

Travaux Pratiques d'électronique numérique

Les compteurs et les machines à états

Le but de ce T.P. est de se familiariser avec la conception des compteurs synchrones, asynchrones et les machines à états. Il se compose de deux parties indépendantes. Dans la première, nous mettrons en œuvre des compteurs et nous verrons leurs avantages et inconvénients. Dans la seconde, nous développerons une méthode de conception de machines à états.

I Etudes des compteurs

1) Compteur asynchrone

Nous voulons réaliser un compteur asynchrone en utilisant des bascules JK.

- 1) Donnez la table de vérité d'une bascule JK.
- 2) En utilisant l'état $Q_n = Q_{n-1}$, donnez le schéma d'un diviseur de fréquence par 2.
- 3) Tracez le chronogramme des sorties d'un compteur modulo 16.
- 4) Déduisez-en sa conception.
- 5) Vérifiez votre montage par une simulation.
- 6) Que se passe-t-il si la fréquence de l'horloge augmente ? Donnez sa valeur limite. Mesurez les temps de propagation pour la mise à 1 et à 0 d'une bascule.

2) Compteur synchrone

Pour remédier au cumul des temps de propagation, nous allons concevoir un compteur synchrone. C'est à dire que toutes les bascules sont reliées au même signal d'horloge.

- 1) Tracez les chronogrammes des sorties du compteur Q_0 , Q_1 , Q_2 et Q_3 .
- 2) A chaque front d'horloge indiquez si la bascule est en état mémoire ou basculement.
- 3) Déduisez l'état des entrées de chaque bascule avant le front d'horloge.
- 4) Donnez leurs équations à partir des sorties.
- 5) Dessinez une réalisation possible et vérifiez son bon fonctionnement.
- 6) Résumez dans un tableau les avantages et les inconvénients de chaque compteur synchrone et asynchrone.

3) Compteurs particuliers

Dans cette partie nous allons concevoir et simuler des compteurs spéciaux.

- 1) En utilisant les entrées de reset asynchrone, concevez un compteur synchrone modulo 10. Quels sont les problèmes à éviter ?
- 2) Un compteur en anneau est un dispositif dont le code de sortie ne possède qu'un seul bit à 1 à la fois. Dessinez le circuit d'un tel dispositif permettant d'avoir 4 états différents. Nous utiliserons des bascules D.
- 3) Modifiez ce schéma pour obtenir un compteur Johnson. De combien d'états différents disposons-nous dans ce cas ?

II Machine à états

Le problème du compteur synchrone modulo 10 est d'utiliser une remise à zéro asynchrone des bascules. Cela crée des perturbations sur les sorties au moment du reset. (cf. chronogrammes I.3.1). Pour remédier à ceci, nous réalisons une machine à état.

1) Réalisation d'un compteur modulo 10

Pour synthétiser ce circuit à partir d'une bascule D, nous devons écrire les équations de commande. En effet, la particularité de cette bascule est de recopier en sortie ce qu'il y avait en entrée avant le front d'horloge. Donc, nous déterminons l'état de l'entrée D à partir de la connaissance des états des sorties avant le front d'horloge.

- 1) Donnez un diagramme d'état de votre compteur et codez chaque état par une combinaison binaire différente.
- 2) Repérez dans ce diagramme les termes produits qui mettent la bascule à 1. La fonction de commande est la somme logique des termes produits correspondants. Donnez les équations de commande et simplifiez les.
- 3) Dessinez et vérifiez le bon fonctionnement de ce montage par une simulation

2) Réalisation d'un compteur en anneau

Nous allons synthétiser une machine à état simulant le fonctionnement d'un compteur en anneau du paragraphe I.3.2. Nous utiliserons dans cette partie des bascules JK.

- 1) Donnez un diagramme d'état de votre compteur et codez chaque état.
- 2) Pour synthétiser les entrées J, recherchez tous les termes produits qui placent la sortie à 1. La fonction de commande est la somme logique des termes produits correspondants. Donnez les équations de commande.
- 3) Pour synthétiser les entrées K, recherchez tous les termes produits qui placent la sortie à 0. La fonction de commande est la somme logique des termes produits correspondants. Donnez les équations de commande.
- 4) Simplifiez ces équations.
- 5) Dessinez et vérifiez le bon fonctionnement de ce montage.