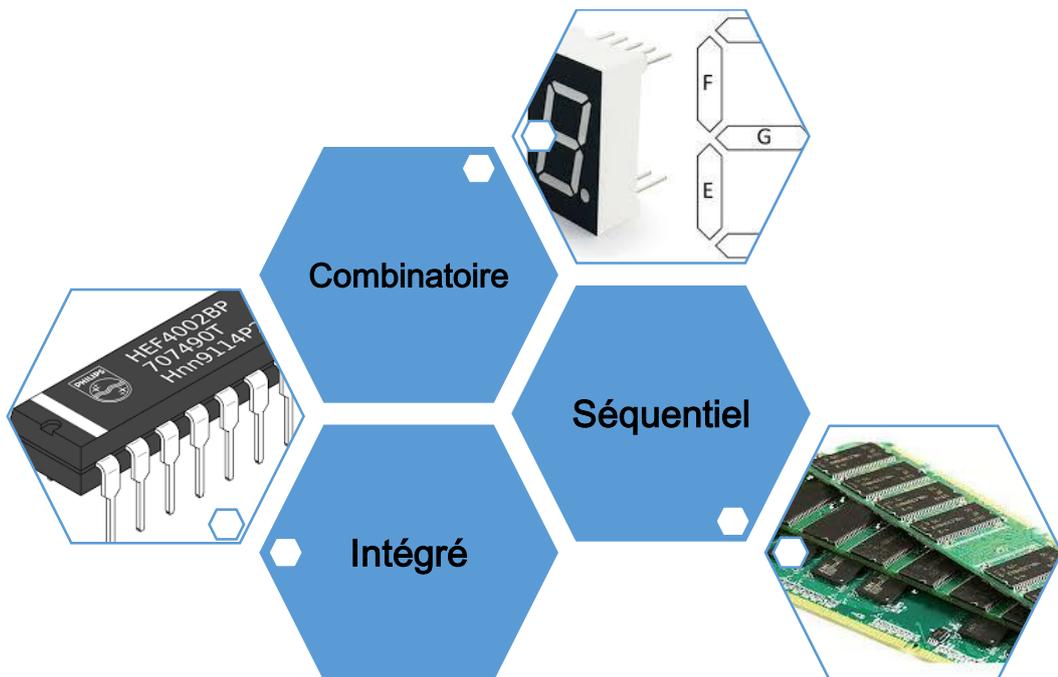


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique  
Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana  
Faculté des sciences et techniques  
Département de maths et informatique  
Niveau : Licence 1ère année MI



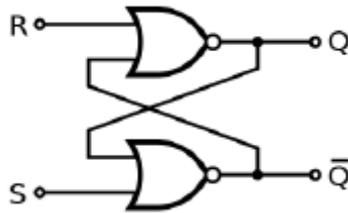
# Solution de la série de TD N°3

## (Circuits Séquentiels)



**Exercice N°1 :**

1. Cette bascule n'est pas synchrone



2. Table de vérité

R	S	Q	Q <sup>+</sup>	Observation
0	0	0	0	mémoire de l'information
0	0	1	1	
0	1	0	1	mise à 1 de la sortie
0	1	1	1	
1	0	0	0	0 mise à 0 de la sortie
1	0	1	0	
1	1	0	X	X état indéterminé
1	1	1	X	

**Exercice N°2 :**

1. La table de vérité de la bascule RS

R	S	Q	Q <sup>+</sup>
0	0	0	0 mémoire de l'information
0	0	1	1 mémoire de l'information
0	1	0	1 mise à 1 de la sortie
0	1	1	1 mise à 1 de la sortie
1	0	0	0 mise à 0 de la sortie
1	0	1	0 mise à 0 de la sortie
1	1	0	X état indéterminé
1	1	1	X état indéterminé

2. Tableau

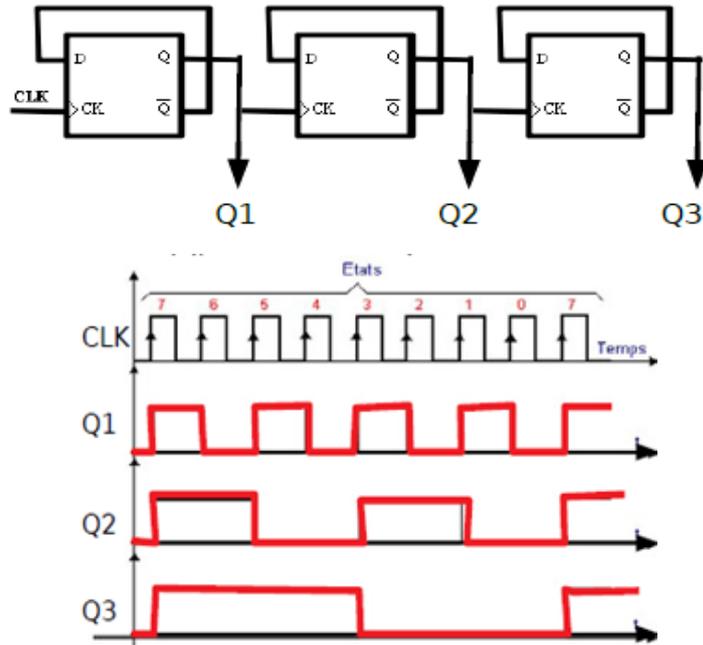
T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
R	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
Q	0	0	0	1	1	1	0	X	1	1

**Exercice N°3 :**

A. chronogramme de la bascule D (Q)



B. Les chronogrammes du circuit (Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub> et Q<sub>3</sub>)



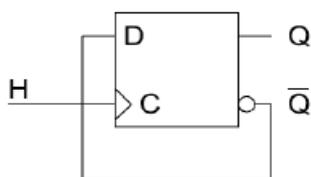
C. Ce circuit (compteur) n'est pas synchrone.

**Exercice N°4 :**

- Les tables de vérité des bascules JK et D sur front montant

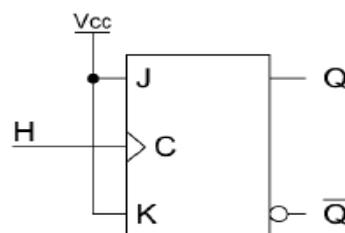
**Bascule JK**

H	J	K	Q	$\bar{Q}$
$\uparrow$	0	0	q	$\bar{q}$
$\uparrow$	0	1	0	1
$\uparrow$	1	0	1	0
$\uparrow$	1	1	$\bar{q}$	q

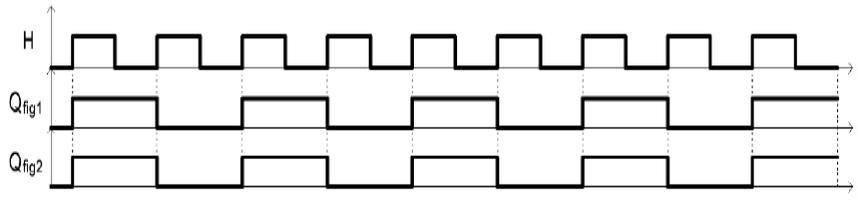


**Bascule D**

H	D	Q	$\bar{Q}$
$\uparrow$	0	0	1
$\uparrow$	1	1	0



- Les chronogramme des sorties de chacune des bascules



**Exercice N°5 :**

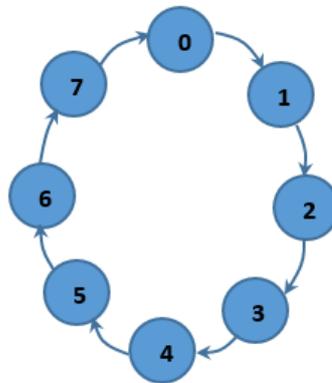
Réalisation d'un compteur synchrone modulo 8 à l'aide de bascules JK synchronisées sur front montant

1. La table des transitions d'une bascule JK.

La table des transitions d'une bascule JK se remplit à l'aide de sa table de vérité

$Q$	$Q^+$	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

2. Diagramme d'état



3. Table de vérité

$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$Q_2^+$	$Q_1^+$	$Q_0^+$	$J_2$	$K_2$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	1	0	X	0	X	1	X
0	0	1	0	1	0	0	X	1	X	X	1
0	1	0	0	1	1	0	X	X	0	1	X
0	1	1	1	0	0	1	X	X	1	X	1
1	0	0	1	0	1	X	0	0	X	1	X
1	0	1	1	1	0	X	0	1	X	X	1
1	1	0	1	1	1	X	0	X	0	1	X
1	1	1	0	0	0	X	1	X	1	X	1

4. Les équations des entrées des bascules  $J_0, K_0, J_1, K_1, J_2$  et  $K_2$

$Q_2 Q_1$	00	01	11	10
$Q_0$				
0	0	0	X	X
1	0	1	X	X

$J_2 = Q_1 Q_0$

$Q_2 Q_1$	00	01	11	10
$Q_0$				
0	X	X	0	0
1	X	X	1	0

$K_2 = Q_1 Q_0$

$Q_2 Q_1$	00	01	11	10
$Q_0$				
0	0	X	X	0
1	1	X	X	1

$J_1 = Q_0$

$Q_2 Q_1$	00	01	11	10
$Q_0$				
0	X	0	0	X
1	X	1	1	X

$K_1 = Q_0$

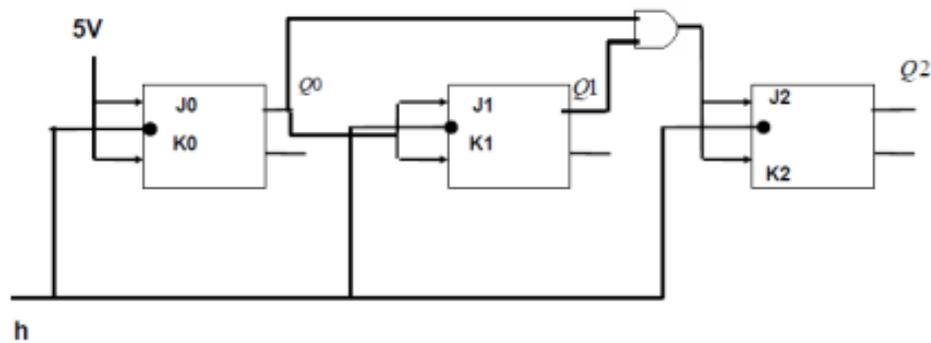
$Q_2 Q_1$	00	01	11	10
$Q_0$				
0	1	1	1	1
1	X	X	X	X

$J_0 = 1$

$Q_2 Q_1$	00	01	11	10
$Q_0$				
0	X	X	X	X
1	1	1	1	1

$K_0 = 1$

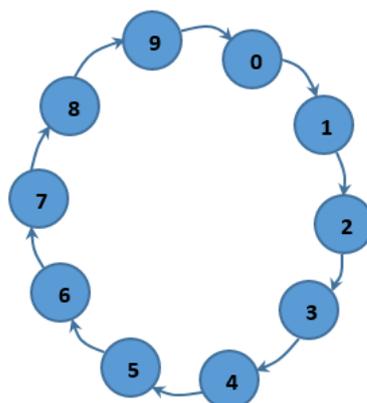
5. Le schéma de câblage de compteur modulo 8 synchrone



Exercice N°6 :

1. compteur synchrone modulo 10 à base des bascules JK

a. Diagramme d'état



b. Table de vérité

$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$Q_3^+$	$Q_2^+$	$Q_1^+$	$Q_0^+$	$J_3$	$K_3$	$J_2$	$K_2$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	0	1	0	X	0	X	0	X	1	X
0	0	0	1	0	0	1	0	0	X	0	X	1	X	X	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	X	0	X	X	0	1	X
0	0	1	1	0	1	0	0	0	X	1	X	X	1	X	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	X	X	0	0	X	1	X
0	1	0	1	0	1	1	0	0	X	X	0	1	X	X	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	X	X	0	X	0	1	X
0	1	1	1	1	0	0	0	1	X	X	1	X	1	X	1
1	0	0	0	1	0	0	1	X	0	0	X	0	X	1	X
1	0	0	1	0	0	0	0	X	1	0	X	0	X	X	1

c. Les équations des entrées  $J_0, K_0, J_1, K_1, J_2, K_2, J_3$  et  $K_3$ .

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
00	0	0	X	X
01	0	0	X	X
11	0	1	X	X
10	0	0	X	X

$$J_3 = Q_2 Q_1 Q_0$$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
00	X	X	X	0
01	X	X	X	1
11	X	X	X	X
10	X	X	X	X

$$K_3 = Q_0$$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
00	0	X	X	0
01	0	X	X	0
11	1	X	X	X
10	0	X	X	X

$$J_2 = Q_1 Q_0$$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
00	X	0	X	X
01	X	0	X	X
11	X	1	X	X
10	X	0	X	X

$$K_2 = Q_1 Q_0$$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
00	0	0	X	0
01	1	1	X	0
11	X	X	X	X
10	X	X	X	X

$$J_1 = \overline{Q_3} Q_0$$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
00	X	X	X	X
01	X	X	X	X
11	1	1	X	X
10	0	0	X	X

$$K_1 = Q_0$$

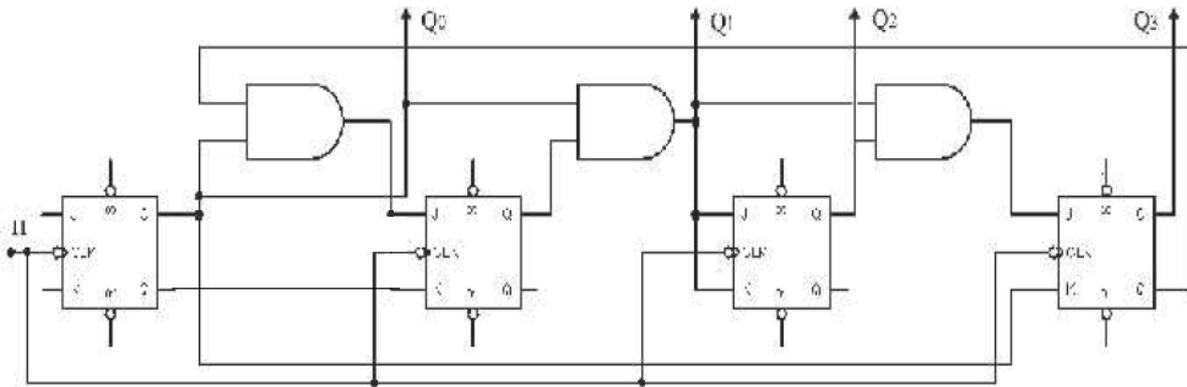
$Q_3 Q_2$ \ $Q_1 Q_0$	00	01	11	10
00	1	1	X	1
01	X	X	X	X
11	X	X	X	X
10	1	1	X	X

$J_0 = 1$

$Q_3 Q_2$ \ $Q_1 Q_0$	00	01	11	10
00	X	X	X	X
01	1	1	X	1
11	1	1	X	X
10	X	X	X	X

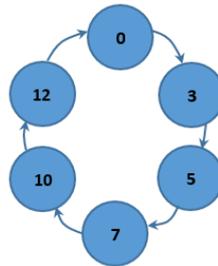
$K_0 = 1$

d. Schéma de compteur modulo 10 synchrone



2. compteur synchrone du cycle suivant :  $\rightarrow 0 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 7 \rightarrow 10 \rightarrow 12 \rightarrow$

a. Diagramme d'état



b. Table de vérité

$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$Q_3^+$	$Q_2^+$	$Q_1^+$	$Q_0^+$	$J_3$	$K_3$	$J_2$	$K_2$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	1	1	0	X	0	X	1	X	1	X
0	0	1	1	0	1	0	1	0	X	1	X	X	1	X	0
0	1	0	1	0	1	1	1	0	X	X	0	1	X	X	0
0	1	1	1	1	0	1	0	1	X	X	1	X	0	X	1
1	0	1	0	1	1	0	0	X	0	1	X	X	1	0	X
1	1	0	0	0	0	0	0	X	1	X	1	0	X	0	X

c. Les équations des entrées des bascules  $J_0, K_0, J_1, K_1, J_2, K_2, J_3$  et  $K_3$ .

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
$Q_1 Q_0$				
00	0	X	X	X
01	X	0	X	X
11	0	1	X	X
10	X	X	X	X

$$J_3 = Q_2 Q_1$$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
$Q_1 Q_0$				
00	X	X	1	X
01	X	X	X	X
11	X	X	X	X
10	X	X	X	0

$$K_3 = Q_2$$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
$Q_1 Q_0$				
00	0	X	X	X
01	X	X	X	X
11	1	X	X	X
10	X	X	X	1

$$J_2 = Q_1$$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
$Q_1 Q_0$				
00	X	X	1	X
01	X	0	X	X
11	X	1	X	X
10	X	X	X	X

$$K_2 = Q_3 + Q_1$$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
$Q_1 Q_0$				
00	1	X	0	X
01	X	1	X	X
11	X	X	X	X
10	X	X	X	X

$$J_1 = \bar{Q}_3$$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
$Q_1 Q_0$				
00	X	X	X	X
01	X	X	X	X
11	1	0	X	X
10	X	X	X	1

$$K_1 = \bar{Q}_2$$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
$Q_1 Q_0$				
00	1	X	0	X
01	X	X	X	X
11	X	X	X	X
10	X	X	X	0

$$J_0 = \bar{Q}_3$$

$Q_3 Q_2$	00	01	11	10
$Q_1 Q_0$				
00	X	X	X	X
01	X	0	X	X
11	0	1	X	X
10	X	X	X	X

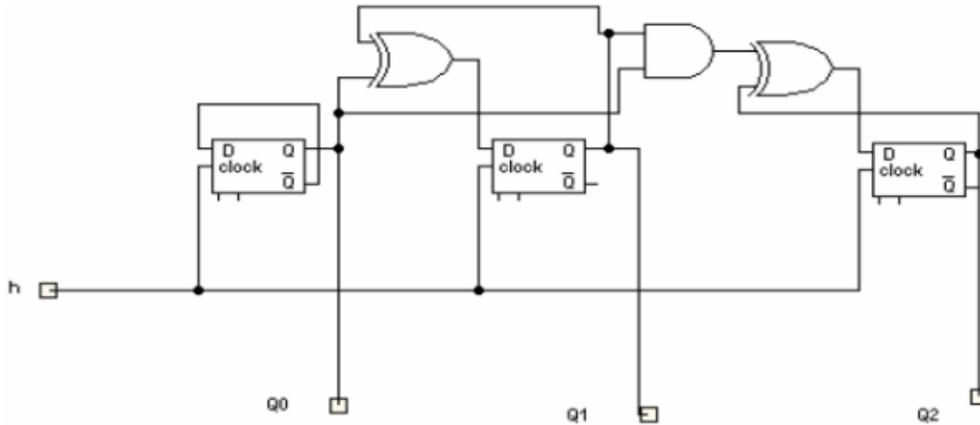
$$K_0 = Q_2 Q_1$$



$Q_2 \backslash Q_1$	00	01	11	10
$Q_0$				
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0

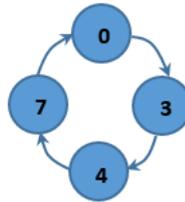
$$D_0 = \bar{Q}_0$$

d. Schéma d'un compteur modulo 8 synchrone avec des bascules D



4. Compteur synchrone de cycle :  $0 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 7$  à base des bascules D

a. Diagramme d'état



b. Table de vérité

$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$Q_2^+$	$Q_1^+$	$Q_0^+$	$D_2$	$D_1$	$D_0$
0	0	0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	0	0	0	0	0

c. Les équations des entrées  $D_0$ ,  $D_1$  et  $D_2$

$Q_2 \backslash Q_1$	00	01	11	10
$Q_0$				
0	0	X	X	1
1	X	1	0	X

$$D_2 = Q_2 \bar{Q}_1 + \bar{Q}_2 Q_1 = Q_2 \oplus Q_1$$

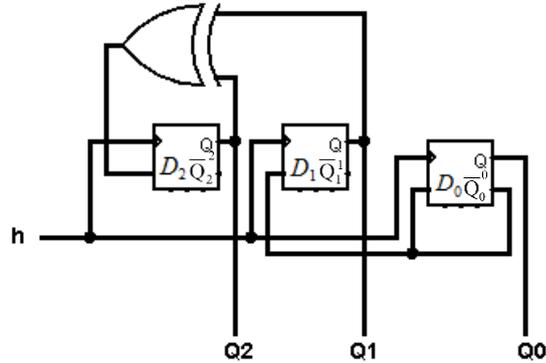
$Q_2 \backslash Q_1$	00	01	11	10
$Q_0$				
0	1	X	X	1
1	X	0	0	X

$$D_1 = \bar{Q}_0$$

$Q_2 \backslash Q_1$	00	01	11	10
$Q_0$				
0	1	X	X	1
1	X	0	0	X

$$D_0 = \overline{Q_0}$$

d. Schéma de compteur modulo synchrone avec des bascules D



**Exercice N°7 :**

1. Les équations des entrées J et K des bascules

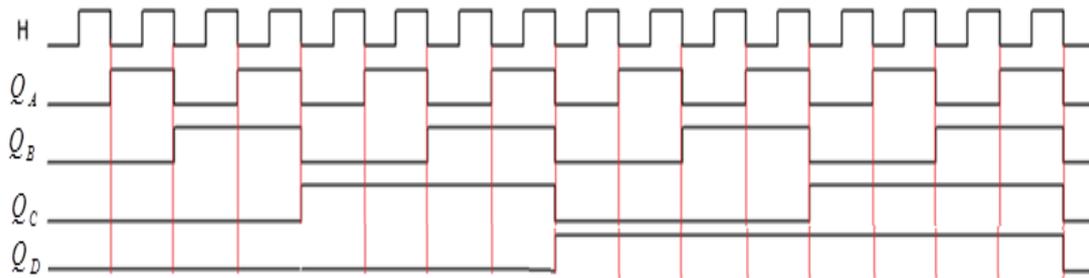
$$\begin{cases} J_A = 1 \\ K_A = 1 \end{cases} \quad \begin{cases} J_B = \overline{Q_A} + Q_D = Q_A \overline{Q_D} \\ K_B = \overline{Q_A} + Q_D = Q_A \overline{Q_D} \end{cases}$$

$$\begin{cases} J_C = \overline{Q_A Q_B} \overline{Q_A Q_B} = Q_A Q_B \\ K_C = \overline{Q_A Q_B} \overline{Q_A Q_B} = Q_A Q_B \end{cases} \quad \begin{cases} J_D = \overline{Q_A Q_B} + \overline{Q_C} = Q_A Q_B Q_C \\ K_D = Q_A \end{cases}$$

2. Le tableau et les chronogrammes de l'horloge H et des sorties  $Q_A, Q_B, Q_C$  et  $Q_D$

état	$Q_D$	$Q_C$	$Q_B$	$Q_A$	$J_D$	$K_D$	$J_C$	$K_C$	$J_B$	$K_B$	$J_A$	$K_A$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1
6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
9	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0								

3. Les chronogrammes de l'horloge H et des sorties  $Q_A$ ,  $Q_B$ ,  $Q_C$  et  $Q_D$



4. Le tableau montre que le modulo de ce compteur est 10.

**Exercice N°8 :**

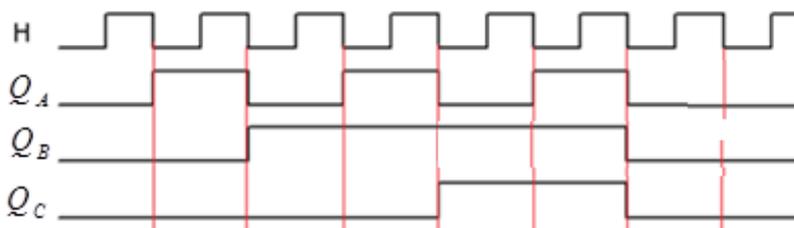
1. Les équations des entrées J et K des 3 bascules

$$\begin{cases} J_A = 1 \\ K_A = 1 \end{cases} \quad \begin{cases} J_B = Q_A \\ K_B = Q_A Q_C \end{cases} \quad \begin{cases} J_C = Q_A Q_B \\ K_C = Q_A \end{cases}$$

2. Le tableau et les chronogrammes de l'horloge H et des sorties  $Q_A$ ,  $Q_B$  et  $Q_C$

état	$Q_C$	$Q_B$	$Q_A$	$J_C$	$K_C$	$J_B$	$K_B$	$J_A$	$K_A$
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
2	0	1	0	0	0	0	0	1	1
3	0	1	1	1	1	1	0	1	1
6	1	1	0	0	0	0	0	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0						

Les chronogrammes de l'horloge H et des sorties  $Q_A$ ,  $Q_B$  et  $Q_C$



3. Ce compteur réalise la séquence suivante :

4. Détermination des fréquences  $f_A$ ,  $f_B$  et  $f_C$  des sorties  $Q_A$ ,  $Q_B$  et  $Q_C$  en fonction de la fréquence de l'horloge  $f_H$

$$T_A = 2T, T_B = 6T \text{ et } T_C = 6T$$

$$f_H = \frac{1}{T}$$

$$f_A = \frac{1}{T_A} = \frac{1}{2T} = \frac{f_H}{2}$$

$$f_B = \frac{1}{T_B} = \frac{1}{6T} = \frac{f_H}{6}$$

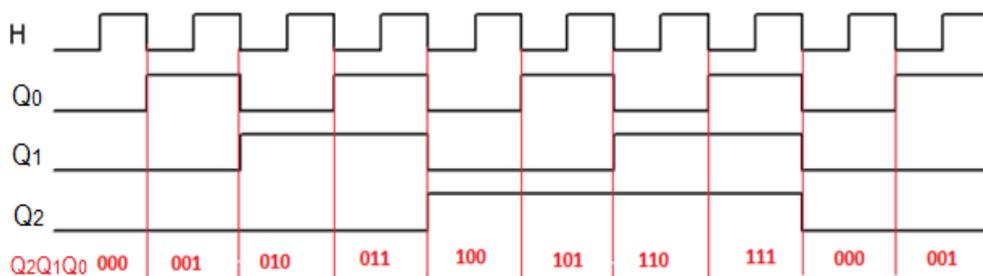
$$f_C = \frac{1}{T_C} = \frac{1}{6T} = \frac{f_H}{6}$$

**Exercice N°9 :**

$Q_0$  a pour horloge H ; donc à chaque front descendant de H,  $Q_0$  change d'état (bascule de 0 à 1 ou de 1 à 0).

$Q_1$  a pour horloge  $Q_0$  ; donc à chaque front descendant de  $Q_0$ ,  $Q_1$  change d'état.

$Q_2$  a pour horloge  $Q_1$  ; donc à chaque front descendant de  $Q_1$ ,  $Q_2$  change d'état.



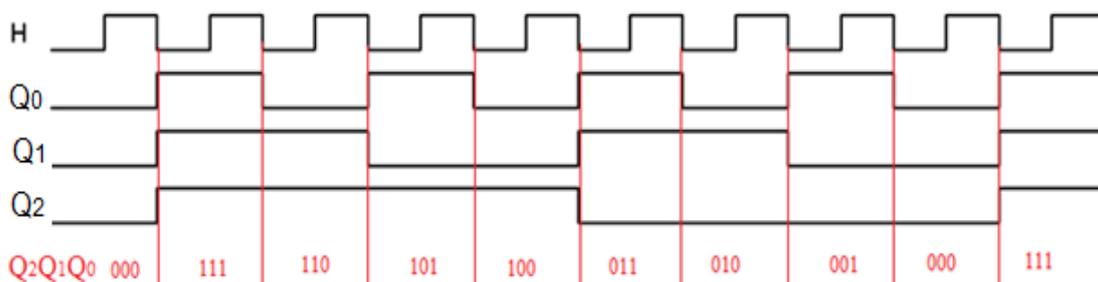
2. On obtient la séquence suivante : 0→1→2→3→4→5→6→7→0.

3. On a un compteur modulo 8.

4.  $Q_0$  a pour horloge H ; donc à chaque front descendant de H,  $Q_0$  change d'état (bascule de 0 à 1 ou de 1 à 0).

$Q_1$  a pour horloge  $\overline{Q_0}$  ; donc à chaque front descendant de  $\overline{Q_0}$  (front montant de  $Q_0$ ),  $Q_1$  change d'état.

$Q_2$  a pour horloge  $\overline{Q_1}$  ; donc à chaque front descendant de  $\overline{Q_1}$  (front montant de  $Q_1$ ),  $Q_2$  change d'état.



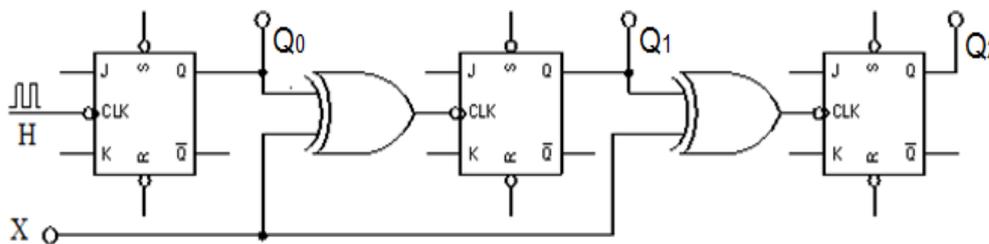
5. On obtient la séquence suivante :  $0 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 0$

6. On a un décompteur modulo 8.

7. L'horloge de la 1<sup>ère</sup> bascule dans les 2 cas est H. Pour le compteur l'horloge de la bascule n est  $Q_{n-1}$  et pour le décompteur l'horloge de la bascule n est  $\overline{Q}_{n-1}$ . on doit choisir soit  $Q_{n-1}$ , soit  $\overline{Q}_{n-1}$ . Pour faire le choix, on va utiliser une variable X, tel que :

X	horloge	Mode
0	$Q_{n-1}$	Compteur
1	$\overline{Q}_{n-1}$	décompteur

$$\text{horloge} = Q_{n-1}\overline{X} + \overline{Q}_{n-1}X = Q_{n-1} \oplus X$$



### Exercice N°10 :

#### 1. Les équations

##### Bascule 1:

$$J_1 = K_1 = 1 \Rightarrow Q_1^+ = \overline{Q}_1$$

A chaque front montant de  $Clk_1$  on a  $Q_1^+ = \overline{Q}_1$

##### Bascule 2:

$$J_2 = K_2 = 1 \Rightarrow \begin{cases} Q_2^+ = \overline{Q}_2 \\ Clk_2 = \overline{Q}_1 \end{cases}$$

A chaque front descendant de  $Q_1$  on a  $Q_2^+ = \overline{Q}_2$

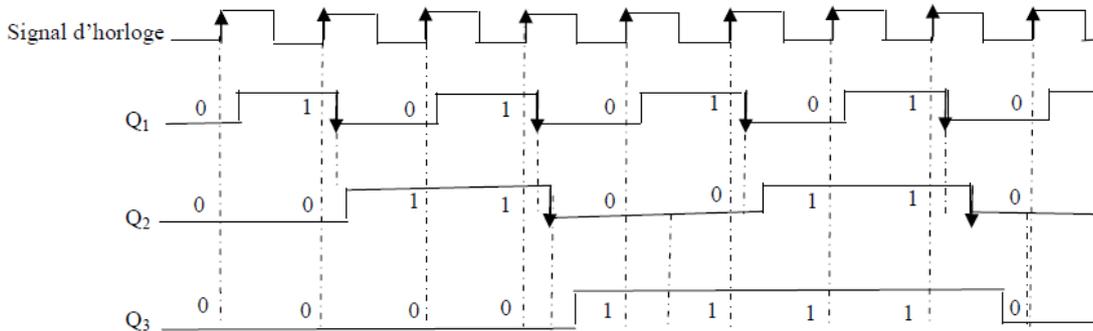
##### Bascule 3:

$$J_3 = K_3 = 1 \Rightarrow \begin{cases} Q_3^+ = \overline{Q}_3 \\ Clk_3 = \overline{Q}_2 \end{cases}$$

A chaque front descendant de  $Q_2$  on a  $Q_3^+ = \overline{Q}_3$

2. le circuit est asynchrone car le signal d'horloge est appliqué seulement à la première bascule et l'état de chaque bascule est fonction des états des bascules précédentes.

### 3. chronogramme du fonctionnement du circuit



### 4. Table de transition

$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_3^+$	$Q_2^+$	$Q_1^+$
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	0

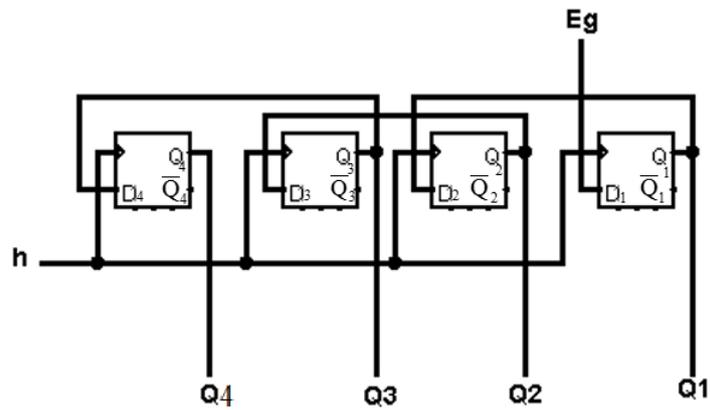
5. C'est un compteur binaire asynchrone modulo 8.

### Exercice N°11:

Le schéma d'un registre à décalage de droite vers la gauche avec une entrée série droite et une sortie série gauche

- Les équations caractéristiques d'un registre à décalage à droite, forme de 4 bascule D, à

$$\text{front montant sont : } \begin{cases} D_4 = Q_3 \\ D_3 = Q_2 \\ D_2 = Q_1 \\ D_1 = E_g \end{cases}$$



**Exercice N°12 :**

- Les équations caractéristiques d'un registre à décalage à droite, forme de 4 bascule D, à front

montant sont :

$$\begin{cases} D_4 = Q_3 \\ D_3 = Q_2 \\ D_2 = Q_1 \\ D_1 = E_g \end{cases}$$

- Les équations caractéristiques d'un registre à décalage à gauche, forme de 4 bascule D, à

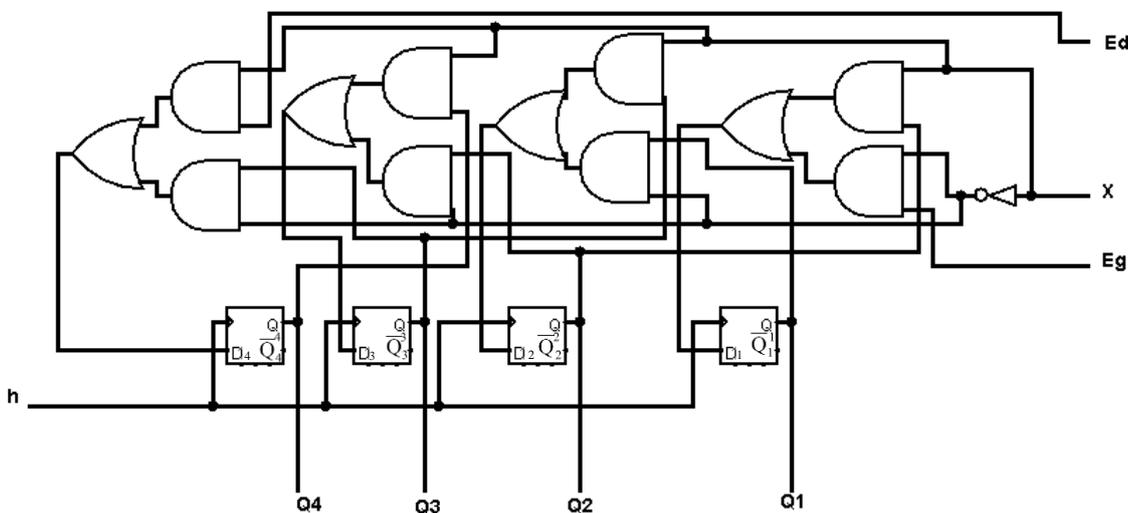
front montant sont :

$$\begin{cases} D_1 = Q_2 \\ D_2 = Q_3 \\ D_3 = Q_4 \\ D_4 = E_d \end{cases}$$

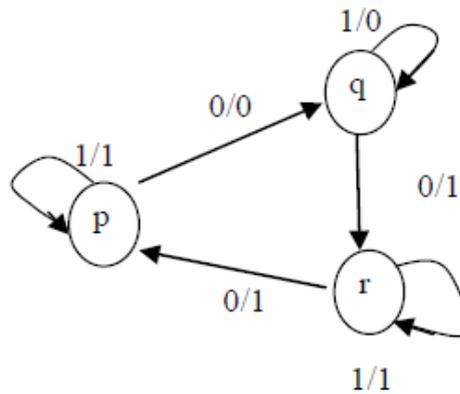
- D'où, Les équations caractéristiques d'un registre à décalage à droite et à gauche, forme de 4

bascules D, à front montant sont :

$$\begin{cases} D_1 = \bar{X}E_g + XQ_2 \\ D_2 = \bar{X}Q_1 + XQ_3 \\ D_3 = \bar{X}Q_2 + XQ_4 \\ D_4 = \bar{X}Q_3 + XE_d \end{cases}$$



**Exercice N°13:**



**Exercice N°14:**

- Mémoire centrale de 2 Mbytes.
- Chaque élément est stocké sur 2 bytes, donc le sixième élément se trouve à l'adresse de départ + 10 bytes, ce qui donne  $(77)_8 + (12)_8 = (111)_8$  ( $63 + 10 = 73$ ).
- La taille de la mémoire est de 2 Mbytes ou de 1 Mmots de 16 bits, ou de 512 Kmots de 32 bits.