

LA FONCTION COMPTAGE/DECOMPTAGE

1- Définition

Le compteur est une microstructure (logique binaire) séquentielle qui permet de dénombrer, dans la limite des bascules qui la constitue (capacité du compteur), les impulsions appliquées en entrée.

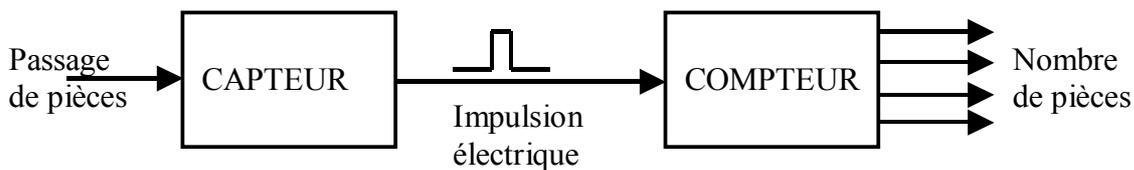
2- Types de compteurs

Un compteur peut être :

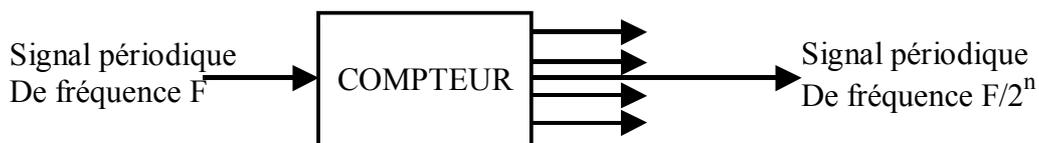
- **BINAIRE** : un compteur binaire à n bascules possède 2^n états distincts. Le comptage est employé lorsqu'on désire utiliser au maximum les combinaisons offertes.
- **DECIMAL** : un compteur décimal possède 10 états distincts. Il s'agit d'un compteur binaire à 4 bascules dont 6 états sont inutilisés.
- **MODULO N** : un compteur modulo N permet de compter jusqu'à des valeurs différentes de la puissance de 2 ou de 10.

3- Exemples d'utilisations de compteurs en électronique

- Compter des événements : par exemple, compter le nombre de flacons de parfums passant sur une chaîne d'embouteillage. Un capteur enverra une impulsion lors de chaque passage de pièce.



- Diviser la fréquence d'un signal logique : la division de fréquence s'apparente au comptage : il s'agit d'obtenir une impulsion en sortie pour n impulsions d'entrée.



4- Les compteurs binaires

L'élément de base du compteur est la bascule, qui peut être de type D ou JK. Un compteur dit «4 bits» possède donc 4 bascules.

4-1 : Compteur binaire asynchrone

⚡ Structure :

Dans la structure asynchrone on applique l'impulsion de progression du compteur (H) sur l'entrée d'horloge du premier étage, les entrées des autres bascules reçoivent la sortie de l'étage précédent (voir les exercices du cours sur les bascules D et JK).

⌘ Fonctionnement réel :

Une bascule présente un temps de propagation (20 ns pour une bascule rapide), c'est à dire que la donnée n'apparaît en sortie de la bascule qu'un instant après l'application d'un front actif sur son horloge. Ainsi apparaissent des états parasites comme par exemple lors du passage du chiffre trois au chiffre quatre. Les compteurs asynchrones sont donc caractérisés par :

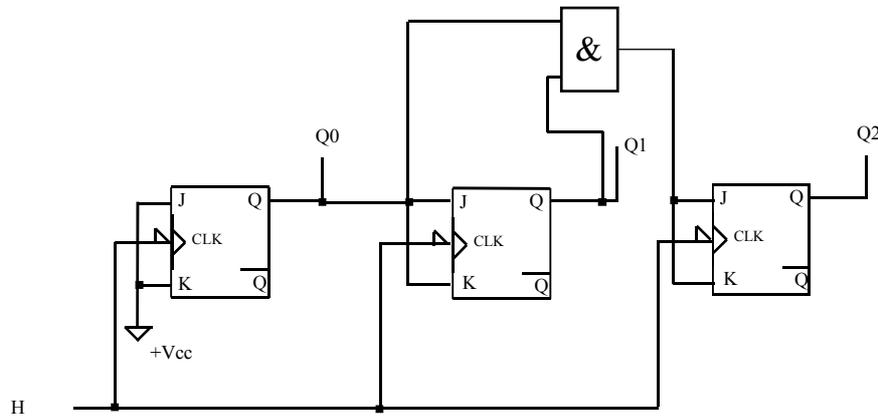
- La **lenteur** du comptage due aux retards des bascules ;
- Le **décodage délicat** lors de la création d'un compteur modulo N.

4-2 : Compteur binaire synchrone

⌘ Principe :

Les inconvénients du comptage asynchrone disparaissent avec le compteur synchrone car ici le basculement de tous les étages se fait au même instant, d'où le nom synchrone. Dans un compteur synchrone, l'horloge est la même pour tous les étages. Une logique de commande fournit aux entrées des bascules les niveaux correspondant aux états qu'elles doivent prendre après la transition d'horloge, en fonction de leurs états précédents.

⌘ Structure :



- Pour les chronogrammes, ils sont identiques à ceux du compteur asynchrone.

⌘ Limites du comptage synchrone :

Tout comme le compteur asynchrone, il faut tenir compte du temps de propagation des bascules ; mais ce temps est extrêmement court (20 ns). De plus les bascules n'ayant pas tout à fait le même temps de propagation, quelques états parasites peuvent survenir.

5- Compteurs intégrés

Les constructeurs de Circuits Intégrés (CI) proposent aujourd'hui un grand nombre de compteurs intégrés binaires ou décimaux, synchrones ou asynchrones. En plus de leur fonction comptage, ces circuits peuvent permettre :

- La remise à zéro (entrée)

- rôle : positionner les sorties du compteur à 0 ;
- désignation : **CLR** (CLear) ou **MR** (Master Reset) ou **RAZ** (Remise A Zéro) ou **CT=0** ;
- remarque : la remise à zéro peut être synchrone (active seulement sur le front actif de l'horloge) ou asynchrone (active sur niveau logique indépendamment de l'horloge).

- L'autorisation de comptage (entrée)

- rôle : permettre le comptage. Lorsque cette entrée n'est pas activée, on «gèle» le comptage, même si l'horloge est toujours appliquée, sans remise à zéro ;
- désignation : **EN** (ENable : validé) ou **CTEN** (CompTeur ENable) ou **CE** (Chip Enable).

- Le préchargement du compteur (entrées)

- rôle : commencer un cycle à partir d'un nombre quelconque (qui respecte cependant la capacité du compteur) ;
- désignations :
 - **DA, DB, DC, DD** pour les entrées de préchargement (Data : Donnée A, ...)
 - **LOAD** (charger) ou **PL** (Parallèle Load) pour l'entrée qui commande le préchargement ;
- remarque : on parle aussi de compteur prépositionnable ou de compteur programmable.

- Le comptage ou le décomptage (entrée)

- rôle : faire compter ou décompter le compteur ;
- désignation : **UP** (comptage) ou **+** et **DOWN** (décomptage) ou **-** ou **U/D** ;
- remarque : il peut exister soit deux entrées d'horloges distinctes (une pour compter et l'autre pour décompter) ; soit une seule entrée d'horloge et une entrée précisant s'il faut compter ou décompter en fonction de son niveau logique.

- Le décodage de certaines valeurs (sortie)

- rôle : indiquer que le compteur a atteint une valeur précise de son cycle.

- La retenue pour la mise en cascade de plusieurs circuits (sorties)

- rôle : indiquer la fin du cycle de comptage ;
- désignation : **CO** (Carry Output : sortie compteur plein) ou **TC** (Terminal Count) ou **RCO** (Ripple Carry Output) ;
- rôle : indiquer du cycle de décomptage ;
- désignation : **BO** (Borrow Output : sortie compteur vide).

Remarques : Tous les compteurs ne disposent pas forcément de toutes les possibilités citées ci-dessus. On choisira l'un ou l'autre en fonction de la fonction à réaliser.