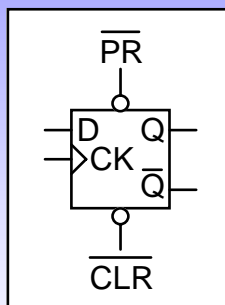


## Bascules bistables

- Bascule bistable JK
- Diviseurs de fréquence
- Compteurs quasi-synchrones

andre.stauffer@epfl.ch

## Rappel



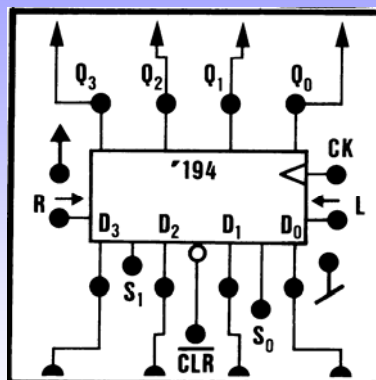
Bascule bistable D

# Rappel

| opération | description       | PR | CLR |
|-----------|-------------------|----|-----|
| LOAD      | $Q \leq D$        | 0  | 0   |
| CLEAR     | $Q := 0$          | 0  | 1   |
| PRESET    | $Q := 1$          | 1  | 0   |
| UNUSED    | $Q := 1, Q' := 1$ | 1  | 1   |

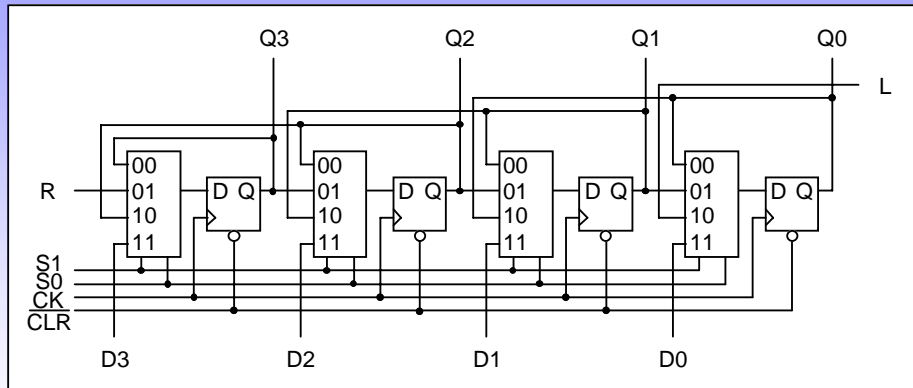
Bascule bistable D

# Application



Registre à décalage bidirectionnel 4 bits

## Application



**Registre à décalage bidirectionnel 4 bits**

## Application

| operation   | description                                      | CLR | S1 | S0 |
|-------------|--|-----|----|----|
| CLEAR       | $(Q_3, Q_2, Q_1, Q_0) := (0, 0, 0, 0)$           | 1   | -  | -  |
| HOLD        | $(Q_3, Q_2, Q_1, Q_0) \leq (Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)$ | 0   | 0  | 0  |
| SHIFT RIGHT | $(Q_3, Q_2, Q_1, Q_0) \leq (R, Q_3, Q_2, Q_1)$   | 0   | 0  | 1  |
| SHIFT LEFT  | $(Q_3, Q_2, Q_1, Q_0) \leq (Q_2, Q_1, Q_0, L)$   | 0   | 1  | 0  |
| LOAD        | $(Q_3, Q_2, Q_1, Q_0) \leq (D_3, D_2, D_1, D_0)$ | 0   | 1  | 1  |

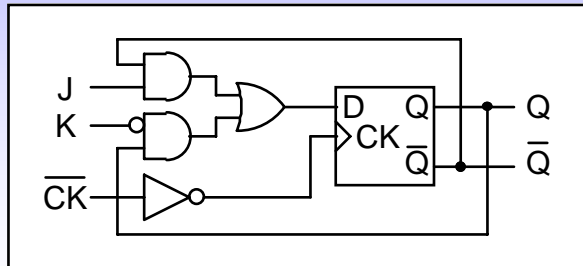
**Registre à décalage bidirectionnel 4 bits**

## Bascule bistable JK

La bascule bistable JK (en anglais: JK flip-flop) se compose de d'une bascule bistable D et d'un système combinatoire

Le système combinatoire réalise la fonction logique:

$$D = J.Q' + K'.Q$$



## Bascule bistable JK

L'équation caractéristique de la bascule JK découle de la fonction logique réalisée par le système combinatoire  $D=J.Q'+K'.Q$  et de l'équation caractéristique de la bascule D,  $Q+=D$ :

$$Q+ = J.Q' + K'.Q$$

Elle permet de dresser la table d'états de la bascule

|    |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|
| Q+ |   | J |   |   |   |
|    |   | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Q  | 1 | 0 | 0 | 1 | K |
|    | 0 | 1 | 1 | 0 |   |

## Bascule bistable JK

La table des transitions de la bascule JK exprime les valeurs qu'il faut conférer aux entrées d'excitation J et K pour assurer le maintien à 0, l'enclenchement, le déclenchement et le maintien à 1 de la sortie Q

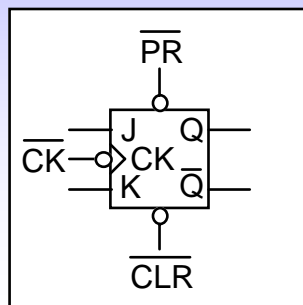
Elle découle de la table d'états de la bascule

| Q | Q+ | J      | K      |
|---|----|--------|--------|
| 0 | 0  | 0      | $\Phi$ |
| 0 | 1  | 1      | $\Phi$ |
| 1 | 0  | $\Phi$ | 1      |
| 1 | 1  | $\Phi$ | 0      |

## Bascule bistable JK

Le symbole de la bascule JK est donné ci-dessous  
On y retrouve les entrées asynchrones d'initialisation PR' et CLR'

Le signal d'horloge externe est disponible sous forme complémentaire CK'



## Bascule bistable JK

La table des opérations de la bascule JK comporte 4 opérations synchrones dépendant des valeurs de J et K lorsque PR=0 et CLR=0

| opération  | description       | PR | CLR | J      | K      |
|------------|-------------------|----|-----|--------|--------|
| HOLD       | $Q \leq Q$        | 0  | 0   | 0      | 0      |
| S-CLEAR    | $Q \leq 0$        | 0  | 0   | 0      | 1      |
| S-PRESET   | $Q \leq 1$        | 0  | 0   | 1      | 0      |
| COMPLEMENT | $Q \leq Q'$       | 0  | 0   | 1      | 1      |
| A-CLEAR    | $Q := 0$          | 0  | 1   | $\Phi$ | $\Phi$ |
| A-PRESET   | $Q := 1$          | 1  | 0   | $\Phi$ | $\Phi$ |
| UNUSED     | $Q := 1, Q' := 1$ | 1  | 1   | $\Phi$ | $\Phi$ |

## Bascule bistable T

La bascule bistable T (en anglais: Trigger flip-flop) découle d'une utilisation particulière de la bascule JK définie par la relation:

$$J = K = T$$

Cela supprime les ligne 2 et 3 de la table des opérations

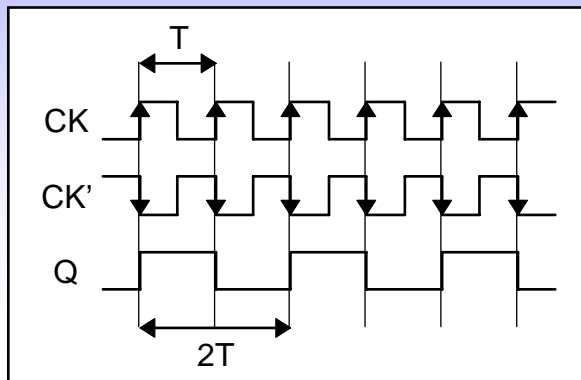
| opération  | description       | PR | CLR | T      |
|------------|-------------------|----|-----|--------|
| HOLD       | $Q \leq Q$        | 0  | 0   | 0      |
| COMPLEMENT | $Q \leq Q'$       | 0  | 0   | 1      |
| A-CLEAR    | $Q := 0$          | 0  | 1   | $\Phi$ |
| A-PRESET   | $Q := 1$          | 1  | 0   | $\Phi$ |
| UNUSED     | $Q := 1, Q' := 1$ | 1  | 1   | $\Phi$ |

## Diviseurs de fréquence

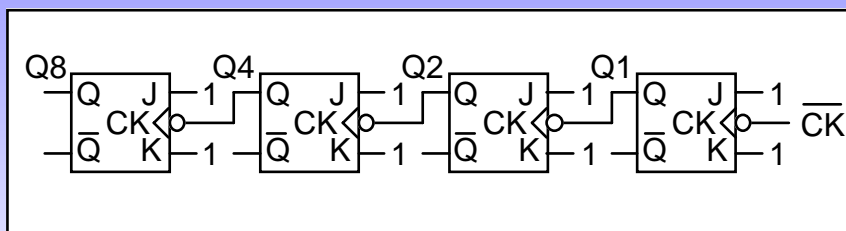
La bascule JK fonctionne en diviseur de fréquence par deux si on vérifie la relation:

$$J = K = 1$$

Seule l'opération synchrone  $Q \leftarrow Q'$  est ainsi réalisée et on obtient le chronogramme ci-dessous



## Diviseurs de fréquence



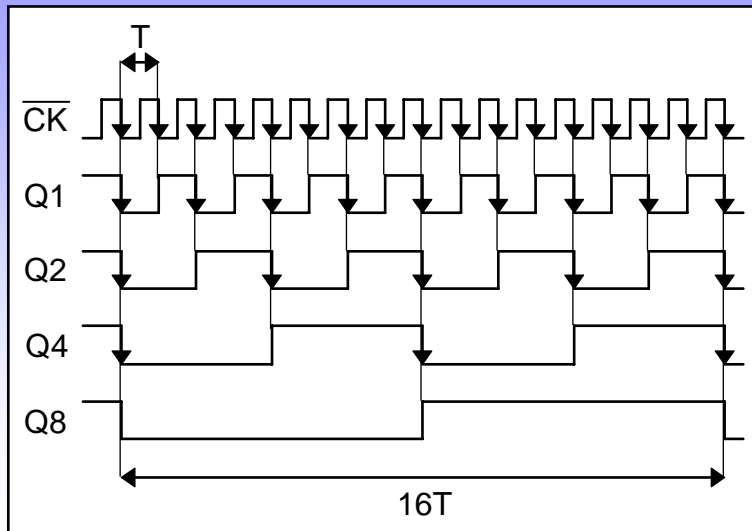
L'assemblage de bascules JK représenté ci-dessus constitue un diviseur de fréquence vérifiant les relations:

$$Q1+ = Q1' \quad Q2+ = Q2' \quad Q4+ = Q4' \quad Q8+ = Q8'$$

Les signaux d'horloge des quatre bascules sont tous différents:

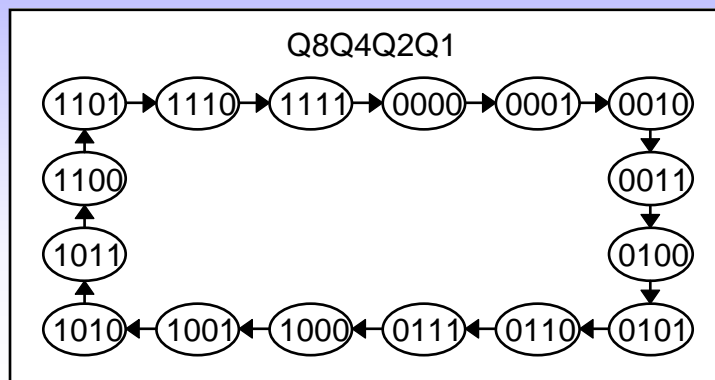
$$CK1 = CK \quad CK2 = Q1' \quad CK4 = Q2' \quad CK8 = Q4'$$

Le chronogramme du diviseur montre que sa sortie Q8 réalise une division de fréquence par 16



## Diviseurs de fréquence

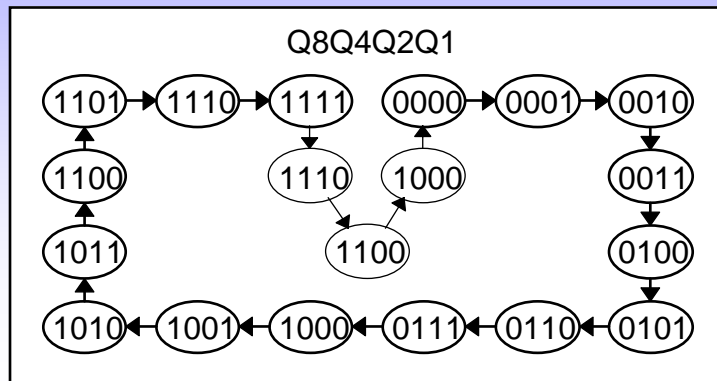
Le graphe des états du diviseur de fréquence représente chaque état Q8Q4Q2Q1 par un sommet et chaque passage d'un état à l'état suivant par une flèche



## Diviseurs de fréquence

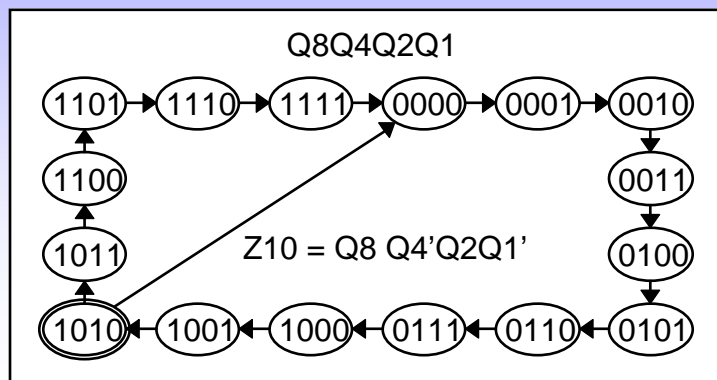
Entre deux états permanents (trait fort) on peut passer par des états transitoires (trait fin)

Par exemple entre 1111 et 0000 on passe par 1110, 1100 et 1101



## Compteurs quasi-synchrones

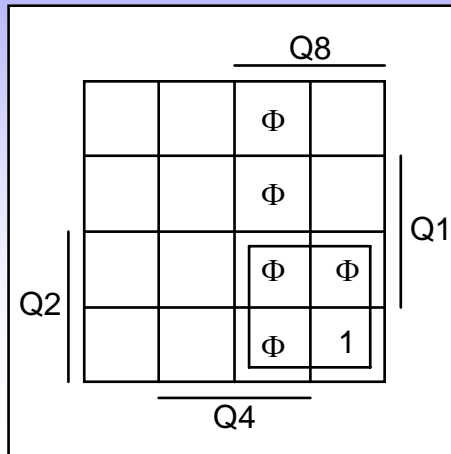
Pour réaliser un diviseur dont les états permanents vont de 0000 à 1001, il suffit de détecter l'état 1010 et d'utiliser cet état pour remettre le diviseur à 0000



## Compteurs quasi-synchrones

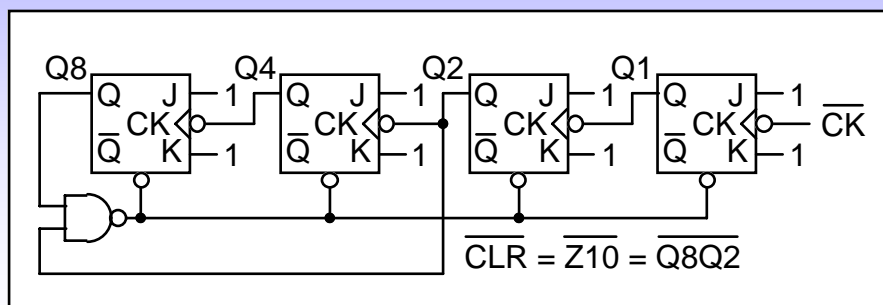
La fonction de détection de l'état 1010 se simplifie dans une table de Karnaugh:

$$Z_{10} = Q_8 \cdot Q_2$$

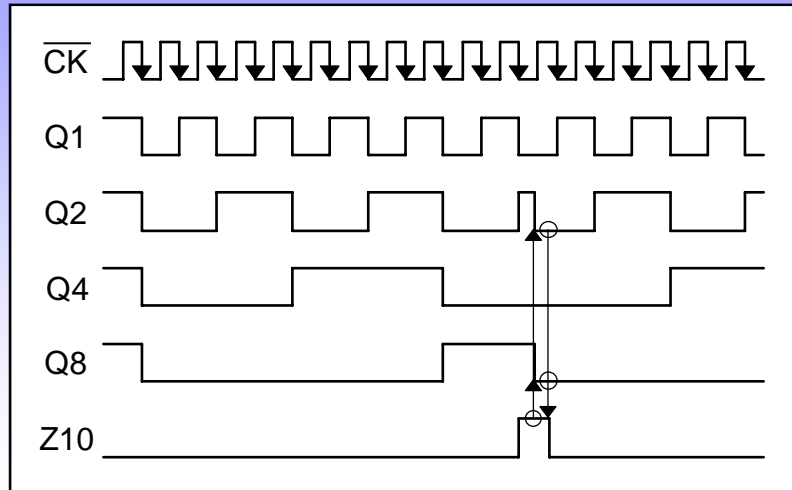


## Compteurs quasi-synchrones

Le schéma logique du compteur quasi-synchrone par 10 fait usage des entrées de remise asynchrone à 0 des bascules

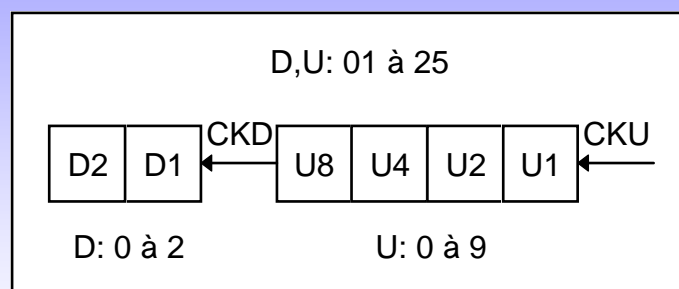


**Le fonctionnement du compteur quasi-synchrone par 10 est illustré par le chronogramme ci-dessous**



## Laboratoire 7.1

Compteur quasi-synchrone



# Laboratoire 7.1

**Initialisations asynchrones:**

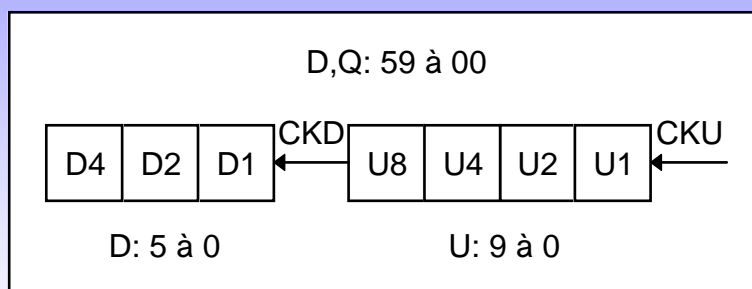
**D2,D1 à 00 au moyen de la fonction Z26**

**U8,U4,U2,U1 à 0000 au moyen de la fonction Z10**

**U8,U4,U2,U1 à 0001 au moyen de la fonction Z26**

# Laboratoire 7.2

**Timer quasi-synchrone**



## **Laboratoire 7.2**

**Initialisations asynchrones:**

**D3,D2,D1 à 101 au moyen de la fonction Z7**

**U8,U4,U2,U1 à 1001 au moyen de la fonction Z15**