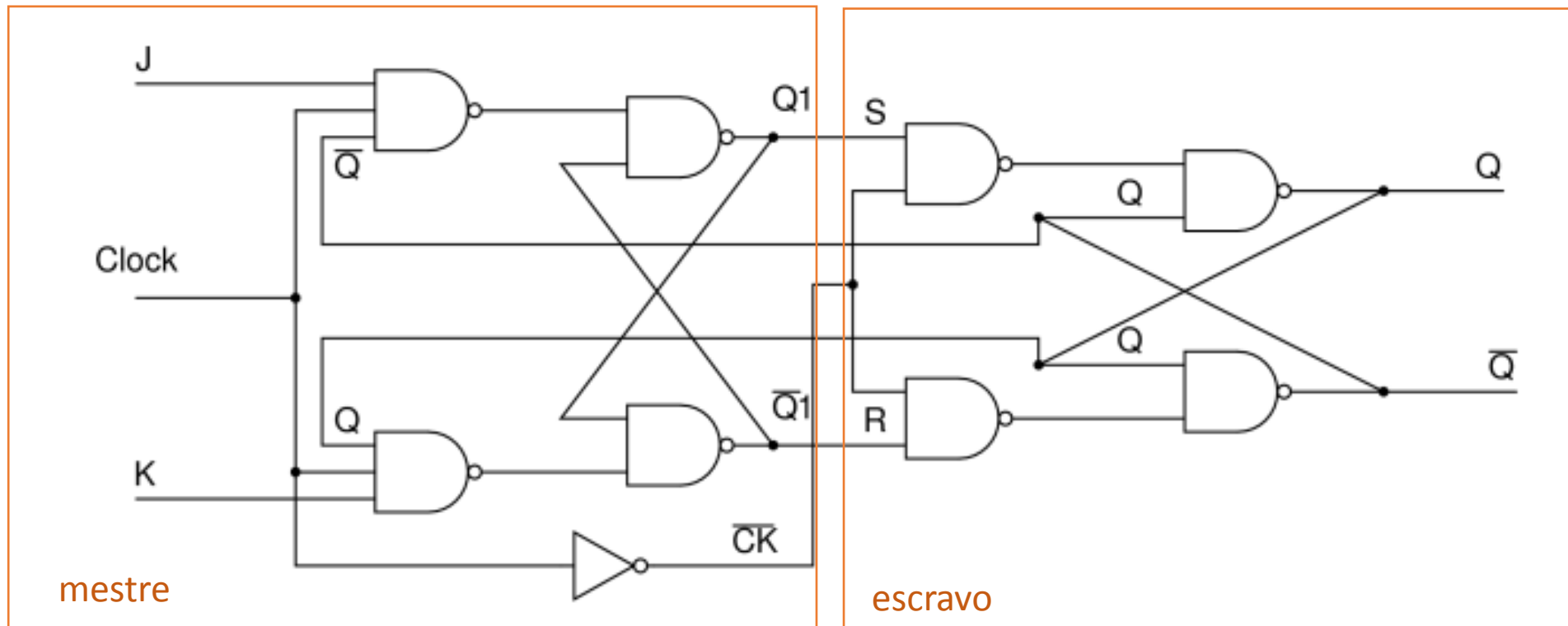


- Flip-Flop
  - RS Básico
  - RS com entrada Clock
  - JK
  - JK com entrada Preset e Clear
  - JK Mestre-Escravo
  - JK Mestre-Escravo com entrada Preset e Clear
  - Tipo T
  - Tipo D

# Flip-Flop jk mestre-escravo

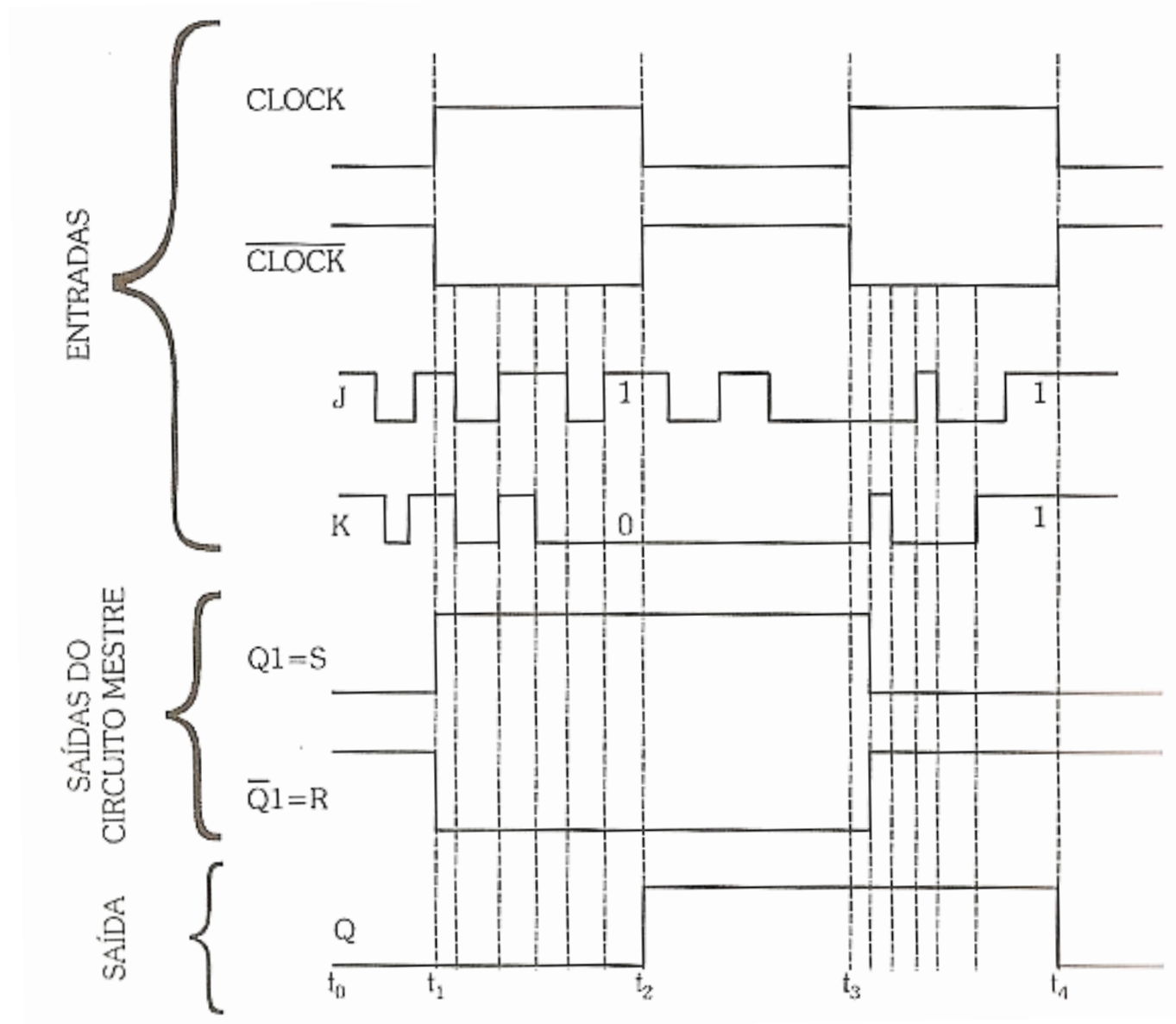
O flip-flop apresenta um comportamento indesejável, quando o clock for igual a 1. Nesta situação, se houver uma mudança nas entrada J e K, o circuito apresentará uma nova saída. Para corrigir este problema, foi criado o flip-flop JK Mestre-Escravo.



### Análise:

- Clock em 1, entradas J e K afetam a saída Q1;
  - Clock do RS em 0, bloqueando a saída Q;
- Clock em 0, saída Q1 bloqueada;
  - Entradas RS, desbloqueadas afetando a saída Q;
  - Valores de JK não afetam a saída Q1;
  - Valores em RS não mudam;

# Flip-Flop jk mestre-escravo



## Mudanças de clock

### ❑ Clock em 0, mestre bloqueado:

- Entradas J e K variam mas a saída Q1 permanece a mesma, logo Q também mantém seu valor.
- Intervalo de  $t_0$  a  $t_1$  e  $t_2$  a  $t_3$ .

# Flip-Flop jk mestre-escravo

## Mudanças de clock

❑ **Clock de 0 para 1, J e K afetam Q1;**

- t1, o valor que estava em Q vai para Q1 invertido;

- t3, J = 0 e K = 0, Q e Q1 continua no mesmo estado,  $Q_f = Q_a$ ;

# Flip-Flop jk mestre-escravo

## Mudanças de clock

### ❑ Clock em 1, mestre desbloqueado:

- Q1 muda o seu estado de acordo com as entradas J, K e Q;
- t1 a t2, os valores assumidos por J, K e Q mantem o valor de Q1 em 1;
- t3 e t4,
- Q1 vai para 0, quando  $J = 0$  e  $K = 1$ ;
- Q1 via para 1, quando  $J = 1$  e  $K = 0$ ;
- Q1 vai para 0, novamente quando  $J = 0$  e  $K = 1$ ;
  - Q permanece constante, pois o clock do circuito escravo estará em 0;

# Flip-Flop jk mestre-escravo

## Mudanças de clock

### ❑ Clock passa de 1 para 0, Q1 (R e S) afetam Q:

- O valor de Q1 se altera apenas uma vez exatamente na transição 1 para 0, início do intervalo onde o valor do clock está em 0;
- O valor presente na entrada do mestre gera uma entrada para o circuito escravo em (t2 e t4);
- t2, J = 1 e K = 0, Q vai para 1;
- t4, J = 1, K = 1 e Qa = 1, Q vai para 0, invertendo seu valor;

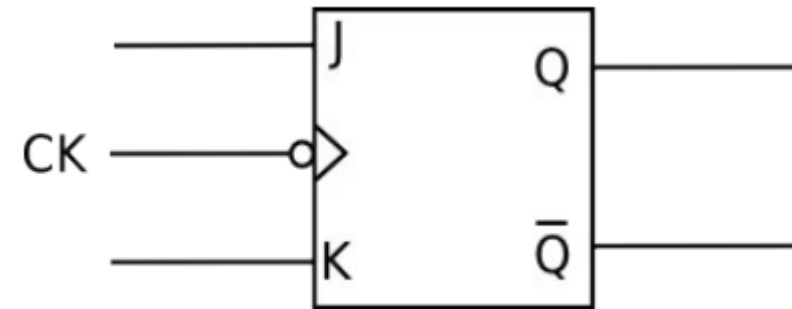


# Flip-Flop jk mestre-escravo

Tabela verdade:

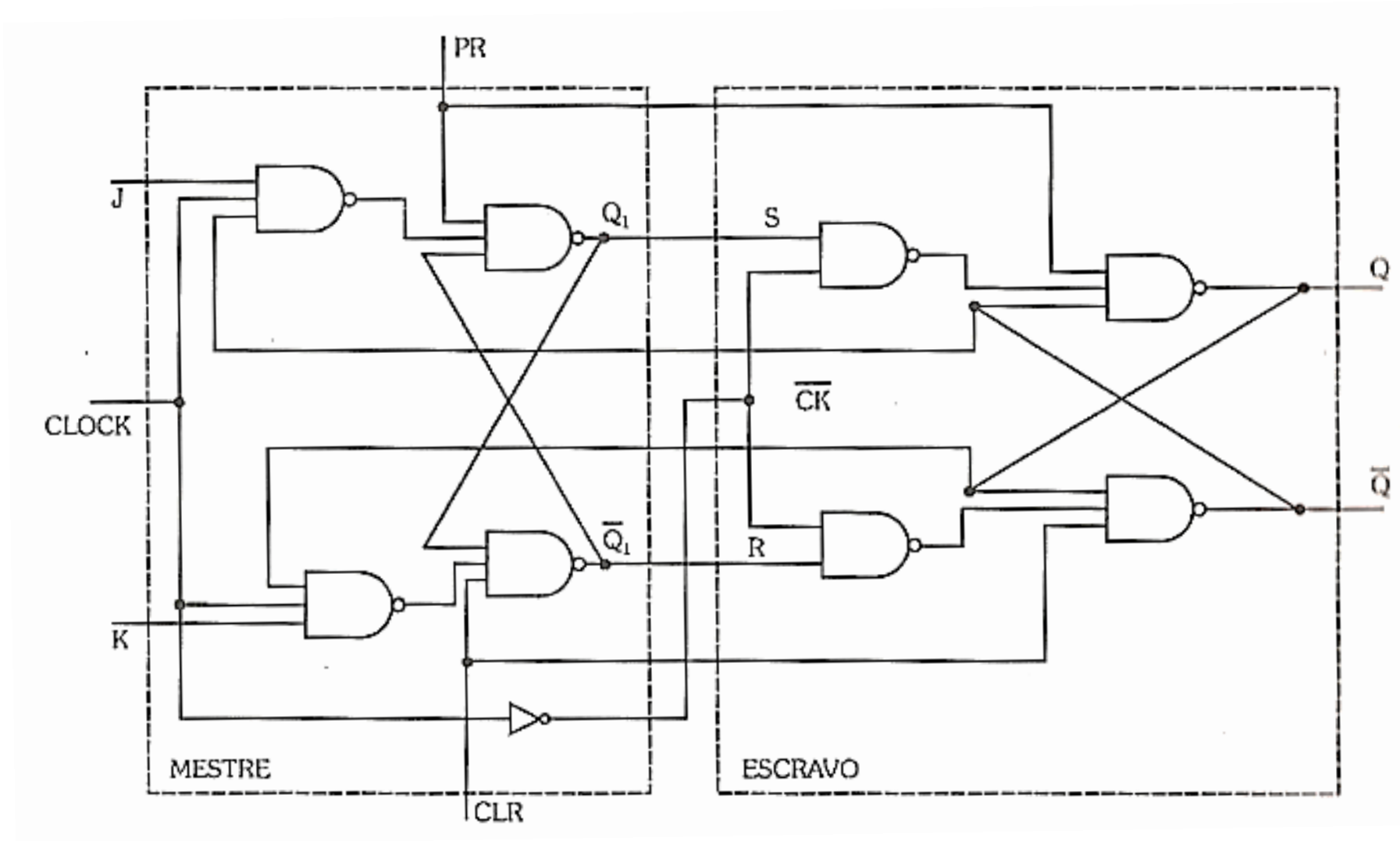
| J | K | $Q_f$      |
|---|---|------------|
| 0 | 0 | $Qa$       |
| 0 | 1 | 0          |
| 1 | 0 | 1          |
| 1 | 1 | $\bar{Q}a$ |

Bloco JK Mestre escravo sensível à descida de clock:



- A tabela é igual ao flip-flop JK básico, porem a saída só mudará seu valor na passagem do clock de 1 para 0;
- O circuito é denominado, JK Mestre Escravo sensível a descida do clock;

# Flip-Flop jk mestre-escravo com Entrada Preset e Clear

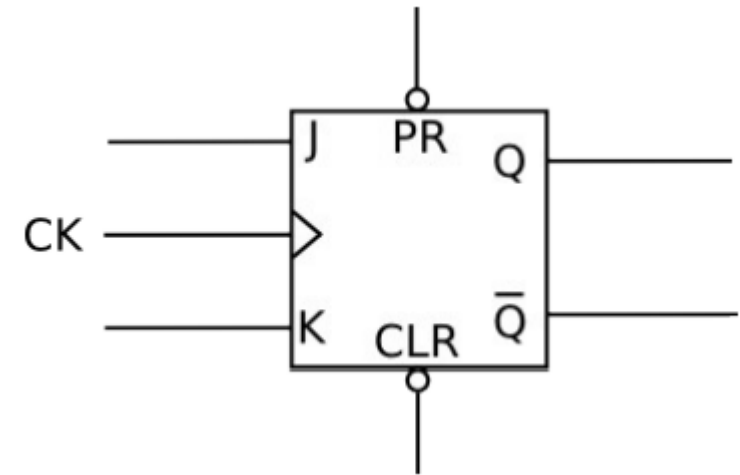


# Flip-Flop jk mestre-escravo com Entrada Preset e Clear

- Preset em 0, saída Q assume valor 1;
- Clear em 0, saída Q assume valor 0;
- Atua independente da entrada de clock;
- Tabela:

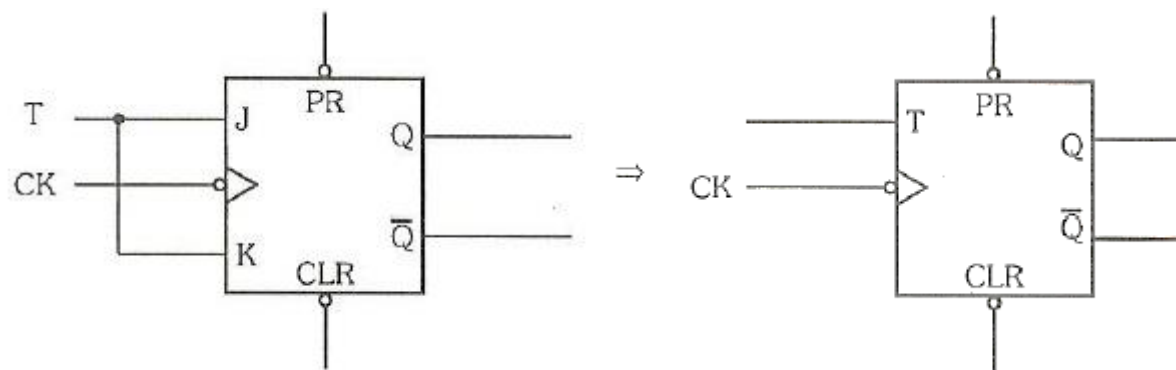
| CLR | PR | Qf                   |
|-----|----|----------------------|
| 0   | 0  | Não permitido        |
| 0   | 1  | 0                    |
| 1   | 0  | 1                    |
| 1   | 1  | Funcionamento normal |

- Bloco:



# Flip-Flop tipo t

É obtido a partir de um JK Mestre-Escravo com as entradas J e K curto-circuitadas (uma ligada a outra), logo quando J assumir valor 1, K também assumirá valor 1, e quando J assumir valor 0, K também assumirá valor 0. As entradas  $J=0$  e  $K=1$ ,  $J=1$  e  $k=0$  nunca irão ocorrer.



| J | K | T          | Qf         |
|---|---|------------|------------|
| 0 | 0 | 0          | Qa         |
| 0 | 1 | não existe | /          |
| 1 | 0 | não existe | /          |
| 1 | 1 | 1          | $\bar{Q}a$ |

## Flip-Flop tipo t

Eliminando os casos não existentes, obtemos a tabela verdade do flip-flop:

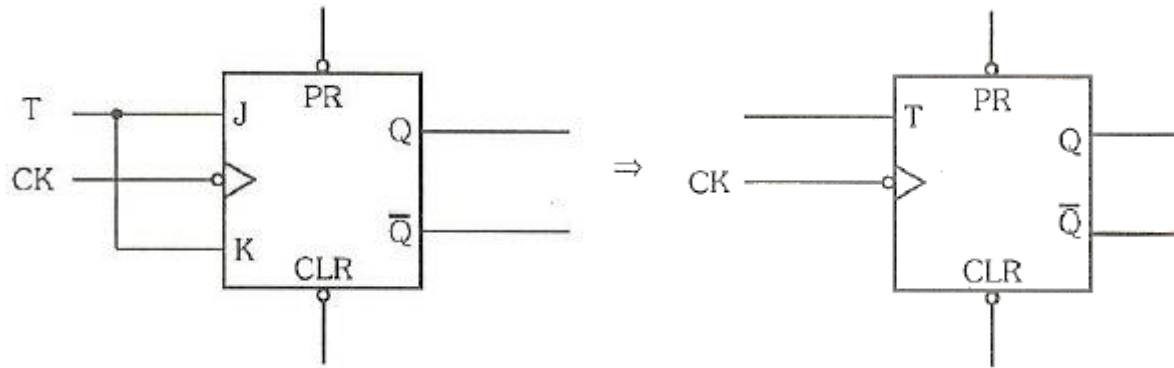
| T | Qf              |
|---|-----------------|
| 0 | Qa              |
| 1 | $\overline{Qa}$ |

Devido ao fato de o flip-flop tipo T, com a entrada T igual a 1, complementar a saída ( $\overline{Qa}$ ) a cada descida de clock, este será utilizado como célula principal dos **contadores assíncronos**. A sigla **T** vem de **Toggle** (comutado).

O flip-flop tipo T, não é encontrado na série de circuito integrados comerciais, sendo na prática montado à partir de um JK mestre-escravo.

# Flip-Flop tipo D

É obtido a partir de um JK Mestre-Escravo com as entradas J e K curto-circuitadas (uma ligada a outra), logo quando J assumir valor 1, K também assumirá valor 1, e quando J assumir valor 0, K também assumirá valor 0. As entradas  $J=0$  e  $K=1$ ,  $J=1$  e  $k=0$  nunca irão ocorrer.



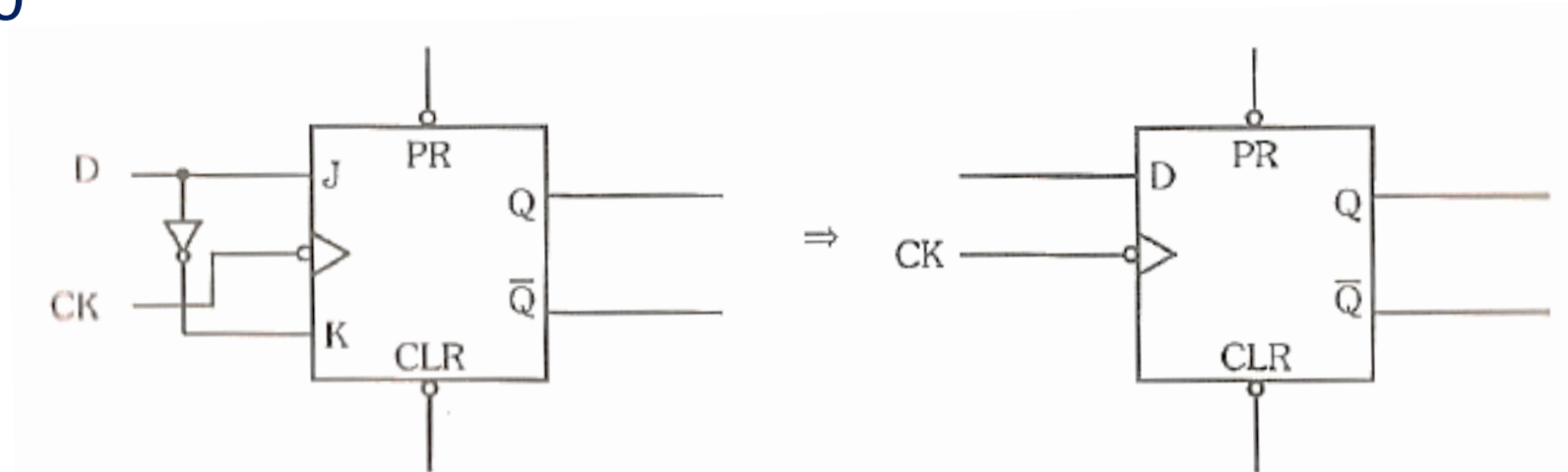
| J | K | T          | Qf         |
|---|---|------------|------------|
| 0 | 0 | 0          | Qa         |
| 0 | 1 | não existe | /          |
| 1 | 0 | não existe | /          |
| 1 | 1 | 1          | $\bar{Q}a$ |

# Flip-Flop tipo D

## Flip-Flop Tipo D

É obtido a partir de um flip-flop JK Mestre-Escravo com a entrada k invertida (por inversor) em relação a J. Logo, neste flip-flop, teremos as seguintes entradas possíveis:

- $J = 0$  e  $K=1$
- $J = 1$  e  $K=0$



# Flip-Flop tipo D

## Flip-Flop Tipo D

| J | K | D          | Qf |
|---|---|------------|----|
| 0 | 0 | não existe | /  |
| 0 | 1 | 0          | 0  |
| 1 | 0 | 1          | 1  |
| 1 | 1 | não existe | /  |



| D | Qf |
|---|----|
| 0 | 0  |
| 1 | 1  |

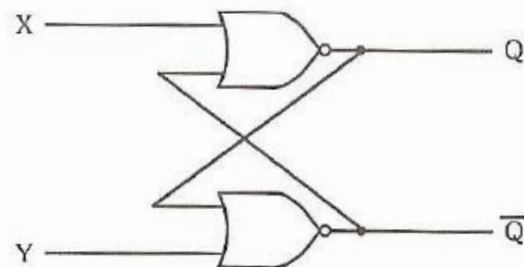
Pela capacidade de passar para a saída (Qf) e armazenar o dado aplicado na entrada D, este flip-flop será empregado como célula **de registradores de deslocamento** e em outros sistemas de memória. A sigla **D** vem de **Data**.



# Flip-Flop

## Exercícios

1. Levante a tabela verdade do flip-flop e identifique as entradas S e R:



2. Determine as formas de onda das saídas Q e  $\bar{Q}$  do flip-flop tipo visto na figura, em função dos sinais aplicados nas entradas:

