

Práctica 1: MUESTREO EN GNURADIO

Andres Daniel Suarez Montero - 2194560
Jhoan Sebastian Bernal Villamizar - 2172323

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

02 de Noviembre de 2022

Resumen

En este laboratotio se busca comprender el procedimiento que se lleva a cabo en el procesamiento de señales analógicas a digital, que pasa con las señales cuando se altera una de sus propiedades, se expone el teorema de Nyquist y se realizan pruebas para comprender que pasa cuando asignamos una frecuencia de muestreo justo en el limite de Nyquist, se llevan a cabo pruebas para comprender los conceptos de la interpolacion y diezmado, como afecta esto a una señal y su importancia, y se mira que pasa con las señales de audio cuando se varia su frecuencia, para llevar a cabo estas pruebas se uso la herramienta GNU-RADIO.

1. Introducción

La mayor parte del procesamiento de señales se realiza de forma digital. Esto indica que las señales se transforman en valores discretos para su posterior manipulación (transmisión y almacenamiento). Para la conversión analógico-digital se debe utilizar un proceso de muestreo. En este proceso, la tasa de muestreo debe ser lo suficientemente alta para permitir que la señal original pueda ser reconstruida sin perder información. La teoría de muestreo se puede decir entonces que es la base para representar de forma discreta una señal continua en cierta banda limitada.[1]

A la hora de querer llevar a cabo el procesamiento de señales, existen ciertos softwares que nos ayudarán con esto, como es el caso de la herramienta GNU radio que nos ofrece gran cantidad de módulos de procesamiento digital parametrizables que se orientan a comunicaciones. Mediante estos módulos o bloques, nos permite construir y simular sistemas de comunicaciones, y a nivel de implementación lo haría con la ayuda de radios programables.[2]

En la conversión analógica-digital como se desea que no se pierda la información de la señal aparece un teorema que nos ayudará a garantizar esto, ese teorema es conocido como el teorema de muestreo de Nyquist que explica la relación entre la velocidad de muestreo (es la frecuencia a la que se convierten a datos discretos la señal analógica) y la frecuencia de la señal medida. Este, afirma que la velocidad de muestreo (f_s) debe ser mayor que el doble de la frecuencia de la señal medida. Esta frecuencia por lo general se conoce como la frecuencia Nyquist (f_N). Por lo tanto, cuando se asigna una frecuencia de muestreo inadecuada no vamos a recuperar toda la información de la señal original. Y cuándo se tiene una frecuencia de muestreo igual a 2 veces la de la señal se dice que se ha alcanzado el límite de Nyquist y este límite es el componente de frecuencia más alto permitido para evitar aliasing para una frecuencia de muestreo determinada, con esto, se requeriría de un filtro pasa bajas con un comportamiento ideal lo cual es imposible de implementar en una aplicación real. Se puede decir entonces, que entre mayor sea la frecuencia de muestreo, la complejidad y grado del filtro requerido disminuirá.[3]

Para reconstruir una aproximación cercana de una señal analógica a partir de la señal discreta, con más muestras se puede hacer mediante el proceso de interpolación de señales, este proceso también es útil para recuperar una señal previamente diezmada o para “expandir” dicha señal discreta. El proceso de interpolación no produce aliasing ni supone pérdida ni ganancia de información. El proceso garantiza que la señal interpolada toma los mismos valores que la original en los múltiplos del factor de interpolación. El resto de los valores de la señal interpolada dependen del filtro interpolador. Y si lo que se desea es reducir el número de muestras, eliminando las muestras innecesarias (esto mediante un factor),

con el fin de formar una nueva señal discreta eliminando la muestra original se realiza a través del proceso conocido como Diezmación. [4]

2. Procedimiento

- En el laboratorio utilizamos la herramienta GNURADIO para realizar nuestro procedimiento de laboratorio, lo primero es hacer un pequeño montaje para así relacionarnos más con todo lo que ofrece esta herramienta, por lo que se utilizaron varios bloques para saber su motivo, después de eso se procede a realizar lo dicho en la guía, que se trata de reconocer y comprobar mediante la herramienta varios teoremas que serán útiles, con esto se llega a comprobar el límite de Nyquist y porque se debe respetar, también se comprueba que las señales de audio se pueden ver afectadas por frecuencias altas o bajas, también se demuestra que pasa con la amplitud si se aumenta o disminuye la señal.
- El límite de Nyquist se alcanza variando la frecuencia de la señal hasta que llegue a ser exactamente la mitad de la frecuencia de muestreo que tenga la señal, si se disminuye de esta la resolución de la señal se puede reconocer con mayor facilidad, por el uso de frecuencia de Nyquist baja, también si se disminuye de esta, el ancho de banda no se usa en su totalidad y la amplitud se suele mantener a la amplitud dada.
- El proceso de interpolar, es el proceso en el cual se le añaden muestras a una señal, esto se hace para poder obtener más datos de información al final y así obtener resultados más precisos, pero al hacer esto, la señal irá mucho más lento, lo que quiere decir que su frecuencia disminuye.
- El proceso de diezmado es lo contrario a interpolar, es quitarle muestras a la señal. Al quitarle muestras a la señal, esta señal irá mucho más rápido, es decir, aumentará su frecuencia, pero al quitarle muestras, se perderán datos de la señal resultante lo que no podría ser beneficioso para nosotros.
- A través del límite de Nyquist, se pudo determinar el límite de frecuencia que debe tener la señal para no perder información, cambiando las frecuencias de muestreo se observaba como cambiaba de igual forma la señal, cuando esta llegaba al máximo de su frecuencia, la señal empezaba a perder información o empezaba a tener interferencia y ruido no deseado.

- Como se comprueba en la parte 7 del laboratorio, si se disminuye mucho esta frecuencia la señal de audio se corta por lo que a la salida no se va a distinguir la señal de audio que entro al principio.
- Al colocar filtros a la señal de audio, se notaba como dependiendo del filtro, el audio salía con solo bajas o altas frecuencias, por lo que la utilidad del ecualizador en este caso fue lograr distinguir frecuencias de la canción, también se pudo distinguir como al no usar frecuencias acertadas, el audio se puede desconfigurar completamente al que se tenía al principio.

3. Conclusiones

En esta práctica aprendimos los pasos necesarios para llevar a cabo el diseño e implementación de sistemas de muestreo y procesamiento de señales analógicas a digital. Para poder diseñar un sistema de muestreo se debe tener una idea, y si es posible, acotar completamente las posibles señales que entrarán al sistema. Con esto, conoceremos las amplitudes y frecuencias de las señales. Es importante asignar estos valores de frecuencia correctamente para que las ondas no se combinen y se presente lo que se conoce como aliasing, esto lo aprendimos mediante el teorema de Nyquist. También vimos que es recomendable colocar filtros al sistema para poder bloquear aquellos conjuntos de señales para las cuales el sistema no se diseñó.

Referencias

- [1] "Adquirir una señal analógica: Ancho de banda, teorema de muestreo de Nyquist y aliasing." [Online]. Available: <https://www.ni.com/es-co/innovations/white-papers/06/acquiring-an-analog-signal--bandwidth--nyquist-sampling-theorem.html>
- [2] R. J. Rico and S. L. Salas, "Sdr y gnu radio como plataforma para un laboratorio de comunicaciones digitales," *ReCIBE. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, vol. 8, no. 2, 2019.
- [3] D. Z. Lathi, B. P., *Modern Digital and Analog Communication Systems (Fifth edition)*. Oxford University Press, 2019.
- [4] J. B. Cano, "Interpolación y diezmado," En línea, Disponible en URL <http://arantxa.ii.uam.es/jms/t-di/Interpolacion.pdf>.