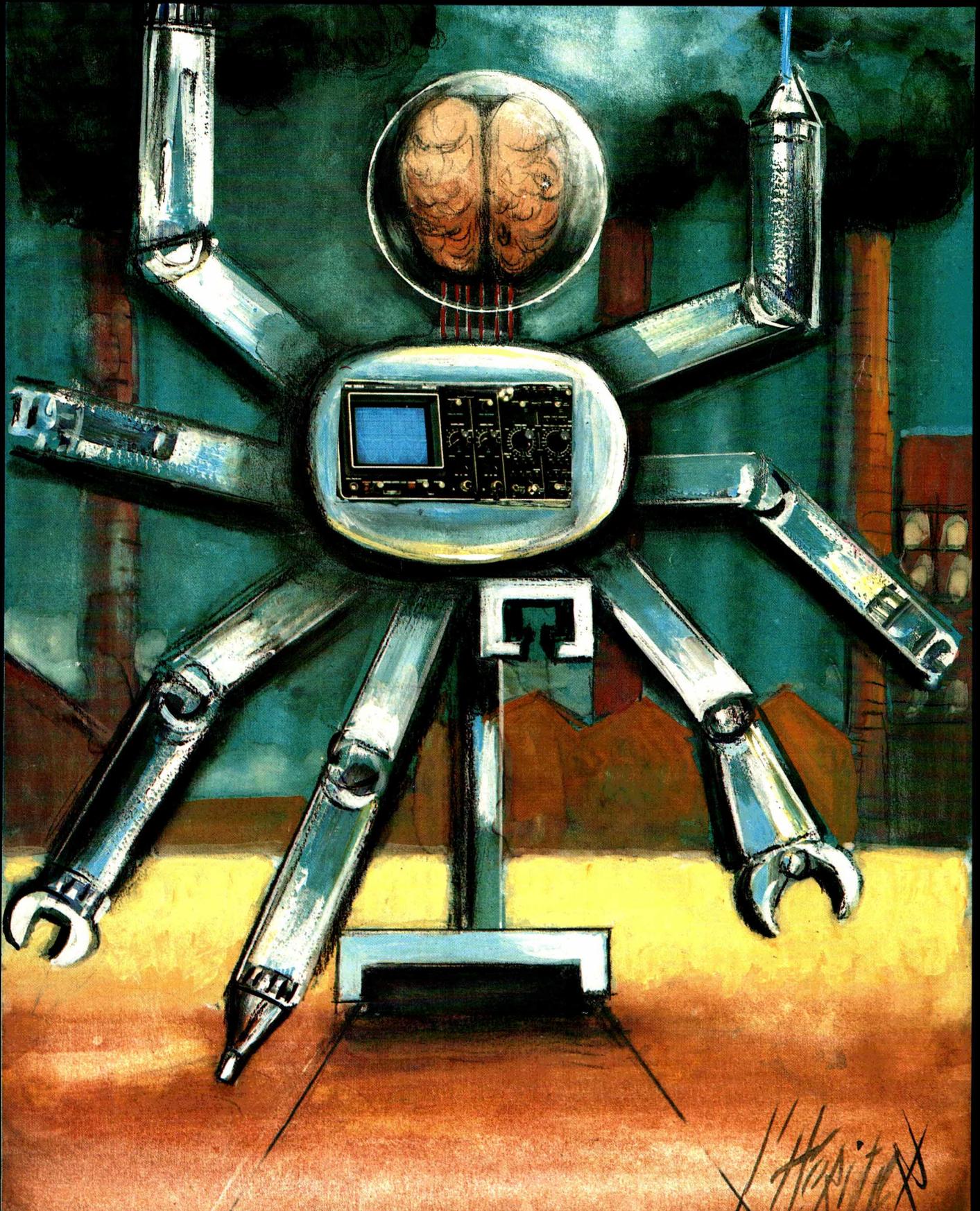


ELECTRONIQUE

Bimestriel N° 26 - 18 F
Octobre-Novembre 1982

APPLICATIONS

I.S.S.N. 0243 489 X



SUISSE : 9,00 FS - TUNISIE : 2070 MIL. - CANADA : CAN \$ 3,00
ESPAGNE : 350 PESETAS - ITALIE : 4800 LIRE - BELGIQUE : 146 F.B.

Il y a un lien entre l'industrie de l'électronique et l'industrie de l'embouteillage.



Flacon d'engrais liquide Substral.

**MATIERES
PLASTIQUES I.C.I.**

Les matières plastiques d'I.C.I. sont partout. On les utilise dans l'électroménager et l'emballage alimentaire, mais aussi dans l'électronique, l'embouteillage, l'industrie automobile, etc.

Un géant de la chimie moderne comme I.C.I. s'engage à servir les intérêts



de ses clients et à comprendre leurs besoins. I.C.I. offre une garantie que seule une société ayant son expérience et sa compétence peut offrir.

Mettez toutes les chances avec vous, quand vous pensez matières plastiques, pensez à I.C.I. !

Des matières plastiques pour toutes les industries.

I.C.I. France S.A. Département Matières Plastiques. 8, avenue Réaumur B.P. 207. 92142 Clamart principal.

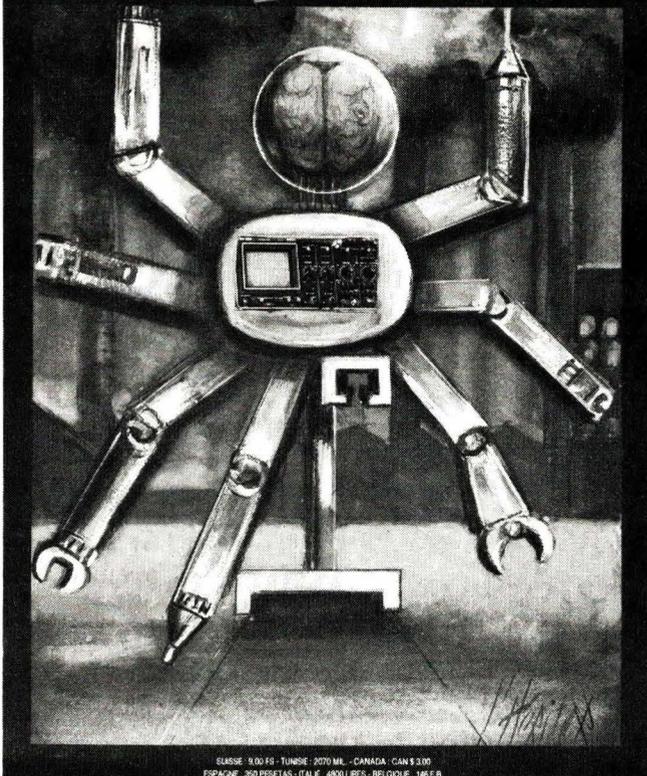
Alkathene : polyéthylène basse densité. Corvic, Welvic : PVC. Diakon : polymère acrylique. Evatane : copolymères EVA. Fluon : PTFE. Maranyl : polyamides 66. Melinex : film polyester. Perspex : feuille acrylique. Propafilm : film de polypropylène orienté. Propathene : polypropylène. Viclan : PVdC. Victrex : polyéthersulfone.

ELECTRONIQUE

Bimestriel N° 26 - 18 F
Octobre-Novembre 1982

APPLICATIONS

U.S.N. 0742 089 X



ELBSE, RUD.FG - TUNISE, 2070 ML - CANADA, CCM 5 200
FRANCE, 201 PROFETAS, ITALY, 48001 PCL - BELGIQUE, 195 F.R.

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

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** Couv. : **Gilbert L'Héritier**

Ce numéro a été tiré à
60 000 exemplaires

Abonnements : 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris.
1 an (6 numéros) : **87 F (France) - 117 F (Etranger)**.

Publicité :

Société Auxiliaire de Publicité - Tél. : 200.33.05
2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cédex 19.

Responsable international de la publicité :

Michel Sabbagh

Chef de publicité : **Francine Fohrer**

Copyright 1982 - Société Parisienne d'Édition

Dépôt légal : Septembre 1982 N° éditeur : 1014

« 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

Imprimerie Edicis, 91019 EVRY

N° 26 — OCTOBRE-NOVEMBRE
1982

SOMMAIRE

Applications

Principes et applications des miroirs de courant	5
Un filtre universel aux multiples possibilités	35
Synthétiseurs de musique en circuits intégrés	49
Circuits de commande pour afficheurs à « L.E.D. »	101

Médical

La diélectrolyse médicamenteuse	89
---------------------------------	----

Micro informatique

Une mémoire de rafraîchissement d'écran	21
Protégez vos programmes micro-informatiques	99

Réalisation

Une horloge-thermomètre à affichage numérique	13
Une sonnerie téléphonique « électronique »	59

Technologie

Emploi des polymères en électronique	41
Le silicium amorphe : des applications d'avenir (II)	57
Après les MSI, LSI, VLSI... cap sur les circuits ULSI (II)	83

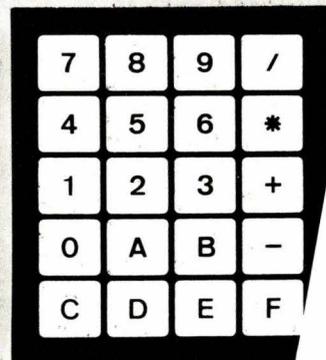
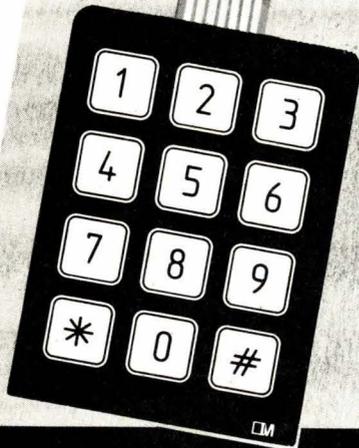
Les mots croisés d'« Electronique Applications »	29
Schémathèque	69
Nouveautés	109
Bibliographie	119
Calendrier	124

Cartes « Service-Lecteurs »	131-132
-----------------------------	---------

Ont participé à ce numéro : J.-C. Ailloud, J. Ceccaldi, J.-M. Dandonneau, P. de Halleux, S. Huant, P. Gueulle, L. Lacau, P. Porta, A. Ripaux, J. Sabourin, H. Schreiber, J. Trémolières, A. Vraix.

Les claviers plats standard MEKTRON

- 12 touches
- 16 touches téléphones
- 16 touches calculatrices
- alphanumériques
- 19 ou 20 touches associées



**très fiables,
mais économiques**
les claviers plats MEKTRON®
sont enfin à la portée
de tous les utilisateurs

tous les modèles
sont disponibles

Mektron-France

allée des Jachères - SOFILIC 416 -
4263 FRESNES Cedex - Téléphone : (1) 668.10.25 - Télex : 260 719
usine à Château-Gontier (53)



SERVICE-LECTEURS N° 210

EBB bispub 359

stock complet
chez **S.C.A.I.B. S.A.**
80, rue d'Arcueil - Silic 137 - 94523 RUNGIS CEDEX
Tél. : (1) 687.23.13 - Télex : 204674

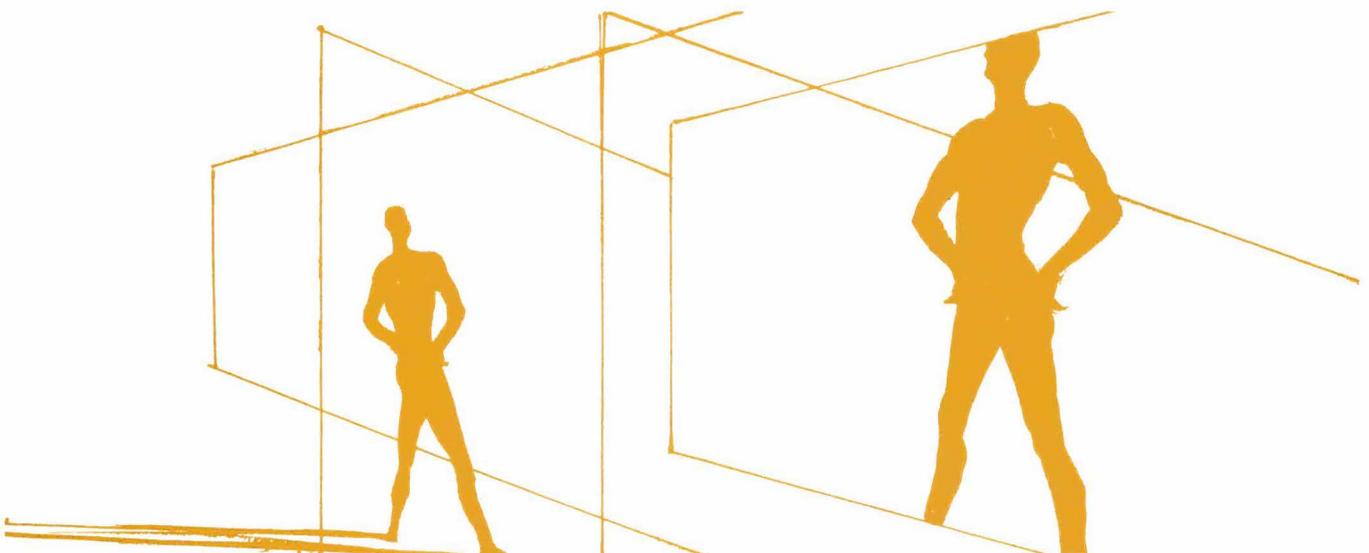
Applications

Les miroirs de courant : principes et applications pratiques

On connaît le plus souvent le miroir de courant en tant que configuration de semi-conducteurs à l'intérieur d'un circuit intégré. De ce fait, il est souvent considéré comme relevant exclusivement des spécialistes en matière de circuits monolithiques.

Pourtant, Texas Instruments offre, depuis 1980, des miroirs de courant qu'on peut qualifier de « discrets » (bien qu'il s'agisse de trois transistors intégrés), du fait qu'un tel composant se comporte comme un transistor doté d'un gain en courant faible, mais connu avec grande précision, ainsi que d'une résistance de sortie très élevée.

Néanmoins, les « miroirs » TL 011, TL 012, TL 014, TL 021 sont restés largement inconnus jusqu'à ce jour, et cela bien qu'on les ait annoncés par une documentation dans la tradition du « marketing ». C'est-à-dire que les avantages du composant sont tellement extraordinaires qu'il est inutile d'insister, que sa linéarité est tellement parfaite qu'il est inutile de donner des courbes, et que son utilisation est tellement évidente qu'il est inutile de la commenter. Qu'en est-il et quelles applications pratiques peut-on réaliser avec de tels composants ? C'est l'objet de l'article ci-après.



Principes des miroirs de courant

Asservissement d'une intensité à une autre intensité

Le principe du miroir de courant est de provoquer, dans son circuit de sortie (ou d'utilisation), une intensité I_2 qui forme, à mieux que 5 % près, un rapport entier (1/2... 4) avec son intensité d'entrée (ou de commande) I_1 . Bien entendu, ce rapport doit rester largement indépendant des tensions et des résistances dans les circuits de commande et d'utilisation. Pour cela, le dispositif doit présenter une résistance d'entrée faible et une résistance de sortie élevée.

Le schéma de la **figure 1** montre un premier principe, très simple, de mise en œuvre d'un miroir de courant. Si T_1 et T_2 se trouvent intégrés ensemble, on peut admettre qu'ils présentent les mêmes seuils base-émetteur (V_{BE}) et les mêmes gains statiques en courant (B). Dans ces conditions, il doit y avoir égalité entre les intensités de base

$$(I_{B1} = I_{B2})$$

et de collecteur

$$(I_{C1} = I_{C2}).$$

On a donc réalisé un miroir 1/1, à cela près que l'entrée de commande véhicule aussi les deux courants de base. Cela « déforme » un peu le miroir, à moins qu'on y utilise des transistors de gain en courant élevé. En effet, le schéma de la **figure 1** montre, sans qu'une mise en équation détaillée soit nécessaire, que :

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{B}{(B+2)}$$

Bien entendu, le fonctionnement du miroir ne sera correct que tant que T_1 travaille de façon linéaire, c'est-à-dire tant que sa tension de saturation de collecteur reste inférieure à son seuil de base V_{BE} . Comme cette performance est difficile à réaliser en matière de circuits intégrés, on ne peut plus guère espérer un fonctionnement linéaire quand le courant de commande dépasse l'ordre de grandeur du milliampère.

Ce n'est pas pour autant qu'on obtiendra de meilleurs résultats en réalisant le montage de la **figure 1** avec des transistors discrets, car la tension V_{CE} de T_2 est de l'ordre de 10 V en fonctionnement normal, alors qu'elle se trouve limitée à V_{BE} (0,6 à 0,7 V)

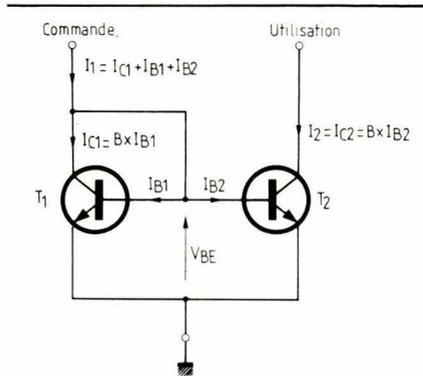


Fig. 1. - L'intensité de courant qu'on applique en I_1 suscite en I_2 l'appel d'une intensité en principe identique.

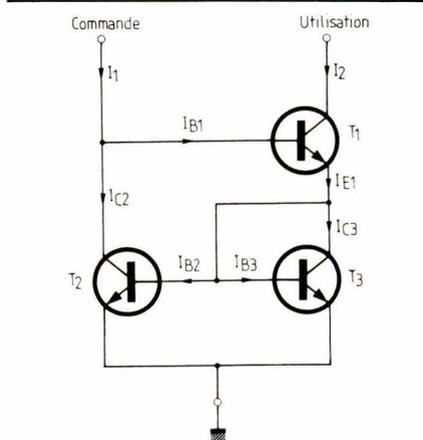


Fig. 2. - Le transistor supplémentaire confère à ce miroir de courant une meilleure symétrie et une résistance de sortie plus forte.

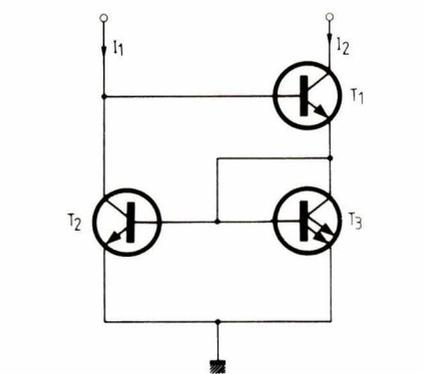


Fig. 3. - Le transistor à double émetteur fait que $I_2 = 2 I_1$.

dans le cas de T_1 . Ainsi, la dissipation de puissance est, pour T_2 , environ quinze fois plus grande que pour T_1 . Dans ces conditions, un tri en vue de caractéristiques égales (B , V_{BE}) n'est pas suffisant, car les deux transistors se trouveront à des températures différentes, ce qui fait que les deux valeurs de V_{BE} divergent (de 2 mV/°C) et que le miroir présente un « strabisme » d'autant plus disgracieux qu'on travaille à une intensité plus grande. On peut y remédier en mon-

tant les deux transistors discrets avec deux résistances d'émetteur d'égale valeur, et calculées pour une chute de tension d'au moins 1 V à l'intensité de fonctionnement prévue. Bien entendu, on arrive ainsi à une tension de déchet nettement plus importante.

Une résistance de sortie de plus de 1 000/ I_C

Dans la version de la **figure 1**, le miroir de courant est encore assez loin de sa performance idéale de sortie, car T_2 travaille en émetteur commun, donc avec une résistance interne de sortie qui est de l'ordre de 100/ I_C dans le cas d'un planar au silicium, soit 100 kΩ pour $I_C = 1$ mA.

Le circuit de la **figure 2** permet une performance bien meilleure. On voit que T_2 et T_3 y sont disposés comme T_1 et T_2 de la **figure 1**, à une inversion droite-gauche près (comme dans un miroir). On peut donc écrire :

$$\frac{I_{C2}}{I_{E1}} = \frac{B}{B+2}$$

En posant :

$$I_{C2} = I_1 - I_{B1},$$

$$I_{E1} = I_2 + I_{B1},$$

et avec :

$$I_C = B I_B,$$

on arrive à :

$$\frac{I_1 - \frac{I_2}{B}}{I_2 + \frac{I_2}{B}} = \frac{B I_1 - I_2}{(B+1) I_2} = \frac{B}{B+2}$$

En tirant de cette équation le rapport des intensités, on obtient :

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{B(B+2)}{(B+1)^2 + 1}$$

L'écart différentiel entre les deux intensités s'établit ainsi :

$$\frac{\Delta I}{I_1} = \frac{2}{(B+1)^2 + 1}$$

alors que cette grandeur était $2/(B+2)$ dans le cas de la **figure 1**.

Pour des transistors d'un « B » donné, le miroir de la **figure 2** présente donc une asymétrie nettement

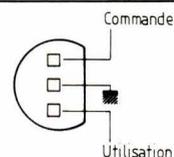


Fig. 4. - Disposition des connexions des miroirs Texas Instruments - boîtier vu du dessus.

moindre que celui à deux transistors. De plus, T_1 y travaille avec une forte résistance d'émetteur, constituée par T_3 , et cela se traduit par une résistance de sortie plus de dix fois plus forte. Cette grandeur devient ainsi supérieure à $10\text{ M}\Omega$ pour $I_C = 0,1\text{ mA}$, ou $1\text{ M}\Omega$ pour $I_C = 1\text{ mA}$.

La multiplication des émetteurs

Un rapport d'intensité $I_2/I_1 = 2$ peut être obtenu si on utilise, comme le montre la **figure 3**, un transistor à deux émetteurs pour T_3 . Un tel miroir de courant s'appelle TL 012 chez *Texas-Instruments*, alors que celui de la **figure 2** porte la dénomination TL 011. On devine donc facilement que T_3 comporte quatre émetteurs dans le cas du TL 014, alors que le TL 21 se distingue par un double émetteur pour T_2 , celui de T_3 étant simple, le rapport I_2/I_1 étant égal à 0,5. Ces rapports d'intensité sont respectés à 1 % près pour la plupart des échantillons, et il est très rare que la tolérance garantie par le fabricant, soit $\pm 5\%$, soit effectivement atteinte.

Les quatre composants mentionnés (TL 011, TL 012, TL 014, TL 021) sont présentés en boîtier TO 92. La **figure 4** montre la disposition des connexions, le boîtier étant vu du dessus. Il paraît que c'est l'habitude en matière de circuits intégrés, et qu'on ne présente un TO 92 vu du côté connexions que s'il contient un transistor ou un Darlington...

La **figure 5** montre un réseau de caractéristiques, $I_2 = f(U_{20})$ avec I_1 en paramètre, U_{20} étant la tension entre la sortie d'utilisation et la masse. Les types mentionnés admettent une valeur maximale de 35 V pour cette tension. Le réseau, relevé pour un TL012, montre que l'écart entre les deux intensités ne dépasse guère 1 %, même aux intensités faibles. La tension de déchet est la somme de $V_{BE}(T_3)$ et de $V_{CEsat}(T_1)$, soit 0,8 V environ pour $I_2 < 100\ \mu\text{A}$. Au-delà du coude de saturation, les courbes se confondent avec des droites horizontales, si bien qu'un relevé statique ne permet guère de déterminer la résistance interne de sortie, même si on utilise des multimètres numériques à 4 digits.

Le fabricant conseille de ne pas dépasser $I_1 = 1\text{ mA}$ pour TL 011, 012, 014, et 2 mA pour TL 021. Le réseau de la **figure 6** (TL 012) montre ce qui se passe quand on le fait quand même. On constate que l'écart relatif

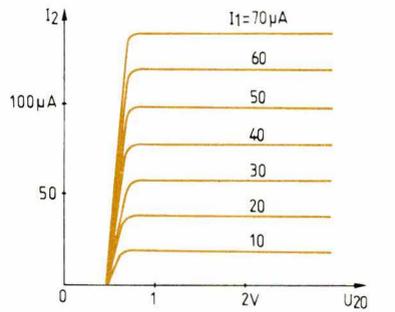


Fig. 5. — Réseau de caractéristiques « faible niveau » d'un TL 012.

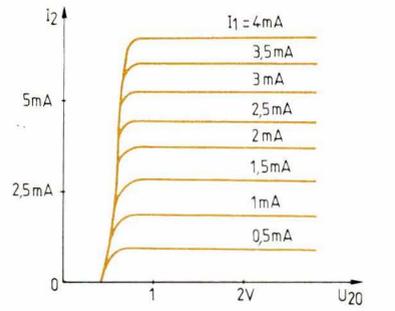


Fig. 6. — Quand on dépasse $I_1 = 1\text{ mA}$, on constate une asymétrie qui augmente avec la valeur de I_1 .

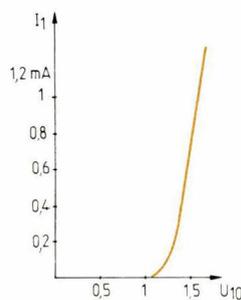


Fig. 7. — La caractéristique d'entrée accuse une tension de seuil qui correspond à celle de la mise en série de deux diodes.

entre les deux intensités augmente fortement à partir de $I_1 = 1,5\text{ mA}$ pour atteindre près de 15 % à $I_1 = 4\text{ mA}$. Cependant, la forte résistance interne de sortie se maintient, si bien que le composant reste parfaitement utilisable dans une fonction « source de courant » quand on n'exige pas une valeur très précise de ce courant.

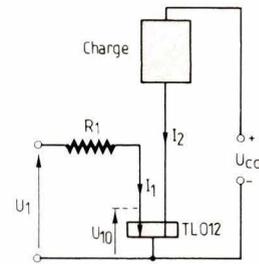


Fig. 8. — Principe d'un convertisseur tension-courant. Le symbole pour le miroir de courant n'est pas normalisé et ne répond qu'à un désir de commodité.

Finalement, la courbe de la **figure 7** montre la caractéristique d'entrée d'un TL 012. Comme cette entrée équivaut à la mise en série de deux diodes base-émetteur, la tension de seuil peut avoir une signification assez importante pour une application « convertisseur tension-courant » (**fig. 8**). Dans sa documentation, le fabricant du TL 012 mentionne, pour cette application, l'expression $I_2 = 2 U_1/R_1$. Il faut bien dire que cette expression relève un peu du mirage, du moins dans le domaine des valeurs usuelles de U_1 , si bien qu'il est prudent de remplacer ce terme par $U_1 - U_{10}$ (**fig. 7**) et de tenir compte, éventuellement, du coefficient de température de $4\text{ mV}/^\circ\text{C}$ dont U_{10} se trouve affectée.

Applications des miroirs de courant

Les applications citées ci-après ne sont pas explicitement indiquées dans la notice du fabricant des miroirs de courant ; elles ont été expérimentées pratiquement par l'auteur.

Elles concernent des circuits logiques, des amplificateurs et des oscillateurs. Loin d'être exhaustive, leur étude montre, par quelques exemples, comment on peut adapter judicieusement un miroir de courant aux composants qui l'entourent.

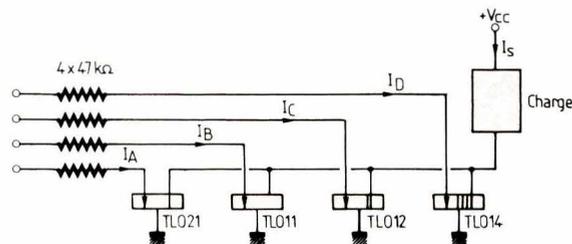


Fig. 9. — Convertisseur digital-analogique 4 bits constitué par 4 miroirs de courant de type différent.

Version inattendue d'un convertisseur digital-analogique

Pour convertir un nombre binaire, exprimé par 4 bits, en une grandeur analogique, on peut faire appel au montage de la **figure 9**. Ce montage peut être connecté, par exemple, sur les quatre sorties d'un circuit de comptage (décimal ou hexadécimal) C-MOS.

L'intensité de sortie s'établira à :

$$I_S = \frac{I_A}{2} + I_B + 2 I_C + 4 I_D$$

Un contrôleur universel, utilisé comme charge, pourra ainsi indiquer un résultat de comptage par l'affichage d'une intensité, tout en provoquant une chute de tension qui est proportionnelle à ce résultat.

La fonction décrite pourra être assurée, de façon plus rationnelle, par un composant qui se trouve en préparation chez *Texas Instruments*, et qui est un miroir de courant dont le facteur de multiplication pourra prendre, en fonction d'une commande logique externe, toute valeur comprise entre 1 et 32.

Un inverseur logique à faible gain

Dans les logiques industrielles lentes, on constate souvent une sensibilité exagérée aux perturbations, qui est due au fait que toutes les portes ou bascules sont des circuits présentant un gain en tension très élevé. Dans ces conditions, une perturbation, en principe trop brève pour agir sur une logique lente, peut se trouver prolongée désagréablement par un phénomène de saturation.

On peut tenter d'y remédier par un montage comme celui de la **figure 10**, et qui est un inverseur logique dont le gain en tension n'est que de 2. Associant ce principe à celui de la logique DTL, on pourra réaliser des circuits tels que la porte NON-ET de la **figure 11**, ou la porte NON-OU de la **figure 12**.

Cascade « réfléchi »

Le montage cascade, rappelé dans la **figure 13**, excelle par de remarquables performances HF et sa large bande. Du fait de T_2 , les variations de la tension de collecteur de T_1 s'y trouvent limitées à une valeur très faible. Ainsi, on réduit pratiquement à néant cet effet *Miller* qui est responsable de

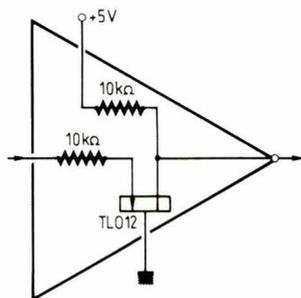


Fig. 10. - Inverseur logique à faible gain.

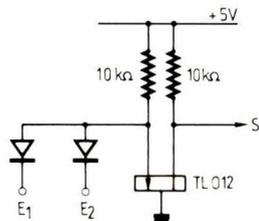


Fig. 11. - Porte NAND inspirée de la logique DTL.

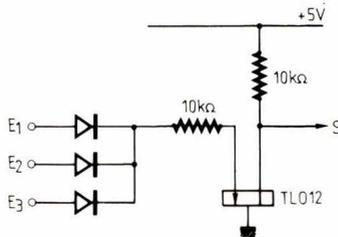


Fig. 12. - Version NOR de la porte de la figure 11.

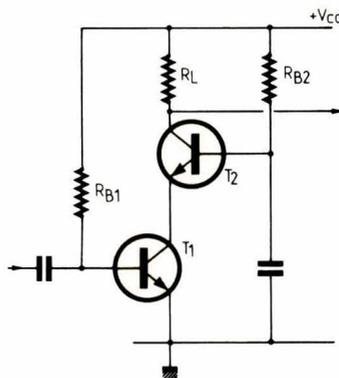


Fig. 13. - Amplificateur cascade équipé de transistors bipolaires.

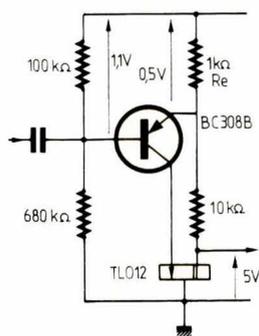


Fig. 14. - Miroir de courant utilisé dans une configuration de type cascade.

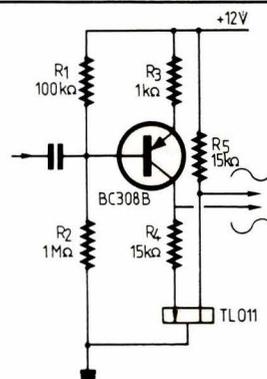


Fig. 15. - Pour obtenir des amplitudes égales sur les deux sorties symétriques de cet amplificateur, il suffit de choisir $R_4 = R_5$.

la bande passante généralement très limitée d'un étage émetteur commun.

Cependant, le montage de la **figure 13** demande une tension d'alimentation pour T_1 ainsi que pour T_2 , si bien qu'il n'en reste plus beaucoup pour R_L , notamment quand on doit se contenter d'une valeur de U_{cc} relativement faible.

Le remède est indiqué par la **figure 14** où le T_2 du montage cascade se trouve remplacé par un miroir de courant. Accessoirement, cela permet d'utiliser R_e pour une contre-réaction englobant les deux éléments actifs du montage. Avec les valeurs de la **figure 14**, on obtient un gain en tension de 7,5 avec une bande passante largement supérieure à 1 MHz, et cela dans des conditions de linéarité qui sont proches de celles d'un amplificateur opérationnel.

Amplificateur à sorties symétriques

Le montage de la **figure 15** est un amplificateur comportant deux sorties qui fournissent des tensions en opposition de phase. Les tensions obtenues sur les deux sorties sont pratiquement identiques, du moins à vide.

Si l'égalité, en valeur absolue, des tensions de sortie ne se maintient pas du fait d'une consommation due au circuit d'utilisation, on peut y remédier en utilisant un miroir dont le gain en courant est supérieur à l'unité. On pourra alors choisir les valeurs de R_4 et de R_5 de façon à obtenir, en charge, l'égalité souhaitée des deux tensions symétriques que l'amplificateur peut fournir.

Doubleur de fréquence pour signaux triangulaires

Une application de l'amplificateur à deux sorties symétriques, mentionné ci-avant, est illustrée par la **figure 16**.

Les deux tensions de sortie sont utilisées pour un redressement à deux alternances. Quand on applique un signal triangulaire à l'entrée de ce montage, on obtient, à la sortie, une tension également triangulaire, mais de fréquence deux fois plus élevée.

Pour obtenir un fonctionnement correct, il convient d'ajuster R_1 de façon que les deux alternances successives de la tension de sortie se présentent avec des amplitudes égales. La charge, dans le circuit de sortie, ne pourra guère être inférieure à $1\text{ M}\Omega$. Autrement, on risque d'observer un fonctionnement non linéaire du fait que le courant qui aura été dérivé par l'une des diodes, de la connexion d'entrée du miroir ne pourra plus se manifester à la sortie de celui-ci.

Avec les valeurs du montage, on arrive à traiter, dans de bonnes conditions de linéarité, des signaux déterminant, à la sortie, une amplitude jusqu'à 2 V crête-à-crête. Il n'est pas indiqué de travailler avec des tensions nettement plus faibles, car le montage présente un léger effet de température qui pourrait alors faire apparaître une différence d'amplitude entre deux périodes successives du signal de sortie.

Amplificateur RC à très grand gain

Dans les trois montages précédents, on utilisait un transistor PNP pour attaquer un miroir de courant sur son entrée de commande. On peut également, comme le montre la figure 17, charger un transistor par la sortie d'utilisation d'un miroir de courant dont l'entrée de commande reçoit alors, par R_3 , une intensité fixe. Ce transistor travaille ainsi avec une résistance de charge suffisamment grande pour qu'on puisse admettre que son gain en tension est donné par le produit de la transconductance avec la résistance interne de sortie.

Pour polariser un tel montage, on doit prévoir une contre-réaction par R_1 , R_2 , dont la somme doit être adaptée au gain en courant du transistor utilisé. Le découplage C_D ne détermine une augmentation substantielle du gain en tension que si la résistance interne de la source de signal est égale ou plus grande que la résistance d'entrée de T_1 .

Avec les valeurs indiquées, on obtient un gain en tension de près de 2 000 (à vide); la fréquence supérieure de coupure se situe vers 50 kHz et la résistance interne de sortie est

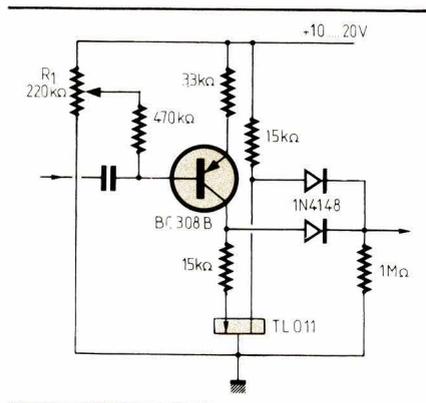


Fig. 16. — Redresseur de deux alternances, ou doubleur de fréquence pour triangulaires, basé sur l'amplificateur symétrique de la figure 15.

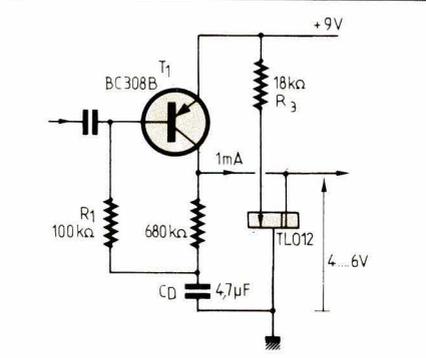


Fig. 17. — Bien qu'alimenté à 9 V , 1 mA (ce qui équivaut à $9\text{ k}\Omega$), le transistor de ce montage travaille avec une résistance de charge de plus de $1\text{ M}\Omega$.

voisine de $50\text{ k}\Omega$. Le montage est utilisable, en particulier, pour l'attaque d'un transistor MOS de puissance.

Etant donné le gain très élevé du montage, on ne devra pas s'attendre à une linéarité parfaite. Cette linéarité reste cependant assez bonne quand on se contente d'une amplitude de sortie de 1 V_{eff} . Cette remarque reste valable quand on utilise le montage comme intégrateur (transformation d'une rectangulaire en triangulaire) en connectant un condensateur entre le collecteur de T_1 et la masse. Dans tous les cas, le montage est très sen-

sible à l'ondulation résiduelle de la source d'alimentation et aux perturbations, éventuellement en provenance d'autres étages, que celle-ci peut véhiculer.

Générateur de dents de scie

La possibilité de l'intégration d'une grandeur électrique, évoquée plus haut, a été mise en œuvre dans le montage de la figure 18. Le transistor T_1 y joue le rôle d'un interrupteur qui se ferme, de façon périodique, pour recharger très rapidement le condensateur C. Pendant les intervalles, C se trouve déchargé, à courant constant, par la sortie du miroir. Ce dernier sert donc, comme précédemment, de source (négative) à courant constant, ou d'«écoulement» à courant constant.

La fermeture périodique de T_1 est commandée par le trigger T_2 , T_3 . Pour que la décharge de C se fasse bien de façon linéaire, on a utilisé, pour T_2 , un élément à forte impédance d'entrée, en l'occurrence un V-MOS de faible puissance, VN 10 KM (Siliconix). L'amplitude triangulaire de sortie est égale à l'hystérésis de ce trigger, soit 6 V crête-à-crête avec les valeurs indiquées. Sur le drain de T_2 et sur le collecteur de T_3 , on obtient des impulsions, positives et négatives, correspondant au retour de la dent de scie.

La valeur de R_1 pourra être comprise entre $10\text{ k}\Omega$ et $10\text{ M}\Omega$. Pour $R_1 = 100\text{ k}\Omega$ et $C = 10\text{ nF}$, on obtient une fréquence de travail voisine de $3,5\text{ kHz}$. Quand on retire C, le montage fonctionne sur les capacités propres de ses composants actifs, et la fréquence d'oscillation devient alors voisine de 300 kHz . Avec des transistors plus performants, on dépasse facilement une fréquence de travail de $1,5\text{ MHz}$. Mais, dans le cas d'un oscil-

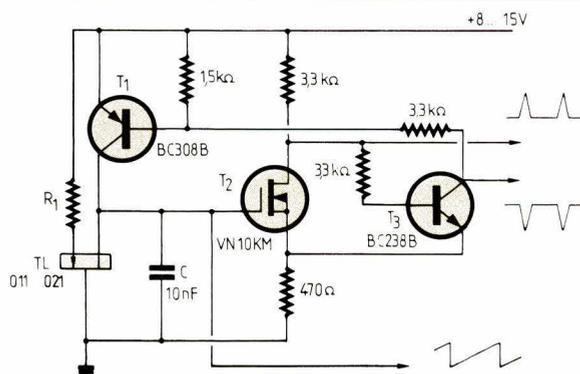


Fig. 18. — Le miroir de courant assure, dans ce générateur de dents de scie, la décharge linéaire du condensateur C.

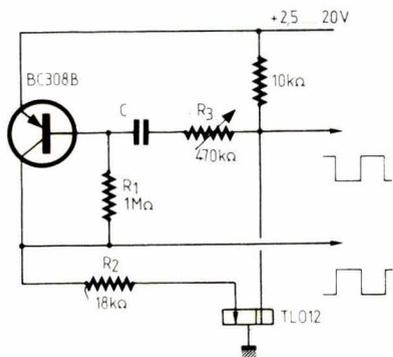


Fig. 19. — Ce multivibrateur ne demande qu'un seul condensateur et produit deux tensions en opposition de phase.

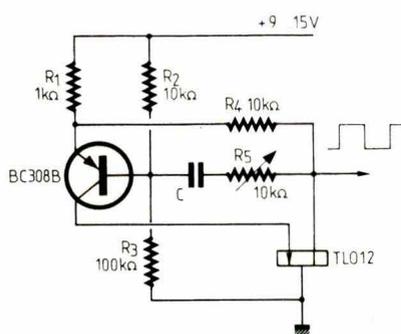


Fig. 20. — Comme le diviseur R2-R3 peut être équipé de résistances faibles, ce multivibrateur est utilisable à des fréquences relativement élevées.

lateur à fréquence variable (rhéostat pour R_1), il devient difficile, aux fréquences élevées, de maintenir l'amplitude de sortie indépendante de la fréquence.

Multivibrateur « amélioré »

Le multivibrateur complémentaire est un montage très séduisant car, contrairement à celui d'Abraham et Bloch, il fonctionne avec des montées et descentes parfaitement raides, tout en ne demandant qu'un seul condensateur. Malheureusement, il est très dépendant de la dispersion, laquelle intervient, entre autres, avec le produit des gains en courant des deux transistors, si bien qu'il est difficile de réaliser, avec des transistors de même type, deux multivibrateurs fonctionnant avec les mêmes valeurs de composants.

Or le miroir de courant est un transistor de gain à la fois faible et précis, et l'on obtient un multivibrateur parfaitement reproductible quand on l'associe, comme dans la figure 19, à un transistor dont la polarisation de base est assurée, en contre-réaction, par une fraction de la tension de collecteur.

La fréquence de travail est déterminée par les valeurs de R_1 et de C , et comme on peut choisir R_1 assez grande, on peut obtenir des fréquences relativement basses avec des valeurs de C commodément faibles (100 Hz environ pour $C = 10$ nF, $U_{cc} = 9$ V). Par R_3 , on peut ajuster le rapport cyclique dans de larges limites. Le cas particulier $R_3 = 0$ détermine un rapport cyclique de 1/20 environ.

On peut, certes, réaliser un multivibrateur semblable et tout aussi économique avec un amplificateur opérationnel. Mais celui de la figure 19 s'en distingue du fait de ses deux sorties symétriques.

Multivibrateur pour fréquences élevées

La valeur élevée de R_1 qu'implique le montage de la figure 19 fait que ce montage n'est plus utilisable au-delà de 10 ou 20 kHz.

On peut tourner cette difficulté en faisant appel au « cascode réfléchi » de la figure 14, tout en réduisant les valeurs du pont de base, puisque ces valeurs entrent dans la fréquence d'oscillation. On arrive ainsi au montage de la figure 20 dans lequel R_5 sert, de la même manière que précédemment, à l'ajustage du rapport cyclique. Avec une alimentation sous 9 V, on obtient une fréquence voisine de 15 kHz si $C = 1$ nF, 100 kHz environ pour $C = 100$ pF, et près de 300 kHz pour $C = 22$ pF.

Amplificateur différentiel à miroir

Dans les circuits intégrés analogiques, le miroir de courant est le plus souvent utilisé dans les configurations du type amplificateur différentiel. L'intérêt pratique d'un amplificateur différentiel discret, comme celui de la figure 21, est ainsi assez réduit, car on peut se procurer, en intégré, quelque

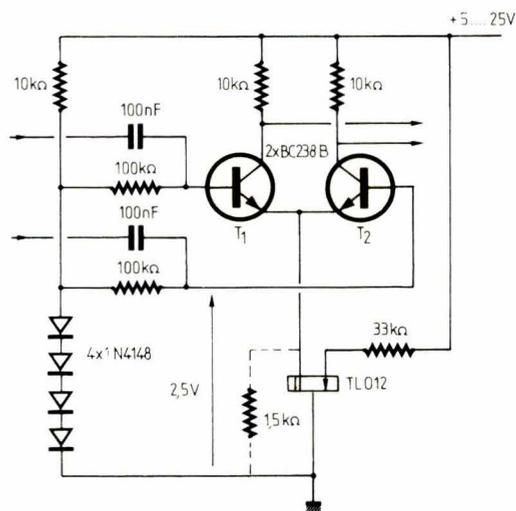


Fig. 21. — Amplificateur différentiel à fort réjection du mode commun et pouvant être équipé de transistors haute tension.

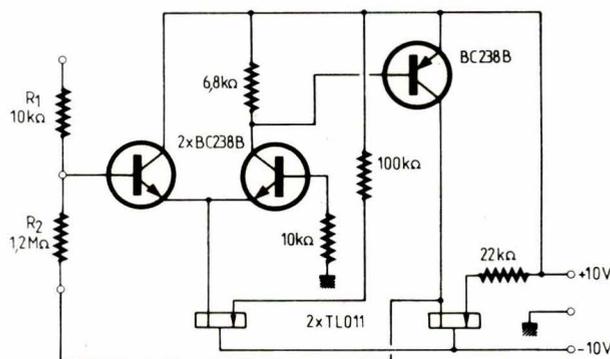


Fig. 22. — Amplificateur opérationnel « discret », faisant appel à deux miroirs de courant.

chose de semblable en mieux et moins cher. Cependant, le montage de la **figure 21** peut aussi être équipé de transistors « vidéo », utilisables à plus de 200 V ; cela ne se trouve pas encore sous forme de circuit intégré. La tension que doit supporter le miroir est, dans tous les cas, de 2 V environ, soit la tension du chapelet de diodes moins celle de base-émetteur de T_1 ou de T_2 .

Si l'on veut remplacer le miroir par une résistance tout en conservant le même point de fonctionnement, la valeur de cette résistance doit être de 1,5 k Ω environ. Cette modification ne diminue que peu le gain en tension, lequel est de 100 environ. Mais elle est spectaculaire quant à la réjection du mode commun. En mode « miroir », un signal parvenant simultanément aux deux entrées de l'amplificateur se retrouve, à la sortie, affaibli de près de 90 dB par rapport à un signal qu'on applique de façon différentielle. En mode « résistance », cet affaiblissement n'est plus que de 30 dB.

Il sera facile de passer de la configuration différentielle à l'amplificateur opérationnel « discret » de la **figure 22**. Là encore, l'intérêt du montage sera beaucoup plus pédagogique qu'industriel, bien qu'il ne soit peut-être pas inutile de signaler que le gain en tension de 120, déterminé par les valeurs de R_1 et de R_2 , correspond, dans ce modeste montage, à une largeur de bande de plus de 500 kHz, soit un produit « gain par largeur de bande » de plus de 60 MHz.

Amplificateurs accordés inédits

Quand on pense « miroir de courant », on pense « circuit intégré » beaucoup plus facilement que « bobinage ». Pourtant, un miroir de courant peut être intéressant aussi dans le cas d'un circuit accordé LC.

Par exemple, dans le cas de l'amplificateur de type différentiel de la **figure 23**, où il permet d'obtenir un maximum de gain, malgré une tension d'alimentation relativement faible. Les deux transistors reçoivent des tensions continues identiques sur collecteur et base, si bien qu'ils travaillent avec une tension collecteur-émetteur qui est égale à leur seuil de base, soit 0,6 à 0,7 V. On risque ainsi d'observer une non-linéarité de fonctionnement quand le signal de sortie dépasse 100 mV_{eff}. On ne peut donc utiliser ce montage que pour des signaux fai-

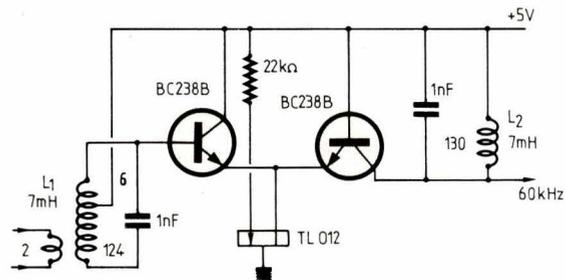


Fig. 23. — Amplificateur différentiel LC dont les transistors reçoivent des tensions continues identiques sur base et collecteur.

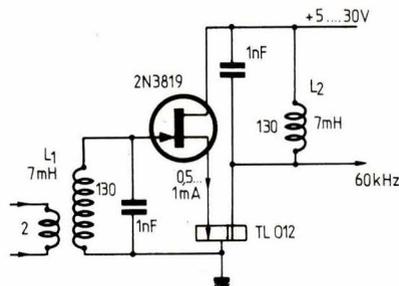


Fig. 24. — Amplificateur LC doté d'un gain en tension de 10 000 et n'utilisant aucune résistance.

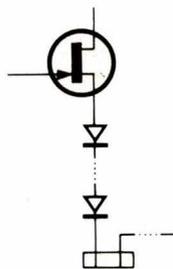


Fig. 25. — Adaptation d'un transistor à effet de champ, d'intensité de repos relativement forte, à l'entrée d'un miroir de courant.

bles, cas fréquent cependant, du fait que le besoin d'amplifier se fait d'autant plus sentir qu'un signal est plus faible.

L'amplificateur de la **figure 23** a été expérimenté, sur une fréquence d'accord de 60 kHz, avec des pots de ferrite 3 H 1 (RTC) d'une inductance spécifique $A_L = 400$. Les nombres de spires se trouvent inscrits à côté des enroulements respectifs. Compte tenu du rapport de transformation du circuit d'entrée, le gain est de 200 environ. Il atteint plus de 300 quand on double la tension d'alimentation.

Si l'on désire un amplificateur plus simple mais néanmoins de gain nettement plus élevé et largement indépendant de la tension d'alimentation, la chose est possible, avec le montage de la **figure 24**, où un transistor à effet de champ, en drain commun,

précède un miroir de courant qui joue le rôle d'un PNP à très forte résistance de sortie. Cette configuration implique un amortissement minimal pour le circuit d'entrée aussi bien que pour celui de sortie. La réaction interne est suffisamment faible pour qu'on puisse se passer de tout neutrodynage. Cela n'empêche pas qu'il faille prendre quelques précautions de blindage pour éviter la réaction externe entre les bobinages, et cela du fait que le gain en tension, mesuré dans les mêmes conditions que précédemment, est égal à 10 000. Néanmoins, ce gain ne varie, dans ce système à courants constants, que de 1 % quand la tension d'alimentation passe de 15 à 30 V.

Certes, l'amplificateur de la **figure 24** est quelque peu « futuriste », du fait qu'il nécessite un transistor à effet de champ dont le courant de drain s'établit à 0,5... 1 mA quand on utilise une entrée de miroir de courant comme élément de polarisation de source. Sur certains lots du 2N3819, il faut en expérimenter plus de dix avant d'en trouver un qui convienne. Toutefois, on peut facilement adapter des types à intensité trop forte en mettant une ou plusieurs diodes dans la connexion de source, comme le montre la **figure 25**.

Une autre particularité de l'amplificateur FET-miroir — peut-être également « futuriste » — réside dans le fait qu'il n'utilise aucune de ces résistances qui ne servent, au fond, qu'à transformer les précieuses énergies de signal et de fonctionnement en une dissipation inutile, voire gênante.

H. Schreiber

les bons côtés du HEXFET® en série HEX 4



côté marque

INTERNATIONAL RECTIFIER
leader incontesté en transistors
mosfet de puissance élargit sa gamme
et vous propose une nouvelle famille
de HEXFET alliant les performances
élevées à des coûts industriels.

côté produits

performances	TO 3	TO 220
100 V / 0,85 Ω	IRF 140	IRF 540
200 V / 0,18 Ω	IRF 240	IRF 640
400 V / 0,55 Ω	IRF 340	IRF 740
500 V / 1,1 Ω	IRF 440	IRF 840

Au total 32 nouveaux produits
spécifiés à 125 watts.

côté distribution

- assistance technique pour la définition des besoins.
- tous les modèles ci-contre disponibles sur stock chez Generim
- service rapide pour vos besoins en prototypes.
- bulletins techniques et notes d'applications expédiés sur simple demande.



Z.A. de Courtabœuf, avenue de la Baltique
BP 88 - 91943 Les Ulis - Cedex
tél. (6) 907.78.78 - télex Generim 691 700 F

distributeur de



INTERNATIONAL RECTIFIER

Réalisation

Horloge-thermomètre à affichage numérique

Bien connus sont les réveils à affichage numérique fonctionnant sur le secteur. De même les thermomètres numériques. Aussi, il paraissait intéressant de combiner les deux fonctions en une seule, la plus compacte possible. Avec un module spécifique fabriqué par National Semiconductor, cela devient facile ; de plus, en ajoutant quelques petites fonctions simples au module de base, nous sommes arrivés à une réalisation rationnelle de réveil/thermomètre, dont nous proposons ci-après la réalisation.

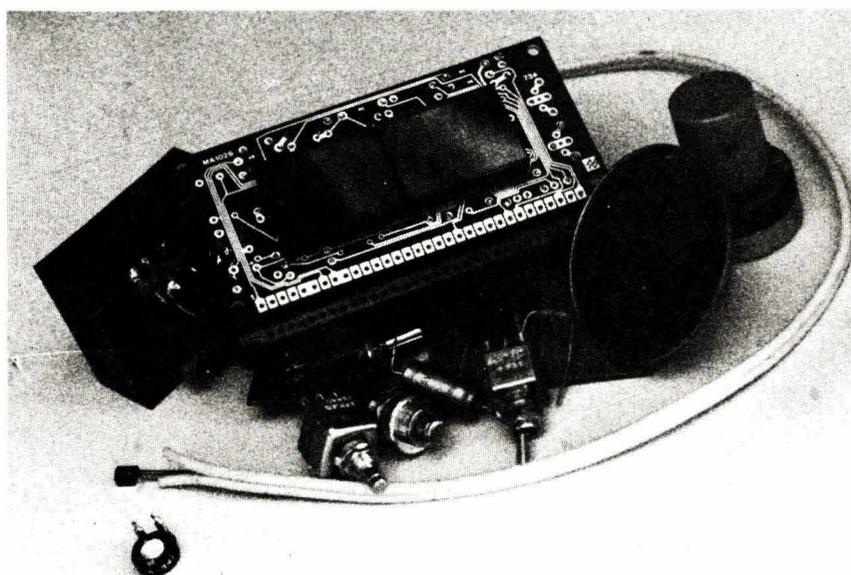
Le module « MA 1026 » et ses possibilités

Le présent dispositif est un ensemble horloge numérique/thermomètre comprenant une alarme pour une application de réveil, et dont l'affichage se fait sur 4 digits (afficheurs à diodes électroluminescentes). Ce module, qui se présente en un circuit imprimé de dimensions frontales 44,45 mm x 95,25 mm, ne nécessite qu'un transformateur, une panoplie d'interrupteurs et un capteur de température type LM 334, pour réaliser un simple réveil et/ou un thermomètre à affichage numérique. Ce système faible coût dispose d'un grand nombre de possibilités, commutables selon le choix de l'utilisateur potentiel (degrés Celsius ou Fahrenheit, heures/minutes ou minutes/secondes, visualisation « européenne » de 0 à 23 heures ou « américaine » de 1 à 12 heures a.m. et p.m., réglages rapide et lent de l'heure exacte et de l'alarme, etc.).

Le schéma interne du MA 1026 montre toutes les options possibles et permet de comprendre le fonctionnement de l'ensemble. Les bornes 17, 18, 19 et 20 sont des entrées de sélection du mode d'affichage (respectivement les secondes, l'alarme, le mode « sleep » (« sommeil ») et la température). Celles-ci sont connectées intérieurement au « + » de l'alimentation par une résistance. Une

simple connexion de l'une d'entre elles à la masse valide sa propre fonction (par exemple : une masse appliquée sur l'entrée 20 permet l'affichage de la température). Signalons que le mode « sleep » permet le réglage d'un compteur dont la capacité maximale est de 59 mn. Celui-ci est utilisé pour arrêter automatiquement la radio dans le cas d'une utilisation en radio/réveil ; nous y reviendrons. La figure 1 donne le schéma du module.

Les entrées 14, 15 et 16 servent à ajuster l'heure. Elles sont validées, comme toutes les autres, en les connectant à la masse. La borne 16 (« réglage heure ») met le MA 1026 en position de réglage. Une fois cette borne à la masse, l'ajustage s'effectue avec les deux autres comme suit. Une connexion de l'entrée 14 à la masse fait avancer l'heure rapidement, ce qui la prédestine au réglage du nombre des heures, et une action



Un transformateur et quelques autres composants passifs : la haute intégration du module MA 1026 permet la réalisation aisée d'une horloge-thermomètre.

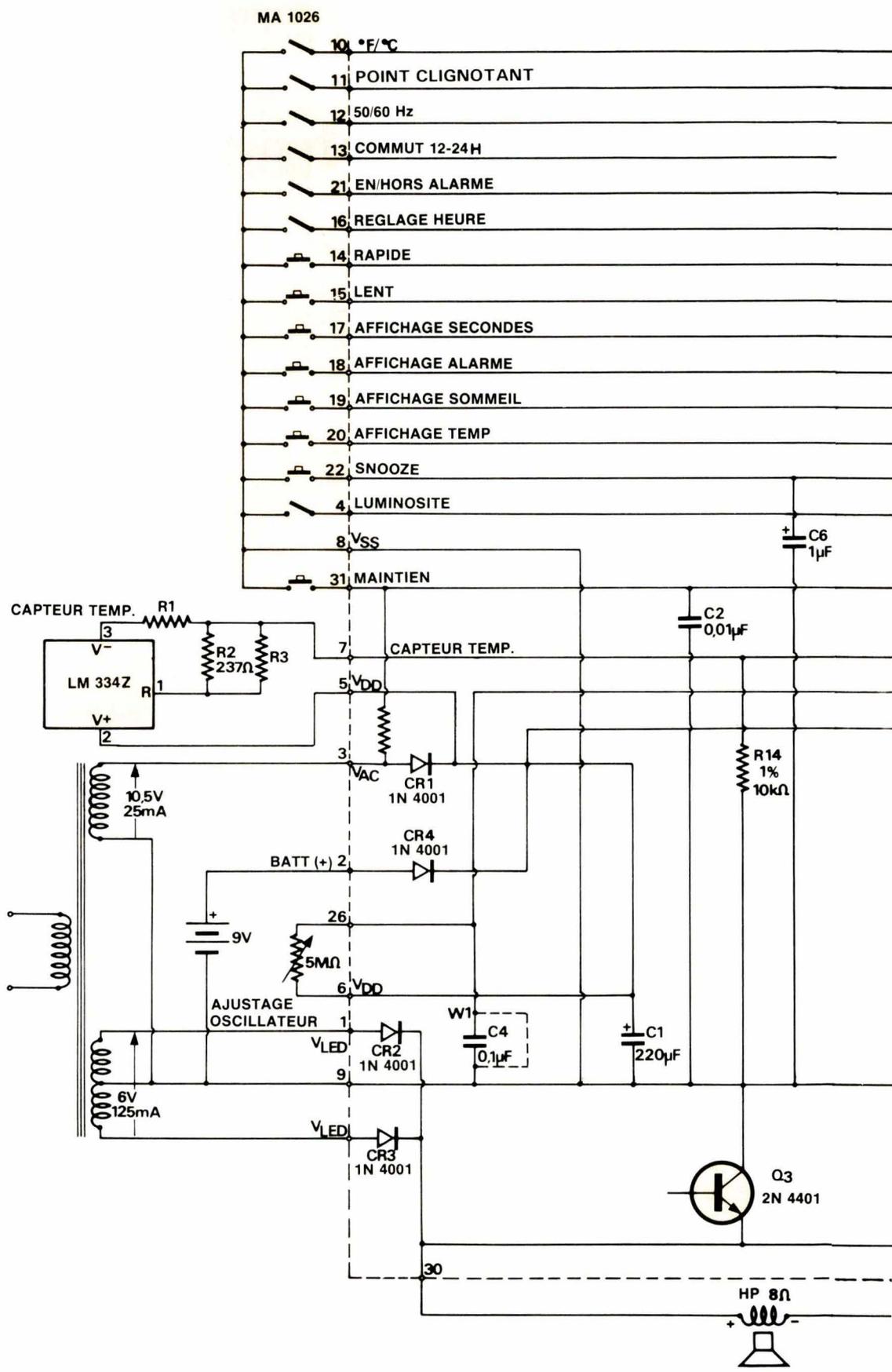
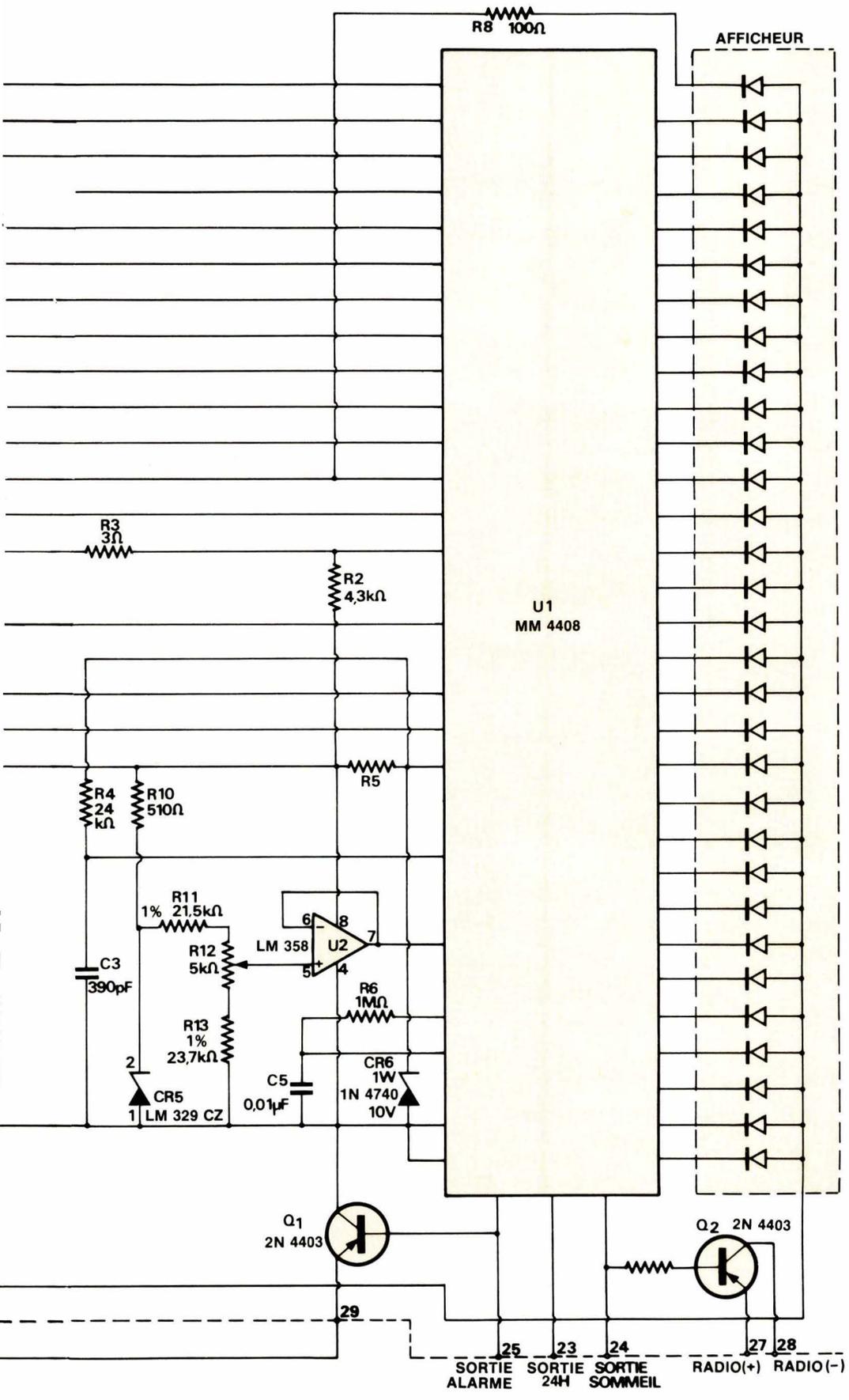


Fig. 1. – Organisation interne – délimitée en tireté – du module MA 1026 avec les composants extérieurs pouvant être utilisés sur un ensemble de base.



identique sur la borne 15 agit plus lentement et permet d'ajuster les minutes. Pour plus de commodité, il est préférable de prendre des boutons-poussoirs comme moyen de commutation pour ces deux dernières entrées, ou bien un inverseur dont le commun serait la masse et les deux positions chaque borne.

Signalons que le module MA 1026 est prévu pour un fonctionnement sur secteurs 50 Hz et 60 Hz. La sélection du standard se fait par la broche 12 qui est reliée intérieurement au pôle positif par une résistance. Cette entrée programme le compteur/diviseur qui fournit la période de base (une seconde). Pour un fonctionnement sur le secteur 220 V/50 Hz, cette entrée doit être mise à la masse.

Une entrée est également prévue pour assurer le clignotement ou non du point séparant les heures des minutes ou les minutes des secondes. Le clignotement est obtenu en laissant cette entrée (borne 11) non connectée. Inversement, il est supprimé en la mettant à la masse. La fréquence à laquelle le point clignote est de 1 Hz.

L'entrée 13 permet de sélectionner le format d'affichage de l'heure (« européen » : 0 h à 23 h, ou « américain » : 1 h à 12 h a.m. et p.m.). Pour les fanatiques de la lecture horaire américaine, signalons que celle-ci sera obtenue en laissant cette borne « en l'air ». Réciproquement, une connexion de l'entrée 13 à la masse assure une visualisation de 0 à 23 h pour les heures. Nous avons choisi cette solution pour notre application.

L'entrée « luminosité » sert à doser la luminosité des afficheurs (borne 4). En appliquant celle-là à la masse, le courant d'alimentation des diodes électroluminescentes est réduit d'approximativement 75 %, ce qui permet de diminuer la consommation de l'ensemble. Si un inverseur connectant la borne 4 à la masse ne satisfait pas les futurs réalisateurs de ce réveil, un potentiomètre de 10 kΩ pourra le remplacer pour obtenir un dosage relatif de cette luminosité.

La borne 31 (« maintien ») sert à bloquer le comptage par mise à la masse. Elle permet la synchronisation à la seconde près avec l'heure de référence (horloge parlante par exemple). Le maintien à la masse se fera jusqu'à ce que l'affichage des secondes corresponde à l'heure exacte ; à cette seconde même, la borne sera déconnectée à la masse (interrup-

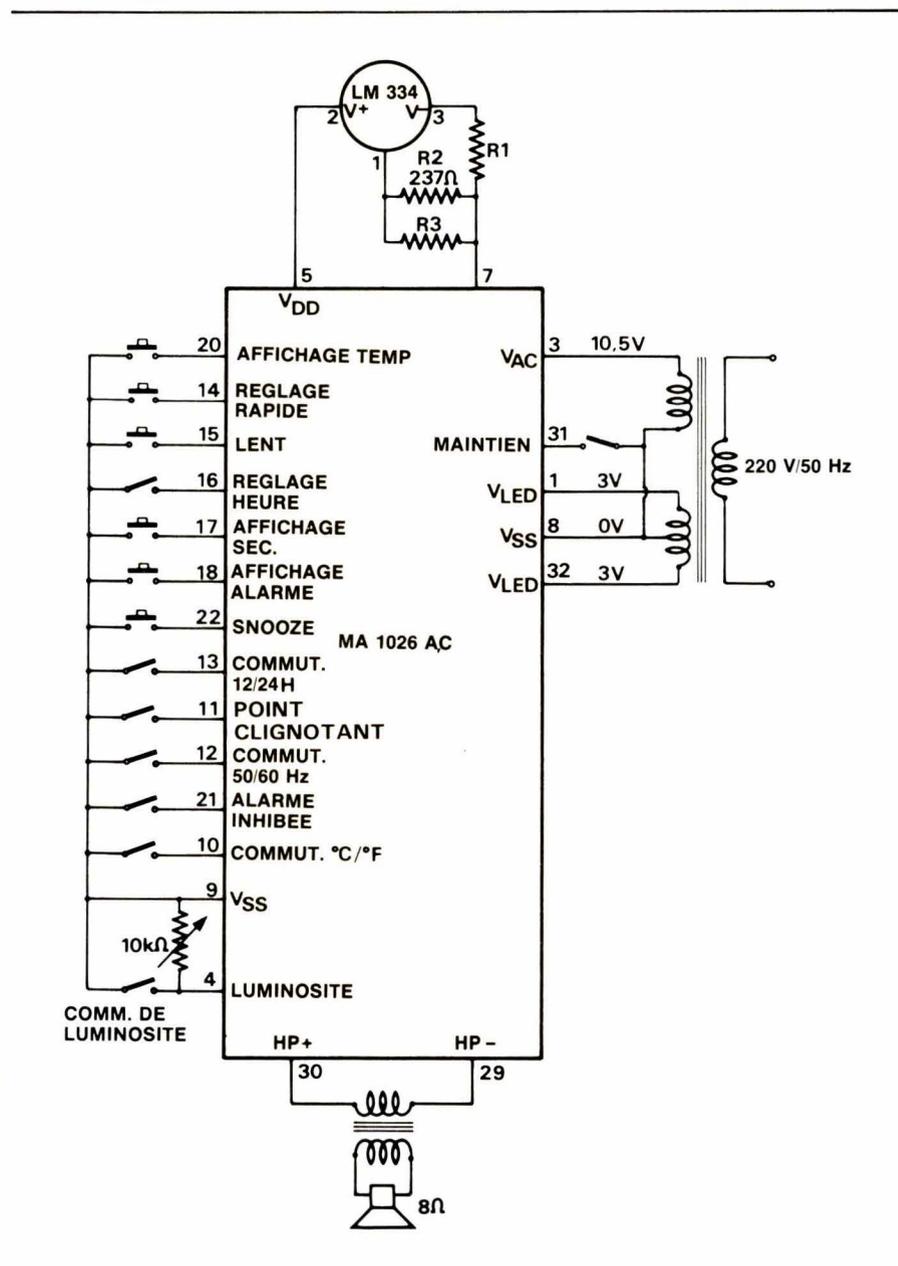


Fig. 2. - Schéma de base pour un réveil/thermomètre.

teur), et le comptage reprendra son cours normal affichant l'heure juste.

L'alarme se règle comme l'heure, avec les bornes 14 et 15 de réglages rapide et lent, à ceci près que la sélection de l'heure d'alarme se fait par l'entrée 20 (« display alarm »), dont nous avons parlé au début dans les modes de sélection, et non par la borne 16. La mise à l'heure d'alarme faite, l'entrée 20 doit être déconnectée de la masse pour réafficher l'heure du moment. La mise en alarme se fait par la borne 21 (« inhibition ») en la positionnant « en l'air » (la connexion à la masse inhibe l'alarme). Lorsque celle-ci est enclenchée, un point lumineux s'allume en bas à droite de la barrette d'affichage. Après déclenchement de l'alarme à l'heure voulue,

la « sonnerie » s'arrête en connectant soit la borne 21, soit la 22 (« snooze ») momentanément à la masse (si la 22 est mise à la masse par un bouton-poussoir, l'alarme résonnera 9 mn après, et ceci pendant 59 mn, sauf arrêt par 21). Cette dernière broche agit également sur la sortie « sleep » dont nous allons parler ci-après.

Cette sortie 24 (« sommeil ») peut être utilisée pour éteindre une radio après une durée maximale de 59 mn pré-établie par l'entrée de sélection « affichage sommeil » (borne 19). Cette sortie envoie un signal sur le transistor Q₂ qui alimente alors le poste radio (bornes 27 et 28). Dès que le compteur atteint « zéro », le signal est arrêté, bloquant Q₂ et coupant la tension d'alimentation de la

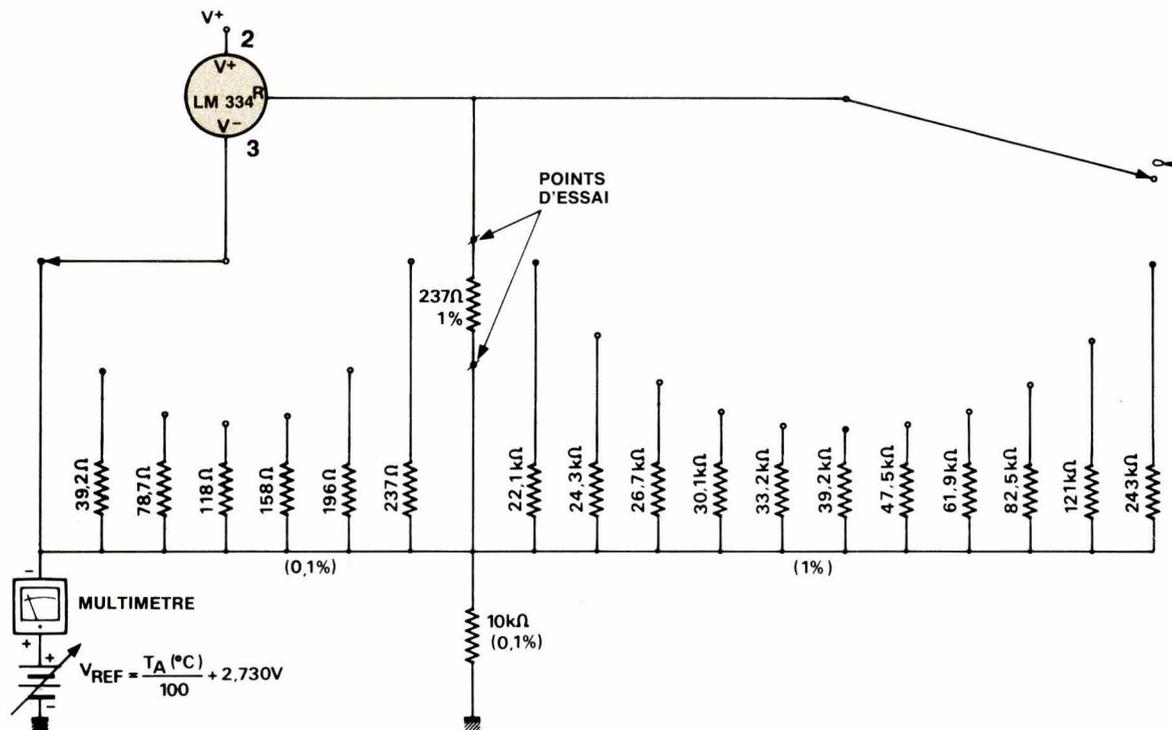


Fig. 3. – Schéma de calibration du capteur de température.

radio (ou de tout autre dispositif). L'arrêt peut être également effectué par l'entrée « snooze ».

Signalons qu'une sortie (« 24 heures ») est prévue pour déclencher un compteur type calendrier. Elle délivre un signal carré qui a une période de 24 heures (positif de 12 à 0 h et nul de 0 à 12 h). Elle permet donc de rajouter un circuit de comptage/ affichage pour le jour et le mois.

Utilisation classique en réveil/thermomètre

Le module MA 1026 fonctionne à partir de deux tensions alternatives ; l'une de 2×3 V pour les afficheurs (le point milieu est utilisé comme référence pour produire du 3 V-AC redressé en double alternance, et non filtrée, ce qui nous donne un signal variable à 100 ou 120 Hz selon le secteur) et l'autre de 10,5 V pour l'alimentation du reste du module. Cette dernière fournit, après redressement simple et filtrage ($C_1 = 220 \mu\text{F}$), une tension continue pas très stable mais convenable pour le bon fonctionnement du module. Il faudra donc utiliser un transformateur spécial à deux enroulements (10,5 V/25 mA et 6 V/125 mA à point milieu) ou deux petits transformateurs assurant les mêmes fonctions (fig. 2).

Les sorties 29 et 30 sont directement connectées aux bornes d'un petit haut-parleur de 8 Ω d'impédance. (Attention, les petits haut-parleurs ont généralement une impédance supérieure à 200 Ω .) Tel quel, le MA 1026 est utilisable en réveil, mais, en lui adjoignant un capteur de température calibré, il pourra être utilisé en thermomètre lorsque l'entrée « display temp » (borne 20) sera à la masse.

Le capteur de température utilisé est un LM 334. Ce circuit est en fait une source de courant variable en fonction de la température. Ce générateur est un capteur idéal, puisque le courant fourni est directement proportionnel à la température absolue en degrés Kelvin. Celui-ci est alors injecté à l'entrée 7 du MA 1026 qui procure une sensibilité de $1 \mu\text{A}/^\circ\text{C}$. Les limites du module sont de -40°C ($233 \mu\text{A}$) et $+90^\circ\text{C}$ ($363 \mu\text{A}$). Notons que celui-ci peut utiliser un capteur de température fonctionnant en tension ; à ce moment, la sensibilité devient $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ et les limites 2,33 V et 3,63 V (-40 et $+90^\circ\text{C}$ respectivement). De plus, le MA 1026 dispose d'une entrée de sélection du mode de mesure de la température. En effet, si la borne 10 est connectée à la masse, l'affichage se fera en degrés Celsius ($^\circ\text{C}$), sinon il se fera en degrés Fahrenheit ($^\circ\text{F}$), dans la mesure où l'en-

trée 20 (« affichage ») est à la masse.

Le capteur de température doit être calibré minutieusement, mais la calibration est facile si l'on dispose d'un millivoltmètre continu et de résistances à 0,1 % et à 1 %. La procédure à suivre est la suivante : connecter une source de tension continue stable (V_{REF}), avec le millivoltmètre en série sur la borne 3 (V-) du LM 334 ; mettre une résistance de $237 \Omega/1\%$ entre les bornes 1 et 3 (R et V-) et une autre de $10 \text{ k}\Omega/0,1\%$ entre V- et la masse, puis placer comme indiqué sur le schéma de calibration. Il faut, dans un premier temps, chercher la déviation la plus négative sur le millivoltmètre continu en connectant V- sur différentes résistances à 0,1 %, l'autre commutateur étant en l'air. Puis, en commutant des résistances de 1 % en parallèle sur la $237 \Omega/1\%$, rétablir l'équilibre (0 mV) avec le voltmètre. Il ne reste qu'à relever les valeurs des deux résistances adéquates et à les placer comme sur le schéma du réveil/thermomètre (R_1 et R_3 sur la figure 2). Si l'utilisateur ne dispose pas de résistances aussi précises, il est possible de calibrer le LM 334 avec un potentiomètre de 230Ω connecté entre les bornes 3 et 1 (V- et R) du capteur, et dont le curseur est monté en série avec la résistance de $10 \text{ k}\Omega/0,1\%$. Il suffit alors d'ajuster

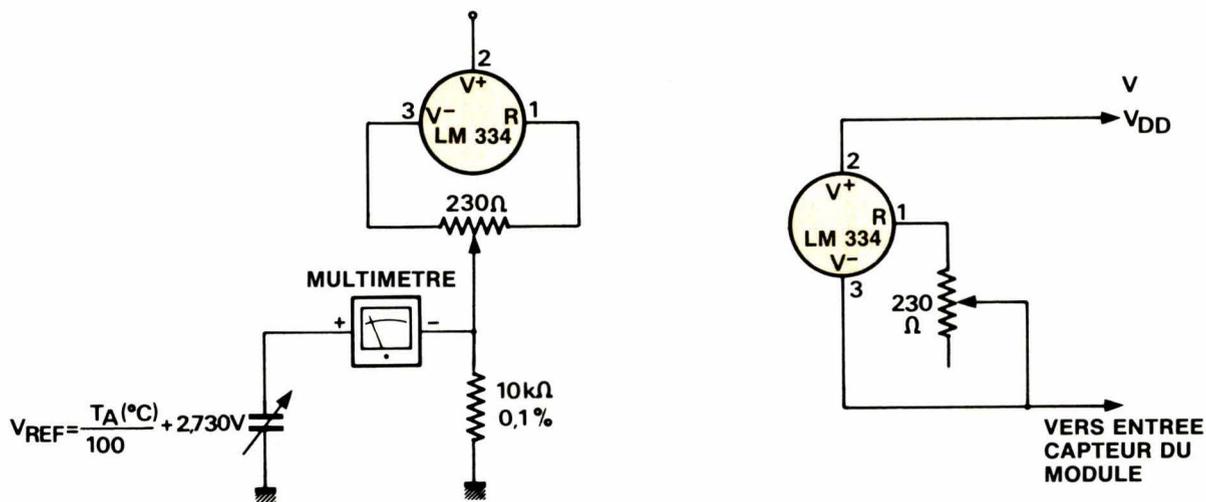


Fig. 4. – Autre solution pour calibrer le capteur.

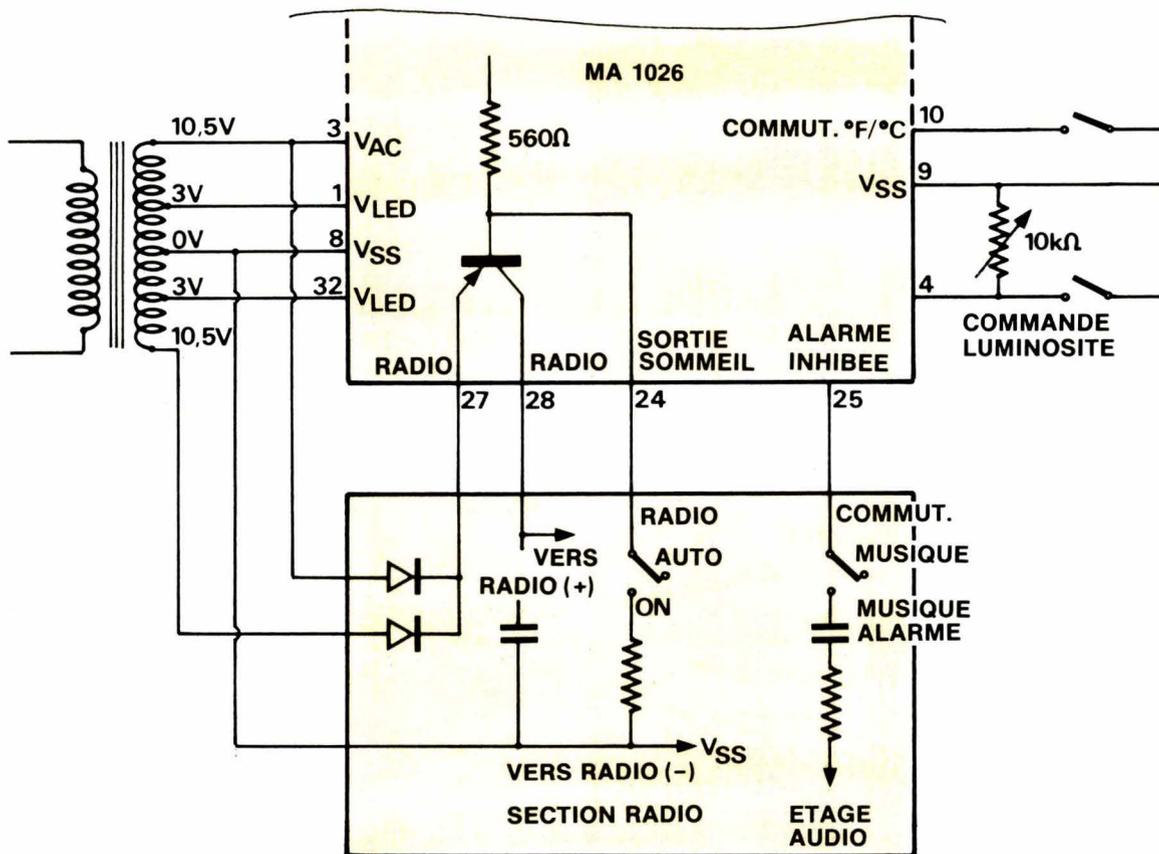


Fig. 5. – Modifications nécessaires pour commander un récepteur de radio.

le potentiomètre de manière à obtenir une déviation nulle sur le millivoltmètre. Une fois réglé, le côté V- sera déconnecté du potentiomètre et relié au curseur, puis injecté à l'entrée 7 du MA 1026 (fig. 4).

Plus et mieux avec le MA 1026

Une première option (prévue par le constructeur) est une utilisation en

radio/réveil. Le module est alors utilisé comme précédemment, à quelques détails près... Le haut-parleur n'est plus nécessaire, les bornes 29 et 30 sont donc déconnectées. La sortie alarme (borne 25) est utilisée pour envoyer la sonnerie en plus de la musique, mais ce n'est pas nécessaire. La sortie « sleep » sert à commander Q₂ (voir plus haut) qui envoie une tension continue pour alimenter la radio. Il faut noter toutefois que l'application proposée par NS nécessite un transfo

ayant deux enroulements de 10,5 V à point milieu, ces deux tensions étant redressées en double alternance. Cependant, si le transformateur n'a qu'un enroulement de 10,5 V, il suffit de faire un redressement double alternance en pont pour en revenir au même (précaution à prendre dans ce cas : ne pas oublier que la masse n'est plus d'un côté de l'enroulement mais est représentée par l'un des deux points du pont qui n'est pas en contact avec l'alternatif - fig. 5).

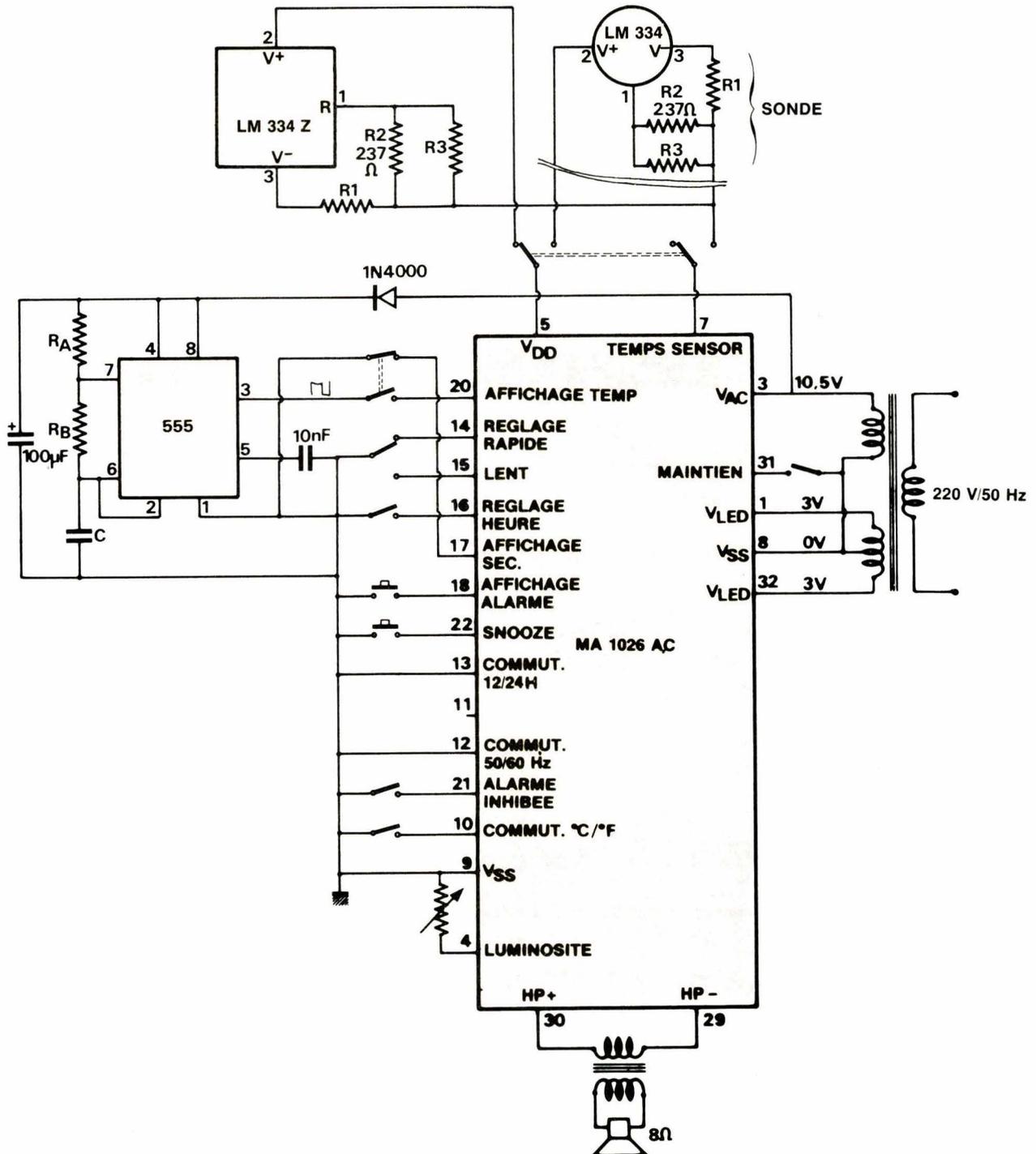


Fig. 6. - Montage final pour une réalisation d'un réveil/thermomètre à affichage alterné de l'heure et de la température ambiante extérieure.

Le MA 1026 dispose d'une entrée d'oscillateur (26, fig. 2) sur laquelle un potentiomètre de 5 M Ω doit être branché par rapport au pôle positif de l'alimentation. Cet oscillateur permet de fournir la fréquence nécessaire au comptage. La résistance de 5 M Ω sert à l'ajuster. Lors d'une coupure du secteur, la tension continue nécessaire est fournie par une pile de 9 V connectée entre la borne 2 et la masse. Durant la coupure, les afficheurs ne sont plus alimentés. Dès que le 220 V est rétabli, l'oscillateur est arrêté, et la luminosité de l'affichage redevient normale.

Une option qui vient à l'esprit est celle d'une utilisation du thermomètre avec deux capteurs indépendants, l'un disposé à l'intérieur du réveil, l'autre dans une sonde amenée de l'extérieur (sur une fenêtre par exemple). Un inverseur commutera à la demande la température intérieure ou extérieure. Le deuxième capteur sera calibré exactement comme le premier, et disposé dans un boîtier étanche avant de le placer « dehors ».

Enfin, l'application la plus intéressante sera l'affichage alterné de l'heure et de la température, comme dans certaines horloges numériques extérieures de grands immeubles. Pour ce faire, il faut remarquer qu'en fonctionnement normal, le passage à l'affichage de la température n'est dû qu'à l'état de la borne 20 du MA 1026, ce dernier s'effectuant quand cette entrée est à la masse. Lorsque celle-ci est « en l'air », elle est en fait connectée intérieurement à la tension d'alimentation par une résistance ; cela signifie qu'une tension positive appliquée sur cette entrée ne changera rien au système. L'idée à suivre est alors de monter un circuit d'horloge (astable) dont la fréquence est basse (réglage personnel à effectuer selon son propre désir et sa propre acuité visuelle). Lorsque le signal rectangulaire, évoluant entre 0 et +V, est appliqué sur la borne 20, l'affichage est alors alterné : un 0 permet

celui de la température et un +V affiche l'heure. Une dissymétrie est souhaitable dans le signal délivré par l'astable, afin d'afficher l'heure légèrement plus longtemps que la température, mais, là encore, c'est suivant le désir de l'utilisateur, une recherche par potentiomètre pourra être effectuée pour ajuster le rapport cyclique. Dans notre application, nous avons pris un temporisateur « 555 » monté en astable, car non seulement il est très pratique à utiliser, mais il fonctionne jusqu'à des périodes très longues.

La réalisation finale

La réalisation dont il est question, consistera à combiner différentes options et arriver à un réveil/ thermomètre à affichage alterné de l'heure et de la température intérieure ou extérieure, avec utilisation des secondes en affichage fixe. Pour l'utilisation en thermomètre, un inverseur commutera le capteur associé au réveil pour la mesure de la température ambiante, ou celui de la sonde placée sur une fenêtre, par exemple, pour afficher celle du dehors (double inverseur pour connecter, d'une part, le « plus » et, d'autre part, l'entrée « capteur » du module MA 1026).

Pour alterner l'affichage, le temporisateur est utilisé en signal rectangulaire légèrement dissymétrique, au détriment de la température. La période de l'onde délivrée est donnée par la formule :

$$T = 0,693 (R_A + 2 R_B) C,$$

et le rapport cyclique par :

$$\tau = \frac{R_B}{R_A + 2 R_B}$$

Nous avons choisi une alternance de 6 à 8 s de période, ce qui, avec des valeurs courantes

($R_A = 47 \text{ k}\Omega$, $R_B = 220 \text{ k}\Omega$ et $C = 22 \mu\text{F}$) donne environ 7,5 s. Le rapport cyclique correspondant est alors de 0,452,

c'est-à-dire que l'heure est affichée pendant 4,1 s et la température pendant 3,4 s. Attention toutefois, les condensateurs chimiques ont une tolérance de - 20 % et + 50 %, aussi, suivant la pièce, la période obtenue sera différente. Nous conseillons de mettre un ajustable en R_B et, après essai, de déterminer la valeur à mettre à cet endroit. A chacun de recalculer ses composants selon ses préférences d'affichage.

Pour alimenter le temporisateur « 555 », il faut reprendre la tension alternative de 10,5 V du transformateur, la redresser (mono-alternance) et la filtrer indépendamment du + V_{DD} du module, car cela évite un sautellement de la luminosité dû à la consommation excessive quand le 555 délivre un + V_{DD} . Ceci est effectué par une diode (1N4000 par exemple) et un condensateur de 100 ou 220 μF (valeurs communes).

Il faut également pouvoir supprimer l'alternance lorsque l'utilisateur désire afficher les secondes. Ceci s'effectue simplement en utilisant un double inverseur, l'un commutant la borne 17 à la masse, et l'autre la borne 20 au temporisateur, mais en action inversée.

Notons pour finir que la fréquence d'alarme délivrée par le MA 1026 est donnée par le constructeur comme étant de 800 Hz découpée au rythme de 2 Hz. Cependant, sur le module dont nous disposons, celle-ci était inférieure à 400 Hz (découpée à environ 2 Hz). Cette fréquence est trop basse car peu agressive à l'oreille (les chances de réveil sont meilleures si le son est très agressif). Nous avons donc augmenté la fréquence jusqu'à la limite de décroissance de l'intensité sonore, ce qui nous a donné une valeur de 56 k Ω à mettre en parallèle sur la résistance de 24 k Ω de l'oscillateur d'alarme (R_4 sur le schéma). Il est possible de diminuer la valeur de C_3 (390 pF), mais cela est moins facile lors du câblage.

P. de Halleux

Micro
informatique

Une mémoire numérique de rafraîchissement d'écran

Tout système de traitement d'image comporte généralement une mémoire de rafraîchissement d'écran, quels que soient le domaine d'application et la technique d'acquisition de l'image.

Les auteurs décrivent dans cet article le principe d'un prototype de mémoire de visualisation 512 X 512 pixels, interfacée avec un microprocesseur 8 bits (6502). Ce prototype, réalisé sous forme modulaire et d'un prix de revient modeste, a été expérimenté avec deux types de capteurs : un microscope acoustique et une caméra à barrette CCD (évoquée dans *Electronique Applications* n° 25 : « Un microdensitomètre de laboratoire »).

Principe

Dans l'ensemble « matériel » constituant une chaîne de traitement d'image, un des éléments essentiels – et universels – est constitué par la mémoire de rafraîchissement d'écran.

Cette dernière peut être considérée comme un périphérique de visualisation des images (imageur) ; d'un autre point de vue, elle fait partie intégrante du système de traitement car elle est connectée d'une part à un microprocesseur, dont elle constitue une extension mémoire, et à un ou plusieurs systèmes câblés ayant un accès direct à la mémoire, tel que par exemple un digitaliseur vidéo.

Sur le marché de l'imagerie, on trouve actuellement des systèmes allant de la simple mémoire de rafraîchissement, possédant un interface calculateur, jusqu'aux vidéoprocésseurs complets possédant des fonctions câblées ou logicielles résidentes de traitement d'image. De tels systè-

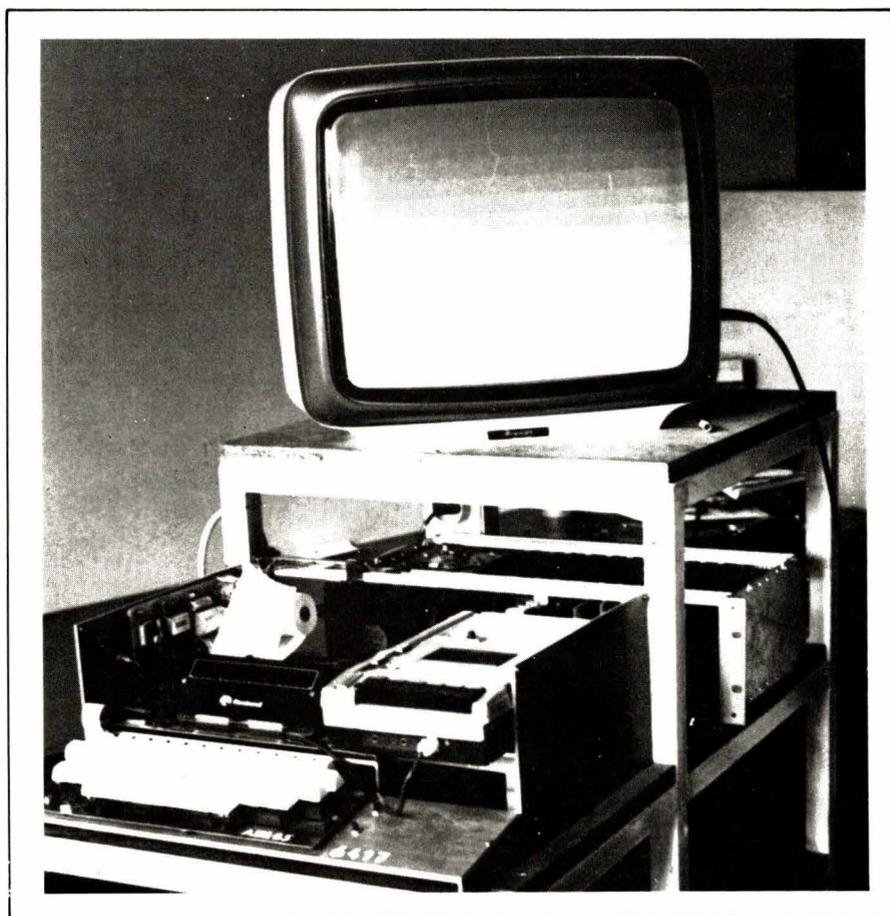


Photo 1. – Vue de l'ensemble de traitement d'image. La mémoire proprement dite et ses interfaces sont contenues dans un bac format « européen ».

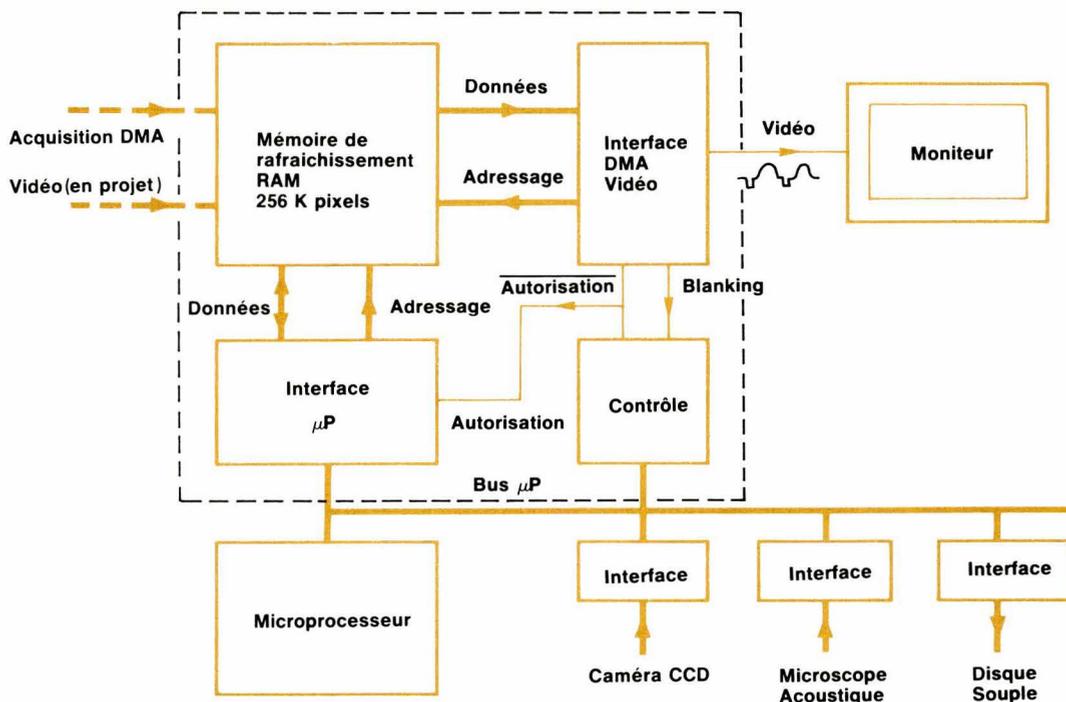


Fig. 1. – Organisation générale du système de traitement d'image. La partie encadrée en tireté est seule décrite dans cet article.

mes représentent un investissement important qui s'échelonne entre 50 000 F et 1 000 000 F.

Les activités des auteurs nécessitant l'utilisation de plusieurs « imageurs » destinés essentiellement à la visualisation, ils ont choisi de développer eux-mêmes un modèle économique de mémoire associée à un microprocesseur 8 bits (6502).

Organisation générale du système de traitement

Une mémoire permettant d'emmagasiner 512×512 pixels de 1 à 8 bits maximum peut être adressée soit par un interface DMA vidéo, soit par un interface microprocesseur (fig. 1).

L'interface vidéo réalise une exploration séquentielle de la mémoire au rythme de 25 images/seconde environ, ce qui permet la visualisation de l'image contenue en mémoire sur un écran vidéo.

L'interface microprocesseur permet l'accès aléatoire à un pixel, en lecture ou écriture, par un microprocesseur. L'accès à la mémoire par les deux systèmes n'est pas simultané.

C'est le microprocesseur qui gère l'arbitrage entre les deux interfaces par le biais de lignes d'autorisation d'adressage ; il peut tenir compte d'une information fournie par l'interface vidéo indiquant que l'exploration vidéo est en période de visualisation ou non. Cela permet éventuellement l'accès à la mémoire de visualisation pendant le retour ligne ou le retour trame.

La mémoire de rafraîchissement

Le circuit 4116

Pour des raisons de coût et de disponibilité des mémoires et circuits annexes, on a choisi d'utiliser ici les classiques mémoires 16 K dynamiques 4116, de préférence aux mémoires 16 K statiques (MK 4802) ou 64 K dynamiques 4164 ; au détriment, bien entendu, de la complexité de mise en œuvre.

Le fonctionnement de ces mémoires est donné par les notices des constructeurs (Motorola, Texas...). Rappelons-en les principes généraux.

Ces mémoires sont organisées en 16 K-mots de 1 bit. Pour adresser

1 bit de la mémoire, il faudrait 14 lignes d'adresses ($2^{14} = 16\text{ K}$). En fait, pour limiter le nombre de broches, l'adressage est multiplexé : il y a 7 lignes d'adresses A0-A6. La mémoire sera présentée par une matrice de 128 lignes « row » (2⁷), par 128 colonnes « column », 1 bit étant adressable à l'intersection de chaque ligne et colonne.

Pour lire ou écrire un point de la mémoire, on présentera successivement l'adresse ligne, puis l'adresse colonne, ces deux adresses étant respectivement validées par un front sur 2 lignes de « strobe » RAS (« Row Address Strobe ») et CAS (« Column Address Strobe »). Un certain temps après le front de validation de CAS, la mémoire étant adressée, elle prend en compte la donnée présente sur la ligne d'entrée DI (si la ligne R/W est à 0 : écriture) ou libère la sortie D0 de l'état intermédiaire (3^e état) en envoyant la donnée (si la ligne R/W est à 1 : lecture).

Il existe deux modes de lecture ou d'écriture : mode aléatoire ou mode séquentiel ; dans le premier mode, on adresse les points successifs en donnant pour chaque point son adresse ligne puis son adresse colonne. Dans le mode séquentiel, on adresse les

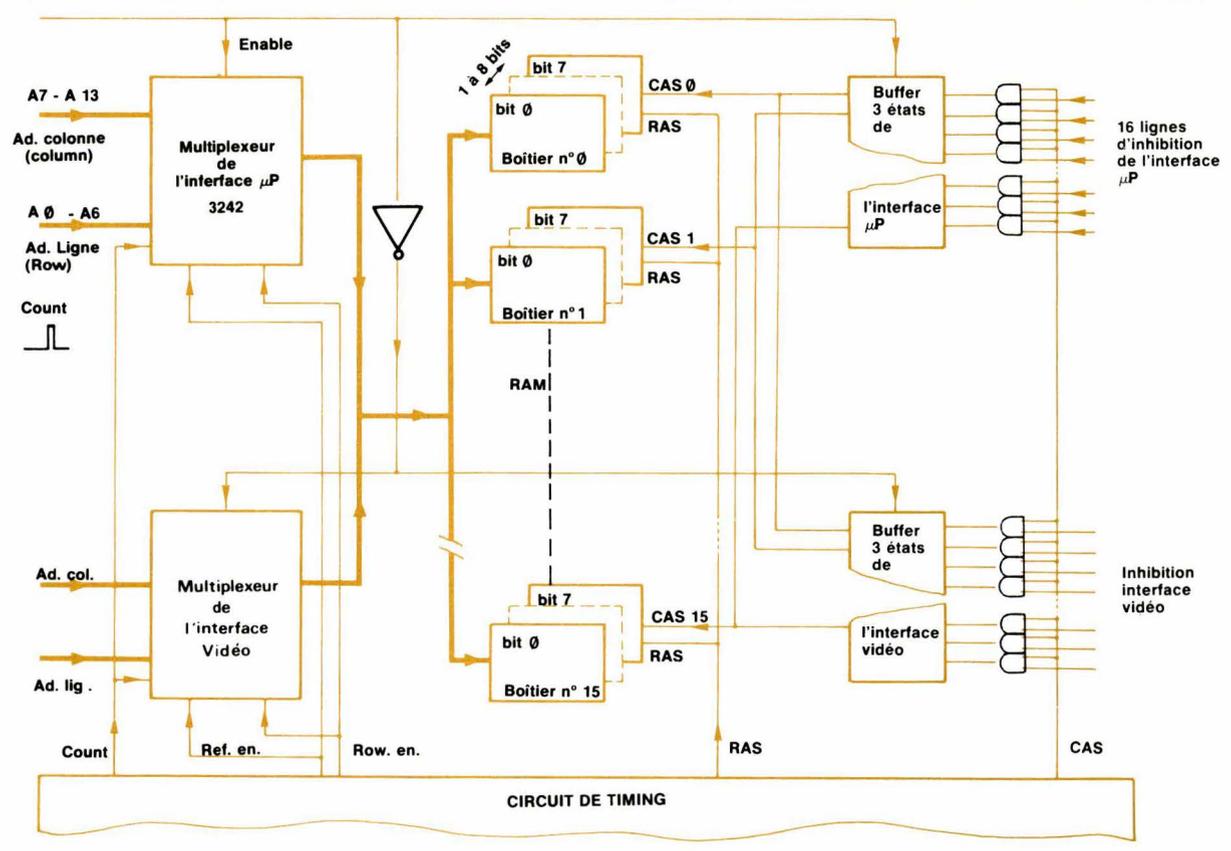


Fig. 2. - Circuit d'adressage de la mémoire.

points successifs d'une même ligne en n'adressant que les colonnes. Il est évident que ce dernier mode est le plus rapide.

Les mémoires dynamiques ont besoin d'être rafraîchies, cela est réalisé en envoyant les 128 adresses lignes et en les validant par RAS toutes les 2 ms au moins.

Organisation générale de la mémoire

La mémoire comporte de 1 à 8 cartes, correspondant au nombre de bits de données désirés (en d'autres termes selon le nombre de niveaux de gris). Chaque carte comporte 16 boîtiers et a donc une capacité de 256 K-bits nécessaires pour 512 x 512 pixels.

Adressage de la mémoire

Les deux interfaces microprocesseur et vidéo doivent permettre d'adresser un point de la mémoire, c'est-à-dire :

- sélectionner un numéro de boîtier parmi 16 ;
- adresser « un pixel » du boîtier sélectionné.

Accessoirement, ces deux interfaces devront assurer le rafraîchissement de la mémoire dynamique.

Le circuit de sélection du boîtier est explicité dans la partie droite de la figure 2. La sélection se fera par inhibition du signal CAS sur les boîtiers non sélectionnés, car c'est le front de CAS qui déclenche finalement l'écriture ou la lecture du point mémoire. L'utilisation de CAS pour la sélection du boîtier permet de maintenir toutes les lignes RAS connectées entre elles, ce qui simplifie le rafraîchissement.

Les 16 lignes CAS 0-15, en provenance des circuits de sélection des deux interfaces « micro » et « vidéo », sont connectées en parallèle, ce qui nécessite une logique 3 états. La sélection d'interface se fera par la ligne « enable » du buffer 3 états.

Multiplexeur d'adresses

L'adressage est facilité (fig. 3) par l'existence du circuit multiplexeur d'adresses 3242 (réf. 2) qui possède 14 lignes d'entrée A0-A13 et 7 lignes de sortie destinées à être connectées sur les lignes d'adresse de la RAM. Il possède de plus un compteur interne 7 bits destiné à générer les adresses

de rafraîchissement. Selon l'état de deux lignes de sélection « row enable » et « refresh enable », le 3242 peut envoyer en sortie soit les adresses lignes A0-A7, soit les adresses colonnes A7-A13, soit l'adresse de rafraîchissement issue du compteur. Le 3242 possède une ligne « enable » (E) permettant de positionner éventuellement la sortie en « tri-state ». Ce qui permet de sélectionner l'interface généralisée (« micro » ou « vidéo ») d'adresse.

Circuit de « timing »

Pour adresser et rafraîchir la mémoire, il faut synchroniser correctement les signaux envoyés sur les lignes « row enable », « refresh enable » et « count » du 3242, et les lignes « RAS » et « CAS » envoyées sur la mémoire, en tenant compte des contraintes de délais de la mémoire dynamique.

L'étude du timing est liée, par ailleurs, aux contraintes du balayage télévision et, d'autre part, à la synchronisation avec le microprocesseur. Si l'on considère le standard télévision 625 lignes (625 F) : une ligne correspond à 64 µs ; la ligne comportant

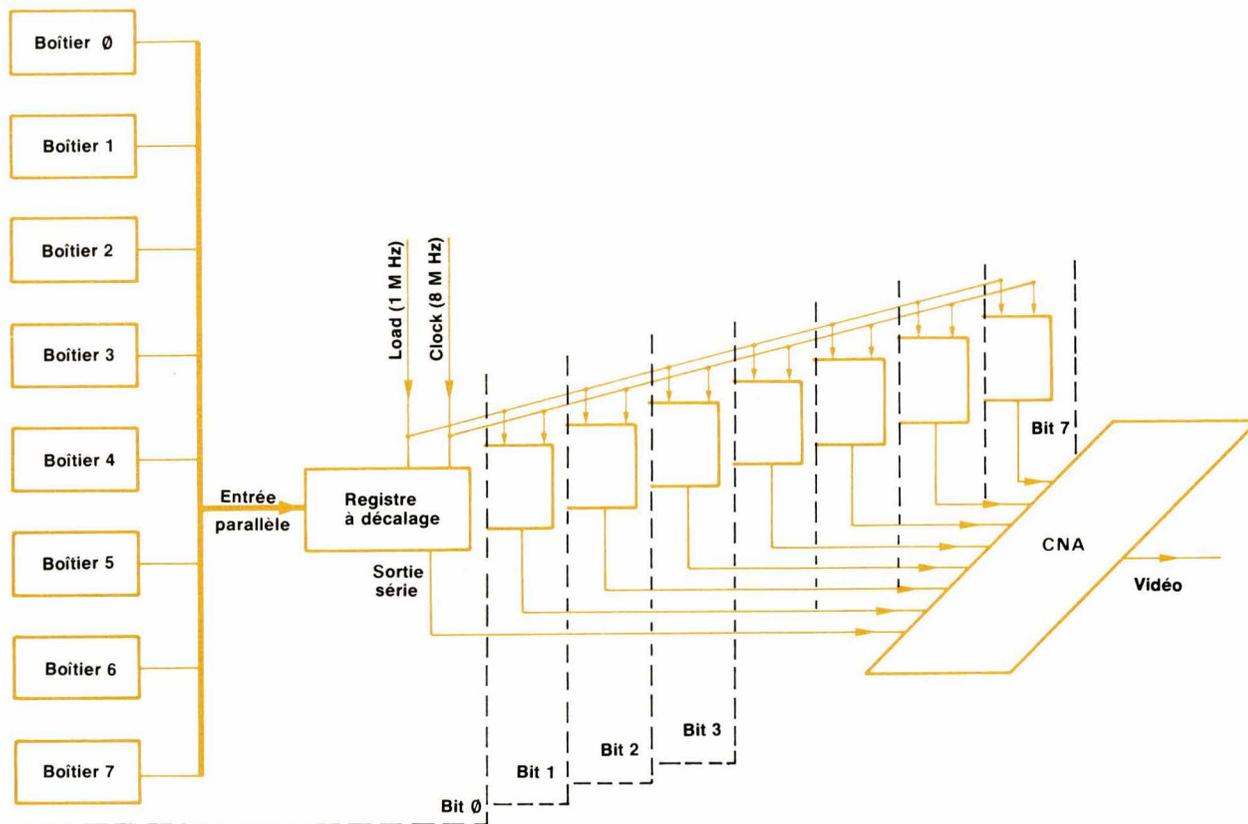


Fig. 3. – Principe de la lecture « vidéo ». A gauche, multiplexeur d'adresses ; plus à droite, chargement dans un registre à décalage.

512 pixels, l'interface vidéo devra sortir de la mémoire 1 pixel toutes les 125 ns environ, ce qui n'est pas possible, même en accès séquentiel avec les mémoires existant sur le marché français (150 ns).

La solution à ce problème (fig. 3) consiste, lors de chaque lecture, à sortir les données correspondant à une même adresse dans plusieurs boîtiers mémoire pour les charger en parallèle dans un registre à décalage ; pendant le temps qui sépare deux chargements, le registre sérialisera les données avec une période de 125 ns imposée par une horloge 8 MHz. Nous avons choisi un nombre de boîtiers égal à 8, car cela correspond à une période de lecture de 1 μ s qui est la période d'horloge du système à microprocesseur que nous avons utilisé (AIM 65, à microprocesseur 6502). Cela permet d'utiliser des mémoires dynamiques plus lentes, donc moins chères. Le circuit de timing est commun à l'interface « vidéo » et à l'interface « microprocesseur ». Ce circuit synchronise l'horloge du microprocesseur 6502 par la ligne Φ 0.

Le diagramme des temps est donné par la figure 4.

Dans le cycle de 1 μ s, on distingue trois périodes :

– rafraîchissement : dès que « ref enable » est vrai, le 3242 transmet l'adresse de rafraîchissement, celle-ci est validée sur le front descendant de RAS, elle est incrémentée sur le front descendant de « count » ;

– adressage ligne : dès que « row enable » est vrai, le 3242 transmet l'adresse ligne, puis cette adresse est validée sur le front descendant de RAS ;

– adressage colonne et lecture, écriture : dès que « row enable » devient faux, le 3242 transmet l'adresse colonne, qui est validée sur le front du microprocesseur ; la donnée d'entrée DI est envoyée en mémoire un certain temps après le front de CAS ; dans le cas d'une lecture (en mode « micro » ou « vidéo »), la sortie D0 est libérée.

Le circuit fournit également les deux signaux de chargement « load » et d'horloge « CLK » des registres à décalage du circuit de lecture vidéo. Dans la pratique, ce « timing » a été réalisé à partir d'une horloge 16 MHz, à l'aide d'un compteur 4 bits, d'un démultiplexeur 16 voies et de décodeurs.

L'interface microprocesseur

L'étude des circuits d'adressage et de timing étant réalisée, l'interface avec le microprocesseur ne pose guère de problèmes. Sur la figure 5, qui représente le bloc diagramme de l'ensemble mémoire de rafraîchissement et ses deux interfaces « micro » et « vidéo », on observe :

- le circuit de sélection de boîtier : le numéro du boîtier est stocké sous la forme d'une donnée pouvant prendre la valeur de 0 à F (hexa) dans un registre 4 bits ; un démultiplexeur 4-16 décode le numéro de boîtier, ce qui permet, par l'intermédiaire des portes de sélection, d'aiguiller le CAS sur le boîtier sélectionné ;

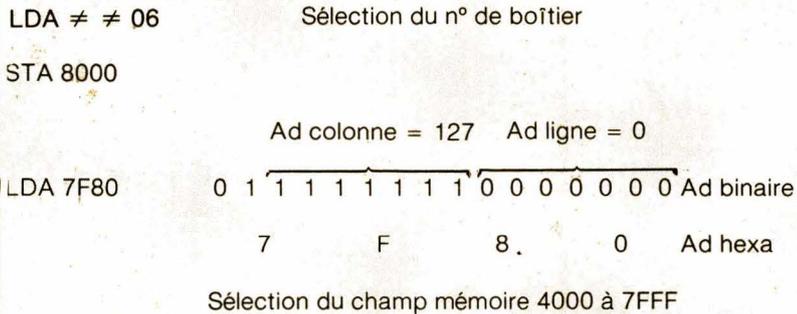
- le registre de sélection est adressé à l'aide d'un décodeur qui décode une valeur parmi quatre sur les lignes A14-A15 ; dans la pratique, on utilise un décodeur interne au système AIM 65 ;

- le circuit d'adressage est réalisé simplement en connectant les lignes d'adresse A0-A13 sur l'entrée du 3242 « Micro ».

Le décodeur d'adresse, agissant sur l'inhibition du CAS et sur les lignes

Tableau 1.

Exemple : lecture à l'adresse ligne 0, adresse colonne 127 du boîtier 6 en langage mnémonique du 6502.



de commande de transfert en lecture ou en écriture du buffer bidirectionnel de données, permet de sélectionner la mémoire de visualisation.

Comme nous venons de le voir, les lignes de données sont connectées à la mémoire par un buffer bidirectionnel. Ces lignes de données à écrire sont connectées sur des lignes d'entrée DI des mémoires, un bit de donnée correspondant à un plan mémoire, toutes les lignes DI étant connectées entre elles sur chaque plan.

De la même manière, les lignes de données à lire sont connectées à chaque plan mémoire ; les lignes de données de sortie D0 correspondant à chaque plan auraient pu être connectées entre elles puisqu'elles sont en 3 états et qu'un seul numéro de boîtier est sélectionné.

Cependant, cela serait incompatible avec la connexion sur le registre à décalage utilisé en vidéo (nous verrons ci-après que, en mode d'exploration vidéo, on sélectionne huit numéros de boîtier simultanément). L'utilisation d'une porte « ET » permet de regrouper les lignes de sortie sur une seule ligne.

Etant donné cette organisation matérielle, la mémoire de visualisation sera vue par le microprocesseur comme un champ d'adresse de 16 K-mots de n bits correspondant aux n boîtiers ayant le même numéro dans les n plans de bits.

Du point de vue logiciel, pour faire une écriture ou une lecture en mémoire de visualisation, il faudra auparavant, par une opération d'écriture, définir le numéro de boîtier (tableau 1).



Photo 2. – Image de tissus du sein obtenue à l'aide du microscope acoustique.

L'interface vidéo

Le circuit d'interfaçage vidéo doit réaliser l'exploration séquentielle de la mémoire en adressant tous les pixels, tout en réalisant le chargement des données dans un registre à décalage, leur sérialisation, la conversion numérique analogique et la synchronisation horizontale et verticale du moniteur.

Le contrôleur 6845 (réf. 1)

Un circuit intégré LSI, le 6845, appelé contrôleur d'écran vidéo, permet de synchroniser la plupart de ces opérations. L'application habituelle de ce circuit est la visualisation de caractères alphanumériques sur une console vidéo : dans cette application, il est associé à une mémoire de rafraîchissement, contenant une liste de caractères à afficher, et à une ROM génératrice de caractères. Il est capable : de générer des tops de synchro lignes HS et image VS, et un signal de « blanking » : « display enable » ; de générer séquentiellement les adresses de rafraîchissement MA0 à MA13, permettant d'aller chercher les caractères successifs dans la mémoire de rafraîchissement ; et de générer simultanément les numéros de rangées pour indiquer à la ROM génératrice de caractères quel est le numéro de ligne vidéo dans la ligne de caractère courante.

Un certain nombre de paramètres du séquençement est programmable par microprocesseur, par écriture des registres internes du 6845 ; les paramètres programmables sont, entre autres :

- le nombre de caractères par ligne HD ;
- le nombre de lignes de caractères VD ;
- le nombre de lignes vidéo par ligne de caractère ;
- la période de ligne HT et la période trame VT ;
- la période, la position dans le temps et la durée des tops de synchro ligne et trame ;
- le mode d'entrelacement.

Ces paramètres étant définis par un programme d'initialisation, le 6845 réalise le séquençement de manière autonome à partir d'une horloge de base $\Phi 0$.

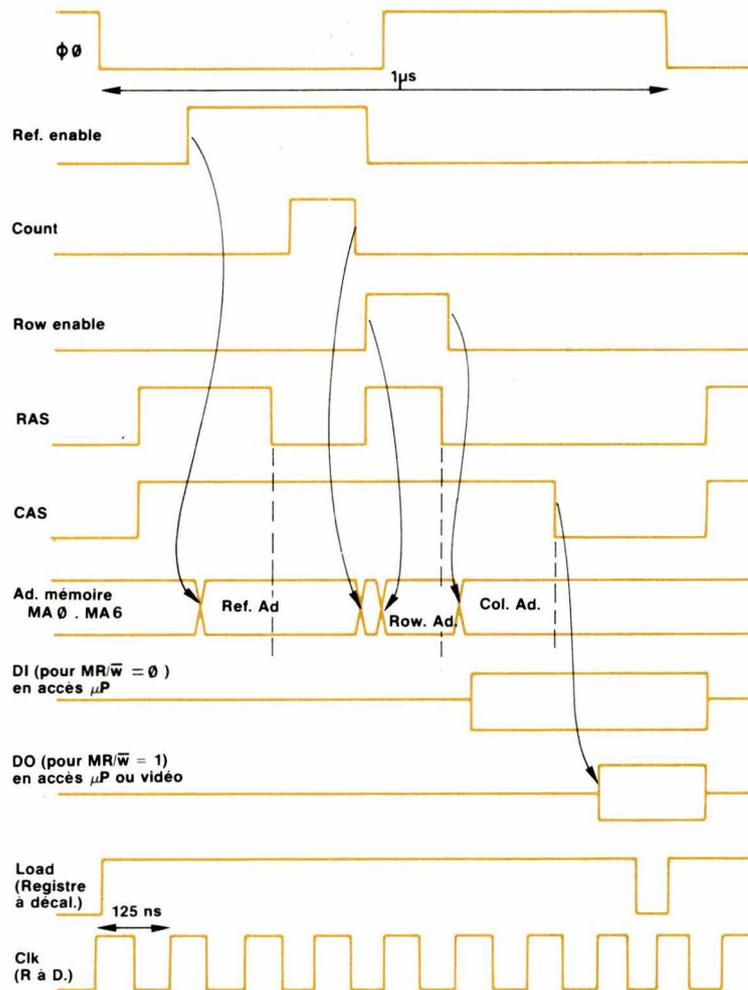


Fig. 4. – Diagramme de temps (« timing »).

Utilisation du 6845 pour gérer la mémoire d'image

Adresses : dans notre application, nous utiliserons les 14 lignes MA0-11 et RA1-2 pour générer les adresses. La connexion de ces lignes sur les lignes A0-A13 du 3242 est réalisée de manière à ce que, compte tenu du choix des paramètres (voir ci-après) donnés par le programme d'initialisation, les adresses s'incrémentent de manière monotone en cours d'exploration.

Sélection de boîtier : comme nous l'avons vu en mode vidéo, 8 boîtiers sont sélectionnés en même temps à chaque cycle d'horloge (de 1 μ s) de manière à venir charger en parallèle le registre à décalage. Les entrées CAS du buffer « vidéo » de sélection de boîtiers sont reliées entre elles en 2 groupes de 8. Dans la pratique, on utilise donc 2 portes d'inhibition au lieu des 16 prévues à la figure 2.

L'exploration fonctionnera en mode entrelacé : pendant la demi-image correspondant aux lignes paires, les boîtiers 0 à 7 seront sélectionnés ; pendant la demi-période (lignes impaires), les boîtiers 8aF(hexa) sont sélectionnés. C'est la première ligne RA0 du numéro de rangée qui commande cette commutation.

Choix des paramètres principaux

Une ligne vidéo devant comporter 512 pixels, le nombre de caractères par ligne sera de 64 (8 points étant chargés à chaque cycle correspondant à un caractère fictif). Cela correspond à une période de visualisation de 64 μ s, ce qui permet de choisir une période de ligne s'approchant du standard vidéo 625 F.

L'image devant comporter 512 lignes vidéo, nous avons choisi un nombre de lignes de caractères V_D

égal à 64 et un nombre de lignes vidéo par ligne de caractères égal à 8.

Choix du mode entrelacé

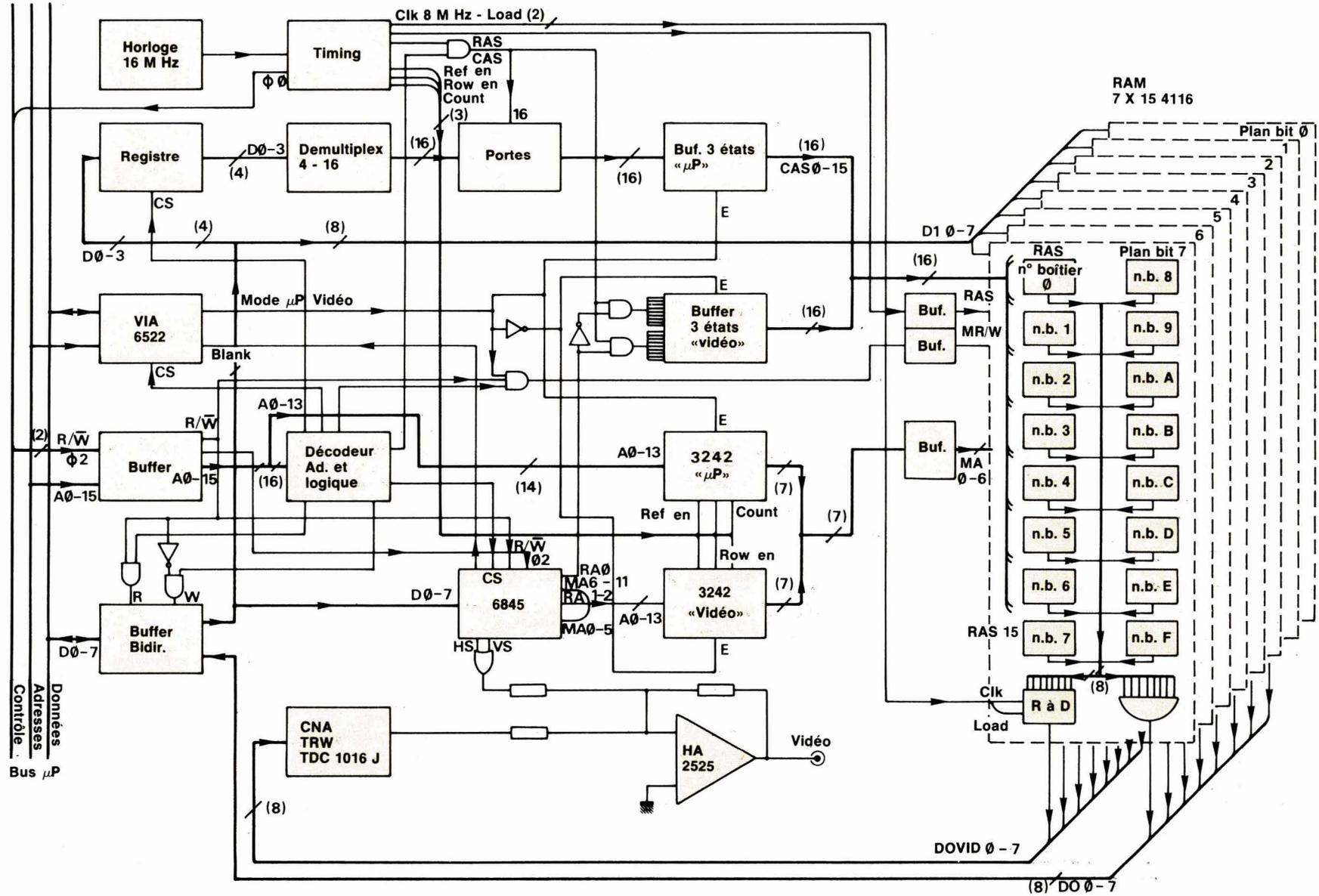
La période, la position et la durée des tops de synchro trame seront choisies de manière à se rapprocher au mieux du standard vidéo (50 demi-images/s).

Rangement des points en mémoire

Etant donné le câblage du 6845 et le choix des paramètres ci-dessus, le rangement des points en mémoire, par rapport à la visualisation sur l'écran vidéo, est défini par le **tableau 2**, page suivante (pour un champ d'adresse 4000-7 FFF).

Il y aura lieu de tenir compte de cette organisation dans les programmes d'acquisition d'image et de chargement en mémoire.

Fig. 5. - Bloc diagramme de l'ensemble « mémoire de visualisation et interfaces ».



Microw
informatique

Tableau 2.

1 ^{re} ligne Vidéo	Adresse 4000 ***** n° boîtier 0 n° boîtier 1	Adresse 4001 ***** n° boîtier 7 n° boîtier 0	* * - - - - * n° boîtier 7 n° boîtier 0	Adresse 403F ***** n° boîtier 7
2 ^e ligne Vidéo	Adresse 4000 ***** n° boîtier 8	* * - - - - * n° boîtier F	n° boîtier 8	Adresse 403F ***** n° boîtier F
3 ^e ligne Vidéo	Adresse 4040 ***** n° boîtier 0	* * - - - - * n° boîtier 7	- - - - -	- - - - -
512 ^e ligne Vidéo	- - - - -	- - - - -	- - - - -	Adresse 7FFF ***** n° boîtier 8 n° boîtier F

On remarque qu'il n'y a pas de correspondance entre les lignes et colonnes mémoires, et entre les lignes et colonnes vidéo.

Compte tenu de ce qui précède, l'organisation matérielle de l'interface vidéo se passe de commentaires, en se référant au bloc diagramme de la figure 5.

Réalisation

Ce système a été réalisé sur cartes imprimées format « Euronorm » 100 x 220 équipées de connecteurs standard. Ces cartes sont montées dans un bac 3U avec fond de panier.

Il comporte :

- 6 cartes RAM (possibilité d'étendre à 8 cartes) ;
- une carte de sortie vidéo ;
- une carte d'interface microprocesseur ;

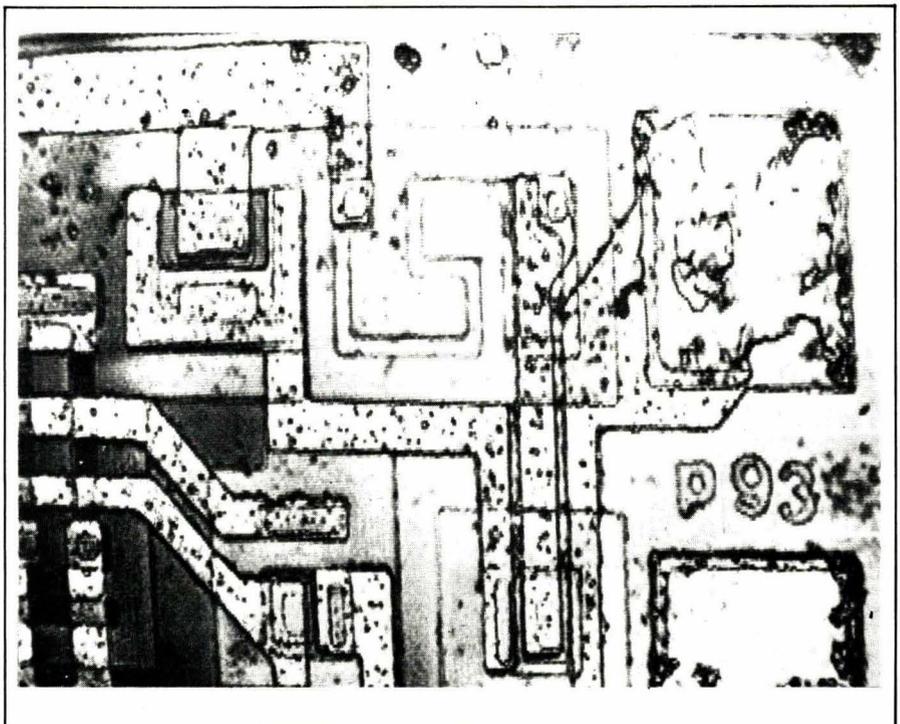


Photo 3. - Image de circuit intégré obtenue à l'aide du microscope acoustique.

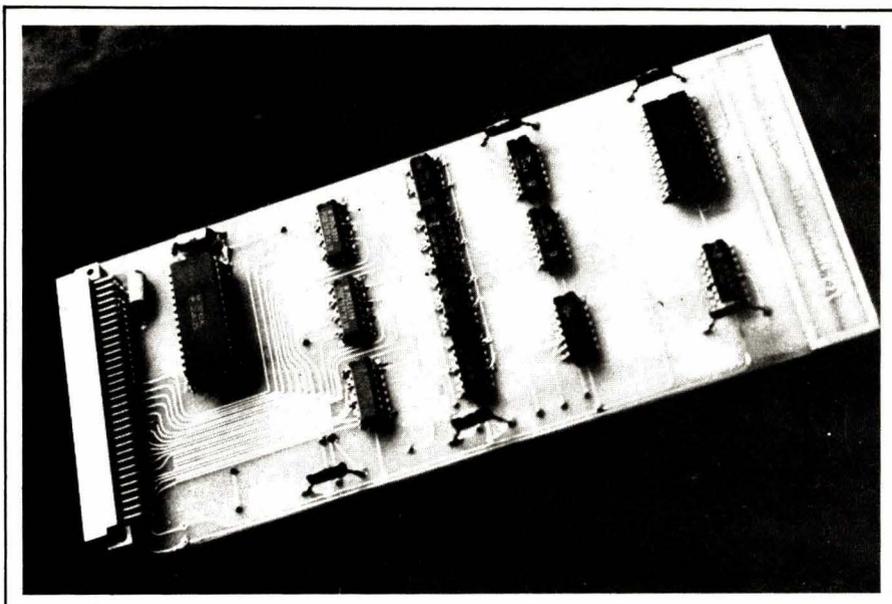


Photo 4. — Aspect d'un des circuits imprimés de la mémoire numérique réalisée par les auteurs.

- une carte buffers et décodeurs présentant sur l'avant du bac un connecteur pour liaison avec le bus du μp (cette carte a été étudiée pour l'AIM 65) ;
- une carte de timing.

Applications et extensions possibles

Ce système a été étudié et expérimenté dans le cadre de deux techniques développées au laboratoire où les auteurs exercent leur activité :

- acquisition, visualisation et traitement d'images en microscopie acoustique à balayage (réf. 4,5) ;
- acquisition d'image à partir d'une caméra à barrette CCD linéaire pour

l'analyse des photographies aériennes. Dans ce cas, la barrette fournit une image linéaire, la deuxième dimension est obtenue par déplacement mécanique de la caméra (réf. 6).

Dans ces deux applications, l'acquisition de l'image est contrôlée par le microprocesseur, elle dure quelques secondes (de l'ordre de 20 s).

L'étude d'un interface d'acquisition à partir d'une caméra vidéo standard en accès direct à la mémoire est envisagée. On étudie également l'adaptation d'un « light pen » qui permettrait, avec un logiciel approprié, de superposer de manière interactive un tracé sur l'image.

Dans sa forme actuelle, ce système s'applique à plusieurs domaines, en imagerie, lorsqu'il est possible d'accepter une acquisition lente. Les pro-

jets des auteurs permettraient d'élargir le champ d'application à de nombreuses techniques utilisées en imagerie telles que : microscopie optique, électronique, acoustique, échographie acoustique, imagerie à rayons X, vidéo, photoacoustique... dans des domaines variés, tels que génie biologique et médical, micro-électronique, télédétection, cartographie...

Sa forme modulaire permet d'adapter le système à l'application envisagée pour obtenir un système à coût réduit (coût des composants inférieur à 10 000 F environ dans une configuration maximum) ; l'état actuel du projet permet, selon les auteurs, d'envisager une industrialisation éventuelle.

J.-M. Dandonneau, J. Attal,
D. Vieux, M. Zahouani
Groupe de micro-électronique
Centre d'études d'électronique
des solides
Université des sciences
et techniques du Languedoc,
Montpellier

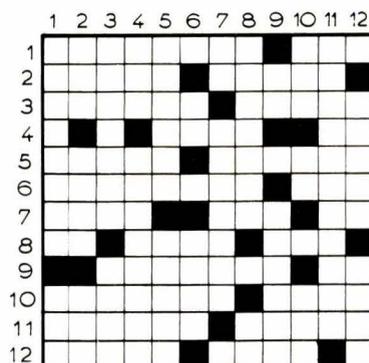
Bibliographie

- [1] « Microcomputer Components », data book, *Motorola*.
- [2] « Memories », data book, *Motorola*.
- [4] « Techniques d'interface aux microprocesseurs », A. Lesea, R. Zaks, *Sybex*.
- [4] J. Attal : « The acoustic microscope : a tool for non destruction testing », Congrès Otan, Rome, septembre 1978.
- [5] J. Attal : « L'âge adulte du microscope acoustique. « La recherche », n° 121, avril 1981.

Les mots croisés d'« Electronique Applications »

Horizontalement

1. Valve redresseuse à vide très poussé. Palindrome batave.
2. Refuse de mettre au courant. Agit par frottement.
3. Proprement au pied. Imagine le magnétomètre en 1832.
4. Coolidge perfectionna celui de Crookes. Élément du cercle.
5. Publia en 1871 une théorie du magnétisme. Compositeur de « La Mascotte ».
6. Terrain vague. Septième d'une liste.
7. Unité d'intensité. Facteur de soulèvement. Indique le lieu.
8. Dans les règles. Ville du Cameroun possédant des aménagements hydro-électriques. Rivière de Tchécoslovaquie.
9. Se présente sous différentes formes. Accord breton.
10. Débarrassée d'une tare. Façon de tourner.
11. Signes de vie. Pièce montée.
12. Département. D'autres éléments du cercle.



Solution en page 72

Verticalement

1. Traduit une certaine puissance. Genre de Mahomet.
2. Aire de vent. Verte république. Enregistrés à l'œil.
3. Huile régionale. Ancienne ville d'Italie célèbre pour ses philosophes.
4. Rivière roumaine. L'action d'Hamlet s'y déroule.
5. Terre à feu. Sensible à tout changement de température.
6. Cité des Eudois. Grandes divisions.
7. Sourd de l'Altai. Coupure de courant.
8. Evolue dans un certain milieu. Abréviation militaire.
9. Article courant. Eclair en mettant au courant.
10. Coule de source. Ile de France. Jouhaud et Salan furent à l'origine de sa constitution.
11. Assure la répartition de l'énergie électrique.
12. Montagne biblique. Le père de l'aviation.

cartes standard IMS pour applications industrielles des microprocesseurs

Un jeu de cartes standard au format simple européen

- unité centrale
 - E/S logiques et analogiques
 - mémoires RAM-REPRO-MEM
 - cartes spécialisées (liaisons de terminaux, vidéo...)
- Les fonctions pouvant être combinées sur notre gamme de cartes

Un système de développement en trois cartes intégrables dans l'application :

Le système MODEST

Une approche système économique et modulaire

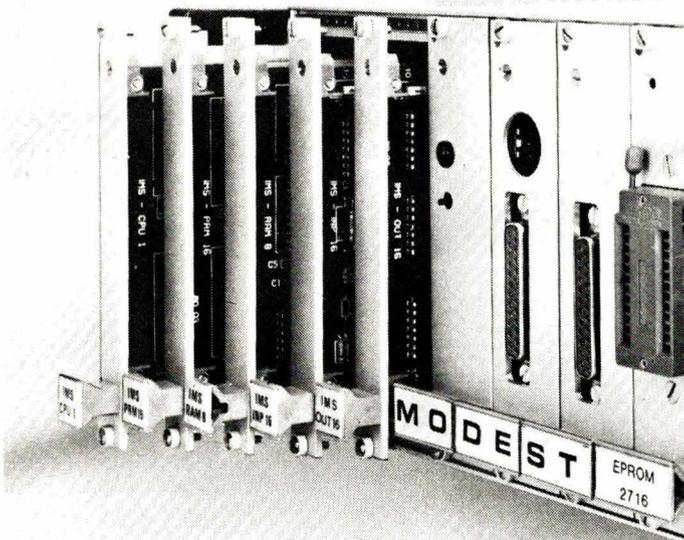
En matériel : fabriquées en série, testées, elles vous économisent les coûts inutiles de conception et de réalisation de circuits

En logiciel : vous pouvez programmer en assembleur 2650 ou BASIC (interpréteur), vous pouvez utiliser de nombreux sous-programmes disponibles en EPROM 2K₀.

En développement : un système original, intégrable, économique, vous permet le développement et les essais en temps et en environnement réels de votre application : c'est MODEST

En maintenance : MODEST vous rend la maintenance facile de par son intégration directe dans le rack d'application - le dépannage peut consister en un simple échange de cartes. Votre application évolue : ajoutez ou enlevez des cartes. Utilisez MODEST pour la modification du programme.

Activité de formation pour l'initiation et le perfectionnement



NOUVEAU :
Interpréteur et compilateur PASCAL

550 La Chesnay Associés Communications

550

Je désire recevoir

la visite d'un ingénieur conseil

votre catalogue

M. _____

Fonction _____

Société _____

Adresse _____

□□□□□ Ville _____

Tél. : _____

Afin que vous puissiez innover



130, AVENUE LEDRU ROLLIN - 75540 PARIS CEDEX 11 - TEL (1) 355.44.99 - TELEX : 680 495 F

SERVICE-LECTEURS N° 212

Réalisation

Une sonnerie téléphonique « électronique »

Les nouveaux postes téléphoniques apparaissant sur le marché sont presque tous munis de sonneries électroniques permettant de remplacer les sons stridents du système « timbre-marteau » par des tonalités musicales plus agréables.

Il est tentant d'envisager la modification d'anciens postes, ou le remplacement des antiques sonneries séparées, par les réalisations les plus modernes de l'industrie des télécommunications. L'utilisation de composants conformes aux normes internationales devrait faciliter l'obtention des autorisations nécessaires au raccordement au réseau public du montage décrit ici. L'adaptation à un réseau privé ne pose évidemment pas ce genre de problème.

Rappels de principe

Rappelons à l'intention de nos lecteurs peu familiarisés avec les montages téléphoniques, qu'une ligne d'abonné véhicule une tension d'environ 48 V continu (dont l'un des pôles est relié à la terre), et qu'une tension alternative d'environ 72 V 50 Hz ou 25 Hz peut lui être superposée lorsqu'il s'agit de faire fonctionner la sonnerie. Tout circuit de sonnerie électronique doit donc exploiter cette tension alternative sans faire circuler de courant continu tant que le combiné n'est pas décroché. Cette séparation est réalisée de façon habituelle en montant la sonnerie en série avec un condensateur de 1 à 2 μF environ. Les sonneries utilisées en téléphonie possèdent une bobine de résistance voisine de 1 k Ω , agissant sur un marteau porteur d'un petit aimant.

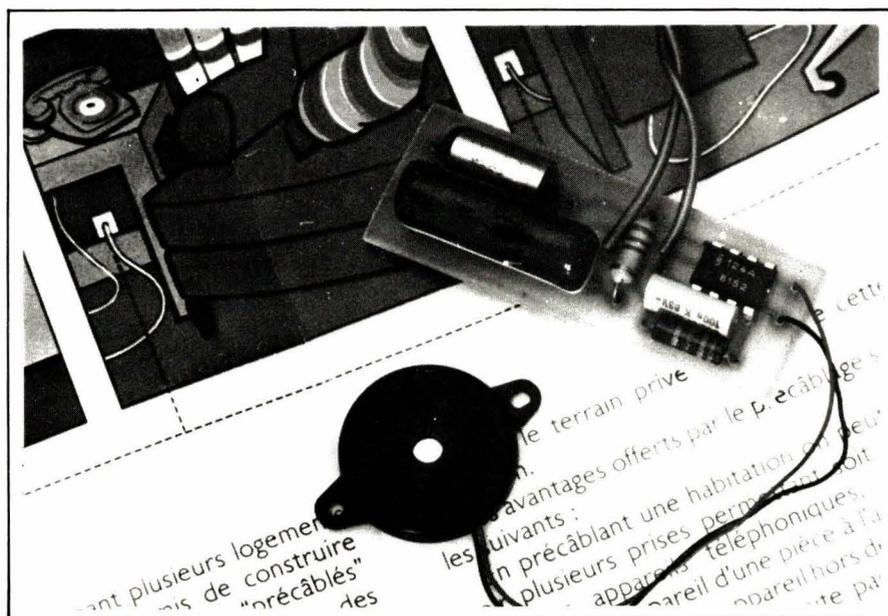
Le schéma du montage

Le schéma représenté à la figure 1 pourrait difficilement être plus simple :

il s'agit en fait d'une adaptation directe du schéma préconisé par le fabricant du circuit intégré utilisé (S124 A Siemens).

Toutefois, les valeurs des compo-

sants externes ont été adaptées aux caractéristiques du transducteur piézo-céramique utilisé (PKM 11 4AO Murata/Stettner). Il faudrait revoir ces valeurs (0,1 μF et 6,8 k Ω) si un autre type de résonateur devait être



Un circuit électronique vraiment très simple !

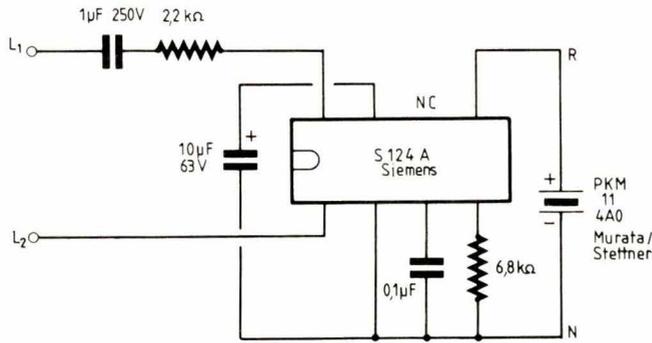


Fig. 1. – Un « C.I. » spécialisé et quelques composants...

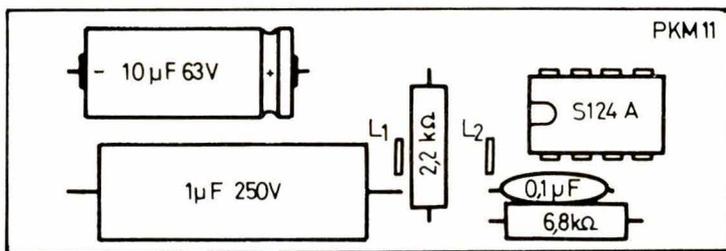


Fig. 2. – Le circuit imprimé du montage.

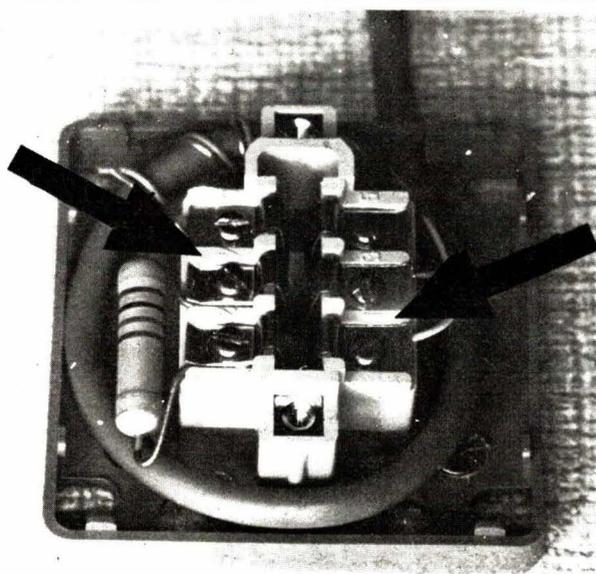
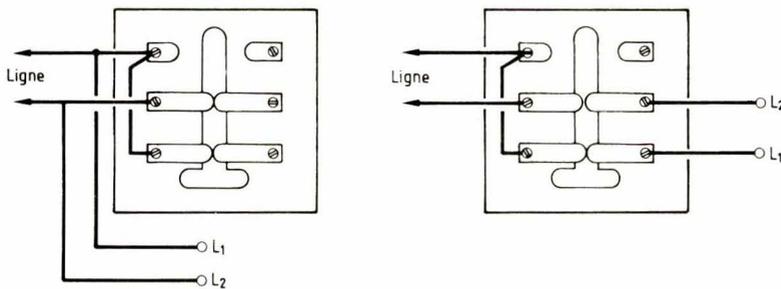


Fig. 3. – Adaptation à l'installation téléphonique.

utilisé. De tels transducteurs, dépourvus de toute électronique interne, sont couramment utilisés sur les radio-réveils, les appareils ménagers et... les téléphones modernes.

Le circuit intégré tire son alimentation de la tension de sonnerie à travers un réseau RC série $1\mu\text{F}/2,2\text{k}\Omega$, qui charge donc moins encore la ligne que les sonneries classiques, en complément desquelles notre montage pourra donc être monté sans aucun problème.

Le S124 A contient un redresseur, associé au condensateur extérieur de filtrage de $10\mu\text{F}$, et un oscillateur à deux tons dont hauteur des notes et cadence de basculement peuvent être réglées à loisir au moyen, respectivement, de la résistance de $6,8\text{k}\Omega$ et du condensateur de $0,1\mu\text{F}$.

La sortie du c.i. est expressément prévue pour la charge quasi-capacitive d'un transducteur céramique. Le branchement direct d'autres charges, et en particulier de haut-parleurs, est donc à proscrire formellement.

Réalisation pratique

Toute la partie électronique tient sur un petit circuit imprimé câblé conformément aux indications de la figure 2. Ses dimensions ont été étudiées de façon à autoriser un montage sans problème à l'intérieur de n'importe quel poste téléphonique, voire dans une prise murale, moyennant quelques restrictions quant à l'encombrement du condensateur de $1\mu\text{F}/250\text{V}$. Le bruiteur céramique en lui-même est très discret et pourra se loger à peu près n'importe où. Il n'en reste pas moins très sonore.

On veillera à respecter les tensions de service indiquées pour les condensateurs, ainsi que la polarité du transducteur.

Installation

On pourra distinguer deux catégories d'installations, selon que la sonnerie sera placée dans un poste, ou à l'extérieur de celui-ci.

Dans ce dernier cas, il faut encore faire la différence entre le montage en « sonnerie supplémentaire », qui retentira en même temps que celle du poste (sauf si celle-ci a été neutralisée), et le montage en « sonnerie d'oubli », qui ne permet à la sonnerie

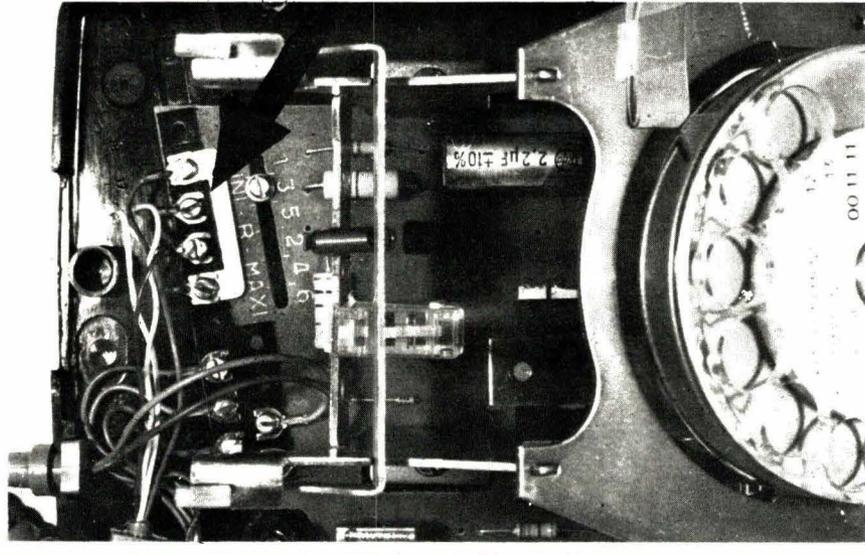
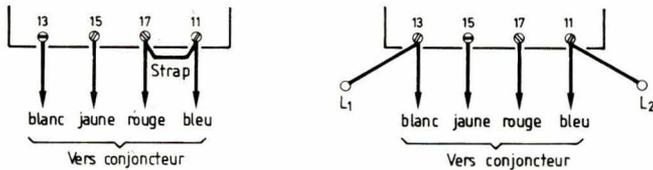


Fig. 4. - Adaptation à un poste standard « S 63 ».

de fonctionner que si on débranche le poste.

La figure 3 donne les schémas correspondant à ces deux options, étant bien entendu que le condensateur habituellement monté dans les prises devra être supprimé.

La figure 4 explique quant à elle comment monter la sonnerie électronique en remplacement du timbre ou du ronfleur équipant d'origine les postes type « S 63 ».

L'intervention, très minime, consiste à brancher le montage en parallèle sur les bornes 11 et 13 du poste, à supprimer le cavalier prévu entre les bornes 11 et 17, et à couper le strap éventuellement prévu dans la prise murale.

D'une façon générale, on retiendra que tous ces branchements se ramènent, par le jeu de commutations plus ou moins complexes, à une mise en parallèle de la sonnerie électronique sur les deux fils de ligne.

A. Vraix

G² microélectronique

SYSTEME DIDACTIQUE D'AIDE AU DEVELOPPEMENT FGZ82

- Microprocesseur Z80/158 instructions
- Quartz 4 MHz/Alimentation + 5v.
- Clavier 26 touches/6 Afficheurs
- Ram 1 ko et Reprom «MONITEUR» 2 Ko :
Acces Mémoire et E-S en incrément et décrément/Lecture et Modification des registres/Insertion et effacement/Lancement/Pas à Pas et Point d'arrêt
- E/S programmes sur Magnétophone
- 8 Entrées et 8 Sorties numériques
- Notice en Français - Garantie 1 An
- Format compatible «double Européen»
- Bus d'extension «FG64» F2G2
Cartes mémoire statique, dynamique
E/S numériques, analogiques, puissance périphériques, Floppy Disk, Vidéo R.V.B.

Pour tous renseignements sur le matériel fabriqué :

F2G2 13, rue de CASTELLANE 75008 PARIS - Tél. : (1) 742.63.62

TOUT EN UN...

NOYAUX MAGNETIQUES POUR ALIMENTATION A DECOUPAGE



FERRITES

- Transformateurs d'impulsions
- Selfs
- Filtres
- Transformateurs de sortie

TORES A RUBAN ET CIRCUITS COUPES

- Amplificateurs magnétiques
- Drivers
- Convertisseurs
- Selfs saturables

TORES EN POUDRE DE MOLYPERMALLOY

- Selfs de lissage
- Bobines Pupin
- Selfs à coefficient de qualité important
- Transformateurs avec composante continue importante



REPRESENTANT EXCLUSIF

BFI Electronique

9, RUE YVART, 75015 PARIS - 533.01.37 +

ADR. TELEGRAPHIQUE : BEFFI PARIS
TELEX : BEFFI PARIS 204425

SERVICE-LECTEURS N° 250

Applications

Un filtre « universel » aux multiples applications

Les circuits intégrés linéaires connaissent des progrès constants, notamment les composants en technologie C-MOS dont les avantages ne sont plus à vanter.

Parmi ceux-ci, des modèles spécifiques, destinés à des applications particulières, apparaissent, qui permettent de réaliser « économiquement » des fonctions complexes qui auraient, auparavant, nécessité une circuiterie importante et coûteuse.

L'article qu'on va lire est une application centrée sur l'un d'eux : un filtre universel contrôlable, récemment présenté au dernier Salon des composants de Paris.

Principe

Un filtre universel permet de réaliser plusieurs fonctions classiques. Si l'on dispose d'un intégrateur, on peut réaliser un filtre universel du premier ordre, capable de synthétiser les fonctions passe-bas et passe-haut. Si l'on dispose de deux intégrateurs, on peut réaliser un filtre universel du deuxième ordre, qui permet d'obtenir les fonctions passe-bas et passe-haut avec des asymptotes de 12 dB par octave, plus les fonctions passe-bande et réjecteur (fig. 1).

On peut changer la fréquence de coupure du filtre en plaçant dans son réseau une résistance ou un condensateur variable. On obtient alors un

filtre ajustable, qui a l'inconvénient de nécessiter une action mécanique extérieure. Pour s'affranchir de celle-ci, on peut commuter des composants de différentes valeurs : on obtient alors un filtre commutable où la fréquence de coupure varie de façon discrète. Mais si l'on désire une variation fine sur une large plage de fréquence, le nombre de composants devient prohibitif. La solution consiste alors à employer un composant à variation électronique, ce qui donne un filtre contrôlable. On utilise pour cela, en général, la résistance d'un TEC, variable suivant la tension V_{gs} . Mais, les circuits obtenus sont alors relativement complexes si l'on désire de bonnes performances. Une autre méthode permet d'obtenir, à l'aide d'un condensateur, une résistance variable

suivant une fréquence de commande : c'est la commutation capacitive.

Considérons, par exemple, la figure 2 où l'on a $V_1 > V_2$. Lorsque le commutateur est en *a*, le condensateur se charge à :

$$Q_1 = C \cdot V_1$$

Lorsqu'il passe en *b*, sa charge devient :

$$Q_2 = C \cdot V_2$$

A chaque période de la fréquence de commande, il y a une transition de *a* en *b* ; donc durant le temps *T* le système transmet la charge :

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2 = C (V_1 - V_2)$$

Ce qui correspond au courant :

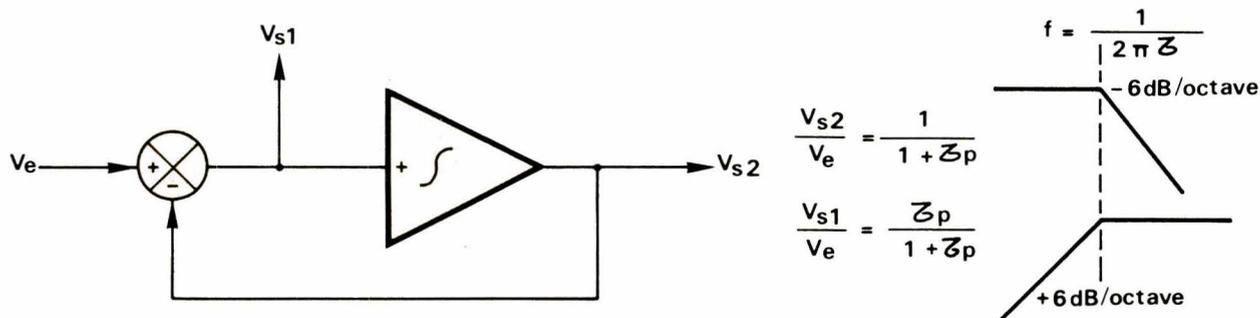


Fig. 1. – Filtre universel passe-haut et passe-bas.

$$I = \frac{\Delta Q}{T} = \frac{C(V_1 - V_2)}{T}$$

On voit que le système est donc équivalent à une résistance placée entre a et b, et de valeur :

$$R = \frac{V_1 - V_2}{I} = \frac{T}{C} = \frac{1}{CF}$$

Parmi ses très nombreuses applications, la simulation résistive d'une commutation de capacité permet de réaliser très simplement un intégrateur direct (fig. 3), où l'on a :

$$\tau = R \cdot C_1 = \frac{C_1}{C_2 \cdot F_c}$$

(avec R la résistance simulée par C₂).

On remarque que la constante de temps de cet intégrateur est contrôlée par la fréquence F_c.

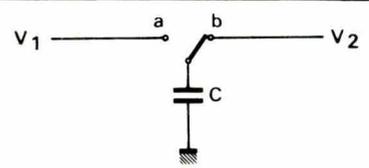


Fig. 2. - Charge d'un condensateur ; simulation capacitive de la fréquence de coupure d'un filtre.

Un circuit intégré original

Le circuit intégré MF 10 est un double filtre universel contrôlable du deuxième ordre, réalisé en technologie C-MOS par NS, et présenté sous la forme d'un boîtier « dual in line » de 20 broches (fig. 4). Le boîtier comprend deux circuits symétriques, les broches d'alimentation, transfert, niveau et division étant communes. Sur chaque voie, on dispose de deux entrées E₁ et E₂ ; et de trois sorties S₁, S₂, S₃. L'amplificateur d'entrée E₁ est utilisé comme sommateur, le gain étant déterminé par les résistances extérieures d'entrée et de contre-réaction. Les deux intégrateurs de sorties S₂ et S₃ sont contrôlés par la fréquence d'horloge. La broche 6 per-

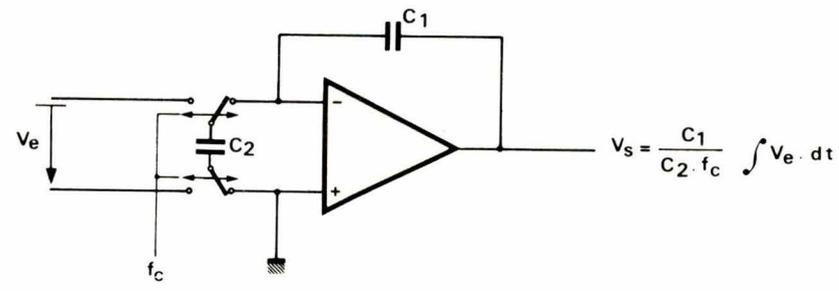


Fig. 3. - Principe d'un intégrateur (simulation résistive).

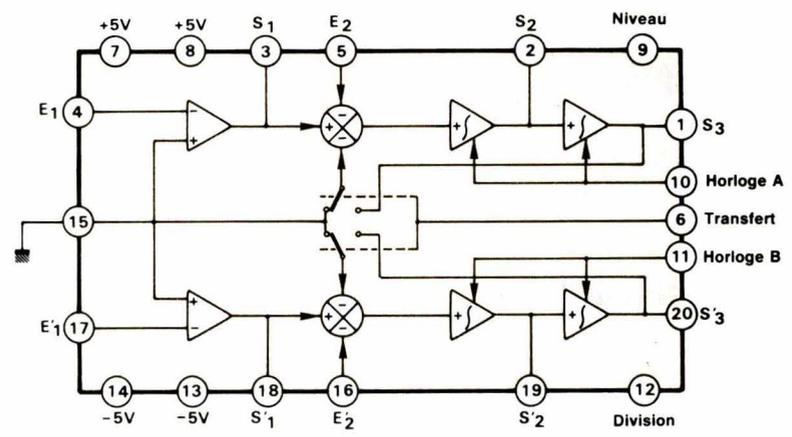
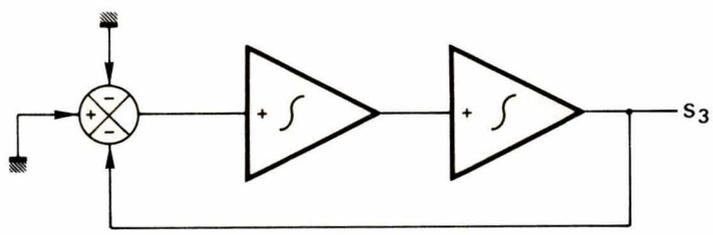
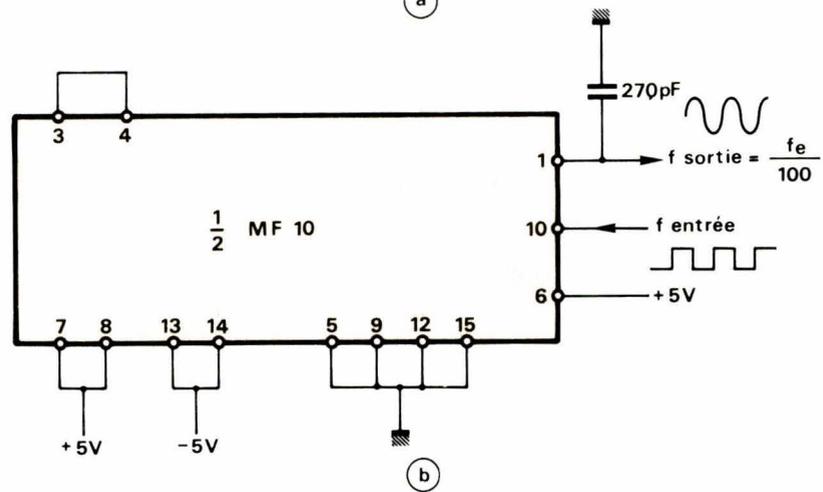


Fig. 4. - Le « MF 10 » est un double filtre universel.



(a)



(b)

Fig. 5. - Principe d'un oscillateur sinusoïdal destiné à la synthèse des sons.

met de modifier la fonction de transfert, en connectant l'entrée du second sommateur, soit à la masse (broche 6 à la masse ou au - 5 V), soit à la

sortie S₃ (broche 6 au + 5 V). La broche 9 doit être portée au niveau bas de la tension du signal d'horloge, et permet donc une entrée compatible aux niveaux TTL (0 V, - 5 V ou + 5 V, 0 V) et C-MOS (+ 5 V, - 5 V). La broche 12 sert à réaliser une division entre la fréquence d'horloge et la fréquence de commande des intégrateurs. On peut ainsi choisir les constantes de temps d'intégration :

$$\tau = \frac{50}{F \text{ horloge}}$$

(broche 12 au - 5 V) et

$$\tau = \frac{100}{F \text{ horloge}}$$

(broche 12 à la masse). Si la broche 12 est portée au -5 V , on a une jonction.

Suivant le branchement de la broche 6 et les rebouclages sur le sommateur d'entrée, 18 configurations de filtres du deuxième ordre peuvent être obtenues, plus 3 configurations du premier ordre. Les plus usuelles ont été résumées dans le **tableau 1**.

Les applications du MF 10 sont extrêmement nombreuses. Son emploi est particulièrement indiqué pour réaliser des filtres compacts. Ainsi, un seul boîtier permet d'obtenir un filtre du quatrième ordre en connectant les deux voies en série, ce qui autorise la réalisation de filtres performants. C'est d'ailleurs dans ce domaine que, pour les télécommunications, la simulation résistive par commutation de capacité a pris naissance vers 1978.

Un autre intérêt du circuit MF 10 est de pouvoir faire varier la constante de temps du filtre suivant une variable extérieure. Cet avantage peut être utilisé, par exemple, pour augmenter la pureté d'un générateur sinusoïdal variable ou dans une chaîne de servomécanismes pour corriger l'influence néfaste des non-linéarités d'origines mécaniques : frottement sec, jeu, élasticité, saturation... On peut alors concilier facilement une bonne précision statique tout en conservant une grande stabilité en contrôlant le filtre à partir de l'amplitude du signal d'erreur.

Nous allons maintenant proposer une nouvelle application originale et attrayante qui permet de réaliser de manière très simple la synthèse des sons.

Un filtre auto-ajustable pour la synthèse des sons

La génération d'une sinusoïde peut être obtenue au moyen d'un grand nombre de générateurs. Mais si l'on désire faire varier la fréquence de sortie, le choix se restreint aux oscillateurs à réseau RC, principalement du type pont de *Wien*. Dans le cas de la génération de sons, si l'on ne désire synthétiser que quelques notes, ce qui est le cas pour un air de carillon, un système de commutation peut suffire. Mais si l'on désire générer de nombreuses notes, il devient nécessaire d'employer un grand nombre de com-

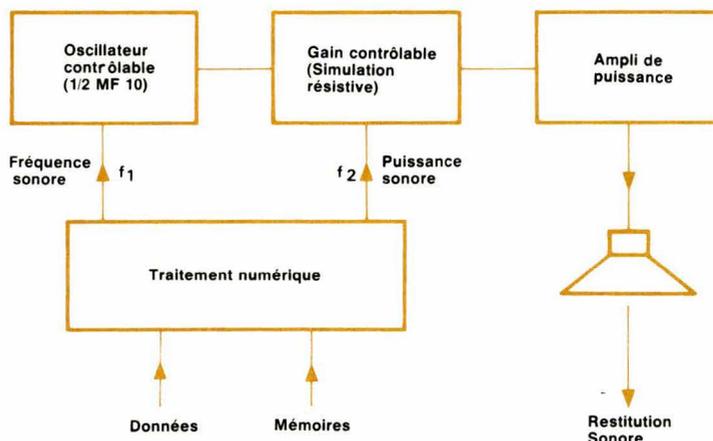


Fig. 6. – Synoptique d'un synthétiseur de sons complet.

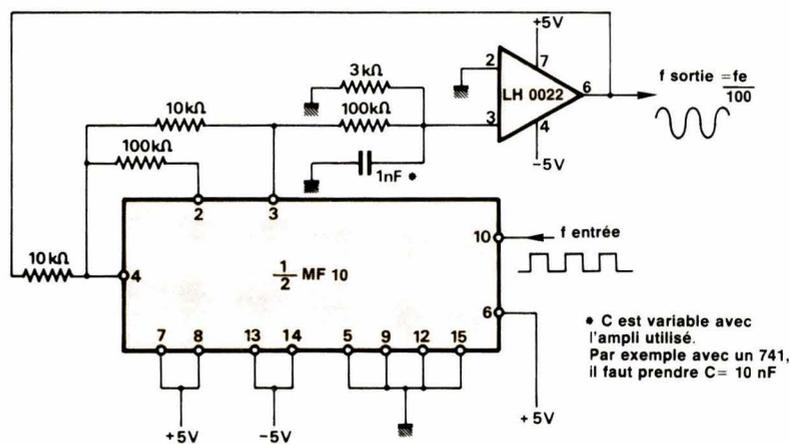


Fig. 7. – Le MF 10 est ici employé en filtre réjecteur.

posants commutables, ce qui représente un inconvénient certain. Il est alors préférable d'utiliser un oscillateur sinusoïdal contrôlé, c'est-à-dire à fréquence variable linéairement.

De nombreux logiciels ont été développés pour la génération des sons. Les circuits numériques qu'ils pilotent délivrent la valeur de sortie sous forme d'une fréquence d'onde carrée qui est souvent un multiple de la fréquence sonore désirée. Il est donc attractif d'utiliser un oscillateur sinusoïdal contrôlé en fréquence tel que le MF 10.

Pour obtenir un oscillateur, le moyen le plus simple consiste à rechercher une fonction de transfert du type :

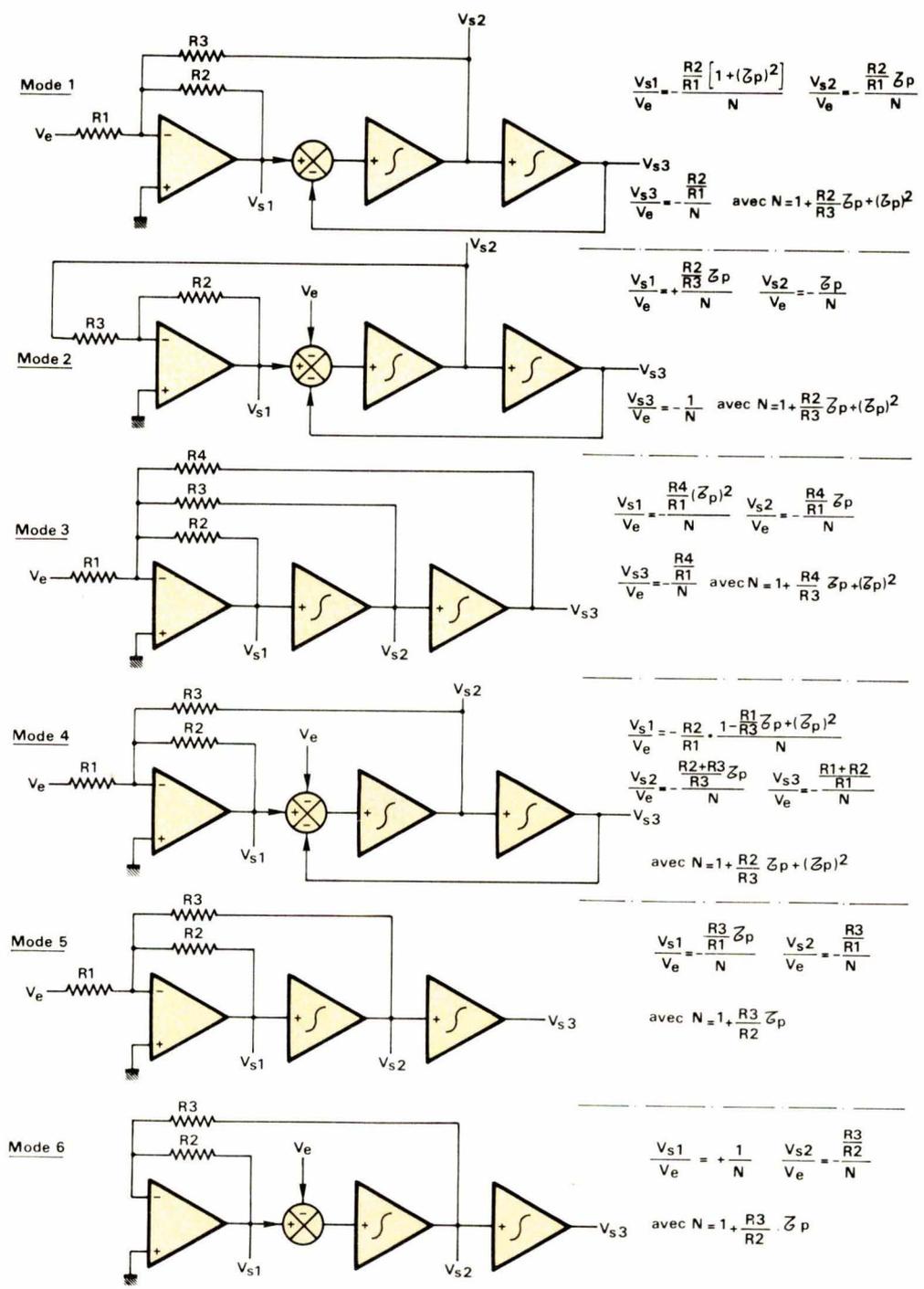
$$F = \frac{1}{1 + (\tau p)^2}$$

qui résonne pour $(\tau p)^2 = -1$, soit :

$$F = \frac{1}{2\pi \tau}$$

Ce qui est obtenu facilement en effectuant un seul rebouclage à partir du second intégrateur : la fonction de transfert recherchée est alors obtenue sur S_3 (fig. 5a).

On voit que la configuration utilisée ne nécessite plus l'emploi de résistance de rebouclage sur le sommateur d'entrée : sa sortie S_1 sera maintenue à zéro en remplaçant la résistance R_2 par un court-circuit. On constate cependant, en pratique, qu'il est nécessaire de placer un condensateur de charge entre S_3 et la masse. Une valeur de 270 pF est suffisante. Le schéma final est représenté sur la figure 5b : on peut constater sa très grande simplicité ! Son niveau de sor-



Mode	1	2	3	4	5	6
$\frac{V_{s1}}{V_e}$						
$\frac{V_{s2}}{V_e}$						
$\frac{V_{s3}}{V_e}$						

Tableau 1. – Quelques configurations de filtres réalisables avec le MF 10.

tie est constant sur la plage 0,5 Hz à 25 kHz, et sa distorsion reste faible. Il suffit de le faire suivre par un amplificateur à gain contrôlable, puis par un amplificateur de puissance, pour réaliser un synthétiseur de sons (fig. 6).

Si l'on recherche une distorsion très faible, un autre montage est possible. Pour éliminer au maximum les harmoniques, nous emploierons le MF 10 dans une configuration de filtre réjeteur, car la sélectivité y est beaucoup plus grande que dans la configuration passe-bande. Mais il est alors nécessaire d'inverser la fonction de transfert pour obtenir un gain et non une atténuation à la fréquence choisie. Cela se réalise en branchant le filtre dans la boucle de retour d'un amplificateur opérationnel. Dans notre exemple, comme il y a déjà pour le filtre une inversion de phase entre V_e et V_{s1} , le retour de l'amplificateur sera rebouclé sur l'entrée directe. Le circuit proposé est représenté sur la figure 7. Il peut générer de 1 Hz à 17 kHz des sinusoïdes très pures : l'harmonique 100 est seul perceptible à - 40 dB. Si l'on utilise une division par 50 (broche 12 au - 5 V), on peut monter jusqu'à

34 kHz, mais la qualité du signal s'altère légèrement : présence de l'harmonique 50 à - 33 dB.

Un seul boîtier MF 10, contenant deux voies, pourra réaliser la synthèse de deux sons simultanés, par exemple voix plus musique. Commandé directement par une fréquence d'onde carrée générée facilement par les montages numériques, on réalise ainsi un ensemble simple, fiable et économique.

Conclusion

L'intégration de filtres universels contrôlables a été rendue possible grâce à la technique de commutation capacitive. Les circuits actuels, tel le MF 10, permettent d'obtenir des fréquences de coupures variables jusqu'à des valeurs très basses, en général inaccessibles aux filtres actifs conventionnels. Un autre avantage consiste en une consommation réduite, grâce à la technologie C-MOS (8 mA typique).

Cependant, le MF 10 possède quelques défauts, qui devraient être élimi-

nés ultérieurement, car il faut se rappeler qu'il s'agit d'un circuit de première génération. Par exemple, la sortie n'est pas protégée contre les courts-circuits, et la tension de décalage (offset) peut se révéler, avec 100 mV ou plus, prohibitive pour certaines applications où un ajustage extérieur n'est pas envisageable.

Enfin, le circuit n'est pas disponible à l'heure actuelle en gamme de température militaire. Un autre inconvénient survient dans les versions filtres pour les signaux d'entrée de faible amplitude, la fréquence de commande parasitant la sortie avec un niveau de l'ordre de 13 mV crête-à-crête. Mais cette fréquence parasite, étant cent ou cinquante fois plus haute que la fréquence de coupure, peut être facilement éliminée, dans les versions passe-bas et passe-bande, par un filtre extérieur. Dans la version « oscillateur » proposée ici, cet inconvénient est négligeable, car l'amplitude de sortie est de l'ordre de 8 V crête-à-crête.

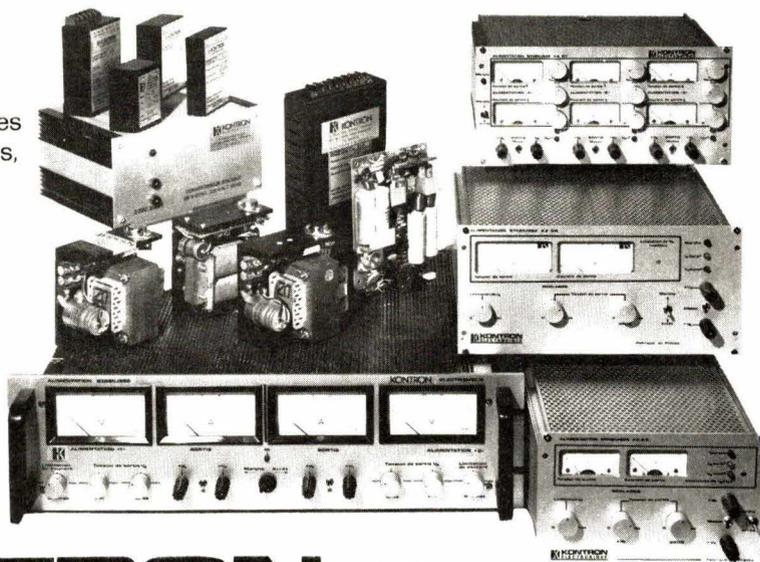
A. Ripaux
Ingénieur CNAM

KONTRON

Fabrication française

ALIMENTATIONS - CONVERTISSEURS - ONDULEURS

- Alimentations à découpage secteur
- Alimentations d'équipement multisources
- Alimentations modulaires encapsulées
- Alimentations de laboratoires simples, doubles et triples (0 à 120 V · 0 à 40 A)
- Convertisseurs et régulateurs continu/continu
- Convertisseurs statiques (100 VA à 1 kVA)
- Onduleurs statiques (20 VA à 1 kVA)
- Alimentations et convertisseurs format carte Europe
- Alimentations ou convertisseurs à la demande



KONTRON ÉLECTRONIQUE

B.P. 99
6, rue des Frères Caudron
78140 Vélizy Villacoublay
Tél. : (3) 946.97.22
Télex : 695673 SERVICE-LECTEURS N° 215

348



NEC

**B6110R001
8147K011**

GROS PLAN SUR UN GATE ARRAY

NEC
NEC ELECTRONICS FRANCE
A Branch of NEC Electronics (Europe) GmbH

Tour Chenonceaux
204, Rond Point
du Pont de Sèvres
92516 - Boulogne-Billancourt
Tél. 620.64.00

Dernière étape dans les VLSI pré-diffusés, les circuits "Gate Array" ou "réseaux de portes" apportent depuis peu une réelle simplification dans le développement des cartes logiques.

Intégrant un grand nombre de portes élémentaires, de 250 à plus de 2 000 à l'heure actuelle, les Gate Array peuvent se substituer par un "cablage" correct des diverses portes internes aux circuits classiques de type SSI et MSI.

Ainsi un boîtier Gate Array, dont les interconnexions seront réalisées en

usine selon les schémas logiques et diagrammes des temps de l'utilisateur, remplacera souvent plusieurs dizaines de boîtiers TTL ou CMOS. Chez NEC, 2 technologies de Gate Array sont proposées :

- En CMOS, la série μ PD 65000
 - Vitesse : 3 ns par porte
 - Dissipation : 30 μ w par porte
 - Intégration :
 - μ PD 65002 858 portes
 - μ PD 65010 1368 portes
 - μ PD 65020 2112 portes
- En TTL ALS, la série μ PB 6100
 - Vitesse : 2,5 ns à 2 ns par porte

- Dissipation : 1.4 mW à 1.6 mW
par porte

- Intégration :
 μ PB 6101 256 portes
6102 598 portes
6110 1000 portes



Technologie

L'emploi des polymères en électronique : spéculation ou révolution technologique ?

C'est à l'échelon moléculaire lui-même que notre raisonnement d'électroniciens doit maintenant s'exercer, si nous voulons comprendre les prochains développements technologiques. A cet échelon, le concept du « fil métallique conducteur d'électricité », opposé à l'« isolant », est bien dépassé : dès les années 50, les « semi-conducteurs » nous l'ont prouvé.

Voici maintenant que des recherches nouvelles s'orientent avec espoir vers les polymères. L'ère du silicium est-elle près de se terminer ? Allons-nous vers une « électronique des plastiques organiques » précédant elle-même une « électronique biologique » ?

L'article ci-après nous donne les premiers éléments de réponse.

Un nouvel axe de recherches

Les électroniciens regardent avec attention du côté des polymères organiques, tout au moins au niveau de la recherche fondamentale. D'un rôle passif d'isolant, les matières plastiques acquièrent leurs lettres de noblesse en devenant conductrices ou semi-conductrices. Nous assistons à la naissance d'une électronique organique qui bientôt sortira des laboratoires pour pénétrer les milieux industriels.

Est-ce seulement une étape ? C'est possible, puisque des travaux en cours aux USA cherchent à maîtriser la répartition des électrons dans les molécules, de façon à leur faire prendre, à la réception d'un signal, l'un ou l'autre état : c'est-à-dire à devenir bistables. Ainsi les « puces » de semi-conducteurs (chips) seront réalisées à partir de molécules organiques. Le silicium a-t-il vécu ?

En poussant encore plus loin les investigations, on arrive au niveau des protéines (afin de réaliser des « bio-chips »), dont la programmation béné-

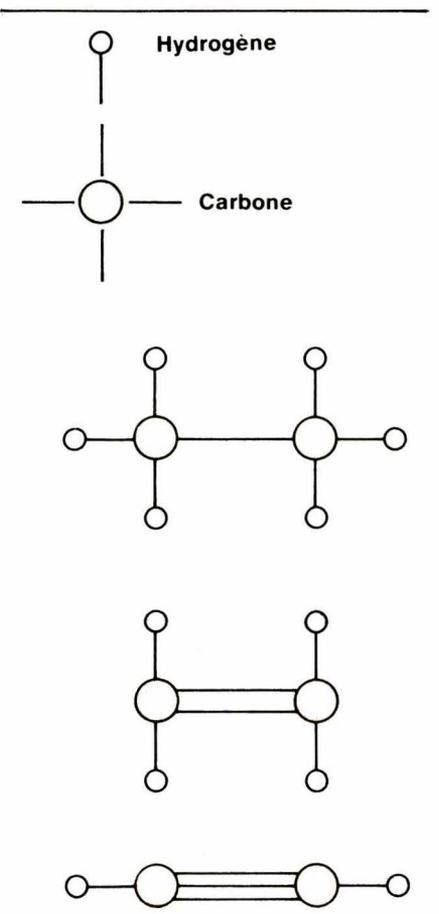
ficiera des techniques de l'ingénierie génétique actuellement en pleine évolution.

On assiste donc à deux courants de recherches qui se rencontreront dans quelques années. D'une part, l'évolution d'une électronique de l'état solide qui va du cristal (silicium) aux structures organiques (polymères) pour aboutir un jour aux composés organiques de la biochimie (protéines). D'autre part, la mise au point d'une technique de fabrication de protéines aux caractéristiques électroniques précises au moyen de l'ingénierie génétique.

D'une manière générale, une matière plastique est le mélange d'une matière de base (la résine) avec divers adjuvants destinés à permettre sa mise en œuvre et à améliorer ses caractéristiques d'utilisation.

La résine peut être obtenue par transformation, au moyen d'une réaction chimique, d'un produit naturel

Fig. 1. - Les trois types de liaison possibles entre deux atomes de carbone.



(ex. la cellulose, transformée par l'acide acétique en acétate de cellulose), ou par réaction de synthèse à partir de matières premières tirées du charbon, du pétrole, etc. (ex. le polyéthylène, obtenu par polymérisation de l'éthylène).

Qu'est-ce qu'un polymère ?

Un polymère est un enchaînement de très nombreux motifs monomères. Lorsqu'il y a peu de motifs, nous avons les « bas-polymères » (dimères, trimères...); avec beaucoup de motifs, nous avons les « hauts-polymères », c'est-à-dire qu'il s'agit de corps à haut degré de polymérisation. Rappelons que le rapprochement de plusieurs monomères peut se faire soit par polymérisation, soit par polycondensation.

Les matières plastiques sont habituellement des composés chimiques à haut degré de polymérisation. La plupart sont des polymères organiques,

c'est-à-dire des dérivés du carbone et de l'hydrogène (fig. 1), accompagnés ou non d'autres corps simples : chlore, fluor, oxygène, azote, etc.

Ce type de polymère comporte de quelques centaines à plusieurs centaines de milliers de monomères, dans lequel les atomes constitutifs (carbone, hydrogène...) sont liés entre eux par des liaisons de covalence. Ainsi, par exemple, le polyéthylène a pour monomère de base l'éthylène (C_2H_4), dont la formule développée est représentée sur la figure 2. Le carbone étant un corps tétravalent, c'est-à-dire susceptible de s'allier à quatre atomes monovalents, comme l'hydrogène, l'éthylène est un composé non saturé, d'où la double liaison représentative de cette non-saturation entre les deux atomes de carbone. La polymérisation consiste à « ouvrir » la double liaison et à enchaîner de nombreuses molécules d'éthylène pour former le polyéthylène. On obtient ainsi une macromolécule.

Dans les polymères linéaires, l'enchaînement des monomères se fait

suyant une ligne, c'est le cas du polyéthylène. La chaîne macromoléculaire peut comporter, à la place des atomes simples d'hydrogène ou autre corps, des chaînes secondaires, relativement courtes, comportant à leur tour des atomes de carbone, d'hydrogène, etc. On a alors affaire à un *polymère ramifié*.

D'autres formes de réaction, dérivant de la polymérisation, conduisent à des macromolécules s'étendant dans les trois directions de l'espace, ce sont les *polymères en réseau*.

Lorsque la polymérisation s'effectue, non plus sur un monomère, mais sur plusieurs monomères différents, deux ou plus, on obtient un *copolymère*. Par exemple, dans la famille des résines vinyliques, on prépare, à partir des monomères, chlorure de vinyle ou acétate de vinyle, les polymères correspondants. Si l'on associe ces deux monomères dans une même série de réactions, on obtient un copolymère, le polyacétochlorure de vinyle.

Le carbone, base constitutive des polymères organiques, peut être remplacé, partiellement, par d'autres métalloïdes : par exemple, le silicium dans les silicones, le bore dans les polyboranes. On remarquera qu'il faut des corps au moins trivalents, cas du bore, pour former la base d'un polymère. De plus, dans ces *polymères semi-organiques*, le silicium et le bore sont toujours associés à l'oxygène, en plus du carbone, dans le motif principal de la macromolécule. Plus récemment, on a réussi à introduire des atomes métalliques dans la structure des polymères. Certains de ces polymères qui contiennent des métaux ioniques, comme le sodium, le potassium, le magnésium..., sont dénommés *polymères ionomères*.

Configuration des polymères

A ces différentes manières de se former, les polymères peuvent présenter des structures macromoléculaires particulières. Ainsi, dans les polymères linéaires ou ramifiés, la structure peut revêtir deux formes : un état organisé, dit *cristallin*, dans lequel les macromolécules sont alignées, par opposition à l'état *amorphe* où les macromolécules sont en ordre dispersé. Ces deux types de structure peuvent coexister dans un même polymère : plus la chaîne macromoléculaire est simple et sans ramification,

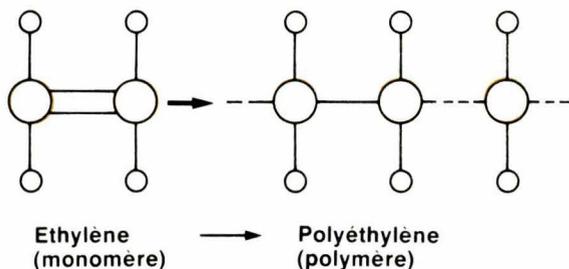


Fig. 2. – Exemple de haut polymère.

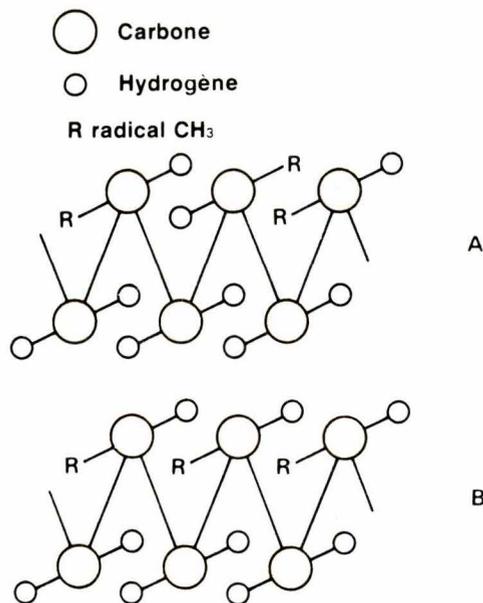


Fig. 3. – Stéréo-isomères du propylène. A : isotactique, et B : syndiotactique.

plus la cristallinité est élevée (polyéthylène linéaire, polypropylène...). Les chaînes plus complexes donnent des polymères amorphes (polystyrène, résines acryliques). Le polychlorure de vinyle (PVC) occupe une position intermédiaire.

Si l'on étire mécaniquement un polymère ramolli ou fondu, ou encore à l'état dispersé par un solvant ou un émulsifiant, on provoque une orientation des macromolécules dans la direction de l'étirement. Cette orientation tend à les aligner et à les rapprocher, d'où un renforcement de la cohésion et, par suite, des caractéristiques plus élevées.

Lorsqu'on exploite un procédé classique de polymérisation, on obtient une répartition stéréo quelconque des atomes d'hydrogène et des autres atomes ou groupements (Cl, CH₃, etc.) le long de la chaîne macromoléculaire. C'est un *polymère atactique*. Si l'on met en œuvre des méthodes de polymérisation plus sophistiquées, on peut obtenir des répartitions stéréo régulières (fig. 3), soit du type *syndiotactique*, dans laquelle les atomes (autres que H) ou les groupements R alternent avec les atomes d'hydrogène, symétriquement sur deux carbones successifs de la chaîne, soit du type *isotactique*, dans laquelle les atomes d'hydrogène sont placés d'un même côté, les autres atomes ou groupements de l'autre côté.

En ce qui concerne les copolymères fabriqués par les méthodes habituelles de la synthèse des polymères, les motifs des monomères associés sont répartis au hasard le long de la chaîne macromoléculaire. Ainsi, dans un polyacétochlorure de vinyle, les groupes chlorure se suivent un par un, deux par deux, trois par trois, etc., et des groupes acétate sont insérés en nombres variables. Cette irrégularité de structure ne permet pas de tirer le meilleur parti de la copolymérisation. La découverte de la *greffe radiochimique* (par rayons X, bêta, etc.) permet de polymériser les comonomères et de greffer ainsi des chaînes latérales, en des points régulièrement espacés le long de la chaîne principale.

Notons enfin que, pour améliorer la tenue en température des matières plastiques, de nouveaux polymères sont apparus sur le marché. Nous pouvons les grouper en trois familles selon leur structure : structure cyclique (polyamides aromatiques), structure hétérocyclique (polyimides) et les polymères en échelle.

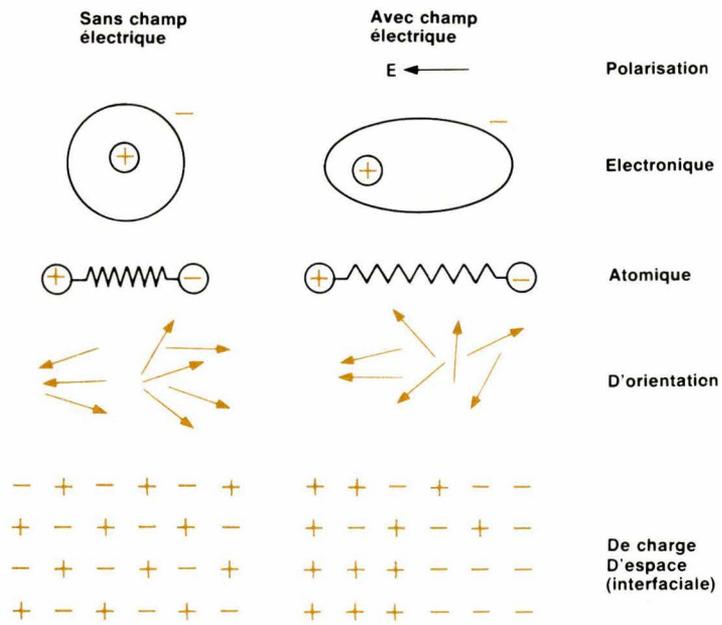


Fig. 4. – Les quatre types de polarisation.

Les polymères comme matériau électronique

L'étude des propriétés diélectriques et électriques des polymères conduit à des applications qui ne sont pas forcément en concurrence avec les matériaux plus traditionnels. Il s'agit bien souvent d'applications spécifiques dont le retentissement sur le plan industriel n'est cependant pas à négliger.

Les propriétés diélectriques des polymères peuvent faciliter la miniaturisation des condensateurs exigée par le développement de la microélectronique hybride. L'augmentation de la capacité spécifique d'un condensateur plan rempli d'un diélectrique peut s'expliquer par différents mécanismes de polarisation du matériau. Il s'agit surtout de l'augmentation de la polarisation d'orientation ou de la polarisation par charges d'espace. Mais on peut également augmenter la capacité en jouant sur l'épaisseur du film de polymères.

Les propriétés électriques des polymères découlent d'une nouvelle classe de matériaux dont les qualités conductrices ou semi-conductrices les destinent à des applications variées : conducteurs non oxydables, batteries, résines électron-sensibles pour la reprographie, diodes Schottky,...

Propriétés diélectriques

Dans une conférence, qui s'est tenue lors du dernier Salon des composants, M. J.-C. Dubois, de la Thomson-CSF, a bien défini le problème de la polarisation diélectrique et nous lui empruntons son schéma de présentation. Il y a quatre types de polarisation : électronique, atomique, d'orientation et de charge d'espace (interfaciale), fig. 4.

La *polarisation électronique* apparaît lorsque l'on applique un champ électrique constant à un matériau homogène. Le nuage électronique de chaque atome se déplace par rapport au noyau, créant ainsi un moment dipolaire. Dans ce cas, la polarisation a pour valeur :

$$\vec{P}_e = N \alpha_e \vec{E}_i$$

où N est le nombre de particules par unité de volume, α_e la polarisabilité électronique et E_i le champ électrique interne.

Lorsque le matériau comprend différents atomes dans une même molécule, et c'est le cas des polymères, les électrons participant aux liaisons de covalence se déplacent préférentiellement vers l'atome le plus électronégatif, créant ainsi sans contrainte extérieure un moment de liaison. Si l'on applique un champ électrique, les

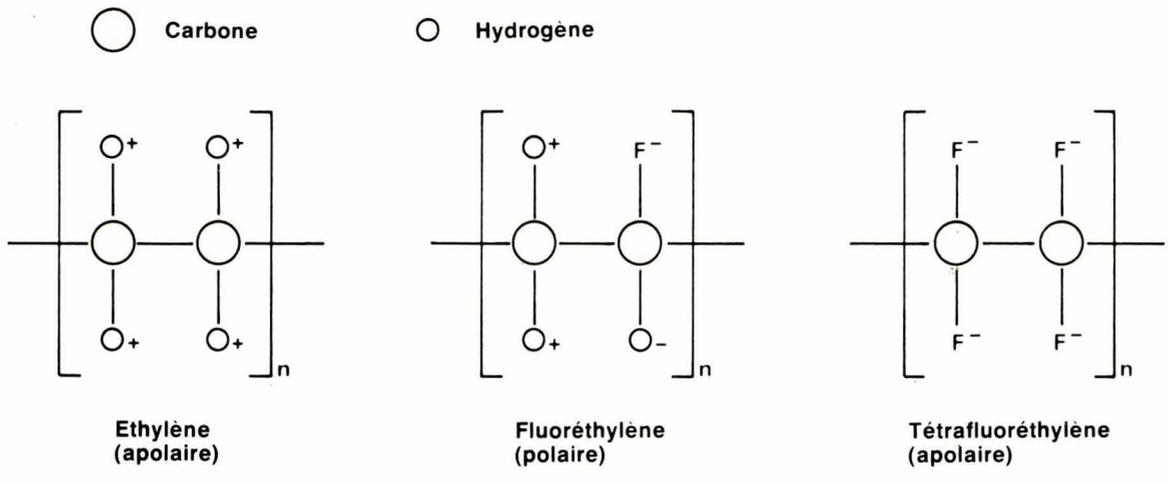


Fig. 5. – La dissymétrie de structure est l'une des conditions pour l'apparition de la polarisation d'orientation.

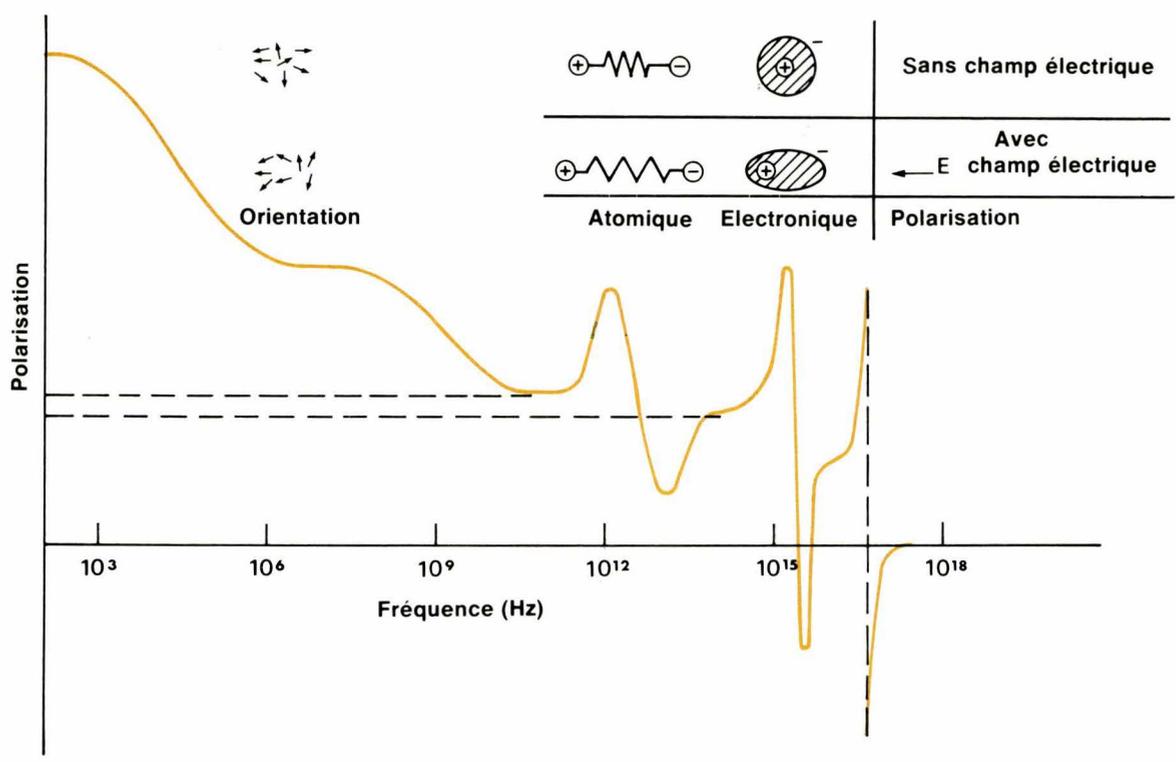


Fig. 6. – Comportement diélectrique d'un polymère selon les types de polarisation (d'après A.R. Blythe).

atomes se déplacent les uns par rapport aux autres en donnant naissance à une *polarisation atomique* ayant pour valeur :

$$\vec{P}_a = N \alpha_a \vec{E}_i$$

où α_a est la polarisabilité atomique.

Toujours d'après J.-C. Dubois, pour les composés organiques, la polarisation atomique est de l'ordre de 5 à 10 % de la polarisation électronique.

Lorsque les molécules sont dissymétriques, comme dans le cas des

polymères, il existe un moment dipolaire permanent. Le moment dipolaire résultant de chaque monomère est obtenu en faisant la somme vectorielle des différents moments de liaison. Là encore, si on applique un champ électrique constant, chaque dipôle est soumis à un couple, créant une *polarisation d'orientation*, c'est-à-dire une polarisation résultante dans le sens du champ. Sa valeur est la suivante :

$$\vec{P}_o = N \frac{\mu^2}{3 k T} \vec{E}_i$$

où μ est le moment dipolaire, k la constante de Boltzmann et T la température absolue.

L'application du champ électrique entraîne la polarisation d'orientation, mais celle-ci n'atteint pas immédiatement sa valeur maximale. Inversement, au moment de la coupure du champ, la polarisation ne revient à son premier état qu'au bout d'un certain temps. On comprend dès lors que, si l'on applique un champ électrique alternatif, les molécules ne basculent pas instantanément ; leur degré de

liberté est freiné et ces contraintes sont assimilées à des forces de viscosité.

Pour que la polarisation d'orientation apparaisse, il faut que la molécule de base (le monomère) présente une structure dissymétrique. Ce n'est pas le cas de l'éthylène (fig. 2 et 5) où les charges s'équilibrent : la molécule ne présente pas de polarité (molécule apolaire). Si l'on incorpore un atome de fluor en remplacement d'un atome d'hydrogène, la molécule acquiert une polarité et c'est le cas du fluorure d'éthylène. C'est également le cas du chlorure de vinyle avec un atome de chlore. En revanche, le remplacement de tous les atomes d'hydrogène par du fluor (tétrafluoréthylène) rétablit la symétrie.

La dissymétrie de structure n'est pas la seule condition pour qu'apparaisse la polarisation d'orientation. Il faut également que la molécule (ou le groupement d'atomes) possède une certaine mobilité afin de pouvoir s'orienter dans le champ électrique : degré de mobilité entre deux molécules voisines, mais aussi de l'ensemble

des molécules entre elles (viscosité), et c'est là qu'interviennent la température (diminution de la viscosité, d'où amélioration de la mobilité) et la sensibilité plus ou moins grande aux fréquences élevées.

Lorsqu'on aborde les polymères chargés, comme le polyéthylène contenant du noir de carbone, afin d'en améliorer la conductivité, on observe une *polarisation par charges d'espace*. On rencontre ce type de polarisation dans le cas de matériaux hétérogènes (charges, impuretés, conglomerats de différents éléments) et l'on assiste à une accumulation des charges d'espace au niveau des interfaces. Les porteurs de charges, qui habituellement peuvent migrer jusqu'aux électrodes dans un diélectrique, sont piégés aux interfaces, créant ainsi des contraintes, des distorsions, sous l'action du champ électrique. A cela peuvent s'ajouter des effets électro-chimiques aux électrodes.

Comme le note J.-C. Dubois dans son exposé : « L'ensemble de ces phénomènes de polarisation est donc

la cause de l'existence des charges macroscopiques localisées sur les surfaces diélectriques, neutralisant par là même celles des électrodes adjacentes, ce qui a pour conséquence de réduire le champ appliqué et ainsi d'augmenter la capacité spécifique. »

« Si le champ appliqué est alternatif, la polarisation va aussi être alternée, mais si elle ne peut rester en phase avec le champ, les phénomènes de relaxation vont intervenir et donner une composante additionnelle en phase avec la tension qui entraînera des pertes diélectriques. »

On peut résumer (fig. 6) le comportement diélectrique d'un polymère en fonction des différents types de polarisation. Au fur et à mesure que la fréquence croît, chaque type de polarisation s'estompe pour laisser la place au suivant. Notons que d'autres facteurs influent également sur les propriétés diélectriques des polymères : la température, la fréquence, la structure, la morphologie, l'emploi de plastifiants, etc.

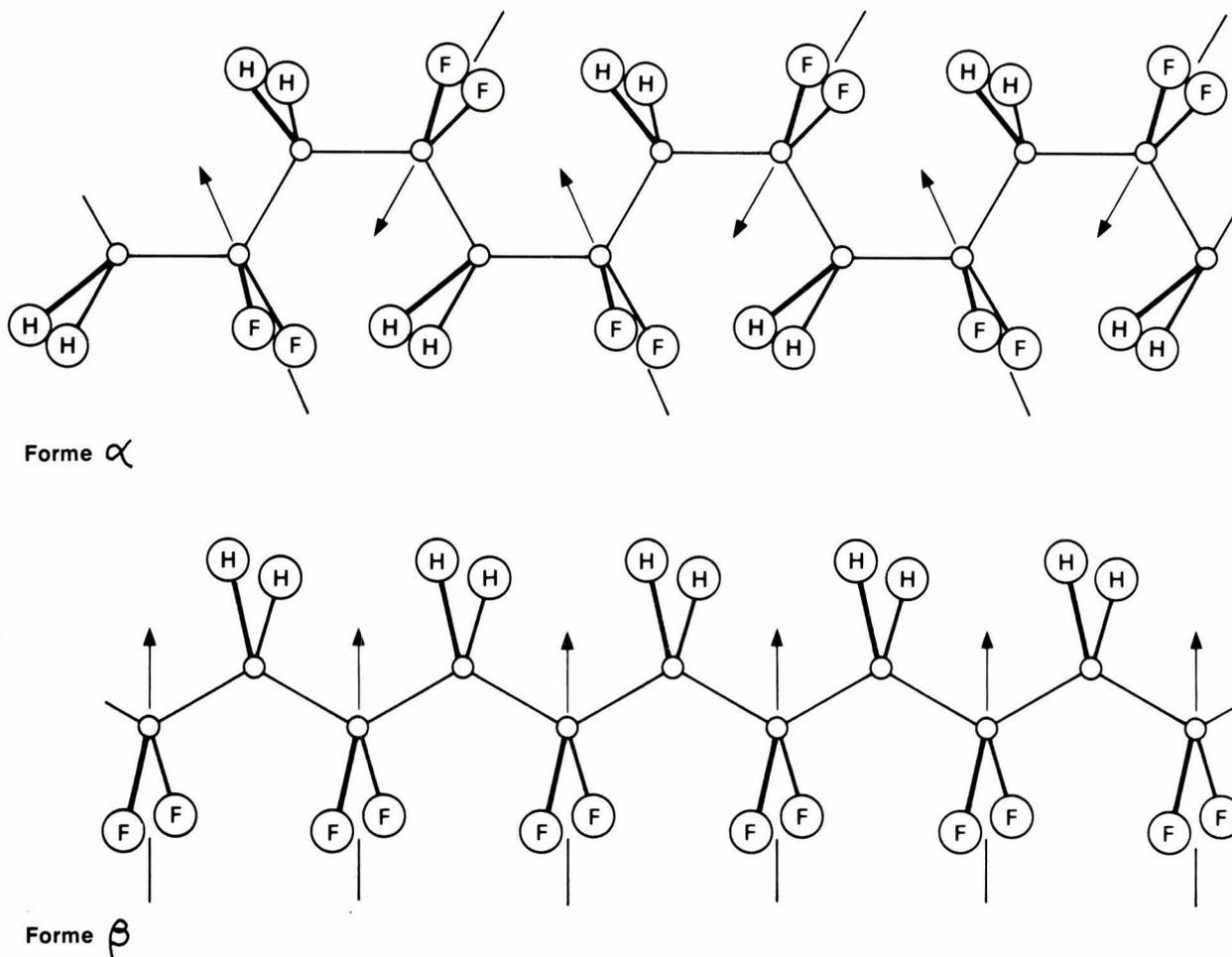


Fig. 7. - Formes cristallines du polyfluorure de vinylidène (PVDF), d'après H. Block.

Les polymères pour condensateurs

Afin de répondre à la demande de la microélectronique hybride en condensateurs miniaturisés, il est nécessaire d'augmenter leur capacité spécifique. Pour cela, deux possibilités s'offrent aux fabricants : soit augmenter la constante diélectrique du polymère, soit diminuer l'épaisseur du film.

L'augmentation de la constante diélectrique peut se faire par l'augmentation de la polarisation d'orientation, mais également par l'utilisation de la polarisation par charges d'espace. Dans le premier cas, comme nous l'avons vu, la polarisation est obtenue à condition de créer une dissymétrie de structure (fixation sur le polymère de groupements halogénés, par exemple), mais, pour que l'orientation puisse avoir lieu, il faut que la molécule, ou le groupement atomique, possède une certaine mobilité.

Le polyfluorure de vinylidène (PVDF) est un polymère polaire répondant aux conditions exigées. Il existe sous plusieurs formes cristallines α , β et γ , dont les deux premières formes sont illustrées sur la figure 7. Ce polymère présente une constante diélectrique de 10 avec une capacité spécifique de 17 nF/cm³ pour un film de 1 μ m d'épaisseur, comparé au polyester (constante de 3,2 avec $C = 2,85$ nF/cm³ et $e = 2$ μ m) et aux céramiques de type 1 (constante de 80 avec $C = 2,35$ nF/cm³ et $e = 30$ μ m).

On peut également utiliser la polarisation par charges d'espace pour augmenter la constante diélectrique. en ajoutant des charges isolantes, telles les titanates de baryum ou les noirs de carbone. Avec ces derniers, utilisés avec des électrolytes (fig. 8), on obtient des condensateurs « double couche » de Helmholtz aux caractéristiques particulières (1 farad pour 4 cm³).

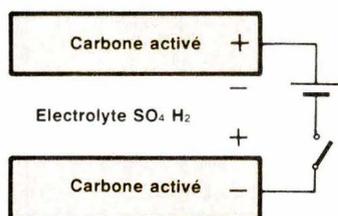


Fig. 8. – Condensateur double couche.

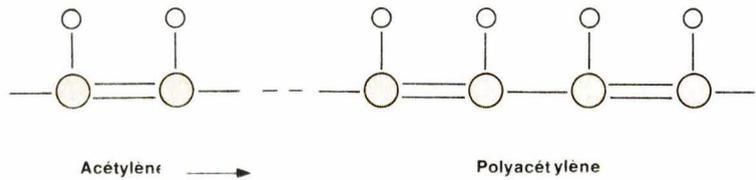


Fig. 9. – Le polyacétylène.

L'autre façon d'augmenter la constante diélectrique est de diminuer l'épaisseur du film de polymère. Actuellement, les techniques d'extrusion et d'étrépage permettent d'obtenir des films de 2 μ m d'épaisseur, comme le mylar (téréphtalate de polyéthylène glycol). D'autres techniques, comme l'enduction, fournissent des films très minces, de l'ordre du micron. C'est le cas du polyacétoxystyrène, mais on pourrait appliquer cette technique au polycarbonate ou au polyfluorure de vinylidène.

Les polymères conducteurs

Jusqu'alors, la propriété électrique dominante des polymères n'était pas la conductivité ; ils étaient plutôt employés pour leur qualité d'isolant. C'est seulement en 1978 que différentes équipes réparties dans le monde arrivèrent à un ensemble de conclusions similaires, à savoir qu'en ajoutant certaines impuretés à un polymère (dopage), on multipliait sa conductivité électrique par 10¹². Une telle évolution permettait de voir les choses différemment, bien que cette conductivité soit mille fois moindre que celle du cuivre.

Ces équipes sont celles des Français Denis Jérôme du Laboratoire de physique du solide d'Orsay, Giral et Schue de l'Université de Montpellier, et de Bénéière de l'Université de Rennes, du Japonais Shirakawa et des américains Mac Diarmid et Heeger de l'Université de Pennsylvanie, enfin du Danois Klaus Bechgaard de Copenhague.

Le monomère concerné est l'un des plus simples parmi les chaînes hydrocarbonées ; il s'agit de l'acétylène donnant le polyacétylène (fig. 9). Examiné au microscope électronique, ce polymère présente une morphologie fibrillaire dont les fibrilles ont un diamètre moyen d'environ 200 Å. Cette présentation confère au matériau une surface développée un milliard de fois plus grande que sa surface appa-

rente. En outre, entre les fibrilles existent des espaces importants où peuvent se loger et se déplacer les atomes étrangers au cours du dopage.

Bien que le phénomène ne soit pas encore très clair, on pense que les atomes dopants se logent près des chaînes et interagissent avec les doubles liaisons carbone. Ainsi le polyacétylène dopé avec des impuretés électronégatives, comme l'iode, l'arsenic ou le chlore, forme des anions et des défauts d'électrons (trous) dans le polymère. Il s'agit d'une conductivité de type *p*. Lorsque le polyacétylène est dopé avec des impuretés électropositives, comme le sodium, le lithium ou le potassium, il y a formation de cations et libération d'électrons dans le polymère. Il s'agit d'une conductivité de type *n* (fig. 10).

Nous voici en présence d'un polymère pouvant présenter une conductivité électrique soit de type *p*, soit de type *n*. En mettant en présence une couche *p* et une couche *n*, on réalise une cellule photovoltaïque dont le rendement ne représente, pour l'instant, que le dixième des cellules solaires au silicium. Il reste donc des problèmes à résoudre, notamment en ce qui concerne la stabilité à long terme du dopage.

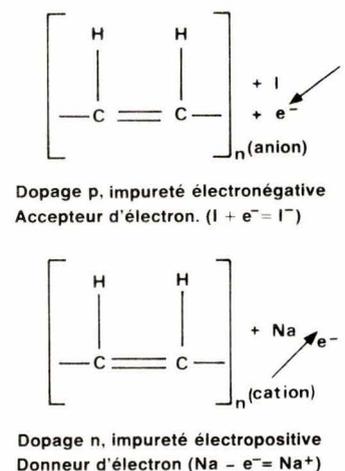


Fig. 10. – Le polyacétylène dopé P ou N.

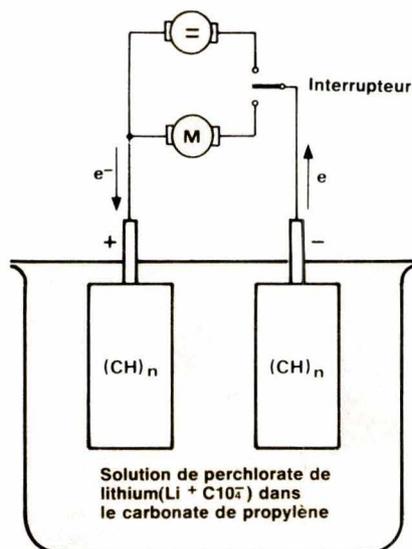


Fig. 11. – Batterie américaine expérimentale, comprenant deux électrodes en polyacétylène.

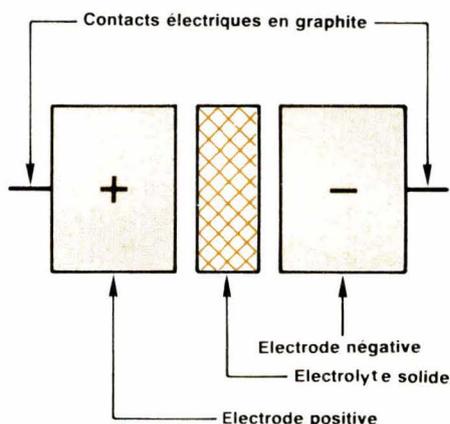


Fig. 12. – Générateur électrochimique expérimental à électrolyte solide de l'université de Rennes.

Des batteries « tout plastique » ?

Actuellement, c'est dans le domaine des applications électrochimiques (piles plastiques, batteries organiques) que l'on assiste à une percée intéressante. C'est en reprenant l'expérience de *Volta*, mais en remplaçant le zinc et le cuivre par des polymères dopés, qu'une équipe américaine a réalisé une batterie classique (fig. 11). Les électrodes sont en polyacétylène, plongeant dans un électrolyte (solution de perchlorate de lithium dans le carbonate de propylène). Le montage comporte un interrupteur mettant en circuit soit un générateur de courant continu, soit un moteur électrique.

La mise en circuit du générateur de courant (charge) assure le dopage du polyacétylène par voie électrochimique. La mise en circuit du moteur (décharge) avec les électrodes précédemment dopées montre qu'il y a circulation d'électrons. Les caractéristiques sont les suivantes : une tension de 3 V pour un courant maxi de 2 mA. D'autres polymères et d'autres électrolytes peuvent être utilisés, mais la qualité principale que possède ce type de batterie est sa grande densité d'énergie (théorique : 300 Wh/kg, contre 35 Wh/kg pour une batterie au plomb). Cependant subsistent quelques défauts (de jeunesse), par exemple : les cycles charges-décharges sont expérimentalement très courts et ne permettent pas de juger de l'efficacité de ce type de batteries.

Pendant ce temps, à l'Université de Rennes, l'équipe de F. Bénérière effectue une démarche parallèle où l'on retrouve le polyacétylène comme constituant des électrodes. Seul l'électrolyte est de nature différente : il est solide, ce qui confère à l'ensemble des avantages importants (étanchéité parfaite, fonctionnement dans toutes les positions même sous fortes accélérations...).

Le générateur électrochimique (fig. 12) se présente ainsi : une électrode positive en polyacétylène dopé par de l'iode (ou autres impuretés accepteur d'électrons : As, Cl...), un électrolyte solide constitué d'un superconducteur ionique tel : RbAg_4I_5 , Al_2O_3 ou $x\text{Na}_2\text{O}$, une électrode négative qui peut être métallique (argent ou alcalin) ou en polyacétylène dopé à l'argent (avec le RbAg_4I_5 comme électrolyte) ou dopé au sodium (avec Al_2O_3 ou $x\text{Na}_2\text{O}$ comme électrolyte). Ce type de générateur produit un courant de $60 \mu\text{A}$, sous une tension de 0,65 V pendant 70 heures, et il alimente à titre expérimental des montres à quartz.

Conduction ionique et électronique

D'une manière générale, la conduction électrique exprime la plus ou moins grande mobilité des ions ou des électrons au sein de la matière, selon l'expression :

$$\sigma = q n \mu$$

où la conductivité σ est liée à trois facteurs : la charge q , la concentration n et la mobilité μ des porteurs. Dans la conduction électronique, les porteurs sont les électrons et les trous, dans la conduction ionique ce sont les paires anion-cation. Dans les polymères, il est difficile d'observer une conduction électronique ; on assiste plutôt à un mouvement d'ions, comme nous l'avons vu précédemment dans les batteries. Dans les deux cas, le type de conduction dépendra des porteurs majoritaires, et le nombre et le signe de ces porteurs peuvent être évalués par différentes méthodes (voir tableau 1).

La mesure de la charge et de la mobilité des porteurs par l'effet *Hall* (fig. 13) se présente ainsi : deux électrodes DD sont placées sur l'échantillon (de forme cubique) à tester. Il se crée un champ électrique E_D et magnétique B engendrant un champ de

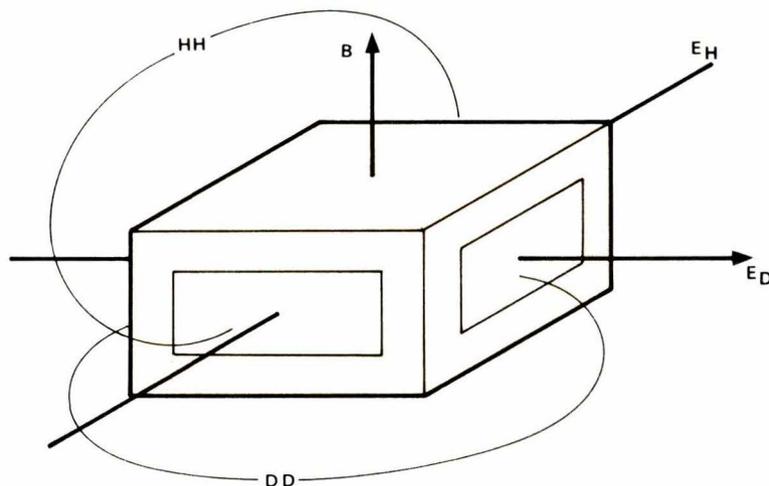


Fig. 13. – Mesure de la charge et de la mobilité par effet Hall.

Hall détecté par les électrodes HH. Cette méthode permet de mesurer la mobilité des porteurs, mais, pour la plupart des polymères semi-conducteurs, la mesure atteint la limite de sensibilité à cause des faibles valeurs de la mobilité Hall μ_H .

L'emploi de l'effet Seebeck permet de mesurer la charge et la mobilité des porteurs. L'échantillon est placé entre deux électrodes élevées à des températures différentes A et B (fig. 14). Le coefficient de Seebeck

$$Q = \frac{V}{T_A - T_B}$$

peut être utilisé pour estimer la mobilité et obtenir le signe des porteurs. Puisque les porteurs circulent en partant de l'électrode chaude, la polarité des électrodes indique leur signe.

Il existe d'autres méthodes, mais nous ne les citons que pour mémoire : le disque de Corbino utilisant un signal entre deux électrodes, l'une centrale et l'autre périphérique ; la détection (mobilité Hall) se fait au niveau de l'électrode centrale au moyen d'une bobine coaxiale. Une autre méthode utilise le « temps de vol », ou « temps de transit », d'un groupe de porteurs évoluant dans un semi-conducteur de largeur connue (voir H. Block). Toutes ces mesures font appel à des méthodes très sensibles, dont l'interprétation des résultats est parfois délicate.

Conclusion

Les polymères représentent une gamme de produits très diversifiée et leur apparition dans le monde de

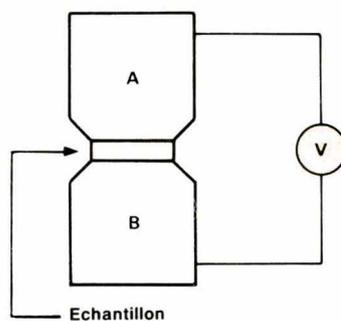


Fig. 14. – Mesure de la charge et de la mobilité des porteurs par effet Seebeck.

l'électronique fait naître de grands espoirs. Sans vouloir remplacer les matériaux traditionnels, ils apporteront la solution à des problèmes difficiles à résoudre : accumulateurs (plus légers), conducteurs (légers et non oxydables), en reprographie (utilisation de l'effet photoconducteur du polyvinyl carbazole), etc.

Mais l'intérêt de cette démarche est, semble-t-il, plus général puisqu'elle s'adresse également à d'autres molécules organiques, notamment les cristaux moléculaires. C'est le cas du tétraméthyl-tétrathiofulvalène (TMTSF), du tétraméthyltétrathiofulvalène (TMTTF), du tétrathiofulvalène-tétracyanoquinodiméthane (TTF-TCNQ)... Mais ceci est un autre sujet d'étude.

J. Trémolières

σ ($\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$)

Quartz, polyéthylène	10^{-18}
Soufre	10^{-16}
Polystyrène	$3 \cdot 10^{-14}$
Nylon 6.6.	10^{-14}
Poly (N. vinylcarbazole)	10^{-14}
Sélénium	10^{-6}
Silicium, germanium	10
Graphite	$10^3 - 10^4$
Argent, cuivre	10^5
Plomb à 4 °K	10^{26}

Tabl. 1. – Conductivité de quelques matériaux.

Bibliographie

- [1] Cheradame H., Souquet J.-L., Latour J.-M. – Ionic conductivity of macromolecular networks. I – Polyether filled with sodium tétraphényboride. *Mat. Res. Bull.* 1980, vol. 15, pp. 1173-1177.
- [2] André D., Le Nest J.-F., Cheradame H. – Conductivité ionique de réseaux macromoléculaires : II. Réseaux à base de nitrocellulose et de polyéthers, chargés de tétraphényl borure de sodium. *European Polymer J.* 1981, vol. 17, n° 1 pp. 57.61.
- [3] Mort J. – Polymers as electronic materials. *Advances in Physics*, 1980, vol. 29, n° 2 pp. 367.408.
- [4] Mizutani T., Sugiura N., Suzuoki Y., Ieda M. – X-ray induced currents in polyvinylidene fluoride. *Japanese J. of Appl-Physics*, 1981, vol. 20, n° 1 pp. 59-63.
- [5] Mark H. – Electro and Photoresponsive polymers. *J. of Polymers Science : Polymer Symposium* 1978, 62 pp. 1-12.
- [6] Mort J. – Conductive polymers. *Science*, may 1980, vol. 268 pp. 819-825.
- [7] Block H. – The nature and application of electrical phenomena in polymers in *Advances in Polymer Science* n° 33 : Electrical phenomena in polymer science. *Springer Verlag edit.* 1979, 176 p.
- [8] Blythe A.R. – Electrical properties of polymers. *Cambridge University Press* 1979, 192 p.
- [9] Dubois J.-C. – Propriétés des polymères, quelques emplois en électronique. *Colloque Salon des Composants Electroniques* 1982.
- [10] Benière F. – La percée des piles plastiques. *La Recherche* n° 126, oct. 1981 pp. 1132-1134.

Applications

Des synthétiseurs de musique en circuits intégrés

Les circuits intégrés spécifiques aux synthétiseurs de musique sont encore peu connus dans le domaine grand-public, bien qu'utilisés depuis quelques années par les fabricants spécialistes en la matière.

Si les constructeurs japonais fabriquent – ou font développer à leur demande – des circuits intégrés « hors série » avec une référence interne à la société, afin de ne pas divulguer la fonction du composant, il n'en est pas de même pour les Américains. En effet, la forme californienne « SSMT » dispose de plusieurs circuits assurant les fonctions de base nécessaires au bon fonctionnement d'un synthétiseur musical : VCO, VCA, VCF et ADSR. Ceux-ci sont utilisés par divers fabricants (dont un français : RSF). Ils peuvent être utilisés pour faire un module complet de génération de sons, pouvant être commandé en monophonie, ou en polyphonie parmi d'autres modules identiques.

Principe d'un synthétiseur

Le secret de la conception d'un synthétiseur est toujours bien gardé, et si les principes sont connus en gros, il reste la difficulté de trouver un schéma donnant des résultats sonores intéressants et d'en faire la mise au point. Cependant, avec le procédé dont il est question dans cet article, la question de « mettre au point » ne se pose pratiquement plus, puisque la solution proposée n'emploie que des circuits intégrés, si l'on excepte quelques composants extérieurs.

En effet, elle consiste à utiliser les composants proposés par la société américaine SSMT (*Solid State Micro Technology for Music*), anciennement SSM (*Solid State Music*) – représentée en France par la firme ISC-France. Ceux-ci permettent une réalisation

aisée d'un ou de plusieurs modules de génération de sons (modules synthétiseurs).

Deux solutions s'offrent au passionné de synthèse musicale : intégrer un circuit, dont la fonction est définie, à un module existant, ou réaliser un synthétiseur entièrement équipé de C.I. spéciaux, chaque fonction étant fournie par un composant différent. C'est cette dernière solution qui nous intéresse dans cet article.

Des circuits spécifiques

La famille de circuits intégrés proposée par SSMT comprend les quatre fonctions essentielles d'un synthétiseur musical : VCO (oscillateurs commandés en tension), VCA (amplificateurs commandés en tension), VCF (filtres commandés en tension) et

ADSR (générateurs d'enveloppe commandés par un échelon et réglables selon quatre paramètres).

Chacun de ces circuits peut être utilisé indépendamment des autres, intégré dans un dispositif existant, ou mis en série avec d'autres pour réaliser un module complet. Après une étude séparée de chaque composant et de leurs possibilités, nous aborderons celle d'un système complet utilisable comme synthétiseur monophonique ou comme module, commutable par un dispositif de scrutation, pour un ensemble polyphonique. Celui-ci comportera deux VCO, l'un pour la génération d'ondes et l'autre par la réalisation de battements – phénomènes très appréciés des spécialistes de musique synthétique –, un VCA, un VCF et deux ADSR, l'un pour commander le VCA et l'autre pour la commande du VCF.

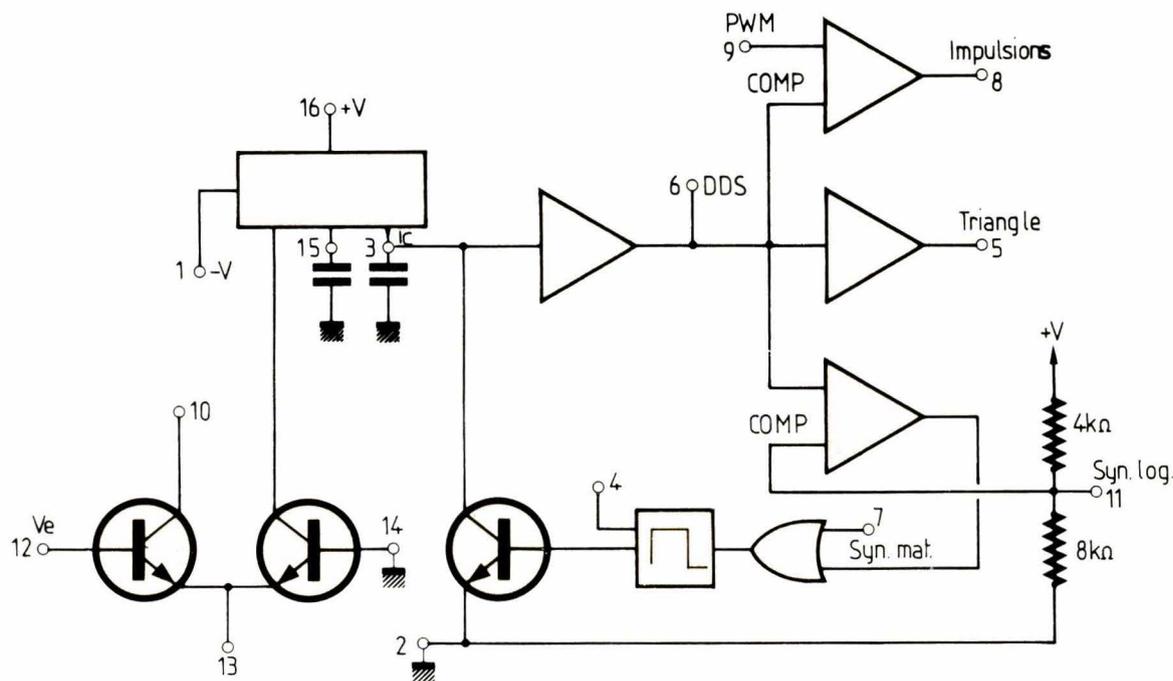


Fig. 1. – Synoptique interne du VCO SSM 2030.

VCO : efficace, malgré une intégration insuffisante...

A la base même d'un synthétiseur, il faut, bien sûr, un générateur de sons, c'est-à-dire un oscillateur, mais commandé en tension. Plusieurs VCO intégrés existent dans le commerce, comme le XR 2206 d'Exar ou le 8038 d'Intersil, mais SSMT a conçu un VCO de précision spécialement étudié pour la génération d'ondes requises dans les équipements de musique synthétique. Référencé SSM 2030 et présenté en boîtier DIP de 16 broches, ce circuit comporte deux entrées de balayage à commandes exponentielle pour l'une, et linéaire pour l'autre, utilisées pour contrôler la fréquence du signal généré, dans un rapport de 1 à 1 000 000 à partir d'une même valeur de capacité. La précision du balayage est meilleure que 0,25 % dans un rapport de 1 à 1 000, et que 0,1 % dans un rapport de 1 à 100 (fig. 1).

Le circuit SSM 2030 délivre simultanément (fig. 2) trois formes d'ondes : dents de scie, triangle et impulsions. La sortie « impulsions » est commandée de l'extérieur et peut donner un signal carré ou un signal rectangulaire modulé en largeur d'impulsions (PWM : « pulse width modulation »). Le signal sinusoïdal est obtenu à la sortie d'un conformateur : sinus – circuit à deux amplificateurs

opérationnels, plus un « 3080 ». Il est à noter qu'il est possible de remplacer ce dispositif, proposé par le constructeur, par un conformateur classique à diodes.

La plage de balayage est donnée dans un rapport de 1 à 10^7 pour une valeur de capacité de 1 000 pF, et la fréquence de fonctionnement correspondante peut varier de 0,02 Hz à 200 kHz. Cela étant largement suffisant pour le domaine « audio », cette valeur de 1 000 pF sera retenue, mais nous conseillons de prendre un condensateur plastique (polycarbonate par exemple). Le VCO pourra à la limite être utilisé en LFO (« low frequency oscillator ») pour réaliser de la modulation de fréquence ou d'amplitude, puisque la fréquence limite en BF est de 0,02 Hz. Mais pour cela, un simple oscillateur TBF à transistors ou à amplificateur opérationnel pourra être utilisé, quoique la mise au point d'un tel dispositif soit difficile sur une plage de variation appréciable, à des fréquences si basses.

Les amplitudes des divers signaux de sorties sont différentes (10 V crête-à-crête pour la dent de scie, 7,5 V crête-à-crête pour la sortie « impulsions ») ; il faudra donc mettre des ponts de résistances sur chaque sortie, ou un potentiomètre placé entre ces sorties et la masse (de 100 kΩ par exemple), afin d'obtenir des signaux d'amplitudes identiques (il serait gé-

nant d'obtenir un saut d'amplitude en commutant la sortie (5, 8, 11) d'une forme d'onde à l'autre). Les temps de montée et de descente des impulsions sont de 200 ms, et leur rapport cyclique est ajustable de 0 à 100 % par une tension externe appliquée sur la borne 9. Pour la dent de scie, le temps de retombée est de 500 ns ; nous avons donc, sur le plan sonore, une « vraie » dent de scie.

Signalons que le SSM 2030 est destiné à des applications musicales ; mais il peut être aussi utilisé dans des systèmes de VCO précis, de conversion tension/fréquence ou fréquence/tension, de PLL et de multiplication ou division de fréquences ; il dispose d'entrées de synchronisation « matériel » et « logiciel ». Le circuit s'alimente en deux tensions opposées dont les valeurs maximales sont de + et - 18 V. Il est à noter que ces alimentations doivent être très stables.

Le circuit de commande de la fréquence des signaux est similaire à la plupart des dispositifs utilisés actuellement. Un amplificateur opérationnel à faible polarisation d'entrée est requis pour forcer le courant dans le transistor connecté entre les bornes 10, 12, et 13 afin de l'égaliser au courant de référence établi par la résistance de 2,2 MΩ branchée entre la borne 10 et le + de l'alimentation, ainsi que par la tension de modulation linéaire en fréquence.

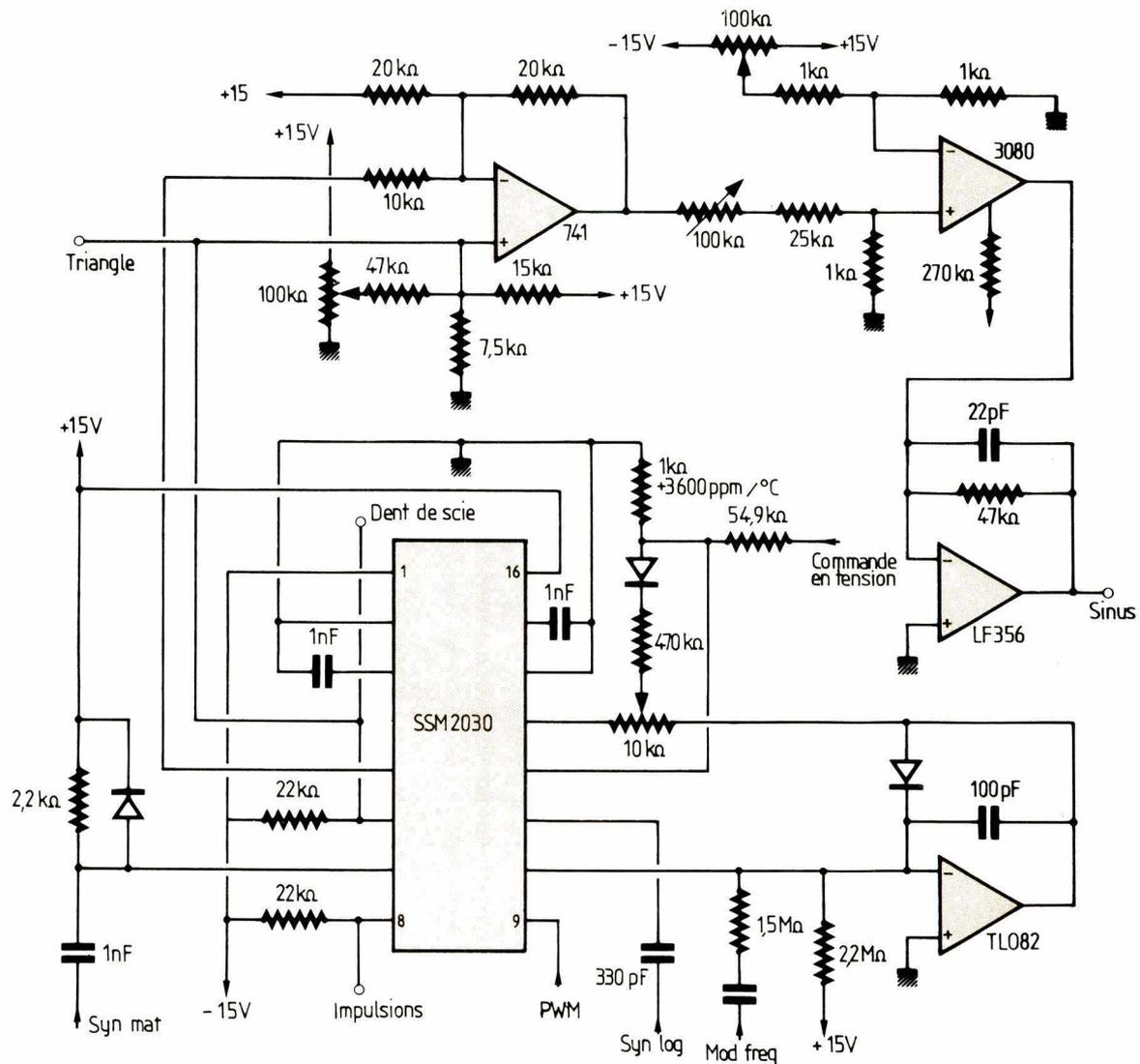


Fig. 2. – Oscillateur commandé en tension délivrant plusieurs formes d'ondes et permettant la modulation de fréquence et la PWM, réalisé avec un SSM 2030.

Cependant, le courant du transistor connecté aux bornes 13 et 14, qui sert à la comparaison, dépend de la température. Aussi, pour pallier ce problème – les spécialistes savent qu'après une heure de concert, un synthétiseur « chauffe » –, il faut utiliser des résistances précises pour l'entrée de commande de fréquence, respectivement 1 k Ω et 54,9 k Ω . Il est même souhaitable de prendre une résistance spéciale dont la compensation en température est de + 3 600 ppm/°C (Tel Lab type Q81 par exemple).

Le VCO est maintenant prêt à fonctionner. Cependant, il faut ajuster la sensibilité de la commande exponentielle qui est usuellement établie à

1 V/octave. C'est ce qui fait toute la précision de l'oscillateur. Si la compensation en température est respectée, la sensibilité est de 1 V/octave. Toutefois, si une meilleure précision est requise, un amplificateur opérationnel quelconque (μ A 741 par exemple) peut être monté en inverseur à gain d'un ajustable, en série avec la résistance de 54,9 k Ω .

VCF : un filtre passe-bas remarquable

Toute l'« âme » d'un synthétiseur réside dans le filtre. Mais la réalisation d'un bon filtre à partir de schémas

traditionnels est difficile à cause de la commande en tension. Une solution consiste à utiliser des montages à « OTA » (« operational transconductance amplifier »), c'est-à-dire des amplificateurs dont la transconductance est modifiable par un courant. Cette dernière possibilité donne des résultats satisfaisants, mais nécessite une mise au point minutieuse. L'intérêt des deux circuits intégrés VCF de SSMT (fig. 3) : SSM 2040 et SSM 2044, est qu'il n'y a pas de mise au point à faire, et surtout que la qualité sonore du filtre passe-bas ainsi réalisé est remarquable. Signalons à cet égard que le modèle le plus ancien (SSM 2040) est utilisé dans le synthétiseur « Kobil » de RSF comme d'ailleurs le générateur d'enveloppe SSM

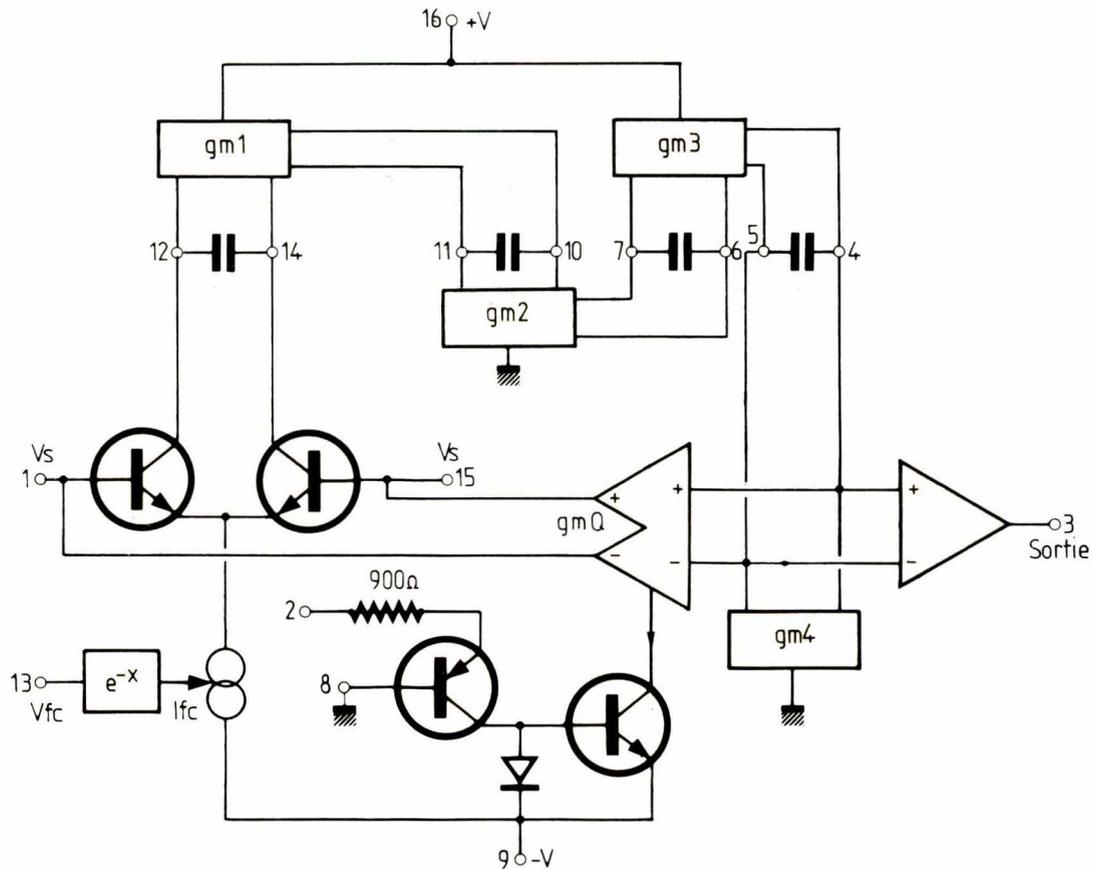


Fig. 3. - Synoptique du VCF SSM 2044.

2050 dont il sera question par la suite.

Le filtre intégré SSM 2040, présenté en boîtier DIP de 16 broches (fig. 4), a quatre sections indépendantes dont la fréquence de coupure peut être commandée exponentiellement dans un rapport de 1 à 10 000. Fonctionnant en ± 15 V, ce circuit très souple d'emploi peut être utilisé dans n'importe quelle configuration de filtre - passe-bas, passe-haut, passe-bande et réjecteur de fréquence (Notch) - avec une caractéristique de Butterworth, de Bessel, de Chebyshev, de Causer ou de tout autre filtre. Chaque cellule peut être utilisée individuellement en passe-bas ou en passe-haut, la pente obtenue étant de 6 dB/octave. Cependant, pour une application musicale, il faut au moins une pente de 12 dB/octave. Plusieurs solutions s'offrent à nous : un filtre passe-bas de 12 dB suivi d'un passe-haut de 12 dB, un filtre passe-bas commutable de 6 à 24 dB (quatre cel-

lules en série) ou un filtre de 24 dB passe-bas. C'est ce dernier qui sera retenu, car le passe-bas est le meilleur type de filtre à utiliser dans un synthétiseur. De plus, sa pente de 24 dB/octave produira des sons riches en harmoniques.

Chaque cellule est en fait un amplificateur à transconductance variable, suivi d'un étage tampon. La transconductance des quatre amplificateurs est commandée par un exponentiateur, et les éléments déterminants du filtre sont extérieurs au circuit (résistances et capacités). Afin d'assurer une bonne stabilité, la valeur des capacités doit être choisie supérieure ou égale à 1 000 pF. Toutefois, pour avoir une fréquence de coupure maximale la plus élevée possible, la valeur de 1 000 pF sera retenue.

Le filtre, remarquable en qualité sonore, a cependant quelques défauts ; le coefficient thermique n'est pas parfait, et les sorties ne sont pas proté-

gées contre les courts-circuits. Pour pallier le premier défaut, il faut utiliser une résistance ayant un coefficient de $+ 3 600$ ppm/ $^{\circ}$ C (Tel Labs Q81 ou équivalent) de valeur ohmique 1,0 k Ω dans le pont de résistances du circuit d'entrée de l'exponentiateur (l'autre résistance doit être de 54,9 k Ω). De plus, ce filtre nécessite l'utilisation d'un circuit SSM 2020 qui est un des VCA proposés par SSMT. Cependant, comme celui-ci est utilisé en amplificateur à transconductance, un circuit « OTA » classique pourra être employé à la place (CA 3080 par exemple).

Pour améliorer les performances de ce filtre, SSMT a sorti par la suite, dans un même boîtier, le circuit SSM 2044. Celui-ci (fig. 5) garde les bonnes qualités sonores du précédent, mais il est plus complètement intégré, ne nécessite que deux amplificateurs opérationnels extérieurs et procure un rapport signal/bruit de

90 dB. Le seul inconvénient de celui-ci est la dépendance de chaque cellule vis-à-vis des autres. Cependant, pour une application de filtre VCF de 24 dB/octave, cela n'est pas gênant. En fait, le SSM 2044 a été développé dans un but musical, et c'est d'ailleurs réussi, de futurs utilisateurs en témoigneront.

La stabilité thermique n'étant guère meilleure que dans le cas précédent, il faudra également utiliser une résistance du même type (coefficient de température de 3 600 ppm/°C) pour compenser les effets de la température. Celle-ci se situe entre la borne 13 et la masse (valeur de 1 kΩ). L'amplificateur opérationnel, en sortie (borne 3) convertit le courant en tension – une sortie en courant est possible avec une résistance de 10 kΩ à la masse. Ainsi, l'action sur la fréquence pourra être commandée manuellement à la rigueur (potentiomètre entre le pôle plus et la masse), mais surtout par un ADSR et par un oscillateur TBF (LFO) pour la modulation de la fréquence de coupure du filtre. Un ajustement de la sensibilité de 1 V/octave peut être prévu en réglant le gain de cet amplificateur. Signalons aussi que la résonance (ou le « Q ») est commandée en tension dans les deux filtres. Pour le SSM 2044, un simple potentiomètre et trois résistances (butées, conversion tension/courant) suffisent (pas d'OTA extérieur).

VCA : l'« OTA » est roi

Trois modèles d'amplificateurs commandés en tension sont disponibles chez SSMT, les circuits SSM 2000 (qui date bien de cinq ans), SSM 2010 et SSM 2020 (fig. 6 et 7).

Les SSM 2000 et 2020 sont des circuits présentés en boîtiers de 16 broches et comportant 2 VCA, alors que le SSM 2010 est un modèle simple, de précision (boîtier de 8 broches). Le gain de ces amplificateurs peut être commandé linéairement ou exponentiellement. Ce sont des multiplieurs 2 quadrants à base d'« OTA », ce qui leur donne beaucoup d'applications possibles (VCF, VCA, sources de courant commandées en tension, multiplieurs, oscillateurs en quadrature, commande de volume, égaliseurs, etc.).

Les deux circuits doubles ont un rapport signal/bruit de 84 dB, celui-ci est de 86 dB pour le SSM 2010. Cependant, le modèle 2020 a été amélioré par rapport au 2000. Sa plage de

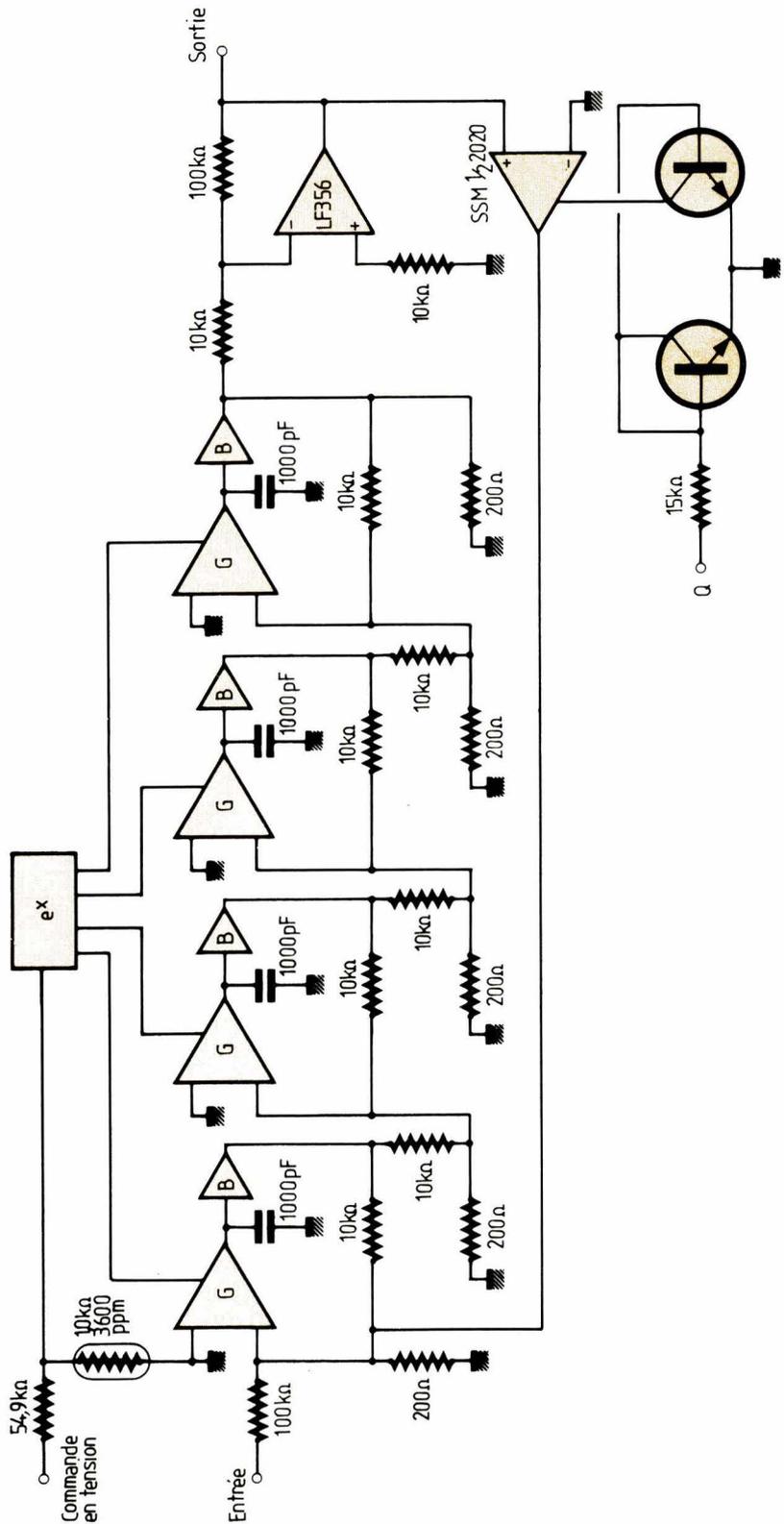


Fig. 4. – Filtre passe-bas commandé en tension à 24 dB/octave, réalisé avec un circuit SSM 2040.

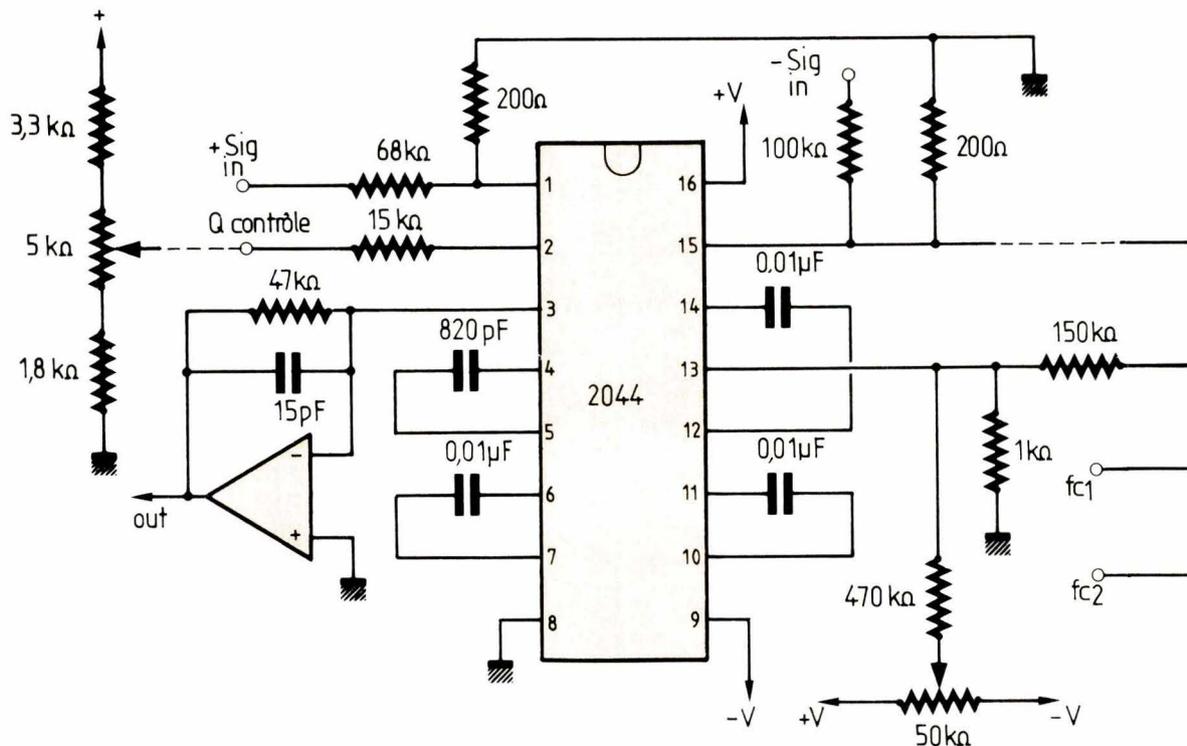


Fig. 5. – Le VCF SSM 2044 est un filtre 24 dB/octave, spécialement étudié pour les synthétiseurs.

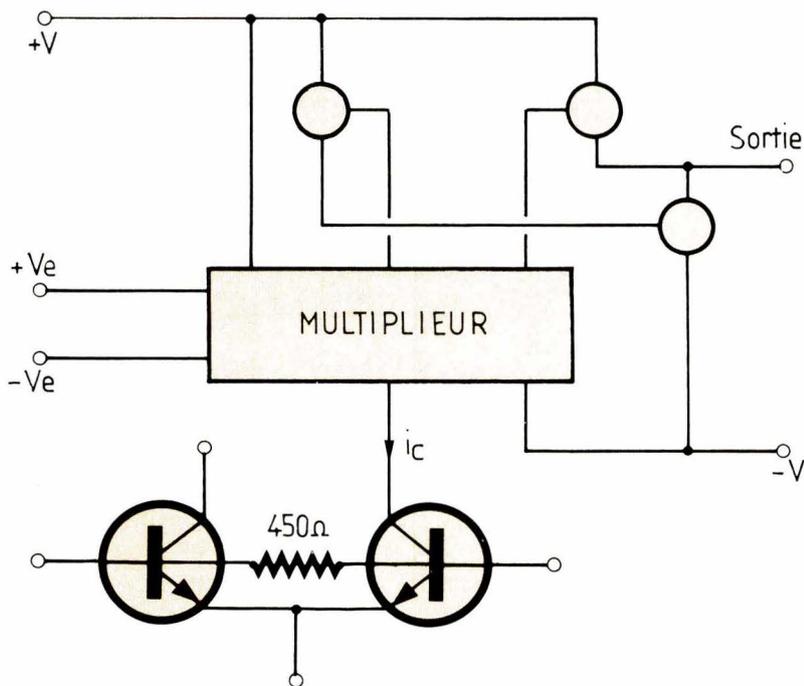


Fig. 6. – Le circuit SSM 2010 permet de réaliser un VCA simple de précision.

commande est de 100 dB contre 80 dB pour le SSM 2000 (fig. 8). Le taux de distorsion harmonique varie de 0,02 % à 0,1 % pour le 2020, et de 0,07 % à 0,7 % pour l'autre. La transconductance est de 1/14 kΩ en valeur typique, alors qu'elle était de 1/12 kΩ pour le 2000. De plus, ce dernier modèle n'était prévu que pour fonctionner entre ± 6 V et ± 12 V, cette plage a été étendue à ± 18 V pour le SSM 2020 (fig. 9). Signalons aussi que deux amplificateurs opérationnels extérieurs, au lieu de trois, sont utilisés dans le montage complet. Les amplificateurs de sortie servent de convertisseurs courant/tension, ils seront remplacés par une résistance de l'ordre de 15 kΩ mise à la masse si le VCA est destiné à sortir en courant et non en tension. Toutefois, dans notre application, ils seront nécessaires. Ajoutons que la tension de sortie est donnée par la formule :

$$V_o = \frac{15 \text{ k} \cdot V_i}{14}$$

$$(+ V/R_{\text{réf}} + VL/RL) e^{(V_e \cdot q)/KT \cdot 450(R1 + 450)}$$

où V_i est la tension d'entrée et $+ V$ celle d'alimentation.

Abordons maintenant le SSM 2010 qui a été retenu pour l'essai final de ce

synthétiseur ; non pas pour sa précision, mais parce qu'il s'agissait d'un V.C.A. simple et que notre essai s'est fait sur un appareil monophonique. Ceux qui voudront faire de la polyphonie pourront employer le même principe mais en utilisant 1/2 SSM 2020, de préférence, par module de synthèse.

L'amplificateur commandé en tension SSM 2010 est un modèle de précision dont le taux de distorsion harmonique atteint 0,05 % et le rapport signal/bruit 86 dB. Utilisant le même principe que ses aînés, il sort en courant mais son entrée est aussi du type « en courant » pour les 2000 et 2020, entrée et sortie étaient différentielles. Pouvant fonctionner en deux tensions, allant de ± 5 à ± 18 V, il peut être commandé linéairement ou exponentiellement. Cependant, comme le générateur d'enveloppe délivre une courbe exponentielle (à quatre paramètres), seule la commande linéaire sera utilisée.

De plus, notons que ce circuit est plus simple d'emploi que les précédents, car il faut peu de composants extérieurs (un amplificateur opérationnel, deux condensateurs et quelques

résistances, dont une ajustable). Signalons que la résistance série du circuit d'entrée (R_{IN}) peut être choisie de différentes valeurs selon l'évolution maximale désirée du signal d'entrée (50 k Ω pour un signal évoluant entre + et - 2,5 V, 100 k Ω pour ± 5 V et 200 k Ω pour ± 10 V), à chacun de mettre la bonne valeur selon son application (un potentiomètre ajustable de 47 k Ω sera mis en guise de résistance d'entrée). Toutefois, vu les possibilités de sortie en courant du SSM 2044 et d'entrée en courant du SSM 2010, il faudra, dans notre application finale, connecter une résistance de 10 k Ω à la masse. Nous y reviendrons dans la suite de cet article.

P. de Halleux

Suite dans le prochain numéro

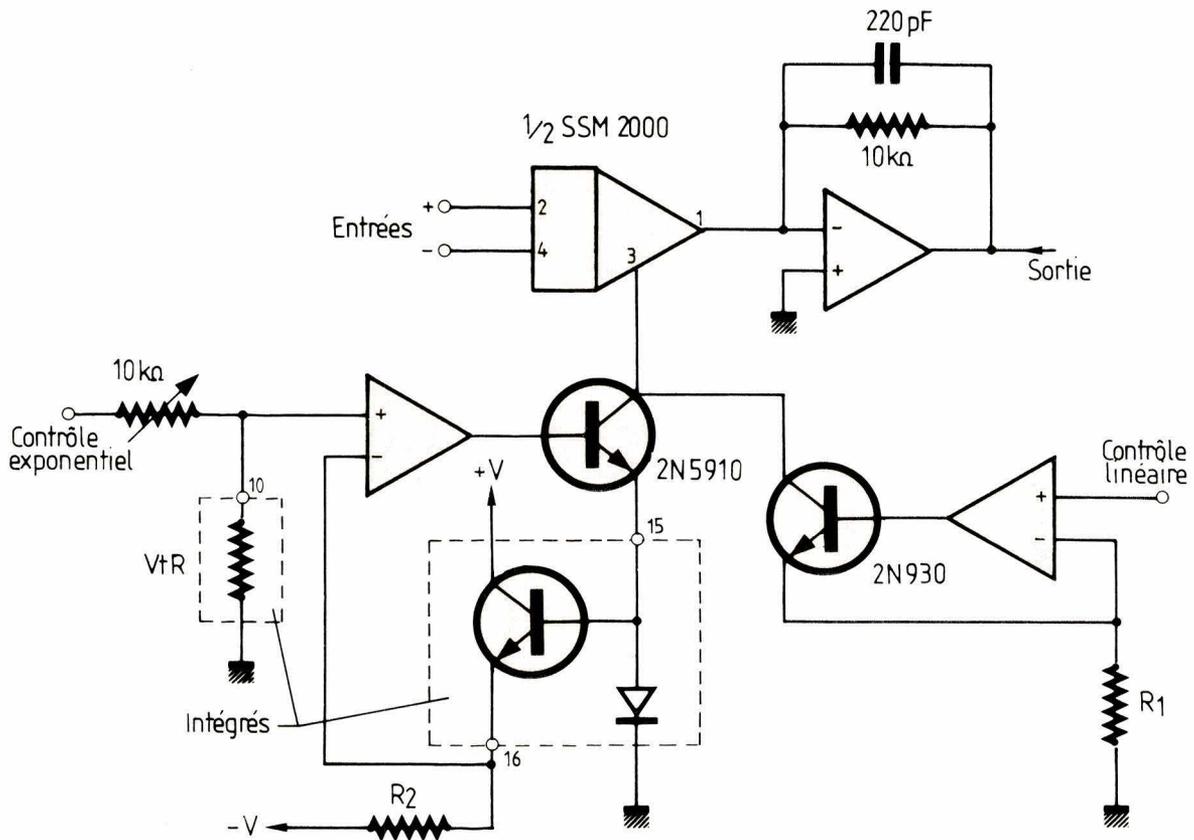
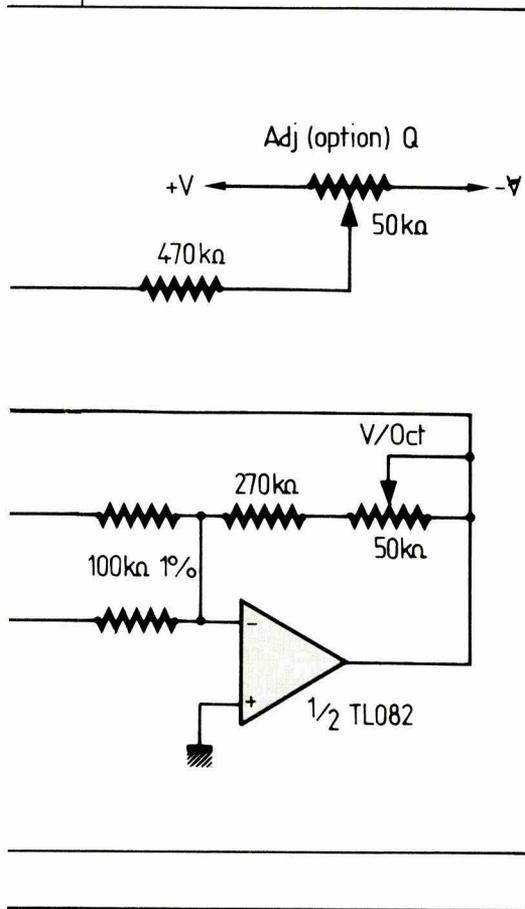


Fig. 7. - Principe de fonctionnement du VCA SSM 2020.

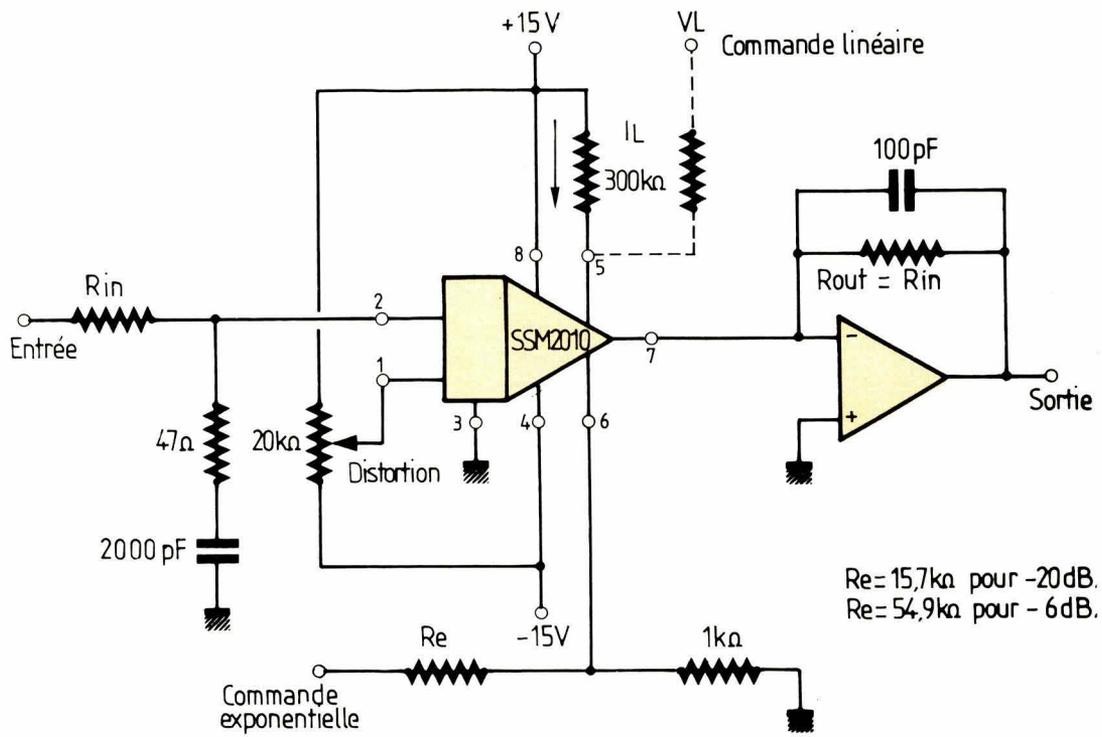


Fig. 8. – VCA réalisé avec un circuit SSM 2010.

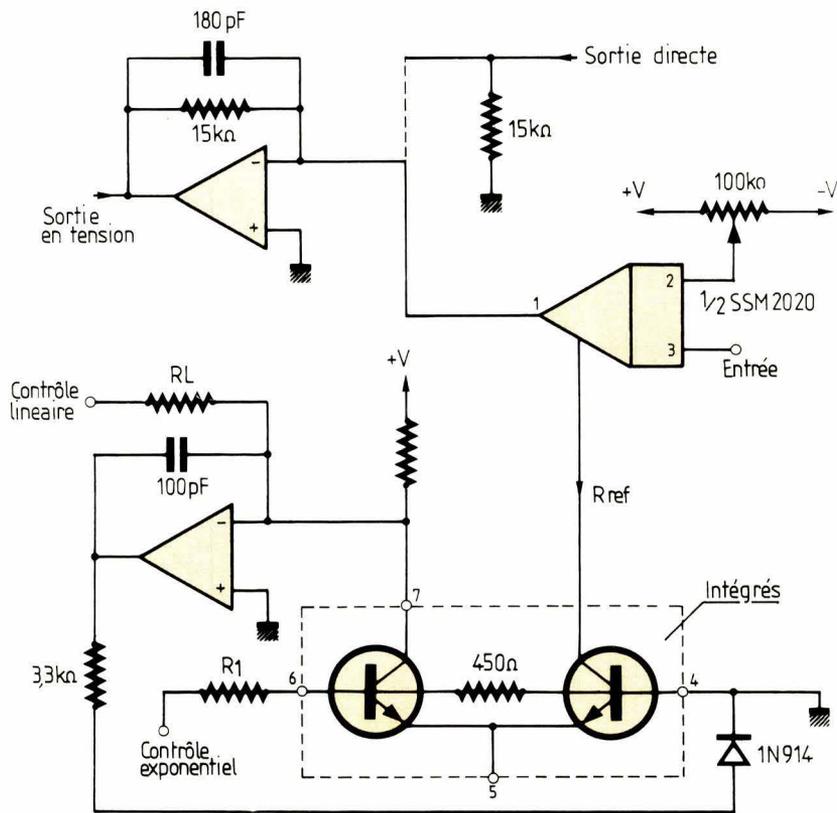


Fig. 9. – VCA amélioré avec circuit SSM 2020.

Technologie

Le silicium amorphe : des applications d'avenir

(deuxième partie)

Le silicium polycristallin est un matériau de base inégalé pour de nombreux composants électroniques, il est cependant beaucoup trop onéreux pour entrer dans la fabrication de cellules solaires photovoltaïques et constituer une source d'énergie importante. Les recherches s'orientent à l'heure actuelle vers le silicium amorphe, qui pourrait ramener le prix des cellules de 50 à moins d'un dollar le watt. D'autres applications sont possibles, en imagerie par exemple...

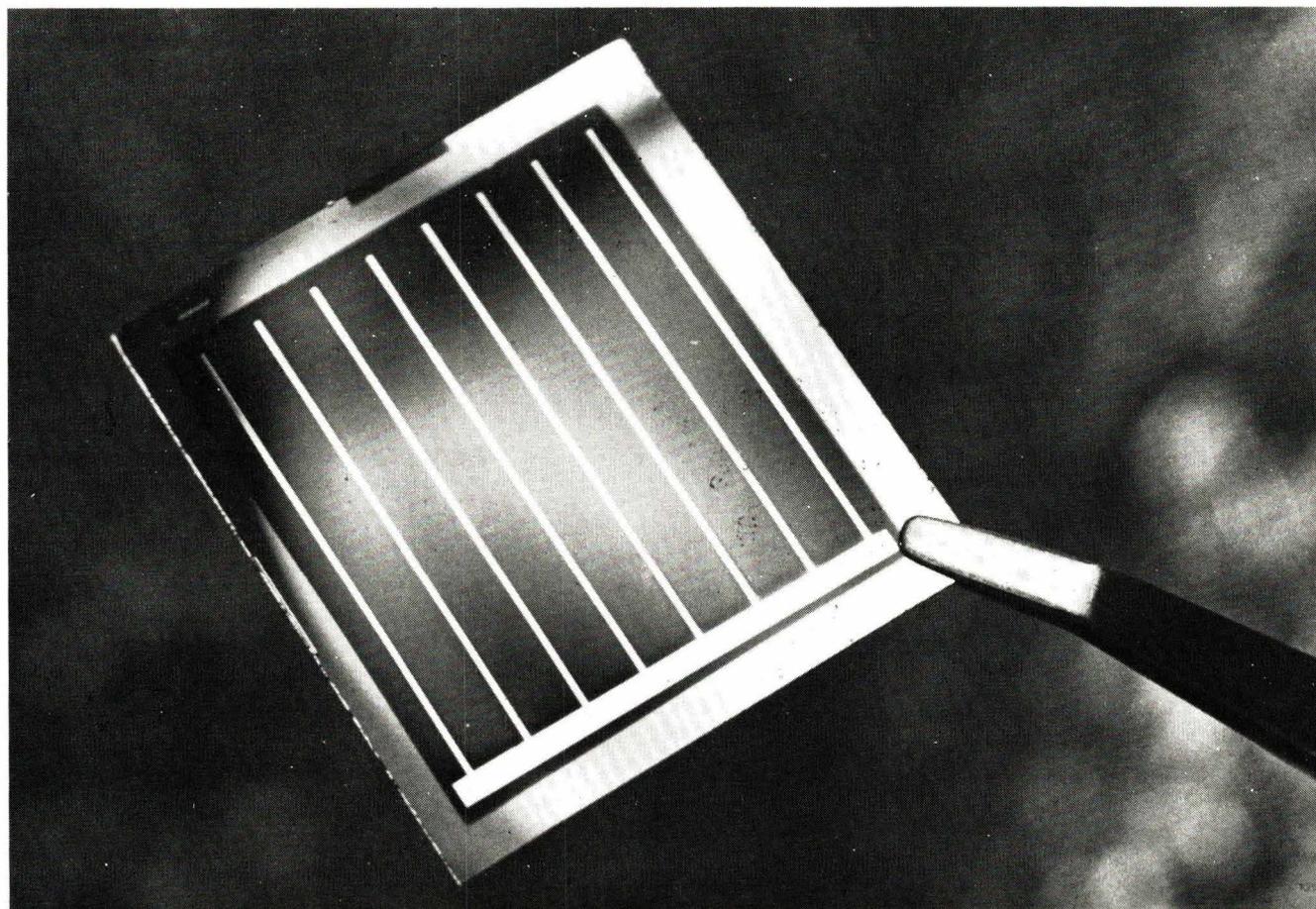
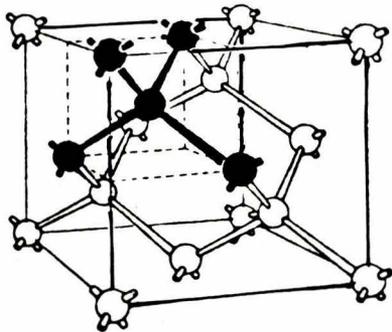


Photo 1. – Grâce au procédé expérimental de décomposition par effluve, les couches de silicium sont tellement fines ($1 \mu\text{m}$) que dans une cellule solaire, le coût du semiconducteur proprement dit est désormais inférieur à celui du support. (Doc. Siemens.)



Ce diagramme rappelle l'organisation du silicium polycristallin.

Cellules photovoltaïques au silicium amorphe

Parmi les solutions envisagées, une des plus prometteuses dans un avenir très proche est, sans conteste possible, l'utilisation de photopiles reproductibles sur de grandes dimensions, en couches minces, et par des méthodes peu coûteuses en énergie. Le silicium amorphe hydrogéné répond résolument à ces critères :

- a-Si : H est un excellent photoconducteur, compatible avec le spectre solaire,
- a-Si : H absorbe la quasi totalité du spectre solaire sur une épaisseur inférieure au micron et est donc utilisable en couches minces,
- a-Si : H est reproductible en couches minces, homogènes sur de gran-

des dimensions et, qui plus est, par des méthodes faciles d'emploi et particulièrement peu coûteuses en énergie.

Structure d'une cellule au silicium amorphe hydrogéné

La figure 15 présente quelques structures type qui peuvent être utilisées dans une production industrielle. Sur les structures a et b, p i n représentent des zones semi-conductrices

(a-Si : H) dopées P, non dopées et dopées N respectivement ; ITO (In_2O_3 ; Sn ou Indium Tin Oxyde) est un film anti-rélecteur, et S.S. désigne le substrat métallique (en l'occurrence de l'acier inoxydable) qui assure aussi le rôle de contact électrique arrière. Sur la structure à barrière Schottky de la figure 15c, Pt désigne un contact en platine.

Une structure du type de la figure 15a est obtenue en déposant

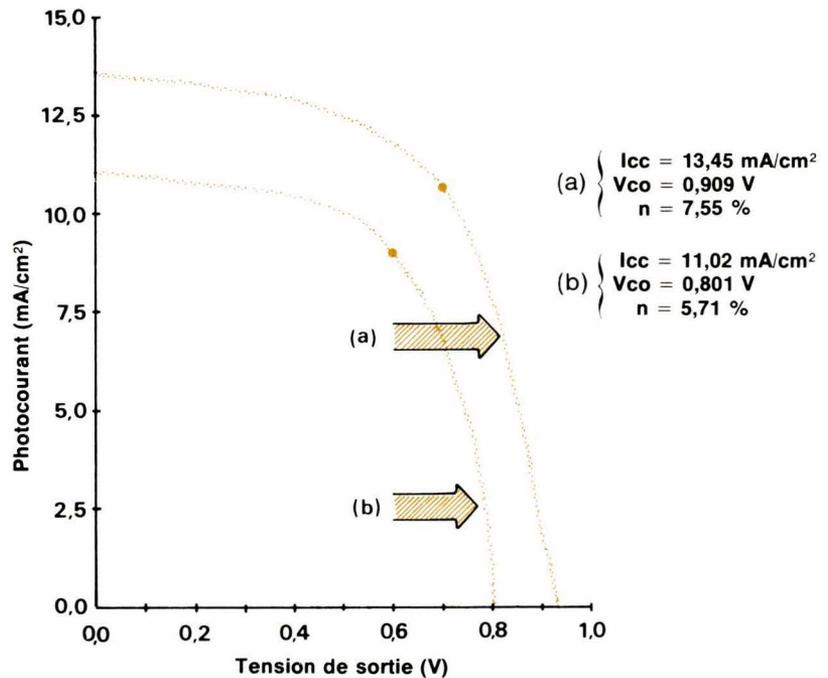


Fig. 16. - Performances photovoltaïques comparées de cellules Verre / SnO_2 / pin / Al avec : (a) p = p a-SiC:H (surface active : 3,3 mm²) ; (b) p = p a-Si:H (surface active : 3,3 mm²).

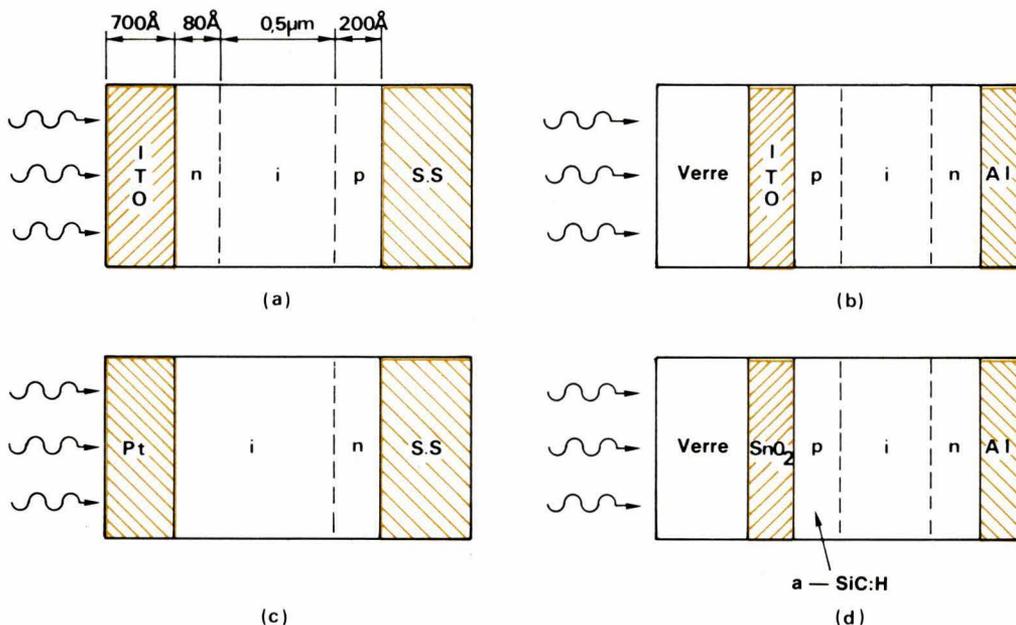


Fig. 15. - Structure de cellules photovoltaïques au silicium amorphe hydrogéné. - (a) : ITO / nip / S.S. ; (b) : Verre / ITO / pin / Al ; (c) : Pt / in / S.S. ; (d) : Verre / SnO_2 / p a-SiC:H in a-Si:H / Al.

une couche de 200 Å de a-Si : H par « Glow discharge » dans un mélange silane-borane (1 %). On dépose ensuite une couche intrinsèque de 0,5 µm d'épaisseur, toujours par « Glow discharge », puis une couche dopée phosphore de quelques dizaines d'Å d'épaisseur. On dépose alors un film antirélecteur ITO de 700 Å qui assure de plus le rôle de contact électrique avant : la cellule a alors une épaisseur inférieure au micron (substrat exclus) et mérite pleinement l'appellation de composant en couches minces.

La structure originale de la figure 15d a été récemment développée (ref. [13]) : elle substitue une couche mince de carbure de silicium amorphe hydrogéné, noté a-SiC : H, dopée P à la couche usuelle de a-Si : H. Cette couche, de 100 Å d'épaisseur, est simplement obtenue par « Glow discharge » dans un mélange silane (80 %) et méthane - CH₄ - (20 %) contenant une petite proportion de borane. Le matériau semi-conducteur amorphe ainsi obtenu a un « gap » un peu plus large que a-Si : H et son utilisation dans la couche dopée P permet de limiter l'absorption optique inefficace dans P a-Si : H : les photons incidents sont alors davantage introduits dans la zone i où ils génèrent des paires électron-trou utiles à l'effet photovoltaïque. La figure 16 (ref. [12]b) montre l'amélioration apportée par cette variante dans la caractéristique [J, V].

Nous pouvons aussi mentionner l'emploi des matériaux amorphes a-Si : H : F (silicium amorphe hydrogéné et fluoré) et a-SiGe : H (alliage silicium-germanium amorphe hydrogéné), obtenus par « Glow discharge »

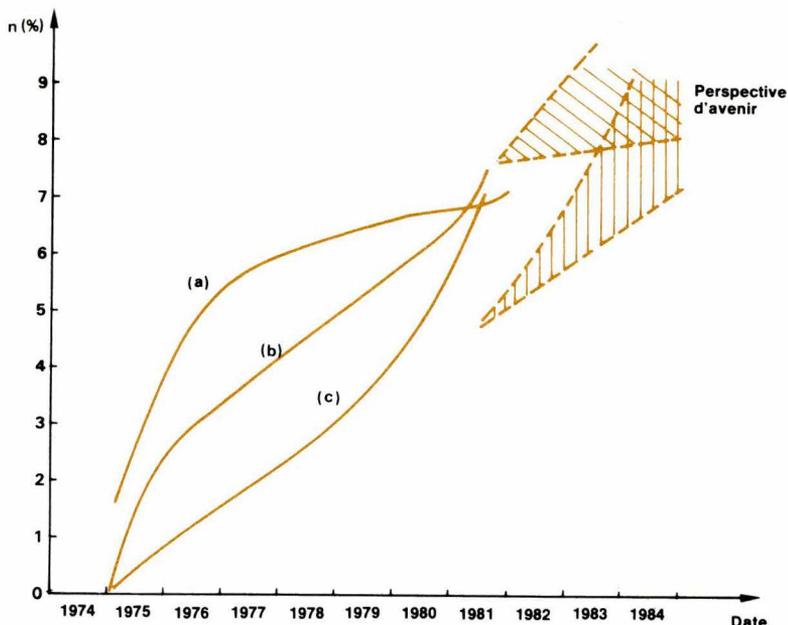


Fig. 17. - Evolution chronologique des performances photovoltaïques des cellules au silicium amorphe : (a) : structure à barrière Schottky ; (b) : structure « pin » de petites surfaces ; (c) : structure « pin » de grandes surfaces.

dans des mélanges SiF₄ + H₂ et SiH₄ + GeH₄ respectivement.

Performances actuelles

Les processus photovoltaïques dans un semi-conducteur amorphe se distinguent de ceux régissant le fonctionnement d'une cellule cristalline par la présence d'états d'énergie localisés dans le « gap » : toutefois, les caractéristiques électriques d'une cellule utilisant un tel matériau sont définies ici aussi par la donnée des grandeurs I_{cc}, V_{co}, f et η et par le tracé de la caractéristique [I, V] (fig. 16). Le tableau 1 résume les meilleures performances publiées à ce jour, obtenues avec les structures décrites précédem-

ment et dans des conditions de caractérisation identiques (même simulation d'ensoleillement). Le meilleur rendement obtenu à ce jour sur une petite cellule de laboratoire est certes nettement inférieur aux meilleures performances du silicium cristallin (près de 20 %), mais il doit être considéré comme extrêmement encourageant, comme l'atteste l'évolution chronologique rapide des performances rapportées sur la figure 17 : le rendement d'une cellule ITO/pin a-Si : H de laboratoire n'était que de 2,5 % à la fin de l'année 1975 et les auteurs de la référence [13] annoncent plus de 8 % pour leur cellule avec l'emploi d'un film antirélecteur adéquat.

Tableau 1. - Performances photovoltaïques des cellules au silicium amorphe hydrogéné.

Structure	V _{oc} (mV)	J _{cc} (mA/cm ²)	f (%)	η (%)	Surface (cm ²)	Origine	Date
pin a-Si : H	800	13,5	60	6,4	-	Dundee Uni.	05/81
ITO/nip/SS	875	13,0	62	6,91	0,04	Sanyo	03/81
ITO/nip/SS	880	11,2	65,9	6,47	1,2	Fuji Elec.	03/81
Verre/ITO/pin/Al	827	11,76	56,9	5,53	1,0	Tokyo Ins. Te	03/81
Pt/in/SS	830	12,00	58,0	5,50	-	-	-
SnO ₂ /p a-SiC : H/in a-Si : H	909	13,45	61,7	7,55	0,033	Osaka.Univ.	05/81
SnO ₂ /p a-SiC : H/in a-Si : H	866	12,95	60,5	6,78	1,0	Osaka. Univ.	04/81
AuPd/NbO/in a-Si : H : F/Mo	880	13,1	57	6,6	0,73	ECD	05/81

Industrialisation
de cellules photovoltaïques

L'industrialisation de cellules solaires au a-Si : H a été annoncée par les auteurs de la référence [12a] au cours de la 9^e conférence internationale sur les semi-conducteurs amorphes et liquides qui a eu lieu à Grenoble en juillet 1981. Le processus de fabrication en grande série est schématisé sur la **figure 18** : les couches *P*, intrinsèques et *N* sont déposées successivement dans des enceintes « Glow discharge » séparées de façon à préserver les cellules de tout contact avec l'atmosphère en cours de fabrication, à mieux connaître le dopage, et à accroître la productivité par rapport à l'enceinte de laboratoire de la **figure 12**. La structure déposée est du type verre/ITO/pin/Al (**fig. 15b**), intégrée comme l'indique la **figure 19** de façon à générer une tension de sortie importante : les différentes cellules individuelles sont mises en série par les contacts Al-ITO. Les auteurs suggèrent que ces types de cellules soient utilisées dans des produits de consommation comme des minicalculatrices ou des montres, compte tenu de leur extrême sensibilité spectrale au spectre de lampes à fluorescence.

Un panneau solaire constitué par 20 modules intégrés de dimension 10 cm × 10 cm chacun a un rendement de 3 % environ. Les auteurs ont, en outre, un prototype d'habitation agrémenté de 513 panneaux du type précédent, le tout étant capable de générer 2 kW.

La viabilité économique de ces travaux est démontrée par la période d'amortissement *Y* de ces cellules dans l'état actuel de leur développement : *Y* se situe ici entre 2 ans et moins d'un an suivant la quantité produite, soit typiquement 10 fois moins qu'avec les cellules cristallines pour un rendement pourtant 3 fois moindre !

Perspectives d'avenir

Pour une production annuelle de 10⁹ W avec un rendement de 8 %, les auteurs de la référence [12a] estiment le prix du watt-crête à 0,15 \$ américain (au Japon), contre près de 100 F actuellement en France avec le silicium cristallin. Les meilleurs rendements actuels approchent 8 % ; d'autre part, en utilisant les valeurs connues aujourd'hui des propriétés fondamentales de a-Si : H, le rendement théorique limite est évalué à 12 %-14 % selon les sources. Ces quelques chiffres, confortés par l'évo-

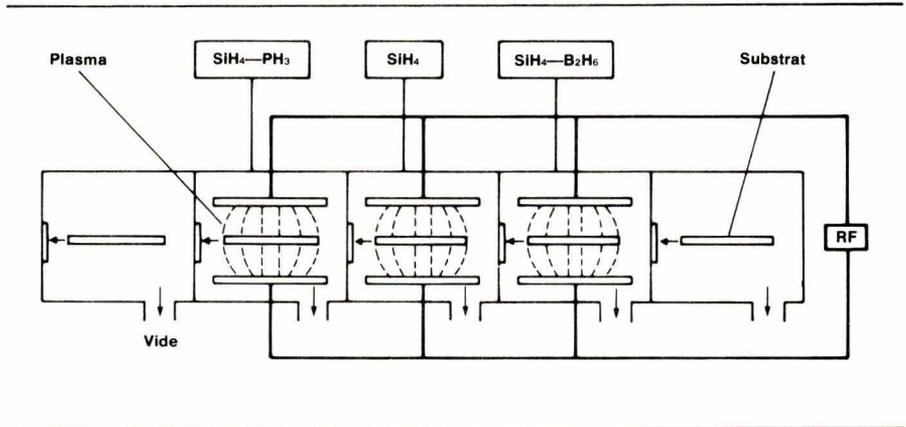


Fig. 18. – Enceintes « Glow discharge » séparées pour la fabrication industrielle de cellules photovoltaïques au silicium amorphe.

lution historique des performances des cellules a-Si : H (**fig. 17**) et par l'immense effort fourni dans le monde entier pour accroître les connaissances sur a-Si : H, améliorer ses modes de production, élaborer des matériaux voisins (a-SiC : H, a-Si : H : F, a-SiGe : H...) et optimiser les paramètres d'une cellule, indiquent clairement que ce matériau constitue une très sérieuse solution au problème de l'utilisation massive de l'énergie solaire.

Transistor à effet de champ en silicium amorphe hydrogéné

Applications

La technique de « Glow discharge » présente l'immense intérêt de pouvoir déposer des couches minces de différents matériaux, uniquement en changeant la composition du gaz dans l'enceinte. Cette façon de procéder trouve son emploi dans la production de cellules photovoltaïques comme on l'a vu, mais aussi de transistors à effet de champ en couches minces – notés TFFET (« Thin Film Field Effect Transistor ») dans la suite – constitués par une grille isolante en nitride de silicium amorphe (a-Si₃N₄) et un canal actif en silicium amorphe hydrogéné.

Fabrication et performances statiques du composant individuel

La **figure 20** montre une coupe d'un TFFET destiné à être utilisé dans une matrice d'affichage par cristaux liquides (paragraphe suivant). On peut d'ores et déjà mentionner un point intéressant et important : le processus de fabrication du TFFET de la **figure 20** utilise les techniques de photolithographie usuelles de la technologie des semi-conducteurs (voir

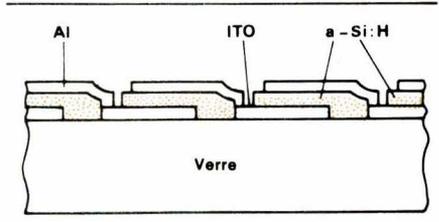


Fig. 19. – Structure intégrée de cellules photovoltaïques au silicium amorphe : les cellules individuelles ont été mises en série par les contacts ITO-Al.

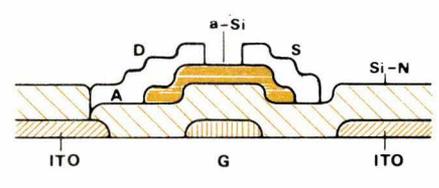


Fig. 20. – Structure intégrée du TFFET en a-Si:H (vue en coupe).

par exemple l'article de *P. Porta* dans les n^o 22 et n^o 24 de la revue) dont la résolution n'est aucunement limitée ici par la structure amorphe des matériaux (ref. [12]d). Les diverses étapes de la fabrication consistent à déposer et graver successivement sur un substrat de verre :

- une couche d'ITO (film transparent conducteur déjà utilisé dans les photopiles) qui trouvera sa justification dans le paragraphe suivant,
- une couche de chrome de 60 μm de large pour la grille du TFFET,
- une couche de a-Si₃N₄ et une couche de a-Si : H (intrinsèque) de 0,5 μm d'épaisseur obtenues par « Glow discharge »,
- une couche d'aluminium pour les contacts de drain (D) et source (S).

Les **figures 21a** et **21b** montrent les caractéristiques de transfert et de

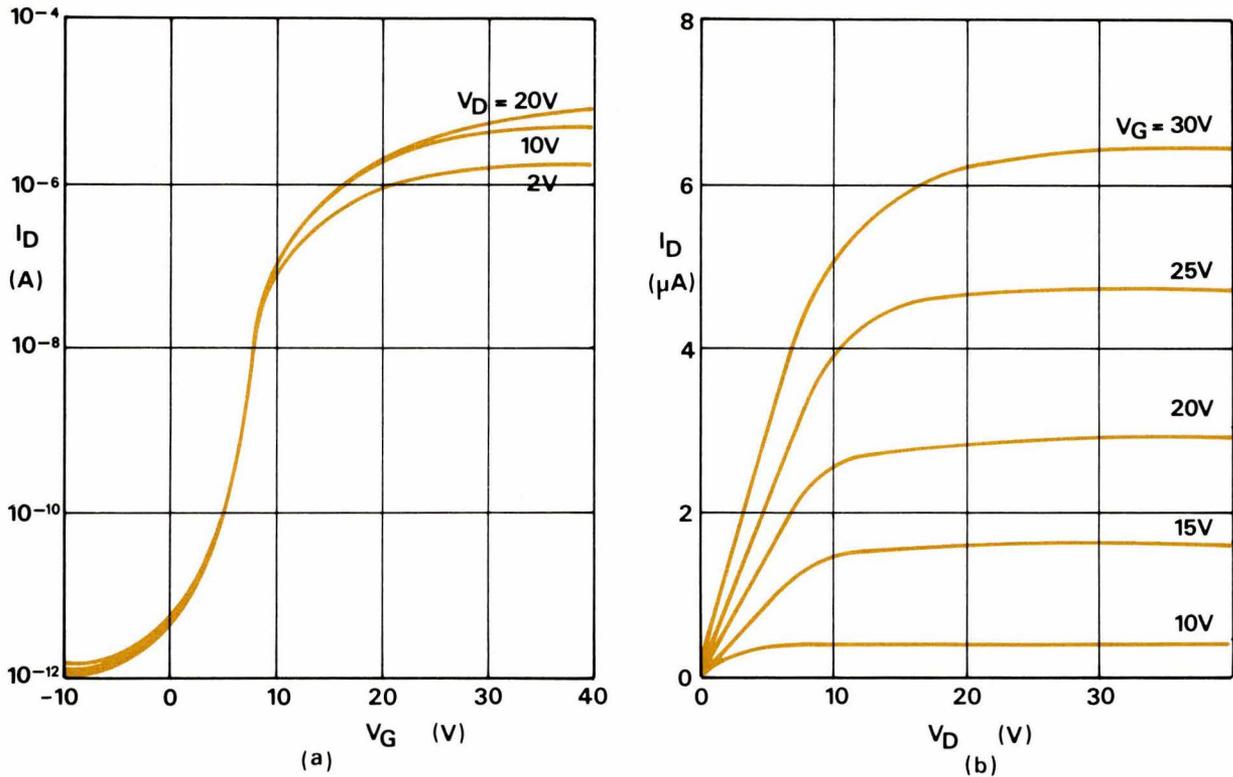


Fig. 21. – Caractéristiques du TFTET en silicium amorphe hydrogéné. (a) : caractéristiques de transfert ; (b) : caractéristiques de sortie.

sortie respectivement pour un composant doté d'un canal de $40 \mu m$ de long et $500 \mu m$ de large (ref. [12] et [14]). On voit qu'avec $V_G = +15 V$ sur la grille, un courant de drain I_D supérieur au μA est obtenu en appliquant une tension de drain inférieure à $5 V$, alors que pour $V_G = 0 V$, I_D est inférieur à $10^{-11} A$: cette importante montée en courant est due à une accumulation d'électrons à l'interface isolant/semi-conducteur qui produit un courant entre S et D. Les caractéristiques de sortie montrent que le courant drain tend vers sa valeur à saturation pour des tensions de drain comprises entre $10 V$ et $15 V$. Le TFTET décrit ici est donc compatible avec les voltages utilisés dans les circuits intégrés actuels.

Application aux matrices d'affichage par cristaux liquides

Les affichages par cristaux liquides sont potentiellement très intéressants pour des applications de grandes surfaces parce que ce sont des composants de faible consommation qui gardent une bonne visibilité dans une lumière ambiante intense. Toutefois, les difficultés rencontrées dans le multiplexage de matrices de grandes surfaces en ont limité l'utilisation. Par

contre, si un composant non linéaire comme un TFTET peut être associé à chaque élément de la matrice, on pourra en principe adresser de plus grandes dimensions : un TFTET « adressé » modifiera le plan de polarisation de l'élément de cristal liquide concerné et par conséquent la lumière transmise par celui-ci.

La figure 22 est une vue de dessus de la coupe de la figure 20 : le TFTET est connecté par le contact (repéré A) avec le drain D au carré d'ITO de $2 mm$ de côté qu'il doit commander.

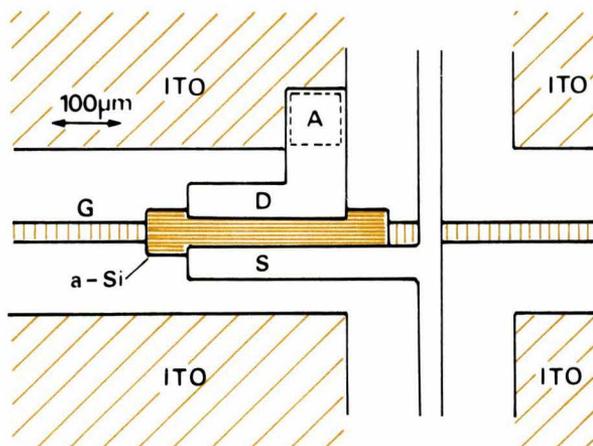


Fig. 22. – TFTET destiné à être utilisé dans une matrice d'affichage par cristaux liquides (vue de dessus).

Ce composant individuel s'insère alors dans le panneau d'affichage comme l'indique la **figure 23a** : les TFFET sont interconnectés par l'intermédiaire des bus X et Y qui portent respectivement les contacts de grilles G_i et sources S_j , les contacts drains D_{ij} de chaque TFFET étant connectés aux carrés d'ITO C_{ij} . La **figure 23b** montre que le matériau cristal liquide est pris en sandwich par le substrat de verre qui porte les TFFET et les carrés C_{ij} d'une part, et un film uniforme d'ITO mis à la masse d'autre part : l'élément

de cristal liquide compris entre C_{ij} et ce film d'ITO se comporte électriquement comme une capacité $C_{C.L.}$ en parallèle avec une résistance de fuite $R_{C.L.}$. On a alors le schéma électrique équivalent à l'élément (i, j) représenté **figure 23c**. Le mode d'adressage le plus simple et le plus usité pour une telle matrice X-Y consiste à envoyer une impulsion V_G de durée t_G au i^{e} bus de grilles G_i , tous les autres bus G_k ($k \neq i$) étant à la masse. L'information concernant la i^{e} ligne est envoyée simultanément sur toutes les sources S_j

sous la forme d'une impulsion V_S de durée $t_S = t_G$ (synchronisée avec l'impulsion V_G) pour les éléments C_{ij} devant « être allumés », et d'un potentiel nul pour ceux devant être « éteints ». A la fin de l'impulsion de grille de durée t_G , celle-ci est transférée à la $(i + 1)^{\text{e}}$ ligne et l'information concernant cette ligne apparaît sous la forme d'une impulsion $-V_S$ pour les éléments concernés, de façon à assurer une commande alternative du cristal liquide (une commande continue entraîne progressivement la dégrada-

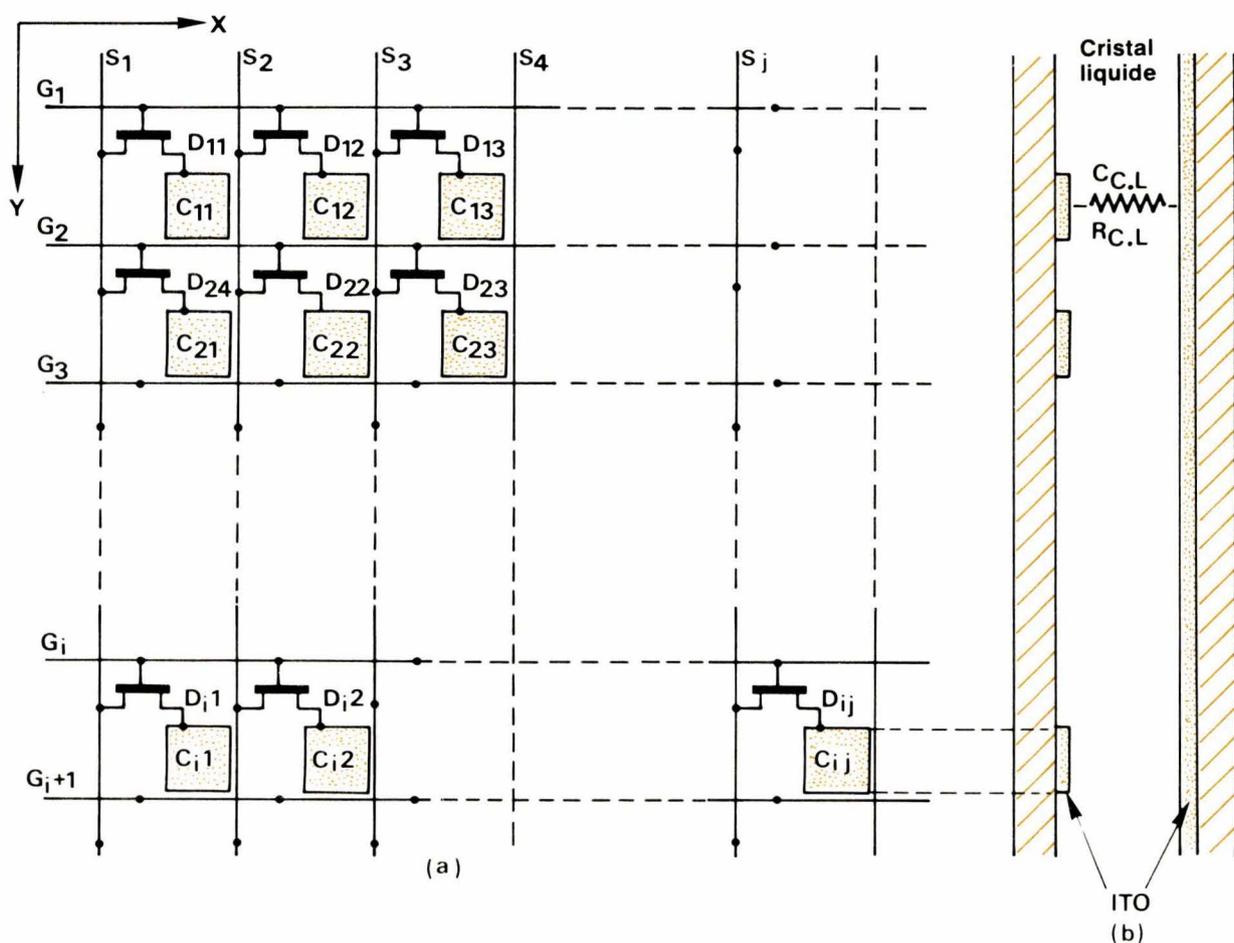


Fig. 23. – Matrice d'affichage par cristaux liquides. (a) : implantation des TFFET (a-Si:H) dans la matrice ; (b) : chaque élément actif de cristal liquide se comporte comme une capacité avec résistance de fuite ; (c) : schéma électrique équivalent de l'élément (i, j) .

tion du matériau). A la fin du balayage de durée t_F , l'impulsion V_G est transférée à la 1^{re} ligne. En première approximation, si on néglige $R_{C.L.}$, la charge et la décharge de la capacité $C_{C.L.}$ sont exponentielles, avec les constantes de temps :

$$\tau_{on} = R_{on} C_{C.L.} \text{ et } \tau_{off} = R_{off} C_{C.L.}$$

où R_{on} et R_{off} sont la résistance du canal du TFFET dans l'état « on » et « off » respectivement. Cette description simple du dispositif nous permet d'établir les conditions requises pour de bonnes performances dynamiques du mode d'adressage :

- $\tau_{on} < t_G$ pour pouvoir charger $C_{C.L.}$ pendant t_G ,
- $\tau_{off} > t_F$ pour qu'il n'y ait pas charge des éléments non sélectionnés et décharge des éléments sélectionnés entre 2 balayages,
- les capacités parasites, en particulier entre drain et source, doivent être petites devant $C_{C.L.}$: cette limitation ne se fera sentir que pour des panneaux de très haute résolution,
- le temps de transit du TFFET (temps de passage d'un état logique à l'autre) doit être petit devant t_G : cette limitation ne se fera sentir que pour des panneaux à très grande vitesse de balayage.

Les auteurs des références [12] d et [14] qui, rappelons-le, furent les premiers à rapporter que les propriétés de a-Si : H peuvent être efficacement contrôlées par dopage, ont montré qu'en réduisant la taille des carrés d'ITO et en modifiant la géométrie des TFFET pour optimiser leurs caractéristiques dynamiques, leur matrice peut comprendre plus de 1 000 lignes. Ces performances peuvent permettre la réalisation de matrices de grandes surfaces et de grandes reproductibilité, uniformité et stabilité compte tenu de l'état d'avancement actuel dans la technologie du silicium amorphe hydrogéné et des caractéristiques du TFFET utilisant ce matériau.

Silicium amorphe hydrogéné et circuits intégrés de base

La compatibilité des procédés photolithographiques usuels et de a-Si : H, ainsi que les caractéristiques du TFFET présentées ci-avant (R_{on} petite, R_{off} grande et croissance rapide du courant I_D de l'état off à l'état on pour des tensions inférieures à 15 V) suggèrent que ce composant soit utilisé dans des circuits intégrés de base (ref. [12] d).

Les figures 24a, 24b et 24c montrent respectivement une coupe, une vue de dessus et le schéma équivalent du circuit inverseur considéré ici. La conductivité de a-Si : H est augmentée par dopage pour assurer une valeur de la résistance de charge R_C compatible avec le courant de drain I_D de l'ordre de μA dans l'état on du TFFET et cela sur une surface « raisonnable ». Le contact de grille est en chrome, les électrodes D et S sont en aluminium et, comme on peut le remarquer sur la figure 24a, la couche dopée se prolonge sous les électrodes D et S pour augmenter leur qualité électrique. Le canal du TFFET est en a-Si : H intrinsèque et il a une longueur de 40 μm . La caractéristique de transfert de cet inverseur montre clairement l'inversion logique ; bien que cette caractéristique soit améliorée par une disposition en cascade de plusieurs inverseurs, leur fréquence d'utilisation est limitée à 2 kHz, cela à cause de la forte valeur de R_C (30 M Ω) requise pour un courant I_D de l'ordre du μA . Ces performances peuvent être considérablement améliorées en optimisant le TFFET pour une bonne vitesse de réponse (en réduisant considérablement la longueur du canal en particulier). Comme extension de ce circuit de base, les auteurs de la ref. [12] d ont réalisé des portes NAND, NOR et la bascule bistable de

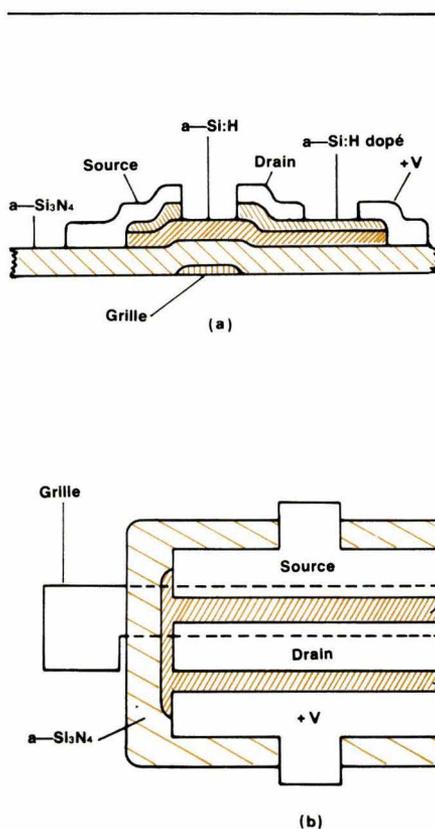


Fig. 24. - Circuit inverseur. (a) : vue en coupe de la structure ; (b) : vue de dessus ; (c) : schéma électrique équivalent.

la figure 25. Ces premières études avaient pour but de déterminer si ces circuits intégrés peuvent être utilisés pour commander une matrice à cristaux liquides et donc, en particulier, d'élaborer un registre à décalage pour adresser séquentiellement les bus de grilles de la matrice de TFFET. Ce registre à décalage est actuellement limité à des fréquences de l'ordre du kHz, alors qu'une fréquence de l'ordre de 20 kHz serait requise pour commander les grilles d'une matrice de cristaux liquides de 500 x 500 éléments. Cette fréquence peut être atteinte en modifiant la géométrie du TFFET individuel et surtout en optimisant les propriétés du matériau, c'est-à-dire le procédé « Glow discharge » lui-même, ce qui n'était pas dans l'optique de ces premières perspectives de laboratoire.

Photocristallisation du silicium amorphe

L'illumination d'un matériau amorphe par un faisceau laser pulsé provoque la cristallisation de ce matériau. Cette constatation expérimentale est connue depuis quelques temps déjà, elle est même utilisée parfois dans l'industrie électronique pour réarranger la structure de semi-conducteurs dopés

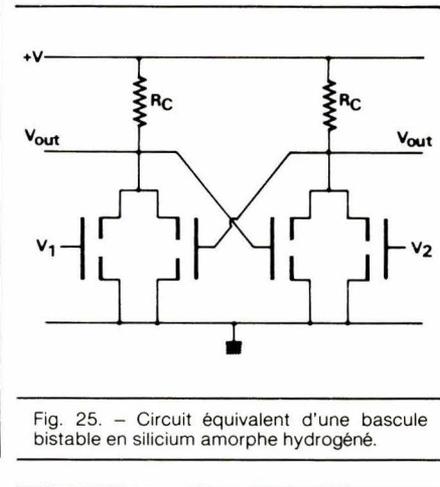


Fig. 25. - Circuit équivalent d'une bascule bistable en silicium amorphe hydrogéné.

par implantation ionique : le circuit laser permet d'éviter une trop grande exodiffusion du dopant imputable à un recuit thermique. Les mécanismes qui régissent ce qu'il est convenu d'appeler la « photocristallisation » sont toutefois assez mal connus, mais très étudiés dans de nombreux laboratoires, car cette photocristallisation semble devoir être très intéressante dans l'industrie microélectronique. Par cette méthode, il est en effet possible de graver une ligne cristalline de $1 \mu\text{m}$ de large dans un film de a-Si : H déposé par CVD ou « Glow discharge » sur un substrat vitreux, cela avec une résolution latérale sans égale. Ce procédé lithographique pourrait trouver son utilisation pour définir les circuits de connexions et les grilles de composants MOS directement sur la couche de a-Si : H sans passer par l'étape d'oxydation et de photorésistance. D'autre part, a-Si : H peut servir de photorésistance inorganique dans d'autres opérations de la fabrication de circuits intégrés : ([12] e).

Tubes lecteurs d'images Vidicon et silicium amorphe hydrogéné

Principe de fonctionnement

Le tube de prise de vues de télévision le plus utilisé aujourd'hui est le tube Vidicon ou ses dérivés, dont la structure est représentée sur la figure 26. La cible « C », constituée d'une couche photoconductrice d'épaisseur « a » voisine de $10 \mu\text{m}$ est déposée sur la face interne de la fenêtre d'entrée « F » préalablement recouverte d'une couche mince transparente et conductrice (anode A). En fonctionnement normal, la face interne est balayée par un faisceau électronique ($i = 1 \mu\text{A}$, diamètre $< 20 \mu\text{m}$) émis par la cathode thermoionique « K » et commandé et accéléré par les électrodes auxiliaires E_2 et E_1 respectivement. Le balayage suivant 2 directions orthogonales contenues dans le plan de la fenêtre (à une fréquence typique de 25 Hz) peut se faire par exemple par les bobines magnétiques auxiliaires « B ». Le circuit entre A et K est refermé à l'extérieur sur une charge « R » et une source de polarisation de tension V_p de l'ordre de 50 V. Un élément de surface dS de la cible « C » se comporte comme un condensateur plan de capacité $d\varphi = \epsilon dS/a$ et de conductance de fuite $dG = \sigma dS/a$ où ϵ , σ sont respectivement la constante diélectrique absolue et la conductivité électrique de la cible. Cette capacité a

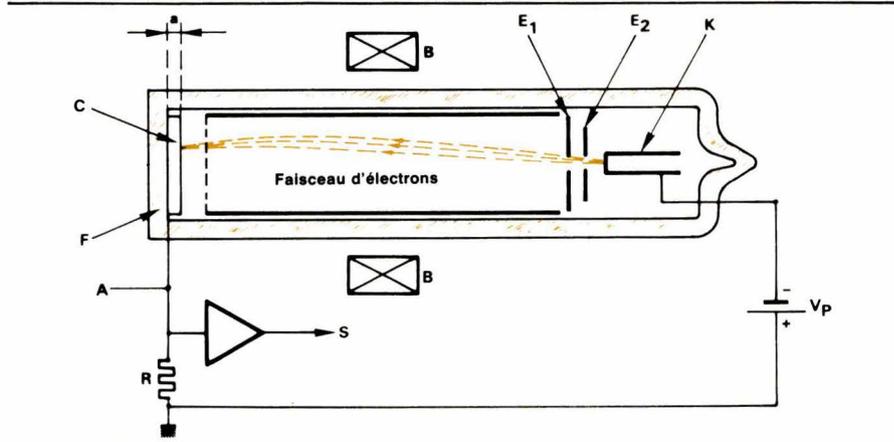


Fig. 26. — Principe de fonctionnement d'un tube de prise de vues Vidicon. Voir texte : la charge de la couche photoconductrice C est restituée point par point par le balayage du faisceau d'électrons, le courant de recharge est observé dans la résistance R : il est d'autant plus important que la décharge de la zone balayée a été accrue par effet photoconducteur. La sortie S traduit alors de façon séquentielle l'éclairage ponctuel de la cible.

une constante de temps de décharge spontanée $\tau = d\varphi/dG = \epsilon/\sigma$, grande dans l'obscurité, de sorte que le courant d'obscurité est très inférieur à l'intensité du faisceau d'électrons. Entre 2 balayages successifs, dS perd une certaine charge électrique qui est rétablie point par point par le faisceau d'électrons : c'est ce courant de recharge que l'on observe dans la charge « R ». Lorsque le faisceau balaye une région éclairée dont la conductivité est accrue par effet photoconducteur et dont la décharge est alors plus profonde, le courant de recharge dans « R » est plus important. Ainsi, le courant dans « R » traduit de façon séquentielle l'éclairage ponctuel de la cible « C » : un codage électronique du balayage assure de façon précise la conversion espace-temps pour le traitement de l'image lue sur le tube.

Les tubes Vidicon sont caractérisés par leur sensibilité spectrale, leur résolution, leur courant d'obscurité, leur stabilité avec la température, leur caractéristique de transfert γ définie par le rapport de l'éclairage au courant de signal.

Matériaux classiques et performances

Les tubes Vidicon ou dérivés se distinguent par la nature de leur cible « C ».

Les tubes classiques utilisent une cible Sb_2S_3 (trisulfure d'antimoine) ou de Se (sélénium) dont la sensibilité spectrale est très voisine de celle de l'œil humain. Les Vidicons à cible de silicium, ou Sivicon, ont leur cible constituée d'une multitude de petites diodes au c-Si, ce qui réduit leur résolution. La cible des Vidicons à hétérojonction est obtenue par une jonction

métal-isolant et celle des Plumbicons est en oxyde de plomb (PbO).

Le tableau 2 résume les performances de ces différents tubes.

Cibles Vidicon en a-Si : H

La cible d'un tube Vidicon utilisant a-Si : H est représentée figure 27. Sur un substrat de verre, on dépose successivement une couche mince de SnO_2 (dioxyde d'étain) ou de ITO pour l'anode, puis une couche de a-Si : H de $2 \mu\text{m}$ d'épaisseur par pulvérisation cathodique réactive (ref. [16]) ou par « Glow discharge » de silane (ref. [15]), puis une couche de $\text{a-Sb}_2\text{S}_3$ de 1000 \AA d'épaisseur. Outre son rôle d'anode, la couche transparente de ITO ou de SnO_2 évite l'injection de trous dans la couche photoconductrice de a-Si : H. De même, la couche de trisulfure d'antimoine amorphe ($\text{a-Sb}_2\text{S}_3$ appartient à une classe de semi-conducteurs amorphes nommés « verres de chalcogénures ») bloque l'injection d'électrons dans la couche active. Notons à ce propos que n'importe quel autre verre de chalcogénure (sauf le sélénium amorphe) pourrait convenir, et que l'emploi de cette couche n'est pas indispensable si a-Si : H est déposé par « Glow discharge » (ref. [15]).

L'utilisation de a-Si : H dans les tubes lecteurs d'image Vidicon doit pouvoir améliorer leurs performances comme suit (ref. [12] c, [15] et [16]) :

— la réponse spectrale du tube est très proche de celle de l'œil humain : elle couvre tout le domaine visible avec un maximum dans le jaune (vers 5500 \AA) et sans extension dans l'infrarouge : cette caractéristique est requise pour une adaptation aux caméras couleurs,

Tableau 2. – Performances comparées des différents tubes Vidicons.

Types de tube	Vidicons classiques	Sivicons	Vidicons à hétérojonction	Plumbicons
Sensibilité en : – lumière blanche – proche I. Rouge	faible faible	grande bonne	très grande moyenne	moyenne faible
Résolution	bonne	faible	bonne	moyenne
Courant d'obscurité	assez fort	moyen	moyen	très faible
Sensibilité à la température	oui	oui	oui	non
Persistence	assez forte	faible	moyenne	très faible
Adaptation aux caméras couleurs	moyenne	faible	moyenne	excellente

- sa sensibilité dans le vert est double de celle des tubes classiques,
- absence de scintillement et de persistance, ce qui est très favorable à une adaptation aux caméras couleurs devant filmer des scènes rapides,
- le tube est insensible à la température pour des températures inférieures à 200 °C,
- là aussi, la technologie de a-Si : H est adaptée à une production de masse à prix remarquablement bas,
- la résolution du tube est excellente (plus de 800 lignes TV).

Prospectives dans le domaine de l'optique intégrée

La référence [17] rapporte les performances d'un modulateur de lumière intégré utilisant a-Si : H. La structure du modulateur est celle d'une capacité symétrique avec deux Schottky en or de chaque côté d'une couche mince (1 μm) de a-Si : H déposée par « Glow discharge » sur un substrat de saphir. Les performances de ce composant sont comparables à ceux utilisant des matériaux conventionnels (GaP, AsGa) et sont encourageants pour la réalisation de composants d'optique intégrée avec a-Si : H.

Conclusion

L'« Information » et l'« Energie » sont des champs d'activité d'une importance sans cesse croissante dans notre société technologique avancée. L'épuisement à plus ou moins long terme de certaines de nos ressources naturelles pose parallèlement le pro-

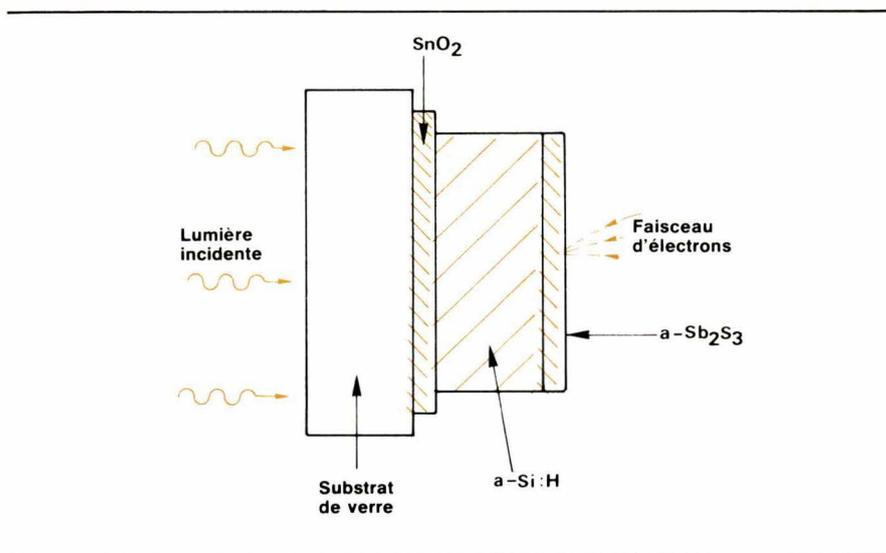


Fig. 27. – Structure de la cible d'un tube Vidicon avec a-Si:H. Le diamètre du tube est de 25 mm environ et l'épaisseur de la couche de a-Si:H de 2 μm.

blème urgent du renouvellement des matériaux. Parmi ces nouveaux matériaux, il est clair que les matériaux amorphes sont appelés à jouer un rôle d'avant-garde. En particulier, celui que nous avons présenté ici – le silicium amorphe hydrogéné – s'inscrit résolument sur la liste des « nouveaux matériaux pour l'énergie » (photopiles au rendement sans cesse croissant et aux procédés de fabrication particulièrement économes en énergie par rapport aux techniques classiques) mais aussi des « matériaux pour l'information » (tubes Vidicon ou matrices à cristaux liquides).

Les espoirs fondés sur cette nouvelle classe de matériaux trouvent pleinement leur justification dans la possibilité de synthétiser, sur un substrat de nature quelconque, des matériaux stables qui combinent de nombreux éléments de la classification

périodique dans une structure interdite par les symétries cristallines.

Si l'utilisation photovoltaïque du silicium amorphe hydrogéné n'en est plus au stade des prospectives de laboratoire, il n'en est pas de même de toutes ses utilisations possibles (les performances du TFFET restent insuffisantes par exemple). De très nets progrès ont été réalisés ces dernières années et d'autres sont attendus à court terme, en particulier en ce qui concerne les propriétés fondamentales de l'état amorphe qui restent encore mal connues, voire parfois totalement incomprises. Ces progrès dépendent d'une étroite collaboration entre les diverses parties concernées, à savoir celles qui œuvrent dans les domaines de la physique du solide, de la chimie et bien entendu de l'électronique.

S. Huant. Ingénieur E.N.S.I.E.G.

Bibliographie

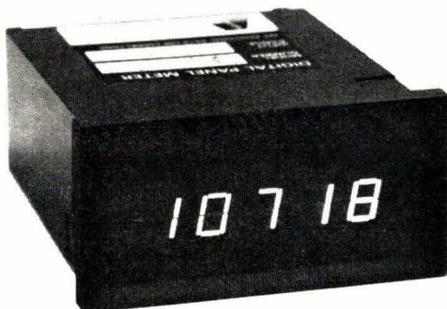
- [1] D.E. Polk : *Journal of non crystalline solids* 5, (1971), 365.
- [2] C. Kittel : Introduction à la physique de l'état solide. *Dunod université*, Paris (1971).
- [3] M.H. Cohen : *Physics Today*, May 1971.
- [4] N.F. Mott : *La recherche*, vol. 9, n° 93, octobre 1978, p. 846 ; *Journal of physics C : Solid state physics*, 13 (1980) 5433.
- [5] W.E. Spar, P.G. Lecomber : *Solid state communications* 17, 1193 (1975).
- [6] J.C. Bruyère, A. Deneuve, A. Mini, Fontenille, R. Danielou : *Journal of applied physics* 51(4), 2199 (1980).
- [7] E. Bustarret : Rapport D.E.A., C.N.R.S. Grenoble (1980), non publié ; thèse présentée à l'U.S.M. Grenoble (mars 1982).
- [8] E. Bustarret, B. Ranchoux, H. Hamdi, A. Deneuve, S. Huant, P. Depelseinaire : rapport soumis pour publication dans le compte rendu de la 16^e conférence internationale sur les semi-conducteurs – Montpellier – Septembre 1982.
- [9] S. Huant, J.-P. Mignot, E. Bustarret, A. Deneuve, L.-C. Brunel, J.-C. Bruyère rapport soumis pour publication dans le « *Journal de physique-lettres* ».
- [10] S. Veprék : *Journal of physics C : Solid state physics*, 14 (1981), 295.
- [11] R.N. Hall : *Solid state electronics*, Vol. 24, p. 596-616 (1981).
- [12] Proceedings of the ninth international conference of amorphous and liquid semiconductors. Grenoble. Juillet 1981. – *Journal de physique* Tome 42. Colloque C-4, supplément au n° 10, octobre 1981 (publié par les « Editions de Physique »).
- a) Y. Kuwano, M. Ohnishi, p. 1155 ;
b) Y. Hamakawa, p. 1131 ;
c) I. Shimizu, S. Oda, K. Saito, H. Tomita, E. Inoue, p. 1123 ;
- d) P.G. Lecomber, A.J. Snell, K.D. Mackenzie, W.E. Spear, p. 423 ;
e) M. Janai, p. 1105.
- [13] Y. Tawada, H. Okamoto, Y. Hamakawa : *Applied Physics Letters* 39 (3), 1. August 1981, p. 237.
- [14] A.J. Snell, K.D. Mackenzie, W.E. Spear, P.G. Lecomber, A.J. Hughes : *Applied Physics* 24, 357-362 (1981).
- [15] I. Shimizu, S. Oda, K. Saito, E. Inoue : *Journal of applied physics* 51 (12), December 1980, p. 6422.
- [16] Y. Imamura, S. Ataka, Y. Takasaki, C. Kusano, T. Hirai, E. Maruyama : *Applied Physics Letters* 35(4), 15 August 1979, p. 349.
- [17] R.J. Phelan, Jr., D.R. Larson, P.E. Werner : *Applied Physics Letters* 38(8), 15 April 1981, p. 596.

Les figures 20, 21, 22, et 24 de cet article sont reproduites à partir d'originaux se trouvant dans la référence [12].d, avec l'aimable autorisation des « Editions de Physique » à qui l'auteur adresse ses remerciements.

KONTRON

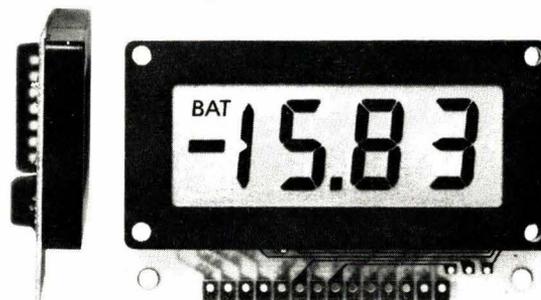
VOLTMETRES TRES ECONOMIQUES LCD ET LED

20000 points



2 formats
Alim. 5 V = et/ou 110/220 V ~

2000 points OEM



200 mV - PE
Faible encombrement : 60 x 30 x 15 mm
Alim. 7 - 12 V/10 mW
Prix par 1000 pièces : 205 F HT*

* Prix juin 1982

KONTRON ÉLECTRONIQUE

B.P. 99
6, rue des Frères Caudron
78140 Vélizy Villacoublay
Tél. : (3) 946.97.22
Télex : 695673

SERVICE-LECTEURS N° 217

COMPOSANTS ACTIFS

FG
EUROLOG


EUROTECHNIQUE

FAIRCHILD
A Schlumberger Company

GTE
Microcircuits


HARRIS
SEMICONDUCTOR
PRODUCTS DIVISION


**HEWLETT
PACKARD**

ITT
semiconducteurs


MHS
MATRA-HARRIS SEMICONDUCTEURS

RCA Solid
State


Siliconix

SPI
SEMI PROCESSES INC.


TEXAS INSTRUMENTS


zilog

COMPOSANTS PASSIFS ET DIVERS


ANACONDA

ancom

CABELTEL
THOMSON CSF


CROUZET


DALE

Honeywell
DIVISION MICRO SWITCH

HIS
elektrotechnik


Magnet AG


M-tron

SPRAGUE
THE MARK OF RELIABILITY


**SUPERIOR
ELECTRIC**

T&B/Ansley

**T&B/Thomas
& Betts**

**UMD
AMPHENOL**

almex



TEK 2215 **10640^F h.t.***

TEK 2213 **8490^F h.t.***

Siquier Courcelle et associés

Pour 8490^F h.t., emportez un 60 "Mégas" Tektronix. Haute technologie comprise.

Légèreté, fiabilité et simplicité d'utilisation.

Les Tektronix 2213 et 2215 ne pèsent que 7,6 kg avec leurs accessoires : de vrais portables! Leur vitesse de balayage atteint 5 ns avec réglages automatiques de la luminosité et de la focalisation : de vrais professionnels! Autre performance spectaculaire de ces oscilloscopes : leur prix. Les 2213 et 2215 sont actuellement en stock. Interrogez-nous le plus vite possible.

POUR EN SAVOIR DAVANTAGE,
APPELEZ DOMINIQUE AU (6) 907 78.27 POSTE 2213,
OU RENVOYEZ-NOUS CE COUPON.

Nom _____

Fonction _____

Société _____

Adresse _____

Tél. _____

souhaite recevoir une information complète sur le 2213
(simple base de temps) et le 2215 (double base de temps).

EA

*Prix hors taxe deux sondes comprises. Tarif du 5.7.82, susceptible de modifications.

Tektronix - SPV Mesure
ZAC de Courtabœuf - Avenue du Canada
BP 13 - 91941 LES ULIS Cedex
Tél. : (6) 907.78.27. Télex : 690 332

SERVICE-LECTEURS N° 248

Tektronix®

SCHÉMATHEQUE

Régulateurs

« tension-courant » en circuits intégrés

Les régulateurs de tension et de courant en circuits intégrés sont maintenant bien connus. Voici quelques applications inédites, pouvant intéresser les concepteurs, centrées autour du LM 338.

Ce dernier composant, en effet, a été conçu avec un circuit limiteur particulièrement éprouvé, capable de fournir un courant élevé dans un court intervalle de temps. Avantage particulièrement appréciable dans des applications où des transitoires importants peuvent survenir : démarrage de moteurs, lampes à incandescence, condensateurs de filtrage d'une alimentation lors de la charge... par exemple. Le LM 338 est ainsi spécifié pour 5 A continus et 7 A durant 500 μ s.

Considérons par exemple une intensité à fournir de 5 A en régime normal. Supposons qu'une variation de courant due à la charge élève cette valeur à 7 A (illumination d'une lampe, démarrage d'un moteur). Dans un tel cas, un régulateur « première génération » décélèrera l'accroissement de courant et limitera aussitôt l'intensité. Il ne « laissera pas passer » l'appel de courant transitoire. Ou bien, toujours dans le même cas, il faudra choisir un régulateur spécifié à 7 A continus, ou bien il conviendra de brancher un condensateur de forte valeur en sortie du régulateur. Les deux solutions sont onéreuses.

On voit ici tout l'avantage d'un régulateur ajustable tel que le LM 338, qui permet de « passer » l'appel de courant pendant 0,5 ms.

De même, avec un tel composant, la protection contre les surcharges peut intervenir à de plus bas niveaux que ceux des régulateurs fixes ; enfin, la limitation thermique demeure efficace même si la borne « ajustage » est par inadvertance déconnectée du reste du montage.

Voici pour illustrer ce propos quelques applications-type de circuits régulateurs.

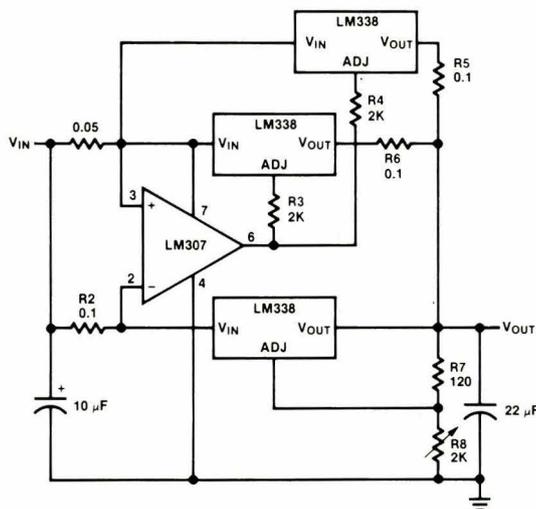


Fig. 1

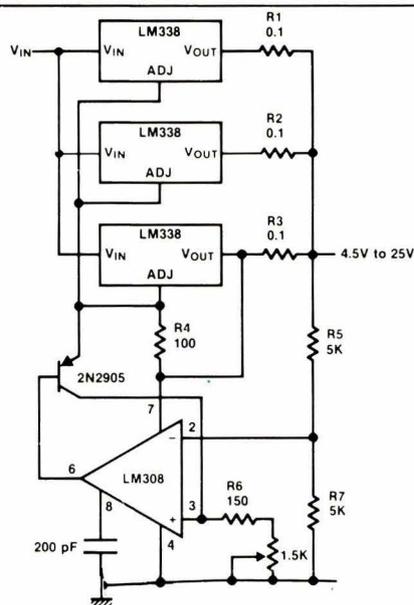


Fig. 2

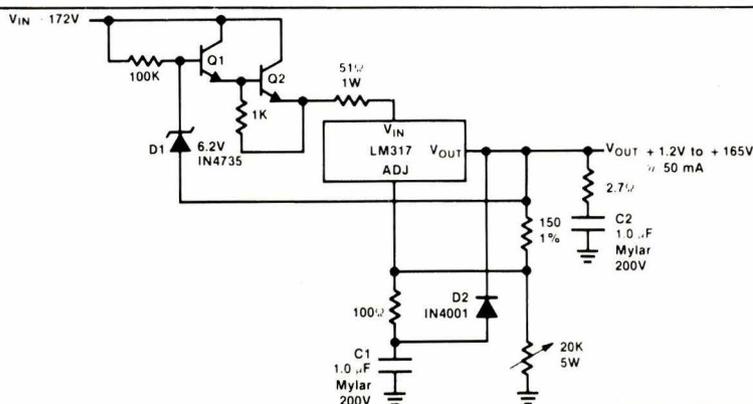


Fig. 3

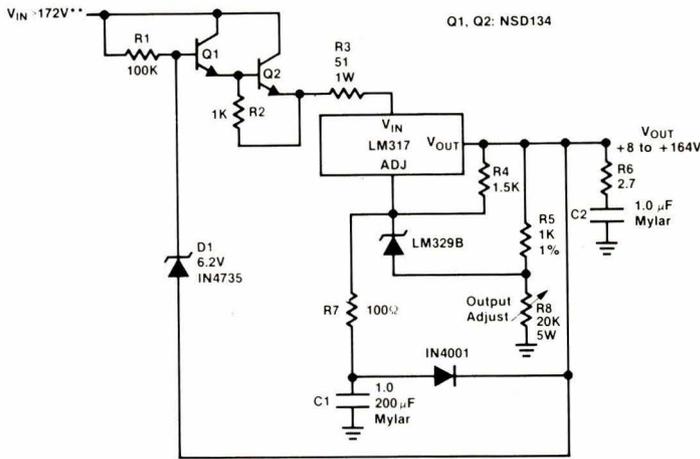


Fig. 4

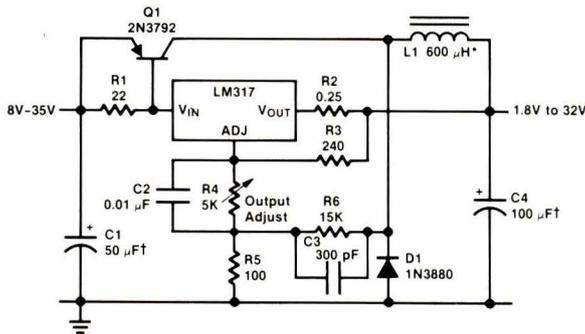


Fig. 5

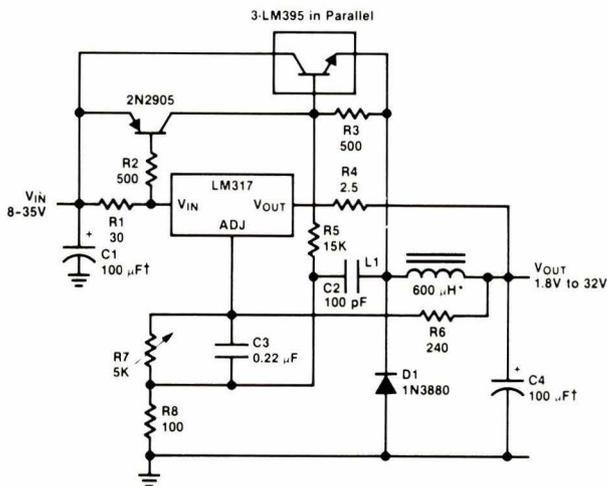


Fig. 6

Régulateurs fort courant

Les régulateurs ajustables peuvent être facilement mis en parallèle, moyennant quelques précautions, de façon à accroître l'intensité disponible. Dans le régulateur 15 A (fig. 1), l'ampli-op LM 307 force les LM 338 à

partager également le courant de sortie. Les résistances « ballast » des deux LM 338 du haut de la figure maintiennent leurs courants dans une limite de 1 A à pleine charge.

La figure 2 montre une approche similaire utilisant un LM 308. Cette configuration peut être étendue à des

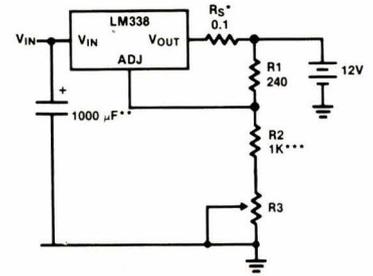


Fig. 7

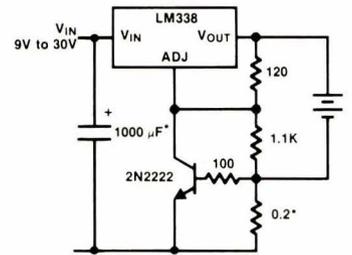


Fig. 8

circuits régulant 20 A, 25 A ou plus, en ajoutant d'autres LM 338 en parallèle.

Régulateurs haute tension

Le fonctionnement en mode flottant des régulateurs ajustables à trois broches se prête bien à la réalisation de circuits haute tension. Cependant, si l'entrée non régulée se trouve à un potentiel supérieur aux spécifications du régulateur intégré : 40 V pour le LM 317 et 60 V pour le LM 317 VH, il faut prendre des précautions si le montage doit être protégé contre les courts-circuits.

Le montage de la figure 3 utilise des transistors haute tension. Durant toute l'étendue de la tension de sortie, le LM 317 ne « voit » à ses bornes qu'une tension différentielle de 5 V. Les condensateurs C₁ et C₂ améliorent la réponse aux transitoires.

La figure 4 donne le schéma d'un régulateur haute tension de précision. Le courant de court-circuit est égal à 5 V/R₃.

Régulateurs à découpage

La configuration la plus simple est celle de la figure 5 (régulateur 3 A). Dans le schéma de la figure 6, prévu pour 4 A, les LM 395 assurent la protection contre les surcharges. Le rendement total varie de 65 à 85 %, selon la tension de sortie.

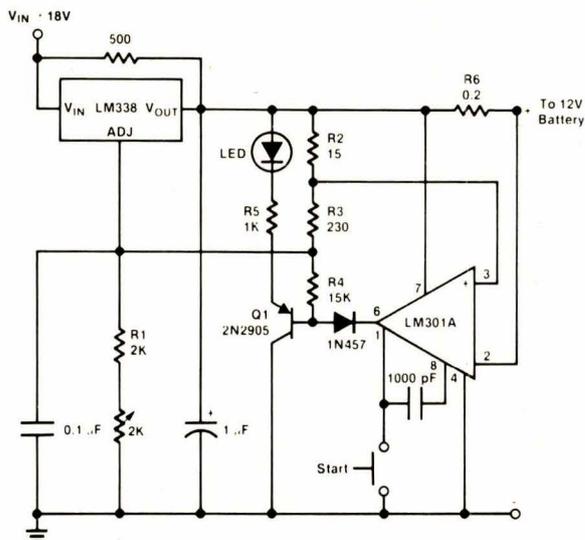


Fig. 9

Chargeurs de batterie

La durée de vie d'une batterie à électrolyte acide dépend de la tension (flottante) du chargeur, ce qui nécessite l'emploi de régulateurs ajustables.

Dans le schéma de base, figure 7, la résistance R_5 limite le courant de charge.

Le circuit de la figure 8 fonctionne en courant constant et se commute en flottant lorsque la batterie est chargée.

Le courant de charge étant ici d'allure logarithmique (asymptotique), le temps de charge de la batterie est plus long que dans le cas de la figure 7.

Le chargeur de la figure 9 est un peu plus complexe. La tension de sortie initiale est de 14,5 V pour permettre une charge rapide. Lorsque le courant de sortie s'abaisse à 150 mA, la tension s'établit à 12,5 V.

Application N.S.

Démodulateur FM large bande à miroir de courant

Le principe de ce démodulateur est fondé sur la relation entre la consommation (I_{DD} lorsque V_{DD} est fixe) et la fréquence de travail des circuits logiques C-MOS. C'est un « flip-flop » 4013 B qui a été utilisé ici car son rythme d'horloge interne est élevé et

étend ses possibilités vers les fréquences élevées : le démodulateur fonctionne correctement du continu jusqu'au-delà de 20 MHz. (fig. 10)

Le flip-flop est asservi par des transitions de niveaux logiques, et le courant résultant est converti en une tension de sortie par le miroir de courant et les composants associés.

Le miroir de courant garantit une interaction minimale entre la tension d'alimentation et le courant dans le flip-flop. L'unique résistance du montage a été choisie pour une fréquence d'entrée maximale (la sortie peut prendre toute valeur jusqu'à la tension d'alimentation, elle n'est limitée que par la consommation au repos du composant, et la tension de saturation V_{ce}).

Le condensateur agit en filtre passe-bas contre le bruit d'entrée. Les valeurs indiquées sur le schéma sont celles d'un démodulateur 10,7 MHz.

Wireless World, mai 1982.

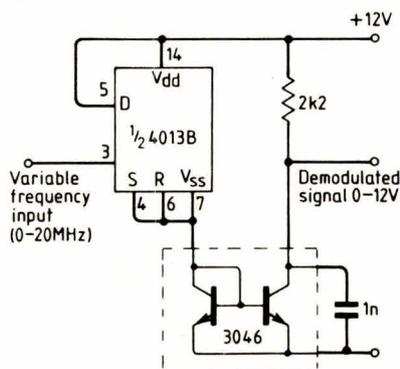


Fig. 10

BORDEAUX

au
RENDEZ-VOUS
des
TECHNOLOGIES
AVANCEES

Journées
de
l'électronique

électron

12/13/14 oct. 82

Créer un carrefour d'échanges commerciaux et un lieu de rencontres scientifiques et techniques, telle est la vocation du salon Electron qui s'inscrit dans une région où le nombre d'emplois en électronique a été multiplié par cinq en dix ans.

ETABLISSEMENT OU SOCIETE :

RESPONSABLE : _____

ADRESSE : _____

_____ tél. _____

Désire recevoir une documentation gratuite sur ELECTRON en qualité : d'EXPOSANT de VISITEUR

BON A ADRESSER A :
ELECTRON - Parc des Expositions
BP 55 - Grand Parc
33 030 - BORDEAUX-Cedex
TEL. (56) 39.55.55 Téléx 540 365

SERVICE-LECTEURS N° 237

Source de courant constant

Les avantages du circuit de la figure 11 sont : d'être simple, de ne pas nécessiter de composants sophistiqués et de présenter une plage de sortie vaste : 2 μ A à 100 mA en six gammes. Encore ces limites sont-elles dépendantes de la tolérance des composants employés.

L'ensemble formé par Tr_1 , Tr_2 et IC_1 est une source de tension constante, ajustable de 0 à 100 V au moyen de $V_{ref.1}$. Le concepteur du montage n'a observé aucune modification de tension lorsque la tension d'entrée varie de 150 V à 250 V, pas même lors de la connexion subite d'une charge débitant 100 mA.

L'ensemble constitué de Tr_3 et IC_2 est la section à courant constant proprement dite ; R_C fait office de capteur de courant. Sa valeur est à déterminer en essais ; on pourra commuter plusieurs résistances de façon à obtenir la gamme de courants de sortie souhaitée.

La chute de tension aux bornes de R_C , qui équivaut à $V_{ref.2}$, a été choisie de 0,7 V, si bien que l'erreur de mesure de tension, combinée aux pertes dans le circuit de l'ampèremètre, ne dépasse pas 1 V. Un potentiomètre multitours pour l'ajustage de $V_{ref.2}$ permettra de doser précisément le courant.

Le rôle des condensateurs C_1 et C_2 est d'éviter toute oscillation intempestive, tandis que les diodes D_1 et D_2 protègent les transistors Tr_2 et Tr_3 des transitoires. Connecter et déconnecter

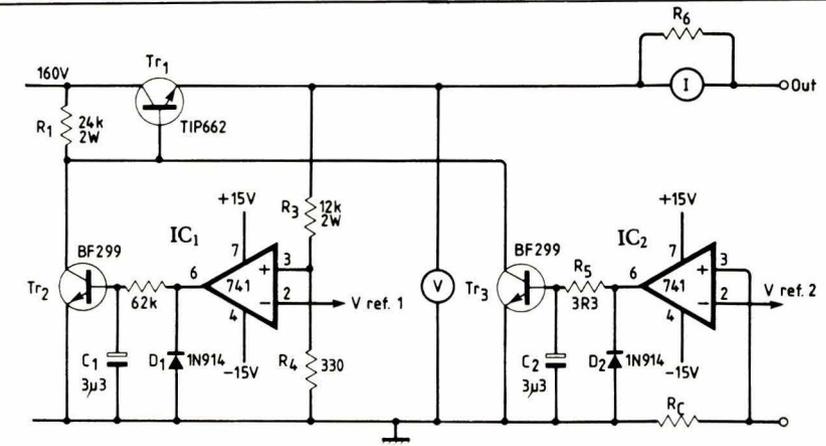


Fig. 11

ter R_C lorsque le montage est sous tension ne provoque pas de dommages ; une diode connectée entre les broches 3 et 7 de IC_2 constituera toutefois une précaution supplémentaire.

Wireless World, mai 1982.

Visualisez de façon simple un niveau sonore

Ce montage, qui est en quelque sorte un « analyseur de niveau audio », affiche simultanément les niveaux des aigus et des basses au moyen d'une échelle de 10 diodes. L'effet obtenu est un peu similaire à la présentation de type « bar graph ».

Les diodes LED sont alimentées sous une tension suffisamment basse afin de ne pas surcharger les LM 3914. Les condensateurs de 10 μ F devront être soudés au plus près des circuits intégrés (fig. 12).

Par ailleurs, l'alimentation devra être soigneusement régulée, de 12 V (au maximum) et de 250 mA (au minimum).

Electronics Today International, mars 1982.

MOTS CROISÉS

(Solution de la page 29)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	K	E	N	O	T	R	O	N		E	D	E
2	I	S	O	L	E		B	A	L	A	I	
3	L	E	T	T	R	E		G	A	U	S	
4	O		A		T	U	B	E			P	I
5	W	E	B	E	R		A	U	D	R	A	N
6	A	I	L	L	E	U	R	S		E	T	A
7	T	R	E	S		R	E	A		C	I	
8	T	E	E	D	E	A		V	A	H		
9		E	N	E	R	G	I	E		I	A	
10	A	L	L	E	G	E		R	O	N	D	
11	L	U	E	U	R	S		E	T	A	G	E
12	I	S	E	R	E		A	M	I	S		R

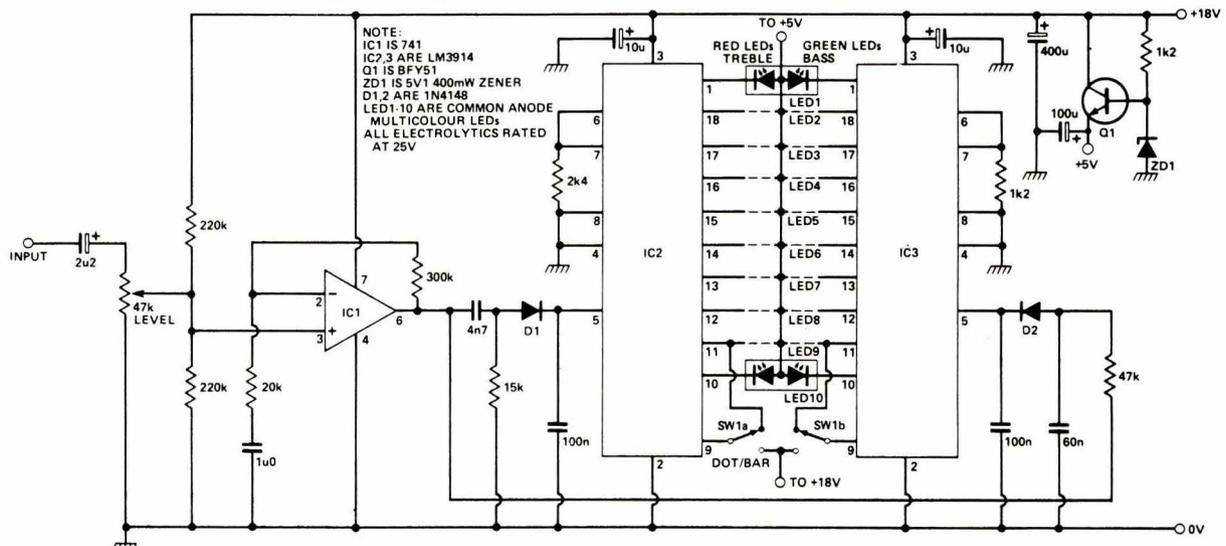


Fig. 12

Le multifonction.

PM 2521 automatic multimeter

+ 12.524 V

+ 0.4440 mV

+ 0.283 A

+ 0.203 mA

+ 0.181 μ A

2.0000 M Ω

+ 34.8 dB

0.2426 MHz

0.0178 s



Multimètre + décibelmètre + chronomètre + thermomètre

Si vous recherchez un multimètre universel pour le laboratoire, la fabrication ou la maintenance, si vous voulez un appareil qui offre plus qu'un multimètre classique, pour un investissement identique, le PM 2521 répond à vos besoins.

Un microprocesseur incorporé permet d'étendre la gamme des possibilités de

mesure et simplifie à l'extrême l'utilisation.

- Précision 0,03 % en mesures DC
- Résolution 10 μ V, 10 μ A et 10 m Ω
- Affichage à 4 digits 1/2 (21.000 points)
- Changement de gamme automatique
- Mesure "efficace vrai" en couplage AC

Responsable du produit :
Jean-Pierre Toulon. (1) 830.11.11



Figuer 0277 M17/82



Mesure

PHILIPS

La réflexion et le concret

Philips Science et industrie

Division de la S.A. PHILIPS INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

BOIGNY 93002 Cedex - 105, rue de Paris - B.P. 62 - (1) 830.11.11
LILLE 59014 - 47, rue Barthélémy Despaux - (20) 06-92-24
LYON 69009 - 25, avenue des Sources - (7) 835-70-00

MARSEILLE 13011 - Traverse de la Montre - La Valentine - (91) 44.00.60
NANTES 44471 - B.P. 75 - Carquefou Cedex - (40) 49-11-27
STRASBOURG/NANCY 67000 - 6, rue de Niederbronn - (88) 36-18-61

TOULOUSE/BORDEAUX 31017 - 25, bd Silvio Trentin - (61) 47-75-52
AFRIQUE et OUTRE-MER : PARIS 75008 - 33, rue La Boétie - (1) 225-00-80

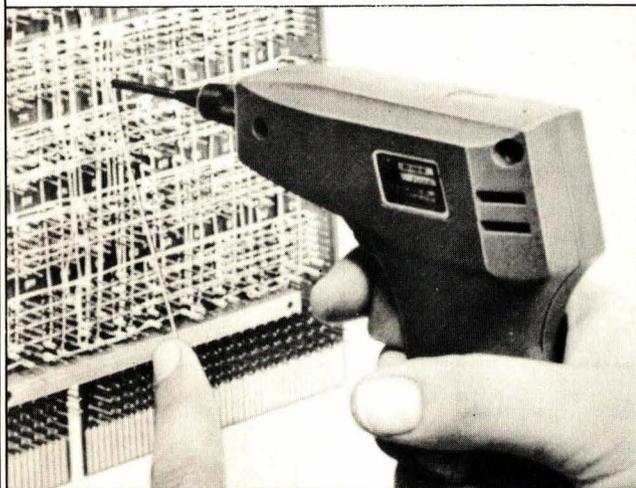
SERVICE-LECTEURS N° 245

Le wrapping

(Connections enroulées définies à la norme NFC 93-021 et norme USA MIL 8130 B)



technique reconnue fiable depuis un quart de siècle devient grâce au matériel **OK Machine (USA)** d'une mise en œuvre **très facile, très rapide** et aussi **très économique**.



Nous offrons :

- Tout l'outillage à main et les machines ; tous les accessoires.
- Les systèmes de câblage semi-automatiques à commande numérique* WWT et SW 100.
- L'élaboration rapide et peu coûteuse des rubans perforés* de C/N pour nos systèmes et tous les systèmes concurrents. Ensembles PEN ENTRY.
- Les systèmes de contrôle automatique de cartes câblées système WA/LBA.
- La sous-traitance.

* **Vente - Location - Leasing**

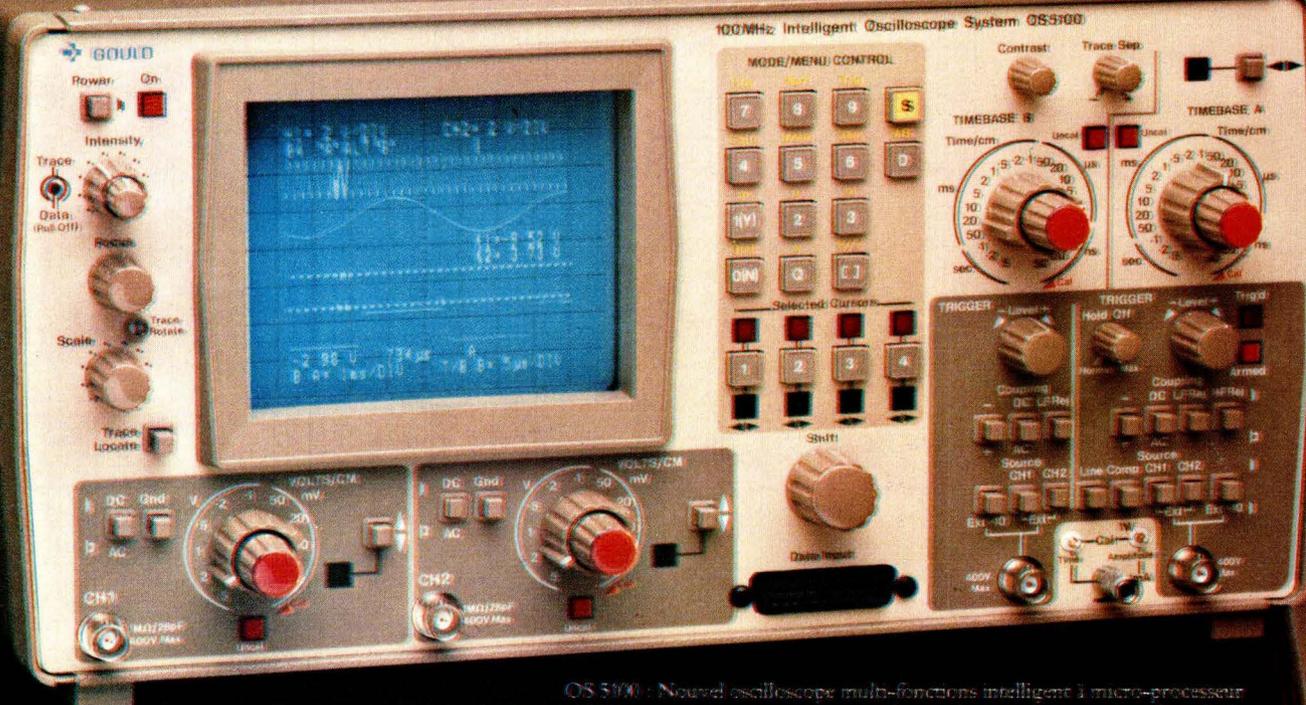
Documentation, tarif et offre sur simple demande téléphonique.

Bibliographie sur les études réalisées concernant cette technique tenue à votre disposition.

Importateur
Exclusif

SOAMET s.a. 10, Bd. F-Hostachy - 78290 CROISSY-s/SEINE - 976.24.37

SERVICE-LECTEURS N° 220



OS5100 - Nouvel oscilloscope multi-fonctions intelligent à micro-processeur incorporé (6809) permettant automatiquement la visualisation, les mesures et les calculs de tous les paramètres de vos signaux. 2 voies, double base de temps, 100 MHz en conventionnel et en "sampling". Mémorisation de transients unique : 1 MHz d'échantillonnage. Horloge à quartz incorporée. - Choix étendu de modes de fonctionnement et de calculs par dialogue à l'aide de menus commandés par clavier. - Entrée soude 8 bits pour analyse logique et déclenchement sophistiqué - Interface IEEE 488 (intégration dans systèmes automatiques).

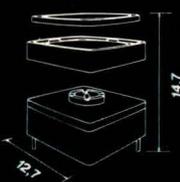
ECLOSION D'UNE TOUCHE LUMINEUSE

idée



secme
série cosmos

Miniature
Étanche
Lumineuse
Modulaire
Marquable



MONSIEUR
SOCIÉTÉ
FONCTION
ADRESSE

je désire recevoir une documentation un échantillon

secme 88, Avenue Gallieni - 93170 BAGNOLET
Téléphone : 364-40-63 - Téléc : 680264 F

SERVICE-LECTEURS N° 246

ARODAN

Gould OS 5100 100 MHz :

La Mesure, la Mémoire, l'Intelligence.

Technixte

Jusqu'à présent, les oscilloscopes conventionnels ou à mémoire étaient conçus comme de simples appareils de visualisation. Il était demandé beaucoup à l'opérateur pour analyser, comparer, exploiter les résultats. Parce qu'équipé d'un micro-processeur, l'oscilloscope intelligent GOULD OS 5100 délivre de la plupart de ses tâches, étendant du même coup considérablement les possibilités de l'utiliser avec profit pour un nombre croissant d'opérateurs sans formation particulière. L'OS 5100 invite au dialogue : clavier numérique, commande analogique rotative unique, visualisation des paramètres de mesure et des résultats de calculs sous forme alpha-numérique sur l'écran lui-même. L'oscilloscope intelligent voit clair et net et libère des tâches répétitives. Il permet de comprendre dans l'instant des phénomènes complexes, d'automatiser des séries de contrôle sous la direction totale de l'opérateur (mode automatique et manuel). Documentation sur demande.



Gould Instruments SAF
BP 115 - 91162 Longjumeau Cedex
Tél. : 16 (6) 934.10.67

Coupon-réponse à retourner à
Gould Instruments
SAF - BP 115
91162 Longjumeau
Cedex



M
Société
Adresse

- Désire recevoir une documentation sur :
 - l'oscilloscope OS 5100
 - les oscilloscopes conventionnels et numériques
- Désire recevoir la brochure "connaître, comprendre, choisir un oscilloscope à mémoire numérique"

SERVICE-LECTEURS N° 239

ELAP

CARRÉ 0195



MX 563
 =====
 3 1/2 DIGITS
 0,1 %
 RMS, DB, CRÊTE,
 TEMPERATURE
 BEEPER

MX 575
 =====
 4 1/2 DIGITS
 0,05 %
 RMS AVEC FREQUENCIMETRE

MX 562
 =====
 3 1/2 DIGITS
 0,2 %
 VERSION DE BASE
 AVEC BEEPER

MX 522
 =====
 3 1/2 DIGITS
 0,5 %
 VERSION INDUSTRIELLE
 ECONOMIQUE

Ils sont quatre. Quatre multimètres numériques pour tous les usages, adaptés à tous les prix. On les appelle déjà les quatre as, parce qu'ils offrent de nombreuses fonctions nouvelles (décibel, température, crête, fréquence, beeper, diode, continuité), parce qu'ils sont légers, faciles à manipuler, parce que ce sont des as du design : prise en main, stabilité, facilité de lecture par écran incliné. Parce que, pourquoi pas, ils sont beaux.

Avec quatre appareils, on peut sélectionner les performances les mieux adaptées à l'utilisation, comme le nombre de points (2.000 ou 20.000) ou la précision (jusqu'à 0,05%) ou RMS et valeur moyenne.

Les quatre multimètres numériques METRIX ont plein d'idées nouvelles, changent d'allure et sont à la pointe de l'innovation.

Avec METRIX, les multimètres numériques sont en pleine forme.

ITT Composants et Instruments

Division Instruments Metrix
 Chemin de la Croix-Rouge - BP 30 F74010 Annecy Cedex
 Tél. (50) 52 81 02 - Télex 385131

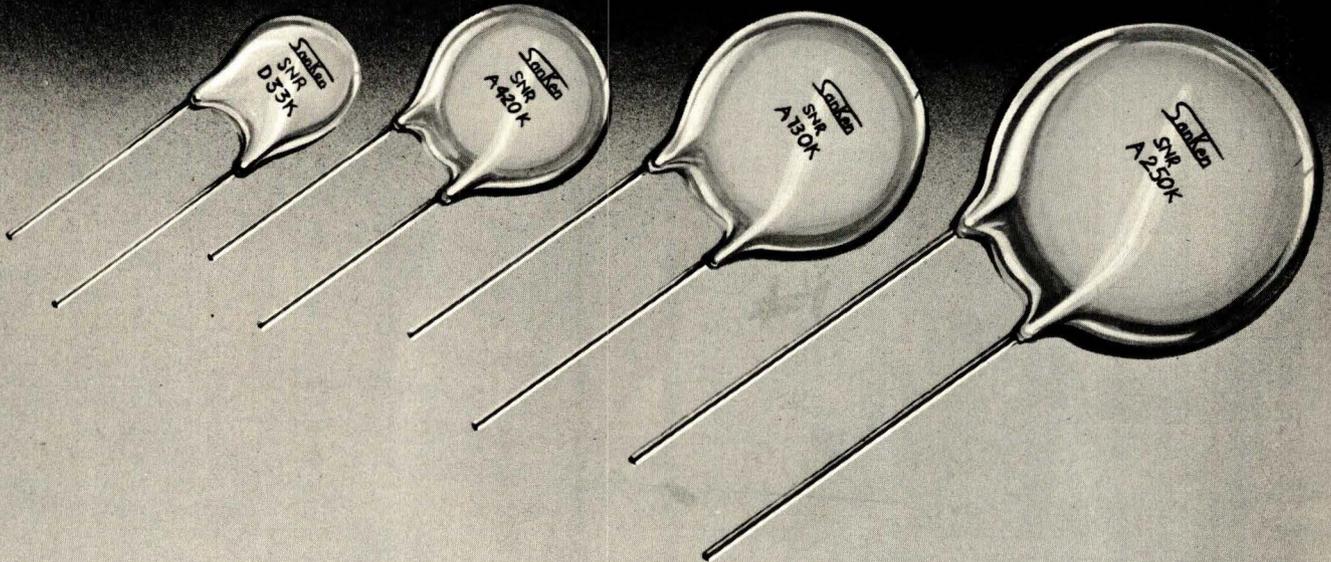
Agence de Paris
 157, rue des Blains - BP 124 F 92220 Bagneux Cedex
 Tél. 664 84 00 - Télex 202 702

metrix

Metrix, la puissance industrielle au service de la mesure.

protégez votre électronique...

Les varistances SANKEN absorbent les surtensions, qu'elles soient rapides ou intenses. Elles protègent ainsi économiquement vos équipements les plus coûteux.



Dezest

Sanken

UN SERVICE DE VOTRE PARTENAIRE

RIFA

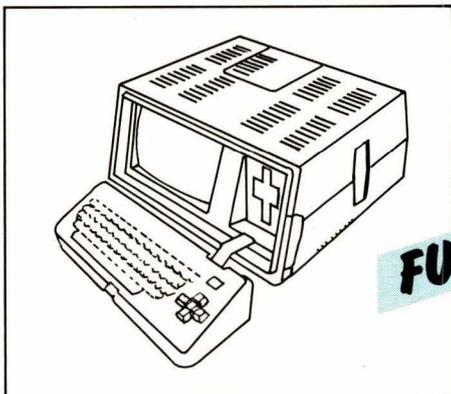
55, rue Carnot - 92100 Boulogne-Billancourt - Tél. 603.06.40

SERVICE-LECTEURS N° 238

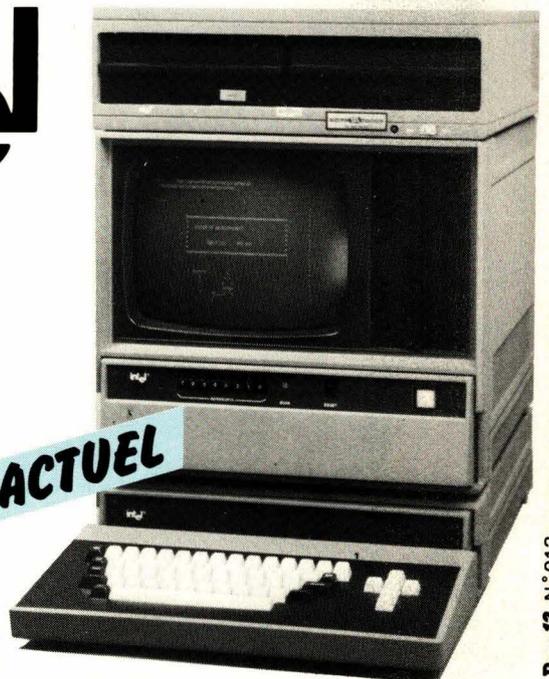
LOUEZ VOTRE SYSTEME DE DEVELOPPEMENT

clés en main

intel



FUTUR



ACTUEL

TEKELEC TA AIRTRONIC
DEPARTEMENT MICRO-SYSTEMES
INDUSTRIELS

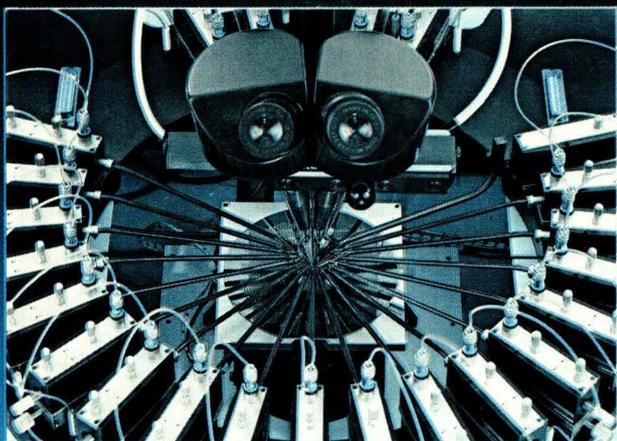
Ecrire ou téléphoner à : TEKELEC-AIRTRONIC B.P. N° 2, 92310 Sèvres, Tél.(1) 534-75-35, • AIX-EN-PROVENCE : Tél.(42) 27-66-45, • BORDEAUX : Tél.(56) 36-32-27, • GRENOBLE : Tél.(76) 41-11-36, • LILLE : Tél.(20) 52-23-30, • LYON : Tél.(78) 74-37-40, • PARIS-OUEST (78) : Tél.(1) 534-75-78, • PARIS-OUEST. (92) : Tél.(92) 534-75-92, • PARIS NORD : Tél.(1) 821-60-44, • PARIS-SUD : Tél.(6) 077-82-66, • RENNES : Tél.(99) 50-62-35, • STRASBOURG : Tél.(88) 22-31-51, • TOULOUSE : Tél.(61) 40-83-94.

PUBLI 12 N° 913

SERVICE-LECTEURS N° 221

ELECTRONIQUE APPLICATIONS N° 26 - PAGE 77

Le Prober manuel MP 4 SUSS,
 un appareil de conception
unique et particulièrement
 économique pour la
 qualification du semi-
 conducteur, que ce soit en
 grande série sur des lignes
 pilotes ou en petites séries.



Essayez donc le MP 4 SUSS sur vos circuits, vous apprécierez immédiatement ses qualités.

Ce que vous offre le MP 4 SUSS:

- une très grande cadence de travail. Ses applications et les fonctions remplies sont les mêmes que celles d'un appareil automatique.
- Fiabilité exceptionnelle, utilisation facile.
- Construction exceptionnellement robuste et permettant l'absorption des vibrations.
- Mécanique et optique de très haute qualité.
- Grande table de travail: 110 mm x 110 mm et anneau 24 positions.
- Appareil polyvalent grâce au grand nombre d'accessoires proposés: microscopes stéréo de plusieurs types, adaptateurs pour cartes de test, supports thermo-chauffants et refroidissants.



Karl Suss

c'est aussi: des aligneurs de masques, testeurs sous pointes et appareils de séparation - économiques, sûres, durables et fiables, un service parfait.

KARL SUSS FRANCE S.A.R.L.
 5, rue Dolimier · F-91320 - Wissous
 Tel.: 6-930-11-50 · Telex: 691 629

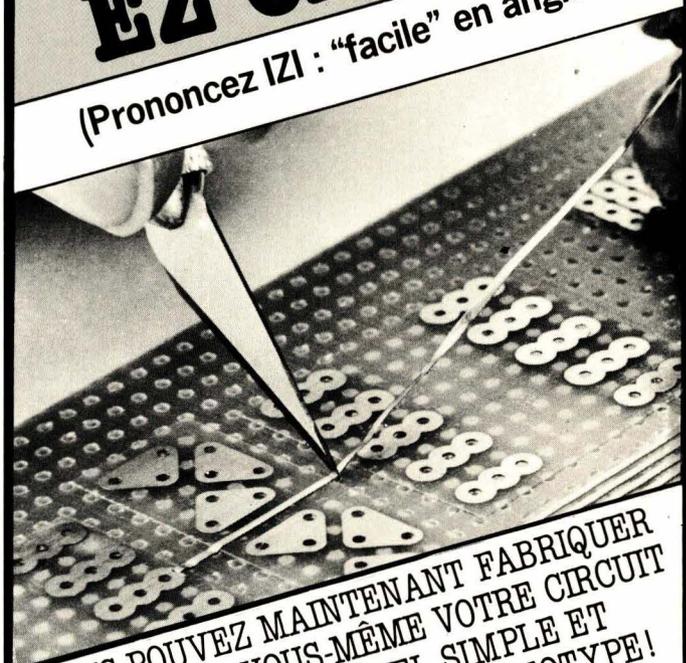
SERVICE-LECTEURS N° 228

PAGE 78 - ELECTRONIQUE APPLICATIONS N° 26

"the innovators"®
Bishop
Graphics,

SIMPLIFIEZ-VOUS LA VIE AVEC LE
EZ CIRCUIT

(Prononcez |Z| : "facile" en anglais)



VOUS POUVEZ MAINTENANT FABRIQUER
OU RÉPARER VOUS-MÊME VOTRE CIRCUIT
IMPRIMÉ PROFESSIONNEL SIMPLE ET
DOUBLE FACE IDEAL POUR PROTOTYPE!

Nouveau procédé vraiment fiable
 - sans photographie - sans gravure
 - sans bain - sans acide
 - sans vos pastilles et rubans habituels
 mais avec les nôtres en cuivre autocollant et
 éléments pré-espacés cuivrés.

500 Points de vente dans toute la France !...
 par le réseau de distribution C.I.F.
 Le **Circuit Imprimé Français** 12, rue Anatole
 France 94230 CACHAN - Tél. (1) 547.48.00

Vente Générale pour la Belgique T.S.E.
 Rue Tout Va Bien 4310 LIEGE SAINT NICOLAS
 Tel. 041/53.06.43

Nouveau catalogue en anglais
sur demande (Mai 82).



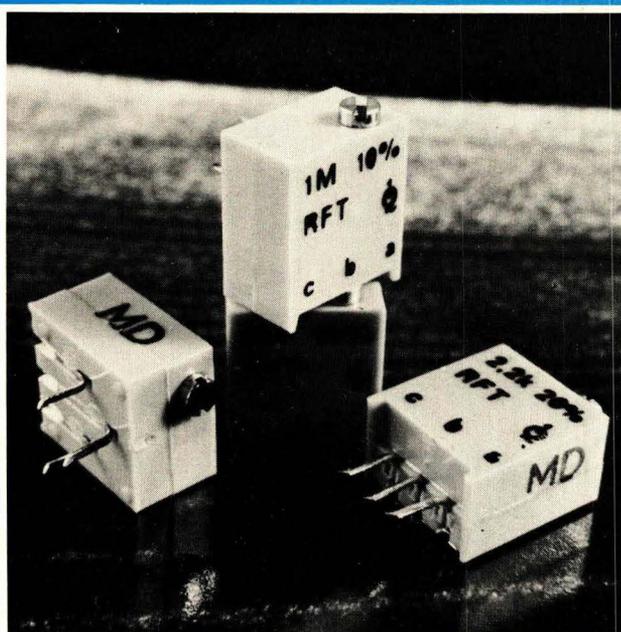
The Innovators

Bishop Graphics, France
 7, avenue Parmentier 75011 PARIS
 Télex 680 952

RAPY

SERVICE-LECTEURS N° 251

Votre partenaire en
composants passifs



Ajustables Cermet multitours carrés

Combinant les avantages de la technologie CERMET et d'une exécution protégée, ces trimmers multitours présentent un excellent rapport qualité-prix pour toutes les applications industrielles nécessitant un réglage semi-fixe avec une bonne résolution.

Autres produits :

Ajustables 1 tour, version ouverte ou protégée.

Circuits complexes à couche épaisse.

Exportateur : **elektronik**
export-import

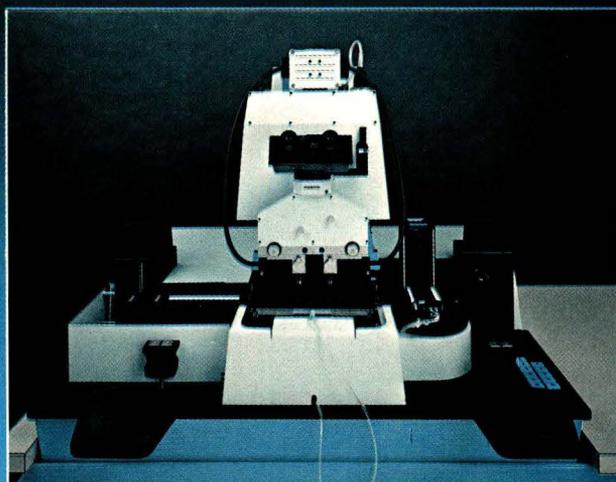
RDA - 1026 Berlin, Alexanderplatz 6
Haus der Elektroindustrie
Tel.: 2180 - Telex: 114721

Représentant en France :
inter composants

51, r. de la Vanne 92120 Montrouge
Tél.: (1) 655.80.24 - Télex: 204964 F

SERVICE-LECTEURS N° 227

Le système de l'aligneur de masques pour la production, SUSS, MJB 55 W2, vous fera réaliser des économies : il répond aux plus hauts impératifs de production, le rapport prix/service rendu est exceptionnellement élevé.



Ce que vous devez savoir de cet appareil:

Le procédé SUSS de projection hors contact permet d'atteindre une résolution des structures égale à celle obtenue en contact utilisant des masques d'émulsion. Les résolutions atteintes par travail en projection d'ombre sont comparables à celles obtenues par projection, mais la SUSS, MJB 55 W2, a l'avantage d'être plus rapide et s'avère plus économique.

Autres particularités:

- Précision de la station de préalignement $\pm 15 \mu\text{m}$
- Masques, plaquettes et substrats manipulés avec le plus grand soin en fonction de leur poids respectif.
- 4 séquences d'insolation :
- projection hors contact, travail en chambre à vide, contact et contact doux, en 5" de diamètre
- Construction simple et soignée ; utilisation et entretien ne posant aucun problème, sélection de programmes et alignement très faciles.
- Sur demande: systèmes UV de 300 nm et 200 nm
- La MJB 55 SUSS peut être équipée du dispositif AL 111 permettant l'alignement entièrement automatique



Karl Suss

c'est aussi: des aligneurs de masques, testeurs sous pointes et appareils de séparation - économiques, sûrs, durables, et fiables, un service parfait.

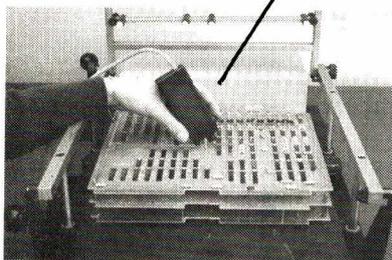
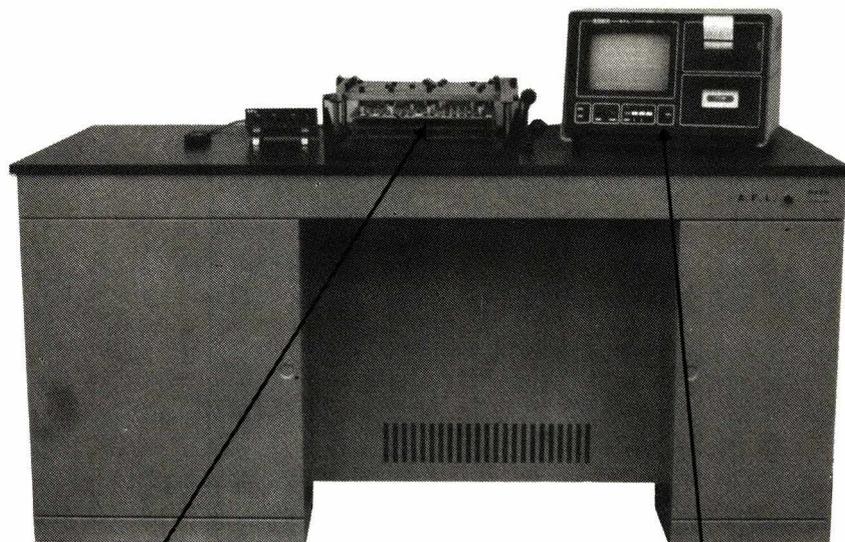
KARL SUSS FRANCE S.A.R.L.
5, rue Dolimier · F-91320 - Wissous
Tel.: 6-930-11-50 · Telex: 691 629

SERVICE-LECTEURS N° 229

ELECTRONIQUE APPLICATIONS N° 26 - PAGE 79

Le testeur in circuit **AFL 70** **S** **P** **E** **A**

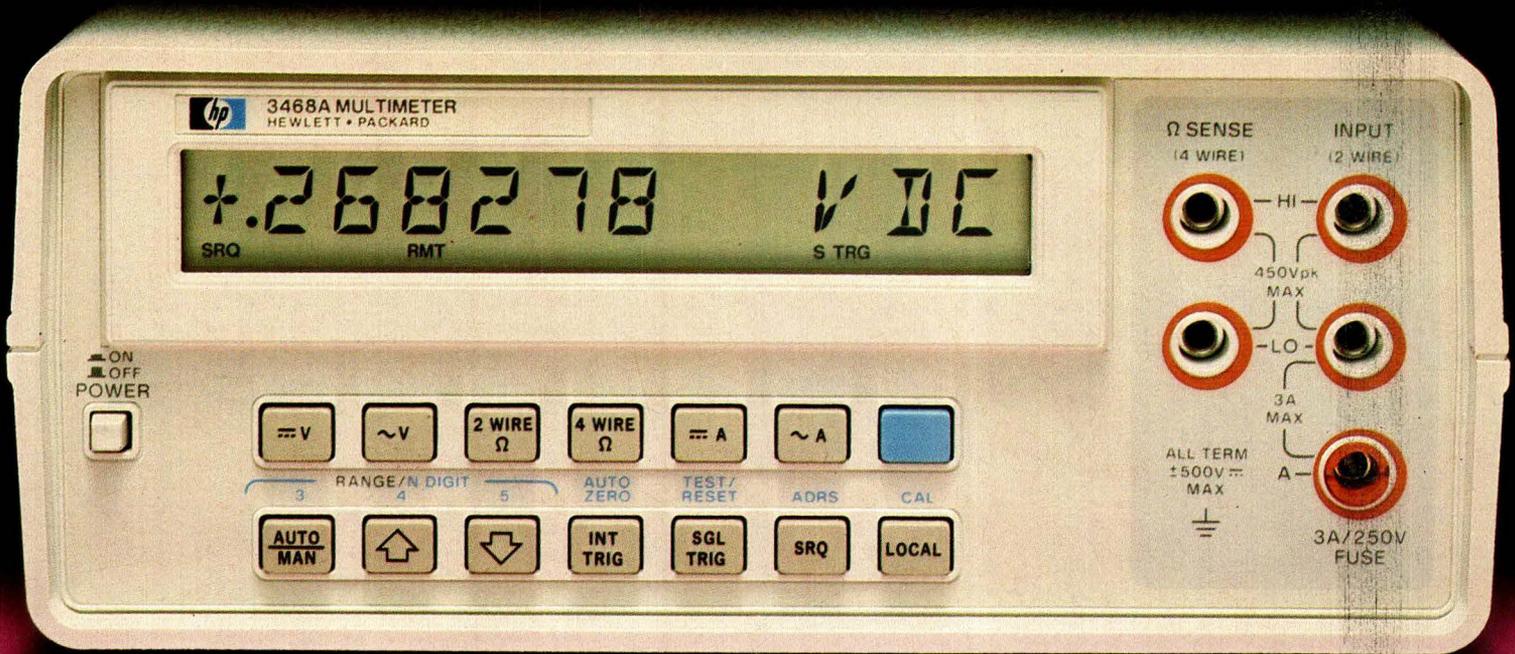
Six bonnes raisons
de l'utiliser en production
pour le contrôle de circuits **nus** ou **équipés**.



- ① Le prix
- ② 32768 points de test possibles.
- ③ Auto-apprentissage du programme de test.
- ④ Temps de programmation très court.
- ⑤ Utilisation de lits de clous universels.
- ⑥ Autotest de ses propres fonctions.

BFI Electronique

9, rue Yvart, 75015 Paris - Tél. 533.01.37 + - Télex : 204425



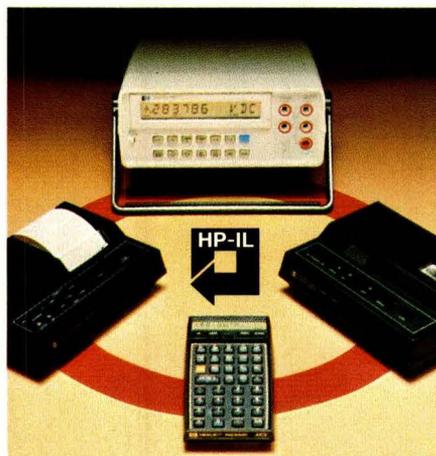
Le nouveau 3468A de HP : un multimètre numérique économique... Mais aussi, la possibilité de réaliser économiquement des systèmes automatiques sur table.

Le nouveau 3468A de HP n'est pas seulement un multimètre économique à 5 1/2 chiffres de hautes performances. C'est le premier instrument équipé du HP-IL (Boucle d'Interface Hewlett-Packard)... une interface économique qui permet de programmer le 3468A avec un calculateur de poche très répandu : le HP 41. On peut, aujourd'hui, effectuer automatiquement des mesures de tension, de courant ou de résistance; le HP 41, quant à lui, pourra traiter les résultats pour effectuer une analyse statistique ou donner une lecture directe en unités physiques. Mieux encore : vous pourrez ajouter une imprimante afin d'obtenir une sortie sur papier et cassette pour un chargement rapide des programmes ou l'enregistrement des données.

Meilleur coût d'achat, meilleur coût de propriété.

Comparé au prix du HP 3468A, celui des autres multimètres numériques de sa catégorie paraît excessif. Pour 6234 F HT seulement au 1.5.82, vous disposerez d'un multimètre numérique de 5 1/2 à 3 1/2 chiffres (avec possibilité de sélection) couvrant la gamme de 0,3 V = à 300 V à pleine échelle, avec une sensibilité de 1 μ V. Il mesure les tensions efficaces vraies jusqu'à 3 A, enfin les résistances en montage

deux fils ou quatre fils. En option, il existe également un module d'alimentation sur batterie, sans oublier les possibilités sans coût supplémentaire qu'offre le nouveau HP-IL. Avec le HP 3468A, le coût de propriété est également réduit. Un étalonnage électronique rapide supprime la nécessité de potentiomètres et améliore le coût de l'étalonnage. Parce qu'un grand souci de fiabilité a présidé la conception même du HP 3468A, celui-ci se place au rang des meilleurs multimètres numériques que HP ait produits. Résultat : un fonctionnement à faible puissance et un minimum de composants.



HP-IL : une interface pour les systèmes de table ou portables.

HP-IL, c'est la Boucle d'Interface Hewlett-Packard; une interface série souple et extensible pour les petits systèmes économiques fonctionnant sur batterie. Sa structure simple en boucle fermée permet un montage rapide et facile.

Ses caractéristiques d'affectation automatique des adresses et d'identification des dispositifs accélèrent la programmation.

L'interface HP-IL confère une nouvelle dimension à l'instrumentation HP et permet de disposer, en laboratoire ou en exploitation, d'une automatisation pour un coût réduit.

Avec le HP 41, vous êtes déjà sur la bonne voie

Autour du HP 41, vous pouvez construire très rapidement un système de table automatisé et économique : avec le module d'interface HP-IL et le multimètre numérique, vous pouvez commencer.

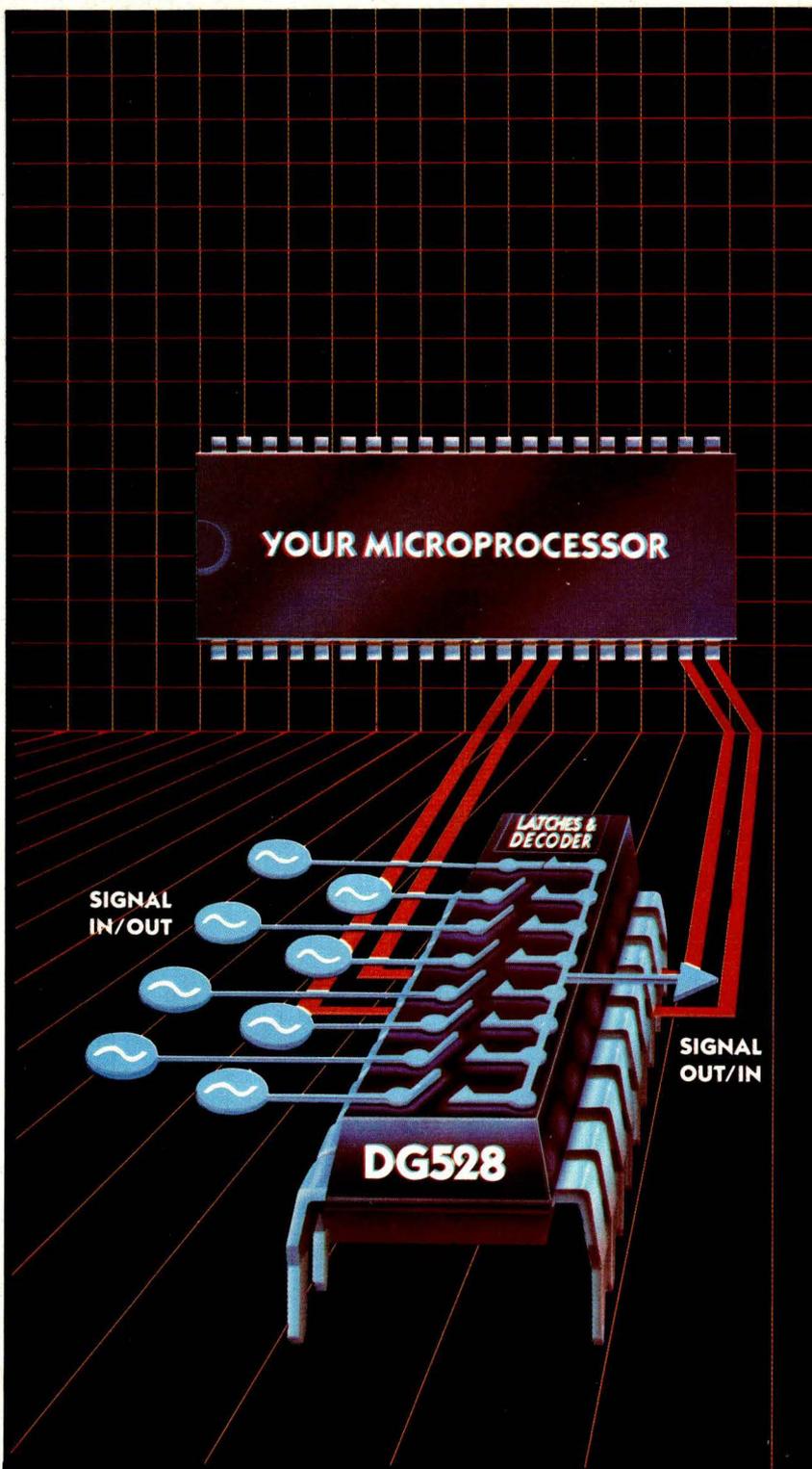
Pour avoir des renseignements supplémentaires sur le multimètre numérique HP 3468A, contactez :

Christian JEANNE, au poste 12-12,
Hewlett-Packard France, 91947 Les Ulis
Cedex, tél. : (6) 907.78.25.

SERVICE-LECTEURS N° 240

Quand la performance se juge aux résultats.

 **HEWLETT
PACKARD**



Fabriqués à partir de notre process CMOS, nos multiplexeurs/démultiplexeurs à latch simplifient l'interface microprocesseur.

Plus de mesures, moins d'attente: Maintenant vous pouvez utiliser votre microprocesseur pour contrôler les signaux analogiques sans le maintenir en boucle d'attente. Ceci est d'une simplicité enfantine avec nos multiplexeurs/démultiplexeurs CMOS DG 528/DG 529. Ces produits sont les premiers du marché à réunir une compatibilité microprocesseur et un réseau de bascules dans un boîtier DIL 18 broches.

Une compatibilité TTL vraie

Les circuits DG 528 et DG 529 vous donnent une compatibilité TTL vraie. Le DG 528 est un multiplexeur 8 canaux en 1 permettant le multiplexage de signaux jusqu'à ± 15 V d'amplitude. Le DG 529 offre une version deux fois 4 canaux différentiels.

Sécurité jusqu'à 44 V !

Notre process haute tension CMOS PLUS 40 permet à ces multiplexeurs de supporter en toute sécurité les transitoires des alimentations jusqu'à 44 V. Leurs entrées digitales sont protégées contre les décharges électrostatiques et présentent une haute immunité aux bruits.

Un mux pour plusieurs raisons.

Les nouveaux DG 528/DG 529 apportent une réduction significative en dimensions, poids et coûts pour une grande variété d'applications, incluant l'acquisition de données le contrôle de l'environnement, les communications, les systèmes aéronautiques et les équipements de test automatique.

Découvrez-en plus sur nos deux nouveaux et excitants circuits de multiplexage compatibles microprocesseur.

Contactez-nous à:

SILICONIX, 70 avenue du Général de Gaulle
Echat 660 - 94022 - CRETEIL CEDEX
téléphone: 16 (1) 377 07 87

 **Siliconix**
l'innovation technologique

La réunion fait leur force

une compatibilité microprocesseur et un réseau de bascules dans le même boîtier

Technologie

Après les MSI, LSI, VLSI...

... Cap sur les circuits ULSI

(deuxième partie)

Après avoir passé en revue, d'une manière générale, les critères technologiques de la conception des circuits à « ultra grande échelle », l'auteur aborde, dans cette seconde partie, l'étude des circuits NAND et NOR, ainsi que de quelques circuits de bascule élémentaires. Les règles essentielles du « dessin » des structures N-MOS sont également développées.

Les circuits

NAND et NOR

La porte NAND

Les circuits logiques NAND et NOR peuvent être considérés comme étant de simples extensions de l'inverseur logique de base.

La figure 16 présente les schémas logiques et électriques ainsi que la table de vérité, le « Stick diagram » et le schéma d'implantation d'une porte NAND à deux entrées.

Cette porte NAND à deux entrées n'est rien de plus qu'un inverseur auquel on a ajouté un transistor à enrichissement en série.

La tension de maintien logique d'une porte NAND à deux entrées peut être calculée de manière similaire à celle de l'inverseur logique en remplaçant, dans l'équation trouvée, la valeur de la longueur du canal du transistor à enrichissement par la somme des longueurs des canaux de chacun des deux transistors à enrichissement :

$$V_{th\ NAND} = \frac{V_{dd}}{\sqrt{\frac{L_{dep}/W_{dep}}{(L_{en1} + L_{en2})/W_{en}}}}$$

Cela reste vrai dans le cas où les transistors à enrichissement possè-

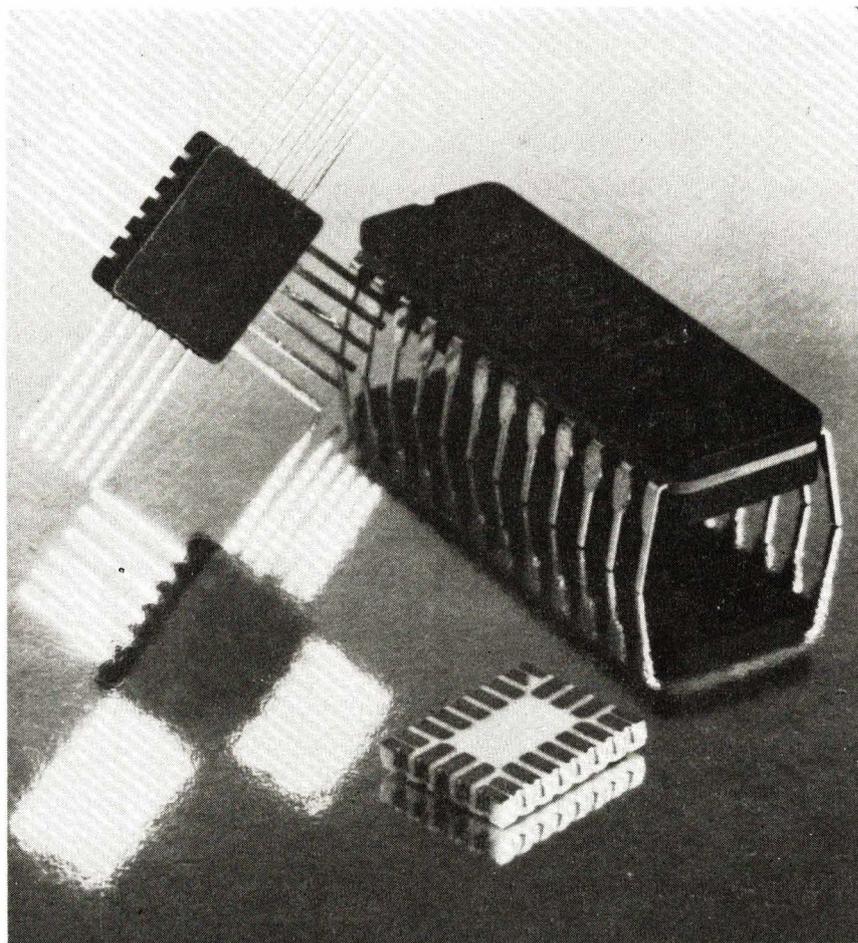
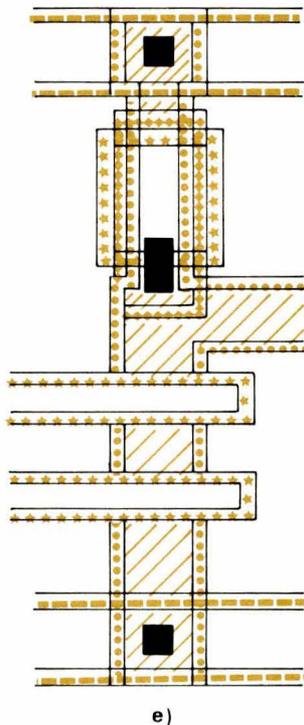
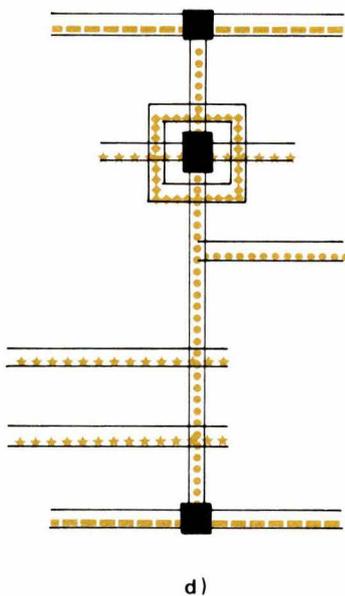
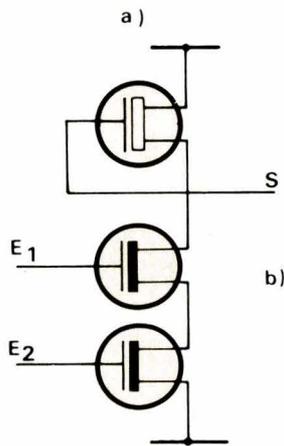
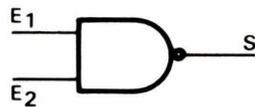


Photo 1. - Circuits intégrés à très grande échelle (doc. RTC).

Fig. 16. – Circuit NAND à deux entrées ; a : schéma logique ; b : schéma électrique ; c : table de vérité ; d : « stick diagram » ; e : schéma d'implantation. Les représentations symboliques sont les mêmes que dans la figure 15 (n° 25, p. 20).

E ₁	E ₂	S
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0



tension de maintien logique de la porte devient :

$$V_{thNAND} = \frac{V_{dd}}{\sqrt{Z_{dep}/nZ_{en}}}$$

La porte NOR

Les principales représentations d'une porte NOR à deux entrées sont données à la figure 18. Pour réaliser cette porte, il suffit de rajouter au circuit de l'inverseur un transistor à enrichissement en parallèle avec le premier.

La tension de maintien logique d'une porte NOR, lorsqu'une de ses entrées est au niveau logique 1, est la même que celle de l'inverseur, c'est-à-dire 1/2 V_{dd}. Dans ce cas, le temps de commutation de la porte est du même ordre que celui de l'inverseur. Ce temps est réduit de moitié lorsque les deux entrées sont au niveau logique 1.

Des portes NOR à n entrées sont facilement réalisables en plaçant n transistors à enrichissement en parallèle (fig. 19).

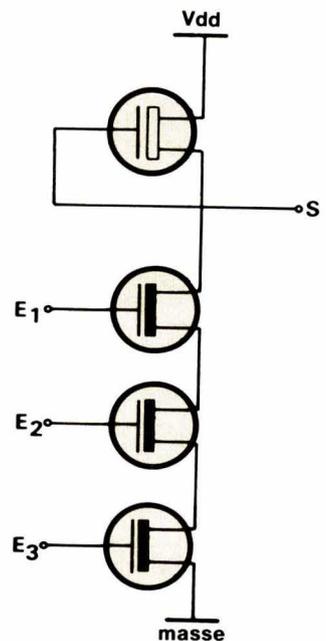


Fig. 17. – Porte NAND à n entrées.

dent tous la même largeur de canal Wen.

Cette équation indique que, lorsque deux transistors à enrichissement sont placés en série afin de former une porte NAND à deux entrées, le rapport des géométries des transistors doit être modifié de manière à garder constante la valeur de la tension de maintien logique.

Deux solutions sont possibles pour réaliser cette condition :

- on peut doubler la longueur du canal du transistor à déplétion L_{dep}, mais, dans ce cas, on augmente considérablement le temps de commutation (dans un facteur 4) ;
- la meilleure solution consiste à augmenter la largeur du canal des transistors à enrichissement Wen.

Il est possible de réaliser des portes NAND à n entrées (fig. 17). Il suffit pour cela de placer n transistors à enrichissement en série avec une charge à déplétion. Dans ce cas, la

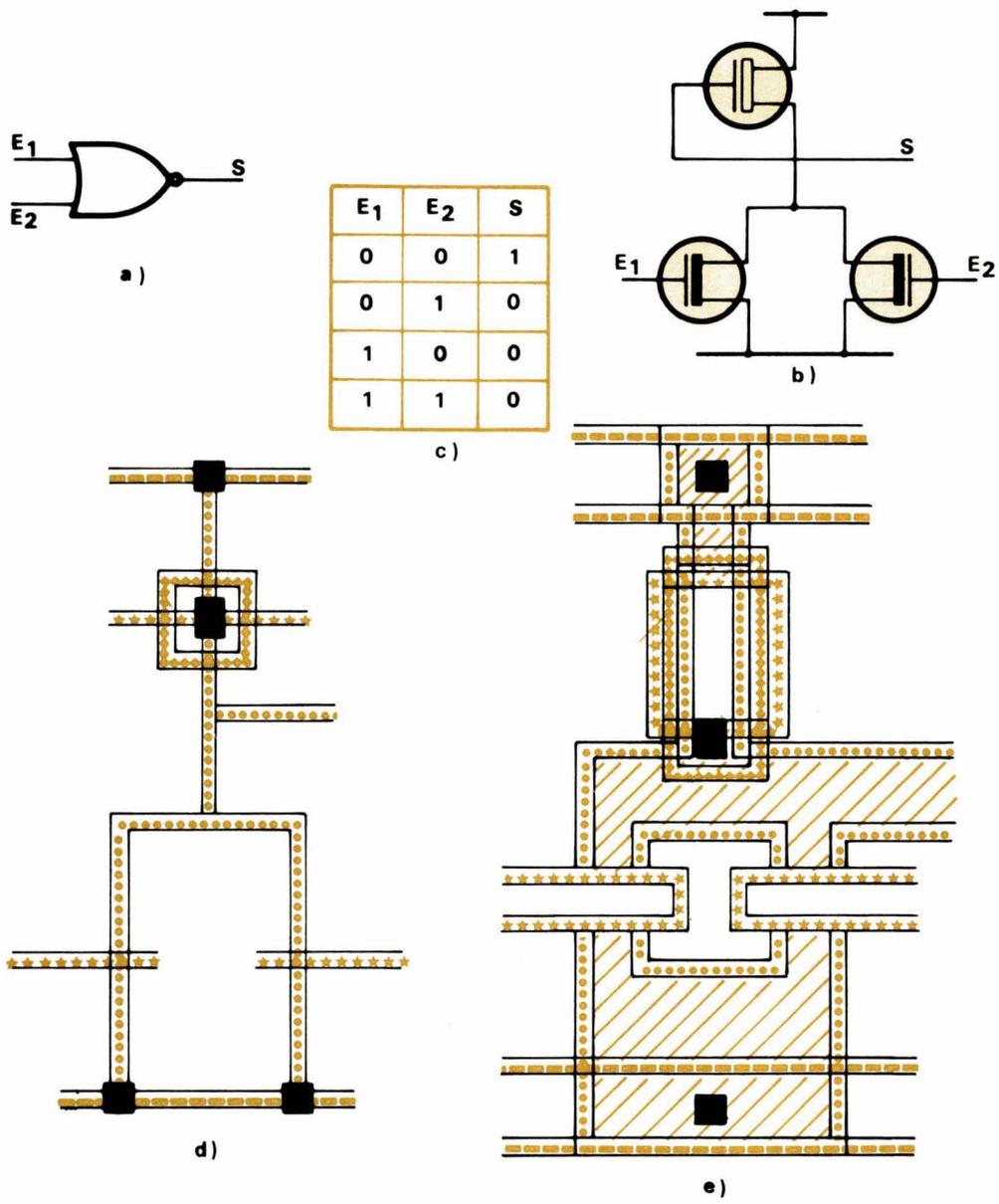


Fig. 18. – Porte NOR à deux entrées.

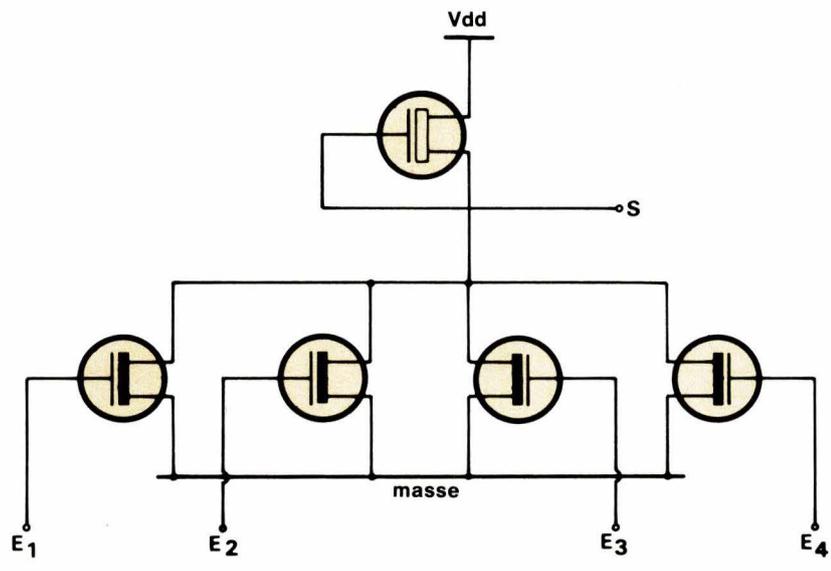


Fig. 19. – Porte NOR à n entrées.

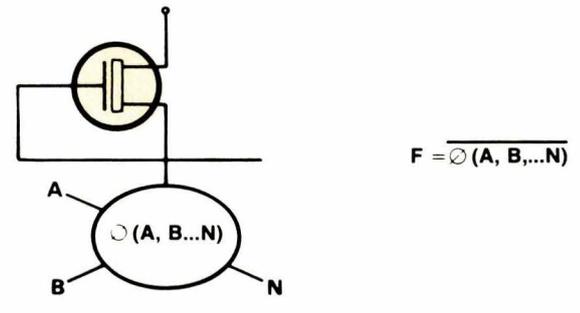
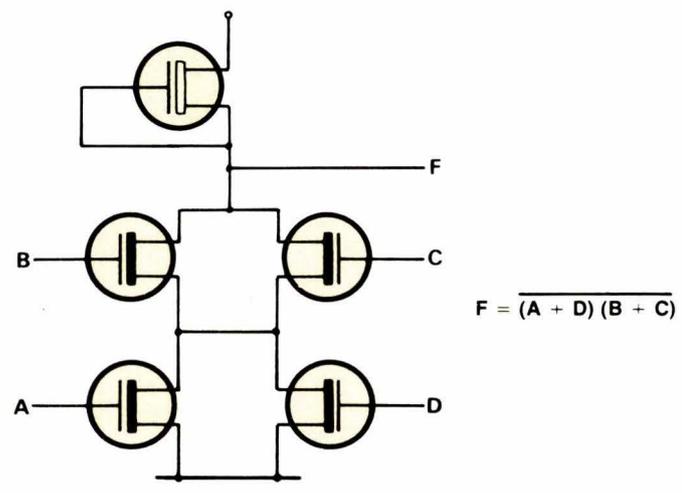
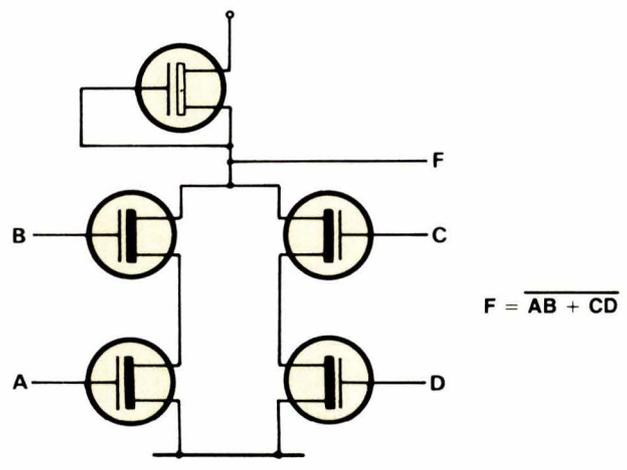
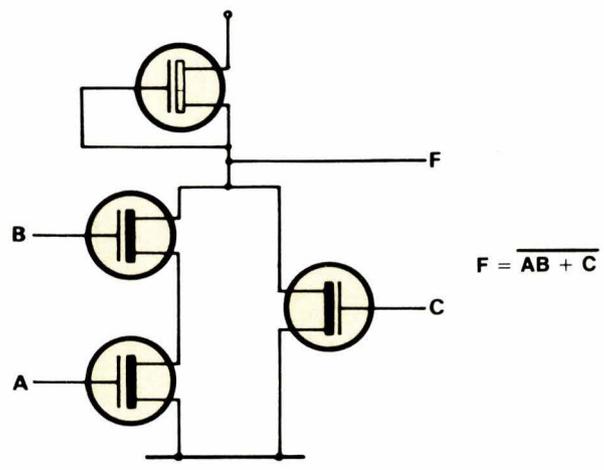


Fig. 20. - Exemple de circuit statique en N-MOS.

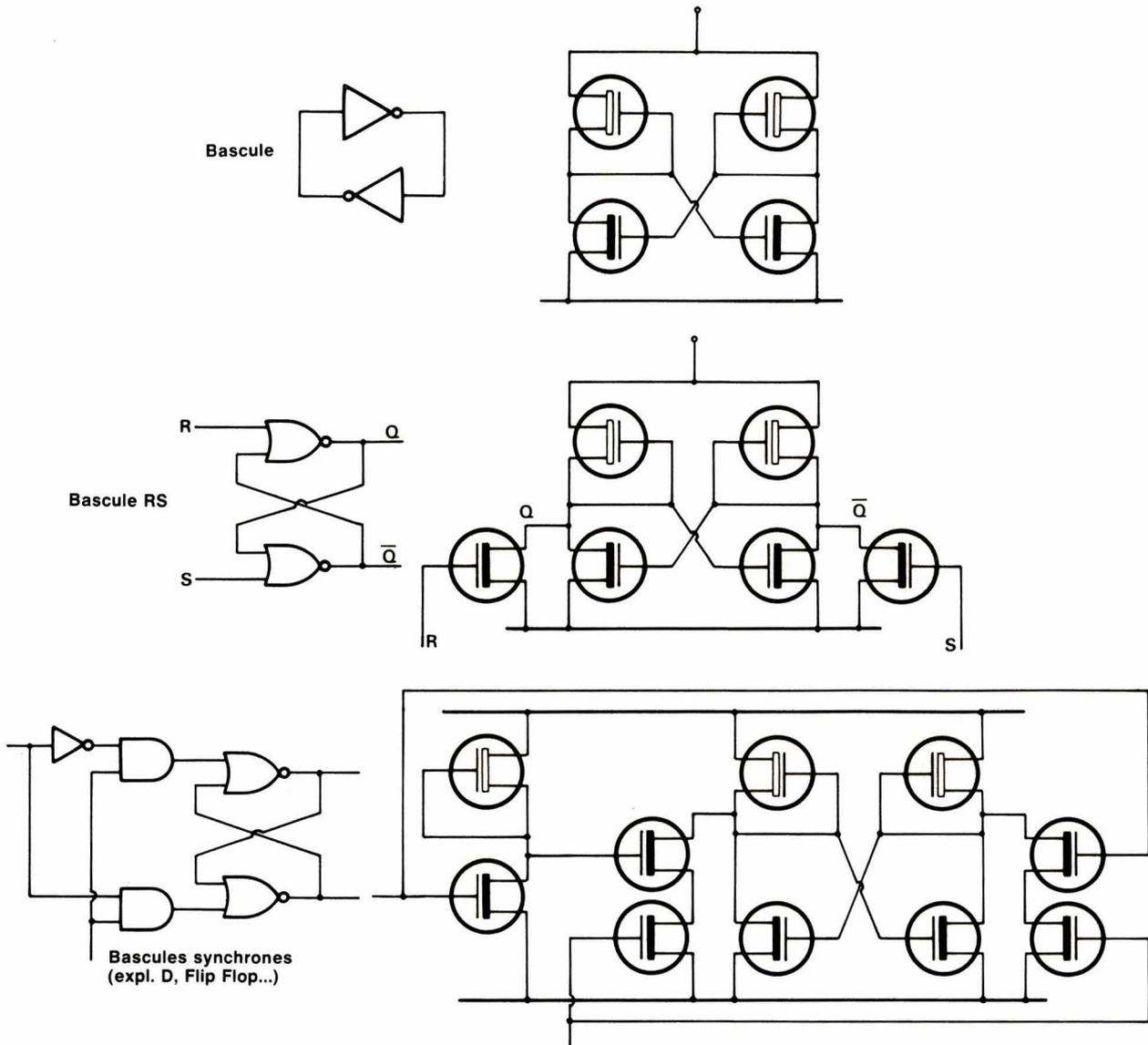


Fig. 21. - Quelques types de bascules en N-MOS.

Principaux circuits statiques

Les figures 20 et 21 nous présentent quelques circuits statiques réalisés en technologie N-MOS. Une des qualités de ce type de circuits réside dans le fait que le nombre de charges par fonction est réduit, ce qui entraîne une réduction de la consommation.

En technologie MOS, les combinaisons de transistors sont beaucoup plus riches que dans le cas du bipolaire. Malgré cela, dès que l'on cherche à réaliser des circuits plus complexes, tels que les circuits séquentiels, grâce à des circuits statiques MOS, on s'aperçoit que la complexité atteint rapidement celle des circuits bipolaires.

Pour remédier à cela, on utilise une autre richesse de la technologie MOS qui est la possibilité de réaliser des circuits fonctionnant en logique dynamique.

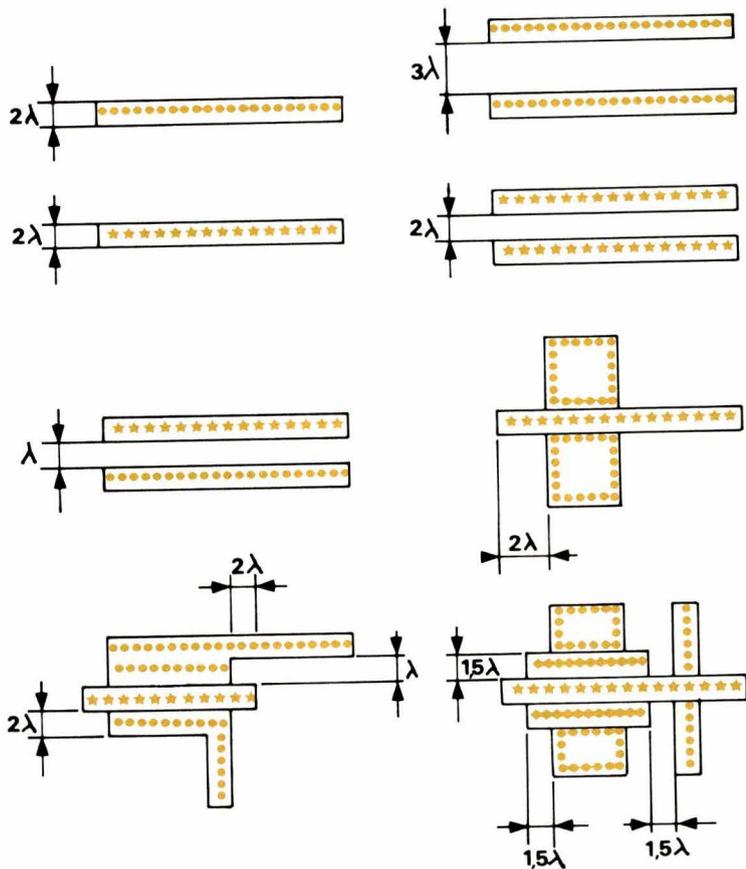
Règles de conception

Lors de l'étude d'un circuit intégré, l'aspect technologique et l'aspect conceptuel sont deux choses bien distinctes. Néanmoins, il n'est pas pensable que le concepteur et le technologue travaillent indépendamment l'un de l'autre. Si le technologue dirige ses recherches dans les directions présentant un intérêt pour le concepteur, celui-ci ne peut ignorer certaines règles technologiques au-delà desquelles le fonctionnement du

circuit intégré devient problématique, pour ne pas dire impossible. Les figures 22 et 23 de la page suivante rassemblent les principales règles de dessin dans le cas de la technologie N-MOS à grille polysilicium.

Toutes les distances ont été référencées par rapport à une valeur élémentaire λ . Cette valeur, qui était de l'ordre de 2μ en 1980, évolue d'année en année grâce aux progrès technologiques (notamment en ce qui concerne la lithographie et les méthodes de gravure). Il semble bien, néanmoins, que ces normes, telles qu'elles sont présentées ici, ne seront plus valables lorsque la longueur élémentaire deviendra submicronique.

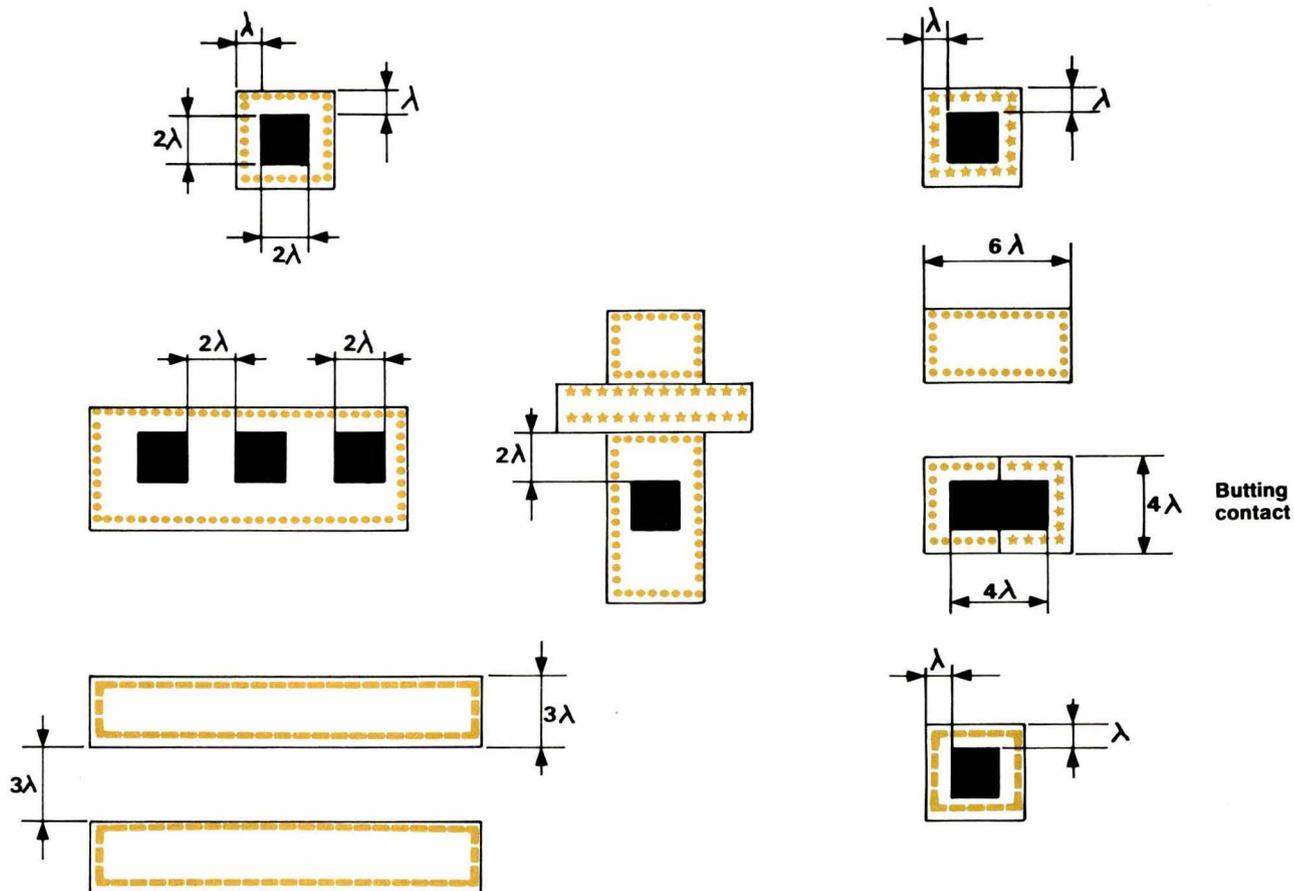
P. Porta Ingénieur I S EN



Bibliographie

- [1] Techniques de réalisation actuelles des circuits intégrés MOS à grille de silicium et canal N. J.-P. Moreau et G. Dubois. *L'Onde électrique* n° 12, 1978.
- [2] Scaling the barrier to VLSI's fine lines. J. Lyman. *Electronics*, June 19, 1980.
- [3] Introduction to VLSI integration. Mead Conway, 1980.
- [4] *Hewlett Packard Journal*. June 1981.
- [5] Integrated circuit engineering. Glaser, 1977.
- [6] MOS Field Effect transistors and integrated circuits. P. Richman.
- [7] MOS Integrated circuits. WM Penney L Lau. 1972
- [8] *Annales des Mines*. E. Laviron, 1980.
- [9] A 32 b VLSI Chip. J. Beyers. *Digest of Technical Papers*. 1981. *IEEE International Solid State circuits Conference*.
- [10] An N-MOS VLSI process for fabrication of a 32 b CPU CHIP *Digest of Technical papers*, 1981. *IEEE International Solid state circuits conference*.
- [11] Cours de microélectronique de 5^e année de l'I.S.E.N. (Institut supérieur d'électronique du Nord), par les professeurs Jesper, Trullemans et Desmoulin.

Fig. 22. et 23. - Règles de dessin d'une structure N-MOS à grille polysilicium.



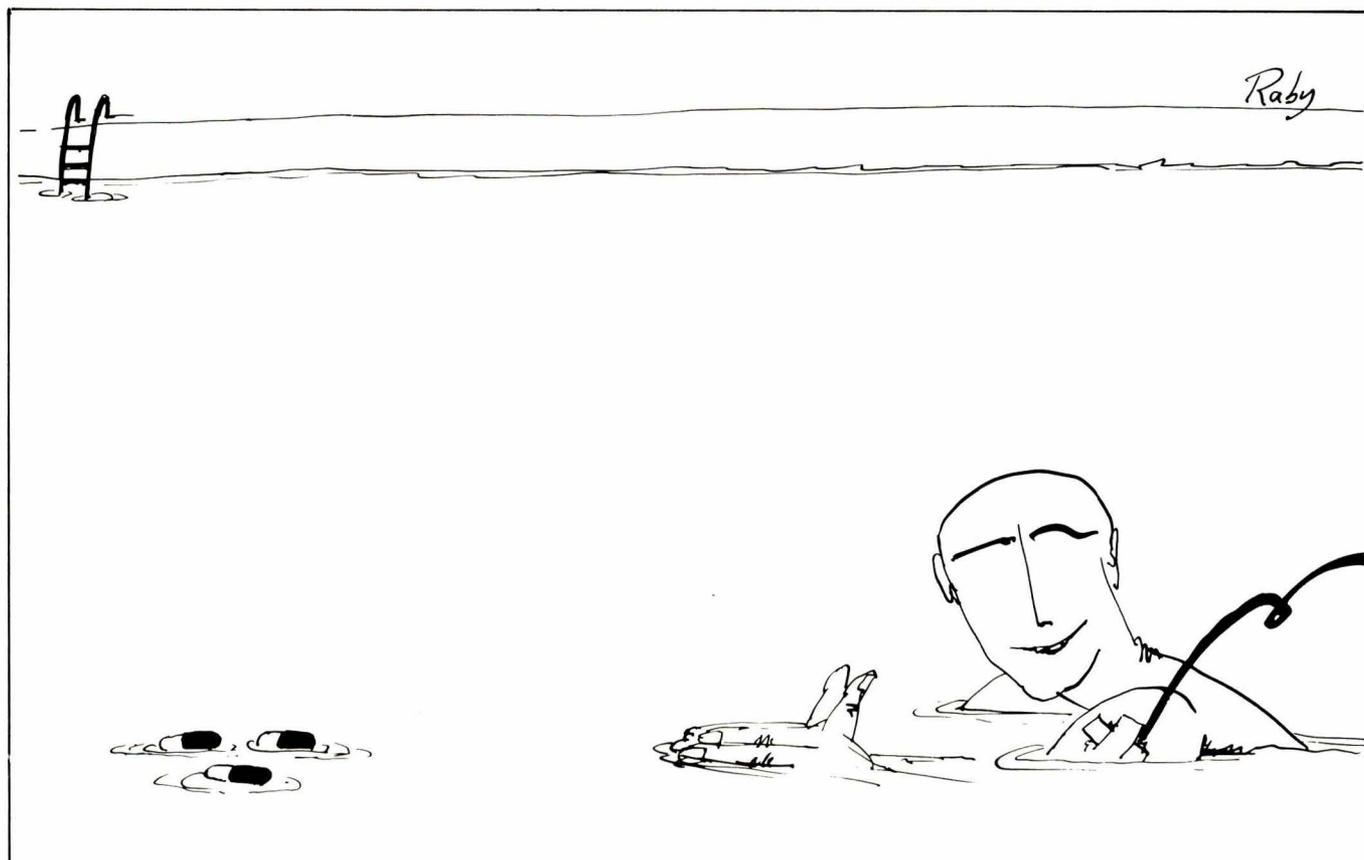
Médical

La diélectrolyse médicamenteuse

L'électrothérapie est un moyen thérapeutique, dont l'efficacité, l'inocuité et le large spectre d'applications offrent au médecin et au kinésithérapeute la possibilité de traiter des affections douloureuses rebelles aux antalgiques classiques.

L'électrothérapie utilise notamment les courants électriques de basse, moyenne et haute fréquence, mais également les courants continu et unidirectionnel. Dans le domaine de la douleur, nous avons évoqué l'anesthésie électrique (*Electronique Applications* n° 2) et la neuro-stimulation (n° 21), mais l'emploi des courants électriques sert aussi à faire pénétrer des médicaments à travers la peau.

Ce dernier aspect a fait l'objet d'une réunion de l'Association nationale des médecins certifiés, en collaboration avec les laboratoires Spécia, au début de l'année 1982 : il s'agit de la diélectrolyse des médicaments.



Qu'est-ce que la diélectrolyse ?

La diélectrolyse est un terme peu utilisé : elle représente, d'après *Bourguignon*, l'ensemble des phénomènes électrolytiques produits par le courant galvanique à travers les tissus, après introduction ionique. Nous trouvons également les termes synonymes d'électrophorèse, de cataphorèse. Ceux-ci ressortent de l'ionothérapie qui est une branche de l'électrothérapie. En fait, les phénomènes rencontrés sont complexes, car les tissus biologiques eux-mêmes sont constitués d'électrolytes et sont soumis à l'influence des courants électriques qui les traversent.

L'application du courant électrique détermine un double effet : d'une part, la migration d'une substance de la peau vers les tissus sous-jacents et, d'autre part, la diffusion de cette substance, car le courant électrique provoque un effet thermique (améliorant parfois l'efficacité de la substance) et une hypervascularisation (facilitant la diffusion locale).

C'est l'ensemble de ces effets que nous passerons en revue, au travers des travaux de *G. Ziegler* et *M.-J. Tesandier* du service de rhumatologie du CHU (Centre hospitalier universitaire) de Nice.

La diélectrolyse médicamenteuse

La diélectrolyse médicamenteuse est un procédé utilisé en thérapie et qui consiste à appliquer un courant électrique unidirectionnel pour faire pénétrer les ions actifs d'un médicament (en solution aqueuse) à l'intérieur des tissus, sans effraction du revêtement cutané. On connaissait déjà la migration des ions chlore et sodium, d'une solution aqueuse de chlorure de sodium, sous l'effet d'un courant polarisé, et il était logique d'essayer de remplacer ces ions par d'autres ayant des propriétés pharmacologiques.

C'est *Leduc* qui en fit la démonstration au début du siècle dans sa célèbre expérience (**fig. 1**). Deux lapins, rendus solidaires par un conducteur et deux électrodes, sont intercalés en série dans le circuit de sortie d'un générateur de courant galvanique (courant continu). Sur le flan gauche du lapin L_1 , on applique une électrode

connectée à la borne négative du générateur et imbibée d'une solution aqueuse de sulfate de strychnine (l'ion strychnine a une polarité positive). Sur le flan droit du lapin L_2 , on applique une électrode connectée à la borne positive du générateur et imbibée d'une solution aqueuse de cyanure de potassium (l'ion cyanure a une polarité négative).

Lorsque l'on ferme le circuit (**fig. 1a**), rien ne se produit. Si l'on inverse le sens du courant (**fig. 1b**), on constate que le lapin L_1 est atteint de convulsions tétaniques causées par la pénétration transcutanée des ions strychnine et que le lapin L_2 meurt très vite à cause de la pénétration dans les tissus des ions cyanure. Par la suite, il fut établi que l'on pouvait obtenir les mêmes effets en utilisant un courant unidirectionnel quel qu'il soit.

Sans faire l'historique du procédé nous avons retrouvé *Richardson* qui, en 1859, réalisa la première anesthésie locale en dentisterie en ionisant de

la morphine, comme le rapporte *Gwathmey* dans son ouvrage : « Anesthesia ». Puis, dans le « Traité pratique d'électricité » (1886) de *C.-M. Gariel*, nous relevons ce passage très pertinent : « Une autre application de l'action électrolytique des courants consiste dans le passage de substances médicamenteuses dans l'organisme sous l'influence des courants ; non que, comme il a été avancé à tort, on puisse faire pénétrer ainsi des substances complexes quelconques, mais seulement quelques éléments simples ; c'est ainsi que, en mettant en contact avec la peau (à l'aide d'un bain local, par exemple) une dissolution d'iodure de K, où plonge l'électrode (-) d'une pile tandis que l'électrode (+) est appliquée sur la peau, on peut, par suite d'une action électrolytique suivie d'absorption, faire pénétrer une petite quantité d'iode. Mais, d'une part, l'iode n'est pas, comme il a été dit, transporté au pôle +, il se combine, dès son entrée sans doute, et son existence ne peut être décelée que par l'analyse des sé-

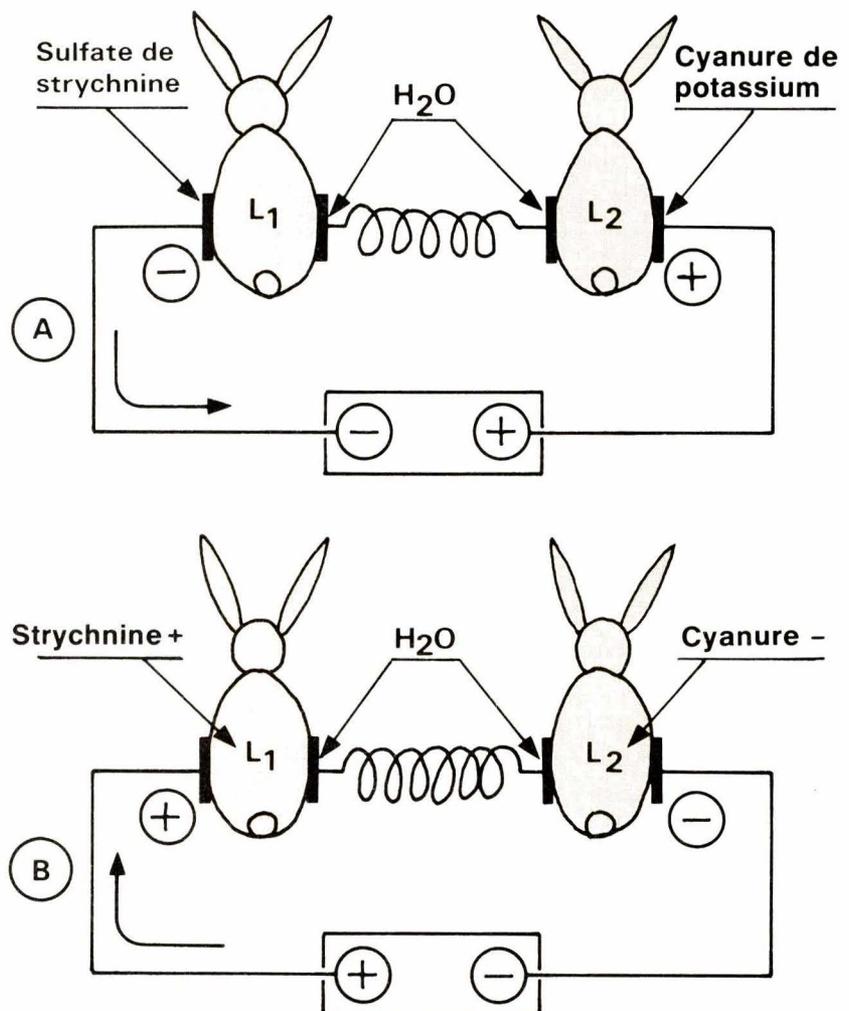


Fig. 1. – L'expérience de Leduc.

crétions qui peuvent en renfermer, l'urine, par exemple ; d'autre part, la quantité qui pénètre ainsi est très petite (Lauret 1885).

Il est possible cependant que cette méthode puisse être utilisée dans quelques cas exceptionnels d'intolérance de certains médicaments ; mais il ne paraît pas douteux qu'elle n'est pas la généralité qu'on a cru pouvoir lui attribuer.

Les effets biologiques

La pénétration du courant, ainsi que des ions, se fait par la voie des canaux excréteurs des glandes sudoripares et sébacées. Les ions migrent vers l'électrode dont la polarité est l'inverse de la leur. Puis, ils diffusent dans le derme où ils s'accumulent, sans dépasser la couche capillaire, comme l'ont montré J. Dumoulin et G. de Bisschop.

A ce niveau, les ions sont drainés par la circulation régionale et dispersés par le sang et ce, d'autant plus facilement que le courant électrique entraîne une hypervascularisation locale. Au mouvement du flux sanguin s'ajoute une action mécanique occasionnée par la fibrillation musculaire due au passage du courant et facilitant aussi la propulsion de la substance dans les tissus biologiques.

On pourrait penser que les effets obtenus soient la somme des effets physiques et physiologiques intrinsèques du courant utilisé et des effets pharmacologiques liés à la quantité et à la qualité des ions qui ont pénétré dans les tissus. Or la pratique montre que les effets présentent trois caractéristiques particulières : tout d'abord une action plus lente, mais plus durable, que celle qui leur est attribuée par la pharmacologie classique ; ensuite une action disproportionnée par rapport aux faibles quantités de la substance diélectrolysée ; enfin une action majorée si l'on associe à ce procédé l'administration de la même substance par voie buccale, rectale ou parentérale.

L'un des grands avantages liés à ce procédé est d'obtenir les mêmes effets thérapeutiques mais avec des doses beaucoup moindre de médicament par rapport à l'administration par la voie générale. Ainsi, la diélectrolyse permet, avec un minimum de risques, de délivrer du chlorure de calcium chez un obèse ou un lithiasique, d'administrer un corticoïde chez un diabétique ou un ulcéreux, de pres-

crire de la phénylbutazone ou du kétoprofène alors que ces substances sont parfois génératrices d'intolérance digestive ou cutanée.

Les particularités de l'action thérapeutique des ions, d'après Bourguignon et Monnier, s'expliquent de la manière suivante. Dans un premier temps, les ions actifs arrivent dans les tissus biologiques, puis, dans un second temps, ils subissent les effets physico-chimiques, électrolytiques, du courant électrique. Placés dans un champ électrique, les ions sortent des vaisseaux sanguins et se propagent facilement dans les lacs interstitiels du tissu conjonctif.

Au cours de leur cheminement, les ions rencontrent les membranes cellulaires dont ils modifient la polarisation en perdant les charges électriques dont ils étaient porteurs. C'est donc sous la forme moléculaire (électriquement neutre) qu'on les retrouve. Ainsi, la modification de la polarisation des membranes semble expliquer la potentialisation de l'activité thérapeutique du médicament et la durée des effets bénéfiques du traitement.

Notons enfin que, sur le plan pratique, seuls les courants continus et les courants unidirectionnels de basse fréquence et de longue durée ont un pouvoir ionophorétique suffisant pour être utilisés en thérapeutique. Si les courants bidirectionnels sont inefficaces, c'est parce que les ions sont sollicités alternativement dans un sens puis dans l'autre et ce, dans un délai très court, si bien qu'il y a oscillation mais pas migration des ions. Toutefois, il est intéressant d'inverser le sens d'un courant unidirectionnel au cours d'un traitement car après plusieurs minutes la migration est significative (dans l'espace) et l'inversion de courant assure une seconde action du

médicament dans le même territoire, d'où une amélioration de l'efficacité du traitement pour une même dose de produit.

Le pouvoir ionophorétique d'un courant unidirectionnel est proportionnel à la quantité d'électricité dispensée. La quantité d'ions qui traversent la peau par diélectrolyse répond à la formule de Faraday $F = f(it)$, où i est l'intensité du courant et t la durée de passage effectif du courant.

Selon les valeurs de « i », pour une même valeur maximale de l'intensité « I » et de « t », pour une séance d'électrothérapie de durée « T », nous aurons : un pouvoir diélectrolytique maximal si l'on travaille avec du courant continu ($i = I$ et $t = T$) ; un pouvoir moindre si l'on utilise un courant BF de longue durée (i variable et $t < T$) ; et un pouvoir très faible avec un courant d'impulsions (i variable et T étant très important par rapport à t).

Les différents types de courants utilisables

En pratique médicale, on peut classer les courants selon leurs paramètres, leurs propriétés biologiques ou leur mode d'utilisation en thérapeutique (fig. 2). Selon leur direction, on classe les courants en deux catégories : les courants bidirectionnels ou alternatifs, non polarisés, et les courants unidirectionnels ayant des propriétés ionophorétiques. Ce sont ces derniers qui nous intéressent.

Le courant continu

C'est un courant dont l'intensité est constante durant toute la séance d'électrothérapie. C'est un courant

ÉTAT	STIMULI	COURANTS	FRÉQUENCE	PRATIQUE MÉDICALE
constant	néant	continu	nulle	oui
	isolés	d'impulsions	nulle	oui
variable	itératifs ou rythmiques	de basse fréquence	100 Hz	B.F. médic.
		de moyenne fréquence	10 000 Hz 100 000 Hz	M.F. médic.
		de haute fréquence	1 MHz 13,56 MHz 27,12 MHz 40,9 MHz	

Fig. 2. - Classification des courants en pratique médicale (d'après Teyssandier).

galvanique pur, produit par une pile ou un accumulateur. Ce peut être aussi un courant de haute fréquence entretenu. Un filtre élimine des ondes de polarité inverse et le transforme en courant unidirectionnel. Sa courbe enveloppe lui permet d'être assimilé à un courant galvanique et d'avoir les mêmes propriétés.

Les courants BF

La figure 3 résume les caractéristiques des courants de basse fréquence unidirectionnels, de longue durée, utilisés en électrothérapie. Ce sont des courants variables constitués par des trains d'impulsions de longue durée (100 ms en général), séparés ou non par des temps de repos et qui se répètent avec une fréquence comprise entre 0 et 100 Hz.

Propriétés des courants unidirectionnels

L'action des courants unidirectionnels est à la fois simple, puisqu'on leur applique les lois générales de l'électricité, et compliquée car les structures biologiques traversées réagissent d'une manière assez mal connue.

En effet, la pénétration du courant à travers la peau est rendue difficile par la présence d'une couche cornée tapissée d'une pellicule de graisse. La résistance est assez élevée et le courant doit emprunter des voies de moindre résistance tels les orifices des canaux excréteurs des glandes sudoripares et sébacées, les excoriations cutanées...

Puis, après la surface cutanée, le courant rencontre des tissus variés, riches en capillaires et assimilables à des poches contenant des électrolytes dont la résistance est beaucoup moindre. Selon les tissus, selon les résistances offertes, nous assistons à différents phénomènes, que *Teyssandier* et *Ziegler* ont bien résumé dans leur ouvrage sur la diélectrolyse médicamenteuse et auquel nous empruntons certains passages.

Effets thermiques

C'est l'application de la loi de *Joule* : $Q = ZI^2t$, qui permet de calculer l'énergie thermique provenant de la transformation de l'énergie électrique. L'élévation thermique est proportionnelle à l'impédance totale des tissus (Z) et à la quantité d'électricité délivrée

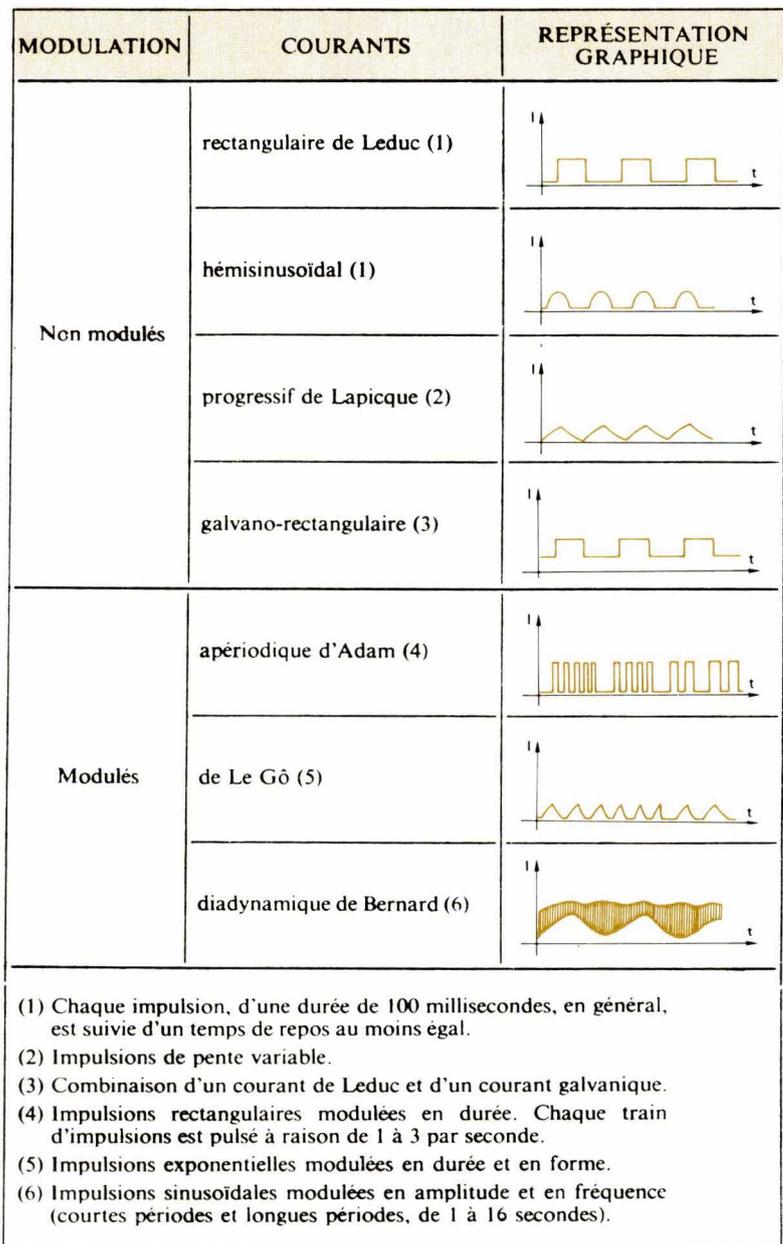


Fig. 3. – Principaux courants BF unidirectionnels (d'après Teyssandier).

(It). La peau ayant une résistance élevée, c'est à ce niveau que l'on ressent l'impression de chaleur, de fourmillement, qui se traduit par une rougeur de la peau, une vasodilatation des vaisseaux sanguins : celle-ci ayant pour effet d'éliminer les calories mais aussi de modifier le métabolisme cellulaire local.

Puisque l'augmentation de la température est fonction de la quantité d'électricité délivrée, elle sera maximale si l'on applique un courant continu et bien moindre avec un courant BF ou un courant d'impulsions.

Propriétés physico-chimiques

Dans les solutions aqueuses, les molécules sont dissociées en ions, et les tissus biologiques sont soumis à cette règle. Le chlorure de sodium se retrouve en ions chlore (Cl^-) et en ions sodium (Na^+). Si l'on applique un courant polarisé à un tissu biologique nous assisterons à une migration des ions (fig. 4).

Or, à l'intérieur des tissus, les membranes cellulaires sont également polarisées : les charges positives sont sur la face externe et les charges négatives sont sur la face interne de la cellule. La migration des ions, due à l'action du courant, est freinée par la présence de la membrane, leur polarisation est perturbée et l'on assiste à une répartition différente des différences de potentiel. Cela a pour effet d'engendrer des forces contre-électromotrices, de modifier la résistance des tissus et parfois de s'opposer au passage du courant.

Si l'on regarde ce qui se passe au niveau des électrodes (fig. 4) on voit que le processus se déroule en deux étapes : dans un premier temps, une simple migration vers les électrodes et, dans un second temps, au contact des électrodes, les ions perdent leurs charges électriques et se combinent à l'eau pour former de nouveaux corps chimiques. Dans le cas du chlorure de sodium, par exemple, il y a formation d'acide chlorhydrique au pôle « + » et de soude caustique au pôle « - ». Il y a donc, au niveau des électrodes, des réactions acide et alcaline, mais l'on n'observe aucun effet caustique au niveau de la peau, à condition qu'elle ne présente ni plaie, ni excoriation et qu'elle n'entre pas en contact direct avec le métal des électrodes.

Les brûlures

Que se passe-t-il pour qu'il y ait brûlure ? Trois facteurs d'agression s'imbriquent pour détruire les tissus cutanés et sous-jacents : thermique, chimique et électro-mécanique.

Lorsque la peau ne présente aucun défaut, c'est la quantité de courant qui provoque la brûlure, par effet *Joule*. En revanche, si la peau présente une faille de moindre résistance (micro-plaie, coupure, piqûre...), même une quantité moindre de courant suffit à provoquer une brûlure. Le courant s'« engouffre » dans cette faille et la quantité de courant par unité de surface, qui devient importante, provoque la brûlure. A cela s'ajoute une action chimique, par effet électrolytique, car l'on atteint les tissus plus profonds, riches en électro-

lytes, avec formation d'acide chlorhydrique ou de soude caustique selon la polarité de l'électrode.

L'action antalgique

L'action antalgique du courant électrique est bien connue de nos lecteurs puisque nous avons consacré une étude à la neuro-stimulation dans le traitement de la douleur : *Electronique Applications* n° 21. Nous avons vu que les membranes cellulaires sont polarisées, et que la cellule nerveuse possède également cette propriété, comme l'ont démontré, entre autres, les expériences de *Hodgkin* et *Huxley* (fig. 5). La mise en place d'électrodes permettant de mesurer la différence de potentiel existant entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule situe celle-ci entre - 50 et - 150 mV, selon l'espèce animale à laquelle appartient la cellule. Cette différence de potentiel tend à disparaître lorsque la vie quitte la cellule.

Cette différence de potentiel est le potentiel de repos ; elle objective la répartition non homogène des ions de même signe de part et d'autre de la membrane cellulaire. Lors d'une agression, on assiste à un déséquilibre ionique. L'augmentation de la perméabilité membranaire aux ions sodium leur permet de pénétrer à l'intérieur de la cellule en même temps que s'effectue une fuite des ions potassium.

Par voie de conséquence, un courant électrique appliqué à un tissu biologique modifie l'équilibre des charges électriques situées de part et d'autre

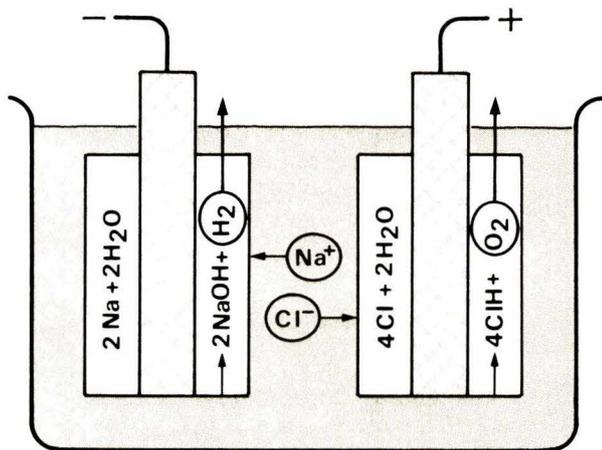


Fig. 4. - Action d'un courant polarisé sur une solution aqueuse de chlorure de sodium.

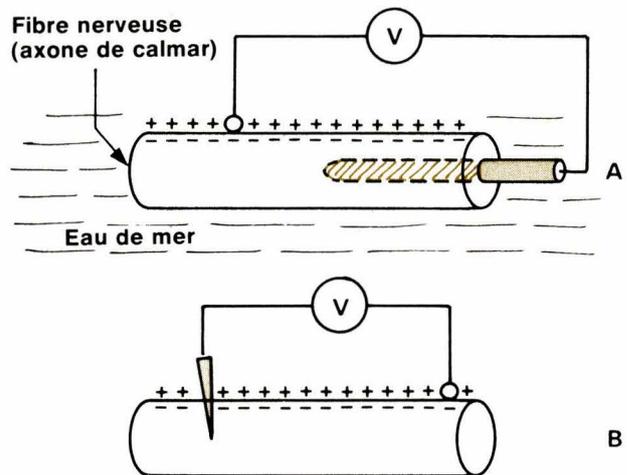


Fig. 5. - Mesure du potentiel de repos :
A - au moyen d'une électrode (longitudinale) capillaire de 50 μm ;
B - au moyen d'une électrode (transversale) amincie à 0,5 μm (d'après Huxley).

des membranes cellulaires et, en particulier, des axones. Le retour à l'état de polarisation existant avant une séance d'électrothérapie est très lent. D'après *F. Parodi*, il peut atteindre un délai de 70 jours, et ainsi s'expliquerait la durée des effets bénéfiques du traitement.

L'effet antalgique repose en fait sur trois propriétés rencontrées dans l'application des courants unidirectionnels : une hypervascularisation découlant des effets thermiques, la faculté de résorber les œdèmes et l'action antalgique directe comme nous l'avons vu (dans notre n° 21), notamment avec la théorie du « Gate Control System » de *Melzack* et *Wall*.

L'*hypervascularisation* modifie le métabolisme des cellules, ce qui a pour conséquence d'augmenter leurs échanges et d'améliorer leur nutrition. L'accroissement du débit circulatoire local facilite la cataphorèse et permet une meilleure élimination des micro-organismes circulant dans les espaces extra-cellulaires et, également, des déchets de combustion des cellules (métabolites des processus inflammatoires, par exemple).

La *résorption des œdèmes* est le résultat de la migration (par électro-osmose) des molécules d'eau prisonnières des tissus œdémateux. En effet, l'action du courant sur l'état de polarisation des membranes a pour conséquence des modifications dans la répartition des ions Na^+ et K^+ (de part et d'autre de celles-ci), des modifications dans la teneur en eau des cellules, et des variations dans la perméabilité de leur membrane.

Ce sont essentiellement ces deux actions qui sont intéressantes à considérer dans l'étude de la diélectrolyse des médicaments. Toutefois, il est certain que, si l'on diélectrolyse un produit antalgique, il faut tenir compte aussi de l'effet produit par le courant lui-même dans l'interprétation des résultats. Cependant la synergie n'est pas exclue.

Bien que cela soit très important, nous ne nous étendons pas sur les effets du courant sur les muscles striés. Rappelons simplement la mise en garde que donne *M.J. Teyssandier* : « Beaucoup trop souvent, l'électrothérapeute insuffisamment averti, qui désire diélectrolyser tel produit médicamenteux, choisit d'utiliser un courant BF de longue durée, de préférence en galvanique, sans tenir compte de ses effets strio-moteurs particuliers. »

« Or ces derniers peuvent être nocifs pour des muscles fragilisés ou dénervés. Par exemple, dans un cas de sciatique très parésiante en voie de réinnervation, l'application longitudinale sur le membre inférieur, dans un but antalgique et strio-moteur d'un courant BF rectangulaire, peut gêner, voire empêcher, la repousse axonique. »

Le générateur de courant

Pour appliquer la technique de la diélectrolyse, il faut un générateur et des électrodes. Le générateur (*fig. 6*) comporte soit une source de courant continu (galvanique pur) fourni par des piles ou des accumulateurs (et dans ce cas on réalise des appareils portatifs), soit une alimentation secteur, redressée et filtrée. A cela s'ajoutent des appareils de mesure et de réglage des différents paramètres. Certains paramètres, voire tous, peuvent être prédéterminés par programmation sur bande magnétique.

Les générateurs les plus simples délivrent un seul type de courant ; par exemple du courant continu dont l'intensité est commandée par un seul rhéostat, ou un courant variable dont les stimuli unidirectionnels, de forme rectangulaire, non modulés, de durée fixe (100 ms), voient leur intensité et leur fréquence commandées par deux rhéostats (*fig. 7*). Des appareils plus complexes peuvent produire plusieurs types de courant (*fig. 8*).

Les électrodes

Entre les tissus biologiques et le générateur se trouve le circuit de sortie (*fig. 9*) comprenant notamment les électrodes. Elles sont métalliques (cuivre, étain, alliage plomb-zinc ou étain-zinc), de 10 à 200 cm^2 de surface et logées chacune à l'intérieur d'un gant constitué d'un tissu spongieux imbibé d'eau faiblement minéralisée ou du produit médicamenteux en solution aqueuse que l'on veut diélectrolyser (*fig. 10-11-12*).

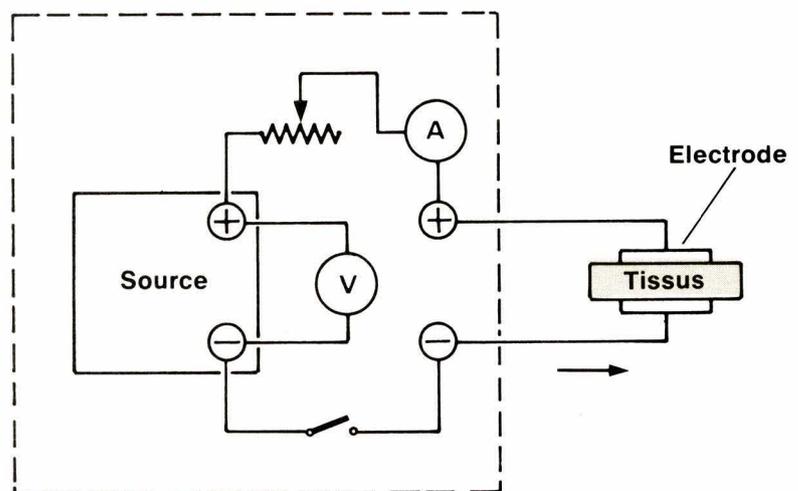
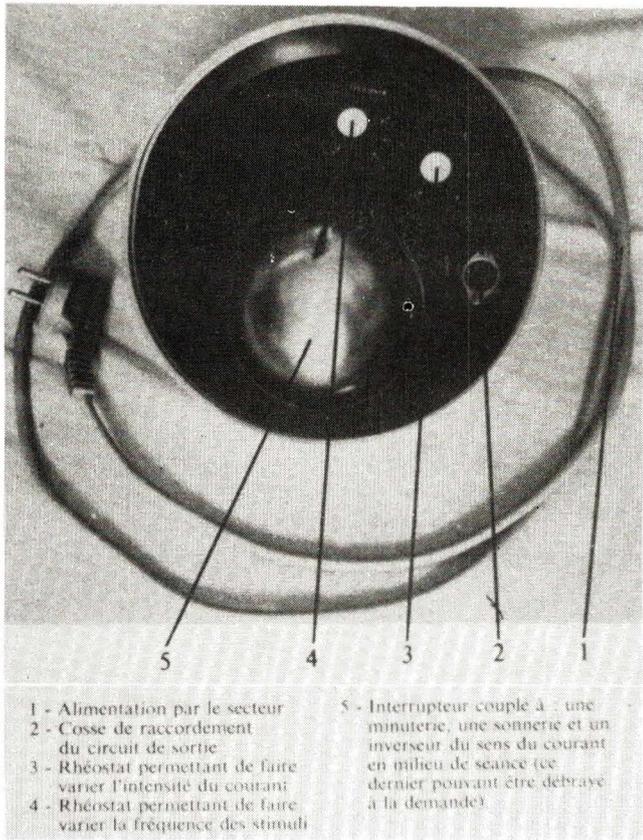


Fig. 6. – Schéma du générateur.



- 1 - Alimentation par le secteur
- 2 - Crosse de raccordement du circuit de sortie
- 3 - Rhéostat permettant de faire varier l'intensité du courant
- 4 - Rhéostat permettant de faire varier la fréquence des stimuli
- 5 - Interrupteur couple à : une minuterie, une sonnerie et un inverseur du sens du courant en milieu de séance (ce dernier pouvant être débrayé à la demande)

Fig. 7. - Générateur simple délivrant un seul type de courant (courant unidirectionnel, non modulé, dont les stimuli, de forme rectangulaire, ont une durée fixe de 100 millisecondes).

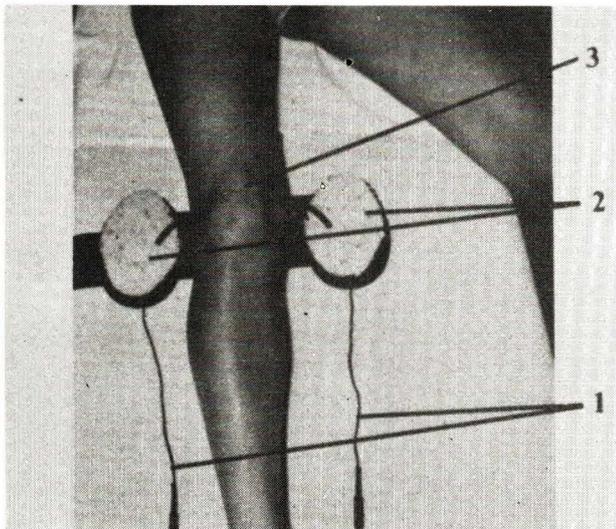
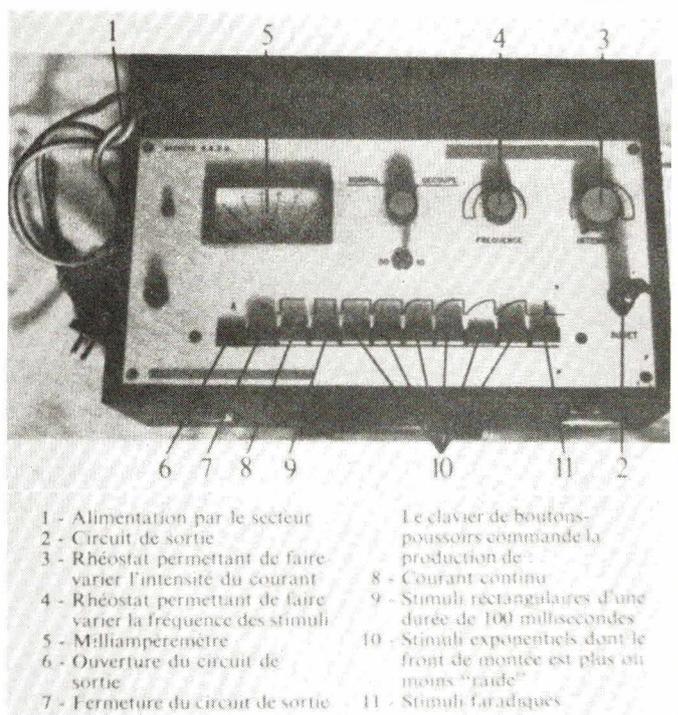


Fig. 9. - Le circuit de sortie. Il comprend : deux fils conducteurs (1), deux électrodes (2), des tissus biologiques (3).



- 1 - Alimentation par le secteur
- 2 - Circuit de sortie
- 3 - Rhéostat permettant de faire varier l'intensité du courant
- 4 - Rhéostat permettant de faire varier la fréquence des stimuli
- 5 - Milliampèremètre
- 6 - Ouverture du circuit de sortie
- 7 - Fermeture du circuit de sortie
- 8 - Courant continu
- 9 - Stimuli rectangulaires d'une durée de 100 millisecondes
- 10 - Stimuli exponentiels dont le front de montée est plus ou moins "raide"
- 11 - Stimuli faradiques

Fig. 8. - Générateur complexe pouvant délivrer plusieurs types de courants non modulés.

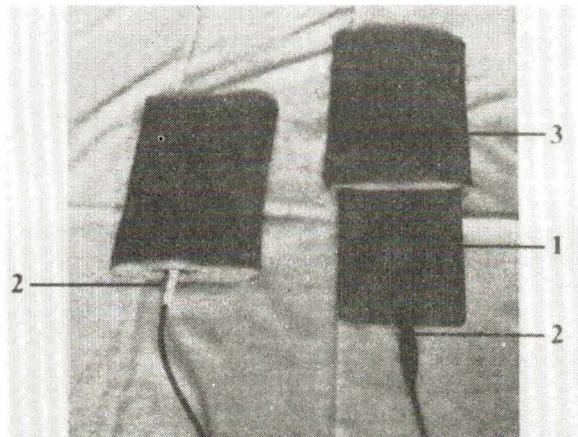


Fig. 10. - Electrodes classiques. Chacune comprend : une plaque métallique (1) avec sa crosse de raccordement au fil conducteur du circuit de sortie (2), une sorte de gant de toilette en éponge (3).

Selon les appareils, le nombre de circuits de sortie est variable : de 1 à 12 (24 électrodes). Les circuits sont en général branchés en parallèle, ce qui ne permet pas de contrôler la quantité de courant délivré au niveau de chaque paire d'électrodes. Cependant, certains générateurs comportent des circuits de sortie indépendants.

Les applications thérapeutiques

Lorsque l'on veut diélectrolyser tel ion, en solution, dont on connaît la polarité, il suffit d'en imprégner l'éponge de l'électrode qui sera reliée à la borne du générateur de même signe. Selon l'effet recherché, on applique le courant : soit transversalement (fig. 13), et dans ce cas les électrodes sont disposées de part et d'autre d'une articulation, par exemple ; soit longitudinalement (fig. 14) avec une électrode située à l'extrémité d'un membre et l'autre à sa racine, ou en regard du rachis lombaire ou cervical.

Certaines précautions sont à prendre. Ainsi, outre la polarité des produits, leur dilution dans la solution aqueuse doit être de faible concentration de façon à ce que les molécules des électrolytes se trouvent déjà sous leur forme ionique. D'autre part, avec les enzymes, une intensité trop importante peut être responsable de leur destruction par effet thermique.

Des résultats intéressants sont ob-

tenus dans la diélectrolyse du calcium par voie trans-cérébro-médullaire. On place deux petites électrodes positives, entourées de coton hydrophile imbibé d'une solution aqueuse de chlorure de calcium sur les globes oculaires du patient. L'électrode négative est placée en regard de la charnière lombo-sacrée. On fait passer un courant galvanique (2 mA maxi) durant 30 minutes. On peut également, d'après Bourguignon, faire ingérer au préalable au patient un médicament fortement dosé en calcium.

Par l'effet du courant, les ions calcium pénètrent par la voie oculaire et

les nerfs optiques, traversent l'encéphale, puis le névraxe sur toute sa longueur, poursuivent leur cheminement en utilisant les canaux de circulation représentés par les racines et les nerfs rachidiens qui passent à travers les trous de conjugaison.

Notre propos ne sera pas exhaustif sur le plan des applications médicales. Sachons que, parmi ces dernières, nous retrouvons les rhumatismes, la goutte, les œdèmes (chirurgicaux ou lymphatiques), les hématomes, les contractures musculaires, le zona, etc.

J. Trémolières

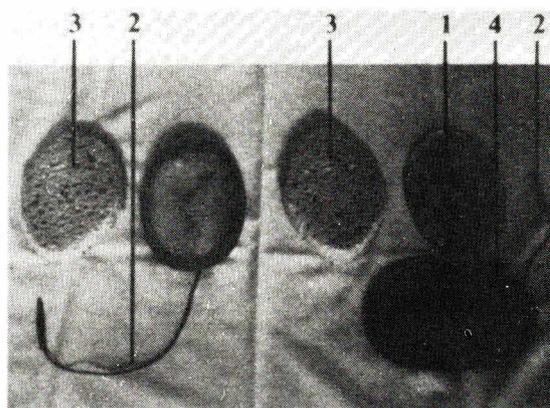


Fig. 11. — Electrodes modernes. Chacune comprend : une plaque métallique (1) connectée au fil conducteur du circuit de sortie (2), une épaisseur d'éponge (3), une épaisseur de caoutchouc, non conducteur du courant (4), qui débordé et engaine la plaque métallique.

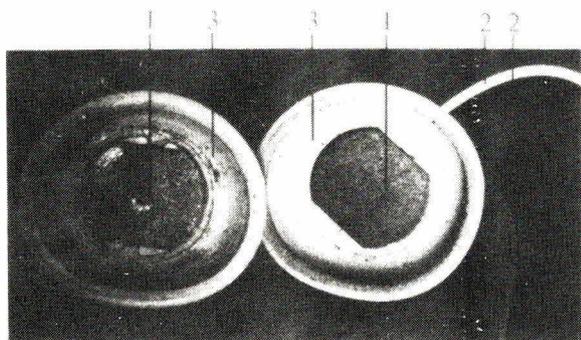


Fig. 12. — Electrodes modernes d'un autre type.

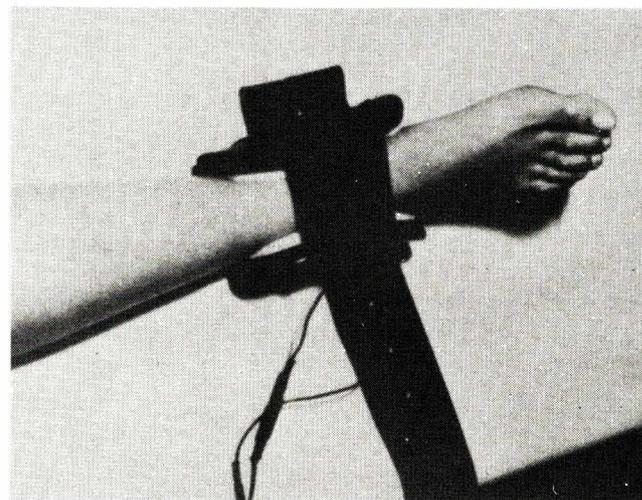


Fig. 13. — Application transversale d'un courant unidirectionnel à une cheville.

Bibliographie

- [1] Gwatmey J.T. – Anesthesia. Mac-Millan Edit. 1929.
- [2] Gariel C.M. – Traité pratique d'électricité. Tome II, Doin Edit. 1886.
- [3] Pasquet A., Tessandier M.J. – Les générateurs d'électrothérapie à courant d'intensité réglable constante. *Cahiers d'Electrothérapie* 1973, n° 13, pp. 533-536.
- [4] Teyssandier M.J., Briffod P., Ziegler G. – Intérêt de la diélectrolyse de kétoprofène en rhumatologie et en petite traumatologie. *Sciences Médicales* 1977, 8, 38 pp. 157-162.
- [5] Aaron C., Martin J.-L., Devaux J.Y. – La diélectrolyse par les anti-inflammatoires dans les affections rhumatologiques. *Entretiens de Bichat-Médecine* 1974, pp. 167-172.
- [6] Aaron C., Debieu F. – Physiothérapie des gonalgies du 3^e âge. *Lyon Méditerranée Médical* T. XII, n° 13, 10 juin 1976 pp. 2535-2541.
- [7] Teyssandier M.-J., Ziegler G. – La diélectrolyse médicamenteuse. *Edit. Med. Spécia*, Paris.



Fig. 14. – Application longitudinale d'un courant unidirectionnel à un membre inférieur.

Nom: **DEUTA**
 Prenom: **MEPSY**

Age: Nouveau né
 Race: μ Processeurs
 Signes particuliers: Modulaire
 Applications:
 – Vitesses
 – Temperatures
 – Pressions

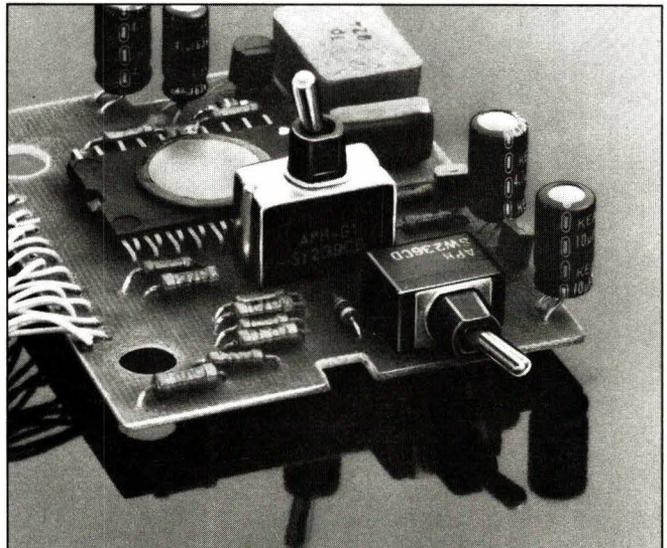


- 1 Module de base
- 3 Modules de fonctions complémentaires
- Compatible "tous signaux"
- Indique:
 - Fréquence Entrée 1 à Entrée n
 - Différence E1 - En
 - % E1 / En
 - Rapport E1 / En
- Possède:
 - Constante K réglable
 - T mesure réglable
 - Virgule flottante
 - Affichage LCD
 - 8 Seuils réglables
 - Sortie BCD
 - Test en fonctionnement



DEUTA-FRANCE S.a.r.l., Tel. (4) 4885151
 BP 1, 60123 Bonneuil en Valois

SERVICE-LECTEURS N° 233



Mettez-les tout de suite dans le circuit.

Petits, très fiables, endurants, les interrupteurs de la Série S se destinent aux circuits imprimés. Etanches, ils se soudent à la vague et ne craignent pas le nettoyage par immersion. Les interrupteurs S se montent vite, tout de suite. Gagnez donc du temps !



APR - Siège Social et Usine 82270 Montpezat de Quercy
 Tél. : (63) 02 07 08 - Télex : 531853
 Agence pour la région parisienne : 87, rue Bobillot
 75013 Paris - Tél. : 588 81 53 - Télex : 200917

Des milliers d'inters pour circuits imprimés.

Square Courtois et associés

SERVICE-LECTEURS N° 230

L'UNIVERS DE LA PROM

LES GENERIC PROMS – SERIE HM-76XXX

	64K	32K	16K		8K		4K			2K	1K	0,25K
Références	76641	76321	7616/161	76165	7680/81	7684/85	7640/41	7649	7642/43	7620/21	7610/11	7602/03
Organisation	8192 x 8	4096 x 8	2048 x 8	4096 x 4	1024 x 8	2048 x 4	512 x 8	512 x 8	1024 x 4	512 x 4	256 x 4	32 x 8
TAA max.	85 ns	65 ns	60 ns	60 ns	70 ns	70 ns	70 ns	60 ns	60 ns	70 ns	60 ns	50 ns
Version A					50 ns		50 ns		50 ns	50 ns	45 ns	

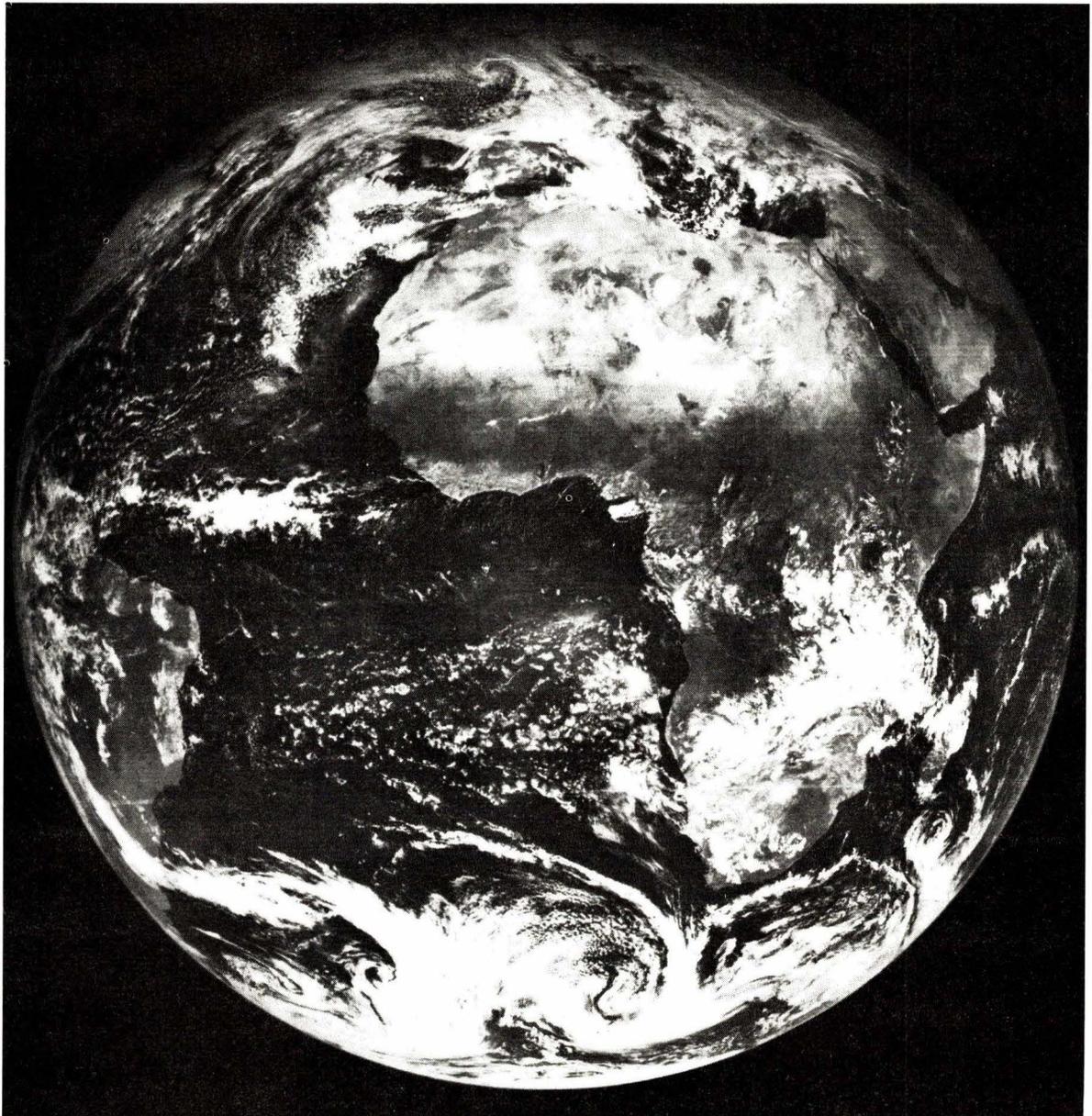
Version A : rapides

**Programmateur
de mémoire
à votre disposition**

almex

48, rue de l'Aubépine - Zone industrielle - 92160 Antony
Tél. : (1) 666.21.12 - Télex : 250067 F
ALMEX LYON : Tél. : (7) 866.00.66

PHOTO PAR SATELLITE GÉOSTATIONNAIRE MÉTÉOSAT A 36.000 km D'ALTITUDE - DOC. MÉTÉOROLOGIE NATIONALE





Protégez vos programmes micro-informatiques

Sous l'aspect insignifiant de quelques mètres de bande magnétique dans une cassette, un programme informatique peut facilement représenter des heures, voire des journées de travail pour son auteur...

Bien que les échanges de programmes constituent un moyen privilégié de développement de l'informatique individuelle, il est naturel qu'un programmeur souhaite éviter que son œuvre ne tombe entre toutes les mains. Il en va de même pour tout programme contenant des données confidentielles, telles que l'enregistrement d'opérations de banque, par exemple, ou des fichiers d'adresses. D'où l'intérêt d'un « mot de passe »...

Définition de la protection d'un programme

Il existe plusieurs façons de protéger un programme contre les indiscretions, mais la plus complète nous semble être l'interdiction de tout « listing » ou même de toute exécution à quiconque n'est pas porteur d'un « mot de passe » en plus de la cassette.

Ainsi donc, utiliser, emprunter ou même recopier seulement la cassette, devient une opération totalement dénuée d'intérêt !

Dès lors, se pose la question de trouver un moyen de rendre inutilisable un programme sans pour autant en altérer le contenu.

Une expérience riche d'enseignements peut facilement être tentée : chargez un programme quelconque en machine soit au clavier, soit à partir de la cassette, puis exécutez la commande :

POKE 16509, 100

Essayez alors de lister ou de lancer le programme, peine perdue ! L'ordinateur se comporte comme s'il était vide de tout programme.

Rien n'a pourtant été effacé, puisque si vous faites alors :

POKE 16509, 0

tout rentre dans l'ordre...

Le plus intéressant est qu'un programme « inhibé » de cette façon peut être sauvegardé sur cassette, puis rentré en machine. Sitôt « réactivé » il reprendra toutes ses possibilités.

Ce fonctionnement est dû au fait que l'adresse « 16509 » contient l'octet le plus significatif du numéro de la première ligne du programme (l'octet le moins significatif est placé en 16510).

Si la première ligne du programme est la ligne 10, la configuration mémoire est la suivante :

16509 : 0
16510 : 10

Après POKE 16509, 100, celle-ci devient :

16509 : 100
16510 : 10

Cela correspond à un numéro de ligne égal à :

$$(256 \times 100) + 10 = 25610$$

Comme le maximum admissible est 9999, l'ordinateur qui tente de lister ou d'exécuter le programme bute immédiatement sur un numéro de ligne invraisemblable et s'arrête là !

Inutile d'essayer de « contourner la difficulté » par un RUN 20, GOTO 20, ou LIST 20, par exemple, car le moniteur Basic a besoin du numéro de la première ligne.

Introduction

d'un « mot de passe »

Le procédé qui vient d'être décrit présente deux inconvénients :

- il nécessite la connaissance d'une procédure (POKE 16509, 0) et non d'un simple code ;

Applications

Circuits de commande économiques pour afficheurs « L.E.D. »

Aussi bien en instrumentation (voltmètres, fréquencemètres) qu'en systèmes (visualisation de bus de microprocesseurs), le besoin de circuits de commande évolués pour afficheurs apparaît de plus en plus nécessaire.

En effet, la conception classique de la mise en œuvre de L.E.D., à base de SN7447, de résistances de limitation de courant et de transistors, conduit rapidement à des schémas « inflationnistes » au niveau de la commande d'affichage.

L'objet du présent article est de présenter la conception et l'utilisation de circuits spécifiques destinés à cet usage.

Commande en mode continu

Les afficheurs à diodes électroluminescentes (L.E.D.) doivent leur popularité à leur importante luminosité, leur faible coût et leur souplesse d'utilisation. Cependant, dès que leur nombre s'accroît, leur mise en œuvre peut poser des problèmes d'implantation (donc de prix de revient et de fiabilité) au niveau des circuits de commande.

La comparaison entre les figures 1 et 2 montre l'importante simplification apportée par l'utilisation d'un circuit spécifique, tel que l'ICM 7212 d'Intersil.

De technologie C-MOS, ce circuit peut commander 4 afficheurs de 7 segments à anodes communes. Ses sorties sont limitées en courant, celui-ci pouvant être modulé par l'intermédiaire de l'entrée BRT (« brightness »). On peut donc l'utiliser pour supprimer l'affichage (cas de mise en parallèle d'afficheurs, par exemple).

Les entrées se font soit en binaire, avec sélection de chaque digit pour l'ICM 7212 (A), soit sur bus μ P, c'est-à-dire avec la possibilité de mémoriser données et sélection d'affichage, sous la commande de deux entrées rapides CS₁ et CS₂ (« Chip select ») pour l'ICM 7212(A) M. Le décodage permet d'afficher soit l'hexadécimal, pour l'ICM7212 (M), soit le code B pour l'ICM 7212 (A) M (tableau 1).

Une évolution de ce circuit a donné l'ICM 7225, qui, aux fonctions de

commande d'affichage de l'ICM 7212, joint celles de compteur 4 1/2 digits 25 MHz. Des entrées « STORE » et « RESET » en permettent l'utilisation en fréquencemètre, par exemple.

Pour une étude aidée de ces circuits, Intersil a introduit des kits d'évaluation comprenant circuits imprimés, composants et afficheurs nécessaires à leur mise en œuvre. Les entrées/sorties se font sur connecteur, ou sur support DIL 16 broches.

B0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
B1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
B2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
B3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
HEXA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
CODE B	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	E	H	L	P	

Tableau 1.

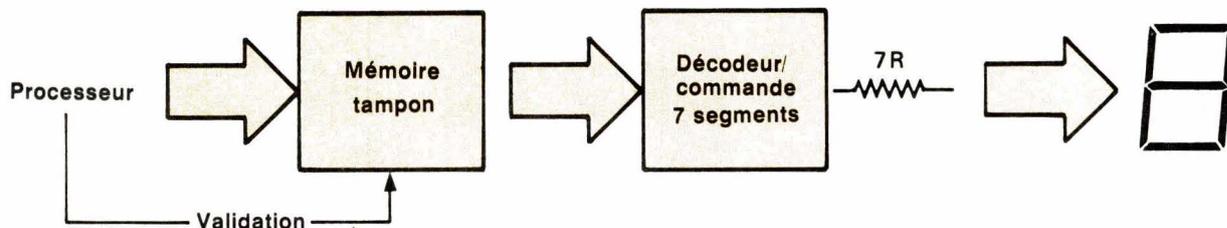


Fig. 1. – La commande « classique » de l'afficheur 7 segments demande 2 C.I. et 7 résistances...

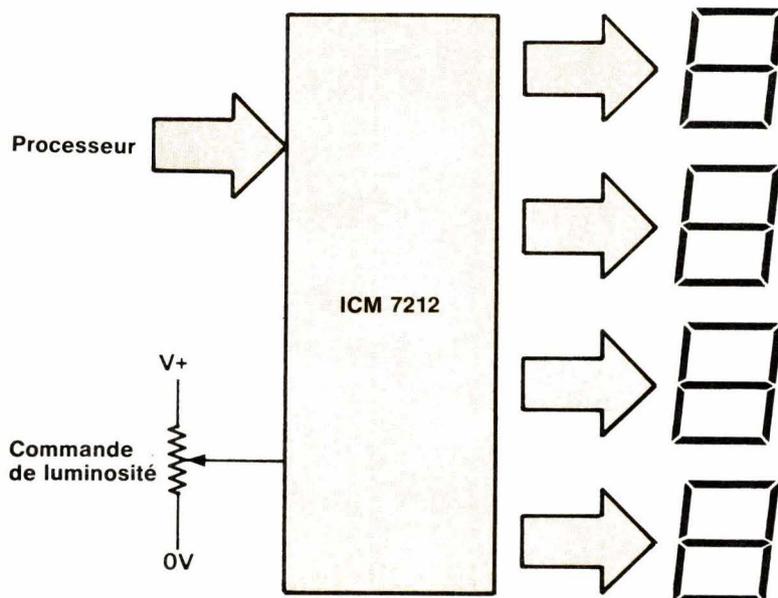


Fig. 2. – Un seul circuit intégré commande ici 4 afficheurs.

Commande en mode multiplexé

Les circuits précédents commandent les afficheurs de manière continue, les digits étant validés de façon permanente. Ce type de montage nécessite un grand nombre de pistes, et sa consommation est celle de tous les afficheurs.

Un moyen d'accroître le nombre d'afficheurs sans qu'il en coûte trop en courant est d'utiliser la technique de multiplexage, c'est-à-dire de mettre tous les segments des afficheurs en parallèle, et de valider successivement chaque afficheur. Le schéma de la figure 1 se compliquera donc de l'élaboration du multiplexage, qui devra en outre être suffisamment évolué pour éviter les recouvrements dans la sélection des afficheurs (« effet fantôme »).

Intersil a introduit dès 1978 la série des ICM 7218, qui permettent de

commander directement 8 afficheurs de 7 segments (plus le point digital). De technologie C-MOS, ces circuits contiennent les outils de décodage, multiplexage, commande de segments, ainsi qu'une RAM 8 x 8. Les afficheurs peuvent être à anode ou cathode commune, les codes de sortie étant l'hexadécimal ou le code B.

Les versions A et B s'interfaçent directement avec les bus des μP 8 bits. Les entrées des commandes et des données d'affichage s'effectuent sur les mêmes pattes, et se font en deux temps : l'entrée « MODE » étant à l'état haut, et l'entrée « WRITE » à l'état bas, on introduit le mot de contrôle sur les entrées ID₄ à ID₇ : décodage/non décodage, type de décodage (Hexa/code B) s'il y a lieu, inhibition affichage (« shutdown »), arrivée des données (les états sur ID₀ à ID₃ sont indifférents).

On peut ainsi, si l'on ne décode pas, adresser séparément chaque segment. Il est donc possible de commander jusqu'à 64 L.E.D. individuelles (bar graph, par exemple).

Puis, après avoir positionné l'entrée « MODE » à l'état bas et envoyé une impulsion positive sur l'entrée « WRITE », on écrit en mémoire (ID₀ à ID₇) les données pour chaque afficheur (impulsions < 0 sur l'entrée « WRITE »). Les impulsions au-delà de la huitième seront ignorées, et il est nécessaire de décrire un nouveau cycle pour afficher de nouvelles données.

Les versions C et D permettent d'adresser chaque afficheur de manière individuelle. L'entrée mot de contrôle est commandée en niveau 3 états :

- niveau « 1 » : décodage Hexa ;
- niveau flottant : décodage code B ;
- niveau « 0 » : inhibition oscillateur, décodeur et affichage. Cette entrée est indépendante de l'état de l'entrée « WRITE ».

La version « E » possède un adressage séparé pour les digits et les données, ainsi que pour le mot de contrôle.

La figure 3 montre les chronogrammes d'entrées des signaux, alors que la figure 4 est un exemple d'affichage de 16 digits à partir d'un μP 8048. (Le multiplexage est asynchrone par rapport au 8048, et est entièrement réalisé par l'ICM 7218.)

Commande d'afficheurs alphanumériques

Les possibilités des microprocesseurs étant de plus en plus étendues, il est apparu nécessaire de ne pas limiter les possibilités de dialogue aux afficheurs alphanumériques 14 ou 16 segments.

Conscient du besoin en circuits intégrés adaptés à ce domaine, Intersil a introduit en 1981 l'ICM7243A (et B).

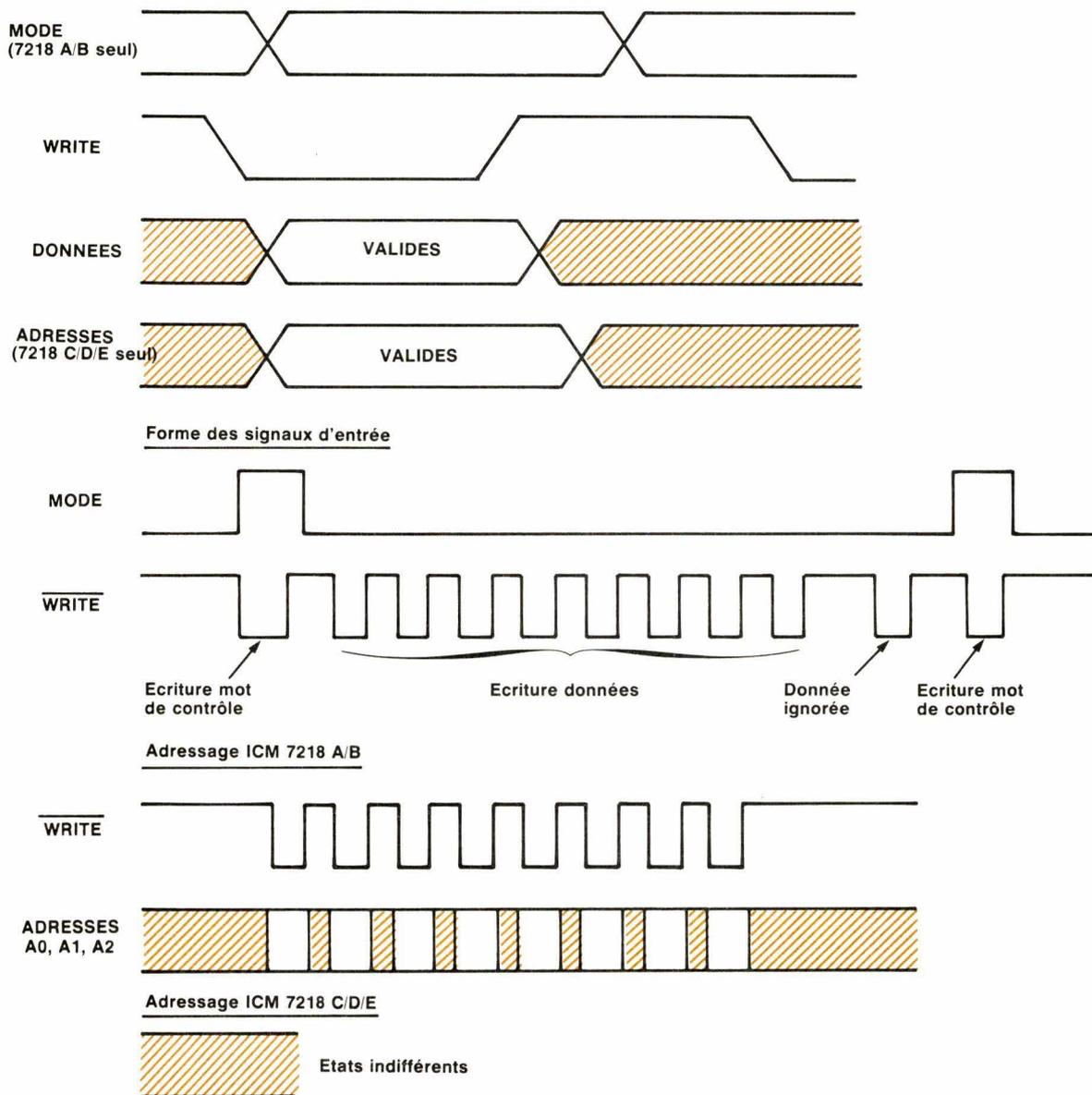


Fig. 3. – Signaux de commande et chronogramme des ICM 7218.

Toujours en technologie C-MOS, ce composant permet de commander 8 afficheurs 14(B) ou 16(A) segments, directement à partir d'un bus μP s'exprimant en code ASCII.

Organisé autour d'une mémoire de données de 8 mots de 6 bits, l'ICM 7243 comprend des mémoires tampons pour les données et les adresses, une ROM pour le décodage du code ASCII, les circuits de multiplexage des digits, ainsi que les circuits de puissance nécessaires à la commande des afficheurs.

La structure des entrées/ sorties est la suivante (fig. 5).

Positionnée à « 0 », l'entrée « MODE », par l'intermédiaire des entrées A_0 , A_1 , A_2 , permet de diriger les données vers un afficheur quelconque (mode aléatoire : « random access »). Positionnée à « 1 », l'entrée « MODE » permet d'accéder à l'affichage de manière série (« serial access ») ; les données entrées les premières seront décodées et affichées sur le digit situé le plus à gauche, et ainsi de suite.

Les entrées A_0 , A_1 , A_2 ont alors des fonctions différentes :

- A_0 mise à « 1 » permet d'activer les sorties afficheurs, autorisant ainsi de cascader les circuits ;

- A_1 mise à « 0 » sert de RAZ à la mémoire et aux compteurs d'adressage ;

- A_2 devient une sortie, qui passe à « 1 » quand sont entrées toutes les données.

L'entrée \overline{WRITE} mise à « 0 » sert à valider l'écriture des données en mémoire (\overline{CS} à « 1 », \overline{CS} à « 0 »). Les entrées \overline{WR} , \overline{CS} et \overline{CS} étant mises en ET ont donc des fonctions identiques.

L'entrée $\overline{OSC}/\overline{OFF}$ permet de faire varier l'oscillateur de multiplexage. Positionnée à « 0 », elle inhibe l'affichage sans effacer la mémoire, per-

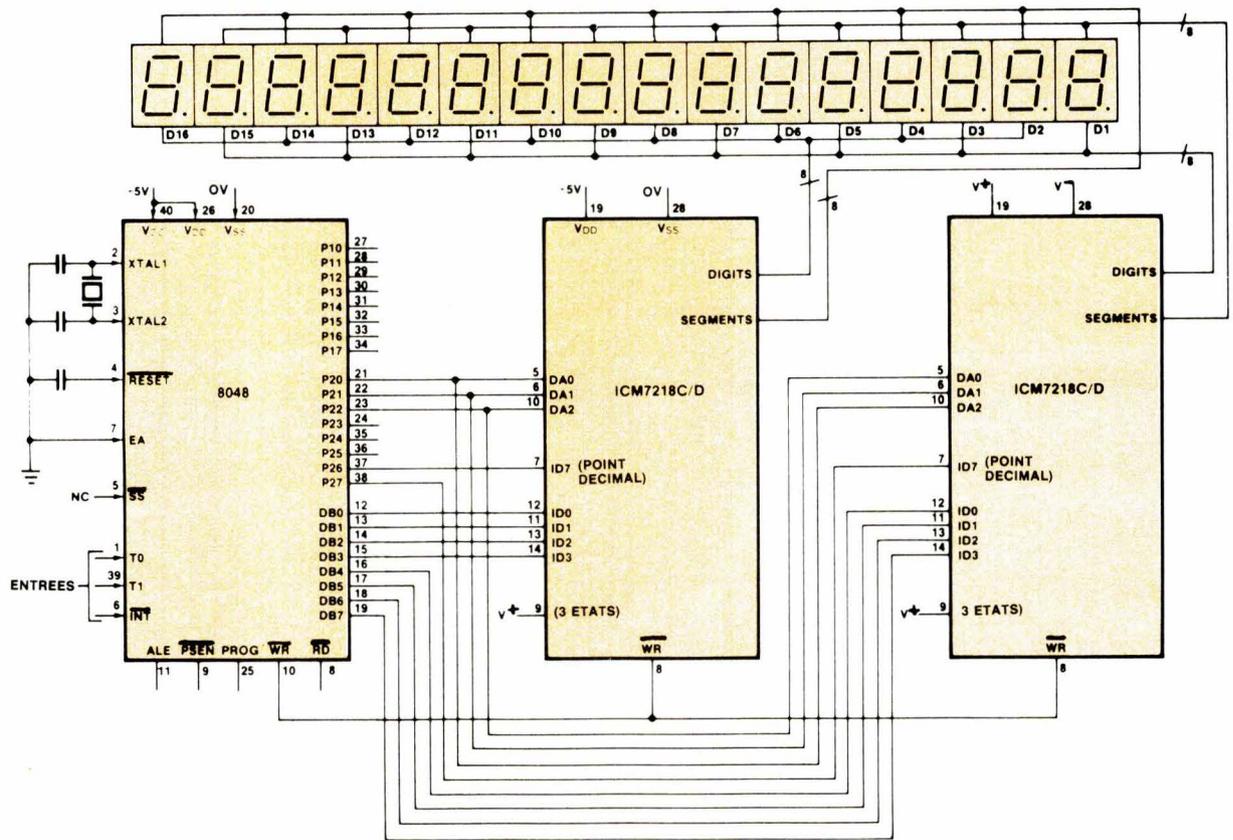


Fig. 4. – Un circuit de commande pour 16 afficheurs, avec microprocesseur de type « 8048 ». Les deux ICM 7218 sont adressés simultanément avec un mot de 3 bits (DA₂, DA₀).

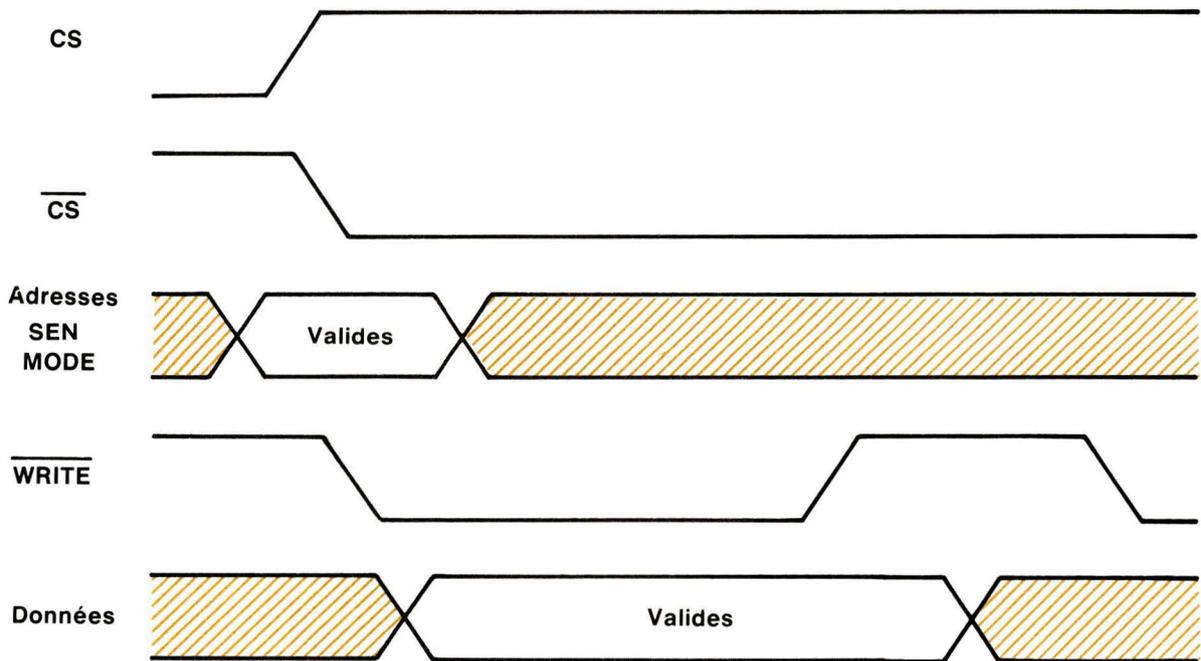


Fig. 5. – Chronogramme des signaux d'entrée.

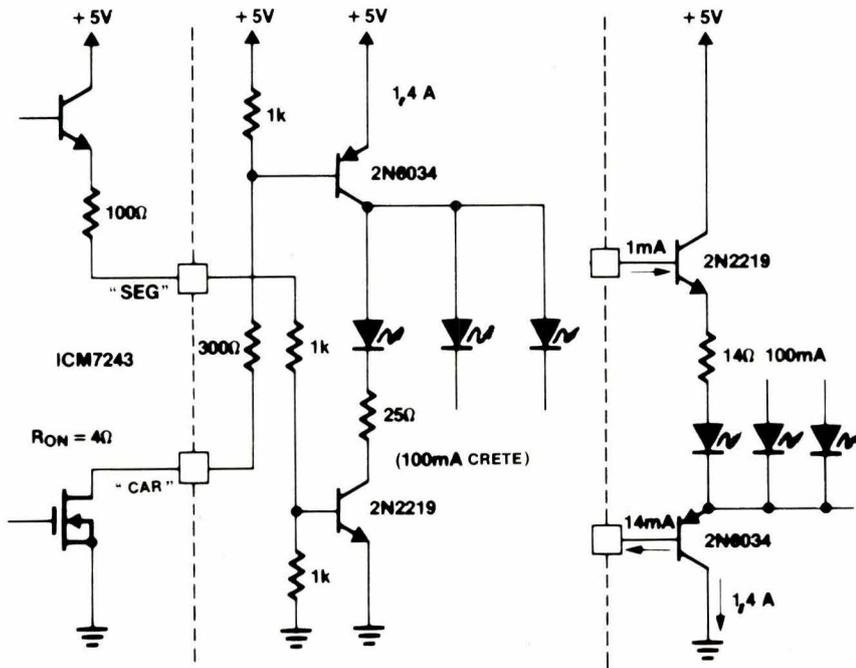


Fig. 6. - Une circuiterie extérieure est nécessaire pour commander des afficheurs de grande taille. A gauche : anode commune ; à droite, cathode commune.

mettant ainsi l'utilisation de l'affichage par un autre circuit.

L'entrée « MODE » est mémorisée sur le front descendant des impulsions appliquées en « WRITE », alors que les données sont mémorisées sur le front montant. Cela autorise le multiplexage adresses/données en mode aléatoire.

Les circuits de sortie permettent de commander de petits afficheurs, tels que les MAN2815 de G.I. les HDSP 6504/6508 de H.P. et T.I. Des circuits extérieurs sont nécessaires pour l'attaque d'afficheurs de plus grande taille (fig. 6).

La figure 7 montre l'utilisation de 4 ICM7243 pour l'affichage de 2 rangées de 8 caractères, à partir d'une entrée série, à l'aide d'un UART IM 6403. Le bit 7 valide la rangée de digits, le bit 8 permet d'éteindre éventuellement l'affichage.

J.-C. Ailloud

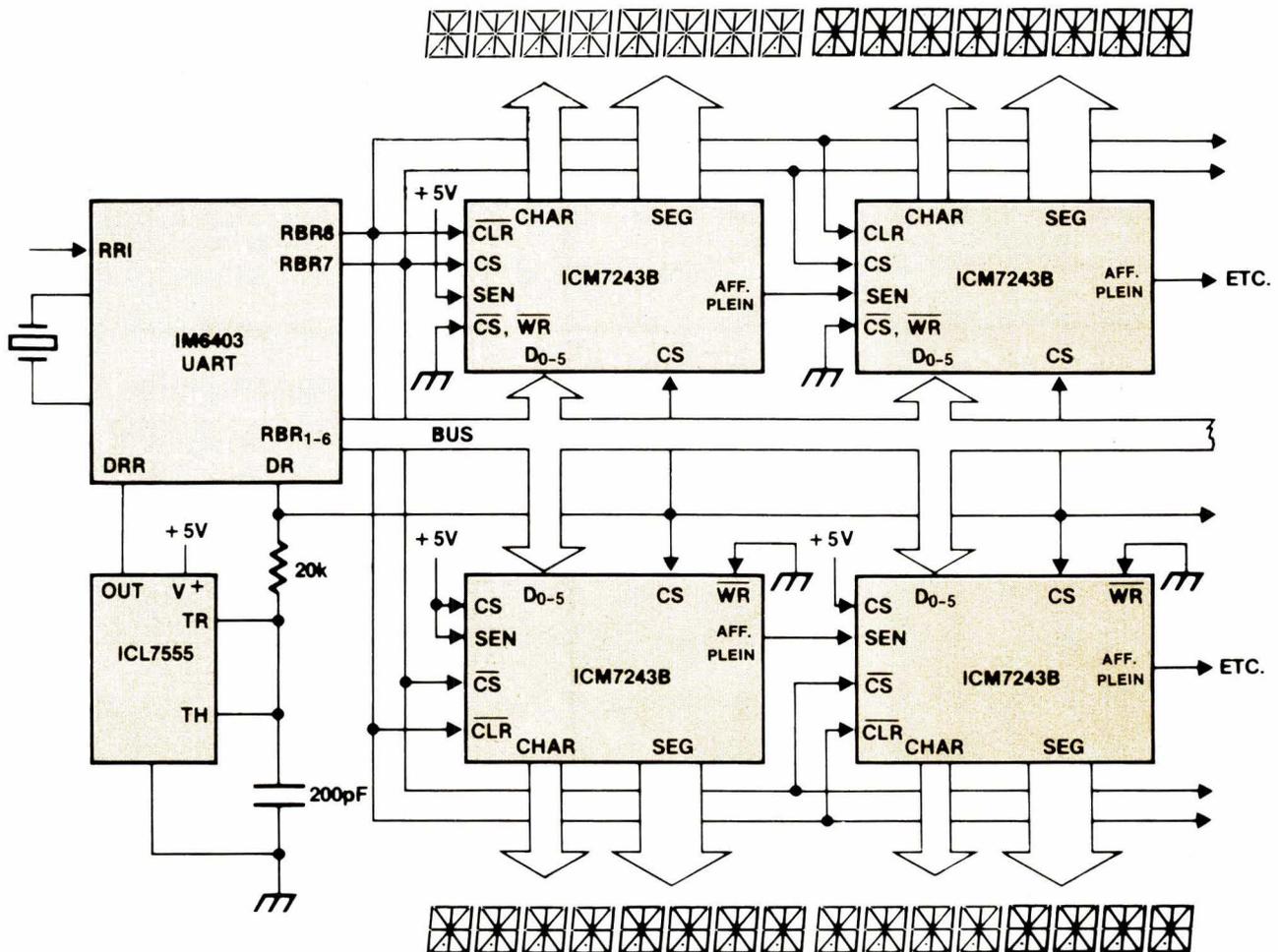
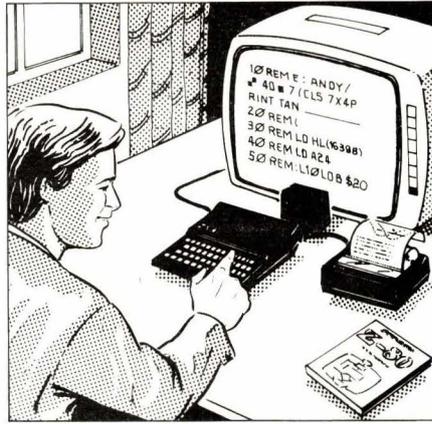


Fig. 7. - Commande de deux rangées de caractères à partir d'une entrée série.

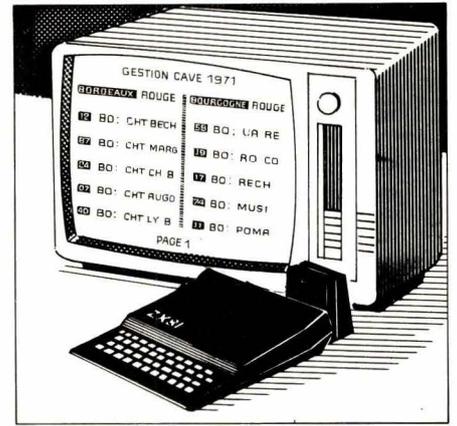
sinclair ZX 81 : performant et polyvalent



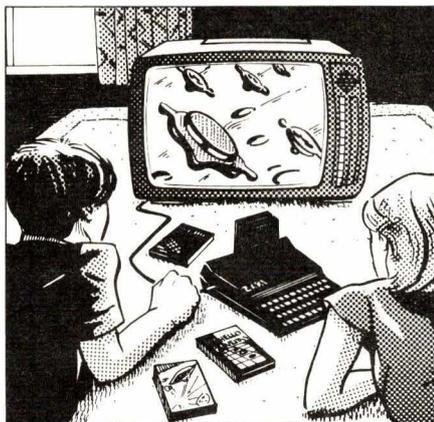
Le nouvel acheteur et un ami s'initient à l'utilisation de leur micro-ordinateur personnel : une programmation simple et une lecture à l'écran parfaitement identifiable.



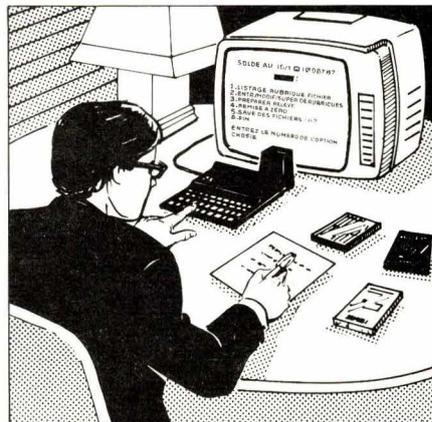
L'utilisateur crée ses propres programmes en langage évolué le Basic et en assembleur Z 80. Une telle utilisation permet la mise au point de programmes spécifiques et personnels.



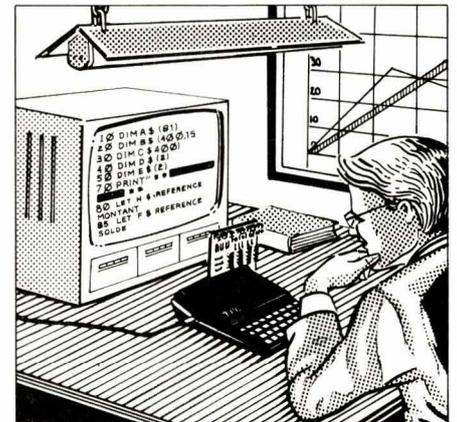
Un sommelier gère sa carte des vins par un programme qualitatif et quantitatif établi par ses soins.



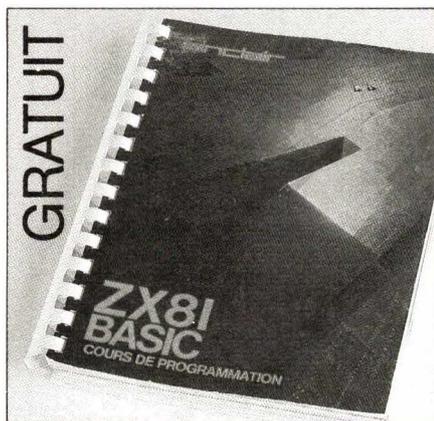
Les enfants s'initient facilement à l'utilisation du Sinclair : ils ont chargé dans la mémoire de leur ordinateur une cassette pré-enregistrée de conquête de l'espace; l'une des nombreuses cassettes de la gamme Sinclair.



Un dirigeant utilise ses programmes de gestion (trésorerie, stocks, etc...) dans le cadre de ses activités professionnelles.

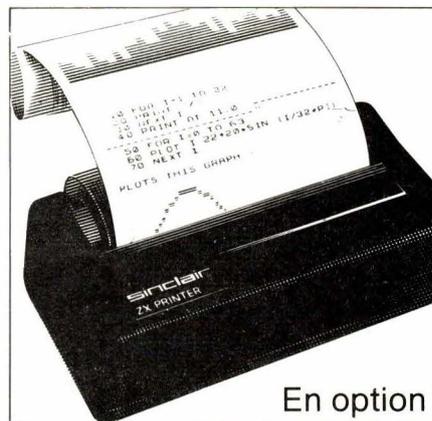


Utilisation scientifique : une société de haute technologie emploie le Sinclair ZX 81 à des fins de calculs scientifiques et de gestion de processus.



Nouveau manuel BASIC gratuit

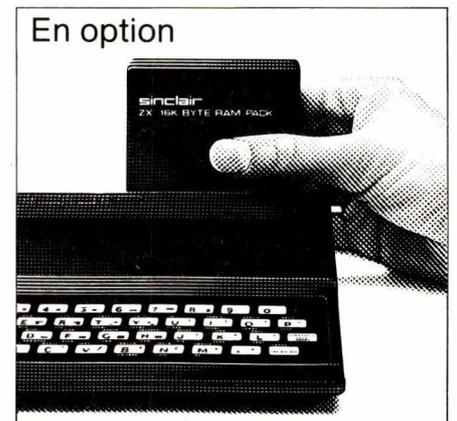
Pour que vous puissiez assimiler facilement et rapidement le langage informatique le plus usuel, chaque ZX 81 est accompagné d'un manuel de programmation langage BASIC : ce manuel est complet, il est rédigé en français pour permettre au lecteur d'étudier d'abord les premiers principes puis de poursuivre jusqu'aux programmes complexes.



En option

Imprimante Sinclair pour 690 F TTC seulement

Conçue exclusivement pour le ZX 81 (et pour le ZX 80 avec la ROM BASIC 8K), cette imprimante écrit tous les caractères alpha-numériques sur 32 colonnes et trace des graphiques très sophistiqués, reprenant ainsi exactement ce qui se trouve sur l'écran du téléviseur.



En option

Mémoire RAM 16 K octets une augmentation massive de mémoire pour 380 F TTC seulement

Module complet adaptable à votre Sinclair, la mémoire RAM se fiche simplement sur le connecteur arrière de l'ordinateur : elle multiplie par 16 la capacité de votre mémoire de données/programme! Vous pouvez l'utiliser pour les programmes longs et complexes, ou comme base de données personnelles.

"SICOB
Boutique"
Stand n° 64

Votre ordinateur personnel

490 F.T.T.C.

Sinclair ZX 81 complet en kit

Ses capacités vous permettront de dépasser sans cesse vos propres limites.

Si le ZX 81 a déjà fait plus de 600.000 adeptes parmi les professionnels de l'informatique et les amateurs expérimentés, c'est parce que ses performances, tout à fait respectables, leur permettent de laisser libre cours à leur esprit inventif.

Jugez plutôt : le clavier du Sinclair ZX 81 se compose de 40 touches, mais, utilisant le système d'entrée des mots-clés par une seule touche, il donne l'équivalent de 91 touches. Il contient une ROM BASIC 8 K nouvelle et plus puissante qui constitue "l'intelligence domestiquée" de l'ordinateur. Ce dispositif permet des calculs en virgule flottante, traite toutes fonctions mathématiques et graphiques, gère les données. Son logiciel développé le rend apte à toutes les utilisations, notamment loisirs et enseignement.

Comment obtenir de telles capacités pour un prix aussi bas ?

600.000 Sinclair ont déjà conquis l'Europe et l'Amérique dont 45.000 ont déjà été livrés en France.

Impensable il y a quelques années, ou même quelques mois : vous pouvez entrer en possession d'un véritable ordinateur, performant et polyvalent, pour moins de 700 F (et moins de 500 F en kit).

Renvoyez vite le coupon ci-contre : il vous permet de commander le ZX 81 en kit ou monté, l'extension de mémoire et l'imprimante. Votre commande vous parviendra sous 6 semaines environ. Vous serez libre, si vous n'êtes pas satisfait, de renvoyer votre ZX 81 dans les 15 jours : nous vous rembourserons alors intégralement.

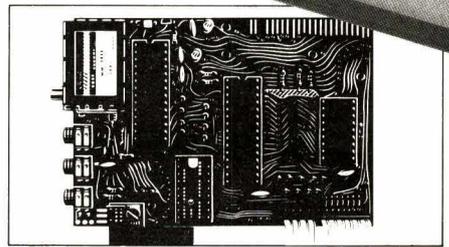
NOUVEAU

● magasin d'exposition-vente :
7, rue de Courcelles, 75008 Paris.
Métro : St-Philippe-du-Roule.



Le ZX 81 vous permet de bénéficier d'autres avantages :

- possibilité d'enregistrer et de conserver sur cassette des programmes et des données... (tout simplement en branchant sur le ZX 81, avec le fil de connexion livré gratuitement, le lecteur/enregistreur de cassettes que vous avez déjà !).
- gamme complète de fonctions mathématiques et scientifiques avec une précision de 8 positions décimales...
- tableaux numériques et alphanumériques multi-dimensionnels...
- 26 boucles FOR/NEXT imbriquées...
- mémoire vive 1K-octets pouvant être portée à 16 K octets grâce au module RAM Sinclair...
- différentes applications liées à l'utilisation de multiples périphériques et logiciels disponibles.



En kit, ou monté

Cette photo illustre la facilité de montage du kit ZX 81 : quelques heures de travail avec un fer à souder à panne fine suffisent pour monter 4 circuits seulement (avec, bien entendu, les autres composants).

Les versions montées et en kit contiennent l'adaptateur secteur et tous les conducteurs requis pour connecter le ZX 81 à votre téléviseur (couleur ou noir et blanc) et à votre enregistreur/lecteur de cassette.

Pour toutes informations : 359.72.50 +

Bon de commande

A retourner à Direco International, 30, avenue de Messine, 75008 PARIS

Oui, je désire recevoir, sous 4 semaines, avec le manuel gratuit de programmation, par paquet poste recommandé :

le Sinclair ZX 81 en kit pour 490 F TTC

l'extension mémoire 16K RAM, pour le prix de 380 F TTC

le Sinclair ZX 81 monté pour le prix de 670 F TTC

l'imprimante pour le prix de 690 F TTC. (délai 8 semaines)

Je choisis par CCP ou chèque bancaire établi à l'ordre de Direco International, de payer :

joint au présent bon de commande

directement au facteur, moyennant une taxe de contre-remboursement de 14 F.

Nom _____ Prénom _____

Rue _____ N° _____ Commune _____

Code postal [] [] [] [] [] [] Signature _____

(pour les moins de 18 ans, signature de l'un des parents).

Au cas où je ne serais pas entièrement satisfait, je suis libre de vous retourner mon ZX 81 dans les 15 jours. Vous me rembourserez alors entièrement.

sinclair ZX 81



FLAGELECTRIC

CLERMONT-FERRAND

150.000 circuits TTL TEXAS Instruments en Stock

1 calculatrice gratuite TEXAS INSTRUMENTS pour toute commande ≥ 1000 F. HT.

prix unitaire HT (TVA 18,60 %)

TTL STANDARD			TTL-LS			C. MOS		
SN7400 ... 1,58 F	SN7492A ... 2,04 F	SN74185A ... 13,01 F	LS00 ... 1,34 F	LS137 ... 4,09 F	LS293 ... 3,49 F	4000 ... 2,07 F	4023 ... 1,32 F	
SN7401 ... 1,58 F	SN7493A ... 2,04 F	SN74190 ... 3,54 F	LS01 ... 1,34 F	LS138 ... 2,50 F	LS295 ... 4,02 F	4001 ... 1,38 F	4024 ... 3,05 F	
SN7402 ... 1,58 F	SN7494 ... 3,32 F	SN74191 ... 3,54 F	LS02 ... 1,41 F	LS139 ... 2,50 F	LS298 ... 4,02 F	4002 ... 1,38 F	4025 ... 1,44 F	
SN7403 ... 1,58 F	SN7495A ... 2,31 F	SN74192 ... 3,54 F	LS03 ... 1,34 F	LS145 ... 5,31 F	LS299 ... 10,57 F	4006 ... 3,68 F	4027 ... 2,19 F	
SN7404 ... 1,66 F	SN7496 ... 2,72 F	SN74193 ... 3,54 F	LS04 ... 1,41 F	LS147 ... 7,35 F	LS323 ... 20,85 F	4007 ... 1,32 F	4028 ... 2,93 F	
SN7405 ... 1,66 F	SN7497 ... 10,71 F	SN74194 ... 3,54 F	LS05 ... 1,41 F	LS148 ... 7,35 F	LS347 ... 3,78 F	4008 ... 3,05 F	4029 ... 4,31 F	
SN7406 ... 1,99 F	SN74100 ... 6,58 F	SN74195 ... 2,49 F	LS08 ... 1,41 F	LS151 ... 2,36 F	LS348 ... 7,35 F	4009 ... 1,90 F	4030 ... 2,01 F	
SN7407 ... 1,99 F	SN74107 ... 2,16 F	SN74196 ... 3,98 F	LS09 ... 1,41 F	LS153 ... 2,45 F	LS352 ... 4,86 F	4010 ... 1,90 F	4031 ... 4,27 F	
SN7408 ... 1,58 F	SN74109 ... 2,16 F	SN74197 ... 3,98 F	LS10 ... 1,41 F	LS155 ... 3,33 F	LS353 ... 4,86 F	4011 ... 1,36 F	4034 ... 2,27 F	
SN7409 ... 1,58 F	SN74110 ... 2,49 F	SN74198 ... 6,58 F	LS11 ... 1,41 F	LS156 ... 3,03 F	LS365 ... 2,76 F	4012 ... 1,32 F	4035 ... 4,77 F	
SN7410 ... 1,58 F	SN74111 ... 2,82 F	SN74199 ... 6,58 F	LS13 ... 1,73 F	LS157 ... 2,28 F	LS366 ... 2,13 F	4013 ... 2,13 F	4040 ... 3,80 F	
SN7412 ... 1,58 F	SN74116 ... 3,86 F	SN74221 ... 3,95 F	LS14 ... 2,48 F	LS158 ... 2,36 F	LS367 ... 2,13 F	4014 ... 3,08 F	4042 ... 3,45 F	
SN7413 ... 1,99 F	SN74120 ... 6,18 F	SN74246 ... 7,02 F	LS15 ... 1,41 F	LS160 ... 3,33 F	LS368 ... 2,13 F	4015 ... 3,39 F	4043 ... 3,80 F	
SN7414 ... 2,39 F	SN74121 ... 2,04 F	SN74247 ... 6,19 F	LS20 ... 1,34 F	LS161 ... 3,33 F	LS373 ... 6,93 F	4016 ... 2,13 F	4044 ... 3,80 F	
SN7416 ... 1,90 F	SN74122 ... 2,55 F	SN74248 ... 6,19 F	LS26 ... 1,41 F	LS162 ... 3,42 F	LS374 ... 6,93 F	4017 ... 4,03 F	4046 ... 4,31 F	
SN7417 ... 1,90 F	SN74123 ... 2,55 F	SN74249 ... 6,19 F	LS27 ... 1,41 F	LS163 ... 3,33 F	LS375 ... 2,06 F	4018 ... 3,16 F	4048 ... 1,90 F	
SN7420 ... 1,58 F	SN74125 ... 2,55 F	SN74251 ... 4,13 F	LS28 ... 1,58 F	LS164 ... 3,03 F	LS377 ... 5,10 F	4019 ... 1,73 F	4049 ... 1,90 F	
SN7422 ... 1,99 F	SN74126 ... 2,55 F	SN74259 ... 9,07 F	LS30 ... 1,41 F	LS165 ... 4,94 F	LS378 ... 4,32 F	4020 ... 3,28 F	4050 ... 2,30 F	
SN7423 ... 1,99 F	SN74128 ... 2,71 F	SN74265 ... 3,32 F	LS32 ... 1,41 F	LS166 ... 7,50 F	LS379 ... 4,55 F	4021 ... 3,16 F	4051 ... 3,45 F	
SN7425 ... 1,73 F	SN74132 ... 2,71 F	SN74273 ... 9,07 F	LS33 ... 1,41 F	LS170 ... 6,83 F	LS386 ... 1,82 F	4022 ... 3,62 F	4060 ... 4,03 F	
SN7426 ... 1,73 F	SN74136 ... 2,71 F	SN74276 ... 10,30 F	LS37 ... 1,58 F	LS173 ... 2,96 F	LS390 ... 5,46 F			
SN7427 ... 1,73 F	SN74141 ... 4,95 F	SN74278 ... 11,45 F	LS38 ... 1,58 F	LS174 ... 2,96 F	LS393 ... 5,46 F			
SN7428 ... 2,06 F	SN74142 ... 15,33 F	SN74279 ... 3,15 F	LS40 ... 1,58 F	LS175 ... 2,58 F	LS395 ... 5,31 F			
SN7430 ... 1,58 F	SN74143 ... 16,50 F	SN74283 ... 5,35 F	LS42 ... 2,36 F	LS181 ... 9,11 F	LS396 ... 6,45 F			
SN7432 ... 1,73 F	SN74144 ... 16,50 F	SN74284 ... 15,24 F	LS47 ... 4,55 F	LS183 ... 12,88 F	LS398 ... 9,85 F			
SN7433 ... 1,83 F	SN74145 ... 3,65 F	SN74285 ... 15,24 F	LS48 ... 4,10 F	LS190 ... 3,42 F	LS399 ... 4,93 F			
SN7437 ... 1,90 F	SN74147 ... 6,75 F	SN74290 ... 3,97 F	LS49 ... 3,42 F	LS191 ... 3,42 F	LS445 ... 4,55 F			
SN7438 ... 1,90 F	SN74148 ... 4,55 F	SN74293 ... 3,97 F	LS51 ... 1,41 F	LS192 ... 3,26 F	LS447 ... 4,17 F			
SN7440N ... 1,58 F	SN74150 ... 7,00 F	SN74351 ... 9,88 F	LS54 ... 1,41 F	LS193 ... 3,26 F	LS490 ... 8,91 F			
SN7442A ... 2,23 F	SN74151A ... 2,39 F	SN74365A ... 2,89 F	LS55 ... 1,41 F	LS194 ... 2,66 F	LS668 ... 3,42 F			
SN7443A ... 5,02 F	SN74153 ... 2,39 F	SN74366A ... 2,89 F	LS73 ... 1,82 F	LS195 ... 2,51 F	LS669 ... 3,42 F			
SN7444A ... 5,02 F	SN74156 ... 2,89 F	SN74368A ... 2,89 F	LS74 ... 1,82 F	LS196 ... 4,17 F	LS670 ... 7,57 F			
SN7445 ... 4,13 F	SN74155 ... 2,39 F	SN74376 ... 5,78 F	LS75 ... 1,97 F	LS197 ... 4,17 F	LS673 ... 43,74 F			
SN7446A ... 4,13 F	SN74157 ... 2,39 F	SN74390 ... 5,35 F	LS76 ... 1,82 F	LS221 ... 4,39 F	LS674 ... 43,74 F			
SN7447A ... 4,13 F	SN74159 ... 6,43 F	SN74393 ... 6,84 F	LS78 ... 1,82 F	LS240 ... 5,02 F	LS640N ... 7,21 F			
SN7448 ... 3,98 F	SN74160 ... 6,98 F	SN74425 ... 3,05 F	LS83 ... 2,96 F	LS241 ... 5,02 F	LS641N ... 7,21 F			
SN7450 ... 1,58 F	SN74161 ... 3,72 F	SN74104N ... 4,20 F	LS85 ... 3,87 F	LS242 ... 4,93 F	LS642N ... 7,21 F			
SN7451 ... 1,58 F	SN74162 ... 3,72 F	SN74105N ... 4,20 F	LS86 ... 1,82 F	LS243 ... 4,93 F	LS643N ... 7,21 F			
SN7453 ... 1,58 F	SN74163 ... 3,72 F	SN74490N ... 8,65 F	LS90 ... 2,35 F	LS244 ... 5,02 F	LS644N ... 7,21 F			
SN7454 ... 1,58 F	SN74164 ... 3,72 F		LS91 ... 4,82 F	LS245 ... 7,27 F	LS624N ... 6,40 F			
SN7460 ... 1,58 F	SN74165 ... 3,72 F		LS92 ... 2,36 F	LS247 ... 4,54 F				
SN7470 ... 1,83 F	SN74166 ... 3,72 F		LS93 ... 2,36 F	LS248 ... 4,54 F				
SN7472 ... 1,83 F	SN74167 ... 13,17 F		LS95 ... 2,70 F	LS249 ... 4,54 F				
SN7473 ... 1,90 F	SN74170 ... 9,08 F		LS96 ... 2,96 F	LS251 ... 2,45 F				
SN7474 ... 1,90 F	SN74172 ... 20,60 F		LS107 ... 1,81 F	LS257 ... 2,36 F				
SN7475 ... 2,15 F	SN74173 ... 4,55 F		LS109 ... 1,82 F	LS258 ... 2,45 F				
SN7476 ... 2,21 F	SN74174 ... 3,14 F		LS112 ... 1,82 F	LS259 ... 4,70 F				
SN7480 ... 3,06 F	SN74175 ... 2,89 F		LS113 ... 1,82 F	LS261 ... 6,83 F				
SN7481A ... 5,93 F	SN74176 ... 3,98 F		LS114 ... 1,82 F	LS266 ... 1,81 F				
SN7482 ... 5,93 F	SN74177 ... 3,98 F		LS122 ... 2,45 F	LS273 ... 1,50 F				
SN7483A ... 2,88 F	SN74178 ... 5,36 F		LS123 ... 3,42 F	LS275 ... 17,52 F				
SN7484A ... 6,36 F	SN74179 ... 5,36 F		LS125 ... 2,13 F	LS279 ... 2,04 F				
SN7485 ... 6,36 F	SN74180 ... 3,72 F		LS126 ... 2,13 F	LS280 ... 9,70 F				
SN7486 ... 1,90 F	SN74181 ... 9,89 F		LS132 ... 3,10 F	LS283 ... 3,33 F				
SN7490A ... 1,99 F	SN74182 ... 5,92 F		LS136 ... 1,82 F	LS290 ... 3,18 F				
SN7491A ... 2,88 F	SN74184 ... 13,01 F							

MEMOIRES

EPROMS

TMS 2516.45 JL	33,00 F
TMS 2532.45 JL	43,00 F
TMS 2564.45 JL	78,00 F
TMS 2708. JL	30,00 F

RAMS STATISTIQUES

TMS 4016 NL	55,00 F
-------------	---------

RAMS DYNAMIQUES

TMS 4116 15 NL	15,30 F
TMS 4164 20 JDL	33,00 F
TMS 4164 25 JDL	74,00 F

Demandez également la liste complète de notre promotion composants

TEXAS (circuits linéaires, transistors TIP, thyristors, etc.)

SIEMENS - LITRONIX - (afficheurs, LED, optoélectronique, etc.)

R.C.A. - N.S (C.MOS)

FLAGELECTRIC — AGENCE ELECTRONIQUE

BON DE COMMANDE. Renseignements. Documentation. Appareils

47, rue Jules Verne . BP 29 . ZI du Brézet
63014 Clermont-Ferrand Cédex
EN CADEAU

M : Société :

Adresse : Scc :

Désire recevoir :

Forfait de Port et d'emballage : 20 Frs.

Mode de paiement :

Bon de commande pour les sociétés. — Par chèque pour les particuliers à la commande.

- 1 calculatrice de poche TI 1015 pour une Cde ≥ 1000 F. HT.
- 1 calculatrice scientifique TI 30 LCD pour une Cde ≥ 2500 F. HT.
- 1 calculatrice programmable TI 57 pour une Cde ≥ 5000 F. HT.

NOUVEAUTES

Mini-oscilloscopes autonomes

Les trois mini-oscilloscopes de cette série se caractérisent par :

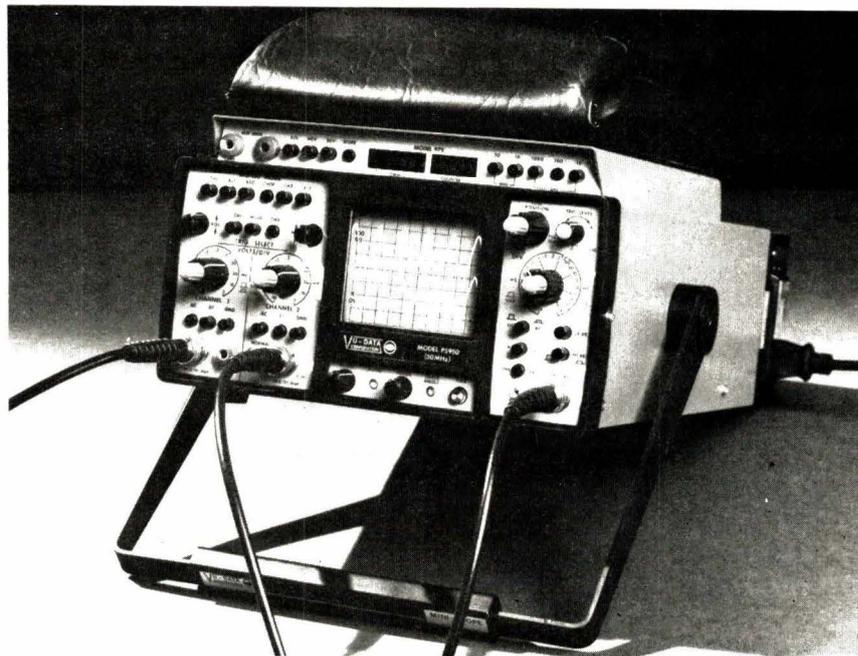
- leur faible poids : 6,4 kg (sans option) ;
- leur faible encombrement : 10,7 cm x 21,6 cm x 39,1 cm ;
- leur consommation réduite (25 à 45 W selon les options) ;
- leur alimentation prévue pour fonctionner sur secteur 100 à 240 V / 50 Hz à 400 Hz dans le cas d'applications en aéronautique, ainsi que sur source extérieure continue de 10 à 16 V en déconnectant le système « alimentation par batterie » ;
- une option « alimentation par batterie » (rechargeable) montée sous l'appareil et dont l'autonomie de fonctionnement est de 2 h 30 ;
- une option multimètre-fréquence-mètre (pour les modèles 35 et 50 MHz) rapportée sur le dessus de l'appareil.

L'option fréquencemètre-multimètre référencée « Model 975 » procure une très grande souplesse à l'utilisateur puisque ce dernier peut regrouper les trois fonctions sur un seul appareil. La fonction multimètre permet la mesure de tensions alternatives et continues jusqu'à 1 000 V en externe et 400 V maximum avec l'oscilloscope, la mesure en externe des résistances jusqu'à 1 999 k Ω .

Le changement de gamme est automatique et, en cas de dépassement d'échelle en fonctionnement ohmmètre, il y a clignotement de l'afficheur. L'impédance d'entrée est de 10 M Ω en direct et 1 M Ω par l'oscilloscope. La fonction fréquencemètre permet une mesure en cinq gammes, par changement manuel, d'un signal de fréquence allant jusqu'à 50 MHz, avec une précision de lecture de 0,1 % ou ± 1 digit.

Vu-Data/Generim.

SERVICE-LECTEURS N° 184



Synthétiseur de fréquence

Le SAB 3055 est un nouveau circuit intégré synthétiseur de fréquence pour récepteurs TV à accord digital.

L'utilisation de la technologie bipolaire (technique I2L) permet au SAB 3055 d'intégrer toutes les fonctions d'interface analogique (tension d'accord) et de commutation (bandes) avec le sélecteur UHF/VHF, sans composant actif externe.

Un système minimal peut ainsi être réalisé au moyen de quatre circuits intégrés seulement :

- un prédiviseur, généralement incorporé dans le sélecteur (type SAB 1018A ou 1077) ;
- un micro-ordinateur (par exemple MAB 8410) ;
- un circuit d'interface d'affichage (par exemple SAA 1061) ;
- un synthétiseur SAB 3035.

Le SAB 3035 est doté d'un interface pour le bus série I2C, ce qui permet sa connexion directe par deux fils seulement à tout micro-ordinateur de la famille MAB 8400 ou MAB 8500, qui assure les fonctions de contrôle.

Les caractéristiques principales sont les suivantes :

Partie « accord » :

- comparateur de fréquence à résolution de 15 bits (boucle à verrouillage de fréquence FLL), avec possibilité de choix du prédiviseur par 64 ou 256 ;
- ampli opérationnel intégré pour la génération de la tension d'accord jusqu'à 30 V ;
- possibilité de fonctionnement avec ou sans CAF (résolution minimum 50 kHz) ;
- amplificateur opérationnel de couplage de CAF, avec polarité programmable ;

Partie « contrôle » :

- quatre bornes d'entrée/sortie d'usage général, programmables en entrée ou sortie par logiciel ;
- deux bornes d'entrée à déclenchement par front.

Partie « analogique » :

- huit convertisseurs D/A pour les commandes analogiques, avec résolution de 6 bits ;
- tension de sortie de 0,5 à 10,5 V.

RTC.

SERVICE-LECTEURS N° 185

Module mémoire universel

Ce module mémoire est conçu pour offrir une souplesse totale aux utilisateurs de cartes sur le bus G 64 en leur permettant de disposer de deux rangées de mémoires indépendantes pouvant contenir des mémoires vives (RAM) ou des mémoires à lecture seule (EPROM).

Cinq types de circuits peuvent fonctionner sur cette carte :

- EPROM : 1 K-octet (type 2758)
2 K-octets (type EF 2516)
4 K-octets (type 2732).
- RAM : 1 K-octet (type 4118)
2 K-octets (type 4016).

Chaque rangée possède sa propre sélection d'adresse ainsi qu'une logique empêchant le recouvrement de l'une par l'autre. Il est aussi possible de désélectionner une rangée non utilisée ou de la protéger en écriture.

Les caractéristiques techniques sont les suivantes :

- circuits mémoire entièrement statiques,
- deux bancs (quatre socles) indépendants,
- alimentation unique de 5 V,
- adresse des bancs commutable,
- taille des bancs commutable entre 4, 8 ou 16 K-octets,
- temps d'accès de 450 ns max. suivant les circuits utilisés,
- consommation suivant type de mémoires utilisées.

Thomson-Efcis.

SERVICE-LECTEURS N° 186

Ecran de visualisation interactif

L'écran interactif type 1780A est un nouvel interface pour système automatisé. Commutateurs, faces avant et même clavier ne sont plus nécessaires.

L'opérateur répond aux questions et agit sur les commandes par simple toucher de l'écran. Le constructeur a conçu cet écran afin de résoudre efficacement le problème difficile de l'interfaçage entre l'homme et un système complexe en contrôle de processus, en médecine, dans la banque et les applications de la mécanique.

Cet écran interactif est virtuellement un « clavier logiciel » ; seuls les messages pré-programmés y apparaissent. Toutes les informations inutiles des systèmes claviers/visus classiques sont supprimées. Par contre, seules sont présentées les informations nécessaires et suffisantes afin que l'opérateur puisse être informé et puisse effectuer un choix sans ambiguïté.

L'écran mesure 19 cm de haut sur 76 cm de large ; il utilise un revêtement de phosphore vert. Il est recouvert de feuilles plastique transparentes constituant une matrice de zones sensibles disposées en 6 lignes de 10 touches. Un jeu de caractères ASCII standard réside sur PROM ; 117 caractères peuvent être ajoutés. Même des caractères complexes, comme les symboles utilisés en contrôle de processus, sont assez faciles à incorporer.

De plus, par logiciel, les caractères

peuvent être visualisés en haute intensité, en vidéo inverse, peuvent clignoter et être soulignés.

Fluke/MB Electronique.

SERVICE-LECTEURS N° 187

Terminal de paiement électronique

Ce terminal permet :

- la validation des paiements effectués par cartes à pistes magnétiques par consultation d'une liste d'opposition et signature électronique (code confidentiel) ;
- l'enregistrement en mémoire amovible des paiements effectués par carte (et par chèque sur option) ;
- la totalisation et la ventilation des paiements pour les besoins du magasin ;
- le transfert quotidien des enregistrements des transactions par la ligne du commerçant.

Le terminal est constitué d'un pupitre actionné par le commerçant comprenant le microcalculateur de commande, le lecteur de cartes magnétiques, le clavier et le dispositif de visualisation alphanumérique, l'imprimante permettant l'édition d'un ticket client et d'un bordereau journal, la mémoire de masse étant destinée au stockage des transactions et listes d'opposition, le modem permettant la transmission des informations au centre informatique de la banque.

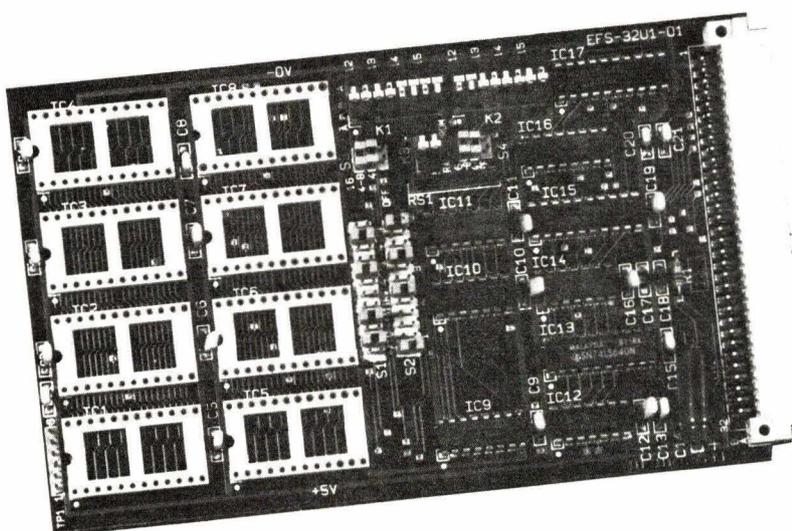
Le client dispose d'un boîtier comprenant un clavier numérique pour composition du code confidentiel et un dispositif de visualisation.

Un module de traitement de chèques (bancaires ou CCP) peut être associé au terminal. Ce module effectue la lecture du numéro de compte inscrit en caractères CHC7, l'impression des données variables, le post-marquage du montant et l'impression de l'endos.

Plusieurs versions de terminaux permettent de réaliser des architectures de réseaux adaptées aux divers types de commerce.

Crouzet.

SERVICE-LECTEURS N° 188



Générateur de fonctions 20 MHz

Le nouveau générateur de fonctions HP 3314A permet d'obtenir rapidement, et avec une grande facilité, pratiquement toute forme d'ondes entre 0,001 Hz et 20 MHz : sinusoïdes de précision, signaux carrés ou triangulaires.

Deux circuits intégrés spécifiques équipent le HP 3314A et permettent d'obtenir toutes les formes de signaux possibles. La commande par microprocesseur et la microprogrammation rendent l'instrument rapide, précis et simple à utiliser.

Chacune des fonctions de la source est programmable via HP-IB. Ainsi, toute forme d'onde définie à partir du panneau de commande peut également être programmée par un ordinateur contrôleur d'instrumentation tel que l'ordinateur de table HP 9826.

Pour des applications nécessitant deux signaux déphasés, le verrouillage de phase permet de verrouiller le 3314 sur un signal externe compris entre 50 Hz et 20 MHz et de multiplier ou diviser le signal d'entrée par un chiffre entier compris entre 1 et 999. Les deux signaux peuvent être affectés d'un déphasage pouvant atteindre ± 200 degrés.

Des rafales de 1 à 1 999 cycles par déclenchement interne ou externe peuvent être générées. Un nouveau mode permet également la génération de rafales de demi-périodes d'un signal donné.

Le 3314A permet l'utilisation d'une grande variété de modes de balayage : balayages logarithmiques sur 1 à 7 décades, balayages linéaires de 0 à 2 décades, balayages validés par porte et balayage manuel avec détermination des unités supérieures et inférieures pour les mesures vobulées.

Le HP 3314A permet de définir, en fonction des besoins, des signaux de forme quelconque sans qu'il soit nécessaire de calculer chacun de ces points. Une commande du 3314A permet de modifier la forme du signal à volonté.

Hewlett-Packard.

SERVICE-LECTEURS N° 11



Transistors MOS-FET

Ces composants, de type canal N à mode enrichi, admettent des courants de 1 à 18 A et des tensions de 80 à 450 V.

Ces MOS/FET de puissance offrent une haute impédance d'entrée avec des courants d'entrée de l'ordre du pA et des gains de l'ordre de 10^{12} à 10^{13} . Leur conception assure une bonne résistance à l'avalanche thermique, des vitesses de commutation élevées et des capacités de contrôle de puissance comparables à celles de transistors bipolaires, mais avec la faible puissance d'entrée caractéristique des MOS.

Parmi les nombreux avantages qu'offrent les MOS par rapport aux composants bipolaires, il convient de relever l'amélioration des interfaces avec les circuits intégrés de technologie C.MOS, TTL, P.MOS et N.MOS.

Dans ces modèles, la combinaison de géométries verticale et horizontale permet d'obtenir un haut niveau de performances. Parmi plusieurs conceptions concurrentes, c'est la conduction verticale avec une source hexagonale qui apparaît comme étant la méthode offrant le maximum de fiabilité et de reproductibilité au moindre coût.

RCA Solid-State.

SERVICE-LECTEURS N° 12

Outil pneumatique d'insertion

Voici un nouvel outil pour l'insertion des fils dans les connecteurs MASCON avec commande au pied.

Il s'agit d'un support destiné à maintenir le pistolet « PCT » en posi-

tion de travail, pour une présentation facile du fil à insérer.

Le pistolet « PCT » est raccordé à une pédale. Une simple pression sur cette pédale déclenche l'opération.

Ce support est muni d'une poignée de démontage rapide par un rouleau excentré, ce qui permet une utilisation du pistolet « PCT » manuelle, comme prévu initialement.

Cet outillage permet une grande souplesse d'utilisation conservant aux deux mains leur liberté de manœuvre pour le seul travail avec le fil et le connecteur sans être occupées par la manœuvre de l'outil.

Panduit.

SERVICE-LECTEURS N° 13

Ordinateur

« moyenne puissance »

Cet ordinateur de moyenne puissance comprend un processeur interactif dont le cycle interne de base est de 112 ns. La mémoire interne a une capacité standard de 512 K-octets, pouvant être portée à 3 millions d'octets par incréments de 512 K-octets. Le « I-9050 » modèle 3 est le nouveau niveau d'entrée de la gamme « I-9050 ». Ce système vient en complément des deux modèles déjà existants depuis le lancement de la série « I-900 » : le « I-9050 » modèle 5 (84 ns) et le « I-9050 » modèle 6 (56 ns).

Conformément à un principe de simplification de l'informatique pour l'utilisateur, le « I-9050 » modèle 3 facilite le passage des séries « I-9020 »



et « I-9040 » à la série « I-9050 », pour l'utilisateur qui désire une montée en puissance de son système.

L'architecture de ce système est construite autour d'un bus qui lui permet de répartir les opérations internes parmi différents sous-systèmes intégrés.

En configuration, sa capacité disque peut atteindre 2 592 millions d'octets avec une vitesse de transfert de 1,2 million d'octets. L'ordinateur « I-9050 » modèle 3 peut gérer jusqu'à 253 terminaux.

NCR.

SERVICE-LECTEURS N° 189

Générateurs de fonction 20 MHz

Cette nouvelle série « 190 » est une famille de générateurs de fonctions couvrant la gamme de fréquence de 2 MHz à 20 MHz, avec une amplitude à la sortie de 30 V crête-à-crête en circuit ouvert sous une impédance de 50 Ω .

Le modèle 190 est un générateur de fonctions classiques sinus, triangle et carré, avec symétrie variable pour la production de rampes et d'impulsion de rapports cycliques variables. Il peut fonctionner en mode entretenu, période unique déclenchée ou train d'ondes déclenchées. De plus, un décalage continu réglable peut être appliqué à la forme d'onde ou généré

indépendamment. Un signal TTL de rapport cyclique variable est délivré sur une sortie indépendante. La sortie peut être atténuée par décades jusqu'à 70 dB et par un vernier continu de 10 dB.

Le modèle 193 comporte de plus un générateur de rafales et un générateur d'impulsions : le générateur de rafales permet de déclencher le générateur principal en mode porte à des cadences de 1 Hz à 5 MHz pour des rafales de durée 20 ns à 100 ms. Le générateur de rafales peut lui-même être déclenché extérieurement. Le générateur d'impulsions est capable de générer des impulsions simples ou doubles de retard 0 à 100 ms et largeur 20 ns à 100 ms réglables, de fréquence de répétition de 2 à 20 MHz et de temps de transition inférieurs à 15 ns.

Le modèle 193 possède un générateur auxiliaire de modulations de 0,1 Hz à 100 kHz fournissant les formes d'ondes sinus, triangle, carré avec symétrie variable pour l'obtention de rampes et d'impulsions. Ce générateur auxiliaire permet de moduler le générateur principal en fréquence, en amplitude, jusqu'à suppression de la porteuse et d'en balayer la fréquence pour son utilisation en vobulateur avec réglage indépendant des fréquences extrêmes.

Wavetek/Elexo.

SERVICE-LECTEURS N° 190

Afficheur par points

Le SX 208 est un afficheur par points organisé en 9 rangées et 226 colonnes. On peut ainsi afficher jusqu'à 32 caractères simultanément. Les caractères ont une hauteur de 7,16 mm et l'afficheur a pour dimensions 19,10 \times 190,5 mm hors-tout.

Le SX 208 peut être livré en plusieurs versions différentes selon les réflecteurs et les polariseurs utilisés, ainsi qu'en fonction des liquides employés :

– le type X fonctionne entre 0 et 15 V dans une gamme de température de -20 à $+55$ °C, avec une vitesse de montée de 80 ms et de chute de 40 ms à 25 °C ;

– le type M fonctionne entre 3 et 15 V dans une gamme de température de -20 à $+90$ °C, avec une vitesse de montée de 60 ms et de chute de 100 ms ;

– le type G fonctionne entre 3 et 15 V dans une gamme de température de -10 à $+60$ °C, avec une vitesse de montée de 100 ms et de chute de 120 ms.

Dans tous les cas, le contraste est de 20 : 1 et la durée de vie supérieure à 50 000 heures.

Crystaloid/ISC-France.

SERVICE-LECTEURS N° 191

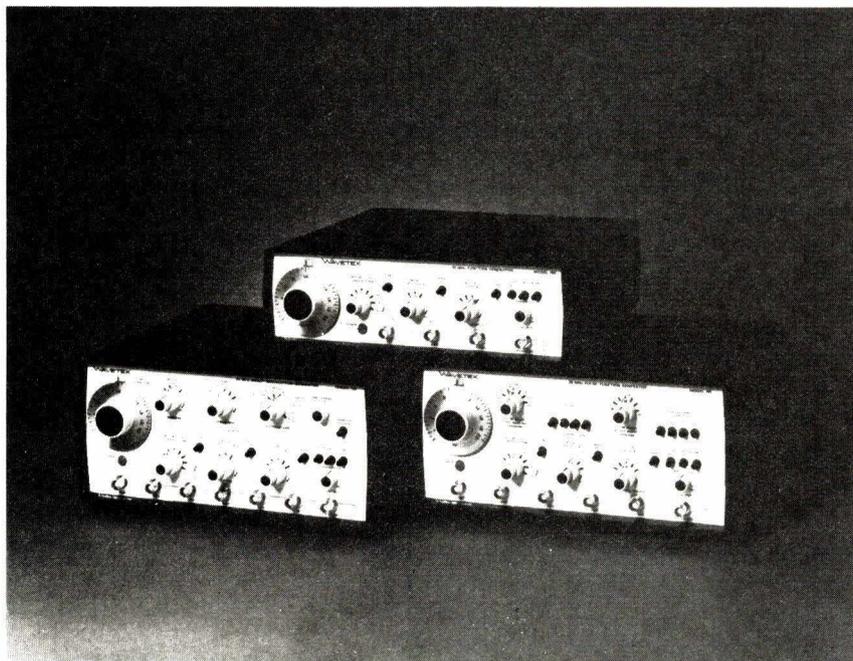
Alimentations à découpage

Voici une nouvelle génération d'alimentations de 30 et 50 W à régulation primaire.

Ces alimentations sont destinées à être alimentées en 220/240 V \pm 10 %, -15 % (47 – 65 Hz) et délivrent des tensions stabilisées de 5, 12, 15 ou 24 V.

Elles utilisent un modulateur d'impulsions en durée, de 40 kHz de fréquence, qui commande les transistors de sortie en fonction de la tension de sortie et du courant de charge.

Elles fonctionnent jusqu'à des températures ambiantes de 60 °C sans perte de puissance et avec un rendement typique de 80 %. Ces appareils ont une résistance permanente aux courts-circuits, sont équipés de ma-



nière standard d'un démarrage différé, d'une protection contre les surtensions et d'une entrée permettant la commande extérieure à distance de mise en marche ou l'arrêt de l'alimentation.

De plus, un filtre d'entrée limite les radiations parasites à N-12 dB suivant les normes VDE 0875.

Les solutions mécaniques adoptées ont permis leur montage dans des bacs à cartes 19" et ceci grâce à leurs dimensions réduites : 3 fractions de large et 133,3 mm de hauteur.

Schroff.

SERVICE-LECTEURS N° 192

Convertisseur A-D 8 bits

Maintenant disponible sur le marché : un convertisseur analogique-digital 8 bits à approximations successives, avec entrée/sortie série et multiplexeur 4 canaux configurable.

Ce convertisseur, dont la référence est ADC 0833, a été conçu pour réduire au maximum l'emplacement occupé sur un circuit imprimé et le nombre de lignes d'entrée/sortie. Il convient dans un grand nombre d'applications, parmi lesquelles on peut citer la commande des pompes à chaleur, des platines tourne-disques et des chargeurs de batterie. Le temps de conversion est de 32 μ s.

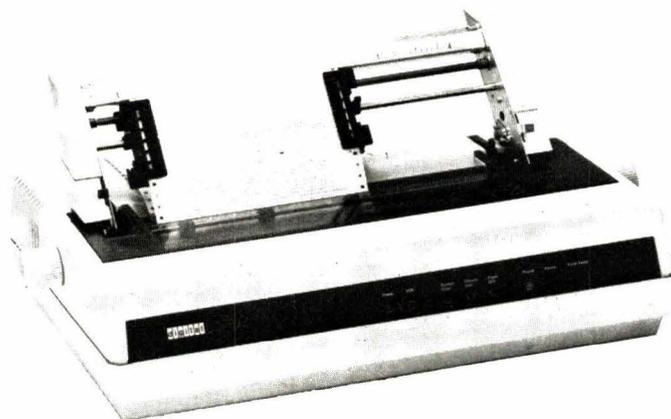
Le convertisseur ADC 0833 est caractérisé par une erreur totale de seulement $\pm 1/2$ LSB et de ± 1 LSB sans réglage de pleine échelle et de zéro.

Ce circuit consomme très peu – seulement 15 mW – sous une seule tension de 5 V. Il comprend toutefois une diode Zener interne qui peut servir à réguler une source de tension plus élevée.

Le convertisseur ADC 0833 possède trois entrées : sélection de boîtier, horloge et entrée des données, qui définissent la configuration du multiplexeur et l'assignation des canaux, et initialisent la conversion. Toutes les entrées et sorties logiques sont compatibles TTL et MOS.

National Semiconductor.

SERVICE-LECTEURS N° 193



Imprimante de table

Cette nouvelle imprimante « LQP02 », qualité correspondance, modèle de table, se caractérise par une rosace d'impression, une impression bidirectionnelle et un signal sonore d'indication de fin de papier. Elle est essentiellement destinée aux utilisateurs faisant du traitement de texte de haute qualité.

L'imprimante « LQP02 » imprime les caractères gras en mode légèrement décalé pour en augmenter la netteté. Elle dispose, en option, d'un dispositif d'entraînement de papier à picots et comporte une commande d'alimentation qui permet à l'utilisateur de faire avancer une page sans avoir à tourner le cylindre manuellement. Conçue pour utiliser du papier en rouleau ou à pliage accordéon, la « LQP02 » peut être équipée d'un dispositif automatique d'alimentation feuille à feuille.

Cette nouvelle imprimante peut travailler en bidirectionnel simultané (duplex intégral) à des vitesses comprises entre 75 et 9 600 bauds et elle imprime à 32 caractères/s sur 132 colonnes, avec une densité de 10 caractères par pouce.

Digital Equipment.

SERVICE-LECTEURS N° 194

Protecteur de surtensions

Ce système, de fabrication française, élimine les problèmes liés à l'étude des protections en fournissant un ensemble complet, composé d'un distributeur de prises (quatre ou cinq

prises) permettant l'utilisation directe par l'utilisateur.

Ce modèle PRI 3000 permet de se protéger aussi bien en mode commun (ligne et terre) qu'en mode différentiel (ligne à ligne).

La tension nominale de fonctionnement maximale est de 250 V efficaces et le courant maximal de 10 A. La température de stockage et de fonctionnement est de -25° à $+75^{\circ}$ C.

Le courant de surcharge maximal est de 6 000 A. Dans le cas d'une surtension, le système PRI 3000, qui possède un temps de réponse inférieur à 1×10^{-8} s, permettra une tension d'écrêtage compatible avec les matériaux destinés à être protégés.

Dans le cas d'une surtension dépassant les performances maxima du produit, la PRI 3000 se détruira en court-circuit et continuera ainsi à protéger le système efficacement.

Les marchés visés sont l'informatique et les micros-ordinateurs, le médical (hôpitaux), le militaire, la protection des centres de météo, d'aéroports, mais aussi les marchés grand-public (T.V., HiFi...).

C.S.P.

SERVICE-LECTEURS N° 195

Micro-ordinateur 16 bits

Le MK 68200 est un micro-ordinateur 16 bits, à haute performance, en un seul boîtier DIL 48 broches. Il combine l'architecture et le jeu d'instructions issus du MK 68000, en étant





FORMATION

- ÉLECTRONIQUE
- MICRO-ÉLECTRONIQUE
- AUTOMATISMES

Dans le cadre de la
**FORMATION CONTINUE,
AFORP-AFORTEC**

propose, dans son **CENTRE DES
TECHNIQUES EN ÉVOLUTION**, des
stages d'initiation, de formation et de
perfectionnement, adaptés pour répondre
aux besoins des entreprises.

- **ÉLECTRONIQUE GÉNÉRALE** 20 jours
- **PERFECTIONNEMENT DU
PERSONNEL DE FABRICATION**
20 à 30 jours
- **ÉLECTRONIQUE ANALOGIQUE ET
DIGITALE** 15 à 20 jours
Cours de base et perfectionnement
- **MICRO-ÉLECTRONIQUE** 5 à 20 jours
Circuits intégrés numériques complexes
Traitement numérique des informations
Microprocesseurs monolithiques et en
tranches
- **MICRO-INFORMATIQUE** 5 à 10 jours
Langages évolués
Applications à base de microprocesseurs
Systèmes d'aide au développement 8 et 16
bits
- **AUTOMATES PROGRAMMABLES
INDUSTRIELS** 5 à 10 jours
- **STAGES SPÉCIFIQUES**
Étude et réalisation à la demande d'une
entreprise

Ces stages se déroulent en laboratoires
spécialisés et mettent en œuvre un important
matériel industriel.



rush publicité

AFORP-AFORTEC

Déclaration d'Existence n° 11 92 001 55 92
Association « Loi de 1901 », créée par le
Groupe des Industries Métallurgiques de la
Région Parisienne (G.I.M.)

**CENTRE DES TECHNIQUES
EN ÉVOLUTION**

75-77, rue Gabriel Péri 92120 MONTROUGE
Tél. : 657.41.23



AFORP AFORTEC

UNE FORMATION
TECHNOLOGIQUE OPÉRATIONNELLE
Pour tous renseignements
SERVICE DÉVELOPPEMENT
739.32.10 - 55, rue Deguingand
92532 LEVALLOIS-PERRET CEDEX

SERVICE-LECTEURS N° 236

doté de capacités E/S étendues (exemple : un port USART et trois compteurs à options multiples), ce qui offre aux programmeurs la souplesse maximale. Il dispose de 40 broches pour E/S bidirectionnelles, mais peut aussi être interfacé à un bus 68000 pour extension de la mémoire et des E/S, ou encore directement à un système basé sur le 68000.

Le 68200 détient en outre de multiples caractéristiques d'interruptions. L'interface directe du 68200 au bus 68000 permet l'exécution de tout un éventail de fonctions périphériques intelligentes, qui peuvent opérer soit en mode DMA, soit en mode maître/ esclave.

Le MK 68200 possède une ROM 4 K-octets et une RAM 256 octets qui peut être étendue à 64 K-octets en utilisant l'interface du bus externe.

Mostek.

SERVICE-LECTEURS N° 196

Coupleur régénérateur pour bus optique

Les divers coupleurs passifs actuellement développés sont le plus souvent limités à la constitution d'une liaison bus optique ne comportant que quelques abonnés.

Afin de dépasser cette limitation technologique, voici un coupleur actif régénérateur destiné à vérifier la faisabilité d'une ligne de transmission optique élémentaire en environnement avionable.

L'expérience réalisée a montré que sur une même ligne de douze coupleurs, deux ou trois éléments pouvaient tomber en panne sans pour autant affecter les performances du système.

La réalisation pratique de cette liaison bidirectionnelle, bifibre, a porté sur la recherche de la séparation des deux sens de transit de l'information et sur l'élimination des signaux parasites pouvant perturber les messages transmis.

Ces couleurs permettent, à ce jour, de constituer des bus optiques en ligne (boucle ouverte), comportant jusqu'à 64 abonnés et fonctionnant à une vitesse de modulation jusqu'à 2 Mbits/s.

Ils peuvent constituer des lignes bus optiques de base, dont les utilisations pratiques sont très vastes dans le domaine aéronautique ou dans les secteurs industriels d'informatique et de bureautique.

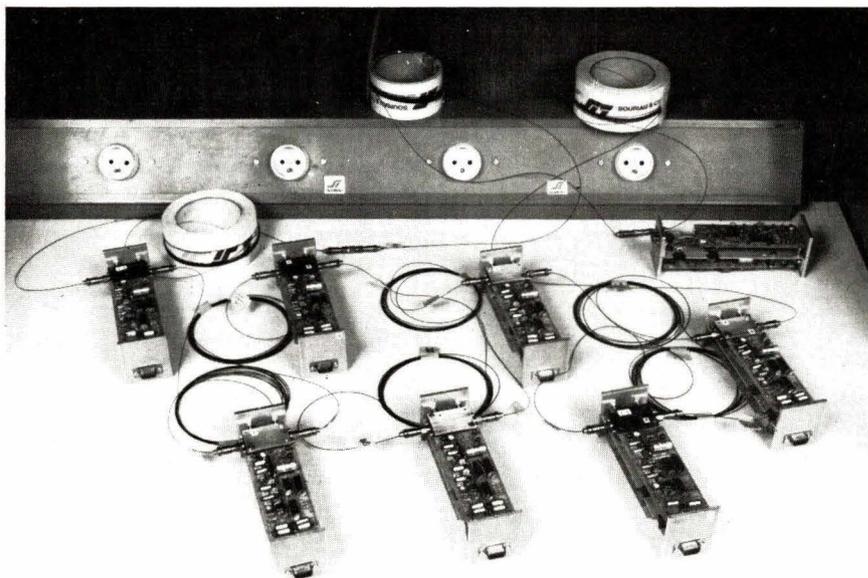
Souriau.

SERVICE-LECTEURS N° 197

Module de contrôle tout ou rien

Le DC 6230 est destiné à la surveillance de signaux logiques tout ou rien.

Installé dans un système d'acquisition rapide tel que l'ANDS 5400, le DC 6230 permet de détecter des changements d'état de signaux pro-



SOURIAU

venant d'un processus à surveiller et de générer une interruption vers le système contrôlant l'ANDS 5400.

L'utilisateur peut à son gré, par simple changement d'un registre du module, masquer ou non l'interruption, autoriser une interruption générale par voie ou bien masquer chaque bit d'entrée.

Les caractéristiques principales de ce module DC 6230 sont les suivantes :

- 16 bits d'entrée ;
- niveau d'entrée : 48 V DC max. ;
- sensibilité aux impulsions : 300 μ s min. ;
- tension de mode commun : 3 000 V DC ;
- protection aux transitoires : norme IEEE 472.1974 ;
- bande passante d'entrée : 300 Hz.

Les applications concernent tout système d'acquisition rapide ANDS 5400 où la conduite d'un processus requiert la surveillance rapide de séquences logiques ou d'informations d'alarme et de sécurité.

Kontron Electronique.

SERVICE-LECTEURS N° 198

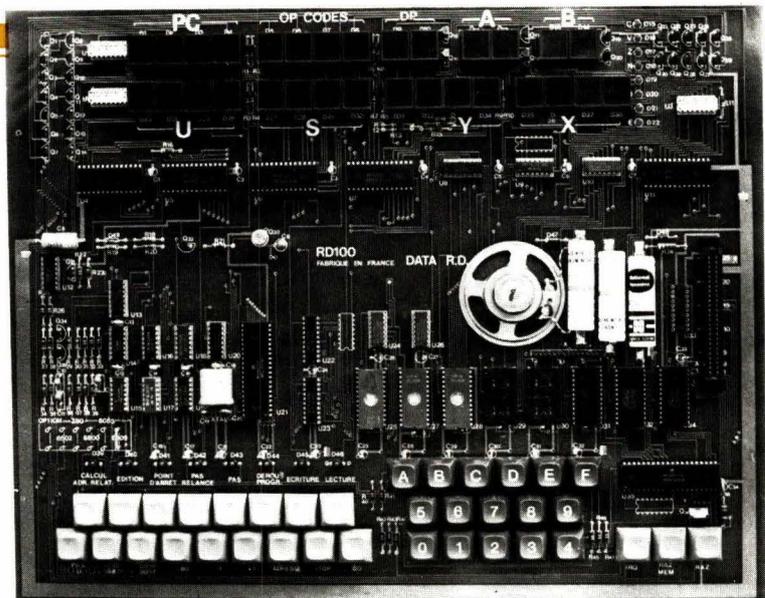
Imprimante graphique à jet d'encre

La « XJ 140 » permet, dans un silence total, la transcription sur papier de dessins de haute précision, de textes et ensembles de chiffres.

La liaison est standard V24, avec activation par transmission en code ASCII. La grande particularité en mode « traçant » est la capacité de la XJ 140 d'exécuter en projection tridimensionnelle plane des rotations et retournements d'objets sans surcharge de programme du calculateur pilote.

La puissance de la XJ 140 permet aussi de disposer, en mode « imprimant », d'une machine silencieuse, capable d'une frappe de 270 cps, en plusieurs formes d'écriture et avec toutes les directions et grandeurs de caractères désirées. En dehors de l'écriture proportionnelle, est disponible un mode « block » permettant le centrage automatique.

La tête à jet d'encre autorise l'exé-



cution de documents ineffaçables dès impression.

Une partie « calculateur » disponible dans la XJ 140 permet, grâce à un Z 8002 et à une mémoire de 64 K de « décharger » le calculateur pilote au maximum.

Adcomp.

SERVICE-LECTEURS N° 199

« Timer » programmable

Le LS 7210 est un circuit intégré monolithique P.MOS à implantation ionique. « Timer » programmable, il peut générer un délai entre 6 μ s et l'infini. Le délai est programmé sur 5 bits de valeurs différentes en combinaison avec l'oscillateur intégré.

Le circuit est également programmable en un parmi quatre modes de fonctionnement : ouverture retardée, fermeture retardée, ouverture ou fermeture retardée et délai réarmable automatiquement.

Le LS 7210 peut être cascadié pour programmer des événements successifs. Il fonctionne avec une seule alimentation comprise entre + 5 et + 15 V. Ses entrées sont compatibles : C.MOS, P.MOS et TTL, elles sont protégées contre les transitoires.

Présenté en boîtier DIL à 14 broches, le LS 7210 n'a besoin que d'une résistance et d'un condensateur extérieur.

LCS/ISC-France.

SERVICE-LECTEURS N° 200

Kit d'enseignement microprocesseur

Conçu pour apprendre très facilement le microprocesseur, le « Superkit 6809 » est un produit « pédagogique » : sa conception originale, sa très grande maniabilité et sa technique avancée (6809, 2732, VLSI-C.MOS, V.MOS...) en font un appareil de premier choix en matière de formation.

Le contexte interne du μ P (PC, opcodes, A, B, X, Y, U, S, DP et CCR) est visualisé en permanence par trente afficheurs à haut rendement. Aucune manipulation n'est nécessaire. Le programme, préalablement chargé en RAM C.MOS non volatile, peut être ainsi suivi pas-à-pas. En cours d'exécution, des zones complètes mémoire/piles peuvent être visualisées instantanément, ce qui facilite l'étude des instructions affectant la mémoire ou les piles (STA, PUSH, RTS...). Par ailleurs, le « Superkit 6809 » peut émuler, sur option et pour un prix modique, les Z-80, 6800, 8085 et 6502. Ce procédé sera particulièrement apprécié en formation interne (multi- μ P) et en stages intra-entreprises, notamment lorsque le client impose le μ P sur lequel il désire être formé.

Le « Superkit 6809 » se présente donc comme un système de formation faible coût, modulaire (extension possible en outil de développement), multi- μ P et d'une maniabilité exceptionnelle.

Data R.D.

SERVICE-LECTEURS N° 1

circuits logiques

■ INITIATION A L'EMPLOI DES CIRCUITS DIGITAUX

F. Huré

Cet ouvrage, s'appuyant sur des manipulations claires, aide à comprendre l'utilisation des circuits digitaux et permet l'élaboration de systèmes logiques et de circuits intéressants - Les circuits intégrés logiques - Manipulations avec différents types de portes - Bascules - Comptage et affichage - Circuits CMOS.

128 pages.

PRIX : 45 F.

■ EXPERIENCES DE LOGIQUE DIGITALE

F. Huré

Par la réalisation de nombreuses expériences, le lecteur est conduit pas à pas vers la compréhension des circuits de logique digitale. Un pupitre d'essais facilite l'expérimentation - Logique combinatoire - Bascules - Comptage et affichage - Registre à décalage et mémoires.

216 pages.

PRIX : 63 F.

■ ELEMENTS ESSENTIELS DE L'ELECTRONIQUE ET DES CALCULS DIGITAUX

D. Ulrich

Emploi du transistor comme commutateur - Multivibrateurs - Circuits logiques fondamentaux - Extension des fonctions logiques et étude des circuits - Algèbre logique des circuits - Système des chiffres à deux symboles - Opérations de calcul pour les chiffres du code BCD - Le flip-flop - Registre mobile - Organes de calcul binaire en série.

304 pages.

PRIX : 110 F.

microprocesseurs

● INITIATION A LA MICRO-INFORMATIQUE : LE MICROPROCESSEUR

P. Melusson *Technique Poche n° 4.*

Qu'est-ce qu'un ordinateur ? Langages - Calcul binaire - Codages - Fonctions logiques - Technologie et organisation des microprocesseurs - Les mémoires - Circuits et systèmes d'interface - La programmation.

160 pages.

PRIX : 32 F.

■ LE MICROPROCESSEUR EN ACTION Configuration et programmation

P. Melusson

Ouvrage d'initiation pratique à l'emploi du microprocesseur monobit MC 14500B - Présentation du MC 14500B - Principe de base - Logiciel et jeu d'instructions - Structure « Tant que » - Instruction de branchement conditionnel et de sous-programme - Utilisation et fiabilité des circuits CMOS - Exercices de programmation.

152 pages.

PRIX : 57 F.

■ LE HARDSOFT ou la pratique des microprocesseurs

M. Ouaknine et R. Poussin

Structure d'un ordinateur - Unité centrale - Familles de microprocesseurs - Les composants de la famille du 8080 : unité centrale, mémoire centrale, coupleur 8 bits, interfaces - Programmation : les différents stades, les outils, les techniques (sous-programme, table de branchement, micro-instructions, gestion des interruptions), programmes arithmétiques - Applications.

200 pages.

PRIX : 99 F.

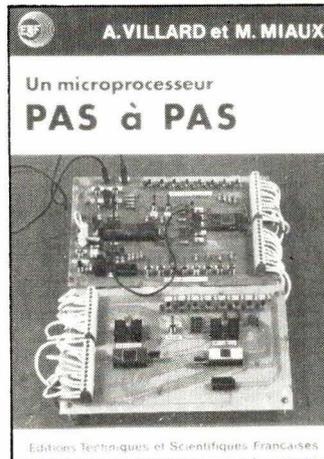
● LE MICROPROCESSEUR A LA CARTE

H. Schreiber *Technique Poche n° 33.*

Une explication aussi aisée que complète de cette « petite informatique ». Notions de saut de programme - Interruption - Sous-programmes, etc. Liste complète des instructions - Exercices d'utilisation...

160 pages.

PRIX : 32 F.



■ UN MICROPROCESSEUR PAS A PAS

A. Villard et M. Miaux

Initiation et réalisation d'une maquette expérimentale - Mémoires - Notions de processeur - Structure du microprocesseur - Instructions du COSMAC CDP 1802 - Etude en pas à pas d'un programme élémentaire - Branchements inconditionnel et conditionnel - Sous-programmes - Entrée et sortie - Interruption - Introduction des données - Affichage numérique - Conversion numérique/analogique.

360 pages.

PRIX : 110 F.

micro-ordinateurs

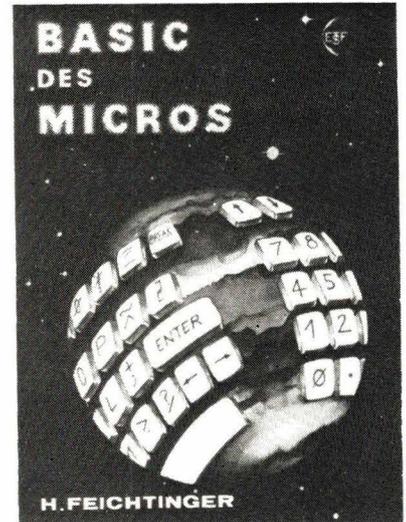
■ LE BASIC DES MICRO-ORDINATEURS

H. Feichtinger

Analyse de la configuration et des possibilités des différents micros - Les instructions BASIC et leurs différences suivant le matériel - Le vocabulaire à retenir - L'écriture des programmes et le perfectionnement de la programmation - Exemples de programmes en BASIC.

192 pages.

PRIX : 80 F.



■ PILOTEZ VOTRE ZX-81

P. Gueulle

Cet ouvrage est à la fois un livre d'initiation et un guide d'utilisation du ZX-81. Initiation à la micro-informatique et au langage BASIC avec les résultats qui doivent s'inscrire sur l'écran. Guide d'utilisation avec 40 programmes originaux et des conseils techniques pour l'utilisation des périphériques.

128 pages.

PRIX : 57 F.

■ CASSETTE n° 1 : PILOTEZ VOTRE ZX-81

P. Gueulle

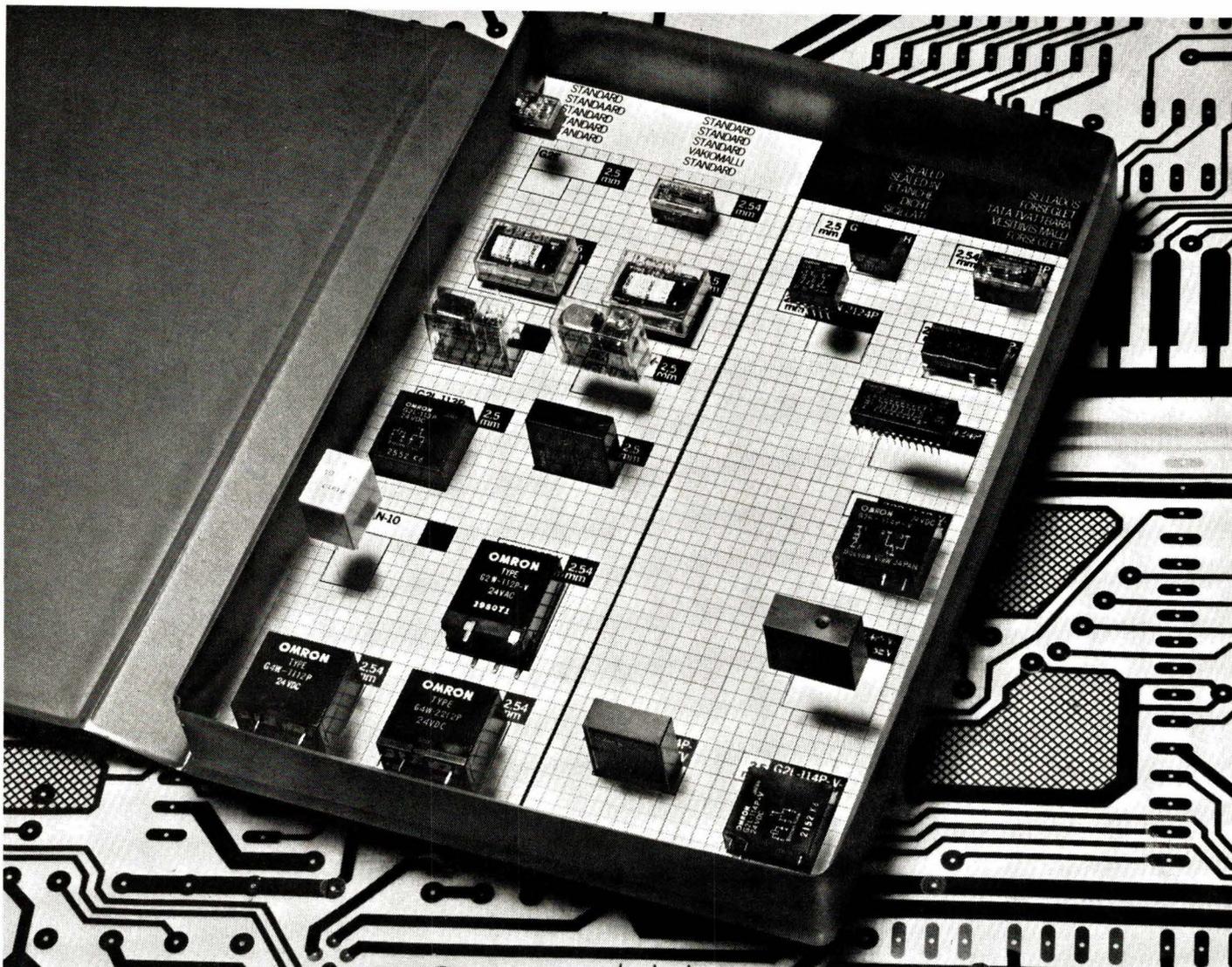
Cette cassette contient les 40 programmes de l'ouvrage « Pilotez votre ZX-81 ». Ils ont été réalisés pour le ZX-81 dans sa version de base 1 K-RAM et peuvent ainsi être chargés en quelques dizaines de secondes - Jeux et divertissements - Mathématiques - Fonctions graphiques - Fichiers et répertoires - Annuaire - Ordinateur automobile...

PRIX : 57 F.



Règlement à l'ordre de la
LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO
43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10

AUCUN ENVOI CONTRE REMBOURSEMENT. Port Rdé juqu'à 35 F
taxe fixe 11 F - De 36 à 85 F : taxe fixe 16 F - De 86 à 150 F : taxe fixe 23 F
De 151 à 350 F : taxe fixe : 28 F - Etranger : majoration de 7 F.



Comment une gamme de seulement 21 relais pour circuit imprimé peut-elle vous fournir une liberté absolue?

Nous avons récemment analysé avec beaucoup de soin les besoins d'ensemble du marché en relais pour circuit imprimé et nous avons découvert qu'avec seulement 21 modèles nous pourrions faire face pratiquement à toutes les demandes.

Une sélection de choix.

Dans cette gamme sélectionnée de relais électromécaniques vous trouverez une réponse à vos problèmes tels que, emplacement limité, possibilité de couper des charges extrêmement basses ou des charges élevées, disponibilité d'une faible puissance minimum d'excitation, résistance à la pénétration du flux et à la contamination lors du lavage.

Juste quelques exemples.

Le G2E ne mesure que 16,2 x 11,5 x 11,7 mm, et le modèle DIP G2N n'est épais que de 8 mm avec une puissance minimum d'excitation de 80 mW... Le G4W peut couper des charges

jusqu'à 15A alors que le G2V peut couper des charges aussi faibles que 10 µA.

Omron - solidement implanté en relais.

Ces 21 relais ont été sélectionnés parmi une gamme de plus de 150 relais pour circuit imprimé. Omron construit des relais depuis 1933 et aujourd'hui se dresse parmi les leaders du marché des relais électromécaniques avec des centaines de millions de relais vendus à travers le monde.

Si vous concevez en ce moment une nouvelle carte circuit imprimé avec relais, n'attendez pas demain. Envoyez dès aujourd'hui ce

La technologie de demain dans des composants d'aujourd'hui...

CARLO GAVAZZI
OMRON

coupon pour notre nouveau catalogue ou mieux demandez la visite d'un de nos techniciens qui vous fera découvrir cette sélection de choix.



OUI! Faites-moi parvenir votre nouveau catalogue relais pour circuit imprimé.

Présentez-moi votre sélection de choix.

Nom _____

Société _____

Adresse _____

Code postal/Ville _____

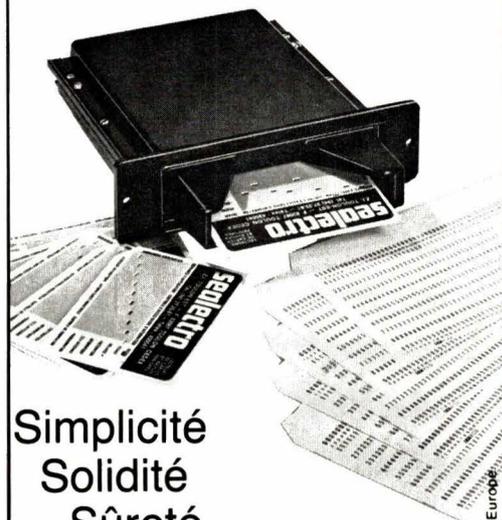
CARLO GAVAZZI OMRON SARL
27-29, Rue Pajol · 75018 Paris

INDEX DES ANNONCEURS

ALMEX.....	67-98	HANNO.....	100
AFORP/AFORTEC.....	114	HEWLETT-PACKARD.....	81
APR.....	97	ICI.....	2
BFI ELECTRONIQUE.....	80-34	KARL SUSS.....	78-79
BISHOP GRAPHICS.....	79	KONTRON.....	39-66-118
BLANC-MECA.....	127	MEKTRON.....	4
CAPEY.....	123	METRIX.....	76
CAPFOR.....	123	MOTOROLA.....	134
CARLO-GAVAZZI.....	117	NEC.....	40
DEUTA.....	97	PHILIPS.....	73-133
DURACELL.....	121-123-126	RCI.....	127
ELECTRO-CONCEPT.....	121	RIFA.....	77
ELECTRON-82.....	71	RTC.....	30
ELECTRONICA-82.....	126	SEAELECTRO.....	118
ELEKTRONIK.....	78	SECME.....	75
E.T.S.F.....	116-129	SILICONIX.....	82
EYROLLES.....	122	SINCLAIR.....	106-107
F2G2.....	33	SOAMET.....	74
FLAGELECTRIC.....	108	TEKTRONIX.....	68
GENERIM.....	12	TEKELEC-AIRTRONIC.....	77
GOULD.....	74-75	VIDEO-ACTUALITES.....	128

lecteur optique de badges

DSR 100



Simplicité
Solidité
Sûreté
Sécurité



sealectro

Zone Industrielle de Toulon-Est
F. 83087 TOULON CEDEX
Tél. (94)27.25.61 - Télex : 430041

SERVICE-LECTEURS N° 235

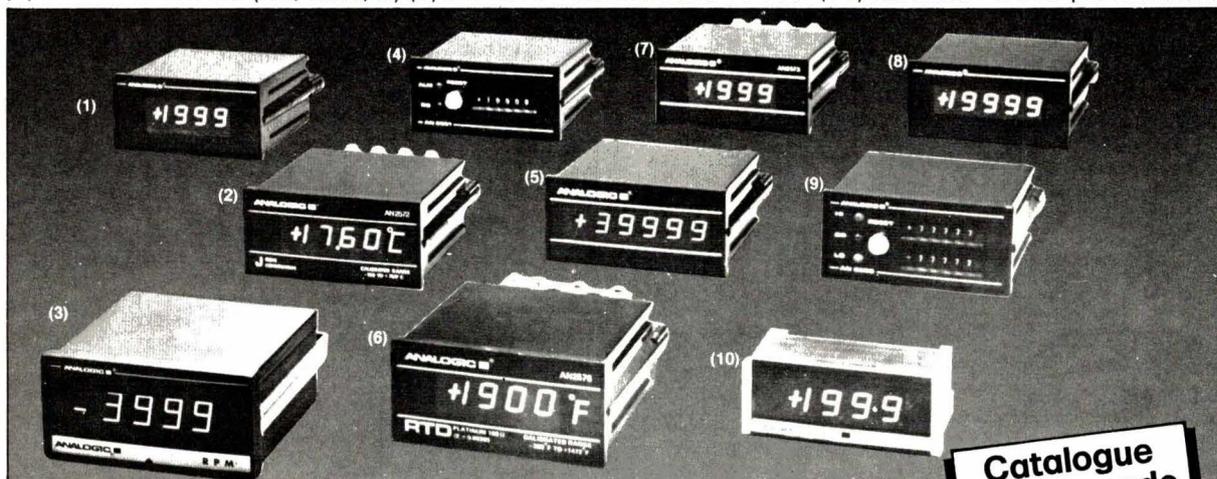
Publi Europe

ANALOGIC

INDICATEURS NUMERIQUES DE TABLEAU

UNE SERIE COMPLETE

- (1) AN 2570 - 2 000 pts (9/4) AN 2580/81 - comparateurs (7) AN 2573 - tachymètre
 (2) AN 2572 - thermomètre TC (5) AN 2577 - 40 000 pts (8) AN 2574 - 20 000 pts
 (3) MESUROMETRES (AC, RMS, ...) (6) AN 2576 - thermomètre Pt 100 (10) AN 2575 - 2 000 pts miniature



Catalogue
sur demande

KONTRON

ELECTRONIQUE

B.P. 99
6, rue des Frères Caudron
78140 Vélizy Villacoublay
Tél. : (3) 946.97.22
Télex : 695673

SERVICE-LECTEURS N° 216

CB Europub 231

BIBLIOGRAPHIE

Catalogue sur les circuits d'interface

Cette brochure intitulée « Interface Shortform Catalogue » comprend une description sommaire des points les plus importants et le brochage des circuits d'interface les plus utilisés dans le domaine des applications grand-public, les « drivers » d'horloge, les émetteurs/récepteurs de ligne, les « drivers » de LED et autres afficheurs, les circuits d'interface microprocesseurs et les nouveaux circuits de communication rapide et d'interface mémoire. Ce catalogue donne une vue d'ensemble des produits fabriqués par **National Semiconductor** et aide les utilisateurs à choisir les circuits les plus adaptés à leurs applications.

Cette édition comprend également un tableau de correspondance de références de circuits entre les principaux constructeurs : **Texas Instruments, Motorola, Fairchild, Signetics, AMD, MMI, Intel et Sprague**.

On peut se procurer ce catalogue « Interface 1982 » chez tous les distributeurs officiels de **National Semiconductor**.

National Semiconductor, 28, rue de la Redoute, 92260 Fontenay-aux-Roses.

SERVICE-LECTEURS N° 2

Modules « Teccart » Dunod

C'est une tâche difficile que de simplifier l'approche intellectuelle des phénomènes physiques et des techniques, sans pour cela être complaisant et sacrifier la rigueur. Il est encore plus difficile de donner à cette approche les caractéristiques d'un véritable outil permettant d'aborder concrètement ces techniques.

Cela correspond cependant à la demande d'un large public, sans cesse croissant, notamment dans le champ de l'électronique et des télécommunications. Et si les publications

dans ce domaine sont fort nombreuses, bien peu répondent aux critères énoncés ci-dessus.

La collection des « Modules Teccart » a été créée dans le but de pallier cette lacune et de répondre à cette attente, sous forme de deux séries regroupant des ouvrages courts et peu coûteux :

- La série « semi-conducteurs », s'applique à faire connaître les semi-conducteurs – fondements de l'électronique moderne – dans leur principe physique, leurs caractéristiques, leurs utilisations.

- La série « communications » s'intéresse particulièrement au domaine des télécommunications et s'arrête sur chacun des éléments de la chaîne de transmission de l'information.

Les étudiants y trouveront des exposés complémentaires, non « scolaires », leur permettant de faire une synthèse ou d'examiner un point particulier sous un éclairage nouveau.

Les professeurs, souvent à la recherche de raccourcis pédagogiques originaux, y puiseront de nombreuses idées et des exercices, répondant ainsi à la demande de leurs élèves.

Les techniciens pourront s'y référer pour faire le point de leurs connaissances et les développer : ces modules les épauleront lors d'une formation continue.

Les « hobbyistes » y trouveront la matière nécessaire à la compréhension de leurs réalisations.

Les autodidactes, enfin, s'en serviront comme d'un guide.

Editions Dunod, 17, rue Remy-Dumoncel, 75686 Paris Cedex 14.

SERVICE-LECTEURS N° 3

Manuel d'application Thomson-Efcis

Le recueil 1982 de notes d'application **Thomson-Efcis** vient de sortir.

Il réunit sous une même couverture et en 210 pages, les comptes-rendus

des plus récentes études sur les applications des circuits intégrés MOS et bipolaires.

En particulier :

- l'utilisation du EF 6800 et les problèmes de sécurité ;

- les applications du coprocesseur graphique EF 9365/9366 ;

- les applications du kit semi-graphique EF 9340 et EF 9341 ;

- la réalisation d'alimentations à découpage ;

- les problèmes de déflexion en TV et leurs solutions.

Ce manuel, réalisé pour la plus grande partie en anglais (quelques notes sont en français), est disponible auprès de **Thomson-Efcis** et de son réseau de distribution.

Thomson-Efcis, 45, av. de l'Europe, 78140 Vélizy.

SERVICE-LECTEURS N° 4

Catalogue « composants céramiques »

Sprague sort un nouveau catalogue sur ses composants à base de céramique, en anglais.

Ce catalogue comprend non seulement un descriptif des gammes complètes des condensateurs céramique, ainsi que les réseaux de résistances et les types couche épaisse, mais aussi les principales courbes de performances et les gammes de valeurs pour chaque type.

Ce catalogue contient aussi des informations générales et techniques sur les produits à base de céramique.

Des versions françaises et allemandes sont près d'être éditées.

Sprague World Trade, B.P. 436, 1215 Aéroport de Genève 15, Suisse.

SERVICE-LECTEURS N° 5

Liste internationale des marques

La Division des Marques de l'INPI vient d'éditer la liste annuelle, par ordre alphabétique, des marques internationales publiées par l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (O.M.P.I.), pour l'année 1981.

Cette table est éditée à partir de la bande magnétique du fichier recherche. Une marque peut donc être retrouvée par un index qui est le même que le mot sur lequel s'effectue la partie alphabétique des recherches d'antériorités.

La marque est citée dans son intégralité, éventuellement sur plusieurs lignes, avec tous les mots de liaisons, tels qu'articles et propositions ainsi que la plupart des signes diacritiques.

Tous les numéros de classes revendiquées pour la marque sont cités.

A la suite du numéro d'enregistrement au bureau international, se trouvent le numéro et la page de la publication « Les marques internationales », ce qui permet de retrouver cet enregistrement ou ce renouvellement.

Tous renseignements sont fournis par le Bureau des Recherches d'antériorités de la Division des Marques, 9, rue du Delta, 75009 Paris.

SERVICE-LECTEURS N° 6

Catalogue « Cofelec »

LCC, département Cofelec, vient d'éditer un nouveau catalogue général : ferrites doux « ferrinox ». Cet ouvrage de 500 pages regroupe les composants magnétiques destinés aux applications : télécommunications, usages industriels et grand-public.

La gamme, très étendue, de « ferrinox » permet de fournir une solution pour chaque application dans le domaine des fréquences s'étendant de quelques centaines de hertz à plus de 200 MHz.

LCC/Cofelec, 63, rue Beaumarchais, 93100 Montreuil.

SERVICE-LECTEURS N° 7

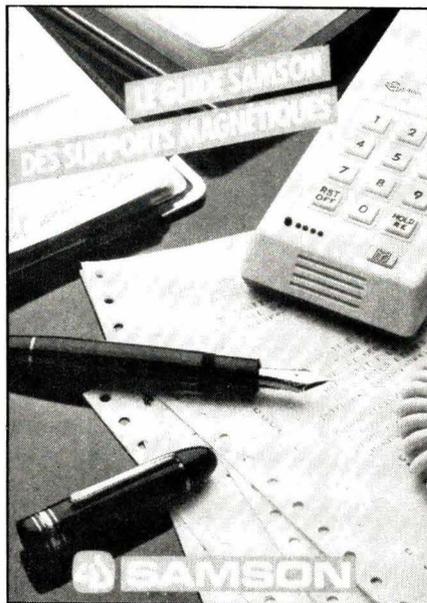
« Comment choisir et bien utiliser les supports magnétiques »

Le guide Samson des supports magnétiques comble un vide dans ce domaine : c'est, en effet, le premier ouvrage pour aider l'informaticien à optimiser l'utilisation des unités mémoires et des supports.

L'univers de ces produits dits « consommables » s'est hélas banalisé, l'ambition de ce guide est d'en montrer la richesse et la diversité, son évolution sous la poussée technologique, mais aussi, les pièges et les quelques règles à respecter pour en tirer le meilleur parti.

Riche de quinze années d'expérience de l'environnement informatique, Samson n'a pas voulu imposer une longue thèse fastidieuse, mais au contraire apporter des réponses simples et pratiques à l'utilisateur.

Samson Data, 50, rue de la Justice, 75020 Paris.



SERVICE-LECTEURS N° 8

Catalogue « Gyrolok »

Le nouveau catalogue en français « raccords et pièces d'assemblage Gyrolok » fabriqués par Hoke vient de paraître.

C'est un outil de travail de 24 pages à l'usage des bureaux d'études qui ont à résoudre des problèmes de conception de circuits en instrumentation, analyse électronique, pilotes, bancs d'essai et recherche.

Il est réalisé par Seiem, distributeur exclusif de matériels Hoke pour la France.

Rappelons que tous les produits Hoke intéressent le contrôle, la régulation et la distribution des fluides.

Seiem, 2, rue Henri-Bergson, 92600 Asnières.

SERVICE-LECTEURS N° 9

Recherche et technologie : actes du Colloque national, janvier 1982

« Restaurer l'alliance de la science et de la démocratie, intégrer la science à la culture de notre temps, créer dans la communauté scientifique et dans l'ensemble du pays les conditions favorables à l'émergence des idées nouvelles et de l'innovation, au développement, à la diffusion des connaissances et à l'application de la science ; ces objectifs restituent le sens du grand Colloque national sur la recherche et la technologie. »

Ces propos figurent en introduction à *Recherche et Technologie*, ouvrage du ministère de la Recherche et de la Technologie que publie la Documentation Française.

Ce volume contient les actes du Colloque national tenu à Paris du 13 au 16 janvier 1982 à l'issue de la consultation réalisée dans l'ensemble des régions à l'automne 81. Il rappelle les conditions de déroulement du colloque et reproduit les discours des personnalités politiques. Il présente également au public les rapports de synthèse des onze commissions de travail. Seront ultérieurement publiées en complément par la Documentation Française six annexes

La Documentation Française, 31, quai Voltaire, Paris, et 165, rue Garibaldi, Lyon. Par correspondance : 124, rue Henri-Barbusse, 93308 Aubervilliers Cedex.

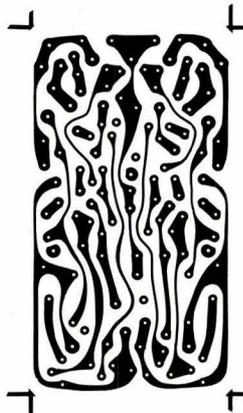
SERVICE-LECTEURS N° 10

ELECTRO-CONCEPT

CONCEPTION ET FABRICATION
DE CABLAGES ELECTRONIQUE

**45 personnes
sur
1 000 m² couvert
à votre service
à 60 mn de Paris**

*Proto classique 48 heures.
Proto métallisé 6 jours.*

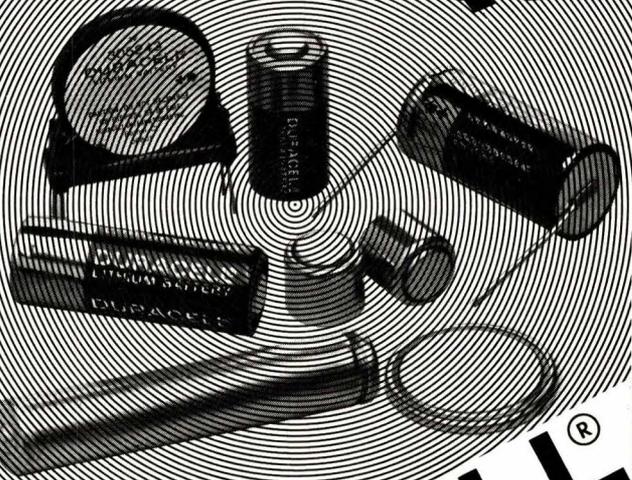


Fabrication industrielle et professionnelle de tout circuits imprimés simple face, double face, classique et à liaisons par trous métallisés. (Méthode Pattern uniquement)

25, route d'Orléans, 45610 CHAINGY
Tél. : (38) 88.86.67 lignes groupées.

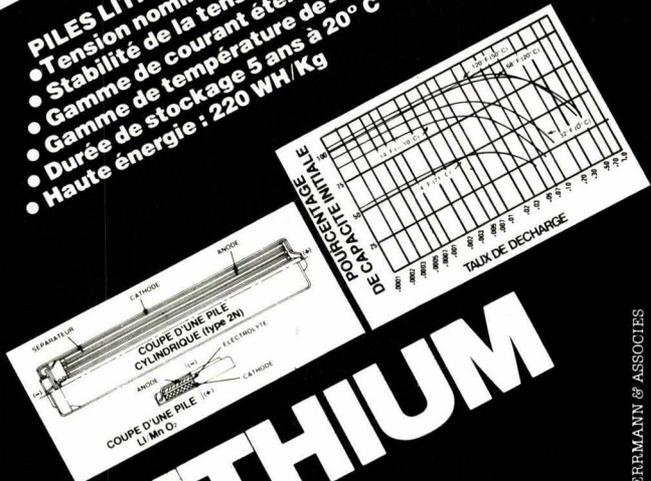
SERVICE-LECTEURS N° 225

UNE NOUVELLE DIMENSION ENERGETIQUE



DURACELL®

- PILES LITHIUM Mn O₂
- Tension nominale élevée 3 volts
- Stabilité de la tension de décharge
- Gamme de courant étendue du micro A à l'ampère
- Gamme de température de -20° C à +50° C
- Durée de stockage 5 ans à 20° C
- Haute énergie : 220 WH/Kg



LITHIUM

DURACELL FRANCE
5, rue Chantecoq 92808 PUTEAUX
Tél. : 776.44.20 - Télex : 630423

HERMANN & ASSOCIATES

SERVICE-LECTEURS N° 222



LES MICROPROCESSEURS 16 BITS A LA LOUPE

par R. Dubois et D. Girod

384 pages 170 F

Les auteurs font une description succincte des microprocesseurs de la première génération, puis abordent ensuite en détail ceux de la seconde génération (Intel 8086, Zilog Z 8000, Motorola MC 68000 et National semi-conductor NS 16000) et les circuits périphériques associés. Ils étudient en profondeur l'architecture et le jeu d'instructions de chacun de ces microprocesseurs, en dégagant leurs particularités propres.

AU CŒUR DES MICROPROCESSEURS

par D. Girod et R. Dubois

264 pages 159 F

L'étude a porté sur les organisations externe et interne, les modes d'adressage, les jeux d'instructions, les circuits périphériques de mémoire et d'entrée/sortie. Pour rendre plus claire cette présentation, l'auteur fait appel à des exemples d'application : schémas de connexion des différents circuits constituant un micro-ordinateur, exemples de programmation...

LE MICROPROCESSEUR 6809

Ses périphériques et le processeur graphique 9365-66

par C. Dardanne et J. Boulesteix

304 pages 190 F

Microprocesseur 6809 : organisation matérielle, architecture interne, modes d'adressage, jeu d'instructions. Possibilités logicielles : interfaces de la famille 6800/6809, interfaces propres à la famille 6809. Le processeur graphique EF9365/66. Utilisation dans un environnement microprocesseur 6809.

LES MICROPROCESSEURS 8 BITS

Nouveaux produits

par E. Horlait et R. Joly

184 pages 96 F

Voici un ouvrage destiné à toute personne désirant « comprendre » les microprocesseurs. La première partie présente la structure et le fonctionnement d'un microprocesseur à partir d'un produit regroupant toutes les fonctionnalités des produits classiques. La seconde partie traite des produits les plus caractéristiques des grands fabricants.

ET AUSSI :

MICROPROCESSEURS ET MICRO-ORDINATEURS

Matériel et logiciel

par R.J. Tocci et L.P. Laskowski

336 pages 130 F

Les chapitres 1 et 2 reviennent la terminologie, les systèmes de numération et les circuits logiques, de la porte logique aux mémoires. Les chapitres 3 à 6 étudient essentiellement la structure et le matériel de l'ordinateur avec quelques notions de programmation. Enfin, le chapitre 7 expose les principes de la programmation d'un micro-ordinateur en langage machine.

MICROPROCESSEURS A L'USAGE DES ÉLECTRONICIENS

Structure et fonctionnement

par J.P. Cocquerez et J. Devars

176 pages 82 F

L'objectif est de fournir les bases fondamentales de micro-informatique permettant une bonne compréhension du fonctionnement des microprocesseurs, et une bonne connaissance des problèmes matériels et logiciels liés à leur utilisation.

ARCHITECTURE DES MINI-ORDINATEURS ET MICROPROCESSEURS

par A.G. Lippiatt

176 pages 90 F

L'auteur s'est fixé comme objectif d'expliquer les principes fondamentaux de l'architecture interne de façon à mieux faire comprendre la marche des différents systèmes, mais surtout la façon de procéder, pour le programmeur, afin d'en tirer une plus grande efficacité.

BON DE COMMANDE

à retourner à la LIBRAIRIE EYROLLES, 61, bd Saint-Germain, 75240 Paris Cedex 05.

Veuillez m'adresser 1 exemplaire de* :

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> MICROPROCESSEURS 16 BITS N° 5103 170 F | <input type="checkbox"/> MICROPROCESSEURS ET MICRO-ORD N° 8569 130 F |
| <input type="checkbox"/> AU CŒUR DES MICROPROCESSEURS N° 5101 159 F | <input type="checkbox"/> MICROPROCESSEURS POUR ÉLECT. N° 5311 82 F |
| <input type="checkbox"/> LES MICROPROCESSEURS 8 BITS N° 8613 96 F | <input type="checkbox"/> ARCHITECTURE |
| <input type="checkbox"/> MICROPROCESSEUR 6809 N° 8612 190 F | <input type="checkbox"/> DES MINI-ORDINATEURS N° 5104 90 F |

* Cocher la case correspondante.

Port en sus : 10 F. Par ouvrage supplémentaire : 2 F.

NOM : _____

ADRESSE : _____

SERVICE-LECTEURS N° 207

Ingénieur Electronicien

recherché par
LA DIVISION ENERGIE

du premier groupe français spécialisé dans la fabrication de systèmes de conversion d'énergie à découpage haute fréquence de puissance inférieure à 1500 W.

Cet Ingénieur

— possède une expérience industrielle de 5 ans dans un Service d'Etudes Electroniques

— il est averti des problèmes de commutation de puissance à transistors ou thyristors

— il est capable de concevoir des schémas nouveaux et de rechercher le coût minimum pour l'industrialisation des matériels qui sont intégrés dans des systèmes civils ou militaires

— il sait travailler en équipe :

- Profil idéal

Technique	50 %
Relations Humaines	20 %
Gestion	30 %

Les Conditions : Cadre II ou III.

Rémunération à négocier suivant compétences.

Lieu de travail : TOURS - Horaires souples -

Poste à pourvoir d'urgence, la fonction peut évoluer dans le cadre du groupe.

Adresser lettre manuscrite + CV complet sous réf. RB 940 à CAPFOR 15, rue de la Paix 75002 PARIS

CAPFOR

PARIS - NANTES - LYON - BREST - QUIMPER - LORIENT

SERVICE-LECTEURS N° 232



ATTENTION !..
HAUTE TENSION ...



Mais... Les voyants miniatures

SLOAN la supporte !..

Modèle standard 876 ou étanche 877

Tension de claquage > 2500 Volts



Capey

4, rue des Bons Raisins
92500 RUEIL MALMAISON

Tél : (1) 708.42.10 - 749.43.05 - Tlx : 204012 F

SERVICE-LECTEURS N° 231

UNE NOUVELLE DIMENSION ENERGETIQUE



DURACELL®

PILES LITHIUM SO₂

- Tension nominale 3 volts
- Haute énergie 330 Wh/Kg
- Hautes performances à basse température jusqu'à -54°C
- Courbe de décharge constante
- Durée de stockage 5 à 10 ans (suivant conditions)
- Totallement hermétique (sortie verre métal)
- Puissance instantanée élevée



LITHIUM

DURACELL FRANCE
5, rue Chantecoq 92808 PUTEAUX
Tél. : 776.44.20 - Téléc. : 630423

HERRMANN & ASSOCIES

SERVICE-LECTEURS N° 223

CALENDRIER

EXPOSITIONS

30 septembre au 10 octobre.

Paris.

Salon de l'automobile.

Rens. : 3, av. du Président-Wilson, 75008 Paris. M. Charpin. Tél. : 723.59.40.

4 au 8 octobre. – Strasbourg.

MIDEST : Marché international pour la diffusion européenne de la sous-traitance.

Rens. : MIDEST, B.P. 1593, 54027 Nancy Cedex. M. Detourbet. Tél. : (83) 51.09.01.

12 au 14 octobre. – Bordeaux.

Electron 82, avec conférences sur :

- la télémessure et la gestion des grands systèmes,
- la qualité des composants électroniques.

Rens. : ADESO, 12, place de la Bourse, 33076 Bordeaux Cedex. Tél. : (56) 90.91.28.

12 au 14 octobre. – Brighton.

Internecon UK.

Rens. : Kiver Communications S.A. Milbank House, 171-185 Ewell Road, Surbiton, Surrey KT6 6 AX. Tél. : 01.390.0281.

15 au 20 octobre. – Cannes.

VIDCOM : Marché international de la vidéocommunication.

Rens. : 179, av. Victor-Hugo, 75116 Paris. M. Chevy. Tél. : 505.14.03.

3 au 5 novembre. – Versailles.

Real Time Data 82.

Rens. : INRIA, B.P. 105, 78153 Le Chesnay Cedex.

8 au 11 novembre. – Amsterdam.

Comdex Europe'82. « Computer companies exhibition ».

Rens. : Comdex, P.O.B. 927, Framingham, MA 01701, USA. Tél. : (800) 225-4620, (617) 879-4502.

9 au 13 novembre. – Munich.

Electronica 82, composants et sous-ensembles de l'électronique. Avec : Congrès international de la micro-électronique (9 au 11 novembre); sujets traités :

- solutions aux problèmes du domaine de la micro-électronique, circuits spécifiques de service, la micro-électronique dans le champ électrique client/fabricant,
- conception d'un système,
- problèmes liés au software et au hardware,
- capteurs et activateurs pour des solutions aux problèmes d'ordre micro-électronique.

Conférences spécialisées les 11 et 12 novembre et Conférence internationale de la macro-électronique; sujets traités :

- nouveaux concepts pour l'alimentation en courant pour charges statiques,
- progrès au niveau des composants semi-conducteurs de puissance,
- différents nouveaux composants pour électronique,
- commandes électroniques de moteurs.

16 au 19 novembre. – Londres.

Compec : Computer peripherals, small computer and systems exhibition.

Rens. : Compec UK Surrey House, Throwley Way, Surrey SM1 4QQ. Tél. : 01.643.8040.

17 au 20 novembre. – Perpignan.

« Mini-micro 66 » : exposition de mini et micro-ordinateurs.

Rens. : CREUFOP, Université de Perpignan, av. de Villeneuve, 66025 Perpignan. Tél. : (68) 50.29.25, M. Perrier.

6 au 11 décembre. – Paris.

Elec 82.

Rens. : SDSA, 20, rue Hamelin, 75116 Paris. Tél. : 505.13.17.

17 au 21 janvier. – Munich.

« Systèmes audiovisuels et de données pour l'éducation et la communication » est le titre général du congrès, de la présentation spéciale et de l'exposition prévus dans le cadre du 5^e Visodata.

Rens. : Münchener Messe-und Ausstellungsgesellschaft mbH, Messege-lände, Postfach 12 10 09, D-8000 München 12. Tél. : (089) 51 07-1.

14 au 17 juin. – Londres.

Tectronica 83, Salon de la technologie de laboratoire.

Rens. : Industrial and Trade Fairs Limited, Head Office, Radcliffe House, Blenheim Court, Solihull, West Midlands B91 2BG Grande-Bretagne. Tél. : 021.705.6707.

STAGES SEMINAIRES CONFÉRENCES

Stages de l'Ecole supérieure d'électricité

L'Ecole supérieure d'électricité organise, dans le courant du troisième et du quatrième trimestres 1982, un certain nombre d'actions visant la formation continue des ingénieurs et techniciens supérieurs.

Au programme : informatique, automatique, instrumentation, électronique générale, logique, dispositifs et composants, sûreté-sécurité-vulnérabilité, gestion et marketing.

Rens. : ESE, plateau du Moulon, 91190 Gif-sur-Yvette. Tél. : (6) 941.80.40.

Stages T.A.V. Simda

T.A.V. Simda, fabricant français de matériel audiovisuel, propose des stages de formation sur les techniques de réalisation.

– Stage A : 25-26 et 27 octobre 1982. Objectif : donner aux participants une information précise sur le matériel de base et les règles indispensables de communication audiovisuelle, de la conception à la réalisation.

– Stage B : 28 et 29 octobre 1982. Objectif : repérage des structures musicales, éléments fondamentaux, tests d'effets psychologiques, correspondance image/son, fonction du texte parlé.

Rens. : T.A.V. Simda, 18, rue Goubet, 75940 Paris Cedex 19. Tél. : 200.67.01.

« Opto 82 »

Technologies et applications industrielles sont les orientations retenues pour les conférences Opto 82 : fibres optiques, laser, optique, visualisation. Ces sessions se déroulant par demi-journées seront animées par des conférenciers de différentes origines (laboratoires, industries, utilisateurs) et auront lieu du 16 au 18 novembre, parallèlement à une présentation de matériel.

Rens. : Masson/ESI Publications, 12, rue de Seine, 75006 Paris. Tél. : 325.53.58.

Stages « Centre de formation continue polytechnique »

Informatique, micro-informatique, électronique, électrotechnique, tels sont les thèmes des stages organisés entre septembre et décembre 82 par le CFCP.

Rens. : Centre de formation continue polytechnique, place des Hauts-Murats, B.P. 354, 31006 Toulouse Cedex. Tél. : (61) 52.21.37.

Stages I.S.A.R.D.

L'I.S.A.R.D. (Institut scientifique d'automatique et de robotique de la Drôme) organise à Valence des stages dans le cadre de la formation continue. Ces stages de dix jours environ (à raison de un ou deux jours par semaine) s'adressent à des ingénieurs et techniciens des différentes branches de l'électricité, électronique, électrotechnique, micro-informatique et automatique.

Un stage spécialisé sur les microprocesseurs se déroulera, à plein temps, du 4 octobre au 17 décembre 1982. Il s'adresse à la fois aux salariés d'entreprise (formation continue) et aux demandeurs d'emploi (possibilité de rémunération).

Rens. : I.S.A.R.D., 60, rue Barthélémy-de-Laffemas, 26000 Valence.

Séminaire « I.F.L. » RTC

RTC organise une série de séminaires d'une journée aux dates suivantes : 1982 : 6 octobre, 9 novembre, 8 décembre – 1983 : 12 janvier, 16 février, 9 mars, 13 avril, 4 mai, 8 juin.

Ce séminaire doit permettre aux participants, en une journée, de s'initier et de programmer des applications réelles à l'aide des réseaux logiques programmables des familles IFL 20 broches et 28 broches (FPGA, FPLA, FPLS).

Rappelons que l'I.F.L. permet de résoudre tous les problèmes de remplacement logique et met l'utilisateur à même de : simplifier la conception, réduire le temps de conception, améliorer les performances du système, en réduisant jusqu'à vingt fois le nombre de boîtiers standard MSI/SSI.

Rens. et inscriptions : Mlle Francine Pérot, R.T.C., 130, av. Ledru-Rollin, 75540 Paris Cedex 11. Tél. : 355.44.99, poste 884.

Stages de l'Ecole professionnelle supérieure

Cette formation intéresse soit les demandeurs d'emploi, soit les jeunes venant de terminer leurs études secondaires ou supérieures. Il s'agit des thèmes suivants :

- automates programmables et microprocesseurs (du 18 octobre 1982 au 30 avril, six mois à temps plein),
- technicien de maintenance en micro-électronique (du 18 octobre 1982 au 30 avril 1983, six mois à temps plein),

- analyste-programmeur en micro-informatique (du 12 octobre 1982 au 23 avril 1983, six mois à temps plein),

- attaché technico-commercial en micro-informatique/électronique (du 4 octobre 1982 au 5 février 1983, quatre mois),

- initiation aux microprocesseurs – en cours du soir ou du samedi (du 13 septembre 1982 au 10 décembre 1982 et du 25 octobre 1982 au 29 janvier 1983),

- initiation au Basic (du 13 septembre au 10 décembre 1982 et du 25 octobre 1982 au 29 janvier 1983),

- préparation aux carrières de l'électronique et de l'informatique (du 6 septembre 1982 au 8 janvier 1983),

Rens. : EPS (Ecole professionnelle supérieure), 45, rue des Petites-Ecuries, 75010 Paris. Tél. : 523.35.30. Mlle Puyravau.

La stimulation cardiaque : les problèmes actuels et futurs. 8 au 9 octobre 1982. – Paris.

Rens. : Dr J. Muciga, Centre chirurgical Val-d'Or, 16, rue Pasteur, 92210 Saint-Cloud. Tél. : 602.70.72 ou 602.98.45.

Conférence internationale « Microelectronics and teleinformatics ».

Cette conférence, qui se tiendra à Milan du 23 au 25 février 1983, a pour objet : les relations entre les technologies VLSI et la téléinformatique. Elle est jumelée avec l'exposition « BIAS – Microelettronica'83 » (22 au 26 février).

Rens. : Studio Barbieri, Viale Premuda 2, 20129 Milano (Italie). Tél. : 796.096/421/635, et BIAS-Microelectronics Conference FAST. P. le R. Morandi, 2, 20121 Milano (Italie). Tél. : (02) 78.30.51.

VIIth World Symposium on Cardiac Pacing. 1^{er} au 5 mai 1983. Vienne (Autriche).

Rens. : Interconvention, Congress Organisation Ltd. P.O. Box 80 A-1107 Vienna (Autriche). Tél. : (0222) 57.62.88, 57.63.05.

Séminaires de perfectionnement « vente »

Dans le cadre de ses activités de formation, le CECOVE – Centre d'Etudes commerciales et de vente – développe à l'intention des ingénieurs et techniciens de l'industrie, des séminaires pratiques d'entraînement et de perfectionnement :

- **Argumentation dans la vente des produits et biens à caractère technique**

- Durée : 3 jours.

- Dates : 3-4-5 novembre 1982.

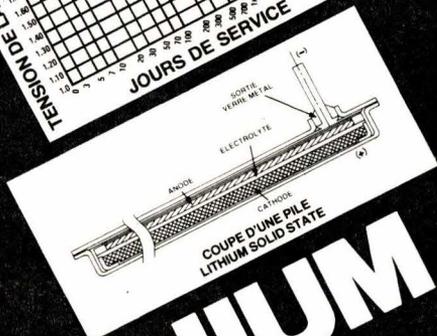
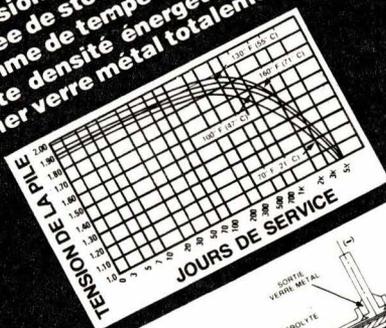
Renseignements et programmes : CECOVE, 8, rue Saint-Marc, 75002 Paris. Tél. : 236.88.88.

UNE NOUVELLE DIMENSION ENERGETIQUE



DURACELL®

- PILES LITHIUM SOLIDSTATE**
- Tension nominale élevée 1,9 volt
 - Durée de stockage supérieure à 20 ans à 20° C
 - Gamme de température de -40° à +120° C
 - Haute densité énergétique 300 - 500 Wh/dm³
 - Boîtier verre métal totalement étanche



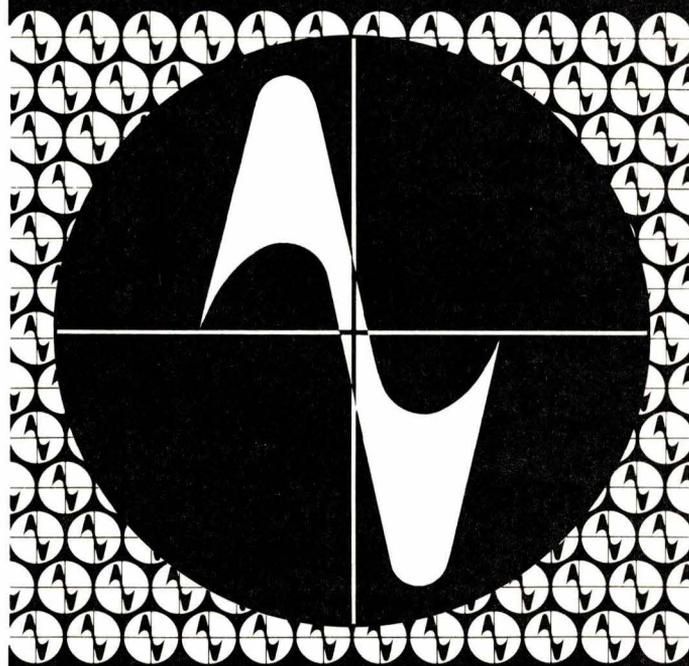
LITHIUM

DURACELL FRANCE
5, rue Chantecoq 92808 PUTEAUX
Tél. : 776.44.20 - Télex : 630423

HERMANN & ASSOCIÉS

electronica 82

10e Salon
International
pour Composants et
Sous-ensembles de l'Electronique
Munich
9 - 13 novembre 1982



Programme-cadre

10e Congrès International de la Microélectronique
9 - 11 novembre 1982

Conférence Internationale de la **MACROELECTRONIQUE**
11 et 12 novembre 1982

Electronica - Conférences spécialisées
11 et 12 novembre 1982



Coupon - electronica 82

Veuillez m'envoyer des informations détaillées

Nom

Adresse

Chambre Officielle de Commerce Franco-Allemande,
18, Rue Balard, F-75015 Paris, tél.: 5 75 62 56,
télex: 203738 cofaci paris.

SERVICE-LECTEURS N° 226

SERVICE-LECTEURS N° 224

Pour vos dépannages sur le site LE PLUS PETIT 2 x 15 MHz de

BK PRECISION DYNASCAN CORPORATION



OSCILLOSCOPE BK 1420

- Utilisable à 20 MHz
- 10 mV/division
- Se loge dans un attaché-case ordinaire (8,9 cm de haut) × 22 × 30 cm
- Alimentation par batterie incorporée et sur secteur
- Séparateur synchro vidéo
- Base de temps 18 positions étalonnées
- Déclenchement TV lignes et trames
- X 10 —
- X Y, axe X sur canal B
- 3,6 kg seulement

AUTRES PRODUCTIONS :

- CONTROLEUR EN CIRCUIT BK 510
- MULTIMETRE DIGITAL AUTOMATIQUE « LCD » BK 2845
- GENERATEUR DE FONCTION BK 3010
 - ANALYSEURS LOGIQUES ET SIGNATURE
 - ANALYSEURS DE TRANSITOIRES
 - ALIMENTATIONS STABILISEES
- ALIMENTATIONS DE LABORATOIRE

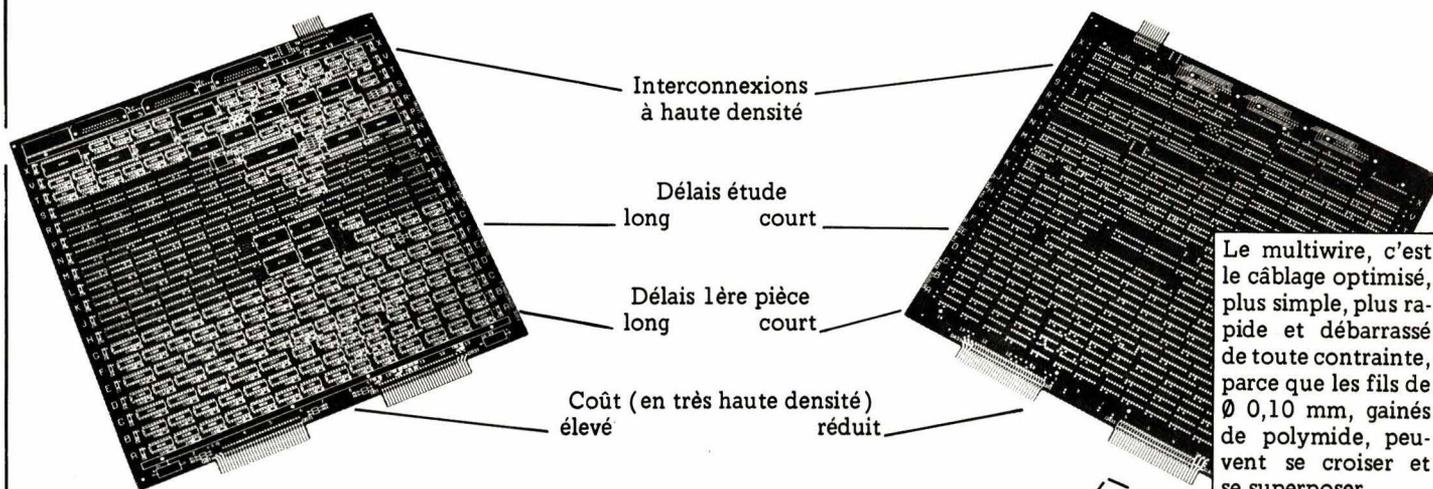
- CONTROLE AUTOMATIQUE EN CIRCUIT SEMI-CONDUCTEURS BK 520
- CAPACIMETRE A GAMME AUTOMATIQUE « LCD » BK 830
- CAPACIMETRE DIGITAL BK 820

— Documentation sur demande —

BLANC-MECA Electronique
FONTGOMBAULT ZI - 36220 TOURNON-SAINT-MARTIN
Tél. (54) 37.09.80 - Télex 751145

SERVICE-LECTEURS N° 218

Multicouche ou Multiwire?



Interconnexions à haute densité

Délais étude long court

Délais 1ère pièce long court

Coût (en très haute densité) élevé réduit

Le multiwire, c'est le câblage optimisé, plus simple, plus rapide et débarrassé de toute contrainte, parce que les fils de \varnothing 0,10 mm, gainés de polymide, peuvent se croiser et se superposer.

RCI vous aide à choisir vite!

RCI Rapid Circuits Imprimés
Prototypes Professionnels



54, av. de Bellevue - 91210 Draveil - Tél. 942 25 68 +
Telex RCIDRA 692632

M
Fonction
Société
Activité
Adresse
Tél

Souhaite une documentation une visite
un contact téléphonique concernant le
Multiwire les multicouches .

SERVICE-LECTEURS N° 219

Actualité

**Le magazine
de l'image
et du son**

*Première
Rentrée
des Classes*

Les écrans plats

**Le salon tv-vidéo
de Düsseldorf**

Costa Gavras

TOUS LES MOIS PARAIT TOUS LES MOIS PARAIT TOUS LE



REJOIGNEZ «CEUX QUI PARLENT AUX MACHINES»

Le micro-ordinateur ZX-81 de SINCLAIR se taille une belle place sur le marché des «ordinateurs individuels». Son prix, ses possibilités, sa simplicité d'utilisation et d'adaptation à des périphériques courants tels que récepteurs TV et magnétophones à cassettes en font aujourd'hui un instrument privilégié de vulgarisation de l'informatique.

L'ouvrage que lui consacre avec enthousiasme Patrick Gueulle est à la fois un livre d'initiation et un guide d'utilisation de l'appareil.

— Si vous êtes **débutant**, il vous apportera une connaissance de la micro-informatique et du langage **BASIC** que vous appliquerez sur votre ZX-81.

Après chaque programme, l'auteur vous donne le **résultat** qui doit s'afficher sur l'écran. Ainsi, en partant du niveau le plus élémentaire vous accéderez progressivement aux secrets de la programmation.

— Si vous êtes **initié** à la micro-informatique, ce livre sera pour vous un guide d'utilisation très complet des possibilités du ZX-81. Vous y trouverez des **programmes originaux** qui mettent en œuvre de nombreuses applications «domestiques» de l'informatique et qui peuvent être utilisés directement.

Enfin Patrick Gueulle vous donne quelques **conseils techniques** très utiles sur la «manutention» des programmes, l'enregistrement sur cassette, l'utilisation de l'imprimante SINCLAIR, etc.

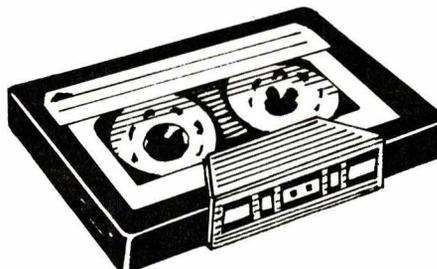
PILOTEZ VOTRE ZX 81



P. GUEULLE

40 PROGRAMMES

- Prise de contact avec le ZX-81
- Jeux et divertissements
- Mathématiques
- Calculs pratiques
- Fonctions graphiques
- Fichiers et répertoires
- Annuaire électronique
- Ordinateur de bord automobile
- Echanges de programmes



K7 N°1: P. GUEULLE PILOTEZ VOTRE ZX-81

Ces programmes ont été enregistrés sur cassette. Vous pourrez ainsi les charger sur votre ZX-81 en quelques dizaines de secondes en évitant les erreurs de frappe.

P. GUEULLE - PILOTEZ VOTRE ZX-81
 — le livre **seul**
 128 pages, format 15 x 21 ... 57 F Franco 73 F
 — la cassette **seule**
 40 programmes 1K RAM 57 F - Franco 73 F
 — le livre et la cassette
ensemble 114 F - Franco 137 F

Règlement à l'ordre de la
LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO
 43, rue de Dunkerque, 75480 Paris, Cedex 10

AUCUN ENVOI CONTRE REMBOURSEMENT. Port Rdé jusqu'à 35 F
 taxe fixe 11 F - De 36 à 85 F: taxe fixe 16 F - De 86 à 150 F: taxe fixe 23 F -
 De 151 à 350 F: taxe fixe: 28 F - Etranger: majoration de 7 F.

S'ABONNER?

POURQUOI?

Parce que s'abonner à "ELECTRONIQUE APPLICATIONS"

C'est ● plus simple,
● plus pratique,
● plus économique.

C'est plus simple

● un seul geste, en une seule fois,
● remplir soigneusement cette page pour vous assurer du service régulier de ELECTRONIQUE APPLICATIONS

C'est plus pratique

● chez vous!
dès sa parution, c'est la certitude de lire régulièrement notre revue
● sans risque de l'oublier, ou de s'y prendre trop tard,
● sans avoir besoin de se déplacer.

COMMENT?

En détachant cette page, après l'avoir remplie,

● en la retournant à:
ELECTRONIQUE APPLICATIONS

2 à 12, rue de Bellevue
75940 PARIS Cédex 19

● ou en la remettant à votre marchand de journaux habituel.

Mettre une X dans les cases ci-dessous et ci-contre correspondantes :

Je m'abonne pour la première fois à partir du n° paraissant au mois de

Je renouvelle mon abonnement et je joins ma dernière étiquette d'envoi.

Je joins à cette demande la somme de Frs par :

chèque postal, sans n° de CCP

chèque bancaire,

mandat-lettre

à l'ordre de: ELECTRONIQUE APPLICATIONS

COMBIEN?

ELECTRONIQUE APPLICATIONS (6 numéros)

1 an 87,00 F France

1 an 117,00 F Etranger

(Tarifs des abonnements France: TVA récupérable 4%, frais de port inclus. Tarifs des abonnements Etranger: exonérés de taxe, frais de port inclus).

ATTENTION! Pour les changements d'adresse, joignez la dernière étiquette d'envoi, ou à défaut, l'ancienne adresse accompagnée de la somme de 2,00 F. en timbres-poste, et des références complètes de votre nouvelle adresse. Pour tous renseignements ou réclamations concernant votre abonnement, joindre la dernière étiquette d'envoi.

Ecrire en MAJUSCULES, n'inscrire qu'une lettre par case. Laisser une case entre deux mots. Merci.

Nom, Prénom (attention: prière d'indiquer en premier lieu le nom suivi du prénom)

Complément d'adresse (Résidence, Chez M..., Bâtiment, Escalier, etc...)

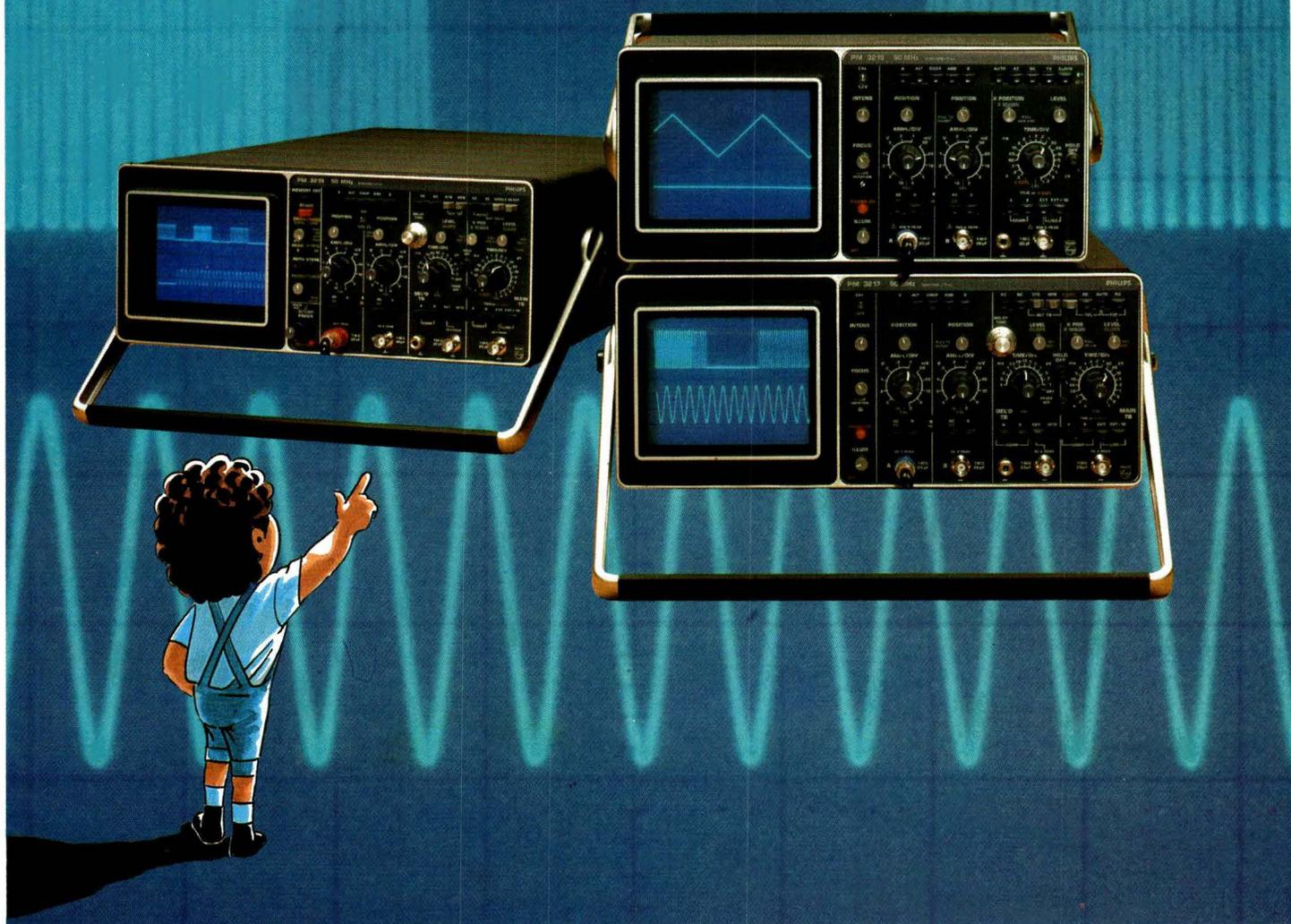
N° et Rue ou Lieu-Dit

Code Postal

Ville

**ELECTRONIQUE
APPLICATIONS**

Les fruits de l'expérience



Trois oscilloscopes compacts 50 MHz

Ces trois appareils offrent une sensibilité de 2 mV sur les deux entrées et de nombreuses possibilités de déclenchement y compris le mode automatique. Les possibilités d'affichage incluent la modulation Z et la représentation X-Y.

Le PM 3215 est un oscilloscope simple base de temps; le PM 3217 possède en plus une base de temps retardée et le PM 3219 est un modèle mémoire double base de temps. Les possibilités mémoire de ce der-

nier comprennent les modes : ● mémorisation automatique ● persistance variable ● effacement automatique réglable.

Ces nouveaux appareils complètent la famille des oscilloscopes moyenne gamme Philips.

Responsable du produit :
Jean-Pierre Toulon. (1) 830.11.11



Regener 0263 M 16/62



Mesure

PHILIPS

La réflexion et le concret

Philips Science et industrie

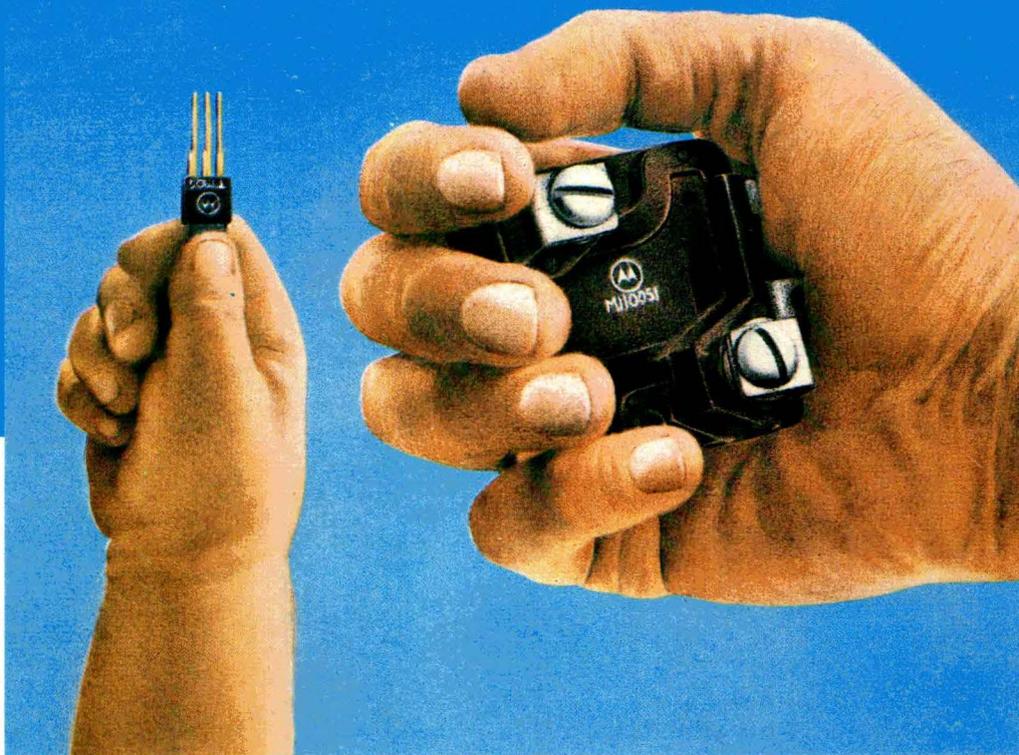
Division de la S.A. PHILIPS INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

BOBIGNY 93002 Cedex - 105, rue de Paris - B.P. 62 - (1) 830.11.11
LILLE 59014 - 47, rue Barthélemy Delespaul - (20) 06-92-24
LYON 69009 - 25, avenue des Sources - (7) 835-70-00

MARSEILLE 13011 - Traverse de la Montre - La Valentine - (91) 44 00 60
NANTES 44471 - B.P. 75 - Carquefou Cedex - (40) 49-11-27
STRASBOURG/NANCY 67000 - 6, rue de Niederbronn - (88) 36-18-61

TOULOUSE/BORDEAUX 31017 - 25, bd Silvio Trentin - (61) 47-75-52
AFRIQUE et OUTRE-MER - PARIS 75008 - 33, rue La Boétie - (1) 225-00-80

SERVICE-LECTEURS N° 243



LES NOUVEAUX TRANSISTORS DE PUISSANCE MOTOROLA. UN CONTROLE PLUS EFFICACE QUI PEUT ALLER DE LA SIMPLE CARESSE JUSQU'A LA FORCE BRUTALE.

Il existe au moins deux critères déterminants qu'il faut considérer avant de fixer son choix sur un Transistor de Puissance : la puissance qu'il contrôle et son adaptabilité à la tâche spécifique que vous lui désignez.

Si vous recherchez le transistor "sur mesure", il est normal de consulter une gamme suffisamment importante qui puisse satisfaire ces critères. La gamme Motorola par exemple. Il n'existe aucun autre fabricant qui mette à votre disposition un choix aussi large de Transistors de Puissance et de Darlington (boîtier plastique ou métal).

Voilà ce que vous apporte Motorola : le produit que vous

TRANSISTORS DE PUISSANCE	<ul style="list-style-type: none"> ● Transistors complémentaires et Darlington. ● Boîtiers C77 (TO126), TO220, TO3 plastique et TO3.
SWITCHMODE II*	<ul style="list-style-type: none"> ● Séries BUS45 à BUS98. ● Applications de commutation pour découpage jusqu'à 50 KHz.
SWITCHMODE III*	<ul style="list-style-type: none"> ● Séries MJ16002. ● Les transistors haute tension les plus rapides pour découpage jusqu'à 150 KHz.
TMOS® DE PUISSANCE	<ul style="list-style-type: none"> ● Gamme complète. ● Séries MTMIN100 et MTPIN100. ● Pour découpage au-dessus de 100 KHz.
DARLINGTONS HAUTE TENSION	<ul style="list-style-type: none"> ● Séries BUT33. ● Jusqu'à 20 KHz.
BOITIER FORT COURANT	<ul style="list-style-type: none"> ● Séries MJ10050 ● Dissipation 500 W en continu.

désirez à des prix qui sont les vôtres.

Alors, ne perdez pas votre temps à chercher ailleurs le transistor qu'il vous faut.

Contactez directement votre distributeur Motorola.

**MOTOROLA SEMICONDUCTEURS.
VOTRE PARTENAIRE EN ELECTRONIQUE.**

Motorola Semiconducteurs possède trois usines en Europe (East Kilbride en Ecosse, Toulouse en France et Munich en Allemagne). Un centre de conception et de développement à Genève.

Distributeurs agréés :

BELLION ELECTRONIQUE 29219 Le Relecq-Kerhuon - Tél. : (98) 28.03.03
● 44200 Nantes - Tél. : (40) 48.09.44
● 35100 Rennes - Tél. : (99) 30.35.78.

CELDIS S.A. 94250 Gentilly -
Tél. : (1) 546.13.13 ● 54000 Nancy -
Tél. : (8) 341.26.01.

F. FEUTRIER (ETS) 42270 Saint-Priest-en-Jarez - Tél. : (77) 74.67.33 ● 33075 Bordeaux Cedex - Tél. : (56) 39.51.21
● 13470 Carnoux - Tél. : (42) 82.16.41
● 31000 Toulouse - Tél. : (61) 62.34.72.

FEUTRIER ILE-DE-FRANCE
92150 Suresnes - Tél. : (1) 772.46.46
● 59350 Saint-André-lez-Lille -
Tél. : (20) 51.21.33 ● 94800 Villejuif -
Tél. : (1) 678.27.27.

SCAIB 94523 Rungis Cedex -
Tél. : (1) 687.23.13.

SCE 69009 Lyon - Tél. : (7) 883.40.50.

SCIEN TECH 75016 Paris -
Tél. : (1) 609.91.36.

SCT 31008 Toulouse - Tél. : (61) 62.11.33
● 33100 Bordeaux - Tél. : (56) 86.50.31.

Motorola Semiconducteurs S.A. 15-17, avenue de Ségur, 75007 PARIS - Tél. 555.91.01.

Documentations disponibles chez votre distributeur : "Power Data Book 83/84" et "Switchmode Selector Guide".

SERVICE-LECTEURS N° 242



MOTOROLA