

# Circuitos Lógicos

## Aula 16

### **Aula passada**

- Elemento memória
- Flip-Flops NOR
- Pulso ainda pulsa
- Síncrono vs Assíncrono

### **Aula de hoje**

- Circuitos síncronos
- Pulsos, impulsos e *clock*
- FF NAND com clock

# Síncrono vs. Assíncrono



- O que significa síncrono?
- O que significa assíncrono?

- Síncrono:  
sistemas com  
forte acoplamento  
temporal
- Assíncrono:  
sistemas com  
fraco acoplamento  
temporal

**Fundamentalmente  
diferentes!**

- Conceitos centrais  
na computação  
(aparecem muitas  
vezes)

# Circuitos Digitais Síncronos

- Saída do circuito muda somente em determinados instantes de tempo

## Vantagens?

- Facilita projeto, implementação e testes
- Maioria dos circuitos são síncronos

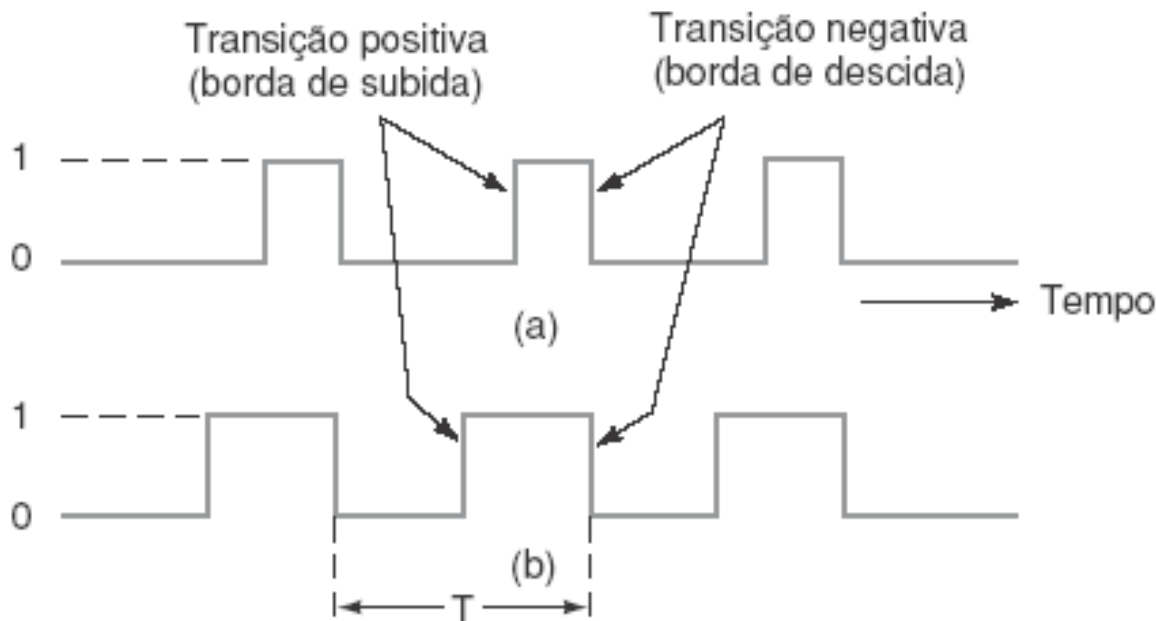


## Como deixar um circuito síncrono?

- *Clock!*

# Clock para Sincronização

- Circuito só “processa” entrada quando sinal de *clock* chega
- Sinal de clock é distribuído para todas as partes do circuito
- Clock é um trem de pulsos, periódico

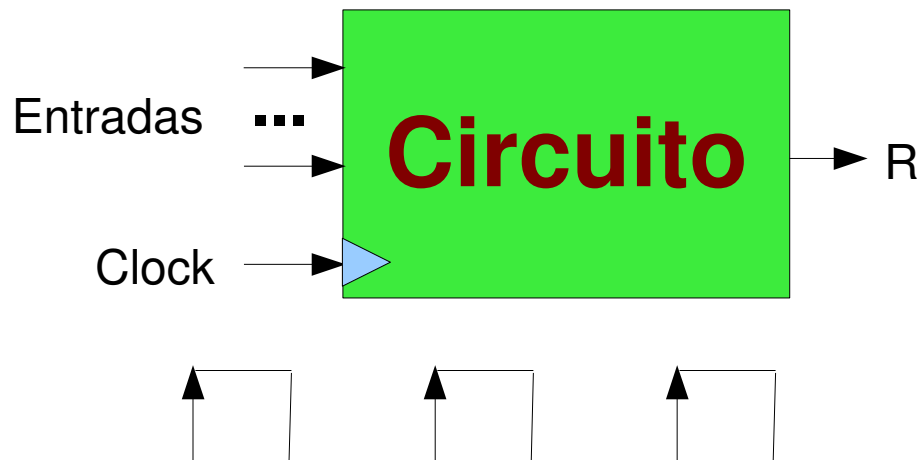


- Dois tipos de transição
  - subida ( $0 \rightarrow 1$ ), descida ( $1 \rightarrow 0$ )
- Circuito “age” em uma transição

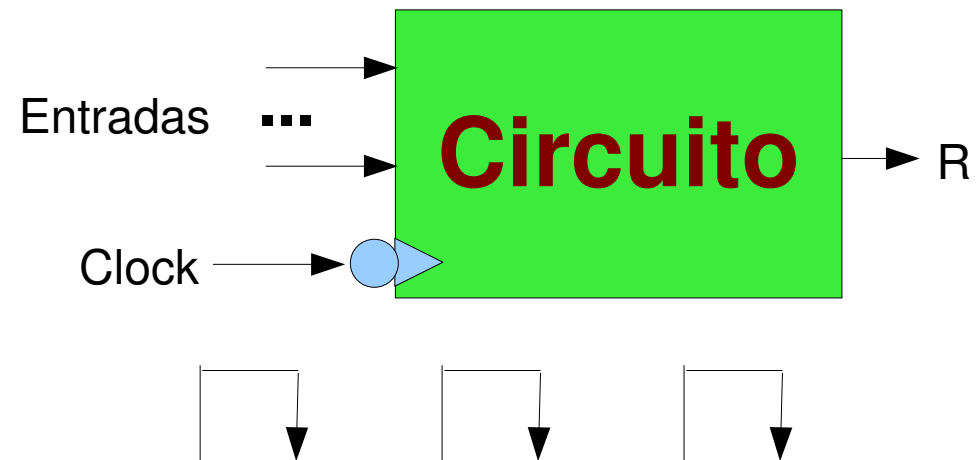
# Circuitos com Clock

- Entrada “processada” apenas no *instante* da transição de clock
- Sinal de clock é entrada para circuito

Na subida



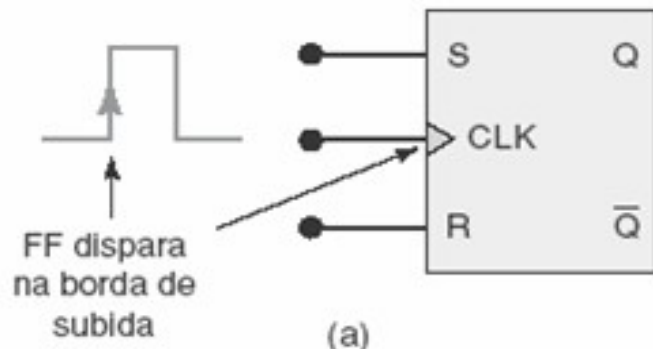
Na descida



- Um circuito pode ter os dois tipos de subcircuitos (módulos) dentro dele!

# Flip Flop com Clocks

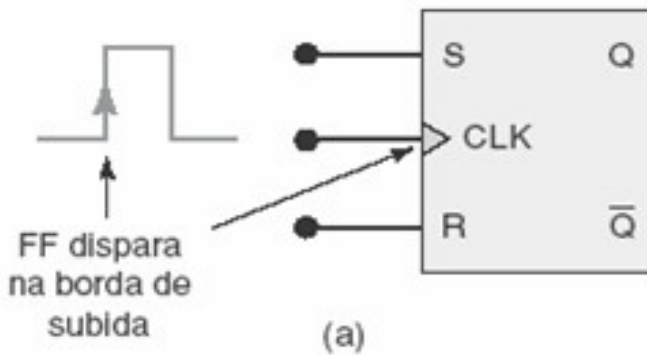
- Clock determina quando FF “processa” sinal de entrada
- Mudança na tabela verdade (incluir clock)
- Ex. FF NOR



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.

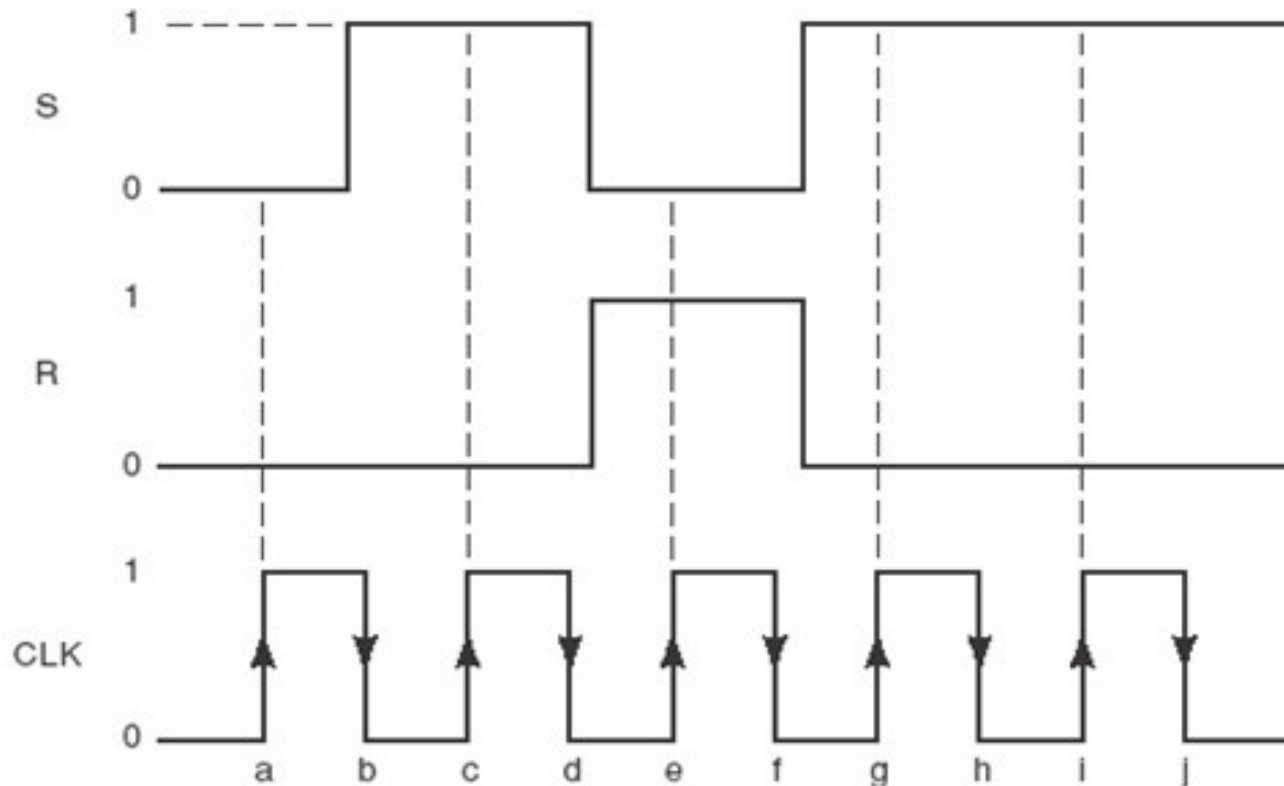
# Exemplo



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)



- Assumir  $Q=0$  no tempo 0
- Como mudam os valores de saída do FF?

# Transformando Pulso em Impulso

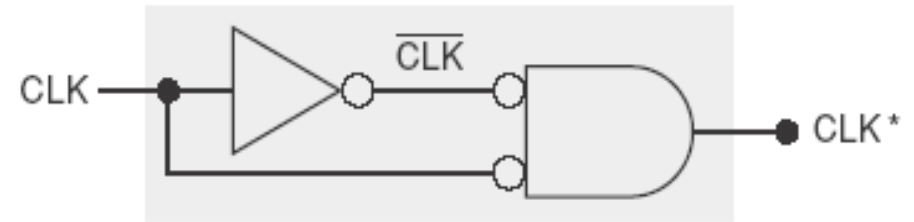
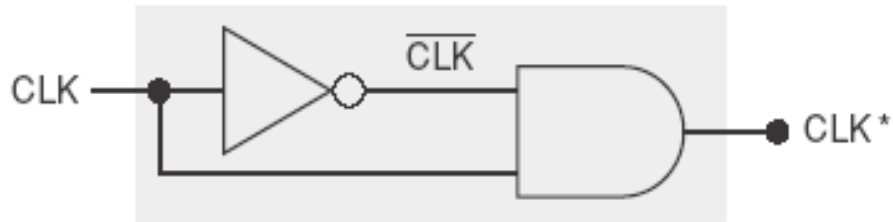
- Saída deve mudar de valor apenas no instante de transição do pulso
- Transformar o pulso em *impulso*



- Circuito digital para fazer isto?
  - dica: muito simples, brincando com o tempo

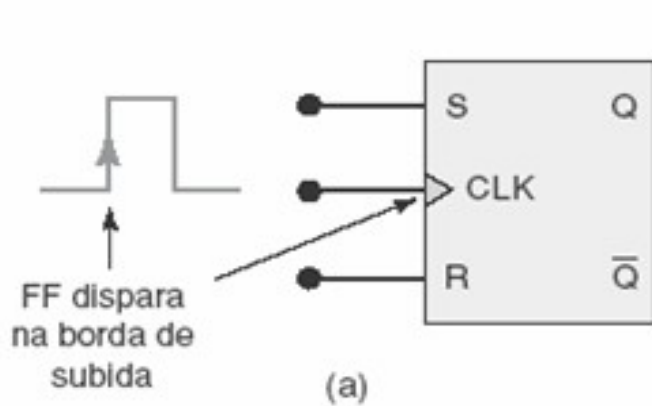


# Transformando Pulso em Impulso



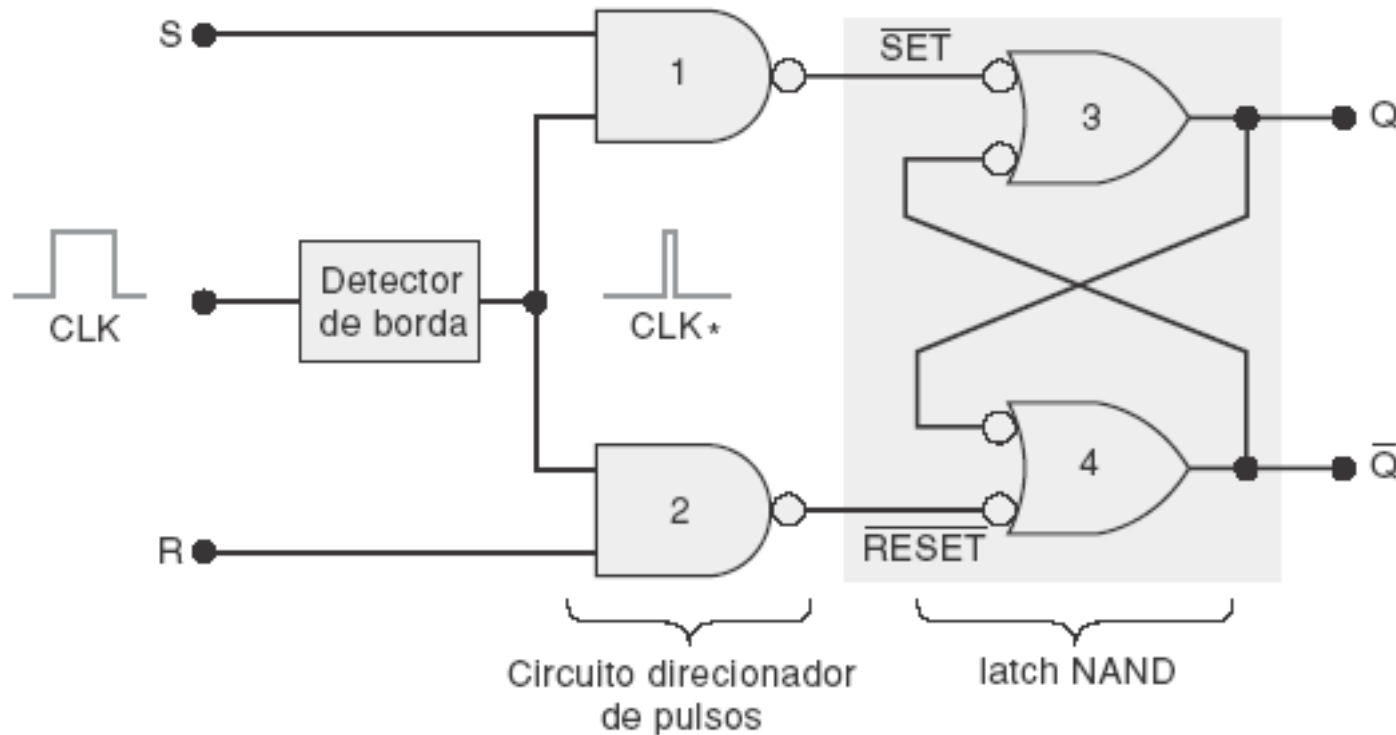
# FF NAND com Clock

- Como construir um FF NAND com *clock*?



- Ideias?
- Usar detector de borda
- Distribuir impulso
- Mudar entrada  $S'$  do FF somente *durante* impulso
- $S' = S$  durante impulso
- $S' = 1$  caso contrário

# Circuito FF NAND com *Clock*



- Portas NAND 1 e 2
  - Saída 1 quando  $CLK^* = 0$  (independe dos valores de S e R)
  - Saída S e quando  $CLK^* = 1$
- Clock controla FF !