

L'ABC DE LA MICRO-INFORMATIQUE

MEMOIRES
PAL-FPLA

LES EEPROM

Lorsque l'on commence à parler de produits récents ou nouveaux, il devient vite impossible de généraliser comme nous l'avons fait par exemple pour les UVPRM, et, bien que cette série d'articles se veuille générale, nous allons aujourd'hui citer des marques et des références car un certain nombre de produits ne sont pas encore standardisés.

Les EEPROM sont dans ce cas et, même si de nombreux fabricants commencent à en proposer à leurs catalogues, la référence en la matière reste la marque Xicor (distribuée en France par A2M), qui offre les produits les plus performants et les plus logiques dans leur conception.

Une EEPROM est une mémoire programmable électriquement, un peu à la manière d'une UVPRM, mais également effaçable électriquement. Il n'y a donc plus de

Après avoir vu, dans notre précédent numéro, les mémoires mortes ou ROM les plus répandues, nous allons aujourd'hui vous présenter des produits plus originaux. Ne vous y trompez pas, il ne s'agit pas de boîtiers marginaux que vous ne rencontrerez quasiment jamais mais, au contraire, de produits nouveaux qui sont en train de connaître un développement fulgurant. Malheureusement, du fait de leur nouveauté et des possibilités qu'ils offrent, ces composants sont très rarement cités dans des revues s'adressant à des amateurs. C'est dommage et nous espérons, avec les lignes qui suivent, combler cette lacune. Commençons ce voyage dans l'inconnu doucement, avec des produits assez proches des UVPRM vues le mois dernier puisque ce sont...

fenêtre et de source d'ultraviolet, la mémoire peut être reprogrammée à l'infini (à son usure près) sans bouger de son support.

Avant de parler effacement et programmation, liquidons le cas de la lecture. Une fois qu'une EEPROM est programmée, elle se comporte, en lecture, comme une ROM ordinaire. Des temps d'accès de

200 ns pouvant être atteints avec les produits les plus récents de chez Xicor.

Une EEPROM peut être effacée globalement comme c'était le cas pour une UVPRM mais, comme il n'y a plus de contrainte liée à l'exposition complète de la puce à un rayonnement lumineux, il est également possible d'effacer une EEPROM octet par

octet. Pratiquement, une telle mémoire est donc programmable avec n'importe quelle donnée octet par octet au fur et à mesure des besoins de l'utilisateur.

Les premières EEPROM commercialisées, ou certains modèles encore distribués par certains fabricants, avaient besoin d'une tension de programmation de 21 volts, exactement comme les UVPRM. En outre, il fallait, pour les programmer, respecter certains chronogrammes particuliers qui nécessitaient soit de passer par un programmeur, soit de prévoir une logique spéciale sur la carte où elles étaient utilisées. Il est inutile de dire que cela ôtait beaucoup d'intérêt à ces composants dont la taille était en général très réduite.

Peu à peu sont arrivées sur le marché, chez Xicor d'abord, puis d'autres ont suivi, des EEPROM qui n'utilisaient que du 5 volts même en phase de programmation. Un convertisseur de tension intégré se charge alors de la fabrication de la « haute tension » nécessaire. C'était déjà une nette amélioration mais ce n'était pas tout. Ces mêmes mémoi-

res n'ont plus besoin qu'on leur applique des signaux particuliers pour les programmer. Il suffit d'écrire une donnée dans une telle EEPROM, exactement comme si on s'adressait à une RAM, et d'attendre au moins 10 ms avant d'écrire une autre donnée. La mémoire génère en interne tous les signaux nécessaires et s'autoprogramme avec la donnée écrite.

Cela permet de monter les EEPROM dans des supports prévus pour des RAM (d'autant que le brochage est compatible avec celui des RAM statiques organisées en mots de 8 bits) et de les programmer aussi souvent que nécessaire sans autre forme de procès.

Les deux boîtiers les plus répandus à l'heure actuelle sont la XC2816A de Xicor qui est une 2 K-mots de 8 bits et qui peut donc remplacer une UV-PROM type 2716, ou la XC2864A qui est une 8 K-mots de 8 bits et qui peut donc remplacer une UV-PROM type 2764. Les brochages de ces mémoires sont indiqués figure 1. Vous pouvez facilement vérifier qu'ils sont analogues à ceux des UV-PROM de même taille, la ligne WE barre qui est la ligne d'écriture dans la mémoire prenant la place de VPP pour la 2816A et de PGM barre pour la 2864A. Ces choix sont logiques puisque ces pattes n'ont aucune raison d'être sur les EEPROM.

Les EEPROM que nous venons de présenter sont à vocation micro-informatique vu leur organisation. Ce ne sont pas les seules EEPROM commercialisées, et il existe chez plusieurs fabricants des EEPROM de faible capacité à accès série. Ces mémoires comportent une ligne de données et une ligne d'horloge et tous les accès se font sous forme série. L'avantage est que l'on peut ainsi réaliser des boîtiers de toute petite taille (8 pattes très souvent) qui sont devenus indispensables dans les autoradios ou récepteurs TV à

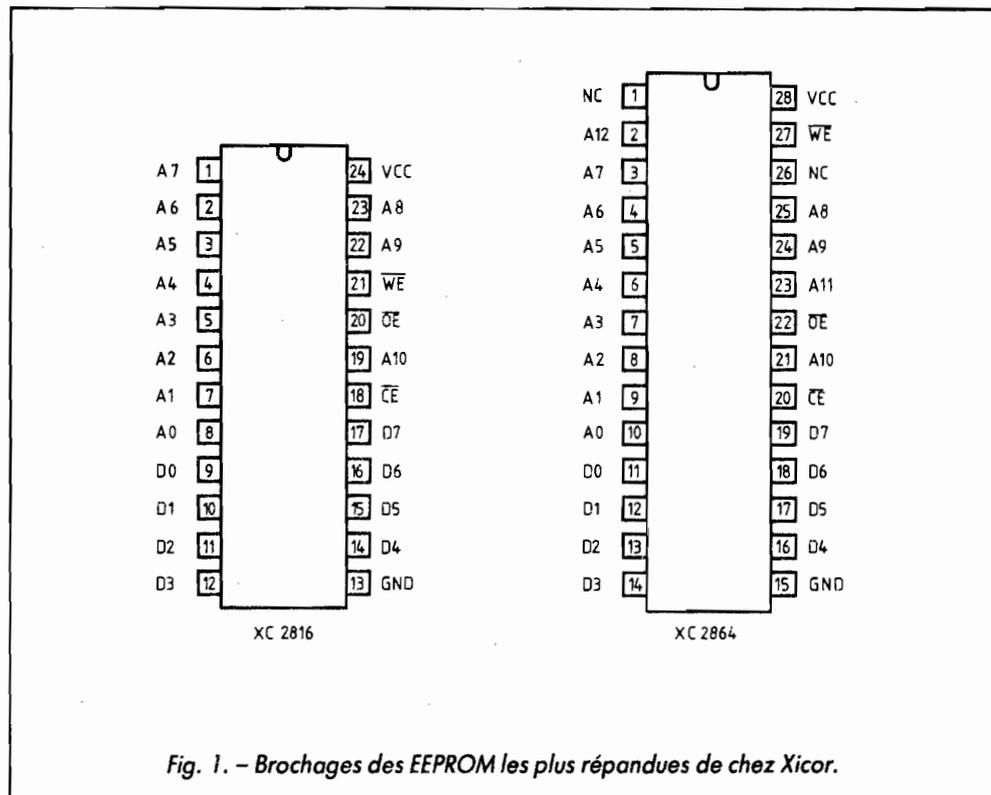


Fig. 1. - Brochages des EEPROM les plus répandues de chez Xicor.

synthétiseurs de fréquence pour mémoriser les stations choisies, dans les magnétoscopes pour la même fonction ou pour mémoriser les programmations même en l'absence de secteur, ou encore dans les décodeurs Canal Plus pour mémoriser le code que vous frappez au clavier en début de mois.

LES NOVRAM

Le terme NOVAM, qui est d'ailleurs déposé par Xicor (encore eux !) est un acronyme pour Non Volatile RAM, ce qui signifie bien évidemment mémoire vive non volatile. Ces mémoires sont réalisées selon une technologie très complexe qui permet de placer sur la même puce un plan mémoire RAM strictement conforme à celui d'une RAM statique classique avec des temps d'accès de l'ordre de 300 ns et un plan mémoire EE-

PROM de même taille, mais auquel on ne peut accéder directement. Le synoptique interne d'une telle mémoire peut donc être représenté comme indiqué figure 2.

En fonctionnement normal, le circuit est une RAM et s'utilise donc comme tel sans aucune restriction. En revanche, il est possible à tout instant par action sur la patte STORE barre de copier le contenu de la RAM dans l'EEPROM. Le processus prend 10 ms mais est indépendant de toute génération de signaux externes et ne demande aucune tension particulière autre que les 5 volts qui alimentent normalement le boîtier.

Réciproquement, il est possible à tout instant, mais par action sur ARRAY RECALL barre, de recopier le contenu de l'EEPROM dans la RAM pour retrouver une configuration précédemment sauvegardée. Ce processus étant assimilable à un simple transfert mémoire, il

est beaucoup plus rapide que l'opération inverse et ne dure que 1 μ s.

En ce qui concerne l'endurance d'un tel boîtier, Xicor annonce une durée de rétention de l'information dans l'EEPROM au moins égale à 100 ans et garantit un minimum de 10 000 cycles de sauvegarde dans le sens RAM-EEPROM.

Compte tenu de la technologie complexe requise par ces boîtiers, leur capacité est encore limitée et la plus grosse mémoire NOVAM disponible à l'heure actuelle est la X2004 qui est une 512 mots de 8 bits. Soucieux de prévoir l'avenir, le fabricant l'a logée dans un boîtier 28 pattes et lui a donné un brochage compatible avec celui des RAM statiques 2 K et 8 K-mots de 8 bits. La sortie de mémoires NOVAM de taille plus importante n'est plus qu'une question de temps et d'amélioration de la technologie.

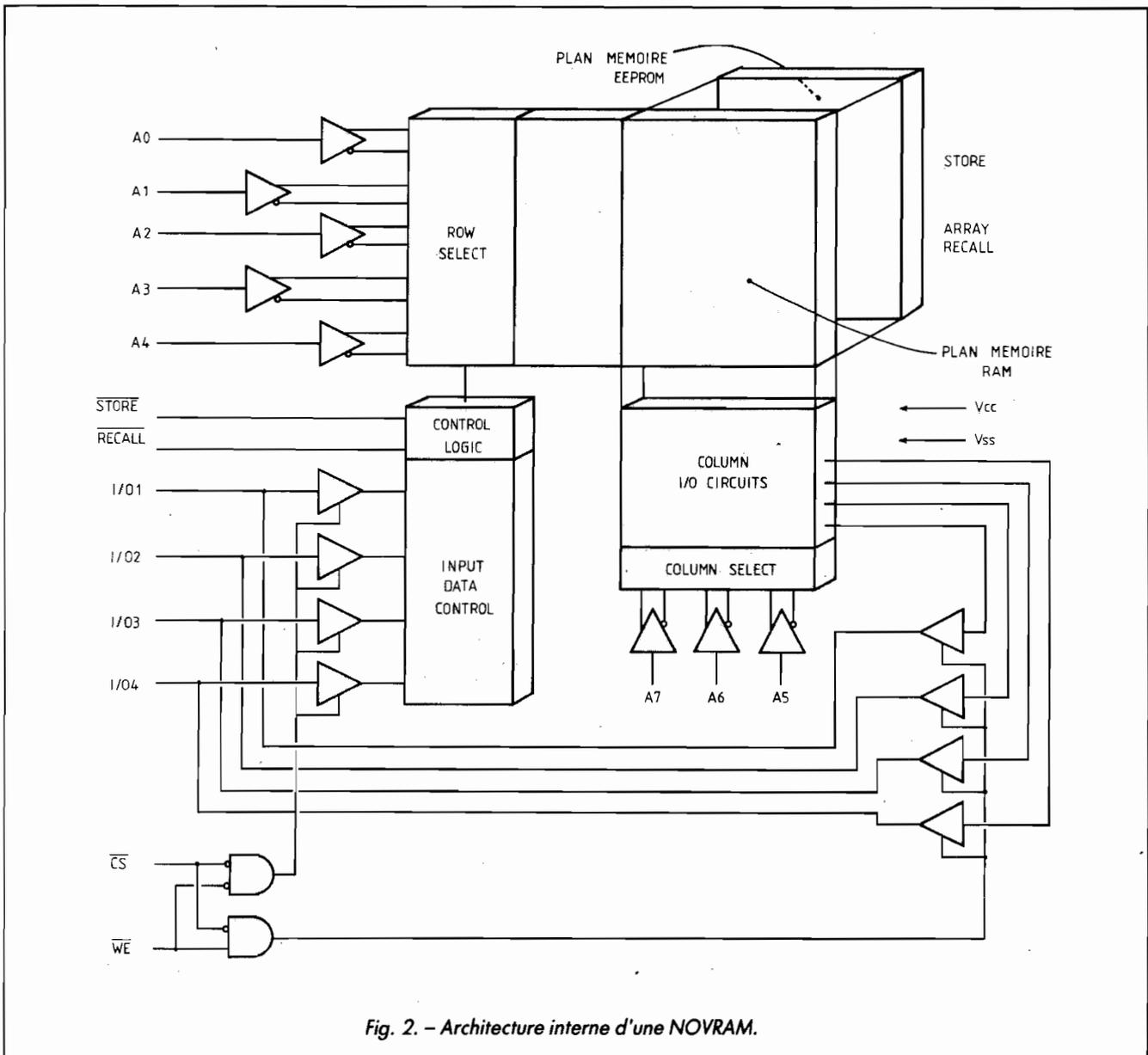


Fig. 2. - Architecture interne d'une NOVRAM.

Lorsque mémoire et circuit logique se confondent

Jusqu'à maintenant nous n'avons parlé de mémoires que dans l'optique du stockage d'informations, et il faut bien reconnaître que c'est là une de leurs vocations premières. Les mémoires, et surtout les PROM bipolaires, ne servent cependant pas qu'à

cela, et les utilisations parallèles que nous allons voir maintenant ont été à la base de la naissance des PAL ou réseaux logiques programmables que l'on ne peut plus se permettre d'ignorer en 1987.

Considérez un instant la figure 3 sur laquelle nous avons représenté un signal logique que nous avons besoin de générer pour une application particulière. Un exemple typi-

que de besoin d'un tel signal est celui d'un programmeur de machine à laver ou de machine-outil par exemple. Ce signal est synchrone d'une horloge mais ne peut être obtenu à partir de cette dernière par de simples compteurs vu ses périodes irrégulières et inégales.

En logique classique, la seule solution envisageable est d'utiliser des compteurs, com-

mandés par l'horloge, suivis de portes judicieusement agencées pour obtenir ce que nous voulons. Si vous avez envie de faire un bon exercice de logique, allez-y et envoyez-nous la réponse (avant début 1988 tout de même !). Une vulgaire PROM bipolaire de 32 mots de 8 bits (1 seul bit suffit mais cela n'existe pas en si petite taille) permet de résoudre ce problème en

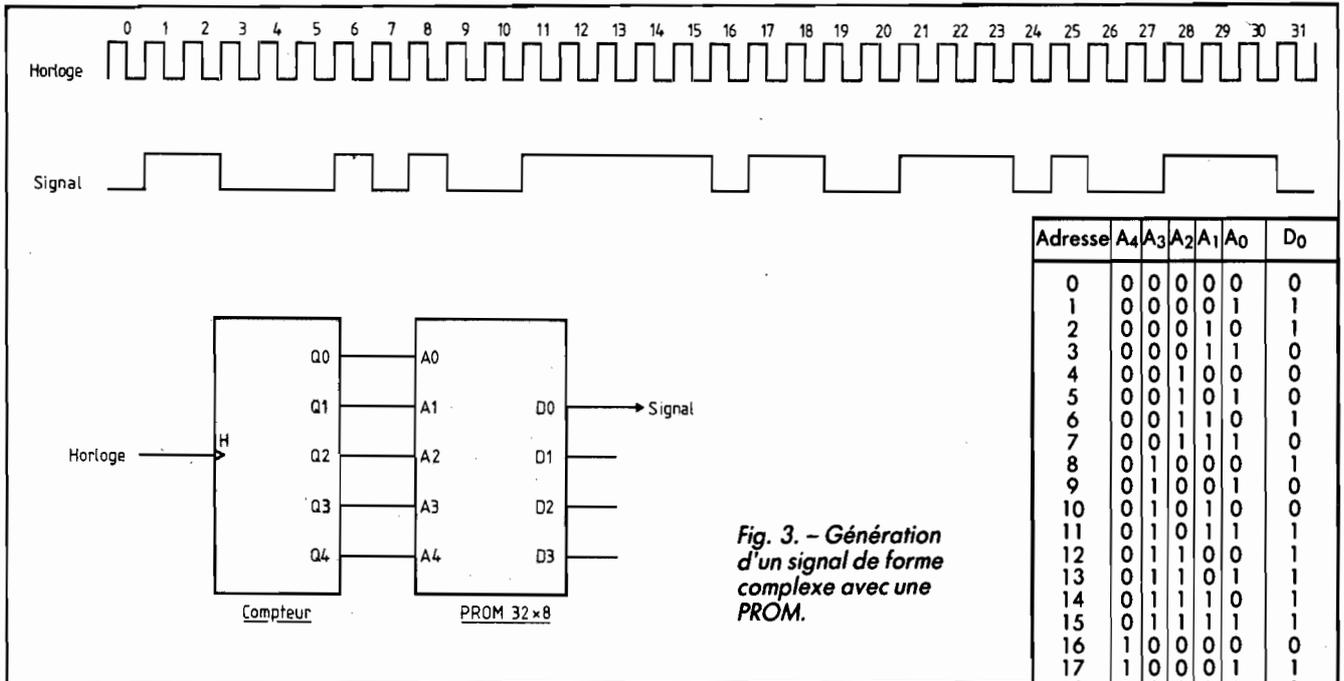


Fig. 3. - Génération d'un signal de forme complexe avec une PROM.

quelques secondes. En effet, il suffit de commander les lignes d'adresses de la PROM avec un compteur binaire commandé lui-même par l'horloge pour générer le signal voulu sous réserve d'avoir programmé cette mémoire avec les données indiquées figure 3. A chaque coup d'horloge, le compteur avance et adresse une case mémoire de la PROM. Un niveau logique haut ou bas est donc disponible sur D0 selon que l'on a programmé un 1 ou un 0 à cette adresse. Facile, n'est-ce pas ?

Cette utilisation des PROM bipolaires est de plus en plus répandue en raison de son extrême simplicité de mise en œuvre. En outre, s'il est nécessaire de modifier la forme du signal généré, il suffit de changer la PROM pour y parvenir. En logique câblée, il faut casser tout le circuit (et donc refaire un nouveau circuit imprimé) pour y parvenir. Une deuxième utilisation tout aussi classique des PROM bipolaires en tant que circuits logiques est celle de l'intégration d'équations logiques

complexes comme celle que l'on rencontre dans les circuitiers de décodage d'adresse des systèmes à microprocesseurs. La figure 4 donne un exemple de réalisation particulièrement simple.

Nous y voyons 4 équations logiques conduisant à générer 4 signaux en fonction de 8 signaux d'entrée. La réalisation de ces équations est tout à fait possible avec des portes classiques, mais demande un certain nombre de boîtiers et conduit à un circuit imprimé au

dessin complexe. Une simple PROM bipolaire de 256 mots de 4 bits (c'est une taille standard) résoud d'un coup les 4 équations si elle est programmée avec les valeurs indiquées figure 4. Les signaux d'entrées sont, ici encore, les adresses. Comme nous avons pris soin de programmer la mémoire avec des données correspondant aux équations à réaliser, on récupère sur les lignes de données de la PROM le résultat des 4 équations logiques désirées.

$$S_0 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D} \cdot \bar{E} \cdot F \cdot \bar{G} \cdot H$$

$$S_1 = A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D \cdot \bar{E} \cdot F \cdot \bar{G} \cdot H$$

$$S_2 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} \cdot \bar{E} \cdot F \cdot \bar{G} \cdot H$$

$$S_3 = A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D} \cdot \bar{E} \cdot F \cdot \bar{G} \cdot H$$

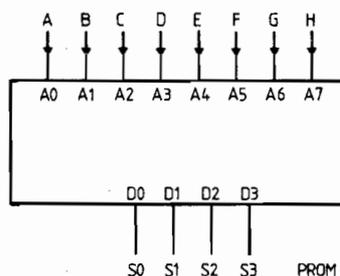


Fig. 4 Réalisation d'équations logiques avec une PROM.

Fig. 3B

Adresse	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃
00	0	0	0	0
à				
2F	0	0	0	0
30	0	0	1	0
31	0	0	0	0
à				
A3	0	0	0	0
A4	1	0	0	0
A5	0	0	0	1
A6	0	0	0	0
à				
D8	0	0	0	0
D9	0	1	0	0
DA	0	0	0	0
à				
FF	0	0	0	0

Fig. 4 B

Cette façon de faire présente les mêmes avantages que l'exemple précédent : facilité de réalisation, faible nombre de composants utiles, modifications éventuelles très simples à mener à bien.

LES PAL

Le terme PAL signifie Programmable Array Logic, c'est-à-dire réseau logique programmable. Les circuits de ce type sont directement issus des utilisations particulières des PROM vues ci-avant, mais visent à en étendre le champ d'action. Pour ce faire, ils adoptent une structure différente qui leur permet de réaliser des fonctions logiques beaucoup plus variées.

Vu le grand intérêt des PAL et leur vulgarisation dans de très nombreux domaines logiques, nous allons nous étendre un peu sur le sujet mais, avant d'en arriver là et pour ceux d'entre vous qui sont pressés de savoir, précisons que ces circuits contiennent un certain nombre de fonctions logiques (portes ET et OU, inverseurs et même bascules) entre lesquelles il est possible de réaliser des connexions en fonction de vos besoins. Ces connexions sont programmées grâce à un programmeur analogue à ceux utilisés pour les PROM bipolaires, ce qui fait que lorsqu'un PAL est programmé, il le reste, définitivement, et sans possibilité de correction ultérieure. Ce qui devient donc un bloc logique qui réalise une fonction dont la complexité ne dépend que au PAL vierge initialement choisi et de votre aptitude à l'exploiter au mieux.

En première approximation, et bien que de tels chiffres soient très difficiles à donner, l'utilisation de PAL pour remplacer des boîtiers logiques conventionnels permet une réduction du nombre de boîtiers employés dans un rapport allant de 4 à 10. C'est pour cette

raison que de plus en plus de cartes micro-informatiques font largement appel à ces composants.

CONVENTIONS

Pour pouvoir bien vous présenter les PAL, il nous faut vous présenter un certain nombre de conventions de notation qui nous seront indispensables dans la suite de cet exposé.

Comme vous pouvez le voir sur la figure 5, un PAL peut contenir deux types de circuits selon que c'est un réseau de AND programmables ou de OR programmables. Les fusibles visibles sur ces figures sont ceux que vous ferez sauter lors de la programmation du PAL pour ne laisser subsister que les connexions qui vous intéressent. Comme cette représentation est assez lourde (surtout que certains PAL contiennent plusieurs dizaines d'exemplaires de ces structures), la notation de la figure 6 est universellement adoptée. Lors de la représentation de la programmation du PAL, des points sont placés aux intersections des lignes qui restent en contact ou, si vous préférez, au niveau des fusibles que l'on ne fait pas sauter.

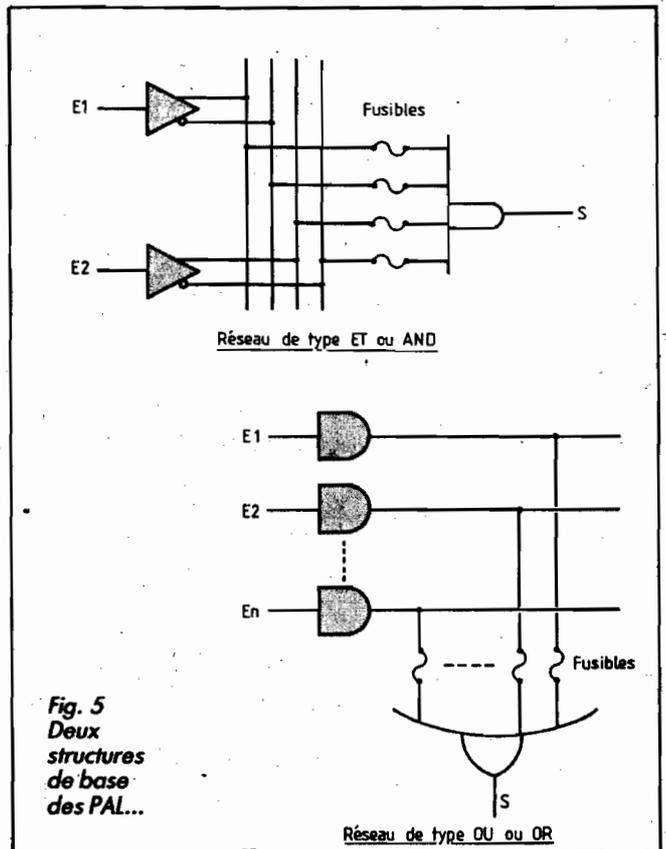


Fig. 5
Deux structures de base des PAL...

CONCLUSION

Nous en resterons là pour aujourd'hui car la minceur de ce numéro estival ne nous permet

pas de vous en dire plus. Nous vous souhaitons donc de bonnes vacances et vous donnons rendez-vous en septembre pour tout savoir sur les PAL.

C. TAVERNIER

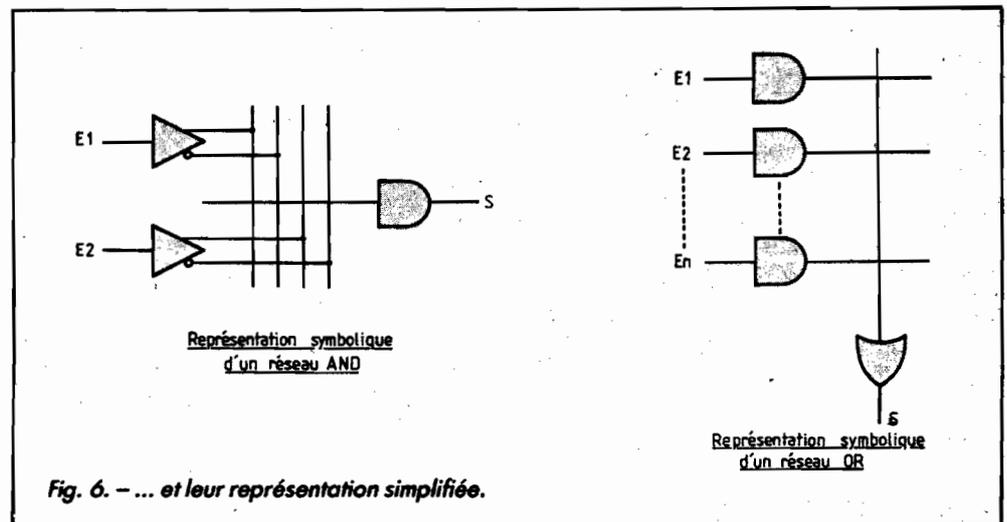


Fig. 6. - ... et leur représentation simplifiée.