

Arquitetura de Computadores

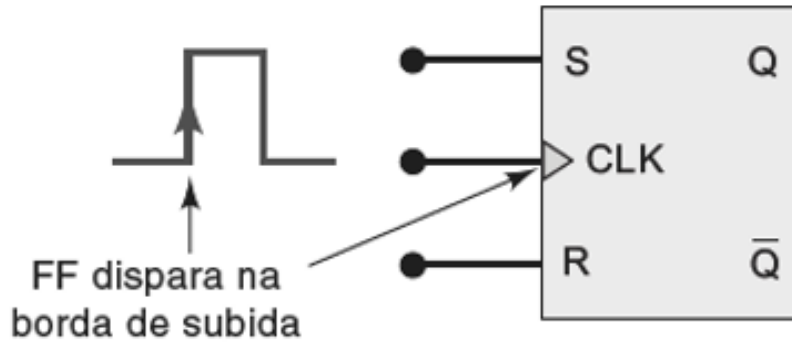
PROF. ISAAC

Lógica sequencial

Circuitos sequenciais

- O campo da eletrônica digital é basicamente dividido em lógica combinacional e lógica sequencial.
- Os circuitos lógicos estudados até agora são considerados combinacionais, porque os níveis lógicos de saída, em qualquer instante de tempo, dependem apenas dos presentes nas entradas nos mesmos instantes.
- Os circuitos sequenciais tem as saídas dependentes das variáveis de entrada e/ou de seus estados anteriores que permanecem armazenados, sendo geralmente, sistemas pulsados, ou seja, operam sob o comando de uma sequencia de pulsos denominada clock.

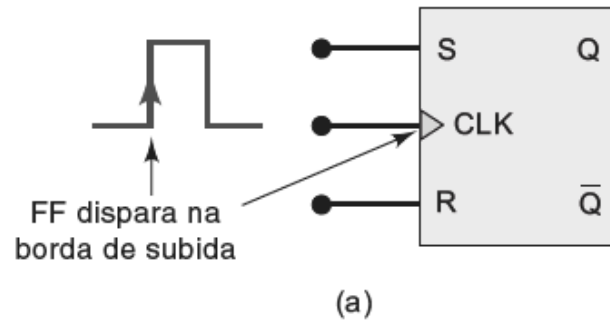
Flip Flop RS



Entradas			Saída
S	R	CLK	Q
0	0	↑	Q_0 (não muda)
1	0	↑	1
0	1	↑	0
1	1	↑	Ambíguo

Q_0 é o nível de saída anterior a ↑ de CLK.
↓ de CLK não produz mudança em Q.

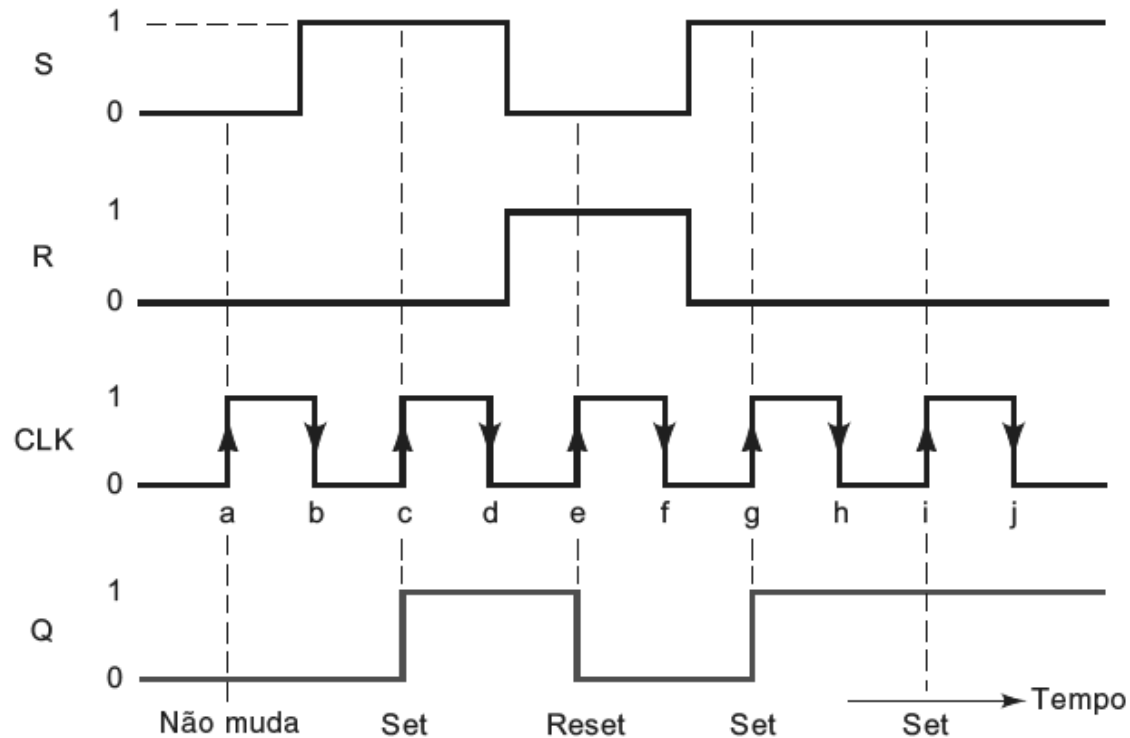
Flip Flop RS



Entradas			Saída
S	R	CLK	Q
0	0	↑	Q_0 (não muda)
1	0	↑	1
0	1	↑	0
1	1	↑	Ambíguo

Q_0 é o nível de saída anterior a ↑ de CLK.
↓ de CLK não produz mudança em Q.

(b)



Flip Flop RS

- Construa o circuito abaixo e complete a Tabela Verdade.

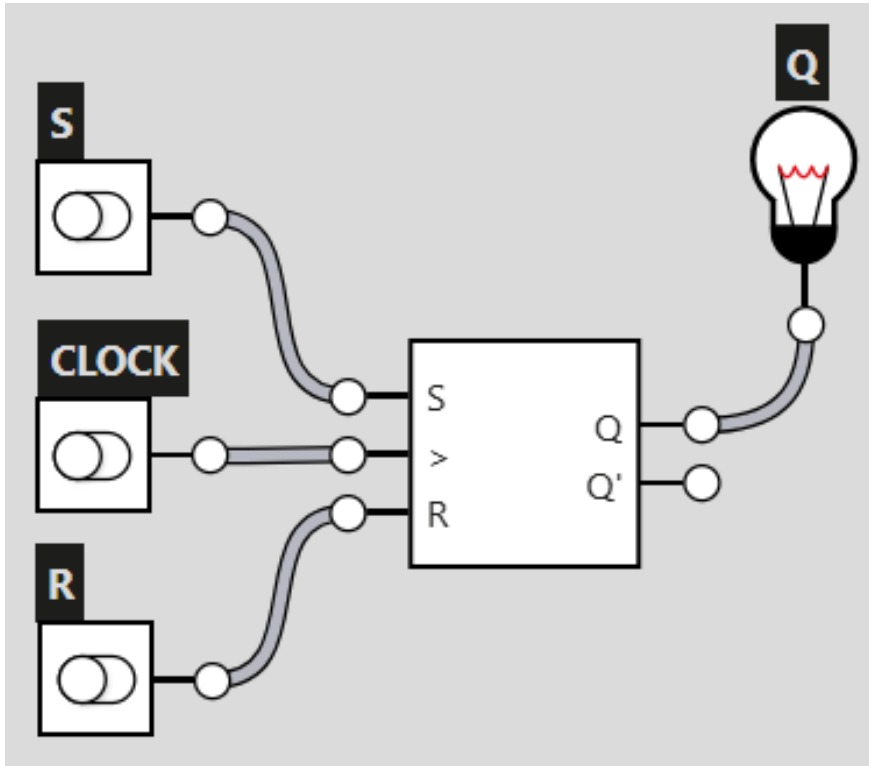


TABELA VERDADE

Ck	S	R	Q	/Q
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

Use o site logic.ly

Flip Flop RS

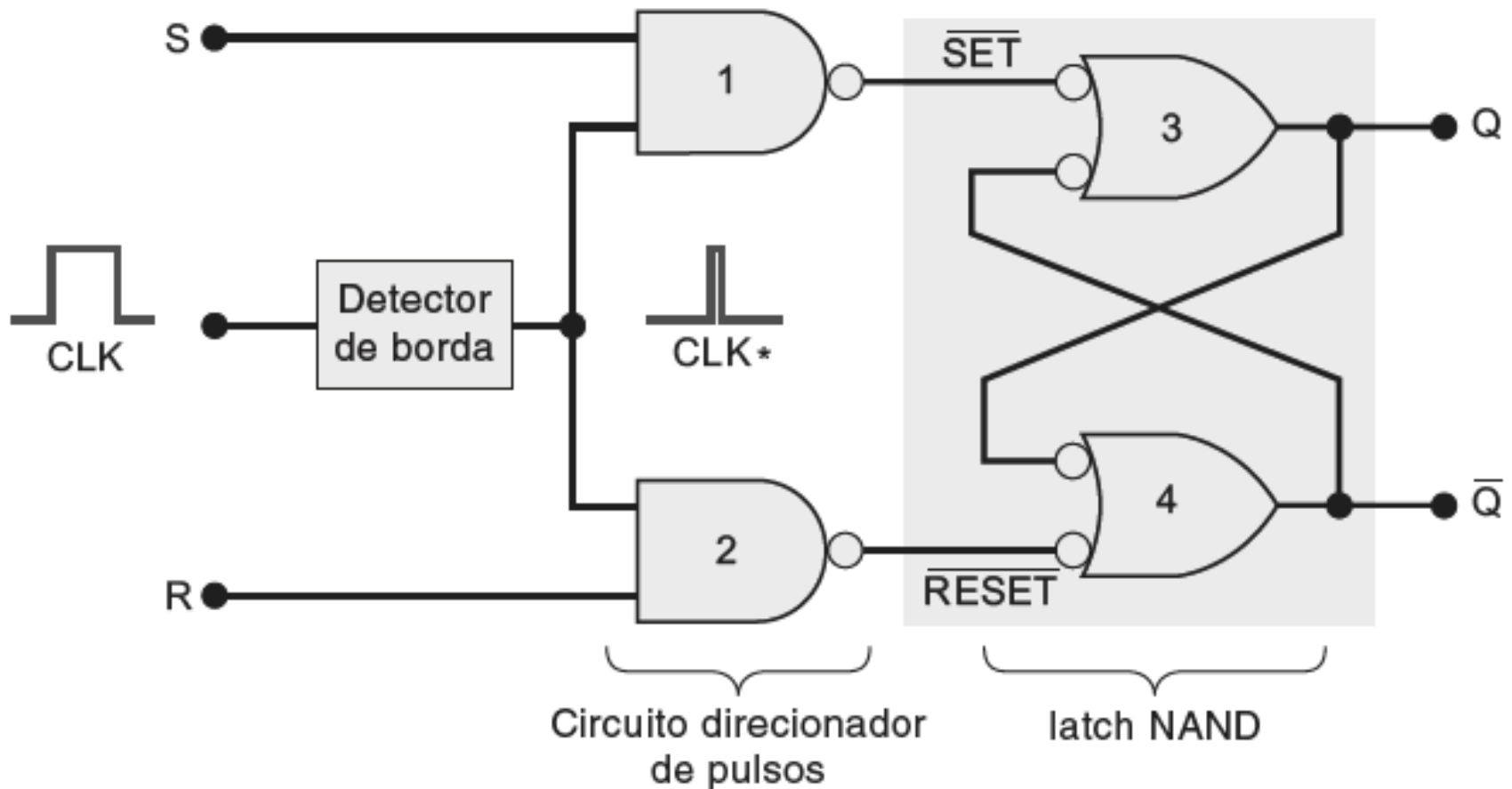
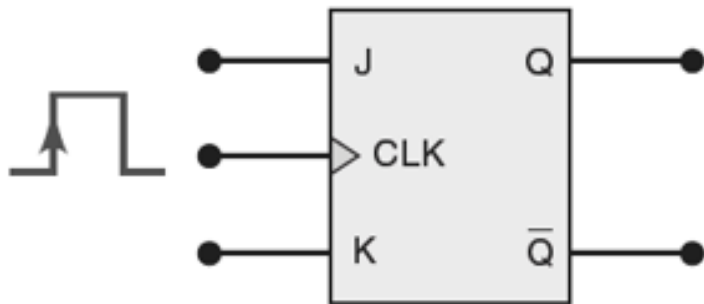


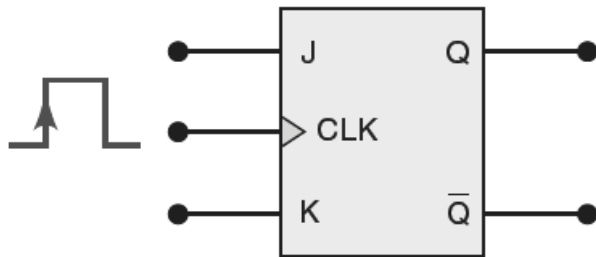
FIGURA 5.21 Versão simplificada do circuito interno de um flip-flop *S-R* disparado por borda.

Flip Flop JK



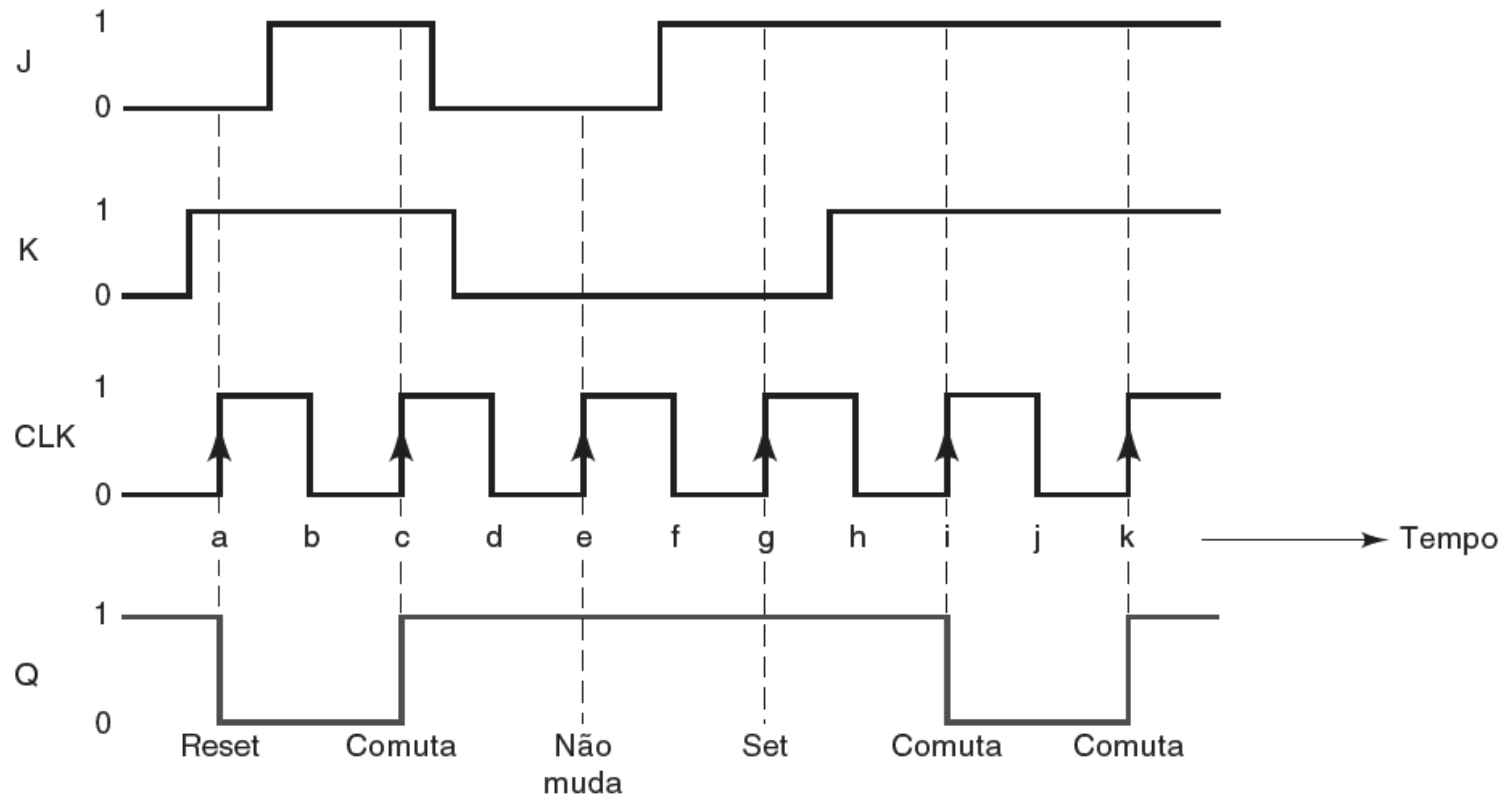
J	K	CLK	Q
0	0	\uparrow	Q_0 (não muda)
1	0	\uparrow	1
0	1	\uparrow	0
1	1	\uparrow	\bar{Q}_0 (comuta)

Flip Flop JK



J	K	CLK	Q
0	0	↑	Q_0 (não muda)
1	0	↑	1
0	1	↑	0
1	1	↑	$\overline{Q_0}$ (comuta)

(a)



Flip Flop JK

- Construa o circuito abaixo e complete a Tabela Verdade.

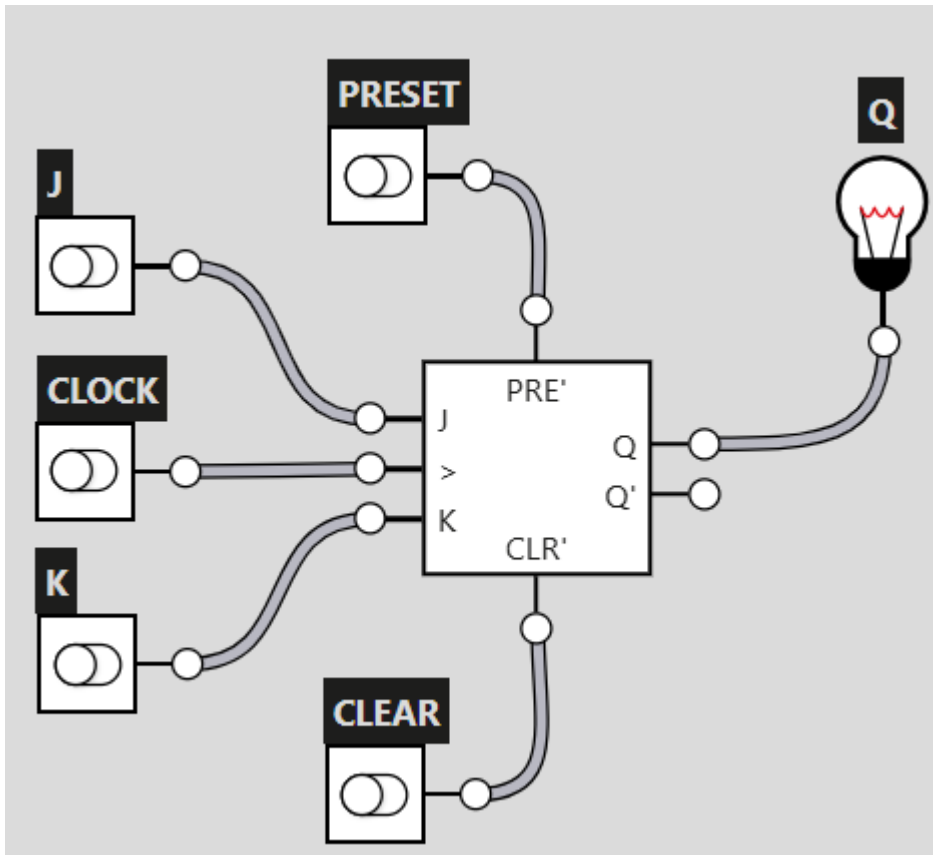









TABELA VERDADE

Pr	Clr	Ck	J	K	Q	/Q
1	1		0	0		
1	1		0	1		
1	1		1	0		
1	1		1	1		
1	0		1	1		
0	1		1	1		
0	0		1	1		

Use o site logic.ly

Flip Flop JK

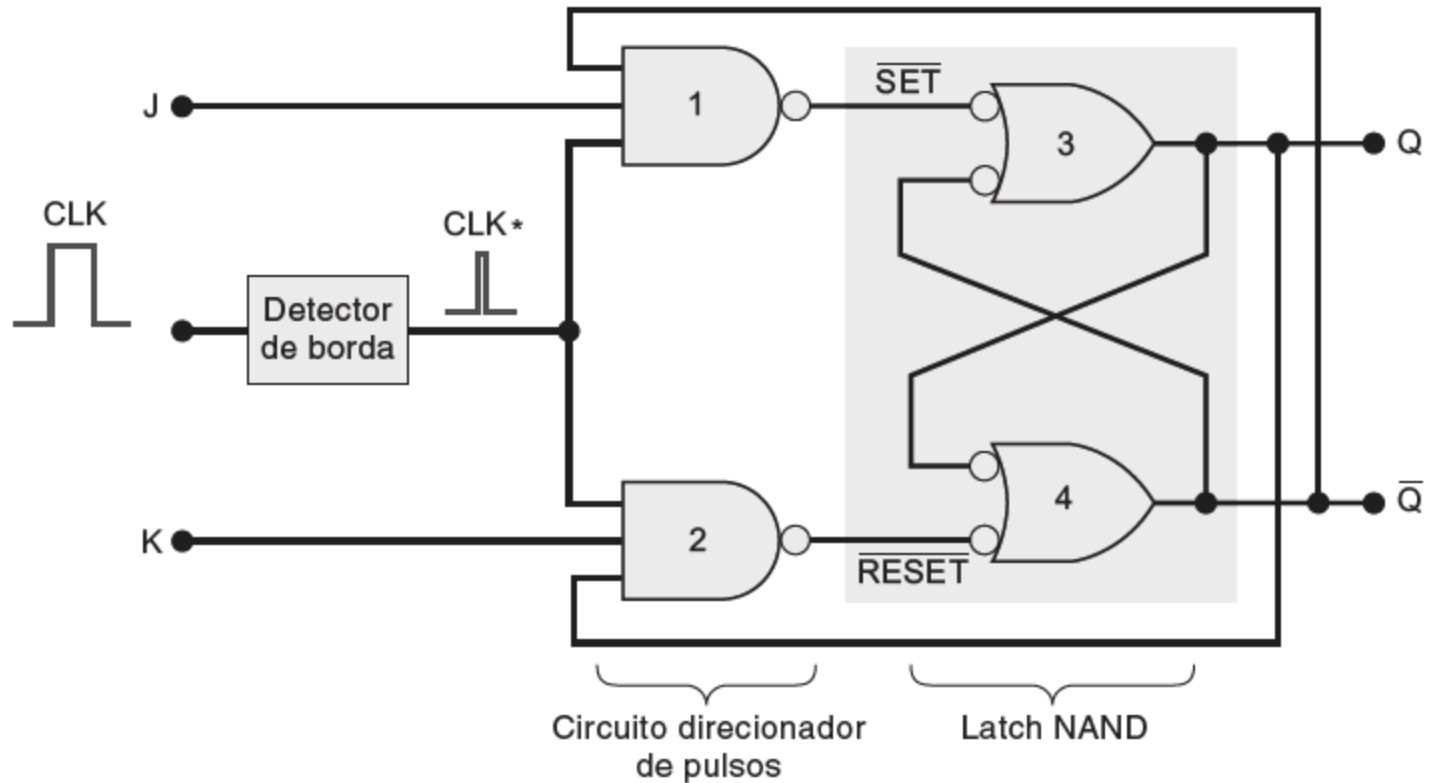
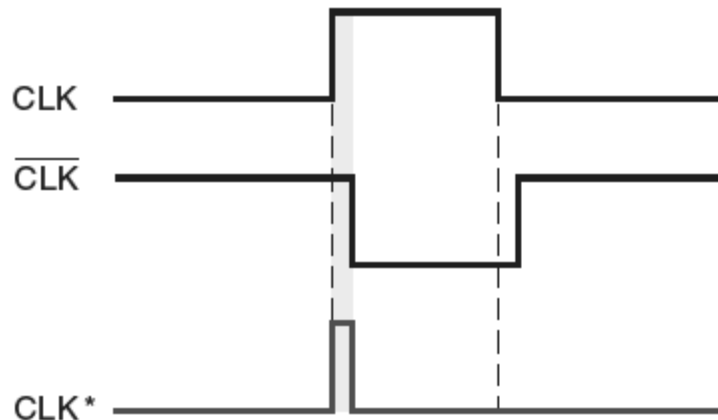
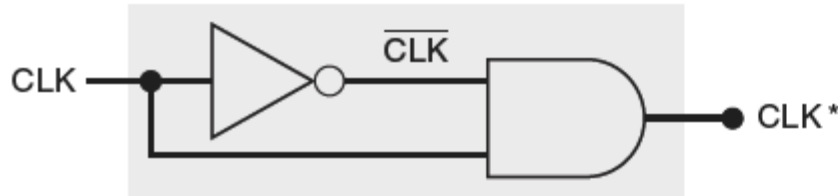
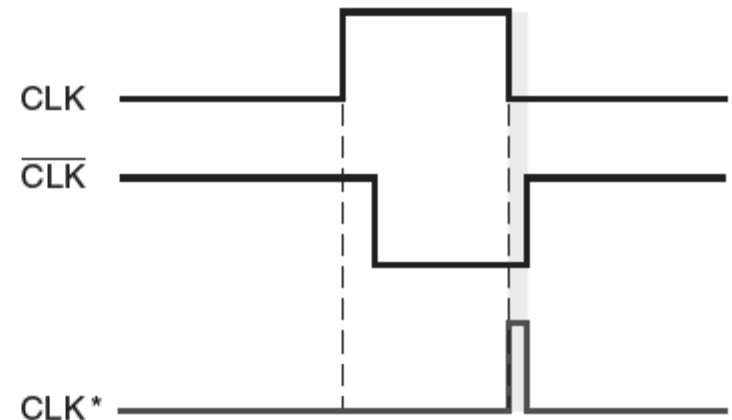
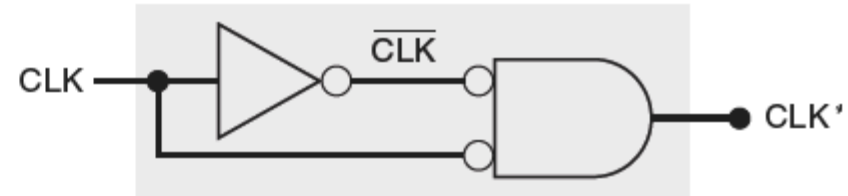


FIGURA 5.25 Circuito interno de um flip-flop *J-K* disparado por borda.

Circuitos detectores de borda



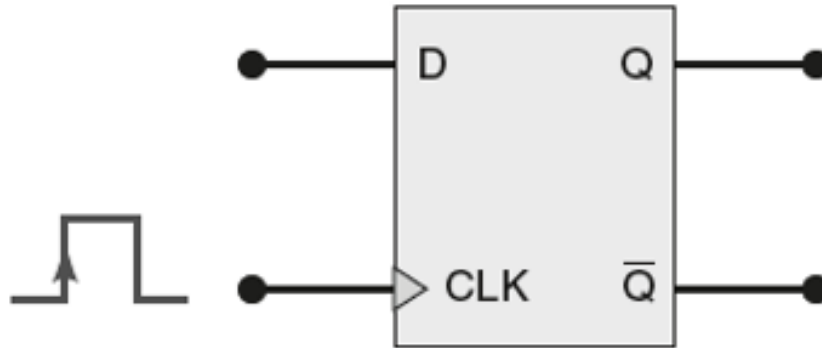
(a)



(b)

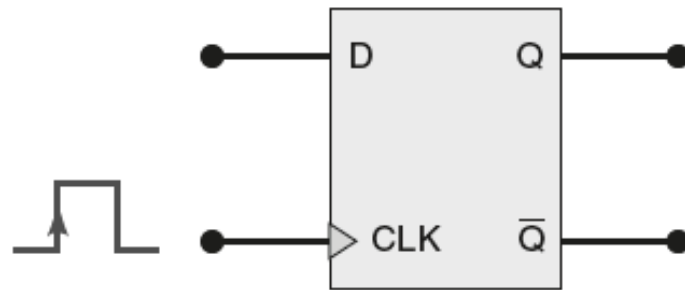
FIGURA 5.22 Implementação de um circuito detector de borda usado em flip-flops disparados por bordas: (a) positiva; (b) negativa. A duração dos pulsos CLK^* é normalmente de 2 a 5 nanossegundos.

Flip Flop D



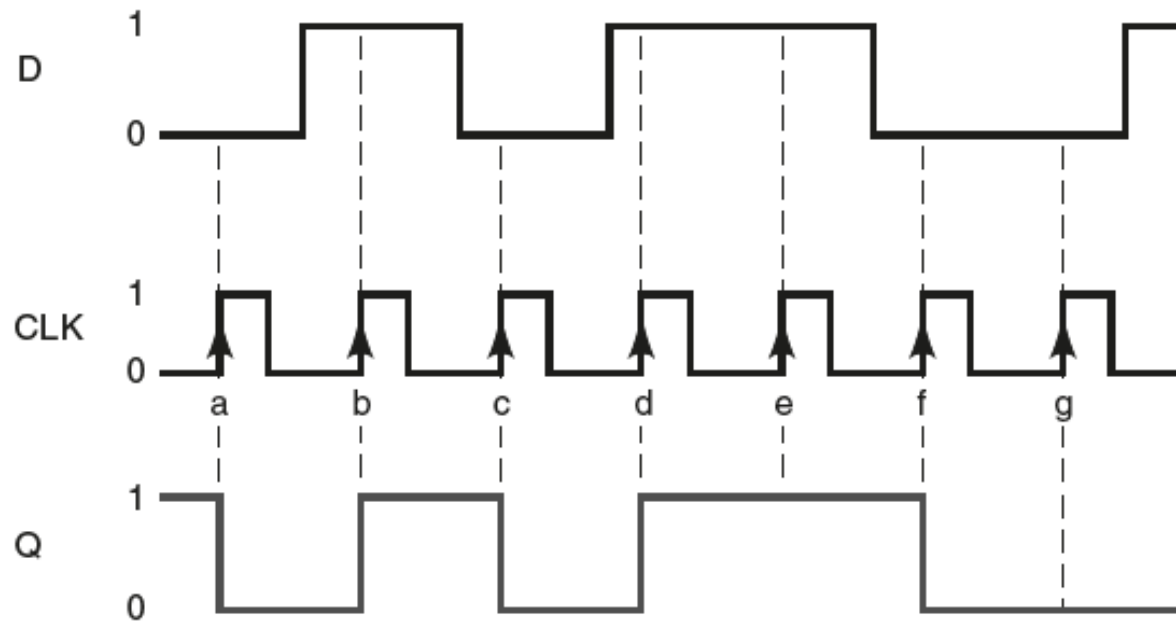
D	CLK	Q
0	↑	0
1	↑	1

Flip Flop D



D	CLK	Q
0	↑	0
1	↑	1

(a)



Flip Flop D

- Construa o circuito abaixo e complete a Tabela Verdade.

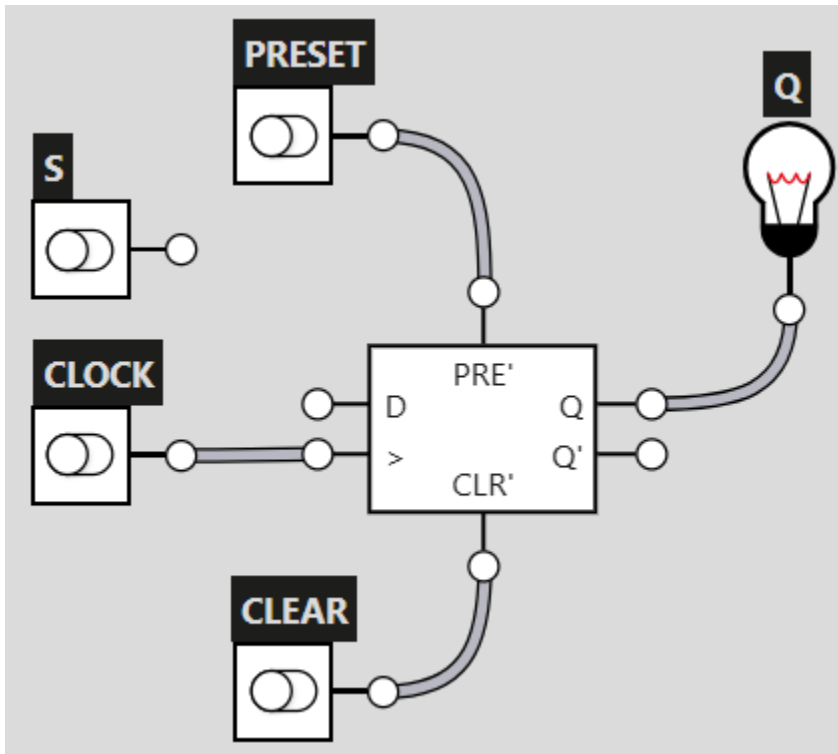


TABELA VERDADE

Ck	D	Q	/Q
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Use o site logic.ly

Flip Flop D

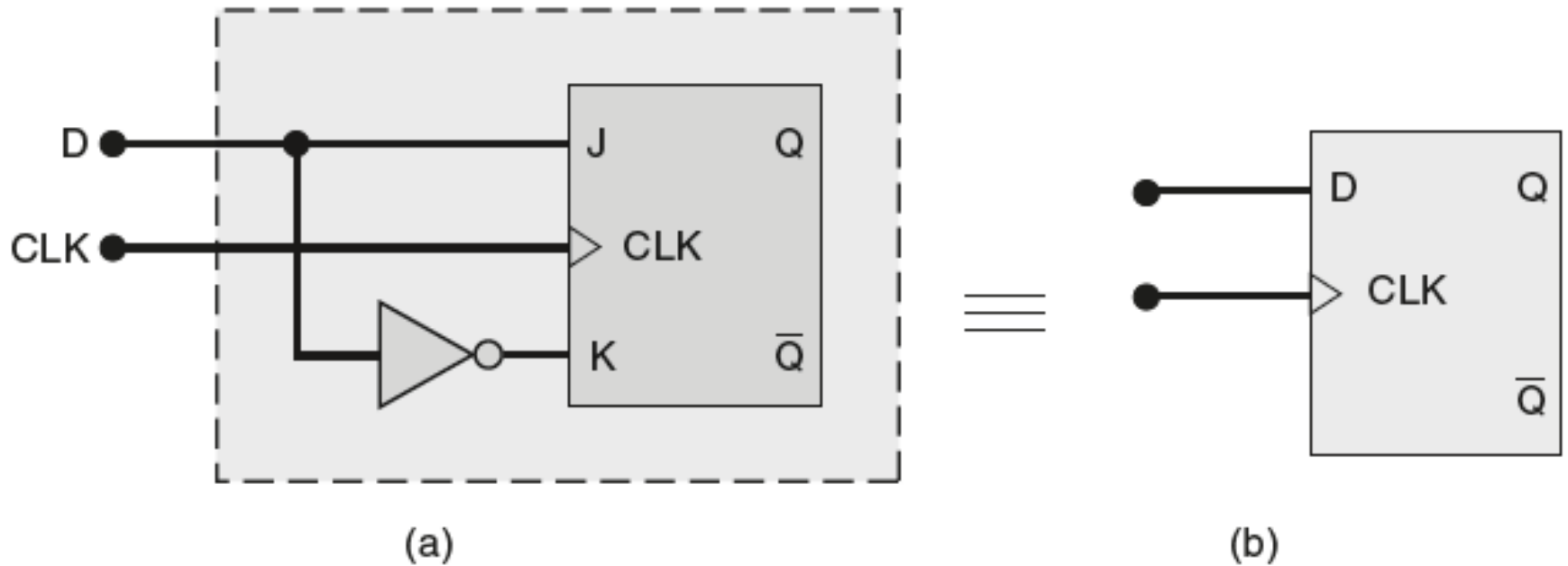


FIGURA 5.27 Implementação de um flip-flop *D* disparado por borda a partir de um flip-flop *J-K*.

Uso dos Flip-Flops

- Flip-flops disparados por borda (com clock) são dispositivos versáteis, que podem ser usados em uma ampla variedade de aplicações, incluindo **contagem**, **armazenamento binário** de dados, **transferência de dados** de um local para outro e muito mais.
- Quase todas essas aplicações usam FFs com clock. Muitas estão incluídas na categoria de circuitos sequenciais, em que as saídas seguem uma sequência predeterminada de estados, com um novo estado ocorrendo a cada pulso de clock.

Contadores

- Os contadores são circuitos que contam de 1 em 1, de forma crescente ou decrescente
- Aplicação de contadores:
 - Contar o número de ocorrências de determinados eventos.
 - Gerar intervalos de tempo para controle de operações.
 - Determinar o intervalo de tempo decorrido entre dois eventos específicos.

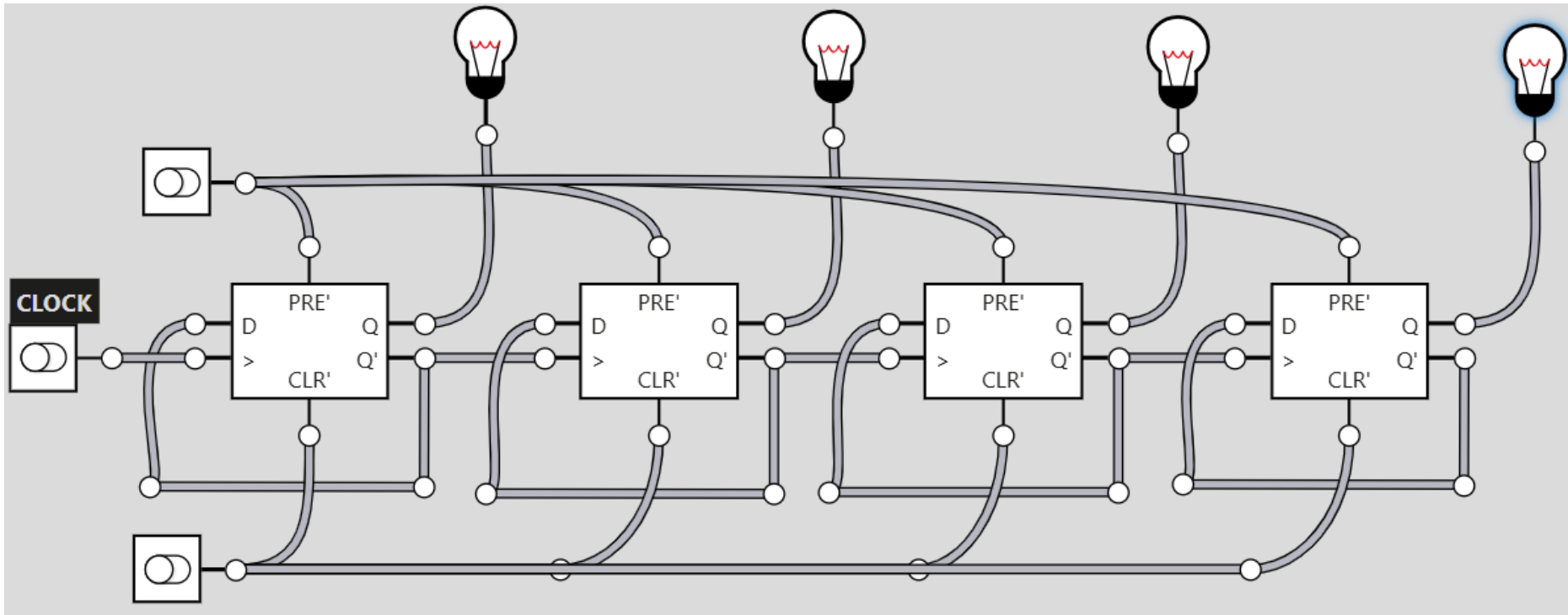
Contadores

Os contadores podem ser do tipo síncrono ou assíncrono.

- **Contador assíncrono:**
 - Circuito mais simples
 - Sinal do clock é ligado diretamente apenas ao primeiro flip-flop do contador.
 - Novo valor do contador é produzido com atraso de propagação dos sinais.
- **Contador síncrono:**
 - Sinal do clock é ligado diretamente a todos os flip-flops do contador.
 - Adequado para contadores de muitos bits.

Contador Assíncrono

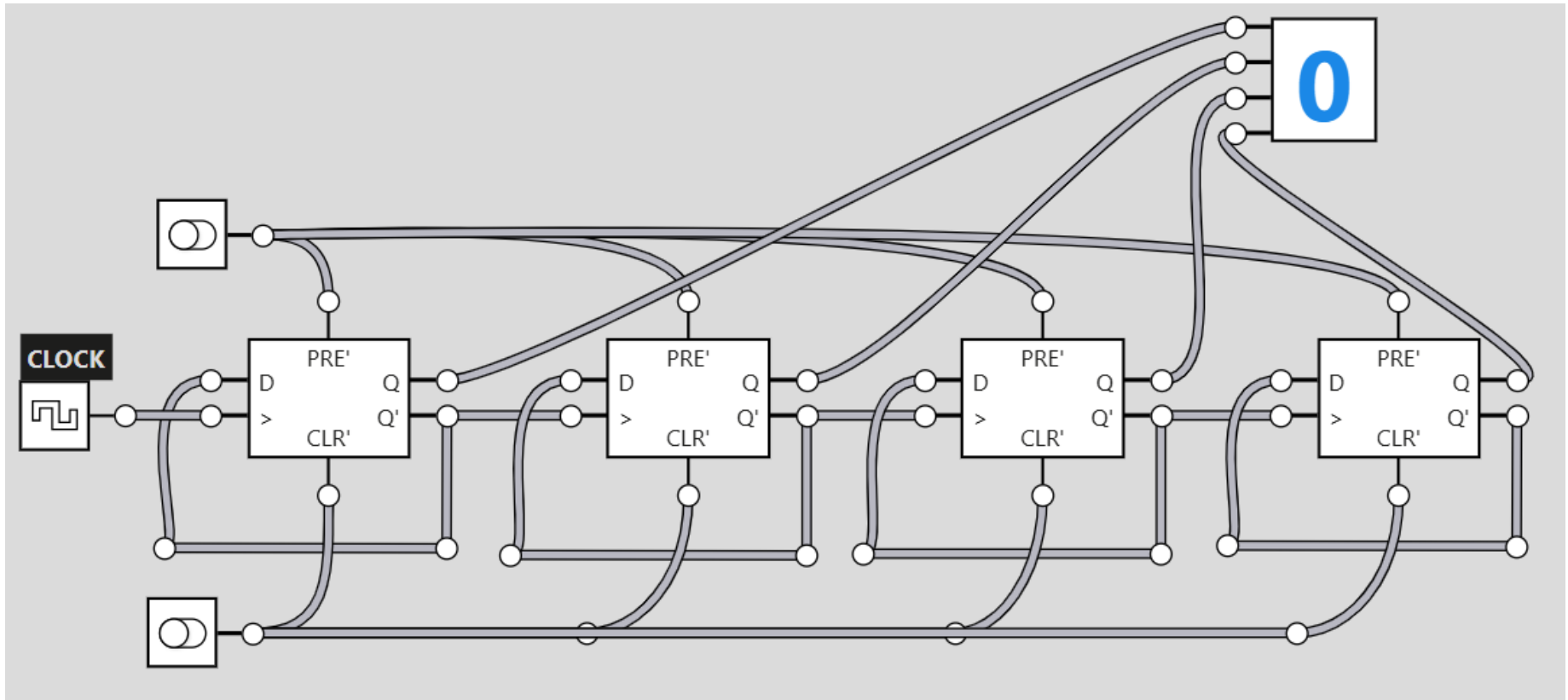
- Construa o circuito abaixo e observe o comportamento.



Use o site [logic.ly](https://www.logic.ly)

Contador Assíncrono

- Troque a chave por um clock e as lâmpadas por um display.



Use o site logic.ly

Bibliografia

Sistemas digitais : princípios e aplicações. TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory. São Paulo : Pearson Education do Brasil. 11. ed. 2011.

Stallings, Willian. Arquitetura e Organização de Computadores. 10ª Ed, Pearson, 2017.