

# Circuitos Lógicos

## Aula 21

### **Aula passada**

- Aplicações de FF
- Sincronização com FF
- Detectar de sequência
- Armazenamento e transferência

### **Aula de hoje**

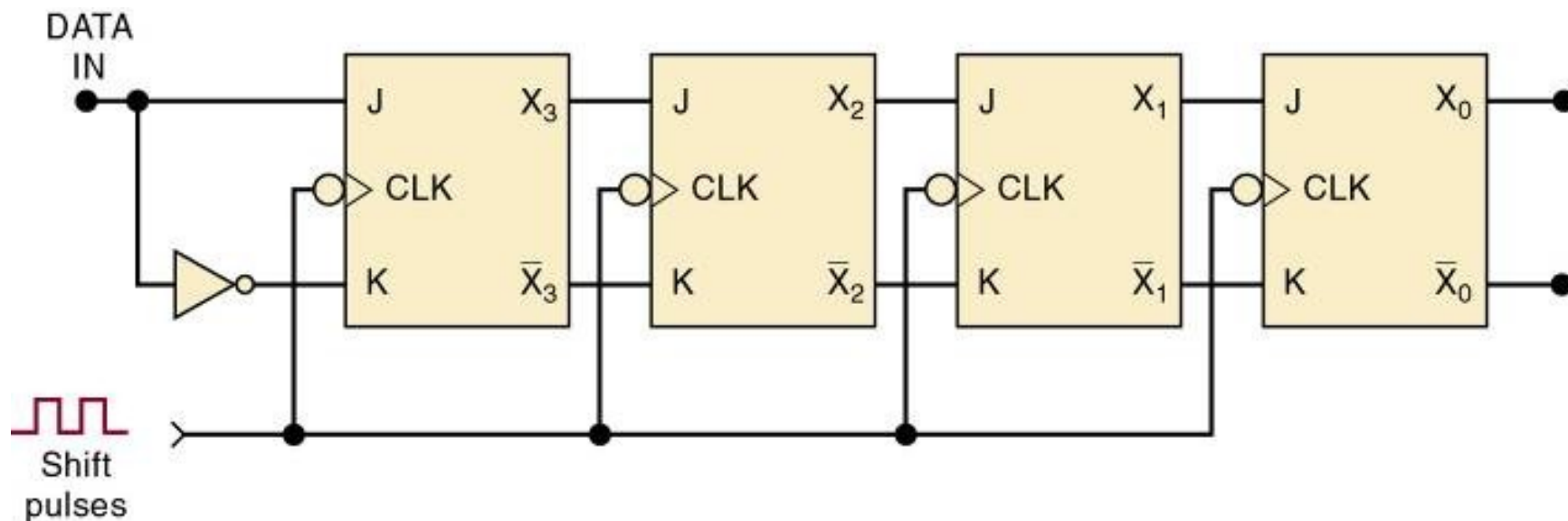
- Armazenamento e transferência
- Paralela x Serial
- Divisão de frequência
- Contador
- Microprocessador

# Armazenamento e Transferência

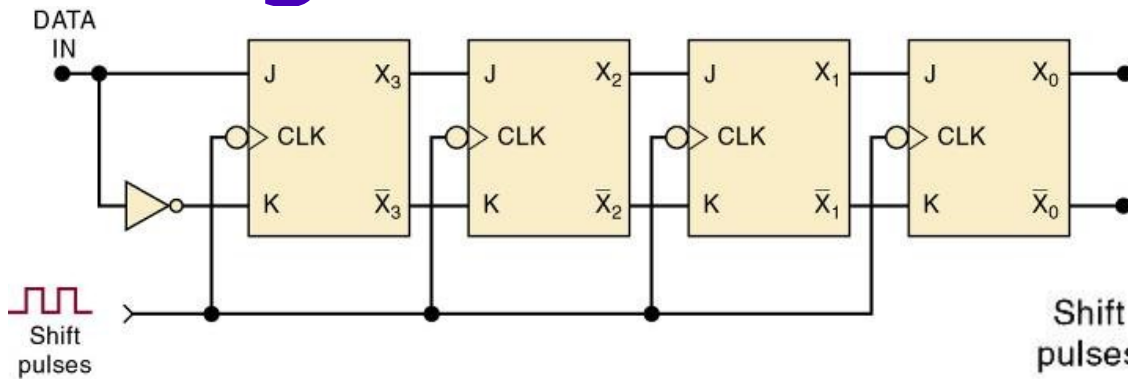
- Armazenar e transferir (transmitir) bits
- FFs usados em grupos, chamados de *registradores*
  - grupos de 4, 8, 16, 32, 64 (bits)
- Transferência ocorre quando movemos o *estado* de um registrador para outro
- Transferência pode ser síncrona ou assíncrona
- Transferência pode ser paralela ou serial

# Registrador de Deslocamento

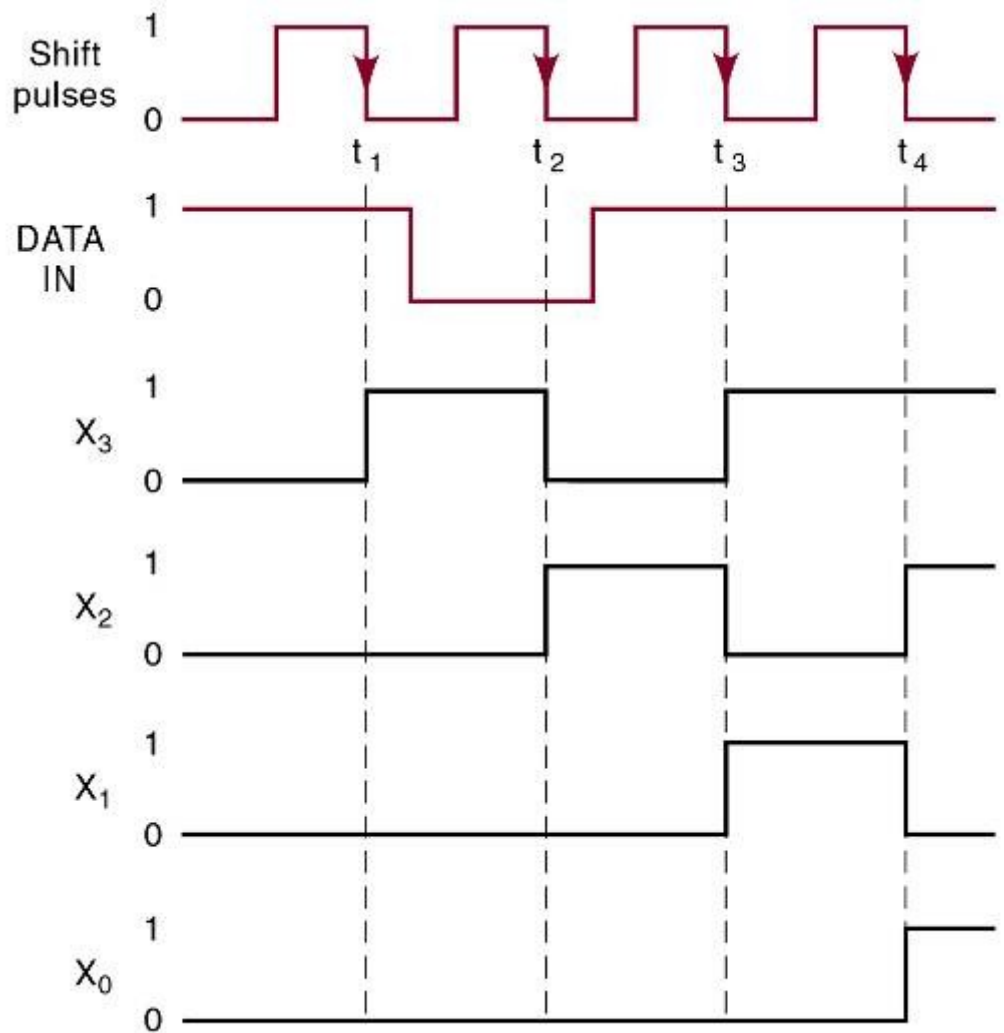
- *Shift register*: grupo de FF interligados de forma que o conteúdo de cada FF é deslocado para FF vizinho
  - a cada transição de CLK
- Deslocamento para esquerda e/ou direita



# Registrador de Deslocamento



- Assumir inicialmente  $X_i = 0$
- Evolução de  $X_i$  com os pulsos?



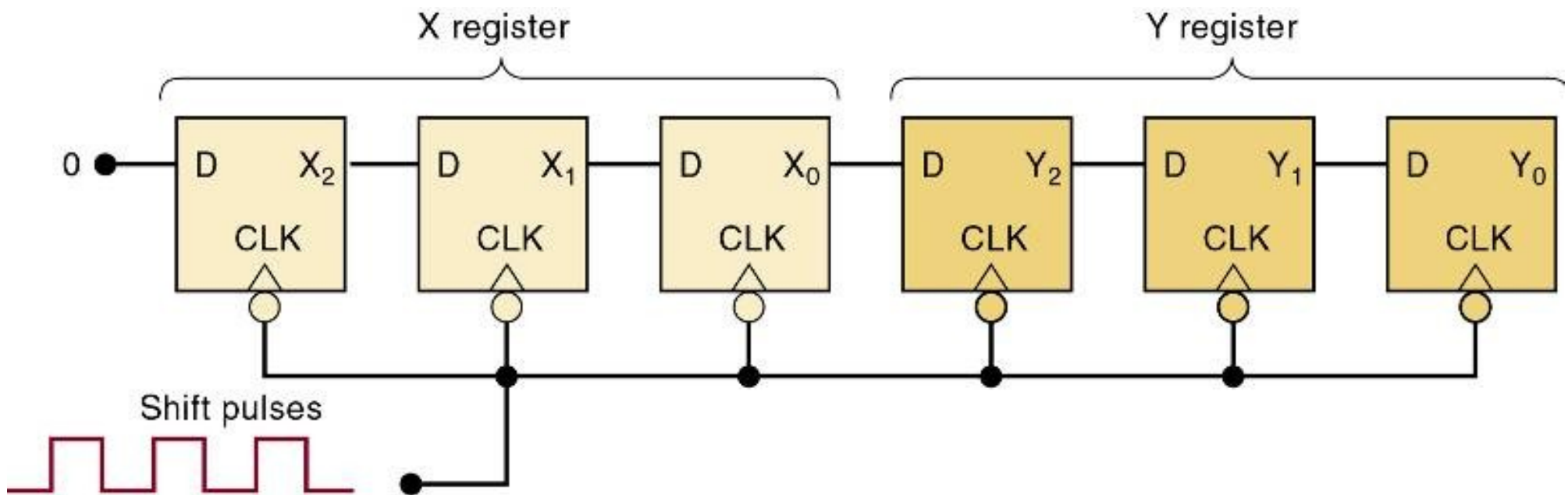
# Potencial Problema



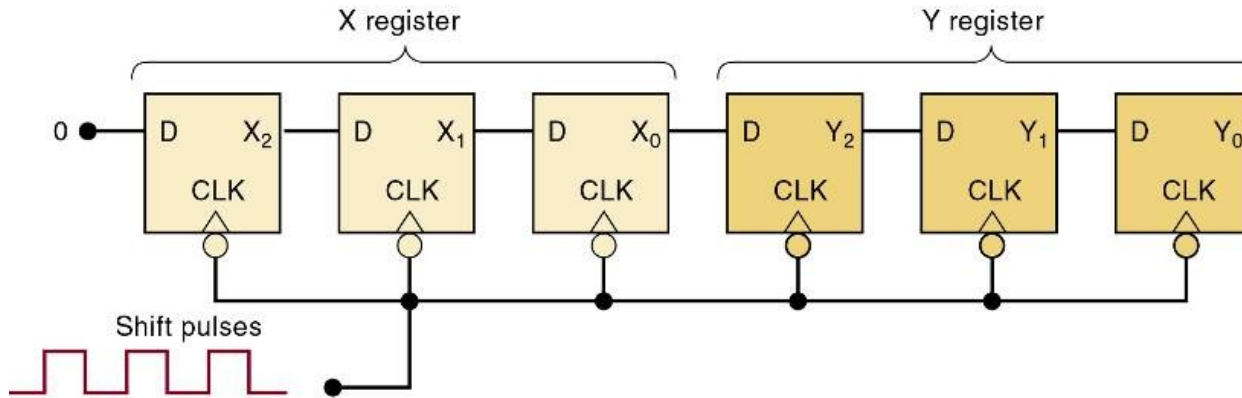
- Valor de saída do FF está mudando e é entrada para próximo FF
- Como resolver este problema?
- Assumir que tempo de hold é menor que tempo de propagação
- Quando saída do FF muda (depois da propagação), impulso da transição de pulso do FF seguinte já terminou
- FFs J-K e outros, são assim

# Transferência Serial

- Transferência feita um bit por pulso de clock
- Valor do registrador X transferido para Y depois de k pulsos (k é o número de Ffs)
- Ex.  $k = 3$ , com FF D (menos conexões que JK)



# Transferência Serial



## Exemplo

| $X_2$ | $X_1$ | $X_0$ | $Y_2$ | $Y_1$ | $Y_0$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     |
| 0     | 1     | 0     | 1     | 0     | 0     |
| 0     | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     |
| 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 1     |

← Estado inicial

← Depois do primeiro pulso

← Depois do segundo pulso

← Depois do terceiro pulso

# Transferência Paralela x Serial

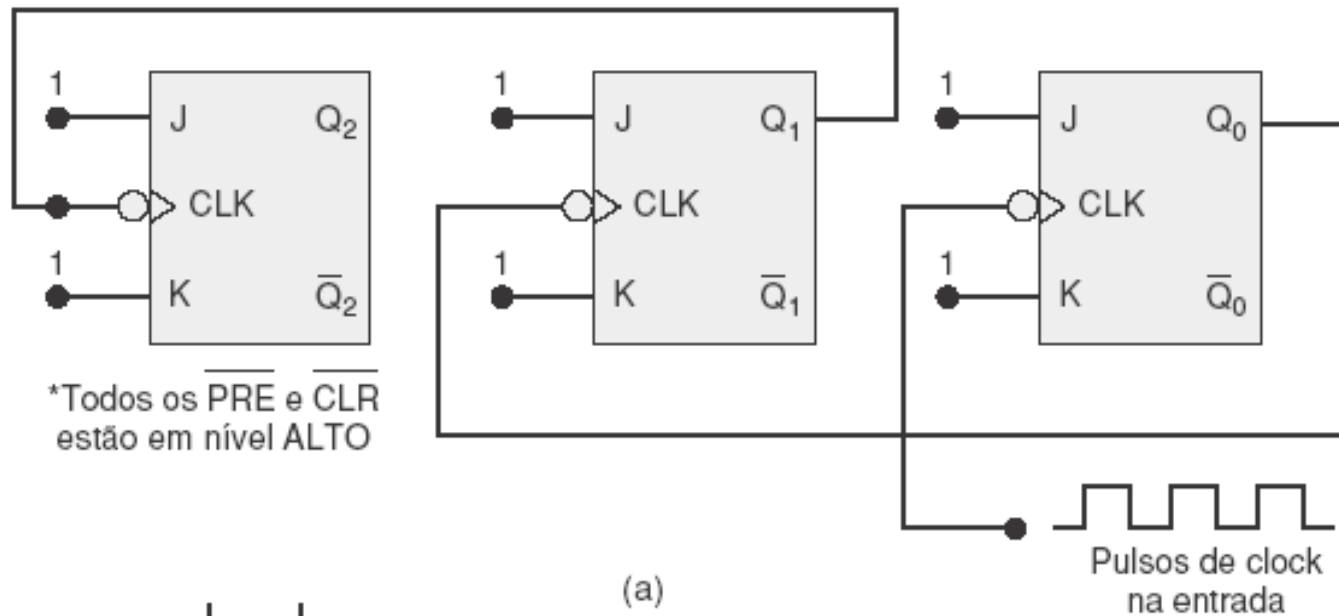


- Vantagens e desvantagens de cada mecanismo?
- Considere registradores “distantes” uns dos outros
- Paralela: mais rápida, mais interconexões (ex. 64 “fios” entre dois registradores )
- Serial: mais lenta, menos internconexões (ex. 1 fio entre dois registradores)
- Na prática uma combinação dos dois métodos é utilizado

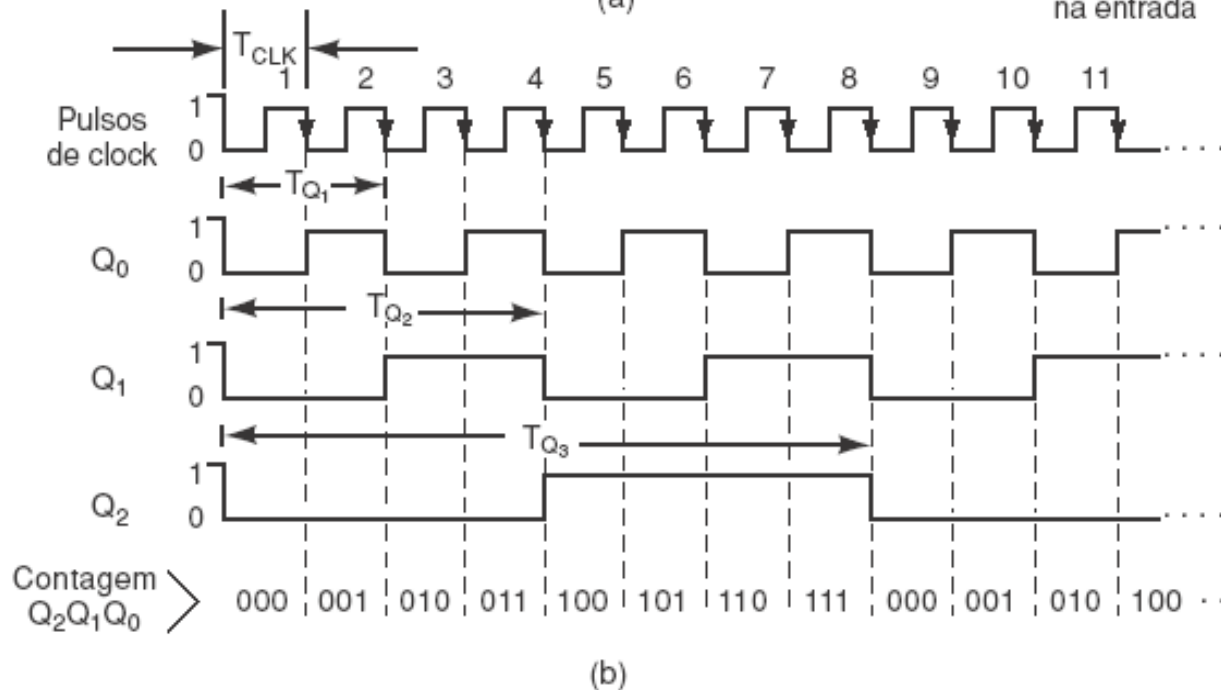
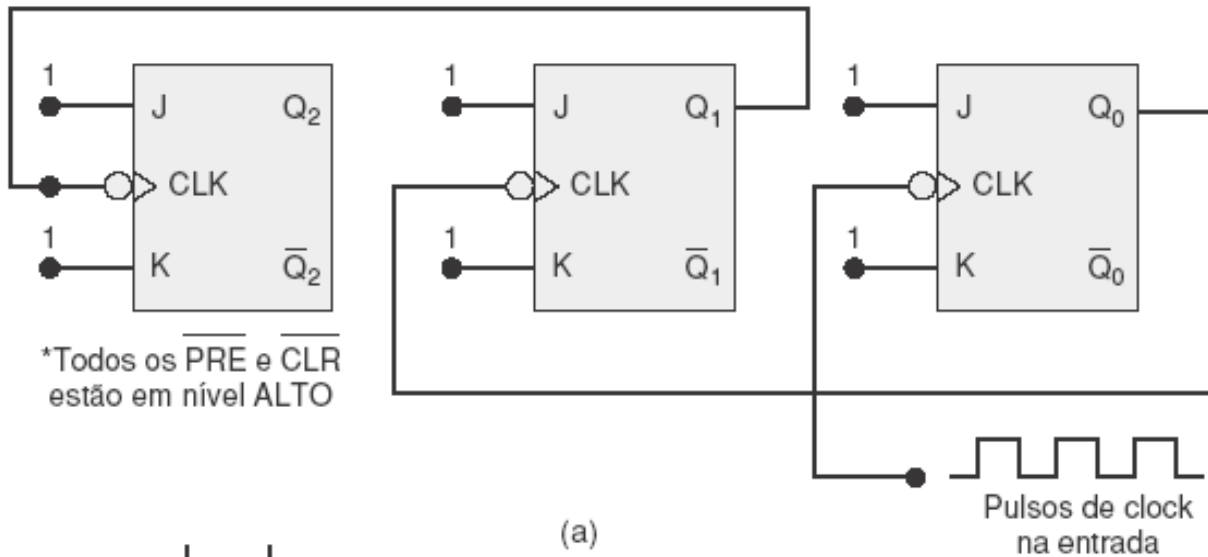


# Circuito Interessante

- O que faz o circuito abaixo?



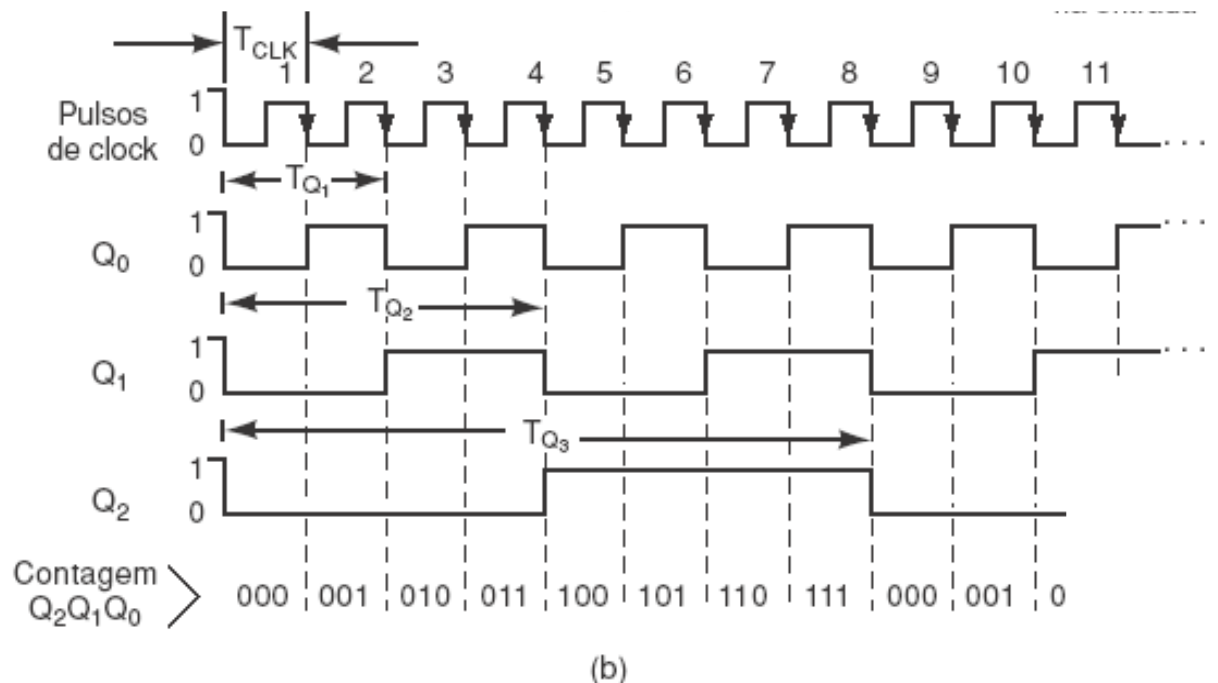
# Funcionamento



- Divisão de frequência do clock
- Contagem binária

# Divisão de Frequência

- Gerar pulsos com frequência mais baixa
  - frequência original  $F$  ( $F$  pulsos a cada seg.)
- Frequência de  $Q_0$ ?
- Frequência de  $Q_N$ ?



- Cada FF divide frequência por 2

# Contagem

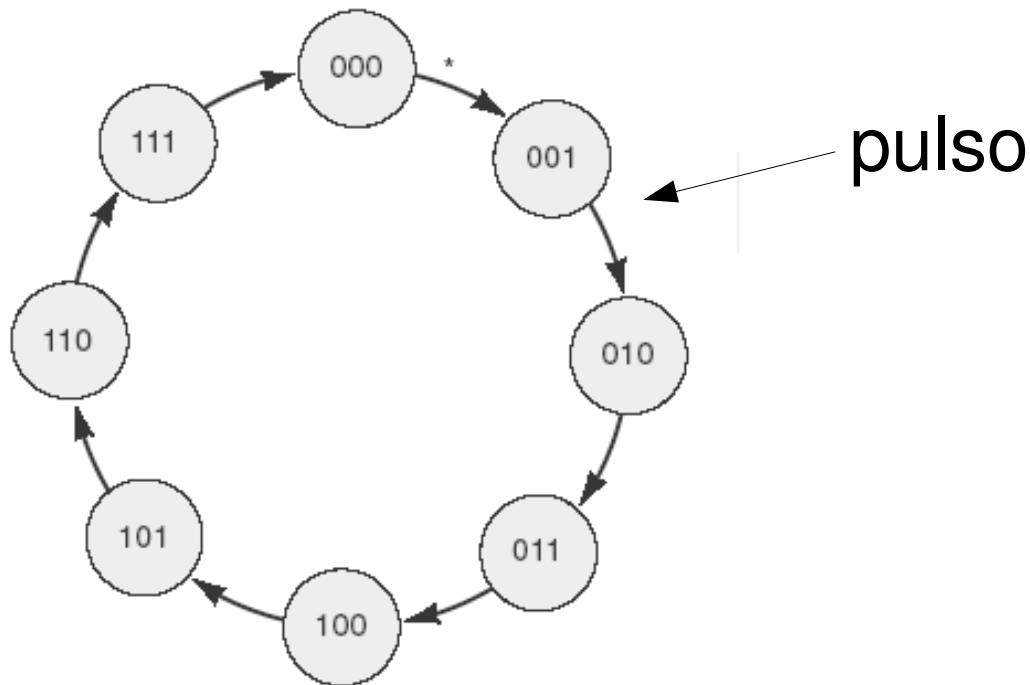
- Considere cada FF como um dígito binário
  - posição representa magnitude
- Valor dos FFs depois cada pulso?

| $2^2$ | $2^1$ | $2^0$ |                                     |
|-------|-------|-------|-------------------------------------|
| $Q_2$ | $Q_1$ | $Q_0$ |                                     |
| 0     | 0     | 0     | Antes de aplicar os pulsos de clock |
| 0     | 0     | 1     | Depois do pulso #1                  |
| 0     | 1     | 0     | Depois do pulso #2                  |
| 0     | 1     | 1     | Depois do pulso #3                  |
| 1     | 0     | 0     | Depois do pulso #4                  |
| 1     | 0     | 1     | Depois do pulso #5                  |
| 1     | 1     | 0     | Depois do pulso #6                  |
| 1     | 1     | 1     | Depois do pulso #7                  |
| 0     | 0     | 0     | Depois do pulso #8 retorna para 000 |
| 0     | 0     | 1     | Depois do pulso #9                  |
| 0     | 1     | 0     | Depois do pulso #10                 |
| 0     | 1     | 1     | Depois do pulso #11                 |
| .     | .     | .     | .                                   |
| .     | .     | .     | .                                   |
| .     | .     | .     | .                                   |

- Valor máximo do contador?
- Com N FFs?
- Contagem módulo  $2^N$ 
  - volta a zero depois de  $2^N - 1$

# Diagrama de Estados

- Recurso muito utilizado na computação
- Estados do sistema e transições entre eles
  - eventos dão origem à transições
- Exemplo de contagem?
  - estado dos FFs, pulsos determinam transições



# Microprocessador

- Circuito combinacional e sequencial
  - implementa diversas funções lógicas
- Lê e escreve em registradores
  - interação com o mundo externo
- Exemplo simplificado (veremos outros)
- Como escolher em qual registrador ler/escrever?
- Sinal de escrita?

