

Práctica 1: INTRODUCCIÓN A GNURADIO

JUAN MANUEL CARDONA ERAZO - 2195551

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Universidad Industrial de Santander

4 de noviembre de 2022

Resumen

En el informe de laboratorio que se presenta a continuación, se hará una introducción al software GNURadio, el cual será nuestra herramienta de trabajo a lo largo del curso comunicaciones I, también hablaremos sobre definiciones muy importantes para el procesamiento de las señales que trataremos, descubriremos sus utilidades, ventajas y desventajas.

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

1. Introducción

En este laboratorio se tratará principalmente el muestreo en el procesamiento de señales, lo cual tiene una gran importancia ya que es la base de la conversión de señales análogas a digitales, de esta manera podemos interpretar señales continuas de manera discreta y obtener un análisis más detallado de las mismas. Para llevar a cabo el muestreo de las señales, haremos uso de GNURadio [1], el cual es un software muy completo que nos ayuda a interactuar con un gran rango de señales, nos permite variar sus propiedades y analizar a detalle el proceso de muestreo que se le aplica a estas, basados en los resultados que nos arroja este programa, podemos descubrir experimentalmente las frecuencias correctas a las que debemos muestrear, dando paso a la teoría del límite de Nyquist [2], la cual nos habla directamente de que la frecuencia de muestreo adecuada debe ser mayor o igual al doble de la frecuencia de la señal original, si cumplimos con este criterio, podremos reconstruir exactamente una señal continua a través de las muestras obtenidas, dependiendo nuestra necesidad podemos aplicar la interpolación o diezmado de señales, lo cual en otras palabras es dividir o multiplicar (respectivamente) la frecuencia de la señal, de esta manera podemos aumentar o reducir el número de muestras de la misma, es importante utilizar estos términos para cumplir con el criterio de Nyquist mencionado previamente, ya que

al asignar una frecuencia de muestreo equivocada y no satisfacer los parámetros y/o límites requeridos por este, se dará paso al fenómeno de aliasing [3], lo cual ocasiona que dos señales distintas se tornen indistinguibles al muestrearse digitalmente, por ende la señal no puede ser reconstruida.

2. Procedimiento

Los procesos realizados en este primer laboratorio fueron: En primer lugar se realizó el reconocimiento del software GNURadio, se tuvo una interacción con sus ajustes y funcionalidad, para afianzar este proceso se realizó el montaje de un flujograma el cual empleando una señal senoidal, nos permitió observar gráficamente que sucede con esta al variar su frecuencia de muestreo, primero con una frecuencia de muestreo fija y luego con una frecuencia de muestreo variable (con ayuda de un bloque el cual me permite generar un cursor en la pantalla donde esa grafica nuestra señal), adicionalmente se observó el comportamiento de la señal al alcanzar el límite de Nyquist, igualmente se observaron las consecuencias de no alcanzar dicho límite lo cual genera el fenómeno de aliasing, posteriormente se añadió a la ventana de trabajo una señal de audio con la cual se interactuó modificando sus frecuencias de muestreo, de la señal y su ancho de banda, con ello descubrimos en que niveles de frecuencia debe estar la señal de audio para poder escuchar selectivamente ciertos elementos de esta por ejemplo la voz del cantante o algún instrumento en específico, más concretamente, lo que se hizo fue construir un ecualizador; paralelamente se observó las consecuencias y cambios a nivel auditivo de la señal cuando no se respeta el límite de Nyquist, al modificar la frecuencias de tal modo que no se cumpliera este teorema, la señal de audio se atenuaba, se aceleraba, se volvía más lenta, entre otros efectos que representan un daño en la señal, para la siguiente parte de nuestro laboratorio, procedimos a ingresar al software GNURadio 3 señales co-

senoidales, para construir un sistema que me permitiera realizar interpolado y diezmado de las señales, de donde descubrimos que al interpolar una señal por un factor constante implica dividir la frecuencia de esta señal por el valor constante de interpolado, también notamos que el diezmado de una señal, corresponde a multiplicar la frecuencia de dicha señal por un valor constante de diezmado, como consecuencia tenemos que la cantidad de muestras por señal aumenta utilizando la interpolación y disminuye cuando se realiza diezmado [4], por último, lo que se hizo fue crear un flujograma en GNURadio para hacer el tratamiento de una señal de audio, utilizando el bloque “Multiply Const”, que al ser analizado con cierta cantidad de pruebas, descubrimos que lo que hace es controlar el volumen de la señal mencionada. A lo largo de esta práctica de laboratorio podemos recalcar que el límite de Nyquist se alcanza al utilizar una frecuencia de muestreo mayor o igual al doble de la señal original, y de no alcanzar este límite la recuperación de la señal se verá interrumpida gracias a la aparición del fenómeno de aliasing, al interpolar una señal su frecuencia disminuye debido a que su periodo se multiplica por una constante y al ser la frecuencia inversamente proporcional al periodo, cuando este aumenta la frecuencia disminuye, lo contrario sucede cuando hacemos el diezmado de una señal, al dividir su periodo por una constante este va a disminuir, y la frecuencia al ser inversamente proporcional, va a aumentar. Podemos decir que la frecuencia de una señal está directamente relacionada con el valor de su frecuencia de muestreo, viéndolo desde el modo experimental, si queremos calcular la frecuencia máxima de una señal, podemos dejar un valor fijo de frecuencia de muestreo y dejamos su frecuencia variable, por medio de las gráficas podemos cambiar sus valores hasta observar que la gráfica en frecuencia únicamente muestre los puntos mínimos y máximos, o sea los extremos de la señal, así sabremos cuál es su valor máximo para la frecuencia.

3. Conclusiones

Del laboratorio presentado previamente, podemos concluir lo siguiente:

- El teorema de los límites de Nyquist es una herramienta fundamental para los sistemas de comunicaciones gra-

cias a la facilidad que nos brinda para encontrar las frecuencias de muestreo que necesitamos para la reconstrucción de señales.

- Es importante respetar el teorema de Nyquist debido a que con ello evitamos el efecto de aliasing, el cual sería un verdadero problema por causar interferencias en nuestras señales.

- Pese a que teóricamente se dice que la frecuencia correcta de muestreo para señales auditivas debe ser de 44.1K [Hz] (lo cual no se logró en nuestra práctica, esto debido a que la señal de audio que tomamos de muestra tenía una frecuencia mucho más alta), esta puede variar dependiendo la frecuencia de la señal sobre la cual estamos trabajando, lo importante es cumplir con la teoría de Nyquist.

- El funcionamiento de los ecualizadores se basa en variar las frecuencias de muestreo, frecuencias de la señal y el ancho de banda de los audios que sometamos a este proceso.

- El proceso de interpolación y diezmado de señales, es en otras palabras es el proceso de dividir y multiplicar (respectivamente) la frecuencia de una señal.

- El software GNURadio tiene una gran variedad de funciones las cuales nos facilitan en gran parte el análisis de señales, esto la hace una herramienta bastante práctica y eficaz para los sistemas de comunicaciones.

Referencias

- [1] “Manejo de GNURADIO.” [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=CbYiDF4oFSw&t=1s>
- [2] “Teorema de Nyquist.” [Online]. Available: http://carina.fcaglp.unlp.edu.ar/senales/apuntes/frec_Nyquist.pdf
- [3] “Fenómeno de Aliasing.” [Online]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Aliasing>
- [4] “Teoría de Diezmado e Interpolación.” [Online]. Available: <http://arantxa.ii.uam.es/~jms/tdi/Interpolacion.pdf>