

MÓDULO N°9

CONTADORES

UNIDAD: LÓGICA SECUENCIAL

TEMAS:

- Principio de Operación.
- Contadores Prefijables.
- Expansión de Contadores.

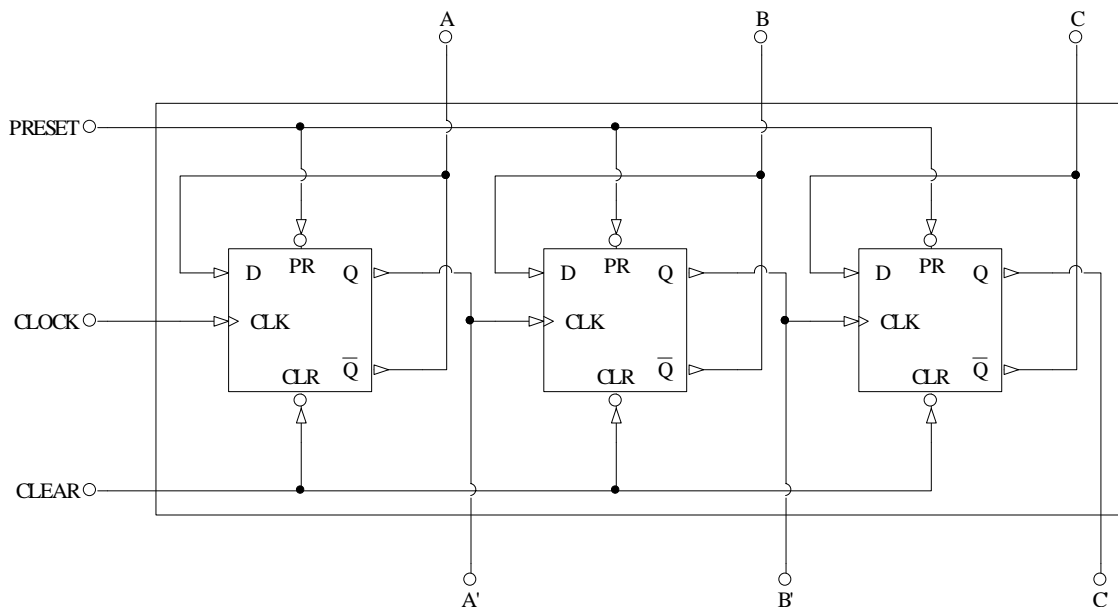
OBJETIVOS:

- Comprender la operación y la utilidad de los contadores.
- Diseñar contadores de diferentes módulos de conteo.
- Explicar el funcionamiento de los contadores prefijables.
- Entender la expansión de contadores.

DESARROLLO DE TEMAS

1. Principio de Operación:

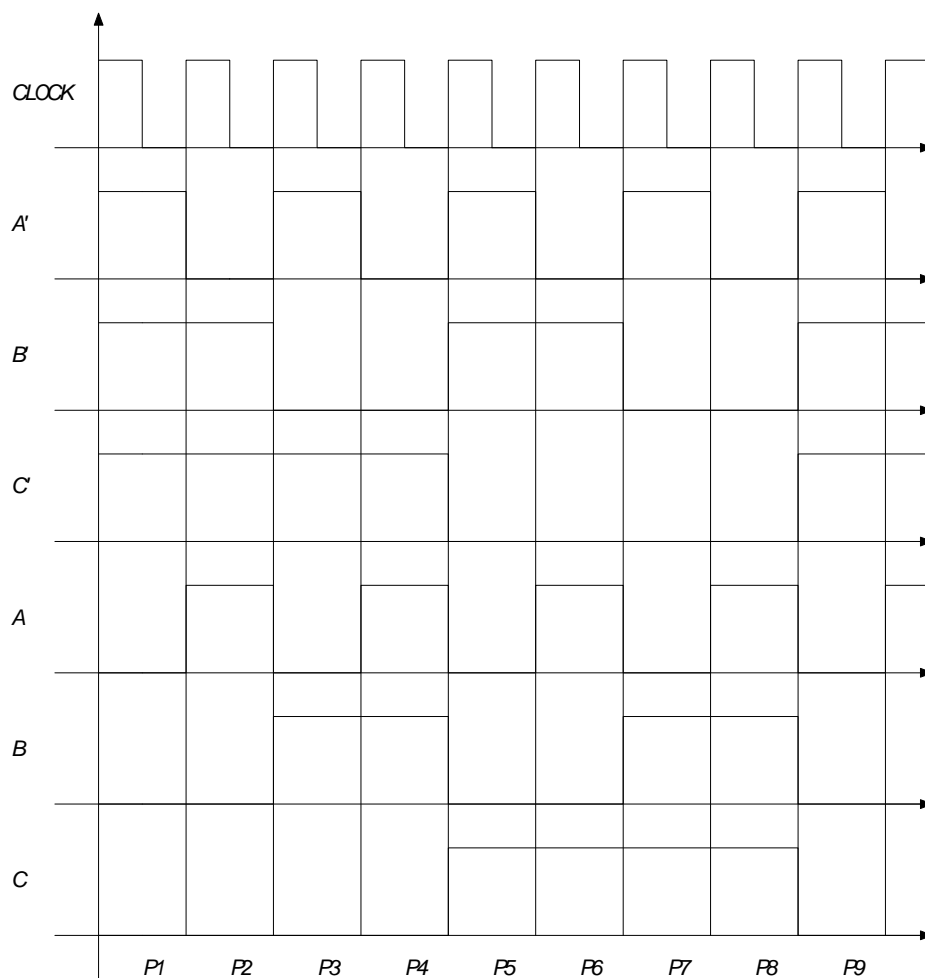
Un contador es básicamente un grupo de FF, conectados de una forma específica, que permite contar pulsos digitales provenientes de multivibradores y expresar dicho conteo en forma binaria. A continuación se muestra el esquema básico de un contador:



Observe que los FF D están conectados para operar como FF T, es decir, como divisores de frecuencia (ver módulo 7). En este caso la salida A provee un factor de división para 2, o dicho de otra forma, por cada 2 pulsos de la señal de reloj, la salida A genera 1 pulso.

La salida B tiene un factor de 4, con lo que por cada 4 pulsos de la señal de reloj, la salida B genera 1 pulso. Finalmente C tiene un factor de 8, con lo que por cada 8 pulsos de la señal de reloj, la salida C genera un pulso.

Seguidamente se presenta un diagrama de tiempos que explica este comportamiento, donde se ha supuesto que inicialmente se ha dado un pulso de PRESET:



Según se observa, al inicio del 9 pulso (P9), todas las salidas regresan a su estado inicial, esto se aprecia mejor si se coloca los diferentes estados en una tabla:

PULSO:	C:	B:	A:	VALOR:	C':	B':	A':	VALOR:
P1	0	0	0	0	1	1	1	7
P2	0	0	1	1	1	1	0	6
P3	0	1	0	2	1	0	1	5
P4	0	1	1	3	1	0	0	4
P5	1	0	0	4	0	1	1	3
P6	1	0	1	5	0	1	0	2
P7	1	1	0	6	0	0	1	1
P8	1	1	1	7	0	0	0	0
P9	0	0	0	0	1	1	1	7

Observe que los diferentes estados que toman las salidas para cada pulso de reloj, en realidad forman un conteo binario equivalente a la cantidad de pulsos que han pasado, por esta razón dicho circuito recibe el nombre de contador binario.

Adicionalmente se observa un detalle importante, si se utilizan las salidas A, B y C, se tiene un conteo ascendente, mientras que con las salidas A', B' y C', se tiene un conteo descendente.

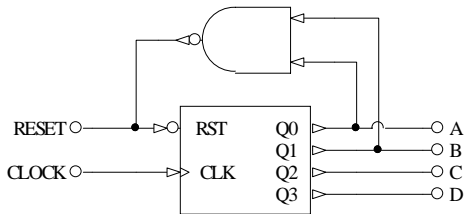
El máximo conteo depende del número de salidas (FF D utilizados), respetando la siguiente relación:

$$M \leq 2^N$$

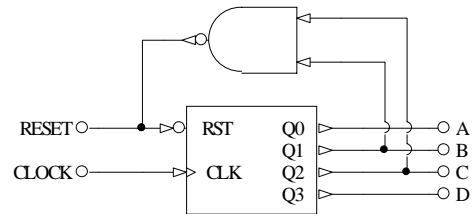
Donde M es el conteo máximo y N es el número de salidas, así un contador de 4 salidas puede contar máximo hasta 16 pulsos antes de repetir el conteo, mientras que uno de 8 salidas puede contar máximo hasta 256 pulsos.

La relación anterior también establece que el conteo puede ser menor que el máximo, como ejemplo, para el contador anterior de 3 salidas o bits, se podría contar hasta cualquier número de pulsos entre 2 y 8. Para lograr esto es necesaria la utilización de compuertas para detectar un conteo específico y reiniciar el contador.

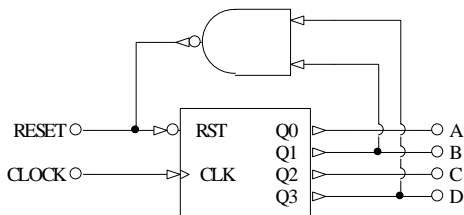
En los siguientes esquemas se muestran varios ejemplos de contadores:



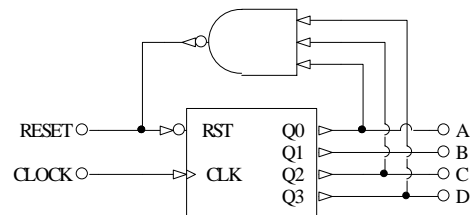
CONT. MOD 3



CONT. MOD 6



CONT. MOD BCD (10)



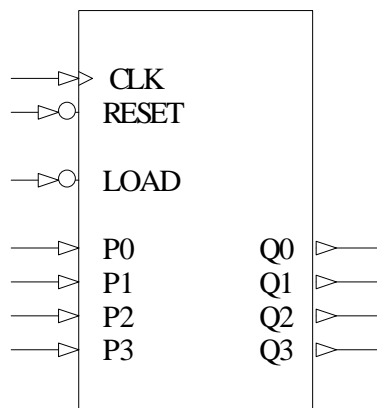
CONT. MOD 13

En el primer caso se tiene un contador de 3 pulsos o de módulo 3 (MOD 3), en este caso el conteo será 0, 1 y 2, al llegar a 3 (0011 en binario), se generará un pulso de RESET muy rápido por lo que el valor 3 no podrá ser visto, este hecho revele un factor importante el máximo número que si podrá ser visto en las salidas, es uno menos el módulo del contador.

Aplicando el mismo principio, se puede entender la operación del resto de contadores. Finalmente observe que cuando se tiene un contador de módulo 10 es usual llamarlo contador BCD (Decimal Codificado en Binario) el cual es muy usado cuando se trabaja con Decodificadores de 7 segmentos (ver módulo 4).

2. Contadores Prefijables:

Los contadores prefijables, son un tipo especial de contador, que además de la función principal de conteo, ofrecen la posibilidad de establecer el valor desde el cual se iniciará la cuenta. Para tal propósito dichos contadores, disponen de N entradas adicionales (N es el número de salidas de conteo) y una línea extra denominada LOAD (carga), tal como se muestra en la siguiente figura:



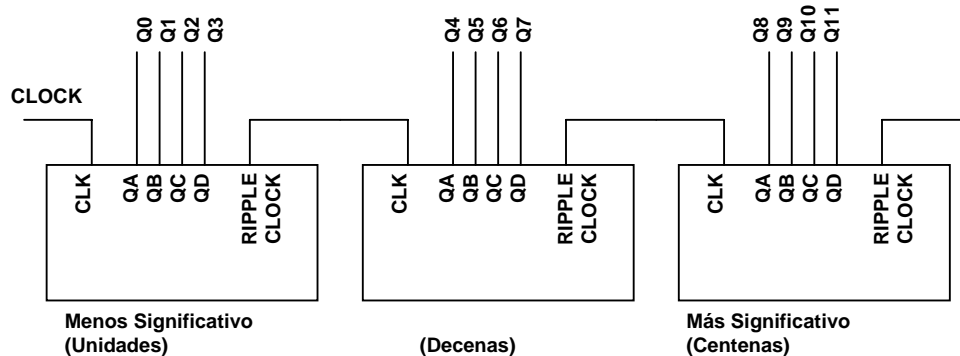
En cierta forma, un contador prefijable es la unión de un contador y un registro de almacenamiento (ver módulo 8). Para cargar el valor inicial se coloca los niveles lógicos apropiados en las entradas P0 a P3 y luego se da un pulso en la línea LOAD, luego de lo cual las salidas Q0 a Q3, toman el valor respectivo.

Esta funcionalidad es muy útil cuando se debe realizar conteos descendentes, en donde se debe establecer el valor desde el cual se empezará a disminuir hasta llegar a cero.

3. Expansión de Contadores:

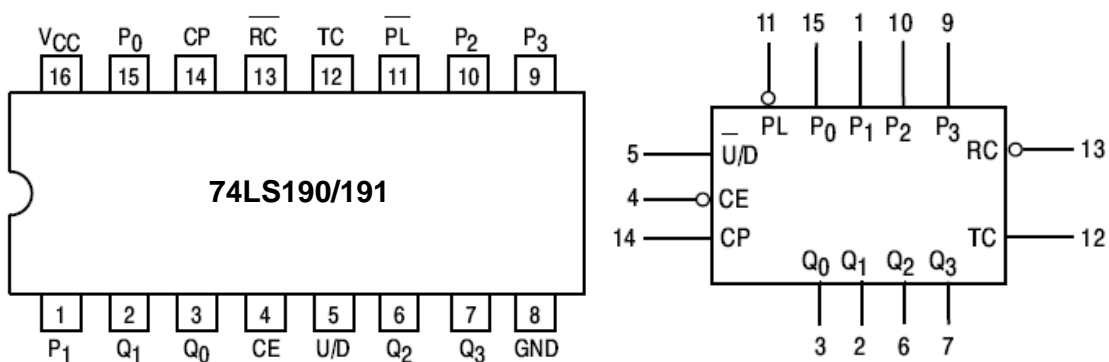
En la mayoría de aplicaciones, un solo contador no es suficiente para realizar un conteo específico de pulsos utilizando alguno módulo determinado, en estos casos es necesaria la expansión de contadores o conexión en cascada de manera que se pueda alcanzar un conteo de más dígitos o bits.

Para lograr esto, algunos contadores incluyen una línea adicional que puede ser identificada bajo el nombre de OVERFLOW o RIPPLE CLOCK, esta línea genera un pulso cuando el contador ha alcanzado el máximo conteo (ya sea en forma ascendente o descendente), dicho pulso puede ser utilizado como señal de reloj para otro contador, tal como se muestra en la siguiente figura:



Como se aprecia, cuando el primer contador ha sobrepasado su conteo, emite un pulso que hará que el siguiente cambie su conteo en una cifra. Esta configuración es muy común en sistemas para el conteo de eventos (objetos en una banda, revoluciones en ejes, etc.)

Comercialmente se dispone de dos contadores muy populares: el 74LS190 y el 74LS191, cuya distribución de pines se muestra a continuación:



El 74LS190 es un contador MOD BCD, mientras que el 74LS191 es un contador MOD 16. Ambos contadores son prefijables para lo cual disponen de las líneas (PL, P0, P1, P2, P3), pueden ser conectados en cascada por medio de la línea RC (RIPPLE CLOCK), además pueden realizar conteos en forma ascendente y descendente según la línea U / D (UP / DOWN) esté en 0 o en 1 respectivamente, finalmente, disponen de una línea de pausa llamada CE (CLOCK ENABLE), que bloquea la señal de reloj congelando el conteo, cuando recibe un 1.

EJERCICIOS

1. Analice, anote y compruebe el funcionamiento del circuito mostrado al final de este módulo.
2. Diseñe un temporizador de eventos de hasta 99 segundos que pueda ser programado y que indique el tiempo restante en dos visualizadores de 7 segmentos. Al finalizar el tiempo establecido se debe activar una sirena por medio de un relé, debe tener un pulsante de inicio y otro de paro. Utilizar dipswitchs para el ingreso de las unidades y decenas, dos 74LS190, un LM555 conectado como astable con un periodo de 1 segundo y dos FF RS NAND (se sugiere revisar el ejercicio 2 del módulo 8).
3. Se requiere desarrollar un sistema de control para una banda transportadora encargada del empaquetado de botellas, en la cual, cada 6 botellas se debe cambiar de posición una aleta controlada por una pistón neumático sencillo, a fin de reorientar la salida de las 6 botellas siguientes. El diseño debe incluir el sensor que detectará las botellas el cual debe ser óptico (ver capítulo 9 del módulo de Electrónica General). Utilizar el 74LS191, el 74LS74 como FF T, y una electroválvula comandada por un transistor.

OBSERVACIONES PARA LA SIGUIENTE CLASE

- Realizar en hojas perforadas los ejercicios que falten o que el profesor indique.
- Revisar los temas tratados en este módulo.
- Traer **POR PERSONA** las siguientes herramientas:
 - Multímetro.
 - Cable Multipar.
 - Pinza de Puntas Planas.
 - Tijera, Cuchilla o Pela-cables.
 - **Fuente de +5V / 1A.**
 - **Punta Lógica.**

* Se recuerda que los materiales **EN ESPECIAL LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN Y LA PUNTA LÓGICA**, serán revisados antes de empezar la práctica, en caso de no disponer de los mismos o tenerlos incompletos se disminuirá la nota de la práctica de ese día de acuerdo al caso.

