

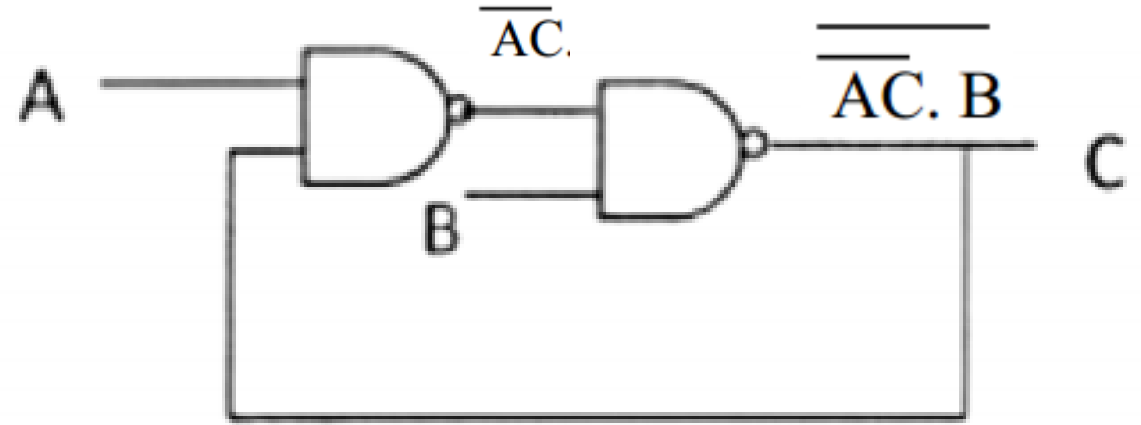
Structure Machine

USTHB, le 26/04/2021

By L.ABADA

Exercice 1

A	B	C	C
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



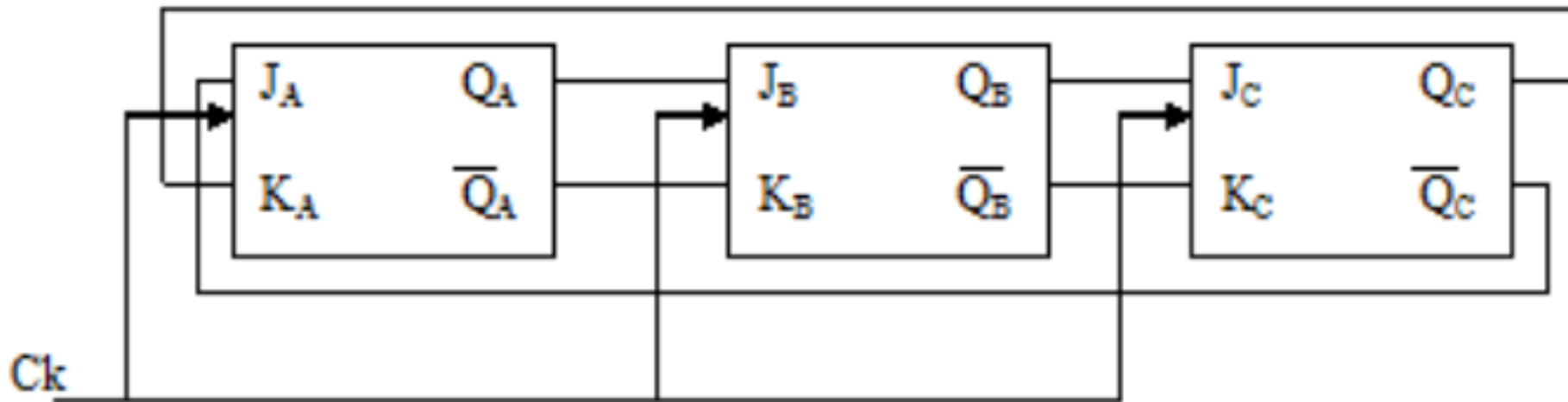
$$C = \overline{\overline{AC}.B} = AC + \overline{B}$$

Ce circuit est un **circuit séquentiel** car il dépend de ses entrées A et B mais aussi de sa sortie C.

On remarque que la valeur de C en sortie (instant t+1) est différente de la valeur de C en entrée (instant t)

Exercice 2

Soit le circuit séquentiel représenté par le schéma suivant.



1) Donner les expressions de : J_A , K_A , J_B , K_B et J_C , K_C en fonction de Q_A , Q_B et Q_C .

$$J_a = \overline{Q}_c$$

$$J_b = Q_a$$

$$J_c = Q_b$$

$$K_a = Q_c$$

$$K_b = \overline{Q}_a$$

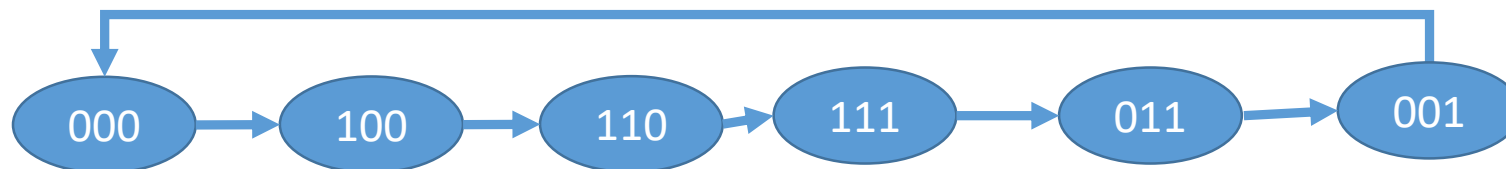
$$K_c = \overline{Q}_b$$

Exercice 2

2) Etablir la table caractéristique de ce circuit.

Q_a	Q_b	Q_c	J_a	K_a	J_b	K_b	J_c	K_c	Q_a^+	Q_b^+	Q_c^+
0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0
1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1

En déduire la séquence qu'il représente.



$$J_a = \overline{Q_c}$$

$$K_a = Q_c$$

$$J_b = Q_a$$

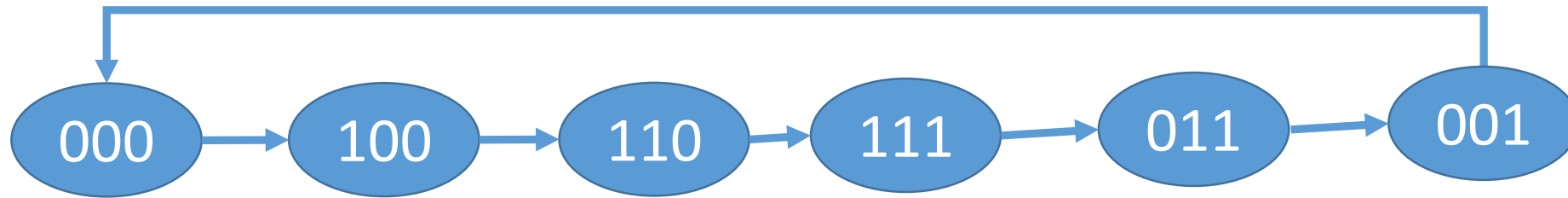
$$K_b = \overline{Q_a}$$

$$J_c = Q_b$$

$$K_c = \overline{Q_b}$$

J	K	Q^+
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	\overline{Q}

Exercice 2



Ce compteur s'appelle un **compteur rampant vers la gauche**

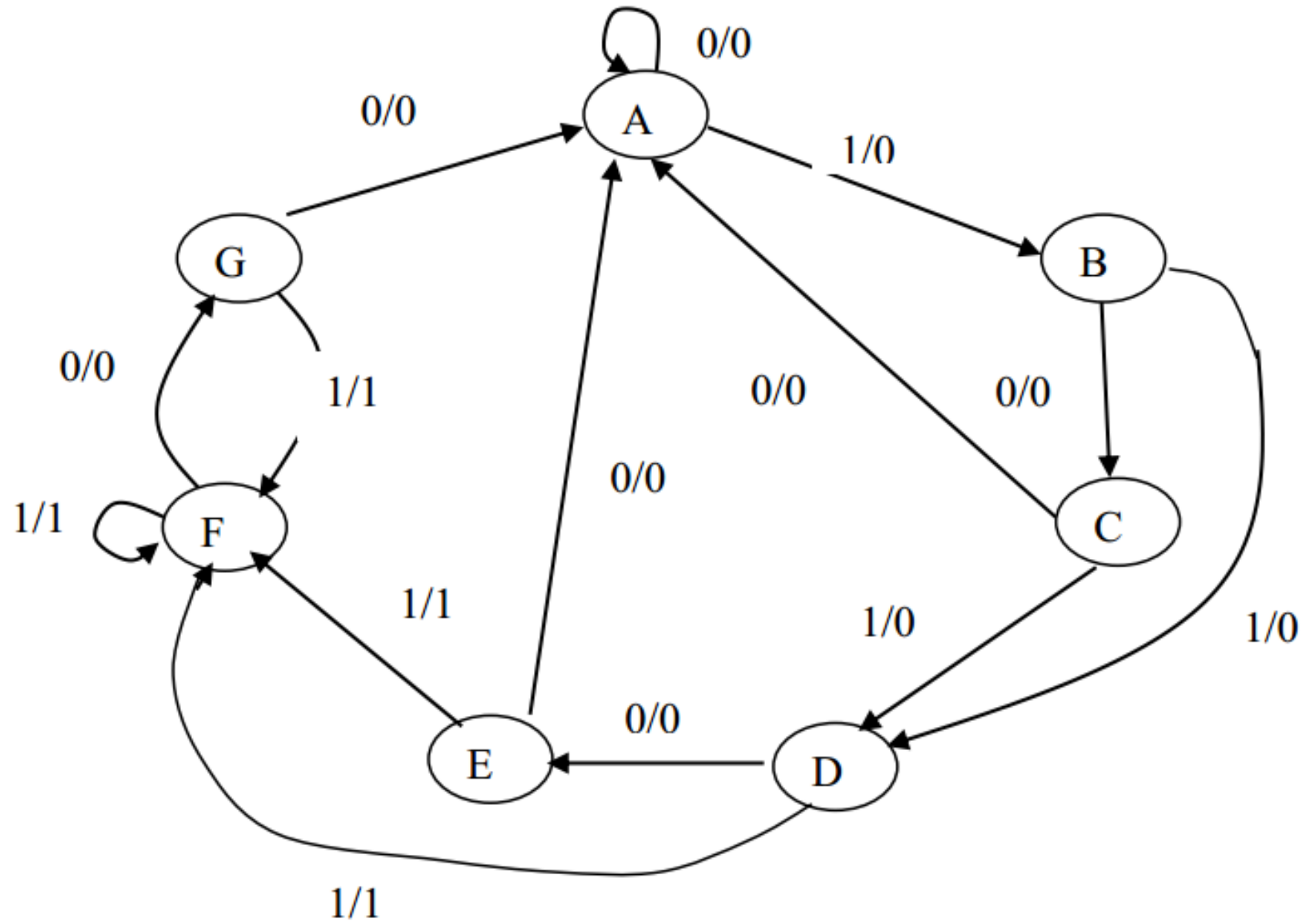
Exercice 3

Etat initial	Etat final	Entrée	Sortie
A	A	0	0
A	B	1	0
B	C	0	0
B	D	1	0
C	A	0	0
C	D	1	0
D	E	0	0
D	F	1	1
E	A	0	0
E	F	1	1
F	G	0	0
F	F	1	1
G	A	0	0
G	F	1	1

1- Dessiner le graphe des états(diagramme des états).

Exercice 3

1. Diagramme des états



Exercice 3

2. Dresser la table de transition

	X=0		X=1	
Etat initial	Etat final	Y	Etat final	Y
A	A	0	B	0
B	C	0	D	0
C	A	0	D	0
D	E	0	F D	1
E	A	0	F D	1
F	G E	0	F	1
G	A	0	F	1

Exercice 3

3. Table de transition réduite

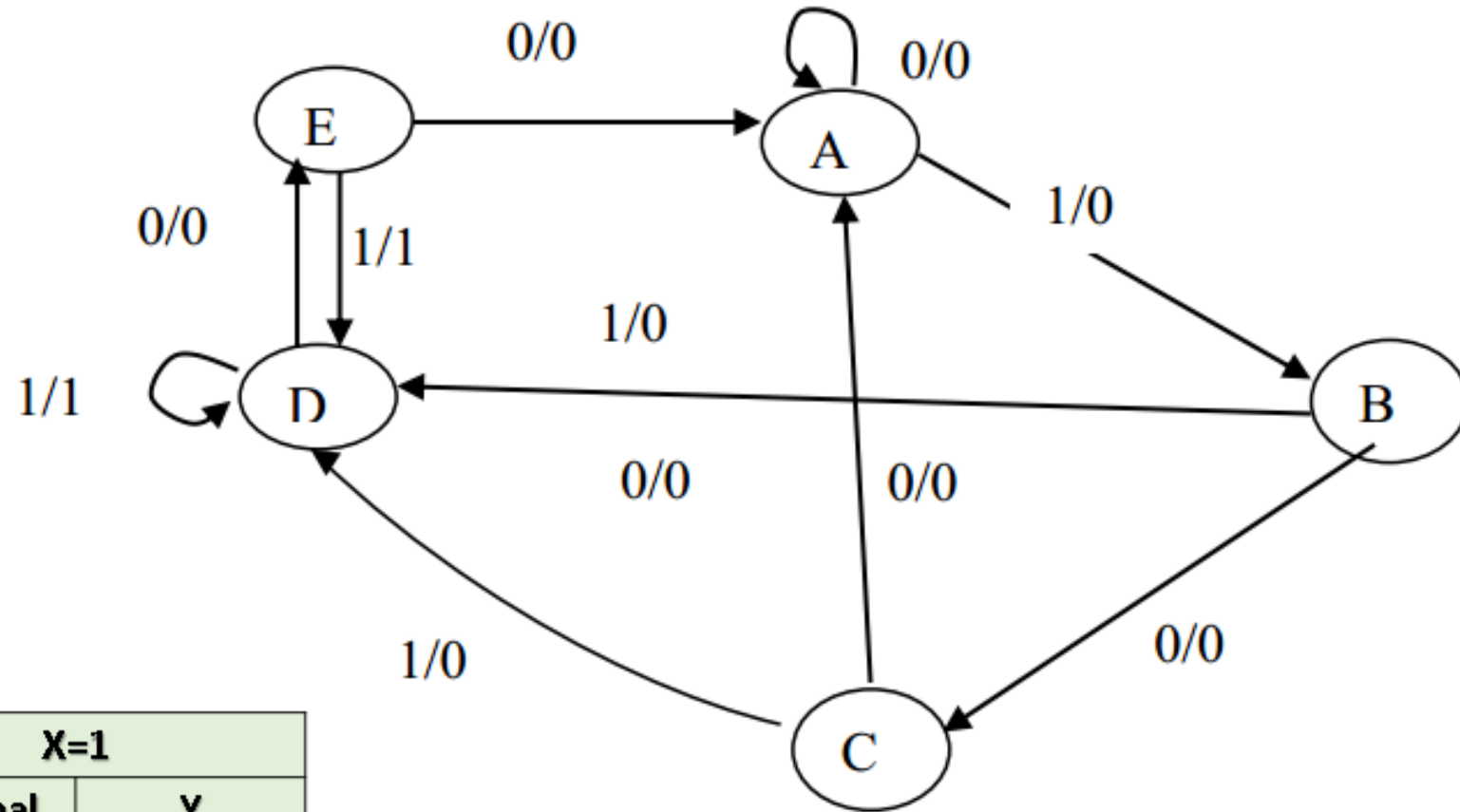
	X=0		X=1	
Etat initial	Etat final	Y	Etat final	Y
A	A	0	B	0
B	C	0	D	0
C	A	0	D	0
D	E	0	D	1
E	A	0	D	1

E et G ont le même état final pour les mêmes entrées sorties donc E et G sont équivalents. On supprime G et on le remplace par E dans tous les autres cas.

D et F sont équivalents. On supprime F et on le remplace par D dans tous les autres cas.

Exercice 3

4. Nouveau diagramme des états



	X=0		X=1	
Etat initial	Etat final	Y	Etat final	Y
A	A	0	B	0
B	C	0	D	0
C	A	0	D	0
D	E	0	D	1
E	A	0	D	1

Exercice 3

1. Coder les états avec le code binaire dans l'ordre croissant des variables alphabétiques.

A = 000

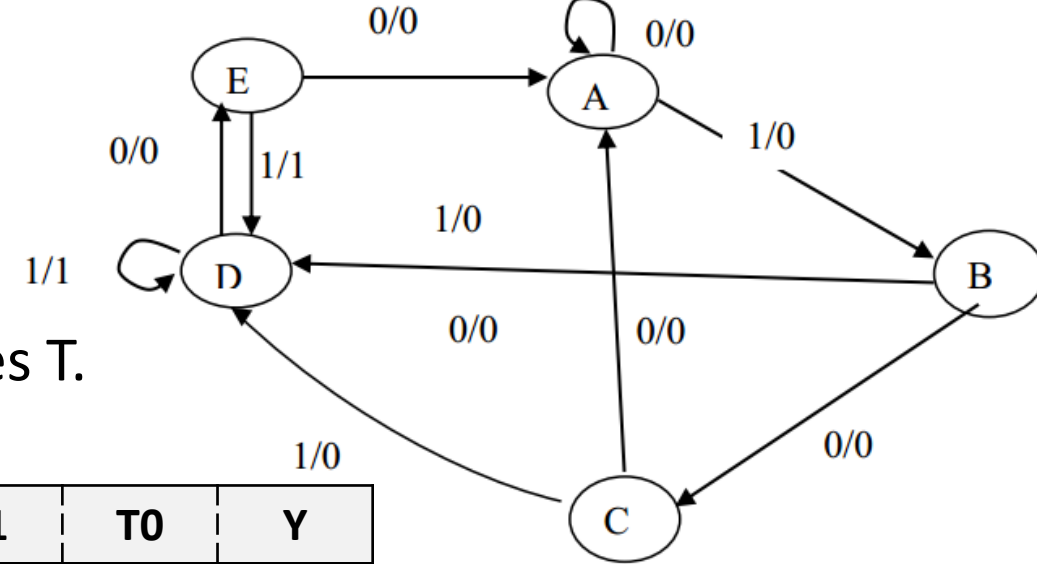
B = 001

C = 010

D = 011

E = 100

Exercice 3



6. Dresser la table d'excitation en utilisant des bascules T.

X	Q ₂	Q ₁	Q ₀	Q2+	Q1+	Q0+	T2	T1	T0	Y
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1
1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1

A = 000
 B = 001
 C = 010
 D = 011
 E = 100

Exercice 3

7. Donner l'équation simplifiée d'entrée de chaque bascule.

$x \begin{matrix} Q_2 \\ Q_1 Q_0 \end{matrix}$	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	0	X	X	0
11	1	X	X	0
10	0	X	X	0

X	Q_2	Q_1	Q_0	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	T2	T1	T0	Y
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1
1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1

$$T_2 = Q_2 + \bar{x} Q_1 Q_0$$

Exercice 3

7. Donner l'équation simplifiée d'entrée de chaque bascule.

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

$$T_1 = \neg q_1 Q_0 + xQ_2 + \neg xq_1$$

Exercice 3

7. Donner l'équation simplifiée d'entrée de chaque bascule.

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

$$T_0 = \neg x Q_0 + x / Q_0 = X \text{ xor } Q_0$$

Exercice 3

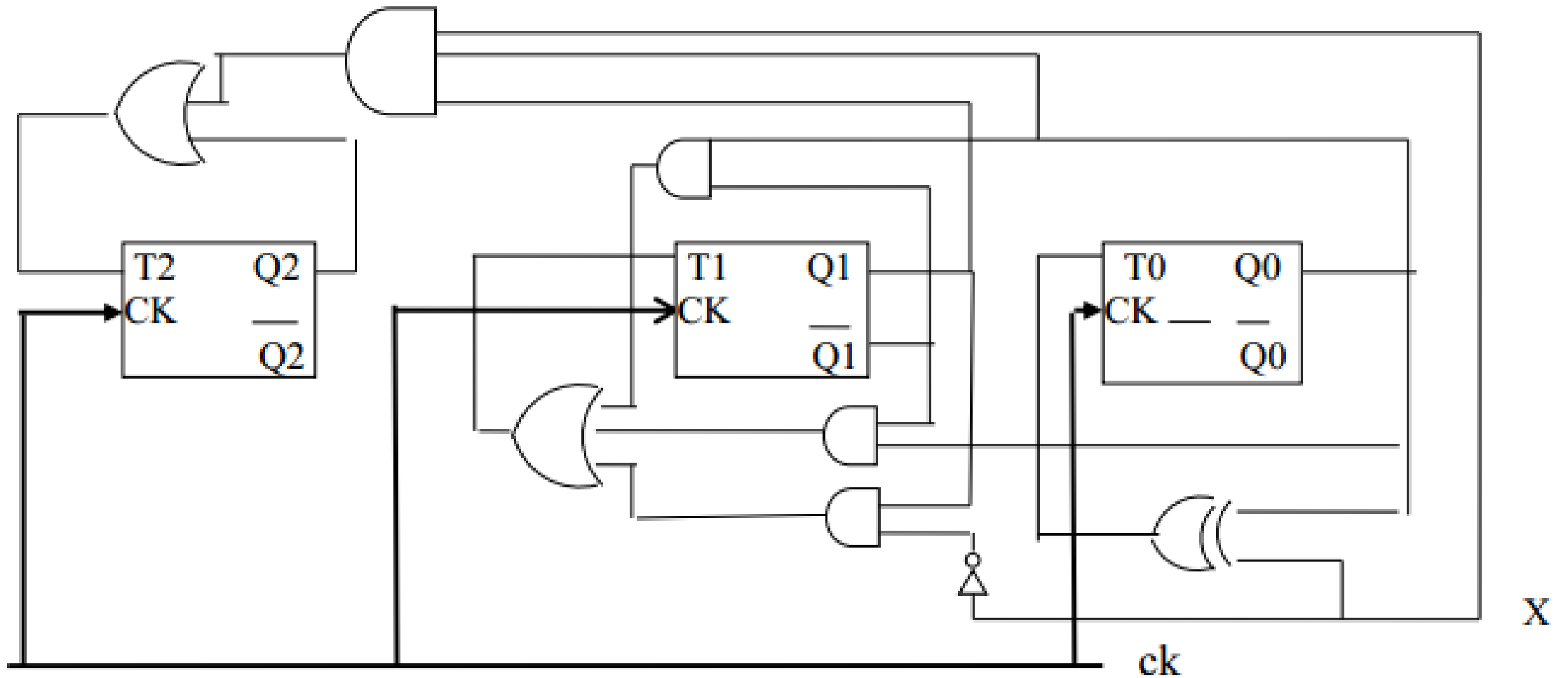
7. Donner l'équation simplifiée d'entrée de chaque bascule.

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

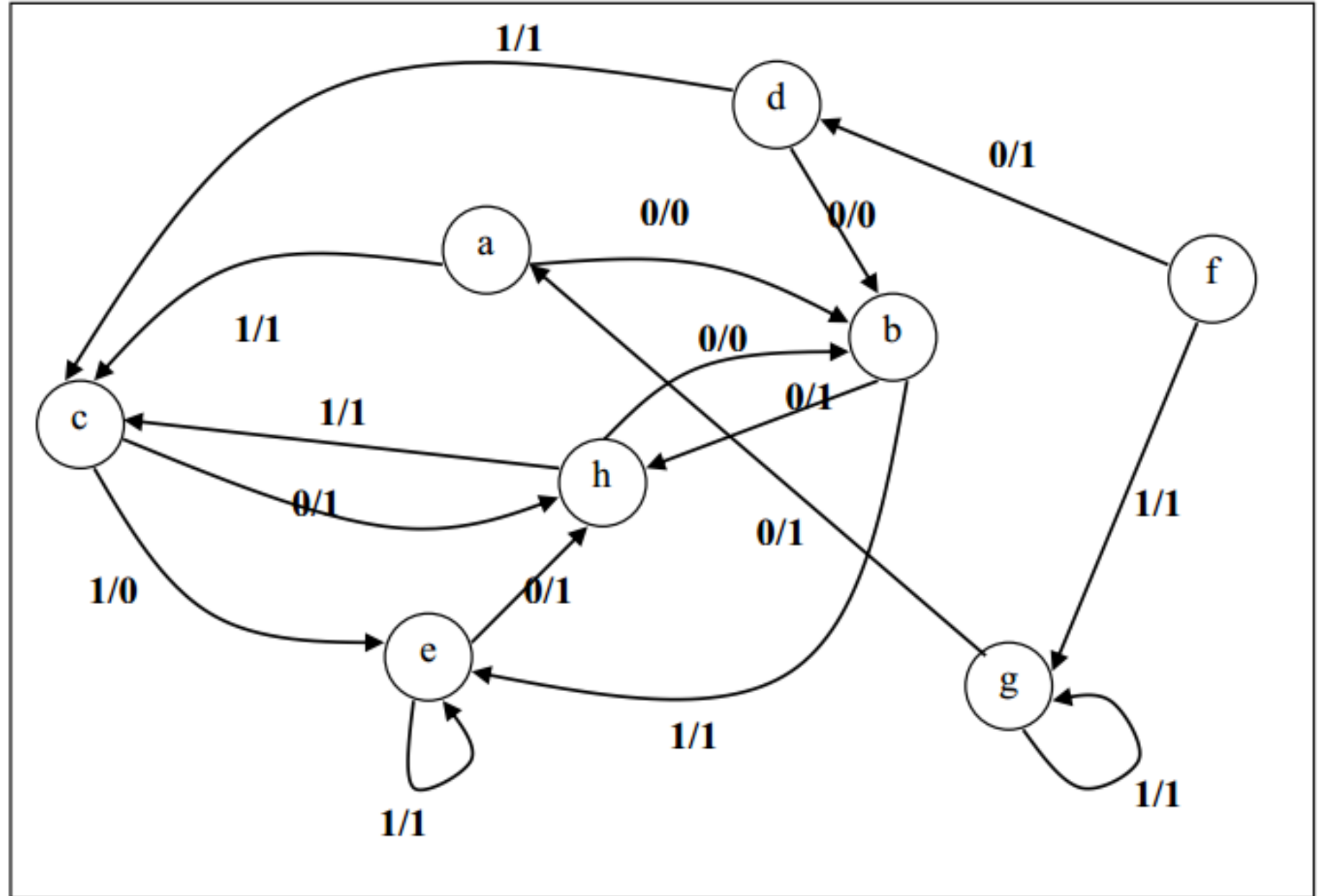
$$Y = X Q_2 + X Q_1 Q_0$$

Exercice 3

8. Le circuit



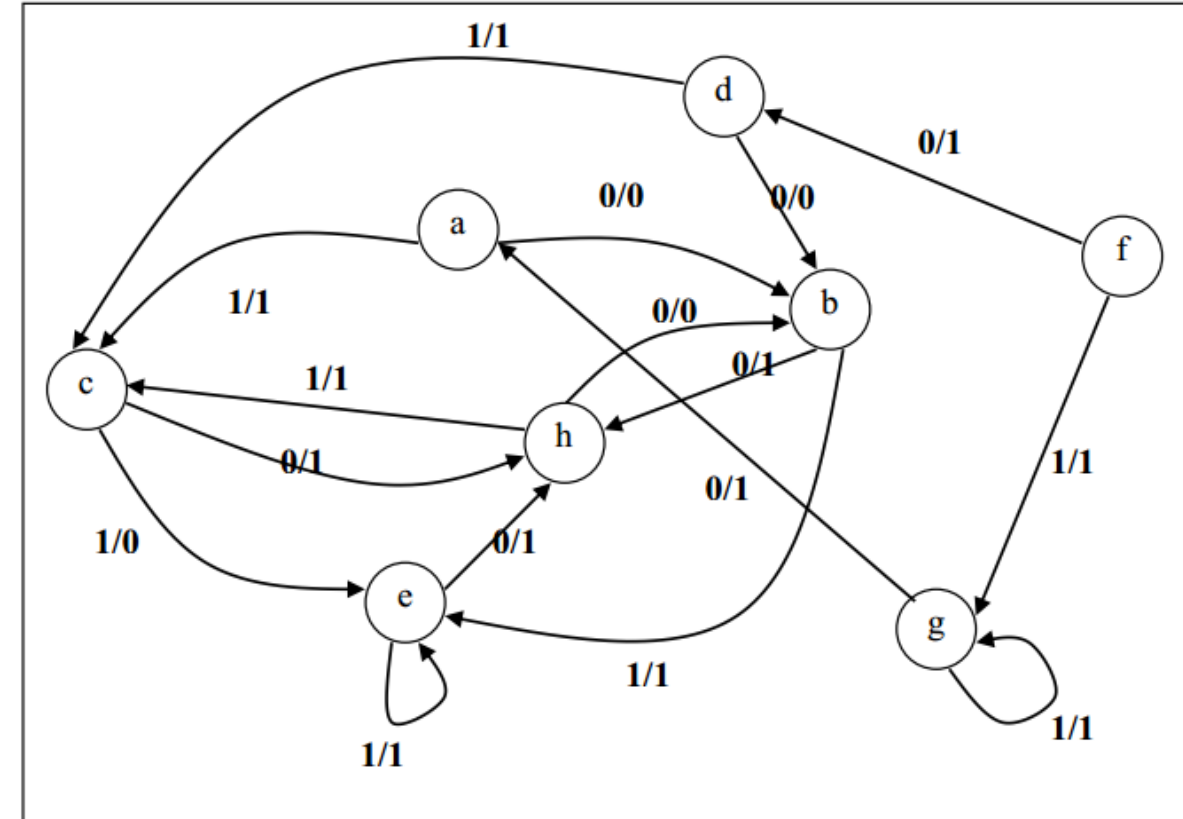
Exercise 4



Exercice 4

1- Représentation du graphe sous forme tabulaire (table de transition)

	X=0		X=1	
Etat initial	Etat final	Y	Etat final	Y
A	B	0	C	1
B	H A	1	E B	1
C	H A	1	E B	0
D	B	0	C	1
E	H A	1	E	1
F	D A	1	G F	1
G	A	1	G	1
H	B	0	C	1

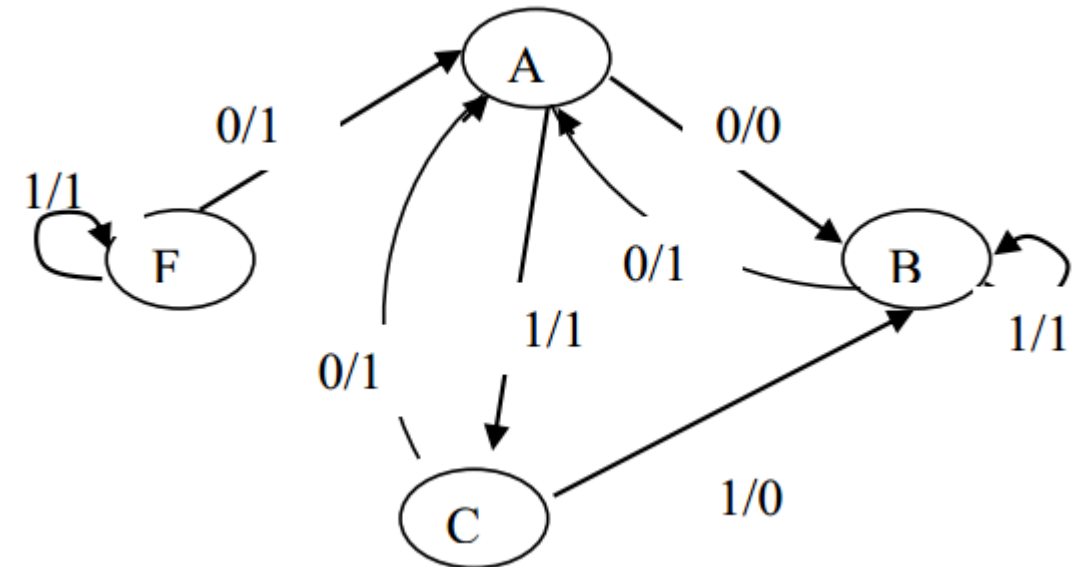


Exercice 4

2- Réduction du tableau

	X=0		X=1	
Etat initial	Etat final	Y	Etat final	Y
A	B	0	C	1
B	A	1	B	1
C	A	1	B	0
F	A	1	F	1

3- Nouveau graphe



Exercice 4

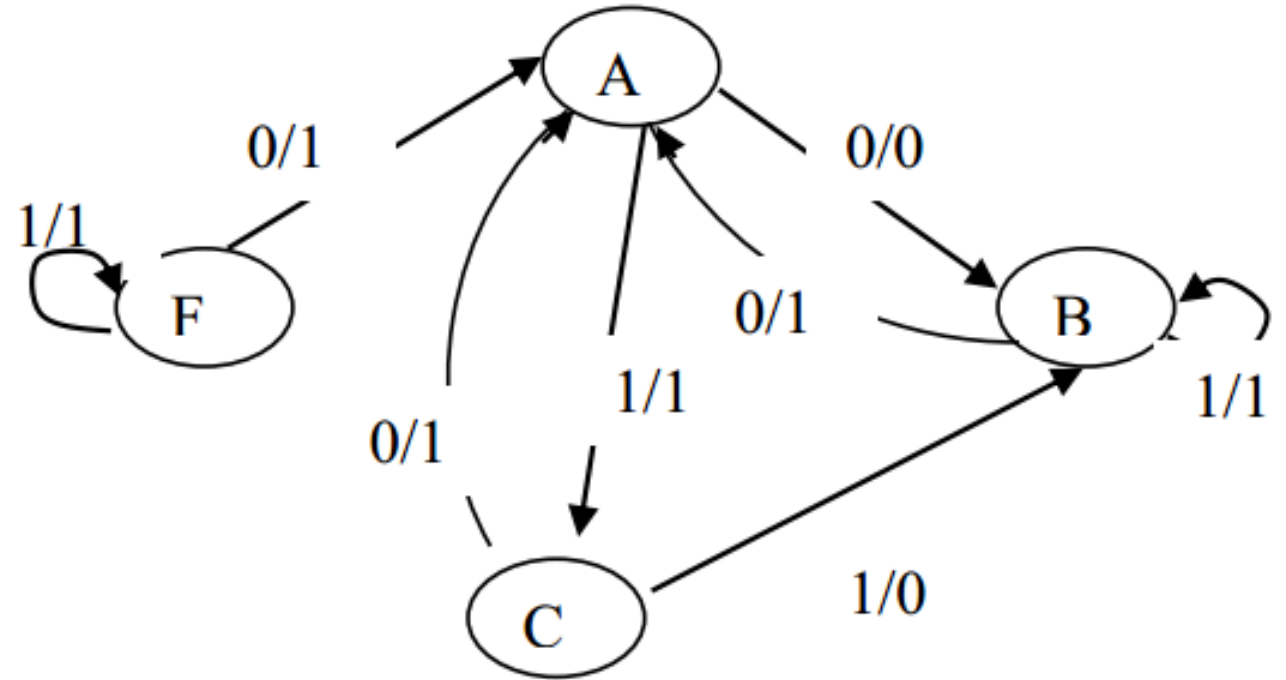
2- Codage des états :

A = 00

B = 01

C = 10

F = 11



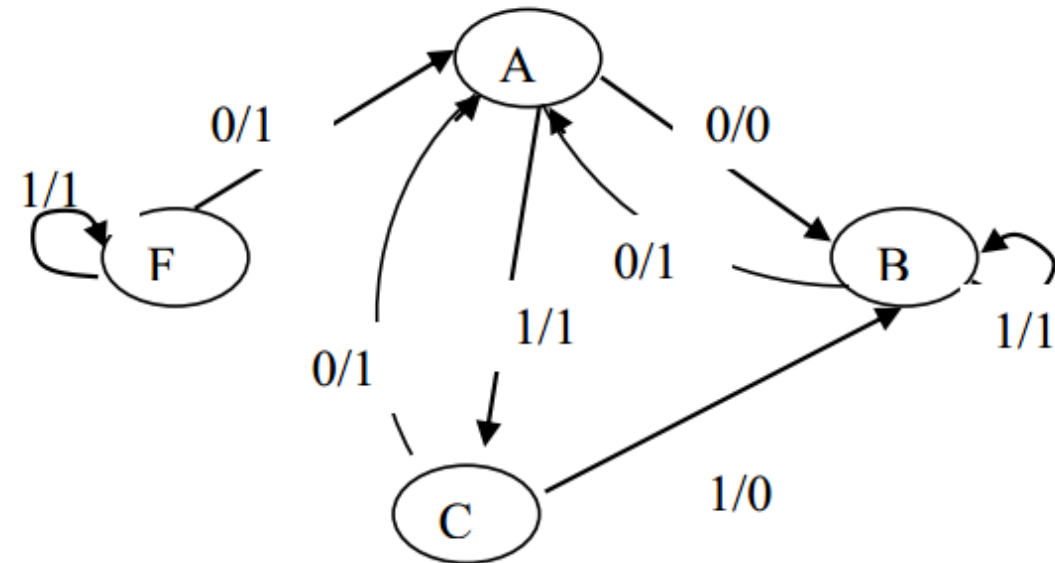
Exercice 4

2- Codage des états :

Q	Q ⁺	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

A = 00
B = 01
C = 10
F = 11

X	Q ₁ ⁻ Q1	Q0 ⁻ Q0	Q1 Q1+	Q0 Q0+	T1	T0	Y
0	0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1	1
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1	1	1
1	0	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	1	1	0
1	1	1	1	1	0	0	1



Exercice 4

2- Codage des états :

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

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

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

$$T_1 = X /Q0 + /XQ1$$

$$T_0 = /x/q1 + xq1/q0 + /xq0$$

$$Y = Q0 + /xQ1 + x/Q1$$

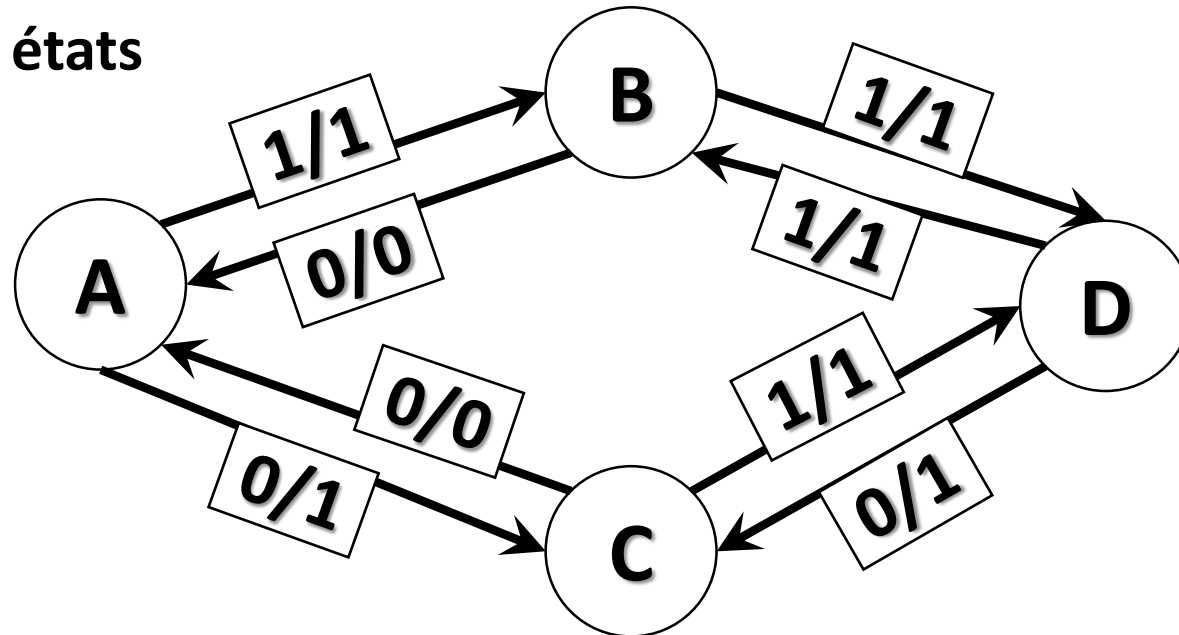
$$Y = Q0 + (X \text{ xor } Q1)$$

Exercice 5

Etats	Sortie
A : repos	Lampe : 1 allumée 0 éteinte
B : avance	
C : recule	
D : retourne	

Si le robot est au **repos** et qu'il reçoit sur **X un '1'** alors il **avance** et **allume la lampe**.
Si le robot est au **repos** et qu'il reçoit sur **X un '0'** alors il **recule** et **allume** la lampe.
Si le robot **avance** et qu'il reçoit sur **X un '1'** alors il **tourne** et **allume** la lampe.
Si le robot **avance** et qu'il reçoit sur **X un '0'** alors il se met au **repos** et **éteint** la lampe.
Si le robot **recule** et qu'il reçoit sur **X un '1'** alors il **tourne** et **allume** la lampe.
Si le robot **recule** et qu'il reçoit sur **X un '0'** alors il se met au **repos** et **éteint** la lampe.
Si le robot tourne et qu'il reçoit sur X un '1' alors il avance et allume la lampe.
Si le robot tourne et qu'il reçoit sur X un '0' alors il recule et allume la lampe.

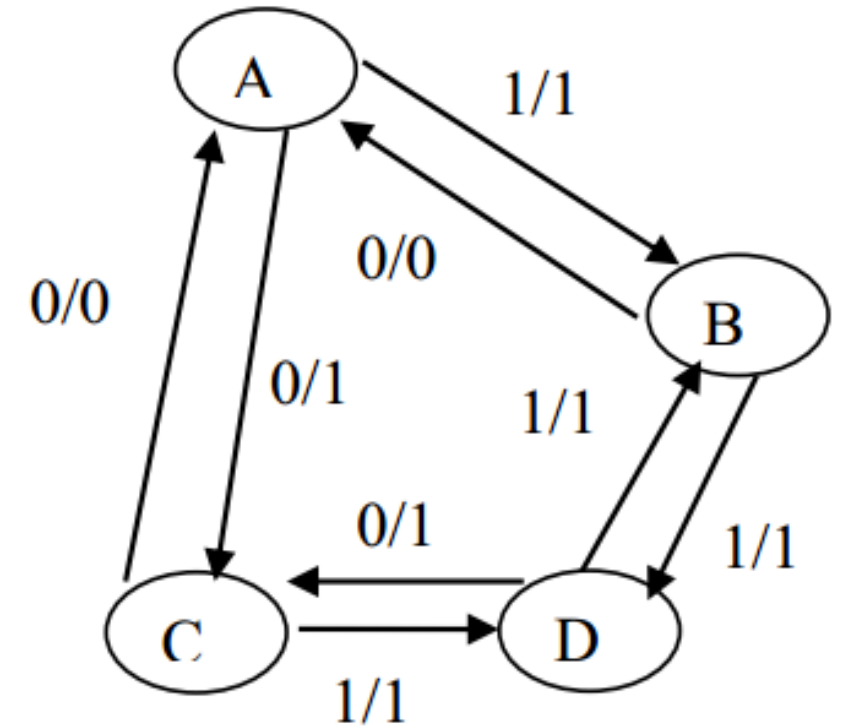
1- Diagramme des états



Exercice 5

2- Table des états

	X=0		X=1	
Etat initial	Etat final	Y	Etat final	Y
A	C B	1	B	1
B	A	0	D A	1
C	A	0	D A	1
D	C	1	B	1



3- Codage des états :

A = 0
B = 1

Exercice 5

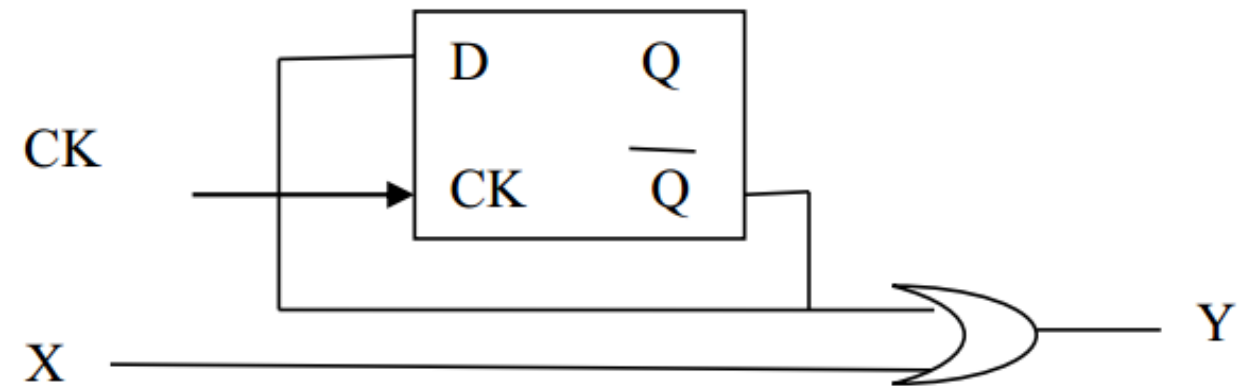
Table d'excitation (D)

Q	Q ⁺	T
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

4- Table d'excitation : On utilise des bascules D

X	Q	Q ⁺	D	Y
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1

6- Le circuit :



5- Equations des entrées : $D = \overline{Q}$; $Y = \overline{Q} + X$

Exercice 6

L'état suivant de $Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$ est $Q_0 Q_3 Q_2 Q_1$

$$\text{donc } Q_3^+ Q_2^+ Q_1^+ Q_0^+ = Q_0 Q_3 Q_2 Q_1$$

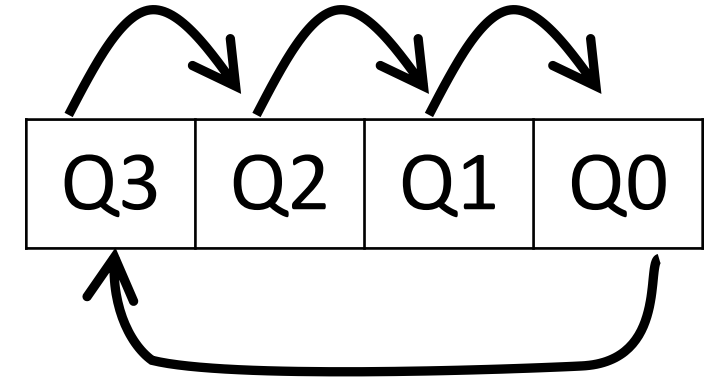
$$D_3 = Q_3^+ = Q_0 \quad D_2 = Q_2^+ = Q_3 \quad D_1 = Q_1^+ = Q_2 \quad D_0 = Q_0^+ = Q_1$$

1. Pour le Décalage Circulaire à Droite les équations d'entrée aux bascules sont :

$$D_3 = Q_0 \quad D_2 = Q_3 \quad D_1 = Q_2 \quad D_0 = Q_1$$

2. Même principe pour le décalage circulaire à gauche

$$D_3 = Q_2 \quad D_2 = Q_1 \quad D_1 = Q_0 \quad D_0 = Q_3$$



D	Q^+
0	0
1	1

Exercice 6

Compteur rampant :

$Q_3Q_2Q_1Q_0$	$Q_3^+Q_2^+Q_1^+Q_0^+$	$D_3D_2D_1D_0$
0 0 0 0	0 0 0 1	0 0 0 1
0 0 0 1	0 0 1 1	0 0 1 1
0 0 1 1	0 1 1 1	0 1 1 1
0 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 1
1 1 1 1	1 1 1 0	1 1 1 0
1 1 1 0	1 1 0 0	1 1 0 0
1 1 0 0	1 0 0 0	1 0 0 0
1 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0

Table d'excitation (D)

Q	Q^+	T
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

$$D3 = Q2$$

$$D2 = Q1$$

$$D1 = Q0$$

$$D0 = \neg Q3$$

Exercice 6

1. Pour le Décalage Circulaire à Droite :

$$D_3 = Q_0 \quad D_2 = Q_3 \quad D_1 = Q_2 \quad D_0 = Q_1$$

2. Le décalage circulaire à gauche :

$$D_3 = Q_2 \quad D_2 = Q_1 \quad D_1 = Q_0 \quad D_0 = Q_3$$

3. Compteur Rampant :

$$D_3 = Q_2 \quad D_2 = Q_1 \quad D_1 = Q_0 \quad D_0 = \overline{Q_3}$$

Exercice 6

1. Pour le Décalage Circulaire à Droite :

$$D_3 = Q_0 \quad D_2 = Q_3 \quad D_1 = Q_2 \quad D_0 = Q_1$$

2. Le décalage circulaire à gauche :

$$D_3 = Q_2 \quad D_2 = Q_1 \quad D_1 = Q_0 \quad D_0 = Q_3$$

3. Le compteur rampant :

$$D_3 = Q_2 \quad D_2 = Q_1 \quad D_1 = Q_0 \quad D_0 = \overline{Q_3}$$

Pour contrôler un circuit qui a plusieurs fonctions, il faut utiliser des variables de contrôle.

Dans notre cas il y a 3 séquences différentes donc il faut 2 variables de contrôle XY

XY = 00 Mémorisation

XY = 01 Décalage Circulaire à Droite

XY = 10 Décalage Circulaire à Gauche

XY = 11 Compteur rampant

Exercice 6

0. Mémorisation :

$$D_3 = Q_3 \quad D_2 = Q_2 \quad D_1 = Q_1 \quad D_0 = Q_0$$

1. Pour le Décalage Circulaire à Droite :

$$D_3 = Q_0 \quad D_2 = Q_3 \quad D_1 = Q_2 \quad D_0 = Q_1$$

2. Le décalage circulaire à gauche :

$$D_3 = Q_2 \quad D_2 = Q_1 \quad D_1 = Q_0 \quad D_0 = Q_3$$

3. Le compteur rampant :

$$D_3 = Q_2 \quad D_2 = Q_1 \quad D_1 = Q_0 \quad D_0 = \overline{Q_3}$$

X Y	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
0 0	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀
0 1	Q ₀	Q ₃	Q ₂	Q ₁
1 0	Q ₂	Q ₁	Q ₀	Q ₃
1 1	Q ₂	Q ₁	Q ₀	$\overline{Q_3}$

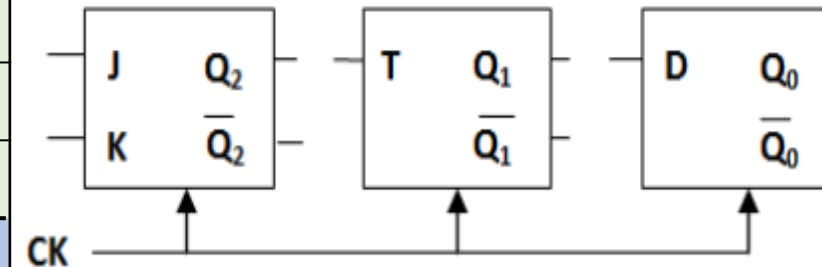
$$\begin{aligned}
 D_3 &= Q_3 \bar{X} \bar{Y} + Q_0 \bar{X} Y + Q_2 X \bar{Y} + Q_2 X Y \\
 D_2 &= Q_2 \bar{X} \bar{Y} + Q_3 \bar{X} Y + Q_1 X \bar{Y} + Q_1 X Y \\
 D_1 &= Q_1 \bar{X} \bar{Y} + Q_2 \bar{X} Y + Q_0 X \bar{Y} + Q_0 X Y \\
 D_0 &= Q_0 \bar{X} \bar{Y} + Q_1 \bar{X} Y + Q_3 X \bar{Y} + \overline{Q_3} X Y
 \end{aligned}$$

Exercise 7

$$J = \bar{x} Q_1 + x Q_0 \quad K = \overline{\bar{x} Q_1 + x Q_0}$$

$$T = \bar{x} (Q_0 \oplus Q_1) + x (Q_1 \oplus Q_2)$$

$$D = \bar{x} Q_2 + x Q_1$$

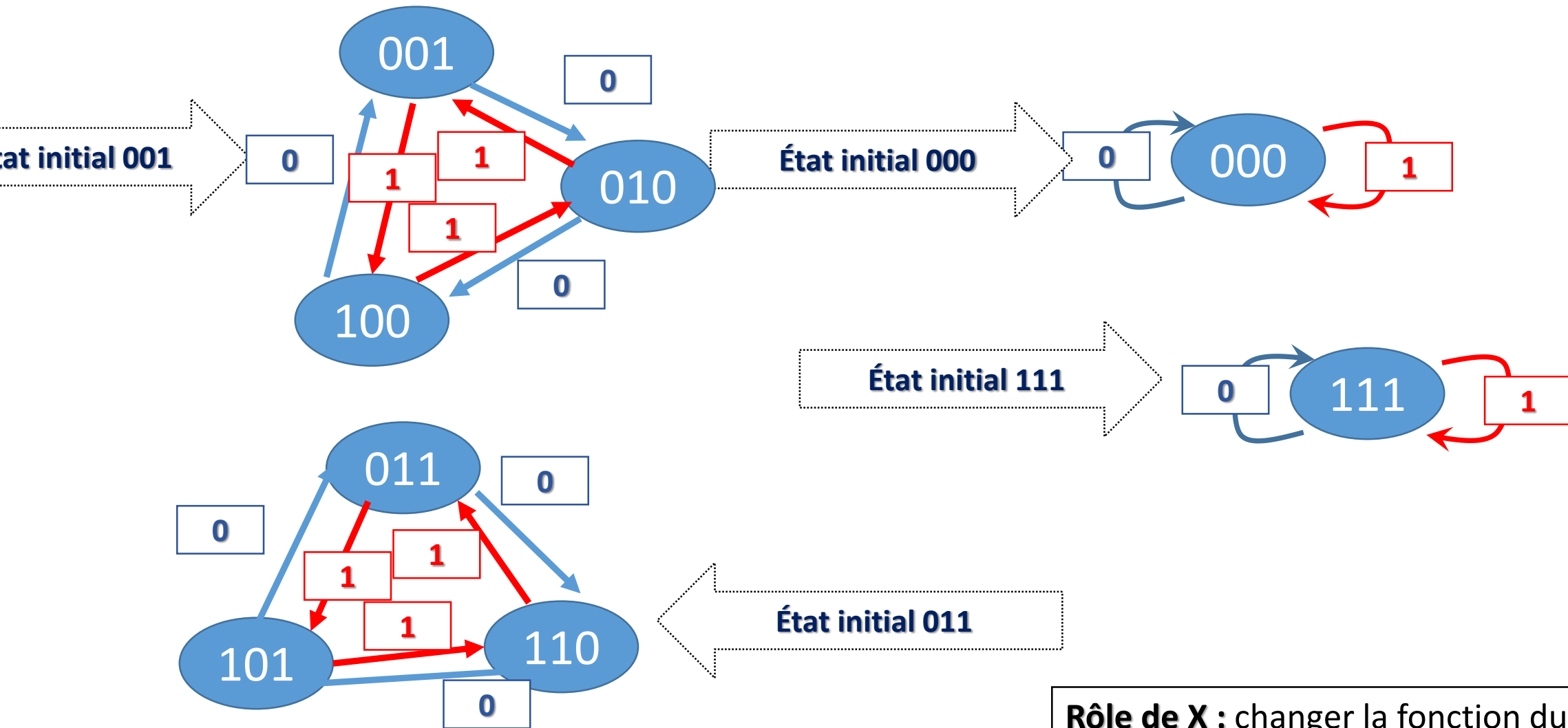


J	K	Q ⁺
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	\bar{Q}

T	Q ⁺
0	Q
1	\bar{Q}

D	Q ⁺
0	0
1	1

x	Q2	Q1	Q0	J	K	T	D	Q2+	Q1+	Q0+
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1	1	1	<u>0</u>	0	<u>1</u>
1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	1	0	1	0	<u>1</u>	1	<u>0</u>
1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1



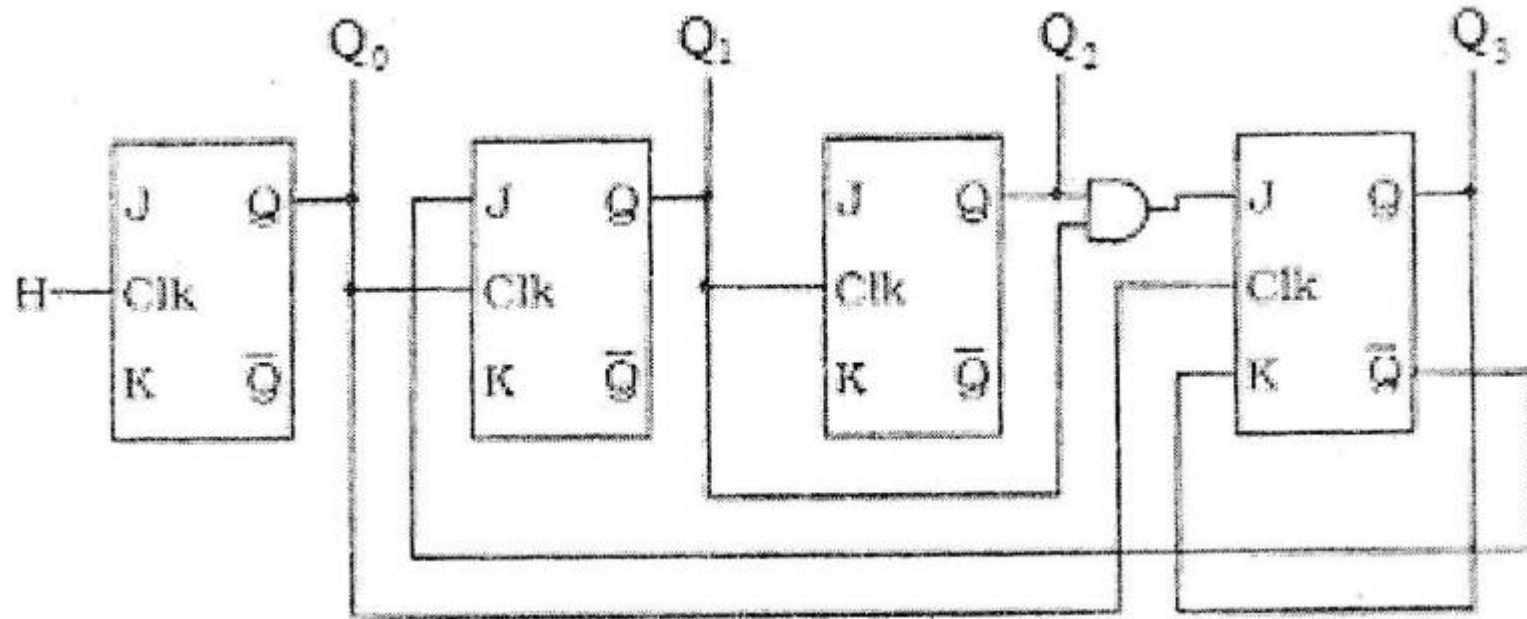
Rôle de X : changer la fonction du circuit.

La fonction :

X = 0 : décalage à gauche circulaire

X = 1 : décalage à droite circulaire

Exercise 8



$J_0 = K_0 = K_1 = J_2 = K_2 = 1$

$J_1 = \overline{Q_3}$

$J_3 = Q_2 Q_1$

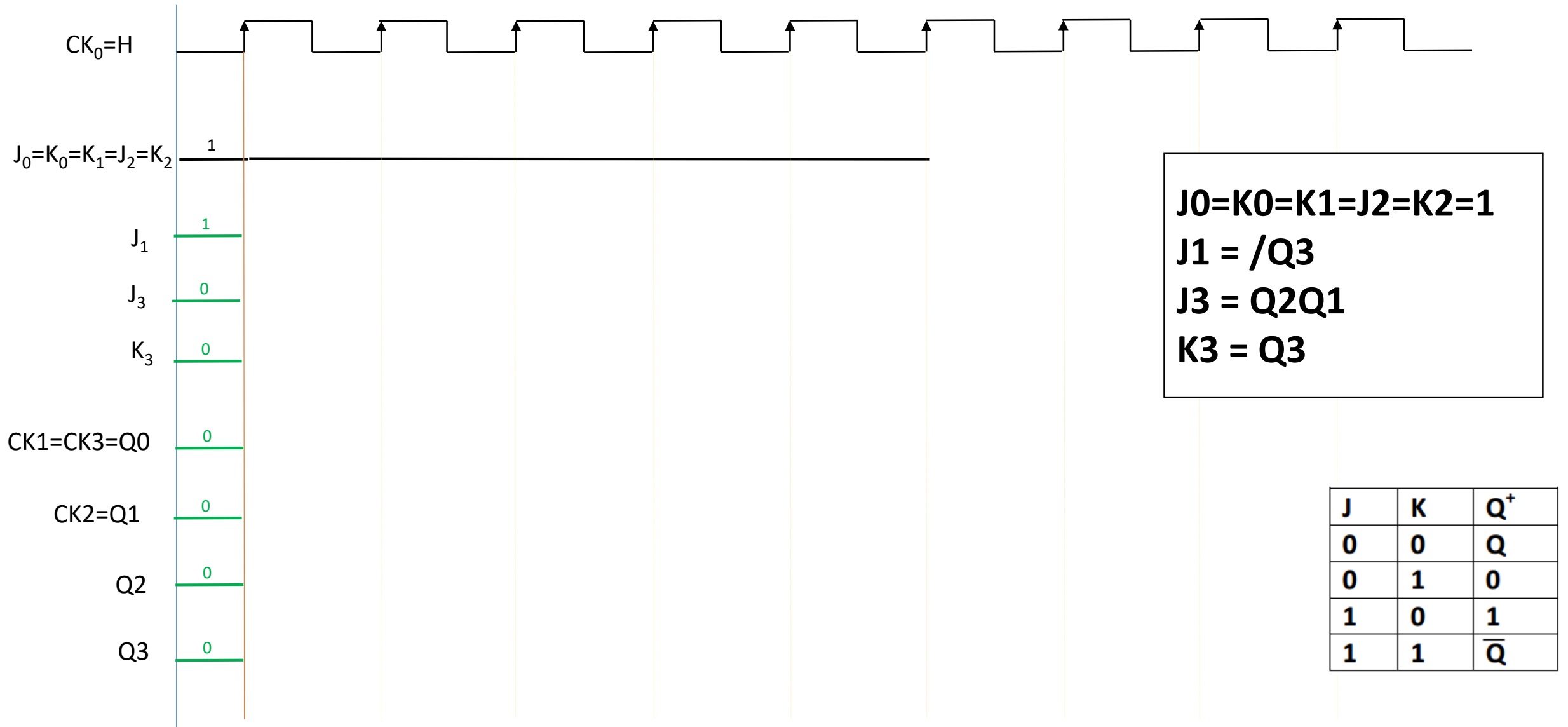
$K_3 = Q_3$

$CK_0 = H$

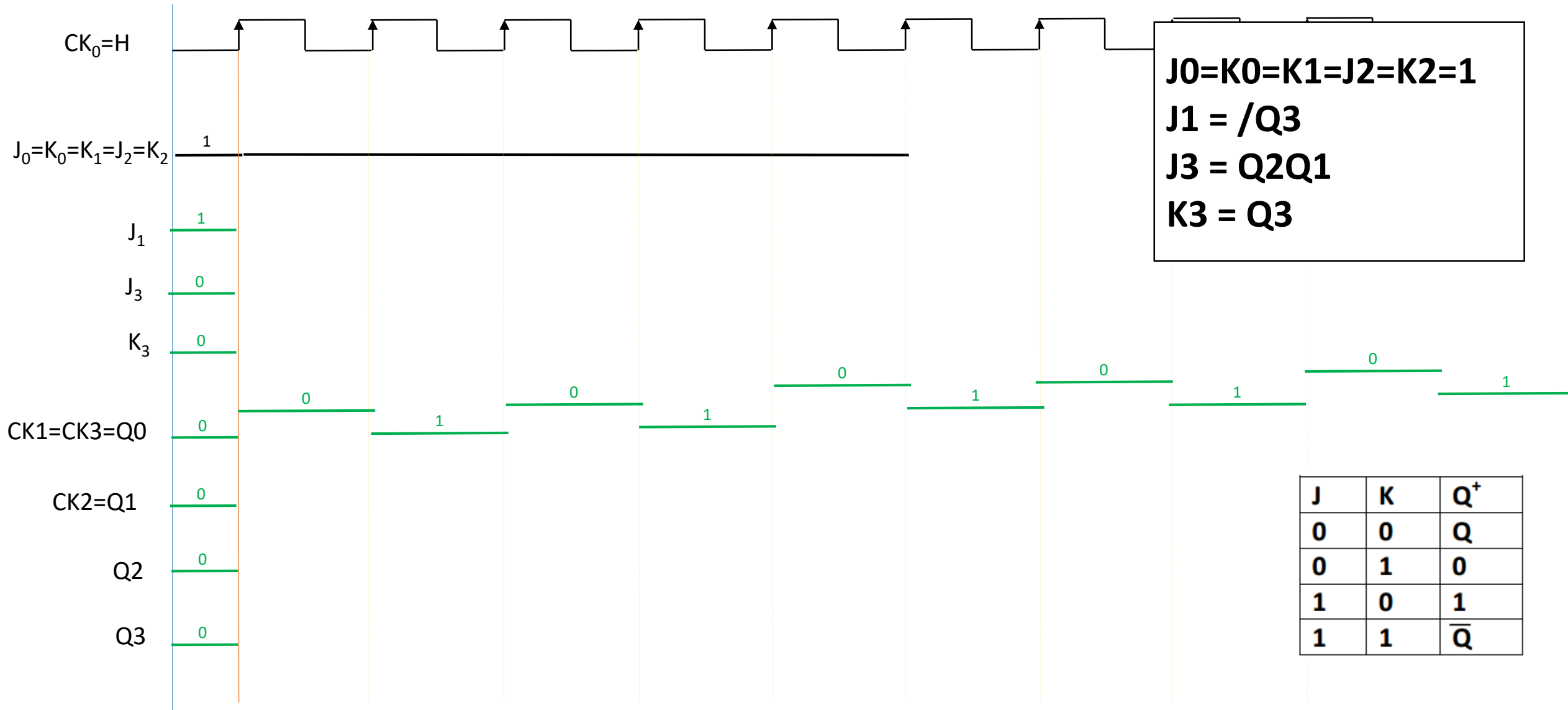
$CK_1 = CK_3 = Q_0$

$CK_2 = Q_1$

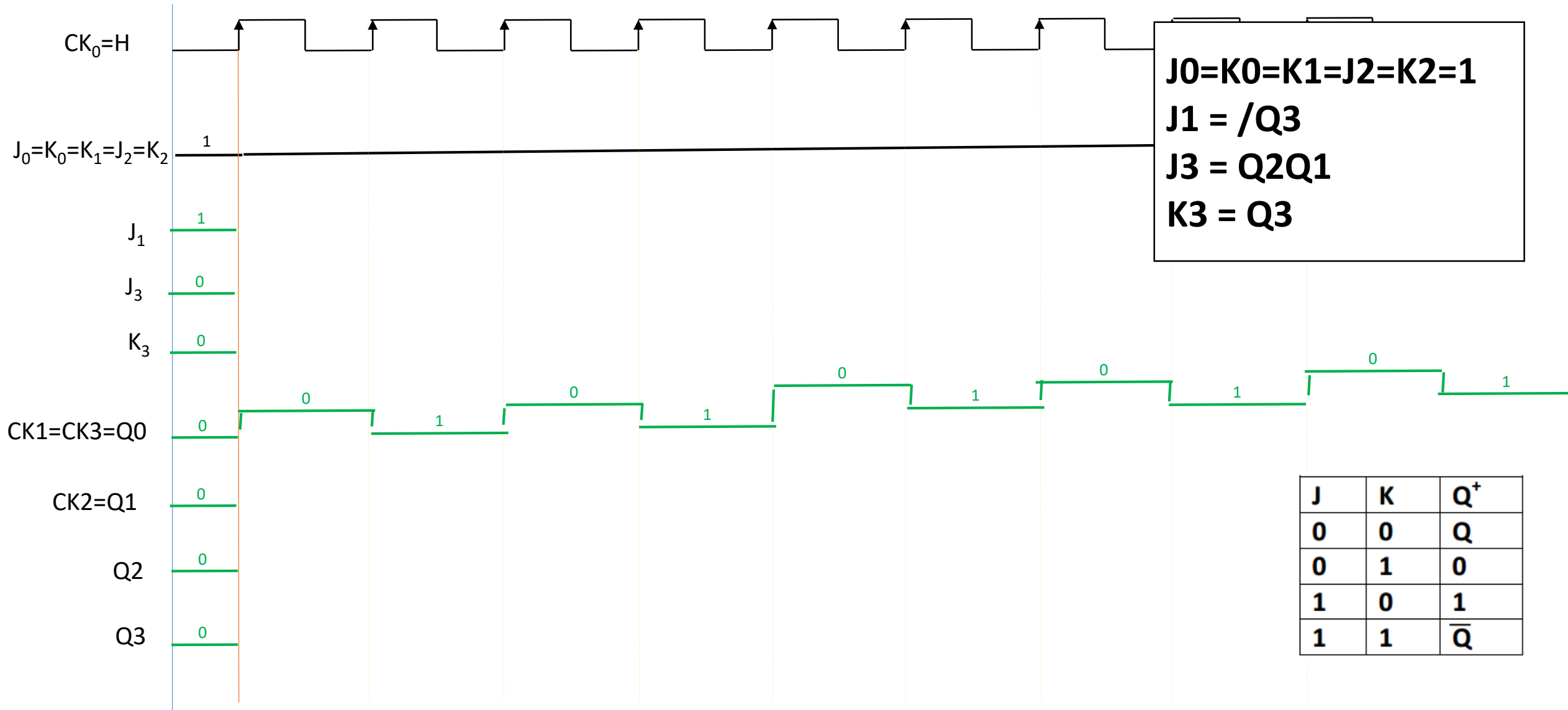
Exemple 2



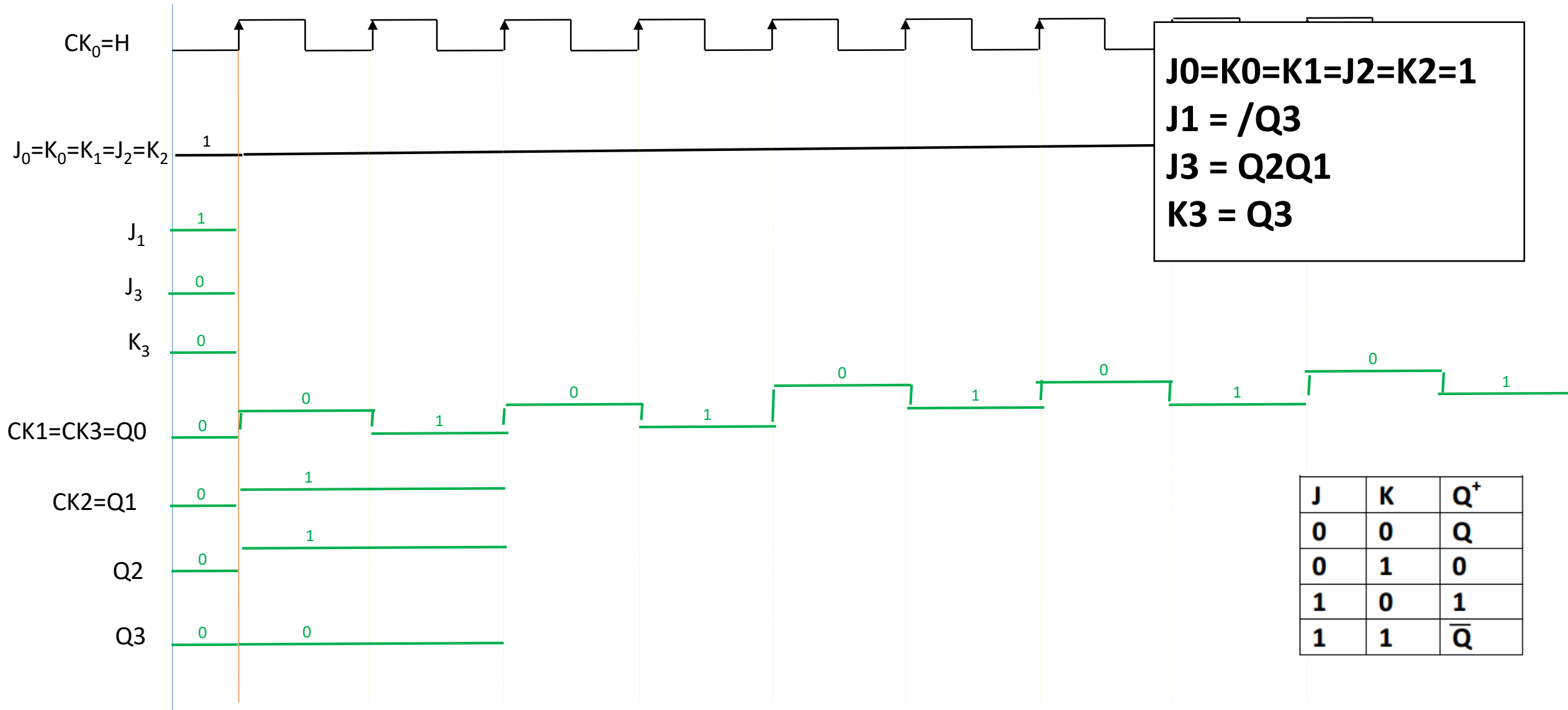
Exemple 2



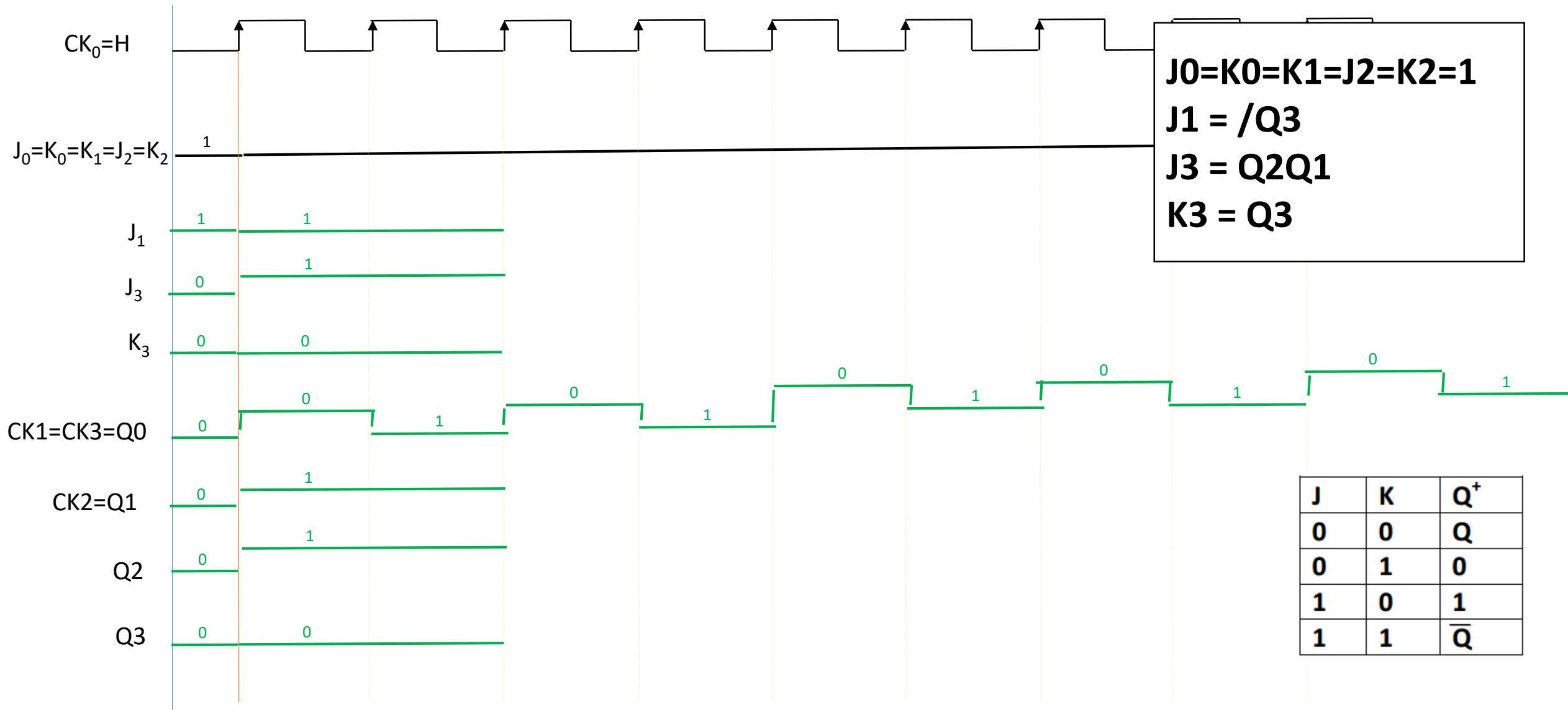
Exemple 2



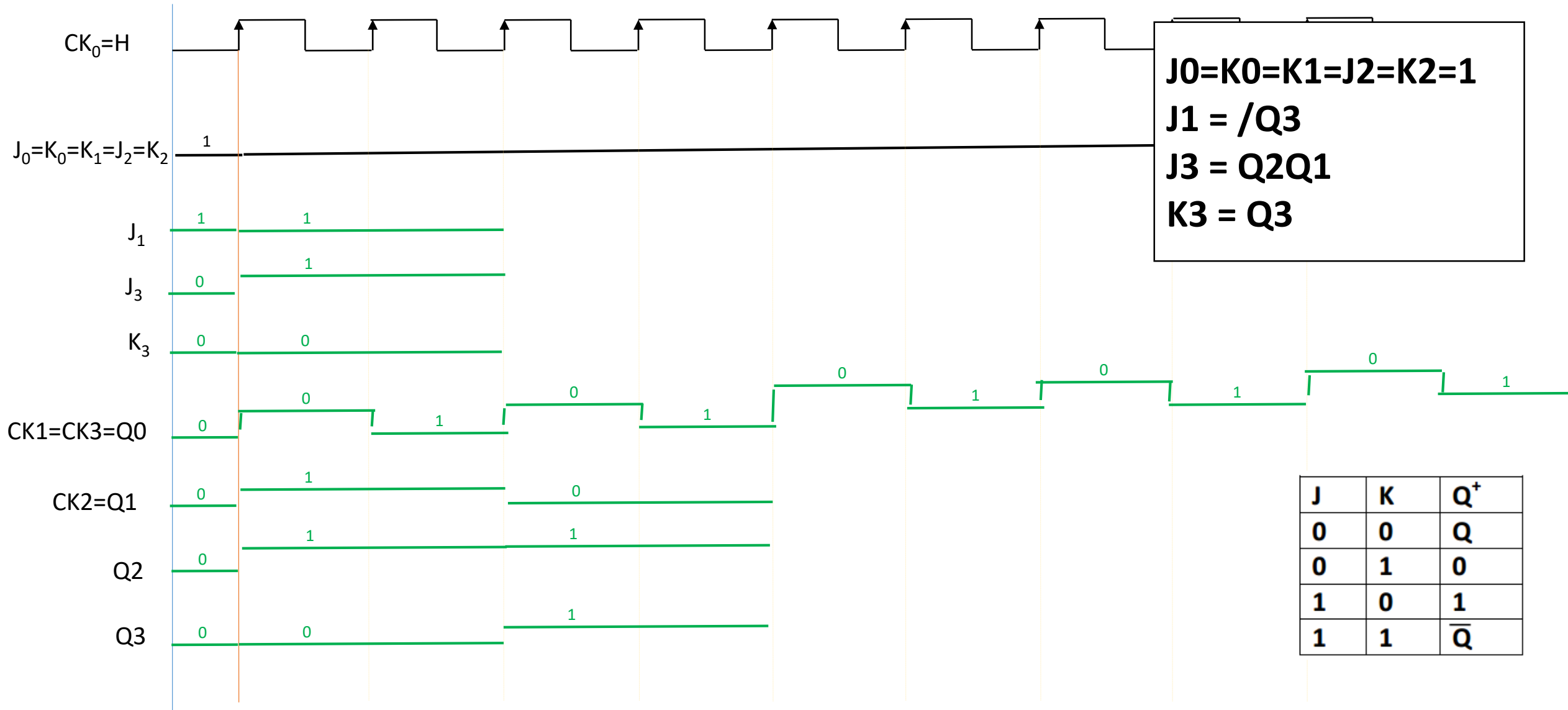
Exemple 2



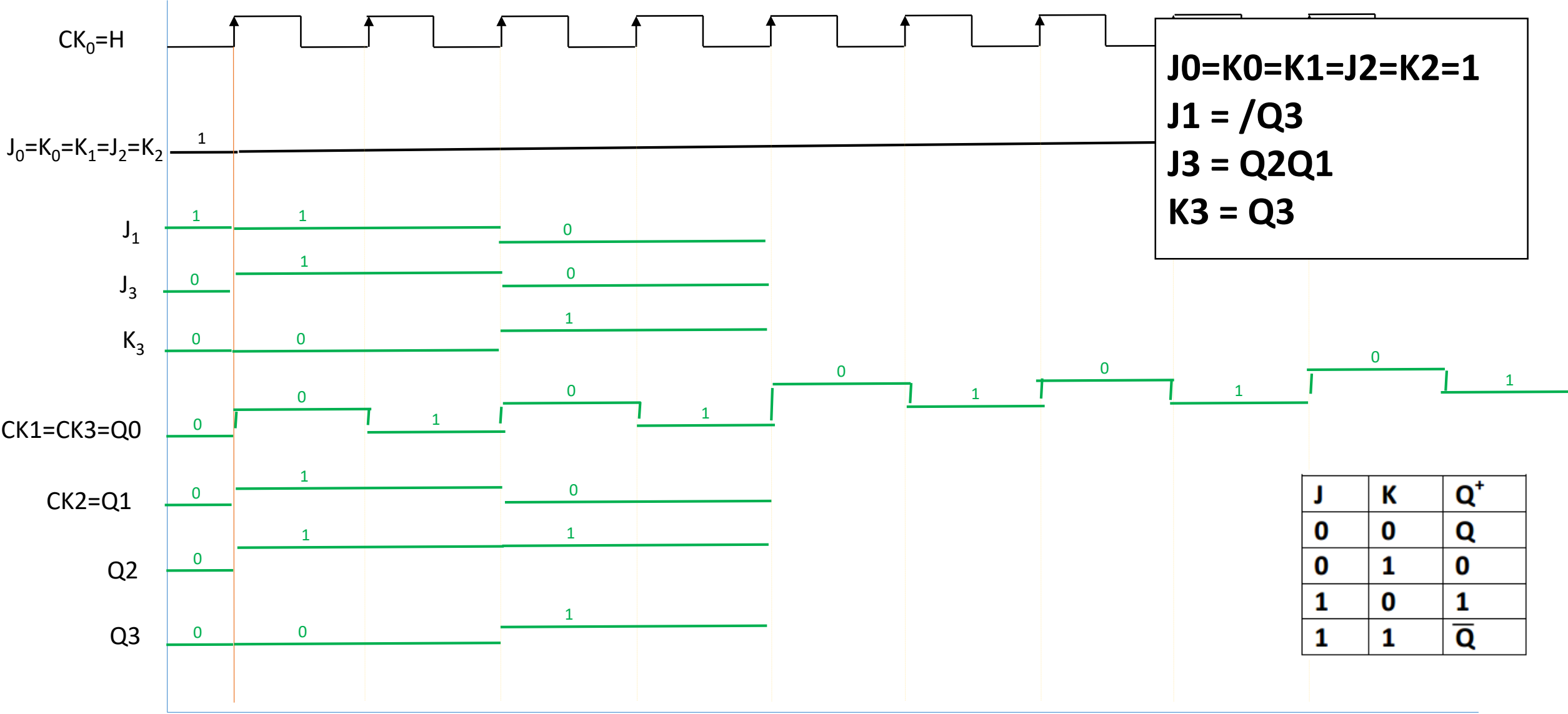
Example 2



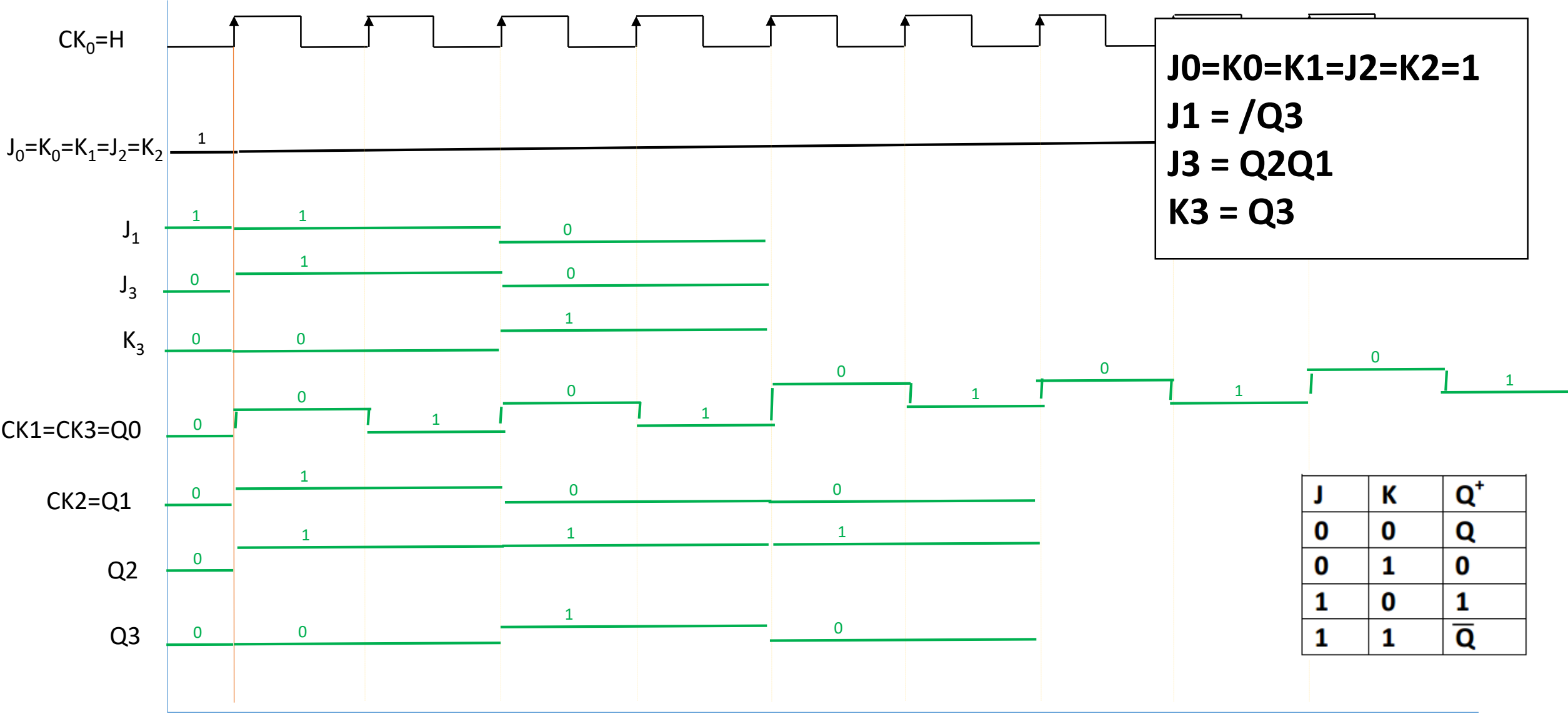
Exemple 2



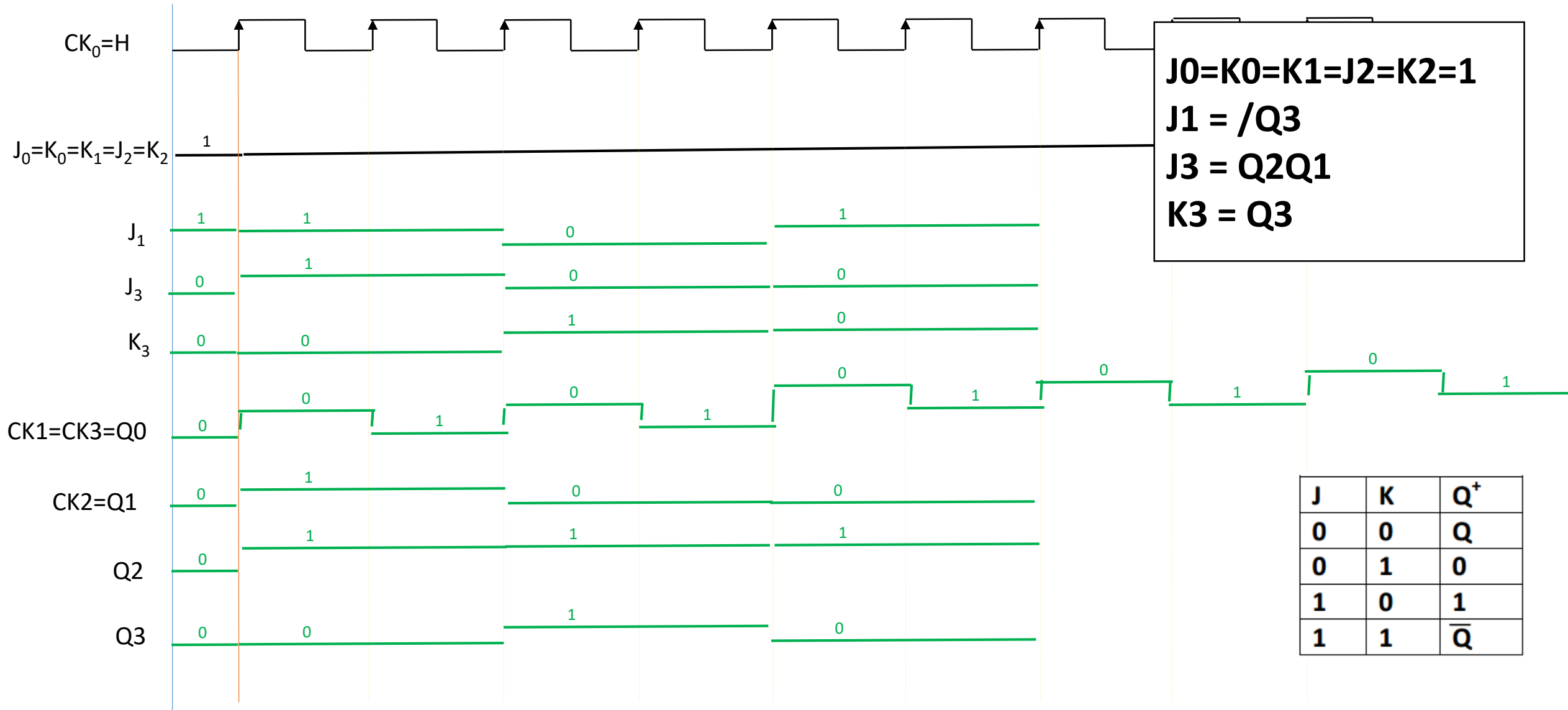
Exemple 2



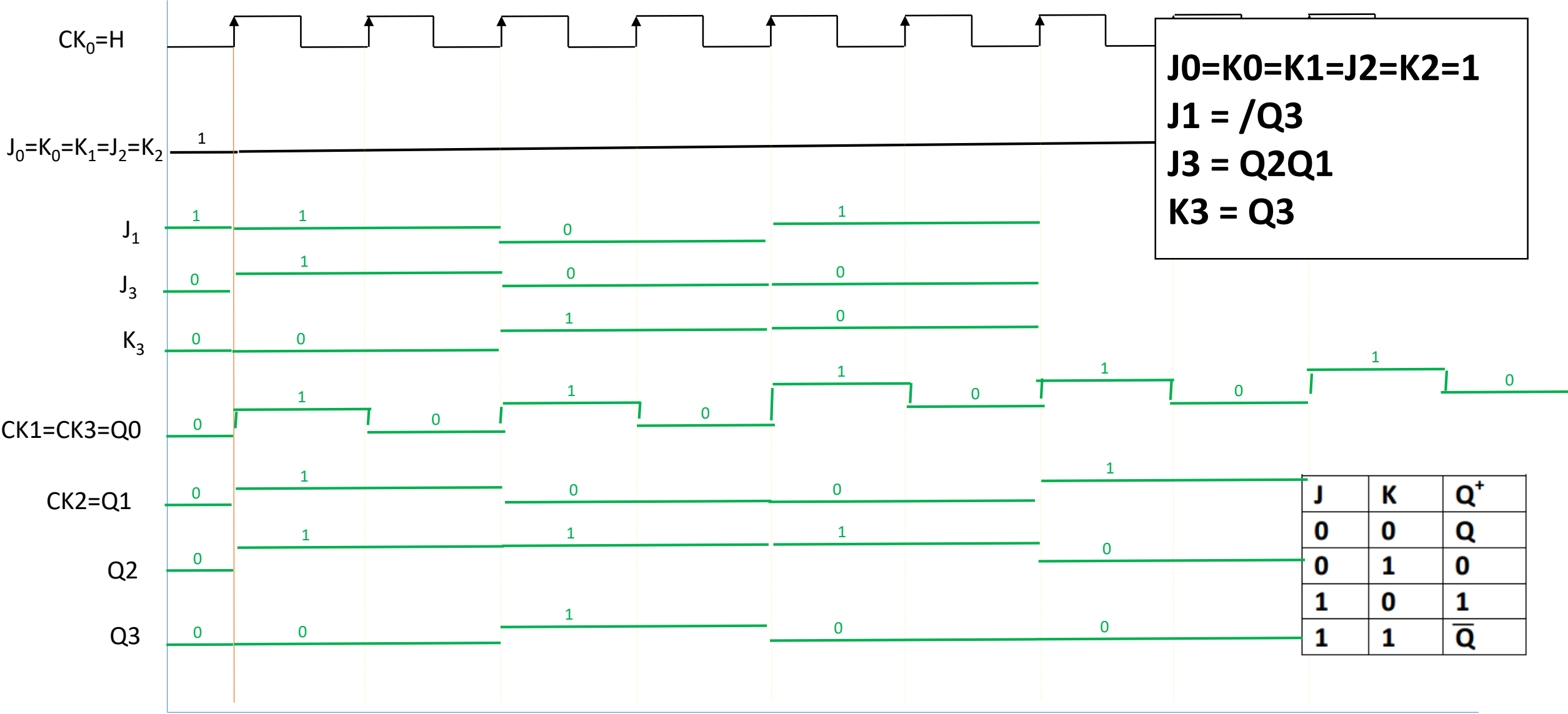
Exemple 2



Example 2



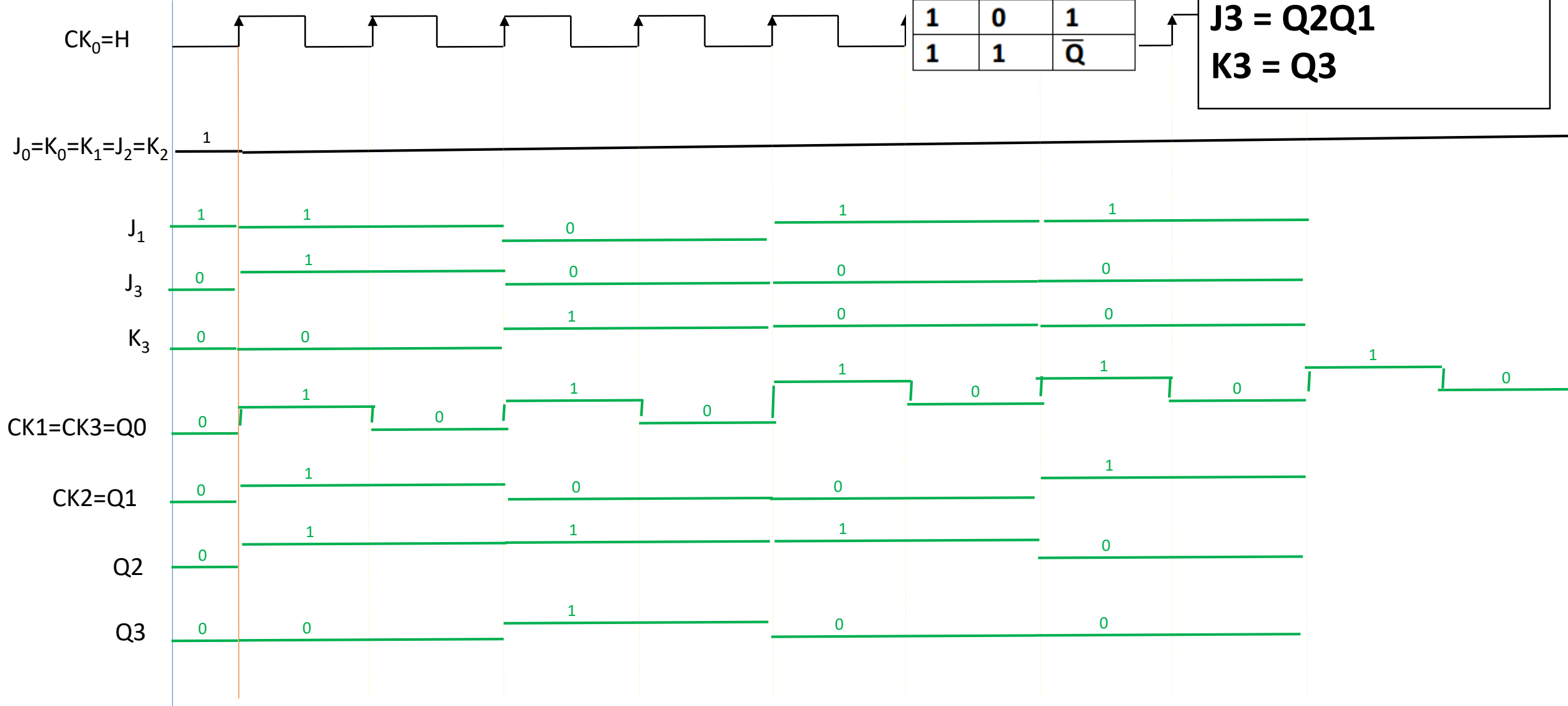
Exemple 2



Exemple 2

J	K	Q ⁺
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	\overline{Q}

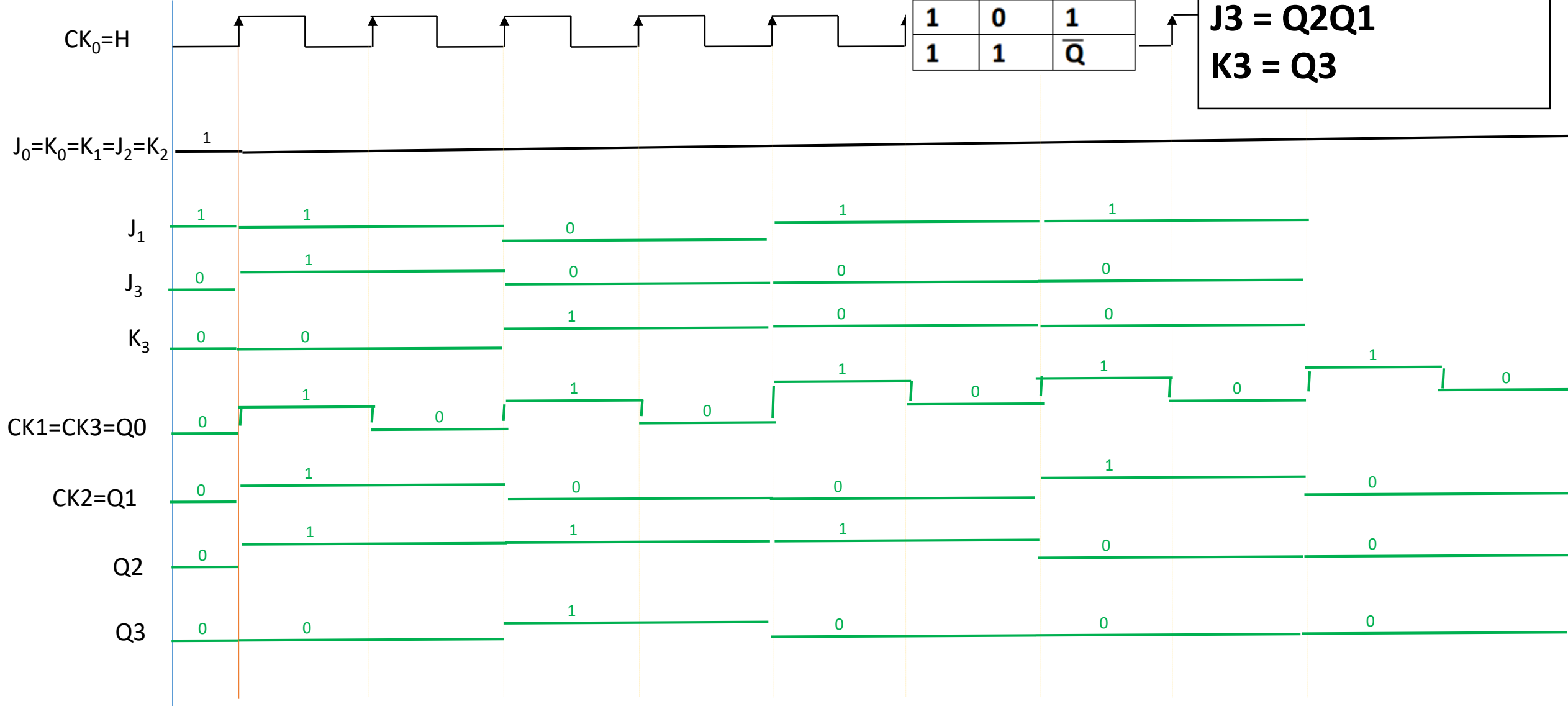
J0=K0=K1=J2=K2=1
J1 = /Q3
J3 = Q2Q1
K3 = Q3



Exemple 2

J	K	Q ⁺
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	\overline{Q}

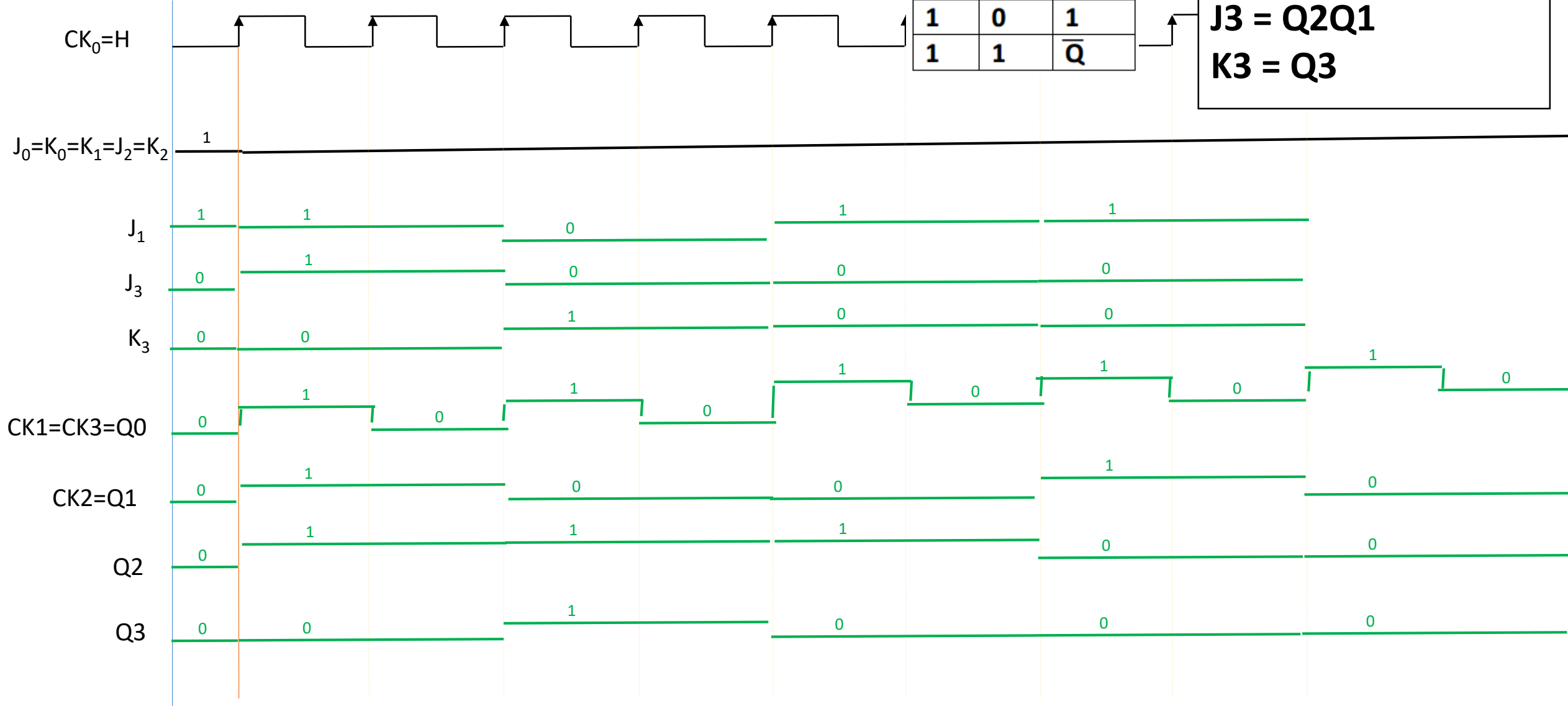
J0=K0=K1=J2=K2=1
J1 = /Q3
J3 = Q2Q1
K3 = Q3



Exemple 2

J	K	Q ⁺
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	\overline{Q}

J0=K0=K1=J2=K2=1
J1 = /Q3
J3 = Q2Q1
K3 = Q3



Example 2

CK0 = H
CK1=CK3=Q0

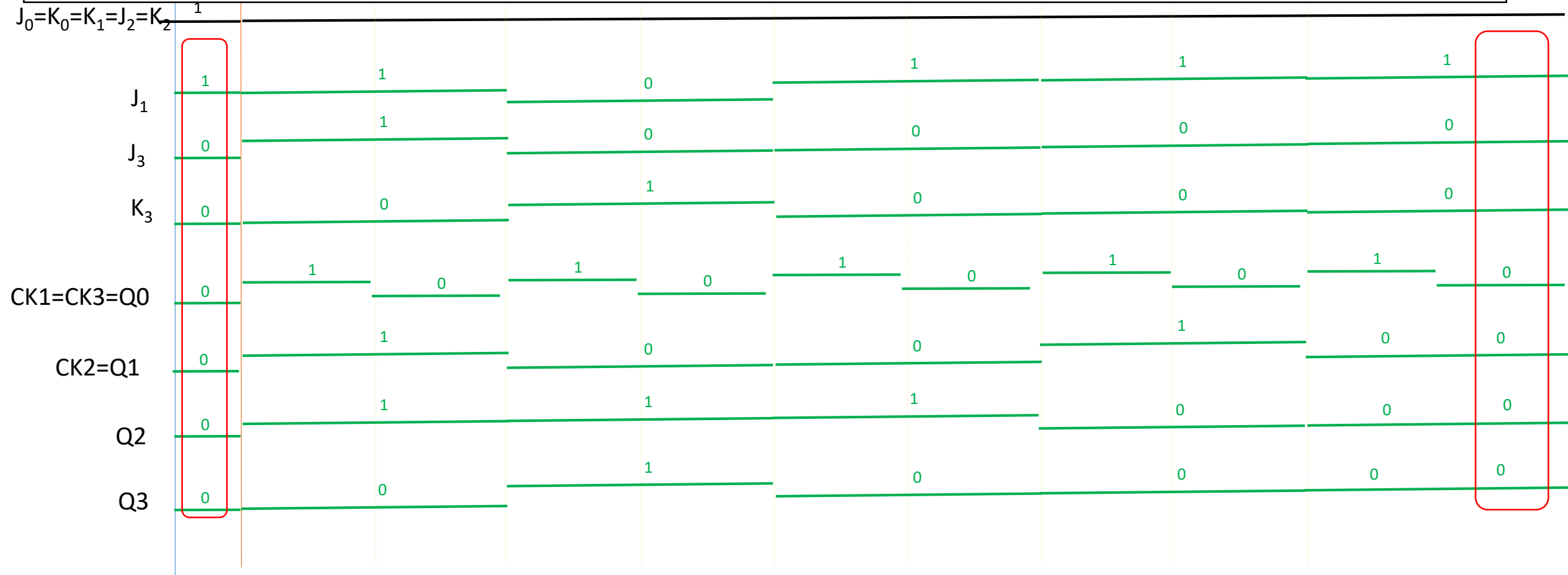
J0=K0=K1=J2=K2=1
J1 = /Q3

J	K	Q ⁺
0	0	Q
0	1	0

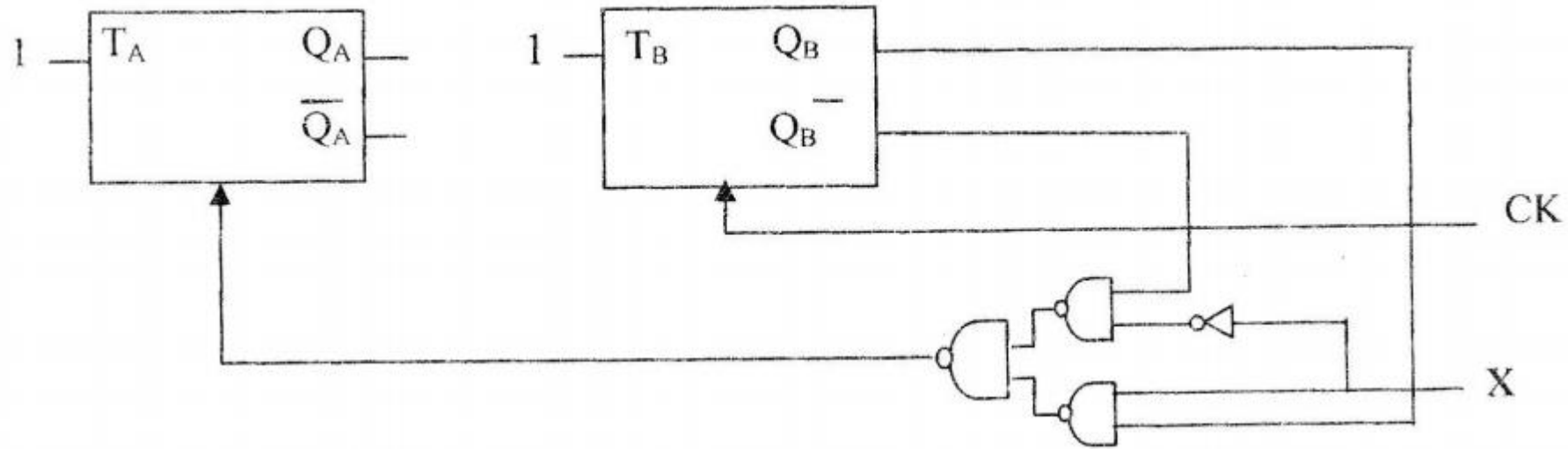
0000 → 1110 → 0110 → 1011 → 0011 → 1010 → 0010 → 1100 → 0100 → 1000 → 0000

0 14 6 11 3 10 2 12 4 8 0

J₀=K₀=K₁=J₂=K₂=1



Exercise 9



$$T_A = T_B = 1$$

$$CK_B = CK$$

$$CK_A = \overline{XQ_B} + \overline{\overline{X}\overline{Q_B}} = XQ_B + \overline{X}\overline{Q_B}$$

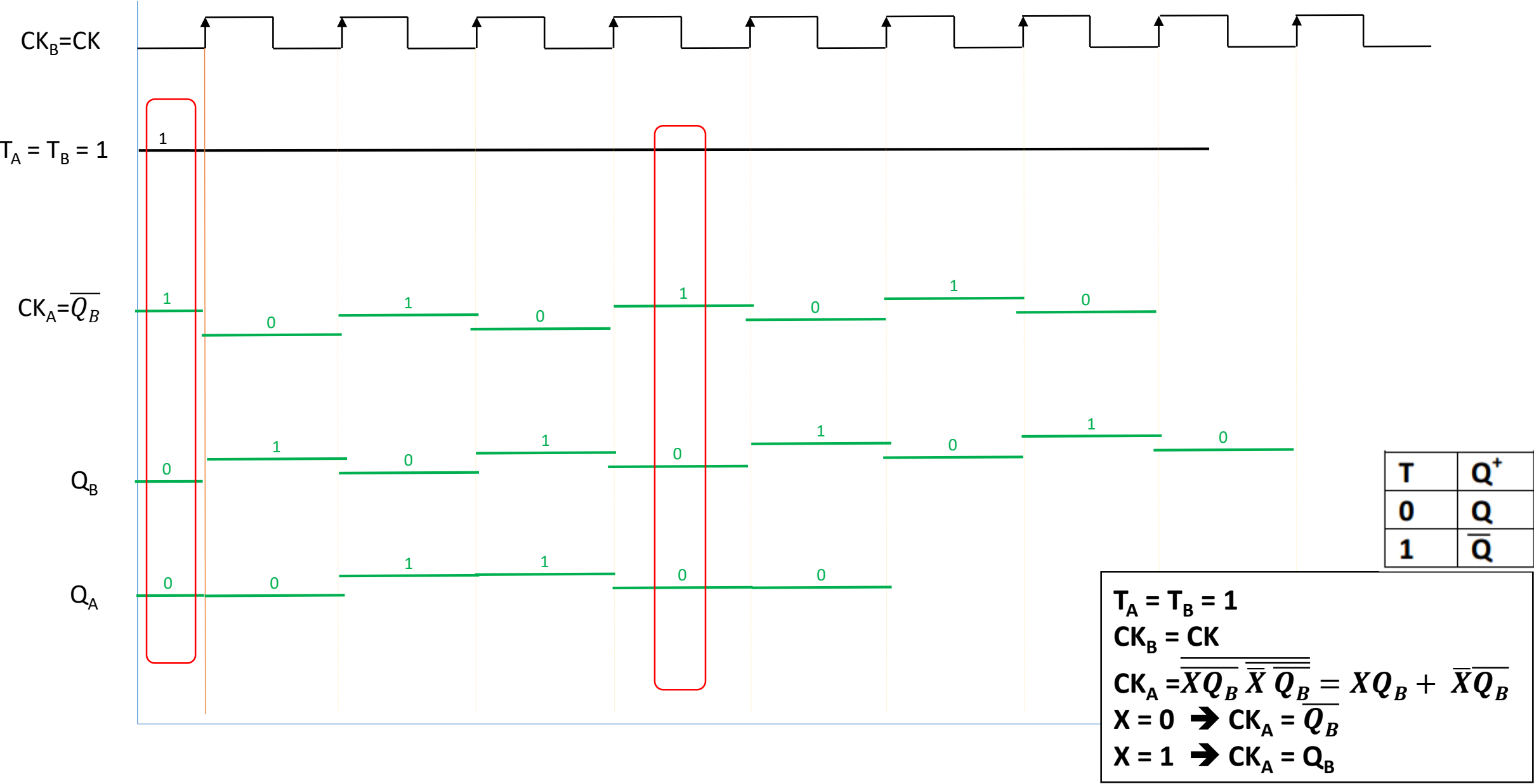
$$X = 0 \rightarrow CK_A = \overline{Q_B}$$

$$X = 1 \rightarrow CK_A = Q_B$$

Exercise 9

X=0

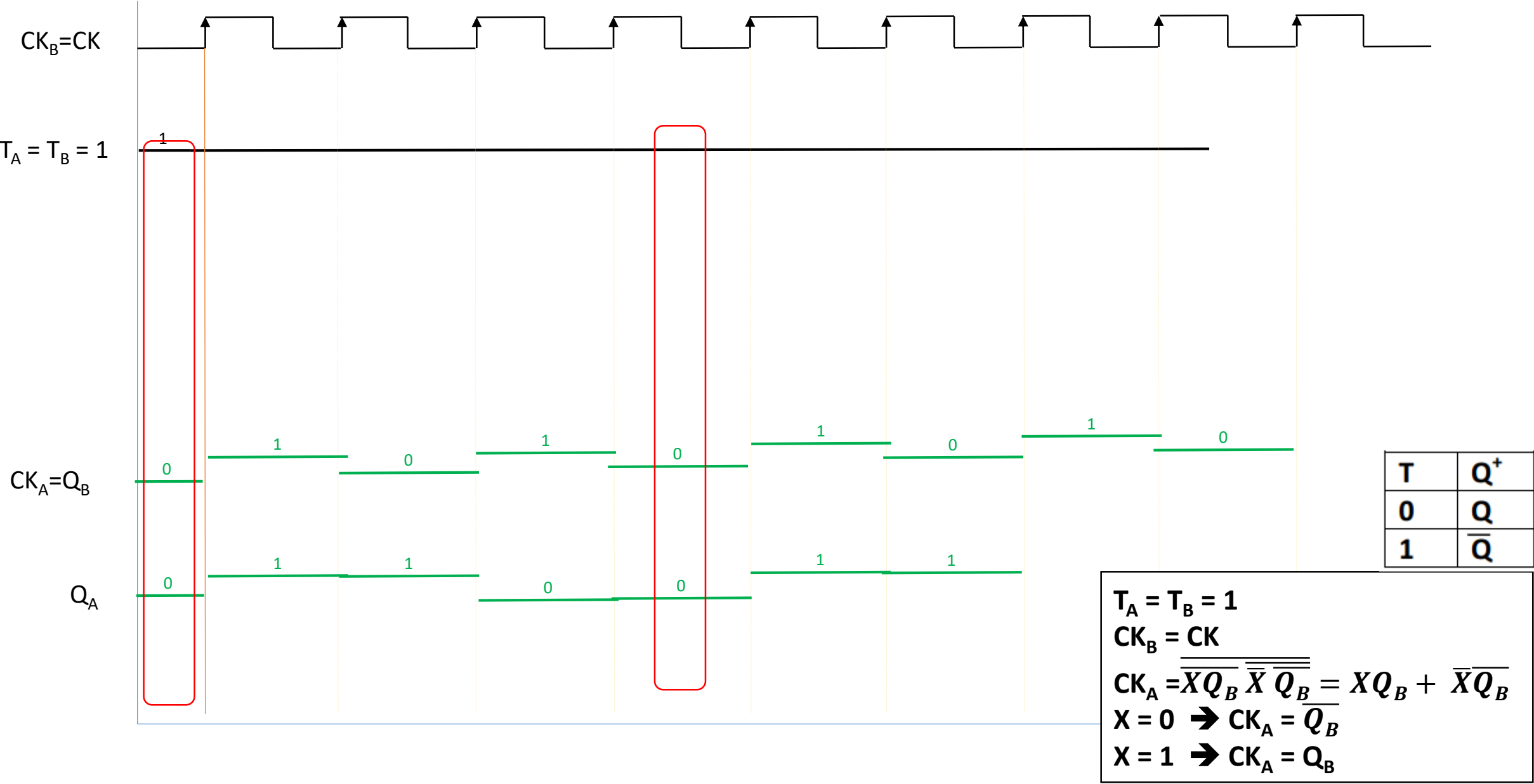
00 → 01 → 10 → 11 → 00



Exercise 9

X=1

00 → 11 → 10 → 01 → 00



Exercise 9

