

TD4 : Logique structurée et logique en tranches

1. Utilisation de PLA

Donner les tables de vérité de l'additionneur 1 bit (entrées a, b et re, sorties s et rs) et du comparateur 1 bit de la Figure 1. Donner l'implantation de ces deux opérateurs sous forme de PLA

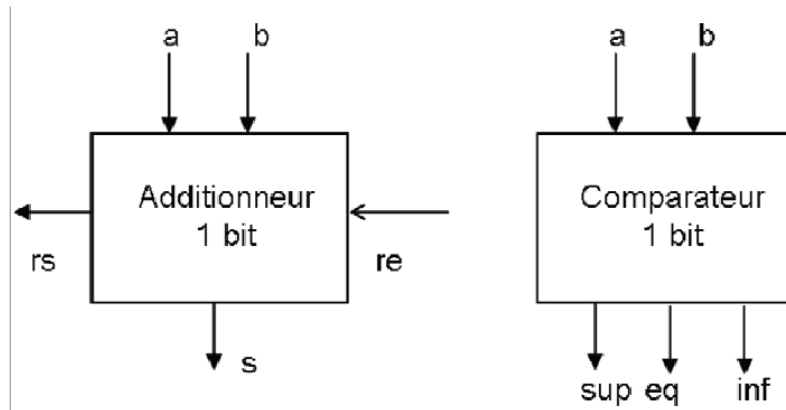


Figure 1 : Additionneur et comparateur 1 bit.

2. Comparateurs

Ce type de circuit (Figure 2) compare des entiers naturels codés suivant le code usuel (base 2), sur n bits.

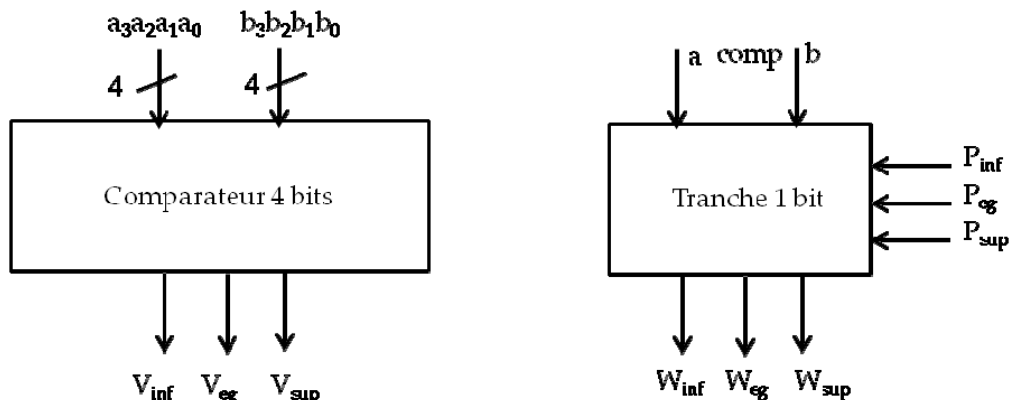


Figure 2 : Comparateur

1. Décomposer la fonction logique $a_{n-1}...a_1a_0 < b_{n-1}...b_1b_0$ en partant des bits de poids fort.
2. En déduire l'organisation d'un comparateur 4 bits basé sur des tranches de comparateur 1 bit.
3. Donner les tables de vérité et le schéma en portes NAND de la tranche 1 bit de comparateur.
4. Comment faut-il modifier le comparateur 4 bits pour le transformer en tranche de 4 bits de comparateur ?

5. Donner le temps de retard exprimé en nombre de temps de propagation de portes NAND, noté t_p , pour le comparateur 4 bits réalisé avec 4 tranches de 1 bit. Même question pour un comparateur 8 bits et pour un comparateur 16 bits.

3. Additionneur BCD

En notation BCD (décimal codé binaire, chaque chiffre décimal est représenté sur un quartet ; par exemple 17 est représenté par 00010111

On veut réaliser un additionneur modulo 10 pour additionner deux chiffres BCD : pour deux chiffres BCD $A=A_3A_2A_1A_0$ et $B=B_3B_2B_1B_0$, la sortie de ce circuit est $S=S_3S_2S_1S_0$ et sa retenue de sortie est r_b , avec $S = A+B$ modulo 10 et $r_b=1$ si $A+B \geq 10$.

L'addition modulo 10 de deux nombres $A=A_3A_2A_1A_0$ et $B=B_3B_2B_1B_0$ peut être réalisée en deux étapes :

- Ajouter A et B (addition binaire).
- Si le résultat est supérieur ou égal à 10_{10} ajouter 6 (il y a alors retenue pour l'étage suivant), sinon ajouter 0. Ne pas tenir compte du débordement du 2ème étage d'additionneur.

On dispose d'additionneurs binaires 4 bits dont les entrées sont $X=X_3X_2X_1X_0$ et $Y=Y_3Y_2Y_1Y_0$ et la retenue d'entrée r_e . Les sorties sont $Z_3Z_2Z_1Z_0$ et la retenue de sortie r_s

1. On injecte A et B dans l'additionneur 4 bits. Quelles sont les valeurs possibles de A+B (valeur décimale); quelles sont les valeurs de Z et r_s correspondantes ; quelles doivent être les valeurs de S et r_b ?
2. Donner le schéma logique de l'additionneur BCD réalisé à partir d'additionneurs binaires 4 bits et de portes NAND.

4. Réalisation d'un incrémenteur 4 bits (optionnel)

Soit le circuit Figure 3 appelé demi-additionneur, constitué d'une porte XOR et d'une porte ET. On veut réaliser un incrémenteur 4 bits (Figure 4). Les nombres X ($e_3e_2e_1e_0$) et Y ($s_3s_2s_1s_0$) sont des entiers non signés, compris entre 0 et 15.

Lorsque $inc = 0$, on a $Y=X$.

Lorsque $inc = 1$, on a $Y=X+1$.

$deb = 1$ lorsqu'il y a débordement, c'est-à-dire $inc=1$ et $X=15$.

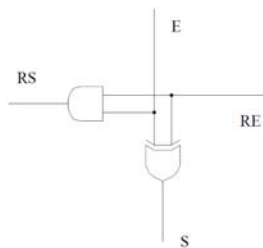


Figure 3 : demi-additionneur

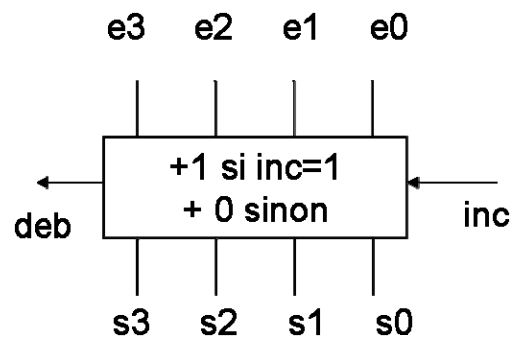


Figure 4 : Incrémenteur 4 bits

- Donner un schéma simple de réalisation de l'incrémenteur 4 bits avec des demi-additionneurs

Le temps de propagation d'une porte ET est $t_{p_{ET}}$ et celui d'une porte XOR est $t_{p_{XOR}}$.

- 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 $t_{p_{ET}}$ et de $t_{p_{XOR}}$.