

# **PRÁCTICA 1**

## **(dos Sesiones)**

### **Frecuencia de muestreo en GNURadio**

**Autores:**

Juan Sebastián Morales Merchán. -  
2170468

---

Daniel Felipe Suárez Blanco.  
-2180406

**Grupo de laboratorio:**

**L1B**

**Subgrupo de clase**

**Grupo 3**

## INFORME DE RESULTADOS

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

parte a:

En nuestro experimento el límite de Nyquist correspondería a 16k (Hz) Al analizar el comportamiento de la señal a medida que nos acercamos a dicho limite podemos sacar las siguientes conclusiones:

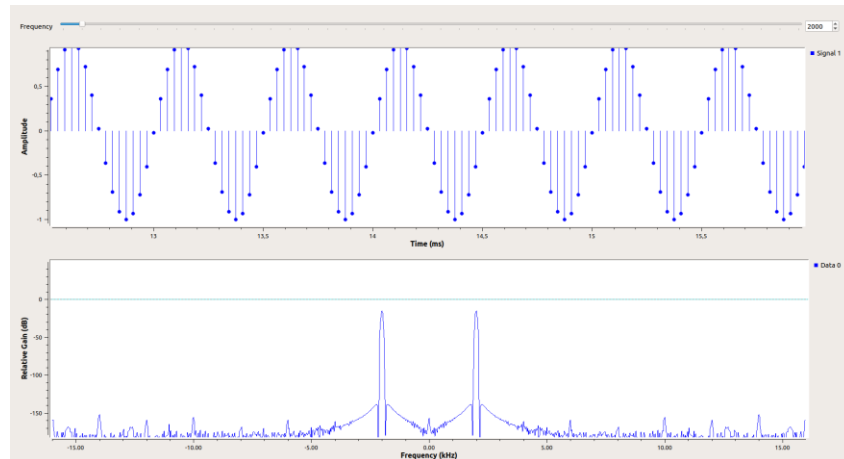


Figura 1. Señal operando a 2k(Hz)

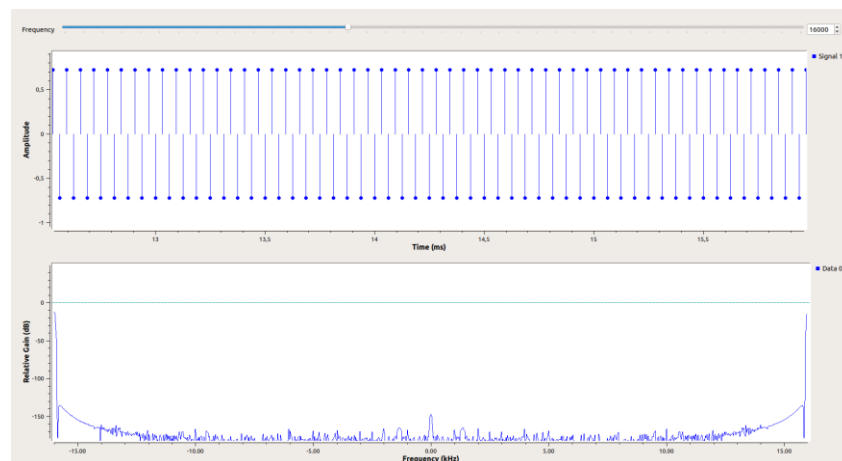


Figura 2. Señal operando a 16k(Hz)

Una de las desventajas al llegar al límite es que la señal queda mal muestreada, parece una señal completamente distorsionada a lo que debería ser la onda seno, causando que la amplitud de la señal sea completamente distinta a la original. Además, pueden existir frecuencias en donde su muestreo coincida con otra, provocando el no deseado Aliasing.

Las ventajas de superar este límite me brindan la seguridad de poder reconstruir una señal a su original a partir de sus muestras luego de ser filtrada.

### Parte b

Para obtener 6 muestras por periodo , sabiendo que nuestro sistema tiene una fuente a 32k (Hz) , nuestro sistema deberá operar a 5333 Hz.

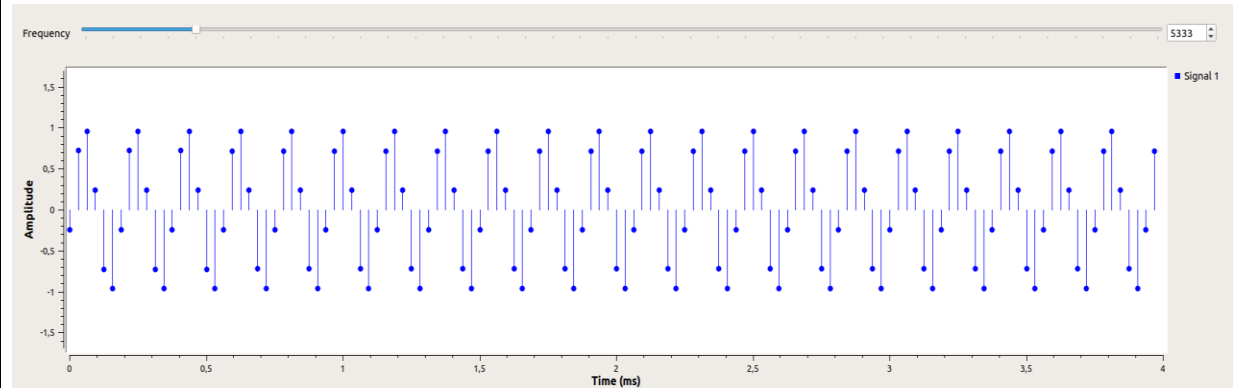
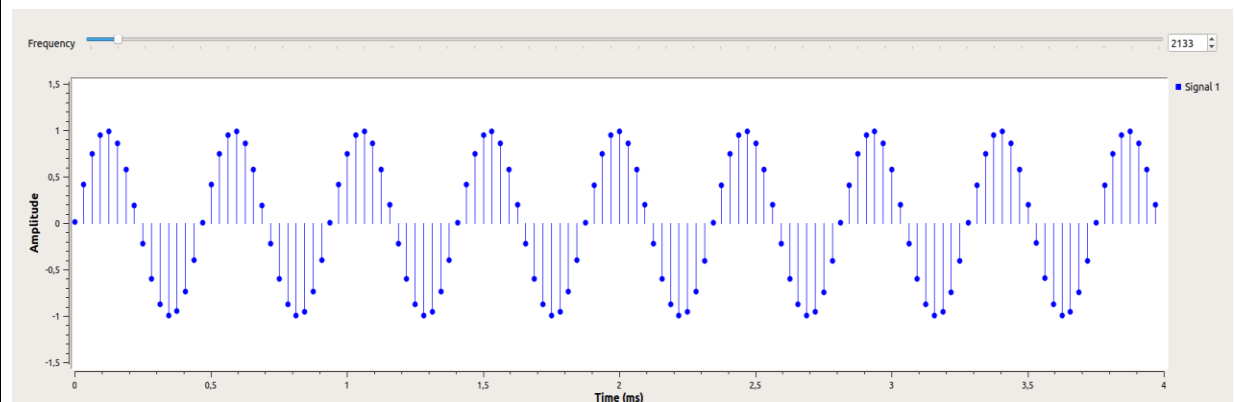


Figura3. Señal Operando a 5333(Hz)

Como podemos ver en la gráfica del sistema oscilando, podemos decir que teniendo en cuenta que el sistema tiene un limite de 16 K(Hz) , operando a una “baja frecuencia” las desventajas de operar con tan pocas muestras discretizadas por periodo es la claridad de la función , pues a pesar de que es identificable que es una función seno, esta falta de datos podría crear ruido o distorsión en la señal final. Sin embargo como ventaja podríamos mencionar que no se requieren tantos datos para entender las características fundamentales de la señal , lo cual resulta ventajoso en casos en los cuales la captación de la señal es difícil o difusa.

### Parte c

Para obtener 15 muestras por periodo, sabiendo que nuestro sistema tiene una fuente a 32k (Hz) , nuestro sistema deberá operar a 2133 Hz.



Para este experimento podemos ver el caso contrario a la anterior prueba , como vemos ahora la señal es mucho mas clara e identificable lo cual claramente es ventajoso, como es lógico una desventaja seria nombrar la cantidad de datos requeridos para discretizar la señal , pero a la vez debemos agregar que al estar trabajando con una frecuencia relativamente baja a la de la

capacidad del sistema , podemos interpretar que esta señal puede ser considerada pequeña presentándose entonces un conflicto si requiriéramos de una señal mas grande para un punto de operación o para una determinada meta, lo cual claramente es una desventaja para este montaje.

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

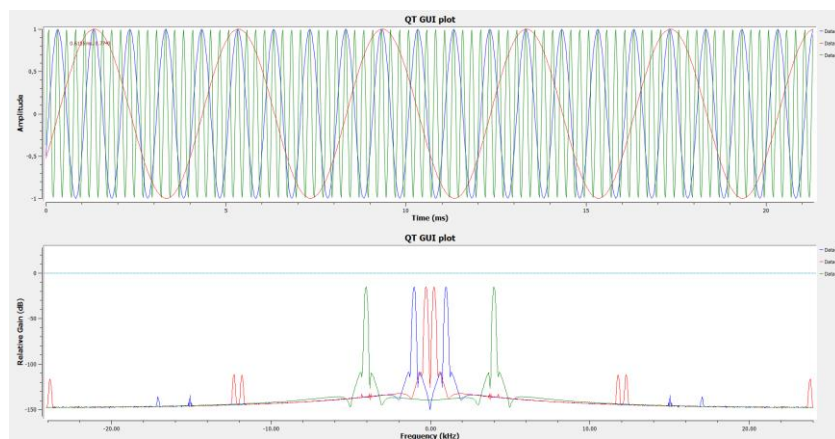
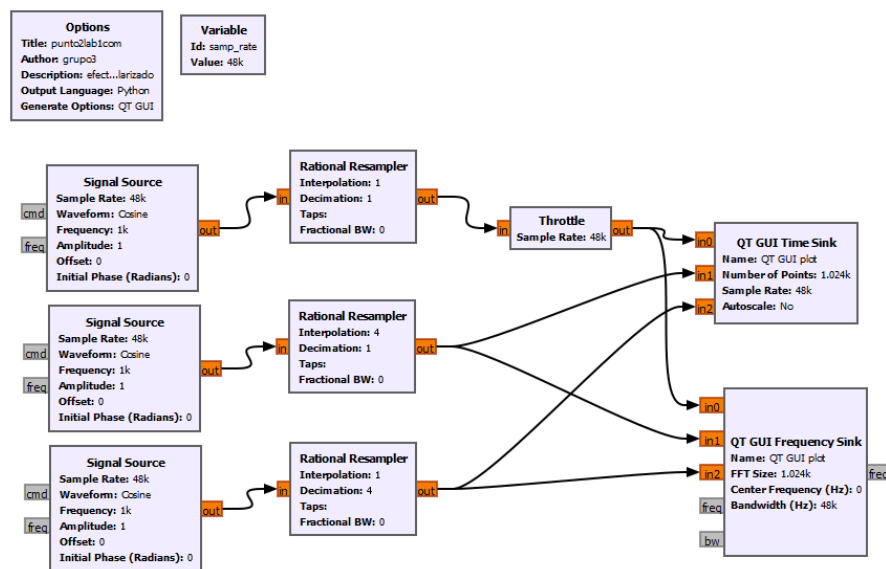
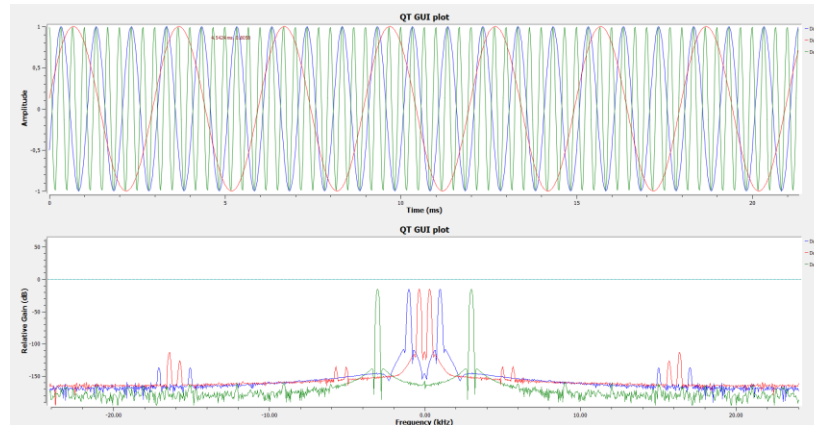


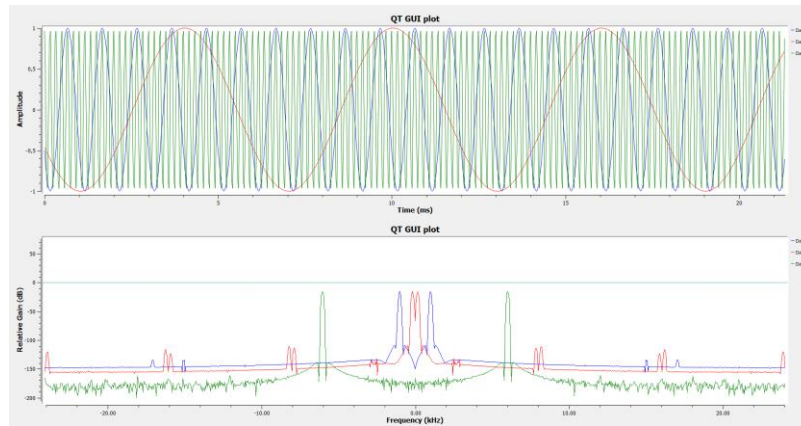
Figura 17. Gráfica con interpolación (dato 1) y la diezmo (dato 2) = 4

- Interpolación (dato 1) = 3; Diezmado (dato 2) = 3.

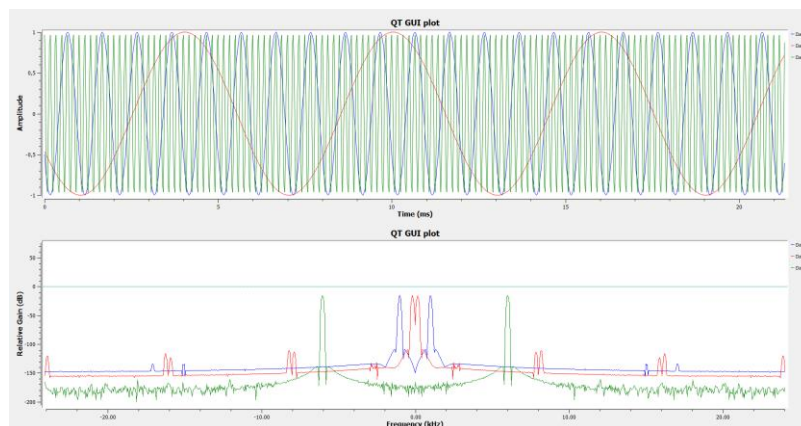


**Figura 18.** Gráfica con Interpolación (dato 1) = 3; Diezmado (dato 2) = 3

- Interpolación (dato 1) = 6; Diezmado (dato 2) = 6.

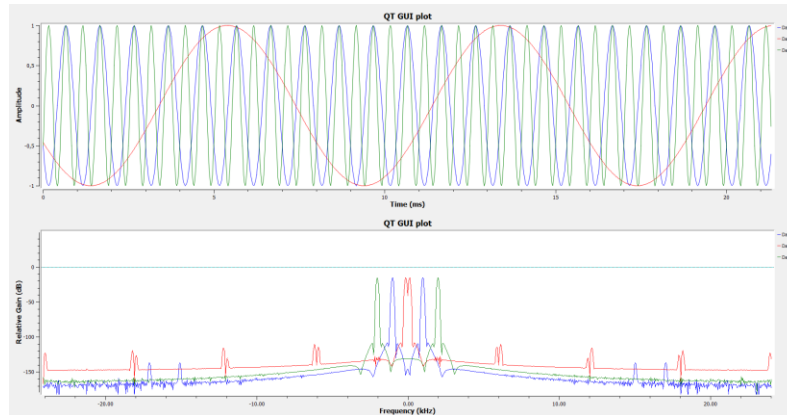


**Figura 19.** Gráfica con Interpolación (dato 1) = 6; Diezmado (dato 2) = 6



**Figura 19.** Gráfica con Interpolación (dato 1) = 6; Diezmado (dato 2) = 6

- Interpolación (dato 1) = 8; Diezmado (dato 2) = 2.



**Figura 20.** Gráfica con Interpolación (dato 1) = 8; Diezmado (dato 2) = 2

Como logramos observar en las figuras 17, 18, 19 y 20 al modificar los valores de interpolación y diezmado, modificamos la frecuencia de la señal.

Si nos fijamos en la señal de color rojo (dato 1), al disminuir la interpolación aumento su frecuencia y cuando aumentamos el valor de interpolación disminuye su frecuencia.

Caso contrario al observar la gráfica de color verde (dato 2) que al disminuir su diezmado disminuye su frecuencia y al aumentar el diezmado esta también aumenta.

Por lo cual podemos afirmar que la frecuencia y la interpolación tienen una relación inversamente proporcional. En cambio, con el diezmado la frecuencia tiene una relación directamente proporcional. Esto es debido a que al realizarse el proceso de interpolación se generan más muestras lo que disminuye el periodo de la señal, cuando el proceso es de diezmado se dejan de tener en cuenta muestras por lo que el periodo aumenta.

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

Para obtener la frecuencia de la señal A y B:  $6+8$  [kHz] = 14 [kHz]

Para obtener la frecuencia de la señal C:  $6*8$  [kHz] = 48 [kHz]

$$\text{Señal A} = \cos(2\pi * 14000 * t) = \cos(28000\pi t)$$

$$\text{Señal B} = \cos(2\pi * 14000 * t) = \cos(28000\pi t)$$

$$\text{Señal C} = \cos(2\pi * 48000 * t) = \cos(96000\pi t)$$

Al multiplicarlas, se obtiene

$$\text{Total} = \cos^2(28000\pi t) * \cos(96000\pi t)$$

Por identidades trigonométricas,

$$\mathbf{T} = \frac{1 + \cos(2 \cdot 2\pi \cdot 28000 \cdot t)}{2} * \cos(2\pi \cdot 96000 \cdot t)$$

Al aplicar distributiva y la transformada de Fourier para eliminar el producto de cosenos,

$$\mathbf{T} = \delta(\omega + 80000\pi) + 2\delta(\omega + 192000\pi) + \delta(\omega + 304000\pi)$$

Como se observa, la mayor frecuencia está en la 3ra componente de la señal, entonces, aplicando el criterio de Nyquist,

$$f_s > 2f_{max}$$

$$f_s > 2 \cdot 304000$$

$$f_s > 0.608 \text{ [MHz]}$$

- Con  $f_s = 0.608 \text{ MHz}$

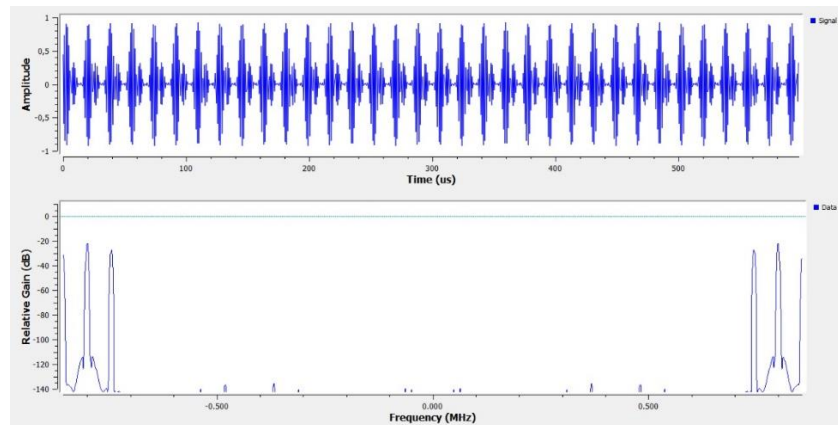


Figura 21. Gráfica con  $f_s = 1.712 \text{ MHz}$

- Con  $f_s = 0.61 \text{ MHz}$

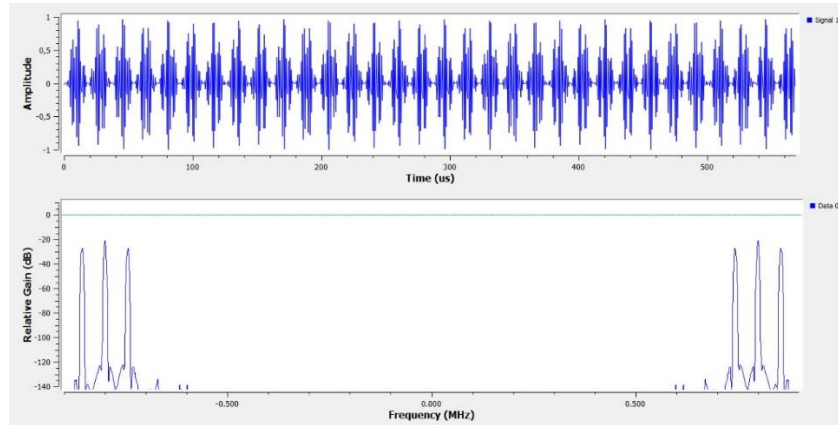


Figura 22. Gráfica con  $f_s = 0.61 \text{ MHz}$

- Con  $f_s = 0.6 \text{ MHz}$

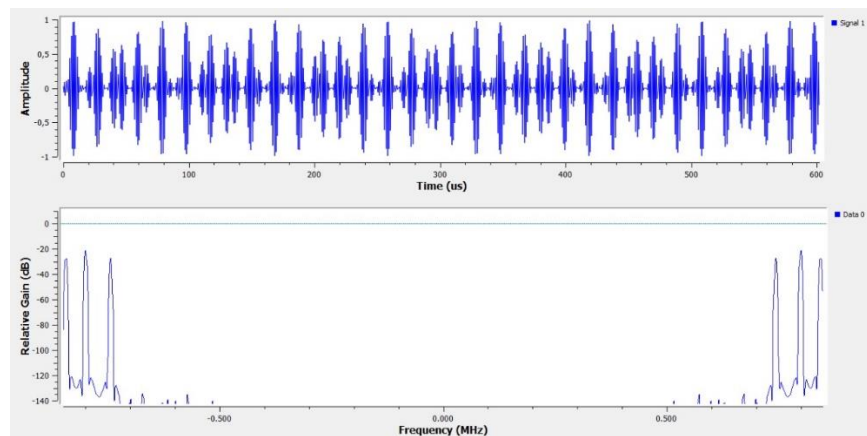


Figura 23. Gráfica con  $f_s = 0.6 \text{ MHz}$

Al igual que en la primera parte de esta práctica, estamos demostrando el límite de Nyquist, mostrando que la señal debe ser muestreada a un valor del doble de su frecuencia para así no perder información de la señal. Por ende, se hace necesario encontrar la frecuencia máxima del producto entre las 3 señales senoidales.

Se encontró que el límite de Nyquist estaba en una  $F_s$  de  $0.608 \text{ MHz}$ , como se puede ver en la figura 21, donde se observa que tiene el mayor rango de espectro en frecuencia, pero en tiempo, es una señal completamente distinta a la original que debe ser recreada, esto mismo ocurriendo con la señal de  $F_s = 0.61 \text{ MHz}$ , ya que no se está cumpliendo con el criterio de Nyquist. Por el contrario, la señal con  $F_s = 0.6 \text{ MHz}$ , se puede reconstruir a la señal original, debido a que su espectro es lo suficientemente grande para realizar dicho proceso.



**DESARROLLO DEL OBJETIVO 4. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 4.**

Enlace Generado:

[https://github.com/daniel020799/LABCOMUIS\\_L1B\\_G03](https://github.com/daniel020799/LABCOMUIS_L1B_G03)

**Archivos subidos.**