



Circuitos Digitais I - 6878

Nardênio Almeida Martins

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática

Bacharelado em Ciência da Computação

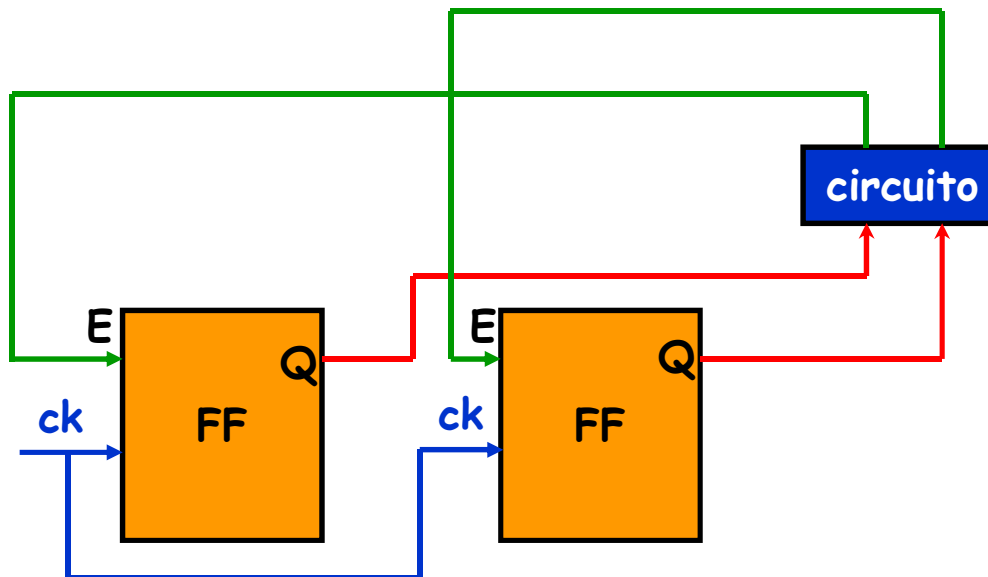
Aula de Hoje

- **Circuitos sequenciais**
 - **Contadores Síncronos**

Contadores Síncronos

Contadores Síncronos: Todos os FFs são disparados simultaneamente (com sincronismo) pelo mesmo clock.

Obs.: Precisa de um circuito para controlar as entradas.



Contadores Síncronos

- A partir da TV devemos estudar quais devem ser as entradas J e K dos vários FFs para que eles gerem as saídas corretas do contador.

Relacionar os "estados" da saída em função das entradas:

J	K	Qf
0	0	Qa
0	1	0
1	0	1
1	1	\overline{Qa}

a) Qa=0 queremos obter Qf=0
J=0 e K=1 ou J=0 e K=0
então J=0 e K=X

b) Qa=0 queremos obter Qf=1
J=1 e K=0 ou J=1 e K=1
então J=1 e K=X

c) Qa=1 queremos obter Qf=0
J=0 e K=1 ou J=1 e K=1
então J=X e K=1

d) Qa=1 queremos obter Qf=1
J=0 e K=0 ou J=1 e K=0
então J=X e K=0

Qa	Qf	J	K
0 → 0	0	0	X
0 → 1	1	1	X
1 → 0	0	X	1
1 → 1	1	X	0

Contador Síncrono

Exemplo: Projetar um contador síncrono de módulo 5 (contador de 0 a 4). Para 5 estados são necessários 3 FFs.

Qa	Qf	J	K
0 → 0	0	0	X
0 → 1	1	1	X
1 → 0	0	X	1
1 → 1	1	X	0

Contador Síncrono

Exemplo: Projetar um contador síncrono de módulo 5 (contador de 0 a 4). Para 5 estados são necessários 3 FFs.

Estado Atual			Próximo Estado			Entradas para Q_2		Entradas para Q_1		Entradas para Q_0	
Q_2	Q_1	Q_0	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	J_2	K_2	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	1	0	X	0	X	1	X
0	0	1	0	1	0	0	X	1	X	X	1
0	1	0	0	1	1	0	X	X	0	1	X
0	1	1	1	0	0	1	X	X	1	X	1
1	0	0	0	0	0	X	1	0	X	0	X
.
.
.

Contador Síncrono

Exemplo: Projetar um contador síncrono de módulo 5 (contador de 0 a 4). Para 5 estados são necessários 3 FFs.

	$\overline{Q_1}$		Q_1	
$\overline{Q_2}$	0	0	1	0
Q_2	X	X	X	X
	$\overline{Q_0}$	Q_0	$\overline{Q_0}$	

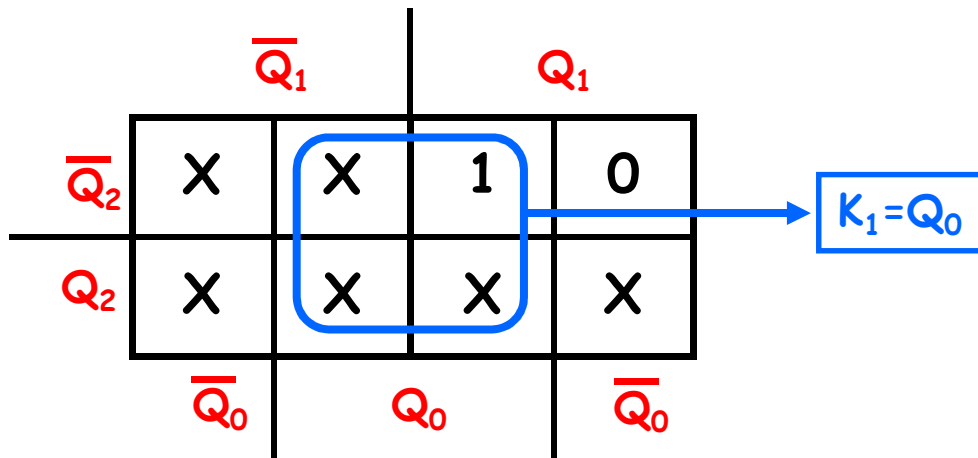
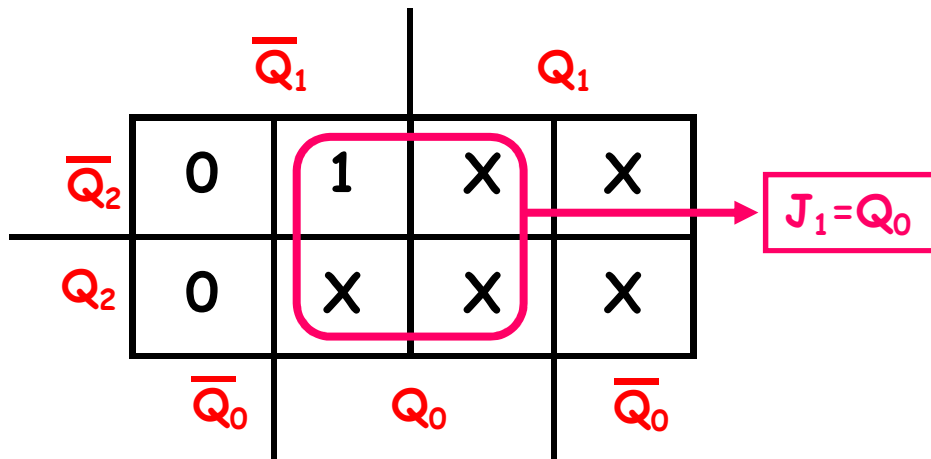
$J_2 = Q_0 Q_1$

	$\overline{Q_1}$		Q_1	
$\overline{Q_2}$	X	X	X	X
Q_2	1	X	X	X
	$\overline{Q_0}$	Q_0	$\overline{Q_0}$	

$K_2 = 1$

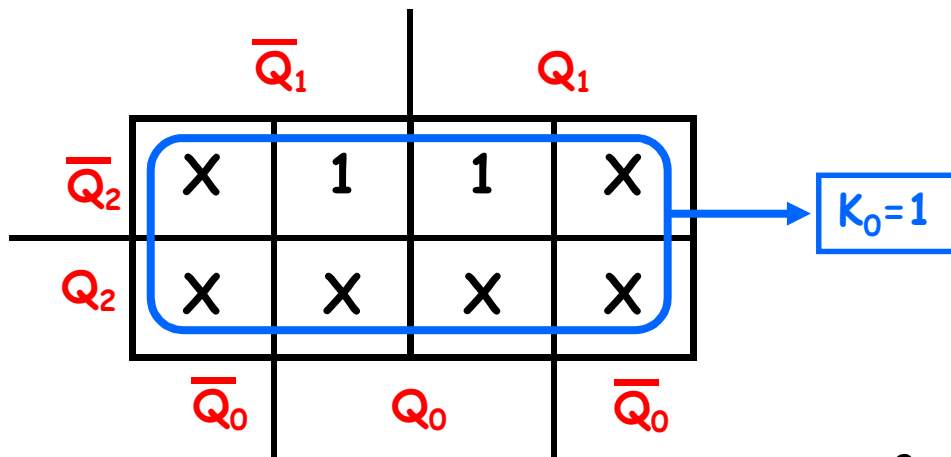
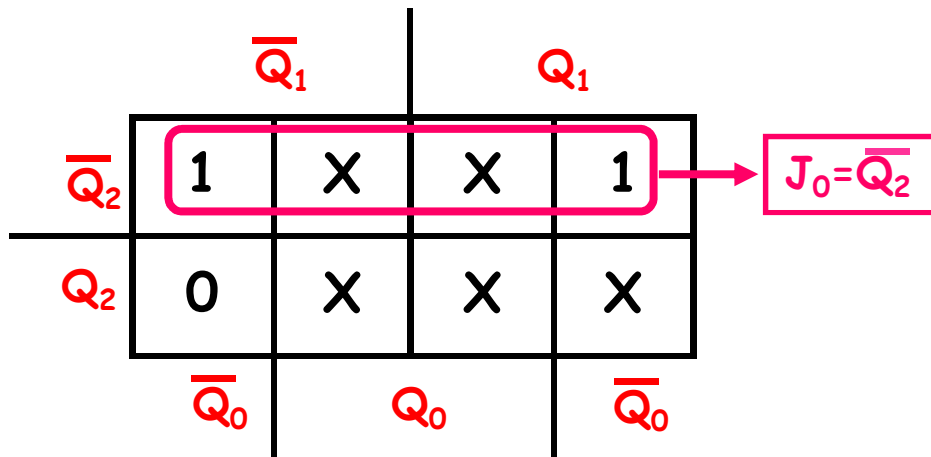
Contador Síncrono

Exemplo: Projetar um contador síncrono de módulo 5 (contador de 0 a 4). Para 5 estados são necessários 3 FFs.



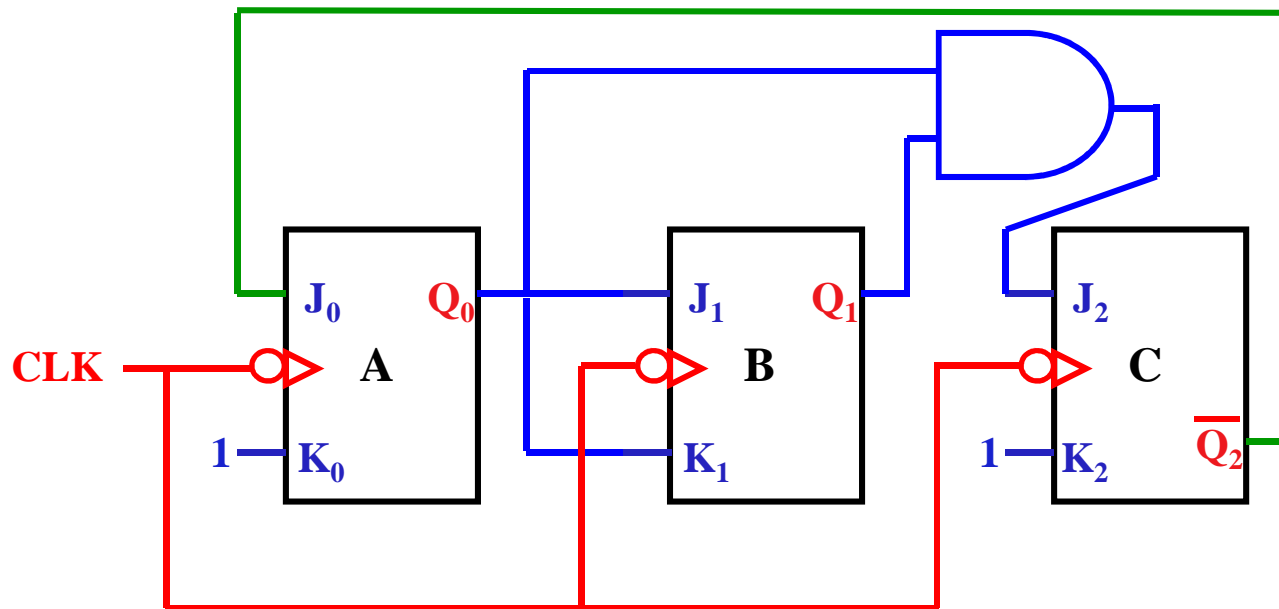
Contador Síncrono

Exemplo: Projetar um contador síncrono de módulo 5 (contador de 0 a 4). Para 5 estados são necessários 3 FFs.



Contador Síncrono

Exemplo: Projetar um contador síncrono de módulo 5 (contador de 0 a 4). Para 5 estados são necessários 3 FFs.



Exercício

1. Projete um contador síncrono de módulo 10 (contador de década 0 a 9)

Qa	Qf	J	K
0 → 0	0	0	X
0 → 1	1	1	X
1 → 0	0	X	1
1 → 1	1	X	0

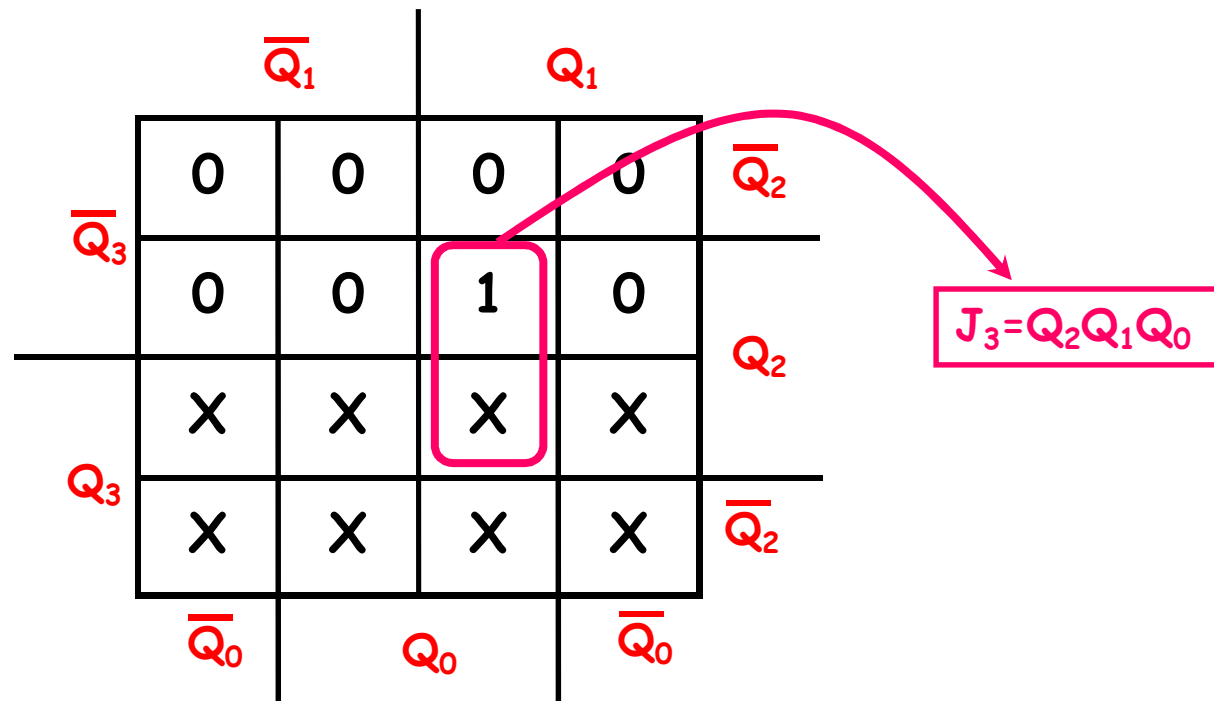
Solução

1. Projete um contador síncrono de módulo 10 (contador de década 0-9)

Estado Atual				Próximo Estado				Entradas para Q ₃		Entradas para Q ₂		Entradas para Q ₁		Entradas para Q ₀	
Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	Q ₃ ⁺	Q ₂ ⁺	Q ₁ ⁺	Q ₀ ⁺	J ₃	K ₃	J ₂	K ₂	J ₁	K ₁	J ₀	K ₀
0	0	0	0	0	0	0	1	0	X	0	X	0	X	1	X
0	0	0	1	0	0	1	0	0	X	0	X	1	X	X	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	X	0	X	X	0	1	X
0	0	1	1	0	1	0	0	0	X	1	X	X	1	X	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	X	X	0	0	X	1	X
0	1	0	1	0	1	1	0	0	X	X	0	1	X	X	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	X	X	0	X	0	1	X
0	1	1	1	1	0	0	0	1	X	X	1	X	1	X	1
1	0	0	0	1	0	0	1	X	0	0	X	0	X	1	X
1	0	0	1	0	0	0	0	X	1	0	X	0	X	X	1

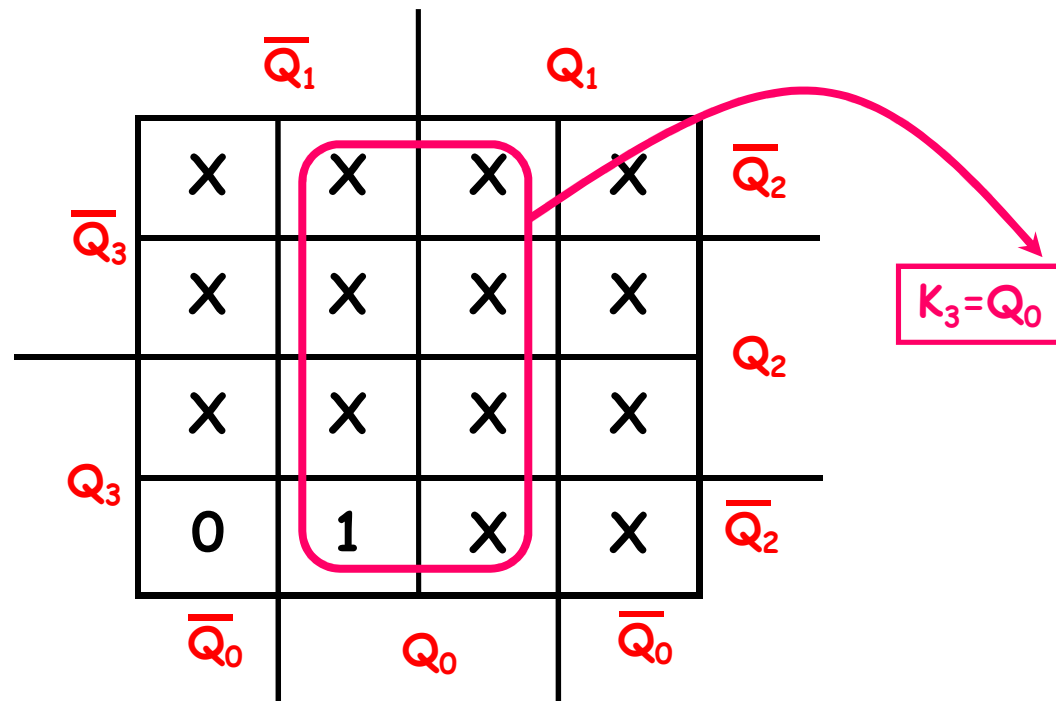
Solução

1. Projete um contador síncrono de módulo 10 (contador de década 0-9)



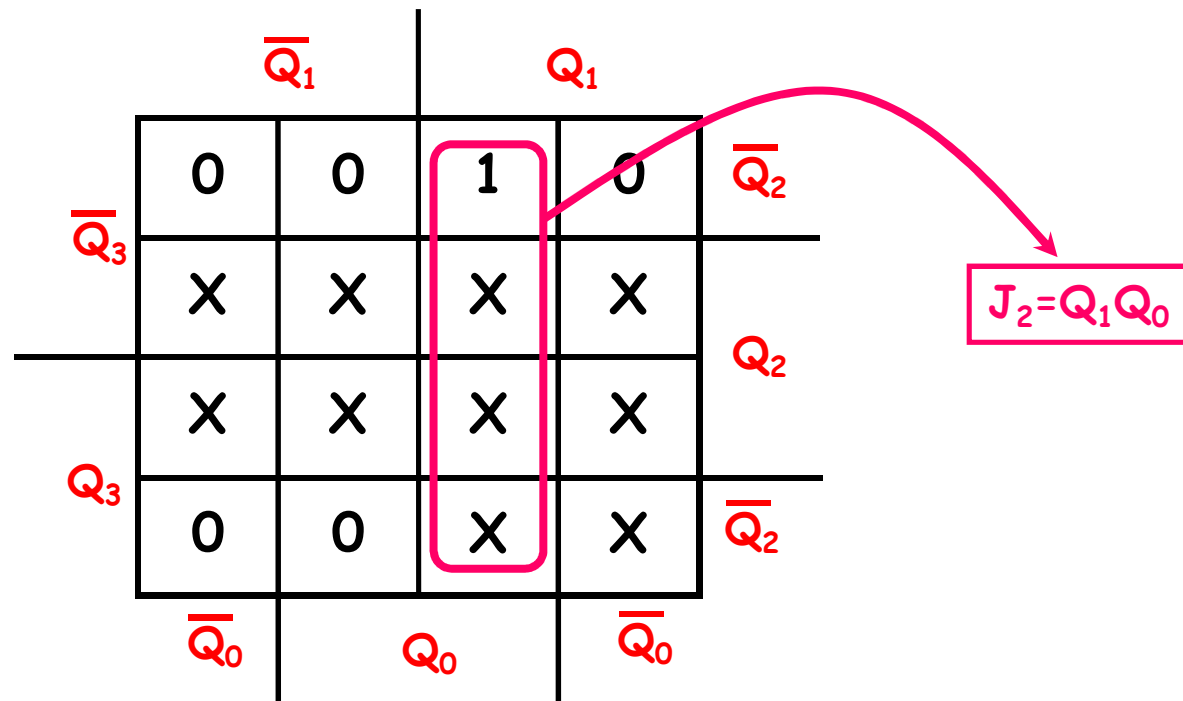
Solução

1. Projete um contador síncrono de módulo 10 (contador de década 0-9)



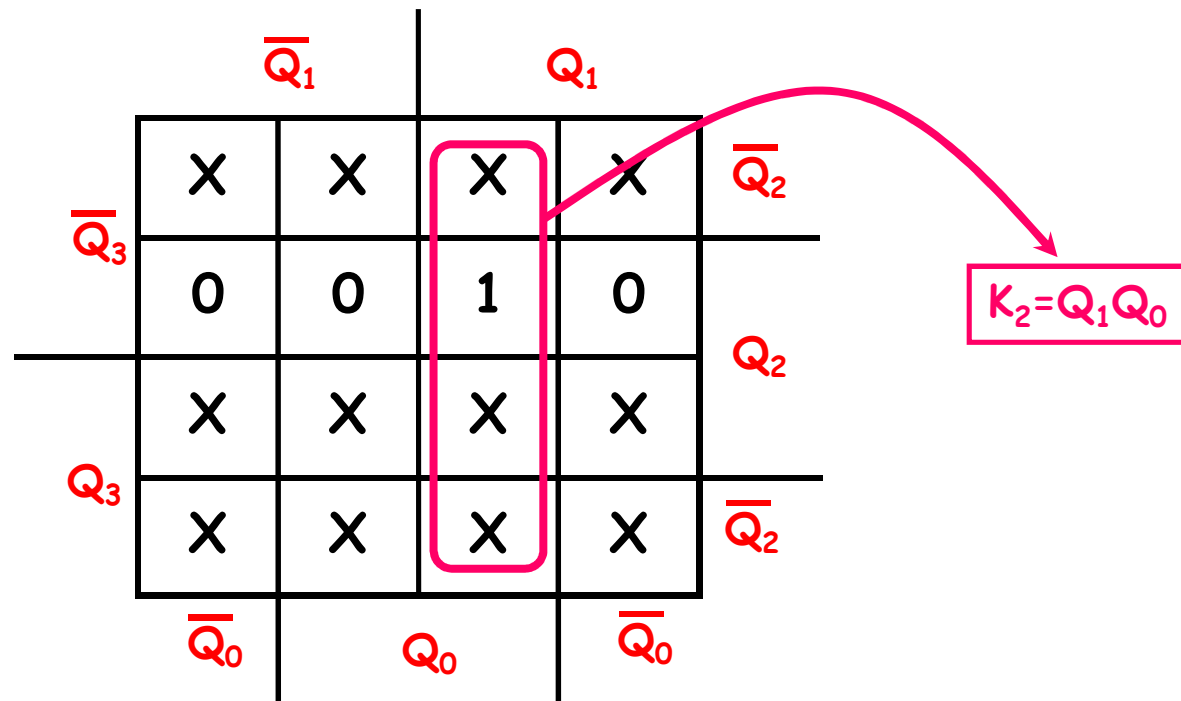
Solução

1. Projete um contador síncrono de módulo 10 (contador de década 0-9)



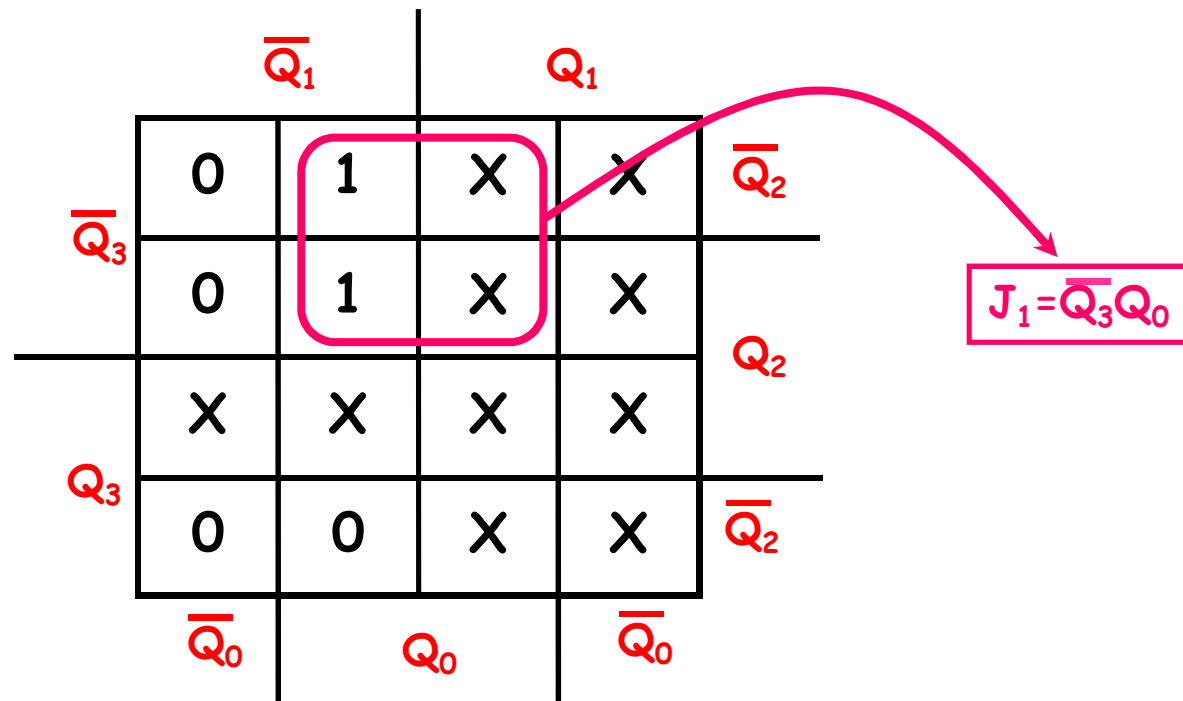
Solução

1. Projete um contador síncrono de módulo 10 (contador de década 0-9)



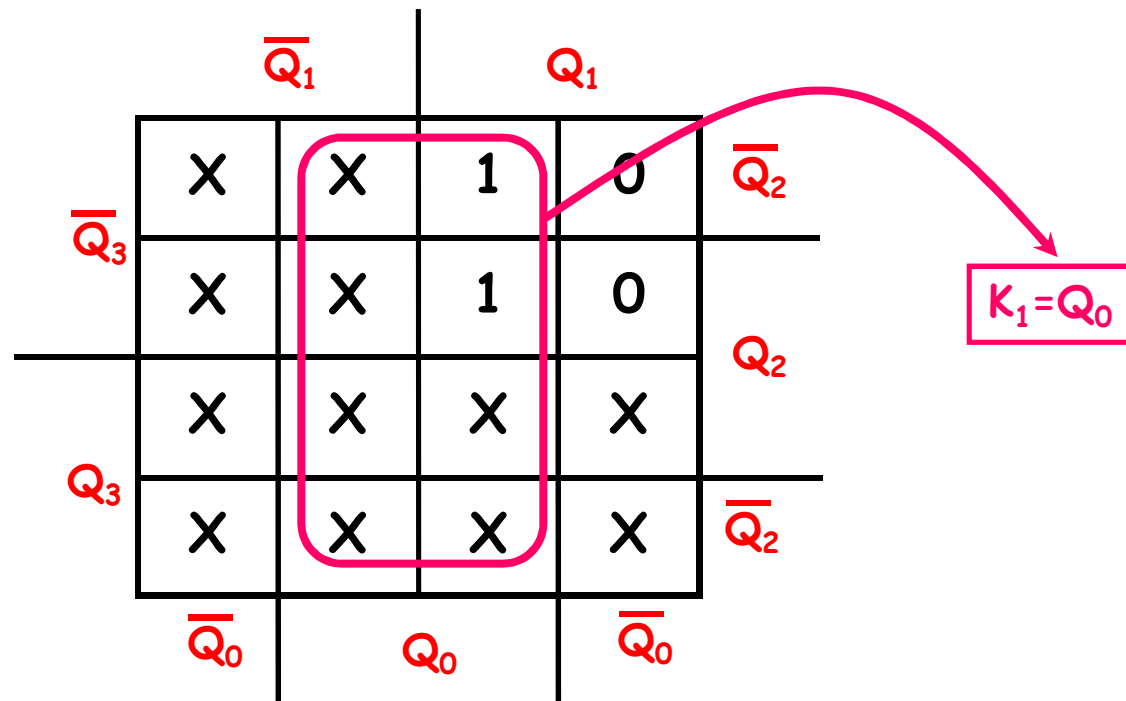
Solução

1. Projete um contador síncrono de módulo 10 (contador de década 0-9)



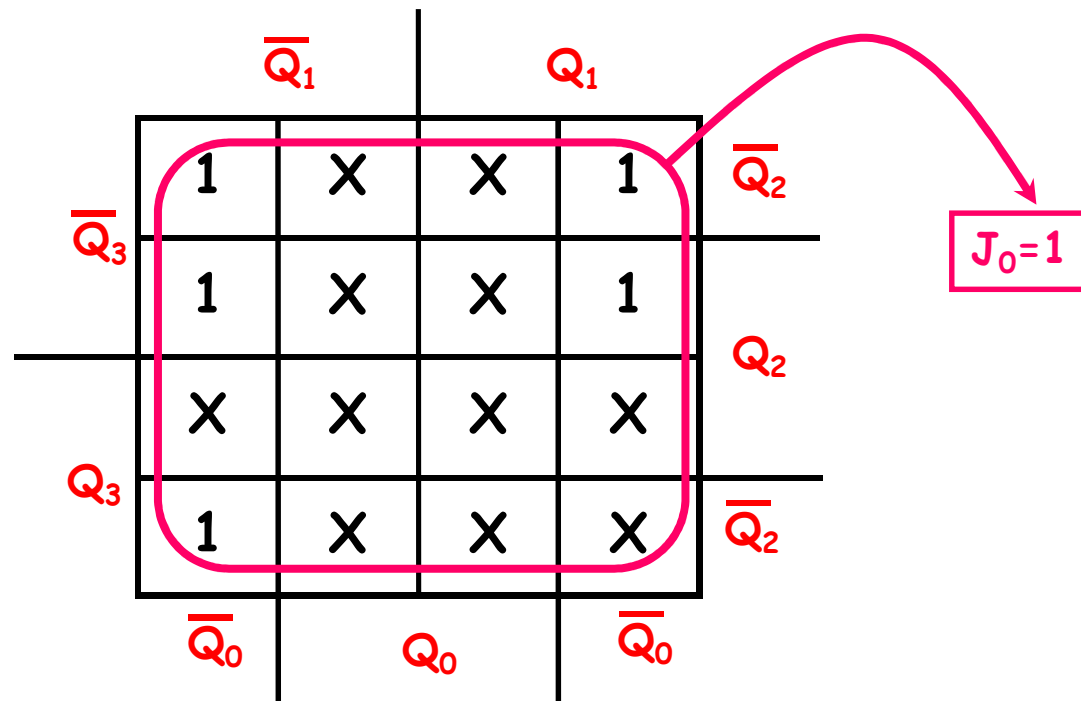
Solução

1. Projete um contador síncrono de módulo 10 (contador de década 0-9)



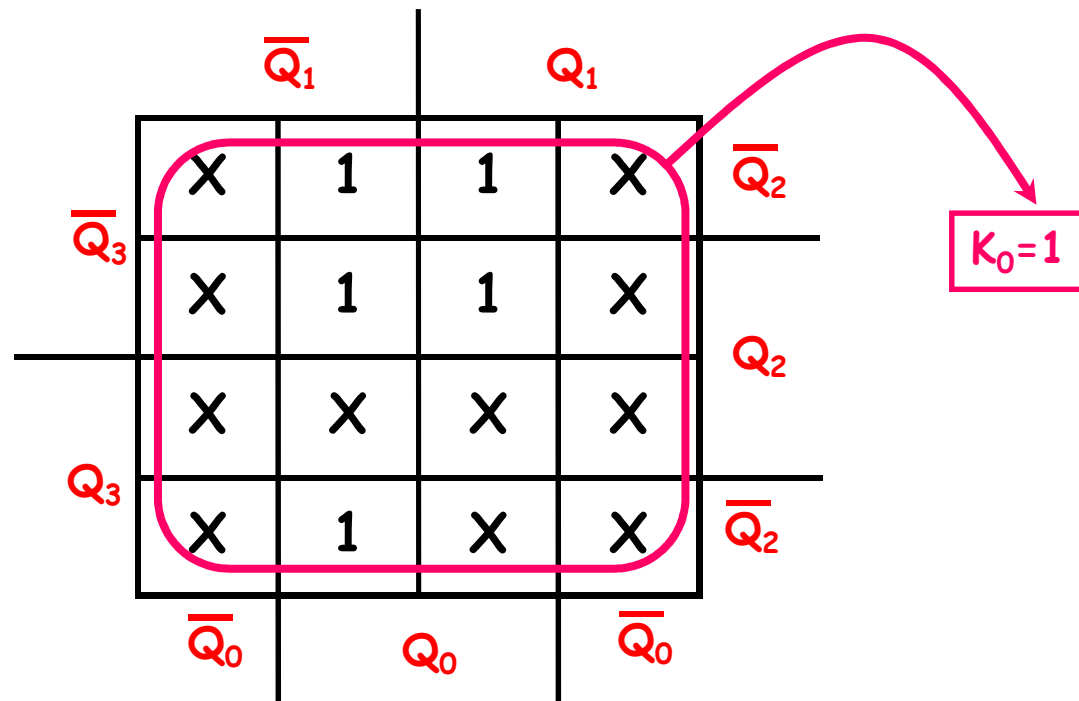
Solução

1. Projete um contador síncrono de módulo 10 (contador de década 0-9)



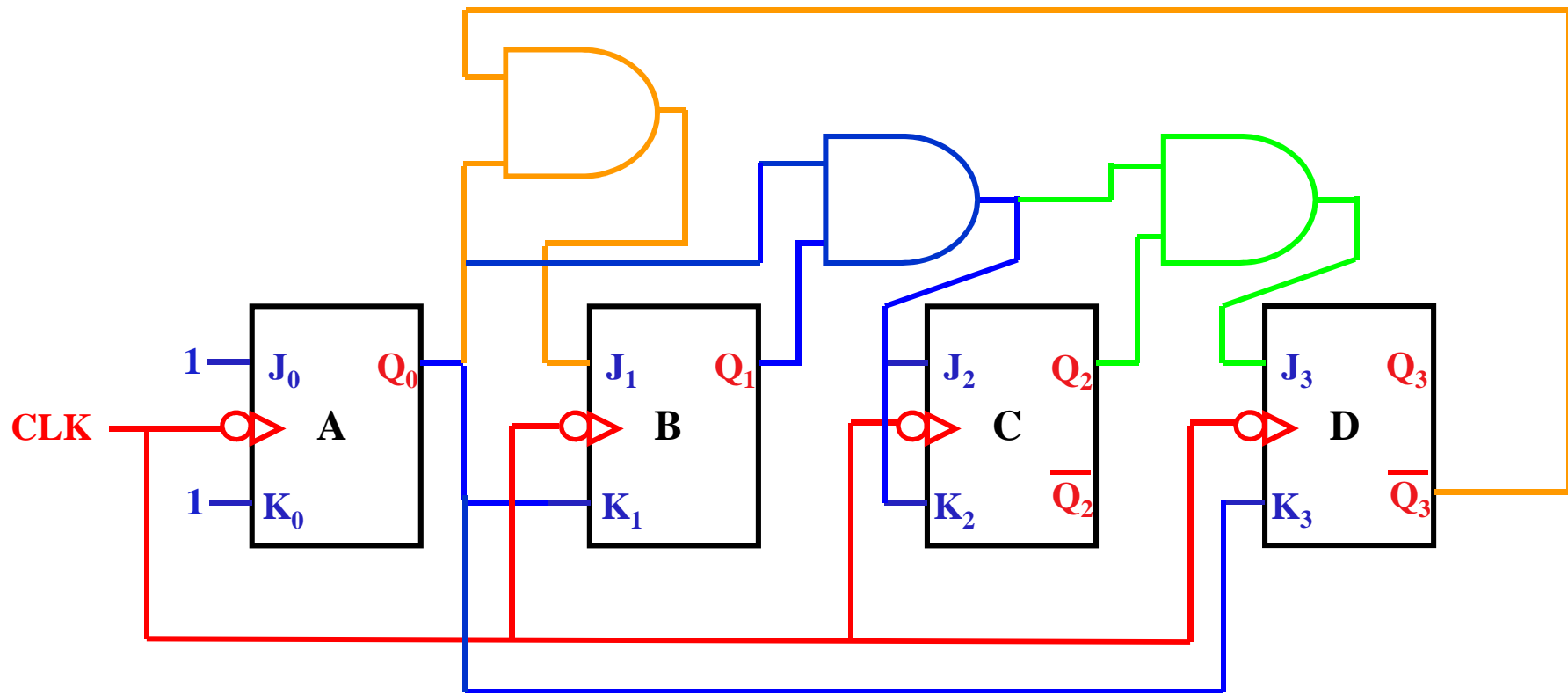
Solução

1. Projete um contador síncrono de módulo 10 (contador de década 0-9)



Solução

1. Projete um contador síncrono de módulo 10 (contador de década 0-9)



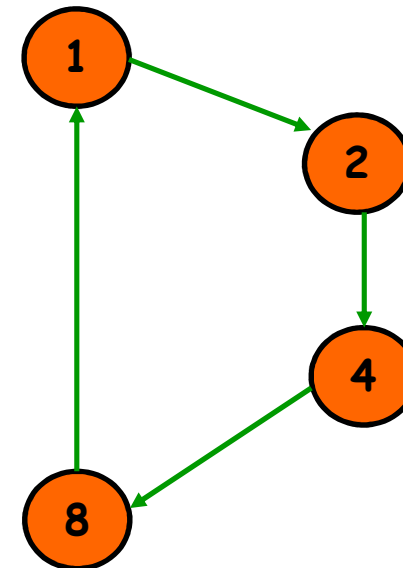
Exercício

2. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência (contador em Anel).

Wx

Q_3	Q_2	Q_1	Q_0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
1	0	0	0

Q_a	Q_f	J	K
0 → 0	0	0	X
0 → 1	1	1	X
1 → 0	0	X	1
1 → 1	1	X	0



Slide 22

Wx1

Livro Ideota Teoria pág. 285
Windows xp; 14/10/2004

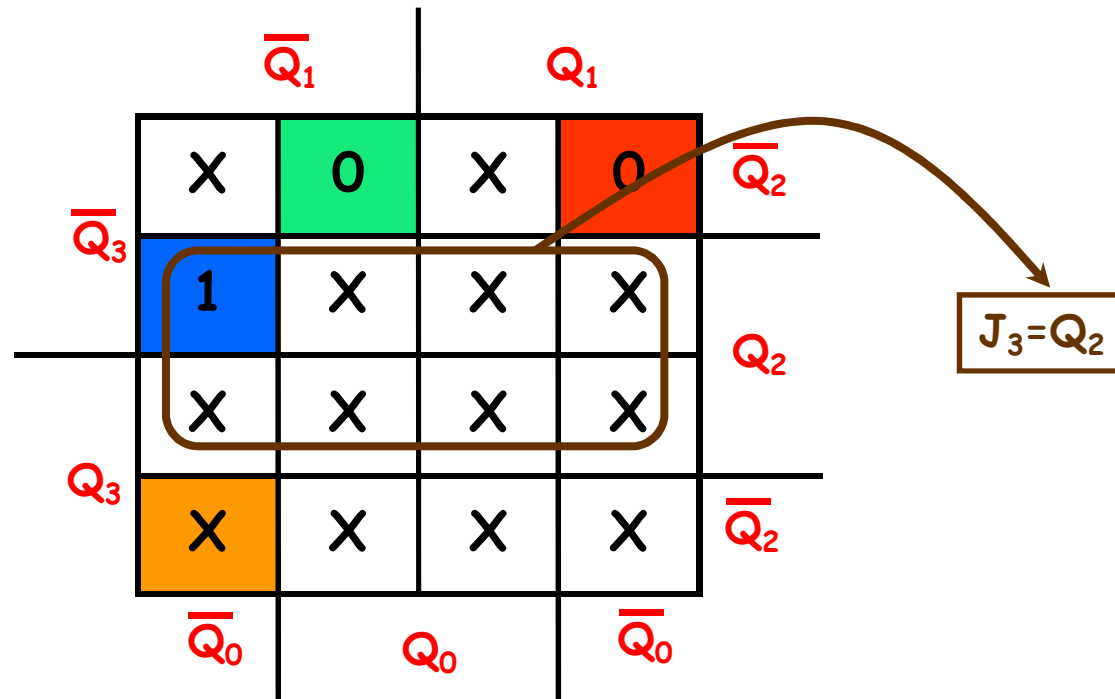
Solução

2. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência (contador em Anel).

Estado Atual				Próximo Estado				Entradas para Q_3		Entradas para Q_2		Entradas para Q_1		Entradas para Q_0	
Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	Q_3^+	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	J_3	K_3	J_2	K_2	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	1	0	0	1	0	0	X	0	X	1	X	X	1
0	0	1	0	0	1	0	0	0	X	1	X	X	1	0	X
0	1	0	0	1	0	0	0	1	X	X	1	0	X	0	X
1	0	0	0	0	0	0	1	X	1	0	X	0	X	1	X

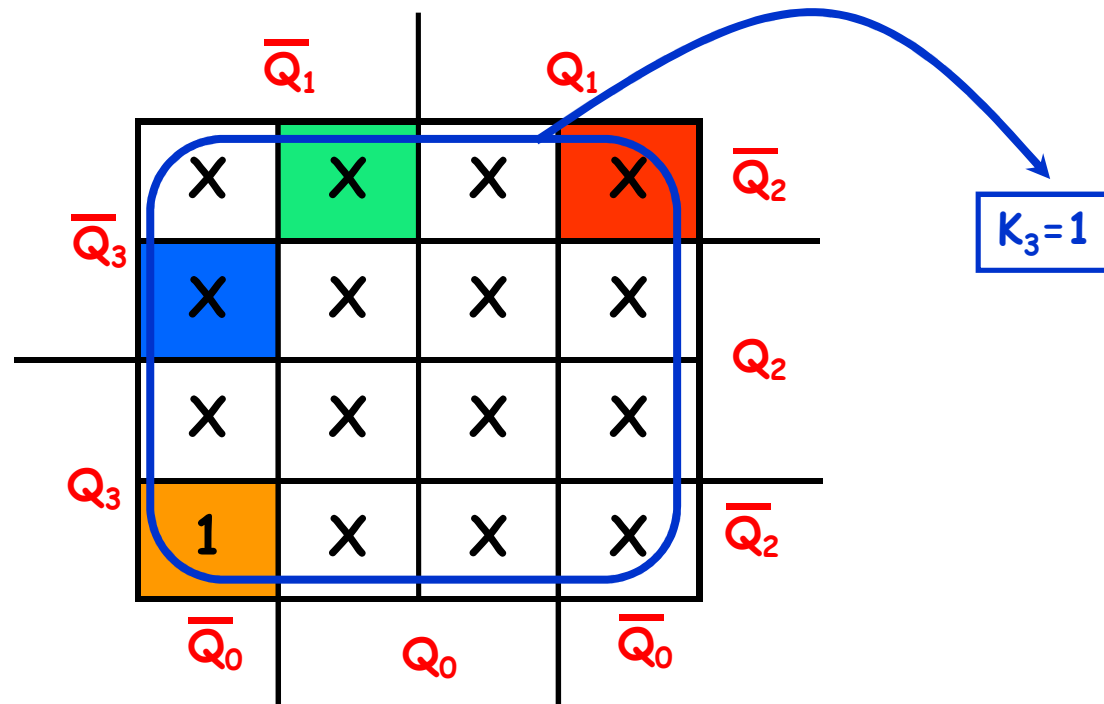
Solução

2. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência (contador em Anel).



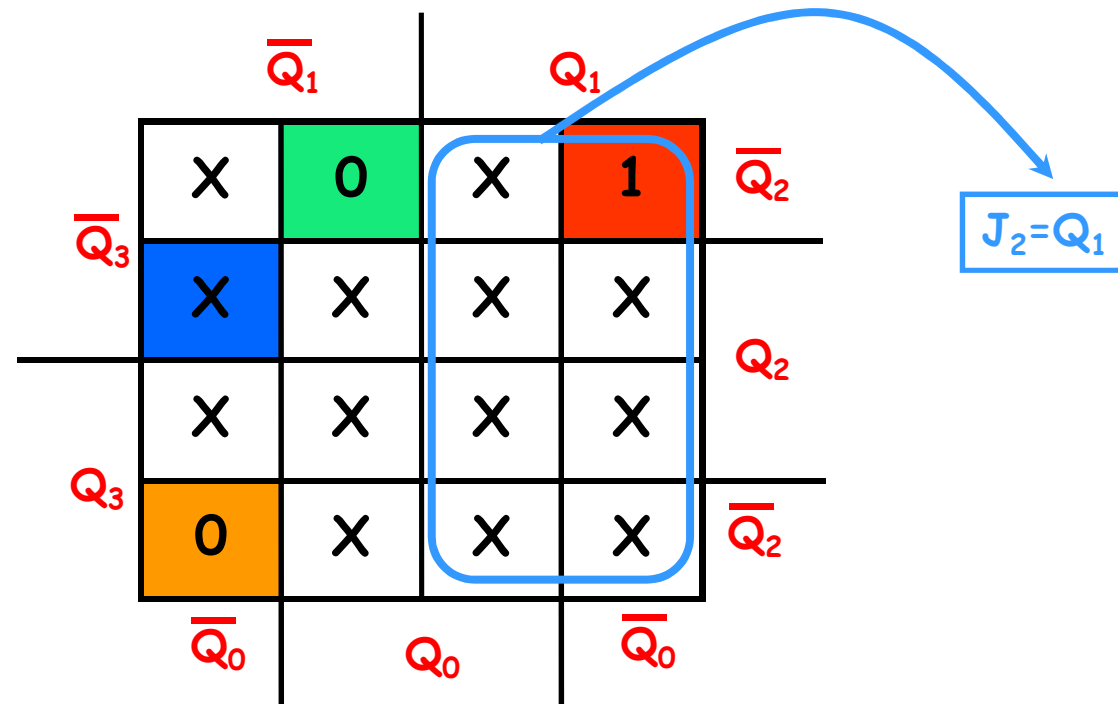
Solução

2. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência (contador em Anel).



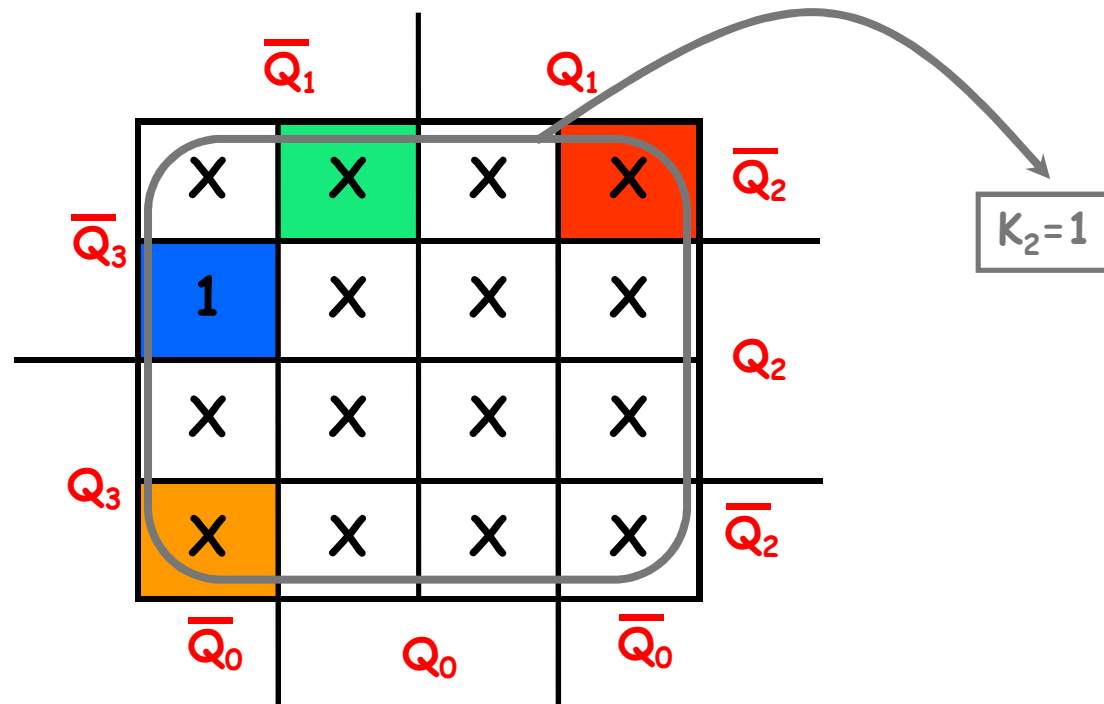
Solução

2. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência (contador em Anel).



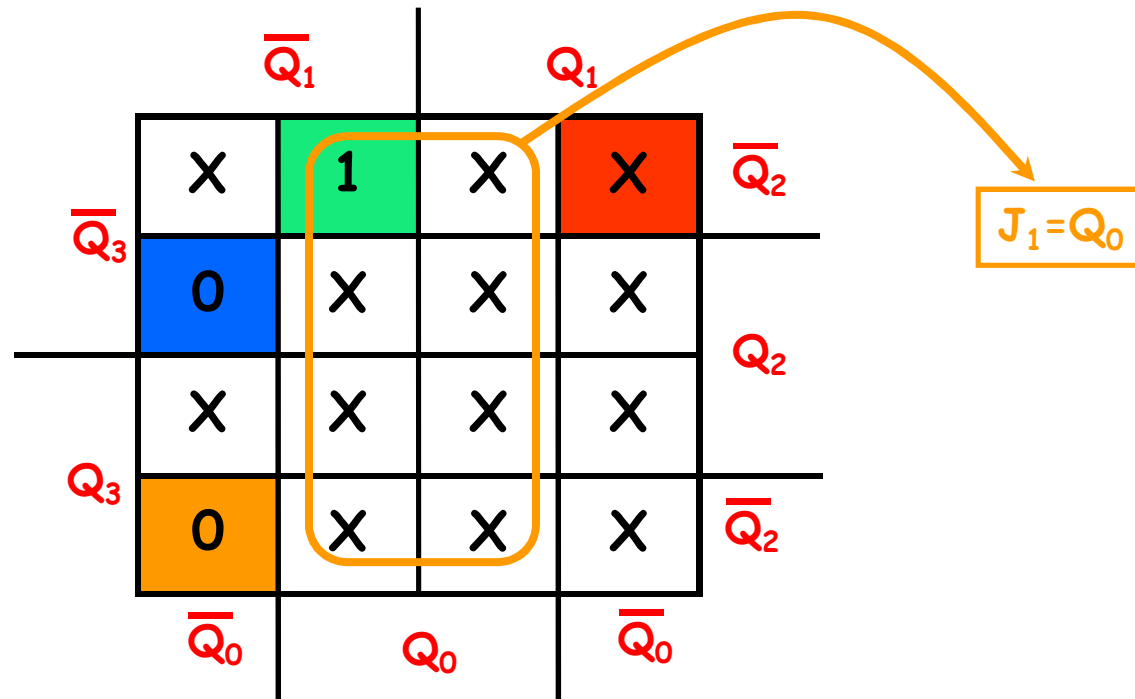
Solução

2. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência (contador em Anel).



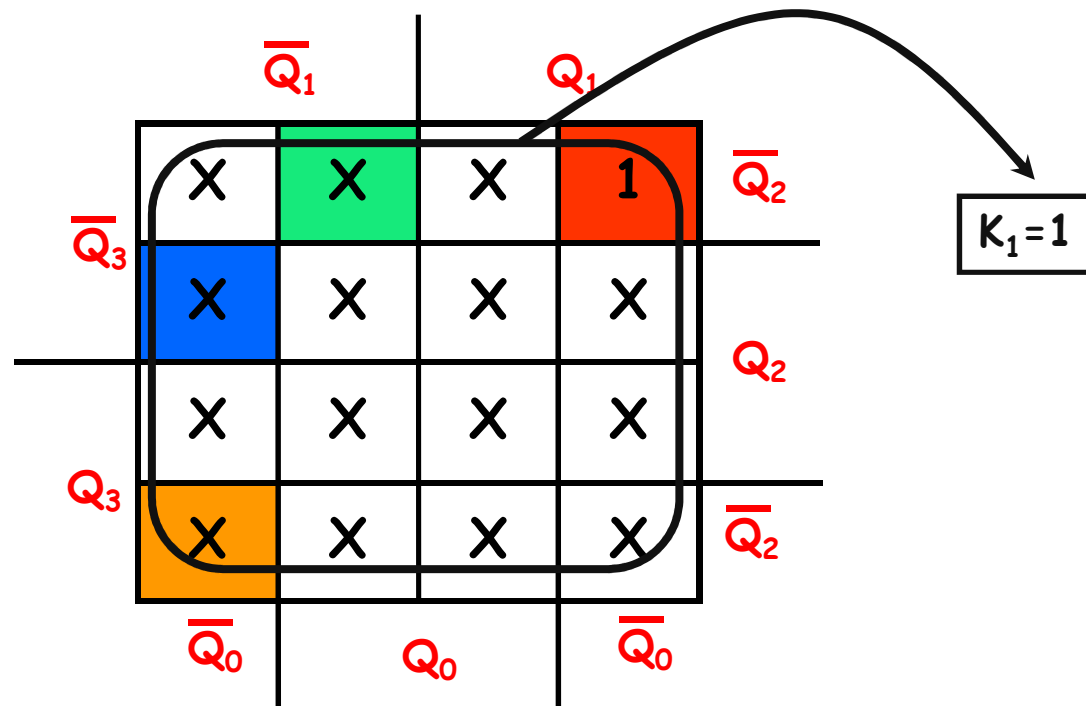
Solução

2. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência (contador em Anel).



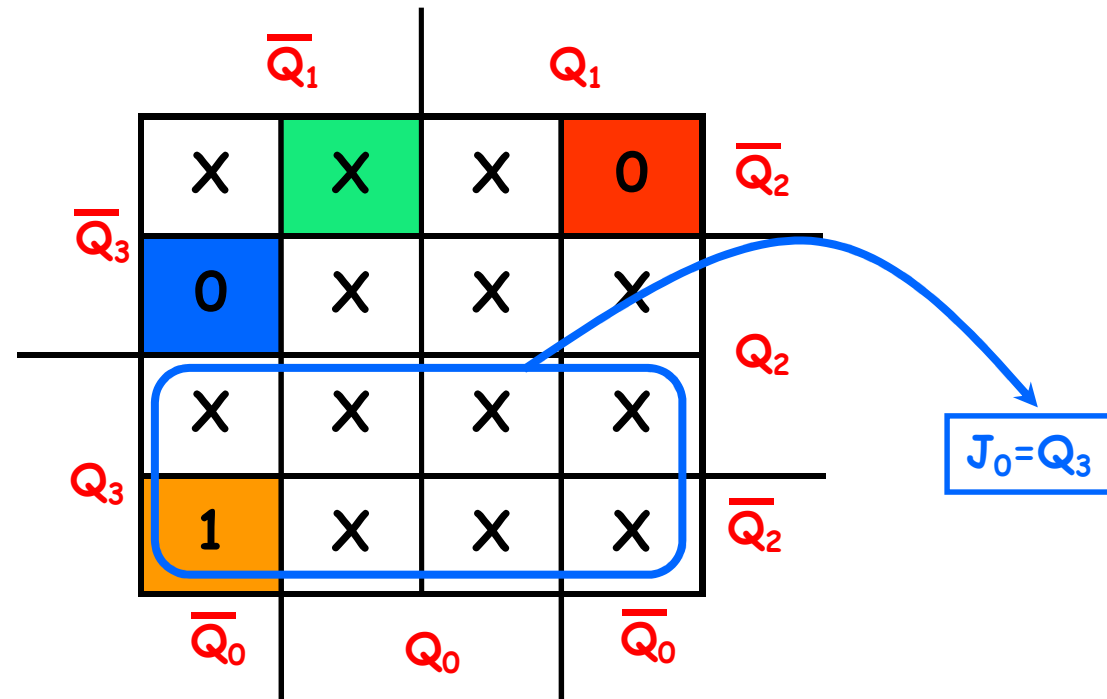
Solução

2. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência (contador em Anel).



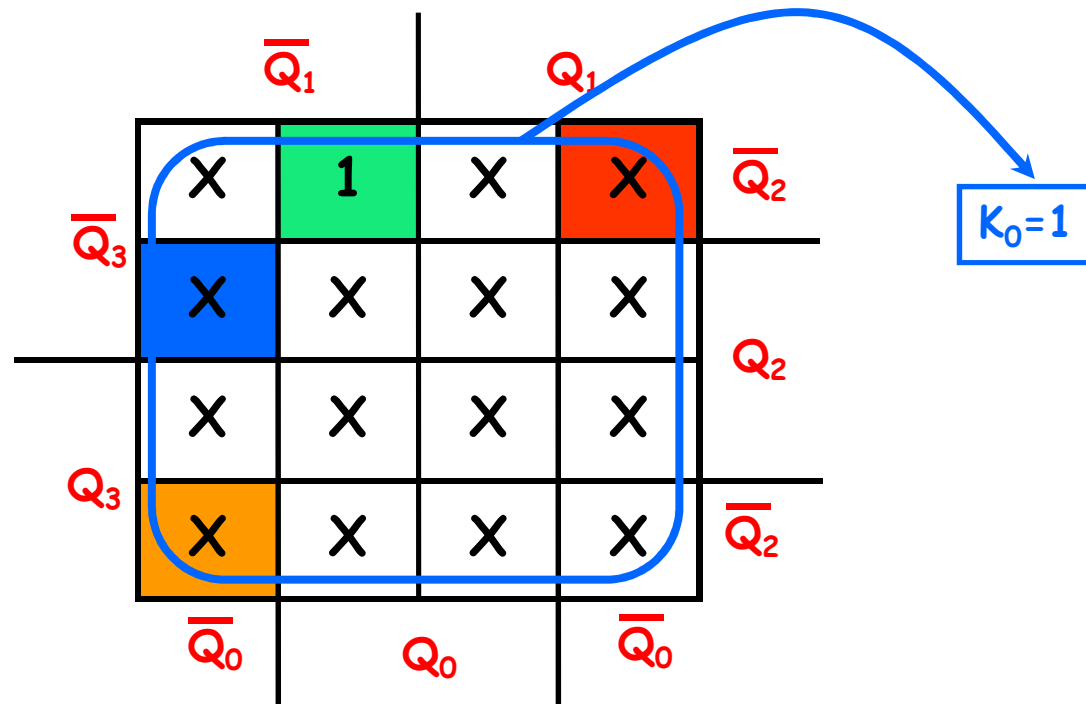
Solução

2. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência (contador em Anel).



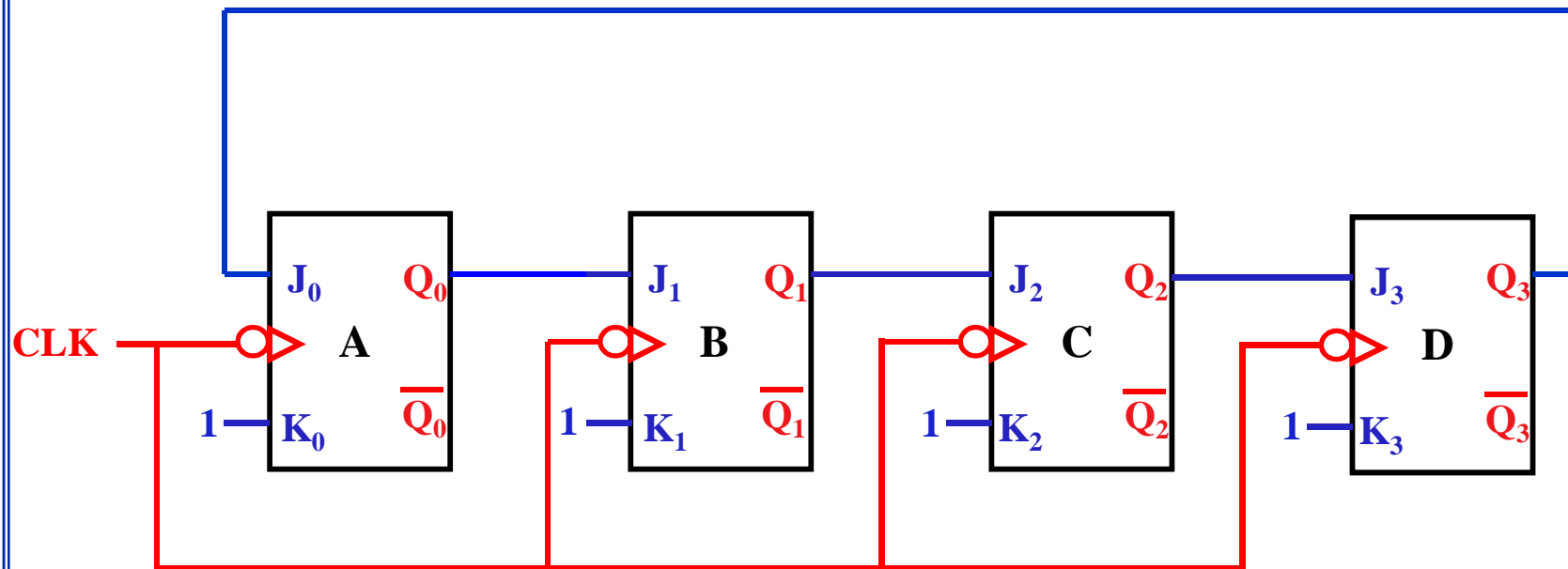
Solução

2. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência (contador em Anel).



Solução

2. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência (contador em Anel).



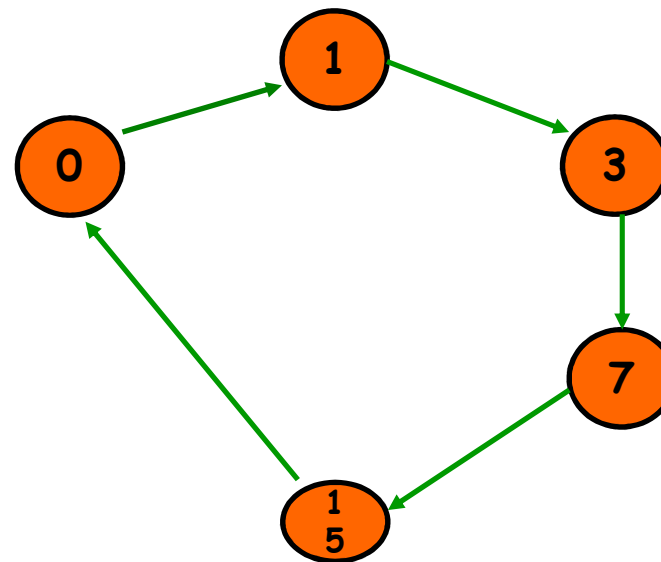
Exercício

3. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

Wx

Q_3	Q_2	Q_1	Q_0
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1

Q_a	Q_f	J	K
0 → 0	0	0	X
0 → 1	1	1	X
1 → 0	0	X	1
1 → 1	1	X	0



Slide 33

Wx3

Livro Ideota Exercícios pág. 92

Windows xp; 14/10/2004

Solução

3. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

Wx

Estado Atual				Próximo Estado				Entradas para Q ₃		Entradas para Q ₂		Entradas para Q ₁		Entradas para Q ₀	
Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	Q ₃ ⁺	Q ₂ ⁺	Q ₁ ⁺	Q ₀ ⁺	J ₃	K ₃	J ₂	K ₂	J ₁	K ₁	J ₀	K ₀
0	0	0	0	0	0	0	1	0	X	0	X	0	X	1	X
0	0	0	1	0	0	1	1	0	X	0	X	1	X	X	0
0	0	1	1	0	1	1	1	0	X	1	X	X	0	X	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	X	X	0	X	0	X	0
1	1	1	1	0	0	0	0	X	1	X	1	X	1	X	1

Slide 34

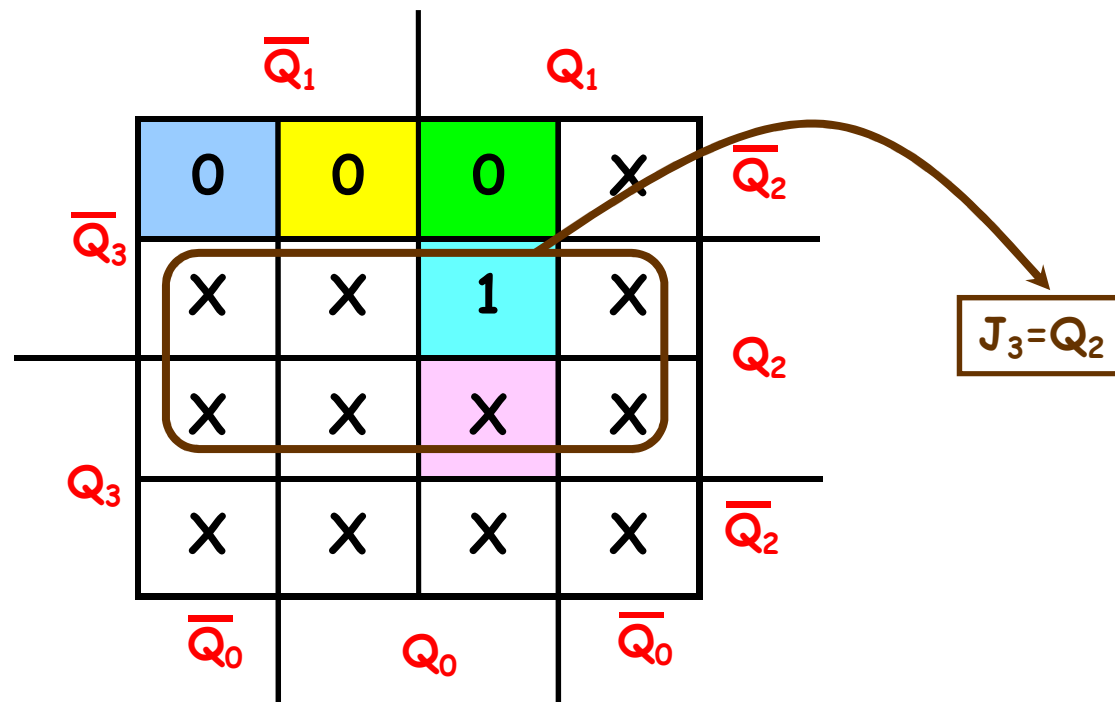
Wx4

Livro Ideota Exercícios pág. 92
Windows xp; 14/10/2004

Solução

3. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

Wx



Slide 35

Wx5

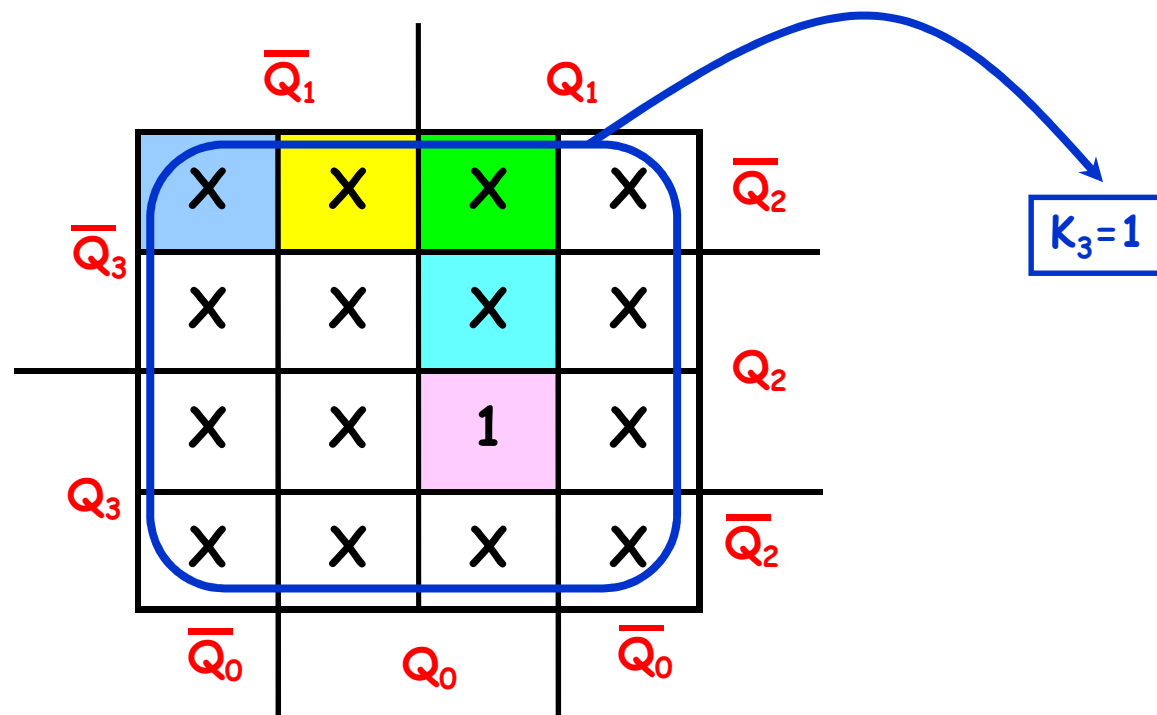
Livro Ideota Exercícios pág. 92

Windows xp; 14/10/2004

Solução

3. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

Wx



Slide 36

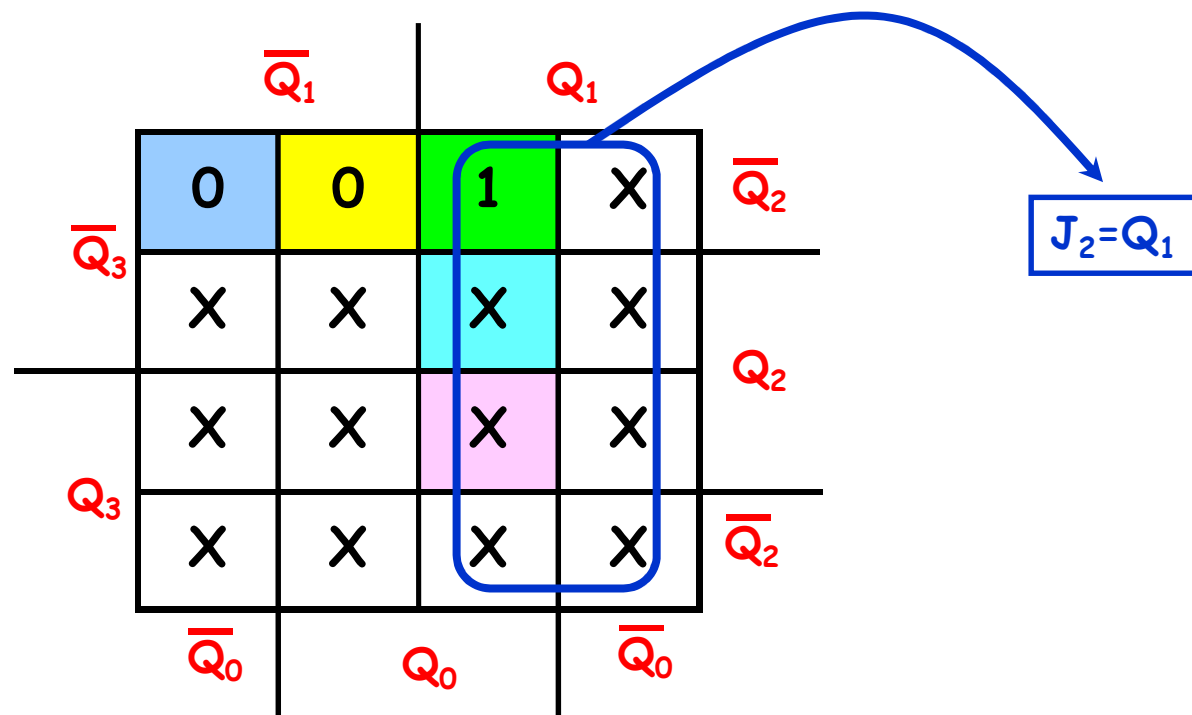
Wx6

Livro Ideota Exercícios pág. 92
Windows xp; 14/10/2004

Solução

3. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

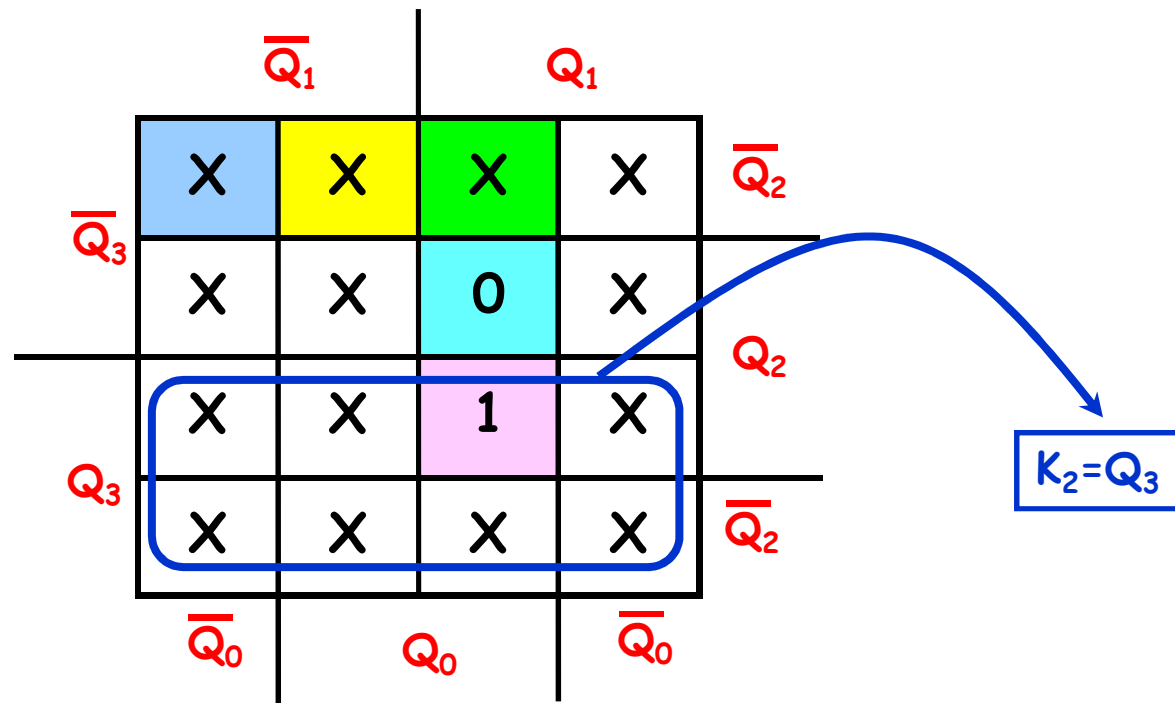
Wx



Solução

3. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

Wx



Slide 38

Wx8

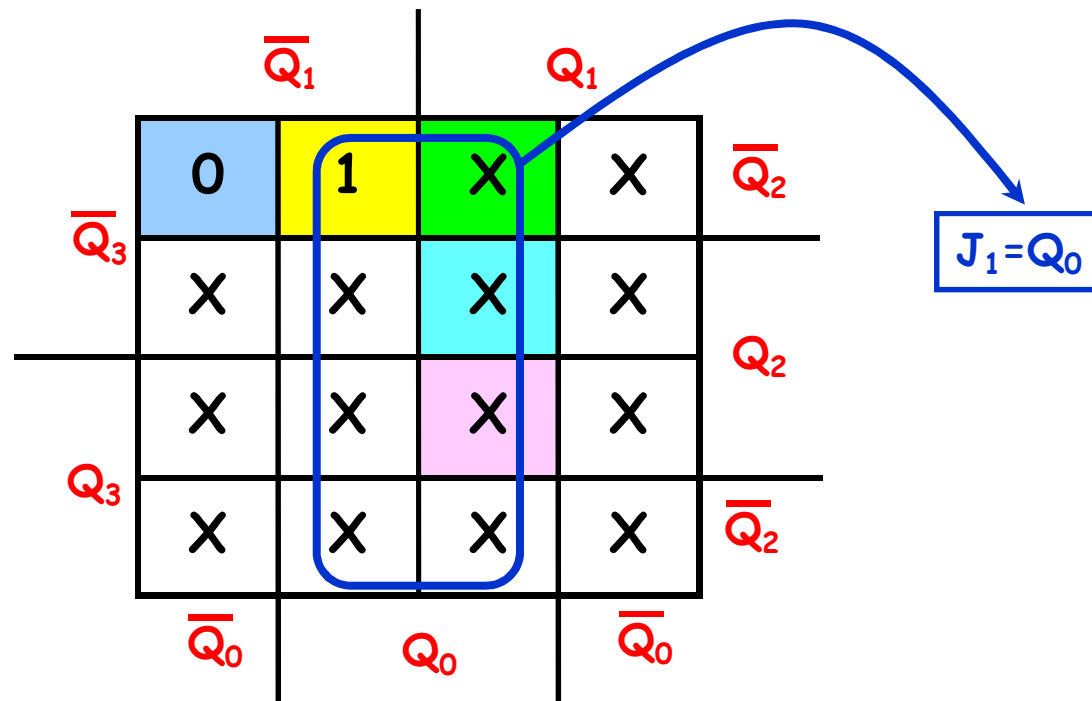
Livro Ideota Exercícios pág. 92

Windows xp; 14/10/2004

Solução

3. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

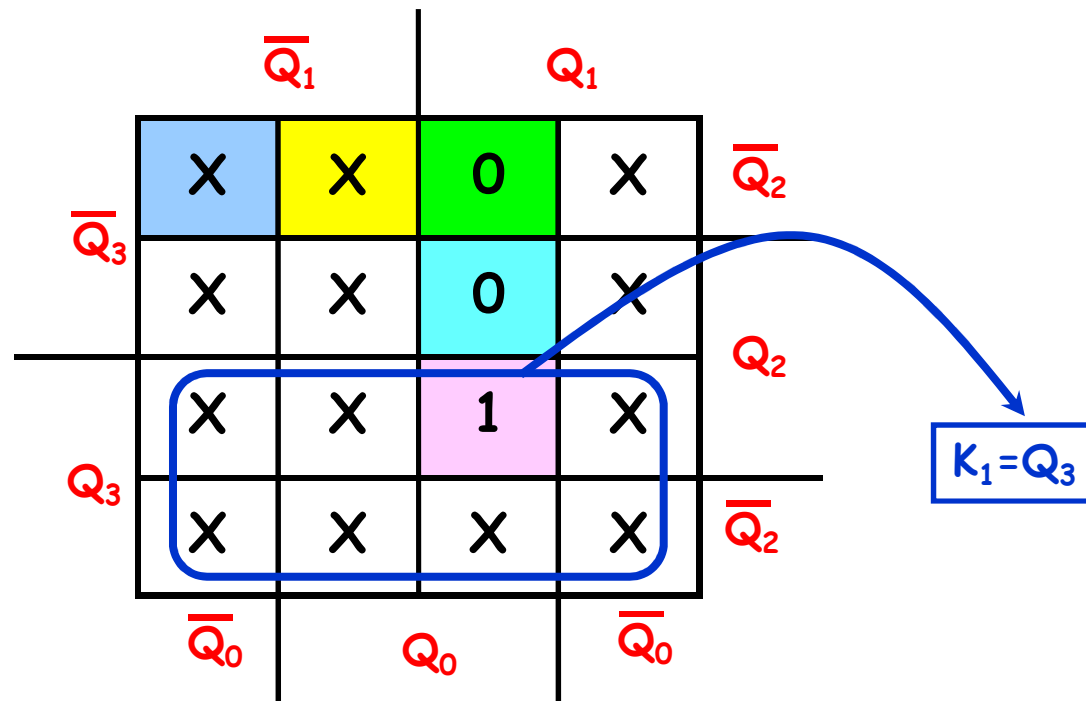
Wx



Solução

3. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

Wx



Slide 40

Wx10

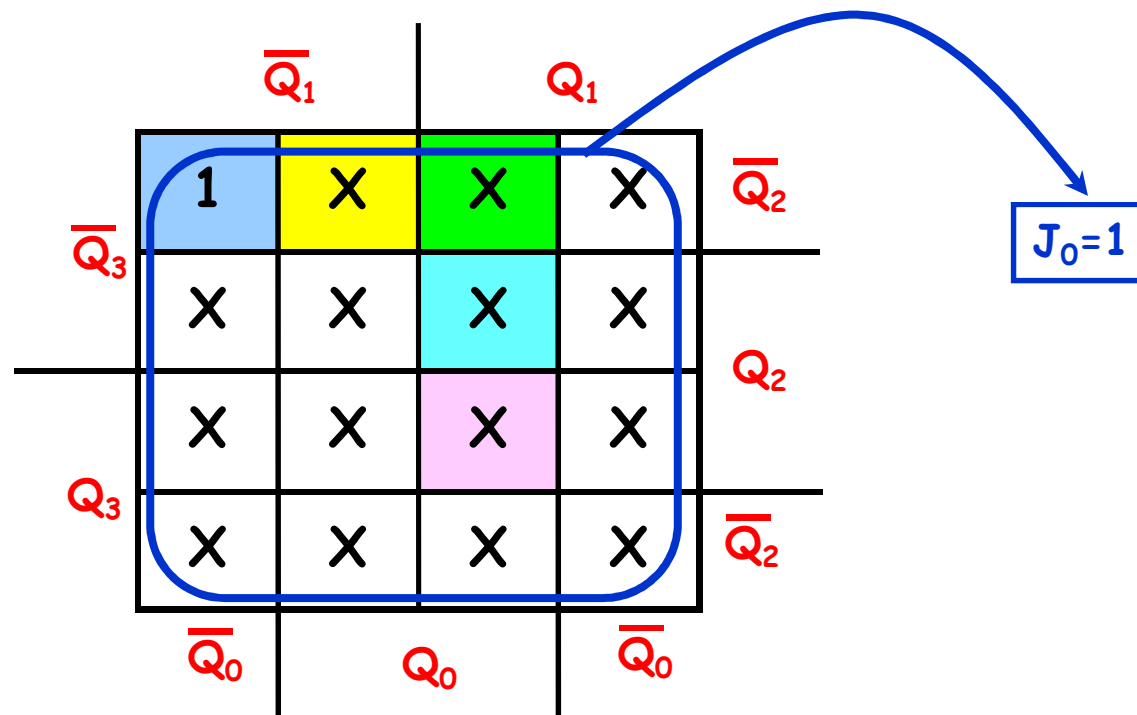
Livro Ideota Exercícios pág. 92

Windows xp; 14/10/2004

Solução

3. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

Wx



Slide 41

Wx11

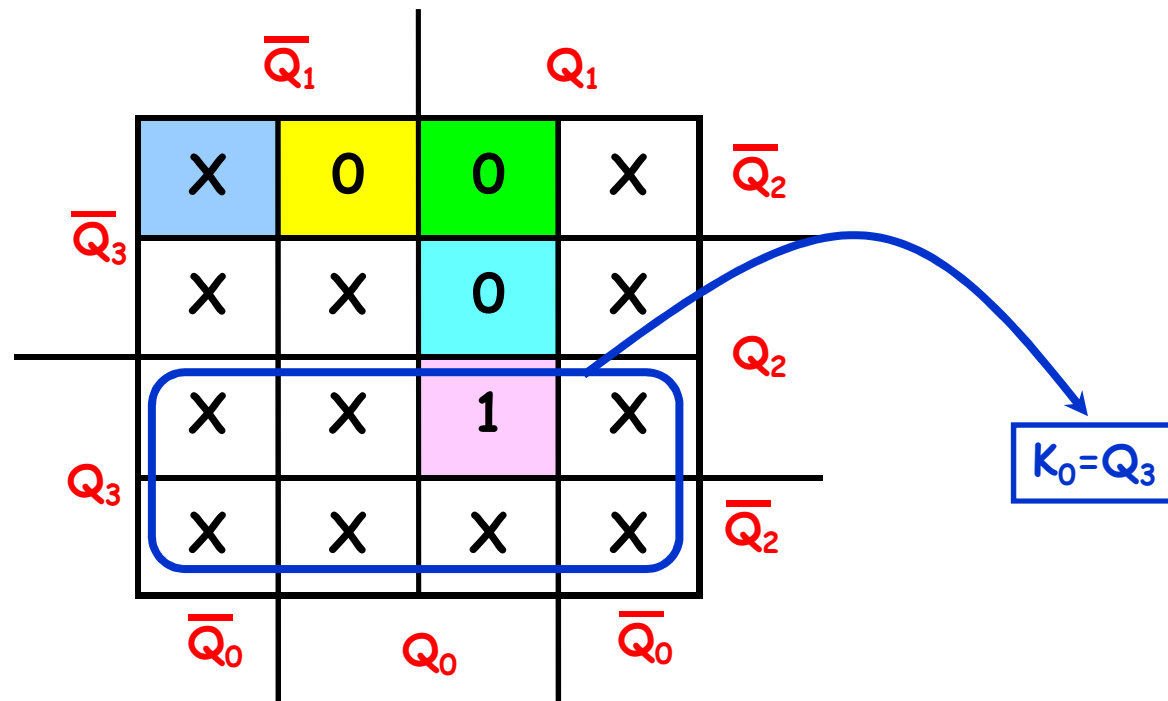
Livro Ideota Exercícios pág. 92

Windows xp; 14/10/2004

Solução

3. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

Wx



Slide 42

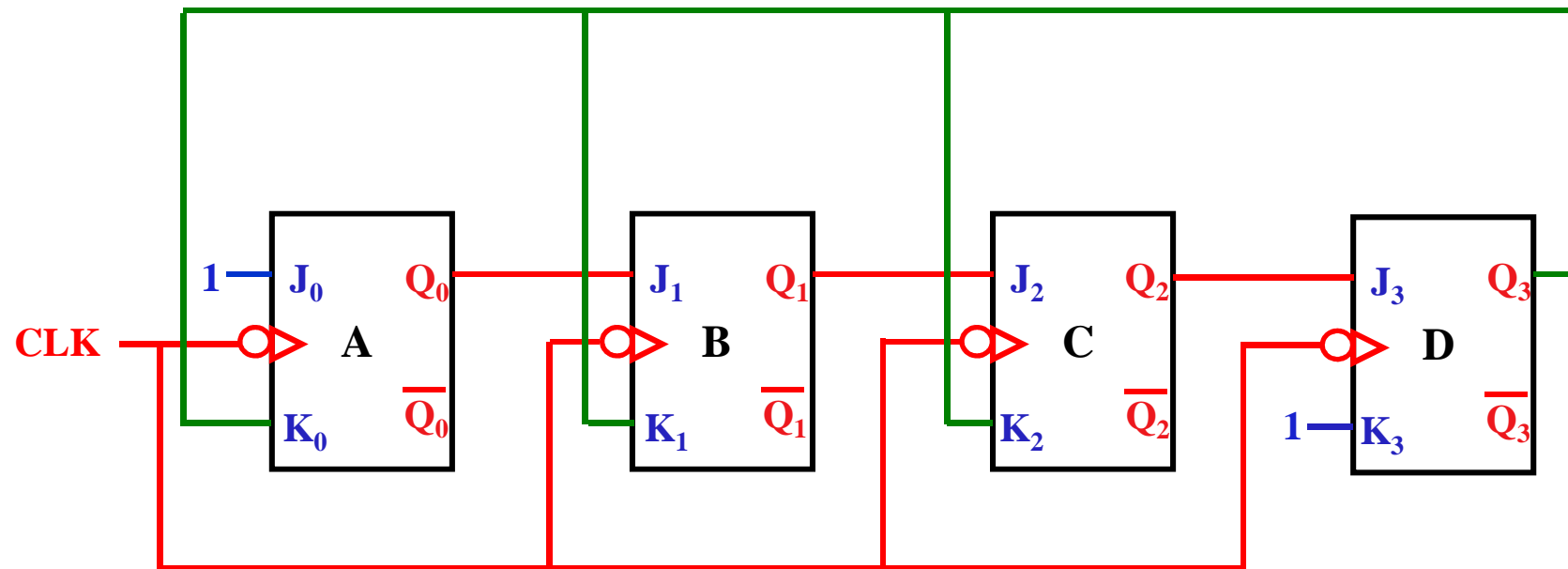
Wx12

Livro Ideota Exercícios pág. 92
Windows xp; 14/10/2004

Solução

3. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

Wx



Slide 43

Wx13

Livro Ideota Exercícios pág. 92

Windows xp; 14/10/2004

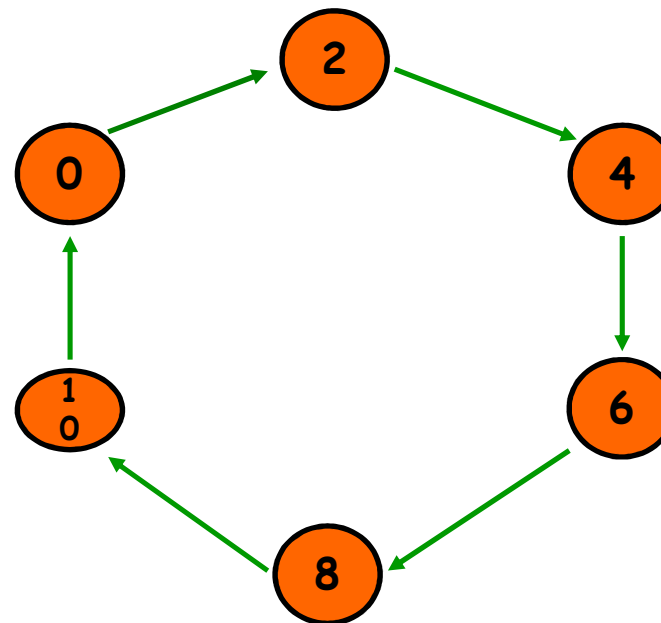
Exercício

4. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

JA1

	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀
→	0	0	0	0
	0	0	1	0
	0	1	0	0
	0	1	1	0
	1	0	0	0
→	1	0	1	0

Q _a	Q _f	J	K
0 → 0	0	0	X
0 → 1	1	1	X
1 → 0	0	X	1
1 → 1	1	X	0



Slide 44

JA1

Livro Ideota Teoria exerc. 6.5.16 - pág. 300

Joao Angelo; 16/10/2004

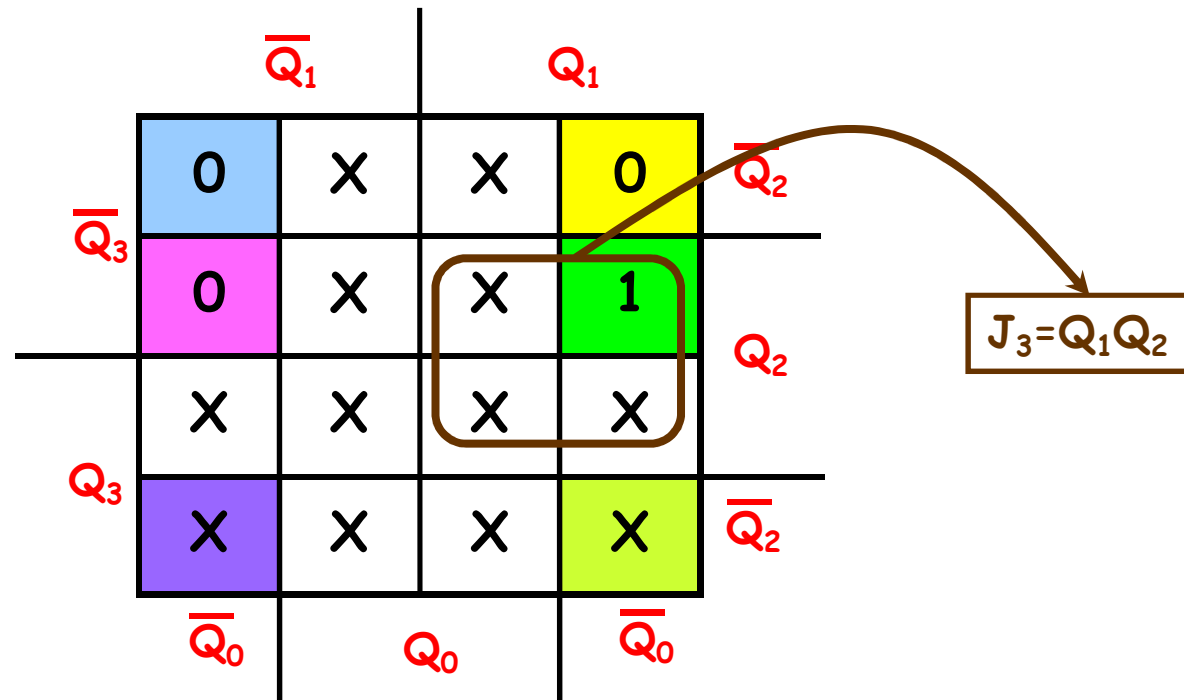
Solução

4. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

Estado Atual				Próximo Estado				Entradas para Q ₃		Entradas para Q ₂		Entradas para Q ₁		Entradas para Q ₀	
Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	Q ₃ ⁺	Q ₂ ⁺	Q ₁ ⁺	Q ₀ ⁺	J ₃	K ₃	J ₂	K ₂	J ₁	K ₁	J ₀	K ₀
0	0	0	0	0	0	1	0	0	X	0	X	1	X	0	X
0	0	1	0	0	1	0	0	0	X	1	X	X	1	0	X
0	1	0	0	0	1	1	0	0	X	X	0	1	X	0	X
0	1	1	0	1	0	0	0	1	X	X	1	X	1	0	X
1	0	0	0	1	0	1	0	X	0	0	X	1	X	0	X
1	0	1	0	0	0	0	0	X	1	0	X	X	1	0	X

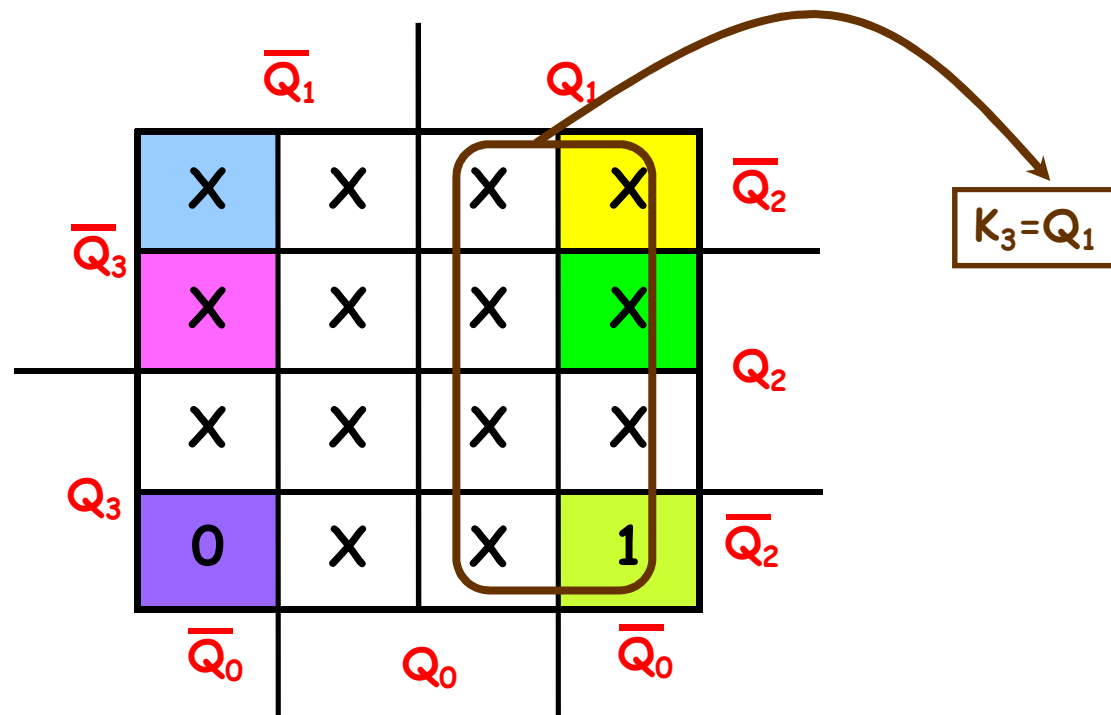
Solução

4. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



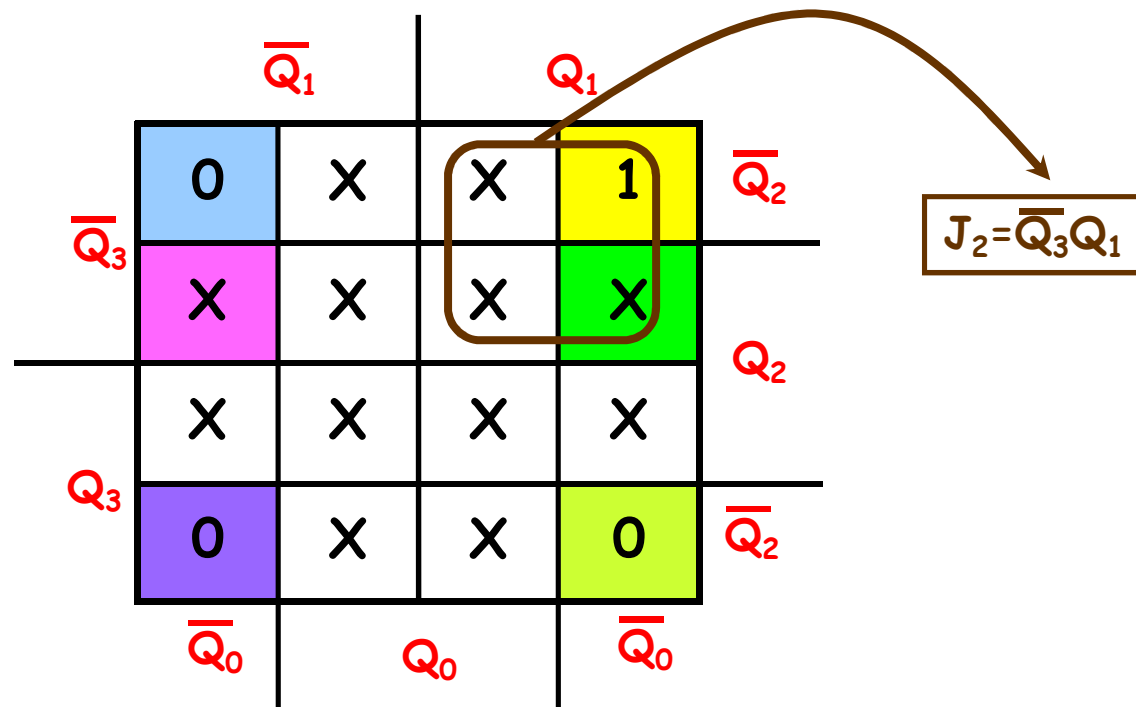
Solução

4. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



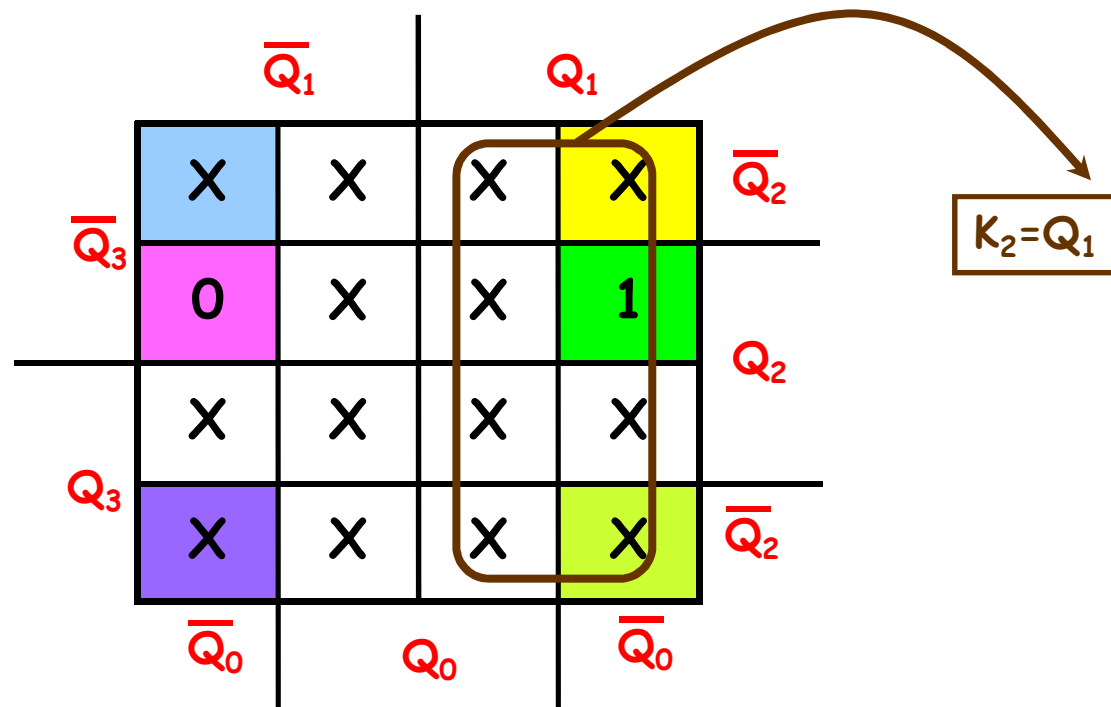
Solução

4. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



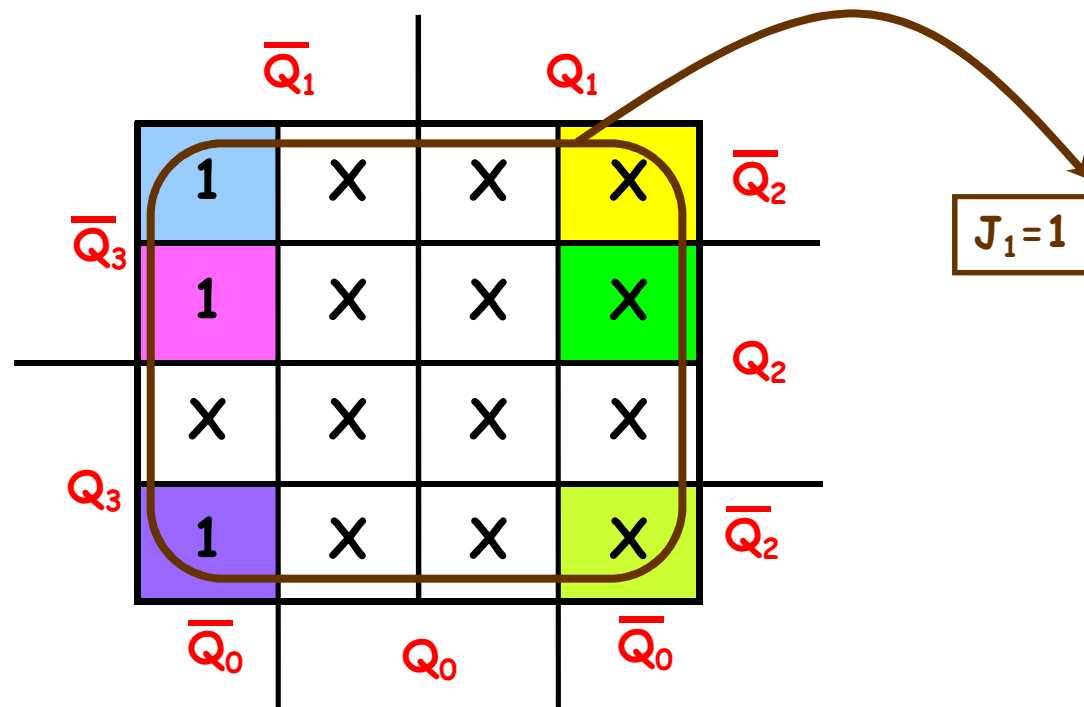
Solução

4. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



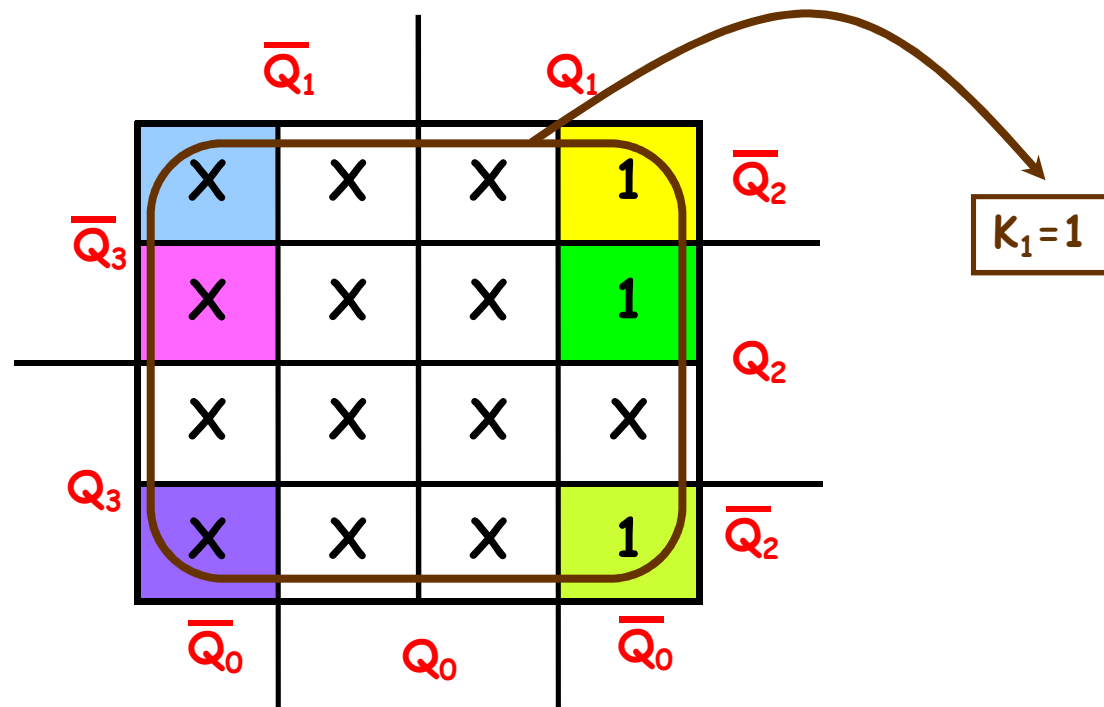
Solução

4. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



Solução

4. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



Solução

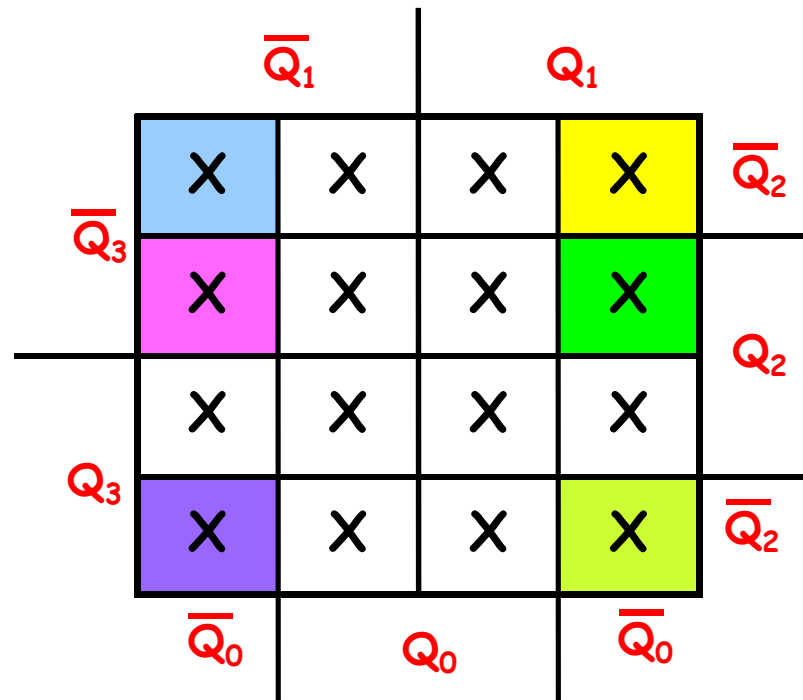
4. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

	$\overline{Q_1}$		Q_1	
$\overline{Q_3}$	0	X	X	0
	0	X	X	0
	X	X	X	X
Q_3	0	X	X	0
	$\overline{Q_0}$	Q_0	$\overline{Q_0}$	

$$J_0=0$$

Solução

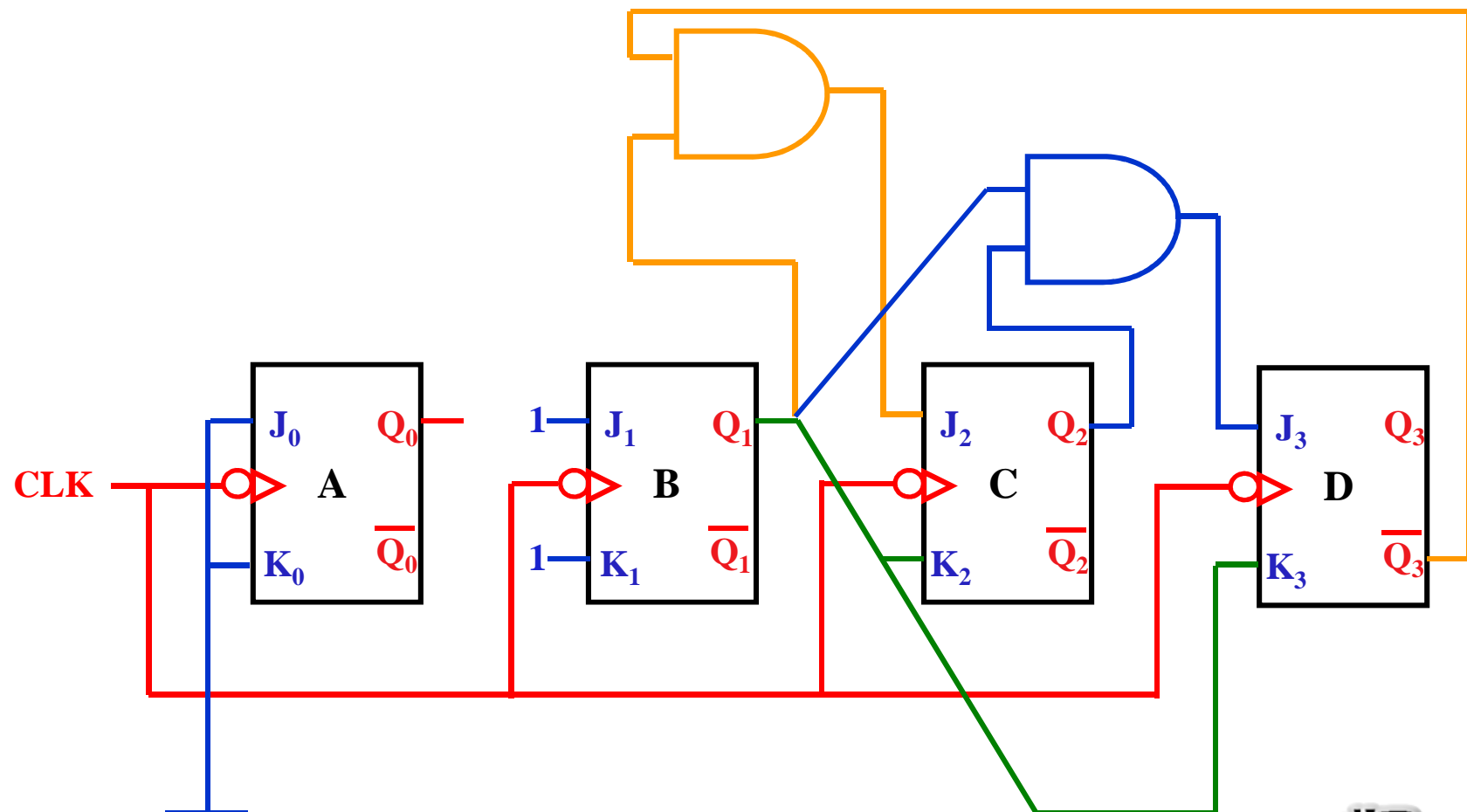
4. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



$K_0=0$

Solução

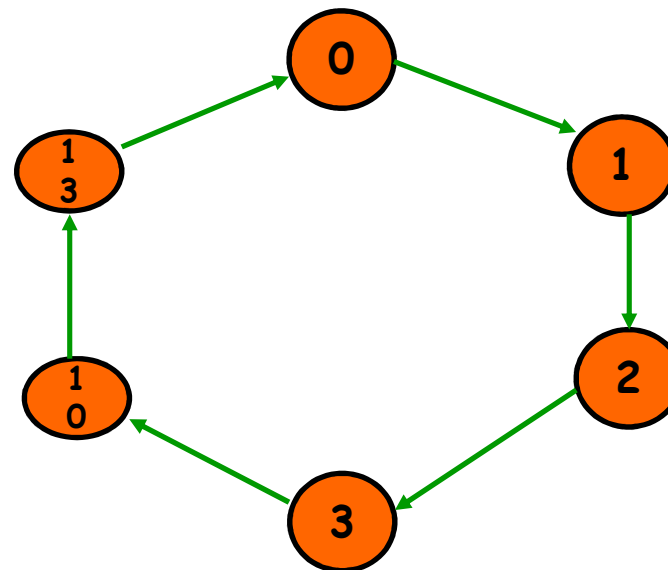
4. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



Exercício

5. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência. Wx2

Q_3	Q_2	Q_1	Q_0
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	0	1	1
1	0	1	0
1	1	0	1



Slide 55

Wx2

Livro Idoeta Teoria pág. 281

Windows xp; 14/10/2004

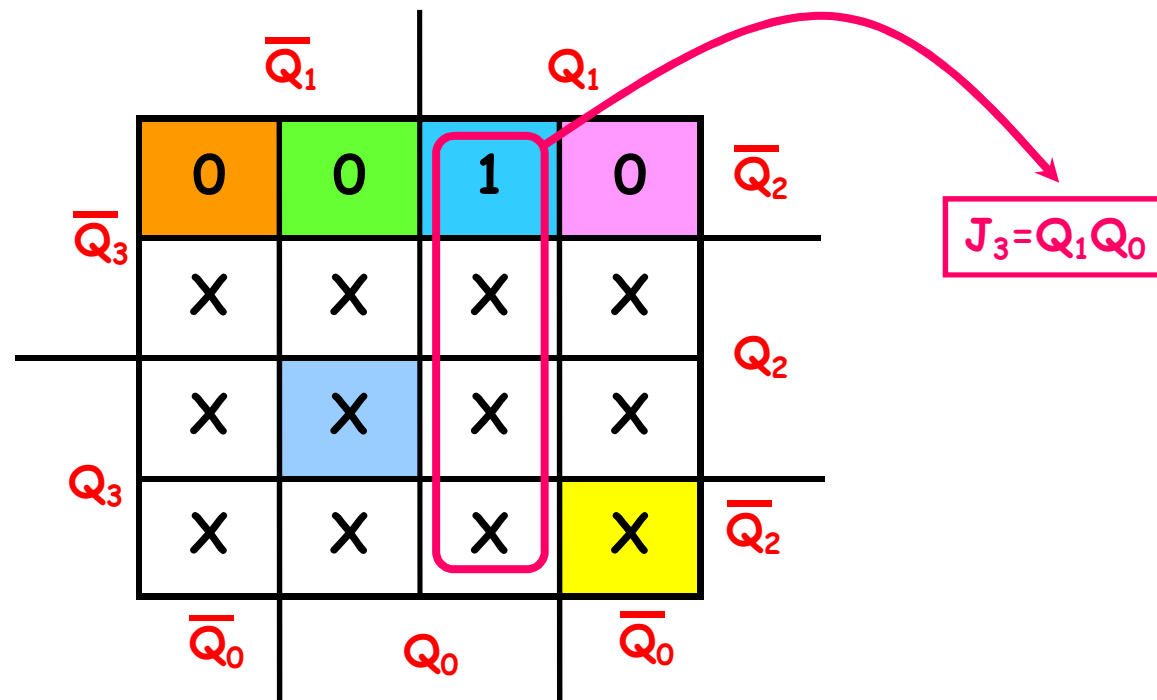
Solução

5. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.

Estado Atual				Próximo Estado				Entradas para Q ₃		Entradas para Q ₂		Entradas para Q ₁		Entradas para Q ₀	
Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	Q ₃ ⁺	Q ₂ ⁺	Q ₁ ⁺	Q ₀ ⁺	J ₃	K ₃	J ₂	K ₂	J ₁	K ₁	J ₀	K ₀
0	0	0	0	0	0	0	1	0	X	0	X	0	X	1	X
0	0	0	1	0	0	1	0	0	X	0	X	1	X	X	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	X	0	X	X	0	1	X
0	0	1	1	1	0	1	0	1	X	0	X	X	0	X	1
1	0	1	0	1	1	0	1	X	0	1	X	X	1	1	X
1	1	0	1	0	0	0	0	X	1	X	1	0	X	X	1

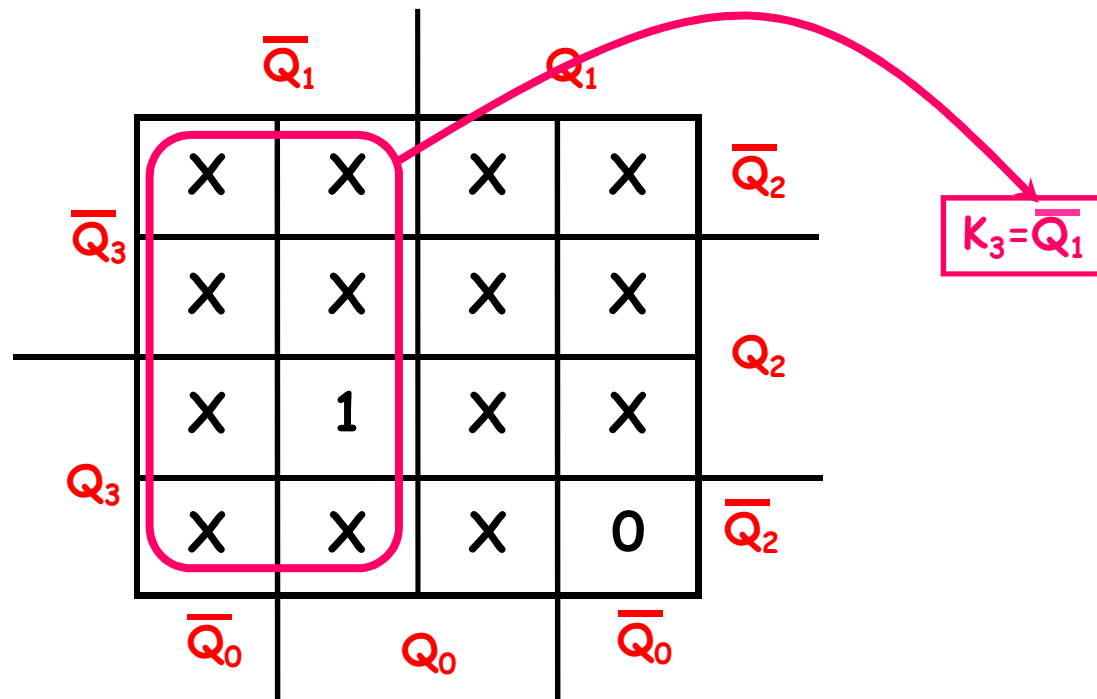
Solução

5. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



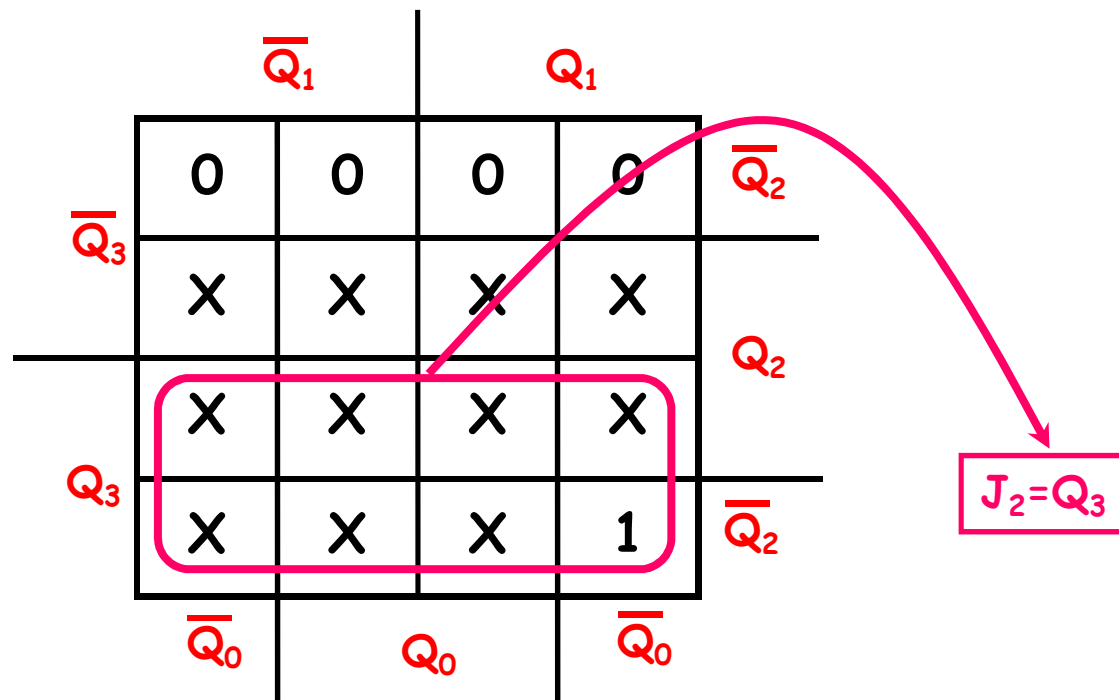
Solução

5. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



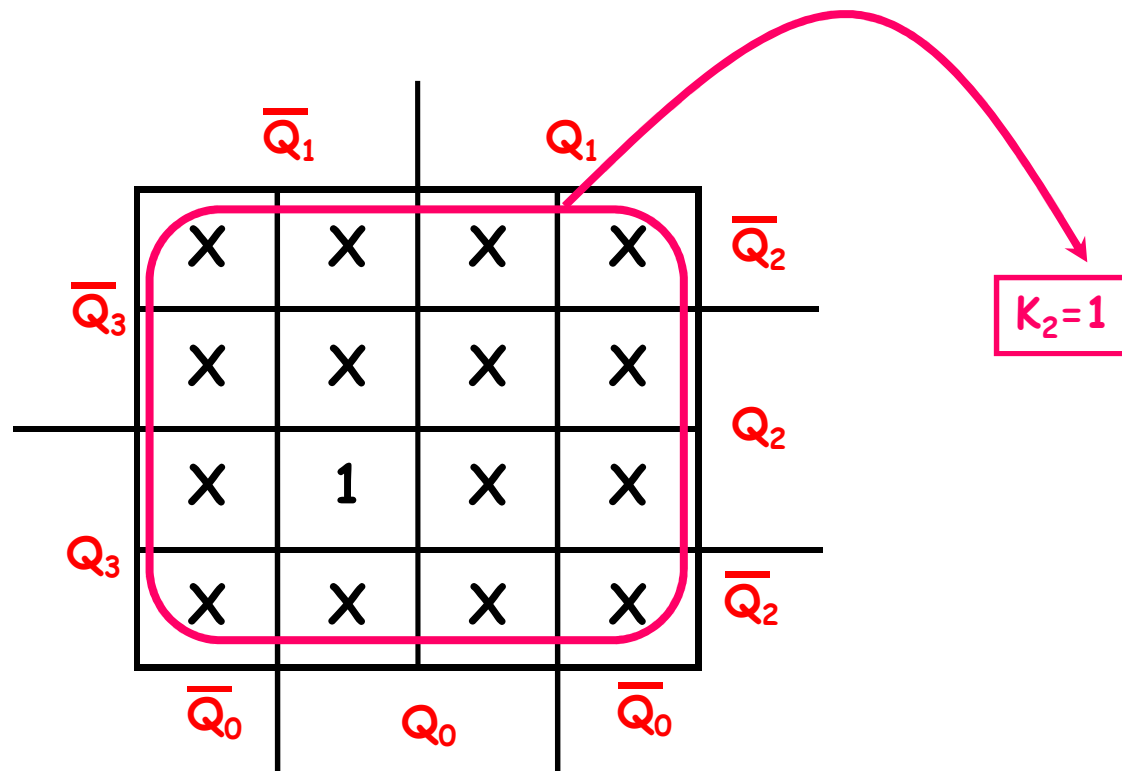
Solução

5. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



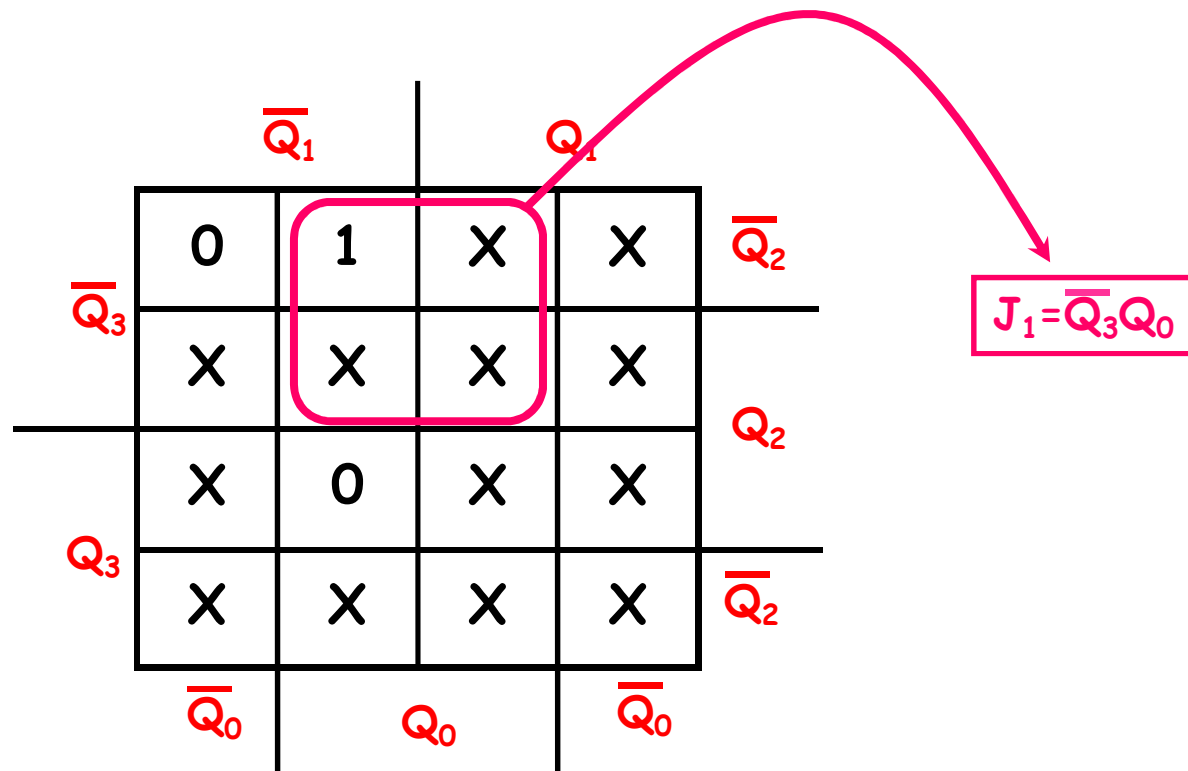
Solução

5. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



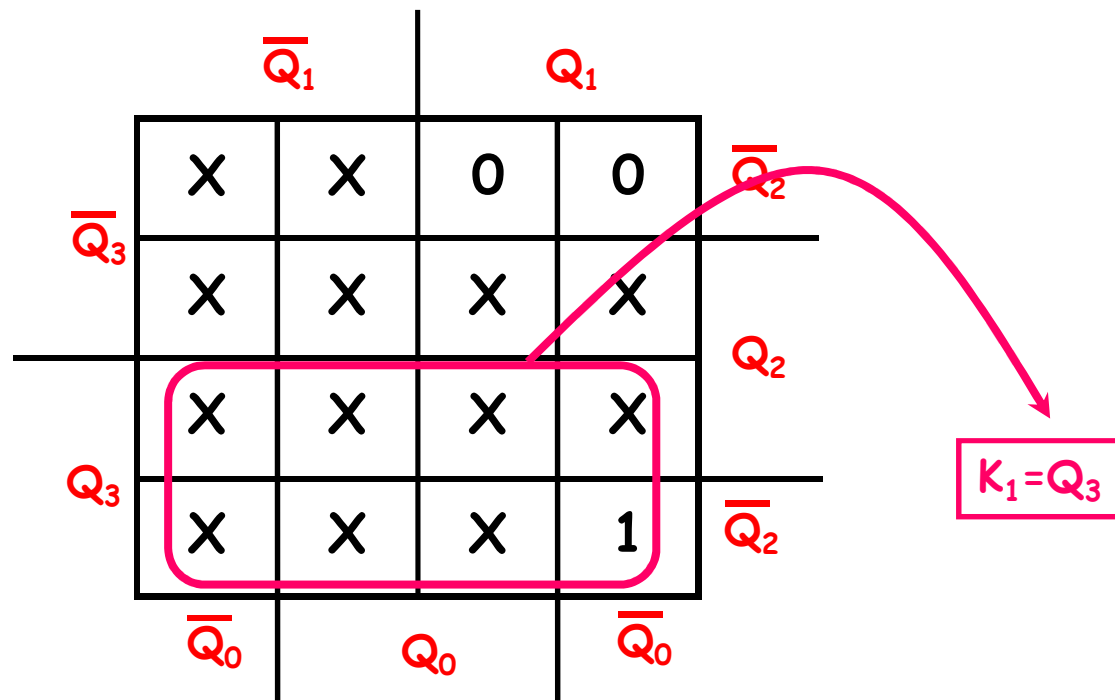
Solução

5. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



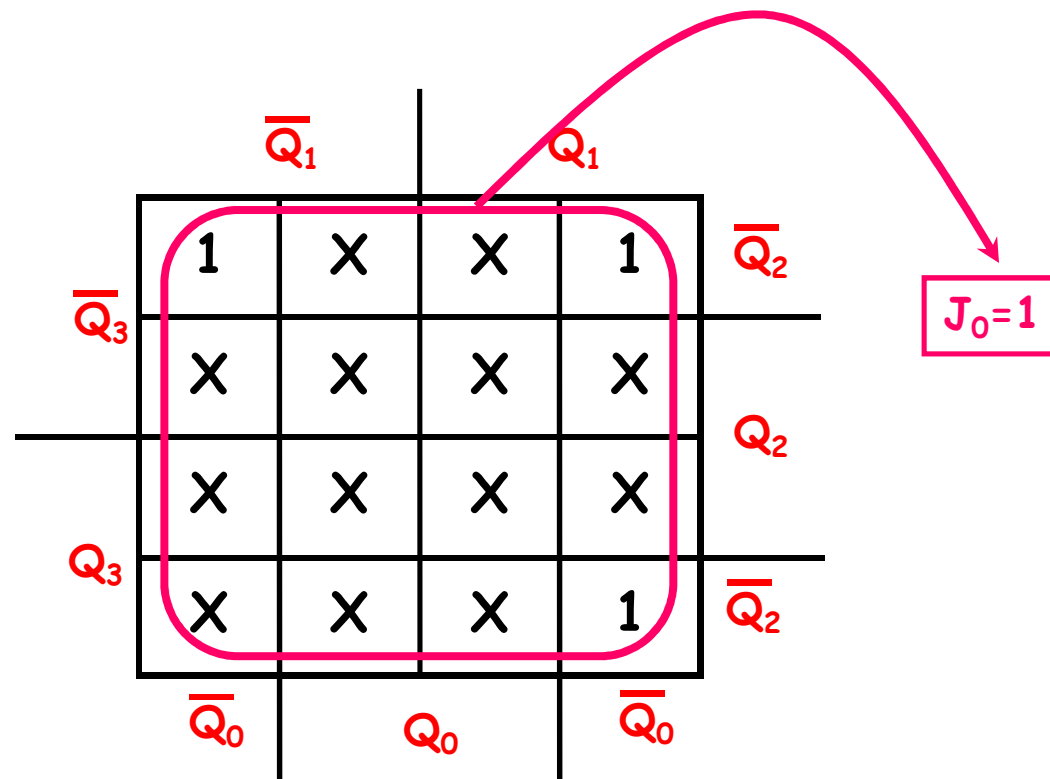
Solução

5. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



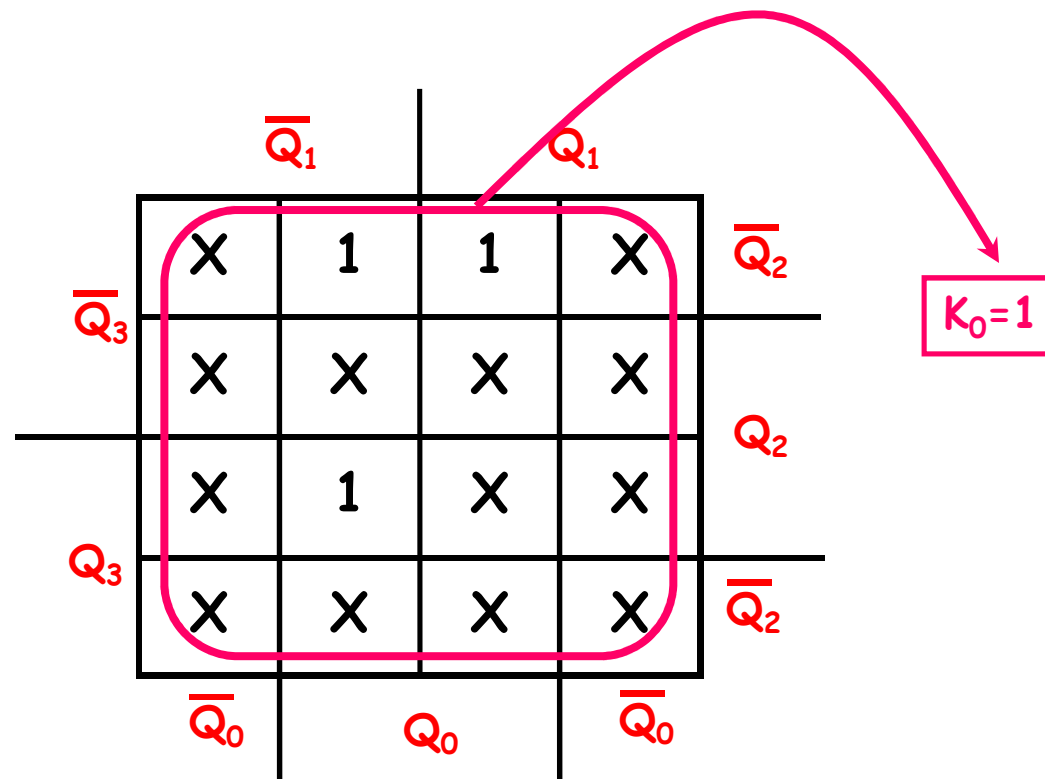
Solução

5. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



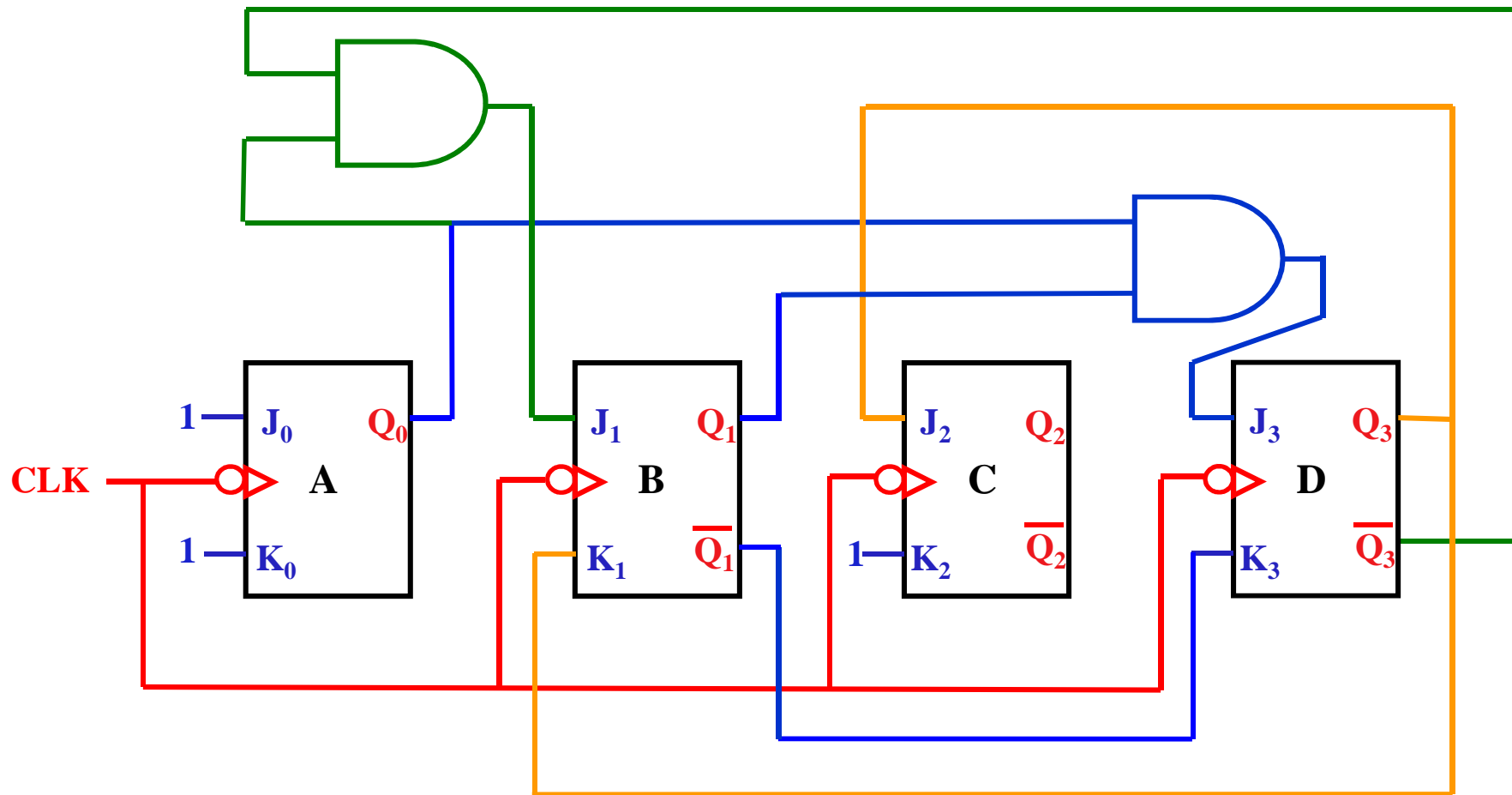
Solução

5. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



Solução

5. Projete um contador síncrono para contar a seguinte sequência.



Resumo da Aula de Hoje

Tópicos mais importantes:

- Contadores Síncronos