

LAB1_Comunicaciones1_2195551

Punto 1:

El teorema de Nyquist-Shannon conocido como el teorema de muestreo de Nyquist, es un teorema fundamental para las telecomunicaciones, el cual demuestra que para reconstruir exactamente una señal continua en banda base a partir de sus muestras, es necesario que su tasa de muestreo sea igual o superior al doble de su ancho de banda, en otras palabras, la frecuencia de muestreo debe ser mayor o igual al doble de la frecuencia de la señal, la ventaja de llegar a este límite, es que si una señal cumple con los límites para las frecuencias mencionados anteriormente, esta se puede recuperar completamente a partir de sus muestras mediante la función de interpolación, la desventaja es que si el criterio no se satisface cumpliendo con los límites requeridos, esto dará paso al fenómeno de aliasing, lo cual ocasiona que dos señales distintas se tornen indistinguibles al muestrearse digitalmente, por ende la señal no puede ser reconstruida.

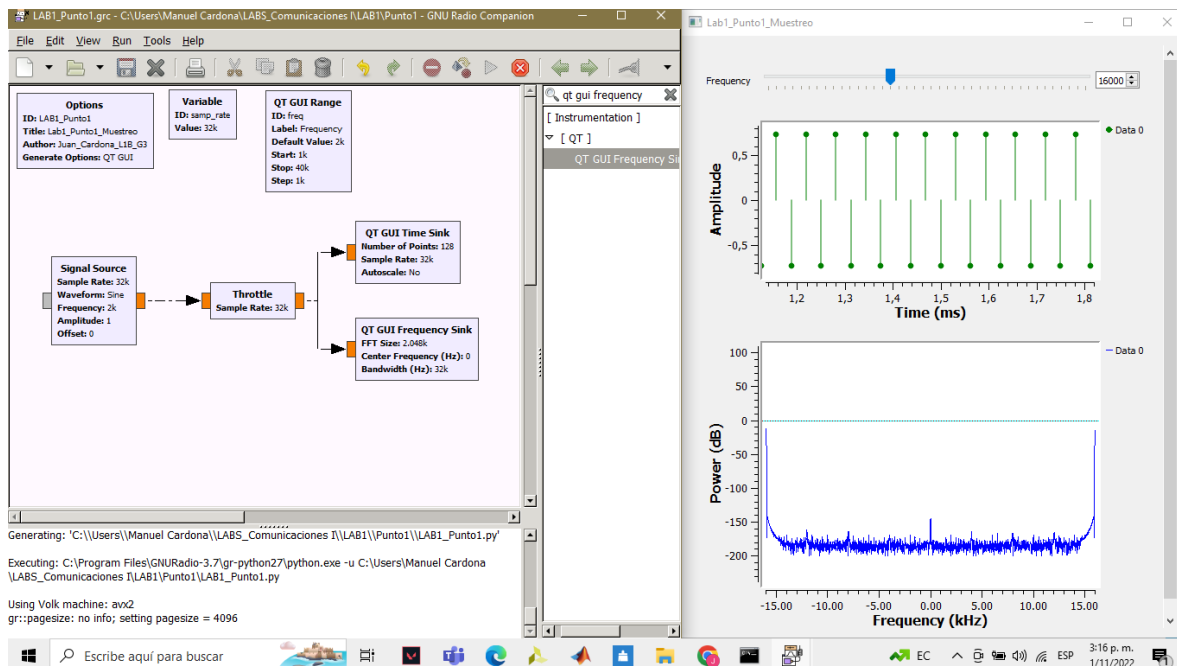


Ilustración 1: LAB1_Punto1_Demostracion_Nyquist_Señal_Seno

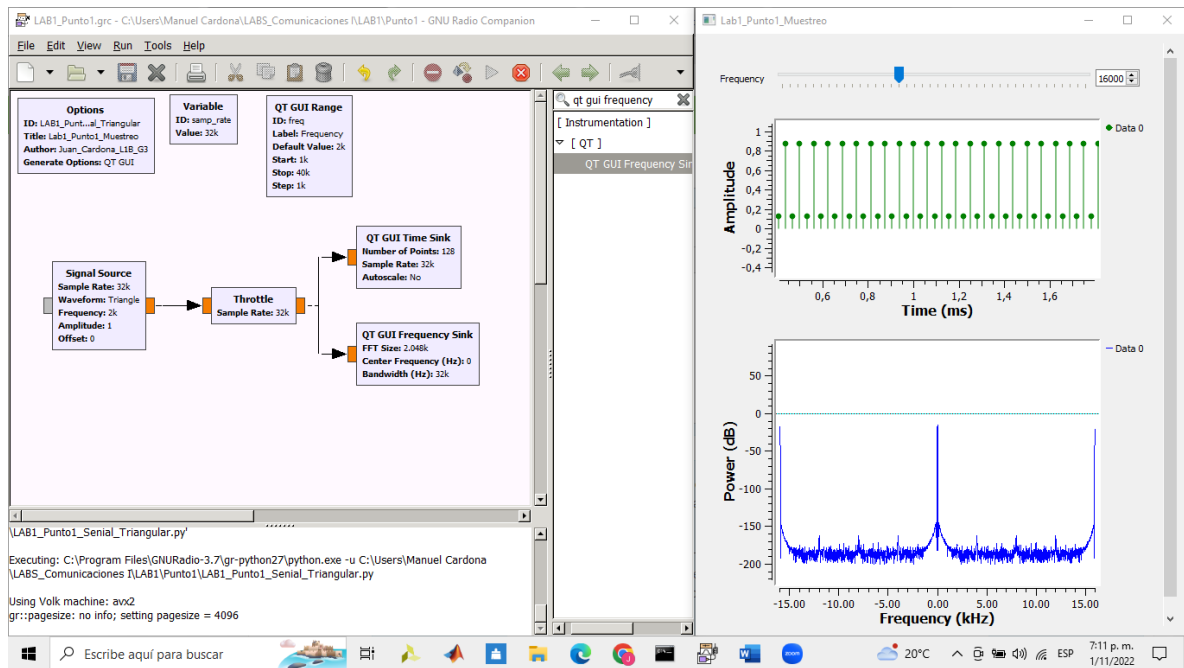


Ilustración 2: LAB1_Punto1_Señal_Triangular

Punto 2:

Para esta segunda parte de la práctica, se añadió un bloque al diagrama, el cual nos permitirá variar fácilmente tanto la frecuencia de la señal muestreada como la frecuencia de muestreo, en la imagen que se muestra a continuación, se evidencia los valores asignados a la frecuencia de muestreo y a la frecuencia de la señal muestreada los cuales son 36K [Hz] y 6K [Hz] respectivamente, para cumplir con la relación requerida por el ejercicio ($\text{samp_rate}/\text{Frequency} = 6$). Con esta simulación, logro notar que a diferencia de la anterior (en la cual solamente se apreciaban los extremos de la onda, los cuales corresponden a los impulsos de muestreo), en la onda aparecen 6 impulsos, los cuales nos pueden brindar una mayor efectividad a la hora de realizar la recuperación de la señal, la desventaja es que el muestreo se debe realizar a una mayor frecuencia porque claramente se ve que la frecuencia de muestreo utilizada en este ejercicio no es el doble de la frecuencia de la señal sino 6 veces esta.

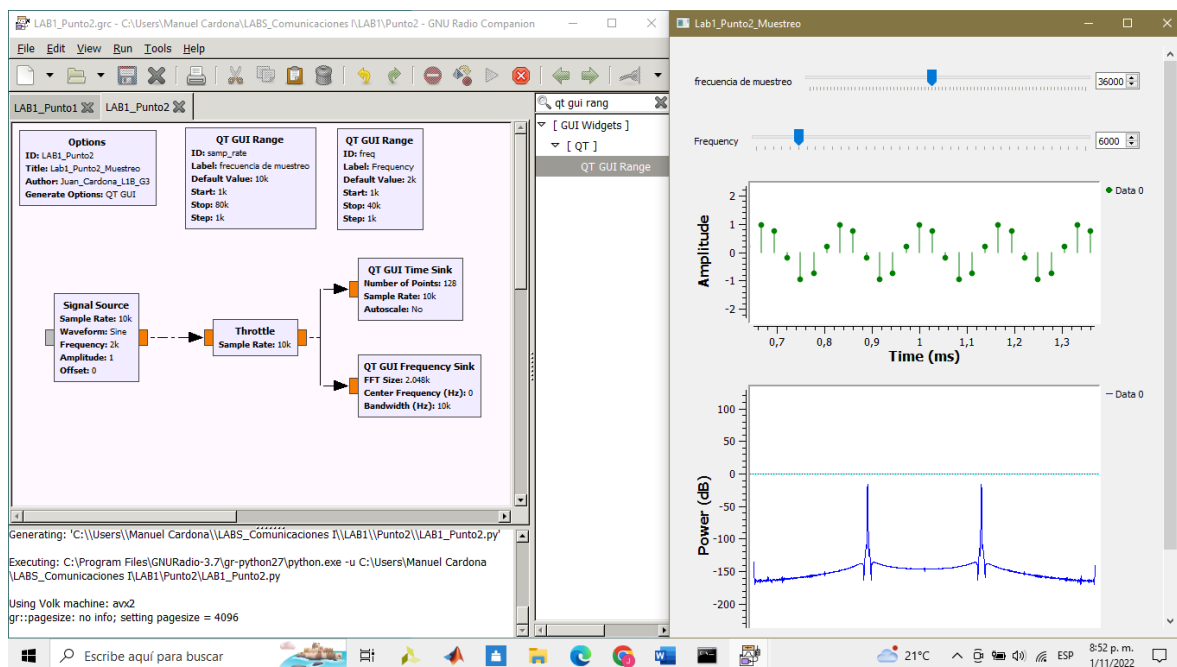


Ilustración 3: LAB1_Punto2

Punto 3:

Para esta tercera parte de la práctica, se realizó una variación en los rangos de frecuencia para cada uno de los filtros presentes en el flujograma de bloques, utilizando como muestra una parte de la canción "Gitana de Willie Colón", esto con la finalidad de simular un ecualizador:

En el filtro pasa bajas, se mantiene quieta la frecuencia de muestreo en 246K [Hz] para que la reproducción del audio suene tersa, esto con la frecuencia de corte por encima de 12K [Hz], de lo contrario la señal se atenúa, la variación tanto de la frecuencia central como del ancho de banda, no afectan nuestra señal, para escuchar solamente los bajos, la frecuencia de muestreo se deja mayor o igual a 246K [Hz] y la frecuencia de corte se lleva por debajo de los 12K [Hz].

En el filtro pasa bandas, se descubre que la señal se atenúa con valores de ancho de banda menores a 3K [Hz], se agudiza con frecuencias centrales mayores a 1.5K [Hz] y se mantiene estable con frecuencias de muestreo de 246K [Hz], con valores menores o mayores (en la frecuencia de muestreo) se baja o aumenta su velocidad respectivamente; con frecuencia de muestreo, frecuencia central y ancho de banda correspondientes a 246K [Hz], 1.5K [Hz] y 2K [Hz] respectivamente, aproximadamente se escucha solamente la voz del cantante.

En el filtro pasa altas, para obtener el sonido limpio, la frecuencia de muestreo debe estar en un rango de 246K [Hz] y la frecuencia de corte al mínimo, o sea 100 [Hz], la variación de la frecuencia central no afecta la señal de audio, lo mismo sucede con el ancho de banda. Al aumentar la frecuencia de corte, la señal se empieza a agudizar, justo en los 4K [Hz], prácticamente se escuchan solo algunos instrumentos como por ejemplo la pandereta y la guacharaca.

Pese a que las señales de audio se recomiendan ser muestreadas con una frecuencia de 44.1K [Hz], este no fue el caso indicado, debido a que experimentalmente se definió que la frecuencia de muestreo adecuada para obtener ya sea la señal de audio completa, únicamente la voz del cantante o un instrumento en específico fue de 246K [Hz].

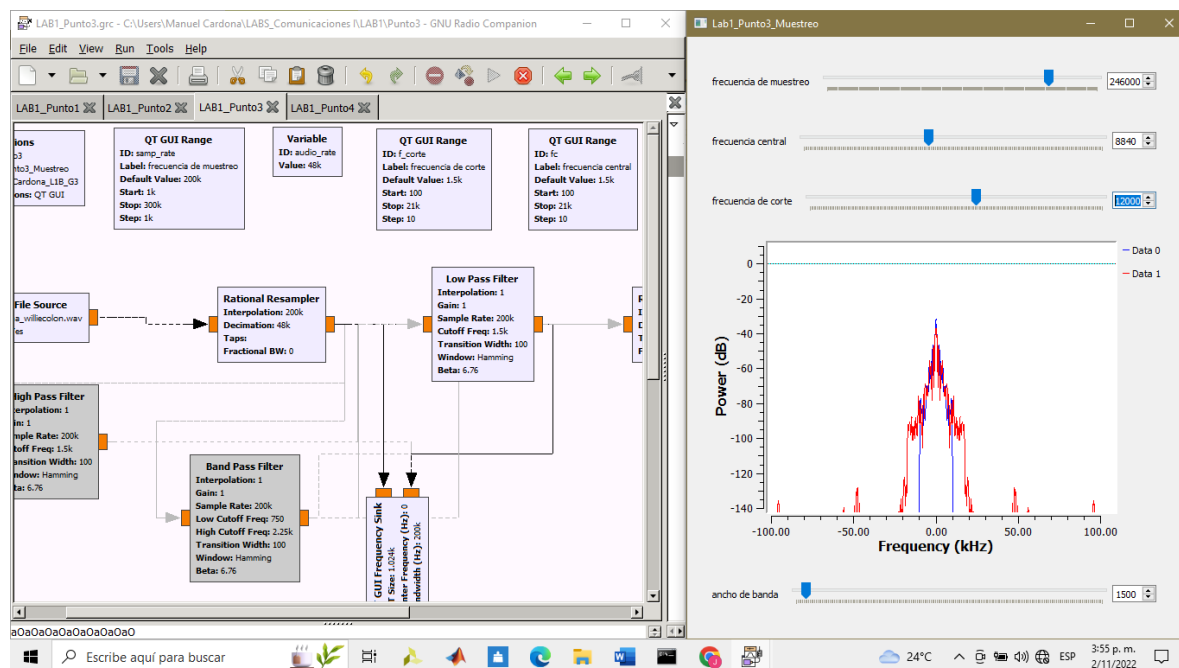


Ilustración 4: LAB1_Punto3_Filtro_PasaBajas

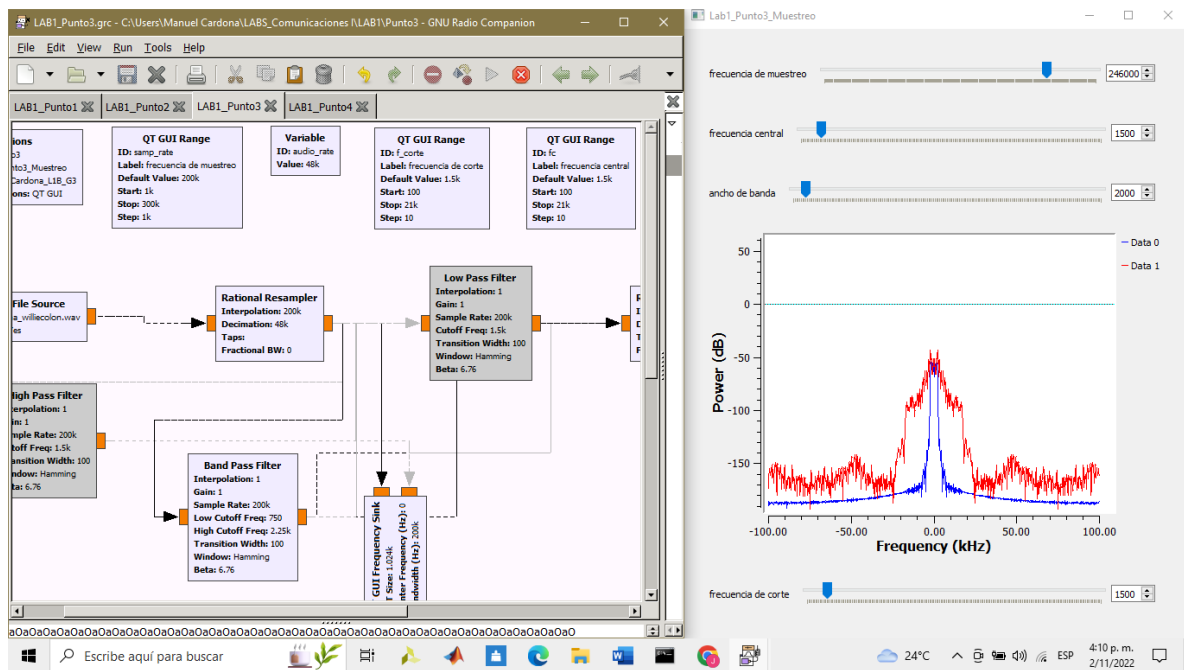


Ilustración 5: LAB1_Punto3_Filtro_PasaBandas

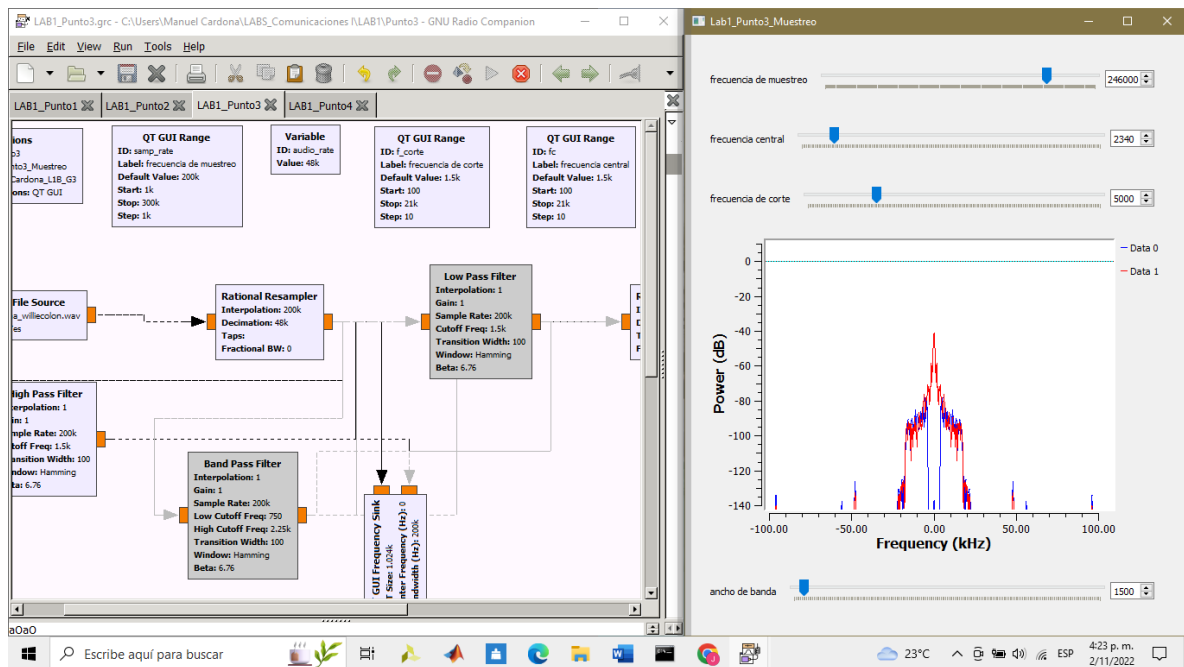


Ilustración 6: LAB1_Punto3_Filtro_PasaAltas

Punto 4:

Para el filtro pasa bajas, al observar la gráfica, la señal parece no variar, pero al escucharla podemos notar que suena un poco acelerado, debido a que la frecuencia de corte máxima es 9999 [Hz], por ende, para cumplir con la relación $((\text{samp_rate}/\text{frequency}) \geq 10)$ debemos colocar la frecuencia de muestreo a 99990 [Hz], valor el cual es menor a 246K [Hz] (valor en el cual la señal de audio se mantenía estable). Para el filtro pasa bandas, dejamos el ancho de banda en 3K [Hz], valor en el cual la señal es estable, realizamos el cambio de los valores en las frecuencias para cumplir con la relación que me pide el ejercicio y notamos que la señal se invierte, y auditivamente hablando, ya no se escucha. Para el filtro pasa altas, se realizó la modificación de los valores de las frecuencias para cumplir con la relación y podemos notar que la señal se atenúa a tal punto en el que ya no se escucha, la desventaja es que, al llegar a estos límites, la señal empieza a modificarse de tal modo que pierde su calidad, la ventaja es que esta relación nos permite analizar una mayor cantidad de muestras.

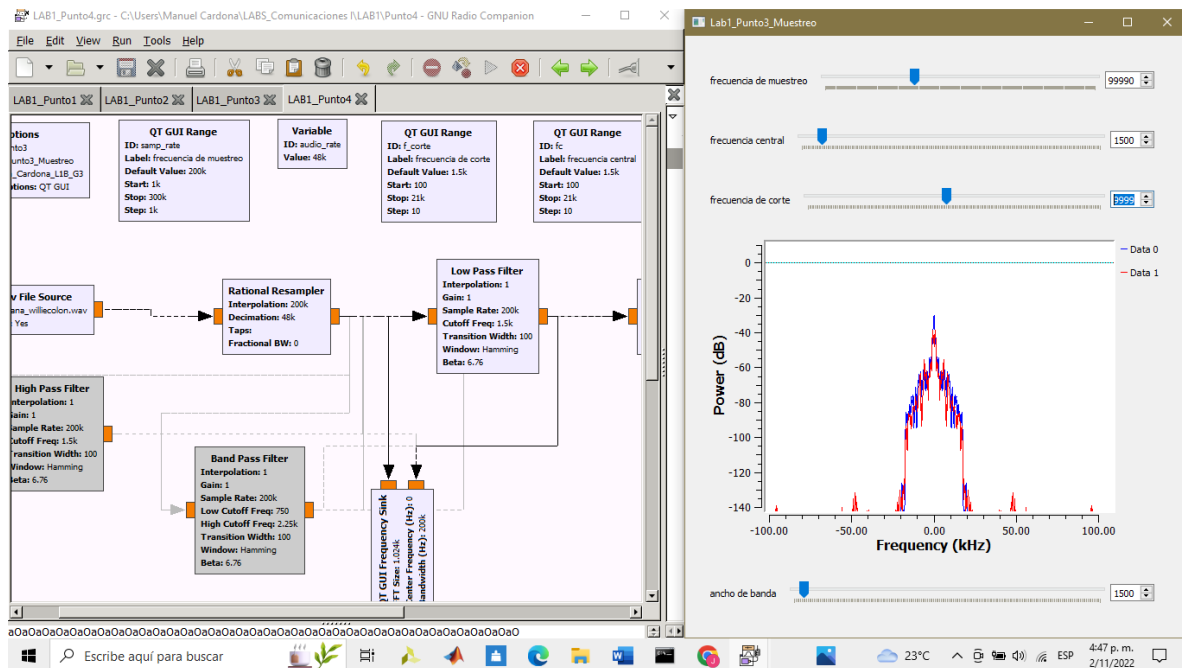


Ilustración 7: LAB1_Punto4_Filtro_PasaBajas

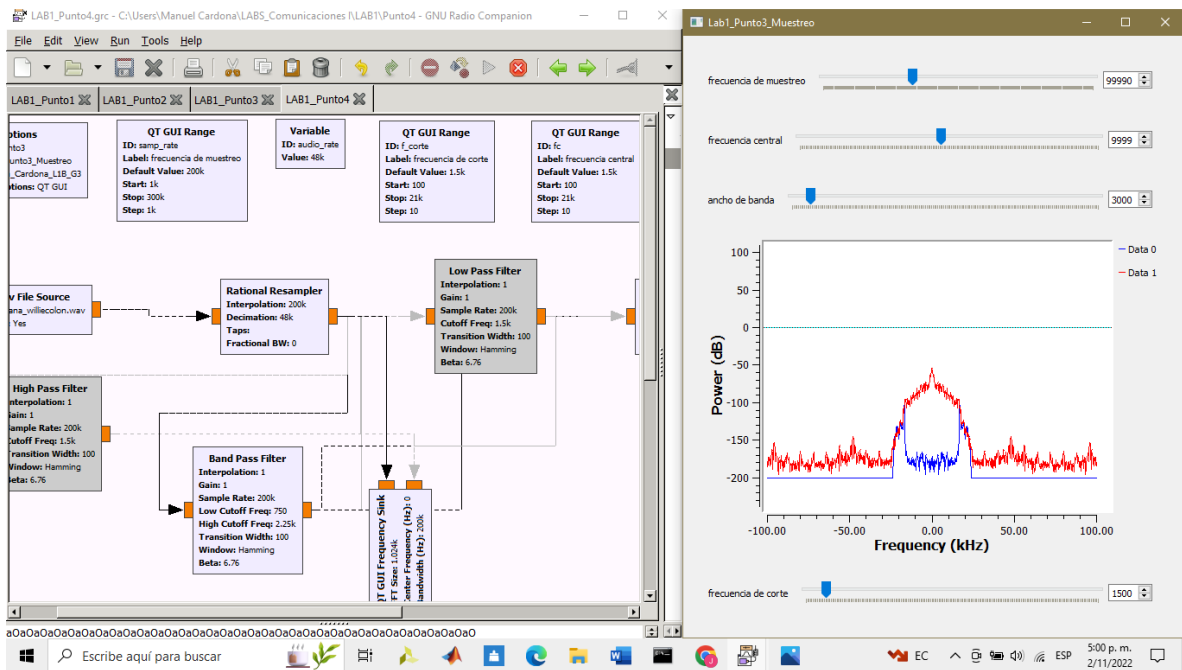


Ilustración 8: LAB1_Punto4_Filtro_PasaBandas

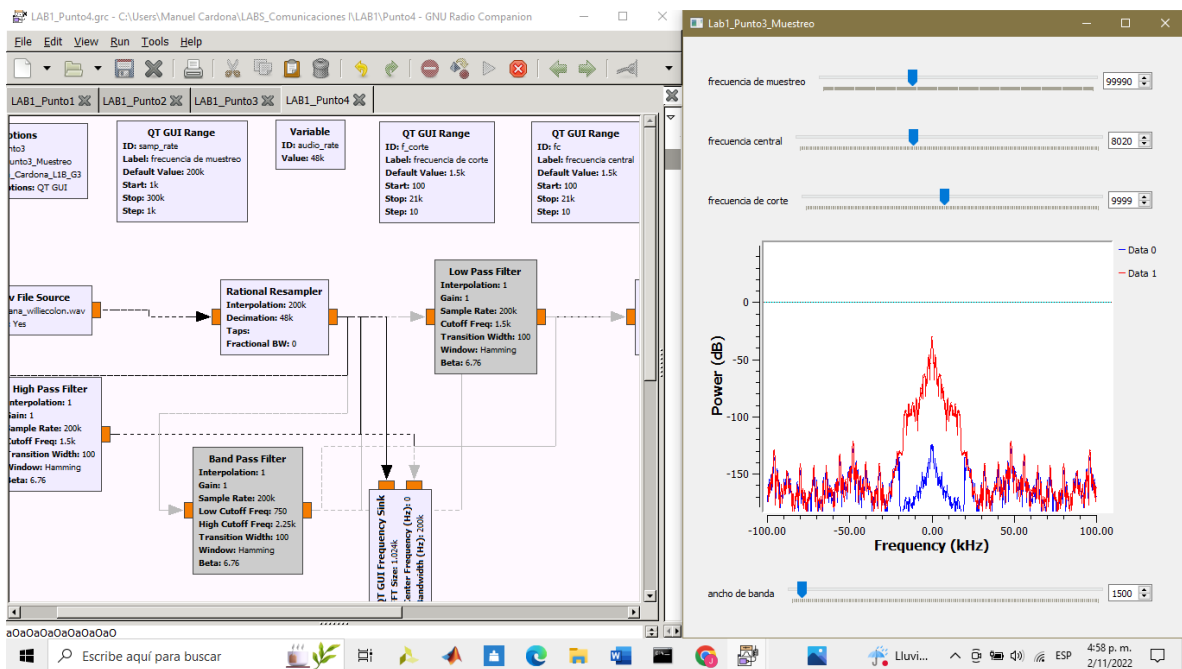


Ilustración 9: LAB1_Punto4_Filtro_PasaAltas

Punto 5:

Para nuestra quinta parte del laboratorio, se ingresan 3 señales coseno para observar el efecto del diezmado y la interpolación, en este caso la señal de entrada cuenta con un rango de frecuencia de muestreo de 48K [Hz] y con un rango de frecuencia de la señal de 4k [Hz], lo cual evidencia que dicha señal cuenta con 12 muestras por periodo por la relación en frecuencia, la señal de color azul representa la misma señal de entrada debido a que únicamente tiene una relación de diezmado e interpolación de 1 a 1, por el contrario la señal roja al poseer una interpolación de valor 4, causa que la señal original la cual contaba con 12 muestras pase a 48 muestras, o sea que su relación de valor 4 es una multiplicación conservando el espaciamiento, por tal motivo la señal en el tiempo tiene un periodo mayor que la original y la frecuencia disminuye a 1K [Hz] lo que nos indica dividir la frecuencia de la señal original por el valor de interpolado, y la señal verde al tener un diezmado de valor 4, hace que la señal original la cual contaba con 12 muestras pase a tener únicamente 3 de ellas, claro está, conservando el espaciamiento, por ello la señal en el tiempo tiene un periodo más pequeño que la señal original y la frecuencia aumenta a 16K [Hz] que claramente representa multiplicar la frecuencia de la señal original por el valor de diezmado.

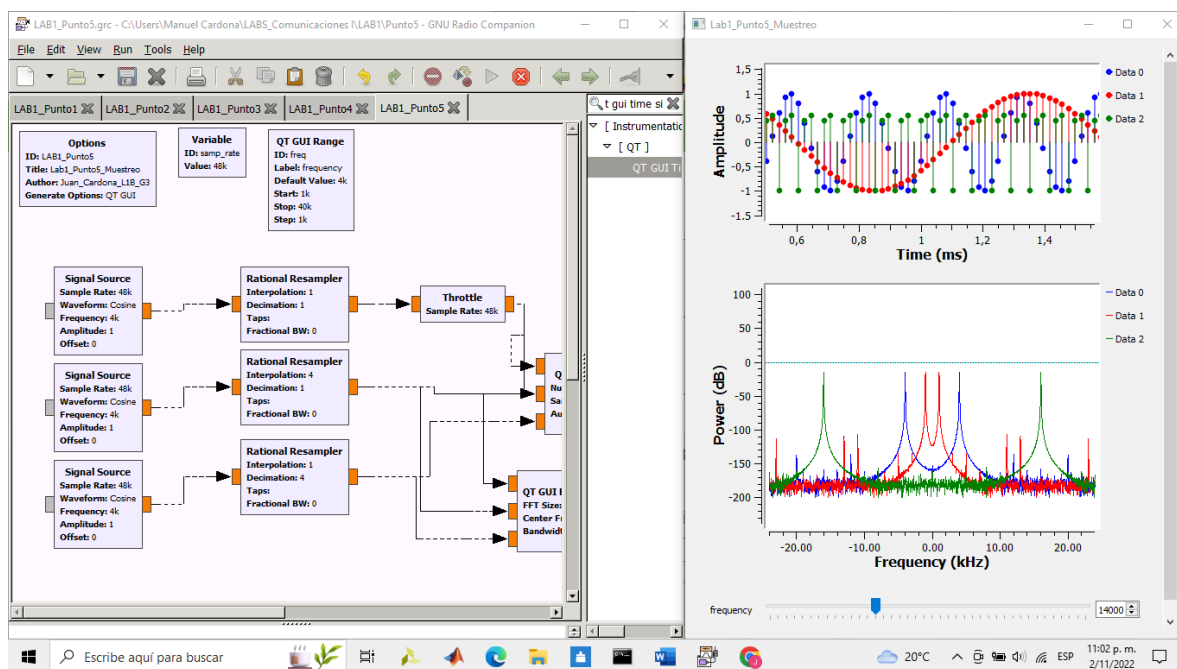


Ilustración 10: LAB1_Punto5_Valores_Del_Ejercicio

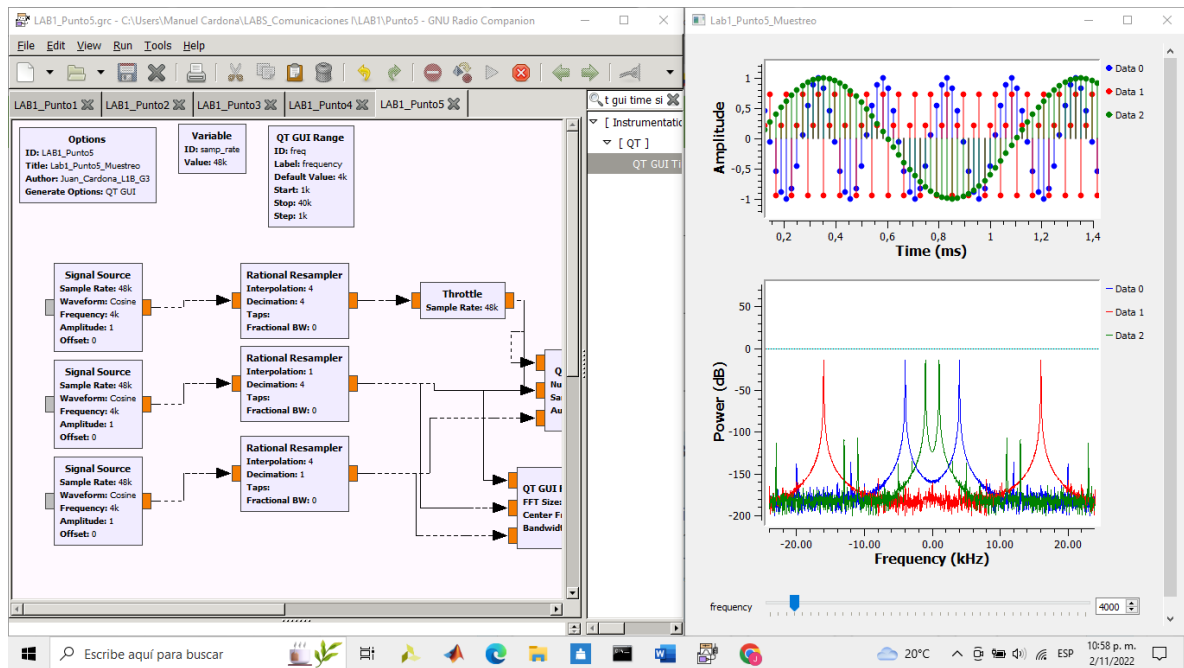


Ilustración 11: LAB1_Punto5_Valores_Intercalados

Punto 6:

Para la solución de este fragmento de la práctica de laboratorio, he utilizado el último dígito de mi código estudiantil (2195551), por lo cual, tanto FrequencyA, FrequencyB y FrequencyC son iguales a 1000 [Hz], este valor es el mínimo que puede tomar la frecuencia de muestreo, para realizar el análisis y procesamiento de la información, debemos utilizar frecuencias de muestreo mayores o iguales a 2K [Hz] ya que de esta manera estaríamos cumpliendo con el criterio de Nyquist y podemos estar seguros de que la señal será recuperada en su totalidad.

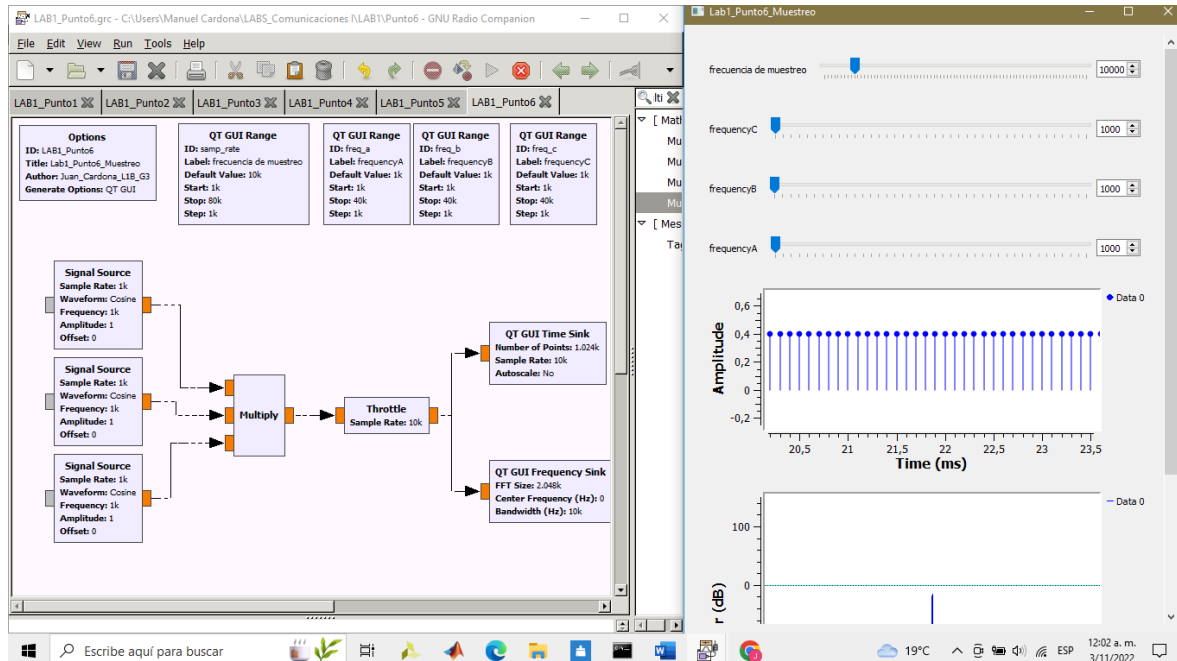


Ilustración 12: LAB1_Punto6

Punto 7:

Para la última parte de nuestro laboratorio, debemos seleccionar un audio de prueba e ingresarlo al software por medio de un bloque, posteriormente debemos variar ciertos valores tanto de los bloques, como las frecuencias y el interpolado, con lo cual daremos respuestas a una serie de interrogantes:

Al variar los valores del bloque “Multiply Const”, podemos darnos cuenta rápidamente que la función de este es controlar el sonido de la señal de audio, el ejercicio nos pide variar entre 0 y 2, entre menor sea el número, menor será el sonido.

En el momento en el que la interpolación y el diezmado tienen valores de 1, el audio suena igual al original. Cuando la interpolación tiene valor de 4 y el diezmado tiene valor de 1, el audio suena más lento, ya que se toma una mayor cantidad de muestras, lo que genera que el periodo del nuevo audio sea mayor que el original. Cuando la interpolación tiene valor de 1 y el diezmado

tiene valor de 4, el audio suena más rápido, ya que se toman menos muestras, lo que genera que el periodo del nuevo audio sea menor que el original; por ende, podemos concluir que los resultados efectivamente fueron los esperados.

Debido a que no se cumple el teorema de Nyquist donde la frecuencia de muestreo debe ser mayor o igual al doble de la frecuencia de la señal, entonces damos paso a la aparición del fenómeno de aliasing lo cual nos podría ocasionar perdidas de la señal e incongruencias con respecto a las frecuencias.

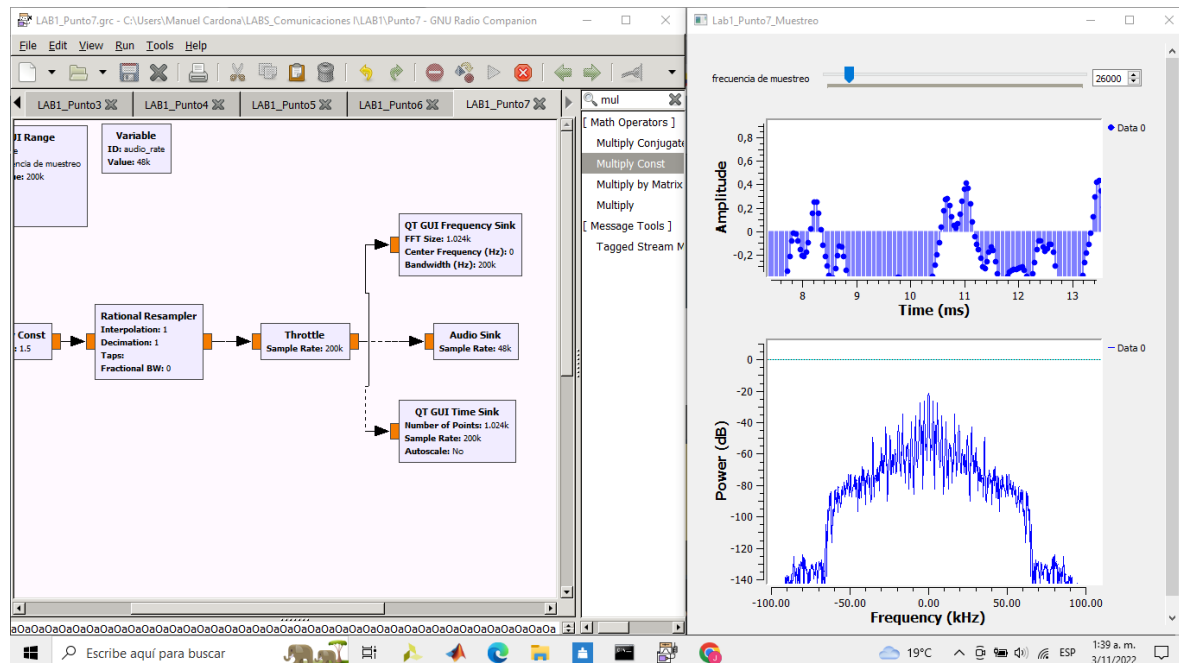


Ilustración 13: LAB1_Punto7