



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



Sistemas Digitais

INE 5406

Aula 7-T

**2. Máquinas Sequencias Síncronas: Codificação de estados.
Síntese de circuitos sequenciais segundo o Modelo de Mealy
(comparação com o Modelo de Moore). Exemplos.**

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

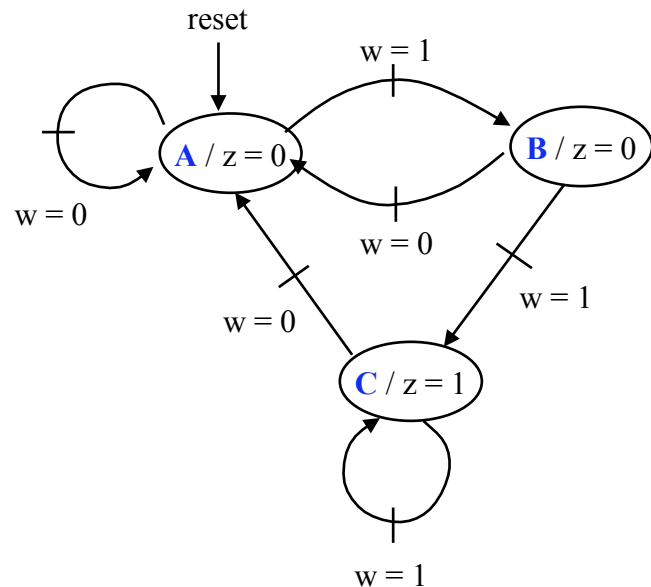
www.inf.ufsc.br/~guntzel/ine5406/ine5406.html

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais

Exemplo 3: Tabelas de (Transição de) Estados e de Saída

Tabela de (transição de) estados



| Estado atual | w | Próximo estado |
|--------------|---|----------------|
| A | 0 | A |
| A | 1 | B |
| B | 0 | A |
| B | 1 | C |
| C | 0 | A |
| C | 1 | C |

Tabela de saída

| Estado | z |
|--------|---|
| A | 0 |
| B | 0 |
| C | 1 |

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais

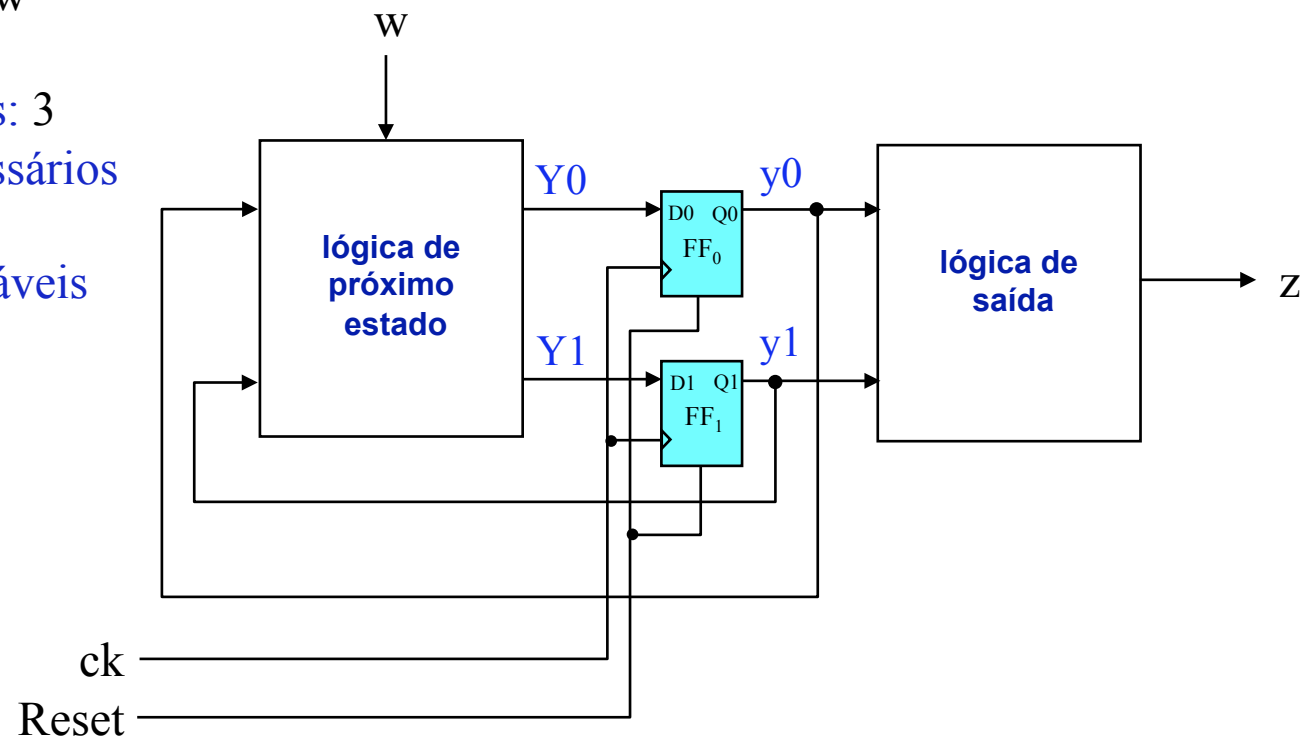
Exemplo 3: Diagrama de Blocos

Sinais de entrada: w

Sinais de saída: z

Número de estados: 3

⇒ Logo, são necessários
2 flip-flops para
armazenar as variáveis
de estado



2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais

Exemplo 3: Codificação de Estados

Supondo a seguinte codificação: A=00, B=01, C=10

| Estado atual | w | Próximo estado |
|--------------|---|----------------|
| A | 0 | A |
| A | 1 | B |
| B | 0 | A |
| B | 1 | C |
| C | 0 | A |
| C | 1 | C |

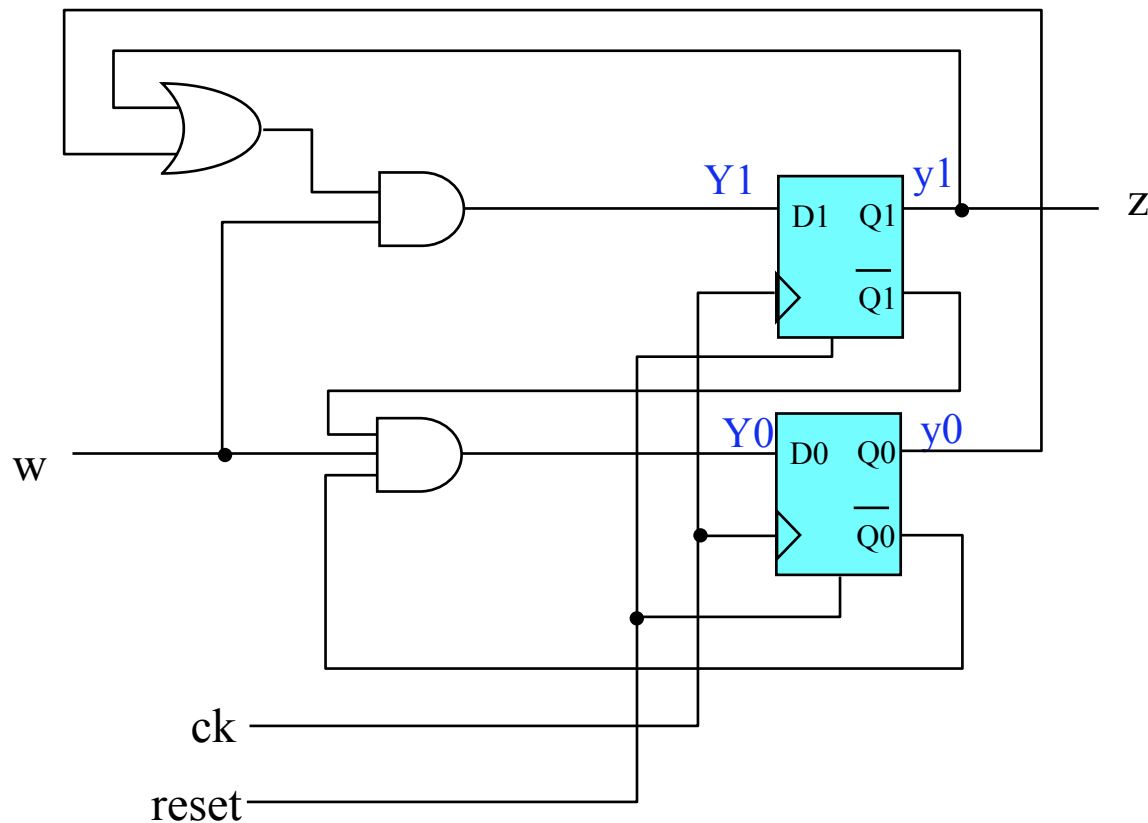


| | Estado atual y1y0 | w | Próximo estado Y1Y0 | |
|---|----------------------|---|------------------------|---|
| A | 00 | 0 | 00 | A |
| A | 00 | 1 | 01 | B |
| B | 01 | 0 | 00 | A |
| B | 01 | 1 | 10 | C |
| C | 10 | 0 | 00 | A |
| C | 10 | 1 | 10 | C |
| - | 11 | 0 | XX | - |
| - | 11 | 1 | XX | - |

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais

Exemplo 3: circuito final



$$\begin{aligned} Y1 &= w \cdot y1 + w \cdot y0 \\ &= w (y1 + y0) \\ Y0 &= w \cdot \overline{y1} \cdot \overline{y0} \\ z &= y1 \end{aligned}$$

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Exemplo 3, Porém Codificando os Estados com o **Código Gray**:
A=00, B=01, C=11

| | Estado atual y1y0 | w | Próximo estado Y1Y0 | |
|---|----------------------|---|------------------------|---|
| A | 00 | 0 | 00 | A |
| A | 00 | 1 | 01 | B |
| B | 01 | 0 | 00 | A |
| B | 01 | 1 | 11 | C |
| - | 10 | 0 | XX | - |
| - | 10 | 1 | XX | - |
| C | 11 | 0 | 00 | A |
| C | 11 | 1 | 11 | C |

| | Estado y1y0 | z |
|---|----------------|---|
| A | 00 | 0 |
| B | 01 | 0 |
| - | 10 | X |
| C | 11 | 1 |

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Exemplo 3, Porém Codificando os Estados com o **Código Gray**:
A=00, B=01, C=11

| | Estado atual y_1y_0 | w | Próximo estado Y_1Y_0 | |
|---|--------------------------|---|----------------------------|---|
| A | 00 | 0 | 00 | A |
| A | 00 | 1 | 01 | B |
| B | 01 | 0 | 00 | A |
| B | 01 | 1 | 11 | C |
| - | 10 | 0 | XX | - |
| - | 10 | 1 | XX | - |
| C | 11 | 0 | 00 | A |
| C | 11 | 1 | 11 | C |

| Y_1 | $\bar{y}_1\bar{y}_0$ | \bar{y}_1y_0 | $y_1\bar{y}_0$ | y_1y_0 |
|-----------|----------------------|----------------|----------------|----------|
| \bar{w} | 0 | 0 | 0 | X |
| w | 0 | 1 | 1 | X |

$w \cdot y_0$

$$Y_1 = w \cdot y_0$$

| Y_0 | $\bar{y}_1\bar{y}_0$ | \bar{y}_1y_0 | $y_1\bar{y}_0$ | y_1y_0 |
|-----------|----------------------|----------------|----------------|----------|
| \bar{w} | 0 | 0 | 0 | X |
| w | 1 | 1 | 1 | X |

$$Y_0 = w$$

w

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Exemplo 3, Porém Codificando os Estados com o **Código Gray**:
A=00, B=01, C=11

| y1y0 | z |
|------|---|
| 00 | 0 |
| 01 | 0 |
| 10 | X |
| 11 | 1 |

| z | $\bar{y}0$ | y0 |
|------------|------------|----|
| $\bar{y}1$ | 0 | 0 |
| y1 | X | 1 |

Note: A red box highlights the 'X' and '1' in the row for y1, and a red arrow points to the 'X' from the label y1 below the table.

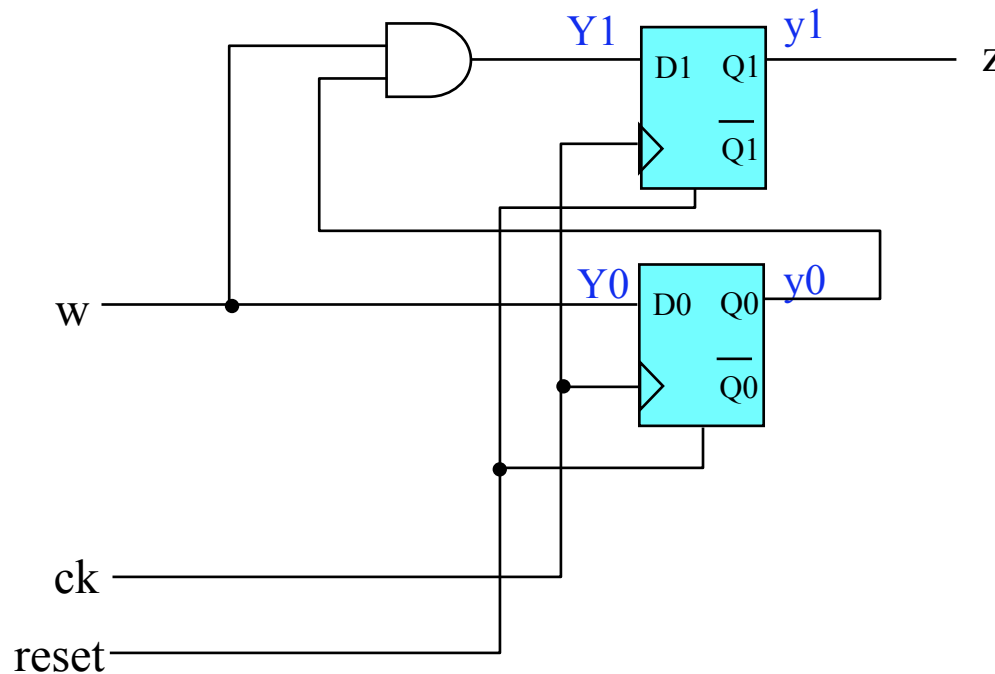
$$z = y1$$

Coincidentemente, a equação de saída não mudou.

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Exemplo 3, Porém Codificando os Estados com o **Código Gray**:
A=00, B=01, C=11

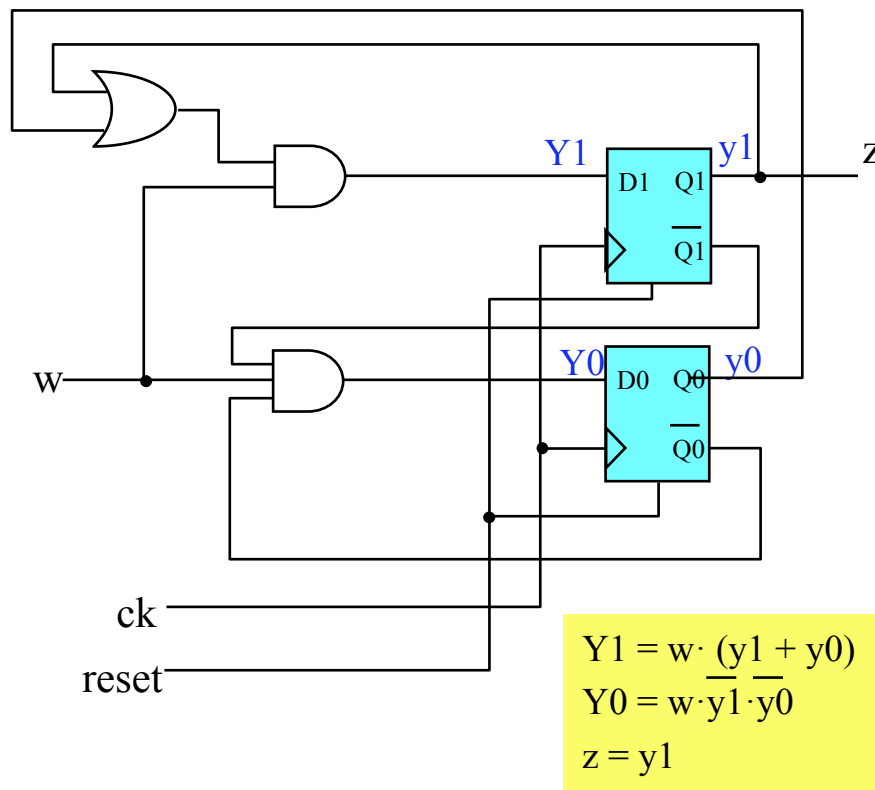


$$\begin{aligned} Y1 &= w \cdot y0 \\ Y0 &= w \\ z &= y1 \end{aligned}$$

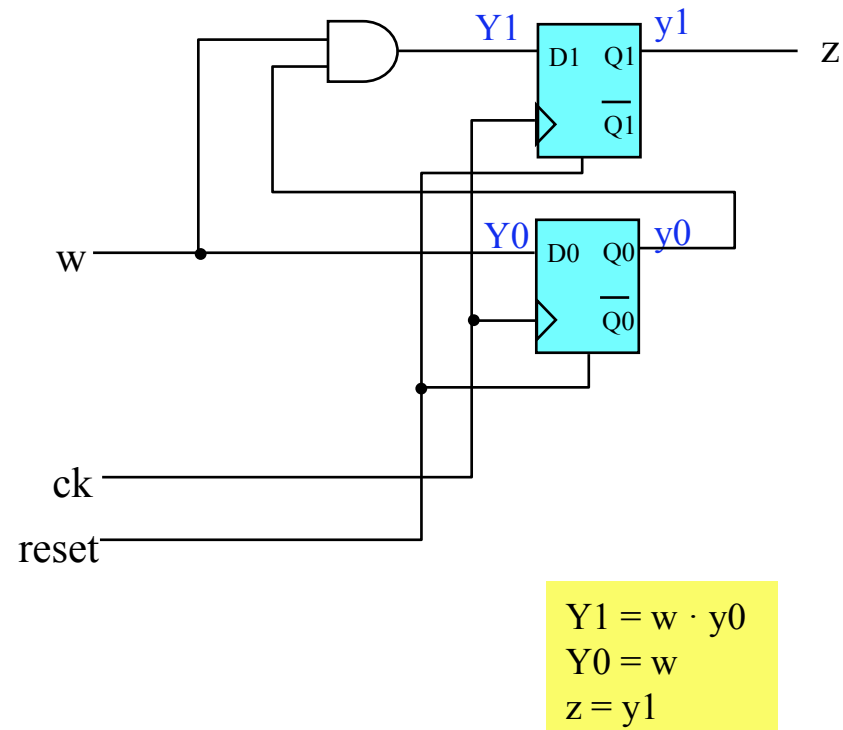
2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Assinalamento A=00, B=01, C=10



Assinalamento A=00, B=01, C=11



2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Exemplo 4, Porém Codificando os Estados com o **Código Gray**:
A=00, B=01, C=11, D=10

| Estado atual | w | Próximo estado |
|--------------|---|----------------|
| A | 0 | A |
| A | 1 | B |
| B | X | C |
| C | X | D |
| D | X | A |



| | Estado atual y ₁ y ₀ | w | Próximo estado Y ₁ Y ₀ | |
|---|---|---|---|---|
| A | 00 | 0 | 00 | A |
| A | 00 | 1 | 01 | B |
| B | 01 | X | 11 | C |
| D | 10 | X | 00 | A |
| C | 11 | X | 10 | D |

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Exemplo 4, Porém Codificando os Estados com o **Código Gray**:
 $A=00$, $B=01$, $C=11$, $D=10$

| | Estado atual y_1y_0 | w | Próximo estado Y_1Y_0 | |
|---|--------------------------|---|----------------------------|---|
| A | 00 | 0 | 00 | A |
| A | 00 | 1 | 01 | B |
| B | 01 | X | 11 | C |
| D | 10 | X | 00 | A |
| C | 11 | X | 10 | D |

| Y_1 | $\bar{y}_1\bar{y}_0$ | \bar{y}_1y_0 | y_1y_0 | $y_1\bar{y}_0$ |
|-----------|----------------------|----------------|----------|----------------|
| \bar{w} | 0 | 1 | 1 | 0 |
| w | 0 | 1 | 1 | 0 |

$$Y_1 = y_0$$

| Y_0 | $\bar{y}_1\bar{y}_0$ | \bar{y}_1y_0 | y_1y_0 | $y_1\bar{y}_0$ |
|-----------|----------------------|----------------|----------|----------------|
| \bar{w} | 0 | 1 | 0 | 0 |
| w | 1 | 1 | 0 | 0 |

$$w \cdot \bar{y}_1$$

$$\bar{y}_1 \cdot y_0$$

$$Y_0 = w \cdot \bar{y}_1 + \bar{y}_1 \cdot y_0$$

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Exemplo 4, Porém Codificando os Estados com o **Código Gray**:
A=00, B=01, C=11, D=10

| | Estado y1y0 | R1out | R1in | R2out | R2in | R3out | R3in | Done |
|---|----------------|-------|------|-------|------|-------|------|------|
| A | 00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 01 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| D | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| C | 11 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

$$R1out = R2in = y1 \cdot y0$$

$$R1in = R3out = Done = y1 \cdot \overline{y0}$$

$$R2out = R3in = \overline{y1} \cdot y0$$

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Assinalamento A=00, B=01, C=10, D=11

$$Y1 = \overline{y1} \cdot y0 + y1 \cdot \overline{y0}$$

$$Y0 = w \cdot \overline{y0} + y1 \cdot \overline{y0}$$

$$R1_{out} = R2_{in} = y1 \cdot y0$$

$$R1_{in} = R3_{out} = Done = y1 \cdot y0$$

$$R2_{out} = R3_{in} = y1 \cdot y0$$

Assinalamento A=00, B=01, C=11, D=10

$$Y1 = y0$$

$$Y0 = w \cdot \overline{y1} + \overline{y1} \cdot y0$$

$$R1_{out} = R2_{in} = y1 \cdot y0$$

$$R1_{in} = R3_{out} = Done = y1 \cdot \overline{y0}$$

$$R2_{out} = R3_{in} = \overline{y1} \cdot y0$$

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Codificação “One-Hot”

- Consiste em usar tantas variáveis de estado quantos forem os estados
- Cada estado é codificado de modo que somente uma das variáveis de estado vale “1” e todas as demais valem “0”

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Aplicando a Codificação “One-Hot” ao Exemplo 3:

A=001, B=010, C=100

| Estado atual | w | Próximo estado |
|--------------|---|----------------|
| A | 0 | A |
| A | 1 | B |
| B | 0 | A |
| B | 1 | C |
| C | 0 | A |
| C | 1 | C |



| | Estado atual y2 y1 y0 | w | Próximo estado Y2 Y1 Y0 | |
|---|--------------------------|---|----------------------------|---|
| A | 001 | 0 | 001 | A |
| A | 001 | 1 | 010 | B |
| B | 010 | 0 | 001 | A |
| B | 010 | 1 | 100 | C |
| C | 100 | 0 | 001 | A |
| C | 100 | 1 | 100 | C |



As combinações de entrada não citadas
têm como próximo estado XXX

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Aplicando a Codificação “One-Hot” ao Exemplo 3:

A=001, B=010, C=100

| | Estado atual y2 y1 y0 | w | Próximo estado Y2 Y1 Y0 | |
|---|--------------------------|---|----------------------------|---|
| A | 001 | 0 | 001 | A |
| A | 001 | 1 | 010 | B |
| B | 010 | 0 | 001 | A |
| B | 010 | 1 | 100 | C |
| C | 100 | 0 | 001 | A |
| C | 100 | 1 | 100 | C |

| y2 | $\bar{y}_2\bar{y}_1$ | \bar{y}_2y_1 | y_2y_1 | $y_2\bar{y}_1$ |
|--------------------|----------------------|----------------|----------|----------------|
| $\bar{y}_0\bar{w}$ | X | 0 | X | 0 |
| \bar{y}_0w | X | 1 | X | 1 |
| y_0w | 0 | X | X | X |
| $y_0\bar{w}$ | 0 | X | X | X |

$\bar{y}_0 \cdot w$

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Aplicando a Codificação “One-Hot” ao Exemplo 3:

A=001, B=010, C=100

| | Estado atual y2 y1 y0 | w | Próximo estado Y2 Y1 Y0 | |
|---|--------------------------|---|----------------------------|---|
| A | 001 | 0 | 001 | A |
| A | 001 | 1 | 010 | B |
| B | 010 | 0 | 001 | A |
| B | 010 | 1 | 100 | C |
| C | 100 | 0 | 001 | A |
| C | 100 | 1 | 100 | C |

| y1 | $\bar{y}_2\bar{y}_1$ | \bar{y}_2y_1 | y_2y_1 | $y_2\bar{y}_1$ |
|--------------------|----------------------|----------------|----------|----------------|
| $\bar{y}_0\bar{w}$ | X | 0 | X | 0 |
| \bar{y}_0w | X | 0 | X | 0 |
| y_0w | 1 | X | X | X |
| $y_0\bar{w}$ | 0 | X | X | X |

$y_0 \cdot w$

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Aplicando a Codificação “One-Hot” ao Exemplo 3:

A=001, B=010, C=100

| | Estado atual y2 y1 y0 | w | Próximo estado Y2 Y1 Y0 | |
|---|--------------------------|---|----------------------------|---|
| A | 001 | 0 | 001 | A |
| A | 001 | 1 | 010 | B |
| B | 010 | 0 | 001 | A |
| B | 010 | 1 | 100 | C |
| C | 100 | 0 | 001 | A |
| C | 100 | 1 | 100 | C |

| y0 | $\bar{y}_2\bar{y}_1$ | \bar{y}_2y_1 | y_2y_1 | $y_2\bar{y}_1$ | |
|--------------------|----------------------|----------------|----------|----------------|-----------|
| $\bar{y}_0\bar{w}$ | X | 1 | X | 1 | \bar{w} |
| \bar{y}_0w | X | 0 | X | 0 | |
| y_0w | 0 | X | X | X | |
| $y_0\bar{w}$ | 1 | X | X | X | |

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Aplicando a Codificação “One-Hot” ao Exemplo 3:

A=001, B=010, C=100

| | Estado $y_2 y_1 y_0$ | z |
|---|-------------------------|-----|
| A | 001 | 0 |
| B | 010 | 0 |
| C | 100 | 1 |



As combinações de entrada
não citadas têm como saída
X

| z | $\bar{y}_2\bar{y}_1$ | \bar{y}_2y_1 | y_2y_1 | $y_2\bar{y}_1$ |
|-------------|----------------------|----------------|----------|----------------|
| \bar{y}_0 | X | 0 | X | 1 |
| y_0 | 0 | X | X | X |

y_2

$$z = y_2$$

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Codificação de Estados

Assinalamento A=00, B=01, C=10

$$\begin{aligned}Y1 &= w \cdot (y1 + y0) \\Y0 &= w \cdot \overline{y1} \cdot \overline{y0} \\z &= y1\end{aligned}$$

Assinalamento A=00, B=01, C=11 (Código Gray)

$$\begin{aligned}Y1 &= w \cdot y0 \\Y0 &= w \\z &= y1\end{aligned}$$

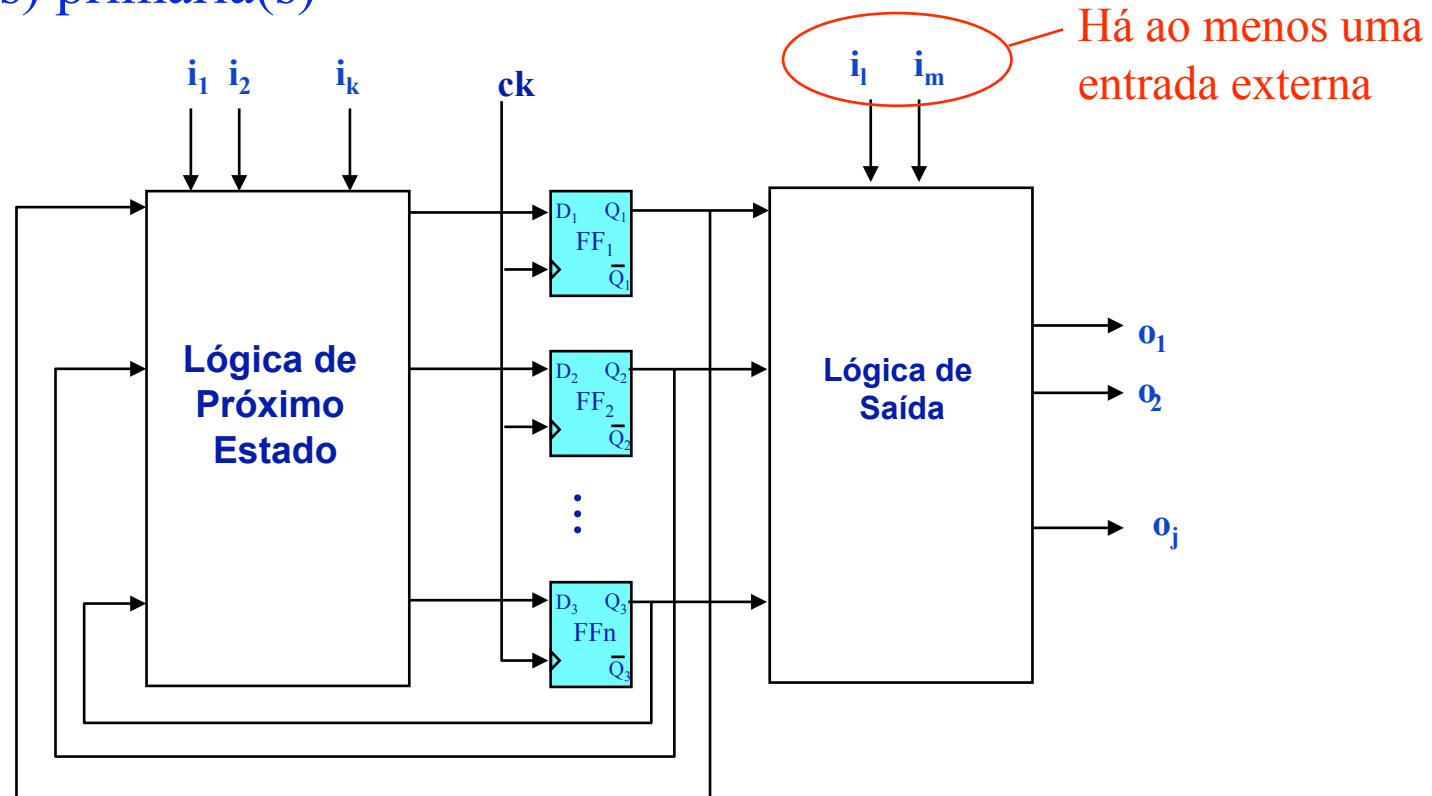
Codificação “One Hot”

$$\begin{aligned}Y2 &= \overline{y0} \cdot w \\Y1 &= \overline{y1} \cdot w \\Y0 &= \overline{y2} \cdot w \\z &= y2\end{aligned}$$

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Modelo de Mealy

Característica principal: as saídas dependem do estado atual e de entrada(s) primária(s)

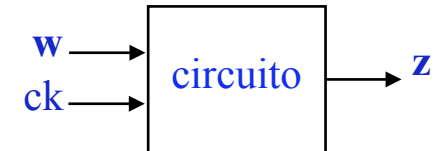


2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais: Modelo de Mealy

Exemplo 3:

Projete um circuito que satisfaça às seguintes especificações:



1. O circuito possui uma entrada, **w**, e uma saída, **z**.
2. Todas as mudanças de valores no circuito ocorrem na borda de subida do sinal de relógio.
3. Quando o circuito detectar que a entrada **w** vale “0”, a saída **z** deve valer “0” no ciclo de relógio seguinte. Porém, quando o circuito detectar que a entrada **w** vale “1” durante duas bordas de relógio consecutivas, a saída **z** deve passar a valer “1” no ciclo de relógio seguinte à segunda ocorrência do valor “1”. As mudanças de **z** estão sincronizadas com a borda de relógio ativa.

Considere a seguinte modificação da especificação acima:

- O sinal de saída **z** não precisa esperar que um segundo valor igual a “1” seja amostrado da entrada **w**.
- Porém, se **z** = 1 e **w** muda de “1” para “0”, **z** deve também mudar para “0”, **independentemente** da borda ativa do relógio

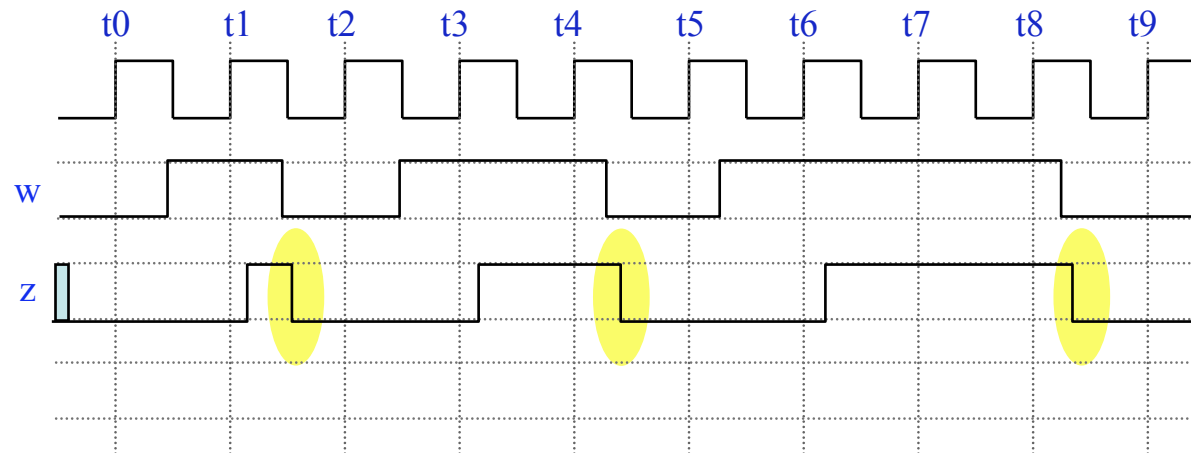
2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais: Modelo de Mealy

Exemplo 3.1: exemplo de funcionamento dinâmico

Especificação modificada:

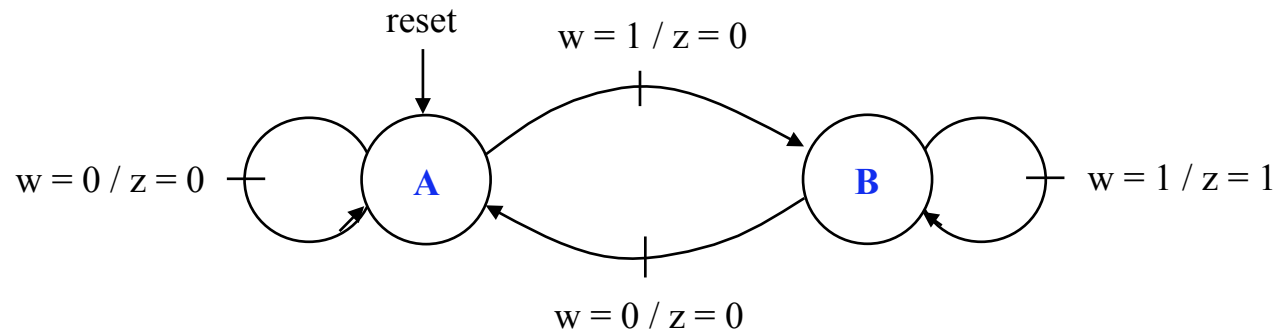
- O sinal de saída z não precisa esperar que um segundo valor igual a “1” seja amostrado da entrada w .
- Porém, se $z = 1$ e w muda de “1” para “0”, z deve também mudar para “0”, **independentemente** da borda ativa do relógio



2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais: Modelo de Mealy

Exemplo 3.1: Diagrama de Estados



Interpretação do Diagrama de Estados:

- Durante o **ciclo de relógio atual**, o valor da saída **z** corresponde ao rótulo assinalado em alguma das arestas que **partem do estado atual**.
- No caso do estado B, por exemplo, **z** pode valer “0” ou valer “1”, conforme for o valor de **w**. Isto implica que **z** pode **mudar de valor antes que a máquina de estados mude de estado**.

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais: Modelo de Mealy

Exemplo 3.1: Tabelas de (Transição de) Estados e de Saída

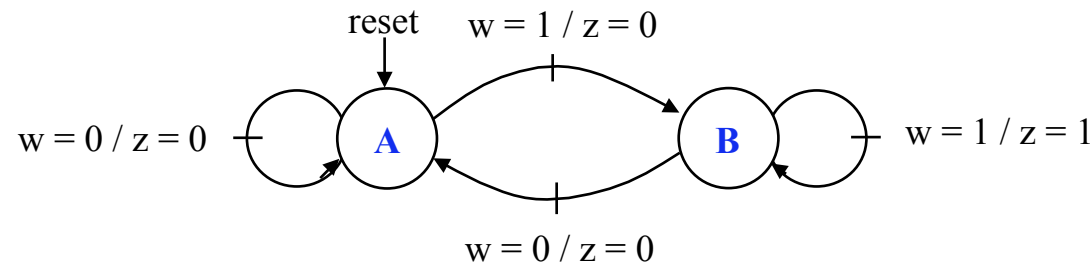


Tabela de (transição de) estados

| Estado atual | w | Próximo estado |
|--------------|---|----------------|
| A | 0 | A |
| A | 1 | B |
| B | 0 | A |
| B | 1 | B |

Tabela de saída

| Estado | w | z |
|--------|---|---|
| A | 0 | 0 |
| A | 1 | 0 |
| B | 0 | 0 |
| B | 1 | 1 |

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais: Modelo de Mealy

Exemplo 3.1: Projetando a lógica de próximo estado e a lógica de saída

- Como há somente dois estados, iremos utilizar somente uma variável de estado.
- Assumindo o seguinte assinalamento de estados: A=0, B=1

Lógica de Próximo Estado

| | y | w | Y | |
|---|---|---|---|---|
| A | 0 | 0 | 0 | A |
| A | 0 | 1 | 1 | B |
| B | 1 | 0 | 0 | A |
| B | 1 | 1 | 1 | B |

$$Y = \overline{y} \cdot w + y \cdot w = w$$

Lógica de Saída

| y | w | z |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

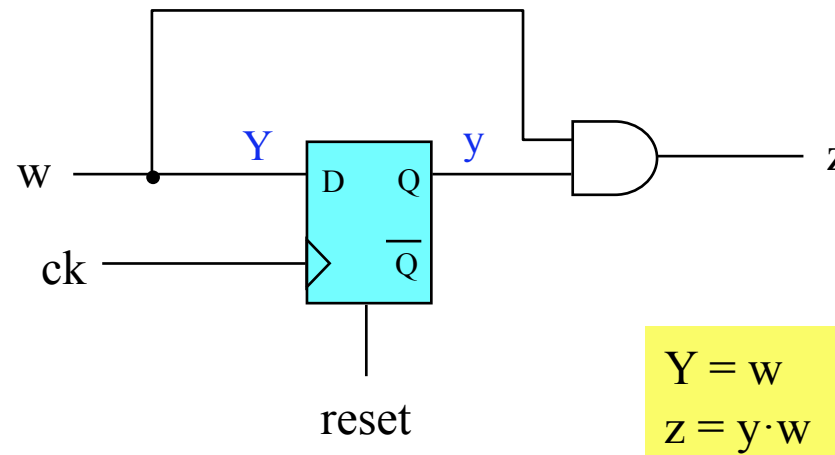


$$z = y \cdot w$$

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais: Modelo de Mealy

Exemplo 3.1: circuito final

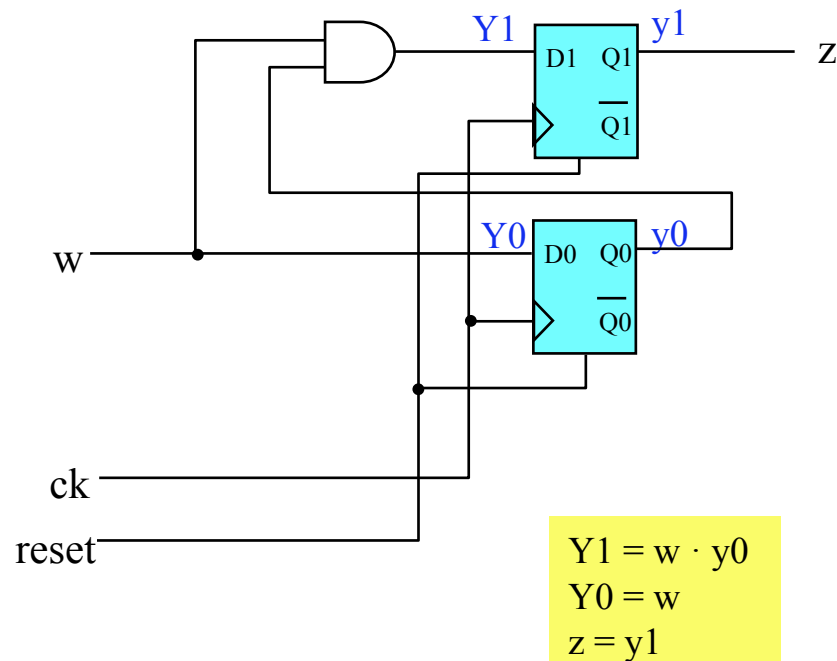


2. Máquinas Sequenciais Síncronas

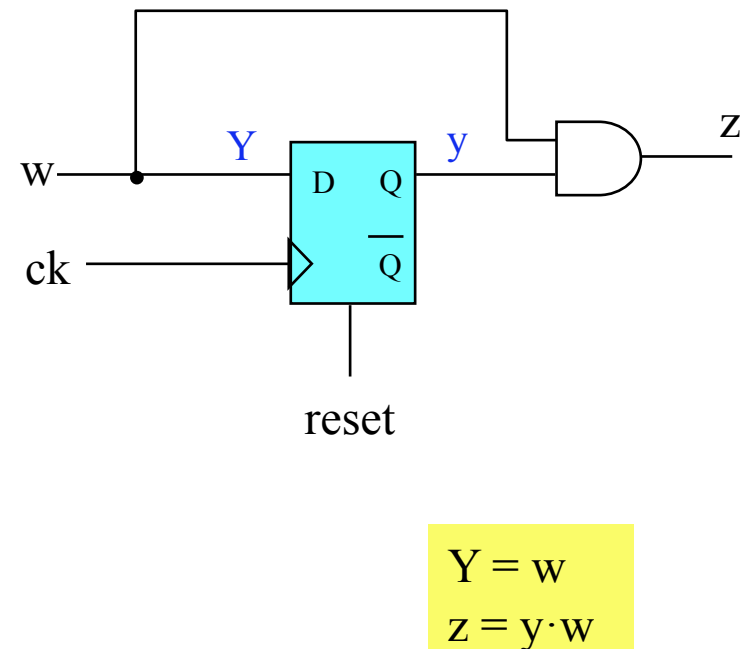
► Síntese de Circuitos Sequenciais

Exemplos 3 e 3.1: Comparando Moore e Mealy

Moore



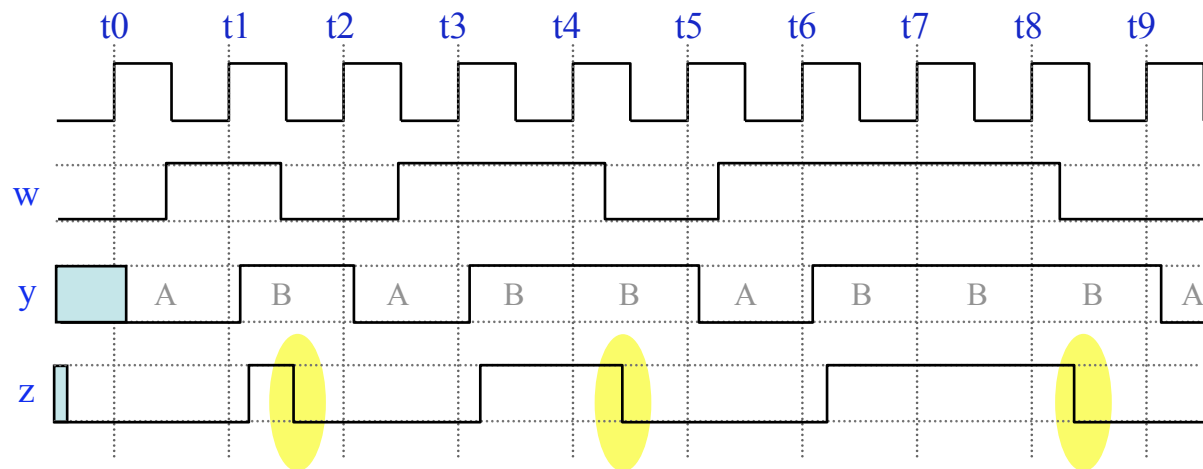
Mealy



2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais: Modelo de Mealy

Exemplo 3.1: exemplo de funcionamento dinâmico

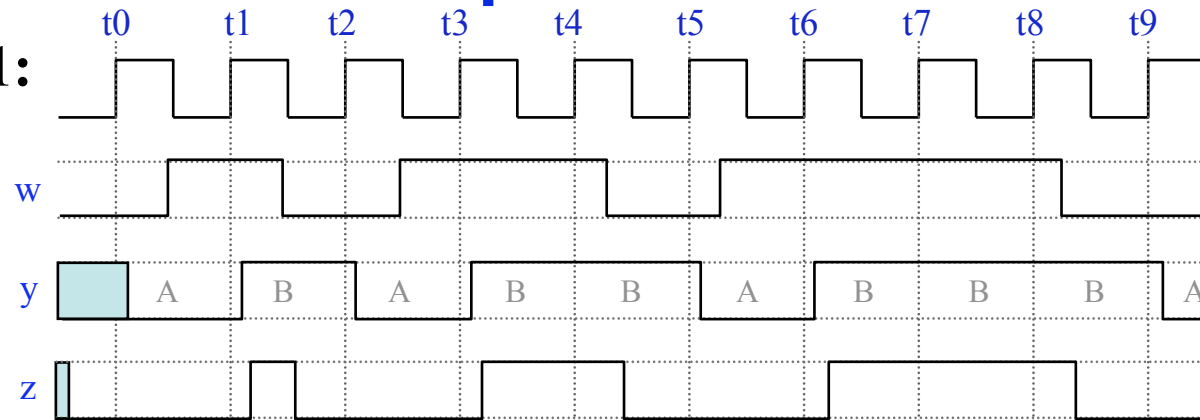


2. Máquinas Sequenciais Síncronas

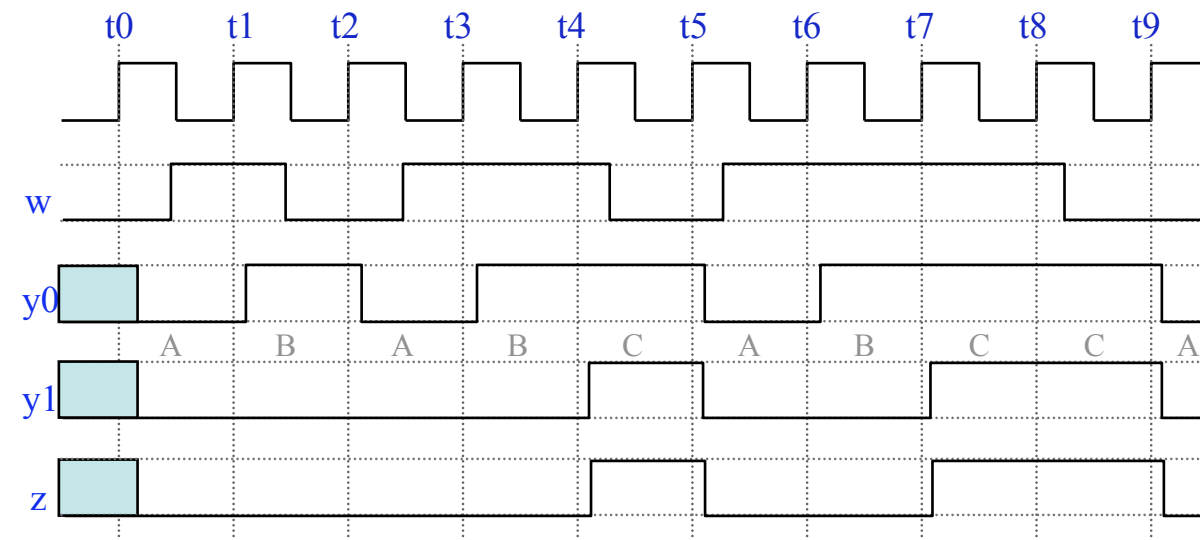
▶ Síntese de Circuitos Sequenciais

Exemplos 3 e 3.1:

Mealy



Moore

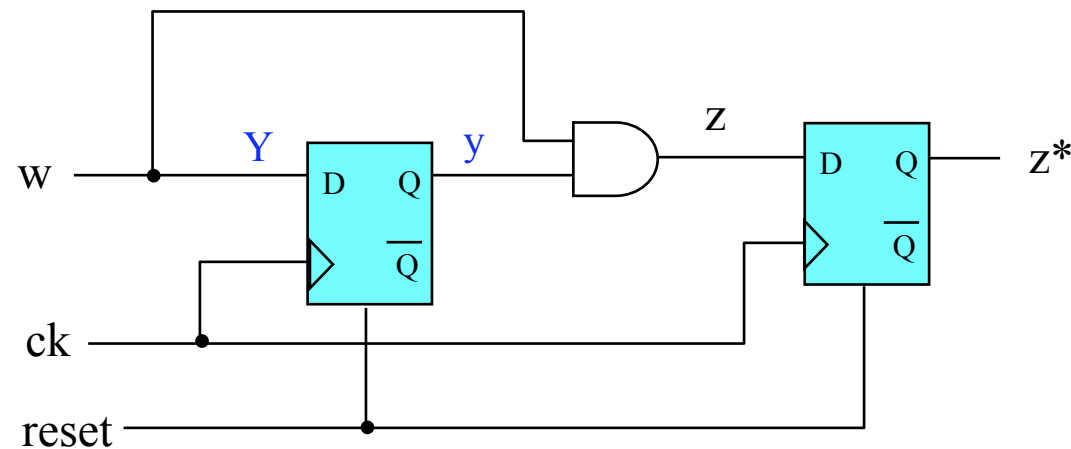


2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais

Exemplo 3.1:

Porém, se passarmos a saída z por um segundo flip-flop, filtraremos o comportamento assíncrono. De fato, estaremos transformando o circuito para o Modelo de Moore...

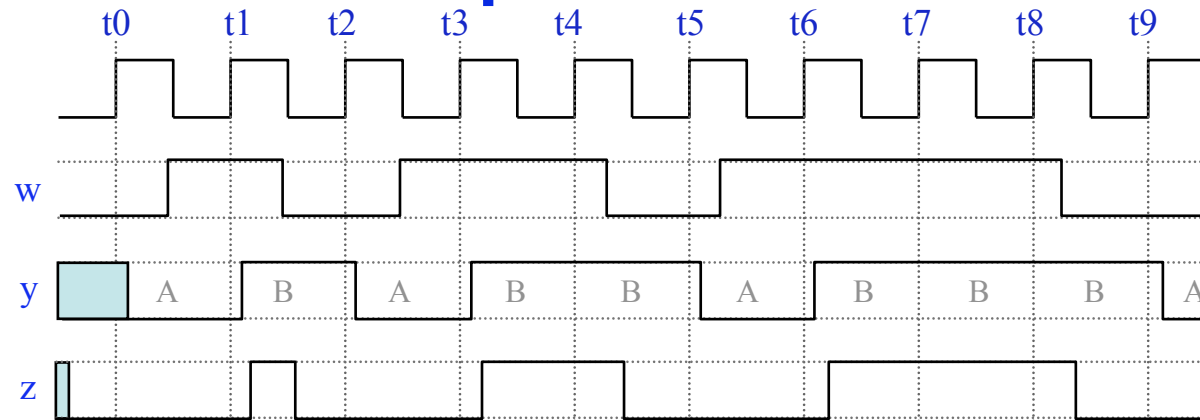


2. Máquinas Sequenciais Síncronas

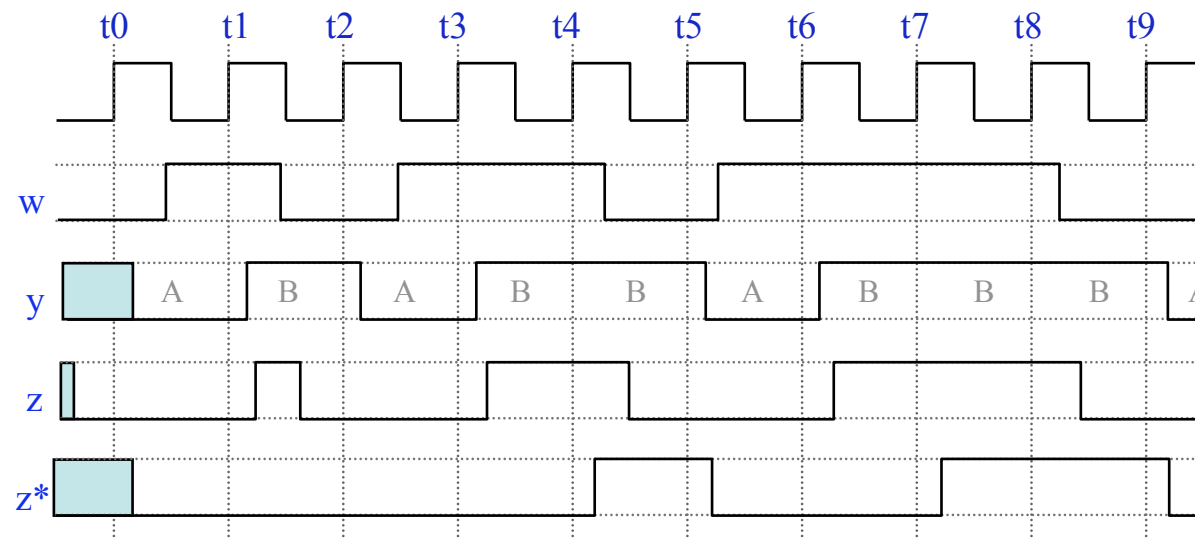
► Síntese de Circuitos Sequenciais

Exemplo 3.1:

Mealy

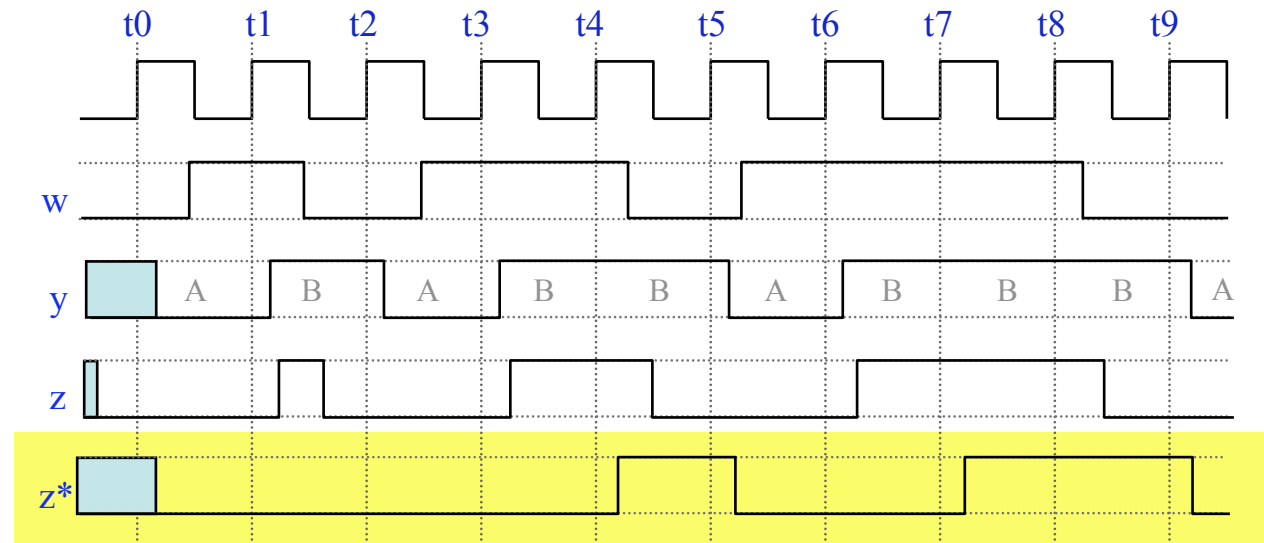


Mealy
transform.
em Moore

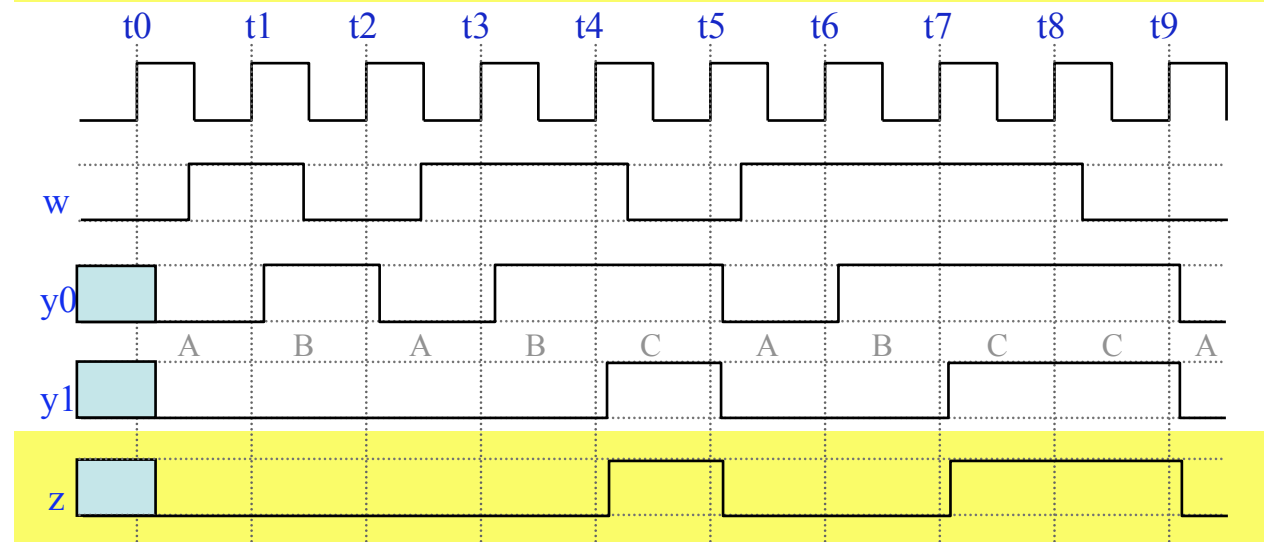


2. Máquinas Sequenciais Síncronas

**Mealy
transform.
em Moore**



Moore

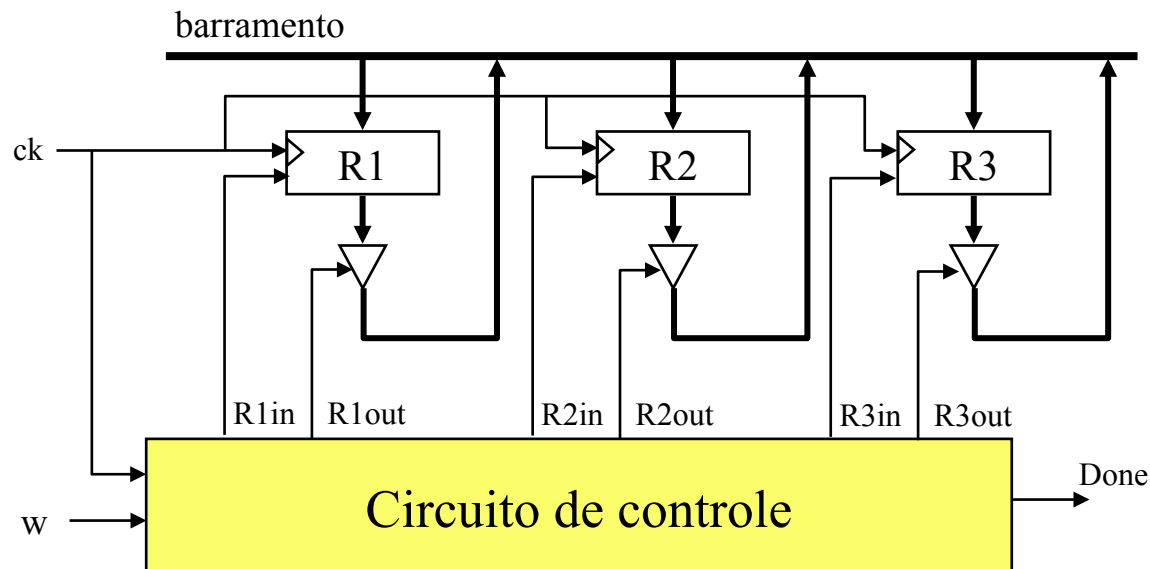


2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais: Modelo de Mealy

Exemplo 4.1:

Utilizando o modelo de Mealy para FSM, projetar o “circuito de controle” que permita realizar um *swap* entre R1 e R2, utilizando R3 como temporário. (Desconsiderar outras possíveis operações.)



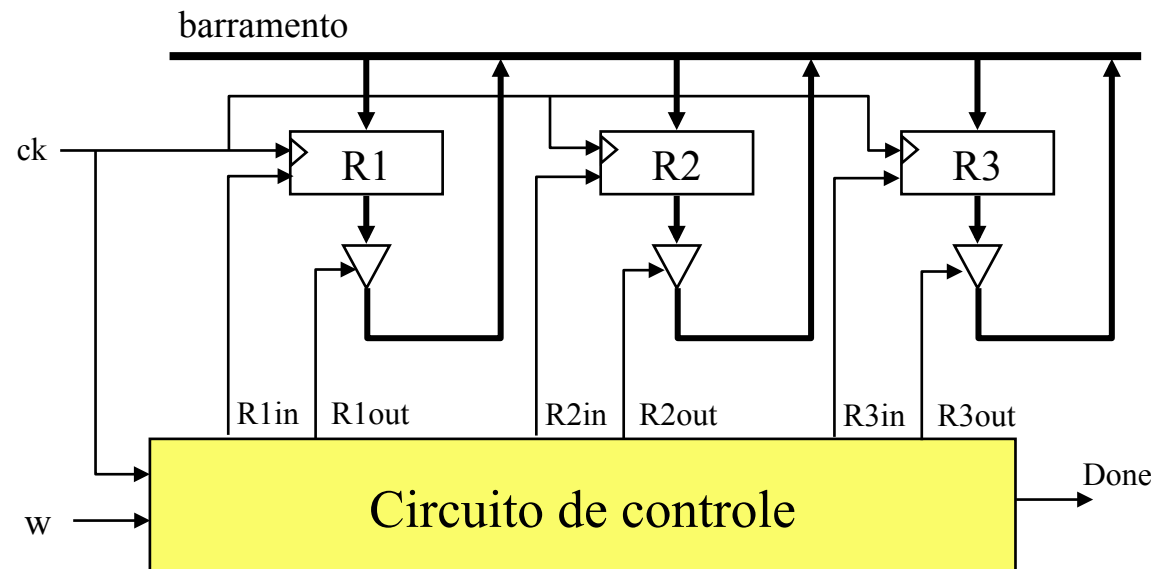
2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais: Modelo de Mealy

Exemplo 4.1:

Para realizar o *swap* entre R1 e R2 no circuito abaixo, é necessário realizar a seguinte seqüência de “transferências entre registradores”:

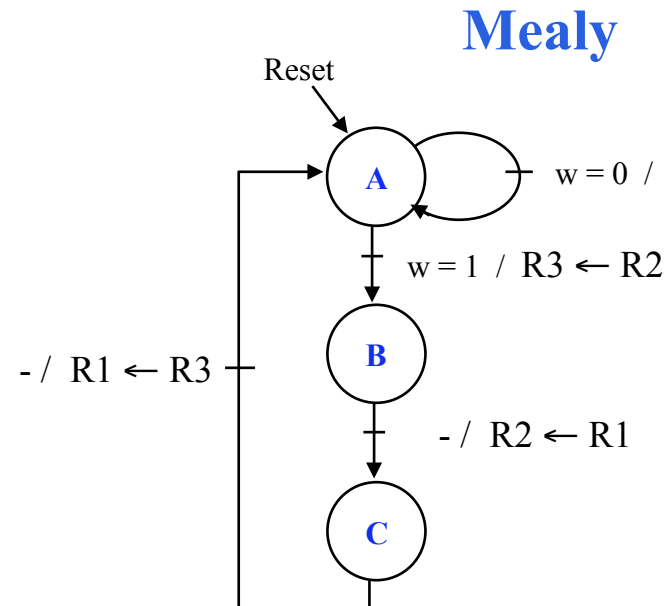
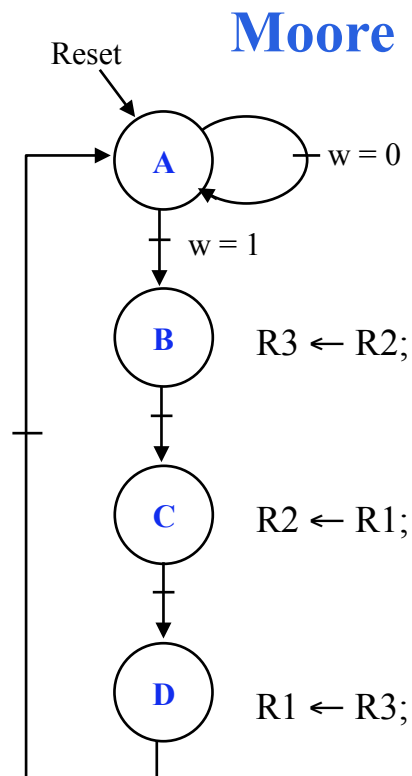
1. $R3 \leftarrow R2$;
2. $R2 \leftarrow R1$;
3. $R1 \leftarrow R3$;



2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais: Modelo de Mealy

Exemplo 4.1: Diagramas de estados

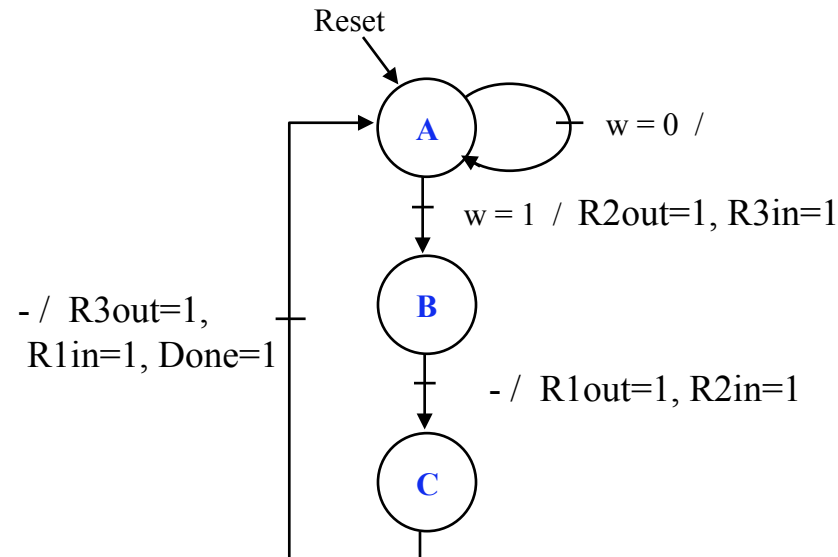


Lembrando que na versão **Mealy**, as mudanças dos sinais de saída estão associadas às arestas

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais: Modelo de Mealy

Exemplo 4.1:



| Estado atual | w | Operação: | R1in | R1out | R2in | R2out | R3in | R3out | Done |
|--------------|---|---------------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| A | 0 | Nenhuma ação | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A | 1 | $R3 \leftarrow R2;$ | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| B | - | $R2 \leftarrow R1;$ | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C | - | $R1 \leftarrow R3;$ | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

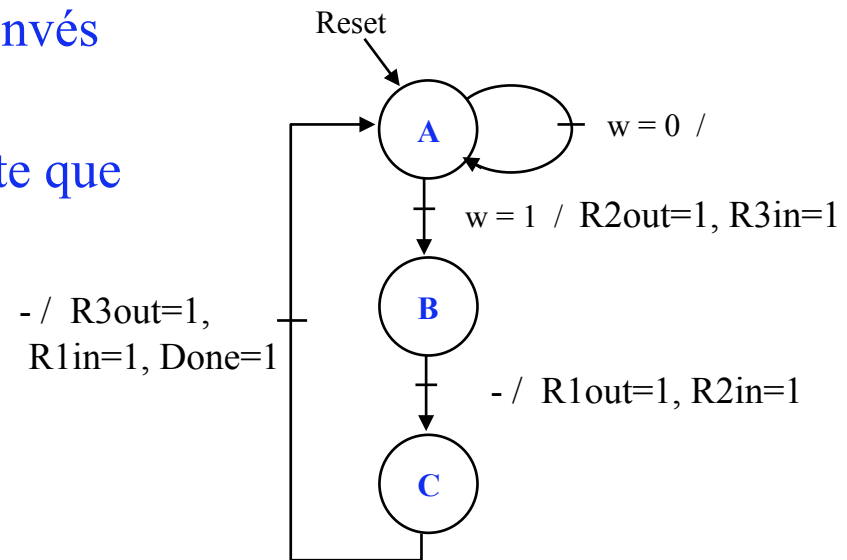
Obs interessante:
 nº de linhas = nº
 de arestas do
 diagrama
 (excluída a aresta
 do reset).

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais

Exemplos 4 e 4.1: Comparando Mealy com Moore

- A versão **Mealy** requer três estados (ao invés de quatro da versão **Moore**)
- Porém, isto não significa necessariamente que o circuito será menor, pois ainda são necessários dois flip-flops...
- A versão **Mealy** para o exemplo 3 gera os sinais de controle um ciclo de relógio mais cedo que a versão **Moore**
- Logo, para realizar o *swap* entre dois registradores a versão **Mealy** necessita de 3 ciclos de relógio, enquanto a versão **Moore** necessita de 4 ciclos .



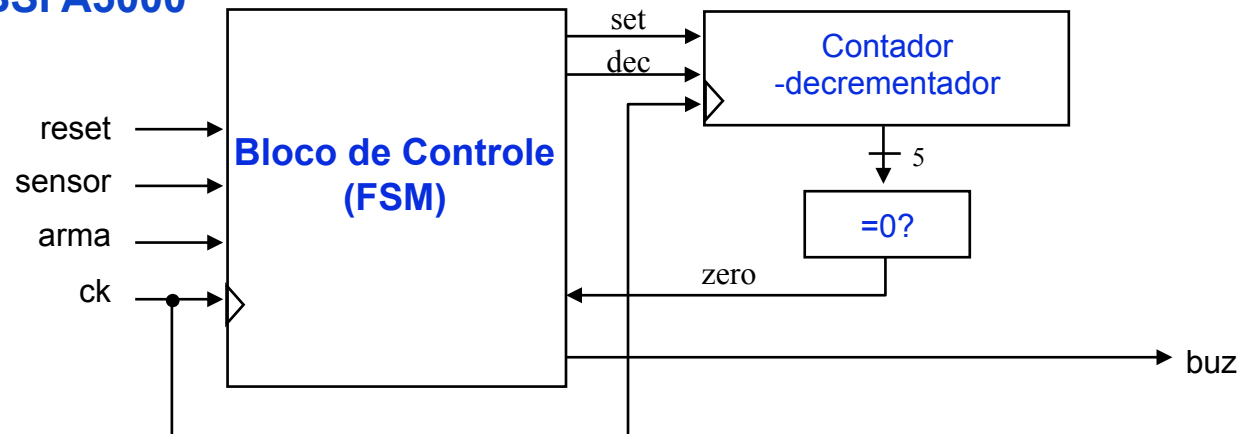
2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais

Exemplo 5 (questão 2 da 1ª verificação de 2007/2, modificada):

Suponha que tu foste contratado(a) pela BSI (Brava Semiconductors Inc.) para trabalhar no projeto do alarme automotivo BSI A5000, o qual deverá ser lançado no mercado na segunda quinzena de novembro/2007. O diagrama de blocos deste alarme é mostrado abaixo. Do ponto de vista externo, este alarme possui **quatro** entradas (ck, reset, arma e sensor) e uma saída (buz). O comportamento deste alarme deve ser como segue:

Alarme BSI A5000



2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais

Exemplo 5 (questão 2 da 1ª verificação de 2007/2, modificada):

1. Existe um estado chamado “DES”, no qual o alarme permanece enquanto o sinal “arma” não for ativado (ou seja, enquanto $\text{arma}=0$). Além disso, este é o estado para o qual o alarme vai quando o sinal o alarme é desarmado (ou seja, quando o sinal “arma” baixar, após um período de tempo em que ele valia “1”), ou quando o Reset assíncrono for ativado.
2. Existe um estado “ARM”, para o qual o alarme vai quando é armado, nele permanecendo enquanto o sensor não detectar uma invasão (ou seja, enquanto $\text{sensor}=0$) e caso o alarme não for desarmado.

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

▶ Síntese de Circuitos Sequenciais

Exemplo 5 (questão 2 da 1ª verificação de 2007/2, modificada):

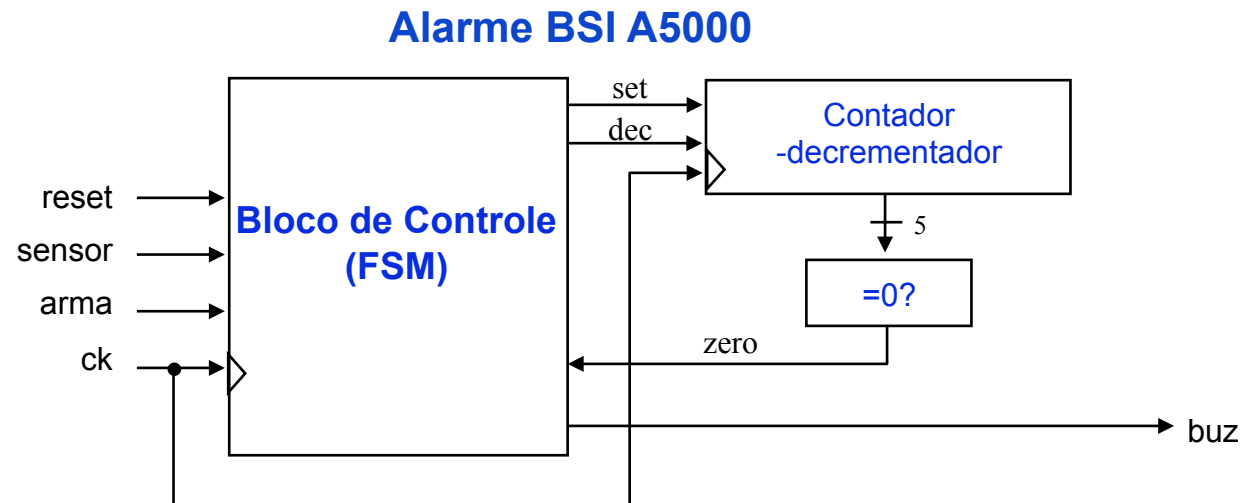
3. Se o sensor detecta uma invasão ($\text{sensor}=1$), o alarme não dispara imediatamente a buzina. (A buzina é disparada fazendo-se $\text{buz}=1$.) Antes de disparar a buzina, ele passa por um período de retardo, correspondente a uma contagem completa do contador-decrementador mostrado no diagrama de blocos. Somente quando o conteúdo deste contador-decrementador atingir o valor zero o alarme pode disparar. Porém, uma vez que a contagem iniciou, as únicas maneiras de evitar que o alarme dispare (ou seja, que a buzina toque) é desativar o sinal “arma” (fazendo “ $\text{arma}=0$ ”) ou resetar o alarme. Isto significa que, uma vez iniciada a contagem regressiva do contador, o sinal “sensor” não deve mais interferir no comportamento do circuito.
4. Uma vez disparado o alarme, a buzina somente será desligada se o sinal “arma” for desativado ou se o alarme for resetado.

2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais

Observações:

- O bloco de controle do A5000 recebe ainda como entrada o sinal “zero”, que avisa quando o contador-decrementador atingiu o valor zero. Ele também precisa gerar os sinais que controlam o contador-decrementador, quais sejam: “set” e “dec”.
- o sinal “set” é assíncrono e seta todos os bits do contador-decrementador. Já o sinal “dec” é síncrono e causa o decremento (em uma unidade) do conteúdo do contador-decrementador.



2. Máquinas Sequenciais Síncronas

► Síntese de Circuitos Sequenciais

Exemplo 5 (questão 2 da 1ª verificação de 2007/2, modificada):

Assumindo o modelo de máquina de estados de **Moore**:

- a) Desenha o diagrama de estados para o bloco de controle deste alarme. (1 ponto)
- b) Monta a tabela de transição de estados e a tabela de saídas (em uma única tabela) para o bloco de controle deste alarme. (0,5+1,0 = 1,5 ponto)

Assumindo o modelo de máquina de estados de **Mealy** (e eventual otimização de estados decorrente deste modelo):

- c) Desenha o diagrama de estados para o bloco de controle deste alarme. (1 ponto)
- d) Monta a tabela de transição de estados e a tabela de saídas (em uma única tabela) para o bloco de controle deste alarme. (0,5+1,0 = 1,5 ponto)

OBS: Não codifique os estados em binário. Ao invés disso, use nomes curtos para os estados (por ex. DES, ARM...).