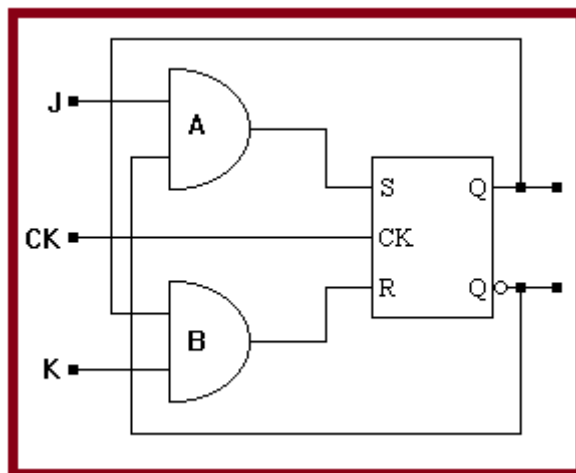


## FLIP-FLOP JK / FLIP-FLOP T

Por ser o FF JK um dos mais versáteis utilizados em circuitos lógicos, o mesmo é conhecido como *Flip-Flop Universal*.

A figura abaixo mostra um FF JK implementado a partir de um FF RS sincronizado básico:



Na porta A temos o produto:  $J \times Q'$   
 Na porta B temos o produto:  $K \times Q$

No flip-flop JK não existe estado proibido. A tabela abaixo mostra os modos de operação de um flip-flop JK:

J	K	Modo de operação
0	0	hold
1	0	set
0	1	reset
1	1	toggle

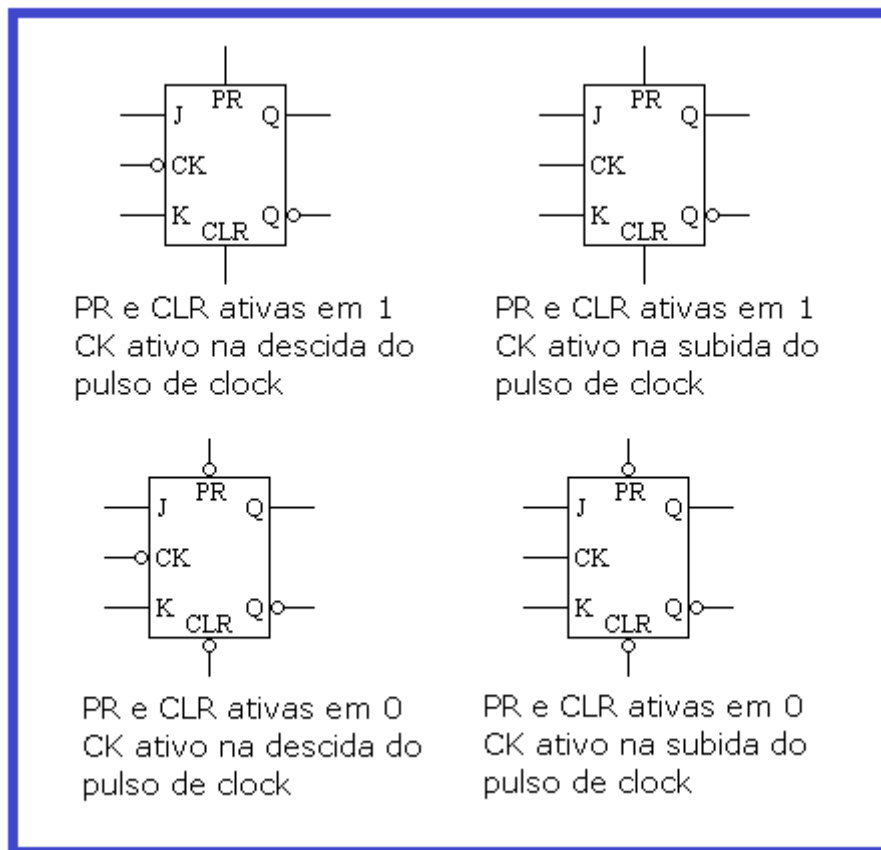
O modo de operação "toggle" é exclusivo de FF JK e somente ocorre quando as entradas J e K forem iguais a 1. *No modo toggle as saídas se complementam.*

Veja como exemplo a tabela a seguir, considerando o estado inicial igual a 1, ou seja,  $Q_n = 1$ .

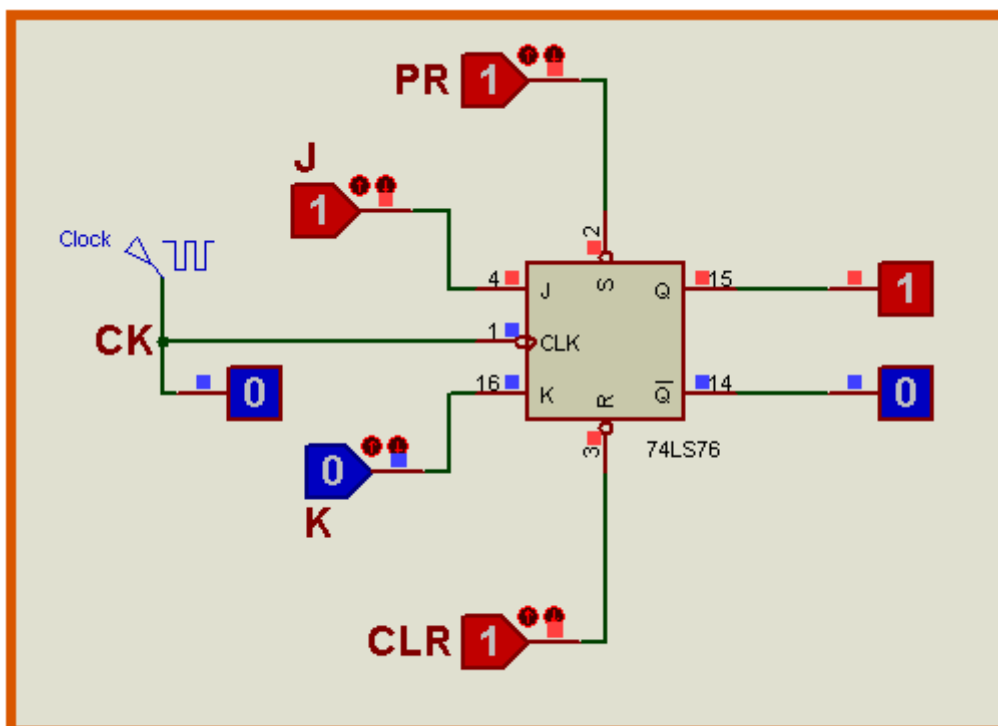
Entradas		Saídas		Modo de operação
J	K	$Q_{n+1}$	$Q_{n+1}'$	
0	0	1	0	hold
0	1	0	1	reset
1	0	1	0	set
1	1	0	1	toggle

Observe que no modo de operação "toggle" as saídas se complementam.

Veja a seguir a representação de um FF JK em blocos:



Veja a seguir o circuito montado para simulação no Proteus ISIS, usando o CI comercial 74LS76.

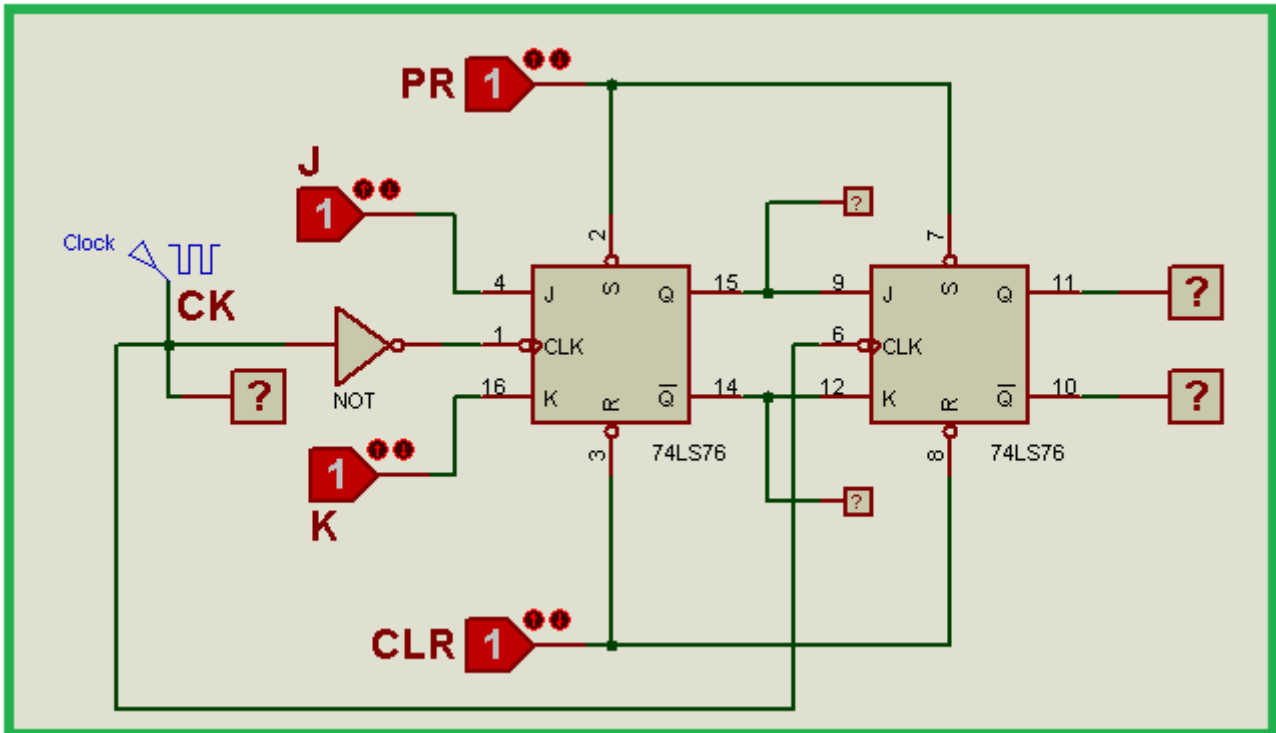


As entradas PR e CLR são ativas em 0, logo, para liberar o FF as entradas PR e CLR devem estar em NL 1.

O clock do FF responde na descida do pulso de clock (transição H-L).

## FLIP-FLOP JK MESTRE-ESCRAVO

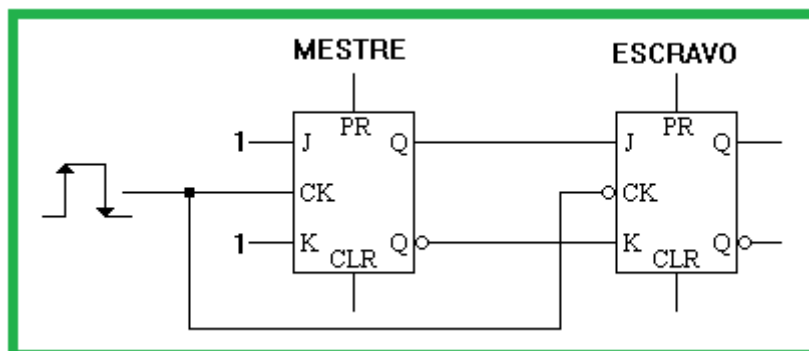
O FF JK mestre-escravo (MS – do inglês Master-Slave) nada mais é do que a interligação de dois FFs comuns, onde o primeiro é denominado Mestre (master) e o segundo Escravo (slave).



No circuito acima, podemos ver uma característica importante desse tipo de FF, em que o Mestre é acionado pela borda positiva do pulso de clock, ou seja, transição L-H, enquanto que o Escravo copia o Mestre na borda negativa do pulso de clock, ou seja, transição H-L.

Conclui-se, portanto, que isto provoca um funcionamento efetivo do FF durante a duração do pulso de clock e desta forma, as saídas do Mestre e do Escravo estarão defasadas em um tempo que é igual a largura do pulso de clock.

Veja o FF JK MS ilustrado em blocos onde o Mestre é ativo na subida do pulso de clock e o Escravo copia o mestre na descida do pulso de clock:

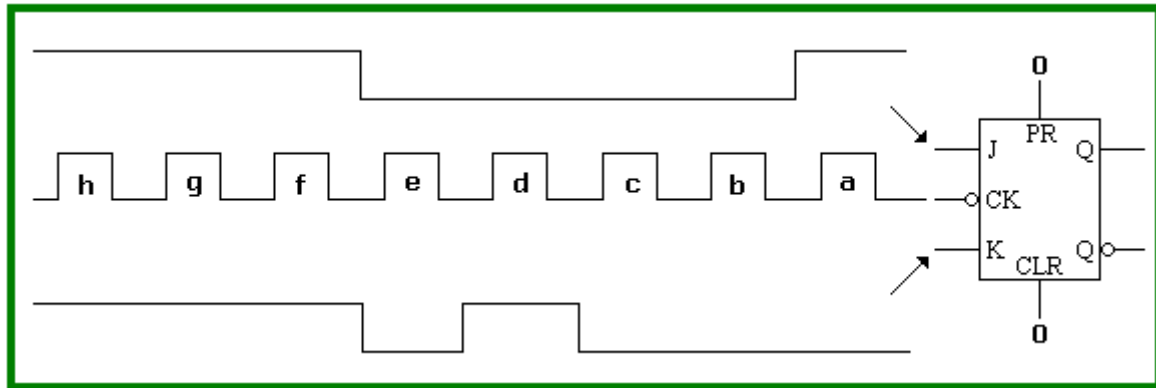


Se o Mestre for sensível a borda negativa (descida do pulso de clock) o escravo copiará o mestre na borda positiva (subida do pulso de clock).

A vantagem do FF JK MS é que qualquer interferência que possa ocorrer na entrada será corrigida efetivamente na saída do escravo.

*Conclusão: O flip-flop JK mestre-escravo tem a característica de necessitar de um pulso inteiro de clock para transferir os dados da entrada para a saída.*

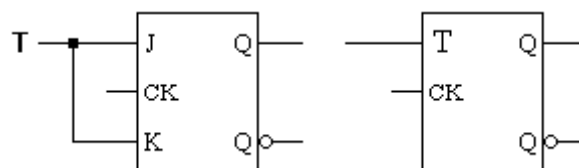
Veja a seguir uma ilustração relacionando dados de entrada e saída de um FF JK, com acionamento por transição negativa do pulso de clock:



*pulso a = set  
 pulso b = hold  
 pulso c = hold  
 pulso d = reset  
 pulso e = hold  
 pulso f = toggle  
 pulso g = toggle  
 pulso h = toggle*

## FF TIPO T

Esse FF é obtido normalmente a partir de um FF JK, onde as entradas J e K são interligadas, passando então a receber o nome de FF tipo T, conforme ilustram as figuras abaixo:

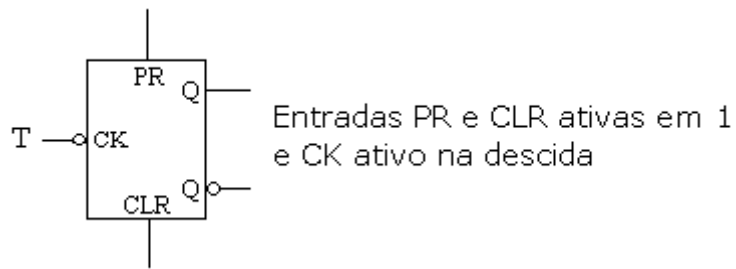


Deduz-se então que o FF tipo T não possui os modos de operação SET e RESET, possuindo apenas os modos de operação HOLD e TOGGLE.

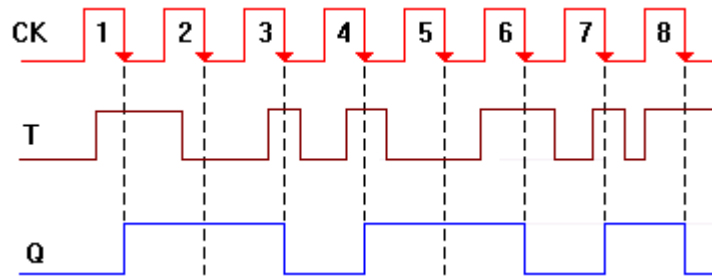
Em vista disso, é muito comum utilizar-se da simbologia abaixo para um FF do tipo T.

Quando  $T = 0$ , temos  $J=K=0$ , modo de operação HOLD

Quando  $T = 1$ , temos  $J=K=1$ , modo de operação TOGGLE



A figura abaixo mostra as formas de onda de um FF T com entradas de clock e T separadas:



No exemplo mostrado, os pulsos de clock ativam o FF na transição negativa, ou seja, H-L, pressupondo o FF liberado, com PR=CLR=0.

Veja o circuito montado no Proteus ISIS

