

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

INFORME DE LABORATORIO - SDR

LABORATORIO N° 1

Estudiantes:

Montezuma Diego¹

Narvaez Israel²

Panamá Anthony³

Docente: Msc. Edgar Maya.

Técnico de laboratorio: Msc. Alejandra Pinto Erazo

13 de abril de 2024

1. Título de la práctica

Uso de RTL - SDR con SDR Share

2. Introducción

RTL-SDR USB, permítela captura de señales de radiofrecuencia que van desde los 500 KHz hasta los 1.7 GHz, para poder capturar, demostrar, visualizar y escuchar estas señales es imprescindible el uso de un software que permita la interacción con las características de este dispositivo, en esta práctica de laboratorio realizamos la instalación y posterior familiarización con el uso del software SDR Share, el cual nos permite demostrar estas señales para ser audibles así como visualizar el espectro de frecuencias en un rango determinado así como su respectivo espectrograma.

3. Objetivos

3.1. Objetivo Principal

- Realizar el proceso de instalación del software SDR Share, para implementarlo en la recepción de señales de radio FM, con el uso del dispositivo RTL-SDR USB v3.

3.2. Objetivos Secundarios

- Realizar la instalación de SDR Share
- Familiarizarse con el software para conocer las herramientas que este proporciona.
- Realizar la captura de diferentes frecuencias de radio FM con el uso de un RTL-SDR v3.

4. Fundamentación teórica

4.1. SDRSharp

SDRSharp, también conocido como SDR, representa la solución de software más integral y versátil en el ámbito gratuito, destacando por su desempeño, integración, actualización continua y capacidad de personalización mediante una amplia gama de complementos adaptados a diversas exigencias. Su compatibilidad abarca no solo los dongles RTL-SDR, sino también los dispositivos AIRSPY, consolidándolo como una herramienta fundamental en el espectro de la radio definida por software (SDR). Además, este software ofrece la oportunidad de personalizar los plugins a través de las diferentes funcionalidades que tiene este software. Esta herramienta es muy utilizada por investigadores y profesionales relacionados en los campos de SDR. (Romani, 2021)



Figura 1: SDRSharp

Ventajas

Entre las ventajas proporcionadas por este software, se encuentran los siguientes aspectos destacados:

- Software gratuito y de código abierto.
- Es compatible con diferentes gamas de hardware SDR, por ejemplo el RTL-SDR y dispositivos Airspy.
- Interfaz fácil de tener acceso a frecuencias, control de modos de modulación y visualizar las señales captadas.
- Al ser un software de estilo libre, se realizan actualizaciones con el fin de mejorar el rendimiento y lograr corregir errores, esto con el fin de lograr mantener el mismo servicio para el análisis de las señales recibidas.

4.2. RTL-SDR

Un RTL-SDR representa un dispositivo USB de reducido tamaño, compacto, fácil de utilizar y, en la actualidad, de bajo costo. Posee la capacidad de recibir señales de radiofrecuencia, convertirlas a formato digital y procesarlas para obtener datos I/Q en 8 bits. A pesar de haber sido inicialmente concebidos como receptores de televisión DVB-T, se descubrió que podían ser empleados como receptores SDR al ser configurados en modo test. En esta modalidad, no se realiza la decodificación final, permitiendo al RTL-SDR proporcionar directamente las muestras I/Q en banda base. Asimismo, el dispositivo ya no se encuentra limitado a la recepción exclusiva de señales en la banda de frecuencias de televisión digital, sino que puede captar cualquier frecuencia operativa para su sintonizador. (Costas, 2020)

El RTL-SDR empleado en este estudio tiene la capacidad de recibir señales en un rango de frecuencias que va desde los 25 MHz hasta 1.75 GHz, lo que implica que el dispositivo es capaz de captar una amplia variedad de tipos de señales. A continuación se dará a conocer algunas de las señales de mayor relevancia que puede recibir:

- 87.5 - 108 MHz: Radio FM
- 108 - 117.975 MHz: Comunicaciones aeronáuticas, GBAS, ILS, VOR.
- 117.975 - 138 MHz: Comunicaciones aeronáuticas, incluido ACARS.
- 154 - 162.0375 MHz: Comunicaciones marítimas.
- 876 - 960 MHz: Comunicaciones móviles (GSM).
- 1164 - 1350 MHz: Sistemas de navegación por satélite, Glonass, Galileo y GPS.
- 1350 - 1427 MHz: Radio astronomía.



Figura 2: Conexión de RTL-SDR a SDRSharp

El RTL-SDR, al tener un amplio número de frecuencias, este dispositivo puede ser utilizado como un escáner de radio para los siguientes servicios:

- - Monitorear comunicaciones de emergencia, como las transmisiones de ambulancias y bomberos.

- Escuchar y analizar las conversaciones del control de tráfico aéreo.
- Realizar seguimiento radar de la posición de aeronaves mediante la decodificación del sistema de vigilancia dependiente automática (ADSB).
- Captar y decodificar mensajes del sistema de comunicación y dirección de aeronaves (ACARS).
- Rastrear la posición de barcos a través de radar, decodificando el Sistema de Identificación Automática (AIS).
- Recibir datos transmitidos por globos meteorológicos.
- Sintonizar emisoras de radio FM.
- Visualizar canales de televisión tanto analógicos como digitales.
- Escuchar transmisiones de satélites y la Estación Espacial Internacional.
- Realizar observaciones en el campo de la radioastronomía.

Datos tomados de ([Costas, 2020](#))

4.3. Función de demodulación FM

La de modulación en frecuencia es el procedimiento que posibilita la recuperación de la señal moduladora a partir de la señal FM. La salida del demodulador será directamente proporcional a la frecuencia instantánea de la señal de entrada. El enfoque más básico para llevar a cabo la demodulación de una señal FM es conocido como discriminador en frecuencia, si bien existen otras variedades de demoduladores de FM que son de gran relevancia. ([GONZÁLEZ, 2010](#))

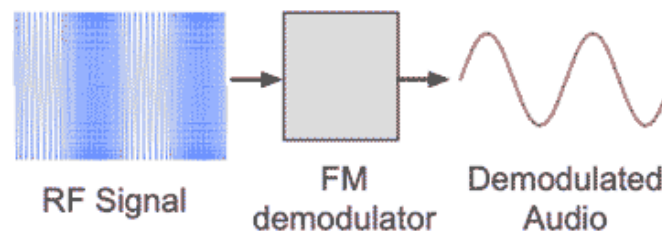


Figura 3: Proceso de demodulación de señal FM

La demodulación en frecuencia hace uso de dos categorías principales de demoduladores, los cuales se clasifican según su diseño y forma de funcionamiento. Estos son:

* **Discriminador De FM Reactivo**

* **Demodulador De FM Con Bucles De Enganche De Fase PLL**

4.3.1. Discriminador De FM Reactivo

Consiste en llevar la señal de frecuencia modulada a una reactancia, generalmente a través de bobinas acopladas, de manera que su impedancia cambie con la frecuencia. Como resultado, la señal de salida se presenta modulada en amplitud y se detecta mediante un detector de envolvente. En otras palabras, un discriminador de frecuencia es un circuito cuya amplificación varía de manera lineal en relación con la frecuencia. ([GONZÁLEZ, 2010](#))

4.3.2. Demodulador De FM Con Bucles De Enganche De Fase PLL

En este tipo específico de demoduladores, un detector de fase compara las fases de dos señales: la señal de entrada (FM) y la generada por el oscilador. La salida de este detector de fase, que está en proporción a la diferencia entre las fases de ambas señales, se retroalimenta al VCO y controla la frecuencia de oscilación del mismo. Esta retroalimentación busca igualar las frecuencias de las dos señales y establecer una diferencia de fase constante entre ambas. Esta compensación es proporcional a la desviación de frecuencia y, por ende, representa la señal de la información demodulada. (GONZÁLEZ, 2010)

5. Materiales y Equipos

- Laptop
- Software SDRSharp
- Dispositivo RTL-SDR

6. Desarrollo

- Instalación de RTL-SDRShap (Windows):
- Descargar el archivo de la siguiente dirección (<https://airspy.com/download/>)este se encuentra en un archivo zip.
- Descomprimirlo y ejecutar el instalador (rtlsde.bat).
- Una vez instalado vamos a revisar la versión que se esté usando como también el driver de SDR -RTL(<https://github.com/pbatard/libwidi/releases/download/v1.5.0/zadig-2.8.exe>).
- Lo ejecutamos como administrador.

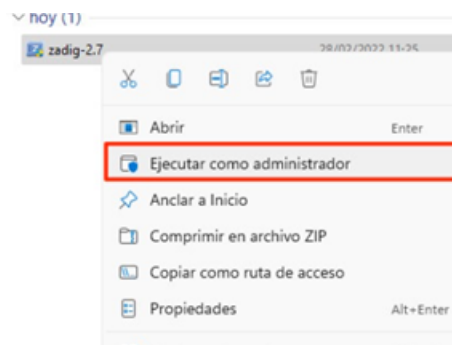


Figura 4: Zadig-2.7

- Aceptamos los cambios en el dispositivo.

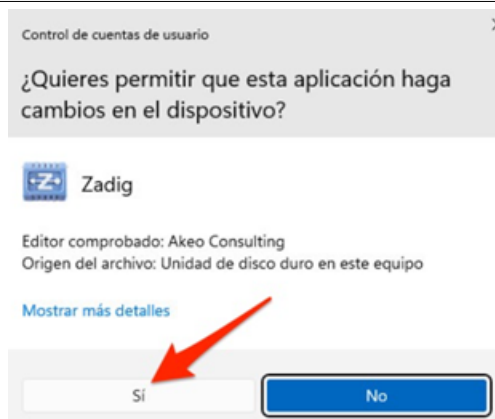


Figura 5: Aceptar términos

- Conectamos el RTL a la PC para poder detectarlo y instalar el Driver correcto en este caso Bull-In.

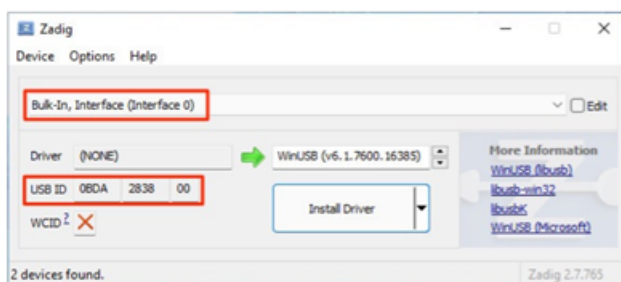


Figura 6: Instalador de Driver.

- Instalamos el controlador y ejecutamos el Instalador de AIRSPY.

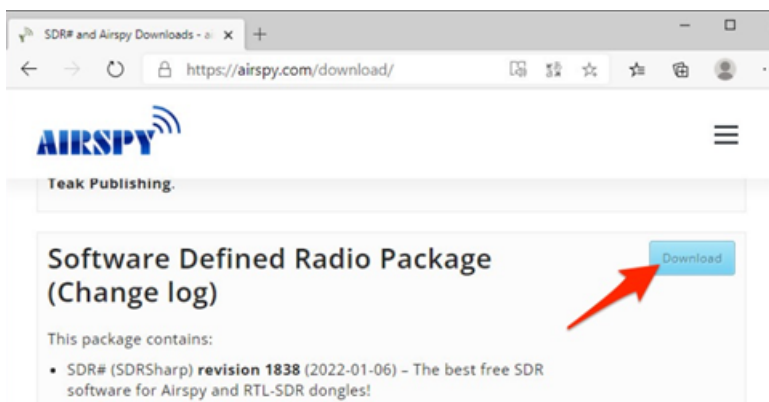


Figura 7: Controlador de SDR-RTL.

- Conectamos el SDR-RTL para poder modificar la entrada a (USB).

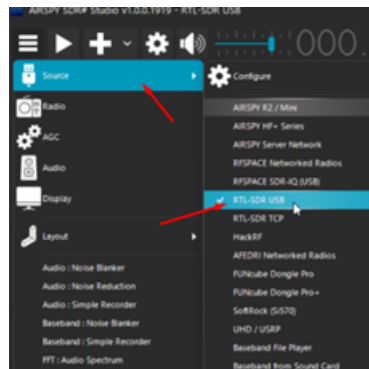


Figura 8: Selección de entrada de SDR.

- Se selecciona SOURCE para poder elegir los controladores, elegimos el pincho de Device (Generic RTL2832U OEM (0)).

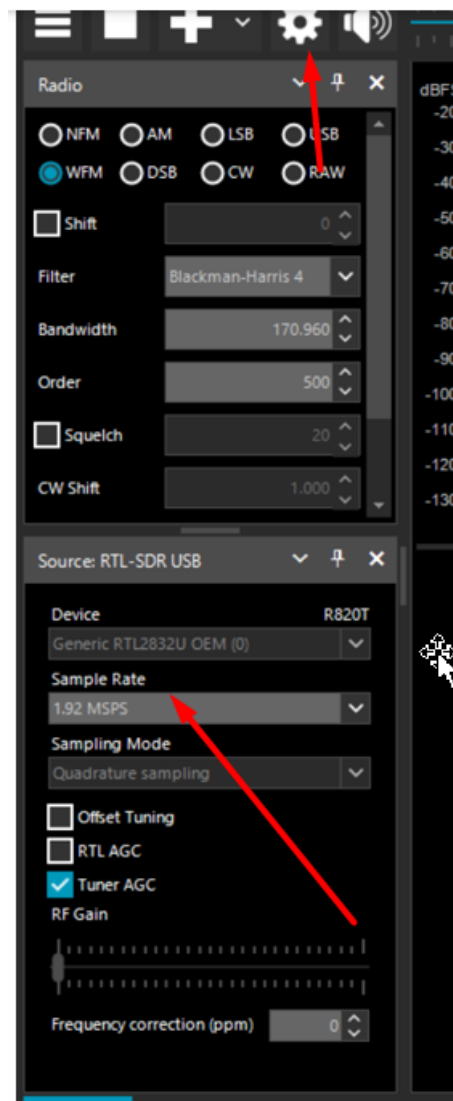


Figura 9: Parámetros

Ajuste	Recomendado	Descripción
<u>Device</u>		Selecciona el dispositivo RTL-SDR que se utilizará. Si los controladores no están instalados correctamente, no se mostrarán dispositivos disponibles.
<u>Tasa de muestreo</u>	2.4 MSPS	Permite ajustar el ancho de banda mostrado en la pantalla. Un valor más alto consume más recursos de la computadora, por lo que se debe elegir un valor más bajo si el PC es menos potente.
<u>Modo de muestreo</u>	Muestreo en cuadratura	Define el modo de muestreo a utilizar.
<u>Offset tuning</u>	R820T: Desactivado E4000/FC0012: Activado	Solo se necesita para dispositivos que usan los chips E4000 y FC0012.
<u>RTL AGC</u>	Desactivado	Activa el control automático de ganancia del chip RTL2832U.
<u>Tuner AGC</u>	Desactivado	Activa el control automático de ganancia del sintonizador del dispositivo.
<u>Ganancia RF</u>		Permite ajustar manualmente la ganancia. Se explicará cómo hacerlo en el siguiente punto.
<u>Corrección de frecuencia (ppm)</u>		Permite ajustar la variación de frecuencia presente en la mayoría de los dispositivos, causada por osciladores de baja calidad. Se debe sintonizar una frecuencia conocida para establecer este valor manualmente.

Figura 10: Parámetros

- Con todo configurado le damos comenzar en el botón de Start.

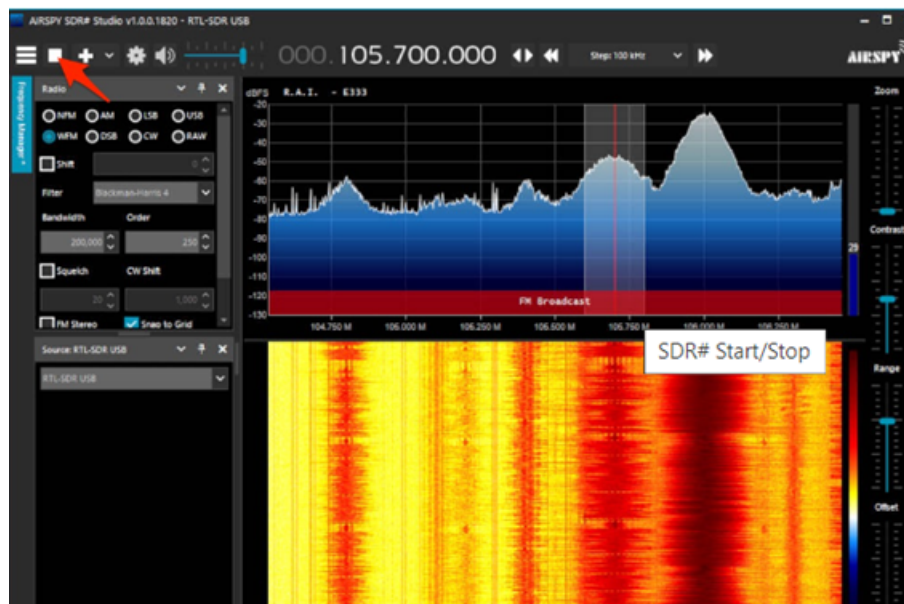


Figura 11: Captura de una sintonización en la frecuencia y espectro.

- Ajuste de Ganancia tenemos una sección.
- En esta etapa final, ajustaremos la ganancia de nuestro dispositivo de forma manual. Aunque hemos mencionado anteriormente que el dispositivo puede ajustar la ganancia automática-

mente, este ajuste no suele ser preciso. Por lo tanto, es aconsejable realizar el ajuste manualmente para cada banda que se esté sintonizando. Para hacerlo, sintonizamos una señal en la frecuencia donde queremos ajustar la ganancia y abrimos la configuración del dispositivo. El objetivo es ajustar el valor de ganancia RF hasta obtener el máximo SNR (relación señal-ruido).

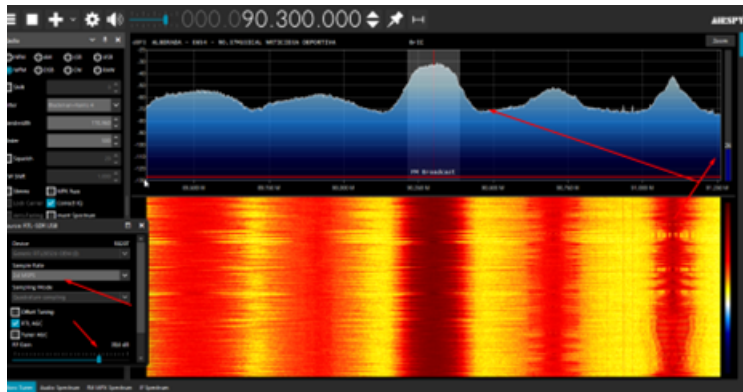


Figura 12: Centralización de frecuencia y aumento de ganancia de 24dB.

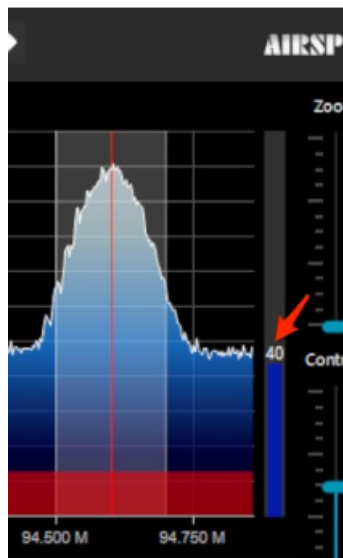


Figura 13: Ganancia ajustable en 40dB.

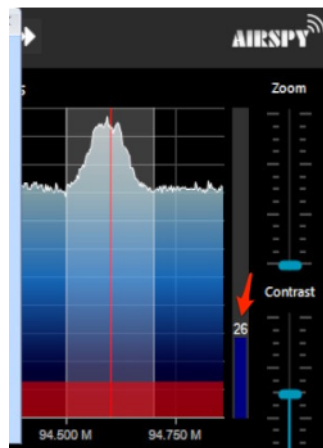


Figura 14: Ganancia de 26dB.

7. Interpretación de Resultados / Discusión

Los resultados obtenidos en la práctica de laboratorio con el uso del software SDR share, se pueden evidenciar a continuación. Uno de los primeros resultados que hemos recolectado es la sintonización de la frecuencia 101.1 MHz correspondiente a la radio Universitaria, como se aprecia en la siguiente figura, se observa que existe una frecuencia central que es la frecuencia evaluada, en este caso se tiene el resultado tanto de su grafica en función de la frecuencia así como de su grafica de espectrograma respectiva en la parte inferior. Para ello se ha seleccionado la opción de WFM en la selección de Radio, la cual permite captar las señales FM, así como 101.1MHz, también se ha seleccionado una frecuencia de muestreo de 1,92 MSPS.

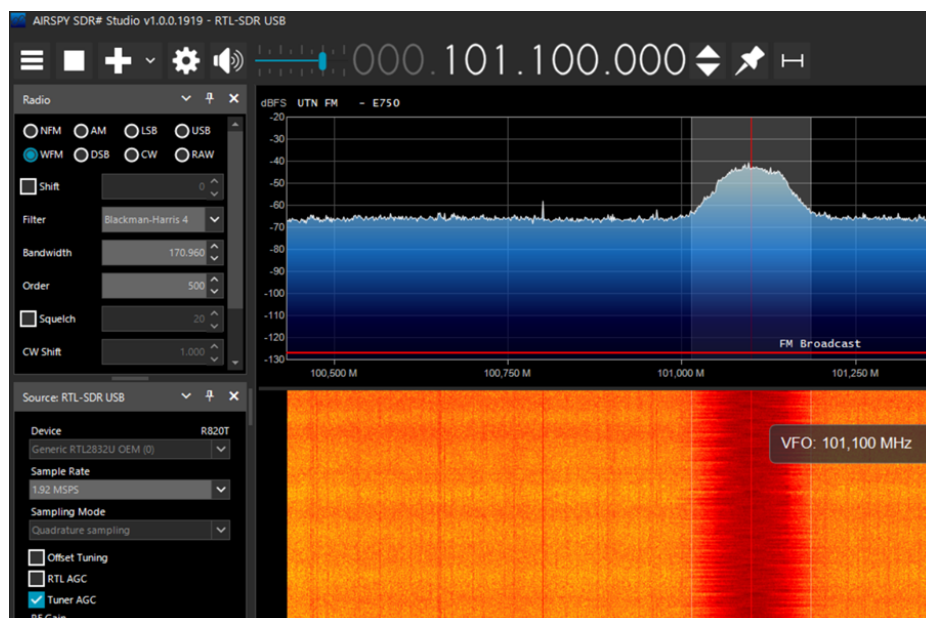


Figura 15: Captura de frecuencia 101.1 FM.

En la siguiente figura se observa el resultado para la frecuencia de 94.7 MHz, la cual en su espec-

Redes Móviles

trograma se puede apreciar que la recepción de esta no tiene la calidad suficiente para poder tener una buena señal, por ende esta tiende a ser mas ruidosa generando el llamado “ruido blanco”. Las configuraciones elegidas son similares al anterior, solo cambiando la frecuencia central en 94.7 MHz

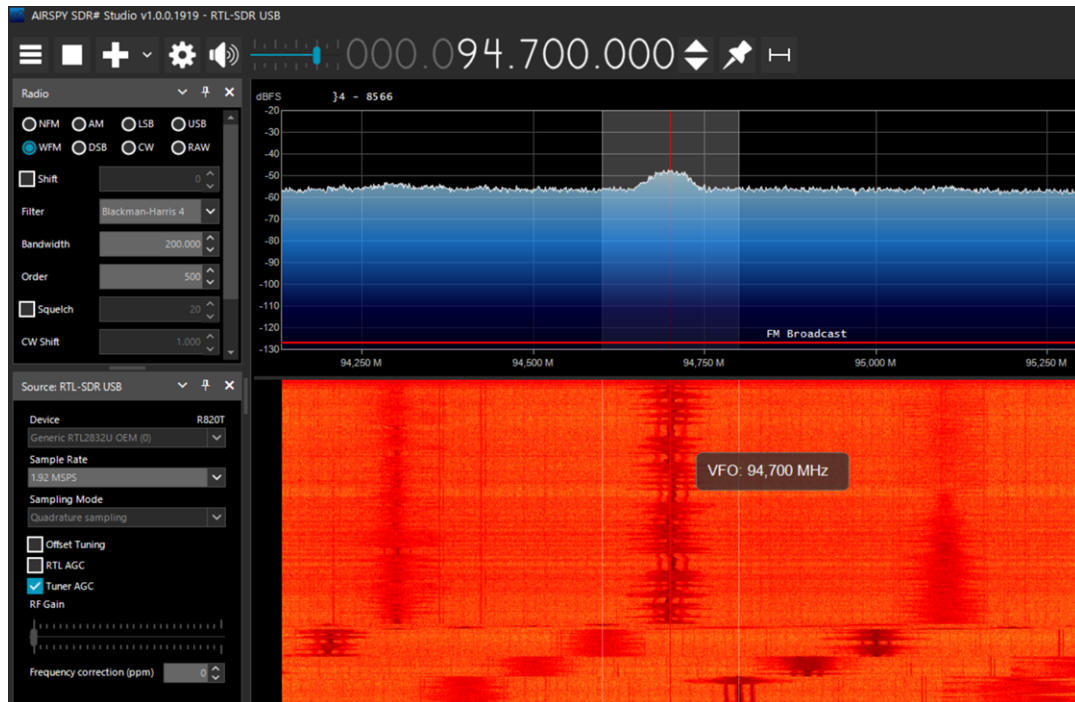


Figura 16: Captura de frecuencia 94.7 MHz FM.

También se presentan los resultados para la captura de frecuencia en 93.9 MHz, en la siguiente figura se puede observar tanto la frecuencia central como otras frecuencias que se encuentran cercanas, en este caso podemos visualizar que la separación entre cada una de las frecuencias es de 200 KHz.

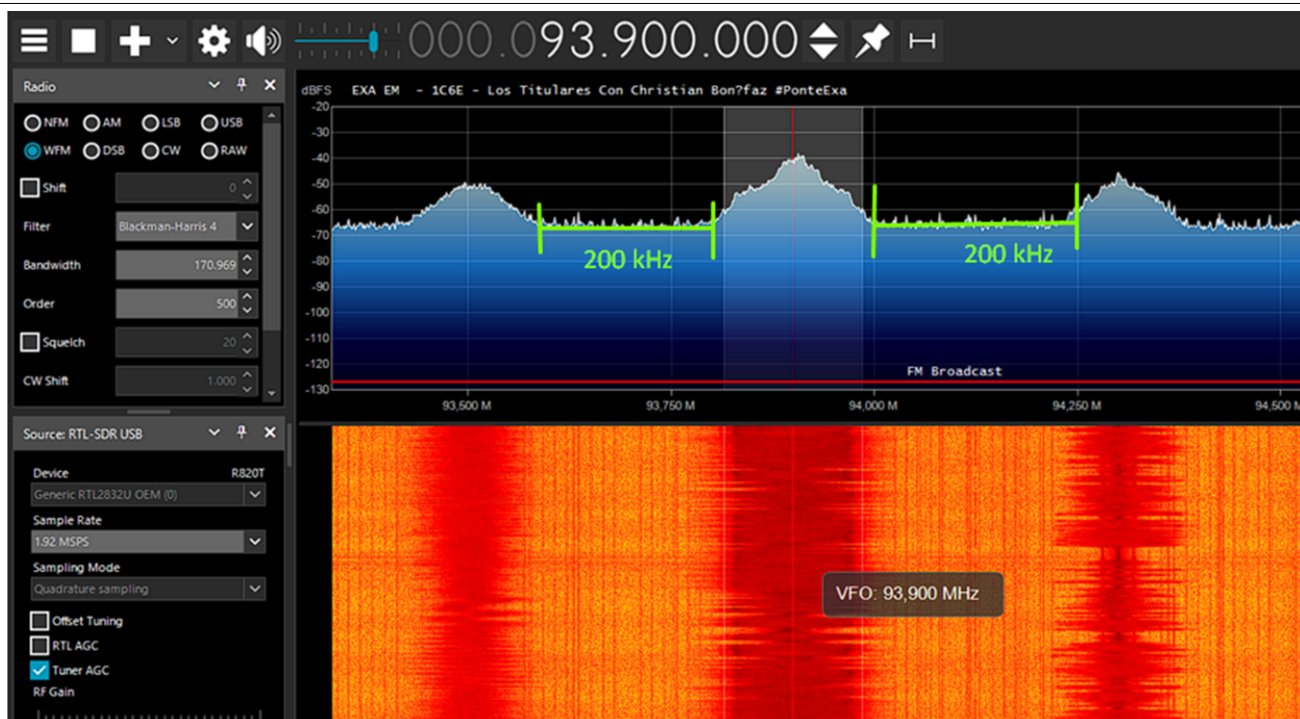


Figura 17: Captura de frecuencia 94.9 MHz FM.

Y por ultimo tenemos el resultado para la frecuencia 89.1 MHz, tal como se observa en la siguiente figura, aquí se observa de igual forma que la recepción de la señal es adecuada.

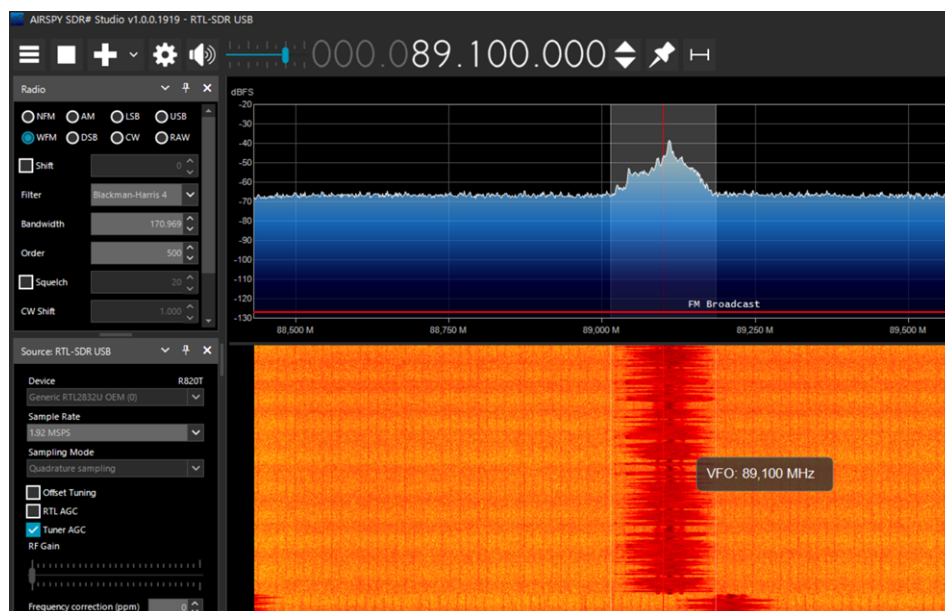


Figura 18: Captura de frecuencia 89.1 MHz FM.

8. Video

[Equipo05_Video01_SDRShare_SDR](#)

9. Conclusiones y Recomendaciones

9.1. Conclusiones

- En conclusión, luego de haber capturado las señales FM con SDR Share, se puede decir que el software es una interfaz de acceso sencillo e intuitivo, que permite obtener la gráfica en "tiempo real" del espectro de una frecuencia de radio a la que se está sintonizando mediante el uso de la frecuencia central. De igual forma es posible determinar mediante la visualización del espectrograma correspondiente a esta señal, la intensidad con la que se está recibiendo la misma.
- También se puede rescatar como conclusión, que es posible observar en la gráfica de espectro de frecuencia, la separación entre canales de frecuencia que usan FM para la distribución de señales de radio, en este caso esta separación se puede observar visualmente y corresponde a los 200 KHz.
- El uso de este software es muy útil ya que es fácil de manejar las frecuencias, tiene varios modelos para visualizar el tipo de señal ya sea AM o FM, etc. En conclusión, el uso de esta herramienta sirve para explorar el espectro de radiofrecuencia de manera flexible y es muy valiosa para profesionales que trabajan en la rama de las comunicaciones.
- En conclusión, el uso de RTL-SDR sirve como herramienta educativa para reconocer y explorar el mundo de la radiofrecuencia de igual manera esta herramienta es compatible con distintos software SDR, con el fin de dar a conocer que este pequeño equipo al ser menos costoso puede servir también para el seguimiento de señales de radio, escuchar radio FM, etc.
- Podemos observar que para la instalación de este software es muy sencillo dado el caso que solo necesitamos tener los drivers del equipo a utilizar en este caso RTL-SDR para el análisis de espectro de la banda FM en el cual se puede modificar los parámetros.
- Los parámetros modificables son muy pocos ya que el programa ya está compilado para ciertas prácticas no se puede amentar o disminuir filtros que ya estén preestablecidos por medio de botones o perillas que varían estos datos más allá de los límites ya sobre entendidos.

9.2. Recomendaciones

- Se recomienda instalar el driver de RTL-SDR para que la computadora pueda identificarlo y lograr captar las señales de radiofrecuencia dentro de SDR-Sharp.
- Se recomienda realizar más pruebas con distintas frecuencias, para lograr explorar distintas señales de radio y aprovechar las diferentes aplicaciones que tiene SDR-Sharp.

- Es recomendable leer los parámetros y especificaciones del dispositivo a utilizar ya que el software ya esta predefinido algunas bandas no aparecerán en este caso no se puede modificarlas o los requerimientos nos muestran solo gráficos sencillos de espectro como espectrogramas.
- Se debe de instalar el controlador para el dispositivo según sus especificaciones ya conocidas ya que si no el software no reconoce el hardware de dicha práctica.
- Es recomendable realizar la instalación de los drivers de RTL-SDR v3 antes de realizar la implementación de la practica, con el objetivo de que el software pueda reconocer al dispositivo.
- En la practica se ha evidenciado que al usar una antena de mayor longitud se puede receptar mayor intensidad de señal en algunas frecuencias, por lo que se recomienda hacer uso de estas para FM.

10. Referencias bibliográficas

Referencias

- Costas, J. M. (2020). Caracterización de dispositivos rtl-sdr para medida de señales aeronáuticas. *Universidad de Sevilla*. Descargado de <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/92957/fichero/TFG-2957+MAJADA+COSTAS%2C+JONATHAN.pdf>
- GONZÁLEZ, A. J. P. (2010). ModulaciÓn y demodulaciÓn en frecuencia. *Universidad Tecnológica de Bolivar*. Descargado de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0062312.pdf>
- Romani, P. (2021). Sdrsharp. *Airspy*. Descargado de https://airspy.com/downloads/SDRSharp_Guia_v2.2_ESP.pdf