INF01 118

Técnicas Digitais para Computação

Síntese de FSM com FF JK

Aula 25

Exemplo de projeto completo

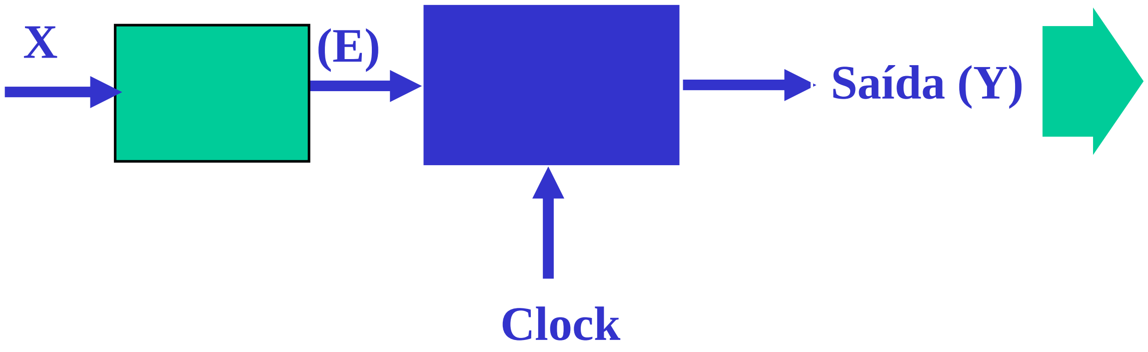
- incluindo especificação inicial
- usando flip-flops JK

1. Especificação inicial

Problema: construir um circuito que, tendo uma entrada,

a) pisque uma lâmpada a cada 2 pulsos positivos de entrada X (a sequência de X = L H L H L contém 2 pulsos positivos)

b) deixe a lâmpada permanentemente acesa após 10 pulsos positivos da entrada



= 1 Lâmpada Acesa
= 0 Lâmpada Apagada

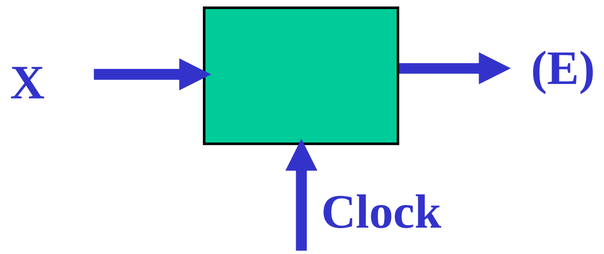
Circuito será síncrono com o relógio

- A cada transição positiva do clock, verifica-se a entrada E
  - E = 1 → veio pulso
  - E = 0 → não veio pulso

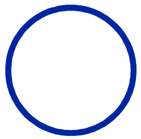
- deve haver mecanismo que desabilite contagem enquanto X não volta ao valor 0
- a lâmpada piscará pela duração do período do clock

- cada pulso de X deve ser contado exatamente uma vez
  - não pode ser perdido
  - não pode ser contado em dobro

- pulsos de E são gerados para ter duração em ´High´ de apenas um período do clock pela máquina sequencial síncrona abaixo:

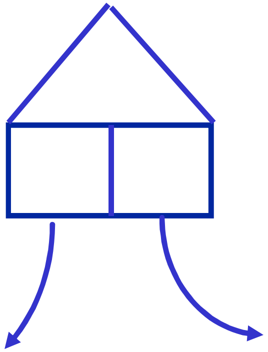


Construção de um Fluxograma de Estados



novo estado

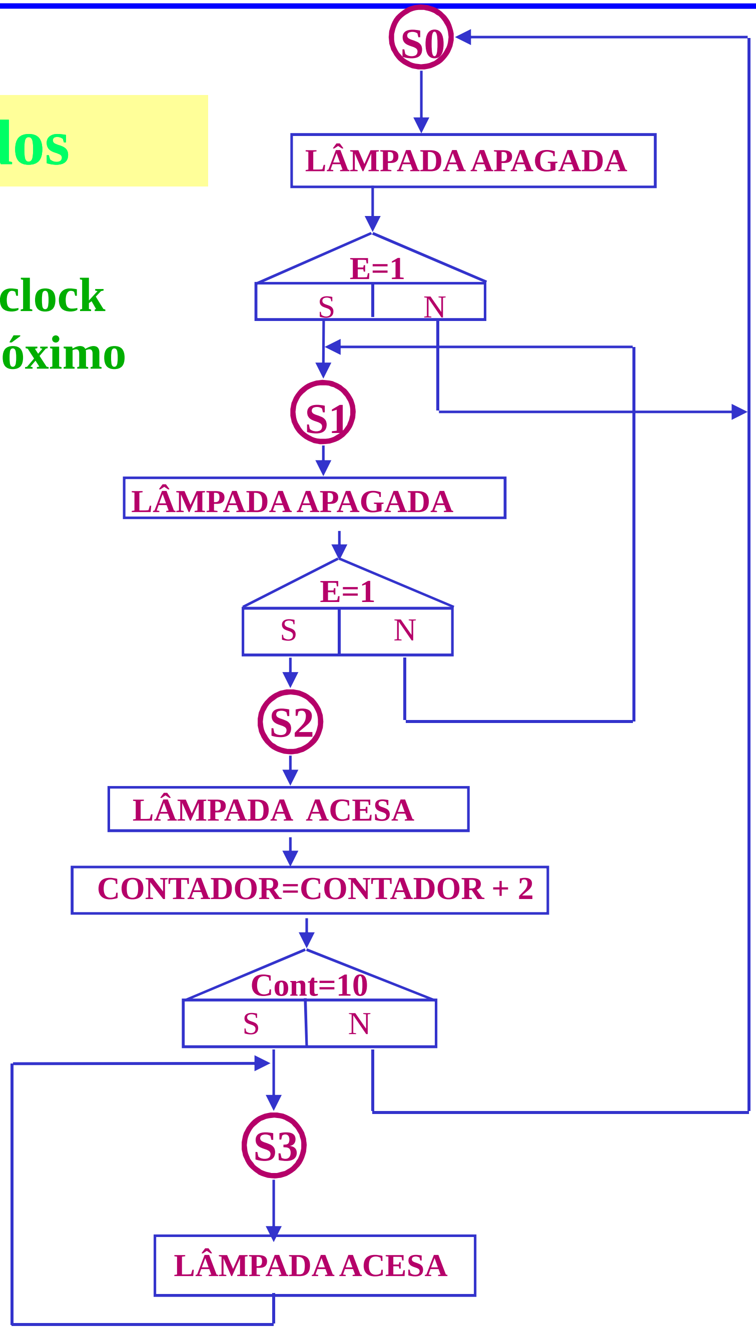
ações executadas no estado corrente



testes

Fluxograma de Estados

A cada transição positiva do clock o sistema avança para um próximo estado



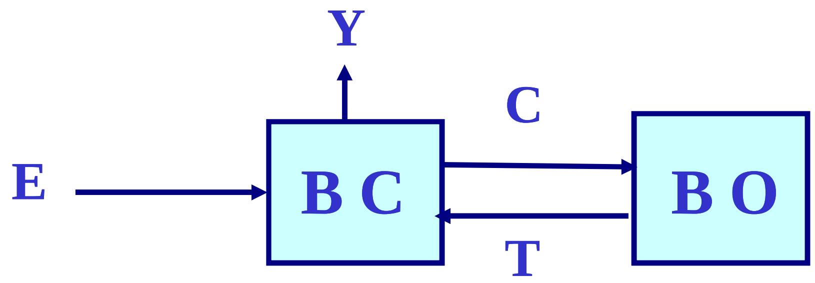
Como tratar o contador ?

- Acrescentar uma saída C → = 0 nenhuma ação
  = 1 Contador = Contador + 2

- Acrescentar uma entrada T (teste) → = 0 Contador ≠ 10
  = 1 Contador = 10

Separação entre Bloco Operacional e Bloco de Controle

- Bloco Operacional : onde estão o contador e o comparador
- Bloco de Controle : é o que estamos projetando



2. Máquinas de Mealy e Moore

- **exemplos das aulas anteriores**

  - saídas = f (estado atual, entradas) → Máquina de Mealy

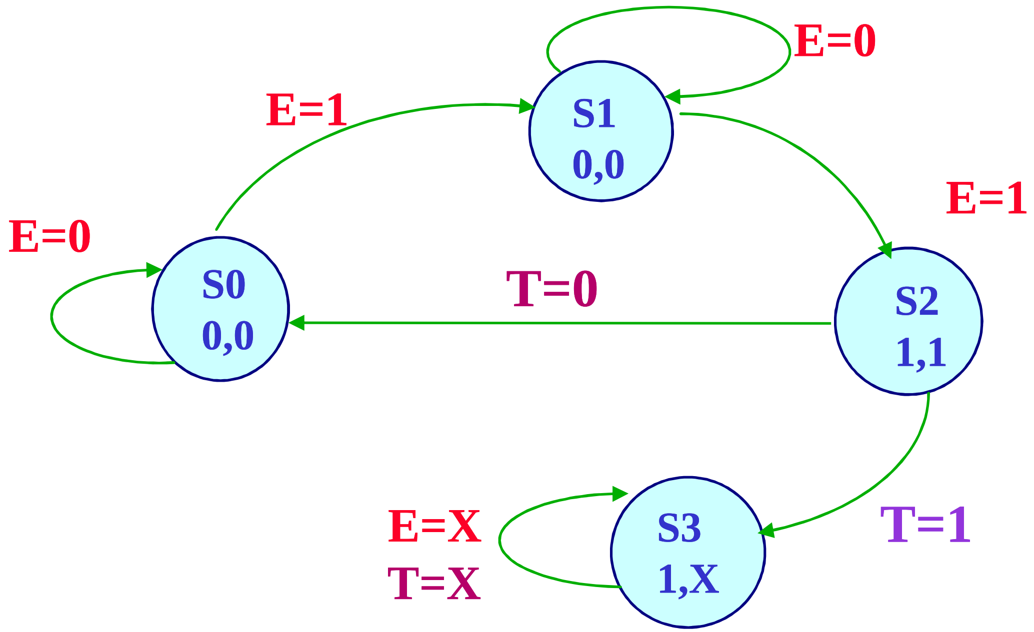
- **exemplo da lâmpada**

  - valor da saída (lâmpada acesa / apagada) depende apenas do estado atual

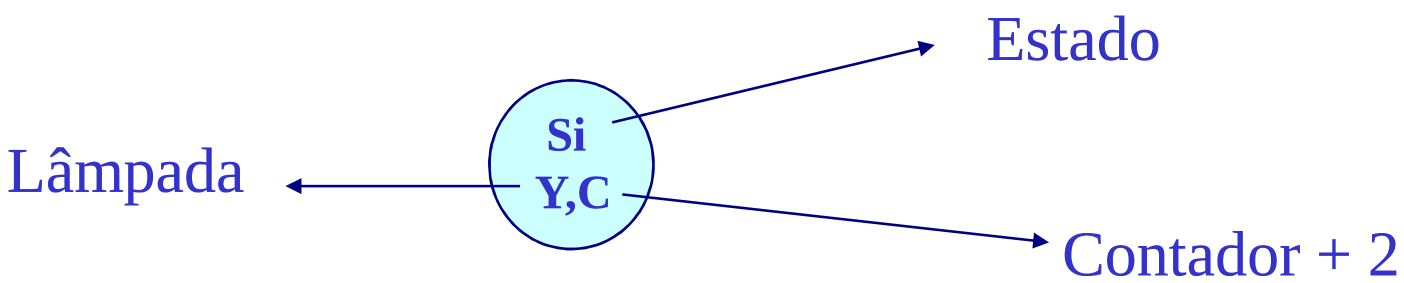
  - saídas = f (estado atual) → Máquina de Moore

  - isto ficará evidente no diagrama e na tabela de estados

3. Diagrama de Estados (FSM) - Moore



X = don’t care



4. Tabela de Estados

Estado Atual	Saídas	Entradas	Próx. Estado
S0	**Y=0**	**E=0**	**S0**
	C=0	**E=1**	**S1**
S1	**Y=0**	**E=0**	**S1**
	C=0	**E=1**	**S2**
S2	**Y=1**	**T=0**	**S0**
	C=1	**T=1**	**S3**
S3	**Y=1**	**E=X**	**S3**
	C=X	**T=X**	

Implementação da função de próximo estado: Usará uma “matriz de referência”, notação mais conveniente para implementação com flip-flops JK

Implementação das funções de saída : Será vista posteriormente

5. Matriz de Referência (ou mapa de próximo estado)

Supondo a seguinte codificação de estados

S0 = 0 0

S1 = 0 1

S2 = 1 0

S3 = 1 1

A B

Estado Atual

AB \ Entradas E T	00	01	11	10
00	00	00	01	01
01	01	01	10	10
11	11	11	11	11
10	00	11	11	00

6. Tabela de Transição de Estados

- **lembrando tabela de excitação do FF JK**

	Qn		Qn+1	J	K	
0	0	→	0	0	X	(00 e 01 servem)
α	0	→	1	1	X	(10 e 11 servem)
β	1	→	0	X	1	(01 e 11 servem)
1	1	→	1	X	0	(00 e 10 servem)

- **quatro transições possíveis serão representadas pelos seguintes símbolos**

0	→	0	0
0	→	1	α
1	→	0	β
1	→	1	1

• Tabela de Transição de Estados para o exemplo

- obtida a partir da Matriz de Referência

AB \ ET	00	01	11	10
00	00	00	01	01
01	01	01	10	10
11	11	11	11	11
10	00	11	11	00

AB \ ET	00	01	11	10
00	0 0	0 0	0 α	0 α
01	0 1	0 1	α β	α β
11	1 1	1 1	1 1	1 1
10	β 0	1 α	1 α	β 0

exemplo

$A_t \ B_t$ = 0 0 1 0

$A_{t+1} B_{t+1}$ = 0 1 0 0

"0" "α " "β" "0"

7. Equações de entrada dos FFs

- transições 0 e α **importam** para J e são **indiferentes** para K
- transições β e 1 **importam** para K e são **indiferentes** para J

0 0	0 0	0 α	0 α
0 1	0 1	α β	α β
1 1	1 1	1 1	1 1
β 0	1 α	1 α	β 0

Tab. Trans. Estados	Eq. Entrada
"0" (0 → 0)	J = 0
"α" (0 → 1)	J = 1

Para o FF A só interessa o 1º valor de cada par na tabela de transição de estados

Equação J_A

AB \ ET	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	1
11	X	X	X	X
10	X	X	X	X

$$J_A = B \cdot E$$

0 0	0 0	0 α	0 α
0 1	0 1	α β	α β
1 1	1 1	1 1	1 1
β 0	1 α	1 α	β 0

Para o FF A só interessa o 1º valor de cada par na tabela de transição de estados

Equação K_A

AB \ ET	00	01	11	10
00	X	X	X	X
01	X	X	X	X
11	0	0	0	0
10	1	0	0	1

$$K_A = \overline{B} \cdot \overline{T}$$

Tab. Trans. Estados	Eq. Entrada
"1" (1 $\longrightarrow$ 1)	K = 0
"β" (1 $\longrightarrow$ 0)	K = 1

0 0	0 0	0 α	0 α
0 1	0 1	α β	α β
1 1	1 1	1 1	1 1
β 0	1 α	1 α	β 0

Tab. Trans. Estados	Eq. Entrada
"0" (0 ⟶ 0)	J = 0
"α" (0 ⟶ 1)	J = 1

Equação J_B

AB \ ET	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	X	X	X	X
11	X	X	X	X
10	0	1	1	0

Para o FF B só interessa o segundo valor na tabela de transição de estados

$$J_B = \overline{A} . E + A . T$$

0 0	0 0	0 α	0 α
0 1	0 1	α β	α β
1 1	1 1	1 1	1 1
β 0	1 α	1 α	β 0

Equação K_B

AB \ ET	00	01	11	10
00	X	X	X	X
01	0	0	1	1
11	0	0	0	0
10	X	X	X	X

Tab. Trans. Estados	Eq. Entrada
"1" (1 → 1)	K = 0
"β" (1 → 0)	K = 1

$$K_B = \overline{A}.\ E$$

8. Equações de saída

- **Lembrar que esta é uma máquina de Moore**

Tabela Verdade

Estado Atual		Saídas	
A	**B**	**Y**	**C**
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	1	1
1	1	1	X

Equação para Y

A \ B	0	1
0	0	0
1	1	X

$$Y = \overline{A} . B + A . B = A$$

Equação para C

$$C = A$$