

Réalisation d'un tableau pédagogique PORTES LOGIQUES

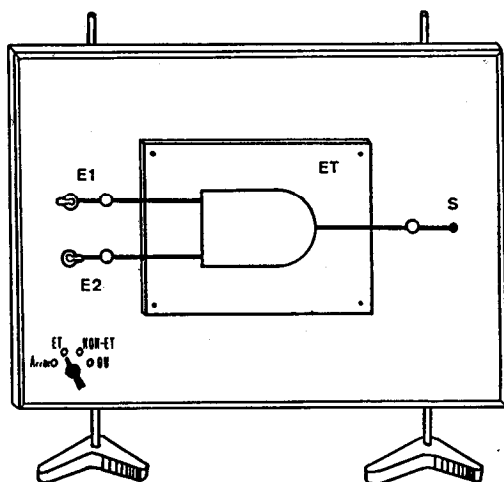
par Jacques PHILIPPE

Lycée Joseph Loth, 56300 Pontivy

Le montage suivant propose de réaliser, pour les élèves de classe de 5ème, un tableau pédagogique de grande taille concernant les trois portes logiques étudiées en cours de Sciences Physiques, ET, NON-ET et OU

1. LE MONTAGE

Il est réalisé sur un panneau de NOVOLAM (aggloméré stratifié blanc sur ses 2 faces) de 8 mm d'épaisseur dont les dimensions sont 45cm sur 68cm. Ce panneau est bordé d'un profilé en aluminium en L de 10 mm $\times$ 10 mm collé (colle «contact»).



Prévu pour être disposé en position verticale, il est muni sur sa face arrière de 4 clips Nicol de 12 mm, en PVC, qui serviront à le maintenir sur deux supports de laboratoire standards.

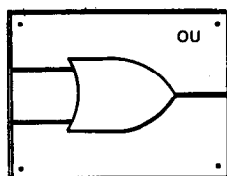
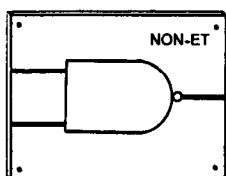
Sur la face avant du tableau, on trouve un commutateur à 4 positions qui permet de sélectionner la fonction étudiée ou l'arrêt du dispositif.

Deux interrupteurs permettent de porter l'une ou l'autre des entrées de la porte étudiée, E1 ou E2, à 0 ou à 5V : dans ce dernier cas, une LED rouge s'éclaire.

Une LED verte signale également l'état 0 ou 1 de la sortie S selon qu'elle est allumée ou éteinte.

La source d'énergie est extérieure : une alimentation continue quelconque branchée sur l'entrée U.

Chaque symbole de porte (ET, NON-ET et OU) est dessiné au stylo feutre noir sur une plaque de polystyrène choc de 3 mm d'épaisseur et de 30 cm sur 22 cm environ. Ces plaques sont interchangeables, selon la fonction envisagée, et sont équipées de 4 fiches de 4 mm qui s'enfoncent dans 4 douilles fixées dans le NOVOLAM du panneau.



ASPECT DES PLAQUES DE FONCTIONS LOGIQUES

2. RAPPEL DES FONCTIONS LOGIQUES

Voici rappelées ci-dessous les tables de vérité des trois fonctions logiques envisagées :

FONCTION ET

E1	E2	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

FONCTION NON-ET

E1	E2	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

FONCTION OU

E1	E2	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

3. LE CIRCUIT ÉLECTRONIQUE

3.1. Son principe

Comme on peut le constater sur le schéma ci-dessous, le circuit proposé utilise 5 portes NAND (ou NON-ET) connectées de façon à simuler les trois fonctions qui nous intéressent.

Deux circuits intégrés SN 7400 ou similaires (4011, 74LS00) seront nécessaires.

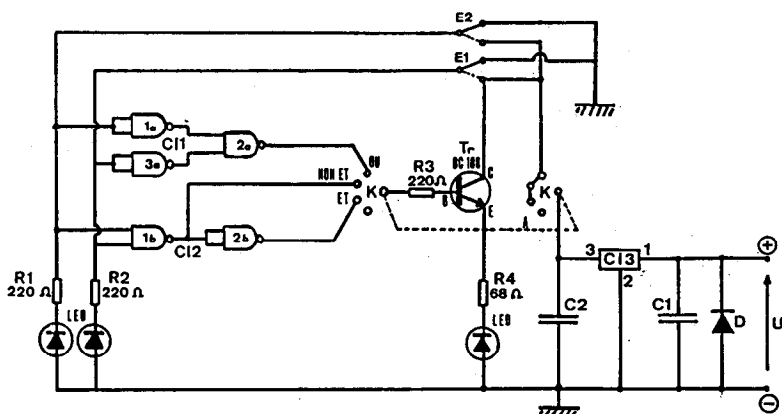
La fonction NON-ET utilise directement la porte NAND 1b.

La fonction ET est obtenue par les deux portes NAND 1b et 2b placées en série, la seconde 2b fonctionnant en inverseur (si ses deux entrées, reliées entre elles, sont dans un état donné, sa sortie est dans l'état inverse).

L'état de sortie de 2b est donc inversé par rapport à celui de 1b, et l'ensemble est équivalent à une porte ET qui est l'inverse de celle d'une porte NAND.

La fonction OU nécessite 3 portes NAND : 1a, 2a et 3a, les deux premières travaillant en inverseurs. Ainsi, la troisième porte rend-elle bien un état de sortie identique à celui d'une porte OU qui est au niveau 0 si et seulement si les 2 niveaux d'entrée sont à 0 et donc portés à 1 sur les entrées de 3a (après inversion par 1a et 2a).

Le schéma de principe du simulateur de fonctions logiques est représenté ci-dessous :



Les deux commutateurs-inverseurs sur E1 et E2 permettent de porter les entrées des portes 1a, 3a ou 1b à des tensions nulle ou positive, égale à 5V et régulée par le régulateur LM 7805 (tension utilisée également pour l'alimentation des CI).

Selon la fonction étudiée, la sortie des portes 2a, 1b ou 2b est reliée à la base d'un transistor BC 107 (ou similaire), grâce au commutateur à 4 positions (2 circuits sur 3 étant utilisés), au travers d'une résistance de 220 Ω . Si la sortie de la porte NAND considérée est à un niveau haut, le potentiel de la base rend le transistor passant et la LED verte, protégée par la résistance de 68 Ω s'allume.

3.2 Sa réalisation

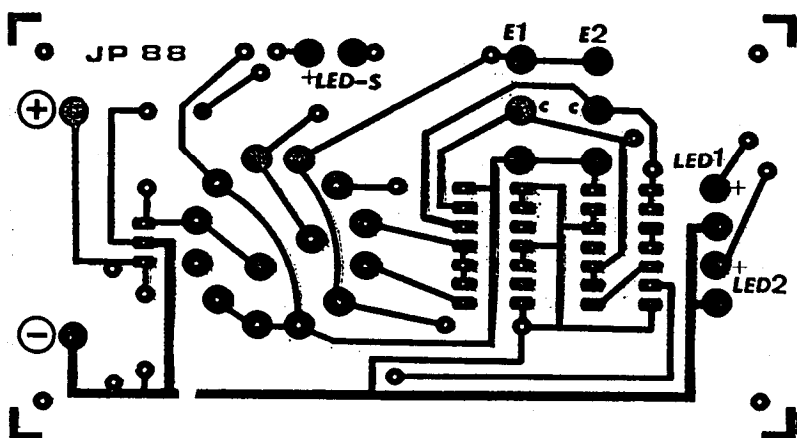
L'ensemble du montage est réuni sur un circuit imprimé. Le commutateur de fonctions y est lui-même soudé.

Ce commutateur est d'autre part fixé sur le panneau de NOVOLAM et maintient tout le dispositif.

Il sera préférable toutefois, pour plus de solidité, de fixer le circuit imprimé au dos du panneau par l'intermédiaire de 4 vis à bois de 3x25 et de 4 entretoises.

Les LED seront fixées avec un peu d'araldite dans des trous de 5 mm.

Voici le schéma, en vraie grandeur, du circuit imprimé, vu côté cuivre :



Liste des composants utilisés

$R1 = R2 = R3 = 220 \Omega$ $R4 = 68 \Omega$

$C1 = C2 = 100 \text{ nF}$ $CI1 = CI2 = 7400$ $Tr = BC 107$

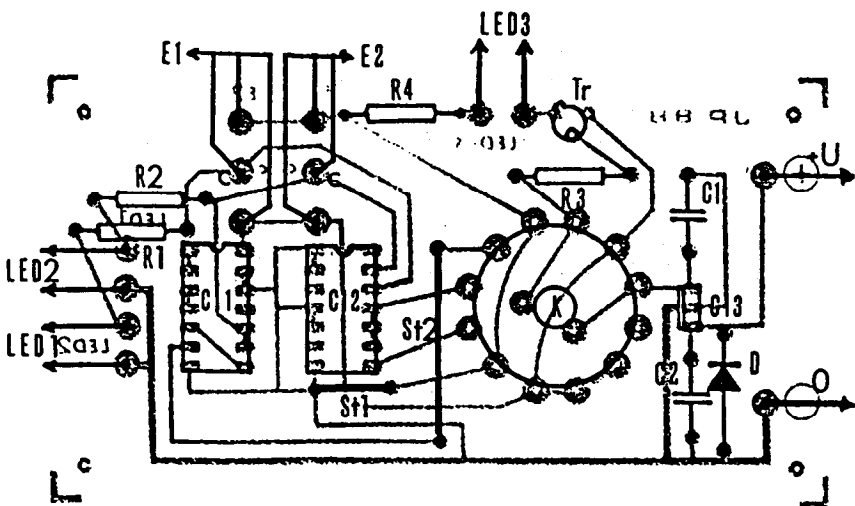
$CI3 = \text{Régulateur } 7805$ $LED1 = LED2 = \text{LED rouge}$

$LED3 = \text{LED verte}$ $D = 1N 4007$

$E1 = E2 = \text{inverseur simple miniature}$

$K = \text{commutateur } 3 \text{ circuits } 4 \text{ positions pour } CI + \text{ bouton flèche}$

L'implantation des divers composants employés figure ci-dessous :



On remarquera la présence de 2 straps St1 et St2 qu'il est conseillé de souder en premier en même temps que les supports de circuits intégrés à 14 pattes.

Le reste des implantations ne pose pas de problème sauf pour le commutateur K qui sera soudé en dernier et dont il faut couper à ras l'une des pattes centrales (numérotée c) qui n'est pas utilisée.

Il faudra aussi positionner sur K la rondelle de blocage (sous l'écrou de fixation) dans le logement n° 4 du commutateur pour limiter la rotation de l'axe à 4 positions. Par ailleurs sa partie filetée n'ayant que 8 mm de

long, il faut faire un avant trou formant une cuvette de diamètre suffisant dans le NOVOLAM pour permettre la fixation de K.

Les deux inverseurs E1 et E2 de même que les trois LED et les deux bornes de branchement de la source de courant extérieure sont réunis au circuit imprimé par les fils doubles ou en nappe qui seront collés au panneau pour assurer leur maintien.

Pour protéger le circuit imprimé à l'arrière du panneau, il est conseillé de le couvrir d'un boîtier quelconque : un tableau d'électricien de petite taille (10 cm $\times$ 15 cm) convient très bien. Il est maintenu vissé à deux petits tasseaux collés au panneau contre les parois latérales intérieures du tableau.

3.3. Fonctionnement

Il ne nécessite aucun réglage. Une tension continue à l'entrée du système d'au moins 5V suffit (pile 9V ou de préférence une alimentation sur secteur 220V car les LED consomment un courant non négligeable).

Pour améliorer la visibilité de loin, on peut utiliser des LED haute luminescence et les munir de petits réflecteurs métallisés mais dont l'effet est assez directif. On peut aussi essayer de les remplacer par des lampes à incandescence (le schéma est alors à revoir au niveau des résistances et du transistor).