

EXAMEN d'AUTOMATISMES - LOGIQUES

Durée : 3 h , calculatrice et documents autorisés.

Remarque: la notation tiendra compte non seulement de l'exactitude des réponses, mais aussi de la clarté du raisonnement et de la qualité de la rédaction.

A. Transcodeur (7 points)

Soit un système logique à quatre entrées a, b, c et d et quatre sorties s4, s3 s2 et s1. Ce système reçoit sur ses entrées le **code binaire réfléchi** d'un chiffre décimal et produit en sortie le code à excès de 3 correspondant. Le code à excès de 3 d'un chiffre décimal A est égal au **code binaire naturel** du nombre A+3. Un tel système est appelé transcodeur. La table suivante définit le codage en binaire réfléchi des chiffres naturels:

N	Code binaire réfléchi			
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	1
3	0	0	1	0
4	0	1	1	0
5	0	1	1	1
6	0	1	0	1
7	0	1	0	0
8	1	1	0	0
9	1	1	0	1

1. Ecrire la table de vérité des 4 fonctions logiques réalisées par ce système
2. Ecrire les expressions minimales de chacune des 4 fonctions réalisées par le transcodeur sous forme de somme de produits et de produit de sommes.
3. Réaliser le câblage du transcodeur à l'aide de portes NAND uniquement.
4. Réaliser le câblage du transcodeur à l'aide de portes NOR uniquement.

B. Code à barres (7 points)

Les codes à barres sont des codages de valeurs alphanumériques très largement utilisés, tant dans l'industrie que dans la distribution. Le code à barres d'un chiffre ou d'une lettre est constitué d'une suite de barres séparées par des intervalles. L'un des codes les plus répandus dans l'industrie est le code « 3 parmi 9 ». Dans ce code, chaque barre et chaque intervalle peut être soit large soit étroit. « Large » est associé à la valeur binaire 1 et « étroit » à 0.

Chaque chiffre ou lettre est codé par un ensemble de 5 barres et 4 intervalles, soit 9 digits qui forment un mot de 5 digits correspondant au codage de la largeur des barres et un mot de 4 digits correspondant au codage de la largeur des intervalles.

Dans le code barre « 3 parmi 9 » on dénombre 2 barres et 1 intervalle larges exactement, soient 3 valeurs 1 parmi 9. Le code « 3 parmi 9 » de toutes les valeurs alphanumériques est donné dans le tableau suivant. Les différentes variables alphanumériques codées sont listées dans les colonnes α . On trouve le code « 3 parmi 9 » associé dans les colonnes $\delta 1$ et $\delta 2$: dans $\delta 1$ le code des barres et dans $\delta 2$ celui des intervalles.

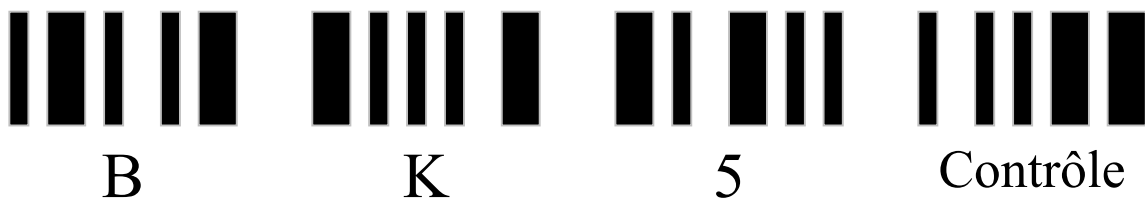
α	$\delta 1$	$\delta 2$	χ	α	$\delta 1$	$\delta 2$	χ
1	10001	0100	1	M	11000	0001	22
2	01001	0100	2	N	00101	0001	23
3	11000	0100	3	O	10100	0001	24
4	00101	0100	4	P	01100	0001	25
5	10100	0100	5	Q	00011	0001	26
6	01100	0100	6	R	10010	0001	27
7	00011	0100	7	S	01010	0001	28
8	10010	0100	8	T	00110	0001	29
9	01010	0100	9	U	10001	1000	30
0	00110	0100	0	V	01001	1000	31
A	10001	0010	10	W	11000	1000	32
B	01001	0010	11	X	00101	1000	33
C	11000	0010	12	Y	10100	1000	34
D	00101	0010	13	Z	01100	1000	35
E	10100	0010	14	-	00011	1000	36
F	01100	0010	15	•	10010	1000	37
G	00011	0010	16	Esp	01010	1000	38
H	10010	0010	17	*	00110	1000	
I	01010	0010	18	\$	00000	1110	39
J	00110	0010	19	/	00000	1101	40
K	10001	0001	20	+	00000	1011	41
L	01001	0001	21	%	00000	0111	42

Le codage à barres d'une pièce consiste à lui affecter un code alphanumérique appelé message, BK5 par exemple, puis à le transformer en une succession de barres et d'intervalles conformément à l'état binaire associé à chacune des valeurs B, K et 5 (voir exemple). Ce code est souvent complété par un caractère de contrôle égal à la somme modulo 43 de la valeur du message (c'est à dire si la somme dépasse 42, on ôte 43 à la somme).

La valeur de contrôle de chaque chiffre ou lettre est donnée dans les colonnes χ du tableau. Le code à barres de la figure suivante correspond au message BK5: on retrouve une barre étroite suivie d'une large puis deux étroites et une large, c'est-à-dire le code 01001, séparées par 2 intervalles étroits puis un large et un étroit, c'est-à-dire le code 0010, soit le code de B ; les 5 barres suivantes correspondent de la même façon à K et les 5 suivantes à 5. Les 5 dernières barres correspondent au code de contrôle. La valeur de la somme de B, K et 5 correspond à l'addition suivante: $11+20+5 = 36$. On retrouve bien sur ces 5 dernières barres le code correspondant au tiret dont la valeur de contrôle est égale à 36.

Un code complet comporte le code associé à l'étoile (*) en début et en fin.

Exemple :



1. Soient les trois codes à barres donnés ci-après (les codes de début et de fin ne sont pas représentés). Donner le code alphanumérique correspondant à chaque code à barres lorsque celui-ci est correct.

• Code barre 1 :



• Code barre 2 :



• Code barre 3 :



2. Dessiner sur votre copie, à l'endroit où vous trouverez cette grille prévue à cet effet, le code à barres correspondant au message JM8.

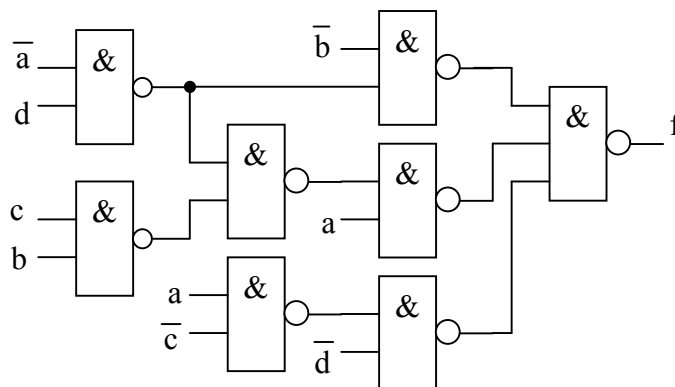
3. On souhaite utiliser ce système de code à barres pour contrôler la circulation de 6 types de pièces différentes dans un atelier entièrement automatisé. Chaque pièce est identifiée par un des 6 codes suivants: BK1, BK2, BK3, BK4, BK5 et BK6. Trouver les équations minimales du transcodeur qui, à partir du code à barres du numéro de type de la pièce fournit le code binaire naturel correspondant, en supposant de plus que le code de toutes les pièces est correct et **sans tenir compte** du code de contrôle de chaque pièce.

Indications :

- Dans les 6 codes binaires associés, seule la partie correspondante au chiffre est significative car la partie du code correspondant à BK ne permet pas de différencier les pièces,
 - Le transcodeur à réaliser doit coder 6 valeurs. Déterminer alors le nombre de variables de sortie nécessaires,
 - Ce transcodeur comporte a priori 9 entrées. En observant le codage, éliminer les entrées qui n'apportent aucune information pour calculer le code binaire à élaborer.
4. On suppose maintenant que le code de certaines pièces peut être incorrect. Ceci peut être dû à une erreur de code sur l'étiquette magnétique de la pièce ou bien une erreur de lecture de cette étiquette. Le transcodeur doit identifier les codes erronés en imposant la valeur 0 sur toutes ses sorties. Trouver les expressions minimales du transcodeur.

C. Analyse d'un réseau de portes NAND (2 points)

1. Analyser le réseau de portes NAND suivant. Simplifier f .
2. Donner un nouveau schéma de f à l'aide de portes NOR.



D. Multiplicateur (4 points)

Réaliser un circuit arithmétique de la multiplication deux nombres binaires A et B de deux bits chacun : $A = 00, 01, 10, 11$ et $B = 00, 01, 10, 11$. Vous donnerez la table de vérité, les équations des sorties simplifiées et le câblage à l'aide de multiplexeurs.