**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**PROGRAMA DE ELECTRONICA**

**LABORATORIO 4 – PRUEBAS ANALIZADOR RX SEÑALES FM Y FSK CON USRP**

|  |  |
| --- | --- |
| **1. IDENTIFICACIÓN** | |
| **FACULTAD E3T** | **PROGRAMA:** INGENIERIA ELECTRONICA |
| **ASIGNATURA** | COMUNICACIONES II |
| **UNIDAD TEMÁTICA** | GNU RADIO |
| **TEMA** | PRUEBAS ANALIZADOR RX SEÑALES FM Y FSK CON USRP |
| **DOCENTE** | JOHAN LEANDRO TÉLLEZ GARZÓN |
| **ALUMNOS** |  |
| **FECHA** |  |
| **2. DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS** | |
| Mediante esta guía de enseñanza se pretende realizar la recpecion de señales analógicas (FM) y digitales (FSK) con ayuda del USRP a fin de realizar un análisis espectral de las señales y observar la calidad de las señales recibidas, además de comprender los parámetros esenciales y cuidados a tener al usar el radio USRP.   * Comprender parámetros y cuidados al utilizar un dispositivo USRP como transmisor o receptor de señales. * Usar USRP como analizador de espectros para detectar señales FM de los sistemas de radiodifusión locales * Usar USRP como analizador de espectros para identificar parámetros de una señal FSK | |
| **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>   **Trabajo previo**   1. Revise todo lo relacionado con el uso de USRP en el Capítulo 4 del Libro de Comunicaciones Digitales basadas en SDR, Tomo I. 2. Revise el [manual del USRP.](https://drive.google.com/file/d/0B5sp7ZUARtHXdzg5SVVSTDRYaFk/view?usp=sharing&resourcekey=0-FqftRoI2mcMtJVRnZyjiJw) También puede encontrar en Internet la [ficha técnica del USRP-2920](https://drive.google.com/file/d/0B5sp7ZUARtHXdVNqaFpoSFpJVXc/view?usp=sharing&resourcekey=0-_Af-DRCDMmDvjcjBfJThrQ) 3. Explique con sus propias palabras:    1. qué tarea hace un USRP    2. qué cuidados debe tener cuando se usa un USRP | |
| **4. ACTIVIDADES Y PROCEDIMIENTOS** | |
| 1. Demostrar que el estudiante tiene los conocimientos mínimos para usar un equipo USRP en aspectos como:    1. sabe qué es un USRP    2. Conoce cuales son los cuidados mínimos a respetar    3. Conoce las especificaciones más fuertes a respetar:       1. Rango de frecuencia portadora       2. Valores de frecuencia de muestreo que permite para la señal que se entrega (En transmisión) a un USRP o que puede entregar un USRP (en recepción)       3. El ancho de banda que es posible usar en términos reales con la señal que se entrega (En transmisión) a un USRP o que puede entregar un USRP (en recepción)       4. El significado de los LED en el panel frontal del USRP (los que interesa para la práctica)    4. Lo que debe escribir en el informe es: demostrar, mediante explicaciones escritas para cada uno de los puntos anteriores, que tienen los conocimientos mínimos requeridos 2. Confiar en el uso del USRP como analizador de espectros y conocer limitaciones y posibilidades    1. Realice pruebas para recibir una señal FM observando el espectro promediado, poniendo atención en aspectos como:       1. Abra el flujograma “Spectrum Analyzer”.       2. Revise la configuración del bloque “UHS: USRP Source” > RF Options > “CHO: Antena”. Si en ese parámetro se selecciona TX/RX, la antena en el USRP debe estar en el puerto “RX1 TX1”, pero si en ese parámetro se selecciona RX2, la antena deberá estar en el puerto RX2 del hardware       3. Preparará el USRP para ser usado: debe tener una antena y debe conocer los parámetros de la antena. La antena debe tener su conector en perfecto estado y será conectada al puerto correspondiente.       4. Corra el flujograma y observe en el USRP que los LED correspondientes informen sobre el funcionamiento del USRP       5. Valore la sensibilidad del receptor en los siguientes aspectos:          1. Pueden haber aspectos que pueden influir también como las características y calidad de la antena. Entonces, es sensato pensar que antes de cuestionar la sensibilidad, podríamos revisar las características de la antena, hacer pruebas de antenas, por ejemplo, probar la antena en otros equipos o probar otra antena.          2. La calidad al recibir de demodular una emisora FM. Con una ganancia de 0 dB en el receptor la señal demodulada (el audio que escuchas) debería ser clara cuando el receptor tiene buena sensibilidad.          3. La Envolvente Compleja en el Plano Polar (la Constelación entre señal I y señal Q). Es bien sabido que la constelación de una señal FM es un círculo. Una constelación pixelada puede ser síntoma de que la señal en el receptor es demasiado débil, en ese caso pruebe elevar la ganancia en dB para mejorar la constelación.       6. La configuración del analizador de espectros y el analizador de PSD          1. El “Spectrum Analyzer” puede ser configurado para que realice un promediado de corto plazo Menú del bloque > Average          2. El “PSD Analyzer” (el analizador de PSD implementado en clase) está en Watts/Hz no en dB y realiza un promediado de largo plazo. Por eso, si ocurre algún tipo de cambio, por ejemplo si se suspende la transmisión, este dispositivo no mostrará esos cambios inmediatamente.          3. N es un parámetro en el que hay que poner máxima atención por lo siguiente:             1. Es el orden de la FFT y siempre debe ser un número entero par tipo 2^k             2. Es el número de puntos discretos que tendrá el espectro             3. Es responsable de la resolución espectral por lo siguiente: En cualquier caso el espectro que entran estos bloques siempre tendrá un rango de lado igual a samp\_rate, pero al elevar N se hace más corta la distancia entre dos puntos discretos del espectro.             4. Elevar N implica mayor consumo de la capacidad de cómputo.             5. Si uno necesita ver todos los puntos del espectro en pantalla, N debería ser 1024 que es el número de puntos en la horizontal que tienen la mayoría de las pantallas de los computadores             6. Nuetro PSD Analyzer tiene un bloque “e\_vec\_averager\_ff”, el problema es que se trata de un bloque vectorial de tamaño N hecho en un Python Bock y ese tipo de bloque no reconocen el parámetro N desde afuera, entonces, si se hace un cambio, hay que cambiar el valor internamente, en el software embebido.       7. Se deben respetar los valores de **samp\_rate** permitidos por el USRP, como se explica en [el libro, tomo I, capítulo 4](https://drive.google.com/drive/folders/1igMwiw5nk1sRp1wFzAeWjCwVbVKweqSt)    2. En el informe explique cómo juzga la calidad del USRP usado a partir de las observaciones del espectro de una señal FM 3. Para la señal FSK que el profesor emite, configure el analizador de espectros basado en USRP y haga lo siguiente para cada caso (el profesor anunciará por ejemplo, esta es la señal para el caso 1):    1. guarde una captura de pantalla del espectro (Spectrum Analyzer y PSD Analyzer)    2. Determine mediante observaciones al espectro (Análisis espectral) la rata de bits que lleva la señal    3. La frecuencia de muestreo usada en el transmisor    4. E número de ciclos que tiene un bit en la señal antes del “UHD:USRP Sink” en el transmisor    5. El número de muestras por ciclo en la señal antes del “UHD:USRP Sink” en el transmisor    6. El número de muestras por bit en la señal antes del “UHD:USRP Sink” en el transmisor 4. Responda de la sección de preguntas de control: 5. ¿Qué pasaría con la forma del espectro en el flujograma SpectrumAnalyzer si en el flujograma Spectrumanalyzer.grc se usa una frecuencia de muestreo que es dos veces mayor a la usada en el flujograma que transmite (usrp\_tx.grc)? 6. Qué LED en el USRP estarían indicando que el USRP no está funcionando correctamente como transmisor cuando se ha corrido el flujograma fsk\_tx ? 7. ¿Cómo saber si la antena del receptor, cuando se usar el flujograma Spectrumanalyzer debe ser colocada en el puerto RX/TX o en el puerto RX2 del USRP 2920? | |
| **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 * USRP disponible en el laboratorio de comunicaciones. | |
| **6. EVIDENCIA, RESULTADOS Y CONCLUSIONES DEL LABORATORIO** | |
| Colocar aquí la evidencia de cada paso, y comentarios explicativos. | |
| **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** |  | | | | | | |