
ELECTRÓNICA DIGITAL 1

CONTADORES

- RUBÉN GONZÁLEZ -
- MÁRCOS BARDÓN -
- JOSÉ ANTONIO SALCINES -

Definición

- Un contador es un circuito en el que sus salidas siguen una secuencia fija que cuando acaba vuelve a empezar, o circuitos que reciben sus datos en forma serial ordenados en distintos intervalos de tiempo.
 - Los pulsos de entrada pueden ser pulsos de reloj u originarse en una fuente externa y pueden ocurrir a intervalos de tiempo fijos o aleatorios.
 - El número de salidas limita el máximo número que se puede contar.
-

Ejemplo de contador binario ascendente de 3 bits de salida

- Este circuito puede contar hasta el número 7, es decir, 8 valores (2^3). Cuando llegue al último valor volverá a contar desde el principio.

Podemos decir que el contador pasa por 8 estados distintos según su salida.

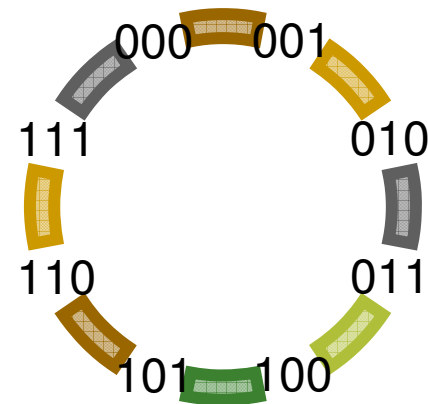
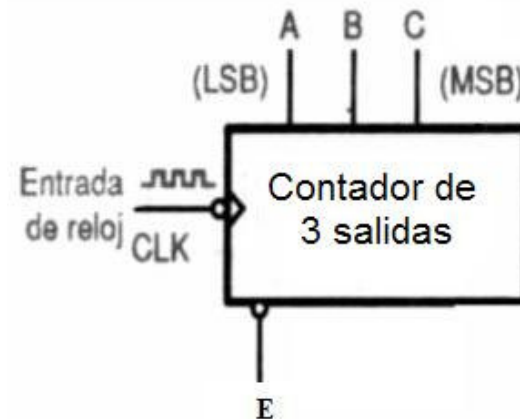
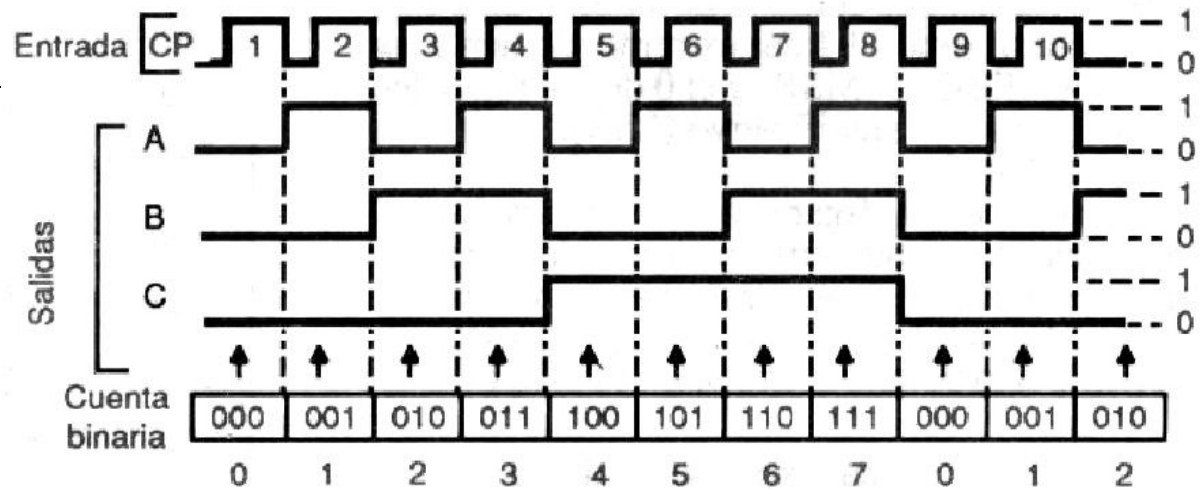


Diagrama de estado de un contador binario de 3 bits

Ejemplo de contador binario ascendente de 3 bits de salida

■ Valores

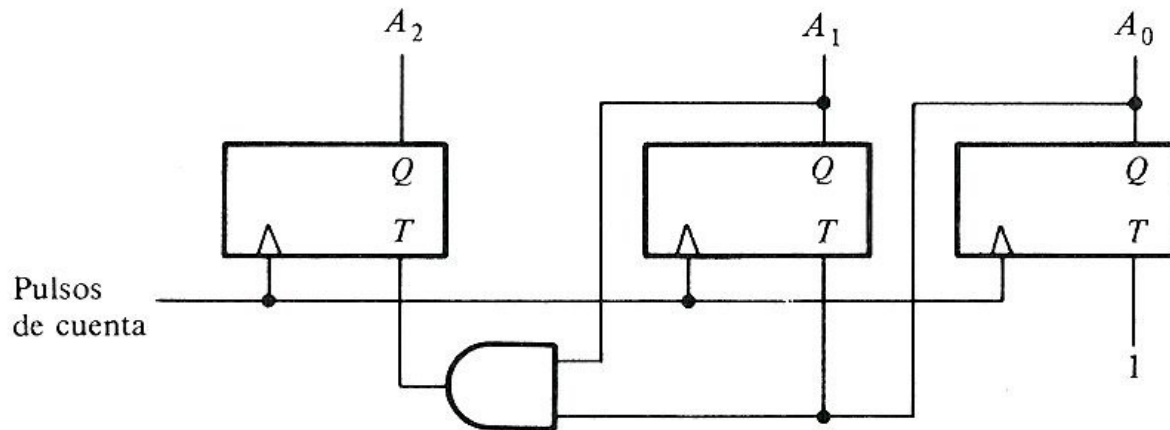
C	B	A	Valor
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7



Biestables en los contadores

- Los contadores son circuitos secuenciales por lo tanto se crean con flip-flops, que pueden ser tipo D, T, J-K,..., y también en base a puertas lógicas.
 - Un contador de n-bit contiene n flip-flops y puede contar desde 0 hasta 2^n-1 .
 - Cuando la entrada cambia los flip-flops modifican sus estados dando lugar a un nuevo valor de salida. Cuando la entrada permanece constante, los flip-flops mantienen su estado presente.
-

Contador con biestables



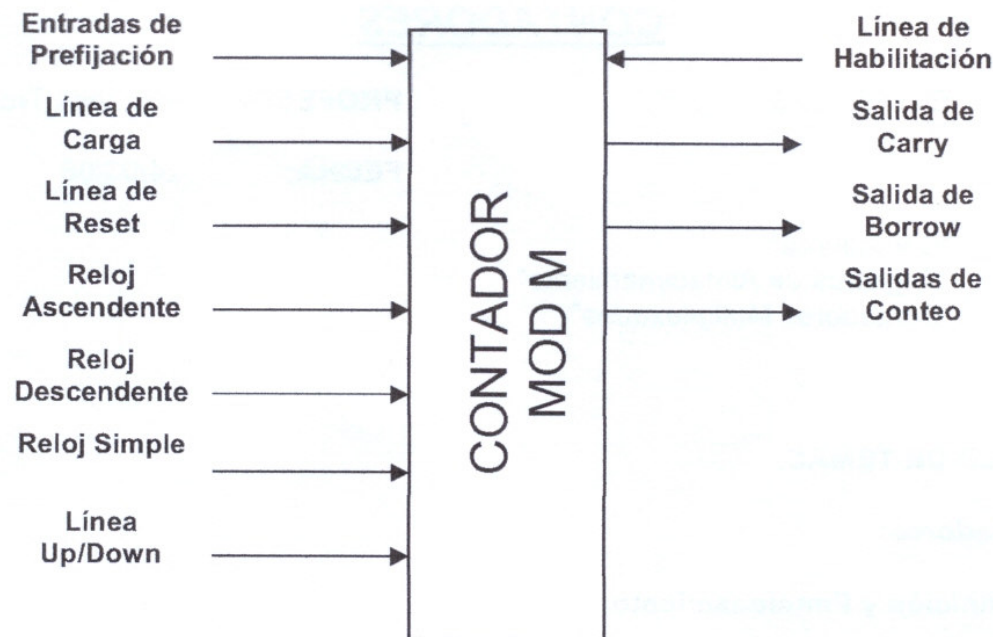
- La excitación para las entradas se obtiene mediante la tabla de excitación del flip-flop T y la inspección de la transición de estado desde un conteo dado (estado presente) al siguiente (estado siguiente).

Tipos de contadores

- Podemos clasificarlos según:
 - El número de salidas del contador: 3 salidas (Max.8), 4 salidas (Max.16),...
 - El tipo de cuenta: ascendente, descendente, binaria, BCD, secuencias varias...
 - Dos grandes grupos: contadores asíncronos y contadores síncronos.
-

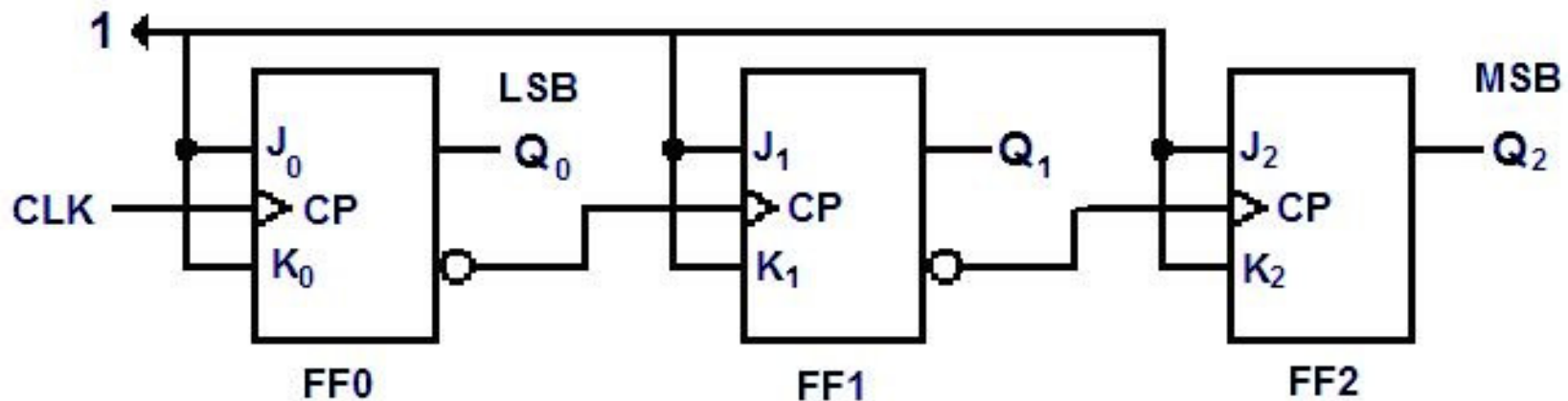
Un contador genéricamente

- Existe un gran cantidad de contadores con diferentes características y funcionamiento las cuales se pueden identificar por las funciones de sus entradas.
- El siguiente contador genérico muestra algunas entradas y salidas de las que suelen disponer los contadores.



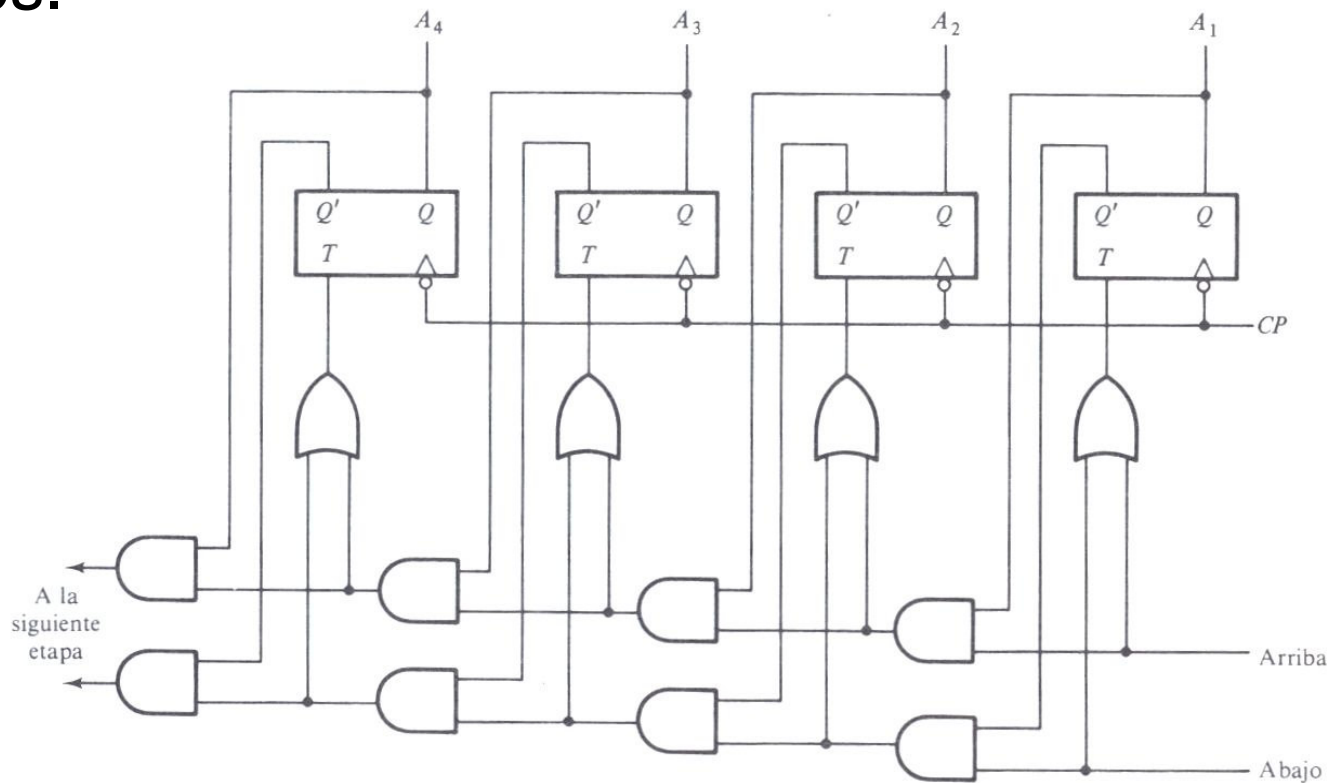
Contadores asíncronos

- Las salidas de cada flip-flop sirven de entrada CP para disparar otro flip-flop.
- El primer biestable tendrá una entrada de tipo asíncrono, es decir que se asertará de forma aleatoria y cuando lo haga el circuito realizará una cuenta. El resto del tiempo, los flip-flops no cambiarán su estado presente.



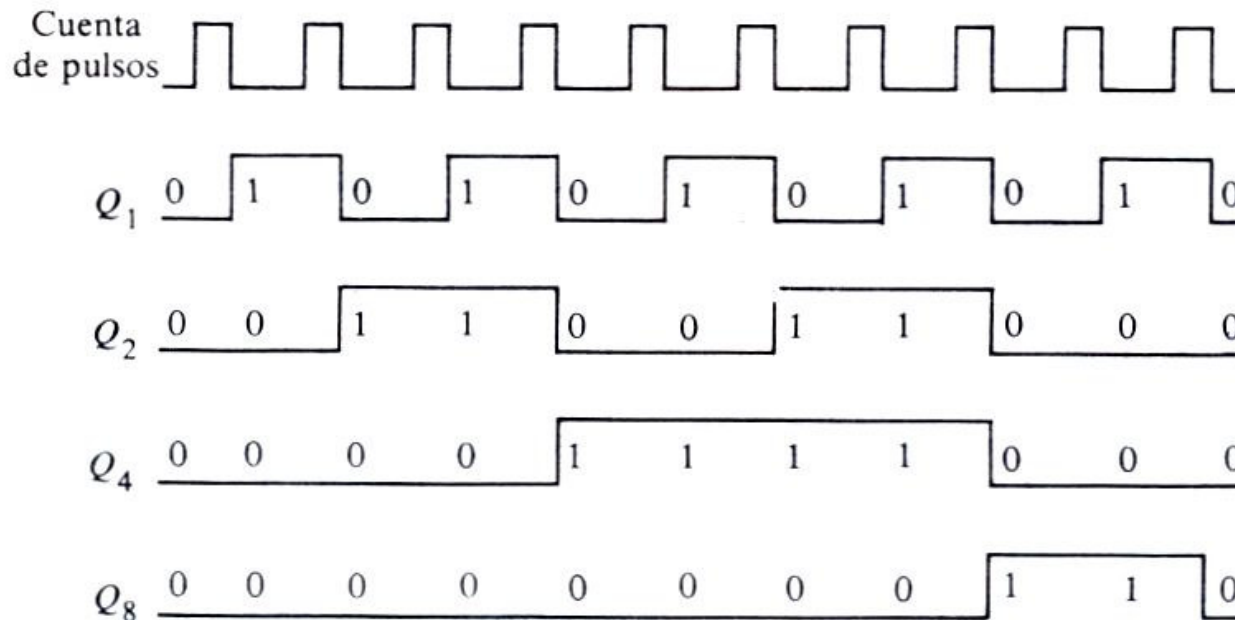
Contadores síncronos

- Al contrario que en los asíncronos, los pulsos de reloj se aplican a las entradas CP de todos los flip-flops.



Contadores síncronos binarios

- Es el contador más sencillo de diseñar.

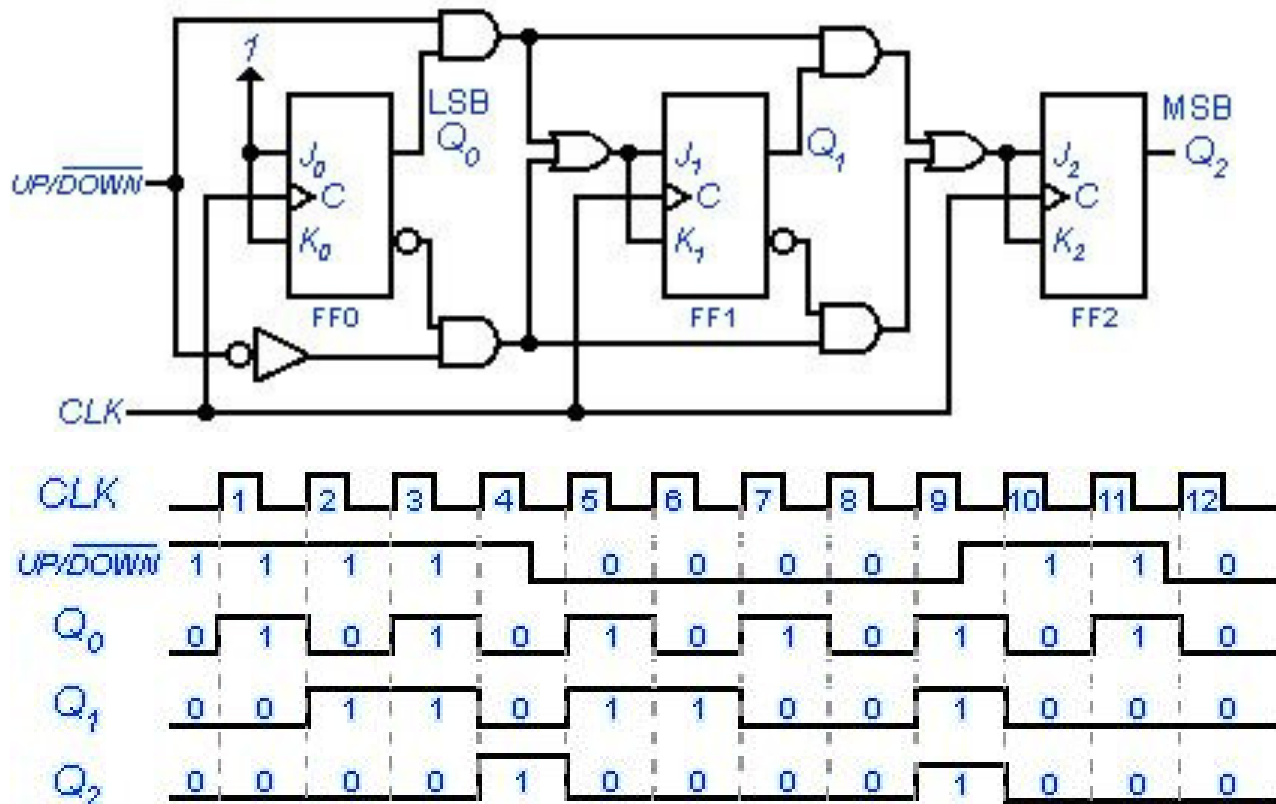


Contador BCD

- Cuenta en código decimal desde 0000 a 1001 y de vuelta a 0000. Debido a que se hace el retorno a cero desde 9 y no desde 15 (existe esa posibilidad), el contador BCD no tiene un patrón regular como en una cuenta binaria directa.
-

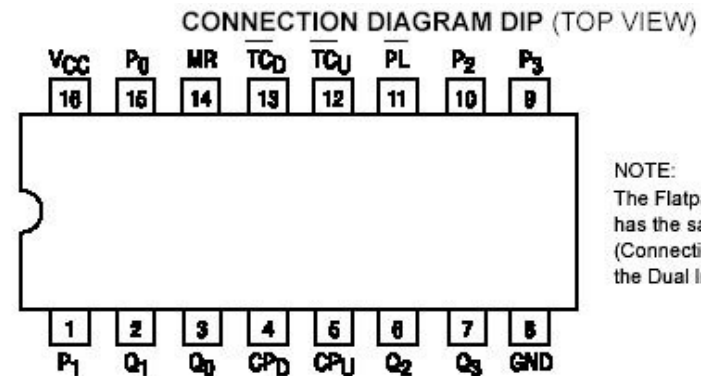
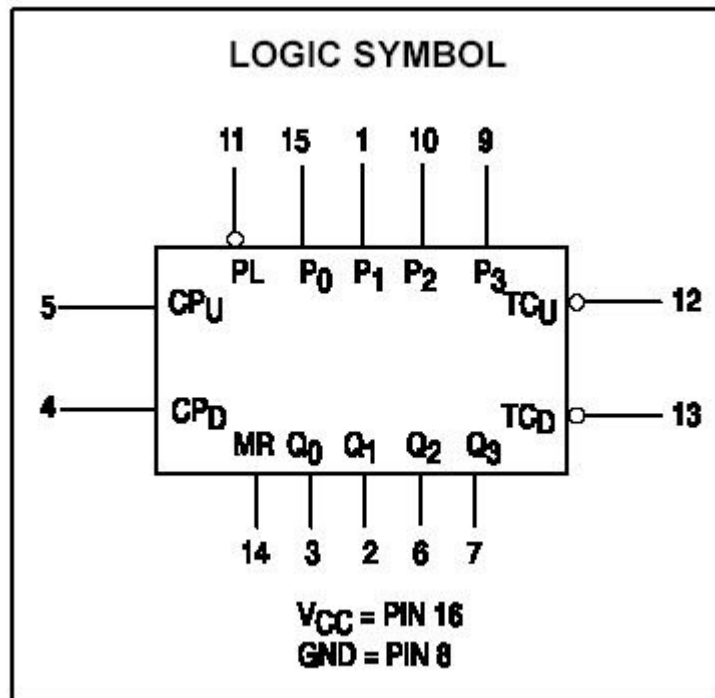
Contadores síncronos ascendentes y descendentes

- Son capaces de avanzar en cualquier sentido a lo largo de una secuencia definida y pueden invertir su conteo en cualquier punto de la secuencia.



Contador comercial 74LS192

- Es un contador de 4 bits programable.



NOTE:
The Flatpak version
has the same pinouts
(Connection Diagram) as
the Dual In-Line Package.

74LS192 / 74LS193

MODE SELECT TABLE

MR	PL	CP _U	CP _D	MODE
H	X	X	X	Reset (Asyn.)
L	L	X	X	Preset (Asyn.)
L	H	H	H	No Change
L	H	⌋	H	Count Up
L	H	H	⌋	Count Down

L = LOW Voltage Level

H = HIGH Voltage Level

X = Don't Care

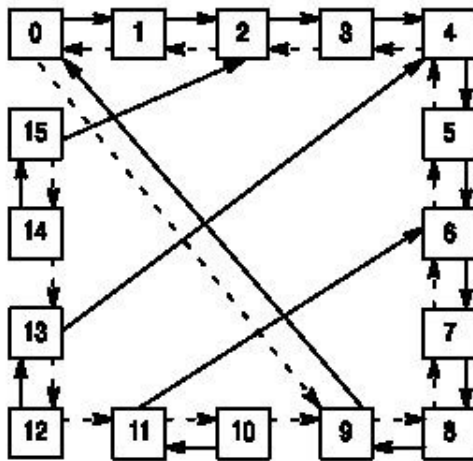
⌋ = LOW-to-HIGH Clock Transition

AC CHARACTERISTICS (T_A = 25°C)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
f _{MAX}	Maximum Clock Frequency	25	32		MHz	V _{CC} = 5.0 V C _L = 15 pF
t _{PLH} t _{PHL}	CP _U Input to TC _U Output		17 18	26 24	ns	
t _{PLH} t _{PHL}	CP _D Input to TC _D Output		16 15	24 24	ns	
t _{PLH} t _{PHL}	Clock to Q		27 30	38 47	ns	
t _{PLH} t _{PHL}	PL to Q		24 25	40 40	ns	
t _{PHL}	MR Input to Any Output		23	35	ns	

74LS192 / 74LS193

STATE DIAGRAMS



LS192

LS192 LOGIC EQUATIONS FOR TERMINAL COUNT

$$\overline{TCU} = Q_0 \cdot Q_3 \cdot \overline{CPU} \quad \text{---}$$

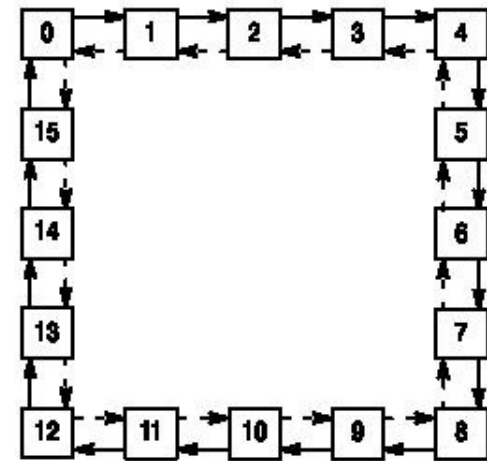
$$TCD = Q_0 \cdot Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \cdot CPD \quad \text{---}$$

LS193 LOGIC EQUATIONS FOR TERMINAL COUNT

$$\overline{TCU} = Q_0 \cdot Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \cdot \overline{CPU} \quad \text{---}$$

$$TCD = Q_0 \cdot Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \cdot CPD \quad \text{---}$$

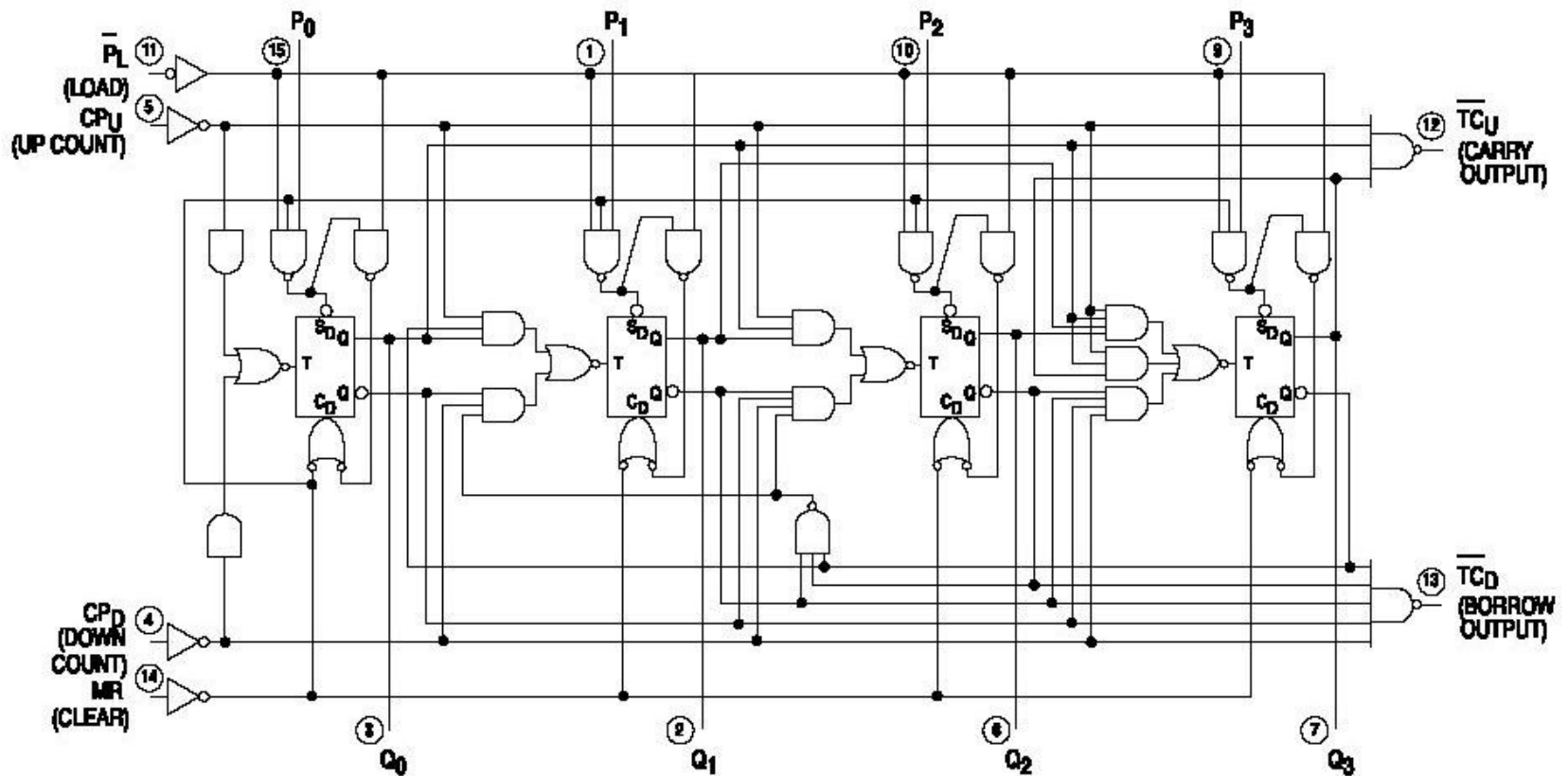
COUNT UP ---
COUNT DOWN - - - -



LS193

74LS192 / 74LS193

LOGIC DIAGRAMS



V_{CC} = PIN 16
GND = PIN 8
○ = PIN NUMBERS

LS192

74LS192 / 74LS193

SN54/74LS192 • SN54/74LS193

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V _{CC}	Supply Voltage	54	4.5	5.0	5.5	V
		74	4.75	5.0	5.25	
T _A	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
I _{OH}	Output Current — High	54, 74			-0.4	mA
I _{OL}	Output Current — Low	54			4.0	mA
		74			8.0	

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

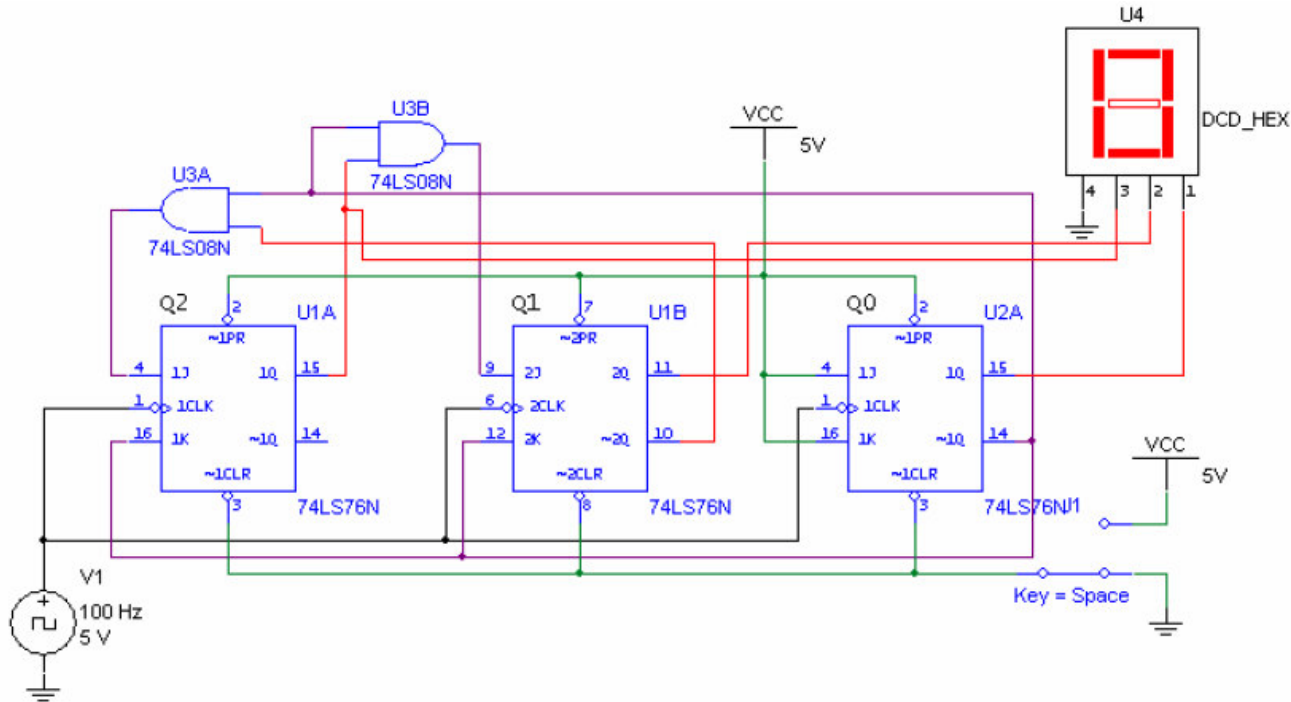
Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions	
		Min	Typ	Max			
V _{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs	
V _{IL}	Input LOW Voltage	54		0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs	
		74		0.8			
V _{IK}	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	V _{CC} = MIN, I _{IN} = -18 mA	
V _{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.5	V	V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX, V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} per Truth Table	
		74	2.7	3.5	V		
V _{OL}	Output LOW Voltage	54, 74		0.25	0.4	V	I _{OL} = 4.0 mA I _{OL} = 8.0 mA V _{CC} = V _{CC} MIN, V _{IN} = V _{IL} or V _{IH} per Truth Table
		74		0.35	0.5		
I _{IH}	Input HIGH Current			20	μA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 2.7 V	
				0.1	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 7.0 V	
I _{IL}	Input LOW Current			-0.4	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 0.4 V	
I _{OS}	Short Circuit Current (Note 1)	-20		-100	mA	V _{CC} = MAX	
I _{CC}	Power Supply Current			34	mA	V _{CC} = MAX	

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

AC SETUP REQUIREMENTS (T_A = 25°C)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
t _W	Any Pulse Width	20			ns	V _{CC} = 5.0 V
t _s	Data Setup Time	20			ns	
t _h	Data Hold Time	5.0			ns	
t _{rec}	Recovery Time	40			ns	

IDENTIFICAR LA CUENTA DEL SIGUIENTE CIRCUITO DISEÑADO CON J-Ks



$$J_0 = '1'$$

$$K_0 = '1'$$

$$J_1 = Q_2 \cdot \overline{Q_0}$$

$$K_1 = \overline{Q_0}$$

$$J_2 = \overline{Q_1} \cdot Q_0$$

$$K_2 = \overline{Q_0}$$

LA SEÑAL DE RELOJ ES COMÚN A TODOS LOS BIESTABLES

A PARTIR DE LA TABLA DE EXCITACIÓN DEL J-K:

$$J_0 = '1'$$

$$K_0 = '1'$$

$$J_1 = Q_2 \cdot \overline{Q_0}$$

$$K_1 = \overline{Q_0}$$

$$J_2 = \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_0}$$

$$K_2 = \overline{Q_0}$$

TABLA DE EXCITACIÓN

Q_t	Q_{t+1}	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

TABLA DE VERDAD

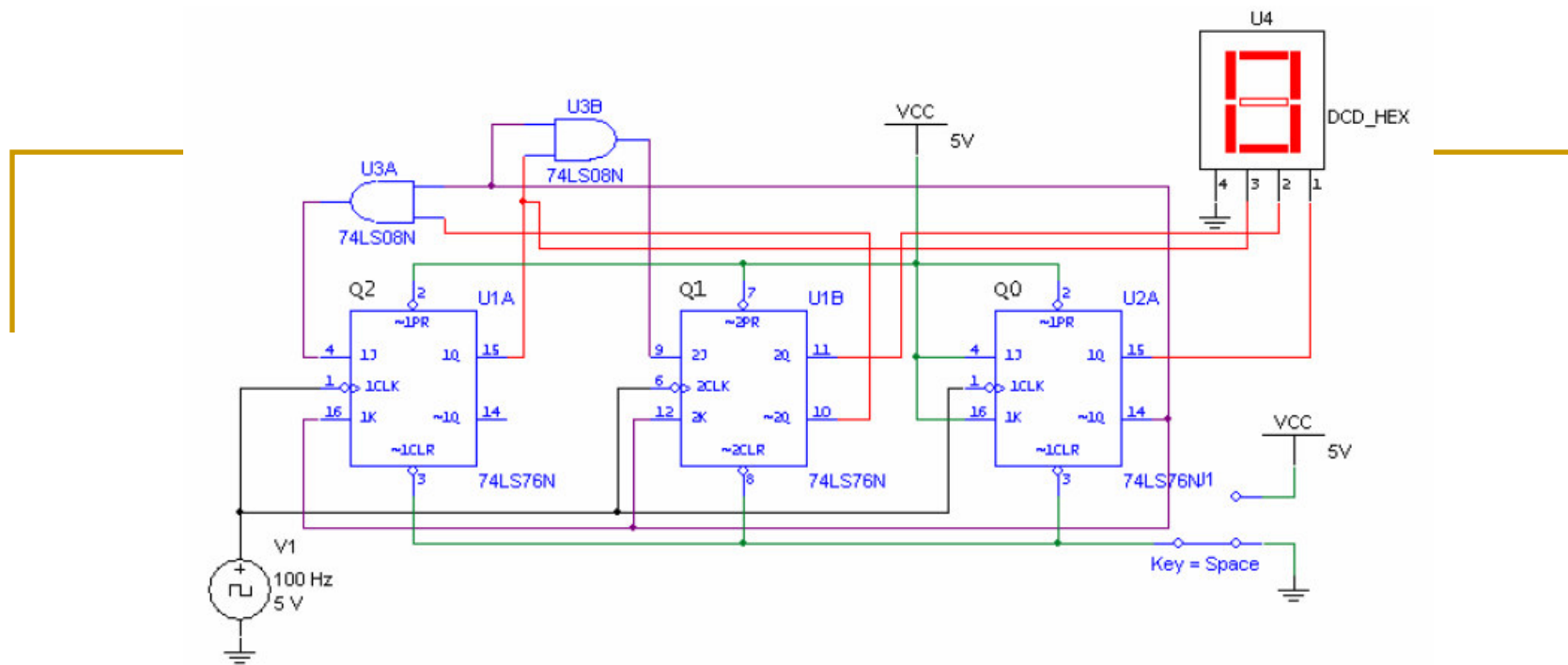
J	K	Q_t	Q_{t+1}
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Estado Actual (t)

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

Estado Sig. (t+1)

Q_2	Q_1	Q_0
1	0	1
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
X	X	X
X	X	X



CONTADOR SÍNCRONO DE 5 A 0 CON BIESTABLES J-K

MAS EJEMPLOS...

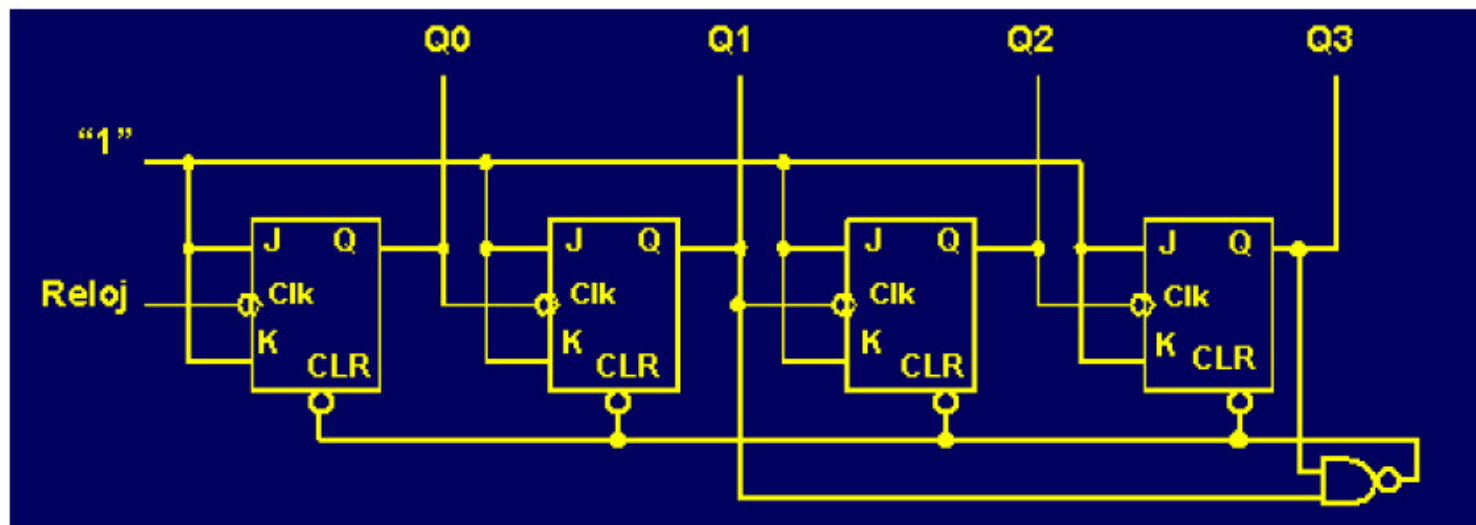
Ejemplo: Contador asíncrono módulo 10:

Paso 1: elegir un Contador ascendente de 4 bits (de 0 a 15)

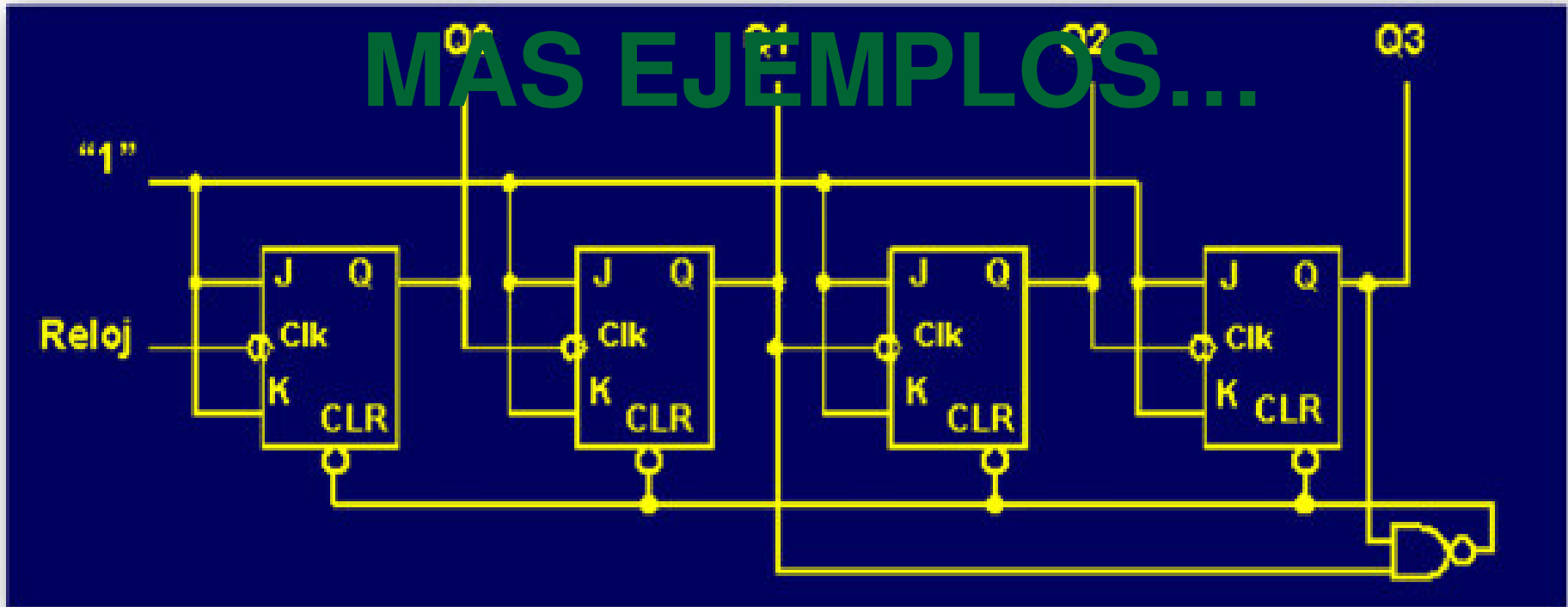
Paso 2: Detectar el 10 (1010 en binario) con una compuerta NAND

Paso 3: Reset de todos los biestables cuando ocurra la detección

Circuito:



MAS EJEMPLOS...



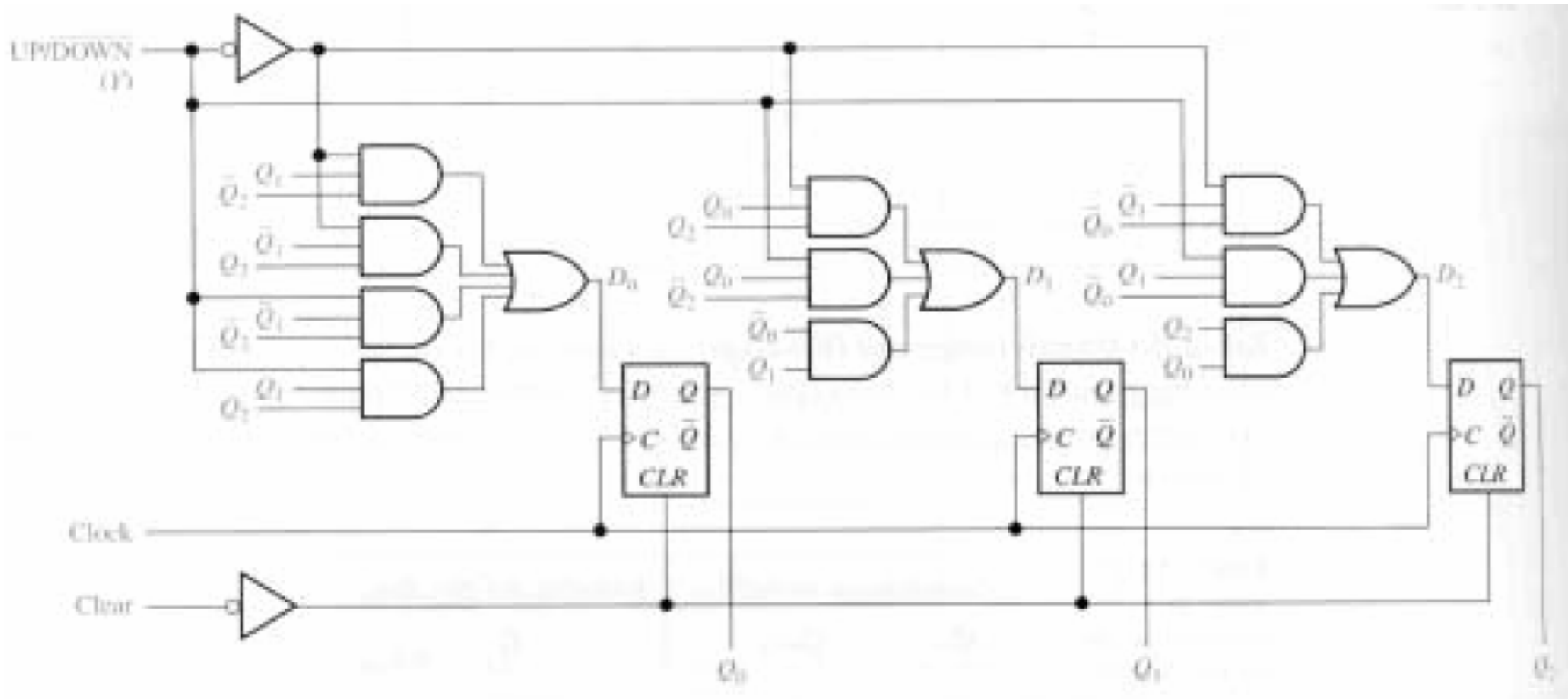
J	K	Q _i	Q _{i+1}
1	1	0	1
1	1	1	0

1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

CONTADOR ASÌNCRONO ASCENDENTE DE 4 BITS

EL CONTADOR EJECUTA UN CLEAR CUANDO LLEGA AL VALOR 1010 (10)

IDENTIFICAR LA CUENTA DEL SIGUIENTE CIRCUITO DISEÑADO CON FF-Ds



$$D_0 = Q_1 \cdot \overline{Q_0} + \overline{Q_2} \cdot Q_0 \cdot Y + Q_2 \cdot Q_0 \cdot \overline{Y}$$

$$D_1 = \overline{Q_1} \cdot Q_0 \cdot \overline{Y} + Q_1 \cdot \overline{Q_0} \cdot Y + Q_2 \cdot Q_0$$

$$D_2 = Q_2 \cdot \overline{Q_1} \cdot \overline{Y} + Q_2 \cdot Q_1 \cdot Y + \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_1} \cdot Y + \overline{Q_2} \cdot Q_1 \cdot \overline{Y}$$

ANALISIS DEL CIRCUITO

Entrada Y	Estado actual Q2Q1Q0	Estado siguiente Q2Q1Q0	D ₃	D ₂	D ₁
1	000	001	0	0	1
1	001	011	0	1	1
1	011	010	0	1	0
1	010	110	1	1	0
1	110	111	1	1	1
1	111	101	1	0	1
1	101	100	1	0	0
1	100	000	0	0	0
0	000	100	1	0	0
0	100	101	1	0	1
0	101	111	1	1	1
0	111	110	1	1	0
0	110	010	0	1	0
0	010	011	0	1	1
0	011	001	0	0	1
0	001	000	0	0	0

$$D1 = Q1 \cdot \overline{Q0} + \overline{Q2} \cdot Q0 \cdot Y + Q2 \cdot Q0 \cdot \overline{Y}$$

$$D2 = \overline{Q1} \cdot \overline{Q0} \cdot \overline{Y} + Q1 \cdot \overline{Q0} \cdot Y + Q2 \cdot Q0$$

$$D3 = Q2 \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Y} + Q2 \cdot Q1 \cdot Y + \overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot Y + \overline{Q2} \cdot Q1 \cdot \overline{Y}$$

Contador Gray ascendente/descendente CON FF-D

