

TP n° 05

Premier contact avec les portes logiques

I Introduction

Dans ce TP nous allons étudier des circuits s'appuyant sur des portes logiques, en logique combinatoire et en logique séquentielle. Nous utiliserons des circuits intégrés CD4011 (technologie CMOS) qui offrent 4 portes NAND. Une photo d'un tel circuit intégré est donnée sur la figure 1, et le brochage correspondant sur la figure 2 (Rappel : vu de dessus avec le détrompeur en haut la patte en haut à gauche est la patte 1, et la patte en bas à droite est la patte 8).

Attention un tel composant est un circuit actif qu'il faudra alimenter. On utilisera pour cela les alimentations symétriques $\pm 15\text{ V}$ (mais on peut utiliser n'importe quelle tension entre 5 V et 18 V). La patte 7 doit être reliée à la masse de l'alimentation et la patte 14 à la sortie $+15\text{ V}$. Il faut, comme pour les ALI toujours alimenter le circuit avant d'envoyer des signaux sur les différentes entrées sous peine de détruire le circuit intégré.

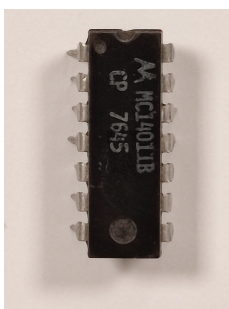


FIGURE 1 – Circuit intégré 4011

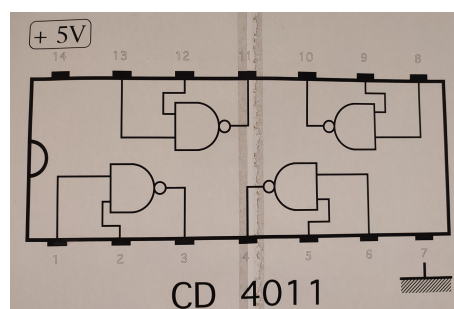


FIGURE 2 – Brochage du 4011

Les montages seront réalisés sur les plaques Labdec à trous que vous connaissez. Vous trouverez sur la figure 3 un exemple de positionnement possible pour le circuit intégré (à cheval au dessus d'une ligne verticale C bleue de la plaque Labdec).

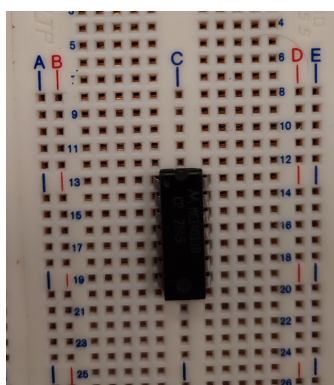


FIGURE 3 – Positionnement du 4011 sur une plaque Labdec

I.1 Caractéristique d'une porte NOT

- Comment réaliser une porte NOT avec une porte NAND ? On notera V_E le potentiel d'entrée et V_S le potentiel de sortie.
- Générer avec un GBF un signal de valeur moyenne 7,5 V, et oscillant sinusoïdalement autour de cette valeur moyenne avec une amplitude de 7,5 V (autrement dit le signal varie entre 0 et 15 V).
- Faire afficher la caractéristique V_S en fonction de V_E de votre porte NOT à l'oscilloscope. Comment avez-vous choisi la fréquence (qui n'est pas spécifiée dans ce protocole) ?
- Décrire le comportement logique de votre porte NOT en français.

II Additionneur

II.1 Préliminaire

- Réaliser le montage de la figure 4 à deux entrées et une sortie.

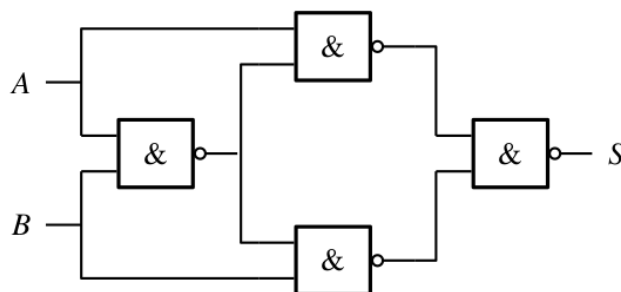


FIGURE 4 – Une porte à déterminer

- Dresser expérimentalement la table de vérité associée et déterminer la porte ainsi réalisée.

II.2 Additionneur

On souhaite réaliser un additionneur qui prend en entrée deux bits E_1 et E_2 , et qui calcule la somme S de ces deux bits ainsi qu'une éventuelle retenue C (comme Carry). La table de vérité est alors la suivante :

A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

- En utilisant le montage précédent ainsi qu'une autre porte logique (à réaliser sur la même plaquette avec un autre CD4011 qu'il faudra aussi penser à alimenter), réaliser cet additionneur.

On observera les niveaux de sorties avec des LEDs : on relie les sorties à la masse par l'intermédiaire d'une résistance $R_p = 470 \Omega$ en série avec une LED dont la cathode K est la borne reliée à la masse. Ainsi quand le niveau de sortie d'une sortie est le niveau bas la LED est éteinte. Quand le niveau de sortie est au niveau haut, la LED est allumée. L'illustration de la figure 5 montre comment déterminer la cathode de la LED.

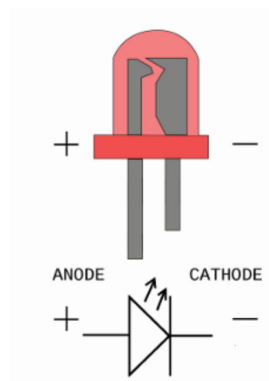


FIGURE 5 – Les deux pôles d'une LED

III Le montage astable

III.1 Estimation du temps de commutation

- Réaliser le circuit de la figure 6. On verra en cours qu'il oscille nécessairement tout seul. Il n'y a donc pas de GBF dans ce montage !
- Mesurer la fréquence d'oscillation et en déduire l'ordre de grandeur du temps de commutation.
- Comparer avec les valeurs données dans la feuille de caractéristique (datasheet) qui se trouve sur le site du lycée.
- Pourquoi cet oscillateur n'est-il pas très satisfaisant ?

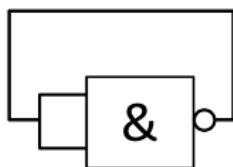


FIGURE 6 – Un oscillateur à une porte

III.2 Astable à deux portes

- Réaliser le montage de la figure 7 avec $R = 100\text{ k}\Omega$, $R' = 1\text{ M}\Omega$ et $C = 10\text{ nF}$.

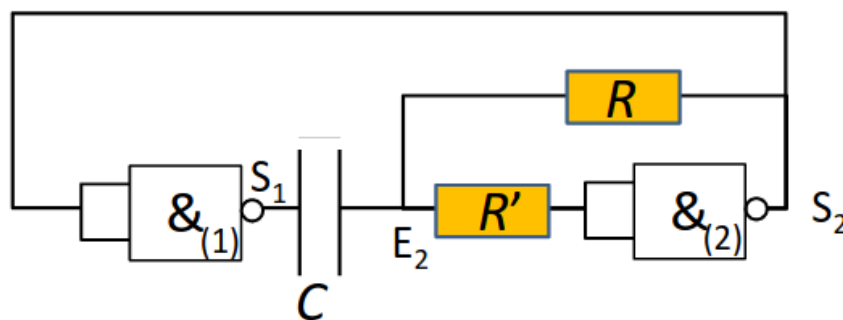


FIGURE 7 – Un oscillateur à deux portes

- Observer les potentiels en E_2 et S_2 et déterminer la période T_{exp} de ces signaux.
- Interpréter les parties courbes de E_2 .
- Interpréter les discontinuités de E_2 .

- L'étude théorique permet d'établir

$$T = 2RC \ln 3$$

- On veut vérifier si notre mesure est compatible avec cette relation. Mesurer au multimètre les valeurs de R et C . À partir de la documentation déterminer la précision, puis les incertitudes types associées. Par la formule de propagation en déduire l'incertitude sur T . On suppose l'incertitude sur T_{exp} faite par mesure automatique de l'oscilloscope négligeable devant celle sur T . Les deux valeurs sont-elles compatibles ?
- Observer et décrire plus finement les sauts de potentiel de S_2 . Estimer les temps de descente et de remontée. Commentaires ?