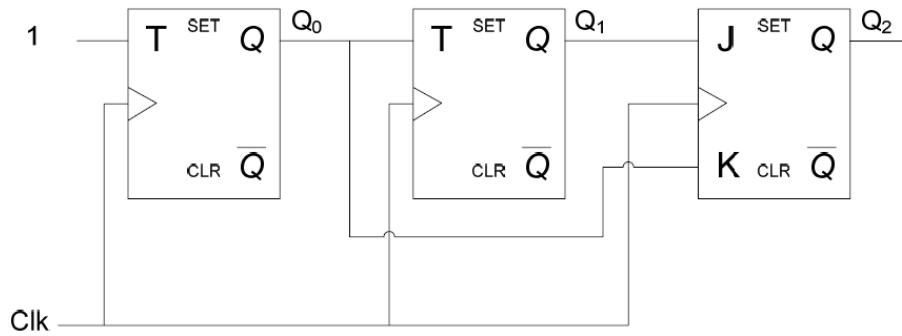
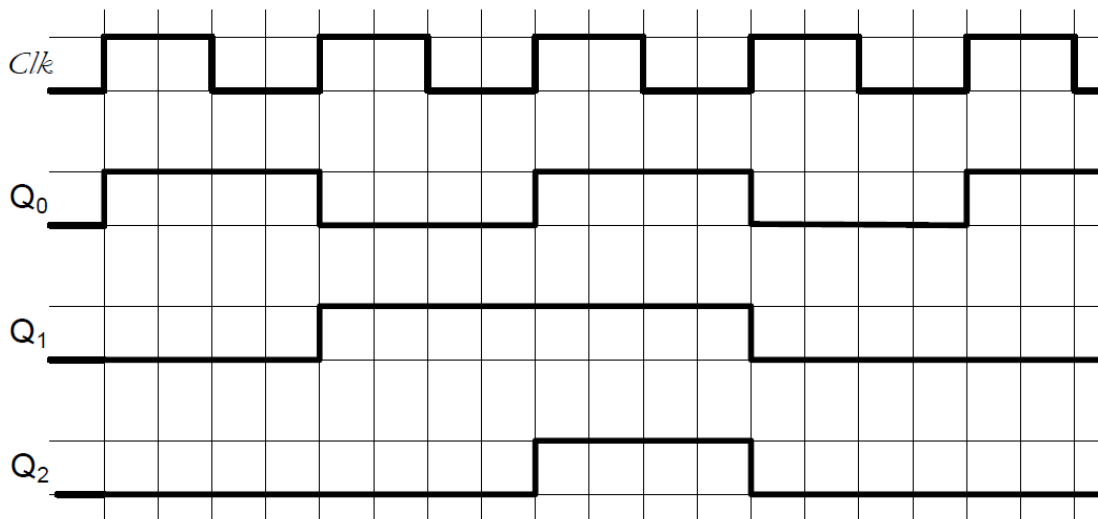


Question 1 — Chronogramme (15 min — 6 pts)

Considérant le circuit suivant composé de bascules T :

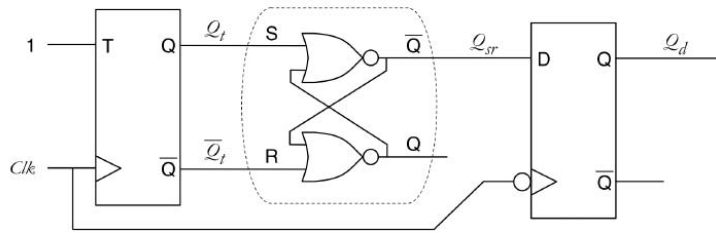


Compléter le chronogramme qui suit. Toutes les bascules sont initialisées à 0.

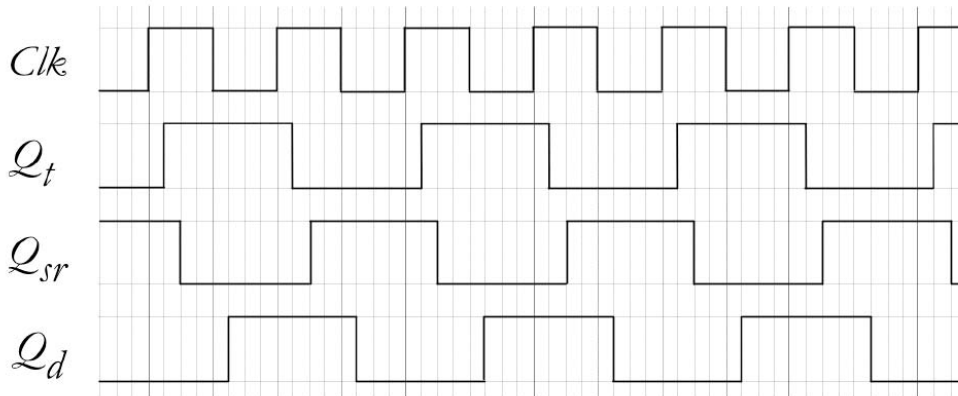


Question 3 — Chronogramme (4 pts — 15 min)

Considérez le circuit suivant composé de bascules T et D et d'une bistable SR:



Complétez le chronogramme qui suit. Prenez garde au signal d'horloge de la bascule D. Prenez en compte le temps de propagation des bascules et de la bistable, tel qu'indiqué dans l'exemple ci-dessous :



Compteurs : corrigés

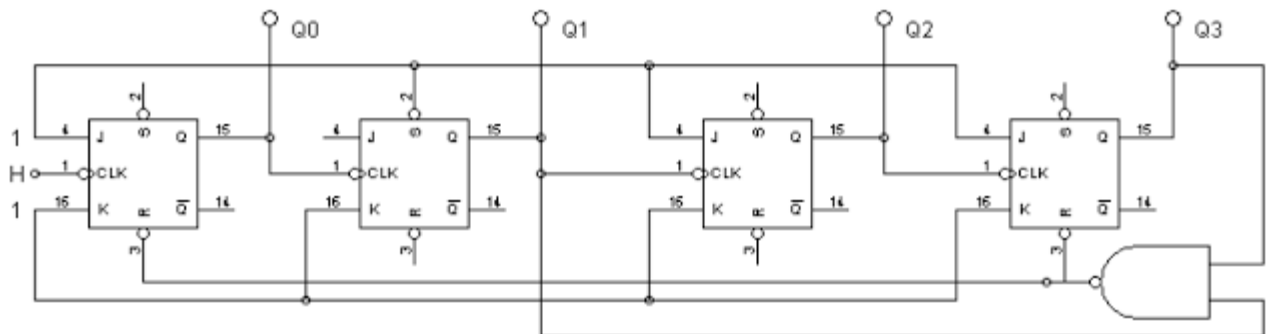
SOLUTION EXERCICE 1

On va utiliser la bascule JK 7476 pour réaliser les compteurs.

1. Compteur asynchrone modulo 10

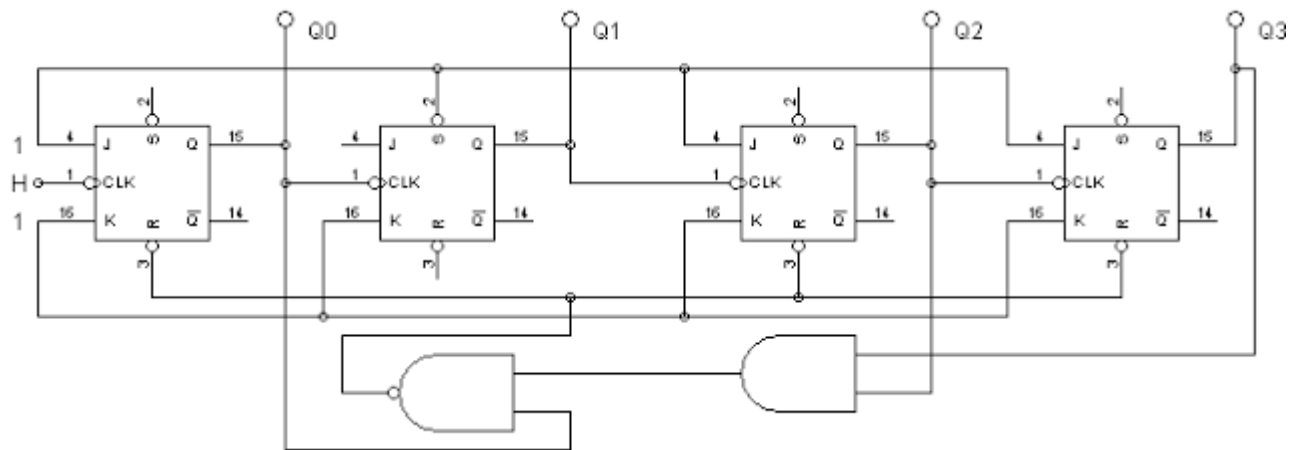
état	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	0	0	0	0

On se sert de l'état 10 (1010 ou $Q_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0$) pour remettre le compteur à zéro. Et puisque c'est la première fois qu'on a $Q_3 = 1$ et $Q_1 = 1$, alors on utilise seulement Q_3Q_1 pour remettre les bascules Q_3 et Q_1 à zéro (les bascules Q_2 et Q_0 passent automatiquement à zéro).



2. Compteur asynchrone modulo 13

On se sert de l'état 13 (1101 ou $Q_3Q_2Q_1\bar{Q}_0$) pour remettre le compteur à zéro (la remise à zéro se fait par application du niveau zéro sur l'entrée R). Et puisque c'est la première fois qu'on a $Q_3 = Q_2 = Q_0 = 1$, alors on utilise seulement $Q_3Q_2Q_1$ pour remettre les bascules Q_3 , Q_2 et Q_0 à zéro (la bascule Q_1 passe automatiquement à zéro).



3. Compteur synchrone modulo 10

J	K	Q
0	0	Q0
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q0}$

Pour réaliser des compteurs synchrones à base des bascules JK, on utilise la table suivante :

Etat présent Q _n	Etat future Q _{n+1}	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

X : indifférent (X = 0 ou X = 1)

Etat	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	0	0	0	0

Q3			
P	F	J3	K3
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	1	1	X
1	1	X	0
1	0	X	1

Q2			
P	F	J2	K2
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	1	1	X
1	1	X	0
1	1	X	0
1	1	X	0
1	1	X	0
1	0	X	1
0	0	0	X
0	0	0	X

Q1			
P	F	J1	K1
0	0	0	X
0	1	1	X
1	1	X	0
1	0	X	1
0	0	0	X
0	1	1	X
1	1	X	0
1	0	X	1
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X

Q0			
P	F	J0	K0
0	1	1	X
1	0	X	1
0	1	1	X
1	0	X	1
0	1	1	X
1	0	X	1
0	1	1	X
1	0	X	1
1	0	X	1
0	1	1	X
1	0	X	1

P : présent F : future

A partir de la table Q0J0 K0 on peut tirer J0 = K0 = 1

		Q1		Q0
	0	2	3	1
Q3	8	10	11	9
	12	14	15	13
Q2	4	6	7	5

Les cases 10 à 15 ne sont pas utilisées (compteur modulo 10).

On peut, donc, les remplir par des X.

		Q1		Q0
Q3		X	X	
	X	X	X	X
Q2				

J1		Q1		Q0
	0	X	X	1
Q3	0	X	X	0
	X	X	X	X
Q2	0	X	X	1

$$J_1 = K_1 = Q_0 \bar{Q}_3$$

K1		Q1		Q0
	X	0	1	X
Q3	X	X	X	X
	X	X	X	X
Q2	X	0	1	X

J2		Q1		Q0
	0	0	1	0
Q3	0	X	X	0
	X	X	X	X
Q2	X	X	X	X

$$J_2 = K_2 = Q_0 Q_1$$

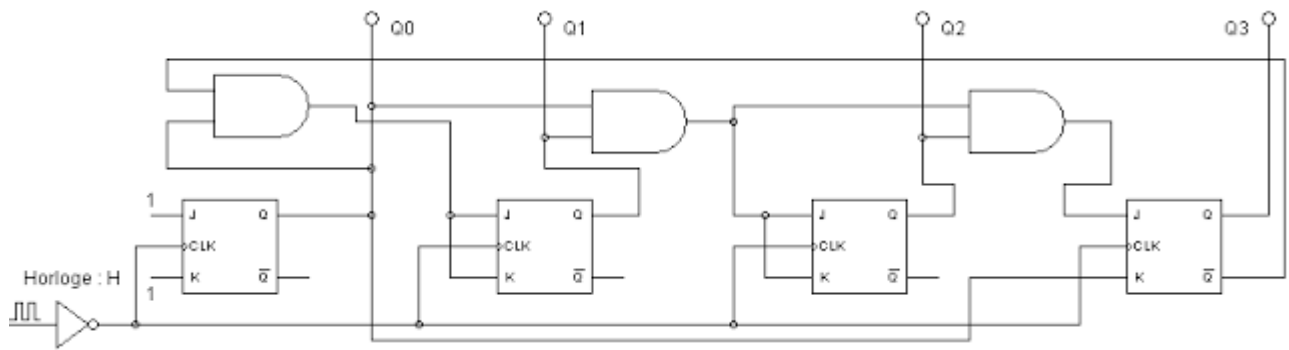
K2		Q1		Q0
	X	X	X	X
Q3	X	X	X	X
	X	X	X	X
Q2	0	0	1	0

J3		Q1	Q0	
	0	0	0	0
Q3	X	X	X	X
	X	X	X	X
Q2	0	0	1	0

$$J_3 = Q_0 Q_1 Q_2$$

$$K_3 = Q_0$$

K3		Q1	Q0	
	X	X	X	X
Q3	0	X	X	1
	X	X	X	X
Q2	X	X	X	X



SOLUTION EXERCICE 2

Compteur synchrone modulo 8 à base des bascules D

	Qi présent			Qi future = Di		
Etat	Q2	Q1	Q0	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1	0
2	0	1	0	0	1	1
3	0	1	1	1	0	0
4	1	0	0	1	0	1
5	1	0	1	1	1	0
6	1	1	0	1	1	1
7	1	1	1	0	0	0
8	0	0	0			

	Q1		Q0	
	0	2	3	1
Q2	4	6	7	5

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

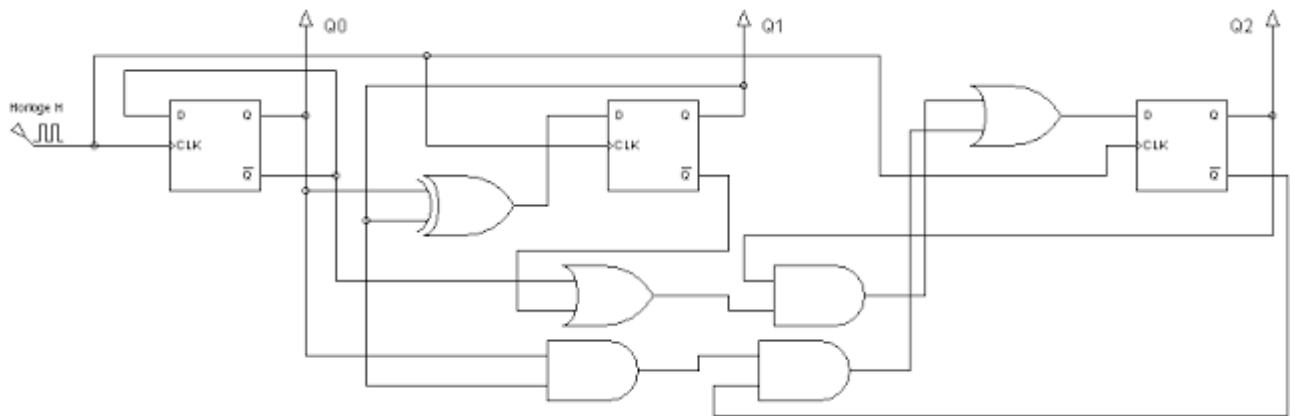
D0	Q1		Q0	
	1	1	0	0
Q2	1	1	0	0

D1	Q1		Q0	
	1	0	1	
Q2	1	0	1	

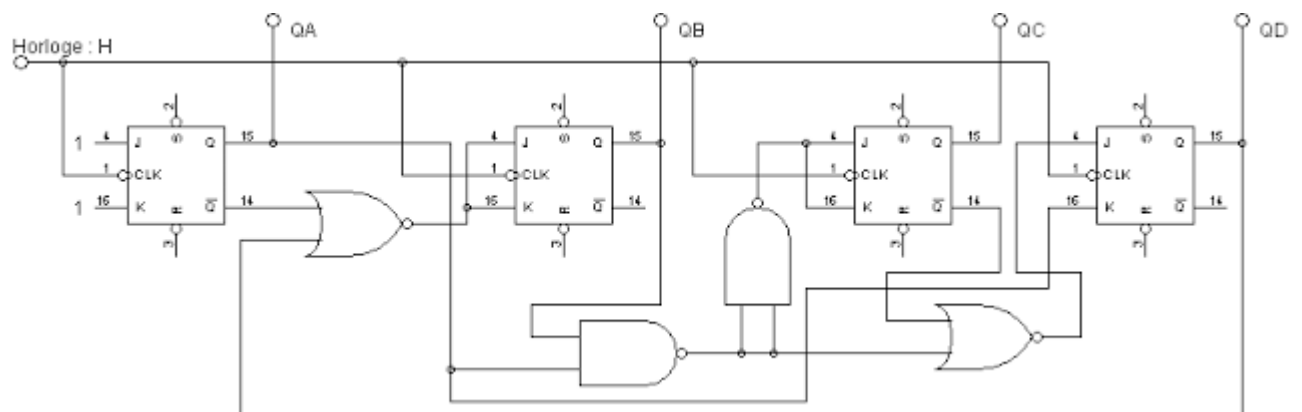
$$D_1 = \bar{Q}_0 Q_1 + Q_0 \bar{Q}_1$$

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

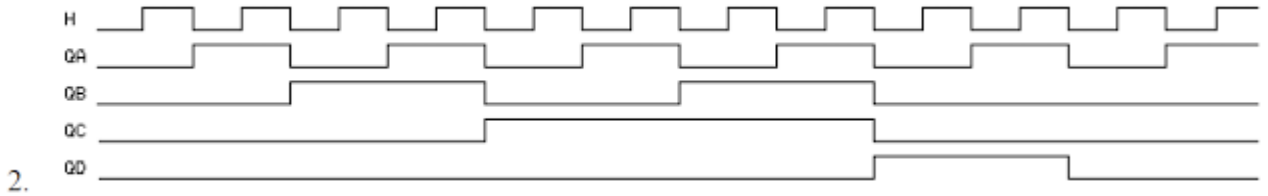
D2	Q1		Q0	
	0	0	1	0
Q2	1	1	0	1



SOLUTION EXERCICE 3

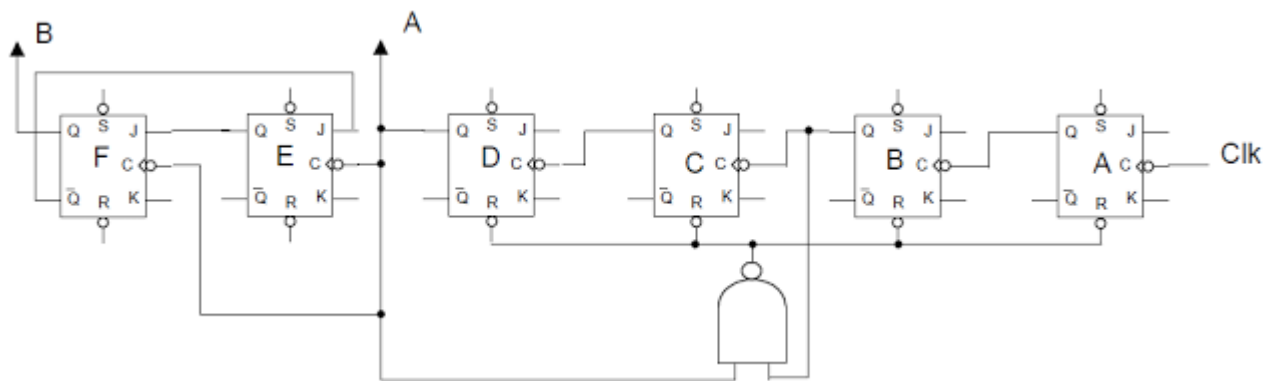


$$1. J_A = K_A = 1 \quad J_B = K_B = \overline{Q_A + Q_D} \quad J_C = K_C = Q_A Q_B \quad J_D = \overline{Q_A Q_B} + Q_C \quad K_C = Q_A$$



3. Le chronogramme montre que le modulo de ce compteur est 10.

SOLUTION EXERCICE 4

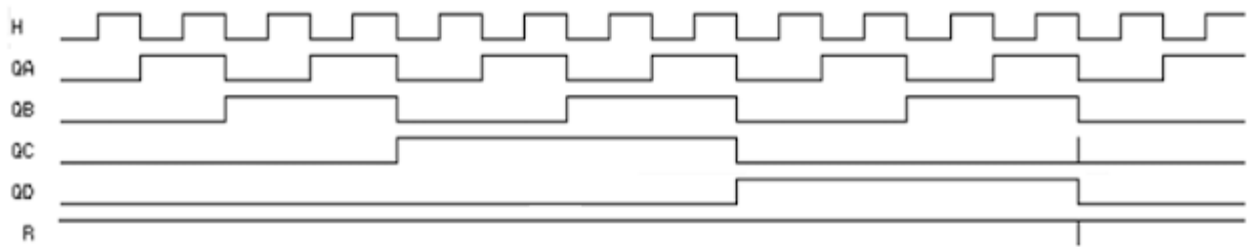
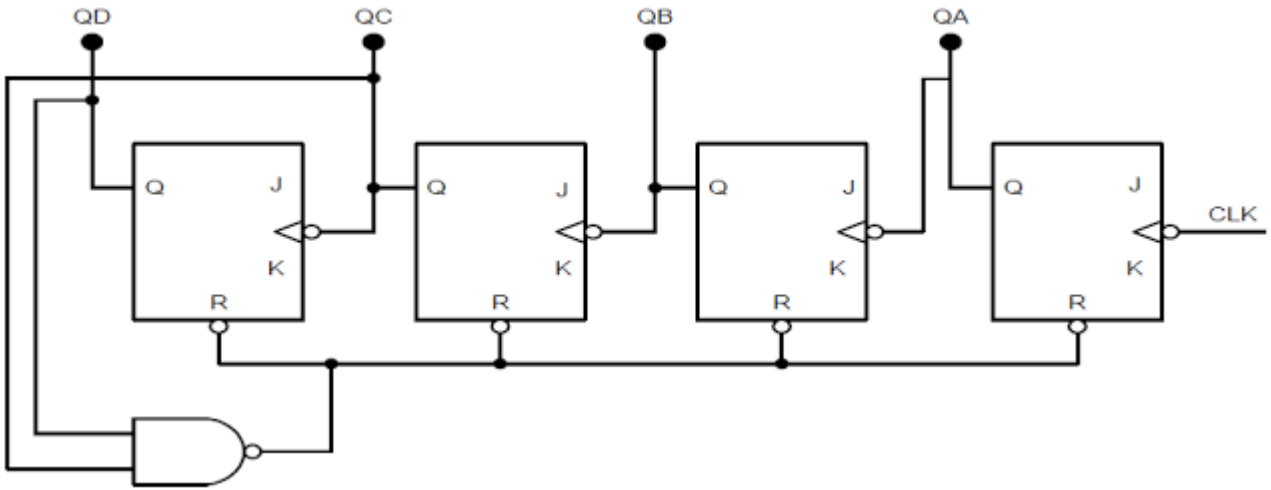


Le compteur formé par les bascules A, B, C et D est un compteur asynchrone modulo 10 (la remise à zéro se fait par QD et QB ce qui correspond à 1010). Donc, en A, on a un diviseur de fréquence par 10 et :

$$f_A = 120 \text{ kHz} / 10 = 12 \text{ kHz}$$

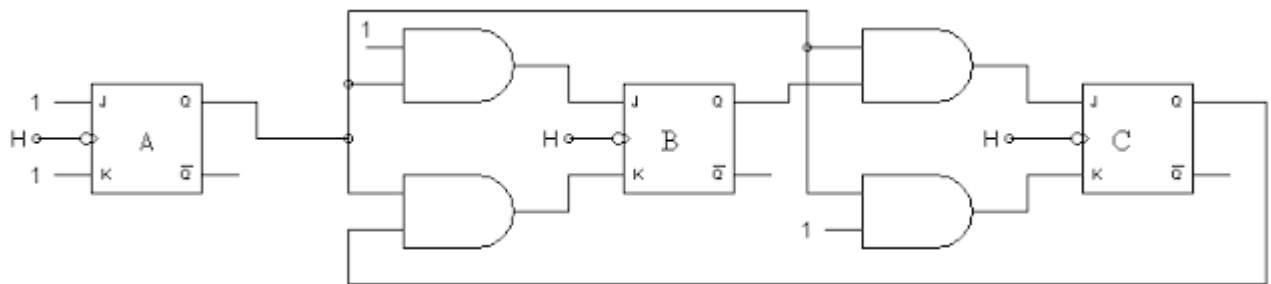
Le compteur formé par les bascules E et F est un compteur synchrone modulo 3 et $f_B = f_A / 3 = 4 \text{ kHz}$

SOLUTION EXERCICE 5



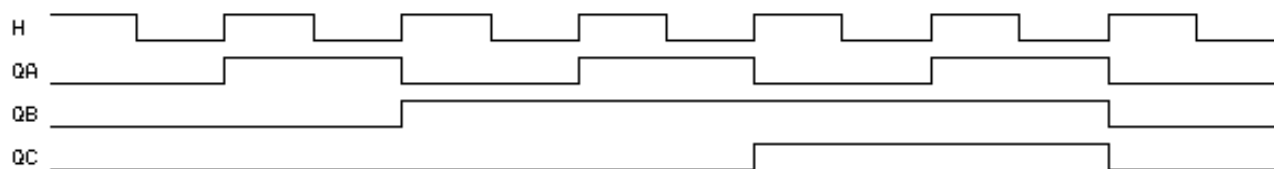
On a un compteur asynchrone modulo 12.

SOLUTION EXERCICE 6



1. $J_A = K_A = 1$ $J_B = Q_A$ $K_B = Q_A Q_C$ $J_C = Q_A Q_B$ $K_C = Q_A$

2.



3. D'après les chronogrammes, ce compteur a pour modulo 6

Fréquence	Rapport cyclique
$f_C = f_H / 6$	$\alpha_C = 2 / 6 = 33,3\%$
$F_B = f_H / 6$	$\alpha_B = 4 / 6 = 66,6\%$
$F_A = f_H / 2$	$\alpha_A = 1 / 2 = 50\%$