

LABORATORIO 1 – COMUNICACIONES 1 (B1A – G2)

PARTE B

Las imágenes correspondientes a cada punto se encuentran almacenadas en el repositorio de GitHub: https://github.com/LabG1C02/UIS_LAB_COMU1_B1A_G2, donde se encuentran debidamente nombradas para señalar el punto al que corresponden.

PUNTO 1:

Pregunta 1

Respuesta
guardada

1. Describa en un párrafo las desventajas o ventajas al llegar a este límite; apoye su argumento con una imagen.
2. Adicional al caso de la señal seno, Realice el análisis con una señal cuadrada, triangular o diente de sierra. Muestre la evidencia grafica para cada tipo de señal.

1) El límite de Nyquist o Teorema de Muestreo de Nyquist establece que la frecuencia máxima de la señal (F_{\max}) y la frecuencia de muestreo (F_s), que define cuántas muestras se toman por segundo, además se debe cumplir lo siguiente: $F_s > 2 * F_{\max}$. El Teorema de Muestreo de Nyquist establece que la frecuencia de muestreo debe ser al menos el doble de la frecuencia máxima presente en la señal continua para evitar la pérdida de información.

Una **ventaja** es que al muestrear la señal en el límite de Nyquist se usa todo el ancho de banda disponible ya que en algunos sistemas de comunicación el espectro puede ser limitado.

Una **desventaja** es que al muestrear la señal en el límite de Nyquist, el sistema puede ser más sensible a ruido debido que pequeños cambios pueden causar errores al momento de recuperar la señal. Se puede observar en la imagen "Parte_B_1.jpg" que $F_s = 32$ [kHz] y que la frecuencia de la señal seno es inicialmente $F_{\max} = 2$ [kHz], luego se cambió la frecuencia de la señal seno a $F_{\max} = 17$ [kHz] y se observa que se presenta **aliasing** ya que en el espectro de la frecuencia la señal se ve en **15** [kHz], lo cual no tiene sentido ya que se debería ver en **17** [kHz], es decir, NO SE CUMPLE: $F_s > 2 * F_{\max}$.

2) Adicionalmente se agregan las imágenes correspondientes a este punto, donde la imagen con la señal cuadrada SI cumple $F_s > 2 * F_{\max}$ y la señal diente de sierra NO cumple $F_s > 2 * F_{\max}$.

PUNTO 2:

Pregunta 2

Respuesta
guardada

1. Demostrar los efectos sobre la forma de onda cuando se tiene una relación de muestreo ($\text{samp_rate/Frequency} = 5$). Describa en un párrafo las desventajas o ventajas al llegar a este límite; apoye su argumento con una imagen.

Cuando se tiene una relación de muestreo de 5, puede considerarse como un caso donde se cumple con dicha relación el teorema de Nyquist, ya que la frecuencia de muestreo es suficiente para evitar el aliasing. Una ventaja es que se asegura una alta fidelidad en la representación de la señal muestreada, lo que permite una reconstrucción precisa de la señal original. Una desventaja podría ser el aumento en el consumo de recursos computacionales y de almacenamiento, ya que se necesitará más capacidad de procesamiento y memoria para manejar la mayor cantidad de datos muestreados.

PUNTO 3:

Pregunta 3

Respuesta
guardada

1. Demostrar los efectos sobre la forma de onda cuando se tiene una relación ($\text{samp_rate/frequency} > 10$). Describa en un párrafo las desventajas o ventajas al superar a este límite; (apoye su argumento con una o varias imagenes).

Cuando la relación es mayor a 10, hay mucha más cantidad de muestras, la gran ventaja es que se asegura una representación bastante precisa de la señal original y su reconstrucción es muy precisa, también se evita a mayor escala el aliasing y nuevamente una desventaja es mayor consumo de recursos computacionales y de

almacenamiento ya que la tasa de muestreo es muy alta. En la imagen se puede observar prácticamente la señal triangular gracias a la forma de señal que es bastante precisa a la señal triangular original.

PUNTO 4:

Pregunta 4

Respuesta guardada

Puntúa como 1.00

Marcar pregunta

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

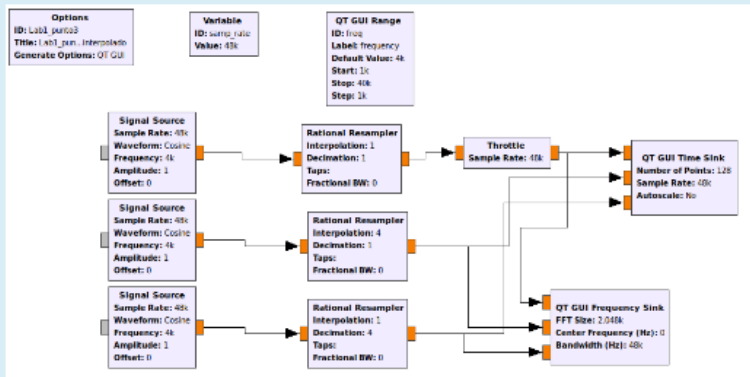


Figura 3. Flujograma a desarrollar punto 3.

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 función de cada uno de ellos.

Describe su experiencia con un párrafo, adjuntando una imagen donde evidencia el trabajo realizado. No olvide configurar las opciones del bloque "QT GUI Time Sink" para visualizar las muestras (stem) de la señal.

Inicialmente se observa una relación > 12 ya que la frecuencia de muestreo es de 48 kHz y la frecuencia de la señal es de 4 kHz, también se observa que la señal a analizar es un coseno, que pasa por un bloque donde la interpolación y diezmado son iguales a 1, es decir no le proporcionan cambios a la señal, luego pasa por el bloque Throttle donde se ajusta la velocidad en la que se verán las muestras (gráficamente), también la señal coseno pasa por un bloque donde la interpolación es igual a 4 y la diezmado es igual a 1, a la salida del bloque se espera que se aumente la tasa de muestreo de la señal, osea agrega muestras adicionales entre las muestras originales de la señal, el proceso de interpolación ayuda a mejorar la resolución de la señal, es decir permite ver pequeños cambios en la señal, además también sirve para poder recuperar señales que pierden muestras en su proceso de transmisión.

Finalmente la señal coseno también pasa por un bloque donde la interpolación es igual a 1 y la diezmado es igual a 4, en la salida del bloque se espera que se reduzca la tasa de muestreo de la señal, osea reduce la cantidad de muestras de la señal solo seleccionando una cantidad reducida de muestras originales y descarta las muestras restantes de la señal, en otras palabras se conserva la misma información pero se disminuye la resolución de la señal.

En la imagen "Parte B Punto 4 NewValues.jpg" se seleccionó un valor de interpolación de 10 y se observa en la gráfica color rojo y para del diezmado se seleccionó un valor de 10 y se observa en la gráfica de color verde y comparando con la imagen "Parte B Punto 4.jpg" se observa que cuando se hace el diezmado la señal prácticamente que deja de observarse ya que no tiene la cantidad suficientes de muestras y no cumple el teorema de muestreo ya que la frecuencia de muestreo es de 48 kHz, el diezmado hace que la frecuencia de la señal pase de 4 kHz a 40 kHz, es decir la frecuencia de la señal es mayor a la mitad de la frecuencia de muestreo, por tal razón no se cumple el teorema. En cambio, para el proceso de interpolación la cantidad de muestras de la señal original aumenta y la frecuencia de la señal pasa de 4 kHz a 400 Hz donde si se cumple el teorema de muestreo.

En otras palabras la interpolación reduce la frecuencia de la señal con la que se realiza el proceso de muestreo y para el diezmado se aumenta la frecuencia de la señal con la que se realiza el proceso de muestreo.

PUNTO 5:

Pregunta 5

Respuesta

incompleta

Puntúa como 1.00

🚩 Marcar pregunta

1. Escoja un audio de prueba y descarguelo (Enlace audios de prueba) para luego ingresarlo en el software por medio del siguiente diagrama de bloques en el respectivo bloque "Wav File Source". El estudiante deberá ver en las propiedades del archivo a qué frecuencia está muestreada la señal para colocar este valor en la variable audio_rate, la cual está siendo utilizada por el bloque "Audio Sink", esto permitirá poder escuchar el audio.

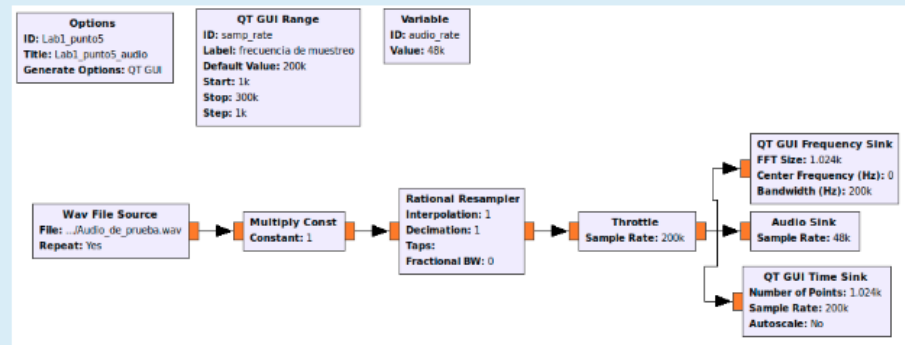


Figura 5. Flujograma a desarrollar punto 5.

Al descargar el archivo de "Audio_de_prueba" observe las propiedades de sonido de este archivo para ver la frecuencia de muestreo de la señal.

Responda las siguientes preguntas a continuación:

Varíe los valores del bloque "Multiply Const" (entre 0 y 2) ¿Cuál es su función?.

Verifique el efecto de diezmar e interpolar una señal encontrado en el punto 3 ¿Se obtienen los resultados esperados?.

Disminuya la frecuencia de muestreo (samp_rate) por debajo de la frecuencia audio_rate ¿Qué pasa si se asigna una frecuencia de muestreo inadecuada?

Bitrate = Número de canales × Frecuencia de muestreo × Profundidad de bits

La anterior fórmula hace referencia al cálculo de la Frecuencia de muestreo del audio, en el caso del audio seleccionado "gitana_williecolon.wav", como es un audio estéreo, tiene 2 canales, la profundidad de bits puede ser de 16 o 24 bits, por defecto se asume que es de 16 bits, el bitrate del audio es de 1411 kbps, obteniendo como resultado una **frecuencia de muestreo igual a 44,09375 kHz.**

1) Al variar el bloque de Multiply Const inicialmente a 0, hace que no se escuche nada del audio, es decir anula la señal de audio es prácticamente lo mismo que silenciar el audio. Cuando la constante es de 1, la amplitud de la señal es la original y se escuchara perfectamente el audio. Cuando se varia la constante a 2, la amplitud de la señal aumenta, esto genera un aumento en el volumen del audio si se compara cuando la constante es de 1, este cambio puede generar un tipo de distorsión, ya que la amplitud resultante puede superar el límite permitido por el formato de audio seleccionado.

2) La **interpolación** en la señal de audio, aumenta la tasa de muestreo, es decir que agrega muestras adicionales entre las muestras originales de la señal, el tono de la señal cambia ya que se modifica la frecuencia de muestreo (por la interpolación), Además, puede ayudar a capturar con mayor precisión los detalles de la señal original, especialmente en frecuencias altas. El **diezmado** en la señal de audio, reduce la tasa de muestreo, es decir elimina muestras de la señal original, el tono de la señal cambia ya que se modifica la frecuencia de muestreo (por el diezmado), esto hace que se pierdan algunos detalles de altas frecuencias de la señal original, es decir se pierde la calidad de reproducción de sonidos agudos, además, los sonidos de bajas frecuencias no se afectan de ningún en este proceso.

3) Cuando se reduce la frecuencia de muestreo por debajo de la frecuencia de la señal de audio, se presenta el fenómeno conocido como **aliasing** en donde las frecuencias altas se doblan o duplican pero en frecuencias más bajas, esto causa **distorsión** en la señal de audio, ya que no se toman todas las frecuencias de la señal, en especial las frecuencias altas, el efecto escuchado en la señal de audio es como una especie de "pausas" que tiene la señal, estas "pausas" se hacen de mayor duración si se reduce aún más la frecuencia de muestreo, una de las pruebas se puede observar en la imagen "[Parte B WavFileSource.jpg](#)" donde se redujo la frecuencia de muestreo a la mitad de la frecuencia de la señal de audio y se verifica que se escuchan las "pausas" anteriormente mencionadas.

PUNTO 6:

Pregunta 6

Sin responder aún

Puntúa como 1.00

⚑ Marcar pregunta

Para el siguiente montaje agregue los bloques de los diferentes filtros (Low Pass Filter, Band Pass Filter, etc), y los bloques QT GUI Range para los rangos de frecuencias de cada filtro como se muestra en el siguiente flujograma. El fin de esto será simular un ecualizador.

Figura 6. Filtrado de frecuencias específicas del audio.

Varié el ancho de banda de los filtros para lograr suprimir diferentes elementos del audio (voz, tonalidades bajas, tonalidades altas, instrumentos) o visto de otra manera, muestre que frecuencias deben permanecer para que se escuche la voz, o solo la música o un instrumento en específico. Muestre los efectos de la señal en el dominio de la frecuencia al ser filtrada en los casos planteados.

NOTA: Puede intentar agregar más efectos a su ecualizador incluyendo otros QT GUI Range, por ejemplo para la variación de velocidad incluyendo variables en el bloque Rational Resampler, o para la variación del volumen agregando un Multiply Const.

LOW PASS FILTER: Cuando se usa el filtro pasa bajas y se modifica su frecuencia de corte, se escuchan diferentes tonalidades del audio, entre menor sea la frecuencia de corte deja de escucharse el sonido y cuando se aumenta la frecuencia de corte el sonido mejora la calidad escuchándose mucho mejor. Finalmente se observa que cuando se aumenta la frecuencia de corte, el ancho de banda gracias al diezmado también aumenta y cuando se reduce la frecuencia de corte este ancho de banda se reduce.

HIGH PASS FILTER: Cuando se usa el filtro pasa altas y se modifica su frecuencia de corte, se escuchan diferentes tonalidades del audio, entre menor sea la frecuencia de corte se puede escuchar solo el sonido de la voz y cuando se aumenta la frecuencia de corte puede llegar a escucharse un instrumento (maracas y pandereta en este caso). Finalmente se observa que cuando se aumenta la frecuencia de corte, en el proceso de diezmado la frecuencia central se reduce en amplitud y esta se divide en dos bandas, una negativa y otra positiva, esto se observa en la imagen "[Parte B Punto 6 HPF.jpg](#)".

BAND PASS FILTER: Cuando se usa el filtro pasa banda y se modifica su frecuencia central junto con su ancho de banda, se pueden obtener ciertos tramos de la señal de audio, por ejemplo, si se aumenta la frecuencia de corte sin aumentar el ancho de banda, se puede escuchar prácticamente que solo la voz y algunos instrumentos pero no todos, si se aumenta demasiado la frecuencia central deja de escucharse el audio, cuando se aumenta la frecuencia

de corte y el ancho de banda de manera proporcional de cierto modo aumenta el sonido, se escucha con mayor claridad la voz y además se escuchan todos los instrumentos.