

# TD\_Séquentiel

La logique séquentiel  
Les bascules JK et D  
Les compteurs  
Les automates de Moore et Mealy

Un petit rappel (histoire de...) :

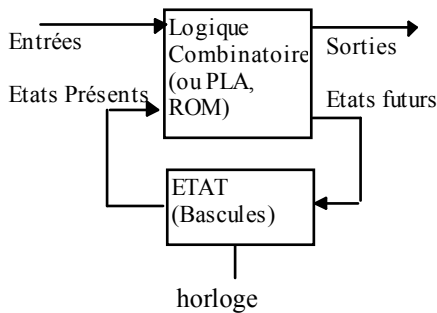
Par circuits Séquentiels, on désigne des montages dont l'état à l'instant donné dépend de son état antérieur. Le facteur temps intervient, on a donc besoin de mémoriser les états (vite une bascule ...). Les bascules, ou encore Flip-Flop (c'est comme ping-pong au tennis), sont des circuits à 2 états stables. Une fois acquis, le circuit se verrouille sur cet état qu'il conserve ensuite, jusqu'à une autre commande. Un circuit séquentiel ne peut donc pas être décrit par une table de vérité. Un système séquentiel sera décrit comme une machine à état finis.

Les circuits sont synchrones lorsque l'état change en même temps que le cycle d'horloge et qu'un nouvel état est calculé une fois par cycle d'horloge.

Les bascules sont utilisées dans :

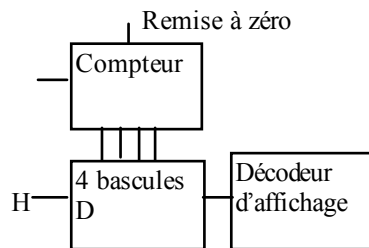
Les compteurs  
Les registres  
Les mémoires.

Nous les utiliserons aussi dans les automates d'états finis :



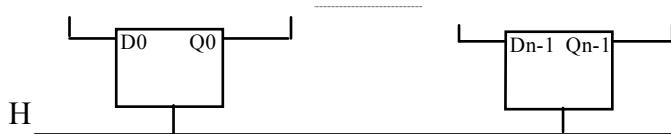
## I Utilisations des bascules D

Exemple de transfert des informations issues d'un compteur sur un système d'affichage.



Pendant que le compteur défile (durée de la mesure) l'affichage est bloqué en portant  $H=0$ . Pour  $H=1$  les bascules deviennent transparentes et indiquent en sortie le résultat du compteur.

Autre exemple : Les bascules D latch sont utilisées pour réaliser les registres des ordinateurs. Un registre latch est un ensemble de bascules avec une même commande  $c$ .



## II Compteurs

Voici la recette miracle pour réaliser un joli compteur :

1. Déterminer le graphe des états (c'est l'étape la plus difficile ...).

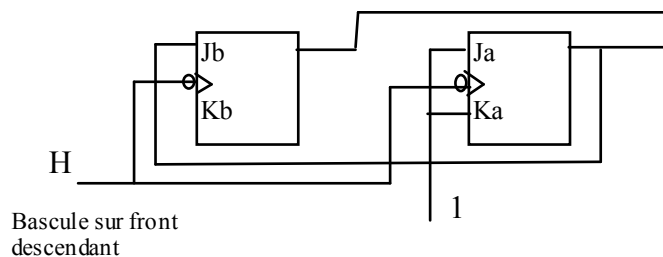
2. (Dans la réalité on recherche les états équivalents)
  3. Déterminer le nombre de bascules :  $n$  tel que  $2^{n-1} < M < 2^n$ ,  $M$  : nombre d'états.
  4. Définir le code utilisé (un code adjacent par exemple).
  5. Affecter chaque bascule du poids du code.
  6. Construire la table de vérité du compteur.
  7. Rechercher les équations des entrées des bascules (utiliser les combinaisons  $x$ )
  8. Reporter les états imposés par les regroupements dans la table de vérité.
  9. Etudier les retours dans le code en fonction des états imposés aux entrées par les regroupements faits pour la simplification des équations.
  10. Dans le cas où les bascules pourraient tourner en dehors de la séquence normale, imposer des états aux entrées afin que le retour puisse se faire
  11. Dans cette hypothèse rechercher les nouvelles équations
  12. Faire le schéma du compteur.
- C'est prêt, vous pouvez servir.

1) Réaliser un compteur synchrone par 5 à l'aide de bascule JK.

Voir feuille manuscrite.

Problème intéressant des états non codés.

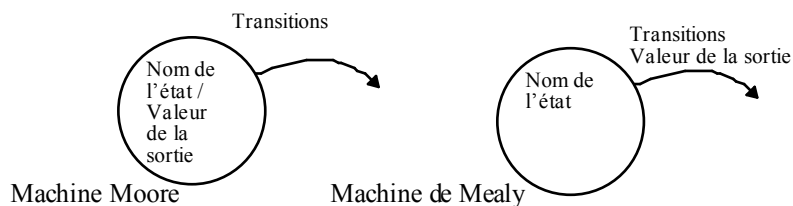
2) Quelle est la fonctionnalité de ce petit circuit.



Compteur synchrone par 4.

### III Les automates synchrones

Pour construire le graphe des états on prendra la représentation suivante :



1) On veut commander le chauffage et la ventilation d'une salle de TD à partir de la température extérieure de la manière suivante :

- Si la température est inférieure à  $25^\circ$  le chauffage doit être mis en route.
- Si la température est supérieure à  $25^\circ$  la ventilation doit se déclencher.

Soient  $T1 = t < 25^\circ$

$T2 = t > 25^\circ$

1) graphe des états

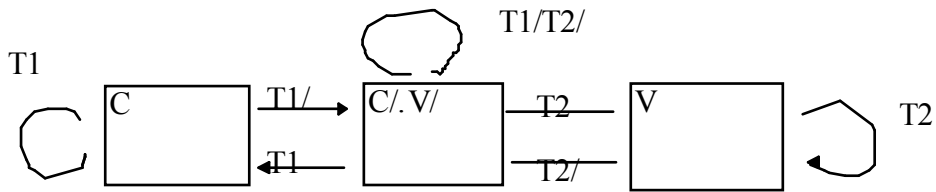


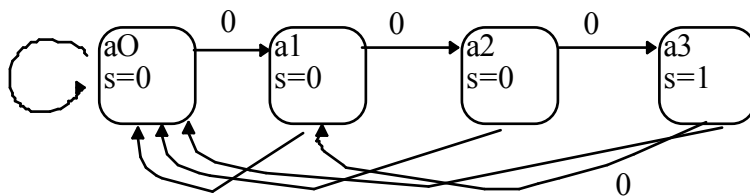
Table des transitions

Entrées		Etats présents		Etats Futurs		Sorties	
T1	T2	QC	QV	DC	DV	C	V
1	0	1	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1
0	0	0	1	0	0	0	1

2) Un système synchrone reçoit en série sur son entrée E des chiffres [0...7] codés sur 3 bits. Sa sortie S est égale à 1 lorsque le nombre est >1.

Faire la synthèse de ce système avec des bascules JK.

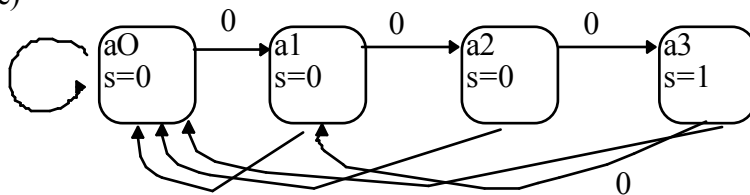
Remarque : Il faut mieux construire le graphe des états pour la fonction S/. Ceci réduit fortement le nombre des états à prendre en compte ( $S \leq 0$ ). De plus ceci va fortement réduire le nombre de bascules donc c'est solution est la seule façon d'envisager le problème (Sans que l'étudiant ne connaisse la façon de minimiser le nombre des états)  
 Graphe de S/



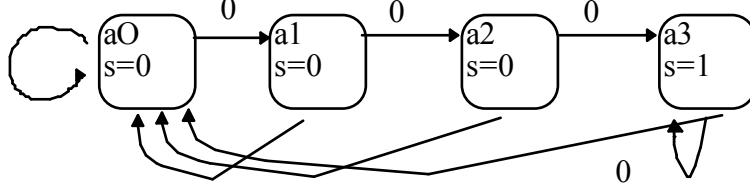
3) Un circuit reçoit en entrée les lettres d'un mot, sa sortie S est valide lorsqu'il a reçu successivement trois consonnes. Par exemple, si le nom est «*algorithme*» alors la sortie est valide ( $S=1$ ).

Réaliser l'automate de Moore de ce circuit à l'aide de bascule JK.

Un circuit de décodage peut coder une consonne par 0 et une voyelle par 1.  
 Graphe de S en non imbriqué. 000000 compte pour 2 séquences (non pour 4 en imbriqué)



Grphe de S en imbriqué. c'est à dire que 0000 est équivalent à deux fois la combinaison 000. les deux bits du milieu compte pour les deux séquences.



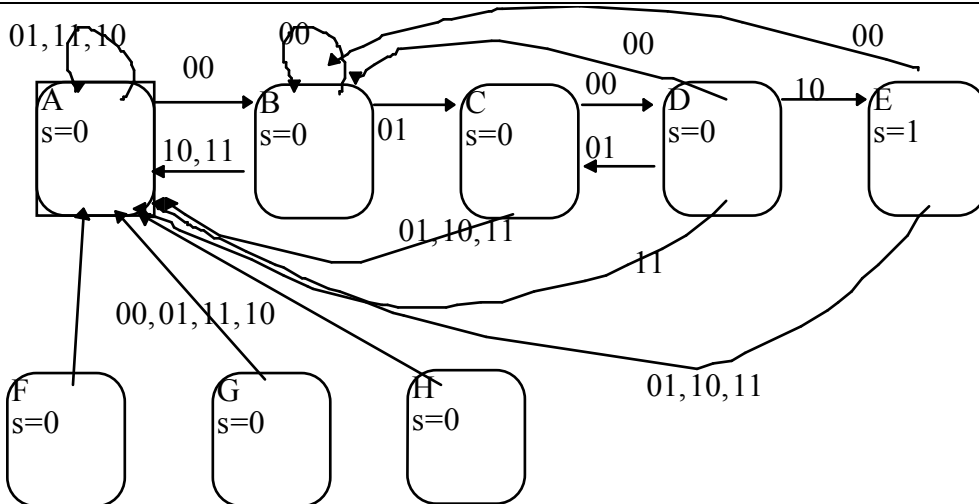
4) On considère un système synchrone S commandé par deux signaux e1 et e2 et une horloge H. Ce système délivre un signal de sortie s qui doit obéir à la condition suivante :

- La sortie s passe à 1 lorsque la séquence suivante est appliquée sur les entrées e1 et e2 :

e1e2 = 00,01,00,10

- Lorsque cette séquence a été appliquée en entrée du circuit, toute nouvelle valeur fait repasser s à 0 et ce jusqu'à l'obtention d'une nouvelle séquence identique.

Faire la synthèse de ce système en machine de Moore.

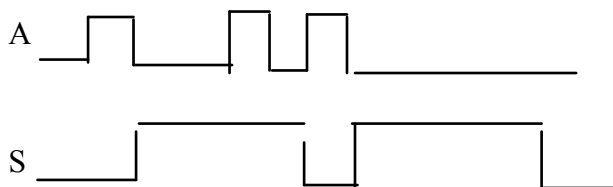


5) On se propose de réaliser un distributeur de boissons. IL peut délivrer du café, du jus de fruit ou de la soupe et le client peut éventuellement spécifier un additif, sel ou sucre. Le distributeur délivre d'abord un gobelet, puis si nécessaire une cuillère, la boisson et si demandé l'additif.

Réaliser l'automate de commande sous la forme d'un automate de mealey, avec des bascules D.

6) Un automate synchrone est défini de la manière suivante :

Lorsque l'entrée A est à 1 pendant une période d'horloge, la sortie s est à 1 pendant les 4 périodes d'horloge suivantes. Si l'entrée A est à 1 lorsque S est à 1, alors A est inefficace.



Donner le graphe des états de l'automate et la table de transition correspondante.

On suggère de coder les 5 états de l'automate de la manière suivante :

000, 100, 101, 110 et 111. Justifier ce choix.  
 Planter l'automate avec des bascules D.  
 Donner les entrées D2, D1 et D0 en fonction de A, Q2, Q1 et Q0.  
 Q1 et Q0 (automate de Moore).

### Problèmes

I) On réalise un compteur synchrone à l'aide de bascules JK, maître-esclave. Les signaux aux sorties Qi des bascules constituent une progression de nombres binaires équivalents à la suite 0,1,2,5,6,0,1,3,etc...  
 On dispose d'une entrée E et d'une commande externe z telle que :

- a) Pour  $z=0$ , il y a remise à zéro de tous les états de comptage Ei.
- b) Pour  $z=1$ , il y a comptage suivant la progression souhaitée, et remise à zéro des états Ei non utilisés, afin d'éviter d'éventuels blocages du compteur sur ces états.

Le problème posé est le suivant :

1. Rappeler : (les fainéants doivent ouvrir leurs cours)
  - Le schéma logique de la bascule JK.
  - Sa table de transition
  - Sa table d'excitation
2. Définir le nombre de bascules nécessaires à la construction de ce compteur.
3. Construire le diagramme des états Ei du compteur où figurent les transitions entre les états pour les fonctionnements souhaités  $z=0$  et  $z=1$ .
4. Construire le câblage de ce compteur en portes Nand.

II) Réaliser un compteur contrôlé par une variable externe Z :

$Z=0$  on compte par 5

$Z=1$  on compte par 7.

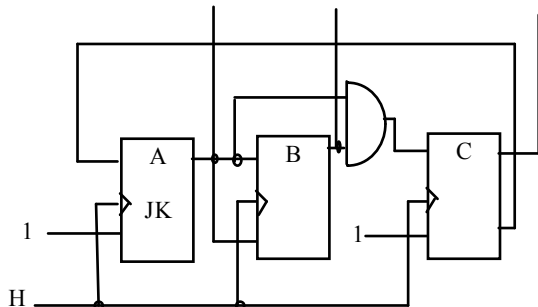
On utilisera des bascules JK.

Préciser l'évolution du système si à la mise sous tension il se trouve dans un état n'appartenant pas à un des deux cycles de transition.

III) On veut réaliser un compteur synchrone comportant quatre bascules JK maître esclave. Ce compteur présente quatre états possibles tels que pour chacun de ces états, une seule bascule est à l'état 1 (les autres étant à l'état 0). Ce 1 progresse d'une bascule à la suivante à chaque impulsion d'horloge. On suppose qu'à l'état initial la première bascule A est à l'état 1, les sorties des trois autres bascules B,C,D étant au niveau 0.

1. Donner la table de transition de ce compteur. On indiquera pour chaque transition les signaux J et K relatifs à chaque bascule.
2. En déduire les formes simplifiées des signaux J et K à appliquer aux 4 bascules pour assurer ces transitions. On pourra utiliser les états indéterminés X associés aux états ne figurant pas dans les quatre états du compteur mentionné plus haut.
3. Définir la fonction réalisée par ce compteur.
4. Donner le câblage du compteur.
5. En déduire le chronogramme des signaux des sorties A, B, C, D en prenant comme convention que les quatre bascules commutent sur front descendant du signal d'horloge H.

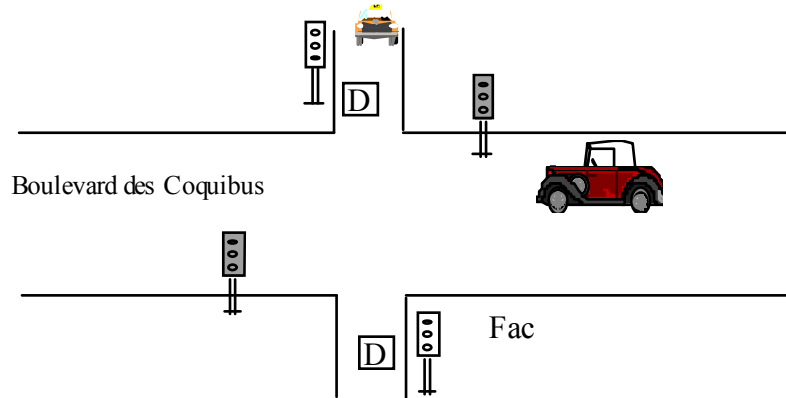
IV) Retrouver le rôle du circuit suivant.



Compteur par 5 solution p123(technologie des ordinateurs)

V) La construction récente de votre faculté a demandée la mise en place d'un nouveau feu Boulevard des Coquibus. A vous de le réaliser<sup>1</sup>. Le cahier des charges que les ponts et chaussées m'ont transmis est le suivant.

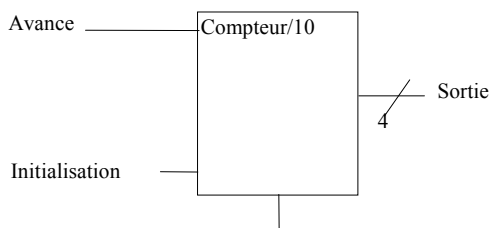
Soit un carrefour entre le boulevard des Coquibus et la sortie de la faculté d'Evry. Il y a des détecteurs sur la sortie qui repèrent la présence ou non de voiture à la sortie.



Le feu ne peut passer au rouge sur le boulevard que s'il s'est écoulé au moins un temps appelé Temps Long pendant lequel une auto attend sur le chemin. Le feu ne peut être rouge sur le Boulevard plus de ce Temps Long, même si des étudiants pressés de rentrer chez eux se présentent à la sortie. La durée du feu orange correspond à un temps appelé Temps Court.

1. Réaliser l'automate (version Moore) du contrôleur de feux rouges. Pour la partie combinatoire on utilisera une PLA.
2. Donner le schéma complet du contrôleur.

V) Soit l'automate de la figure ci-dessous.



Sa fonctionnalité peut s'écrire de la façon suivante :

```

Si S ≤ 10 alors {
  Si E passe de 1 à 0 alors {
    S = S + 1
  }
}
Sinon {
  S = 0
}

```

1. Ecrire l'organigramme.  
Réaliser l'automate synchrone.