

UNIVERSITÉ CHOUAIB DOUKKALI
Ecole Supérieure de Technologie
Sidi Bennour

Cours: Physique pour l'Informatique
« Logique séquentielle » 'suite'

-
-
-

Unité 1: Informatique Industrielle

Analyse d'un circuit séquentielle

L'analyse d'un circuit séquentiel est basée sur la théorie des automates finis.

Automate fini:

Un automate fini possède un nombre fini d'éléments et de mémoires.

Un automate fini ne peut prendre que 2^m états appelés états internes, où m est le nombre de bits de mémoire.

- On peut caractériser un automate par:
- Sa fonction de transfert
- Sa table de transition
- Son diagramme d'états ou de transition

Unité 1: Informatique Industrielle

Analyse d'un circuit séquentielle

Analyse:

L'analyse du circuit séquentiel consiste à trouver les équations caractéristiques ou les diagrammes temporels qui décrivent le travail du circuit séquentiel. En d'autres termes, trouver les états futurs et les sorties du circuit séquentiel en fonction de ces entrées et ces états présents. On suit pour une démarche à 5 étapes:

- 1) Déterminer les équations des entrées aux bascules.
- 2) Substitues les équations des entrées dans les équations caractéristiques des bascules pour obtenir les équations de transition.
- 3) Trouver les équations des sorties en fonction des entrées et de l'état actuel des bascules.

Unité 1: Informatique Industrielle

Analyse d'un circuit séquentielle

Analyse:

- 4) Trouver la table d'état (dite aussi la table de vérité) du circuit qui contient 4 colonnes montrant l'état actuel des bascules, les entrées (X_1, X_2, \dots, X_n), les états futures et les sorties.

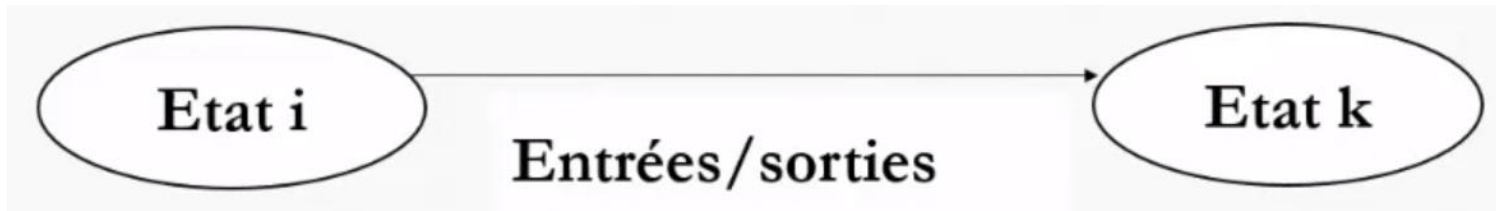
Entrées	Etats présents	Prochains états	Les sorties
X_1, X_2, \dots, X_n	A_1, A_2, \dots, A_m	A_1, A_2, \dots, A_m	Y_1, Y_2, \dots, Y_l

Unité 1: Informatique Industrielle

Analyse d'un circuit séquentielle

Analyse:

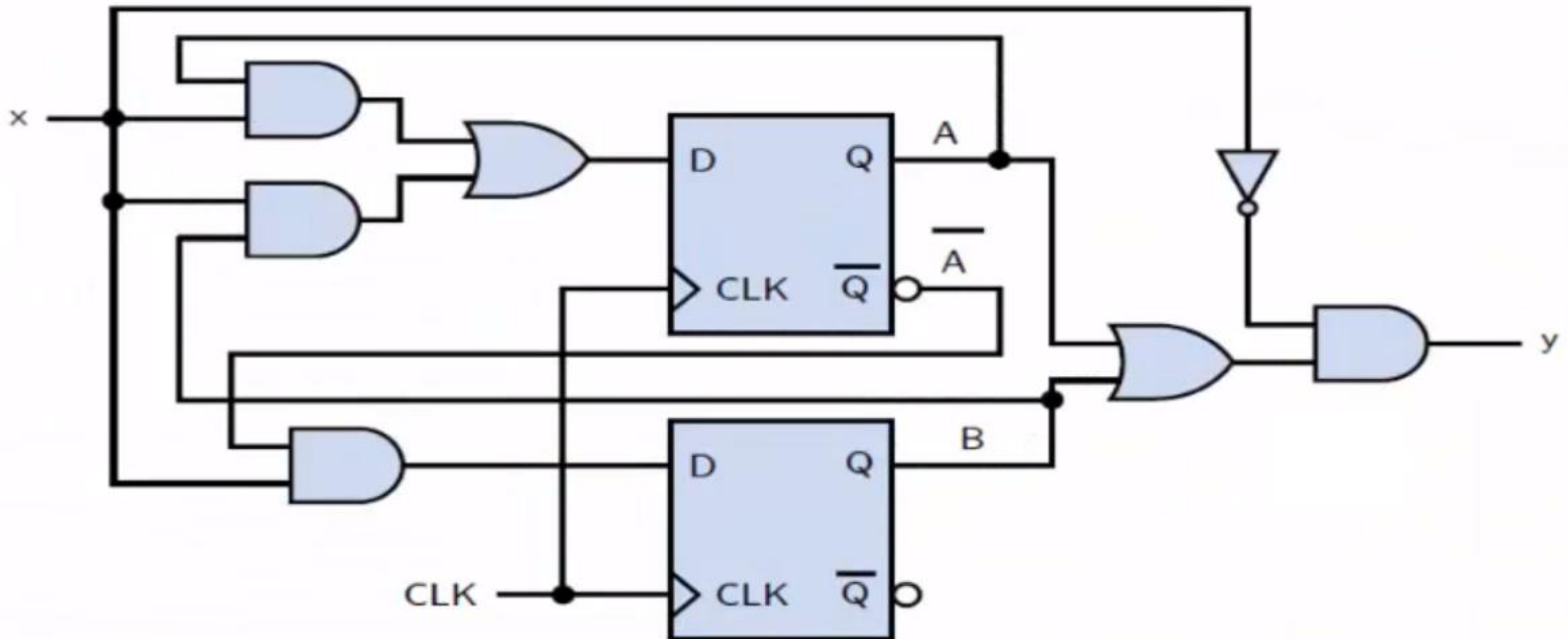
- 5) Trouver le diagramme de transition du circuit qui est une autre forme de la table d'état qui permet de faciliter le suivi de l'état du circuit séquentiel et qui contient 2m cercles représentant les différents états possibles des bascules reliées entre elles par des liens montrant les conditions de passage d'un état à un autre (entrées / sorties).



Unité 1: Informatique Industrielle

Analyse d'un circuit séquentielle

Exemple : analysez le circuit suivant



Unité 1: Informatique Industrielle

Analyse d'un circuit séquentielle

Exemple : analysez le circuit suivant

1) Les équations des entrées des bascules:

$$D_A = X \cdot A + X \cdot B = X \cdot (A + B)$$

$$D_B = X \cdot \overline{A}$$

2) Les équations caractéristiques des bascules:

Rappelons que dans une bascule D la sortie $Q^+ = D$

$$A_+ = D_A = X \cdot (A + B)$$

$$B_+ = D_B = X \cdot \overline{A}$$

3) les équations de sorties:

$$Y = \overline{X} \cdot (A + B)$$

Unité 1: Informatique Industrielle

Analyse d'un circuit séquentielle

4) Table d'état

Entrées	États présents		États futurs		Sorties
	A	B	A ₊	B ₊	Y
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0

$$A_+ = D_A = X \cdot (A + B)$$

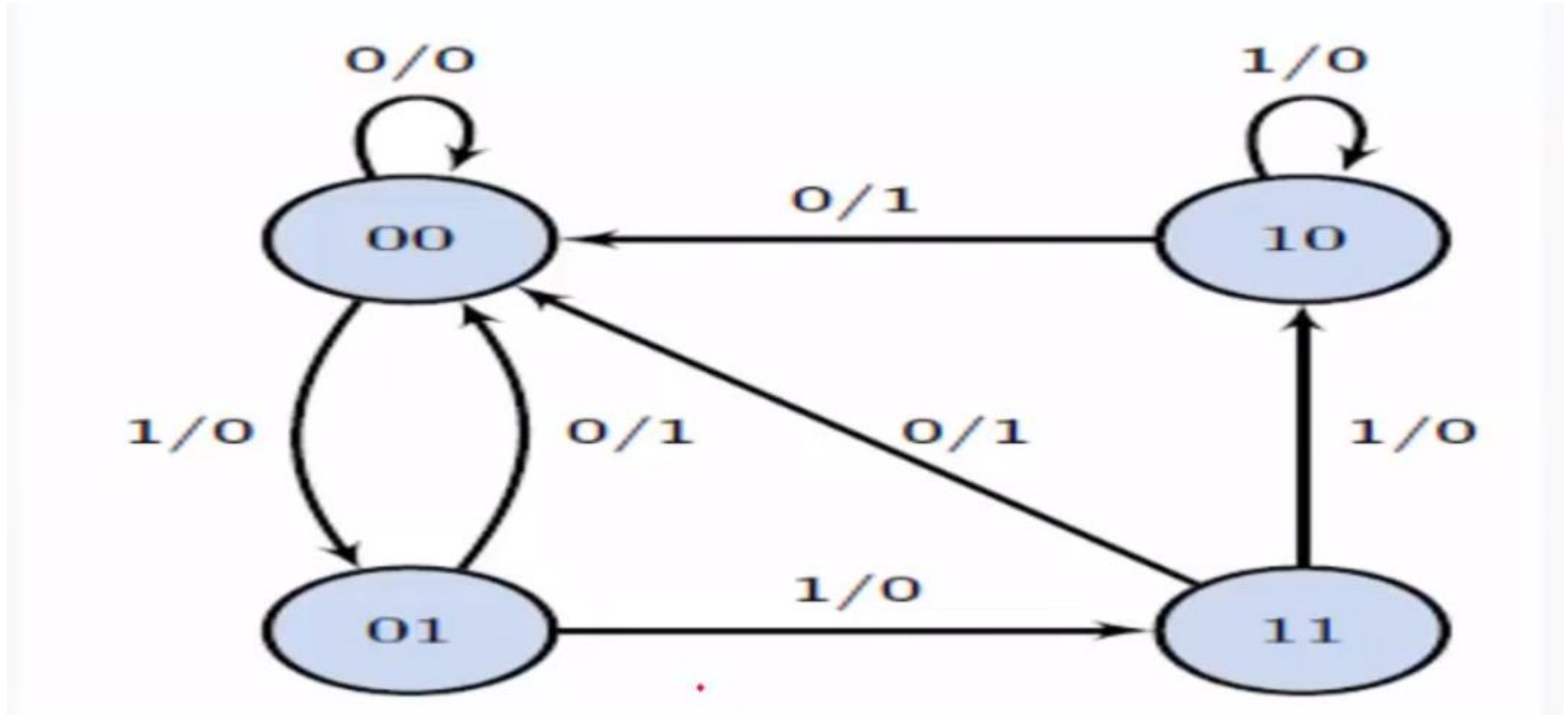
$$B_+ = D_B = X \cdot \overline{A}$$

$$Y = \overline{X} \cdot (A + B)$$

Unité 1: Informatique Industrielle

Analyse d'un circuit séquentielle

5) Diagramme de transitions



Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentiel

Généralités:

lors de la conception d'un circuit séquentiel, on part du diagramme d'état ou de la table d'état pour obtenir le circuit séquentiel correspondant qui contient deux parties:

- Une partie purement combinatoire
- un ensemble de bascule en nombre de m (le plus petit entier supérieur ou égal de $\log_2(N)$, où N est nombre d'état différents)

Le type de la bascule est déterminer en fonction du fonctionnement du circuit, et en général on choisit:

- La bascule T ou JK pour la conception des compteurs,
- La bascule D pour la conception des registres et mémoire,
- Les bascules RS et JK pour les problèmes d'ordre général.

On préfère toujours l'utilisation des bascules T et D pour leurs simplicités (ils disposent d'une seule entrée).

Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

Étapes de conception d'un circuit séquentiel

- 1) Comprendre le fonctionnement du circuit et le traduire éventuellement en un diagramme de transition.
- 2) Détermination de la table d'état qui montre les états futurs et les sorties en fonction des entrées et des états présents.
- 3) Réduction du nombre d'états.
- 4) Détermination du nombre de bascules nécessaires et donner un nom à chacune.
- 5) Détermination du type de bascules et de la table des entrées de chaque bascule.

Q_t	Q_{t+1}	Bascule RS		Bascule D	Bascule JK		Bascule T
		S	R	D	J	K	T
0	0	0	X	0	0	X	0
0	1	1	0	1	1	X	1
1	0	0	1	0	X	1	1
1	1	X	0	1	X	0	0

Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

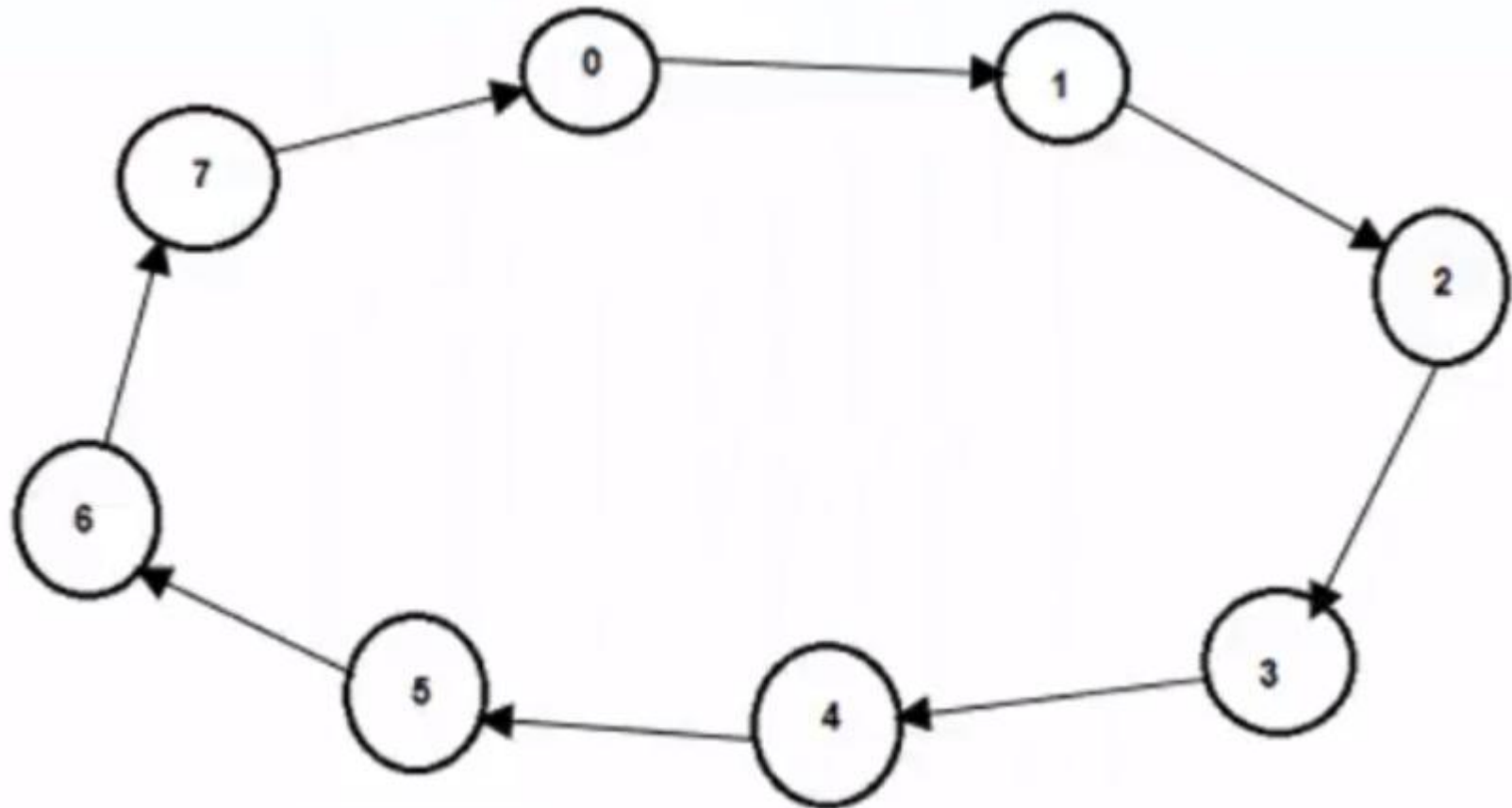
- 6) Détermination des équations d'entrées des bascules et des équations de sorties.
- 7) conception (dessin) du circuit (du logigramme) désiré.

Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

Exemple: réaliser le circuit séquentiel dont son diagramme de transition est le suivant:

8 états = 3 bascule

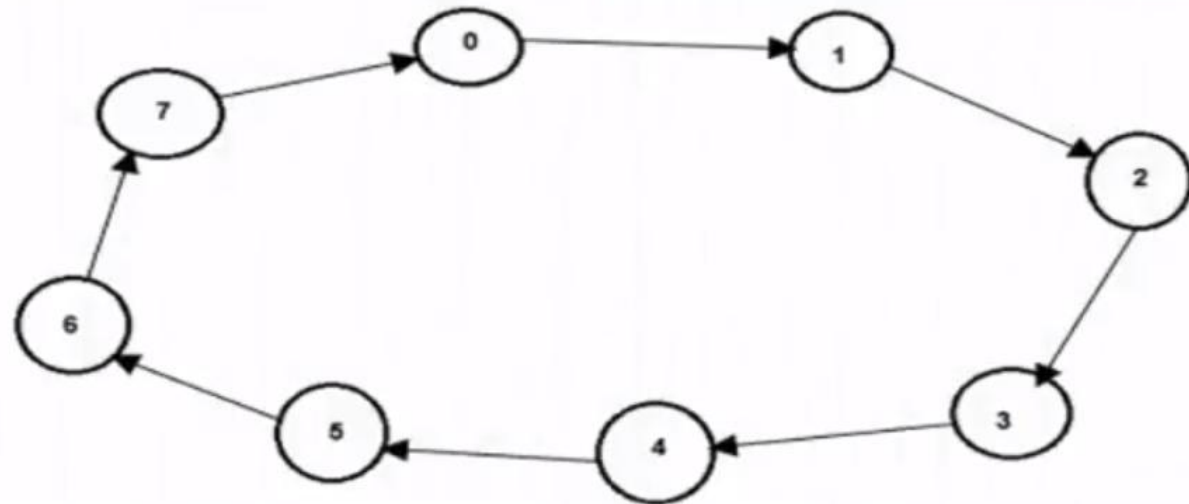


Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

1- Comprendre le fonctionnement du circuit et le traduire éventuellement en un diagramme de transition.

Un compteur modulo 8 est un compteur qui compte du zéro jusqu'à sept.



Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

2- Détermination de la table d'état qui montre les états futurs et les sorties en fonction des entrées et des états présents.

Q_2	Q_1	Q_0	Q_{2+}	Q_{1+}	Q_{0+}
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

2- Détermination de la table d'état qui montre les états futurs et les sorties en fonction des entrées et des états présents.

Q_2	Q_1	Q_0	Q_{2+}	Q_{1+}	Q_{0+}
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

On constate 8 états différents
{000;001;010;011;100;101;110;111}

Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

3- Réduction du nombre d'états.

On constate 8 états différents
{000;001;010;011;100;101;110;111}

Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

4- Détermination du nombre de bascules nécessaires et donner un nom à chacune.

8 états \rightarrow 3 bascules (0,1,2)

Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

5- Détermination du type de bascules et de la table des entrées de chaque bascule.

Il s'agit d'un compteur donc les bascules T sont préférables

Q_2	Q_1	Q_0	Q_{2+}	Q_{1+}	Q_{0+}	T_2	T_1	T_0
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			

Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

5- Détermination du type de bascules et de la table des entrées de chaque bascule.

Il s'agit d'un compteur donc les bascules T sont préférables

Q_2	Q_1	Q_0	Q_{2+}	Q_{1+}	Q_{0+}	T_2	T_1	T_0
0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	0	0	1	1	1
1	0	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	1	0	0	0	1	1	1

6- Détermination des équations d'entrées des bascules en fonction des entrées du circuit et des états actuels des bascules

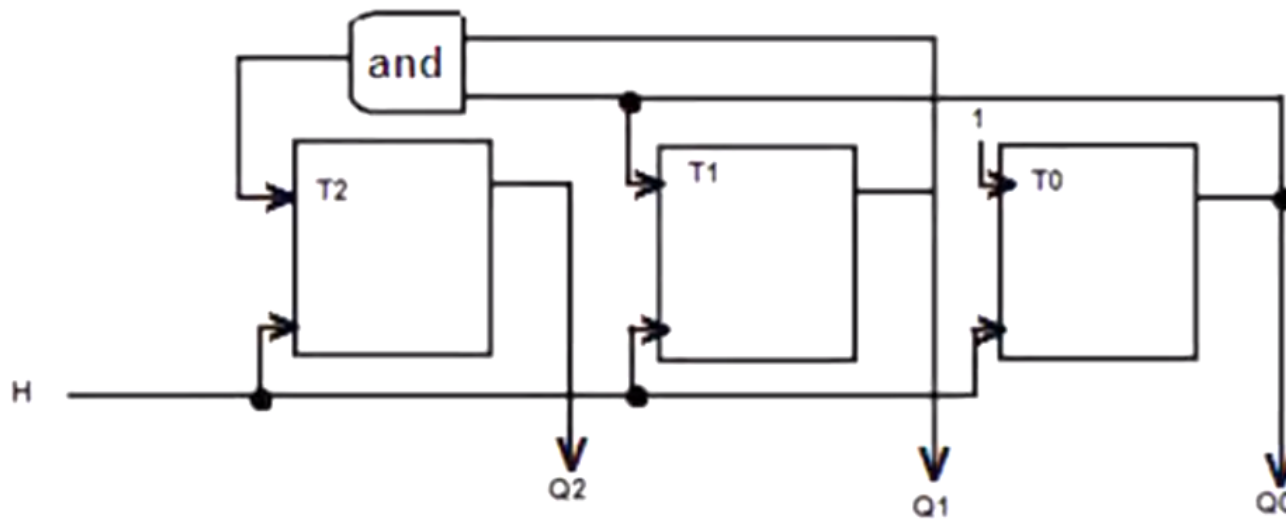
Après simplification on trouve :

$$T_2=Q_1Q_0 ; T_1=Q_0 ; T_0=1$$

Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

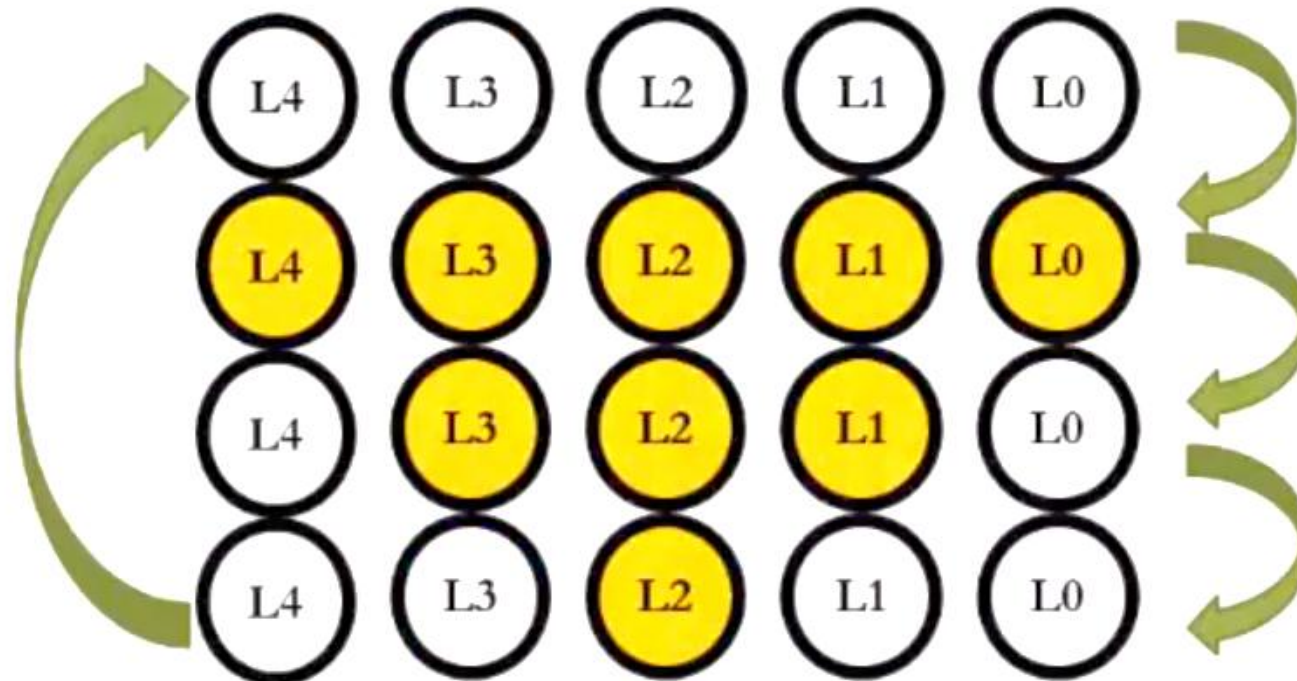
7- Conception (dessin) du circuit (du logigramme) désiré.



Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

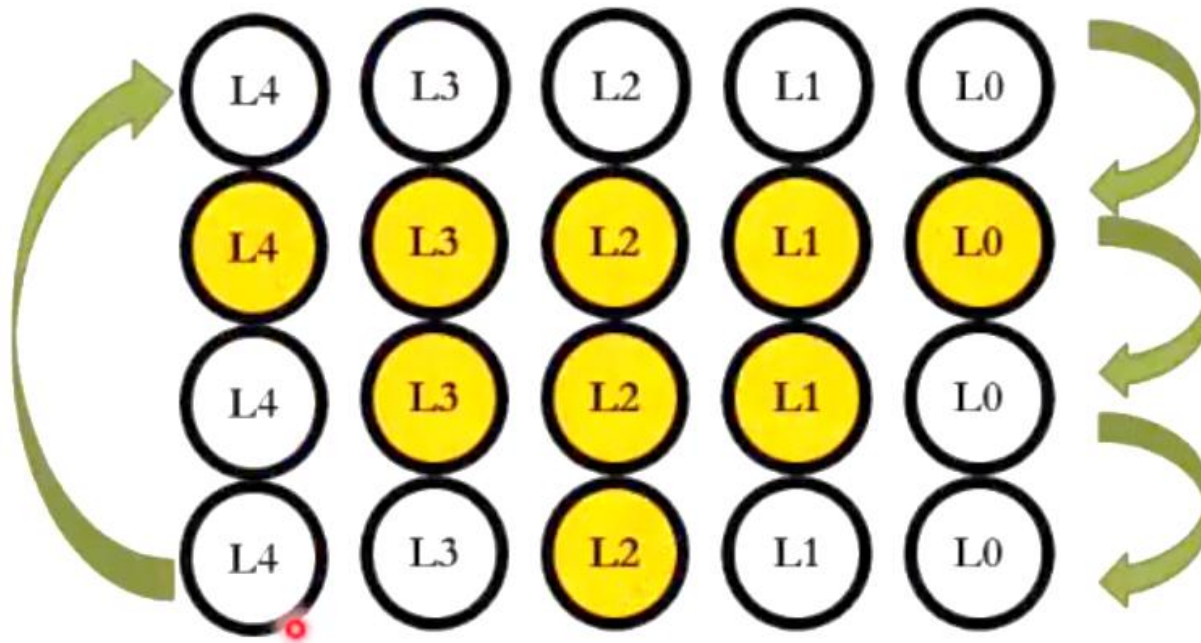
Exemple 2: réalisation a l'aide des bascules T un jeu de lumière constitué de 5 lampes L4, L3, L2, L1, L0 doté d'un bouton (B) de marche / arrêt, qui fonctionne comme suit: B= 0 ---→ toutes les lampes sont éteintes, sinon le jeu de lumière commence comme suit:



Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

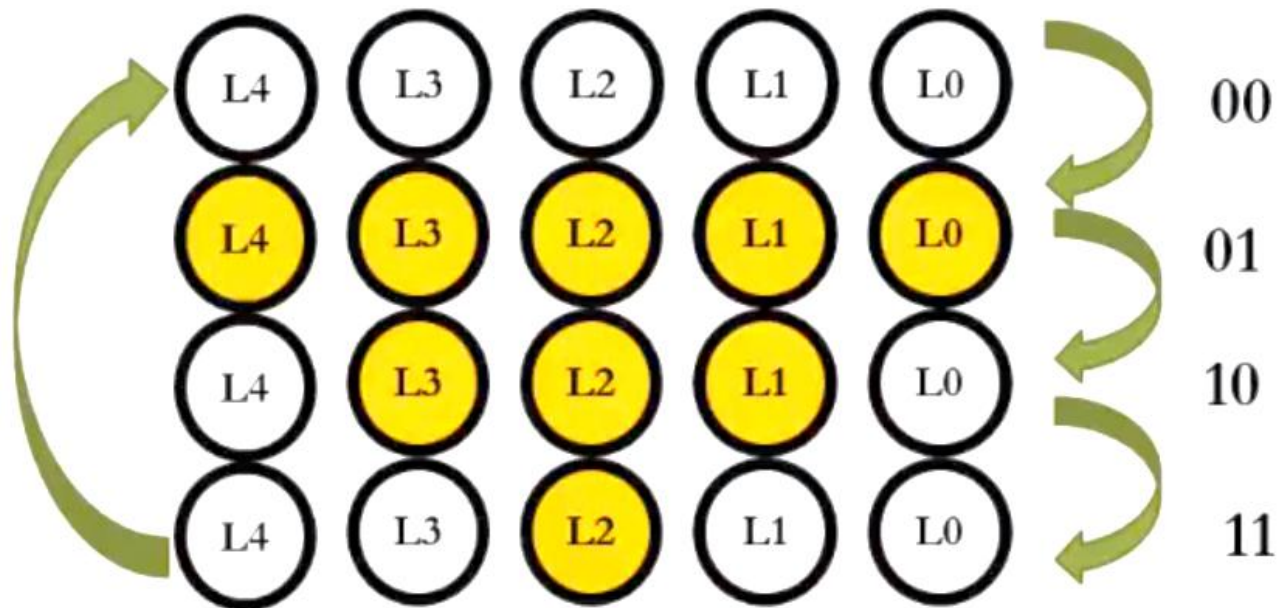
Solution: nombre d'états $N=4 \rightarrow$ nombre de bascules $n = \ln(4)/\ln(2)=2$
codification des états:



Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

Solution: nombre d'états $N=4 \rightarrow$ nombre de bascules $n = \ln(4)/\ln(2)=2$
codification des états:



Nous avons 5 sorties L4; L3; L2; L1; L0 mais $L4=L0$ et $L3=L1$
Donc nous pouvons simplifier l'ensemble des sorties en: L2; L1; L0

Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

Table de transition

B	Q1	Q0	Q1+	Q0+	T1	T0	L2	L1	L0
0	0	0							
0	0	1							
0	1	0							
0	1	1							
1	0	0							
1	0	1							
1	1	0							
1	1	1							

Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

Table de transition

B	Q1	Q0	Q1+	Q0+	T1	T0	L2	L1	L0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	0	1	1	1	1	0
1	1	0	1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	0	1	1	0	0	0

Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

Les équations des entrées des bascules et des sorties du circuit

$$L2 = \overline{Q_1} \cdot B + \overline{Q_0} \cdot B$$

$$L1 = \overline{Q_1} \cdot B$$

$$L0 = \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_0} \cdot B$$

$$T1 = \overline{B} \cdot Q_1 + B \cdot Q_0$$

$$T0 = B + Q_0$$

Unité 1: Informatique Industrielle

Conception d'un circuit séquentielle

Logigramme

