

Práctica 2: PSD Y MODULACIONES DIGITALES BASICAS

*

Bryan Steven Ayala Riveros
2194676
bryan2194676@correo.uis.edu.co

Daniel Gonzales Gamba
2215727
daniel2215727@correo.uis.edu.co

Abstract—This paper examined the implementation and analysis of random signals using GNU Radio, with a focus on the Power Spectral Density (PSD) of binary bipolar random signals. The study involved the transmission and analysis of real-world signals such as sound and images, using real-time signal processing techniques. Parameters such as symbol rate and bit rate were adjusted to observe their effect on the PSD and signal reconstruction. The results showed the impact of these parameters on signal performance and provided insights into optimizing signal transmission and reconstruction in software-defined radio systems.

Index Terms—

I. INTRODUCTION

El tema principal de este informe es el análisis de la densidad espectral de potencia de señales aleatorias. Estas señales, como se menciona en el libro de Ortega y Reyes, solo se definen dentro de un intervalo de observación, lo que impide predecir su forma exacta. Comprender cómo se distribuye la potencia de una señal a lo largo de las frecuencias es esencial para optimizar su transmisión y evitar interferencias, un concepto fundamental en comunicaciones.

El análisis de la densidad espectral de potencia es crucial en las comunicaciones porque permite gestionar el uso del espectro de frecuencias de manera eficiente, como se explica en la guía. Al observar cómo se distribuye la potencia a través de diferentes frecuencias, podemos mejorar el rendimiento del sistema de transmisión. Implementando GNU Radio, ajustamos varios parámetros clave, como la tasa de bits, la tasa de símbolos y la frecuencia de muestreo, que tienen un impacto directo en el comportamiento de la señal. La tasa de bits se refiere a la cantidad de información transmitida por segundo, mientras que la tasa de símbolos indica cuántos símbolos se envían por segundo. La frecuencia de muestreo se refiere a cuántas muestras se toman por segundo de la señal analógica, lo que influye en su calidad.

Además, en el laboratorio se utilizó un filtro de interpolación, que ayuda a mejorar la definición de la señal al añadir puntos entre las muestras originales. Este proceso permite que los bits transmitidos sean más claros y definidos, evitando distorsiones que puedan afectar la transmisión. Es un paso importante para asegurar que la señal se transmita de

manera adecuada y pueda ser reconstruida correctamente en el receptor, sin problemas de saturación.

II. METHODOLOGY

Para llevar a cabo este laboratorio, se descargó el flujograma de GNURadio proporcionado por la guía.

A. Figura 1: Diagrama de bloques de GNURadio Se incluye una figura que representa el diagrama de bloques utilizado en la práctica, que muestra la organización de los bloques en GNURadio.

El primer paso consistió en analizar los bloques que formarían parte de la práctica, comprendiendo el propósito de cada uno y cómo se conectaban entre sí. Esto incluyó revisar el funcionamiento del filtro de interpolación y entender las conexiones necesarias para que cada bloque cumpliera su función correctamente. Esta fase de análisis fue sugerida por el profesor antes de comenzar con la implementación, con el objetivo de asegurar una comprensión clara de cómo funciona el sistema.

Una vez comprendido el flujo y la interacción de los bloques, se procedió a generar una señal aleatoria bipolar. Para ello, se trabajó con los bloques de GNURadio que permitieron configurar los parámetros clave de la señal, tales como la tasa de bits, la frecuencia de muestreo y el ancho de banda. El objetivo inicial fue observar cómo la señal se comportaba en el dominio del tiempo y la frecuencia, y cómo los cambios en el valor de SPS afectaban su forma.

En el siguiente paso, se configuró el bloque Virtual Source para trabajar con el ruido blanco, tal como se describe en la guía. Este bloque permitió observar cómo el ruido blanco se comportaba tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia. Se realizaron las modificaciones correspondientes en las conexiones para ajustar el sistema y obtener el comportamiento esperado.

B. Figura 2: Configuración de bloques para el análisis de ruido blanco Aquí se muestra la figura con los bloques utilizados para generar y analizar el ruido blanco en el tiempo y su PSD.

Luego, se continuó con la integración de señales provenientes del mundo real. Para esto, se sustituyó el bloque

Random Source por el bloque File Source como se ve en la figura.

C. *Figura 3: Bloques utilizados para la carga archivos reales* Se incluye la figura con los bloques para cargar y procesar la imagen de la rana y el archivo de audio.

El cual permitió cargar archivos de audio e imagen. El primer archivo cargado fue una imagen de una rana en formato JPG, y el segundo, un archivo de audio en formato WAV.

D. *Figura 4: Archivos descargados archivo rana y audio*

Estos archivos fueron leídos y procesados utilizando los bloques correspondientes, permitiendo la observación de cómo estas señales se comportaban en el dominio del tiempo y su PSD.

III. ANALYSIS OF RESULTS

Durante el laboratorio, se observó cómo la señal binaria bipolar aleatoria se ve afectada por la variación del parámetro de muestras por símbolo. Cuando este valor es bajo, la señal muestra cambios abruptos entre los símbolos, ya que no hay suficientes muestras para suavizar las transiciones. Esto provoca que la señal se vea más aleatoria. Al aumentar el valor de este parámetro, la señal comenzó a reconstruirse de manera más clara, mostrando una forma más definida y fácilmente interpretable.

A. *Figura 5: Resultados con diferentes valores de SPS* Esta figura muestra cómo cambia la señal al variar el valor de SPS. Con valores bajos de SPS, la señal se ve más aleatoria, mientras que con valores más altos, la señal tiene una reconstrucción más definida.

Un aspecto crucial en este proceso fue el bloque Interpolating FIR Filter. Este filtro aumentó la tasa de muestreo de la señal, insertando muestras interpoladas entre las originales. Como resultado, la señal adquirió una mejor definición y calidad, facilitando su reconstrucción. Sin este filtro, la señal era menos clara, y su interpretación se complicaba. Esto confirma la importancia del filtro de interpolación en la mejora de la calidad de la señal.

Además, la variable h , que representa los coeficientes del filtro, desempeñó un papel importante en el proceso. Al ajustar los valores de h , se modificaron las características del filtro de interpolación, lo que afectó la cantidad de muestras insertadas y cómo estas ayudaron a formar una señal más nítida y precisa. Dependiendo de los valores de h , la suavización y precisión de la señal reconstruida podían mejorar o empeorar, lo que confirmaba su influencia directa en la calidad de la señal final.

En cuanto al ruido blanco, se observó que la potencia de la señal permanecía constante a través de todas las frecuencias en el rango observado. Sin embargo, el software limitaba el rango de análisis, lo que impedía observar un ancho de banda infinito como se define teóricamente. A pesar de este límite, el comportamiento observado fue consistente con la teoría, ya que la distribución de la potencia del ruido blanco fue constante.

B. *Figura 6: PSD y tiempo del ruido blanco* En esta figura se muestra la PSD del ruido blanco, que mantiene una distribución de potencia constante a través de las frecuencias, como se esperaba teóricamente.

Al trabajar con señales provenientes del mundo real, como la imagen de la rana y el archivo de audio, se observó cómo estas señales se comportaban tanto en el dominio del tiempo como en la frecuencia. Al ajustar el parámetro de interpolación y el valor de h , se mejoró la calidad de la reconstrucción de ambas señales, lo que mostró la influencia de estos parámetros en la transmisión y reconstrucción de señales en sistemas de comunicación.

C. *Figura 7: Señal de la rana en el dominio del tiempo y su PSD* Se muestra la gráfica de la señal de la rana en el dominio del tiempo y su PSD.

D. *Figura 8: Señal de audio en el dominio del tiempo y su PSD* Esta figura presenta la señal de audio en el dominio del tiempo y su PSD.

TABLE I
TABLE TYPE STYLES

Table Head	Table Column Head		
	Table column subhead	Subhead	Subhead
copy	More table copy ^a		

^aSample of a Table footnote.



Fig. 1. Example of a figure caption.

IV. CONCLUSIONS

A lo largo de la práctica, se observó que la variación de parámetros como el número de muestras por símbolo (Sps), la tasa de bits (Rb) y el factor de interpolación (h) impactó de manera significativa la distribución de la energía espectral de la señal. En particular, al incrementar el número de muestras por símbolo (Sps), se observó un aumento en la frecuencia de muestreo (fs), lo que resultó en una mayor cantidad de muestras por cada símbolo. Este ajuste provocó que, en el dominio de la frecuencia, la densidad espectral de potencia (PSD) mostrara más lóbulos, lo que indicaba una mayor precisión en la representación de la señal.

Además, se evidenció que las señales provenientes del mundo real, como las imágenes y las señales de audio, presentaron comportamientos diferenciados en su análisis de frecuencia. Mientras que la señal de audio, que tiene un comportamiento continuo, mostró una PSD relativamente uniforme, la imagen mostró variaciones más abruptas en sus píxeles, lo

cual afectó su distribución de potencia. Esto demuestra cómo las características de cada tipo de señal influyen de manera distinta en su comportamiento en el dominio de la frecuencia y la PSD.

REFERENCES

- [1] J. Ortega and A. Reyes, Comunicaciones: Principios y aplicaciones, 2ª ed. Bogotá, Colombia: Editorial Técnica, 2020.
- [2] JGuía de laboratorio: Análisis de señales aleatorias utilizando GNURadio, Universidad de Santander