
CIRCUITS COMBINATOIRES

Cette série d'exercices est dédiée à l'étude et au dimensionnement de circuits combinatoires.

Compétences à acquérir :

- Être capable d'appliquer les notions, théoriques et pratiques, permettant l'étude et le dimensionnement de circuits combinatoires.
- Être capable d'utiliser les systèmes de numération étudiés (décimales, binaires, hexadécimales, BCD) et les notions de l'algèbre de Boole dans le cadre de l'étude et le dimensionnement de circuits combinatoires.

Exercice CC1. Comparateur binaire 1 bit

1. À partir de la table de vérité d'un comparateur binaire d'un bit, obtenir les équations logiques des sorties en fonction des entrées.
2. Dessiner le circuit électronique du comparateur.

Exercice CC2. Codeur de données

1. À partir de la table de vérité, obtenir les équations logiques et dessiner ensuite le circuit électronique d'un codeur décimal-binaire à 8 entrées.
2. Obtenir les équations logiques et dessiner ensuite le circuit électronique d'un codeur de priorité décimal-binaire à 4 entrées, avec une entrée d'habilitation « H » et une sortie groupe sélectionné « GS ».

Exercice CC3. Décodeur de données

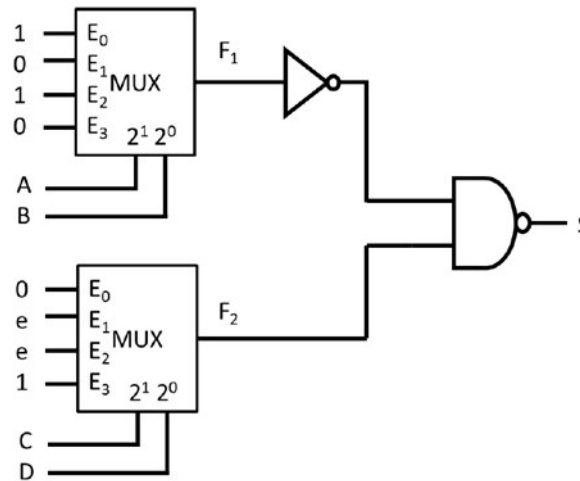
Concevoir un décodeur à 2 entrées en code binaire avec une entrée d'habilitation « H ».

Exercice CC4. Circuit interne du multiplexeur

Obtenir le circuit logique d'un multiplexeur avec 2 variables de sélection.

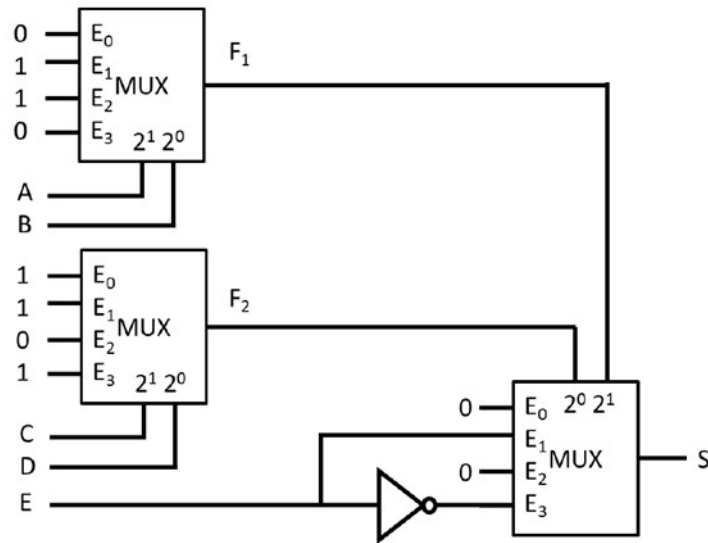
Exercice CC5. Étude de circuits à base de multiplexeurs

5.1. Premier cas d'étude



1. Calculer les fonctions F_1 et F_2 .
2. Donner l'équation de S .
3. Simplifier S .
4. Réaliser le câblage de S en utilisant des portes NAND.

5.2. Deuxième cas d'étude



1. Calculer les fonctions F_1 et F_2 .
2. Donner l'équation de S .
3. Simplifier S .
4. Réaliser le câblage de S en utilisant des portes NAND.

Exercice CC6. Câblage d'une fonction avec un multiplexeur

1. Réaliser la fonction « Inverseur » à l'aide d'un multiplexeur à 2 entrées d'adresses.
2. Soit la fonction $F = AB + AC + BD$
 - a. Câbler F avec un multiplexeur à trois variables d'adresses. Nous prendrons comme poids des variables $DCBA$: $D =$ poids fort 2^3 et $A =$ poids faible soit 2^0 .
 - b. Câbler F avec un multiplexeur à deux variables d'adresses, en utilisant le même poids pour les variables que précédemment.

Exercice CC7. Câblage de circuits avec des portes NAND

Dessiner le circuit d'un demi-additionneur uniquement avec des portes NAND.

Exercice CC8. Machine à café & thé

Une société de vente de machines de boissons chaudes désire concevoir un appareil, simple à utiliser, destiné aux restaurants libre-service (stations de service des autoroutes, cantines...). Cette machine sert uniquement des cafés expresso et des thés au citron.

Afin de simplifier davantage le fonctionnement, l'utilisateur doit insérer des jetons qui sont achetés au préalable à la caisse du restaurant.

Deux boutons poussoirs de sélection sont disponibles pour choisir la boisson : 1 bouton pour le café « C », et 1 bouton pour le thé « T ».

La machine dispose déjà de gobelets en carton recyclé pour y servir les boissons.

Le fonctionnement de la machine est le suivant :

- Pour pouvoir commander la boisson, il faut insérer d'abord le jeton. Un capteur nommé « J » détecte la présence du jeton. Si l'utilisateur n'insère pas le jeton, la machine ne sert pas de boisson, même si l'utilisateur appuie sur les boutons de sélection. Tant que le jeton n'a pas été inséré, une LED rouge reste allumée. Une fois le jeton inséré, la LED rouge s'éteint.
- Afin de sélectionner la boisson, l'utilisateur appuie sur le bouton concerné (C ou T). À ce moment, la machine sert la boisson choisie.
- Enfin, et toujours avec le jeton inséré, si l'utilisateur appuie sur les deux boutons de sélection en même temps, la machine ne sert pas de boisson. Dans cette situation, la LED rouge s'allume et un bip sonore s'active, afin de signaler l'erreur de saisie.

1. Obtenir la table de vérité exprimant le fonctionnement de la machine.
2. Obtenir les équations des sorties en fonction des entrées et les simplifier par Karnaugh.
3. Dessiner le circuit électronique numérique résultant.
4. Dessiner le circuit électronique de la LED rouge en utilisant exclusivement des portes NAND à 2 entrées. Quelle est l'avantage de ce nouveau circuit ?

Exercice CC9. Circuit de sécurité pour une presse industrielle

Une entreprise d'usinage vous a contacté pour effectuer la mise à niveau sécurité de son parc machine. Le PDG de l'entreprise vous présente votre premier chantier que si fera sur sa presse hydraulique de 400T (Figure 1).



Figure 1 : Presse hydraulique à sécuriser.

Il vous demande de remplacer la grille de sécurité par une barrière lumineuse (« BL ») car cette grille ralentit sa cadence de production. Il vous précise que le CHSCT lui impose de rajouter à 1 mètre de la presse deux boutons poussoirs (« BP1 », « BP2 ») distant de 450mm.

Ces boutons devront, une fois activés par l'opérateur, allumer un voyant Orange (« O ») afin d'informer le personnel environnant de la mise en route de la presse. Une fois les boutons activés et le voyant allumé, il sera possible de déclencher la descente de la presse par l'écrasement d'une pédale (« P »).

Le PDG vous précise que la directive machine lui impose d'arrêter la descente de la presse dès qu'une des conditions n'est pas respectée ou dès que le bouton d'arrêt d'urgence (« BAU ») est activé.

1. Obtenir la table de vérité du système à concevoir.
2. Obtenir les équations et simplifier par Karnaugh.
3. Dessiner le circuit électronique résultant.

Exercice CC10. Afficheur « dé électronique »

Dans le cadre du prochain championnat français de Backgammon, l'organisation a commandé la conception d'un afficheur permettant de montrer la valeur obtenue par les joueurs à chaque tirage. Cet afficheur « dé électronique » sera composé de 7 LEDs qui seront allumées en fonction de la valeur à afficher (Figure 2).

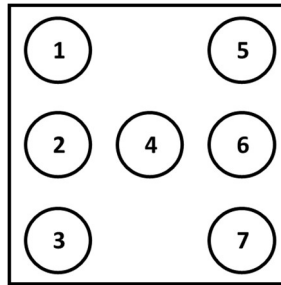


Figure 2 : Identification des LEDs du « dé électronique ».

Étant donné que le système à concevoir est électronique, les valeurs à afficher (entre 1 et 6) sont codées en binaire naturel. À titre d'exemple, la Figure 3 montre les LEDs du dé à allumer pour afficher le chiffre binaire $(011)_2$, 3 en décimal. Le code $(000)_2$ permet d'éteindre les LEDs du dé (en début de partie, par exemple).

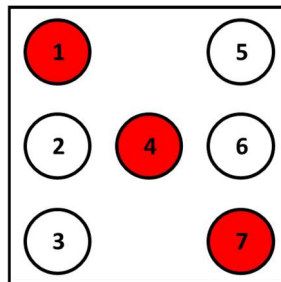


Figure 3 : LEDs à allumer pour afficher $(011)_2$.

L'objectif est donc de concevoir le circuit électronique permettant d'allumer les LEDs du dé en fonction de la valeur binaire à afficher. De ce fait, il nous est demandé de :

1. Obtenir la table de vérité exprimant le fonctionnement de l'afficheur « dé électronique ».
2. Obtenir les équations des LEDs et les simplifier par Karnaugh.
3. Dessiner le circuit électronique numérique résultant.
4. Dessiner le circuit électronique résultant en utilisant exclusivement des portes NAND à 2 entrées.

Exercice CC11. Étude d'un circuit combinatoire

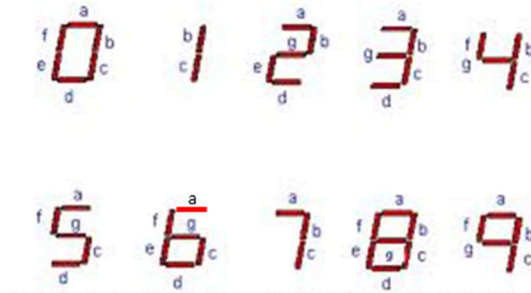
Un circuit logique comporte 4 entrées (a , b , c et d) et trois sorties (X , Y et Z). La table de vérité suivante décrit son fonctionnement :

a	b	c	d	X	Y	Z
1	0	0	1	1	0	0
X	1	0	1	0	1	1
X	1	1	X	1	0	1
1	1	0	0	0	1	0

Les « X » désignent un état indéterminé (1 ou 0).

1. En utilisant les états indéterminés qui apparaissent sur les tableaux de Karnaugh, écrire les expressions simplifiées des trois fonctions X , Y et Z .
2. Quelle relation évidente pouvait-on prévoir entre X et Y en examinant la table de vérité ?
3. Câbler les trois fonctions, en utilisant exclusivement des portes NAND à 2 entrées.

Exercice CC13. Décodeur 7 segments



1. Compléter la table de vérité correspondant aux 7 segments a, b, c, d, e, f, et g du décodeur ci-dessous.

Inputs				Outputs							
D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	Display
0	0	0	0								0
0	0	0	1								1
0	0	1	0								2
0	0	1	1								3
0	1	0	0								4
0	1	0	1								5
0	1	1	0								6
0	1	1	1								7
1	0	0	0								8
1	0	0	1								9
1	0	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	0	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X

- En utilisant Karnaugh et en tenant compte des états indéterminés, simplifier les expressions des 7 segments a, b, c, d, e, f, et g.
- Câbler le décodage du segment b.