

Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Recordação: síntese lógica combinatório
(procedimento clássico)

1. Especificação: Tabela verdade.
2. Extração da(s) função(ões) canônica(s):
3. Minimização lógica
4. Mapeamento tecnológico

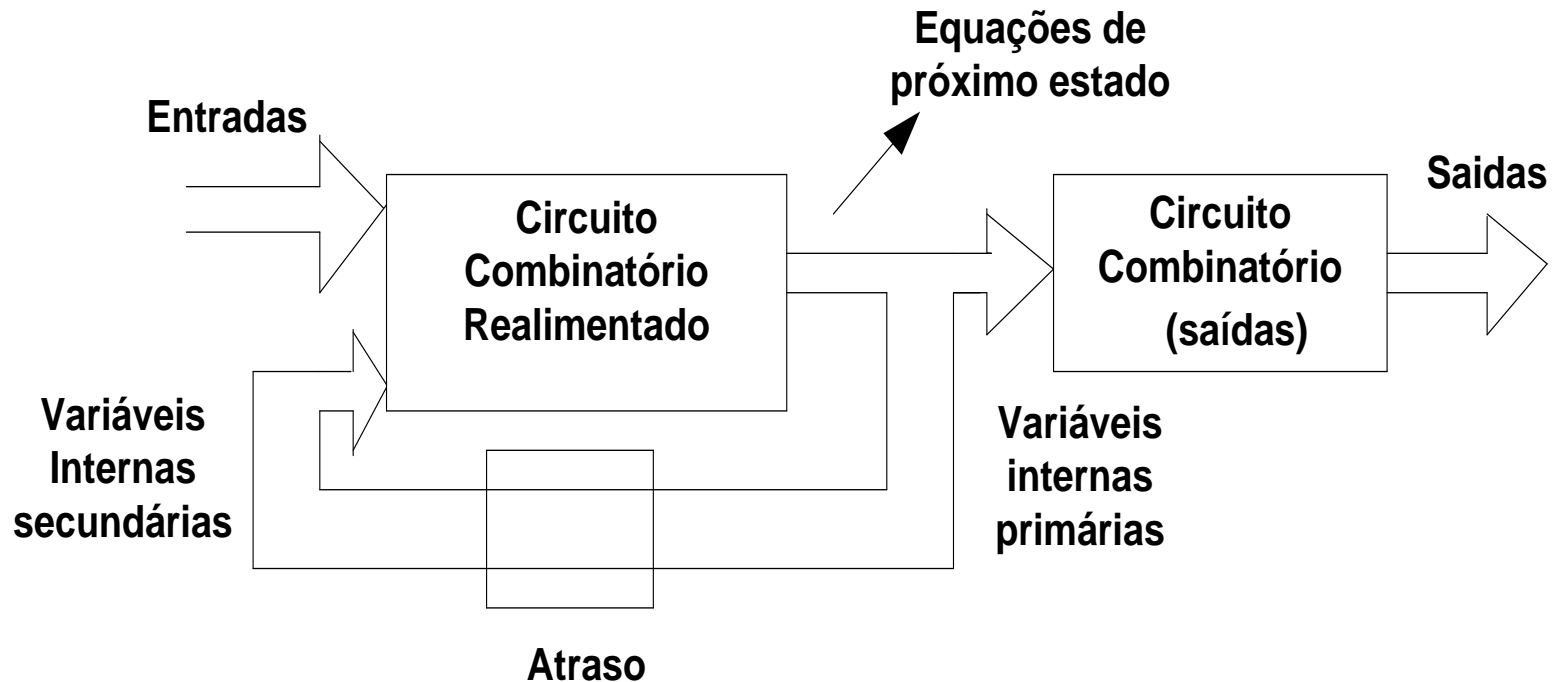
Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Procedimento: síntese lógica

- 1) Especificação: Tabela primitiva de fluxo de estados.
- 2) Minimização de estados:
- 3) Assinalamento de estados: livre de corrida crítica
- 4) Minimização lógica livre de risco (hazard) lógico: arquitetura alvo máquina de Huffman.
- 5) Mapeamento tecnológico livre de risco lógico
- 6) Verificação e tratamento de risco essencial

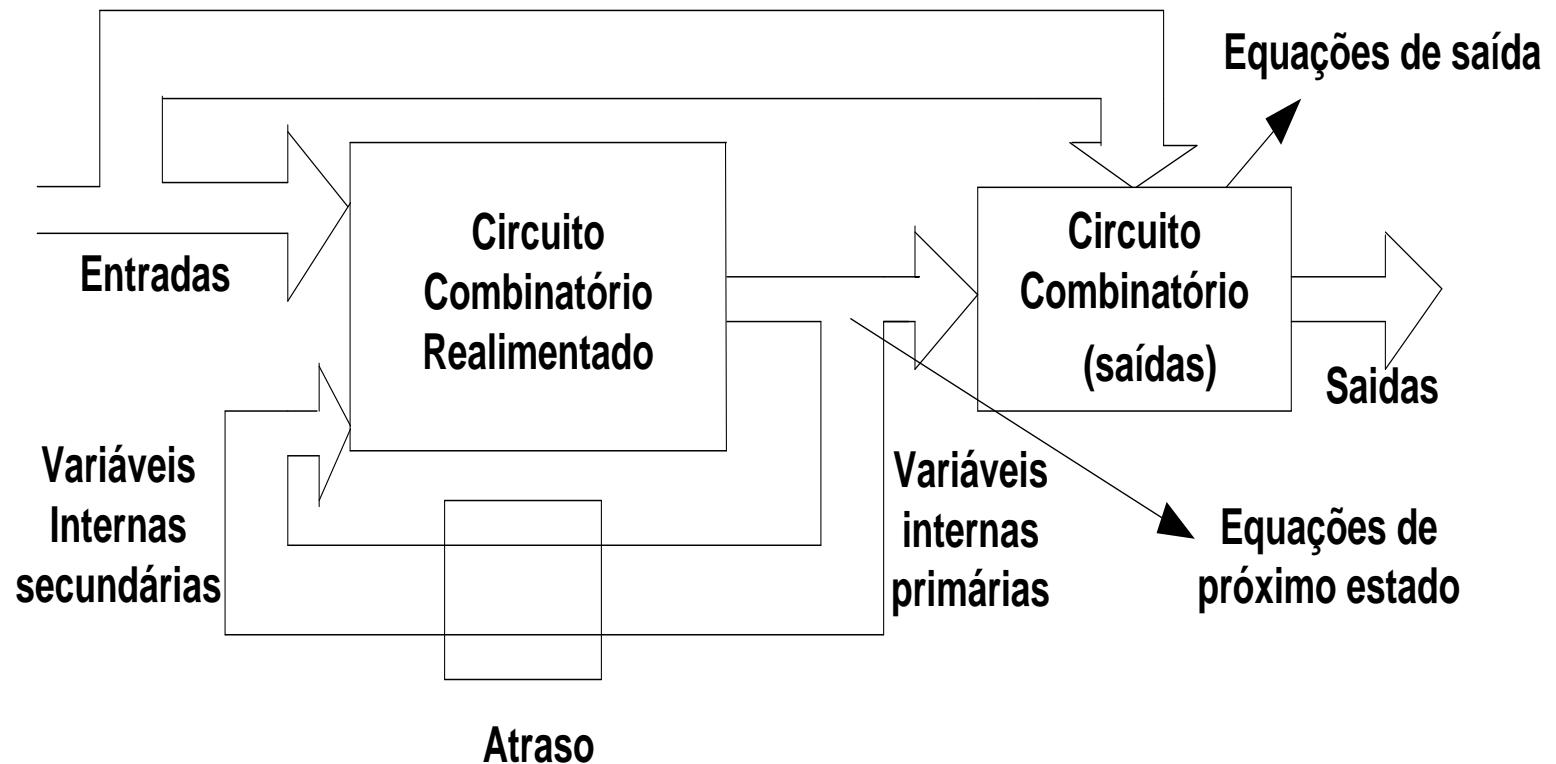
Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Máquina de Huffman: Modelo Moore



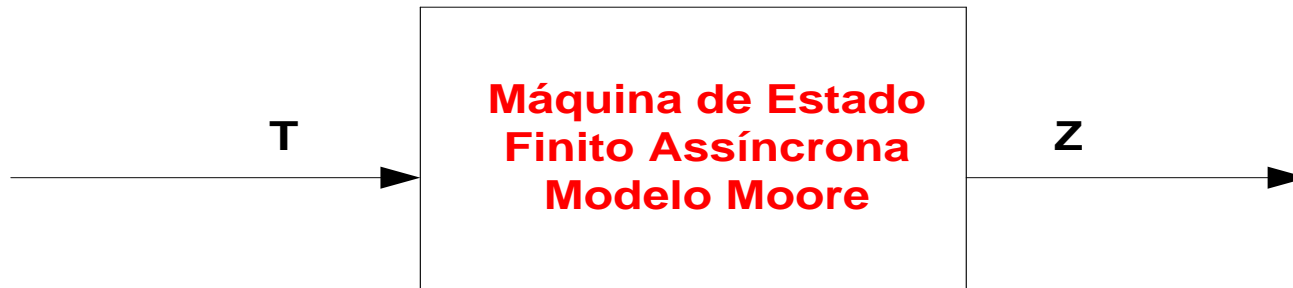
Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Máquina de Huffman: Modelo Mealy



Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Descrição do problema: Tabela Primitiva de
Fluxo de Estados → **Exemplo-1:**

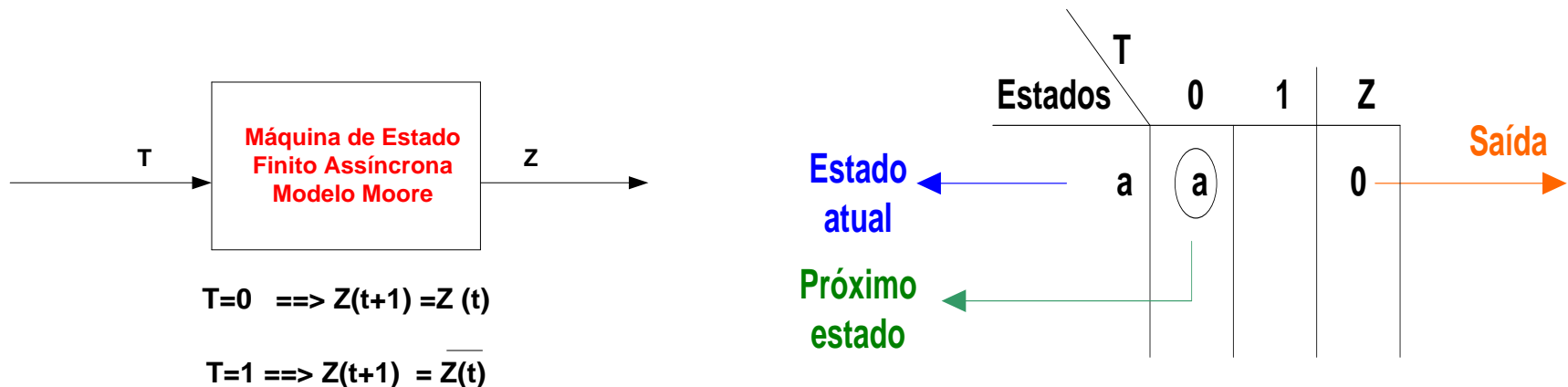


$$T=0 \implies Z(t+1) = Z(t)$$

$$T=1 \implies Z(t+1) = \overline{Z(t)}$$

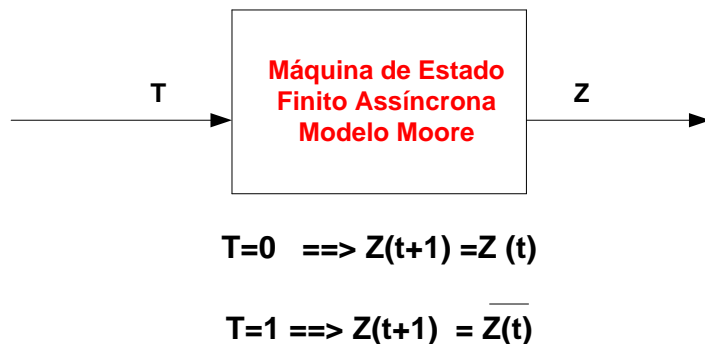
Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Descrição do problema: Tabela Primitiva de
Fluxo de Estados → **Exemplo-1:**



Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Descrição do problema: Tabela Primitiva de
Fluxo de Estados → **Exemplo-1:**



Estados \ T		T		Z
		0	1	
Estado atual	a	a	b	0
Estado estável				

Diagram illustrating the state transition table (Tabela Primitiva de Fluxo de Estados) for the asynchronous finite state machine.

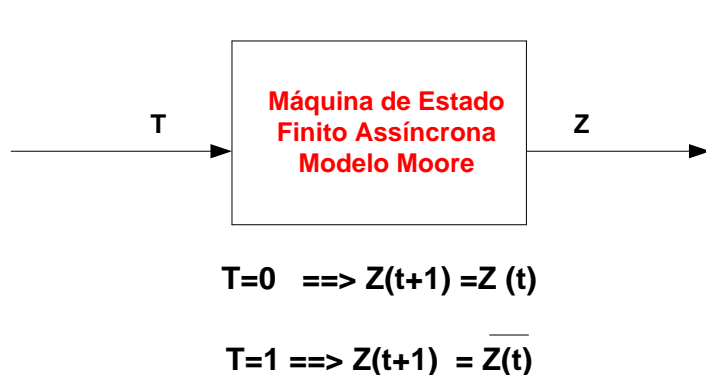
The table shows the next state (Estados) and output (Z) for the current state (Estado atual) under input T (0 or 1).

Key features:

- State **a** is the initial state (circled).
- State **a** is stable (Estado estável) for T=0.
- State **b** is unstable (Estado instável) for T=1.
- Output **0** is the output for state **a** when T=0.

Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

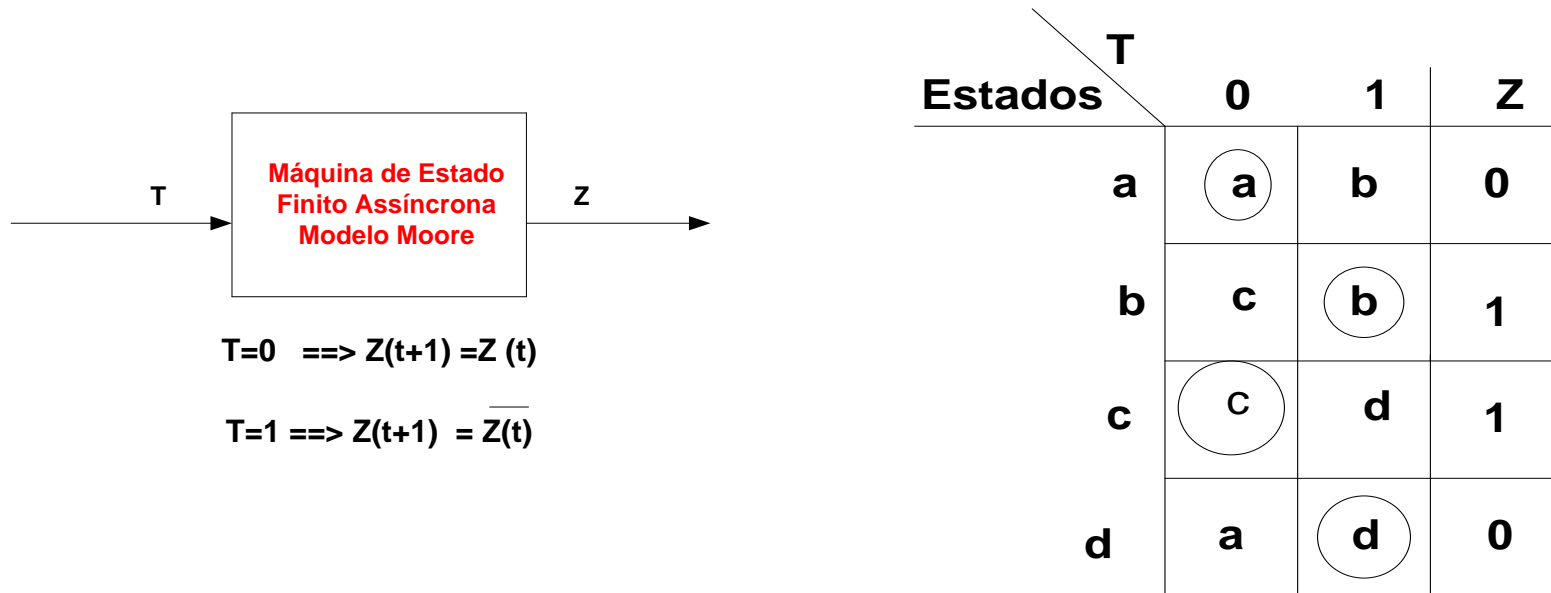
Descrição do problema: Tabela Primitiva de
Fluxo de Estados → **Exemplo-1:**



Estados \ T	T		Z
	0	1	
a	a	b	0
b	c	b	1

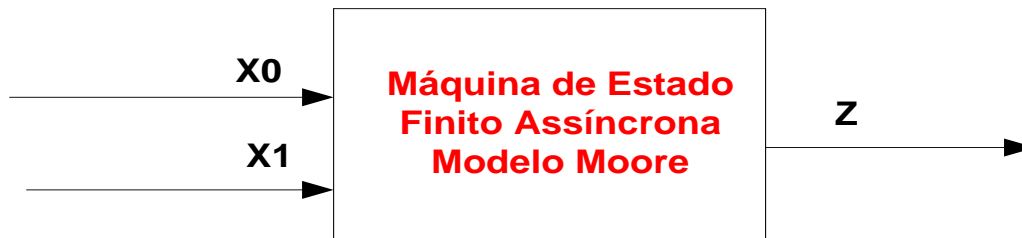
Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Descrição do problema: Tabela Primitiva de
Fluxo de Estados → **Exemplo-1:**



Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Descrição do problema: Tabela Primitiva de
Fluxo de Estados → **Exemplo-2:**



Enquanto $X0=0 \implies Z=0$

Quando $X0=1$ e houver a primeira variação de $X1 \implies Z=1$

Z deve permanecer insensível a novas variações de $X1$

Saída Z retornará a zero quando $X0=0$

Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Descrição do problema: Tabela Primitiva de
Fluxo de Estados → **Exemplo-2:**



Enquanto $X_0=0 \implies Z=0$

Quando $X_0=1$ e houver a primeira variação de $X_1 \implies Z=1$

Z deve permanecer insensível a novas variações de X_1

Saída Z retornará a zero quando $X_0=0$

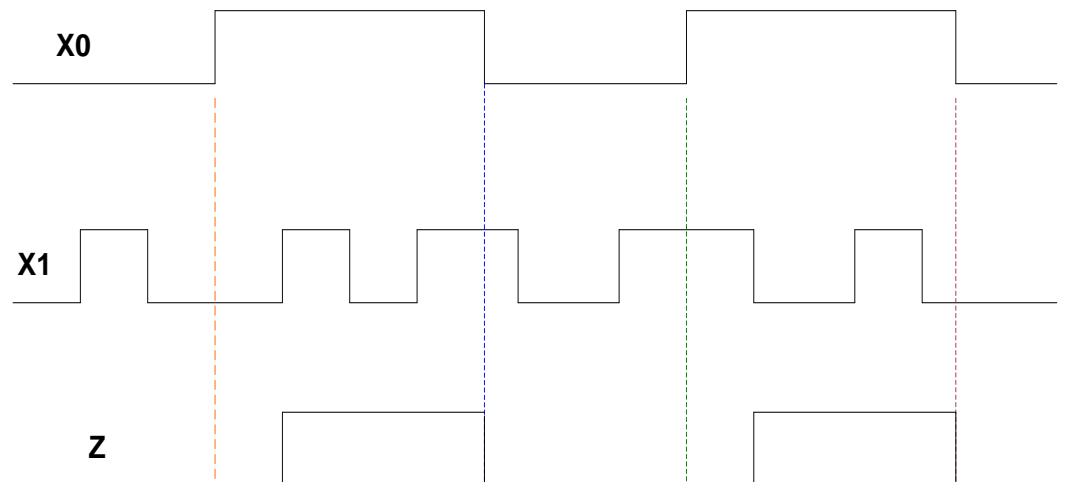


Diagrama de Temporização

Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Descrição do problema: Tabela Primitiva de Fluxo de Estados → **Exemplo-2:**



Enquanto $X_0=0 \Rightarrow Z=0$

Quando $X_0=1$ e houver a primeira variação de $X_1 \Rightarrow Z=1$

Z deve permanecer insensível a novas variações de X_1

Saída Z retornará a zero quando $X_0=0$

Estados $x_0 x_1$		0 0	0 1	1 1	1 0	Z
a		a	b	—	c	0
b		a	b	d	—	0
c		a	—	e	c	0
d		—	b	d	f	0
e		—	b	e	f	1
f		a	—	e	f	1

Tabela Primitiva de Fluxo de Estados

Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Descrição do problema: Tabela Primitiva de
Fluxo de Estados → **Exemplo-3:**



Enquanto $X0=0 \implies Z=0$

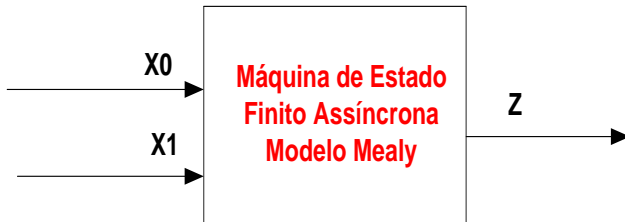
Quando $X0=1$ e houver a primeira variação de $X1 \implies Z=1$

Z deve permanecer insensível a novas variações de $X1$

Saída Z retornará a zero quando $X0=0$

Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Descrição do problema: Tabela Primitiva de Fluxo de Estados → Exemplo-3:



Enquanto $X_0=0 \Rightarrow Z=0$

Quando $X_0=1$ e houver a primeira variação de $X_1 \Rightarrow Z=1$

Z deve permanecer insensível a novas variações de X_1

Saída Z retornará a zero quando $X_0=0$

Estados $x_0 x_1$		0 0	0 1	1 1	1 0
a	a	a / 0	b / -	—	c / -
b	b	a / -	b / 0	d / -	—
c	c	a / -	—	e / -	c / 0
d	d	—	b / -	d / 0	f / -
e	e	—	b / -	e / 1	f / -
f	f	a / -	-	e / -	f / 1

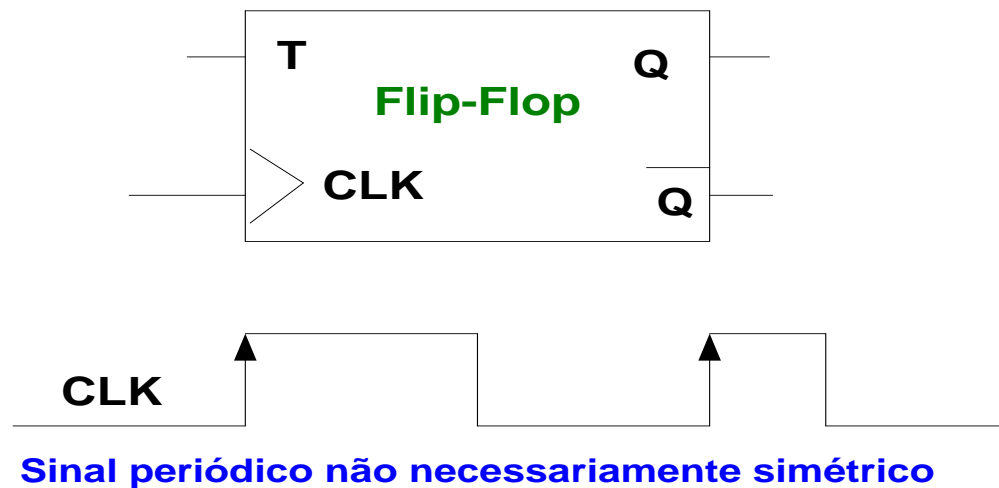
Tabela Primitiva de Fluxo de Estados

Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Descrição do problema: Tabela Primitiva de
Fluxo de Estados → **Exemplo-4:**

Tabela de Operações

CLK	T	Q(t+1)
x	x	Q(t)
↑	0	Q(t)
↑	1	$\overline{Q(t)}$

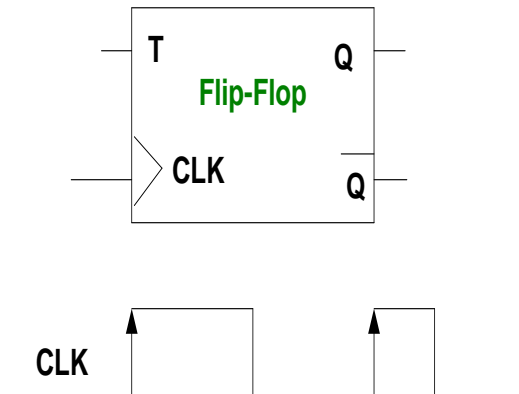


Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Descrição do problema: Tabela Primitiva de Fluxo de Estados → **Exemplo-4:**

Tabela de Operações

CLK	T	Q(t+1)
x	x	Q(t)
↑	0	Q(t)
↑	1	$\overline{Q(t)}$



Sinal periódico não necessariamente simétrico

Estados	CLK T				Q
	0 0	0 1	1 1	1 0	
a	a	b	—	c	0
b	a	b	d	—	0
c	a	—	e	c	0
d	—	f	d	g	1
e	—	b	e	c	0
f	h	f	e	—	1
g	h	—	d	g	1
h	h	f	—	g	1

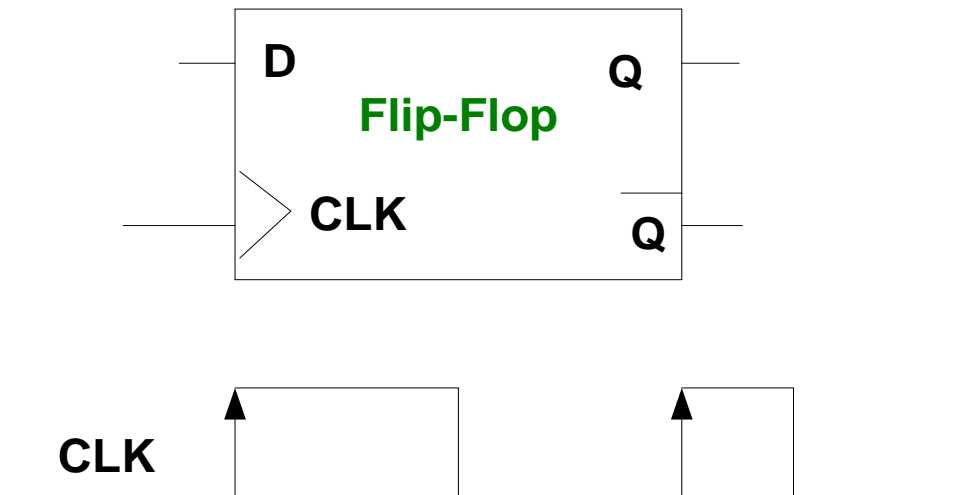
Tabela Primitiva de Fluxo de Estados

Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Descrição do problema: Tabela Primitiva de
Fluxo de Estados → **Exemplo-5:**

Tabela de Operações

CLK	D	Q(t+1)
x	x	Q(t)
↑	0	0
↑	1	1



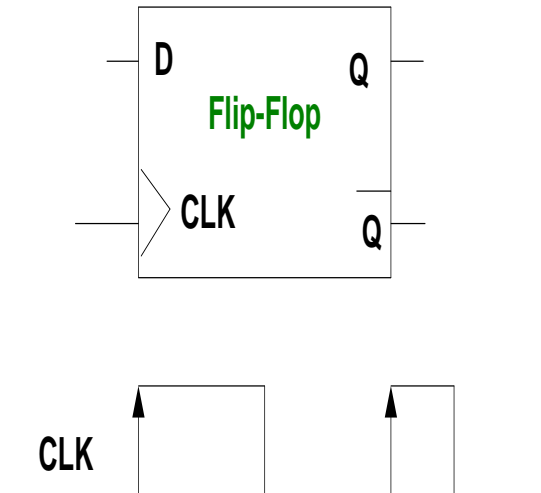
Sinal periódico não necessariamente simétrico

Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Descrição do problema: Tabela Primitiva de Fluxo de Estados → **Exemplo-5:**

Tabela de Operações

CLK	D	Q(t+1)
x	x	Q(t)
↑	0	0
↑	1	1



Sinal periódico não necessariamente simétrico

Estados	CLK D				Q
	0 0	0 1	1 1	1 0	
a	a	b	—	c	0
b	a	b	d	—	0
c	a	—	e	c	0
d	—	f	d	g	1
e	—	b	e	c	0
f	h	f	d	—	1
g	h	—	d	g	1
h	h	f	—	c	1

Tabela Primitiva de Fluxo de Estados

Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

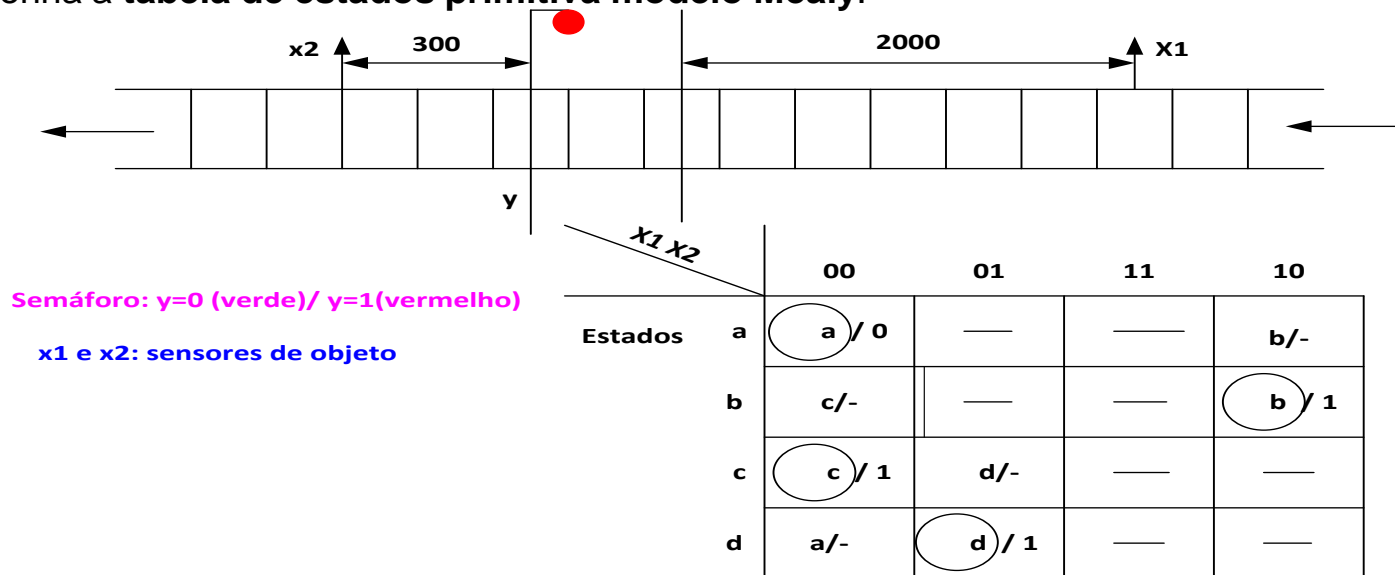
Descrição do problema: Tabela Primitiva de Fluxo de Estados → Exemplo-6:

Um controlador (máquina de estado finito) de **semáforo assíncrono** operando no **modo fundamental** será instalado em uma passagem de nível na estrada de ferro de sentido único. Sem trem se aproximando, a luz verde do semáforo está acesa. Quando um trem se aproxima da passagem de nível e está no limite de 2000 pés da passagem, o semáforo muda de luz verde para luz vermelha. A mudança de vermelho para verde somente ocorre quando o trem inteiro atravessou a passagem de nível e a parte traseira do trem está a 300 pés longe da passagem. Assuma que o comprimento do trem não excede 1500 pés e a distância mínima entre os trens é de 3000 pés. Defina o **menor número de variáveis de entrada e de saída** e obtenha a **tabela de estados primitiva modelo Mealy**.

Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Exemplo-6 → Solução: TPFE

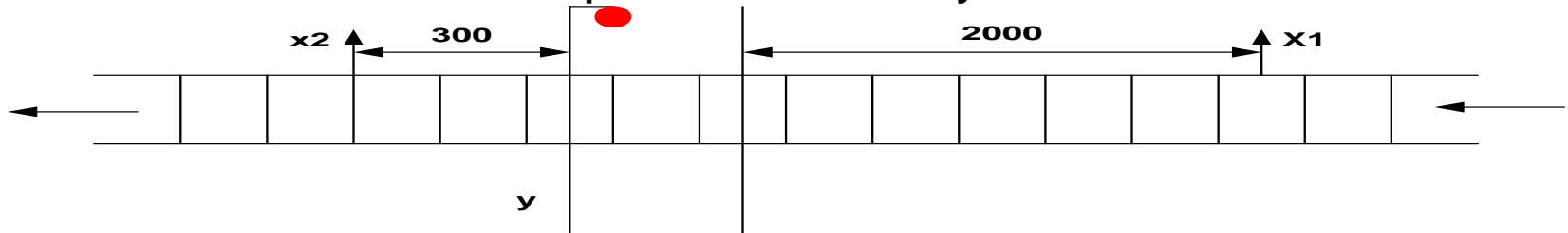
Um controlador (máquina de estado finito) de **semáforo assíncrono** operando no **modo fundamental** será instalado em uma passagem de nível na estrada de ferro de sentido único. Sem trem se aproximando, a luz verde do semáforo está acesa. Quando um trem se aproxima da passagem de nível e está no limite de 2000 pés da passagem, o semáforo muda de luz verde para luz vermelha. A mudança de vermelho para verde somente ocorre quando o trem inteiro atravessou a passagem de nível e a parte traseira do trem está a 300 pés longe da passagem. Assuma que o comprimento do trem não excede 1500 pés e a distância mínima entre os trens é de 3000 pés. Defina o **menor número de variáveis de entrada e de saída** e obtenha a **tabela de estados primitiva modelo Mealy**.



Síntese de controladores assíncronos modo fundamental

Exemplo-6 → Solução síncrona: TPFE x GTE

Um controlador (máquina de estado finito) de **semáforo assíncrono** operando no **modo fundamental** será instalado em uma passagem de nível na estrada de ferro de sentido único. Sem trem se aproximando, a luz verde do semáforo está acesa. Quando um trem se aproxima da passagem de nível e está no limite de 2000 pés da passagem, o semáforo muda de luz verde para luz vermelha. A mudança de vermelho para verde somente ocorre quando o trem inteiro atravessou a passagem de nível e a parte traseira do trem está a 300 pés longe da passagem. Assuma que o comprimento do trem não excede 1500 pés e a distância mínima entre os trens é de 3000 pés. Defina o **menor número de variáveis de entrada e de saída** e obtenha a **tabela de estados primitiva modelo Mealy**.



Semáforo: $y=0$ (verde)/ $y=1$ (vermelho)

x_1 e x_2 : sensores de objeto

