

# Laboratorio 1: Uso básico de GNU Radio, Análisis de Espectros y Transformada rápida de Fourier

**Docente:** Cristian Guarnizo Lemus, PhD.

**Asignatura:** Sistemas de Comunicaciones, Grupo 2, 2019-2. Instituto Tecnológico Metropolitano.

## Parte 1. Efecto de la frecuencia de muestreo

En esta sección se implementará un programa que permita visualizar el espectro de frecuencias de una señal senoidal pura. Realizar el flujograma de la figura 1 en GNU Companion.

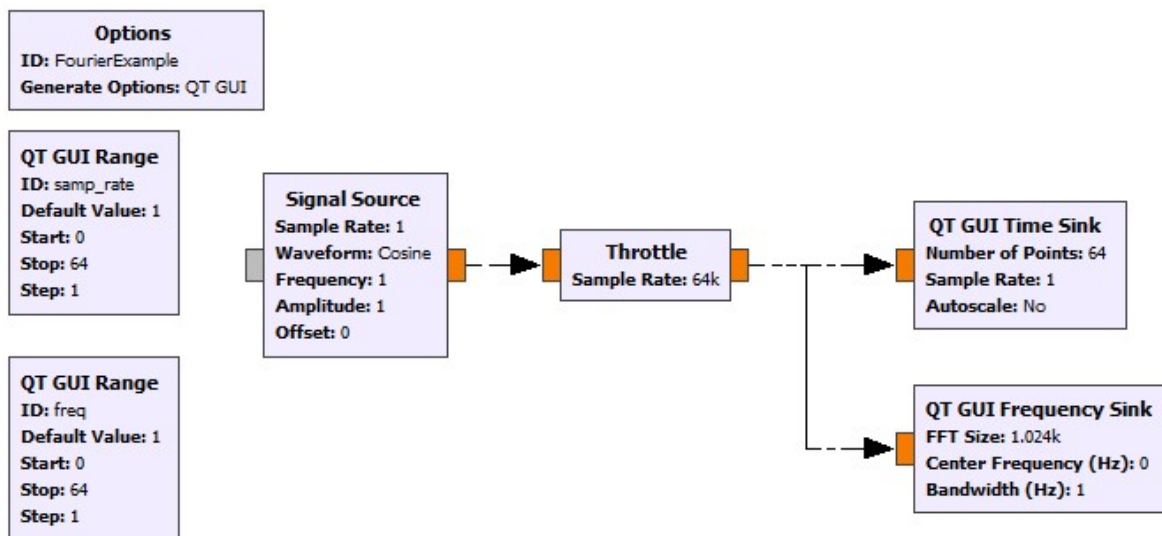


Figura 1. Flujograma de la parte 1 de la práctica.

### Pasos de Configuración:

Configurar los rangos (GUI Range) para las variables *samp\_rate* y *freq* como, “Default”: 1, “Start”: 0, Stop: 64, “Step”: 1.

En el bloque “Signal Source”, asignar en el campo “Sample Rate” la variable *samp\_rate*. En bloque “Throttle”, asignar el valor de 64000 al campo “Sample Rate”. En el bloque de “Frequency Sink” configurar el ancho de banda “Bandwith” con la variable *samp\_rate* y en “FFT Size” con 1024. Para el bloque de “Time Sink” configura el campo “Number of points” en 64, y “Sample Rate” con la variable *samp\_rate*.

### **Análisis de la práctica:**

En esta práctica podemos variar la frecuencia de muestreo que esta almacenada en la variable *samp\_rate*, y la frecuencia de la onda senoidal representada por la variable *freq*. El objetivo es comprender en que consiste la frecuencia Nyquist del Teorema del Muestreo, y que efectos tiene sobre la señal senoidal (*Aliasing*).

Analizar los siguientes casos:

- a) Cuando la frecuencia de la onda senoidal es de 0Hz. Como es la forma de la señal en el tiempo? Cual es su espectro de frecuencias?
- b) Dejar fijo el valor de *samp\_rate* y realizar un barrido de la frecuencia de la onda senoidal variando el valor de *freq*. Explicar que ocurre con el espectro de frecuencias y la señal en el tiempo. Anotar los valores de *samp\_rate* y *freq*, que considere interesantes.

### **Conclusiones**

Según la información recolectada, cuál es la frecuencia mínima para una señal, asumiendo que se conoce la frecuencia máxima de la señal?

## Parte 2. Filtrado de señales

En esta sección se implementará un programa que permita analizar un filtro. Realizar el flujograma de la figura 1 en GNU Companion.

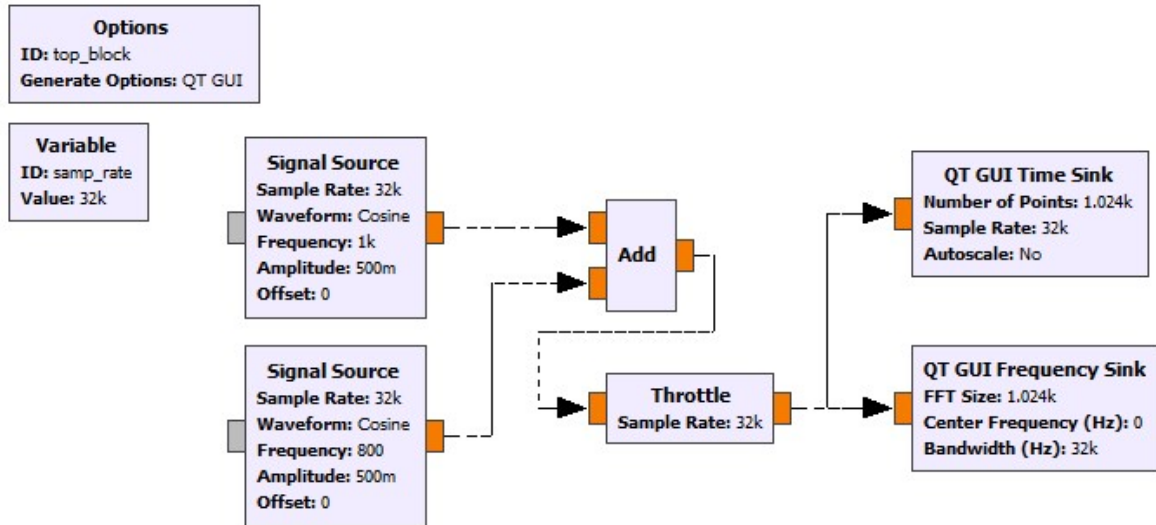


Figura 2. Flujograma de la parte 2 de la práctica.

### Pasos de Configuración:

Ejecutar el flujograma. El bloque "Time Sink" debe mostrar la suma de las señales con diferentes frecuencias. Mientras que el bloque "Frequency Sink" debe mostrar el espectro con las componentes 800Hz y 1000Hz. Pero la grafica del espectro no se presenta con la suficiente resolución, ya que la frecuencia máxima que muestra este bloque es de 16kHz. Que corresponde a la mitad de la frecuencia de muestreo (32kHz). Entonces, podemos bajar la frecuencia de muestreo con el fin de representar un rango menor de frecuencias. Configure la frecuencia de muestreo en 10KHz.

### Análisis de la práctica:

1. Reemplace el bloque de suma ("Add") por un bloque de multiplicación. Qué señal en el tiempo y que espectro de frecuencias se espera a la salida del bloque de multiplicación? Confirme su resultado con lo mostrado por la señal en el tiempo y el espectro de frecuencias (tomar pantallazo para el informe).
2. Modificar el flujograma de tal forma que incluya un filtro Pasa Bajo como se muestra en la figura 3. Recuerde que a la salida del bloque de multiplicación se obtienen componentes frecuenciales ubicadas en 200Hz y 1.8kHz. Entonces, se quiere crear un filtro que deje pasar la componente de 200Hz y bloquear la componente de 1.8kHz. Configure el filtro para que tenga una frecuencia de corte (*Cutoff Freq*) de

1kHz y un ancho de transición (*Transition width*) de 200Hz, empleando una ventana rectangular (*Window: Rectangular*). Que se obtiene a la salida al ejecutar el código? Tomar datos de la magnitud en decibelios y de la frecuencia.

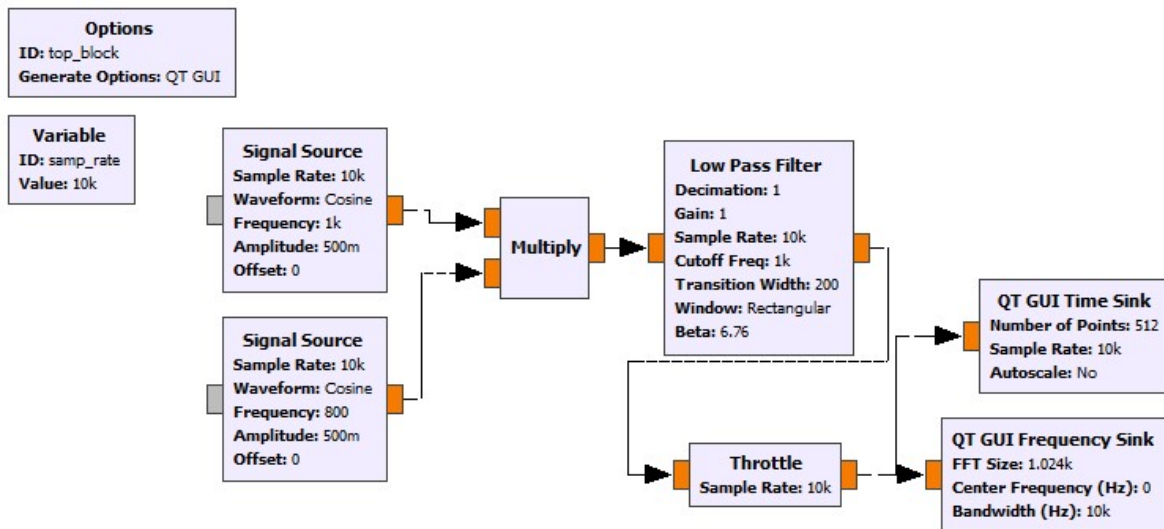


Figura 3. Flujograma de la parte 2 que incluye Filtro Pasa bajo.

3. Realice la misma configuración pero para un filtro Pasa alto. Que se obtiene a la salida al ejecutar el código? Tomar datos de la magnitud en decibelios y de la frecuencia.
4. Usando el mismo flujograma, cambie la frecuencia de muestreo a 20000Hz. Adicionalmente, cambie la decimación (*decimation*) a 2 en el filtro Pasa Bajo. La decimación en este caso reduce el número de muestras a la mitad o, dicho de otra forma, la frecuencia de muestreo se reduce a 10000 muestras/s. Esta nueva frecuencia de muestreo es suficiente para analizar las componentes frecuenciales. Ejecute el flujograma. Que frecuencias observa en el espectro de frecuencias dado por la FFT? Mida las frecuencias y la amplitud en decibelios usando el cursor del mouse sobre cada componente frecuencial.
5. Se esperaba medir una frecuencia de 200Hz, pero se observa una de 400Hz. Este error ocurre porque no se ha reajustado la frecuencia del bloque "Frequency Sink". Ajustar "Sample Rate" a  $sample\_rate/2$ . Ejecute el código y observe el espectro de frecuencias.

## Conclusiones

Según la información recolectada en esta parte, Qué se obtiene en componentes frecuenciales al multiplicar dos señales senoidales de diferente frecuencia? Es posible Eliminar bloquear algunas componentes frecuenciales y dejar pasar otras? Que efecto tiene la decimación en los filtros y que consideraciones se deben tener?