

A4 Apéndice al capítulo 16

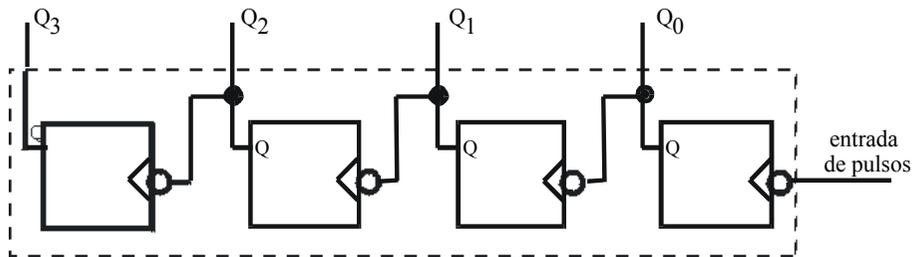
Contadores asíncronos

Si anulamos la entrada de habilitación de un biestable T resulta un biestable muy simple con una única entrada que corresponde a la entrada de reloj o entrada de pulsos y que cambia de estado con cada pulso que recibe; estos biestables utilizan como flanco activo el de bajada ↓ (el flanco con el que finaliza cada pulso).



La evolución de este biestable corresponde a la función $Q(t+1) = \overline{Q}(t)$ y equivale a un biestable D en el cual $D = \overline{Q}$ o a un biestable JK en el cual $J = K = 1$.

Este biestable permite la construcción de contadores en forma muy sencilla: mediante la conexión directa, en cadena, de n biestables se configura un contador módulo 2^n ; en el caso de 4 biestables será un contador módulo 16, que contará desde 0 hasta 15.

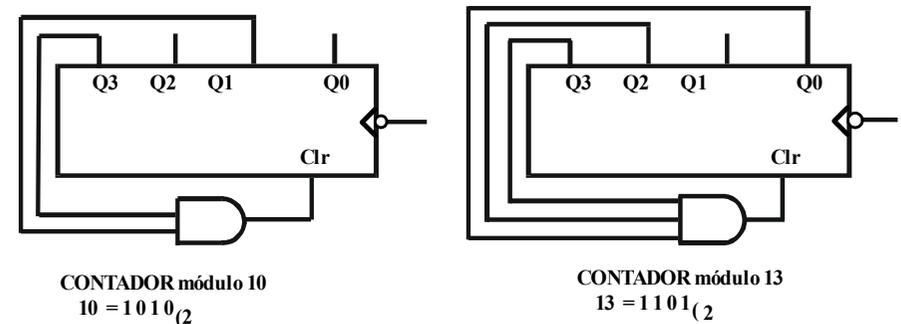


El primer biestable cambia de estado con cada pulso que le llega y cada uno de los biestables siguientes cambia cuando el biestable anterior pasa de 1 a 0 (al contar un biestable de 1 a 0 «se lleva una unidad» al siguiente biestable). Esto equivale a contar en binario desde el valor inicial, $000...00 = 0$, hasta el máximo que pueden contener los biestables, $111...11 = 2^m - 1$ (véase la figura de la página siguiente).

Q3	Q2	Q1	Q0	
0	0	0	0	situación inicial: 0
0	0	0	1	primer pulso
0	0	1	0	segundo pulso
0	0	1	1	tercer pulso
0	1	0	0	cuarto pulso
0	1	0	1	quinto pulso
<hr/>				
1	1	0	1	13º pulso
1	1	1	0	14º pulso
1	1	1	1	15º pulso
0	0	0	0	16º pulso
0	0	0	1	17º pulso

Generalmente se incluye en los contadores una entrada de borrado asíncrono **Clr** (clear) común a todos los biestables que, al ser activada ($Clr = 1$), lleva el contador a cero; su adecuada utilización permite transformar un contador completo módulo 2^m en otro contador parcial módulo n, siendo n un número cualesquiera inferior a 2^m .

Para configurar tal contador módulo n se parte de un contador de m biestables tal que $2^m > n$ y se hace que dicho contador se borre cuando aparezca en sus salidas el número n; para ello basta llevar los dígitos con valor 1 del número n en binario a una puerta "y" que actúe sobre la entrada de borrado, de manera que al formarse el número n en las salidas se borre inmediatamente el contador y pase a 0: *contador módulo n*.



Así pues, para construir contadores módulo $n \neq 2^m$, basta añadir una puerta "y" que reciba las variables cuyo valor en n es **1**: término mínimo reducido correspondiente a n . Al no utilizar el término mínimo completo, el borrado no solamente se produce con n sino, también, con otros números superiores (con todos aquellos que tengan valor **1** en las mismas posiciones que n y en alguna otra más); siendo n el menor de ellos, los demás números que producen el borrado no pertenecen a la evolución del contador (el contador vuelve al estado inicial antes de llegar a ellos).

Aunque cada biestable individualmente es síncrono (si su entrada se conecta a la señal de reloj), su conexión en cadena hace que el contador resultante sea asíncrono, pues los biestables van conmutando sucesivamente y no en el mismo instante; aun más, en los contadores módulo $n \neq 2^m$ se presenta durante unos instantes el estado n , que se utiliza para borrar el contador y que no pertenece al conteo módulo n .

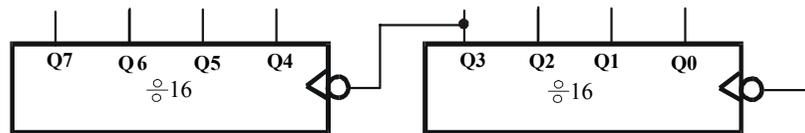
De forma que este tipo de configuración de contadores no es globalmente síncrona y ello por dos razones:

a) no conmutan todos los biestables a la vez, sino que lo hacen sucesivamente; la conmutación de cada biestable es provocada por el paso de **1** a **0** del biestable anterior y, por tanto, la transición entre dos estados que difieren en más de una variable de estado (por ejemplo el paso de 7 **0111** a 8 **1000**) recorre fugazmente toda una serie de estados intermedios (**0111**→**0110**→**0100**→**0000**→**1000**).

b) en el caso de contadores «parciales» (de que n no sea potencia entera de 2) la transición del estado $n-1$ al estado inicial 0 genera un estado adicional (el estado n) que ha de estar presente durante un intervalo de tiempo pequeño pero suficiente para producir el borrado de los biestables; tal estado n no pertenece a la evolución del contador módulo n y no es meramente un estado fugaz ya que tiene una actuación booleana concreta (borrado de los biestables); además, existe el peligro de que, por diferencias en los tiempos de propagación entre los biestables, no se complete el borrado de todos ellos y la transición se detenga (erróneamente) en un estado intermedio entre el 0 y el n , distinto de ambos.

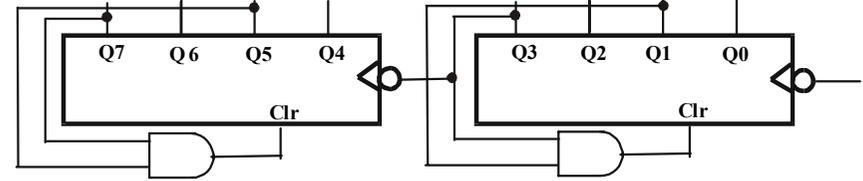
Conexión de contadores asíncronos

Los contadores asíncronos pueden conectarse entre sí uniendo la salida más significativa de cada uno de ellos con la entrada de pulsos del siguiente.



Si conectamos de esta forma dos contadores síncronos (uniendo la salida más significativa del primero con la entrada de reloj del segundo), el contador resultante será asíncrono ya que el segundo de los contadores no cambiará de estado con los pulsos de reloj del sistema, sino después de que haya cambiado de estado el primer contador.

En el caso de conexión de contadores «parciales» asíncronos un posible error de diseño sería llevar a dicha entrada el pulso de borrado del contador anterior; la duración de dicho pulso es tan pequeña que no asegura su reconocimiento como tal, a efectos de avanzar un unidad en el conteo (y además, no es necesario utilizarlo, pues se dispone del flanco de bajada del biestable más significativo del correspondiente contador).

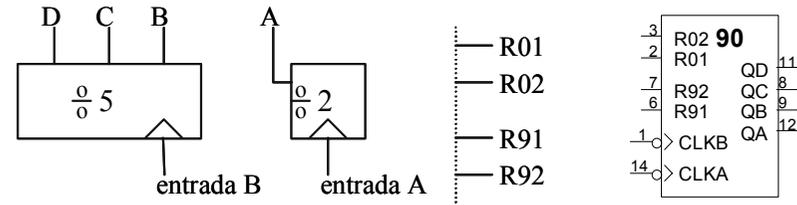


Contador módulo 100 (10 x 10)

Contador 7490

En los catálogos de circuitos integrados digitales existe un amplio número de contadores integrados asíncronos de tipos muy diversos.

Uno de ellos muy utilizado es el 7490, que contiene dos partes separadas: un biestable **QA** (módulo 2) y los otros tres biestables **QB** **QC** **QD** unidos configurando un contador módulo 5, de forma que para conformar un contador módulo 10 es necesario unir la salida del primer biestable a la entrada de pulsos de los otros tres. Dos entradas **R01** y **R02** permiten poner a **0** todos los biestables (cuando ambas se encuentran a **1**) y otras dos entradas **R91** y **R92** llevan al contador a 9 (**1001**).



La separación del primer biestable permite la configuración de contadores módulo 10 BCD (**DCBA**: entrada por A y la salida de A unida a la entrada de B) y bi-quinarios (**ADCB**: entrada por B y la salida de D unida a la entrada de A); estos últimos también dividen la frecuencia por 10 pero, además, proporcionan una onda cuadrada como resultado de dicha división (en la salida más significativa **QA**: 5 unidades de tiempo en **0** y otras 5 unidades de tiempo en **1**).

La existencia de dos entradas de borrado (configurando internamente una puerta "y" entre ellas) permite construir contadores módulo 3, módulo 6 y módulo 9 (cuyos términos mínimos reducidos tienen dos variables) sin necesidad de añadir ninguna puerta exterior. Además, este circuito ofrece de por sí contadores módulos 2 y 5 y es directo configurar contadores módulos 4 y 8 (cuyos términos mínimos reducidos tienen una sola variable). [Un contador módulo 7, con conteo un poco «extraño», puede conseguirse uniendo las salidas C y B a las entradas **R91** y **R92**, de manera que contará 0 1 2 3 4 5 9 0 1 2 ...]