

Sistemas secuenciales autónomos

Tema 13



Universidad
de La Laguna

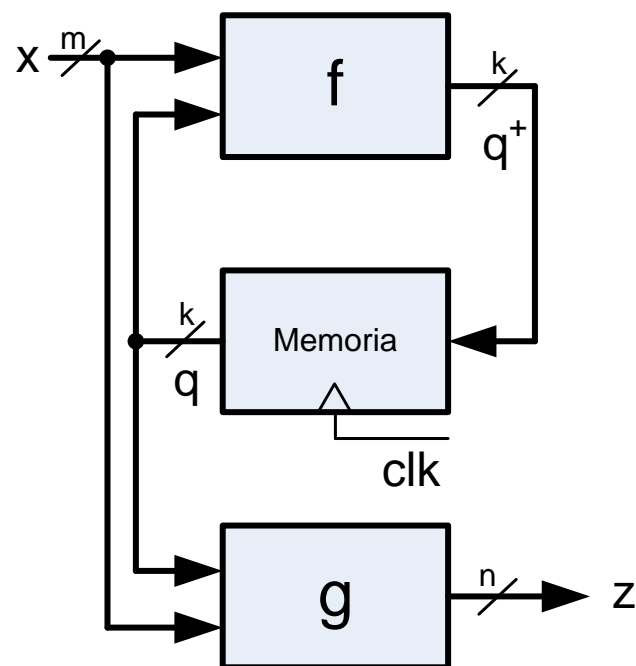
©Sistemas Electrónicos Digitales
Grado en Ingeniería Informática

Contenido

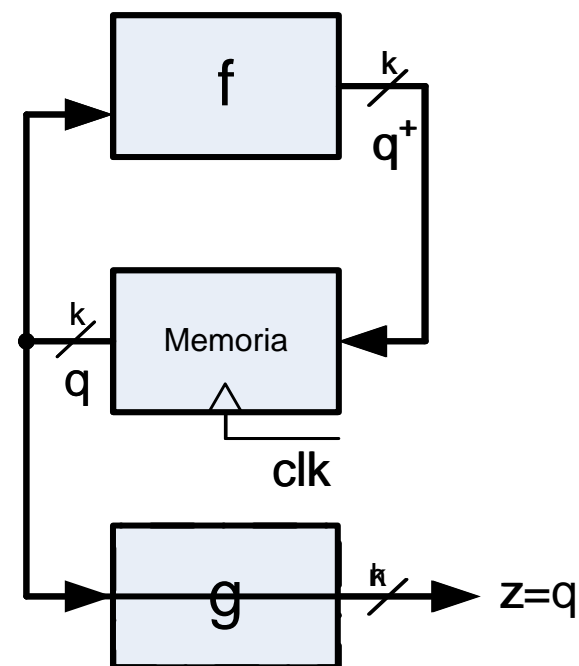
- › Introducción
- › Contador cíclico de 0 a 7
- › Contador para otras secuencias

Introducción

Sistema secuencial generalizado

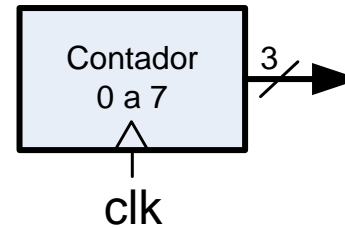
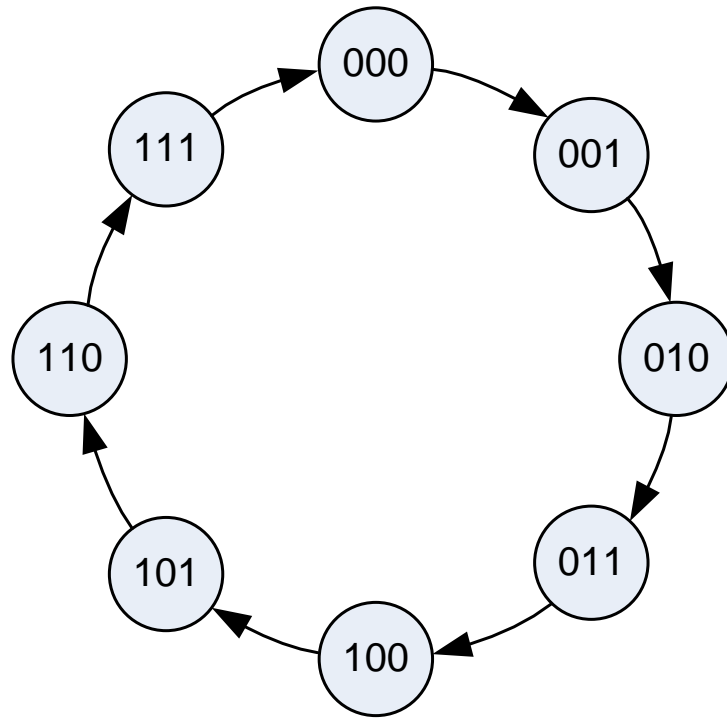


Sistema secuencial autónomo



Ejemplo: Contador cíclico de 0 a 7

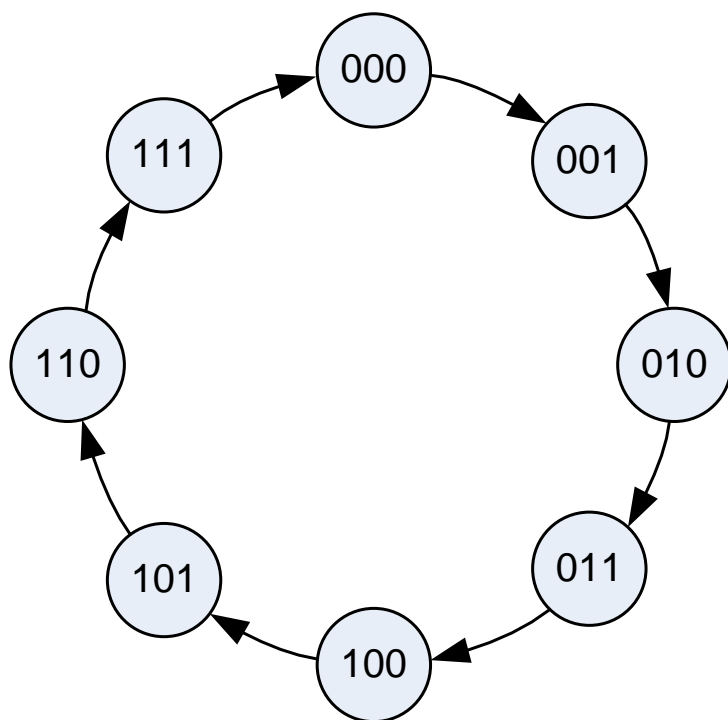
› Punto de partida: DIAGRAMA DE ESTADO



n entradas $\Rightarrow 2^n$ transiciones
 0 entradas $\Rightarrow 2^0 = 1$ transición

Ejemplo: Contador cíclico de 0 a 7

› Punto de partida: DIAGRAMA DE ESTADO



Estado actual			Estado siguiente					
Q_2	Q_1	Q_0	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	T_2	T_1	T_0
0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	0	0	1	1	1
1	0	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	1	0	0	0	1	1	1

T	Q	Q ⁺
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Q	Q ⁺	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Ejemplo: Contador cíclico de 0 a 7

› Usando biestables tipo T

Estado actual			Estado siguiente					
Q_2	Q_1	Q_0	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	T_2	T_1	T_0
0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	0	0	1	1	1
1	0	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	1	0	0	0	1	1	1

T_2 $T_2 = Q_1 Q_0$

$Q_2 \backslash Q_1 Q_0$	0	1
00	0 ₀	0 ₄
01	0 ₁	0 ₅
11	1 ₃	1 ₇
10	0 ₂	0 ₆

Red circle around (11,0) and (11,1) with arrow pointing to $Q_1 Q_0$.

T_0 $T_0 = 1$

T_1 $T_1 = Q_0$

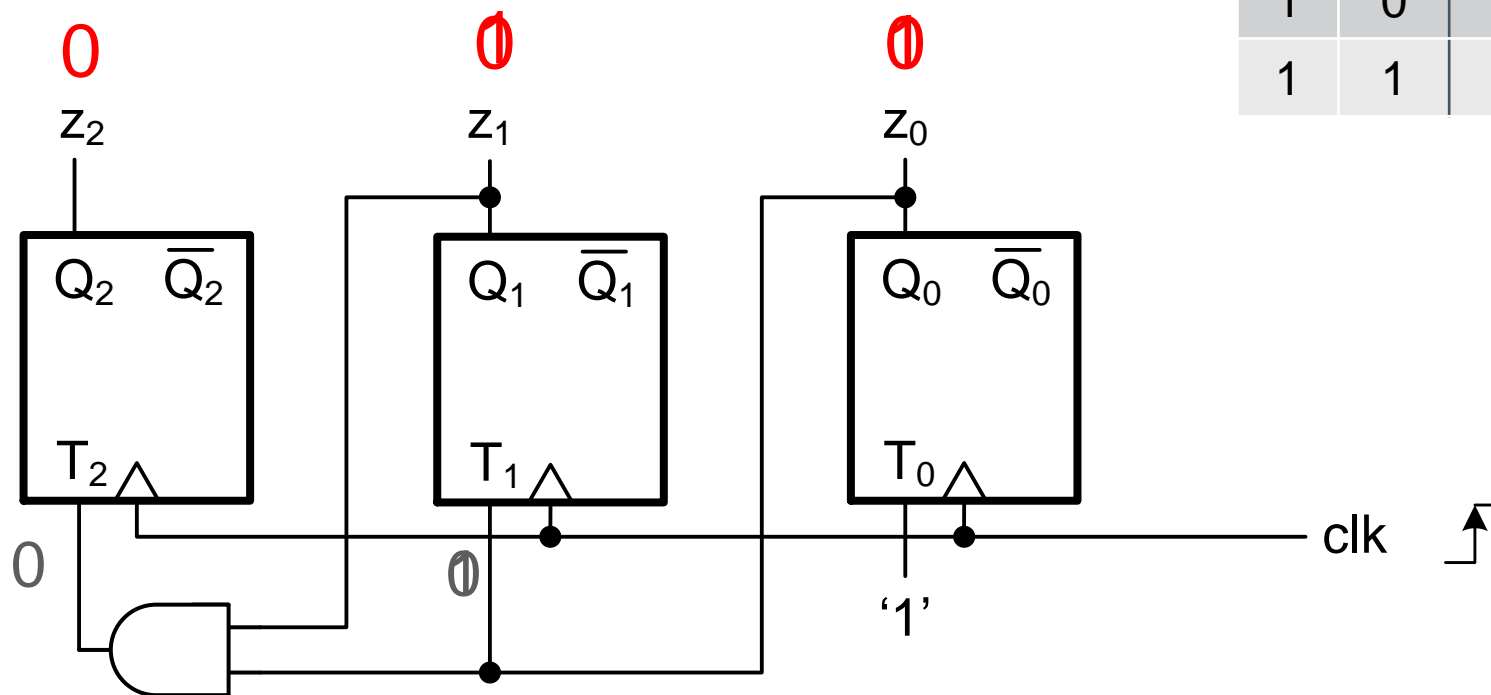
$Q_2 \backslash Q_1 Q_0$	0	1
00	0 ₀	0 ₄
01	1 ₁	1 ₅
11	1 ₃	1 ₇
10	0 ₂	0 ₆

Red circle around (01,0), (01,1), (11,0), (11,1) with arrow pointing to Q_0 .

Ejemplo: Contador cíclico de 0 a 7

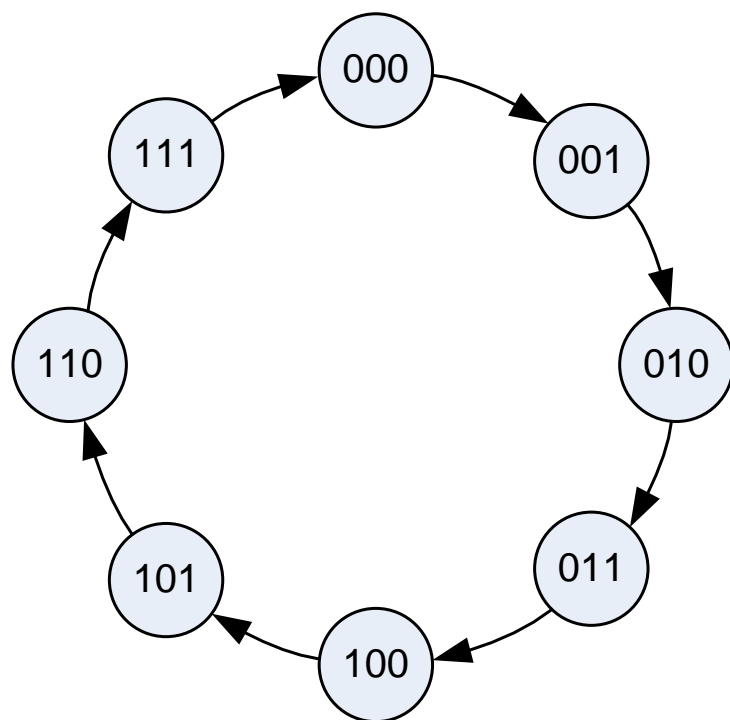
› Usando biestables tipo T

T	Q	Q ⁺
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Ejemplo: Contador cíclico de 0 a 7

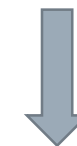
› Usando biestables tipo D



Estado actual			Estado siguiente					
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	1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0	1	1	0
1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	0	0	0	0	0

$$Q^+ = D$$

D	Q	Q^+
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1



Q	Q^+	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

$$D = Q^+$$

Ejemplo: Contador cíclico de 0 a 7

› Usando biestables tipo D

Estado actual			Estado siguiente					
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	1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0	1	1	0
1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	0	0	0	0	0

D₀ $D_0 = \overline{Q_0}$

$Q_2 \backslash Q_1 Q_0$	0	1
00	1 ₀	1 ₄
01	0 ₁	0 ₅
11	0 ₃	0 ₇
10	1 ₂	1 ₆

D₁ $D_1 = Q_1 \overline{Q_0} + Q_1 \overline{Q_0} = Q_1 \oplus Q_0$

$Q_2 \backslash Q_1 Q_0$	0	1
00	0 ₀	0 ₄
01	1 ₁	1 ₅
11	0 ₃	0 ₇
10	1 ₂	1 ₆

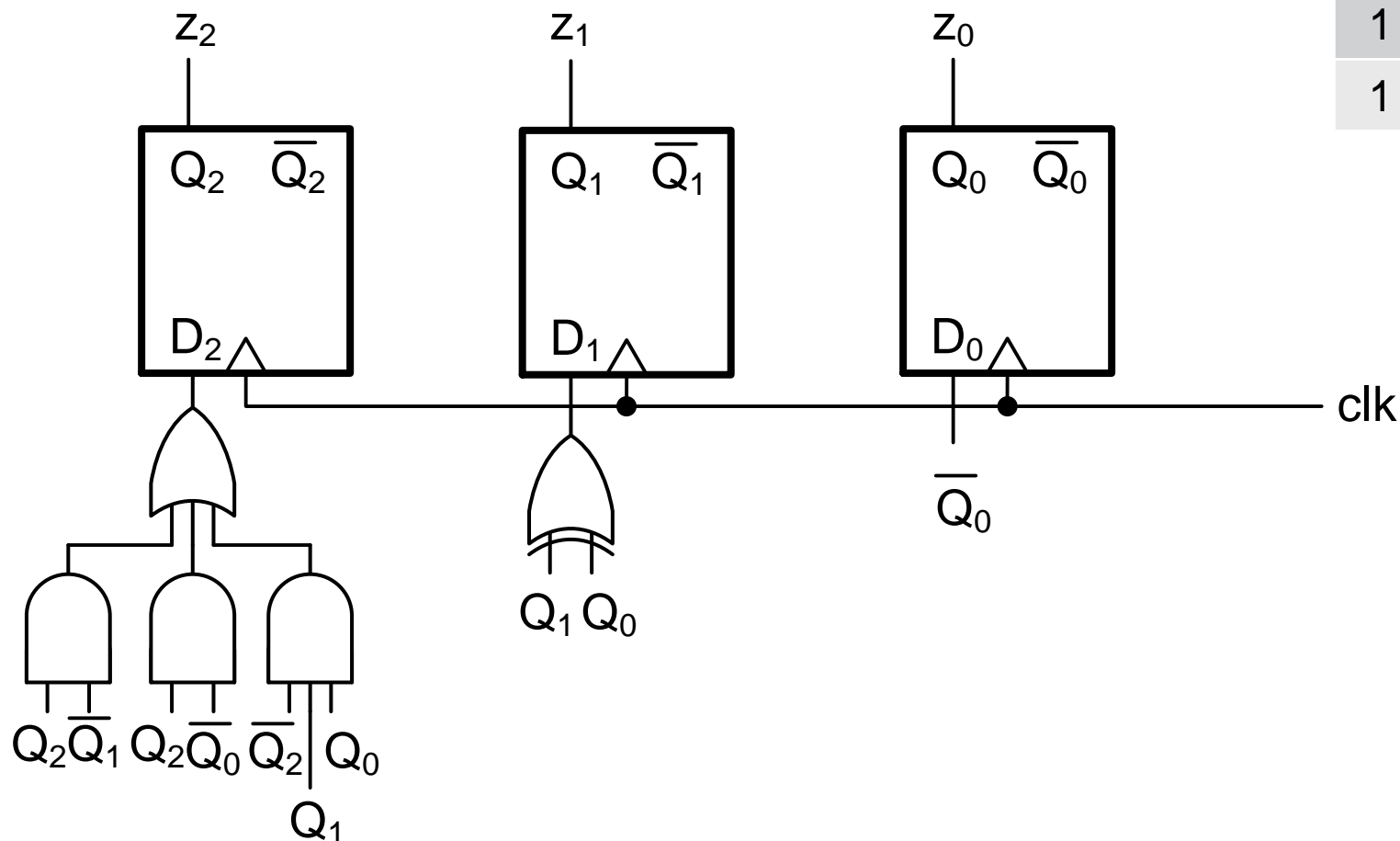
D₂ $D_2 = \overline{Q_2} Q_1 Q_0 + Q_2 \overline{Q_1} + Q_2 \overline{Q_0}$

$Q_2 \backslash Q_1 Q_0$	0	1
00	0 ₀	1 ₄
01	0 ₁	1 ₅
11	1 ₃	0 ₇
10	0 ₂	1 ₆

Ejemplo: Contador cíclico de 0 a 7

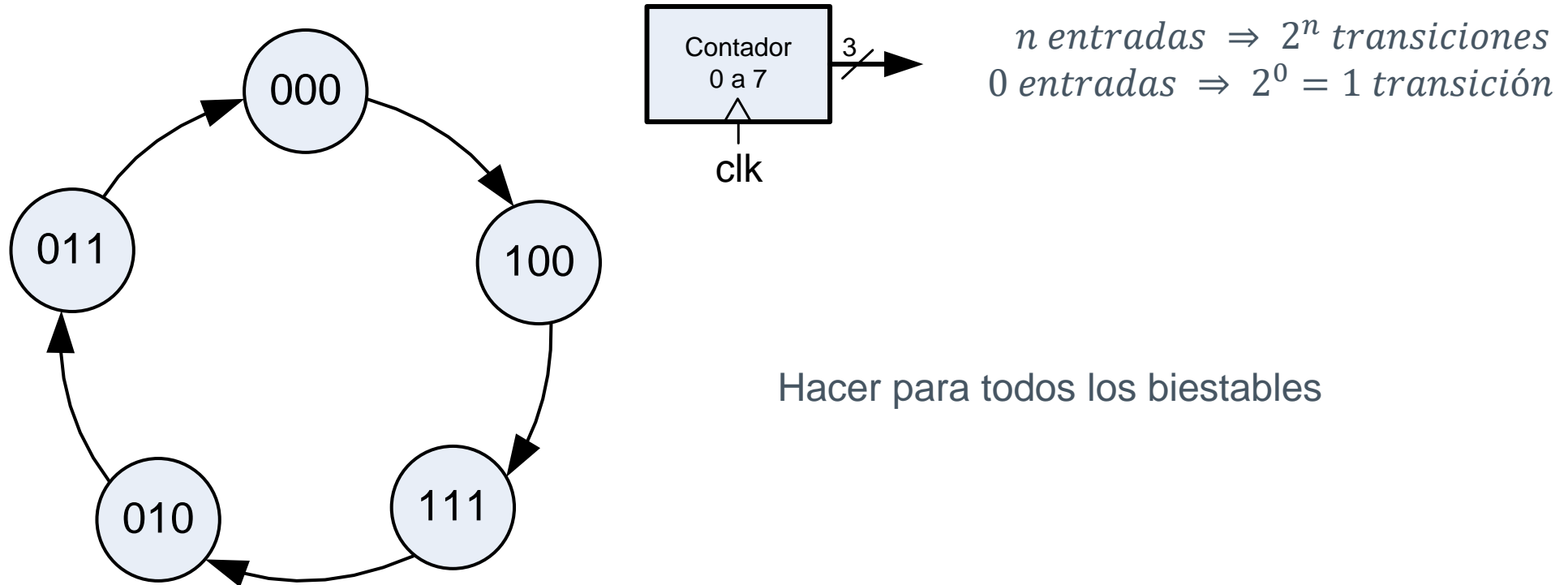
› Usando biestables tipo D

D	Q	Q ⁺
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

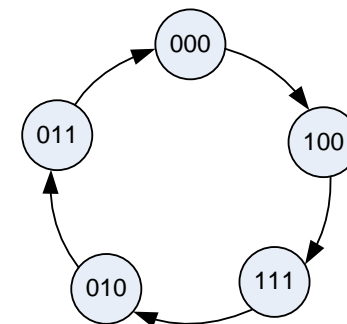


Ejemplo: Contador cíclico de secuencia aleatoria

› Punto de partida: DIAGRAMA DE ESTADO



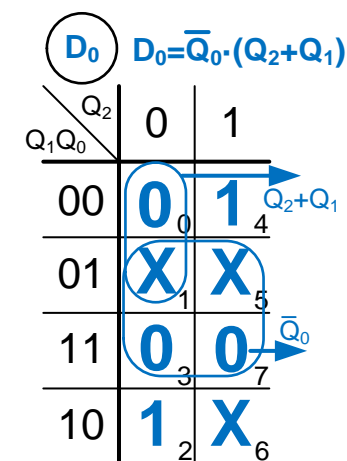
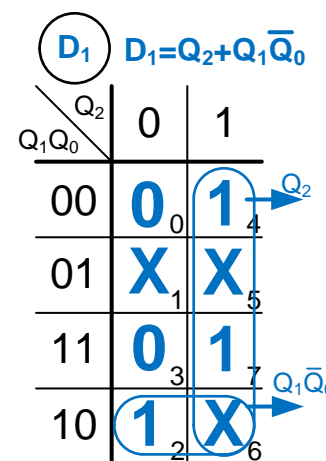
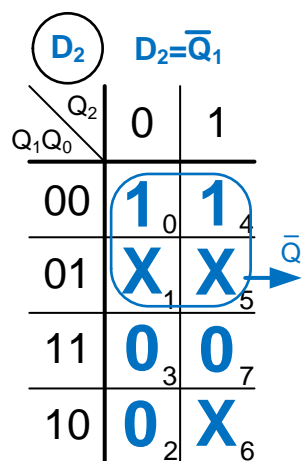
Ejemplo: Contador cíclico de secuencia aleatoria



› Tabla de transiciones (tipo D)

Estado actual			Estado siguiente		
Q_2	Q_1	Q_0	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+
0	0	0	1	0	0
0	0	1	X	X	X
0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	1	1
1	0	1	X	X	X
1	1	0	X	X	X
1	1	1	0	1	0

$D = Q^+$ D_2 D_1 D_0



Ejemplo: Contador cíclico de secuencia aleatoria

› Tabla de transiciones (tipo T)

Estado actual			Estado siguiente					
Q_2	Q_1	Q_0	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	T_2	T_1	T_0
0	0	0	1	0	0	1	0	0
0	0	1	X	X	X	X	X	X
0	1	0	0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	0	0	0	1	1
1	0	0	1	1	1	0	1	1
1	0	1	X	X	X	X	X	X
1	1	0	X	X	X	X	X	X
1	1	1	0	1	0	1	0	1

$D = Q^+$ D_2 D_1 D_0

$T_2 = \overline{Q_2} \oplus Q_1$

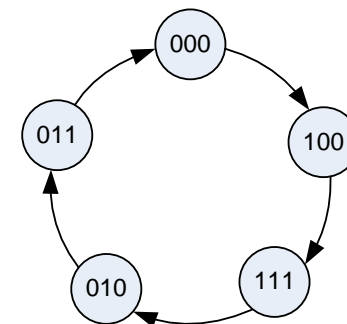
$Q_1 Q_0$ \ Q_2	0	1
00	1 ₀	0 ₄
01	X ₁	X ₅
11	0 ₃	1 ₇
10	0 ₂	X ₆

$T_1 = Q_2 \oplus Q_0$

$Q_1 Q_0$ \ Q_2	0	1
00	0 ₀	1 ₄
01	X ₁	X ₅
11	1 ₃	0 ₇
10	0 ₂	X ₆

$T_0 = Q_2 \oplus Q_0$

$Q_1 Q_0$ \ Q_2	0	1
00	0 ₀	1 ₄
01	X ₁	X ₅
11	1 ₃	1 ₇
10	1 ₂	X ₆

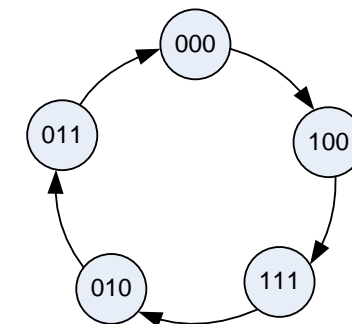


T	Q	Q ⁺
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Q	Q ⁺	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Ejemplo: Contador cíclico de secuencia aleatoria



› Tabla de transiciones (tipo SR)

Estado actual			Estado siguiente					
Q_2	Q_1	Q_0	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	S_2R_2	S_1R_1	S_0R_0
0	0	0	1	0	0	1 0	0 X	0 X
0	0	1	X	X	X	X X	X X	X X
0	1	0	0	1	1	0 X	X 0	1 0
0	1	1	0	0	0	0 X	0 1	0 1
1	0	0	1	1	1	X 0	1 0	1 0
1	0	1	X	X	X	X X	X X	X X
1	1	0	X	X	X	X X	X X	X X
1	1	1	0	1	0	0 1	X 0	0 1

S_2		R_2		S_1		R_1		S_0		R_0	
$S_2 = \overline{Q_1}$		$R_2 = Q_1$		$S_1 = Q_2$		$R_1 = \overline{Q_2}Q_0$		$S_0 = Q_2\overline{Q_1} + Q_1\overline{Q_0}$		$R_0 = Q_0$	
Q_1Q_0		Q_2		Q_1Q_0		Q_2		Q_1Q_0		Q_2	
00	0	0	1	00	0	0	1	00	0	0	0
01	1	0	X	01	0	X	X	01	X	X	X
11	0	0	0	11	1	X	0	11	0	0	1
10	0	1	X	10	1	X	1	10	1	X	X

Q	Q ⁺	S	R
0	0	0	X
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	X	0

Ejemplo: Contador cíclico de secuencia aleatoria

› Tabla de transiciones (tipo JK)

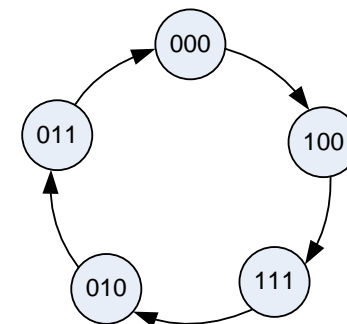
Estado actual			Estado siguiente					
Q_2	Q_1	Q_0	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	J_2K_2	J_1K_1	J_0K_0
0	0	0	1	0	0	1X	0X	0X
0	0	1	X	X	X	XX	XX	XX
0	1	0	0	1	1	0X	X0	1X
0	1	1	0	0	0	0X	X1	X1
1	0	0	1	1	1	X0	1X	1X
1	0	1	X	X	X	XX	XX	XX
1	1	0	X	X	X	XX	XX	XX
1	1	1	0	1	0	X1	X0	X1

		J	K	Q	Q ⁺
		0	0	0	0
J_2	$J_2 = Q_1$	0	0	1	1
K_2	$K_2 = Q_1$	0	0	1	1
Q_1Q_0	Q_2	0	1	0	1
00	0	1	0	X	0
01	0	X	1	X	0
11	0	0	1	X	0
10	0	0	1	X	0
00	1	0	0	1	1
01	1	X	0	1	1
11	1	X	0	1	1
10	1	X	0	1	1

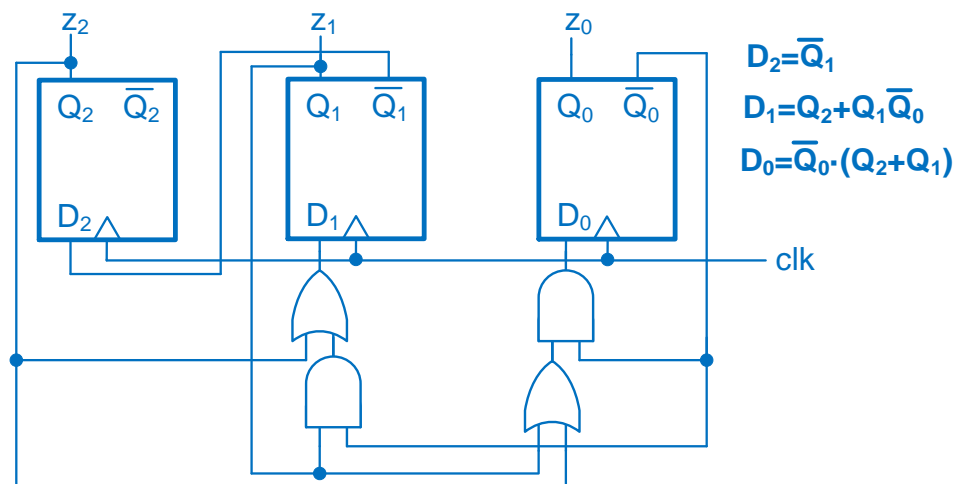
		Q	Q ⁺	J	K
		0	0	0	0
J_0	$J_0 = Q_2 + Q_1$	0	0	0	0
K_0	$K_0 = '1'$	0	0	0	1
Q_1Q_0	Q_2	0	1	0	1
00	0	0	1	0	1
01	0	X	1	0	1
11	0	X	1	0	1
10	0	1	1	0	1
00	1	0	0	1	0
01	1	X	0	1	0
11	1	X	0	1	0
10	1	0	0	1	0

		Q	Q ⁺	J	K
		0	0	0	X
J_1	$J_1 = Q_2$	0	0	0	X
K_1	$K_1 = Q_0$	0	0	0	X
Q_1Q_0	Q_2	0	1	0	1
00	0	0	1	0	1
01	0	X	1	0	1
11	0	X	1	0	1
10	0	X	1	0	1
00	1	X	0	1	0
01	1	X	0	1	0
11	1	1	0	1	0
10	1	0	0	1	0

Ejemplo: Contador cíclico de secuencia aleatoria



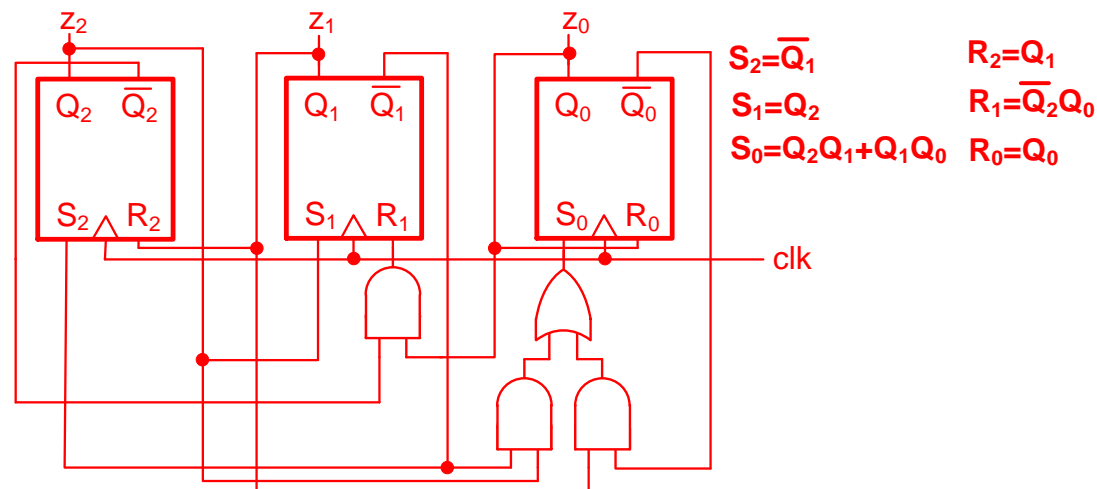
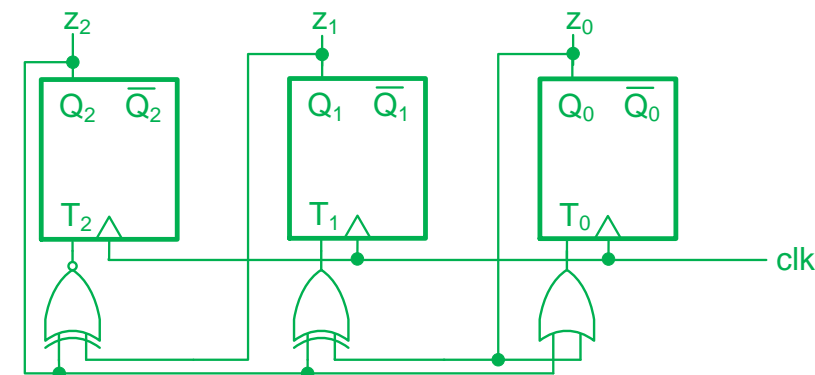
› Circuitos



$$T_2 = \overline{Q_2} \oplus Q_1$$

$$T_1 = Q_2 \oplus Q_0$$

$$T_0 = Q_2 + Q_0$$



$$J_2 = \overline{Q_1} \quad K_2 = Q_1$$

$$J_1 = Q_2 \quad K_1 = Q_0$$

$$J_0 = Q_2 + Q_1 \quad K_0 = '1'$$

