Correction DS info instrum 1 No 1
DUT Mesures Physiques Saint-Nazaire
24 mai 2012, François Auger

Exo 1 a) $f_1 = (a.b) \oplus a = a.b.\bar{a} + \overline{a.b}.a$

$$= a.\bar{a}.b + (\bar{a}+\bar{b}).a$$

$$= \underbrace{a.\bar{a}}_{=0}.b + \underbrace{\bar{a}.a}_{=0} + \bar{b}.a = a.\bar{b}$$

$$f_2 = (a+b) \oplus b = (a+b).\bar{b} + \overline{a+b}.b$$

$$= a.\bar{b} + \underbrace{b.\bar{b}}_{=0} + \bar{a}.\underbrace{\bar{b}.b}_{=0} = a.\bar{b}$$

Autre solution :

a	b	$a.b$	$a+b$	$(a.b) \oplus a$	$(a+b) \oplus b$
0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	0	0

b) $b.a.c + \bar{c}.a + \bar{b}.a = (b.c + \bar{c} + \bar{b}).a$

$$= (\underbrace{b+\bar{b}}_{1} + \bar{c}).a$$

$$= (\underbrace{1+\bar{c}}_{1}).a = a$$

$\bar{c} + (b.c) = (\bar{c}+b).(\underbrace{\bar{c}+c}_{1}) = b + \bar{c}$

Autre solution : $b.c + \bar{b} + \bar{c} = b.c + \overline{b.c} = 1$

exo 2 /

E	e_3	e_2	e_1	e_0	R_{eo}	O_{eo}	V_{eo}	R_{ns}	O_{ns}	V_{ns}
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
5	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
6	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
7	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0
8	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
9	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
10	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0
11	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0
12	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
13	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0
14	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0
15	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0

- R_{eo} et R_{ns} sont à 1 9 fois → $9 \times 10 = 90\,s$
- O_{eo} et O_{ns} sont à 1 2 fois → $2 \times 10 = 20\,s$
- V_{eo} et V_{ns} sont à 1 5 fois → $5 \times 10 = 50\,s$

On peut aussi remarquer que
$V_{eo} = \overline{R_{eo}} \cdot \overline{O_{eo}} = \overline{R_{eo} + O_{eo}}$
$V_{ns} = \overline{R_{ns}} \cdot \overline{O_{ns}} = \overline{R_{ns} + O_{ns}}$

R_{eo}

e_3e_2 \ e_1e_0	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	1	1	1
11				
10	1			

$\overline{e_3}$; $\overline{e_2}\,\overline{e_1}\,\overline{e_0}$

O_{eo}

e_3e_2 \ e_1e_0	00	01	11	10
00				
01				
11			1	1
10				

$e_3 e_2 e_1$

V_{eo}

e_3e_2 \ e_1e_0	00	01	11	10
00				
01				
11	1	1	0	0
10		1	1	1

$e_3 \overline{e_2} e_1$; $e_3 e_2 \overline{e_1}$; $e_3 \overline{e_1} e_0$

R_{ns}

e_3e_2 \ e_1e_0	00	01	11	10
00	1			
01				
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

$\overline{e_2}\,\overline{e_1}\,\overline{e_0}$; e_3

O_{ns}

e_3e_2 \ e_1e_0	00	01	11	10
00				
01			1	1
11				
10				

$\overline{e_3} e_2 e_1$

V_{ns}

e_3e_2 \ e_1e_0	00	01	11	10
00		1	1	1
01	1	1		
11				
10				

$\overline{e_3}\,\overline{e_1}\,e_0$; $\overline{e_3}\,\overline{e_2}\,e_1$; $\overline{e_3}\,e_2\,\overline{e_1}$

$$R_{eo} = \overline{e_3} + \overline{e_2} \cdot \overline{e_1} \cdot \overline{e_0}$$

Ce bloc de 2 correspond aux cas où les 2 feux rouges sont allumés en même temps

$$O_{eo} = e_3 \cdot e_2 \cdot e_1$$

$$V_{eo} = e_3 \cdot e_2 \cdot \overline{e_1} + e_3 \cdot \overline{e_1} \cdot e_0 + e_3 \cdot \overline{e_2} \cdot e_1$$
$$= e_3 (e_2 \cdot \overline{e_1} + \overline{e_2} \cdot e_1) + e_3 \cdot \overline{e_1} \cdot e_0$$
$$= e_3 (e_2 \oplus e_1) + e_3 \cdot \overline{e_1} \cdot e_0$$
$$= e_3 ((e_2 \oplus e_1) + \overline{e_1} \cdot e_0)$$

$$R_{ns} = e_3 + \overline{e_2} \cdot \overline{e_1} \cdot \overline{e_0}$$

$e_2 \cdot e_1$ dans O_{eo} et O_{ns}

$$O_{ns} = \overline{e_3} \cdot e_2 \cdot e_1$$

$$V_{ns} = \overline{e_3} \cdot e_2 \cdot \overline{e_1} + \overline{e_3}\,\overline{e_1}\,e_0 + \overline{e_3}\,\overline{e_2}\,e_1$$
$$= \overline{e_3} (e_2 \cdot \overline{e_1} + \overline{e_2} \cdot e_1) + \overline{e_3} \cdot \overline{e_1} \cdot e_0$$
$$= \overline{e_3} (e_2 \oplus e_1) + \overline{e_3} \cdot \overline{e_1} \cdot e_0$$
$$= \overline{e_3} ((e_2 \oplus e_1) + \overline{e_1} \cdot e_0)$$

exo 4

a) Ce circuit utilise des bascules D ⇒ c'est un circuit séquentiel
Ce circuit est synchrone, car toutes les bascules D sont activées par le même signal d'horloge

b) $D_0 = \overline{Q_0}$

$D_1 = Q_1 \oplus Q_0$

$D_2 = Q_2 \oplus (Q_1 \cdot Q_0)$

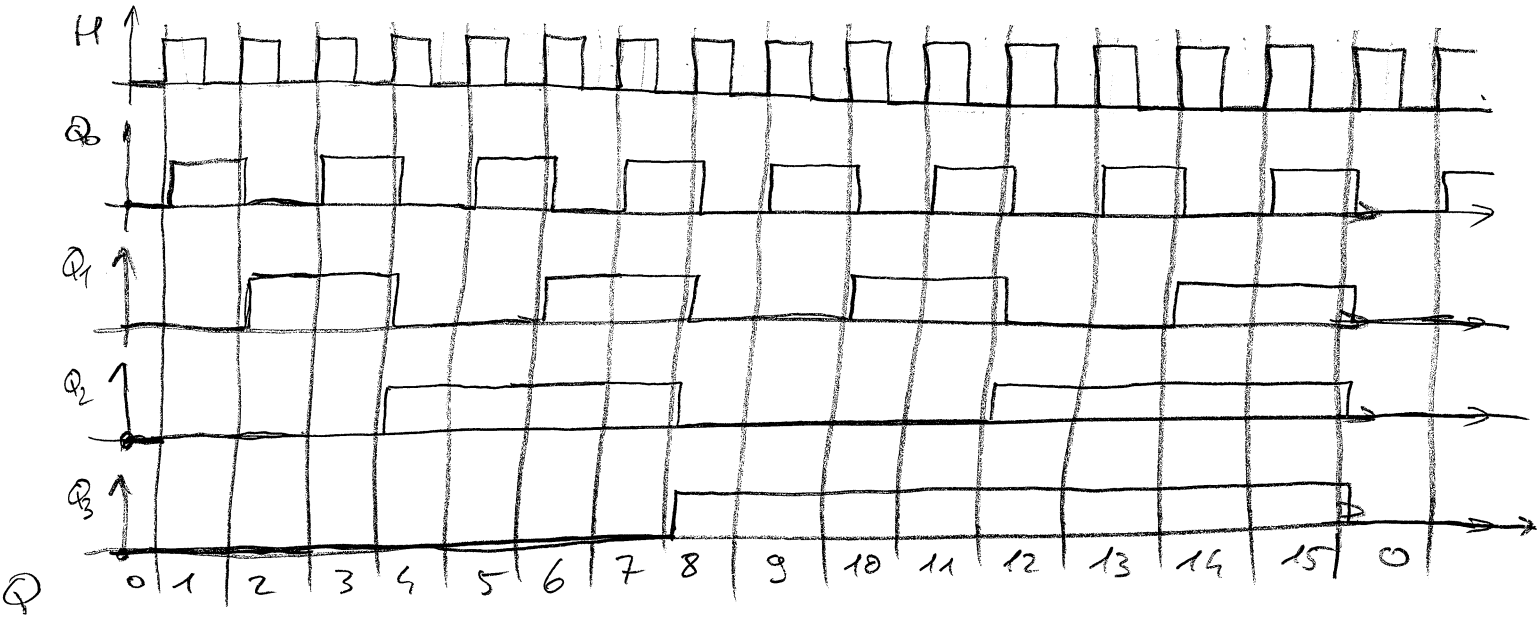
$D_3 = Q_3 \oplus (Q_2 \cdot Q_1 \cdot Q_0)$

$Q = (Q_3 Q_2 Q_1 Q_0)_2$

$D = (D_3 D_2 D_1 D_0)_2$

D est la prochaine valeur de Q (la valeur que prendra Q au prochain front montant du signal d'horloge)

Q	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	D_3	D_2	D_1	D_0	D
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	0	0	1	0	2
2	0	0	1	0	0	0	1	1	3
3	0	0	1	1	0	1	0	0	4
4	0	1	0	0	0	1	0	1	5
5	0	1	0	1	0	1	1	0	6
6	0	1	1	0	0	1	1	1	7
7	0	1	1	1	1	0	0	0	8
8	1	0	0	0	1	0	0	1	9
9	1	0	0	1	1	0	1	0	10
10	1	0	1	0	1	0	1	1	11
11	1	0	1	1	1	1	0	0	12
12	1	1	0	0	1	1	0	1	13
13	1	1	0	1	1	1	1	0	14
14	1	1	1	0	1	1	1	1	15
15	1	1	1	1	0	0	0	0	0



C'est un compteur synchrone modulo 16
Exactement le compteur qu'il faut pour l'exercice 2 !

```
library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;

--      FeuxCirculation
entity FeuxCirculation is
 port ( E              : in  std_logic_vector(3 downto 0) ;
        Reo, Oeo, Veo : out std_logic                     ;
        Rns, Ons, Vns : out std_logic                    );
end FeuxCirculation;

--            arch_FeuxCirculation
architecture arch_FeuxCirculation of FeuxCirculation is

signal Rboth, Ocommon, Vcommon : std_logic;

begin
 Rboth <= not(E(2)) and not(E(1)) and not(E(0)) ;
 Reo <= not(E(3)) or Rboth;
 Rns <= E(3) or Rboth ;

 Ocommon <= E(2) and E(1);
 Oeo <= E(3) and Ocommon ;
 Ons <= not(E(3)) and Ocommon ;

 Vcommon <= (E(2) xor E(1)) or (not(E(1))and E(0));
 Veo <= E(3) and Vcommon ;
 Vns <= not(E(3)) and Vcommon ;
end arch_FeuxCirculation;
```

```
library IEEE;
use IEEE.std_logic_1164.all;

entity SynchronousModulo16_Counter is
 port( Reset, H   : in  std_logic                    ;
       Counter    : out std_logic_vector(3 downto 0));
end SynchronousModulo16_Counter;

architecture arch_SynchronousModulo16_Counter of SynchronousModulo16_Counter is

signal D3, D2, D1, D0 : std_logic ;
signal Q3, Q2, Q1, Q0, Q1andQ0 : std_logic ;

begin
 Q1andQ0 <= Q1 and Q0;
 D3 <= Q3 xor (Q2 and Q1andQ0) ;
 D2 <= Q2 xor Q1andQ0;
 D1 <= Q1 xor Q0;
 D0 <= not(Q0);

 process(Reset, H)
  begin
   if (Reset = '1') then
    Q3 <= '0' ; Q2 <= '0' ; Q1 <= '0' ; Q0 <= '0' ;
   elsif rising_edge(H) then
    Q3 <= D3 ; Q2 <= D2 ; Q1 <= D1 ; Q0 <= D0 ;
   end if;
  end process;

 Counter(3) <= Q3; Counter(2) <= Q2; Counter(1) <= Q1; Counter(0) <= Q0;
end arch_SynchronousModulo16_Counter;
```

```
library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;

--      Circuit
entity Circuit is
 port ( Reset, H       : in  std_logic  ;
        Reo, Oeo, Veo : out std_logic  ;
        Rns, Ons, Vns : out std_logic );
end Circuit;

--            arch_Circuit
architecture arch_Circuit of Circuit is

signal E : std_logic_vector(3 downto 0) ;

begin
 u0 : entity work.SynchronousModulo16_Counter
      port map (Reset, H, E ) ;

 u1 : entity work.FeuxCirculation
      port map (E, Reo, Oeo, Veo, Rns, Ons, Vns);
end arch_Circuit;
```

Université de Nantes - IUT de Saint-Nazaire

Département Mesures Physiques

Devoir surveillé d'informatique d'instrumentation I

Semestre 2, 2011/2012. Durée : 1 **heure 30**.

Les cinq exercices sont indépendants. Si vous joignez cet énoncé à votre copie, indiquez ci-dessous votre nom, prénom et groupe.	
nom, prénom	groupe

1. **(3 points)**

   (a) Donner une expression logique simplifiée des fonctions

   $$f_1 = (a \cdot b) \oplus a \quad \text{et} \quad f_2 = (a + b) \oplus b$$

   (b) Démontrer que $b \cdot a \cdot c + \overline{c} \cdot a + \overline{b} \cdot a = a$

2. **(6 points)** On souhaite commander les feux de circulation d'un carrefour routier à l'intersection de deux voies de circulation bidirectionnelles, appelées nord-sud et est-ouest (voir figure 1). On supposera que les feux qui commandent la circulation dans les deux sens d'une voie sont identiques.

   Pour faire cela, on utilisera un compteur cyclique modulo 16 dont la sortie $E = (e_3\, e_2\, e_1\, e_0)_2$ va de 0 à 15 en progressant d'une unité toutes les 10 s. La séquence d'allumage des feux est indiquée sur la figure 2 : au début d'un cycle, l'axe nord-sud passe au vert (pour E allant de 1 à 5), puis à l'orange (pour $E = 6$ ou 7), puis au rouge. L'axe est-ouest passe alors au vert (pour E allant de 9 à 13), puis à l'orange (pour $E = 14$ ou 15), puis au rouge. Lorsque ce cycle est terminé, un nouveau cycle identique commence.

   On notera R_x, O_x et V_x les variables logiques de commande des feux rouge, orange et vert sur la voie x (avec $x = \text{eo}$ ou $x = \text{ns}$). Un niveau logique 1 correspond à un feu allumé, un niveau 0 à un feu éteint.

   (a) Compléter sur la figure 2 le tableau de vérité des variables logiques R_{eo}, O_{eo}, V_{eo}, R_{ns}, O_{ns} et V_{ns}. Quelle est la durée des feux rouge, orange et vert sur une voie ?

   (b) Après avoir complété les tableaux de Karnaugh de la figure 3, donner des expressions logiques simplifiées de ces six variables.

3. **(4 points)** Écrire le couple entité-architecture qui permet de décrire en VHDL le circuit étudié dans l'exercice 2.

4. **(7 points)** Le circuit de la figure 4 utilise quatre bascules D dont les entrées d'horloge sont toutes reliées au même signal d'horloge H, qui est une variable logique périodique de période T et de rapport cyclique égal à 50 %.

   (a) Ce circuit est-il combinatoire ou séquentiel ? Est-il synchrone ou asynchrone ? Justifiez votre réponse.

   (b) On notera D_0 l'entrée D de la bascule la plus à gauche ($D_0 = \overline{Q_0}$), D_1 et D_2 les entrées D des bascules suivantes et D_3 l'entrée D de la bascule la plus à droite. Quelles sont les expressions (en fonction des variables Q_0, Q_1, Q_2 et Q_3) des variables logiques D_1, D_2 et D_3 ? Faire un tableau de vérité de D_3, D_2, D_1 et D_0 en fonction de Q_3, Q_2, Q_1 et Q_0.

   (c) Tracer le chronogramme des sorties Q_0, Q_1, Q_2 et Q_3 en fonction du temps, en complétant la figure 5. L'abscise sera choisie de manière à pouvoir représenter au moins 16 fronts montants du signal d'horloge et on considérera qu'à l'instant initial, $Q_0 = Q_1 = Q_2 = Q_3 = 0$. On représentera symboliquement le retard de propagation des bascules D par un décalage de 1 mm. Quelles sont les valeurs successives de $Q = (Q_3\, Q_2\, Q_1\, Q_0)_2$?

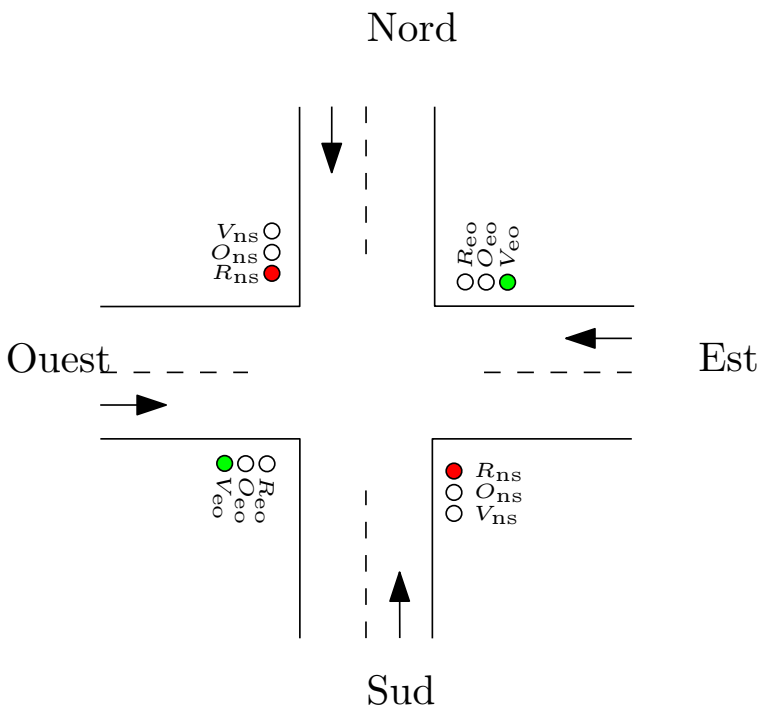


Figure 1: Feux de circulation d'un carrefour étudiés dans l'exercice 2, représentés ici pour une valeur de E comprise entre 9 et 13.

E	e_3	e_2	e_1	e_0	feux est-ouest	feux nord-sud	R_{eo}	O_{eo}	V_{eo}	R_{ns}	O_{ns}	V_{ns}
0					rouge	rouge						
1					rouge	vert	1	0	0	0	0	1
2					rouge	vert						
3					rouge	vert						
4					rouge	vert						
5					rouge	vert						
6					rouge	orange						
7					rouge	orange						
8					rouge	rouge						
9					vert	rouge						
10					vert	rouge						
11					vert	rouge						
12					vert	rouge						
13					vert	rouge						
14					orange	rouge						
15					orange	rouge						

Figure 2: Tableau utilisé dans l'exercice 2.

R_{eo}	$e_1\,e_0$			
$e_3\,e_2$	00			
00				

O_{eo}	$e_1\,e_0$			
$e_3\,e_2$	00			
00				

V_{eo}	$e_1\,e_0$			
$e_3\,e_2$	00			
00				

R_{ns}	$e_1\,e_0$			
$e_3\,e_2$	00			
00				

O_{ns}	$e_1\,e_0$			
$e_3\,e_2$	00			
00				

V_{ns}	$e_1\,e_0$			
$e_3\,e_2$	00			
00				

Figure 3: Tableaux de Karnaugh utilisés dans l'exercice 2. On pourra n'indiquer que les cas où les fonctions valent 1.

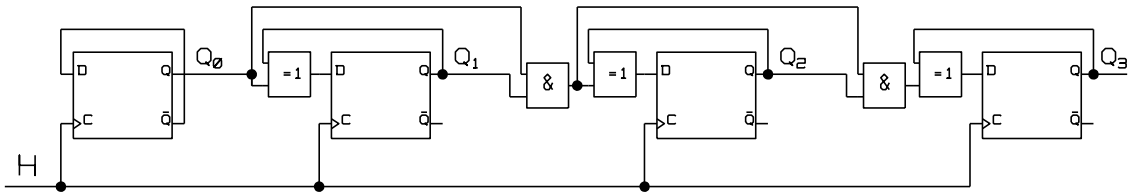


Figure 4: Circuit étudié dans l'exercice 4.

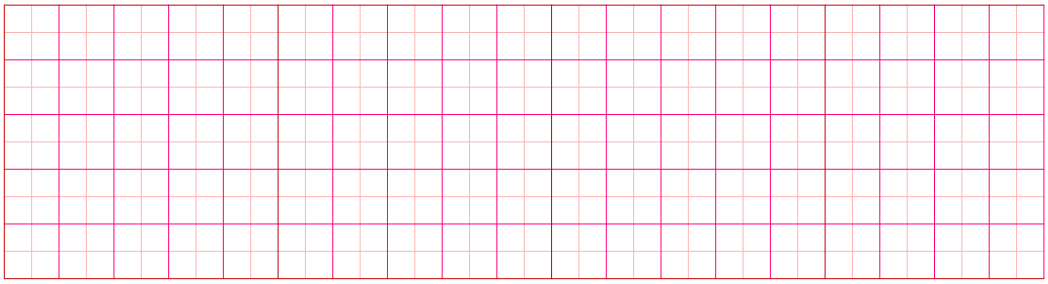


Figure 5: Papier millimétré permettant de tracer le chronogramme des variables logiques H, Q_0, Q_1, Q_2 et Q_3 étudiées dans l'exercice 4.