

# INITIATION A L'ELECTRONIQUE

## DU BINAIRE AU DECIMAL

Le montage de la figure 25 va nous permettre de faire connaissance avec le comptage décimal. Avant d'en arriver là, commencez par bien observer, après avoir mis au zéro par P', ce qui se passe pour les seize premières impulsions, en ne regardant que les LED de D<sub>0</sub> à D<sub>3</sub>.

On voit se succéder, sur ces LED, les nombres binaires de 0 inclus à 15 inclus, dont vous avez maintenant bien l'habitude. Pour interpréter l'affichage par les LED, vous pouvez considérer que la première LED a la « valeur un », la deuxième ayant la « valeur deux », la troisième la « valeur quatre », la qua-

trième la « valeur huit » (la cinquième aurait la « valeur seize »), etc.

Pour « traduire » un affichage binaire, il vous suffit alors d'additionner les « valeurs » correspondant aux LED allumées. Par exemple, si la première LED (valeur un), la troisième (valeur quatre) et la quatrième (valeur huit) sont seules allumées, le nombre est : un plus quatre plus huit (soit treize).

A la seizième impulsion, les quatre premières LED s'éteignent, et c'est la cinquième qui s'allume, ce qui correspond bien au nombre seize.

Maintenant, extrayez le circuit HEF 4520 du montage de la figure 25, et remplacez-le (sans rien changer d'autre) par un circuit HEF 4518. Ce dernier est identique au HEF 4520 en

ce qui concerne le brochage, mais ce n'est plus un compteur binaire en deux groupes de quatre bistables : il s'agit d'une double « décade », autrement dit chaque section du compteur compte par dix et non par seize.

Mettez au zéro par P' : toutes les LED sont alors éteintes, et, ayant mis le commutateur K sur la position (c) (tops par le poussoir P), envoyez neuf impulsions, en observant à chaque fois ce qui se passe.

Jusqu'à la neuvième impulsion comprise, vous aurez l'impression que le nouveau circuit est identique au précédent : les quatre LED affichent les nombres binaires de un à neuf inclus. Autrement dit, à la neuvième impulsion, la quatrième LED est allumée (valeur huit) ainsi que la première (valeur

un), les deux LED intermédiaires (valeurs deux et quatre) étant éteintes. C'est normal : en ajoutant huit et un, on trouve bien neuf.

Mais, si vous envoyez une nouvelle impulsion, tout change. Dans le cas du compteur binaire, vous auriez vu la LED de valeur un (la première) s'éteindre, alors que la deuxième LED (valeur deux) se serait allumée. Une telle configuration aurait donc affiché huit plus deux (ce qui fait bien dix).

Or, avec le circuit 4518, ce n'est pas du tout ce qui va se passer : après la dixième impulsion, les quatre premières LED sont éteintes (autrement dit, vous allez voir s'éteindre la première et la quatrième LED), et la cinquième s'allume, comme c'était le cas, en

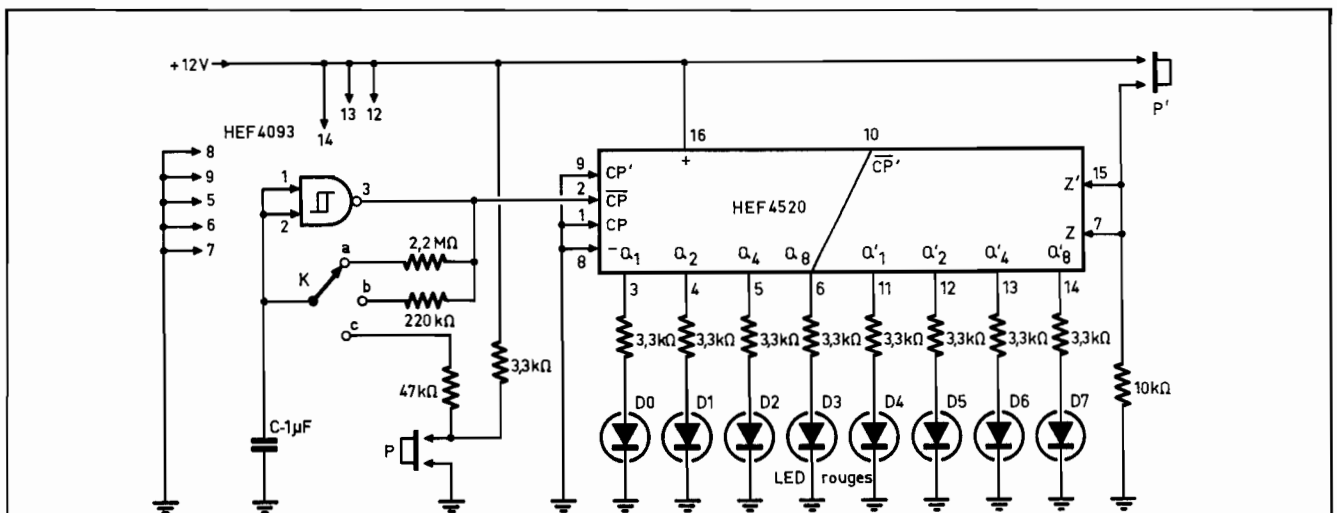


Fig. 25. - Montage d'essai, permettant de « voir » le comptage binaire, de zéro à deux cent cinquante cinq. On peut compter à environ une unité par seconde (K en a) à dix coups par seconde (K en b) ou en commande manuelle, par P (K en c). Le poussoir P' remet au zéro.

comptage binaire, après seize impulsions.

Autrement dit, tout se passe comme si l'on avait affaire à un compteur binaire qui aurait « sauté » de neuf à seize. Si vous continuez à envoyer des impulsions, vous allez voir les quatre premières LED compter correctement, en binaire, de zéro à neuf (état dans lequel on arrive en ayant envoyé dix-neuf impulsions après une remise à zéro), la cinquième LED restant allumée.

Mais, à la vingtième impulsion, les LED numéro un, quatre et cinq s'éteignent, et, seule, la LED numéro six est alors allumée, comme elle le serait, en binaire, si l'on avait envoyé trente-deux impulsions au compteur 4520.

Donc, si l'on peut garder, pour les quatre premières LED, les « valeurs » un, deux, quatre et huit, il n'est plus possible de considérer, quand on emploie le compteur décimal, les LED numéro cinq, six, sept et huit comme ayant les valeurs seize, trente-deux, soixante-quatre et cent vingt-huit, comme on le faisait en binaire.

## LA NOTATION

### « DCB »

En fait, nous devons maintenant considérer que les quatre premières LED comptent, en binaire, les « unités ». Les quatre suivantes comptent, également en binaire, les « dizaines ».

Si on voulait leur attribuer une « valeur », comme nous l'avons fait pour l'interprétation de l'affichage par les LED d'un nombre binaire, il faudrait dire que la cinquième a la « valeur dix », la sixième la « valeur vingt », la septième et la huitième ayant respectivement les « valeurs » quarante et quatre-vingts.

Donc, quand on compte au moyen de ces « décades », il faut grouper les LED par quatre, chaque groupe étant affecté à une décade. La dé-

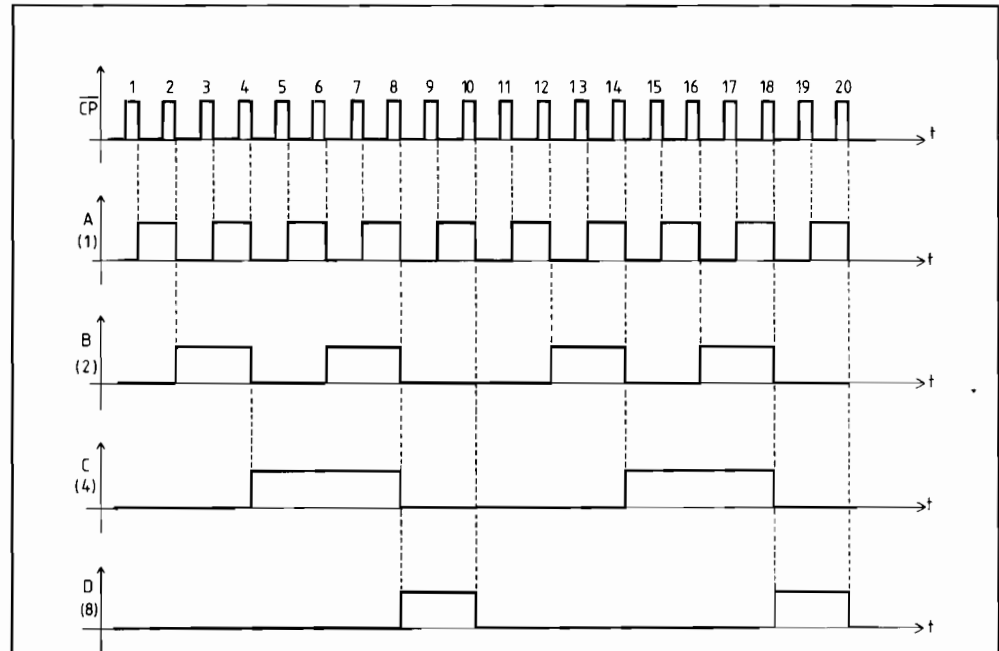


Fig. 26. - Les sorties A (unités), 8 (deuxaines), C (quatraines) et D (huitaines) d'une « décade » comptent de zéro à neuf en code binaire (c'est ce que l'on appelle le « DCB » ou Décimal Codé Binaire). Seule, la sortie (A) est la même que celle d'un compteur binaire. Sur vingt impulsions d'horloge, on voit comment varient au cours du temps les sorties B, C et D.

cade est un ensemble de quatre basculeurs binaires, comptant normalement de zéro à neuf inclus, mais revenant au zéro (et transmettant une impulsion de « retenue » à la décade suivante) quand elle reçoit une dixième impulsion.

On peut donc en conclure que ses sorties varient comme l'indiquent les formes d'ondes de la figure 26.

Cela sera infiniment plus pratique pour réaliser un compteur dont le nombre compté sera interprété rapidement que par emploi du comptage binaire. En effet, pour ce dernier, il faut lire les « valeurs » situées en regard des LED allumées (valeurs qui peuvent être aussi « simples » que 16 384, ou 131 072, ou 524 288...) et les additionner... sans se tromper.

Avec des LED par groupe de quatre, on lit tout de suite,

pour chaque décade, un chiffre allant de zéro à neuf (l'addition des « valeurs », pour chaque chiffre, se fait de tête), et l'on a ainsi les chiffres des millions, des centaines de mille, des dizaines de mille... des dizaines et des unités.

Chacun de ces chiffres est exprimé, sous forme binaire, par un groupe de quatre chiffres binaires. Ainsi, le nombre 951 307 sera exprimé par :

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 1001 | 0101 | 0001 | 0011 | 0000 | 0111 |
| 9    | 5    | 1    | 3    | 0    | 7    |

Une telle expression se nomme « Décimal codé binaire », soit, en abrégé, DCB. A noter que, en anglais, le sigle se trouve inversé, comme cela arrive souvent : on parle de « BCD » (Binary Coded Decimal).

Il est important de noter, aussi, qu'il y a une confusion possible entre ce sigle DCB et les noms des sorties, A, B, C et D des unités, deuxaines, quatraines et huitaines d'une décade. Certains constructeurs, pour éviter cette confusion, utilisent, pour désigner ces sorties, les notations :  $S_0$  pour les unités ( $2^0$ ),  $S_1$  pour les deuxaines ( $2^1$ ),  $S_2$  pour les quatraines ( $2^2$ ),  $S_3$  pour les huitaines ( $2^3$ ).

## COMMENT LIRE UN NOMBRE EXPRIME EN DCB

On pourrait, évidemment, afficher le chiffre compté par chaque décade en utilisant quatre

LED, ce qui exigerait de traduire chaque chiffre à partir de son expression binaire. Proposez donc cela de nos jours à n'importe quel utilisateur, et vous verrez ce qu'il en pensera !

Au début de l'électronique, cela se faisait ; chaque décade (à tubes, évidemment) affichait le chiffre sur quatre petites lampes à néon (les LED n'étaient pas encore inventées). L'auteur se rappelle (sans aucune nostalgie) avoir utilisé de tels instruments (et les avoir retrouvés tels quels assez récemment, en faisant des cours dans un pays qui importait son matériel électronique de « quelque part à l'Est »).

Donc, il est indispensable de « traduire » l'expression binaire de chaque décade en un bon chiffre décimal, lisible immédiatement. Heureusement, il existe des circuits intégrés, dits « décodeurs » (on ferait mieux de les appeler « transcodeurs », puisqu'ils passent du code DCB au code sept segments), qui font cela parfaitement. On leur envoie les quatre sorties (valeurs un, deux, quatre et huit) de la décade, souvent nommées A (pour un), B, C et D (pour huit), et ils commandent, par leurs sorties, un système d'affichage.

De nos jours, ce système est presque automatiquement un « afficheur sept segments », permettant de rendre visibles certains rectangles (les « segments »), disposés comme le montre la figure 27. Si on les rend tous visibles, cela affiche un huit ; en rendant visibles les segments a, b et c, on voit un sept ; en rendant visibles les segments a, b, d, e et g, on voit un deux.

Ces chiffres ne sont pas beaux ; ceux du tube « Nixie » (marque déposée de Burroughs) étaient bien plus esthétiques, mais il s'agissait d'un tube contenant du néon, nécessitant donc des tensions

de commande proches de 100 V, et d'emploi peu pratique.

Comment rend-on visibles les segments que l'on doit voir ? On le fait souvent par allumage d'une LED dont la lumière est diffusée dans un petit rectangle (afficheur à LED), ou en commandant des systèmes à cristaux liquides, ou encore en remplaçant les segments par des filaments incandescents (solution souvent utilisée dans les pompes à essence).

L'afficheur à cristaux liquides est celui qu'il faut employer si l'on veut une consommation d'énergie minimale. Il est moins agréable à lire qu'un afficheur à LED ou à filaments (sauf si l'éclairage ambiant est très intense), et il nécessite un système de commande plus complexe.

## LES DECODEURS

Comment se comportent les circuits intégrés « décodeurs » (on les appelle souvent « décodeurs DCB - 7 segments ») ? Vous n'aurez aucune difficulté de ce côté-là, sauf, éventuellement, dans l'utilisation de certaines possibilités qu'ils offrent.

Il faut d'abord savoir si vous voulez commander un afficheur à LED ou à cristaux liquides (les afficheurs à filaments incandescents, extrêmement

gourmands en intensité, sont fort peu utilisés par les amateurs). Si vous employez des afficheurs à LED, il y a essentiellement deux types de décodeurs, le HEF 4511 en CMOS et le SN 7447 en TTL.

Le décodeur TTL est prévu pour un afficheur « anode commune », c'est-à-dire dans lequel les sept LED qui peuvent illuminer les sept segments (souvent accompagnées d'une huitième, qui illumine, si on le veut, un « point décimal ») ont leurs anodes reliées entre elles, et à une connexion commune, les cathodes étant reliées chacune à une patte de l'afficheur (qui ressemble à un circuit intégré). C'est le cas, par exemple, de l'afficheur MAN 4610.

## LES AFFICHEURS A ANODE « PAS TOUT A FAIT » COMMUNE

A noter un « piège » (l'auteur est déjà tombé dedans). Certains constructeurs d'afficheurs, indiquant le brochage de ces derniers (qui n'est évidemment pas standard, ce serait trop beau), notent plusieurs connexions d'anode, alors qu'il ne devrait y en avoir qu'une, puisque l'afficheur est à anode commune.

Dans le meilleur cas, ces différentes connexions sont reliées entre elles, à l'intérieur de l'afficheur, et il suffit d'utiliser une seule d'entre elles. Malheureusement, il arrive aussi que l'on soit obligé de relier entre elles ces anodes, sur le circuit imprimé, car chacune ne sert qu'à certains segments (et le constructeur ne vous le dit pas). Autrement dit, il s'agit d'afficheurs à « anode partiellement commune », ce que l'auteur considère comme une plaisanterie de très mauvais goût...

Donc, quand vous achetez des afficheurs à LED, vérifiez bien s'il est possible de n'utiliser qu'une seule des anodes, ou s'il faut les alimenter toutes (le même piège se rencontre sur des afficheurs dits « à cathode commune » ayant plusieurs connexions de cathode).

## LE SYSTEME D'ESSAI DES AFFICHEURS ET L'EFFACEMENT DES ZEROS

Le décodeur TTL du type SN 7447 (ou 74 LS 47) comporte, comme beaucoup de décodeurs, une commande « Lamp Test ». Il s'agit d'une broche qui, quand on la porte au potentiel zéro, provoque l'allumage des sept segments à la fois, affichant un 8, et permettant le contrôle des segments. On n'emploie plus guère ce « test », de nos jours, pour les afficheurs à LED qui, maintenant, sont fiables.

Mais ce décodeur comporte aussi une possibilité intéressante : l'effacement des zéros non significatifs (ripple blanking). En effet, supposons que nous avons constitué un compteur par six décades, par exemple, chacune d'entre elles commandant un décodeur, qui commande à son tour un afficheur à LED. Quand le nombre compté est 76, par

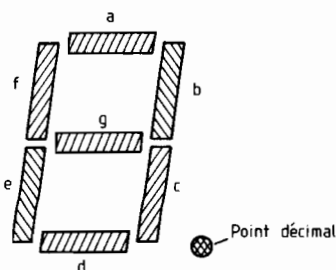


Fig. 27. - Répartition des sept segments d'un afficheur, et leurs désignations conventionnelles.

exemple, l'affichage est en général : 0 0 0 7 6.

Or, il serait préférable de ne pas afficher les quatre premiers zéros. On peut évidemment faire en sorte que, pour les centaines de mille, le décodeur n'affiche rien quand on lui envoie des niveaux bas sur les quatre entrées (ce qui représente zéro). Mais cette solution n'est pas applicable aux autres décodeurs, car tout zéro situé à droite d'un chiffre non nul est « significatif » et doit être affiché (c'est la fameuse « case vide » dont nous avons parlé au début de cette série d'articles).

La solution utilisée dans la logique du SN 7447 est ingénieuse. Ce circuit comporte une entrée d'effacement de série de zéros (EES), et une autre connexion (SE/EE). Cette dernière est généralement employée comme sortie : c'est alors sa fonction SES (= Sortie Effacement en Serie) qui est utilisée.

Elle donne un niveau bas quand :

1° le décodeur reçoit la valeur zéro sur ses quatre entrées (ce qui signifie que la décade qui le commande est au zéro) ;

2° il reçoit un niveau zéro sur son entrée EES, ce qui signifie que tous les décodeurs des

chiffres de plus haut rang reçoivent également zéro.

Il est à signaler que, pour certaines applications, cette connexion peut jouer le rôle d'une entrée : elle commande alors l'extinction de l'afficheur quand elle est au niveau bas, et c'est sa fonction EE (= Entrée d'Effacement) que l'on emploie alors.

Les décodeurs sont alors montés comme l'indique la figure 28. On met au niveau bas (à la masse) l'entrée EES du décodeur (1), celui qui reçoit les quatre sorties A, B, C et D (valeurs 1, 2, 4 et 8) de la décade des centaines de mille, et commande l'afficheur A<sub>1</sub> correspondant. Donc, quand la décade des centaines de mille, étant au zéro, donne un niveau bas sur ses quatre sorties, le décodeur provoque l'extinction totale de l'afficheur A<sub>1</sub>.

Dans ce cas, également, il transmet, par sa connexion SES (utilisée ici en sortie), un niveau bas à l'entrée ES du décodeur (2) des dizaines de mille. Donc, si la décade qui commande cet afficheur donne, elle aussi, une sortie nulle sur ses quatre sorties, l'afficheur A<sub>2</sub> est éteint à son tour, et un niveau bas est envoyé à l'entrée ES du décodeur (3) autorisant ainsi l'ex-

tingtion de l'afficheur des mille, si le chiffre des mille est aussi zéro, etc.

Généralement, on commande l'effacement en série des zéros de tête en se limitant à la décade des dizaines (inclusivement), mais sans l'appliquer à la décade des unités. Ainsi, quand tout le compteur est à zéro, on n'efface pas totalement les afficheurs : celui des unités affiche un zéro, montrant que l'affichage fonctionne correctement et que le compteur est sous tension.

## LA FONCTION « MEMOIRE » (OU « LATCH ») DE CERTAINS DECODEURS

Le système d'effacement des zéros de tête que nous venons de décrire s'applique surtout au circuit TTL SN 7447. Le modèle de décodeur le plus utilisé en C-MOS, c'est-à-dire le HEF 4511 (ou CD 4511, ou M 14511, etc.), ne permet pas cet effacement, mais, en revanche, il possède une intéressante propriété : il peut garder en mémoire les valeurs des quatre entrées DCB.

Comme tous les décodeurs d'affichage, il a quatre entrées DCB (décimal codé binaire), nommées A (valeur un), B (valeur 2), C (valeur 4) et D (valeur 8). Si l'on maintient au niveau bas sa commande de mémoire, il transcode normalement les informations qui lui sont fournies en A, B, C et D, pour commander les sept segments de l'afficheur.

Mais, à l'instant où l'on porte l'entrée mémoire au niveau haut, il se trouve, en quelque sorte, « déconnecté » de ses entrées DCB, dont le changement éventuel est sans effet sur le chiffre affiché. En effet, ce dernier garde la valeur qui correspondait aux entrées DCB au moment du passage de la commande mémoire au niveau haut. Ces quatre valeurs sont conservées dans quatre mémoires internes, que l'on nomme souvent des « verrous » (latch).

Cette possibilité est très intéressante, car elle permet de « déconnecter » la décade de son affichage, laissant ainsi à l'utilisateur le temps de lire le résultat d'un comptage, pendant que le compteur en effectue un autre. Une telle possibilité est fondamentale dans les fréquencemètres à comptage. En effet, dès que le compteur a fini le comptage

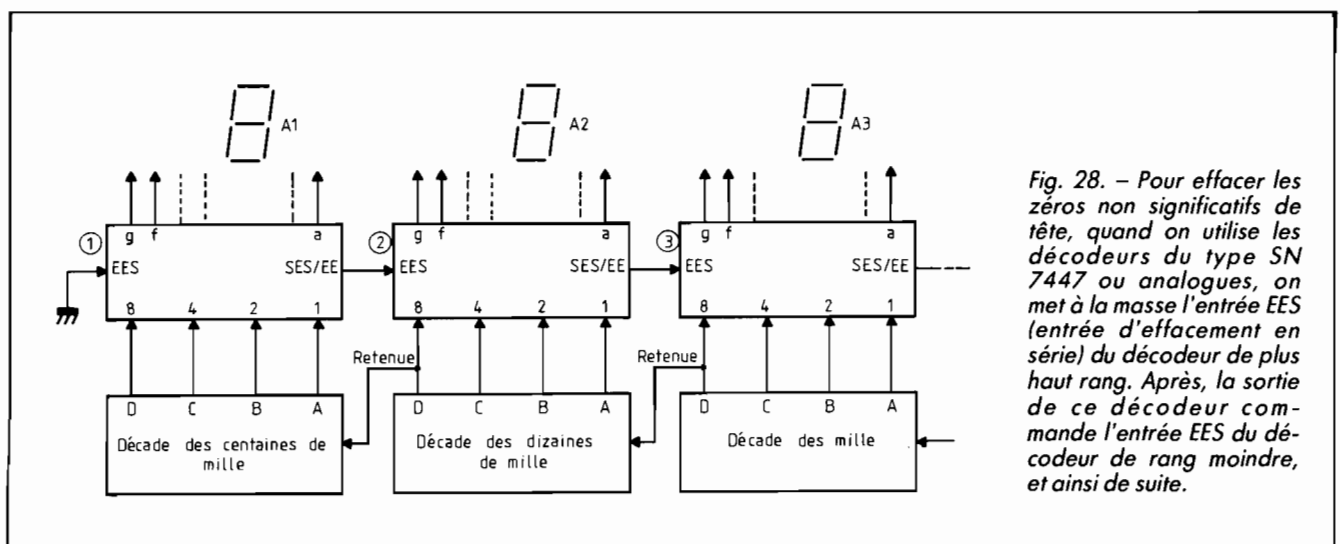


Fig. 28. — Pour effacer les zéros non significatifs de tête, quand on utilise les décodeurs du type SN 7447 ou analogues, on met à la masse l'entrée EES (entrée d'effacement en série) du décodeur de plus haut rang. Après, la sortie de ce décodeur commande l'entrée EES du décodeur de rang moindre, et ainsi de suite.

du nombre de périodes d'un signal pendant une seconde, il peut en commencer un autre, presque immédiatement, sans que l'on soit obligé de laisser un temps mort pour la lecture. Indépendamment de la suppression de ces temps morts qui seraient nécessaires pour la lecture, cette prise en mémoire rend l'affichage bien plus agréable, car il n'est jamais affecté de « défilement », c'est-à-dire de changement des chiffres affichés lors du comptage, puisque le résultat du comptage n'est affiché qu'une fois ce dernier terminé.

Les possesseurs d'une montre à quartz ayant la fonction « chronomètre » connaissent bien cette possibilité : c'est la commande « LAP », qui permet de « figer » l'affichage de la durée comptée, pour lire la valeur correspondant à un temps intermédiaire, pendant que le comptage de la durée continue. Chose curieuse, les possesseurs de ce système ne l'utilisent presque jamais, alors qu'il a des possibilités remarquables dans le domaine des mesures.

## TRANSCODEURS-AFFICHEURS DECIMAUX ET HEXADÉCIMAUX

On retrouve cette fonction « mémoire » dans des circuits intégrés qui seraient remarquables s'ils étaient moins chers : les OBIC (On Board Integrated Circuit = afficheurs comportant un circuit intégré incorporé) de Hewlett Packard, en l'occurrence les 5082-7300 (décimaux) et les 5082-7359.

L'affichage est du type « sept segments amélioré ». En effet, chaque « segment » est remplacé par deux petites LED carrées (fig. 29), complété éventuellement par des « LED d'intersection », de (1) à (6).

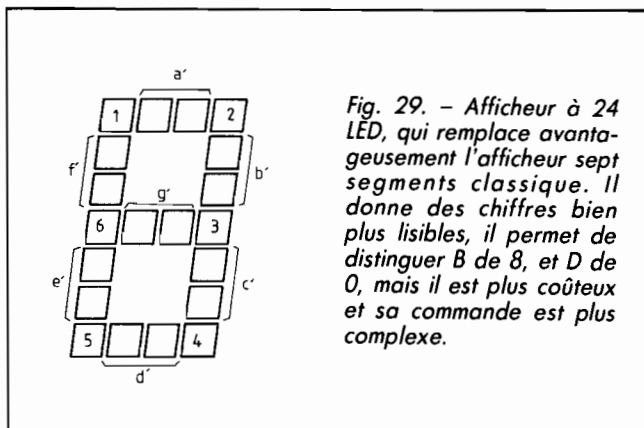


Fig. 29. - Afficheur à 24 LED, qui remplace avantageusement l'afficheur sept segments classique. Il donne des chiffres bien plus lisibles, il permet de distinguer B de 8, et D de 0, mais il est plus coûteux et sa commande est plus complexe.

Le résultat est beaucoup plus esthétique (et, partant, plus facile à lire) que celui des sept segments classiques.

En effet, le chiffre huit, par exemple, s'obtient en allumant les sept groupes de deux LED, soit a', b', c', d', e', f' et g', mais en n'allumant pas les LED (1) à (6). Alors le graphisme du huit ne comporte plus ces « points anguleux » fort laids, caractéristiques du sept segments classique : vu d'un peu loin, l'affichage semble comporter deux boucles arrondies comme un 8 tracé à la main.

Fait plus intéressant encore, on peut ainsi faire la distinction entre le 0 (zéro) et le D (d majuscule), de même que l'on ne peut confondre le B (b majuscule) et le 8 (huit). Pour afficher B, on fait comme pour le 8, mais on allume aussi les LED d'angle (1), (5) et (6). La

confusion du 8 et du B est impossible.

Or, il est important, pour de nombreuses applications, d'afficher sans ambiguïté les chiffres hexadécimaux A, B, C, D, E et F. L'afficheur sept segments classique permet bien d'afficher A, C, E et F sans ambiguïté, mais il ne permet pas d'afficher B (identique à 8) ni D (identique à zéro). On s'en tire par un subterfuge désagréable : le b et le d sont affichés en minuscules. Signalons que les afficheurs « seize segments » (aussi appelés « drapeau britannique ») apportent une solution un peu meilleure à ce problème.

Avec les afficheurs à groupes de LED évoqués ci-dessus, la lecture est infiniment plus agréable pour les chiffres de 0 à 9 ; elle devient parfaitement possible pour les chiffres hexadécimaux de A à F.

Comme le nom l'indique, ces afficheurs comportent le circuit intégré de transcodage incorporé (et ce dernier a une mémoire en quatre « latch », comme le 4511).

Il existe d'autres afficheurs du genre « OBIC », dans lesquels, en plus du décodeur, il y a même la décade de comptage. Ils sont plus difficiles à trouver.

## POUR AFFICHER UN COMPTAGE BINAIRE...

...il nous faudrait un afficheur simplifié qui ne puisse nous montrer que les chiffres 0 et 1. Il n'en existe pas, et c'est dommage. Mais on peut utiliser un afficheur sept segments, comme le montre la figure 30. On utilise un type à anode commune (par exemple un MAN 4610), dont les segments b et c sont toujours allumés, du fait des résistances R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>. Le segment g n'est jamais illuminé.

L'allumage des segments a, d, e et f est commandé par le niveau de l'entrée E (correspondant au chiffre binaire à afficher). Si cette entrée est au niveau haut (chiffre binaire un), le transistor T est bloqué ; seuls, les segments b et c de l'afficheur sont illuminés : on lit 1.

Mais, si l'entrée E est à niveau bas (chiffre binaire zéro), T est

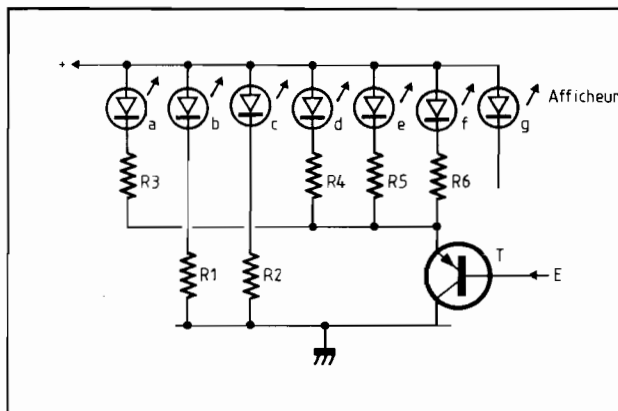
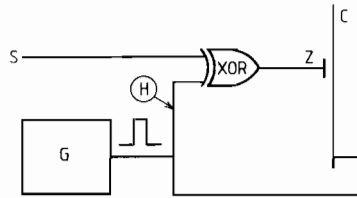


Fig. 30. - Pour afficher zéro ou un, dans le cas du comptage binaire, on peut utiliser ce montage avec un afficheur sept segments à anode commune classique. Les segments b et c sont toujours allumés (ce qui affiche 1 quand il n'y a qu'eux), et les segments a, d, e et f le sont (ce qui affiche zéro) quand l'entrée E est à niveau bas. On n'utilise jamais le segment g.



**Fig. 31**  
Si l'afficheur est à cristaux liquides, l'emploi d'une commande via le « ou exclusif » (XOR) permet de n'appliquer à l'afficheur que des tensions alternatives, ce qui est indispensable pour ce composant.

débloqué, les résisteurs de  $R_3$  à  $R_6$  provoquent l'illumination des quatre segments correspondants : on lit zéro.

Certains pourront s'étonner de la présence de six résisteurs, et se demander pourquoi l'on n'a pas relié entre elles les cathodes des segments b et c d'une part, et des segments a, d, e et f d'autre part. Cela tient au fait que, si l'on met des LED directement en parallèle, il est rare que les courants (donc les luminosités) de ces LED soient les mêmes : le partage du courant se fait souvent mal.

On voit donc que l'affichage binaire en « vrai zéro » et « vrai un » est un peu com-

plexe. Il est préférable de faire commander par l'entrée E une base de transistor, qui allume une LED en série avec un résistor dans son circuit collecteur, quand E est au niveau haut. La LED allumée signifie un, son extinction signifiant zéro.

## ET LES AFFICHEURS A CRISTAUX LIQUIDES ?

Nous avons, jusqu'ici, évoqué les afficheurs à LED, dont nous recommandons vivement l'usage chaque fois qu'il s'agit

d'un appareil alimenté par le secteur, pour lesquels on n'est pas obligé de faire une compatibilité « harpagonnesque » des milliwatts d'alimentation.

Si votre instrument doit fonctionner sur piles, alors les afficheurs à LED risquent d'être considérés comme trop gourmands de milliampères (il faut compter au moins 50 mA maximaux par afficheur). Il vous faudra recourir aux cristaux liquides.

Ces afficheurs sont maintenant relativement fiables. Pourtant, l'auteur garde un mauvais souvenir d'un afficheur à quatre chiffres, acheté assez cher, il n'y a pas si longtemps, utilisé un moment, laissé dans un tiroir deux ans, et qui refusa le service après cette période, sans avoir été maltraité en aucune façon ni soumis à des températures anormales.

On peut commander un segment d'un afficheur à cristaux liquides par une tension continue : il suffit souvent de 1 à 3 V pour provoquer le noircissement de la zone commandée. Mais il faut éviter soigneusement de le faire : l'application d'une tension continue à un afficheur à cristaux liquides (aussi nommé

« LCD » = Liquid Crystal Display) provoque l'électrolyse du produit, et sa destruction rapide.

On doit donc commander les segments par des tensions alternatives. On y arrive comme le montre la figure 31. La sortie S du transcodeur, au lieu d'être reliée directement à la zone Z de l'afficheur, dont le commun C serait à la masse, passe par un circuit logique « ou exclusif », XOR.

On sait qu'un tel circuit, quand une de ses entrées est du niveau bas (zéro), « recopie » sur sa sortie le niveau logique appliqué à l'autre entrée. A l'opposé, si l'on maintient une de ses entrées au niveau haut (un), la sortie est le complément de l'autre entrée. Cela se voit sur la table de vérité du circuit :

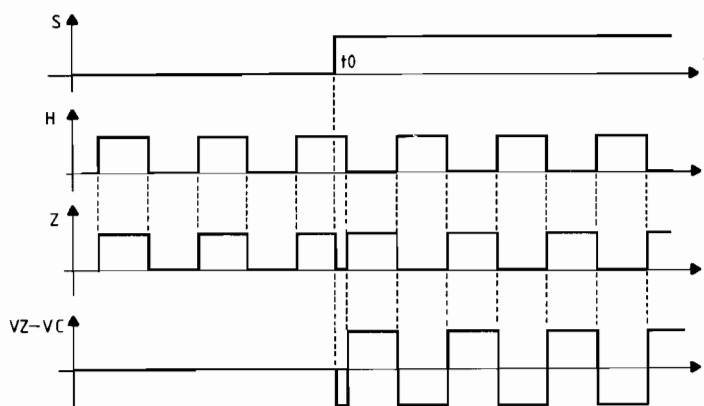
| Entrée 1 | entrée 2 | sortie |
|----------|----------|--------|
| 0        | 0        | 0      |
| 0        | 1        | 1      |
| 1        | 0        | 1      |
| 1        | 1        | 0      |

Dans le montage de la figure 31, G est un générateur de signaux carrés, dont la tension de sortie est appliquée à la fois à l'électrode commune, C, de l'afficheur, et à une entrée, H, du « ou exclusif ». Le fonctionnement de ce système est expliqué par la figure 32.

On voit sur les formes d'ondes que, jusqu'à l'instant  $t_0$ , la sortie S étant au niveau zéro, la sortie Z et l'entrée H du « ou exclusif » sont en phase. La différence de potentiel  $V_c - V_z$  aux bornes du segment est donc nulle. A l'opposé, dès que S passe au niveau un, les signaux en H (donc en C) et en Z sont en opposition de phase, ce qui fait que l'on trouve une différence de potentiel  $V_c - V_z$  alternative, d'amplitude double de celle des signaux en H.

(à suivre)

**J.-P. CHEMICHEN**



**Fig. 32.** - Fonctionnement du montage de la figure 31. Jusqu'en  $t_0$  le signal en S étant au niveau bas, on applique à Z et C des signaux en phase, ne commandant pas le segment. Si S est au niveau haut, les signaux en Z et C sont en opposition de phase : il y a une tension alternative appliquée sur le segment Z, qui devient visible.