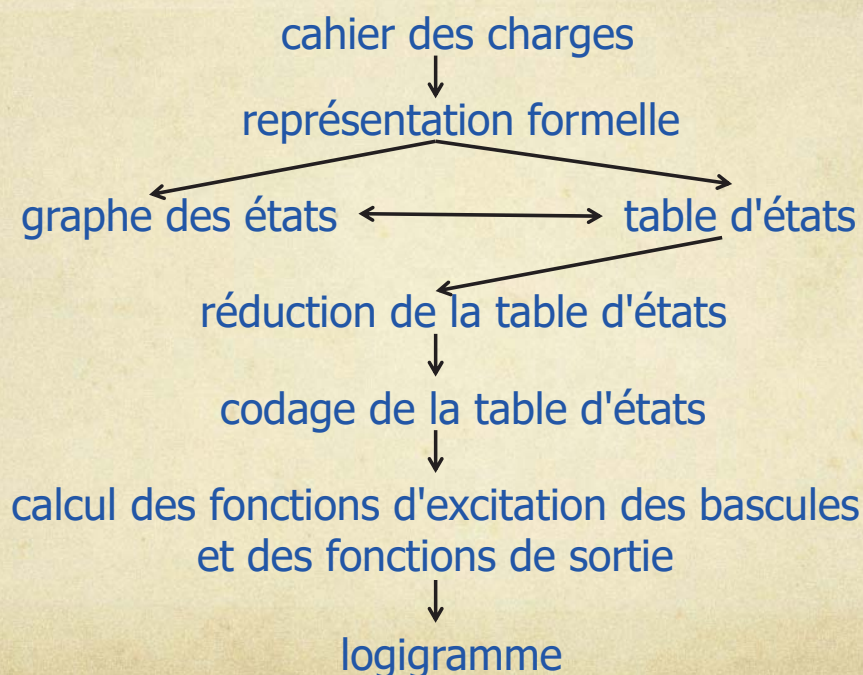


Analyse et synthèse des systèmes séquentiels (partie 2)

Profs. Peña & Perez-Uribe & Mosqueron

Basé sur le cours du Prof. E. Sanchez

Synthèse des systèmes séquentiels



Codage

- Le résultat de synthèse d'une machine séquentielle est fonction du codage des états de la machine.
- **Codage binaire:** pour un système séquentiel à 2^n états, on code les états en utilisant une combinaison binaire de n-bits. Le résultat est un système à n bascules, une pour chaque bit d'état.
- **Codage 1 parmi M ou one-hot:** pour un système séquentiel à n états, on code les états en utilisant des séquences de n-bits où un seul bit du code est à 1, par exemple: 1000, 0100, 0010, 0001 (si la machine n'a que 4 états possibles).

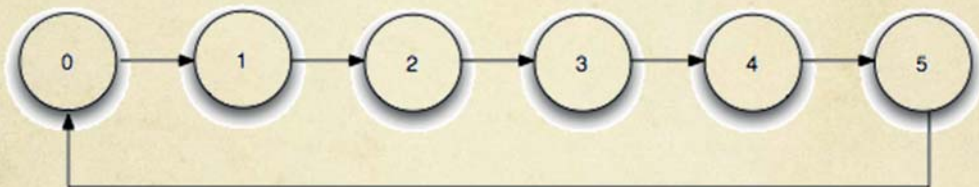
ARO1 - APE & CPN & RMQ

3

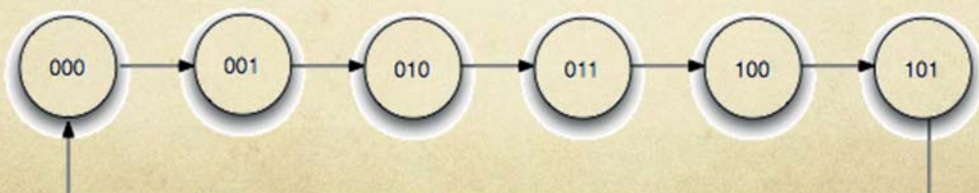
Exemple du codage binaire

Compteur binaire modulo 6

Graphe des états:



Avec trois bits d'état: $Q_2Q_1Q_0$



ARO1 - APE & CPN & RMQ

4

Compteur binaire modulo 6 (2)

Table d'états:

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	0	0	0
Q_2	Q_1	Q_0			

$$Q_2^+ = Q_1Q_0 + Q_2Q_0'$$

5

Compteur binaire modulo 6 (3)

Table d'états:

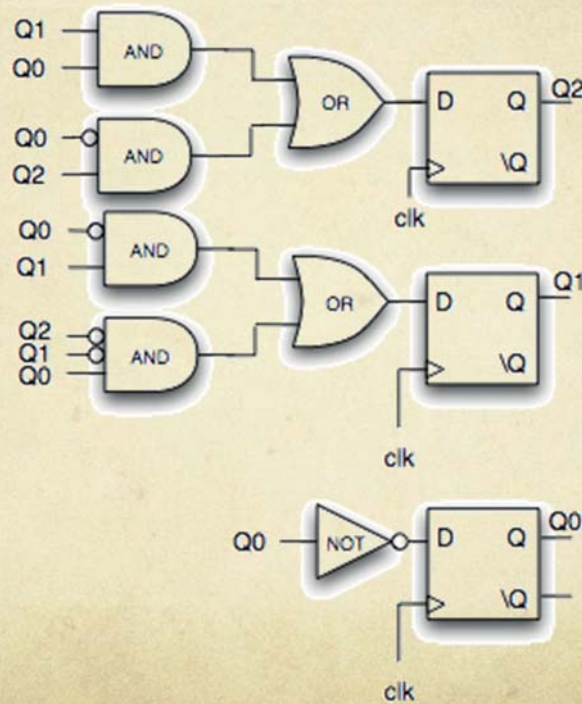
Q_2	Q_1	Q_0	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0
Q_2	Q_1	Q_0			

$$Q_1^+ = Q_1Q_0' + Q_2'Q_1'Q_0$$

$$Q_0^+ = Q_0'$$

6

Compteur binaire modulo 6 (4)



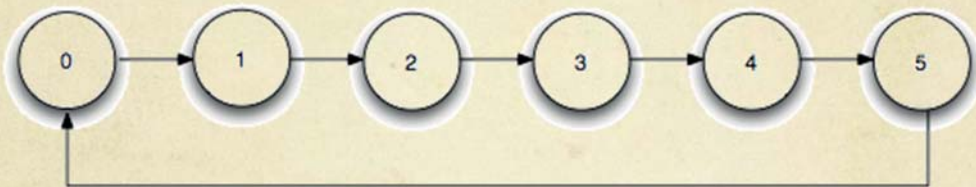
ARO1 - APE & CPN & RMQ

7

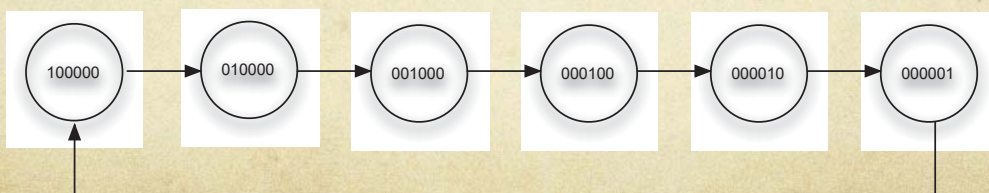
Exemple du codage 1 parmi M

Compteur binaire modulo 6

Graphe des états:



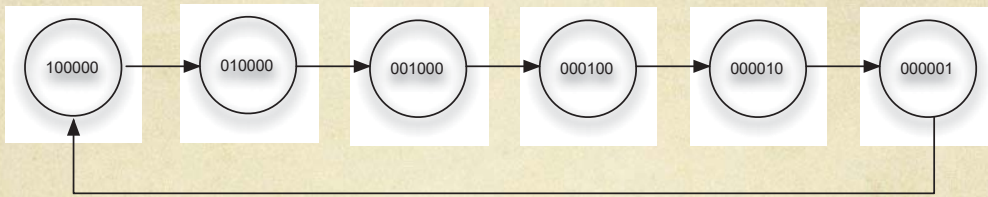
Avec six bit d'état: $Q_0 Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 Q_5$



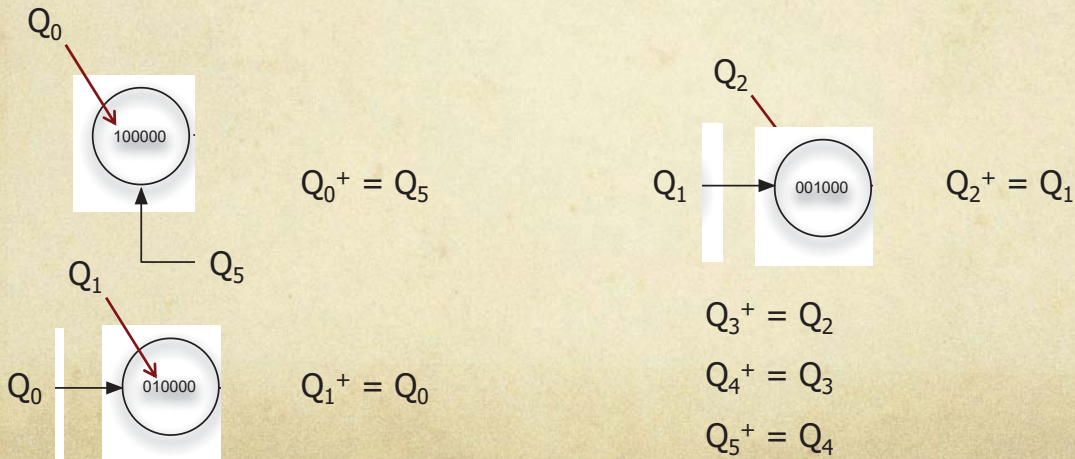
ARO1 - APE & CPN & RMQ

8

Compteur binaire modulo 6 (one-hot)



Equations:



ARO1 - APE & CPN & RMQ

9

Compteur binaire modulo 6 (one-hot)

○ Sorties du compteur: $Z_2Z_1Z_0$

Etat ($Q_0Q_1Q_2Q_3Q_4Q_5$)	Sorties ($Z_2Z_1Z_0$)
100000	000
010000	001
001000	010
000100	011
000010	100
000001	101

$$Z_2 = Q_5 + Q_4$$

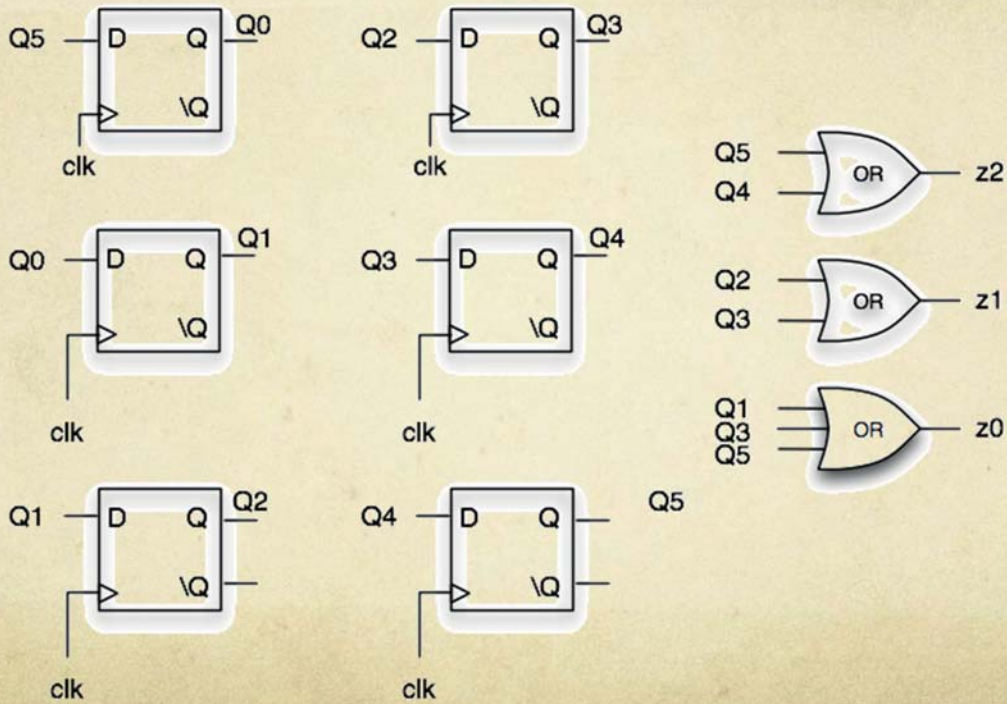
$$Z_1 = Q_3 + Q_2$$

$$Z_0 = Q_1 + Q_3 + Q_5$$

ARO1 - APE & CPN & RMQ

10

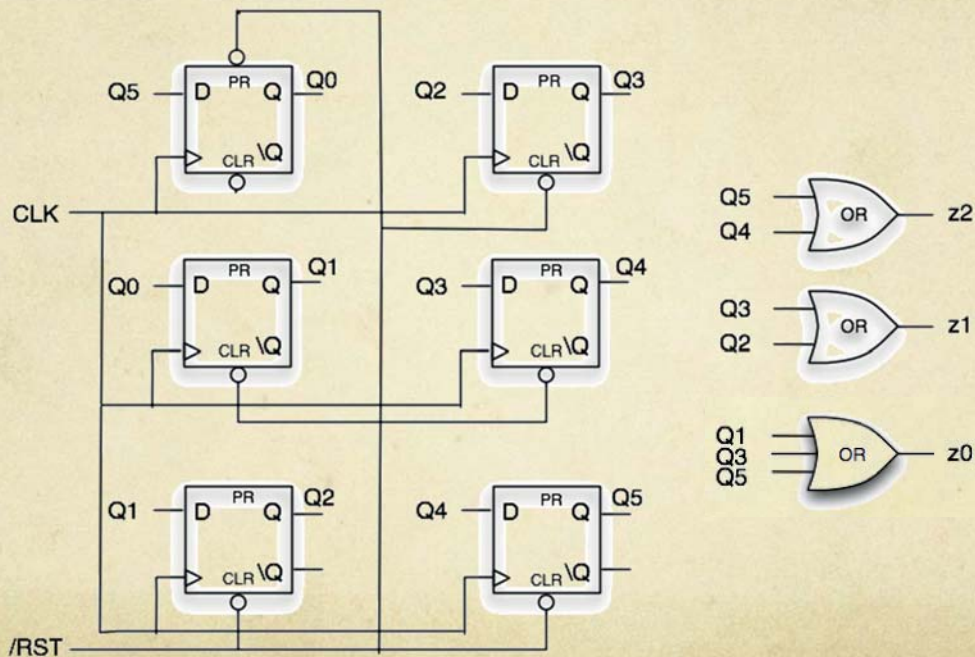
Compteur binaire modulo 6 (one-hot)



ARO1 - APE & CPN & RMQ

11

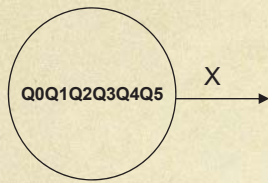
Compteur binaire modulo 6 (one-hot)



ARO1 - APE & CPN & RMQ

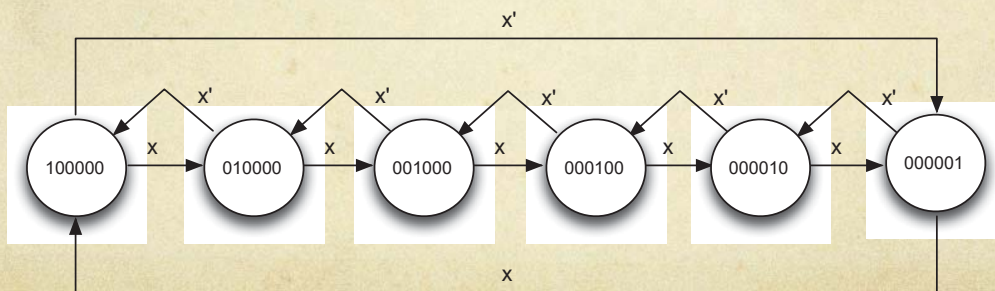
12

Compteur binaire bidirectionnel modulo 6



Si $x=1$ alors $cpt = cpt + 1$
 sinon $cpt = cpt - 1$

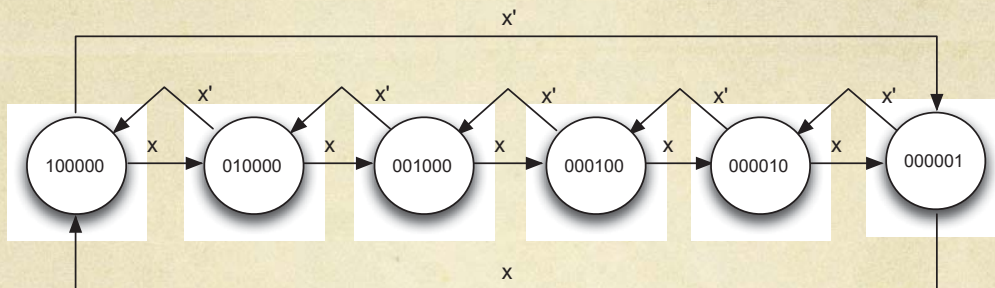
Graphe des états:



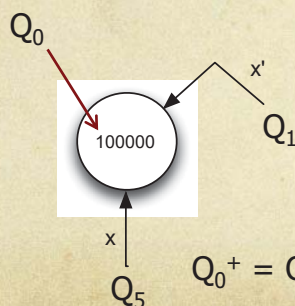
ARO1 - APE & CPN & RMQ

13

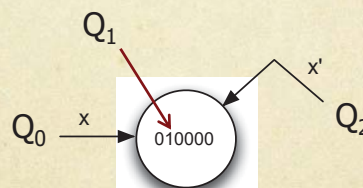
Compteur binaire modulo 6 (one-hot)



Equations:



$$Q_0^+ = Q_5x + Q_1x'$$



$$Q_1^+ = Q_0x + Q_2x'$$

$$Q_2^+ = Q_1x + Q_3x'$$

$$Q_3^+ = Q_2x + Q_4x'$$

$$Q_4^+ = Q_3x + Q_5x'$$

$$Q_5^+ = Q_4x + Q_0x'$$

ARO1 - APE & CPN & RMQ

14

Compteur binaire modulo 6 (one-hot)

$$Q_0^+ = Q_5X + Q_1X'$$

$$Q_1^+ = Q_0X + Q_2X'$$

$$Q_2^+ = Q_1X + Q_3X'$$

$$Q_3^+ = Q_2X + Q_4X'$$

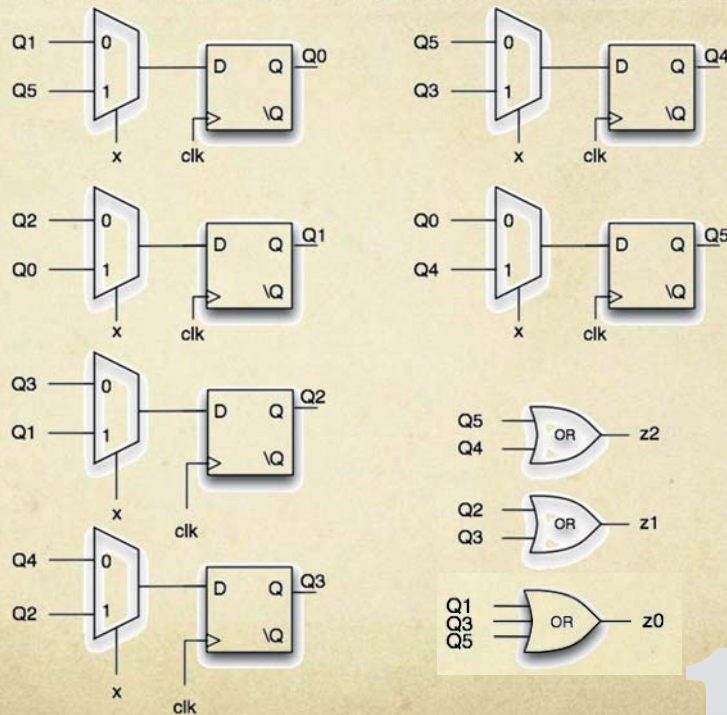
$$Q_4^+ = Q_3X + Q_5X'$$

$$Q_5^+ = Q_4X + Q_0X'$$

$$Z_2 = Q_5 + Q_4$$

$$Z_1 = Q_3 + Q_2$$

$$Z_0 = Q_1 + Q_3 + Q_5$$



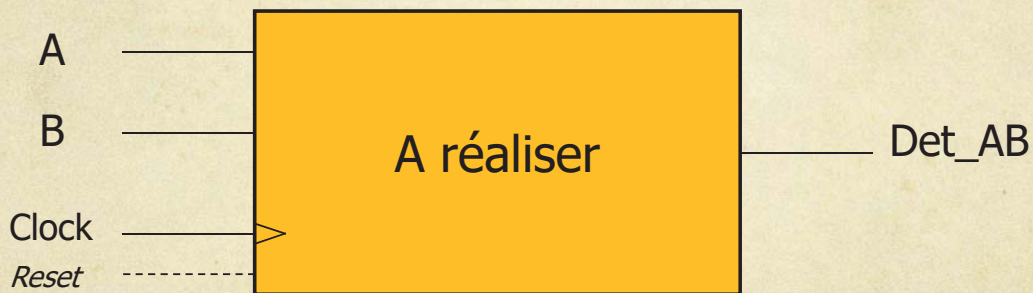
ARO1 - APE & CPN & RMQ

15

Symbole du système (entrées/sorties)

Clock Toute MSS dispose d'une horloge (implicite)

Reset Faut-il un signal de Reset ?
Si oui, pourquoi?

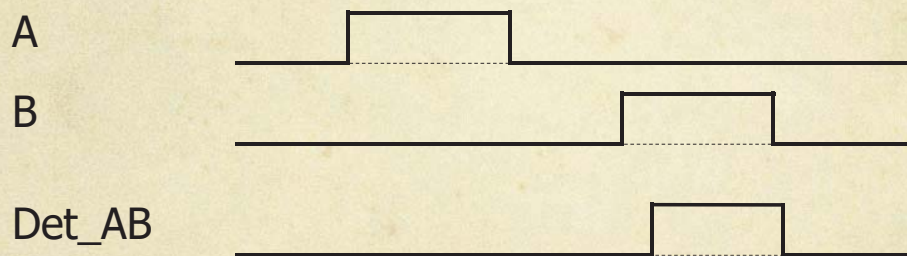


ARO1 - APE & CPN & RMQ

16

Exemple d'un détecteur de séquence A-B

- L'objectif est de réaliser un système qui détecte l'activation successive de deux boutons A et B
- Voici un exemple de fonctionnement



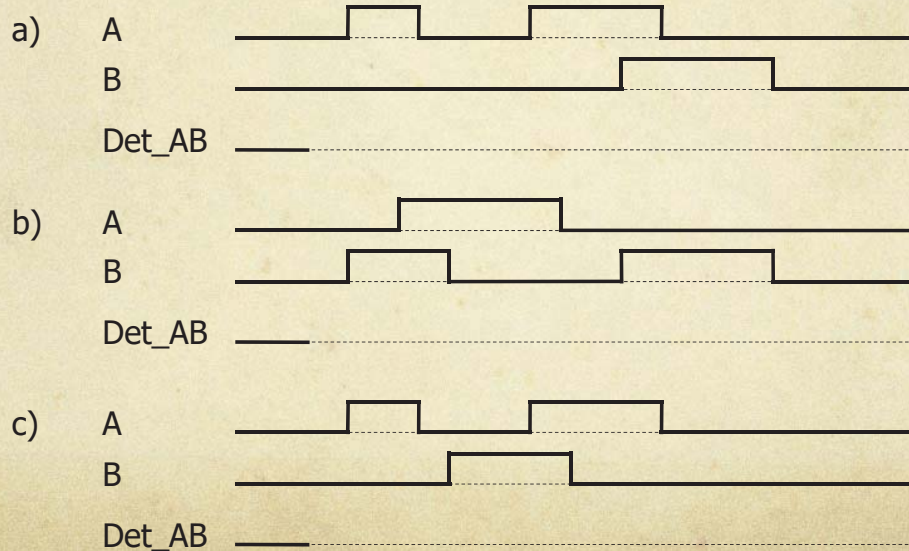
Spécification du détecteur séqu. A-B ...

- Spécification textuelle du fonctionnement
 - Au repos la sortie Det_AB est désactivée
 - La sortie Det_AB est activée lorsque le système détecte l'activation des entrées dans l'ordre suivant:
 - activation du signal A, puis
 - activation du signal B, dès lors
 - la sortie Det_AB est activée
 - La sortie Det_AB est désactivée lorsque les deux entrées sont inactives (les deux boutons relâchés)

... spécification détecteur séqu. A-B ...

- Autres cas de fonctionnement

- pour chaque cas analyser le comportement de la sortie



... spécification détecteur séqu. A-B ...

- Questions:

- Combien y a-t-il de chronogrammes possibles?
- Est-il facile d'établir un schéma logique correspondant au fonctionnement?
- Quel est l'avantage de spécifier le fonctionnement par un graphe des états?

Détecteur séquence A-B. Exercice 1

Exercice 1:

- Choisir le type de machine: Moore ou Mealy?
- Etablir le graphe des états correspondant du détecteur de séquence correspondant à la spécification

Graphe des état détecteur séquence A-B

- A remplir

Table des état détecteur séquence A-B

Etat présent	Etat futur				Sortie Det_AB
	00	01	11	10	
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...

Table des état détecteur séquence A-B

Réduction de la table des états

Etat présent	Etat futur				Sortie Det_AB
	00	01	11	10	
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...

Contraintes pour le codage

- Liste des contraintes:
 - Entrées A et B:

 - Sortie Det_AB:

Choix du code des états

- Déterminer le nombre de bits d'états N :
 - nombre d'états du système: $m =$
 - nombre de bits d'état minimum: $n =$
- puis
 - Placer les états dans une table de Karnaugh en respectant les contraintes préalablement déterminées (page précédente) et en simplifiant au mieux les décodeurs

Codage des états

- Codage des états :
 - états => 3 bits d'état nécessaire ($Y_2 Y_1 Y_0$)

	Y_2	Y_1		
Y_0	00	01	11	10
0				
1				

Table des états avec le codage

Etat présent $Y_2 Y_1 Y_0$	Etat futur $Y_2^+ Y_1^+ Y_0^+$ fonction (B,A)				Sortie Det_AB
	00	01	11	10	

Equations du décodeur d'état futur

- Equations des bits d'états : $Y_i^+ = F(B, A, Y_2, Y_1, Y_0)$

		0				1			
		$Y_1 Y_0$	00	01	11	10	10	11	01
B A	00								
	01								
	11								
	10								

ARO1 - APE & CPN & RMQ

29

Equations du décodeur d'état futur

- Equations des bits d'états : $Y_i^+ = F(B, A, Y_2, Y_1, Y_0)$

		0				1			
		$Y_1 Y_0$	00	01	11	10	10	11	01
B A	00								
	01								
	11								
	10								

ARO1 - APE & CPN & RMQ

30

Equations du décodeur d'état futur

- Equations des bits d'états : $Y_i^+ = F(B, A, Y_2, Y_1, Y_0)$

		0				1				
		$Y_1 Y_0$	00	01	11	10	10	11	01	00
B	A									
	00									
01										
11										
10										

ARO1 - APE & CPN & RMQ

31

Equation de la sortie Det_AB

- Equations de la sortie :

		$Y_2 Y_1$			
		00	01	11	10
Y_0	0				
	1				

Det_AB

ARO1 - APE & CPN & RMQ

32