29. Análisis de circuitos 2

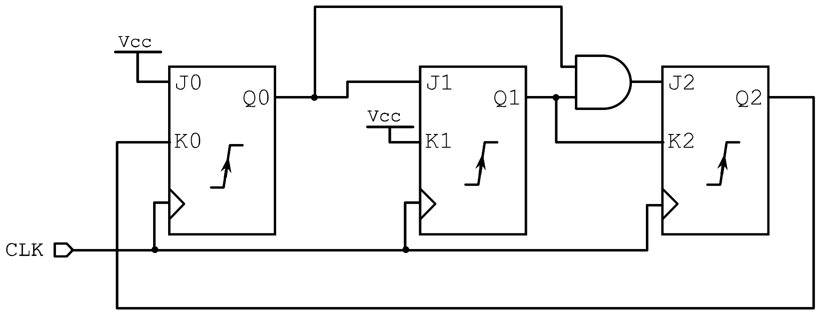
29.1. Enunciado

Para el siguiente contador suponiendo que el estado inicial es **000** (Q_2=Q_1=Q_0=0)

Dibujar el cronograma durante los ciclos de reloj que sean necesarios para mostrar la secuencia completa. En el cronograma se deben incluir al menos las señales CLK, Q0, Q1 y Q2.

Indicar la secuencia de salida.

Nota: es muy importante indicar los pasos que indiquen cómo se ha obtenido la secuencia. Aunque la secuencia sea la correcta, no se contabilizarán los ejercicios que sólo dibujen las formas de onda sin explicar nada.



29.2. Solución

Tenemos biestables J-K y una puerta AND.

Ponemos sus tablas de verdad para evitar confundirnos durante el ejercicio.

J-K

J	K	Qt	Qt+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

AND

Q1	Q0	J2
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Las ecuaciones de las entradas de los biestables son:

J2 = Q1 ·Q0	J1 = Q0	J0 = 1
K2 = Q1	K1 = 1	K0 = Q2

En el tiempo inicial (t=0), Q2=Q1=Q0=0

En estas condiciones, las entradas J-K de cada biestable son:

t=0 (Q2=Q1=Q0=0)		
J2 = 0	J1 = 0	J0 = 1
K2 = 0	K1 = 1	K0 = 0

Así que podemos empezar a rellenar la tabla de transición de estados.

tiempo	Estado Actual			Entradas para el siguiente estado					
t	Q2	Q1	Q0	J2	K2	J1	K1	J0	K0
t=0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
t=1									

Con estas condiciones, cuando llegue el siguiente flanco de reloj. Los estados de los biestables cambiaran a consecuencia de los valores de las entadas (J-K)

Así que en t=1, Q2 se mantendrá en el mismo valor (0) porque J2=0 y K2=0. Q1 se está poniendo a 0, por tanto, mantiene su valor (0). Mientras que Q0 se pone a uno, cambiando de 0 a 1 (esto lo puedes obtener de la tabla del J-K que hemos hecho al principio.

Entonces: en t=1 → Q2=0; Q1=0 ; Q0=1, y lo incluimos en la tabla:

tiempo	Estado Actual			Entradas para el siguiente estado					
t	Q2	Q1	Q0	J2	K2	J1	K1	J0	K0
t=0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
t=1	0	0	1						

El siguiente estado será 001

Para calcular los valores de J y K operamos de la misma manera que antes. A partir de los estados de los biestables y las ecuaciones de las J y K, obtenemos los siguientes valores para t=1:

t=1 (Q2=0; Q1=0; Q0=1)		
J2 = 0	J1 = 1	J0 = 1
K2 = 0	K1 = 1	K0 = 0

Los ponemos en la tabla:

tiempo	Estado Actual			Entradas para el siguiente estado					
t	Q2	Q1	Q0	J2	K2	J1	K1	J0	K0
t=0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
t=1	0	0	1	0	0	1	1	1	0

Igual que antes: Con estas condiciones, cuando llegue el siguiente flanco de reloj. Los estados de los biestables cambiaran a consecuencia de los valores de las entadas (J-K)

Así que en t=2, Q2 se mantendrá en el mismo valor (0) porque J2=0 y K2=0. Q1 cambiará de valor porque J1=1 y K1=1, por tanto se pone a 1. Mientras que Q0 se pone a uno, por lo que se mantiene en el mismo valor. Rellenamos la tabla:

tiempo	Estado Actual			Entradas para el siguiente estado					
t	Q2	Q1	Q0	J2	K2	J1	K1	J0	K0
t=0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
t=1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
t=2	0	1	1						

El siguiente estado será 011

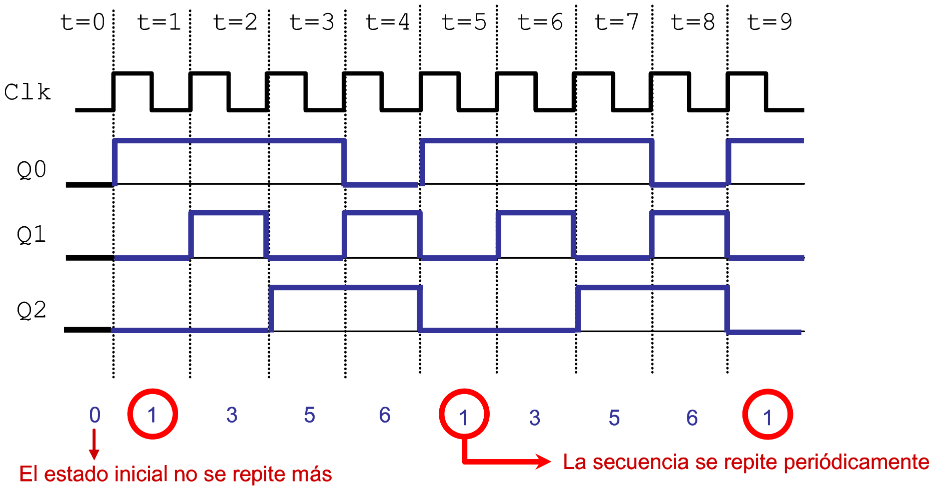
Y se continúa realizando el mismo proceso. La tabla queda:

tiempo	Estado Actual			Entradas para el siguiente estado					
t	Q2	Q1	Q0	J2	K2	J1	K1	J0	K0
t=0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
t=1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
t=2	0	1	1	1	1	1	1	1	0
t=3	1	0	1	0	0	1	1	1	1
t=4	1	1	0	0	1	0	1	1	1
t=5	0	0	1	0	0	1	1	1	0
t=6	0	1	1	....					

Vuelve al estado de t=1.
el estado de t=0 no se repite más

Por tanto, la secuencia de salida es 000, 001, 011, 101. 110. 001, 011, ..., que si son números binarios la secuencia sería 0, 1, 3, 5, 6, 1, 3, 5, 6, 1, ... Como se puede apreciar, el 0 no vuelve a aparecer más.

El cronograma queda entonces:



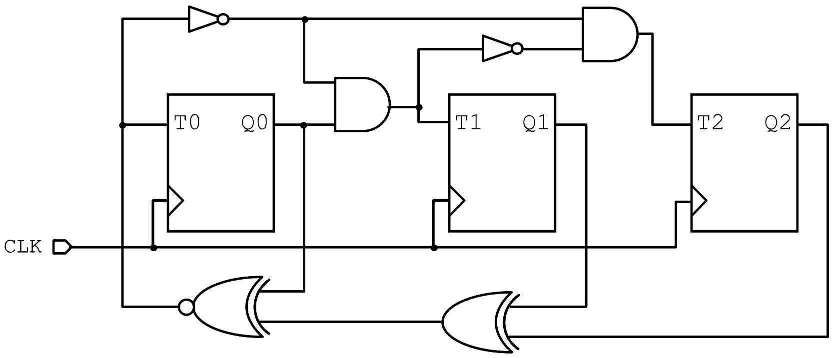
30. Análisis de circuitos 3

30.1. Enunciado

Indicar la secuencia del siguiente contador suponiendo que el estado inicial es $Q_0=Q_1=Q_2=0$.

Dibujar las formas de ondas para 9 ciclos de reloj

¿Con qué secuencia se corresponde?



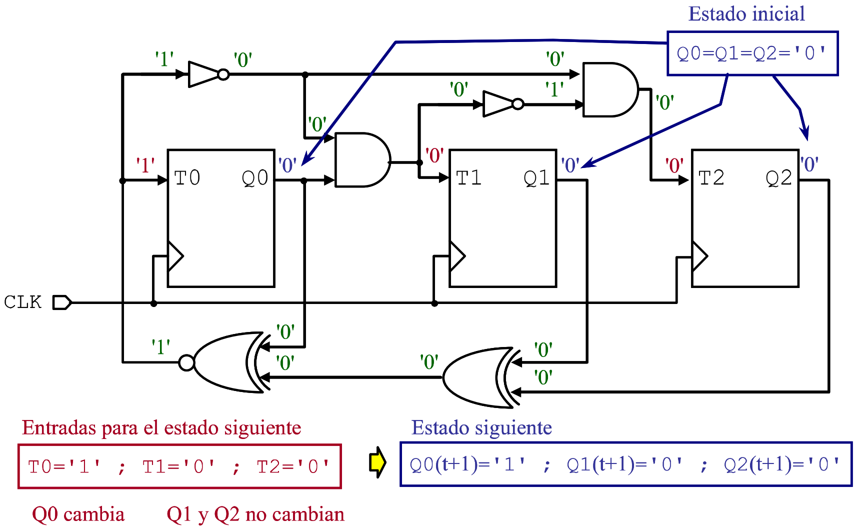
30.2. Solución

Tenemos biestables T, si la entrada es '1' en el siguiente ciclo de reloj el estado del biestable será el estado complementario al actual. Si la entrada es '0' se mantendrá el mismo estado.

Para hallar la secuencia podemos ir yendo estado a estado:

Inicialmente partimos de "000" (Q2=0, Q1=0, Q0=0).

Con estos valores hallamos los valores que tendremos en las entradas T2, T1 y T0, y estas entradas harán cambiar el estado en el siguiente ciclo de reloj.



Haciendo esto para cada estado obtenemos la siguiente tabla:

Estado Actual			Entradas para el siguiente estado		
Q2	Q1	Q0	T2	T1	T0
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	1	0	0	1
0	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	1
1	1	1	0	1	0
1	0	1	0	0	1
1	0	0	1	0	0
0	0	0			

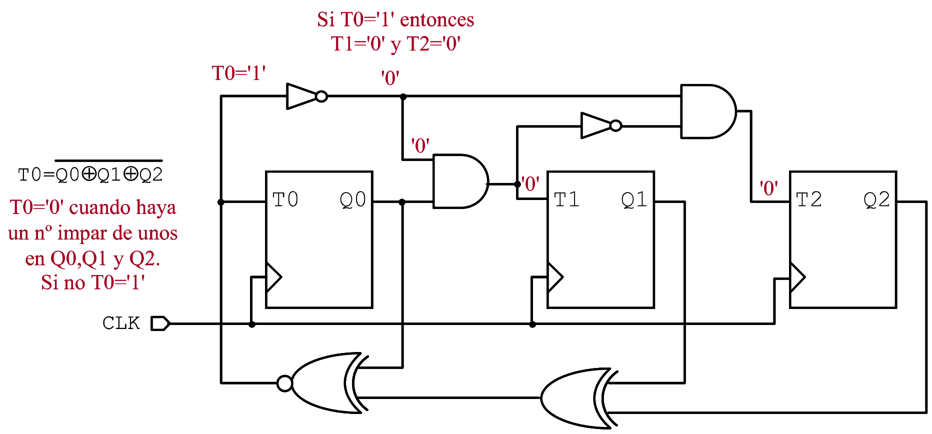
El siguiente estado será 001

Vuelta al estado inicial

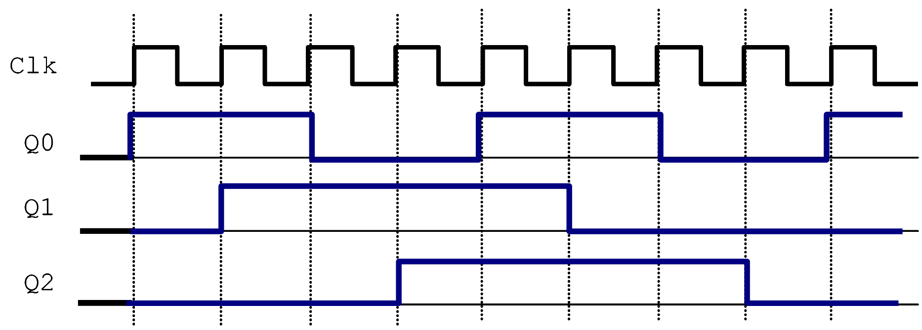
Dedicar un tiempo a analizar previamente el circuito puede ayudarnos a obtener la tabla, por ejemplo analizando la siguiente figura vemos que T0='0' cuando hay un número impar de unos en Q2,Q1 y Q0. Si hay un número par de unos T0='1'.

Además, cuando T0='1', entonces T1='0' y T2='0'.

Y de la misma manera, si T1='1' entonces T2='0'. Por lo tanto, en cada ciclo de reloj sólo va a haber una T que sea '1', y por tanto, sólo va a cambiar de estado un biestable.



A partir de la secuencia se pueden dibujar las formas de onda:



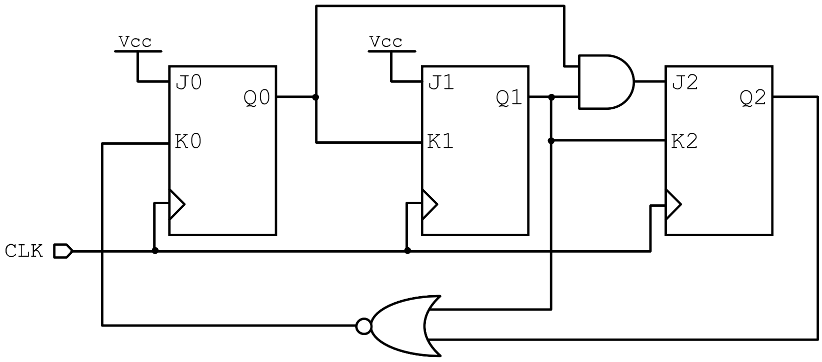
Secuencia de salida: 000-001-011-010-110-111-101-100

Esta secuencia coincide con el código Gray de 3 bits. Se puede apreciar más fácilmente desde la tabla. Y como hemos podido comprobar con el valor de las entradas T de los biestables, en cada ciclo de reloj sólo cambia un bit.

31. Análisis de circuitos 4

31.1. Enunciado

Para el siguiente contador suponiendo que el estado inicial es **001** (Q_0=1 ; Q_1=Q_2=0)
Dibujar las formas de ondas durante los ciclos de reloj que sean necesarios para mostrar la secuencia completa. Indicar la secuencia de salida.



31.2. Solución

Tenemos biestables J-K, y puertas AND y NOR.

Ponemos sus tablas de verdad para evitar confundirnos durante el ejercicio.

J-K

Qt	J	K	Qt+1
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

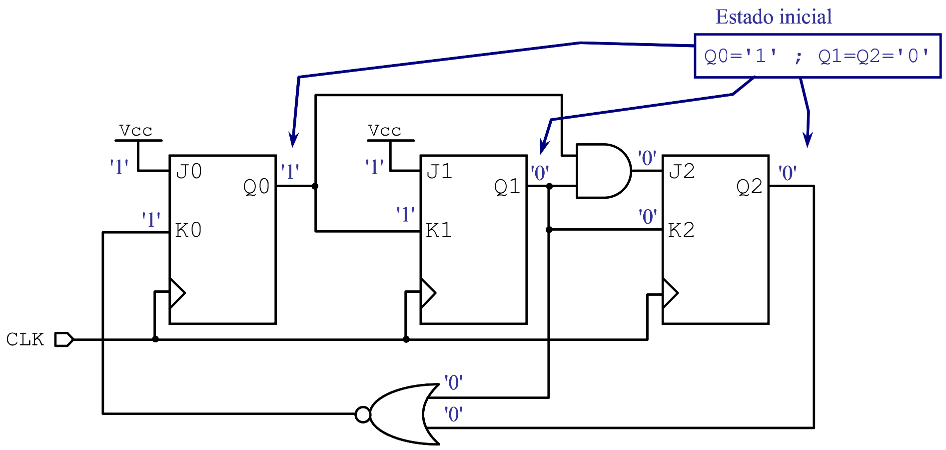
AND

Q1	Q0	J2
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

NOR

Q2	Q1	K0
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Partimos de Q0='1'; Q1=Q2='0'. Entonces las entradas para el siguiente ciclo de reloj serán.



Estado actual	Entradas para el estado siguiente	Estado siguiente
Q0='1' Q1='0' Q2='0'	J0='1' ; K0='1' J1='1' ; K1='1' J2='0' ; K2='0'	Q0(t+1)='0' Q1(t+1)='1' Q2(t+1)='0'

Realizamos este mismo cálculo para cada estado nuevo que aparece y lo ponemos en una tabla.

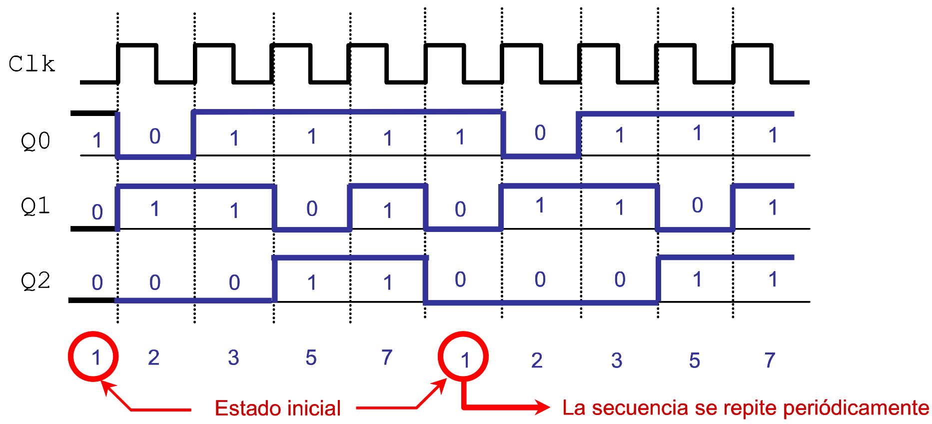
Estado Actual			Entradas para el siguiente estado					
Q2	Q1	Q0	J2	K2	J1	K1	J0	K0
0	0	1	0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	0	0	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1						

El siguiente estado será 010

Vuelta al estado inicial

La secuencia de salida es 001, 010, 011, 101, 111, que son los números primos del 1 al 7, (incluyendo el 1): 1,2,3,5,7

El cronograma es:



32. Análisis de circuitos 5

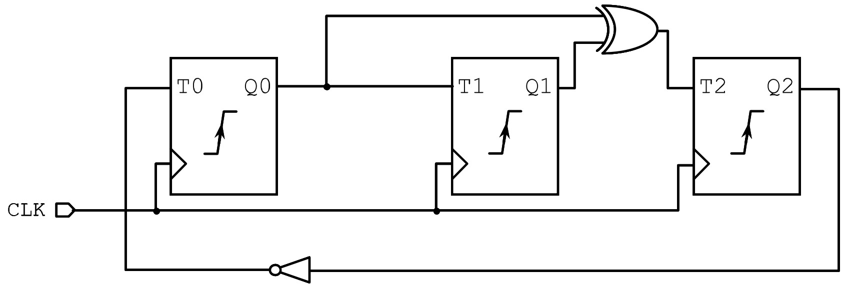
32.1. Enunciado

Para el siguiente circuito secuencial suponiendo que el estado inicial es **000** (Q_0=Q_1=Q_2=0)

Dibujar el cronograma durante los ciclos de reloj que sean necesarios para mostrar la secuencia completa. En el cronograma se deben incluir al menos las señales CLK, Q0, Q1 y Q2.

Indicar la secuencia de salida.

Nota: es muy importante indicar los pasos que indiquen cómo se ha obtenido la secuencia. Aunque la secuencia sea la correcta, no se contabilizarán los ejercicios que sólo dibujen las formas de onda sin explicar nada.



32.2. Solución

Tenemos biestables T y una puerta XOR.

Ponemos sus tablas de verdad para evitar confundirnos durante el ejercicio.

T

T	Qt	Qt+1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

XOR

Q1	Q0	T2
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Las ecuaciones de las entradas de los biestables son:

$T2 = Q1 \oplus Q0 = \overline{Q1} \cdot Q0 + Q1 \cdot \overline{Q0}$	$T1 = Q0$	$T0 = \overline{Q2}$

En el tiempo inicial (t=0), Q2=Q1=Q0=0

En estas condiciones, la entrada T de cada biestable es

t=0 (Q2=Q1=Q0=0)		
T2 = 0	T1 = 0	T0 = 1

Así que sólo Q0 va a cambiar con el siguiente flanco de reloj, teniendo entonces para t=1 :

Q2=0; Q1=0; Q0=1

Este proceso se realiza igual para los siguientes ciclos de reloj hasta que se obtenga un estado por el que se ha pasado, a partir de entonces la secuencia empieza a ser periódica (en el problema 29 el proceso está más detallado).

La tabla de transición de estado se muestra a continuación:

tiempo	Estado Actual			Entradas para el siguiente estado		
t	Q2	Q1	Q0	T2	T1	T0
t=0	0	0	0	0	0	1
t=1	0	0	1	1	1	1
t=2	1	1	0	1	0	0
t=3	0	1	0	1	0	1
t=4	1	1	1	0	1	0
t=5	1	0	1	1	1	0
t=6	0	1	1	0	1	1
t=7	0	0	0	0	0	1

Vuelta al estado inicial (t=0)

Por tanto, la secuencia de salida es: 000, 001, 110, 010, 111, 101, 011, 000, ... que si se consideran números binarios es: 0, 1, 6, 2, 7, 5, 3, 0, ...

El cronograma se dibuja a continuación: