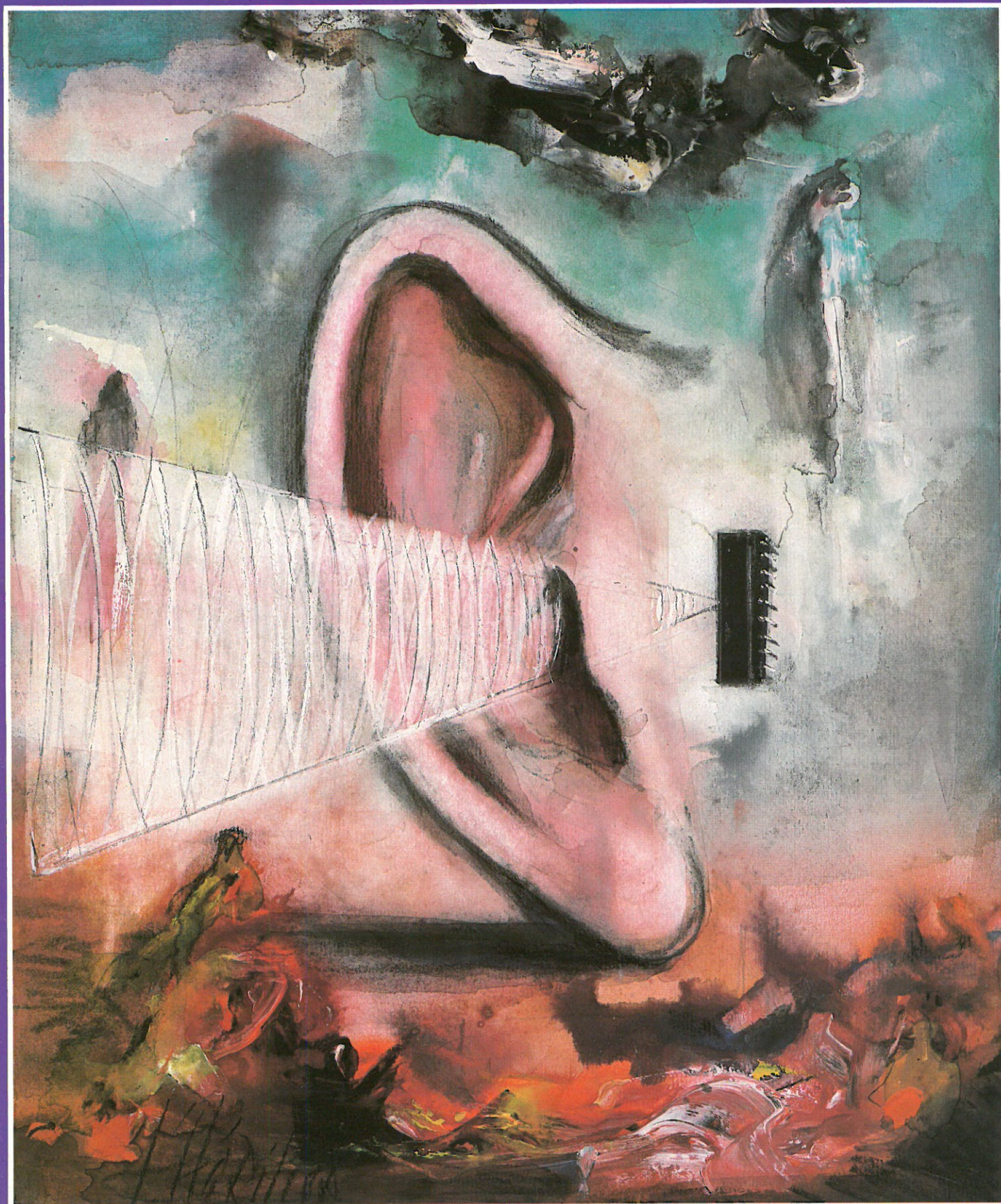


ELECTRONIQUE

APPLICATIONS

visu



Bimestriel N° 38 - 23 F Octobre-Novembre 1984

SUISSE : 7,50 FS - TUNISIE : 2 415 MIL. - CANADA : CAN \$ 3,50 - ESPAGNE : 450 PESETAS - BELGIQUE : 170 F.B.

7



PRODUITS de MAINTENANCE

nettoyage



LECTRA CLEAN

Puissant
nettoyant
et dégraissant.
Dissout les huiles
grasses, cires.
Desoxydant



CO CONTACT CLEANER

Détersif de
précision.
Très haute
pureté.
Aucun résidu.
Evaporation
rapide et totale

protection



CRC 2,26

Produit de
dépannage
lubrifiant de
précision.
ANTI-HUMIDITÉ
dégrippant
anti-corrosif



VERNIS URÉTHANE ISOLATION

inflammable - sûr
Film dur et flexible
grande rigidité di-
électrique. Tropicalisant
soudable



SILICONE

Lubrifiant multi-service
film mince. Transparent
imperméabilisant
inflammable



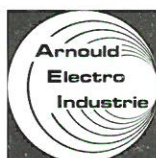
ZINC IT

Galvanisation à
froid pour tous
métaux.
Protection contre la
rouille. Excellent
primaire pour la
peinture.



MINUS 50

Réfrigérant inerte - 50° C localisation immédiate
des défauts et pannes. Test des transistors

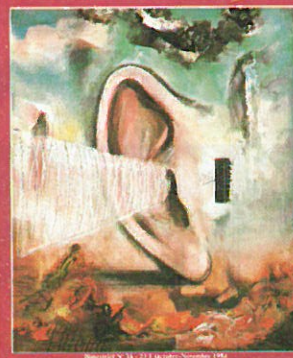


62 bis av. Gabriel Péri
93407 ST-OUEN CEDEX

Tél. 257.11.33 + Télex 290 240

SERVICE-LECTEURS N° 25

ELECTRONIQUE APPLICATIONS



ELECTRONIQUE APPLICATIONS

ELECTRONIQUE APPLICATIONS

est une publication bimestrielle
de la Société Parisienne d'Édition
Société anonyme au capital de 1 950 000 F
Siège social : 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris

Direction - Rédaction - Administration - Ventes :

2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19
Tél. : 200.33.05 - Télex : PGV 230472 F

Copyright 1984 - Société Parisienne d'Édition

Dépôt légal : Septembre 1984 N° éditeur : 1239

Président-Directeur Général,

Directeur de la Publication : Jean-Pierre Ventillard

Rédacteur en chef : Jean-Claude Roussez

Coordinateur technique : Jean-Marc Le Roux

Maquette : Michel Raby

Couverture : Gilbert L'Héritier

Ce numéro a été tiré à 51 000 exemplaires

Abonnements :

2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris.

1 an (6 numéros) : 102 F (France) - 150 F (Etranger).

Publicité :

Société Auxiliaire de Publicité - Tél. : 200.33.05

2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.

Responsable international de la publicité :

Michel Sabbagh

Chef de publicité : Francine Fohrer



« La loi du 11 mars 1957 n'autorisant aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que « les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants-droit ou ayants-cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40).

« Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal. »

Electronique Applications décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs.

Distribué par SAEM Transports Presse
Photos pages 5, 32, 71 : A. Achouri

Imprimeries Edicis-Evry ; S.N.I.L.-Aulnay

38

Analyse

Les réseaux prédifusés : pourquoi, comment ? 57

Composants

Découvrez un supermicroprocesseur 71

Etude

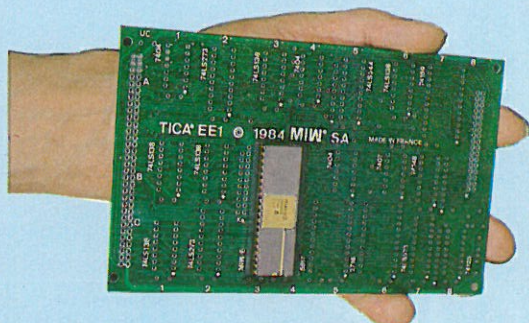
Les sondes à neutrons : principes et applications industrielles 87

Médical

La surdité : ses causes et ses remèdes (seconde partie) 33

Micro

Chaîne d'acquisition de données analogiques et commande de process industriel avec Apple II 47



Grand critérium d'applications 1984-1985 30

Bibliographie	8
Manifestations	16
Vie professionnelle	18

Micro-informatique	
Thomson : la famille « 6800 » s'agrandit	22
Rohde et Schwarz : une gamme « télé-com »	24

 Composants actifs	104
---	-----

 Optoélectronique	108
--	-----

 Equipements	112
---	-----

 Micro-informatique	116
--	-----

 Mesures	120
---	-----

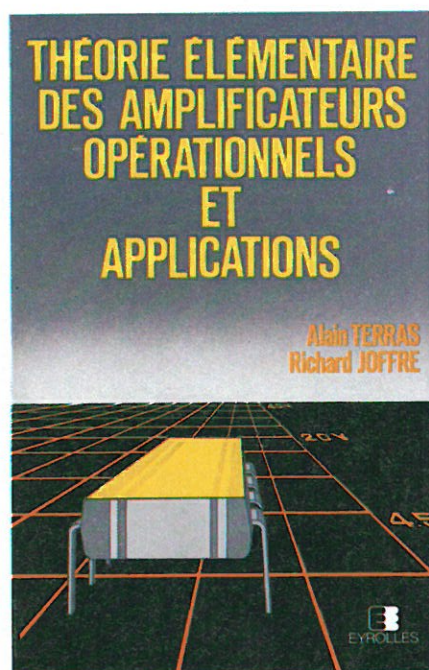
Mots croisés : énoncé	66
Répertoire des annonceurs	126
Mots croisés : solution	127
Formulaire d'abonnement	130
Encart service-lecteurs vente au numéro	131-132

BIBLIOGRAPHIE

Théorie élémentaire des amplificateurs opérationnels et applications

par A. Terras et R. Joffre

Depuis 1968, qui vit apparaître le célèbre μA 741, les « amplis-op » ont conquis la part du lion dans le marché des circuits intégrés analogiques. De nouveaux modèles apparaissent régulièrement, dont les performances en bande passante, courant et tension de décalage, bruit, slew-rate... sont de plus en plus remarquables.



Le but de cet ouvrage est, après quelques rappels de l'électronique de base, de « passer en revue » l'ampli-op, son fonctionnement, ses possibilités, ses applications, en vue d'amener son lecteur à l'employer de façon optimale. C'est ainsi que l'on trouvera, au sommaire de ce livre, les chapitres suivants.

Définitions et généralités sur les amplificateurs opérationnels. Constitution des amplificateurs opérationnels. Montages fondamentaux à amplificateurs opérationnels. Générateurs continus de courant, de tension. Re-

desseurs, dispositifs à seuil. Générateurs de signaux. Filtres actifs à contre-réaction simple. Filtres à contre-réaction multiple (structure de *Rauch*). Filtres à source contrôlée à réaction simple (structure de *Sallen-Key*). Applications des filtres actifs avec filtrage de signaux analogiques.

Librairie Eyrolles
61, boulevard Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05

Méthodes structurelles pour la reconnaissance des formes

(collection technique et scientifique des Télécommunications, CNET-ENST)

par L. Miclet

La reconnaissance des formes connaît actuellement un net regain d'intérêt, tant dans ses aspects fondamentaux qu'appliqués. D'une part, les applications pratiques de la reconnaissance des formes sont de plus en plus nombreuses : la reconnaissance de la parole, la lecture optique, le traitement d'images et de signaux biomédicaux, la vision par ordinateur constituent des exemples frappants, parmi bien d'autres. D'autre part, la reconnaissance des formes entretient des liens étroits et essentiels avec l'intelligence artificielle dont on connaît le spectaculaire développement : l'une s'attache aux phénomènes de perception tandis que l'autre couvre les aspects réputés plus intelligents liés au raisonnement, sans qu'il soit toujours parfaitement possible de tracer la frontière entre les deux. De plus le formalisme des systèmes experts pose le problème de l'interface entre un système de déduction fondé sur la connaissance et le monde réel duquel les données qu'il manipule sont extraites. Dans bien des cas la reconnaissance des formes apparaît comme un maillon indispensable d'un tel système.

La théorie des langages constitue un outil privilégié de l'informatique. Cette théorie et ses développements

peuvent être mis à profit dans une approche de la reconnaissance des formes fondée sur la connaissance de la structure sous-jacente des classes de formes, quand du moins cette dernière est accessible. L'objet de ce livre est de présenter cette classe de méthodes structurelles ou syntaxiques de la reconnaissance des formes.



L'ouvrage comporte à la fois ces exposés classiques que l'on trouve dans les traités équivalents, par exemple les structures de chaînes et les structures algébriques multi-dimensionnelles, et des rubriques moins traditionnelles concernant l'inférence, c'est-à-dire l'apprentissage en reconnaissance des formes structurelles, et les problèmes liés aux structures de graphes, qui montrent bien l'imbrication existant entre reconnaissance des formes et intelligence artificielle.

Un choix judicieux d'un large éventail d'applications pratiques complète bien les développements formels. Ces applications illustrent la puissance des formalismes introduits mais aussi leurs limites.

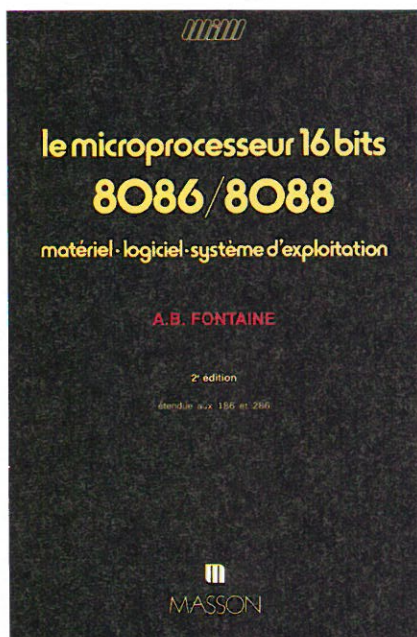
Librairie Eyrolles
61, boulevard Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05

BIBLIOGRAPHIE

Le microprocesseur 16 bits 8086/8088

par A.-B. Fontaine

Les microprocesseurs 8086/8088 et leurs dérivés 186 et 286 sont devenus des standards de l'industrie. Présents dans de nombreux produits de haute technologie et aussi dans un grand nombre de micro-ordinateurs professionnels (IBM PC, Texas, HP 150, Digital, Eagle...), ces produits occupent une place privilégiée dans le marché des microprocesseurs.



Cet ouvrage présente l'architecture de base du 8086/8088 et les logiciels destinés à le programmer selon une démarche progressive. D'abord les composants 8086/8088 (registres, segmentation, bus) et les circuits qui leur sont associés. Puis les architectures construites autour du bus système : le Multibus.

Ensuite le logiciel est abordé avec le langage d'assemblage et le langage système PLM/86.

Enfin une large partie de l'ouvrage est consacrée à une introduction aux systèmes d'exploitation et en particulier à iRMX86, un des principaux systèmes pour le 8086.

Signalons enfin que cette édition comporte une introduction aux nou-

veaux processeurs 186 et 286, qui sont amenés à étendre les possibilités des processeurs de base 8086.

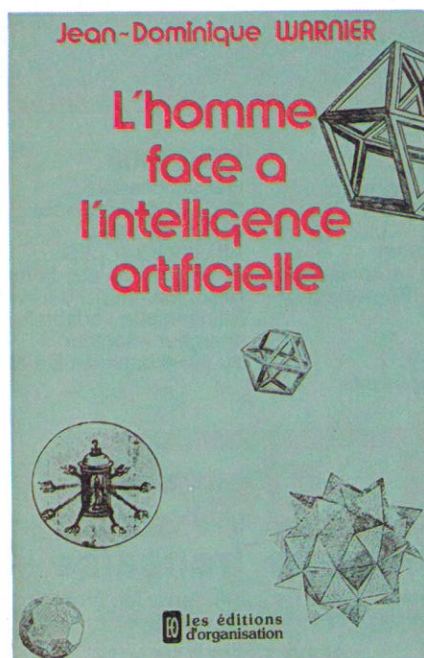
Masson Editeur
120, boulevard Saint-Germain
75280 Paris Cedex 06

L'homme face à l'intelligence artificielle

par J.-D. Warnier

L'aboutissement des longues recherches de l'auteur — par ailleurs spécialiste du traitement des données — s'exprime dans cet ouvrage qui pose les questions clés : l'ordinateur peut-il prendre et prend-il progressivement la place de l'homme ? Peut-il exister une intelligence artificielle, et pourquoi faire ?

A partir d'une réflexion sur l'intelligence et la connaissance de l'homme, d'une part, et sur la nature des données traitées par l'ordinateur, d'autre part, l'auteur pose les bases d'une nouvelle dimension de l'informatique. L'approche logique doit permettre à l'homme de maîtriser cette discipline nouvelle pour l'intégrer dans notre environnement et notre culture.



Ce livre fondamental vient à son heure. Au moment où certains pensent pouvoir développer la capacité des ordinateurs à reproduire en tous domaines le comportement humain, il nous apporte des éléments pour surmonter l'inquiétude et le désarroi qui sont le lot de beaucoup aujourd'hui : le développement de l'informatique doit-il se poursuivre ?

Les Editions d'Organisation
5, rue Rousselet
75007 Paris

Techniques de prise de son

par R. Caplain

Cet ouvrage s'adresse aussi bien à l'amateur qu'au technicien. L'auteur fait profiter le lecteur de ses nombreuses expériences en situation, et apporte des réponses claires aux problèmes qui se posent, face à la diversité des sources sonores (musique classique, jazz, pop, variétés, théâtre, cabaret, etc.), et dans des espaces acoustiques différents.

Il le guide dans le choix du matériel approprié et donne également de nombreux conseils pratiques.

Enfin, cet ouvrage, très technique, a le mérite de ne jamais oublier l'aspect esthétique et artistique de la création sonore.

Les principaux chapitres sont les suivants :

- Les microphones.
- La prise de son en stéréophonie de phase.
- La prise de son en stéréophonie d'intensité.
- Le magnétophone.
- La bande magnétique et ses accessoires.
- La table de mixage et les appareils périphériques.
- Applications complémentaires de la prise de son.
- Mixage, « editing », montage.

ETSF
2 à 12, rue de Bellevue
75019 Paris

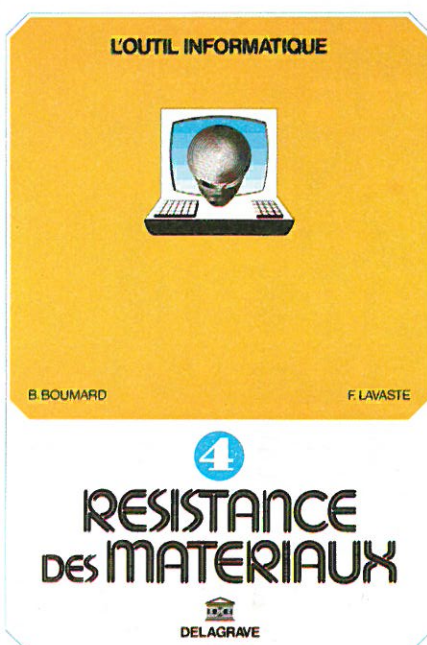
BIBLIOGRAPHIE

Résistance des matériaux

par B. Boumard
et F. Lavaste
(collection

« L'outil informatique » n° 4)

Jusqu'à présent, dans la plupart des cas, en résistance des matériaux, le calcul des poutres et des structures constituées de poutres, appelées structures à barres, s'effectuait à l'aide du formulaire de résistance des matériaux et de la théorie des poutres. Cette méthode entraînait fréquemment des calculs longs et fastidieux, notamment dans le cas des ensembles hyperstatiques.



Le calcul des structures à barres assisté par ordinateur permet de traiter numériquement le dimensionnement des différents éléments constituant ces structures, que ces dernières soient hyperstatiques ou isostatiques.

Ce calcul est basé sur deux méthodes voisines : la méthode des déplacements et la méthode des éléments finis, qui conduisent toutes deux à la même formulation finale.

Bien que le but de cet ouvrage ne soit pas de développer théoriquement ces deux méthodes mais de les appliquer à l'aide de l'outil informatique, l'auteur précise les grandes lignes de

la première de ces méthodes afin de justifier la formulation utilisée. Il se limite au cas des structures planes sollicitées dans leur plan, par contre les éléments constituant les structures pourront être sollicités en flexion plane, en flexion composée (flexion + traction ou compression) ou en traction-compression pure.

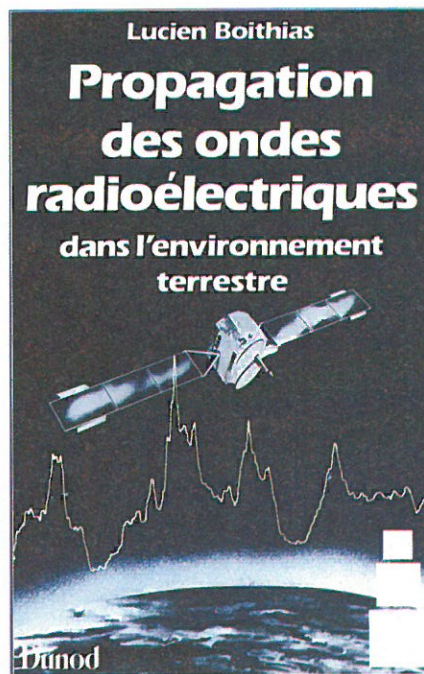
Cette technique de calcul utilisant l'outil informatique présente de grands avantages. Elle nécessite peu de moyens en matériel informatique. Elle est facilement mise en œuvre. Elle traite aussi simplement les cas hyperstatiques que les cas isostatiques. Elle est très rapide, comparée aux calculs traditionnels de résistance des matériaux. Elle conduit à des résultats identiques à ceux de la résistance des matériaux classique. Elle permet de quantifier instantanément, sans difficulté ou travail supplémentaire, l'influence d'une variation de l'un des paramètres de la structure – paramètres géométriques (portée d'une barre, forme de la section droite...), paramètres physiques (nature des matériaux, amplitude des efforts...), paramètres de construction (nature, nombre des appuis) – sur le comportement de cette dernière.

Delagrave
15, rue Soufflot
75240 Paris Cedex 05

Propagation des ondes radioélectriques dans l'environnement terrestre

par Lucien Boithias

Cet ouvrage étudie les phénomènes de propagation qui peuvent exister entre une antenne d'émission et une antenne de réception, l'une de ces antennes au moins étant située dans l'atmosphère terrestre, neutre ou ionisée, et le plus souvent à la surface de la Terre. Les phénomènes ne sont pas étudiés pour eux-mêmes sous leur seul aspect physique ou géophysique, mais en fonction de leur influence possible sur une liaison radioélectri-



que, l'importance de cette influence dépendant, à la fois, de l'ampleur du phénomène et de sa probabilité d'apparition. La connaissance de ces éléments est indispensable, non seulement pour faire un projet de liaison avec un équipement donné, mais aussi pour concevoir un équipement qui soit aussi peu sensible que possible aux perturbations liées à la propagation : évanouissements profonds ou sélectifs, brouillages dans des conditions de propagation anormale, etc.

Librairie Dunod
30, rue Saint-Sulpice
75006 Paris

Electronique des systèmes de mesure

par Tran Tien Lang

L'acquisition et le traitement de l'information deviennent, de nos jours, le travail quotidien de tout technicien et scientifique, dans les laboratoires de recherche comme dans les usines de production. Les outils de ce travail sont dominés incontestablement par l'électronique et l'informatique.

Le développement très rapide de ces deux techniques, pendant ces dernières décennies, ne facilite pas toujours le travail du concepteur, car celui-ci se trouve, aujourd'hui, devant les possibilités immenses offertes par l'électronique et l'informatique : en effet une multitude de fonctions, sans cesse nouvelles et complexes, sont réalisées sous forme de dispositifs monolithiques ou modulaires. Ces produits « prêts à fonctionner » peuvent relever de la technologie analogique ou numérique et présenter des performances et surtout des coûts très variés. Aussi le concepteur doit-il non seulement suivre l'évolution technologique récente, mais aussi comprendre parfaitement les nombreuses et différentes spécifications techniques fournies par les fabricants, afin de pouvoir choisir judicieusement les produits adaptés techniquement à sa réalisation. Ce livre se propose de contribuer, pour sa modeste part, à l'aider dans cette besogne. Il n'est pas un ouvrage d'électronique générale, l'analyse détaillée de certains montages peut être volontairement absente, car l'accent y est mis principalement sur la caractérisation des produits commercialisés, sur les critères de choix et sur les précautions à prendre dans la mise en œuvre pratique.

Cet ouvrage est la synthèse d'un enseignement pratique et magistral professé à l'ESME depuis plus de dix ans. Cependant, il ne fait pas appel à des notions de mathématiques complexes, excepté à des rares moments, parce qu'il voudrait plutôt être une ouverture sur le monde concret des réalisations industrielles d'aujourd'hui.

Masson Editeur
120, boulevard Saint-Germain
75280 Paris Cedex 06

Machines électriques

par J. Chatelain

Cet ouvrage de référence pour l'ingénieur et l'étudiant en électrotechnique est consacré à la théorie du fonctionnement en régime transitoire ou permanent des machines électriques et du transformateur.

Après un rappel des lois fondamentales, l'étude du transformateur permet de définir les différentes inductan-

ces (propre, principale, mutuelle, de fuite) et d'introduire la notion de schéma équivalent.

La génération de champs pulsants ou tournants par les enroulements répartis utilisés dans les machines, ainsi que l'expression des tensions induites fondamentales et harmoniques sont exposées dans le chapitre consacré aux enroulements.

Les conditions d'obtention d'une conversion d'énergie électromécanique intéressante sont ensuite définies, ainsi que les expressions du couple électromagnétique pour différentes configurations des circuits magnétiques et électriques.

J. CHATELAIN

Machines électriques

Tome 1



TRAITÉ D'ÉLECTRICITÉ,
D'ÉLECTRONIQUE
ET
D'ÉLECTROTECHNIQUE
publié sous la direction
de Jacques Neirynck

Dunod

Un chapitre est consacré aux matrices de transformations et changements de référentiel indispensables au développement d'une théorie généralisée des machines électriques.

Les équations de base définissant le fonctionnement dans un régime quelconque des machines asynchrones, synchrones et à collecteur à courant continu sont établies au moyen de la transformation de Park. Le régime permanent est illustré par les diagrammes vectoriels classiques. Le comportement de la machine saturée est traité dans le cas des machines synchrones et à courant continu.

Librairie Dunod
30, rue Saint-Sulpice
75006 Paris

Electronique

par J.-D. Chatelain
et R. Dessoulavy

Face à une technologie en perpétuelle évolution, cet ouvrage a pour but de décrire les principes de base invariants des circuits électroniques. C'est ainsi que les propriétés fondamentales des montages amplificateurs sont abordées en prenant pour modèle un tripôle actif idéal dans différentes configurations ; les circuits réels à transistors bipolaires, à JFET ou à MOS en sont des applications particulières.

J.-D. CHATELAIN
R. DESSOULAVY

Electronique

Tome 1



TRAITÉ D'ÉLECTRICITÉ,
D'ÉLECTRONIQUE
ET
D'ÉLECTROTECHNIQUE
publié sous la direction
de Jacques Neirynck

Dunod

Passant progressivement de l'étude des circuits de base à un seul, puis à plusieurs éléments actifs, on aboutit à la description de circuits plus complexes tel un amplificateur opérationnel ou une porte logique, tous deux réalisés sous forme de circuit intégré.

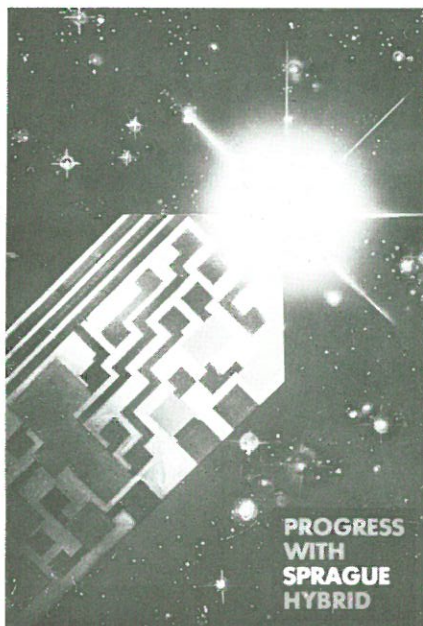
L'étape suivante est la synthèse de ces connaissances en vue de réaliser un bloc fonctionnel répondant à des spécifications précises, tel un amplificateur, un filtre actif, un oscillateur, une bascule, un régulateur de tension, etc. A ce stade intervient la notion de système bouclé pour lequel des considérations de stabilité sont à maîtriser.

Librairie Dunod
30, rue Saint-Sulpice
75006 Paris

Plaquette

« circuits hybrides »

« Progress with Sprague hybrid » est une plaquette de 12 pages où *Sprague* présente son activité « Circuits hybrides » et les services qu'elle est à même d'offrir aux utilisateurs dans ce domaine. Elle décrit les relations qu'elle peut engager avec ses clients, les technologies qu'elle exploite ainsi que les outils de développement, production et test dont elle dispose.



Cette technologie que *Sprague* maîtrise depuis plus de quinze ans lui a permis de délivrer des millions de circuits hybrides pour des applications aussi diverses que le téléphone, l'automobile, l'informatique, le militaire, l'aéronautique...

Cette maîtrise de l'hybride ne réside pas seulement dans la réalisation de substrats prêts à l'emploi, mais s'étend également à la production de composants « chip » destinés à ces circuits hybrides : condensateurs tantale, condensateurs céramique et semi-conducteurs miniatures présentés en boîtiers leadless chip carrier, SOI, SOT23 et SOT89.

Sprague France
3, rue Camille-Desmoulins
94230 Cachan

Brochure Zilog

Une nouvelle brochure gratuite de 40 pages, décrivant les microprocesseurs, les outils de développement et les périphériques associés, vient d'être publiée par Zilog.

« Components Products Profile » donne une description du futur microprocesseur 32 bits Z 80000 et du 8/16 bits Z 800, ainsi que du micro-ordinateur « monochip » Z 8, des microprocesseurs 16 bits Z 8000 et 8 bits Z 80, tous bien connus.

Cette nouvelle publication contient les schémas d'architecture, et une description concise des caractéristiques et fonctions de chacun des produits.

Les bureaux de vente et d'assistance technique de Zilog dans le monde entier sont répertoriés au dos de la brochure.

« Le marché français des alarmes électroniques »

Etude réalisée par l'agence ICARE

Il s'agit d'une étude de fond en cinq tomes, sur 320 pages, réalisée auprès de fabricants et installateurs, comme de particuliers ou d'utilisateurs professionnels.

En effet, le marché « alarme et protection » est actuellement des plus porteurs. Selon l'étude d'ICARE, trois motifs sont à considérer :

- le sentiment d'insécurité,
- l'engouement pour l'électronique et les systèmes associés,
- l'attitude des pouvoirs publics et des compagnies d'assurances, de plus en plus favorables à la protection électronique.

La crise économique – et la politique gouvernementale de stagnation de la demande – pourraient jouer dans le sens inverse de ces facteurs, note cette agence de marketing dans son étude intitulée « Le marché français des alarmes électroniques ». Il ne semble pas que cela sera le cas.

Ainsi donc, il semble que l'on peut être optimiste et prévoir un développement moyen de 10 % en volume environ pour les cinq prochaines

années, conclut cette étude qui aborde également l'analyse des systèmes de protection type par type, produit par produit, et esquisse ce que pourront être les « services du futur ».

ICARE

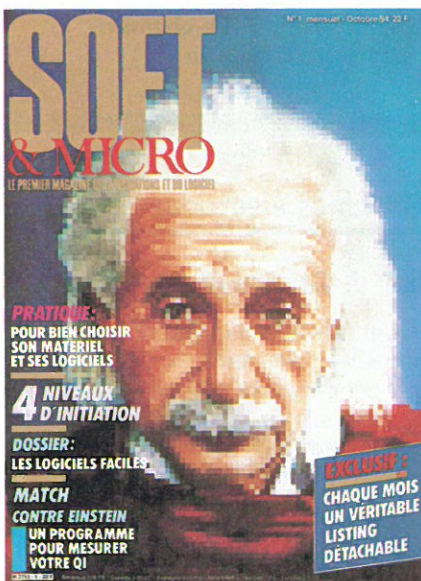
7, rue Decrès
75014 Paris

« Soft qui peut »...

Un nouveau magazine de micro-informatique vient de naître : **Soft et Micro** ; il est mensuel, offre plus de 200 pages, dont la quasi-totalité en couleurs, et une couverture qui en dit long, un superbe portrait digitalisé d'Einstein : l'œil de l'intelligence micro vous regarde !...

Son idée-force ? La micro-informatique a profondément évolué à travers l'explosion du soft, des logiciels et des programmes. Il ne s'agit plus de se perdre dans des études trop techniques du matériel, dans la théorie, mais de parler à l'amateur dans le langage de l'utilisation quotidienne de la « micro »... Comment, et avec quels logiciels tirer le meilleur parti de son matériel ?

Ce magazine comporte : des programmes utilitaires ou de jeu, adaptés à chaque micro, présentés sous la forme d'un « listing » qui se déploie au centre du journal ; des créations originales, comme ce « match de Q.I. » contre Einstein ; une rubrique d'initiation ; un panorama des logiciels éducatifs ; et toutes sortes de rubriques utiles à l'utilisateur...



MANIFESTATIONS

DATE	LIEU	MANIFESTATION	RENSEIGNEMENTS
18 au 21 septembre	Lyon-Villeurbanne Campus de l'I.N.S.A.	XX ^e Présentation de matériel scientifique industriel de l'INSA	CAST (7) 893.24.45
1 ^{er} au 5 octobre	Nice Palais des Congrès	Colloque ISSLS 84 (Réseaux locaux et services de télécommunications)	Solange Le Brun (1) 567.07.70
2 au 4 octobre	Paris Palais des Congrès	Automatic testing & Test instrumentation 84	Gin Piau (1) 766.75.06
9 au 11 octobre	Strasbourg E.N.S.A.I.S.	XXV ^e Journées régionales de métrologie, d'informatique industrielle et scientifique (conférences + exposition)	E.N.S.A.I.S. (88) 35.51.50
9 au 11 octobre	Bordeaux Parc des Expositions	SRIBA 84. Salon régional de l'informatique, de la bureautique et de l'automation	Comité des foires et expositions (56) 50.93.15
9 au 12 octobre	Berlin Centre des Congrès	Compas'84. Computer applications, software & systems	Chambre de commerce franco-allemande (1) 575.62.56
25 et 26 octobre	Toulouse	XXVI ^e Journées d'ingénierie hospitalière	Gérard Salignat (61) 49.11.33
30 octobre-1 ^{er} nov.	Londres Olympia 2	ITAME. International test & measurement conference & exhibition	

ICI EST DEMAIN



PALÉOLITHIQUE,

MANIFESTATIONS

DATE	LIEU	MANIFESTATION	RENSEIGNEMENTS
20 au 22 novembre	Paris Palais des Congrès	II ^e Symposium-Exposition : « Intelligence artificielle et productique »	Simtec consultants (1) 260.35.16
20 au 23 novembre	Paris Porte de Versailles	PRONIC 84. Salon international des équipements et produits pour l'électronique	S.D.S.A. (1) 505.13.17
27 au 29 novembre	Reims I.U.T.	Journées « Informatique et développement économique des entreprises » (I.D.E.E.)	I.U.T. (26) 85.21.55

ELECTRONIQUE APPLICATIONS

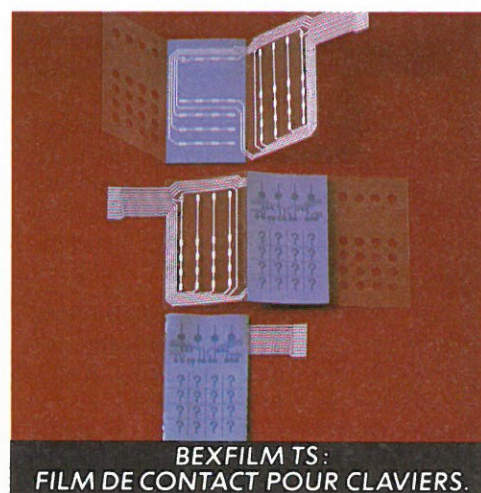
sera présent à la XX^e Présentation de matériel scientifique industriel de l'I.N.S.A. (du 18 au 21 septembre, Campus de l'I.N.S.A. à Villeurbanne) ainsi qu'à

PRONIC

(du 20 au 23 novembre, Paris, Porte de Versailles)

DEMAIN EST ICI AVEC LE MELINEX 505.

Le contact est créé entre Melinex et le Futur.
Du bout des doigts, les hommes communiquent,
s'informent, jouent, vivent.
Lettres, signes ou commandes d'un nouveau
langage planétaire, qui actionnent
l'intelligence, les claviers et les touches,
mystérieux ou pas, palpitent au rythme du progrès.
Calculatrices, ordinateurs, jeux électroniques,
équipement de bureau, équipement scientifique
et mécanique, électroménager, industrie
automobile : à Melinex rien d'impossible.
Pour ses qualités d'économie, de résistance,
d'adhésion aux encres, de thermostabilité,
pour sa gamme d'épaisseur (de 75 à 175 microns),
et une durée de vie qui ne craint pas l'infini,
Melinex est déjà projeté dans l'avenir.
Et l'avenir est ICI, entre vos mains.



BEXFILM TS :
FILM DE CONTACT POUR CLAVIERS.

MÉSOLITHIQUE, NÉOLITHIQUE, PLASTIQUE... LE FUTUR EN MARCHÉ.

ICI France SA, Département Matières Plastiques 8, avenue Réaumur 92142 Clamart tél (1) 630.23.30



Syscom :

spécialiste de l'imagerie

La vocation de cette jeune société toulousaine : le traitement d'images dans les cas difficiles et spéciaux ; la télétransmission de données et d'images jusqu'à 23 GHz.

Avec comme actionnaires deux partenaires industriels spécialisés : **Data Sud** (cartes et modules VME) et **Tigre** (traitement d'images hautement sophistiqué), **Syscom** propose par exemple le « Tridyn Concept », système de traitement modulaire et évolutif destiné aux OEM et laboratoires désirant configurer rapidement un système adapté à chaque besoin : imagerie satellite, radar et scientifique de précision, transmission hertzienne terrestre ou satellite, etc.

Syscom

ZA Nord, rue des Frères-Lumière
31520 Ramonville
Siège social :
22, rue Maurice-Fonvielle
31000 Toulouse
Tél. : (61) 21.91.07
Tx : 531 877

Vishay étend ses activités

Bien connue pour ses fabrications de composants résistifs (résistances, jauges d'extensométrie...), la société **Vishay** a acquis récemment plusieurs entreprises qui lui permettent d'étendre sa gamme de produits.

Il s'agit de **Mann Components**, firme spécialisée dans les résistances bobinées de haute précision ; **Angstrohm Precision**, producteur de résistances en film métallique ; et **Elliot Industries**, fabricant de résistances de précision.

Vishay

98, boulevard Gabriel-Péri
92242 Malakoff
Tél. : (1) 655.98.00
Tx : 270 140

Nouvelle représentation pour S2I...

C'est la société **Mess + System Technik** que distribue, depuis le 1^{er} septembre, **Systèmes Informatiques, Industriels et Scientifiques. M + S** est spécialisée dans les modules d'interface et d'entrées-sorties, compatibles microprocesseurs.

S2I

46, rue Marcel-Semba
78140 Velizy-Villacoublay
Tél. : (3) 946.74.76

... pour Chauvin-Arnoux...

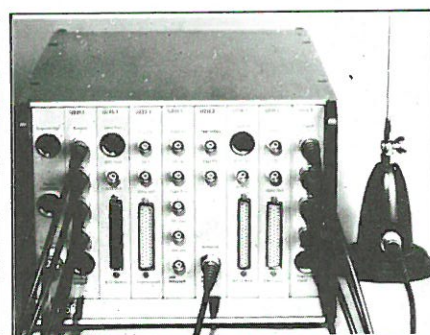
... qui a pris en charge la commercialisation des matériels de la société suisse **Novasina**, spécialisée dans la mesure des taux d'humidité, dans l'air et dans les matériaux. Cet accord ouvre à **Chauvin-Arnoux** un secteur nouveau dans l'instrumentation industrielle et de laboratoire.

Chauvin-Arnoux

190, rue Championnet
75018 Paris
Tél. : (1) 252.82.55
Tx : 280 589

... et pour Informate...

... qui se voit confier la distribution exclusive en France des produits **Volland-Kraus**.



Le « UNI 256 » de Volland-Kraus.

Cette société est spécialisée dans la réalisation d'enregistreurs analogiques et numériques multi-voies, PCM, entièrement modulaires.

On notera en particulier :

- le « UNI 256 », enregistreur 256 voies, 320 K-bits maximum, avec possibilité de télémesure ;
- le « Comp 16 », enregistreur miniature embarquable 4, 8, 12 ou 16 voies ;
- le « Mini 64 », enregistreur également miniature 64 voies.

Informate

33, rue Notre-Dame-de-Lorette
75009 Paris
Tél. : (1) 526.45.59
Tx : 204 013

Efisysteme à Paris

Efisysteme, fabricant français de cartes et systèmes Multibus, ouvre une agence à Paris, placée sous la direction de E. Lobet.

Les coordonnées de cette agence sont les suivantes :

Efisysteme

Immeuble Parisud
64-66, boulevard de Stalingrad
94400 Vitry-sur-Seine
Tél. : (1) 671.15.87
Tx : 206 326

Nouvelle adresse de SLCE

En effet, **SLCE** (Société lavalloise de condensateurs électroniques) groupe Direction, Service Commercial et Service Achats, et s'installe à l'adresse suivante :

SLCE

Rue des Chênes
53940 Saint-Berthevin
Tél. : (43) 69.23.40 (Commercial)
et (43) 69.29.13 (Achats)
Tx : 721 045

Thomson : la famille « 6800 » s'agrandit

En même temps que les performances des microprocesseurs s'améliorent, les catalogues des constructeurs s'enrichissent de nouveaux circuits LSI « périphériques ». Témoins ces modèles récemment développés par Thomson-Semiconducteurs.

Microprocesseur « haut de gamme »...

... le EF 6801-U4 l'est sans conteste, car il représente une « réactualisation » intéressante par rapport à la famille 6800 bien connue. Les temps d'exécution de certaines instructions clés ont été améliorées, s'ajoute aussi la disponibilité des nouvelles instructions du 6801, dont le « U4 » reprend l'unité centrale. Il peut fonctionner comme un microcalculateur fermé ou avec un espace d'adressage étendu à 64 Ko.

On notera encore parmi les caractéristiques de ce modèle :

- instruction de multiplication 8×8 ;
- horloge interne avec sortie divisée par 4 ;
- interface série ;
- mémoires : 4 Ko de ROM, 192

octets de RAM, 32 octets de RAM de sauvegarde ;

- 29 entrées/sorties parallèles ;
- temporisateur programmable 16 bits.

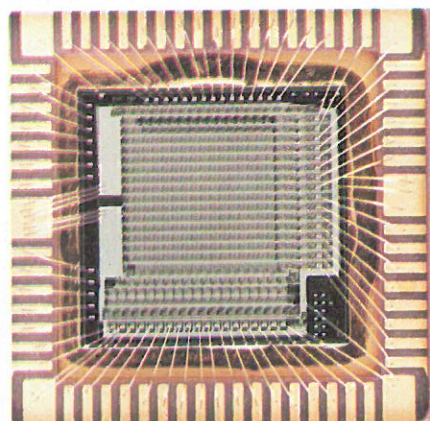
Le EF 6801-U4 est développé sur système « Themis ».

Un multiplieur rapide 16×16 ...

... ainsi se présente le SFC 9-29747 qui est un multiplieur combinatoire (dit « parallèle ») ; il est constitué par une unité arithmétique multifonction capable de réaliser en 165 ns la multiplication de 16 bits et d'accumuler le produit. La multiplication peut être faite en complément à deux ou en « non signée ».

L'information en sortie peut être ajoutée ou soustraite au produit suivant : on peut s'intéresser au résultat de la multiplication seulement, en désactivant la fonction d'accumulation.

Les données initiales peuvent être préalablement chargées directement dans le registre de sortie. Le circuit comporte des registres d'entrées et de sorties.



... Un « micro » 8 bits de « classe moyenne »...

... qui est le 68 HC 05 E2.

Ce microprocesseur appartient à la famille 6805 ; il se caractérise par une technologie C.MOS, une architecture 8 bits, entièrement statique, un mode « ouvert » et l'intégration, sur le même silicium, d'une RAM, de 16 E/S et d'un temporisateur. Ce microprocesseur économique est bien adapté aux applications basse et moyenne gammes dans les marchés grand public, automobile, industriel et télécommunications, partout où la faible consommation est un facteur important (puissance dissipée : de $25 \mu W$ en mode « Stop » à $35 mW$ -5 V en « typique »).

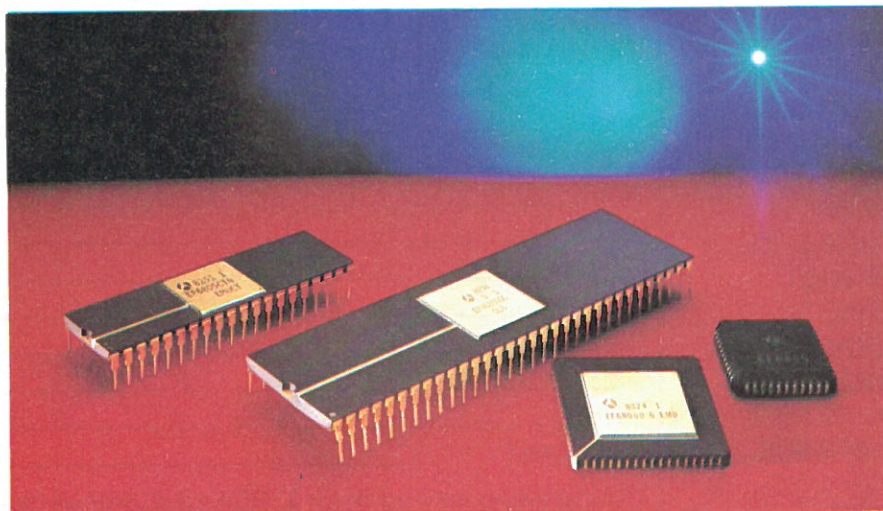
... Et un microcalculateur économique

En effet, le 68 HC 04 P3 est un microcalculateur de la famille 68 HC 04 de microcalculateurs à bas prix, et de très faible consommation. Ce MCU, à architecture 8 bits série, contient en outre le générateur d'horloge, la ROM, la RAM, 20 E/S et un temporisateur. Il est conçu pour les utilisations nécessitant une solution bon marché tout en utilisant le jeu d'instructions 6800.

Thomson-Semiconducteurs

Tél. : (3) 946.97.19.

Tx : 204 780.



Les nouveaux circuits Thomson sont aussi proposés en « chip carrier ». En haut à droite : la puce du multiplieur 16 bits.

Rohde et Schwarz : nouvelle gamme « télécom »

L'instrumentation appliquée aux appareils de télécommunications : telle est, de longue date, la vocation de Rohde et Schwarz.

A l'occasion des prochaines rencontres « Automatic Testing » et « Forum Mesure », la firme innove une fois encore en présentant six nouveaux appareils, fidèles à l'esprit maison.

Un système modulaire d'analyse logique

Destiné au travail de test et de contrôle de production, le « LAS », appareil modulaire piloté par « micro » 16 bits dispose d'un grand nombre d'options.

De nouvelles applications sont ainsi créées : analyse de performance de programmes, de réseaux de communication et de systèmes ; analyse fonctionnelle dans des systèmes de contrôle de procédés ; visualisation des performances de circuits digitaux ; analyse protocolaire dans des systèmes de transmissions de données ; tests fonctionnels de circuits digitaux ; tests de circuits hybrides et tests automatiques complets grâce au calculateur IEC incorporé.

En plus des analyses classiques telles que diagramme des temps et tables d'états, le LAS permet d'utiliser des méthodes très modernes d'analyses telles que : diagramme d'événement, visualisation de résultats traités par un programme Basic, « software mapping », et analyse protocolaire.

Deux oscilloscopes deux voies

Ils sont destinés à l'utilisation en laboratoire, maintenance et production. Tous deux, possèdent un grand écran rectangulaire permettant le maximum de précision dans la lecture avec un graticule sans parallaxe.

La sensibilité d'entrée, de 1 mV par division, et la déviation horizontale, rapide, de 20 ns par division, sont l'un des points les plus importants dans ces oscilloscopes double trace à faible prix.

Sur la version 100 MHz, de nombreuses possibilités d'utilisation sont offertes : CH1, CH2, CHOP, ALT, QUAD, ADD, X-Y.

Un récepteur de mesure

Le récepteur de mesure ESVP permet la mesure et la démodulation de signaux AM à double bande latérale ou à bande latérale unique, de signaux modulés en impulsion et de si-

gnaux FM, ainsi que de signaux perturbateurs à large bande ou à bande étroite. Grâce à son importante réserve de linéarité, à son excellente dynamique de mesure et aux nombreuses possibilités offertes pour l'évaluation des signaux, l'ESVP est indiqué :

- pour les mesures sélectives de tension et de quadripôles — y compris dans des bancs de mesure automatique — et :
- pour toutes les tâches de surveillance radioélectrique et les mesures concernant la compatibilité électromagnétique.

Un banc de vobulation

Ce modèle « SWP » est le développement d'un appareil déjà existant, auquel le constructeur a ajouté une visualisation à haute résolution.

Cet ensemble entièrement programmable peut soit se piloter seul, ou à partir d'un calculateur externe via bus IEEE.

La haute résolution graphique, la grande vitesse d'affichage, l'utilisation très simple grâce aux clés reconfigurables, en font un ensemble adapté au test de quadripôles, à l'étude et en fabrication.

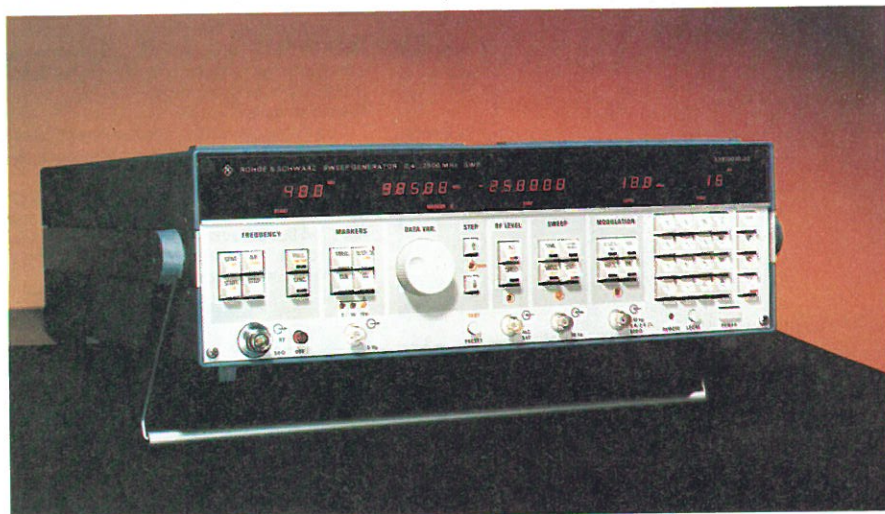
Un wattmètre-réfectomètre

Le « NAP » utilise les techniques de l'instrumentation moderne : microprocesseur, afficheur LCD.

La grande gamme de fréquence : 25 à 1 000 MHz, est garantie pour chaque sonde de puissance (4 sondes entre 20 mW et 1 100 W).

L'affichage se fait sur deux afficheurs distincts avec indication analogique et digitale. La très faible consommation de cet appareil permet son utilisation sur le terrain, et ses caractéristiques ne sont que très peu affectées par la température.

Rohde et Schwarz
Tél. : (1) 687.25.06
Tx : 204 477



Le banc de vobulation « SWP » de Rohde et Schwarz.

Médical

La surdité : ses causes et ses remèdes

(deuxième partie)

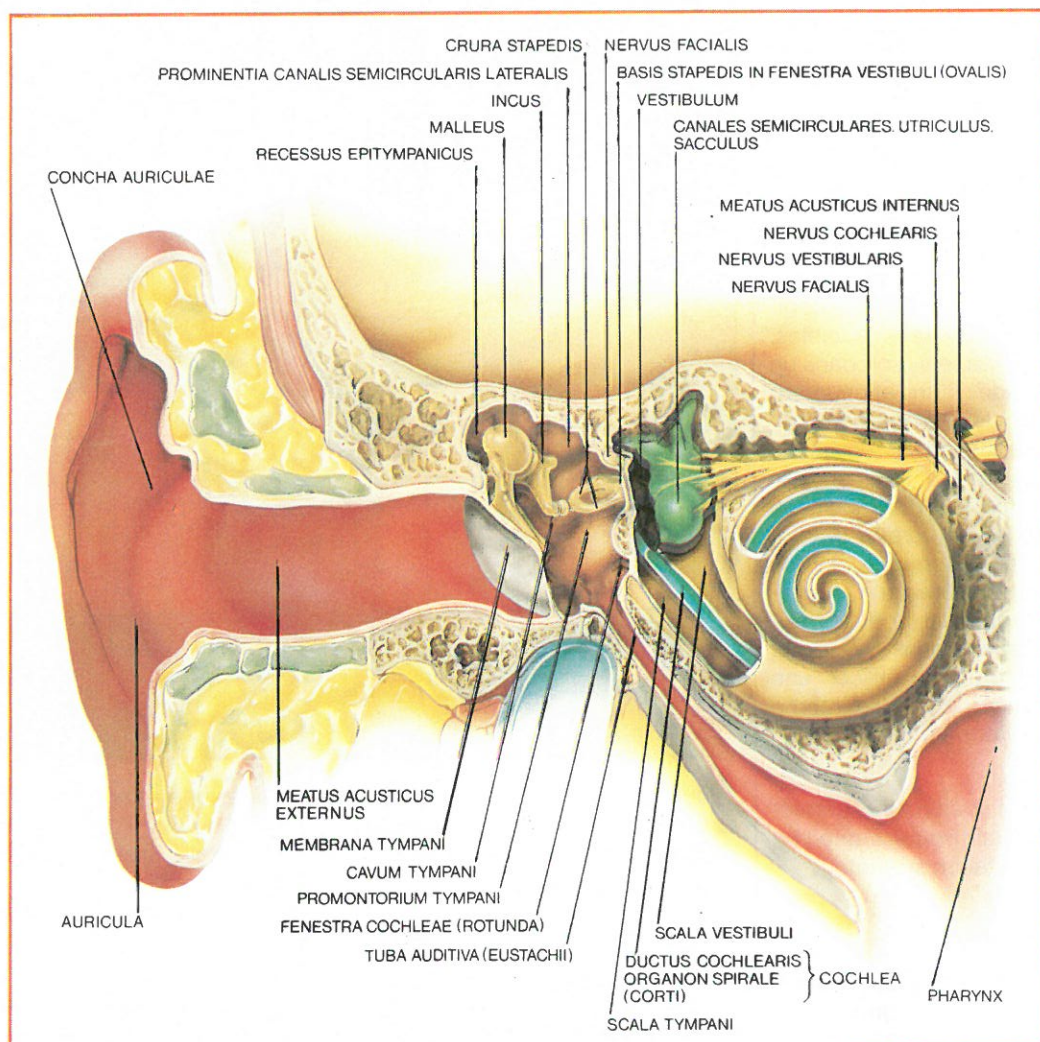


Fig. 10. — L'oreille : anatomie générale.

Entre l'oreille externe qui recueille les sons et les structures cérébrales qui les interprètent, de nombreux obstacles peuvent surgir et nuire à la bonne transmission et à la bonne perception de l'information sonore. La première partie de cette étude nous a familiarisé avec l'acoustique en tant que phénomène physique. Puis, un bref descriptif de l'anatomie et de la physiologie de l'oreille et des voies nerveuses de l'audition nous a montré que l'ouïe est un sens à la fois objectif et subjectif dont la complexité ne facilite pas le traitement de ses déficiences.

Il y a plusieurs causes (parfois combinées) qui peuvent engendrer un déficit auditif et à celles-ci s'opposent des méthodes correctives très différentes. Certaines sont anciennes, comme cette oreille artificielle d'Ambroise Paré (1607), parce que simples à mettre en œuvre. D'autres sont plus récentes, comme les implants cochléaires, car il a fallu attendre que les recherches neuro-physio-pathologiques en otologie présentent les problèmes d'une manière préhensible par les moyens modernes de la technologie et de la chirurgie fine. Mais entre ces deux possibilités existe toute une gamme de matériel destinée aux malentendants.

Principes de l'audiométrie

On se référera, d'une manière générale, au schéma anatomique de l'oreille (fig. 10).

Autrefois, on utilisait la montre, la voix ou le diapason pour effectuer un examen de l'audition, de nos jours on s'adresse à l'audiométrie.

Au moyen d'un générateur de fréquences, il est possible d'obtenir toute la gamme des sons audibles, soit dans un haut-parleur, soit dans un écouteur. A l'aide d'un atténuateur gradué en décibels, on peut obtenir pour chaque fréquence l'intensité du seuil auditif. En partant des chiffres obtenus, il est possible de tracer une courbe de réponse de l'oreille (audiogramme) que l'on compare à une courbe de seuil de référence. Cet examen permet d'apprécier le déficit auditif dans ses deux dimensions. De la même manière on peut tracer une courbe de réponse de l'oreille interne en plaçant un vibreur sur la mastoïde.

Cliniquement, l'audiométrie permet de déceler différents troubles que l'on peut classer de la façon suivante :

● l'audiométrie tonale :

a) avec les troubles de la conduction aérienne :

— du type de l'occlusion élastique comme l'ankylose de l'étrier,

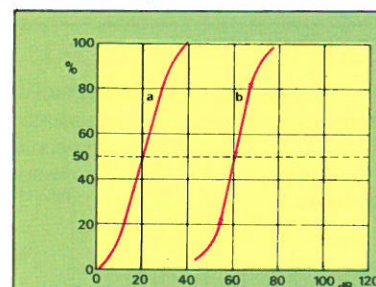


Fig. 11. - Audiogramme vocal : audition normale (a), audition déficiente (b).

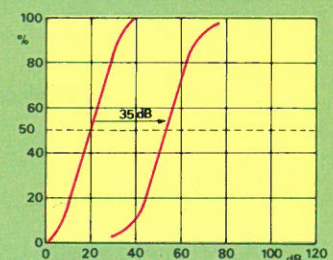


Fig. 13. - Translation vers la droite de la caractéristique vocale d'une valeur de 35 dB.

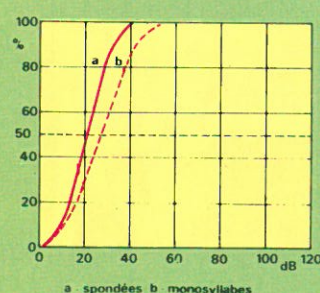


Fig. 12. - Audiogramme vocal d'une oreille normale pour des mots monosyllabiques (b) et des « spondées » (a).

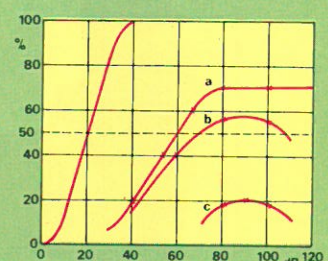


Fig. 14. - Autre type d'audiogramme vocal.

— du type de l'obturation mécanique comme le bouchon de cérumen ou l'hypertrophie de la muqueuse de la caisse.

b) avec les troubles de la conduction osseuse :

— par une atteinte basale de l'organe de Corti, comme dans la vieillesse, certaines infections ou intoxications,

— par une atteinte généralisée de l'organe de Corti, comme dans la surdité héréditaire progressive ou une atteinte inflammatoire aiguë,

— par un abaissement typique de la fréquence ;

● l'audiométrie supraliminale, permettant de différencier les lésions des cellules auditives des atteintes du nerf auditif ;

● l'audiométrie avec accompagnement de bruit ;

● l'audiométrie vocale, permettant de mesurer la sensibilité de l'oreille à la parole. La courbe vocale se caractérise par deux chiffres :

- le niveau en dB auquel on obtient une intelligibilité de 50 % (sensibilité de l'oreille),
- l'intensité en dB à laquelle on obtient le maximum d'intelligibilité (pouvoir de discrimination de l'oreille).

Nous n'analyserons pas plus dans le détail les moyens diagnostiques dont dispose l'audioprothésiste, examinons plutôt les différents examens ou tests qu'il peut mettre en œuvre.

Audiométrie tonale

La mesure de l'audition recherche la limite des possibilités de perception des sons. Dans l'audiométrie tonale, on utilise des sons purs en faisant un sondage par octave ou demi-octave, de 125 Hz à 8 000 Hz le plus souvent. Le seuil est recherché en augmentant ou en diminuant l'intensité, ou encore en interrompant le son pour donner des sons brefs. Lorsqu'on utilise un casque, on peut connaître les seuils de chaque oreille. Plus l'atteinte auditive est légère, plus la chambre d'examen doit être sourde, c'est-à-dire avoir à la fois un bon isolement phonique pour les bruits extérieurs, et un revêtement interne absorbant la réverbération des bruits produits dans la chambre ; celui-ci doit être particulièrement efficace pour les essais par haut-parleur et pour l'étude vocale de l'audition.

Sur un graphique on note la perte en décibels par rapport à l'oreille nor-

male, le niveau zéro est défini par des normes internationales (ISO). La courbe traduit donc la perte auditive du sujet dans le champ des fréquences audibles.

A partir de 30 à 40 dB de perte, le sujet ne perçoit plus la voix chuchotée. A 50 dB, il est gêné pour la voix haute de conversation normale. A 70 dB, il faut parler fort pour que le sujet perçoive la parole. A partir de 90 dB, il ne perçoit plus que les bruits violents.

Pour définir un **degré de perte tonale d'audition**, on donne souvent un niveau moyen, en décibels ou en chiffre théorique sous forme de pourcentage. Le niveau moyen est calculé sur les fréquences 500, 1 000 et 2 000 Hz, plus rarement on ajoute aussi 4 000 Hz ou 250 Hz. Dans la surdité professionnelle, on accorde une importance double à la fréquence moyenne pour définir la perte auditive. Celle-ci, comptée sur la meilleure oreille, est indemnisable au-delà de 35 dB de perte moyenne. Les pourcentages sont donnés par des abaques qui tiennent compte de la pondération informationnelle des différentes fréquences du champ auditif, ainsi que de l'atteinte uni ou bilatérale.

Audiométrie supraliminaires

Il ne suffit souvent pas de faire un audiogramme tonal liminaire pour arriver à caractériser une atteinte de la perception des sons. L'audiologiste dispose de nombreuses épreuves supraliminaires qui apportent des renseignements complémentaires en vue d'étayer le diagnostic. Ainsi, mesure-t-on le seuil différentiel d'intensité, plus petite variation d'intensité per-

ceptible par le sujet, à l'aide du test de **Luscher** ou du « S.I.S.I. test ». La variation de l'intensité subjective suivant la puissance acoustique est étudiée au test de **Fowler** où l'on compare l'oreille sourde à l'oreille saine dans une surdité unilatérale. Lorsque l'oreille sourde rattrape l'oreille saine, il y a « recrutement » ; celui-ci est caractéristique de certaines maladies, en particulier de celles qui atteignent la cochlée. On peut également mesurer des seuils différentiels de fréquence et de temps.

Dans certains cas il y a une disparition de la sensation sonore, malgré la présence persistante du stimulus acoustique ; ce qui est le cas dans les lésions des voies nerveuses de l'audition.

La mesure de la perception des sons de la parole est une forme d'audiométrie supraliminaires ; elle est nécessaire à l'établissement d'un diagnostic audiolinguistique.

Audiométrie vocale

Un des aspects essentiels caractérisant la surdité, est l'altération du message vocal.

Evidemment, la raison première est qu'une partie des signaux constituant la parole n'est pas, au niveau de la réception, reproduite dans sa forme originelle. Parce qu'elle se situe au-dessous du seuil auditif du malentendant, notamment en fonction de la distance qui sépare le locuteur de l'auditeur sourd.

Ensuite, parce que certains processus, dépendant entre autres de l'oreille interne, modifient systématiquement la qualité de la détection de ces signaux vocaux.

Enfin, il existe un lien évident entre la perte auditive et la diminution plus ou moins grave du pouvoir discriminatoire, c'est-à-dire l'aptitude à distinguer dans une ambiance sonore naturelle, d'une façon nette, chaque élément constitutif de la parole. Ce phénomène dépend de deux types de paramètres. La pathologie de la surdité, déjà signalée, et la portion d'espace où se déroule la conversation avec le malentendant. La netteté du message est en effet, très dépendante des bruits ambiants. Exemple : conversations multiples, vacarme d'un lieu public, etc. C'est au cours de

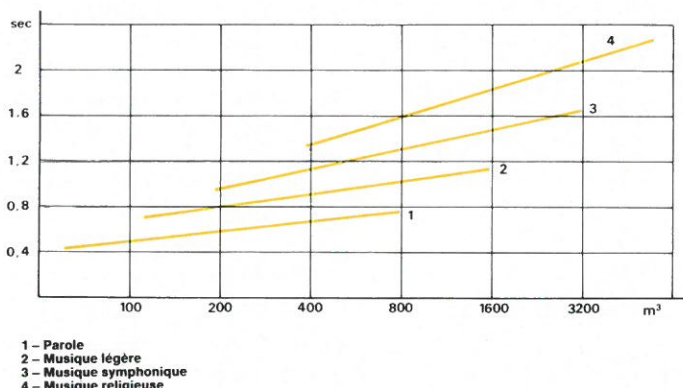


Fig. 15. — Temps de réverbération d'une salle en fonction de son utilisation.

telles situations qu'apparaît la différence entre comprendre et entendre.

Afin d'évaluer les difficultés de l'appareillage, il est indispensable d'apprécier l'importance de ces handicaps au niveau de la parole. La méthode d'approche ou audiométrie vocale permet d'établir l'audiogramme vocal. Pour cela, on utilise des groupes de mots, constituant des entités vocales. Ces mots, présentés en listes spécifiques, seront calibrés en intensité de 5 ou 10 dB. Le sujet, soumis au test, doit les répéter. Le nombre d'erreurs commises, par niveau d'émission, permettra de tracer sur un graphique d'audiométrie vocale, une courbe caractéristique de la tendance fonctionnelle de la surdité (fig. 11). Si l'on porte, sur un même audiogramme vocal, les courbes représentatives d'une oreille normale (a) et d'une audition déficiente (b), on est en mesure d'apprécier convenablement l'altération de la compréhension du message vocal. On constate que même pour une personne à l'audition normale, il est nécessaire d'établir une intensité minimale de 20 dB environ (supérieure au seuil auditif : 0 dB physiologique) pour garantir une reconnaissance de parole à 50 %. 100 % sera atteint pour 40 dB, à peu près.

Les listes de mots

Il est convenable de préciser les critères et la finalité de l'investigation pratiquée. Ces éléments seront nécessaires pour fixer le choix des listes de mots à utiliser (Fournier, Lafon,...). Par exemple, les listes spondées, de 2 syllabes, de 10 mots phonétiquement équilibrés (ex. bateau, canon) contribuent à donner une image de bilan social de l'appareillage prothétique, il faut donc y admettre une suppléance mentale certaine. Le test phonétique du professeur Lafon, plus exigeant, permet une définition plus subtile de la disponibilité fonctionnelle de l'oreille interne. Dans le cas des listes dissyllabiques, les mots sont à choisir avec soin.

Il faut qu'ils soient connus du sujet malentendant et qu'ils soient prononcés de la manière dont il est habitué à les entendre. L'utilisation d'une bande magnétique de mots enregistrés doit être considérée avec précaution. On peut aussi employer des mots monosyllabiques. Ceux-ci sont du type consonne-voyelle-consonne tels que « sac », « car », « celle ».

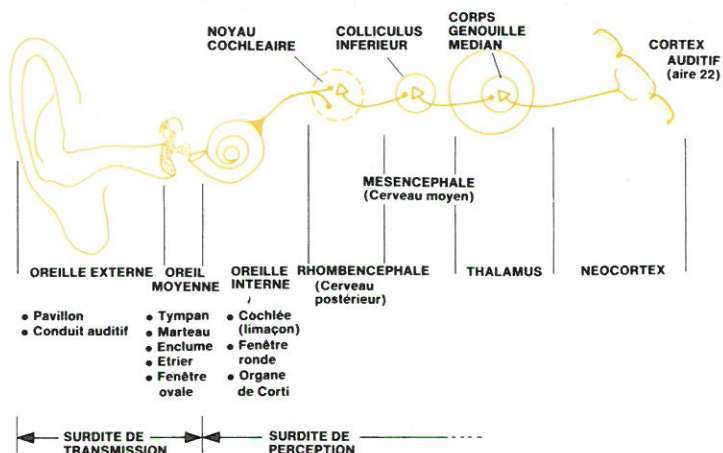


Fig. 16. — La chaîne de l'audition.

Sur la figure 12, l'audiogramme vocal pour une oreille normale présente une pente moins raide pour ces mots que pour les mots à 2 syllabes. Courbe synonyme d'une compréhension plus difficile.

Il est bon de rappeler au passage que, pour le sujet otologiquement normal, il est facile d'admettre la relation entre le « bien perçu » et le « bien compris ». L'habitude d'entendre déclenche naturellement la relation auditive avec des éléments sonores généralement déjà connus et mémorisés.

Au cours d'une enquête d'audiométrie vocale, dans le cas des « spondées », la compréhension d'une des syllabes facilite souvent la compréhension de la seconde. Si l'on prend l'exemple du mot « placard », après « pla » le choix des mots pouvant contenir la 2^e syllabe est relativement restreint, ce qui aide le sujet à deviner le mot entendu.

La pente raide de la courbe (a) est un avantage car elle rend possible une détermination précise du point 50 %. Ce point 50 % est important, car il a été constaté qu'avec une compréhension à 50 % de mots séparés, la conduite d'une conversation ne soulève plus de gros problèmes, compte tenu du fait que le sujet de la conversation et le contexte apportent beaucoup d'information complémentaire.

Interprétation de l'audiogramme vocal

Si une surdité ne présente pas de phénomènes secondaires tel que le recrutement, il apparaît une relation directe et évidente entre décalage du

seuil auditif traduit par l'audiogramme tonal ordinaire et l'audiogramme vocal. On constate une translation vers la droite de la caractéristique vocale d'une valeur en dB égale au décalage moyen par rapport au seuil auditif, ceci dans la zone des fréquences vocales, soit environ 35 dB dans le cas représenté (fig. 13). La courbe (a) de la figure 14 illustre un autre type d'audiogramme vocal. Pour cet exemple la compréhension se trouve limitée à 70 %, malgré l'augmentation du niveau sonore d'émission ; on interprète cette situation par une perte de discrimination de 30 %.

Dans le cas de la courbe (b) il y a complication du phénomène. La difficulté de compréhension s'aggrave si l'on dépasse 100 dB. Il subsiste une relative bonne discrimination entre 80 et 100 dB. Cette particularité devra être prise en considération au moment du choix de l'appareil de prothèse auditive. Celui-ci devra être conçu pour délivrer le plus fréquemment possible tous les signaux vocaux dans cette gamme de puissance.

Enfin, on peut également se trouver confronté à des audiogrammes identiques à celui illustré par la courbe (c). Dans ce cas extrême, la compréhension ne dépasse jamais 50 %. Il est très vraisemblable que les résultats prothétiques ne seront que très limités, la discrimination restera problématique. Il sera indispensable de compenser ces graves lacunes par la lecture labiale.

L'audiométrie vocale est donc essentielle pour définir les paramètres d'un appareillage. Aussi bien dans la recherche et l'estimation du meilleur gain acoustique en relation avec le confort auditif escompté, que pour ré-

tablir au mieux la qualité de compréhension de la parole. On se montre trop souvent optimiste à cet égard et les résultats obtenus s'avèrent fréquemment décevants.

Les commentaires issus de l'étude de l'audiométrie vocale permettront alors de présenter au malentendant les limites fonctionnelles de son appareillage et d'en expliquer les impossibilités.

Les cabines audiométriques

Les examens se font habituellement dans des cabines acoustiquement isolées. L'isolation acoustique est réalisée par les parois et uniquement par elles. Deux lois la régissent : la loi de **Berger** (loi de masse) et la loi des fréquences.

La loi de **Berger** énonce que le niveau sonore du bruit résiduel est d'autant plus faible que la paroi est plus lourde. La loi des fréquences dit que le niveau sonore du bruit résiduel est d'autant plus faible que la fréquence est élevée.

La loi de **Berger**, qui est une loi de base de l'insonorisation, nous montre que l'on ne pourra jamais avoir une bonne insonorisation en se servant de matériaux légers, tels que le polystyrène expansé, dont il faut réserver l'utilisation à l'isolation thermique.

La loi de masse nous montre également que dans le cas de bâtiments préfabriqués légers, on aura le plus souvent un important bruit de fond résiduel, dont la dominante sera dans les fréquences graves, les aiguës ayant été absorbées par la laine de verre des parois.

Mais inversement, on voit que si l'on désire, au moyen de parois simples, avoir une isolation importante, on sera très vite conduit à des poids prohibitifs. C'est la raison pour laquelle on aura dans de tels cas recours aux parois doubles. Celles-ci répondant toutefois à d'autres impératifs.

Dans le cas de cabines audiométriques on aura intérêt à combiner différents procédés et à soigner tout particulièrement la qualité des parois, les fenêtres, les ventilations, la propagation des bruits de conduction, la protection contre les transmissions méca-

niques (ascenseurs, tuyauteries), les dalles et chapes flottantes, etc.

Si le sol peut supporter une charge importante, on se basera sur la loi de **Berger** et, pour atténuer les bruits de propagation aérienne, on construira des cloisons épaisses sur une bonne dalle flottante, cette dernière étant seule destinée à isoler des bruits de conduction.

Au cas où l'on ne peut employer cette technique, on utilisera soit le doublage des parois, soit les montages « sandwich », en employant successivement des panneaux absorbants et réfléchissants. En effet, on cherchera à utiliser des matériaux dont les fréquences critiques sont très différentes.

Dans le cas de cabines à double isolation, on n'oubliera pas de monter deux socles l'un au-dessus de l'autre et correctement supportés par des amortisseurs. D'une manière générale, on veillera à ce que la cabine ne soit pas solidaire du gros œuvre afin d'éviter les bruits de transmission mécanique. Les amenées de courant électrique devront se faire par câbles souples, et en cas d'éclairage par tubes fluorescents, les transformateurs seront placés à l'extérieur.

Les cabines audiométriques ainsi que les salles d'examen ou d'appareillage doivent être situées loin de machines génératrices de bruits, tels que moteurs, pompes, etc. Par ailleurs, les bruits de fonctionnement des équipements sanitaires ne seront pas à négliger. De préférence, les lavabos et baignoires doivent être montés sur silent-blocs et les tuyaux d'eau manchonnés entre étages. On choisira également des robinets aussi peu bruyants que possible.

Traitements acoustiques des cabines

L'insonorisation ayant été réalisée, il faut maintenant régler le temps de réverbération du local considéré en fonction de son utilisation (fig. 15).

On appelle temps de réverbération le temps au bout duquel une diminution de 60 dB du niveau acoustique considéré est constatée après cessation brusque. Le temps de réverbération est fonction du volume du local, des matériaux utilisés pour la construction et de l'état de surface des parois.

A titre indicatif, deux parois parallèles et réverbérantes peuvent donner lieu à des phénomènes d'écho. Il faudra traiter au moins une paroi, particulièrement si la paroi vis-à-vis est constituée d'un vitrage. Dans le cas de deux vitrages parallèles, il faudra remplacer l'un de ceux-ci par du verre granité ou ondulé. Dans le cas d'une voûte ou d'une coupole, on sera amené à traiter toute la surface, car il se produira un phénomène de focalisation. Il y aura donc lieu de tenir compte de ces différents phénomènes pour que le temps de réverbération soit compatible avec l'utilisation recherchée. En fait, dans le cas des cabines audiométriques et des salles d'examen, on aura intérêt à arriver à un temps de réverbération de 0,3 à 0,5 s.

Le spectre sonore étant constitué de fréquences différentes, on sera amené à agir sur les fréquences graves, les fréquences moyennes et enfin sur les fréquences aiguës.

Les fréquences graves sont amorties au moyen de membranes ou panneaux résonnants. Plus la membrane est lourde et épaisse, plus les fréquences graves seront affaiblies. Par ailleurs, les membranes étant très sélectives, on aura intérêt, pour les petites salles, à utiliser les membranes légères derrière lesquelles on posera un matelas de matériaux absorbants.

Les fréquences moyennes seront amorties au moyen de résonateurs associés qui seront constitués par des carreaux perforés en staff ou en métal derrière lesquels on pourra également mettre un matelas absorbant.

Enfin, les fréquences aiguës seront amorties au moyen de matériaux fibreux (laine de verre, feutre, cellulose).

On voit donc que c'est avec une gamme variée de matériaux qu'il faudra agir et non pas se limiter à l'emploi d'un seul.

Les surdités

Il existe plusieurs formes de surdité selon que l'on se place en tel ou tel endroit de la chaîne de l'audition (fig. 16). Nous emprunterons quelques lignes au « **Larousse Médical** », en explicitant toutefois quelques expressions sous la forme d'un lexique abrégé (voir encadré en fin d'article).

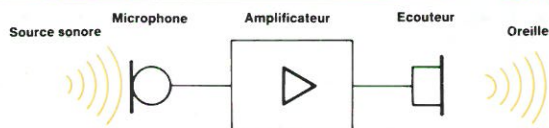


Fig. 17. — Schéma de principe d'une prothèse auditive.

● Les **surdités de transmission** se caractérisent par l'altération de la conduction aérienne des sons, la conservation de la conduction osseuse (épreuve de **Rinne** négative), la latéralisation des sons par voie osseuse du côté le plus sourd (épreuve de **Weber**). L'audiométrie permet d'objectiver ces troubles de la conduction aérienne.

Les surdités de transmission sont dues à l'obstruction du conduit auditif externe, aux otites en évolution ou cicatrisées, à la tympanosclérose, à l'otospongiose.

● Les **surdités de perception** se traduisent par l'altération de la conduction osseuse et de la conduction aérienne. L'épreuve de **Rinne** reste donc positive et le **Weber** latéralisé du côté sain. L'audiométrie tonale précise ces signes. Le mérite de l'audiométrie supraliminale est de noter l'existence d'une distorsion de la sensation d'intensité (de recrutement). L'oreille normale ou atteinte de surdité de transmission ne « recrute » pas, c'est-à-dire qu'aux fortes intensités on retrouve la même différence d'acuité auditive dans les deux oreilles. Au contraire, dans certaines surdités de perception, l'oreille sourde aux fortes intensités rattrape et parfois dépasse l'oreille saine et semble aussi être meilleure. Le recrutement n'existe que dans les surdités de perception par lésion cochléaire. Il n'existe pas dans la surdité par atteinte rétrocochléaire (lésion du nerf auditif ou des centres nerveux).

Les surdités de perception par lésion cochléaire sont dues à des causes diverses : traumatismes, fracture du labyrinthe, traumatisme sonore (surdité professionnelle), infections (d'origine otitique), intoxication par la streptomycine, la quinine, le salicylate, les troubles vasculaires (hémorragies labyrinthiques, l'artériosclérose, le spasme vasculaire).

Les surdités de perception par lésion rétrocochléaire ont aussi diverses étiologies : atteinte du nerf par méningonévrite due à la syphilis, oreillons, zona et autres infections virales, par tumeurs (neurinomes du nerf auditif), dégénérescence du nerf et de ses terminaisons (presbyacousie).

Le traitement des surdités

Le traitement des surdités diffère selon le type et la cause de l'affection. Dans les *surdités de transmission*, le traitement est souvent chirurgical. Ainsi, dans le traitement des surdités par otospongiose, on enlève l'étrier, qui est ankylosé, avec le pourtour de la fenêtre ovale, et on le remplace par une prothèse : c'est la stapedectomie. Dans les *surdités de perception*, le traitement est le plus souvent médical, sauf lorsqu'il s'agit de tumeurs directes (neurinomes) ou indirectes (tumeurs comprimant le cortex au niveau de l'aire 22).

La panoplie thérapeutique est très fournie et mériterait plusieurs pages de descriptions médico-chirurgicales, mais notre propos est davantage technique et nous nous limiterons aux prothèses.

Dans tous les cas, qu'il s'agisse de surdités de transmission ou de surdités de perception, les prothèses auditives permettent de rétablir une perception satisfaisante des sons et une réhabilitation sociale des malenten-

dants. Depuis quelques années, dans le cas des surdités de perception très profondes, voire totales, on a recours aux implants cochléaires. Cette technique franchit une étape de plus dans la chaîne de l'audition, puisque c'est au niveau du nerf, c'est-à-dire au niveau où l'information sonore est devenue une information bio-électrique, que l'on effectue une stimulation. C'est donc l'ensemble de ces techniques que nous aborderons sous des angles particuliers où se mêleront le classique et la technique de pointe.

La prothèse auditive peut se schématiser simplement de la manière suivante (fig. 17) : un microphone reçoit l'information émanant d'une source sonore. L'information est amplifiée puis dirigée sur un écouteur logé dans l'oreille. Il existe quatre modèles principaux de prothèses, que l'on peut citer par ordre d'apparition sur le marché : le boîtier, la lunette auditive, le contour d'oreille et l'intra-auriculaire (fig. 18).

Le problème de la prothèse auditive n'est pas aussi simple à résoudre qu'il peut le paraître à un premier examen, il ne se limite pas à une simple amplification. Les appareils de correction auditive doivent pouvoir être réglés en fonction du seuil de la douleur tout en conservant aux sons leur dynamique, évitant ainsi l'effet de monotonie. D'autre part, et c'est le cas des personnes du 3^e âge, la surdité n'est pas une perte auditive mesurable en dB mais plutôt une baisse

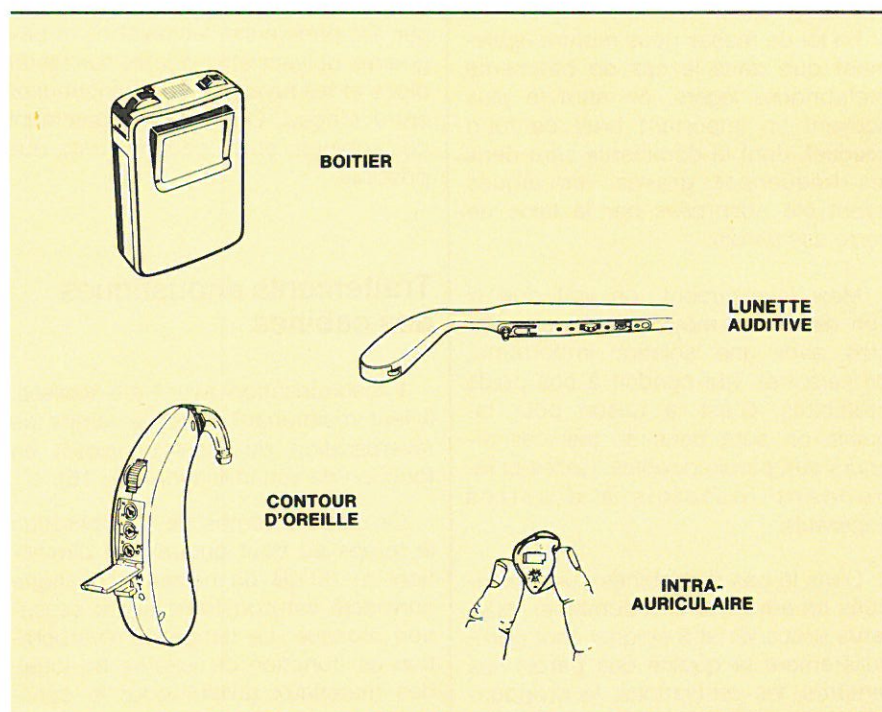


Fig. 18. — Les quatre principaux modèles de correcteurs de surdité.

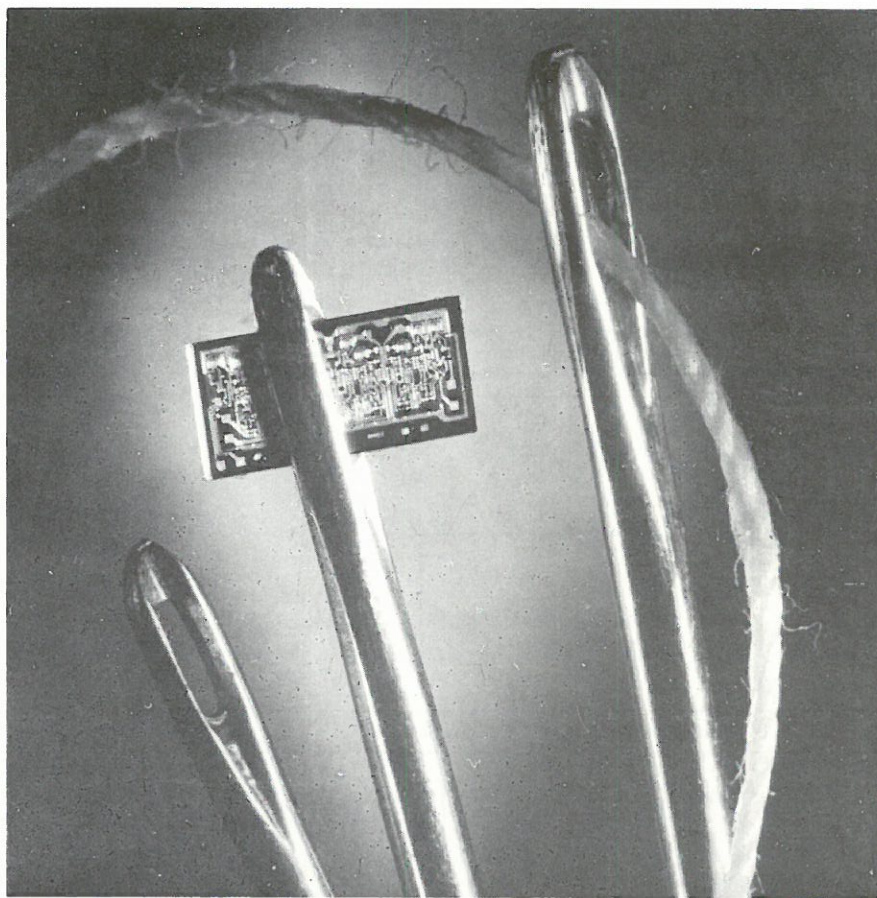


Fig. 19. — Des circuits de plus en plus miniaturisés.

dans leur faculté de reconnaître la parole : ce serait un problème d'intelligibilité. Les audioprothésistes connaissent bien ce genre de réflexion : « Je ne suis pas sourd, j'entends bien, mais je ne comprends pas. » Il ne suffit pas de parler plus fort mais plus lentement. C'est un problème social important car il touche tous les organes des sens. Prenons la télévision ! C'est bien souvent une succession de séquences brèves dont il ne suffit pas d'augmenter le son ou la luminosité pour les rendre plus accessibles aux personnes âgées, qui représentent pourtant un pourcentage non négligeable des téléspectateurs. La communication doit s'adapter à la cible visée. Un jour peut-être, les prothèses auditives comporteront un étage supplémentaire permettant de traiter la parole, de la ralentir, avant de la délivrer à l'oreille du malentendant âgé.

Aspect technique d'une prothèse

Si l'on décompose une prothèse en ses divers éléments, on constate que chacun de ceux-ci a fait l'objet de progrès techniques qui méritent d'être

cités. Nous reprendrons des données fournies par **Rodier, André** et **Morucci** lors de leur exposé au 2^e Colloque de microtechnique biomédicale qui s'est tenu à Besançon les 18 et 19 mars 1983.

Les microphones utilisés dans les prothèses auditives sont soit omnidirectionnels, c'est-à-dire qu'ils transmettent les informations d'une manière identique quelle que soit leur provenance spatiale, soit directionnels et dans ce cas la direction est privilégiée. Cette version est plus intéressante. Ainsi, la position frontale du microphone directionnel permet d'entendre les sons qui viennent de face (conversation, spectacle...) tout en fournissant la possibilité d'atténuer artificiellement les bruits ambiants.

Les microphones sont de plusieurs types différents : à bobine mobile, piézoélectrique, à condensateur et, le dernier-né et le plus utilisé dans les prothèses, le microphone à condensateur électret. Son principe est le suivant : un mince diaphragme métallique placé près d'une plaque arrière rigide, et isolé électriquement de celle-ci, constitue avec elle les deux électrodes d'un condensateur. Le diaphragme, ou la plaque arrière, a subi

un traitement qui l'a polarisé. Les variations d'écartement entre les deux électrodes induisent un courant dans le circuit à la fréquence des déplacements du diaphragme. Ce microphone, d'une très bonne linéarité, possède une sensibilité excellente et permet une utilisation dans une grande gamme de dynamique. Par contre, il est assez onéreux et fragile, notamment à la chaleur, d'après les auteurs de la communication.

Les prothèses auditives actuelles sont équipées d'écouteur magnétique. La bobine fournit un champ magnétique dans un entrefer où se trouve logé un équipement mobile dont une extrémité est reliée à une membrane élastique qui vibre dans l'air. Les écouteurs sont un peu le parent pauvre des prothèses : de par leur taille, ils sont peu performants, leur rendement est médiocre malgré une alimentation de 5 V. On leur reproche entre autre d'avoir des résonances acoustiques au milieu de la bande passante, d'être sensibles à la charge acoustique et d'induire des distorsions harmoniques et d'intermodulation très importantes.

Entre le microphone et l'écouteur se trouve une électronique de traitement du signal dont la technologie offre des circuits de plus en plus miniaturisés (fig. 19). Habituellement, on utilise des circuits intégrés spécifiques de fonctions bien déterminées, auxquels on ajoute des composants afin de réaliser le circuit complet de la prothèse. Cette procédure donne des performances inférieures à celles que donnerait un circuit étudié spécifiquement pour cette prothèse, mais ensuite intervient la notion du coût pour de petites séries.

Le circuit électronique comporte un amplificateur (gain de 30 à 65 dB), des filtres, un limiteur de niveau de sortie (certaines prothèses comportent des modules d'écèlement permettant de limiter le niveau de sortie des correcteurs : à ne pas confondre avec la compression de dynamique en sortie, que nous verrons plus loin), et des compresseurs de dynamique.

Il est important de dire quelques mots de l'amplification car « celle-ci a pour caractéristique fondamentale d'être infidèle, contrairement aux désirs des amateurs de musique Hi-Fi ». Ces propos ont été tenus par **R. Utzmann, J. Jouve** et **A. Wiplier** de la société **CAFA** lors de la Conférence prononcée aux Journées nationales d'information des audioprothésistes français : « *PROMO-SER 1983* ». Et les conférenciers ajoutent : en effet, le

problème posé n'est pas celui d'amplifier uniformément la pression acoustique, mais de faire varier cette amplification en fonction de la fréquence et de l'intensité sonore, de manière à compenser au mieux les déficiences du malentendant.

La prothèse auditive doit par conséquent distordre le signal sonore : les termes de distorsion, distorsion linéaire, distorsion harmonique sont donc bien connus des audioprothésistes.

Aux distorsions volontaires s'en ajoutent d'autres indésirables, dues à des imperfections de la prothèse ou à des impossibilités physiques (le filtre passe-bas idéal n'existe pas). Ces distorsions, volontaires ou non, sont dues :

- au microphone et à l'écouteur, qui coupent les fréquences basses et hautes, présentent souvent des pointes de résonances et se saturent au-dessus d'un certain niveau du signal,
- aux circuits électroniques qui créent un ensemble de distorsions voulues (écrêtage, compression, filtrage passif ou actif) ou non (création d'harmonique). Nous allons les examiner plus en détail.

Premier cas : l'amplification en fonction de l'intensité

En ce qui concerne l'amplification en fonction de l'intensité, les distorsions « indésirables » sont la création d'harmoniques (surtout 2 et 3) par effet de non linéarité ou saturation. Ces distorsions peuvent être minimisées en utilisant la contre-réaction, c'est-à-dire en réinjectant à l'entrée une partie du signal de sortie. De plus, comme ces distorsions naissent surtout dans l'étage de sortie, tous les efforts du concepteur doivent tendre vers le bon choix.

Rappelons que pour les audioprothésistes, deux montages sont actuellement utilisés pour cet étage de sortie :

- L'amplificateur classe A : c'est un amplificateur qui opère dans la partie linéaire de sa caractéristique, c'est-à-dire qu'au repos le courant est environ la moitié du courant maximum. La consommation électrique est donc sensiblement constante, invariable en fonction de l'intensité sonore. L'inconvénient qui en résulte est que cette consommation est toujours égale à

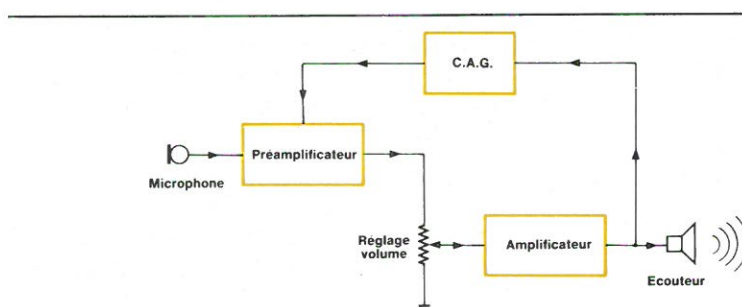


Fig. 20. — Compression de dynamique : compression en sortie.

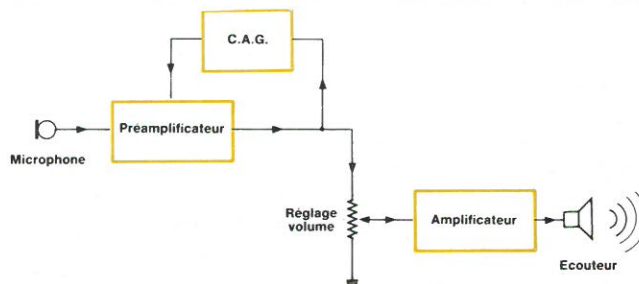


Fig. 21. — Compression de dynamique : compression à l'entrée.

celle correspondant à la puissance sonore maximale. Un autre inconvénient est que lors d'une saturation, il se produit essentiellement des harmoniques pairs, plus mal supportés par l'oreille que les harmoniques impairs.

- L'amplificateur classe B, dit « push-pull » : il est constitué de deux amplificateurs symétriques travaillant chacun avec un courant de repos nul. Contrairement à une idée assez répandue, l'amplificateur push-pull n'est pas réservé aux appareils puissants (puisqu'il peut fournir une puissance très supérieure à celle d'un appareil en classe A). En effet, à puissance de sortie égale, la consommation d'un push-pull est plus faible que celle d'un appareil en classe A. Du fait de la symétrie, les harmoniques pairs sont éliminés dans l'amplificateur classe B. On peut alors se demander pourquoi il y a encore des prothèses équipées en classe A. Nous voyons deux raisons principales : d'une part la complexité et le prix (deux ampli coûtant plus cher qu'un), d'autre part la difficulté à

réaliser deux amplificateurs parfaitement symétriques.

Toujours pour l'amplification en fonction de l'intensité, voyons les distorsions volontaires du signal :

— l'écrtage ou « peak-clipping », limitant la tension du signal de sortie à une valeur maximale, afin de ne pas dépasser le seuil de douleur, mais créant des déformations considérables du signal.

— la compression : l'amplificateur à compression est un amplificateur dont le gain est variable en fonction de l'amplitude du signal. Son gain sera plus élevé pour des signaux de faible amplitude que pour des signaux d'amplitude forte. La compression de la dynamique qui en résulte est très utile dans le cas de réduction de la dynamique de l'oreille.

Cette compression est généralement obtenue à l'aide d'une contre-réaction. On distingue la compression en sortie et la compression à l'entrée.

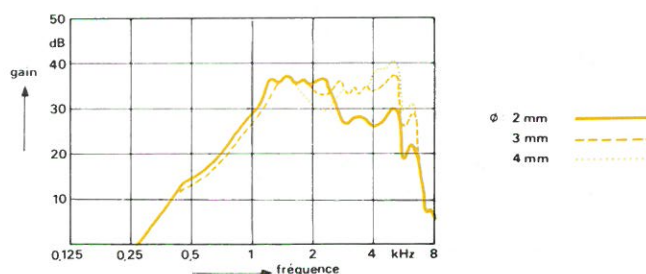


Fig. 22. — Influence du diamètre du conduit dans un embout auriculaire.

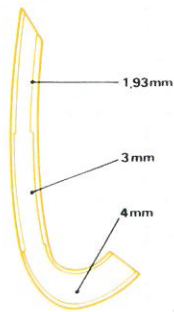


Fig. 23. – Cornet de Libby.

Dans la *compression en sortie* (fig. 20), on prélève une partie du signal de sortie (au niveau de l'écouteur) qui va servir, suivant son niveau, à commander le gain des préamplificateurs de la prothèse. Mais l'interdépendance entre le niveau de sortie et le gain des amplificateurs est un inconvénient de ce système. En effet, suivant le réglage du potentiomètre de volume, la compression va ou non fonctionner. Par conséquent, l'audioprothésiste aura des difficultés réelles à quantifier précisément ce qui se passe lorsqu'il modifie les réglages de compression et surtout de volume. On peut par exemple, pour un même réglage de la compression, en modifiant uniquement le volume de sortie, obtenir une dynamique de 30 dB ou bien de 6 dB.

Dans la *compression à l'entrée* (fig. 21), on met en place un système de contrôle automatique de gain (C.A.G.) qui agit au niveau du préamplificateur. On prélève la sortie de ce dernier, qui va commander le gain du premier étage de la prothèse. Ainsi la dynamique est réellement ajustée dès la sortie du préamplificateur et demeure constante, quel que soit le réglage du potentiomètre de volume.

Cas de l'amplification en fonction de la fréquence

En ce qui concerne l'*amplification en fonction de la fréquence*, la bande passante des circuits électroniques peut facilement être rendue plus grande que celle du microphone ou de l'écouteur.

En revanche, la principale fonction d'une prothèse (sauf rares exceptions) est d'amplifier certaines fréquences plus que d'autres, ceci en fonction de l'examen audiométrique : la prothèse doit se comporter en filtre, comme nous l'avons vu précédemment.

Nous dirons maintenant quelques mots sur les filtres, puisque différentes solutions s'offrent aux constructeurs. Les *moyens de filtrage* sont les suivants :

- Le filtrage électronique par éléments passifs (réseaux de résistances et de condensateurs) permet d'obtenir une pente faible de 10 à 15 dB/octave, pente dépendant des niveaux d'entrée lorsqu'il y a un compresseur de dynamique.
- Le filtrage électronique par éléments actifs (montage comportant des résistances, condensateurs et transistors) permet d'obtenir une pente plus importante : jusqu'à 40 dB/octave, pente peu dépendante des niveaux d'entrée, une fréquence de coupure fixée avec précision, des distorsions minimales.
- Le filtrage par la courbe de réponse du microphone, celle-ci étant non linéaire, permet d'avoir des pentes de l'ordre de 15 dB/octave en passe-haut.
- Le filtrage mécanique utilise des amortisseurs acoustiques placés dans les coudes des contours d'oreille. Cette technique peut paraître assez empirique, mais elle donne de bons résultats pour corriger les résonances acoustiques d'un écouteur parfois défaillant.

L'influence du diamètre intérieur du conduit dans l'embout auriculaire agit

sur la transmission des hautes fréquences. Pour les appareillages avec amplification différentielle des aiguës, l'influence du diamètre du conduit ne doit pas être perdue de vue (fig. 22).

Une solution pratique pour accentuer les hautes fréquences consiste à ne pas amener le tube d'écouteur jusqu'à la sortie de l'embout d'oreille, mais de faire traverser le conduit conformément au diamètre extérieur du tube, à travers toute l'autoplastie. L'effet est encore renforcé si le diamètre à la sortie de l'embout auriculaire est encore agrandi, de sorte que le canal acoustique s'élargit de 2 mm (diamètre intérieur du tube) à 3 mm et, par exemple, jusqu'à 4 mm. Une amélioration de la reproduction dans la gamme des hautes fréquences est aussi obtenue par l'utilisation d'un « cornet de Libby ». Il s'agit d'un tube acoustique dont le diamètre s'élargit, sur une longueur de 43 mm, de 2 à 4 mm (fig. 23).

L'influence de la longueur du conduit acoustique montre un déplacement du point de résonance vers les fréquences basses lors d'un allongement du conduit (fig. 24). Toutefois, une modification de la longueur du conduit acoustique comme moyen de variation de la courbe de réponse d'un contour d'oreille n'est guère envisageable. Bien que la longueur du conduit acoustique n'entre pas en ligne de compte pour une action gé-

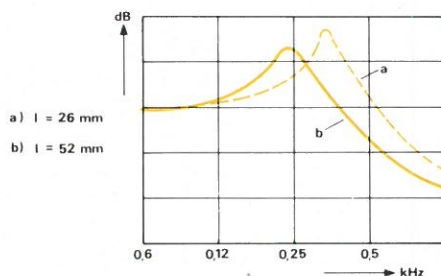


Fig. 24. – Influence de la longueur du conduit acoustique.

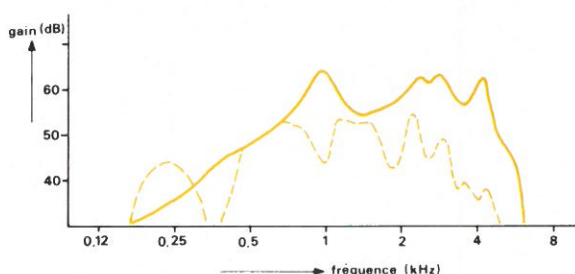


Fig. 25. – Influence de la longueur du conduit sur la courbe du gain lors du contrôle d'une audioprothèse (trait plein : avec coupleur de 2 cm³ ; tireté : avec tube (32 cm) + branchement + étrier acoustique (20 cm).

nérale sur la courbe de réponse de l'appareil porté par le patient, celle-ci joue cependant un rôle dans la pratique quotidienne. Lorsque l'on écoute une audioprothèse (lors d'un contrôle de fonctionnement), celle-ci est reliée, le plus souvent, à l'oreille par l'intermédiaire d'un long tube. Les répercussions sur la courbe du gain (max.) qui en résultent en cas d'utilisation d'un stéthoscope sont montrées sur la figure 25.

Ces derniers temps, les embouts sur mesure sont de plus en plus fréquemment équipés d'un canal de ventilation. Ceci a pour but d'éliminer la sensation de pression dans l'oreille ou encore de réaliser une correction acoustique de la prothèse.

Dans la pratique, on perce à cette fin un canal, généralement parallèle au passage principal. L'effet acoustique obtenu est fonction de sa longueur et de son diamètre (fig. 26).

Rappelons que les ondes sonores se déplacent dans l'espace en prenant appui sur un milieu, l'air dans le cas présent. Elles provoquent la compression puis la décompression de ce milieu à un rythme qui est fonction de la fréquence. Si nous faisons passer les ondes sonores par un tube mince, les fréquences élevées seront plus amorties que les basses fréquences, par suite de la résistance de l'air. Ceci explique pourquoi les basses tonalités provenant de la prothèse peuvent aisément s'échapper par un petit canal, tandis que les tonalités élevées sont arrêtées.

Ce dernier point explique également pourquoi il ne se produit pas d'effet Larsen ; en effet, ce phénomène se manifeste plutôt aux fréquences élevées qu'aux fréquences basses. Les basses fréquences doivent avoir une bien plus grande intensité que les fréquences élevées pour être perçues par l'oreille.

C'est principalement cette grande intensité qui peut provoquer une pression désagréable dans l'oreille. Ces basses tonalités sont souvent atténuées par voie électronique par la prothèse ; on peut toutefois réduire encore l'intensité grâce au canal de ventilation de l'embout auriculaire. Il en résulte une diminution de pression dans l'oreille, ainsi qu'une réduction supplémentaire de l'effet de masque des basses tonalités sur la parole.

Etant donné que les résultats acoustiques ne peuvent jamais être

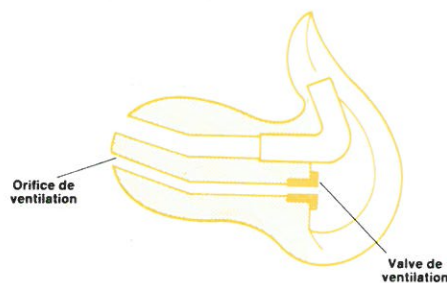


Fig. 26. — Orifice de ventilation muni d'une valve.

prévus avec précision et étant donné que le fabricant d'embouts ne peut en apprécier lui-même l'influence sur le porteur, l'emploi de valve de ventilation est à recommander. Ces valves sont des bouchons cylindriques, percés de trous de différents diamètres, qui peuvent être placés à l'extrémité du canal. Elles permettent à l'audioprothésiste de déterminer par essais successifs quel est le diamètre le plus favorable.

Les sources d'énergie

Les prothèses auditives sont des dispositifs autonomes de plus en plus petits, ce qui veut dire qu'il est nécessaire de miniaturiser des sources d'énergie autonomes. Ces sources sont essentiellement des piles, que la microélectronique nous a rendu familières. La recherche de couples nouveaux, en vue d'améliorer les caractéristiques des piles, a conduit à la création de toute une gamme dont chaque modèle répond à une application particulière (montre électrique, pacemaker, calculatrices...).

La polarisation des piles est l'un des éléments qui pose problème et celui-ci a été résolu par l'emploi de substances dites dépolarisantes. Il existe deux types de dépolarisants utilisés pour les prothèses auditives : les dépolarisants solides (bioxyde de manganèse, oxyde de mercure, oxyde d'argent) et les dépolarisants gazeux (oxygène de l'air) (fig. 27). Toutefois, les piles à l'oxyde de mercure et les piles zinc-air sont actuellement les plus utilisées pour les prothèses type contour d'oreille et intra-auriculaire.

Dans l'avenir on peut envisager l'arrivée d'électrolytes solides (éliminant le problème du fluage électrolytique) et le développement de polymères organiques (piles plastiques).

J. Trémolières

A suivre

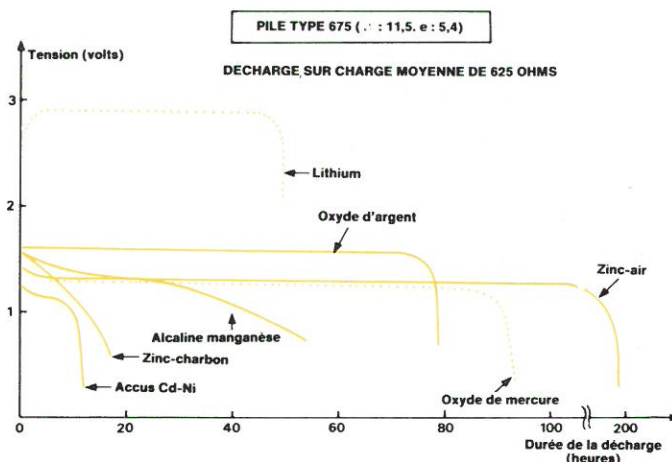
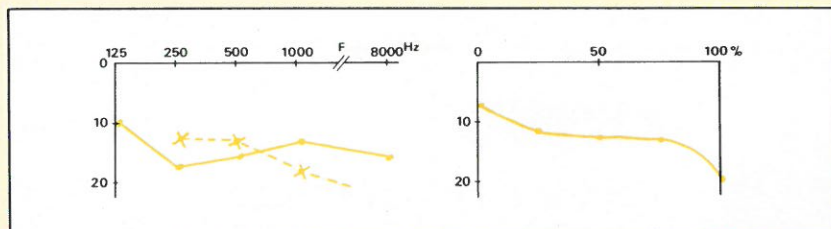


Fig. 27. — Comparaison des décharges des différents éléments boutons utilisés dans les prothèses auditives (d'après J. André, M. Rodier, J.P. Morucci).

Lexique abrégé des termes employés en prothèse auditive

- **AUDIOGRAMME TONAL** (à gauche) ; **VOCAL** (à droite)



Conventions graphiques : points et traits pleins : conduction aérienne ; croix et tirets : conduction osseuse ; en ordonnées : perte auditive en dB.

● **AUDIOMETRE** : Appareil destiné à l'étude et à la mesure de l'audition, ou audiométrie. Les résultats se présentent sous la forme d'audiogrammes. On distingue : l'**audiomètre tonal** utilisé pour l'audition des sons purs (champ auditif de 16 à 32 000 vibrations/seconde) ; l'**audiomètre vocal** destiné à la mesure de la perception des mots (intelligibilité).

● **COPHOCHIRURGIE** : Chirurgie de la surdité.

● **EPREUVE DE RINNE** : Comparaison entre la perception aérienne et la perception crânienne d'une même oreille, à l'aide d'un diapason placé d'abord devant l'oreille, puis contre l'apophyse mastoïde. A l'état normal, le son est mieux et plus longtemps entendu par la voie aérienne. Dans les maladies de l'appareil de transmission, c'est le phénomène inverse qui a lieu (le Rinne est dit alors négatif).

● **EPREUVE DE WEBER** : Comparaison de l'acuité auditive des deux oreilles à l'aide d'un diapason appuyé sur le front. Le son est mieux perçu du côté du malade, quand la lésion porte sur l'appareil de transmission (oreille moyenne) ; il se localise au contraire du côté sain, dans les altérations de l'oreille interne.

● **HYPOACOUSIE** : Diminution de l'acuité auditive.

● **MALENTENDANT** : Sujet dont l'acuité auditive est diminuée, mais non supprimée comme chez le sourd.

● **ORTHACOUSIE** : Audition normale.

● **OTITE** : Inflammation aiguë ou chronique de l'oreille.

● **OTOSPONGIOSE** : Affection symétrique frappant les deux capsules labyrinthiques ; elle aboutit à l'otosclérose et entraîne la surdité progressive. Elle semble liée à l'activité ovarienne et s'aggrave lors des grossesses.

● **PRESBYACOUSIE** : Modification de l'ouïe que l'on observe surtout chez les vieillards. Ils entendent mieux de loin que de près, et perçoivent mieux la voix chuchotée que la voix haute (problème d'accommodation).

● « **RECRUITMENT** » (terme anglais : récupération, recrutement). Réapparition d'une audition normale, au-delà d'une certaine intensité des sons, chez les sujets atteints de lésions des cellules nerveuses cochléaires. Dans ce cas, pendant l'augmentation de l'intensité des sons, la surdité disparaît : l'oreille malade récupère sa fonction et, à partir d'un certain seuil, entend comme l'oreille saine. C'est le phénomène de **Fowler** (1936). Celui-ci n'existe pas en cas de lésions tympaniques, nerveuses tronculaires ou centrales : l'écart entre l'audition des deux oreilles restant le même, quelle que soit l'intensité du son.

● **SURDITE** : Infirmité due à la lésion d'un point quelconque de l'appareil auditif. On distingue :

— La **surdité de transmission** : la lésion touche l'appareil de transmission des sons : oreille externe, oreille moyenne.

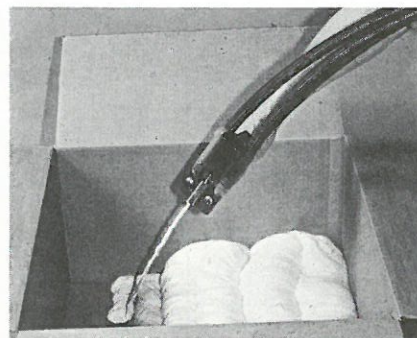
— La **surdité de perception** : la lésion touche l'appareil de perception : cochlée, nerf cochléaire, voies cochléaires centrales.

● **TYMPANOSCLEROSE** : Sclérose du tympan entraînant la surdité.

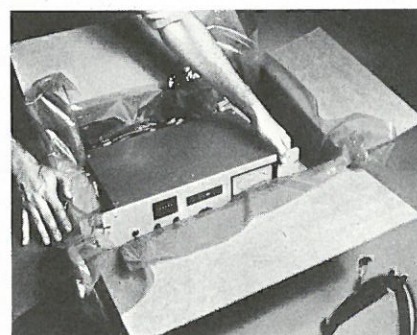
PERFORMANCES
+ ECONOMIES
AVEC

INSTAPAK®

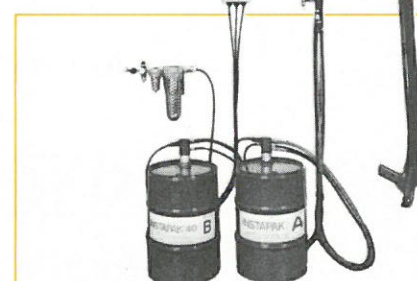
Système 715



La technologie la plus avancée pour l'emballage, le calage et la protection par injection de mousse in-situ.



HAUTE FIABILITE
Pistolet à cartouche
Console électronique
Pompes à membrane



EA 4

INFORMATIONS
DETAILLÉES
SUR DEMANDE
ADRESSÉE À

Sibco S.A.

B.P. 27 - 89300 JOIGNY

SERVICE-LECTEURS N° 1

Une application de laboratoire originale
qui concilie l'analogique et le numérique.

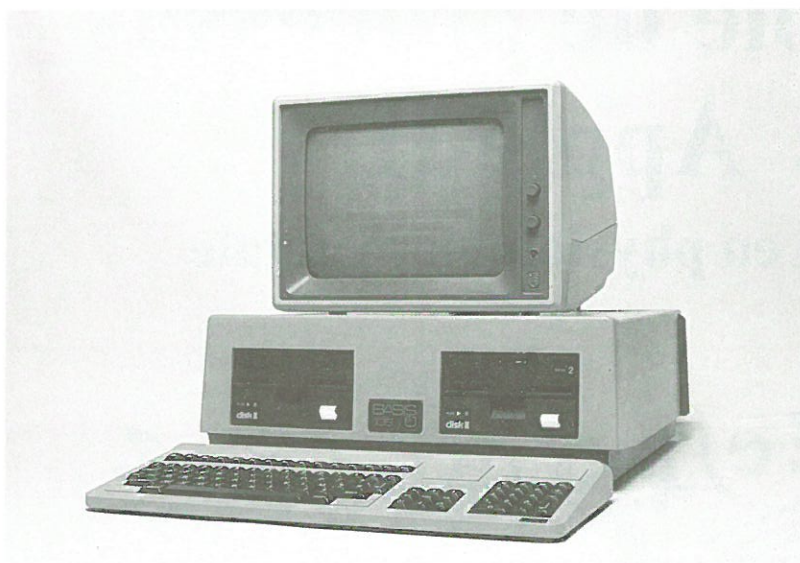
*Micro
informatique*

Chaîne d'acquisition de données analogiques et contrôle de processus avec « Apple II » : application en physiologie végétale



L'automatisation des mesures relatives à la photosynthèse augmente l'efficacité du dispositif expérimental décrit dans cet article :

- la chaîne d'acquisition de données supprime le dépouillement manuel des résultats (le rapport temps de dépouillement manuel des résultats/durée de l'expérience était auparavant voisin de 3) ;
- le calcul et l'impression des résultats en temps réel permettent au chercheur de diriger l'expérience au vu de ces résultats et non plus en fonction des paramètres bruts ;
- l'investissement dans les appareils de mesure est mieux rentabilisé puisque le contrôle de processus permet la gestion simultanée de 4 expériences avec un seul dispositif de mesure ;
- le contrôle de processus facilite enfin le suivi de l'expérience, notamment en diminuant le temps de présence du chercheur.



C'est l'Apple II qui a été retenu pour l'étude décrite ici.

Introduction

Les recherches menées à l'aide du dispositif expérimental décrit ici ont pour but de connaître l'intensité de la photosynthèse (fixation du CO_2 de l'air par les feuilles vertes sous l'action de la lumière) et de la transpiration des plantes, et en particulier leur réponse aux conditions environnementales suivant l'espèce considérée [1].

Avant la mise en place de ce dispositif, la complexité de la conduite de l'expérience ne permettait de travailler efficacement que sur une seule plante. En outre, les enregistrements effectués au moyen d'enregistreurs

graphiques multi-voies imposaient un délai d'exploitation relativement long et un travail fastidieux pour l'obtention des résultats.

Le but à atteindre était, dans un souci de plus grande exactitude, de pouvoir augmenter considérablement le nombre de plantes traitées et aussi de pouvoir procéder à des comparaisons simultanées sur différents types de plantes. L'utilisation de la micro-informatique s'imposait. L'organigramme de la figure 1 présente le dispositif que nous avons mis au point pour apporter une solution satisfaisante à ce problème. Nous allons en détailler chacune des parties dans les paragraphes suivants.

Principe de mesure

Une feuille de surface S est enclose dans une enceinte ventilée où circule de l'air avec un débit D (fig. 2). La photosynthèse P abaisse la concentration en CO_2 de cet air d'une quantité $C_e - C_s$ tandis que la transpiration T augmente la concentration en vapeur d'eau d'une quantité égale à $E_s - E_e$. Le taux de transpiration est calculé à partir de la formule $T = (E_s - E_e) \times D/S$. Le taux de photosynthèse est calculé avec une formule similaire, mais une correction en fonction de T est apportée pour tenir compte du fait que le fort dégagement de vapeur d'eau diminue la concentration de l'air en CO_2 , indépendamment de la photosynthèse.

A partir des taux de photosynthèse et de transpiration ainsi que de la température de la feuille sont calculés : des paramètres physiologiques caractérisant l'ouverture des stomates (pores au travers desquels s'effectuent les échanges gazeux), la concentration en CO_2 dans les espaces intercellulaires et l'activité biochimique de la feuille.

La photosynthèse et la transpiration étant des réponses aux conditions de l'environnement (éclairage, température, teneurs de l'air en CO_2 et en vapeur d'eau), celles-ci doivent être connues de façon précise. La figure 3 schématise le circuit de conditionnement du milieu, le circuit de mesure ainsi que les chaînes d'acquisition de données et de commande.

Tableau 1

Grandeurs	Capteurs	Précision des mesures	Gamme de mesure	Pente d'étalonnage	Temps de réponse
Température	thermistance thermocouple Cu-Ct	$\pm 0,3^\circ\text{C}$ $\pm 0,5^\circ\text{C}$	0-2 V 0-2 mV	$0,5\text{ V}/^\circ\text{C}$ $40\text{ }\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	immédiat immédiat
Débit	débimètre thermique	2 %	0-200 mV	$0,4\text{ mV}/1\text{ h}^{-1}$	3 mn
Concentration absolue en CO_2	analyseur IR	1 %	0-100 mV	variable	3 mn
Humidité relative	sonde à effet capacitif	2 %	0-1 V	$10\text{ mV}/\% \text{ HR}$	3 mn

Chaîne d'acquisition

Les capteurs

Les 16 grandeurs mesurées sont :

- les 4 éclairagements et les 4 températures dans chacune des 4 enceintes ;
- les débits d'air à l'entrée et à la sortie de l'enceinte, ce qui permet de détecter d'éventuelles fuites ;
- les mesures différentielle (Ce-Cs) et absolue « Ce » de teneur en CO_2 ;
- les 2 mesures d'humidité « Ee » et « Es ». Effectuées au moyen de sondes à effet capacitif, elles sont données en pourcentage d'humidité relative (HR). Elles sont converties en kPa de pression partielle de vapeur d'eau pour satisfaire au système d'unité retenu, par la formule :

$$E = \text{HR} \cdot 0,61078 \cdot \exp [17,27 \times T / (T + 237,3)]$$

où T est la température au niveau du capteur.

Il faut donc relever 4 paramètres pour effectuer ces 2 mesures d'humidité.

Les principales caractéristiques de l'ensemble capteurs-système sont résumées dans le tableau 1.

Choix du convertisseur analogique-numérique

La conversion analogique-numérique devra donc se faire sur 16 voies multiplexées avec plusieurs calibres de mesure couvrant la gamme 5 mV à 5 V. La relative stabilité des grandeurs mesurées fait que la vitesse de multiplexage n'est pas un facteur de choix déterminant. La sensibilité minimale demandée au CAN est l'appréciation de $0,25^\circ\text{C}$ sur le thermocouple, soit $10\text{ }\mu\text{V}$. Nous avons opté pour un CAN 12 bits qui nous donne $2^{12} = 4\,096$

points, soit, pour un calibre 20 mV, une sensibilité de $20/4096 \approx 5\text{ }\mu\text{V}$. Cependant, étant donné un environnement électromagnétique assez perturbé, une bonne immunité au bruit est indispensable. Nous avons d'abord essayé de supprimer les parasites : au niveau de l'installation, en isolant tous les appareils de la terre (souvent de mauvaise qualité), et en reliant les capteurs au CAN avec du fil blindé à 2 brins ; au niveau du programme, ensuite, en effectuant un filtrage numérique. La moyenne de 30 valeurs et la suppression des valeurs anormalement écartées de la moyenne permettent, tout en restant dans nos normes de temps de calcul, une stabilité voisine de celle d'un volt-mètre numérique, intégrant sur 1/4 de seconde.

Chaîne de commande

Les sorties

Elles sont destinées à :

- commander les électrovannes du circuit pneumatique ;
- commander numériquement le variateur de fréquence déterminant la vitesse de la pompe péristaltique. Celle-ci apporte dans le circuit d'air décarboxylé une quantité donnée de CO_2 pur, réalisant ainsi le mélange approprié ;
- déclencher des alarmes.

Choix du P.I.A.

Nous avons choisi un P.I.A. (« Peripheral Interface Adapter ») compatible TTL comportant 2 ports bi-directionnels de 8 bits chacun : PA0-PA7, PB0-PB7.

Les voies PA0 à PA2 sont décodées, ce qui donne 8 possibilités. Elles

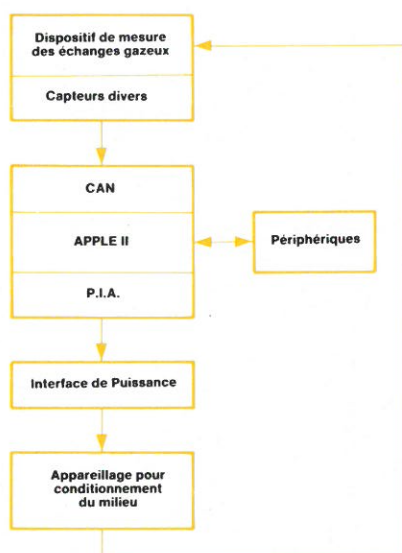


Fig. 1.

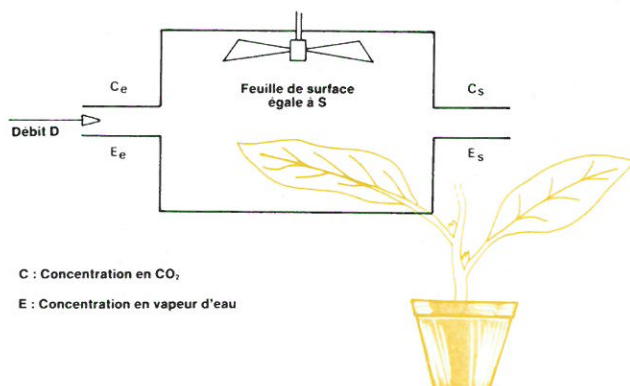


Fig. 2.

servent à effectuer les opérations d'étalonnage des analyseurs infrarouge. PA3 à PA7 commandent directement un groupe d'électrovannes et PB0 déclenche l'alarme. Les voies PB1 à PB7 sont destinées à la commande numérique du variateur de fréquence.

Les normes TTL garantissent à l'état haut un niveau minimum de 2 V et imposent de limiter l'intensité du courant de sortie à 1 mA. Les appareils à commander nécessitant des puissances beaucoup plus importantes, un interface de puissance s'impose. Il devra satisfaire aux deux conditions suivantes :

- isoler le micro-ordinateur de la partie aval ;
- disposer d'un pouvoir de coupure de 1 000 W sous 220 V-50 Hz.

Interface de puissance

L'isolation du micro-ordinateur sera réalisée par des opto-coupleurs. Les sorties du P.I.A. attaquent les diodes infrarouges du photo-transistor à travers une résistance de 4,7 k Ω qui limite le courant de sortie à 1 mA. L'étage amplificateur commande le relais 12 V (fig. 4).

Le micro-ordinateur

Nous avons retenu le micro-ordinateur Apple II à cause de sa souplesse de configuration (7 « slots » disponibles), de l'existence sur le marché de nombreuses cartes compatibles, de son « autostart ROM » permettant un redémarrage automatique du programme en cas de coupures de courant, et enfin de son prix, qui n'est pas le moindre de ses avantages.

Les « slots » 2, 3, 4, 5 et 6 sont respectivement occupés par le P.I.A., l'interface parallèle pour l'imprimante, le CAN, l'horloge interne, et le contrôleur pour 2 lecteurs de disquettes 5 pouces ; ce qui laisse libre les « slots » 1 et 7 réservés à d'autres applications. L'horloge externe, alimentée par 2 piles de 1,5 V, permet, d'une part, de maintenir l'heure en cas de panne de courant, puis de la restituer lors du redémarrage automatique, et

d'autre part de servir de séquenceur. (Remarquons ici qu'une société, SA-CASA, fournit sur une seule carte le CAN et l'horloge externe.)

Le programme de gestion de l'expérience

Le programme déroule la séquence décrite par l'organigramme de la figure 5 : étalonnage de l'analyseur IR différentiel, branchement sur chacune des 4 enceintes pendant une durée de stabilisation de « DS » minutes, scrutation des voies d'entrée, calcul et impression. Après avoir examiné « C » fois les enceintes, on réétalonne.

Le programme est écrit en Basic sauf pour les sous-programmes de lecture de l'horloge et de commande du P.I.A. qui sont écrits en langage assembleur. La capacité mémoire occupée est de 8 K-octets.

Avant son exploitation, l'utilisateur doit préciser les paramètres laissés à son initiative : les seuils d'alarme, les durées de branchement sur les en-

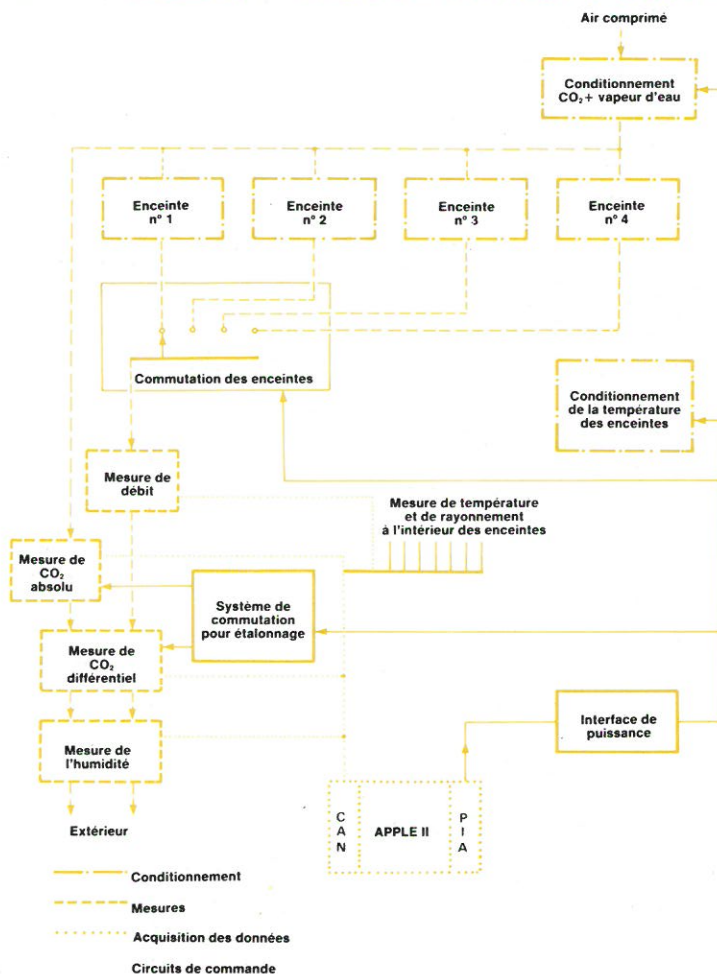


Fig. 3.

ceintes, la durée de stabilisation des appareils de mesure au bout de laquelle seront effectuées les mesures et la fréquence de réétalonnage de l'analyseur IR différentiel.

Le programme doit remplir les quatre fonctions suivantes :

- étalonner périodiquement l'analyseur différentiel de CO₂ ;
- scruter les 16 capteurs, calculer les paramètres physiologiques et imprimer les résultats ;
- commander les relais de sortie ;
- permettre au manipulateur de modifier le déroulement de la séquence.

L'étalonnage

C'est la fonction de transfert qui associe à chaque valeur mesurée en millivolts la grandeur physique correspondante. L'étalonnage automatique de l'analyseur IR différentiel est à refaire chaque fois qu'on change la teneur en CO₂ du gaz de référence, et à chacun des « C » cycles de mesures dans les 4 enceintes pour corriger une éventuelle dérive. Les autres capteurs sont étalonnés indépendamment en début d'expérience. Les deux coefficients des droites d'étalonnage sont alors entrés avec l'instruction « DATA ». Quand la fonction d'étalonnage est une courbe, on entre la fonction de lissage en « DEF FN ». On obtient par exemple pour la fonction du thermocouple Cu-constantan :

$$t(^{\circ}\text{C}) = 26,0579 \text{ mV} - 0,8644 \text{ mV}^2 + 0,0642 \text{ mV}^3.$$

Scrutation des voies d'entrées, calculs et impression

Après quelques minutes de stabilisation du système de mesure, le programme scrute les 16 voies d'entrées analogiques, les convertit en numérique et ce, 30 fois, pour effectuer un filtrage numérique ; cette opération dure environ 1 s. Les valeurs (en mV) sont ensuite converties à partir des fonctions d'étalonnage. Le programme peut alors effectuer les calculs et imprimer les résultats. Si les températures ou les teneurs en CO₂ sont en dehors des seuils que l'on s'est fixés, une alarme est déclenchée et un message est imprimé.

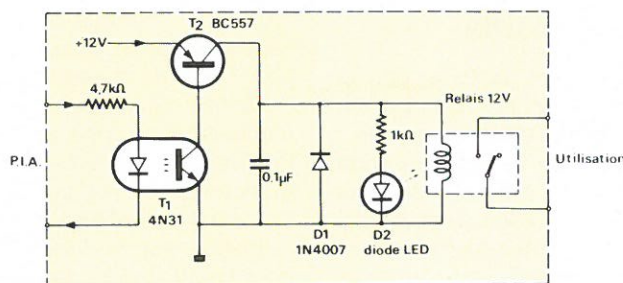


Fig. 4.

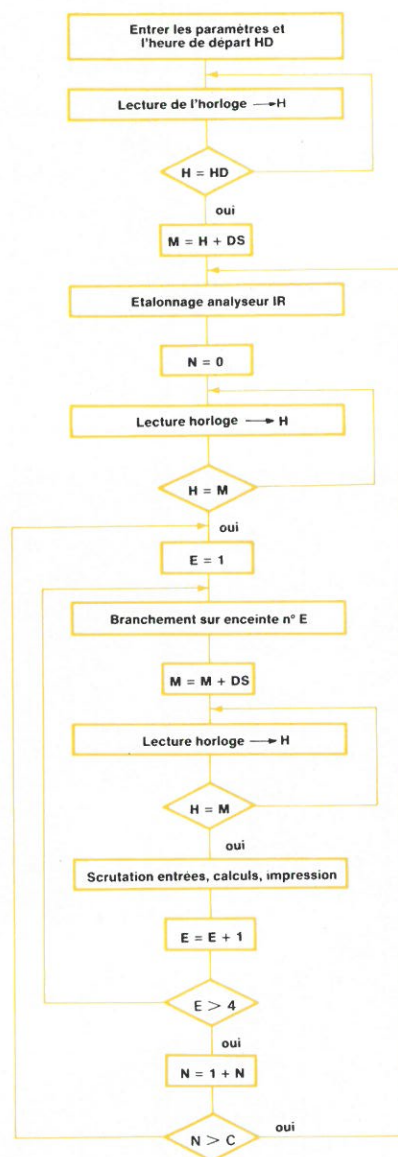


Fig. 5.



Commande des relais de sortie

Cette partie est réalisée par un sous-programme écrit en langage machine et implanté dans notre cas à l'adresse décimale 37888. Il adresse le P.I.A. et envoie sur les 2 ports de sortie « A » et « B » les niveaux logiques correspondants aux octets respectivement contenus aux adresses 37915 et 37920.

La séquence d'appel est donc la suivante :

POKE 37915, PA
POKE 37920, PB
CALL 37888

« PA » et « PB » sont les valeurs décimales de la configuration de sortie binaire demandée (c'est-à-dire pour PA = 4 et PB = 1, l'enceinte « 1 » est examinée et l'alarme déclenchée).

Interruption de la séquence

Nous avons adopté la minute comme unité de temps. Ainsi, quand le programme a terminé une fonction,

il se met en scrutation d'horloge externe dans l'attente du « top » ordonnant l'exécution d'une nouvelle fonction. C'est dans cette position que la séquence peut être interrompue. Le manipulateur frappe au clavier un caractère 1, 2, 3, E ou A qui aiguillera le branchement sur l'une des 4 enceintes, sur l'étalonnage, ou bloquera la séquence sur la fonction en cours. Pour reprendre le déroulement de la séquence où on l'avait interrompue, il suffira de frapper une touche quelconque.

Adresses utiles

Carte CAN : IEF, 228-230, rue Le-courbe, 75015 Paris.

Sondes d'humidité : Testoterm, 8, rue de la Gare, B.P. 100, 57602 Forbach Cedex.

Débitmètre thermique : Setaram, 101-103, rue de Sèze, 69451 Lyon Cedex 3.

Analyseur IR : The Analytical Development Co. Ltd., Pindar Road, Hoddesdon, Herts, Angleterre.

Conclusion

L'automatisation augmente considérablement l'efficacité et la productivité ; en contrepartie elle exige du bon matériel. Les plus grands risques d'erreurs se situent au niveau des capteurs. Un seul capteur de mauvaise qualité compromet l'ensemble des résultats. Il importe donc d'effectuer des tests fréquents sur la validité des signaux d'entrée.

J.-L. Salager et J. Fabreguettes
avec la collaboration de :

F. Jardon,
Laboratoire d'Ecophysiologie B2P
Centre Emberger, CNRS Montpellier.

Bibliographie

- [1] J. Roy (1980). Comportement photosynthétique et hydrique de la feuille chez « dactylis glomerata », adaptation phénotypique et génotypique à la sécheresse. Thèse de spécialité, USTL Montpellier.

**CENT FOIS PLUS PUISSANT
QU'UN MICROSCOPE OPTIQUE DE
RECHERCHE POUR SEULEMENT**

260 000 FR\$



Microphotographie d'un écorce de bois

STEREOSCAN 90

- Spécialement étudié pour vos applications par le leader mondial en microscopie électronique
- Toutes les facilités que vous souhaitez — une unité complète
- Une gamme de grossissement de x10 à x300 000 grâce à un zoom en continu
- Profondeur de champ 33 fois supérieure
- Platine de précision multi-échantillons jusqu'à 100 x 100 mm
- Implantation facile — Une prise de courant suffit
- Simple d'utilisation et de maintenance
- Seulement 260 000 Fr\$ — livré et installé
- Faible coût de fonctionnement
- Une assistance irréprochable

**CAMBRIDGE
INSTRUMENTS**

Centre d'Affaires Paris Nord,
93153 Le Blanc Mesnil, France.
Tél: (1) 867. 01. 34, Telex: 230185 IMANCO F.

Analyse

Les réseaux prédifusés : pourquoi, comment ?

La littérature consacrée aux réseaux prédifusés a trop souvent fait appel plus au lyrisme qu'à la technique. Les arguments technico-publicitaires masquant la réalité, il est difficile à l'utilisateur de faire un choix motivé. Les auteurs ont essayé, en réunissant l'expérience d'un utilisateur et celle d'un fabricant, d'expliquer les problèmes le plus simplement possible. Le support de l'article est le logiciel « Classic », l'un des plus puissants actuellement disponibles sur le marché, développé par la société britannique Plessey Semiconductors pour ses réseaux prédifusés.

Les réseaux prédifusés : pourquoi ?

Le réseau prédifusé n'est pas le « full-custom du pauvre », un à-peu-près, un compromis qu'on accepte à contrecœur. C'est une nouvelle méthode de travail, c'est en fait un outil de CAO pour les ingénieurs concevant des systèmes.

Bien sûr, les concepteurs de circuits intégrés disposent depuis longtemps d'un impressionnant support informatique, mais seuls des spécialistes expérimentés peuvent le mettre en œuvre et pallier, par leurs connaissances en physique des solides, sa complexité et ses insuffisances. La réalisation d'un circuit intégré classique reste une opération de spécialistes, longue, coûteuse et présentant des risques.

Depuis plusieurs années, on a donc cherché à mettre au point des « Mé-

thodes simplifiées de conception ». Sous le nom de « gate arrays », « semi-customs », « cell libraries », « silicon compilers », etc., — ou de leurs traductions plus ou moins heureuses en français — se retrouve la même réalité : un outil de CAO (logiciel + silicium) qui permette à tout électronicien de concevoir, *avec un risque d'échec très faible*, des circuits intégrés *techniquement et économiquement viables*.

Nous n'insisterons pas sur les avantages des « semi-customs » en ce qui concerne la miniaturisation, le secret industriel, la fiabilité, le coût des équipements, etc. Ce sujet pourra faire l'objet d'un article séparé en raison de son importance, de sa complexité, et des idées reçues — souvent fausses — qui sont généralement avancées. Le présent article ne portera que sur l'aspect technique de la mise en œuvre des réseaux prédifusés.

Pourquoi les « méthodes simplifiées de conception » — les autres termes sont spécifiques ou ambigus — connaissent-elles aujourd'hui une telle floraison ? Deux raisons majeures fournissent l'explication :

- des logiciels puissants et efficaces sont désormais disponibles, sans lesquels ces méthodes restent de l'artisanat. Mais leur mise au point a été longue et difficile ;
- la technologie a évolué vers des performances suffisamment élevées pour rendre acceptables les contraintes imposées par la simplification : vitesse, surface de la pastille, qualité des masques, etc.

Notons cependant que ceci n'est vrai que pour les circuits intégrés digitaux. On est loin de disposer, à l'heure actuelle, d'un outil comparable pour les réseaux linéaires.

La technologie et la bibliothèque de base

Plessey Semiconductors a développé plusieurs familles de réseaux prédéfinis en ISO C-MOS, filière C-MOS à grille silicium, compatible TTL, atteignant des vitesses élevées (tableau de la fig. 1). De plus cette filière est modifiable pour des vitesses et des densités d'intégration très supérieures, assurant ainsi l'avenir.

La cellule de base

La cellule de base (fig. 2a) est formée de quatre transistors : deux transistors canal P, deux transistors canal N. Les transistors ne sont pas connectés aux alimentations. On peut ainsi les utiliser sous forme de « portes de transmission », fonction très commode pour simplifier la logique interne mais difficile à simuler correctement, et demandant donc une certaine expérience. Les connexions aux alimentations sont faites par le logiciel, sans que le concepteur ait à les indiquer.

Les cellules sont réunies par quatre dans la famille CLA 2000 à double métallisation, sous forme d'un « bloc » (fig. 2b). Les blocs sont alignés pour former des rangées (fig. 2c). Les interconnexions métalliques de la première couche passent entre les rangées (12 pistes sont autorisées). De plus l'autorouteur Plessey présente la particularité de pouvoir faire passer certaines pistes de la première couche dans la zone active des fonctions.

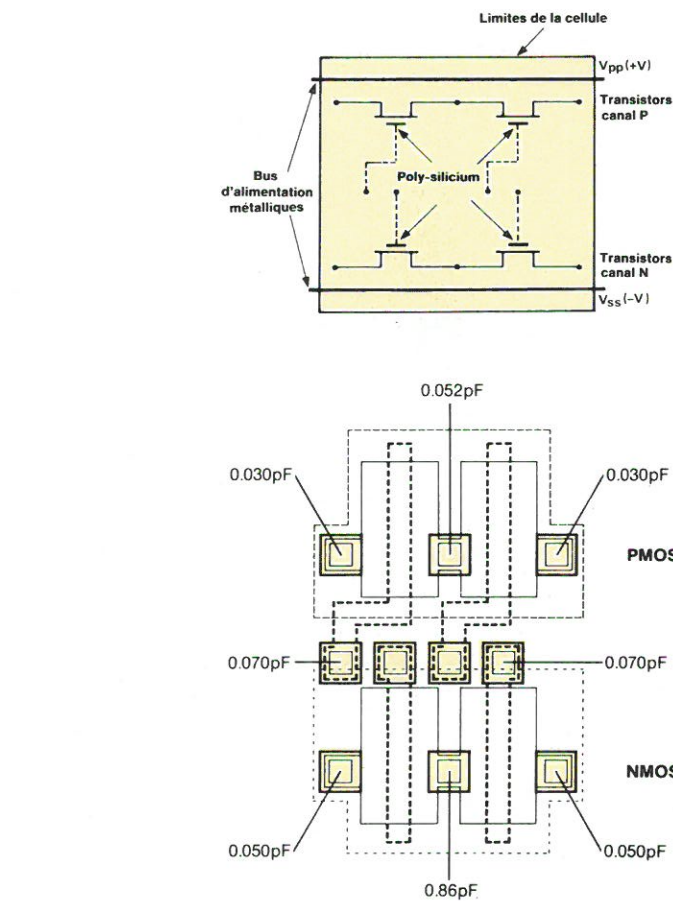


Fig. 2a. – La cellule de base.

En dehors des cellules de base qui forment le centre de la pastille il existe en périphérie, et en nombre limité, des cellules « d'entrée/sortie » (fig. 2d) contenant les éléments nécessaires pour réaliser les interfaces avec l'extérieur : entrées, sorties, buffers, triggers de Schmitt, etc. Certains éléments

peuvent être utilisés pour les buffers internes, comme on peut le voir plus loin dans l'exemple de la figure 3.

Les entrées possèdent la protection habituelle des circuits C-MOS type 4000.

TYPE	Nombre de portes	Temps de propagation max	Fréquence d'horloge système	« Toggle rate »	Technologie	Routage	Remarques
CLA 10xx CLA 12xx CLA 15xx	560 960 1 440	8 ns	8 MHz	16 MHz	5 μ m simple métallisation	manuel	production
CLA 21xx CLA 23xx CLA 25xx	840 1 440 2 400	7 ns	14 MHz	30 MHz	5 μ m double métallisation	automatique à 100 %	production
CLA 31xx CLA 33xx CLA 35xx CLA 37xx	840 1 440 2 400 4 200	5 ns	20 MHz	50 MHz	4 μ m double métallisation	automatique à 100 %	développement développement pré-production pré-production
CLA 5000	6 000 10 000	3 ns	40 MHz	80 MHz	2,5 μ m double métallisation	automatique à 100 %	développement

Fig. 1. – Les réseaux prédéfinis ISO C-MOS Plessey.

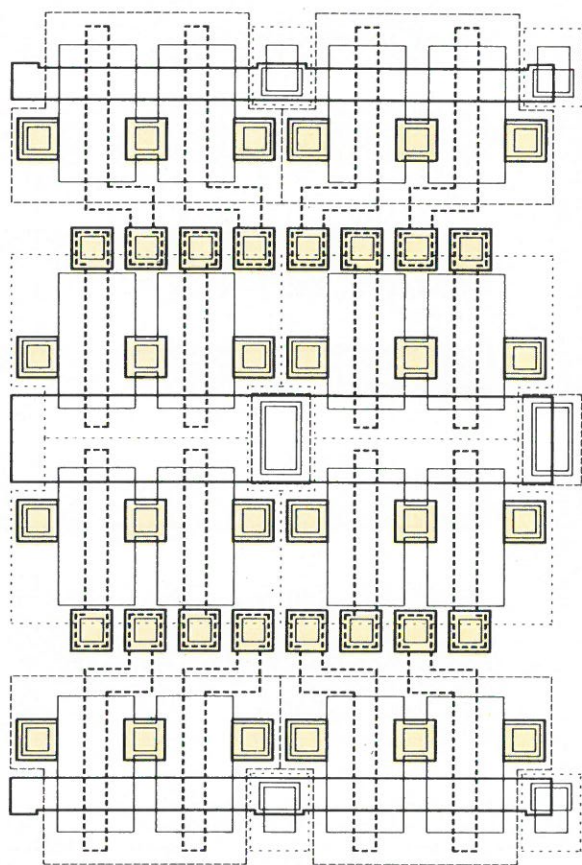


Fig. 2b. — Disposition des cellules dans un « bloc ».

La bibliothèque

Lors du développement d'une famille de réseaux prédifusés, on simule et caractérise très soigneusement un certain nombre de fonctions fondamentales : portes, bascules, additionneurs, etc. Ces fonctions constituent la « bibliothèque » de base, équivalant à un catalogue de circuits standards. Le schéma intégrable est dessiné à partir de cette bibliothèque. Si l'on consulte la liste (tableau 1 ci-après) que donne Plessey de ses réseaux CLA 2000 et 3000, on remarquera la présence des portes de transmission déjà signalées. Mais on remarquera surtout :

- qu'il n'est pas possible d'utiliser des transistors unitaires, la fonction la plus simple étant la porte ;
- qu'il n'existe pas de fonction élaborée telle qu'un compteur.

Pour réaliser des fonctions élaborées, il est nécessaire d'assembler des éléments simples. En effet, il existe un nombre quasiment illimité de compteurs. Définir un compteur universel

reviendrait à perdre dans les applications pratiques un nombre inacceptable de cellules. On préfère donc mettre à la disposition de l'utilisateur une « sous-bibliothèque » qui lui permettra de définir les « macro-informations » dont il fait usage.

Bien qu'il ne s'agisse pas à proprement parler d'une fonction, nous ajouterons à la bibliothèque les instructions qui permettent de créer des sorties trois-états, des sorties OU câblé et des sorties ET câblé.

La remarque la plus importante que l'on puisse faire à ce stade est que les fonctions sont réalisées *le plus simplement possible pour ne pas augmenter inutilement le nombre de cellules nécessaires*. En particulier, les portes internes n'ont pas de buffer. Ceci rappelle les premiers circuits CMOS. Le comportement d'une fonction de base dépend considérablement de son environnement. En pratique, seul le logiciel permet de connaître ce comportement. Ceci explique que la qualité d'un réseau prédifusé est fondamentalement liée à la qualité du logiciel qui l'accompagne.

Les interconnexions

Les interconnexions des fonctions de base sont contenues dans la mémoire du calculateur et inaccessibles à l'utilisateur. Elles seront automatiquement incorporées au premier masque d'interconnexions, y compris les alimentations. Elles n'apparaîtront pas sur les dessins schématiques des masques pour ne pas les rendre inutilement plus complexes. Mis à part quelques connexions privilégiées, les pistes de la première couche sont parallèles aux rangées et situées dans l'espace laissé libre entre elles. Les réseaux de la série CLA 2000 admettent douze pistes entre deux rangées.

La deuxième couche de métallisation comporte des pistes perpendiculaires aux premières, et il n'y a pas de contraintes pour le passage au-dessus des zones actives. On voit à quel prix la double métallisation simplifie le dessin des réseaux prédifusés et permet un usage plus efficace du silicium. De plus, la double métallisation rend possible le routage automatique à 100 % sans intervention manuelle (fig. 3). En contrepartie, mais cela est un avantage si on considère la protection industrielle du circuit, les masques d'interconnexions sont extrêmement difficiles à déchiffrer, et toute intervention manuelle est à proscrire en raison de la probabilité d'erreurs. Rappelons aux utilisateurs, qui seraient tentés de modifier manuellement les masques, que cette opération doit être réservée à des spécialistes expérimentés, et que le but des réseaux prédifusés est justement de mettre la conception des circuits intégrés à la portée des non-spécialistes.

Exemples de fonctions de base

On a rassemblé sur la figure 4 quelques fonctions caractéristiques et leur représentation symbolique, ainsi que le « format » utilisé pour les décrire lors de la création du premier fichier.

Le schéma intégrable

Le schéma dessiné à partir de circuits intégrés standards (fig. 5a) n'est pas acceptable par le logiciel.

Il faut d'abord le « traduire » (fig. 5b) en fonctions de la bibliothèque de base, ou de la sous-bibliothèque

que s'il en existe une (et c'est en fait la première opération du concepteur que de créer cette sous-bibliothèque de macro-fonctions personnelles). Cette opération est faite par le concepteur, car il n'existe malheureusement pas de logiciel capable de la faire à l'heure actuelle. Par contre, elle n'est nullement indispensable si le concepteur dessine directement le schéma dans la logique « bibliothèque ». Dans ce cas, la simulation remplace la maquette.

La règle fondamentale à respecter est la suivante :

Toute nouvelle fonction doit être une combinaison des fonctions de la bibliothèque, ou de la sous-bibliothèque.

C'est le prix à payer pour disposer d'une simulation efficace et fiable.

Le logiciel

Sans un logiciel efficace, les réseaux prédéfinis n'ont qu'un intérêt limité. Et pourtant il est très difficile de juger de la qualité d'un logiciel à partir d'arguments publicitaires. Ainsi, une brillante démonstration sur console graphique couleur peut très bien cacher une simulation indigente, un placement optimisé par ordinateur peut cacher un routage repris à la main, ou une utilisation décevante du silicium dans les schémas complexes. Au fond, le problème est le même que pour les logiciels de gestion ou de comptabilité, par exemple.

Pour essayer de guider les futurs utilisateurs, la meilleure solution nous a paru être la description des principales caractéristiques du logiciel mis au point par la société britannique Plessey : Classic, l'un des plus puissants actuellement disponibles, en précisant la raison de certains choix qui peuvent surprendre à première vue.

La description du schéma intégrable

Le schéma intégrable doit être décrit au ordinateur. On crée ainsi un « fichier » qui sera la base de la simulation et du routage. La méthode choisie est simple : le schéma est ramené (voir fig. 6) à une liste de fonctions et de nœuds. Entrer les données sous cette forme peut paraître archaïque. Il n'en est rien. D'une part, la description initiale du schéma, quelle que soit

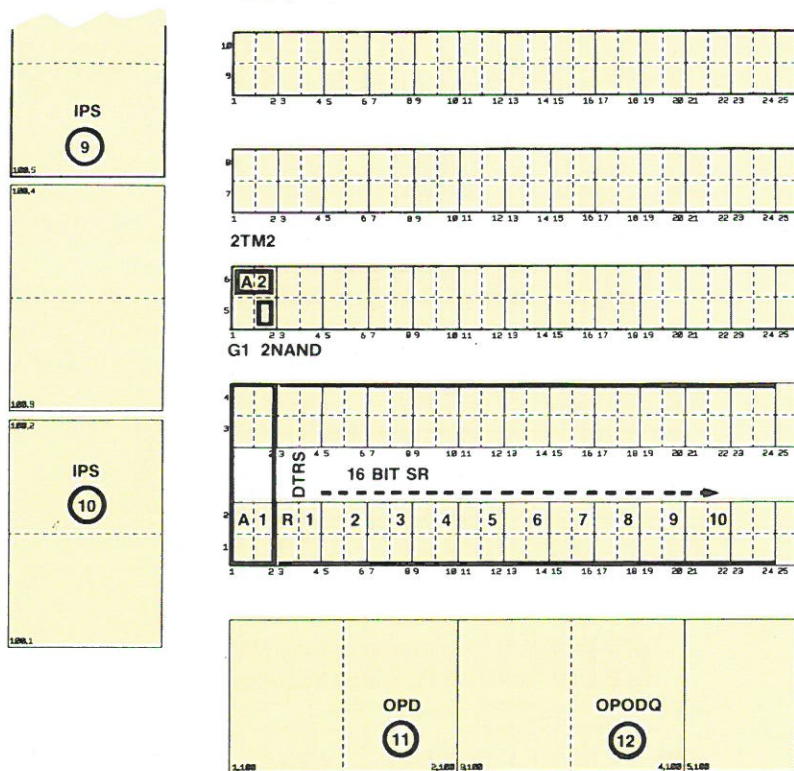


Fig. 2c. — Disposition des « blocs » en rangées et des cellules périphériques.

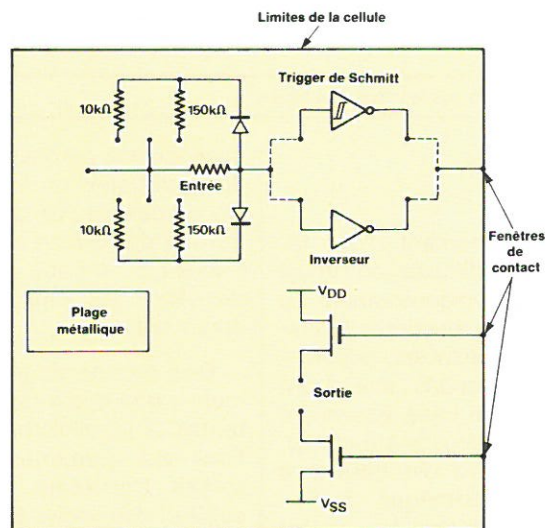


Fig. 2d. — Cellules périphériques (E/S, buffers internes).

la méthode, demande l'intervention humaine, d'autre part, la méthode choisie a des avantages pratiques :

- une console alphanumérique classique suffit pour communiquer avec le ordinateur,
- elle est compatible avec les systèmes graphiques et les tables digitalisantes,
- elle est simple à assimiler.

La méthode de travail n'est pas imposée à l'utilisateur. Les investissements que représente un système graphique sont élevés, et l'utilisateur peut ne pas vouloir, ou ne pas pouvoir, les faire. Il est donc nécessaire de disposer d'un moyen économique d'accès au ordinateur.

Enfin, on s'aperçoit à l'usage que cette méthode se révèle très comode.

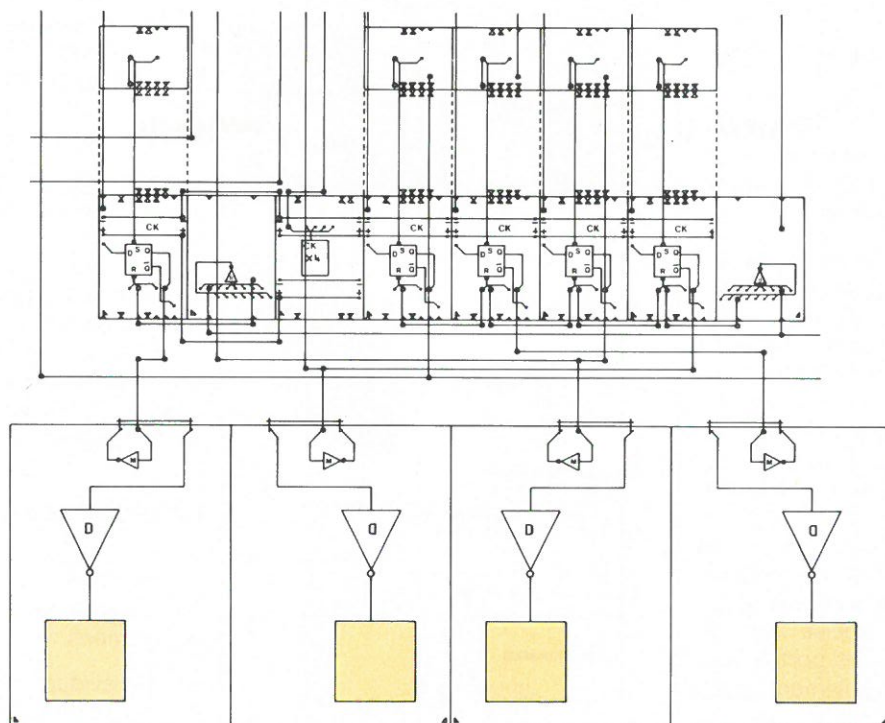


Fig. 3. — Schéma symbolique d'interconnexions réalisées par autoroutage (fragment).

Le compilateur

On compile les données introduites pour créer le fichier « descripteur ». Au cours de cette compilation, on détecte les erreurs grossières qui sont de simples erreurs de syntaxe : nœuds non connectés, sorties reliées, double description, etc. (fig. 7a). La compilation est une opération rapide et peu coûteuse en temps CPU, c'est donc à ce stade qu'il faut éliminer les erreurs évidentes.

En fin de compilation (fig. 7b), on dispose d'un certain nombre d'informations utiles :

- liste des entrées et des sorties,
- liste des nœuds et des fonctions,
- nombre de cellules utilisées,
- charge des sorties.

Ces informations permettent de détecter des anomalies dans le schéma décrit, et d'évaluer le risque d'impossibilité sur un réseau donné.

La testabilité

Il est souhaitable, dès cette étape, d'évaluer la difficulté à tester le circuit fini. En effet, contrairement aux circuits imprimés, les circuits intégrés n'ont qu'un nombre limité de points d'accès. Il n'est pas possible d'expli-

quer ici en détail le problème très complexe du logiciel dit de « testabilité ». Disons simplement qu'il fournit des indications qualitatives plus que quantitatives, sur la difficulté du test. On peut ainsi reprendre le schéma pour limiter le risque. Mais ce n'est qu'au cours de la simulation que l'efficacité des tests pourra être évaluée. Ce programme de testabilité est rapide et peu coûteux en temps CPU, et limite le risque de simulations à reprendre.

La simulation

L'étape suivante est fondamentale, c'est la simulation. « Classic » n'est pas une adaptation d'un simulateur logique, mais bien un simulateur spécialement conçu pour les réseaux prédifusés. Il est rapide, fiable et simple d'emploi, tout en conservant un coût d'utilisation acceptable. Précisons ce qu'on entend ici par simulateur : il s'agit d'un logiciel permettant de prévoir le comportement du circuit si ce circuit répond à des règles très précises et très limitatives. Il ne faut pas le comparer à un programme de très haut niveau de simulation des composants fondamentaux. D'une part, de tels logiciels sont complexes et exigent des spécialistes, d'autre part, ils ne seraient pas économiquement viables pour le type d'applications envisagées.

« Classic » effectue la simulation logique du circuit dans les cas pires (technologie, alimentation, température) sur la totalité des nœuds. Il traite les réseaux prédifusés ISO C-MOS Plessey, aussi bien que la nouvelle génération de réseaux prédifusés ECL.

La résolution en temps est de 0,1 ns, mais elle peut être adaptée aux besoins.

Il s'agit d'un simulateur « event driven », c'est-à-dire actif uniquement si un nœud change d'état. Les simulateurs « time driven » qui analysent le circuit à intervalles réguliers sont nettement plus lents.

C'est ainsi que seize simulations simultanées du même circuit sont possibles pour une occupation légèrement supérieure du calculateur. L'économie ainsi réalisée sur l'étude est considérable.

Les résultats de la simulation sont mémorisés dans un fichier stocké sur disque. Ils peuvent ainsi être consultés à loisir sans occupation de l'unité centrale du calculateur. Une simulation de circuit complexe est trop longue pour être interactive.

Les informations fournies sont les suivantes (fig. 8 en fin d'article).

- pseudo oscillogramme sur console ou imprimante (fig. 8a),

- chronogramme (fig. 8b),
- tables de vérité,
- activité nodale,
- aléas et ambiguïtés (détection automatique),
- état du circuit à l'instant T.

Le simulateur accepte six états : 0, 1, U (0 → 1), D (1 → 0), X (indéterminé), Z (haute impédance).

Il faut cependant accepter le fait que le simulateur logique est nécessairement un compromis entre un simulateur total – et parfait – que la complexité et le coût rendent inaccessible, et un simulateur « bon marché », dont les résultats seraient approximatifs. C'est pour cette raison que « Classic » opère à partir d'une bibliothèque de fonctions caractérisées. Le meilleur exemple est celui des portes de transmission, élément analogique où entrée et sortie ne sont pas séparées. La simulation précise sort du cadre de « Classic ». Ces portes sont donc utilisées essentiellement dans des fonctions de la bibliothèque qui ont fait l'objet d'une simulation plus poussée et d'une caractérisation expérimentale pour valider la simulation.

Elles peuvent également être utilisées par un concepteur expérimenté en ajoutant un facteur correctif. Le risque est minime, mais le concepteur doit en tenir compte pour éviter un schéma critique.

Moyennant une première expérience et des précautions élémentaires, « Classic » est un simulateur exceptionnellement fiable, condition essentielle pour réaliser économiquement des réseaux prédiffusés.

La simulation demande beaucoup de temps CPU et reste un facteur déterminant dans le coût de l'étude.

L'analyse des fautes

Lorsque le schéma est au point, on effectue une « analyse des fautes ». C'est-à-dire qu'on étudie le comportement du circuit lorsqu'un nœud est maintenu à « 0 » ou « 1 ». L'analyse complète et automatique est très longue et très coûteuse en temps CPU, car elle suppose un nombre élevé de simulations. On lui préfère donc une analyse préliminaire statistique, plus rapide et moins efficace, mais qui permet de dégrossir le problème et de n'effectuer qu'une seule analyse complète par la suite.

C'est l'étape de mise au point des tests : le concepteur définit une séquence de tests et le logiciel indique

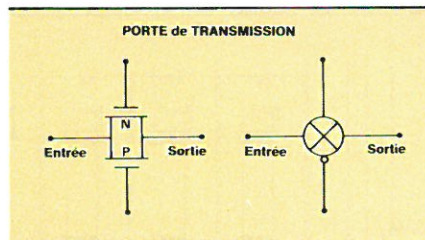


Fig. 4a. — Fonction de base : porte de transmission.

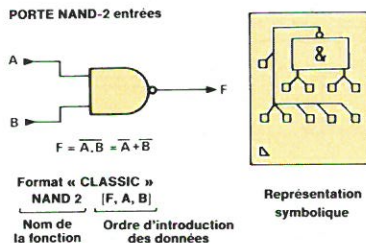


Fig. 4b. — Porte NAND, deux entrées.

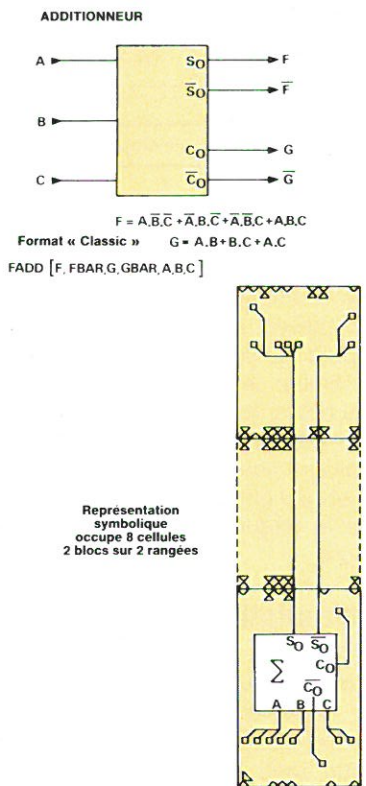


Fig. 4c. — Additionneur. La représentation symbolique (bas) occupe 8 cellules (2 « blocs » sur 2 rangées).

le nombre de fautes détectées. On peut également obtenir le taux de fautes détectées en fonction du temps. Un tel histogramme peut amener à reconsidérer totalement la séquence de tests.

On ne peut pas à proprement parler de « génération automatique » des tests. Les séquences de tests sont bien déterminées par l'opérateur, mais leur efficacité est évaluée par le logi-

ciel. C'est en réalité la mise en forme de la séquence de tests pour créer le ruban compatible avec l'équipement de test qui est faite par le calculateur. Une vraie génération automatique des tests est bien plus complexe et présente un coût prohibitif.

Cette analyse donne-t-elle une certitude quant à l'efficacité des tests ? Non, car la machine de tests n'opère pas comme un simulateur. Une mise au point est indispensable sur l'équipement de contrôle. C'est pour cette raison que les estimations tiennent compte d'un poste « test » particulier, dont le montant surprend souvent l'utilisateur non averti.

Le placement

Cette opération consiste à disposer sur la pastille les entrées, les sorties et les fonctions.

Il est évident que le brochage et le placement de certaines fonctions critiques exigent une intervention humaine. Au-delà, on parle souvent de placement automatique. C'est une solution très attractive pour l'utilisateur, mais il convient d'être prudent sur la signification du terme : pour un véritable placement automatique, on doit accepter soit une utilisation faible du silicium (environ 60 % des cellules), soit un temps CPU prohibitif, soit une reprise manuelle du routage, opération dont nous avons dit les risques en double métallisation.

Tout en poursuivant la mise au point d'un logiciel de placement automatique efficace, la société *Plessey* s'en tient dans l'immédiat au placement manuel – facilité par la sous-bibliothèque – qui permet de réussir pratiquement à coup sûr, dès le premier routage, lorsque le taux d'utilisation des cellules ne dépasse pas 80 %. De 80 à 85 %, deux routages sont généralement nécessaires, mais la probabilité d'impossibilité reste faible. Au-delà de 85 % la probabilité d'échec croît très vite.

L'autoroutage

La solution adoptée est le routage automatique à 100 %, sans possibilité d'intervention manuelle. Ce choix est lié à la double métallisation qui rend délicate et risquée l'intervention. Si le routage « avorte », le logiciel indique les connexions inachevées. On dessine sur une table traçante digitale le dessin des interconnexions, puis on modifie le placement pour « aérer » les

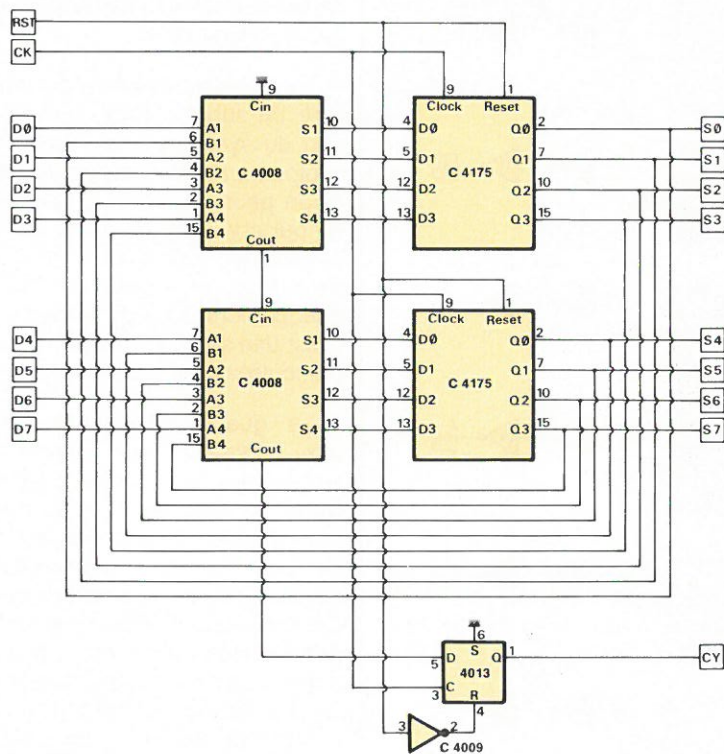


Fig. 5a. - Schéma conventionnel en C.MOS 4000.

zones où la densité de pistes est trop grande.

Le routage utilisé a la particularité de permettre le passage de certaines pistes de la première couche dans les zones actives, et de permettre la définition de connexions prioritaires.

La vérification et la 2^e simulation

Lorsque le routage est terminé de façon satisfaisante, on procède à une vérification du circuit. Le schéma est

reconstruit à partir des interconnexions puis simulé à nouveau. Les résultats sont automatiquement comparés à ceux de la première simulation, conservés en fichier. Les différences sont indiquées. Si des différences apparaissent, on recommence la simulation, en tenant compte, cette fois, des capacités et résistances introduites par les pistes métalliques.

Ceci peut amener à refaire le placement si par exemple une connexion trop longue est responsable de l'anomalie, ou à reprendre le schéma intégrable dans le pire des cas.

Les masques, la gravure, l'assemblage et le test

Les informations fournies par le logiciel sont directement compatibles avec les équipements de fabrication des masques. Notons, cependant, que les masques de métallisation et les masques de diffusion n'étant pas réalisés simultanément, des précautions particulières doivent être prises pour que la superposition soit correcte, et n'entraîne pas une perte de rendement inacceptable. Le problème s'aggrave lorsque le diamètre des plaquettes augmente.

Les plaquettes inachevées sont stockées sous forme de « miroirs » (plaquette protégée par une fine couche d'aluminium pur, non allié au silicium). Au moment de la gravure, on élimine la couche d'aluminium et on procède à la métallisation définitive.

L'accès au logiciel et la réalisation pratique

De ce qui précède, le lecteur aura déduit que le logiciel est un élément fondamental des réseaux prédiffusés, mais aussi que le manque d'expérience peut avoir des conséquences financières – et non techniques – lourdes. L'utilisation d'un logiciel n'est pas gratuite, soit qu'on investisse, soit qu'on se connecte à un ordinateur. Nous avons plusieurs fois évoqué le coût en temps CPU, ce n'est pas une simple clause de style : le coût est le même chaque fois qu'on recom-

Name	Description	No. of cells					
—	Basic Inverter	—	GACK1 -	Clock Driver 1	2	GAIPSH +	Input with Schmitt Circuit with high value Pull-up R
—	Inverter (M)	—	GACK2	Clock Driver 2	4	GAIPIL -	Inverter Input
—	Inverter (H)	—	GARS1	NOR Set/Reset Latch	2	GAIPIL +	Inverter Input with low value Pull-down R
GA21NV	Dual Inverter	1	GARS2	NAND Set/Reset Latch	2	GAIPILH -	Inverter Input with low value Pull-up R
GAINV4	Powerful Inverter	2	GADDL	Dual 'D' Latch	4	GAIPILH +	Inverter Input with high value Pull-down R
GAINV8	Powerful Inverter	4	GADDLRS	Dual Set/Reset 'D' Latch	6	GAIPILH -	Inverter Input with high value Pull-up R
GANAND2	2 Input NAND Gate	1	GAMSD	Master/Slave 'D' Type	4	GAOPD	Output Inverter (Dual Drive)
GANAND3	3 Input NAND Gate	2	GAMSDRS	Set/Reset Master/Slave 'D' Type	6	GAOPQ	Output Inverter (Quad Drive)
GANAND4	4 Input NAND Gate	2	GASR	Shift Register Element	4	GAOPS	Output Inverter (etc.)
GANOR2	2 Input NOR Gate	1	GASRRS	Set/Reset Shift Register Element	6	GAOPTRD	Tristate Output
GANOR3	3 Input NOR Gate	2	GATRID	Tristate Driver	4	GAOPTRQ	Tristate Output
GANOR4	4 Input NOR Gate	2	GA2TRA1	2 Transmission Gates + Inverters	2	GAOPODD	Open Drain Output (Type D)
GAOI	AND-NOR/OR Gate	2	GA2TRA2	2 Transmission Gates + NAND Gate	2	GAOPODQ	Open Drain Output (Type Q)
GAOAI	OR-NAND/AND Gate	2	GA2TRA3	2 Transmission Gates (Buffered)	2	GA2BD	Dual Buffer Drivers
GA2ANOR	Dual AND-NOR Gate	2	GA4TRA	4 Transmission Gates	2	GA V -	Dual Buffer Drivers additional negative supply pad
GA2ONAND	Dual OR-NAND Gate	2	GACKF	Clockfill	—	GA V +	Dual Buffer Drivers additional positive supply
GAEXNOR	Exclusive NOR Gate	4	GACKFA	Clockfill	—		
GAEXOR	Exclusive OR Gate	4	GAIPS	Input with Schmitt Circuit	—		
GAHADD	Half Adder	4	GAIPSL -	Input with Schmitt Circuit with low value Pull-down R	—		
GAFAADD	Full Adder	8	GAIPSL +	Input with Schmitt Circuit with low value Pull-up R	—		
GACK1	Clock Driver 1	2	GAIPSH -	Input with Schmitt Circuit with high value Pull-down R	—		
GACK1 +	Clock Driver 1	2					

Tableau 1. - Liste des réseaux Plessey CLA 2000 et 3000.

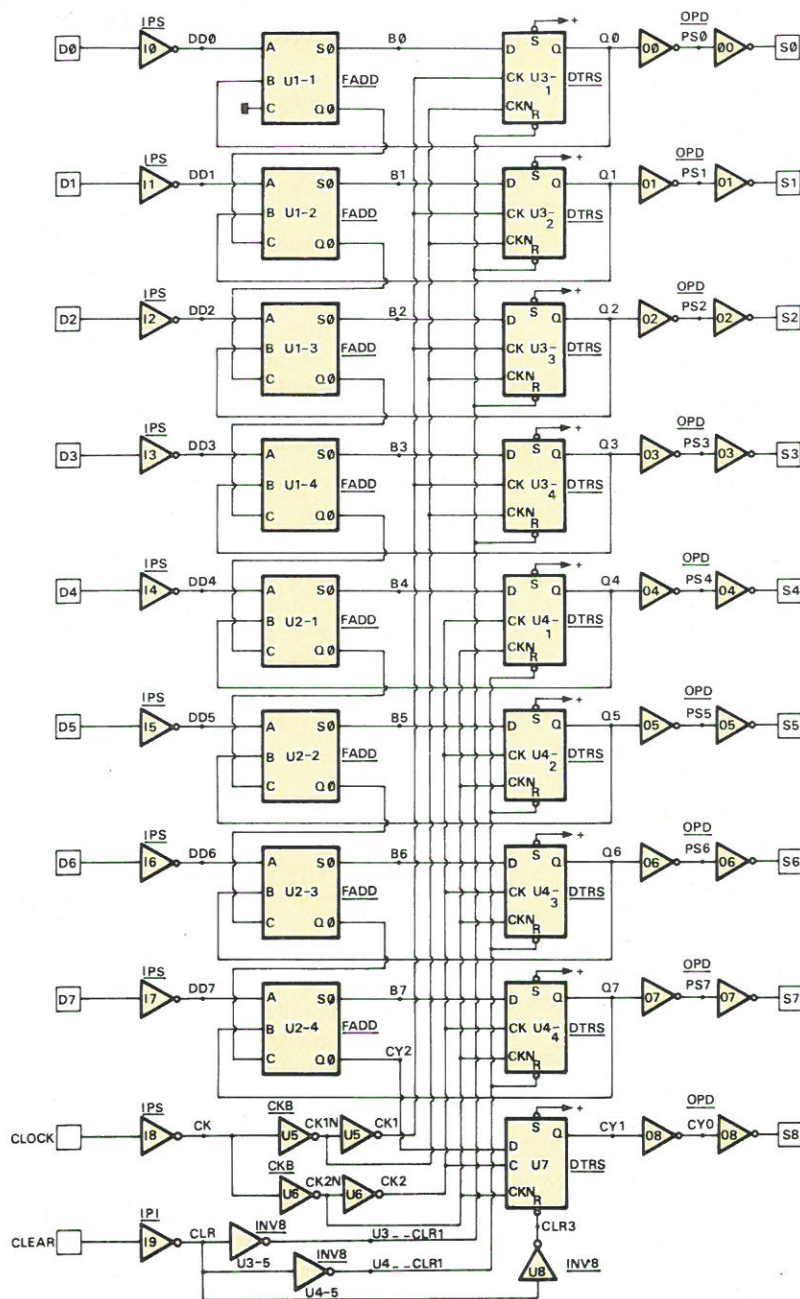


Fig. 5b. — Schéma intégrable en logique « bibliothèque ».

commence une opération. Il est indispensable de passer par une étape d'apprentissage qui exige l'assistance d'un spécialiste expérimenté.

Il existe quatre moyens de réaliser un réseau prédifusé :

- réalisation par un fabricant de semi-conducteurs,
- réalisation par une « Design House »,
- conception du système par un sous-traitant,
- réalisation par l'utilisateur.

Dans tous les cas, le concepteur doit avoir une excellente connaissance du système complet et une étroite coopération est nécessaire si la

réalisation est sous-traitée. La première solution est, à notre avis, la plus mauvaise. Elle est valable essentiellement s'il s'agit de former des spécialistes, ou si le réseau prédifusé peut déboucher sur de grands volumes, là où la compétence spécifique du fabricant est un atout.

La deuxième méthode est plus efficace, car un bureau d'études est en mesure d'apporter un support complet dans la mise au point de la spécification et du schéma intégrable. Son assistance peut dépasser le simple domaine du semiconducteur et se montrer de grande valeur. De plus, les contacts sont favorisés par la structure même du bureau d'études, dont

l'objectif est avant tout le service, et dans bien des cas par la simple situation géographique.

La troisième solution permet d'obtenir un support total, de la conception du système à la fabrication des équipements. En particulier, cette solution peut se révéler très efficace en ce qui concerne les tests de réseaux prédifusés, qui posent toujours un problème au fabricant de semi-conducteurs pour de faibles volumes. C'est une solution très proche de celle préconisée pour des circuits hybrides.

La quatrième solution s'adresse aux utilisateurs qui veulent réaliser eux-mêmes leurs réseaux prédifusés. Dans un premier temps, l'une des trois premières méthodes est conseillée pour acquérir une réelle expérience. Ensuite, l'utilisateur devra accéder au logiciel. Ceci peut se faire de différentes manières : acquisition d'une licence et logiciel résident sur un ordinateur local (il faut un certain nombre de réseaux pour justifier l'investissement), connexion d'un terminal simple ou intelligent à un ordinateur équipé du logiciel, « work station » (système plus ou moins autonome et performant).

Nous n'analyserons pas en détail les avantages et les inconvénients des différentes solutions. Le sujet est trop vaste. Disons seulement que le réseau prédifusé n'est pas un microprocesseur. Pour être mis en œuvre correctement il demande un logiciel complexe, incompatible avec un petit système dont les possibilités seront nécessairement limitées. Le petit système n'est réellement efficace que s'il est connecté à un ordinateur de puissance raisonnable. Se contenter d'un logiciel insuffisant pour limiter les investissements est une solution pleine de risques, qui coûtera sans doute cher ou ne permettra pas de comprendre ce que représentent réellement les nouvelles méthodes de conception.

Un autre aspect du problème doit être pris en compte dès le départ : les réseaux prédifusés ne sont que le début d'une génération, que la partie visible d'un colossal iceberg. Mais lorsque, dans peu de temps, il s'agira de construire directement les schémas à partir des équations logiques, la puissance de traitement requise ne permettra l'autonomie qu'à très peu d'utilisateurs. On peut donc dès maintenant accepter la solution du terminal intelligent, même si elle est encore contraire à certaines habitudes.

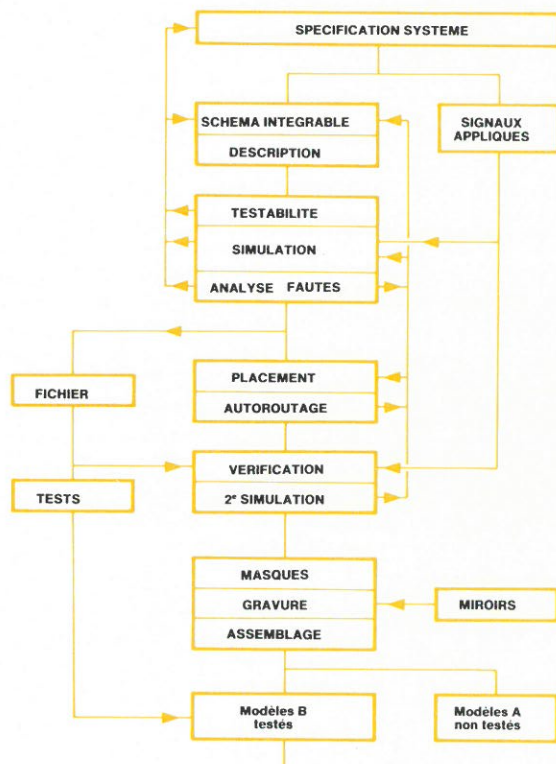


Fig. 6. — Organigramme de conception d'un réseau prédifusé.

Conclusion

A travers l'exemple d'un logiciel de haut niveau, nous espérons avoir fait comprendre que ce n'est que superficiellement que les réseaux prédifusés ressemblent aux techniques traditionnelles. Comme les microprocesseurs il y a dix ans, ils marquent un tournant brutal dans la conception des systèmes. Technique nouvelle, ils sont difficiles à appréhender, ne serait-ce qu'en raison des informations plus ou moins fiables que déverse la publicité.

Les ignorer est certainement se condamner, mais les aborder à la légère est un risque à ne pas prendre. La bonne recette pour un bon départ : un bon produit, un excellent logiciel, sans oublier l'essentiel, une excellente assistance technique que ne peuvent apporter que des spécialistes solidement expérimentés.

Y. Sevy (Sorep)
et Ch. Vissière
(Plessey Semiconductors)

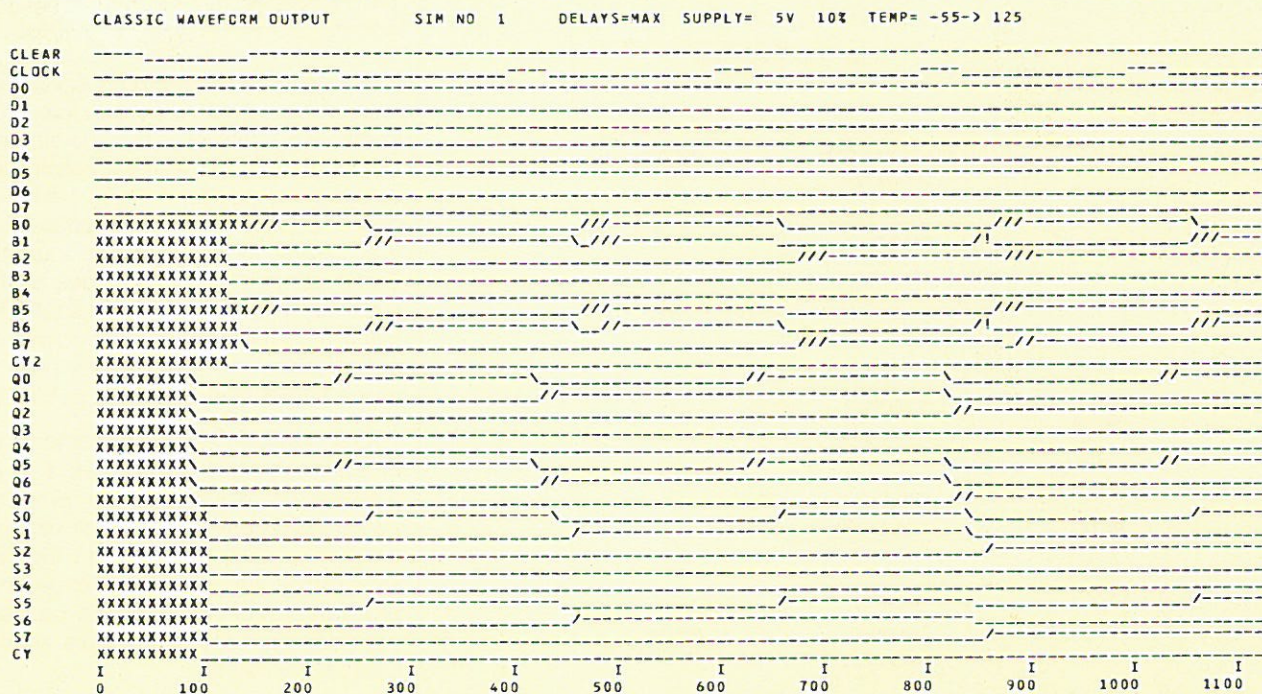


	CELL	NUMBER USED
1. OPTIONS	M175	2
2. CONNECT/INFO	C008	2
3. LIST/ALL	INV8	1
4. SUMM	OPD	9
5. NETLIST	IPI**	1
6. IGLIST	IPS**	9
7. RFAC=10	CKB	2
8. ;	DTRS	1
9. CIRCUIT	TOTAL NUMBER OF CELLS USED = 27	
10. I0: (100,8) IPS [DD0,C0]	TOTAL NUMBER OF MINOR CELLS USED = 138	
11. I1: (100,7) IPS [DD1,D1]	TOTAL NUMBER OF CIRCUIT NETS = 72	
12. I2: (100,6) IPS [DD2,D2]	TOTAL NUMBER OF NODES GENERATED = 158	
13. I3: (100,5) IPS [DD3,D3]	TOTAL NUMBER OF BYTES OF MACHINE CODE GENERATED = 3310	
14. I4: (100,4) IPS [DD4,D4]		
15. I5: (100,3) IPS [DD5,D5]		
16. I6: (100,2) IPS [DD6,D6]		
17. I7: (100,1) IPS [DD7,D7]		
18. ;		
19. I8: (1,200) IPS [CK,CLOCK]		
20. I9: (6,100) IPI [CLR,CLEAR]		
21. ;		
22. 00: (5,200) OPD [S0,PS0,PS0,Q0]		
23. 01: (4,200) OPD [S1,PS1,PS1,Q1]		
24. 02: (3,200) OPD [S2,PS2,PS2,Q2]		
25. 03: (2,200) OPD [S3,PS3,PS3,Q3]		
26. ;		
27. 04: (5,100) OPD [S4,PS4,PS4,Q4]		
28. 05: (4,100) OPD [S5,PS5,PS5,Q5]		
29. 06: (3,100) OPD [S6,PS6,PS6,Q6]		
30. 07: (2,100) OPD [S7,PS7,PS7,Q7]		
	INPUTS	OUTPUTS
	D0	S0
	D1	S1
	D2	S2
	D3	S3
	D4	S4
	D5	S5
	D6	S6
	D7	S7
	CLOCK	CY
	CLEAR	
	PNEG	
	PPOS	

(a)

(b)

Fig. 7. — Description du schéma en alphanumérique. Ex. (ligne 10) : IO = fonction ; 100 - 8 = coordonnées de placement de la cellule ; IPS = fonction caractérisée ; [DDO, DO] = données (a). (b) : informations obtenues en fin de compilation.



** CLASSIC CHRONO OUTPUT ** DELAYS=MAX SUPPLY= 5V 10% TEMP= -55-> 125

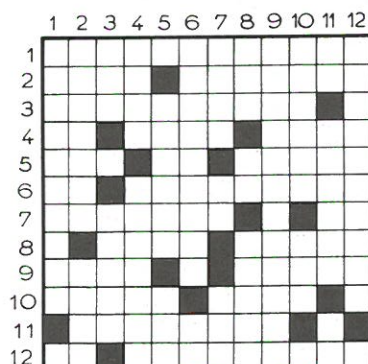
TIME	CLEAR	CLOCK	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	CY	BIND
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
240	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
258	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
260	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
262	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
264	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
440	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
441	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
442	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 8a. - (En haut) : pseudo-oscillogramme en fin de simulation. 8b. - (En bas) : chronogramme en fin de simulation.

Les mots croisés d'« Electronique Applications »

Verticalement

1. Le feu les éclairait. - 2. Philosophe américain, fondateur du transcendantalisme. Pratique l'usure. - 3. Le petit est plus apprécié que le gros. Livrée à l'avidité de chacun. - 4. Vallée des Pyrénées. Recon nue non coupable. - 5. Mesure d'intensité. Glisse sur le fond de la raie. - 6. Condamné à la fosse. Adversaire de la presse. - 7. Descendante des Titans. Extrait de sodium. C'est plus rapide. - 8. Ceint le Jaune. Bouddha. Se développe sous l'uniforme. - 9. Invention due à Am père. - 10. Consanguin. Bugle à fleurs jaunes. - 11. Agent de liaison. Cercle in time. Il est plein d'arêtes. - 12. Doit beau coup au parti.



Horizontalement

1. Ont résolument choisi la voie du sang. - 2. Commune dans les Landes. Dénote un défaut d'imagination. - 3. N'est donc pas toujours visible. - 4. Se situait autrefois à l'embouchure de l'Euphrate. Il a toujours le dernier mot. N'a pas l'air conditionné. - 5. Indication de rose. Bien mal acquis. Le dire ne suffit pas. - 6. Draine un vaste bassin. Sont toujours suivies de retombées. - 7. Au secret. Il est disgracieux de les voir. - 8. Tour de bras. Roman pédagogique de Rousseau. - 9. Ignore ce qu'il gagne. Élément du cercle. - 10. Affectés par la répétition du canon. Terminée par des poils. - 11. Mis à l'épreuve avant que la correction bien méritée soit donnée. - 12. Article cou rant. Il n'y a peut-être que dans leurs conversations que le sel fait défaut.

Solution page 127

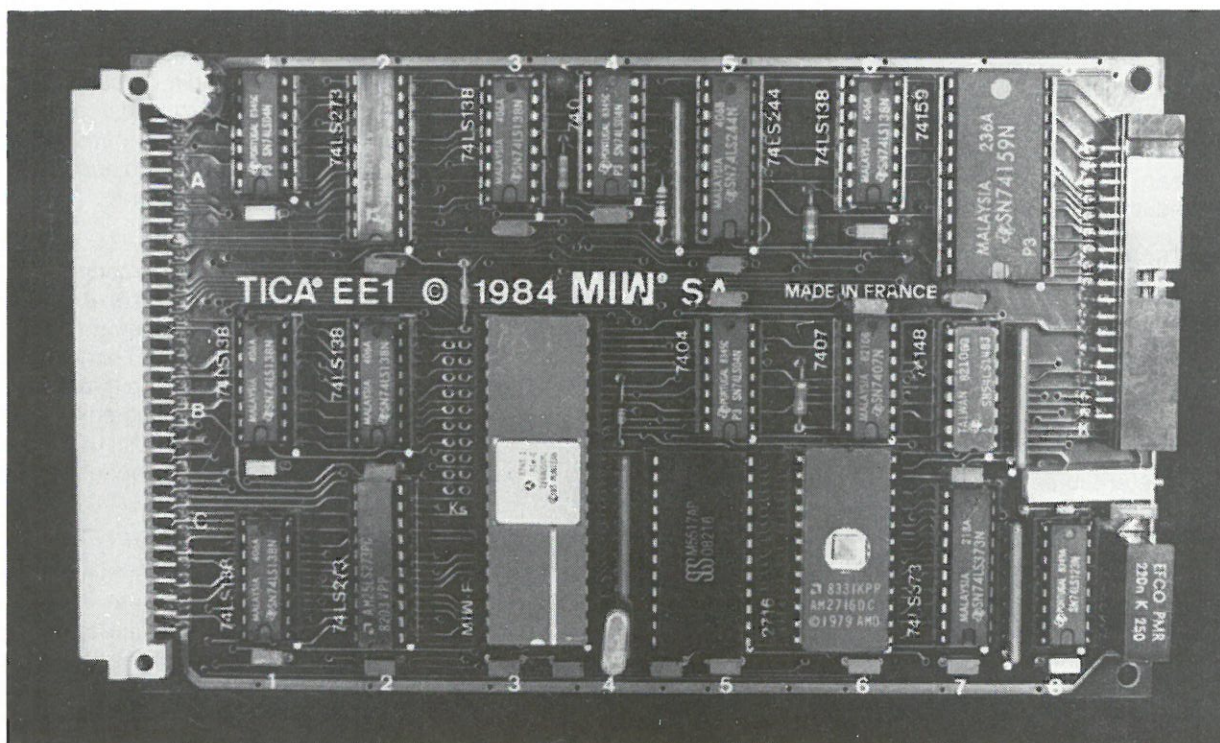
Composants

Découvrez un « super-microprocesseur »

Même si les composants micro-informatiques se perfectionnent sans cesse, c'est encore bien souvent sur le logiciel que se reportent toutes les difficultés liées au développement d'une application pratique à base de microprocesseurs.

D'où l'intérêt particulier de la toute nouvelle notion de « super-microprocesseur », composant dans lequel sont intégrées une unité centrale, diverses facilités matérielles, et surtout une sélection de logiciels de base, mis à la disposition du programmeur de façon entièrement « transparente ».

Sans aller jusqu'à parler de « langage évolué » tel que le Basic, nous pouvons affirmer que le recours à ces multiples routines « résidentes » efface une bonne partie des complexités de la programmation en assembleur...



La carte représentée aux figures 1 et 2.

Le concept « monochip »

Depuis quelque temps, le marché des microprocesseurs fait une part de plus en plus large à des composants de pointe dont l'exceptionnelle densité d'intégration permet de réunir dans un seul boîtier :

- une unité centrale,
- une mémoire vive (RAM),
- une mémoire morte (ROM ou EPROM),
- diverses facilités matérielles (UART, ports d'entrée-sortie, compteurs-temporisateur, générateur d'horloge, etc.).

On peut ainsi concevoir des réalisations extrêmement compactes, performantes et économiques, puisqu'un seul boîtier VLSI prend la place d'un grand circuit imprimé bardé de composants. Les premiers « monochip » du marché étaient américains (Intel, Zilog, Texas, Mostek...), mais **Thomson** arrive aujourd'hui en force sur ce marché prometteur avec le **EF 6805 CT**, dérivé du 6805, lui-même compatible 6800.

L'enchaînement des phases menant au développement d'une application sur « monochip » est généralement le suivant :

- mise au point du logiciel sur un émulateur ou sur une version spéciale du monochip, munie d'une EPROM incorporée ou extérieure ;
- production en série de monochips dans lesquels un masquage spécifique permettra d'intégrer le logiciel définitivement mis au point.

Le gain en intégration se paie donc par une réduction de la souplesse de mise en œuvre : en pratique, seules les applications menant à une production de masse relèvent véritablement de cette technologie.

Pour les développements à diffusion limitée, évolutifs, ou d'un avenir incertain, on se rabat toujours largement sur l'architecture classique : unité centrale entourée d'un « nuage » de circuits périphériques, avec au premier rang une EPROM facile à programmer (ou reprogrammer...) à peu de frais, à l'unité ou en petites séries.

Quant au logiciel destiné à l'EPROM, il faut l'écrire de toute pièce, que ce soit à la main ou sur un système de développement plus ou moins coûteux.

Le cas de l'amateur ne diffère ici de

la situation professionnelle que par l'ampleur moindre des moyens disponibles, et donc par l'importance supérieure du temps passé pour un résultat similaire.

Par contraste, la programmation en langage évolué (Basic notamment) est accessible au plus grand nombre (le succès foudroyant de l'informatique individuelle est là pour en témoigner), mais se prête mal à des applications de contrôle industriels, pour des raisons de lenteur et d'encombrement mémoire essentiellement.

La vérité ne résiderait-elle donc pas dans une approche intermédiaire ?

C'est dans cette voie audacieuse que s'est engagé avec ténacité le dynamique ingénieur **I. Montane**, en mettant sur pied une version « habillée » du **EF 6805 CT** de **Thomson-Efcis**.

Au bout du compte, c'est cinq années de travail, pas moins, qu'il a fallu investir pour déboucher sur ce composant révolutionnaire, qui fait déjà fureur aux Etats-Unis, le **MIW-E**... Il n'était que justice qu'« Electronique Applications » participe activement à la promotion en France de ce produit 100 % français !

Du monochip au super-microprocesseur

Un « super-microprocesseur » tel que le **MIW-E**, c'est tout simplement un monochip (le **EF 6805 CT**) dont la mémoire morte interne, difficilement accessible à l'utilisateur modeste, est livrée toute programmée avec 4 K-octets de routines « clé en mains ».

Bien sûr, votre problème particulier n'est pas résolu automatiquement pour autant : il vous faudra toujours écrire votre propre logiciel dans une EPROM extérieure au monochip, mais vous pourrez faire appel aussi souvent que nécessaire aux routines « résidentes » par de simples appels !

En fait, l'essentiel du travail est fait, car les tâches les plus complexes sont déjà préprogrammées ; citons, en vrac :

- les calculs arithmétiques sur nombres entiers ou fractionnaires, en décimal et en binaire ;
- la gestion d'affichage en 7 segments, 16 segments, ou en matrice de

points (alphanumérique ASCII, semi-graphique et graphique) ;

- l'édition de textes (espace avant et arrière, retour à la ligne, curseur) ;
- la gestion d'un clavier, quelle que soit l'organisation de sa matrice ;
- un moniteur complet, permettant la mise au point directe d'applications sans ressources externes ;
- la gestion d'une imprimante à aiguilles, thermique ou électrosensible à sept points actifs, de type quelconque, en mode alphanumérique, graphique et semi-graphique ;
- le test automatique du système complet ;
- l'établissement de chemins internes pour les informations, en fonction des besoins du moment ;
- la gestion complète de l'UART incorporée, autorisant toutes les formes classiques de communication série.

Chaque routine possède un mnémonique très explicite pouvant être utilisé lors de l'écriture du logiciel utilisateur.

On se trouve ainsi vraiment à la frontière entre la programmation en assembleur et en langage évolué, tout en bénéficiant des avantages spécifiques des deux formules.

Bien sûr, la connaissance du jeu d'instructions du 6805 est nécessaire, mais le programmeur peu expérimenté n'aura plus besoin de construire laborieusement des routines complexes : il lui suffira, en fait, de bâtir son édifice en assemblant les pierres qui sont mises à sa disposition !

Bien évidemment, le fonctionnement de toutes ces routines suppose l'utilisation d'une partie des 240 octets de la RAM interne. En fait, 144 octets restent à l'entière disposition de l'utilisateur, dont la totalité des 64 octets qui, réalisés en technologie C.MOS, se révèlent si utiles pour la sauvegarde de paramètres importants lors de coupures d'alimentation, volontaires ou non.

Parmi l'espace mémoire « réservé » par le système, il faut distinguer le « bloc-notes » du microprocesseur, des multiples adresses dont l'utilisateur doit tout de même s'occuper : elles abritent en effet tout un jeu de « drapeaux » que l'on peut positionner afin d'indiquer au système selon quelles modalités il doit travailler. Chacun

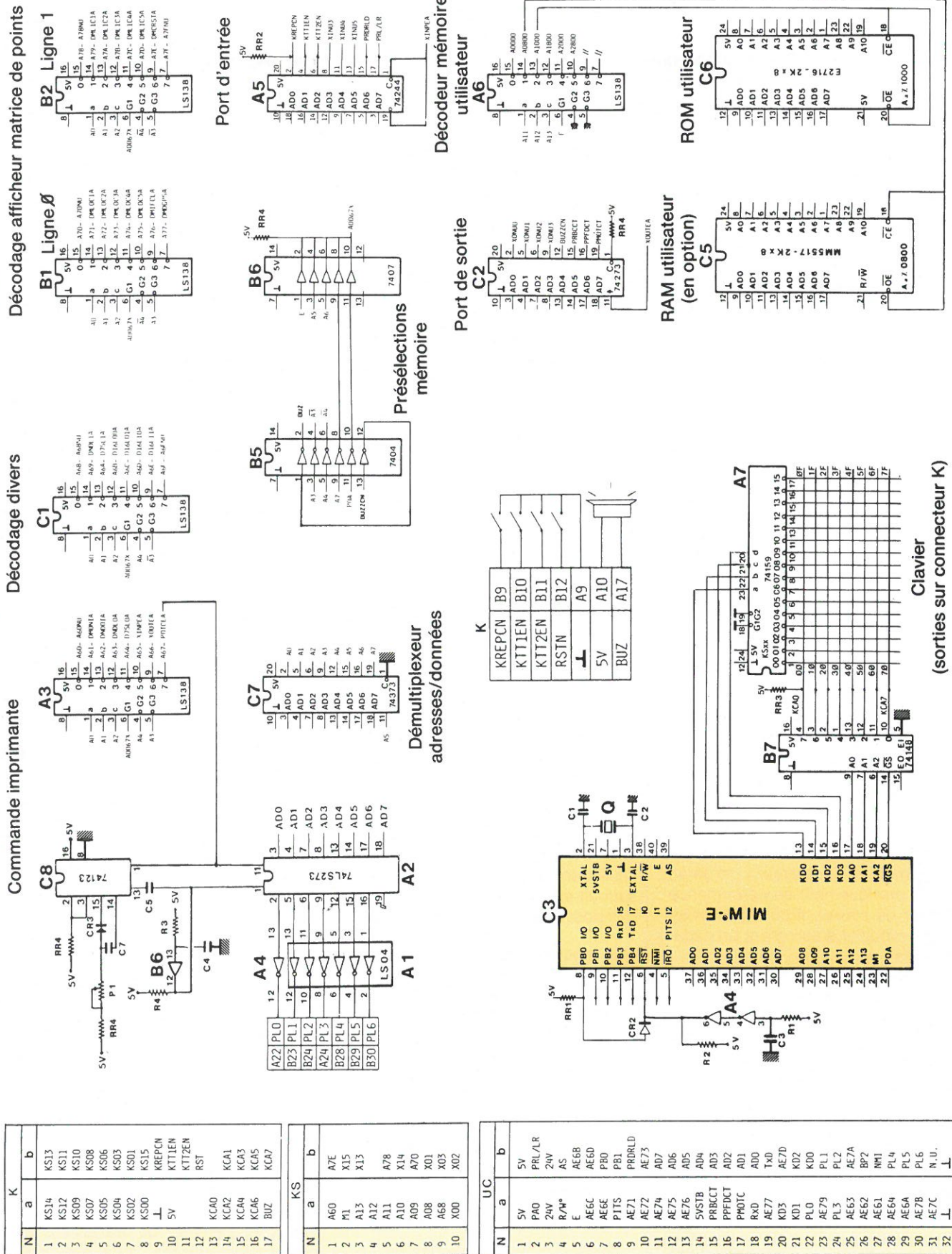


Fig. 1.

de ces drapeaux possède son propre mnémonique, aussi évocateur (avec un peu d'habitude) que ceux des routines, par exemple :

DMNINH = Display of MoNitor INHibited (inhibition de l'affichage du moniteur).

Parmi ces drapeaux, certains peuvent aussi être interrogés afin de connaître l'état dans lequel se trouve le système (par exemple, si tel ou tel tampon se trouve plein).

La communication avec le système peut également s'opérer par un jeu de lignes d'entrée-sortie, destinées par exemple à certaines touches du clavier telles que CTRL ou SHIFT, ou à certains circuits de l'imprimante (moteur, électro-aimants divers, contact reed de la tête, etc.).

Plusieurs de ces lignes d'entrée-sortie sont d'ailleurs laissées à l'entière disposition de l'utilisateur, qui pourra s'en servir pour établir des communications avec toutes sortes d'organes externes.

Dès la mise sous tension d'un « système minimum » rassemblant le MIW-E, un clavier et un afficheur, **et même en l'absence de logiciel utilisateur**, on peut déjà faire travailler le microprocesseur ! On se trouve en effet en face d'un « ordinateur » certes rustique, mais en état de fonctionner, grâce à différentes touches permettant d'exploiter directement les routines incorporées, et spécialement le moniteur.

Par la suite, lorsqu'un programme extérieur fera appel aux routines pré-programmées, l'opérateur « gardera la main » pratiquement en permanence : à partir du clavier, il pourra interrompre ou modifier à son gré la procédure en cours.

Bien sûr, en cas de « plantage » sérieux, toujours à envisager, un bouton de RESET permettra de débloquer la situation !

L'architecture du « super-microprocesseur » MIW-E a été étudiée en partant de la remarque suivante : un système micro-informatique est destiné à traiter des informations lui parvenant de l'extérieur, puis à les acheminer de nouveau vers l'extérieur.

Les modes de communication choisis en priorité ont été :

- à l'entrée, le clavier et la ligne série (UART),

- en sortie, l'afficheur, l'imprimante, et la ligne série ;

De ce fait, le MIW-E se prête à merveille à des applications assez professionnelles : caisses enregistreuses, balances automatiques, mini-terminaux « en ligne », etc.

L'expérimentateur ingénieux imaginera sans nul doute une foule d'idées mettant à contribution tout ou partie de ces vastes possibilités, dans le cadre de l'évolution actuelle des techniques vers le contrôle numérique.

Il ne faut pas cacher qu'une somme de travail non négligeable est à prévoir pour aller de l'idée à sa concrétisation définitive. Toutefois, l'ampleur de cet effort reste très inférieure, avec MIW-E, à ce qu'il faudrait mettre en jeu en technique microprocesseur classique.

Une opportunité exceptionnelle est offerte ici à nos lecteurs, de se familiariser sans risque (et même avec une chance sérieuse de gagner un prix intéressant), avec une technologie qui risque de faire parler d'elle dans les mois à venir.

Il est certain que ceux de nos lecteurs qui accompliront l'effort nécessaire pour mener à bien un premier projet à base de MIW-E, se doteront à cette occasion d'un « savoir-faire » extrêmement précieux, qui leur permettra par la suite de se montrer fort compétitifs lorsqu'ils auront à mettre sur pied une nouvelle application micro-informatique.

Nous allons présenter à présent un **résumé** de ce qu'il faut savoir pour utiliser MIW-E avec profit. Un résumé seulement, car ce numéro entier ne suffirait pas pour faire un tour complet des possibilités de ce composant !

Une documentation complète, dont nous nous inspirons largement ici, sera fournie à chaque participant de notre Critérium d'applications, avec le composant et son circuit imprimé spécial.

Cette carte prévoit l'emplacement de **tous** les composants périphériques nécessaires à la mise en œuvre de **toutes** les possibilités de MIW-E. Bien sûr, certains circuits pourront être omis si l'application envisagée n'y fait pas appel.

Par exemple, les circuits de décodage de l'afficheur à matrice de points n'ont pas été implantés si l'on fait usage d'éléments à sept ou seize segments.

Le schéma de la **figure 1** donne l'aperçu général nécessaire pour appréhender l'organisation de la carte. Les noms des signaux correspondent aux mnémoniques dont le dictionnaire complet sera donné dans notre prochain numéro.

La **figure 2** indique les modalités de câblage de cette carte, qu'il appartiendra donc à l'utilisateur de moduler en fonction de son projet précis.

La **figure 3** résume pour sa part les fonctions disponibles sous une forme simple, pouvant servir à tout moment d'aide-mémoire. Profitons de cette occasion pour justifier l'usage de la terminologie anglaise tout au long de cet article : bien que tout soit français ici, du microprocesseur aux logiciels résidents, nous n'avons guère le choix puisque même les mnémoniques de l'assembleur dérivent de mots anglais. Nous ne pouvons nous permettre ici de suivre une voie différente de celle retenue par Thomson et par le promoteur de MIW-E, sans prendre le risque considérable d'embrouiller une situation déjà suffisamment complexe. Le clavier s'appellera donc Keyboard, l'imprimante Printer, et ainsi de suite...

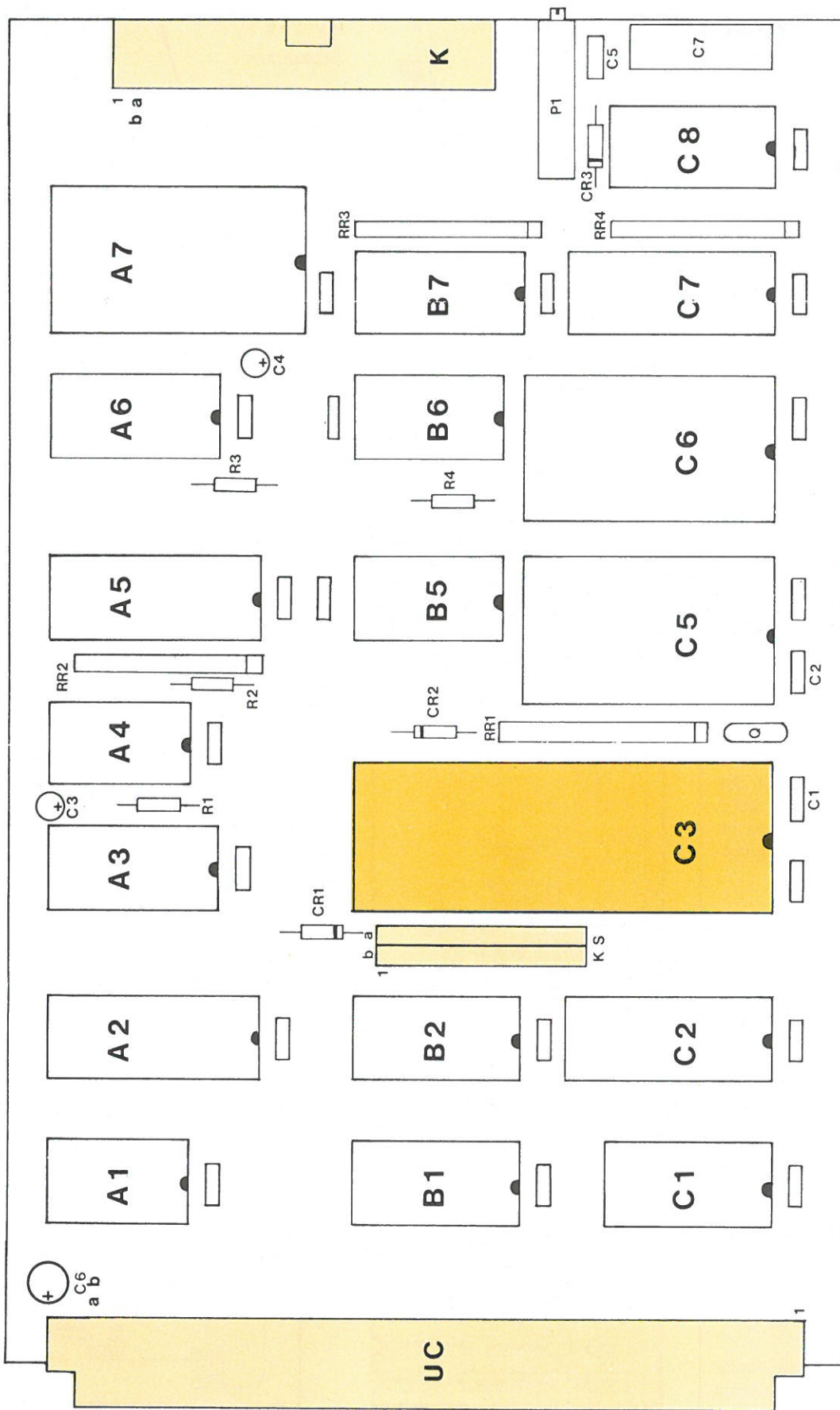
La micro-informatique est une affaire internationale dans laquelle l'amour-propre doit céder le pas à la raison.

La France peut viser très haut avec ce composant, et il serait impardonnable de le priver de ses chances sur le marché mondial en lui faisant parler un langage qui ne serait pas celui du milieu professionnel auquel il est destiné.

Philosophie logicielle de MIW-E

La **figure 4** schématise l'idée directrice autour de laquelle s'articule le logiciel, tant résident qu'utilisateur, de MIW-E. Trois principaux points d'entrée sont prévus pour le logiciel utilisateur.

L'un d'eux donne accès au programme utilisateur principal (ELOOP), tandis que les deux autres n'entrent en action que si l'entrée de caractères est détectée, soit par le clavier (EKEY), soit par l'UART (EUIN). Ces deux procédures de traitement des caractères entrants sont elles aussi entièrement définissables par l'utilisateur, au même titre que ELOOP, routine qui s'exécute dès la mise en route du système.



C.I.	CONDENSATEURS	RESISTANCES	DIODES	CONNECTEURS
A1 = 7404	C1 = 22pF	RR1-RR4 = 5,6k	CR1-CR3 = 1N4148	UC = Europe 64 P
A2 = 74LS273	C2 = 22pF	R1 = 56k		K = 2x17 P
A3 = 74LS138	C3 = 1uF/25V Tantale	R2 = 100k		KS = 2x10 P
A4 = 74LS04	C4 = 1uF/25V Tantale	R3 = 56k	QUARTZ	
A5 = 74LS244	C5 = 10nF/25V	R4 = 5,6k	Q=4.91520 MHZ	
A6 = 74LS138	C6 = 220nF/100V	P1 = 10k		
A7 = 74159	C7 = 10nF/25V			
	C8 = 74LS123			

Fig. 2.

Inversement, le logiciel résident possède six points d'entrée depuis le logiciel utilisateur :

- PASSIVE (PMIWE)
- EDITOR (EMIWE)
- FUNCTION (FMIWE)
- MONITOR (MMIWE)
- ARITHMETIC (AMIWE)
- UART OUT (OMIWE)

Le logiciel résident comme le programme utilisateur ont accès à toute une variété de drapeaux et de paramètres. Chaque drapeau est représenté par un bit d'un octet de la RAM. La figure 5 rassemble ces huit octets sous la forme d'un tableau précisant le nom de l'octet tel qu'il est inscrit sur la carte mémoire de la figure 6, suivi du numéro de la section du dictionnaire (DS). Enfin, chaque bit est détaillé selon la même terminologie mnémonique utilisée dans ce dictionnaire.

Les paramètres numériques ne tenant pas sur un bit sont, eux, répertoriés à la figure 7, avec leur adresse mémoire, et le mnémonique renvoyant au dictionnaire.

Ce dictionnaire représente la clé de tout le système : son étude détaillée est la condition *sine qua non* à la compréhension, même partielle, du fonctionnement du logiciel résident. Il contient la réponse à la plupart des questions que l'on peut être amené à se poser, et il convient donc de ne pas hésiter à s'y reporter fréquemment.

Nous reproduirons ce dictionnaire dans notre prochain numéro

Le matériel

MIW-E est présenté sous la forme d'un boîtier DIL à 40 broches dont la figure 8 donne l'attribution. Il est encore une fois nécessaire de consulter le dictionnaire (section DS 1) pour découvrir la fonctionnalité de chaque broche.

Le schéma général de la figure 1 va maintenant être commenté à la lumière de ces indications.

C7 utilise le signal AS de l'unité centrale pour démultiplexer le bus AD0 à AD7 (reconstitution des lignes d'adresse A0 à A7).

A7 et B7 servent de liaison avec un clavier organisé en matrice de 128

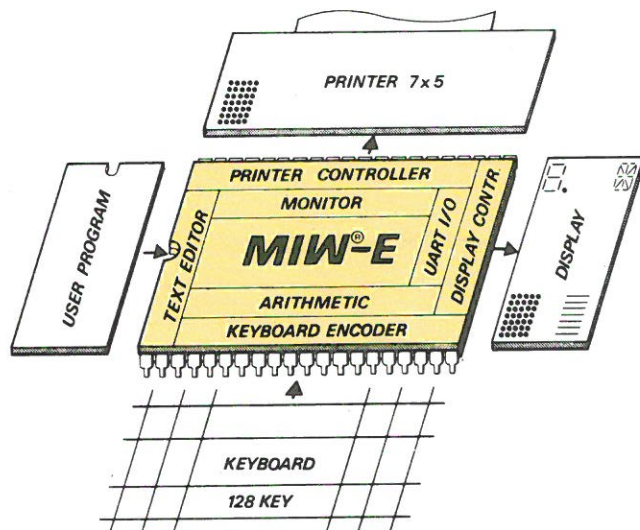


Fig. 3. - Le système MIW-E.

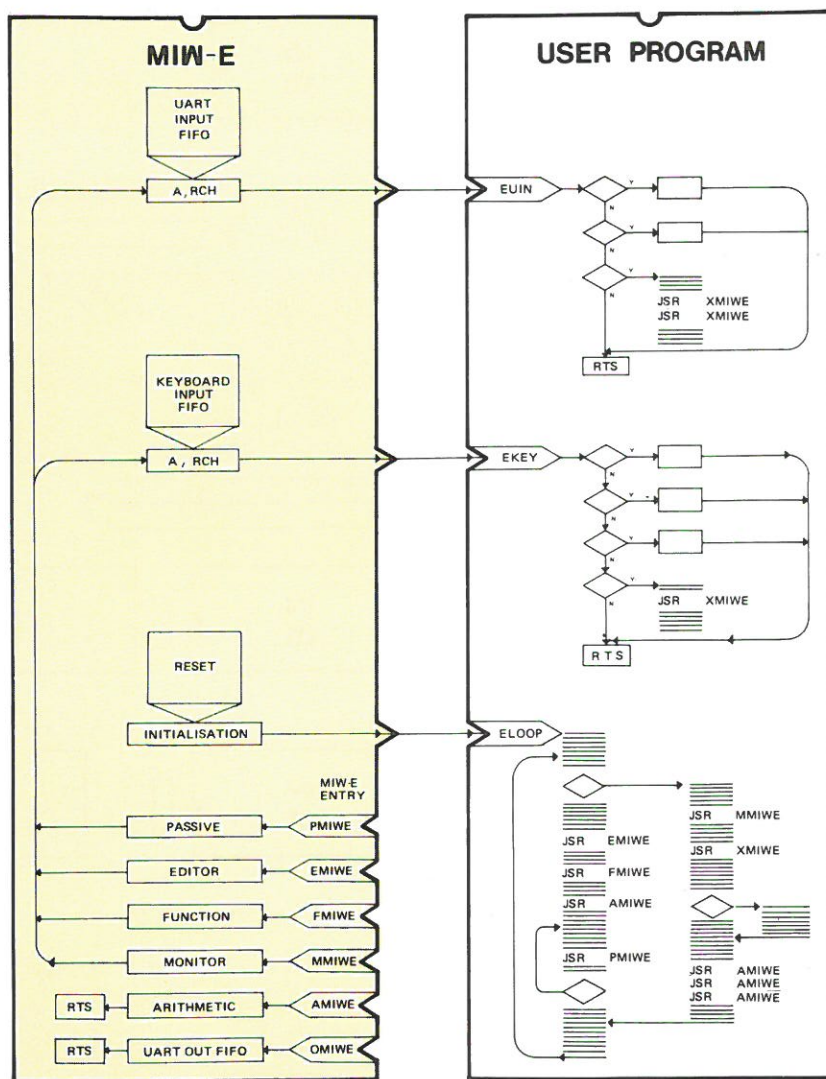


Fig. 4. - Organisation logicielle du MIW-E.

touches au maximum, compatible ASCII.

A6 élabore des signaux de décodage permettant de scinder l'espace mémoire en pages de 2 Ko. L'une d'elles, notée A1000, est réservée au programme utilisateur, logé dans une 2716 (C6), mais les autres peuvent servir à implémenter des compléments de RAM (par exemple C5 en A0800).

B5 et B6 élaborent le signal A0067X qui, combiné avec les lignes d'adresse A0 à A4, fournit toute une variété de signaux en sortie de A3, C1, B1, B2. Parmi ces signaux, tous ne servent pas systématiquement : là encore, le dictionnaire fournira toutes informations utiles.

En fait, à part XINPEA, XOUTEA, et POTCEA (pouvant servir à créer jusqu'à 24 lignes d'entrée-sortie supplémentaires), la plupart de ces signaux sont utilisés pour l'interface imprimante.

Le logiciel résident

Le point fort du logiciel implanté dans la ROM de MIW-E est sa transparence pour l'utilisateur. Bien sûr, des échanges d'informations (en fait des caractères) sont à prévoir entre les deux volets symbolisés à la figure 4.

Ces échanges s'opèrent dans les registres A et X, et dans la case mémoire E7h de la RAM, notée RCH (Register Character). La figure 9 résume la nature des informations transitant par ces « voies » dans les différents cas possibles d'échanges.

Le logiciel résident est capable de détecter la présence d'un programme « utilisateur », à condition que celui-ci soit implanté à partir de l'adresse 1000h et commence par les deux caractères de « marquage » M et son complément.

Ce n'est que dans ces conditions que IXUMPR pourra devenir actif, débloquent le mécanisme régissant les échanges. A défaut, seul le logiciel résident s'exécutera.

C'est la figure 10 qui rassemble toutes les informations sur l'articulation du logiciel résident, et en particulier les différents aiguillages pouvant être établis. Cet organigramme doit être étudié en liaison avec le dictionnaire, sans lequel MIW-E garderait jalousement tous ses secrets !

IND DS11	DKP DS4	PP DS5	UP DS6
0- IXUPPR	0- DMNINH	0- PUCG/N	0- UDINE
1- IMON/N	1- DN7INH	1- PUPF/N	1- UDCDT
2- IMUS/N	2- D16INH	2- PGRA/N	2- UDOTE
3- IXTEST	3- DDMINH	3- PUPD/N	3- UFRD3
4- IUOFFF	4- DDM2SP	4- PNEG/N	4- UFRD4
5- IUI CER *	5- KARINH	5- PENL/N	5- UFRD5
6- IATROV	6- KTRATO	6- PRED/N	6- UTITE
7- IAOPOV	7- KINT12	7- PIPF/N	7- URITE
XP DS7	AP DS8	XOUTC DS9	XINPC DS10
0- KIRTUN	0- ALEOPO	0- XONU0	0- KREPCN
1- UIRTUN	1- ALEOP1	1- XONU1	1- KTT1EN
2- UIRTFN	2- ALEOP2	2- XONU2	2- KTT2EN
3- TSRTUN	3- APNU3	3- XONU3	3- XINU3
4- XPNU4	4- AFMD/B	4- BUZZCN	4- XINU4
5- XPNU5	5- ACDA/B	5- PRBCCT	5- XINU5
6- ERL/LR	6- AZLD/N	6- PPFDCCT	6- PRDRLD
7- XON1AC	7- APNU7	7- PMOTCT	7- PRL/LR

Fig. 5. - Les drapeaux.

ADDRESS	NAME	INIT. VALUE	COMMENTS
\$0B	CCTR	%00101101	2400 bauds
\$0D	RSFR=UP	%10011101	7 bits, odd par, 1 stop b.
\$124	DDMLS	16	DS12
\$126	EDTLS	26	editor buffer
\$128	PRLOA	\$90	superposed with
\$129	PRTLS	26	printer buffer

Fig. 7. - Les paramètres.

Traitements arithmétiques

La figure 11 montre que MIW-E possède un jeu complet de possibilités arithmétiques : les quatre opérations, bien sûr, mais aussi des routines de conversion distinctes pour les nombres entiers et fractionnaires. On pourra donc traiter tout aussi facilement des grandeurs décimales ou binaires. Les résultats intermédiaires sont stockés dans la zone mémoire comprise entre D0h et DFh, qu'il faudra donc veiller à ne pas perturber. Dans cette zone « circulent » deux

secteurs référencés Alpha et Beta, servant aux calculs sur dix chiffres BCD ou sur 32 bits, selon la numération employée, telle qu'elle est identifiée par les drapeaux « AP » (voir dictionnaire, section DS8).

Affichage

L'affichage est certainement la partie la plus complexe de MIW-E, tant au plan matériel que logiciel.

Dix lignes sont gérées par le logiciel résident, et doivent attaquer une bat-

REL ADDR	ABS ADDR	R0 0	R1 1	R2 2	R3 3	R4 4	R5 5	R6 6	R7 7	R8 8	R9 9	R10 A	R11 B	R12 C	R13 D	R14 E	R15 F	ABS ADDR	REL ADDR
00	90	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	90	00
10	A0	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	A0	10
20	B0	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	B0	20
30	C0	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	C0	30
40	D0	64 ASA	65 ASA	66 ASA	67 ASA	68 ASA	69 ASA	70 ASA	71 ASA	72 ASA	73 ASA	74 ASA	75 ASA	76 ASA	77 ASA	78 ASA	79 ASA	D0	40
50	E0	80 R0	81 R1	82 R2	83 R3	84 R4	85 R5	86 R6	87 RCH	88 DKP	89 PP	90 UP	91 XP	92 AP	93 ADP	94 XOUTC	95 MDND	E0	50
60	F0	96 IND	97 MDATA	98 *	99 *	100 *	101 *	102 *	103 *	104 *	105 *	106 *	107 *	108 *	109 *	110 *	111 *	F0	60
70	100	112 *	113 MHA	114 MLA	115 *	116 *	117 *	118 *	119 *	120 *	121 *	122 *	123 *	124 *	125 *	126 *	127 *	100	70
80	110	128 *	129 *	130 *	131 *	132 *	133 *	134 *	135 *	136 *	137 *	138 *	139 *	140 *	141 *	142 *	143 *	110	80
90	120	144 DN00A	145 DN70A	146 D160A	147 DDM0A	148 DDMLS	149 EDT0A	150 EDTLS	151 PRH0A	152 PRL0A	153 PRTLS	154	155	156	157	158	159	120	90
A0	130	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	130	A0
B0	140	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	140	B0
C0	150	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	150	C0
D0	160	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	160	D0
E0	170	224 ←	225	226	227	228	229	230	231 SPA	232	233	234	235	236	237	238	239 SP	170	E0

Fig. 6.

terie de latches avant d'aboutir aux afficheurs, bien évidemment multiplexés grâce à un décodeur opérant sur KD0 à KD3. Bien sûr, des circuits de commande doivent être intercalés, selon la nature des afficheurs utilisés (à LED, fluorescents, etc.). Notons bien qu'il n'est pas fait appel à des afficheurs dits « intelligents » : MIW-E pilote directement chaque segment ou chaque point de chaque afficheur, ce qui permet toutes sortes de configurations graphiques, semi-graphiques, ou de style « bar-graph ».

La figure 12 fournit une équivalence entre les trois types d'afficheurs pouvant être employés, alors que la figure 13 illustre l'ensemble des fonctions d'affichage, pour 7 ou 16 segments.

Il faut bien remarquer que le choix du type d'affichage dépend étroitement de l'application envisagée : la matrice de points offre bien sûr le plus de possibilités, mais revient relativement cher (figure 14).

Si des chiffres seulement ont à être affichés, la solution « 7 segments » doit être préférée. Il est d'ailleurs possible de ne prévoir que le nombre de

digits nécessaires, sans exploiter à fond les possibilités de MIW-E : on spécifiera alors au logiciel l'adresse du premier caractère à afficher, par le biais d'un simple paramètre en RAM. Le logiciel résident fera le reste...

MIW-E contient l'ensemble des générateurs de caractères nécessaires pour les trois configurations, avec ou sans point décimal pour ce qui est des chiffres. La notice complète de MIW-E reproduit en entier les trois jeux de caractères disponibles, et montre que même les codes réputés « non imprimables » de l'ASCII sont représentés, par des graphismes, très spéciaux toutefois.

Nous publierons ces trois jeux de caractères dans notre prochain numéro

Cela permet, au moyen de quelques instructions seulement, d'implanter un analyseur de lignes simple sur MIW-E, ce qui s'avère très confortable lors de la mise au point de logiciels : décidément, MIW-E se suffit à lui-même en toutes circonstances...

8	PB0	I/O	XTAL	2
9	PB1	I/O	5VSTB	21
10	PB2	I/O	5V	7
11	PB3	RxD	I5	1
12	PB4	TxD	I7	3
6	RST	I0	R/W	38
4	NMI	I1	E	40
5	IRQ	PITS	I2	39
37	AD0			
36	AD1			
35	AD2			
34	AD3			
33	AD4			
32	AD5			
31	AD6			
30	AD7			
29	A08		KD0	13
28	A09		KD1	14
27	A10		KD2	15
26	A11		KD3	16
25	A12		KA0	17
24	A13		KA1	18
23	M1		KA2	19
22	POA		KGS	20

Fig. 8.

L'éditeur

Cet éditeur « une ligne » travaille dans le « buffer » qui lui est réservé (EDTOA et EDTLS). Il dispose de quatre fonctions, EFBSP, EFSPC, EFCLR, et EFCRR (voir dictionnaire), qui lui confèrent des possibilités très suffisantes. Ces fonctions sont directement accessibles au clavier, par programme, mais aussi à distance via l'UART.

Un curseur est disponible, dont la fréquence de clignotement (3 ou 6 Hz) indique si l'on se trouve en mode répétition ou non.

L'entrée des caractères peut se faire, au choix, par la droite ou par la gauche.

Le clavier

Tel qu'il est raccordé sur le schéma de la figure 1, le clavier possède seize colonnes, interrogées toutes les 20 ms. Un anti-rebond interne nécessite que les touches soient maintenues enfoncées ou relâchées au moins 20 à 40 ms.

Après 800 ms d'enfoncement, les touches déclenchent la répétition automatique du caractère, à une cadence de 7 Hz.

Une touche spéciale permet de demander que la répétition intervienne d'office dès l'enfoncement et sans attendre. Deux entrées hors matrice sont réservées à des touches qui peuvent s'appeler SHIFT ou CTRL, ou... autrement : elles donnent accès à deux autres tables de caractères, pouvant être implantées dans la ROM utilisateur.

Notons enfin que si le paramètre KIRTUN est à zéro, les caractères frappés sont automatiquement transmis par l'UART.

Le moniteur

Le logiciel moniteur répond aux codes NFGMON, MFGNRM, MFCLAD, MFADP1, MFADM1, 0 à 9, MFCLDT, A à F, MFJSRU, et MFLDDT. Les informations affichées sont traduites en hexadécimal pour le confort de l'utilisateur. Diverses informations résumées par la figure 15 sont ainsi visualisées, cette « fenêtre » pouvant être déplacée dans tout l'espace mémoire, même en répétition.

INTERFACE ENTRY REG. POINTS	X			A			RCH		
MIW-E - USER © 1984	USER PROGRAM ENTRY			RETURN TO MIW-E					
EUIN	ND	CHAR	CHAR	NA	CHAR	NA			
EUOT	ND	CHAR	ND	NA	CHAR	NA			
EKEY	ND	CHAR	CHAR	NA	CHAR	NA			
ELOOP	ND	ND	ND	.	.	.			
USER - MIW-E © 1984	MIW-E ENTRY			RETURN TO USER PROG.					
PMIWE	NA	NA	NA	ND	ND	ND			
EMIWE	NA	CHAR	NA	ND	ND	ND			
FMIWE	NA	CHAR	NA	ND	ND	ND			
MMIWE	NA	CHAR	NA	ND	ND	ND			
OMIWE	NA	CHAR	NA	ND	CHAR	CHAR			
AMIWE	ADDR	CODE	NA	ND	ND	ND			

Fig. 9.

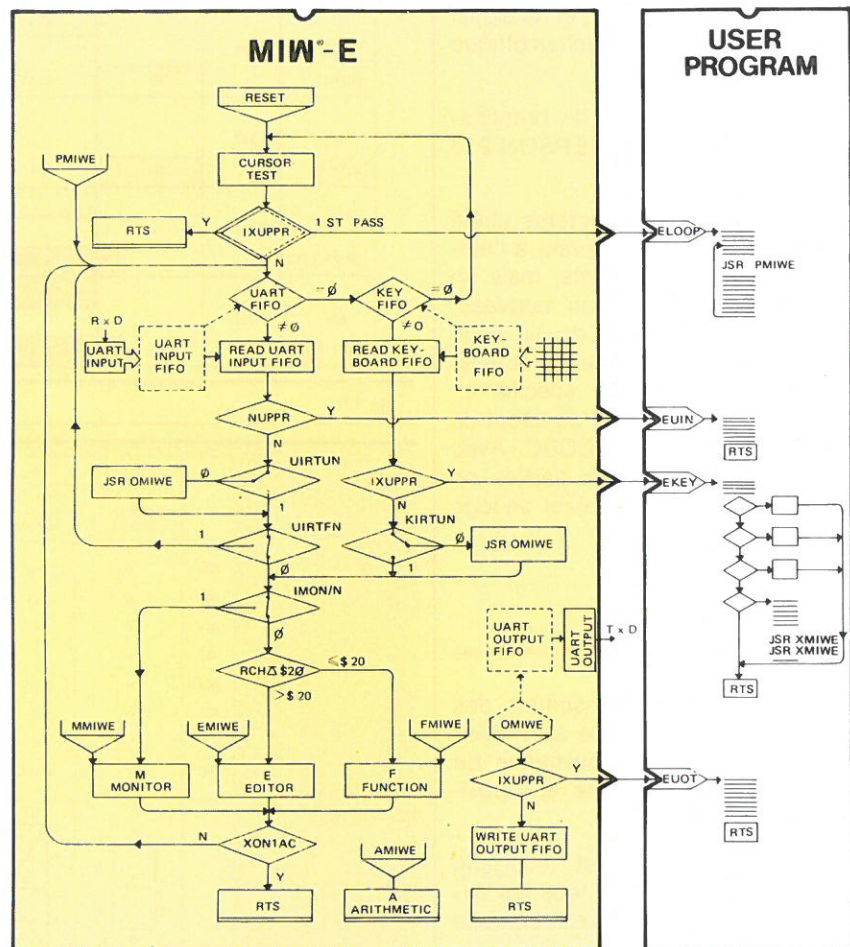


Fig. 10.

Les utilisations de cet « utilitaire » sont innombrables, et vont jusqu'au télé-chargement de portions de programme utilisateur via l'UART.

L'imprimante

MIW-E peut commander toute imprimante à matrice de points, car les principales caractéristiques de ce périphérique peuvent être « déclarées » au logiciel, qui s'y adapte de lui-même.

L'information à imprimer peut être alphanumérique, semi-graphique ou graphique, l'impression peut se faire de droite à gauche, de gauche à droite, et même la tête en bas, selon les usages prévus.

La figure 16 définit les signaux existants entre l'imprimante et le circuit d'interface. Notons que celui-ci comporte un monostable réglable (C8), destiné à protéger la tête d'impression en cas de défaut quelconque.

La figure 17 indique le positionnement des caractères imprimés par rapport aux lignes du bus, et au signal PITS, issu du capteur tachymétrique de l'imprimante.

Un exemple pratique de branchement d'un mécanisme EPSON 210 est fourni à la figure 18.

Le générateur de caractères utilisé est le même que celui servant à l'afficheur à matrices de points, mais on peut lui en substituer un nouveau, commençant au début de la page UPCGPA. Le nombre de caractères ainsi redéfinis doit être spécifié en UPCGNC, et le caractère de début de la zone modifiée, en UPCGSC. Avec ce mode semi-graphique partiel, on peut, par exemple, incorporer un logo à un ticket de caisse.

Procédures de test

Un test rapide de l'ensemble des circuits peut être effectué au moyen du code XFTST, en provenance du clavier ou de l'UART, ce qui positionne le drapeau IXTEST.

Un générateur de test incorporé émet alors cycliquement tous les caractères dont les codes sont compris entre 00h et 7Fh. L'imprimante transcrit son buffer sur papier à une fréquence de 2 Hz, tandis que l'éditeur affiche les mêmes caractères. Les ca-

FUNCTION (DS2)	CODE (A)	ZONE Ext. Oper rel addr(x)	ZONE Alpha	ZONE Beta	FUNCTION OF:						ACTION IN:			
					ALEOP1	APMO/B	ACDA/B	AZLO/N	Ext. Op	Ext. Op	AZLO/N	IATROV	IADPOV	ADP
AAD ADDITION	\$11	BEFORE	IO		x	x	x		x	x	x	x	x	x
		EO												
		AFTER	$R = IO + EO$	N.A										
ASB SUBTRAC.	\$12	BEFORE	IO		x	x	x		x	x	x	x	x	x
		EO												
		AFTER	$R = IO - EO$	N.A										
AML MULTIPLIC.	\$13	BEFORE	IO		x	x	x		x	x	x	x	x	x
		EO	0											
		AFTER	$R = IO \times EO$											
ADI DIVISION	\$14	BEFORE	IO		x	x	x		x	x	x	x	x	x
		EO												
		AFTER	REST	$R = IO : EO$										
ACI CONV. INT.	\$21	BEFORE			x	x	x		x	x	x	*	*	*
		EO												
		BIN	RDEC											
ACF CONV. FRAC.	\$22	BEFORE			x	x	x		x	x	x	*	*	*
		EO												
		BIN	RDEC											
AIA INPUT	\$31	BEFORE			x	x	x		x	x	x	*	*	*
		EO												
		BIN	RDEC											
AIB INPUT	\$32	BEFORE			x	x	x		x	x	x	*	*	*
		EO												
		BIN	RDEC											
AOA OUTPUT	\$41	BEFORE	IO		x	x	x		x	x	x	*	*	*
		EO												
		AFTER	N.A	N.A										
AOB OUTPUT	\$42	BEFORE	IO		x	x	x		x	x	x	*	*	*
		EO												
		AFTER	N.A	N.A										
ASL SHIFT LEFT	\$51	-	DO ← 1 NIBBLE / 1 BIT											
ASR SHIFT RIGHT	\$52	-	DO → 1 NIBBLE / 1 BIT											

Fig. 11.

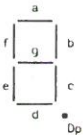
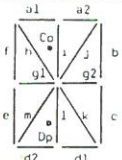
	7 SEGMENT'S		16 SEGMENT'S		DOT MATRIX					
	D0M0N1A 075LxA		BYE 0	BYE 1						
				D16L x0A	D16L x1A	D0T MATRIX				
AD7	Dp		q2	Dp	C1 = C1 C2 C3 C4 C5					
AD6	g		q1	C0	□	□	□	□	□	
AD5	f		f	mf	□	□	□	□	□	
AD4	e		e	i	□	□	□	□	□	
AD3	d		d1,d2	h	□	□	□	□	□	
AD2	c		e	j	□	□	□	□	□	
AD1	b		b	i	□	□	□	□	□	
AD0	a		a1,a2	h	□	□	□	□	□	
										

Fig. 12.

ractères en question sont également transmis par l'UART, pourvu que TSRTUN soit à zéro.

L'action sur toute touche dont le code est supérieur à 20h interrompt la procédure de test.

Communications série

MIW-E exploite à fond les possibilités de l'UART matériellement présentes dans le EF 6805 CT. Il s'agit d'un processeur haut de gamme entièrement programmable au niveau du format de transmission. Les paramètres de programmation ont reçu des mnémoniques, regroupés dans le dictionnaire. Sauf ordre contraire, l'UART travaille en « full duplex » à 2 400 bauds, sur 7 bits plus un bit de parité impaire, un bit de stop mais pas de détection de porteuse. Ce choix peut à tout moment être altéré par programme, la vitesse pouvant évoluer de 75 à 9 600 bauds avec un quartz de 4,9152 MHz. Pour plus de détails sur les possibilités offertes, on pourra se reporter à l'article consacré au EF 6805 CT dans le n° 35 d'« Electronique Applications ».

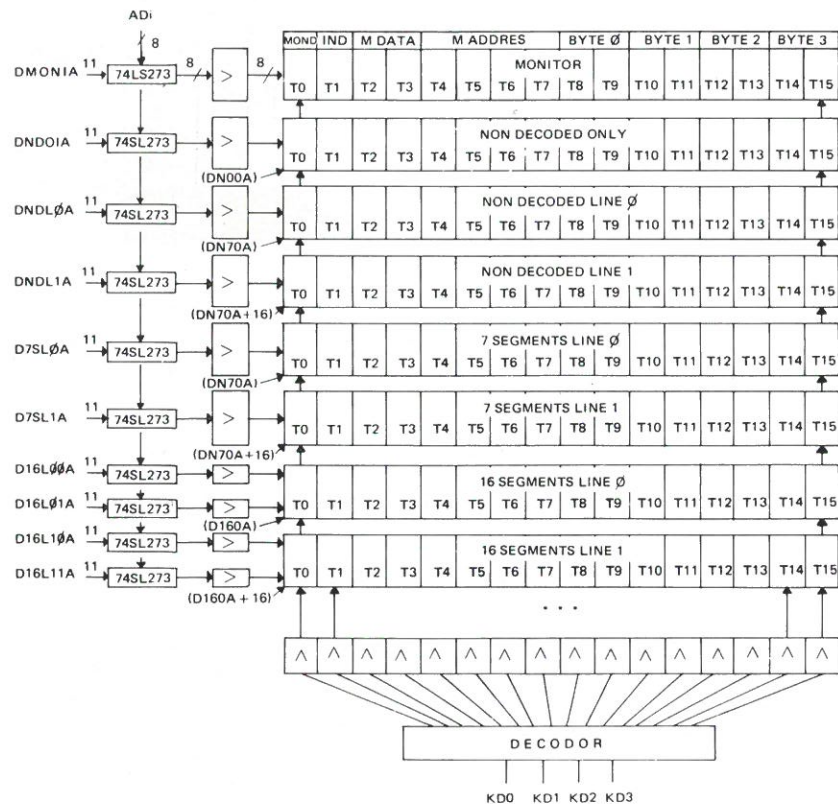


Fig. 13.

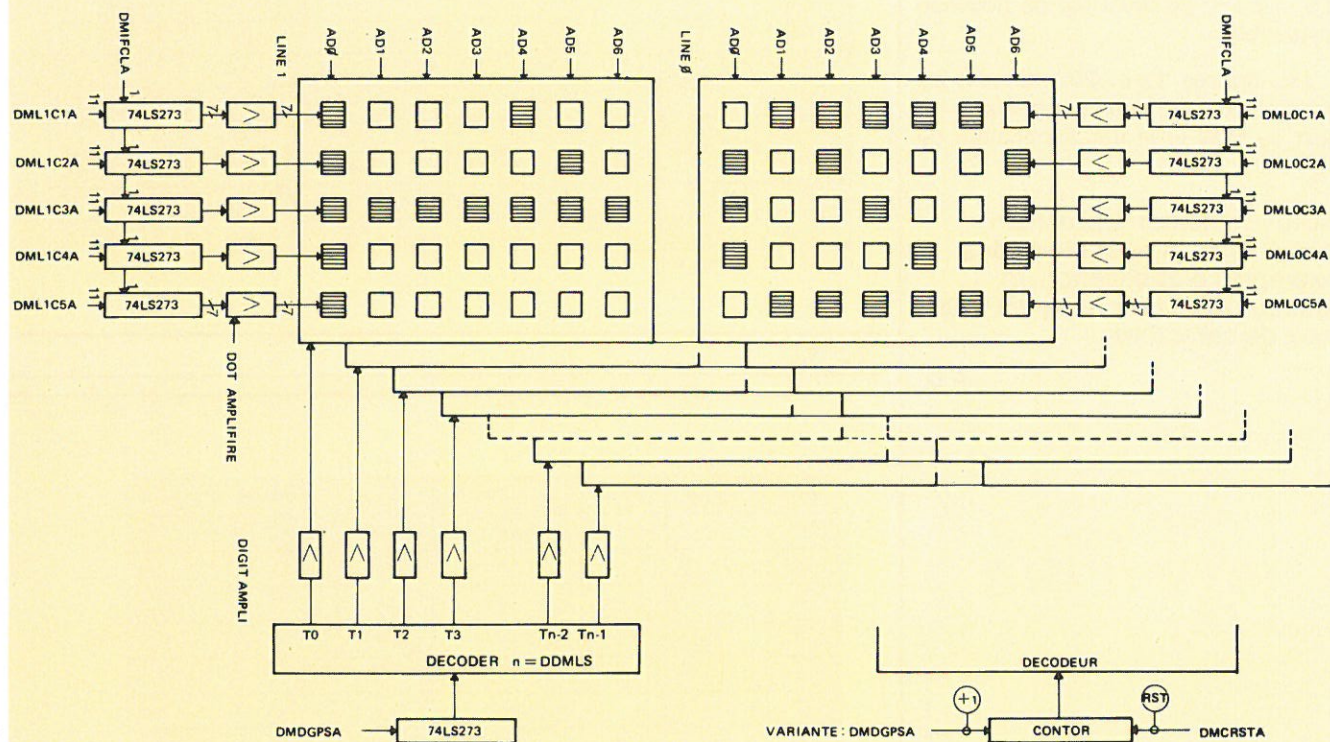


Fig. 14.

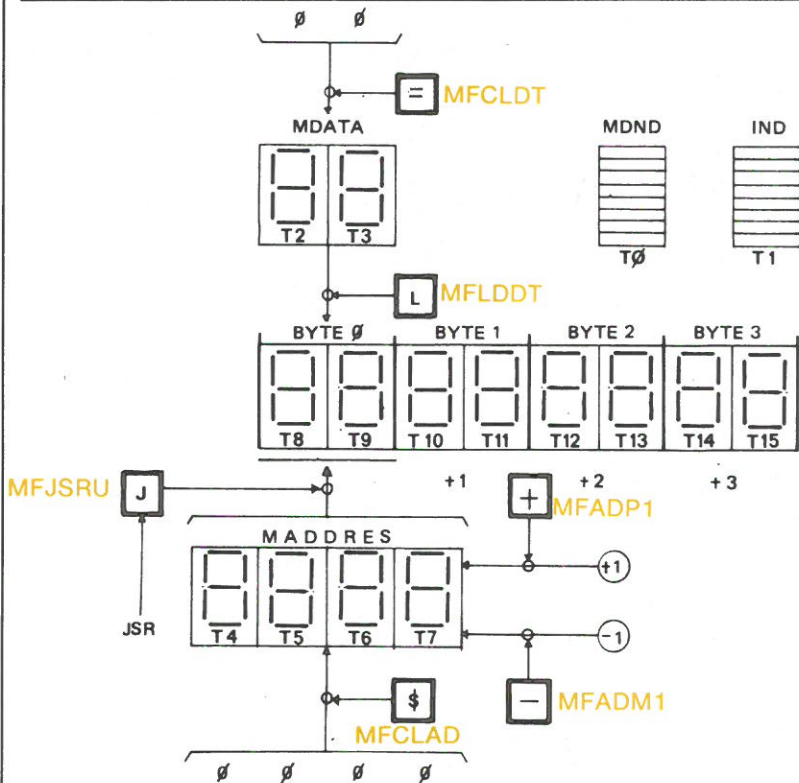


Fig. 15.

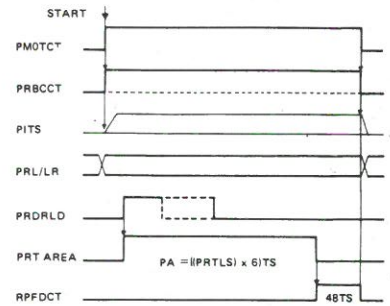


Fig. 16.

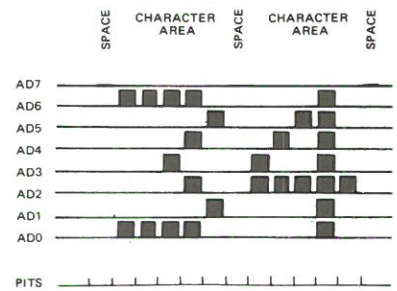


Fig. 17.

La liaison entre l'UART et le logiciel passe par un FIFO de 4 bits, constamment surveillé afin d'en prévenir la surcharge : le correspondant distant peut être averti que le FIFO est sur le point d'être plein, puisqu'il est de nouveau disponible.

Les figures 19 et 20 résument les principaux paramètres régissant, au sein de MIW-E, le fonctionnement de l'UART.

Nota : Dans notre prochain numéro, nous publierons des exemples d'application, le dictionnaire complet et les trois jeux de caractères.

P.G.

CCT7	CCT6	CLOCK	Receiver	CCT5	CCT4	CCT3	Speed*	Internal ϕ 2	External clock
			Transm.	CCT2	CCT1	CCT0	(bauds)	divided by	divided by
0	0	INT.	RST	0	0	0	75	16384	2048
				0	0	1	150	8192	1024
0	1	INT.		0	1	0	300	4096	512
				0	1	1	600	2048	256
1	0	INT.		1	0	0	1200	1024	128
				1	0	1	2400	512	64
1	1	EXT.		1	1	0	4800	256	32
				1	1	1	9600	128	16

*Using a 4.9152 MHz Xtal.

Fig. 19.

UF RD5	UF RD4	UF RD3	Word length	Parity	Number of stop bits
0	0	0	7 bits	Even	2
0	0	1	7 bits	Odd	2
0	1	0	7 bits	Even	1
0	1	1	7 bits	Odd	1
1	0	0	8 bits	-	2
1	0	1	8 bits	-	1
1	1	0	8 bits	Even	1
1	1	1	8 bits	Odd	1

RST

Fig. 20.

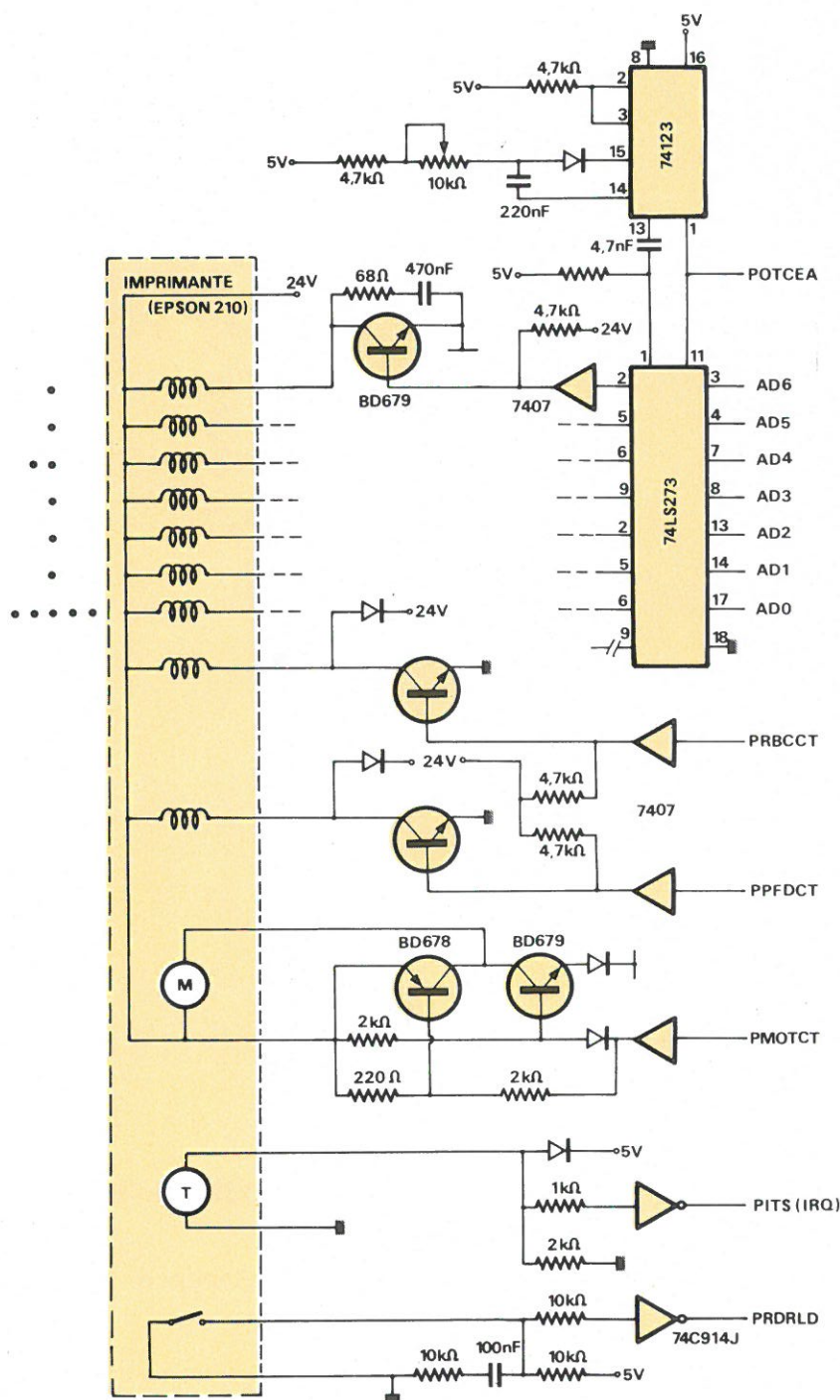
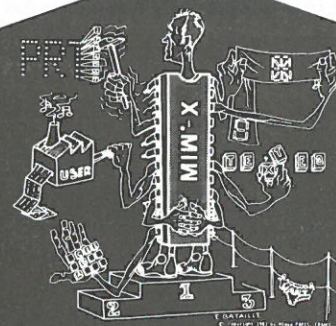
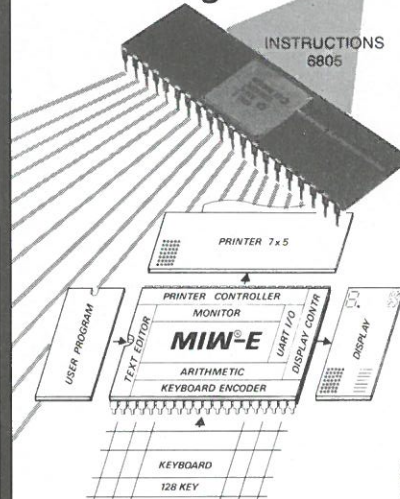


Fig. 18.

Cet article fait l'objet
de notre grand critérium 1984
d'applications
auquel vous pouvez participer
(Voir les pages 30, 31 et 32)



Un chip
ça va !



1 chip =
1 μ P 6805
+ 12 contrôleurs

- AFFICHAGE NON DÉCODÉ (BAR GRAPH) 64 BYTES
 - AFFICHAGE DÉCODÉ EN 7 SEGMENTS 32 CARACTÈRES
 - AFFICHAGE DÉCODÉ EN 16 SEGMENTS 32 CARACTÈRES
 - AFFICHAGE MATRICE DE POINTS 2 LIGNES DE 32 CARACTÈRES
 - UART IDENTIQUE AU 6850
 - ENCODEUR DE CLAVIER 128 TOUCHES AUTO-REPEAT, SHIFT, CONTRÔLE
 - ÉDITEUR DE LIGNE (SP, BS, CR, CAN)
 - IMPRIMANTE 7x5, 128 CARACTÈRES (GEN.INT.), SEMI-GRAPHIC ET GRAPHIC
 - MONITEUR DE DÉPANNAGE ET MISE AU POINT LOGICIELLE
 - TEST DE FONCTIONNEMENT DE LA CONFIGURATION MATÉRIELLE
 - COMMUTATEUR D'INFORMATIONS ENTRE RESSOURCES
 - ARITHMÉTIQUE, 4 OPÉRATIONS EN DÉCIMALE (10 DIGITS) ET BINAIRE (32 BITS) CONVERSION ENTRE LES BASES
 - + μ P AVEC JEUX D'INSTRUCTIONS 6805
- Fabriquée en France par THOMSON EFCIS

MIW-E® 97 F.H.T. par 2000 pièces

KIT D'ÉVALUATION PROMOTIONNEL

MIW® SA

34, rue du Général Brunet
75019 PARIS-Tél.(1)200.99.75

BUREAU D'ÉTUDES SPÉCIALISÉ
EN APPLICATIONS μ P
TEMPS RÉEL

SERVICE-LECTEURS N° 17

Etude

Les sondes à neutrons : principes et applications industrielles

Dans de nombreux processus industriels, la qualité d'un produit fini exige des teneurs en eau bien spécifiques. Pour ce faire, le moyen idéal est de contrôler le taux d'humidité directement sur les chaînes de fabrication, et à partir de là, d'effectuer une régulation. Ceci permettra d'obtenir un rendement de production optimum et une qualité adéquate du produit fini.

Il existe plusieurs méthodes pour déterminer le pourcentage d'humidité dans un produit ; à titre d'exemples, citons le pesage et le séchage d'échantillons, les mesures de capacité et de conductivité thermique, ou encore des mesures d'absorptions dans le domaine des micro-ondes ou de réflexions dans la bande infrarouge.

La méthode que nous allons étudier dans cet article est basée sur des principes de physique nucléaire et fait appel à une particule de charge électrique nulle et dont la masse est voisine de celle du noyau d'hydrogène, à savoir le neutron.

Cette technique a l'avantage, par rapport à celles citées ci-avant, d'être plus précise du fait que peu de grandeurs perturbatrices influent sur elle. De plus, elle permet un contrôle continu, et de ce fait, une régulation est possible.

Comme domaines d'applications, citons l'industrie du verre, du charbon et du béton, l'agriculture et l'hydrologie.

Nous commencerons par étudier le neutron et ses propriétés, et nous verrons ensuite comment appliquer ces dernières aux mesures d'humidité.

Le neutron et ses propriétés

Le neutron est une particule nucléaire qui a la propriété d'être électriquement neutre, et dont la masse, voisine de celle du noyau d'hydrogène, vaut approximativement 1 u.m.a. (unité de masse atomique).

On peut classer les neutrons en plusieurs catégories suivant leurs énergies cinétiques ; il y a d'abord les neutrons rapides correspondant à ceux qui ont une énergie élevée, c'est-à-dire de 1 à 10 MeV. Viennent ensuite les neutrons intermédiaires dont l'énergie se situe entre 0,1 et 1 MeV, et les neutrons lents qui ont une énergie plus petite que 0,1 MeV. Dans cette dernière catégorie entrent les neutrons thermiques, c'est-à-dire ceux qui ont une énergie égale à l'énergie d'agitation thermique des molécules du milieu ambiant à la température considérée. A la température de 25 °C, l'énergie qu'aura le neutron vaut 0,025 eV et sa vitesse due à l'agitation thermique du milieu à cette température sera de 2 200 m/s. Le **tableau 1** donne quelques valeurs d'énergie et de vitesse de neutrons à différentes températures.

Un neutron rapide ne pourra donc être ralenti que jusqu'à une limite, qui dépend de l'agitation des atomes et molécules du milieu dans lequel il se déplace. A ce stade, il y a une suite de collisions entre le neutron et le milieu, mais sans variation résultante de l'énergie ; les neutrons sont alors en équilibre avec les molécules du milieu.

Nous allons maintenant développer succinctement le mécanisme des réactions nucléaires, et en particulier celles qui ont lieu avec des neutrons.

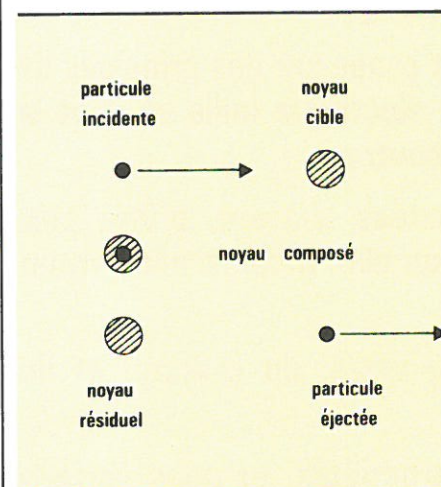


Fig. 1.

Tableau 1

Temp. (°C)	Temp. (K)	Energie (eV)	Vitesse (m/s)
25	298	0,025	2 200
200	473	0,041	2 800
400	673	0,058	3 300
800	1 073	0,093	4 200

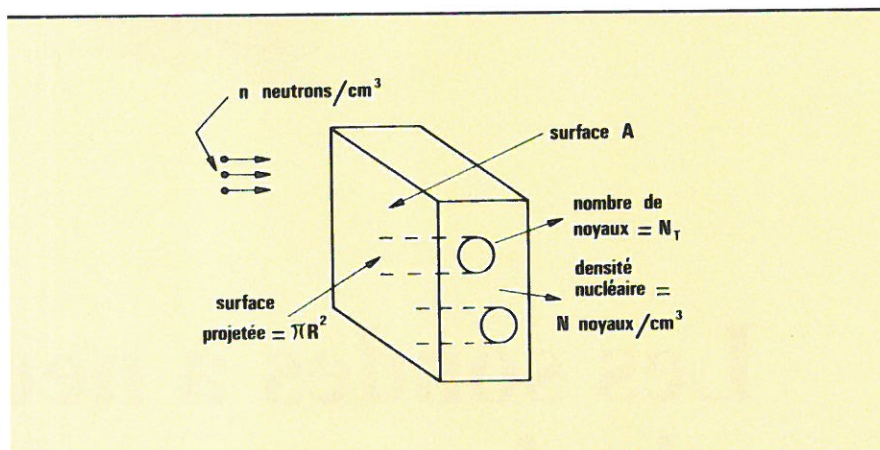


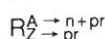
Fig. 2.

Une réaction nucléaire peut se définir comme étant l'interaction entre une particule incidente et un noyau cible. Dans une première étape, le projectile vient frapper le noyau cible et il y a formation d'un noyau composé. Dans une seconde étape, ce dernier va se désintégrer en expulsant une particule, ou encore en émettant un rayonnement ; en même temps, ce noyau composé se transforme en un autre noyau, appelé noyau résiduel (**fig. 1**). Notons que le noyau composé peut être un élément stable, et dans ce cas, aucune particule n'est émise. Par contre, s'il correspond à un isotope instable, il émet une particule et est donc de ce fait radioactif. Ce processus nucléaire peut se représenter de la façon suivante :

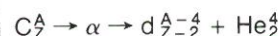


Un projectile « a » entrant en réaction avec un noyau « c » forme un noyau composé « c* » généralement instable ; ce dernier se désintègre en émettant une particule « b » et se transforme en un noyau « d ».

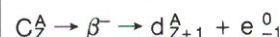
La désintégration du noyau composé peut se faire par émissions de particules α , β ou γ . Le processus est le suivant : un noyau « R » dont le nombre de masse est « A » (nombre de protons + neutrons) et dont le nombre atomique est « Z » (nombre de protons = nombre d'électrons = nombre de charges) se représente par :



La particule « α » est un noyau d'hélium « He^4_2 » et par une telle désintégration, le noyau composé voit son nombre de masse diminuer de 4 unités et son nombre de protons de deux :

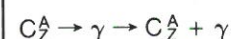


Pour la désintégration « β », cette particule étant un électron (négatif) ou un positon (positif), on aura :



Dans ce cas, le noyau résiduel possède le même nombre de masse, mais voit son nombre de charges augmenter ou diminuer d'une unité ; cela signifie qu'à l'intérieur du noyau, il y a une transformation d'un neutron en proton pour une émission β^- et une transformation d'un proton en neutron pour une émission β^+ .

Pour la désintégration « γ », le photon n'ayant ni charge ni masse, le noyau résiduel conserve le même nombre de masse et le même nombre de charges, mais il se trouve dans un état énergétique différent de l'état stable ; on écrit :



Lorsque le projectile est un neutron, le phénomène d'absorption de ce dernier donne lieu à plusieurs types de réactions, à savoir :

- collision inélastique et élastique ;
- capture d'un neutron lent suivie :

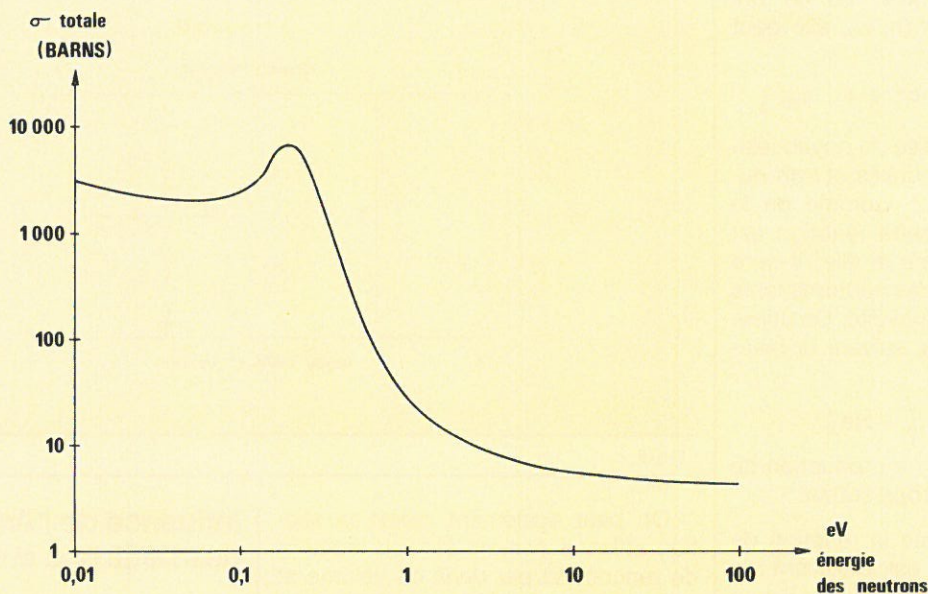


Fig. 3.

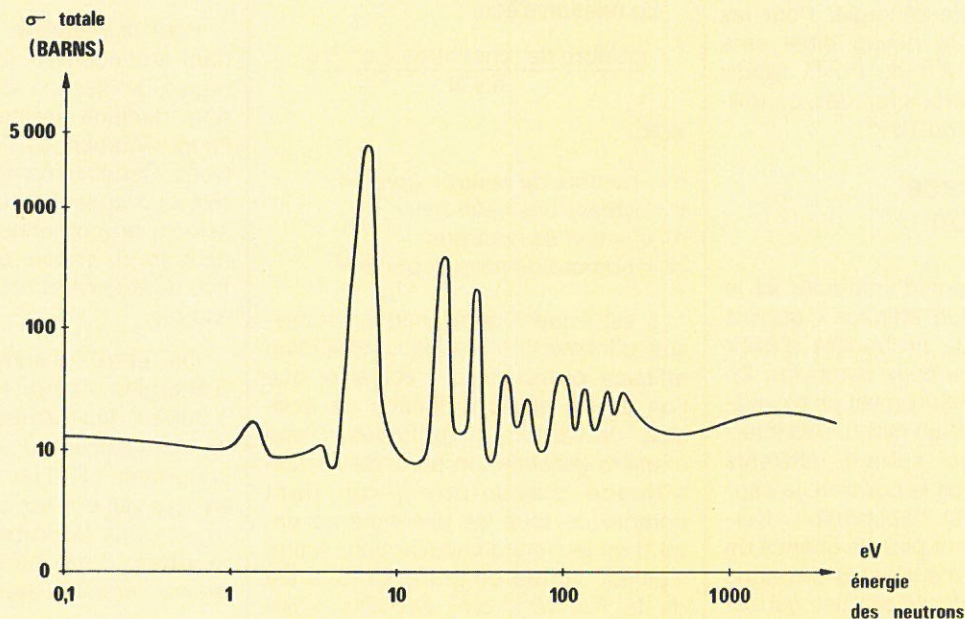


Fig. 4.

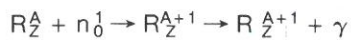
- d'émission de radiation γ (capture radiative : n, γ),
- d'éjection d'une particule α (n, α),
- d'éjection d'un proton (n, p),
- de fission (n, f) ;

● capture d'un neutron rapide suivie :

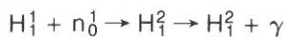
- d'éjection d'une particule α (n, α),
- d'éjection d'un proton (n, p),
- d'éjection de plusieurs nucléons ($n, 2n$) ; ($n, 3n$)...,
- de fission (n, f).

Etudions succinctement quelques-unes de ces réactions.

Pour la réaction de capture radiative, on a :



Le noyau cible absorbe un neutron lent et donne naissance à un noyau composé qui se trouve dans un état excité. Le retour à l'état stable se fait par émission d'un photon. Le noyau cible a un nombre atomique « Z » et un nombre de masse « A » ; le noyau résiduel aura le même nombre atomique, mais son nombre de masse est augmenté d'une unité. Cette réaction est effective avec l'hydrogène :



Une réaction de capture très intéressante est celle se produisant avec l'uranium 238 suivant la réaction :



Ici, le noyau résiduel U_{92}^{239} est radioactif et est émetteur de particules β :

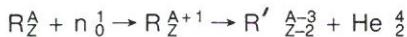


On constate que l'on a formé un isotope de nombre atomique égal à 93, et n'existant pas dans la nature ; il sera appelé « neptunium ». Il est émetteur β et va donner du Pu_{94}^{239} :

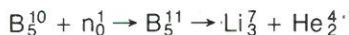


Ce dernier est un élément artificiel car il n'existe pas en quantité détectable dans la nature. Il est produit dans les réacteurs nucléaires et a une durée

de vie de 24 000 ans. En ce qui concerne la réaction (n, α) , elle peut s'écrire :



Le nombre de masse du noyau résiduel a diminué de 3 unités et son numéro atomique de 2. Comme on le verra par la suite, cette réaction est importante car, grâce à elle, il sera possible de détecter les neutrons lents lors des mesures d'humidité. On utilise dans ce cas du bore suivant la réaction



On constate qu'on a production de lithium qui est un isotope stable.

En ce qui concerne la réaction de fission, le processus est le suivant : le noyau absorbe un neutron et il y a formation d'un noyau composé très instable ; de ce fait, il se brise en deux, émet un certain nombre de neutrons et libère de l'énergie. Pour les neutrons lents, le noyau cible sera formé de U^{233} , U^{235} ou Pu^{239} , tandis que pour les neutrons rapides, on utilisera de l' U^{238} ou du Th^{232} .

Section efficace d'une réaction

Il est intéressant d'introduire ici le terme de « section efficace » qui est une mesure de la probabilité d'avoir une réaction entre deux particules. En effet, quand un neutron est en mouvement dans un certain milieu, il va interagir avec celui-ci suivant différents processus, à savoir la collision, la capture, la fission et l'absorption. Certains processus ont plus de chance de se produire que d'autres, ils ont donc une probabilité de se réaliser qui est plus importante. En d'autres termes, on dit qu'un processus particulier d'interaction a une plus ou moins grande section efficace.

Ce concept de section efficace peut être visualisé par le nombre « d'aire-cible » que présente un noyau par rapport au neutron incident (fig. 2).

Si on admet que le noyau cible est sphérique, l'aire-cible qu'il présente vis-à-vis d'un neutron est πR^2 , « R » étant le rayon de la sphère ; cette surface est également la section efficace $\sigma = \pi R^2$; son unité est le cm^2 .

Considérons maintenant une matière de faible épaisseur contenant N_T noyaux ayant une surface « A ». La probabilité qu'un neutron de rencontrer un noyau vaut : $N_T \cdot \sigma / A$.

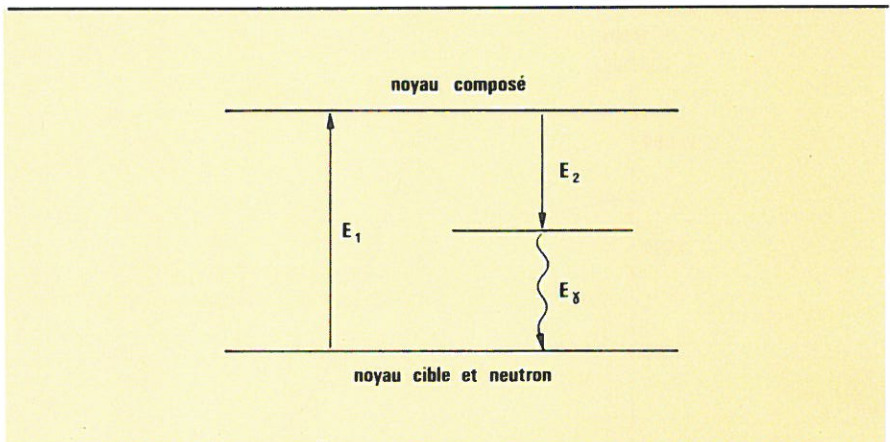


Fig. 5.

On peut également définir la section efficace comme étant le nombre de rencontres par unité de volume et par unité de temps pour un flux de neutrons unitaires et une densité nucléaire unitaire.

La relation s'écrit :

$$\frac{\text{nombre de rencontres} / cm^3 / s}{n \cdot v \cdot N}$$

avec :

n = nombre de neutrons par cm^3

v = vitesse des neutrons

$n \cdot v$ = flux de neutrons

N = nombre de noyaux par cm^3

Il est évident qu'à chaque processus d'interaction est lié une section efficace particulière ; c'est ainsi que l'on a une section efficace de collision, de capture et de fission. D'une manière générale, on parle de section efficace d'absorption, qui tient compte de tous les phénomènes entrant en jeu lors d'une réaction. A titre indicatif, l'ordre de grandeur de σ est de 10^{-22} à $10^{-24} cm^2$. On utilise aussi une autre unité, à savoir le « barn » qui vaut $10^{-24} cm^2$.

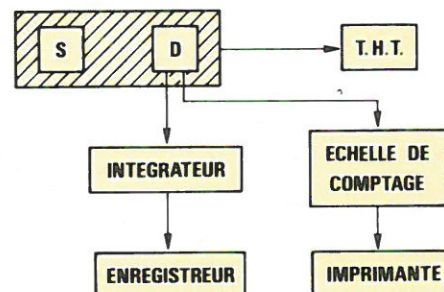
Influence de l'énergie des neutrons sur la section

On peut délimiter plusieurs zones correspondant aux neutrons d'énergie faible, intermédiaire ou élevée.

Pour la première zone, correspondant aux neutrons faiblement énergétiques, la section efficace d'absorption diminue continuellement avec l'augmentation de l'énergie des neutrons. Cette région est en $1/v$, c'est-à-dire que la section efficace est inversement proportionnelle à la vitesse du neutron ou encore elle varie en fonction inverse de la racine carrée de son énergie.

On entre ensuite dans la zone d'énergies comprises entre 0,1 et 1 000 eV qui correspond à la région de résonance, où σ_a peut être très importante. Si l'on se trouve à une énergie qui correspond à un pic, cela signifie que la probabilité d'avoir une réaction d'un type particulier se trouve fortement augmentée.

On trouve ensuite la zone des neutrons rapides où σ_a diminue de façon



S = source de neutrons rapides

D = détecteur de neutrons lents

Fig. 6.

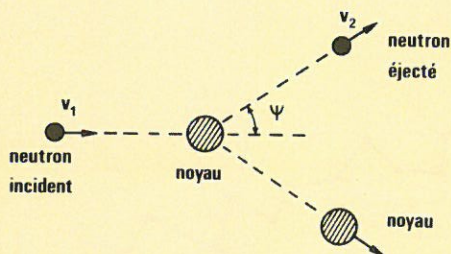


Fig. 7.

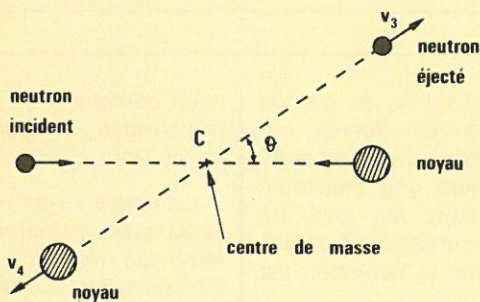


Fig. 8.

continue quand l'énergie des neutrons augmente ; on arrive dans ce cas à des sections efficaces de l'ordre de 10 barns, c'est-à-dire que la probabilité d'interaction entre un noyau particulier et un neutron rapide est faible.

Les figures 3 et 4 montrent la variation de σ_a en fonction de l'énergie des neutrons, pour le cadmium et pour l'uranium naturel. Pour le premier matériau, on a un pic de résonance vers 0,15 eV ; sa section efficace d'absorption passe alors à plus de 7 000 barns. Le second présente plusieurs pics de résonance dont l'un porte σ_a à plus de 5 000 barns.

En ce qui concerne la section efficace de collision, elle est dans le domaine des faibles énergies des neutrons, de 2 à 10 barns pour presque tout les éléments. Elle est relativement

constante, sauf aux très hautes énergies où elle diminue.

Un élément a toutefois une section efficace plus importante ; il s'agit de l'hydrogène pour qui une valeur de 100 barns est possible s'il est à l'état associé.

Le tableau 2 donne les valeurs des sections efficaces de collision et d'absorption de quelques éléments pour des neutrons de 0,025 eV.

Types de collisions

Il existe deux types de collisions : élastique et inélastique. Une collision est un processus par lequel il y a transfert d'énergie entre une particule et une autre. Dans le cas où un neutron entre en collision avec un noyau,

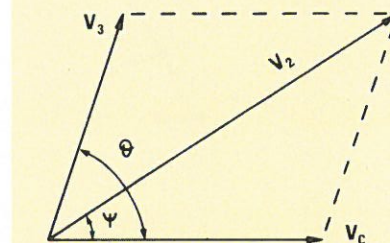


Fig. 9.

il y a formation d'un noyau composé et ensuite éjection d'un neutron dont l'énergie cinétique est inférieure à celle du neutron incident. Dans un tel phénomène, une partie ou la totalité de l'énergie cinétique du neutron incident est cédée au noyau ; il y a donc bien transfert d'énergie entre deux particules.

Pour une collision inélastique, qui se produit avec des neutrons rapides et des noyaux lourds, il y a formation d'un noyau composé et émission d'un neutron de faible énergie. La différence énergétique entre les neutrons d'entrée et de sortie est cédée au noyau qui est ainsi porté dans un état excité. On a donc ici une conversion, au sein du noyau, de l'énergie portée par le neutron en énergie potentielle ou énergie d'excitation. Le noyau reviendra à l'état stable, par exemple, par émission de photons gamma. Ce processus est illustré à la figure 5 où E_1 est l'énergie cinétique totale du noyau et du neutron avant la collision et E_2 l'énergie après collision. E_γ est l'énergie émise sous forme de radiation.

En ce qui concerne la collision élastique, elle est de la plus haute importance dans cette étude, puisqu'elle a lieu avec des éléments légers et en particulier avec l'hydrogène.

Ici, il y a toujours formation d'un noyau composé et émission d'un neutron, mais le noyau reste dans son état énergétique le plus bas ; une partie ou la totalité de l'énergie cinétique du neutron incident se retrouve, après collision, en énergie cinétique du noyau. Le problème peut donc se traiter ici comme un simple choc mécanique. Nous verrons que le transfert d'énergie va dépendre du type de noyau-cible et de l'angle sous lequel il est frappé ; le résultat de plusieurs chocs successifs provoquera un ralentissement des neutrons jusqu'à l'état thermique.

Tableau 2.

Elément	Section eff. (barn) collision	Section eff. (barn) absorption
Hydrogène	20-100	0,33
Oxygène	4	0,0002
Eau	100	0,664
Eau lourde	14	0,003
Aluminium	1,4	0,23
Azote	10	1,88
Bore	4	755
Cadmium	7	2 450
Carbone	5	0,0034
Fer	11	2,6

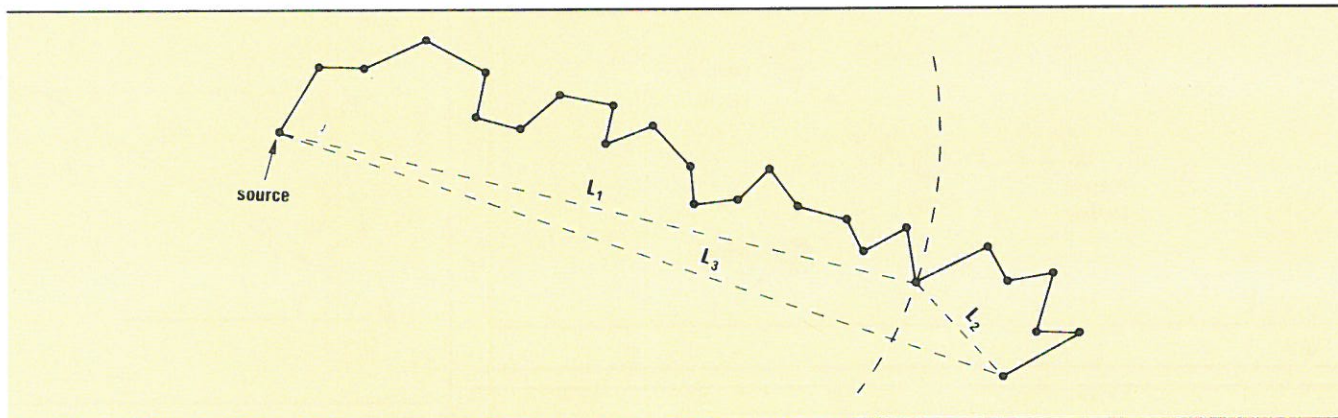


Fig. 10.

Principe de la mesure d'humidité

Une sonde de mesure d'humidité est constituée (fig. 6) d'une source de neutrons rapides associée à un détecteur de neutrons lents. Les neutrons sont issus de la source avec une énergie cinétique élevée et ils vont voyager dans la matière dont on veut connaître le pourcentage d'humidité. Pendant leurs trajets, ils vont être ralentis grâce aux chocs avec les noyaux constitutifs de l'échantillon. Ce ralentissement est, comme on va le voir ci-après, presque exclusivement dû aux collisions avec les atomes d'hydrogène ; donc, plus il y a d'humidité dans le produit, plus le nombre d'atomes d'hydrogène est élevé, et plus les neutrons arriveront rapidement à l'état thermique. Si maintenant on place un détecteur de neutrons thermiques à un certain endroit, son indication sera

proportionnelle à la teneur en eau de l'échantillon. L'impulsion donnée par le détecteur est dirigée vers une électronique qui donnera une indication en nombre de coups par unité de temps, ou en pourcentage d'humidité par unité de volume si l'appareil est étalonné.

Passage à l'état thermique des neutrons

On suppose que lors d'un choc entre un neutron et un noyau, ceux-ci se comportent comme des sphères parfaitement élastiques. Dans une telle collision, il y a conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement, c'est-à-dire que ces deux grandeurs, pour l'ensemble neutron-noyau, restent égales avant et après le choc.

Il n'est pas utile dans le cadre de cet article de développer la théorie d'une manière approfondie ; nous

nous bornerons donc à en donner les principales caractéristiques et les conclusions qui en découlent.

La figure 7 représente le processus de la collision par rapport à un système de référence fixe, tel que le « système du laboratoire » (« L »).

Un neutron, animé d'une certaine vitesse (V_1) entre en collision avec un noyau de masse « A » et de vitesse nulle. Après le choc, on retrouve le neutron qui aura une vitesse V_2 et donc la direction fait un angle ψ avec la vitesse initiale. Le noyau va alors partir dans une certaine direction avec une certaine vitesse. Le problème est de déterminer quelle sera, après le choc, la vitesse du neutron et son énergie cinétique.

La théorie développée dans le « système du laboratoire » n'est pas bien adaptée, car elle conduit à des équations mathématiques compliquées. On recherchera donc les solu-

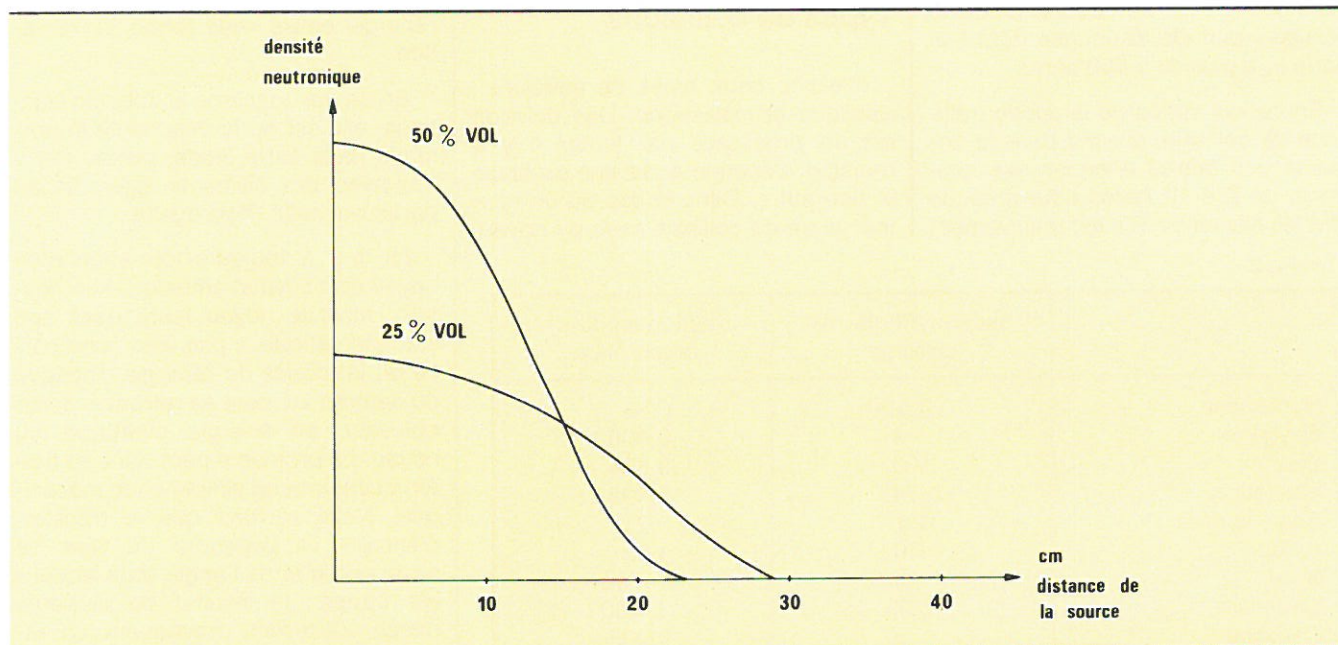


Fig. 11.

tions par rapport à une autre référence, à savoir le « système du centre de masse » (« C »). Dans ce cas, le barycentre de l'ensemble neutron-noyau reste fixe pendant le choc, l'observateur étant lié au centre de masse. La représentation du phénomène est montrée à la figure 8 ; l'observateur voit neutron et noyau se diriger l'un vers l'autre. Après la collision, le neutron, animé d'une certaine vitesse, prend une direction faisant un angle θ avec sa trajectoire incidente. Le centre de masse étant

toujours sur une ligne joignant les deux particules, le noyau prendra une direction opposée à celle du neutron. Les angles ψ et θ sont les angles de collision dans les systèmes « L » et « C ». La vitesse du centre de masse dans le système « L » est donnée par :

$$V_c = \frac{V_1}{A + 1}$$

La vitesse du neutron et du noyau, après le choc, vaut dans le système « C » :

$$V_3 = \frac{A V_1}{A + 1} \quad \text{et} \quad V_4 = \frac{V_1}{A + 1}$$

Dans la réalité, les phénomènes se passent dans le « système du laboratoire » ; il faut donc transposer les résultats dans ce dernier. Comme les deux références se déplacent l'une par rapport à l'autre à la vitesse du centre de masse dans le système « L », la transposition des résultats se fait suivant la figure 9, où on additionne vectoriellement V_c et V_3 ; on trouve ainsi la vitesse du neutron après le choc, et ce dans le système « L ».

Cette vitesse est également donnée par :

$$V_2^2 = V_1^2 \frac{A^2 + 2A \cos \theta + 1}{(A + 1)^2}$$

Si on considère maintenant le point de vue énergétique, on peut écrire que l'énergie cinétique E_1 du neutron avant la collision est donnée par la relation classique ci-dessous, puisqu'on n'est pas dans le domaine relativiste :

$$E_1 = mV_1^2/2$$

Après collision, le neutron aura une énergie cinétique :

$$E_2 = mV_2^2/2$$

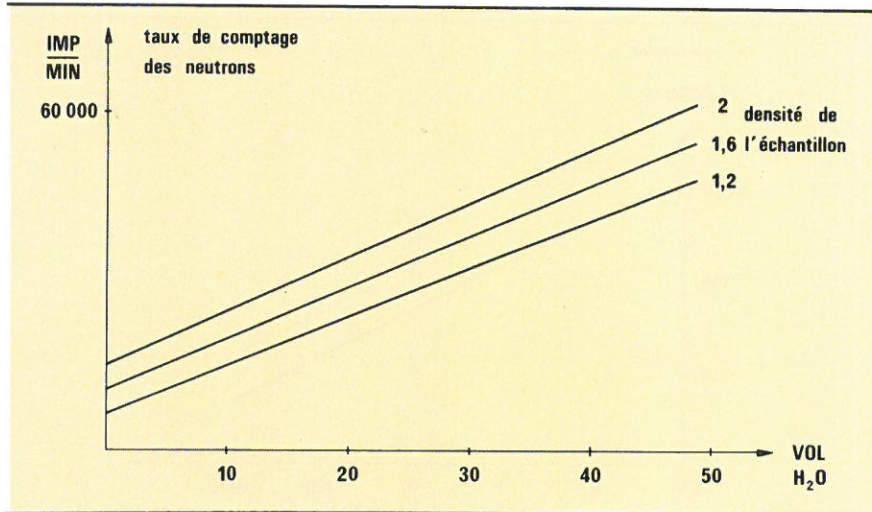


Fig. 12.

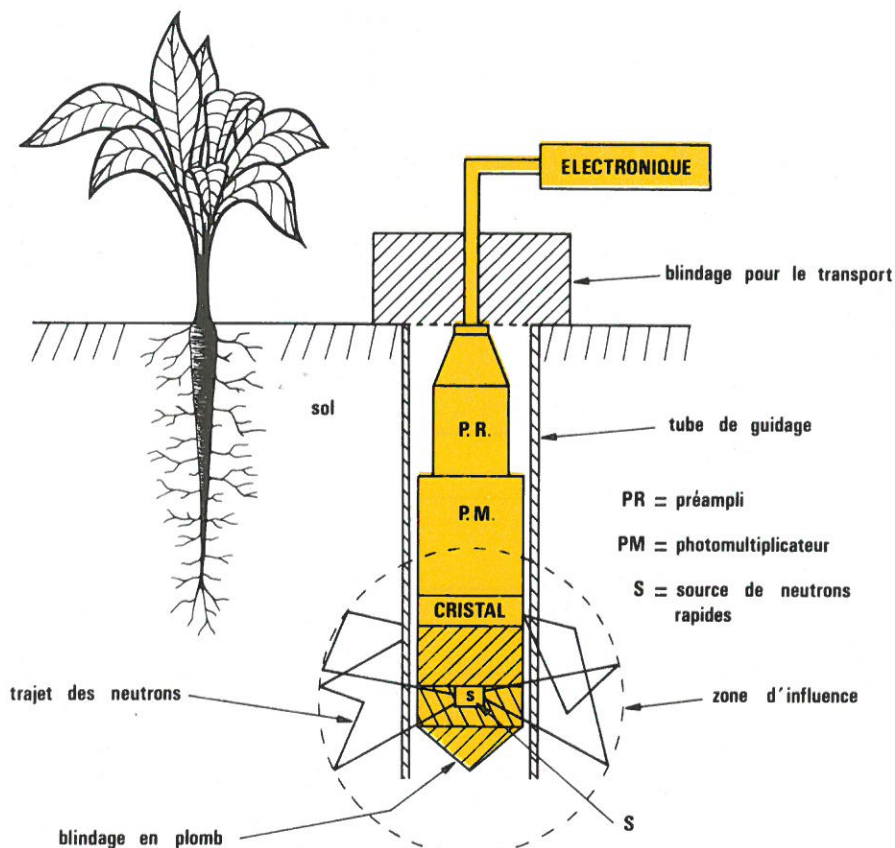


Fig. 13.

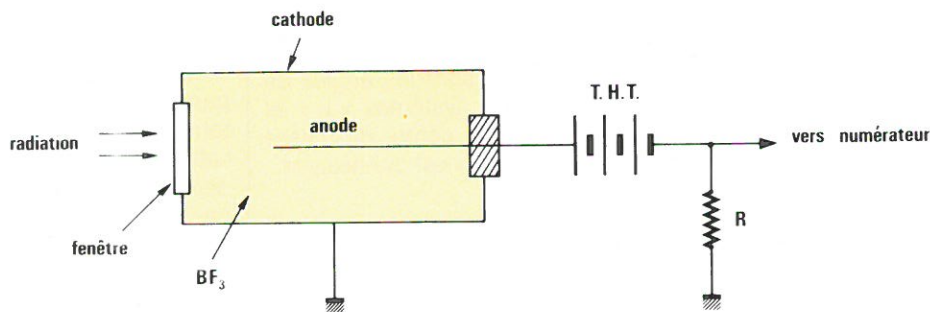


Fig. 14.

On peut écrire :

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2} = \frac{A^2 + 2A \cos \theta + 1}{(A + 1)^2}$$

ou encore, sous une forme un peu différente :

$$E_2 = E_1 \frac{A^2 + 2A \cos \theta + 1}{(A + 1)^2}$$

On constate donc que l'énergie du neutron après le choc dépend d'une part de l'angle de collision, et d'autre part de la masse du noyau cible.

Pour une collision rasante, c'est-à-dire pour $\theta = 0^\circ$, on aura l'expression suivante :

$$E_2 = E_1 \frac{A^2 + 2A + 1}{(A + 1)^2} = E_1$$

Il n'y a alors aucune perte d'énergie du neutron, et celui-ci n'est pas ralenti. Pour une collision frontale, c'est-à-dire pour $\theta = 180^\circ$, on a l'égalité suivante :

$$E_2 = E_1 \frac{A^2 - 2A + 1}{(A + 1)^2} = E_1 \frac{(A - 1)^2}{(A + 1)^2}$$

On constate ici que le neutron va perdre de l'énergie et va être ralenti plus ou moins suivant la masse « A » du noyau. Si on prend le cas du noyau d'hydrogène où $A = 1$, on aura l'expression :

$$E_2 = E_1 \frac{(1 - 1)^2}{(1 + 1)^2} = 0$$

Un choc frontal sur un noyau d'hydrogène fait perdre au neutron toute son énergie cinétique. Après le choc, il sera au repos et le noyau aura une énergie cinétique égale à celle portée par le neutron incident.

On remarque aussi que plus le noyau sera lourd, et moins sera importante la perte d'énergie lors d'une collision.

σ absorption

(BARNES)

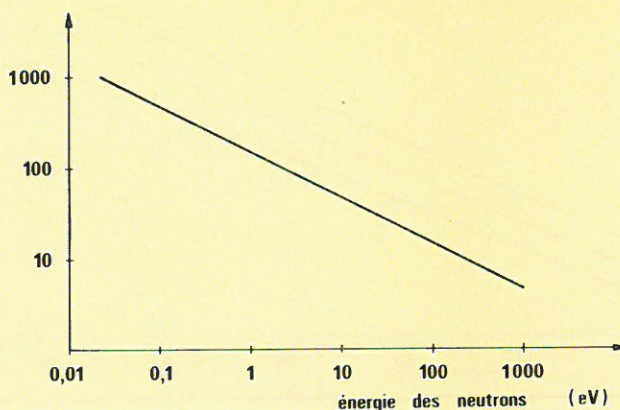


Fig. 15.

hauteur des impulsions

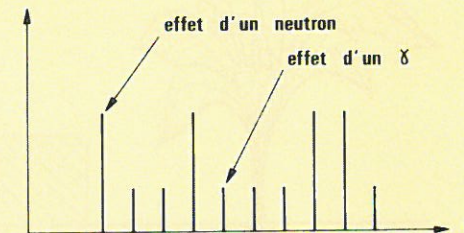


Fig. 16.

Tableau 3.

Elément	Nombre de collisions
Hydrogène	18
Eau	19
Eau lourde	35
Hélium	43
Carbone	115
Oxygène	150
Plomb	2 000
Uranium	2 150

En conclusion, un neutron rapide arrive à l'état thermique par des chocs successifs sur des noyaux légers, les noyaux lourds n'ayant que peu d'influence. De plus, si la matière dans laquelle circule le neutron contient de l'hydrogène, il sera ralenti beaucoup plus vite, et en particulier pour une collision frontale, où un seul choc suffit pour l'arrêter.

Le tableau 3 donne le nombre moyen de collisions nécessaires pour amener un neutron de 2 MeV jusqu'à l'état thermique de 0,025 eV, et ce pour différents matériaux.

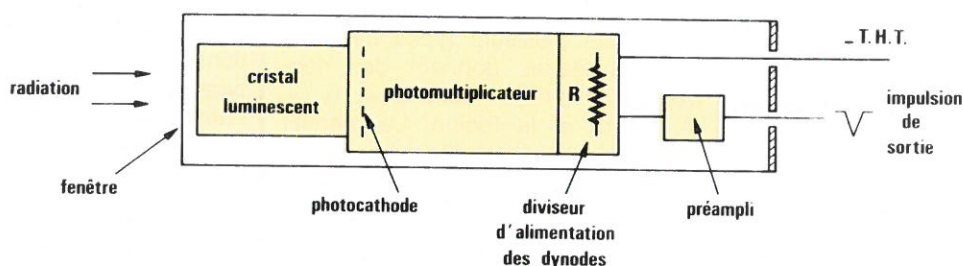


Fig. 17.

Application à la sonde à neutrons

Les neutrons issus de la source vont donc passer à l'état thermique d'autant plus rapidement que le nombre d'atomes d'hydrogène dans un volume donné de matière est élevé. La direction initiale du neutron étant changée lors d'un choc, on aura un déplacement en zig-zag (fig. 10), et on arrivera à l'état thermique à une certaine distance de la source, soit L_1 , appelée longueur de ralentissement.

Arrivé à ce stade, il y a encore des collisions entre neutrons et noyaux, mais sans modification de l'énergie cinétique ; c'est la diffusion thermique qui va se poursuivre jusqu'à la capture des neutrons. Cela se traduit par un certain déplacement qui est la longueur de diffusion (L_2). Au total, on a une certaine longueur de migration (L_3) qui est la plus courte dans un milieu hydrogéné. La circonférence ayant comme diamètre L_1 délimite la zone d'influence de la sonde.

Autour de la source de neutrons rapides, on va donc trouver un nuage de neutrons lents dont l'intensité diminue en fonction de l'éloignement. Si le pourcentage d'humidité est grand, ce nuage sera très rapproché de la source, et sa densité en neutrons sera élevée. La figure 11 donne la distribution de la densité de neutrons thermiques en fonction de la distance de la source, pour différents pourcentages d'humidité. On constate bien que la densité neutronique est maximum très près de la source, et est élevée pour des humidités importantes. A titre indicatif, pour 100 % d'eau, le diamètre de la zone qui contient 95 % du total des neutrons lents est d'environ 30 cm. Il va de soi maintenant que si on mesure le nombre de neutrons lents à l'endroit du nuage, on aura une valeur proportionnelle au taux d'humidité dans le produit.

Facteurs influençant la mesure

L'allure des courbes de la figure 11 dépend de la nature du produit, car plusieurs facteurs peuvent agir sur la mesure ; aussi faut-il faire très attention pour savoir ce que l'on mesure réellement.

En effet, si l'hydrogène est combiné chimiquement, ceci influe sur la mesure ; par exemple, 1 % en poids d'hydrogène a le même effet que 9 % en poids d'eau. De plus, si les neutrons sont principalement ralentis par des collisions avec des noyaux d'hydrogène, ils le sont également, mais dans une faible mesure, par des chocs avec les autres atomes du produit. Ceci se traduit par une augmentation du parcours des neutrons qui sera fonction des sections efficaces

de collision de l'échantillon. Donc, si la matière sèche a une grande capacité de freinage, cela sera équivalent à un taux d'humidité élevé.

De même, l'indication du détecteur sera fonction de l'absorption neutronique, celle-ci dépendant des sections efficaces d'absorption du produit. La conséquence de ce phénomène est une diminution du diamètre du nuage de neutrons lents.

L'influence de la densité massique est montrée à la figure 12.

Vu les paramètres qui agissent sur une mesure, il sera nécessaire, pour avoir des résultats précis, de relever une courbe d'étalonnage de la teneur en eau pour un produit donné. Il faut néanmoins dire que, malgré les facteurs pouvant agir sur la précision d'une mesure, cette méthode est

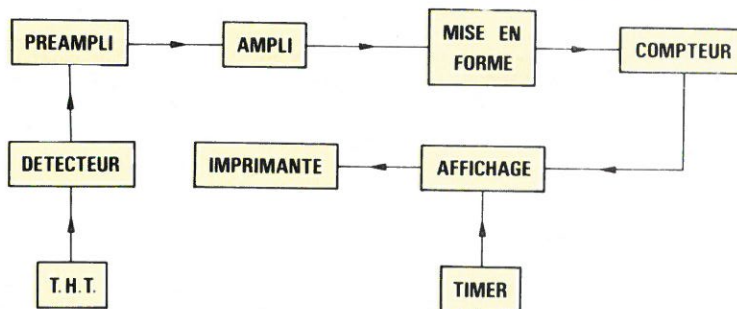


Fig. 18.

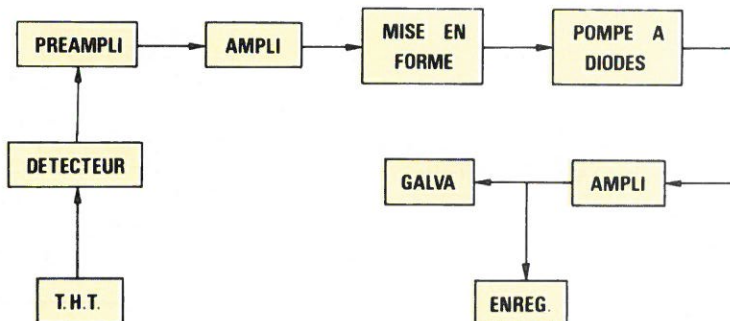


Fig. 19.

d'une très grande efficacité. En effet, lors d'une interaction entre les neutrons et les atomes constitutifs d'un produit, seule la composition atomique de celui-ci joue un rôle ; la structure chimique n'ayant aucune importance.

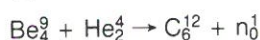
Mise en œuvre de la sonde

La figure 13 représente une sonde de profondeur pour les mesures d'humidité dans les sols. Avant une mesure, on enfonce dans le sol un tube de guidage dans lequel viendra se placer la sonde. Les neutrons rapides, en voyageant dans le sol, vont être ralentis par les noyaux d'hydrogène ; un détecteur de neutrons lents placé à une certaine distance de la source donnera une impulsion électrique qui sera dirigée vers une électronique dont l'indication sera proportionnelle au taux d'humidité dans le sol. Des mesures à différentes profondeurs sont possibles. Pour le transport, l'ensemble est enlevé du tube de guidage et est maintenu dans le bloc de protection. Celui-ci est en partie en matériau lourd pour la protection contre le rayonnement « gamma » et en partie en matériau hydrogéné pour la protection contre les neutrons.

Production et détection des neutrons

Il existe plusieurs types de réactions nucléaires donnant des neutrons, à savoir les réactions (α , n), (γ , n), (d, n) et la fission. Le premier terme est ici le projectile qui, en bombardant certains noyaux, donne lieu à une production de neutrons.

Comme source de neutrons dans les sondes pour mesures d'humidité, on utilise principalement la réaction (α , n) ; par exemple, grâce à un mélange de radium et de béryllium. Le premier est un émetteur α , ce qui donne lieu à une réaction nucléaire du type :



Le béryllium, sous l'effet des particules α , se transforme progressivement en carbone, et on a émission de neutrons rapides dont l'énergie est de l'ordre de 2,5 MeV.

L'inconvénient de ce type de source est que le radium est aussi un émetteur de rayonnement « gamma », ce qui oblige à prévoir une radioprotection adéquate. Aussi, peut-on remplacer le radium par du polonium qui émet très peu de « gamma » ; néanmoins, sa période radioactive est assez courte : 140 jours. Notons

qu'après un temps égal à la période, l'activité de la source a diminué de moitié. On emploie souvent des sources « américium-béryllium » : la réaction nucléaire est toujours du même type, les particules α étant émises par l'américium. De plus, ce dernier n'émet pas de « gamma » durs, et sa durée de vie est très grande puisque sa période radioactive est de 450 ans.

Nous savons que les neutrons rapides émis par la source vont être ralentis par des collisions avec les noyaux d'hydrogène, et que, autour d'elles, existe un nuage de neutrons lents qu'il faudra détecter. On utilise pour cela un compteur proportionnel qui est constitué d'une enceinte métallique (fig. 14) formant cathode. A l'intérieur, se trouve un fil porté à un potentiel positif de l'ordre de 2 000 V et qui constitue l'anode. L'intérieur de la chambre est rempli d'un gaz qui est habituellement du trifluorure de bore BF_3 . La figure 15 montre la variation de la section efficace d'absorption du bore en fonction de l'énergie ; on constate que cet élément est un excellent détecteur de neutrons thermiques.

Nous avons vu que l'interaction entre un atome de bore et un neutron thermique donne lieu à l'émission d'une particule α , tandis que le bore se transforme en lithium. Ces frag-

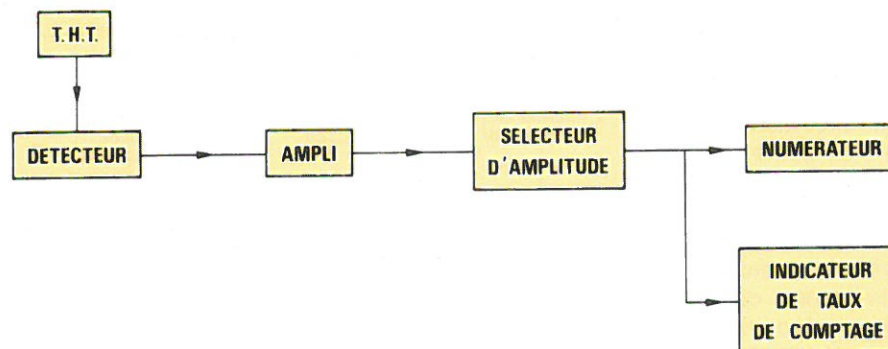


Fig. 20.

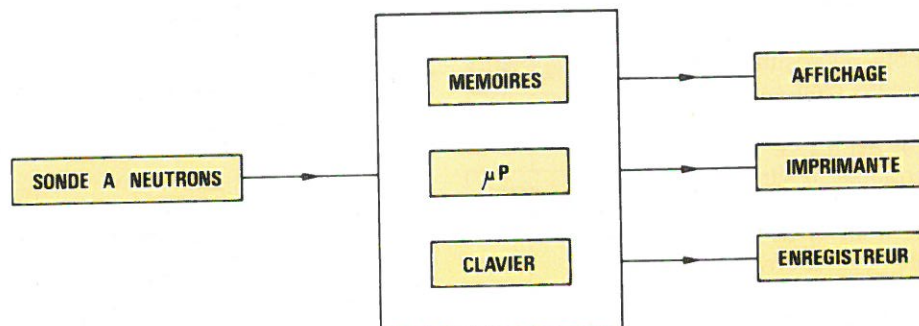


Fig. 21.

ments, en voyageant au travers du milieu gazeux, vont produire des ions qui vont être captés par les électrodes. Ceci va se traduire par un courant électrique dans le circuit et par une impulsion de tension aux bornes de la résistance. De plus, ces tubes compteurs sont du type proportionnel (fig. 16) ; et ils fournissent des impulsions de sortie dont l'amplitude est proportionnelle à l'énergie de la particule détectée. Cette particularité est effective pour une tension inter-électrodes se situant dans une plage bien définie. Il est ainsi possible de différencier les impulsions dues aux neutrons de celles dues au bruit de fond, ou encore de celles provenant de la détection des « gamma » si la source émet de telles particules. En effet, un rayonnement « gamma » va produire des ionisations, ce qui donne des impulsions en sortie. Néanmoins, celles-ci auront une amplitude plus faible que celles dues aux neutrons. Il suffira de mettre après le détecteur une électronique à seuil qui ne sera activée que pour des impulsions d'amplitude suffisante, c'est-à-dire pour les impulsions dues à la détection des neutrons.

L'efficacité d'un tel tube compteur est de l'ordre de 10 % ; on détecte donc en moyenne un neutron thermique sur dix.

On utilise aussi un détecteur à scintillation qui est constitué (fig. 17) d'un cristal luminescent suivi d'un tube photomultiplicateur. Le cristal est une substance ayant la propriété d'émettre un bref éclair lumineux quand il est traversé par un rayonnement nucléaire. Cet éclair est dirigé vers la photocathode du tube photomultiplicateur qui émet ainsi des électrons par effet photoélectrique. Ceux-ci passent d'une dynode à l'autre, avec à chaque fois émission d'électrons secondaires. Pour une particule nucléaire détectée, le courant de sortie est relativement important grâce au phénomène d'amplification des dynodes. Ce type de détecteur fournit également une impulsion dont l'amplitude est proportionnelle à l'énergie de la particule détectée.

En ce qui concerne le cristal, le processus d'émission d'un rayonnement est le suivant : une particule ionisante va produire au sein du cristal des ionisations et des excitations. L'atome va alors tendre à revenir à l'état stable par un réaménagement de ses couches électroniques. Celui-ci s'accompagne d'une émission de rayonnements électromagnétiques de

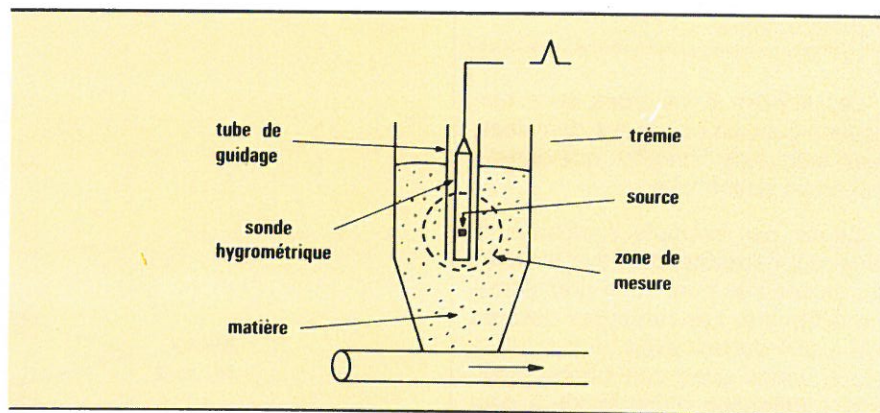


Fig. 22.

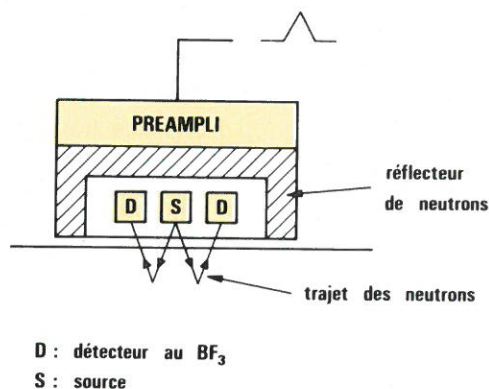


Fig. 23.

longueur d'onde déterminée.

Les neutrons n'étant pas ionisants, le cristal devra contenir des éléments capables d'entrer en interaction avec eux, et ce avec une bonne probabilité. Les particules issues de cette réaction déclencheront le processus de scintillation pour chaque capture de neutrons. On utilise principalement des cristaux d'iodure de lithium (LiI) qui montre une haute sensibilité aux neutrons thermiques.

La figure 18 montre l'électronique associée à la sonde ; les impulsions issues du détecteur sont amplifiées, mises en forme, et dirigées vers un compteur d'impulsions.

Un « timer » permet ici de compter les impulsions pendant un temps prédéterminé, et choisi par l'opérateur.

Il existe un autre système qui peut être connecté au détecteur, à savoir l'indicateur de taux de comptage qui indique la moyenne du nombre d'impulsions par unité de temps. Sa précision est moindre que dans le cas d'une échelle de comptage, mais les résultats peuvent être obtenus plus rapidement. La figure 19 montre que les impulsions issues du détecteur, amplifiées et mises en forme, arrivent

sur un circuit de pompage à diodes. Ce dernier convertit les impulsions à son entrée en une tension continue proportionnelle à la fréquence moyenne du signal d'entrée. Le galvanomètre va donc donner un nombre moyen d'impulsions par unité de temps.

On peut intercaler dans la chaîne un sélecteur d'amplitude (fig. 20) ; on règle celui-ci de manière telle que seules les impulsions dépassant un seuil déterminé seront transmises à la sortie. Les impulsions non conformes seront éliminées. Avec ce système, seules seront comptées les impulsions provenant de la détection des neutrons, les autres, provenant par exemple des « gamma » émis par la source, se trouvent automatiquement exclues.

Les sondes modernes que l'on trouve aujourd'hui sur le marché sont d'un emploi plus souple et plus rapide. En effet, elles sont équipées d'un microprocesseur (fig. 21) qui calcule et affiche directement la teneur en eau des matériaux en kg/m^3 par exemple. Pour cela, on introduit en mémoire la courbe d'étalonnage et le calculateur se charge des corrélations entre ces données et les mesures. Il permet également de retrancher du résultat le bruit de fond.

Applications

Les sondes à neutrons sont employées dans de nombreux domaines, aussi bien dans l'industrie que dans la recherche scientifique.

Citons par exemple l'industrie du verre qui nécessite de travailler avec des sables très purs et de granulométrie adéquate. Les mélanges destinés à la fusion doivent avoir un taux d'humidité connu avec une bonne précision. L'utilisation d'une sonde à neutrons évite ici la perte de temps que nécessiterait une prise d'échantillon avec pesage et séchage. La mesure peut se faire dans la trémie-réservoir de pesage, à l'aide d'une sonde plongeante et une régulation peut être installée (fig. 22).

Citons aussi son utilisation dans l'industrie du coke et du charbon, dans la fabrication des bétons, des briques et des éléments préfabriqués.

Notons que dans certains cas, il est possible d'employer une sonde de surface en lieu et place d'une sonde de profondeur (fig. 23). Ces sondes sont équipées comme les autres d'un tube compteur au BF₃ ou d'un dispositif à scintillation. Le principe repose sur le fait qu'une partie des neutrons qui ont été ralentis dans le produit vont atteindre le détecteur grâce au phénomène de diffusion vers l'extérieur. Il est évident que le nombre d'impulsions enregistrées sera bien moindre que dans le cas d'une sonde plongeante opérant dans le même produit. On place ces sondes par exemple contre les parois d'un réservoir ou d'une bande transporteuse.

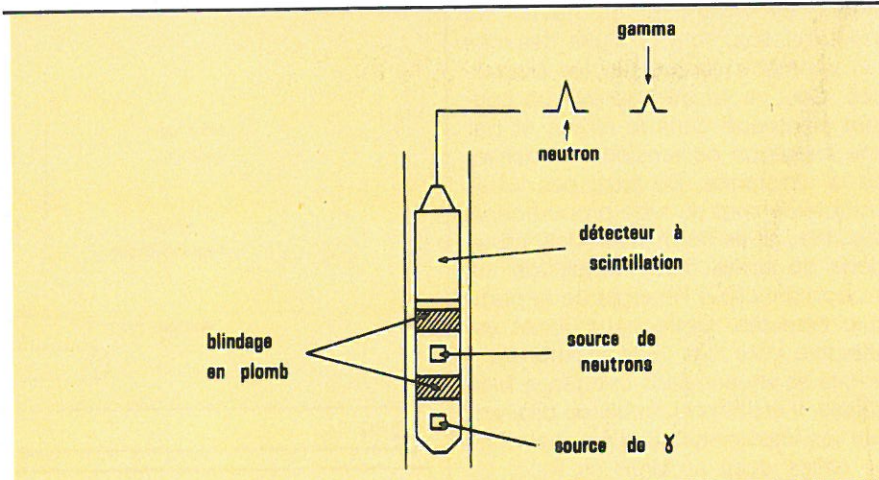


Fig. 24.

Les sondes d'humidité trouvent également une application dans le domaine des travaux du bâtiment ; en effet, une étude du sous-sol est souvent nécessaire et des mesures d'humidité permettent de déterminer les surfaces de glissement, la porosité du sol, sa perméabilité à l'eau et l'effet des intempéries. Ici encore, ce type de mesure est très avantageux par rapport à une prise d'échantillons, ne serait-ce que par la rapidité de la méthode.

Il existe également des sondes à neutrons permettant de mesurer à la fois le taux d'humidité d'un produit et sa densité (fig. 24). Un tel dispositif comprend, en plus de la source de neutrons, une source de rayonnement « gamma » utilisée pour la mesure de la densité. Dans ce cas, on emploie du césium 137, ou du cobalt 60. On peut évidemment employer une source radium-béryllium qui émet en même temps des neutrons et des

« gamma ». En traversant la matière, le rayonnement « gamma » subit des effets « Compton » et « photoélectrique », avec comme conséquences des diffusions et un affaiblissement du faisceau de photons. Ce dernier dépend de l'épaisseur de la couche de matière traversée par les radiations, et de sa densité. Pour ce qui est de la diffusion des photons, certains de ceux-ci vont être rétrodiffusés vers l'arrière et vont atteindre le détecteur qui est du type à scintillation.

En agriculture, on utilise les sondes à neutrons pour évaluer les besoins en irrigation des cultures ; ici aussi, une régulation peut être installée pour le réglage automatique de l'humidité du sol au moyen de l'irrigation artificielle.

Citons encore leur emploi en hydrologie pour établir les diagrammes de profondeur, et étudier les phénomènes d'infiltrations.

M. Lacroix

DEVENEZ COLLABORATEUR D'ELECTRONIQUE APPLICATIONS EN ECRIVANT DES ARTICLES POUR VOTRE JOURNAL FAVORI

- Vous êtes un électronicien passionné par la technique
- Vous avez étudié des applications originales dans un secteur déterminé
- Vous écrivez clairement et confectionnez des schémas sans faute

ALORS, CONTACTEZ-NOUS !

ELECTRONIQUE APPLICATIONS – Rédaction

2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19. Tél. : (1) 200.33.05

LES COMPOSANTS ACTIFS

de visu

Commutateur UHF

Le commutateur **SW161** de Anzac à diode PIN SPST couvre la bande 10 à 1 500 MHz (50 Ω). Il est présenté en boîtier DIL hermétique et répond aux normes MIL STD 883 B. Le point de compression est à + 15 dBm, le TOS est de 1,25/1 et le temps de commutation de 3 μ s.

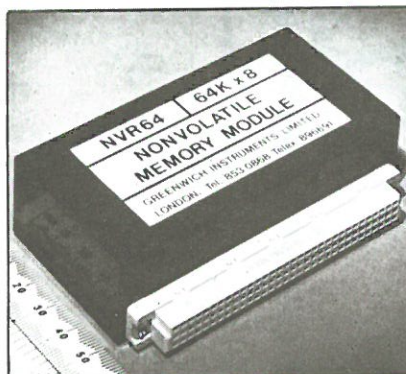
Le fabricant propose aussi d'autres commutateurs à 2, 3 ou 4 pôles avec des transmissions internes.

Equipements Scientifiques

Tél. : (1) 741.90.90

Tx : 204 004

Mémoires non volatiles



Cette famille de mémoires sauvegardées, fabriquée par **Greenwich Instruments Limited**, possède un brochage compatible avec les RE-PROM classiques (2716, 2732, 2764, 27128 et bientôt 27256), type Jedec 34 ou 28 broches, ou avec les RAM statiques 2 K x 8.

Ces mémoires sont constituées d'une RAM C-MOS rapide, associée à une pile au lithium (durée de vie : 10 ans), et permettent la sauvegarde des données hors tension, tout en conservant la possibilité d'une écriture en cours de programme, sans ralentissement ni effaçage.

Acerime

Tél. : (79) 35.57.09

Tx : 980 566

Ampli Op. militaire

Les amplificateurs opérationnels de la famille **OPA 8780**, d'une grande fiabilité, offrent une tension et un courant de sortie élevés (± 30 V, 60 mA), associés à une forte impédance d'entrée (100 G Ω), une importante réjection (86 dB) et un faible courant de polarisation (50 pA).

Ils répondent aux exigences des applications militaires et spatiales et sont présentés en boîtier TO3.

Burr-Brown

Tél. : (3) 954.35.58

Tx : 696 372

Amplificateurs-boosters

Le modèle **AH0010** de O.E.I. est un amplificateur linéaire suiveur (ampli de courant) pour applications très rapides. Le courant de sortie est de ± 100 mA (± 10 V). Il est recommandé comme driver dans les systèmes vidéo et surtout comme amplificateur dans les échantillonneurs-bloqueurs.

Equipements Scientifiques

Tél. : (1) 741.90.90

Tx : 204 004



Décodeur d'appel sélectif

Le circuit **FX 1103** de C.M.L. est un décodeur d'appel sélectif 5 tons réalisé en deux versions : CCIR ou ZWEI.

Il décode les signaux reçus et les compare à l'adresse stockée en mémoire puis, en cas de reconnaissance, génère un signal d'alerte répété.

Le FX 1103 permet aussi de décoder les appels de groupe et dispose d'une mémorisation des alertes.

ISC France

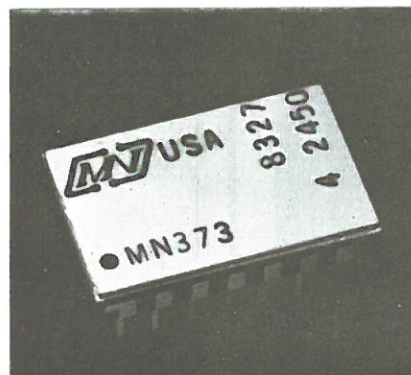
Tél. : (1) 506.42.75

Tx : 614 596

Echantillonneur-bloqueur

Le **MN 373** de Micro Networks est utilisé pour les applications à haute résolution dans les systèmes de traitement du signal jusqu'à 16 bits. Il est présenté en boîtier céramique 14 broches en versions commerciale et militaire. Sa non-linéarité de gain de $\pm 0,003$ % max. équivaut à 1/2 LSB pour 14 bits. L'incertitude à l'ouverture est de 1 ns typique.

Le MN 373 permet de travailler pour une précision de 14 bits avec des signaux d'entrée jusqu'à 10 kHz.



Microel

Tél. : (6) 907.08.24

Tx : 692 493

Triacs 0,8 A

Les triacs de la série T de **Hutson Industries** sont donnés pour un courant RMS de 0,8 A (8 A en non-répétitif) avec des tensions nominales de 50 à 600 V, selon les modèles.

Il existe plusieurs versions selon la sensibilité de gâchette (3, 4, 5, 10 ou 25 mA). Ces triacs sont présentés en boîtier TO 92.

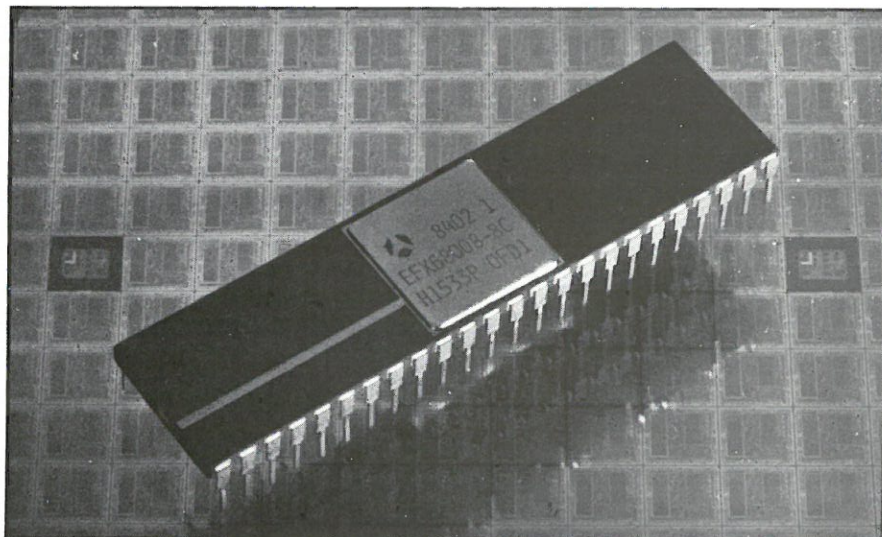
I.S.C. France

Tél. : (1) 506.42.75

Tx : 614 596



COMPOSANTS ACTIFS



Microprocesseur 16 bits

Le microprocesseur **EF68008** permet de réaliser une application performante en données de 8 bits tout en fournissant les avantages d'une architecture 32 bits. Il possède 17 registres 32 bits pour données et adresses, 56 instructions de base et 14 modes d'adressage. Le traitement des « exceptions » est intégré.

Il est disponible en versions 8, 10 et 12,5 MHz dans différents boîtiers.

Thomson Semiconducteurs

Tél. : (3) 946.97.19

Tx : 204 780

EEPROM 16 K rapide

La mémoire **NMC 9817** est une EEPROM dont l'opération de lecture prend moins de 200 ns, ce qui la rend compatible avec les applications des microprocesseurs les plus rapides.

Alimentée sous 5 V, cette mémoire possède des latches intégrés pour les adresses et les données, ce qui réduit le nombre de circuits nécessaires et libère le microprocesseur durant les cycles d'effacement/écriture.

National Semiconductor

Tél. : (1) 660.81.40

Tx : 250 956

Processeurs de balayage

Ces deux nouveaux circuits, **TEA 2026** et **2027**, sont des processeurs de balayage horizontal et vertical pour télévision, utilisant la technologie I²L. La base de temps à VCO intégré fonctionne à 500 kHz. Les synchros ligne et trame sont séparées. La commande de trame est en mode D pour le TEA 2026 et en mode B pour le TEA 2027.

Thomson Semiconducteurs

Tél. : (3) 946.97.19

Tx : 204 780

Commande de moteur

Le **LS 7263** de L.S.I. est un circuit intégré de commande de vitesse pour moteur sans balai à courant continu tels que ceux utilisés dans les mémoires à disques ou à bandes. Ces moteurs doivent être stabilisés à 0,1 % près, et leur inertie doit être minimale. Le circuit LS 7263 peut être alimenté entre 10 et 28 V et est présenté en boîtiers DIL 18 broches plastique ou céramique.

I.S.C. France

Tél. : (1) 506.42.75

Tx : 614 596

Ampli Op à FET

L'**OPA 111** est un amplificateur opérationnel à DIFET (Dielectric Isolation FET) qui présente de faibles bruits en tension ($6 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$) et en courant ($0,4 \text{ fA}/\sqrt{\text{Hz}}$) sans compromettre les autres paramètres : 1 pA de courant de polarisation ; $1 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ de dérive en tension ; $1 \mu\text{VRMS}$ de bruit. Les réjections de mode commun et d'alimentation sont de 110 dB.

Burr-Brown

Tél. : (3) 954.35.58

Tx : 696 372

Microcontrôleur 4 bits

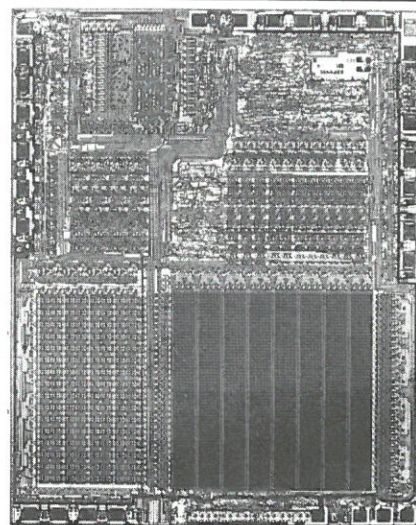
Le **EF 9444**, microcontrôleur CMOS compatible COPS, est un circuit orienté « contrôle » contenant les bases de temps, la logique, la ROM ($1 \text{ K} \times 8$), la RAM (64×4) et 23 E/S nécessaires aux fonctions de contrôle organisées autour d'un clavier ou d'un affichage et utilisant le codage BCD.

Ce circuit est présenté en boîtier DIL plastique à 28 broches.

Thomson Semiconducteurs

Tél. : (3) 946.97.19

Tx : 204 780



L'OPTO-ÉLECTRONIQUE

de visu

Diode laser

Cette nouvelle diode est fabriquée selon la technologie de « structure hétérogène double couche à barrière Planar enterrée » et est destinée aux systèmes de transmission de données par voie optique.

La diode **NDL 5017 P** travaille à 1 300 nm, elle est encapsulée avec sa photodiode associée en boîtier D.I.L.

Elle fournit 1,5 mW en sortie « queue de cochon ». Son temps de réponse est de 0,5 ns.

NEC Electronics
Tél. : (1) 609.90.04
Tx : 203 544

Laser de puissance

Ce laser de puissance, délivrant 30 mW en continu à 870 nm, est destiné aux applications de type lecture-écriture sur disque optique, barrières optiques, traitement médical... Il est référencé 374 CQY.

On notera encore les caractéristiques suivantes :

- courant de seuil à 30 °C : 80 mA ;
- largeur spectrale : 3 nm ;
- sensibilité de la photodiode de contrôle : 0,5 A/W.

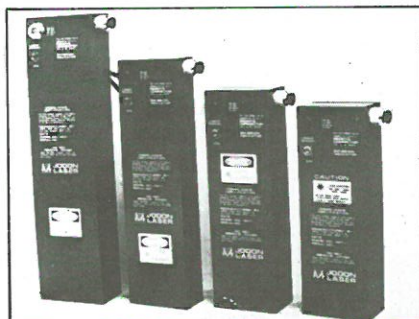
R.T.C.
Tél. : (1) 338.80.00
Tx : 680 495

Raccord pour fibres optiques

Ce raccord est destiné aux fibres dont le diamètre est compris entre 125 et 140 μ m. Il introduit une perte moyenne de 0,2 dB (perte maximale 0,6 dB). Utilisant un adhésif à polymérisation par U.V., il résiste à une traction de 6 N et aux cycles thermiques ne dépassant pas - 40 à + 70 °C.

Les utilisations sont variées : épissure « sur le terrain » d'une fibre rompue, connexion d'une « queue de cochon » dans un montage...

Epotecny
Tél. : (3) 946.69.34
Tx : 698 646



Lasers He-Ne industriels

Ces lasers de la société Jodon, référencés **HNT-05** (1 mW), **HNT-2** (2 mW) et **HNT-5** (5 mW) sont conçus pour des applications industrielles en milieu hostile.

Leur alimentation est incorporée au boîtier étanche et robuste qui les protège. Sont également incorporés en usine d'éventuels dispositifs optionnels, tels que collimateur ou générateur de lignes.

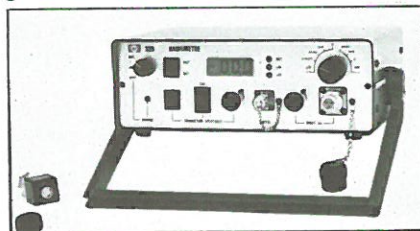
Une fenêtre en verre traité protège le miroir du tube laser de toute contamination extérieure.

Un dispositif de réglage externe permet à l'utilisateur de régler à volonté la direction du faisceau ou de modifier celui-ci.

Mesureur
Tél. : (1) 683.66.41
Tx : 200 661

Radiomètre

Ce radiomètre **ES-320**, développé pour les besoins du laboratoire et du chantier, peut travailler sur secteur ou sur batteries. Il est équipé de têtes germanium ou silicium interchangeables. D'une résolution de 1 pW, le radiomètre **ES-320** a de nombreux avantages sur les différents mesureurs optiques présents sur le marché : les têtes de détection sont calées à 820 nm ou 1 300 nm et sont indérégables ; un coefficient de correction



spectrale, affiché directement sur l'appareil, permet une lecture directe à la longueur d'onde de travail sur l'afficheur à cristaux liquides 3 digits 1/2.

Une compensation du niveau de bruit moyen est prévue pour les détecteurs germanium. Elle est automatiquement hors-circuit avec le silicium.

Equipements Scientifiques
Tél. : (1) 741.90.90
Tx : 204 004

« Kit » de liaison par fibre optique

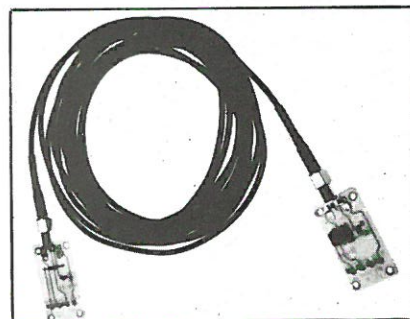
Ce kit, référencé **HF 4102**, prêt à l'emploi, se compose d'un circuit intégré de commande d'émission, d'un récepteur, d'une LED émettrice, et de 5 mètres de câble optique.

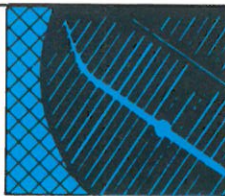
Le circuit de commande fournit des signaux de sortie symétriques, exempts de dépassement optique, de moins de 20 ns.

Le circuit récepteur, avec diode à micro-lentille, accepte tous les formats de données jusqu'à 5 Mbits/s.

Ce kit permet l'établissement d'une liaison complète, compatible TTL, sur 5 m. Distance qui peut être portée jusqu'à 2 km.

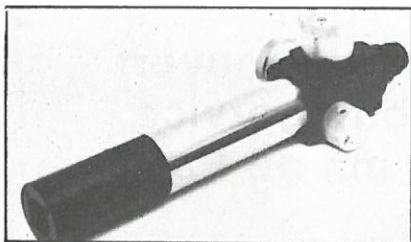
Honeywell
Tél. : (3) 043.81.31
Tx : 695 513





OPTO-ÉLECTRONIQUE

Lunettes d'alignement



Il s'agit d'appareils de grande précision permettant d'aligner optiquement des objets par rapport à une ligne de référence. La distance mise en jeu peut dépasser 25 m.

Ce sont des appareils très robustes et d'une utilisation facile. Deux types de lunettes sont proposés : l'un permet un alignement simple, l'autre permet de mesurer avec précision l'erreur d'alignement en X et Y.

La précision d'alignement est fonction de la distance. Par exemple, elle est de 0,05 mm à 10 m. Ces lunettes sont facilement transformables en lunettes auto-collimatrices permettant de vérifier à la fois l'alignement et l'orientation.

Ces appareils sont recommandés pour l'alignement d'alésages, de papiers, de roulements, etc.

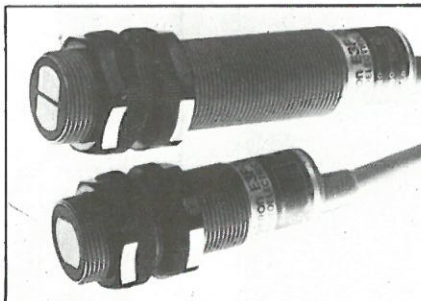
Ealing

Tél. : (6) 928.01.31
Tx : 692 344

Cellules photoélectriques

Cette série dénommée E3F comporte 12 cellules photoélectriques cylindriques, conçues pour être installées dans des endroits malaisément accessibles.

Elles fonctionnent en détection par coupure du faisceau, ou par réflexion sur l'objet, et ce sur des distances utiles de 10 cm à 3 m.

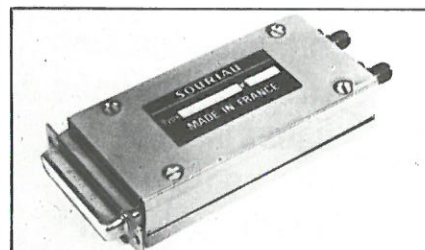


Les tensions d'alimentation vont de 12 à 24 V continu et de 24 à 240 V alternatifs.

Chaque cellule est encapsulée en boîtier plastique et est munie d'une LED-témoin de fonctionnement. Le temps de réponse s'établit à 2,5 ms.

Carlo Gavazzi-Omron

Tél. : (1) 200.11.30
Tx : 240 062



Modules de transmission de données

Ces modules à fibre optique sont destinés à remplacer les liaisons électriques traditionnelles établies entre équipements.

Ils travaillent en mode « full duplex » asynchrone et acheminent des données « série » jusqu'à 100 Kbits. Les entrées-sorties sont compatibles TTL, boucle de courant 20 à 40 mA, ou RS 232 C / V 24.

Le raccordement aux équipements se fait par l'intermédiaire d'un connecteur 25 points, le raccordement aux câbles optiques est assuré par des connecteurs conformes au standard SMA.

Avec des fibres de types 100/140 μ m et 280/280 μ m, des longueurs de transmission atteignant 2 km sont possibles.

Souriau

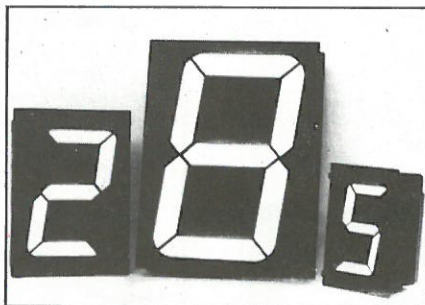
Tél. : (1) 609.92.00
Tx : 250 918

Afficheurs

7 segments « géants »

Ces éléments type H 700 permettent l'affichage de caractères numériques et de plusieurs lettres de l'alphabet. Ils se composent de sept segments électromagnétiques bi-stables commandés individuellement, ce qui permet de fournir directement le caractère désiré à partir de n'importe quelle autre position d'affichage.

Leur boîtier est en polycarbonate chargé de fibre de verre à 30 %. L'énergie consommée, nulle au repos,



est très faible au changement de position. Ils peuvent être montés sur des profilés à glissières avec blocage par la face avant. La température admissible en service peut se situer entre -40 ° et +70 °C.

Ces modules fonctionnent sans entretien et dans toutes les positions. Trois hauteurs de caractères sont prévues : 100, 150 et 250 mm, ce qui leur permet d'être visibles de 40 à 100 m selon les cas.

Leur grande robustesse autorise des utilisations nombreuses et variées : affichage à distance des poids, temps, prix, températures, performances sportives... et de tous paramètres de fabrication et de contrôle ; signalisation routière, ferroviaire, aérienne et maritime.

Bodet

Tél. : (41) 62.55.28
Tx : 720 198

LES ÉQUIPEMENTS de visu

Convertisseurs continu-continu

Cette gamme comporte 5 convertisseurs 250 W, pouvant délivrer, en partant d'une tension de 24 ou 48 V, 5, 12 ou 24 V en sortie sous des intensités de 10 à 40 A.

Le rendement excède 75 %.

La régulation ligne et charge est donnée pour 10^{-3} . Le temps de réponse (du circuit ouvert jusqu'à pleine charge) est inférieur à 2 ms.

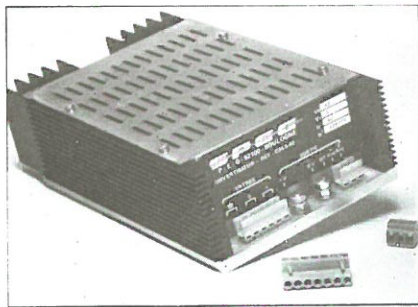
Totalement protégés contre les courts-circuits et les surcharges, ces convertisseurs, référencés C 24 et C 48, sont donnés pour un MTBF de 40 000 h à 40 °C.

L'isolement entre entrée/sortie et châssis est de 100 M Ω sous 500 V=.

SPEG

Tél. : (1) 603.89.73

Tx : 250 302



Alimentations très haute tension

Cette gamme d'alimentations réglées couvre de 0 à 5 kV et de 0 à 30 kV, avec des puissances allant de 30 à 600 W.

La régulation est donnée meilleure que 0,005 %. Ces modèles disposent de galvanomètres d'affichage de la tension et du courant, et d'un potentiomètre de réglage de la tension de sortie (programmation possible).

Sefelec

Tél. : (1) 706.15.80

Tx : 231 126



Interface de programmation

Ce programmeur permet de « dialoguer » avec 8 alimentations en tension ou 4 sources de courant et tension.

Ses 8 sorties analogiques 0-10 V sont commandées manuellement par clavier ou automatiquement par calculateur. Leur résolution est de 10 mV.

Ce programmeur existe en 8 versions : clavier et affichage numérique des opérations en face avant (programmation manuelle), coffret « aveugle » (programmation automatique), programmable en RS 232 et/ou IEEE 488, en 4 et 8 voies, format 10 ou 12 bits.

Multisources

Tél. : (3) 044.02.44

Tx : 697 071

Compteur d'impulsions

Ce compteur-totaliseur CWA ne consomme que 100 mW.

Destiné aux mesures d'énergie calorifique, de débit, de paramètres électriques... sa pile au lithium autorise l'enregistrement de 5 millions d'impulsions. Sa durée de vie mécanique est de 10 millions d'impulsions. Robuste et peu sensible aux vibrations, le « CWA » est livrable avec embase pour circuit imprimé, montage encastré ou en saillie.

Acir-Zivy

Tél. : (1) 522.92.46

Tx : 650 467

Testeur de sources d'alimentation

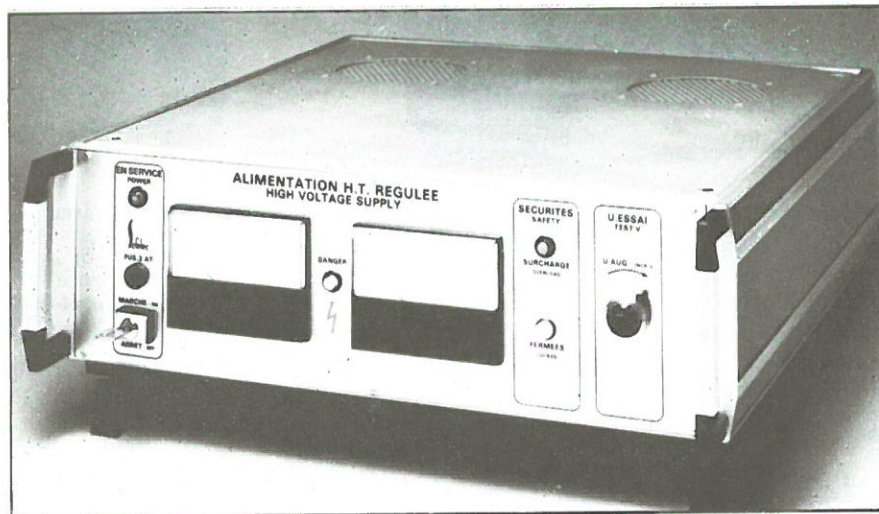
Piloté par micro-ordinateur, type « PC », l'Interpro 6500 est un testeur d'alimentations et de convertisseurs, pouvant travailler par bus IEEE 488 ou RS 232. Il est conçu de façon modulaire.

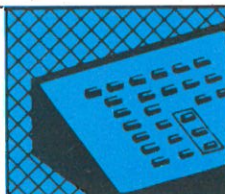
Un logiciel type « menu » baptisé Powerstar, fourni avec l'équipement, groupe 38 tests pré-programmés sélectionnables au clavier.

Saintel

Tél. : (7) 833.63.33

Tx : 330 949





ÉQUIPEMENTS

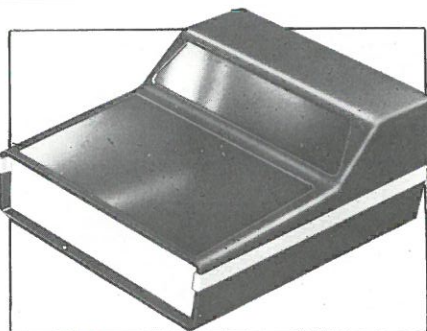
Coffrets professionnels

La série **Teko Strumentalia** comporte quatre types de coffrets plastiques pour réalisations professionnelles.

Les modèles **761** et **762** comportent une poignée multiposition assurant à la fois le transport de l'appareil et son positionnement à la hauteur souhaitée par l'utilisateur.

Les modèles **763** et **764** sont disposés en forme pupitre et sont particulièrement adaptés aux réalisations comportant un affichage digital.

L'aménagement intérieur de ces coffrets, qui existent en plusieurs co-



loris, leur permet de recevoir des cartes aux différents formats normalisés.

Franclair Electronique

Tél. : (1) 554.80.01

Tx : 201 286

Pupitre pour automate

Ce pupitre, conçu pour être installé sur la piste de commande d'un automatisme ou d'une machine-outil, permet d'afficher des données numériques sur 6 digits (2 + 4), d'indiquer en clair la fonction concernée (10 messages) et d'introduire des données numériques (clavier 16 touches étanche).

Il utilise les entrées et sorties standard de l'automate.

Les entrées sont opto-isolées.

S.T.E.E.L.

Tél. : (61) 97.46.00

Tx : 521 132

Protecteur contre les perturbations

Ordinateurs, périphériques, centraux téléphoniques, alimentations, automatismes... sont sensibles aux surtensions parasites, d'origine atmosphérique ou dues à des phénomènes d'induction entre réseaux.

Le système de protection **Paraflash**, équipé de 2 parafoudres amorçant sur 380 ou 220 V, s'éteint de lui-même moins d'une demi-alternance après la fin de la perturbation, sans que réseau et disjoncteur aient été affectés.

CITEL

Tél. : (1) 645.70.45

Tx : 203 360



Filtre-détecteur de commutation



Destiné aux techniciens de réglage et mise au point en plateforme sur machines tournantes, utilisable également en contrôle de fabrication, cet appareil analyse le phénomène de commutation des machines à collecteur.

Il prend en compte le spectre en fréquence des étincelles aux balais, l'amplitude et la forme des oscillations électriques HF ainsi générées, pour donner un diagnostic précis sur la commutation d'une machine. Il permet une visualisation de dépassement de seuil, le déclenchement d'une alarme, la surveillance en continu et dispose d'une sortie pour oscilloscope.

Le Carbone-Lorraine

Tél. : (1) 799.98.41

Tx : 650 507

Automate programmable

Constitué d'éléments juxtaposables, enfichables sur rails normalisés, le **FPC 404** peut s'adapter aux besoins d'utilisateurs très divers. On peut adapter jusqu'à 120 entrées-sorties.

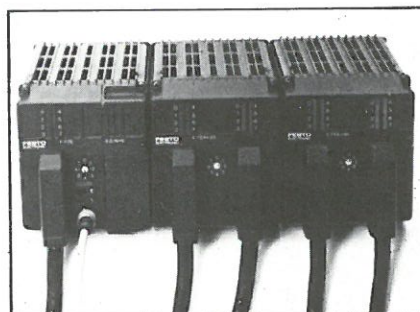
Six unités centrales peuvent travailler simultanément et en liaison entre elles, afin de résoudre les problèmes complexes de production en mode « multiprocessing ».

Utilisable en traitement par interruptions, cet automate se raccorde à un terminal par liaison V 24. Sa programmation s'effectue en Basic industriel et Grafset, ou en assembleur Z 80 pour des programmes nécessitant des temps de traitement courts.

Festo Electronic

Tél. : (1) 854.89.05

Tx : 212 074



LA MICRO-INFORMATIQUE

de visu

Micro-ordinateur

Le **M343 SX** de **Sord** est un nouveau micro-ordinateur conçu autour d'un bus VME au standard Europe avec 5 emplacements.

Il possède une carte processeur avec 8086 et 8087 ainsi que tous les circuits d'entrées/sorties.

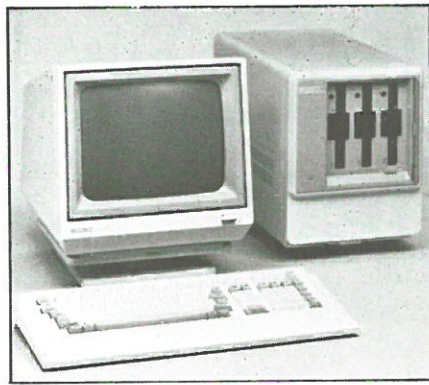
Sa mémoire de base est de 512 Ko extensible jusqu'à 6 Mo.

Il peut être fourni avec un écran de 12 ou 14 pouces ; il peut être équipé de 2 disquettes de 1,2 Mo ou bien une disquette de 1,2 Mo et un disque Winchester de 20 Mo. Le M343 SX supporte plusieurs systèmes d'exploitation : RM/DOS, MS/DOS, C-CP/M, VC SD

Gepsi

Tél. : (1) 666.21.81

Tx : 204 871



Carte de synthèse vocale

La carte **SIM** permet d'ajouter, à un faible coût, des messages parlés sur des ordinateurs ou des systèmes disposant d'un interface.

Ce module est constitué d'un microprocesseur 8 bits (TMS 7000), d'un synthétiseur de voix (TMS 5220) avec filtre et ampli BF de 1 W, des interfaces série et parallèle et d'un plan mémoire contenant le logiciel de contrôle du microprocesseur et les données vocales codées.

Azur Electronique Service

Tél. : (93) 70.50.60

Tx : 461 310

Micro-ordinateur français

Architecturé autour du microprocesseur 6809, le **MK09** est un micro-ordinateur spécialement destiné aux PME, professions libérales, établissements d'enseignement et laboratoires, et possède de nombreux logiciels en standard.

Grâce à ses deux interfaces (RS 232 C et Centronics), le MK09 accepte tous les types d'imprimante et son interface bus SS30 permet la connexion de cartes industrielles.

Microkit

Tél. : (1) 681.88.37

Disques durs

Les nouveaux disques durs **AP18E** et **EM** de la société allemande **Adcomp** sont compatibles avec le DOS Commodore et peuvent remplacer une unité à disque 8050 ou 8250. Construits en technologie « Winchester plated media », ils ont une capacité de 18 Mo et peuvent stocker 4096 fichiers différents (10 fichiers relatifs ouverts simultanément). En outre, le modèle AP18EM supporte 4 utilisateurs simultanés.

Eristel

Tél. : (1) 749.27.48

Tx : 260 602

Module mémoire 64 Ko

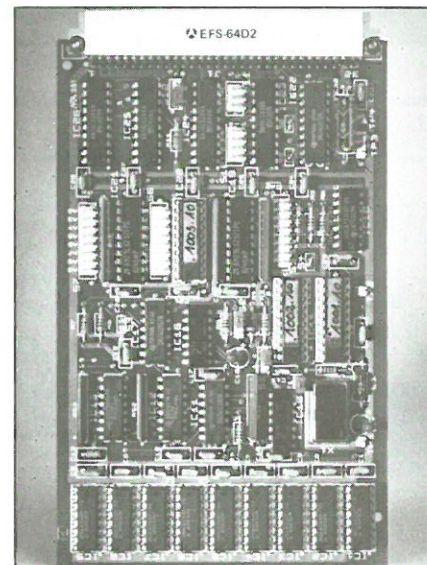
La carte **EFS 64D2**, compatible avec le bus G64 étendu, est un module mémoire vive dynamique d'une capacité de 64 Ko. Elle peut être implantée en zone d'adressage court ou étendu. La mémoire est organisée en 8 blocs de 8 Ko sélectionnables.

Cette carte (100 x 160mm) existe en deux versions (1 et 2 MHz) et s'alimente sous 5 V/1,5 A max.

Thomson Semiconducteurs

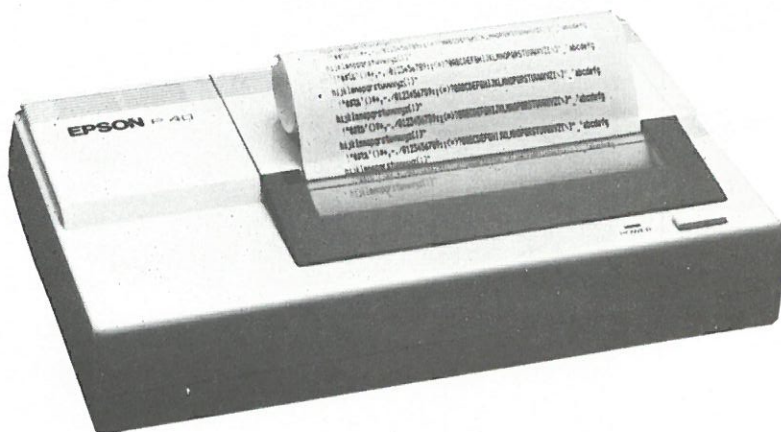
Tél. : (3) 946.97.19

Tx : 204 780





MICRO-INFORMATIQUE



Imprimante thermique

L'imprimante matricielle thermique P40 d'Epson est portable et s'adapte à tous les micro-ordinateurs personnels selon l'interface série ou parallèle choisi. La P40 possède 3 options : 20, 40 ou 80 colonnes pour une largeur de papier de 112 mm. Elle peut imprimer 480 points par ligne.

Cette imprimante compacte est particulièrement silencieuse, légère (650 g) et de très petite taille (126 x 216 x 46 mm).

Technology Resources

Tél. : (1) 757.31.33

Tx : 610 657

Testeur de terminaux

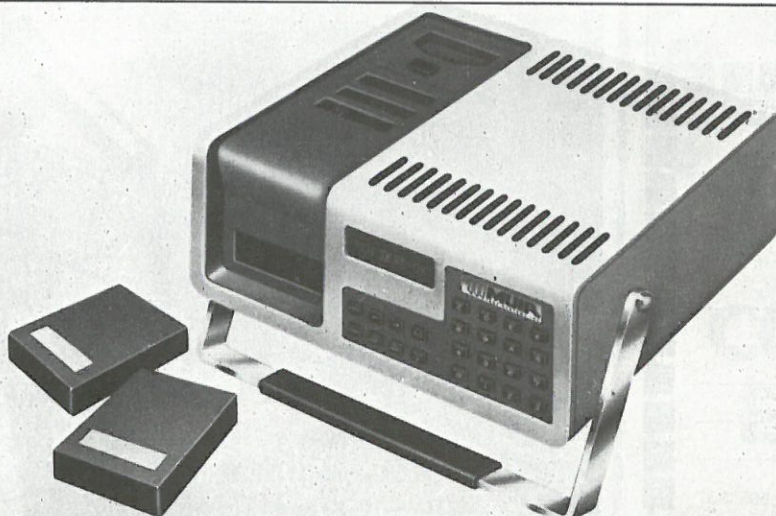
Le CT300 de la société américaine MUIR est un système portatif destiné à la maintenance, l'étude et le contrôle de terminaux, modems ou autres systèmes opérant en asynchrone jusqu'à 19 200 bauds.

Son originalité est d'avoir en standard de nombreux interfaces : RS 232 C, boucles 20 et 60 mA, RS 422, RS 423, MIL 188 C et un interface parallèle compatible Centronics.

Armexel

Tél. : (40) 89.31.12

Tx : 700 615

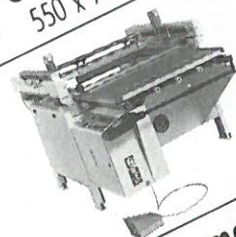


SERIGRAPHIE

THIEME SPECIALE ELECTRONIQUE

La machine des
industries de pointe

- une machine à plateau sortant qui garantit une parfaite sécurité de repérage, même pour les grandes séries
- formats : 500 x 650 mm, 550 x 750 mm, 650 x 900 mm



Un investissement
économique
en haut de gamme



M : _____
Société : _____
Adresse : _____

Souhaitez recevoir la documentation
sur la THIEME SPECIALE
ELECTRONIQUE

tripette & renaud
39, rue Jean-Jacques-Rousseau
75001 PARIS - tél. 233.21.45

LA MESURE

de visu

Multimètre analogique



Le MX 111, répondant aux normes VDE, a été conçu pour une simplicité d'emploi accrue par rapport à ses prédécesseurs : deux seules bornes d'entrée pour tous les calibres, soit 42 gammes de mesure.

Utilisable de 100 mV à 1 600 V et de 50 μ A à 5A, sa résistance interne est de 20 k Ω /V en continu et de 6 320 Ω /V en alternatif. La sélection des fonctions ne se fait pas par commutateur rotatif, mais « en échelle ».

A noter une fonction « dwellmètre » à l'usage de l'industrie automobile (lecture de l'angle de came), ainsi qu'un calibre « capacimètre » 1 μ F à 1 mF.

Métrix

Tél. : (50) 52.81.02

Tx : 385 131

Indicateur d'humidité et de température

Cet appareil portable mesure le pourcentage d'humidité relative (0 à 100 %) et la température (-20 à +80 °C). Il est baptisé Humidat IC1 par son fabricant Novasina.

Equippé d'un affichage LCD, il fonctionne sur secteur ou batterie 9 V, et peut recevoir en entrée une large gamme de capteurs.

Une sortie 2 x 0 - 1 V crête-à-crête est prévue sur la face avant.

Chauvin-Arnoux

Tél. : (1) 252.82.55

Tx : 280 589



Multimètre LCD « lumineux »

Ce multimètre 11 000 points bénéficie d'un « fond lumineux » qui permet la lecture en ambiance sombre (exemple : cockpit d'avion, face arrière de baie de mesure...)

Malgré cela, l'autonomie de PM 2518 X est de 200 h sur piles.

Les gammes de mesure sont classiques ; on notera une gamme dB, le test de jonctions, le contrôle de continuité par signal sonore, des options « température » et « sauvegarde de la valeur affichée ».

La précision est de classe 1 %, la résolution de 100 μ V, 10 μ A ou 100 m Ω . La sélection des fonctions se fait par commutateur rotatif.

Bien entendu, l'appareil est protégé contre les surcharges. Celles-ci sont en outre signalées – ainsi que les erreurs de manipulation – sur l'afficheur. Une version du PM 2518 X ne comporte pas le « fond lumineux » et autorise 500 h d'autonomie.

Les contrôles de calibration peuvent être effectués via un interface IEEE 488.

Philips Science et Industrie

Tél. : (1) 830.11.11

Tx : 210 290

Thermomètres numériques économiques

Ces appareils, intéressants de nombreuses industries : textile, papier, imprimerie, plastiques, caoutchouc, peintures... mesurent sans contact les températures de surface avec une précision de ± 1 % de la pleine échelle.

Au total, six variantes de cet instrument sont proposées par le fabricant IR-Onics : 0 à 250 °C ou 0 à 500 °C, sonde externe ou incorporée.

Mair

Tél. : (1) 604.81.11

Tx : 260 650

