

**DEUG MIAS – Module S4**  
**Corrigé Partiel « Fondements logiques du matériel »**  
Avril 2000

**Partie 1**

On veut réaliser un circuit combinatoire ayant trois entrées e2, e1 et e0 correspondant aux nombres entiers naturels de 0 (000) à 7 (111) et un certain nombre de sorties. Ce circuit donne en sortie le carré de la valeur d'entrée.

**Question 1 : donner la table de vérité**

| N | e2 | e1 | e0 | s5 | s4 | s3 | s2 | s1 | s0 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 1 | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 2 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  |
| 3 | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  |
| 4 | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 5 | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  |
| 6 | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  |
| 7 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  |

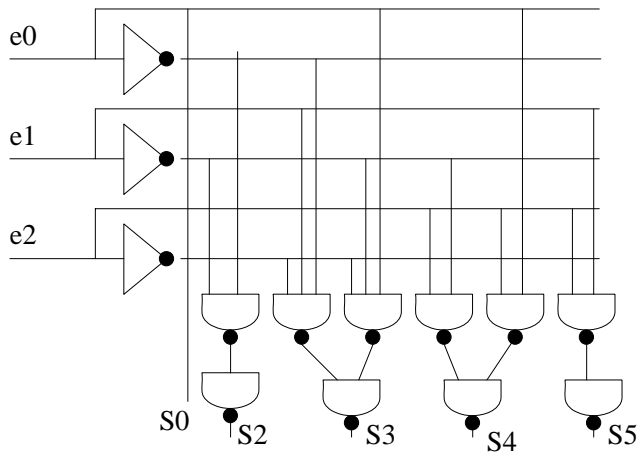
**Question 2 : donner les expressions logiques simplifiées sous forme somme de produits.**

| e0/ | e0/ | e0 | e0  |     |
|-----|-----|----|-----|-----|
| 0   | 4   | 5  | 1   | e1/ |
| 2   | 6   | 7  | 3   | e1  |
| e2/ | e2  | e2 | e2/ |     |

- S0 = {1, 3, 5, 7}. S0 = e0
- S1 = 0
- S2 = {2,6} S2 = e1 e0/
- S3 = {3,5} S3 = e2/e1 /e0 + e2/e1e0
- S4 = {4,5,7} S4 = e2e1/ + e2e0
- S5 = {6,7} S5 = e2e1

**Question 3 : donner le schéma logique en utilisant uniquement des portes NAND (ou des inverseurs). Quel est le nombre total de portes NAND et d'inverseurs? Quel est le temps de propagation du circuit en nombre de tpNAND (=tpinverseur)?**

- 5 inverseurs
- 8 portes NAND
- 3 tpNAND



## Partie 2

Soit un circuit à 3 entrées  $e_2$ ,  $e_1$  et  $e_0$  et trois sorties  $S_2$ ,  $S_1$  et  $S_0$ .

$S_0$  est égal à 1 si  $e_0 = 1$  ou si  $e_2 = 1$  mais pas les deux, quelle que soit la valeur de  $e_1$ .

$S_1$  est égal à 1 si  $e_0 = 1$  ou si  $e_1 = 1$  mais pas les deux, quelle que soit la valeur de  $e_2$ .

$S_2$  est égal à 1 si une seulement des trois entrées est à 1. Quand  $S_0 = 1$  et  $S_1 = 1$  alors la valeur de  $S_2$  est indifférente.

**Question 4 : Donner les expressions logiques simplifiées. Donner le nombre de portes ET, OU et inverseurs utilisées.**

| N | $e_2$ | $e_1$ | $e_0$ | $s_2$ | $s_1$ | $s_0$ |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 | 0     | 0     | 1     | X     | 1     | 1     |
| 2 | 0     | 1     | 0     | 1     | 1     | 0     |
| 3 | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 1     |
| 4 | 1     | 0     | 0     | 1     | 0     | 1     |
| 5 | 1     | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     |
| 6 | 1     | 1     | 0     | X     | 1     | 1     |
| 7 | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     |

| $e_0/$ | $e_0/$ | $e_0$ | $e_0$  |        |
|--------|--------|-------|--------|--------|
| 0      | 4      | 5     | 1      | $e_1/$ |
| 2      | 6      | 7     | 3      | $e_1$  |
| $e_2/$ | $e_2$  | $e_2$ | $e_2/$ |        |

$$S_0 = e_2/e_0 + e_2e_0/$$

$$S_1 = e_1/e_0 + e_1e_0/$$

$$S_2 = e_2e_0/ + e_1e_0/$$

3 inverseurs, 4 portes ET et 3 portes OU.

## Partie 3:

Soit un chiffre décimal codé en BCD par  $e_3e_2e_1e_0$  en entrée, et deux chiffres décimaux codés en BCD par  $s_7s_6s_5s_4$  et  $s_3s_2s_1s_0$ .

**Question 5 : Réaliser un circuit combinatoire qui multiplie par 5 le chiffre décimal  $E_0$  et donne le résultat sous forme de deux chiffres décimaux  $S_1S_0$ . Donner le nombre de portes nécessaires pour réaliser le circuit.**

| N | e3 | e2 | e1 | e0 | s7 | s6 | s5 | s4 | s3 | s2 | s1 | s0 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 1 | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 2 | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3 | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 4 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 5 | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 6 | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 7 | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 8 | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 9 | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  |

$$s0 = s2 = e0$$

$$s1 = s3 = s7 = 0$$

$$s4 = e1$$

$$s5 = e2$$

$$s6 = e3$$

0 portes.

#### Partie 4 : Additionneur 1 bit

**Question 6 : Réaliser un additionneur 1-bit (entrée a, b et re, sorties s et rs) à l'aide d'un décodeur 3 entrées – 8 sorties et de deux portes OU.**

Les termes produits  $m_0$  à  $m_7$  sont les sorties du décodeur.

Pour l'additionneur 1 bit, on a

$$S = m_1 + m_2 + m_4 + m_7$$

$$C = m_3 + m_5 + m_6 + m_7$$

**Question 7 : Réaliser un additionneur 1-bit (entrée a, b et re, sorties s et rs) à l'aide d'un décodeur 3 entrées – 8 sorties et de deux portes NOR.**

Les termes produits  $m_0$  à  $m_7$  sont les sorties du décodeur.

Pour l'additionneur 1 bit, on a

$$S = m_0 + m_3 + m_5 + m_6 \text{ et } S = \text{NOR}(m_0, m_3, m_5, m_6)$$

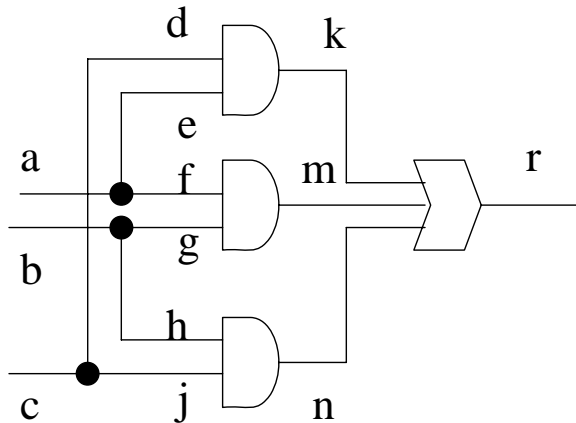
$$C = m_0 + m_1 + m_2 + m_4 \text{ et } C = \text{NOR}(m_0, m_1, m_2, m_4)$$

#### Partie 5 : Détection de pannes dans un circuit.

Soit le circuit de la figure constitué de trois portes ET et d'une porte OU. Les entrées sont a, b et c et la sortie est r.

On suppose que des pannes dans les portes ou au niveau des fils entre les portes peuvent être modélisés par des collages à une certaine valeur sur les fils. Par exemple, on notera  $j_0$  le fait que la valeur sur le fil j est collée à 0, quelle que soit la valeur de l'entrée c.  $j_1$  correspond à un collage à 1.

Une panne (un certain collage) est détectable par une configuration d'entrée si en présence du collage, la valeur de la sortie est différente de celle obtenu en l'absence de tout collage.



**Question 8 :** Donner les tables de vérité donnant la sortie r en fonction de a, b, c dans l'hypothèse d'un circuit sans pannes, et pour chaque collage d0, d1, e0, e1, f0, f1, g0, g1, h0, h1, j0, j1, k0, k1, m0, m1, n0, n1, s0 et s1 . En déduire les collages détectables avec chaque configuration d'entrée. Y-a-t-il des collages non détectables ? Quel le nombre minimal de configurations nécessaire pour détecter tous les collages ?

| N | c | b | a | R | d0 | d1 | e0 | e1 | f0 | f1 | g0 | g1 | h0 | h1 | j0 | j1 |
|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |

| N | c | b | a | r | k0 | k1 | m0 | m1 | n0 | n1 | r0 | r1 |
|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  |

- Configuration 0 : k1, m1, n1, r1
- Configuration 1 : d1, g1, k1, m1, n1, r1
- Configuration 2 : f1, j1, k1, m1, n1, r1
- Configuration 3 : f0, g0, m0, r0
- Configuration 4 : e1, h1, k1, m1, n1, r1
- Configuration 5 : d0, e0, k0, r0
- Configuration 6 : h0, j0, n0, r0
- Configuration 7 : r0

Minimum : 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6  
6 sur les 8 configurations.