

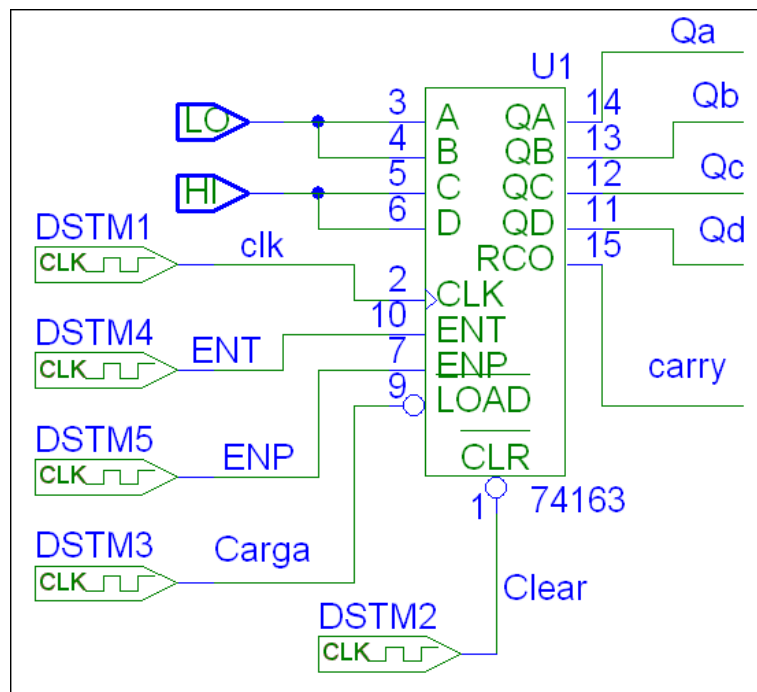
Funcionamiento del Contador Integrado SN74163

El procedimiento más directo para entender el funcionamiento de un circuito integrado es probarlo en el laboratorio, viendo como responde ante las diferentes configuraciones de sus señales de entrada o en su defecto hacerlo a través del estudio del cronograma resultante de su simulación.

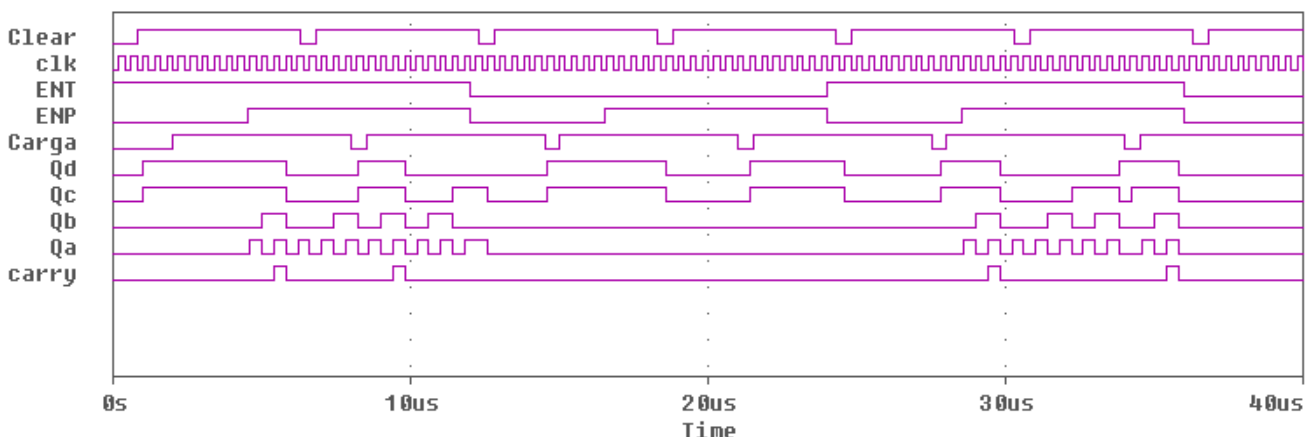
Como el estudio debe ser completo debemos definir los periodos y los tiempos en alta y en baja de las señales de entrada de forma que obtengamos todas las combinaciones posibles de los valores de las señales de entrada que estamos interesados en estudiar.

En este caso los valores seleccionados han sido :

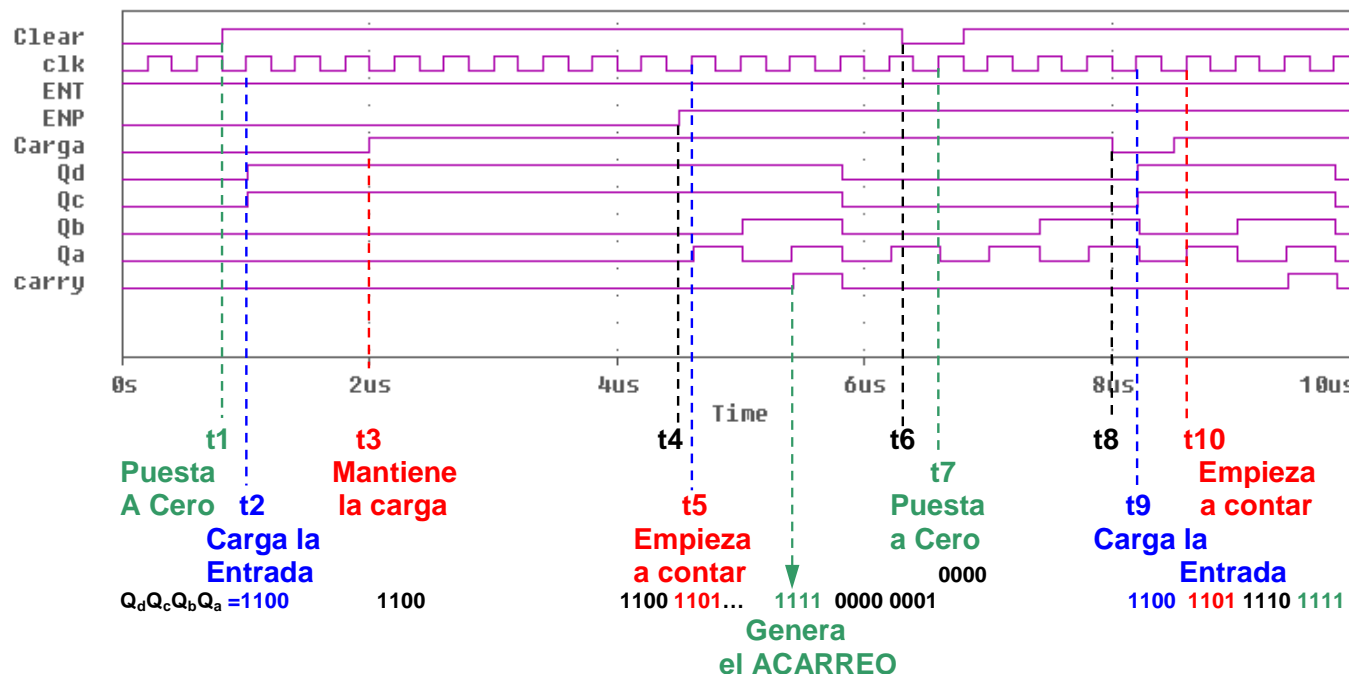
Clk:	Delay=0	ONTIME=.2us	OFFTIME=.2us	STARTVAL=0	OPPVAL=1
Clear:	Delay=1	ONTIME=5.5us	OFFTIME=.5us	STARTVAL=0	OPPVAL=1
ENT:	Delay=0	ONTIME=12us	STARTVAL=1	OPPVAL=0	
ENP:	Delay=4.5us	ONTIME=7.5us	OFFTIME=4.5us	STARTVAL=0	OPPVAL=1
Carga	Delay=2us	ONTIME=6us	OFFTIME=.5us	STARTVAL=0	OPPVAL=1



El cronograma completo resultante es el siguiente:



Como estamos interesados en estudiar su funcionamiento cuando el conjunto de las señales Carga, ENT y ENP toman todos los valores posibles, hemos elegido los tiempos para que se den estas condiciones. Obsérvese que el pulso negativo de la señal de Carga aparece cuando se presentan todos y cada uno de los términos mínimos de ENT y ENP. Para ver el funcionamiento mejor, vamos a ampliar el trozo del cronograma correspondiente a los tiempos que van desde el inicio hasta 10us.



Tenemos que tener en cuenta que los cambios se producen *siempre* en las subidas de los pulsos de reloj y que la palabra de entrada que se va a cargar tiene un valor constante fijado por la palabra: $Q_d Q_c Q_b Q_a = 1100$.

Inicialmente todas las señales están en “0” menos la señal ENT que vale “1”. Sin embargo el contador está en “0”.

En $t=t_1$, la señal “Clear” pasa a “1”, mientras que $ENT=1$. $ENP=0$ y $Carga=0$.

En $t=t_2$, se produce la subida del reloj manteniéndose los valores de “Clear”, ENT y ENP. Esto da lugar a que el contador pase al estado 1100 porque se ha cargado con la palabra de entrada, $Q_d Q_c Q_b Q_a = 1100$.

En $t=t_3$, la señal “Carga” pasa a “1”, y la carga se mantiene, de forma que el contador no cambia de estado durante todo el tiempo en el que $ENT = 1$ y $ENP = 0$.

En $t=t_4$, la señal “ENP” pasa a “1”. Ahora tenemos las señales de control en los siguiente valores: $Clear=1$, $Carga=1$, $ENT=1$ y $ENP=1$

En $t=t_5$ el pulso de reloj sube y, como podemos ver, el contador empieza a contar a partir de la palabra cargada 1100. Así el contador recorre la secuencia $Q_d Q_c Q_b Q_a = 1100, 1101, 1110, 1111, 0000$ y 0001 .

Cuando el contador alcanza el valor $Q_d Q_c Q_b Q_a = 1111$ el contador genera el pulso del Acarreo.”

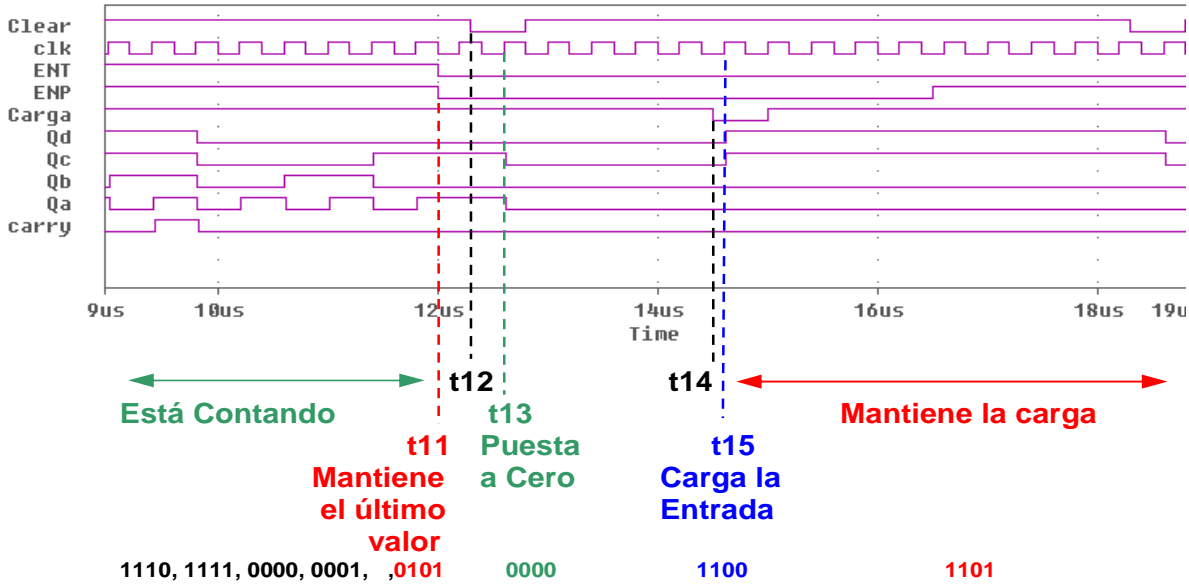
En $t=t_6$ la señal de “Clear” pasa a “0” provocando que en la siguiente subida del pulso de reloj ($t=t_7$) el contador se ponga a “0”, $Q_d Q_c Q_b Q_a = 0000$.

A partir de $t=t_7$ y hasta $t=t_8$ las señales están en $Clear=Carga=ENT=ENP=1$ por lo que el contador pasa de nuevo a contar, pero ahora lo hace partiendo de 0000. Así cuenta: $Q_d Q_c Q_b Q_a = 0000, 0001, 0010$ y 0011 .

En $t=t_8$ la señal de "Carga" pasa a "0" provocando que en la siguiente subida del pulso de reloj ($t=t_9$) el contador se cargue con la palabra fija de entrada", $Q_dQ_cQ_bQ_a = 1100$.

A partir de $t=t_{10}$ las señales están en $Clear=Carga=ENT=ENP=1$ por lo que el contador pasa de nuevo a contar, pero ahora lo hace partiendo de 1100 que es el valor cargado en t_9 .

Veamos que pasa en el siguiente tramo del cronograma (de 10us a 19us).



Desde $t=t_{10}$ (cronograma anterior) hasta $t=t_{11}$ no se ha producido ningún cambio en las señales por lo que el contador sigue contando.

En $t=t_{11}$, las señales ENT y ENP pasan las dos a "0" y el contador retiene el último valor (0101) hasta que sube el reloj en $t=13$, momento en el que se pone a "0" como consecuencia de que en $t=t_{12}$ en la señal de "Clear" ha aparecido un pulso negativo.

A partir de $t=t_{12}$ el contador permanece en 0000 hasta $t=t_{13}$ momento en el que aparece un pulso de Carga pasando a cargarse, de nuevo, con la palabra de entrada 1100.

De forma análoga podemos seguir analizando el resto del cronograma

Finalmente, a partir de este análisis podemos construir la siguiente tabla de verdad del funcionamiento de este contador integrado síncrono, SN74163:

Clk (reloj)	Clear	Carga	ENT	ENP	Función
↑	0	x	x	x	RESET. Se pone a Cero
↑	1	0	x	x	CARGA la palabra de entrada
↑	1	1	0	x	INHIBIDO Retiene el último valor
↑	1	1	x	0	INHIBIDO Retiene el último valor
↑	1	1	1	1	CUENTA a partir del último valor

* * * * *