



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Informática e Estatística
Curso de Graduação em Ciências da Computação



Sistemas Digitais

INE 5406

Aula 4-T

4. Máquinas Seqüenciais Síncronas: Sincronismo com sinal de relógio, Análise de circuitos seqüenciais síncronos. Modelos de Moore e de Mealy.

Prof. José Luís Güntzel
guntzel@inf.ufsc.br

www.inf.ufsc.br/~guntzel/ine5406/ine5406.html

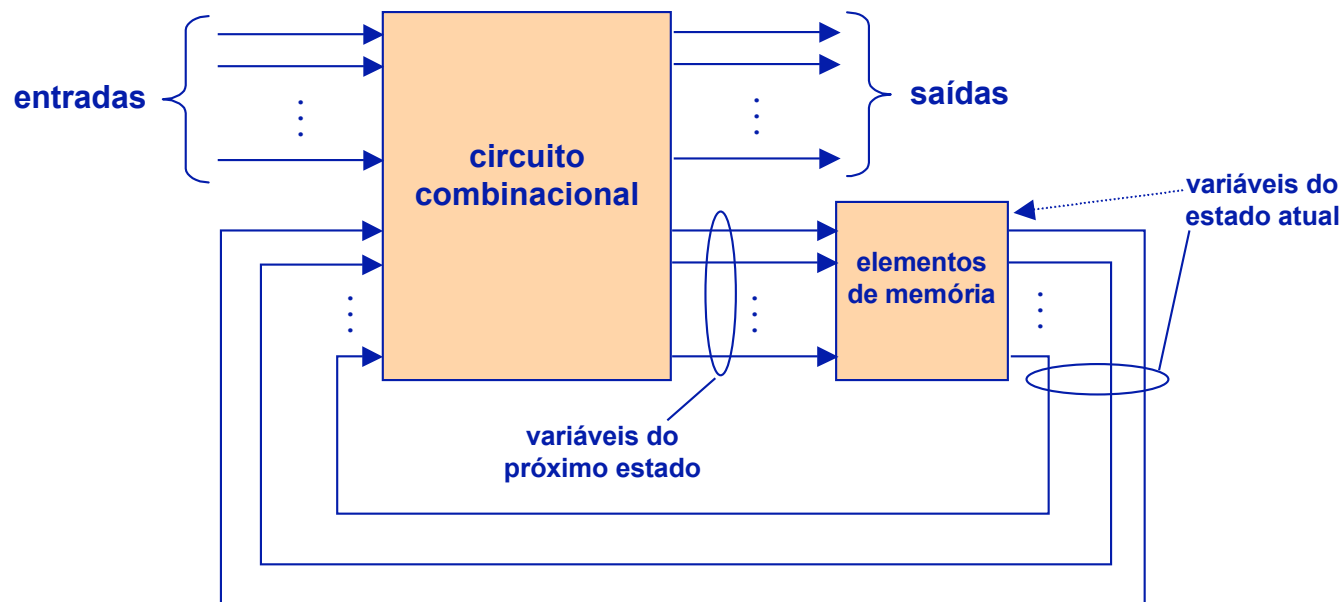
4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

Observação Importante

O Conteúdo destas transparências está detalhado na introdução do capítulo 4 e nas seções 4.3 e 4.4 da apostila “**Introdução aos Sistemas Digitais**”, de José Luís Güntzel e Francisco Assis do Nascimento, a qual encontra-se disponível gratuitamente em formato PDF no endereço www.ufpel.edu.br/~guntzel/isd/isd.html

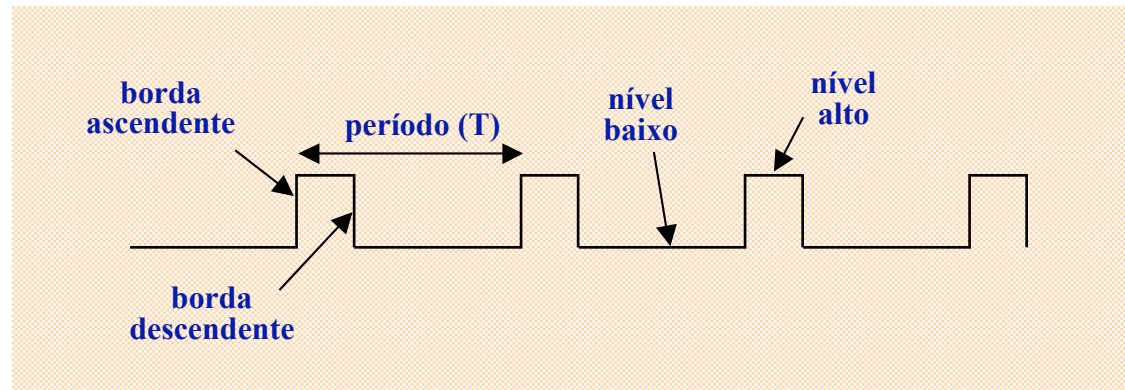
4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

Circuitos Seqüenciais: Diagrama de blocos genérico



4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

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



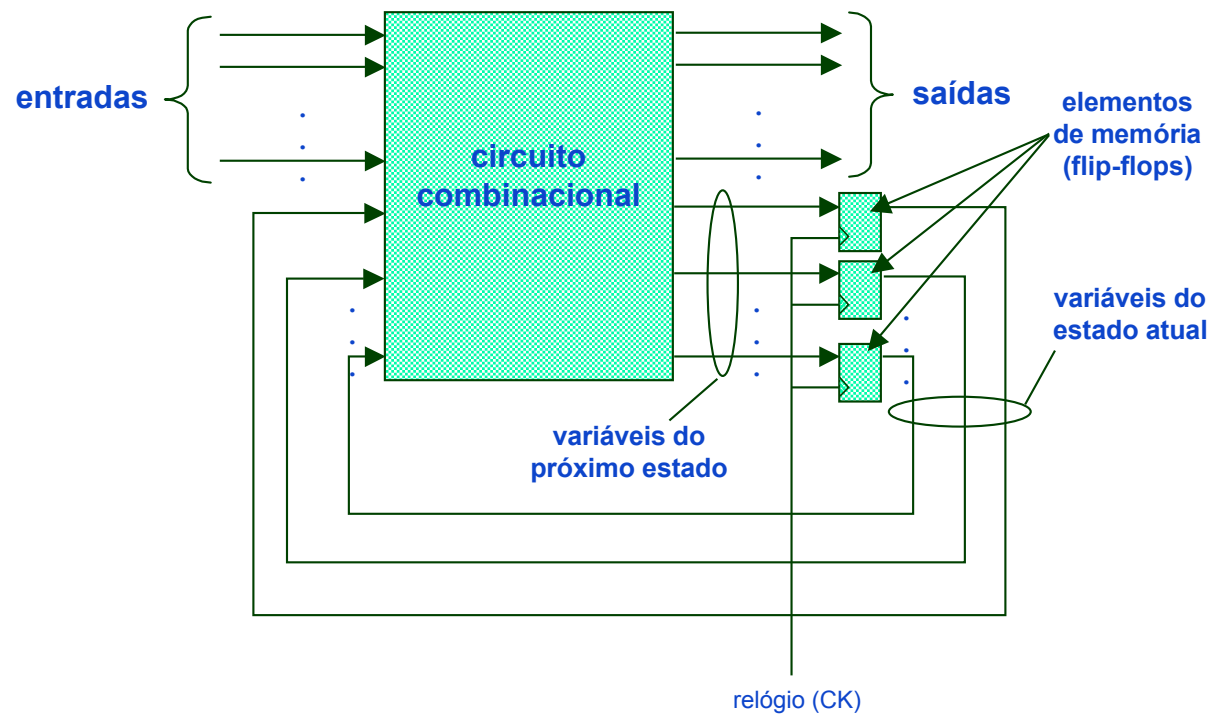
Exemplo:

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

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

4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

Circuitos Seqüenciais Síncronos: Diagrama de blocos



4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

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**

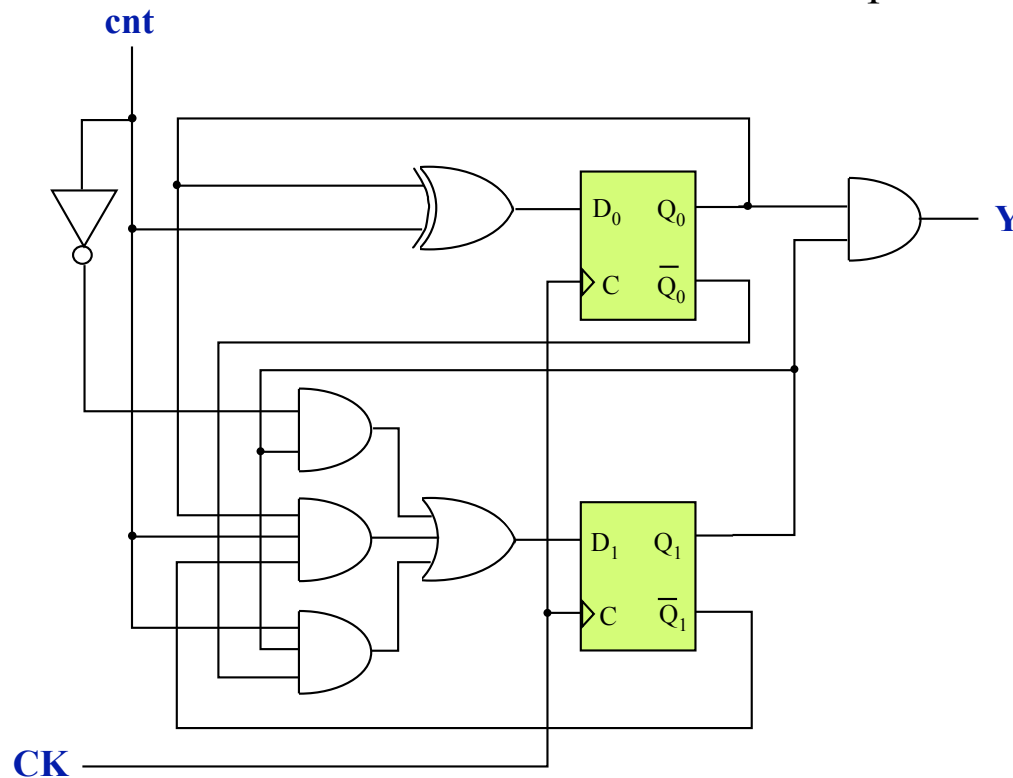
Vejamos um exemplo...

4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

Análise de Circuitos Seqüenciais

Contador Módulo-4: esquemático

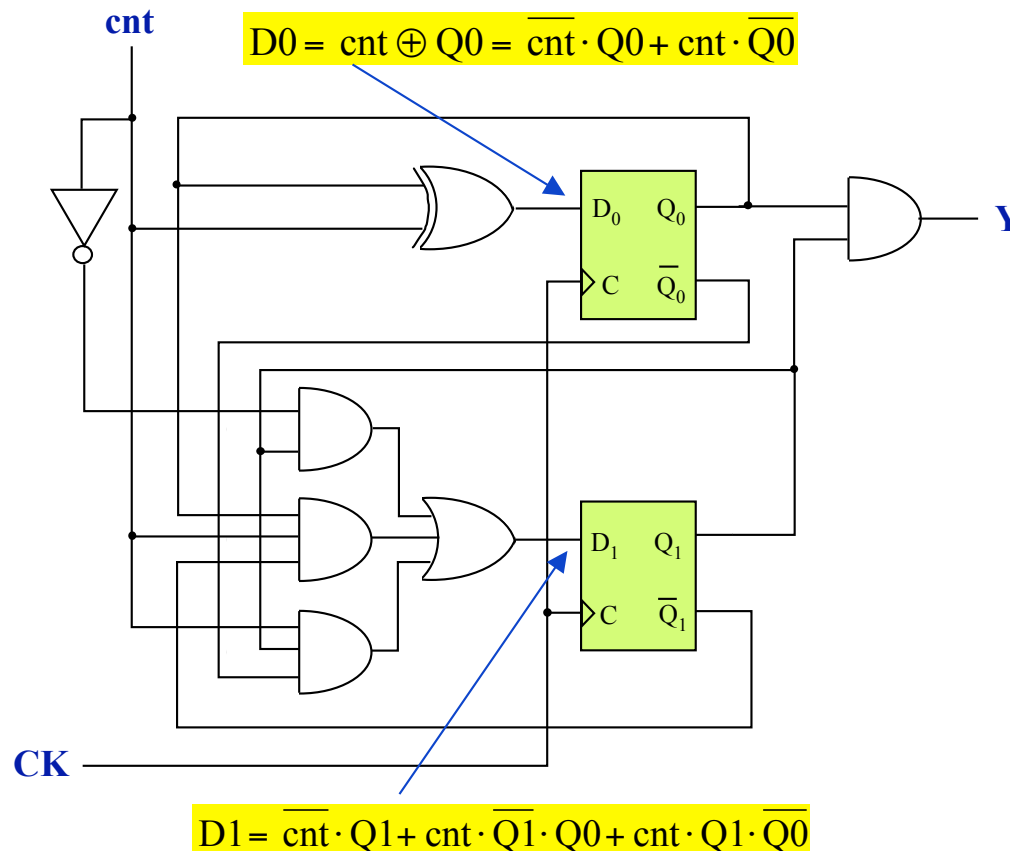
Exemplo 4.13 da apostila



4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

Análise de Circuitos Seqüenciais

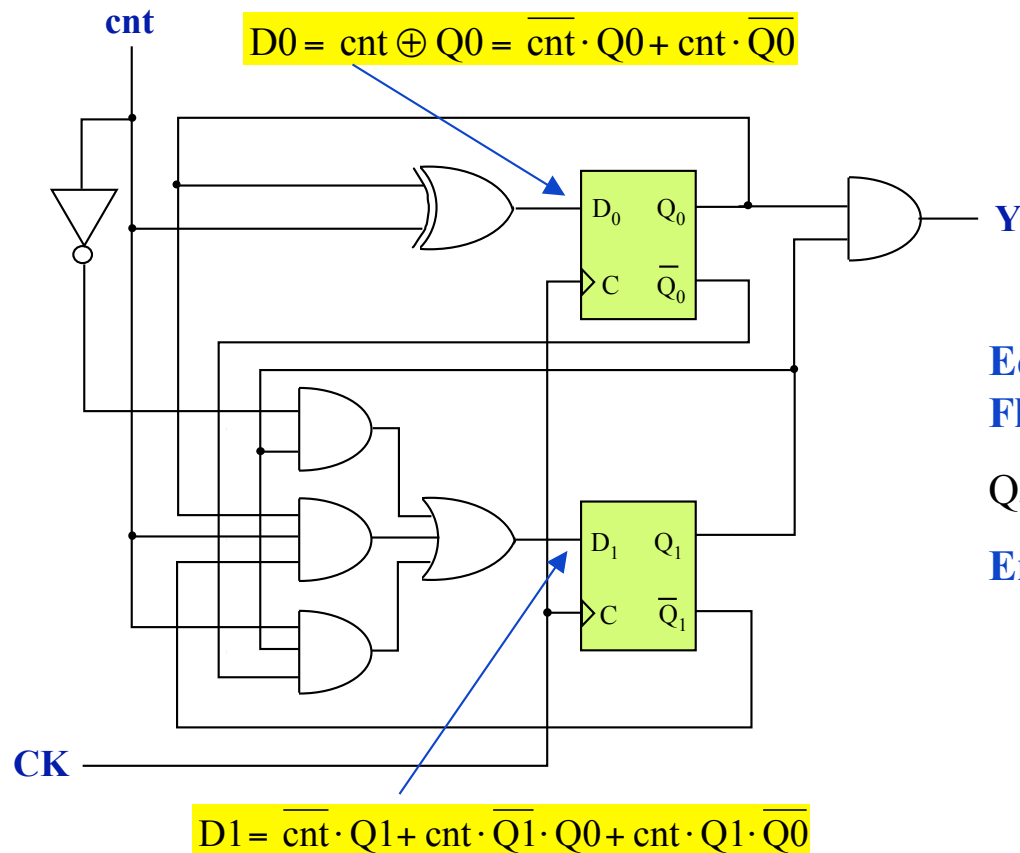
1. Determinando as equações de excitação (entradas dos flip-flops)



4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

Análise de Circuitos Seqüenciais

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



Equação de um
Flip-flop D:

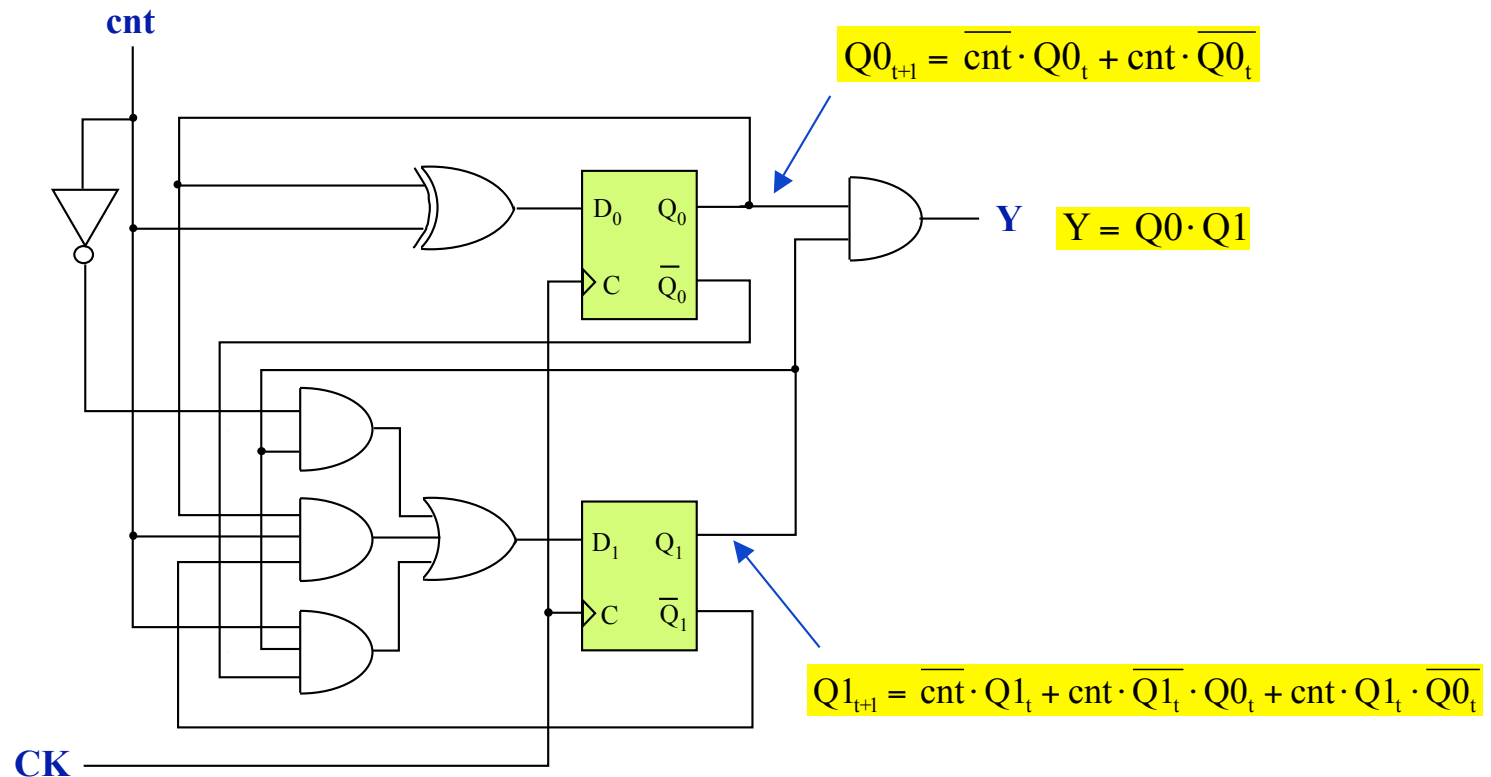
$$Q_{t+1} = D_t$$

Então...

4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

Análise de Circuitos Seqüenciais

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



4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

Análise de Circuitos Seqüenciais

3. Montando a Tabela de Transição de Estados

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

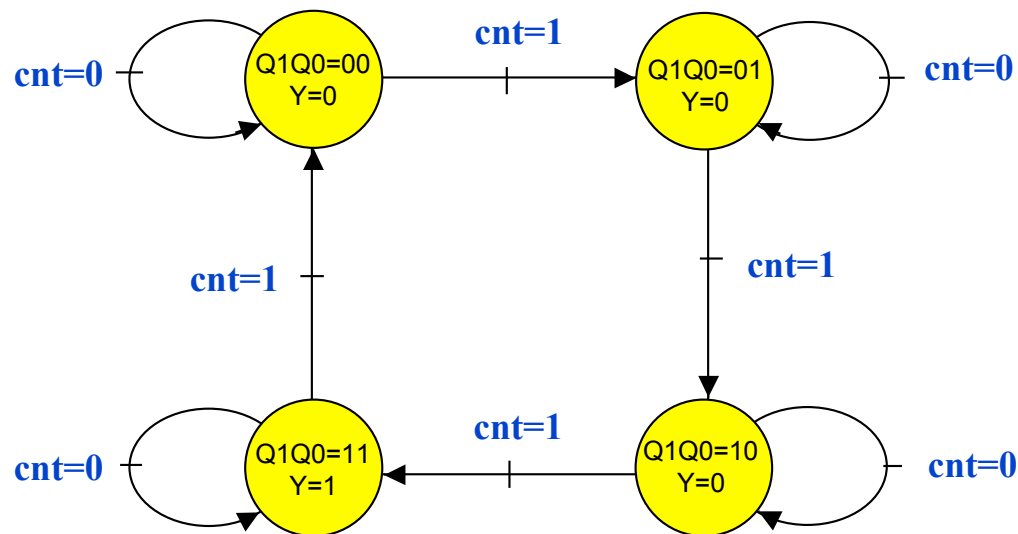
$$Q1_{t+1} = \overline{\text{cnt}} \cdot Q1_t + \text{cnt} \cdot \overline{Q1_t} \cdot Q0_t + \text{cnt} \cdot Q1_t \cdot \overline{Q0_t}$$

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

4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

Análise de Circuitos Seqüenciais

5. Desenhando o Diagrama de Estados

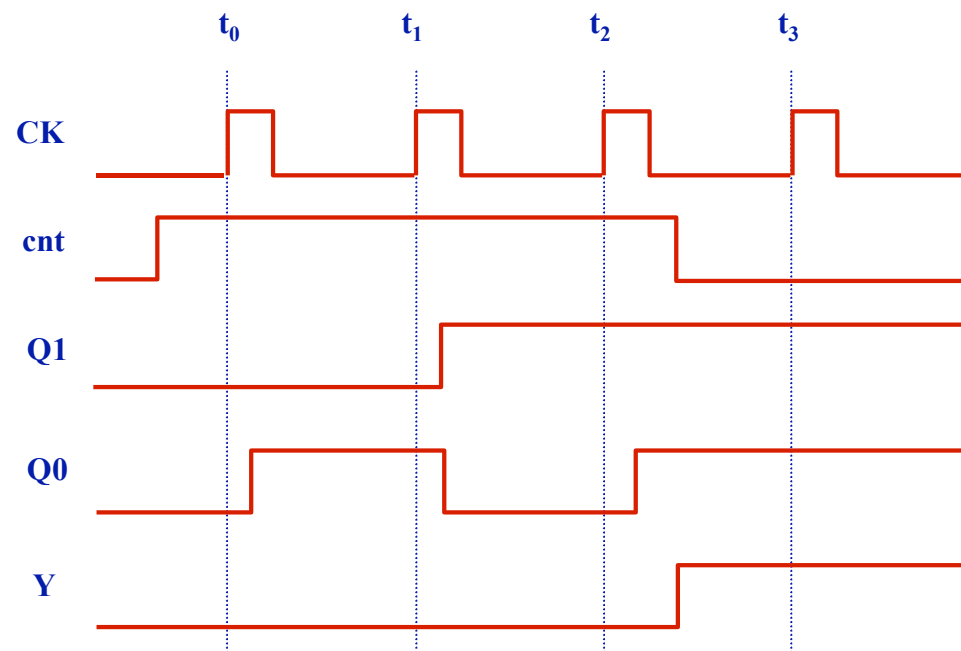


Este circuito é um “contador módulo-4”

4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

Contador Módulo-4: diagrama de tempos

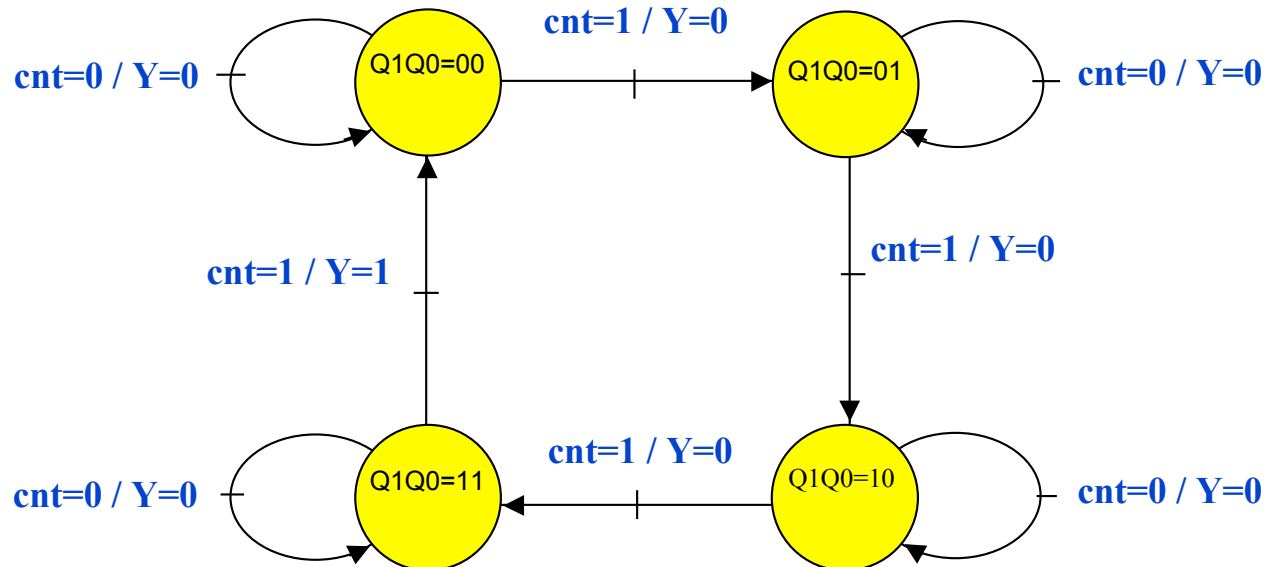
Exemplo 4.13 da apostila



4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

Contador Módulo-4: diagrama de estados

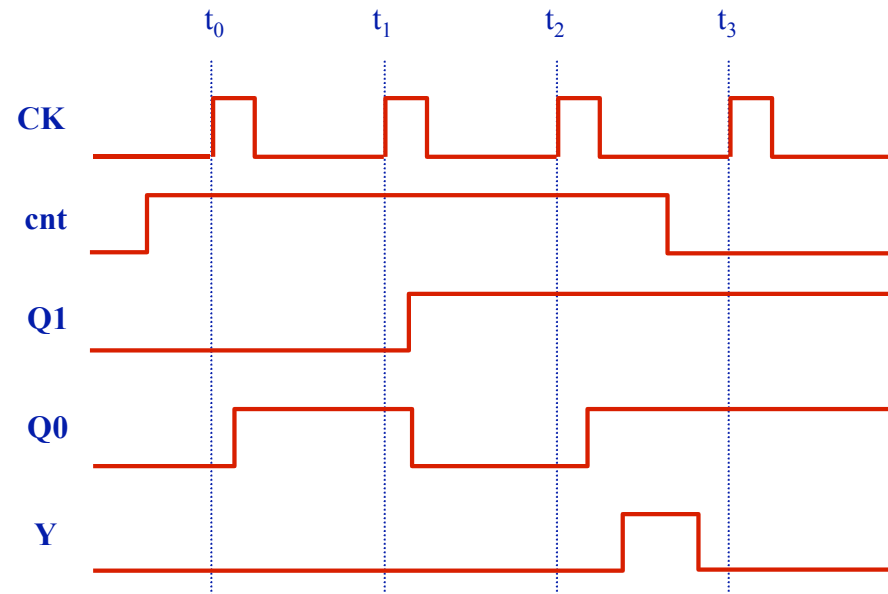
Exemplo 4.14 da apostila



4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

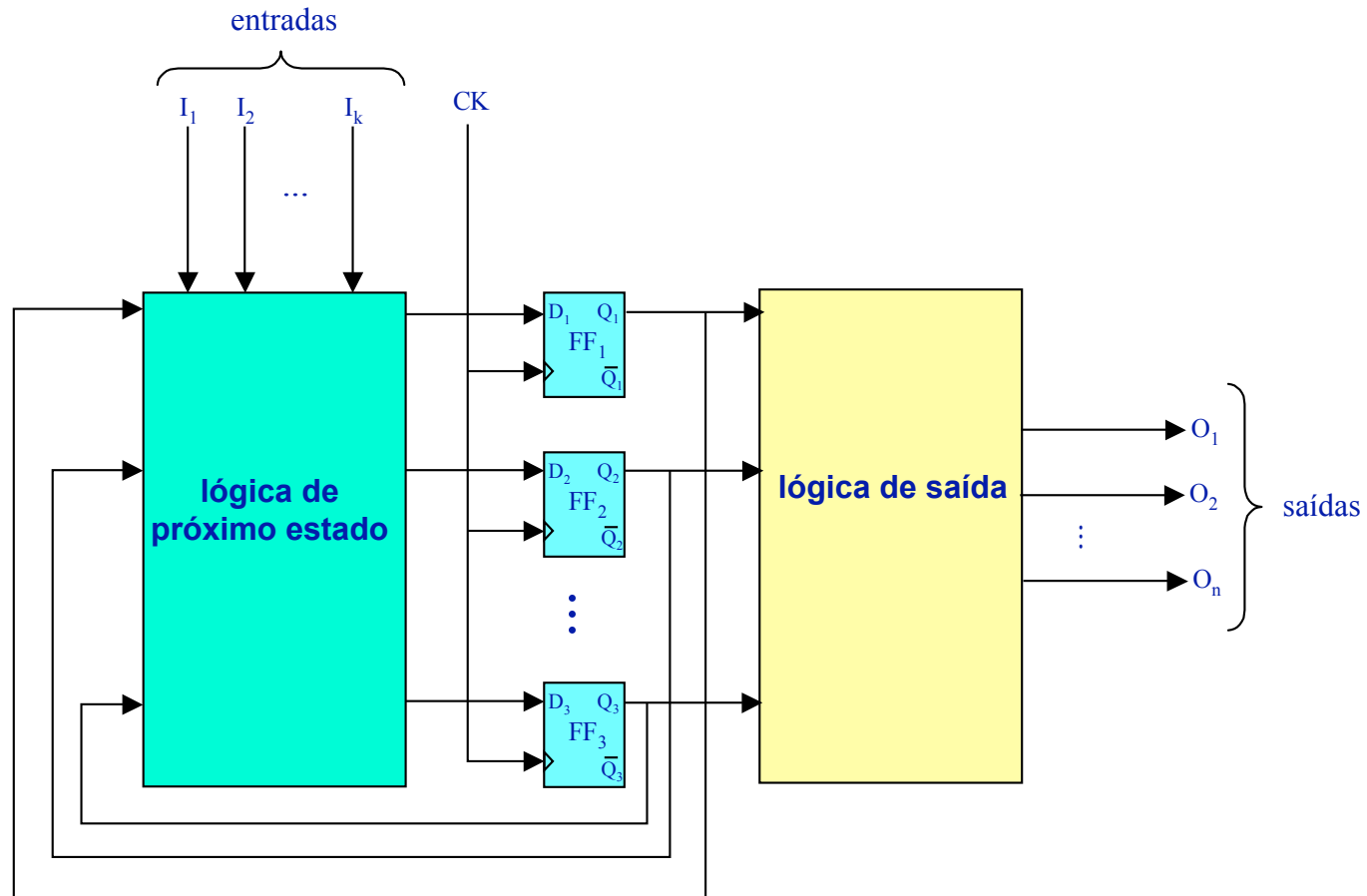
Contador Módulo-4: diagrama de tempos

Exemplo 4.14 da apostila



4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

Modelo de Moore (saídas dependentes do estado)



4. Máquinas Seqüenciais Síncronas

Modelo de Mealy (saídas dependentes das entradas)

