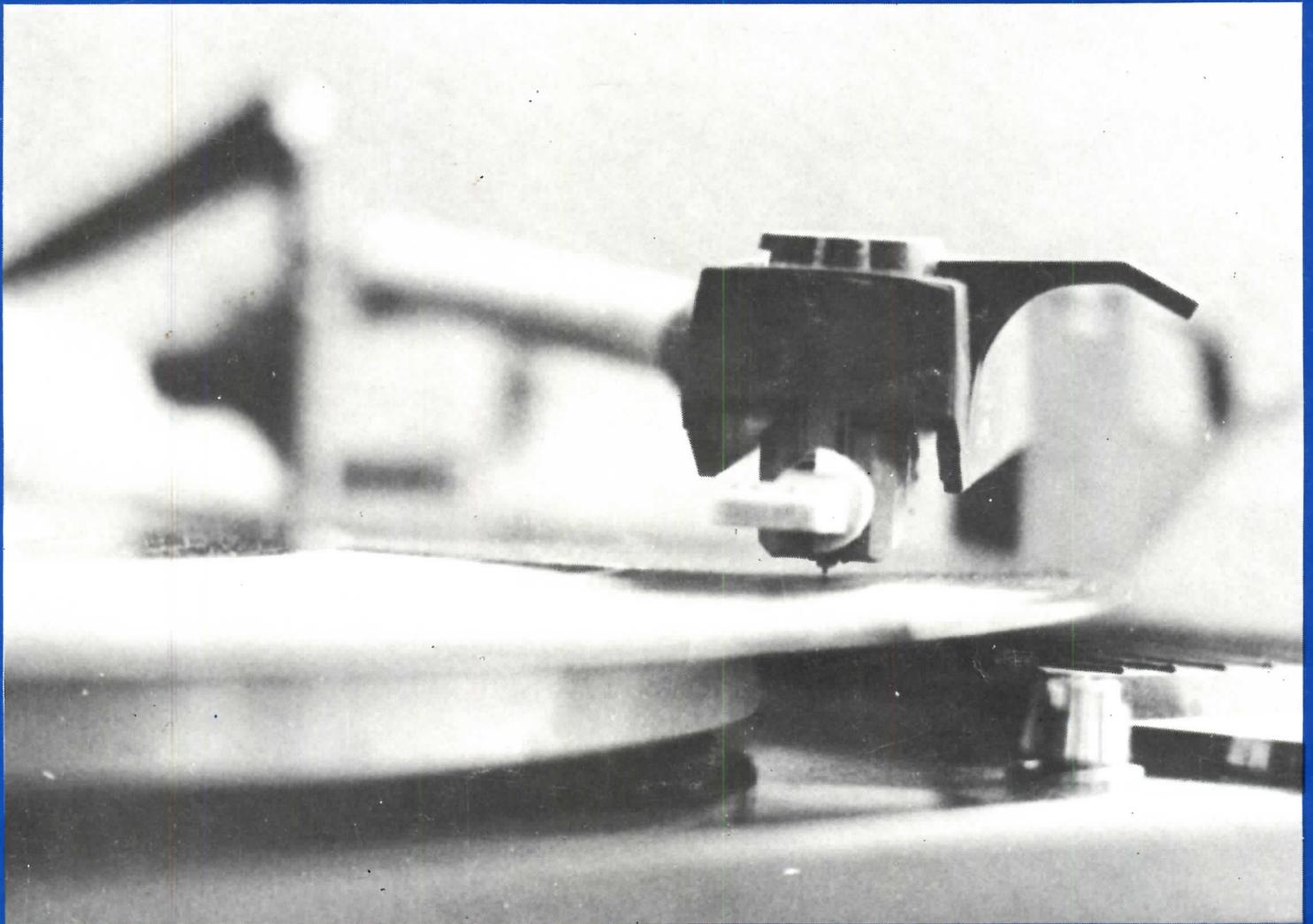


LE HAUT-PARLEUR édition

ELECTRONIQUE PROFESSIONNELLE

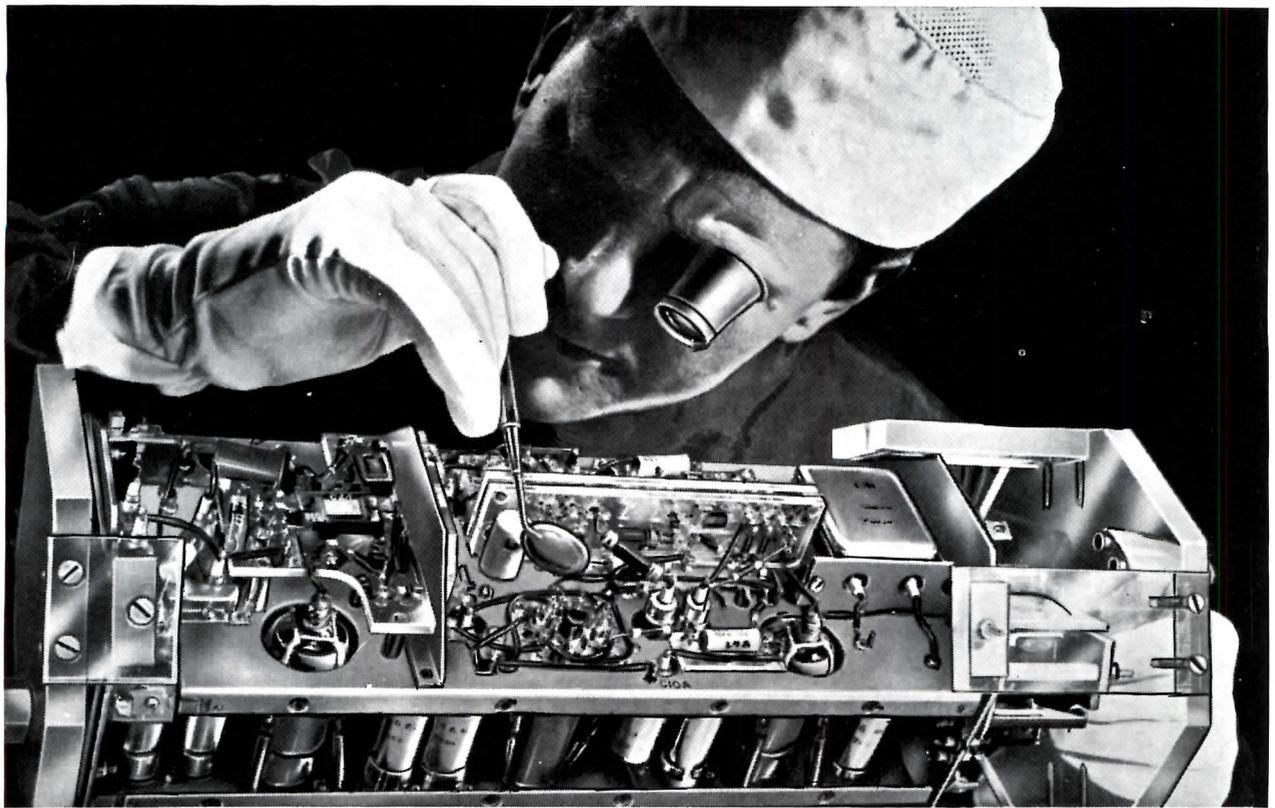


LES RELATIONS POINTE-SILLON
dans les systèmes de reproduction phonographique

6 FÉVRIER 1969

N° 1 197

LE NUMÉRO : 5 F



On jette beaucoup de nos composants au fond de l'Atlantique

... et dans bien d'autres océans encore. C'est le cas pour cet amplificateur sous-marin entièrement équipé de composants ITT, et qui doit fonctionner sans défaillance, pendant un minimum de vingt ans au fond de l'océan. Cet équipement permet 160 conversations simultanées sur un câble transatlantique.

La Société MTI, associée au groupe mondial ITT, est spécialiste dans la diffusion des composants pour l'électronique. Nos

gammes de produits fabriqués dans 36 usines d'Europe, s'étendent depuis les pièces micro-miniatures jusqu'aux tubes géants pour émetteurs. MTI est un des principaux fournisseurs de toutes les branches de l'industrie électronique française — radio, TV, machines de bureau, automation, signalisation, centres de production et distribution d'énergie, centres nucléaires, télécommunications et Défense Nationale.

Le réseau de vente MTI est

parfaitement implanté en France et comporte 8 agences : Roubaix - Rouen - Nancy - Toulouse - Nantes - Marseille - Paris.

Documentez-vous de suite sur nos produits !

MTI s.a.

**23, rue du Pré St-Gervais
75-PARIS 19^e - Tél. 205-79-78**

Services Techniques
et Comptables :

2, avenue des Sablons Bouillants
77-MEAUX - Tél. 434-16-71

COMPOSANTS **ITT**

radio télévision
composants
basse-fréquence
mesures
PROCÉDÉS et
ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES

LE HAUT-PARLEUR édition
ELECTRONIQUE
PROFESSIONNELLE

Georges VENTILLARD et Cie

Groupement d'intérêt économique
régi par l'ordonnance du 23 septembre 1967

ADMINISTRATION-RÉDACTION

**SOCIÉTÉ DES PUBLICATIONS
RADIO-ÉLECTRIQUES
ET SCIENTIFIQUES**

Société anonyme au capital de 3 000 francs
2 à 12, rue Bellevue - Paris-19^e
Tél. : 202-58-30

PRÉSIDENT-DIRECTEUR GÉNÉRAL
DIRECTEUR DE LA PUBLICATION :
JEAN-GABRIEL POINCIGNON

FONDATEUR : **G. DUFOUR**
DIRECTEUR TECHNIQUE : **H. FIGHIERA**
RÉDACTEUR EN CHEF : **J. PELLANDINI**

CORRESPONDANTS PARTICULIERS :
Angleterre : **M.R.G. ATTERBURY**
Allemagne : **W. SCHAFF**
Belgique : **S.B.E.P.** 131, avenue Dailly, Bruxelles 3

PUBLICITÉ

SOCIÉTÉ AUXILIAIRE DE PUBLICITÉ
43, rue de Dunkerque - PARIS-X^e
Tél. : 744-77-13 et 744-78-22 - C.C.P. 695-76 PARIS
SUD-EST : **PLANTIN-CHATELAIN**
88, rue de la République - LYON - Tél. : 37-36-61
BELGIQUE : **S.B.E.P.**, 131, av. Dailly, BRUXELLES-3

ABONNEMENTS

2 à 12, rue Bellevue - PARIS-19^e
C.C.P. 424-19 - PARIS

ABONNEMENT D'UN AN COMPRENANT :
- 11 numéros Haut-Parleur « Electronique Professionnelle
Procédés Electroniques »
- 15 numéros Haut-Parleur dont 3 numéros spécialisés :
- Haut-Parleur Radio et Télévision
- Haut-Parleur Electrophones et magnétophones
- Haut-Parleur Radiocommande
- 12 numéros Haut-Parleur « Radio-Télévision Pratique »
- 11 numéros Haut-Parleur « Electronique Magazine »

FRANCE 65 F
ETRANGER 80 F

LE NUMÉRO : 5 F

Dépositaire central : PARIS-SEINE
2 à 12, rue Bellevue - PARIS-19^e



numéro de
commission
paritaire
23.643

Ce numéro a été tiré à

16 195 ex.

N° 1 197

6 FÉVRIER 1969

sommaire

- 12 Electronique, aéronautique et espace
- 14 LE MONDE DE L'ÉLECTRONIQUE
 - La C.G.R. part à la conquête des U.S.A.
 - La bourse et l'électronique.
 - Les hommes et l'électronique.
- 19 NOUVELLES DE L'INFORMATIQUE
- 24 Un amplificateur logarithmique
- 25 AU BANC D'ESSAIS DE L'UTILISATEUR :
La calculatrice Hewlett-Packard 9100A.

LE DOSSIER TECHNIQUE DU MOIS

- 30 Les facteurs affectant les relations entre la pointe et le sillon dans les systèmes de reproduction phonographique.
- 36 Amplification et génération : deux problèmes complémentaires.
- 42 Quelques nouveaux montages électroniques en circuits imprimés.
- 48 Un nouveau transistor sensible à la pression.

LES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRONIQUE.

- 54 Mesure des revêtements à faible épaisseur par jauge à rayonnement bêta.
- 56 Les rayons bêta permettent de dater les documents.
- 59 Les nouveautés en électronique.
- 64 LES MANIFESTATIONS DE L'ÉLECTRONIQUE.
- 65 Petites annonces.
- 66 Répertoire des annonceurs.
- 67-68 Cartes-réponse.

Couverture

Les relations entre la pointe et le sillon (voir article page 30). (Photographie E.P.-Michel POIRIER.)

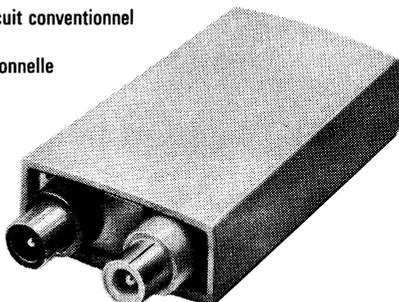
PROFESSIONNELS !

*gagnez du temps et de l'argent
avec ces nouveaux*

ACCESSOIRES D'ANTENNES

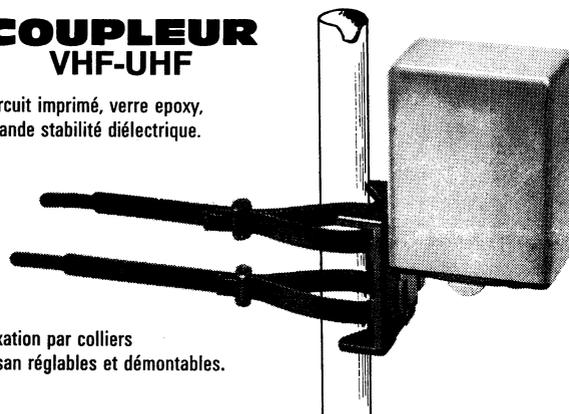
SEPARATEUR VHF-UHF

- Réalisation sur châssis en circuit conventionnel
- Boîtier monobloc forme fonctionnelle
- Connexion par fiche coaxiale (12.501) par soudure (12.601)



COUPLEUR VHF-UHF

- circuit imprimé, verre epoxy, grande stabilité diélectrique.



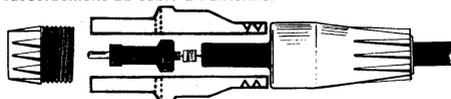
- Fixation par colliers rilsan réglables et démontables.

PUBLI-SAP

FICHE COAXIALE UNIVERSELLE

RUSHCOLOR brevetée - marque déposée.

- Indispensable pour câbles à écran aluminium montage rapide sur tous câbles coaxiaux.
- Livrée sur demande avec un collier pour raccordement du câble à l'antenne.



Type dP 12 401

dihor

44 rue de Dunkerque
PARIS 9^e
Tél. 878-41-70

Conjointement au succès de notre mire couleur 888 nous vous présentons la mini-mire 989 qui sera votre fidèle compagne dans vos déplacements pour vos réglages en TVN et TVC des :



MINIATURE EN DIMENSIONS

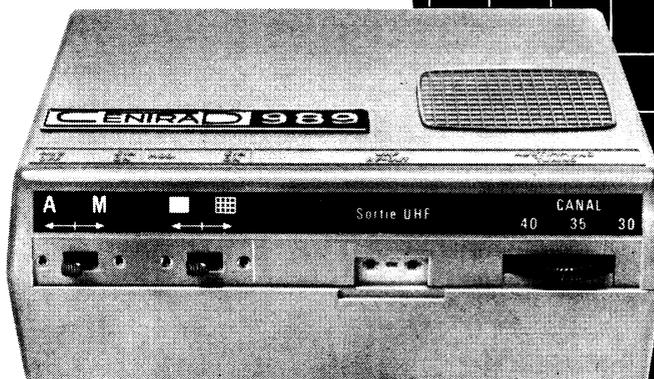
GÉANTE

EN PERFORMANCES



**CONVERGENCES
GÉOMÉTRIE
PURETÉ**

LA MINI-MIRE 989



CENTRAD 129

- Sortie UHF 10 canaux centrés sur le canal 35
- Grille de convergence : 11 barres horizontales - 16 barres verticales
- Fréquence 625 lignes pilotée par un oscillateur à 31,250 kHz
- Polarité +
- Consommation 270 mW
- Alimentation : 6 piles de 1,5 V
- Equipement : 28 transistors - 10 diodes
- Dimensions : 155 x 105 x 65 mm. Poids : 700 gr.

SON MINI-PRIX HT 630 F

CENTRAD

99, AVENUE DES ROMAINS
74 ANNECY - FRANCE
TÉL. : (79) 45-49-86 +

— TÉLEX : 33.894 —
CENTRAD-ANNECY
C. C. P. LYON 891-14

BUREAUX DE PARIS : 195, RUE DU FAUBOURG SAINT-DENIS
PARIS 10^e TÉLÉPHONE : 206-27-16

incomparable
Satellite 1



**LE HAUT-PARLEUR
ADDITIONNEL UNIVERSEL**

**UNE MERVEILLEUSE ECOUTE
A DISTANCE SANS TRANSPORT
DE LA SOURCE SONORE**

AMELIORATION MUSICALE

Du récepteur, du téléviseur, de
l'électrophone, de la cassette, du
poste voiture.

LA SONORISATION PARFAITE

Du jardin, de la pièce voisine, du
magasin, de la salle d'attente, de
l'atelier, du hall de passage, etc...

L'EQUIPEMENT RATIONNEL

Du transmetteur d'ordres, des cir-
cuits d'appel, des salles de malades,
des salles de classes ou de confé-
rences, etc...

Dimensions : H. 130 -
Larg. 240 - Prof. 70 -
Poids 810 g.

Luxueuse présentation
en bois de teck.



PRODUCTION

AUDAX
FRANCE

45, avenue Pasteur, 93-Montreuil
Tél. : 287-50-90
Adr. télégr. : Oparlaudax-Paris
Télex : AUDAX 22-387 F

toujours
en tête !

BIRTCHE

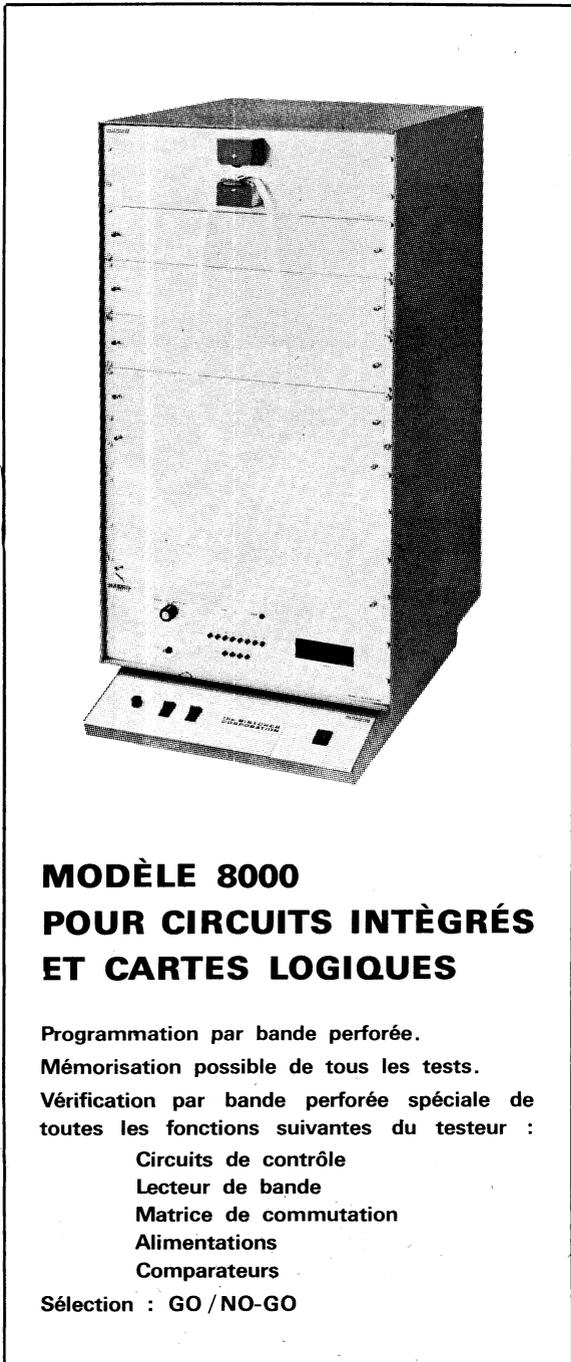
spécialiste du testing

C.I. & S.C.

100% automatique

TESTEURS MODULAIRES AUTOMATIQUES POUR LA PRODUCTION ET LE CONTRÔLE D'ENTRÉE

DE TRÈS NOMBREUSES COMBINAISONS DE
MESURES PEUVENT ÊTRE RÉALISÉES EN
CHOISSANT LES MODULES CORRESPON-
DANT EXACTEMENT AUX BESOINS ■

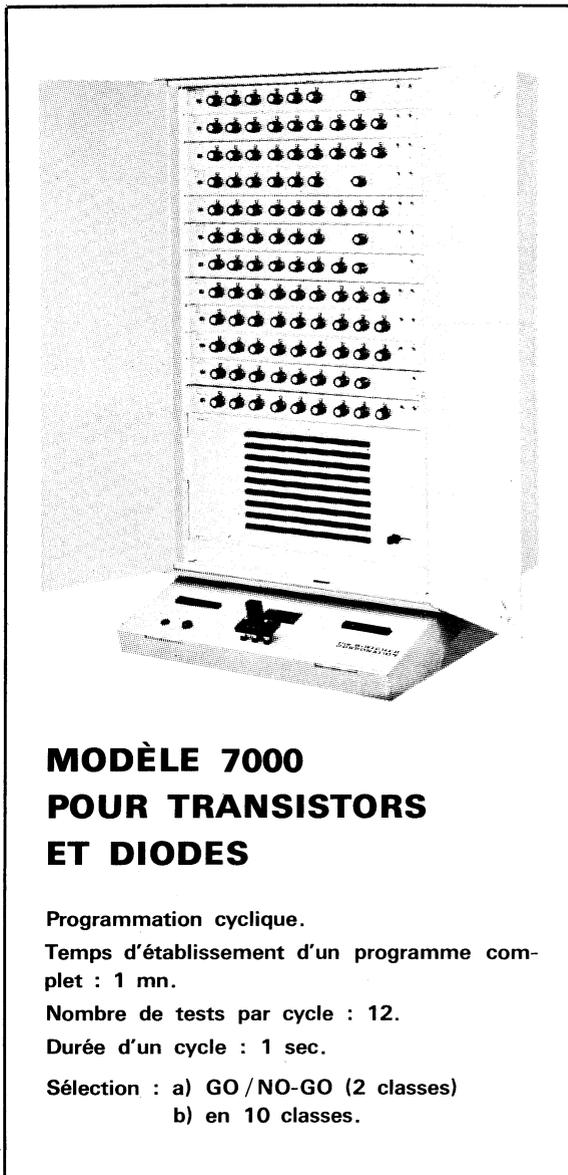


MODÈLE 8000 POUR CIRCUITS INTÉGRÉS ET CARTES LOGIQUES

Programmation par bande perforée.
Mémorisation possible de tous les tests.
Vérification par bande perforée spéciale de
toutes les fonctions suivantes du testeur :

- Circuits de contrôle
- Lecteur de bande
- Matrice de commutation
- Alimentations
- Comparateurs

Sélection : GO / NO-GO



MODÈLE 7000 POUR TRANSISTORS ET DIODES

Programmation cyclique.
Temps d'établissement d'un programme com-
plet : 1 mn.
Nombre de tests par cycle : 12.
Durée d'un cycle : 1 sec.
Sélection : a) GO / NO-GO (2 classes)
b) en 10 classes.

B IRTCHER
EXCLUSIVITÉS
DE LA SOCIÉTÉ
ÉLECTRONIQUE E. A. T.
38, rue Sedaine - PARIS-11^e
ROQ. 82-95 ET 91-64

Rappel des précédentes productions :
ANALYSEURS MANUELS

Modèle 800 pour circuits intégrés linéaires et logiques.
Modèle 70 A pour transistors, diodes et thyristors ■

A l'usine comme à l'atelier

IL FAUT LE FER

pour chaque usage!
PARMI 30 MODÈLES
VOICI LE

STYLO'R



Publi-SAP

LÉGER - MANIABLE FONCTIONNEL

particulièrement recommandé pour les soudures délicates depuis les plus fines, jusqu'aux soudures radio.
35 W - Tensions usuelles « secteur ».
Basses tensions : 12 - 24 - 48 V.
Rendement élevé en température, 260 à 270°.
Résistances et panes interchangeables.
Encombrement réduit.
Corps du fer Ø 12 mm - Tube acier inox.
Manche rilsan.

MICAFER

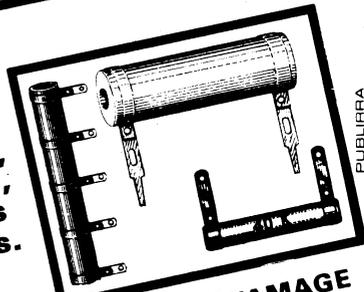
127-129, rue Garibaldi, ST-MAUR Seine - 883-27-60
Usine en Touraine 883-60-53
FAVEROLLES-MONTRICHARD - Tél. 14 (Loir-et-Cher)

RÉSISTANCES BOBINÉES



DE PRÉCISION
0,1% de 10 ohms et au dessus
0,5 % de 0,5 à 9,9 ohms
1% au-dessous de 0,5 ohms

Standard,
fixes,
réglables
ou non selfiques.



CORDES RÉSISTANTES - BAINS D'ÉTAMAGE
RÉDUCTEURS DE TENSION

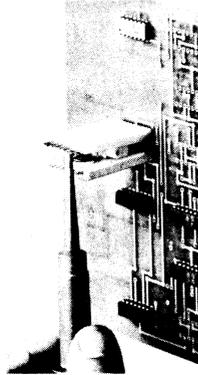
STÉ M. BARINGOLZ & CIE
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 280.000 FRANCS
51, rue Louveau, 92-CHATILLON s/BAGNEUX
TÉL. : 735-15-27

PUBLIARA

GADGETS

POUR L'ÉLECTRONIQUE

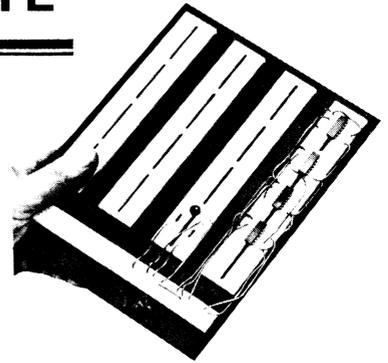
DIPTTEST



Pince de test pour circuits intégrés en boîtier DIP (dual in line) à 14 ou 16 sorties.
Contacts en bronze phosphoreux plaqués or.

DIPCARTE

Carte pour les montages sur tables et les prototypes.
Fournit 2.264 points de câblage

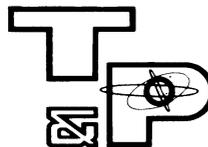


DIPSTICK

Connecteur pour réalisation de modules comportant jusqu'à 5 circuits intégrés en boîtier DIP (dual in line) à 14 ou 16 sorties.



129 TPa



TECHNIQUE et PRODUITS

Cité des Bruyères, rue Carle Vernet
92-SÈVRES - FRANCE

tél. : 626-02-35 (10 lignes groupées)
626-24-38 (6 lignes groupées)

ARCAP

un alliage qui élargit les performances de vos matériels

Si vous dites "l'ARCAP, c'est un inoxydable", vous n'avez pas tout dit. En effet, l'ARCAP, alliage non ferreux spécial est d'abord un alliage anti-corrosion facile à mettre en œuvre. L'ARCAP prend toute sa valeur dans votre profession, élargissant les performances de vos matériels, par ses propriétés exceptionnelles : amagnétisme rigoureux, résistivité stable, caractéristiques mécaniques remarquables, bon comportement aux hautes températures, tenue excellente aux atmosphères salines ou tropicales, aux micro-organismes...

ARCAP : un alliage facile à mettre en œuvre

L'ARCAP se prête à toutes les techniques de transformation : matricage, emboutissage (même profond), découpage, formage, décolletage, usinage mécanique ou par procédés spéciaux, soudage (même sur verre !).

ARCAP, une présentation pour chaque usage

Six nuances d'ARCAP couvrent pratiquement tous les besoins.

L'ARCAP est fourni — à votre convenance — en planches, bandes, barres, fils, tubes, profilés, pièces moulées, matricées, décolletées.

La visserie en ARCAP (vis, écrous, rondelles, pointes...) qui est plus qu'une visserie inoxydable présente le meilleur coefficient de résistance à la corrosion par rapport à son prix (Rc/P).

Mieux qu'une documentation

Notre expérience dans le domaine des alliages anti-corrosion peut vous éviter bien des déboires. N'hésitez pas à consulter le "Service-Conseil ARCAP" toujours à votre disposition, et dès aujourd'hui mettez-nous à l'épreuve en utilisant le coupon-réponse ci-contre.



ARCAP

B. P. n° 22 — 92 Puteaux
Téléphone : 506.25.60 +

Je désire un diagnostic du "Service-Conseil ARCAP" sur le problème suivant :

Type de la pièce réalisée (ou à réaliser) _____

Conditions spéciales d'utilisation :
Caractéristiques impératives _____

Inconvénients éventuellement constatés _____

Utilisation de la pièce _____

J'aimerais recevoir votre documentation générale

Je désirerais votre tarif "visserie inoxydable"

Je souhaite m'entretenir avec un technicien ARCAP (rayer les mentions inutiles).

Nom _____

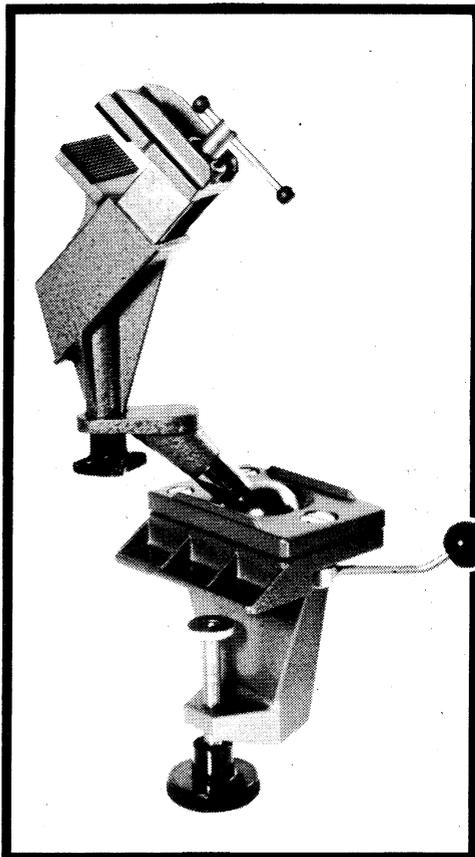
Fonction _____

Entreprise _____

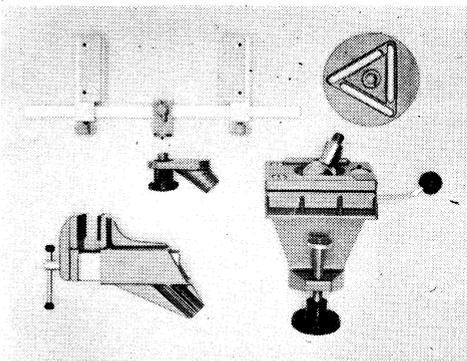
Activité de l'entreprise _____

Adresse _____

ÉTAU
 MINIATURE
 SUR ROTULE
 ORIENTABLE
 DANS TOUS
 LES SENS
 BLOCABLE
 A VOLONTÉ
 SE FIXANT
 SUR
 N'IMPORTE
 QUEL BORD
 DE TABLE
 ÉTABLI
 ETC



SPANNFIX-VARIO



RAPY

2 PIÈCES PRINCIPALES

- Base d'étau avec rotule et levier de serrage.
- Tête d'étau à visser directement ou avec l'adaptateur.

3 PIÈCES ACCESSOIRES

- Adaptateur équerre.
- Support pour circuits imprimés. 2 modèles : 30 x 240 mm (hauteur jusqu'à 350 mm), 25 x 220 mm.
- Plaque de fixation servant à maintenir des appareils fragiles que l'on ne peut serrer dans l'étau.

UNE PRODUCTION

BERNSTEIN

PRO-INDUSTRIA
R. DUVAUCHEL

3 BIS, RUE CASTÉRÉS, 92 - CLICHY - TÉL. 737.34.30 & 34.31

MULTIMÈTRE ÉLECTRONIQUE *Polycontrol* 97

**LE MIEUX PLACÉ SUR
 LE MARCHÉ MONDIAL**



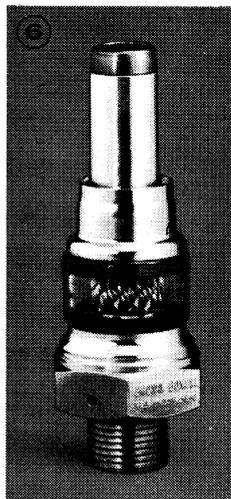
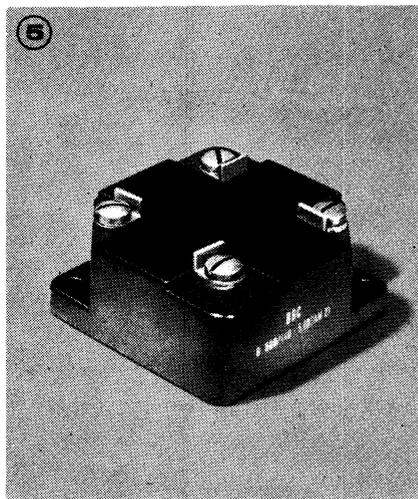
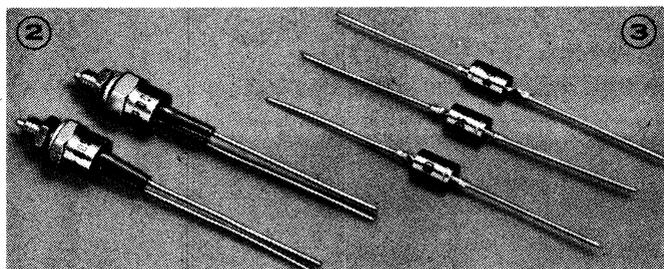
- 10 nanoampères pour toute l'échelle
- 100 MΩ par volt
- Autonomie intégrale : 3000 heures
- Possibilité de zéro central
- Dérive nulle
- Pas de calibrage

**10000 fois plus sensible
 qu'un multimètre classique**

- | | | |
|---------------|---|--|
| EN CONTINU | — | 9 calibres tension de 0,1V à 1000 V
9 calibres intensité de 10 nA à 1 A |
| EN ALTERNATIF | — | 5 calibres tension de 3 V à 300 V
de 10 Hz à 200 kHz |
| EN OHMMÈTRE | — | de 50 Ω à 500 MΩ en 5 calibres
Alimentation incorporée sans tarage |

MATÉRIEL DISPONIBLE, demandez la notice M 513

CHAUVIN 190, Rue Championnet - PARIS
ARNOUX Téléphone 627 73 - 89 20 L.



① - Montage redresseur haute tension sous tube céramique. Tension efficace d'alimentation : 9000 V, tension redressée : 4000 V, intensité redressée : 1,6 A ② - Thyristor type CS2-400 do. Tension directe et inverse de blocage : 400 V, intensité efficace : 3,5 A, dv/dt jusqu'à 200 V/ μs , di/dt : 50 A/ μs , t_q typique : 60 μs ③ - Diode à avalanche contrôlée DSA 0,5-1000 A. Tension d'avalanche minimale, $V_{BR\ min}$: 1700 V, intensité redressée : 1,1 A ④ - Thyristor, CS 195-1000 do. Tension directe et inverse de blocage : 1000 V, intensité efficace : 450 A, dv/dt jusqu'à 500 V/ μs , di/dt : 50 A/ μs , t_q typique : 60 μs . ⑤ - Pont monophasé en boîtier moulé type B 500/440-5 (DSAM 2). Tension efficace d'alimentation : 500 V, tension redressée : 440 V, intensité redressée : 5 A, diodes à avalanche contrôlée. ⑥ - Diode à avalanche contrôlée type DSA 200-16. Tension d'avalanche minimale $V_{BR\ min}$: 2600 V, intensité redressée : 320 A.

La CEM fait son entrée sur le marché des diodes de redressement et thyristors pour toutes applications industrielles

Diodes de redressement
à avalanche contrôlée et à usage général
1 à 500 A, 300 à 2900 V inv.
Redresseurs moulés
Redresseurs H.T. 0,3 à 45 A, 5 à 45 kV

Bloc de redressement 1 à 660 A,
300 à 2600 V.
Thyristors à usage général et rapides
3,5 à 450 A eff. ; 100 à 1800 V inv.
circuits de commande « Minitronik ».

CEM
Ch Electro-Mécanique

Département Haute-Fréquence
37, rue du Rocher, Paris 8^e, tél. 874.66.55
Licencié Brown Boveri

électronique, aéronautique et espace

Du premier vol de « Concorde », cent fois reporté, à l'extraordinaire réussite de la mission « Apollo 8 », l'aéronautique et l'espace occupent de façon presque permanente le premier plan de l'actualité au point d'éclipser les dramatiques conflits du Moyen et de l'Extrême-Orient. Cependant, alors que l'ensemble de la presse s'émerveille ou s'inquiète des performances des avions et des véhicules spatiaux, alors que les projecteurs sont braqués en permanence sur les maîtres d'œuvre des grands projets que sont les avionneurs et les motoristes, une part essentielle du travail s'effectue dans l'ombre.

Le matériel électronique de bord représente actuellement de 20 à 25 % du prix global d'un appareil commercial, et sur certains avions militaires, cette part atteint fréquemment 50 %. A bord des engins et des véhicules spatiaux, ces proportions varient d'une manière encore plus importante, et le rôle de l'électronique embarquée y est encore plus vital.

En fait, le succès d'un programme de pointe est presque toujours asservi à la qualité des équipements électroniques mis en œuvre. C'est pourquoi il est indispensable de maintenir à l'échelle nationale un niveau technique et technologique élevé.

Cette évidence ne semble pas jusqu'ici avoir été ressentie de façon très vive. Dans le même temps où les plans de charges des principales firmes aérospatiales font l'objet de soins attentifs à la fois de la part des autorités officielles et de la part de l'opinion publique, on s'inquiète trop peu des conséquences que peuvent avoir sur l'industrie électronique spécialisée les deux années à venir. Il ne suffit pas de soutenir les seuls avionneurs et motoristes pour retrouver en 1971 une industrie aérospatiale prête en même temps à faire face à la production en série des appareils aujourd'hui en cours de développement et à se lancer dans de nouvelles études.

UN SECTEUR EXPOSÉ AUX ALÉAS BUDGÉTAIRES

En France, une cinquantaine de firmes s'intéressent plus ou moins à l'électronique aérospatiale. Pour la plupart d'entre elles, il s'agit d'une activité annexe nécessitée par le développement d'équipements comprenant une partie électronique. Seule une douzaine d'entre elles ont un intérêt majeur dans l'électronique pure. Il s'agit d'entreprises de moyenne importance dont les effectifs ne dépassent pas le millier ou de divisions, peu fournies en personnel, de grandes sociétés telles que la C.G.E.

Le seul élément à l'échelle européenne et même mondiale est la nouvelle société Thomson-C.S.F. née récemment du rapprochement des activités électroniques professionnelles des deux sociétés qui occupaient déjà la tête du peloton. Cette société constitue un cas à part, tant par l'équilibre de ses ventes que par sa structure.

L'ensemble du secteur est très largement tributaire des marchés de l'Etat sous forme directe ou indirecte. Cela est naturel puisqu'il s'agit d'un trait dominant de l'ensemble de l'industrie aéro-

spatiale française qui n'a pas su se faire jusqu'à présent une place notable sur le marché civil, malgré l'opération « Caravelle », restée inexplicablement sans lendemain.

Pour cette raison, les conséquences des événements de mai et juin de l'année dernière sont doublement ressenties par les sociétés ; directement, par la perte de certaines commandes et le retard des livraisons et, indirectement, par la réduction des crédits militaires qui se répercute lourdement sur les sous-traitants des avionneurs.

D'autre part, le renforcement tout récent de l'embargo sur les matériels militaires à destination d'Israël va aggraver la situation antérieure, bien que la version du « Mirage » commandée par l'Etat juif ne contienne que très peu d'électronique.

QUELQUES POINTS FORTS DE L'ÉLECTRONIQUE AÉROSPATIALE FRANÇAISE

Il est difficile d'évaluer la situation exacte du secteur aérospatial de l'électronique professionnelle faute de statistiques précises. Cependant, nous détenons dans certains domaines, sur le plan technique, si ce n'est une suprématie, du moins des positions très fortes. Schématiquement, en divisant le secteur selon les grands domaines d'activité, la situation se présente ainsi :

Equipements de télécommunication : position dans l'ensemble assez moyenne avec quelques points très faibles, tels que les émetteurs-récepteurs de bord civils (aucun appareil homologué dans la catégorie supérieure). La concurrence la plus vive vient naturellement des Etats-Unis et de la Grande-Bretagne.

Equipements de détection : situation très favorable, spécialement en ce qui concerne les radars de surveillance et les radars secondaires pour lesquels de nombreuses commandes étrangères ont été enregistrées. Les répondeurs radar et les radars météo par contre ne nous ont pas permis d'enregistrer jusqu'ici beaucoup de succès.

Aide à la navigation : là nous avons connu récemment une déception onéreuse avec l'abandon sur le « Concorde » du système inertiel mis au point par la Sagem et la société britannique Ferranti. Mais dans le même champ d'activité, de belles réalisations ont été effectuées plaçant la France au tout premier rang mondial des constructeurs d'équipement I.L.S. d'aérodrome. La C.S.F. a obtenu au cours de l'année écoulée de nombreux marchés et reste actuellement sans autre concurrence dans le monde que celle de la société S.T.C. filiale britannique de l'International Telephone and Telegraph. Il faut aussi signaler une position technique très favorable des sociétés réalisant des sondes altimétriques, mais cet avantage ne s'est pas encore traduit par une pénétration commerciale puissante.

Traitement de l'information : un grand nombre de firmes sont amenées à réaliser des calculateurs associés à d'autres équipements, tels que pilotes automatiques ou systèmes de navigation, mais pour la plupart il ne s'agit pas d'une activité indépendante.

En dehors de ces grands domaines d'activité, çà et là on note aussi quelques points particuliers pour lesquels notre position est favorable et, malheureusement, de plus nombreux pour lesquels nos chances sont réduites. D'une manière plus générale, on estime que nos exportations directes représentent environ 20 % de la production auxquels s'ajoutent 10 % d'exportations indirectes.

EXPORTATION OU RECONVERSION ?

Pour reprendre une vue plus synthétique des problèmes actuels, disons que la période de récession, qui a déjà été amorcée l'an passé et qui se poursuivra selon toutes probabilités pendant les deux années à venir, condamne les sociétés soit à réussir sur les marchés extérieurs, soit à utiliser les compétences de leurs équipes dans d'autres secteurs. Cette dernière solution n'est naturellement pas souhaitable pour l'avenir de l'industrie aérospatiale française, ni même réalisable dans tous les cas. L'exportation est d'un tout autre intérêt. Malheureusement il est à craindre que, dans la majorité des cas, les actions nécessaires n'aient pas été entreprises en temps utile et il s'avère qu'il est maintenant un peu tard pour les conduire de façon fructueuse.

Philippe Demelun

le monde de l'électronique

La C.G.R. part à la conquête des U.S.A.

Une fois n'est pas coutume, une compagnie française prend le contrôle d'une société américaine. En effet, la **Compagnie générale de Radiologie** a signé un accord avec le groupe **Laboratory for Electronics Incorporated** (L.F.E.), aux termes duquel la C.G.R. prend une participation de 55 % du capital d'une nouvelle société Kéleket C.G.R., le reste étant détenu par la firme américaine.

Celle-ci, dont le chiffre d'affaires s'élève à 70 millions de dollars, réunit de nombreuses activités électroniques : automatisation, radars, recherche spatiale, etc... Elle possédait en outre une division « Rayon X » intitulée Kéleket, dont le chiffre d'affaires était en 1968 de 15 millions de dollars. Très connue du public américain, Kéleket possède déjà un réseau commercial fort dense. L'accord signé avec la C.G.R. équivalait en quelque sorte, pour L.F.E. à une séparation d'avec son département « Rayon X ».

La nouvelle société construira des équipements sous licence C.G.R. Elle aura son siège à Waltham Boston. Sa mission consiste en la promotion aux U.S.A. d'une ligne de produits de haute performance. Notamment dans la radiologie spécialisée — neuroradiologie, radiologie, cardiovasculaire, radiologie mammaire. Des équipes de recherche françaises (près de 800 ingénieurs et techniciens) vont aller à Boston pour assister les laboratoires d'études de la nouvelle société. Enfin, grâce au réseau déjà existant de Kéleket, 20 succursales, situées dans les plus grandes villes américaines vont assurer une assistance technique et commerciale. La nouvelle société devrait se placer au troisième rang sur le marché U.S. de la Radiologie, après General Electric et Pickers.

UNE HAUTE TECHNICITÉ

Cette implantation de la C.G.R. aux U.S.A. marque une nouvelle et importante étape dans la politique d'expansion de

la société. Elle illustre par ailleurs la position prépondérante de la France dans le domaine particulier des rayons X.

Créée en 1917, la C.G.R. est contrôlée aujourd'hui à plus de 50 % par le groupe Thomson-Houston. C'est dire qu'elle a ses arrières assurés ! Grâce à une politique d'investissements poussés, qui représentaient chaque année de 8 à 10 % du chiffre d'affaires, la C.G.R. a pu au fil des ans s'imposer sur le marché du matériel médical grâce à ses découvertes et innovations techniques. En 1959, c'est le lancement du tube « Juvenix record » à 9 000 tours, possédant une anode thermiquement noire. En 1960, « Magister », le premier statif compact de télé-commande voit le jour. 1962 : le « Générateur Continental » permet d'avoir des temps de pose ultracourts en tension constante. 1965 : découverte de la sénographie (le rayonnement X optimum appliqué à la mammographie). En 1967, nouvelle innovation technologique : les circuits intégrés sont introduits en radiologie grâce au « Futuralex ». L'invention rend possible la radioscopie télévisée sans aucun déplacement du sujet, ce qui est un avantage appréciable dans les cas d'urgence. 1968 verra le perfectionnement de toutes ces découvertes. Le Renalix, nouvelle table d'exa-

LA C.G.R. PAR LES CHIFFRES

(Résultats de 1967)

Chiffre d'affaires : 185,5 millions de F dont 22,2 à l'exportation.
Chiffre d'affaires total des filiales étrangères : 64 millions de F.
Effectif : 1 400 personnes.
Capital social : 24,789 millions de F.
Bénéfice net : 1,437 million de F.
Cash-flow : 5,65 millions de F.
Dividende versé en 1968 : 3,50 F plus un avoir fiscal de 1,75 F.
Cours de l'action : 72,80 F.

men télécommandée permet de répondre aux problèmes posés par la radiologie des appareils urinaires et génitaux.

LA PENETRATION DES MARCHES ETRANGERS

Grâce à ce haut niveau technologique, la C.G.R. a d'abord supplanté le matériel médical américain en France. Une politique d'étroite collaboration entre le corps médical et l'industrie a permis d'adapter le matériel aux besoins des utilisateurs. La première étape de l'expansion à l'étranger a été marquée par la prise de contrôle d'une société allemande qui a abouti à la mise en place d'une filiale, Koch et Steizel. Puis, ce fut successivement le tour de la Belgique, avec la Société De Man, et de l'Italie avec Genaray. Enfin, en 1968, une filiale était créée en Espagne, la C.G.R.-Prieto.

En France, la C.G.R. contrôle Chenaille (59,9 % du capital). Cette dernière société avait réalisé un chiffre d'affaires en 1967 de 30 millions de francs. Dans le domaine de l'électronique médicale et de la cardiologie, la C.G.R. détient une participation importante (43 %) dans Thomson Medical Telco, née de la récente fusion entre Telco et Thomson Medical. L'implantation en Europe était donc terminée. La C.G.R. dépassait en 1967 les départements radiologiques de Philips et de Siemens pour les ventes d'appareillages à base de diagnostics médicaux dans le marché Commun. Pour ce qui est des ventes dans le monde, la C.G.R. représente maintenant 60 % des deux grandes sociétés hollandaise et allemande.

L'expansion géographique s'est en effet traduite par une très forte progression des activités de la société. En 1967, le chiffre d'affaires était presque le double de celui de 1965 (185,5 millions de francs contre 98 millions de francs). En trois ans, les facturations vers l'étranger ont augmenté de près de 120 %. Les résultats provisoires de 1968 laissent apparaître, malgré les événements du printemps qui ont particulièrement touché les entreprises de la construction électrique, une augmentation du chiffre d'affaires de près de 8 %. Les dernières mesures gouvernementales (suppression de la taxe de 5 % sur les salaires, etc...) vont favoriser les entreprises exportatrices. La C.G.R. devrait donc bénéficier du plan de « sauvetage du franc », et accentuer encore sa pénétration des marchés étrangers.

J.-M. B.

Inaugurations

La Centrale du Commerce Extérieur Heim-Electric GmbH a récemment inauguré 33-35, rue Fondary, Paris (15^e), les salles d'une exposition permanente d'appareils exportés par la République démocratique allemande dans la branche électroménager : luminaires, radiotélévision, reproduction du son et composants électroniques. On pouvait notamment voir des appareils de cuisine, des fers à repasser à thermostat, des plaques chauffantes, des luminaires élégants et fonctionnels, des combinés radiophono et des électrophones de différents types.

Une délégation de la Grande Commission franco-soviétique a visité le 8 janvier le Centre de Recherche de la Société Alcatel à Bruyères-le-Châtel (Essonne).

L'ordre du jour, essentiellement technique, portait sur le programme de coopération franco-soviétique en matière de commandes numériques de machines-outils. De nombreuses démonstrations en fonctionnement ont permis à la délégation soviétique d'examiner en détail divers types de machines équipées des systèmes de commandes numériques Alcatel.

Le 5 décembre 1968, Monsieur Claude Genet, directeur de Ticino-France a procédé au lancement de la nouvelle usine de Clamart (8 000 m²) d'où seront livrés les 2 500 appareils différents qui composent la gamme Ticino. Ticino-France vient en outre d'ouvrir un centre d'information au Building Panam, Champs-Élysées à Paris et un bureau d'études « Implantation » ouvert à tous les professionnels et utilisateurs à son usine de Clamart. (Rappelons que le groupe Ticino produit 700 000 composants de matériel électrique d'installation par jour.)

Au cours d'une réception qui s'est déroulée dernièrement à la Japan Electronics Distribution, plus de mille gadgets électroniques et électriques furent présentés. On pouvait, notamment, apprécier toute une gamme de talkies-walkies et de radiotéléphones. La haute fidélité était également présente avec des amplificateurs-tuners stéréo et magnétophones produits par des firmes japonaises. Figuraient également les tout derniers modèles de radiotransistors présentés sous les formes les plus inattendues et, dans le domaine des gadgets pour fumeurs, toute une série de briquets, distributeurs de cigarettes, pots à tabac, etc.

Les hommes et l'électronique

Paul Perrier vient d'être nommé directeur général de la SGS-France. Agé de 38 ans, ingénieur de l'École navale, breveté « Transmissions », il occupait précédemment les fonctions de directeur de l'usine de Rennes de la même société. Après avoir servi dix années dans la Marine nationale, Paul Perrier entre en 1961 chez Bull-Anjou, où il est successivement responsable de la formation du personnel et chef du département circuits imprimés. En octobre 1965, la SGS lui demande d'assurer la direction de son usine de fabrication de semi-conducteurs de Rennes qui emploie aujourd'hui 450 personnes et fabrique annuellement en-



M. PAUL
PERRIER

viron 20 millions de transistors et diodes et 2 millions de circuits intégrés. Cette nomination intervient dans le cadre de la réorganisation du groupe SGS sur des bases européennes donnant à chaque filiale une autonomie qui lui permet de s'adapter aux impératifs de l'industrie électronique nationale. Rappelons que la vice-présidence de la SGS-France est assurée par M. André Baudry, la direction commerciale par M. Alain Hervagault et la direction de l'usine de Rennes par M. Pierre Maugendre.

M. Edward R. Wallace a été nommé vice-président, relations publiques, d'ITT (International Telephone and Telegraph Corporation). Cette nomination a été annoncée par M. Edward J. Gerrity, Jr., premier vice-président et directeur des relations publiques et de la publicité du groupe. Avant d'entrer à ITT, en janvier 1958, M. Wallace exerçait les fonctions de directeur des services d'informations et des programmes de NBC (National Broadcasting Company) à Philadelphie.

M. Harold S. Geneen, président d'ITT (International Telephone and Telegraph Corporation), vient d'annoncer d'autre part l'élection :

— De MM. R.E. Bennett, vice-président « Exécutif » d'ITT, et R.N. Laughlin, président du Conseil d'administration d'ITT Continental Baking Co, aux fonctions de membres du Conseil d'administration d'ITT.

— De M. Philip B. Crosby, aux fonctions de vice-président, responsable des problèmes de « qualité » pour l'ensemble des productions du groupe ITT.

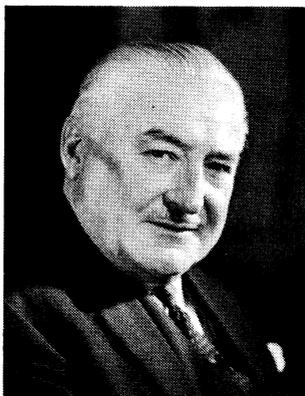
M. David Packard a été nommé sous-secrétaire d'État à la Défense au nouveau gouvernement de M. Nixon, nomination qui sera effective après l'approbation du Sénat. M. Packard, président-directeur général et directeur général de la Société Hewlett-Packard, a décidé qu'après confirmation de ses nouvelles attributions, les fonctions de directeur général de Hewlett-Packard seraient assurées par M. William R. Hewlett,



M. DAVID
PACKARD

actuel président de la société. En vue d'éviter tout conflit éventuel d'intérêts, M. Packard a annoncé qu'il donnerait sa démission de membre ou de directeur de tous les autres organismes y compris sociétés et institutions d'enseignement. M. Packard qui fonda Hewlett-Packard avec M. Hewlett en 1939, devint président de la société au moment de sa constitution en 1947 et fut nommé président-directeur général et directeur général en 1964. Aujourd'hui, soit 30 ans après sa fondation, Hewlett-Packard est une organisation internationale groupant 17 usines de fabrication et 13 000 employés, réalisant un volume de vente annuel de 300 millions de dollars.

Mr. F. Neil Sutherland, C.B.E., M.A., C. Eng., F.I.E.E., F.B.I.M. né à Cambridge en 1900 et entré en 1948 chez Marconi comme General Manager, vient d'être nommé Knight Bachelor, en reconnaissance de ses services à l'exportation. En effet, en entrant à la compagnie peu après l'absorption d'English Electric société dans laquelle il avait travaillé pendant 26 ans, Mr. Sutherland fut responsable de l'expansion internationale de la Compagnie. En partant d'un carnet de commandes de 4 millions de livres en 1947, il en fit la première société exportatrice britannique dans le domaine électronique avec, en 1967, plus de 70 millions de livres de commandes.



Mr. F. Neil Sutherland

M. Bruce R. Carlson a été nommé président de Sprague Electric Co. Il remplace à ce poste à M. Ernest L. Ward qui avait demandé à être relevé de ces fonctions qu'il occupait depuis 1960.

A la fin d'une longue carrière consacrée à l'électricité et à l'électronique, M. André Chabot, âgé de 78 ans, a cédé ses droits dans la Société des Etablissements Dyna. Le Conseil d'administration l'a désigné comme président d'honneur. Citons plus particulièrement deux dates : 1913, premiers essais dans la T.S.F. 1921, création de la marque Dyna, que M. Chabot anime pendant plus de 47 ans, soit comme chef d'industrie, soit comme gérant, soit comme président-directeur général.

distinctions

M. P. Quéfféléant, président honoraire de la C.G.C.T. (Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques) à Paris, président de la Cie Générale de Métrologie (Métrix) à Annecy, président de la Société MTI à Paris, et administrateur des Sociétés LMT, LCT, Claude, SPI, a été nommé au grade de Commandeur de l'Ordre national du Mérite.

nécrologie

M. P.F.S. Otten est décédé en son domicile de Valkenswaard le samedi 4 janvier au matin. Il était âgé de 73 ans. Né à Berlin en décembre 1895 de parents hollandais, il fit ses études à l'université technique de Delft, dont il obtint un diplôme d'ingénieur électrotechnique en janvier 1923. Il entra chez Philips le 1^{er} août 1924. Il fut nommé directeur adjoint du groupe Philips en 1927 et directeur en 1936. En 1939, il succéda au Dr Anton Philips comme président de la compagnie. Pendant la Deuxième Guerre mondiale, il assura la direction de la compagnie, secondé par d'autres membres de la direction repliés avec lui en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis. Quatre jours après la libération d'Eindhoven, il y revint pour animer la remise en marche et l'expansion des activités du groupe international Philips. En 1961, ayant atteint l'âge limite de 65 ans, il renonça à son titre de président, puis assura la présidence du Conseil de surveillance jusqu'en avril 1968. Il était également connu aux Pays-Bas comme un sportif chevronné, et était président ou membre d'honneur de nombreuses sociétés. Il s'était vu décerner un nombre important de distinctions de haute valeur tout au long de son existence, provenant des Pays-Bas, de France, d'Italie, de Belgique, de Tchécoslovaquie, du Maroc, de Pologne, d'Argentine, d'Espagne, d'Autriche, de Thaïlande, du Brésil, de la Grèce et des Etats-Unis. Il avait également été nommé citoyen d'honneur des villes d'Eindhoven et de Valkenswaard.

Rappelons enfin que M. P.S. Otten avait épousé, en 1925, Annetje Philips, fille aînée du Dr Anton Philips.

LA MARINE MARCHANDE UTILISE POUR LA PREMIERE FOIS LA NAVIGATION PAR SATELLITE

Le nouveau « Queen Elisabeth II » sera le premier paquebot transatlantique à faire le point au moyen d'un satellite. Quelles que soient les conditions atmosphériques ou l'état de la mer, la position exacte du navire sera connue avec une précision de 1/10 de mille marin. Des satellites à orbites polaires sont suivis par des stations fixes à terre qui leur font connaître leurs positions exactes dans l'espace. Ces informations sont transmises par le satellite et reçues à bord du navire par des récepteurs spéciaux. A l'aide d'un ordinateur de faible capacité, la position du navire est alors calculée avec une extrême précision. Cette réalisation est due à l'International Telephone and Telegraph Corporation (ITT) qui a étudié et fabriqué les équipements nécessaires utilisant un mode spécial de transmission radio.

la vie des sociétés

La Société American Micro-Systems, INC., Santa-Clara, Californie a confié à Radio-Télévision-Française S.A., la représentation de sa ligne complète de circuits intégrés M.O.S. (FET). Parmi ceux-ci, on peut noter :

- Mémoires jusqu'à 426 bits (2 x 213), 2 MHz (2 567 transistors) ; également : 100 bits (2 x 50) ;
- Mémoires 32 bits adressables, compatibles avec les familles DTL, TTL ;
- Multiplexeurs jusqu'à 10 canaux par boîtier ;
- Circuits logiques à faible consommation : portes et bascules ;
- Transistors M.O.S. (FET) sous forme de paires, avec ou sans diodes de protection.

La Société Comsatec vient de se voir confier la représentation exclusive pour la France de la firme américaine Ryka Scientifique, cette dernière ayant été fondée par le groupe des ingénieurs et techniciens spécialisés dans les études et la production de composants hyper-fréquence à mono-cristaux de grenat (Y.I.G.) d'une importante société américaine.

Ryka fabrique un filtre spécialement destiné aux Tacan et D.M.E. Ce filtre à quatre étages est accordable électroniquement dans la bande 950 à 1 225 MHz, sa gamme de température de fonctionnement est de - 55 à + 110 °C.

Parmi les autres produits de Ryka, nous citerons le filtre multi-octave, modèle 212 MS, accordable électroniquement de 1 000 à 12 400 MHz.

Les deux firmes françaises Filotex et Souriau, qui n'ont aucun lien financier, viennent de renouveler leur accord de représentation pour la vente de câbles et conducteurs Filotex par les filiales Souriau d'Allemagne Fédérale, d'Italie, de Grande-Bretagne, de Belgique et des Pays-Bas. Cette collaboration commerciale plus étroite doit permettre un accroissement appréciable de la position déjà très favorable des deux constructeurs à l'exportation.

La Cie Electro-Mécanique vient de recevoir de l'Electricity Supply Commission (ESCOM), organisme national de production et de distribution d'électricité en République d'Afrique du Sud, la commande de trois nouveaux groupes turbo-alternateurs de 350 000 kW chacun, pour la centrale thermique d'Arnot. Cette commande vient s'ajouter à celle des trois premiers groupes que la CEM construit à l'heure actuelle pour cette même centrale thermique, dont la puissance globale, la plus importante du continent africain, sera donc de 2 100 000 kW. La valeur totale des travaux ainsi confiés à la Cie Electro-Mécanique, pour cette centrale, s'élève à environ 300 millions de francs.

L'ÉLECTRONIQUE ET LA BOURSE

par Jean-Michel BRIAND

Un début d'année fracassant

Un mois bien rempli ! Tel est l'avis unanime des boursiers, des financiers, des dirigeants de sociétés, un mois après l'annonce officielle de l'OPA de **Boussois Souchon Neuvesel** sur **Saint-Gobain**. Cette formidable bataille a alimenté toutes les chroniques. Elle a été au centre de toutes les conversations, pas seulement des spécialistes, mais aussi, et c'est là un fait très important, du grand public.

Quelle que soit l'issue de la bataille qui, à l'heure où nous écrivons ces lignes, semble tourner à l'avantage de **Saint-Gobain**, un certain nombre de constatations peuvent déjà être faites.

1° Les valeurs françaises sont en général fortement sous-évaluées en Bourse. De ce fait, elles suscitent les convoitises, que ce soit de groupes financiers français ou de sociétés étrangères.

2° La technique de l'OPA, déjà largement répandue aux Etats-Unis et en Angleterre, vient de s'implanter officiellement et définitivement dans notre pays.

3° Le public a pris conscience de l'existence de la Bourse. Par la publicité intensive (on parle de plusieurs milliards d'anciens francs, dépensés par les deux firmes en publicité), il a été initié au fonctionnement des mécanismes financiers.

4° On redécouvre le petit actionnaire. Celui-ci n'était, jusqu'à présent, trop souvent qu'un individu peu intéressant pour les sociétés. Un empêchement de tourner en rond qui devait s'estimer bien heureux quand on lui donnait un petit quelque chose à la fin de l'exercice. Avec cette affaire, le petit actionnaire est, pendant quelques jours, redevenu le roi ; on le cajole, on l'invite, on l'informe, on lui demande son avis, etc.

5° Enfin, et c'est dans l'immédiat le plus important, cette affaire a donné une nouvelle jeunesse au marché boursier. La hausse des actions **Saint-Gobain** a entraîné celle de toutes les autres valeurs. Des épargnants ont trouvé ou retrouvé le chemin de la Bourse, après une longue absence due au mouvement de baisse enregistrée depuis 1962.

D'autre part, l'affaire **Saint-Gobain-BSN** s'est inscrite dans un climat économique plus favorable que celui qui régnait depuis plusieurs mois. La production industrielle a redémarré. Pour le moment, les prix semblent être tenus dans des limites raisonnables, et surtout, on as-

siste depuis le mois de septembre à une régression du chômage, faible certes, mais le phénomène mérite d'être noté, car personne, au début de l'été n'osait prévoir une telle tendance. Enfin, le franc a surmonté la crise de novembre, et se maintient à des taux de change normaux.

Par contre, il existe encore des points noirs. Le commerce extérieur où malgré tous les efforts, notre balance commerciale reste toujours déficitaire. Le climat politique et social, en particulier, dans l'université, où quelques jours seulement après la rentrée, une nouvelle agitation se fait sentir. Sur le plan social, les syndicats se font plus actifs à l'approche du rendez-vous de mars sur les salaires.

Bull entraîne les « électriques »

Mais, ces aspects préoccupants semblent avoir été laissés de côté par la Bourse durant le mois de janvier. D'une liquidation à l'autre, les plus-values ont été très importantes : en moyenne 20 % avec des pointes à plus de 30 %, pour quelques vedettes comme le **Printemps** (on parle aussi d'une OPA sur cette valeur) et les **Machines Bull** qui sont redevenues une des valeurs les plus actives. De 88 F le 20 décembre, l'action est passée à 120 F le 24 janvier, soit une hausse de 36 %. Comment expliquer ce regain d'intérêt pour cette valeur qui avait connu bien des déboires ? On sait que les **Machines Bull** fonctionnent maintenant comme une holding, possédant notamment 34 % du capital **Bull-GE**, le reste étant détenu par la **General Electric**. Or, l'activité de **Bull-GE** se développe correctement et on peut espérer une situation bénéficiaire pour dans deux ans. Le service du dividende interrompu depuis plusieurs années par les **Machines Bull** pourrait donc reprendre d'ici à trois ans. On parle également d'achats importants de la part de **Michelin**.

Autre valeur très active : **Thomson** qui a gagné plus de 17 % en un mois. La fusion avec **CSF**, est maintenant chose faite, et depuis le 1^{er} janvier, les moyens de recherche sont regroupés dans un laboratoire central, situé à Corbeville. La reprise de cette valeur a eu d'ailleurs des effets indirects et bénéfiques sur certaines valeurs qui possédaient un nombre appréciable d'actions **Thomson** dans leur portefeuille. Il est fort probable que la hausse continuera, car cette société semble attirer les acheteurs étrangers.

La **Société française des Téléphones Ericsson**, filiale de la grande société suédoise, s'est fort bien comportée, passant de 531 F (le 20 décembre) à 620 F (le 24 janvier). Cette société a lancé un emprunt obligataire de 15 millions de francs, au taux très intéressant de 7 %. Il est utile de rappeler que les **Téléphones Ericsson** équipent 22 % du réseau automatique français, et que le carnet de commandes est bien rempli. L'équipement téléphonique français étant bien déficient, l'avenir de cette société est bien assuré.

La **CGE** a progressé de 12 %, passant de 440 F à 449,90 F. A ce sujet, il convient de faire le point sur l'affaire **Westinghouse** que nous avons évoquée dans notre dernier numéro. Il apparaît comme certain que le gouvernement français s'opposera à la cession par le baron Empain, de 60 % de **Jeumont Schneider** au géant américain. Les négociations entre la **CGE**, **Alsthom** et **Thomson** se poursuivent discrètement et le printemps pourrait nous amener un vaste regroupement sous l'égide de la **CGE**, mais avec **Alsthom** comme pivot qui regrouperait, à cette occasion, la plupart de ses filiales. La participation du baron Empain serait ainsi rachetée, mais on ne sait pas encore dans quelles conditions. On peut remarquer que **Jeumont** a subi les contrecoups de l'affaire. Elle a été une des seules valeurs à baisser, passant de 137 F à 127,50 F. Le cas d'**Alsthom** est plus particulier. Cette valeur avait été une des vedettes du mois de décembre, atteignant 273 F, venant d'un plus bas de 160 F, un mois auparavant. Depuis ce sommet, **Alsthom** est redescendu à 220 F le 24 janvier et semble se maintenir autour de ce cours. Le mystère demeure entier sur cette hausse spectaculaire, et l'on ne sait toujours pas qui a acheté en si grand nombre des actions **Alsthom**.

Au chapitre des hausses, il faut encore citer l'**Electro-Mécanique**, 150 F (le 20 décembre), 171,10 F (le 24 janvier). Cette société a enregistré d'excellents résultats pendant l'année 1968. Le retard pris au printemps a été complètement résorbé, puisque son chiffre d'affaires a progressé dans l'année de 17,4 %. **Merlin Gerin** (dont le groupe **Schneider** possède 12 % du capital) a également compensé les pertes de mai-juin, puisque le chiffre d'affaires, pour l'année, enregistre une progression de 4,3 %. Le titre a gagné 12 F en un mois et atteint maintenant 200 F.

Aux « étrangères » par contre, la situation est moins brillante, et la tendance serait plutôt à la baisse. **ITT** perd 20 F à 307 F. **General Electric**, 11 F à 509 F, **IBM**, 79 F à 1 675 F, le 24 janvier. Deux exceptions, **Ericsson** et **Siemens**. La grande firme suédoise poursuit sa progression et gagne 53 F en un mois à 355 F. Enfin, **Siemens** est passée de 390 F le 20 décembre, à 420 F le 24 janvier.

ANALYSEURS ÉLECTRONIQUES DE SURFACES

La Société **Metal Research France** a présenté, au Centre technique des industries de la fonderie, avec l'aimable autorisation de son directeur, M. le professeur Soustre, une série d'appareils d'analyse électronique de surfaces dénommés « Quantimets ».

Le principe de ceux-ci est le suivant : l'image de l'échantillon, observée par un épidiastroscope ou un microscope, est transmise à une caméra électronique qui la balaye. Les signaux résultant, appliqués à un récepteur de télévision, reproduisent la surface observée fortement agrandie sur l'écran de celui-ci. Ils peuvent être détectés et transmis soit à un appareil de mesure, soit à un compteur. On comprend que les parties sombres de l'échantillon, correspondant par exemple à des inclusions ou des pores dans un métal, puissent être déterminées en taux pour une surface donnée, en distribution dimensionnelle, en surface unitaire, en facteur de forme, etc.

Les « Quantimets », qui permettent de déceler des particules dont le diamètre est de $1 \mu\text{m}$ et d'en déterminer le nombre sur une surface d'échantillon donnée, constituent des instruments d'investigation précieux dans les laboratoires de contrôle et de recherche de nombreuses branches : métallurgie, industries des poudres, des ciments, des matières plastiques, biologie, médecine, botanique, géologie, minéralogie, etc. Dans la première, ils offrent la possibilité d'observer les phases, les inclusions, les dislocations et d'en mesurer la répartition, la surface et la forme. Nul doute qu'ils ne présentent un grand intérêt dans l'industrie des semi-conducteurs et, notamment, des circuits intégrés.

SOUDURE AUTOMATIQUE DES CIRCUITS IMPRIMÉS

La Société **Deltéc** a organisé récemment une conférence, faite par M. Bud, directeur technique de la Société **Electrovert** de Mount Vernon (U.S.A.) sur le thème : protection et soudure des circuits imprimés. Cette manifestation réunissait, entre autres, 110 ingénieurs appartenant à 41 sociétés d'électronique.

Le conférencier, illustrant ses propos par de nombreuses projections de vues micrographiques, a montré les inconvénients provoqués, sur la soudabilité du cuivre, par l'oxydation et la possibilité d'y remédier par une protection à l'aide d'un enduit, lequel peut être déposé par différents procédés. Il a insisté sur le préétagage des circuits, dont la qualité est fonction de différents paramètres, et

sur la soudabilité des sorties des composants, notamment celles des semi-conducteurs. Le dépôt d'or sur ces composants a été examiné, également.

Cet exposé, qui a fait l'objet de nombreuses questions de la part des ingénieurs présents, a été suivi par la description des machines les plus récentes permettant de réaliser automatiquement, en continu, les différentes phases du traitement des circuits imprimés aboutissant à des ensembles finis parfaitement soudés. Il a été accompagné par l'état des recherches effectuées pour exprimer, en valeur numérique, la soudabilité des circuits imprimés.

La Société **Deltéc**, dirigée par M. **J.S. Moskovic**, A.E.P., met 8 ingénieurs spécialisés à la disposition des industriels pour les conseiller sur les machines **Electrovert** dont elle est l'agent en France.

expositions

« **Orgatechnik — Salon de l'organisation et de la technique au bureau et dans l'entreprise** » : tel est le nouveau nom de la manifestation de Cologne qui s'intitulait jusqu'ici Salon du matériel de bureau d'Allemagne occidentale. Il se tiendra sous ce nouveau nom pour la première fois du 7 au 10 septembre 1969 à Cologne. Outre les groupes déjà représentés des machines de bureau, des meubles de bureau et des moyens d'organisation, on trouvera désormais aussi les machines à dessiner, les installations destinées aux bureaux techniques, la technique des calculatrices et les appareils et produits utilisés en reprographie.

La 10^e DIDACTA, la Foire européenne de matériel didactique se déroulera en 1970 à Bâle. Le Comité de l'Association européenne de fabricants et de revendeurs de matériel didactique, Eurodidac, a arrêté les lignes directrices pour la préparation de la 10^e Foire européenne de

matériel didactique, DIDACTA. Cette manifestation se tiendra du 28 mai au 1^{er} juin 1970 dans les halles de la Foire Suisse d'Echantillons à Bâle.

Sur la base des inscriptions provisoires émanant d'exposants de 21 pays, on peut constater dès à présent que la 10^e DIDACTA donnera un large aperçu international en plein développement de l'offre actuelle de matériel didactique.

Un grand nombre de présentations spéciales et de congrès seront organisés conjointement avec la 10^e DIDACTA ; par exemple, un symposium international consacré à l'instruction programmée et aux machines à enseigner.

Salon du perfectionnement technique. 60^e concours Lépine. Dans tous les pays, la vogue est aux concours d'inventions. Or, nous avons en France le doyen de ces concours, qui a résisté aux épreuves du temps et de l'évolution, et dont la réputation a depuis longtemps dépassé nos frontières.

C'est le concours annuel d'inventions, créé en 1901 par le Préfet de Police Louis Lépine.

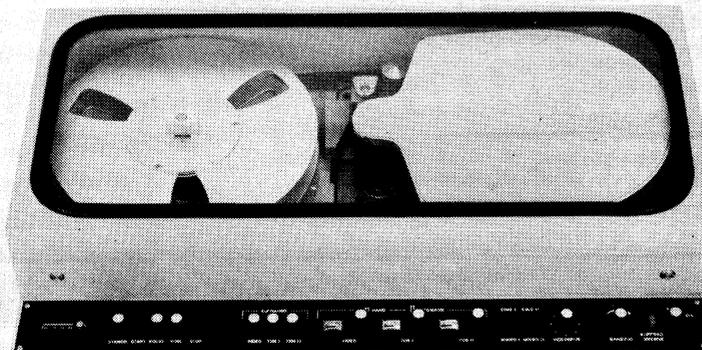
Ce concours se déroule pendant le « Salon du perfectionnement technique ».

En 1969, comme les années précédentes, il se tiendra, dans le cadre de la Foire de Paris, du 19 avril au 4 mai.

De nombreux prix et médailles offerts par les Ministères et les grands organismes publics ou privés, apportent aux auteurs primés, en confirmant le caractère de nouveauté technique de leur invention, une notoriété génératrice de succès.

Il est rappelé que « L'Association des Inventeurs et Fabricants Français » est organisatrice du Salon du Perfectionnement Technique et du Concours. Pour y participer, les formalités sont des plus simples, et les demandes de renseignements doivent être adressées à l'A.I.F.F., 79, rue du Temple, PARIS-3^e.

Voici représenté ci-dessous le nouveau magnétoscope Grundig BK 200, importé par Sotrafa et dont les caractéristiques ont été publiées dans notre précédent numéro.



nouvelles de l'informatique

NOUVEAU SYSTEME DE CALCULATEUR EMBARQUE POUR LA GUERRE ANTI-SOUS-MARINE

Le nouveau système de calculateur embarqué mis au point par l'Univac Federal Systems Division de la Sperry Rand Corporation permettra aux équipages de vol du VS (X) d'accomplir leur mission avec une efficacité beaucoup plus grande. Il est destiné aux nouveaux avions de guerre anti-sous-marine VS (X) basés sur porte-avion. En annonçant la participation de la division à l'équipe chargée de l'établissement du Cahier des charges du VS (X), à la tête de laquelle se trouve la compagnie Lockheed-California, le vice-président et directeur général de l'Univac Federal Systems, Forest W. Crowe, déclare qu'Univac « applique à la conception du VS (X) les connaissances et expériences acquises dans le domaine du traitement de l'information sur les programmes A-New et P-3 C de la Marine. L'avion VS (X) équipé d'un moteur à réaction est l'équivalent basé sur porte-avion de l'avion P-3 C ASW de la Marine qui lui, est basé à terre et que Lockheed fabrique en série. L'Univac Federal Systems Division fournit le calculateur embarqué Univac CP-901 (1830 A) et tous les programmes de service relatifs au système d'armement du P-3 C.

LES ORDINATEURS AU SERVICE D'APOLLO 8

Pendant les dernières heures du compte à rebours précédant le lancement de la Mission Apollo 8 en direction de la lune, un ordinateur General Electric, ultra rapide et à multiprogrammation — situé à quelque 8 km de l'aire de lancement — a contrôlé et reconstruit continuellement, à raison de douze fois à la seconde, quelque 3 000 clapets et jauges constituant les points critiques de la fusée Saturne V, « guettant » tout signe de défaillance ou de mauvais fonctionnement. Au cours de cette « épreuve de dépiage électronique », le GE635 a recueilli des millions de « bits » de données différentes qu'il a interprétées, sélectionnées et envoyées à la salle de visualisation de l'Institut National Aéronautique et Spatial où elles apparaissaient immédiatement sous forme de tableaux facilement lisibles sur une trentaine d'écrans cathodiques. L'ordinateur effectuait en même temps d'autres travaux liés au lancement d'Apollo, tels que le calcul de la paie du personnel de la NASA employé au Centre. Tout en traitant en temps réel cette masse d'information relative au pré-lancement, le GE635 est

également utilisé pour la synthèse des données après-test, et pour les autres besoins de multiprogrammation.

Par ailleurs, c'est au centre de calcul en temps réel de la NASA (RTCC) que des ordinateurs IBM 360 modèle 75 déterminèrent toutes les corrections de trajectoire de la capsule en cours de vol. Ils étaient également chargés des manœuvres délicates de freinage et d'accélération correspondant à la mise sur orbite lunaire et au retour vers la terre. Pour permettre ces calculs minutieux, fut élaboré un des programmes les plus vastes jamais écrits pour un ordinateur. Une partie de cet énorme système de programmes d'Apollo 8 consiste en un ensemble d'instructions destinées à contrôler les étapes de la mission, en particulier à déterminer quelles manœuvres doivent être effectuées par la capsule pour atteindre un objectif donné. Les contrôleurs de vol de la NASA utilisent ces programmes pour définir la plupart des manœuvres nécessaires pour amorcer la trajectoire lunaire et se placer en orbite. Utilisant les informations relatives à la position présente et prévisionnelle de la capsule, également fournies par l'ordinateur, on calcule les diverses manœuvres telle la mise en orbite lunaire.

2 NOUVEAUX CALCULATEURS BGE

Bull General Electric a introduit sur le marché deux nouveaux ordinateurs destinés à satisfaire aux besoins des petites et moyennes entreprises dans le domaine du traitement automatique de l'information. Ces deux modèles viennent compléter les séries 50 et 100 conçues précisément, dès l'origine, pour répondre à la demande d'entreprises de taille relativement limitée, mais en rapide expansion. Il s'agit :

— du GE 53, petit ordinateur permettant le traitement direct des problèmes de gestion et du GE 105, système à cartes perforées, de petite et moyenne puissance, à usage commercial et industriel. Chacun des deux nouveaux ordinateurs est compatible avec le modèle qui lui est immédiatement supérieur dans la même gamme : le GE 53 avec le GE 55 et le GE 105 avec les GE 115 et GE 130

« COOPERATION INTERNATIONALE DANS LE DOMAINE DE L'INFORMATION MEDICALE »

La fondation Excerpta Medica, dont le Siège se trouve à Amsterdam, utilise un ordinateur « NCR 315 RMC ». Elle se consacre à la diffusion, dans les milieux médicaux et para-médicaux du monde

entier, des informations se rapportant à toutes les recherches fondamentales et découvertes cliniques, publiées dans toutes les langues. Les spécialistes médicaux de la fondation ont travaillé plusieurs années avec ceux de l'information à l'étude d'un système automatisé d'information faisant appel à un ordinateur. Il s'agissait d'obtenir un stockage permanent, sous une forme appropriée, de toute la littérature spécialisée parue dans le monde et de pouvoir accéder immédiatement à celle-ci. La configuration du système « NCR 315 RMC » est la suivante : un ordinateur NCR 315 RMC 501, un contrôleur de communication NCR 321 pour l'exploitation éventuelle en temps réel des banques d'information et deux unités de mémoire de masse CRAM, d'accès direct, d'une capacité totale de 160 millions de caractères. Tout le répertoire référencé par sujet et par article y est enregistré.

A L'ETUDE : ABAISSMENT DES TARIFS POUR LES TRANSMISSIONS DE DONNEES

L'année 1969 marquera une étape importante dans le développement de la téléinformatique. Il est prévu notamment d'étendre le service des transmissions de données sur le réseau téléphonique commuté aux communications établies par voie semi-automatique. Cette année verra également le début du développement des liaisons débitant par les centraux télex, cette interconnexion étant d'ailleurs étendue, en même temps, à la République fédérale d'Allemagne puis, progressivement, aux autres pays voisins. A noter à ce sujet que, parallèlement à l'étude des centraux téléphoniques électroniques, le Centre national d'études des télécommunications étudie une version électronique de toutes ces installations de transmissions de données. Enfin, des études tarifaires sont en cours, qui doivent, par l'abaissement des prix de revient, conduire à donner son plein effet à l'informatique en favorisant le développement de l'utilisation à grande distance.

Rappelons que, jusqu'à maintenant, les transmissions de données ont été effectuées essentiellement au moyen de liaisons spécialisées mises à la disposition des demandeurs. Elles se développent très rapidement en France. C'est ainsi que le nombre des installations terminales en service, qui était de 159 au 31 décembre 1965, est passé à 325 au 31 décembre 1966, à 549 au 31 décembre 1967 et atteignait près de 900 à la fin de 1968.

O-1 SCOPE 1968 : premier annuaire informatique

Le premier **Annuaire Général de l'Informatique** est paru fin 1968 aux **Editions Tests** sous le titre « O-1 SCOPE 1968 ». Comme le laisse sous-entendre le titre, ce patient travail de recensement est dû à l'équipe de rédaction de notre confrère « zéro-un Informatique », revue spécialisée dans le traitement de l'information.

Cet ouvrage de 214 pages contient les statistiques du parc français des ordinateurs et tabulatrices, une liste complémentaire d'utilisateurs et de fournisseurs, les fabricants de produits et fournisseurs de services.

Dans une seconde partie sont répertoriés les utilisateurs et leurs matériels par classement géographique, les utilisateurs par domaine d'activité et enfin par ordre alphabétique.

Voici les principaux éléments statistiques qui s'en dégagent. Au 1^{er} octobre 1968, le parc français pouvait être estimé à 3 271 ordinateurs, 2 445 matériels mécanographiques du type « tabulatrice » et 1 650 petits calculateurs (dits aussi calculateurs de bureau).

L'analyse géographique de la répartition de ces matériels, département par département, fait apparaître un rapport équilibré entre Paris et la province. Les listes présentées recensent, en effet, 1 212 ordinateurs en province, contre 804 à Paris (intramuros) et 451 pour les départements de la région parisienne (Yvelines, Essone, Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne et Val-d'Oise) soit, pratiquement, la moitié des équipements pour la province. La répartition est d'ailleurs du même ordre pour les matériels mécanographiques classiques : 1 277 tabulatrices en province, contre 753 à Paris intramuros et 357 dans la région parisienne. Ceci montre que dans un secteur moderne de l'organisation et de la rationalisation — ici le traitement automatique des données — le retard de la province n'est pas aussi considérable que pourraient le supposer certains Parisiens...

On peut aussi noter des concentrations notables dans le Nord, la Provence-Côte d'Azur, l'Est et, surtout, la région lyonnaise. L'annexe A 2 fournit la ventilation géographique détaillée des utilisateurs.

La répartition par domaines d'activité met en évidence les secteurs grands utilisateurs : chimie, construction aéronautique, construction électrique, industries alimentaires, commerce, banque, assurance, sans oublier évidemment les entreprises de traitement à façon ni, surtout, l'administration et, notamment, la défense nationale, l'enseignement et deux grands organismes : l'E.D.F. et le Commissariat à l'énergie atomique. L'annexe A 3 permet de prendre connaissance des parcs par domaines d'activités.

En ce qui concerne les caractéristiques techniques des matériels composant le parc national, l'annuaire apporte, là aussi, d'utiles précisions. En effet, ces caractéristiques portent essentiellement, pour chacun des utilisateurs répertoriés, sur :

- la marque, le type et le modèle utilisé ;
- la capacité de la mémoire centrale de l'unité de traitement ;
- les supports de l'information utilisés ;
- les langages de programmation adoptés ;
- le mode d'exploitation de l'équipement : traitement à distance (ou télétraitement), « temps réel », traitement en emploi partagé (ou « time-sharing »), multiprogrammation, etc.

Il est également intéressant de noter que, conformément à une tendance mondiale bien connue des spécialistes, 85 % des matériels français sont loués, alors que 15 % seulement sont achetés.

Enfin, le recensement des fabricants de produits et fournisseurs de services révèle l'extraordinaire abondance des entreprises qui s'adressent à ce marché en expansion explosive qu'est l'informatique, pour lui offrir des produits qui vont de la certification des bandes magnétiques à la construction des grands systèmes, en passant par l'assistance technique sous toutes ses formes, le traitement à façon et l'enseignement de tout niveau.

Que peut donc apporter pratiquement cet annuaire aux responsables ? Il suffit, pour cela, d'imaginer les préoccupations d'un « manager » 1969. En effet, quel chef d'entreprise, quel responsable quelque peu sensibilisé par ces problèmes ne s'est, à un moment décisif, posé les questions : « Quels sont les membres de mon secteur d'activité, de ma région, de ma ville qui disposent d'un ensemble de traitement de l'information ? Quelles applications traitent-ils ?

Qui, dans ma région, utilise le même type d'équipement que le mien (ou que celui que je projette d'installer) et avec qui je pourrais envisager une collaboration ? Qui traite le même genre d'applications que moi avec des équipements différents ? Comment le fait-il ? Suis-je en avance ou en retard sur l'évolution informatique de ma branche professionnelle ? » et quelques autres encore...

On devine ainsi combien peut être riche en enseignements, sous de tels éclairages, l'analyse des différentes caractéristiques d'un parc national. C'est dire combien les informations en la matière pouvaient faire cruellement défaut jusqu'ici.

A.F.N.O.R. : premières normes informatiques

La collection des normes françaises du traitement de l'information, avec mise à jour automatique par l'AFNOR, constitue la documentation de base indispensable à tout organisme ayant recours à l'Informatique. Cette documentation explicite les accords internationaux pris dans le cadre de l'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) sur l'Informatique et met ceux-ci à la disposition des usagers français sous la forme ordonnée et précise caractéristique des normes.

Cette collection est en pleine évolution. Son volume doit doubler au cours de l'année 1969. La formule de la mise à jour automatique assure la constitution intégrale de cette documentation fondamentale. Actuellement, deux classeurs sont proposés au prix de 180,00 F, correspondant à une réduction de 30 % du prix réel. Au sommaire de ces deux classeurs figurent quatorze normes, portant sur les sujets suivants :

— Jeux de caractères et codages.

Le jeu de caractères codés à 7 éléments est défini dans la norme NF Z 62-010, qui fixe en particulier l'option française sur les 7 positions « à usage national » du code. La matérialisation de ce jeu de caractères sur bande perforée de 25,4 mm de large fait l'objet de la norme NF Z 62-110.

— Reconnaissance des caractères.

Pour la reconnaissance magnétique des caractères, la norme NF Z 63-001 à 003 définit le jeu de caractères CMC 7 et la norme NF Q 14-004 consigne les caractéristiques du papier pour impression en caractères magnétiques. Pour la reconnaissance optique, la norme NF Z 63-011 propose les jeux répertoires ROC-A et ROC-B, dont les domaines d'application sont distincts.

— Langages de programmation.

Les deux langages de programmation ALGOL 60 et FORTRAN, destinés essentiellement aux problèmes scientifiques, font l'objet des normes NF Z 65-010 et NF Z 65-110 respectivement.

— Définition et analyse des problèmes.

La norme NF Z 67-010 fixe les principaux symboles devant être utilisés lors de l'élaboration des organigrammes de données et de programmation, ainsi que les définitions de ces symboles.

— Commande numérique des machines.

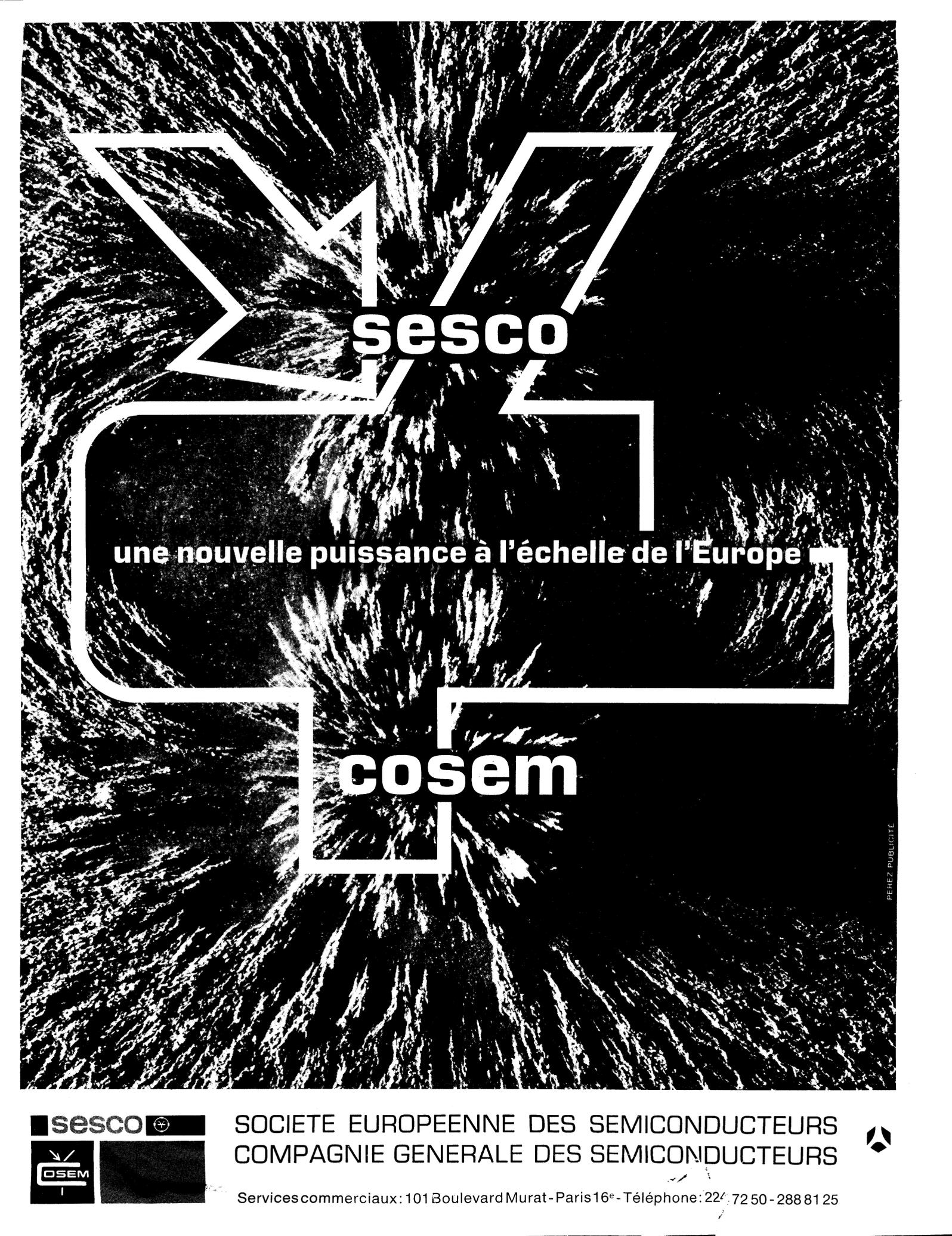
Six normes françaises sont mises à la disposition des fabricants et utilisateurs de systèmes à commande numérique :

— le jeu de caractères codés à 7 éléments utilisé sur les bandes perforées à l'entrée des équipements est consigné dans la norme NF Z 68-010 ;

— la nomenclature des axes et mouvements pour machines à commande numérique, qui fait l'objet de la norme NF Z 68-020, permet d'unifier les dessins et de simplifier le travail au programmeur ;

— les formats de blocs des bandes perforées pour mise en position et usinage parallèle aux axes, peuvent être soit variables interchangeables (NF Z 68-031), soit variables (NF Z 68-032), soit fixes (NF Z 68-033) ; enfin, le codage et la définition des fonctions préparatoires G et auxiliaires M font l'objet de la norme NF Z 68-030.

En 1969, la publication d'une vingtaine de normes françaises du traitement de l'information est prévue, en particulier dans le domaine des supports d'entrée-sortie (bandes magnétiques numériques ou pour enregistrement de mesures, cartes perforées, bandes perforées) et celui de la transmission de données. La possibilité est donnée à chaque détenteur de la collection de normes françaises « AFNOR Informatique » avec mise à jour automatique, de recevoir, au fur et à mesure de leur parution, les normes qui s'y ajoutent.



sesco

une nouvelle puissance à l'échelle de l'Europe

cosem

PEREZ PUBLICITE



**SOCIETE EUROPEENNE DES SEMICONDUCTEURS
COMPAGNIE GENERALE DES SEMICONDUCTEURS**



Services commerciaux: 101 Boulevard Murat - Paris 16^e - Téléphone: 22 72 50 - 288 81 25

LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO

RÉIMPRESSION

CIRCUITS INDUSTRIELS A SEMI-CONDUCTEURS (M. Cormier) 2^e édition

Dans ce modeste ouvrage l'auteur permet d'étudier des circuits assez simples qui présentent l'avantage d'avoir été expérimentés et de donner satisfaction. Ils sont facilement réalisables car les composants utilisés sont disponibles en France.

Ces circuits de base qui vont du chargeur de batterie à l'alternateur statique en passant par les clignoteurs et les clôtures électroniques sont donc très éclectiques, ils constituent en quelque sorte une initiation à l'électronique industrielle et familiariseront les techniciens non spécialisés avec les éléments semi-conducteurs en leur permettant des réalisations utiles.

Principaux chapitres : Stroboscope à transistors. — Réalisation d'un chargeur de batterie. — Chargeur d'accus automatique. — Systèmes électroniques d'allumage pour automobiles. — Relais commandés par la lumière. — Commande de relais au moyen de signaux faibles. — Clôture électronique à transistors. — Un autre modèle de clôture électronique. — Commande à distance de la porte d'un garage. — Contrôle électronique de température. — Clignoteurs à transistors. — Clignoteurs doubles à deux transistors. — Clignoteur multiple à trois feux. — Minuterie à double effet. — Circuit de contrôle du temps d'éclairement d'un projecteur. — Commande de positionnement du rotor d'un moteur. — Commande du fonctionnement d'une machine. — Détecteur d'approche de pièces métalliques. — Contrôle électronique de la vitesse d'un moteur. — Variateur de vitesse. — Commande démarrage, arrêt, freinage d'un moteur électrique. — Convertisseur 24 V 130 W. — Circuit de commande à distance original. — Régulateur de l'angle de déphasage. — Compteur à décades 50 Hz utilisant un tube à cathode froide. — Alternateur statique 50 Hz 100 W. — Thermomètre électronique. — Circuit de commande automatique d'un éclairage de secours. — Transformation d'une alimentation simple en alimentation symétrique.

Un volume broché, format 14,5 x 21, 92 pages, 45 schémas. Prix F 10,00

OUVRAGES SÉLECTIONNÉS

PRATIQUE DE LA TELEVISION EN COULEURS, (Aschen et L. Jeanny) — Sommaire : Notions générales de la colorimétrie - La prise de vues en télévision en couleurs - Caractéristiques requises d'un système de télévision en couleurs - Comment reproduire les images de télévision en couleurs - Le procédé SECAM - Le système NTSC - Le système PAL - Les procédés de modulation SECAM, PAL et NTSC - Méthode de réglage pour la mise en route d'un tube image couleurs 90° - Description simplifiée des fonctions d'un téléviseur destiné au système PAL - Récepteur pour systèmes PAL et SECAM.
Un volume relié, format 14,5 x 21, 224 pages, 148 schémas. Prix. 25,00

**COURS ELEMENTAIRE DE RADIO, (R.-A. Raffin), (4^e édition). — Ouvrage d'initiation à la radio, cours simple, élémentaire, accessible à tous les débutants, même à ceux qui entrent, pour la première fois, en contact avec la radio. Pour la compréhension des circuits de base, les principales règles théoriques et lois sont exposées, avec des exemples et force détails, afin de les rendre parfaitement compréhensibles à tous. Mais comme il serait vain de vouloir comprendre la radio si l'on ignore absolument tout de l'électricité, ce cours débute par quelques chapitres d'électricité.
Un volume relié, format 14,5 x 21, 356 pages, nombreux schémas. Prix 25,00**

**LA LECTURE AU SON ET LA TRANSMISSION MORSE RENDUES FACILES, (Jean Brun). — Cet ouvrage présente une méthode complète pour former des lecteurs et manipulateurs radios capables de recevoir et de transmettre à des vitesses pouvant atteindre quarante mots par minute. Le volume s'adresse aux élèves des écoles professionnelles appelés à faire carrière dans les services des transmissions de l'Armée, de la Marine, de la Police, des P. et T. ou à bord des stations du service mobile, maritime ou aéronautique. Il intéresse aussi les radio-amateurs qui doivent posséder un certificat de radiotélégraphie pour pouvoir utiliser un poste d'émission. Ce guide permet d'apprendre le Morse chez soi au moyen de leçons enregistrées sur disques microsillons, et dont les textes sont reproduits à la fin de l'ouvrage.
Un volume broché, format 14,5 x 21, 120 pages. Prix 12,00**

**PRATIQUE ET THEORIE DE LA T.S.F. (P. Berché), 16^e édition entièrement refondue et modernisée, par Roger-A. Raffin. — Le plus grand succès en librairie connu en France en matière de radiotechnique, magistralement réglé par Paul Berché et dont les exposés, clairs et précis ont été conservés par Roger-A. Raffin, sans avoir recours aux mathématiques compliquées. Tous les nouveaux textes concernant les progrès récents de la technique radio-électrique ont été intercalés.
Le volume relié format 16 x 24, 914 pages, 645 schémas. Prix .. 55,00**

MON TELEVISEUR, Problème de la 2^e chaîne, Constitution, Installation, Réglage, (Marthe Douriau), (3^e édition). — Sommaire : Comparaisons entre la télévision et les techniques voisines - Caractéristiques de l'image télévisée et sa retransmission - La réception des images télévisées - Le choix d'un téléviseur - L'installation et le réglage des téléviseurs, problèmes de la 2^e chaîne - L'antenne et son installation - Panneaux et perturbations - Présent et avenir de la télévision.
Un volume format 14,5 x 21, 100 pages, 49 schémas. Prix 10,00

**INITIATION A LA TELECOMMANDE (W. Schaff). — La télécommande trouve chaque jour de nouveaux adeptes, notamment parmi les jeunes et l'on ne peut que s'en féliciter. Les aider en leur évitant de nombreux tâtonnements, toujours accompagnés de pertes de temps et d'argent, tel est le but de ce petit livre. Sa bonne compréhension demande néanmoins quelques connaissances de base en radio, que l'on peut acquérir facilement par la lecture d'un des nombreux traités élémentaires de radio-électricité. Ce volume s'adresse au débutant ainsi qu'à l'amateur faisant ses premiers pas en la matière.
Ouvrage broché, 135 pages, format 14,5 x 21, 84 schémas. Prix. 15,00**

**INITIATION AUX MATHÉMATIQUES MODERNES (F. Huré et R. Bianchi). — Notion de nombre - Les nombres directs et les opérations directes - Les opérations inverses et généralisation de la notion du nombre - Les opérations fondamentales et les nombres réels - Les opérations fondamentales et le calcul logarithmique - Les opérations fondamentales dans le calcul algébrique - Relations entre les grandeurs : Egalités et équations - Inégalités et inéquations - Relations générales entre les grandeurs : fonctions - Nombres géométriques ou vectoriel.
354 pages, 141 schémas, format 14,5 x 21. Prix 20,00**

**LES APPLICATIONS PRATIQUES DES TRANSISTORS (Fernand Huré), (2^e édition). — Cet ouvrage répond au besoin d'ouvrir un large panorama sur un grand nombre d'applications pratiques des transistors, en dehors de celles qui sont spécifiquement industrielles. Il traite notamment, d'une manière particulièrement détaillée, de la conversion des tensions de faible voltage en tensions plus élevées continues ou alternatives. Différents chapitres sont consacrés aux appareils de mesure à transistors, aux organes de contrôle et de commande, aux oscillateurs et générateurs de signaux. Enfin, le dernier chapitre décrit la réalisation d'un certain nombre d'appareils, les uns à caractère utile, d'autres à caractère instructif ou amusant, tels que les détecteurs de métaux ou les organes électroniques.
Un volume relié, format 14,5 x 21, 456 pages, nombreux schémas. Prix 32,00**

RADIOCOMMANDE (L. Péricon). — Qu'est-ce que la radiocommande ? Emission et réception. Les pièces détachées utilisées en radio. Le matériel utilisé en radiocommande. Ce qui nous intéresse en électronique et en électricité. Technologie des montages de radio. Des schémas de radio. Servomécanismes et échappements. Des exemples pratiques de radio. L'antiparasitage. Des exemples pratiques d'installations électromécaniques. Réalisation complète d'une vedette radiocommandée. Réalisation complète d'un avion radiocommandé. De la radiocommande simple... et progressive... Quelques appareils pouvant être utiles. D'autres systèmes de commande à distance. Annexes. Un fort ouvrage de format 16 x 24 cm, 350 pages, 340 fig. Prix. 21,70

**SCHEMAS D'ELECTRONIQUE (J. Mornand). — Tome I. Préparation au brevet de technicien supérieur électronicien : Redressement de petite puissance. Amplification AF. Polarisation des tubes. Déphasage. Réaction négative. Etages symétriques. Oscilloscope. Amplification audiofréquence de puissance. Circuits générateurs de signaux non sinusoidaux. Circuits générateurs de signaux sinusoidaux. L'oscilloscope à faisceaux cathodiques. Prix 16,80
Tome II. Préparation au brevet de technicien supérieur électronicien. Option télécommunications. Stabilisation de tension. Emission en modulation d'impulsion. Réception en modulation d'amplitude. Emission en modulation de fréquence. Récepteur en modulation de fréquence. Appareils de mesures. Prix 16,80**

Tous les ouvrages de votre choix seront expédiés dès réception d'un mandat représentant le montant de votre commande augmenté de 10 % pour frais d'envoi avec un minimum de 0,70 F. Gratuité de port accordée pour toute commande égale ou supérieure à 100 francs.

OUVRAGES EN VENTE

La LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO est transférée, à compter du 15 janvier, au 43, rue de Dunkerque, PARIS (10^e) - C.C.P. 2.026.99 Paris
Pour la Belgique et Benélux : SOCIÉTÉ BELGE D'ÉDITIONS PROFESSIONNELLES, 131, avenue Dailly, Bruxelles 3 - C.C. Postal : Bruxelles 670.07

Ajouter 10% pour frais d'envoi.

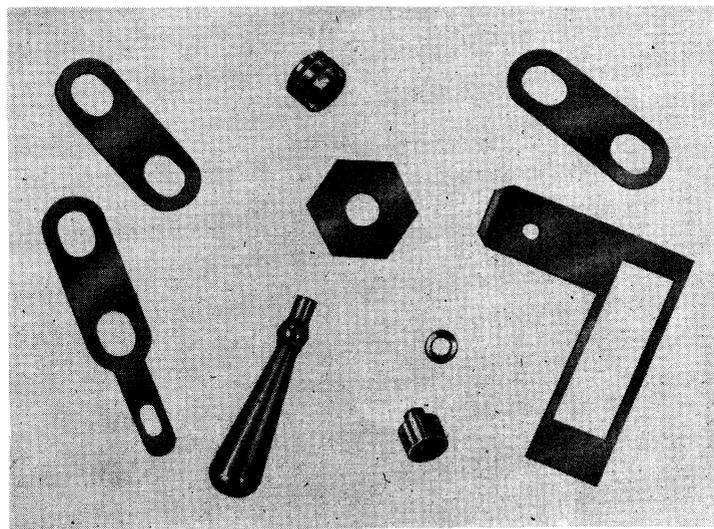
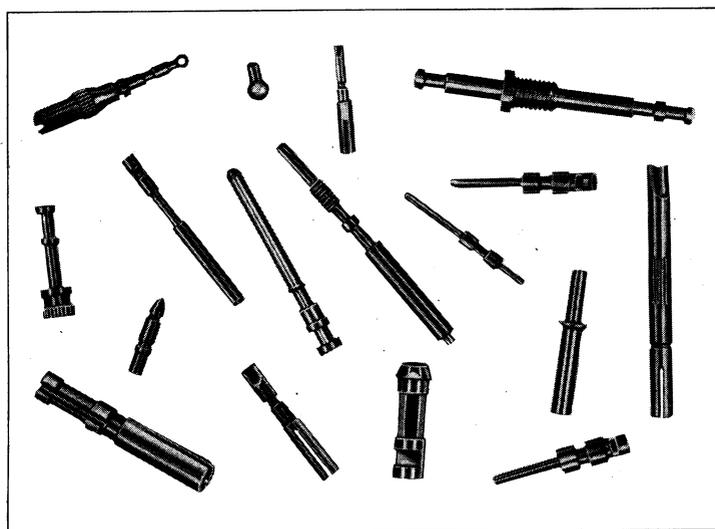
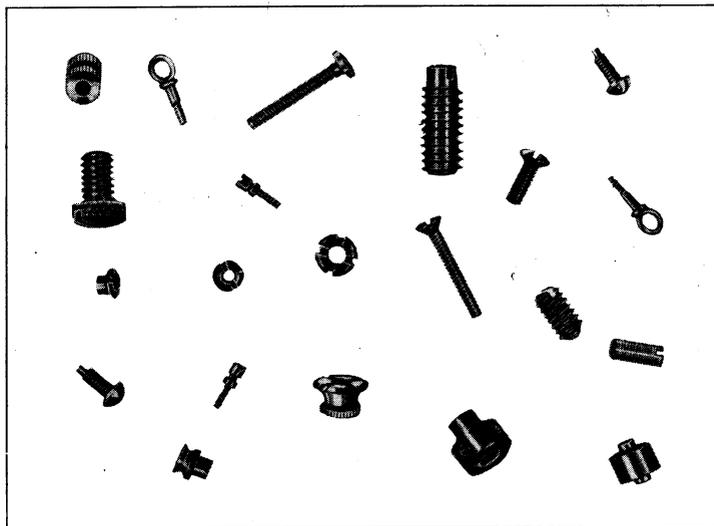
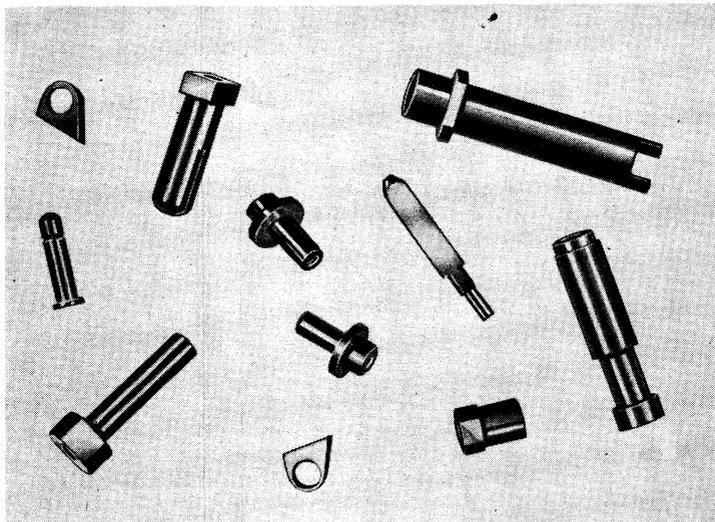
Pas d'envois contre remboursement

Catalogue général envoyé gratuitement sur demande

Spécialiste

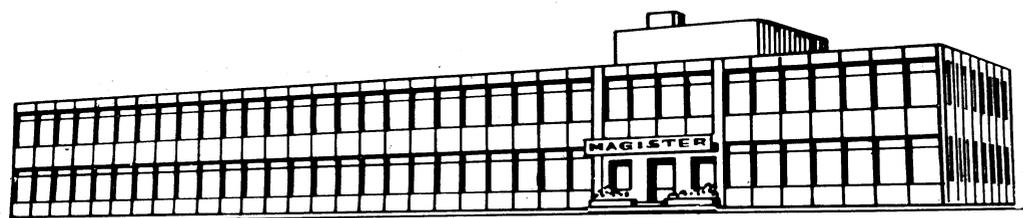
du décolletage et découpage de précision

pour l'industrie de l'électronique



PLANCHES ÉCHELLE 1.5

magister



villers-le-lac
25 - france

Tél. : 01-43

un amplificateur logarithmique à courant continu avec compression du courant d'entrée

par Pierre DURANTON
Ingénieur

Cet montage amplificateur utilise quatre transistors 2N2484 et un FET du type 2N3112. Très largement employé dans les équipements de mesures, ainsi que dans les ensembles de détection, le schéma en est relativement simple : le signal d'entrée est appliqué au transistor 2N3112 ; ce dernier délivre un signal sur la base d'un premier 2N2484 qui est couplé à un deuxième 2N2484 suivant un montage différentiel.

Le signal de sortie est appliqué à la base du transistor de sortie qui est, là encore, un 2N2484 ; un signal de contre-réaction prélevé sur la borne de sortie est renvoyé sur la base d'un dernier 2N2484 qui est monté en ballast dans le circuit de collecteur du transistor d'entrée (2N3112).

Cet amplificateur comprime le courant d'entrée lorsqu'il est de polarité positive afin de délivrer une tension de sortie de telle sorte qu'elle satisfasse la relation :

$$U_s = k \text{ Log } I_e$$

k est un coefficient constant

I_e est le courant d'entrée et U_s la tension de sortie.

Suivant le choix de la diode insérée entre l'entrée et la masse, la courbe de réponse de cet amplificateur est plus ou moins rectiligne : c'est la raison pour laquelle nous avons choisi une diode du type PS5570 qui assure une courbe caractéristique parfaitement rectiligne (voir la Fig. 2).

La caractéristique est dérivée directement de la relation logarithmique qui existe entre le courant et la tension au sein de la diode PS5570. Le courant de fuite à l'entrée du transistor 2N3112 est négligeable devant le courant d'entrée (même en y ajoutant le courant de fuite de la diode).

La tension aux bornes de la diode est amplifiée linéairement par les transistors 2N3112 et 2484, à la sortie desquels la tension est essentiellement une fonction logarithmique du courant qui traverse la diode. Celle-ci doit avoir un courant de fuite très faible, d'où le choix de la diode PS5570. Le transistor à effet de champ utilisé pour l'étage d'entrée doit avoir une très forte impédance d'entrée (de l'ordre de 100 gigaohms). Le circuit amplificateur est conçu pour fournir un gain en tension en relation avec la résistance d'entrée qui se trouve multipliée par la chaîne transistorisée. Une boucle de contre-réaction constituée par deux résistances de 5 000 ohms renvoie sur la base du transistor « ballast » 2N2484 une partie du signal de sortie et permet ainsi à notre amplificateur d'augmenter sa résistance d'entrée. Le gain en tension de la chaîne d'amplification est fonction du rapport des résistances constituant la boucle de contre-réaction.

Si ce rapport baisse, le gain en tension baisse également, mais l'impédance d'entrée croît dans les mêmes proportions.

L'emploi d'un étage amplificateur différentiel permet d'utiliser une forte valeur de résistance de charge pour le transistor à effet de champ ; et ceci sans pour autant faire baisser le gain en tension de cet étage. Enfin, comme cet étage est monté en différentiel il y a une compensation automatique pour les variations de température.

Avec un tel amplificateur, pour des variations du courant d'entrée allant de 10^{-8} A jusqu'à 10^{-3} A, la tension de sortie variera de 0,1 V à 1 V et ceci d'une façon parfaitement rectiligne.

Si la température varie, il y a variation de tension dans les jonctions base-émetteur des deux transistors de l'étage différentiel et l'effet de compensation est tel que la tension collecteur de ces transistors reste constante.

La résistance variable (ou plus exactement ajustable) de 5 000 ohms insérée entre la base du second 2N2484 de l'étage différentiel et le - 12 V, est ajustée de telle sorte que la tension de sortie soit sensiblement nulle en l'absence de signal à l'entrée.

Après le dernier transistor, la tension de sortie est maximale en fonction du courant maximum admissible dans le circuit de collecteur du premier transistor de l'étage différentiel, et ceci compte tenu de l'effet de contre-réaction procuré par le pont de résistances, ce qui permet au circuit de sortie de présenter une basse impédance.

Le transistor « ballast » a pour but de permettre au transistor à effet de champ de fonctionner sur des intensités et avec une impédance de source faible ; il sert également à isoler le circuit de contre-réaction de la diode d'entrée.

Cet amplificateur logarithmique effectue donc une compression du courant d'entrée et fournit une tension de sortie avec un effet de multiplication de résistance interne.

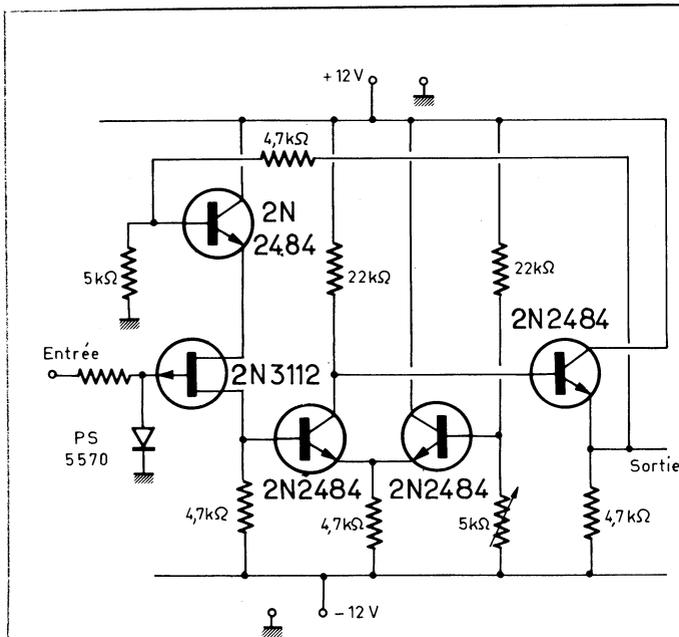


FIGURE 1

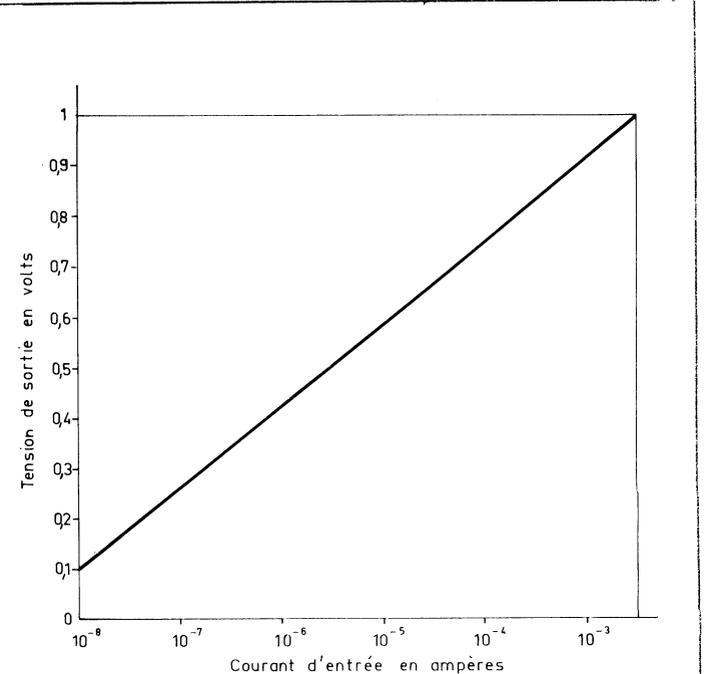


FIGURE 2

au banc d'essai de l'utilisateur

par Ch. OLIVERES

LA CALCULATRICE HEWLETT-PACKARD 9100 A

Sous cette appellation un peu trop générale et restrictive, Hewlett-Packard a mis sur le marché une machine ayant des possibilités qui dépassent largement celles qui caractérisent habituellement les machines présentées sous cette appellation. A notre avis, c'est une machine qui se situe à mi-chemin entre la calculatrice et le petit ordinateur. Ses possibilités sont telles que les ingénieurs d'étude n'auront pratiquement plus besoin d'avoir

recours à un ordinateur pour la plupart de leurs calculs. Hewlett-Packard a mis cette machine à notre disposition pendant près de 15 jours. Nous l'avons étudiée avec soin, nous l'avons fait travailler, nous l'avons utilisée pour résoudre de multiples problèmes de filtres et cependant nous avons la certitude de ne pas en avoir encore exploré toutes les possibilités.



DESCRIPTION GENERALE DE LA CALCULATRICE

Le clavier

Le clavier est divisé en quatre sous-claviers. Trois d'entre-eux sont affectés aux opérations de calcul, le quatrième, celui de droite, est affecté aux opérations de programmation (voir Fig. 1).

La partie centrale droite du clavier est à quelque chose près celle d'une machine à calculer classique : dix touches de chiffres, quatre touches pour les quatre opérations, une touche commandant l'extraction des racines carrées, une touche virgule, une touche exposant, une touche de changement de signe, une touche d'introduction de π (avec 9 décimales), une touche d'annulation. A part la touche π , on trouve cela sur toutes les calculatrices travaillant en virgule fixe et en virgule flottante. C'est classique parce que c'est absolument nécessaire sur toutes les machines à calculer.

Sur la partie centrale gauche, on voit des touches d'introduction et de sortie dans les mémoires, des touches de mémoires, des touches de déplacement des nombres affichés. Là encore, rien à signaler de très original, sinon le nombre de registres : 14 registres pouvant contenir 12 chiffres chacun, 3 registres pour l'affichage, 2 registres pouvant travailler en compteurs. Les 14 registres sont symbolisés par les 10 chiffres plus les lettres **a**, **b**, **c** et **d**; les registres pouvant travailler en compteurs sont les registres **e** et **f**.

Sur la partie gauche du clavier, se trouvent 15 touches particulièrement intéressantes pour les calculs des ingénieurs. Nous ne donnerons pas la liste des fonctions réalisables avec celles qui sont très parlantes, mais nous nous arrêterons un peu plus sur **to polar** et **to rect** qui permettent de travailler en coordonnées polaires ou en coordonnées rectangulaires, et de passer d'un système à l'autre au moment désiré. La touche **/y/** est conforme à sa définition mathématique, celle **int x** permet à tout moment la suppression des décimales. La présence des touches **e^x**, **ln x** et **log x** mérite d'être signalée, mais n'exige aucun autre commentaire, que celui-ci : une mémoire spéciale appelée : **Read only memory** contient les instructions nécessaires pour exécuter les instructions du clavier et calculer les fonctions logarithmiques et trigonométriques. Ces calculs sont en effet effectués automatiquement en appuyant sur la touche correspondante.

Les trois parties du clavier que nous venons d'examiner prouvent que l'on a affaire à une calculatrice très évoluée qui peut traiter tous les problèmes posés aux ingénieurs, surtout si l'on ajoute que cette machine peut travailler en virgule flottante, et que l'on peut afficher l'exposant 99 et l'exposant -98 avec 10 chiffres. On voit donc qu'il est possible d'exécuter des calculs avec des nombres très grands et des nombres très petits. De plus, les angles peuvent être exprimés en degrés ou en radians. Donc quelle que soit sa spécialité, l'ingénieur qui aura des calculs à réaliser avec cette machine, pourra y parvenir dès les premières minutes. Les seuls petits apprentissages nécessaires sont celui de l'intro-

duction des données dans les mémoires et celui de la sortie de ces données, car tous les registres ne travaillent pas de la même manière.

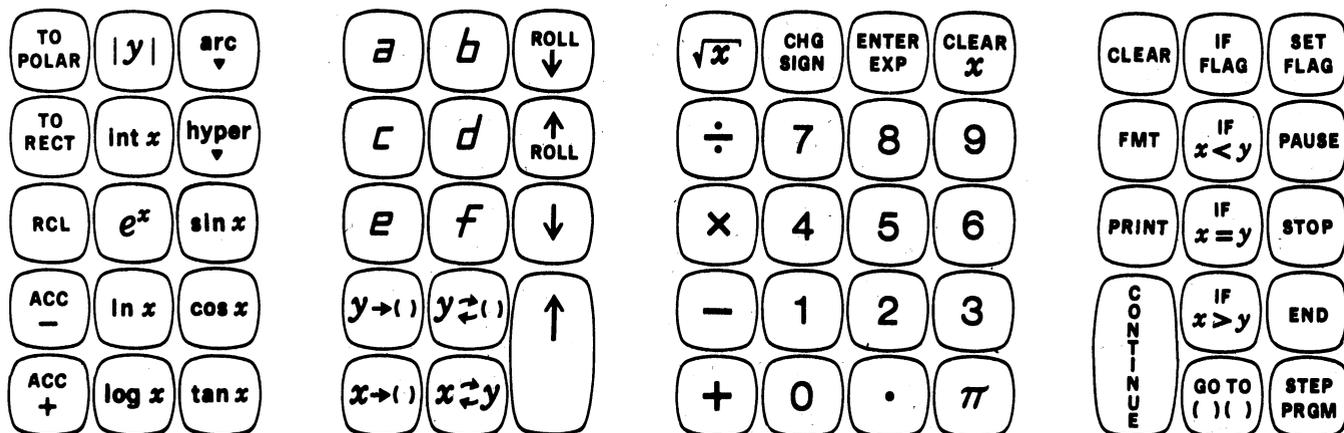
Préparation des programmes

Cette première partie de la machine ne réclame donc aucun commentaire supplémentaire, qui serait fastidieux. Par contre, les 14 touches placées sur la droite du clavier donnent à la calculatrice une personnalité différente de celle des autres machines à calculer. Elles permettent l'établissement de programmes de calcul avec des branchements conditionnels ($x < y$; $x = y$; $x > y$). Ces touches permettent des comparaisons, sans intervention de l'opérateur, dont le résultat oriente la suite du programme.

Nous avons connu des machines à calculer mécaniques qui avaient la possibilité de travailler avec programme et nous en avons même utilisées, pendant de longues années. Mais lorsque le programme était établi sur papier, le montage du programme sur la machine ne pouvait être confié qu'à un spécialiste. Avec la Hewlett-Packard, lorsqu'on est en possession d'un programme déjà établi sur papier, la programmation de la machine est une chose très simple, qui peut être exécutée par n'importe quelle secrétaire. Il suffit de savoir lire et appuyer sur une touche. En effet, pendant l'introduction du programme dans la machine, l'adresse et le numéro de l'instruction s'affichent en x. Lorsque l'introduction du programme est terminée, la touche **Step program** permet la vérification pas à pas des instructions introduites dans la machine.



Figure 1. — Ci-dessous le clavier de la 9100 A et ci-contre la calculatrice avec imprimante incorporée.



Par contre, pour établir un programme, il faut connaître toutes les possibilités de la machine et elles sont très nombreuses. L'établissement d'un programme demande des connaissances élémentaires d'informatique générale, car il faut savoir manier les algorithmes. Cette machine, en effet, peut travailler avec les algorithmes de toutes structures : des algorithmes non récurrents de type linéaire ou ramifiés, des algorithmes récurrents, à récurrence fixe ou à récurrence variable.

Hewlett Packard est donc très optimiste en affirmant qu'il n'est pas besoin d'apprentissage pour utiliser la machine. Evidemment, il n'est pas besoin d'aller suivre des cours d'informatique, mais il faut tout de même travailler l'algorithme avec intelligence pour éviter des pas de calcul inutiles. Nous croyons que la meilleure méthode pour l'établissement d'un programme est de travailler sur la machine en même temps que sur le projet et d'étudier pas à pas si la solution choisie est la meilleure. Avant tout, il aura fallu faire un algorithme en utilisant la terminologie algorithmique.

Le programme sur carte magnétique

Lorsque le programme est introduit dans la machine et qu'il a été vérifié, au moyen de la touche **Step program**, puis testé avec une opération complète et qu'il s'est révélé exact, la première des choses à faire est de l'enregistrer sur carte magnétique. La machine donne cette possibilité extraordinaire et capitale : **elle permet l'enregistrement du programme sur une carte magnétique (Fig. 2) et la réintroduction du programme enregistré sur la carte magnétique dans la machine.**

Tout possesseur de la machine peut donc se constituer une bibliothèque de tous les programmes qu'il aura établis. Il n'y aura donc jamais plus à reconstruire un programme déjà utilisé. Nous estimons que cette possibilité est ce qu'il y a de plus sensationnel dans cette machine. Bien entendu, les ingénieurs qui ont conçu la calculatrice savent très bien qu'une carte magnétique peut s'effacer, aussi ont-ils prévu la riposte. Si l'on coupe le coin d'une carte, celle-ci ne peut plus être effacée par la machine. C'est aussi simple que de casser le petit ergot qui interdit d'effacer une piste dans les cassettes Compact.

Hewlett Packard s'est penché sur le problème des programmes et comme dans beaucoup de cas, les programmes sont communs à toute une industrie, on a une discipline ; une bibliothèque de programmes couvrant les disciplines les plus diverses a donc été constituée : mathématiques, statistiques, électronique, mécanique, banque, physique, thermodynamique, etc.

Cette librairie s'étend chaque jour et elle pourrait s'étendre encore plus rapidement si Hewlett Packard pouvait obtenir de ses clients, moyennant, bien entendu, des droits d'auteur, communication des programmes d'intérêt général. Ces échanges seraient profitables à tous car les mêmes problèmes se trouvent posés tous les jours dans un très grand nombre d'entreprises.

Précisons bien ici, que la bibliothèque établie par Hewlett Packard ne se présente pas sous forme de carte magnétique pré-enregistrée mais sous forme de feuillets porteurs d'algorithmes et de programmes de pas de calcul.

Actuellement, la calculatrice 9100 A travaille sans organes péri-

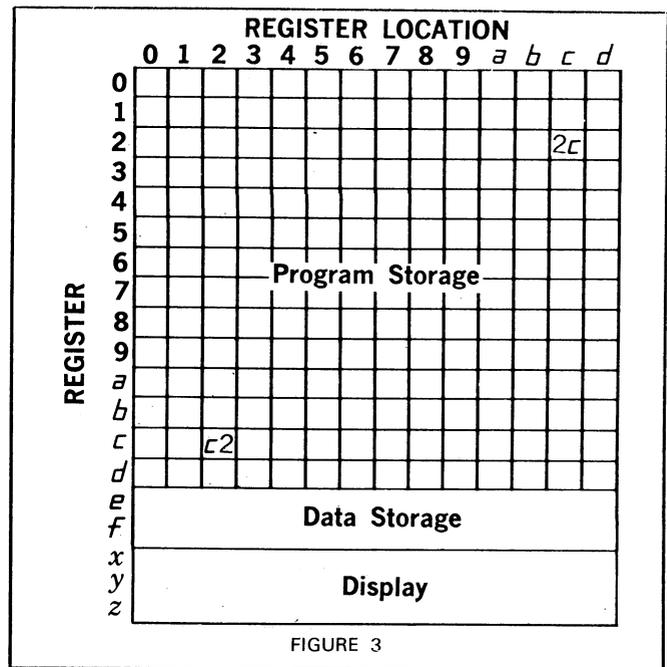


FIGURE 3

phériques. Dans quelques semaines Hewlett Packard livrera une table traçante ayant une surface d'enregistrement de 18 x 25 cm, qui se connectera directement sur une prise prévue sur toutes les machines existantes. Dans un court délai, toutes les machines existantes pourront recevoir une imprimante absolument silencieuse. L'impression est réalisée par un procédé électrostatique.

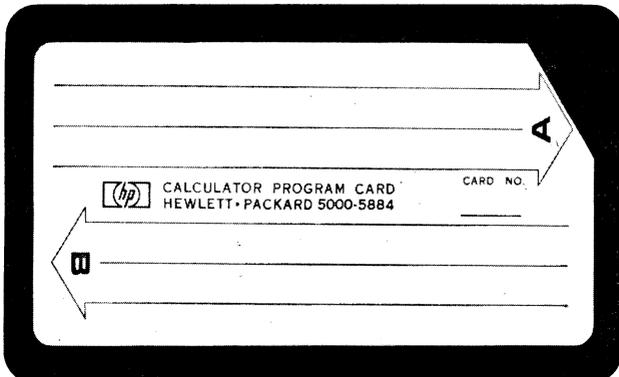
Registre des adresses

La figure 3 donne le plan des registres d'adresses, des registres de mémoires et des affichages. On voit que les registres e et f sont uniquement destinés à servir de mémoire pour les calculs ; tous les autres registres 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d peuvent servir de registres d'adresses et également de mémoires pour les calculs et c'est là où réside le point faible de cette machine. Si pour les calculs, on utilise uniquement deux compteurs, on dispose de 196 pas de calculs, mais si on a besoin d'un compteur supplémentaire, on diminue de 14 le nombre de pas de calcul. Ainsi lorsque nous utilisons le compteur d nous ne pouvons plus inscrire l'adresse commençant par d, par contre, les adresses où d apparaît comme deuxième lettre de l'adresse, restent toutes valables.

C'est pourquoi tous les programmes doivent commencer par l'adresse 00 et l'on utilise pour l'emmagasinement de données les mémoires d, puis c, puis b, puis a. En fait, 100 pas de calcul donnent déjà beaucoup de possibilités, et laissent 6 mémoires pour l'emmagasinement de données.

FIGURE 2

La carte magnétique de programme et son introduction dans la calculatrice.



LE POINT DE VUE DE L'UTILISATEUR

Après avoir travaillé avec cette machine pendant près de quinze jours, nous sommes persuadé qu'il existe pour elle un marché très important. Sans organes périphériques, nous la trouvons déjà extrêmement satisfaisante bien que nous soyons personnellement opposé à toutes les machines non imprimantes. Depuis 1925, nous avons eu à nous servir de machines à calculer de tous modèles (à l'exception d'ordinateurs) et nous estimons qu'une machine sans imprimante est incomplète. Une erreur dans l'introduction des données ou une erreur de lecture sont toujours possibles et en appliquant la loi de Murphy, on peut être sûr qu'elle aura lieu quand sa détection sera extrêmement difficile.

Un dernier bon point, est la compacité de cette calculatrice qui ne tient pas plus de place qu'une machine à écrire électrique. Ne parlons pas du fonctionnement silencieux et de la rapidité des opérations. Pour ce dernier point, nous donnerons un exemple. En 44 secondes exactement, la 9100 A a pu nous répondre que le nombre 10 119 409 était un nombre premier. Ceux qui peu ou prou ont abordé les mathématiques sauront en tirer la conclusion.

La rapidité d'exécution des opérations n'est pas mesurable sans moyens spéciaux, aussi croyons-nous très intéressant de donner les durées moyennes d'exécution des opérations :

+	-	2 millisecondes
x		12 millisecondes
÷		18 millisecondes
$\sqrt{\quad}$		19 millisecondes
sin, cos, tg		280 millisecondes
Log e ^x		50 millisecondes
e ^x		110 millisecondes

Le seul reproche que nous avons à faire à cette machine est que la notice d'utilisation n'est pas un mode d'emploi. Cette notice a été rédigée avec beaucoup de clarté par des gens qui connaissent parfaitement la machine et qui ont de très bonnes connaissances en informatique. Or, cette machine obtiendra sûrement beaucoup de succès. Il faut donc que n'importe quel ingénieur prenant la

machine puisse l'utiliser à plein en une heure ou deux. C'est d'ailleurs ce qu'affirme Hewlett Packard. La notice d'utilisation actuelle s'étend beaucoup trop longuement sur des possibilités élémentaires que tout le monde possède à fond, et donne avec avarice des renseignements sur la partie concernant le fonctionnement avec programme. Les exemples donnés devraient être plus détaillés. Si nous insistons sur ce point, c'est que certaines parties des explications sont ambiguës. Actuellement, nous pensons qu'une machine expédiée dans la nature sans que les ingénieurs commerciaux de Hewlett Packard aient pu donner des explications orales à l'acheteur, serait exploitée au **quart seulement de ses possibilités pendant plus d'un mois**. Or, le temps d'un ingénieur représente beaucoup d'argent.

En tant que calculatrice pure, nous avons vu que la Hewlett Packard est une machine très complète et facile à manipuler. Toutes les opérations mathématiques sont exécutées dans un silence absolu et avec une rapidité qui maintenant n'étonne plus personne. L'accès aux mémoires et leur emploi demandent un certain apprentissage. Toutes les mémoires ne travaillent pas de la même façon. Certaines travaillent en mémoire permanente, d'autres sont vidées par la touche d'annulation (**Clear**) et peuvent cumuler les données, certaines sont appelées par une seule manœuvre, d'autres avec deux manœuvres. Certaines affichent le nombre contenu en x, d'autre en y, etc. Et, malheureusement, il faut le dire, ni la notice américaine, ni la notice française actuelle ne s'étendent assez longuement sur les modes de fonctionnement de chaque mémoire. Dans les calculs usuels, on n'utilise guère plus de 2 ou 3 mémoires, c'est pourquoi nous considérons malgré cela qu'on peut immédiatement, et sans apprentissage, se servir de la machine.

Si les calculs à faire exigent une série d'opérations utilisant des données numériques différentes avec la même formule, il est évident qu'il faut établir un programme. Nous avons déjà dit que l'introduction d'un programme dans la machine était à la portée de n'importe qui, mais que son établissement demandait une très grande connaissance de la calculatrice.

CALCUL D'UN FILTRE PASSE-BANDE

Comme nous sommes tout de même entre électroniciens, il faut parler de certains programmes existant dans la bibliothèque Hewlett Packard, on y trouve en particulier des programmes de filtres passe-bas et de filtres passe-bande. Nous en avons réalisé 3 et vérifié leurs exactitudes.

Par exemple, le programme 71007 permet le calcul d'un filtre passe-bande du type de la figure 4. Le filtre, comme on le voit, peut être utilisé en T ou en π . Nous n'entrerons pas dans le détail des opérations, ni de la programmation, mais voici les données :

R 50 ohms
f₂ 3 000 Hz
f₁ 300 Hz
Résultats : L_a = 5,89 mH
C_a = 4,77 microfarads
L_b = 11,94 mH
C_b = 2,36 microfarads

Il est évident que les valeurs calculées ne sont pas disponibles dans le commerce, aussi le programme permet-il à l'arrêt 1 de remplacer la valeur exacte des composants par des valeurs de composants disponibles dans le commerce et ainsi le calcul continuera avec :

L_a = 6 mH
C_a = 5 microfarads

car la machine autorise le remplacement des valeurs réelles affichées par des valeurs approximatives et l'on continue le calcul.

A l'arrêt 2, on trouve de nouvelles valeurs pour L_b et C_b, on les remplace par des valeurs approximatives :

L_b = 12 mH
C_b = 2,5 microfarads

Le tableau I donne les valeurs d'atténuation obtenues avec les valeurs exactes calculées par la machine entre 150 Hz et 300 Hz et entre 3 000 Hz et 4 000 Hz. On peut comparer les chiffres avec la courbe fournie par Hewlett Packard en même temps que le programme (Fig. 5). On peut voir avec quelle précision la machine calcule les atténuations en fonction de la fréquence.

Le tableau II donne les valeurs des atténuations calculées avec le filtre comportant des éléments standardisés. Nous avons très légèrement déplacé le filtre vers les basses puisque l'atténuation 0 dB est obtenue à 290 et à 2 850 Hz.

Dans la figure 4, nous avons fait apparaître les équations qui ont permis le calcul des filtres et des atténuations. Pour mémoire, nous signalerons que le programme comporte 144 pas de calcul. Pour introduire le programme dans la machine, le relire, le reporter sur carte magnétique, le vérifier avec les calculs-tests, constater qu'il devait y avoir une erreur, relire le programme, corriger une erreur d'adressé, le reporter à nouveau sur carte magnétique, le vérifier à nouveau avec le calcul-test, il nous a fallu deux heures et demie environ. Avec l'habitude, on doit faire beaucoup mieux, mais nous avons voulu faire notre premier essai avec un calcul complexe. Ensuite, en une demi-heure, nous avons calculé et noté les affaiblissements de 10 filtres passe-bande, en vérifiant quatre points d'affaiblissement à chaque extrémité des filtres, et en prenant note des résultats.

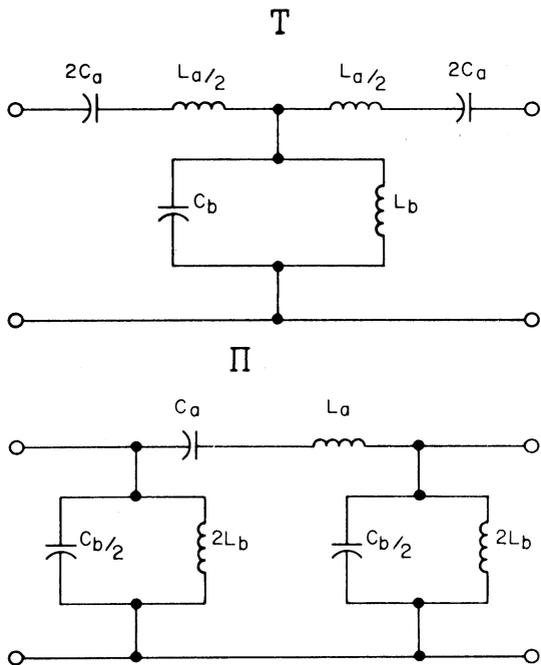


Figure 4. — Schéma du filtre passe-bande avec les équations permettant le calcul des composants et le calcul des atténuations en fonction de différentes fréquences. Les résultats donnés dans les tableaux I et II sont obtenus très facilement par des questions posées successivement à la machine après le calcul du filtre.

Les équations utilisées sont les suivantes :

$$C_a = \frac{f_2 - f_1}{4\pi f_1 f_2 R} \quad C_b = \frac{1}{\pi (f_2 - f_1) R}$$

$$L_a = \frac{R}{\pi (f_2 - f_1)} \quad L_b = \frac{R (f_2 - f_1)}{4\pi f_1 f_2}$$

$$\frac{X_a}{4 X_b} = \frac{(\omega^2 C_a L_a - 1) (1 - \omega^2 C_b L_b)}{4\omega^2 C_a L_b} \quad \text{avec } \omega = 2\pi f$$

Atténuation en dB.

si

$$0 < \frac{X_a}{4 X_b} \quad (40 \text{ Log}_{10} e) (\sinh^{-1} \sqrt{\frac{X_a}{4 X_b}})$$

$$-1 < \frac{X_a}{4 X_b} < 0 \quad 0$$

$$\frac{X_a}{4 X_b} < -1 \quad (40 \text{ Log}_{10} e) (\cosh^{-1} \sqrt{-\frac{X_a}{4 X_b}})$$

TABLEAU I

Calcul des atténuations obtenues avec les valeurs de L_a , C_a et L_b , C_b calculées par la machine (filtre passe-bande).

Hz	Atténuation dB	Hz	Atténuation dB
300	0	3 000	0,49
295	3,53	3 050	3,53
290	5,01	3 100	4,95
280	7,18	3 200	6,94
250	11,82	3 300	8,46
200	18,08	3 500	10,80
150	24,46	3 800	13,50

TABLEAU II

Calcul des atténuations obtenues en remplaçant les valeurs de L_a , C_a et L_b , C_b calculées par la machine par des valeurs de selfs et de capacités disponibles dans le commerce.

Hz	Atténuation dB	Hz	Atténuation dB
300	0	2 850	0
295	0	2 900	1,51
290	2,28	2 950	3,87
280	5,06	3 000	5,24
250	10,89	3 100	7,23
200	17,43	3 200	8,75
150	23,93	3 300	10,00

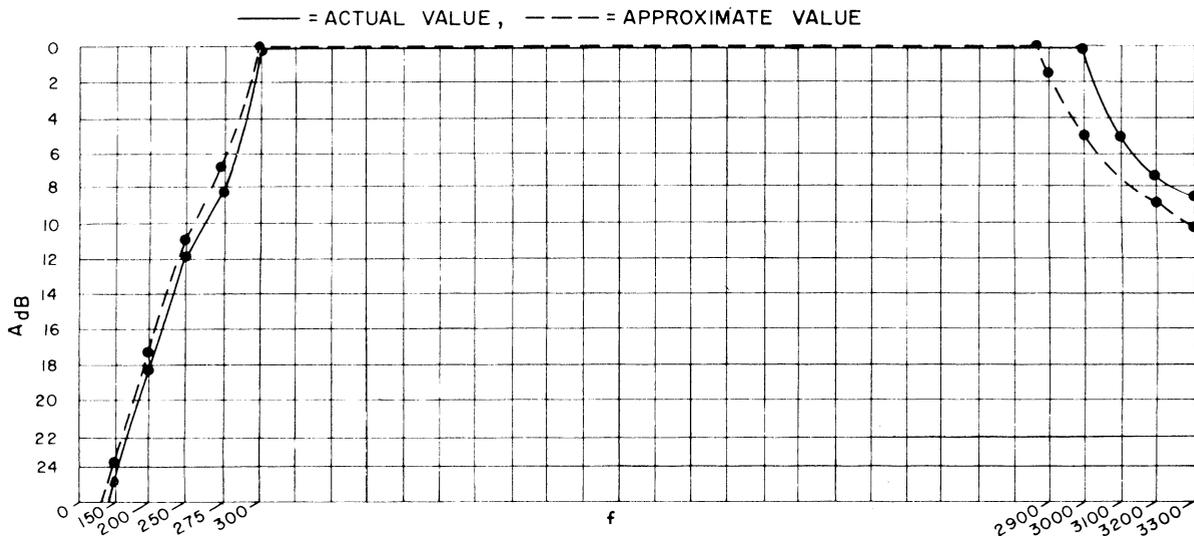


Figure 5. — Courbe fournie par Hewlett-Packard avec le programme du filtre passe-bande.

Les facteurs affectant

LES RELATIONS

ENTRE LA POINTE ET LE SILLON

dans les systèmes de reproduction phonographique

par **C.R. BASTIAANS**
Westinghouse Research Laboratories
 TRADUCTION ET ADAPTATION
 par **CH. OLIVERES**

Avant - propos

Dans cet exposé, il est démontré que la pointe du pick-up parcourant le sillon d'un disque pénètre dans les flancs du sillon à cause des déformations plastique et élastique du matériau composant le disque. Si la pression est élevée, la déformation d'ordre plastique est dominante et la pointe laisse une empreinte permanente dans le sillon, tandis que si la pression est moins grande la déformation élastique est prédominante. Ceci amène une distorsion d'amplitude dans la reproduction du signal qui peut être de deux types. L'une, qui est une fonction de la longueur d'onde de l'enregistrement (fonction G ou perte de translation), la seconde qui est une fonction de la masse dynamique armature/pointe en mouvement (fonction H ou résonance armature/pointe). Un troisième phénomène (fonction S ou perte de balayage) est causé par la dimension finie de la surface de contact pointe/flanc du sillon.

Des expériences faites avec des pick-up spécialement étudiés montrent que les théories émises sont valables même pour des fréquences très élevées. Des disques spéciaux portant des enregistrements de fréquences atteignant 100 000 Hz ont été utilisés pour ces expériences.

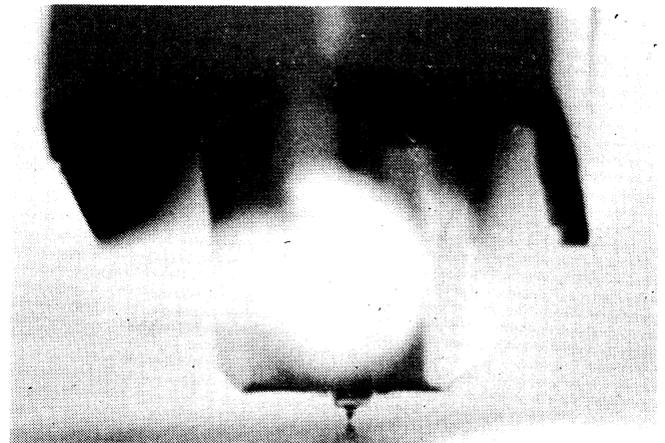


Photo E.P. (Michel POIRIER)

Figure 1. — Coupe verticale d'une pointe sphérique de rayon R pénétrant dans les flancs d'un sillon muet à une profondeur δ_0 sous l'influence d'une pointe de force F_v .

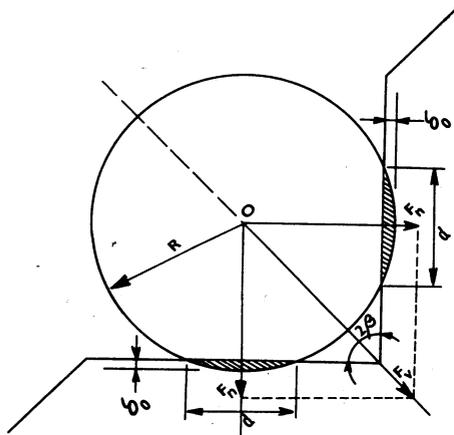
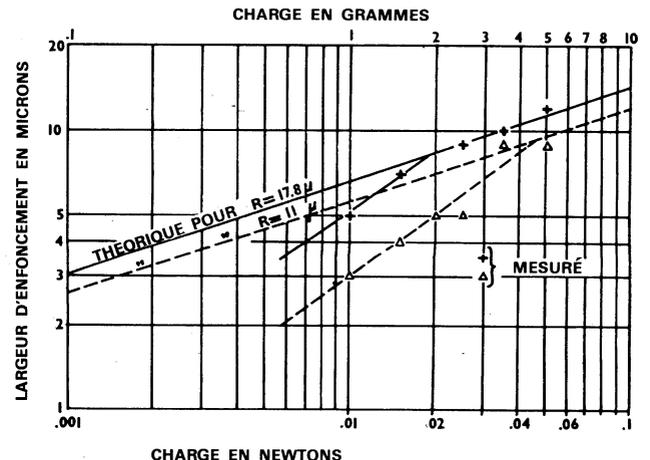


Figure 2. — Largeur des entailles laissées par deux modèles différents de pointe dans la Vinylite, calculée et mesurée pour toute une gamme de force de pointe.



Introduction

Dans cet article, on analyse le comportement d'une pointe parcourant le sillon d'un disque, en employant les théories de Hertz sur les déformations élastiques de deux corps courbes en contact sous l'influence d'une force. La validité des théories est ensuite démontrée au moyen des courbes de réponse de multiples P.U. établies avec des disques tests spécialement conçus.

Cette analyse est basée sur les suppositions suivantes :

a) Le pick-up est un système mécanique idéal sans résonance parasite; b) Le contact pointe/sillon est toujours maintenu; c) L'extrémité de la pointe est sphérique et la pointe est faite avec une matière très dure, telle que saphir ou diamant; d) Le profil de la gravure est toujours symétrique par rapport à la normale de la surface du disque; e) L'angle du fond de gravure est égal à 90°; f) La modulation de la gravure est sinusoïdale, dans le plan latéral; g) Dans le plan latéral, le rayon de courbure du sillon modulé n'est jamais inférieur à 1,5 fois le rayon de l'extrémité de la pointe; h) Les composantes des distorsions non linéaires et des harmoniques élevées sont négligées; i) Les caractéristiques mécaniques du matériau du disque obéissent à la loi de Hooke; j) La matière du disque est homogène; k) Le tourne-disque tourne à une vitesse angulaire constante; l) Les forces autres que celle exercée verticalement par la pointe dans le sillon sont négligeables (forces telles que friction pointe/sillon, friction de l'axe du bras, effet de pincement, poussée latérale due à la compensation du bras, manque d'horizontalité du plateau, disques excentrés ou gauches).

La figure 1 donne une coupe dans le plan vertical passant par le centre de l'extrémité de la pointe (représentée par une sphère) perpendiculaire à la surface du disque et à la direction du sillon. Ce sillon ne porte aucune information, c'est un sillon silencieux. Sous l'effet de la force verticale F_v de la pointe, les flancs de la gravure s'écrasent et l'extrémité de la pointe pénètre dans les flancs jusqu'au moment où un équilibre des forces s'établit.

Hertz a établi des formules pour calculer la déformation élastique de deux corps courbes, en contact, sous l'influence d'une force. Dans le cas d'une pointe dans un sillon (Fig. 1) l'équation exprimant la force normale en terme de la force verticale F_v de la pointe est :

$$(1) \quad \partial_o = \frac{\Psi}{(2k^2)^{1/3}} \left[\left(\frac{F_v}{2 \sin \beta} \right)^2 \frac{1}{R} \left(1 + \frac{R}{2\rho} \right) \right]^{1/3} \quad (1)$$

Puisque $\sin \beta = 90^\circ/2$ l'équation (1) devient l'équation :

$$(2) \quad \partial_o = \frac{\Psi}{(2k^2)^{1/3}} \left[\frac{F_v^2}{2R} \left(1 + \frac{R}{2\rho} \right) \right]^{1/3} \quad (2)$$

D'après les tables publiées par Hertz [1], nous trouvons que Ψ est pratiquement constant et égal à 2 pour les configurations géométriques rencontrées dans l'ensemble pointe/sillon (sphère/cylindre ou sphère/plan) à condition que le rayon de courbure de la gravure ne soit pas inférieur à 1,5 fois le rayon R de l'extrémité de la pointe. Puisque l'extrémité de la pointe est beaucoup plus dure que la matière du disque, le coefficient K de Hertz est donné par la formule suivante :

$$\text{équation (3)} \quad k = 8 E/3 (1 - \mu^2) = (8/3) E_o$$

de telle sorte que l'équation (4) devient :

$$(4) \quad S_o = \left(\frac{9}{16 E_o^2} \right)^{1/3} \left[\frac{F_v^2}{2R} \left(1 + \frac{R}{2\rho} \right) \right]^{1/3} \\ = k \left[\frac{F_v^2}{2R} \left(1 + \frac{R}{2\rho} \right) \right]^{1/3}$$

$$\text{définissant } K = \Psi (2K^2)^{1/3} = (9/16 E_o^2)^{1/3}.$$

Dans un sillon muet, le rayon de courbure de la gravure $\rho = \infty$, de telle sorte que l'équation (4) devient :

$$\partial_o = k (F_v^2/2R)^{1/3}$$

La corde de la surface de contact ou largeur d'enfoncement d est d'après la théorie de Hertz égale à :

$$d = 2 (\partial_o R)^{1/3}$$

Pour donner un exemple, on a calculé la valeur de l'enfoncement dans un cas concret. Pour un P.U. ayant les caractéristiques suivantes : $F_v = 2 \times 10^{-2}$ N (environ 2 g); $R = 17,8 \times 10^{-6}$ m. (17,8 microns); $E = 3,3 \times 10^9$ N/m² pour le vinylite (un copolymère d'acétate et de chlorure de vinyle); $\nu = 0,35$ pour la plupart des matières plastiques; $E_o = 3,76 \times 10^9$ N/m²; $K = 3,42 \times 10^{-7}$ m^{4/3} N^{-2/3}. Ce qui donne par l'équation (5) comme profondeur de pénétration $\partial_o = 0,765 \times 10^{-6}$ m (0,765 micron) et par l'équation (6) la largeur de surface de contact $d = 7,37 \times 10^{-6}$ m (7,37 microns).

Nous devons faire remarquer que l'expression « pression de la pointe » s'applique à la « force » de la pointe. La pression est définie comme une force par unité de surface et un petit calcul va nous montrer que la pression exercée par un pick-up, donnée pour 2 g s'élève à $0,331 \times 10^9$ N/m² (34 kg/mm²). Cette pression est beaucoup plus élevée que le point de rupture des disques plastiques (environ 10^8 N/m²). Il faut espérer malgré cela que le sillon ne sera pas gravé, ni partiellement, ni en totalité.

La figure 2 montre deux lignes droites qui donnent la largeur de l'enfoncement théorique causée par deux extrémités de pointes (17 et 11 microns) exerçant une force de 0,1 à 10 g calculée d'après les équations (4), (5) et (6).

Les mesures de l'enfoncement sur les sillons muets d'un disque en vinyle par les pointes considérées avec une pression de 1 à 10 g montrent que les déformations élastiques prévues par les formules de Hertz sont valables (Fig. 2). Mais elles amènent aussi à la conclusion que dans ce cas une déformation plastique intervient après la déformation élastique initiale et qu'un enfoncement permanent, égal à la largeur de la déformation élastique, subsistera.

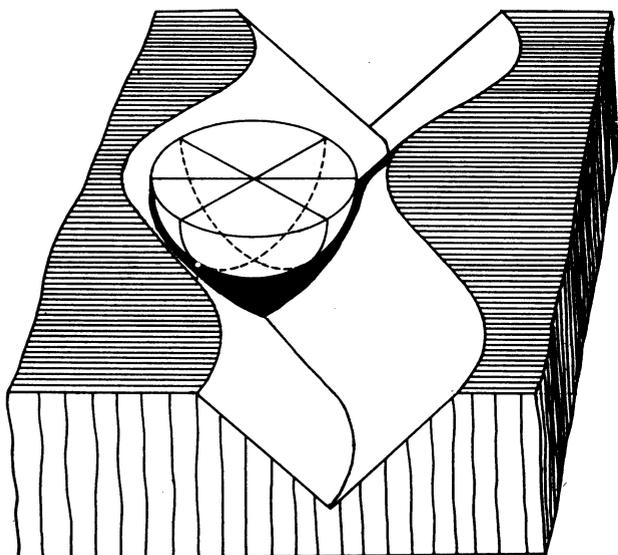
Si les pressions sont faibles (Fig. 2), on voit que la largeur de l'enfoncement laissé en permanence par la pointe est inférieure à celle prévue théoriquement. En effet, dans les matières comme le vinyle, la frontière n'est pas très nette entre les régions plastique et élastique. Tout effort aura pour effet de donner une déformation plastique et élastique dont la grandeur dépend non seulement des propriétés physiques du matériau utilisé, mais du temps pendant lequel la force est appliquée.

Un moyen pratique pour trouver quelle est la largeur de l'enfoncement dû à la fois aux déformations plastiques et élastiques est de déposer un film de savon sur la surface du disque. Ce film d'une épaisseur microscopique n'interviendra pas dans les phénomènes à observer parce qu'il est beaucoup plus tendre que la vinylite.

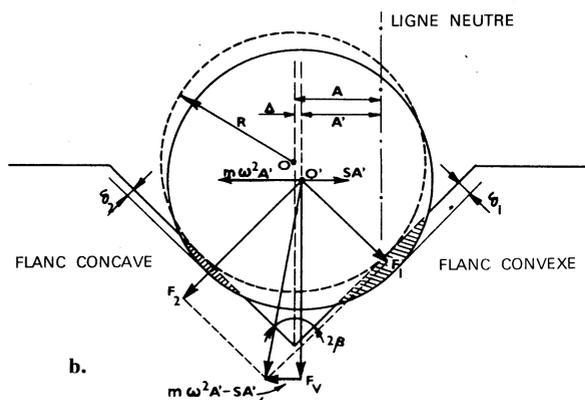
La pointe, dans ces conditions, laissera une trace d'une largeur égale à la déformation totale, purement élastique pour les faibles pressions, purement plastique pour les grandes. La figure 2 donne les courbes des résultats trouvés. Un fait surprenant apparaît : au-dessous d'une certaine charge, la trace est même inférieure à la valeur théorique ! Au-dessus de cette charge, on trouve les mêmes largeurs avec et sans le film de savon, ce qui confirme que ces pistes sont causées par une déformation plastique avec une déformation élastique très petite et même nulle. En-dessous de la charge critique, le matériau semble se comporter comme s'il était plus rigide que prévu ; on notera aussi la courbe en escalier obtenue en reliant entre eux les valeurs mesurées.

Ces courbes des courbes dans le comportement élastique de la vinylite ont déjà été constatés par d'autres moyens. Barlow [3] s'est élevé contre un « effet de grandeur » suggéré par Hunt [2] et a expliqué la plus faible largeur des traces sous de faibles charges par une récupération élastique du matériau. Sa théorie est cependant contredite par les découvertes faites avec le film de savon. Une explication intéressante a été donnée par Walton [4] qui pense qu'il s'agit d'un phénomène dû à « l'action de surface ». Quand la vitesse de gravure dépasse une valeur critique, la charge appliquée n'est, en apparence, supportée que partiellement par la réaction élastique du matériau, la différence étant supportée par une action dynamique soulevant la pointe.

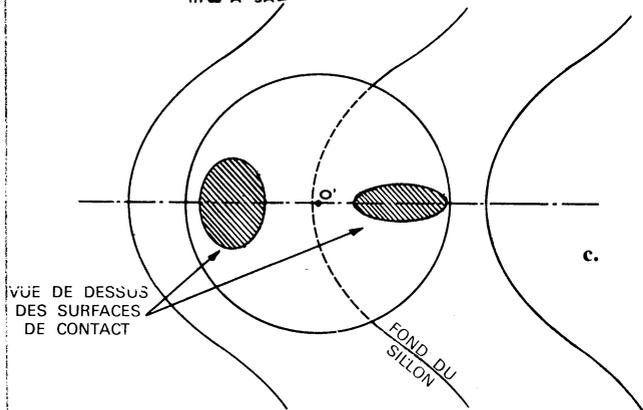
Les recherches sont loin d'avoir abouti et il reste un large champ d'exploration dans le domaine du comportement des matériaux



a.



b.



c.

Figure 3. — a) Vue perspective d'une pointe (représentée comme une demi-sphère) se trouvant à la crête de modulation d'un sillon. b) Coupe verticale d'une pointe sphérique de rayon R, pénétrant dans les flancs d'un sillon modulé. La pénétration dans le flanc convexe est plus profonde que dans le flanc concave. c) Vue verticale des actions définies dans la figure 3b.

TABLEAU I

LA COMPLIANCE D'ENREGISTREMENT EN FONCTION DE LA FORCE DE LA POINTE

Force de la pointe F_v (en grammes)	f_r normalisé	Compliance de l'enregistrement (10^{-5} m/N)
10	1,3	2,16
8	1,255	2,33
6	1,2	2,56
4	1,12	2,96
2	1	3,68
1	0,89	4,6
0,5	0,795	5,92
0,1	0,607	10

La compliance d'enregistrement en fonction de la force de la pointe est établie avec une fréquence de résonance obtenue avec une masse en mouvement m pour un poids de 2 g. En d'autres termes si un pick-up déterminé montre une résonance de 50 kHz sous une force de 2 g, en réduisant la force à 0,1 g (sans perte de contact sillon/pointe) la résonance sera de $0,607 \times 50 = 30$ kHz.

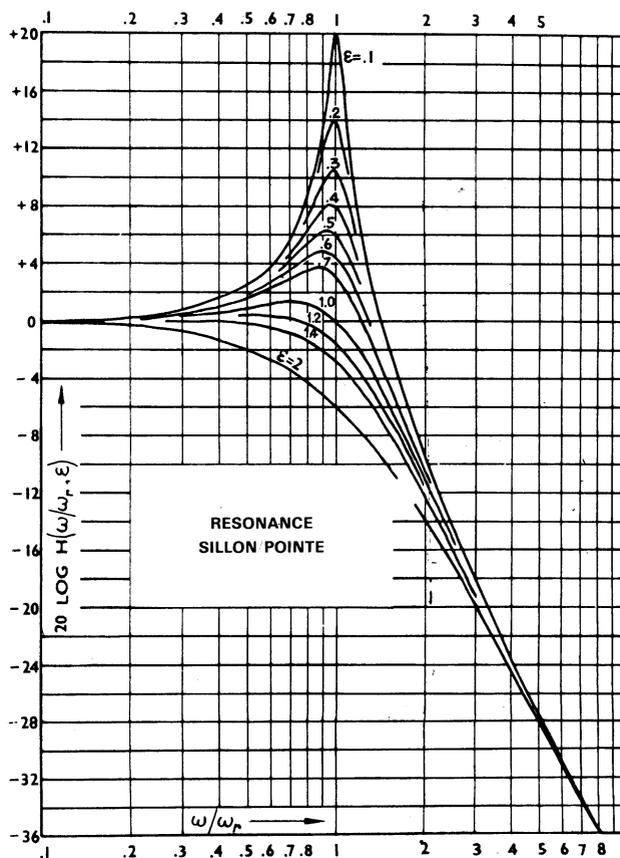


Figure 4. — Représentation graphique de la résonance sillon/pointe pour différentes valeurs du paramètre d'amortissement ϵ .

TABLEAU II

FRÉQUENCE DE COUPURE EN FONCTION DE LA PRESSION

En diminuant la force de la pointe (dans des limites telles qu'elle ne quitte jamais le sillon) la fréquence de coupure s'élève et la fréquence de résonance s'abaisse (tableau I). La variation de la fréquence de coupure est plus importante que celle de la fréquence de résonance.

Vitesse tourne-disques tr/mn	Diamètre	Vitesse de gravure m/s	Fréquence de coupure en kHz à							
			5 0,05	4 0,04	3 0,03	2 0,02	1 0,01	0,5 0,005	0,1 0,001	g newtons
78	ext.	1,20	93,5	101	111	127	160	202	345	
78	int.	0,40	31	33,5	37	42,5	53,5	67	115	
45	ext.	0,69	54	58	64	73	92	116	198	
45	int.	0,24	19	20	22	25,5	32	40	69	
33 1/3	ext.	0,51	40	43	47	54	68	86	147	
33 1/3	int.	0,21	16,5	18	19,5	22	28	35	60	

utilisés dans la fabrication des disques. Lorsque l'on mesure la largeur des traces d'enfoncement à la surface du disque, on trouve qu'il y a une variation dans la valeur de la rigidité fonction de la largeur de l'élongation et du diamètre du sillon considéré. Il est possible que les causes des anomalies constatées dans les mesures pratiques des traces d'enfoncement sur les disques soient dues à un effet de durcissement lié ou non à un effet de surface.

Encore un mot sur la déformation plastique : c'est un fait connu que le plus grand effort dans le matériau sous un enfoncement apparaît à un point d'environ un demi-diamètre d'un cercle de contact sous le centre de contact [5]. Il a été suggéré que dans le contact pointe/sillon, la résistance à l'intérieur du matériau s'écroule sous une charge de 0,15 g, alors que la disparition de la résistance plastique à la surface n'apparaît que sous des charges de 1,6 à 1,5 g (avec une pointe de 17,8 microns)

Le fait qu'un enregistrement phonographique n'est pas complètement « ruiné » après avoir été lu par une pointe pesant 5 g est probablement dû au fait que la pointe rencontre toujours un matériau frais quand elle se déplace dans le sillon. Un examen microscopique du sillon d'un disque joué une seule fois avec un pick-up pesant 2 g fait apparaître une légère piste d'enfoncement sur les deux flancs du sillon. On a aussi remarqué qu'une lecture sans interruption d'une petite surface d'un disque amenait des usures beaucoup plus rapides que des lectures faites avec de grands intervalles de temps. On peut alors penser que les forces emmagasinées par la matière elle-même en dessous de la surface ne sont pas immédiatement dissipées et que par accumulation elles entraînent une destruction de la matière des disques. En clair, une constante de temps joue un rôle important dans le comportement des matières plastiques.

Pertes à la lecture

Il est intéressant de voir quels sont les phénomènes mécaniques engendrés dans un sillon modulé par les causes discutées plus haut ; cependant l'exposé ne traitera que des causes dues aux déformations élastiques, celles dues aux déformations plastiques ne présentant aucun intérêt. Dès 1941 et 1942, des analyses avaient été faites sur les pertes à la lecture dues aux déformations élastiques dans un sillon modulé. En 1950, Miller [9] fit des recherches très poussées, et quelques années plus tard Kantrowitz reprit les travaux de Miller sous l'aspect spécial de la gravure verticale [12]. En 1956, Kerstens [10] étudia cela sous un autre angle ; nos lecteurs intéressés trouveront dans la bibliographie, les indications leurs permettant de prendre contact avec ces travaux.

Dans le présent exposé, une vue plus simplifiée du problème est présentée en négligeant certains facteurs.

Quand la pointe de lecture se trouve dans une crête de modulation sinusoidale (Fig. 3a) et qu'elle est mise en mouvement dans le plan horizontal par la modulation du sillon, deux forces latérales entrent en jeu (Fig. 3b) :

1° Une force de raideur SA' , dans laquelle S est la raideur de la suspension (ou l'inverse de la compliance) et A' l'excursion du moment faite par la pointe par rapport à la ligne neutre (sillon muet) ;

2° Une force d'accélération $m\omega^2 A'$ est exigée pour déplacer la masse m de l'armature de la pointe (reportée au centre de la sphère formant l'extrémité de la pointe).

Ces deux forces s'opposent l'une à l'autre, de telle sorte que la force verticale F_u est altérée par la composante latérale ($m\omega^2 A' - SA'$). F_x et F_z représentent les forces appliquées respectivement sur le flanc convexe et sur le flanc concave du sillon. Bien que $F_z > F_x$, l'enfoncement dans le flanc concave sera plus faible que celui apparaissant dans le flanc convexe ; cela est dû à ce que la surface de contact du flanc concave avec la sphère de la pointe est plus grande, et ainsi un équilibre entre la force d'enfoncement et la force opposée par le flanc du sillon s'obtient avec une pénétration plus faible. La figure 3 a montré que la sphère de la pointe de lecture voit comme une vallée les parties du flanc concave du sillon et comme une crête les parties du flanc convexe du sillon.

L'auteur dans son exposé donne le moyen de calculer les forces qui interviennent, de calculer le déplacement latéral du centre de la sphère, tel qu'on le voit dans la figure 3b.

Il donne également les moyens de calculer la fréquence de résonance pointe/sillon. Le tableau I donne le résultat de ces calculs, ainsi que la grandeur de la compliance C de l'enregistrement établi avec une pointe de 17,8 microns et un disque en vinylite ou $E_0 = 3,76 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ (module de Young pondéré $E_0 = E/(1 - \nu^2)$).

Son étude porte également sur les pertes de translation, les réponses relatives des pick-up, etc.

Comme il est indiqué dans l'avant-propos, l'auteur a fait des essais avec des disques portant des enregistrements allant jusqu'à 100 000 Hz. Ceci lui a permis de trouver les fréquences de coupure des pick-up expérimentaux sous certaines pressions. Les résultats sont consignés dans le tableau II.

Le dernier chapitre est consacré à des essais faits avec des pick-up expérimentaux. Le préambule étant assez sévère, il est intéressant de donner la traduction intégrale des deux premiers paragraphes.



Photo E.P. (Michel POIRIER)

Figure 5a. — Courbes de réponse théorique en haute fréquence données par les équations pour le pick-up 1-3 ayant une masse en mouvement $m = 2$ milligrammes, un facteur d'amortissement $\epsilon = 0,3$, \varnothing de pointe = 17,8 microns, force de la pointe = 1,5 gramme, sur Vinylite avec une vitesse de gravure = $V = 0,495$ m/s.

Figure 5b. — Comparaison entre les valeurs théoriques et les valeurs mesurées pour le P.U. 1-3 — paramètre figure 5a.

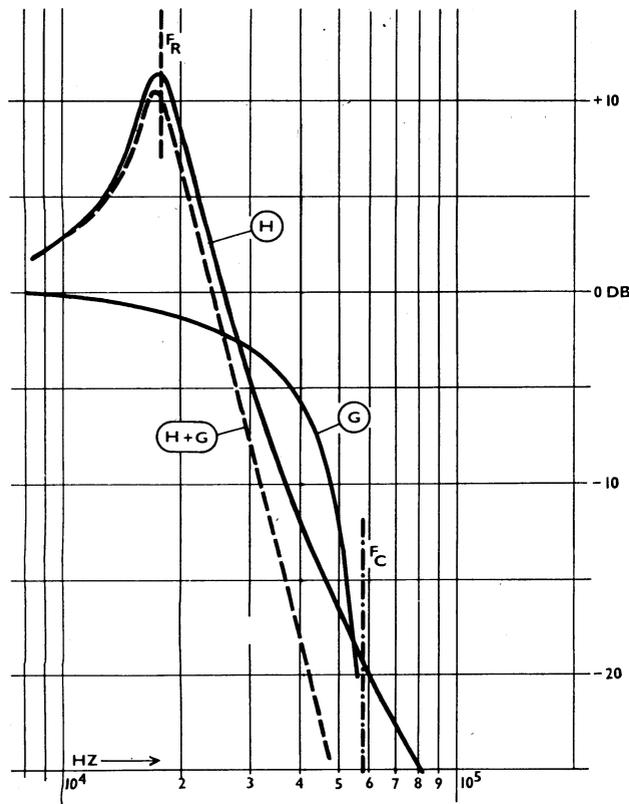


FIGURE 5a

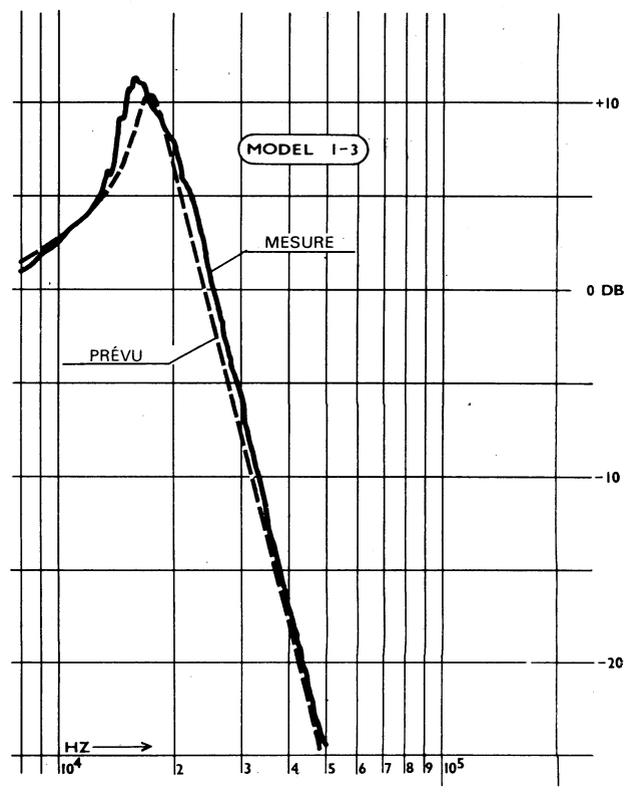


FIGURE 5b

Résultats expérimentaux

Pour vérifier la validité des théories exposées, plusieurs expériences furent faites pour vérifier si les courbes de réponse mesurées correspondaient à celles données par les calculs.

Mais comme les cellules phonocaptrices du commerce sont excessivement amorties et que les constructeurs ignorent trop souvent la valeur réelle de la masse en mouvement, nous avons utilisé des pick-up construits spécialement par nos soins pour ces essais.

Les performances de quatre modèles de pick-up expérimentaux concernant les fonctions M et G telles qu'elles sont définies dans le préambule sont exposées. La valeur de E_0 était égale à $3,76 \times 10^9 \text{ N/m}^2$, tous les pick-up avaient une pointe de 17,8 microns et la force était de 1,5 g.

Pour ne pas surcharger cet exposé nous ne donnerons que les résultats d'essais faits avec un seul pick-up.

Pick-up 1-3

Ce modèle avait une masse répartie à l'extrémité de la pointe de 2 mg et un facteur d'amortissement $\epsilon = 0,3$.

Les disques d'essais portaient des enregistrements faits avec une vitesse de pointe constante, allant de 500 Hz à 100 000 Hz, les disques avaient 30 cm de diamètre. Le module de Young n'a pas été mesuré dans tous les cas, mais sa valeur moyenne supposée était de $3,3 \times 10^9 \text{ N/m}^2$.

Les résultats donnés par les équations (1) étaient 17 800 Hz pour la fréquence de résonance (f_r) et 58 000 Hz pour la fréquence de coupure et une vitesse de 0,495 m/s (approximativement sur le \varnothing extérieur à 33 1/3 tr/s).

La figure 5a donne la courbe de la fonction H (pour $\epsilon = 0,3$) et de la fonction G. L'addition des deux courbes est faite dans la courbe tirée et celle-ci est reportée dans la figure 5b. On voit que la courbe calculée et la courbe mesurée se « tiennent » à moins de 2 dB.

Pick-up 2-2

Masse en mouvement = 1,2 mg.
Facteur d'amortissement : $\epsilon = 0,2$.
 $f_r = 23\ 000 \text{ Hz}$.
 $f_c = 58\ 000 \text{ Hz}$.

Pick-up 3-E

Masse en mouvement = 0,4 mg.
 $\epsilon = 0,7$.
 $f_r = 40\ 000 \text{ Hz}$.
 $f_c = 92\ 500 \text{ Hz}$.

Pick-up 5-BT

L'étude est faite dans les conditions suivantes : $f_r > f_c$.
La masse en mouvement était très faible 140 μg .
La force était portée à 2 g.
 $\epsilon = 0,2$.

Conclusion

Les fonctions H, G et S (définies dans les calculs) se sont révélées très valables pour établir les performances d'un pick-up projeté. La force verticale de la pointe doit être maintenue assez faible pour que la déformation du sillon soit uniquement élastique et suffisamment grande pour assurer le contact permanent de la pointe avec le sillon. Les fonctions G et S sont les facteurs essentiels qui limitent la bande passante d'un système de lecture. Des améliorations considérables pourraient être obtenues par l'utilisation de matériau beaucoup plus rigide que la vinylite utilisée actuellement. Des essais préliminaires avec des disques en nickel n'ont pas été satisfaisants, sans doute parce que la déformation plastique est dominante, même avec une force de 1 g ; mais comme le métal est très dur ($E = 21 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$) l'enfoncement reste très petit, on en déduit immédiatement que la pression exercée par la pointe sur les flancs du sillon est très élevée et qu'elle dépasse le point de rupture. Le coude très aigu de la courbe résistance/effort du nickel signifie que la déformation plastique remplace instantanément tous les paramètres d'élasticité.

De ces expériences, il découle, que dans l'état présent de la technique, la seule façon d'augmenter la bande passante d'un pick-up est d'utiliser des pressions extrêmement faibles. Ceci n'est néanmoins possible que si la masse en mouvement est suffisamment faible pour accepter les accélérations énormes rencontrées dans la bande des fréquences élevées. Mais si les disques étaient fabriqués avec une matière ayant une rigidité très grande et un point de rupture très élevé — de telle sorte que la déformation des flancs du sillon serait limitée à la région élastique avec un faible enfoncement — on obtiendrait une amélioration très sensible de la qualité des reproductions sur disque.

(1) Equations faisant partie des calculs non développés

Nous remercions l'Audio Engineering Society et l'auteur de nous avoir accordé l'autorisation de reproduire cet article dont la publication intégrale est parue dans le Journal of the Audio Engineering Society, vol. 15, number 4.

bibliographie

- [1] H. Hertz, *Gesammelte Werke*, vol. 3, p. 155 (1894).
- [2] F. V. Hunt, « Elastic-Plastic Instability Caused by the Size Effect and Its Influence on Rubbing Wear », *J. Appl. Phys.* **26**, 850 (1955). See also « On Stylus Wear and Surface Noise in Phonograph Playback Systems », *J. Audio Eng. Soc.* **3**, 2 (1955).
- [3] D. A. Barlow, « Comments on the Paper, 'On Stylus Wear and Surface Noise' », *J. Audio Eng. Soc.* **4**, 116 (1956).
- [4] J. Walton, « Gramophone Record Deformation », *Wireless World* **67**, 353 (1961).
- [5] R. M. Davies, « The Determination of Static and Dynamic Field Stresses Using a Steel Ball », *Proc. Roy. Soc. London* **A197**, 416 (1949).
- [6] R. A. Walkling, « Dynamic Measurement of the Hardness of Plastics », Doctoral Dissertation, Acoustics Research Laboratory, Harvard University, Cambridge, Mass. (May 1963).
- [7] U. Kornei, « On the Playback Loss in the Reproduction of Phonograph Records », *J. Soc. Motion Picture Engrs.* **37**, 569 (1941).
- [8] S. J. Begun and T. E. Lynch, « The Correlation Between Elastic Deformation and Vertical Forces in Lateral Recording », *J. Acoust. Soc. Am.* **13**, 284 (1942).
- [9] F. G. Miller, « Stylus Groove Relations in Phonograph Records », Doctoral Dissertation, Harvard University, Cambridge, Mass. (March 1950).
- [10] J. B. S. M. Kerstens, « Mechanical Phenomena in Gramophone Pickups at High Audio Frequencies », *Philips Technical Review* **18**, 89 (1956/57).
- [11] G. E. F. Sherwood and A. E. Taylor, *Calculus*, (Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1954).
- [12] P. Kantrowitz, « High-Frequency Stylus-Groove Relationships in Phonograph Cartridge Transducers », *J. Audio Eng. Soc.* **11** (1963).
- [13] T. Shiga, « Deformation Distortion in Disc Records », *J. Audio Eng. Soc.* **14**, 208 (1966).

AMPLIFICATION et GÉNÉRATION

deux problèmes complémentaires

par François VIAUD

La complémentarité de ces deux techniques électroniques est évidente dans la majorité des situations rencontrées. Il est très rare d'avoir affaire à des signaux électriques ou électroniques d'origine purement naturelle (émission de rayonnements électromagnétiques de certaines galaxies, décharges électriques dans l'atmosphère, rayonnement cosmique, etc. Pour ces situations assez spécifiques, on en conviendra, de simples techniques d'amplification sont nécessaires). Dans l'immense majorité des autres cas, les signaux ont été élaborés dans leur forme et dans leur fréquence propres par un générateur quelconque. Ces signaux sont émis, modifiés par un processus physique, transmis au récepteur, détectés et nécessairement amplifiés pour pouvoir en tirer l'information contenue. Dans cette description générale l'amplification peut apparaître à deux stades : avant émission, et après réception. Les exemples concrets sont évidents et nombreux, nous ne citerons que les télécommunications où d'ailleurs les deux fonctions d'émission et de réception peuvent être séparées par plusieurs centaines de kilomètres.

On peut se demander pourquoi nous insistons sur cette façon de poser le problème de l'amplification et de la génération. Maintenant que nous sommes convaincus de la nécessité de maîtriser simultanément ces deux techniques, dans la plus large gamme de fréquences, nous devons hélas constater qu'il existe dans la réalité un déséquilibre considérable. C'est ainsi que la technique des amplificateurs est beaucoup moins favorisée que celle des générateurs. Dans le domaine des basses fréquences (du continu à 100 MHz environ), nous ne rencontrons aucun problème ; l'utilisation des tubes électroniques et des transistors de fréquence de coupure adaptée permet aussi bien l'amplification que la génération ; disons même que la génération peut être considérée comme un « sous-produit » de l'amplification. Le plus souvent la génération est obtenue par contre-réaction judicieuse sur un ou plusieurs étages d'amplification. Dans le domaine des hyperfréquences et des ondes guidées, de 5 GHz à 100 GHz, la situation est encore satisfaisante. Les générateurs sont les klystrons, magnétrons, carcinotrons, etc., et parmi les amplificateurs, cependant moins nombreux, on connaît bien le klystron amplificateur, et en bout de gamme, les masers. Par contre, il existe un domaine de fréquences intermédiaires dans lequel les expériences sont assez souvent délicates et difficiles ; nous voulons parler de l'ensemble des fréquences comprises entre 100 MHz et 3 GHz.

Nous aborderons la technique des amplificateurs après avoir parcouru celle des générateurs.

Les générateurs dans le domaine des fréquences intermédiaires

Nous verrons essentiellement l'importance de l'apport de la physique des semi-conducteurs, tant à l'amplification qu'à la génération. Jusqu'à ces deux dernières années, il existait bien dans le commerce des générateurs capables d'émettre des signaux de 500 MHz de fréquence. Mais ceux-ci étaient volumineux, lourds et fragiles, du fait de la présence obligatoire de tubes électroniques spéciaux. La découverte de l'effet Gunn en 1963 et la réalisation des premiers générateurs à partir de 1965, a radicalement modifié

la situation. Nous allons brièvement décrire cet effet pour montrer que, pour la première fois, nous sommes capables de produire des signaux à l'aide d'un seul dispositif solide. Cet effet n'existe que dans une certaine catégorie de matériaux semi-conducteurs ; il s'agit essentiellement des composés III-V, et le plus adapté est l'arséniure de gallium (GaAs).

Si nous nous rappelons que la densité de courant j dans un solide semi-conducteur n'est autre chose que le flux des électrons libres se déplaçant à la vitesse v , nous écrivons l'expression de j sous la forme :

$$j = q n v$$

dans cette expression n représente la densité d'électrons, q leur charge électrique et v leur vitesse.

Parmi les composés III-V, l'arséniure de gallium a la possibilité de répartir les n électrons en deux catégories distinctes pour les valeurs du champ électrique appliqué supérieures à celle d'un champ critique E_c . Nous aurons n_1 électrons animés d'une vitesse v_1 et n_2 électrons d'une vitesse v_2 ; le nombre total d'électrons $n = n_1 + n_2$ reste évidemment constant. Nous avons représenté schématiquement sur la figure 1 la variation du nombre d'électrons des deux catégories en fonction du champ électrique. n_1 est constant et égal à n pour des valeurs du champ E inférieures à E_c ;

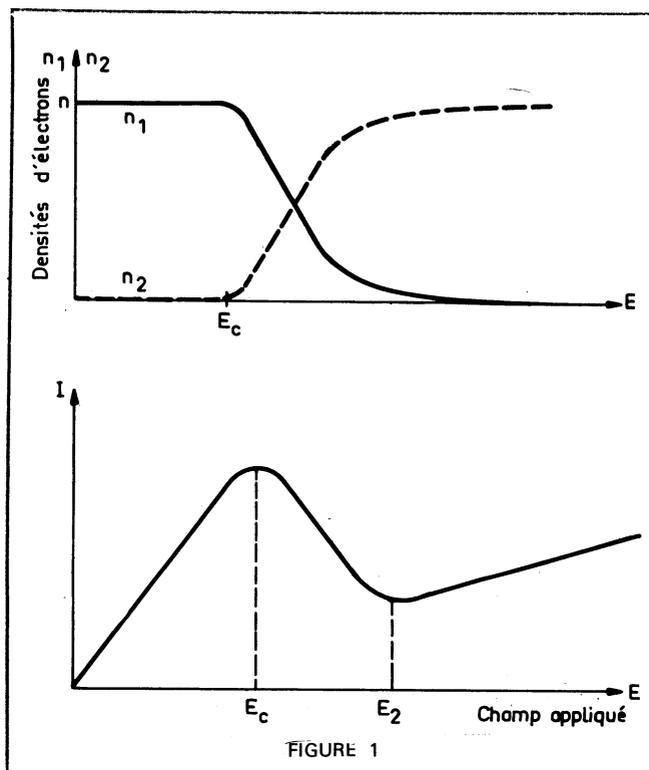


FIGURE 1

pour des valeurs supérieures, n_1 décroît alors que n_2 augmente de telle manière que la somme des deux reste constante. La densité de courant j dans le matériau sera évidemment égale à la somme des contributions des deux catégories d'électrons : c'est ainsi que :

$$j = q n_1 v_1 + q n_2 v_2$$

comme la vitesse v_2 est notablement inférieure à la vitesse v_1 , nous obtenons l'allure représentée sur le deuxième schéma de la figure 1. Cette caractéristique est linéaire dans une première région jusqu'au champ E_c , passe par un minimum pour E_2 , et croît de nouveau linéairement au-delà de ce dernier champ. La partie intéressante de la caractéristique I-V va être comprise entre E_c et E_2 ; dans cette région la résistance différentielle devient négative, et nous aurons une possibilité de produire des oscillations. Si la résistance différentielle négative est nécessaire pour expliquer la formation d'instabilités de courant, elle est par contre tout à fait insuffisante pour expliquer les oscillations cohérentes observées. C'est le mécanisme de la formation des domaines de champ électrique élevé qui nous fournira l'explication de cette cohérence.

Nous allons expliquer cette formation à l'aide de la figure 2. Pour une tension inférieure à la tension critique, la situation dans l'échantillon est normale : c'est-à-dire que la densité de courant est constante en fonction du temps, et la répartition du champ électrique dans l'échantillon est uniforme. Si maintenant nous dépassons le champ critique, nous aurons des régions de l'échantillon où la conductibilité différentielle va devenir négative ; dans la région où le champ augmente le plus rapidement, généralement au voisinage de la cathode, la résistance différentielle négative va conduire à la formation d'une zone de champ qui va avoir tendance à augmenter ; cette zone de champ va croître, se détacher de la cathode et se propager ensuite le long de l'échantillon jusqu'à l'anode. Une fois qu'un tel domaine élevé se propage, la valeur du champ électrique dans la région extérieure à ce domaine doit décroître pour respecter la condition du potentiel extérieur constant. Cette stabilité des deux champs est évidente si nous nous référons à la figure 2 c. Comme la densité du courant I_m dans l'échantillon doit être la même dans toutes les régions, les deux valeurs des champs électriques (champ intérieur au domaine E_i et champ extérieur E_e) se déterminent sur la figure 2 c en traçant une parallèle à l'axe des champs (courant constant). Nous obtenons deux valeurs E_i et E_e du fait de la région à résistance différentielle négative. Lorsque la zone de champ électrique arrive à l'anode, elle va disparaître, le champ électrique dans l'échantillon va revenir à la valeur E_c ; à cet instant, la densité de courant sera imposée par la valeur ohmique correspondant à E_c , c'est-à-dire I maximum sur notre figure 2 c ; mais cette situation est instable et un nouveau domaine va se former à la cathode, augmenter, se détacher et se propager à son tour ; le même phénomène se reproduit ainsi un très grand nombre de fois. C'est la longueur de notre échantillon, à condition qu'il soit suffisamment pur et uniforme au point de vue densité de charges, qui imposera la cohérence des oscillations observées. La période de ces oscillations de relaxation est donnée par le schéma de la figure 2 d ; cette période correspond simplement, comme nous venons de le voir, à la durée de propagation d'un domaine à la vitesse v_1 correspondant au champ E_e sur une distance L . Tout l'intérêt de l'effet Gunn réside dans la très faible valeur de cette période T .

$$T = \frac{L}{v_1}$$

L est très faible et généralement compris entre 10 et 100 microns, c'est-à-dire entre 1/100 et 1/10 mm, et la valeur de v_1 est très élevée, environ $1,5 \cdot 10^7$ cm/s. Comme le numérateur est faible et le dénominateur élevé, la fraction $\frac{L}{v_1}$ est donc très

petite. En fait, T est généralement voisin de la nanoseconde, c'est-à-dire 10^{-9} seconde. Il est donc possible, en choisissant la longueur appropriée de l'échantillon, d'avoir la fréquence voulue. En réalité, il existe des limitations imposées par le manque d'homogénéité du matériau semi-conducteur. La limite inférieure est voisine de 10 microns et la limite supérieure correspond à des échantillons de quelques millimètres de longueur. Nous possédons actuellement des générateurs capables de travailler entre

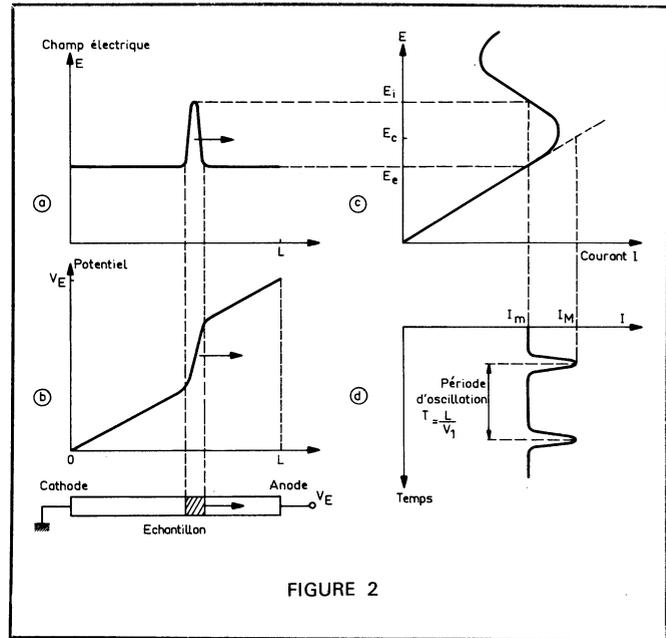


FIGURE 2

500 MHz et 6 GHz ; il n'est pas exclu d'envisager la réalisation dans un avenir très proche de générateurs travaillant à des fréquences supérieures à 10 GHz, c'est-à-dire en pleine bande X. Les avantages de ces générateurs sont absolument prodigieux ; il y a d'abord un gain considérable en volume : un échantillon normal, avec ses contacts et son boîtier, dépasse rarement 2 mm en longueur ; la fréquence est extrêmement stable puisqu'elle dépend de la longueur de l'échantillon qui peut être usiné avec une bonne précision. Le seul inconvénient actuel est le manque de puissance. Les premiers échantillons fournissaient environ 1 ou 2 mW ; nous sommes actuellement entre 10 et 20 mW, et l'arrivée, cette dernière année, de constructeurs japonais a porté la puissance à environ 100 mW. Pour le moment, il est très difficile de prévoir une amélioration de cette puissance, du moins par échantillon, mais il n'est pas exclu que l'on invente un dispositif permettant de synchroniser les oscillations de plusieurs échantillons de GaAs. Pour être complet, il faudrait parler du circuit extérieur à l'échantillon. Dans la description précédente, celui-ci n'intervenait pas ; le courant modulé en amplitude était recueilli dans une résistance extérieure, ce qui donnait une tension alternative correspondante. Nous plaçons maintenant notre échantillon dans une cavité résonnante ; le comportement peut être totalement différent si nous nous arrangeons pour que la constante de temps imposée par ce circuit résonnant soit inférieure à la durée de la propagation du domaine ; dans ce cas, la zone de champ électrique n'a plus le temps de se former, d'arriver à la valeur saturée, et le fonctionnement dans le circuit extérieur est tout à fait autre ; c'est ainsi que nous parlerons du mode de fonctionnement LSA. Ce mode de fonctionnement est relativement récent et beaucoup plus intéressant que le mode décrit précédemment. Il est ainsi possible de travailler dans un domaine de fréquence plus large pour un type d'échantillon donné, et surtout d'obtenir des puissances plus importantes.

Si nous insistons sur cette découverte récente c'est pour montrer comment, une fois de plus, la physique des semi-conducteurs est venue s'installer dans un domaine traditionnellement réservé au tube électronique, et comme pour l'invention du transistor, les progrès sont absolument considérables ; mais l'essor prodigieux de ce nouveau type de générateur nous montrera également le manque crucial d'amplificateurs travaillant dans le même domaine de fréquence. A l'heure actuelle, à part les amplificateurs à transistors qui ne dépassent pas quelques centaines de mégahertz, nous ne connaissons qu'un seul principe d'amplification : l'amplification le long d'une ligne à éléments localisés à l'aide de tubes électroniques. Une fois de plus, la physique des semi-

conducteurs va venir au secours de la technique par un principe analogue à celui des ondes à structure progressive, mais utilisé cette fois non pas dans le vide, mais dans un matériau semi-conducteur. Ainsi nous avons l'espoir de réaliser un jour des amplificateurs travaillant très facilement à 1 GHz, à coefficient d'amplification extrêmement élevé et à très large bande de fréquence. Dans une première étape, nous allons nous familiariser avec les principes physiques à la base de ce nouvel effet, et dans une étape ultérieure nous discuterons des possibilités de réalisation pratique d'amplificateurs à large bande.

Effets acoustoélectriques et piézoélectriques dans les semi-conducteurs

C'est la piézoélectricité, ce « vieux » phénomène expliqué depuis plus d'un demi siècle, qui va jouer un rôle fondamental dans cet effet. Pour les besoins de la cause, nous avons jugé nécessaire de définir simplement la piézoélectricité dans un solide. Il faut retenir que la piézoélectricité est une caractéristique du réseau cristallin du corps étudié. C'est la structure cristallographique qui nous dira si un corps est piézoélectrique ou non ; et, à ce propos, la majorité des corps connus sont piézoélectriques. En effet, seuls les composés dont la structure présente un centre de symétrie ne peuvent pas l'être ; nous verrons que c'est le cas du germanium et du silicium, les deux plus importants semi-conducteurs connus et utilisés.

Sous l'influence d'une tension mécanique extérieure, un corps piézoélectrique voit le centre de gravité de ses charges ioniques positives déplacé par rapport au centre de gravité de ses charges ioniques négatives. A l'intérieur du corps il y a toujours compensation au point de vue charges, mais à l'extérieur, sur les faces perpendiculaires à la direction d'application de la force, il y aura apparition d'une certaine quantité de charges positives ou négatives (voir fig. 3). Nous aurons une certaine quantité de charges positives à l'une des extrémités, et la même quantité de charges négatives à l'autre extrémité. La valeur absolue de cette charge Q dépend évidemment de l'amplitude de la déformation subie par le solide, c'est-à-dire de l'amplitude de la tension extérieure appliquée. Le fait fondamental de la piézoélectricité est justement ce déplacement relatif des deux centres de gravité. En présence de charges positives et de charges négatives séparées par une distance d , nous avons une polarisation de moment $P = Qd$. Mais ceci est déjà une conséquence ; une autre conséquence plus importante encore au point de vue mesure, sera l'apparition d'une tension, à condition que la résistance intérieure R_i du corps soit suffisamment importante pour que les charges $+Q$ et $-Q$ ne se

compensent pas rapidement ; sur la même figure 3, nous avons représenté cette mesure de la tension avec un appareil de résistance d'entrée R . C'est ainsi que dans les corps isolants, la piézoélectricité se manifeste par l'apparition d'une tension. Mais nous rappelons bien que ceci n'est valable que pour les corps isolants ; passons au cas des semi-conducteurs. Pour les comparer très simplement aux isolants, nous admettons que les semi-conducteurs ont en plus une certaine quantité d'électrons libres, appelés encore électrons de conduction. Ce nombre peut être extrêmement variable d'où le nom de semi-conducteur. Une autre caractéristique importante des semi-conducteurs est la mobilité de ces électrons de conduction ; cette mobilité, à la différence des métaux ou des isolants, est très grande. La mobilité des électrons d'un semi-conducteur est définie par la relation suivante :

$$v = E$$

Disons tout de suite que les semi-conducteurs qui nous intéressent sont ceux qui ont un nombre d'électrons libres relativement faible, donc qui sont plus près des isolants que des métaux ; ce sera le cas du sulfure de cadmium dont la résistivité à l'état pur varie entre 10^7 et 10^9 ohms-cm. En appliquant comme précédemment une tension mécanique extérieure à un échantillon semi-conducteur, nous aurons le processus décrit : apparition de charges $+$ et $-$ d'où tension électrique aux bornes de l'échantillon ; malheureusement, les électrons libres présents dans le semi-conducteur vont immédiatement masquer cette tension, si bien qu'à l'extérieur nous ne détecterons rien. La situation est totalement différente si nous injectons une onde acoustique dans le matériau ; l'onde acoustique sera essentiellement caractérisée par une variation sinusoidale d'amplitude. Cette variation sinusoidale d'amplitude se traduit par une variation sinusoidale de la pression à l'intérieur du corps ; nous avons ainsi alternance entre des régions du semi-conducteur où règne une contrainte et des régions où règne une dépression. Pour notre corps piézoélectrique, cette répartition de pression se traduira par une répartition sinusoidale du champ électrique ; ce champ électrique alternatif à l'intérieur du semi-conducteur agira sur les électrons libres en modifiant leur répartition. En plus de leur énergie cinétique normale, les électrons libres de conduction auront ainsi une énergie potentielle alternative supplémentaire.

Comme les électrons ont tendance à se diriger vers les minima d'énergie potentielle, nous aurons une répartition en paquets des électrons libres du semi-conducteur. Pour que cette mise en paquet des électrons soit effective, il faut que l'amplitude de l'énergie potentielle associée à l'onde soit notablement supérieure à l'énergie thermique moyenne des électrons. Pour réaliser cette mise en paquets des électrons, il faut dépenser de l'énergie, ce qui veut dire que ce processus de mise en paquets se traduira par une atténuation de l'onde acoustique (fig. 4).

Amplification ultrasonore dans les semi-conducteurs piézoélectriques

Le processus d'atténuation décrit ci-dessus était connu depuis une quinzaine d'années. L'idée originale, qui date de 1963, a consisté à appliquer un champ électrique continu pendant la propagation de l'onde acoustique.

Une onde acoustique se propage toujours à la vitesse du son, constante. Les électrons eux, se déplacent à une vitesse variable, fonction du champ électrique intérieur appliqué. A l'aide de plusieurs petits schémas représentant la variation de l'énergie potentielle pour différentes valeurs de la vitesse d'entraînement des électrons, nous allons donner une image physique simple de l'amplification. Il ne faut voir dans cette figure 4 qu'une interprétation très succincte de la réalité.

— Pour un champ électrique inférieur à celui qui communique aux électrons une vitesse égale à celle du son, les paquets d'électrons auront une vitesse inférieure à celle de l'onde de potentiel électrique. La distribution électronique devient dissymétrique par rapport au minimum de potentiel. Cette accumulation d'électrons entraînés à la vitesse v_e oppose une résistance à la propagation de l'onde ultrasonore, d'où atténuation de l'onde.

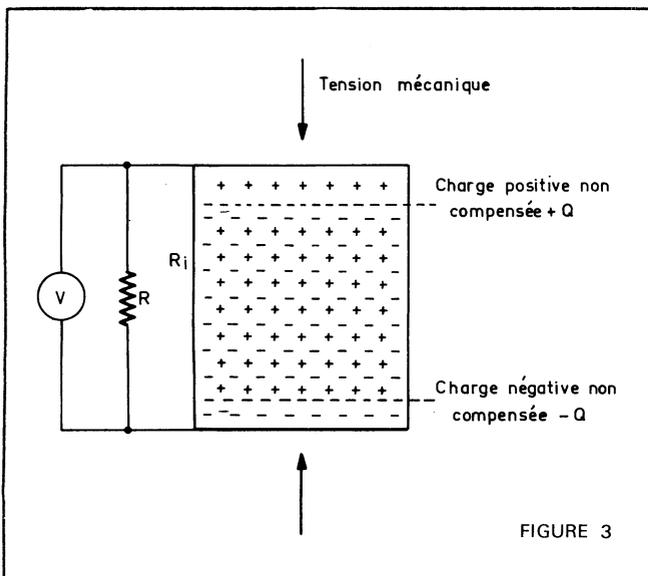


FIGURE 3

— La situation est tout à fait autre pour des vitesses électroniques supérieures à celle du son. Sous l'effet de cette vitesse, la répartition des électrons dans les minima de potentiel n'est plus symétrique ; comme ces électrons vont plus vite que l'onde acoustique, ils vont avoir tendance à pousser celle-ci. Nous sommes donc en présence d'un processus d'amplification de l'onde acoustique. Sans entrer dans le détail de calculs laborieux, nous allons donner une expression simplifiée du coefficient d'amplification ainsi obtenu :

$$(\text{dB/mm}) = \frac{K}{1 - \frac{\mu E}{v_s}}$$

Les coefficients K, A, et B, de cette formule représentent eux-mêmes des expressions compliquées contenant les constantes du matériau, la mobilité, le coefficient électro-mécanique du semi-conducteur, la conductibilité...

Attachons-nous à la dépendance du coefficient α en fonction du champ électrique et de la fréquence f de l'onde acoustique. Il est très important de noter le rôle du facteur $\frac{1 - \mu E}{v_s}$; (μ est la

mobilité des électrons, E le champ électrique extérieur et v_s la valeur de la vitesse du son). Comme il est en facteur au dénominateur, c'est lui qui imposera le signe du coefficient ; en effet le coefficient K reste toujours positif. C'est ainsi que lorsque le champ électrique sera tel que le produit μE est inférieur à v_s , $\frac{1 - \mu E}{v_s}$ devient négatif et α devient négatif ; α négatif signifie

que la situation est l'inverse de la précédente, c'est-à-dire, au lieu d'avoir atténuation, nous avons amplification de l'onde.

Etude détaillée du coefficient d'amplification

Le coefficient d'amplification α est une expression compliquée du champ électrique régnant à l'intérieur du semi-conducteur, de la fréquence de l'onde acoustique et de la conductivité du matériau employé. Nous sommes donc amené à étudier séparément l'influence de ces différents paramètres.

— **Influence du champ électrique extérieur appliqué.** En l'absence de champ électrique, l'atténuation a une certaine valeur ; si nous appliquons un champ continu orienté de telle manière que les électrons se déplacent dans le même sens que l'onde acoustique, cette atténuation va augmenter, passer par un maximum, et s'annuler lorsque le champ électrique atteindra la valeur E_s (voir fig. 5). Rappelons que le champ E_s est tel qu'il communique aux électrons une vitesse égale à la vitesse du son ; pour des champs électriques supérieurs à E_s , nous entrons dans le domaine d'amplification ; pour des champs de plus en plus élevés, nous avons un gain de plus en plus important, jusqu'à atteindre une valeur maximale pour un champ noté E_m sur la figure 5. Au-delà de ce champ, le gain va diminuer.

— **Maximum d'amplification.** Si nous cherchons la fréquence où l'amplification est maximale, nous nous apercevons que cette fréquence notée f_m est indépendante du champ électrique appliqué ; mais l'expression du gain à cette fréquence f_m dépendra, elle, du champ électrique. f_m , pour un matériau donné, ne dépend que de la conductivité de celui-ci ; nous donnons la formule valable pour le sulfure de cadmium semi-conducteur :

$$f_m (\text{Hz}) = 2,8 \cdot 10^9 \cdot \sigma$$

Il nous faut donner la raison pour laquelle nous ne parlons que de sulfure de cadmium, alors qu'il existe une bonne centaine de semi-conducteurs. En effet, le sulfure de cadmium est presque universellement employé pour ces expériences d'amplification acousto-électrique pour une raison très simple : en plus de son caractère semi-conducteur et piézoélectrique, il a la chance d'être photoconducteur, c'est-à-dire que sa conductivité dépend de l'éclairement extérieur. Et nous verrons que cette propriété est

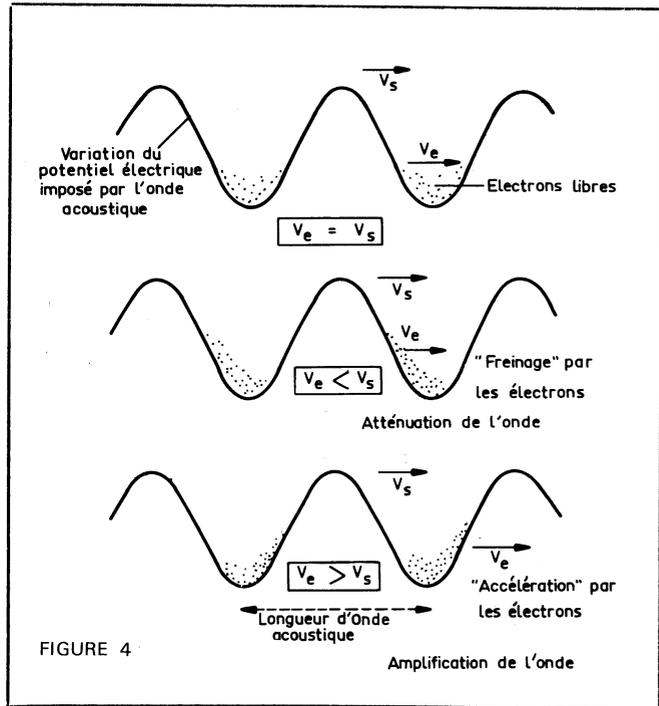


FIGURE 4

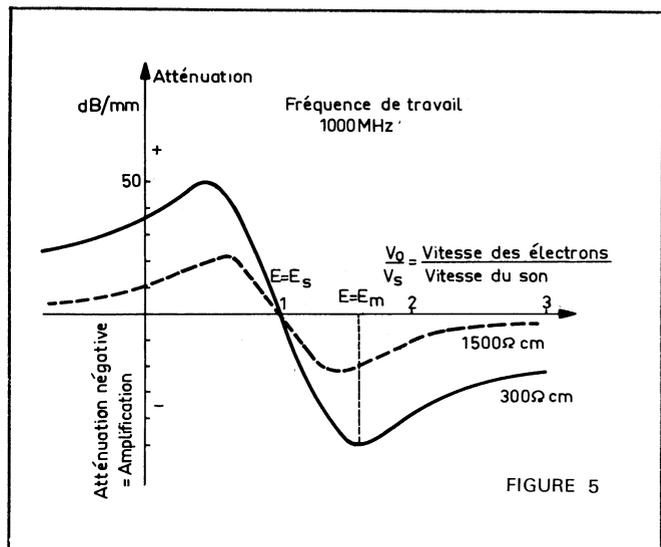


FIGURE 5

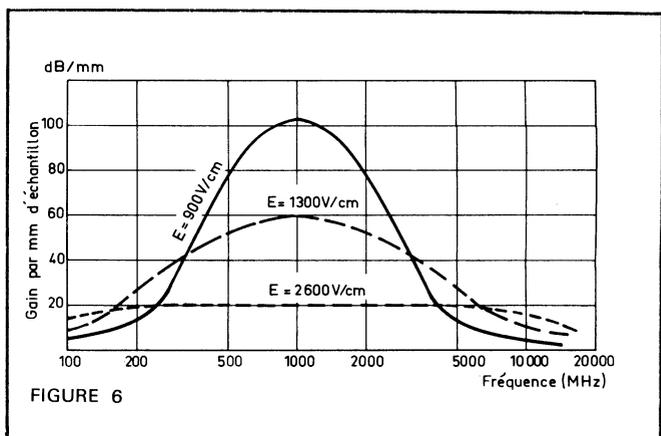


FIGURE 6

extrêmement intéressante pour l'amplification, car une simple variation du flux lumineux, ce qui est extrêmement facile à réaliser, donnera immédiatement une variation de l'amplification, de la fréquence maximale amplifiée, de la largeur de bande, comme nous le verrons sur la figure 6. Sur la figure 7, nous avons porté la variation de la fréquence f_m en fonction de la résistivité du sulfure de cadmium. Le domaine de résistivité du sulfure de cadmium amplificateur est compris entre 100 et $0,1 \mu\Omega$; c'est, en gros, l'abscisse de notre figure. A ces résistivités correspond un domaine de fréquences comprises entre 200 et 5000 MHz, c'est-à-dire que nous sommes en plein dans le domaine des fréquences intermédiaires, où il n'existait à ce jour aucun amplificateur valable.

— **Largeur de bande.** La principale caractéristique de ces amplificateurs est d'être à très large bande ; pour s'en convaincre, il suffit de prendre l'expression du coefficient d'amplification donnée précédemment, de fixer la résistivité, le champ électrique, et de tracer la courbe en fonction de la fréquence ; c'est ce que nous avons fait sur les figures 6 et 8 pour trois valeurs de la résistivité. Plusieurs remarques s'imposent après examen de ces courbes ; la première, c'est que pour des champs voisins du champ E_m , l'amplification peut être prodigieuse. En effet, sur l'une des courbes de la figure 6, nous atteignons des gains en décibels par millimètre d'échantillon, voisin de 100, ce qui est un chiffre exceptionnel en électronique. Le gain est un peu plus faible lorsque le champ augmente, comme nous l'avons expliqué à l'aide de la figure 5 ; mais par contre, pour des champs plus élevés, donc

voisins de $\frac{4 v_s}{\mu}$ la largeur de bande devient plus importante.

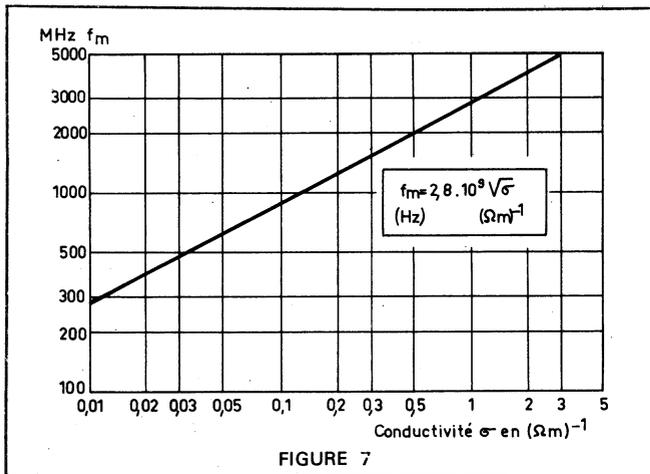


FIGURE 7

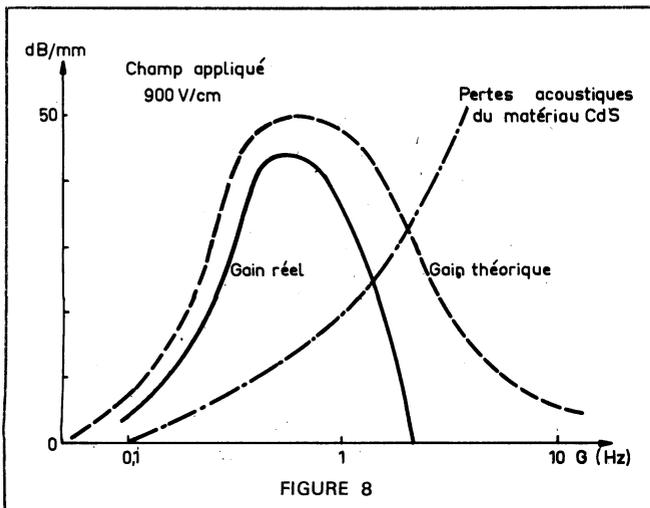


FIGURE 8

Il suffit en effet de regarder ces courbes pour se rendre compte que nous avons affaire à des amplificateurs à très large bande. Or, ce sont précisément des amplificateurs à très large bande que recherche la plupart des utilisateurs.

En résumé, nous avons affaire à un processus d'amplification extrêmement intéressant : la valeur du gain et la valeur de la fréquence maximale amplifiée peuvent être commandées par simple variation d'un flux lumineux ou d'un champ électrique continu. Pour le moment, tout ce que nous venons de dire ne concerne que l'amplification d'ondes acoustiques. Ici, une remarque s'impose : le lecteur non initié pourra paraître choqué de l'emploi de ce terme « acoustique ». En effet, nous utilisons ce terme, bien qu'il s'agisse de fréquences de vibrations mécaniques supérieures à 1 000 MHz, donc très largement inaudibles. Si, donc, nous parlons d'ondes acoustiques, c'est simplement pour ne pas confondre avec l'onde électromagnétique ou optique ; le terme acoustique est ici pris au sens de mécanique.

Schémas d'amplificateur THF à sulfure de cadmium

Tout ce qui précède ne concerne que l'amplification d'ondes mécaniques. Pour arriver à une réalisation d'amplificateur électronique, c'est-à-dire de signaux électriques, il faudra convertir ceux-ci à l'entrée en signaux acoustiques, amplifier ces derniers, et faire l'opération inverse pour sortir de nouveau un signal électrique amplifié. Les premières réalisations étaient faites à l'aide de quartz piézoélectrique travaillant à une fréquence bien définie. Le schéma de principe d'un tel amplificateur est donné par la figure 10. Le domaine de fréquence s'étendait entre 30 et 100 MHz environ. Le premier quartz d'entrée est attaqué par le signal, à ce quartz est accolé un cylindre en silice fondue qui sert de milieu de couplage ultrasonore et d'isolant électrique entre le semi-conducteur et le quartz piézoélectrique. L'onde traverse la silice, pénètre dans le sulfure de cadmium, est amplifiée à l'aide du champ électrique imposé par la tension d'alimentation, passe dans la silice de couplage à la sortie, attaque le quartz récepteur, et est détectée sous forme de signal électrique aux bornes de celui-ci. Ce premier montage n'est pas très commode pour une raison très simple ; les quartz transducteurs d'entrée et de sortie sont extrêmement sélectifs, leur bande passante est très faible. De plus, le rendement de conversion d'énergie est très faible. Disons que ce montage a surtout servi à mettre en évidence, pour la première fois, le principe de l'amplification ultrasonore. Mais les pertes les plus importantes se produisent dans le milieu de couplage entre la silice et le sulfure de cadmium, et ces pertes sont tellement importantes, qu'en dépit d'une amplification considérable, de l'ordre de 50 à 100 dB pour quelques millimètres d'échantillon, l'amplification totale n'arrive pas à surmonter les pertes aux

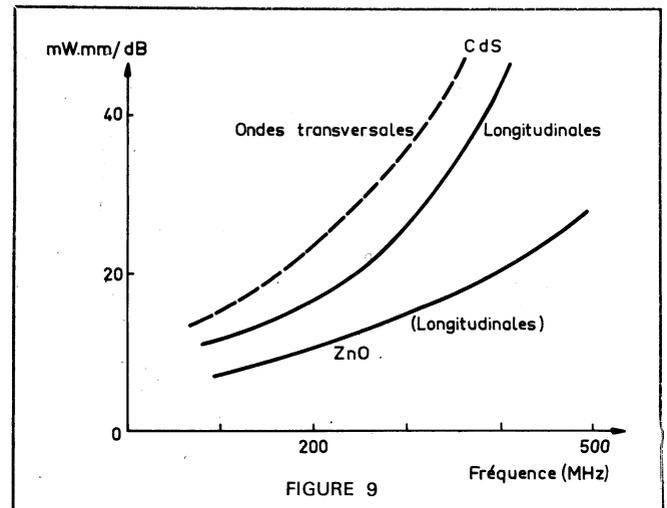
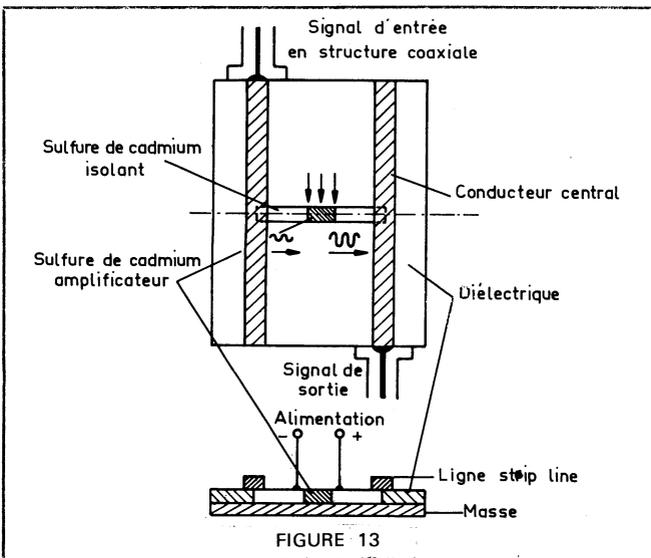
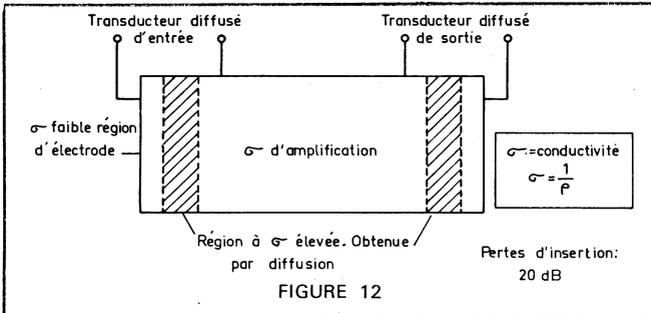
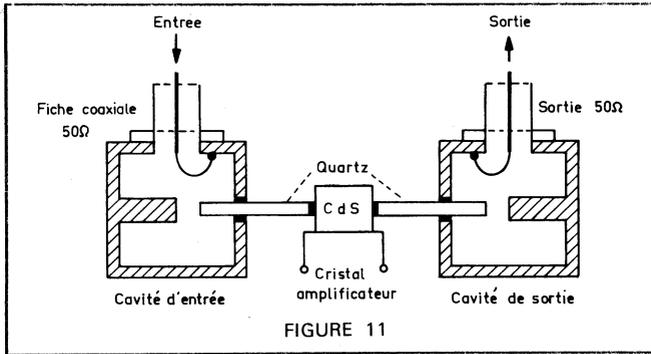
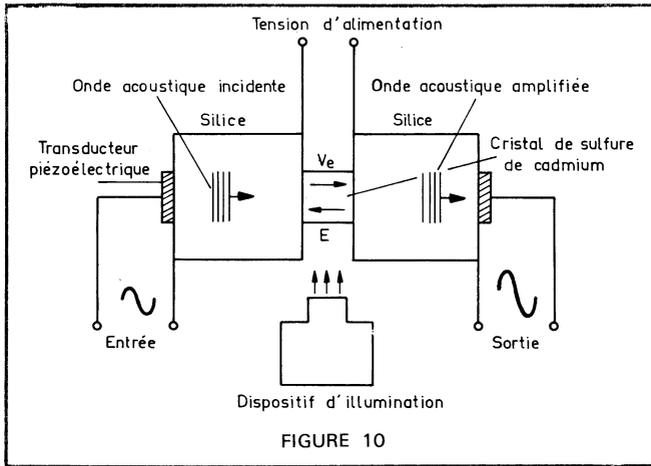


FIGURE 9



interfaces de contact. La raison essentielle à cela est que la longueur d'onde de ces ondes acoustiques est extrêmement faible. En dépit de nombreuses précautions, notamment la technique des contacts d'indium évaporé sur la silice, la jonction à l'aide de colle spéciale telle l'araldite, ou d'huile aux silicones, les dimensions de ces couches de passage restent grandes devant la longueur d'onde acoustique, si bien qu'il y aura toujours une atténuation importante à cet endroit.

Pour des fréquences plus élevées, il faut utiliser d'autres transducteurs. C'est ainsi que pour des fréquences de 600 MHz où certaines expériences ont été faites, au lieu d'utiliser des quartz piézoélectriques, ce sont des cavités résonnantes de forme spéciale, décrites par la figure 11, qui permettent de convertir l'énergie électrique ; cette conversion se réalise dans la partie étroite de la cavité, où le champ électrique est maximal. En effet, à cet endroit est placé un barreau de quartz pur qui sort de la cavité ; l'onde acoustique engendrée dans la partie du barreau plongée dans la cavité se propage dans celui-ci, passe dans l'échantillon semi-conducteur, est amplifiée, se retrouve dans le deuxième élément de quartz où le processus inverse se réalise ; l'énergie électrique engendrée dans cette cavité est détectée par le même processus qu'à l'entrée à l'aide d'une boucle magnétique. Comme nous utilisons deux cavités résonnantes accordées sur la même fréquence, nous aurons encore affaire à un processus d'amplification sélective ; mais il est très facile de transformer ce schéma d'amplificateur en amplificateur à large bande, en attaquant les éléments de quartz par des structures coaxiales adaptées.

Avec des gains acoustiques aussi considérables que 100 dB par millimètre d'échantillon, on pourrait penser qu'il est très facile d'obtenir un gain net, même si nous avons des pertes importantes lors du passage du semi-conducteur à la silice. Il n'en est rien, comme nous avons déjà vu, les pertes sont extrêmement importantes à cause de la petite valeur de la longueur d'onde devant la dimension de ces joints. Le gain le plus important enregistré à ce jour est de l'ordre de 10 dB pour un échantillon de 5 mm de long ; ce qui implique 60 dB d'amplification dans le sulfure de cadmium correspondant à la valeur calculée, mais à côté de ces 60 dB d'amplification, nous avons 50 dB de perte dans les milieux de couplage et lors des deux conversions d'énergie électrique en énergie mécanique dans les cavités. Un autre inconvénient de ce dispositif est la grandeur relativement importante des cavités qui peut être voisine de 10 cm de longueur et 6 à 7 cm de diamètre. Avec des pertes aussi considérables, l'avenir de tels dispositifs d'amplification peut paraître bien sombre ; en fait nous pensons qu'il n'en est rien, car très peu de gens ont commencé à étudier sérieusement le problème de la conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique d'abord, et le problème des pertes acoustiques aux transitions silice, quartz, semi-conducteur, ensuite. Pour nous, l'avenir de ces amplificateurs réside dans l'emploi de techniques très hautes fréquences utilisant les lignes Strip Line. C'est ce que nous avons illustré sur la figure 13. En effet, à l'aide de ces techniques, il est extrêmement facile de réaliser et des cavités résonnantes et des amplificateurs à très large bande. Les dimensions de l'ensemble peuvent être relativement petites et on peut atteindre des fréquences très élevées, de l'ordre du gigahertz, sans aucune difficulté. Le signal électrique qui est maximal au milieu du conducteur central peut être très facilement converti en cet endroit en signal mécanique, en y disposant ou bien un échantillon de quartz, ou directement un échantillon de sulfure de cadmium choisi sous forme isolant. Nous avons là l'avantage d'un montage extrêmement compact ; les dimensions géométriques sont très petites, de plus si on utilise des techniques de diffusion spéciales pour réaliser des contacts intérieurs à la barre de sulfure de cadmium (voir fig. 12), ce qui supprimerait totalement le problème du passage de l'onde acoustique de l'élément de quartz à l'élément semi-conducteur, le gain total de l'ensemble pourrait être absolument considérable, même si nous consentons une perte importante lors des deux conversions dans les cavités Strip Line.

Comme pour les transistors, les lasers, ou l'oscillateur de Gunn, une fois de plus la physique des semi-conducteurs s'est imposée dans un domaine où l'électronique classique était incapable de proposer une solution.

QUELQUES NOUVEAUX MONTAGES ÉLECTRONIQUES EN CIRCUITS INTÉGRÉS

par F. JUSTER

Dans la précédente étude on a donné des indications sur le CI type μ A 703 Fairchild et une application concernant un amplificateur à large bande. Voici d'autres applications du μ A 703.

Mélangeur harmonique

A la figure 1 on donne le schéma d'un mélangeur dit « harmonique » parce que le signal local n'est pas égal à f_n de l'équation habituelle du changement de fréquence :

$$f_m = \pm (f_o - f_n)$$

$$\text{ou } f_m = f_o \pm f_n$$

mais à $f_n/2$, donc c'est l'harmonique 2, f_n qui est prélevée du signal $f_n/2$ pour obtenir avec le signal incident f_o , le signal FI, f_m .

Le montage de la figure 1 est basé sur un signal incident à 100 MHz, un signal local de 55,35 MHz et un signal de sortie de 10,7 MHz qui est la FI standard adoptée en FM. En remarquant que l'on a $110,7 = 2 \text{ fois } 55,35 \text{ MHz}$, on obtient :

$$FI = 10,7 = 110,7 - 100 \text{ MHz.}$$

Le μ A 703 est monté comme dans l'amplificateur à large bande décrit précédemment. Le signal incident à $f = 100 \text{ MHz}$ peut être, évidemment remplacé par un signal choisi dans la bande FM mais dans ce cas, le signal local sera variable également de façon que l'on obtienne la FI de 10,7 MHz. La bobine L_1 a un coefficient de surtension $Q_o = 100$ à 100 MHz et s'accorde avec un peu plus de 13 pF sur 100 MHz ce qui permet de déterminer approximativement sa valeur. Le signal local à 55,35 MHz est appliqué en même temps que le signal incident, au point d'entrée 3 du CI, par l'intermédiaire d'un condensateur de 1 pF.

Pour le signal à 55,35 MHz, la bobine L_4 s'accorde avec 33 pF environ. Les prises des bobines se font, pour L_1 , au quart à partir de ce point bas et pour L_4 au cinquième à partir de la masse. Les

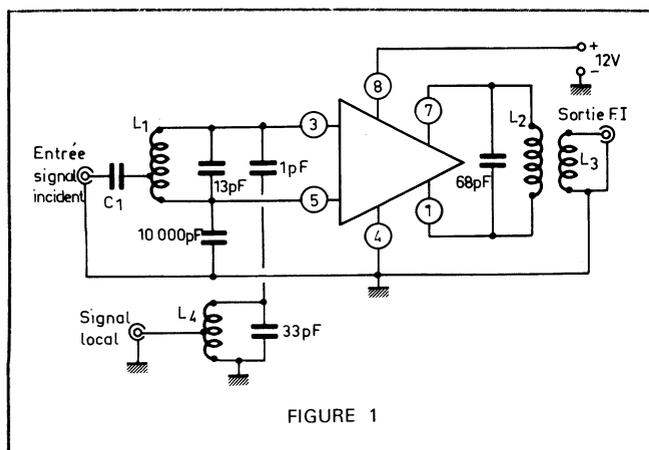


FIGURE 1

deux sources de signaux sont de 50 ohms. Il faut appliquer une tension efficace de 200 mV à l'entrée du signal local. Celui-ci peut être engendré par un oscillateur convenable accordé sur 55,35 MHz.

A la sortie 7-1 du CI on obtient le signal FI à 10,7 MHz qui peut être transmis à un amplificateur FI par un coaxial de 50 ohms monté sur le secondaire du transformateur de sortie. Celui-ci a un rapport abaisseur de 6 et le primaire s'accorde avec une capacité de 68 pF.

Les 3 bobines accordées, L_1 , L_4 et L_2 peuvent s'ajouter à l'aide de noyaux, les capacités étant fixes.

Le circuit intégré, en raison de sa configuration, ne peut fonctionner comme mélangeur qu'avec le 2^e harmonique du signal local, sa pente g_m étant une fonction des harmoniques 2, 4, 6, etc., les harmoniques impaires (dont la fondamentale) manquant dans le développement en série de Fourier de g_m .

La tension du signal local est, au point 3 du CI, de 100 μ V efficaces et le gain de conversion, mesuré, est de 15 dB. Il ne doit pas être difficile de réaliser des bobinages avec un coefficient de surtension à vide de 100.

Amplificateur passe-bande

Le montage de la figure 2 est celui d'un amplificateur à bande très étroite, 5 kHz, obtenue grâce à l'emploi d'un cristal. En enlevant le cristal, on pourra réaliser des amplificateurs à bande large.

Le montage proposé, à 4 circuits intégrés μ A 703, peut être utilisé comme amplificateur FI accordé sur 32 MHz. A l'entrée de 1 k. Ohm, on applique le signal à amplifier provenant du mélangeur. L'adaptation est réalisée par diviseur capacitif de 39 et 100 pF. La bobine L_2 est à faible impédance, montée sur l'entrée 3-5 du CI 1. Comme dans les autres montages proposés comme applications du μ A 703, le point 4 est relié à la masse, le point 8 est relié à la ligne positive d'alimentation et la sortie 7-1 est reliée au bobinage suivant.

On remarquera les dispositifs de découplage de la ligne positive, comportant des bobines de 8,2 μ H et des condensateurs de 10 000 pF, assurant ainsi une grande stabilité de l'ensemble. La liaison entre CI 1 et CI 2 est à transformateur de rapport 1, dont le coefficient de surtension à vide Q_o doit être égal à 50. Les autres liaisons sont réalisées comme celle d'entrée. Les bobines L_2 , L_6 , L_8 et L_{10} ont un coefficient de self-induction $L = 8,2 \mu$ H avec $Q_o = 50$.

Le gain total de l'amplificateur est de 100 dB.

Des montages analogues, avec ou sans quartz, sont réalisables pour des fréquences différentes avec un nombre d'étages plus réduit selon les applications désirées.

Circuit intégré μ A 716

Dans la série des circuits intégrés de Fairchild, le type μ A 716 permet de multiples applications spéciales en BF, telles qu'ampli-

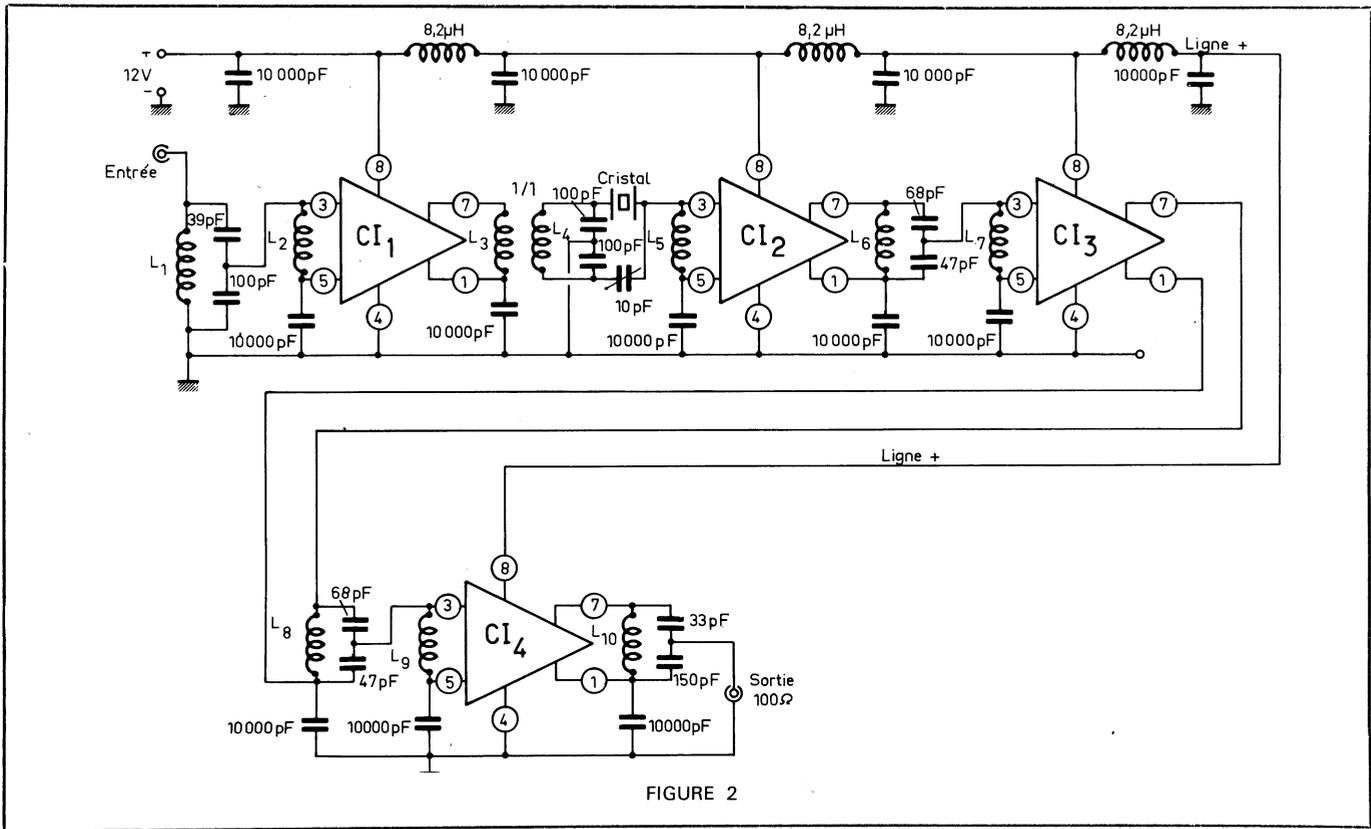


FIGURE 2

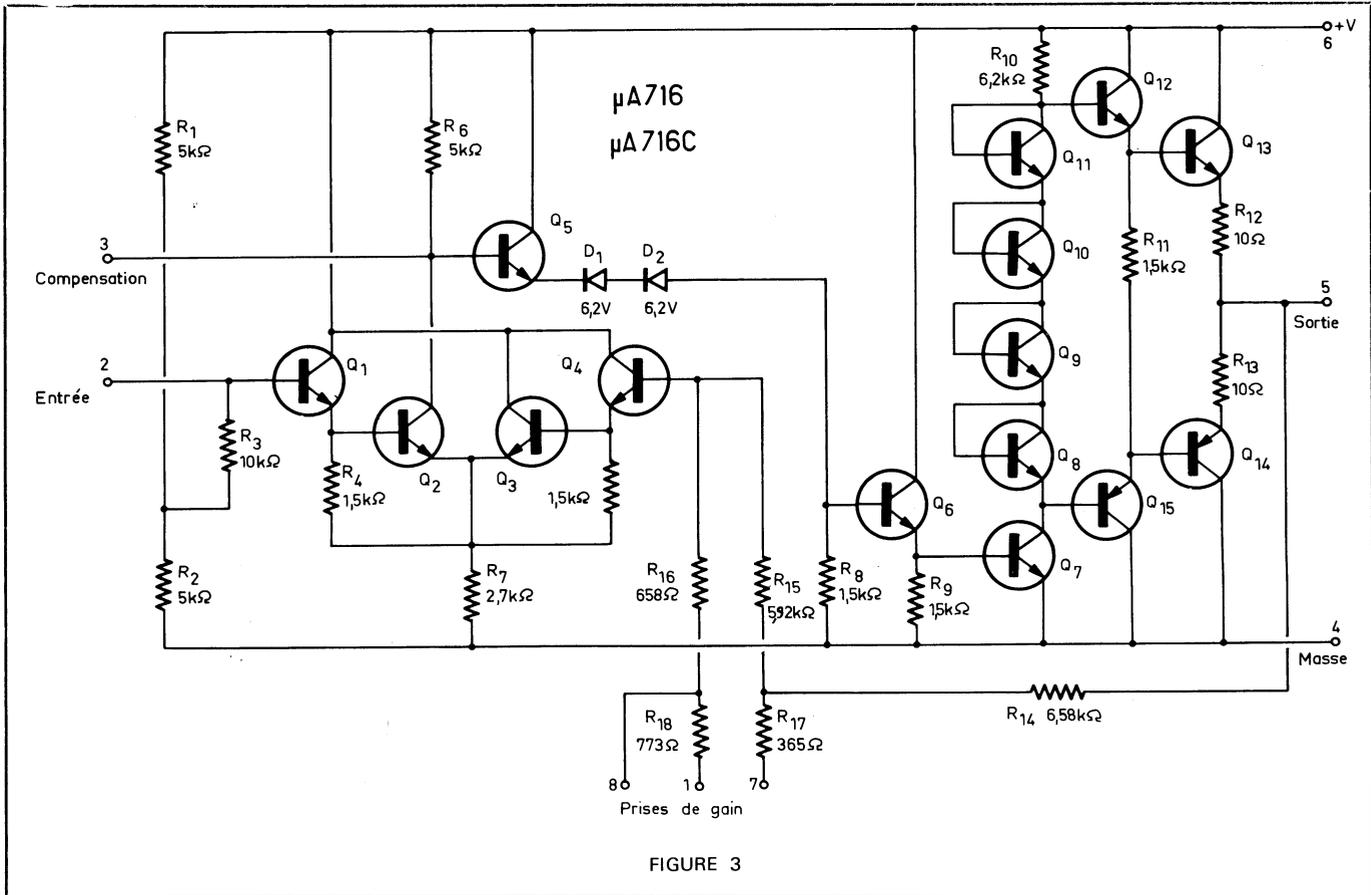


FIGURE 3

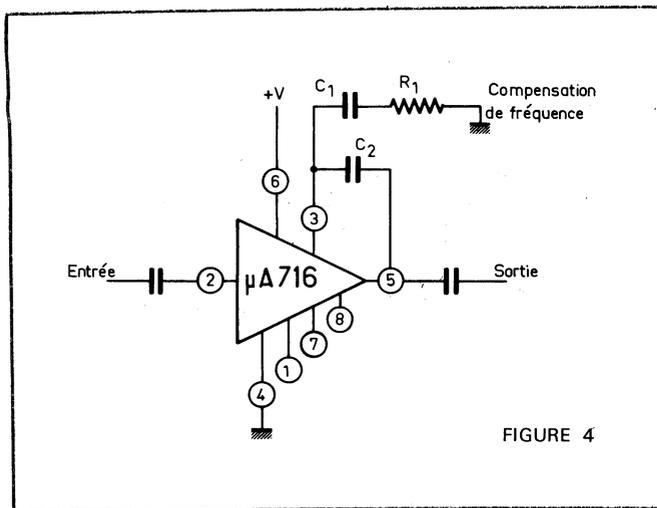


FIGURE 4

ificateur à gain fixe, amplificateur de ligne 600 ohms, amplificateur de puissance moyenne, en association avec le μ A 702 C.

Le schéma du circuit μ A 716 est donné par la figure 4. Voici une analyse rapide de sa composition. Les points de terminaisons 1 à 8 permettent : le branchement de la masse et négatif de l'alimentation au point 4, du + alimentation au point 6, de l'entrée du signal à amplifier au point 2, de la contre-réaction de compensation entre le point de sortie 5 et le point d'entrée 3. De plus les points 8, 1 et 7, mis à la masse ou découplés convenablement, permettent de modifier le gain de l'amplificateur, obtenant ainsi des gains fixes : 10, 20, 100, 200 fois dans une bande large de fréquences.

Pour satisfaire aux conditions de faible distorsion, on a utilisé à l'entrée, Q_1 et Q_2 à couplage émetteur à la base. D'autre part les transistors Q_4 et Q_3 constituent une autre chaîne qui permet la contre-réaction grâce à la liaison par les émetteurs de Q_3 et Q_2 . Le signal amplifié par Q_2 est transmis du collecteur, à la base de Q_5 monté en collecteur commun.

La sortie sur l'émetteur de Q_5 est reliée à la base de Q_6 par les diodes zener D_1 et D_2 de 6,2 V chacune.

Les transistors à sortie par l'émetteur, Q_5 et Q_6 réduisent la charge de l'étage d'entrée et permettent une stabilisation de température de la tension transmise.

Le transistor Q_6 commande l'ensemble de sortie composé de $Q_7 - Q_{15} - Q_{14}$ et $Q_{11} - Q_{12} - Q_{13}$ dont les transistors Q_{15} et Q_{14} sont des PNP (tous les autres sont des NPN) ce qui a permis la réalisation d'un ensemble final à symétrie complémentaire et à un seul point de sortie, le point 5.

Les transistors montés en diodes, Q_8 à Q_{15} , transmettent le signal de Q_7 à Q_{11} , la résistance équivalente du circuit étant réduite et l'adaptation est excellente ce qui augmente le gain. La tension d'alimentation est de 21 V, le positif au point 6 (V +).

Amplificateur à gain fixe

Le montage à réaliser avec le μ A 716 (ou μ A 716 A) en association avec les éléments extérieurs est indiqué par la figure 4. Le tableau I donne les branchements à effectuer pour obtenir les gains fixes désirés.

Tableau I.

Gain de tension	C_1 (pF)	C_2 (pF)	R_1 (ohm)	Points de découplage
10 fois	68	39	75	1
20 fois	50	27	75	8
100 fois	—	3	—	1 et 7
200 fois	—	3	—	7 et 8

On remarquera le nombre réduit d'éléments discrets. Du tableau I on peut déduire un dispositif de commutation permettant de réaliser avec un seul ensemble, des gains de 10, 20, 100 ou 200 V.

Lorsque les branchements et les valeurs du tableau I sont respectés, on obtient des performances intéressantes qui sont représentées graphiquement par les figures suivantes :

Figure 5, gain de tension en fonction de la fréquence. On donne les gains en décibels pour les 4 possibilités de gain, un gain de 10 fois correspond évidemment à 20 dB, de 100 fois à 40 dB, etc. Les gains fixes se maintiennent très au-delà de la BF, la partie horizontale de chaque courbe se prolonge jusqu'à 10^6 Hz (1 MHz) et plus.

Figure 6 : réponse aux signaux rectangulaires. On voit que ces signaux de sortie ont une forme très satisfaisante pour $T = 1,4 \mu$ s.

Figure 7 : gain en fonction de la variation de la tension d'alimentation. En ordonnées le pourcentage de variation du gain, en abscisses la valeur de la tension d'alimentation. La tension de 21 V est prise comme élément de comparaison. On voit que la stabilité est complète pour les gains $A_V = 10$ et $A_V = 20$. Pour

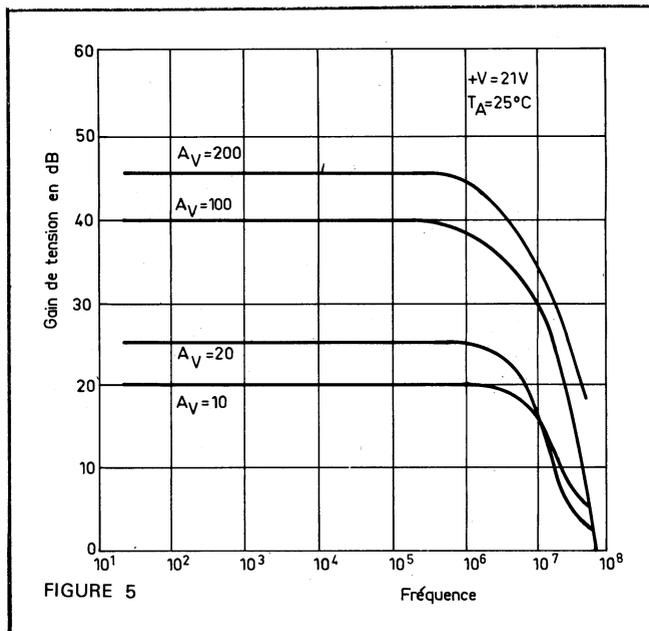


FIGURE 5

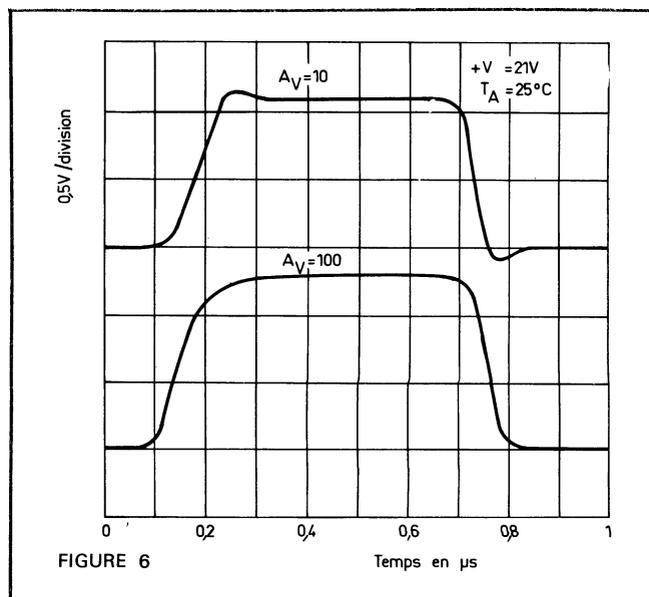


FIGURE 6

$A_v = 200$ la plus grande variation de gain est 0,6 % lorsque la tension d'alimentation passe de 21 V à 24 V.

On remarquera que les variations de gain s'effectuent en sens inverse pour les montages « 100 fois » et « 200 fois », ceci en raison des dispositions différentes des schémas correspondants.

Figure 8 : gain de tension en fonction de la température, celle de 25 °C étant adoptée comme point de référence dans un sens ou l'autre. En ordonnées le pourcentage de variation du gain. Pour les gains 10 fois et 20 fois, la stabilité est rigoureuse entre - 60 °C et + 60 °C. Pour les gains 100 fois et 200 le comportement est très satisfaisant, ainsi, pour le gain de 200 fois, lorsque la température passe à 120 % le gain n'a diminué que de 1,4 % et à - 50° le gain a augmenté de 0,4 % environ.

La distorsion totale est de l'ordre de 0,1 % pour les gains 10 et 20 fois jusqu'à $P = 200$ mW. Elle se maintient également à 0,1 % environ pour le gain 100, jusqu'à $P = 75$ mW. Pour le gain 200 la distorsion est de 0,2 % jusqu'à vers 50 mW puis croît jusqu'à 0,6 % pour 150 mW. En somme on voit que la distorsion

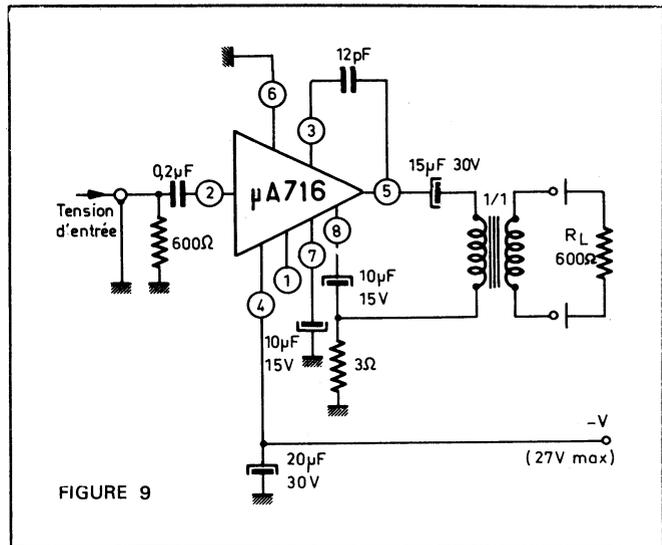
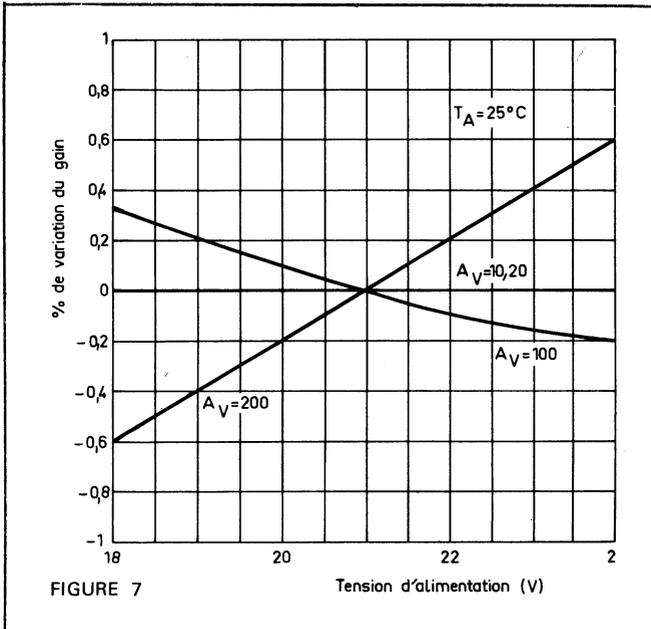


FIGURE 9

est faible pour toutes les utilisations de l'amplificateur jusqu'à une puissance de sortie de 150 mW. La puissance totale fournie par l'alimentation est de l'ordre de 300 mW jusqu'à une puissance de sortie de 50 mW puis elle croît. Les mesures indiquées ont été effectuées avec un signal à 1 000 Hz. On a également mesuré la puissance de sortie avec des distorsions totales de 3 % et 5 % en fonction de la fréquence.

Pour 5 % de distorsion totale la puissance de sortie est de 200 mW environ et pour 3 % elle ne doit pas dépasser 150 mW. Ces valeurs se maintiennent jusqu'à $f = 10^5$ Hz environ.

De ce qui précède, on voit que les performances réalisées sont remarquables en ce qui concerne la stabilité en fonction de la température, de la tension d'alimentation ; la distorsion est faible et la puissance de sortie peut être suffisante dans de nombreuses applications. La charge de sortie est de l'ordre de 1 k. Ohm.

Amplificateur de canal 600 ohms

Une autre application du $\mu A 716$ est le montage de la figure 9. C'est un amplificateur étudié pour la bande 100 Hz à 3,2 kHz, utilisée dans des dispositifs de téléphonie. La sortie est effectuée sur 600 ohms à l'aide d'un transformateur de rapport 1.

Les branchements du CI sont les suivants : entrée depuis une source de 600 ohms, au point 2. Alimentation 27 V maximum, mais la masse est au point 6 (+ alimentation) et le point 4 est relié au négatif de l'alimentation. Les points de masse seront donc reliés à la terminaison 6 et non 4. Un condensateur de 12 pF est connecté entre la sortie 5 et le point de compensation 3. Le pri-

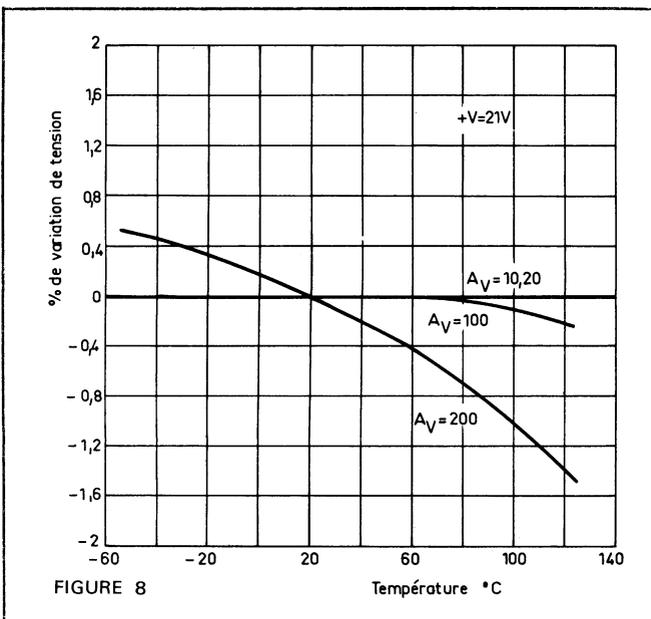


FIGURE 8

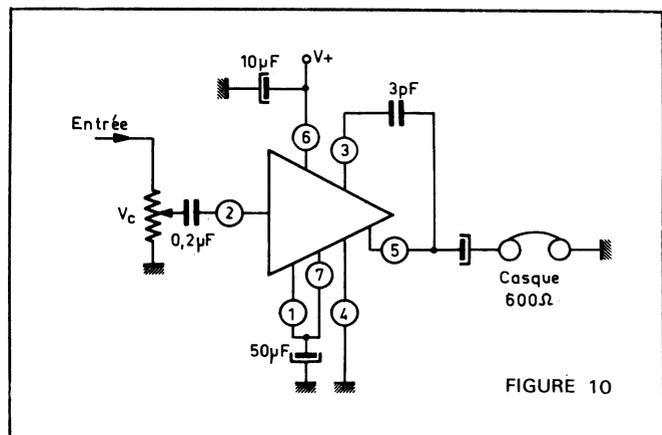


FIGURE 10

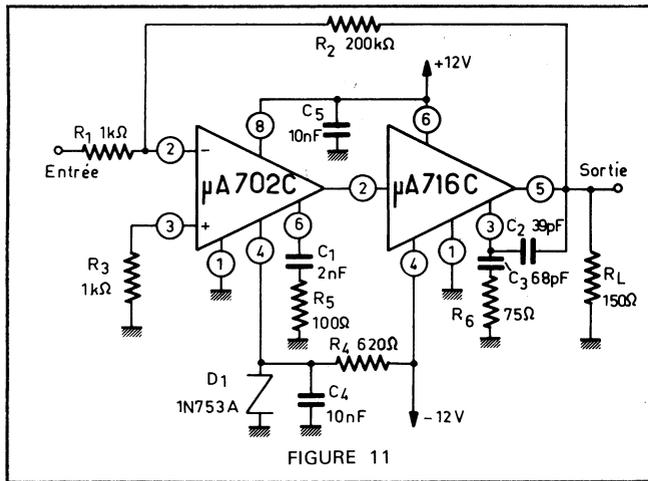


FIGURE 11

maire du transformateur de sortie est connecté au point 8 par un condensateur de $10\mu\text{F}$ et à la masse par 3 ohms. Le point 7 est découplé par $10\mu\text{F}$, le point 1 n'est pas utilisé.

Les mesures ont montré que la largeur de bande exigée est dépassée considérablement : 50 Hz à 100 kHz et plus on obtient un gain de tension de 40 dB (100 fois).

Il n'y a que 0,15% de distorsion totale avec une consommation totale de 300 mW environ pour une puissance de sortie de 20 mW.

Amplificateur de casque

Un montage extrêmement simple est celui de la figure 10. Il se caractérise par une entrée à potentiomètre R (de l'ordre de 1 k. Ohm) permettant de régler le gain de l'amplificateur ; le casque ou l'écouteur, branché à la sortie est de 600 ohms. Il est connecté par l'intermédiaire d'un condensateur de forte capacité, par exemple $10\mu\text{F}$. Les autres éléments extérieurs sont le condensateur de compensation de 3 pF, celui de découplage de $50\mu\text{F}$, monté entre les points 1 et 7 et la masse (point 4) ; le condensateur de $10\mu\text{F}$ entre le point 6 (+ alimentation) et masse (- alimentation). Un gain de tension maximum de 100 est atteint.

Amplificateur de puissance moyenne

Voici une dernière application du $\mu\text{A} 716$, comme deuxième étage amplificateur, le premier étant réalisé avec un $\mu\text{A} 702\text{C}$. Le schéma de la figure 11 permet de voir que cet amplificateur peut être utilisé aussi bien pour les signaux continus que pour les signaux alternatifs. Le gain, avec la contre-réaction adoptée, est de 200 fois en tension. On peut obtenir à la sortie une tension de 15 V crête à crête sur une charge de 150 ohms avec moins de 0,5% de distorsion, depuis $f = 0$ jusqu'à $f = 10\text{kHz}$.

La compensation de fréquence (c'est-à-dire la linéarité de la courbe de réponse) est obtenue avec C - R₄ pour le $\mu\text{A} 702\text{C}$ et avec C₂ - C₃ - R₆ pour le $\mu\text{A} 716\text{C}$.

Les valeurs de tous les éléments extérieurs sont indiquées. Il faut disposer d'une alimentation de 12 V pour cet amplificateur, connectée avec le négatif au point 4 du $\mu\text{A} 716\text{C}$ (ou $\mu\text{A} 702\text{C}$) et le positif aux points de masse. Une deuxième source d'alimentation de 12 V est également nécessaire, avec le négatif à la masse et le positif au point 6 du $\mu\text{A} 716\text{C}$ et au point 8 du $\mu\text{A} 702\text{C}$.

La sortie du $\mu\text{A} 702\text{C}$ est au point 7 et se connecte directement au point 2, entrée du $\mu\text{A} 716\text{C}$.

À l'entrée, point 2 du premier circuit intégré, on a disposé en série une résistance de 1 k. Ohm. La diode zener D₁, type 1 N 753 A stabilise la tension appliquée au point 4 du premier CI. Celle-ci est obtenue à partir du point - 12 V par l'intermédiaire d'une cellule de filtrage à résistance de 620 ohms et capacité de 10 nF. (Références : note et application Fairchild, AR 184, notice des caractéristiques du $\mu\text{A} 716\text{C}$) et du $\mu\text{A} 702\text{C}$.)

DÉPARTEMENT PROFESSIONNEL INDUSTRIEL GROSSISTE RADIOTECHNIQUE - COPRIM - R.T.C.

Tubes sécurité, thyratrons, cellules, tubes mesure, stabilisateurs, tubes affichage numérique, compteurs Geiger-Muller, émission, etc.

TOUS COMPOSANTS « TRANSCO » POUR ÉLECTRONIQUE INDUSTRIELLE AUTOMATION - CONTRÔLE - ASSERVISSEMENT

Connecteurs, cartes enfichables à circuit imprimé, blocs circuits, blocs Norbit, décades de comptage, multivibrateurs mono et bistable, résistances vitrifiées depuis 0,5 ohm. 3 à 100 watts, résistances C.T.N. et V.D.R., ferrites, pots, noyaux.

SEMI-CONDUCTEURS

Le plus grand choix en stock permanent : 500 types divers. Germanium, silicium, planar, Mesa, epitaxial, diodes, thyristors, zeners.

Nouveau Tarif spécial 1969 contre 0,30 en timbres

GROSSISTE COGECO

Condensateurs polyesters, mylar, chimiques miniatures, résistances à couches : 2 et 5%.

ASSISTANCE TECHNIQUE ASSURÉE

Nouveau Tarif général 1969 contre 3 F en timbres

RADIO-VOLTAIRE

155, avenue Ledru-Rollin - PARIS-XI^e
TÉL. 700-98-64 - C.C.P. 5608-71 - PARIS

PARKING ASSURÉ

RAPY

COMPTEURS ÉLECTRONIQUES

totalisateurs
avec contact de sortie
à présélection
décades débrochables

BLET

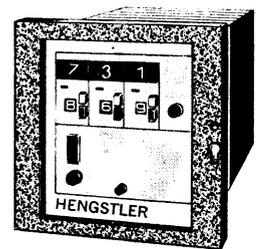
INSTRUMENTS DE MESURE ET DE CONTRÔLE DE PRÉCISION

132, faubourg St-Denis PARIS (X^e)

TÉLÉPHONE : COMbat 44.16 (3 lignes groupées)

TELEX : BLET PARIS N° 23 889

BORDEAUX - LYON - STRASBOURG



DANS LE NUMÉRO DU 23 JANVIER 1969

ÉLECTRONIQUE MAGAZINE

vous propose notamment :

- 12 TONNES D'ÉLECTRONIQUE SUR LE PROTO-TYPE DE « CONCORDE ».
- L'ASCENSEUR ÉLECTRONIQUE EST DEvenu UNE RÉALITÉ.
- H.E.C. SE MET A L'HEURE INFORMATIQUE.
- LE PASSEPORT MAGNÉTIQUE EST POUR DEMAIN.

NON !

**L'ÉLECTRONIQUE
N'EST PLUS UNE
TECHNIQUE
INACCESSIBLE !**



**LE SEUL MAGAZINE D'ÉLECTRONIQUE
compréhensible par tous**

vient de paraître

2,50 F

68 pages

VOIR PAGE CI-CONTRE LES
PRINCIPAUX ARTICLES PU-
BLIÉS DANS LE NUMÉRO DU
23 JANVIER

en vente chez tous les marchands de journaux

UN NOUVEAU TRANSISTOR SENSIBLE A LA PRESSION

par E. LANCIEN

Les semiconducteurs n'ont pas fini de réserver des surprises. Ils fonctionnaient jusqu'alors en redresseurs, commutateurs, amplificateurs et oscillateurs ; et il en existait des modèles spéciaux, sensibles à la lumière et à la température. On a bien réalisé des jauges de contraintes à semiconducteur, mais il semble qu'elles n'aient pas donné les résultats que l'on en attendait. Il faut croire que l'idée était dans l'air puisqu'un piézo-transistor vient de faire son apparition, qui permet de fournir une tension de 1 V sous l'influence d'une force de 2,5 mN, soit 0,25 g, donc de mesurer une valeur aussi faible que $50 \mu\text{N}$ ou 5 mg. C'est ce transistor, dénommé Pitran, capable de mesurer des faibles forces, pressions, masses, accélérations, etc. qui est décrit ci-après.

Un phénomène fortuit

Il advient, dans le domaine de la science, que l'observation d'un phénomène fortuit constitue le point de départ d'une étude méthodique, de laquelle découle une application pratique. Un exemple de la nécessité, de la part de l'ingénieur ou du chercheur, d'être doué d'une faculté d'attention très aigüe, va en fournir une preuve.

En 1961, le docteur **W. Rindner**, de la division recherche de la Société **Raytheon**, effectuait des mesures à l'aide d'une sonde à diode au germanium. Constatant des mouvements désordonnés de l'aiguille du galvanomètre sur lequel avait lieu la lecture, il substitua au circuit en essai une source très stable et s'aperçut

que, suivant qu'il appuyait plus ou moins fort la pointe de touche de la sonde sur le point mesuré, la déviation de l'aiguille variait. Il démontra délicatement la sonde et s'aperçut que l'extrémité opposée de la tige constituant la pointe de touche appuyait sur la jonction de la diode. Il en conclut qu'une jonction présente, sous l'influence d'une force appliquée perpendiculairement à sa surface, un effet d'anisotropie ⁽¹⁾ ; et il appela le phénomène « anisotropic stress effect », c'est-à-dire effet anisotrope dû à la contrainte.

Le phénomène, aussitôt divulgué, fut étudié méthodiquement par de nombreux chercheurs, d'abord sur une diode au silicium, ensuite et enfin sur un transistor n-p-n au silicium. Et il en résulta la réalisation d'un transistor piézo-électrique, c'est-à-dire d'un capteur capable de mesurer des forces, masses, pressions, accélérations, etc. Ce semiconducteur, baptisé Pitran, est fabriqué par les **Stow Laboratories** ⁽²⁾.

Caractéristiques générales du Pitran

Le Pitran est constitué par un transistor n-p-n planar au silicium logé dans un boîtier normalisé TO 46. La face supérieure de ce boîtier, formant diaphragme, est pourvue intérieurement,

⁽¹⁾ Un matériau quelconque est anisotrope quand l'une de ses propriétés n'est pas la même dans toutes les directions.

⁽²⁾ Mis en vente par la **Société de Diffusion d'équipements électroniques**.

Figure 1. — Le circuit typique du Pitran requiert en tout trois résistances dont une variable, un galvanomètre et une source de tension continue qui est, dans la pratique, une petite alimentation stabilisée.

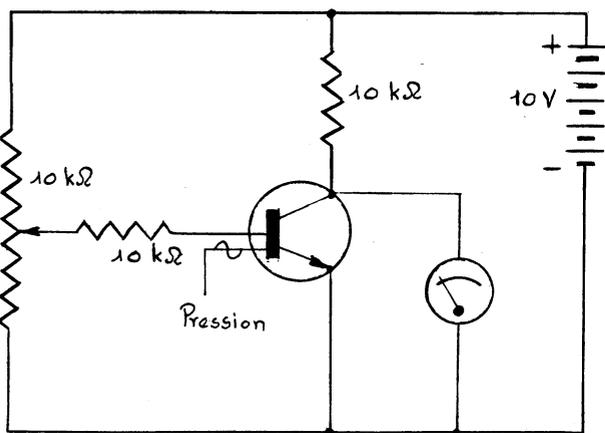
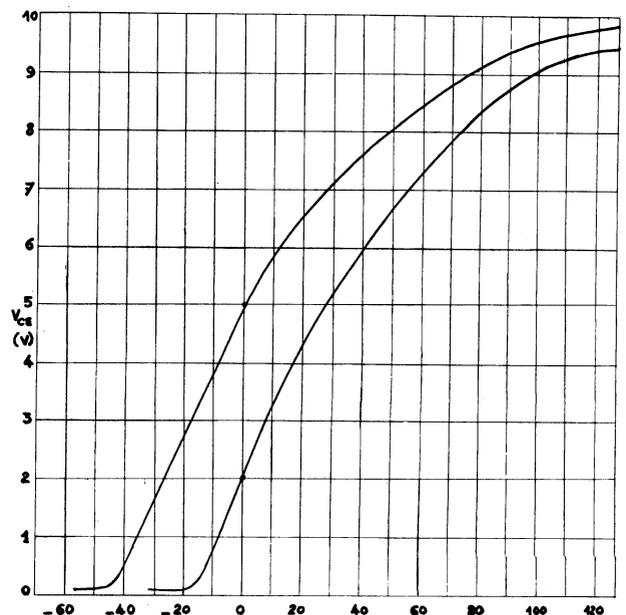


Figure 2. — Ces deux courbes, tracées à l'aide du circuit de la figure précédente, pour des points de fonctionnement de + 2 et + 5 V, ne sont linéaires que sur une faible partie.



en son centre, d'une tige métallique, dont l'extrémité opposée est appuyée sur la jonction émetteur-base du semiconducteur. Lorsqu'une force ponctuelle est appliquée perpendiculairement à la surface du diaphragme, il en résulte une variation du courant de collecteur. Si une résistance de charge est insérée dans le circuit de cette électrode, toute force ou pression se traduit par une variation de la chute de tension aux bornes de celle-ci.

Ce piézo-transistor se caractérise par ses faibles dimensions, car le diamètre de son boîtier est de 4,75 mm, celui de son embase de 5,38 mm, et sa hauteur hors-tout de 2,06 mm. Il est pourvu de 3 fils de sortie de 0,43 mm de diamètre.

Circuit typique du Pitran

Les caractéristiques tension/force ou tension/pression sont relevées à l'aide du circuit représenté par la figure 1. On voit que, dans celui-ci, le Pitran est monté en émetteur commun, avec une résistance de charge de collecteur de 10 k. Ohms. La base est reliée, par l'intermédiaire d'une résistance de protection de 10 k. Ohms, au curseur d'un potentiomètre, de 10 k. Ohms également, connecté aux bornes d'une source de 10 V. Ce potentiomètre permet de régler le point de fonctionnement du transistor en l'absence de force ou pression, c'est-à-dire la tension de repos V_{CE} aux bornes de la résistance de charge du collecteur. On notera que, pour différencier le Pitran d'un transistor classique, la force ou pression appliquée au diaphragme a été représentée par une sinusoïde, en face de la jonction base-émetteur.

Grâce à ce circuit simple, dans lequel, pratiquement, une source de tension continue stabilisée se substitue à la batterie de piles, les courbes de la figure 2 ont été relevées, pour deux valeurs du point de fonctionnement, en appliquant différentes valeurs de force ou pression au diaphragme.

Où il est question des unités

Avant d'examiner ces courbes, précisons un détail. Par construction, ce semiconducteur piézo-électrique fournit une même tension s'il lui est appliqué une force de 1 g ou une pression de 14 inches d'eau. Cette coexistence du sous-multiple du kilogramme (unité

internationale) qu'est le gramme et de l'unité anglo-saxonne qu'est l'inch d'eau (égale à 2,54 cm d'eau) ne manque pas de surprendre à l'époque des ordinateurs et des explorations spatiales.

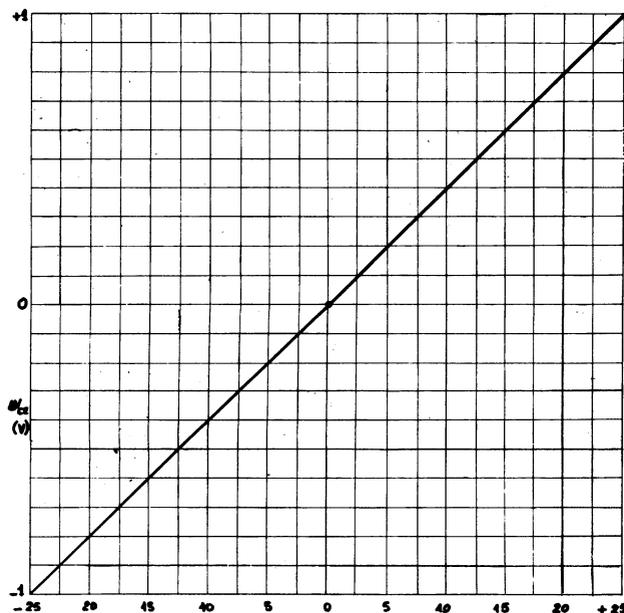
En outre, elle ne facilite pas, en Europe, la lecture sur un galvanomètre si, comme nous le verrons, une tension de 1 V est obtenue pour les 14 inches d'eau précités, lesquels correspondent à 35,56 cm d'eau, donc à une pression de 35,56 g par centimètre carré. Nous croyons que le fabricant n'éprouverait aucune difficulté à modifier le diamètre de la tige reliant le diaphragme à la jonction, de sorte que 1 g corresponde, par exemple, à une pression de 25 g par centimètre carré. De la sorte, les ingénieurs et techniciens qui utiliseraient, de chaque côté de l'Atlantique, le Pitran parleraient le même langage.

Rappelons, pour clore ce paragraphe, que les unités **internationales** sont pour la force le newton (N), équivalant à 100 g, et pour la pression le pascal (Pa), égal à 0,01 g/cm², soit 10 mg/cm² ou 10 μ bar. Nous les avons utilisées conjointement avec les unités périmées, afin de satisfaire les lecteurs qui jugent, non sans raison, ces dernières plus « parlantes ». Les unités normalisées correspondent à la valeur de l'accélération **g** de 10 m/s² et une précision relative de 2%. Pour une précision comprise entre 2 et 0,2 %, la valeur de 9,8 m/s² pour **g** ferait correspondre le newton à 102 g et le pascal à 0,0102 g/cm².

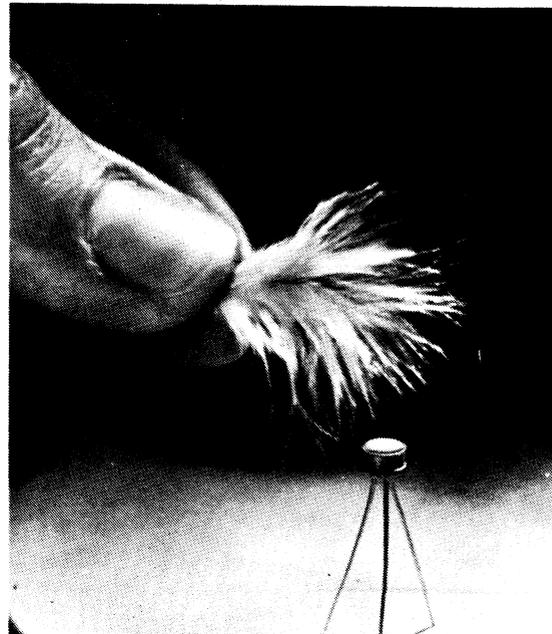
Caractéristiques piézo-électriques

Si l'on examine deux courbes d'un Pitran typique (fig. 2), relevées pour différentes valeurs de force ou de pression et pour des points de fonctionnement V_{CE} de + 2 et + 5 V, on note que leur origine n'est pas au zéro de l'axe des ordonnées. Il s'agit là de la tension de décalage ou d'« offset », bien connue. Après un coude, la tension croît linéairement, puis s'incurve de plus en plus. Il est évident que ces courbes ne sont pas exploitables dans leur totalité, raison pour laquelle le fabricant prend soin de préciser que la plage linéaire du Pitran typique, monté conformément au schéma de la figure 1, est de ± 1 V pour une tension initiale V_{CE} de + 2 V. La courbe relevée pour + 5 V s'avère inutilisable, même partiellement, sauf dans le cas où l'on voudrait mesurer uniquement des dépressions.

Figure 3. — La plage linéaire de fonctionnement du circuit typique est traduite par cette courbe, sur laquelle le zéro de l'axe des ordonnées correspond à + 2 V.



La grande sensibilité, aux faibles pressions du Pitran, est évoquée par une plume que l'on agite et qui produit un léger courant d'air.



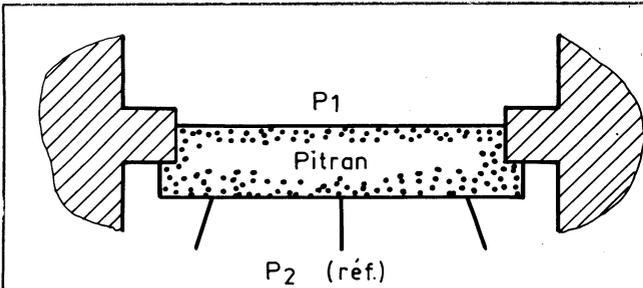


Figure 4. — Le Pitran peut être encastré dans une paroi ou une tuyauterie, pour la mesure d'une pression P_1 . La pression de référence P_2 est appliquée au socle de son boîtier.

Les caractéristiques du Pitran, mesurées pour $V_{CE} = +2\text{ V}$, $I_c = 800\ \mu\text{A}$ et $T = 25^\circ\text{C}$, sont réunies dans un tableau. Précisions qu'elles correspondent à trois modèles différant par leur gain h_{FE} et, par conséquent, par leur sensibilité. Le fabricant peut fournir soit des modèles accompagnés de leur courbe d'étalonnage dont les caractéristiques diffèrent quelque peu de celles du tableau, soit des types qui correspondent à celles-ci. Dans le présent article, nous traiterons uniquement du Pitran typique, dont le gain est de 5.

La caractéristique qui intéresse le plus, a priori, est la sensibilité ΔV_{CE} ou variation, autour du point de fonctionnement, de la tension en fonction de la force ou de la pression. En fait, ce qui est le plus représentatif est la force ou la pression maximale produisant une variation de 1 V.

A titre d'exemple, nous avons représenté par la figure 3 la plage linéaire correspondant à la sensibilité typique de 4 V pour 10^{-2} N (1 g). Pour le point de fonctionnement V_{CE} de +2 V, une variation ΔV_{CE} de 1 V est obtenue pour une force de $25 \cdot 10^{-4}\text{ N}$ ($25 \cdot 10^{-2}\text{ g}$) ou par une pression de 889 Pa (8,89 g/cm² ou 8,89 mbar). En admettant que l'appareil de mesure soit à zéro central et à cadran gradué, de part et d'autre de ce zéro, en 50 divisions correspondant au total à 1 V, il sera possible d'apprécier $5 \cdot 10^{-2}\text{ mN}$ (5 mg) ou 17,78 Pa ($17,78 \cdot 10^{-2}\text{ g/cm}^2$ ou mbar).

La linéarité indiquée pour les caractéristiques typiques est de $5 \cdot 10^{-3}$, soit 50 mV pour 1 V ce qui est excellent. Il en est de même pour l'hystérésis, c'est-à-dire le fait que pour une même valeur de pression, croissante puis décroissante, les deux courbes ne se superposent pas exactement. Le coefficient de température, en revanche, est à prendre en considération. En effet, pour le Pitran type PT-2, il fait varier le point de fonctionnement, c'est-à-dire le zéro, de $\pm 0,2\text{ V/}^\circ\text{C}$, ce qui peut se traduire, dans les régions méridionales par un décalage de $\pm 1\text{ V}$! Fort heureusement, le modèle PT-3 n'accuse que le quart de la valeur précédente, ce qui est encore excessif et oblige à mettre en œuvre un dispositif de compensation.

L'aptitude du Pitran à admettre, sans destruction de son élément semiconducteur, des surcharges, est très appréciable. Pour une déviation de 1 V correspondant, nous l'avons vu, à une pression de 889 Pa, une surcharge de 3,5 fois cette valeur, soit $> 3\ 100\text{ Pa}$, n'aurait d'autre effet que de risquer de nuire à l'intégrité de l'aiguille du galvanomètre, si l'on utilise un tel appareil de mesure.

Ajoutons une indication de nature à intéresser les techniciens. La plage totale de variation ΔV_{CE} , soit 2 V pour le circuit typique, correspond à 20 % de la tension d'alimentation. Si les résistances de ce circuit sont de 50 k. Ohms et que la tension d'alimentation est portée à 50 V, cette plage sera portée à 10 V, soit $\pm 5\text{ V}$, pour les mêmes valeurs de force et de pression que celles précédemment indiquées.

Mesure des forces et des pressions

Avant d'entrer dans le vif du sujet, disons qu'en raison de son faible diamètre, le Pitran peut être facilement encastré dans le trou pratiqué dans une paroi quelconque ou, s'il s'agit de la mesure de pressions de fluides, dans celle d'une enceinte ou dans une tuyauterie. La figure 4 montre un exemple de montage, où l'on voit

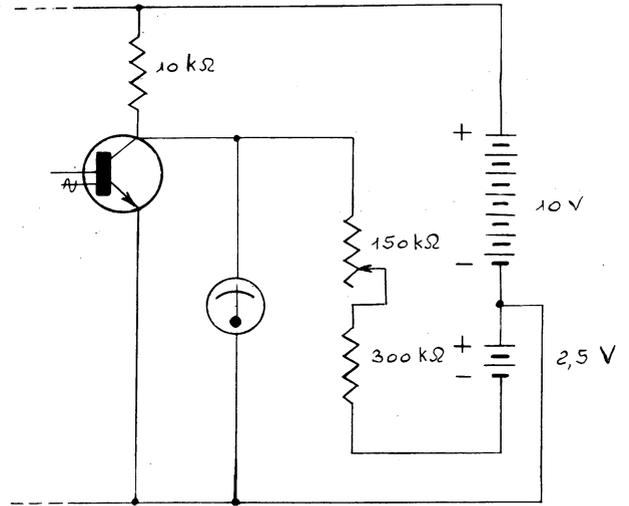


Figure 5. — Afin de mieux utiliser l'échelle d'un galvanomètre à zéro central, il suffit d'adjoindre, au circuit typique, deux résistances, dont une variable, et une source de 2,5 V afin de compenser la tension de +2 V.

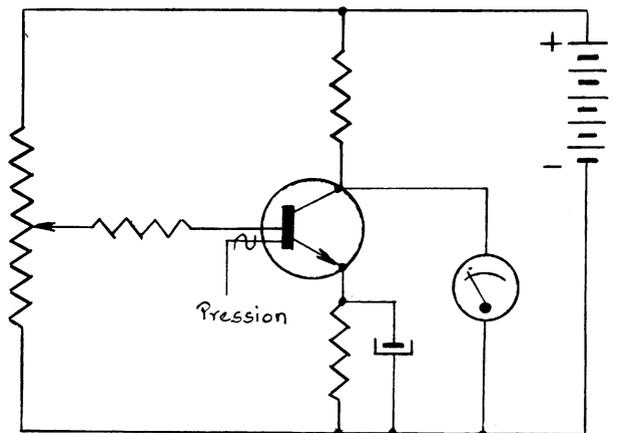


Figure 6. — Une résistance insérée dans le circuit d'émetteur du Pitran compense, dans une certaine mesure, l'influence de la température. Elle doit être shuntée par un condensateur, s'il s'agit de mesurer des variations rapides de pression.

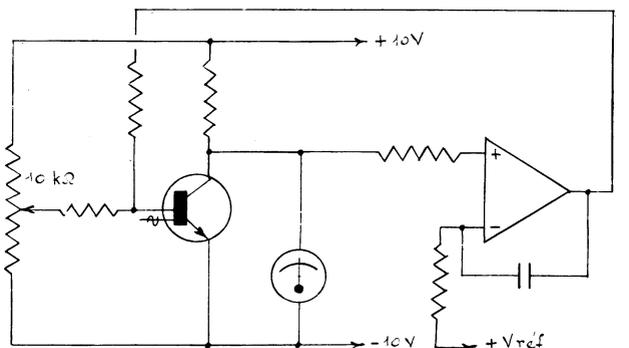


Figure 7. — Un amplificateur opérationnel et une source de tension de référence constituent l'un des meilleurs moyens de minimiser l'effet des variations de température.

que la pression à mesurer P_1 est appliquée au diaphragme du Pitran tandis que la pression de référence P_2 est appliquée à son socle.

Lorsqu'il s'agit de mesurer des variations peu rapides de force ou de pression, on se heurte au fait que, par rapport à l'émetteur, le collecteur du Pitran est, au repos, à un potentiel fixe de + 2 V. Si l'on choisit un galvanomètre à déviation totale de 3 V, lorsque la tension de collecteur aura été réglée à + 2 V par le potentiomètre de base, on pourra, certes, exploiter des variations maximales de ± 1 V, mais un tiers de l'échelle sera inutilisé.

Dans de telles conditions, il y a lieu d'employer un artifice. On adoptera un galvanomètre déviant à fond pour 2 V, et à **aiguille à gauche au repos**, mais on demandera au fabricant de le munir d'une échelle à zéro central, graduée par exemple de part et d'autre en cinquante divisions. Afin de ne pas charger la résistance du circuit de collecteur, on aura tout avantage à choisir un modèle dont la résistance soit de 200 k. Ohms, soit 100 k. Ohms/V. Et on adjointra au circuit typique du Pitran le dispositif de compensation de la figure 5, qui ne requiert qu'une source supplémentaire de 2,5 V et deux résistances, l'une fixe de 300 k. Ohms, l'autre réglable de 150 k. Ohms.

Ce dispositif étant mis hors circuit, le potentiomètre de base sera réglé de sorte que l'aiguille de l'appareil soit sur la division + 50. Cela fait, on mettra en circuit le dispositif de compensation et on règlera sa résistance jusqu'à ce que l'aiguille soit ramenée exactement sur le zéro central. Dès lors, toute pression ou dépression produira une déviation à droite ou à gauche du zéro. Si l'on utilise un enregistreur, un tel circuit permettra d'obtenir un excellent relevé des variations de pression autour du zéro. Le Pitran étant lié directement à l'appareil de mesure, il permet la mesure de variations de pression autour du zéro, si celles-ci ne sont pas rapides. Le cas échéant, il y aura lieu d'adopter un type oscillographique à noircissement direct du papier, qui monte à 10, voire même 13 kHz. Au-dessus, il faudra recourir à un oscilloscope équipé d'une caméra photographique.

Il est inutile d'ajouter qu'une sensibilité de 100 mV étant aujourd'hui courante, il est possible d'employer un appareil identique à celui précédemment décrit, mais dont les sensibilités soient de 2 et 0,2 V, soit sur cette dernière ± 100 mV. Dès lors les forces et pressions maximales et minimales indiquées seront divisées par 10.

Compensation de température

Nous avons vu précédemment que le Pitran est sensible à l'influence de la température. Dans les cas les plus simples, il peut être fait appel à la classique résistance insérée dans le circuit d'émetteur, qui donne de bons résultats (Fig. 6). Toutefois, celle-ci doit être shuntée par un condensateur, dont la valeur définira celle de la fréquence la plus basse qui pourra être admise. Dans ce dernier cas, l'enregistreur pourra être couplé au circuit, dépourvu du dispositif de compensation de la tension V_{CE} initiale de + 2 V, par un simple condensateur qui ne transmettra que la composante alternative.

D'autres circuits de compensation de température utilisant une thermistance et quelques résistances sont réalisables. Il peut également être utilisé la formule moderne consistant à employer un amplificateur opérationnel, lequel est de plus en plus utilisé (Fig. 7). On peut encore réaliser un circuit comportant deux Pitrans, appariés en coefficient de température et associés en montage différentiel. La figure 8 a constitue un exemple d'un tel circuit, lequel, alimenté par une source d'alimentation de 15 V, présente l'avantage de fournir, par rapport au circuit typique, une tension de $\pm 1,5$ V pour les valeurs de force et de pression indiquées pour celui-ci. Le galvanomètre est alors un modèle à zéro et **aiguille au centre de l'échelle**, déviant pour $\pm 1,5$ V, le réglage du zéro étant effectué par l'une des résistances de base, variable. Pour un montage de ce genre, il y a tout intérêt à associer les deux Pitrans coaxialement (Fig. 8 b) dans un boîtier pourvu de deux ajutages pour l'entrée des fluides, l'un à la pression à mesurer P_1 , l'autre à la pression de référence P_2 .

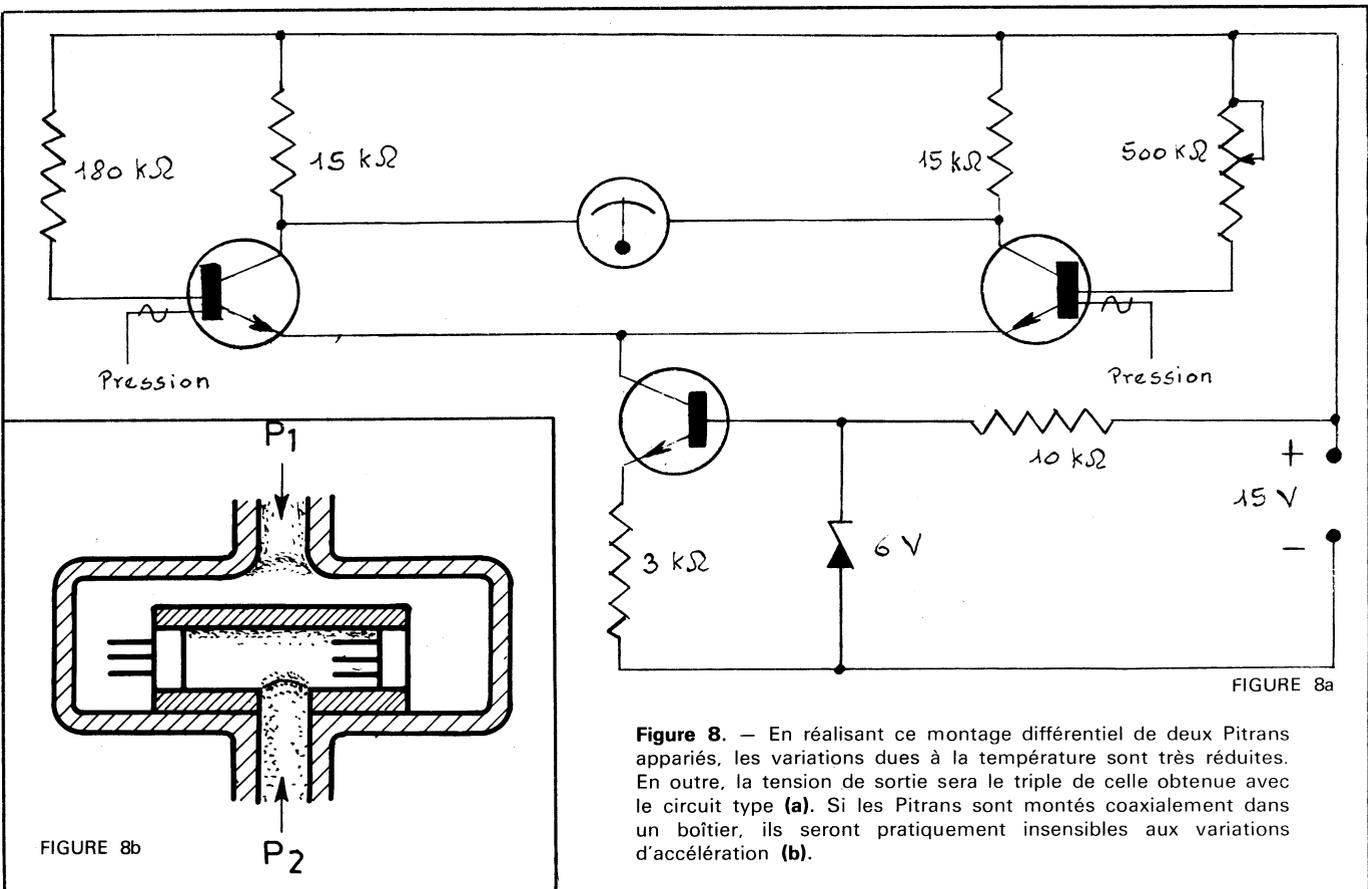


Figure 8. — En réalisant ce montage différentiel de deux Pitrans appariés, les variations dues à la température sont très réduites. En outre, la tension de sortie sera le triple de celle obtenue avec le circuit type (a). Si les Pitrans sont montés coaxialement dans un boîtier, ils seront pratiquement insensibles aux variations d'accélération (b).

Mesure des accélérations

La mesure des accélérations peut être opérée avec un Pitran auquel est adjoind une masse sismique (Fig. 9). Celle-ci, qui pèse 50 mg, est collée avec de l'Araldite ou toute autre résine au centre du diaphragme. Le Pitran est alors monté dans un boîtier cylindrique pourvu, à l'une de ses extrémités, d'un rebord intérieur, et dont la hauteur est telle qu'elle affleure presque la partie extérieure de ce rebord. Un mince diaphragme, de même diamètre que le boîtier, est finalement collé sur la périphérie de celui-ci et sur l'extrémité supérieure de la masse. Le poids de l'ensemble est de l'ordre de 0,5 g.

Un tel accéléromètre subminiature, dont la réalisation est du domaine de la mécanique de précision, présente les caractéristiques suivantes, relevées avec le circuit typique :

- Sensibilité : 85 à 120 mV crête par g crête ;
- Linéarité : < 1 % sur une plage dynamique de 40 dB ;
- Bande passante : linéaire à \pm dB de 0 à 8 kHz ;
- Niveau de bruit dans la bande : $5 \cdot 10^{-4}$ g ;
- Première fréquence de résonance mécanique : 16 kHz ;
- Sensibilité transversale : < .1 %.

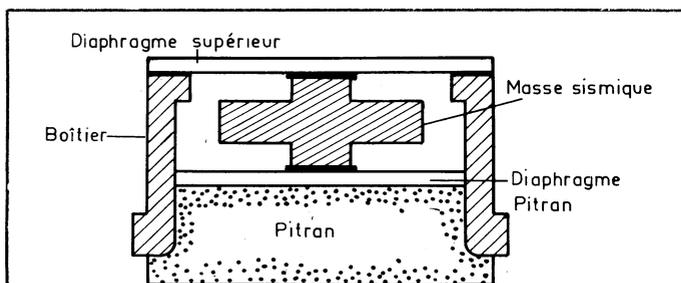


Figure 9. — Un accéléromètre subminiature, composé d'un Pitran, d'une masse sismique collée sur son diaphragme et sur un diaphragme fixé sur la partie supérieure d'un boîtier, est réalisable s'il exige une grande précision pour son montage.

LES CARACTERISTIQUES DU PITRAN

Caractéristiques	Min.	Type	Max.	Unités
Sensibilité (ΔV_{CE})	1	4	15	$V/10^{-2} N = V/g$
Plage linéaire utile ($\pm 1 V$)	1	4	15	$V/3556 Pa = V/10^{-2} g/cm^2$
Force	± 1	$\pm 0,25$	$\pm 0,066$	$10^{-2} N = 1 g$
Pression	± 3556	± 889	± 237	$Pa = 10^{-2} g/cm^2$
Linéarité ($\pm 1 V$)		0,5	1	%
Hystérésis ($\pm 1 V$)		0,5	1	%
Surcharge non-destructive	500	700		% (1)
Coefficient de température (ΔV_{CE}) PT-2		$\pm 0,2$	$\pm 0,4$	$V/^{\circ}C$
PT-3		$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$V/^{\circ}C$
h_{FE}	2	5	50	
I_{CBO} à $V_{CB} = 10 V$		0,01	1	μA
BV_{CEO} à $I_C = 10 \mu A$		50	120	V
Fréquence de résonance mécanique		100	150	kHz
Fréquence de transition f_T		50	100	MHz
Températures admissibles	- 40		+ 60	$^{\circ}C$

(1) De la force ou pression requise pour produire la tension de sortie linéaire de 2 V.

Applications

Nous n'insisterons pas sur l'une des applications les plus simples du Pitran, qui est la mesure des masses. On sait que, dans ce domaine, il est généralement difficile de s'affranchir des oscillations de l'aiguille indicatrice. Il est facile de transmettre, par voie hydraulique, la pression au diaphragme du Pitran, ce qui, avec un gal-

vanomètre moderne dont l'amortissement de l'aiguille est voisin de l'amortissement critique, permet d'obtenir une indication quasi instantanée. Notons en passant que, pour une tension de 1 V, le déplacement du centre du diaphragme du Pitran est de l'ordre de $0,025 \mu m$, ce qui est infime.

Une autre de ses applications est celle de capteur dans un dispositif fluïdique tel que le module décrit dans le numéro 1176, page 24. En effet, pour provoquer une action de commande, celui-ci doit être pourvu, sur chacune des sorties des jets de fluide, d'un organe adéquat. Ce peut être un système mécanique, évidemment. Mais il semble plus élégant d'utiliser un transducteur tel que le Pitran, qui convertit la pression du fluide en une tension. La fluïdique et l'électronique pourraient donc s'associer, d'autant qu'en raison de sa sensibilité très élevée, le Pitran n'exigerait que de faibles pressions de jets de fluide pour produire une tension suffisante pour commander un organe de commutation de puissance, un thyristor par exemple.

Le Pitran peut être du plus grand intérêt dans la recherche des gisements de pétrole. Sans entrer dans des détails, rappelons que celle-ci est fondée sur les différences de propagation, dans la masse géologique, d'une onde de choc produite par l'explosion d'une charge. Ces variations sont détectées par des capteurs disposés en des points déterminés. Le Pitran, que l'on peut à juste titre considérer comme un microphone pour ondes sonores ou ultrasonores de grande intensité, est tout indiqué dans ce domaine.

L'aérodynamique peut également recourir à ce capteur piézo-électrique pour les recherches et les essais en tunnel de modèles à échelle réduite. Les faibles dimensions de celui-ci lui permettent d'être incorporé, en un certain nombre d'exemplaires, dans une aile, un fuselage d'avion, un corps de fusée-sonde, etc., afin de déterminer la distribution de la pression des filets d'air, de déceler les turbulences (Fig. 10). On pourrait également en installer en

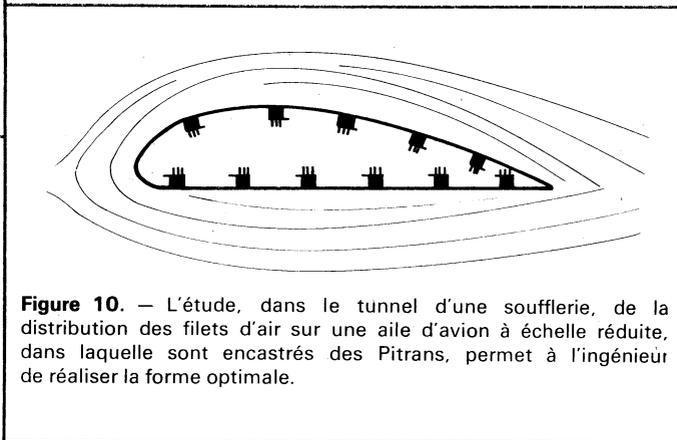


Figure 10. — L'étude, dans le tunnel d'une soufflerie, de la distribution des filets d'air sur une aile d'avion à échelle réduite, dans laquelle sont encastés des Pitrans, permet à l'ingénieur de réaliser la forme optimale.

différents points d'un prototype et, lors des essais en vol, obtenir des renseignements de grande valeur. Bien entendu, le Pitran peut être employé avec succès dans les études de véhicules sur coussin d'air, dont on s'occupe très activement aujourd'hui.

Ajoutons, avant de terminer, que ce capteur peut être intégré à des circuits oscillateurs dont il peut moduler la fréquence ou, s'il s'agit de signaux carrés, la durée. Il est donc très intéressant dans la télémétrie. Dans le cas de signaux modulés en durée, comme ceux-ci peuvent être aisément convertis en signaux codés, ces derniers sont en mesure d'attaquer un ordinateur, qui les traitera et fournira aux ingénieurs des résultats précieux pour leurs travaux.

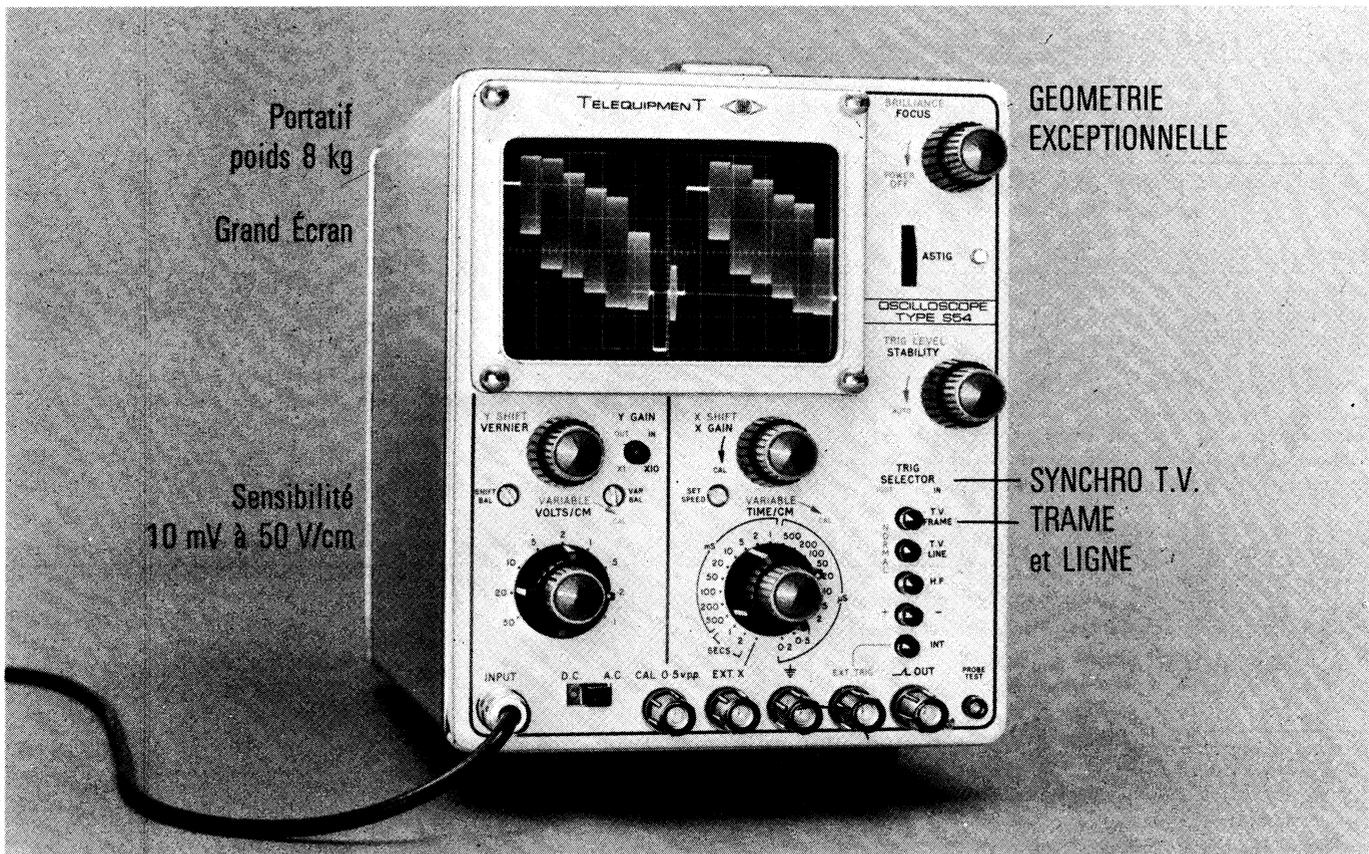
Nous n'avons envisagé, dans le présent article, que quelques-unes des applications du Pitran. Nous sommes persuadé que l'imagination des techniciens qui nous liront en trouvera beaucoup d'autres. Dès lors, contrairement au vieil adage qui prétend que « la fonction crée l'organe », ce sera l'organe qui aura créé la fonction, au grand bénéfice de la science qui disposera, ainsi, de moyens nouveaux.

TELEQUIPMENT



OSCILLOSCOPE TYPE S 54 U. ENTIEREMENT TRANSISTORISE

alimentation secteur ou
batteries incorporées...
du continu à 10 MHz à 3 dB



spécialement conçu pour la Télévision

RELATIONS TECHNIQUES INTERCONTINENTALES (GROUPE TEKTRONIX)

PARIS - 134, AVENUE DE MALAKOFF (16^e) - TÉL. 727.43.09 - TELEX 25002 PARIS

Lyon (7^e) : 166, Avenue Berthelot — Tél. 72.00.70
Nice : 11, Avenue Valdiletta — Tél. 84.05.93
Toulouse : 15, Rue Joseph-Vié — Tél. 42.04.50
Rennes : 6b, Avenue Barthou — Tél. 00.84.42



applications de l'électronique

MESURE DES REVÊTEMENTS A FAIBLE ÉPAISSEUR PAR JAUGE A RAYONNEMENT BÊTA

La mesure directe de couches minces déposées par des procédés galvanoplastiques, des revêtements de métaux protecteurs inoxydables ou précieux tels que l'or exigeait un appareillage délicat et fort onéreux. De plus, la précision exigée était de plus en plus élevée, surtout dans le cas de l'industrie horlogère pour le contrôle des plaqués or par exemple, et ces considérations ont provoqué la création de diverses méthodes de mesure par rayonnement qui, avec l'évolution très rapide des techniques électroniques ont permis de résoudre efficacement de nombreux problèmes. C'est ainsi que l'on effectue maintenant la mesure non destructive et sans contact, des faibles épaisseurs par jauge électronique selon le procédé de la rétrodiffusion des rayonnements bêta.

Principe de la rétrodiffusion des rayonnements bêta

Lorsqu'un rayonnement bêta (β) frappe un matériau, il est plus ou moins diffusé, une partie pouvant être renvoyée dans la direction de la source émettrice. Ce phénomène est d'autant plus marqué que les atomes du matériau diffusant sont plus lourds. L'intensité du rayonnement rétrodiffusé augmente avec l'épaisseur jusqu'à une certaine limite qui correspond à la saturation ; au-dessus de l'épaisseur de saturation, par suite des pertes d'énergie importantes, ce rayonnement « rétrodiffusé » n'augmente plus.

Lorsque l'on opère sur un ensemble constitué par un matériau de base et un revêtement que l'on désire étudier, il y a lieu, pour éliminer l'influence du matériau de base, de choisir pour ce dernier une épaisseur correspondant à la saturation (soit 25 % de la distance que peuvent parcourir les rayons bêta dans la matière considérée). Inversement, le revêtement à étudier devra avoir une épaisseur inférieure à environ 15 % de la distance que peuvent parcourir les rayons bêta dans la matière constituant le revêtement. La différence entre les nombres atomiques du matériau-support et du matériau-revêtement doit être au moins égale à 2 (même 4 pour les nombres élevés).

Les courbes de la figure 1 donnent l'allure de la variation de l'intensité rétrodiffusée, mesurée en fonction de l'épaisseur de la couche (indice c) et du matériau de base (indice b) ; la saturation est indiquée par l'indice s . Il y a lieu de distinguer deux cas, suivant que le nombre atomique de l'élément constituant la couche est supérieur ou inférieur à celui du matériau de base.

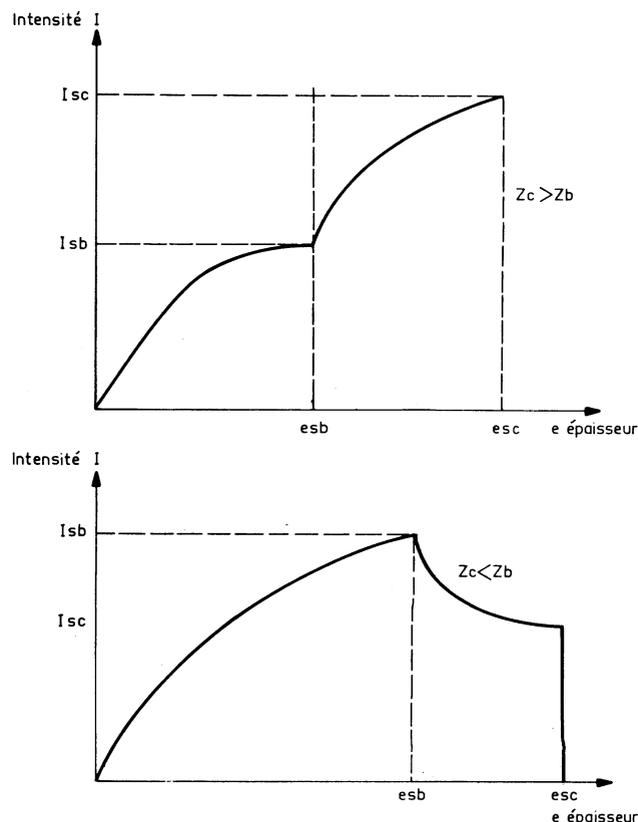
Principe de la jauge de mesure d'épaisseur de couches minces

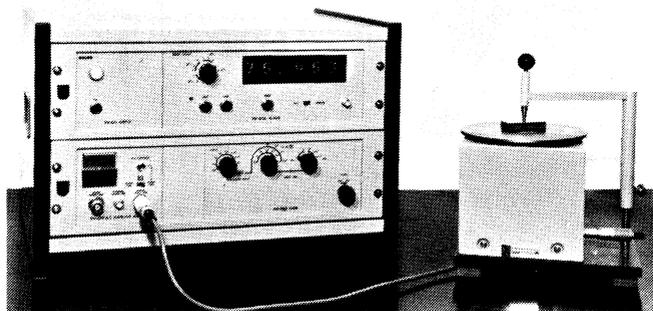
La jauge de mesure d'épaisseur de couches minces (Fig. 2) comporte essentiellement : une tête porte-échantillon ; un jeu de sources de rayonnement bêta couvrant chacune une gamme d'épaisseurs différentes, une sonde de mesure, un jeu de diaphragmes et un système électronique de comptage assurant la présentation des résultats de mesure.

La source de mesure convenable se monte sur la sonde qui comprend un compteur Geiger-Müller. Le compteur est protégé contre le rayonnement direct de la source par un blindage de façon que, lorsqu'un échantillon est monté sur la tête porte-échantillon, le compteur ne reçoit que le rayonnement bêta provenant de la couche de revêtement à mesurer. Les impulsions électriques provoquées par le rayonnement conditionnent l'affichage d'un nombre de coups qui est fonction de l'épaisseur de la couche.

Les équipements modulaires sont dotés d'une grande souplesse pour réaliser différentes combinaisons, suivant les cas particuliers ou le mode de présentation des résultats. L'ensemble de l'appareil-

FIG. 1. — Variations de l'intensité rétrodiffusée en fonction de l'épaisseur de la couche (indice c) et du matériau de base (indice b), selon que le nombre atomique Z de l'un est supérieur ou inférieur à celui de l'autre.





Jauge pour mesure de revêtements par rayonnement bêta.

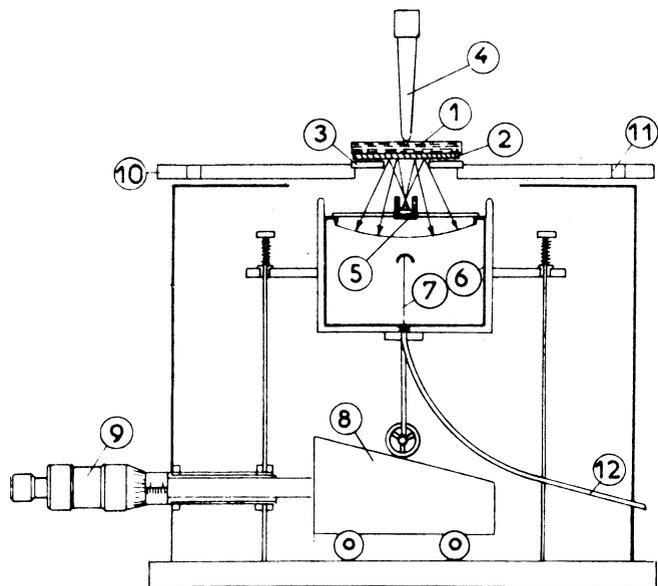


FIG. 2. — Schéma de principe de la jauge de mesure d'épaisseur de couches minces PW4390.

1. Matériau de base. - 2. Couche mince à mesurer. - 3. Diaphragme. - 4. Système de positionnement. - 5. Source de rayonnement partiellement blindée. - 6. Compteur Geiger-Muller. - 7. Anode du compteur. - 8. Système de réglage de distance. - 9. Vis micrométrique. - 10. Plaque de base. - 11. Orifices filetés pour fixation d'appareillage annexe. - 12. Câble de liaison à la partie électronique.

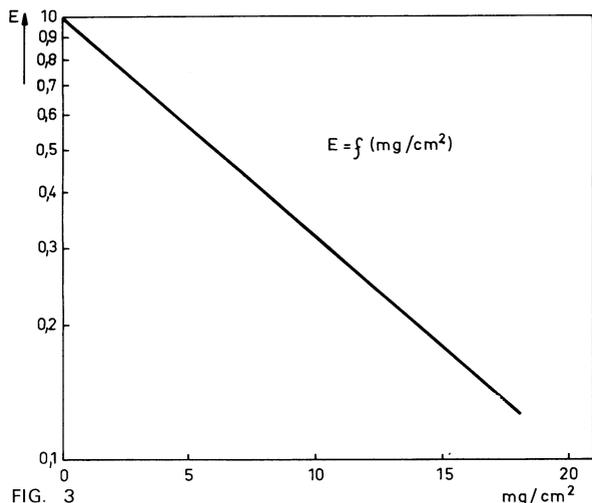


FIG. 3

lage électronique groupe les unités suivantes : l'échelle de comptage, la minuterie et enfin, les alimentations stabilisées, haute et basse tension (Photo).

A cet équipement de base qui permet de lire les résultats de mesure sur des tubes-compteurs lumineux du type Nixie, on peut adjoindre des éléments modulaires périphériques permettant l'impression ou la perforation des résultats en vue d'un traitement ultérieur. Ajoutons également que la source de rayonnement bêta est d'une extrême finesse, et par suite de ses dimensions millimétriques, ne nécessite pas une protection spéciale et sa manipulation est sans danger (son conditionnement est d'ailleurs prévu pour de telles applications).

Mesure

Pour un couple de matériaux (matériau de base et matériau de revêtement) et une source de rayonnement donnés, il y a lieu de faire un certain nombre de mesures préalables qui indiquent :

- I_{sb} : intensité de saturation du matériau de base ;
- I_{sc} : intensité de saturation du matériau de revêtement.

Si l'on pose I_y comme définissant l'intensité mesurée sur un échantillon, on en déduit un coefficient K tel que (Fig. 3) :

$$K = [I_{sc} - I_y] / [I_{sc} - I_{sb}]$$

où K apparaît en échelle logarithmique en fonction de l'épaisseur kx (en échelle linéaire, appréciée en milligrammes par centimètre carré). Une droite est tracée en joignant les points $K = 1$ correspondant à une épaisseur de revêtement nul (intensité I_{sb}) et $K = kx$, correspondant à une épaisseur connue du revêtement y .

Cette courbe d'étalonnage étant donnée une fois pour toutes, on la vérifiera en mesurant un échantillon de référence. Dans le cas où l'on obtient une intensité I_x au lieu de I_y résultant de la courbe, il y aura lieu d'appliquer aux mesures d'intensité suivantes I_y le coefficient de correction égal au rapport : $\rho = I_x / I_x$ connaissant l'intensité I_y (éventuellement corrigée) donnée par un échantillon, on en déduit la valeur du coefficient K correspondant et, par suite, son épaisseur.

Précision

Pour évaluer l'épaisseur minimale décelable, il suffit d'écrire que la différence entre le taux de comptage obtenu sur le matériau de base à saturation et le taux de comptage obtenu avec une couche de matériau de revêtement d'épaisseur minimale, soit $I_{y \min} - I_{sb}$, est égale à l'écart type de $\sigma = \sqrt{(I_{y \min} + I_{sb}) / t}$ (où t est le temps en secondes), pour un seuil de confiance de 68 % au double de l'écart type (2σ), pour un seuil de confiance de 95 %, et au triple de l'écart type (3σ) pour un seuil de confiance de 99 % ou, d'une façon plus générale, à $n\sigma$ suivant la probabilité avec laquelle on souhaite obtenir un résultat de mesure avec une précision donnée.

L'erreur commise est donc d'autant plus faible que le temps de comptage est plus élevé. Inversement, si l'on se fixe une précision déterminée, il faudra choisir un temps de comptage minimum t_{\min} tel que :

$$t_{\min} = n^2 [I_{sb} + (I_{sb} + \Delta I_{\max})] / \Delta I_{\max}^2$$

où ΔI représente la variation d'intensité correspondant à l'épaisseur minimale mesurable d'après la courbe d'étalonnage.

Il y a lieu de rappeler succinctement pour mieux se représenter le mécanisme par lequel ces mesures basées sur la détection des particules font intervenir une succession d'événements aléatoires tels que la désintégration des noyaux et l'interaction des rayonnements émis avec la matière (ionisation, excitation, effets photo-électriques et Compton, etc.). Or, il est impossible de prévoir individuellement le comportement d'un atome particulier dans le processus de désintégration ou celui d'un photon traversant la matière. Mais l'ensemble constitué par un grand nombre de ces particules est soumis à des lois statistiques qui permettent d'estimer l'écart probable entre le nombre d'événements se produisant dans un temps donné et la valeur moyenne de ce nombre portant sur une très grande série de mesures (voir croquis).

En s'inspirant de la loi de Poisson qui concerne la probabilité d'obtenir ou non une impulsion dans un temps très petit d'une part, et de celle de Gauss, d'autre part, qui se rapporte à une valeur moyenne de comptage élevée, on a pu définir ce que l'on a appelé **l'intervalle ou seuil de confiance**.

En résumé, si l'on veut obtenir une certaine précision, il faut agir sur l'intervalle de confiance et pour cela augmenter le temps de comptage. Il est évident que pour se placer dans le cas idéal la meilleure précision sera obtenue en portant l'intervalle de confiance à sa valeur maximale. En pratique, on se limite à un intervalle de confiance permettant d'obtenir une précision suffisante avec un temps de comptage acceptable dans les délais impartis pour les mesures.

En définitive, ce genre de mesure repose sur une solution de compromis dont le critère de jugement peut se représenter symboliquement sous la forme du tableau synoptique ci-après :

- 1 - Précision,
 - 2 - Temps de comptage,
 - 3 - Intervalle ou seuil de confiance.
- connaissant ou si l'on s'impose (2) et (3) on définit (1) ;
 — si l'on veut améliorer (3) c'est-à-dire la probabilité d'obtenir la précision (1) optimale, il faut augmenter (2) ;
 — si l'on tient à obtenir une certaine valeur de (1) pour un temps de comptage (2) déterminé, l'intervalle de confiance (3) est imposé ;

En règle générale, si l'on veut améliorer (1) et (3) il faut agir sur le temps de comptage (2) qui doit être augmenté en conséquence.

Exemple d'applications

Prenons par exemple un échantillon de fer étamé sur lequel nous désirons mesurer l'épaisseur du revêtement de protection par la méthode de rétrodiffusion des rayons bêta.

D'après l'exposé ci-dessus, nous avons relevé les valeurs expérimentales suivantes :

Pour I_{sc} : 409 756 impulsions par minute ;

Pour I_{sb} : 319 312 impulsions par minute ;

Pour I_y : 330 283 impulsions par minute.

L'épaisseur du revêtement peut être déterminée à l'aide de la courbe d'étalonnage de la figure 3 qui accompagne l'appareillage.

Le coefficient K se calcule d'après la formule :

$$K = \frac{I_{sc} - I_y}{I_{sc} - I_{sb}}$$

soit $K = \frac{409\,756 - 330\,283}{409\,756 - 319\,312} = 0,88 + 3\%$ pour un seuil de confiance de 95 %.

En se rapportant à la courbe d'étalonnage, on note qu'à une valeur $K = 0,88$ correspond une épaisseur de revêtement de 0,2 mg/cm² soit 0,3 micromètre.

En tenant compte de la formule $t_{min} = n^2 [I_{sb} + (\Delta I_{max})]$, on s'aperçoit que l'on peut mesurer une couche d'étain avec une précision absolue de 0,04 micromètre pour un intervalle de confiance de 95 %, avec un temps de comptage d'une minute.

En augmentant le temps de comptage, il est évident que l'on diminue l'erreur et que l'on augmente la sensibilité.

Applications

La jauge, de par son principe, peut être utilisée dans les applications extrêmement diverses dont nous ne citerons que celles relatives à la mesure d'épaisseur : de l'or sur les circuits imprimés, des revêtements de zinc sur le fer, du chromage, etc. (pratiquement de tous dépôts électrolytiques), des plaqués d'or, de couches diverses sur papiers (noir de carbone, colles, émulsions sur film), de couches de peinture sur matériaux laqués, d'argenture sur miroirs, de vernis sur tuiles et réfractaires, d'émail, d'or sur détecteurs semi-conducteurs, de tantale déposé sur certaines résistances, de couches déposées sous vide, ainsi que les mesures de proportions d'étain plomb dans la soudure, de quantité d'éléments lourds dans les onguents et cosmétiques, et pureté de l'or ou proportion de cuivre dans l'or...

F. LAFAY

Le rayonnement bêta permet de dater les documents historiques

La **United Kingdom Atomic Energy Authority** — l'équivalent britannique de notre Haut Commissariat à l'Energie Atomique — a fait savoir, récemment, que l'on peut, désormais, employer les radioisotopes pour dater les documents historiques, et cela selon un procédé analogue à la radiographie aux rayons X.

On applique la méthode de bêta-radiographie par contact. Pour ce faire, on place une source de rayonnement bêta à faible énergie, se présentant sous la forme d'une feuille mince, sur une face d'une feuille de papier dont on recouvre l'autre face d'une pellicule photographique.

Le temps d'exposition est fonction du « poids de base » du papier, c'est-à-dire du poids par centimètre carré de surface, car c'est lui qui détermine la pénétration des particules bêta. Développée, la pellicule révèle : non seulement le filigrane — celui-ci correspondant à de plus faibles épaisseurs — mais également la texture du papier, laquelle accuse, notamment, les variations de masse dues à la présence de supports en fils métalliques utilisés à la fabrication du papier couché.

La datation se déduit du dessin et du caractère du filigrane ; ce dernier fait en somme office de marque de fabrique ; il diffère d'un fabricant à l'autre et est changé de temps en temps.

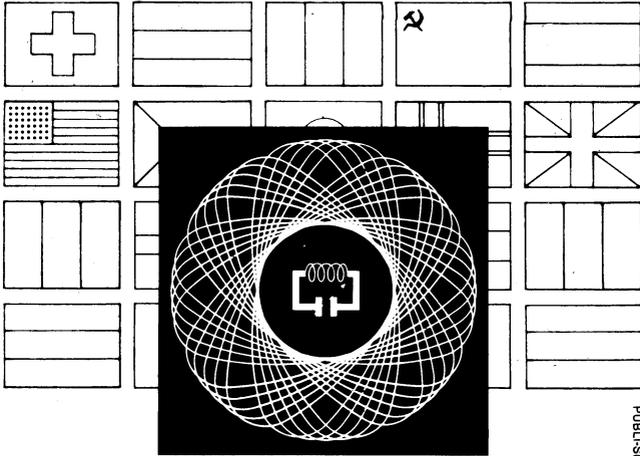
Le nouveau procédé est donc une identification historique, qu'il ne faut pas confondre avec la datation au carbone radioactif de documents très anciens, comme, par exemple, les manuscrits de la Mer Morte.

La méthode s'avère particulièrement pratique pour examiner le papier des pages de livres, car on peut insérer les feuilles radio-émétrices et les pellicules photographiques entre les pages sans risquer d'abîmer la reliure ou le brochage. Les radiographies résultantes ne souffrent pas, en général, de l'impression des pages, la masse d'encre étant très faible par rapport à celle du papier ; la nouvelle méthode est donc très supérieure à la plupart des procédés optiques d'examen.

La source de rayonnement bêta la plus communément employée est le carbone 14, incorporé à du méthacrylate de polyméthyle. L'exposition varie selon l'épaisseur du papier. Elle sera, par exemple, de 15 heures pour du papier à 6 mg/cm². On double le temps d'exposition pour chaque 2 mg/cm² d'épaisseur supplémentaire, mais ce temps est également inversement proportionnel à l'activité spécifique de la feuille rayonnante. Pour cette raison, le Centre radiochimique de l'établissement britannique précité fournit des feuilles de divers degrés d'activité.

Signalons, pour terminer, que le nouveau procédé de datation n'expose à aucun danger.

R. J. B.



**150.000
électroniciens
à Paris**

**le premier intéressé
C'EST VOUS !**

PUBLI-SERVICE PARIS

SALONS INTERNATIONAUX DES
**COMPOSANTS
ELECTRONIQUES**

ET DE L'ÉLECTROACOUSTIQUE

DU 28 MARS AU 2 AVRIL 1969
PORTE DE VERSAILLES - PARIS

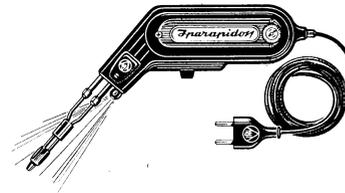


**COLLOQUE INTERNATIONAL
SUR LA TÉLÉINFORMATIQUE**

Problèmes scientifiques, techniques et économiques
Programme et modalités d'inscription sur demande
DU 24 AU 28 MARS 1969 - PARIS

S. D. S. A. - RELATIONS EXTERIEURES 16, RUE DE PRESLES - 75 PARIS 15^e - FRANCE

**UN MAGNIFIQUE
OUTIL DE TRAVAIL
PISTOLET SOUDEUR IPA 930
AU PRIX DE GROS**



**25 %
MOINS CHER**

**Fer à souder
à chauffe
instantanée**

Utilisé couramment par les plus importants constructeurs d'appareillage électronique de tous pays - Fonctionne sur tous voltages alter. 110 à 220 volts - Commutateur à 5 positions de voltage, dans la poignée - Corps en bakélite renforcée - Consommation : 100 watts, pendant la durée d'utilisation seulement - Chauffe instantanée - Ampoule, éclairant le travail, interrupteur dans le manche - Transfo incorporé - Panne fine, facilement amovible, en métal inoxydable - Convient pour tous travaux de radio, transistors, télévision, téléphone, etc. - Grande accessibilité - Livré complet avec cordon et certificat de garantie 1 an. Poids : 830 g; Valeur : 99 F.
Net **80 F**

Les commandes accompagnées d'un mandat-chèque, ou chèque postal C.C.P. 5608-71 bénéficieront du franco de port et d'emballage pour la Métropole.

RADIO-VOLTAIRE

155, avenue Ledru-Rollin, PARIS-XI^e - 700-98-64
RAPY

Tous fils et câbles

**TEXTILES ET
THERMOPLASTIQUES
POUR RADIO
ET TÉLÉVISION**

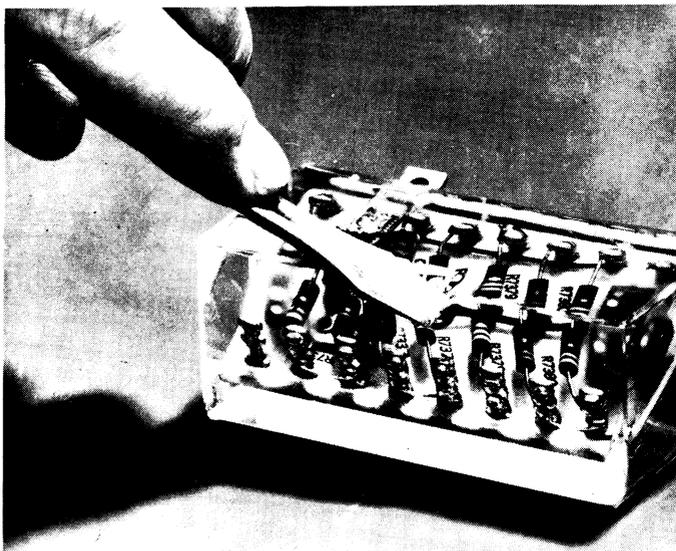
**TOUS CABLES SPÉCIAUX
SUR DEVIS**

CE

**CABLERIE
E. CHARBONNET**

24 à 28, Rue Denfert-Rochereau - LYON (4^e)
Tél. 29.84.79 et 29.80.84

Publ. PLANTIN-CHATELAIN



enrobage.....remplissage

RESINES POUR ENROBAGES SOUPLES

Résines sans solvant, souples, de grande fluidité, transparentes ou opaques. Ces résines permettent le remplissage et l'enrobage de tous matériels électroniques. Les résines pour enrobages souples offrent :

- UNE GRANDE FACILITÉ DE RÉPARATION
- UNE STABILITÉ DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET ÉLECTRIQUES DE -65° C à 250° C
- UNE BONNE COHÉSION ET UNE GRANDE ÉLASTICITÉ
- UNE EXCELLENTE RÉSISTANCE A LA TRACTION, AUX VIBRATIONS AINSI QU'AUX CHOCS

De plus, les qualités transparentes sont très appréciées pour le remplissage de matériels dont le comportement en service doit être examiné.

LA SISS vous propose en outre : Vernis d'imprégnation Classe H, compounds diélectriques, élastomères SILASTÈNE se polymérisant à froid, résines sans solvant rigides, fluides pour bains thermostatiques et fluides pour pompes à diffusion.

Nos notices techniques vous seront adressées sur simple demande.



SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES SILICONES

10, Av. Franklin D. Roosevelt - PARIS 8^e - 225.95-89

O. P. G. 65.283

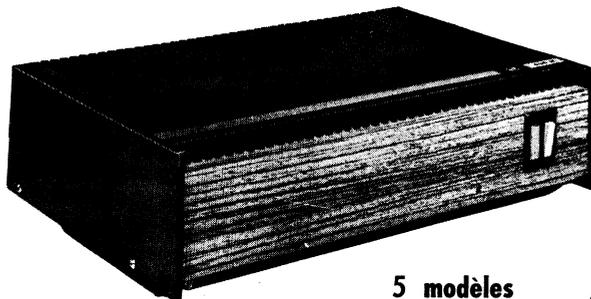
REGULATEURS DE TENSION AUTOMATIQUES
à correction sinusoïdale et filtre d'harmoniques

Tous usages : grand public et industriel

contre la **FIÈVRE** du secteur

Dynatra

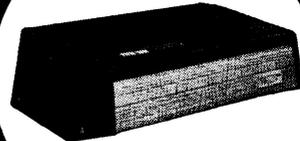
NOUVEAU! POUR LA COULEUR



5 modèles

403 H : 300 W	405 H : 475 W
404 H : 400 W	405 S : 500 W
	406 S : 600 W

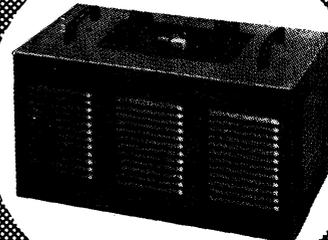
TYPE SUPER-LUXE TÉLÉ



SL 200 W

Autres fabrications : SURVOLTEURS-DEVOLTEURS AUTOTRANSFORMATEURS COMPENSES ET REVERSIBLES

TYPE INDUSTRIEL



500 à 2000 W

Fondé en 1937

Dynatra s.a. 41, rue des Bois, Paris (19^e)
Téléphone : 607-32-48 et 208-31-63

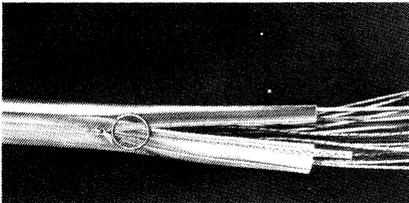
nouveautés en électronique

160 La firme américaine Zippertubing de Los Angeles a mis au point un matériau qui assure la

protection des câbles à des températures extrêmes de -254°C à 204°C tout en les protégeant contre les interférences HF.

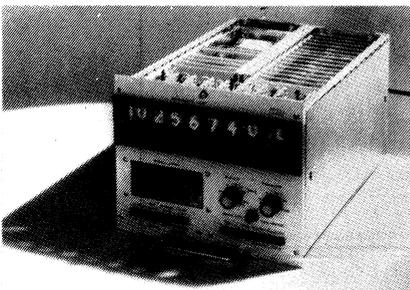
Il s'agit d'une gaine en téflon de $125\mu\text{m}$ d'épaisseur doublée d'une feuille d'aluminium de $76\mu\text{m}$ et d'une tresse de masse en cuivre étamé.

La gaine tout entière est légère et souple et protège le câblage contre la plupart des agents chimiques.



Les conducteurs peuvent être munis de leurs connecteurs et vérifiés avant de leur revêtir de leur gaine. La fermeture éclair, qui conserve ses qualités de souplesse tout en maintenant solidement le câblage, peut être ouverte chaque fois que cela est nécessaire pour modifier le câblage.

161 Pour résoudre certains problèmes concernant la technique de mesure des rayonnements, **Siemens a développé un nouveau compteur d'impulsions électronique** dont les utilisations sont particulièrement nombreuses. Le compteur d'impulsions, dont la désignation du type est B C72249-A 106-A 1, est réalisé en structure transistorisée et se présente sous la forme d'un tiroir enfichable dans le système de 19".



Avec le nouveau compteur d'impulsions, il est possible de régler le temps de mesure et le temps de repos dans un intervalle de 0,02 à 1 000 minutes, le temps de repos étant la durée comprise entre la fin d'une mesure et le commencement de la mesure suivante. Un ensemble de positionnement numérique permet par ailleurs de fixer a priori des valeurs limites en ce qui concerne le nombre des impulsions. Le résultat de la mesure ainsi que sa durée sont affichés par des tubes numériques au néon.

Ses caractéristiques essentielles se résument comme suit :

Affichage résultat du comptage : sept décades.

Résolution : $< 1\mu\text{s}$.

Impulsion d'entrée : $> 0,3\mu\text{s}$ (10 à 30 V positif).

Présélection d'impulsions : sept décades avec ensemble de positionnement numérique.

Affichage durée de comptage : monodécadique (affichage T/10).

Présélection des temps (temps de mesure et temps de repos) :

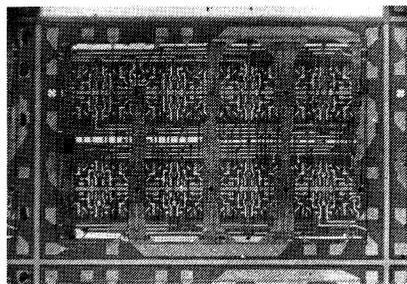
2×10^n ; 4×10^n ; 10×10^n min. pour $n = -2, -1, 0, +1, +2$ et ∞

Secteur : 220 V, 50 Hz.

Dimensions : 218 mm \times 177 mm \times 328 mm.

162 La SGS Fairchild commercialise sa première micromatrice, la 4500, formée par des produits standard intégrés non connectés.

Le réseau 4500 se compose de huit cellules, chacune d'elles contenant quatre portes NON-ET à quatre entrées. Il pourra effectuer toutes les fonctions possibles avec 32 portes NON-ET. Le réseau comprend également 28 contacts pour



réaliser les connexions. La surface totale de la pastille est de $2 \times 2,5\text{mm}$ avec une région active de 3mm^2 . Le réseau 4500 est la première micromatrice qui soit arrivée au stade de la production en série.

La cellule fondamentale d'un réseau 4500 comprend une porte DTL NON-ET à quatre entrées. Cette configuration logique offre comme avantages : une faible dissipation de puissance, l'utilisation d'une seule alimentation, une immunité au bruit élevée dans les cas « les plus défavorables » et un fonctionnement correct sur une importante plage de températures. En outre, la logique du réseau est compatible avec la plupart des logiques à extraction de courant, comme la DTL, la LPDTL,

la TTL et les fonctions complexes MSI.

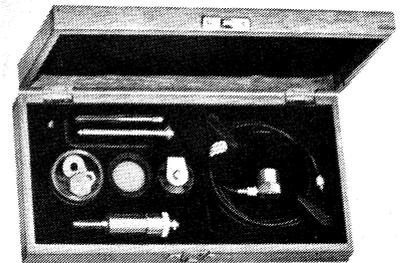
Un aspect de la porte 4500 est l'emploi de « connexions spéciales » effectuées au cours de la métallisation des cellules, autorisant des connexions impossibles à réaliser avec les portes DTL standard. Une cellule se compose en fait de quatre éléments indépendants : un groupe de diodes représentant logiquement une porte ET, une résistance et un transistor « pull up » représentant un amplificateur non inverseur et un transistor à émetteur commun représentant un amplificateur inverseur.

Ces éléments peuvent être interconnectés au moyen des « connexions spéciales ». Une fois ces connexions établies on peut réaliser un expanseur d'entrées, une porte ET-OU et une porte à fonction « OU connectée » en sortie.

Le brochage de la micromatrice 4500 varie suivant les fonctions demandées. Il faut noter que les boîtiers standard de la SGS-Fairchild comprennent actuellement les types DIP et plat à 14, 16, 24 et 36 broches.

163 L'accéléromètre type 4339 Bruel & Kjaer présente une sensibilité ajustée en usine à 10mV/g , ce qui permet de l'utiliser directement avec des amplificateurs à gain fixe.

Sa construction interne par système de compression à point d'attache unique, l'étanchéité absolue de son boîtier et sa prise d'entrée à isolement spécial en céramique, rendent l'accéléromètre très peu sensible aux conditions d'environnement. Variation de sensibilité : inférieure à 2 % par an ; réponse en fréquence : jusqu'à 15 kHz (à 1 dB). Chocs max. : 10 000 g. Températures de fonctionnement : -90 à $+260^{\circ}\text{C}$. Poids : 16 g.



Le type 4343 est identique au modèle précédent, sauf en ce qui concerne la sensibilité, ajustée à 10pC/g exactement.

Le type 4344 est un modèle miniature (2 grammes) de construction similaire aux types 4339 et 4344 et comme eux, très peu influencé par l'environnement. Sensibilité : 1,7 à 2,6 mV/g ou 1,3 à 2,2 pC/g. Réponse en fréquence jusqu'à 40 kHz (à 1 dB). Chocs max. 14 000 g.

164 L'amplificateur de charge **Bruel & Kjaer type 2624**, utilisable avec un accéléromètre piézo-électrique, présente un intérêt particulier en raison des grandes longueurs de câble (jusqu'à 10 km) qui peuvent relier son entrée à l'accéléromètre, sans aucune perte de sensibilité.

Avec ce type d'amplificateur, les mesures sont en outre possibles jusqu'à des fréquences extrêmement basses ; on peut ainsi choisir la limite inférieure de fréquence entre 0,003 et 30 Hz en fonction de la sensibilité utilisée. Les gammes de sensibilité sont les suivantes : 0,1 - 1 - 10 mV/bC.

Résistance-shunt d'entrée : 10 000 mégohms.

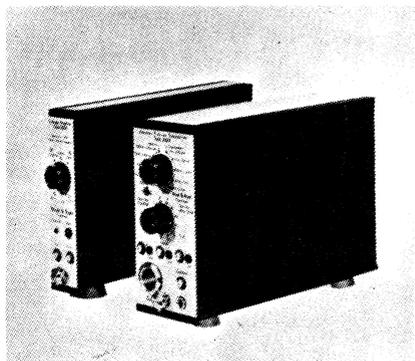
Impédance de sortie : entre 1 et 5 ohms.

Protection complète contre les surcharges et les courts-circuits.

Construction modulaire ; alimentation extérieure 28 V.

Le type 2625 est un préamplificateur-intégrateur.

Il s'agit également d'un appareil nouveau, dont les possibilités sont très étendues.



Gain fixe 0 dB, ou réglable - 40 à - 20 et 0 à + 20 dB.

Les trois entrées pour accéléromètre ont un réglage individuel de gain.

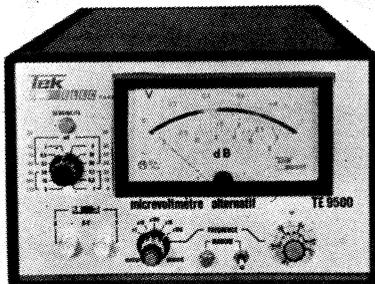
Sélection de l'entrée par commutateur. Impédance d'entrée : 3 000 mégohms

(gain 0 dB) à 450 mégohms (gain 20 dB). Signal d'entrée max. 0,7 V (gain 20 dB) à 700 V (gain - 40 dB).

Une gamme « accélération » (0,05 - 1 Hz à 35 kHz), 3 gammes « vitesse » et 6 gammes « déplacement ».

Construction modulaire, alimentation 28 V par piles incorporées.

165 Le **microvoltmètre alternatif TE 9500 Tek-Elec** est un appareil accordable sur une large bande de fréquences et qui se verrouille automatiquement sur la phase d'un signal noyé dans le bruit.



Cette technique s'applique à la mesure de faibles signaux alternatifs superposés à des signaux cohérents ou incohérents d'amplitude élevée qu'on trouve dans toutes les applications de la recherche, des transmissions ou industrielles.

166 Présentée au dernier Salon des Composants et maintenant fabriquée en quantités importantes, **la mémoire complète FI 2 de R.T.C. La Radiotechnique-Compelec** offre de nombreux avantages :

- Elle est simple à mettre en œuvre ;
- son volume est faible (120 x 200 x 75 mm) ;
- elle est facile à alimenter (une seule source de + 12 V \pm 5% sous 3 A) ;
- réalisée en partie avec des circuits intégrés en logique D.T.L., elle est compatible avec des circuits périphériques com-

portant également des circuits intégrés ;
- elle conserve les informations en cas de coupure de la source d'alimentation ;

- elle présente une forte immunité aux bruits.

D'une capacité de 1 024 mots de 8 signes binaires, d'un temps de cycle de 4 microsecondes et d'un temps d'accès de 600 nanosecondes, la mémoire FI 2 fonctionne en cycle lecture - nouvelle écriture ou effacement - nouvelle écriture. Les cycles dont la séquence doit toujours être lecture puis écriture sont commandés par une impulsion de lecture et, dans le cas des cycles divisés, une impulsion d'écriture introduites dans la mémoire par des canaux distincts. Les températures de fonctionnement sont comprises entre 0 et + 55 °C, celles de stockage entre - 40 et + 75 °C.

Parmi les applications de la mémoire FI 2, il y a lieu de citer :

- les mémoires-tampons ;
- les petites machines de bureau ;
- l'industrie, par exemple pour l'automatisation des chaînes de production et la gestion des stocks.

167 Les **alimentations stabilisées S.A.E.I. CA/CC et CC/CC 5 V à 30 V 1 A** sont constituées :

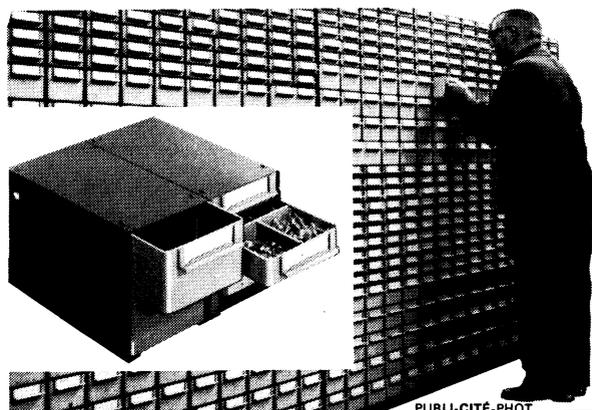
- d'un circuit imprimé comportant le redressement, le filtrage et un potentiomètre d'ajustage de la tension ;

- d'un radiateur sur lequel est monté le transistor ballast. Ce radiateur permet de fixer l'alimentation dans n'importe quelle position.

La régulation à 4 fils permet une stabilisation efficace à distance.

Leurs caractéristiques électriques sont les suivantes :

- tension de sortie 5 V à 30 V (tension nominale à la demande : 6 V, 9 V, 12 V, 15 V, 24 V standard) ;
- réglage de la tension : \pm 20 % de la tension nominale ;
- courant de sortie : 1 A maximum ;
- ondulation résiduelle : < 1 mV crête à crête ;
- temps de réponse : 50 μ s ;
- stabilité : $5 \cdot 10^{-4}$ de 0 à pleine char-



PUBLI-CITÉ-PHOT

2 TONNES DE PETIT OUTILLAGE
dans ces **442**
MULTICASES



MERCO

L'élément de base du système **MERCO** est une armature **acier** (270x140x88 mm) équipée de 1 ou 2 tiroirs en styrène poly choc à séparations amovibles - La robustesse de ces éléments **auto-accrochables** permet de constituer n'importe quel ensemble de 3 dm³ à l'infini, à la mesure des besoins et de la place disponible pour le meilleur prix au dm³ : moins de 3 F ou 4 F,81 suivant modèle.

MERCO est indispensable pour le classement, le rangement, le magasinage des pièces détachées et de tous articles de petites dimensions.

Pour recevoir notre documentation **EP**, joindre ce **BON** à une carte commerciale adressée à **Ets L. MERCIER & C^{ie}**, Bd Kennedy, Zone Indust. - 25 BESANÇON - Tél. (81) 80.33.62

MERCO
BON POUR
DOCUMENTATION
EP

ge et pour $\pm 10\%$ secteur :

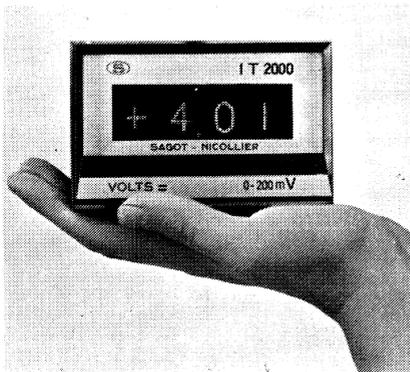
- coefficient de température : $5.10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ de -40°C à $+80^{\circ}\text{C}$;
- température d'utilisation : -40°C à $+80^{\circ}\text{C}$;
- tension d'entrée : 10 V à 30 V alternatif 50 à 400 Hz (V entrée dépend de V sortie) ;
- protection : contre les courts-circuits et les surcharges, avec réenclenchement automatique.

168 Les indicateurs numériques de tableau de la série IT 2 000 Sagot-Nicollier sont dotés de circuits intégrés analogiques et numériques qui leur confèrent une grande sécurité de fonctionnement dans un encombrement très réduit.

L'indicateur numérique de tableau IT 2 000 fonctionne avec une alimentation secteur autonome incorporée 127 V ou 220 V 50 Hz (400 Hz sur option).

La visualisation a été particulièrement étudiée de manière à permettre un affichage net et lumineux en présence des phénomènes de réverbération extérieure.

Cet affichage est réalisé par 3 tubes nixies avec indicateur de dépassement par tube néon et un tube nixie de symboles.



Leurs principales caractéristiques sont les suivantes :

- entrée polarisée ;
- grande précision : 0,1 % de la lecture pleine échelle ;
- points de mesure : 2 000 points ;
- très haute impédance d'entrée $> 1\ 000$ mégohms ;
- résolution $10\ \mu\text{V}$ sur la plus petite échelle ;
- bande passante : 200 kHz (IT 2 000 ou IT 20 000 en) ;
- cadence de mesure : 200 milli-secondes ;
- polarité automatique (sur option) ;
- température de fonctionnement : 0 à 55°C ;

**POUR TOUTS RENSEIGNEMENTS
COMPLÉMENTAIRES
UTILISEZ LES BONS-RÉPONSE
DE LA PAGE 67**

- gammes de mesures : 6 gammes tension, 7 gammes courant, 6 gammes résistances ;
- sorties codées : 1-2-4-8 (logique négative ou BDC sur option) ;
- très faible bruit ;
- chocs et vibrations ;
- humidité relative à 90 % à 40°C .

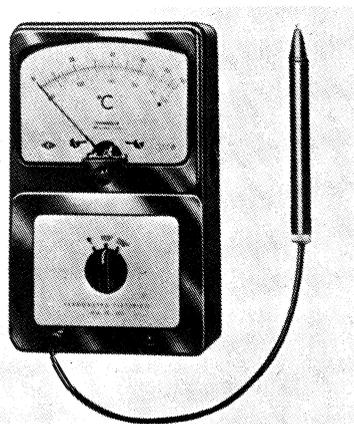
169 Le sélecteur automatique de tension 110/220 V S.A.E.I. se présente sous la forme d'un module à cinq sorties facile à incorporer dans n'importe quel équipement électronique ou électrique, sans modificateur des circuits de cet équipement.

Lorsque la tension du secteur est comprise entre 90 et 130 V, le sélecteur commute le secteur sur la prise d'utilisation 110 V. Pour toutes les autres valeurs du secteur, la sortie utilisation est commandée en 220 V.

A la mise sous tension, la prise d'utilisation est placée sur la position 220 V et commute en moins de 0,5 seconde sur 110 V s'il y a lieu : l'utilisation n'est donc jamais survoltée.

Le pouvoir de coupure est de 1 A, 5 A, 10 A au choix, mais l'appareil peut également être réalisé avec une intensité d'utilisation supérieure.

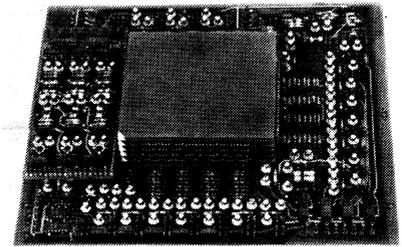
170 Le thermomètre instantané type TE 200, fabriqué par la firme italienne Chinaglia et commercialisé en France par Francéclair, se caractérise par une grande simplicité d'utilisation, une fiabilité élevée et un prix modéré.



L'élément sensible de l'appareil est une micro-sonde à thermistance permettant d'effectuer une mesure de température directement au point voulu. La lecture apparaît sur un cadran gradué en degrés Celsius (0 à 100° et 100 à 200°C sur deux échelles).

L'ensemble se présente sous la forme d'un boîtier de $195 \times 95 \times 45$ mm et pèse 270 g.

171 La firme britannique Trend Electronics Ltd présente une nouvelle série d'unités de mémoire comportant une matrice à tores de ferrite complète avec tous les circuits d'adressage, de commande et de lecture



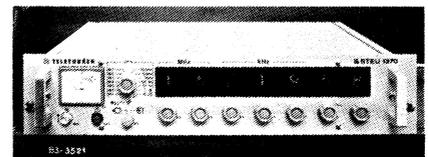
montés sur une plaquette de circuit imprimé de 279×260 mm. La hauteur varie de 31 à 70 mm en fonction de la capacité.

Ces composants existent en sept versions donnant le choix entre des unités de 1 024 mots, chacun de 1, 4 ou 8 bits (respectivement type CS 550, 552 et 553) ou de 256 mots, chacun de 4, 6, 8 ou 16 bits (respectivement type CS 442, 442.5, 443 et 444). Les mots sont, dans tous les cas, écrits et lus sous forme parallèle avec adressage aléatoire.

Le circuit logique DTL est compatible avec les DTL et les TTL.

172 Telefunken France annonce la sortie d'un émetteur-pilote modèle S STEU 1370 réglable par décades qui se caractérise par une stabilité de fréquence élevée.

La fréquence de sortie est réglable par décades dans le domaine de fréquences 14 kHz-31,99999 MHz par étage de 10 MHz ... 10 Hz. La fréquence de sortie est dérivée selon les principes de synthèse des fréquences de la fréquence d'un oscillateur à quartz réglé sur 2 MHz. Dans des conditions de service normales, la stabilité en fréquence de cet oscillateur est meilleure que 1×10^{-8} par jour. De plus, la synchronisation de l'oscillateur à quartz incorporé est possible grâce à une fréquence étalonnée extérieure. La stabilité en fréquence de la fréquence de sortie de l'émetteur pilote correspond alors à celle de l'étalon de fréquence externe. Le réglage de la fréquence de sortie se fait soit manuellement à l'aide des sept commutateurs de décade, soit par commande électronique à distance par décades à 10 Hz.

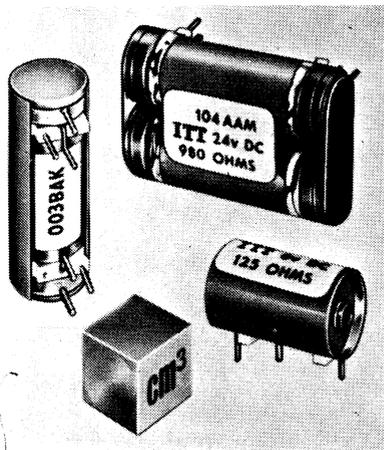


Les commutations nécessaires pour la commande à distance se font électroniquement par diodes ou transistors. L'indication de la fréquence réglée est prévue par tubes numériques. Ces tubes fonctionnent aussi bien en commande manuelle qu'en commande à distance.

Cet appareil trouve son application en particulier dans l'exploitation des stations d'émissions à ondes ultra-courtes.

173 La division mécanique d'ITT a réalisé un relais miniature, robuste et à haut rendement grâce à l'utilisation d'un diaphragme flexible métallique comme contact mobile dans une simple fonction « travail ».

Ce dispositif a un volume de moins de 1,5 cm³ sous sa forme de base (un contact travail) et une hauteur de moins de 10,5 mm lorsqu'il est monté sur un panneau pour circuit imprimé. Malgré ses dimensions minimales, ce relais est capable de commuter 30 W, le courant maximal étant de 0,5 A et la tension maximale de 150 V c.c. ou de 250 V c.a.



Lorsque la bobine est excitée, le diaphragme est attiré vers le contact fixe et assure un contact ferme sur une surface importante d'au moins 5 mm². A une excitation normale, la force du contact est d'environ 25 g et la force d'équilibrage d'environ 10 g. Le temps de réponse est de 1,5 ms y compris le rebondissement du contact. Le temps de retombée est de l'ordre de 500 μs.

Des essais ont montré que le relais satisfait aux conditions DEF 5011 de vibration (V2) et de choc à 65° et à + 100° C. Les relais peuvent réaliser 650 manœuvres par seconde.

174 La gamme de tubes indicateurs ITT vient d'être complétée par trois nouveaux modèles GNP-7, GNP-7A et GNP-8. L'affichage est sur le côté du tube et le raccordement à fils libres. Les trois modèles sont prévus

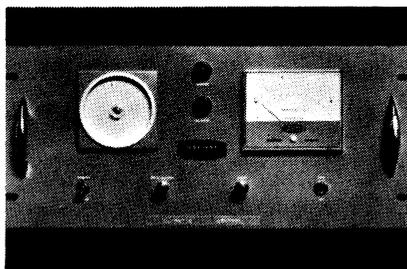


pour l'affichage des chiffres 0 à 9 avec un point décimal placé à gauche ou à droite. Les seules autres différences résident dans les dimensions et le courant nominal.

La gamme ITT comprend ainsi 14 tubes indicateurs avec affichage au sommet ou sur le côté du tube avec ou sans point décimal. On peut également obtenir du stock une série de modèles standards équipés de signes tels que +, -, Ω, V, A, %, etc. Certains sont disponibles avec broches, d'autres avec fils de raccordement.

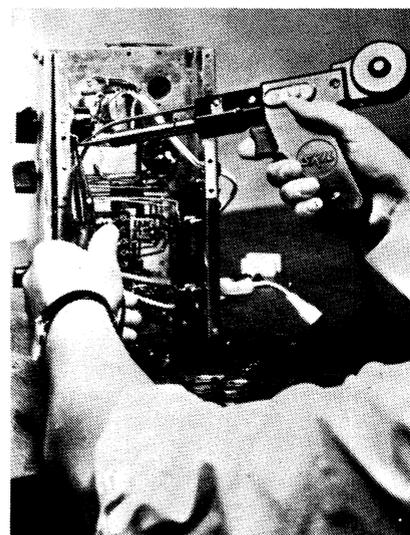
175 Shaw Moisture Meters, Bradford, Angleterre, annonce la sortie d'un nouveau système de climatisation, le « Climatic Control », destiné à réduire le degré hygrométrique de l'air dans les entrepôts, silos, cales de navires et autres lieux d'emmagasinage, en maintenant le point de condensation à un niveau suffisamment faible pour éviter la détérioration des marchandises et sans avoir recours à aucun dispositif de chauffage ou de séchage.

Le principe de fonctionnement repose sur l'abaissement du point de condensation de l'air du magasin grâce à l'injection d'air sec venu de l'extérieur au moyen d'un ventilateur.



Dans la pratique, l'air extérieur est pompé dans une conduite en PTFE vers un clapet à solénoïde commandé par une minuterie. Le clapet laisse passer pendant deux minutes un échantillon d'air extérieur dans l'élément sensible de l'hygromètre qui se trouve dans le contrôleur Shaw. Pendant ces deux minutes, un servo-moteur associé à un amplificateur à transistors enregistre et mémorise la proportion d'humidité de l'échantillon. Au cours des 58 minutes suivantes, le clapet à solénoïde laisse entrer dans l'hygromètre de l'air provenant de l'entrepôt. Si ce dernier est plus humide que l'air extérieur, un indicateur s'allume et le ventilateur se met en marche, aspire de l'air extérieur jusqu'à ce que l'air intérieur soit aussi sec que l'air extérieur. Si l'air extérieur est plus humide qu'à l'intérieur, le ventilateur d'aspiration ne se met pas en marche.

176 Un nouveau pistolet à souder à alimentation automatique du fil de soudure vient d'être introduit sur le marché par la Société SKIL.



Sa construction et sa manipulation sont très simples. Au bout du carter robuste en plastique se trouve un magasin, contenant un dévidoir de 3 m de fil d'un diamètre de 1,5 mm. Ce dévidoir peut également contenir 4 m de fil de 1,5 mm de diamètre. Le fil est guidé par un tube d'alimentation et chaque fois que l'on presse la détente, une longueur de fil se présente devant la pointe à souder déjà chaude. Cette longueur peut même être pré-réglée jusqu'à 5 mm, à l'aide d'un bouton de réglage.

BON GRATUIT D'INFORMATION

pour recevoir, sans engagement, la documentation gratuite sur les

COURS PROGRESSIFS PAR CORRESPONDANCE

MÉTIERS DE L'ÉLECTRONIQUE
MÉTIERS DE L'AVIATION
MÉTIERS DE L'AUTOMOBILE
MÉTIERS DESSIN INDUSTRIEL
PROGRAMMES

TECHNICIEN ● TECHNICIEN SUPÉRIEUR ● INGÉNIEUR

Préparation tous diplômes d'Etat :

C.A.P. - B.P. - B.T.S. etc.

Orientation professionnelle ● Placement.

(Spécialisez le métier qui vous intéresse).

NOM

ADRESSE

Bon à adresser à
(joindre 4 timbres)

infra

L'ÉCOLE PRATIQUE

POLYTECHNIQUE

24, rue J.-Mermoz
Paris-8^e - BAL. 74 65



infra EP
MÉTHODES SARTORIUS

Procédé breveté de contrôle pédagogique

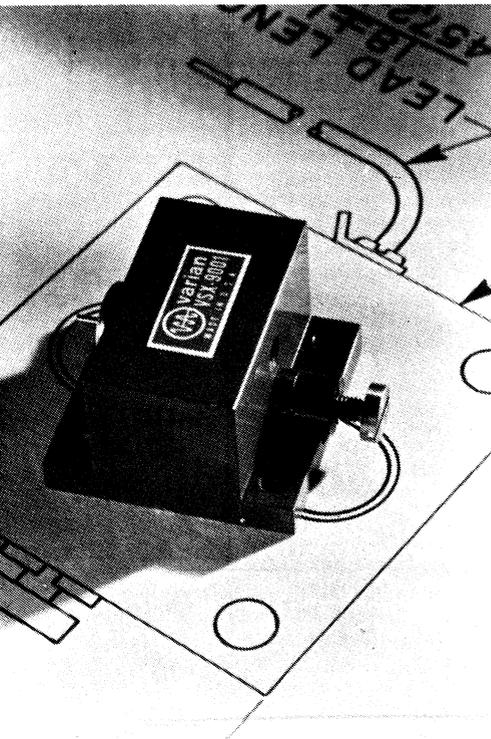
177 Les compteurs électroniques Blet, destinés aux ensembles industriels et de recherche pour lesquels les critères de qualité sont une vie illimitée, une haute fiabilité et une cadence élevée, se composent de décades électroniques débrochables et interchangeables de dimensions 25 x 50 mm fonctionnant à la cadence de 100 kHz. Deux sortes de décades sont à la base des compteurs : la décade totalisatrice avec 10 contacts de sortie et la décade à présélection donnant un signal quand elle atteint le nombre affiché.

Pour former des compteurs électroniques, ces éléments sont combinés avec des blocs de commande et d'alimentation. Ils apportent une solution à de nombreux problèmes de comptage rapide, de positionnement, de mesure, de commande ou de programmation.

Varian a introduit une série d'oscillateurs d'entretenues pures à l'arséniure de gallium à accord mécanique, utilisant l'effet Gunn. Ils couvrent une plage de 8 à 26,5 GHz en quatre gammes.

Ces oscillateurs sont économiques, à faible bruit et de longue durée de vie ; ils trouvent leur application dans les contremesures électroniques, les émetteurs radar et de faible puissance, les communications de police et les essais en vol. Leur tension de service est très faible : moins de 10 V délivrés par une source unique.

La stabilité en puissance est très bonne sur toute la plage de température d'utilisation de -54 à 71 °C, la stabilité en fréquence sur cette même plage étant meilleure que 2×10^{-5} par °C.



179 La Compagnie Electro-Mécanique lance une nouvelle série de redresseurs CEM-Type R conçus par un certain nombre de travaux de soudage de qualité nécessitant du courant continu.

Ces appareils sont constitués d'un transformateur triphasé dont le secondaire comporte en série une self saturable qui est contrôlée par un enroulement d'excitation séparé. En agissant sur l'intensité du courant dans cet enroulement, on modifie l'impédance de la self, ce qui entraîne une variation de l'intensité de soudage.

Le courant d'excitation est commandé par un potentiomètre par l'intermédiaire d'un bloc électronique alimenté par un enroulement auxiliaire du transformateur principal.

Leurs principaux avantages sont les suivants :

— Grande sécurité : en cas de défaillance du système de ventilation, par exemple, un système de sécurité réduit automatiquement le courant débité à sa valeur minimale.

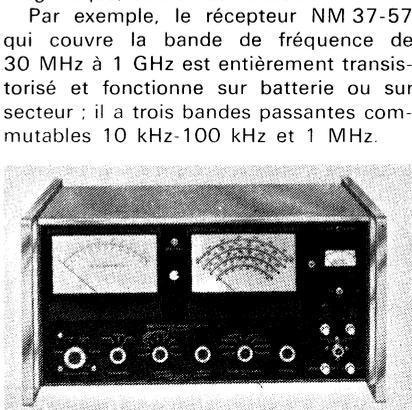
— Qualité du soudage, grâce au réglage par self saturable assurant une tension à vide à peu près constante quelles que soient la gamme et l'intensité de soudage (caractéristique intéressante pour les électrodes de faible diamètre).

— Grande facilité d'utilisation et d'entretien : la commande par bloc électronique permet l'adaptation d'un bloc de réglage à distance de petites dimensions et parfaitement étanche.

Une nouvelle génération de mesureurs de champs et de parasites vient d'être commercialisée par Stoddart Electro-Systems (division de Liny-Temco-Vought), représenté en France par Comsatec.

Cette nouvelle série se caractérise par la possibilité de mesure en automatique des champs utiles et perturbateurs de 20 Hz à 10 GHz. Cette bande de fréquence peut être analysée en moins de 2 minutes, le système comprend différents récepteurs, un programmeur et associé à ce programmeur, soit une imprimante numérique, soit un enregistreur magnétique, soit un calculateur.

Par exemple, le récepteur NM 37-57 qui couvre la bande de fréquence de 30 MHz à 1 GHz est entièrement transistorisé et fonctionne sur batterie ou sur secteur ; il a trois bandes passantes commutables 10 kHz-100 kHz et 1 MHz.



Le NM 37-57 peut fonctionner en mesureur de champs et de parasites à réglage manuel, en récepteur panoramique associé à un oscilloscope et un mesureur de champs automatique associé au programmeur P₇.

Dans ce cas, toutes les fonctions : commutation des bandes de fréquence, exploration de ces bandes, commutation des bandes passantes et des modes de mesure (crête, quasi-crête ou CW) sont effectuées électroniquement.

181 La Société Pierre Fontaine commercialise un standard de courant type SC10, utilisable de 0 à 10 A.

La précision sur 1000 heures comprenant la dérive, la régulation vis-à-vis du secteur et de la charge, est de $\pm 2.10^{-4}$.

La résolution sur 10 A, 1 A, 100 mA, 10 mA, est respectivement de 10 mA, 1 mA, 100 μ A et 10 μ A.

Le coefficient de température est de 2.10^{-5} par °C entre +15 °C et +30 °C.

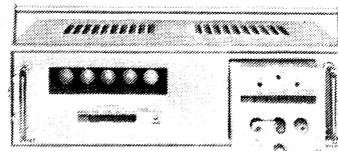
Parmi les applications de cet appareil, il y a lieu de citer :

- l'étalonnage des ampèremètres et milliampèremètres ;
- le contrôle des diodes Zener ;
- l'étude des servomécanismes ;
- les contrôles de relais.

182 A.O.I.P. vient de lancer un nouveau tiroir destiné à améliorer les performances du volt-mètre numérique VNT 4T, le T4 S1.

Ses caractéristiques essentielles sont les suivantes :

- sensibilité : 1 μ V ;
- résistance d'entrée > 10 mégohms sur tous les calibres ;
- 6 calibres : 10 mV, 100 mV, 1 V, 10 V, 100 V, 1000 V.



Ce tiroir complète la série des tiroirs existants :

- T₄C₁ : 4 gammes manuelles.
- T₄C₂ : 3 gammes automatiques, 1 manuelle
- T₃R₁ : ohmmètre 3 gammes.

**POUR TOUS RENSEIGNEMENTS
COMPLÉMENTAIRES
UTILISEZ LES BONS-RÉPONSE
DE LA PAGE 67**

les manifestations de l'électronique

les journées d'études 1969 du

Festival international du Son

Comme chaque année, le Festival International du Son se déroulera du 6 au 11 mars 1969 au Palais d'Orsay. Les journées d'études qui remportent toujours un éclatant succès possèdent cette année un programme particulièrement important que nous reproduisons ci-dessous.

PROGRAMME

Contribution à l'étude des infrasons : Détection des infrasons du cerveau, par M. A. Didier, professeur au Conservatoire national des arts et métiers, président de la Commission technique du S.I.E.R.E., et M. J. Gaulin, ingénieur au C.N.A.M.

Mesures complémentaires sur les haut-parleurs et leurs enceintes, par M. Léon, directeur de la Société Elipson.

L'intelligibilité de la parole dans le chant, par M. E. Leipp, maître de recherche au C.N.R.S., chef du laboratoire d'acoustique de la faculté des sciences de Paris et Mlle Castellengo, du laboratoire d'acoustique de la faculté des sciences de Paris.

Mécanismes physiologiques et perception auditive, par M. Legoux, maître de recherche au C.N.R.S.

Les microphones et la construction de la stéréophonie, par M. Condamines, chef de laboratoire d'acoustique du service des études O.R.T.F.

A propos de la musique orientale et de son enregistrement, par M. Tran-Van-Khe, maître de recherche au C.N.R.S., directeur adjoint du Centre de musique orientale.

Sur les résonances et les réponses en acoustique des salles, par M. Bladier, ingénieur au C.N.R.S.

Une nouvelle méthode de jugement subjectif des haut-parleurs, par M. Burkowitz, directeur du département enregistrement de la Deutsche Gramophon Gesellschaft m.b.H.

L'ionophone, pris comme source sonore d'accélération des molécules d'air pour les mesures acoustiques sur les instru-

ments à vent, par M. Fransson, Dpt of Speech Communication - Royal Institute of Technology Stockholm.

Un dispositif d'affaiblissement de bruit aux audiofréquences, par M. Ray, M. Dolby, PH. D. - Dolby Laboratories Inc. London.

Pouvoir des machines, pouvoirs de l'oreille, introduction de l'électroacoustique dans la composition musicale contemporaine, par M. Reibel, ingénieur I.S.E.N., 1^{er} prix de conservatoire de Paris (analyse), chef de travaux au groupe de recherches musicales de l'O.R.T.F. et M. Chiarucci, licencié ès sciences, chef de travaux au groupe de recherches musicales de l'O.R.T.F.

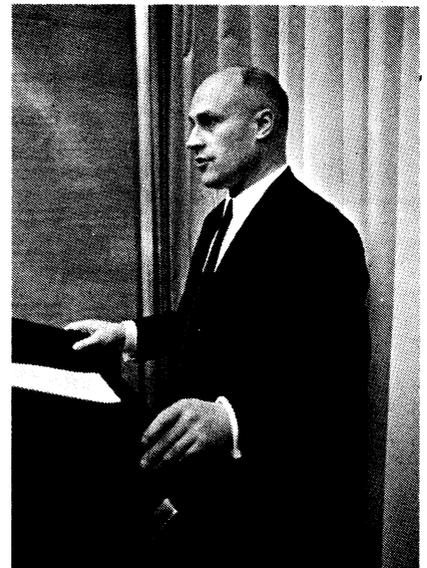
Les machines à enseigner et la technologie de l'éducation, par M. Kirchberger, administrateur du Centre pour l'innovation et la recherche dans l'enseignement, à l'Office de coopération et de développement économique.

R.F.T. à la Foire de Printemps Leipzig 1969

Au cours d'une récente réception à la Chambre de Commerce de la R.D.A., à propos de la Foire de printemps qui doit se tenir à Leipzig, Monsieur J. P. Rehahn, Dipl. Ing. directeur adjoint à l'institut des Télécommunications de R.F.T. à Berlin, a fourni d'intéressantes précisions sur cette société. Nous en reproduisons ci-dessous, de larges extraits.

Depuis une vingtaine d'années, des produits sont fabriqués en R.D.A. sous la marque R.F.T.; désignation qui est formée par les initiales de mots qui en allemand expriment l'activité de ce groupement industriel nationalisé, dans le domaine de la radio, de la télévision et des télécommunications.

L'expansion de la société R.F.T. a nécessité, il y a 10 ans, une modification de structure qui a donné naissance à trois groupes distincts chacun ayant à sa tête une direction générale. Le premier de ces groupes, la VVB Bauelemente, produit des composants électroniques, le second, la



M. J.-P. Rehahn pendant sa conférence

VVB Rundfunk und Fernsehen, du matériel pour le grand public dans le domaine de la radio et de la télévision et le troisième la VVB Nachrichten und Messtechnik des équipements professionnels dans le domaine des télécommunications et de la mesure électronique. Au total le nombre d'employés, d'ouvriers, de techniciens, et d'ingénieurs qui forment le personnel de la R.F.T. atteint environ 70 000.

En 1968, le groupe R.F.T. Nachrichten- und Messtechnik qui réunit une trentaine d'usines dans le domaine des télécommunications et de la mesure électronique est à sa dixième année de développement. Aujourd'hui, presque trente mille employés produisent des appareils et des équipements électroniques, dont voici les fabrications principales :

- Commutation et transmission téléphonique et télégraphique.
 - Equipements électroniques utilisés dans la navigation.
 - Appareils de mesure électroniques.
- En dix ans, le groupe R.F.T. Nachrichten- und Messtechnik a triplé son chiffre d'affaires, le montant de ses exportations s'est multiplié par cinq. Comme fournisseur d'installations complètes de télécommunication par fil, il occupe une des premières places dans le monde.

Ajoutons à cela, comme détail intéres-

PETITES ANNONCES

dépannage réparations

REPARATION-TRANSFORMATION
220 V. Rebobinage petit matériel
électromécanique, aspirateurs, trans-
formateurs, moteurs électriques de
petites puissances.
DEPANNAGE radio, tourne-disques,
électrophones, magnétophones.
Marcel DUPEUX, 4, rue Demarquay,
PARIS 10^e - Tél. 208-83-99.

T A R I F

DEMANDES D'EMPLOI. — Le mot : 0,40 F.
AUTRES RUBRIQUES. — Le mot : 1,10 F.
SUPPLÉMENTS TOUTES RUBRIQUES. — Domiciliation à la Revue : 2,40 F.
Encadrement de l'annonce : 2,40 F.

(Ces prix s'entendent plus T.V.A.)

IMPORTANT : Toute demande de P. A. doit être adressée 43, rue de Dunkerque, Paris (10^e). Il n'est pas pris d'ordre par téléphone.

A NOS ABONNÉS. — Les abonnées aux quatre éditions du « Haut-Parleur » ont droit à une petite annonce gratuite de cinq lignes par an dans les éditions « Le Haut-Parleur », « Radio Pratique » et, au choix, de 20 mots dans : « Electronique Magazine » ou « Electronique Professionnelle ». Seuls les éventuels suppléments (encadrements, domiciliation) doivent être acquittés. Dans tous les cas joindre à la demande la dernière étiquette adresse de la Revue.

Les références des annonces domiciliées à la Revue ne sont en aucun cas divulguées, le courrier les concernant étant quotidiennement acheminé. Joindre à cet effet une enveloppe timbrée par correspondant. Nous insistons auprès de Messieurs les annonceurs pour qu'ils veuillent bien répondre aux correspondances qui leur sont transmises.

ATTENTION !

Nous signalons à nos lecteurs que les règlements concernant les petites annonces doivent être faits à l'ordre de :

S.A.P. - C.C.P. n° 695-76 - Paris

TOUS LES PROGRAMMES RADIO

LA SEMAINE

TOUS LES PROGRAMMES TÉLÉ

« A la demande conjointe de la Compagnie Continentale Edison et du groupe Clarville, il est rappelé que la Compagnie Continentale Edison a l'exclusivité de fabrication et de vente d'appareils de télévision à ligne galbée ayant fait l'objet, notamment, d'un dépôt de modèle N° 64837 du 14 novembre 1965, et que c'est à la suite d'une erreur que des fabrications du groupe Clarville portant sur des appareils à pans coupés, ont été présentées à la clientèle comme appareils à ligne galbée. »

(Communiqué)

sant, que R.F.T. a été choisi par l'union soviétique comme fournisseur de l'équipement terminal pour le fameux « téléphone rouge » qui fonctionne entre Moscou et Washington. Celui-ci est en réalité une ligne télex et c'est donc un téléscripteur R.F.T. qui se trouve des deux côtés, au Kremlin et à la Maison Blanche.

94 succursales R.F.T. dans 30 pays assurent le service après vente et de conseils techniques pour nos clients. De plus, dans 15 pays, nous entretenons en commun avec la Société Elektrotechnik Export-Import des bureaux techniques et commerciaux. Nous venons d'ouvrir un tel bureau à Paris qui appuiera les efforts de nos agents en France dans le but de satisfaire au mieux les besoins de nos clients français. Notre agent exclusif pour les appareils de mesure est la Société S.N.E.E.I. à Paris.

Avec une gamme de 300 appareils et équipements complets de mesure, la technique des mesures électroniques occupe une place importante parmi les fabrications du groupe.

Un effort constant est consacré au pro-

grès technique et dans les bureaux d'études de nos usines des ouvriers qualifiés, des ingénieurs, des économistes et des chercheurs travaillent aux études et réalisations de nouveaux appareils et systèmes de mesure en collaboration étroite avec les centres de recherche du groupe, les universités et les hautes écoles techniques de la R.D.A. — R.F.T. a créé en 1961 un centre de recherches à Berlin, l'Institut für Nachrichtentechnik (INT), où à l'heure actuelle travaillent plus de cinq cents personnes dans le domaine des télécommunications. Une collaboration sur le plan international contribue à maintenir les travaux de recherche à la pointe du progrès.

Lors de la Foire de printemps de Leipzig de 1969, R.F.T. Nachrichten- und Messtechnik mettra l'accent sur la présentation d'ensembles d'équipements complets, exposant ainsi des solutions pour les problèmes les plus complexes. Ceci principalement dans le domaine des télécommunications, des équipements électroniques pour la marine et des mesures électroniques.

Festival audio-visuel 1969

Durant quatre jours les 25, 26, 27 et 28 février de 9 heures à 24 heures, au Palais de Chaillot à Paris, le CIDAV (Centre international d'information et de documentation audio-visuel) organise le Panorama mondial des arts, de l'image et du son. Cette manifestation comprendra :

d'une part, le Festival international des moyens d'expression audio-visuels.

— Les II^e journées audio-visuelles internationales vont constituer une très large présentation de matériel audio-visuel et parfois de techniques inédites de dernières créations mondiales et notamment nipponnes.

— Le Festival international des moyens d'expression audio-visuels, pour sa part

présentera, parallèlement une large confrontation des programmes élaborés par les réalisateurs les plus éminents.

— Cet ensemble offrira une illustration aussi bien technique que pédagogique et artistique de ce qui, en fait, sera le premier congrès international de l'audio-visuel.

Ces manifestations seront animées de tables rondes entre spécialistes et utilisateurs sur les modes d'apprentissage individuels et collectifs, de discussions publiques, et par des experts qui répondront à toutes les questions posées sur la pédagogie, les sciences, la recherche et le commerce. Toutes ces techniques contribuent au progrès des sciences humaines, parmi celles-ci, l'audio-visuel prend de nos jours une place primordiale.

Documentation au CIDAV, 7, avenue Georges-V, Paris 8^e, 256 10-97 et 225 36-85.

EN MAI A MOSCOU :

AUTOMATISATION 69

La Chambre de commerce de l'U.R.S.S. prépare actuellement les expositions internationales en U.R.S.S. pour 1969. L'Agence de presse Novosti a interrogé le président de la Chambre de commerce, Mikhaïl Nestérov, à propos d'« Automatisation-69 » qui a déclaré :

« Les moyens modernes de l'automatisation des processus de production ou, plus brièvement « Automatisation-69 », sera la première exposition de l'année 1969. Elle se tiendra en mai dans la traditionnelle cité des expositions du parc Sokolniki de Moscou. Ce sera la première exposition universelle des machines de commande électronique et des systèmes de régulation automatique des processus dans les différentes branches de l'industrie, les instituts de recherche scientifique et les laboratoires qui aura lieu en Union Soviétique.

Au cours de la dernière décennie, le rythme de renouvellement de certains matériels est devenu si rapide que leur usure « morale » se chiffre à trois ou quatre ans. C'est pour cette raison que la nécessité d'une présentation régulière des appareils et moyens de l'automatisation est évidente. De telles expositions ont déjà eu lieu en Angleterre, en France, en Italie et en R.F.A. C'est maintenant le tour de l'U.R.S.S. d'en organiser une.

On peut, d'une manière conventionnelle, dégager trois tendances fondamentales : présentation des nombreux éléments qui composent les différents appareils ; deuxième tendance les moyens modernes de l'automatisation où figurent les moyens électroniques de l'automatique, y compris les calculatrices numériques analogiques et hybrides. Troisième

tendance : les moyens de l'automatisation dans le système de gestion. Comme l'a déjà montré l'expérience, la présentation d'appareils groupés en unités complexes est des plus efficace.

L'Union Soviétique sera représentée à cette exposition par près de trente ministères ou départements ministériels, par de nombreux instituts de recherche scientifique et bureaux d'études. L'exposant le plus important de la section soviétique sera le ministère soviétique de la Construction des appareils, des moyens de l'automatisation et des systèmes de gestion qui présentera les plus récentes réalisations des ingénieurs, bureaux d'études et collectifs des entreprises et des instituts dans le domaine de l'automatisation des processus de production.

Parmi les deux mille pièces exposées figureront plus de trente systèmes de gestion automatisés de la production et des processus de planification économique et, entre autres, une station hydro-météorologique téléométrique automatisée standardisée qui constitue l'un des maillons initiaux du système d'automatisation complexe du service hydrométéorologique de l'U.R.S.S. '

Les spécialistes soviétiques présenteront également une ligne automatique de contrôle continu de la qualité des tubes, un système automatisé de gestion pour les entreprises de l'industrie horlogère actuellement en cours de montage à l'usine d'horlogerie n° 2 de Moscou et à l'usine d'horlogerie de Minsk.

Autre sujet de curiosité pour les spécialistes et les visiteurs, la calculatrice spécialisée STEM-2 pour la normalisation du travail et des calculs technologiques des régimes optimaux d'usinage des différents métaux. En même temps, la calculatrice détermine les normes de temps et le prix des travaux sur les tours, les perceuses, les raboteuses et les fraiseuses.

Nous espérons que nos amis français participeront nombreux à « Automatisation-69 ».

A.P.N.

répertoire des annonceurs

ARCAP	9
AUDAX	5
BARINGOLZ	8
BLET	46
CABLERIE CHARBONNET ..	57
C.E.M.	11
CENTRAD	4
CHAUVIN ARNOUX	10
CLARVILLE	65
DIHOR	4
DUVAUCHEL	10
DYNATRA	58
ELECTRONIQUE MAGAZINE	47
INSTITUT FRANCE ELECTRONIQUE	62
LIBRAIRIE DE LA RADIO	22
MAGISTER	23
MERCIER	60
METRIX	IV
MICAFER	8
MTI	II
RADIO VOLTAIRE ..	46 et 57
R.T.I.	53
SALON INTERNATIONAL DES COMPOSANTS ELECTRONIQUES	57
SEMAINE RADIO	65
SESCO-COSEM	21
SIEMENS	III
SISS	58
SOCIETE ELECTRONIQUE	6 et 7
TECHNIQUE ET PRODUITS	8

**LISEZ
et FAITES LIRE**

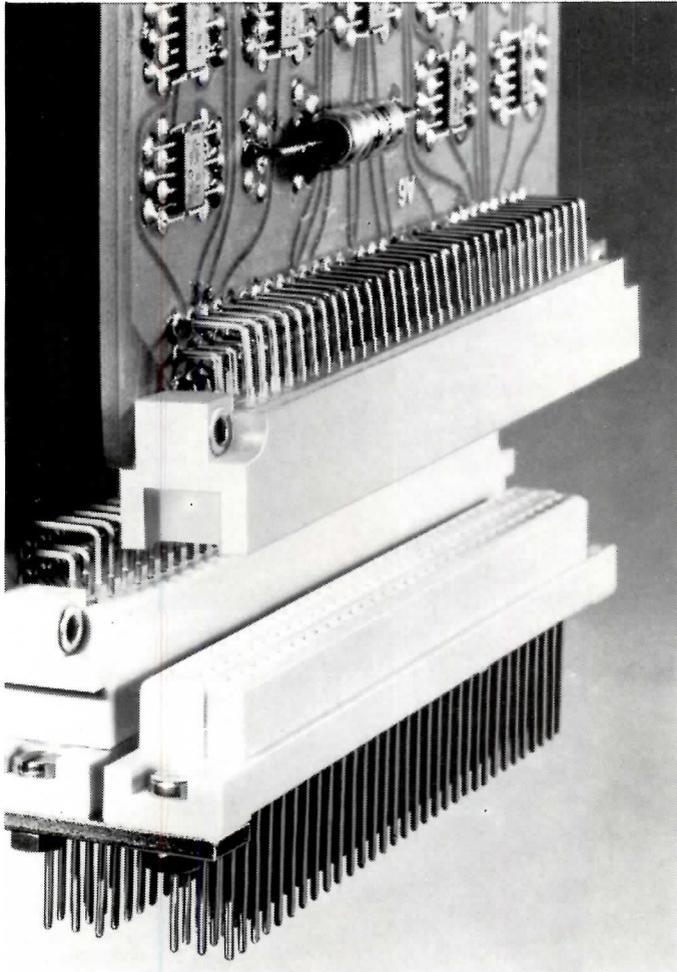
ELECTRONIQUE MAGAZINE

le seul magazine d'électronique

**LE MAGAZINE
DES TECHNICIENS
DE L'ELECTRONIQUE**

2,50 F **68 pages**
en vente chez tous les marchands de journaux

Connecteurs : série à 64 et 96 contacts



Pour grille au pas de 2,54 mm.

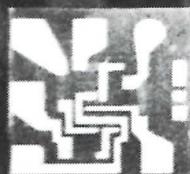
Cette série de connecteurs offre à la fois l'avantage d'un grand nombre de contacts et d'un faible encombrement. Leur conception est donc conforme aux exigences de l'électronique moderne. Elle permet en particulier l'emploi de circuits intégrés.

- Matériau isolant: Polycarbonate à charge de verre
- Gamme de température de service: $- 55^{\circ} + 125^{\circ} \text{C}$
- Principe de contact : broches et ressorts de contacts carrés de 0,6 x 0,6 mm.
- Contacts Nickel-Or
- Connexions par enroulements.

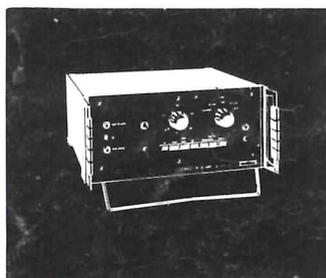
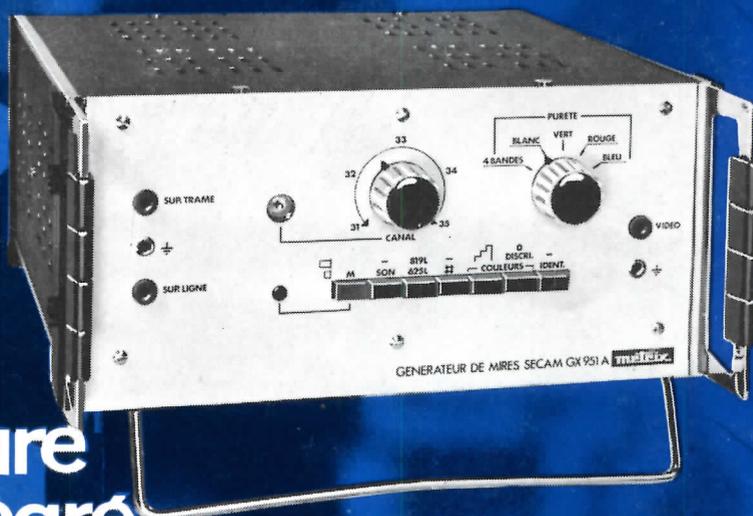
SIEMENS SOCIETE ANONYME FRANÇAISE

Paris 8° 128, rue du Faubourg-Saint-Honoré	tél. 359-55-28
Lille 21 bis, rue de Valmy	tél. 57-47-07
Lyon 3° 60, cours La Fayette	tél. 60-75-74
Marseille 8° 4, rue Léon-Paulet	tél. 76-45-73
Metz 22, route de Metz, Ban-Saint-Martin	tél. 68-73-62
Strasbourg 29, rue du Vx-Marché-aux-Vins	tél. 32-46-74
Toulouse 4° 62, allée des Demoiselles	tél. 52-48-80

T.V COULEUR:



à l'heure
du circuit intégré...



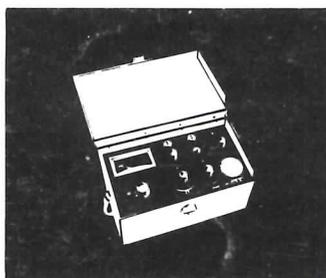
**Mire couleur
SECAM
GX 951 A**

Pratique, portable, utilise la technologie des transistors et circuits logiques intégrés. Signaux fournis conformes à ceux de l'émission.

- Cadrage précis
- Réglage de convergence
- Obtention des 3 barres de couleurs fondamentales

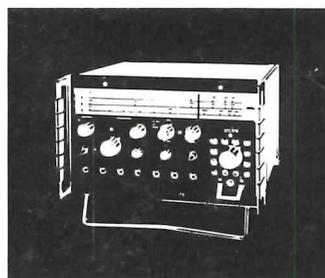
Mire pilotée par oscillateur à quartz. Elle permet :

- Calage des fréquences du récepteur
- Centrage de la courbe en cloche
- Centrage du zéro des discriminateurs
- Contrôle du circuit " Killer "



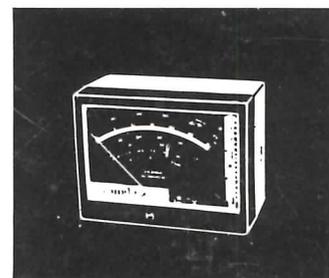
**Mesureur
de champ
VX 409 A**

Pour l'installation et la vérification des antennes individuelles et collectives TV et radio FM. Portable, autonome. Haut-parleur incorporé puissance maxi 250 mW. Fréquences: 41 - 120 MHz ; 140 - 230 MHz ; 470 - 860 MHz. Tensions mesurées : 10 μ V à 30 mV en 6 calibres. Impédance d'entrée: 75 $\Omega \pm 20$ %. Alimentation : 18 V par 4 piles ; autonomie : 100 heures.



**Wobulateur
WX 601 A**

Pour réglage et mise au point des récepteurs radio à FM et amplificateurs à large bande. Bande continue de 0,5 à 950 MHz. Excursion de fréquence réglable. Tension de sortie 100 mV sur 75 Ω atténuable de 0 à -60 dB. Marqueurs pilotés par quartz. Possibilité pour TV couleur. Peut-être livré avec l'OSCILLOSCOPE W3 601 A, de sensibilité 100 mV/cm, constituant ainsi un wobuloscope compact.



**Voltohmmètre
électronique
VX 313 A**

Pour mesure précise de tensions cont. et alt. BF, HF, VHF. et des résistances. Galvanomètre à suspension par bandes. Autonomie 200 heures. Tensions continues : 0,1 V à 3000 V en 10 cal. Impédance d'entrée : 10 M Ω . Tensions alternatives : 0,3 V à 300 V en 7 cal. Impédance d'entrée : de 100 k Ω à 2,5 M Ω . Capa. de 40 pF à 80 pF, à 1 kHz. Réponse en fréqu. : 30 Hz à 1 MHz. Résistances : 1 Ω à 50 M Ω en 6 gammes.

Ces quatre appareils, réalisés dans les nouveaux Coffret Standard et la nouvelle présentation MÉTRIX, constituent un ensemble complet particulièrement adapté à la station Radio-TV Service. ils sont fabriqués par le grand spécialiste français de la mesure : COMPAGNIE GÉNÉRALE DE MÉTROLOGIE B.P. 30 - 74 ANNECY - Tél. (79) 45.46.00 - Télex 33822 - Câbles Métrix-Anneey - Bureaux de Paris : 56, Av. E.-Zola (15^e) - Tél. 250-63-26.



**Démagnétiseur
Métrix**

Outil de poche
Démagnétise en quelques secondes le cathoscope d'un récepteur couleur

*La Mire couleur GX 951 A bénéficie
d'une GARANTIE SPÉCIALE de 2 ANS*

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE MÉTROLOGIE

métrix