Sistemas Digitais

Circuitos sequenciais síncronos – soluções

Observação: Uma codificação diferente dos estados dos circuitos sequenciais dá origem a outras soluções igualmente válidas (outros mapas de Karnaugh, equações de entrada dos FF e logigramas).

1. (a)

X	Y	Q_n	Q_{n+1}
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

(b) O diagrama de estados está representado na Figura 1.

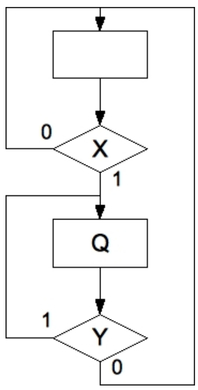

Figura 1: Diagrama de estados

(c) A tabela de transições de estados é a seguinte

Q*	X	Y	Q
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

i. Com flip-flop JK

J

Q*\XY	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	-	-	-	-

K

Q*\XY	00	01	11	10
0	-	-	-	-
1	1	0	0	1

$J = X$
$Y = \overline{Y}$

ii. Com flip-flop T

Q*\XY	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	1	0	0	1

$T = \overline{Q^*}X + Q^*\overline{Y}$

iii. Com flip-flop D

Q*\XY	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	0	1	1	0

$T = \overline{Q^*}X + Q^*Y$

O logigrama do circuito (inclui o desenho do flip-flop XY com os flip-flops JK, T e D) está representado na Figura 2.

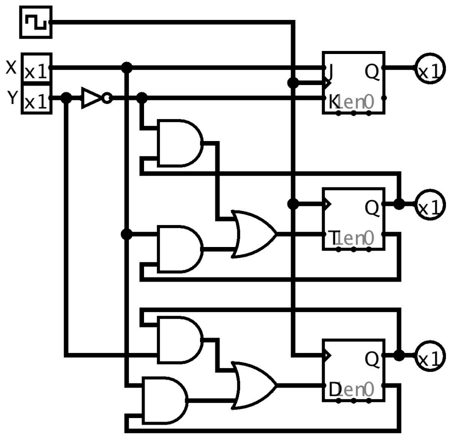

Figura 2: Logigrama da síntese do flip-flop XY com flip-flops JK, T e D.

2. O circuito tem 5 estados (3 FF) e 5 saídas. O diagrama de estados está representado na Figura 3 (codificaram-se os estados usando o código binário natural). A tabela de transições de estados é a seguinte

		Q_n			Q_{n+1}							
act	seg	x2	x1	x0	x2	x1	x0	s4	s3	s2	s1	s0
a	b	0	0	0	0	0	1					1
b	c	0	0	1	0	1	0				1	
c	d	0	1	0	0	1	1			1		
d	e	0	1	1	1	0	0		1			
e	a	1	0	0	0	0	0	1				

Os mapas de Karnaugh são preenchidos com a ajuda da tabela de transição de estados do circuito e da tabela de excitação do flip-flop D.

D2

$x_2\backslash x_1x_0$	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	-	-	-

D1

$x_2\backslash x_1x_0$	00	01	11	10
0	0	1	0	1
1	0	-	-	-

D0

$x_2\backslash x_1x_0$	00	01	11	10
0	1	0	0	1
1	0	-	-	-

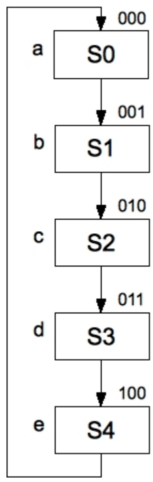

Figura 3: Diagrama de estados

$D2 = x_1 x_0$
$D1 = \overline{x_1} x_0 + x_1 \overline{x_0} = x_1 \oplus x_0$
$D0 = \overline{x_2}\ \overline{x_0}$

O logigrama do circuito está representado na Figura 4.

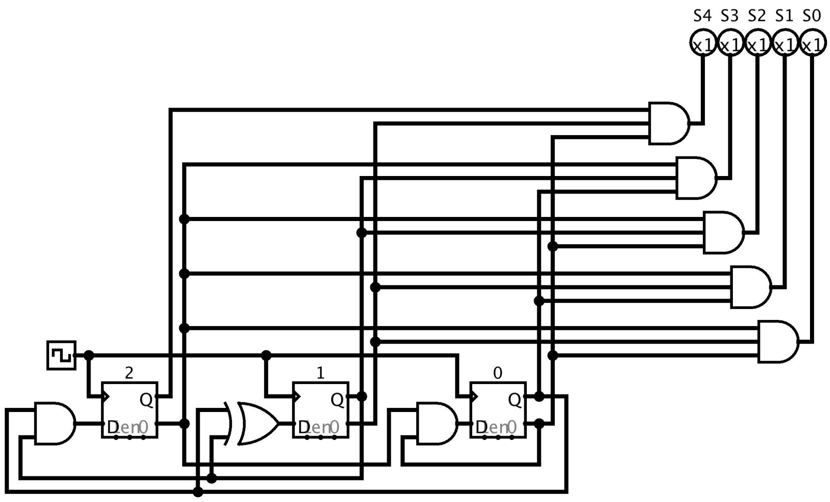

Figura 4: Logigrama do circuito gerador de sequência.

3. O circuito tem uma entrada (X), duas saídas (s1 e s0) e 3 estados. São necessários 2 FF. A tabela de transição de estados é a seguinte (codificaram-se os estados com o código binário natural).

			Q_n		Q_{n+1}			
X	act	seg	x1	x0	x1	x0	s1	s0
0	a	b	0	0	0	1	0	0
0	b	c	0	1	1	0	0	1
0	c	a	1	0	0	0	1	0
0	-	-	-	-	-	-	-	-
1	a	c	0	0	1	0	0	0
1	b	a	0	1	0	0	0	1
1	c	b	1	0	0	1	1	0
1	-	-	-	-	-	-	-	-

Os mapas de Karnaugh são preenchidos com a ajuda da tabela de transição de estados do circuito e da tabela de excitação do flip-flop T.

T1

$X\backslash x_1x_0$	00	01	11	10
0	0	1	-	1
1	1	0	-	1

T0

$X\backslash x_1x_0$	00	01	11	10
0	1	1	-	0
1	0	1	-	1

S1

$X\backslash x_1x_0$	00	01	11	10
0	0	0	-	1
1	0	0	-	1

S0

$X\backslash x_1x_0$	00	01	11	10
0	0	1	-	0
1	0	1	-	0

$T1 = \overline{X}x_0 + X\overline{x_0} + x_1\overline{x_0} = X \oplus x_0 + x_1\overline{x_0}$
$T0 = x_0 + \overline{X}\ \overline{x_1} + Xx_1 = x_0 + \overline{X \oplus x_1}$
$s1 = x_1$
$s0 = x_0$

O logigrama do circuito está representado na Figura 5.

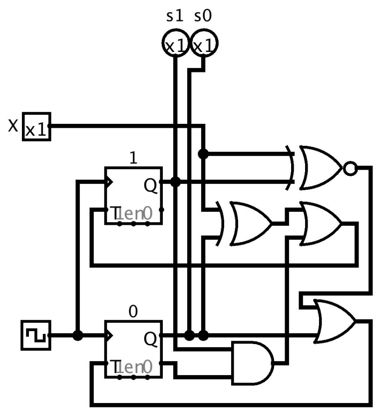

Figura 5: Logigrama do circuito.

Observando o diagrama de estados é possível chegar à conclusão que se trata de um circuito contador módulo 3 bi-direccional: se $X = 0$ conta de forma crescente ($00 \to 01 \to 10 \to 00\ldots$); se $X = 1$ conta de forma decrescente ($00 \to 10 \to 01 \to 00\ldots$).

4. O circuito tem uma entrada E e uma saída S. Para detectar a sequência **110010** são necessários 7 estados (um inicial e um quando é reconhecido cada dígito da sequência), logo são necessários 3 FF.

   Existem dois comportamentos possíveis para o circuito:

(a) não existe sobreposição de sequências (se existir um erro durante a sequência o circuito volta ao estado inicial)

(b) pode existir sobreposição

O diagrama de estados depende do comportamento implementado. Seguem-se as duas soluções possíveis:

(a) O diagrama de estados está representado na Figura 7 (codificaram-se os estados com o código binário natural).

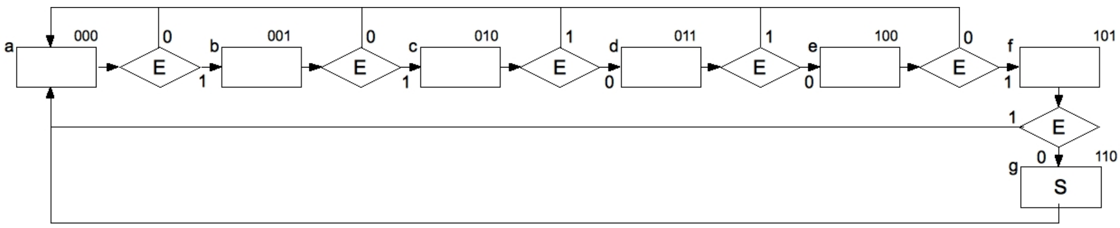

Figura 6: Diagrama de estados do circuito detector de sequências.

A tabela de transições de estados é a seguinte.

			Q_n			Q_{n+1}			
X	act	seg	x2	x1	x0	x2	x1	x0	S
0	a	a	0	0	0	0	0	0	0
0	b	a	0	0	1	0	0	0	0
0	c	d	0	1	0	0	1	1	0
0	d	e	0	1	1	1	0	0	0
0	e	a	1	0	0	0	0	0	0
0	f	g	1	0	1	1	1	0	0
0	g	a	1	1	0	0	0	0	1
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	a	b	0	0	0	0	0	1	0
1	b	c	0	0	1	0	1	0	0
1	c	a	0	1	0	0	0	0	0
1	d	a	0	1	1	0	0	0	0
1	e	f	1	0	0	1	0	1	0
1	f	a	1	0	1	0	0	0	0
1	g	a	1	1	0	0	0	0	1
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Os mapas de Karnaugh são preenchidos com a ajuda da tabela de transição de estados do circuito e da tabela de excitação do flip-flop T.

T2

$Ex_2\backslash x_1x_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	1	0	-	1
11	0	1	-	1
10	0	0	0	0

T1

$Ex_2\backslash x_1x_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	1	-	1
11	0	0	-	1
10	0	1	1	1

T0

$Ex_2\backslash x_1x_0$	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	1	-	1
11	1	1	-	0
10	1	1	1	0

$T2 = x_2\ x_1 + E\ x_2\ x_0 + \overline{E}\ x_2\ \overline{x_0} + \overline{E}\ x_1\ x_0$
$T1 = x_1\ x_0 + x_2\ x_1 + E\ x_1 + \overline{E}\ x_2\ x_0 + E\ \overline{x_2}\ x_0$
$T0 = x_0 + E\ \overline{x_1} + \overline{E}\ \overline{x_2}\ x_1$
$S = x_2 x_1 \overline{x_0}$

(b) O diagrama de estados está representado na Figura 7 (codificaram-se os estados com o código binário natural).

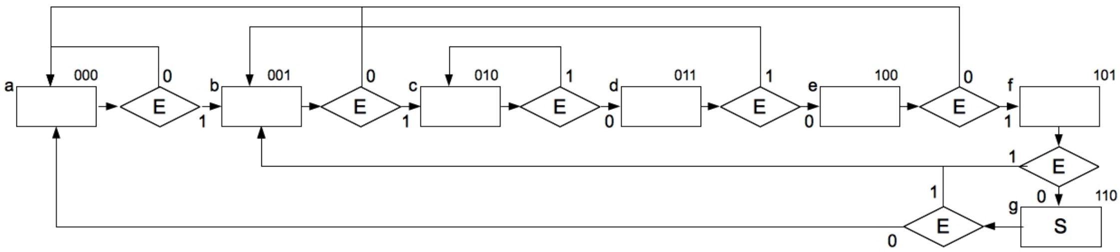

Figura 7: Diagrama de estados do circuito detector de sequências.

A tabela de transições de estados é a seguinte.

			Q_n			Q_{n+1}			
X	act	seg	x2	x1	x0	x2	x1	x0	S
0	a	a	0	0	0	0	0	0	0
0	b	a	0	0	1	0	0	0	0
0	c	d	0	1	0	0	1	1	0
0	d	e	0	1	1	1	0	0	0
0	e	a	1	0	0	0	0	0	0
0	f	g	1	0	1	1	1	0	0
0	g	a	1	1	0	0	0	0	1
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	a	b	0	0	0	0	0	1	0
1	b	c	0	0	1	0	1	0	0
1	c	c	0	1	0	0	1	0	0
1	d	b	0	1	1	0	0	1	0
1	e	f	1	0	0	1	0	1	0
1	f	b	1	0	1	0	0	1	0
1	g	b	1	1	0	0	0	1	1
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Os mapas de Karnaugh são preenchidos com a ajuda da tabela de transição de estados do circuito e da tabela de excitação do flip-flop T.

T2

$Ex_2 \backslash x_1 x_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	1	0	-	1
11	0	1	-	1
10	0	0	0	0

T1

$Ex_2 \backslash x_1 x_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	1	-	1
11	0	0	-	1
10	0	1	1	0

T0

$Ex_2 \backslash x_1 x_0$	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	1	-	1
11	1	0	-	1
10	1	1	0	0

$T2 = x_2\ x_1 + E\ x_2\ x_0 + \overline{E}\ x_2\ \overline{x_0} + \overline{E}\ x_1\ x_0$
$T1 = x_1\ x_0 + x_2\ x_1 + \overline{E}\ x_2\ x_0 + E\ \overline{x_2}\ x_0$
$T0 = \overline{E}\ x_0 + \overline{E}\ x_1 + E\ \overline{x_2}\ \overline{x_1} + E\ x_2\ \overline{x_0}$
$S = x_2 x_1 \overline{x_0}$

Falta apresentar o logigrama.

5. Este exercício é semelhante ao problema apresentado no slide 12 com menos um estado, já que é um contador módulo 7 (000 $\rightarrow$ 001 $\rightarrow$ 010 $\rightarrow$ 011 $\rightarrow$ 100 $\rightarrow$ 101 $\rightarrow$ 110 $\rightarrow$ 000 ...).

6. (a) Além das entradas usuais A e B este circuito tem mais uma entrada (o valor anterior da função F) que pode ser designada por F*. A tabela de verdade da função é:

entradas			somador		codificador		demultiplexer		saída
A	B	F*	S	Co	s1	s0	D	S	F
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	0	1	0

O preenchimento do mapa de Karnaugh resulta na função $F = A\ \overline{F*} + A\ \overline{B}$

(b) Olhando para as entradas e o valor da função F obtém-se a tabela de transição de estados

A	B	F*	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{F*}$

(c) O diagrama de stados está representado na Figura 8.

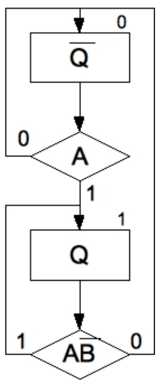

Figura 8: Diagrama de estados.

(d) A tabela seguinte é a tabela de excitação do flip-flop SR. Com a tabela de verdade já encontrada e a tabela de excitação do flip-flop SR, preenchem-se os mapas de Karnaugh.

Q	Q*	S	R
0	0	0	-
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	-	0

S

$AB\backslash x$	0	1
00	0	0
01	0	0
10	1	0
11	1	-

R

$AB\backslash x$	0	1
00	-	1
01	-	1
10	0	1
11	0	0

$S = A\overline{x}$

$R = \overline{A} + B\ x$

O logigrama do circuito está representado na Figura 9.

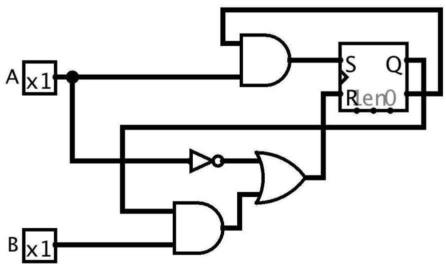

Figura 9: Logigrama.

7. O circuito tem três saídas para poder codificar em binário a sequência pedida (s2, s1 e s0) e 4 estados. São necessários 2 FF. O diagrama de estados está representado na Figura 10 (codificaram-se os estados de modo a serem iguais às saídas s1 e s0).

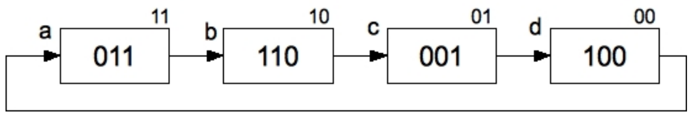

Figura 10: Diagrama de estados.

A tabela de transição de estados é a seguinte:

		Q_n		Q_{n+1}				
act	seg	x1	x0	x1	x0	s2	s1	s0
a	b	0	0	1	1	1	0	0
b	c	0	1	0	0	0	0	1
c	d	1	0	0	1	1	1	0
d	a	1	1	1	0	0	1	1

Os mapas de Karnaugh são preenchidos com a ajuda da tabela de transição de estados do circuito e da tabela de excitação do flip-flop D.

D1		
$x_1\backslash x_0$	0	1
0	1	0
1	0	1

D0		
$x_1\backslash x_0$	0	1
0	1	0
1	1	0

S2		
$x_1\backslash x_0$	0	1
0	1	0
1	1	0

$D1 = \overline{x_1 \oplus x_0}$
$D0 = \overline{x_0}$
$S2 = \overline{x_0}$
$S1 = x_1$
$S0 = x_0$

O logigrama do circuito está representado na Figura 11.

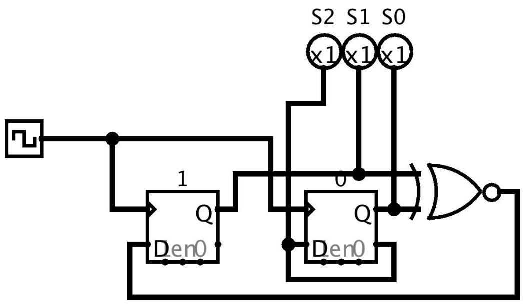

Figura 11: Logigrama do circuito.

8. O sistema tem 2 entradas (SP e PF) e uma saída (M). Pode estar num de três estados possíveis: pressão ok, portas abertas, motor em funcionamento.

   (a) O diagrama de estados está representado na Figura 12.

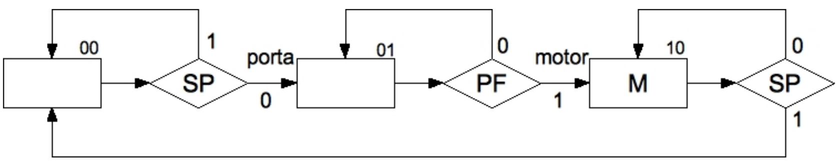

Figura 12: Diagrama de estados.

A tabela de transição de estados é a seguinte.

				Q_n		Q_{n+1}		
SP	PF	act	seg	x1	x0	x1	x0	M
0	0	ok	porta	0	0	0	1	0
0	0	porta	porta	0	1	0	1	0
0	0	motor	motor	1	0	1	0	1
0	0	-	-	-	-	-	-	-
0	1	ok	porta	0	0	0	1	0
0	1	porta	motor	0	1	1	0	1
0	1	motor	motor	1	0	1	0	0
0	1	-	-	-	-	-	-	-
1	0	ok	ok	0	0	0	0	0
1	0	porta	porta	0	1	0	1	1
1	0	motor	ok	1	0	0	0	0
1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	ok	ok	0	0	0	0	0
1	1	porta	motor	0	1	1	0	0
1	1	motor	ok	1	0	0	0	0
1	1	-	-	-	-	-	-	-

(b) Os mapas de Karnaugh são preenchidos com a ajuda da tabela de transição de estados do circuito e do flip-flop D.

D1

$SP\ PF \backslash x_1 x_0$	00	01	11	10
00	0	0	-	1
01	0	1	-	1
10	0	1	-	0
11	0	0	-	0

D0

$SP\ PF \backslash x_1 x_0$	00	01	11	10
00	1	1	-	0
01	1	0	-	0
10	0	0	-	0
11	0	1	-	0

M

$SP\ PF \backslash x_1 x_0$	00	01	11	10
00	0	0	-	1
01	0	0	-	1
10	0	0	-	1
11	0	0	-	1

$D1 = PF\ x_0 + \overline{SP}\ x_1$
$D0 = \overline{SP}\ \overline{x_1}\ \overline{x_0} + \overline{PF}\ x_0$
$M = x_1$

O logigrama está representado na Figura 13.

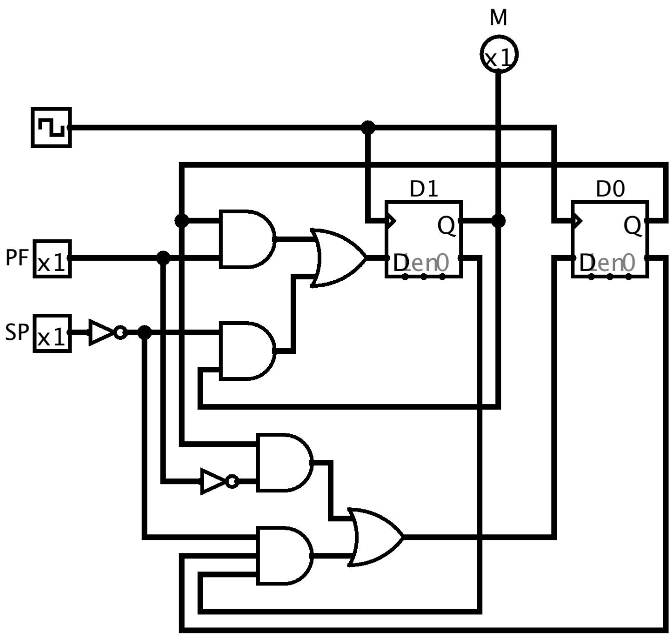

Figura 13: Logigrama.