TD 6 - Additionneur, Bascules, compteurs

1. Réalisation d'un incrémenteur 4 bits

Le circuit de la figure 2 est appelé *demi-additionneur* ; il est constitué d'une porte XOR et d'une porte ET. Le temps de propagation d'une porte ET est tp_{ET} et celui d'une porte XOR est tp_{XOR}.
On veut réaliser un incrémenteur 4 bits (figure 2). Les nombres X ($e_3e_2e_1e_0$) et Y ($s_3s_2s_1s_0$) sont des entiers naturels sur 4 bits. Les sorties sont définies de la façon suivante :

- Lorsque inc = 0, on a Y=X ; lorsque inc= 1, on a Y=X+1.
- deb = 1 lorsque l'incrémentation fournit un résultat incorrect (inc=1 et X=15).

1. Donner un schéma de réalisation de l'incrémenteur 4 bits avec des demi-additionneurs.
2. Donner le temps de retard entre les entrées et la sortie S_3 d'une part, entre les entrées et deb d'autre part, lorsque inc=1 en fonction de tp_{ET} et de tp_{XOR}.

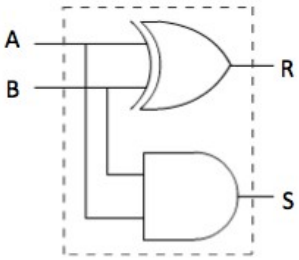

Figure 1 : demi-additionneur

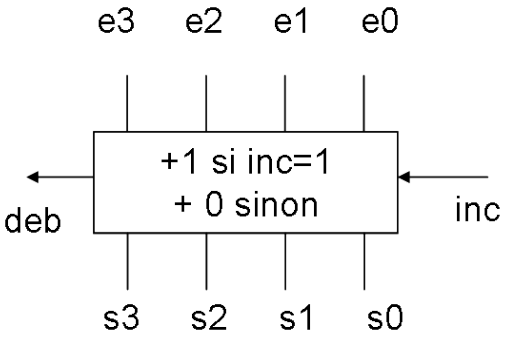

Figure 2 : incrémenteur

2. Réalisation d'un additionneur 4 bits

On cherche à réaliser un additionneur complet 4 bits. Pour procéder, nous allons d'abord regarder l'additionneur 1 bit. L'additionneur 1 bit prend en entrée 3 variables : les deux bits x0, y0 à additionner ainsi qu'une retenue C éventuelle. En sortie, on récupère le résultat S ainsi que la retenue R issue du calcul.

1. Calculter la table de vérité de l'additionneur 1 bit complet.

L'additionneur 4 bits sera composé de 4 additionneurs 1 bit complet.

2. Réaliser l'additionneur 4 bits complet à l'aide des additionneurs 1 bit.

1. Bascules

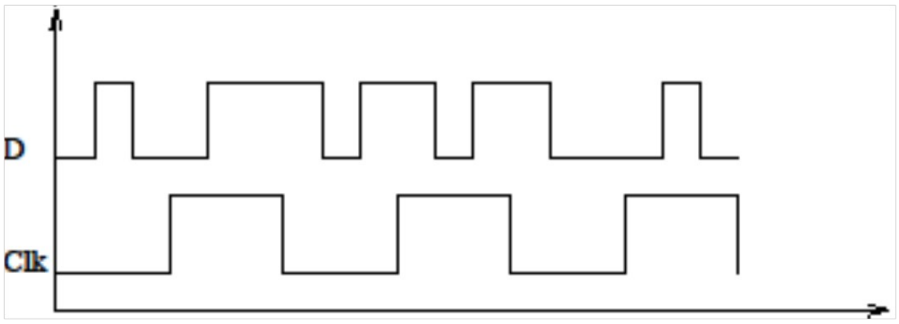

Figure 3 : Chronogramme

En négligeant les temps de retard entre entrée et sortie, donner les signaux Q pour les entrées de la Figure 3 dans le cas de la bascule D (opaque). On rappelle que la bascule D change d'état sur un front montant de l'horloge.

2. Verrou D et réalisation d'une bascule D

1. En utilisant le schéma de la bascule RS (fig. 4), donner le comportement attendu de Q en fonction des valeurs de R et S.
2. Analyser le comportement verrou D (fig. 5) en utilisant le résultat précédent
3. Une bascule D peut se réaliser à l'aide de deux verrous D en branchant la sortie du premier verrou sur l'entrée du second. Réaliser cette bascule.

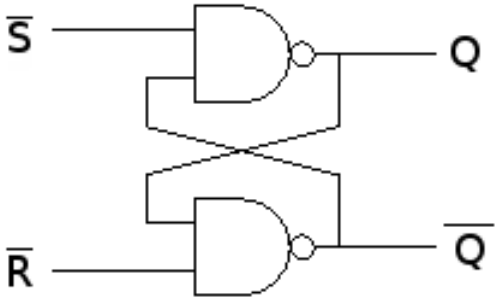

Figure 4

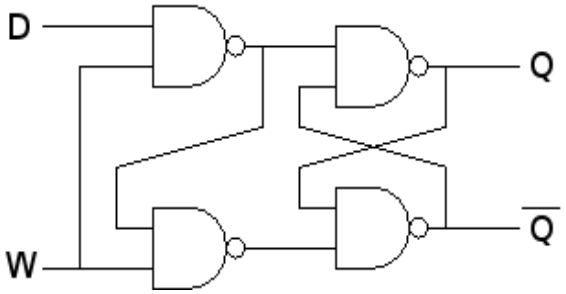

Figure 5

3. Compteurs

Tous les compteurs seront réalisés avec des bascules D sensible à la transition montante de l'horloge.

a. Réaliser un compteur par 8 avec des bascules D
b. Réaliser un compteur-décompteur par 8, selon une entrée $Up/D\acute{o}wn$, qui est à 1 en mode compteur et 0 en mode décompteur.