

PRÁCTICA 1

(dos Sesiones)

Frecuencia de muestreo en GNURadio

Autores

Víctor Manule Miranda Benavides

Brayan Hernando Gonzalez Mendoza

Grupo de laboratorio:

D1B

Subgrupo de clase

02

EL RETO A RESOLVER:

El estudiante al finalizar la práctica tendrá los fundamentos suficientes para interpretar la importancia de la frecuencia de muestreo en GNURadio. Iniciando de problemas particulares con señales senoidales hasta llegar a señales reales (audios, voz pregrabada y canciones disponibles en la internet).

EL OBJETIVO GENERAL ES:

Desarrollar habilidades en el manejo de GNURadio y resaltar la importancia de la frecuencia de muestreo como variable general de los sistemas implementados en el mismo.

ENLACES DE INTERÉS

¿Qué es Gnuradio y que podemos hacer con este programa? [Clic aquí](#)

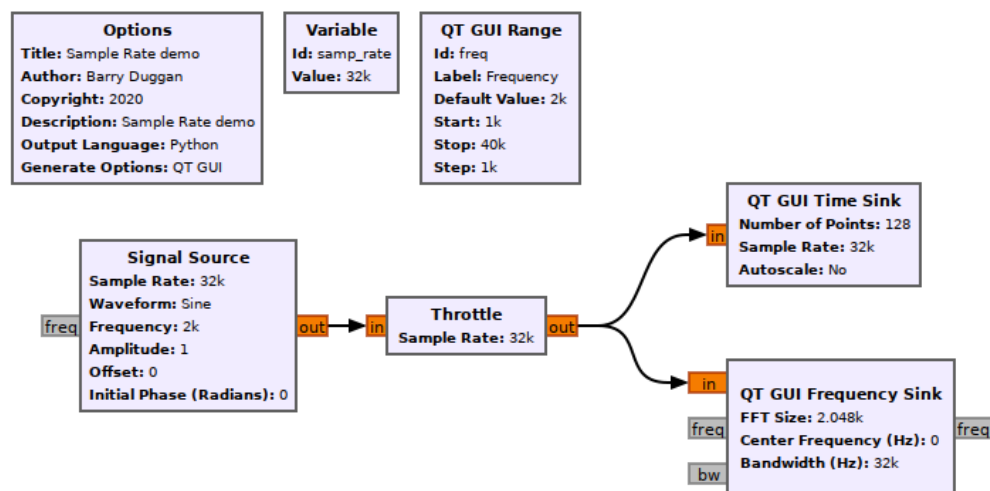
Conceptos sobre el teorema de muestreo de Nyquist [Clic Aquí](#)

Diezmado e interpolado en señales discretas [Clic Aquí](#)

Enlace con el tutorial a GITHUB para GNURADIO [Clic Aquí](#)

LABORATORIO

1. Demuestre el teorema de muestreo de Nyquist usando señales senoidales. Para ello, cree un diagrama de bloques como el que se muestra a continuación:



“No olvide asignar la variable **freq** al bloque signal source”

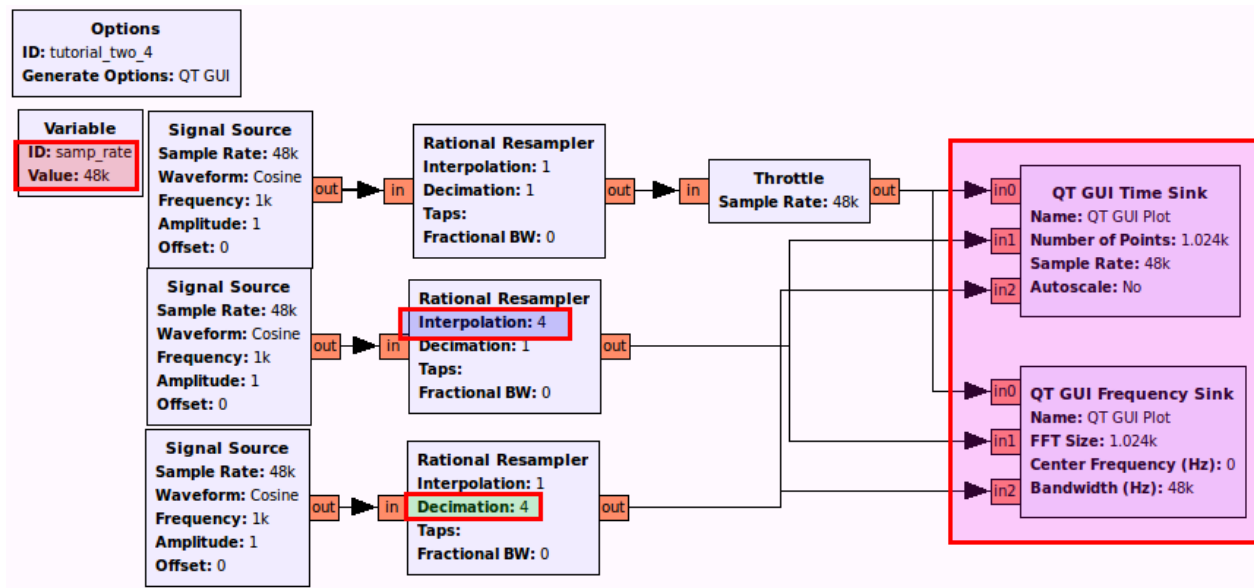
- a. Demostrar los límites de Nyquist usando valores de frecuencia de muestreo (variable: samp_rate) y frecuencia de la señal de referencia (Bloque: signal Source). Describa en un

párrafo las desventajas o ventajas al llegar a este límite; apoye su argumento con una imagen.

- b. Demostrar los efectos sobre la forma de onda cuando se tiene una relación de muestreo ($\text{samp_rate/frequency} = 4$). Describa en un párrafo las desventajas o ventajas al llegar a este límite; apoye su argumento con una imagen.
- c. Demostrar los efectos sobre la forma de onda cuando se tiene una relación ($\text{samp_rate/frequency} = 12$). Describa en un párrafo las desventajas o ventajas al llegar a este límite; apoye su argumento con una imagen.

Nota: en cada uno de los bloques de GNURADIO no se debe manipular la variable *samp_rate* a menos que realice un procedimiento de cambio en la frecuencia de muestreo.

2. Demuestre el efecto al diezmar e interpolar una señal (use como referencia una señal coseno) y realice el siguiente montaje



Use al menos un valor diferente al presentado en la imagen tanto para el parámetro *decimation* e *interpolation* de tal forma que le permita argumentar la importancia de cada uno de ellos. Describa su experiencia.

3. Multiplique tres señales tipo coseno como se muestra en el siguiente diagrama (Use valores de frecuencia de la señal A la suma de los últimos dígitos del código de cada estudiante del grupo de laboratorio en kHz y la señal B la multiplicación de los últimos dígitos del código de cada estudiante del grupo de laboratorio en kHz. Encuentre el valor de la frecuencia de muestreo que debe usar en el sistema para visualizar y procesar la información. Describa la experiencia.

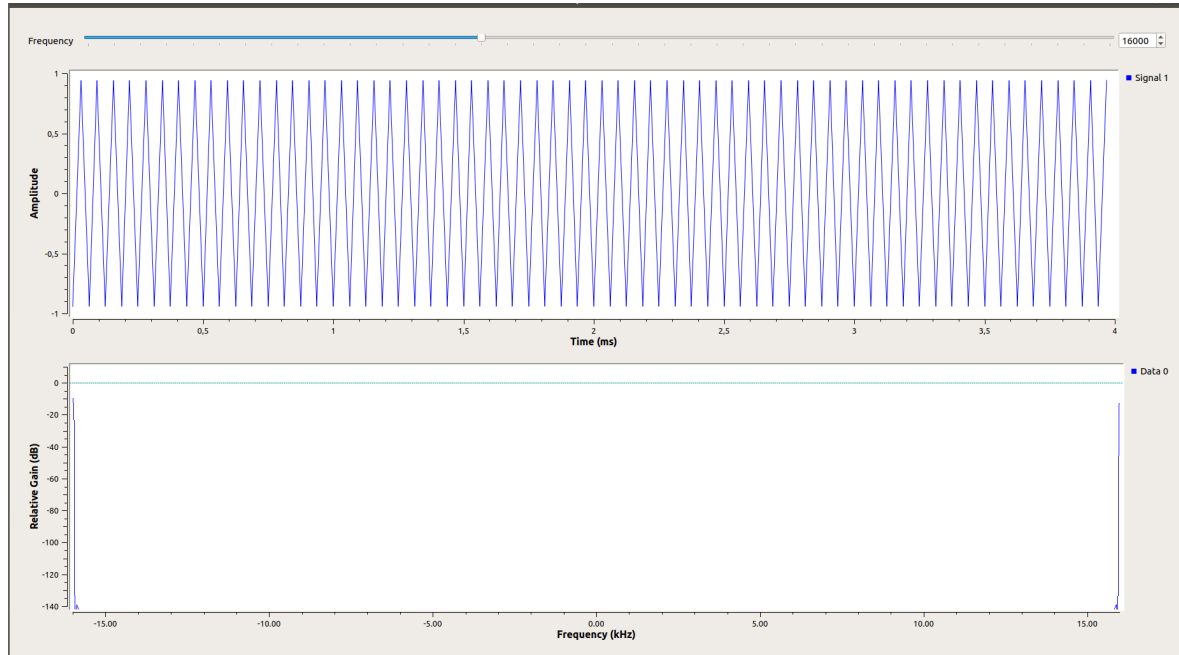
Nota: si el último dígito del código es cero se debe tomar como diez. Ejemplo: Bob (cód: 2068123) Alice (cód: 2128196) y Grace (cód: 2176120). De esta forma la frecuencia de la señal A es igual a 19 (3+6+10) kHz y la frecuencia de la señal B es $180 = (3*6*10)$ Hz.

4. Introducción a GITHUB (Todos los archivos generados en los laboratorios deben subirse a GITHUB)
 - a. Cree una cuenta en GitHub con el nombre LABCOMUIS_D1A_GXX; donde XX corresponde al subgrupo seleccionado en la plataforma de MOODLE ([Enlace a GITHUB](#))
 - i. Tutorial de YOUTUBE [Enlace a tutorial rápido](#)

INFORME DE RESULTADOS

DESARROLLO DEL OBJETIVO 1. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 1.

Parte a:



En la imagen anterior, se observa que cuando se usa una frecuencia muestreo menor al límite de Nyquist, la pérdida de información es considerable. Esto es debido a que existe una superposición del espectro de la señal o visto de otra manera, la frecuencia de muestreo no es lo suficientemente alta permitiendo que se pierda demasiada información entre cada muestra.

Cabe aclarar que usar una frecuencia de muestreo mucho más grande que la del límite de Nyquist puede, de la misma forma, muestrear el ruido presente en la señal que definitivamente es algo que no se quiere obtener.

Parte b: ($\text{samp_rate/frequency} = 4$)

Para este caso las ventajas que presenta es que se tiene 4 muestras por ciclo. Es decir, el doble de muestras o información que en el inciso anterior. Desventaja es que al tener una frecuencia muy baja se puede producir el efecto de Aliasing mencionado anteriormente esto debido a que impide recuperar correctamente la señal cuando las muestras de esta se obtienen a intervalos de tiempo demasiado largos. La forma de la onda recuperada presenta pendientes muy abruptas.

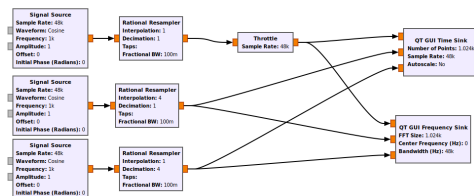
En efecto muestrear con una frecuencia mayor al límite de Nyquist permite obtener mayor información de la gráfica

Parte c: ($\text{samp_rate}/\text{frequency} = 12$) Para este caso las ventajas que presenta es que se tiene 12 muestras por ciclo. Pero resumidamente se puede decir que va presentar el mismo problema que en inciso b ya que aumentó el número de muestras pero

DESARROLLO DEL OBJETIVO 2. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 2.

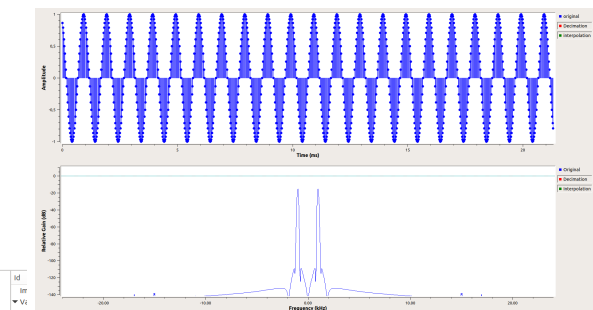
Diezmado :

irritable
pys2002.5
46.45



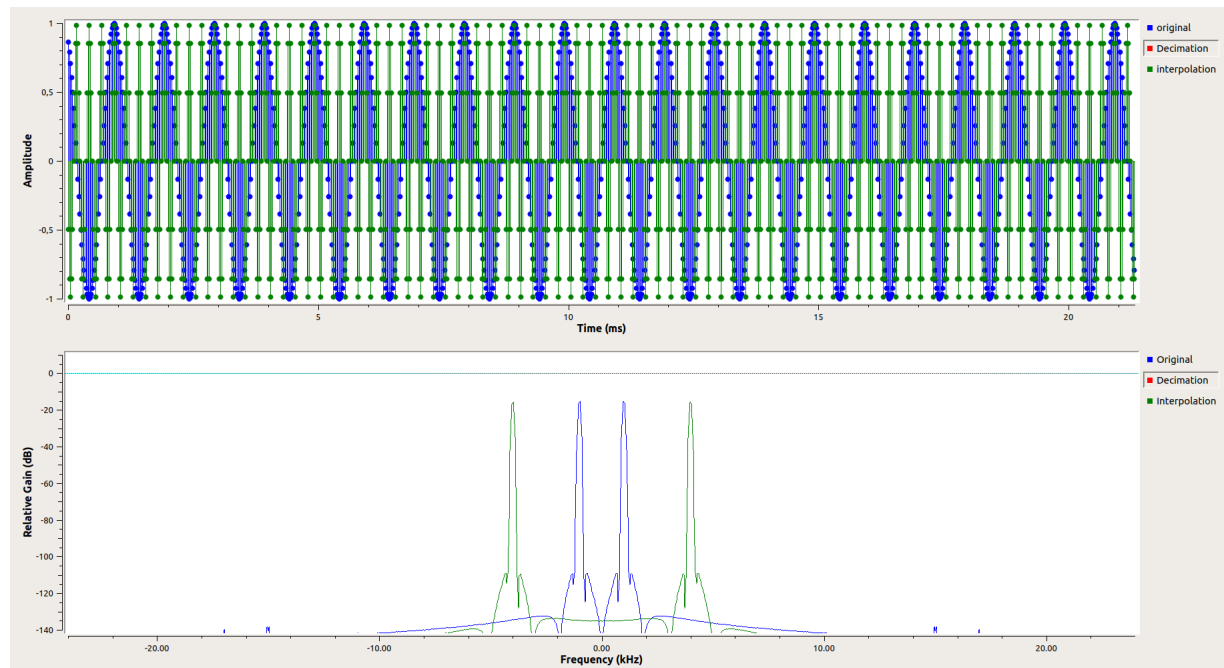
Grupe04/Practica1_2.py

Documents/Grupe04/Practica1_2.py



Para ver lo que provoca el diezmado al incrementar o disminuir su valor, se analizó cómo se afectaba la frecuencia, la longitud y amplitud.

Primero se dio un valor de 4 a la señal y se obtuvo (Señal verde):

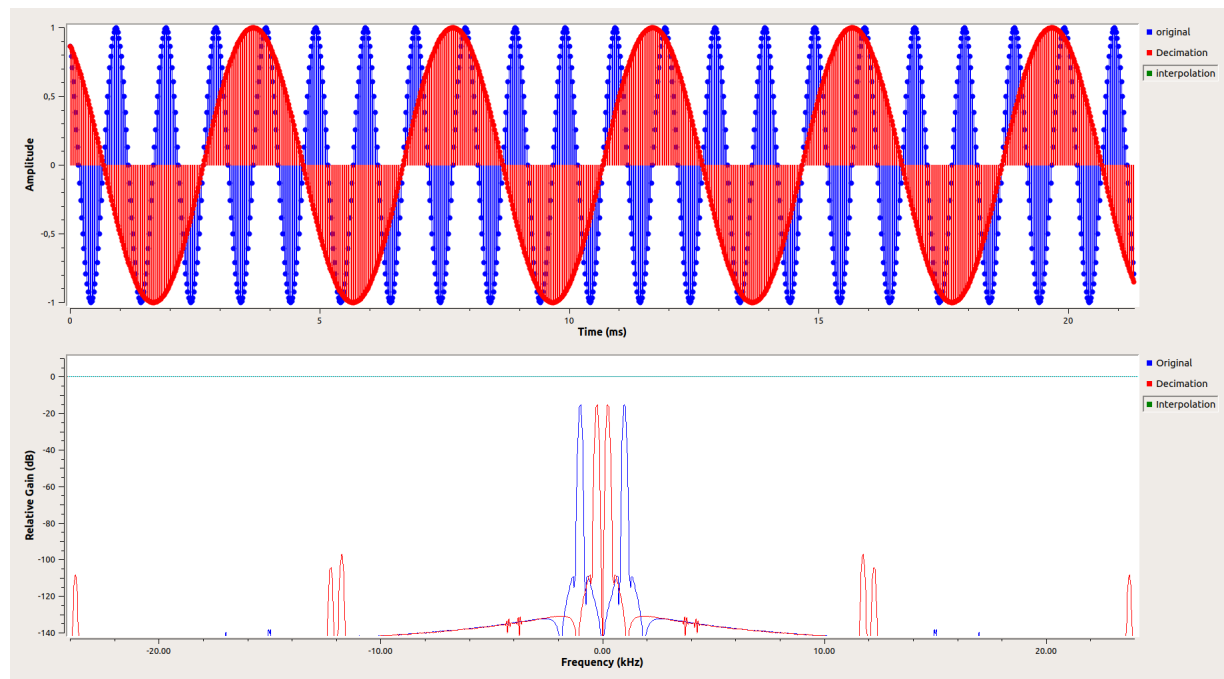


En donde se percibe una disminución en la longitud de la onda y por ende, el aumento de la frecuencia. También, se logró observar una disminución en la ganancia para los picos de frecuencia mayores a los 20 kHz, dando una idea de que generó una disminución en el ancho de banda.

Al realizar un zoom sobre los puntos de la señal diezmada, se obtuvo que el número de muestras disminuyó por cada periodo en concordancia con el factor de diezmación que se estableció.

Interpolado:

Para visualizar los cambios que se generan al realizar el aumento del interpolado se obtuvo la siguiente gráfica:

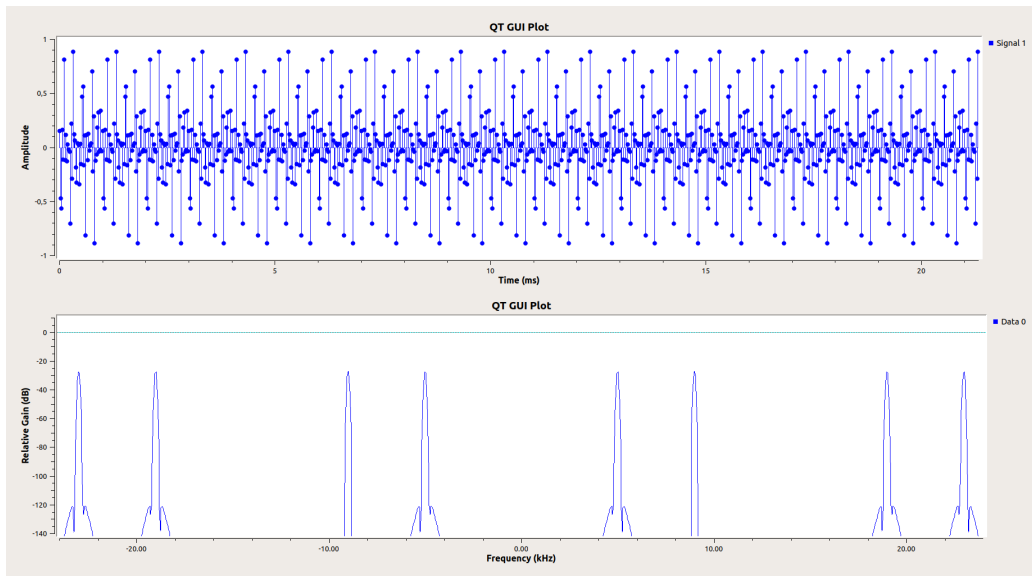


En donde se observó que la gráfica se disminuyó en frecuencia (menos muestras por ciclo), aumentó la longitud y hubo un aumento de la ganancia. Adicionalmente, se puede inferir que el aumento en la ganancia es debido a un aumento en el ancho de banda.

Tanto como para el caso del diezmado como para la interpolación se evidencia lo relacionado al Teorema de Nyquist, pues cuando aumenta la frecuencia de muestreo de manera indiscriminada, se disminuye la ganancia, relacionado con el Aliasing.

DESARROLLO DEL OBJETIVO 3. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 3.

Cómo calcular la frecuencia de muestreo de una señal y anexo una gráfica donde se evidencia el resultado.



Para este caso se establecieron dos señales sinusoidales de acuerdo a las condiciones establecidas en la guía de laboratorio. Posteriormente, se hizo uso de la trigonometría para lograr ver el producto de estas dos señales como una suma.

$$\begin{aligned} \sin A + \sin B &= 2 \sin \frac{A+B}{2} \cos \frac{A-B}{2} \\ \sin A - \sin B &= 2 \cos \frac{A+B}{2} \sin \frac{A-B}{2} \\ \cos A + \cos B &= 2 \cos \frac{A+B}{2} \cos \frac{A-B}{2} \\ \cos A - \cos B &= -2 \sin \frac{A+B}{2} \sin \frac{A-B}{2} \end{aligned}$$

De esa forma tomamos la frecuencia mayor y la multiplicamos por dos para obtener la frecuencia de acuerdo al límite de Nyquist.