

Conception des systèmes numériques (ELE140)

Devoir 2

Enseignant : François Blanchard

Groupe : 01

Remis par :

Ourania Voyatzis (VOYO78260401)
Jhermain Louis-Jean (LOUJ67360401)

Date : 1^{er} décembre 2025

Q.1 a) Assignement des bascules de type « simplest » avec une gestion des coûts minimums

Assignement des Bascules : "simplest"

INIT	000
X1	001
X2	010
X3	011
X4	100
OK	101

Diagramme d'états

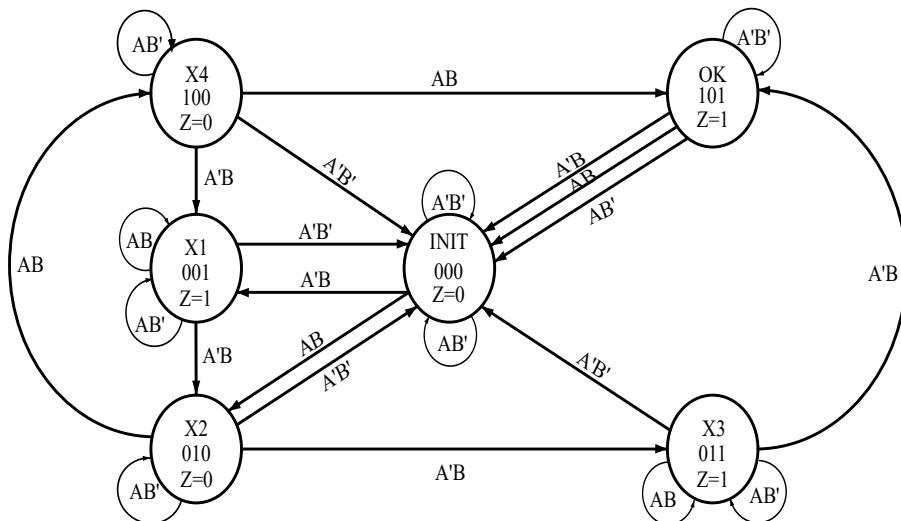


Table de transitions

Q2, Q1, Q0	AB				Z
	00	01	11	10	
000	000	001	010	000	0
001	000	010	001	001	1
010	000	011	100	010	0
011	000	101	011	011	1
100	000	001	101	100	0
101	101	000	000	000	1
	Q2*Q1*Q0*				

Tables de Karnaugh des Bascules (Combinatoire)

Q2*

		$\overline{Q_2 Q_1 Q_0} \quad Q_2 \overline{Q_1} Q_0 \quad \overline{Q_2} Q_1 Q_0 \quad \overline{Q_2} Q_1 \overline{Q_0} \quad Q_2 Q_1 \overline{Q_0} \quad Q_2 Q_1 Q_0 \quad Q_2 \overline{Q_1} Q_0 \quad Q_2 \overline{Q_1} \overline{Q_0}$								
		$\overline{A}\overline{B}$	0	0	0	0	X	X	1	0
		$\overline{A}B$	0	0	1	0	X	X	0	0
		$A\overline{B}$	0	0	0	1	X	X	0	1
		$A\overline{B}$	0	0	0	0	X	X	0	1

$$Q2^*(A, B, Q2, Q1, Q0) = A'B'Q2Q0 + A'BQ1Q0 + AQ2Q0' + ABQ1Q0'$$

Q1*

		$\overline{Q_2 Q_1 Q_0} \quad Q_2 \overline{Q_1} Q_0 \quad \overline{Q_2} Q_1 Q_0 \quad \overline{Q_2} Q_1 \overline{Q_0} \quad Q_2 Q_1 \overline{Q_0} \quad Q_2 Q_1 Q_0 \quad Q_2 \overline{Q_1} Q_0 \quad Q_2 \overline{Q_1} \overline{Q_0}$								
		$\overline{A}\overline{B}$	0	0	0	0	X	X	0	0
		$\overline{A}B$	0	1	0	1	X	X	0	0
		$A\overline{B}$	1	0	1	0	X	X	0	0
		$A\overline{B}$	0	0	1	1	X	X	0	0

$$Q1^*(A, B, Q2, Q1, Q0) = A'BQ2'Q1'Q0 + A'BQ1Q0' + AB'Q1 + ABQ2'Q1'Q0' + AQ1Q0$$

Q0*

		$\overline{Q_2 Q_1 Q_0} \quad Q_2 \overline{Q_1} Q_0 \quad \overline{Q_2} Q_1 Q_0 \quad \overline{Q_2} Q_1 \overline{Q_0} \quad Q_2 Q_1 \overline{Q_0} \quad Q_2 Q_1 Q_0 \quad Q_2 \overline{Q_1} Q_0 \quad Q_2 \overline{Q_1} \overline{Q_0}$								
		$\overline{A}\overline{B}$	0	0	0	0	X	X	1	0
		$\overline{A}B$	1	0	1	1	X	X	0	1
		$A\overline{B}$	0	1	1	0	X	X	0	1
		$A\overline{B}$	0	1	1	0	X	X	0	0

$$Q0^*(A, B, Q2, Q1, Q0) = A'B'Q2Q0 + A'BQ0' + AQ2'Q0 + BQ2Q0' + A'BQ1$$

Q1 b) Tableau 2 (décomposé) avec une gestion des risques minimums

Table de transitions

			AB				Z
Q2	Q1	Q0	00	01	11	10	
111	111	110	010	111	0		
011	111	010	011	011	1		
010	111	001	000	010	0		
001	111	100	001	001	1		
000	111	011	100	000	0		
100	100	111	111	111	1		
110	111	111	111	111	0		
101	111	111	111	111	0		
		Q2*Q1*Q0*					

Tables de Karnaugh des Bascules (Combinatoire) b)

Dans les états indéfinis (110,101), nous revenons à l'état initial (tout à 1) afin de minimiser les risques.

Q2*

$\overline{Q_2}Q_1Q_0 \ Q_2\overline{Q_1}Q_0 \ \overline{Q_2}Q_1Q_0 \ \overline{Q_2}Q_1\overline{Q_0} \ Q_2Q_1\overline{Q_0} \ Q_2Q_1Q_0 \ Q_2\overline{Q_1}Q_0 \ Q_2\overline{Q_1}Q_0$								
\overline{AB}	1	1	1	1	1	1	1	
\overline{AB}	0	1	0	0	1	1	1	1
AB	1	0	0	0	1	0	1	1
$A\overline{B}$	0	0	0	0	1	1	1	1

$$Q2^*(A, B, Q2, Q1, Q0) = A'B' + A'Q1'Q0 + A'Q2 + B'Q2 + ABQ1'Q0' + Q2Q1' + Q2Q0'$$

Q1*

$\overline{Q_2}Q_1Q_0 \ Q_2\overline{Q_1}Q_0 \ \overline{Q_2}Q_1Q_0 \ \overline{Q_2}Q_1\overline{Q_0} \ Q_2Q_1\overline{Q_0} \ Q_2Q_1Q_0 \ Q_2\overline{Q_1}Q_0 \ Q_2\overline{Q_1}Q_0$								
\overline{AB}	1	1	1	1	1	1	0	
\overline{AB}	1	0	1	0	1	1	1	1
AB	0	0	1	0	1	1	1	1
$A\overline{B}$	0	0	1	1	1	1	1	1

$$Q1^*(A, B, Q2, Q1, Q0) = Q1Q0 + B'Q1 + AQ2 + A'Q2'Q1'Q0' + A'B'Q0 + BQ2$$

Q0*

$\overline{A}\overline{B}$	$\overline{Q}_2\overline{Q}_1\overline{Q}_0$	$\overline{Q}_2\overline{Q}_1Q_0$	$\overline{Q}_2Q_1\overline{Q}_0$	$\overline{Q}_2Q_1\overline{Q}_0$	$Q_2\overline{Q}_1\overline{Q}_0$	$Q_2Q_1\overline{Q}_0$	$Q_2\overline{Q}_1Q_0$	$Q_2\overline{Q}_1Q_0$
1	1	1	1	1	1	1	1	0
$\overline{A}B$	1	0	0	1	1	0	1	1
$A\overline{B}$	0	1	1	0	1	0	1	1
$A\overline{B}$	0	1	1	0	1	1	1	1

$$Q0^*(A, B, Q2, Q1, Q0) = AQ2'Q0 + A'B'Q2' + Q2Q1'Q0 + B'Q2Q1 + A'BQ0' + AQ2Q0'$$

Q1 c) Quel est le système (a ou b) qui comporte le moins de logique combinatoire ?

Dans ce cas, le premier circuit A possède le moins de portes logiques.

Q.2 a) Tracez le diagramme d'états en prenant soin de bien détailler votre démarche

Étape 1

```

library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
entity MEFDev2 is
port(
CLK, A, RESET, ENABLE : in std_logic;
Z : out std_logic);
end MEFDev2;
architecture MEFDev2_arch of MEFDev2 is
signal Q, QF: std_logic_vector(2 downto 0);
signal Q0, Q2, Q1 : std_logic;
begin
Q0 <= '1' when Q(2 downto 1) = "01" and A = '1' else
'1' when A = '0' and Q(2 downto 1) = "00" else
'1' when Q(2 downto 1) = "10" and A = '1' else
'1' when Q(2 downto 1) = "11" and A = '0' else
'0';
Z <= Q(1) and not(Q(2)) and Q(0);
process(CLK,RESET)
begin
if RESET = '1' then
tic <= "000";
elsif rising_edge(CLK) then
if ENABLE = '1' then
Q <= QF;
end if;
end if;
end process;
Q1 <= (not(A) and Q(0) and not(Q(2))) or (Q(1)
and not(Q(0))) or (Q(2) and not(Q(0)) and A);
QF <= Q2 & Q1 & Q0;
Q2 <= '0' when Q = "110" and A = '1' else
'0' when Q(2 downto 1) = "00" and A = '0' else
'0' when Q(1 downto 0) = "00" and A = '0' else
'0' when Q(2) = '0' and Q(0) = '1' else
'1';
end MEFDev2_arch;

```

J'ai décidé de renommer d'abord les variables pour rendre le code plus lisible.

Étape 2 : $Q2^*$, $Q1^*$, $Q0^*$ et Z

À partir des instructions if dans le vhdl, nous pouvons déduire les tableaux et équations suivants :

$$Q2^* = Q2Q0 + Q2'Q0'A + Q1Q0'A' + Q1'Q0'A$$

$$\overline{Q_0A} \quad \overline{Q_0}A \quad Q_0A \quad Q_0\overline{A}$$

$\overline{Q_2}\overline{Q_1}Q_2Q_1\overline{Q_2}Q_1\overline{Q_2}Q_1$	0	1	0	0
$\overline{Q_2}Q_1\overline{Q_2}Q_1Q_2Q_1\overline{Q_2}Q_1$	1	1	0	0
$Q_2\overline{Q_1}Q_2Q_1\overline{Q_2}Q_1\overline{Q_2}Q_1$	1	0	1	1
$Q_2\overline{Q_1}Q_2Q_1\overline{Q_2}Q_1\overline{Q_2}Q_1$	0	1	1	1

$$Q1^* = Q2'Q0A' + Q1Q0' + Q2Q0'A$$

$$\overline{Q_0A} \quad \overline{Q_0}A \quad Q_0A \quad Q_0\overline{A}$$

$Q_2\overline{Q_1}Q_2Q_1\overline{Q_2}Q_1\overline{Q_2}Q_1$	0	0	0	1
$Q_2\overline{Q_1}Q_2Q_1\overline{Q_2}Q_1Q_2Q_1\overline{Q_2}Q_1$	1	1	0	1
$Q_2\overline{Q_1}Q_2Q_1\overline{Q_2}Q_1\overline{Q_2}Q_1$	1	1	0	0
$Q_2\overline{Q_1}Q_2Q_1\overline{Q_2}Q_1\overline{Q_2}Q_1$	0	1	0	0

$$Q0^* = Q2'Q1'A' + Q2'Q1A + Q2Q1A'$$

$$\overline{Q_0A} \quad \overline{Q_0}A \quad Q_0A \quad Q_0\overline{A}$$

$Q_2\overline{Q_1}Q_2Q_1\overline{Q_2}Q_1$	1	0	0	1
$Q_2\overline{Q_1}Q_2Q_1Q_2Q_1\overline{Q_2}Q_1$	0	1	1	0
$Q_2\overline{Q_1}Q_2Q_1\overline{Q_2}Q_1\overline{Q_2}Q_1$	1	0	0	1
$Q_2\overline{Q_1}Q_2Q_1\overline{Q_2}Q_1\overline{Q_2}Q_1$	0	0	0	0

$$Z = Q2'Q1Q0$$

$Q_1Q_0\overline{Q_1}Q_0Q_1Q_0Q_1\overline{Q_0}$	0	0	0	0
$Q_2\overline{Q_2}Q_2Q_2\overline{Q_2}Q_2$	0	0	1	0

Étape 3 : Table de transition

$Q2^*Q1^*Q0^*$	A		
$Q2Q1Q0$	1	0	Z
000	001	100	0
001	011	000	0
010	110	111	0
011	010	001	1
100	000	010	0
101	100	100	0
110	111	110	0
111	101	100	0

Étape 4 : Diagramme d'état

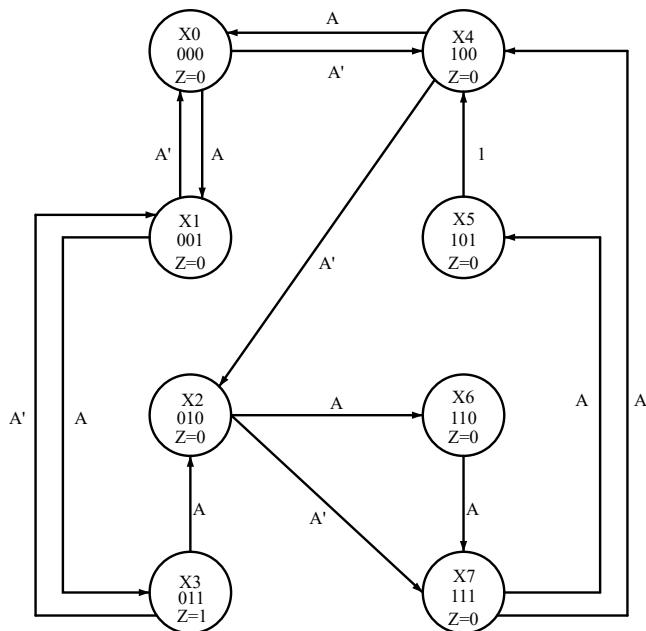


FIGURE 1

Q2 b) De quel type de circuit s'agit-il ?

Il s'agit d'un circuit de Moore car les signaux d'entrée n'affectent pas directement les sorties de manière asynchrone.

Q2 c) Commentez sur la qualité de ce code VHDL

Le code est très difficile à lire en raison des noms étranges ainsi que du fait que la logique combinatoire est divisée entre 2 blocs de code séparés, et ils ont utilisé inutilement des signaux binaires pour chaque bascule individuelle. Il y a peut-être encore plus de raisons pour lesquelles ce code ne suit pas les bonnes pratiques que j'ai peut-être manquées.

Question 3

Trouver la table de transitions/sorties

1) équations d'excitations

$$D_2 = A\bar{Q}_0 + A\bar{Q}_1 + \bar{A}\bar{Q}_2 Q_0 + \bar{A}Q_2 Q_1 = Q_2^*$$

$$D_1 = \bar{A}Q_0 Q_0 + Q_0 \bar{A} \bar{Q}_0 + A\bar{Q}_0 = Q_1^*$$

$$D_0 = \bar{A}Q_0 \bar{Q}_0 + \bar{A}Q_2 \bar{Q}_0 + A\bar{Q}_2 Q_0 = Q_0^*$$

2) équation de sortie

$$F = A\bar{Q}_2 Q_1 Q_0$$

3) table de transitions/sorties

Etat présent		Entrée A
Q_2	Q_1	Q_0
s_0	0	0
s_1	0	1
s_2	0	0
s_3	0	1
s_4	1	0
s_5	1	0
s_6	1	1
s_7	1	1

États futurs: $\underline{Q_2^*}, \underline{Q_1^*}, \underline{Q_0^*}$ (sortie)

Trouver la table d'états/sorties

Entrée A		
Etat Présent	0	1
s_0	$s_0(0)$	$s_2(0)$
s_1	$s_0(1)$	$s_4(0)$
s_2	$s_1(0)$	$s_6(0)$
s_3	$s_0(0)$	$s_0(1)$
s_4	$s_0(0)$	$s_2(0)$
s_5	$s_1(0)$	$s_4(0)$
s_6	$s_5(0)$	$s_7(0)$
s_7	$s_6(0)$	$s_1(0)$

États finis (sortie)

Moore ou Mealy?

Nous analysons une machine de Mealy étant donné qu'il y a une entrée qui est directement connectée à la sortie.

Question 4

Trouver la table de transitions/sorties

1) équations d'excitations

$$y_2^* = y_2 s_0 + y_2 \bar{s}_1 \bar{s}_2 s_3 \bar{s}_4 \bar{s}_5 \bar{s}_6 + y_2 \bar{s}_2 s_3 \bar{s}_4 \bar{s}_5 \bar{s}_6 + y_2 s_3 \bar{s}_4 \bar{s}_5 \bar{s}_6 \bar{s}_7$$

$$y_1^* = \bar{s}_2 s_4 + y_0 s_4 + y_2 s_5 + y_2 \bar{s}_6 s_7$$

$$y_0^* = \bar{y}_2 \bar{s}_1 \bar{s}_2 + \bar{s}_1 \bar{s}_2 \bar{s}_3 \bar{s}_4 \bar{s}_5 \bar{s}_6 + \bar{s}_2 \bar{s}_3 \bar{s}_4 \bar{s}_5 \bar{s}_6 \bar{s}_7 + \bar{s}_2 \bar{s}_3 \bar{s}_4 \bar{s}_5 \bar{s}_6 \bar{s}_7 \bar{s}_8$$

2) équation de sortie

$$F = y_0$$

3) table de transitions/sorties

y_2 y_1 y_0	S	AB			
		00	01	11	10
000	s_0	0 0 0, 0	0 0 1, 0	0 1 1, 0	0 1 0, 0
001	s_1	1 0 1, 1	0 0 1, 1	0 1 1, 1	0 1 1, 1
010	s_2	1 1 0, 0	0 0 0, 0	0 1 0, 0	0 1 0, 0
011	s_3	0 1 1, 1	1 1 1, 1	0 1 1, 1	0 1 1, 1
100	s_4	0 0 0, 0	1 0 0, 0	1 0 1, 0	0 0 0, 0
101	s_5	1 0 1, 1	0 0 1, 1	1 1 1, 1	1 1 1, 1
110	s_6	1 1 0, 0	0 0 0, 0	0 1 0, 0	0 1 0, 0
111	s_7	0 1 1, 1	1 1 1, 1	0 0 1, 1	0 1 0, 1

$$y_2^* \quad y_1^* \quad y_0^* \quad F$$

Trouver la table d'états/sorties (avec états stables encerclés)

S	AB			
	00	01	11	10
s_0	$s_{0,0}$	$s_{1,0}$	$s_{3,0}$	$s_{2,0}$
s_1	$s_{1,1}$	$s_{1,1}$	$s_{3,1}$	$s_{3,1}$
s_2	$s_{6,0}$	$s_{0,0}$	$s_{2,0}$	$s_{2,0}$
s_3	$s_{3,1}$	$s_{7,1}$	$s_{3,1}$	$s_{3,1}$
s_4	$s_{0,0}$	$s_{4,0}$	$s_{5,0}$	$s_{0,0}$
s_5	$s_{5,1}$	$s_{1,1}$	$s_{7,1}$	$s_{1,1}$
s_6	$s_{6,0}$	$s_{0,0}$	$s_{2,0}$	$s_{7,0}$
s_7	$s_{3,1}$	$s_{7,1}$	$s_{2,1}$	$s_{1,1}$

Etats futurs F

États stabilisés

Claude et Francine seront stabilisés à S3.

Qui gagne le cadeau?

Étant donné qu'à l'état S3 F=1, les deux gagnent.

Est-ce que ce système est bien conçu?

Non, étant donné qu'il y a des effets de courses lorsqu'on appuie sur plusieurs entrées.
Ceci est critique étant donné que F change de valeur.

Par exemple si l'on passe de 00 à 11, nous avons deux possibilités.
Soit on passe d'abord à 01 et puis à 11, soit on passe d'abord à 10 et puis à 11.

Dans la première option, on finit à l'état S3 tandis que dans la deuxième on finit à S2.