**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**PROGRAMA DE ELECTRONICA**

**LABORATORIO 2 – PSD DE SEÑALES ALEATORIAS**

|  |  |
| --- | --- |
| **1. IDENTIFICACIÓN** | |
| **FACULTAD E3T** | **PROGRAMA:** INGENIERIA ELECTRONICA |
| **ASIGNATURA** | COMUNICACIONES II |
| **UNIDAD TEMÁTICA** | GNU RADIO |
| **TEMA** | PSD DE SEÑALES ALEATORIAS |
| **DOCENTE** | JOHAN LEANDRO TÉLLEZ GARZÓN |
| **ALUMNOS** |  |
| **FECHA** |  |
| **2. DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS** | |
| Mediante esta guía de enseñanza se analizan las funciones de densidad espectral de potencia (PSD) de diversas fuentes de señal para identificar características o aspectos únicos de las señales de tipo aleatorio como lo es la información digital que generalmente se transmite por un medio de comunicación.   * Empaquetar en una señal las informaciones provenientes de una fuente binaria. * Generar diversas señales aleatorias * Encontrar y analizar la PSD de las señales generadas * Alterar parámetros de la constitución de las señales para analizar la PSD | |
| **3. REVISIÓN PRELIMINAR** | |
| Conozca el [Manual de Manuales](https://docs.google.com/document/d/1izV50oZh4ihL1l7MNFrqat-NU60VYN_t3AxMVuNngQE/edit?usp=sharing) para que aprenda a encontrar las ayudas disponibles en temas de SDR en la UIS. Familiarícese con las variables usadas en los flujogramas. [El libro de la asignatura](https://drive.google.com/drive/folders/1igMwiw5nk1sRp1wFzAeWjCwVbVKweqSt) contiene además cosas como:   * En el capítulo 6, del [libro Vol I](https://drive.google.com/drive/folders/1igMwiw5nk1sRp1wFzAeWjCwVbVKweqSt), se tiene una descripción de las variables y siglas que se usan en los flujogramas para cualquier práctica de la asignatura. * Enlaces a flujogramas usados en el libro. Debajo de cada gráfica con flujogramas hay una nota que dice: “Flujograma usado”. Esos flujogramas usados en el libro están en la página del libro: <https://sites.google.com/saber.uis.edu.co/comdig/sw> o directamente en github: <https://github.com/hortegab/comdig_su_software_libro3.8.git>  1. Realice el flujograma mostrado a seguir, dejando dos fuentes de señal diferentes: random source y file source (para usar más adelante con una imagen, un audio de voz y un audio musical). binaria aleatoria bipolar binaria aleatoria bipolar      1. Busque en internet, un audio de voz (wav) y un audio musical de su elección. Use la imagen recomendada más adelante en formato jpg u otra que le llame la atención. Guarde estos tres archivos en la misma carpeta donde creo el flujograma del punto 1. | |
| **4. ACTIVIDADES Y PROCEDIMIENTOS** | |
| 1. Comprobar el funcionamiento del flujograma propuesto para la práctica, analizando una señal binaria aleatoria bipolar de forma rectangular. Siga este proceso:    1. Para una señal binaria aleatoria bipolar obtenga la forma en el tiempo, la PSD y los parámetros principales (rata de bits, frecuencia de muestreo, ancho de banda) de para los siguientes valores de Sps (Nota: debe variar h para que Sps tome el valor correspondiente):       * Sps=1       * Sps=4       * Sps=8       * Sps=16       * Sps=64 2. Comprobar cómo es el ruido blanco en tiempo y en PSD. Siga este proceso:    1. Configure las “Virtual Source” de manera que la primera (la de arriba) diga p4 y la segunda (la de abajo) diga p5    2. haga las pruebas que Ud considere necesarias y anexe evidencias y explicación de las observaciones 3. Comprobar qué pasa con la señal en tiempo y frecuencia cuando los bits provienen de una fuente del mundo real como es el caso de una cámara fotográfica. Siga este proceso:    1. Devuelva los cambios al flujograma hechos en el punto anterior (Sps=4).    2. En el flujograma usado en el punto anterior cambie el bloque “Random Source” por los dos bloques que se muestran en la siguiente figura para leer un archivo y extraer los bits. Utilice como imagen de prueba: <https://pixabay.com/es/photos/oceano-mar-playa-ondas-rocas-7118082/> en resolución 640x428.     Fig. 1   * 1. El bloque “File Source” configure el parámetro “File” para que lea el archivo “nombre\_asignado.jpg”   2. Haga los experimentos que Ud considere necesario, pero registre en el informe la conclusión de sus observaciones basándose en gráficas de tiempo y PSD apropiadas  1. Comprobar qué pasa con la señal en tiempo y frecuencia cuando los bits provienen de una fuente del mundo real como es el caso de un micrófono (audio de voz.wav). Siga este proceso:    1. El el bloque “File Source” configure el parámetro “File” para que lea el archivo “sonido.wav”    2. Continúe como en el punto anterior. 2. Comprobar qué pasa con la señal en tiempo y frecuencia cuando los bits provienen de una fuente musical del mundo real (audio música.wav). Siga este proceso:    1. El bloque “File Source” configure el parámetro “File” para que lea el archivo “musica.wav”    2. Continúe como en el punto anterior. 3. Preguntas de auto control sobre el flujograma randombinayrectsignal.grc:    1. ¿Qué papel juega la siguiente combinación de bloques?     Fig. 2   * 1. ¿Qué papel juega el bloque “Interpolationg FIR Filter”, cómo funciona?      1. ¿Porqué el parámetro “Interpolation” en el bloque vale “Interpolationg FIR Filter” y qué pasa si se coloca otro valor?      2. Si tuviese que analizar la señal en p3, ¿qué cambios realizaría en la instrumentación?      3. ¿Qué fórmula permite conocer el ancho de banda de la señal en p4 si se conoce Rb y Sps?      4. ¿Qué fórmula permite conocer la frecuencia de muestreo en p3, si se conoce la frecuencia de muestreo en p4 y Sps?   2. Por qué razón la PSD de las señales binarias que provienen de una señal de audio es diferente a la que proviene de una foto siendo ellas igualmente señales binarias bipolares de forma rectangular? | |
| **5. RECURSOS E INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA** | |
| Los recursos e informaciones relacionadas al desarrollo de este laboratorio son los siguientes:   * Computador con mínimo 4 GB de RAM, 2GB de espacio en disco y processador Core i3 o superior. * Documentación oficial del GNU RADIO. * Libro E3T | |
| **6. EVIDENCIA, RESULTADOS Y CONCLUSIONES DEL LABORATORIO** | |
| Colocar aquí la evidencia de cada paso, y comentarios explicativos.  1) Flujograma: Se realizó el siguiente flujograma para la realización de la práctica:    NOTA: Colocar el título de las figuras  2) los archivos para la implementación del flujograma mostrado en la figura 2321434 son los siguientes:   * Archivo de audio de voz con el nombre de: septiembre\_olimpica\_estereo.wav * Archivo de audio musical con el nombre de: labachata\_manuelturizo.wav * Imagen recomendada con el nombre de: ocean-7118082\_1280.jpg   3) Corroboración del flujograma   1. Para Sps igual a 1:       Rate de bits (Rb): 32 Kbps  Frecuencia de muestreo (Fs): Fs=Sps\*Rb = 1\* 32K = 32 Khz  Ancho de banda (BW): No es posible calcularlo.  b) Para Sps igual a 4      Rate de bits (Rb): 32 Kbps  Frecuencia de muestreo (Fs): Fs=Sps\*Rb = 4\* 32K = 128 Khz  Ancho de banda (BW): 2 x 32= 64KHz  c) Para Sps igual a 8.      Rate de bits (Rb): 32 Kbps  Frecuencia de muestreo (Fs): Fs=Sps\*Rb = 8\* 32K = 256 Khz  Ancho de banda (BW): 256 Khz  d) Para Sps igual a 16.      Rate de bits (Rb): 32 Kbps  Frecuencia de muestreo (Fs): Fs=Sps\*Rb = 16\* 32K = 512 Khz  Ancho de banda (BW): calcularlo.  e) Para Sps igual a 64.      Rate de bits (Rb): 32 Kbps  Frecuencia de muestreo (Fs): Fs=Sps\*Rb = 32\* 32K = 2,048 MHz  Ancho de banda (BW): calcularlo.  Punto 4 ruido gaussiano  Para Sps igual a 4.    Para Sps igual 8.    Para Sps igual a 64    En todos los casos se puede observar que, recurriendo a la definición de la densidad espectral de potencial esta es una integral, es decir su valor esta dado por el área bajo la curva, al hacer incremento del Sps la definición de la grafica en tiempo aumenta, y se ve como el área se reduce, por tanto en frecuencia su valor medio de densidad espectral también disminuye.  Punto 5) Fuente de datos real  Imagen sugerida con sps igual a 4  Para este caso, como cambia la fuente de información, es necesario modificar el bloque referente a  la señal de entrada por uno que sea capaz de leer el archivo de la imagen. Dicho bloque es  denominado “File Source” y presenta una salida en bits.  Dentro de él se hacen los respectivos ajustes, como lo es colocar la ruta donde se encuentra el  archivo que quiere ser analizado, en este caso “ocean.jpg”.  Adicionalmente, también es necesario colocar un bloque que se encargue de extraer los bits de la  imagen. Dicho bloque se denomina “Unpack K bits” y está alimentado por el bloque “File Source”.  El flujograma queda de la siguiente manera:    Se obtuvo lo siguiente:  Imagen sugerida con sps igual a 4      Imagen sugerida con sps igual a 32  Imagen sugerida con sps igual a 32      al cambiar la fuente a un archivo de imagen, se puede apreciar un cambio representativo tanto en su frecuencia como en su densidad espectral, lo que se aprecia es que los armónicos del lóbulo principal están mejor definidos y distanciados del ruido, lo cual implica que al momento de recuperar la imagen original al otro lado de las transmisión, se encontró que la calidad es mejor en el maestreado de 32Sps.  Punto 6) Audio de voz  Para este caso se usa el audio llamado septiembre\_olimpica\_estereo.wav y se usa el siguiente flujograma:    Audio para sps igual a 4:      Audio para sps igual a 32:      como se vio en el caso anterior, tanto en espectro como en frecuencia, se evidencio el mismo fenómeno, un dato a agregar es que la potencia media disminuye al aumentar el Sps. Esto indica para transmitir mas información se requiere mayor potencia debido a que se ocupa un mayor ancho de banda al ser una señal multinivel.  Punto 7) Audio de música  Se utiliza un audio de musica llamado: labachata\_manuelturizo.wav y el flujograma es el siguiente:    Para sps con 4:      Para sps igual a 16:      se siguen los resultados obtenido anteriormente. Es de resaltar que la señal fuente tiene un ancho de banda mayor debido a que se incluyen instrumentos y otros equipos de sonido dejando el BW alrededor de los 21 Khz.  Punto 8) Preguntas sobre el flujograma randombinayrectsignal.grc:  VALIDAAAAAAARRRRRR  a) ¿Qué papel juega la siguiente combinación de bloques?    Por medio de los bloques mostrados, lo que se hace es convertir un flujo de bits de entrada en una  señal binaria bipolar de niveles -1 y +1, por medio de la resta de -1/2 y posteriormente la  multiplicación por un factor de 2.  b) ¿Qué papel juega el bloque “Interpolationg FIR Filter”, cómo funciona?  El bloque Interpolating FIR Filter, se encarga de ajustar la señal resultante por medio de un proceso de interpolación de la señal de entrada, por medio de un aumento del número de muestras en un intervalo de tiempo de bit. Este proceso de aumento está directamente relacionado con el  aumento del vector h.   * + 1. ¿Porqué el parámetro “Interpolation” en el bloque vale “Interpolationg FIR Filter” y qué pasa si se coloca otro valor?   El parámetro “Interpolation” que se le asigna al bloque, depende del valor de Sps que se esté  manejando para la prueba. Al variar el Sps, inmediatamente cambia el valor de este parámetro.  Si se coloca otro valor diferente a este, lo que ocurre es que la señal se deforma, ya que dicho  parámetro cambia el número de muestras presentes en un tiempo de bit, de modo que si se afecta,  la cantidad de muestras presentes también se ve afectada por dicha variación.   * + 1. Si tuviese que analizar la señal en p3, ¿qué cambios realizaría en la instrumentación?   Lo primero que se debe tener en cuenta es que p3 para que sea una señal bipolar, es necesario que pase por la configuración de bloques mostrada en la parte a), efectuando la resta de ½ y posteriormente la multiplicación por 2. Para ello, lo que se haría sería reemplazar en el bloque “Virtual Source” que se encuentra en la sección inferior del flujograma la señal que se encuentre en el momento por la p3 que es la que se busca analizar.   * + 1. ¿Qué fórmula permite conocer el ancho de banda de la señal en p4 si se conoce Rb y Sps?   Partiendo de los parámetros conocidos que son la tasa de bit (𝑏) y el número de símbolos por  segundo (𝑆𝑝𝑠), se puede determinar el valor de la frecuencia de muestreo de la siguiente  manera:  → 𝑓 𝑠 = 𝑅 𝑏 ∗ 𝑆𝑝𝑠  Lo cual contribuye a estimar el ancho de banda.  O bien, se pueden emplear directamente las siguientes expresiones:  → 𝐵 𝑇 𝑛−𝑛 = 2 ∗ 𝑅 𝑏 (𝑎𝑛𝑐ℎ𝑜𝑑𝑒𝑏𝑎𝑛𝑑𝑎𝑛𝑢𝑙𝑜 − 𝑛𝑢𝑙𝑜)  →𝐵= 𝑅 𝑏 ∗ 𝑆𝑝𝑠 (𝑎𝑛𝑐ℎ𝑜𝑑𝑒𝑏𝑎𝑛𝑑𝑎𝑑𝑒𝑙𝑎𝑠𝑒ñ𝑎𝑙)   * + 1. ¿Qué fórmula permite conocer la frecuencia de muestreo en p3, si se conoce la frecuencia de muestreo en p4 y Sps?   La frecuencia de muestro en p3 puede estar influenciada por la tasa de bits que posea la señal  resultante, por lo cual se puede utilizar la fórmula mostrada en el ítem anterior y a partir de ella  despejar el parámetro correspondiente a dicha tasa de bits, teniendo que:  → 𝑅𝑏 = 𝑓 𝑠 / 𝑆𝑝𝑠  c) Por qué razón la PSD de las señales binarias que provienen de una señal de audio es diferente a la que proviene de una foto siendo ellas igualmente señales binarias bipolares de forma rectangular?  Noseeeeee | |
| **7. REJILLA DE EVALUACION** | |
| **Método de calificación por lista de cotejo**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **N°** | **Criterios** | **EXCELENTE (5)** | **BUENO (4)** | **REGULAR (3)** | **DEFICIENTE (2)** | | **1** | Los Procedimientos son completos y permiten cumplir el objetivo general y los objetivos específicos.  Caso se solicite responder preguntas al final, estas son respondidas de forma adecuada y coherente. |  |  |  |  | | **2** | Los Resultados cumplen los siguientes criterios:   * Coherencia con los objetivos * Tienen Comentados de análisis pertinentes * Están en su totalidad (tiempo, frecuencia u otros solicitados) |  |  |  |  | | **3** | Calidad del informe:   * Es organizado de inicio a fin * Etiqueta imágenes y las cita en el texto * Tiene ortografía * La escrita es clara y concisa * No repite informaciones |  |  |  |  | | **4** | Tiene al menos una conclusión que sea resultado directo de la ejecución del laboratorio |  |  |  |  | | **Total** |  | | | | | | |