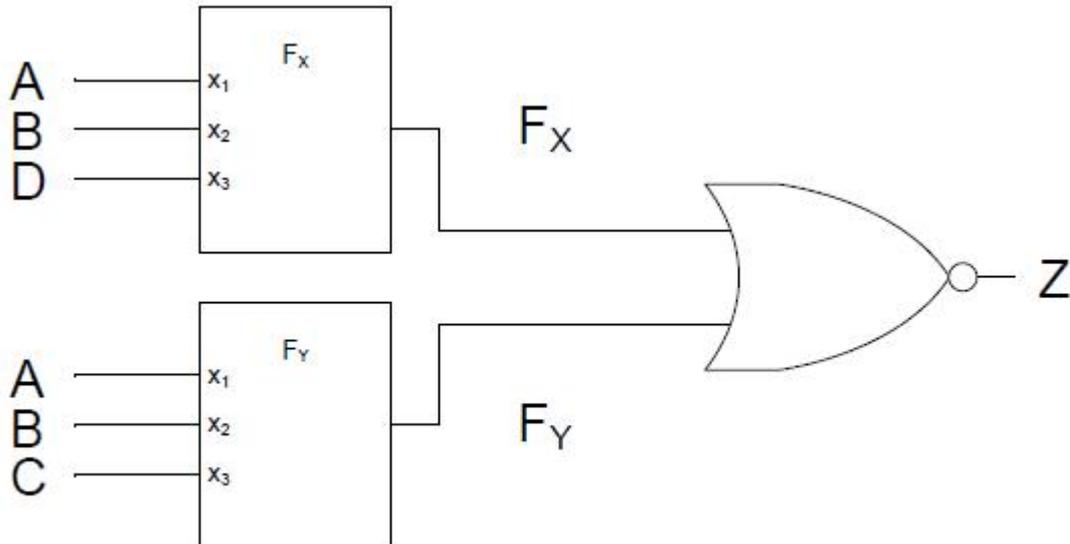


## TD N° 1.2

### Exercice 1

L'implantation d'une fonction logique **Z** relativement complexe repose sur un NOR de deux autres fonctions **F<sub>X</sub>** et **F<sub>Y</sub>** comme indiqué sur le schéma suivant :

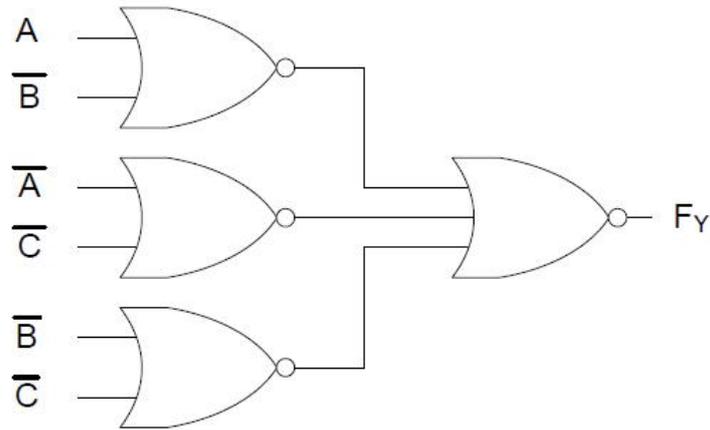


1) La fonction  $F_X$  est spécifiée par sa table de vérité :

A	B	D	$F_X$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Trouver l'expression disjonctive simplifiée de  $F_X$  au moyen de la table de Karnaugh suivante. Évaluez le coût minimal de la fonction.

2) La fonction  $F_Y$  a déjà été réalisée par un apprenti. Elle fonctionne bien mais le patron prétend que le circuit coûte trop cher pour rien. Faites l'analyse de cette fonction et proposez votre meilleur circuit en comparant les versions disjonctive et conjonctive.



- a) Faites l'analyse de la fonction
  - b) Déterminez sa forme disjonctive optimale au moyen de la table de Karnaugh suivante:
  - d) Votre patron vous demande de porter un regard critique sur la première implantation de  $F_Y$ . Qu'allez-vous lui dire ?
- 3) Sachant que finalement, seule la valeur de  $Z$  importe, proposez votre meilleur circuit pour implanter  $Z(A, B, C, D)$

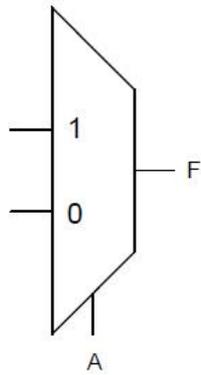
Dessinez le circuit optimisé (vous avez accès aux variables et leurs inverses).

### Exercice 2

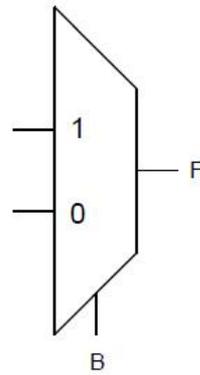
- a) Vous devez réaliser un circuit qui implante la fonction  $F$  décrite par sa table de vérité ci-dessous au moyen d'un multiplexeur et d'une porte OR à deux entrées. Essayez de réduire le circuit sur chacune des variables  $A$ ,  $B$  et  $C$  pour voir si il est possible d'implanter la fonction. Il se peut que vous ne trouviez pas de solution. Justifier votre réponse.

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

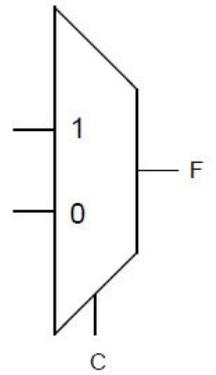
1<sup>er</sup> choix



2<sup>ème</sup> choix



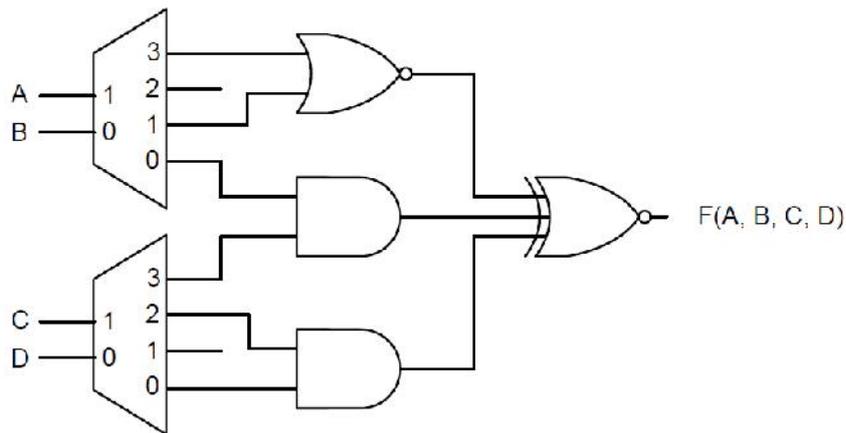
3<sup>ème</sup> choix



b) Si aucun choix ne fonctionne, proposez une solution qui utilise deux multiplexeurs et un NAND à deux entrées ? Dessinez le schéma de la solution retenue

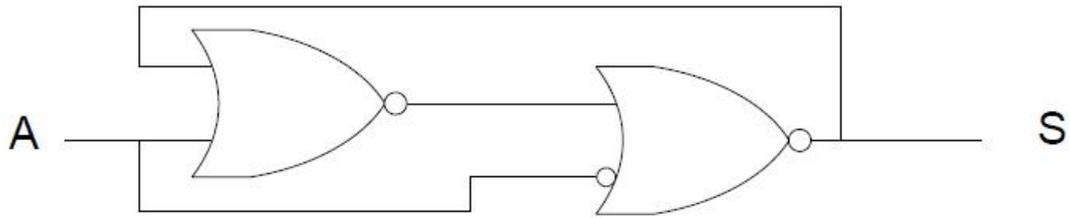
### Exercice 3

Aidez-vous des tables de Karnaugh de la page suivante pour trouver l'expression conjonctive optimisée de la fonction  $F(A, B, C, D)$  :



### Exercice 4

La fonction  $S$  n'est pas une fonction combinatoire. Mais alors, quel est son comportement en fonction de  $A$  ?



### Exercice 5

Vous devez réaliser un jeu de roche-papier-ciseau numérique. Il y a donc deux joueurs A et B qui disposent chacun d'un interrupteur à trois positions qui encode le choix sur deux bits, selon l'encodage suivant, pour chacun des joueurs ( $A_1A_0$ ) et ( $B_1B_0$ )

00	:	Roche
01	:	Papier
10	:	Ciseaux

Le système a deux lumières (sorties)  $S_A$  et  $S_B$ . La roche l'emporte sur le ciseau. Le ciseau l'emporte sur le papier et le papier l'emporte sur la roche. Donc, par exemple, si  $A_1A_0 = 01$  (Papier) et  $B_1B_0 = 10$  (Ciseau), c'est le joueur B qui l'emporte et la lampe B s'allume ( $S_A = 0$  et  $S_B = 1$ ).

En cas d'égalité, aucune lumière ne s'allume.

Proposez votre meilleur circuit (le moins coûteux) pour réaliser la fonction demandée. Vous devez remplir la table de vérité ci-dessous.

## Exercice 6

a) Une fonction logique à trois variables est caractérisée par la table de vérité ci-dessous où les tirets représentent des cas facultatifs. Faites, à partir de la table de vérité ci-dessous, une table de Karnaugh avec la variable C inscrite.

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

b) Une fonction logique à quatre variables est caractérisée par la table de Karnaugh avec variable D inscrite ci-dessous.

ABC		BC			
		00	01	11	10
A	0	-	D	0 ou D	$\overline{D}$
	1	1	1 ou D	D	1

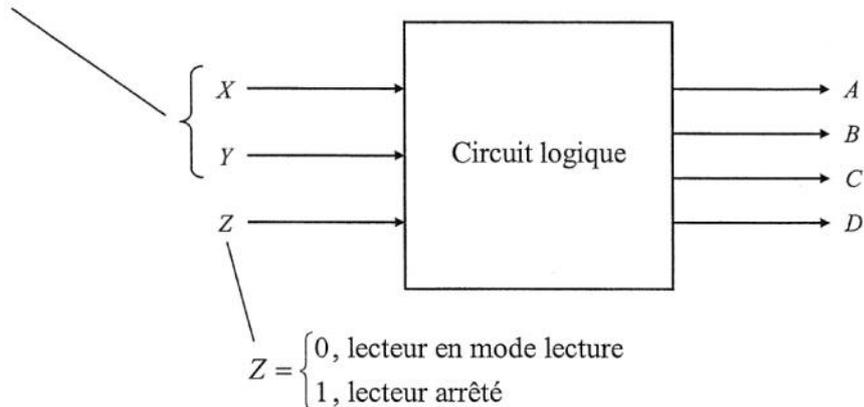
- i. Donnez l'expression disjonctive (somme de produits) ayant la complexité moindre en utilisant la table de Karnaugh avec la variable D inscrite. Justifiez votre réponse en recopiant la table dans votre cahier et en encerclant les impliquants.
- ii. Donnez l'expression conjonctive (produit de sommes) ayant la complexité moindre en utilisant la table de Karnaugh avec la variable D inscrite. Justifiez votre réponse en recopiant la table dans votre cahier et en encerclant les impliqués.

## Exercice7

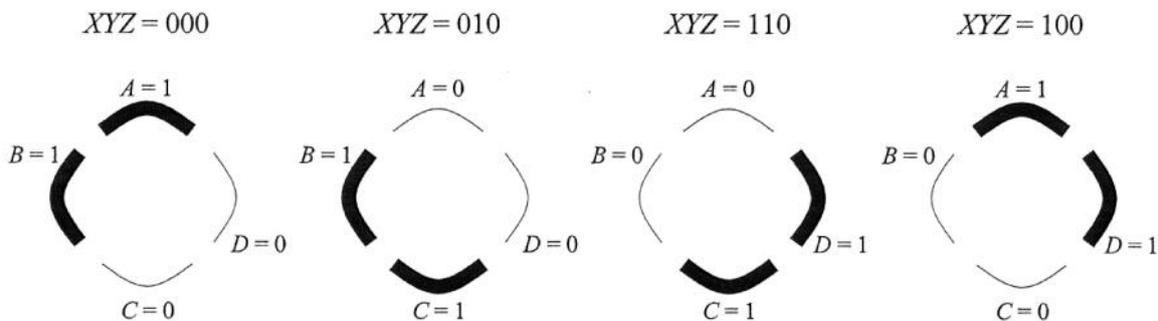
L'écran d'affichage d'un lecteur CD comporte quatre segments ( $A$ ,  $B$ ,  $C$  et  $D$ ) disposés en cercle pouvant être allumés ou éteints indépendamment les uns des autres.

Afin d'indiquer que le lecteur est en mode de lecture, on veut créer une animation donnant une illusion de rotation. Pour ce faire, vous devez concevoir un circuit logique à trois entrées,  $X$ ,  $Y$  et  $Z$ , cette dernière étant celle indiquant si le lecteur est en mode lecture ( $Z=0$ ) ou arrêté ( $Z=1$ ). Aux deux autres entrées, on applique continuellement et d'une façon répétitive la séquence 00, 01, 11, 10, 00, 01, 11, 10, ... etc.

$XY = 00, 01, 11, 10, 00, 01, 11, 10, \dots$  etc.



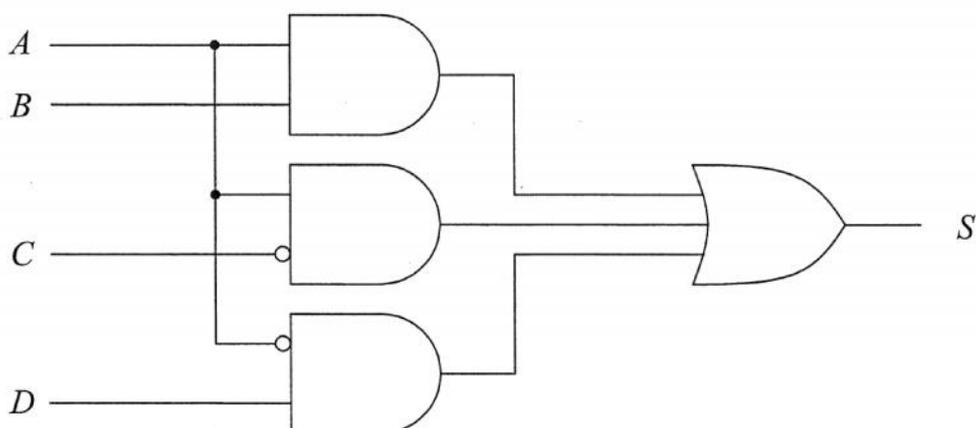
Les quatre segments doivent être activés selon le cheminement décrit ci-dessous en fonction des entrées  $X$ ,  $Y$  et  $Z$ .



Lorsque  $Z = 1$ , les quatre segments doivent être éteints ( $A = B = C = D = 0$ ).

Donnez le schéma du circuit logique réalisant l'animation en n'utilisant que des portes NON-OU. Expliquez clairement votre solution.

## Exercice 8



- a) Identifiez tous les aléas statiques de ce circuit en indiquant lesquels sont des aléas statiques de « 0 » et lesquels sont des aléas statiques de « 1 ».

Pour chacun des aléas identifiés, indiquez clairement les états des entrées entre lesquels il y a un aléa. Par exemple,  $ABCD = 0000 \leftrightarrow 0001$ .

- b) On veut corriger le circuit afin d'éliminer tous les aléas statiques.

Sachant que les entrées  $ABCD = 0001, 0010$  et  $0011$  constituent des cas facultatifs, tentez de corriger le circuit en n'ajoutant aucune porte supplémentaire (si cela est possible).

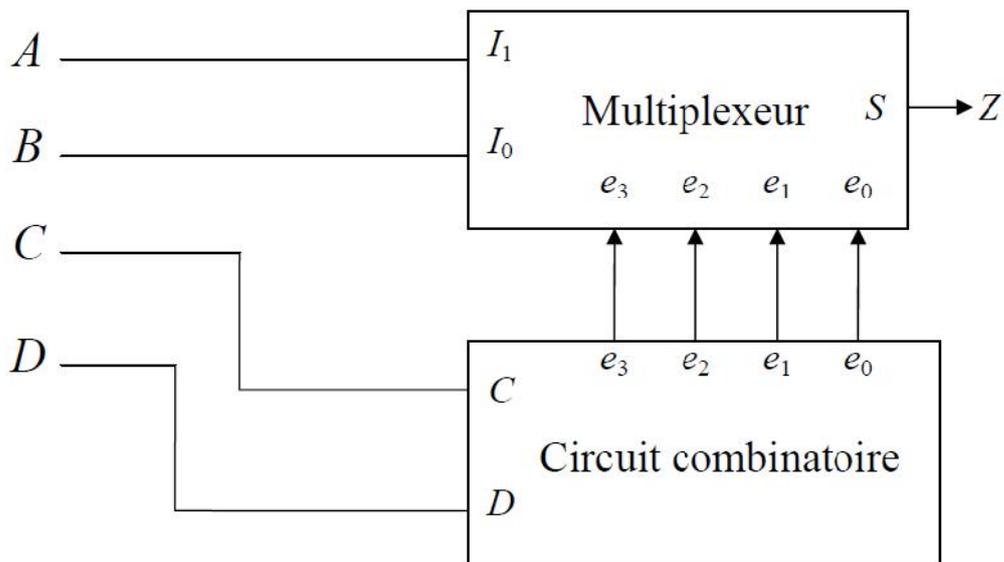
Donnez le schéma du circuit corrigé.

## Exercice 9

Soit la fonction :

$$Z = \overline{A}BCD + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}BCD + ABC\overline{D} + ABCD$$

- a) Représentez cette fonction par une table de Karnaugh à variable inscrite où C et D sont les variables inscrites. (1 pt)
- b) Vous devez réaliser cette fonction à l'aide d'un multiplexeur à quatre entrées ( $e_0, e_1, e_2$  et  $e_3$ ) commandé par deux bits de sélection ( $I_1, I_0$ ). Les variables A et B seront les bits de sélection comme l'illustre la figure suivante : (1,5 pts)



Votre tâche consiste à concevoir le circuit combinatoire à deux entrées ( $C$  et  $D$ ) et dont les quatre sorties sont branchées au multiplexeur.

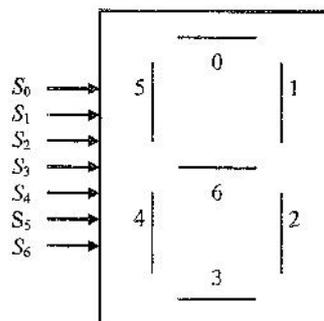
Liste du matériel à votre disposition :

- des inverseurs,
- des portes logiques à deux entrées (ET et OU seulement).

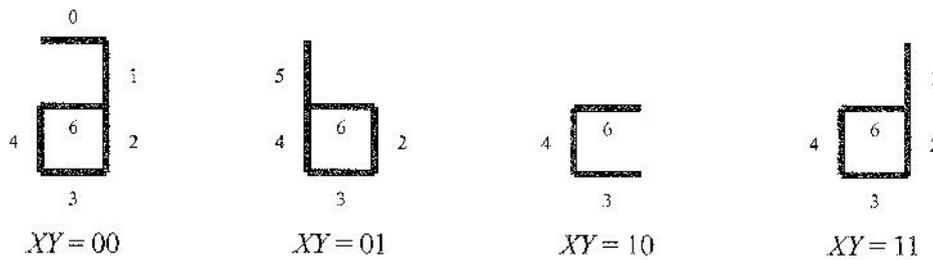
c) Vous devez maintenant réaliser la fonction  $Z$  avec **uniquement des multiplexeurs à deux entrées** (1 bit de sélection  $I_0$  et deux entrées  $e_0$  et  $e_1$ ). Aucun autre élément (inverseur ou porte logique) n'est disponible. Considérez que **vous avez accès aux entrées ( $A, B, C, D$ ) et leurs valeurs inverses**. Donnez le schéma du circuit.

### Exercice10

Soit un afficheur à sept segments dont **un segment  $i$  est allumé lorsque  $S_i = 0$** .



Votre tâche consiste à concevoir un circuit combinatoire à deux entrées ( $X$  et  $Y$ ) et sept sorties ( $S_0$  à  $S_6$ ) ; ces dernières étant branchées à l'afficheur ci-dessus afin d'afficher les lettres a, b, c et d selon les figures suivantes :



Liste du matériel à votre disposition : **Uniquement des portes NON-ET à deux entrées.**

Donnez le schéma du circuit ( le plus simple possible \* ). N'oubliez pas qu'**un segment  $i$  est allumé lorsque  $S_i = 0$  et éteint lorsque  $S_i = 1$ .**

\* Les points attribués seront inversement proportionnels au nombre de portes utilisées.

### Exercice11

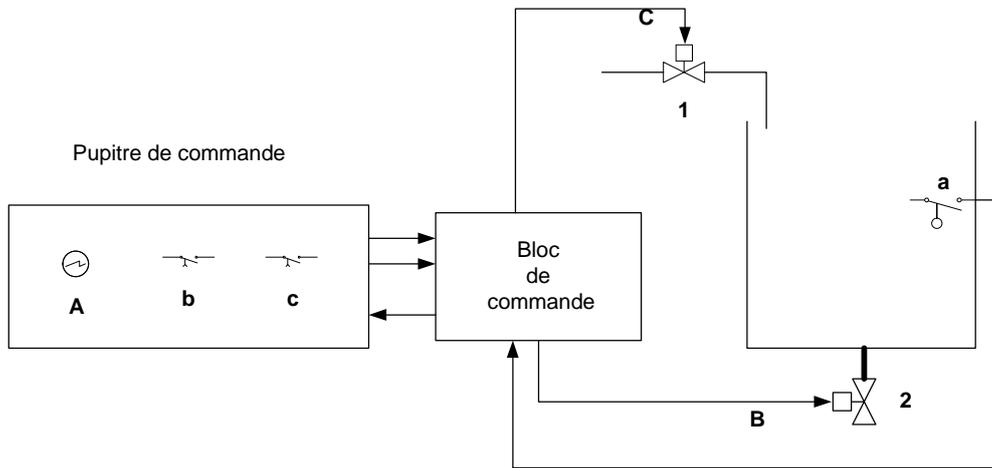
A partir du pupitre de commande, l'opérateur doit pouvoir remplir et vider un réservoir par l'action sur les interrupteurs appelés « remplir » ( $b=1$ ) et « vider » ( $c=1$ ). Afin de rendre les manœuvres sécuritaires, le risque de débordement du réservoir est détecté par un capteur de niveau situé à 3 mètres du fond, ainsi en cas de risque  $a=1$ . Une lumière doit signaler ( $A=1$ ) toutes erreurs de l'opérateur, telle qu'une demande simultanée de remplir et de vider le réservoir ou un risque de débordement. Dans le cas d'une demande simultanée de remplir et de vider, la priorité est donnée à la demande de vidange

L'ouverture de la vanne 1 ( $C=1$ ) permet le remplissage du réservoir.

L'ouverture de la vanne 2 ( $B=1$ ) permet de vider le réservoir.

Tant qu'un risque de débordement du réservoir existe, la vanne 2 doit être ouverte et la vanne 1 fermée, et ce sans tenir compte des actions de l'opérateur sur le pupitre.

- 1) Construire les tables de vérité de chaque sortie.
- 2) Donner les fonctions logiques simplifiées de chaque sortie.
- 3) Donner le diagramme en échelle réalisant la commande du réservoir.



### Exercice12

Simplifier les équations suivantes :

Écrire la solution simplifiée à l'aide des logigrammes en utilisant

- i) seulement des portes logiques NON-ET
- ii) seulement des portes logiques NON-OU.

$$A) \quad E = (a + b)(\bar{a} + \bar{b} + \bar{c})(a + c)$$

$$B) \quad E = (a + c + d)(b + c + d)$$