

6.0 Flip-flop

São células básicas de uma memória, ou seja, são capazes de memorizar um bit. Um conjunto de flip-flops é capaz de armazenar vários bits, ou seja, uma informação que pode representar o estado de um seqüenciador, o valor de um contador, um caractere ASCII em uma memória de um computador ou qualquer outra parte de uma informação.

Normalmente estas células possuem além de alimentação, duas entradas, uma saída e um sinal de clock que é o coração de um sistema digital. Quatro tipos de flip-flop serão abordados neste material, são eles: RS, JK, T e D.

6.1 Flip-flop - RS

Um flip-flop S-R Sincrono depende da habilitação de suas entradas por um sinal de clock para que essas possam alterar o estado do mesmo.

Simbologia FF - RS (borda negativa)

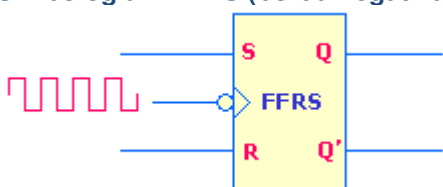
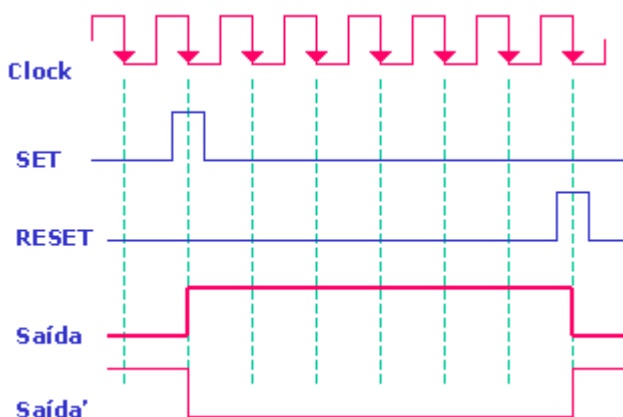


Tabela verdade

S	R	Q	
0	0	CA	Condição anterior
0	1	0	
1	0	1	
1	1	CP	Condição proibida

Diagrama temporizado (borda negativa)



Nota:

Os flaps fops podem ser sensíveis às bordas de descida ou de subida os símbolos utilizados para representa-los são:

Borda de descida



Borda de subida



6.1 Flip-flop - JK

É um flip-flop RS otimizado, interpretando a condição $S = R = 1$ como um comando de inversão. Especificamente, a combinação $J = 1, K = 0$ é um comando para ativar (set) a saída do flip-flop; a combinação $J = 0, K = 1$ é um comando para desativar (reset) a saída do flip-flop; e a combinação $J = K = 1$ é um comando para inverter o flip-flop, trocando o sinal de saída pelo seu complemento.

Simbologia FF - JK (borda negativa)

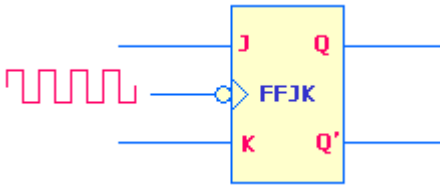
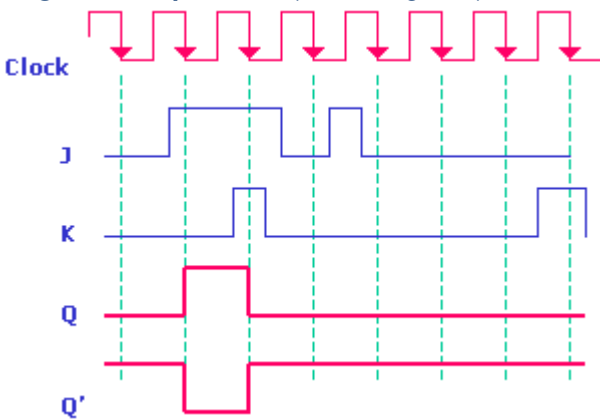


Tabela verdade

J	K	Q	
0	0	CA	Condição anterior
0	1	0	
1	0	1	
1	1	CA'	Condição anterior Invertida

Diagrama temporizado (borda negativa)



Curiosidade

O flip-flop J-K recebeu este nome em homenagem a Jack Kilby, o homem que inventou o circuito integrado, em 1958, pelo qual ele recebeu o prêmio Nobel em Física no ano 2000. "Jump-kill", também é utilizado como analogia ao "set-reset".

Flip-flop D (Data)

O flip-flop D ("data" ou dado) possui uma entrada, que é ligada diretamente à saída, sua função é somente de armazenar o valor apresentado em sua entrada, também é chamado de **latch**. O flip-flop tipo D, também pode ser construído com um tipo JK.

Simbologia FF - D com JK (borda negativa)

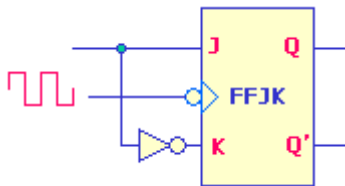


Tabela verdade

J	K	Q	
0	0	X	Impossível
0	1	0	
1	0	1	
1	1	X	Impossível

Simbologia FF - D (borda negativa)

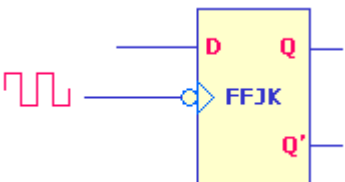
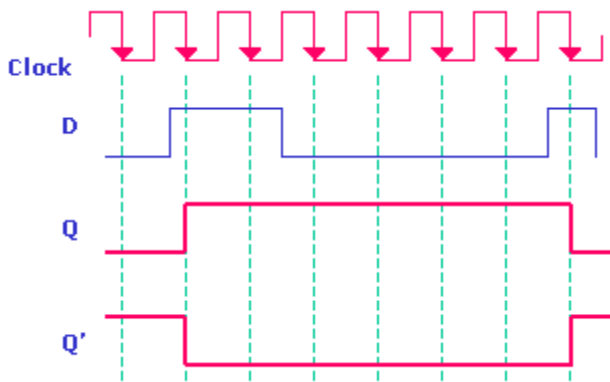


Tabela verdade simplificada

D	Q
0	0
1	1

Diagrama temporizado (borda negativa)



Curiosidades

- Com 1 flip-flop tipo D podemos armazenar um Bit.
- Com 4 flip-flop tipo D podemos armazenar um nibble.
- Com 8 flip-flop tipo D podemos armazenar um byte.
- Uma memória RAM (Random Access Memory), é formada por um conjunto de flip-flops do tipo D.

Flip-flop T (toggle)

Um **flip-flop tipo T** é um JK com as entradas interligadas e, portanto, seus valores só podem ser iguais.

Simbologia FF - T com JK (borda negativa)

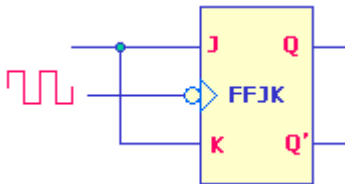


Tabela verdade

J	K	Q	
0	0	CA	Condição anterior
0	1	X	Impossível
1	0	X	Impossível
1	1	CA'	Condição anterior Invertida

Simbologia FF - T (borda negativa)

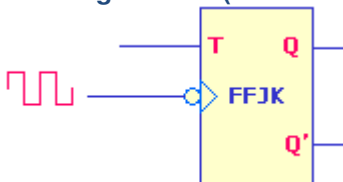
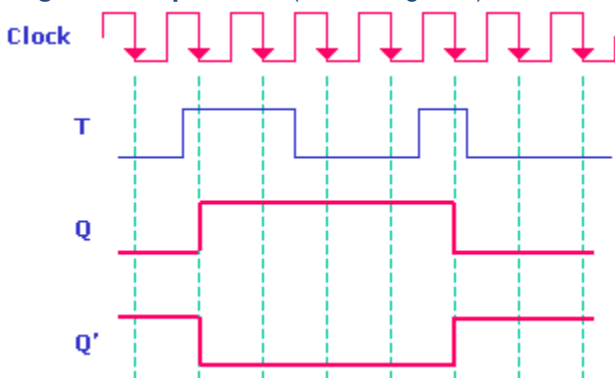


Tabela verdade simplificada

D	Q
0	CA
1	CA'

Diagrama temporizado (borda negativa)

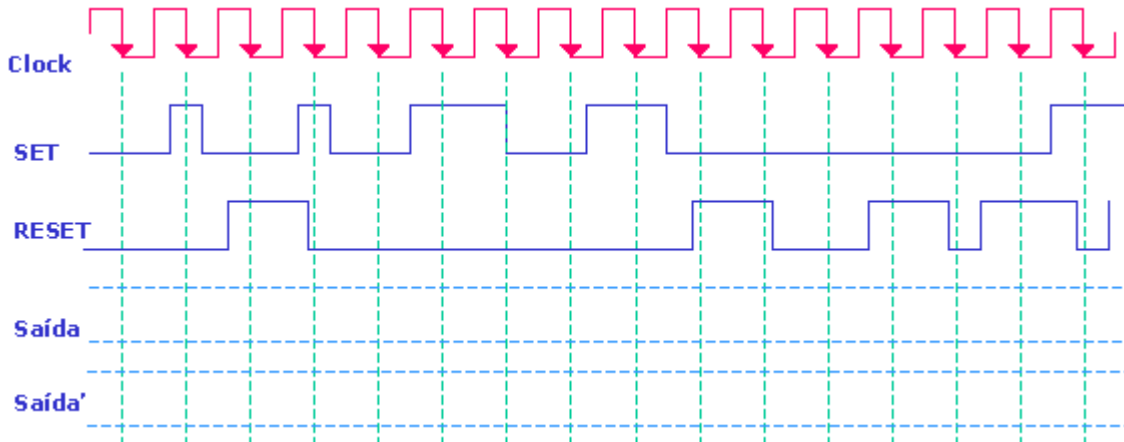


Curiosidades

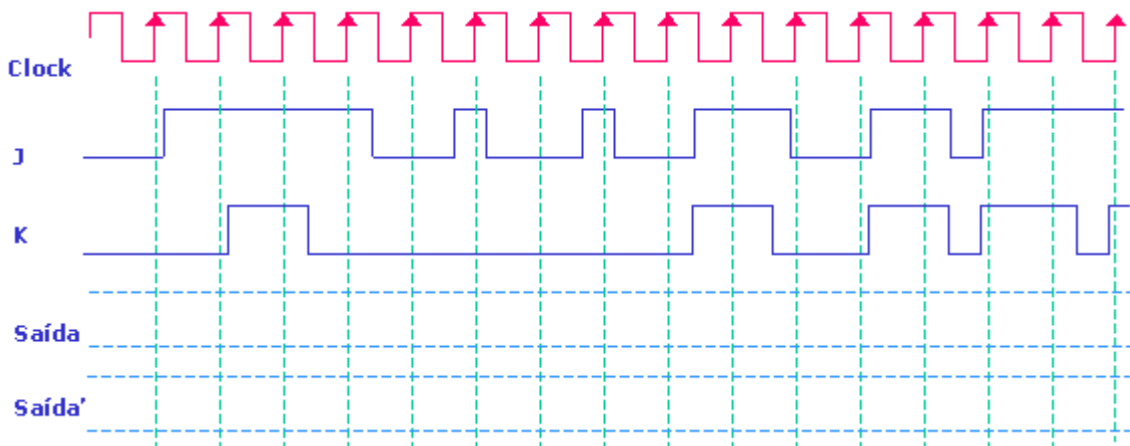
Um relógio digital pode ser construído com flip flops tipo T.

Praticando...

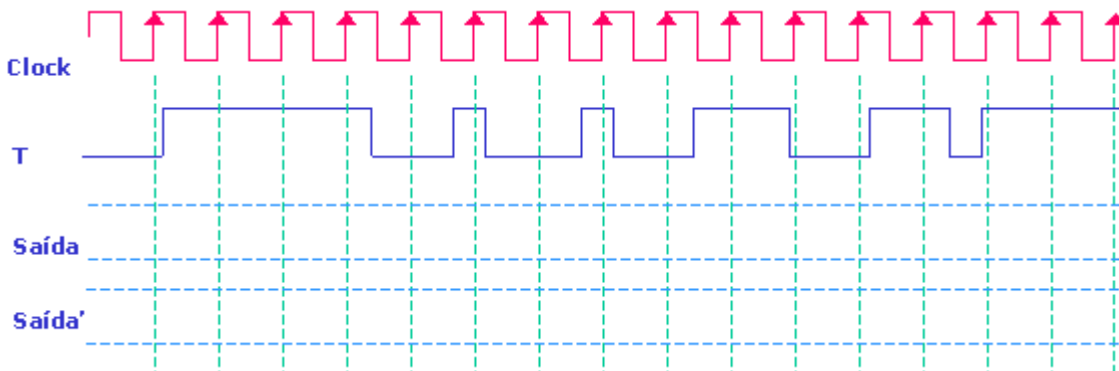
1- Completar o diagrama de tempo para o FF-RS sensível à borda de descida.



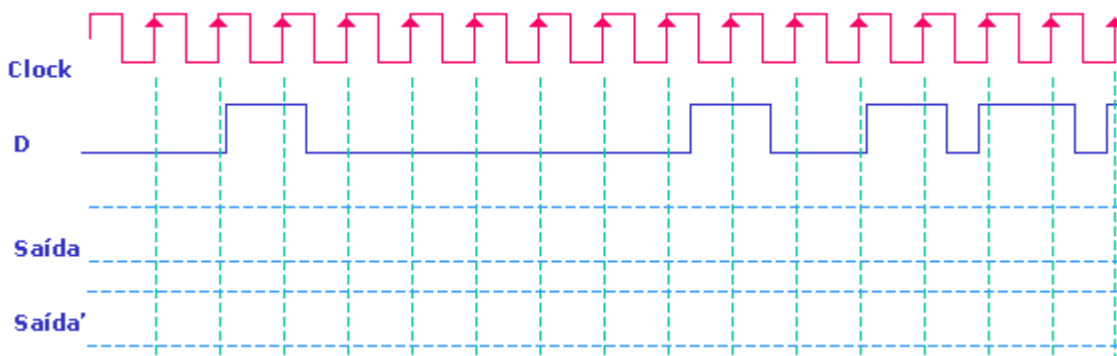
2- Completar o diagrama de tempo para o FF-JK sensível à borda de subida.



3- Completar o diagrama de tempo para o FF-T sensível à borda de subida.



4- Completar o diagrama de tempo para o FF-T sensível à borda de subida.



Adicionando as entradas Preset e Clear aos flip-flops

Com o passar do tempo o FF-JK foi otimizado, ou seja, ganhou outras duas entradas de informação que são: Preset (**PR'**) e Clear (**CL'**). Estas entradas alteram os valores da saída independente das entradas J K e Clock.

Quando os flip-flops dependem de pulsos de clock para atualizar as saídas estes são chamados síncronos, se não dependem são chamados assíncronos.

Simbologia FF - JK (borda negativa)

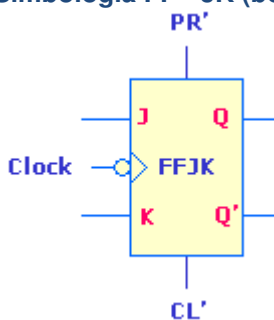


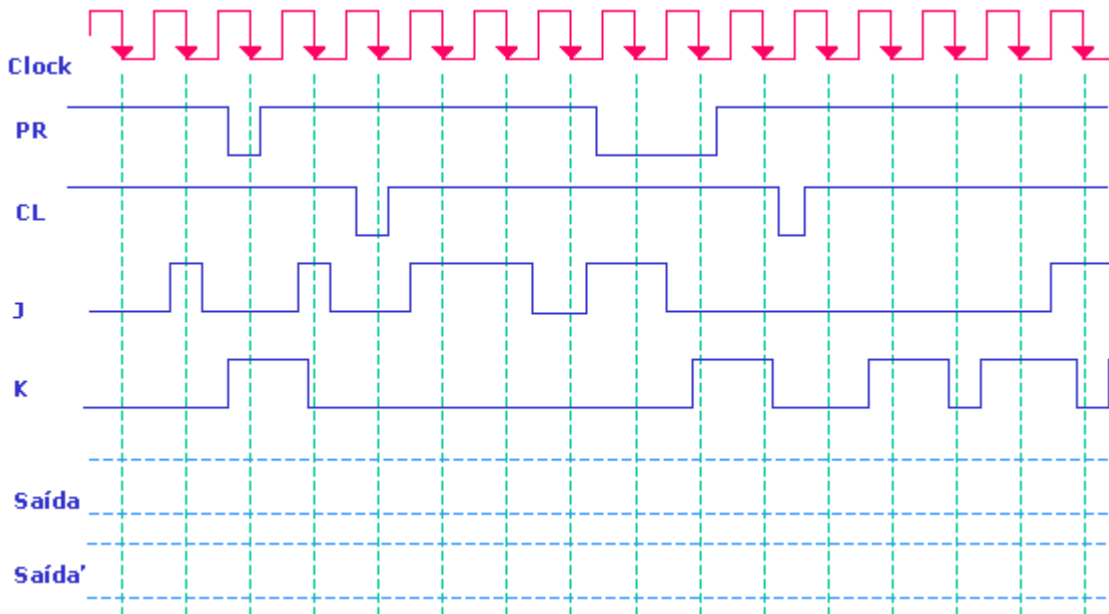
Tabela verdade

PR	CL	J	K	Q	Q'
0	0	X	X	erro	erro
0	1	X	X	1	0
1	0	X	X	0	1
1	1	0	0	CA	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	CA'	1

Importante observar que estas entradas são invertidas, ou seja, são ativadas com 0.

Praticando...

5- Completar o diagrama de tempo para o FF-JK sensível à borda de descida com Preset e clear.

**Referências bibliográficas:**

- ❑ Ivan V. Idoeta / Francisco G. Capuano. Elementos de Eletrônica Digital. São Paulo: Erica, 1986.
- ❑ Tocci, Ronald J.; Widmer, Neal S.; Moss, Gregory L. Pearson. Sistemas Digitais - Princípios e Aplicações. Person, 2008.
- ❑ Antonio Carlos de Lourenço / Eduardo Cesar Alves. Circuitos digitais. São Paulo: Erica, 1986.

“Se queres prever o futuro, estuda o passado.”
Confúcio