
División de frecuencia

Autor:

Data de publicació: 30-07-2023

https://www.electronics-tutorials.ws/counter/count_1.html

División de frecuencia

La división de frecuencia utiliza flip-flops de alternancia de dividir por 2 como contadores binarios para reducir la frecuencia de la señal de reloj de entrada

En los tutoriales de Sequential Logic vimos cómo funcionan los Flip-Flop de tipo D y cómo se pueden conectar entre sí para formar un Data Latch. Otra característica útil del Flip-Flop de tipo D es como un divisor binario, para la división de frecuencia o como un contador de "dividir por 2".

Aquí el terminal de salida invertido Q (NOT-Q) se conecta directamente al terminal de entrada de datos D dando al dispositivo "retroalimentación" como se muestra a continuación.

Contador de división de frecuencia dividido por 2

Se puede ver en las formas de onda de frecuencia anteriores, que al "retroalimentar" la salida de Q al terminal de entrada D, los pulsos de salida en Q tienen una frecuencia que es exactamente la mitad ($f \div 2$) de la frecuencia del reloj de entrada. En otras palabras, el circuito produce división de frecuencia, ya que ahora divide la frecuencia de entrada por un factor de dos (una octava).

Esto produce un tipo de contador llamado "contador de ondulación" y en los contadores de ondulación, el pulso del reloj activa el primer flip-flop cuya salida activa el segundo flip-flop, que a su vez activa el tercer flip-flop y así sucesivamente a través de la cadena produciendo un efecto ondulatorio (de ahí su nombre) de la señal de temporización a medida que pasa a través de la cadena.

El interruptor Flip-Flop

Otro tipo de dispositivo digital que se puede utilizar para la división de frecuencia es el tipo T o Toggle flip-flop. Con una ligera modificación a una chancleta JK estándar, podemos construir un nuevo tipo de chancleta llamada chancleta Toggle.

Las chancletas de palanca se pueden hacer de chancletas tipo D como se muestra arriba, o de chancletas JK estándar como el 74LS73. El resultado es un dispositivo con solo dos entradas, la entrada "Toggle" en sí misma y la entrada negativa que controla "Clock" como se muestra.

74LS73 Alternar chancleta

Un "Toggle flip-flop" recibe su nombre del hecho de que el flip-flop tiene la capacidad de alternar o cambiar entre sus dos estados diferentes, el "estado de alternancia" y el "estado de memoria". Dado que solo hay dos estados, un flip-flop de tipo T es ideal para su uso en división de frecuencia y diseño de contador binario.

Los contadores de ondulación binarios se pueden construir usando "Toggle" o "T-type flip-flops" conectando la salida de uno a la entrada de reloj del siguiente. Las chancletas de palanca son ideales para construir contadores de ondulación, ya que alterna de un estado a otro, (ALTA a BAJA o BAJA a ALTA) en cada ciclo de reloj, por lo que el divisor de frecuencia simple y los circuitos de contador de ondulación se pueden construir fácilmente utilizando circuitos flip-flop estándar de tipo T.

Si conectamos en serie, dos flip-flops de tipo T, la frecuencia de entrada inicial será "dividida por dos" por la primera flip-flop ($f \div 2$) y luego "dividida por dos" nuevamente por la segunda flip-flop ($f \div 2$) $\div 2$, dando una frecuencia de salida que efectivamente se ha dividido cuatro veces, luego su frecuencia de salida se convierte en un cuarto de valor (25%) de la frecuencia de reloj original, ($f \div 4$).

Cada vez que agregamos otro interruptor o flip-flop "tipo T" a la cadena, la frecuencia del reloj de salida se reduce a la mitad o se divide por 2 nuevamente y así sucesivamente, dando una frecuencia de salida de 2^n donde "n" es el número de chancletas utilizadas en la secuencia.

Luego, el Toggle o flip-flop de tipo T es un dispositivo de división por 2 activado por borde basado en el flip flop estándar de tipo JK y que se activa en el borde ascendente de la señal del reloj. El resultado es que cada bit se mueve hacia la derecha por un flip-flop. Todas las chancletas se pueden restablecer de forma asíncrona y se pueden activar para encender el borde delantero o posterior de la señal de reloj de entrada, lo que lo hace ideal para la división de frecuencia.

Este tipo de circuito de contador utilizado para la división de frecuencia se conoce comúnmente como contador binario asíncrono de 3 bits, ya que la salida de QA a QC, que tiene 3 bits de ancho, es un recuento binario de 0 a 7 para cada pulso de reloj.

En un contador asíncrono, el reloj se aplica solo a la primera etapa con la salida de una etapa flip-flop que proporciona la señal de sincronización para la siguiente etapa flip-flop y las etapas posteriores derivan el reloj de la etapa anterior con el pulso del reloj reducido a la mitad por cada etapa.

Esta disposición se conoce comúnmente como asíncrona, ya que cada evento de sincronización se produce de forma independiente, ya que todos los bits del contador no cambian todos al mismo tiempo. Como el contador cuenta secuencialmente en una dirección ascendente de 0 a 7. Este tipo de contador también se conoce como contador "arriba" o "adelante" (CTU) o "contador ascendente asíncrono de 3 bits". El contador asíncrono de tres bits que se muestra es típico y utiliza chancletas en el modo de alternancia. También están disponibles contadores asíncronos "Down" (CTD).

Ciclo de reloj
Patrón de bits de salida

QC
!QB
QA

0
0
0
0

1
0
0
1

2
0
1
0

3
0
1
1

4
1
0
0

5
1
0
1

6
1
1
0

7
1
1
1

Por lo tanto, podemos ver que la salida del flip-flop de tipo D está a la mitad de la frecuencia de la entrada, en otras palabras, cuenta en 2. Al unir en cascada más flip-flops de tipo D o Toggle, podemos producir una división por 2, dividir por 4, dividir por 8, etc. circuito que dividirá la frecuencia del reloj de entrada por 2, 4 u 8 veces, de hecho cualquier valor a la potencia de 2 que queramos haciendo un circuito contador binario.

División de frecuencia mediante contadores binarios

Por lo tanto, podemos ver que un contador no es más que un registro especializado o generador de patrones que produce un patrón de salida específico o una secuencia de valores binarios (o estados) sobre la aplicación de una señal de pulso de entrada llamada "Reloj".

El reloj se utiliza realmente para la transferencia de datos en estas aplicaciones. Típicamente, los contadores son circuitos lógicos que pueden aumentar o disminuir un conteo en uno, pero cuando se usan como contadores asíncronos de división por n, pueden dividir estos pulsos de entrada produciendo una señal de división de reloj.

Los contadores se forman conectando flip-flops juntos y cualquier número de flip-flops se pueden conectar o "conectar en cascada" para formar un contador binario "dividir por n" donde "n" es el número de etapas de contador utilizadas y que se llama Módulo. El módulo o simplemente "MOD" de un contador es el número de estados de salida por los que pasa el contador antes de volver a cero, es decir, un ciclo completo.

Luego, un contador con tres chancas como el circuito anterior contará de 0 a 7, es decir, $2n-1$. Tiene ocho estados de salida diferentes que representan los números decimales del 0 al 7 y se llama contador Modulo-8 o MOD-8. Un contador con cuatro chancas contará de 0 a 15 y, por lo tanto, se llama contador Modulo-16 y así sucesivamente.

Un ejemplo de esto se da como.

Contador binario de 3 bits = $2^3 = 8$ (módulo-8 o MOD-8)

Contador binario de 4 bits = $2^4 = 16$ (módulo-16 o MOD-16)

Contador binario de 8 bits = $2^8 = 256$ (módulo-256 o MOD-256)

y así sucesivamente.

El número Modulo se puede aumentar agregando más flip-flops al contador y la cascada es un método para lograr contadores de módulo más altos. Luego, el número módulo o MOD se puede escribir simplemente como: Número MOD = 2^n

Contador Modulo-4 de 16 bits

Los contadores asíncronos de varios bits conectados de esta manera también se denominan "contadores de ondulación" o divisores de ondulación porque el cambio de estado en cada etapa parece "ondularse" a través del contador desde la salida LSB a su conexión de salida MSB. Los contadores de ondulación están disponibles en forma de IC estándar, desde el contador 74LS393 Dual de 4 bits hasta el 74HC4060, que es un contador de ondulación de 14 bits con su propio oscilador de reloj incorporado y produce una excelente división de frecuencia de la frecuencia fundamental.

Resumen de la división de frecuencias

Para la división de frecuencia, las chancas de modo de alternancia se utilizan en una cadena como una división por dos contadores. Un flip-flop dividirá el reloj, f_{EN} Por 2, dos chancas se dividirán f_{EN} por 4 (y así sucesivamente). Un beneficio de usar chancas de palanca para la división de frecuencia es que la salida en cualquier punto tiene un ciclo de trabajo exacto del 50%.

La señal de reloj de salida final tendrá un valor de frecuencia igual a la frecuencia del reloj de entrada dividido por el número MOD del contador. Tales circuitos se conocen como contadores de "dividir por n". Los contadores se pueden formar conectando chancas individuales y se clasifican de acuerdo con la forma en que se sincronizan.

En los contadores asíncronos, (contador de ondulación) el primer flip-flop es cronometrado por el pulso de reloj externo y luego cada flip-flop sucesivo es cronometrado por la salida del flip-flop anterior. En los contadores sincrónicos, la entrada del reloj está conectada a todas las chancas para que se cronometren simultáneamente.

En el siguiente tutorial veremos los contadores asíncronos y veremos que la característica principal de un contador

asíncrono es que cada flip-flop de la cadena deriva su propio reloj del flip-flop anterior y, por lo tanto, es independiente del reloj de entrada.