LABORATORIO DE FUNDAMENTOS DE COMUNICACIONES

PRÁCTICA N°2

1. TEMA

HERRAMIENTAS DE RADIO DEFINIDA POR SOFTWARE

2. OBJETIVOS

2.1. Familiarizar al estudiante con los conceptos de Radio Definida por Software.

2.2. Familiarizar al estudiante con el paquete de GNU Radio.

2.3. Introducir al estudiante al uso del USRP y su implementación mediante el paquete de GNU Radio.

3. MARCO TEÓRICO

GNU Radio es un paquete de herramientas de software libre y de código abierto basado en lenguaje Python destinado al procesamiento de señales analógicas y digitales. Además, permite su uso con hardware de RF externo para la creación de sistemas de comunicaciones inalámbricas para su análisis práctico y teórico. Mediante el hardware externo se puede trabajar con señales reales del medio ambiente como son Wifi, LTE, Bluetooth, FM comercial, AM, siempre y cuando se encuentren dentro del rango de trabajo del hardware de RF [1].

En un inicio, GNU Radio solo estaba disponible para la plataforma de Linux, lo cual hacía difícil su uso, pues no todas las personas usan este sistema operativo. Actualmente, se encuentra disponible para Windows y Mac [1]. La descarga para Windows se la puede realizar del siguiente enlace:

http://www.gcndevelopment.com/gnuradio/downloads.htm [2].

GNU Radio permite el desarrollo de aplicaciones de sistemas inalámbricos con una interfaz amigable para el estudiante similar al paquete computacional Simulink de Matlab.

Introducción al uso de GNU Radio

Su instalación es sencilla como si se tratase de un programa normal de Windows. Cabe destacar que en el repositorio existen versiones beta que no son recomendables instalar debido a que pueden presentar inestabilidad al momento de utilizar el programa. También se debe tomar en cuenta que GNU Radio para Windows se encuentra disponible únicamente para la arquitectura de 64 bits.

El programa está compuesto por: área de trabajo o *workspace*, una barra de herramientas, una barra de búsquedas, la consola y una barra lateral conocida como biblioteca donde encuentran todos los bloques necesarios para realizar para las simulaciones de aplicaciones inalámbricas o realizar transmisiones y recepciones utilizando el USRP.

En la Figura 3.1 se muestra la interfaz de trabajo que posee GNU Radio con sus respectivas zonas delimitadas para diferenciar sus funciones.

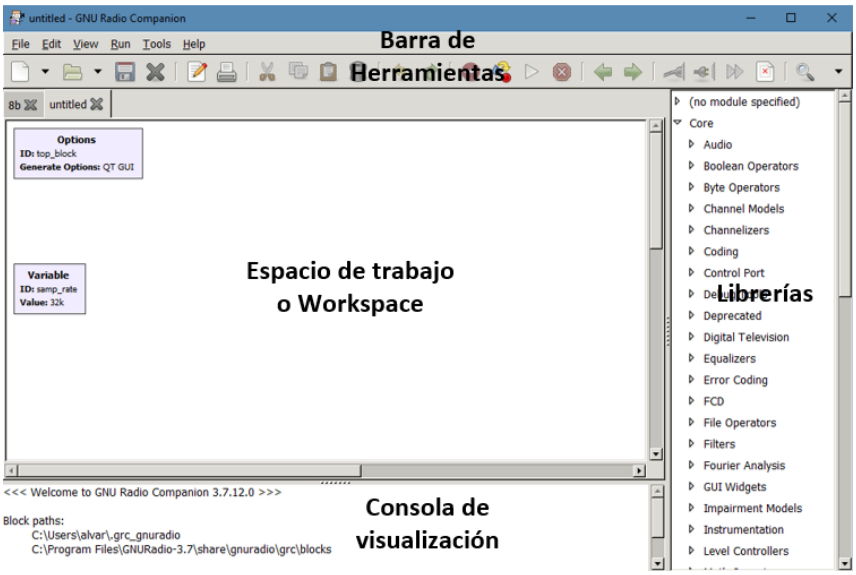

Figura 3.1 Espacios de trabajo de la interfaz de GNU Radio.

Barra de Herramientas: contiene los botones para el desarrollo de las aplicaciones.

Librerías: es el espacio donde se encuentran todos los bloques de simulación como fuentes, canales, osciloscopios, etc.

Para encontrar un bloque en específico se lo puede hacer mediante la barra de búsqueda representada por una lupa en la barra de herramientas, escribiendo su nombre o parte de él.

Consola de Visualización: en la cual se puede observar el correcto funcionamiento de la simulación y de igual manera si se presenta algún error.

Espacio de Trabajo: es el área donde se arrastran los bloques para su agrupación con otros bloques para crear la aplicación, similar a la forma de trabajo de Simulink.

En el espacio de trabajo se puede encontrar dos bloques ya predefinidos los cuales son:

options y *variable.*

El bloque *options* permite configurar: el título, el autor, la descripción de la aplicación, el tipo de interfaz que se usará en la aplicación, el tamaño del espacio de trabajo, es decir, parámetros informativos de la aplicación a realizarse. Esto se lo realiza haciendo doble clic sobre el bloque para modificar sus propiedades.

En la Figura 3.2 se observa el cuadro de propiedades de cada bloque, en el cual se encontrará pestañas de documentación, ésta permite encontrar una descripción de funcionamiento y configuración de dicho bloque [3].

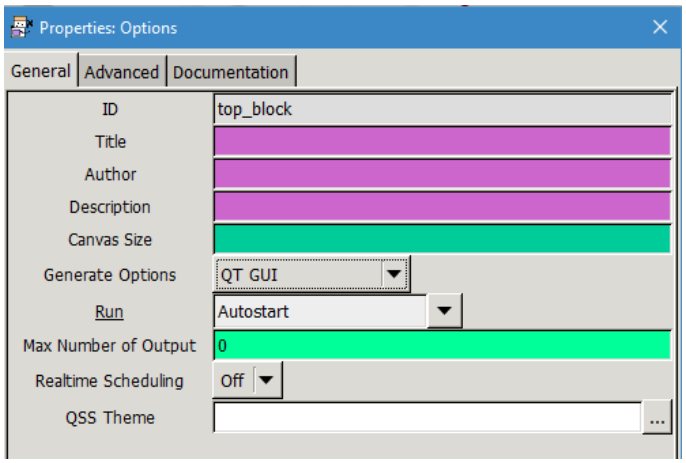

Figura 3.2. Propiedades del bloque

En el bloque *variable* se puede configurar la frecuencia de muestreo con la que se trabajará durante toda la aplicación. De la misma manera esta opción es configurable haciendo doble clic sobre dicho bloque. En la Figura 3.3 se muestra el cuadro de opciones del bloque *variable*.

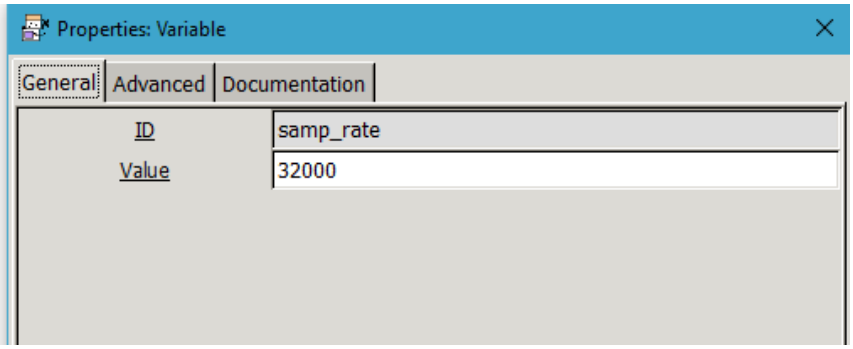

Figura 3.3 Opciones del bloque de frecuencia de muestreo

Cada bloque, en sus propiedades posee una pestaña de documentación, la cual posee la información de cómo trabajar con dicho bloque y como configurar sus parámetros.

Para crear una aplicación en GNU Radio, se lo hace mediante la búsqueda del bloque, se lo arrastra al espacio de trabajo y se lo enlaza a otros bloques mediante las flechas. Para iniciar la simulación o aplicación se debe presionar el botón de *Play* ubicado en la barra de herramientas, si no hay un error el programa iniciará caso contrario indicará de color rojo el bloque donde se encuentra el error. Se debe tomar en cuenta que existen distintos tipos de variables en GNU Radio y que se solamente se pueden conectar los bloques que tienen el mismo tipo de variable. En la Figura 3.4 se muestra un ejemplo de una aplicación en GNU Radio.

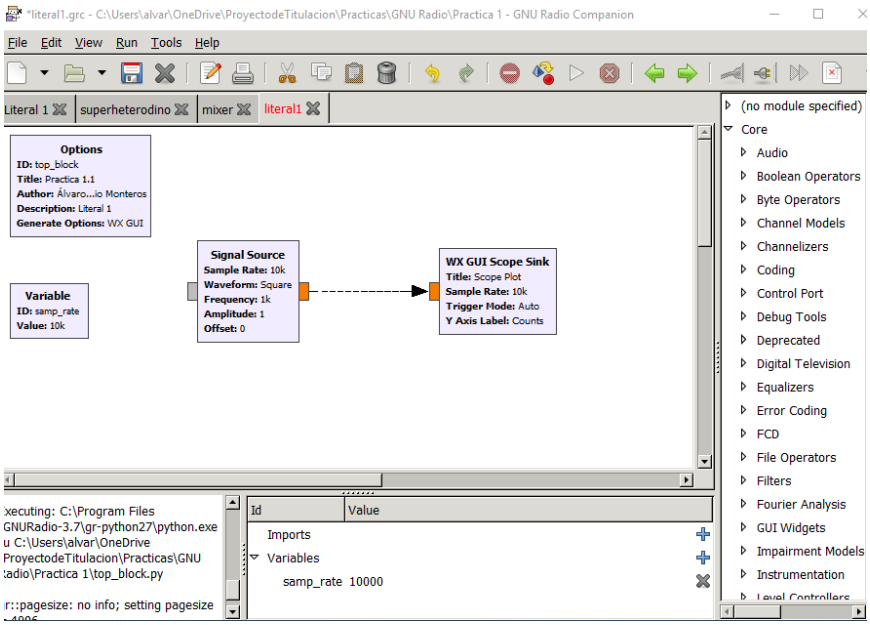

Figura 3.4 Simulación de una onda senoidal usando los bloques provistos.

En el ejemplo de la Figura 3.4 se muestra la generación de una onda senoidal, en la cual se ha usado el bloque *Signal Source.* Dicho bloque es una fuente generadora de señales y el bloque *WX GUI Scope Sink* es un osciloscopio. En la Figura 3.5 se muestra el resultado de la ejecución de la aplicación de la Figura 3.4.

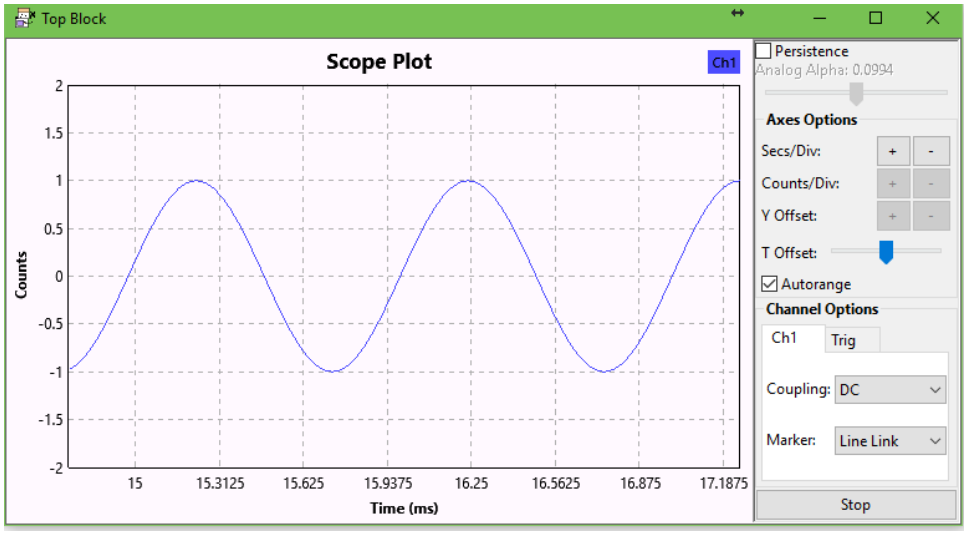

Figura 3.5 Resultado de ejecutar la aplicación

Existe un bloque: *Throttle*, el cual permite que el diagrama diseñado no consuma la totalidad de los recursos del CPU y deje al computador sin responder. Este bloque será usado en todas las prácticas debido a su gran utilidad [3].

Existen opciones adicionales de operaciones en los bloques: *enable*, *disable* y *bypass*. Las opciones *enable* y *disable* son funciones opuestas y permiten habilitar o deshabilitar un bloque en el diagrama diseñado sin tener que eliminarlo. Al ejecutar el diagrama, el programa no mostrará algún error si un bloque no conectado se encuentra deshabilitado. Un bloque deshabilitado presenta un color más oscuro que un bloque habilitado, tal como se muestra en la Figura 3.6. La opción *bypass* permite pasar por alto un bloque sin necesidad de eliminarlo o deshabilitarlo del diagrama. El programa se ejecutará sin tomar en cuenta el bloque que se encuentre con *bypass*. Un bloque que se encuentre configurado con la opción bypass se presenta de un color amarillo, como se muestra en la Figura 3.6. Estas opciones se pueden configurar haciendo clic derecho sobre el bloque seleccionado

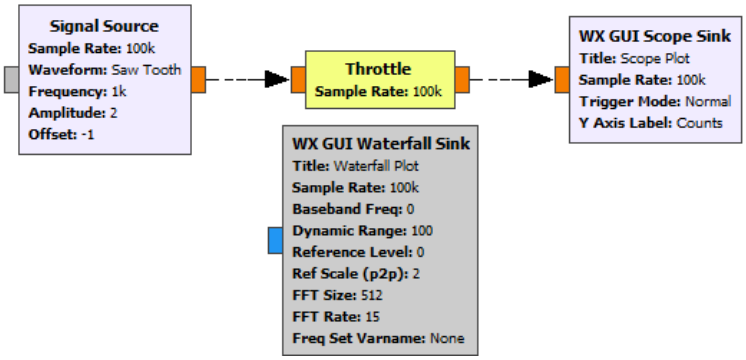

Figura 3.6 Opciones enable, disable y bypass en un diagrama de GNU Radio

GNU Radio para Windows tiene aplicaciones preinstaladas en su paquete de instalación, las cuales son: *USRP FM Receiver* y *USRP Spectrum Scanner* (FFT). Estas aplicaciones permiten probar la funcionalidad y conexión de GNU Radio con el hardware de RF. La primera aplicación permite escuchar radio FM comercial. El procedimiento es conectar el USRP al computador, iniciar la aplicación y ajustar a una frecuencia para poder escuchar las señales de audio provenientes de la emisora. La segunda aplicación permite escanear el espectro de frecuencia que se encuentra en el medio ambiente. Esta aplicación funcionará dentro del rango de frecuencias de trabajo del USRP.

4. TRABAJO PREPARATORIO

4.1. Explicar qué se entiende por Radio Definida por Software y cuál es su utilidad.

4.2. Realizar un pequeño manual de instalación de GNU Radio y Phyton.

4.3. Consultar las especificaciones técnicas de funcionamiento (rango de frecuencias de trabajo, el número de muestras por segundo, etc.) del USRP-2920 de National Instruments.

4.4. Consultar qué bloque es el encargado de la conexión entre GNU Radio y el USRP-2920 y su forma de conexión con el ordenador y la configuración de dicho bloque.

4.5. Consultar qué es frecuencia de muestreo.

5. EQUIPO Y MATERIALES

La práctica constara de los siguientes materiales para el desarrollo de la misma:

- Computador
- USRP -2920

6. PROCEDIMIENTO

6.1. Generar una onda cuadrada de amplitud A de frecuencia de F KHz con una frecuencia de muestreo de 10*F KHz.

6.2. Generar una onda diente de sierra de amplitud máximo +A y mínimo –A, con una frecuencia de F KHz con una frecuencia de muestreo de 15*F KHz.

6.3. Generar la suma de una onda senoidal de amplitud 6 y de frecuencia de 1KHz y una onda cuadrada de amplitud 2 y frecuencia de 2KHz, luego añada ruido a la señal.

6.4. Preparar el USRP-2920 para su primer uso, conéctelo a la computadora e inicie la opción USRP FM Receiver para escuchar radio.

NOTA: los valores de F, A, -A los proporcionara el profesor dependiendo del número de grupos que se haya en el laboratorio.

7. INFORME

7.1. ¿Qué sucede cuando en una transmisión de datos se tiene una relación señal a ruido SNR baja?

7.2. Explicar ¿Cómo afecta el ruido térmico en una transmisión si empieza a variar la temperatura del sistema de comunicaciones?

7.3. Análisis de resultados: Colocar las gráficas y comentarios de los ejercicios realizados en la práctica.

7.4. Conclusiones y recomendaciones

7.5. Bibliografía

8. REFERENCIAS

[1] «GNU Radio,» [En línea]. Available: https://wiki.gnuradio.org/index.php/InstallingGR. [Último acceso: 14 03 2018].

[2] «GNU Radio,» [En línea]. Available: https://wiki.gnuradio.org/index.php/WindowsInstall. [Último acceso: 21 06 2018].

[3] G. Radio, «Tutorial GNU Radio,» [En línea]. Available:

https://wiki.gnuradio.org/index.php/Guided_Tutorial_GRC. [Último acceso: 12 04 2018].

[4] «GNU Radio,» [En línea]. Available: https://wiki.gnuradio.org/index.php/WindowsInstall. [Último acceso: 21 06 2018].

Elaborado por: MSc. Ricardo Mena

Revisado por: MSc. Ricardo Llugsi