

TD 4-2 : Corrigé

Les circuits logiques séquentiels

Exercice n°1 :

Réaliser à partir d'un bistable R-S synchrone puis avec un bistable J-K le système séquentiel S ayant trois entrées à niveau « A, I, et E » et une sortie Q et dont le fonctionnement est défini par la table de vérité suivante :

$Q \rightarrow Q^+$	R	S
$0 \rightarrow 0$	$\emptyset$	0
$0 \rightarrow 1$	0	1
$1 \rightarrow 0$	1	0
$1 \rightarrow 1$	0	$\emptyset$

$Q \rightarrow Q^+$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	$\emptyset$
$0 \rightarrow 1$	1	$\emptyset$
$1 \rightarrow 0$	$\emptyset$	1
$1 \rightarrow 1$	$\emptyset$	0

A	I	E	Q^-	Q^+	R	S	J	K
0	0	0	0	0	$\emptyset$	0	0	$\emptyset$
0	0	0	1	1	0	$\emptyset$	$\emptyset$	0
0	0	1	0	0	$\emptyset$	0	0	$\emptyset$
0	0	1	1	1	0	$\emptyset$	$\emptyset$	0
0	1	0	0	0	$\emptyset$	0	0	$\emptyset$
0	1	0	1	1	0	$\emptyset$	$\emptyset$	0
0	1	1	0	1	0	1	1	$\emptyset$
0	1	1	1	1	0	$\emptyset$	$\emptyset$	0
1	0	0	0	0	$\emptyset$	0	0	$\emptyset$
1	0	0	1	0	1	0	$\emptyset$	1
1	0	1	0	0	$\emptyset$	0	0	$\emptyset$
1	0	1	1	0	1	0	$\emptyset$	1
1	1	0	0	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
1	1	0	1	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
1	1	1	0	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
1	1	1	1	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$

AI \ EQ	00	01	11	10
00		$\emptyset$	$\emptyset$	
01		$\emptyset$	$\emptyset$	1
11	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
10		$\emptyset$	$\emptyset$	

J = IE

AI \ EQ	00	01	11	10
00				
01				
11	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
10	$\emptyset$	1	1	$\emptyset$

K = A

AI \ EQ	00	01	11	10
00				
01				
11	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
10	$\emptyset$			

S = IE

AI \ EQ	00	01	11	10
00				
01				
11	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
10	$\emptyset$			

R = A

AI \ EQ	00	01	11	10
00				
01				
11	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
10	$\emptyset$			

Q⁺ = AQ⁻ + IE

AI \ EQ	00	01	11	10
00				
01				
11	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
10	$\emptyset$			

Q⁺ = $\bar{A}Q^- + IE = \bar{R}Q^- + S = \bar{K}Q^- + J$

Exercice n°2 :

Montrez comment réaliser une bascule synchrone AB dont la table de vérité est donnée ci-dessous, en utilisant une bascule RS synchrone et toute la logique nécessaire.

A	B	Q^-	Q^+	R	S
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	0

A \ B Q^-	00	01	11	10
0		1		1
1			1	1

A \ B Q^-	00	01	11	10
0	0		1	
1	0	1		

A \ B Q^-	00	01	11	10
0		0		1
1			0	1

Exercice n°3 :

1- Compléter le tableau suivant pour une bascule J-K

$Q \rightarrow Q^+$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	0
$0 \rightarrow 1$	1	0
$1 \rightarrow 0$	0	1
$1 \rightarrow 1$	0	0

2- Réaliser un compteur synchrone modulo 16 à l'aide de quatre bascules J-K et des portes logiques.

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	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1

$$J_0 = K_0 = 1$$

$Q_1^- Q_0^-$ $Q_3^- Q_2^-$	00	01	11	10
00				
01			1	
11	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
10	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
$Q_1^- Q_0^-$ $Q_3^- Q_2^-$	00	01	11	10
00			1	
01	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
11	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
10			1	
$Q_1^- Q_0^-$ $Q_3^- Q_2^-$	00	01	11	10
00		1	$\emptyset$	$\emptyset$
01		1	$\emptyset$	$\emptyset$
11		1	$\emptyset$	$\emptyset$
10		1	$\emptyset$	$\emptyset$

$Q_1^- Q_0^-$ $Q_3^- Q_2^-$	00	01	11	10
00	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
01	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
11			1	
10				
$Q_1^- Q_0^-$ $Q_3^- Q_2^-$	00	01	11	10
00	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
01			1	
11			1	
10	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
$Q_1^- Q_0^-$ $Q_3^- Q_2^-$	00	01	11	10
00	$\emptyset$	$\emptyset$	1	
01	$\emptyset$	$\emptyset$	1	
11	$\emptyset$	$\emptyset$	1	
10	$\emptyset$	$\emptyset$	1	

$$J_3 = K_3 = Q_2^- Q_1^- Q_0^-$$

$$J_2 = K_2 = Q_1^- Q_0^-$$

$$J_1 = K_1 = Q_0^-$$

3- Comment obtient-on un décompteur synchrone modulo 16 à partir du compteur réalisé en 2.

Il suffit de relier avec les inverses de Q donc $\bar{Q}$ au lieu des Q

4- Donner un schéma complet du compteur-décompteur (considérer une entrée CD qui vaut 1 pour le décomptage et 0 pour le comptage).

Exercice n°4 :

1- Quelle est la table de vérité d'une bascule J-K quand on relie J et K ?

J	K	Q^+	J=K=T	Q^-	Q^+	T
0	0	Q^-		0	0	0
1	1	$\bar{Q}^-$		0	1	1
				1	0	1
				1	1	0

2- Réaliser un compteur synchrone modulo 10 à l'aide de 4 bascules J-K avec 4 bascules J-K (J = K = T) et des portes logiques.

Q_3^-	Q_2^-	Q_1^-	Q_0^-	Q_3^+	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	T_3	T_2	T_1	T_0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	0	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X

$Q_1^- Q_0^-$	00	01	11	10
$Q_3^- Q_2^-$				
00				
01			1	
11	0	0	0	0
10		1	0	0

$$T_3 = Q_3^- Q_0^- + Q_2^- Q_1^- Q_0^-$$

$Q_1^- Q_0^-$	00	01	11	10
$Q_3^- Q_2^-$				
00			1	
01			1	
11	0	0	0	0
10			0	0

$$T_2 = Q_1^- Q_0^-$$

$Q_1^- Q_0^-$	00	01	11	10
$Q_3^- Q_2^-$				
00		1	1	
01		1	1	
11	0	0	0	0
10			0	0

$$T_0 = 1$$

$$T_1 = \overline{Q_3^-} Q_0^-$$

On prends des bascules JK et on relie J avec K donc nous aurons des bascules T à l'aide des JK

Exercice n°5 :

1- Réaliser le compteur spécial synchrone suivant avec quatre bascules D

Q_3^-	Q_2^-	Q_1^-	Q_0^-	Q_3^+	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	D_3	D_2	D_1	D_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	0	X	X	X	X	X	X	X	X
0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
0	1	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X
0	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X
0	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X
1	0	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	0	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0

$Q_1^- Q_0^-$	00	01	11	10
$Q_3^- Q_2^-$				
00				X
01	X	X	1	X
11	1	X	1	1
10		X	X	X

$$D_3 = Q_2^-$$

$Q_1^- Q_0^-$	00	01	11	10
$Q_3^- Q_2^-$				
00			1	X
01	X	X	1	X
11		X	1	1
10		X	X	X

$$D_2 = Q_1^-$$

$Q_1^- Q_0^-$ $Q_3^- Q_2^-$	00	01	11	10
00		1	1	X
01	X	X	1	X
11		X	1	
10		X	X	X

$$D_1 = Q_0^-$$

$$D_0 = \overline{Q_3^-}$$

$Q_1^- Q_0^-$ $Q_3^- Q_2^-$	00	01	11	10
00	1	1	1	X
01	X	X	1	X
11		X		
10		X	X	X

$$D_1 = Q_0^-$$

2- Si on initialise le compteur dans un état non permis par exemple l'état « 0101 » il reste hors cycle

Q_3^-	Q_2^-	Q_1^-	Q_0^-	$\rightarrow$	$Q_3^+ = D_3$	$Q_2^+ = D_2$	$Q_1^+ = D_1$	$Q_0^+ = D_0$
0	1	0	1	$\rightarrow$	1	0	1	1
1	0	1	1	$\rightarrow$	0	1	1	0
0	1	1	0	$\rightarrow$	1	1	0	1
1	1	0	1	$\rightarrow$	1	0	1	0
1	0	1	0	$\rightarrow$	0	1	0	0
0	1	0	0	$\rightarrow$	1	0	0	1
1	0	0	1	$\rightarrow$	0	0	1	0
0	0	1	0	$\rightarrow$	0	1	0	1

Exercice n°6 :

1- $Q_C Q_B Q_A = 000, 001, 010, 100, 000, \dots$

Q_C^-	Q_B^-	Q_A^-	Q_C^+	Q_B^+	Q_A^+	J_C	K_C	J_B	K_B	J_A	K_A
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$Q \rightarrow Q^+$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	0
$0 \rightarrow 1$	1	0
$1 \rightarrow 0$	0	1
$1 \rightarrow 1$	0	0

$Q_B^- Q_A^-$ Q_C^-	00	01	11	10
0			0	1
1	0	0	0	0

$$J_C = Q_B^-$$

$Q_B^- Q_A^-$ Q_C^-	00	01	11	10
0		1	0	0
1		0	0	0

$$J_B = Q_A^-$$

$Q_B^- Q_A^-$ Q_C^-	00	01	11	10
0	1	0	0	
1		0	0	0

$$J_A = \overline{Q_C^-} \overline{Q_B^-}$$

$Q_B^- Q_A^-$ Q_C^-	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0

$$K_C = 1$$

$Q_B^- Q_A^-$ Q_C^-	00	01	11	10
0	0	0	0	1
1	0	0	0	0

$$K_B = 1$$

$Q_B^- Q_A^-$ Q_C^-	00	01	11	10
0	0	1	0	0
1	0	0	0	0

$$K_A = 1$$

2- Suivant la table de vérité de JK cherchons J_i et K_i pour trouver Q_i^+ et voir si le compteur entre dans le cycle ou non.

Q_C^-	Q_B^-	Q_A^-	$\rightarrow$	$J_C = Q_B^-$	K_C	$J_B = Q_A^-$	K_B	$J_A = \overline{Q_C^-} \overline{Q_B^-}$	K_A	$\rightarrow$	Q_C^+	Q_B^+	Q_A^+	cycle
0	1	1	$\rightarrow$	1	1	1	1	0	1	$\rightarrow$	1	0	0	oui
1	0	1	$\rightarrow$	0	1	1	1	0	1	$\rightarrow$	0	1	0	oui
1	1	0	$\rightarrow$	1	1	0	1	0	1	$\rightarrow$	0	0	0	oui
1	1	1	$\rightarrow$	1	1	1	1	0	1	$\rightarrow$	0	0	0	oui

Exercice n°7 :

1-				D_3	D_2	D_1	D_0
Q_3^-	Q_2^-	Q_1^-	Q_0^-	Q_3^+	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
1	1	0	1	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
1	1	1	0	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
1	1	1	1	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$

$Q_1^- Q_0^-$ $Q_3^- Q_2^-$	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	0	1	0	1
11	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
10	0	1	0	1

$$D_1 = Q_1^- \overline{Q_0^-} + \overline{Q_1^-} Q_0^-$$

$Q_1^- Q_0^-$ $Q_3^- Q_2^-$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	0
11	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
10	1	1	0	1

$$D_3 = Q_3^- Q_1^- + Q_3^- \overline{Q_0^-} + Q_2^- Q_1^- Q_0^-$$

$Q_1^- Q_0^-$ $Q_3^- Q_2^-$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	1	1	0	1
11	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
10	0	0	0	0

$$D_2 = Q_2^- Q_1^- + Q_2^- Q_0^- + Q_3^- Q_2^- Q_1^- Q_0^-$$

$Q_1^- Q_0^-$ $Q_3^- Q_2^-$	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	1	0	0	1
11	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
10	1	0	0	1

$$D_0 = \overline{Q_0^-}$$

3- Schéma

4- puisque $Q_i^+ = D_i$

$$Q_3^- Q_2^- Q_1^- Q_0^- \rightarrow Q_3^+ Q_2^+ Q_1^+ Q_0^+$$

$$1 \ 1 \ 1 \ 1 \rightarrow 1 \ 0 \ 0 \ 0$$

 $\Rightarrow$ Entre dans le cycle

Exercice n°8 :

On se propose de réaliser un compteur /décompteur synchrone **Modulo 14** fonctionnant au pas de **3**.

- A chaque top d'horloge, le compteur/décompteur est **incrémenté** de 3 (modulo14) si **CD=0** ou **décrémenté** de 3 (modulo14) si **CD=1**.

1- Compteur Modulo 14 à pas 3 si CD=0 ($\overline{CD}$)

Q_3^-	Q_2^-	Q_1^-	Q_0^-	Q_3^+	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	T_3	T_2	T_1	T_0
0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1
1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1
1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X

2- Décompteur Modulo 14 à pas 3 si CD=1 (CD)

Q_3^-	Q_2^-	Q_1^-	Q_0^-	Q_3^+	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	T_3	T_2	T_1	T_0
0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1
0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1
1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X
1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X

- 3- Donner les équations des T_i pour $i = 0$ à 3 des entrées synchrones des bistables T pour le comptage/décomptage.

$$T_i = T_i^C + T_i^D$$

