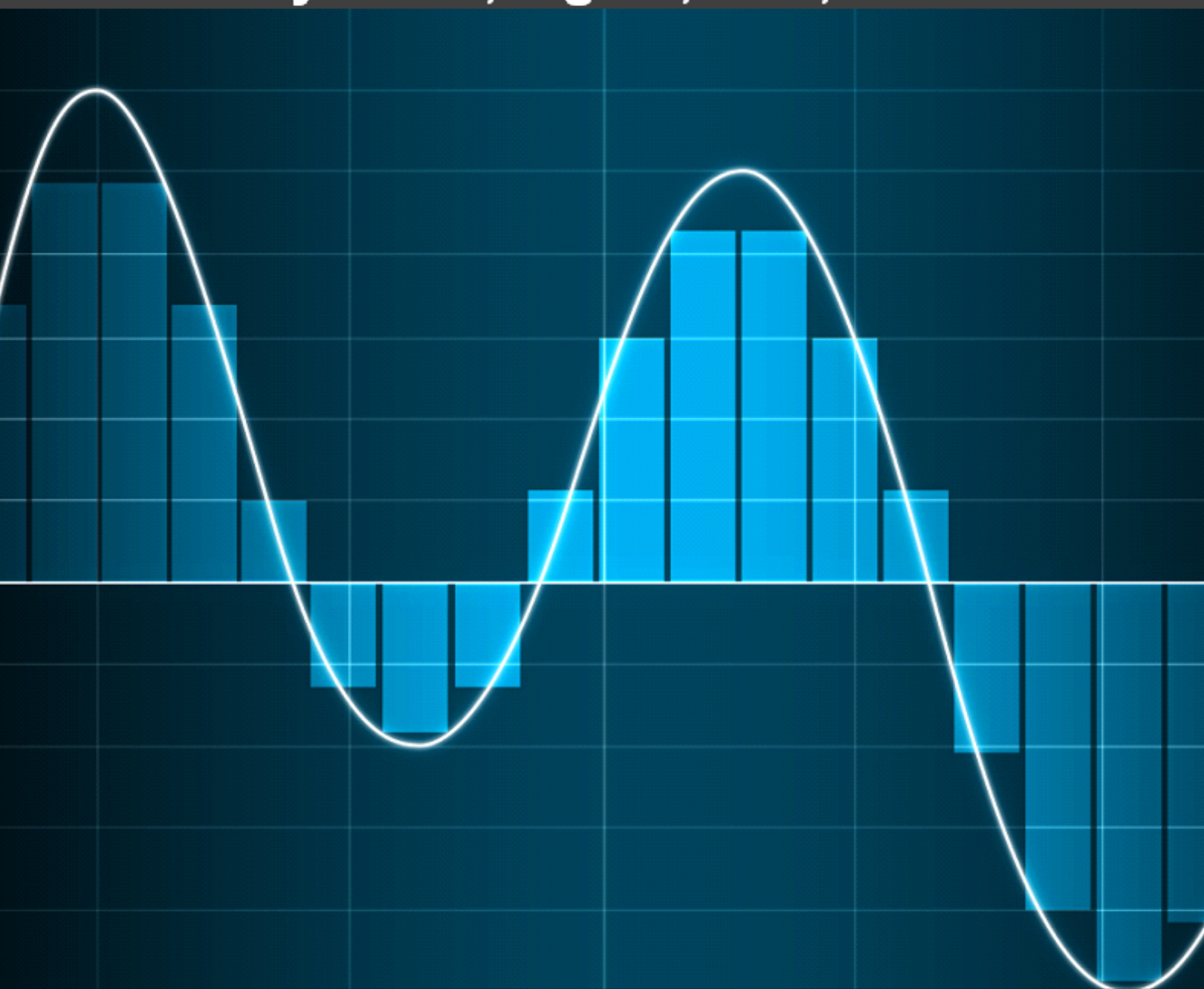




MATRIX | SYSBLOCKS

Systems, signal, DSP, FFT



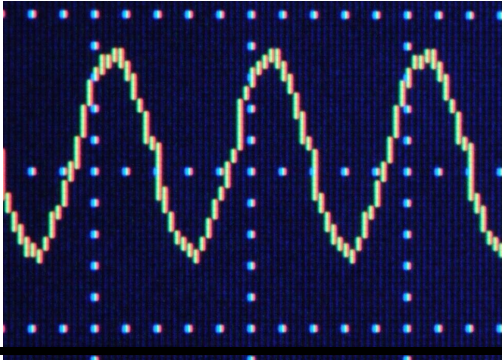
MATRIX

CP2398

www.matrixtsl.com

Copyright 2024 Matrix Technology Solutions Ltd Ltd

<i>Ficha 1</i>	Muestreo	3
<i>Ficha 2</i>	Teorema de Nyquist	5
<i>Ficha 3</i>	Conversión analógico-digital	7
<i>Ficha 4</i>	Conversión digital-analógica	9
<i>Ficha 5</i>	Ruido	12
<i>Ficha 6</i>	Relación señal/ruido	14
<i>Ficha 7</i>	Fase	16
<i>Ficha 8</i>	Manipulación de señales	18
<i>Ficha 9</i>	Detección de nivel	20
<i>Ficha 10</i>	Análisis de Fourier	22
<i>Ficha 11</i>	Conceptos básicos de Fourier	24
<i>Ficha 12</i>	Filtro digital	26



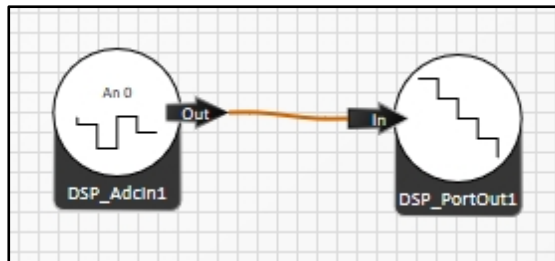
La grabación digital de audio toma muestras de la señal de audio a intervalos regulares. El número de muestras tomadas cada segundo se conoce como "frecuencia de muestreo". Cuanto mayor sea la frecuencia de muestreo, más se parecerá el resultado al original, pero mayor será el archivo de datos resultante. Tiene que haber un compromiso.

Sobre el programa

Este programa muestrea una señal analógica en la entrada 'IN0' y la reconstruye en la salida 'OUT0'. Dado que la señal se muestrea en tiempos discretos, en lugar de controlarse continuamente, habrá pasos en la señal de salida. La señal analógica de entrada varía continuamente, pero la señal de salida sólo cambia en momentos discretos, cuando se muestrea.

El programa utiliza el ajuste 'ENC0' del codificador para establecer la tasa de interrupción. La rutina de interrupción muestrea periódicamente la señal de entrada y la utiliza para generar la salida.

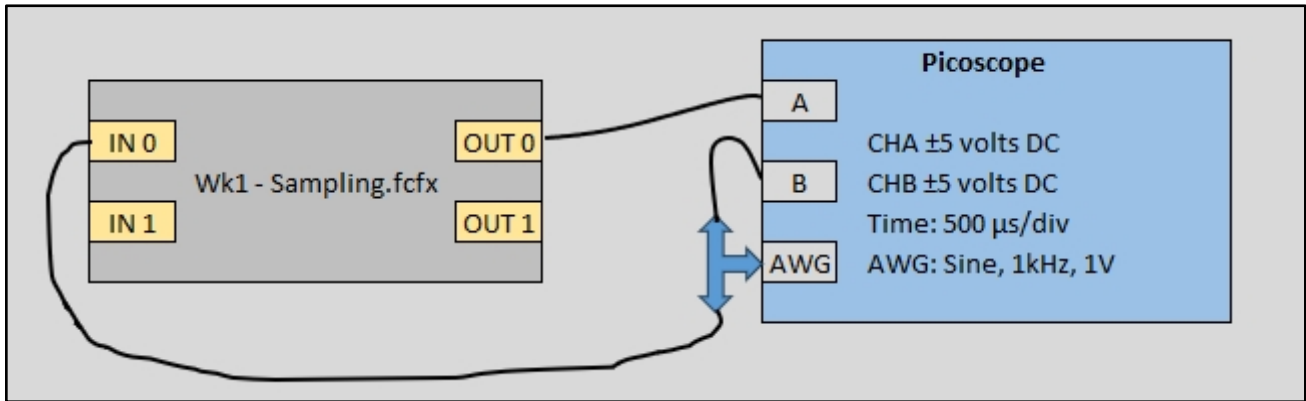
La frecuencia de muestreo de 44,1 kHz se incluye porque es típica de las aplicaciones de audio digital. Es superior al doble del límite superior de frecuencia del oído humano. Matemáticamente, también tiene un gran número de factores, ¡una propiedad muy útil!



Ajustes del proyecto:

Firmware	Wk1 - Muestreo.fcx
Entradas	'IN0' - señal a muestrear (acoplada en CA)
	AWG - ajustado para generar una señal sinusoidal con amplitud 1V y frecuencia 1kHz
Salidas	OUT0' = señal reconstruida
Interrupción DSP	8 kHz, 16 kHz o 44,1 kHz
Controla	ENC0' selecciona la frecuencia de interrupción y, por tanto, la frecuencia de muestreo.
Indicadores	'LED1' es un 'latido' que muestra que el bucle principal está en marcha. La pantalla indica la frecuencia de muestreo seleccionada.

Hardware y configuración:



Te toca a ti:

- Configure el PicoScope AWG para generar una onda sinusoidal con una frecuencia de 1 kHz y una amplitud de 1 V.
- Utilice un conector en T para conectar esta señal tanto a la toma de entrada 'INO' del Sysblocks como al canal B del Picoscopio.
- Conecta la toma de salida 'OUT0' del Sysblocks al canal A del Picoscopio, con un ajuste de base de tiempo de 500 $\mu\text{s}/\text{div}$.
- Compara las señales de salida para frecuencias de muestreo de 8, 16 y 44,1 kHz.
- Utilice cursores para medir la duración de cada paso, (correspondiente al tiempo de muestreo.)
- Compare las formas de onda de entrada y salida. Observa que la señal reconstruida se retrasa la mitad del periodo de muestreo.

Desafío

- Con la herramienta "Matemáticas" del osciloscopio, resta la señal reconstruida de la original. El resultado se denomina "ruido de cuantificación".
- Observa cómo varía con la frecuencia de muestreo.
- Cambia la forma y la frecuencia de la señal de entrada y observa los efectos.
- Conecta altavoces o auriculares a la toma "LINE OUT" y compara los sonidos producidos.

Ficha 2

Teorema de Nyquist



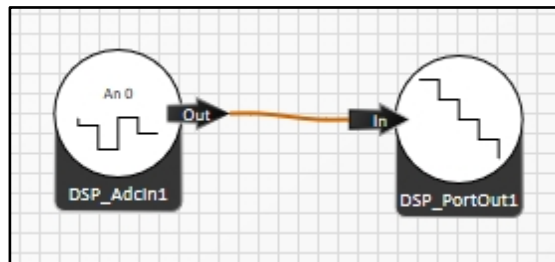
Cuando la frecuencia de muestreo es muy inferior a la frecuencia de la señal, la reconstrucción resultante no es una buena representación del original. Incluso puede generar falsas frecuencias de salida, conocidas como alias. El teorema de muestreo de Nyquist especifica la frecuencia de muestreo mínima para una señal dada.

Sobre el programa

Una vez más, el programa muestrea una señal analógica en la entrada 'IN0' y la reconstruye en la salida

OUT0'. El codificador 'ENC0' ajusta de nuevo la frecuencia de muestreo.

Al aumentar la frecuencia de la señal, llega un momento en que la onda reconstruida parece tener una frecuencia más baja que la forma de onda de entrada. Esto se denomina aliasing.



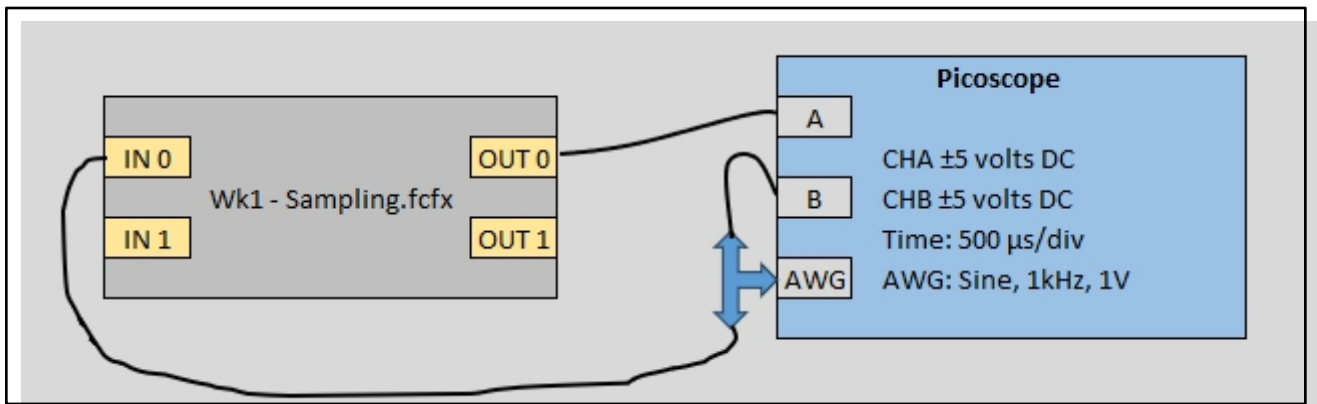
Ajustes del proyecto:

Firmware	Wk2 - Nyquist.fcfx
Entradas	'IN0' - señal a muestrear (acoplada en CA)
	AWG - ajustado para generar señal sinusoidal con amplitud 1V y frecuencia 1kHz
Salidas	OUT0' - señal reconstruida
Interrupción DSP	10 kHz o 20 kHz
Controla	ENC0' selecciona la frecuencia de interrupción y, por tanto, la frecuencia de muestreo.
Indicadores	'LED1' es un 'latido' que muestra que el bucle principal está en marcha. La pantalla indica la frecuencia de muestreo seleccionada.

Ficha 2

Teorema de Nyquist

Hardware y configuración:



El hardware se configura como en la hoja de cálculo 1.

Te toca a ti:

- Configure el PicoScope AWG para generar una onda sinusoidal con una frecuencia de 1 kHz y una amplitud de 1 V.
- Ajusta la frecuencia de muestreo a 10 kHz.
- Compara las señales original y de salida como antes.
- Aumente la frecuencia de la señal de entrada en pasos de 1 kHz y observe el efecto.
- Encuentre el punto en el que la onda reconstruida parece tener una frecuencia más baja que la señal de entrada. Mida la frecuencia aparente de esta onda reconstruida.
- Repite el mismo procedimiento para una frecuencia de muestreo de 20 kHz y compara el efecto.
- Utiliza la vista del analizador de espectro del osciloscopio y compara las dos frecuencias de muestreo. Intenta interpretar lo que muestra el analizador de espectro.

Desafío

- Cambia el AWG de PicoScope para generar ondas cuadradas y luego triangulares. ¿Cómo se reproducen?
- ¿Cuál es el efecto de una onda cuadrada en el analizador de espectro y por qué?
- Observa la vista del analizador de espectro. Estas ondas tienen componentes a frecuencias superiores a la fundamental. Mientras que la frecuencia fundamental puede cumplir el criterio de Nyquist, los componentes de frecuencia más alta se perderán. La frecuencia de salida puede coincidir con la de entrada, pero su forma no es la misma.

Ficha 3

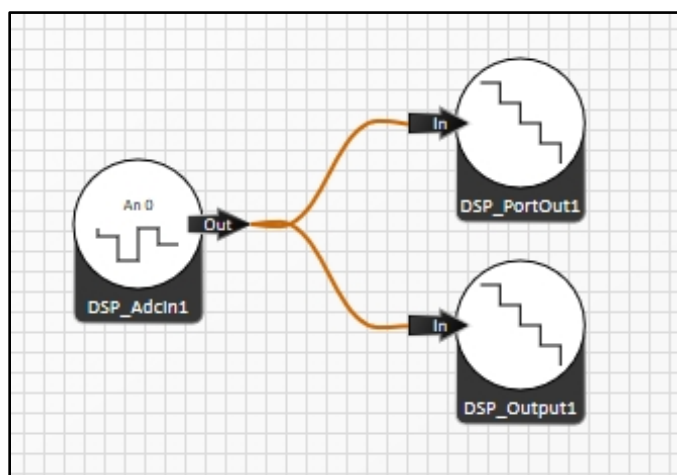
Conversión analógico-digital



El mundo exterior es en gran medida analógico: sonidos más altos o más bajos, luces más brillantes o más tenues, etc. Los microprocesadores y gran parte de la electrónica moderna son digitales y las cantidades suelen expresarse con números binarios, "0" y "1". Cuando la información pasa del mundo exterior a un sistema de microprocesador, un ADC convierte entre estos formatos de datos.

Sobre el programa

El primer programa utiliza señales del Picoscopio 'AWG' y las convierte en señales digitales. Éstas se muestran en la matriz 'VU' de la placa Sysblocks.



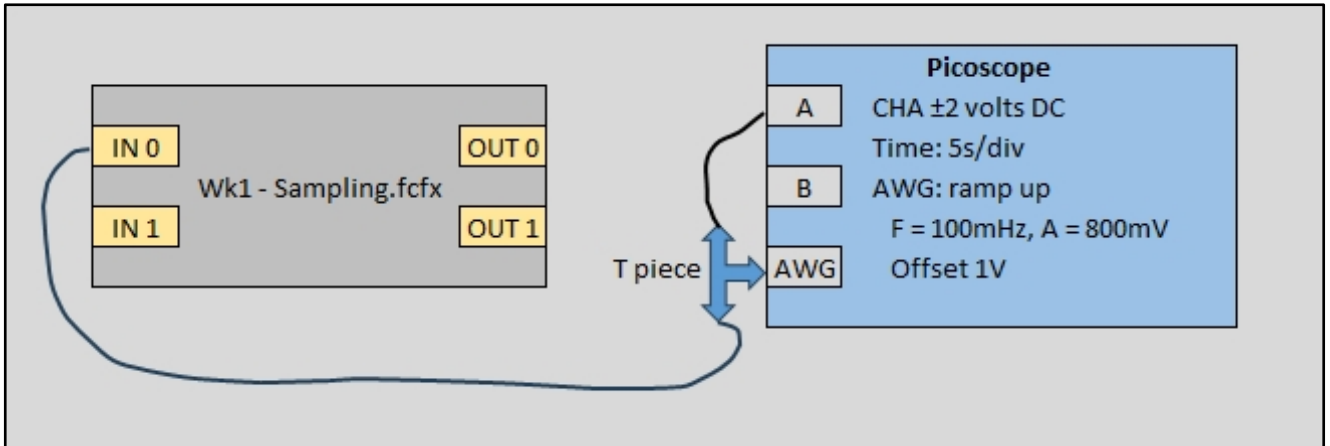
Ajustes del proyecto:

Firmware	Wk3 - ADC.fcx
Entradas	'IN0' - señal a muestrear (acoplada en CC)
	AWG - configurado para generar una señal de rampa ascendente con una amplitud de 800mV, una frecuencia de 100mHz y un desplazamiento de CC de 1V.
Salidas	LEDs en la matriz 'VU' de la placa Sysblocks
Interrupción DSP	100 kHz
Controla	Ninguno
Indicadores	'LED1' es un 'latido' que muestra que el bucle principal se está ejecutando.

Ficha 3

Conversión analógico-digital

Hardware y configuración:



Te toca a ti:

- Para empezar, configura el Picoscope AWG para que emita una señal de rampa ascendente con una frecuencia de 100mHz, una amplitud de 800mV y un offset DC de 1V.
- Observe los LEDs de la matriz VU. Muestran la salida digital correspondiente a la entrada de rampa señal.
- Experimente con los ajustes AWG, observando los LEDs de la matriz VU mientras lo hace.

Desafío

- A continuación, cambie el PicoScope AWG para generar una tensión continua. En este modo, la "Amplitud" está en gris y el campo "Offset" determina el tamaño de la tensión de salida.
- Para un rango de tensiones continuas, trace un gráfico del número binario resultante mostrado en la VU matriz. Utilice los resultados para determinar la resolución del ADC.

Ficha 4

Conversión digital-analógica



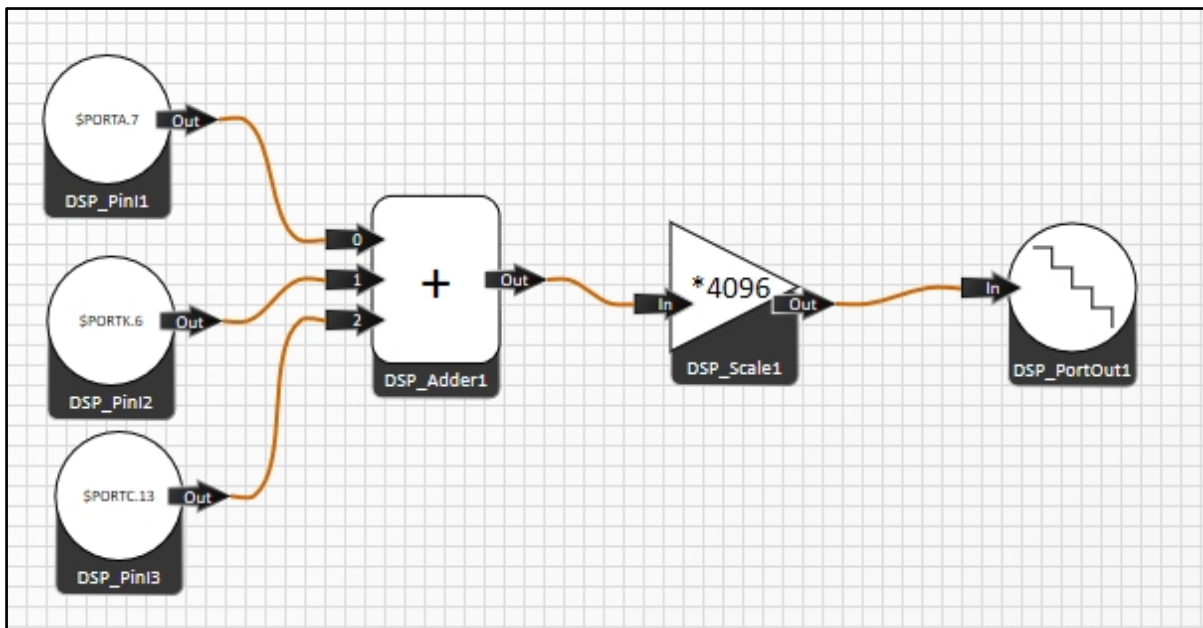
El mundo exterior es un entorno en gran medida analógico - sonidos más altos o más bajos, luces más brillantes o más tenues, etc.

Los microprocesadores, y gran parte de la electrónica moderna, son digitales, y las cantidades suelen expresarse mediante números binarios, "0" y "1".

La conversión entre ellos se realiza mediante un DAC.

Primer programa

El primer programa utiliza los tres interruptores de la placa Sysblocks para introducir un número digital de 3 bits. El equivalente analógico aparece en la salida 'OUT0'.



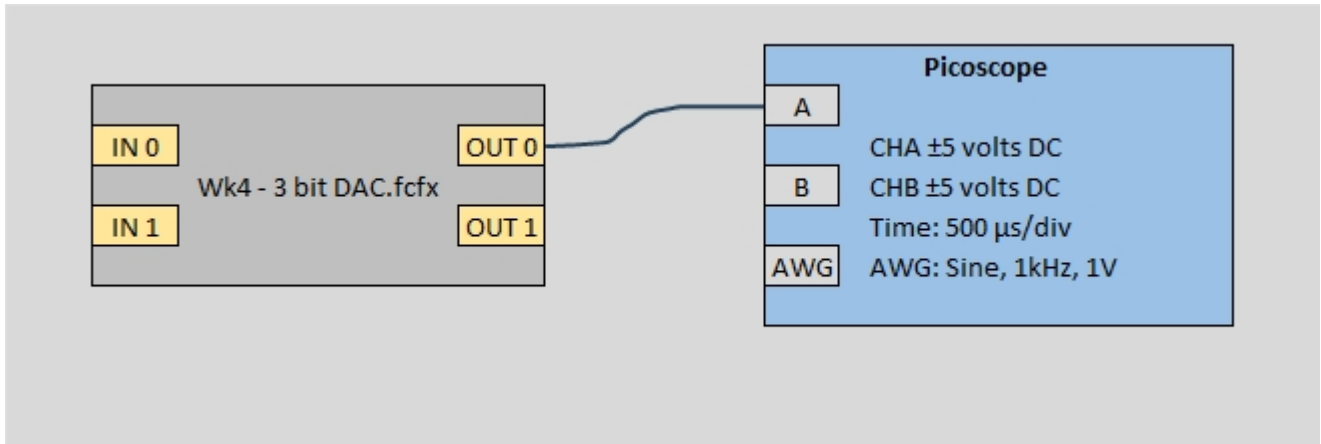
Ajustes del proyecto:

Firmware	Wk4 - 3-Bit DAC.fcx
Entradas	SW2" - bit más significativo (2)
	SW0" - bit (1)
	SW1" - bit menos significativo (0)
Salidas	'OUT0' - resultado de la conversión digital-analógica
Interrupción DSP	100 kHz
Controla	Ninguno
Indicadores	'LED1' es un 'latido' que muestra que el bucle principal se está ejecutando.

Ficha 4

Conversión digital-analógica

Hardware y configuración:



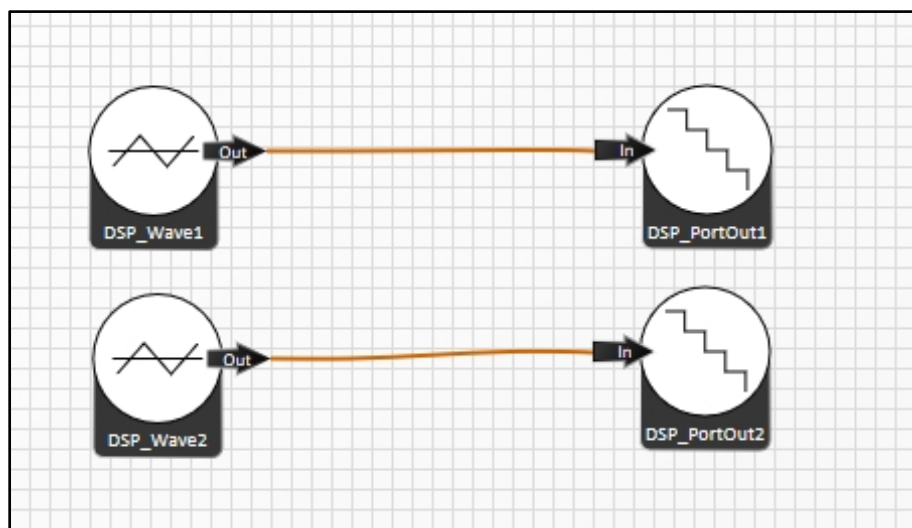
Te toca a ti:

- El programa te permite introducir un número digital de 3 bits, a través de los interruptores de la placa Sysblocks, lo convierte en un voltaje analógico y lo envía a los puertos de salida 'OUT0'. Visualiza el resultado en el osciloscopio, con una configuración de base de tiempos lenta y observa el efecto de accionar los interruptores.
- Medir la tensión de cuantificación (paso de tensión) generada por el programa.
- Completa una tabla que muestre la tensión de salida analógica para cada valor de entrada digital.

Segundo programa

En el siguiente programa, dos "generadores de formas de onda" DSP crean formas de onda triangulares a diferentes frecuencias. Éstas se envían a través de dos canales DAC y pueden visualizarse en un osciloscopio.

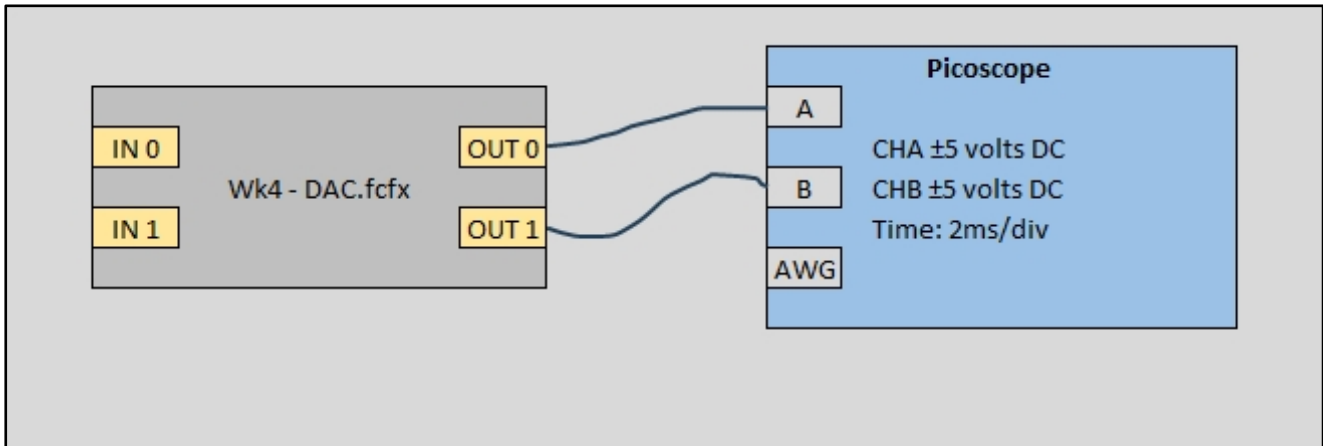
Estas señales se cuantifican tanto en tensión como en tiempo. La cuantificación en tiempo refleja la frecuencia de muestreo de la señal. La cuantificación en tensión es el resultado de dos procesos diferentes: los pasos de muestreo en el componente generador DSP y la resolución del osciloscopio digital.



Ficha 4

Conversión digital-analógica

Hardware y configuración:



Ajustes del proyecto:

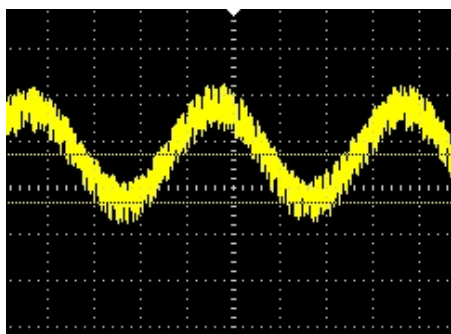
Firmware	Semana 4 - DAC.fcx
Entradas	Ninguno
Salidas	OUT0 = Onda generada 1
	OUT1 = Onda generada 2
Interrupción DSP:	100 kHz
Controla	Ninguno
Indicadores	El LED1 es un "latido" que muestra que el bucle principal está en marcha.

Te toca a ti:

- En este programa, dos DSP 'Waveform Generators' emiten señales de forma de onda triangular con diferentes frecuencias en los puertos de salida. Visualízalas en el osciloscopio.
- Ambos muestran los pasos de cuantificación, tanto en tensión como en tiempo. La cuantificación en tiempo refleja la frecuencia de muestreo utilizada. La cuantificación en tensión es el resultado de dos efectos, los pasos de muestreo en el componente generador DSP y la resolución del osciloscopio digital. Utiliza los cursores del osciloscopio para medir estos pasos de cuantificación, en tensión y en tiempo. (Sugerencia - ¿un método mejor? - mide diez pasos y luego divide por diez).
- ¿Cuál sería el efecto de utilizar un DAC de 8 bits en lugar de un dispositivo de 16 bits?

Ficha 5

Ruido



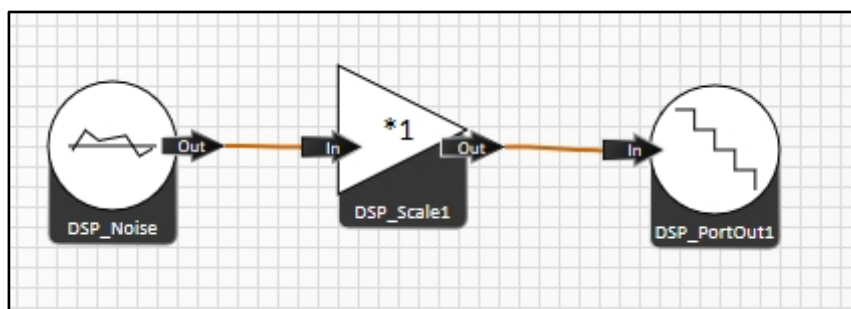
El ruido eléctrico está por todas partes:

- ruido de la red eléctrica;
- ruido de los motores eléctricos;
- ruido del Sol;
- ruido de los fluorescentes;
- ruido de los rayos.

A veces, hay tanto ruido eléctrico que el señal en sí es indistinguible de ella.

Sobre el programa

En este programa, un generador de ondas DSP utiliza números aleatorios para crear una señal de ruido "blanco". El "ruido blanco" describe una señal de ruido que tiene la misma intensidad en todas las frecuencias producidas por el generador. Se utiliza en aplicaciones como la producción de música electrónica y en la medición de la respuesta al impulso, la respuesta de un sistema, como un amplificador, a una señal de entrada "escalonada" repentina.



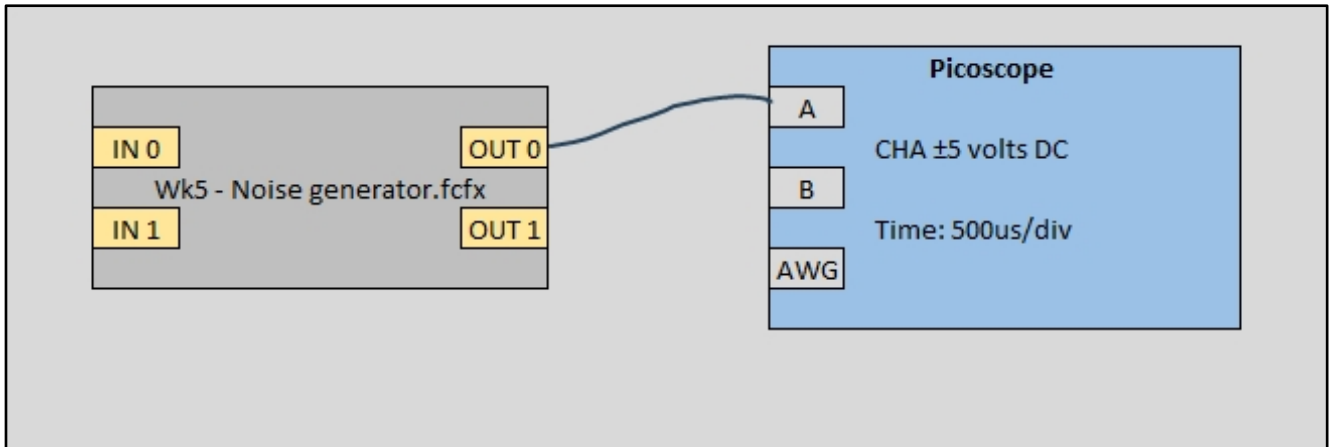
Ajustes del proyecto:

Firmware	Semana 5 - Generador de ruido.fcx
Entradas	Ninguno
Salidas	'OUT0' - señal de ruido generada
Interrupción DSP	44,1 kHz
Controla	'ENC0' selecciona el nivel de ruido.
Indicadores	'LED1' es un 'latido' que muestra que el bucle principal se está ejecutando.

Ficha 5

Ruido

Hardware y configuración:



Te toca a ti:

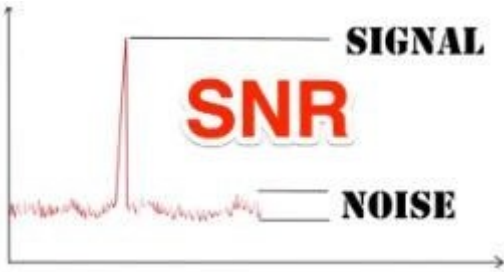
- Visualice la traza osciloscópica de la señal de 'OUT0'.
- Gire el codificador 'ENC0' para aumentar la intensidad de la señal de ruido.
- Mientras lo haces, observa el efecto en la traza del osciloscopio.
- Añade un analizador de espectro y observa cómo la intensidad de la señal de ruido es independiente de la frecuencia.
- Utiliza el codificador para aumentar la señal de ruido y observa el efecto en el espectro.

Desafío

- Conecte unos auriculares o un altavoz a la toma "LINE OUT". Escucha el efecto del aumento de ruido.

Ficha 6

Relación señal/ruido



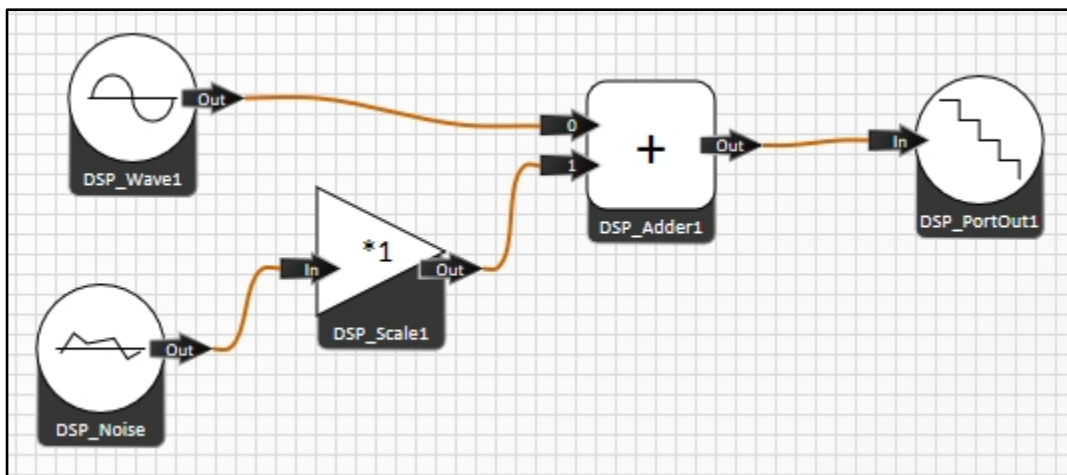
Mantener una conversación en un entorno ruidoso, como un bar, puede ser difícil. La señal -tu conversación- puede quedar ahogada en la cacofonía de sonidos circundantes.

Del mismo modo, en las comunicaciones electrónicas, la señal, la información que intentamos comunicar, a veces es indistinguible del ruido eléctrico.

Una ventaja de las señales digitales es que son más inmunes al ruido que las señales analógicas.

Sobre el programa

En este programa, un "generador de forma de onda" DSP crea una señal sinusoidal y el otro ruido "blanco". El ruido se escala y se añade a la onda sinusoidal. El resultado se envía al puerto de salida. El objetivo es ver qué aspecto tiene una señal con diferentes niveles de ruido añadido.



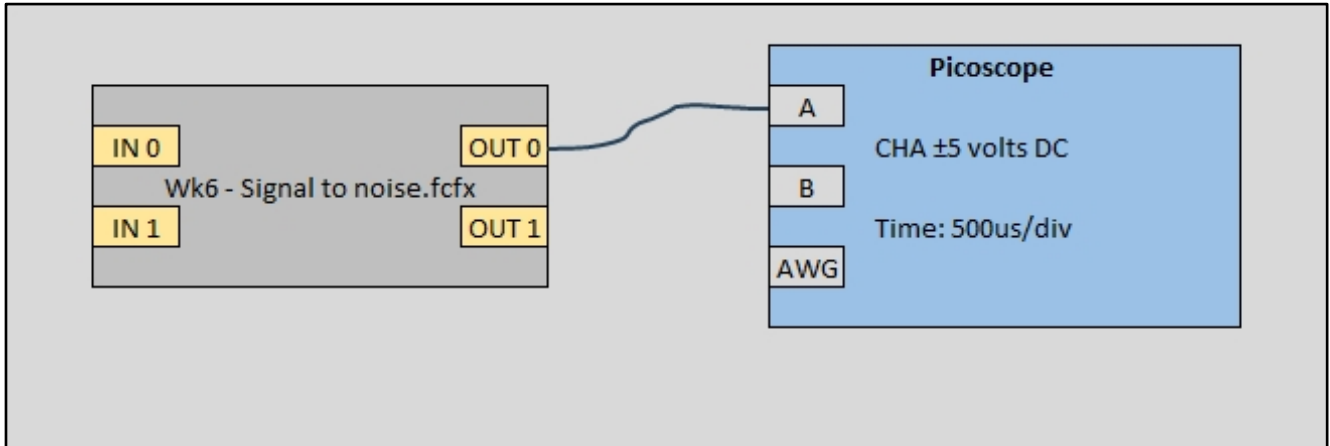
Ajustes del proyecto:

Firmware	Semana 6 - Signal_to_noise.fcx
Entradas	Ninguno
Salidas	'OUT0' - señal generada
Interrupción DSP	44,1 kHz
Controla	'ENC0' selecciona el nivel de ruido.
Indicadores	'LED1' es un 'latido' que muestra que el bucle principal se está ejecutando.

Ficha 6

Relación señal/ruido

Hardware y configuración:



Te toca a ti:

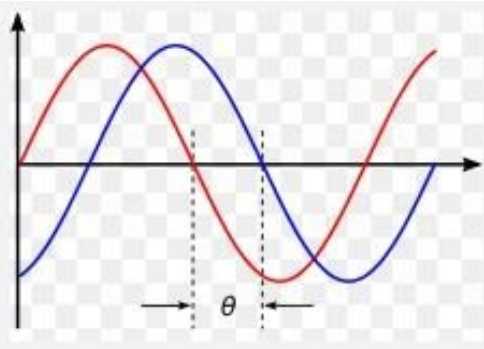
- Visualice la traza osciloscópica de la señal de 'OUT0'.
- Gire 'ENC0' para aumentar el ruido A medida que aumenta el nivel de ruido, observe lo que ocurre con la señal. A medida que aumente el ruido, el disparo fluctuará y la onda será menos estable en la pantalla.
- Añade un analizador de espectro y observa lo que ocurre al aumentar el nivel de ruido. El pico agudo representa la señal sinusoidal. El resto representa el ruido. A medida que aumenta el nivel de ruido, el pico permanece inalterado mientras que el "suelo" de ruido aumenta en todo el espectro.

Desafío

- Conecte unos auriculares o un altavoz a la toma "LINE OUT". Escuche el efecto del aumento de ruido.

Ficha 7

Fase

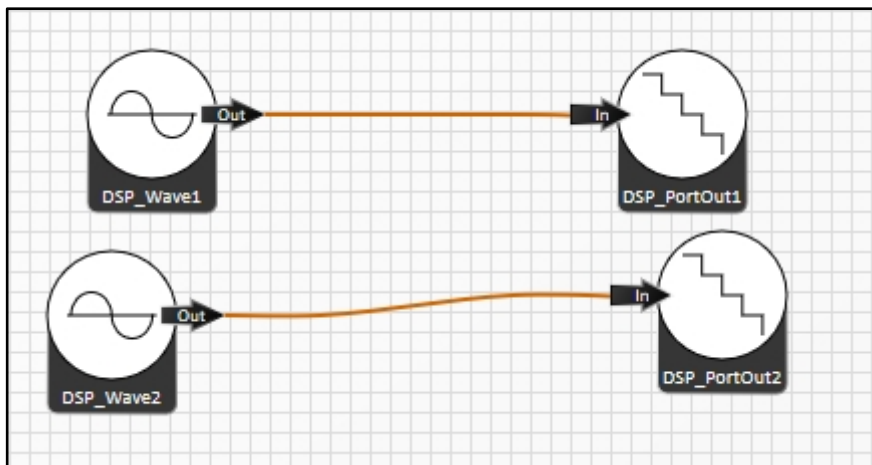


Una señal sinusoidal aumenta de intensidad positivamente, luego disminuye, aumenta negativamente y vuelve a subir antes de repetir todo el proceso. Una segunda señal sinusoidal puede estar "acompañada" con la primera, en cuyo caso decimos que están **en fase**. Pueden estar "desfasadas", en cuyo caso decimos que hay un **diferencia de fase** entre ellos. La diferencia de fase suele expresarse como un ángulo.

Sobre el programa

Los "generadores de formas de onda" del DSP crean señales sinusoidales con frecuencias y amplitudes idénticas, pero con ángulos de fase diferentes. Los resultados se envían a los dos puertos de salida.

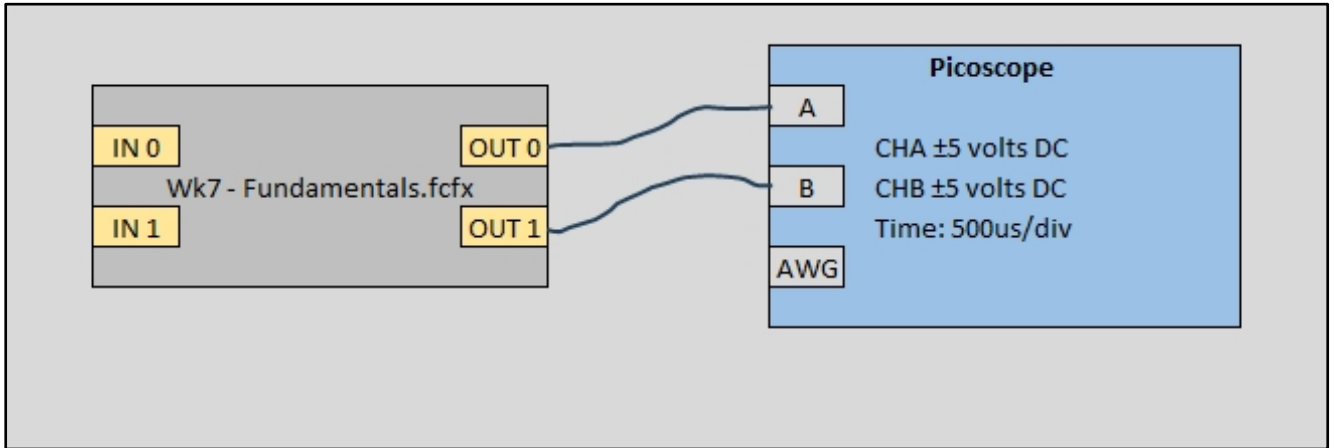
El objetivo es utilizar un gráfico "X-Y" para identificar el ángulo de fase entre las señales.



Ajustes del proyecto:

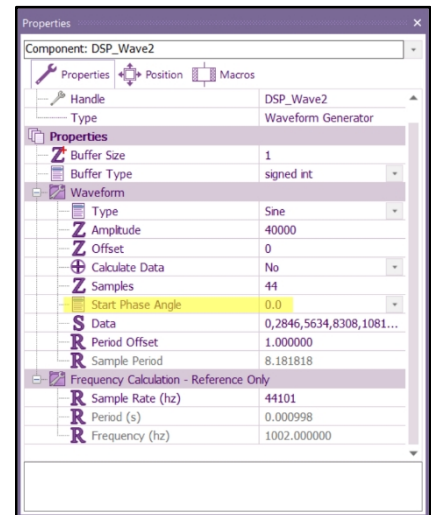
Firmware	Semana 7 - Fundamentos.fcfx
Entradas	Ninguno
Salidas	'OUT0' - señal generada A
	'OUT1' - señal generada B
Interrupción DSP	44,1 kHz
Indicadores	'LED1' es un 'latido' que muestra que el bucle principal se está ejecutando.

Hardware y configuración:



Te toca a ti:

- Visualice la traza osciloscópica de la señal A (de 'OUT0').
- Añade un analizador de espectro y observa el espectro de la señal. ¿Qué muestra?
- Haga lo mismo con la señal B, procedente de 'OUT1'. Inicialmente, ésta tiene una fase (relativa a la señal A) de 90° .
- Añada ahora una vista de trazado 'X-Y'. (Con un desplazamiento de fase de 90° , este gráfico es un círculo (si las escalas de los ejes son idénticas).
- Haz doble clic o clic con el botón derecho del ratón en el icono 'Wave Generator2' del panel 2D y abre sus propiedades.
- Cambie el ajuste de "Ángulo de fase inicial" a 0° .
- Guarde el programa y compílelo en el destino (en Build').
- Observa el efecto en el gráfico X-Y.
- Prueba otros ángulos de fase y comprueba el efecto del mismo modo.



Desafío

- Investiga el efecto de cambiar la frecuencia de la señal B. Para ello, abra de nuevo el panel "Propiedades" del "Generador de forma de onda 2", pero esta vez realice un pequeño ajuste en la opción "Muestras". Observa que la frecuencia calculada, en la parte inferior del panel, cambia.
- Como antes, guarda el programa y compílelo en el objetivo.
- Observa el efecto en el gráfico X-Y. Cambiar la fase relativa distorsiona el círculo. Hacer pequeños cambios de frecuencia hace que el círculo gire. Las diferencias de frecuencia mayores crean otras formas.

Ficha 8

Manipulación de señales

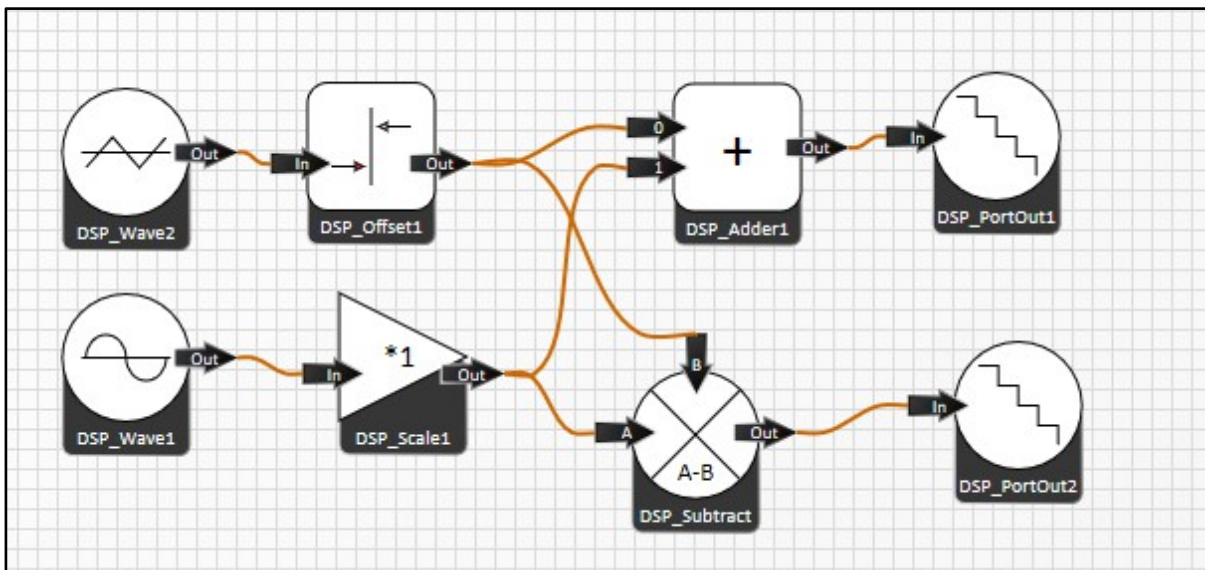


En los sistemas electrónicos, las señales suelen combinarse mediante alguna operación matemática - suma, resta, multiplicación, integración - para obtener una nueva señal con propiedades diferentes.

Por ejemplo, la integración es fundamental para las trans- formas de Fourier y la convolución. Los sistemas de control en bucle cerrado generan una señal de error restando la señal de realimentación de la señal de consigna.

Sobre el programa

Las técnicas de procesamiento de señales son habituales en una amplia gama de aplicaciones electrónicas, como las telecomunicaciones, el procesamiento de audio y vídeo, el tratamiento de imágenes, el reconocimiento de voz y los sistemas de control. Este programa genera dos señales, una triangular y otra sinusoidal, con frecuencias diferentes. Utilizando los codificadores, se puede ajustar la amplitud de la señal sinusoidal y el desplazamiento de CC de la señal triangular. Las señales suma y diferencia, ejemplos sencillos de manipulación, aparecen en las salidas 'OUT0' y 'OUT1' respectivamente.



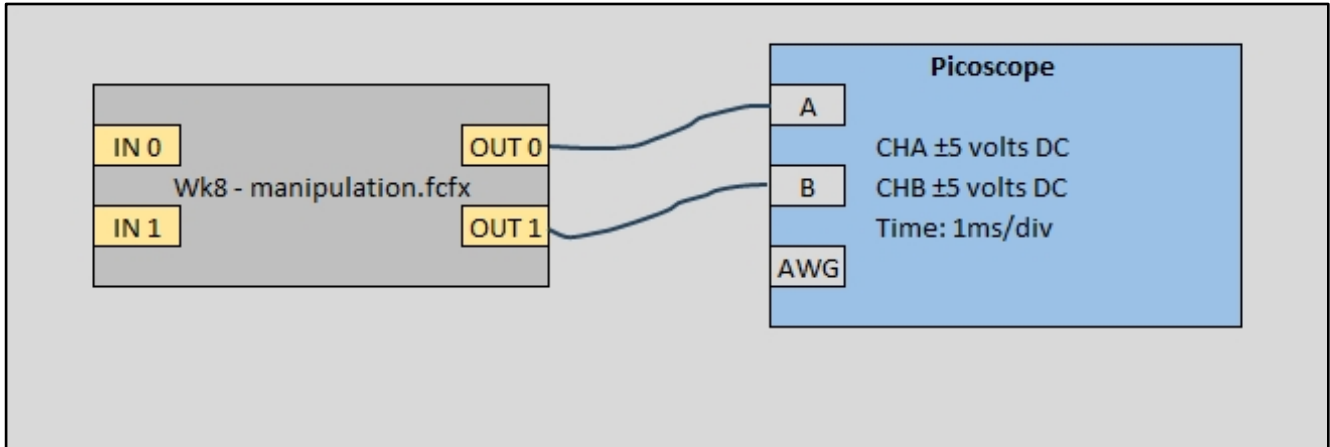
Ajustes del proyecto:

Firmware	Semana 8 - Manipulation.fcfx
Entradas	Ninguno
Salidas	'OUT0' - señal (sinusoidal + triangular) 'OUT1' - señal (sinusoidal - triangular)
Interrupción DSP	44,1 kHz
Controla	'ENC0' cambia la amplitud de la señal sinusoidal. 'ENC1' cambia el offset DC de la señal triangular.
Indicadores	'LED1' es un 'latido' que muestra que el bucle principal se está ejecutando.

Ficha 8

Manipulación de señales

Hardware y configuración:



Te toca a ti:

- Visualiza las trazas osciloscópicas individuales de las señales y la vista de trazado "X-Y".
- Observe los cambios que se producen al ajustar la amplitud de la señal sinusoidal y el desplazamiento DC de la onda triangular.
- A la larga, el aumento de estas cantidades conduce a la "envoltura". Observa el efecto que esto tiene en las trazas.

Ambos generadores de forma de onda utilizan el tipo de datos 'signed int'. A su debido tiempo, el búfer que almacena los datos alcanza su valor máximo (32767) y se 'envuelve' (reinicia). ¡En otras palabras, $32767 + 1 \rightarrow -32768$! Tenga en cuenta que la reducción de la amplitud o DC offset lo eliminará.

Desafío

- Investigar el efecto de cambiar los tipos de onda generados.
- Cambia la operación aritmética y observa el efecto.
- Sustituye uno de los generadores de forma de onda por un bloque de entrada ADC y manipula así una señal procedente de un generador de señales externo. (Experimenta con el acoplamiento de CA y CC).

Ficha 9

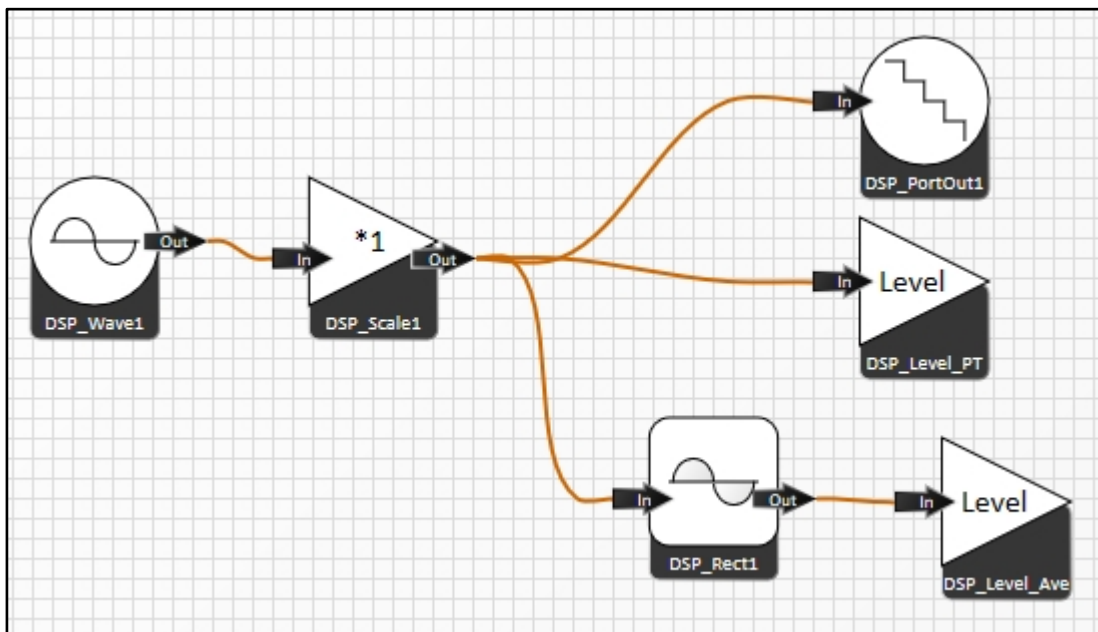
Detección de nivel



La medición de señales eléctricas es una parte vital de una gran variedad de aplicaciones, desde el procesamiento de audio, la comunicación inalámbrica, el análisis del espectro, la generación de energía e incluso la medición de la actividad sísmica.

Sobre el programa

Este programa genera una señal sinusoidal y, a continuación, calcula sus valores de tensión media, pico y valle.



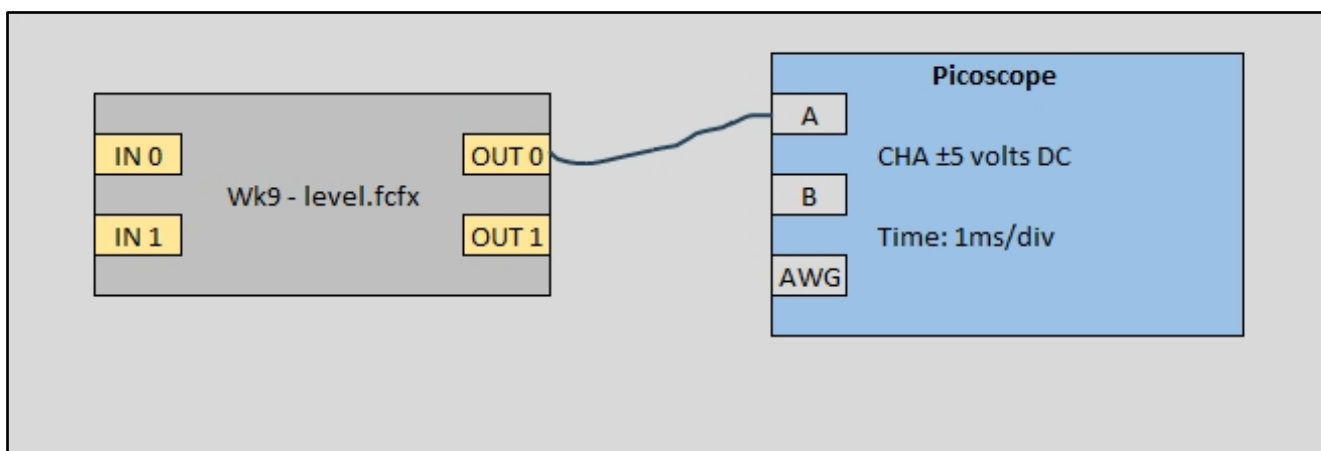
Ajustes del proyecto:

Firmware	Semana 9 - Nivel.fcfx
Entradas	Ninguno
Salidas	OUT0' - señal generada
Interrupción DSP	44,1 kHz
Controla	'ENC0' fija la escala (amplitud) de la señal
	'ENC1' selecciona qué medida se muestra
	'SW0' restablece las lecturas máximas y mínimas cuando se reduce la escala
Indicadores	'LED1' es un 'latido' que muestra que el bucle principal se está ejecutando.

Ficha 9

Detección de nivel

Hardware y configuración:

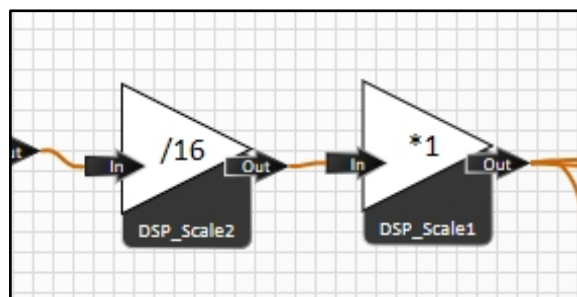


Te toca a ti:

- Observa la señal generada por el programa en la traza del osciloscopio (desde 'OUT0').
- Observa el efecto de aumentar el ajuste de 'escala' en el encoder 'ENC0'.
- Gira el encoder 'ENC1' y visualiza los valores de pico, valle y tensión media de la señal.
- El componente 'DSP_Level_Ave' genera el valor medio de tensión de la señal. Por qué hay un bloque rectificador DSP antes?
- Tenga en cuenta que la reducción de la escala no reduce automáticamente las lecturas de pico y depresión. Pulse el interruptor 'SW0' para corregirlas.
- Utilice el osciloscopio para medir los valores máximo, mínimo, pico a pico, promedio DC, rms AC y rms verdadero de la señal de salida. Compárelos con las medidas presentadas en la pantalla de SysBlocks.
- Haz doble clic o clic con el botón derecho en el icono del generador de ondas del panel 2D y abre sus propiedades. Cambia las propiedades para experimentar con otros tipos de onda.
- Observe el efecto de la modificación de su offset sobre los valores de tensión de pico y de depresión.

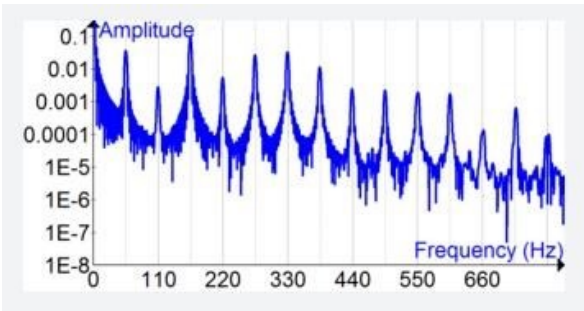
Desafío

- Cargue el programa 'Wk 9 - LevelExt'. En este caso, se ha creado un escalador fraccional, dividiendo la señal por 16 y multiplicándola por un valor de 0 a 16 determinado por el codificador. De este modo se obtiene un escalado en pasos de 16.
- Utilice una fuente de señal externa como el Picoscope AWG para introducir una señal sinusoidal con un frecuencia de 1kHz y amplitud 1V.
- Repita los pasos anteriores utilizando esta fuente de señal.
- Relaciona los parámetros de la señal aplicada con las medidas de nivel de SysBlocks y luego con las medidas de Picoscope de la señal de salida.



Ficha 10

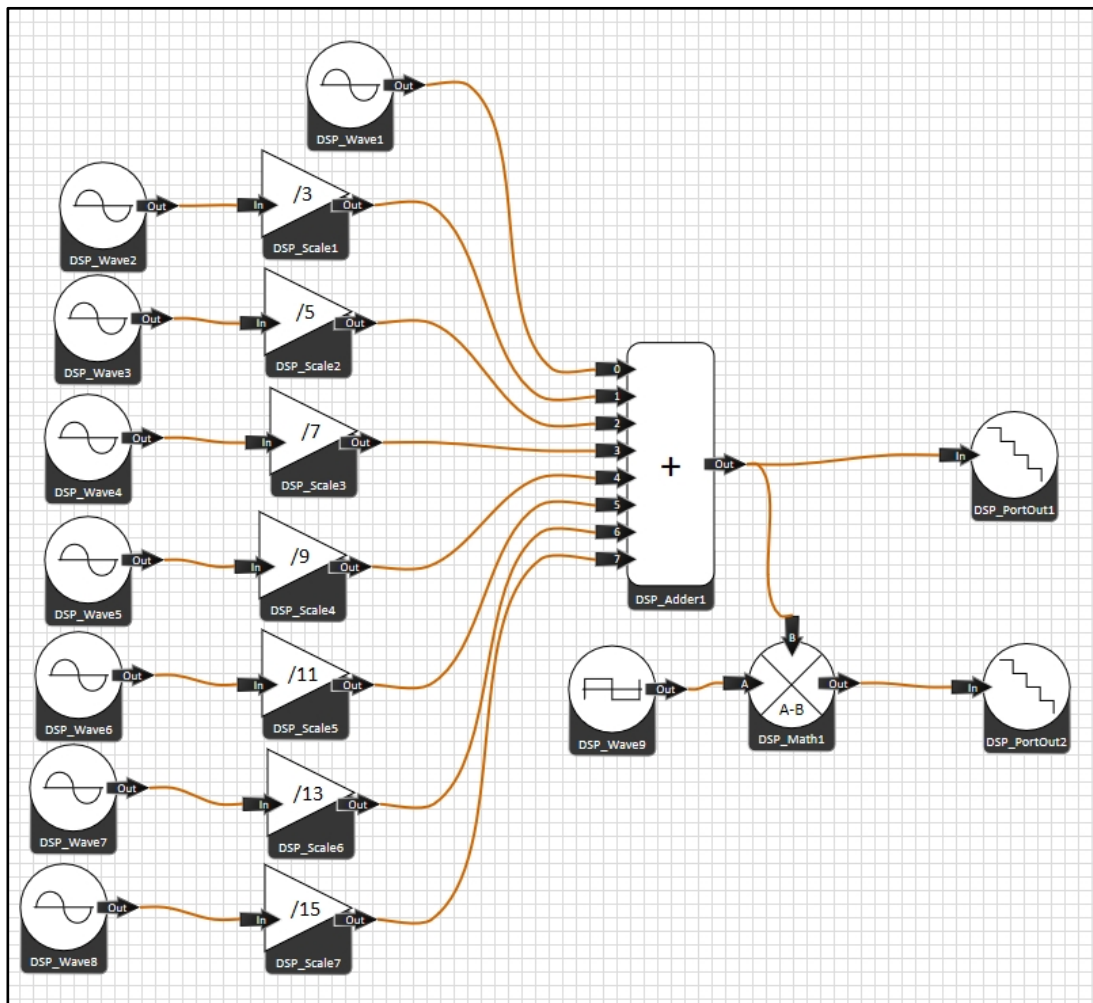
Análisis de Fourier



Según Fourier, cualquier señal repetitiva puede considerarse una serie de señales sinusoidales con amplitudes, frecuencias y fases adecuadas. Por ejemplo, una onda cuadrada de 100 Hz es la suma de una senoide de 100 Hz (la "fundamental") y sus "armónicos" impares: una senoide de 300 Hz con 1/3 de su amplitud, una senoide de 500 Hz con 1/5 de amplitud, una senoide de 700 Hz con 1/7 de amplitud y así sucesivamente.

Sobre el programa

Este firmware añade los siete primeros armónicos impares a la señal sinusoidal (la fundamental) para construir una onda cuadrada. También emite una señal que muestra la diferencia entre la onda construida y una onda cuadrada ideal.



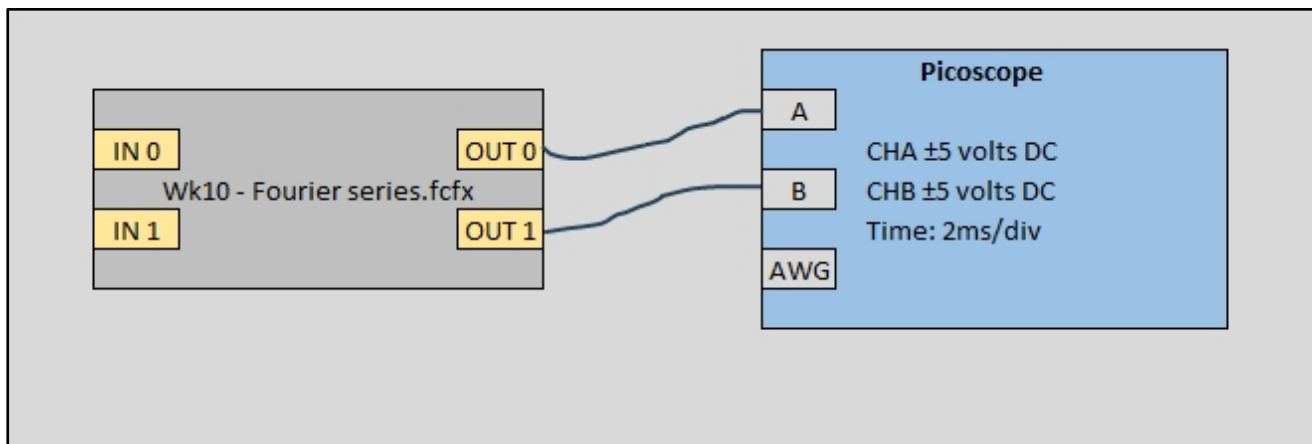
Ficha 10

Análisis de Fourier

Ajustes del proyecto:

Firmware	Semana 10 - Fourier_Basic.fcfx
Entradas	Ninguno
Salidas	'OUT0' - suma de fundamental más armónicos
	'OUT1' - diferencia entre la suma y la onda cuadrada generada
Interrupción DSP	150 kHz
Controla	Ninguno
Indicadores	'LED1' es un 'latido' que muestra que el bucle principal se está ejecutando.

Hardware y configuración:



Te toca a ti:

- Observa las dos trazas de salida, de 'OUT0' y 'OUT1', en el osciloscopio.
- Observa que la salida "suma" (de "OUT0") es aproximadamente una onda cuadrada, pero dista mucho de ser precisa.
- Incluso añadiendo 7 armónicos a la fundamental no es suficiente para crear una buena representación de una onda cuadrada.

Desafío

- Cargue el programa 'Wk10 - Fourier_Series.fcfx'. Realiza la misma función que la anterior, pero añade la posibilidad de controlar cuántos armónicos se añaden (hasta un máximo de 7)
- Cuando el software se inicia, muestra una única onda sinusoidal. Gire el codificador para añadir más armónicos a la onda de salida. Observa que cada armónico acerca un poco más la salida a una onda cuadrada.
- Utilice la medición 'AC RMS' del Picoscopio en el canal B para ver que el error se reduce a cada paso. (Deje pasar unos instantes después de cada ajuste para que la lectura se estabilice).

Avanzado

- Utilizando el programa 'Wks1_Fourier_Basic.fcfx', construya otras formas de onda de señal. Para ello, cambie la propiedad 'Initial Integer Scaler' para cada uno de los componentes de escala.

Ficha 11

Conceptos básicos de Fourier



Utilizar la transformación de Fourier para convertir las vibraciones en un espectro de frecuencias significa que; Se pueden eliminar los crujidos de las grabaciones de audio, diseñar edificios resistentes a los terremotos o filtrar los datos informáticos, descartando los menos importantes del original para reducir el tamaño del archivo. (Por eso los archivos JPEG y MP3 son mucho más pequeños que los archivos .raw, .bmp o .wav).

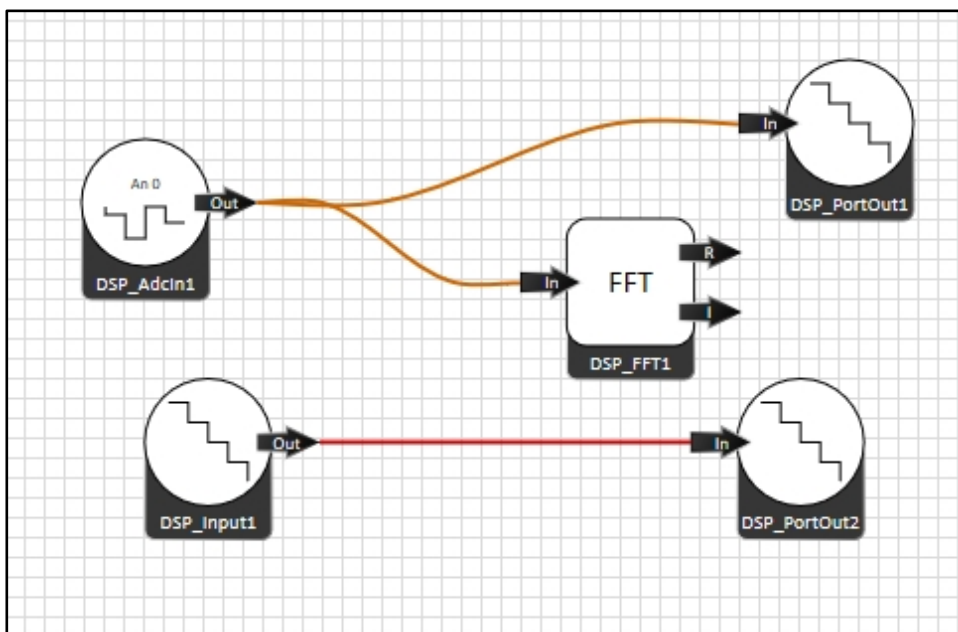
Sobre el programa

El programa lee la señal presentada en la entrada 'IN0' y la reproduce en la salida 'OUT0'. Al mismo tiempo, realiza una transformada rápida de Fourier (FFT) de esa señal. Así se obtiene una matriz de 256 puntos de datos, cada uno de los cuales representa la intensidad de la señal en un determinado intervalo de frecuencias de 100 Hz. En total, el proceso cubre una gama de frecuencias de 0 a 25,6 kHz.

Los puntos de datos se emiten de uno en uno. El osciloscopio los ensambla como una frecuencia espectro: histograma de intensidad (eje vertical) frente a frecuencia (eje horizontal).

(Puede parecer que el eje horizontal muestra el tiempo, ya que tiene una escala en ms. En realidad, esto se debe a que el primer punto de datos se emite y se traza y, a continuación, 20µs más tarde, se traza el siguiente, y así sucesivamente). La frecuencia de muestreo de la señal de 51,2 kHz da un límite de frecuencia de Nyquist de 25,6 kHz.

El primer bin de frecuencia se ha sobrescrito con un pico grande para facilitar el disparo del osciloscopio.



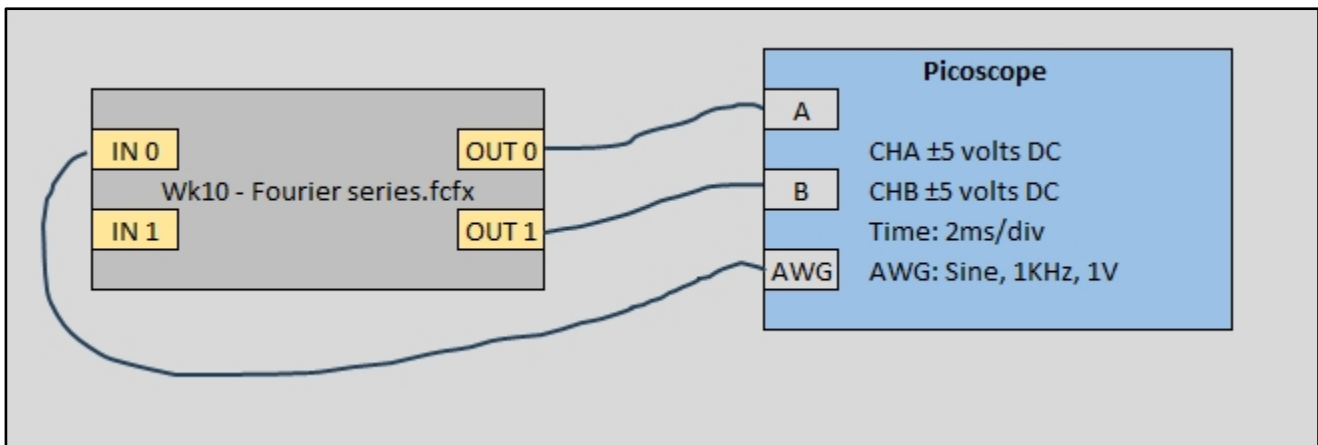
Ficha 11

Conceptos básicos de Fourier

Ajustes del proyecto:

Firmware	Semana 11 - FFT.fcx
Entradas	'IN0' - señal de entrada a muestrear (acoplada a CA)
Salidas	'OUT0' - señal muestreada
	OUT1' - Transformada de Fourier de la forma de onda
Interrupción DSP	51,2 kHz
Controla	Ninguno
Indicadores	'LED1' es un 'latido' que muestra que el bucle principal se está ejecutando.

Hardware y configuración:



Te toca a ti:

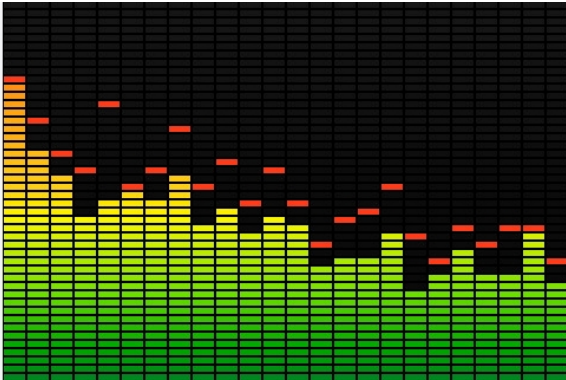
- Utilice el Picoscope AWG, o equivalente, para introducir una señal sinusoidal de 1kHz, 1V en la entrada 'IN0'.
- Ajuste el osciloscopio para disparar en el canal B a un nivel de 2,5V.
- Ajuste el nivel de 'Pre-disparo' a 0% para eliminar los valores de tiempo negativos.
- Observa qué ocurre con el espectro mostrado cuando se cambia la frecuencia AWG en el rango de 100Hz a 12kHz.
- Cambia la señal AWG por una onda cuadrada y observa el efecto en el espectro.
- Experimenta con otras formas de onda.

Desafío

- Si dispone de una, utilice una tarjeta mezcladora SysBlocks para combinar dos señales.
- Examina el espectro resultante.

Ficha 12

Filtro digital

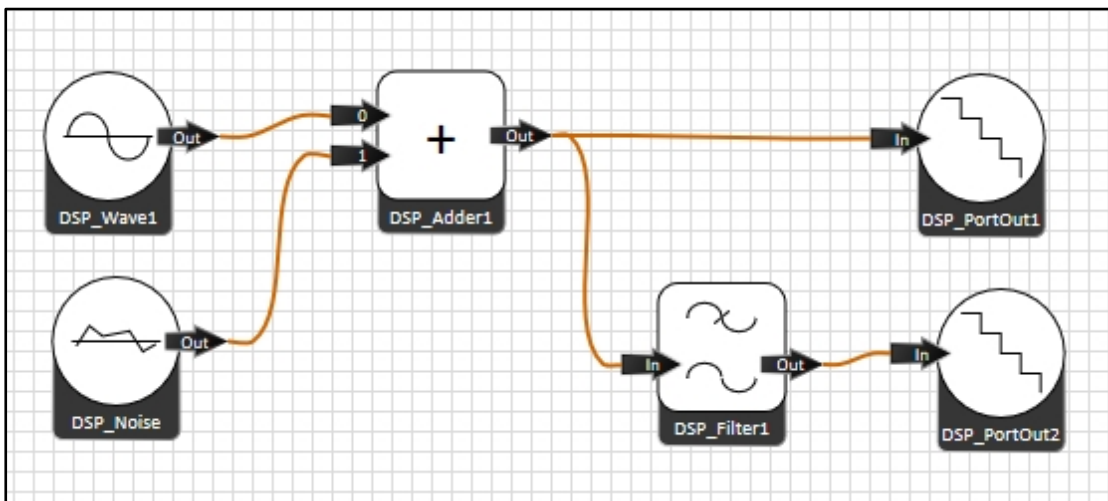


El filtrado es una de las mayores ventajas del DSP. Los filtros digitales ofrecen un rendimiento superior al de los componentes analógicos. Para el filtro digital:

- Los datos almacenados en la memoria sustituyen a los componentes físicos del filtro analógico;
- comportamiento puede cambiarse fácilmente modificando el software.

Sobre el programa

El firmware añade ruido a una señal sinusoidal. Esta señal resultante aparece en la salida 'OUT0'. Un bloque de filtrado DSP, configurado como un filtro de paso bajo con un corte de 2 kHz, filtra el resultado y éste aparece en la salida 'OUT1'.



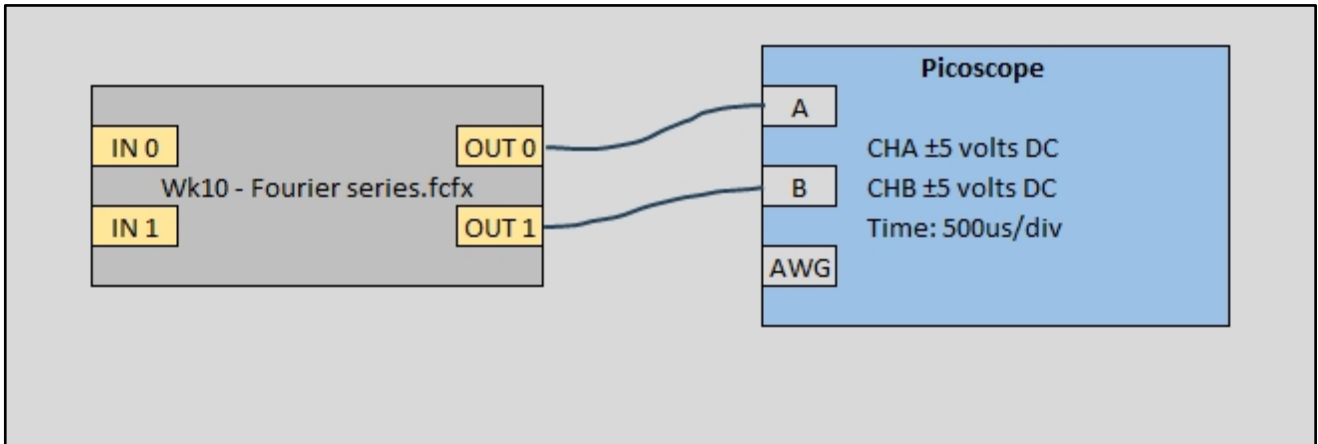
Ajustes del proyecto:

Firmware	Semana 12 - Digital_Filters.fcx
Entradas	Ninguno
Salidas	'OUT0' - señal generada más ruido
	'OUT1' - señal filtrada
Interrupción DSP	100 kHz
Controla	Ninguno
Indicadores	'LED1' es un 'latido' que muestra que el bucle principal se está ejecutando.

Ficha 12

Filtro digital

Hardware y configuración:



Te toca a ti:

- Examina las trazas del osciloscopio de las señales generadas por el programa. La señal 'OUT0' muestra el problema - señal más ruidosa. La señal "OUT1" muestra el resultado del filtrado.
- Abre una 'vista de espectro'. El espectro de la señal "en bruto" incluye mucho ruido, mientras que la señal filtrada es mucho más "limpia".
- Modifica el tipo de filtro y observa el efecto.
- Cambia los parámetros del filtro y observa el efecto.

Desafío

- Sustituya el componente "Generador de forma de onda" por un componente "Entrada ADC".
- Pruebe a filtrar las señales externas y vea los resultados.

Control de versiones



14 12 23 Primera publicación