

Les compteurs

Les compteurs

■ Définition

- Un compteur est un circuit dont **la valeur des sorties est directement liée au nombre d'impulsions appliquées sur son entrée d'horloge**
- Le plus souvent, énumération du code binaire naturel

■ Deux catégories de compteurs

- compteurs **asynchrones**
- compteurs **synchrones**

■ Un système séquentiel est **synchrone** (sur fronts) \Leftrightarrow les changements d'état du système (hors initialisation) sont conditionnés par les fronts actifs du signal d'horloge

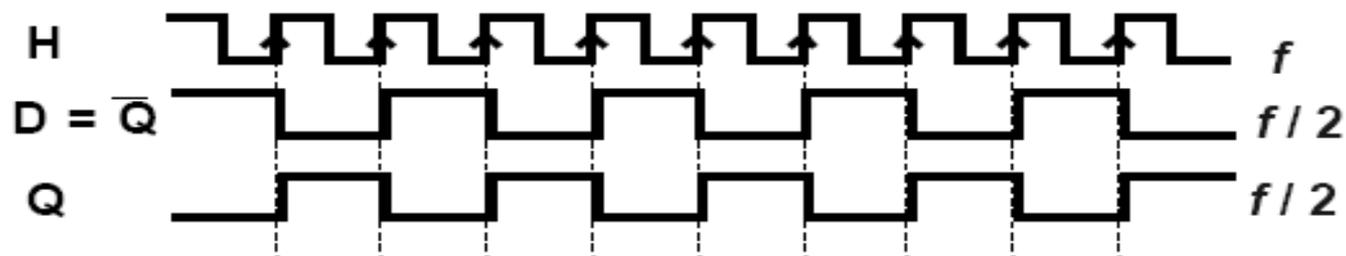
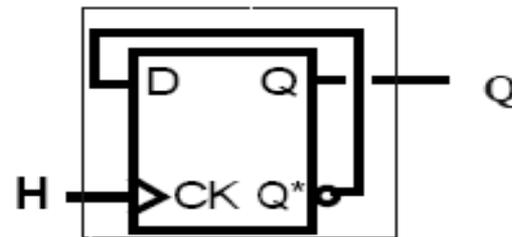
- **Exemple** : les registres sont des circuits synchrones

■ Sinon, il est **asynchrone**

Diviseur de fréquence

Le diviseur (de fréquence) par 2

- C'est le compteur le plus simple : **comptage binaire modulo 2**

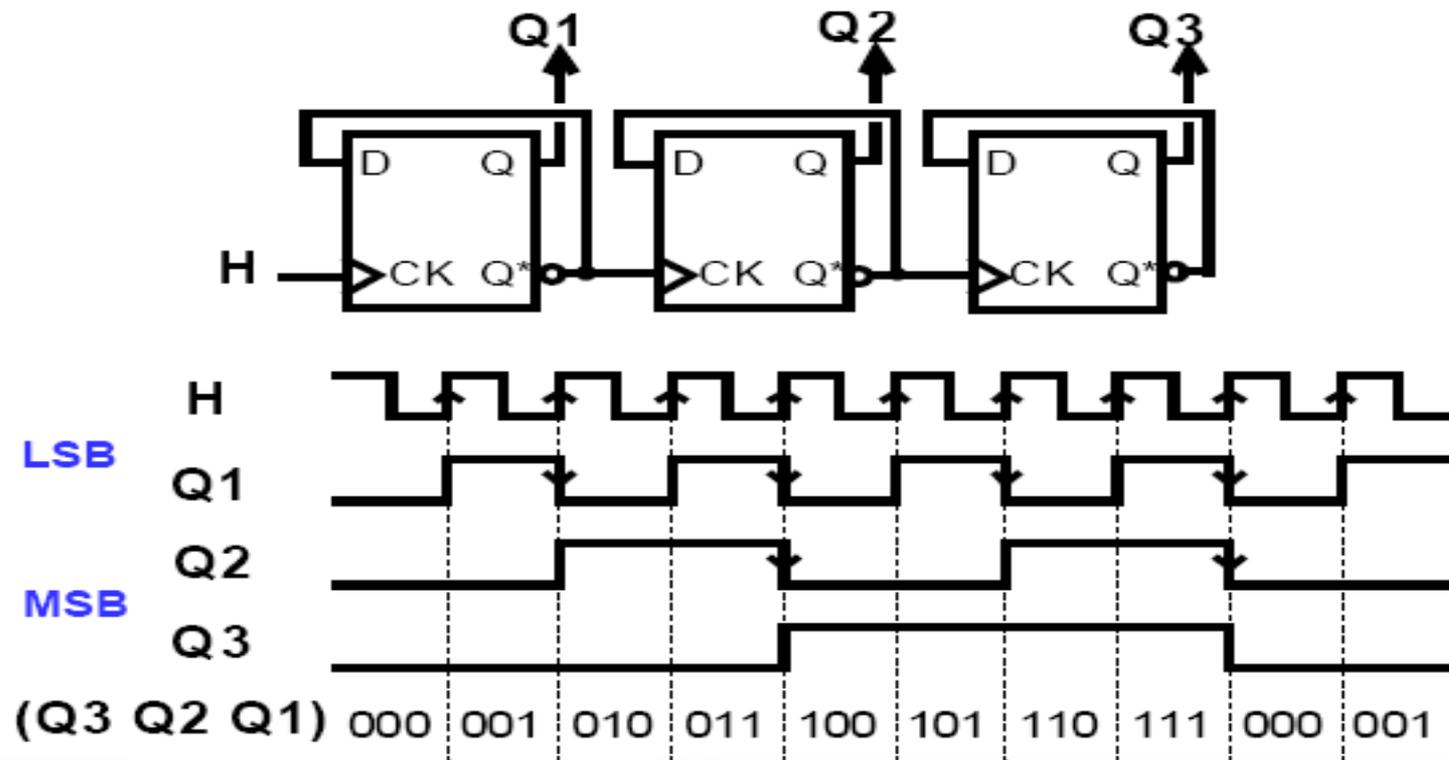


contrainte : $t_p(CK \rightarrow Q^*) > t_{hold}$ (toujours vérifié)

Compteurs asynchrones

Compteurs asynchrones modulo 2^n

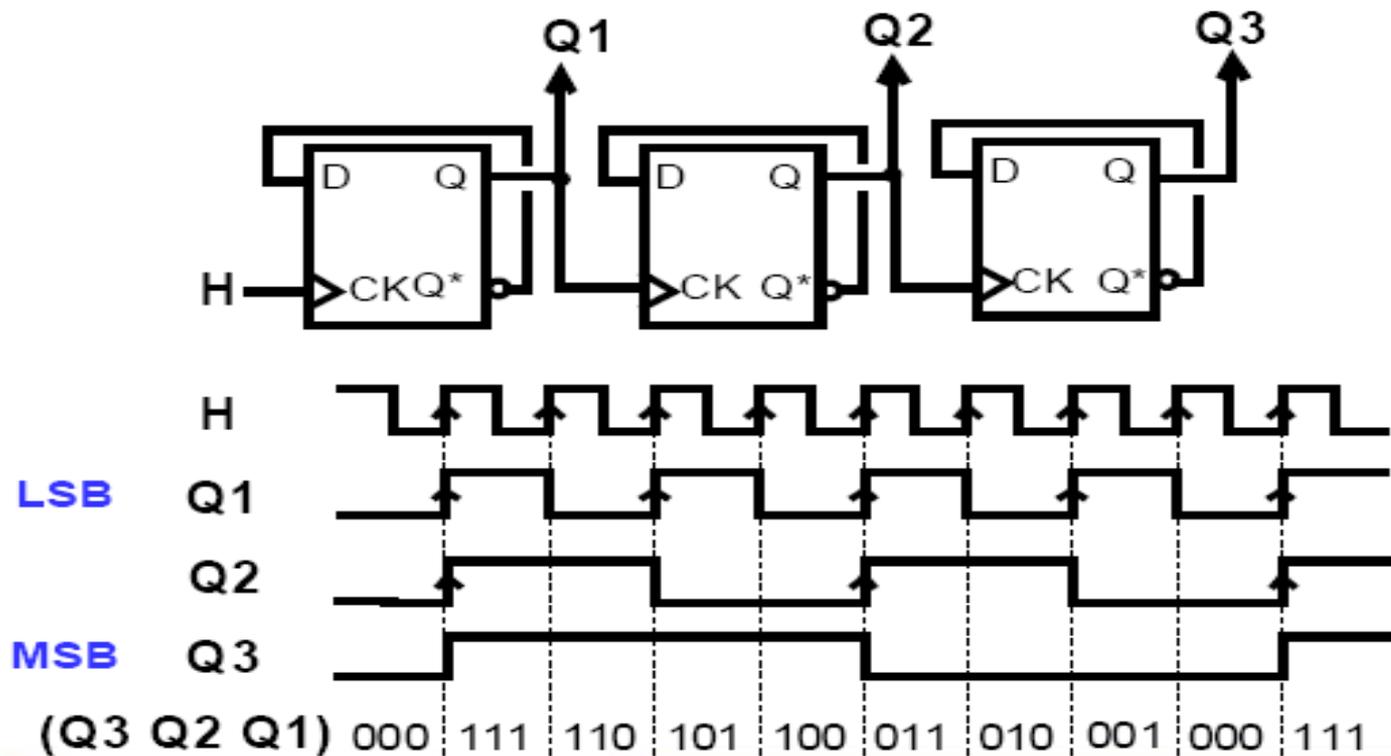
Compteur asynchrone modulo 8



Compteurs asynchrones modulo 2^n

Décompteurs asynchrones modulo 2^n

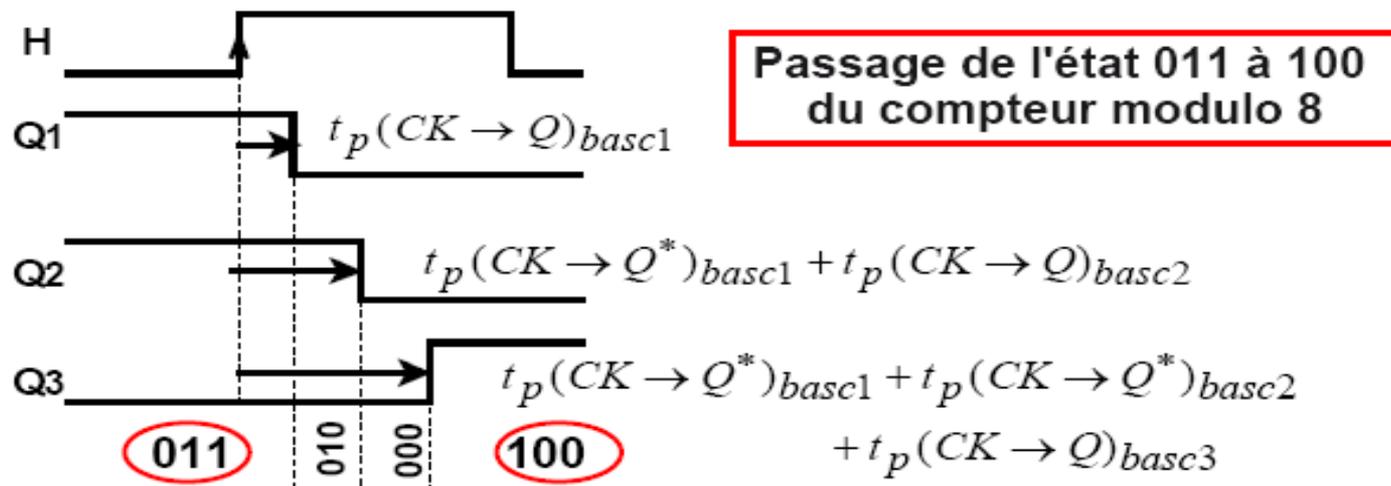
■ Décompteur asynchrone modulo 8



Analyse temporelle

Analyse temporelle des sorties d'un compteur / décompteur asynchrone

- Cumul des temps de propagation des bascules



Passage de l'état 011 à 100 du compteur modulo 8

$$t_{Ptotal} \propto n$$

- les compteurs de grande taille sont lents
- états transitoires parasites

Avantages et inconvénients

Bilan sur l'utilisation des compteurs asynchrones

- Intérêt principal
 - leur **simplicité**
- Leurs (nombreux) inconvénients
 - **vitesse de fonctionnement limitée** pour les compteurs de grande taille
 - présence d'**états transitoires indésirables** sur les sorties après chaque front de l'horloge
 - pas de méthode fiable pour réaliser des cycles incomplets ($\neq 2^n$) ou d'autres énumérations que le code binaire naturel

Compteurs synchrones

On utilise des bascules synchrones J-K montées en cascade. Un montage synchrone impose que toutes les bascules changent d'état en même temps. Pour cela, il faut que les bascules soient connectées avec une même entrée d'horloge.

Rappel de la table de vérité de la bascule J - K :

J	K	Q(t)
0	0	Q(t-1)
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q}(t-1)$

Exemple 1 : Réalisation d'un compteur synchrone modulo 6 :

$2^2 < 6 < 2^3$: Donc ce compteur nécessite 3 bascules J- K

Compteurs synchrones: T.V

Table de vérité :

N	Q2	Q1	Q0	J2	K2	J1	K1	J0	K0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
2	0	1	0	0	0	0	0	1	0
3	0	1	1	1	0	0	1	0	1
4	1	0	0	0	0	0	0	1	0
5	1	0	1	0	1	0	0	0	1

On peut remplacer cette suite alternée de 0 et 1 par une suite de 1 pour J et K car la sortie Q0 est toujours alternée. Cette règle n'est valable que pour un comptage ou décomptage modulo pair !



Pour passer du nombre 3 à 4, il faut que la sortie Q2 passe de 0 à 1 au front d'horloge suivant de H. Pour cela il faut que J2 soit à 1 et que K2 soit à 0 avant le front descendant. On remplit donc la table de vérité pour les entrées pour chaque transition. On simplifie alors chaque sortie par Karnaugh :

Équations de commande

Q2 \ Q1 Q0	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	0	-	-

J2

$$J2 = Q1 \cdot Q0$$

Q2 \ Q1 Q0	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	0	1	-	-

K2

$$K2 = Q0 \cdot Q2$$

Q2 \ Q1 Q0	00	01	11	10
0	0	1	0	0
1	0	-	-	-

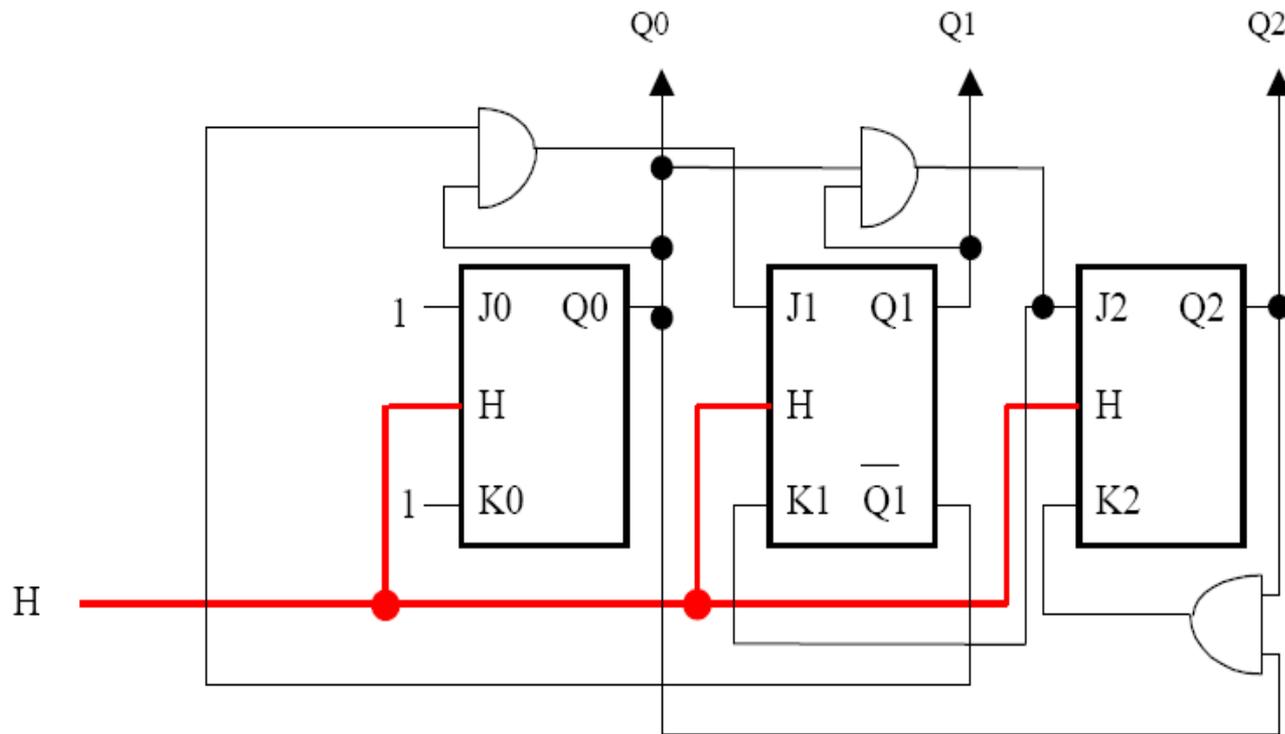
J1

$$J1 = \neg Q1 \cdot Q0$$

Et $K1 = J2$ et $J0 = K0 = 1$

Schéma du compteur

Câblage :



Décompteur synchrone M=10

Exemple 2 : Réalisation d'un décompteur synchrone modulo 10 :

$2^3 < 10 < 2^4$: Donc ce décompteur nécessite 4 bascules J- K

	Q3	Q2	Q1	Q0	J3	K3	J2	K2	J1	K1
9	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0
7	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

Équations de commande

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	0	0	0	0
11	-	-	-	-
10	1	0	-	-

J3 K3

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	-	-	-	-
10	1	0	-	-

J2

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	0	0	0
11	-	-	-	-
10	0	0	-	-

K2

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	0	0	1
11	-	-	-	-
10	0	0	-	-

K1

$$J3 = K3 = \overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0}$$

$$J2 = Q3 \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0}$$

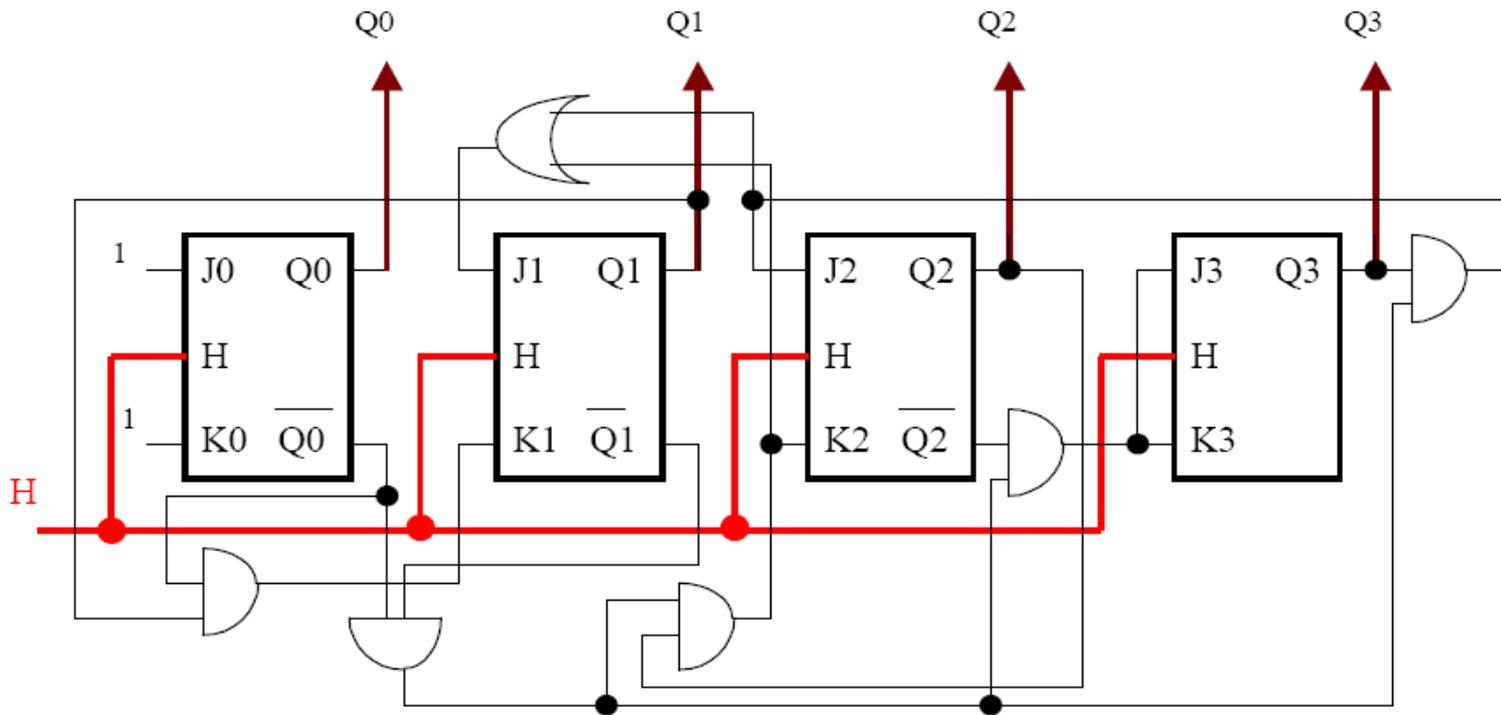
$$K2 = Q2 \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0}$$

$$J1 = J2 + K2$$

$$K1 = Q1 \cdot \overline{Q0}$$

Schéma du compteur

Câblage :



F I N

LES COMPTEURS