



Universidade Federal de Pelotas
Instituto de Física e Matemática
Departamento de Informática
Bacharelado em Ciência da Computação

Técnicas Digitais

Aula 23

5. Circuitos Seqüenciais: Análise e projeto de máquinas de estados finitos (FSM): modelos de Mealy e Moore.

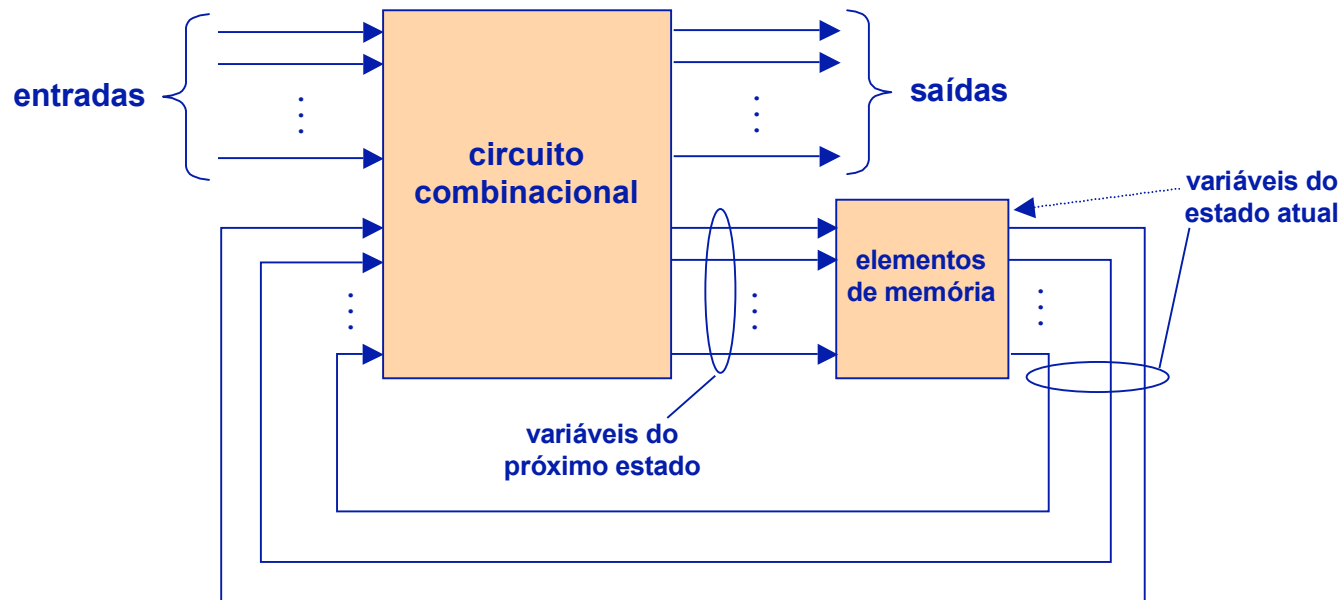
Profs. José Luís Güntzel & Luciano Agostini

{guntzel,agostini}@ufpel.edu.br

www.ufpel.edu.br/~guntzel/TD/TD.html

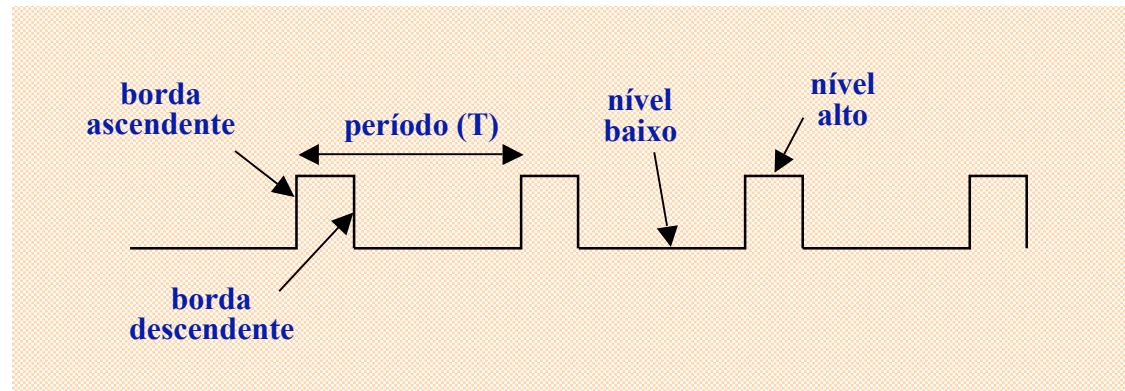
5. Circuitos Seqüenciais

Diagrama de blocos genérico



5. Circuitos Seqüenciais

Sinal de Relógio (*clock*): Circuitos Seqüenciais Síncronos



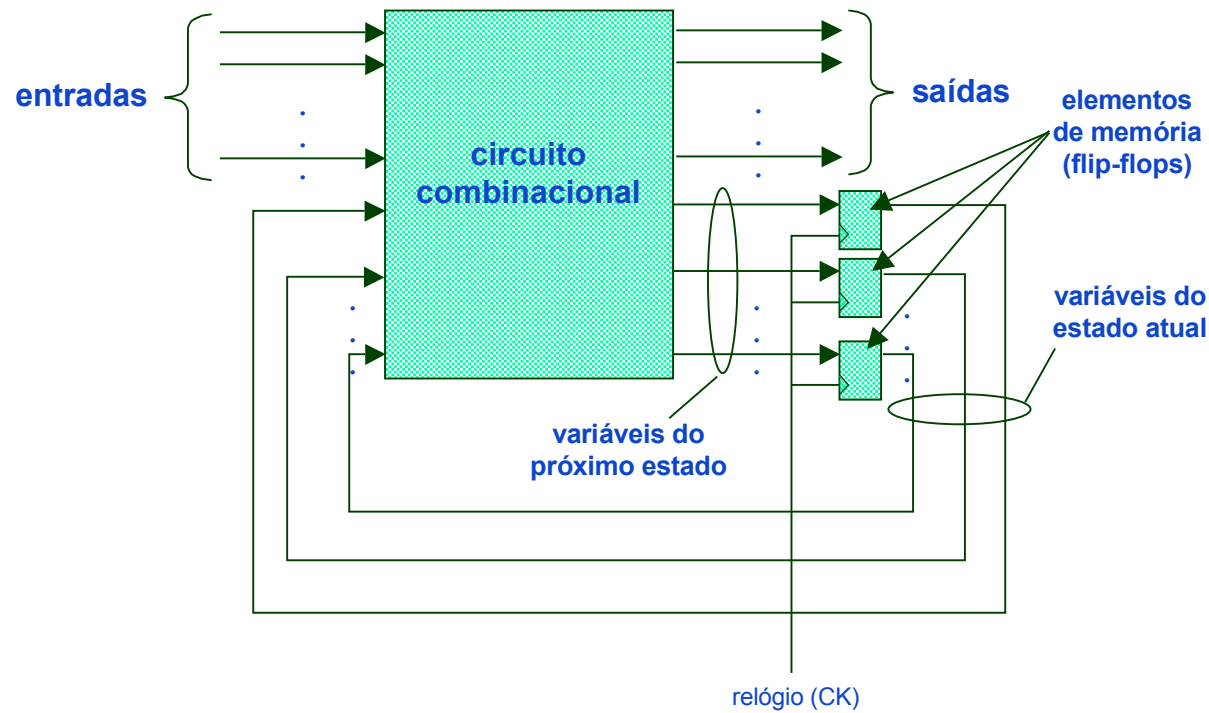
Exemplo 4.1

Um circuito síncrono é cadenciado por um relógio de 200 MHz.
Qual é o maior atraso para qualquer bloco que o compõem?

$$T = \frac{1}{200 \times 10^6 \text{ Hz}} = 0,005 \times 10^{-6} \text{ s} = 5 \times 10^{-9} \text{ s} = 5 \text{ ns}$$

5. Circuitos Seqüenciais

Diagrama de blocos para Circuitos Seqüenciais Síncronos



5. Circuitos Seqüenciais

Análise de Circuitos Seqüenciais

Elementos para a análise (por ordem):

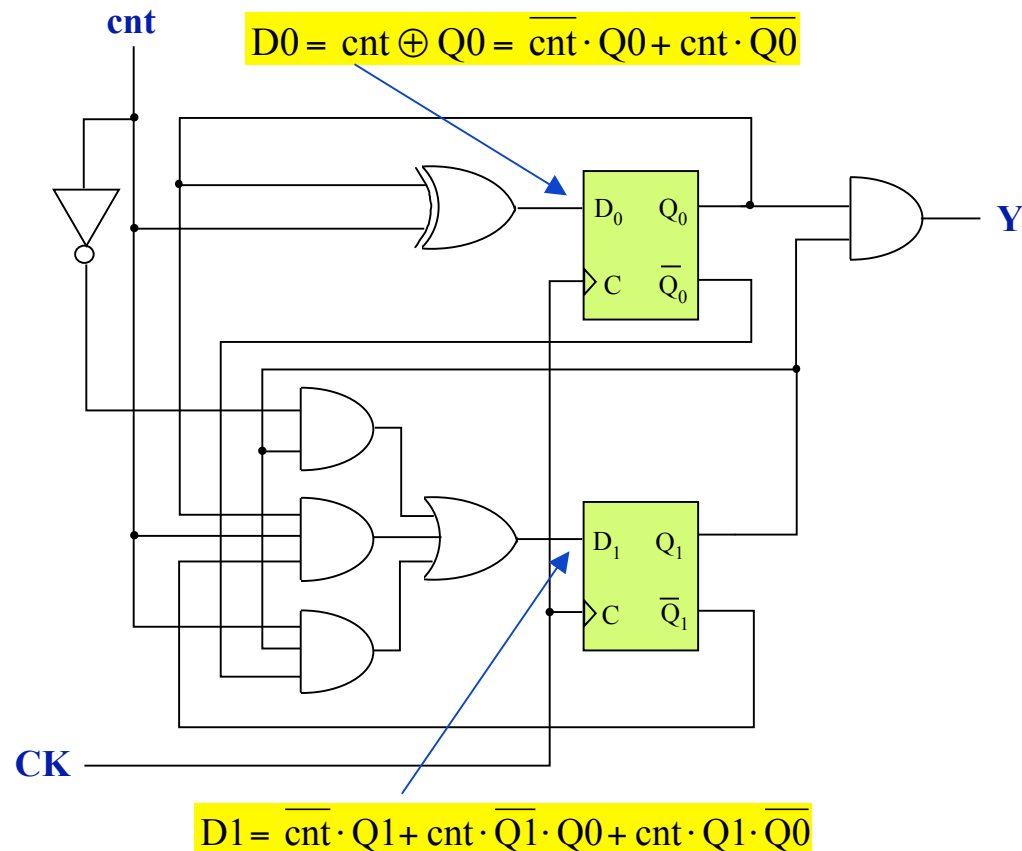
- 1. Equações de excitação**
- 2. Equações de estado e equações de saída**
- 3. Tabela de próximo estado**
- 4. Tabela de saída**
- 5. Diagrama de transição de estados**

Vejam os um exemplo...

5. Circuitos Seqüenciais

Análise de Circuitos Seqüenciais

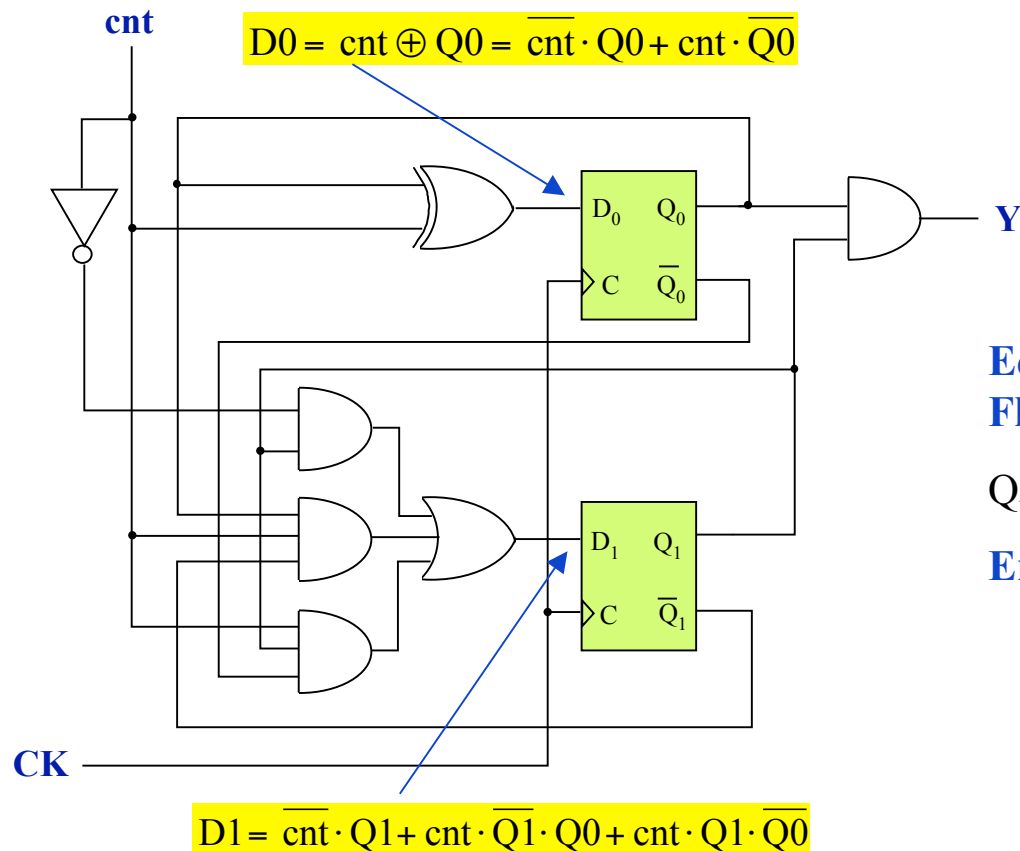
1. Determinando as equações de excitação (entradas dos flip-flops)



5. Circuitos Seqüenciais

Análise de Circuitos Seqüenciais

1. Determinando as equações de excitação (entradas dos flip-flops)



Equação de um
Flip-flop D:

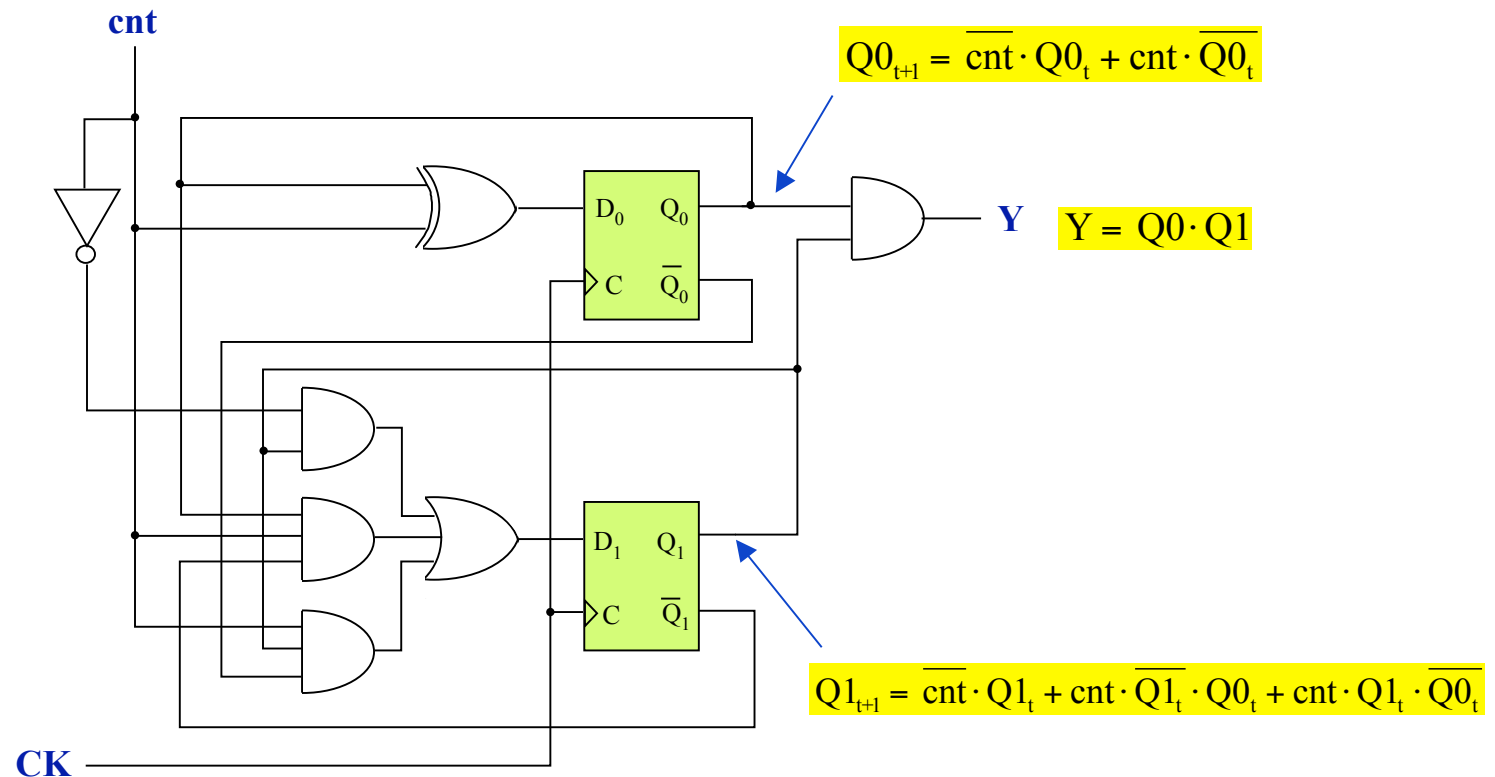
$$Q_{t+1} = D_t$$

Então...

5. Circuitos Seqüenciais

Análise de Circuitos Seqüenciais

2. Determinando as equações de estado (saída dos flip-flops)



5. Circuitos Seqüenciais

Análise de Circuitos Seqüenciais

3. Montando a Tabela de Transição de Estados

$$Q0_{t+1} = \overline{cnt} \cdot Q0_t + cnt \cdot \overline{Q0_t}$$

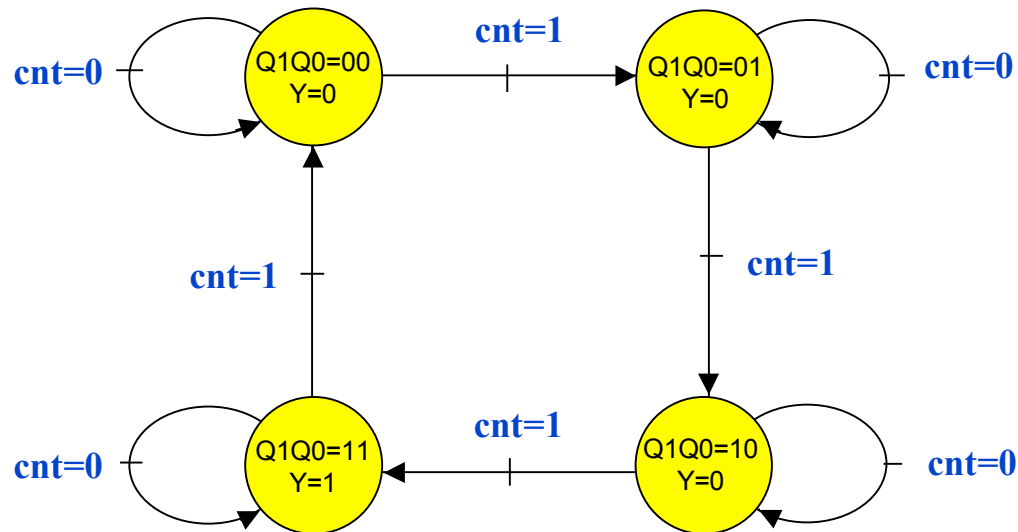
$$Q1_{t+1} = \overline{cnt} \cdot Q1_t + cnt \cdot \overline{Q1_t} \cdot Q0_t + cnt \cdot Q1_t \cdot \overline{Q0_t}$$

Entrada	Estado atual		Próximo estado	
	Q1 _t	Q0 _t	Q1 _{t+1}	Q0 _{t+1}
cnt				
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0

5. Circuitos Seqüenciais

Análise de Circuitos Seqüenciais

5. Desenhando o Diagrama de Estados

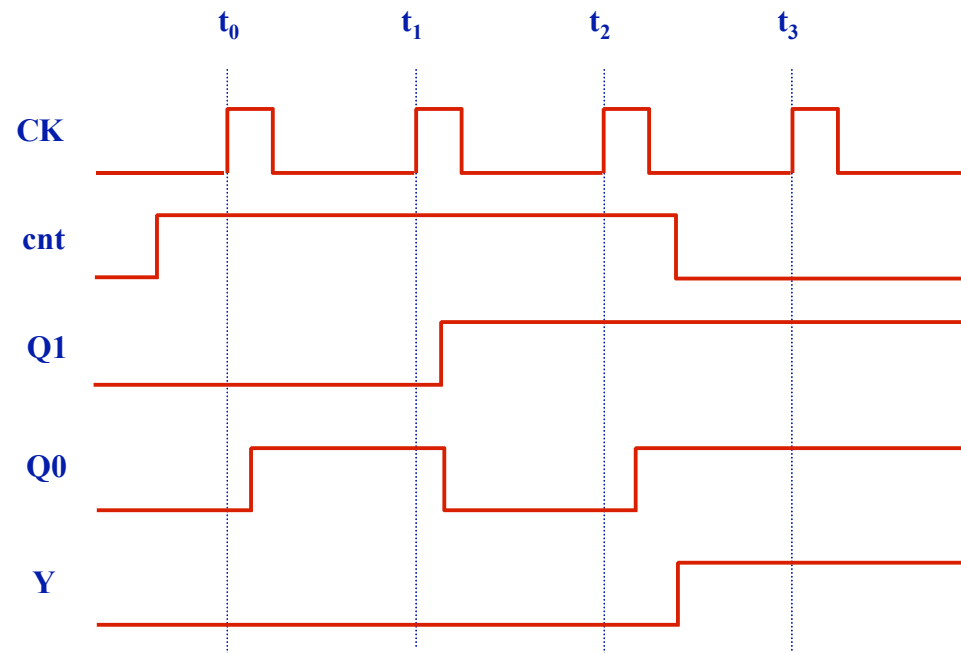


Este circuito é um “contador módulo-4”

5. Circuitos Seqüenciais

Contador Módulo-4: diagrama de tempos

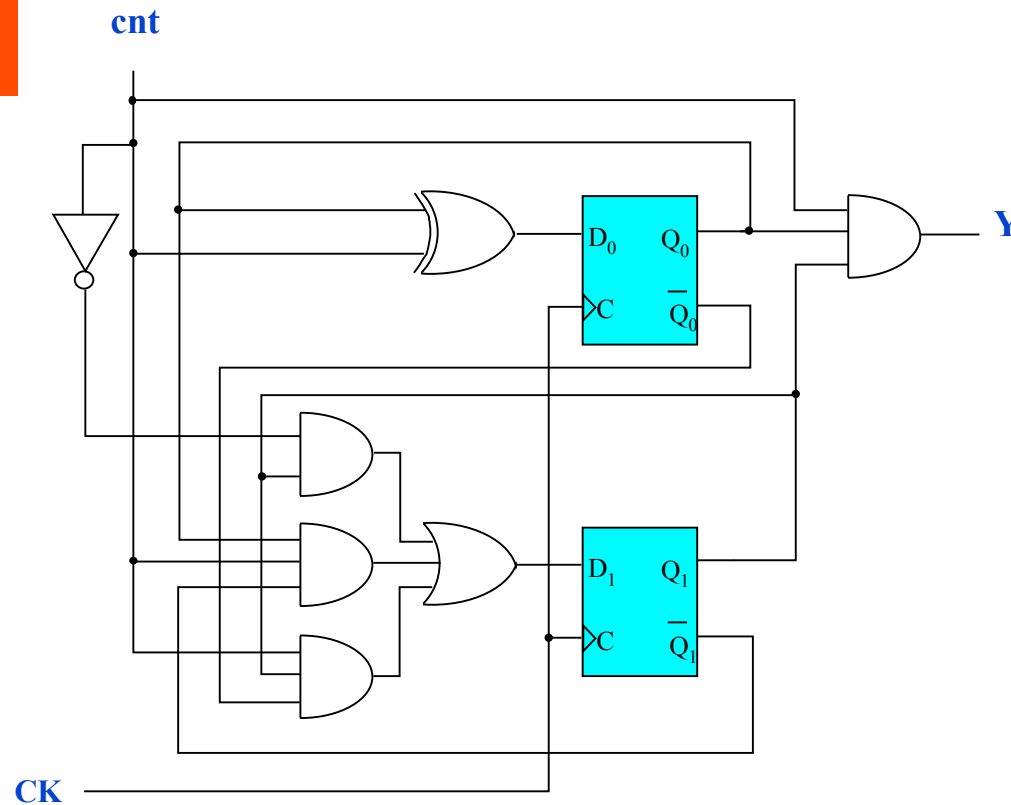
Exemplo 4.13



5. Circuitos Seqüenciais

Contador Módulo-4: esquemático

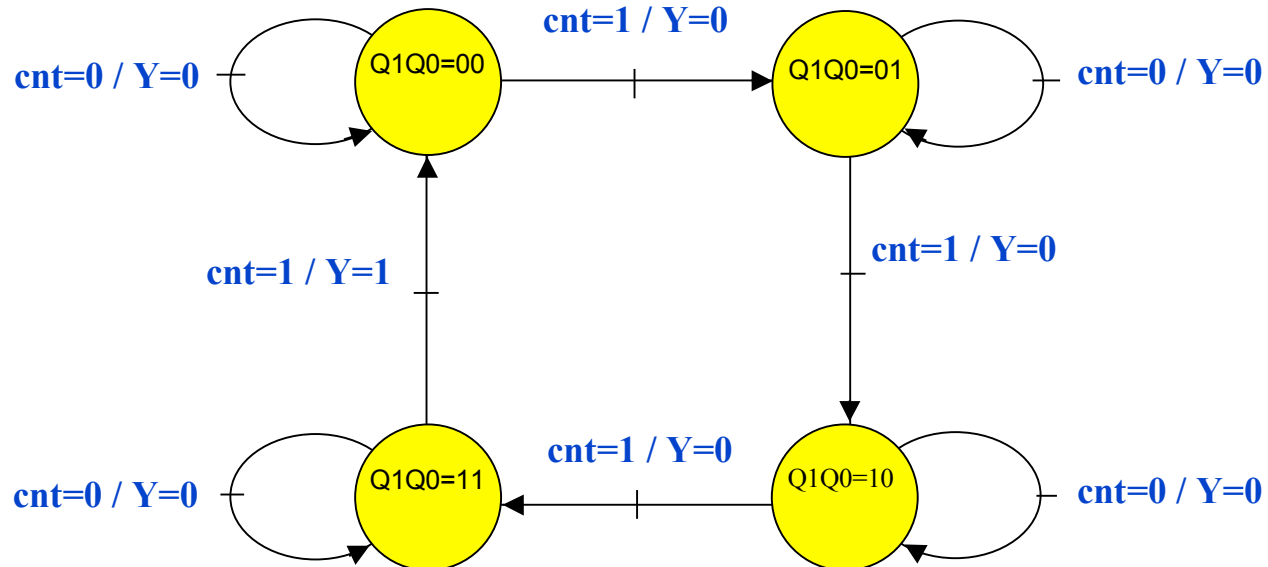
Exemplo 4.14



5. Circuitos Seqüenciais

Contador Módulo-4: diagrama de estados

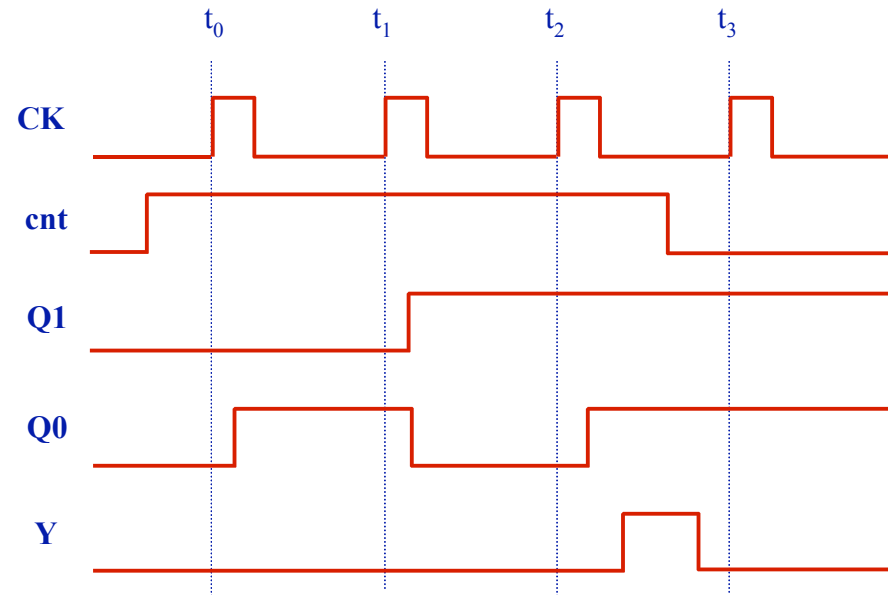
Exemplo 4.14



5. Circuitos Seqüenciais

Contador Módulo-4: diagrama de tempos

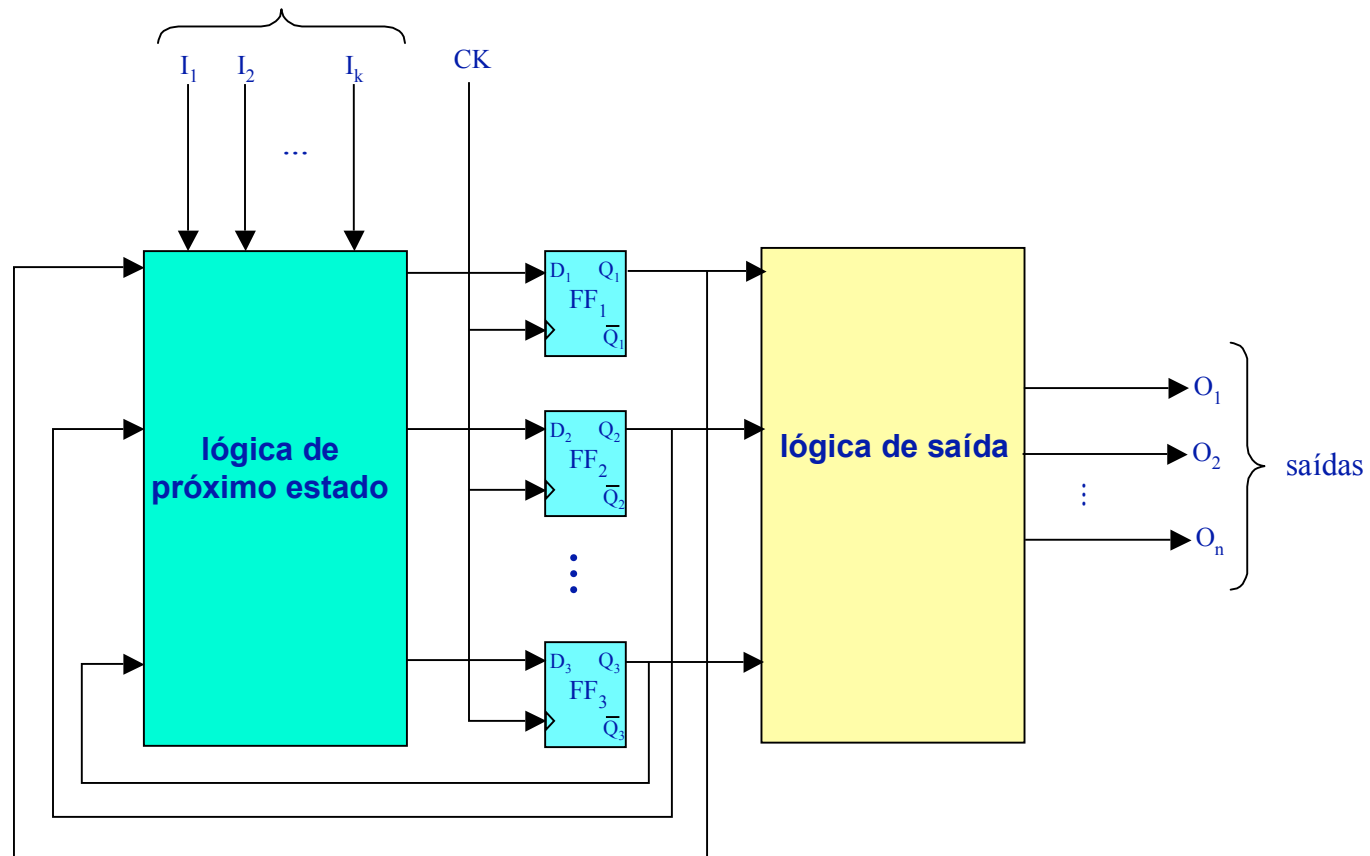
Exemplo 4.14



5. Circuitos Seqüenciais

Modelos de Circuitos Seqüenciais

Modelo de Moore (saídas dependentes do estado)



5. Circuitos Seqüenciais

Modelo de Mealy (saídas dependentes das entradas)

