

# INITIATION A L'ELECTRONIQUE

## NOUS COMMENÇONS (ENFIN) A MANIPULER DES CIRCUITS

Pour faire connaissance avec les problèmes de niveaux et s'y retrouver plus facilement, la meilleure méthode consiste à faire des essais portant sur des circuits intégrés.

Commencez donc par des circuits C-MOS, car l'expérimentation est plus simple avec ces derniers. Vous utiliserez d'abord le « quadruple NAND », soit le HEF 4011 (ou CD 40011 ou tout autre équivalent). Nous ne nous lançons pas dans l'étude de la logique, car ce n'est pas le but de cette série d'articles, mais nous allons voir comment un tel circuit réagit à une variation progressive de la tension appliquée à une de ses entrées.

Nous prendrons, par exemple, la porte dont les entrées sont sur les broches (1) et (2), la sortie étant en (3). Pour les essais qui vont être décrits, ne faites pas de circuit imprimé, le mieux est d'utiliser une plaque à contacts (du genre N-DEC, par exemple) ou un support fixé sur de la plaque à cosses, du type « bande de mitrailleuse », comme nous l'avons indiqué dans le *Haut-Parleur* n° 1724 (janvier 1986) page 69.

Comme il est malsain de laisser des entrées de circuit C-MOS « en l'air », reliez donc à la masse les entrées des portes inutilisées, soit les broches 5, 6, 8, 9, 12 et 13. D'autre

part, comme vous n'allez attaquer qu'une entrée (broche 1) de la première porte, mettez la deuxième entrée (broche 2) au +, en la reliant à la broche d'alimentation 14.

La tension d'alimentation du circuit pour l'essai a une valeur assez quelconque, de 3 à 12 V, mais il est bon qu'elle soit relativement stable. Une valeur de 6 V, donnée par une petite alimentation stabilisée, est très indiquée.

Le tout sera monté comme l'indique la figure 14. Il a été prévu (oh ! luxe) deux voltmètres, V et V', pour mesurer les tensions d'entrée (V) et de sortie (V'). Pour V, si vous avez un numérique, utilisez-le là.

### LE RELEVÉ DE LA « REPONSE » DU CIRCUIT C-MOS

Le but de l'essai est de tracer une courbe donnant la tension de sortie  $V_o$  (entre 3 et 7) en fonction de la tension d'entrée  $V_i$  (entre 1 et 7). On sait déjà qu'elle sera décroissante, car il s'agit d'une porte « NAND » dont une entrée est au +, qui doit donc donner un niveau bas quand l'autre entrée est haute, et un niveau haut quand cette autre entrée est basse.

Il est d'ailleurs intéressant de comparer différents 4011 avec cet essai. L'auteur a trouvé un CD 4011 dont la réponse est la suivante :

puis un HEF 4011 ayant la réponse suivante :

$V_i$	< 3,28	3,29	3,30	> 3,30
$V_o$	6,00	4,58	0,02	0,00

La comparaison des deux est éloquent en ce qui concerne la supériorité du second sur le premier. Mais, dans les deux cas, si l'on admet comme « niveau haut » ce qui est supérieur à  $m = 4$  V et comme « niveau bas » ce qui est inférieur à  $M = 2$  V, on voit que le passage du niveau haut au niveau bas en sortie se situe vers une tension d'entrée proche de 3 V pour le CD 4011, et de 3,3 V pour le HEF 4011. Le second ne nécessite que quelques millivolts de variation de  $V_i$  pour que  $V_o$  passe de 6,00 à 0,00.

Le premier demande environ 100 V de variation de  $V_i$  pour que  $V_o$  passe de plus de 4 à moins de 2, et sa tension de sortie est encore fonction de  $V_i$  pour de fortes variations de cette dernière. Avec le HEF 4011, on a une variation de  $V_o$  si rapide que cela ressemble à un basculement, et, dès que  $V_i$  s'écarte à peine de la valeur 3,3,  $V_o$  passe soit à zéro soit au maximum 6,00.

Les courbes donnant  $V_o$  (tension de sortie) en fonction de  $V_i$  (tension d'entrée) pour les deux circuits sont tracées sur la figure 15. La courbe relative au HEF 4011 est tracée en trait plein, celle du CD 4011 en pointillés.

Si l'on admet comme maximum M de la valeur basse le tiers

de la tension d'alimentation, soit ici  $M = 2$  V, et comme minimum de la valeur haute les 2/3 de cette tension, soit ici  $m = 4$  V, le circuit doit respecter les deux conditions suivantes :

1° Si  $V_i < 2$  V, on doit avoir  $V_o > 4$  V.

2° Si  $V_i > 4$  V, on doit avoir  $V_o < 2$  V.

Autrement dit, la courbe qui représente les variations de  $V_o$  en fonction de  $V_i$  doit se situer entièrement hors des zones hachurées sur la figure 15. On voit que les deux circuits sont conformes à ces spécifications. On note simplement que le HEF 4011 est meilleur en ce qui concerne les tensions de sortie.

### QUE DONNE LA SORTIE D'UN CIRCUIT

Pendant que le montage de la figure 14 est réalisé, utilisez-le pour en savoir un peu plus sur la tension de sortie du circuit, par exemple en employant le HEF 4011.

La qualité d'une source de tension est d'avoir une résistance interne aussi faible que possible. Ici, on ne demande tout de même pas que cette résistance soit nulle : le circuit

$V_i$	2,00	2,50	2,70	2,80	2,90	3,00	3,05	3,10	3,20	3,30 V
$V_o$	5,95	5,77	5,67	5,52	5,70	4,96	4,17	1,89	0,64	0,46 V

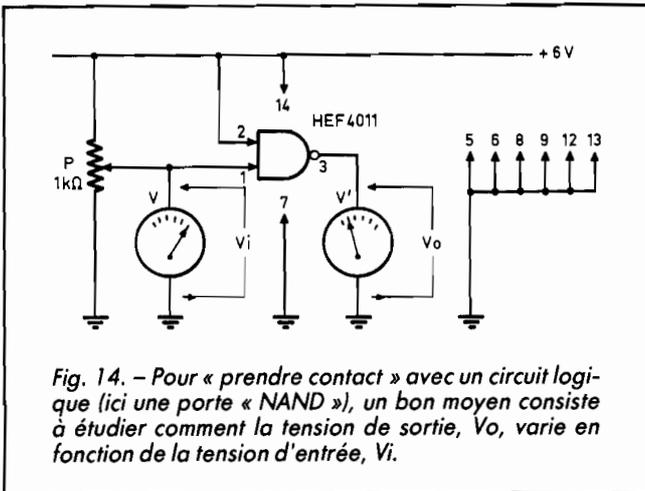


Fig. 14. - Pour « prendre contact » avec un circuit logique (ici une porte « NAND »), un bon moyen consiste à étudier comment la tension de sortie,  $V_o$ , varie en fonction de la tension d'entrée,  $V_i$ .

logique ne doit commander que des circuits qui consomment fort peu de courant ; il est cependant intéressant qu'elle soit faible.

Comment s'en assurer ? Rien de plus simple. Amenons la sortie au niveau haut, en portant l'entrée à un potentiel inférieur à 2 V, et consommons une certaine intensité à la sortie, en branchant celle-ci sur différents « résisteurs » allant à la masse. L'auteur rappelle qu'il aime bien ce néologisme, permettant de distinguer le **composant** à deux fils (le « résistor ») et sa **propriété**, (la résistance). On évite ainsi d'avoir à parler de la « résistance d'une résistance ».

Lesdits résistors vont consommer du courant à la sortie, dont la tension baissera donc. Un essai montre que la tension de sortie, qui était 6,00 V quand la sortie était uniquement branchée sur le voltmètre  $V'$  (un numérique de 22 M $\Omega$  de résistance d'entrée), tombe :

- à 5,98 V pour 10 k $\Omega$  entre sortie et masse ;
- à 5,62 V pour 2,2 k $\Omega$  entre sortie et masse ;
- à 5,21 V pour 1 k $\Omega$  entre sortie et masse.

Dans ce dernier essai, le résistor de 1 k $\Omega$  consomme une intensité de 5,21 mA, provoquant une chute de tension de  $6 - 5,21 = 0,79$  V. La résis-

tance interne équivalente de sortie est donc de :  $0,79/0,0052$ , soit environ 150  $\Omega$

Comme il est intéressant d'en savoir le plus possible, on commence cet essai en amenant la sortie au potentiel quasi nul (pour  $V_i > 4$  V), et lui fournissant du courant, via un résistor entre le +6 et la sortie. Là, on trouve même moins de 100  $\Omega$  de résistance interne équivalente. Tout se passe bien.

## ET LES PORTES TTL ?

Il est intéressant de savoir comment se comporte une porte TTL dans les mêmes conditions. Le montage de la figure 14 s'adapte à une porte du type SN 7400 (attention, les portes qui utilisent les broches 4, 5, 6 et 8, 9, 10 n'ont pas le même brochage dans la SN 74000 et dans la HEF 4011).

En raison de la différence des brochages, il ne faudra plus mettre à la masse les broches 6, 8 et 11. Mais on laisse les broches 5, 7, 9 et 12 à la masse, en reliant toujours la broche 2 au +5 V (broche 14). Comme il s'agit de TTL, il ne faut pas faire cette

connexion directement, mais par un résistor d'une résistance assez quelconque (de 2 à 10 k $\Omega$ ). En outre, la tension d'alimentation doit être de 5 V.

Quand on fait l'essai avec une porte SN 7400, il faut maintenant se souvenir que le niveau d'entrée doit être inférieur à  $M = 0,8$  V pour être considéré comme bas, supérieur à  $m = 2,0$  V pour agir comme niveau haut.

En relevant la courbe  $V_o$  en fonction de  $V_i$  sur un circuit de ce type, l'auteur a trouvé que c'est autour de 1,40 V d'entrée que la tension de sortie variait le plus vite.

Il y a une autre différence fondamentale entre les circuits TTL (comme le SN 7400) et les C-MOS (comme le HEF 4011). Dans les TTL, il faut consommer à une entrée un courant

non négligeable (jusqu'à 1,6 mA pour la TTL standard) pour l'amener au niveau zéro. A l'opposé, il n'y a pratiquement pas de courant à fournir pour maintenir l'entrée au niveau haut.

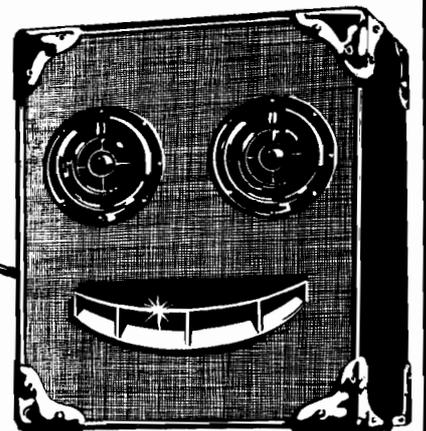
Donc, la sortie des portes TTL, conçue essentiellement pour commander des entrées d'autres circuits TTL, est particulièrement apte à consommer du courant quand elle est au niveau bas, et bien moins à en fournir quand elle se trouve au niveau haut.

C'est facile à vérifier : si nous amenons cette sortie au niveau bas, la tension de sortie est voisine de 0,02 V. En envoyant dans cette sortie une intensité de près de 18 mA (au moyen d'un résistor de 270  $\Omega$  entre le +5 et la sortie), on ne fait remonter la tension de sortie qu'à 0,22 V.

# A NE PAS METTRE ENTRE TOUTES LES OREILLES.

Sono Audax

H.P. haute puissance. Les pros et tous ceux qui en veulent en savent quelque chose.



Klamekon

LISTE DES DEPOSITAIRES  
45, av. Pasteur - 93106 Montreuil  
Tel. 42 87 50 90

**AUDAX**

Le circuit C-MOS, lui, ne consomme pratiquement **aucun courant** sur son entrée. C'est ce fait, joint à la valeur quasi nulle de son courant d'alimentation (quand le circuit reste dans un état donné) et à la possibilité d'alimenter les C-MOS dans une grande gamme de tensions (de 3 à 15 V), qui a fait le succès de la série C-MOS chez les amateurs d'électronique.

## COMMENT AMENER LES NIVEAUX D'ENTREE A ETRE « BONS »

Donc, pour commander des circuits numériques, il faut que les niveaux d'entrée soient conformes à ce que le circuit demande. On pourrait craindre que des commandes appliquées à de tels circuits n'aient pas les valeurs de tension voulues. Il faut donc disposer d'un moyen de les « normaliser ».

Ce moyen existe, et, chose bizarre, il n'est pas assez connu des amateurs d'électronique. Il s'appelle le « trigger de Schmitt », et les modèles les plus classiques sont :

- le HEF 4093 en C-MOS
- le SN 74132 en TTL

L'un comme l'autre sont des circuits intégrés du type « quadruple NAND ». En effet, chacune des quatre portes qu'ils contiennent a la fonction

logique NAND (la sortie n'est basse que quand les deux entrées sont hautes simultanément). Ils ont les mêmes brochages que leurs homologues « non-Schmitt », autrement dit le brochage du 74132 est le même que celui du 7400 et celui du 4093 est le même que celui du 4011.

## OU INTERVIENT UNE SORTE D'« HYSTERESIS »

Qu'est-ce donc que cette fonction « Schmitt » supplémentaire ? Pour le savoir, la meilleure façon est de l'essayer.

Remplacez le 4011 de la figure 14 par un 4093, et alimentez le tout sous 6 V. Faites monter la tension d'entrée depuis 2 V ou moins, en allant très lentement quand vous aurez dépassé 3 V.

Vous allez voir que la tension de sortie ne varie pas : elle est fixe au voisinage de 6 V. Puis, pour une valeur donnée,  $a$ , de la tension d'entrée (l'essai fait par l'auteur a donné  $a = 3,65$  V), la tension de sortie baisse brusquement, d'un coup, jusqu'à zéro.

Comme on soupçonne qu'il s'agit d'un circuit à réponse très « sensible », autrement dit réagissant à une toute petite variation de  $V_i$ , comme le HEF 4011, (courbe en trait plein sur la figure 15), on essaie de faire redescendre un peu  $V_i$ , pour bien voir ce qui se

passera autour de la tension d'entrée  $a$ . Oh ! rien ne va plus : on redescend notablement  $V_i$ , et  $V_o$  reste nulle.

On continue alors à faire descendre  $V_i$ , et c'est pour une valeur  $b$ , notablement inférieure à  $a$  (pour l'essai de l'auteur,  $b = 2,75$  V), que la tension de sortie  $V_o$  consent à remonter à 6 V, et, là aussi, elle le fait d'un seul coup.

En recommençant plusieurs fois des montées et descentes très progressives de  $V_i$  (montée très lente quand on s'approche de la valeur  $a$ , descente très lente quand on s'approche de la valeur  $b$ ), on finit par voir que, incontestablement, ce circuit réagit différemment à la montée et à la descente de  $V_i$ . La courbe donnant la tension de sortie  $V_o$  en fonction de la tension d'entrée  $V_i$  est celle qu'indique la figure 16.

Il ne s'agit plus d'une simple « courbe », mais d'un « cycle », tout à fait analogue au « cycle d'hystérésis » des matériaux magnétiques rémanents. Comme un tel cycle n'est peut-être pas familier aux lecteurs, nous prendrons un autre exemple.

Les interrupteurs à lames souples (« ILS » ou « REEDS »), faits de deux lames de contact, en métal magnétique, dans une ampoule de verre, bien connus comme interrupteurs détectant une ouverture de porte dans les systèmes de sécurité d'appartements, vont nous permettre une analogie plus commode.

Prenez un tel interrupteur et approchez-en un aimant, très progressivement. A une distance  $d_1$  entre l'aimant et l'ampoule, le contact va coller (on l'entend, et on peut mettre le collage en évidence par l'allumage d'une LED, par exemple, comme le montre la figure 17).

Si, maintenant, on éloigne l'aimant de l'ILS, le décollage du contact ne se produira qu'à une distance  $d_2$ , supérieure à  $d_1$ . Nous avons, là aussi, un phénomène qui varie d'une façon différente à la diminution ou à l'augmentation de la distance  $d$ .

Nous trouverions encore un comportement analogue en faisant varier l'intensité qui passe dans une bobine de relais. C'est quand cette intensité franchit, en montant, une valeur  $I$ , que le relais colle. Mais il faut, quand il est collé, que l'intensité descende en dessous d'une valeur  $i$ , bien inférieure à  $I$ , pour que le décollage du relais se produise.

## UNE « ZONE D'AMBIGUITE »

Dans ce dernier cas, celui qui prend conscience du phénomène demande tout de suite : « Si l'intensité dans le bobinage est comprise entre  $i$  et  $I$ , le relais est-il collé ou décollé ? »

La réponse est : « Il peut être l'un ou l'autre ». La meilleure façon de s'en convaincre est

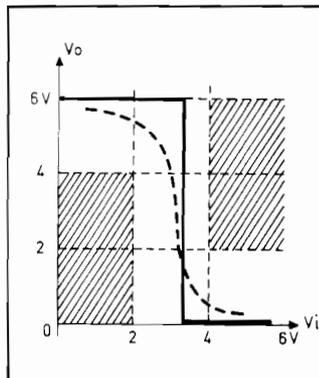


Fig. 15. - Courbes de variations de  $V_o$  en fonction de  $V_i$  pour un circuit HEF 4011 (courbe en trait plein) et CD 4011 (pointillés). Les deux circuits sont conformes aux spécifications, puisque leurs deux courbes ne passent pas par les zones « interdites » (hachurées). Les courbes sont donc bien dans le « gabarit ».

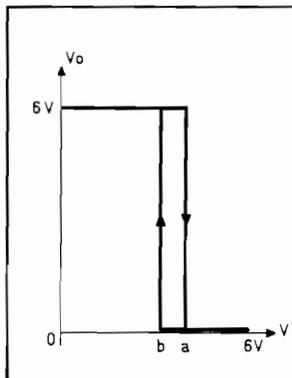


Fig. 16. - Si l'on remplace le HEF 4011 (« NAND » normal) par un HEF 4093 (« NAND » à « fonction Schmitt »), la courbe donnant la tension de sortie,  $V_o$ , en fonction de  $V_i$  (tension d'entrée) est un « cycle », ce qui rend le circuit idéal pour « normaliser » des niveaux.

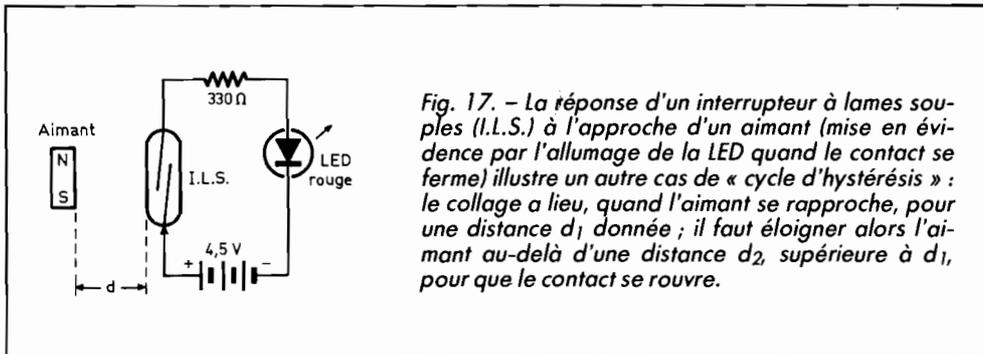


Fig. 17. - La réponse d'un interrupteur à lames souples (I.L.S.) à l'approche d'un aimant (mise en évidence par l'allumage de la LED quand le contact se ferme) illustre un autre cas de « cycle d'hystérésis » : le collage a lieu, quand l'aimant se rapproche, pour une distance  $d_1$  donnée ; il faut éloigner alors l'aimant au-delà d'une distance  $d_2$ , supérieure à  $d_1$ , pour que le contact se rouvre.

de faire passer dans le bobinage une intensité comprise entre  $i$  et  $I$ . Si l'on pousse sur l'armature du relais, ce dernier étant décollé, il colle et reste collé. Si, au contraire, quand il est collé, on tire sur l'armature, le relais décolle, et il reste décollé.

Pour notre « trigger de Schmitt », c'est la même chose. Si la tension d'entrée est comprise entre  $a$  et  $b$ , on ne peut dire si la sortie est à niveau bas ou à niveau haut. Ce dont on peut être sûr, c'est qu'elle n'est pas les deux à la fois, et qu'elle n'est pas à une valeur « intermédiaire ».

C'est là tout l'intérêt du trigger de Schmitt, indépendamment du fait qu'il se prête à la réalisation de l'oscillateur de relaxation le plus simple qui soit, en reliant ses deux entrées :

- par un condensateur à la masse ;
- par un résistor à sa sortie.

Nous retrouverons cet oscillateur (on le nomme « oscillateur Charbonnier ») comme générateur de tops dans nos autres essais. Pour le moment, le trigger de Schmitt nous servira chaque fois que nous aurons un doute sur le niveau de commande d'un circuit logique.

Ce circuit constitue l'intermédiaire idéal entre l'analogique (à variation continue) et le numérique (en « tout ou rien »). Une tension appliquée à son entrée, variant aussi lentement que l'on veut, donne, en sortie, une tension qui est « normalisée » pour les circuits

logiques, passant brusquement du niveau bas (le « zéro ») au niveau haut (le « un »), ou inversement.

### OUI, NON ET... LE TROISIEME ETAT

Pendant que nous en sommes à la série d'essais destinés à prendre contact avec les circuits de l'électronique numérique, examinons de près le comportement des circuits à sortie « trois états ».

Dans certains cas, on associe au niveau bas la notion de « faux » (ou de « non »), alors que le niveau haut est associé à la notion de « vrai » (ou de « oui »). Comme, en électronique numérique, nous ne connaissons strictement que ces deux niveaux, correspondant à deux « états » de la tension de sortie, comment peut-on parler d'un « troisième état » ? S'agit-il donc d'un état « normand » en « p'têt ben qu'oui, p'têt ben que non... » ?

Rassurez-vous. Ce troisième état évoque un peu une incertitude, mais plutôt du type « électoral ». Il correspond au « bulletin blanc ». Dans tout vote où la réponse est « oui » ou « non », il peut y avoir des « sans opinion » ou des « ne se prononce pas ». Le « troisième état » des circuits intégrés correspond à l'abstentionnisme.

Pour le voir, le mieux est d'essayer un circuit intégré avec

une commande « trois états ». Vous pouvez utiliser, comme exemple de circuit à sortie « trois états » :

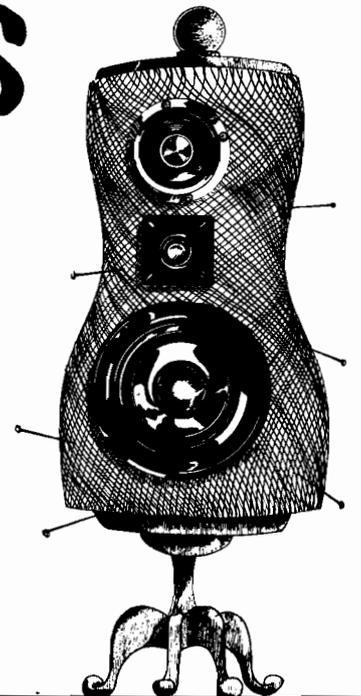
- en TTL : un 8728, un SN 74 LS 125 (ou 126), un SN 74240 (ou SN 74 LS 240), un SN 74244 (ou SN 74 LS 244), un SN 74 LS 367 (ou 368) ;

- en C-mOS : un HEF 4502.

Etant donné que ces différents circuits n'ont pas tous la même fonction, et qu'ils ont surtout des brochages différents, l'exemple qui suit est limité au cas du SN 74 LS 365. Si vous voulez faire des essais avec les autres types cités, consultez-en les notices.

Pour le 74 LS 365, comme ce circuit est du type TTL, il doit être alimenté par une tension de 5 V, le - sur le (8), le + sur le (16). La « commande de passage en troisième état » (active au niveau haut) s'applique sur les deux broches (1) et (15) interconnectées. Un des circuits (celui que nous essaierons) a une entrée en (2) et sa sortie en (3). Pour les autres circuits, on laissera leurs entrées non connectées.

# DU COUSU MAIN POUR LES PIQUES DU SON.



## Kits Siare

Tout pour monter vous-même vos H.P. Suivez le patron vous aurez le son. Sur mesure.

LISTE DES DEPOSITAIRES  
45, av. Pasteur - 93106 Montreuil  
Tel. 42 87 50 90

**SIARE**

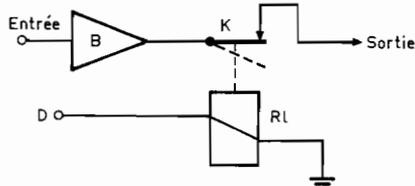


Fig. 18. - Un circuit « trois états » se comporte comme s'il disposait d'une commande qui (ici par un relais), isole la connexion de sortie du circuit lui-même quand on envoie la commande « D » (« Déconnecté », ou « Disable »).

## UN CIRCUIT « QUI NE FAIT RIEN » (LE « BUFFER »)

Les six circuits contenus dans notre 74 LS 365 sont ce que l'on appelle des « buffers ». Autrement dit, si on applique à l'entrée d'un tel buffer un niveau haut, on retrouve un niveau haut en sortie. De même, un niveau bas appliqué à l'entrée produit, en sortie, un niveau également bas. Donc, à première vue, ce circuit ne sert à rien.

Méfiez-vous de cette « première vue », qui ferait dire aussi que les amplificateurs de gain unité (en tension) sont inutiles, ce qui est tout aussi faux.

Un « buffer » fournit, en sortie, le même niveau logique que celui qui a été appliqué en entrée. Mais, à l'entrée, il consomme peu de courant, et peut donc être commandé par une source « gravement malade », autrement dit par une source ayant « la résistance interne à l'état aigu » (source qui est donc incapable de fournir une intensité, même faible, sans que sa tension s'effondre).

En sortie du buffer, nous trouverons une tension presque « guérie » de la résistance interne. Cette sortie pourra fournir du courant (quand elle

est au niveau haut), et surtout en consommer (quand elle est au niveau bas), sans en être trop affectée. Nous avons déjà vu cela plus haut.

## INTERVENTION DU TROISIEME ETAT

Donc, en ayant mis à la masse les entrées (1) et (15), notre circuit intégré se comporte comme un sextuple buffer tout à fait classique. Nous utiliserons uniquement celui de ces six buffers dont l'entrée est en (2) et la sortie en (3).

Mettons l'entrée (2) à la masse : on peut alors vérifier que la tension entre (3) et la masse est très basse (0,03 V par exemple). Si on injecte dans cette sortie une intensité de près de 10 mA (en reliant cette sortie au + 5 V à travers un résistor de 470 Ω), elle s'en moque, ou peu s'en faut : la tension de sortie reste très basse (0,2 V dans notre essai).

Si l'entrée (2) est au niveau

haut (on peut la relier directement au + 5, car cette façon de faire, très dangereuse pour les TTL classiques, est sans danger pour les circuits de la famille TTL-LS), la sortie (3) sera aussi au niveau haut (2 V minimum ; en fait on trouve classiquement 3,7 V ou plus). En lui consommant un peu de courant, par un résistor de 4,7 kΩ entre cette sortie et la masse, on fait un peu baisser la tension de sortie, mais elle reste nettement au-dessus de 2 V.

ce quel que soit le niveau appliqué à l'entrée.

N'importe quel résistor, même s'il a une résistance élevée (100 kΩ), branché entre la sortie et la masse, amène la tension de cette sortie à zéro. Le même résistor, connecté entre la sortie et le + 5 V, amène immédiatement la sortie au niveau haut (et ce d'autant plus que le voltmètre que vous avez utilisé pour mesurer la tension de sortie a une plus grande résistance interne, c'est pourquoi nous conseil-

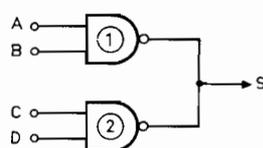


Fig. 19. - Si l'on relie entre elles les sorties de deux circuits logiques qui ne sont pas du type « trois états », il peut y avoir une « situation de conflit », quand les sorties des circuits (1) et (2) n'avaient pas le même état avant qu'on les relie. On risque la destruction des circuits.

Bref, tout se passe comme nous l'avions vu plus haut, avec le SN 7400.

Mais tout va changer si nous portons les commandes de passage en troisième état, (1) et (15), au niveau haut. La tension de sortie prend une valeur quelconque, généralement assez basse, mais, surtout, vous pouvez « lui faire dire ce que vous voulez », et

lons d'utiliser là un numérique).

Donc cette sortie a « attrapé la résistance interne » à un point tel qu'elle ne peut même plus être considérée comme une source. Essayez de lui demander quelques microampères vers la masse : la tension s'écroule à zéro. Tentez de lui « enfourner » une intensité ultra-faible depuis le + 5 V : la

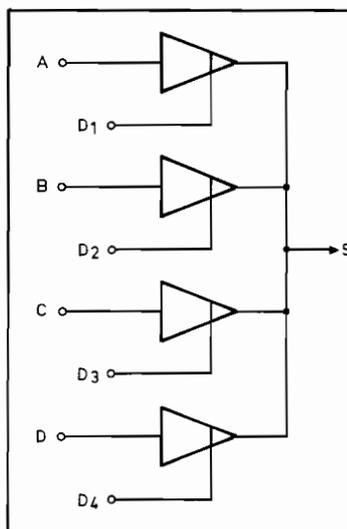


Fig. 20. - Avec des circuits « trois états », on peut relier entre elles plusieurs sorties sur un fil commun (le « bus »). On ne « valide » qu'un seul des circuits ; c'est alors lui seul qui donne sa valeur à la sortie. On a réalisé un « multiplexage » sans circuit multiplexeur.

tension monte à presque 5 V (si vous trouvez moins, ce sera dû à la consommation de courant par votre voltmètre).

Bref, on peut dire que tout se passe comme si le fil de sortie s'était trouvé déconnecté du reste du circuit. Nous aurions quelque chose d'analogue si (fig. 18) le circuit intégré contenait, en plus du buffer « normal », B, un relais R<sub>1</sub> dont le contact « repos », K, relie la sortie du buffer B au fil « sortie » du circuit intégré.

Tant que l'on n'envoie pas de commande au relais, le fil de sortie est à la sortie de B. Mais, dès que l'entrée D (D comme « Déconnecté » ou, en anglais, « Disable » = non valide) est commandée, le relais colle, le fil de sortie n'est plus relié à rien.

Le troisième état, c'est cela.

On dit souvent que, quand un circuit est dans le « troisième état », sa sortie est « à haute impédance », ce qui revient pratiquement au même que de dire qu'elle n'est plus connectée à rien. Quand un circuit est dans le troisième état, tout se passe comme on si on l'avait retiré de son support.

## A QUOI SERT UN CIRCUIT LOGIQUE QUI N'A PAS D'OPINION ?

Imaginons que nous ayons relié, par exemple, les deux sorties de deux portes NAND d'un SN 7400 entre elles (fig. 19), que va-t-il se passer ?

Tant que les niveaux des entrées A, B, C et D sont tels que les portes (1) et (2), si elles étaient déconnectées, donneraient les mêmes niveaux de sortie, tout ira bien.

Mais, supposons que A, par exemple, soit au niveau bas, ce qui implique (quel que soit le niveau de B) que la sortie

de (1) doit être haute, et que, en même temps, nous ayons appliqué des niveaux hauts aux entrées C et D, ce qui doit rendre basse la sortie de (2). Là, les choses vont se gêner. La porte (2) va consommer autant de courant qu'elle le pourra, pour tenter de maintenir la connexion commune S au niveau bas, alors que la porte (1) va fournir autant de courant qu'il lui est possible, dans l'espoir de maintenir S au niveau haut.

Cette « guerre civile entre portes » risque fort être fatale au circuit intégré. D'où la conclusion : on ne doit jamais connecter ensemble des sorties de portes logiques indépendantes (sauf dans certains cas particuliers où cette connexion est autorisée).

## UN SEUL D'ENTRE VOUS PARLERA, LES AUTRES SE TAIRONT

Et, justement, un de ces « cas particuliers » est l'emploi de circuits « trois états ». Supposons (fig. 20) que quatre « buffers trois états » aient leurs sorties reliées à un même fil S.

Nous voyons, sur cette figure, une des représentations possibles des circuits trois états, la commande de « Déconnexion » arrivant comme si elle pouvait « couper » la sortie du circuit.

Les entrées des quatre buffers sont des niveaux logiques indépendants, A, B, C et D. Nous supposons, au début, que les quatre commandes de déconnexion, de D<sub>1</sub> à D<sub>4</sub>, sont au niveau haut.

Alors, les quatre circuits sont dans le troisième état, et tout se passe comme si on les avait tous retirés de leurs supports. La ligne S n'est reliée à rien. Maintenant, portons la commande D<sub>2</sub> seule au niveau

bas. Le second buffer est le seul qui ne soit plus en troisième état : sa sortie est reliée au fil S, sur lequel on trouve donc le niveau logique qui correspond à celui de l'entrée B. Les niveaux logiques A, C et D n'interviennent pas, ils peuvent avoir des valeurs quelconques.

Donc, en déconnectant (passage au troisième état) trois buffers, et en « validant » (passage au régime « normal») un seul d'entre eux, c'est la donnée appliquée à ce seul buffer qui sera transmise sur la sortie commune.

Cette sortie S « sert à tout le monde », c'est une sorte de « voie omnibus », d'où le nom de « bus » qu'on lui donne en informatique.

Suivant celle des commandes D qui est au niveau bas (il n'y

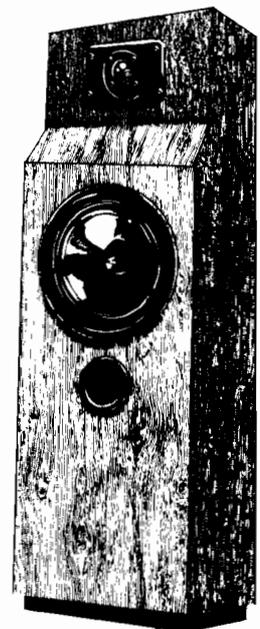
en a évidemment qu'une seule au niveau bas, pour ne pas retrouver la « situation de conflit possible » de la figure 19), on a donc connecté une des quatre données, A ou B, ou C ou D, sur le fil S. Tout se passe donc comme si nous disposions d'un commutateur quatre directions, permettant de brancher l'une des quatre données sur le fil S.

Un circuit qui remplit cette fonction se nomme un « multiplexeur ». Il en existe qui sont réalisés par des assemblages de plusieurs portes « ET » et d'une porte « OU ». Grâce aux circuits trois états, on peut donc réaliser une fonction de « multiplexage » sans utiliser un circuit multiplexeur.

(à suivre)

J.-P. OEHMICHEN

# MONTEZ LE SON.



## Kits Audax

Quitte à faire le son, faites-le vous-même. H.P. prêts à monter pour créer votre propre enceinte.



LISTE DES DEPOSITAIRES  
45, av. Pasteur - 93106 Montreuil  
Tél. 4287 5090

**AUDAX**