

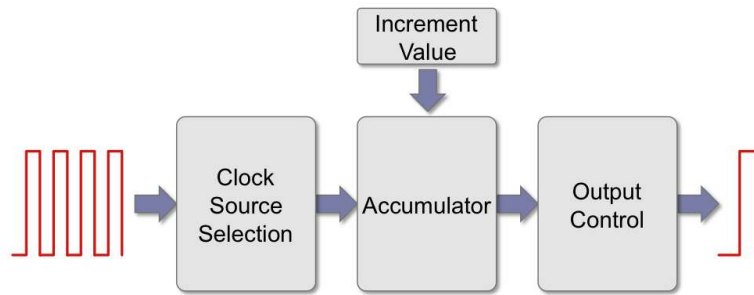
Oscilador controlado numéricamente

El módulo **Oscilador controlado numéricamente (NCOx)** es un temporizador que utiliza el desbordamiento de un acumulador para crear una señal de salida. El desbordamiento del acumulador se controla mediante un valor de incremento ajustable en lugar de un solo pulso de reloj o un incremento posterior al escalador. Esto ofrece una ventaja sobre un simple contador accionado por temporizador en el sentido de que la resolución de la división no varía con el valor del divisor del preescalador/postescalador algo limitado. El NCOx es más útil para aplicaciones que requieren precisión de frecuencia y resolución fina en un ciclo de trabajo fijo.

Las características del NCOx incluyen:

- función de incremento de 16 bits
- Modo de ciclo de trabajo fijo (FDC)
- Modo de frecuencia de pulso (PF)
- Control de ancho de pulso de salida
- Múltiples fuentes de entrada de reloj
- Control de polaridad de salida
- capacidad de interrupción

El NCOx opera agregando repetidamente un valor fijo a un acumulador. Las adiciones ocurren a la velocidad del reloj de entrada. El acumulador se desbordará con un acarreo periódicamente, que es la salida de NCOx sin procesar. Esto reduce efectivamente el reloj de entrada en la proporción del valor agregado al valor máximo del acumulador.



(/local--files/8bit:nco/NCO.png)

La salida NCOx se puede modificar aún más estirando el pulso o alternando un flip-flop. La salida NCOx modificada se distribuye internamente a otros periféricos y, opcionalmente, se envía a un pin de E/S. El desbordamiento del acumulador también puede generar una interrupción. El período NCOx cambia en pasos discretos para crear una frecuencia promedio. Esta salida depende de la capacidad del circuito receptor (es decir, CWG o circuito convertidor resonante externo) para promediar la salida NCOx para reducir la incertidumbre.

El desbordamiento del módulo NCO se basa en la siguiente fórmula:

The NCO output is based on the formula below

$$\text{Accumulator Overflow Rate} = \frac{\text{Accumulator Overflow Value}}{\text{Input Clock Frequency} \times \text{Increment Value}}$$

(/local--files/8bit:nco/NCO_formula.png)

Videotutorial para suboficiales

Este video presenta el oscilador controlado numéricamente (NCO) para dispositivos MCU de 8 bits de Microchip y muestra cómo usarlo.



Microchip Self-Paced Training – Numerically Controlled Oscillat...



Modos NCO

El módulo NCO puede emitir una señal en uno de los dos modos.

NCO has Two modes of operation:

- Fixed 50% duty cycle (FDC) 
- Pulse Frequency Modulation (PFM) 

(/local--

files/8bit:nco/NCO_modes.png)

El registro NCOCON controla la configuración de modo para el NCO.

NCOxCON Register

NxEN	NxOE	NxOUT	NxPOL	-	-	-	NxPFM
------	------	-------	-------	---	---	---	-------

NxPFM NCOx Pulse Frequency Mode Bit

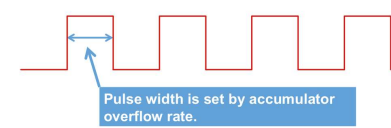
- 1 – NCOx operates in Pulse Frequency Mode
- 0 – NCOx operates in Fixed Duty Cycle Mode

(/local--

files/8bit:nco/ncocon.png)

Ciclo de trabajo fijo

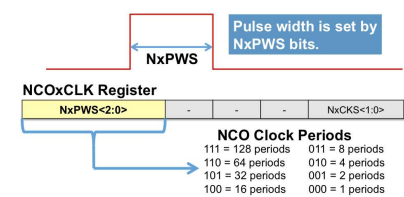
El modo de ciclo de trabajo fijo alterna la salida en cada desbordamiento del acumulador. Siempre que el valor del sumador y el reloj no cambien, esto dará como resultado una salida del ciclo de trabajo del 50 %.



(/local--
files/8bit:nco/NCO_duty.png)

Modulación de frecuencia de pulso

El modo de modulación de frecuencia de pulso activará un pulso en cada desbordamiento del acumulador durante un período establecido por tres bits en el registro NCOCON.

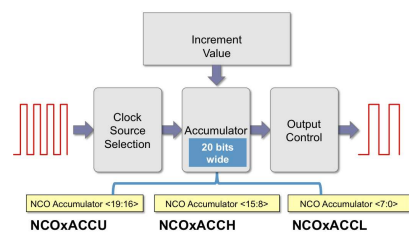


(/local--
files/8bit:nco/NCO_pulse.png)

Acumulador

El acumulador es un registro de 20 bits con un valor máximo de 1.048.575. El acceso de lectura y escritura al acumulador está disponible a través de tres registros:

- NCOxACCL
- NCOxACCH
- NCOxACCU



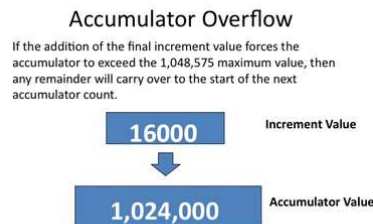
(/local--
files/8bit:nco/NCO_accumulator.png)

Cuando el acumulador se desborda, la salida del módulo NCO cambiará de estado.

Sumador

El sumador NCOx es un sumador completo que opera independientemente del reloj del sistema. Agrega el valor del valor de incremento al acumulador en cada pulso de reloj NCO. El sumador toma el valor en el acumulador y luego suma el valor del incremento. El resultado se vuelve a colocar en el acumulador. El valor del acumulador se acumulará y cualquier valor más allá de 1.048.575 se colocará como valor inicial en el acumulador.

Esto se puede restablecer si se desea escribiendo un cero en el acumulador. Esto normalmente se hace dentro de la rutina de servicio de interrupción si está habilitado en el módulo NCO.

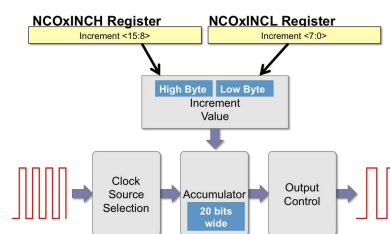


(/local--
files/8bit:nco/NCO_400_animated.gif)

Registros de incremento

El valor de incremento se almacena en dos registros de 8 bits que componen un valor de incremento de 16 bits. Los 8 bits inferiores están en el registro NCOxINCL y los 8 bits superiores están en el registro NCOxINCH.

- NCOxINCL
- NCOxPULGADAS



(/local--
files/8bit:nco/NCO_adder.png)

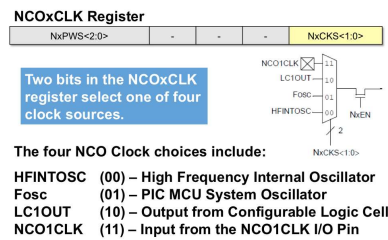
Ambos registros son de lectura y escritura. Los registros de incremento tienen doble búfer para permitir que se realicen cambios de valor sin deshabilitar primero el módulo NCOx. Las cargas del búfer son inmediatas cuando el módulo está deshabilitado. Primero es necesario escribir en el registro NCOxINCH porque luego el búfer se carga sincrónicamente con la operación NCOx después de que se ejecuta la escritura en el registro NCOxINCL.

Fuentes de reloj

Las fuentes de reloj disponibles para el NCOx incluyen:

- HFINTOSC
- F_{osc}
- LCxSALIDA
- pasador CLKIN

La fuente de reloj NCOx se selecciona configurando los bits NxCKS<2:0> en el registro NCOxCLK.



(/local--

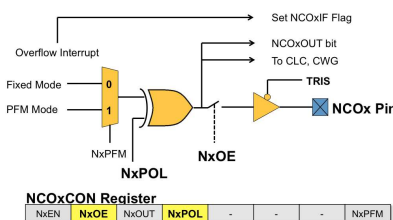
files/8bit:nco/NCO_clock.png)

La selección de HFINTOSC continuará ejecutándose incluso si el dispositivo se pone en modo de suspensión.

Producción

La salida del NCO tiene varias opciones que se pueden configurar en el registro NCOCON.

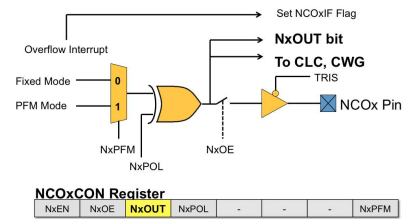
La salida se puede habilitar o deshabilitar (bit NxOE) y también invertir (bit NxPOL) configurando o borrando bits en el registro NCOCON.



(/local--

files/8bit:nco/NCO_outstate.png)

La salida también se puede monitorear en el software leyendo el estado del bit NxOUT en el registro NCOCON.



```
(/local--
files/8bit:nco/NCO_output.png)
```

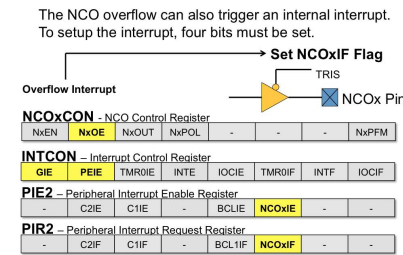
El bit NxEN puede desactivar todo el módulo NCO. Una configuración '1' habilita el módulo y una configuración '0' lo deshabilita.

Interrumpir

La salida NCO puede disparar una interrupción interna cuando el acumulador se desborda. Esto es manejado por tres bits (GIE, PEIE, NCOxIE) en el conjunto de registros que se muestra a continuación. Esto permitirá que el NCO controle las acciones del software a través de la rutina de servicio de interrupción en el código de la aplicación y al mismo tiempo emita una señal a un pin de E/S.

GIE es el bit de habilitación de interrupción global.
PEIE es el bit de habilitación de interrupción periférica.
NCOxIE es el bit de habilitación de interrupción NCO. Puede haber múltiples módulos NCO. La "x" representa el número de NCO.

El bit NCOxIF es la bandera indicadora de interrupción. Esto se puede monitorear en el software para ver si se ha producido una interrupción. Esto debe borrarse en la rutina de servicio de interrupción o en la rutina de software que lee el bit.



```
(/local--
files/8bit:nco/NCO_interrupt.png)
```