

PRÁCTICA 4 Grupo D1A

Modulaciones angulares en GNURADIO

Autores

Jhon Héctor Sandoval Manrique – 2185107

Juliana Lucia Pineda Cardozo – 2185105

Grupo de laboratorio:

D1A

Subgrupo de clase

Grupo 03

EL RETO A RESOLVER:

El estudiante al finalizar la práctica tendrá los fundamentos suficientes para consolidar el conocimiento en creación de bloques jerárquicos; estos bloques se crean a partir de otros módulos que se incluyen por defecto o que se han creado por el estudiante.

Por otra parte, el estudiante deberá construir un modelo para la envolvente compleja de modulaciones angulares. La envolvente compleja es una representación canónica en banda base de la señal pasabanda; específicamente se puede representar cualquier señal mediante la siguiente ecuación:

$$s(t) = \text{Re}\{g(t)e^{j 2\pi f_c t}\}$$

- forma polar de $g(t)$

$$g(t) = R(t)e^{j\theta(t)}$$

para el caso de las modulaciones angulares

$$R(t) = A_c$$

$$\theta(t) = k_p * m(t); \text{ caso PM}$$

$$\theta(t) = 2\pi k_f * \int m(t); \text{ caso FM}$$

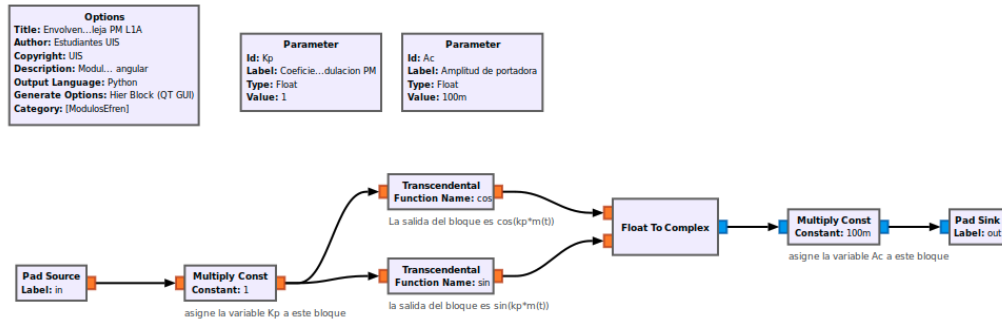
donde: k_p es el coeficiente de sensibilidad de fase y k_f es el coeficiente de sensibilidad de frecuencia

EL OBJETIVO GENERAL ES:

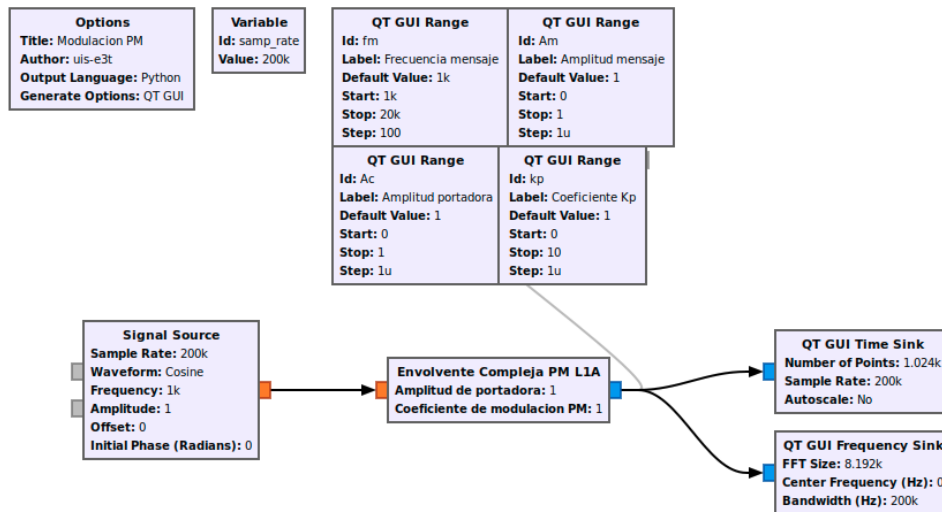
Desarrollar habilidades en el manejo de GNURadio y resaltar la importancia de la creación de bloques jerárquicos para construir los sistemas de comunicaciones convencionales a partir de la generación de la envolvente compleja.

LABORATORIO

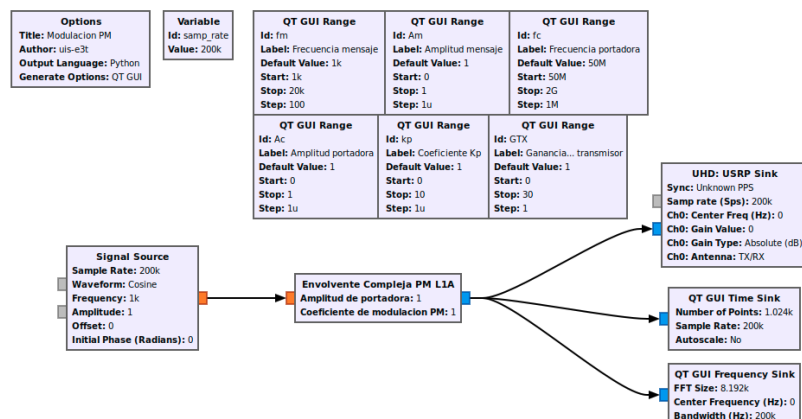
1. Considere la creación del siguiente diagrama de bloques para la construcción de un bloque jerárquico ENVOLVENTE COMPLEJA PM:



- a. Personalice el bloque Options, ver ejemplo:
- b. Asigne la variable **AC** (bloque multiply constant que conecta con el bloque pad sink) y **kp** (bloque multiply constant que conecta con el bloque pad source) creada con el bloque **Parameter** y asignarla según corresponda
- c. Ejecute el flujograma y observe que el nuevo bloque aparecerá dentro de la carpeta asignada (Ejemplo: [Modulos]1AG1)).
- d. Cuando tenga el montaje conecte la señal coseno de entrada y en la salida realice la observación en el dominio del tiempo y frecuencia de la señal $g(t)$. (la amplitud de la portadora **AC** debe ser igual a la suma de cada último dígito del código de los integrantes multiplicado por 5). Considere los casos para $(kp \cdot Am = 0.3)$, $(kp \cdot Am = 2)$ y $(ka \cdot am = 5)$. Estime la potencia de la señal envolvente compleja $g(t)$ (usando el medidor de potencia y verifique con la suma de los componentes espectrales de la señal) y la potencia de la señal $s(t)$ para cada caso.



- e. Realice la conexión con el osciloscopio del laboratorio e identifique las variaciones temporales al aumentar el parámetro KP.



- f. Calcule los coeficientes de Bessel teóricos para la modulación PM, compare los resultados obtenidos en la práctica (medidos a partir en el dominio de la frecuencia usando el analizador de espectro a una frecuencia de 150 MHz). Considere como el valor teórico los coeficientes de Bessel calculados usando una herramienta matemática ([WOLFRAM](https://www.wolfram.com)) o tablas.

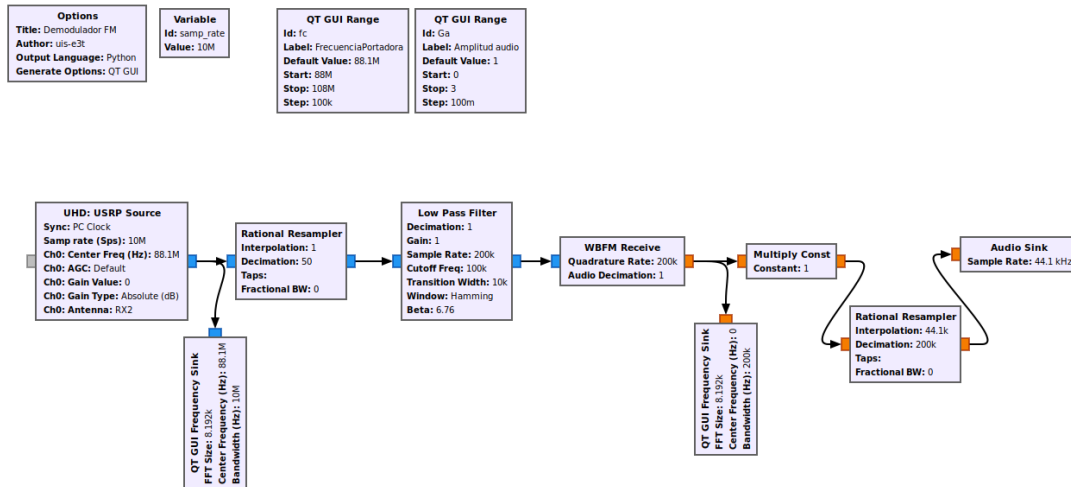
NOTA: recuerde que en el analizador de espectro usted encontrará la potencia de cada componente en frecuencia el cual corresponde a un porcentaje de la potencia de la portadora.

| | B = 0.3 | | B = 2 | | B =5 | |
|----------|----------------|----------|--------------|----------|-------------|----------|
| | Teórico | Práctico | Teórico | Práctico | Teórico | Práctico |
| $j_0(B)$ | 0,9776 | 0,97 | 0.2239 | 0.224 | -0,1776 | -0,177 |
| $j_1(B)$ | 0,1483 | 0,148 | 0.5767 | 0.577 | -0,3276 | -0,327 |
| $j_2(B)$ | 0,0112 | 0,0112 | 0.3528 | 0.353 | 0,0466 | 0,046 |
| $j_3(B)$ | 0.0006 | 0.0006 | 0.1289 | 0.129 | 0,3648 | 0,365 |
| $j_4(B)$ | 0.0000 | 0.0000 | 0.0340 | 0.0340 | 0,3912 | 0,391 |
| $j_5(B)$ | 0.0000 | 0.0000 | 0.0070 | 0.0070 | 0,2611 | 0,261 |
| $j_6(B)$ | 0.0000 | 0.0000 | 0.0012 | 0.0012 | 0,1310 | 0,131 |
| $j_7(B)$ | 0.0000 | 0.0000 | 0.0002 | 0.0002 | 0,0534 | 0,053 |
| $j_8(B)$ | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0,0184 | 0,018 |
| $j_9(B)$ | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0,0055 | 0,0055 |

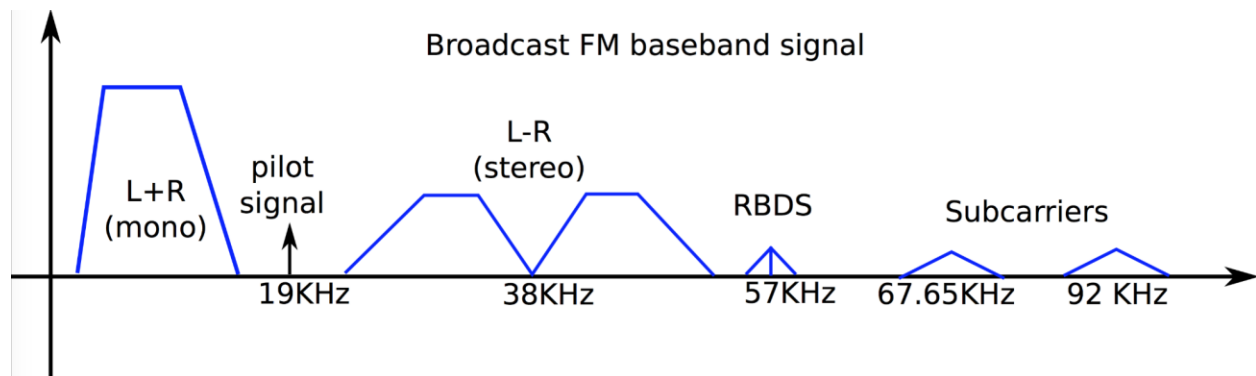
OBJETIVO 2. DEMODULACIÓN DE SEÑALES FM COMERCIALES.

Considere las [emisoras comerciales de la ciudad de Bucaramanga](#) para realizar el estudio de ancho de banda, servicios ofrecidos, entre otros.

- Realice el montaje del siguiente diagrama de bloques. Identifique los tipos de señales en cada proceso del diagrama.



- Realice un listado de las emisoras recibidas en su equipo e identifique la información contenida en la señal banda base demodulada. Apoyado en el plan técnico de radiodifusión sonora para FM, identifique si alguna de estas emisoras no cumple con el ancho de banda permitido.



INFORME DE RESULTADOS

DESARROLLO DEL OBJETIVO 1. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 1.

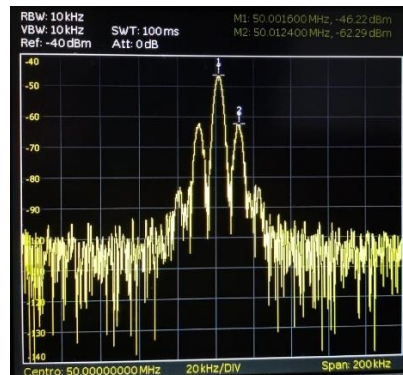
Se realizaron los respectivos diagramas de bloques para la construcción de un bloque jerárquico ENVOLVENTE COMPLEJA PM, y este fue utilizado para la visualización tanto en el dominio del tiempo (en el osciloscopio) y en el dominio de la frecuencia (analizador de espectros) y se realizó el cálculo de la potencia con la ayuda del analizador de espectros.

Al ser una señal FM se sabe que la potencia no cambia independientemente del mensaje transmitido.

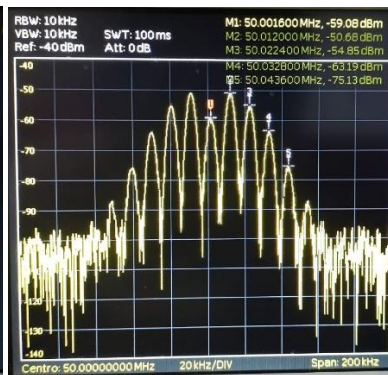
La potencia de la señal calculada es de $4.7766 \times 10^{-3} \text{ [W]}$ o -23.2088 [dB]

A continuación se tiene como evidencia los espectros para cada valor del coeficiente de Bessel:

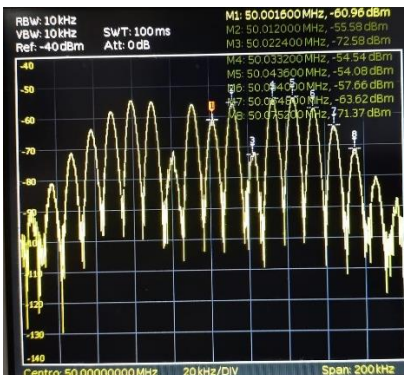
B = 0.3



B = 2



B = 5



Los coeficientes Bessel están tabulados en la tabla de la parte 1, tanto teóricos como experimentales y se evidencia que el error es muy mínimo, por tanto se logra comprobar y verificar la relación que tienen estos coeficientes con la potencia de cada componente espectral.

DESARROLLO DEL OBJETIVO 2. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 2.

Primero se realizó el respectivo diagrama de bloques, el cual nos permitió demodular y escuchar las emisoras tabuladas y mostradas a continuación.

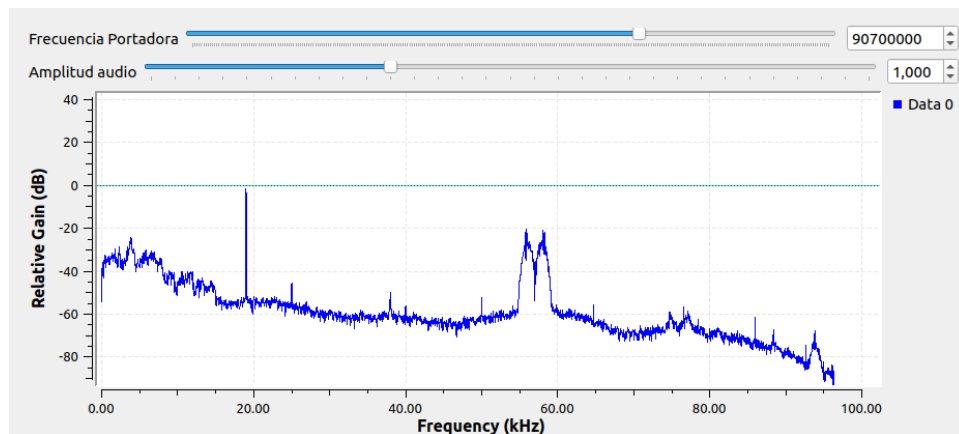
Luego, se identificó la información contenida de cada señal banda base demodulada de cada emisora.

| Nombre emisora | Frecuencia operación (MHz) | Ancho de banda señal recibida [kHz] | Señal L+R (SI/NO) | Pilot (SI/NO) | Señal L-R (SI/NO) | Señal RBDS (SI/NO) |
|---|----------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| W Radio | 90.7 | 100 | SI | SI | SI | SI |
| Radio Policía Nacional | 91.7 | 91.83 | SI | SI | NO | NO |
| Radio Nacional de Colombia | 92.3 | 92.4 | SI | SI | NO | NO |
| Colombia Estéreo | 92.9 | 93 | SI | SI | NO | NO |
| La brújula FM | 93.4 | 95.59 | SI | SI | NO | NO |
| Tropicana | 95.7 | 95.83 | SI | SI | SI | SI |
| Caracol Radio | 99.2 | 95.6 | SI | SI | NO | NO |
| La FM | 99.7 | 96.81 | SI | SI | SI | SI |
| Emisora Cultural Luis Carlos Galán | 100.7 | 97.2 | SI | SI | NO | NO |
| UTS Radio | 101.7 | 96.2 | SI | SI | NO | NO |
| La Mega | 102.5 | 97.18 | SI | SI | NO | NO |
| Radio Uno | 106.7 | 96.2 | SI | SI | NO | NO |

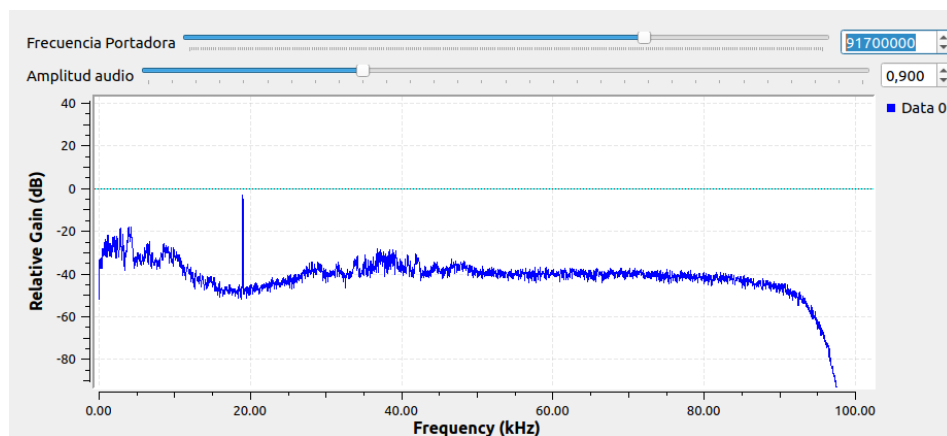
Ninguna emisora incumple con el ancho de banda permitido.

Imágenes de evidencia

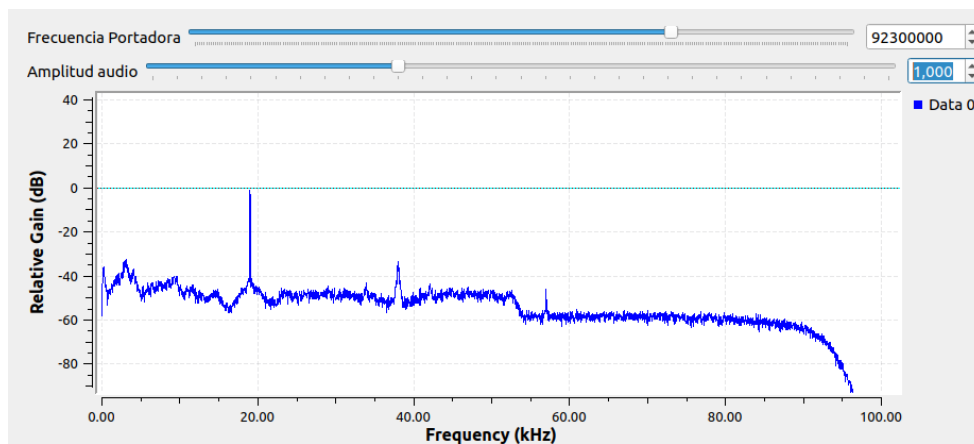
W Radio (90.7MHz)



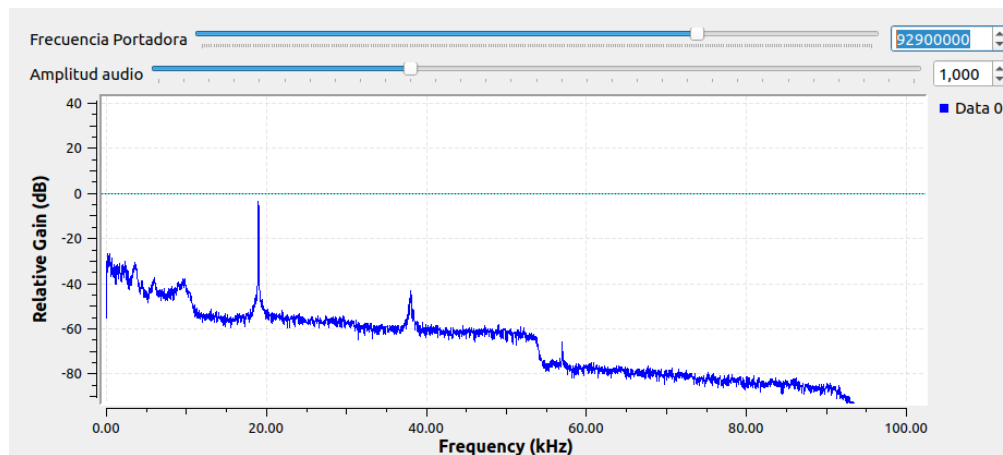
Radio Policía Nacional (91.7MHz)



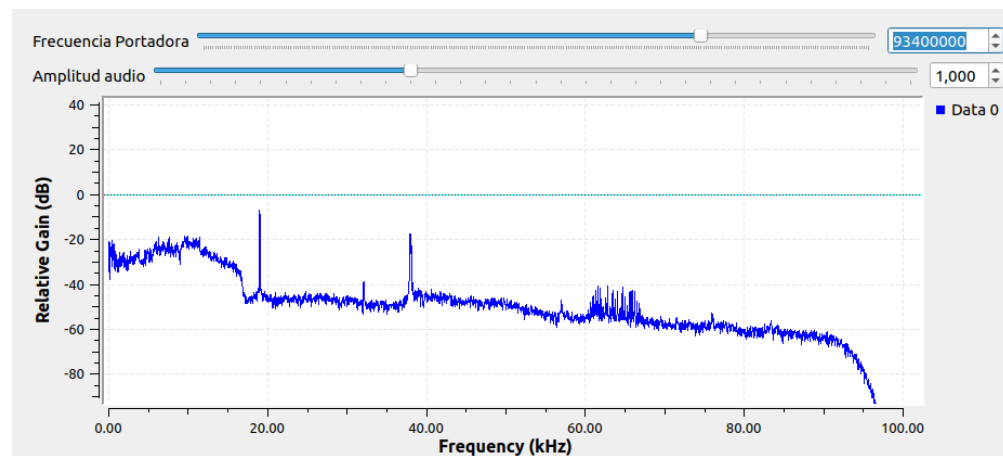
Radio Nacional de Colombia (92.3MHz)



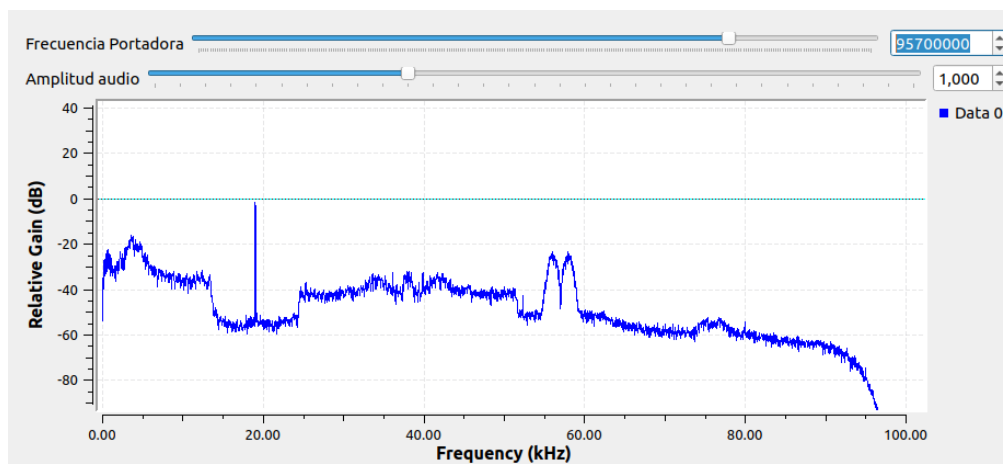
Colombia Estéreo (92.9MHz)



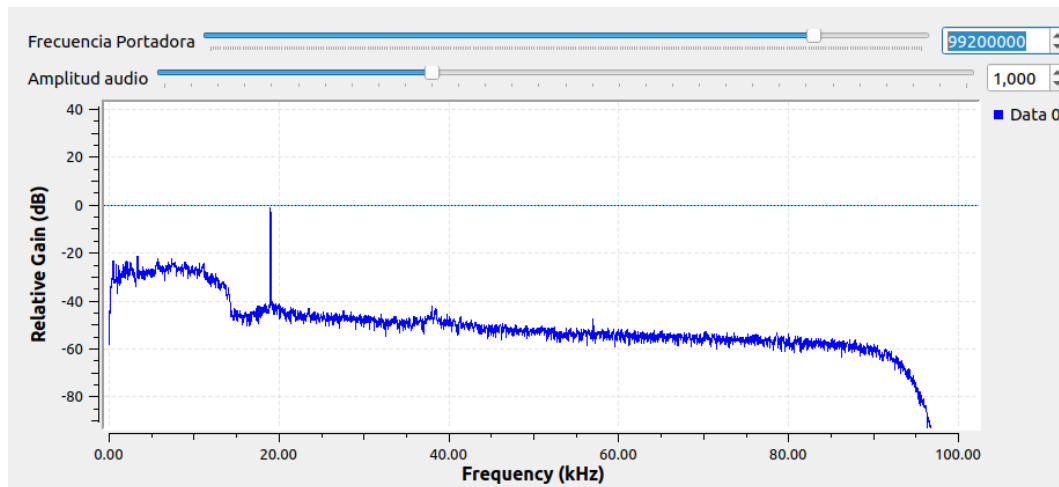
La brújula FM (93.4MHz)



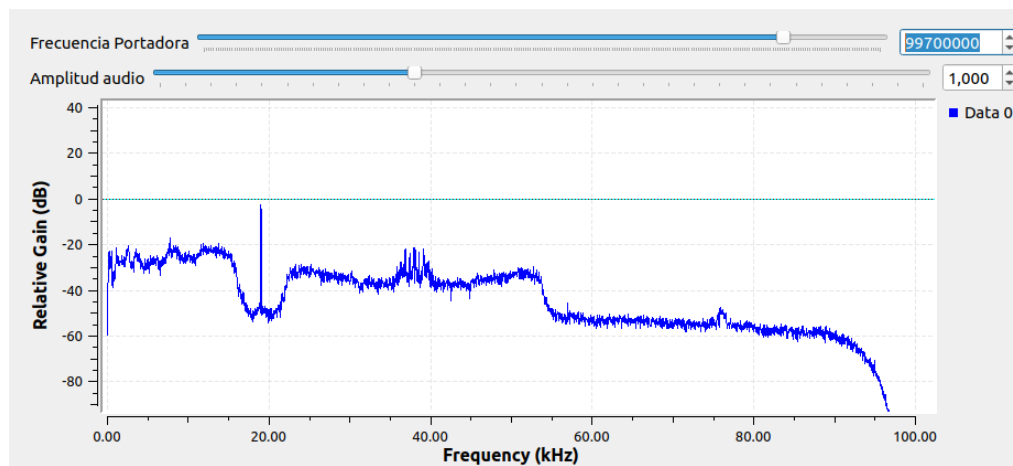
Tropicana (95.7MHz)



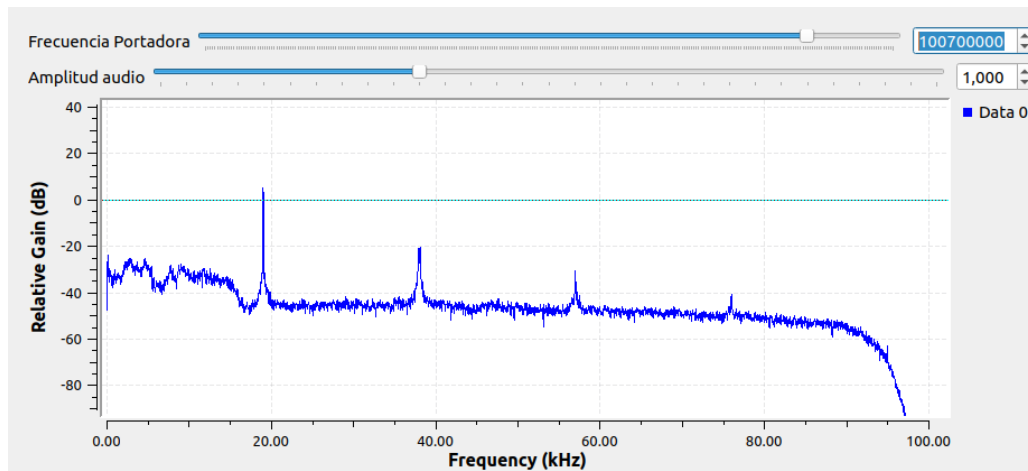
Caracol Radio (99.2MHz)



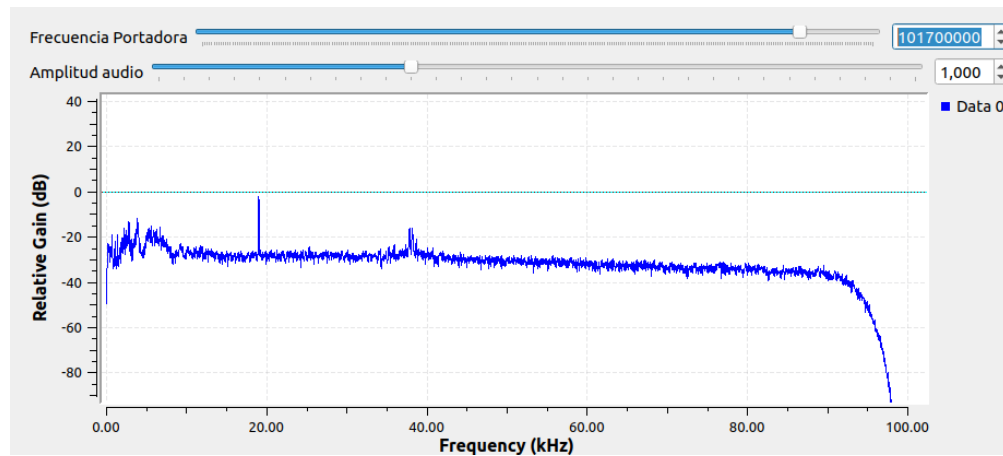
La FM (99.7MHz)



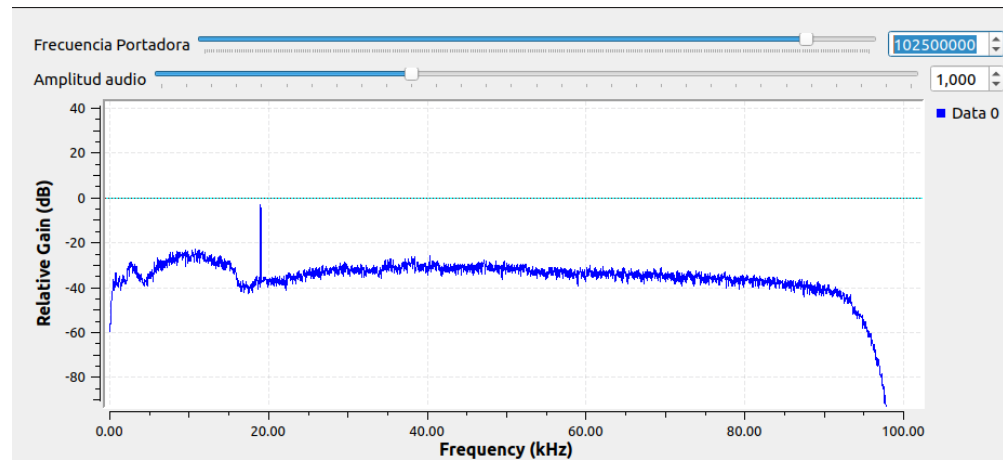
Emisora Cultural Luis Carlos Galán (100.7MHz)



UTS Radio (101.7MHz)



La Mega (102.5MHz)



Radio Uno (106.7MHz)

