

# INITIATION AU CALCUL ELECTRONIQUE

## EMPLOI DES PORTES TTL

**D**ANS le précédent article, on a donné quelques indications sur la composition des éléments de logique TTL, leur fonctionnement et leur action de commutation.

Lors de l'emploi des circuits TTL, il est extrêmement important de connaître l'immunité au bruit autrement dit les valeurs de certaines tensions limites dont il faut tenir compte pour déterminer les niveaux maxima ou minima des signaux d'entrée et de sortie.

Comme on l'a vu précédemment, la tension de seuil d'entrée a une valeur typique de 1,4 V, tandis que la tension de sortie à l'état L est de 0,4 V maximale.

Il en résulte que l'immunité au bruit pour l'état bas typique, L, d'entrée est de 1 V. De même, la tension de sortie à l'état haut H est de 2,4 V dans les conditions du cas le plus défavorable, donc la différence entre cette tension de 2,4 V et celle de seuil à 1,4 V donne une immunité au bruit (c'est-à-dire une marge de sécurité) de  $2,4 - 1,4 = 1$  V.

La tension de sortie minimale de logique H de 2,4 V doit être maintenue lorsque la tension d'entrée atteint jusqu'à 0,8 V.

La tension de sortie de 0,4 V doit être maintenue pour les niveaux d'entrée aussi faible que 2 V. L'immunité minimale au bruit de 400 mV est assurée dans les deux états. Sur la figure 6 de notre précédent article, on a représenté les points de « test » et les tensions d'immunité au bruit.

### CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT DE LA SERIE FJ DES CIRCUITS TTL

Voici les caractéristiques spécifiques et les conditions de fonc-

tionnement des circuits TTL groupés dans la série FJ de La Radio-technique-Coprim-RTC :

Tension d'alimentation maximale : + 7 V.

Tension d'alimentation de fonctionnement : + 4,75 à + 5,25 V.

Tension d'entrée maximale : + 5,5 V.

Courant d'entrée maximal exigé à l'état haut (H) mesuré à  $V_{IL} = 0,4$  V : - 1,6 mA par entrée.

Courant d'entrée maximal exigé à l'état haut (H) mesuré à

Les entrées J et K, non utilisées dans le cas des bascules, doivent être mises à la terre.

Tout bruit de ligne de terre apparaît à la sortie dans l'état bas L. Dans l'état haut H, la sortie se trouve isolée de la source de bruit.

Le bruit sur la ligne d'alimentation est appliqué par l'intermédiaire de  $R_2$  et  $TR_3$  (voir, par exemple, la Fig. 1 du précédent article), à la sortie dans l'état haut H.

Les tensions étant évaluées en volts et les courants en milliam-pères.

On voit que la puissance est égale à la tension de 5 V multipliée par le courant moyen  $(3 + 1)/2$  mA.

La dissipation augmente avec la charge.

### TYPES DE CIRCUITS TTL DE LA SERIE FJ

FJH101 : Porte simple NON-ET à huit entrées.

FJH111 : Porte double NON-ET à quatre entrées.

FJH121 : Porte triple NON-ET à trois entrées.

FJH131 : Porte quadruple NON-ET à deux entrées.

FJH141 : Porte double NON-ET à quatre entrées pour montage en tampon (buffer).

FJH151 : Porte double à quatre entrées.

FJY101 : Expanseur double à quatre entrées.

FJJ101 : Elément bistable JK simple avec entrées  $J_1, J_2, J_3$  et  $K_1, K_2, K_3$ .

FJJ111 : Elément bistable JK simple en « maître-esclave » avec entrées  $J_1, J_2, J_3$  et  $K_1, K_2$  et  $K_3$ .

FJJ121 : Elément bistable JK double en « maître-esclave » avec une seule entrée JA, une seule entrée K sur chaque bascule.

FJJ131 : Elément double bistable du type D.

Les quatre premiers circuits de cette liste, FJH101, FJH111, FJH121 et FJH131 sont des portes comme celles décrites, ne différant entre eux que par le nombre des éléments (simple, double, etc.) et des entrées. L'étage tampon FJH141 a un montage modifié que nous indiquons à la figure 1.

Ce genre de circuit est nécessaire pour attaquer de nombreuses entrées en parallèle.

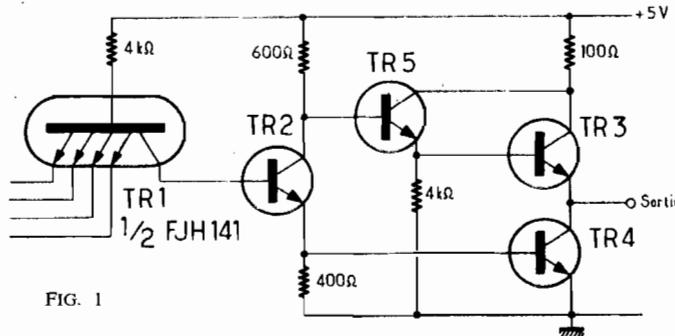


FIG. 1

$V_{IH} = 2,4$  V : 40  $\mu$ A par entrée.

Gamme de températures de fonctionnement : 0°C à + 70°C.

Gamme de températures de stockage : - 65°C à + 150°C.

### LES ENTREES MULTIPLES LE BRUIT

On a vu lors de l'examen des schémas des circuits TTL qu'il était possible de disposer de plusieurs entrées sur les émetteurs des transistors spéciaux multi-émetteurs.

Les entrées inutilisées doivent être reliées à une ligne d'alimentation à tension positive, celle-ci étant comprise entre 2,4 V et 5,5 V.

Dans certains types de circuits TTL doubles, les entrées sont désignées par entrées J pour un élément et entrées K pour l'autre.

Dans l'état bas L cette cause de bruit n'a plus d'effet. Lors de l'emploi des circuits de la série FJ, si l'on se sert de câbles relativement longs, il convient de découpler les conducteurs d'alimentation avec un condensateur de capacité égale ou supérieure à 10 000 pF.

### PUISSANCE DISSIPEE

En utilisant un circuit TTL normal avec une alimentation de 5 V et avec L logique à la sortie, le courant consommé a une valeur typique de 3 mA. Avec H logique à la sortie, le courant exigé dans la condition de charge à vide, est de 1 mA.

La puissance totale dissipée, à un facteur de régime de 50 % est donc :

$$\frac{(5 \cdot 3) + (5 \cdot 1)}{2} = 10 \text{ mW}$$

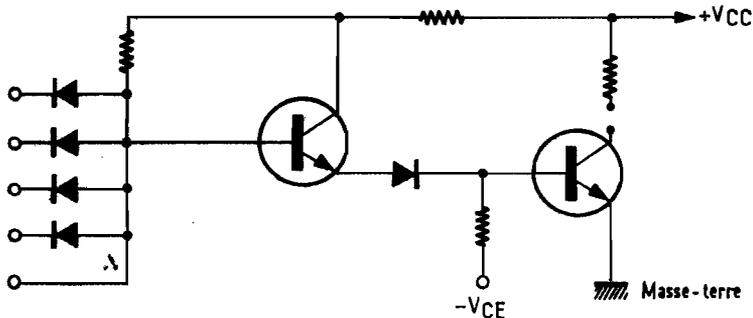


FIG. 2

### CIRCUITS INTEGRES DE LOGIQUE DTL

Les circuits DTL utilisent des diodes et des transistors.

La série DTL comprend un ensemble de portes et de bascules et permet de satisfaire à un grand nombre d'applications dans le domaine du calcul ainsi que dans d'autres domaines, comme les suivants : télécommunications, instrumentation et contrôle industriel.

Série FF : Dans cette série la fonction de base est la porte ET-NON en logique positive, constituée par un réseau de diodes

Délai de propagation : 30 ns.  
Immunité au bruit : 1,1 V.

La **sortance** se définit comme le nombre de circuits identiques entre eux que l'on peut connecter à la sortie d'un circuit de la même famille logique.

Le schéma de la figure 3 donne la configuration électrique de l'élément de base porte NON-ET en logique positive.

Rappelons que logique positive signifie que les niveaux haut et bas sont représentés par 1 et 0. Une porte NON-ET est une porte ET associée à un circuit d'inversion NON.

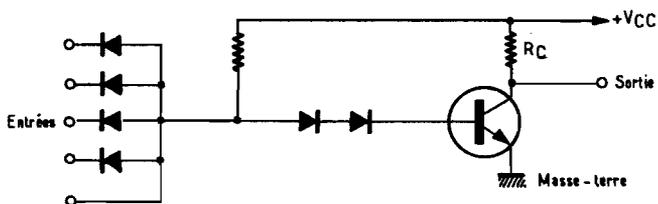


FIG. 3

couplé à un inverseur par l'intermédiaire d'un transistor fonctionnant comme amplificateur de courant.

Le schéma d'un circuit DTL de la série FF est donné par la figure 2. La résistance de charge du transistor inverseur est déconnectée dans certains circuits ET-NON de cette famille.

Avec la série FF on peut réaliser de nombreux montages de logique comme les suivants : portes ET-NON, double portes ET-NON, portes de puissance ET-NON, séparateur ET-NON, expenseur ET, double expenseur ET, bascule RST.

Les caractéristiques typiques à  $T_{AMB} = 25^\circ C$  sont :

Tension d'alimentation :  $\pm 6 V \pm 5\%$ .

Sortance : 11.

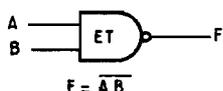
Puissance moyenne consommée : 11 mW.

Une porte ET donne à la sortie le produit ABC des signaux A, B et C appliqués à l'entrée, donc, avec le circuit NON, la porte NON-ET donne le produit  $\overline{ABC}$  pour les signaux A, B et C d'entrée.

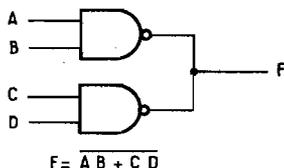
Remarquons que le transistor inverseur étant monté en émetteur commun (seul montage inverseur parmi les trois possibles pour un transistor) est également amplificateur, terme remplacé en langage spécialisé par **régénérateur**, car les signaux affaiblis par les circuits d'entrée sont « régénérés » par l'amplificateur inverseur.

### FONCTION OU PAR LES COLLECTEURS

Si l'on dispose de circuits DTL NON-ET comme ceux que nous venons de définir plus haut, on peut réaliser aisément la fonction OU en réunissant les sorties des



(A)



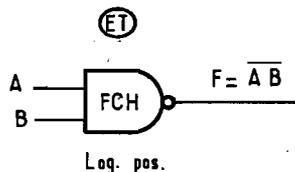
(B)

FIG. 4

portes, comme on le montre à la figure 4. En (a) on a représenté la porte ET suivie du circuit NON, donc, si les signaux A et B sont appliqués à cette porte, on obtient le produit AB qui est inversé, ce qui donne  $F = \overline{AB}$  (lire AB barre).

La liaison des deux sorties est représentée en (b) figure 11. A chacune on a  $\overline{AB}$  et  $\overline{CD}$  donc  $F = \overline{AB} + \overline{CD} = \overline{AB \cdot CD}$  (lire AB + CD barre et non barré).

Le nombre N de portes que l'on peut réunir est limité par le fait que la résistance totale de charge passe à R/N et, par conséquent la sortance (définie plus haut) se trouve fortement diminuée.



Log. pos.

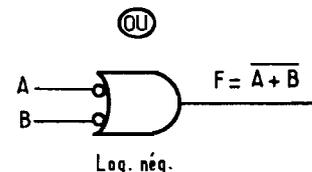


FIG. 5

Log. nég.

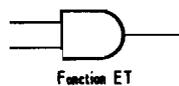
Pour cette raison, certains circuits FC de logique DTL non munis de la résistance de charge.

### CODE D'APPELLATION

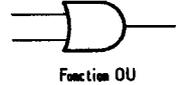
L'utilisation d'un code d'appellation rationnel permet de voir rapidement quelle est la nature du circuit.

Dans le code européen, le numéro de type est constitué par un ensemble de trois lettres et de trois chiffres, par exemple : FCJ101.

Les deux premières lettres indiquent la série, la troisième indique la fonction du circuit. Dans les circuits digitaux (numériques) les lettres ont les significations suivantes :



Fonction ET



Fonction OU

FIG. 5

H = fonction logique.  
J = fonction mémoire.  
K = temporisation.  
L = conversion analogique/numérique.  
Y = divers.

Les deux premiers chiffres indiquent le numéro du circuit dans la série (10 à 99) et le dernier chiffre indique la gamme des températures ambiantes de fonctionnement comme ci-dessous.

1 : correspond à  $0^\circ C$  à  $75^\circ C$  (gamme réduite).

2 : correspond à  $-55^\circ C$  à  $125^\circ C$  (gamme étendue).

Dans le cas de l'exemple FCJ101, il s'agit de la première bascule de la série FC en gamme réduite de température.

### DEFINITIONS ET SYMBOLES

Des conventions américaines MIL-STD-806B sont valables également en France.

Le symbole indique d'une part la fonction logique et, d'autre part la condition électrique qui existe sur les entrées et les sorties du circuit.

La fonction logique est indiquée sous forme de symbole comme ceux de la figure 5 désignant les fonctions ET et OU.

La fonction ET se caractérise par des entrées aboutissant sur une droite. La fonction OU se caractérise par des entrées aboutissant sur ligne courbe avec concavité vers les entrées.

La présence d'un cercle sur une entrée indique que c'est un signal L qui commande le circuit. L'absence d'un cercle sur une entrée indique que c'est un signal H qui commande le circuit.

La présence d'un cercle sur une sortie indique que cette sortie est à l'état L quand le circuit est commandé (et non l'état H).

Les éléments de la série FCH remplissent les fonctions :

1° NON-ET en logique positive (Fig. 6 (a)).

2° NON-OU en logique négative (Fig. 6 (b)).

Ainsi, si les signaux de commande, pour la fonction ET sont A et B, on obtient à la sortie  $F = \overline{AB}$  en logique positive (Fig. 5 a) et, pour la fonction OU,  $F = A + B$  en logique négative, mais actuellement, c'est la logique positive qui est la plus utilisée : état H = niveau logique 1, état L = niveau logique 0.

Sur le schéma de la figure 4 (b), la fonction ET a été réalisée avec deux circuits OU dont les entrées sont commandées par des signaux à niveau haut (H), ce qui donne une sortie à niveau bas (L) reconnaissable aux cercles.

### SYMBOLES UTILISES DANS LES NOTICES

Les paramètres mesurés sont symbolisés par une lettre représentant une grandeur électrique suivie d'une ou plusieurs lettres en indice indiquant soit un état soit le repérage d'une connexion sur le circuit.

Les symboles électriques sont : V = tension ; I = courant ; P = puissance ; C = capacité ; f = fréquence.

Symboles d'indice : L = état logique 0 (zéro) ; H = état logique 1 (un) ; I = entrée ; O = sortie ; T, J, K, S = entrées particulières (bascules).

Paramètres divers :  
 T = température ; t = temps ;  
 FO = sortance ; M = immunité  
 statique ; lettre grecque delta  
 minuscule ( $\delta$ ) = cycle de travail.

La **sortance** a été définie plus  
 haut. La sortance garantie par le  
 fabricant est donnée par le rapport  
 entre le courant de sortie **minimum**  
 et le courant d'entrée **maximum**.

Indices divers :

Amb = ambiant(e) ; stg =  
 stockage ; av = valeur moyenne  
 (de l'anglais « average ») ; d =  
 délai (d'un signal) ; dp = délai de  
 propagation (d'un signal) ; r =  
 montée (d'un signal) ; f = des-  
 cente (d'un signal).

L'alimentation est repérée par  
 $V_{CC}$  et le 0 électrique par  $G_{ND}$   
 (masse, terre, abréviation de  
 ground = terre). Le courant élec-  
 trique d'alimentation est  $I_{CC}$ .

Exemples :  $I_{IL}$  est le courant

$$FO = \frac{I_{OL \text{ minimal}}}{I_{IL \text{ maximal}}}$$

### CARACTERISTIQUE DE TRANSFERT

La caractéristique de transfert  
 (directe) est la courbe  $V_O$  ( $V_I$ )  
 représentée par la figure 7. Les  
 valeurs de référence sont :

$V_{OL \text{ maximal}}$  = valeur maxi-  
 male du niveau logique 0.

$V_{OH \text{ maximal}}$  = valeur minimale  
 du niveau logique 1.

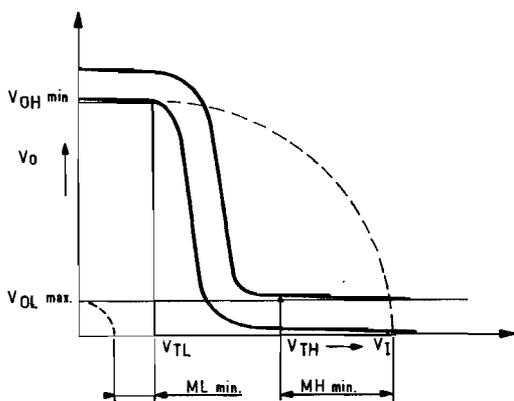


FIG. 7

d'entrée à l'état logique 0. En  
 effet, I indique un courant, I en  
 indice indique qu'il s'agit d'une  
 entrée et L symbolise l'état logique  
 bas (ou 0).

Autre exemple :  $V_{OH}$  représente  
 une tension (lettre V) de sortie (in-  
 dice O) à l'état logique 1 (indice H).

Troisième exemple :  $T_{DLH}$   
 représente un délai (c'est-à-dire  
 un temps de retard) sortie-entrée  
 d'un signal au cours du passage  
 de l'état 0 (indice L) à l'état 1  
 (indice H) pour la sortie.

Les intersections avec l'aire de  
 dispersion des courbes de transfert  
 définissent deux valeurs fondamen-  
 tales :  $V_{IL}$  ou tension de seuil à  
 l'état L et  $V_{IH}$  ou tension de seuil  
 à l'état H.

Ces valeurs représentant les va-  
 leurs maxima permises dans les  
 deux états.

Les couples de valeur  $V_{OL}$  maxi-  
 mal,  $V_{IL}$  minimal) et ( $V_{OH}$  mini-  
 mal,  $V_{IH}$  maximal) définissent deux  
 paramètres importants :

$$M_L \text{ minimal} = V_{IL} \text{ minimal} -$$

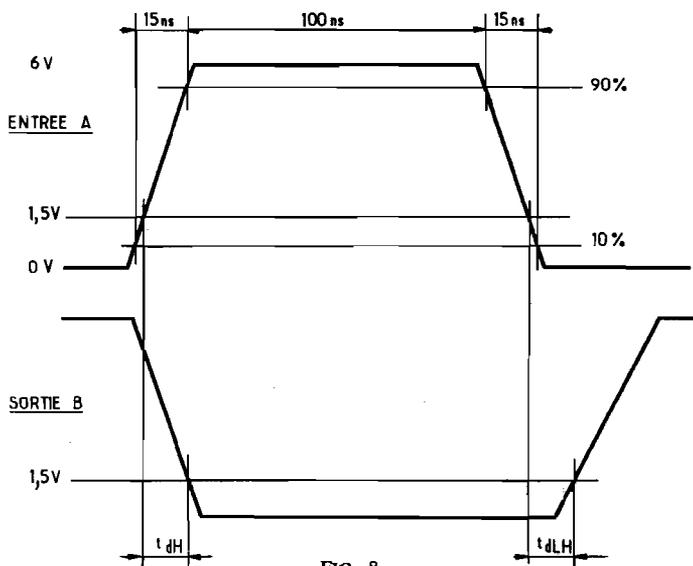


FIG. 8

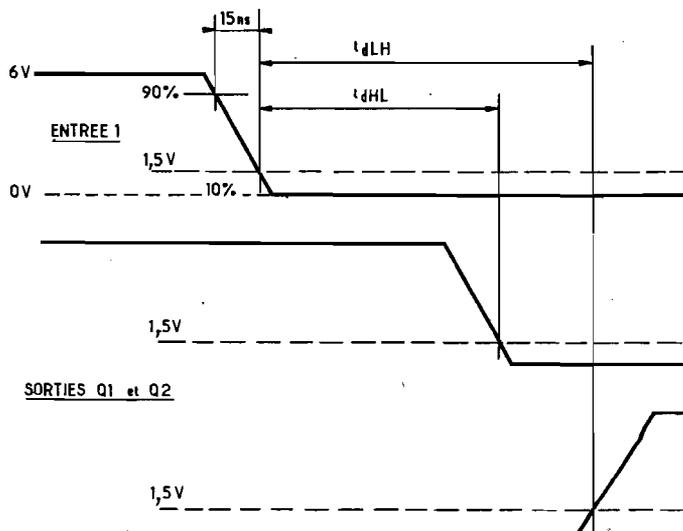


FIG. 9

$V_{OL \text{ maximal}}$  qui est l'immunité  
 statique garantie à l'état L.

$M_H \text{ minimal} = V_{OH \text{ minimal}} -$   
 $V_{IH \text{ maximal}}$  qui est l'immunité  
 statique garantie à l'état H.

### TEMPS DE COMMUTATION

Les temps de commutation  
 mesurés sont :

— Le délai à la saturation :  
 $t_{dHL}$ .

de propagation  $t_{DP}$  par la relation :

$$t_{dp} = \frac{t_{dHL} + t_{dLH}}{2}$$

Pour les portes, le circuit de  
 mesure est indiqué figure 10.

La valeur de  $R_1$  simule une  
 sortance donnée :

Pour FO = 1 :  $R_1 = 3,6 \text{ K}$ .

Pour FO = 6 :  $R_1 = 0,6 \text{ K}$ .

Tandis que C simule la capacité  
 totale en sortie, (capacité équiva-

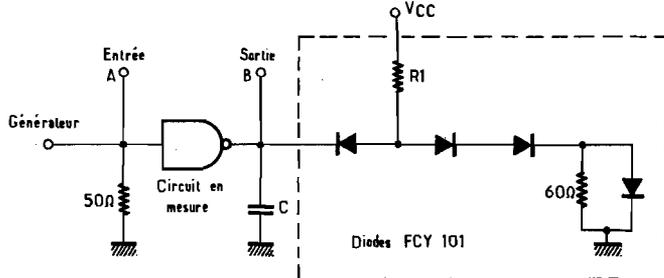


FIG. 10

— Le délai au blocage  $t_{dLH}$ .  
 Pour les portes comme pour  
 les bascules (voir Fig. 8 et 9) et  
 dans des conditions de charge dé-  
 terminées.

Dans les deux cas, le signal de  
 commande est fourni par un géné-  
 rateur et ses caractéristiques sont :

$$t_r = t_f = 15 \text{ ns}$$

$$\text{durée} = 100 \text{ ns}$$

$$\text{amplitude} = 0 \text{ à } +6,0 \text{ V}$$

A partir de ces temps élémen-  
 taires, on définit un délai moyen

valente des entrées, capacité de  
 câblage et capacité de la sonde de  
 mesure).

Les diodes utilisées doivent  
 avoir des caractéristiques sem-  
 blables aux diodes FCY101 (par  
 exemple BAX13).

Pour les bascules, le circuit de  
 mesure est indiqué figure 11.

Les couples de valeurs  $R_1$ ,  
 $C_1$  et  $R_2$ ,  $C_2$  peuvent simuler des  
 charges différentes, par exemple :  
 FO = 1 et FO = 6.

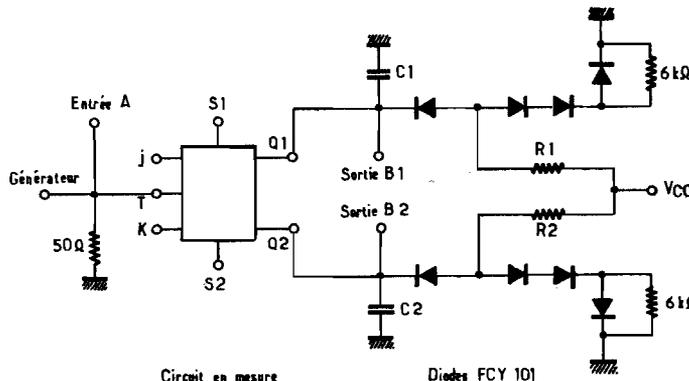


FIG. 11