

Licence d'Education- Informatique

Travaux dirigés de l'électronique numérique

Série n°4: Circuits logiques séquentiels

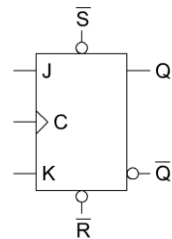
Compteurs

Exercice 1 :

La caractéristique principale des compteurs asynchrones est la propagation en cascade de l'ordre de changement d'état des bascules. L'horloge synchronise la 1^{ère} bascule dont la sortie synchronise la bascule suivante.

On dispose de bascules JK synchronisées sur front montant. Chaque bascule possède des entrées de forçage prioritaires actives à l'état bas : set S et reset R.

1. Réaliser un compteur asynchrone modulo 16.
2. Tracer son chronogramme sur un cycle complet.
3. Modifier le montage pour en faire un compteur asynchrone modulo 12.
4. Ajouter un interrupteur manuel de remise à zéro.
5. Que suffit-il de faire pour remplacer les bascules JK par des bascules D ?
6. Pour un compteur modulo 16, quelle est la période minimale T_{\min} que doit avoir le signal d'horloge sachant que le temps de propagation d'une bascule est $\tau = 10ns$.



Exercice 2

Les compteurs synchrones ou parallèles se caractérisent par la synchronisation simultanée de toutes les bascules par un même signal d'horloge. En conséquence, les entrées de chaque bascule doivent être calculées pour que le compteur suivre la succession d'état prévue. La synthèse d'un compteur synchrone consiste à concevoir un circuit combinatoire (à partir du cycle de fonctionnement souhaité) pour commander les entrées des bascules.

Faire la synthèse d'un compteur synchrone:

- modulo 10
- qui réalise la séquence suivante : 0, 4, 6, 2, 5, 1, 0.

Rappeler que la synthèse d'un compteur synchrone commence par l'établissement de la table de transitions de la bascule utilisée. La table des transitions d'une bascule se remplit à l'aide de sa table de vérité. Il faut déterminer quelles valeurs étaient présentes sur les entrées J et K au moment de la transition.

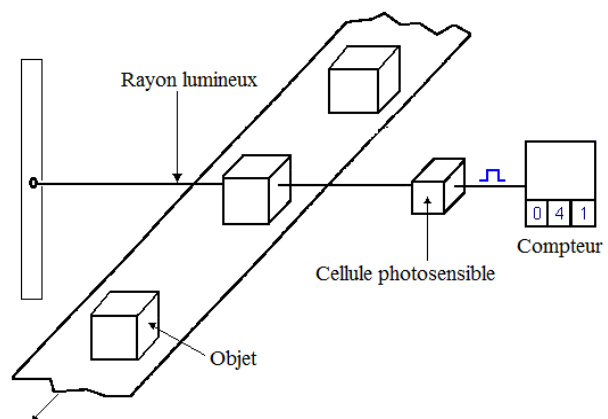
Exercice 3

Un compteur pair asynchrone compte de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 0, 2....

1. Donner la table d'états du compteur.
2. Que remarquez-vous ?
3. Réaliser le schéma à l'aide des bascules JK.
4. Faire la même chose pour un compteur impair.

Exercice 4 (Facultatif)

Le comptage d'événements est une opération courante dans tous les domaines : mesure de vitesse par comptage de tours des roues (Tachymètre), dénombrement d'objets (nombre de véhicules sur la route) et de personnes (portes d'accès au métro ou structure etc.). Cette opération peut être effectuée par des compteurs électroniques en faisant correspondre à chaque événement une impulsion électrique. Le schéma ci-contre montre une façon d'assurer ce genre de fonction. A chaque interruption du rayon lumineux par un objet (ou personne), la cellule photosensible (phototransistor) délivre une impulsion qui augmente d'une unité le contenu du



compteur.

Réaliser un compteur à l'aide de bascule JK qui peut compter jusqu'à 99 objets et afficher les résultats sur des afficheurs 7 segments.

Exercice 5 (Facultatif)

L'une des applications des compteurs est la réalisation des montres numériques.

Proposer un circuit numérique à base de bascule JK qui permet de réaliser une montre numérique comptant les heures, les minutes et les secondes, et affichant les résultats sur des afficheurs 7-segments.

Registres

Exercice 6

On rappelle qu'un registre de n bascules sert à mémoriser un nombre binaire de n bits. Il est aussi capable d'opérer des décalages sur les bits enregistrés, d'où le nom 'registre à décalage'. Un registre à décalage à entrée sérié et sortie parallèle sur n bits possède une entrée D et n sorties Q_1 à Q_n . Au temps $t+T$ (T est la période d'horloge), la valeur de chaque sortie Q_i ; $i \in [2, n]$, est égale à la valeur prise par la sortie Q_{i-1} au temps t . Le déplacement peut s'effectuer soit vers la droite soit vers la gauche selon une entrée de commande. De nombreuses applications résultent de cette possibilité de décalage.

1. Rappeler le fonctionnement d'une bascule D simple.
2. Réaliser un registre à décalage à droite sur 6 bits à l'aide de bascules D .
3. Expliciter les valeurs prises par les sorties Q_1 à Q_6 avec comme entrée le nombre 110. Écrire l'évolution des valeurs de sortie pour les temps t à $t+6T$ (c.-à-d., après 6 impulsions d'horloge).

Exercice 7

L'une des applications des registres à décalage est la réalisation de la multiplication et la division. En effet, un décalage à gauche correspond à une multiplication par 2, et un décalage vers la droite correspond à la division par 2.

1. Effectuer la multiplication à la main des nombres 110 et 101.
1. Remarquer que l'on peut implémenter un multiplieur en effectuant des décalages et des additions.
2. Proposer un circuit pour un multiplieur de 3 bits en utilisant un registre à décalage de 6 bits et d'un additionneur de 6 bits.
3. Donner le nombre de cycles nécessaires à l'exécution d'une multiplication.