

Laboratório 8: (resolução)

Exercício 24: Projeto de contador síncrono módulo 5

a)

UP	Q2	Q1	Q0	Q2'	Q1'	Q0'	D2	D1	D0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	1	X	X	X	X	X	X
0	1	1	0	X	X	X	X	X	X
0	1	1	1	X	X	X	X	X	X
1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	X	X	X	X	X	X
1	1	1	0	X	X	X	X	X	X
1	1	1	1	X	X	X	X	X	X

UP \ Q1 \ Q0	Q2 = 0	Q2 = 0	Q2 = 1	Q2 = 1
0 \ 0	0	4	12	8
0 \ 1	1	5	13	9
1 \ 1	3	7	15	11
1 \ 0	2	6	14	10

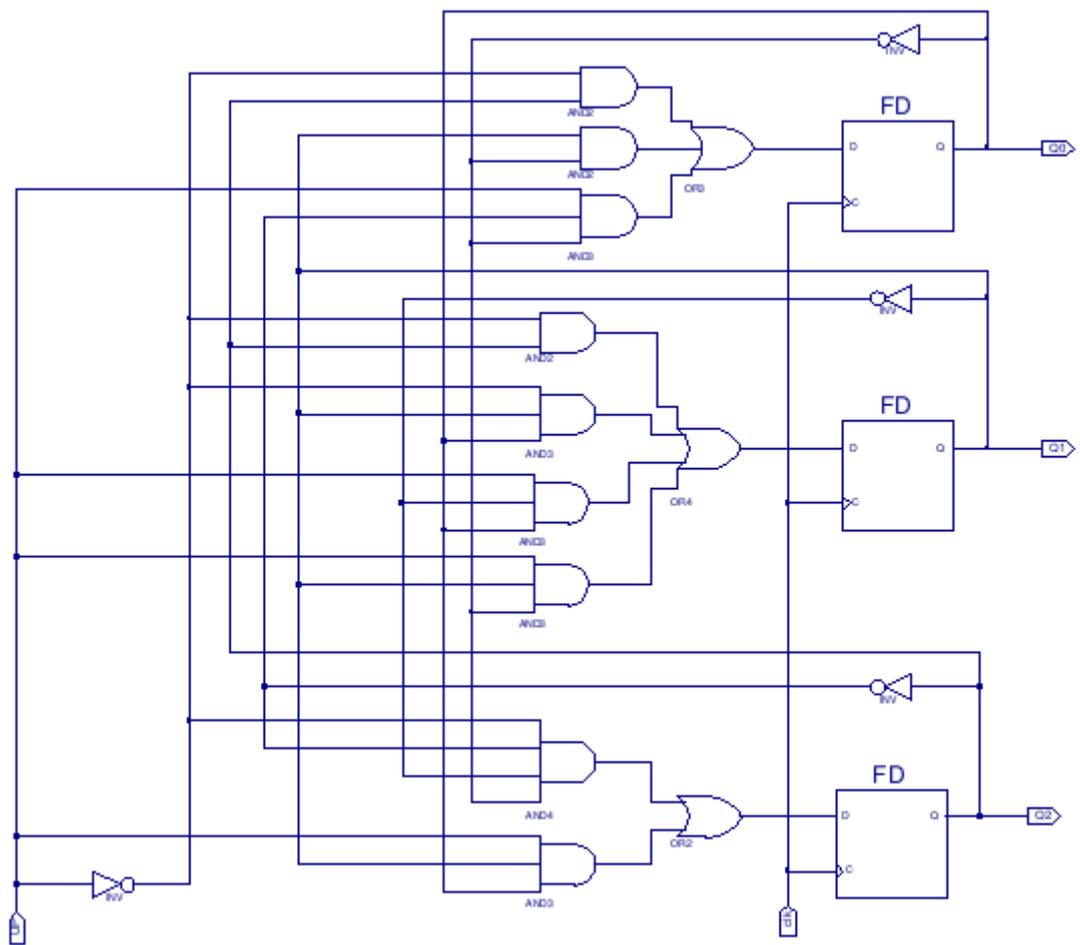
$$D2(UP, Q2, Q1, Q0) = \overline{UP} \cdot \overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0} + UP \cdot Q1 \cdot Q0$$

UP \ Q1 \ Q2		0		1		1		0	
		0	0	1	1	1	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	X	X	1	0	0	0	0
1	1	1	X	X	0	0	0	0	0
1	0	0	X	X	1	0	0	0	0

$$D1(UP, Q2, Q1, Q0) = \overline{UP}.Q1.Q0 + \overline{UP}.Q2 + UP.\overline{Q1}.Q0 + UP.Q1.\overline{Q0}$$

UP \ Q1 \ Q2		0		1		1		0	
		0	0	1	1	1	0	1	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	0	X	X	0	0	0	0	0
1	1	0	X	X	0	0	0	0	0
1	0	1	X	X	1	0	0	0	0

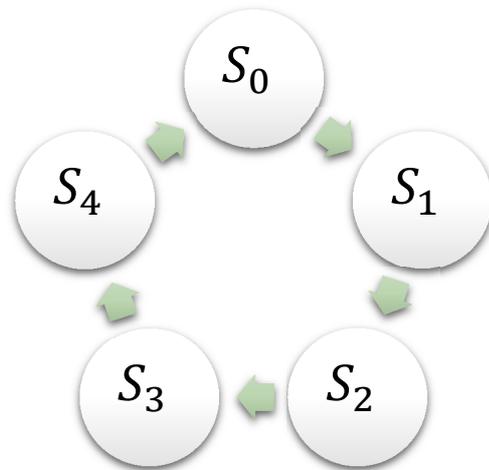
$$D0(UP, Q2, Q1, Q0) = \overline{UP}.Q2 + UP.\overline{Q2}.\overline{Q0} + Q1.\overline{Q0}$$



Exercício complementar: Projeto de outro contador síncrono módulo 5

- a) Projetar o contador síncrono módulo 5, utilizando flip-flops tipo D, em que os estados de contagem são de 0 a 4.

Como só temos 5 estados apenas precisamos de 3 bits para codificar os estados.



Estado	Codificação
S ₀	000
S ₁	001
S ₂	010
S ₃	011
S ₄	100

Tabela de transição de estados:

Q ₂	Q ₁	Q ₀	Q' ₂	Q' ₁	Q' ₀	D ₂	D ₁	D ₀
0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	X	X	X	X	X	X
1	1	0	X	X	X	X	X	X
1	1	1	X	X	X	X	X	X

Q ₂ Q ₁ \ Q ₀	0 0	0 1	1 1	1 0
0	0	0	X	0
1	0	1	X	X

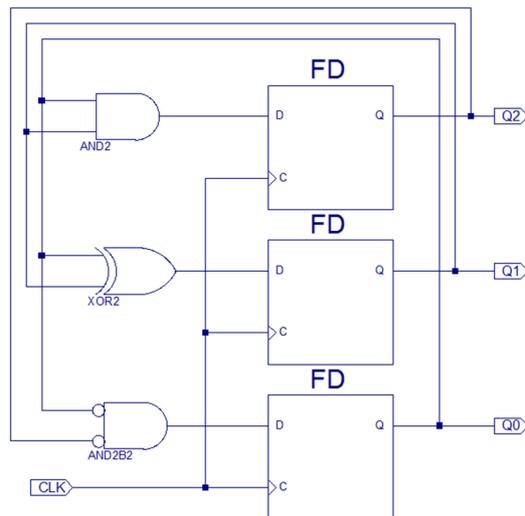
Q ₂ Q ₁ \ Q ₀	0 0	0 1	1 1	1 0
0	0	1	X	0
1	1	0	X	X

Q ₂ Q ₁ \ Q ₀	0 0	0 1	1 1	1 0
0	1	1	X	0
1	0	0	X	X

$$D_2 = Q_1 \cdot Q_0$$

$$D_1 = Q_1 \cdot \overline{Q_0} + \overline{Q_1} \cdot Q_0 = Q_1 \oplus Q_0$$

$$D_0 = \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_0}$$



b) No caso do contador se encontrar num dos estados não especificados, qual seria a evolução dos seus estados?

Substituindo os valores utilizados nos "don't care" correspondentes, e considerando a tabela dos "flip flops" D, obtemos as seguintes transições:

Q_2	Q_1	Q_0	Q'_2	Q'_1	Q'_0	D_2	D_1	D_0
0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	1	0	0

D	Q'_d
0	0
1	1

Ou seja:

Estado act.	Estado seg.
S_5	S_2
S_6	S_2
S_7	S_4

c) Altere o projeto do contador de modo a que sempre que se encontre num estado não especificado, evolua para o estado de contagem inicial. Apresente uma solução síncrona.

Para satisfazer os novos requisitos alteramos a tabela de transição de estado, substituindo os estados seguintes não especificados pelo estado inicial.

Q_2	Q_1	Q_0	Q'_2	Q'_1	Q'_0	D_2	D_1	D_0
0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0

Após a substituição, e utilizando o mesmo método da alínea A obtemos as expressões das entradas dos "flip flops".

$Q_2 \backslash Q_1 \backslash Q_0$	0 0	0 1	1 1	1 0
0	0	0	0	0
1	0	1	0	0

$Q_2 \backslash Q_1 \backslash Q_0$	0 0	0 1	1 1	1 0
0	0	1	0	0
1	1	0	0	0

$Q_2 \backslash Q_1 \backslash Q_0$	0 0	0 1	1 1	1 0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	0

$$D_2 = \overline{Q_2} \cdot Q_1 \cdot Q_0$$

$$D_1 = \overline{Q_2} \cdot Q_1 \cdot \overline{Q_0} + \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_0 = \overline{Q_2} \cdot (Q_1 \oplus Q_0)$$

$$D_0 = \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_0}$$

Exercício complementar: Projeto de contador síncrono módulo 8

Projetar um contador síncrono módulo 8, em que os estados de contagem são de 0 a 7 utilizando 3 flip-flops, utilizando um flip-flop D para Q_0 , um flip-flop JK para Q_1 , e um flip-flop T para Q_2 .

Q_2	Q_1	Q_0	Q_2'	Q_1'	Q_0'	T2	J1	K1	D0
0	0	0	0	0	1	0	0	X	1
0	0	1	0	1	0	0	1	X	0
0	1	0	0	1	1	0	X	0	1
0	1	1	1	0	0	1	X	1	0
1	0	0	1	0	1	0	0	X	1
1	0	1	1	1	0	0	1	X	0
1	1	0	1	1	1	0	X	0	1
1	1	1	0	0	0	1	X	1	0

		0	0	1	1
Q2 \ Q1	0	0	1	1	0
Q0	0	0	0	0	0
	1	0	1	1	0

$$T2(Q2, Q1, Q0) = Q1 \cdot Q0$$

		0	0	1	1
Q2 \ Q1	0	0	X	X	0
Q0	0	0	X	X	0
	1	1	X	X	1

$$J1(Q2, Q1, Q0) = Q0$$

		0	0	1	1
Q2 \ Q1	0	X	0	0	X
Q0	0	X	0	0	X
	1	X	1	1	X

$$K1(Q2, Q1, Q0) = Q0$$

		0	0	1	1
Q2 \ Q1	0	1	1	1	1
Q0	0	1	1	1	1
	1	0	0	0	0

$$D0(Q2, Q1, Q0) = \overline{Q0}$$