

ARCHITECTURE DES ORDINATEURS

TD : 06

FONCTIONS ET CIRCUITS COMBINATOIRES

Rappels

- Les fonctions logiques élémentaires qu'il est possible de mettre en œuvre sur silicium sont les portes NOR et NAND.
- Ces portes sont réalisées à base de mises en série-parallèle de transistors bipolaires ou C-MOS.
- Il est possible d'étendre ce principe à plus de deux entrées. Il sera donc bien moins coûteux, en termes de niveaux de portes, d'utiliser directement une NAND à 4 entrées que de cascader des portes à deux entrées pour obtenir le même résultat.

Exercice 1 : Simplification et traçage (1)

Question 1

Comment réaliser un inverseur au moyen d'une porte NAND à deux entrées? Comment le faire avec une porte NOR à deux entrées?

Question 2

Exprimez la fonction f suivante, d'abord sous forme de portes NAND seulement, puis sous forme de portes NOR seulement :

$$f = (x \oplus y) + (x\bar{z}) .$$

Question 3

Tracez le circuit correspondant.

Question 4

Quel est le délai de propagation de ce circuit?

Question 5

Mêmes questions 2, 3, et 4 pour la fonction f suivante :

$$f = xyz + y(z + \bar{x}) .$$

Exercice 2 : Compteur de population

Question 1

Décrivez les fonctions logiques permettant de réaliser un compteur de population à 3 bits. Il s'agit donc d'une valeur sur deux bits p_1p_0 , codant un nombre valant de 0 à 3, qui est le nombre de bits à un parmi les 3 entrées.

Question 2

Donnez la fonction logique d'un additionneur à deux bits et un bit de retenue d'entrée, respectivement appelés x , y et c_{in} , et deux bits de sortie s et c_{out} . Que remarquez-vous ? Pourquoi ?

Question 3

En vous appuyant sur le circuit vu aux questions précédentes (qui peut donc être considéré à la fois comme un compteur de population sur 3 bits et comme un additionneur sur 1 bit chaînable), réalisez un compteur de population à 7 bits.

Pour aller plus loin...

Exercice 3 : Table de Karnaugh

La méthodologie des tables de Karnaugh permet de factoriser facilement les expressions.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Table_de_Karnaugh

Au moyen des tables de Karnaugh, simplifiez la fonction f suivante :

x	y	z	f
1	1	0	1
1	0	1	1
0	0	0	1
1	1	1	1

Étudiez le cas où l'on agglomère les 1, puis celui où l'on agglomère les 0.

Exercice 4 : Comparateur de mots binaires

Question 1

Écrivez la fonction comparateur entre deux bits a et b , qui renvoie 1 si $a \geq b$.

Question 2

Établissez la table de Karnaugh de la fonction comparateur entre deux nombres à deux bits a_1a_0 et b_1b_0 , qui renvoie 1 si $a \geq b$. Simplifiez cette fonction.