

Compteurs

Diviseur de fréquence

Compteurs modulo 2^n et modulo N

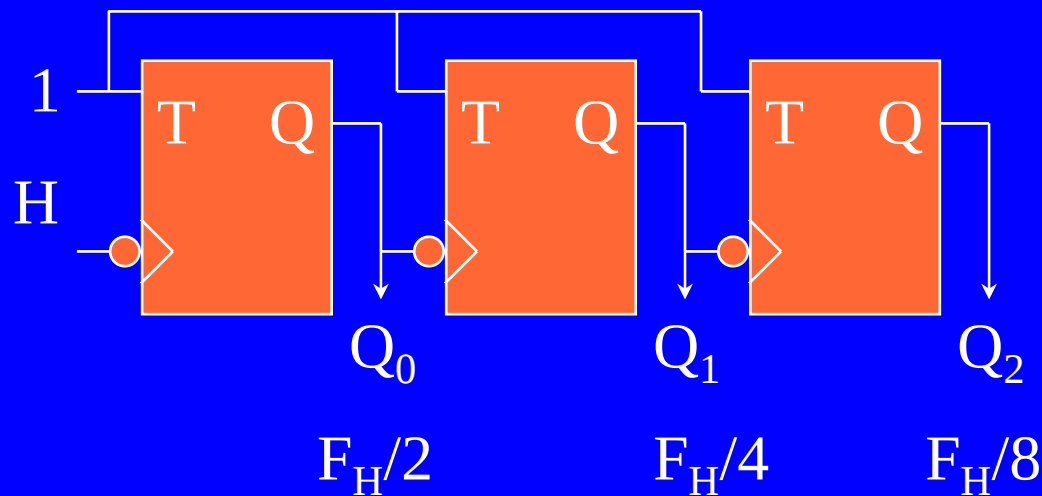
Compteur programmable

Compteurs en anneau et johnson

Méthode de marcus

Compteur asynchrones

Utilisation en temps que compteur problématique (états transitoires)

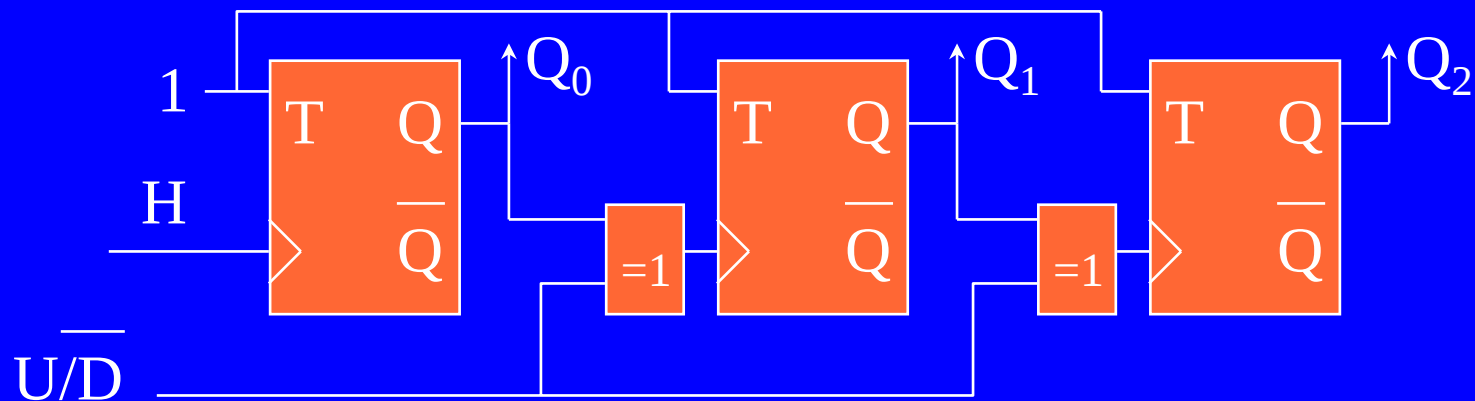


Si on a besoin d'une sortie parmi N : pas de problème

Diviseur de fréquence par 2^n

Compteur / Décompteur (asynchrones)

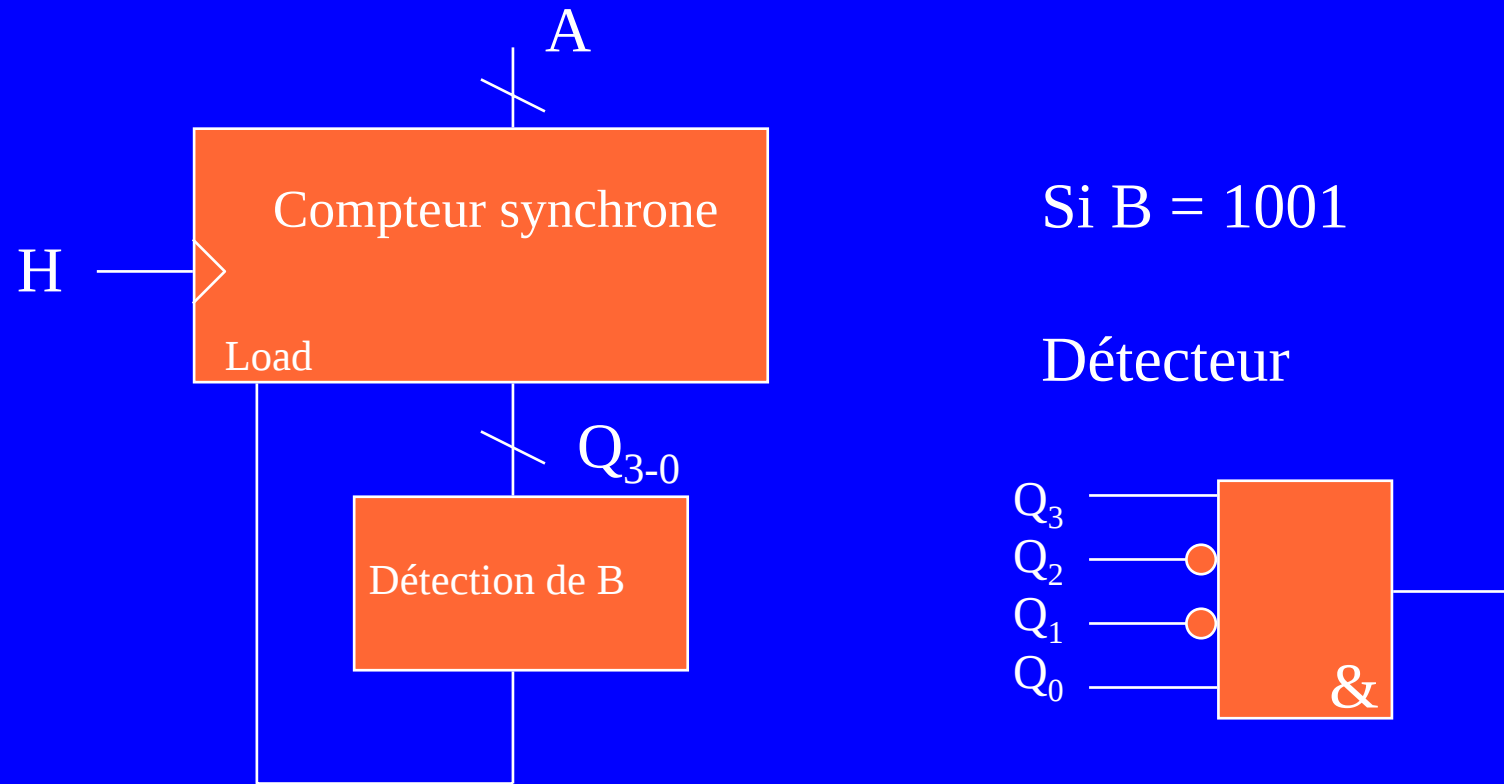
Système à deux sens de comptage par une commande



Si $\overline{U/D} = 1$ on compte sinon on décompte

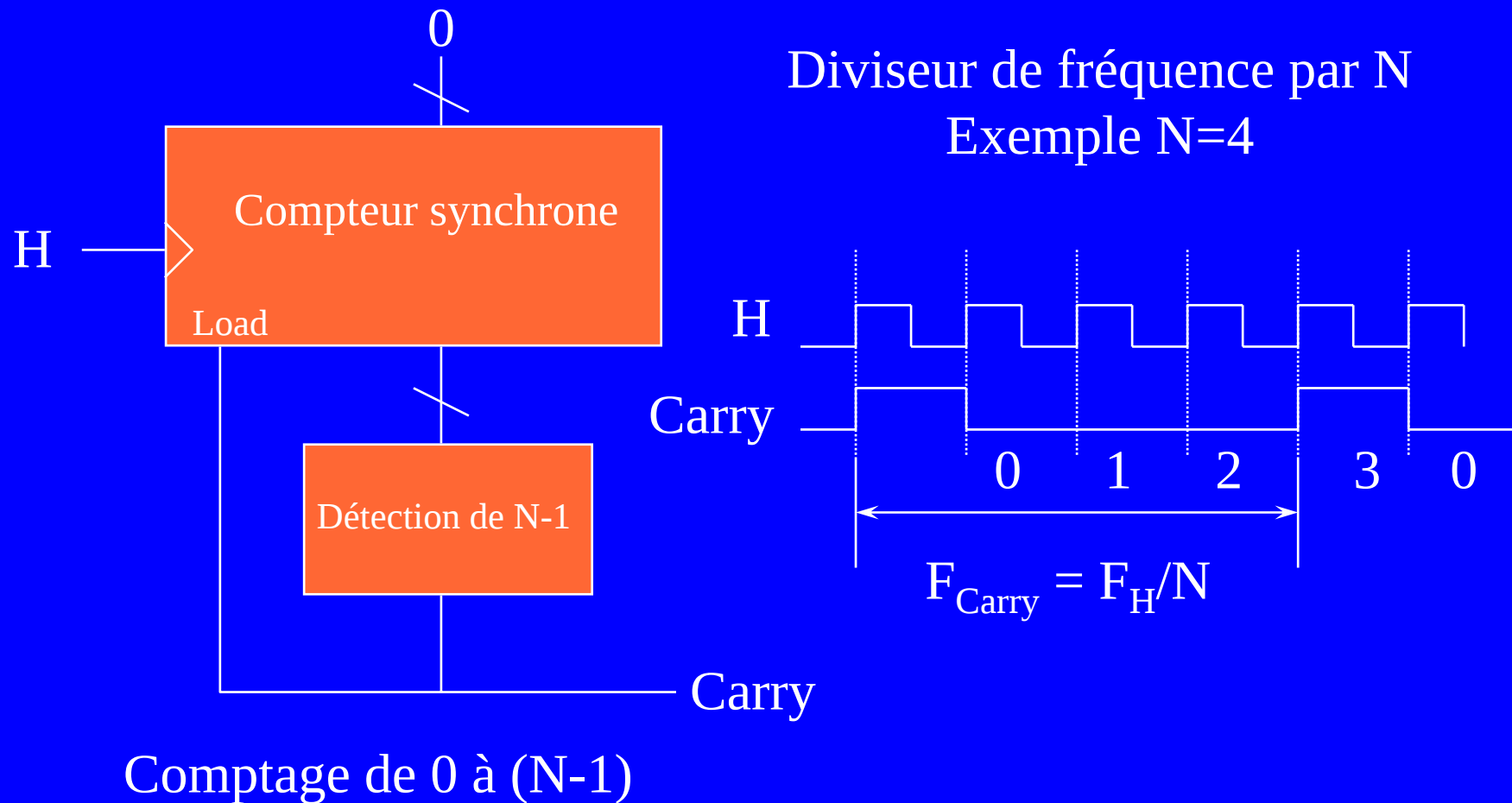
Exemple : 74169 (il y a *Carry* en *Up* et *Borrow* en *Down*)

Compteur synchrone de A à B



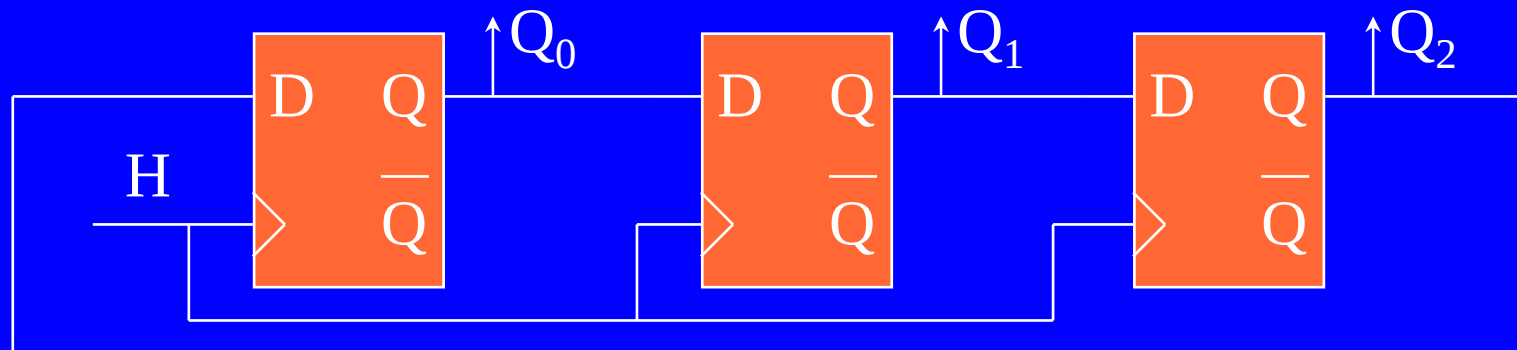
A, (A+1), ..., (B-2), (B-1), A, A+1, ...

Compteur modulo N / Diviseur



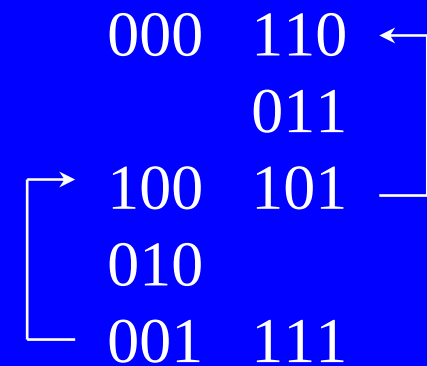
Compteur en anneau

Registre à décalage bouclé



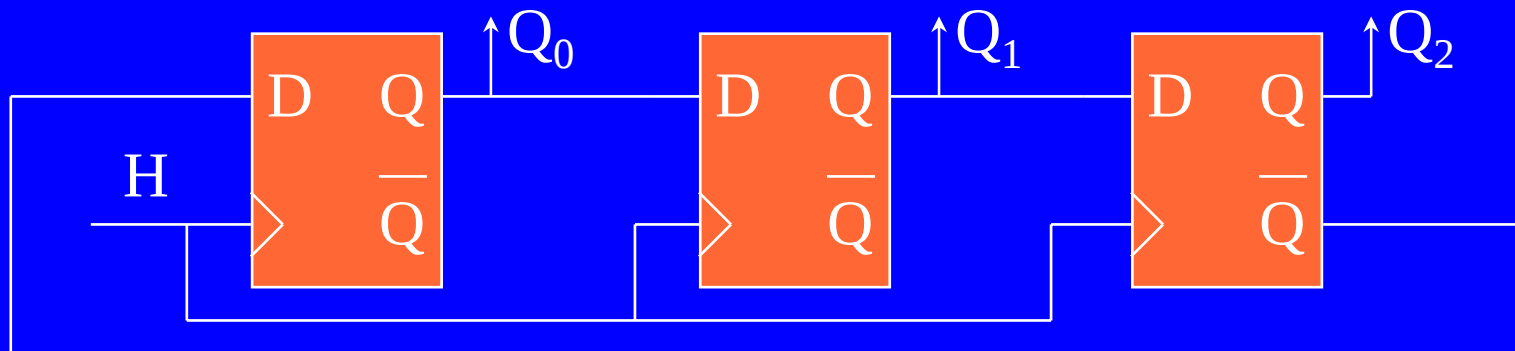
N bascules : Cycles de comptage de longueur N

Avantage : Le plus rapide des compteurs
Le plus simple



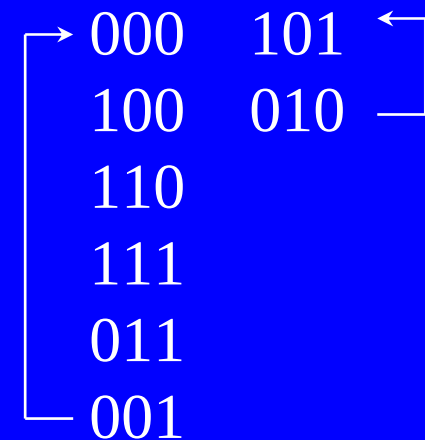
Compteur Johnson

Registre à décalage bouclé par inversion



N bascules : Cycles de comptage de longueur $2N$

Avantage : Le plus rapide des compteurs



Synthèse des compteurs : méthode de Marcus

Synthèse de compteurs à cycle de comptage quelconque
par calcul des conditions d'entrée des bascules

- Séquence des états
- Choix du nombre et du type de bascule
- Calcul des fonctions d'entrées (avec table de transition)
- Vérification des états n'appartenant pas au cycle
(auto initialisation)

Exemple : comptage 0, 3, 2, 7, 4, 0 ...

Méthode de Marcus : présentation

Exemple : comptage 0, 3, 2, 7, 4, 0 ...

Choix de 3 bascules T (arbitraire)

Etats hors cycle : 1, 5, 6 et auto-init à 0

	t_{00}	t_{01}	t_{10}	t_{11}
T	0	1	1	0

		Q_1Q_0				
Q_2		00	01	11	10	
0	0	→		3	→	2
1	4	←		7	←	

$$T_0 = \overline{Q_2} + Q_0$$

$$T_0 = \overline{Q_2} + Q_0$$

		Q_1Q_0			
		00	01	11	10
Q_2	0	t_{01}	t_{10}	t_{10}	t_{01}
	1	t_{00}	t_{10}	t_{10}	t_{00}

		Q_1Q_0			
		00	01	11	10
Q_2	0	1	-	1	1
	1	0	-	1	-

Q_0
 T_0

Pour chaque
bascule

Marcus: exemple complet

	$Q_1 Q_0$			
	00	01	11	10
Q_2				
0	0		3	2
1	4		7	

	$Q_1 Q_0$			
	00	01	11	10
Q_2				
0	t_{01}	t_{10}	t_{10}	t_{01}
1	t_{00}	t_{10}	t_{10}	t_{00}

	$Q_1 Q_0$			
	00	01	11	10
Q_2				
0	1	1	1	1
1	0	1	1	0

$$T_0 = \overline{Q_2} + Q_0$$

	$Q_1 Q_0$			
	00	01	11	10
Q_2				
0	t_{01}	t_{00}	t_{11}	t_{11}
1	t_{00}	t_{00}	t_{10}	t_{10}

	$Q_1 Q_0$			
	00	01	11	10
Q_2				
0	1	0	0	0
1	0	0	1	1

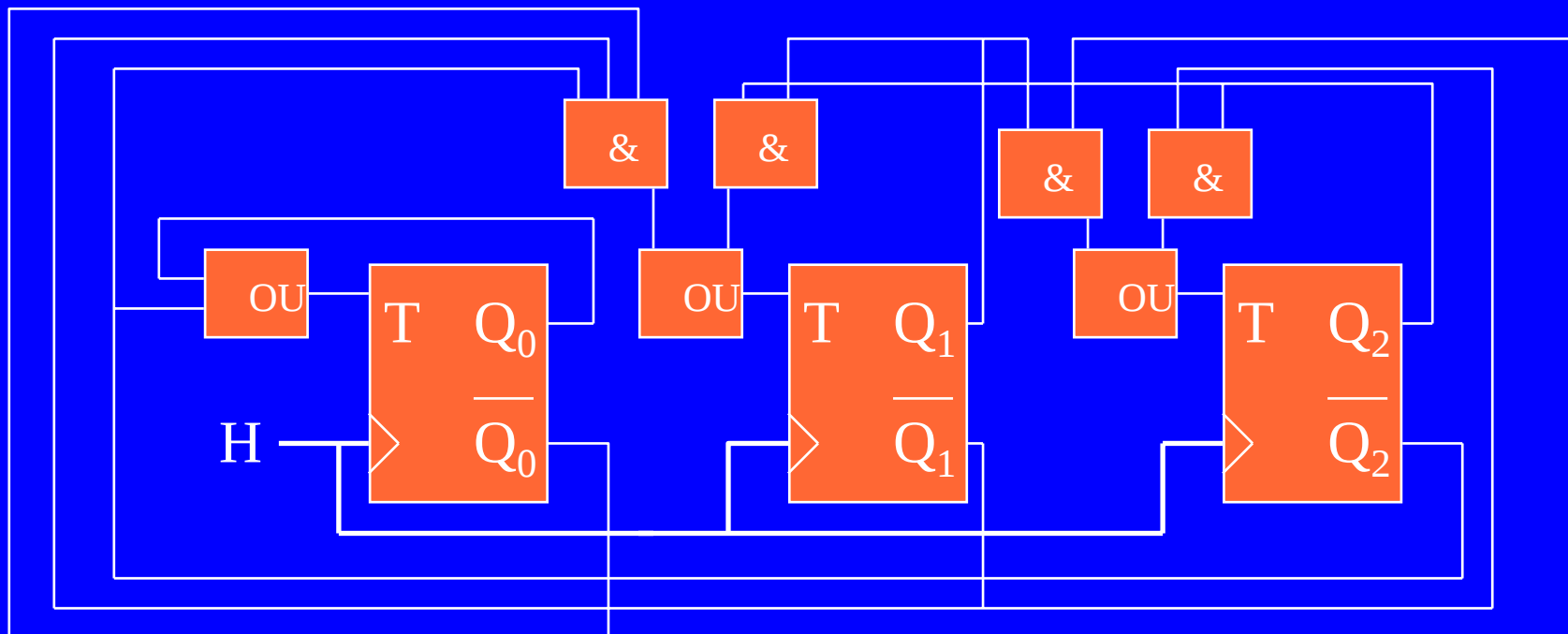
$$T_1 = \overline{Q_0} \cdot \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_2} + Q_1 \cdot Q_2$$

	$Q_1 Q_0$			
	00	01	11	10
Q_2				
0	t_{00}	t_{00}	t_{00}	t_{01}
1	t_{10}	t_{10}	t_{11}	t_{10}

	$Q_1 Q_0$			
	00	01	11	10
Q_2				
0	0	0	0	1
1	1	1	0	1

$$T_2 = Q_1 \cdot \overline{Q_0} + Q_2 \cdot \overline{Q_1}$$

Schéma de l'exemple



Système à une entrée et 3 sorties

Dynamique des compteurs

On dispose de compteurs 4 bits, on veut compter sur N bits ($N > 4$)

Exemple ($N=8$) :

0000	0000
0000	0001
...	
0000	1111
0001	0000
0001	0001
...	
0001	1111
0010	0000
...	

Il faut deux compteurs 4 bits

Le premier compte tout le temps.

Le deuxième ne compte que quand le premier est à 15.

(le troisième compte quand premier=15 et deuxième=15)

Cascadage des compteurs

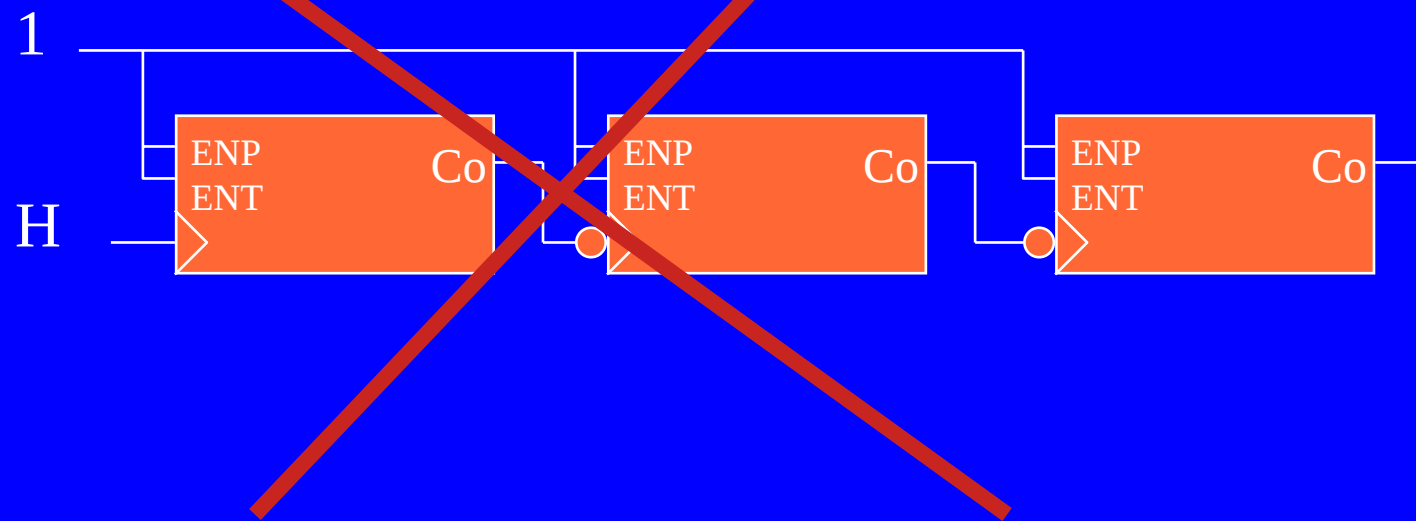
Compteur MSB (de 0 à 15)

Compteur LSB (de 0 à 15)

Mise en cascade des compteurs (1)

3 techniques dont 2 mauvaises (!!!!)

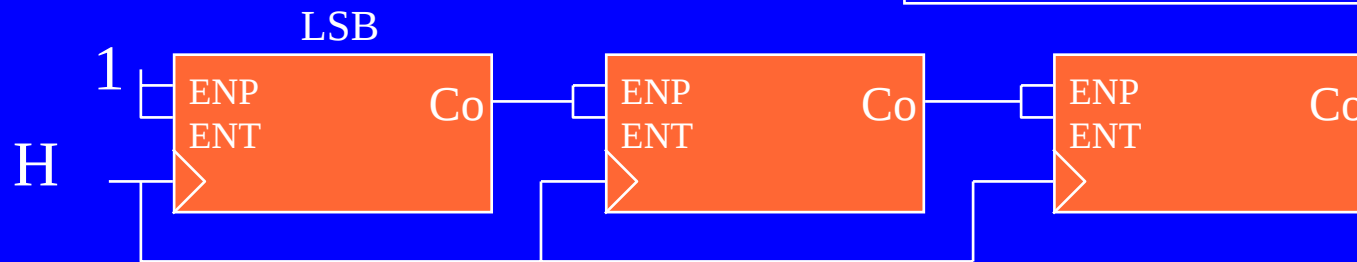
Cascade asynchrone



Mise en cascade des compteurs (2)

Cascade synchrone série :

$$Co = Q_3 \cdot Q_2 \cdot Q_1 \cdot Q_0 \cdot ENT$$

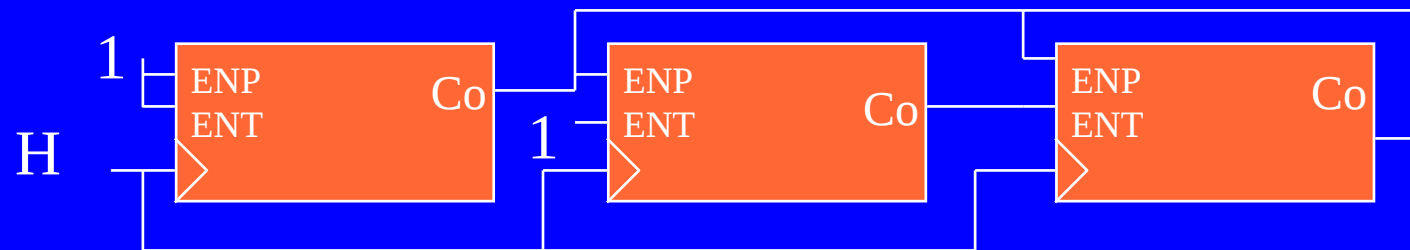


Q_i/Co	14/0	15/0	15/0	0/0
	↓	→	→	→
	15/1	15/1	15/1	0/0
	↓			
	0/0	0/0	0/0	1/0

$$T_{\min} > T_p(\text{Clk}/Co) + (n-1) \cdot T_p(\text{Ent}/Co)$$

Mise en cascade des compteurs (3)

Cascade synchrone parallèle : *ENParallèle* et *ENThru*



Q_i/Co	14/0	15/1	15/1	0/0
	↓	$\xrightarrow{ENP=1}$		→
	15/1	15/1	15/1	0/0
	↓			
	0/0	0/0	0/0	1/0

$$T_{\min} > T_p(\text{Clk}/Co) + T_p(\text{Ent}/Co)$$

C'est la bonne technique