesure à 0.25 V et 1.0 V (circuit ouvert ou tension constante), des contrôles automatiques à la mise en marche de l'appareil effectuant une vérification approfondie



Pont automatique RLC de GenRad
Le test automatique, rien que le test automatique...

des circuits électroniques et de l'étalonnage.

De plus, un mode de fonctionnement en comparateur avec affichage numérique

indique en % les variations de la valeur de composants ou de matériaux par rapport à la valeur de départ ou par rapport à une valeur nominale.

Semiconducteurs

Rhône-Poulenc : un autre « géant » de l'électronique

Rhône-Poulenc est engagée dans une importante diversification vers la production de *matériaux pour électronique*, a rappelé le 12 janvier M. Jean Gandois (vice-président directeur général), en présentant à la presse la filiale commune du groupe avec le Commissariat à l'Énergie Atomique. La dénomination de Crismatec SA a été préférée à celle de Cristaltec Industrie initialement envisagée. Dotée d'un capital d'un million de F, la nouvelle société se consacrera à la recherche, au développement, à la production et la commercialisation de monocristaux sous forme de lingots ou de tranches de différents composés du gallium et du lithium. En un premier temps, l'effort portera sur les grenats de gallium et gadolinium nécessaires à la fabrication des mémoires à bulles magnétiques pour ordinateurs.

L'unité de production que Crismatec va implanter en France et dont le démarrage aura lieu courant 1980, devrait satisfaire près de 10 % des besoins du marché mondial de grenats gallium-gadolinium dans quelques années. L'usine nécessitera un plan d'investissements de l'ordre de 60 millions de F d'ici à 1983, elle devrait employer en 1982/83 une centaine de personnes et son chiffre d'affaires

pourrait atteindre 100 millions de F vers 1983/84. Un atelier pilote, situé dans l'enceinte du Centre d'Études Nucléaires de Grenoble, a été mis en service en janvier dernier, pour une durée de 15 mois. Il permettra de définir les conditions techniques et économiques de fonctionnement de la future unité.

Rhône-Poulenc rappelle, à ce sujet, que ses ventes dans le secteur électronique ont avoisiné 300 millions de F en 1977. Le groupe fabrique et commercialise des composés de haute pureté et tout particulièrement ceux de terres rares pour lesquels il occupe une position dominante mondiale. Ces produits sont employés dans des domaines aussi variés que les luminophores, pour TV couleur ou l'éclairage fluorescent, les ferrites, les aimants permanents, les céramiques électroniques... Il fabrique également et vend à l'industrie électronique des réactifs de haute pureté : solvants, produits de dopage, d'attaque ou d'épitaixie du silicium. Sa filiale Pyral est le seul fournisseur national de médias magnétiques pour l'information (bandes, disk-packs, floppy-disks) et le grand public (bandes, cassettes, rubans pour cartes de péage). Le groupe a entrepris la

En bref...

• Le C.E.A. annonce la signature d'un protocole d'accord avec le CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) dans le domaine des circuits intégrés. L'objet en est de coordonner certains des travaux consacrés aux recherches dans le domaine de la technologie des circuits intégrés silicium en vue de la très haute intégration. Une vingtaine d'équipes du CNRS et de ses laboratoires associés harmoniseront leurs programmes et leurs moyens matériels avec ceux du laboratoire de micro-électronique du LETI (Grenoble). En outre, le CEA a été autorisé, par décret, à prendre une participation de 50 % dans la société civile CREGU (Centre de recherches sur la géologie de l'uranium) dotée d'un capital de 100 000 F.

• CIL-Alcatel s'apprête à consacrer 14 millions de dollars dans l'acquisition de la compagnie Friden Mailing Equipment (San Francisco), qui a réalisé l'année dernière 28 millions de dollars de ventes dans le domaine du traitement du courrier. La compagnie américaine emploie environ 700 personnes à Hayward (Californie) et Reno (Nevada). Elle était un des derniers éléments du groupe Friden (dont l'essentiel des activités a été repris par Singer).

• Philips signale que sa filiale Portenseigne et la division électro-acoustique de la société Philips Industrielle et Commerciale ont regroupé, à compter du 1^{er} janvier 1979, au sein de Portenseigne SA, leurs activités : alarme et sécurité, ambiance programmée, antennes individuelles, collectives, communautaires, audiocommunication, audiovisuel et cinéma. En outre, c'est M. Yves Tourel qui assurera la direction générale.

ISC TÉLÉCOMMUNICATION ET OPTIQUE

La garantie d'une technologie

CERMETEK

- ☐ filtres pour détecteur DTMF
- ☐ filtres pour modem FSK
- ☐ modems FSK hybrides

CML

- ☐ détection de fréquences
- ☐ générateur de tonalités intégré
- ☐ appel sélectif 3 et 5 tons intégrés
- ☐ modem Delta monolithiques

ESC

- ☐ lignes à retard programmables
- ☐ lignes à retard DIL
- ☐ filtres pour télécommunications

TELARIS

- ☐ encodeurs DTMF hybrides
- ☐ décodeurs DTMF hybrides
- ☐ clavier

ELTEC

- ☐ détecteurs infrarouge Tali
- ☐ adapteurs d'impédance
- ☐ résistances très fortes valeurs

I.R.I.

- ☐ détecteurs Si - PbS - PbSe
- ☐ filtres optiques
- ☐ senseurs monochromatiques

MARLOW INDUSTRIES

- ☐ batteries Peltier
- ☐ stabilisateurs de température
- ☐ refroidisseurs intégrés

OPTO - ÉLECTRONICS INC

- ☐ détecteurs infrarouge
- ☐ réseaux de détecteurs
- ☐ micromètre - photodiodes

TRANSISTORS — DIODES — CIRCUITS INTÉGRÉS
OPTO-ÉLECTRONIQUE — RÉSISTANCES — CONDENSATEURS

Tous les composants courants des plus grands fabricants

Consultez notre Département DISTRIBUTION

ISC

27, rue Yves-Kermen, 92100 BOULOGNE
Tél. : 604.52.75 - Télex 250.030

(suite de la p. 7)

mise en œuvre d'un plan de développement des matériaux pour usage électronique portant notamment sur les productions suivantes :

● Une source de gallium en France. Un accord passé avec le groupe PUK donne à Rhône-Poulenc la disposition des liqueurs d'aluminate de sodium traitées dans l'usine de Salindres (Gard) pour en extraire le gallium contenu. Cette extraction est réalisée grâce à un procédé original breveté non polluant inspiré de celui mis en œuvre pour l'extraction des terres rares. Un gros atelier pilote sera mis en route pour la fin 1979.

● Une production de matériaux monocristallins (création de Crismatec).

● Des produits chimiques pour circuits imprimés ou pour la microélectronique. Une gamme de produits destinés à remédier à la carence française (et parfois européenne) est actuellement à l'étude en tirant parti de l'expérience acquise dans d'autres domaines soit de la division Chimie fine, notamment pour le cuivrage chimique ou électrolytique, soit de la division Films et sa filiale Rhône-Poulenc Graphic.

● Des résines thermostables. Rhône-Poulenc a mis au point la fabrication de résines de type polyimides conservant leurs propriétés à température élevée. Elles trouvent des applications intéressantes comme supports pour la fabrication de circuits imprimés et pour l'encapsulation de composants actifs de puissance. L'un de ces produits est homologué par l'armée américaine. Ces applications dans l'électronique commencent à se développer rapidement, un atelier pilote devrait être construit sous peu. D'autres produits et matériaux sont actuellement à l'étude et suivront en fonction des nécessités du marché.

Ce plan de développement, qui doit permettre la création de quelque 200 emplois, nécessitera l'investissement de plus de 100 millions de F en cinq ans. ■

● A propos de radars de navigation... L'Électronique Marcel Dassault (EMD) fait savoir que, contrairement à une information publiée dans *L'Onde Electrique* de novembre 1978, elle met actuellement au point le radar Doppler de navigation qui équipera les hélicoptères Puma et Gazelle de l'Armée française (ALAT). Ce radar RDN 80 est une version francisée du radar Doppler Decca 80. Il représente une nouvelle génération de radar Doppler de navigation et se caractérise par ses performances élevées, son faible encombrement et son coût réduit. Ce nouveau contrat permet à Decca et EMD de poursuivre une longue coopération qui avait débuté par l'acquisition de la licence du radar Doppler Decca 72 par l'EMD et de son adaptation française sous le nom de RDN 72. Le RDN 72 a été produit à plus de 600 exemplaires pour la France et l'exportation.

Périphériques

Geveke « démocratise » les terminaux à écran

Filiale du groupe néerlandais SHV, Geveke vient d'annoncer, en même temps qu'elle rendait compte de son bilan d'activité pour 1978, la commercialisation en France d'un terminal de visualisation fabriqué par Hazeltine et proposé à moins de 4 000 F (3 615 F en OEM par 100 unités).

Objectifs atteints

Pour l'exercice 1978 le chiffre d'affaires de Geveke Electronique atteint 24,1 MF (TTC), soit 20,5 MF (HT)

Par ailleurs, le rythme actuel de livraison en se reportant aux derniers mois de novembre et décembre avoisine 200 terminaux livrés par mois. Chiffre compatible avec une prévision de 2400 terminaux pour l'année en cours.

L'effectif actuel de Geveke Electronique est de 38 personnes. Il devrait atteindre 45 personnes fin 1979.

Les nouveaux marchés acquis par Geveke Electronique courant 78 se situent dans presque tous les secteurs d'activité mais une nette percée a été réalisée au niveau des banques et des administra-



contre 20 MF (HT) prévus. Ce qui correspond à une progression de 46 % par rapport à l'année précédente et à la répartition suivante du chiffre d'affaires par produit : imprimantes 60 %, écrans 26 % et autres (disques, cassettes, lecteurs-perforateurs de rubans), 14 %. Ce qui amène le parc installé de Geveke Electronique au 31 décembre 1978 à plus de 4 000 terminaux.

En outre, l'objectif concernant l'exercice 79 se situe au niveau de 33 MF (TTC) de chiffres d'affaires, soit une progression de 36 % par rapport à l'exercice précédent. Cet objectif tient compte d'un carnet de commandes au 31 décembre 1978 de 5,9 MF (TTC).

tions (ministères de l'industrie, de l'agriculture, de l'équipement, etc). La répartition OEM/utilisateurs finals du chiffre d'affaires pour 1979 sera d'environ 30 % pour l'OEM et 70 % pour l'utilisateur final. Le tableau et le graphique situés en annexe indiquent les progressions en chiffres d'affaires et en pourcentages des OEM et utilisateurs finals au cours des trois dernières années.

Terminal à microprocesseur

Hazeltine qui fabrique, dans leur totalité (y compris le tube cathodique) les terminaux à écran, élargit sa gamme en com-

A noter...

● M. Marcel Boiteux a été désigné le 15 janvier à la présidence du conseil d'administration d'EDF, en remplacement de M. Paul Delouvrier.

● Inductherm : M. Claude Chaffanjon nommé administrateur, puis élu président remplace M. Jean-Pierre d'Harcourt qui reste administrateur; MM. Bernard Deshayes, Jacques Vais et la société Crédiphone, représentés par M. André Beaufils, entrent au conseil d'administration.

● C'est M. Henri Sulle qui accède à la présidence d'Alarme et Télésurveillance, succédant à M. Jean Gérard, décédé; M. François Totot devient administrateur.

● M. Robert Clareyrolas remplace, au conseil d'administration de la Société des Machines Cryogéniques, l'Air Liquide et Philips, M. Daniel Munier.

● Général Automation : M. Roland Schaeffer, responsable du marketing Europe pour l'activité bancaire et les réseaux de cette société vient de se voir confier la direction marketing Europe pour l'ensemble des activités et produits dans les domaines : industries, banque et gestion.

● Datel : M. Bernard Deloffre vient de remplacer M. Philippe Boyer comme représentant permanent de la société TAG, animée par l'industriel saoudien M. Akram Ojeh.

● M. Hans Gerd Neglein succède à M. Paul Dab et prend la responsabilité de la division vente de Siemens.

● Cogema : M. Christian Gobert, conseiller technique chargé des affaires nucléaires auprès de M. André Giraud, ministre de l'Industrie, devient directeur technique chargé de l'uranium naturel. M. Jean-Paul Jacamon chargé de mission à la Dakar, et M. Arnaud Cartier, du service des Matières Premières et du sous-sol à la direction de l'Énergie et des Matières Premières, au Ministère de l'Industrie le remplaceront à ce Ministère.

ALIMENTEZ VOS CIRCUITS AVEC NOS ALIMENTATIONS ET CONVERTISSEURS MODULAIRES

- Alimentations Modulaires AC/DC
505 : ± 15 V/0,1 Amp. (200 F)
542 : ± 5 V/1 Amp. (200 F)
- Convertisseurs DC/DC
Série μ D : à partir de 165 F
Série μ LRD : à partir de 405 F

NOS PRIX SONT COMPÉTITIFS :
CONSULTEZ-NOUS !

MICROEL

Avenue des Champs-Lasniers

«ALPHA 128»

91440 LES ULIS

Tél. : 907.08.24

Télex 692493 F

(suite de la p. 9)

mercialisant, via *Geveke*, la série 1400. Cette série se caractérise avant tout par son niveau d'intégration technologique qui assure à l'utilisateur une qualité et une fiabilité exceptionnelles par un matériel de grande diffusion et permet un niveau de prix très bas.

Toute l'électronique d'Hazeltine 1400 tient sur un seul circuit imprimé, excepté le moniteur d'écran qui reste indépendant pour faciliter la maintenance.

Le clavier H 1400 répond au standard ANSI, il est entièrement piloté par électronique, ce qui lui assure une grande

fiabilité, une durée de vie accrue et une bonne maniabilité. L'écran H 1400 se caractérise par un affichage de qualité, avec 64 caractères affichables.

Parmi ses principales caractéristiques, citons : un jeu de caractères de 128 codes ASCII, 64 caractères affichables, un écran de 24 lignes de 80 caractères, un clavier type TTY, un curseur adressable, une interface CCITT-V24, une vitesse de transmission élevée (de 110 à 9600 bauds), un système de test incorporé, un écran à phosphore P4, blanc sur noir et une transmission half/full duplex. Enfin, le modèle 1410 dispose d'un clavier numérique séparé.

Marché des Tektronix ment et

S'il fallait encore une preuve de la maîtrise acquise par *Tektronix* en matière d'oscilloscopie haut de gamme, la commercialisation de son dernier né, le 7104 vient de la fournir : 1 GHz de bande passante (— 3 dB), 10 mV de sensibilité, 20 cm/ns de vitesse d'écriture, telles sont les principales caractéristiques d'un oscilloscope à tiroirs que la firme américaine a mis près de cinq années à mettre au point. Cinq années durant lesquelles l'avance technologique acquise par notre industrie en ce domaine a permis de remporter quelques succès encourageants, certes, mais trop peu importants pour faire en sorte que *Tektronix* renonce à des investissements lui permettant de s'imposer en maître sur le marché international des oscilloscopes très rapides.

Tube cathodique et microcanaux

Inutile de rappeler ici le principe de fonctionnement des galettes de microcanaux. Rappelons, toutefois, que ce sont elles qui ont permis au *LEP* (*Laboratoire d'Electronique et de Physique Appliquée*) de mettre au point le tube cathodique 5 GHz utilisé par *Thomson-CSF* et *Intertechnique* dans leurs oscilloscopes. D'ailleurs, le tube de *Tektronix* rappelle, à bien des égards, celui du *LEP* (fabriqué par *Hyperelec*). Ainsi, la plaquette de microcanaux est placée devant la couche de phosphore. Elle a pour but d'amplifier l'intensité du faisceau électronique de façon à obtenir un gain considérable en lumière lorsque ce faisceau amplifié atteint le phosphore. Il est ainsi possible d'observer, en lumière ambiante, un signal de 350 ps de temps de transition en « coup unique », à une vitesse de 200 ps/division. Du fait de cette luminosité, les phénomènes d'instabilité des signaux visualisés sont facilement mis en relief.

Une autre innovation est l'utilisation de lentilles d'expansion améliorée (7 électrodes) qui présentent l'avantage d'apporter un gain en déflexion de l'ordre de 4 en X et en Y, sans pour autant augmenter la taille du spot qui reste d'une finesse exceptionnelle.

La sensibilité du tube atteint 0,9 V/cm tout en ayant une longueur relativement faible.

Les plaques de déviation X et Y sont réalisées par des hélices qui constituent

Savez-vous que...

● **AOIP et Exaprecis s'associent** et c'est par la diffusion des gammes de produits d'Exaprecis par AOIP que s'amorce cette collaboration. Ainsi, les moyens de production, de recherches, d'industrialisation et de promotion d'AOIP, viennent de renforcer considérablement les facultés d'innovation spécialisée d'Exaprecis, dont 48 % du capital sont acquis par l'AOIP. Cette prise de participation est le gage d'un développement durable comme en témoigne la décision déjà prise, semble-t-il, d'études en commun. Les deux firmes entendent bien conserver leur individualité, chacune gardant sa vocation et sa structure. C'est 50 MF de CA, que pèsera ce nouveau groupe en 1979, avec près de 250 personnes au total.

● **GTE Sylvania** (groupe General Telephone and Electronics), envisage l'implantation à Barentin : Seine Maritime (zone industrielle de Mesnil Roux) d'une unité de production de composants électriques, connecteurs, pièces plastiques, etc. (300 emplois à terme).

● **Gould Allco** a porté son capital de 11,4 à 14 millions de francs.

● **Toujours plus de bénéfices pour le géant ITT** qui s'attend à un chiffre d'affaires mondial (y compris les activités « finances et assurances ») estimé à 19,3 milliards de dollars, soit 15 % de mieux qu'en 1977. Ces estimations devraient conduire ITT à déclarer des bénéfices consolidés par action accrus de 15 % par rapport à l'année passée et tenant compte de l'acquisition de *Qume* en décembre dernier.

● **Data General étend son réseau commercial** en créant quatre nouvelles agences en France : à Paris-Nord, Paris-Ouest, Strasbourg et Lille. Les deux premières sont installées au centre d'affaires Paris Pleyel, Tour Ouest, 93521 Saint-Denis Cedex 1; tél. : 252-53-00, la troisième 18, rue des Contades, 67300 Schiltigheim; tél. : (88) 83.38.00 et la dernière au Triolo, 6, rue des Techniques, 59650 Villeneuve d'Ascq; tél. : (20) 91-34-02.

● **Vidéocolor** (filiale 51/49 de Thomson-Brandt et de RCA) a engagé un programme d'investissements de 80 millions de F, pour porter la capacité de son usine de Lyon à 550 000 tubes couleur par an en 1980. Le nombre d'emplois devraient ainsi passer de 900 à 1 300.

Conférences et Exposition

PRINTEMPS INFORMATIQUE

Le forum international de l'informatique OEM

du 20 au 23 mars 1979

PALAIS DES CONGRÈS

— Hall Ternes —

2, Place de la porte Maillot — PARIS

BIRP — 183, avenue du Roule, 92200 NEUILLY — Tél. 747.53.09

oscilloscopes très rapides : s'impose technologie- commercialement

en fait, des lignes à retard dont les temps de propagation sont adaptés à la vitesse des électrons composant le faisceau. Les bandes passantes obtenues sont, ainsi, de 3 GHz en vertical et de 1,5 GHz en horizontal. Cela permet d'obtenir une très grande bande passante en Lissajous (350 MHz).

Les déphasages et différences de temps de propagation entre les systèmes de déviation vertical et horizontal sont compensés dans le système horizontal par l'insertion d'une autre ligne à retard et de circuits spéciaux (en Lissajous seulement). L'utilisation du 7104 en Lissajous bénéficie en plus de la possibilité d'ajuster le contraste entre zones d'inégale brillance. Cela permet la visualisation très aisée de signaux provoquant de grandes différences de variation de vitesse du spot. La mesure de la tension aux bornes d'un transistor de puissance, en fonction de l'intensité le traversant par exemple,

permettra de visualiser son aire de sécurité en temps réel.

Il convient de noter que toutes les précautions ont été prises pour obtenir une grande durée de vie du tube cathodique. Parmi les dispositifs employés, citons :

- La limitation automatique du courant de faisceau. La moyenne du courant traversant la plaquette de microcanaux est limitée, sauf aux basses vitesses de balayage où ce courant est intégré à partir d'un seuil. Le faisceau est alors interrompu. Il est nécessaire de réarmer.

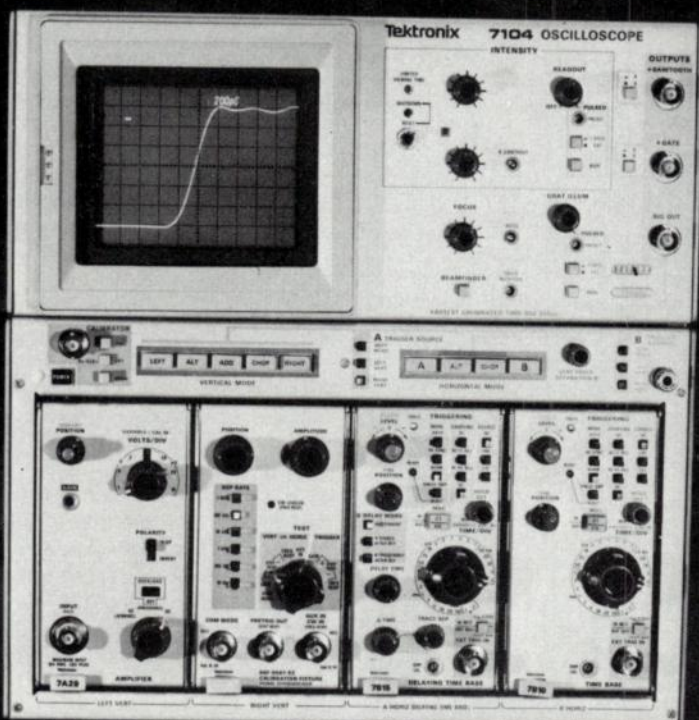
- Les ions résiduels sont pratiquement éliminés grâce à un dispositif original intégré dans le tube.

Composants et interconnexions très spéciaux

L'innovation a consisté à créer de nouveaux procédés de fabrication de circuits intégrés dans le but d'atteindre de très

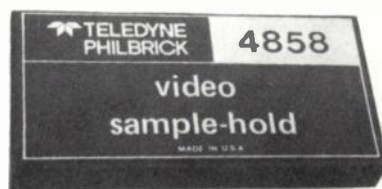
Le 7104 de Tektronix

Innovation technologique et maîtrise totale de l'oscilloscopie.



QUOI DE NEUF ?

**nouvel
échantillonneur bloqueur
vidéo
type 4858**



Temps acquisition

- 75 ns à 0.2 % pour 2 Volts de pas.
- 100 ns à 0.05 % pour 2 Volts de pas.
- 150 ns à 0.01 % pour 5 Volts de pas.

Délai ouverture: 80 PS

Spécifications garanties:

de -25°C à +85°C

Boîtier métallique

APPLICATIONS:

- Système d'acquisition des données ultra rapide
- Numérisation de signal vidéo
- Enregistrement de transitoires large bande

Le 4858 est la suite logique du 4855, 250 ns de temps d'acquisition



**TELEDYNE
PHILBRICK**

4, rue des Bergers
75015 Paris
Tél. : (1) 577.95.86
Télex : (842) 200731

Savez-vous que...

● **CIT-Alcatel (groupe CGE)** vient de conclure un accord avec les actionnaires de la société américaine **Friden Mailing Equipment** portant sur le rachat de la totalité des actions de la société. Cet accord entrera en vigueur après l'obtention des autorisations nécessaires. Friden, dont le chiffre d'affaires s'est élevé à 27 millions de dollars en 1978, exerce son activité aux Etats-Unis et au Canada dans le domaine du traitement de courrier, en particulier, de la machine à affranchir.

● **Analog Devices Inc.** vient de racheter la société **Computer Labs** spécialisée dans la fabrication de convertisseurs analogique/numérique et numérique/analogique rapides. Notons que le CA de cette firme s'est élevé, pour 1978, à 6 millions de dollars. Notons encore qu'**Analog Devices France** s'est vue confier la responsabilité commerciale et administrative du marché espagnol auparavant directement contrôlé par la maison mère aux USA.

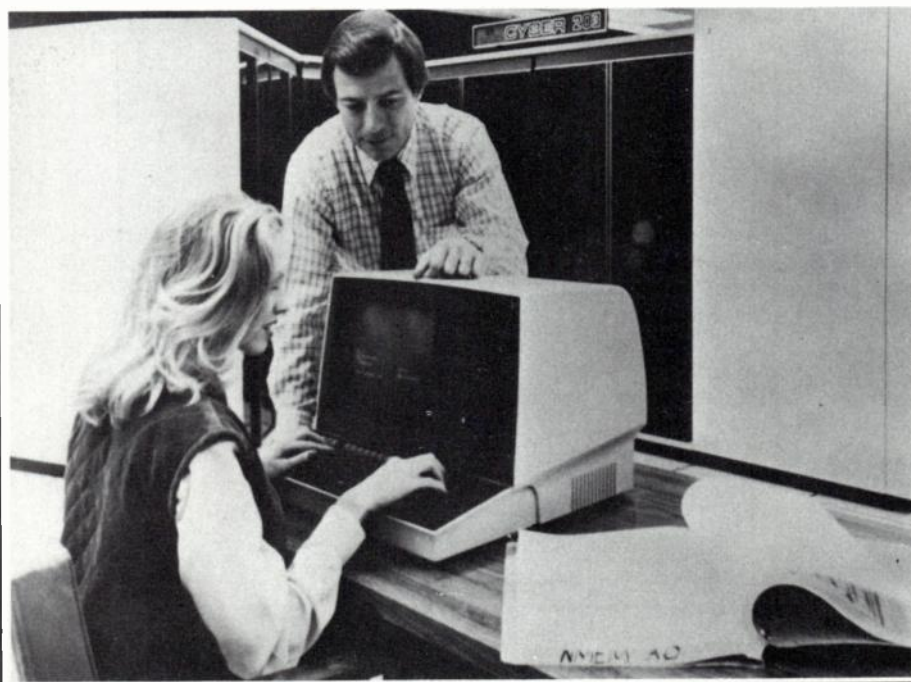
● **Raytheon Company** vient d'être chargé par la marine Américaine de la réalisation d'un sonar commandé par ordinateur. Pour ce faire, Raytheon reçoit près de 60 millions de dollars de l'Administration US qui lui a demandé d'installer le système dans des lanceurs de missiles guidés.

● Les ventes de jeux télévisés en Europe occidentale seront de l'ordre de 150 millions de £ en 1985, prévoit Frost et Sullivan (Londres). Environ 45 millions de jeux devraient être commercialisés d'ici à 1985 (année où un record de 10 millions d'unités pourrait être atteint). Les prix seront appelés à baisser de 50 % et plus au cours de cette période.

● **Siemens SA** organise des journées d'information essentiellement axées sur l'utilisation des microprocesseurs en milieu industriel; ces cours auront lieu en trois sessions, du 18 au 20 avril 1979, du 16 au 18 mai et du 13 au 15 juin prochain au siège social de Siemens, 39-47 boulevard Ornano, 93200 Saint-Denis; tél. : 820-61-20. Pour tous renseignements, s'adresser à *Mademoiselle Roualet* au poste 2557.

● **CII - Honeywell Bull** a reçu de l'université irakienne de Mossoul la commande d'un ordinateur modèle 66/05, de grande puissance, destiné à sa gestion, à la formation des étudiants et aux travaux de recherche. Le système assurera également des travaux de sous-traitance pour les organismes d'Etat implantés dans le nord du pays. La livraison du matériel est prévue pour le début de cette année.

● Des ordinateurs de plus en plus gros, c'est le cas chez **Control Data** qui vient d'annoncer une nouvelle série d'ordinateurs géants **Cyber 200**. Le premier modèle, **Cyber 203**, est une transformation du **Star 100** par l'application de la technologie des circuits LSI qui en augmente la puissance et la fiabilité et en réduit le coût. Le processeur scalaire est nettement plus rapide; la mémoire centrale de technologie bipolaire est portée à 2 millions de mots, soit 16 millions d'octets (prochainement elle atteindra 64 millions d'octets); pour le processeur de vecteur, 65 000 opérations peuvent être réalisées en une seule instruction à une vitesse de 100 millions d'opérations à la seconde. Le **Cyber 203** qui comprend un compilateur Fortran est ainsi un puissant système de calculs permettant d'exécuter les calculs scientifiques de très haut niveau qui apparaissent dans des domaines tels que la pétrochimie, l'énergie nucléaire, la métrologie, l'agroalimentaire, l'électricité, etc...



(suite de la p. 11)

hautes fréquences. Ce procédé, appelé SHF III, permet la réalisation d'amplificateurs intégrés dont la fréquence de coupure est de 6,5 GHz.

L'interconnexion des circuits entre eux a nécessité le développement de nouveaux types de connecteurs imposés par les problèmes d'adaptation à ces fréquences. Cette adaptation a dû d'ailleurs, pour des raisons de réponse transitoire, être réalisée à l'entrée comme à la sortie des lignes, ce qui conduit à un débit double des amplificateurs. Le produit gain/bande passante du 7104 est environ 4 fois plus grand que celui du 7904 (500 MHz).

Lors de la phase finale de réalisation du 7104, un certain nombre de problèmes n'ont pu être résolus qu'en utilisant le 7104 lui-même. Du fait, par exemple, de la luminosité du 7104, il est facile de visualiser les instabilités des signaux (jitter), même si celles-ci sont faibles. Cette caractéristique a permis d'améliorer considérablement le déclenchement des bases de temps jusqu'à des fréquences supérieures au gigahertz. Les solutions trouvées ont été incorporées à l'ensemble des bases de temps rapides (7B92A, 7B10, 7B15). En ce qui concerne la compensation des amplificateurs, la solution retenue a consisté, contrairement aux systèmes classiques, à mettre en parallèle deux sous-ensembles amplificateurs :

- Un sous-ensemble haute fréquence (quasi-linéaire, sans compensation),
- Un sous-ensemble basse fréquence sur lequel s'effectuent les compensations (valeur des composants acceptable).

De plus en plus d'applications

Le point commun des domaines d'applications du 7104 est sans aucun doute la caractéristique d'un haut niveau technique et technologique. Dans les télécommunications, où la plupart des techniques de pointe sont étudiées ou employées, certains transferts d'informations atteignent, par exemple, 140 Mbits/s, bientôt davantage (600, voire 800 Mbits/s). Dans le domaine des lasers, où des impulsions de plus en plus brèves sont générées souvent avec de faibles fréquences de récurrence. De même, dans les domaines des composants, de la recherche fondamentale, de l'étude des phénomènes nucléaires, et bien d'autres encore.

Quant on songe que cet appareil n'est pas plus encombrant qu'un autre modèle de la série 7000 et que son prix ne devrait pas dépasser 130 000 F, on comprend aisément qu'il a toutes les chances d'être parfaitement accueilli par le public. D'autant que **Tektronix** a la ferme intention d'en vendre au moins entre 1 000 et 1 500 par an dans le monde...

L'AUTOTEST

le système de contrôle automatique de cartes câblées

A partir du 1^{er} Mars
MARCONI INSTRUMENTS
vous accueillera
dans ses nouveaux locaux
3, avenue du Maréchal Devaux
91550 PARAY-VIEILLE-POSTE
Tél. 687.23.23

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

mi **MARCONI INSTRUMENTS**

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

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

Marconi Instruments Limited · Longacres · St. Albans · Hertfordshire · Angleterre AL4 0JN · Tel: (0727) 59292 · Telex: 23350

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

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

Membre du Groupe GEC - Marconi Electronics

ENCORE !
100 KHZ Tachymètre, Débitmètre
2.050 F HT !

ENCORE !
600 MHz Portatif
6.950 F HT !

ET ENCORE !
1 GHz Portatif
8.500 F HT !

100 MHz Universel 2.350 F HT !

SPECIAL FREQUENCY

EUROTRON
INSTRUMENTATION ET SYSTEMES

34, Avenue Léon-Jouhaux, ZI 92167 ANTONY Cedex, Tél. 668 10-59 (5 lignes)

Service lecteur : n° 2010

DATA PRECISION **ENCORE UN FRÉQUENCEMÈTRE PORTATIF**

6.5536000

520 MHz . 8 CHIFFRES . 10 Mv

POUR 3.560 F. COMPLET

- Deux impédances d'entrée : 1 MΩ et 50 Ω
- Deux atténuateurs : 0 à -40 dB
- Lecture directe en MHz : 6 portes 0.1 sec. à 20 sec.
- Secteur. Batteries et chargeur incorporés

EUROTRON 34, rue Léon Jouhaux - Z.I. 92167 ANTONY Cedex Tél. : 668.10.59 (5 lignes)

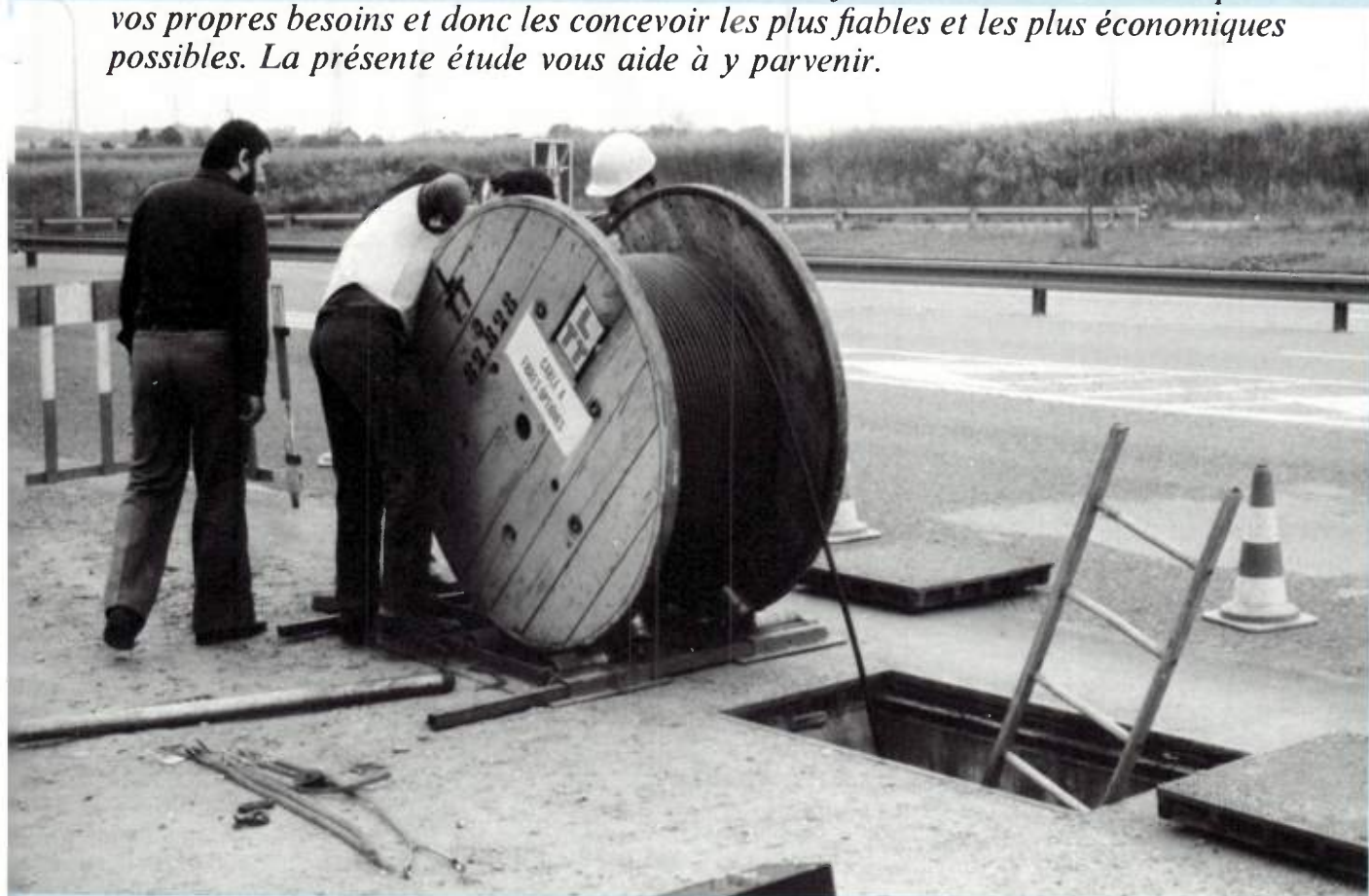
EUROTRON
INSTRUMENTATION ET SYSTEMES

Service lecteur : n° 2011

1979 : année des fibres optiques

Choisissez vos composants pour vos liaisons optiques

Les liaisons expérimentales de télécommunications par fibres optiques se multiplient un peu partout dans le monde. Il vous faudra bientôt en réaliser pour vos propres besoins et donc les concevoir les plus fiables et les plus économiques possibles. La présente étude vous aide à y parvenir.



La conception de systèmes de communications par fibres optiques est basée sur des principes qui diffèrent assez peu des méthodes classiques. Ainsi, le concepteur doit prendre en considération des combinaisons variées de composants optiques et de techniques de modulation afin d'obtenir les performances souhaitées pour la liaison.

Le présent document (*) est consacré à l'exposé d'une méthodologie simple permettant d'opérer les choix sur les différents composants en s'appuyant sur des exemples concrets pour déterminer les limitations d'un certain nombre de combinaisons. Les exemples ont été choisis de manière à couvrir la majorité des problèmes qui pourront se poser.

DÉFINIR LA LIAISON OPTIQUE

Une liaison optique point à point peut être schématisée comme indiqué figure 1.

L'émetteur, qui peut être soit une diode électroluminescente (DEL) soit une diode laser (DL), se caractérise, par : notamment sa longueur d'onde d'émission (et sa largeur spectrale), sa caractéristique puissance émise/courant injecté, son diagramme de rayonnement, son temps de montée (et de descente), sa surface émissive et sa durée de vie.

La fibre optique se caractérise principalement par : son diamètre de cœur, son diamètre de gaine, son ouverture numérique, son atténuation en fonction de la longueur d'onde et sa fonction de transfert (bande passante).

Le module récepteur est caractérisé, notamment par : sa sensibilité spectrale, sa surface sensible, son gain, son bruit et son temps de montée (et de descente).

Enfin, les connecteurs et épissures sont caractérisés par les pertes qu'ils introduisent.

Ces différentes caractéristiques techniques sont à compléter par les données liées au comportement des composants en fonction des conditions d'environnement (température, humidité, contraintes mécaniques, tenue aux radiations, etc.) ainsi que celles liées à la fiabilité.

CHOISIR LES COMPOSANTS

Une méthode simple

Comme les éléments qui interviennent sont très nombreux, il est apparu souhaitable de proposer au concepteur de systèmes une méthodologie simple lui permettant, à partir des caractéristiques les plus importantes, de réaliser une évaluation rapide du système à mettre en œuvre.

(*) M. Triboulet, ingénieur à la Direction du Marketing et des Systèmes de LTT.

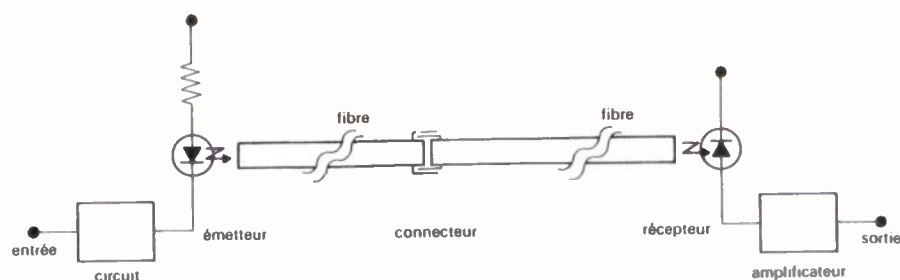


Fig. 1. — Une liaison optique type.

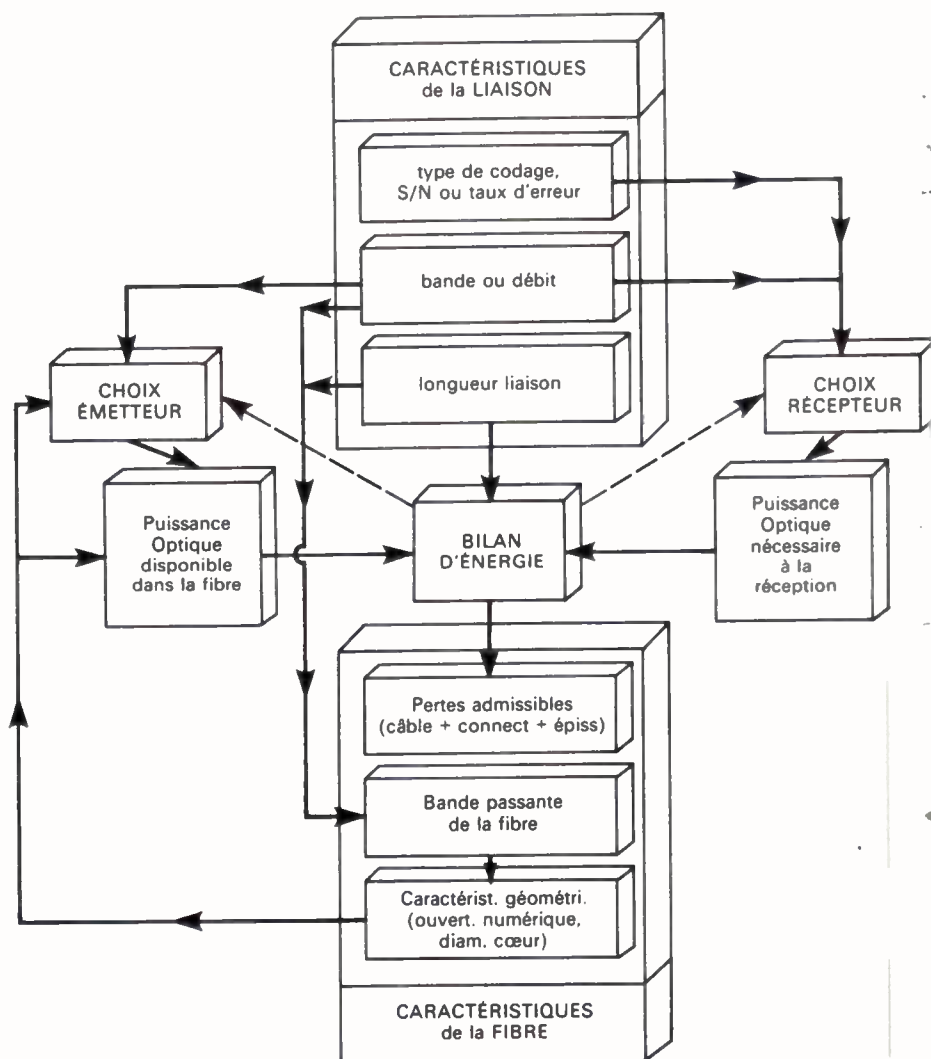


Fig. 2. — Schéma du processus de décision du choix des composants lors de la conception d'une liaison optique point à point (aspects techniques).

Le processus de conception habituellement proposé dans la littérature aboutit à évaluer les performances optimales (par exemple, la portée maximale) que l'on peut attendre d'une association donnée de composants.

Afin de répondre plus directement aux préoccupations des utilisateurs, il a paru indispensable de partir des caractéristiques de la liaison (type de codage,

bande ou débit, longueur, rapport signal/bruit ou taux d'erreur) pour aboutir, pour une combinaison donnée de types de composants (émetteur, récepteur, fibre) au bilan d'énergie qui déterminera les pertes du câble, des connecteurs et des épissures).

Ce premier choix réalisé, le concepteur peut préciser les performances attendues en introduisant dans le calcul les caractéristiques

ristiques qui n'avaient pas été prises en considération.

A la figure 2, les données de base « *Caractéristiques de la liaison* » permettent, après avoir effectué les combinaisons symbolisées par les flèches, d'opérer les choix relatifs aux différents composants « *Émetteur* » « *Fibre* » et « *Récepteur* ». Le « *Bilan d'énergie* » constitue l'étape finale du processus.

Deux boucles de réaction remontant aux stades de choix de l'émetteur et du récepteur peuvent intervenir en fonction des résultats du bilan d'énergie.

La bande passante de la fibre

La première étape du processus consiste à calculer la bande passante nécessaire pour la fibre.

La combinaison des caractéristiques dynamiques des signaux à transmettre (bande, débit, temps de montée de l'impulsion) et de la longueur de la liaison vont donner la bande passante minimale de la fibre optique qui devra être choisie.

Généralement les catalogues des fabricants indiquent soit l'élargissement impulsionnel (en ns par km) soit la bande passante pour 1 km (à 3 dB).

La loi de variation de la bande en fonction de la longueur sera généralement en $1/L$ (c'est le cas le plus défavorable); dans certaines conditions, notamment lorsque des connexions provoquent des couplages de modes, la loi de variation sera en $1/\sqrt{L}$.

Enfin, pour un type de fibre donné, la bande passante peut varier en fonction de l'ouverture numérique effectivement utilisée et de l'atténuation de la fibre (surtout dans le cas des fibres silice/silicone où les modes centraux sont moins atténués que ceux qui se propagent dans la gaine).

Par la suite, on négligera ces aspects; on considérera, en particulier, que les fibres sont utilisées à pleine ouverture numérique.

Le graphe 1 représente, en coordonnées logarithmiques, les valeurs typiques des bandes passantes en fonction de la longueur pour différents types de fibres. Les valeurs sont les suivantes :

Verre/verre :	50 MHz pour 100 m;
Silice/silicone 200 μ m :	25 MHz pour 1 km;
MCVD saut d'indice :	100 MHz pour 1 km;
MCDV gradient d'indice :	500 MHz pour 1 km.

Cette représentation graphique permet aussi de situer les zones qui correspondent aux principaux types d'applications connues.

Pour chaque cas, on peut donc opérer une première sélection pour le choix des fibres.

Les autres fibres optiques

Si les télécommunications constituent, à coup sûr, le gros du marché des fibres optiques, il n'en reste pas moins que d'autres domaines d'applications ne sont pas à dédaigner. Un certain nombre de fabricants, et non des moindres, l'ont fort bien compris qui proposent des faisceaux de fibres réalisés à partir de verres moyens (100 à 300 dB/km d'atténuation) dans des diamètres de 40 mm à 4 cm et, ce, uniquement sur de courtes longueurs.

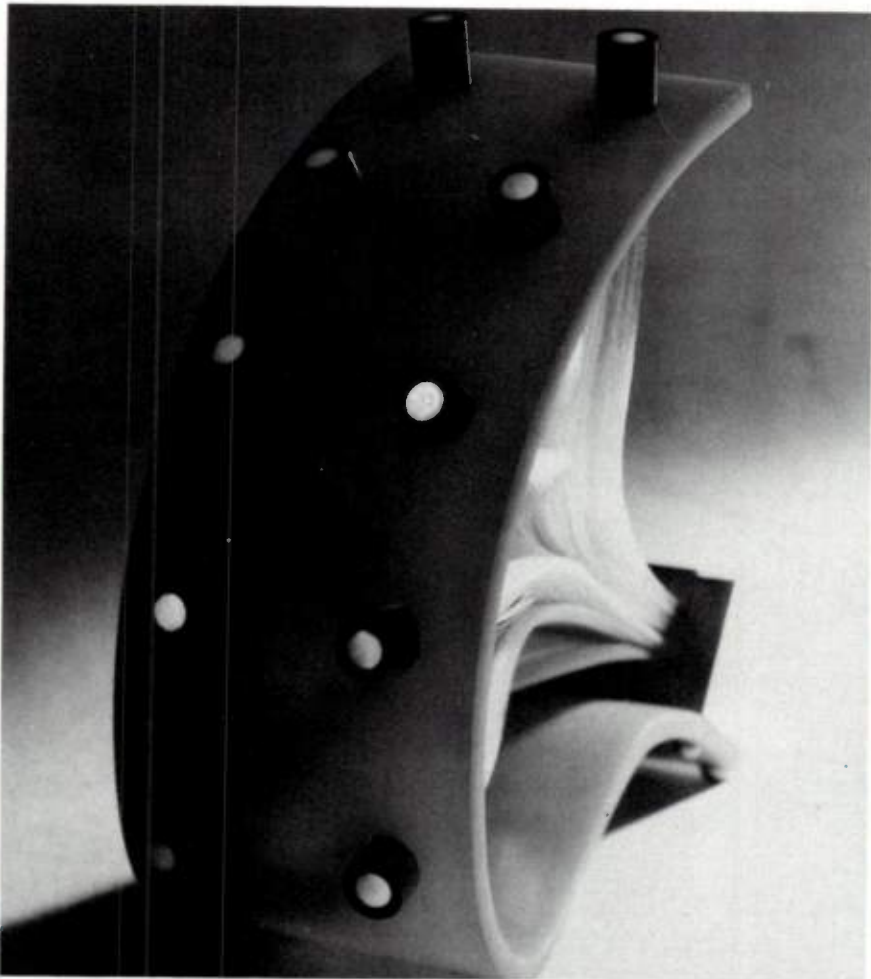
Applications : dispositifs d'éclairage, systèmes optiques, guides d'images (endoscopie).

Principaux fabricants : Schott, Rank Optics, Pilkington, Sovis, Fort, American Optical, Galileo, Volpi, Dolan Jenner, Welch Allyn (licence Corning); Dupont de Nemours et International Fiber Optics fabriquent des fibres plastiques (1000 à 3000 dB/km); citons encore Valtec et PBL Electro Optics pour les faisceaux verre.

Les fibres plastiques peuvent être commercialisées sous forme de faisceaux ou sous forme de monofibres qui, dans le domaine informatique, peuvent concurrencer les « Plastic Clad ».

On peut également trouver des fibres plus performantes (du type « Plastic Clad ») utilisées sous forme de faisceaux : ces dispositifs sont généralement appliqués à la détection infrarouge ou UV (qui nécessite des faisceaux de forte section) dans le domaine médical (détection de tumeurs cancéreuses, polymérisation de résines pour dentistes) ou industriel (détection de défauts dans les corps creux en métallurgie par fluorescence UV), etc.

Les macrofibres (un seul constructeur, *Quartz et Silice*) sont des fibres dont le diamètre est tel qu'elles sont à même de concurrencer les faisceaux dans certains cas. Par exemple, à partir d'une monofibre de 1 mm de diamètre, on peut injecter de la lumière à des fins d'éclairage et, ce, avec des puissances relativement importantes (photocoagulation laser, chirurgie laser, acupuncture laser dans le domaine médical; déclenchement de thyristors et guidage en UV ou infrarouge dans le domaine industriel). Ces fibres sont relativement performantes (3 dB/km et 30 dB/km); leur prix varie, en moyenne de 5 F/m à 120 F/m en fonction de la longueur d'onde).



la révélation des supériorités FORT :
technologie et service

la capacité totale



en fibres optiques

cabloptic

Fibres optiques :
De 4 dB à 800 dB

Connecteurs TNC et SMA
Multi et Mono.

Composants jusqu'à 30 MHz.

Pour répondre à tous vos problèmes, nous mettons à votre disposition 10 ans d'expérience dans la conception des fibres et câbles optiques.
Un réseau international vous assurant un service permanent.

FORT

16, rue Berlin-Poirée 75001 Paris - tél. (1) 233 61 37

Bureau Rhône-Alpes FORETEC Pierre à Chaux
42600 Montbrison - Tél. (77) 58.28.79

Filiales en Allemagne, Angleterre, Italie,
Japon, et représentation dans 15 pays.

KIT FIBRE OPTIQUE



Réf. 698.OK.002

Compatible TTL 5mbps
Température d'utilisation 0 à 55°C

Il comprend :

- 1 manuel d'instructions détaillé
- 5 mètres de fibre optique + connecteurs
- 1 émetteur
- 1 récepteur
- 1 amplificateur
- 1 préamplificateur
- 2 supports + étriers de fixation

* Existe également en version simplifiée, sans amplificateur et préamplificateur - Réf. 698.OK.001

Rue des Champs-Lasniers
ALPHA 128 - LES ULIS
91440 BURES-S/ YVETTE
Tél. 907-11-02
Télex 692837

AUGAT

Service lecteur : n° 2013

L'ONDE ÉLECTRIQUE

Service Lecteur

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

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

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

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

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

(suite de la p. 17)

Les caractéristiques géométriques de la fibre

En fonction du catalogue des fibres disponibles et du calcul de la bande passante précédemment effectué, on aboutit très rapidement à la connaissance des caractéristiques géométriques de la fibre (notamment l'ouverture numérique et le diamètre de cœur).

A ce stade du processus, les considérations économiques pourront intervenir dans le choix de la fibre (coûts de la fibre proprement dite, du câble, du connecteur correspondant, coût d'installation).

Dans la mesure où le diamètre de la source émettrice est inférieur au diamètre de cœur de la fibre, l'efficacité de couplage émetteur-fibre sera directement liée à l'ouverture numérique de la fibre.

Pour certaines fibres, la variation de l'ouverture numérique avec la longueur est sensible; dans ce cas, on a retenu la valeur de l'ouverture numérique à l'entrée de la fibre.

Le tableau I indique les caractéristiques géométriques typiques de fibres optiques couramment utilisées.

Le choix de l'émetteur

Caractéristiques dynamiques. — Les premières contraintes qui interviennent dans le choix de l'émetteur sont liées aux caractéristiques de la liaison à réaliser, qu'il faut comparer aux caractéristiques dynamiques des émetteurs :

- Le temps de montée (et de descente) ;
- La largeur spectrale de la source qui introduira une dispersion due au matériau support de transmission (fibre).

Si l'on reprend la représentation proposée précédemment, la première variable amènera des limitations représentées par des droites horizontales alors que la seconde fera intervenir des droites de pente négative.

Sur le graphe 2, on a tracé les courbes pour une DEL et une diode laser typiques dont les performances sont indiquées sur le tableau II.

On s'aperçoit que dans la plupart des cas, les limitations liées à la largeur spectrale de la source n'interviennent pas.

Enfin, dans le cas des liaisons analogiques, on fera intervenir la linéarité de l'émetteur.

Caractéristiques géométriques. — Dans une deuxième étape, on fait intervenir les caractéristiques géométriques de la source dont les valeurs typiques sont données sur le tableau III.

Ces caractéristiques géométriques doivent être adaptées aux caractéristiques géométriques de la fibre (tableau I), notamment en ce qui concerne :

- L'ouverture numérique (les DEL sont mieux adaptés aux fibres de grande ouverture numérique) ;

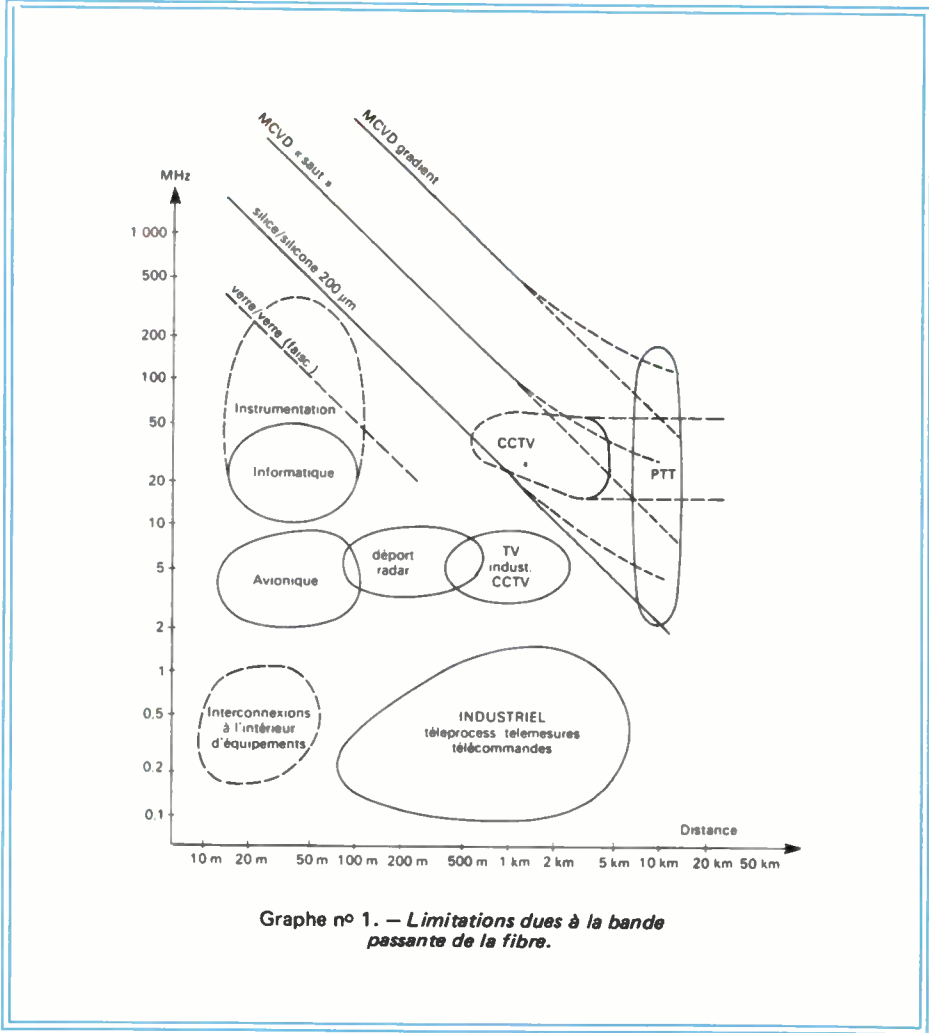


Tableau I. — Caractéristiques géométriques typiques des différents types de fibres optiques.

Type	Références	Bande passante pour 1 Km	Ouverture numérique	Diamètre cœur
Verre/verre	Pilkington hytran	50MHz sur 100m	0,5	Faisceau 600 µm
Silice/silicone	Quartz et silice	25 MHz	0,35	200 µm
MCVD saut	LTT	100 MHz	0,19	< 85 µm
MCVD gradient	LTT	500 MHz	0,17	60 µm

Tableau II. — Caractéristiques dynamiques typiques des sources.

type	temps de montée	largeur spectrale	dispersion moyenne correspondante
DEL	10 à 15 ns	500Å	5 ns/km
DMH TCO 102	< 1 ns	20 Å	0,2 ns/km
DL			
DMH LCW 5			

LIGHT FROM THE EAST

We are keen to pursue high-precision of micron range.



Optical fiber splicing apparatus FX-302

Less than 0.2 dB average loss



Optical fiber connectors FX-58

Less than 0.5 dB average loss

U.S.PAT.3936143 Canadian PAT.1027400

U.K.PAT.1489297



"MARV" Micro manipulator FX-118

Capable of taming 0.1 μ m



Optical fiber cutting and polishing machine FX-204 Series

Within 0.5° polishing angle to the center axis

Other products include:

- Optical fiber stainless steel pipes
- Diamond cutter for optical fibers
- Rotation and tilting attachment
- Centering device for double eccentric optical fiber connectors
- Optical fiber drawing system

❖ AOI SANSHO CO., LTD. (Sales)

❖ OPTO MICRON IND. CO., LTD. (Manufacturing)

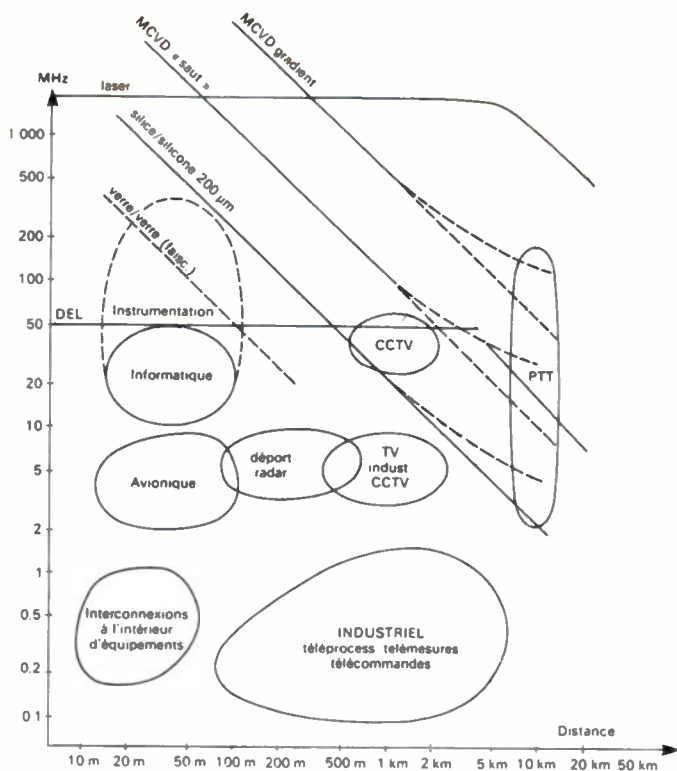
7-9,2-chome, Yaesu, Chuo-Ku,
Tokyo 104, Japan

Phone: Tokyo (03) 275-0811
Cables: OPTOAOI

Representative in Europe :

 **DR. KUBELIK OHG**

Jung-Stilling-StraBe 16. D-7500 Karlsruhe 41. W-Germany
Phone : 0721 / 405552
Cables : TWOHEMIREP KARLSRUHE



Graphique n° 2. — Limitations dues à l'émetteur

Tableau III. — Caractéristiques géométriques typiques des sources.

caract.	DEL	DL
Puissance optique	1 mW (50 mA)	5 mW (150 mA)
Émission	0,83 µm	0,80 - 0,90 µm
Largeur spectrale	500 Å	20 Å
Dimensions source	Ø 200 µm	0,4 µm x 10 µm
Diagramme de rayonnement	Lambertien	10° // jonction 60° ⊥ jonction

(suite de la p. 19)

● Les surfaces « actives » (les lasers sont mieux adaptés aux fibres de faible diamètre de cœur).

Enfin, des considérations d'ordre énergétique (puissance lumineuse émise) interviendront dans le choix de l'émetteur, sachant que ce n'est qu'après avoir réalisé le bilan énergétique de la liaison qu'on effectuera le choix définitif de l'émetteur.

Puissance optique disponible dans la fibre-couplage émetteur-fibre

La quantité de lumière couplée dans la fibre optique dépend des valeurs respectives des surfaces de l'émetteur et du cœur de la fibre, ainsi que des caractéristiques de l'émission (diagramme de rayonnement) comparées à l'ouverture numérique de la fibre utilisée.

Si l'on examine la puissance optique

couplée dans la fibre en fonction de son ouverture numérique, on obtient les courbes de la figure 3, où la puissance optique couplée est donnée en dBm (décibel below 1 mW).

● Les deux courbes ont été tracées pour les émetteurs dont les caractéristiques sont données dans le tableau III et ne sont valables que lorsque la surface du cœur de la fibre est supérieure à celle de l'émetteur (cf. tableaux I et III).

Le choix du récepteur

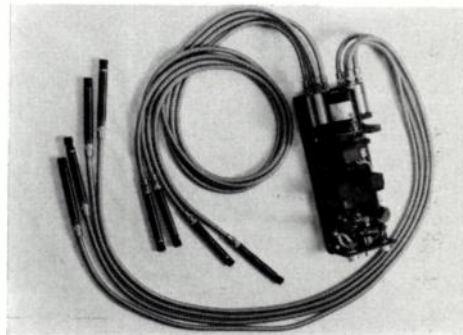
Les caractéristiques définies précédemment permettent de limiter les choix possibles de photodétecteurs en fonction de leur réponse en fréquence (à relier au temps de montée des impulsions) et du diamètre de leur surface sensible, qui doit être supérieur au diamètre de cœur de la fibre optique.



APPLICATIONS INDUSTRIELLES DE LA FIBRE OPTIQUE

Exemple 1 : tête de lecture de bandes ou de cartes perforées.

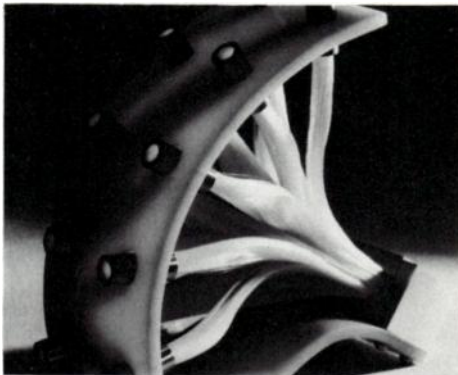
Exemple 2 : contrôle automatique des défauts des bouteilles.



QUELQUES SECTEURS concernés par les fibres optiques :

- Métrologie : lecture des graduations, SFIM.
- Aéronautique : visualisation d'informations d'aide à l'atterrissage, SFENA.
- Médical : système d'éclairage à lumière froide pour endoscopes.
- PTT : tri postal automatique.
- Industriel :
 - transport d'informations dans des milieux perturbés :
 - champ magnétique et électrique intenses;
 - température élevée, 300° ou basse température (azote liquide);
 - transport d'informations à des longueurs d'ondes de 160 à 3 500 nm.
- Informatique : tête de lecture.
- Automatique : contrôle et comptage systématique des pièces en cours de fabrication.

Exemple 3 : tête de lecture pour le tri postal automatique.



B.P. N° 1
77260 La Ferté sous Jouarre
Tél. : 022-00-12
Télex : 690054

On s'assurera aussi que la sensibilité spectrale du détecteur est compatible avec la longueur d'onde utilisée.

Actuellement deux types de détecteurs conviennent particulièrement aux transmissions sur fibres optiques :

- Les photodiodes PIN sur silicium;
- Les photodiodes à avalanche (APD) sur silicium.

Puissance minimale nécessaire sur le récepteur. — On détermine alors la puissance minimale sur le détecteur pour assurer une qualité donnée de réception.

Cette valeur dépend du type de détecteur choisi (APD ou PIN), du type de codage (le choix du code devra tenir compte du caractère spécifique des transmissions sur fibres optiques), du taux d'erreur ou du rapport signal/bruit souhaité et de la fréquence.

La figure 4 donne quelques courbes typiques; la puissance minimale nécessaire est donnée en dBm.

En raison d'une certaine dispersion des résultats expérimentaux publiés dans la littérature, on a fait apparaître les zones qui englobent ces résultats.

Bilan d'énergie et pertes disponibles en ligne

On dispose maintenant, d'une part de la puissance optique disponible dans la

Deux réseaux de télédistribution américains adoptent les fibres optiques

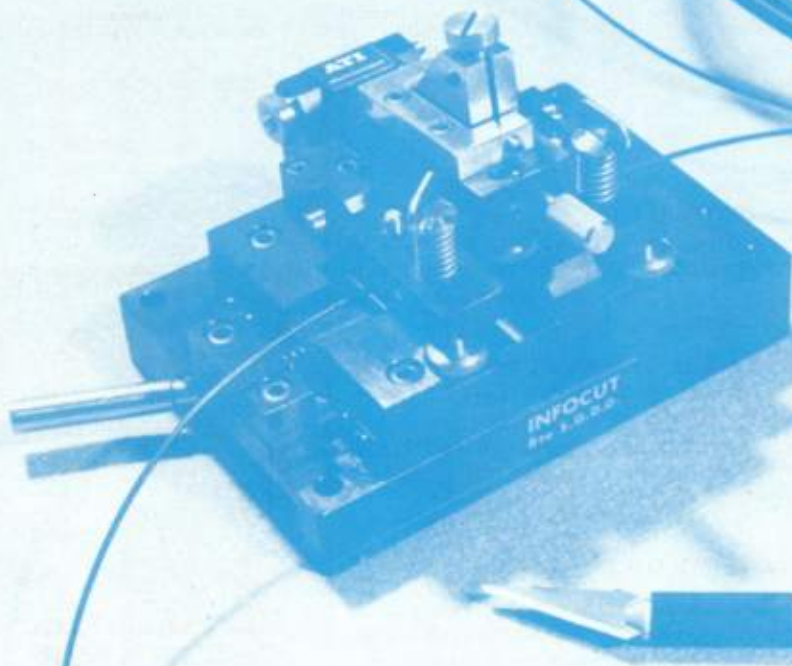
Deux réseaux de télédistribution américains, *Teleprompter* à Lompoc (Californie) et *Cablecom General*, filiale du groupe *RKO*, à Joplin (Minnesota), ont décidé de passer à la transmission par fibres optiques.

A Lompoc, l'installation de fibres optiques sur près de dix kilomètres, délivrant douze canaux, va remplacer l'actuel système par micro-ondes qui dessert 12 000 abonnés à Teleprompter. C'est la société *Times Fiber Communications*, un des leaders du marché de la fibre optique, qui réalise cette installation : fibres, émetteurs, récepteurs et réémetteurs. Trois réémetteurs suffiront d'ailleurs à relayer les signaux, alors que douze auraient été nécessaires dans un système câblé classique.

De son côté, Cablecom a déjà installé sept kilomètres de fibres optiques à Joplin, en collaboration avec *Siecor Optical Cables* et *Siemens Corp.* Cette ligne va servir à relier les studios de production au centre de diffusion réseau. Cablecom estime le coût de l'opération à 200 000 dollars, soit trois ou quatre fois le coût d'une installation analogique en câble coaxial, mais la capacité offerte par les fibres optiques est beaucoup plus importante et donc mieux exploitable dans l'avenir.

FIBRES OPTIQUES

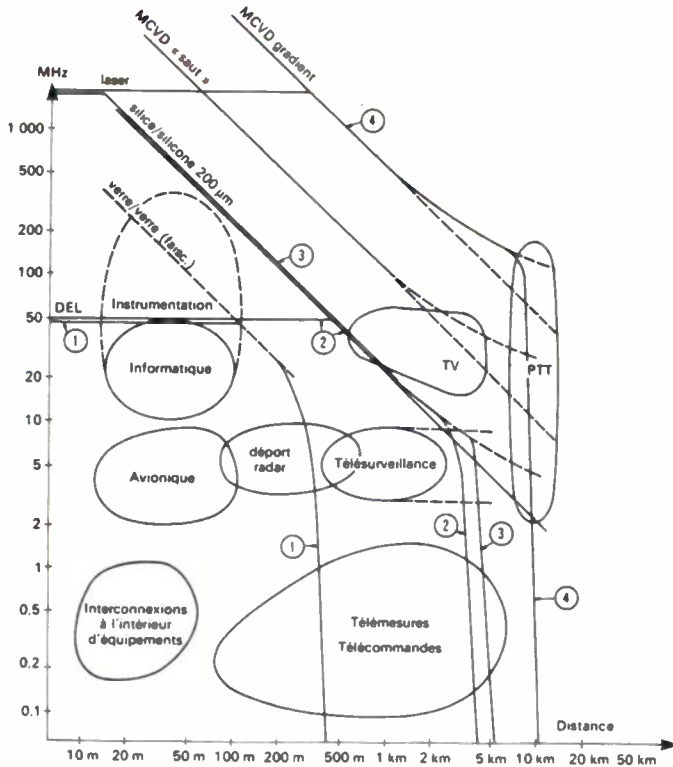
INFOCUT MACHINE A FRACTURER



- Pour fibres optiques gainées plastiques Ø 200 à 600 µ
- Dénudage partiel
- Action rapide et facile
- Fractures planes, perpendiculaires
- Surface brillant-miroir
- Livrée en coffret complet
- Étude, injection
- Montage de connecteurs

ATI électronique

134, av. Marcel Cachin — 92320 CHATILLON
Tél. : 735.31.10 et 31.11 — Télex 204817



Graphé n° 3. — Applications à différents composants.

(suite de la p. 22)

fibre et, d'autre part, de la puissance nécessaire sur le récepteur, ces deux valeurs étant exprimées en dBm.

La différence entre ces deux chiffres donne directement, exprimée en dB, la valeur des pertes disponibles en ligne, qui seront ensuite réparties entre :

- Les pénalités systématiques dues au choix du code si elles n'ont pas été intégrées dans les caractéristiques du module de réception;
- Les pertes dues à l'atténuation de la fibre câblée;
- Les pertes dues aux connecteurs;
- Les pertes dues aux épissures, s'il y a lieu;
- Une éventuelle marge de sécurité (5 à 10 dB, par exemple).

En fonction de la longueur de la liaison considérée et du nombre de connecteurs, on déterminera les qualités demandées pour les composants passifs, soit une atténuation linéique de la fibre câblée et des pertes acceptables par connecteur (ou épissure).

Si ces composants passifs ne sont pas disponibles avec les qualités (ou si leur coût est jugé trop élevé), on pourra modifier le choix des composants actifs (émetteur, récepteur) pour aboutir à une bonne optimisation du système. Pour un type de fibre donné et une combinaison émetteur-récepteur donnée, on peut alors représenter sur le graphé considéré précédemment les limitations dues à la détection.

Tableau IV. — Application à différentes combinaisons de composants (graphes 3 et 4).

N° courbe		1	2	3	4
Émetteur Récepteur		LED PIN	LED PIN	Laser PIN	Laser APD
fibre câble	type	faisceau verre/verre	silice/silicone		CVD gradient
	atténuat. en ligne	100 dB/km	10 dB/km		6 dB/km

SOVIS



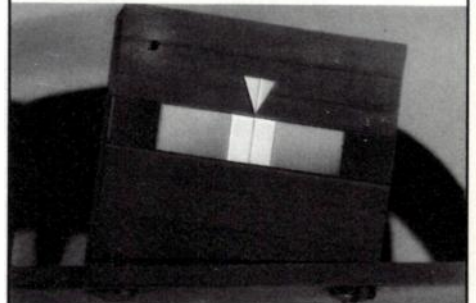
Tête de lecture de graduation pour la Société SFIM. Le dispositif d'un Ø de 20 mm est constitué de 5 nappes de fibre de 50 µ. Le pas des 4 nappes superposées est tolérancé de ± 4 µ.



Système transformateur de coordonnées pour le CEA entre l'objectif et une caméra à balayage ultra-rapide pour filmer les explosions nucléaires. Réalisé en fibre de 100 µ.



Tête de lecture pour la Société MICROTEC, pour la lecture de marques imprimées par ordinateur. Chaque point de la matrice de lecture est composé d'un faisceau de lecture mélangé de manière homogène au faisceau éclairant.



Dispositif de visualisation d'informations pour l'aide à l'atterrissage des avions pour la Société SFENA. 32 bâtonnets de fibres sont rangés côte à côte sans séparation.

SOVIS

B.P. N° 1
77260 La Ferté sous Jouarre
Tél. : 022-00-12
Télex : 690054

Un réseau de courbes (correspondant à différentes atténuations linéiques de la fibre) complètera, sur le graphe 2, la représentation des autres limitations

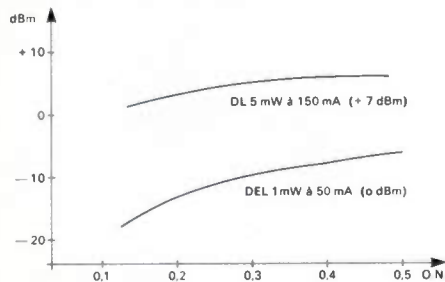


Fig. 3. — Couplage émetteur/fibre

(émetteur, fibre). La surface limitée par ces trois courbes rendra compte des domaines d'applications possibles pour une combinaison de composants donnée.

APPLICATION A DIFFÉRENTES COMBINAISONS DE COMPOSANTS

Voici quelques exemples choisis de manière à couvrir la plus grande partie des problèmes qui pourront se poser au concepteur de systèmes de communications optiques. Le tableau IV résume les exemples retenus.

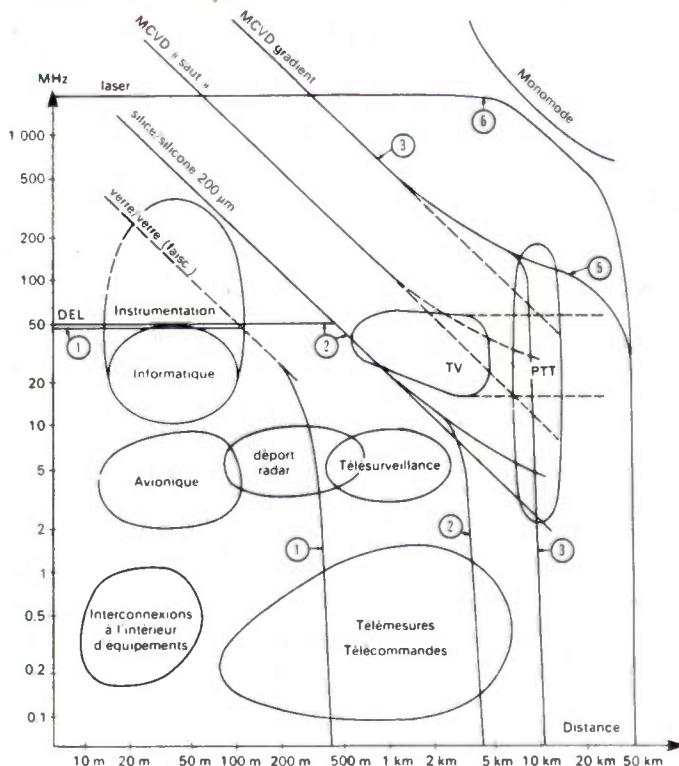
Les caractéristiques techniques sont les suivantes :

● **Émetteurs** : LED de 1 mW à 50 mA, soit 0 dBm (DMH/TCO 102); laser de 5 mW à 150 mA, soit +7 dBm (DMH/LCW 5);

● **Fibres** (ouverture numérique) : faisceau verre-verre (HYTRAN) 0,5; silice/silicone (QSF 200) 0,35 (sur face d'entrée); CVD gradient (LTT) 0,2.

● **Récepteur** : puissances nécessaires dans le cas de signaux numériques PCM (taux d'erreur 10^{-9}), fig. 4.

Courbe n° 1 : cette combinaison de composants correspond aux premiers systèmes développés autour des faisceaux de fibres optiques de type Pilkington.



Graphe n° 4. — Limitations dues aux choix des composants.

Qui fait quoi en fibres optiques ?

Les fabricants de fibres optiques sont plus nombreux que les types de composants réalisés et les méthodes de fabrication. En voici un aperçu :

● « **Plastic Clad** », fibres silice à saut d'indice : *Quartz et Silice, Rank Optics, Pilkington, Valtec, Galileo, Optelecom, Caustar, OKI, Sumitomo, Dupont de Nemours, ITT, Times Wire and Cable.*

● « **Double creuset** », fibres verre-verre à saut d'indice ou à gradient d'indice : *Nippon Sheet Glass et British Post Office.*

● « **CVDI** », fibres à gradient d'indice (ou saut d'indice) en silice/silice dopée : *Fort, Rank Optics, Valtec, Caustar, ITT, Corning, CGE, BICC, Pirelli, Fujikura, Fujiwara, Times Wire and Cable.*

● « **CVDE** », fibres à gradient d'indice (ou saut d'indice) en silice/silice dopée : *Corning uniquement.*

● « **MCVD** » fibres silice/silice dopée à gradient d'indice (ou saut d'indice) : *Philips et LTT.*

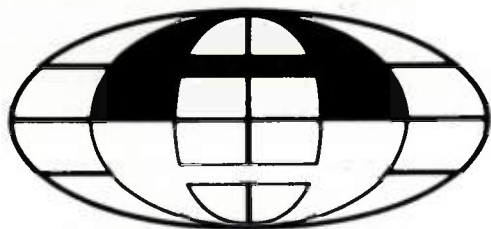
● « **Verneuil japonaise** », fibre verre-verre à saut gradient d'indice : *NTT.*

● « **Macedo** », fibre verre-verre (phasil) à saut ou gradient d'indice : *Pilkington, Canstar, Sumitomo.*

● « **CVDE** », à dépôt de silice dopée sur rondin de silice : *Heraeus.*

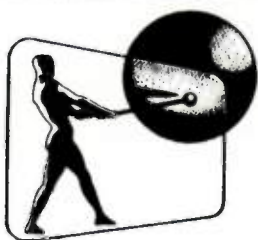
AMP

AMP de France

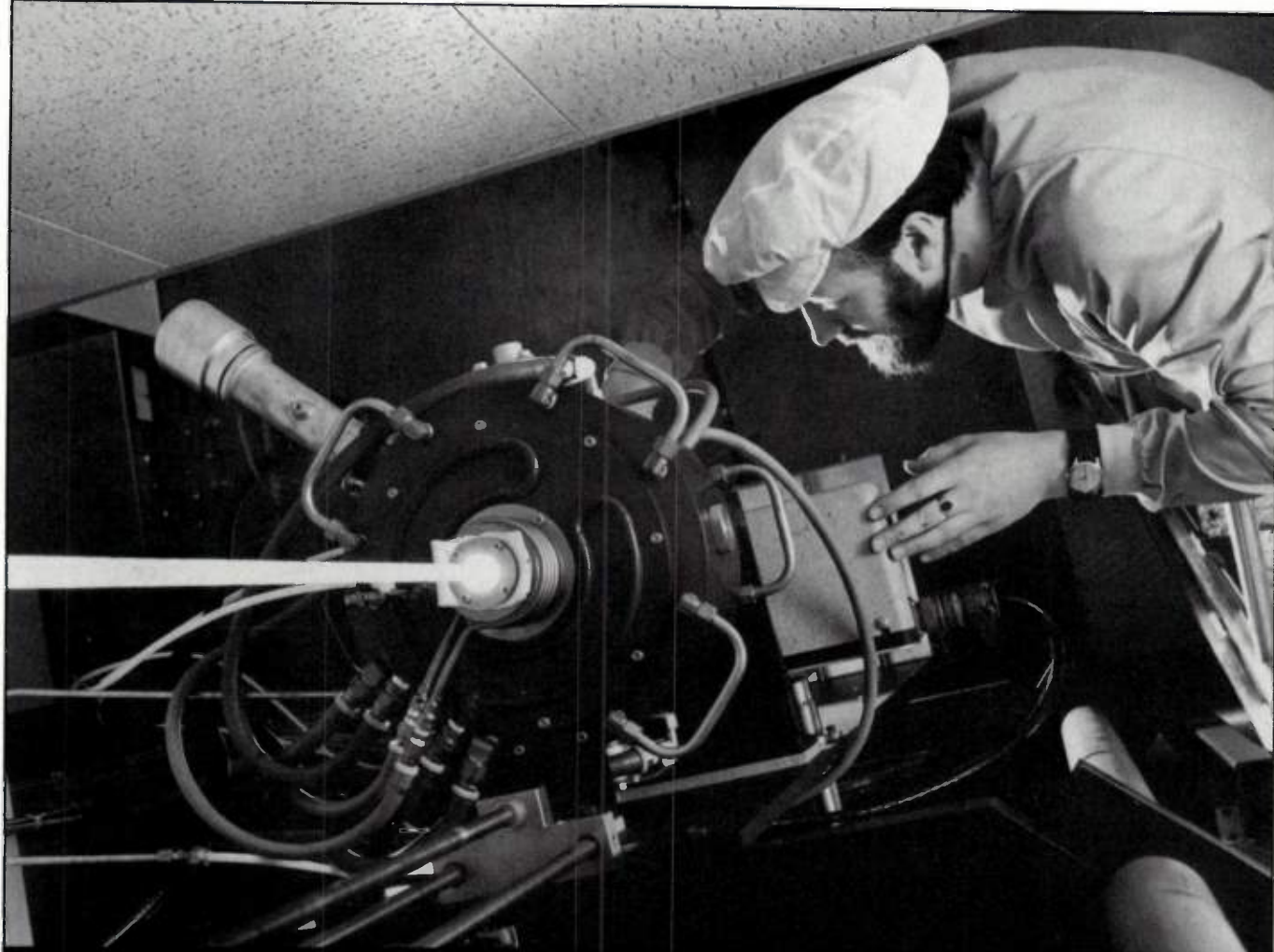


29, Chaussée J. César BP 39 - 95301 Pontoise Cedex
Tél. : 030.92.20. Télex 698205 F
Connexions Électriques et Électroniques serties.

Gemap



RANK OPTICS



- **systèmes de transmissions analogiques**
- **systèmes de transmissions digitales**
- **fibres et cables optiques**
- **connecteurs**



RANK OPTICS une division de

RANK PRÉCISION INDUSTRIES S.A.

33, bd. Dubreuil 91400 ORSAY

Tél. : 928.53.90

Telex 692185 F

FIBRES OPTIQUES ET LENTILLES « SELFOC »

C'est en 1968 que fut réalisé par les chercheurs de *Nippon Sheet Glass* un premier barreau d'un mètre de longueur devant être utilisé comme guide-laser. Il fut appelé « Selfoc ». Un accord avec *Nippon Electric Co* fut signé pour le développement des fibres optiques pour télécommunications et les études démarrèrent sur deux sujets principaux :

- Les fibres optiques ;
- Les lentilles Selfoc pour micro-optique.

En 1972 fut développée la technique du double-creuset et une fibre à gradient d'indice de 30 dB et 1 000 mètres fut produite. En 1975, les pertes furent réduites à 10 dB et un accord fut signé avec *St-Gobain (Quartz et Silice)* pour le développement commun de fibres optiques. En 1977, les pertes furent réduites à 6 dB et, aujourd'hui, des fibres à 6 dB/km et 250 MHz sont couramment proposées.

Pendant cette même période, l'industrialisation des lentilles Selfoc s'effectuait et une usine était construite à Kawasaki.

Une lentille Selfoc est, en réalité, une grosse fibre optique à gradient d'indice coupée en petits tronçons. Ces petits tronçons ont des caractéristiques semblables à celles de lentilles sphériques classiques mais offrent l'avantage de très petits diamètres liés à des distances focales excessivement courtes. Les lentilles Selfoc peuvent être utilisées non seulement unitairement comme lentille d'un micro-objectif mais aussi arrangées de façon linéaire ou selon la structure dite en « œil de mouche ». Les avantages des lentilles Selfoc par rapport à des lentilles classiques peuvent se résumer ainsi :

- Une lentille Selfoc avec une distance focale désirée peut être obtenue en changeant sa longueur ;
- Des distances focales excessivement courtes (inférieures au millimètre) peuvent être obtenues ;
- Des lentilles de très petits diamètres sont couramment réalisés (500 μm) ;
- Une image réelle peut être formée sur la surface en bout de lentille Selfoc ;
- Une image inversée d'un objet avec grossissement 1/1 peut être obtenue.

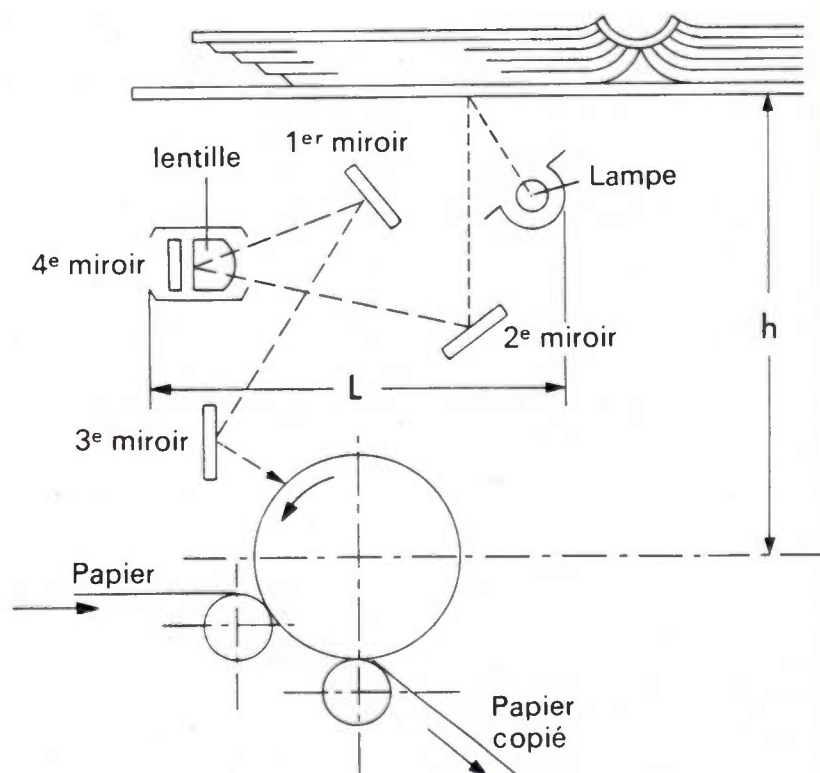


Fig. 1. — Système optique classique de photocopieur.

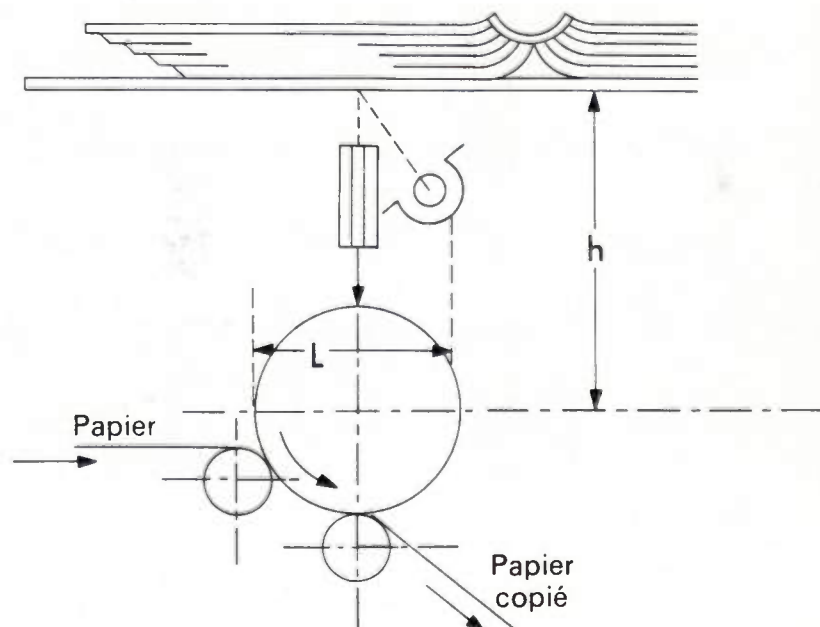


Fig. 2. — Système optique à base SLA.

(suite de la p. 24)

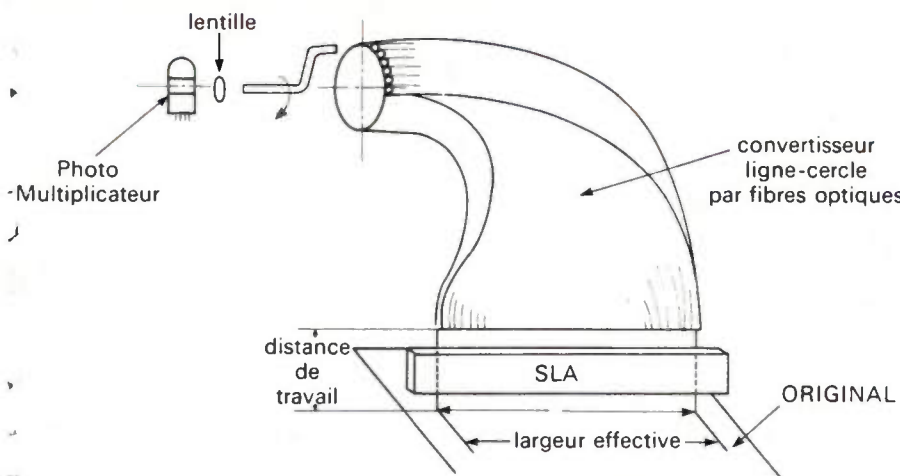


Fig. 3. - Fac-similé avec convertisseurs ligne-cercle.

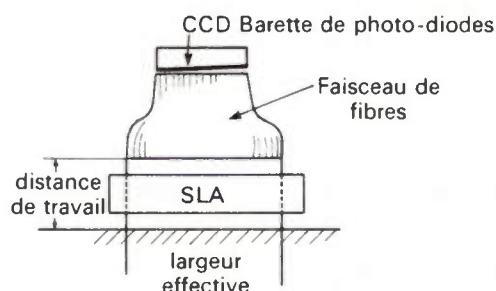


Fig. 4. - Fac-similé avec têtes de lecture CCD.

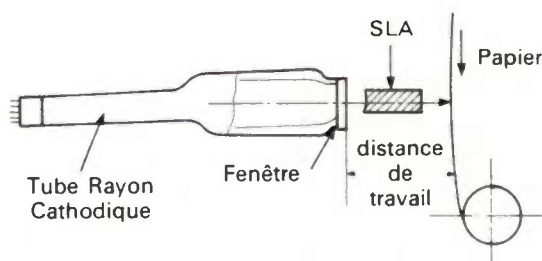


Fig. 5. - Imprimantes à tube cathodique.

Applications des lentilles Selfoc.

— Lentille pour micro-objectif avec grand angle d'ouverture pour endoscope ou microscope; lentille pour couplage entre diode laser et fibre optique; lentille pour connecteurs de fibres optiques; lentilles pour réalisation de dispositifs optiques pour coupleurs, diviseurs, multiplexeurs, démultiplexeurs.

Il est possible de grouper plusieurs lentilles Selfoc en ligne pour les machines à photocopier; par exemple, les SLA (Selfoc Linear Arrays); également en structure dite « œil de mouche » pour l'holographie ou la photographie tridimensionnelle; SAML (Selfoc Assembled Multi Lens), par exemple.

Les SLA (Selfoc Linear Arrays) offrent une image d'excellente qualité et de qualité uniforme (pas de réduction de résolution et de brillance dans la périphérie de l'image). La quantité de lumière transmise est 2 à 3 fois plus importante qu'à travers une lentille sphérique. La distance entre une

image et un objet peut être diminuée. Un instrument compact peut ainsi être réalisé (fig. 1).

Par une construction mono-bloc la résistance mécanique est très importante. La résistance à la chaleur et à l'humidité est importante en raison de l'inexistence d'espaces vides.

La conception d'un appareil sera simplifiée et entraînera une baisse du coût de revient.

Les principales applications des SLA concernent :

La photocopie (Field Scanning Technique), domaine dans lequel on peut réaliser des copieurs compacts et bon marché, des copieurs à grande vitesse liée à une meilleure brillance et des copieurs pour plans et dessins.

Le fac-similé (Line Scanning Technique) avec les convertisseurs ligne-cercle (fig. 3), les têtes de lectures CCD (fig. 4) et les imprimantes à tube cathodique (fig. 5).

Courbes n° 2 et 3 : les deux courbes mettent en évidence les possibilités des fibres de type silice-silicone pour deux combinaisons de composants actifs. On a considéré que la perte totale en ligne (y compris connecteurs) était de 10 dB/km.

Courbe n° 4 : ce graphe met en évidence l'association d'un laser, d'une photodiode avalanche et d'une fibre à gradient d'indice.

La courbe est tracée pour des pertes totales en ligne de 6 dB/km.

Les exemples décrits précédemment mettent en jeu des composants commercialement disponibles. Le même processus et la même représentation graphique peuvent être utilisés pour évaluer l'impact de l'apparition de nouveaux composants. Ainsi, des considérations économiques et industrielles peuvent amener les fabricants à développer d'autres méthodes de fabrication de fibres optiques comme, par les fibres VAD (Vapor Axial Deposition) ou PSL (Phase Separation and Leaching).

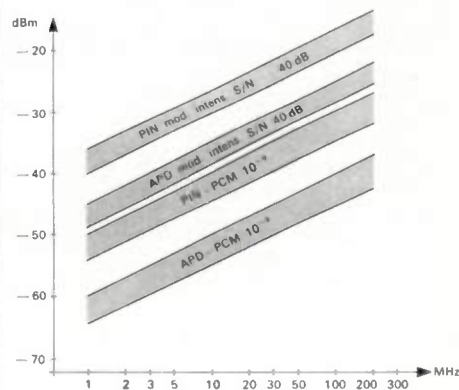


Fig. 4. - Puissance minimale sur le récepteur.

Il suffira alors d'injecter les caractéristiques optogéométriques et dynamiques de ces fibres dans le processus de décision pour mesurer l'impact technique de l'utilisation de nouveaux produits.

Les exemples précédents ont été calculés à partir des caractéristiques de composants fonctionnant à des longueurs d'ondes voisines de 0,85 μ m.

On sait que les fibres optiques couramment utilisées présentent une fenêtre de transmission encore plus intéressante à des longueurs d'onde situées entre 1,2 μ m et 1,3 μ m.

L'utilisation de ces longueurs d'ondes présenterait un certain nombre d'avantages parmi lesquels on peut citer :

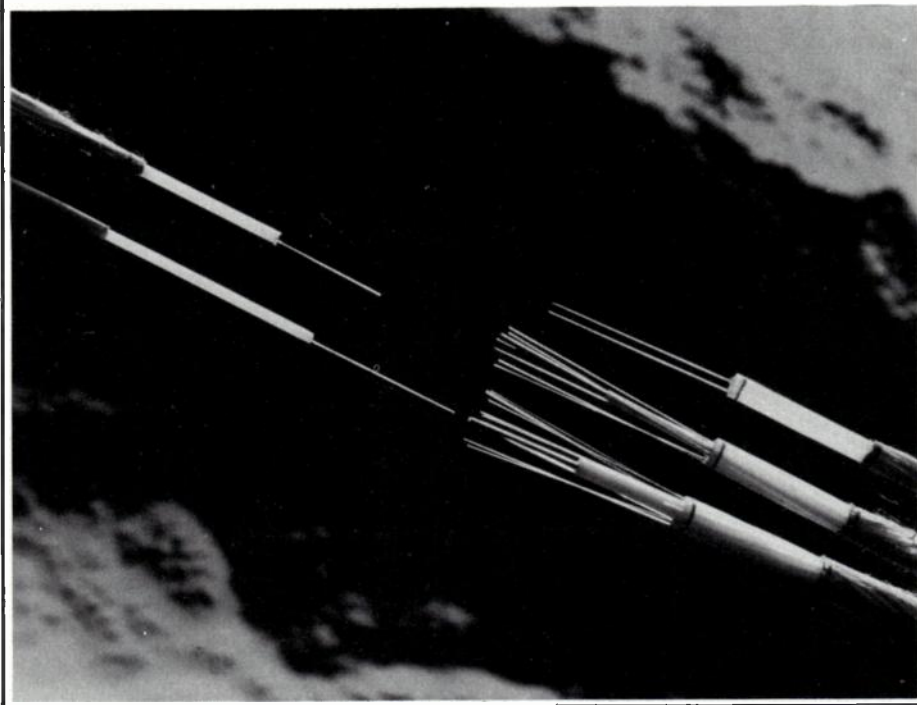
- L'atténuation réduite des fibres optiques, ce qui entraîne une augmentation de la distance entre répéteurs (liaisons à grande distance) ou une augmentation du nombre d'abonnés potentiels, dans le cas des bus;
- L'annulation de la dispersion due au matériau;

Fibres optiques et transmissions de données

Selon une étude réalisée par *Gnostic Concepts Inc.*, aux États-Unis, production de fibres optiques pour le marché américain des transmissions de données s'établira comme suit en fonction de la longueur :

48 millions de dollars en 1980 avec :	697 millions de dollars en 1990 avec :
— 47 % au-dessus de 1 000 m ;	— 53 % au-dessus de 1 000 m ;
— 27 % de 301 m à 1 000 m ;	— 26 % de 301 m à 1 000 m ;
— 18 % de 100 m à 300 m ;	— 15 % de 100 m à 300 m ;
— 8 % en dessous de 100 m ;	— 6 % en dessous de 100 m.

Bien entendu, *Gnostic Concepts* estime cette répartition parfaitement adaptée au reste du monde.



- Potentiellement, une meilleure fiabilité des composants actifs ;
- La diminution sensible des tolérances à respecter pour tous les points de couplage.

De la même manière, l'utilisation de fibres monomodes à faibles pertes permettra d'étendre les domaines d'application pour les systèmes de transmission à haut débit et grande distance.

La conjonction des fibres monomodes avec l'utilisation de plus grandes longueurs d'ondes de fonctionnement peut être visualisée sur les graphiques proposés précédemment.

Le graphe 4 représente les limitations dues à l'utilisation de ces nouveaux composants :

La courbe n° 5 rend compte de l'utilisation de composants fonctionnant à 1,3 μm ; la valeur des pertes linéiques totales a été choisies autour de 2 dB/km.

La courbe n° 6 rend compte de l'utilisation de fibres monomodes et de composants actifs fonctionnant à 1,3 μm .

LES AUTRES CRITÈRES DE CHOIX

Dans la première phase du processus de décision, on n'a pris en compte que les caractéristiques principales des trois composants de base.

Pour parfaire l'évaluation totale du système de transmission sur fibres optiques, il conviendra de mettre en œuvre une analyse plus détaillée prenant en compte des caractéristiques techniques complémentaires (connecteurs et câbles), les contraintes liées à l'environnement et une évaluation économique comparative.

Caractéristiques techniques complémentaires

Connecteurs. — En fonction du choix des composants de base (notamment, la fibre proprement dite), on devra examiner la disponibilité des connecteurs (et épissures) correspondants.

Dans l'attente de normalisation, on s'attachera à choisir une gamme de composants et dispositifs compatibles entre eux et interchangeables.

Câble. — En ce qui concerne le choix du câble et de sa structure, on devra examiner les éléments suivants :

- Contenu du câble (nombre de fibres, présence éventuelle de conducteurs électriques) ;
- Caractéristiques mécaniques (résistance à la traction, rayon de courbe, résistance aux flexions alternées, etc.) ;
- Conditions d'installation (tirage en conduite ou dépose en caniveau, liaison fixe ou mobile, câble immergé, etc.).

Contraintes liées à l'environnement

Le concepteur du système devra, par ailleurs, examiner avec attention le comportement des différents composants à l'environnement.

Le choix du type de fibre sera, en particulier, lié aux variables suivantes :

- La tenue aux radiations (un matériau de haute pureté ayant un meilleur comportement) ;
 - La gamme de température de stockage et de fonctionnement ;
 - L'humidité.
- Par contre, les perturbations électromagnétiques ne seront à considérer qu'au niveau des modules d'extrémités.

Fibres optiques et télévision

Le 14 décembre 1978 a eu lieu l'inauguration de la nouvelle usine de « De Regt Special Cables ». A cette occasion, Quartz et Silice a réalisé une transmission sur fibre OSF (Plastic Clad) d'une image télévision (PAL et SECAM) sur une longueur de 1 km. Les convertisseurs optiques-électriques et électriques-optiques et le multiplexeur et démultiplexeur étaient réalisés et prêts par TRT. La connectique était de fabrication Radiall. Les modules et la fibre auraient permis une liaison semblable de trois kilomètres.

« De Regt Special Cables » est spécialisé dans la fabrication de câbles spéciaux (« off-shore », géophysique, informatique, inspection sous-marine, etc.) et s'intéresse tout particulièrement à toutes applications des fibres optiques en coopération avec Quartz et Silice.

Qui fait quoi en câbles optiques ?

La fibre optique c'est très bien mais sa commercialisation ne peut se faire, en télécommunications plus particulièrement, que sous forme de câbles. Les câblers sont nombreux de part le monde à inclure des câbles optiques à leur catalogue. Il se répartissent de la manière suivante :

● *En France* : CLTO, Thomson-Brandt, Precicables, Cabletel; SAT et Cordons et Equipements s'intéressent également aux câbles optiques.

● *En Italie* : Pirelli.

● *En RFA* : Siemens, AEG-Telefunken, Rheinshagenkabel Werke (Philips), Felten Guillaume (Philips), Schott, SEL (ITT), Klassing et Gore.

● *En Suède* : Asea Kabel et LM-Ericsson.

● *En Norvège* : Norsk Kabel.

● *En Finlande* : Oy Nokia (?).

● *En Suisse* : Cabloptic (groupe-ment de trois câblers avec Cortailod et aide technique de l'Université de Neuchâtel).

● *En Belgique* : Opticable (groupe-ment de câblers avec aide technique de l'Université de Mons).

● *En Hollande* : NKF (Philips) et De Regt).

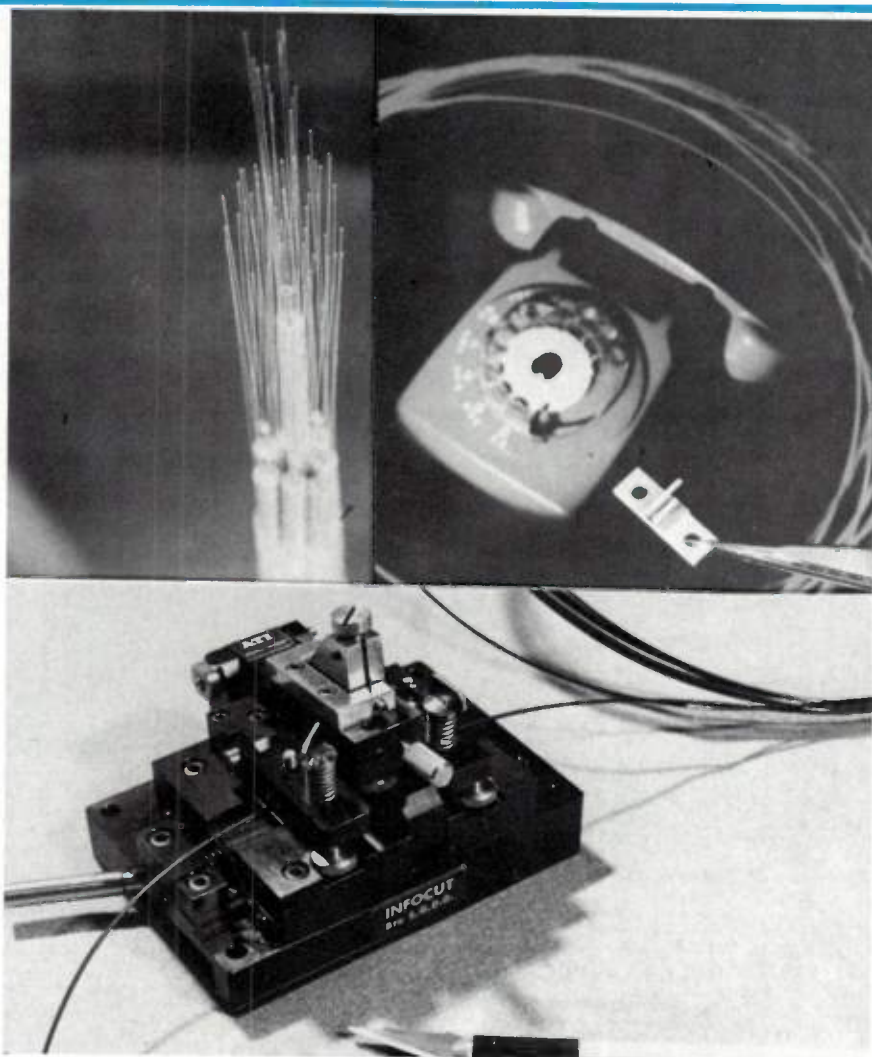
● *En Grande Bretagne* : STC (ITT), Telephone Cables (General Electric Company), Sterling Cables, Gore, BICC.

● *Aux USA* : Sicor, Belden Cables, Brand Rex, Essex Cables, Rochester Cables, General Cables, Comm Scope (Valtec), Revere Wires (Galileo), Gore, 3M, Tand & Ansley, Vector Cables, Raychem, Western Electric, Dupont de Nemours, Optelecom.

● *Au Canada* : Canstar et Bell Northern.

● *Au Japon* : Sumitomo, Fujikura, Fujiwara, Oki, Dainichi.

● *En Corée du Sud* : Gold Star Cables.



Pour vos liaisons optiques, fracturez les fibres

ATI électronique présente une machine à fracturer les fibres optiques utilisant une technique rapide et facile. Elle permet de s'affranchir des systèmes habituels de collages et de polissages longs et délicats.

Ainsi, on place la fibre à fracturer sur l'appareil, on la fixe à l'aide de 2 brides, avec un scapel on dénude partiellement la gaine puis un diamant réalise une amorce de rupture et enfin, un système de levier réalise une fracture qui s'apparente à une déchirure.

Les extrémités de fibres obtenues sont planes, perpendiculaires à l'axe optique et à état de surface brillant-miroir. Cet appareil donne des résultats reproductibles sur la plupart des monofibres en silice gainées plastique de $\varnothing$ 200 à 600 microns.

Destiné au montage des connecteurs Minoptic développés par la firme, cette machine peut servir pour d'autres types de connecteurs et comme appareil d'étude et de laboratoire.

Évaluation économique comparative

Même s'il est aujourd'hui difficile d'évaluer avec précision l'évolution des prix des composants pour transmission sur fibres optiques, il est possible de réaliser des évaluations comparatives.

Ainsi, d'une part, avec les solutions classiques en tenant compte de la diminution du nombre (et donc du coût) des répéteurs, de la facilité de pose des systèmes de transmission sur fibres optiques; d'autre part, entre les différents composants «optiques» disponibles : dans la mesure où les contraintes techniques du système l'autorisent, on choisira par exemple, la fibre optique (et/ou le câble) le moins coûteux, ce prix pouvant

varier sensiblement en fonction de la technologie utilisée ou des quantités produites.

FAITES VOTRE CHOIX

La démarche proposée ne constitue pas forcément la panacée. Elle permet d'aider le concepteur d'une liaison à choisir les composants nécessaires à sa mise en œuvre. Toutefois, il ne faudra pas manquer de faire travailler votre fournisseur qui vous aidera à peaufiner la mise en place de votre équipement, étant entendu que les critères de choix étudiés ici ne concernent que les liaisons point par point.

CERCO

OPTIQUES D'AUJOURD'HUI ET DE DEMAIN

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

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

CERCO



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

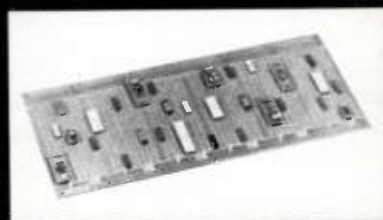
Fabrication: 5 passage de Melun 75019 PARIS
Tél. 202.09.39
Télex: 270105 F TX FRA/réf. 420

IRIS PUBLICITÉ

Panneaux universels à wrapper

CAMBION®

- Equipés de rangées de douilles à ressort cage espacées de 0,3" ou de supports de circuits
- Bornes pour alimentations
- Livrables par sections de 8 rangées, de 1 à 6 sections



Salon des Composants - Bât. 1 - Stand 163 - Allée 12

TECHMATION

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

Service lecteur : n° 2021

SALON INTERNATIONAL DES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Porte de Versailles
(2 au 7 avril 1979)

l'onde électrique

Section Presse Stand P 18

MASSON



Masson, éditeur de l'ONDE ÉLECTRIQUE, vous invite à venir compléter votre bibliothèque technique (livres et revues) à son stand :

Stand P 18

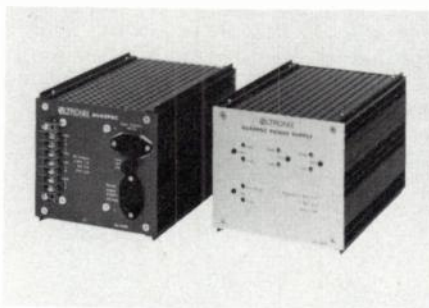
"les nouveautés de l'onde électrique"

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

AUTOMATE POUR LE TEST DES COMPOSANTS

L'automate Itronic ICT 2000 commercialisé par **Tekelec-Airtronic** a été conçu pour le vieillissement des diodes, thyristors et triacs, mais permet, à la fois de porter 20 composants à une température comprise entre 20 °C et 200 °C et de les tester jusqu'à 1 million de fois. Le courant d'anode est variable de 0,2 à 2000 A et une sortie «contrôle» est prévue. Le courant de «gate» est variable de 50 mA à 2 A. Deux compteurs par composant donnent d'une part le nombre de tests effectués et d'autre part le nombre de tests mauvais. L'alimentation des composants étant à 4 quadrants, il est possible d'inverser tensions et courants. 20 composants peuvent être testés en 30 ou 60 secondes. Pour chaque composant, 3 voyants indiquent le passage du courant anodique, le défaut d'amorçage et l'ouverture du circuit.

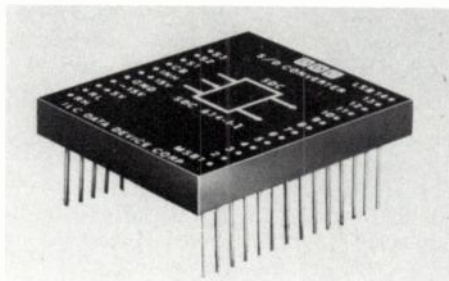
ainsi que la protection contre les courts-circuits sont d'autres avantages présentés par ce modèle. Sur demande, des protections contre les surtensions peuvent être montées sur les sorties 3 et 4. Les sorties 1 et 2 sont à asservissement mutuel des deux tensions : si l'une d'elles chute, l'autre la suit à la même valeur, offrant une protection optimale de la charge.



Service Lecteur : n° 2102

CONVERTISSEURS SYNCHRO-NUMÉRIQUES 12 et 14 BITS

ILC Data Device Corporation, représenté par **Techmation**, propose deux modules de conversion synchro-numérique à bas profil et conçus pour la poursuite de 14 bits et 12 bits. Ces nouveaux modules utilisent, selon son constructeur, une interface différentielle sans équivalent, d'où une précision très élevée et la suppression du «Jitter». Le convertisseur 14 bits SOC-634 permet de choisir entre deux précisions : $\pm 4 \text{ mn} \pm 0,9 \text{ LSB}$ ou $\pm 2,6 \text{ mn}$. Le convertisseur 12 bits SDC-632 a une précision de $\pm 8,5 \text{ mn}$. Les deux convertisseurs ont un transformateur d'isolement interne pour toutes les entrées standard 400 Hz ou 60 Hz. Tous les semi-conducteurs sont scellés hermétiquement dans le module moulé dont la hauteur ne dépasse pas 1,07 cm de hauteur. Le module sort l'angle en binaire naturel et la logique est compatible TTL et C-MOS. Une sortie pour un signal d'occupation («convertir busy») et une entrée d'inhibition sont prévues pour la synchronisation. Les alimentations sont $\pm 15 \text{ V}$ et 5 V . Le SDC-634 et le SDC-632 ont un brochage identique à celui des convertisseurs bien connus ESDC et SDC-524. Les dimensions sont de $7,94 \times 6,67 \times 1,07 \text{ cm}$, pour un poids de 113 grammes.

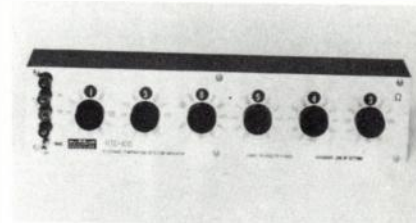


Service Lecteur : n° 2103

MODULE D'ALIMENTATION POUR MICROPROCESSEURS

Oltronix propose un nouveau module d'alimentation «Quadpac» dont les quatre tensions de sorties peuvent être choisies, dans la gamme $\pm 12 \text{ V}$ à $\pm 18 \text{ V}$ pour les sorties 1 et 2 et dans la gamme $+5$ à $+120 \text{ V}$ pour les sorties 3 et 4. Les sorties sont toutes séparées galvaniquement entre elles et peuvent, de plus, être ajustées à 10 % de leur valeur nominale. Les écarts dus à la charge et à la tension de source sont $< 1 \text{ mV}$. L'ondulation résiduelle est inférieure à 1 mV . Une stabilité et un rendement élevés,

SIMULATEUR DE PRÉCISION POUR SONDE RÉSISTIVE

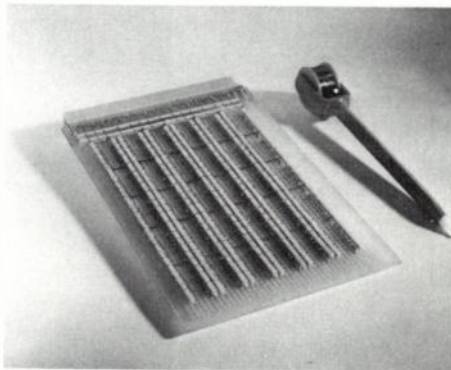


General Resistance, distribué par **Eleco**, annonce un nouveau simulateur de précision à 6 décades pour sondes résistives de température, sondes platine, nickel ou autres. Le simulateur RTD-100 permet d'étalonner tous systèmes de mesure de température utilisant de telles sondes, par substitution de la sonde et ceci, dans une gamme allant de 10Ω à $1111,110 \Omega$, avec une résolution de $1 \text{ m} \Omega$. La précision de simulateur RTD-100 est meilleure que 1.10^{-4} de la valeur affichée, y compris les erreurs dues aux résistances résiduelles et de contacts. Les sorties sont disponibles sur quatre bornes avec court-circuits amovibles permettant une adaptation facile à tous systèmes de mesure à 2, 3 ou 4 fils.

Service Lecteur : n° 2104

CIRCUIT INTÉGRÉ OSCILLATEURS LIGNE TV

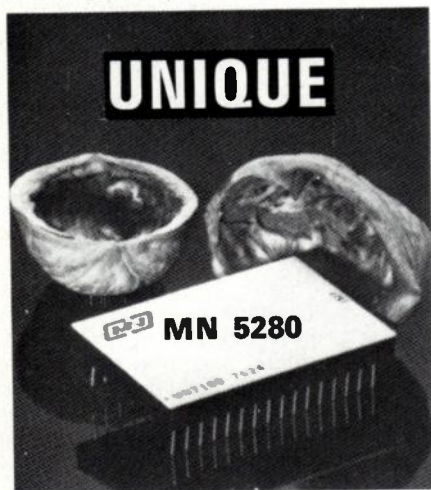
S.G.S.-ATES a mis au point le TDA 1180, un circuit intégré oscillateurs ligne TV. C'est un circuit linéaire complexe comprenant deux séparateurs de synchronisation indépendants (ligne et trame), l'oscillateur ligne, les comparateurs de phase, la commutation de la constante de temps pour magnétoscope,



le générateur de sandcastle ainsi que les protections courts-circuits. Les principaux avantages sont : étages de sorties à fort courant permettant de piloter directement le transistor final (dans le cas d'un téléviseur N/B); circuit adapté pour alimenter une base de temps ligne à transistors; séparateurs de synchro indépendants avec des constantes de temps extérieures; contrôle précis de la phase du générateur de sandcastle pour éviter les interférences avec l'impulsion de synchro. Une autre version de ce circuit, le TDA 1280, est indispensable pour base de temps à thyristors. Ces deux types sont présentés en boîtiers «dual-in-line», 16 broches.

Service Lecteur : n° 2105

Micro Networks Corporation



ADC 16 bits

- Boîtier 32 broches DILP
- Entrée multigammes
- Temps de conversion 60 μ s.

ALIMENTEZ VOS CIRCUITS AVEC NOS ALIMENTATIONS ET CONVERTISSEURS MODULAIRES

- Alimentations Modulaires AC/DC
505 : ± 15 V/0,1 Amp. (200 F)
542 : ± 5 V/1 Amp. (200 F)
- Convertisseurs DC/DC
Série μ D : à partir de 165 F
Série μ LRD : à partir de 405 F

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

MN 5240

CONVERTISSEUR ANALOGIQUE/NUMÉRIQUE 12 BITS RAPIDE

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

microEL

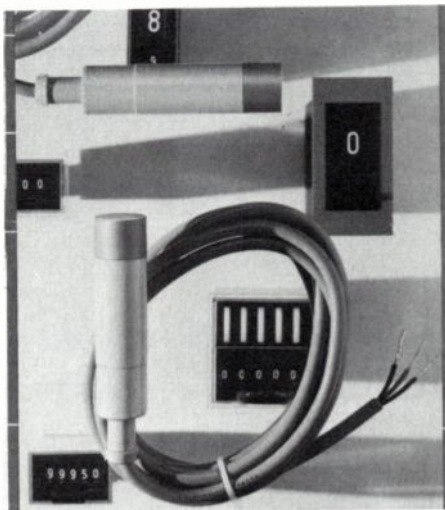
Avenue des Champs-Lasniers
«ALPHA 128»
91440 LES ULIS

Tél. : 907.08.24 Téléx 692493 F

Service lecteur : n° 2022

DÉTECTEUR DE PROXIMITÉ INDUCTIF

Les nouveaux détecteurs de proximité conçus par **Sodeco-SAIA SA** sont dotés d'une protection contre les inversions de polarité et d'une diode Zener qui les protège contre les pointes de tension de coupure, ce qui les rend particulièrement aptes à la commande de compteurs d'impulsions électromécaniques rapides. Ces détecteurs inductifs se distinguent par une gamme de tension étendue (5 à 24 V) et un pouvoir de coupure élevé, pouvant atteindre 400 mA/24 V. L'utilisation de boîtiers en matière plastique élargit les possibilités d'applications. Leur résistance aux liquides et aux gaz agressifs constitue un avantage apprécié. La grande portée d'action de ces détecteurs accroît encore leur champ d'utilisation.



Service Lecteur : n° 2106.

MICROPROCESSEUR RAPIDE

Une nouvelle version rapide du microprocesseur bipolaire 4 bits standard du marché, offrant une amélioration significative de la vitesse de transfert, est désormais proposée par le créateur du circuit, **Advanced Micro Devices**. L'Am2901B est compatible broche-à-broche et peut substituer à ses deux prédécesseurs, l'Am2901 et l'Am2901A. Des améliorations notables des vitesses de fonctionnement du circuit ont été obtenues par une réduction de 25 % de la surface inutilisée, rendue possible grâce aux systèmes éprouvés de projection et de gravure de la société. En ce qui concerne ce circuit nouvellement introduit, le délai de propagation pour le transfert depuis les entrées des adresses de la RAM jusqu'aux sorties de propagation et de génération a été réduit de 65 monosecondes. De plus, le temps de cycle minimal pour une addition de registre dans une configuration 16 bits, est passé de 143 monosecondes à 123 monosecondes. Cette caractéristique comprend les temps de transfert du registre du pipeline et de l'unité de gestion des instructions, en plus des temps de transfert du 2901.

Tout comme les versions précédentes de ce circuit, l'Am2901B est un processeur de données microprogrammable comprenant une unité arithmétique et logique à huit fonctions, une mémoire tampon de 16 mots à deux voies d'accès, un registre accumulateur complémentaire et une logique de

décalage et de commande. Ce circuit, standard du marché, est, selon son fabricant, le microprocesseur de type TTL le plus rapide et le plus universel du monde. Réalisés selon la technologie éprouvée Schottky faible puissance d'**Advanced Micro Devices**, ces circuits offrent aux concepteurs la souplesse de fonctionnement et d'architecture des circuits intégrés à moyenne échelle et les performances et les coûts réduits des composants à grande échelle d'intégration.

Service lecteur : n° 2107.

SYSTÈME DE MESURE D'ENSOLEILLEMENT

Kontron Électronique commercialise un système, simple et précis, permettant d'effectuer des mesures d'ensoleillement. L'ensemble «SUNSTATION» est composé d'un capteur solaire calibré, type 3 B avec un intégrateur électrochimique, et d'un équipement électronique permettant la mesure d'ensoleillement en kW-h/m². Les capteurs peuvent effectuer des intégrations sur des périodes supérieures à 2 ans et sont réutilisés immédiatement après la mesure. Cette technologie permet la multiplication des points de contrôle sur un site et vient compléter les nouvelles activités prises par **Kontron** dans le domaine de l'énergie solaire avec les panneaux photo-voltaïques de chez **Arco Solar**.

Service lecteur : n° 2108.

THERMISTANCE CONTRE LA SURCHARGE DE COURANT

Un nouveau type de thermistance, nommé «SURGE-GARD», destiné à la protection des circuits électroniques contre la surcharge de courant a été développé par **Rodan**. Ce dispositif, diffusé en France par **Intec**, limite le courant de démarrage pour une durée de 1 à 2 secondes. Pendant ce temps, la résistance décroît jusqu'au point où la chute de tension est négligeable, permettant le fonctionnement normal du circuit. «SURGE-GARD» peut être utilisée dans les circuits AC ou DC et se prête à l'utilisation avec les ponts redresseurs et les alimentations à découpage. La gamme de résistances (dans l'état froid) est comprise entre 1 Ω et 100 Ω et celle du courant de charge entre 1 et 18 A.



Service lecteur : n° 2109.

ALARMES DE NIVEAUX A INFRAROUGES

Enraf Nonius commercialise une série de contacteurs entièrement statiques, à sécurité intrinsèque. Ces appareils présentent une très grande fiabilité : la durée de vie minimale de la source est de plus de 25 ans. Ils sont, de plus, en auto-contrôle permanent (45 fois par seconde). Ils peuvent être utilisés sur tous les liquides (gaz liquéfiés, eau, fuel, etc.) quels qu'en soient la masse, la viscosité, la conductivité électrique, la couleur ou l'indice de réfraction. Le contacteur comporte une tige en quartz à pointe conique, une source infrarouge lumineuse, un phototransistor et une boîte de bornes de raccordement. La mesure s'effectue par diffusion du faisceau de rayons infrarouges dans le liquide. L'appareil est livrable sous différentes formes et dimensions avec fixation par bride ou vissée, de sorte qu'il est possible de le monter sur tous les types de réservoirs.



Service lecteur : n° 2110

AMPLIFICATEURS POUR MÉMOIRES A TORES

Fairchild Camera and Instrument annonce une série d'amplificateurs pour systèmes rapides de mémoires à tores : la série 55/75S20 à technologie Schottky. Ces amplificateurs détectent les signaux différentiels de la mémoire et réalisent une parfaite interface entre la mémoire et la fonction logique suivante. Compatibles broche à broche avec la série 7520, les 75S20 et 75S24 n'imposent pas l'emploi d'une capacité extérieure pour stabiliser le préamplificateur. La série 75S20 représente une nette amélioration dans la méthode de détection des signaux des mémoires à tores. La précision du niveau de seuil est de $\pm 2,5$ mV dans toute la gamme de température (-55 °C ± 125 °C) alors que les produits offerts jusqu'ici n'avaient qu'une précision de ± 4 mV.

Service lecteur : n° 2111

APPAREILS DE CHROMATOGRAPHIE LIQUIDE HAUTES PERFORMANCES

Pye-Unicam présente sa nouvelle gamme d'appareils de chromatographie liquide hautes performances, la série LC-XP. La conception modulaire de ces appareils permet de fournir le système le mieux adapté à un problème analytique précis. La pompe double pistons réciproques LC-XPD est la base des appareils isocratiques ou gradient d'élution. Le programmeur du gradient LC-XP permet d'effectuer le mélange de deux solvants en basse pression. Le gradient peut être découpé en 9 segments, dont la pente peut être linéaire, concave ou convexe. Grâce à une mémoire non volatile, dix programmes analytiques peuvent être stockés. Le nouveau détecteur de fluorescence LC-FL utilise des filtres jumelés

pour l'excitation et l'émission, pour permettre la détection à hautes sensibilités des composés fluorescents. Ce principe qui permet aux bandes passantes de correspondre aux spectres du composé est une amélioration des détections à monochromateur.



Service Lecteur : n° 2112

Les petites merveilles

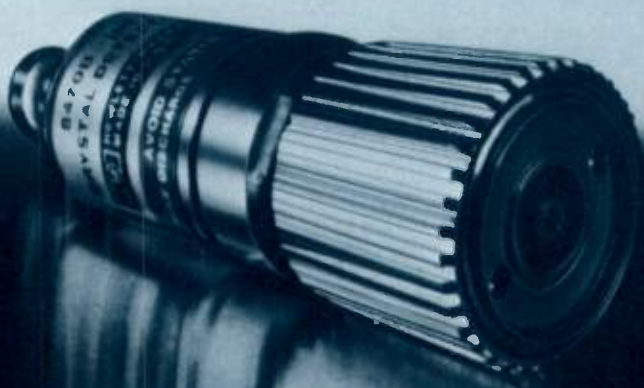
Détecteurs hyperfréquences 8470 B

- de 10 à 18000 MHz, réponse en fréquence $\pm 0,6$ dB
- nouvelle diode SCHOTTKY à faible seuil assurant un TOS très bas de 1,4 à 18 GHz
- diodes très robustes, protégées, interchangeables
- options connecteurs APC-7, SMA, type N

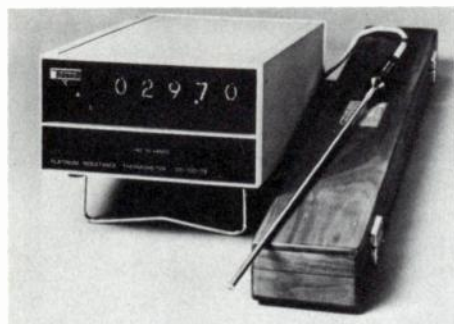
Plus de 300 "petites merveilles" destinées aux mesures en hyperfréquences sont décrites dans un nouveau catalogue sur les guides et coaxiaux Hewlett-Packard. Vous pouvez obtenir votre exemplaire gratuitement en écrivant à l'adresse ci-dessous.

HEWLETT **hp** PACKARD

Z1 de Courtabœuf, B.P. 70, 91401 Orsay Cedex - Tél. 907 78.25



Service lecteur : n° 2023

ÉTALONS DE TEMPÉRATURE

Doric, représenté par **Eléxo**, propose trois nouveaux étalons de température à affichage numérique. Se présentant sous forme de systèmes complets, ces appareils se composent d'une sonde de platine calibrée et d'un indicateur numérique de précision, exempt de dérive et spécialement calibré aux caractéristiques de la sonde. L'étalon secondaire offre une précision d'étalonnage globale meilleure que $\pm 0,1^\circ\text{C}$ dans l'étendue de mesure allant de -100 à $+200^\circ\text{C}$, avec une calibration au bain en quatre points d'une précision meilleure que $\pm 0,02^\circ\text{C}$. Sa résolution est de $0,01^\circ\text{C}$. Une autre version pour mesure jusqu'à $+400^\circ\text{C}$ est également disponible. L'étalon de classe industrielle possède une précision d'étalonnage de $\pm 0,3^\circ\text{C}$. Il est disponible avec une alimentation optionnelle sur batterie. Un troisième étalon de classe intermédiaire est aussi proposé avec

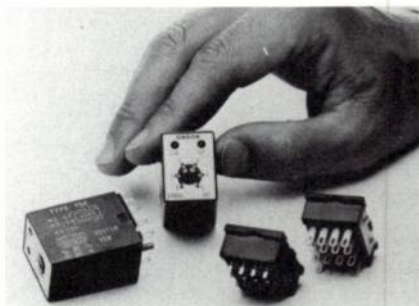
des performances et un prix compris entre ceux de l'étalon secondaire et de l'étalon de classe industrielle.

Service Lecteur : n° 2113

STYLO A CABLER

Pour la réalisation de cartes prototypes et la modification ou la réparation de cartes déjà existantes, **S.E.D.I.** présente un stylo à câbler fabriqué par la société Siemens. L'élément de base est un stylo débiteur de fil, muni d'une bobine de 50 m. Ce fil est un conducteur de cuivre à double couche d'émail thermo soudable. La température de fusion de l'émail a été soigneusement choisie de façon à ce que le dénudage de l'isolation ne se fasse qu'au point d'application de l'étain de soudure, chauffé par une panne de fer à souder à température normale. Ce câblage se fait rapidement sans coupure à longueur ni dénudage. Il existe une série d'accessoires facilitant le travail : plaques à trous au pas de 2,54 en verre époxy; busbarres d'alimentation des composants; goulottes de câblage se fixant par clipsage dans les trous des plaques et permettant l'alignement des fils. Les caractéristiques techniques du fil sont : diamètre de 0,2 mm; épaisseur de l'isolant : 13 μ ; rigidité diélectrique de 650 V; résistance de 1 Ω /1,8 m.

Service Lecteur : n° 2114

MINUTERIE TEMPORISÉE A SYSTÈME RC

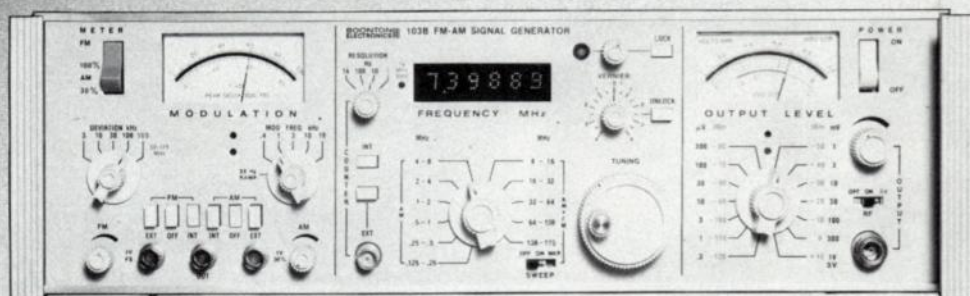
Le nouveau modèle TDE de **Carlo Gavazzi Omron** est une minuterie électronique extrêmement petite et fiable. La sortie, à système RC, peut couper 200 mA. Elle permet l'utilisation d'un relais de puissance et procure une longue durée de vie, même à grande cadence de fonctionnement. Sa bonne répétabilité (1 %) et sa petite taille, font du modèle TDE la minuterie recherchée pour les applications où la miniaturisation et la haute précision sont exigées. Deux LED indiquent la mise sous tension et la fin de temporisation. Ce modèle est proposé en trois versions pour l'alternatif (24 V, 110 V et 220 V), en trois versions pour le continu (24 V, 48 V et 110 V) et en cinq différentes temporisations, de 0,1 à 60 secondes. Le modèle TDE existe pour un montage sur socle, ou directement pour circuit imprimé.

Service Lecteur : n° 2115



une mesure d'avance

Une nouvelle
génération de
signaux AM/FM
BOONTON



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

mB
électronique

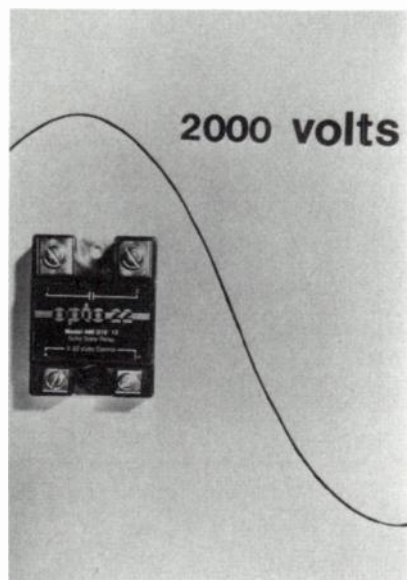
Z.A.C. de Buc - B.P. 31 - 78530 BUC - Tél.: 956.81.31 - Télex 695.414

TUBE TV-C 110°

RTC présente un nouveau système tube-image/déviateur d'une grande simplicité d'utilisation et encore plus performant que le système 20 AX bien connu : le système 30 AX. L'auto-alignement intrinsèque du tube-image et du déviateur simplifie la mise en œuvre du déviateur et supprime pratiquement les réglages mécaniques et électriques. La nouvelle répartition des bobinages en selle du déviateur augmente la sensibilité de déviation, réduit la distorsion gauche-droite et donne une géométrie haut-bas rectiligne. Le nouvel ensemble de canons à électrons améliore la finesse et l'uniformité de la concentration du spot.

Service Lecteur : n° 2116

RELAIS STATIQUE A RADIATEUR

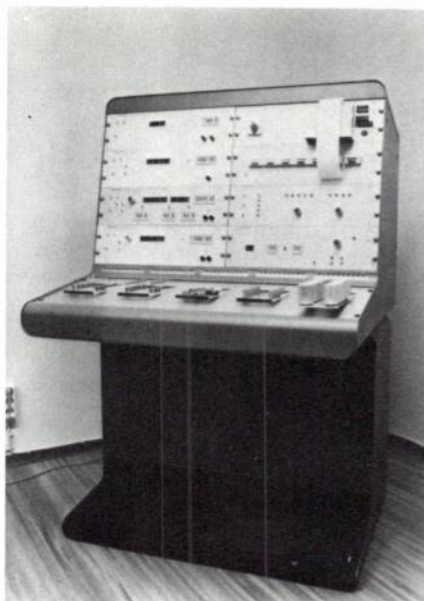


Opto 22, représenté par I.S.C. France, propose un relais statique synchrone présenté dans un boîtier aux côtés standard, mais à radiateur incorporé : le 480 D 10-12. Ce relais peut absorber sans dommage les transitoires jusqu'à 2000 V pendant 20 ms, qui se produisent couramment dans les réseaux industriels à 380 ou 480 V. Le 480 D 10-12 permet de couper jusqu'à 12 A à 20 °C sous une tension de 480 V. Le courant maximal admissible atteint 110 A. L'isolement entre la commande et la puissance est de 2500 V (sur demande il peut être porté à 4000 V).

Service Lecteur : n° 2117

AUTOMATE POUR LE CONTROLE DES CAPACITÉS

L'automate ITRONIC A 766 K MA II, qui propose Tekelec-Airtronic, permet le contrôle automatique des capacités au tantale et électrolytiques jusqu'à 50 à la fois. Tous les tests de capacité, d'angle de perte, d'impédance et de courant de fuite peuvent être faits automatiquement suivant des tolérances de tri préaffichées. Le pont de mesure fonctionne à 2 fréquences : 50 Hz et 100 Hz. Les gammes de capacité peuvent s'étendre jusqu'à 1 Forard. Les mesures d'impédance peuvent se faire à 3 fréquences : 1 kHz,

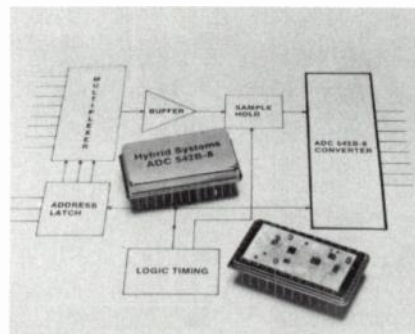


10 kHz et 100 kHz. Une imprimante relève tous les résultats en même temps que des voyants indiquent les capacités défectueuses. Les capacités sont placées manuellement sur des supports, lesquels existent dans toutes les configurations axiales et radiales avec toutes sortes de dimensions. Cet automate est parfaitement adapté au contrôle qualité par sa souplesse d'utilisation, sa vitesse d'exécution et ses facilités de traitement.

Service Lecteur : n° 2118

CONVERTISSEUR ANALOGIQUE/NUMÉRIQUE A FAIBLE CONSOMMATION

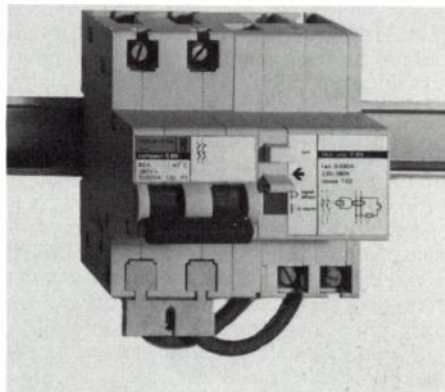
Hybrid Systems, représenté en France par Comsatec, annonce la commercialisation d'une nouvelle série de convertisseurs analogiques/numériques référencée ADC 542 et destinée au remplacement broche à broche des convertisseurs Burr Brown ADC 82, avec une diminution de la puissance consommée de 35 % et la possibilité de fonctionner dans la plage de -55 à +125 °C. Chaque convertisseur comprend un convertisseur numérique/analogique de précision, une horloge, un comparateur, une référence et un registre à approximations successives. Le temps de conversion pour 8 bits est de 2,5 s. Cette série est particulièrement destinée à être utilisée dans les applications microprocesseur. La version commerciale (aussi bien que les versions industrielle et militaire), est livrée en boîtier DIL métallique, 24 broches, hermétiquement scellé.



Service Lecteur : n° 2119

DISJONCTEUR DIFFÉRENTIEL MODULAIRE

Merlin Gerin propose le Vigicompact C 80, un disjoncteur différentiel modulaire 80 A, destiné à garantir la protection dans toute installation terminale, industrielle ou tertiaire. Ce disjoncteur différentiel est réalisable à partir d'un compact C 80. Deux sensibilités de déclenchement peuvent être choisies : 300 mA ou 30 mA. Le Vigi C 80 peut être monté très facilement, par encliquetage, à droite du boîtier disjoncteur. L'ensemble ainsi constitué se monte sur profil DIN symétrique, ce qui permet une grande souplesse d'installation. Le Vigi C 80 fonctionne sans aucune source auxiliaire. Il comporte un bouton test permettant la vérification périodique de son fonctionnement.



Service Lecteur : n° 2120

TUBE VIDICON AU SILICIUM

English Electric Valve Company vient de mettre au point un nouveau tube de prise de vue au silicium, le Vidicon 1", type P 8125, en complément de sa gamme de tubes professionnels de prise de vue pour applications « Caméras de Télévision en Circuit Fermé ». Ce nouveau Vidicon a une cible à diodes au silicium, offrant de nombreux avantages : sensibilité élevée de 300 nm jusqu'au proche infrarouge à 1100 nm; gamma = 1; rémanence, due à la couche photo-conductrice, nulle; longue durée de vie; immunité dans le cas d'une forte exposition à la lumière ou d'une panne de balayage.

Service Lecteur : n° 2121

MODULES DE PROGRAMMATION POUR MÉMOIRES 2716

PROG-LOG, représenté en France par YREL, introduit sur le marché deux nouveaux modules de production pour INTEL 2716, d'une part et pour TEXAS 2716 d'autre part. Référencés PM 9060 (Texas Instruments) et PM 9061 (Intel), ces modules comportent chacun 8 supports de copie à insertion rapide et un support pour mémoire de référence. Enfichables rapidement, ils peuvent être utilisés sur tous les programmeurs PROG-LOG M 900, M 99B, M 910 et M 920.

Service Lecteur : n° 2122

INTERFACE POUR PROGRAMMATEUR DE MÉMOIRES



Pro-Log, représenté en France par Yrel, vient de développer une nouvelle interface pour le lecteur de rubans du programmeur M 900 B. Jusqu'à présent, le lecteur permettait de lire les rubans codés binaire, hexadécimal ou BNPF. Un nouveau programme permet désormais de lire les rubans perforés au code Intel hexadécimal. D'autre part, Zilog, AMD et RCA proposent chacun une interface standard pour programmeur Pro-Log. Ainsi, les utilisateurs de ces systèmes de développement peuvent programmer facilement les mémoires PROM et REPROM du marché en transférant directement leurs données dans le programmeur. En outre, Pro-Log étudie actuellement deux interfaces pour les systèmes de développement Intel, MDS et Tektronix.

Service lecteur : n° 2123

SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT DES PLAQUETTES POUR IMPLANTEURS D'IONS

Afin d'accroître la productivité de sa gamme d'implanteurs d'ions, Varian vient d'introduire un nouveau dispositif pour ses postes de traitement wayflow-TM. Commercialisé sous l'appellation Waycool-TM, il permet de contrôler la température de la plaquette pendant l'opération d'implantation, ce qui augmente le débit jusqu'à 500 % pour les applications à niveau d'implantation élevé. On peut ainsi utiliser des puissances de faisceau allant jusqu'à 100 W sans provoquer un échauffement sérieux de la plaquette ou une dégradation des « photo-résists ».

Service Lecteur : n° 2124

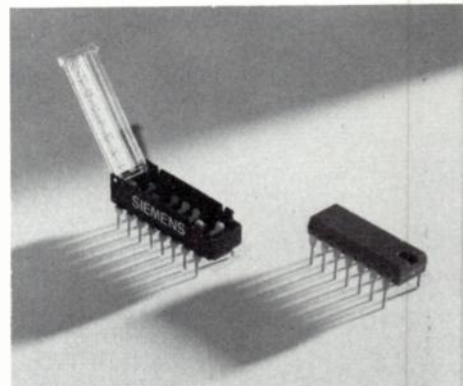
AMPLIFICATEUR HYBRIDE VHF-UHF

SGS-Ates élargit sa gamme de produits VHF-UHF avec un nouvel amplificateur large bande référencé SH 126. Les gammes de fréquence de fonctionnement de 30 à 900 MHz permettent l'utilisation dans les amplificateurs d'antenne et comme amplificateurs d'usage courant. Grâce à son niveau de sortie (dans la gamme 300 mV pour 75 Ω avec $V_s = 15$ V), le SH 126 est particulièrement adapté comme amplificateur de sortie ou comme pilotage pour les systèmes de plus grande puissance. Le bruit est de 5,5 dB et le gain en tension est de 18,5 dB.

Service Lecteur : n° 2125

COMMUTATEUR DIL

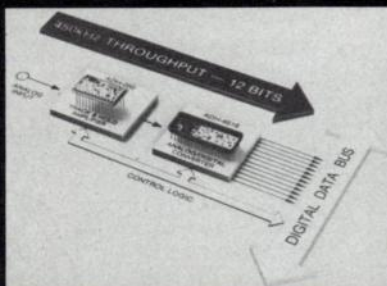
Siemens, représenté par la S.E.D.I., propose un commutateur multiple pour circuit imprimé dont l'implantation et les dimensions sont celles d'un circuit intégré Dual-in-Line. Il contient 4, 5, 8 ou 10 interrupteurs simples commutant deux sorties face à face et pouvant être séparément enclenchés ou déclenchés. Le boîtier possède un couvercle transparent protégeant les boutons de commande et permettant de visualiser leur position. La température d'utilisation peut varier de - 40 à + 85 °C; la puissance de commutation est de 5 VA; l'intensité maximale est de 0,8 A; la résistance de contact est de moins de 40 m Ω ; l'isolation est de 10⁵ M Ω et la tension d'essai est de 500 V.



Service Lecteur : n° 2126

DDC ILC DATA DEVICE CORPORATION

Suiveur/Bloqueur ADH-050
+
Convertisseur A/D ADH-8516
=
12 bits ; 2 μ sec



Idéal pour application microprocesseur

TECHMATION

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

Service lecteur : n° 2025



**Appelez
INTERTECHNIQUE
(01) 460.33.00**

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.

INTERTECHNIQUE

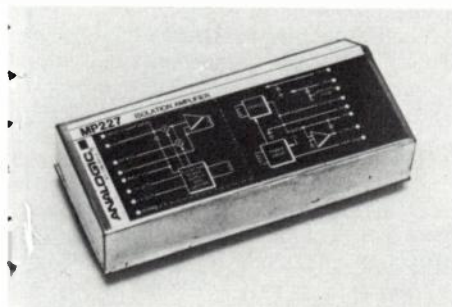
Elmwood Precision

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

Service lecteur : n° 2026

AMPLIFICATEUR D'ISOLEMENT

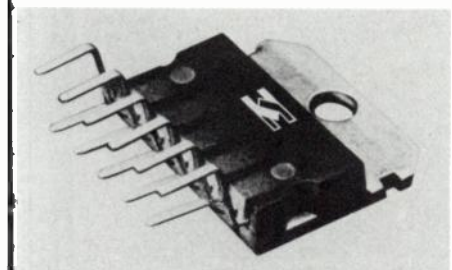
Analogic Corporation annonce un nouvel amplificateur d'isolement, le MP 227, spécialement étudié pour remplacer relais et autres circuits associés, dans les systèmes d'acquisition de données multi-voies. Ce module convient parfaitement au multiplexage des entrées dans les thermocouples, jauges de contraintes et autres systèmes utilisant de faibles niveaux. Compatible avec les convertisseurs analogiques/numériques jusqu'à 14 bits, il offre une linéarité meilleure que 0,005 %. Le MP 227 contient son propre filtre, 3 pôles, de 60 dB/octave. Ses autres caractéristiques sont : gain variable de 10 à 1000, sensibilité d'entrée de 10 mV à ± 1 V, pleine échelle; niveau de bruit n'excédant pas 0,5 μ V; dérive de gain de 0,2 μ V/°C. Les dimensions du module sont de 30 x 70 x 13 mm.



Service Lecteur : n° 2127

BOITIER POUR CIRCUITS INTÉGRÉS DE HAUTE PUISSANCE

Après avoir créé tous les boîtiers usuels de circuit intégré de puissance, **SGS-ATES** propose maintenant une nouvelle version : le Multiwatt (R). C'est un boîtier «vertical-in-line» avec 11 sorties qui se présente comme un Pentawatt (R) de plus grandes dimensions. Le boîtier, en cuivre épais de 1,5 mm, est utilisé pour avoir une résistance thermique jonction-boîtier de l'ordre de 2 à 3 °C/W et a été conçu pour éliminer les rotations provoquées lors du montage. Un ressort, en option, permet d'assurer un meilleur contact entre l'embase et le radiateur extérieur. Les dimensions de ce nouveau boîtier sont de 20 mm de long pour une hauteur de 7 mm, sorties exclues.



Service Lecteur : n° 2128

ENREGISTREUR A TRACE CONTINU

CEM commercialise un enregistreur de processus encastrable qui se caractérise par un équipement de mesure à compensation avec moteur linéaire; l'entraînement du papier fait par moteur pas à pas avec neuf vitesses de déroulement à commutation

électronique pilotée par quartz; deux vitesses d'enregistrement à commutation externe; l'entrée des télécommandes de toute la gamme des vitesses par signaux TTL; l'adaptation des gammes par plaquettes enfichables.

Cet appareil, disponible avec 1, 2 ou 3 équipages, conviendra particulièrement à l'enregistrement des valeurs pouvant être représentées par des courants ou des tensions continues (de 1 à 100 mA en courant continu ou de 1 à 42 V en tension continue).

Service Lecteur : n° 2129

TRANSISTORS VIDÉO EN BOITIER PLASTIQUE

La gamme **RTC** de transistors en boîtier plastique s'élargit avec l'apparition de deux nouvelles familles destinées aux étages de sortie vidéo et présentées dans un nouveau boîtier plastique, le TO 202. Ce nouveau boîtier a été conçu de façon à présenter une importante surface de refroidisseur en contact avec l'air, ce qui permet une faible résistance thermique jonction-air ambiant, donc une dissipation très importante du transistor monté sans radiateur. Les deux familles de transistors sont : une famille de transistors NPN vidéo classe A comprenant les types BF 857 à BF 859 (VCEO : 160 à 300 V; ICM : 0,3 A; Pe total à 25 °C : 6 W) et une famille de transistors NPN ou PNP vidéo classe B comprenant les types BF 869 à BF 872 (VCEO : 250 à 300 V; ICM : 0,1 A; Pe total à 25 °C : 5 W).

Service Lecteur : n° 2130

INDICATEUR D'ANGLE SYNCHRO

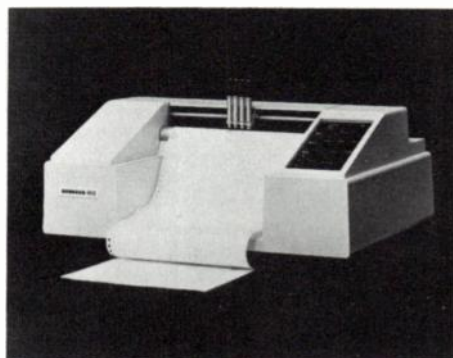
Techmation commercialise un indicateur d'angle synchro fabriqué par **ILC Data Device Corporation**, dont la précision atteint $\pm 0,005^\circ$ en six chiffres et la résolution $\pm 0,001^\circ$. Cet indicateur, désigné HSR-103, programmable par niveaux logiques, peut être interfacé avec des équipements externes de contrôle numérique. Il convertit un signal synchro ou résolveur en BCD et visualise ceux-ci en cinq ou six chiffres. Chaque version du HSR 103 a un ajustement automatique de la tension signal de 10 V à 100 V et de la référence de 10 V à 150 V, sans commutation. La fréquence porteuse a une bande de 47 à 1000 Hz et le déphasage entre le signal et la référence peut atteindre $\pm 50^\circ$. Les dimensions du boîtier sont de 24,1 x 4,5 x 29,9 cm et son poids est de 2,7 kg. De nombreuses applications sont possibles dans des systèmes de navigation aérienne, contrôle de machine-outil, systèmes de tests automatiques, etc.



Service Lecteur : n° 2131

TRACEUR A TAMBOUR

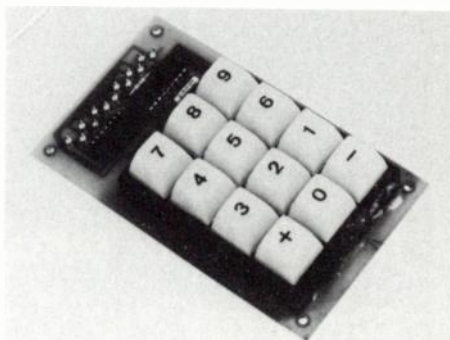
Le traceur à tambour, modèle 1012, que propose **Calcomp** est un appareil compact, rapide et fiable. Il est doté d'un ensemble de dispositifs facilitant la tâche de l'utilisateur : limiteur de tracé sur l'axe des Y, contrôle automatique de fin de papier, rotation des axes, retours automatiques, générateur de caractères, connexion directe possible d'un terminal, test interne de bon fonctionnement. La vitesse maximale est de 36 cm/s et l'accélérateur de 0,75 G. Le 1012 est équipé d'un dispositif d'écriture à 4 plumes programmables commandées par moteur linéaire réduisant les temps de montée et de descente de plume. Il possède, en outre, une interface permettant sa connexion à un modem ou à tout ordinateur disposant d'une sortie RS-232 C ou d'une boucle de courant de 20 mA. Les vitesses de transfert peuvent être adaptées de 110 à 9600 bauds.



Service Lecteur : n° 2132

CLAVIER HEXADÉCIMAL MONOLITHIQUE

Sigma Industries, représenté par **C.P.-Électronique**, complète sa gamme de claviers monolithiques 12 et 16 touches, avec un nouveau clavier hexadécimal monté sur circuit imprimé et associé à un codeur de clavier. Ce clavier utilise la propriété magnétique pour le rappel des touches et est disponible en différentes technologies de contacts : effet Hall, ILS et contact mécanique. Les caractéristiques techniques de ce nouveau modèle sont : code hexadécimal (4 bits parallèles); alimentations de + 5 V à + 15 V; sorties 3 états (TTL et C-MOS).



Service Lecteur : n° 2133

PINCE A DESSOUDER LES CIRCUITS INTÉGRÉS

La **S.E.D.I.** présente une nouvelle pince à dessouder, fabriquée par la société Siemens. Il s'agit d'une pince manuelle destinée à dessouder les circuits intégrés dual in line en une seule opération, avec débouchage des trous du circuit imprimé. La pince comporte d'un côté une tête chauffante, basse tension,



munie d'une série de petites buses creuses alignées au pas du DIL et d'un système d'aspiration par piston à ressort qui communique avec chacune des buses. Sur l'autre côté, la pince est fixée au système extracteur à griffes. Un jeu de biellettes réunit l'extracteur et la gachette de déclenchement du piston. Pour dessouder un composant, on arme le piston, puis on accroche les griffes de l'extracteur sous le boîtier DIL. En approchant la tête chauffante sur l'autre face de la carte, on fait fondre simultanément toutes les soudures et l'extracteur, sur l'autre face, tire le composant en arrière pendant que le système de biellettes déclen-

che l'aspiration au moment du recul. Le composant dessoudé reste accroché entre les griffes de l'extracteur.

La pince est alimentée par un transformateur 9-15 V; la consommation est de 40 à 50 W; la température de la tête est de 300 °C.

Service Lecteur : n° 2134

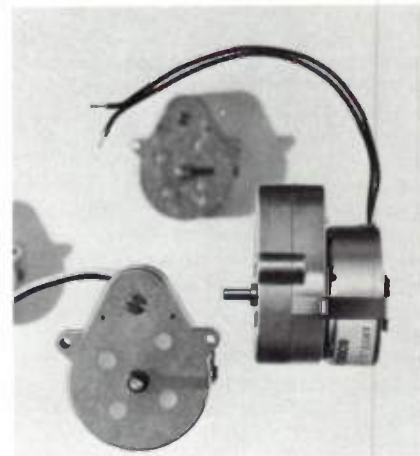
CIRCUIT DE COMMANDE DE PORTES ANALOGIQUES

Intersil propose l'IH 6201, un circuit de commande pour portes analogiques qui permet de convertir un signal TTL ou C-MOS en niveaux de ± 15 V nécessaires pour contrôler des portes analogiques à FET. Chaque circuit contient 2 drivers à 2 sorties complémentées permettant de réaliser aisément les différentes configurations de communication à plusieurs portes et/ou avec microprocesseurs. La technologie C-MOS permet d'offrir de bonnes performances de commutation avec des avantages bien connus maintenant : très faible consommation; grande variété de tensions d'alimentation possible, gamme de température commerciale ou militaire.

Service Lecteur : n° 2135

RÉDUCTEUR POUR COUPLES MOTEURS

Le réducteur à engrenages droits constitue un organe d'entraînement robuste, et de construction compacte. Avec son axe centré,

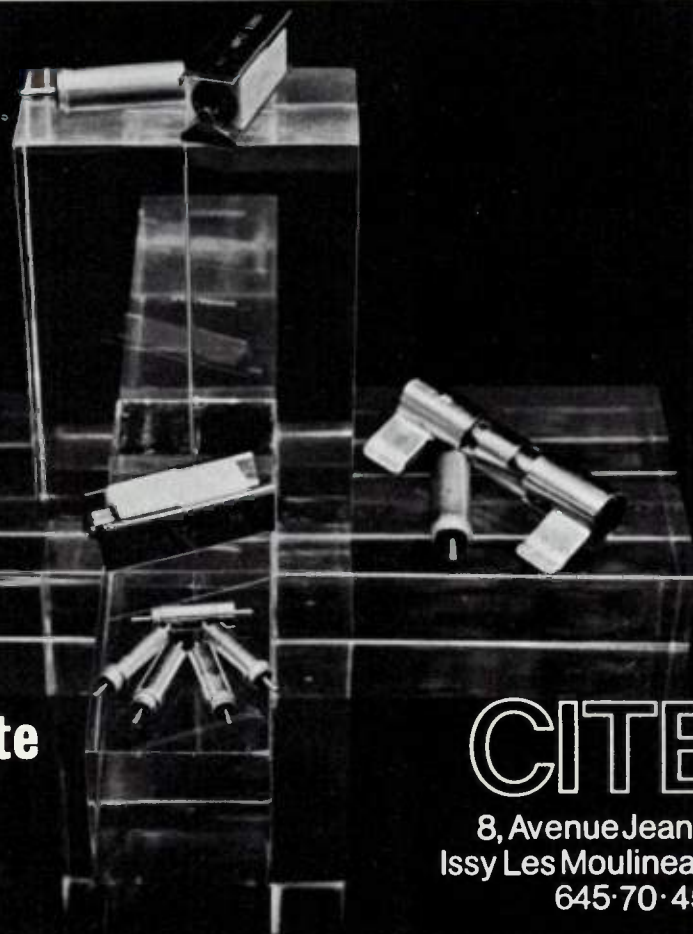


il peut transmettre, sans difficulté, des couples moteurs atteignant 100 Ncm. Ce produit **Sodeco-SAIA SA** convient donc particulièrement aux applications suivantes : commande de clapets et d'organes de réglage, appareils d'essais, de contrôle et de dosage, lecteurs de cartes; distributeurs automatiques; etc. Combiné avec les moteurs synchrones AMY81 ou AMY 9, il permet de réaliser 85 rapports de réduction différents pour des durées de rotation de 45-48 h. Ce réducteur mesure 62 x 48 x 23 mm et possède un axe de sortie de 4 x 10 mm avec méplat.

Service Lecteur : n° 2136

parafoudres non radioactifs

une gamme complète
conforme aux
spécifications CNET



CITEL

8, Avenue Jean Jaurès
Issy Les Moulineaux 92130
645.70.45

DIODES RAPIDES 30 A

Unitrode Corporation distribué en France par **Spetelec**, annonce une nouvelle famille de diodes rapides 30 A, de 50 à 300 V, en boîtier DO-5. Cette série, référencée 1N 3909 à 3912, existe en 4 versions selon la tension (50, 100, 200 et 300 V), avec le même courant de crête de 300 A, un courant moyen de 30 A et un temps de recouvrement inverse de 200 ns maximum. Cette famille complète la série déjà existante chez Unitrode Corporation des diodes UES 600, pour des applications où le temps de recouvrement de 50 ns n'est pas nécessaire.

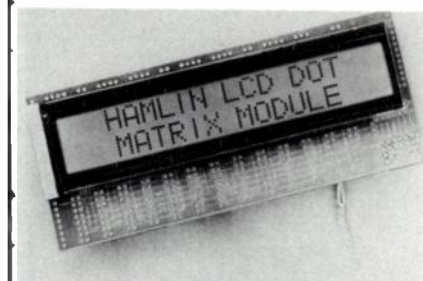
Service Lecteur : n° 2137

TRANSISTORS UNIJONCTION EN VERSION ÉCONOMIQUE

General Electric propose deux nouveaux modèles de transistors unijonction en version économique : le 2 N 4870 et le 2 N 4871. Ces nouveaux modèles se situent au milieu de la gamme déjà existante, entre le 2 N 2646 et le 2 N 2647. Présentant tous deux un courant de pic maximal de 5 μ A et un courant de fuite d'émetteur maximum de 1 μ A, ils diffèrent essentiellement par leur rapport intrinsèque compris entre 0,56 et 0,75 pour le 2 N 4870 et entre 0,70 et 0,85 pour le 2 N 4871. Ces nouveaux transistors unijonction conviennent parfaitement au déclenchement des thyristors, à la réalisation de temporisations et d'oscillateurs à relaxation et à toutes les applications classiques.

Service Lecteur : n° 2138

MATRICE POINT PAR POINT



Hamlin Electronics lance une matrice point par point, composée de deux lignes ayant chacune 16 caractères de 5 x 7 points. Le module est équipé d'un circuit de commande multiplexé monté sur circuit imprimé. Ce module, référencé 3200, est équipé d'un circuit de compensation qui réduit les interférences entre affichages. Ses dimensions sont de 62 x 67 x 15 mm. La tension d'alimentation est de 12 V, pour un courant de 12 mA. Le module 3200 point par point se monte sur panneaux. Il est destiné à équiper les terminaux de point de vente, les visualisations de micro-ordinateurs ou toutes applications identiques.

Service Lecteur : n° 2139

COMPTEUR NUMÉRIQUE

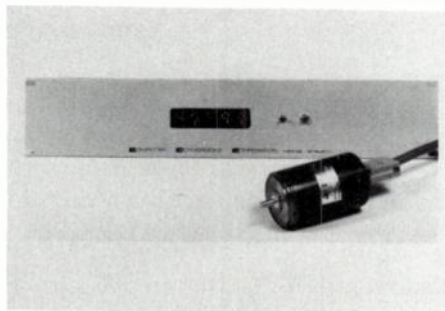
Le nouveau compteur numérique de la firme **Malden** est un instrument convenant particulièrement aux tests de tous types de mécanismes dans lesquels le temps intervient. Il peut être déclenché ou arrêté, soit par fermeture ou ouverture de contact, soit par niveau électrique à front montant ou descendant. Des circuits anti-rebond sont incorporés afin d'éviter tous les inconvénients provenant de la fermeture d'un contact. Il est particulièrement recommandé à tous les fabricants ou utilisateurs de relais.



Service Lecteur : n° 2140

CODEURS ANGULAIRES ABSOLUS MINIATURES

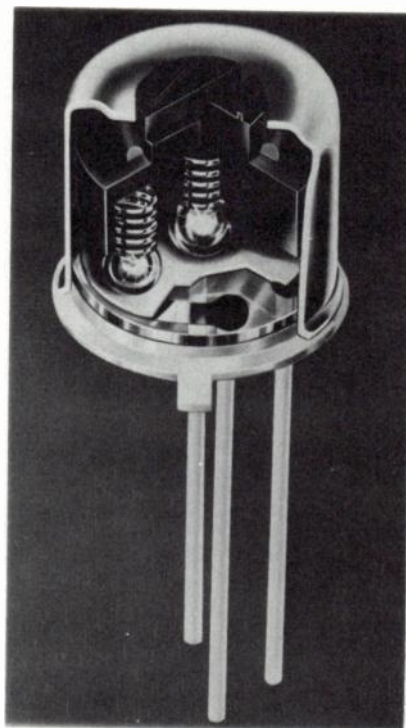
Gisco S.A.R.L. propose une gamme complète de codeurs angulaires absolus dont la résolution s'étend pour les monotours de quelques points à 9999 points, à la demande. Ces codeurs monotours sont réalisés en taille 11. Dans la famille des multitours, la résolution la plus grande est des 100 000 points en 100 tours et ils sont réalisés en taille 15. Ces codeurs peuvent fonctionner dans le vide et sous radiations jusqu'à 10^6 Rad. L'information du signal fournie en sortie est soit en code binaire naturel, soit en Bc et il est possible d'ajouter un afficheur numérique permettant la visualisation de la position du codeur. La mise à zéro d'offset est réalisable indépendamment de la position numécanique.



Service Lecteur : n° 2141

POTENTIOMÈTRES MINIATURES ÉTANCHES

Mipot représenté par **I.S.C.-France**, annonce une série de potentiomètres miniatures ajustables et étanches, la série MP. Ces nouveaux potentiomètres ajustables se caractérisent par des contacts en métaux précieux qui éliminent l'usure de la piste et réduisent la résistance de contact au minimum; la couche résistive est déposée sous vide sur

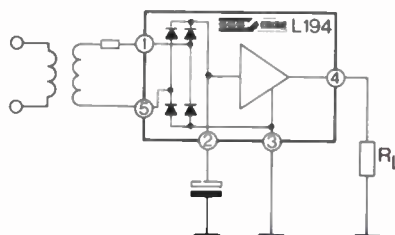


un substrat de verre poli optiquement. Les avantages de cette série MP sont : une stabilité élevée; une résolution infinie; un très faible bruit (0,1 μ V/V); un faible coefficient; une étanchéité absolue. Présentés en boîtiers TO-5, ces « trimmers » sont donnés pour 0,5 W à 40 °C. La gamme va de 10 Ω à 100 k Ω . La série MP comprend des modèles à réglage vertical ou horizontal, par fente tournevis ou avec axe.

Service Lecteur : n° 2142

RÉGULATEURS DE TENSION A PONT DE REDRESSEMENT INTÉGRÉ

SGS-Ates présente la série L 194 de régulateurs fixes, qui comprend un pont redresseur double alternance intégré avec un courant minimal de 500 mA en sortie. Les diodes du pont redresseur intégré peuvent accepter un courant de pointe de 5 A et une tension inverse de crête de 85 V; la tension alternative maximale acceptable à l'entrée est de 28 V efficace. Des protections de courts-circuits et de déstage thermique sont incorporées pour accroître la fiabilité et le boîtier Pentawatt (R) assure un montage facile et une dissipation optimale. Les tensions de sortie disponibles sont 5, 12 et 15 V. La régulation est de 75 dB (pour $V_O = 5$ V); la régulation sur la charge est de 0,6 % de la tension de sortie.



Service Lecteur : n° 2143



S/N + NPR

RK-50 6 kHz-12.5 MHz

- ◆ PEU COUTEUX, MANIABLE ET TRES COMPACT
- ◆ TEST ET SURVEILLANCE DES SYSTEMES JUSQU'A 2.700 VOIES (12,5 MHz)
- ◆ CONFORME AUX RECOMMANDATIONS "CCITT", "CCIR" ET "INTELSAT".

GÉNÉRATEUR

- 3 Emplacements pour filtres limiteurs de bande
- 6 Emplacements pour filtres éliminateurs de bande
- Correction automatique de l'affaiblissement des filtres éliminateurs de bande.

RÉCEPTEUR

- 6 Emplacements pour tiroirs convertisseurs de fréquence.
- Faible bruit propre ≤ 126 dBmp.
- Indication directe du rapport signal sur bruit, de la puissance de bruit psophométré en dBmp et en pWp et du rapport de densité de bruit (NPR) en dB.
- Échelle linéaire en dB de 30 dB.



Wandel & Goltermann France

APPAREILS DE MESURE ÉLECTRONIQUES

SOGARIS 156 — 94534 RUNGIS CÉDEX
Tél : 687. 32. 70 — Télex : 260 006 W & GF

Systèmes asservis d'ordre $1/2$, 1 , $3/2$, 2 :

une étude comparative aide à les choisir.

par A. OUSTALOUP,

La comparaison des performances de systèmes asservis d'ordre entier avec celles de systèmes d'ordre demi-entier, très peu courants, montre qu'un ordre $3/2$ peut constituer une solution remarquable à certains problèmes d'asservissement.

Nous déterminons les réponses fréquentielles et indicielles à l'entrée principale et à la perturbation de systèmes asservis ayant des fonctions de transfert en boucle ouverte d'ordre $1/2$, 1 , $3/2$ et 2 , puis nous donnons les caractéristiques les plus intéressantes de chacun de ces systèmes afin de permettre le choix de l'ordre d'un système asservi le mieux adapté à un problème donné.

SUMMARY

Comparative study of $1/2$, 1 , $3/2$ and second order feedback control systems.

A $3/2$ order feedback control system is found to be a remarkable solution for some lock-in problem, when compared to the $1/2$, 1 and second order.

Responses of feedback control systems with open loop transfert function of $1/2$, 1 , $3/2$ and second order have been measured with respect to the reference input and the disturbance input. The most interesting characteristics of each system are given to allow the choice of a feedback control system order suitable to a given lock-in problem.

1. INTRODUCTION

La fréquence au gain unité en boucle ouverte étant fixée (fréquence généralement imposée dans la pratique par des rotations intempestives de phase à partir de celle-ci), la précision en régime harmonique aux basses fréquences et la rapidité varient *en sens inverse* pour des systèmes asservis d'ordre supérieur à un et constituent dans ce cas deux exigences contradictoires : c'est le classique dilemme rapidité-précision ; ainsi, pour un système asservi du second ordre présentant aux basses fréquences une précision en régime harmonique meilleure que celle d'un premier ordre, la rapidité est beaucoup plus faible.

Nous montrons qu'un système asservi d'ordre $3/2$ réalise un bon compromis entre la rapidité d'un système du premier ordre et la précision en régime harmonique aux basses fréquences d'un deuxième ordre : à un temps de réponse à l'échelon de l'ordre de deux fois celui d'un premier ordre, correspond une précision en régime harmonique 10 et 100 fois plus importante aux fréquences situées deux et quatre décades avant la fréquence au gain unité.

Par contre, pour les systèmes asservis d'ordre inférieur à un, la considération d'un système d'ordre $1/2$ permet de montrer que rapidité et précision en régime harmonique aux basses fréquences varient dans le même sens, et que par conséquent, le dilemme rapidité-précision n'est propre qu'à des systèmes asservis d'ordre supérieur à un : à une précision en régime harmonique aux basses fréquences inférieure à

celle d'un premier ordre correspond un temps de réponse à l'échelon beaucoup plus élevé (20 fois plus important dans le cas du demi-ordre).

2. CONSIDÉRATIONS SUR LE CHOIX DES FONCTIONS DE TRANSFERT EN BOUCLE OUVERTE

La fonction de transfert en boucle ouverte d'un système asservi d'ordre entier est, dans la plupart des cas pratiques, imposée par des systèmes de la chaîne directe résultant de la combinaison de filtres passe-bas du premier ordre ; aussi, afin de mieux faire ressortir les caractéristiques propres à chacun des ordres étudiés, nous considérons des fonctions de transfert en boucle ouverte résultant de la combinaison de filtres ayant les mêmes fréquences de coupure. Par exemple, pour mettre en évidence les caractères forts qui différencient des systèmes du premier et du deuxième ordre, il serait illusoire de choisir un système de second ordre dont la fonction de transfert en boucle ouverte résulterait de la combinaison de deux filtres ayant des fréquences de coupure très différentes : en effet, le rapport important entre ces fréquences impose au facteur d'amortissement du système en boucle ouverte une valeur grande devant l'unité, et dans la mesure où le gain statique en boucle ouverte n'est pas très grand, le facteur d'amortissement du système en boucle fermée peut atteindre quelques unités, valeur suffisante pour assurer au système du second ordre un comportement identique à celui d'un premier ordre.

Ceci, étendu aux systèmes d'ordre demi-entier, nous conduit à considérer des fonctions de transfert en boucle

ouverte de la forme :

$$\frac{\beta_0}{1 + \tau_0 p}, \frac{\beta_0}{(1 + \tau_0 p)^2}, \frac{\beta_0}{(1 + \tau_0 p)^3}, \dots$$

pour les ordres entiers, et

$$\frac{\beta_0}{(1 + \tau_0 p)^{1/2}}, \frac{\beta_0}{(1 + \tau_0 p)^{3/2}}, \frac{\beta_0}{(1 + \tau_0 p)^{5/2}}, \dots$$

pour les ordres demi-entiers, β_0 désignant le gain statique en boucle ouverte.

Toutefois, nous ne retenons parmi ces fonctions de transfert, que celles susceptibles d'assurer au système en boucle fermée une bonne précision statique compatible avec sa stabilité : une telle précision imposant une valeur importante du gain statique en boucle ouverte β_0 , seuls les systèmes d'ordre inférieur ou égal à 2 peuvent satisfaire les conditions de stabilité. Aussi, l'étude comparative porte uniquement sur les systèmes asservis d'ordre 1/2, 1, 3/2 et 2 ayant respectivement pour réponse en fréquences en boucle ouverte :

$$\beta(j\omega) = \frac{\beta_0}{\left(1 + j \frac{\omega}{\omega_0}\right)^{1/2}}$$

où ω_0 est la pulsation de coupure à $-1,5$ dB ;

$$\beta(j\omega) = \frac{\beta_0}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}}$$

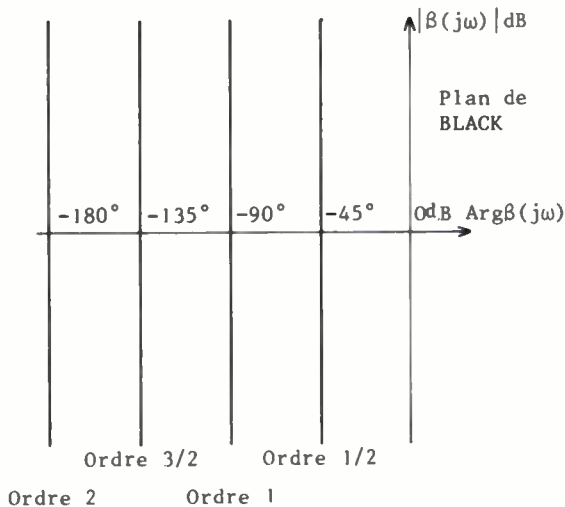
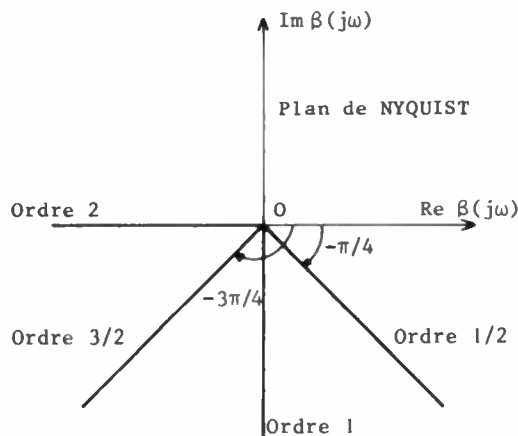


Fig. 1.

où ω_0 est la pulsation de coupure à -3 dB ;

$$\beta(j\omega) = \frac{\beta_0}{\left(1 + j \frac{\omega}{\omega_0}\right)^{3/2}}$$

où ω_0 est la pulsation de coupure à $-4,5$ dB ;

$$\beta(j\omega) = \frac{\beta_0}{\left(1 + j \frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

où ω_0 est la pulsation de coupure à -6 dB.

Chacun de ces ordres impose aux lieux de Nyquist et de Black des réponses en fréquences en boucle ouverte des asymptotes de phase respectivement égales à :

$$-\frac{\pi}{4}, -\frac{\pi}{2}, -\frac{3\pi}{4} \quad \text{et} \quad -\pi \quad (\text{fig. 1}).$$

3. RÉALISATION DES SYSTÈMES ASSERVIS ÉTUDIÉS

La réalisation des systèmes asservis d'ordre entier résulte de la combinaison de filtres passe-bas du premier ordre classiques. Celle des systèmes asservis d'ordre demi-entier nécessite par contre l'utilisation d'un filtre du demi-ordre à ± 3 dB/Octave peu courant. La réponse en fréquences d'un tel filtre est, en désignant respectivement par A_3 et ω_3 son gain statique et sa pulsation de coupure à $-1,5$ dB, de la forme :

$$-A_3 \left(1 + j \frac{\omega}{\omega_3}\right)^{1/2}$$

pour une *croissance* asymptotique du gain à raison de 3 dB/octave, et

$$-A_3 \left(1 + j \frac{\omega}{\omega_3}\right)^{-1/2}$$

pour une *décroissance* asymptotique du gain à raison de 3 dB/octave.

La chaîne directe d'un système asservi d'ordre 1/2 peut être réalisée, soit avec un filtre du 1/2 ordre à -3 dB/octave ou bien par la mise en cascade d'un filtre passe-bas d'ordre 1 et d'un filtre du 1/2 ordre à $+3$ dB/octave présentant les mêmes fréquences transitionnelles, la première déterminée à -3 dB et la seconde à $+1,5$ dB.

La chaîne directe d'un système asservi d'ordre 3/2 peut être obtenue par la mise en cascade :

- soit d'un filtre passe-bas d'ordre 1 et d'un filtre du 1/2 ordre à -3 dB/octave ayant les mêmes fréquences transitionnelles, la première déterminée à -3 dB et la seconde à $-1,5$ dB ;
- soit d'un filtre passe-bas d'ordre 2 et d'un filtre du 1/2 ordre à $+3$ dB/octave de mêmes fréquences transitionnelles, la première déterminée à -6 dB et la seconde à $+1,5$ dB.

Le filtre du demi-ordre qui constitue l'élément essentiel des systèmes asservis d'ordre demi-entier résulte de l'association d'un amplificateur opérationnel et d'un réseau de résistances et de capacités (fig. 2). Sa structure est celle d'un amplificateur inverseur : si le réseau est branché entre l'entrée du filtre et l'entrée inverseuse de l'amplificateur

opérationnel, le filtre présente une asymptote de gain de + 3 dB/octave (fig. 3a); par contre, l'asymptote de gain est de - 3 dB/octave dans le cas où le réseau est branché entre la sortie du filtre et l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel (fig. 3b).

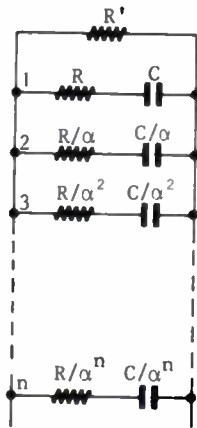


Fig. 2.

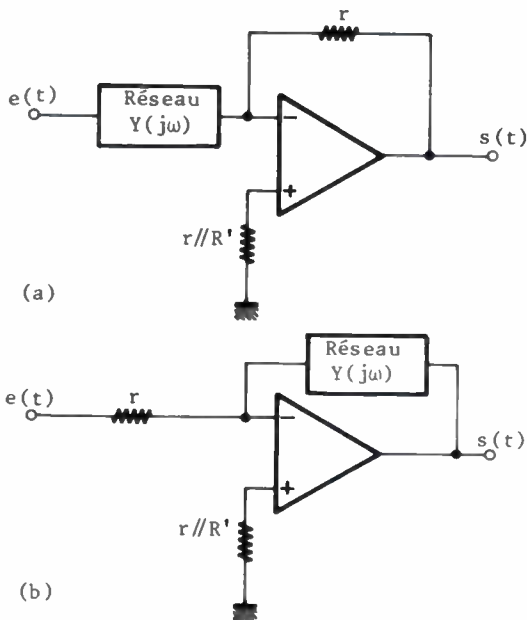


Fig. 3.

Le réseau de la figure 2 est constitué de cellules du type RC en parallèles sur une résistance R'. Il existe un rapport constant α entre les résistances et les capacités de deux cellules consécutives. Si l'écart entre les fréquences de coupure des différentes cellules reste suffisamment faible (α voisin de 1), on montre, par des calculs longs et difficiles [1], que l'admittance du réseau admet comme forme approchée :

$$Y(j\omega) = Y_0 \left(1 + j \frac{\omega}{\omega_3} \right)^{1/2}$$

avec

$$Y_0 = \frac{1}{R'}$$

Cette forme impose celle des réponses en fréquences des filtres représentés figure 3 :

$$I(j\omega) \doteq - rY(j\omega) = - A_3 \left(1 + j \frac{\omega}{\omega_3} \right)^{1/2}$$

avec $A_3 = rY_0$ pour le premier cas de figure, et

$$I(j\omega) = - \frac{1}{rY(j\omega)} = - A_3 \left(1 + j \frac{\omega}{\omega_3} \right)^{-1/2}$$

avec $A_3 = \frac{1}{rY_0}$ pour le second.

Afin que l'argument de l'admittance reste égal à $\pi/4$ jusqu'aux fréquences les plus basses (plus précisément jusqu'à la fréquence de coupure de la cellule de rang 2), la résistance R' doit satisfaire à la relation :

$$R' = (\alpha - 1)R.$$

Pour couvrir, avec un nombre raisonnable de cellules, un domaine de fréquences relativement important, on choisit en pratique $\alpha \geq 2$. En outre, il faut attribuer à α une valeur compatible avec les valeurs normalisées des résistances et des capacités, ce qui impose, tenant compte de la relation que vérifie le rapport de deux valeurs normalisées consécutives d'une même classe de précision :

$$\alpha^k = 10,$$

soit, si on veut α voisin de 2 :

$$\alpha^3 = 10,$$

d'où l'on tire :

$$\alpha \neq 2,15.$$

Les valeurs normalisées correspondantes sont alors :

$$1; 2,2; 4,7 \text{ etc...}$$

Nous avons ainsi réalisé un réseau à 15 cellules du type RC (donc à 16 branches compte tenu de la résistance R') que nous avons associé à un amplificateur opérationnel L115T1 compensé en fréquence de telle sorte que sa fréquence de transition soit égale à 30 MHz.

En prenant $R = 10 \text{ M}\Omega$ et $C = 1 \mu\text{F}$, ce qui impose $R' = 11,5 \text{ M}\Omega$, nous avons obtenu un filtre dont la décroissance du gain à raison de 3 dB/octave s'étend de 7/100 Hz à 7 MHz.

4. CARACTÉRISTIQUES SUR LESQUELLES PORTE LA COMPARAISON DES DIFFÉRENTS ORDRES

Nous étudions les performances pour l'entrée principale et pour la perturbation des différents systèmes asservis en considérant des fonctions de transfert relatives à l'entrée principale et à la perturbation de la forme :

$$K \frac{\beta(p)}{1 + \beta(p)} \tag{I.1}$$

et

$$\frac{1}{1 + \beta(p)} \tag{I.2}$$

L'expression de la première est celle à laquelle on peut se ramener dans la plupart des cas pratiques, et l'expression de la seconde celle que l'on obtient dans tous les cas, si l'on considère comme perturbation celle qui existe à la sortie du système à asservir en l'absence de système d'asservissement [2].

Comme caractéristiques essentielles des fonctions asservissement et régulation, nous considérons :

— le facteur d'efficacité $|1 + \beta(j\omega)|$ qui caractérise la précision relative aux fonctions asservissement et régulation,

l'amplitude des écarts relatifs à l'entrée principale et à la perturbation étant, en régime harmonique, inversement proportionnelle à ce facteur ;

- la *bande passante*, définie comme le domaine des fréquences pour lesquelles le gain de la réponse en fréquences relative à l'entrée principale est supérieur à la moitié du gain statique ;

- la *plage d'efficacité*, domaine des fréquences pour lesquelles le facteur d'efficacité est supérieur à $\sqrt{2}$;

- les *fréquences de résonance*, correspondant aux gains maxima des réponses en fréquences relatives à l'entrée principale et à la perturbation ;

- les *facteurs de résonance*, l'un égal au rapport du gain maximum de la réponse en fréquences relative à l'entrée principale sur le gain aux très basses fréquences, l'autre au rapport du gain maximum de la réponse en fréquences relative à la perturbation sur le gain aux très hautes fréquences ;

- la *rapidité*, mesurée par le temps de réponse à l'échelon ;

- la *fréquence propre*, définie comme la fréquence des oscillations transitoires des réponses indicielles.

Précisons, que dans le cas de réponses indicielles à transitoire oscillatoire, nous avons chiffré le degré d'amortissement à partir du temps de réponse et de la fréquence propre [3], et pris soin de vérifier que sa valeur est en accord avec le facteur de résonance correspondant à l'ordre considéré.

Les caractéristiques des réponses indicielles des systèmes d'ordre 1/2 et 3/2 ont été déterminées expérimentalement ; toutes les autres ont été déterminées théoriquement et vérifiées expérimentalement. Précisons en particulier, que les valeurs théoriques des facteurs de résonance relatifs à l'entrée principale et à la perturbation d'un système d'ordre 3/2 ont également été vérifiées graphiquement, au moyen de l'abaque de Black pour la première, et de l'abaque de A. Oustaloup [2] pour la seconde.

REMARQUE. — La forme des fonctions de transfert relatives à l'entrée principale et à la perturbation (relation I.1 et 2) nous amène à attribuer le même temps de réponse et la même fréquence propre aux transitoires des réponses indicielles à l'entrée principale et à la perturbation. En effet, ces transitoires sont du même type : ils sont tous deux *apériodiques* ou *oscillatoires* et leurs caractéristiques (rapidité, degré d'amortissement, fréquence propre) sont identiques. Pour le montrer, imposons à l'entrée principale et à la perturbation les lois de variation des fonctions échelon $e(t) = E \cdot u(t)$ et $p(t) = P \cdot u(t)$, $u(t)$ représentant la fonction échelon unitaire, puis désignons par $s_e(t)$ et $s_p(t)$ les réponses indicielles à l'entrée principale et à la perturbation. Tenant compte des relations I.1 et 2, les transformées de Laplace de ces réponses s'écrivent respectivement :

$$S_e(p) = K \frac{\beta(p)}{1 + \beta(p)} \frac{E}{p}$$

et

$$S_p(p) = \frac{1}{1 + \beta(p)} \frac{P}{p}.$$

En remarquant que $\frac{1}{1 + \beta(p)}$ n'est autre que la différence $1 - \frac{\beta(p)}{1 + \beta(p)}$, $S_p(p)$ peut se mettre sous la forme :

$$S_p(p) = \frac{P}{p} - \frac{\beta(p)}{1 + \beta(p)} \frac{P}{p},$$

soit :
$$S_p(p) = P(p) - \frac{P}{KE} S_e(p),$$

d'où l'on tire, en prenant l'original de chaque membre :

$$s_p(t) = P \cdot u(t) - \frac{P}{KE} s_e(t). \quad (II)$$

Cette relation exprime que la réponse d'un système asservi à la perturbation échelon $P \cdot u(t)$ est égale à la différence entre cette perturbation et la réponse à l'entrée principale échelon $E \cdot u(t)$ multipliée par le facteur constant P/KE : ainsi, outre de démontrer notre proposition, d'ailleurs vérifiée expérimentalement, l'intérêt de la relation II provient de ce que l'on peut déterminer la réponse indicielle à la perturbation à partir de la réponse indicielle à l'entrée principale, *généralement plus facile à calculer*, la forme de la fonction de transfert relative à l'entrée principale étant, dans la plupart des cas pratiques, plus simple que celle de la fonction de transfert relative à la perturbation.

5. MÉTHODE DE MESURE ET RÉSULTATS

Les mesures des performances pour l'entrée principale et pour la perturbation des différents systèmes asservis ont été effectuées sur des circuits construits à partir des schémas fonctionnels donnés figure 4. Ceux-ci, simulent les fonctions de transfert relatives à l'entrée principale et à la perturbation d'un système asservi ayant pour fonction de transfert en boucle ouverte $\beta(p)$, puisque leurs fonctions de transfert ont respectivement pour expression :

$$F(p) = \frac{S(p)}{E(p)} = K \frac{\beta(p)}{1 + \beta(p)}$$

et

$$F(p) = \frac{S(p)}{P(p)} = \frac{1}{1 + \beta(p)}.$$

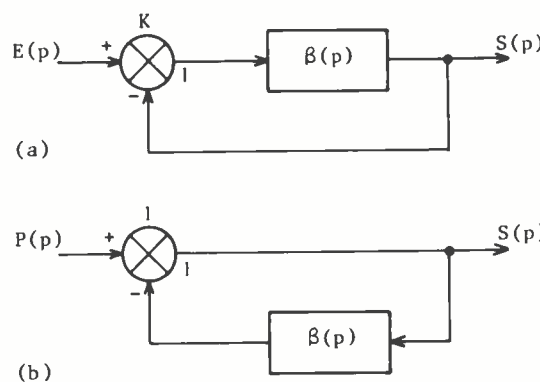


Fig. 4.

Les comparateurs ont été construits à partir d'amplificateurs opérationnels. Les fonctions de transfert $\beta(p)$ résultent de la combinaison suivant l'ordre considéré, de filtres du

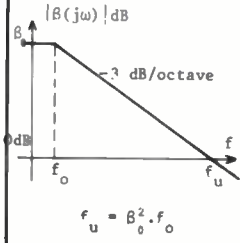
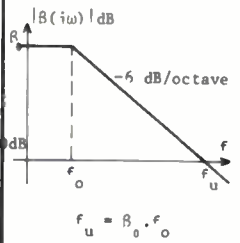
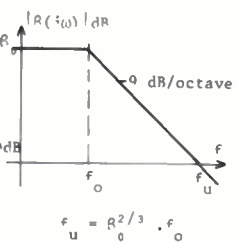
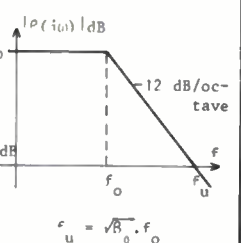
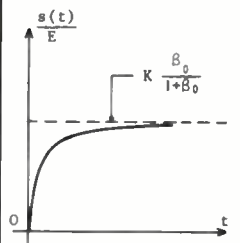
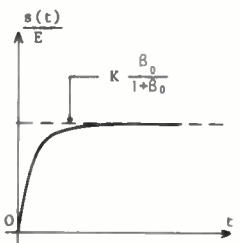
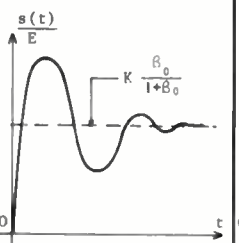
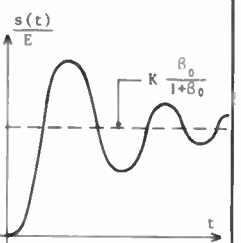
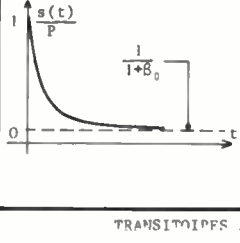
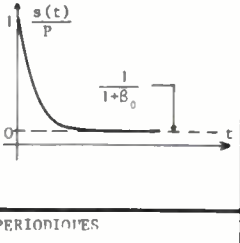
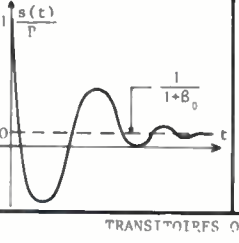
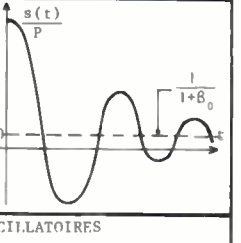
CARACTERISTIQUES		SISTÈME ASSERVI DU 1/2 ORDRE	SISTÈME ASSERVI DU 1er ORDRE	SISTÈME ASSERVI D'ORDRE 3/2	SISTÈME ASSERVI DU 2ème ORDRE
DIAGRAMME DE GAIN DE LA REPONSE EN FREQUENCES EN BOUCLE OUVERTE $\beta(j\omega)$					
FACTEUR D'EFFICACITE AUX FREQUENCES SITUEES DEUX ET QUATRE DECADES AVANT f_u		10 10^2	10^2 10^4	10^3 10^6	10^4 10^8
FREQUENCE DE COUPURE A -6 dB : f_c		$f_c \approx 1,34 \cdot f_u$	$f_c = \sqrt{3} \cdot f_u$	$f_c \approx 1,88 \cdot f_u$	$f_c = \sqrt{3} \cdot f_u$
FREQUENCE MAXIMALE DE LA PLAGE D'EFFICACITE : f_e		$f_e \approx 3,7 \cdot f_u$	$f_e = f_u$	$f_e = \frac{f_u}{1,55}$	$f_e = \frac{f_u}{1,55}$
RESONANCE RELATIVE A L'ENTREE PRINCIPALE	FACTEUR DE RESONANCE : Q			$Q = \sqrt{2}$	$Q = \frac{\sqrt{B_0}}{2}$
	FREQUENCE DE RESONANCE : f_r			$f_r = \frac{f_u}{\sqrt{2}}$	$f_r = f_u \left(1 - \frac{1}{B_0}\right)^{1/2}$
RESONANCE RELATIVE A LA PERTURBATION	FACTEUR DE RESONANCE : Q			$Q = \sqrt{2}$	$Q = \sqrt{1+B_0}/4$
	FREQUENCE DE RESONANCE : f_r			$f_r = \sqrt{2} \cdot f_u$	$f_r = f_u \left(1 + \frac{3}{B_0}\right)^{1/2}$
REPONSES INDICIELLES A L'ENTREE PRINCIPALE ET A LA PERTURBATION	TEMPS DE REPONSE : t_r	$t_r \cdot f_u \approx 10$	$t_r \cdot f_u \approx 0,48$	$t_r \cdot f_u \approx 1$	$t_r \cdot f_0 \approx 0,48$
	FREQUENCE PROPRE : f_p			$f_p \approx f_u$	$f_p = f_u$
ALLURE DE LA REPONSE INDICIELLE A L'ENTREE PRINCIPALE $e(t) = E \cdot u(t)$					
ALLURE DE LA REPONSE INDICIELLE A LA PERTURBATION $p(t) = P \cdot u(t)$					
		TRANSITOIRES APÉRIODIQUES		TRANSITOIRES OSCILLATOIRES	

Fig. 5.

premier ordre de fonction de transfert $H(p) = -\frac{A_0}{1 + \tau_0 p}$ où A_0 est le gain statique de l'amplificateur opérationnel à partir duquel sont construits ces filtres, d'un filtre du 1/2 ordre à -3 dB/octave de fonction de transfert $I(p) = -A_3(1 + \tau_0 p)^{-1/2}$, et d'un potentiomètre dont le facteur de transfert γ inférieur ou égal à 1 permet de faire varier le gain en boucle ouverte. Les amplificateurs opérationnels utilisés sont des L 141 T1 possédant une compensation interne de fréquence; la fréquence de transition est de 1 MHz et le gain nominal aux très basses fréquences de 10^5 .

En faisant varier le gain statique β_0 , la fréquence transitionnelle f_0 et la fréquence au gain unité f_u de la réponse en fréquence en boucle ouverte, nous avons pu vérifier que les réponses indicielles à l'entrée principale et la perturbation des systèmes asservis d'ordre 1/2, 1 et 3/2 ne dépendent pratiquement que de la fréquence au gain unité f_u et que la rapidité d'un second ordre ne dépend que de la fréquence transitionnelle f_0 .

La fréquence au gain unité en boucle ouverte a pu être imposée aux différents systèmes asservis en ajustant la valeur de γ de telle sorte qu'à la fréquence au gain unité choisie (fréquence affichée sur le générateur de fonction sinusoïdale), l'amplitude de la sortie devienne égale à η fois celle de l'entrée pour le circuit de la figure 4b et à η fois celle de la sortie aux très basses fréquences pour le circuit de la figure 4a; η est égal à 0,54 pour un système asservi d'ordre 1/2, il vaut 0,7 pour un premier ordre, 1,3 pour un ordre 3/2 et enfin il est maximum pour un système du second ordre.

Pour le relevé des réponses indicielles, nous avons appliqué à l'entrée des signaux carrés de faible amplitude à la fréquence d'une dizaine de Hertz et nous avons enregistré les oscillogrammes de la sortie pour différentes valeurs de f_u comprises entre 100 Hz et 5 KHz en prenant soin de vérifier que les retards parasites de la phase de la réponse en fréquence en boucle ouverte n'apparaissent pas avant quelques dizaines de kilohertz; les mêmes valeurs de f_u ont été choisies pour le relevé des réponses fréquentielles.

Dans le tableau représenté figure 5 sont résumées les performances des différents systèmes asservis considérés. Nous avons le plus possible tenu à les exprimer en fonction de la fréquence au gain unité en boucle ouverte qui, comme nous l'avons rappelé au début, se trouve être imposée dans la plupart des cas pratiques. A ce propos, il faut préciser que seul un système asservi théorique peut présenter un ordre faible, le nombre important des phénomènes parasites d'un système asservi réel conférant à celui-ci un ordre très élevé; afin qu'en pratique un système asservi ait approximativement les mêmes performances qu'un système théorique d'ordre beaucoup plus faible, il doit exister quel que soit l'ordre entier ou non entier choisi, un rapport minimum entre la fréquence de coupure parasite la plus faible et la fréquence au gain unité, ce qui impose par conséquent la valeur maximum de f_u .

6. CONCLUSION

Un système d'ordre 1/2 présente la plage d'efficacité la plus importante : $f_e \approx 3,7 f_u$.

Un système du premier ordre constitue le système le plus rapide : $t_r \approx \frac{0,48}{f_u}$.

Un système du deuxième ordre présente la meilleure précision en régime harmonique aux basses fréquences, le facteur d'efficacité étant le plus élevé :

$$\begin{aligned} \text{et} \quad & |1 + \beta(j\omega_u/10^2)| = 10^4 \\ & |1 + \beta(j\omega_u/10^4)| = 10^8. \end{aligned}$$

L'importance du temps de réponse (20 fois plus grand que celui d'un premier ordre) et la faible précision d'un système asservi d'ordre 1/2, en font un système peu performant, dont l'utilisation ne nous apparaît pas d'un grand intérêt.

L'inconvénient majeur d'un système asservi du deuxième ordre provient de ce que son temps de réponse et son facteur de résonance sont des fonctions croissantes du gain statique en boucle ouverte; c'est dire que si la valeur de β_0 est augmentée afin d'accroître la précision statique, le temps de réponse se trouve être également augmenté.

Ces propriétés font d'un second ordre un système qui se prête tout particulièrement à la régulation de *grandeurs physiques soumises à des perturbations dont les variations sont importantes mais lentes* (régulation de température par exemple).

Un système asservi d'ordre 3/2 réalise un excellent compromis entre la rapidité d'un système du premier ordre et la précision en régime harmonique aux basses fréquences d'un deuxième ordre puisque, à un temps de réponse uniquement deux fois plus grand que celui d'un premier ordre correspond aux fréquences $f_u/10^2$ et $f_u/10^4$ une précision 10 et 100 fois plus importante. Tout en ayant aux basses fréquences une meilleure précision qu'un système asservi du premier ordre, il conserve l'avantage que présente un premier ordre sur un second ordre, à savoir que la *précision statique peut être augmentée sans que la rapidité soit diminuée*. Une propriété tout aussi intéressante est que le facteur de résonance est indépendant de f_u , f_0 , β_0 et égal à $\sqrt{2}$, valeur satisfaisante, puisque voisine de 1,3, réglage fréquemment recherché dans les asservissements afin de réaliser le meilleur compromis degré de stabilité - précision statique [4].

Ces propriétés font qu'un système d'ordre 3/2 se prête admirablement bien à la régulation de *grandeurs soumises à des perturbations présentant des variations lentes de grande amplitude et des variations rapides de faible amplitude* ce qui, notons le, est le cas de la plupart des grandeurs physiques.

Par exemple, J. Hall [5] a adopté d'ordre 3/2 pour asservir la fréquence d'un laser à colorant sur une frange de transmission d'un Habry-Perot, la fréquence d'un tel laser présentant des dérives et un « jitter » dont le spectre est relativement étendu (quelques centaines de kilohertz). Ce choix lui a permis de réaliser, avec ce type de laser, l'asservissement de fréquence le plus performant actuellement. Cet asservissement nécessitant pour corriger les dérives une grande précision statique (gain β_0 de l'ordre de quelques 10^{10}), le choix d'un système du second ordre corrigé localement par une avance de phase au voisinage du point critique aurait en pratique conduit à un asservissement instable. En effet : théoriquement, un système du second ordre dans lequel β_0 a une valeur importante afin d'assurer une bonne précision statique, peut présenter un degré de stabilité satisfaisant s'il est corrigé localement par une avance de phase au voisinage du point critique; cependant une valeur élevée de β_0 impose, à des fréquences inférieures à

celles pour lesquelles il y a correction avance, une très faible distance angulaire entre l'asymptote de phase $- 180^\circ$ et les lieux de Nyquist et de Black de la réponse en fréquences en boucle ouverte $\beta(j\omega)$; aussi, en pratique, les retards parasites de phase sont alors suffisants pour faire passer les lieux de $\beta(j\omega)$ de l'autre côté de l'asymptote $- 180^\circ$ et rendre par conséquence le système instable.



A. OUSTALOUP

Maître ès Sciences, Ingénieur EN-SERB,
Docteur-Ingénieur.
Chercheur au Laboratoire de Spectroscopie Moléculaire.

Université de Bordeaux 1, 351, cours
de la Libération, 33405 Talence (tél. :
80.69.50, postes 210, 383).

Bibliographie

- [1] OUSTALOUP A. — Étude et Réalisation d'un système d'asservissement de la fréquence d'un laser, *Thèse de Docteur-Ingénieur*, Université de Bordeaux I, 1975.
- [2] OUSTALOUP A. — Étude de la fonction régulation d'un système asservi au moyen d'un nouvel abaque, *Onde électrique*, 1978, 58.
- [3] NASLIN P. — *Technologie et calcul pratique des systèmes asservis*, Dunod édit., Paris 3^e édition 1968.
- [4] GILLE J. CH., DECAULNE P. et PELEGRIN M. — *Théorie et calcul des asservissements linéaires*, Dunod édit., Paris 5^e édition 1971.
- [5] BARGER R. L., SOREM M. S. and HALL J. L. — *Appl. Phys. Lett.*, 1973, 22, 573.
- [6] DIENES A., IPPEN E. P. and SHANK C. V. — *I.E.E.E., J. Quant. Elect.*, 1972, QE 8, 384.
- [7] CARFORT F. de and FOULARD C. — *Asservissements linéaires continus*, Dunod édit., Paris, 2^e édition, 1971.
- [8] SERANE G. — *Mathématiques de la physique appliquée*, Dunod édit., Paris, 1965.
- [9] PEUTEMAN A. — *Servomécanismes*, Foucher édit.
- [10] MAINGUENAUD J. — *Systèmes asservis continus*, Masson édit., Paris 1972.
- [11] CHESTNUT H. and MAYER R. W. — *Servomechanisms and regulating system design* (vol. 1 et 2) Chapman and Hall, London.
- [12] WEST J. C. — *Text book of servomechanisms*, English Universities Press, London.

Analyse de circuits par l'inversion numérique de la transformée de Laplace

par A. MESQUITA
S. GERONIMI
C. VIDALLON
et F. DURBIN

Dans la recherche d'une approche différente de la traditionnelle intégration des équations différentielles, pour l'analyse transitoire des circuits cet article met en évidence les possibilités importantes de méthodes faisant appel à la transformée de Laplace.

Parmi les très nombreuses possibilités d'applications de cette transformation à l'analyse des réseaux, on a sélectionné et comparé deux méthodes qui semblent donner les meilleures possibilités de traitement numérique : la méthode de Vlach et la méthode de Dubner et Abate.

SUMMARY

Transient circuit analysis by numerical inversion of Laplace Transform,

As an alternative way to the numerical integration methods, two

methods of numerical inversion of the Laplace transform are investigated in view of their application to the transient analysis of circuits.

1. INTRODUCTION

Les méthodes traditionnelles d'analyse des circuits dans le domaine du temps, c'est-à-dire celles qui font appel à l'intégration directe dans le domaine du temps, sont difficilement stabilisées numériquement, ont le plus souvent des limitations d'ordre et de précision, et sont pratiquement inapplicables aux circuits avec constantes réparties.

Les perfectionnements apportés à ces méthodes [1, 2] au cours des dernières années se rapportent principalement à la recherche de formules ayant des régions de stabilité élargies permettant de traiter des cas difficiles comme ceux des réseaux avec des valeurs propres très écartées, mais les inconvénients mentionnés sont intrinsèquement liés à la nature de ces méthodes.

D'un autre côté, l'emploi croissant des séries fonctionnelles, notamment la série de Volterra, pour décrire le comportement des circuits non linéaires, fait renaître l'intérêt pour les méthodes d'inversion numérique de la transformée de Laplace. Comme nous allons le voir au long de cet article, les méthodes d'analyse temporelle basées sur des formules d'inversion numérique de la transformée de Laplace possèdent par rapport à la stabilité et à l'ordre d'intégration des caractéristiques remarquables que justifient leur étude dans un contexte d'application à l'analyse des circuits plus général que celui envisagé jusqu'ici par les divers auteurs.

En réalité, il se trouve que la plupart des articles sur le sujet se bornent à des applications spécifiques c'est-à-dire admettant une connaissance analytique a priori du problème incompatible avec l'esprit de généralité toujours présent dans le contexte CAO.

Dans cet article sont présentées dans un esprit de synthèse

les deux méthodes d'intégration numérique de la transformée de Laplace qui semblent actuellement retenir le plus l'attention :

- la méthode de Vlach [3, 4, 5],
- les méthodes dérivées de la formule de Dubner et Abate [6, 7, 8, 9].

2. THÉORIE GÉNÉRALE

2.1. La formule de Vlach.

La formule d'inversion de la transformée de Laplace due à Vlach est obtenue directement de l'expression de la transformée inverse, sur laquelle nous faisons un changement de variable en posant $z = st$, ce qui donne

$$f(t) = \frac{1}{2\pi jt} \int_{\alpha-j\infty}^{\alpha+j\infty} e^{zt} F\left(\frac{z}{t}\right) dz \quad (2.1.1)$$

Remplaçons ensuite $\exp(Z)$, dans (2.1.1), par une fraction rationnelle réelle du type :

$$e^z \approx \mathcal{R}(z) = \frac{P_N(z)}{Q_M(z)} = \frac{\sum_{i=0}^N a_i z^i}{\sum_{i=0}^M b_i z^i} \quad (2.1.2)$$

que nous supposons développés en fractions partielles,

$$\mathcal{R}(z) = \sum_{i=1}^M \frac{k_i}{z - z_i} \quad (2.1.3)$$

où Z_i et K_i sont, respectivement, les pôles et résidus de l'approximation (2.1.2). Nous obtenons ainsi l'intégral approximée :

$$\hat{f}(t) = \frac{1}{2\pi jt} \sum_{i=1}^M k_i \int_{\alpha-j\infty}^{\alpha+j\infty} \frac{F(z/t)}{z - z_i} dz \quad (2.1.4)$$

Cette intégration par l'application du théorème des résidus [6] a pour résultat :

$$\hat{f}(t) = -\frac{1}{t} \sum_{i=1}^M k_i F\left(\frac{z_i}{t}\right) \quad (2.1.5.)$$

que nous appellerons par la suite « formule de Vlach ».

L'application du théorème des résidus en (2.1.4.) se fait en considérant que $F(z/t)$, étant une fonction physique, ait ses pôles dans le demi-plan de gauche du plan complexe et que, le contour d'intégration en passant par le demi-plan de droite n'encerclerait que les pôles de $\mathcal{R}(z)$, ce qui implique que l'approximation de $\exp(z)$ utilisée doit posséder cette propriété.

Si nous considérons une fraction rationnelle réelle l'évaluation de $F(z_i/t)$ peut se faire seulement sur la moitié des pôles de $\mathcal{R}(z)$.

Nous obtenons ainsi la formule

$$\hat{f}(t) = -\frac{1}{t} \sum_{i=1}^{M/2} \operatorname{Re} \left[2k_i F\left(\frac{z_i}{t}\right) \right] \quad (2.1.6.)$$

plus économique que (2.1.5)

2.2. Formule de Dubner et Abate.

Considérons l'expression de la transformée inverse

$$f(t) = \frac{e^{at}}{\pi} \int_0^\infty [\operatorname{Re}\{F(s)\} \cos \omega t - \operatorname{Im}\{F(s)\} \sin \omega t] d\omega \quad (2.2.1.)$$

obtenue en posant $s = a + j\omega$, a étant une constante positive plus grande que les parties réelles de toutes les singularités de $F(s)$.

La méthode proposée par Dubner et Abate [6] consiste à remplacer $f(t)$ par une somme infinie de fonctions périodiques de période T de façon à pouvoir la représenter par une série de Fourier ne contenant que les termes en cosinus. Cela aboutit finalement à la formule

$$\hat{f}(t) = \frac{2e^{at}}{T} \left[\frac{1}{2} \operatorname{Re}\{F(a)\} + \sum_{k=1}^\infty \operatorname{Re} F\left(a + j\frac{k\pi}{T}\right) \left\{ \cos \frac{k\pi}{T} t \right\} \right] \quad (2.2.2.)$$

valable sur l'intervalle $(0, T/2)$.

Dans une suite naturelle du travail original de Dubner et Abate, plusieurs auteurs à la fois [7, 8, 9] ont constaté que l'intervalle de validité de la formule (2.2.2.) peut être élargi si on approxime $f(t)$ par une série de Fourier en termes complexes à la place d'une série de termes en cosinus. En fait, cette hypothèse est à l'origine de la formule :

$$\hat{f}(t) = \frac{2e^{at}}{T} \left[\frac{1}{2} \operatorname{Re}\{F(a)\} + \operatorname{Re} \left\{ \sum_{k=1}^\infty F\left(a + jk\frac{2\pi}{T}\right) e^{jk\frac{2\pi}{T}t} \right\} \right] \quad (2.2.3.)$$

valable sur l'intervalle $(0, T)$. Cette formule sera par la suite appelée formule de Dubner et Abate en termes complexes.

Un cas particulier important des équations (2.2.2.) et (2.2.3.) est obtenu en introduisant la condition $T = 2t$ dans

ces formules, cela produit la formule simplifiée

$$\hat{f}(t) = \frac{e^{at}}{t} \left[\frac{1}{2} F(a) + \sum_{k=1}^\infty (-1)^k \operatorname{Re} \left\{ F\left(a + j\frac{k\pi}{t}\right) \right\} \right] \quad (2.2.4.)$$

qui a l'avantage d'éviter le calcul des termes exponentiels. On observe cependant que $F(S)$ devient dépendante de t ce qui entraîne son calcul à chaque nouvelle valeur du temps.

2.3. Analyse de l'erreur.

Les propriétés de la formule de Vlach dépendent évidemment du type d'approximation utilisée pour $\exp(z)$. Bien que Vlach ait utilisé originellement des fractions rationnelles de Pade, cela n'est pas essentiel, néanmoins, ces approximations ont l'avantage de posséder une formule analytique permettant de générer les coefficients du numérateur et de dénominateur une fois qu'on connaît leurs degrés respectifs. Cette formule est [5] :

$$\mathcal{R}(z) = \frac{\sum_{i=0}^N (M+N+1-i)! \binom{N}{i} z^i}{\sum_{i=0}^M (-1)^i (M+N+1-i)! \binom{M}{i} z^i} \quad (2.3.1.)$$

En plus, par définition, les fractions rationnelles de Pade d'une fonction, ayant un numérateur d'ordre N et un dénominateur d'ordre M approximent exactement les $N+M+1$ premiers termes de la série de Taylor de la fonction. Or, cette propriété de l'approximation de $\exp(z)$ [7] se maintient dans la formule de Vlach permettant d'affirmer que l'approximation $f(t)$ obtenue au moyen de cette formule, pour des valeurs N et M fixées, approxime exactement $N+M+1$ termes de la série de Taylor de la vraie réponse $f(t)$.

L'erreur de troncature est définie [14] par la différence entre les termes d'ordre $N+M+1$ des séries de Taylor de l'approximation et de la vraie réponse. Vlach [5] nous donne l'expression suivante pour cette erreur

$$\varepsilon_{M+N+1}(t) = \frac{d_{M+N+1} E_{M+N+1}}{(M+N+1)!} t^{M+N+1} \quad (2.3.2.)$$

où

ε_{M+N+1} — est l'erreur de troncature ;
 d_{M+N+1} — est le coefficient du terme d'ordre $N+M+1$ de la série de Taylor de la réponse exacte $f(t)$;

et

$$E_{N+M+1} = 1 - (M+N+1) \sum_{i=1}^N \frac{(-1)^{i-1}}{(M+N+1-i)!} \binom{M}{i}$$

est l'erreur de troncature relative au remplacement de $\exp(z)$ par une fonction de Pade $\mathcal{R}(z)$.

L'expression (2.3.2.) met en évidence la dépendance de l'erreur de troncature par rapport au temps et à l'ordre de l'approximation utilisée. Vlach [5] démontre que pour $N+M+1$ tendant vers l'infini le terme E_{N+M+1} tend vers zéro et par conséquent $\varepsilon_{M+N+1}(t)$ aussi. Par contre, pour $N+M+1$, fini, l'erreur de troncature suit la variation du temps, c'est-à-dire varie dans la même direction, en augmentant quand celui-ci augmente, ce qui limite la validité des

formules de Vlach à des intervalles de temps proches de l'origine.

L'expression (2.3.2.) n'a qu'une valeur théorique pour nous car, elle contient le coefficient d_{N+M+1} du terme d'ordre $N + M + 1$ de la série de Taylor de la réponse exacte qui est inconnue. En fait, dans la pratique nous utilisons le critère suivant, pour mesurer l'erreur : étant donné une erreur maximale E' nous calculons la réponse approximée en employant deux ordres successifs de la formule de Vlach. Supposons que la formule d'ordre $p = N + M + 1$ fournit l'approximation $\hat{f}_p(t_k)$ et que la formule d'ordre $p + 1$ fournit $\hat{f}_{p+1}(t_k)$. Si la condition

$$\|\hat{f}_p(t_k) - \hat{f}_{p+1}(t_k)\| \leq E' \quad (2.3.3.)$$

(où $\|\cdot\|$ est une norme convenable) est satisfaite, nous admettons $\hat{f}_p(t_k)$ comme approximation pour $f(t_k)$, dans le cas contraire, nous pouvons choisir soit de réduire le temps t_k soit d'augmenter l'ordre.

Considérons la formule de Dubner et Abate en termes complexes.

L'expression de l'erreur fournie [8, 9] pour cette formule prend en compte seulement le fait que $f(t)$ est approximée par le premier terme d'une somme infinie de fonctions périodiques. Cette expression est :

$$|\varepsilon(a, t, T)| \leq \sum_{n=1}^{\infty} e^{-anT} f(t + nT) \quad (2.3.4.)$$

et les conclusions qu'elle permet de tirer se limitent à des cas particuliers tels que supposer $f(t)$ une fonction d'ordre exponentiel, obéissant à la condition

$$|f(t)| \leq Me^{at} \quad (2.3.5.)$$

cas auquel l'erreur se réduit à

$$|\varepsilon(a, t, T)| \leq \frac{Me^{at}}{e^{(a-\alpha)T} - 1} \quad (2.3.6.)$$

ce qui nous permet de conclure que pour $(a - \alpha)$ positif suffisamment grand et $T > t$ l'erreur peut être diminuée.

Une façon de calculer a est donnée par Crump [8] au moyen de l'équation

$$a = \alpha - \text{Ln}(E')/T \quad (2.3.7.)$$

où E' est l'erreur relative désirée et α est maintenant le maximum des parties réelles de tous les pôles de $f(t)$. Ce qui limite l'utilisation de (2.3.7.) aux cas très particuliers où, soit nous connaissons $f(t)$ soit nous pouvons estimer ses pôles.

Nous devons encore signaler que (2.3.4.) ne s'applique pas au calcul de l'erreur à l'origine comme cela a été démontré dans [8].

2.4. Implantation numérique des méthodes.

2.4.1. LA MÉTHODE DE Vlach.

Dans l'établissement d'une table de pôles et résidus des approximations de Pade de divers ordres pour $\exp(z)$, pour des raisons liées à la stabilité de l'inversion, le degré du numérateur est limité aux possibilités suivantes : $N = M - 1, M - 2, M - 3$.

En plus, si nous voulons profiter de la formule (2.1.6.) qui

réduit à la moitié le nombre d'évaluations de $F(s)$, M doit être un entier pair pour que les pôles de $R(z)$ soient complexes conjugués. Par ailleurs, on peut démontrer que pour des ordres élevés de la méthode il faut faire appel à la quadruple précision (32 chiffres décimaux).

2.4.2. LA MÉTHODE DE Dubner et Abate.

L'implantation numérique de la formule de Dubner et Abate en termes complexes présente plus de difficultés que celle de Vlach, car elle exige un choix empirique de paramètres qui jouent sur la précision et la rapidité de convergence de la série.

Ainsi, reprenons l'expression (2.2.3.) en changeant la limite infinie de la sommation par une valeur finie NSOM :

$$\hat{f}(t) = \frac{2e^{at}}{T} \left[\frac{1}{2} \text{Re}\{F(a)\} + \text{Re}\left\{ \sum_{k=1}^{\text{NSOM}} F\left(a + jk \frac{2\pi}{T}\right) e^{jk \frac{2\pi}{T} t} \right\} \right] \quad (2.4.1.)$$

Les trois paramètres sont alors a , T et NSOM. Les paramètres a et T sont liés dans la formule de l'erreur (2.3.4.) et, plus objectivement dans le cas des fonctions telles que (2.3.5.), si nous supposons que $\exp(a - \alpha)T \gg 1$ l'erreur sera limitée par :

$$|\varepsilon(a, t, T)| \leq Me^{-at} \quad (2.4.2.)$$

Cette formule nous amène à conclure que l'erreur peut être arbitrairement réduite si aT est augmenté indéfiniment, mais il ne faut pas oublier que « a » intervient dans le terme $\exp at/T$ qui est en facteur. Pourtant en augmentant indéfiniment aT pour T constant « a » augmente et avec lui le terme $\exp at/T$ ce qui amplifie les erreurs de troncature et d'arrondi commises dans le calcul. Cela implique donc l'existence d'une valeur optimale de aT . Expérimentalement nous trouvons que pour $T = 0,8 t_{\max}$, $t_{\max}$ étant le temps maximum d'analyse $aT = 5$ pour la formule ou termes complexes et $aT = 10$ pour la formule simplifiée donnent les meilleurs résultats dans la majorité des exemples traités.

Le paramètre NSOM qui intervient dans l'erreur de troncature peut varier entre 30 et 5 000 selon la méthode qu'on utilise pour calculer les coefficients de la série de Fourier ou faire la somme des termes de la formule.

L'erreur de troncature est donc due à la limitation du nombre de termes de la série. Cette erreur peut être diminuée en faisant NSOM le plus grand possible dans l'expression (2.4.1.). Cependant, même si on utilise la transformation de Fourier rapide [10], qui est une technique permettant de calculer $N = 2^n$ coefficients complexes de Fourier à partir de N échantillons équidistants d'une fonction du temps périodique, en un nombre d'opérations proportionnel à $N \log_2 N$, l'emploi d'un très grand nombre de termes dans la formule de Dubner et Abate peut s'avérer inutile car la série de Fourier d'une fonction peut converger très lentement selon son contenu en termes oscillatoires. En plus, la troncature d'une série de Fourier est toujours suivie de l'apparition du phénomène de Gibbs qui peut en certains cas affecter sensiblement la précision des résultats.

Cette argumentation nous amène à l'emploi de facteurs de convergence associés à la TFR. Nous constatons alors, que si

la fonction de transfert discrète est pondérée par ces facteurs. La convergence de la série est augmentée.

➤ Nous avons utilisé deux facteurs de convergence sur la transformée de Laplace :

a. Facteur de Lanczos [12].

C'est une moyenne locale de la fonction à inverser

$$\sigma_k = \frac{\sin \frac{k\pi}{N}}{\frac{k\pi}{N}}; \sigma_0 = 1 \quad (2.4.3.)$$

b. Le facteur de Fejer.

Le facteur de Fejer est donné par

$$\sigma_k = \frac{N - k}{N}; k = 0, \dots, NSOM \quad (2.4.4.)$$

Cette expression est obtenue lorsque on considère une moyenne arithmétique locale des composantes de la série de Fourier. Comme nous pouvons le constater, le facteur de Fejer a l'avantage d'être très simple à calculer, cependant, il est toujours moins effectif dans l'amortissement du phénomène de Gibbs que le facteur de Lanczos comme nous le verrons dans les exemples de la section 3.

c. Méthodes d'accélération de la convergence.

Elles sont basées sur l'application de transformations non linéaires aux termes d'une série. Nous avons employé deux méthodes : l'épsilon algorithme [11] et la transformation d'Euler [13].

Les avantages de leur utilisation sont nombreuses et la plus importante est celle qui permet une réduction du nombre d'évaluations de la fonction à inverser de l'ordre de 10 fois par rapport à la TFR. En plus, le contrôle du phénomène de Gibbs est fait implicitement c'est-à-dire qu'elles dispensent l'emploi des facteurs de convergence.

Les comparaisons que nous faisons dans la section suivante se tiennent objectivement à des critères de précision et de nombre d'évaluations de la fonction à inverser, en dépit du fait que d'autres critères peuvent être invoqués selon le cas que l'on envisage à traiter. Cependant, nous tenons à souligner que notre étude se rapportent à des cas généraux les critères qui serviront à mesurer l'efficacité des méthodes employées doivent être indépendants des caractéristiques propres à un certain problème ou à une catégorie de problèmes.

3. APPLICATION A L'ANALYSE DES CIRCUITS

3.1. Applications de la méthode de Vlach.

La propriété fondamentale de la formule de Vlach, c'est-à-dire celle d'inverser exactement $N + M + 1$ termes de la série de Taylor d'une fonction $f(t)$, limite son domaine d'application aux valeurs du temps proches de l'origine.

A titre d'exemple, nous avons utilisé la formule de Vlach pour calculer la tension aux bornes du condensateur dans le circuit de la figure 1, quand l'excitation est un échelon d'amplitude 100.

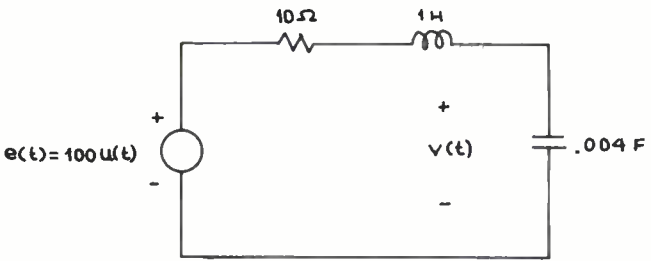


Fig. 1. - Circuit test.

La réponse fut comparée avec sa valeur exacte donnée par :

$$v(t) = 100 \left[1 - \frac{\sqrt{250}}{15} e^{-5t} \cos \left(15t - \text{tg}^{-1} \frac{1}{3} \right) \right] \quad (3.1.1.)$$

le critère de comparaison étant l'erreur relative

$$\varepsilon(t_k) = \left| \frac{v(t_k) - \hat{v}(t_k)}{v(t_k)} \right| \quad (3.1.2.)$$

où $\hat{v}(t_k)$ est la valeur approximée.

Des courbes représentant l'équation (3.1.2.) pour divers ordres des approximations de Pade sont données à la figure 2. Sur ces courbes, nous remarquons immédiatement le comportement prévu, c'est-à-dire une meilleure précision à proximité de l'origine. Le nombre d'évaluations de la fonction dans chaque cas est donné dans la même figure.

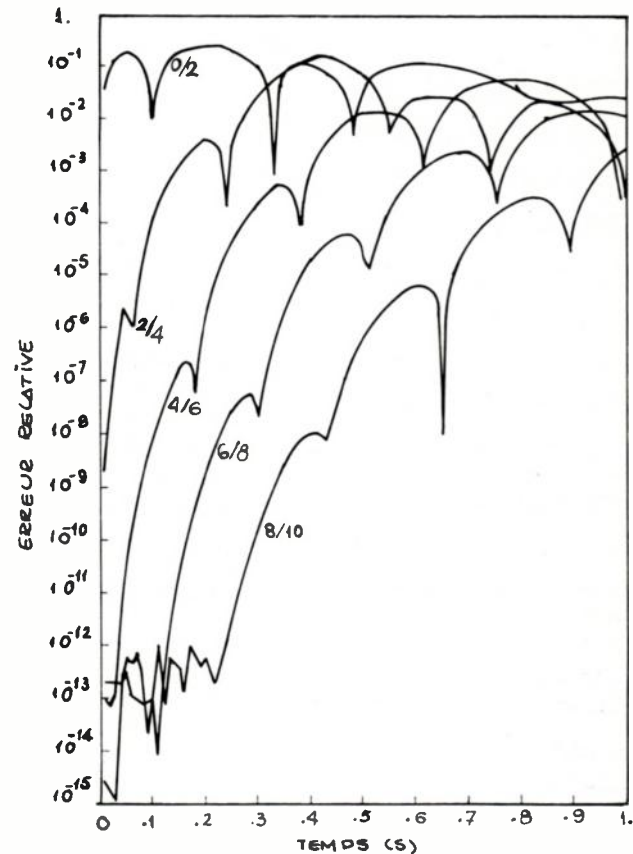


Fig. 2. - Comportement de l'erreur relative par rapport au temps dans les formules de Vlach appliquées directement au circuit de la figure 1.

Au vu de ces résultats, il est évident que si nous pouvons déplacer l'origine au fur et à mesure qu'on progresse dans le temps la précision sera maintenue sur tout l'intervalle

d'analyse. Nous considérons que les tensions et courants trouvés à cet instant aux bornes des éléments dynamiques, sont des conditions initiales pour le pas suivant. Évidemment, l'excitation aussi doit être déplacée vers l'origine ce qui présente quelques difficultés car ce déplacement, dans le cas général, se fait selon la formule :

$$\mathcal{L}[f(t + a)] = e^{as} \left[F(s) - \int_0^a e^{-st} f(t) dt \right] \quad (3.1.3.)$$

qui exige l'évaluation d'une intégrale finie à chaque pas.

Cependant, le problème se simplifie dans les cas les plus courants de l'analyse de transitoires où les signaux ont des expressions simples qui peuvent être développées dans des sommes de signaux élémentaires.

La solution du réseau de la figure 3 pour divers ordres de la formule de Vlach est présenté dans la figure 4 et, par rapport aux courbes de la figure 2 nous remarquons immédiatement l'amélioration de la précision apportée par le déplacement de l'origine. Nous constatons que l'erreur se maintient constante dans tout l'intervalle d'analyse.

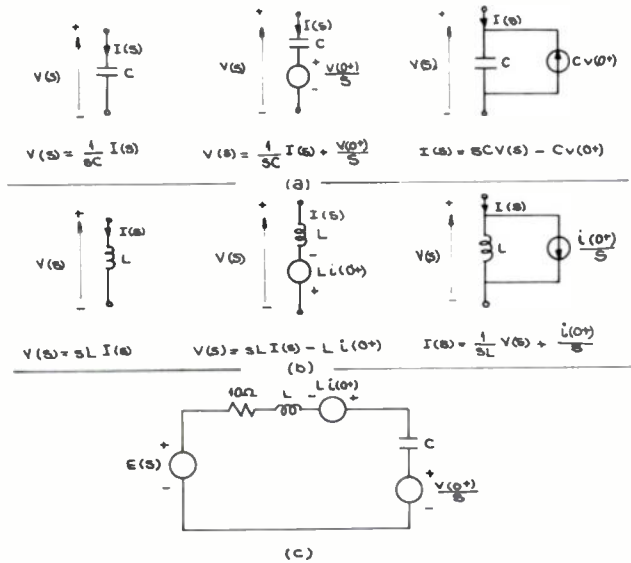


Fig. 3. — Modèles de quelques éléments dynamiques pour l'analyse avec reprise des conditions initiales.

Il est facile de démontrer que cette méthode est absolument stable (A-stable) sur certaines conditions dans le degré du numérateur et dénominateur des approximations de Pade.

Appliquons la formule de Vlach à la transformée de Laplace de

$$y = \lambda y; \quad \lambda < 0 \quad (3.1.4.)$$

qui est donnée par :

$$y(s) = (s - \lambda)^{-1} y_0 \quad (3.1.5.)$$

y_0 étant la condition initiale, nous obtenons au premier pas :

$$\begin{aligned} y_1 &= -\frac{1}{h} \sum_{i=1}^M k_i \left(\frac{z_i}{h} - \lambda \right)^{-1} y_0 \\ &= -\frac{1}{h} \sum_{i=1}^M k_i \frac{h}{z_i - \lambda h} y_0 \\ &= \sum_{i=1}^M \frac{k_i}{\lambda h - z_i} y_0 = \mathcal{R}(\lambda h) y_0 \end{aligned} \quad (3.1.6.)$$

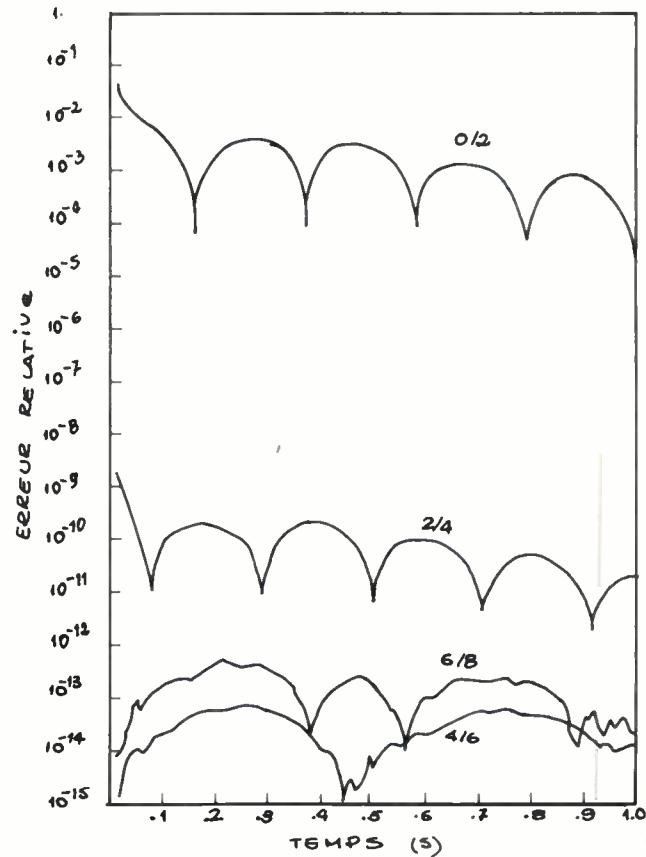


Fig. 4. — Comportement de l'erreur relative par rapport au temps des formules de Vlach appliquées au circuit de la figure 3.

au $k^{\text{ième}}$ pas nous aurons :

$$y_k = \mathcal{R}(\lambda h) y_{k-1} = [\mathcal{R}(\lambda h)]^k y_0 \quad (3.1.7.)$$

Il est évident maintenant que pour remplir la condition (3.1.5.) il faut que

$$|\mathcal{R}(\lambda h)| < 1 \quad (3.1.8.)$$

c'est-à-dire la stabilité de la méthode dépend des approximations de Pade de $\exp(z)$. L'équation (3.1.9.) a été étudiée par Vlach et d'autres [5] et ils démontrent que pour : $N = M - 1$ et $N = M - 2$ les approximations de Pade remplissent toujours cette condition.

Comparons maintenant les résultats obtenus par l'application de la méthode de Dubner et Abate.

Sur la figure 5 sont données deux courbes : une représentant l'erreur relative obtenue employant la formule de Dubner et Abate avec la TRF. Le nombre de termes de la série a été fixée à $NSOM = 500$, les autres paramètres étant : $aT = 5$ et $T = 0,8 t_{\max}$.

L'autre courbe de cette figure représente la même erreur quand on utilise l'Epsilon algorithm pour faire la somme des termes de la série. La valeur de $NSOM$ a été portée à 29 les autres paramètres restant inchangés.

La comparaison de ces courbes avec celles de la méthode de Vlach, figure 4 montre clairement la supériorité de cette dernière.

Cependant, lorsque on considère que Dubner et Abate avec Epsilon algorithm fournissent une précision moyenne de l'ordre de $5 \cdot 10^{-5}$ avec seulement 29 évaluations de la fonction, nous sommes conduits à les considérer du point de vue de l'analyse de circuits, extrêmement compétitifs avec Vlach.

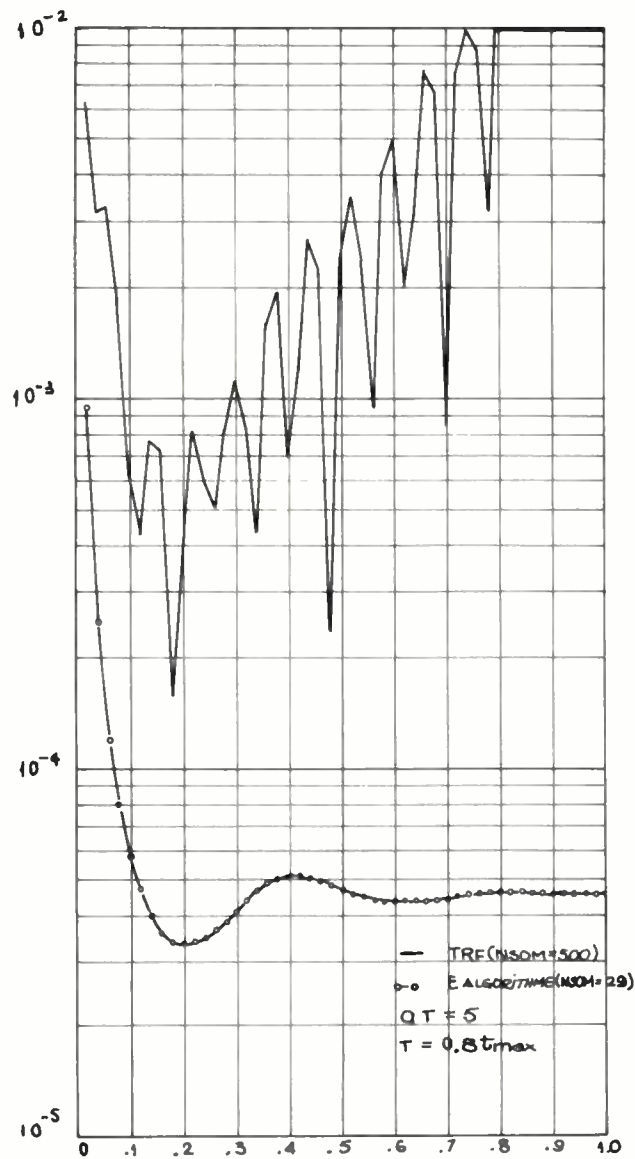


Fig. 5. — Comportement de l'erreur relative par rapport au temps dans la formule de Dubner et Abate appliquée au circuit de la figure 1.

La méthode d'Euler en dépit d'être plus économique que l'Epsilon algorithme par rapport au nombre de calculs est toujours moins efficace.

Les autres modifications de la formule de Dubner et Abate, c'est-à-dire les facteurs de convergence, n'ont d'intérêt que dans les cas où la précision est influencée par les oscillations dues au phénomène de Gibbs comme le démontre l'exemple suivant où il s'agit de trouver la transformée inverse d'un créneau ayant pour transformée directe :

$$F(s) = \frac{e^{-15,5} - e^{-35,5}}{s}$$

A titre de comparaison, nous avons trouvé l'inverse de cette fonction par les trois algorithmes suivants :

- a. Combinaison de la formule de Dubner et Abate avec la TRF (NSOM = 500).
- b. La même combinaison de (a) en multipliant les termes de la série par les coefficients de Lanczos et Fejer.
- c. Combinaison de Dubner et Abate avec l'Epsilon algorithme en prenant 29 termes de la série. Les autres paramètres étant $aT = 5$, $T = 0,8 t_{max}$ et $t_{max} = 50$ s.

Le module de l'erreur relative pour chaque cas est donné sur la figure 6, où l'on voit aisément que les valeurs obtenues avec l'application des facteurs de convergence sont en général meilleures que celles fournies par la série non modifiée, ce qui est particulièrement valable pour le facteur de Lanczos.

D'autre part, on peut constater l'efficacité de l'épsilon algorithme sur le créneau dans la même figure. Le phénomène de Gibbs est encore plus nettement atténué qu'avec l'emploi des facteurs de convergence. La précision en est aussi augmentée.

On constate ainsi que la méthode la plus efficace (nombre d'analyses fréquentielles/précision) est l'application de la formule d'inversion de Dubner et Abate associée à l'épsilon algorithme, mais elle demeure difficile à stabiliser à cause du choix empirique des paramètres (a , T , NSOM).

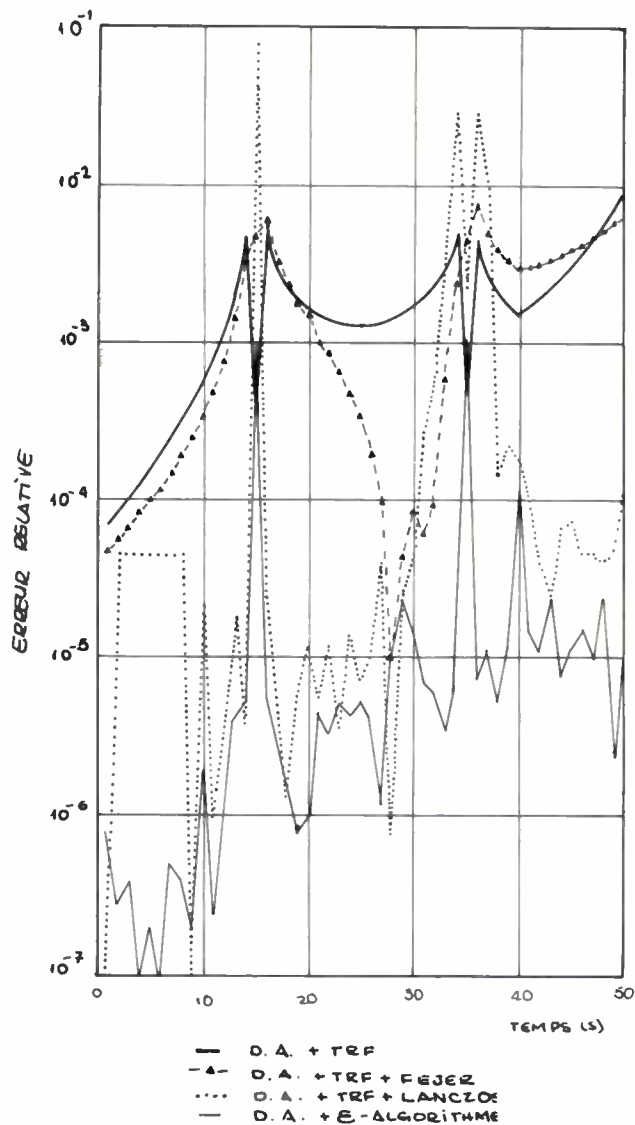


Fig. 6. — Comportement de l'erreur relative par rapport au temps de la formule de Dubner et Abate dans l'inversion d'un créneau en utilisant diverses combinaisons d'algorithmes.

3.2. Applications aux circuits non linéaires.

La méthode de Vlach avec la reprise de conditions initiales s'applique aussi bien aux circuits linéaires qu'aux non linéaires, sans que nous soyons obligés de recourir à des

techniques plus sophistiquées que celles employées traditionnellement. Ainsi, les éléments non linéaires d'un réseau peuvent être approximés par des modèles résistifs linéarisés (les modèles Compagnons [18]) à chaque itération d'une analyse non linéaire dans le domaine du temps.

Comme exemple, le modèle compagnon de la diode est donné sur la figure 7 en termes d'admittances et impédance.

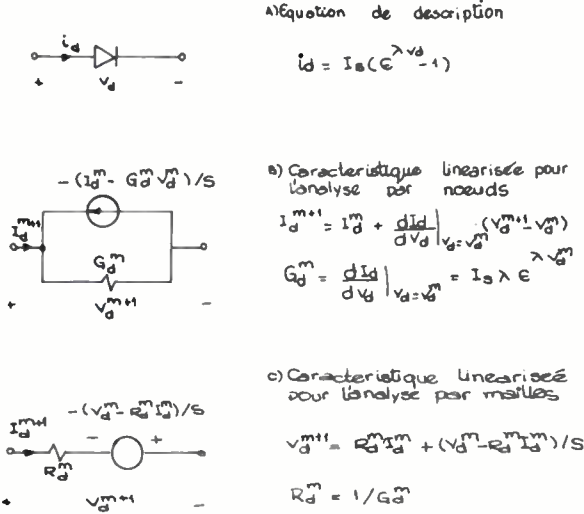


Fig. 7. — Modèle compagnon de la diode.

Les éléments dynamiques linéaires sont remplacés comme avant et pour le changement de la valeur des sources d'état se fait à chaque pas du temps.

L'algorithme pour l'analyse non linéaire se résume alors à :

1. — L'état du circuit à l'instant t_n et le pas h dans le temps étant connus, on remplace les éléments dynamiques linéaires par les modèles avec leurs sources d'état qui prennent les valeurs correspondantes à l'instant donné t_n .
2. — En fonction des valeurs des tensions et courants à l'instant t_n , on remplace les éléments non-linéaires par des modèles compagnons dans le domaine des fréquences.
3. — En utilisant la formule d'inversion de Vlach on calcule la solution qui correspond à l'instant $t_n + h = t_{n+1}$. Soit V_{n+1}^m, I_{n+1}^m cette solution.
4. — Si

$$\|V_{n+1}^m - V_{n+1}^{m-1}\| \leq \varepsilon \times \|V_{n+1}^m\|$$

et

$$\|I_{n+1}^m - I_{n+1}^{m-1}\| \leq \varepsilon \times \|I_{n+1}^m\|$$

ε étant un critère d'erreur, on passe au pas suivant. Dans le cas contraire, les valeurs de cette solution sont utilisées pour modifier les modèles compagnons ; on fait $V_{n+1}^{m-1} = V_{n+1}^m$ et $I_{n+1}^{m-1} = I_{n+1}^m$ et on revient à (3) pour une nouvelle itération.

5. — Si t_{n+1} est inférieur au temps final on fait $t_{n+2} = t_{n+1} + h$ et on retourne à (1); sinon l'analyse est finie.

On observe que l'utilisation d'une formule d'inversion de la transformée de Laplace, au lieu d'une formule d'intégration dans le domaine du temps, a l'avantage d'éviter l'emploi de modèles compagnons pour les éléments dynamiques linéaires, ce qui réduit le nombre des approximations faites dans le circuit ce qui a des conséquences sur la précision.

La méthode décrite a été appliquée au circuit de la figure 8a.

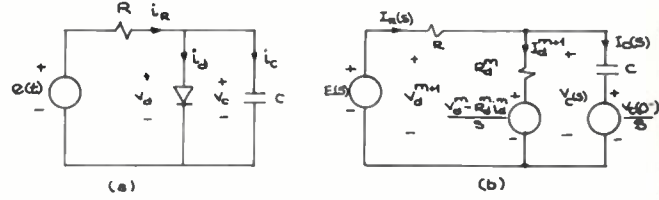


Fig. 8. — Circuit test et son modèle compagnon.

Pour $e(t) = 2U(t)$ la réponse obtenue est donnée à la table I.

TABLE I

Tension aux bornes de la diode dans le circuit de la figure 8.

TEMPS (S)	SOLUTION APPROX.	VALEUR EXACTE
.01	.019900332 V	.019900332 V
.05	.097541098	.097541094
.10	.190322654	.190322452
.15	.278493268	.278486690
.20	.359908088	.359757116
.22	.386219352	.385873168
.24	.403363071	.402964213
.26	.410960903	.410748565
.28	.413465099	.413392045
.30	.414193473	.414171982
.32	.414397329	.414391295
.34	.414453767	.414452096
.36	.414469346	.414468884
.38	.414473642	.414473515
.40	.414474827	.414474792
.42	.414475153	.414475144
.44	.414475243	.414475241
.46	.414475268	.414475268
.48	.414475275	.414475275
.50	.414475277	.414475277

On remarque cependant que la formule de Vlach approxime avec ordre $N + M + 1$ la réponse du circuit linéaire de la figure 8b qui représente une approximation d'ordre deux de la vraie réponse.

3.3. Application aux réseaux répartis.

Tandis que la méthode de Dubner et Abate est aisément appliquée aux circuits contenant des éléments distribués, la méthode de Vlach pose le problème de représenter les sources d'état initial pour ces composants. Plus précisément, il s'agit de trouver la réponse d'un tel élément à des conditions initiales réparties, représentées par un nombre infini de sources indépendantes distribuées au long de l'élément.

Cette question a été traitée pour les lignes sans pertes ou uniformes avec pertes dans [15, 16, 17]. En résumé, la méthode consiste à remplacer une ligne contenant des conditions initiales représentées par des sources indépendantes de courant connectées en parallèle, réparties continuellement dans toute sa longueur (comme on le voit sur la figure 9a par un quadripôle équivalent à la ligne sans conditions initiales, avec deux sources indépendantes connectées à l'entrée et à la sortie du quadripôle.

Le type et la façon de connecter ces sources est dépendant de la nature des paramètres du quadripôle. Ainsi, si on décrit la ligne par des impédances, deux sources de tension sont

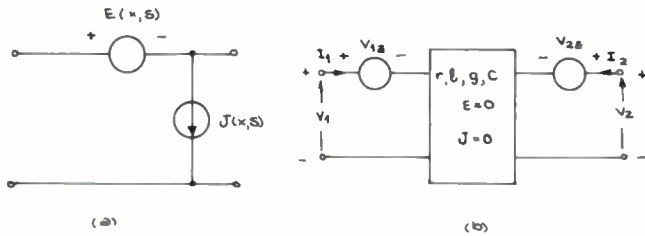


Fig. 9. — Un des modèles possibles pour l'analyse d'une ligne avec conditions initiales distribuées.

connectées en série aux accès du quadripôle comme on le voit sur la figure 9b.

La valeur des sources est donnée par [17].

$$v_{1z} = \int_0^L \frac{Z_{12}(X)}{Z_{11}(L-X) + Z_{22}(X)} \times [E(X, S) - Z_{11}(L-X)J(X, S)] dX \quad (3.3.1.)$$

et

$$v_{2z} = - \int_0^L \frac{Z_{21}(L-X)}{Z_{11}(L-X) + Z_{22}(X)} \times [E(X, S) + Z_{22}(X)J(X, S)] dX \quad (3.3.2.)$$

où
 $E(X, S)$ = sources de tension réparties,
 $J(X, S)$ = sources de courant réparties,
 $Z_{i,j}$ = paramètres impédance de la ligne sans conditions initiales,
 L = longueur de la ligne.

La difficulté d'appliquer la méthode de Vlach est maintenant évidente, car l'emploi des formules (3.3.1. et 3.3.2.) exige l'évaluation de deux intégrales finies.

4. CONCLUSION

Pour les deux méthodes d'inversion de la transformée de Laplace qui ont été retenue comme étant les plus adaptées au calcul des régimes transitoires dans les circuits, nous avons le bilan final suivant :

En utilisant l'initialisation à chaque pas la méthode de Vlach arrive à une précision seulement limitée par le

calculateur employé, dans le cas de l'analyse de circuits linéaires à constantes localisées.

Si on envisage l'analyse de circuits à constantes réparties les difficultés sont alors pratiquement identiques à celles des méthodes d'intégration directe des équations différentielles, le procédé d'initialisation à chaque pas s'appliquant difficilement.

La méthode de Dubner et Abate présente un certain nombre de paramètres liés à sa précision, dont la détermination est quasi-empirique, ce qui en rend l'emploi parfois délicat. Elle se prête par contre assez bien à l'application aux circuits à constantes réparties au prix du calcul d'un nombre élevé de composantes fréquentielles.

En ce qui concerne l'application à l'analyse des réseaux non linéaires la méthode de Vlach s'applique assez bien. Elle a l'inconvénient d'être à pas unique donc d'ordre deux du point de vue de l'intégration non linéaire, et ce, quel que soit l'ordre utilisé dans la résolution des circuits linéarisés rencontrés aux cours des itérations. Il semble que cette méthode soit ainsi limitée à l'utilisation de modèles linéaires par morceaux.

par A. MESQUITA,

Ingénieur Electricien. Professeur (Université catholique de Rio de Janeiro) actuellement chercheur au Laboratoire de Génie Électrique.

S. GERONIMI,

Docteur de 3^e cycle (Laboratoire de Génie Électrique) Assistant à l'Université Paul Sabatier.

C. VIDALLON (2),

Chargé de Recherches au CNRS. Responsable de l'équipe « Méthodologies d'analyse de Simulation de Synthèse et d'Optimisation de Circuits.

Laboratoire de Génie Électrique, 2, rue Camichel, 31000 Toulouse (tél. : 16.61.62.10.10).

et F. DURBIN,

Ingénieur de recherche Service Électrique CEA DAM Bruyères le Chatel.

CEA-DAM, BP 561, 92542 Montrouge.

Bibliographie

- [1] GEAR C. W. — Simultaneous numerical solution of differential algebraic equations, *IEEE Trans. On circuit theory*, 1971, 18, 89-95.
- [2] CASH J. R. — A class of implicit Runge-Kutta methods for the numerical integration of stiff ordinary differential equations, *Journal of the ACM*, 1975, 22, n° 4 oct., 504-511.
- [3] SINGHAL S. and VLACH J. — Computation of time domain response by numerical inversion of the Laplace Transform, *Journal of the Franklin Institute*, 1975, vol. 299, n° 2, Feb., 109-126.
- [4] SINGHAL K., VLACH J. and NAKHLA M. — One Step, A-stable, high order method for time domain solution of Networks, *Proc. of 75 Iscas* 1975, pp. 76-79.
- [5] SINGHAL K., VLACH J. and NAKHLA M. — Absolutely stable, high order method for time domain solution of Networks, *AEU B* 30, 1976, 157-166.
- [6] DUBNER H. and ABATE J. — Numerical inversion of Laplace transforms by relating them to the finite fourier cosine transform, *Journal of the association for computing machinery*, vol. 15, n° 1.
- [7] RABBAT N. B. — Efficient computation of the response of lumped distributed linear active Networks, *IEEE Transactions on circuits and systems*, vol. 22, n° 8, August 1975.
- [8] CRUMP S. — Numerical inversion of Laplace transforms using a Fourier series approximation, *Journal of the association for computing machinery*, vol. 23, n° 1 January 1976, pp. 89-96.
- [9] DURBIN F. — Numerical inversion of Laplace transforms : an efficient improvement to Dubner and Abate's method, *The Computer Journal*, 17, n° 4, pp. 371-376.
- [10] COOLEY J. W. and TUKEY J. W. — An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series, *Math. of Comput.*, 19, April 1965, pp. 237-301.
- [11] SHANKS D. — Non linear transformations of divergent and slowly convergent sequences.
- [12] LANCZOS C. — *Applied Analysis*, New-York Pitman, 1957.
- [13] Guide de l'utilisateur des sous-programmes IBM sous-programme « DTEUL ».
- [14] BLUM E. K. — Numerical analysis and computation ; theory and practice addison-Wesley, 1972.
- [15] BRANIN R. F. H. — Transient analysis of loss less transmission lines, *proc. of the IEEE (Lett.)*, Nov. 1967, pp. 1012-1013.
- [16] LINDQUIST C. — Transmission line response to independent distributed sources, *Proc. IEEE (Lett.)* Aug. 1968, pp. 1353-1354.
- [17] LINDQUIST C. L. — Uniform transmission line response to independent distributed sources, *Proc. IEEE (Lett.)*, oct. 1968, pp. 1740-1741.

Connecteurs pour monofibres optiques une solution originale assure des pertes inférieures à 0,5 dB

par C. MALSOT
J. BOUYGUES

Sur une dizaine de solutions théoriques devant permettre de résoudre le problème des pertes à chaque point de connexion d'une liaison expérimentale à fibres optiques, une seule a été retenue par Socapex. Sa description fait l'objet de la présente étude.

SUMMARY

Optical fiber « indoor » connector

Implementing the connection function remains one of the crucial problems when using optic fibers.

The aim of the work presented in this paper was to realize an experimental optic link in which « indoor » connectors would have less than 0,5 dB losses, with index matching liquid, for each

connection point.

Before experimentation, analytical investigations were made and ten theoretical solutions were listed. Among them, three were selected on the basis of various optical, mechanical, and economical criteria.

Two of them soon appeared to be rejected. The third one, using cold overmoulding process of the fiber in a specific tooling, was investigated and tested with more detail (CNET patent).

INTRODUCTION

Un des problèmes essentiels inhérents à l'utilisation des fibres optiques dans le domaine des télécommunications reste celui de la connexion.

En effet, compte tenu des faibles dimensions des cœurs des fibres à mettre en vis à vis, les tolérances de positionnement sont extrêmement serrées (en général inférieures à 5 microns) et, ce, d'une façon reproductible au fur et à mesure du montage des connecteurs et de leur utilisation. De plus, la fonction connexion doit permettre la garantie d'une bonne continuité optique, d'où différentes contraintes qui sont essentiellement :

- Une bonne reproductibilité des résultats enregistrés ;
- La stabilité des résultats ;
- L'interchangeabilité des connecteurs entre eux.

Les connecteurs à réaliser doivent également se présenter sous différentes formes pouvant répondre aux besoins spécifiques d'une ligne complète, à savoir : connexion fibre à fibre, connexion source-fibre (non étudiée ici), connexion fibre-détecteur.

De plus, il est nécessaire de pouvoir adapter ces connecteurs sous la forme de sous ensembles fonctionnels multivoies tels que barrettes de raccordement, etc.

Cet article présente les résultats obtenus par la société SOCAPEX en matière de connecteurs de monofibres optiques utilisables en télécommunication (*) (de 7 à 10 km).

L'objectif principal était d'obtenir un maximum de 0,5 dB de pertes à chaque connexion, ce, avec adjonction d'un liquide adaptateur d'indices.

Durant tous nos travaux, la fibre utilisée était une fibre à gradient d'indice, faible perte (< 6 dB/km) d'ouverture numérique = 0,149 et possédant une gaine thermoplastique. Les diamètres du cœur et de la fibre étaient respectivement de 62 et 125 μ m aux tolérances de fabrication près. Le déroulement des travaux s'est fait en trois phases distinctes.

ÉTUDE ANALYTIQUE DU PROBLÈME

La première phase consistait essentiellement en une recherche de solutions théoriques. Pour ce faire, des études analytiques et géométriques du problème posé ont été faites et ces études nous ont conduits à quatre grandes familles de solutions géométriques de positionnement des fibres optiques, ces quatre familles sont :

- Positionnement par une infinité de points fixes ;
- Positionnement par deux points fixes et un point mobile ;
- Positionnement par deux points mobiles et un point fixe ;
- Positionnement par trois points mobiles.

Ces familles représentent l'ensemble des solutions géométriques possibles parmi lesquelles seront choisies les solutions technologiques de raccordement.

Ces solutions technologiques ont été recensées au nombre d'une dizaine environ, dont deux seulement ont été retenues en vue d'une étude plus poussée. Ces deux solutions ont été sélectionnées sur la base de critères tels que l'estimation des pertes à la connexion, la mise en œuvre, un coût de réalisation économique, un bon niveau de fiabilité, l'extension possible à des connecteurs multivoies.

En parallèle avec la recherche de solutions technologiques, une méthode de caractérisation des pertes à la connexion a été définie et employée pendant le déroulement des travaux.

Cette méthode consiste à prendre une longueur L de fibre (dans notre cas 500 m) et à intercaler cette longueur L entre un émetteur (diode laser à impulsions et un récepteur (photomètre). Cela nous donne une référence principale R_m valable tout au long des essais.

Après avoir coupé la fibre en deux tronçons sensiblement

(*) Travaux effectués dans le cadre d'un marché DAIL-CNET.

égaux, le premier tronçon (dans lequel est injecté le signal laser) est connecté sur le photomètre et donne une référence intermédiaire R_i qui servira de vérification en ce qui concerne la stabilité des mesures.

Entre les deux tronçons L_1 et L_2 sont montés des connecteurs $C_1, C_2, \dots, C_n$, qui donneront sur le photomètre des valeurs $R_1, R_2, \dots, R_n$.

Les atténuations à la connexion seront alors données par la formule :

$$A = 10 \log \frac{R_p}{(R_1, R_2, \dots, R_n)}$$

Ce système de mesure nécessite, malheureusement, une immobilisation des appareils de mesure durant tout le temps des expériences.

Cependant, ne travaillant que par comparaison d'une mesure $R_1, R_2, \dots, R_n$ par rapport à une mesure R_p , cette méthode s'avère très précise.

RÉALISATIONS

Ce système de mesures ayant été adopté la première des deux solutions technologiques retenues a donné lieu à la réalisation d'une maquette.

Le système est basé sur l'utilisation de pinces à « trois mors » qui viennent enserrer la fibre, les deux pinces en vis-à-vis étant alors alignées à l'aide d'un manchon fendu (fig. 1).

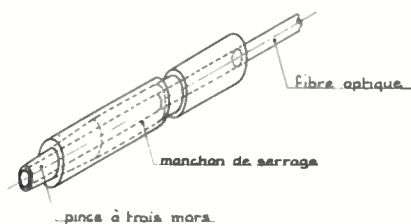


Fig. 1.

Les maquettes réalisées ont permis de noter différentes réalisations, à savoir : pinces « trois mors » moulées en polybutyl téréphtalate ou pinces « trois mors » usinées en alu (UZ 39 Pb2).

Dans les deux cas, la moyenne des pertes mesurées se situe aux environs de 1,5 dB.

Cependant, bien qu'elle ne puisse convenir dans le cas des fibres à faibles pertes du type « télécommunications », cette méthode est cependant intéressante, car de mise en œuvre très aisée, et pourrait être employée pour des fibres ayant un cœur plus important (les fibres silice-silicone par exemple). De plus, elle permet de pouvoir indifféremment polir, scier ou même monter directement des fibres cassées à la flamme.

Une seconde expérimentation a été conduite pour la deuxième solution technologique retenue au terme de l'étude théorique.

Cette seconde solution est issue d'un brevet déposé par le CNET [3]. Elle fait appel au principe d'un scellement de la fibre dans un embout après mise en place respective de ces deux éléments sur un calibre de positionnement qui sert de référence commune pendant l'opération de scellement.

Le but de ce système est de positionner la fibre de façon précise par rapport à deux faces de référence formant un dièdre. Cette fibre est positionnée dans un outillage spécial.

Lorsque la fibre est positionnée de façon stable et reproductible, dans cet outillage, elle est surmoulée dans un embout comportant deux faces de référence identiques à la référence de l'outillage.

Dans le connecteur est reproduit l'angle de référence contre les faces duquel il suffit d'appliquer l'embout pour reproduire exactement le positionnement préalable qu'avait la fibre dans le montage (fig. 2).

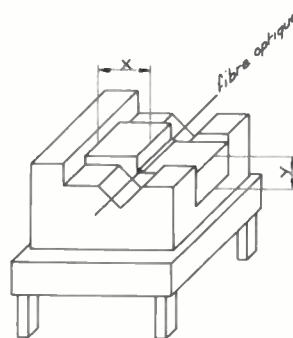


Fig. 2. — Schéma de principe du positionnement de la fibre optique dans l'outillage de surmoulage.

Par opposition aux solutions qui nécessitent des pièces de grande précision pour aligner les deux fibres optiques en regard, ce système permet de déplacer le problème de prix en ce sens que les pièces précises, donc chères, ne sont réalisées qu'une seule fois, dans l'outillage de surmoulage.

Les pièces nécessaires à la réalisation des connexions doivent seulement présenter une bonne planéité des faces d'appui du dièdre, car les zones de contact entre les faces de l'embout et les faces du dièdre peuvent être réduites à un plan (soit trois points) et une génératrice (soit deux points).

Ainsi, les pièces constitutives des connecteurs seront-elles de réalisation aisée, donc peu onéreuse.

Un outillage spécifique servant au surmoulage à froid de la fibre optique a été réalisé et se compose essentiellement de rainures en « V » parfaitement alignées pour le positionnement des embouts et de deux « micro V » servant de positionnement à la fibre optique.

Le micro-V support de fibre a été déterminé de telle sorte que lorsque la fibre est positionnée contre les parois, elle puisse être bloquée par une pièce plane (compte tenu de la tolérance de fabrication des fibres).

Cela permet de limiter à quelques micromètres le déplacement possible de la fibre à l'intérieur du triangle défini par les parois et la pièce d'appui. Ce déplacement possible sera, en ordre de grandeur, au maximum égal à la tolérance de fabrication des fibres.

De part et d'autre de la pièce centrale sont installés des systèmes de traction permettant de précontraindre la fibre pour éviter, lors de la polymérisation (ou du durcissement) du matériau de surmoulage, que le retrait éventuel puisse influencer sur sa position.

L'outillage décrit ayant été qualifié, après un contrôle métrologique rigoureux, il reste donc à effectuer le surmoulage, puis à polir (ou scier) les extrémités de façon à obtenir des faces connectables.

La somme de toutes ces opérations s'effectue en 30 minutes environ, non compris le temps de polymérisation de la colle. Actuellement la polymérisation s'effectue en trois minutes environ.

Ce mode opératoire a permis d'obtenir en laboratoire des résultats provisoires sur une quantité relativement faible d'embouts. Ces résultats sont présentés sous forme d'histogramme (fig. 3). Les embouts testés étaient réalisés en laiton.

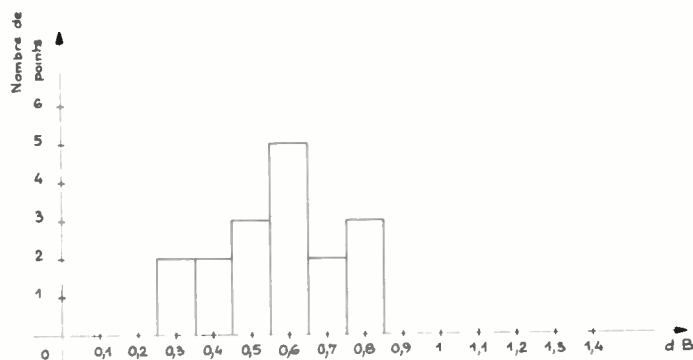


Fig. 3. — Atténuations mesurées sur les premières maquettes fonctionnelles.

Ces quelques relevés ne tiennent pas compte des points aberrants dus à une casse de fibre ou à un mauvais polissage.

Actuellement les expérimentations continuent et les résultats sont encourageants car, d'une part, ces mesures sont très fidèles au fur et à mesure des différents enfichages, d'autre part, les connexions réalisées sont très stables.

A l'issue de ces premiers essais et au vu des résultats

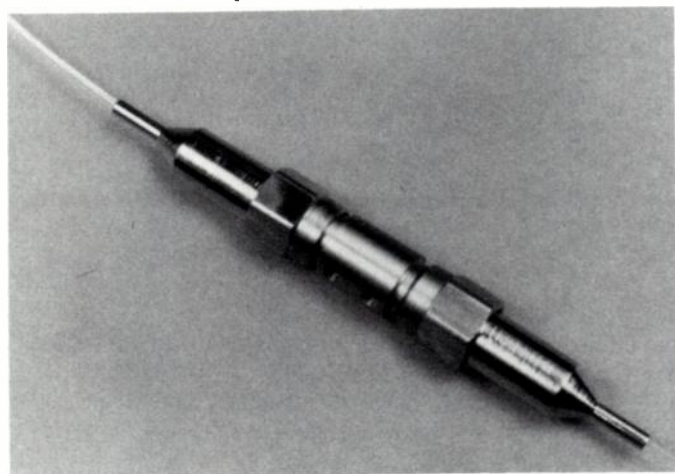


Fig. 4.

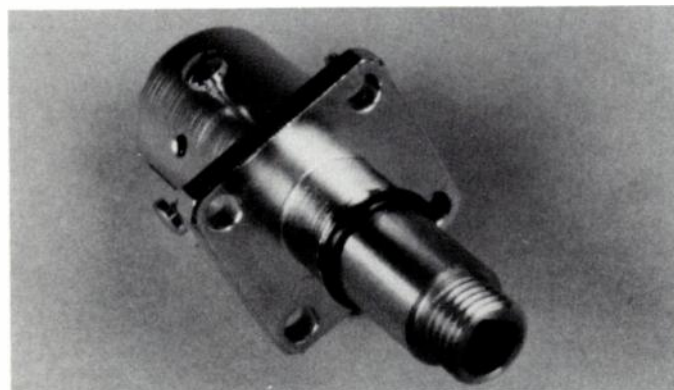


Fig. 5.

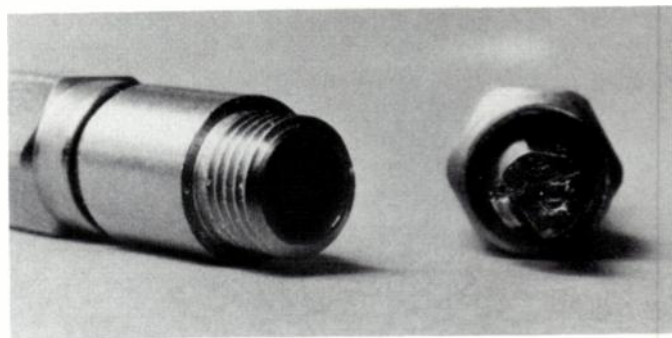


Fig. 6.

obtenus, différentes enveloppes possibles pour ces embouts ont été développées :

- Un connecteur fibre à fibre démontable (fig. 4 et fig. 6) ;
- Une embase à fixer sur panneau, embase dans laquelle est incorporée une photodiode de détection (fig. 5).
- Une barrette de raccordement, actuellement prévue pour du câble cylindrique dans une structure faisant appel à un brevet déposé par le CNET (voir photos).

Ces produits sont actuellement réalisés sous forme de maquettes fonctionnelles et sont toujours en cours d'expérimentation, donc susceptibles d'être modifiés.

Le conditionnement des extrémités à connecter après surmoulage fait partie des problèmes restant à traiter en vue de l'industrialisation. Actuellement, le surmoulage peut s'accommoder, soit d'un sciage, soit d'un polissage, soit d'un compromis sciage-polissage. Des machines portables devront donc être développées dans le cadre d'une utilisation prévue « sur le terrain ».

CONCLUSION

En conclusion, outre les faibles pertes mesurées à chaque connexion, cette méthode de connexion possède de nombreux avantages parmi lesquels on retiendra :

- La possibilité de réalisation d'embouts « sur le terrain » ;
- Le grand nombre d'embouts réalisables avec un seul outil de surmoulage ;
- Le prix de revient relativement faible.



C. MALSOT

Diplômé de l'École Nationale d'Ingénieurs de Belfort.
Responsable du développement de connecteurs pour fibres optiques SOCAPEX.

J. BOUYGUES

SOCAPEX, 10 bis, quai Léon Blum
92153 Suresnes Cedex (tél. 772.91.13).

Bibliographie

- [1] LE NOANE G. — Conférence NTC Los Angeles 1977.
- [2] MM. BOUILLIE et LE NOANE. — « Frequenz », mars 1978.
- [3] Brevet CNET n° 77-18-675.

Intérêt des monofibres optiques dans la pratique médicale (1)

J. M. BRUNETAUD (1)
A. ENGER (1)
M. BERJOT (2)
et Y. MOSCHETTO (3)

La médecine aussi a ses fibres optiques. Et quels services sont-elles à même de rendre. La présente étude en donne un bref mais intéressant aperçu.

(1) Faculté de Médecine de Reims, 51, rue Cognac-Jay, 51100 Reims.

(2) Faculté des Sciences de Reims, Moulin de la Housse, 51100 Reims et

(3) Centre de Technologie Biomédicale IN-SERM, 13, rue C.-Guérin, 59000 Lille.

L'instrumentation médicale est un vaste domaine. Aussi nous limiterons cette étude aux applications purement cliniques des monofibres optiques, laissant volontairement de côté les techniques de laboratoire.

Pour atteindre le lieu d'utilisation électif sur ou dans le corps humain, il est bien rare que la lumière puisse parvenir en ligne directe de sa source. Les bras armés, avec leurs multiples miroirs, représentant souvent un système de guidage trop encombrant et trop rigide; les fibres optiques, beaucoup plus souples, sont certainement une solution bien préférable. Jusqu'à maintenant elles ont été essentiellement utilisées sous forme de faisceaux de multiples fibres de verre très fines.

Il faut cependant noter que ces faisceaux sont relativement volumineux, et voient leurs qualités de transmission progressivement s'altérer : du fait de leur fragilité le pourcentage de fibres cassées augmente à l'usage. Par ailleurs, ils sont impropres à la conduction de fortes intensités lumineuses, cohérentes ou non. Si dans la pratique médicale courante ces faisceaux de « multifibres » donnent plutôt satisfaction, comme dans le cas des ordons d'éclairage, certaines applications particulières nécessitent l'emploi de monofibres optiques.

Différents types de monofibres existent actuellement [4]. Elles ont, en général été réalisées pour les besoins de l'industrie (éclairage ou télécommunications). Selon la nature de leur cœur, on peut les classer en : fibres plastiques, fibres de verre, fibres de silice pure ou dopée.

Leur diamètre de cœur varie de quelques micromètres pour les fibres monomodes à plus d'un millimètre pour certaines fibres plastiques.

Nous allons envisager quelques exemples de leurs utilisations dans la pratique médicale.

La miniaturisation de cordons d'éclairage

Avec une monofibre plastique de relativement gros diamètre (fibre plastique telle le « rofon (*) » [1] ou fibre de silice pure telle la QSF - 600 - A (**), on dispose d'un système

d'éclairage suffisamment souple pour suivre les mouvements d'un fibroscope moderne par exemple, de diamètre extérieur d'environ un millimètre, c'est-à-dire 3 à 4 fois plus fin qu'un faisceau de multifibres, et dont les qualités de transmission ne s'altéreront pas à l'usage.

La transmission des hautes énergies lumineuses

Depuis plusieurs années divers chercheurs ont pu coupler une fibre optique à un laser de forte puissance, essentiellement ceux à argon ionisé et à YAG, puisqu'il n'existe pas actuellement de fibre capable de transmettre le faisceau des lasers à gaz carbonique. Diverses sortes de fibres ont ainsi été testées (silice dopée, plastique [6]).

Mais il semble actuellement que deux types de fibres présentent des caractéristiques particulièrement intéressantes (en particulier l'aptitude à la transmission de très fortes puissances).

L'une est spécialement réalisée pour cet usage [5]. Elle est dite triconique car constituée de trois sections de diamètres différents. Déterminée dès la construction, sa longueur ne peut excéder quelques mètres. Elle a cependant l'avantage de n'induire qu'une très faible divergence du faisceau à son extrémité : 1,5° plein angle dans le cas d'un laser à argon.

L'autre fibre a été conçue pour les télécommunications (QSF - A*, 300 ou 600 μ). De grandes longueurs sont donc disponibles et elle peut être coupée à la demande [2]. La divergence du faisceau à son extrémité est plus forte que dans le cas précédent, tout en restant raisonnable; de l'ordre de 6° plein angle pour le type 600 μ dans le cas d'un laser à argon ionisé.

Grâce à cette transmission par fibre optique, de nouvelles applications des lasers commencent à connaître un début d'utilisation clinique : photocoagulation guidée endoscopiquement de lésions digestives ou urologiques, chirurgie hépatique, traitement de certaines dermatoses sans oublier la photocoagulation rétinienne qui est déjà une méthode thérapeutique de routine.

Par ailleurs, il n'est pas toujours nécessaire de disposer d'une source laser pour réaliser une photocoagulation : un photocoagu-

lateur de contact a pu être développé sur la base d'une simple lampe à incandescence dont le rayonnement infrarouge est transmis par une fibre optique dont l'extrémité distale est protégée par une matière antiadhésive. Ce dispositif est déjà utilisé pour réaliser l'hémostase en chirurgie hépatique [5].

La transmission monomode d'un faisceau laser

Ce type de transmission est indispensable pour la réalisation de photographies holographiques à l'extrémité d'un endoscope. Dans le cas de la fibroscopie, cette fonction ne peut être assurée que par une fibre optique. Or, les fibres dites monomodes sont actuellement loin d'être suffisamment parfaites. Aussi, les seules expériences d'holographie endoscopique [3], ont-elles été réalisées pour l'instant avec des endoscopes rigides, le faisceau laser étant guidé par un bras optique.

Mais on peut penser qu'une fois résolue cette difficulté technique, l'holographie endoscopique connaîtra un large développement.

Ces quelques exemples d'utilisation de monofibres optiques en pratique médicale n'ont pas la prétention de constituer une liste exhaustive. De nouvelles applications verront certainement le jour, d'autant plus que la lumière apparaît être une forme d'énergie d'avenir, ayant notamment d'intéressantes propriétés thérapeutiques.

Bibliographie

- [1] ARCHER J. D. — Fiber Optics : Glass US. Plastic. Optical Spectra, Sept. 1973, p. 31-34.
- [2] BRUNETAUD J. M., MAFFIOLI C., ENGER A., PETIT J. and FLAMENT J. B. — Endoscopie laser coagulation in the digestive tract : development of a photocoagulator and experimental study. Laser 77, München. Proceedings, 1977, Science and technology press, Guildford, England, 355-360.
- [3] HADBAWNIK D. — Holographische Endoskopie. Optik, 1976, 45, 1, 21-38.
- [4] LUSSIER F. M. — Widening choices in fiber optics. Laser Focus, June 1977, p. 58-64.
- [5] NATH G., KREITMAYR A., KIEFHABER P. and MORITZ K. — Transmissions système für laser und intensive lichtstrahlung. Laser in Medizin und Biologie, Neuberberg, June 1977, Proceedings, 33, 1-8.
- [6] REIDENBACH H. D. and BODEM F. — Investigation of various transmission properties and launching techniques of plastic optical fibres suitable for transmission of high optical powers. Optical and quantum Electronics, 1975, 7, 355-360.

(1) Article reçu le 1/2/78 et accepté le 28/4/78.

(*) Marque déposée Dupont de Nemours.

(**) Marque déposée Quartz et Silice.

Essais de contacts électriques.

Endurance — Méthodologie — Fiabilité

par M. DEBIERNE

Ce document est une analyse des différentes épreuves d'endurance des relais et contacts aux commutations répétées. Il en souligne les éléments importants : objectif, signification, conditions statistiques physiques et conventionnelles. Il indique les liaisons entre ces éléments. Il constitue donc un guide destiné aux rédacteurs de spécifications de contacts ou relais, et les aidera même à y introduire des clauses de fiabilité.

SUMMARY

Electrical contact testing : Endurance — Methodology — Reliability

This document is an analysis of various possible life tests for electrical contacts and relays. Hereare underlined the different

elements : purposes, meanings, statistical physical and conventional conditions. Connections between these elements are enlightened. In short, this document is a guide prepared for writers of detail specifications, when prescribing life tests and including reliability clauses.

1. INTRODUCTION

La Commission Électrotechnique Internationale (TC 41 - SC 41A) et le Cenelec Electronic Components Committee (GT 16 et 19) soumettent actuellement au vote des Comités Nationaux plusieurs projets de normes concernant les relais ou contacts, ou relatifs aux essais d'endurance aux commutations répétées :

CEI 41 (BC) 24 - CEI 41A (BC) 6 - CECC 595 - CECC 650
CEI (Secrétariat) 60 - CEI 41 (Secrétariat) 59

Le présent document est aujourd'hui en discussion à la CEI sous le N° CEI 41 (France) 41. Un second document le complétant est en discussion au Comité Électrotechnique Français (Commission 41).

Le but est de proposer une classification méthodique des essais d'endurance et de leur signification. Ce point nécessite d'autant plus d'être précisé que l'endurance des contacts n'est pas une fonction linéaire des contraintes (courant, tension, puissance commutés) et que les spécifications actuelles confondent sous la rubrique « Endurance » des notions fort différentes.

2. ESSAIS D'ENDURANCE : LES DEUX PHILOSOPHIES

— Le trait commun à tous les essais d'endurance aux commutations répétées est que les contacts exécutent un nombre important de manœuvres, à cadence généralement élevée, en commutant une charge spécifiée.

— Mais ce point commun recouvre des différences fondamentales qui tiennent aux objectifs différents de chaque famille d'essai : on retrouve ici l'opposition fondamentale des deux grandes « philosophies » du contrôle :

- contrôle par mesure de caractéristiques physiques,
- contrôle par simulation de conditions d'emploi.

Le domaine de cette dernière étant évidemment limité aux cas où les conditions d'emploi sont bien définies, à l'exclusion des contacts d'usage général.

21. Contrôle par mesure de caractéristiques physiques

Les essais d'endurance aux commutations répétées peuvent donner de précieuses indications sur la physique du contact :

- Pollution des contacts état de surface : essai à bas niveau
- Nature du métal de contact : essais à courant fort
- Pression de contact
- Distance entre contacts : essais à tension élevée,
- Vitesse du mouvement
- Nature et pression du gaz de remplissage

Ces essais ne prétendent en rien représenter une quelconque utilisation réelle, les contraintes étant choisies seulement en fonction de considérations théoriques inspirées par la physique :

- Ragnar Holm : Electric Contacts.
- LLewellyn Jones : The Physics of Electrical Contacts
- Proceedings of Annual HOLM Seminar on Electrical Contacts Phenomena : Illinois Institute of Technology

Ils permettent la vérification de la *continuité* d'une qualité minimale sur tous les lots sortant successivement d'une chaîne de fabrication.

Ils sont donc spécialement à prescrire dans les systèmes d'Assurance de Qualité, dont c'est justement l'objectif.

Dans ce but, les tensions et courants prescrits sont choisis de manière à ce que l'essai soit court afin de ne pas bloquer longtemps les lots en contrôle.

Afin de permettre une comparaison aisée des types de contacts (second objectif des Systèmes d'Assurance de Qualité), les combinaisons courant/tension doivent être

OREGA C.C		ENDURANCE DES CONTACTS AUX FONCTIONNEMENTS REPETES AVEC CHARGE					
Division Commutation							
service qualité fiabilité							
N° 1 743 B		VERIFICATION DE CARACTERISTIQUES PHYSIQUES			SIMULATION D'EMPLOI		
M. Debierne 14/10/77		(Essais de conformité à la spécification Système d'assurance qualité)			(Essais de fiabilité)		
		Déverminage	Défaillances précoces	Conformité	Démonstration de fiabilité	Simulation d'application	
O B J E C T I F		Elimination individuelle des défaillants précoces (Qualité aérospatiale)	Evaluation du pourcentage de défaillants précoces	Comparaison à la spécification, et entre types de contacts	Démonstration de l'aptitude à remplir une mission déterminée	Etablissement du taux de défaillance pour les calculs prévisionnels de fiabilité.	
S t a t i s t i q u e	Echantillon	Unitaire (100%)	Prélèvement I	Prélèvement S3	Selon le % de défauts tolérables	Généralement 13/20 unités, ou plus, selon exigences	
	Fréquence	Lot par lot	Lot par lot	Lot par lot, hebdo, mensuel	Homologation	Homologation	
	Durée de l'essai (définition de CEI 409)	Essai tronqué à 10 ⁻⁶ /10 ⁻⁵ de l'espérance de vie	Essais tronqué à 10 ⁻⁵ /10 ⁻⁴ de l'espérance de vie	Essais tronqué à 10 ⁻³ /10 ⁻² de l'espérance de vie	Essai tronqué à la durée de la mission	Essai censuré à une majorité de défaillants	
	Sanction de l'essai	Tri unitaire	NQA 0,25 à 1,5	NQA 4 à 10	% de défauts tolérables en fin de mission	Utilisation des durées individuelles pour établir la fonction de densité de probabilité	
	Normes à utiliser	CEI 410 CECC 0007	CECC 0007 CEI 410	CEI 255-0-20 § 5.2.1.1	CEI 255-0-20 § 5.2.1.1 ou 5.2.1.2	CEI 255-0-20 § 5.2.1.2	
Système de surveillance	Détection des défaillances	Individuelle par contact avec signalisation	. Collectif si l'acceptation est à 0 défaut . Sinon: circuit individuel			Individuel	
	Enregistrement de l'âge des défauts	Inutile	Inutile	Pas indispensable		Indispensable	
	Monitoring de chaque manœuvre	Indispensable dans tous les cas sauf lorsque la feuille particulière ne sanctionne pas les défauts passagers, et ne retient que les dégradations définitives					
Alimentation	. Grandeur	Le document intermédiaire ou la feuille particulière doivent prescrire la valeur (ou les valeurs successives) de la grandeur d'alimentation, sa nature (courant, tension, continu, alternatif) et ses vitesses d'établissement et de suppression.					
	. Cadence	A prescrire en feuille particulière pour les 5 cas.					
Utilisation	. Tension . Courant	Utiliser les valeurs préférentielles définies à la réunion CEI/CECC du 31/03/76 (Document CECC WG 19 (Secr.) 40 (dec.76)			Valeurs de la mission à simuler		
	Charge résistive ou réactive	Utiliser des charges résistives dans ces trois cas, excepté si le composant est spécialement conçu et uniquement utilisé à commuter une charge complexe bien définie (câble, relais, etc)			Charge résistive ou complexe selon la mission à simuler		
	Réseau de protection	Jamais utilisé dans ces trois cas, excepté si le composant est spécialement conçu et uniquement utilisé à commuter une charge comprenant ce réseau de protection			Seulement s'il fait partie de la charge de la mission à simuler		
Environnement	. Températures . Humidité . Atmosphères agressives . Chocs vibration	Ces trois essais sont à mener aux températures et conditions normales d'atelier sauf spécification particulière pour contacts destinés à un environnement complexe bien défini			Simulation des conditions de la mission		
Définition des défaillances	Physique	Collage	Non ouverture après un temps spécifié consécutif à la cessation d'alimentation (incluant donc des rebonds tardifs à l'ouverture - cas à préciser en DI ou FP)				
		Résistance de contact (ou "non fermeture")	Dépassant la valeur spécifiée, pendant un temps spécifié, après un temps spécifié consécutif à l'application de l'alimentation (incluant donc des rebonds tardifs à la fermeture - cas à préciser en DI ou FP)				
		Rebondissement	Distinction éventuelle, par le DI ou la FP dans les deux cas ci-dessus, entre les rebondissements indésirables et les défauts établis.				
	Statistique	Constitution d'une défaillance complète	Nombre de défauts physiques ci-dessus cumulés sur toute la durée de l'essai ou seulement par tranche conventionnelle de cette durée, conventionnellement considéré comme constituant une défaillance			Seulement en considération des conséquences dans la mission simulée	
		Défaillance passagère	Défaut physique non répétitif n'entrant pas dans la catégorie ci-dessus.			Seulement en considération des conséquences dans la mission simulée.	

aussi peu nombreuses que possible : c'est ainsi que pour les contacts « Reed », une liste préférentielle de 10 points V-I a été établie pour le CECC et la CEI, lors d'une réunion commune des groupes de travail CEI - TC 41 GT2 et CECC 19 (Document CECC 650 — voir aussi EIA — RS 421).

Pour faciliter l'exécution de ces essais, ils sont presque toujours prescrits sur charges résistives.

Ces essais peuvent être menés en vue d'éliminer des défauts précoces (déverminage, acceptation sur prélèvement) ou pour s'assurer de la conformité à la spécification.

2.2. Contrôle par simulation de conditions d'emploi

La plupart des contacts étant destinés à des usages multiples, ces essais ne peuvent faire l'objet d'une normalisation et sont limités à des contrats particuliers entre fabricant et utilisateur, ce dernier s'assurant ainsi une garantie de bon fonctionnement dans ses conditions particulières.

Le processus le plus court (P T T par exemple) consiste à vérifier par un essai « d'homologation » que le contact est apte à une mission particulière, la continuité de la qualité physique de ce contact étant elle-même assurée par les essais lot par lot ou périodiques du § 2.1.

Exceptionnellement pour certains contacts spécialement conçus et uniquement utilisés pour une mission bien connue simulable en quelques jours, on peut introduire l'essai de simulation dans les épreuves de surveillance de la Qualité.

3. FIABILITÉ

- La CEI 409 6.2.3 précise qu'on ne peut utiliser les résultats des essais du groupe 2.1 aux fins de prévision de défaillances pour des missions nettement plus longues que la durée des essais, car ce serait une extrapolation hasardeuse. Toutefois, il est possible de totaliser les résultats des essais tronqués (courts) et des essais censurés à la majorité (longs) en utilisant des méthodes statistiques du type proposé dans CEI 255-0-20, CEI 56 (Secrétariat) 100 ou CEI 56 (BC) 46, ce qui améliore la limite de confiance pour les missions courtes.

- C'est pourquoi, dans le tableau joint, seuls sont qualifiés « Essais de Fiabilité » les épreuves longues, qui permettent la connaissance de la fonction de densité de probabilité de défaillance, ou représentent le temps de mission.

4. PRÉSENTATION DE L'ENSEMBLE DES CONDITIONS ET DES MOTIVATIONS DES DIFFÉRENTS ESSAIS D'ENDURANCE

Les essais d'endurance sont introduits dans une spécification particulière à la suite d'une discussion du coût et de l'efficacité de ces épreuves. La seule présentation qui puisse faciliter cette discussion est la mise en tableau à plusieurs entrées (voir page suivante).

- Les colonnes sont les *motivations*. Normalement c'est le point de départ de la réflexion préalable à la prescription. Mais le tableau peut aussi être utilisé pour l'analyse d'une prescription existante, les têtes de colonnes indiquent alors les conclusions qu'autorise l'épreuve.

- Les lignes sont les *conditions* physiques, statistiques ou conventionnelles, des divers essais possibles. Elles rappellent aux prescripteurs les points à préciser dans les spécifications particulières, le matériel nécessaire, les calculs statistiques à mener, en fonction de l'objectif assigné à l'épreuve.

Inversement, la présentation en tableau permet de préciser l'objectif possible compte tenu du matériel disponible, du coût admissible, de l'allocation de fiabilité, etc...

5. CONCLUSION

- Le but principal de cet exposé est de faciliter la tâche aux rédacteurs de prescriptions, normes ou contrats particuliers concernant les contacts.

- Accessoirement, il constitue une approche des problèmes de normalisation de charges et de matériels d'essais, actuellement soulevés par la CEI.

- L'introduction d'un tableau de ce genre, proposée à la CEI, dans les normes en cours de rédaction ou de révision, faciliterait l'élaboration des spécifications des contacts et relais.



M. DEBIERNE

Responsable Qualité/Fiabilité, Délégué à la Commission Electrotechnique Internationale (TC 41). Expert au Cenelec Electronic Components Committee (WG 19).
Société OREGA C.C. 50, rue Jean-Pierre-Timbaud, 92400 Courbevoie (tél. : 788.50.60).

An analysis of the evolution of the reliability and maintainability disciplines (1)

FIABILITÉ ET MAINTENABILITÉ

par M. B. KLINE
R. L. MASTEN
J. di PASQUALE
T. A. HAMILTON

This paper presents the results of a study of the development of the reliability and maintainability (R and M) disciplines in the years since World War II. The study was conducted primarily through an examination of the published (open) literature. The exponential rate of growth shown during this period is an indication of the dynamic nature and importance of these disciplines to system development, design, and operation.

Family trees of each discipline have been developed to indicate the growth and branching of the relevant subject matter. The direction and rate of growth of these disciplines in each of the decades of interest are analyzed along with projections of current and future trends. Applications of R and M in both the private and public sectors, including defense, space, energy, transportation, industrial and consumer items, are examined.

A taxonomy of subject matter and a revised key word list for each of these disciplines is proposed for indexing, cataloging, literature search, and bibliographical use. It is the opinion of the authors that the revised subject area hierarchy and key word listing will materially assist reliability and maintainability engineers, mathematicians, designers, operations researchers, and managers to better understand these disciplines and to better use the literature. It should also assist the sponsoring societies, board of directors, and management and program committees of reliability and maintainability symposia in organizing sessions, reviewing and classifying papers, and coding them in the proceedings.

RÉSUMÉ

Analyse de l'évolution des concepts de fiabilité et de maintenabilité.

Cet article présente les résultats d'une étude sur le développement de la fiabilité et de la maintenabilité depuis la deuxième guerre mondiale. On a tout d'abord analysé les ouvrages existants. Le taux de croissance exponentiel de cette période est une preuve du dynamisme et de l'importance de ces disciplines pour la conception, le développement et l'exploitation des systèmes.

Les « arbres généalogiques » de chaque discipline ont été développés pour montrer la croissance et les ramifications de chaque technique. Le sens et le taux de croissance de ces disciplines par décades sont analysés par rapport aux tendances actuelles et futures. Les applications de la fiabilité et de la maintenabilité, à la

fois dans le domaine privé et dans le secteur public, incluant les matériels de défense, de l'espace, de l'énergie, du transport, les matériels professionnels et grand public, sont examinés.

Une taxonomie de ces techniques et une liste de mots-clés pour chacune de ces disciplines est proposée pour utiliser en indexage, édition de catalogue, recherche de documentation, bibliographie. Les auteurs pensent que ceci sera une aide précieuse aux ingénieurs en fiabilité et maintenabilité, aux mathématiciens, concepteurs, spécialistes en recherche opérationnelle, aux directeurs, pour une meilleure compréhension de ces disciplines et une meilleure utilisation de la littérature existante. Ceci sera aussi une aide pour les sociétés, comités de directeurs, de gestion et de programme de symposia en fiabilité et maintenabilité et facilitera l'organisation des sessions, l'examen, le classement et le codage des textes figurant dans les comptes rendus.

1. INTRODUCTION

Prior to and during World War II, the designer's primary goal was to satisfy a desired set of performance requirements. The rapid advances in technology which have occurred since then have been applied to military, space, and consumer needs. With this increase in technology and performance capability has come a corresponding increase in system complexity and the emergence of reliability and maintainability as engineering disciplines of equal importance as system performance in terms of system effectiveness and cost.

The effectiveness of a system is concerned with (1) the ability of the system to begin performing its mission when called upon (often called operational readiness or availability), (2) the ability of the system to perform satisfactorily for the duration of its mission (often called mission reliability or dependability), and (3) the actual performance of the system in terms of its performance parameters in the operational environment (often called capability).

The rapid growth of reliability and maintainability (R and M) as design parameters in the past 25 years is well evident by the numbers of professional symposia, books, and publications which have appeared. This very colloquium is an example of the growing international attention being given to reliability and maintainability.

This paper describes some of the results of a research investigation which took place in 1976 and early 1977 to trace and analyze the evolution of these engineering disciplines as evidenced by the published literature. More specific details of the research are given in reference 1. Growth curves were developed to determine where the emphasis in reliability and maintainability has been during the past three decades, what the emphasis is today, and to project probable future discipline emphasis. Secondary objectives were the development of a substantial data base of R and M documents for easy retrieval.

2. A BRIEF HISTORY OF THE EVOLUTION OF R AND M

Reliability principles were used as early as 1916 by the Western Electric Company, the manufacturing unit of the Bell (Telephone) System. With production running at a high rate and rising rapidly, studies were initiated to discover means to produce trouble-free telephone equipment for public use. The Western Electric Company was among the first to realize that statistical sampling methods could be applied to industrial processes. The Bell System understood that durability must be a main goal, and that service history and optimization of the design for maximum quality were important factors.

During World War II, there was an urgent need to develop methods for the manufacture of uniform high-quality products at increased rates of production. Large

(1) Communication présentée au « Colloque Fiabilité et Maintenabilité » Paris le 19-23 juin 1978.

quantity production in the rapidly growing electronic industries led to the development of standards for the application of statistical methods to the quality control of materials and manufactured products. Radar and other military developments of World War II introduced the need for specific consideration of reliability.

In 1946, the commercial airlines sponsored field studies of vacuum tube and electronic equipment failures to improve the reliability of aircraft communication and navigation equipment. This led to an investigation of electron tube reliability in military applications. The effects of application, environment, and operating and maintenance conditions were shown to be so closely related that the study was redirected to emphasize system reliability as affected by electron tubes. Systems under study were expanded to include radio communication systems, radar systems, and bombing and navigation systems.

The recognition that many parts other than vacuum tubes were causes of problems led to the formation of the Ad Hoc Group on Reliability of Electronics Equipment (Agree) in 1952. This group was instrumental in initiating an increasing number of studies in order to add to the knowledge of equipment failures.

In 1950, a study of the reliability of U.S. Navy ship-board electronic components and equipments resulted in the establishment of relative failure rates for component parts and in the development of an improved failure reporting system. In the late 1950's many other studies were carried out under military sponsorship directed toward the measurement of equipment reliability and the development of methods of predicting electronic equipment reliability while still in the design stage.

Mass production introduced the need for standardized tests to be used in the factory. Reliability standards had to be developed. Standardization of parts and circuits were stressed. Parts improvement programs were initiated as the quality of parts still left much to be desired. The critical importance of reliability was recognized both by the U.S. Department of Defense and by industry. This importance was emphasized with issuance of military standards, specifications, and handbooks for reliability programs, reliability prediction and reliability demonstration testing.

Prior to 1954, maintainability was not a defined discipline. Some manufacturers were starting to incorporate specific maintainability features into the design of their products. An example of this was the design and production of standardized rifles for the U.S. Army during World War II.

U.S. Government publications concerning maintainability did not exist during this period. Maintainability requirements were covered through specialized contractual exhibits and/or amendments to contracts. By 1959, formalized program specifications stated to evolve. The 1960-1970 decade witnessed a rapid growth of the maintainability discipline. A realization that the best design from the reliability standpoint may be unaffordable created a new challenge for the design engineer. The need for maintainability was predicated on the basis that no system can be made totally reliable. Awareness of the need to consider reliability and maintainability together as design parameters early in system development evolved.

The development of new technologies, such as integrated

circuits, and their application during this period increased the complexity and sophistication of hardware. Computerized failure history data banks for use in reliability predictions were developed. Reliability testing using statistically designed tests was recognized as a valid test method. The systems effectiveness concept was extensively explored. Standards, handbooks, and design guides were developed for maintainability program management, prediction, demonstration, and design.

Cost factors became dominant from the mid-1960's on and today emphasis is given to life cycle cost and design-to-cost as principal design trade-off parameters. The extended time in service of some older systems increased reliability and maintainability problems which in turn increased the costs for operation and maintenance.

Reliability methods and procedures which had been developed earlier were refined and their use was extended into space, consumer, energy, and nuclear power areas. The airlines pioneered the MTBF guarantee which requires that the equipment supplier guarantee a stated mean-time-between-failure in the operating environment. If the guarantee is not met, the supplier must provide corrective action and additional spares.

In today's atmosphere of increased cost consciousness, there is continued emphasis on reliability and added emphasis on maintainability. The defense community emphasizes the total cost of ownership, the largest component of which is operating and support costs. This is leading to a search for innovative approaches to improve equipment reliability and maintainability.

Recent experiences with power outages and concern for safety in nuclear power plants have dramatically increased the attention being given to reliability and maintainability in this industry.

3. RESEARCH METHODOLOGY

Literature published on reliability, maintainability, and quality control was researched to identify the emergence of these disciplines and to quantify their growth patterns. Quality control was included because some of the early concepts applied to the reliability discipline were an outgrowth from the quality control field. The Cumulative Book Index (reference 2) was used to identify books in these fields because it is a reasonably complete and comprehensive list of works published in the English language.

Figure 1 shows the evolution of quality control, reliability, and maintainability as evidenced by books published in these disciplines. The indicator for growth used is the number of pages published in three-year intervals beginning in 1944 and extending through 1975. It should be noted that any conclusions reached using these curves must be treated with care since books have an inherent time lag of up to three years between original manuscript preparation. These curves give a qualitative feeling for the discipline growths. As Figure 1 indicates, publication of books on quality control peaked about 1951 or 1952 and declined thereafter. Books on reliability began to appear in the early 1950's and books on maintainability in the early 1960's. Research into the periodical literature provided a more detailed breakout of some of the events which have affected the development of these disciplines.

EMPHASIS ON R & M FROM BOOKS

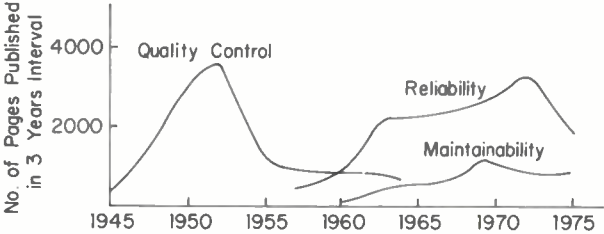


Fig. 1. — Importance portée à la fiabilité et à la maintenabilité d'après la publication.

It is apparent that reliability and maintainability have evolved from rudimentary concepts into full scale scientific disciplines over the past thirty years. For analysis purposes, it was necessary to devise a means to measure their evolution and to identify data sources applicable to the measurement technique. It was desirable to employ a measure that would give as accurate a representation as possible across the full spectrum of both disciplines. Several measures of discipline development were considered. The measure ultimately chosen was the number of articles published in the open literature.

a. Discipline taxonomies

Once the method for measuring discipline development had been selected, it was necessary to address questions concerning the breakdown of each discipline into subelements. The disciplines could, for example, be divided into functional and application-oriented subelements or they could be subdivided by the physical and mathematical sciences forming the core of underlying theory. Each of the subdivision alternatives had merit, and it was decided to incorporate them into a hierarchical classification system. As a result, a taxonomy was developed by which articles

could be classified and the data stored for future analysis as well as providing a mechanism for article retrieval for research purposes. The taxonomy provided an excellent structure for analyzing the development of these disciplines. It was particularly useful in defining the main branches and emerging subbranches of the scientific core of the disciplines.

Keywords were initially selected by researching a representative sample of the available literature and, through successive refinement, were finally arranged into a classification structure. The structure was then presented to several persons with extensive experience in reliability and maintainability for comments. This process was iterated several times and resulted in the taxonomies presented in figure 2 (Reliability) and figure 3 (Maintainability). The top three levels, functions, applications (general), and applications (specific) were established to enable discipline growth to be measured along these dimensions as well as within the branches or elements of the discipline. In terms of growth measurement, it appeared worthwhile to provide a means for separating government-oriented applications such as defense and space systems from industrial, consumer, and other non-government applications.

As indicated in figures 2 and 3, the keyword structures for reliability and maintainability have a great deal of similarity, particularly at the upper levels. This is not accidental nor is it inappropriate if one considers that the disciplines are heavily interdependent in terms of both application and functional dimensions. Emphasis — and hence growth stimulus — has varied greatly within the functional categories over the years. For example, until recently space and power generation applications have been primarily concerned with reliability whereas military applications have emphasized both reliability and maintainability in a more balanced sense.

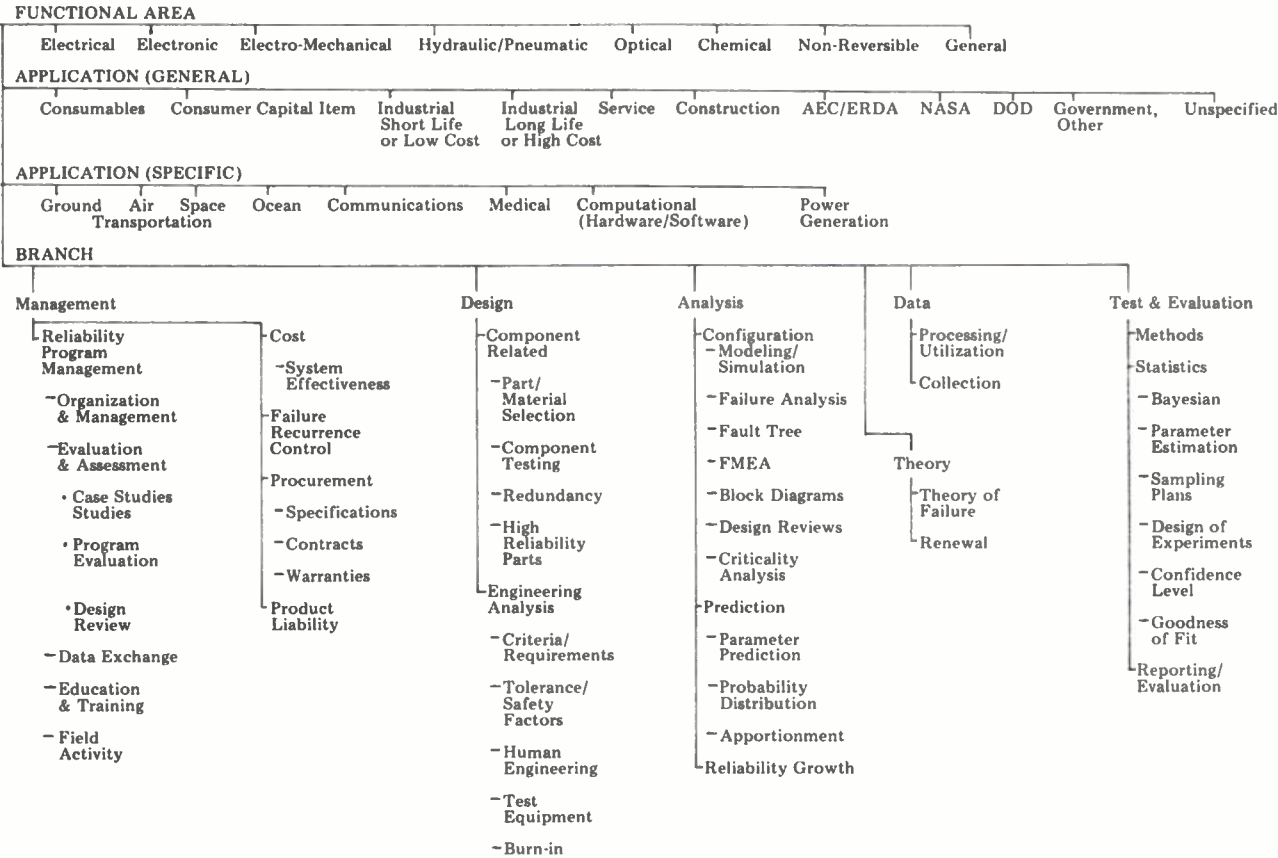


Fig. 2. — Taxonomie de fiabilité.

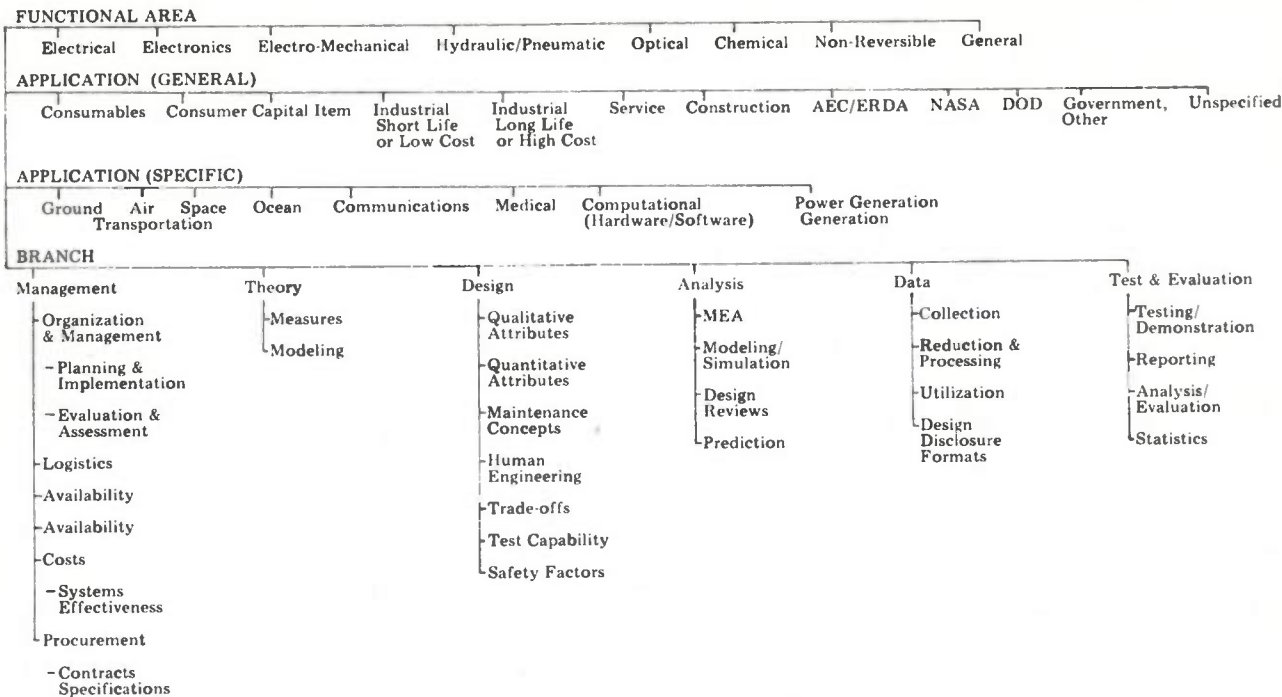


Fig. 3. — Taxonomie de maintenabilité.

In attempting to visualize the development of these disciplines, it is helpful to compare their development to that of a tree, as pictorially illustrated in figure 4. One might represent the roots of the tree (which supply nutrients for growth) as the basic sciences of mathematics, chemistry, physics. The trunk represents the core of the disciplines, such as theory of failure and theory of repair. The branches represent growth of elements and subelements. As the tree grows, certain branches exhibit high growth rates and then

tend to stabilize or even stagnate and die. These same characteristics are exhibited in both the reliability and maintainability discipline developments. Thus, the analogy is helpful in visualizing the growth patterns.

b. Data sources

In attempting to quantify the growth of the various branches within the R and M disciplines, it was decided to emphasize articles published in the open literature as opposed to books because articles were much narrower in subject matter and more specific in scope. Books tend to be tutorial in nature and, in general, are not representative of the taxonomy. It was necessary to examine and classify a large number of articles in order to develop a data base which was large enough to be significant and which, in the aggregate, would have minimum bias. Approximately 5 000 articles were utilized in the study. There is of course, a much larger data base available, and the challenge was to select those sources which would be most suitable for the purposes. It was desirable to include articles from sources which were somewhat continuous in nature and which, in the aggregate, covered the broad spectrum of both disciplines. It was important to ensure that a concentration of articles covering a narrow spectrum of the disciplines were not incorporated in any given time interval. Otherwise, conclusions based on the sample results would not be representative of the total population. In this regard, reliability and maintainability symposia proceedings and other publications devoted primarily to R and M were selected as the primary sources for articles since they are continuous in nature and tend to cover a broad spectrum of topics. Several different symposia were chosen which emphasized different branches of the disciplines, and together they appear to provide a wellrounded coverage of each discipline. Technical reports and other sources not generally available to the public were not considered.

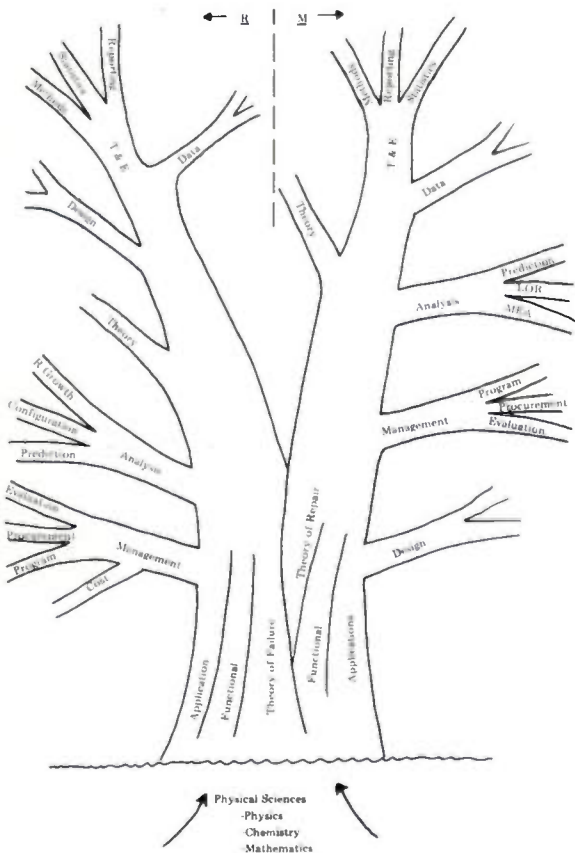


Fig. 4. — Secteurs de R et M décrits par analogie.

c. Taxonomy validation

Throughout the development of the taxonomy, the classification scheme was subjected to a series of checks, primarily relating to the naturalness of the keyword groupings and their relation to the scientific basis for the underlying theory. The initial groupings were taken from the American Society of Quality Control (ASQC) classification system and were subsequently refined and modified as more insight was gained through research of the literature. As the taxonomies evolved, many ambiguities and inconsistencies surfaced which required resolution. This was accomplished by conversations with experienced practitioners in the fields of reliability and maintainability and by a trial run consisting of classifying a large number of articles to expose the broad spectrum of subbranches within the disciplines. As experience and depth of knowledge about the disciplines increased through exposure to the literature, it became progressively easier to resolve the ambiguities.

In a less formal, yet equally meaningful sense, the taxonomy was validated when articles began to be classified with relative ease. Finally, a classification scheme was developed that corresponded to the opinions of the practitioners and which appeared to fit the patterns established by an analysis of the literature content.

d. Data storage and retrieval

It was apparent from the start of the research that, because of the large number of articles to be read and classified, there would be a monumental task associated with the storage, control, and manipulation of the data. To maintain control, each article was assigned a series of codes which served to distinguish it from all others. A computer was used to store and manipulate the generated data. This allowed for data storage by article title, author, date of publication, publisher, keyword, and combinations thereof. Each article entered into the data bank was analyzed for content, and classified by keyword according to the taxonomy. These data (number of articles by keywords) were then recalled, totaled by year for each keyword, and plotted in the form of a histogram. The histograms provided considerable insight into significant changes in emphasis which occurred in the time period of interest. The data were then summed and plotted in cumulative form to gain a perspective of overall growth characteristics of each branch. This also provided a good indication of branches which had matured or which were in the process of maturing or increasing. Although not carried out in this research, the data base can easily be used to print a bibliography of the articles researched by keyword category or by correlation to applications.

4. RELIABILITY DISCIPLINE EVOLUTION

To gain perspective of the overall reliability discipline growth, a composite picture was formed using both books and short articles. Figure 5 presents this composite overview, the unit of measure being the number of pages published in a *three year interval*. This unit of measurement was necessary in order to directly compare books and articles. It also provided a smoothing function so that the long term trend was discernible.

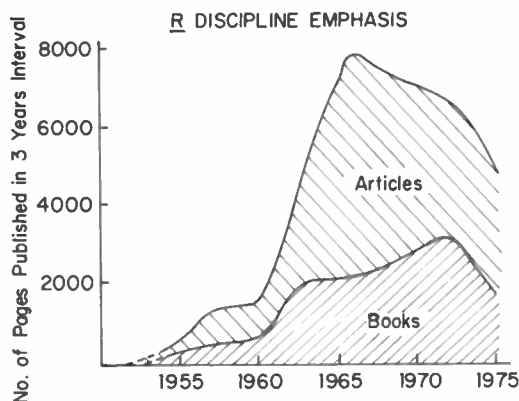


Fig. 5. — Évolution de l'intérêt porté à la fiabilité.

Figure 5 indicates that interest in reliability gradually increased from the early 1950's to about 1960, and then dramatically increased and held a high level until about 1970. After 1970 there appears to be a noticeable decline in growth. The growth during the 1960's in the U.S. can be largely attributed to the intense interest of the Space (NASA) and Defense (DOD) agencies and the accompanying financial resources which stimulated the aerospace industry in this time period. The decline noted during the early 1970's appears to be a combination of a maturing discipline and space and defense budget cut-backs.

a. Reliability branch growth trends

Analysis of the main branches of the reliability taxonomy was performed utilizing the cumulative number of articles published during the time interval of interest. These data are presented in figure 6 for the period from 1950 to 1976. The curves provide an overview of the growth patterns of the main branches of the discipline. The slopes of the curves indicate the emphasis that each branch received at a particular instant in time, and it appears that none of them have reached maturity. Maturity is assumed to be evidenced by a flattening of a curve, thus showing no further growth.

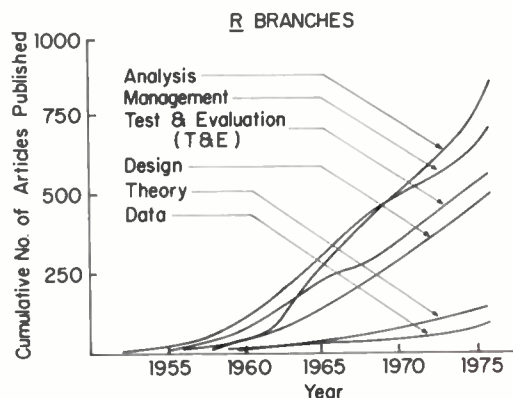


Fig. 6. — Évolution des diverses branches de la fiabilité.

The starting points for the various curves indicate approximately when the literature began to emphasize each branch. They do not imply that nothing was published previously. Analysis and Management show strong tendencies toward increased emphasis in the immediate future. Within each main branch there are several subbranches which also have pronounced growth patterns. Examples of some of these are discussed in the following paragraphs.

1. RELIABILITY ANALYSIS BRANCH

The analysis branch was divided into three subbranches : (1) configuration, which consists of those analytical techniques dealing with the physical composition of systems or subsystems ; (2) prediction ; and (3) reliability growth. Configuration, which includes such analysis techniques as modeling, Failure Modes and Effect Analysis (FMEA), Fault Trees, and Reliability Block Diagrams, emerged in the mid to late 1950's. It received a large growth stimulus in the early 1960's and has settled into a fairly stable, continuing growth pattern (fig. 7).

Prediction has exhibited characteristics similar to configuration but with somewhat lower emphasis. It appears to have received increased emphasis in the 1970's, primarily from defense and the service industries. Reliability growth has not shown significant development in comparison to the other subbranches. There have been a small and relatively consistent number of articles each year. Most of the articles are concerned with analytic techniques to predict whether a product will achieve a specified reliability level. Increased attention to this area shows up, however, in the technical report literature which was not included in this research.

Both the configuration and prediction subbranches have been further subdivided into twigs. The twigs which have grown out of the configuration are illustrated in figure 8. Modeling/simulation and failure analysis experienced an

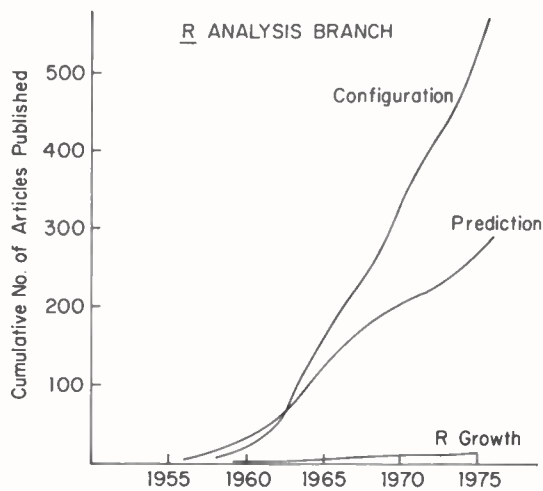


Fig. 7. — Évolution de l'analyse de fiabilité.

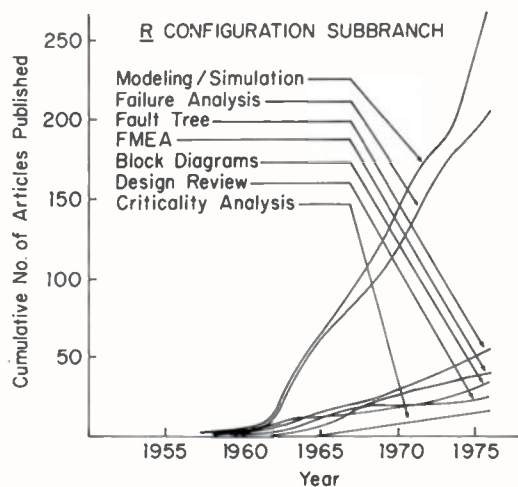


Fig. 8. — Évolution des divers domaines de configuration de fiabilité.

extremely sharp increase in growth starting in 1962. The other areas appear to have experienced a reasonably consistent growth pattern with the exception of design review, which appears to have matured in the late 1960's. Fault tree analysis, developed originally for safety analysis, appears to be receiving increased emphasis in the 1970's. This is partially caused by the growing interest in safety stimulated by the electrical power industry. The technique is presently one of the strong bridges between reliability and safety analysis.

2. RELIABILITY MANAGEMENT BRANCH

This branch is very broad in scope and is the most complex to discuss since numerous subbranches and twigs have emerged since the 1950's. The major subbranches of management are illustrated in figure 9. All of the subbranches and twigs, with the exception of product liability, have received major impetus to their growth from defense and space activities.

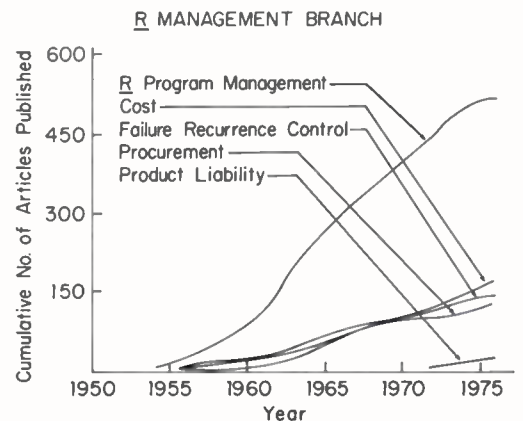


Fig. 9. — Évolution des divers domaines de gestion de fiabilité.

The reliability program management, cost, failure, recurrence control, and procurement subbranches all emerged very early in the literature. Reliability program management has received far more emphasis than any of the other subbranches. Failure recurrence control (efforts by management to reduce recurrence of reliability failures) indicates signs of approaching maturity in the mid-1970's, whereas both procurement and cost show signs increasing emphasis. Product liability emerged in the early 1970's and is giving every sign of growing into a major area in the near future as a result of current consumer protection emphasis in the U.S. In the procurement subbranch of management, warranties emerged in the early 1960's and exhibits a pattern of increased growth as a result of airline and defense interest in failure-free of reliability improvement warranties.

3. RELIABILITY TEST AND EVALUATION BRANCH

The test and evaluation (T and E) branch, illustrated in figure 10, is divided into three main subbranches : methods, statistics, and reporting/evaluation. The T and E branch emerged very early in the literature as an extension of the quality control discipline. The literature gradually transitioned from quality control related issues into reliability during the 1950's. Defense and space activities appear to have provided the major motivation for the rapid increase noted for methods of testing during the early 1960's.

Development of several twigs in the statistics subbranch

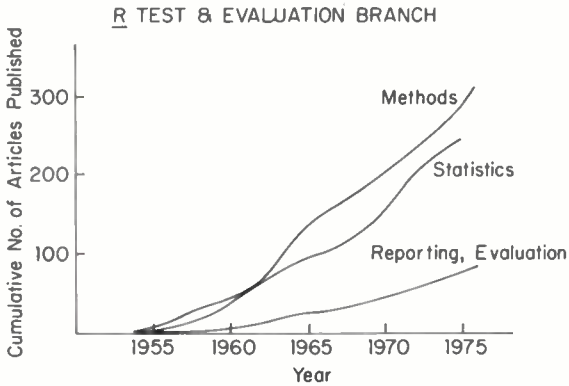


Fig. 10. — Évolution des domaines relatifs aux essais et à l'évaluation de la fiabilité.

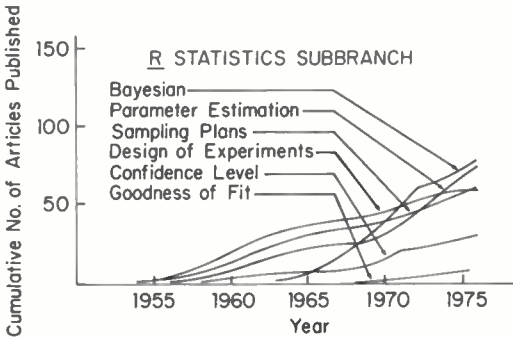


Fig. 11. — Évolution de la statistique de la fiabilité.

are noted in the literature, as illustrated in figure 11. Sampling plans and design of experiments are the most direct carry overs from quality control. It appears that design of experiments has matured in the 1970's. Bayesian techniques and parameter estimation have exhibited the most active growth patterns.

4. RELIABILITY DESIGN BRANCH

Design has been divided in figure 12 into component related activities and engineering analysis activities to

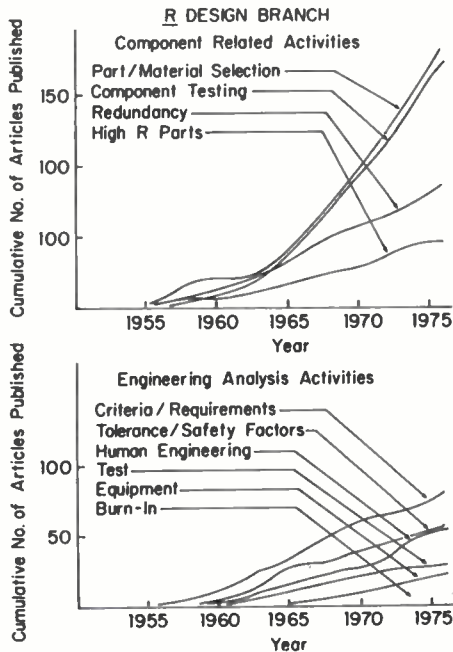


Fig. 12. — Évolution des domaines se rapportant à la conception de la fiabilité.

separate the curves for ease and clarity of data presentation. Part/material selection and component testing have been the most active areas in this branch. Both of these have exhibited dramatic increases in growth starting about 1964, and the increased growth rate has continued to the present. Redundancy and high reliability parts have exhibited smaller growth patterns. In fact, the high reliability parts twig appears to have reached maturity. Redundancy appears to be receiving increased emphasis in the 1970's, and this seems to be primarily due to space applications.

5. RELIABILITY THEORY BRANCH

This branch emerged in the literature in the late 1950's. The primary focus appears to be theory of failure, and this subbranch has exhibited a relatively constant growth pattern since 1961. Renewal theory has exhibited a small but consistent growth pattern.

b. Reliability branch correlation with specific applications

Only the four most active branches (Design, Analysis, Management, and Test) have been selected for correlation of reliability with applications because these reflect the major emphasis of the reliability discipline and, hence, contain sufficient data to establish some meaningful trends. Figure 13 presents the correlations of design and analysis with specific applications. The curves correlating design with specific applications indicate some rather dramatic changes in emphasis over the last two decades. Design applied to space transportation has received more emphasis than any other application during the 1960's. It appears to have matured in the 1970's. Air transportation design applications were mentioned in the earliest literature. It has displayed a slow but steady growth and seems to have reached maturity. Communication and medical applications also seem to have approached maturity in the mid 1970's. Computer applications (including both software and

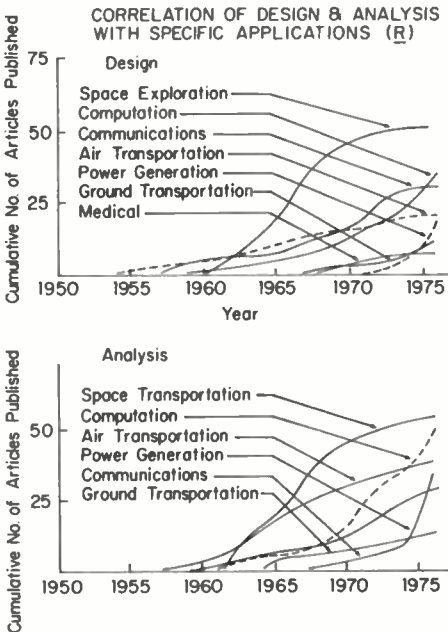


Fig. 13. — Corrélation entre la conception de l'analyse et des applications spécifiques (fiabilité).

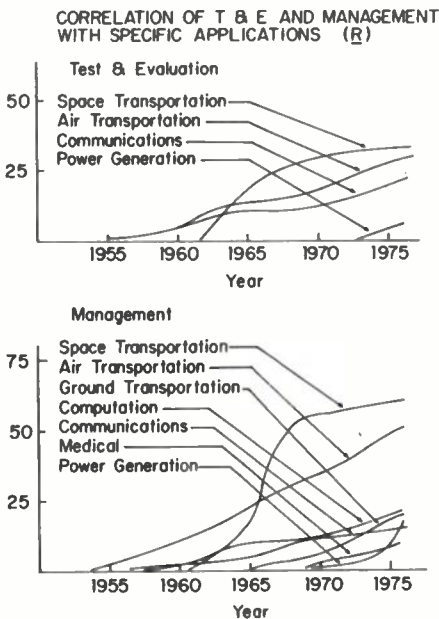


Fig. 14. — Corrélation entre les essais et l'évaluation et des applications spécifiques (fiabilité).

hardware) emerged in the literature in the late 1950's and has experienced increasing emphasis ever since. Ground transportation (primarily rapid transit) emerged in the mid 1960's and is receiving increasing emphasis in the mid 1970's. Power generation (including both nuclear and conventional) emerged in the early 1970's and is showing signs of significant growth during the 1970's if the present trend continues.

The same general trends are evident in the analysis branch as were noted for the design branch. However, it appears that analysis has lagged design by two or three years. None of the analysis applications appear to have matured, although space and air transportation are exhibiting signs that this may happen in the not too distant future. Analysis applications emphasis, like design, appears to have shifted to computer and power generation in the 1970's. Both of these application areas have received very high growth stimulation in the last few years and there is every reason to believe that these trends will continue.

Figure 14 presents the test and evaluation and management branches correlated with the same specific application areas. Some of the trends established for analysis and design are also evident. For example, space transportation applications are approaching maturity for both T and E and management. All other applications presented in the T and E portion of figure 14 indicate stable growth patterns in the 1970's. T and E application in power generation has just recently emerged in the mid 1970's. It is likely that it will experience the same significant growth exhibited in the other branches.

Management applications other than space transportation and communications appear to be exhibiting strong, stable growth patterns. Ground transportation emerged in the mid 1960's and has achieved a strong growth pattern. Most of the emphasis here has been in rapid transit considerations for cities. Power generation again indicates a very strong growth pattern.

Management applications in the medical field emerged in the late 1960's and appears to have established a stable growth pattern. A large part of the emphasis here has dealt with the effect of medical device failures on patient safety.

5. MAINTAINABILITY DISCIPLINE EVOLUTION

A composite picture using both books and periodicals was formed in order to gain a perspective of the overall growth of

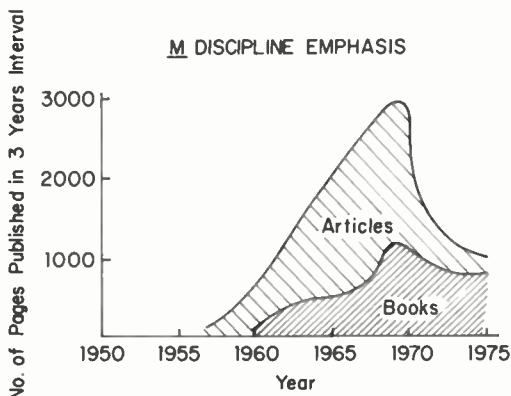


Fig. 15. — Évolution de l'intérêt porté à la maintenabilité.

maintainability. As for reliability, the unit of measure is the number of pages published in a threeyear interval.

Figure 15 indicates that interest in maintainability began about 1957, sharply increased to about 1966, and then dramatically decreased until about 1972. The growth in complexity of systems has led to the realization that equipment reliability cannot be improved to the extent that the need for maintenance could be economically eliminated. Significant increases in operating and support costs have provided additional support for the rising interest in maintainability. The overall growth of maintainability has been strongly influenced by recognition of this engineering discipline as a critical element of system effectiveness.

a. Maintainability branch growth trends

Figure 16 indicates that management has received far more emphasis than any of the other maintainability branches. This stems from the imposition of firm military standards for maintainability programs in the U.S. in the 1960's. The analysis and design branches emerged in the 1950's when maintainability criteria were being developed. Their growth then increased as maintainability requirements became better defined in the early 1960's. Analysis and design seem to have approached maturity in the 1970's. On the other hand, data growth rose in the early 1960's, began to flatten out in the late 1960's and appears to have matured in the 1970's.

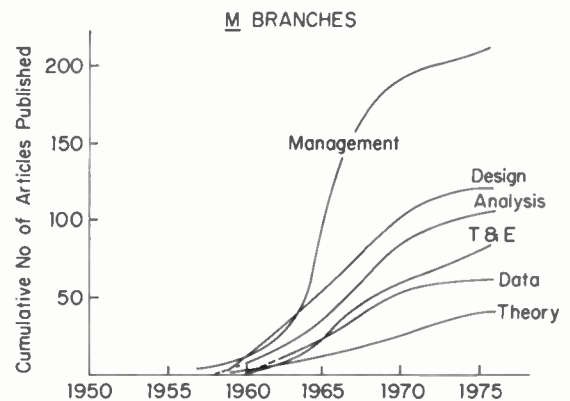


Fig. 16. — Évolution des diverses branches de la maintenabilité.

Maintainability test and evaluation emerged in the late 1950's, rose slowly in the middle 1960's, and has received increased emphasis since. The growth increase noted in the late 1960's appears to be due to military requirements for maintainability demonstration tests. Growth tendencies within each of the above amin branches are developed in the following sections.

1. MAINTAINABILITY ANALYSIS BRANCH

The analysis branch has been divided into simulation/modeling, prediction, maintenance engineering analysis (MEA), and design reviews (fig. 17). Prediction received a large growth stimulus in the early 1960's and then slowed down. This stimulus was primarily due to interest from the military services in developing methods for quantifying measures of maintainability. Simulation/modeling growth increased from the middle to late 1960's and appears to have settled into a stable, rapidly increasing growth

pattern. Maintenance engineering analysis (MEA) has also shown a strong emphasis in the 1960's with a lower but steady growth in the 1970's. Mea growth in the 1960's can be linked to interest in Integrated Logistic Support (ILS) concepts.

2. MAINTAINABILITY DESIGN BRANCH

This branch has produced several twigs. Figure 18 shows the relative emphasis each has received. The literature indicates that human factors engineers have been primarily responsible for the development of this branch through the development of maintainability design guides. This interest began in the 1950's and continued through the following decade.

Quantitative maintainability design criteria relate to equipment features that enhance maintenance time reduction. These requirements have been specified for defense electronic, aircraft, and missile systems for about 15 years. The rapid growth of quantitative design requirements is portrayed in figure 18. The early quantitative maintainability specifications, established in 1960, stimulated defense contractors to put greater emphasis on design requirements. The effort to meaningfully quantify requirements continues to the present day. Trade-off studies as a design technique sustained a high growth rate in the 1960's and appear to have matured in the early 1970's.

3. MAINTAINABILITY TEST AND EVALUATION BRANCH

The test and evaluation branch can be split into three main subbranches : methods, statistics, and reporting/evaluation as shown in figure 19. Greater emphasis appears to have been given to test methods than to either of the other two subbranches. This emphasis started in the early 1960's and has continued to the present.

Interest in maintainability testing evolved in the early 1960's and has continued into the 1970's with publication of improved methods for maintainability demonstration. A normal carry-over from demonstration testing is the need for feedback data and other reporting mechanisms. The reporting and evaluation subbranch received emphasis in 1965 and leveled off in the early 1970's. Concern with the accuracy and application of feedback data has stimulated new growth in the mid 1970's.

The application of statistics in developing test methods has been a natural development. Maintainability demon-

stration, for example, is primarily concerned with the measurement of active maintenance downtime. Measurement of both preventive and corrective maintenance downtime is generally conducted using statistical test methods under carefully defined conditions. Interest in statistical techniques shows a steady increase starting in 1965 and maturing about 1970.

4. MAINTAINABILITY MANAGEMENT BRANCH

This branch is the most difficult branch to assess as it has the most complex structure. Figure 20 shows the five main subbranches : (1) organization and management, (2) logistics, (3) availability, (4) procurement, and (5) cost. All subbranches showed growth patterns in the 1960-1970 decade. Organization and management's growth can be traced to the military's desire to formalize maintainability into a firm contractual requirement. Logistics concerns grew dramatically in the U.S. in the 1960's as the Defense Department put increased emphasis on lowering operation and support costs.

Availability deals not only with failure (reliability), but also with repair (maintainability). After its original emphasis in the mid 1960's, availability appears to have experienced little or no growth in the 1970's until the past several years. Procurement's rise through the 1960's is traced to specification of maintainability requirements in military contracts. The need to specify quantitative requirements forced more consideration of maintainability in specification.

b. Maintainability branch correlation with general applications

Correlation of the most active main branches of maintainability with general applications indicates a strong influence of maintainability interest within the U.S. Department of Defense and a lesser influence by NASA.

NASA interest in maintainability is primarily in the space environment. The literature has been sparse with respect to number of published articles. Awareness of the importance of maintainability by NASA did not really emerge until the middle 1960's. It exhibits a peak in the late 1960's when the space program design effort was at its peak. Maintainability interest in the 1970's can be expected to increase with renewed emphasis on longer manned space missions.

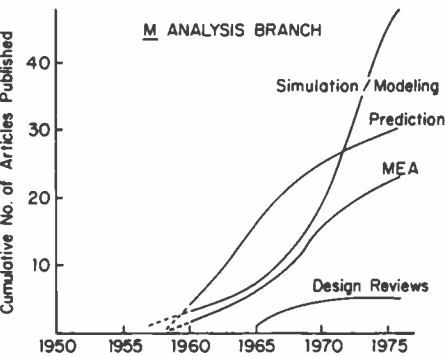


Fig. 17. — Évolution de l'analyse de la maintenabilité.

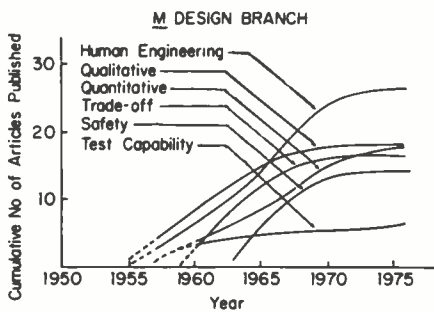


Fig. 18. — Évolution de la conception de la maintenabilité.

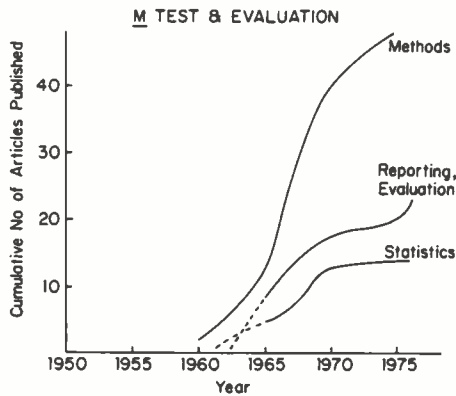


Fig. 19. — Évolution des domaines relatifs aux essais et à l'évaluation de la maintenabilité.

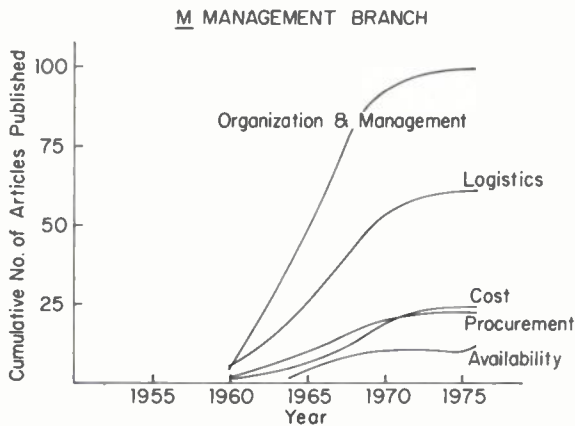


Fig. 20. — Évolution de la gestion de la maintenabilité.

The data base does not show a large interest in maintainability in consumables, construction, or industrial short-life equipment. However, the literature indicates a concern for maintainability by those companies manufacturing equipments which they sell or lease but continue to maintain throughout the equipment's service life. Computer and copying machine manufacturers are examples. The thrust for consumables has been more towards reliability, product liability, and quality control. Maintainability interest with respect to industrial long-life equipment appears to have been a significant concern for commercial aircraft. Here again, the reasons appear to be economics and customer satisfaction since the airlines perform their own maintenance.

6. CONCLUSIONS

The preceding discussions examined the growth of the reliability and maintainability disciplines by developing growth curves of the various branches within each discipline. Figure 21 summarizes how the emphasis has shifted within each discipline from 1960 to 1975. Reliability had a high emphasis on management and test and evaluation in the late 1950's and early 1960's. However by 1965 the emphasis had started shifting more to analysis and design, and this trend has continued to the present. Maintainability, on the other hand, had high emphasis on design in the early 1960's, but this has subsequently shifted to management and test and evaluation.

Several conclusions regarding present and future emphasis of reliability and maintainability have been reached as a result of the research. As noted earlier, military and space activities have strongly influenced the development of both reliability and maintainability in the U.S. Current trends, however, indicate that the energy (power) and other service industries will play a major role in influencing the growth trends in the future.

In recent years more attention has been devoted in the literature to the implications of equipment reliability on safety issues. Analysis techniques, such as Fault Trees, have been developed which are useful in both reliability and safety analysis. Many articles have dealt with these techniques. This area has been growing noticeably in the recent past and appears to have potential for continued rapid development in the future.

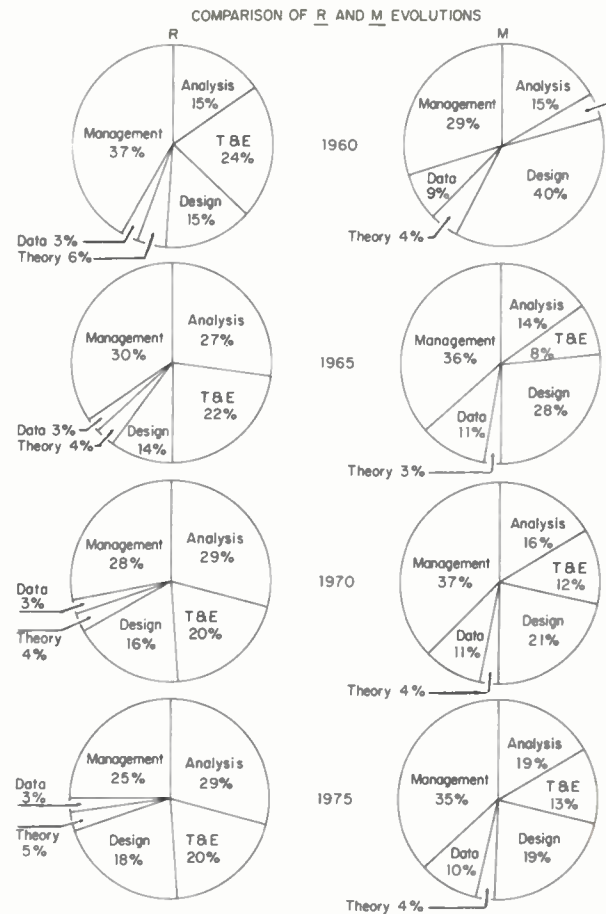


Fig. 21. — Comparaison des évolutions de la fiabilité et de la maintenabilité.

Product liability is potentially a very complex area with safety and reliability issues combined with the complicated legal implications involved with consumer protection. It is experiencing a substantial growth rate. These issues are important because court decisions could have significant effects on the amount of analysis and testing a manufacturer may have to undertake in order to demonstrate that his product is safe and reliable and to precisely define the environmental rating.

Finally, a structure has been evolved for the reliability and maintainability disciplines which the authors believe can be used for organizing symposia, classifying papers, and producing useful bibliographies.

M. B. KLINE
R. L. MASTEN

Departement of the Navy Naval Postgraduate School, Code 54Kx Monterey Ca 93940 (U.S.A.).

J. di PASQUALE
T. A. HAMILTON

Naval Weapons Center China Lake California (U.S.A.).

References

- [1] Di PASQUALE, J. A., HAMILTON T. A. and MASTEN R. L. — *A Study of the Evolution of the Reliability and Maintainability Disciplines*, Master of Science Thesis, Naval Postgraduate School, Monterey, California, March 1977.
- [2] *Cumulative Book Index, A World List of Books in the English Language*, H. W. Wilson Company, New York, 1928-1976.

SEE

Société des électriciens, des électroniciens et des radioélectriciens
 48, rue de la Procession - 75724 PARIS CEDEX 15
 Téléphone 567-07-70 - Télex SEE 200 565 F

SOMMAIRE

— Liste des membres du CONSEIL pour 1979 et commissaires aux comptes		P. II
— <u>Mercredi 14 mars 1979 - Issy-les-Moulineaux.</u>		
Microprocesseurs et systèmes de transmission (demi-journée)	Section 22	P. III
— <u>Mercredi 21 mars 1979 - Issy-les-Moulineaux.</u>		
Les langages de programmation de haut niveau pour la commutation (demi-journée)	Section 24	P. III
— <u>Jeudi 22 mars 1979 - Bordeaux.</u>		
Radars aéroportés (journée)	Groupe Sud-Ouest	P. V
— <u>Jeudi 5 avril 1979 - Paris.</u>		
Protection des ouvrages contre la corrosion (journée) ..	Section 14	P. VII
— <u>Mercredi 25 avril 1979 - Gif-sur-Yvette.</u>		
Calculs de propagation et diffraction par la méthode des éléments finis (journée)	Section 25	P. IX
— <u>Jeudi 26 avril 1979 - Gif-sur-Yvette.</u>		
La créativité et l'innovation. Leur rôle dans le dévelop- pement et la création des entreprises. Les apports de la formation (journée)	Section 01	P. X
— <u>Jeudi 26 avril 1979 - Paris.</u>		
Electrodes volumiques dispersées : en lit fixe, en lit fluidisé, en circulation (journée)	Section 14	P. XI
— <u>Vendredi 1^{er} juin 1979 - Grenoble.</u>	{ Gr. Dauphiné-Savoie Section 14 CFE	
Chauffage par induction (journée)		P. XIII

ANNONCES

— <u>Mercredi 9 mai 1979 - Gif-sur-Yvette.</u>		
Audiovisuel « grand public » (journée)		P. X
— <u>Jeudi 7 et vendredi 8 juin 1979 - Gif-sur-Yvette.</u>		
Contacts électriques (une journée et demie)		P. X
— Stages de formation permanente : électricité solaire, à l'Ecole Supérieure d'Electricité		P. IV
— Stages de formation permanente organisés par la Société des Ingénieurs et Scientifiques de France		P. VIII
— Offres et demandes d'emploi		P. VIII
— Rappel des manifestations annoncées dans les numéros précédents		P. XII

CONSEIL - Année 1979

MM. I - ANCIENS PRESIDENTS MEMBRES DE DROIT :

BOULIN Jacques, *Président Directeur Général de la Société Anonyme des Télécommunications (S.A.T.)*.
GLASSER Georges, *Président d'honneur d'ALSTHOM*.
DONDOUX Jacques, *Ingénieur général des TELECOMMUNICATIONS*.
MALAVARD Lucien, *Professeur à l'Université P. et M. Curie PARIS VI, Directeur du Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur (L.I.M.S.I.) du C.N.R.S.*
FERON Jean, *Directeur de la Production et du Transport, Electricité de France (E.D.F.)*.

II - MEMBRES ELUS

ELUS PAR L'ASSEMBLEE GENERALE DU 11 JANVIER 1977

MM. POUR LES ANNEES 1977-1978-1979

CARPENTIER Louis, *Directeur technique (CGEE-ALSTHOM)*.
ELDIN Jacques, *Directeur technique (CIT-ALCATEL)*.
FAVEZ Bernard, *Directeur adjoint Production Transport. Electricité de France (E.D.F.)*.
GAUSSOT Bernard, *Directeur de l'antenne de Rennes. Ecole Supérieure d'Electricité (E.S.E.)*.
LAURENT Daniel, *Professeur à l'Université Val-de-Marne. Chef de Service Explorations fonctionnelles. Hôpital Henri-Mondor (C.H.U. - Créteil)*.
MERLIN Jean-Claude, *Directeur adjoint des Industries Electroniques et de l'Informatique (D.I.E.L.I.)*.
PEDRINI André, *Administrateur Directeur général. Entreprise DROUARD Frères*.
POITEVIN Jean-Pierre, *Ingénieur en chef. Centre National d'Etudes des Télécommunications (C.N.E.T.)*.
SARAZIN Armand, *Directeur. Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse (I.N.S.A.)*.

ELUS PAR L'ASSEMBLEE GENERALE DU 10 JANVIER 1978

MM. POUR LES ANNEES 1978-1979-1980

AUTRUFFE Hubert, *Ingénieur en chef. Société Nationale des Chemins de Fer Français (S.N.C.F.)*.
BLANC Lucien, *Directeur général. MERLIN GERIN, Grenoble*.
CARPENTIER Michel, *Directeur technique THOMSON-CSF*.
COURTOIS Roger, *Responsable du Bureau Carrière, Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications (E.N.S.T.)*.
DAYONNET Denis, *Industriel*.
LAURENT Maurice, *Président Directeur Général, Société TRINDEL*.
LE MEZEC Jean, *Ingénieur en chef des Télécommunications. Adjoint au Directeur Scientifique du Centre National d'Etudes des Télécommunications (C.N.E.T.), Lannion*.
LOUVEL Henri, *Directeur adjoint à la Distribution, Electricité de France (E.D.F.)*.
MARGIER Gilbert, *Ingénieur général de l'Armement*.
ROQUEFORT Henri, *Ingénieur, Secrétariat général, Commissariat à l'Energie Atomique (C.E.A.)*.

ELUS PAR L'ASSEMBLEE GENERALE DU 15 JANVIER 1979

MM. POUR LES ANNEES 1979-1980-1981

BELLENOT Edouard, *Directeur honoraire du Laboratoire Central des Industries Electriques (L.C.I.E.)*.
BESNAULT Bernard, *Chef de travaux à l'Ecole Supérieure d'Electricité (E.S.E.)*.
GARAULT Yves, *Professeur titulaire, Directeur du Laboratoire d'Electronique des Microondes (U.E.R. des Sciences à Limoges)*.
GERARDIN Lucien, *Directeur de recherche. Groupe d'Etudes prospectives THOMSON*.
de LAUNET Michel, *Ingénieur en chef de l'Armement. Centre d'Electronique de l'Armement (CELAR) à Bruz*.
MALAVAL Jean, *Contrôleur général à la Direction Production Transport. Chargé des structures de réseaux. Electricité de France (E.D.F.)*.
MALEGARIE Henri, *Président Directeur Général UNIDEL et DISTRELEC*.
PAPO Maurice, *Directeur scientifique à la Compagnie I.B.M. France*.
SALLEBERT Paul-Roger, *Délégué Général de la Fédération des Industries Electriques et Electroniques (F.I.E.E.)*.
TRUELLE Yves, *Vice-Président. Directeur Général ALSTHOM-UNELEC*.

ELU POUR L'ANNEE 1979 :

M. GOUSSOT Louis, *Directeur de l'Ingénierie. Télédiffusion de France (T.D.F.)*.

COMMISSAIRES AUX COMPTES

MM.

VERREE Jacques, *Ingénieur général à la Direction Générale des TELECOMMUNICATIONS*.
FOREY Michel, *Directeur du Département Alsthom Savoisiennne ALSTHOM-UNELEC*.
QUINIO Louis, *Chargé de mission auprès du Directeur de la Production et du Transport, Electricité de France (E.D.F.)*.

MERCREDI 14 MARS 1979

ISSY-LES-MOULINEAUX

Section **22**

Demi-journée d'études organisée par :

SEE - Section 22 (Télécommunications, Radiodiffusion, Télévision, Propagation).
Président : M. COIRON (TRT).

MICROPROCESSEURS ET SYSTEMES DE TRANSMISSION

Lieu : Centre de Relations des Télécommunications,
CNET - 38-40, rue du Général-Leclerc - 92131 ISSY-LES-MOULINEAUX.

Président de séance : M. J. HUGON (CNET).

Programme

- 14 h 30 Les fonctions à réaliser en traitement du signal, par M. GUEGUEN (ENST).
- 15 h 00 Les voies ouvertes par la technologie actuelle, par M. J. HUGON (CNET).
- 15 h 30 Utiliser des microprocesseurs dans les modem, pourquoi ?, par M. C. STENTROM (CIT-Alcatel).
- 16 h 15 La mesure en télécommunications, par M. M. HAINCAUD (HEWLETT-PACKARD).
- 16 h 45 L'évolution des besoins et de la technologie dans la prochaine décennie, par M. P. DELIGNE (DAII).

La participation est gratuite pour les membres individuels de la SEE à jour de leur cotisation. Il est donc recommandé de se munir de sa carte de membre.

Pour les non-membres, il sera perçu une participation aux frais de 50 F (25 F pour les universitaires).

MERCREDI 21 MARS 1979

ISSY-LES-MOULINEAUX

Section **24**

Demi-journée d'études organisée par :

SEE : Section 24 (Commutation. Systèmes et réseaux de télécommunications).
Président : M. C. ABRAHAM (CNET).

LES LANGAGES DE PROGRAMMATION DE HAUT NIVEAU POUR LA COMMUTATION

Lieu : Centre de Relations des Télécommunications,
CNET - 38-40, rue du Général-Leclerc - 92131 ISSY-LES-MOULINEAUX.

Heure : 14 h 30.

Programme

Président : M. C. ROZMARYN (CNET).

- Expérience d'utilisation du langage LP2 (PAPE) dans le système E12, par MM. M. MAISONNEUVE et J.-P. CREMIEUX (CIT-Alcatel).
 - Utilisation du langage LP2 (PAPE) dans le logiciel centralisé de la gamme temporelle MT, par MM. R. FRANÇOIS et V. GALIMARD (LMT).
 - Le langage CHILL du CCITT, par M. G. BARBERYE (CNET).
 - Le point sur le projet de langage temps-réel du DOD (1), par M. KRONENTAL (BNI-IRIA).
 - Discussion.
- (1) DOD : Department of Defense (USA).

La participation est gratuite pour les membres individuels de la SEE à jour de leur cotisation. Il est donc recommandé de se munir de sa carte de membre.

Pour les non-membres, il sera perçu une participation aux frais de 50 F (25 F pour les universitaires).

SEE/III

Du 23 AVRIL 1979
au 11 MAI 1979

GIF-SUR-YVETTE

STAGE DE FORMATION PERMANENTE ELECTRICITE SOLAIRE

Sous l'égide de la SEE, organisé par l'Ecole Supérieure d'Electricité.

Lieu : Gif-sur-Yvette, locaux de l'ESE.

OBJECTIF.

Cette session est destinée à faire le point sur l'état des recherches et sur les développements industriels dans le domaine de l'énergie solaire.

Une série de cours généraux présentera les principales filières d'utilisation de l'énergie solaire et les problèmes techniques associés. Dans la mesure du possible les aspects économiques et les perspectives d'applications dans les pays bien ensoleillés du globe seront également précisés.

Deux autres séries de cours plus spécialisés seront consacrées, l'une à la production d'électricité par conversion thermodynamique, l'autre à la conversion directe par effet photovoltaïque, ainsi qu'à la description des projets actuels dans ces domaines.

Il est prévu par ailleurs des séances de travaux dirigés qui permettront aux participants d'étudier concrètement en petits groupes, certains aspects de projets d'installations solaires photovoltaïques ou thermodynamiques.

PARTICIPANTS.

Ce stage est destiné à des ingénieurs déjà en fonction en France ou à l'étranger, dans des établissements publics ou privés concernés par la production d'électricité d'origine solaire (16 maximum).

NIVEAU.

Dans le domaine solaire, aucune connaissance particulière n'est demandée. Les participants doivent justifier d'un niveau Ecole d'ingénieurs ou maîtrise de physique.

I. - ASPECTS GENERAUX.

- Les recherches sur l'énergie solaire en France et à l'étranger.
- Situation des laboratoires publics - Développements industriels.
- Les filières de conversion photovoltaïque.
- Les filières de conversion thermodynamique.
- Les applications de l'énergie solaire dans l'habitat en France - dans les pays à fort ensoleillement.
- Chimie solaire et perspectives de la fabrication de combustibles.
- Perspectives d'utilisation de la biomasse.
- Aspects économiques du développement de l'énergie solaire en Europe, dans les pays à fort ensoleillement.

II. - CONVERSION THERMODYNAMIQUE.

- Les systèmes de concentration.
- Les cycles thermodynamiques pour faibles niveaux de température ($t < 300^{\circ}\text{C}$).
- Les cycles thermodynamiques pour niveaux de température élevés ($t > 300^{\circ}\text{C}$).
- Les chaudières solaires et le choix du fluide caloporteur.
- Le stockage thermique.
- Stations à conversion thermodynamique faible puissance.
- Stations à conversion thermodynamique moyenne puissance.
- Centrales thermodynamiques de puissance.
- Problèmes d'automatisation des centrales solaires - Contrôle commande du champ d'héliostats.
- Le marché des centrales solaires (aujourd'hui et demain).

III. - CONVERSION PHOTOVOLTAÏQUE.

- Rappels de physique du solide, principe de fonctionnement des photopiles.
- Les photopiles au silicium.
- Les photopiles au CdS.
- Les autres filières.
- Applications spatiales des photopiles.
- Les photopiles sous concentration.
- Stockage d'électricité.
- Les stations de production d'électricité.
- Aspects industriels, aspects économiques, perspectives futures.

RENSEIGNEMENTS et INSCRIPTIONS.

Pour tous renseignements et inscriptions, écrire ou téléphoner à :

ECOLE SUPERIEURE D'ELECTRICITE
Plateau du Moulon
91190 GIF-SUR-YVETTE
Tél. : 941.80.40

JEUDI 22 MARS 1979

BORDEAUX
S.E.E. - Groupe Sud-Ouest
et Division Electronique
Radioélectricité et
Télécommunications

Journée d'études organisée par :

SEE - Groupe Sud-Ouest.
Président : M. VERON-REVILLE (Régies d'Electricité de la Gironde).
La Société THOMSON-CSF.

RADARS AEROPORTES

Lieu : — (matinée et repas) Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers, avenue de l'Université, TALENCE
(Tél. : 56/80.76.50) ;
— l'après-midi : Usine THOMSON-CSF à PESSAC.

Programme

- 8 h 45 Accueil, par M. HUSTIN, Directeur de l'usine Thomson-CSF de Pessac.
- 9 h 00 Ouverture de la journée, par M. Michel CARPENTIER, Directeur Général Technique de Thomson-CSF à PARIS et Président de la Division Electronique (DERT) de la SEE.
M. Philippe VERON-REVILLE, Président du Groupe Sud-Ouest de la SEE.
- 9 h 10 Présentation du programme de la journée "RADARS AEROPORTES", par M. POINSARD, Directeur Technique du département radar de la Société Thomson à PARIS, et par M. HUSTIN.
- 9 h 20 Evolution des radars aéroportés, par M. POINSARD.
- 10 h 00 Architecture d'un système d'armes aéroporté, par M. MARCHAIS, responsable de groupe technique matériel à PARIS.
(Suite au dos).

JEUDI 22 MARS 1979

BORDEAUX
S.E.E. - Groupe Sud-Ouest

Journée d'études
RADARS AEROPORTES

BULLETIN D'INSCRIPTION
à retourner (voir NOTA) à :

M. Ph. VERON-REVILLE - Directeur Général des Régies d'Electricité de la Gironde, 13, rue de Moulis - 33000 BORDEAUX - Tél. : 56/90.92.55. Président du Groupe SUD-OUEST.

Je, soussigné
(Nom et prénom en capitales d'imprimerie)

Adresse complète pour la correspondance :
professionnelle - personnelle (*)

Téléphone :

Fonctions actuelles :

participerai : à la matinée d'études du 22 mars 1979 : OUI NON (*)
à la visite de l'usine THOMSON-CSF : OUI NON (*)

Je vous envoie la somme de :

- 80 F (membre SEE n°) (*)
— 100 F (non-membre) (*)
— 60 F (étudiant ou retraité) (*)

Les chèques bancaires ou postaux doivent être rédigés au nom de la SEE, Groupe SUD-OUEST - C.C.P. 1337 46 V.
Signature :

NOTA : Pour des motifs de sécurité, la liste des participants à la visite de l'usine doit être enregistrée un mois à l'avance. D'autre part, pour les nécessités d'organisation, le nombre des participants est limité.
Les inscriptions doivent donc nous parvenir - en principe - avant FIN FEVRIER.
Pour la matinée d'études : avant le 12 MARS.

(*) Rayer les mentions inutiles.

SEE/V

- 10 h 40 Les radars de visualisation à haute résolution, par M. GENUIST, responsable de groupe technique matériel à PARIS.
- 11 h 20 Les techniques hyperfréquences dans les radars aéroportés :
● Antennes (à balayage électronique)
● Amplificateur à transistors en hyperfréquence
● Radôme
par M. PIERROT, responsable de groupe technique spécialisé.
- 12 h 00 Microélectronique hybride appliquée aux radars aéroportés, par M. BARNABEL, responsable du laboratoire de microélectronique.
- 12 h 40 Présentation de l'usine de PESSAC et de la visite, par M. HUSTIN.
- 13 h 00 Déjeuner-buffet à l'Ecole Nationale des Arts et Métiers.
- 14 h 30 Visite de l'usine THOMSON-CSF de PESSAC.
- 16 h 30 Clôture de la journée.

Transport assuré TALENCE-PESSAC et retour.

NOTA IMPORTANT : Pour des motifs de sécurité, la liste des participants à la visite de l'usine doit être enregistrée un mois à l'avance. D'autre part, pour des nécessités d'organisation le nombre des participants est limité.

Les inscriptions doivent donc nous parvenir - en principe - avant FIN FEVRIER.

Pour la matinée d'études : avant le 12 MARS.

MOT DU PRESIDENT DU GROUPE SUD-OUEST

En raison de l'intérêt technique de cette journée, je souhaite qu'elle recueille une participation nombreuse de nos membres.

Ph. VERON-REVILLE.

S.E.E. - ELD OC

Diffusion sélective de l'information

La documentation scientifique et technique en électrotechnique, électronique, télécommunications que nous mettons à votre disposition,

c'est :

60 000 documents analysés et indexés chaque année par :
EDF - THOMSON-CSF - PASCAL-ELDOC - CNET (PTT).

provenant de :

1 500 périodiques internationaux
600 proceedings de conférences
3 000 ouvrages
5 000 rapports
4 000 brevets

utilisés par :

6 800 ingénieurs abonnés aux 1 000 " questions " dont nous vous enverrons les listes sur simple demande.

pourquoi ?

- pour avoir la sécurité d'être informé de tous les articles parus dans son domaine,
- pour économiser du temps par l'utilisation d'une information sélectionnée.

SEE-ELDOC : 48, rue de la Procession
75724 Paris Cedex 15 - Tél. : 567.07.70

SEE/VI

JEUDI 5 AVRIL 1979

PARIS
Section **14**

Journée d'études organisée par :

SEE - Section 14 (Electrochimie - Electrothermie - Electrometallurgie).
Président : M. R. DUMON (Heurtey).

PROTECTION DES OUVRAGES CONTRE LA CORROSION

Lieu : SEE, 48, rue de la Procession - Paris 15^e (salle de conférences).

Programme

MATINEE : 9 h 15

- Généralités sur les phénomènes de corrosion électrochimique et les moyens de protection, par M. MONTUELLE (CNRS).
- Applications de la protection cathodique dans les industries du gaz et de l'électricité, par M. LEGRAND (Gaz de France).
- Courants vagabonds : corrosion et moyens de protection, par M. HOCQUET (SNCF).

APRES-MIDI : 14 h.

- Protection cathodique en milieu marin, par M. HEUZÉ (Société d'Etudes contre la Corrosion).
- Possibilités d'application de la protection anodique, par M. MONTUELLE (CNRS).
- Les dépôts sous vide : techniques et matériaux, par M. RICHARDT (La Physique Appliquée Industrie).
- Les dépôts sous vide : morphologie des matériaux et applications, par M. BLANDINET (CENG).

JEUDI 5 AVRIL 1979

PARIS
Section **14**

Journée d'études

PROTECTION DES OUVRAGES CONTRE LA CORROSION

BULLETIN D'INSCRIPTION

à retourner avant le 29 mars 1979 à :

SOCIETE DES ELECTRICIENS, DES ELECTRONICIENS ET DES RADIOELECTRICIENS (SEE)
48, rue de la Procession - 75224 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 :

participera à la JOURNEE D'ETUDES du 5 avril 1979 et vous envoie ci-joint la somme de :

- | | | | |
|---|-----|---|--|
| — 30 F pour les membres SEE : (membre n°) | (*) | { | — par chèque bancaire à l'ordre de la SEE (*) |
| — 50 F pour les non-membres (*) | | | — par CCP à l'ordre de la SEE Paris 170-28 P (*) |

Il n'est pas prévu de déjeuner.

Date :

Signature :

NOTA : Pour les universitaires et assimilés, les frais de participation sont de :

- 15 F pour les membres SEE : (membre n°)
- 25 F pour les non-membres (*)

(*) Rayer les mentions inutiles.

SEE/VII

STAGES DE FORMATION PERMANENTE

I. S. F.

Depuis la fin de l'année 1978, l'Association des Ingénieurs Civils de France (I.C.F.) s'est élargie en Société des Ingénieurs et Scientifiques de France (I.S.F.) et la S.E.E. est devenue, au titre de personne morale, membre des I.S.F. Les I.S.F., en collaboration avec l'Institut Français de Gestion (I.F.G.) ont mis au point, pour l'année 1979, une série de stages de formation permanente.

Les stages A, B et C se déroulent aux I.S.F. :

- STAGE A Efficacité et économie du travail personnel (6 jours en 2 périodes de 3 jours).
- STAGE B Pour des réunions de travail plus efficaces dans l'entreprise (6 jours en 2 périodes de 3 jours).
- STAGE C Techniques de communication orale (3 jours plus 2 jours de rappel).

Pour les renseignements sur ces stages, s'adresser à :

I.S.F. (Mme DELCAMBRE)
19, rue Blanche - 75009 Paris
Tél. : 874.83.56

Les stages E, G et G' se déroulent à l'Institut Français de Gestion :

- STAGE E Affaires Internationales (6 jours en 3 fois 2 jours).
- STAGE G Initiation à la gestion de l'entreprise (6 jours en 3 fois 2 jours).
- STAGE G' Prévisions de trésorerie et simulation de gestion « Mercure ».
Nécessité d'avoir, si possible, suivi le stage G (durée 2 jours plus 3 jours).

Pour tous renseignements sur ces stages, s'adresser à :

Institut Français de Gestion (M. VIDAL).
37, quai de Grenelle - 75738 Paris Cedex 15
Tél. : 578.61.52.

NOTA : Les membres de la S.E.E. bénéficient, pour ces stages, d'une réduction de 5 % sur le montant des frais d'inscription.

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.

DEMANDE D'EMPLOI

D.221 — Ingénieur ESE et licencié es-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.

OFFRE D'EMPLOI

O.680 — Société française recherche pour son service développement levage un Ingénieur ESE débutant. Bonne connaissance des machines tournantes et de la régulation de vitesse demandée. Possibilité d'évolution vers fonction bureau d'études applications et poste de responsabilité.

MERCREDI 25 AVRIL 1979

GIF-SUR-YVETTE

Section **25**

Journée d'études organisée par :

SEE - Section 25 (Ondes et Signaux) — Président M. BOLOMEY.

Journée organisée par MM. RUMELHARD (Thomson-CSF/DIS) et NEDELEC (Ecole Polytechnique).

**CALCULS DE PROPAGATION ET DIFFRACTION
PAR LA METHODE DES ELEMENTS FINIS**

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

- 9 h 00 Méthodes d'équations intégrales pour les problèmes extérieurs pour l'équation de HELMOLTZ, par M. GIROIRE (Ecole Polytechnique, Palaiseau).
- 9 h 45 Problèmes liés aux calculs de valeurs propres, par M. RAPPAPORT (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Ecole Polytechnique, Palaiseau).
- 10 h 30 Couplage entre équations intégrales et éléments finis, par M. NEDELEC (Ecole Polytechnique, Palaiseau).
- 11 h 15 Pause.
- 11 h 30 Problèmes numériques et informatiques liés à l'implémentation de programmes d'éléments finis, par M. PERRONNET (IRIA-Paris VI).
- 12 h 30 Discussion.
- 13 h 00 Déjeuner.
- 14 h 30 Calcul de guides d'onde de section quelconque, par M. TOURNEUR (Thomson-CSF/AVS).
- 15 h 00 Calcul de lignes de microélectronique en microondes, par M. AUBOURG (LEM, Limoges).
- 15 h 30 Diffraction d'une onde acoustique par un solide de révolution inhomogène plongé dans un fluide, par MM. VANDERBORCK et RUMELHARD (Thomson-CSF/DIS).
- 16 h 00 Application d'une méthode d'« éléments finis - perturbation » au calcul des modes de vibration de polyèdres piézoélectriques, par M. BOUCHER (Thomson-CSF/DASM).
- 16 h 30 Application de la méthode des éléments finis à l'étude de la propagation des ondes électromagnétiques dans des milieux inhomogènes scalaires bidimensionnels à pertes (à confirmer), par M. ZADWORNY (ENS d'Electronique et de Radioélectricité de Grenoble).
- 17 h 00 Discussion.

MERCREDI 25 AVRIL 1979

GIF-SUR-YVETTE

Section **25**

Journée d'études

**CALCULS DE PROPAGATION ET DIFFRACTION
PAR LA METHODE DES ELEMENTS FINIS**

BULLETIN D'INSCRIPTION

à retourner avant le 18 avril 1979 à :

SOCIETE DES ELECTRICIENS, DES ELECTRONICIENS ET DES RADIOELECTRICIENS (SEE)
48, rue de la Procession - 75724 PARIS CEDEX 15 - Tél. : 567.07.70

Je, soussigné
(Nom et prénom en capitales d'imprimerie)

Adresse complète pour la correspondance :
professionnelle - personnelle (*)

Téléphone :

Fonctions actuelles :
participerai à la JOURNEE D'ETUDES du 25 avril 1979 et vous envoie ci-joint la somme de :

— 100 F pour les membres SEE : (membre n°) (*) { — par chèque bancaire à l'ordre de la SEE (*)
— 150 F pour les non-membres SEE (*) { — par CCP à l'ordre de la SEE Paris 170-28 P (*)
comprenant les frais de déjeuner au restaurant de l'ESE.

Date :

Signature :

NOTA : Pour les universitaires et assimilés, les frais de participation sont de :

— 50 F pour les membres SEE : (membre n°) (*)
— 100 F pour les non-membres (*)

(*) Rayer les mentions inutiles.

SEE/IX

JEUDI 26 AVRIL 1979

GIF-SUR-YVETTE

Section **01**

Journée d'études organisée par :

SEE - Section 01 (Enseignement, Perfectionnement).
Président : M. J.-M. ESCANE (ESE).

**LA CREATIVITE ET L'INNOVATION, LEUR ROLE DANS LE DEVELOPPEMENT
ET LA CREATION DES ENTREPRISES, LES APPORTS DE LA FORMATION**

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.

De 9 h 15 à 17 h.

Le programme paraîtra dans le prochain bulletin.

Inscriptions à la SEE : 48, rue de la Procession - 75724 Paris Cedex 15 - Tél. : 567.07.70.
Frais de participation :

— 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.

L'inscription est gratuite pour les étudiants qui auront la possibilité de prendre leur repas au restaurant universitaire de l'ESE.

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.

MERCREDI 9 MAI 1979

GIF-SUR-YVETTE
S.E.E. - D.E.R.T.
I.N.A.

Journée d'études en cours d'organisation :

AUDIOVISUEL « GRAND PUBLIC »

Président : M. Jacques DONDOUX (IREST).

Le programme détaillé comportant les titres des conférences et les intervenants, paraîtra dans le prochain bulletin.

Les grands thèmes abordés seront :

1. Bilan de l'évolution technologique de ces 20 dernières années.
2. Conditions d'accès aux marchés « grand public » des nouveaux produits.
3. Différents modes d'internationalisation de la production et de la distribution.
4. Spécificités de l'industrie du software.

JEUDI 7 ET VENDREDI 8 JUIN 1979

GIF-SUR-YVETTE

Section **II**

Journées d'études organisées par :

SEE - Section 11 (Etudes générales). Président : M. J. ERNEST (CGE).

CONTACTS ELECTRIQUES

Le programme détaillé sera publié dans un prochain bulletin.

Renseignements auprès de M. GALAND - LCIE, B.P. 8 - 92260 FONTENAY-AUX-ROSES - Tél. : 645.21.84.

SEE/X

JEUDI 26 AVRIL 1979

PARIS
Section 14

Journée d'études organisée par :

SEE - Section 14 (Electrochimie - Electrothermie - Electrometallurgie).
Président : M. R. DUMON (Heurtey).

Avec le patronage :

- Du Ministère de l'Industrie - Economies de Matières Premières ;
- De la Section Française de la Société Internationale d'Electrochimie.

**ELECTRODES VOLUMIQUES DISPERSEES :
EN LIT FIXE - EN LIT FLUIDISE - EN CIRCULATION**

Lieu : SEE, 48, rue de la Procession - Paris 15° (salle de conférences).

Programme

MATINEE : 9 h.

- Les électrodes volumiques à matrice non consolidée : historique, divers types, propriétés, approches théoriques, applications, par M. CŒURET (Université de Poitiers).
- Mise en œuvre des électrodes volumiques dispersées en hydrometallurgie, par M. JACCAUD (PCUK).
- Applications de l'électrode dispersée aux réactions organiques : électrosynthèse, traitement des effluents, par M. DONIAT (SORAPEC).

APRES-MIDI : 14 h.

- Utilisation d'électrodes non consolidées dans les piles et accumulateurs. Cas de l'électrode de zinc à circulation, par M. POMPON (CGE - Laboratoires de Marcoussis).
- Transferts de matière et transfert de charges dans les électrodes volumiques à lit fixe : distributions de concentration et de potentiel, par MM. LACOSTE (Institut de Génie Chimique, Toulouse) et STORCK (ENSIC, Nancy).
- La valorisation des métaux dans les milieux dilués, par M. BEUTIN (Ministère de l'Industrie - Economies de matières premières).
- Table ronde, présidée par M. MILLET (EDF).

JEUDI 26 AVRIL 1979

PARIS
Section 14

Journée d'études

ELECTRODES VOLUMIQUES DISPERSEES

BULLETIN D'INSCRIPTION

à retourner avant le 19 avril 1979 à :

SOCIETE DES ELECTRICIENS, DES ELECTRONICIENS ET DES RADIOELECTRICIENS (SEE)
48, rue de la Procession - 75724 PARIS CEDEX 15 - Tél. : 567.07.70

Je, soussigné
(Nom et prénom en capitales d'imprimerie)

Adresse complète pour la correspondance :
professionnelle - personnelle (*)

Téléphone :

Fonctions actuelles :

participerai à la JOURNEE D'ETUDES du 26 avril 1979 et vous envoie ci-joint la somme de :

- 30 F pour les membres SEE : (membre n°) (*) { — par chèque bancaire à l'ordre de la SEE (*)
- 50 F pour les non-membres (*) { — par CCP à l'ordre de la SEE Paris 170-28 P (*)

Il n'est pas prévu de déjeuner.

Date :

Signature :

NOTA : Pour les universitaires et assimilés, les frais de participation sont de :

- 15 F pour les membres SEE : (membre n°) (*)
- 25 F pour les non-membres (*)

(*) Rayer les mentions inutiles.

SEE/XI

RAPPEL DES MANIFESTATIONS annoncées dans les numéros précédents

— <u>Jeudi 1^{er} mars 1979 - Gif-sur-Yvette.</u>	{	Sections 11
Automatismes complexes à microprocesseurs (journée)		et 13
— <u>Samedi 3 mars 1979 - Toulouse.</u>	{	Groupe Midi-Pyrénées
La durométrie osseuse in vivo (matinée)		et Section 27
— <u>Mercredi 7 et jeudi 8 mars 1979 - Gif-sur-Yvette.</u>	{	Sections 17
Aspects nouveaux de l'analyse spectrale (2 jours)		et 25
— <u>Mercredi 28 et jeudi 29 mars 1979 - Lille.</u>	{	Groupe Nord
Electricité : chauffage, conditionnement, économie d'énergie, énergies douces (2 jours)		et Section 16
— <u>30 et 31 mars 1979 - Nancy.</u>		
Techniques nouvelles en microchirurgie		Section 27
— <u>Du 7 au 11 mai 1979 - Paris.</u>		
Colloque international sur la COMMUTATION		SEE/GIEL
— <u>Jeudi 17 et vendredi 18 mai 1979 - Tours.</u>		
L'analyse et le traitement des images biomédicales		Section 27
— <u>Les 17, 18 et 19 mai 1979 - Toulouse.</u>		
Hémodynamique des membres	{	Groupe Midi-Pyrénées
	{	et Section 27

VENDREDI 1^{er} JUIN 1979

GRENOBLE

S.E.E. Groupe DAUPHINE-SAVOIE et Section **14**

Comité français d'ELECTROTHERMIE

Journée d'études organisée par :

SEE - Groupe Dauphiné-Savoie — Président : M. J. DEROCHE (EDF).

- Comité Français d'Electrothermie — Président : M. Y. TRUELLE (Alsthom-Unelec).

- En collaboration avec la Section 14 (Electrochimie - Electrometallurgie - Electrothermie) de la SEE —
Président : M. R. DUMON (Heurtey).

CHAUFFAGE PAR INDUCTION : Recherches et développements

Lieu : Amphithéâtre Barbillon de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 46 avenue Félix-Viallet, Grenoble.

Programme

Pour pouvoir consacrer le temps maximum aux commentaires et discussions, les textes des communications seront remis aux participants aussitôt que possible, et en tout cas avant le début de la réunion. Un rapporteur commentera l'ensemble de trois communications, celles-ci étant réparties en trois groupes rassemblant les sujets voisins.

JEUDI 1^{er} JUIN à 9 h 00.

1^{er} Groupe. Rapporteur : M. BARRET (EDF, Etudes et Recherches, Clamart).

1. Simulation numérique en magnétodynamique, par M. MARROCCO (IRIA, Le Chesnay).

2. Modélisation tridimensionnelle d'un four de réchauffage de billettes rectangulaires, par M. A. FOGGIA (Ecole Centrale Lyonnaise).

3. Appréhension, modélisation et visualisation des systèmes tridimensionnels, par MM. B. ANCELLE, J.-L. COULOMB, P. RAFINEJAD et J.-C. SABONNADIERE (INP, Grenoble).

Discussion.

(Suite au dos).

VENDREDI 1^{er} JUIN 1979

GRENOBLE

CHAUFFAGE PAR INDUCTION

BULLETIN D'INSCRIPTION

à envoyer avant le 10 mai 1979 à :

GRENOBLE ACCUEIL - Avenue d'Innsbrück - 38029 Grenoble Cedex - Tél. (76) 09.61.63.

M.
(Nom et prénom en capitales d'imprimerie)

Appartenance
(Société, organisme)

Adresse : Professionnelle - personnelle (*)

..... Téléphone :

Fonctions actuelles

participerai à la JOURNEE D'ETUDES indiquée ci-dessus et vous envoie ci-joint la somme de :
(Suite au dos).

VENDREDI 1^{er} JUIN 1979

GRENOBLE

DEMANDE D'HEBERGEMENT EN HOTEL

Nom et prénom
(Nom et prénom en capitales d'imprimerie)

Adresse : Professionnelle - personnelle (*)

..... Téléphone :

..... chambre(s) à 1 lit (*) avec (*)
..... chambre(s) à 2 lits (*) bain/douche du au
..... chambre(s) à grand lit (*) sans (*)

si possible dans un hôtel de catégorie : 1 étoile - 2 étoiles - 3 étoiles - 4 étoiles (*)

à défaut :

(*) Rayer les mentions inutiles.

(Suite au dos).

SEE/XIII

2° Groupe. Rapporteur : M. HALLOT (Service Méthodes Fonderie, Régie Renault).

4. **Eléments fondamentaux de l'hydrodynamique des creusets à induction**, par MM. Y. FAUTRELLE et R. MOREAU (INP, Grenoble).
5. **Etude expérimentale d'un four à creuset à induction**, par MM. CHAMBAREL, KANT et MOUTOUDOU (UT, Compiègne).
6. **Contribution au contrôle des mouvements de brassage dans un four à creuset à fréquence industrielle**, par MM. CHABRERIE, HERVOUET et TABELING (LGEP).

Discussion.

3° Groupe. Rapporteur : M. DELLACASA (IRSID, Metz).

7. **Chauffage par induction - Plateforme d'essais « EDF Renardières »**, par MM. HEURTIN et METAIL (EDF Renardières).
8. **Etude thermique des propriétés magnétiques d'un acier de construction, en vue de son utilisation en chauffage par induction**, par MM. P. BRISSONNEAU et A. MAZOYER (INP, Grenoble).
9. **Etude de la puissance réactive consommée par un inducteur de chauffage par induction « en grecque »**, par MM. M. POLOUJADOFF (INP, Grenoble) et J. REBOUX (TOCOSTEL).

Discussion.

13 h 00 Déjeuner en commun.

15 h 00 Départ en autocar pour la visite de la Société INDUCTHERM, 7, boulevard Paul-Langevin, à Fontaine.
Un autocar assurera le retour en gare SNCF pour le train de Paris (Mistral : 18 h 11).

VENDREDI 1^{er} JUIN 1979

GRENOBLE

CHAUFFAGE PAR INDUCTION
BULLETIN D'INSCRIPTION (suite)

M.
(Nom et prénom en capitales d'imprimerie)

participera à la JOURNÉE D'ETUDES indiquée ci-dessus et vous envoie ci-joint la somme de :

— 260 F pour les membres SEE : (membre n°) (*) (**) { — par chèque bancaire (*)
— 300 F pour les non-membres (*) { — par chèque postal (*)
à l'ordre de GRENOBLE-ACCUEIL.

Ce prix inclut le repas de midi, les frais divers (bar), et le transport à l'usine INDUCTHERM.

Date :

Signature :

(*) Rayer les mentions inutiles.

(**) Prix valable également pour les membres du Comité Français d'Electrothermie.

DEMANDE D'HEBERGEMENT EN HOTEL (suite)

Catégorie d'Hôtel	Prix approximatif des chambres par nuit petit déjeuner, taxes et services compris			
	Chambre avec bain/douche		Chambre sans bain/douche	
	Indiv.	Double	Indiv.	Double
	min./maxi.	min./maxi.	min./maxi.	min./maxi.
4 étoiles	160/250	200/300		
3 étoiles	100/170	120/190	75/80	85/95
2 étoiles	70/110	90/130	55/70	65/85
1 étoile	65/ 75	70/ 85	50/60	60/85

Je verse ci-joint par chèque bancaire (*) — postal (*), à l'ordre d'ALPTOUR, la somme de F à titre d'acompte à valoir sur la note d'hôtel. (Cette somme : 65 F par chambre en hôtel 1 étoile - 110 F en 2 étoiles - 140 F en 3 étoiles - 250 F en 4 étoiles, représente approximativement le montant de la première nuitée réservée). Les demandes de réservation de chambres reçues dans les trois semaines précédant le début des journées d'études ne pourront être satisfaites que dans la mesure des possibilités et par ordre de réception.

ANNULATIONS

Seules, les annulations parvenant, par lettre ou par télégramme à ALPTOUR, cinq jours au moins avant la date prévue pour l'occupation de la chambre, autoriseront le remboursement de l'acompte, sous déduction cependant d'une somme forfaitaire de 20 F par chambre pour frais de constitution de dossier.

Date :

Signature :

SEE/XIV