

Circuitos Lógicos

Aula 16

Aula passada

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

Aula de hoje

- Circuitos síncronos
- Pulso, 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

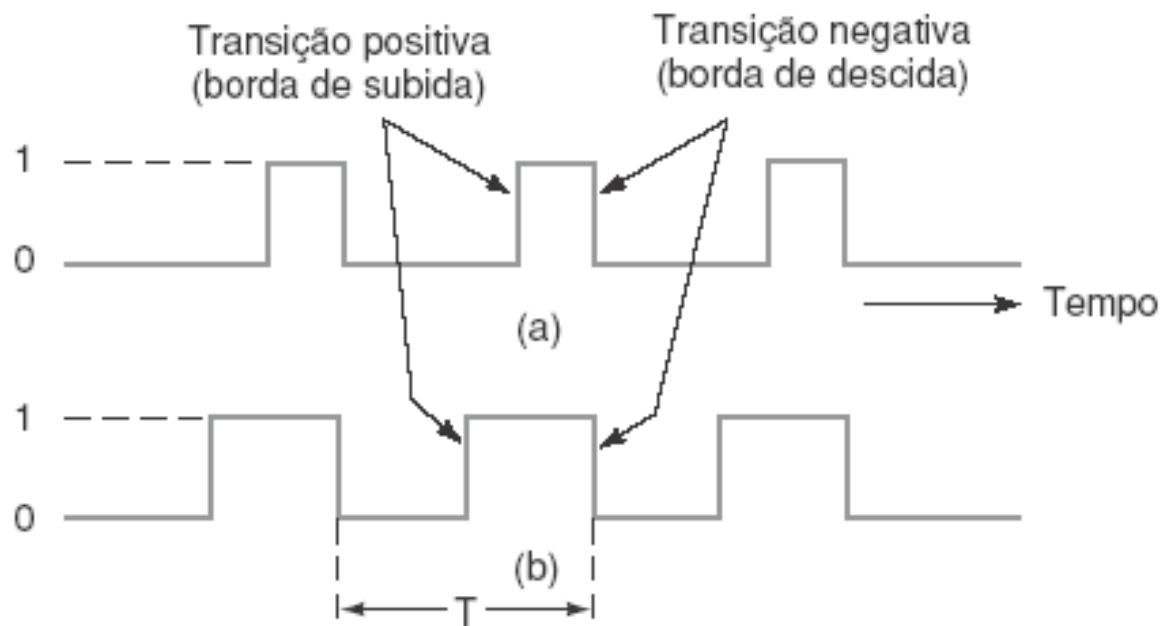


**Como deixar um
circuito síncrono?**

- *Clock!*

Clock para Sincronização

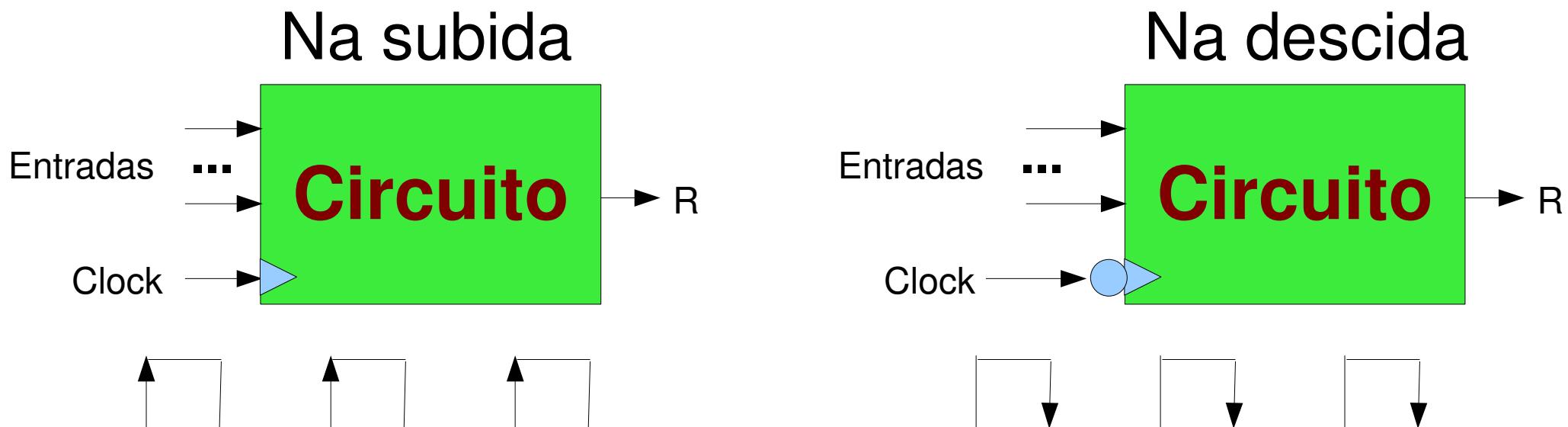
- Circuito só “processa” entrada quando sinal de *clock* chega
- Sinal de *clock* é distribuído para todas as partes do circuito
- Clock é um trem de pulsos, periódico



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

Circuitos com Clock

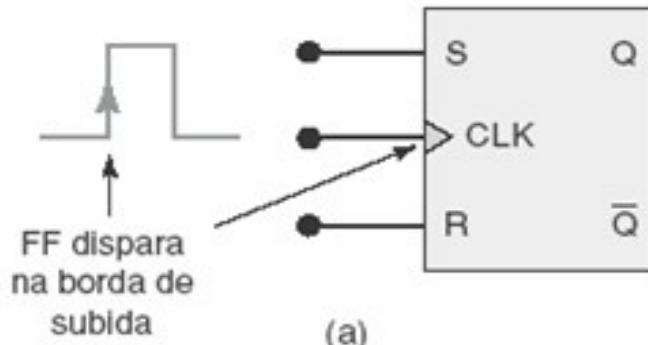
- Entrada “processada” apenas no *instante* da transição de clock
- Sinal de clock é entrada para circuito



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

Flip Flop com Clocks

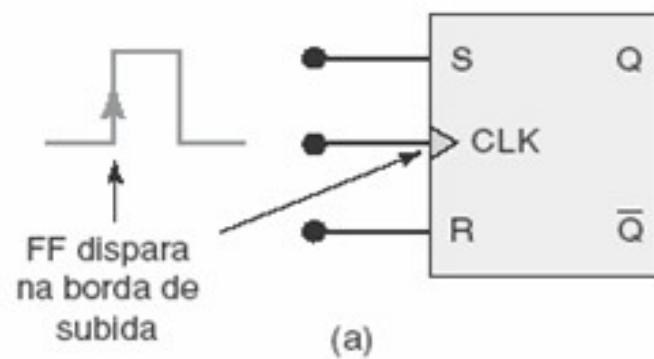
- Clock determina quando FF “processa” sinal de entrada
- Mudança na tabela verdade (incluir clock)
- Ex. FF NOR



| 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 \uparrow de CLK.
 \downarrow de CLK não produz mudança em Q.

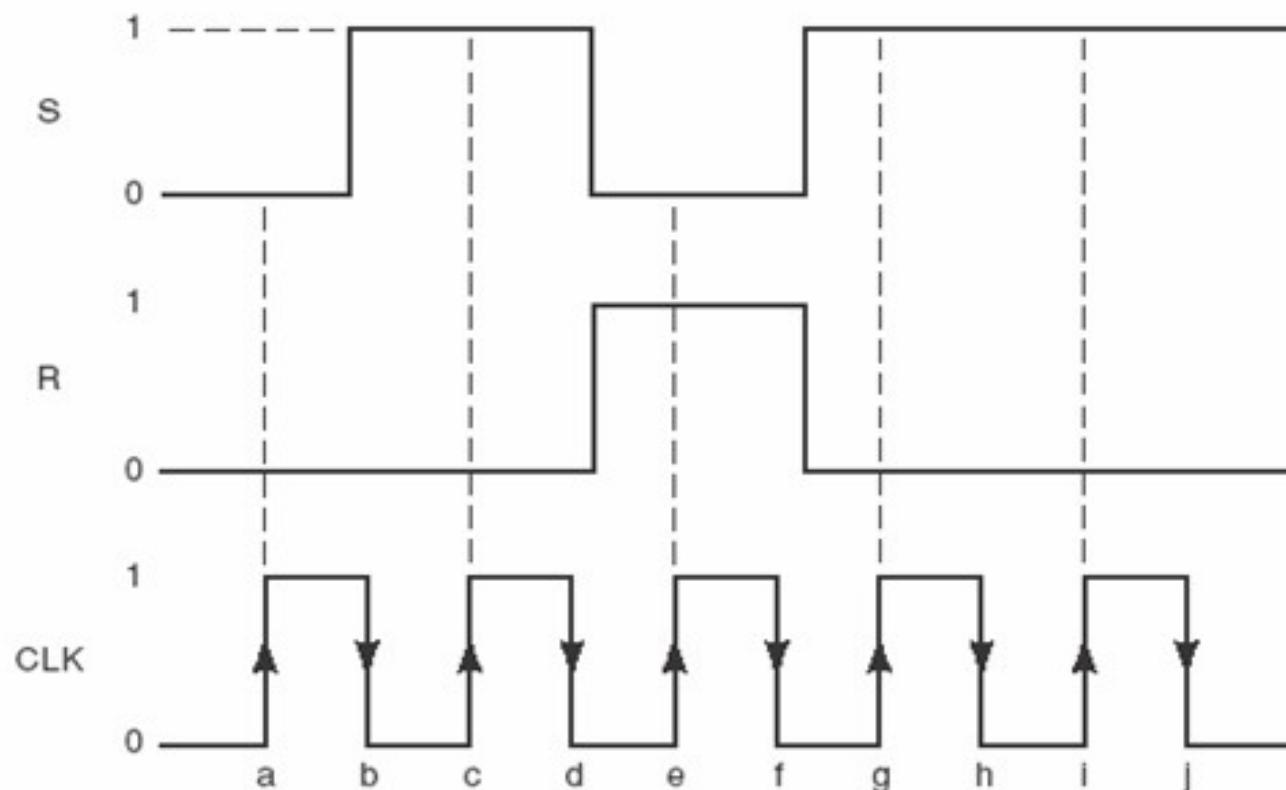
Exemplo



| 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 \uparrow de CLK.
 \downarrow de CLK não produz mudança em Q.

(b)



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

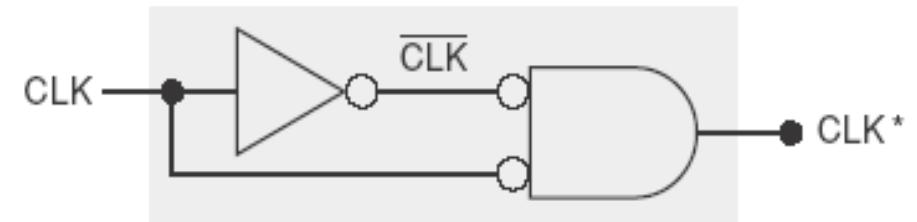
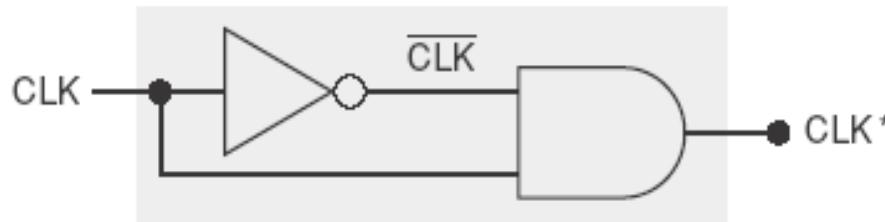
Transformando Pulso em Impulso

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



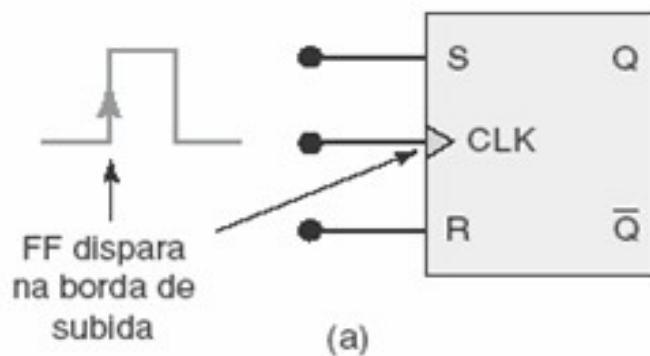
- Circuito digital para fazer isto?
 - dica: muito simples, brincando com o tempo

Transformando Pulso em Impulso



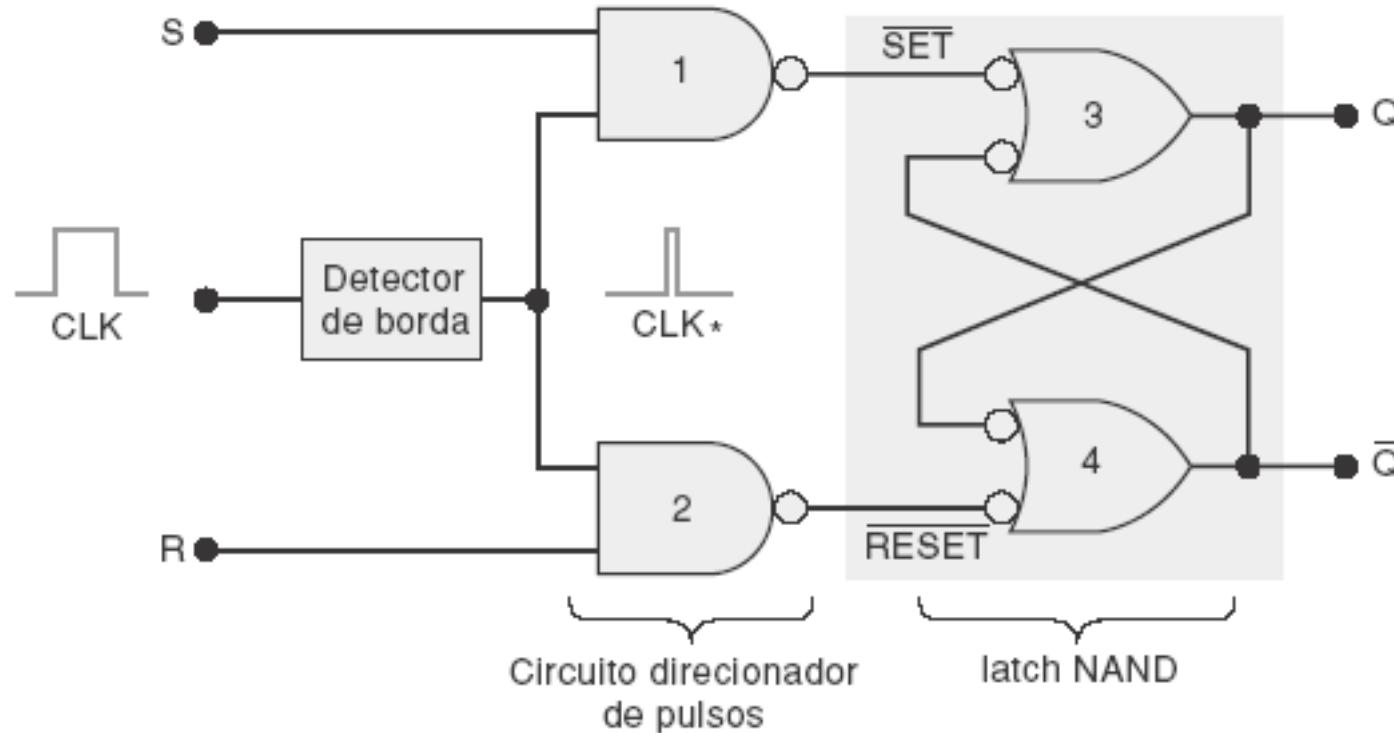
FF NAND com Clock

■ 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 !