

Práctica 1: INTRODUCCION A GNU RADIO

GERSON ALEXANDER SANCHEZ BRITO - 2192987
ARMAN YERLAITH ABELLO PLATA - 2201523

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones
Universidad Industrial de Santander

15 de septiembre de 2023

Resumen

En esta práctica, se exploró el Teorema de Nyquist el cual es aplicado ampliamente en el muestreo de señales analógicas [1], así como en el procesamiento de señales digitales como las de audio, y esto fue lo que se realizó en esta práctica utilizando GNU Radio. Se interiorizó en la importancia del muestreo de una señal y los efectos de la interpolación y el diezmado en distintos tipos de señales. Con las implicaciones planteadas anteriormente también se profundizó en la aplicación de los distintos tipos de filtros en una señal de audio y como estos factores afectan a la señal.

Palabras clave: Teorema de Nyquist, muestreo, interpolación, diezmado

1. Introducción

La teoría del muestreo es de vital importancia en el procesamiento de señales, ya que nos proporciona las bases para determinar la frecuencia de muestreo adecuada para visualizar y tratar una señal de interés. Al no muestrear adecuadamente una señal puede llegar a incurrir en problemas como Aliasing el cual afecta la forma en como se hace el muestreo y la frecuencia de la señal.

GNU Radio es una herramienta muy interesante de código libre que permite la creación de radios definidos por software gracias a bloques de procesamiento de señales [2]. Por lo tanto, al ser un entorno de simulación basado en el procesamiento de señales, nos permitirá familiarizarnos aún más con la forma en que se transmite la información.

El teorema del muestreo establece que la frecuencia a la cual se va a muestrear una señal F_s debe ser al menos

el doble del valor máximo de la señal que se va a tratar F_{max} . [3] como se muestra en la ecuación (1).

$$F_s \geq 2F_{max} \quad (1)$$

Por lo tanto,

$$\frac{F_s}{F_{max}} \geq 2 \quad (2)$$

Para poder visualizar adecuadamente la señal y como recomendación cumplir con el teorema Nyquist.

Cuando se llega al límite de Nyquist se llega a la frecuencia Nyquist [3] consigue el mínimo valor de muestras que se podrán visualizar, llegando a visualizar únicamente 2 muestras por periodo.

El proceso de interpolado consiste en aumentar la separación entre muestras de una señal base usando un método de interpolación, para aumentar la cantidad de datos intermedio entre cada punto o dato muestreado, este proceso es importante cuando se necesita aumentar la resolución de una señal.

El proceso de diezmado consiste en eliminar o disminuir la cantidad de muestras de una señal en el factor de diezmado, es decir, si el factor de diezmado es 2, se dividen la cantidad de muestras entre 2. Este proceso es importante cuando se necesite disminuir las muestras para ahorrar espacio.

Cuando una frecuencia de muestreo supera el límite de Nyquist, es decir:

$$F_s < 2F_{max} \quad (3)$$

Se produce el aliasing, que consiste en que se obtenga información errónea o que no existen en la señal continua.

Estudiar señales de audio de manera real permite comprobar los efectos de la interpolación y el diezmao en este tipo de señales, afectando la calidad del audio que está entrando en este sistema.

2. Procedimiento

Un bloque de vital importancia es el THROTTLE, el cual generalmente se utiliza para limitar el número de muestras a la que se va a muestrear una señal en ausencia de hardware [4].

El bloque QT GUI frequency SINK es utilizado principalmente para visualizar el espectro en frecuencia de las distintas señales que se va a estudiar, como se muestra en la figura 1 en la cual se estudiaron distintos componentes de frecuencia.

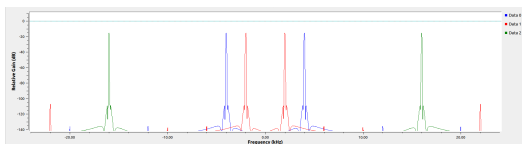


Fig. 1: Visualización de frecuencias

Otro factor de importante en el modelo de bloques de GNU Radio son los colores de los puertos de entrada y salida ya que gracias a estos sirven para describir los tipos de datos con el que se va a trabajar siendo: entero, flotante y complejo.

El teorema de Nyquist establece que la frecuencia de muestreo debe ser mínimo el doble de la frecuencia más alta de la señal, de lo contrario se generan problemas de aliasing.

El filtro pasa bajas en GNU-Radio se hace importante, entre varias cosas tales como seleccionar señales de baja frecuencia importantes y eliminar las frecuencias altas que pueden llegar a causar ruido, también es muy importante para evitar problemas de aliasing, debido a que el límite de la frecuencia de corte en el filtro es la mitad de la frecuencia de muestreo, ya que al ser un filtro pasa bajas, la frecuencia de corte sería la frecuencia máxima a la que va a estar una señal en ese sistema. Este filtro se hace importante en situaciones en las que señales de alta frecuencia son indeseadas o que pueden producir alteraciones en la señal, es decir, que puedan llegar a causar ruido o con problemas de aliasing.

Los filtros pasa bandas son de vital importancia ya que solo dejan pasar un rango de frecuencia y las demás las elimina. Así como se realizó en la práctica usando un

filtro de esta característica con una frecuencia de corte bajo de 750 [Hz] y una frecuencia de corte alto de 2.25 [kHz] por lo tanto en función a la teoría de muestreo se tomó el valor de frecuencia de corte alto. Estos filtros son comúnmente usados por sus características en el área de comunicaciones, procesamiento de señales de imagen y audio, entre otras.

Los filtros pasa altas por sus características permiten únicamente el paso de frecuencias por encima de la frecuencia de corte a la cual se diseñe el filtro. Por lo tanto, para sistemas de GNU Radio podría funcionar para la eliminación de diferentes tipos de ruido de baja frecuencia y del mismo modo eliminar el offset de una señal cuya componente de frecuencia se encuentra en la frecuencia cero.

Visualizar simultáneamente las señales tanto en el dominio del tiempo como en frecuencia permiten un mayor entendimiento del fenómeno que estamos estudiando, permitiendo desarrollar distintas aplicaciones a partir de estas frecuencias tales como se presencio en el audio estudiado. Además, con estas mismas aplicaciones se pudo llegar a más con el diseño de filtros para eliminar ciertas componentes de frecuencia del audio estudiando.

Al no respetar el teorema de Nyquist se genera aliasing, perdiendo información o causando que aparezcan datos que no existen en la señal, en el caso de una señal de audio se escuchan ruidos distorsionados sin ningún ritmo ni orden y casi no aparece ningún dato de la señal original.

El ecualizador desarrollado en GNURadio nos permitió una mayor comprensión principalmente en comprobando de una manera más real como afecta la frecuencia de muestreo a una señal existente pero no únicamente eso también como herramienta didáctica nos permitió comprender como el bloque Multiply Const nos permite variar la ganancia del ecualizador permitiendo variar el volumen del audio.

3. Conclusiones

- Se profundizó en los tipos de datos con los que trabaja GNU Radio representados en colores y en como afecta la manera en que se visualiza una señal.
- Se aprendió el diseño básico de bloques de GNU Radio los cuales serán importantes en el área de comunicaciones ya que según la aplicación de cada bloque permitirá realizar un procesamiento a la señal deseada.
- Se comprobó la importancia de hacer el muestreo

adecuado para una señal y con la ayuda del teorema de Nyquist evitar problemas de muestreo. Además, que con la señal de audio, se comprobó aun mas la importancia de hacer un correcto muestreo.

- Al ir variando la interpolación de la señal de audio se noto como aunque mejoraba la calidad de audio se hacia mas lento, comprobando como se iban aumentando el numero de muestras entre las reales.
- Del mismo modo al hacer la declamación como cuando se disminuyen el numero de muestras se pierde información, provocando que partes del audio se corten afectando a la calidad del audio.
- Se comprobó la importancia del ancho de banda en los filtros aplicados ya que según la banda de frecuencia que tengan estos afectaran la señal de salida con respecto a la entrada.
- Se hizo un breve acercamiento al la creacion de un

ecualizador usando GNU Radio usando bloques para ir variando la velocidad y la ganancia de la señal de audio.

Referencias

- [1] J. G. Proakis and D. G. Manolakis, *Tratamiento digital de señales*. PRENTICE HALL, 1 2007.
- [2] "What is GNU Radio - GNU Radio." [Online]. Available: https://wiki.gnuradio.org/index.php?title=What_Is_GNU_Radio
- [3] S. M. N. S. Du, Ke-Lin. Cambridge University Press, 2010. [Online]. Available: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpWCSFRFS2/wireless-communication/wireless-communication>
- [4] "Throttle." [Online]. Available: <https://wiki.gnuradio.org/index.php?title=Throttle>