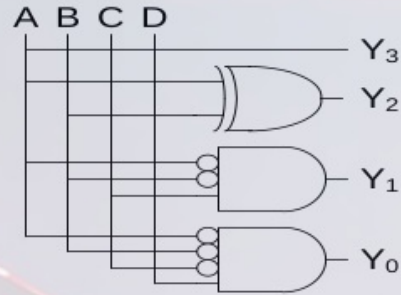


Question 1. Circuits combinatoires, simplification (25 pts)

a) (5 pts) Écrire les équations booléennes implémentant le circuit présenté plus bas.



$$Y_3 = A$$

$$Y_2 = A \oplus B$$

$$Y_1 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C$$

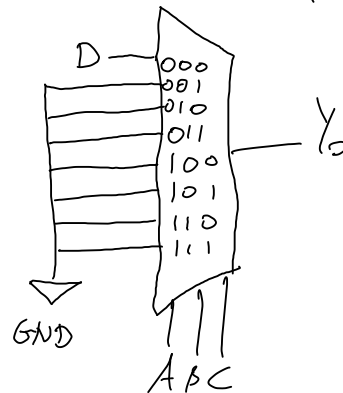
$$Y_0 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D$$

b) (5 pts) Donner une implémentation de la fonction Y_0 en utilisant un multiplexeur 8-à-1.

$$Y_0 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D$$

A	B	C	D	Y_0
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

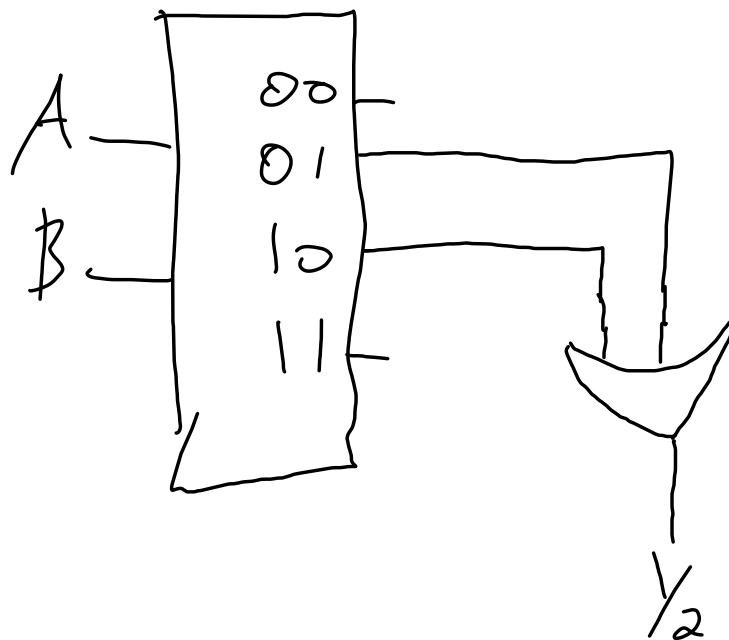
A	B	C	Y_0
0	0	0	D
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0



c) (5 pts) Donner une implémentation de la fonction Y_2 en utilisant un décodeur et une porte OU logique.

$$Y_2 = A \oplus B$$

A	B	Y_2
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



d) (10 pts) La fonction Y est définie par la table de vérité suivante. Simplifiez la fonction Y en utilisant la méthode de Quine-McCluskey.

A	B	C	D	Y
0	0	0	0	1
0	0	0	1	X
0	0	1	0	1
0	0	1	1	X
0	1	0	0	0
0	1	0	1	X
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	X
1	0	1	0	1
1	0	1	1	X
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

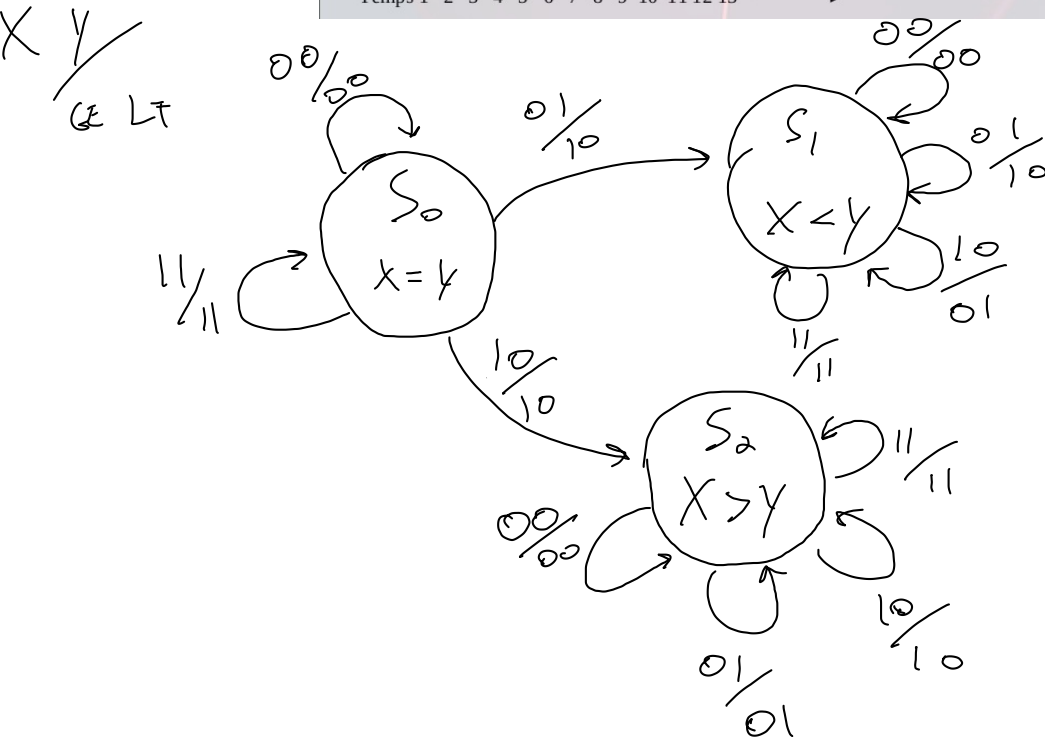
0000 ✓
 0001 ✓
 0010 ✓
 1000 ✓
 0011 ✓
 0101 ✓
 1001 ✓
 1010 ✓
 1011 ✓
 000- ✓
 00-0 ✓
 -000 ✓
 00-1 ✓
 0-01 *
 -001 ✓
 001- ✓
 -010 ✓
 100- ✓
 10-0 ✓
 -011 ✓
 10-1 ✓
 101- ✓
 00-- ✓
 -00- ✓
 -0-0 ✓
 -0-1 ✓
 -01- ✓
 10-- ✓
 -0-- *

Table de choix

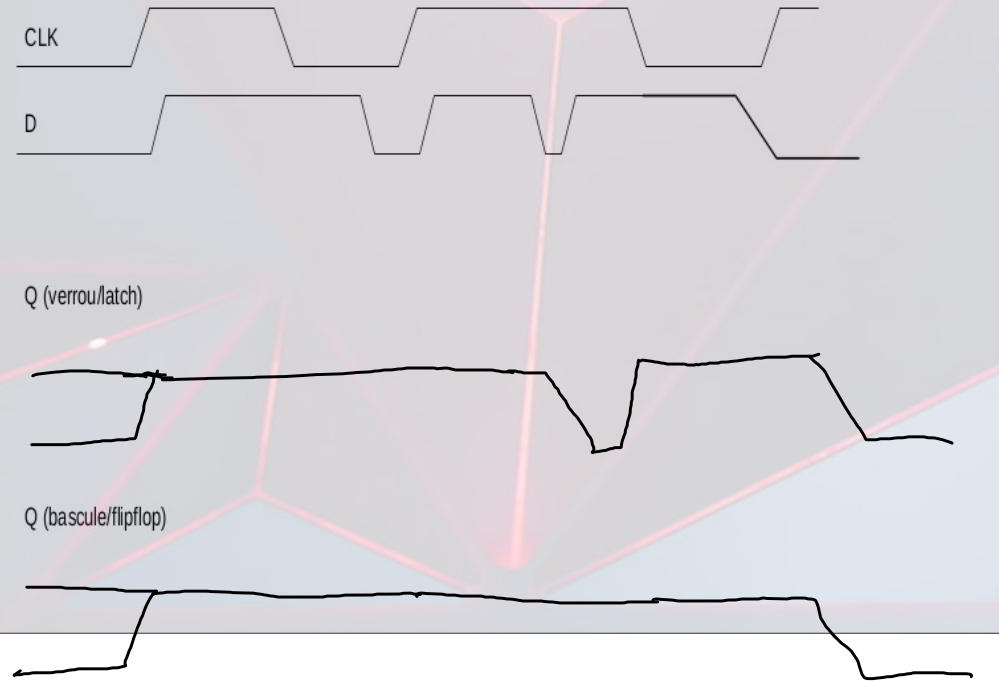
Implicants premiers	Minotermes			
	0000	0010	1000	1010
0-01				
-0--	✓	✓	✓	✓

$$Y = -0-- \Rightarrow Y = \overline{B}$$

-
- The diagram shows a circuit with two inputs, X and Y, and two outputs, GE and LT. The inputs are connected to a central block labeled "Circuit". The outputs are connected to two lines labeled "GE" and "LT". Below the circuit, a timing diagram shows the values of X, Y, GE, and LT over 13 time units. The clock signal is shown as a series of pulses. The values of X, Y, GE, and LT are shown as binary digits (0 or 1) for each time unit.
- | Temps | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| X | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| Y | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | | | | | | |
| GE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | | | | | | |
| LT | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |



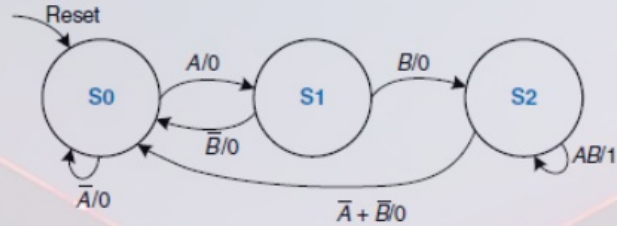
b) (5 pts) Dessiner un chronogramme du signal Q (wave) en supposant que Q est une sortie de verrou (latch) et ensuite une sortie de bascule D (flipflop).



$Q = D$ quand $clk = 1$

$Q = D$ au front montant de clk

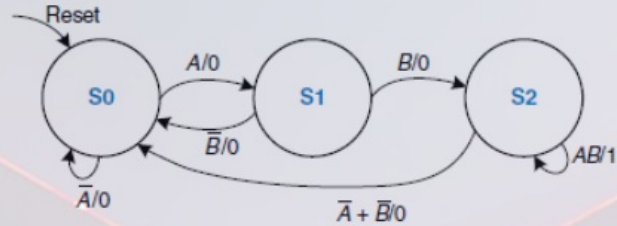
- c) (5 pts) Considérer la machine à états finis suivante. Donner une table de transition d'états. Mettre à côté des noms d'états symboliques les deux encodages des états : encodage binaire et encodage « one hot ».



États	A B			
	00	01	10	11
S ₀	S ₀ /0	S ₀ /0	S ₁ /0	S ₁ /0
S ₁	S ₀ /0	S ₂ /0	S ₀ /0	S ₂ /0
S ₂	S ₀ /0	S ₀ /0	S ₀ /0	S ₂ /1

États	Encodage binaire	Encodage one-hot
S ₀	00	001
S ₁	01	010
S ₂	10	100

- c) (5 pts) Considérer la machine à états finis suivante. Donner une table de transition d'états. Mettre à côté des noms d'états symboliques les deux encodages des états : encodage binaire et encodage « one hot ».



États	A B			
	00	01	10	11
S ₀	S ₀ /0	S ₀ /0	S ₁ /0	S ₁ /0
S ₁	S ₀ /0	S ₂ /0	S ₀ /0	S ₂ /0
S ₂	S ₀ /0	S ₀ /0	S ₀ /0	S ₂ /1

États	Encodage binaire	Encodage one-hot
S ₀	00	001
S ₁	01	010
S ₂	10	100

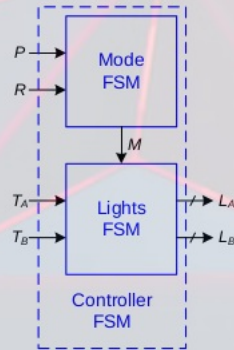
Question 3. VHDL (25 pts)

- a) (15 pts) Supposons que les implémentations de deux modules modFSM et lightsFSM existent déjà.

```
library IEEE; use IEEE.STD_LOGIC_1164.all;

entity modFSM is
port (P,R: in STD_LOGIC;
      clk: in STD_LOGIC;
      M:   out STD_LOGIC);
end;
...
entity lightsFSM is
port (Ta,Tb, M:   in STD_LOGIC;
      clk:       in STD_LOGIC;
      La, Lb   :   out STD_LOGIC_VECTOR (2 downto 0));
end;
...
```

Écrire un modèle structurel du module controllerFSM. Le schéma de ce module est présenté plus bas.



b) (10 pts) Codez un module VHDL comportemental d'un circuit implémentant les trois fonctions logiques définies par les équations booléennes suivantes.

$$F_1 = A \oplus B$$

$$F_2 = ABC + \bar{A}\bar{B}D$$

$$F_3 = ABCD + \bar{A}\bar{B}CD$$

b) (15 pts) À partir du code dessiner un automate représentant cette machine.

