

PRÁCTICA 4 Grupo L1A

Modulaciones angulares en GNURADIO (2 sesiones de 2 horas)

Autores

Elian Calderon Quintero - 2182341

Michael Andrés Mandón Santiago - 2183108

Grupo de laboratorio:

L1A

Subgrupo de clase

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 un representación canónica en banda base de la señal pasabanda; específicamente se puede representar cualquier señal mediante la siguiente ecuación:

$$s(t) = \operatorname{Re}\{g(t)e^{j2\pi f_c t}\}$$

- forma polar de $g(t)$

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

para el caso de las modulaciones angulares

$$R(t) = Ac$$

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

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

donde: kp es el coeficiente de sensibilidad de fase y kf es el coeficiente de sensibilidad de frecuencia

EL OBJETIVO GENERAL ES:

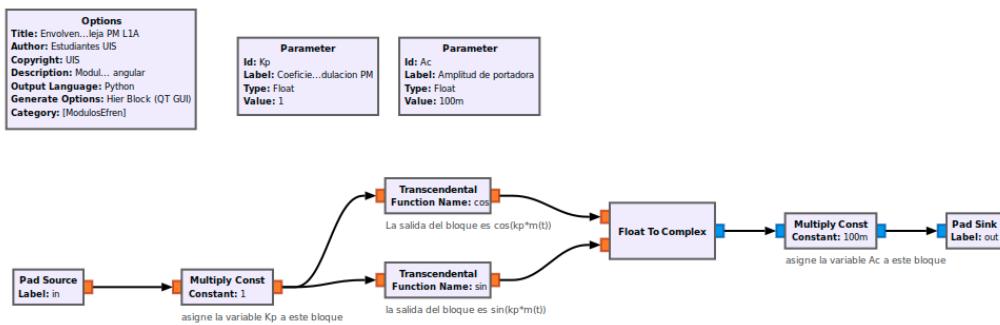
Desarrollar habilidades en el manejo de GNURadio y resaltar la importancia de la creación de bloques jerárquicos para construir los sistemas de comunicaciones convencionales a partir de la generación de la envolvente compleja.

ENLACES DE INTERÉS

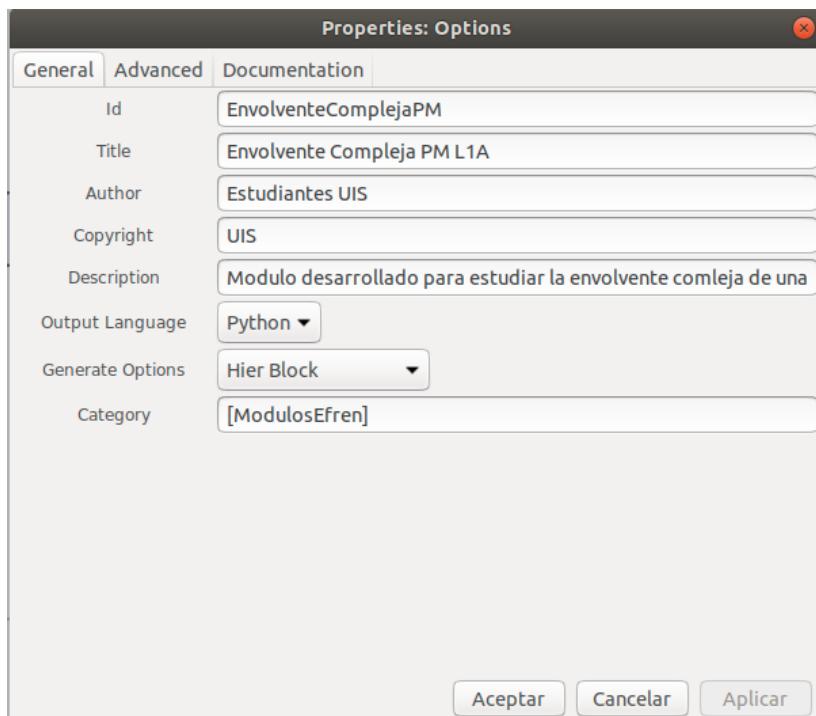
¿Qué es Gnuradio y que podemos hacer con este programa? [Clic aquí](#)

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:

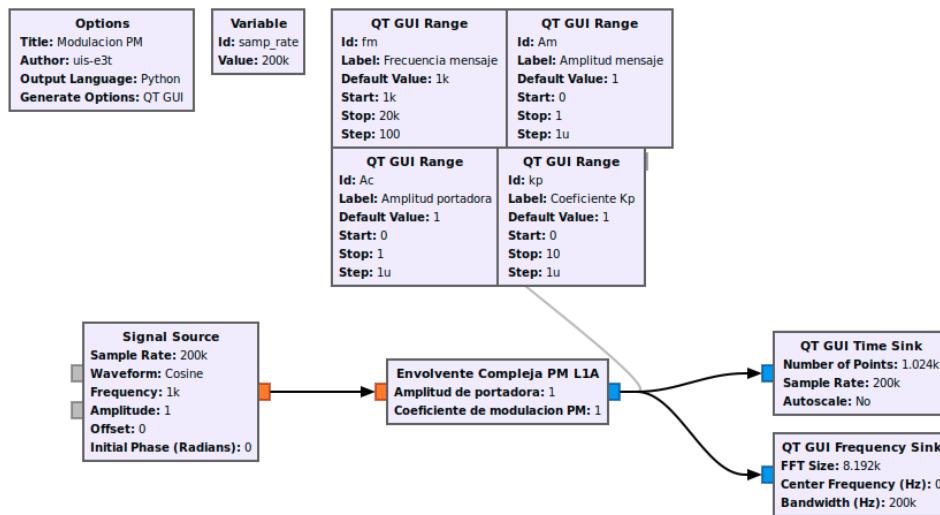


NOTA: Recuerde que el campo category debe personalizarse para que este módulo quede en la misma carpeta que los módulos de las prácticas anteriores Ejemplo: [ModulosL1AG1].

- 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: [ModulosD1BG1]).
- 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 dividido por 5). Considere los casos para ($kp*Am = 0.1$), ($kp*Am = 2$) y ($ka*am = 5$). 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.

NOTA: Asigne las variables según corresponda en cada módulo.



- e. Realice la conexión con el osciloscopio del laboratorio e identifique las variaciones temporales al aumentar el parámetro KP y fm.
- 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 110 MHz). Considere como el valor teórico los coeficientes de Bessel calculados usando una herramienta matemática ([WOLFRAM](#)) 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; este porcentaje corresponde a la multiplicación de la potencia de la portadora por cada coeficiente de bessel de primer orden elevado al cuadrado.

$$\text{Potencia del enésimo componente} = A_c^2 J_n^2(B)/2$$

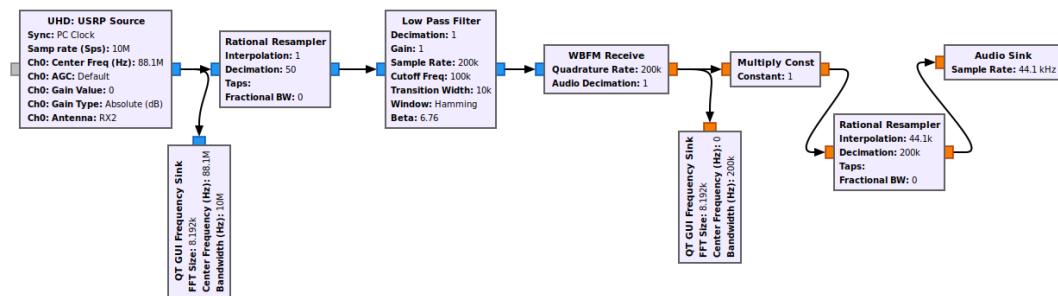
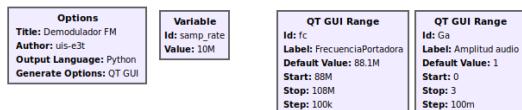
$A_c=0.1$ Potencia portadora 1.2 E-6 W

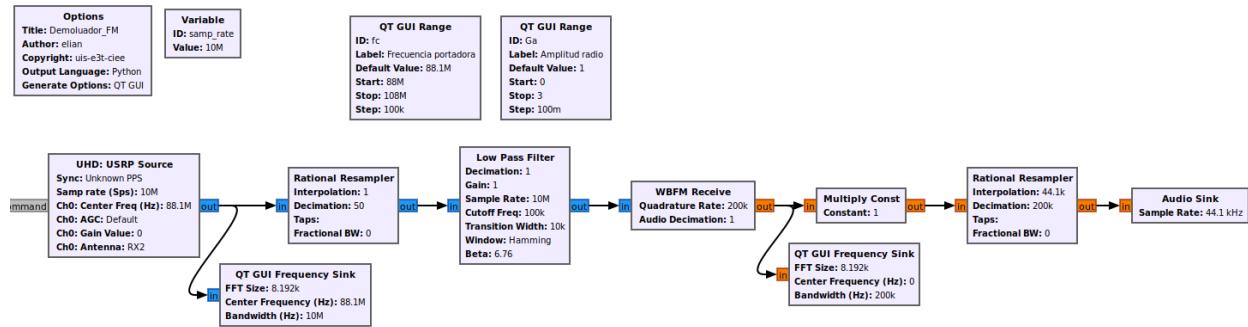
	B = 0.1		B = 2		B = 5	
	Teórico	Práctico	Teórico	Práctico	Teórico	Práctico
$j_0(B)$	0.997502...	-28.54 dBm 1.07996	0.223890	-41.5 dBm 0.2428	-0.17759677	43.4 dBm 0.19516
$j_1(B)$	0.0499375...	-54.2 dBm 0.05628	0.57672480	-33.32 dBm 0.62288	0.3275791	38.23 dBm 0.353923
$j_2(B)$	-----	-----	0.3528340	-37.57 dBm 0.38186	0.04656511	-55 dBm 0.05133
$j_3(B)$	-----	-----	0.128943249	-46.39 dBm 0.138327	0.36483123061	-37.26 dBm 0.395739
$j_4(B)$	-----	-----	-----	-----	0.391232360	-36.64 dBm 0.442502

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.

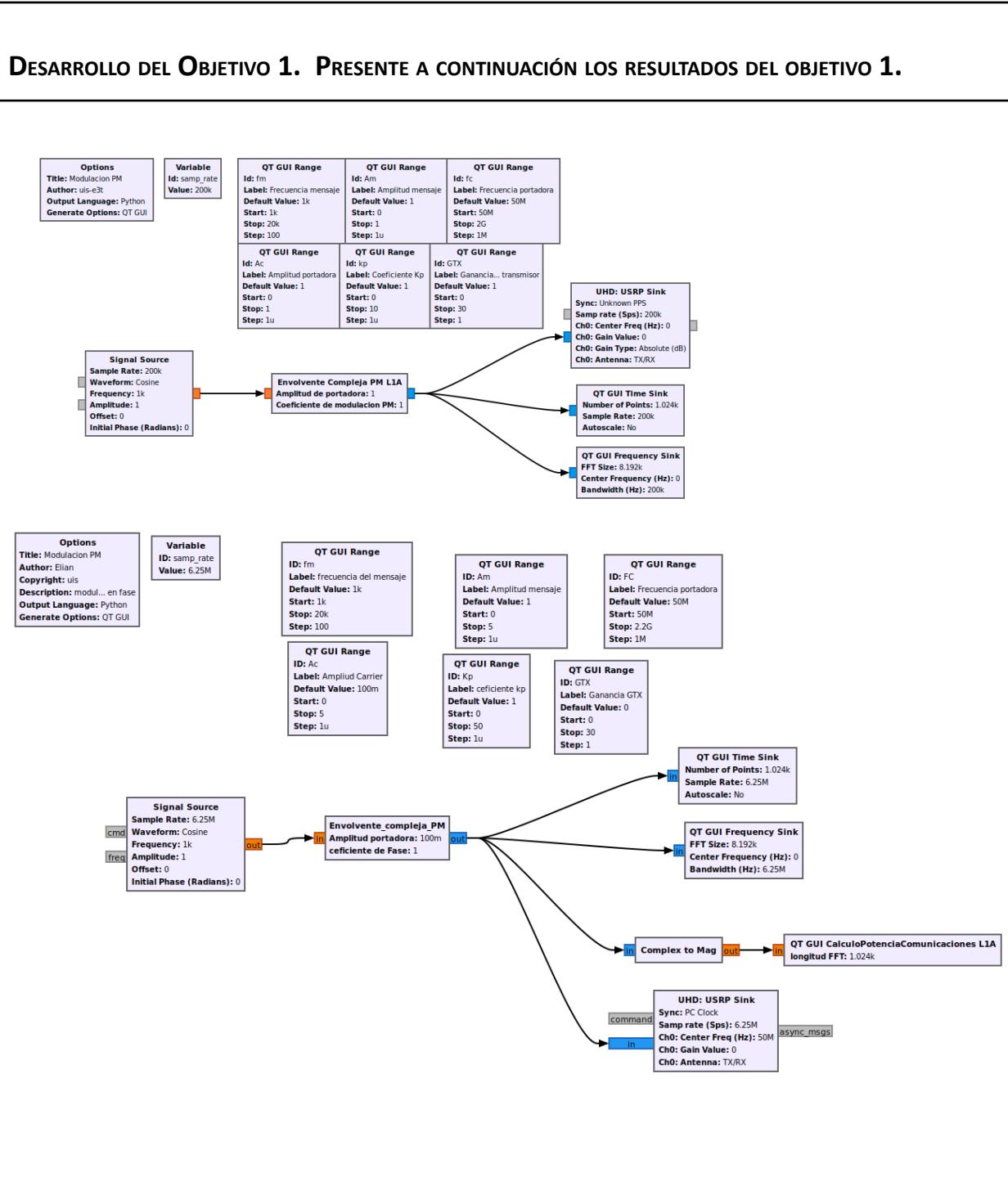
- Realice el montaje del siguiente diagrama de bloques. Identifique los tipos de señales en cada proceso del diagrama.





- b. 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.

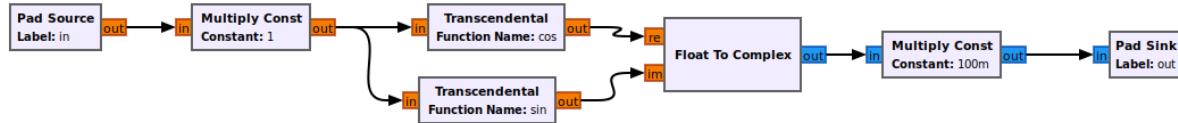
INFORME DE RESULTADOS



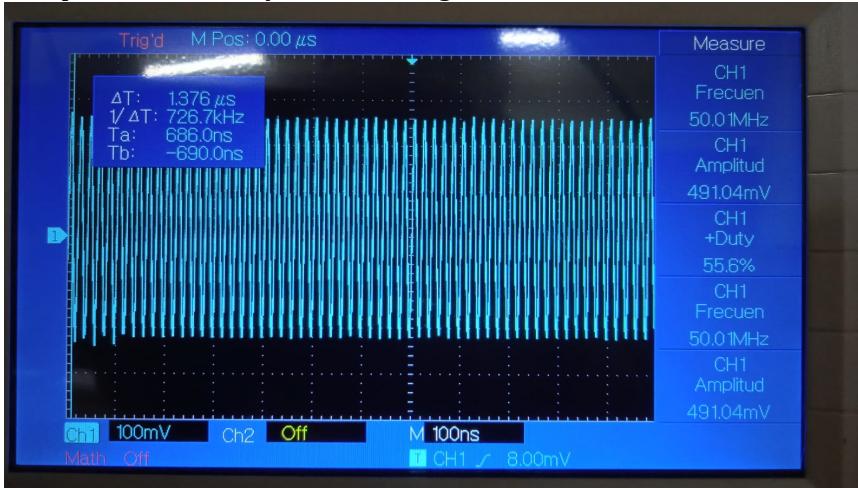
Options
Title: Envolvente_compleja_PM
Author: labcom
Copyright: UIS
Description: mudul... angular
Output Language: Python
Generate Options: Hier Block
Category: [Modulos_L1A3]

Parameter
ID: Kp
Label: coeficiente de Fase
Type: Float
Value: 1

Parameter
ID: Ac
Label: Amplitud portadora
Type: Float
Value: 100m



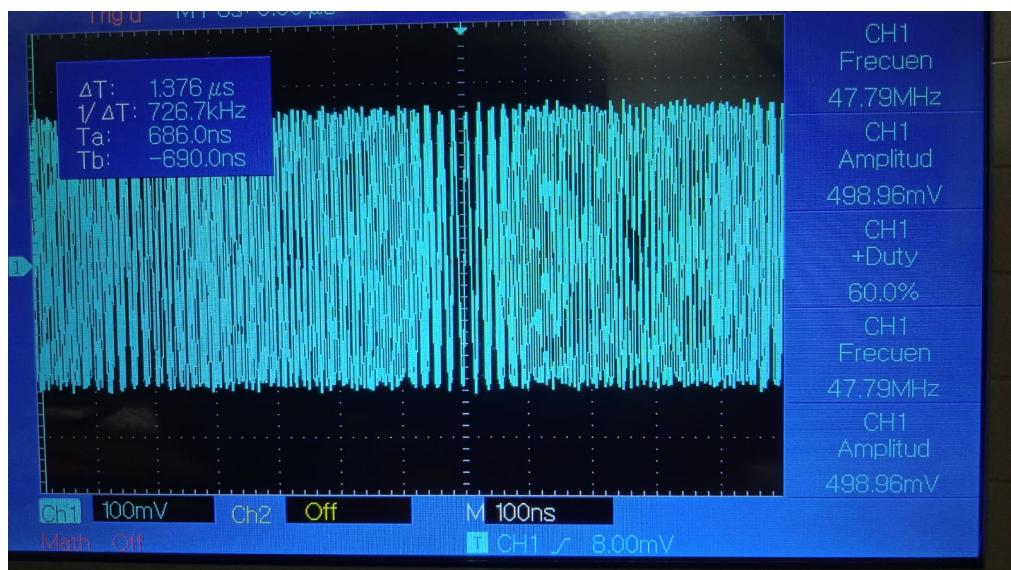
Para $K_p=1$, $f_m= 5 \text{ KHz}$ y $A_m = 1$; Rango de $f_i= 5\text{Khz}$

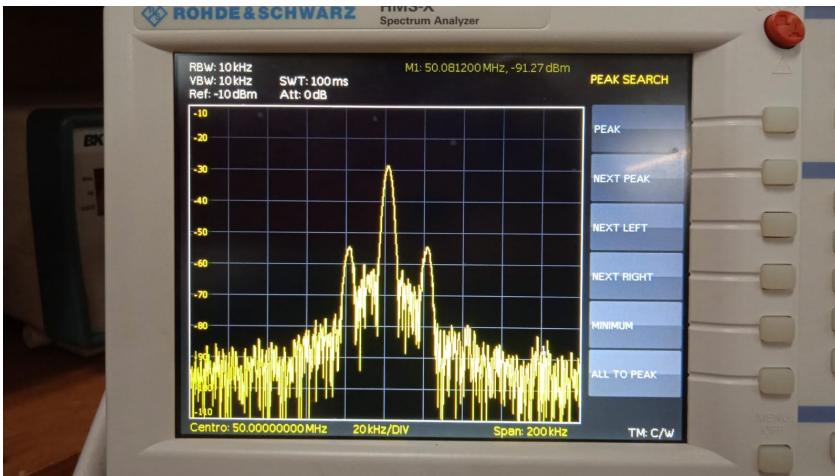


Para $k_p= 10$, $f_m=10 \text{ Khz}$ y $A_m= 5$, Rango $f_i=0.5 \text{ MHz}$

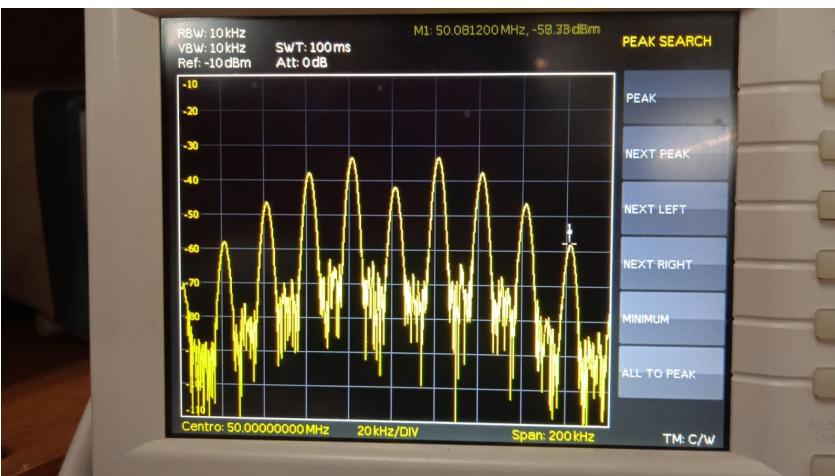


Kp=30, fm = 20 KHz, Am=5, Rango fi= 3 MHz.

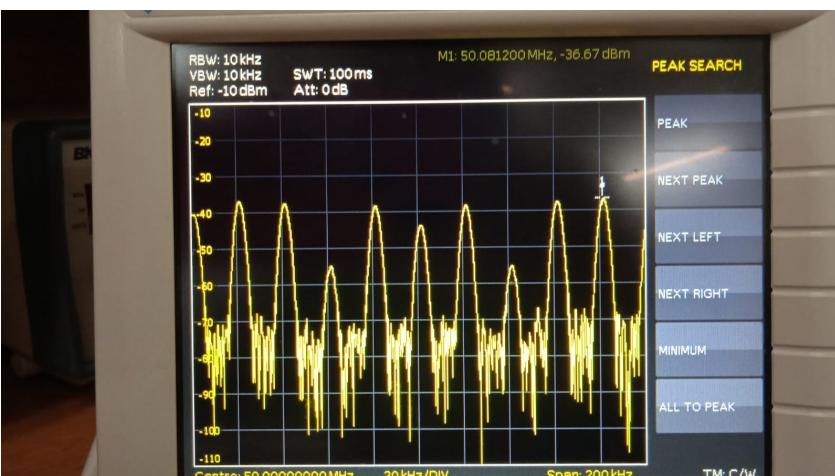




Para B=0.1, Se puede apreciar J₀ y J_{1,-1}, los demás coeficientes de bessel no se pueden diferenciar ya que tienen potencias muy bajas



Para B=2, Se aprecian hasta el coeficiente J_{-4,4}, los demás no tienen la potencia suficiente para poder diferenciarse del ruido.



Para B=5, Se observa que la potencia de algunos coeficientes son valores son cerca lo cual tienden a tener el mismo porcentaje de la potencia de la señal.

$$\text{Potencia del enésimo componente} = A_c^2 J_n^2(B)/2$$

Ac=0.1 Potencia portadora 1.2 E-6 W

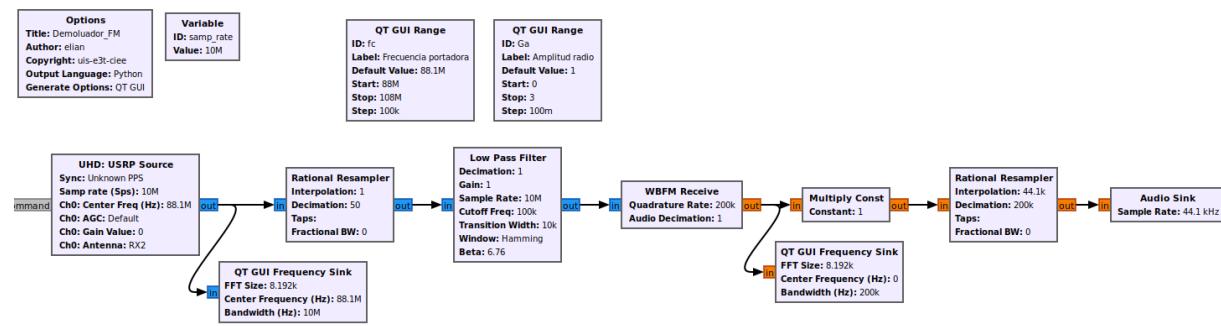
	B = 0.1		B = 2		B = 5	
	Teórico	Práctico	Teórico	Práctico	Teórico	Práctico
$j_0(B)$	0.997502...	-28.54 dBm 1.07996	0.223890	-41.5 dBm 0.2428	-0.17759677	43.4 dBm 0.19516
$j_1(B)$	0.0499375...	-54.2 dBm 0.05628	0.57672480	-33.32 dBm 0.62288	0.3275791	38.23 dBm 0.353923
$j_2(B)$	-----	-----	0.3528340	-37.57 dBm 0.38186	0.04656511	-55 dBm 0.05133
$j_3(B)$	-----	-----	0.128943249	-46.39 dBm 0.138327	0.36483123061	-37.26 dBm 0.395739
$j_4(B)$	-----	-----	-----	-----	0.391232360	-36.64 dBm 0.442502

$$J_n(B) = \sqrt{\frac{10^{\frac{P[dBm]}{10}} * 10^{-3}}{1.2 * 10^{-6}}}$$

$$P_{Ac} = 1.2 * 10^{-6} [W]$$

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

2.a



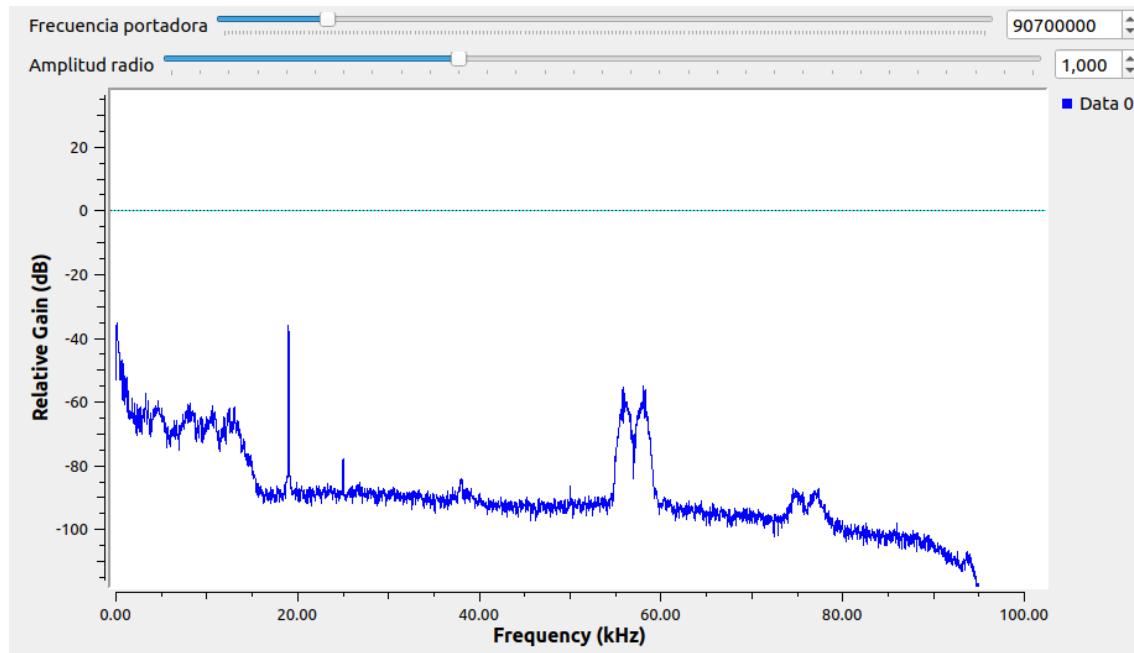
2.b

Nombre emisora	Frecuencia operación	β señal recibida	Señal L+R (SI/NO)	Señal L-R (SI/NO)	Pilot (SI/NO)	Señal RBDS (SI/NO)
W radio	90,7 MHz	0,122 MHz	SI	NO	SI	SI
Radio policía nacional	91,7 MHz	0,098 MHz	SI	NO	SI	NO
Radio nacional de colombia	92,3 MHz	0,096 MHz	NO	SI	SI	SI
Colombia estéreo	92,9 MHz	0,092 MHz	SI	NO	NO	SI
La brújula FM	93,4 MHz	0,106 MHz	SI	NO	SI	NO
UIS FM	96,9 MHz	0,106 MHz	NO	SI	NO	NO
UTS Radio	101,7 MHz	0,110 MHz	NO	SI	NO	NO

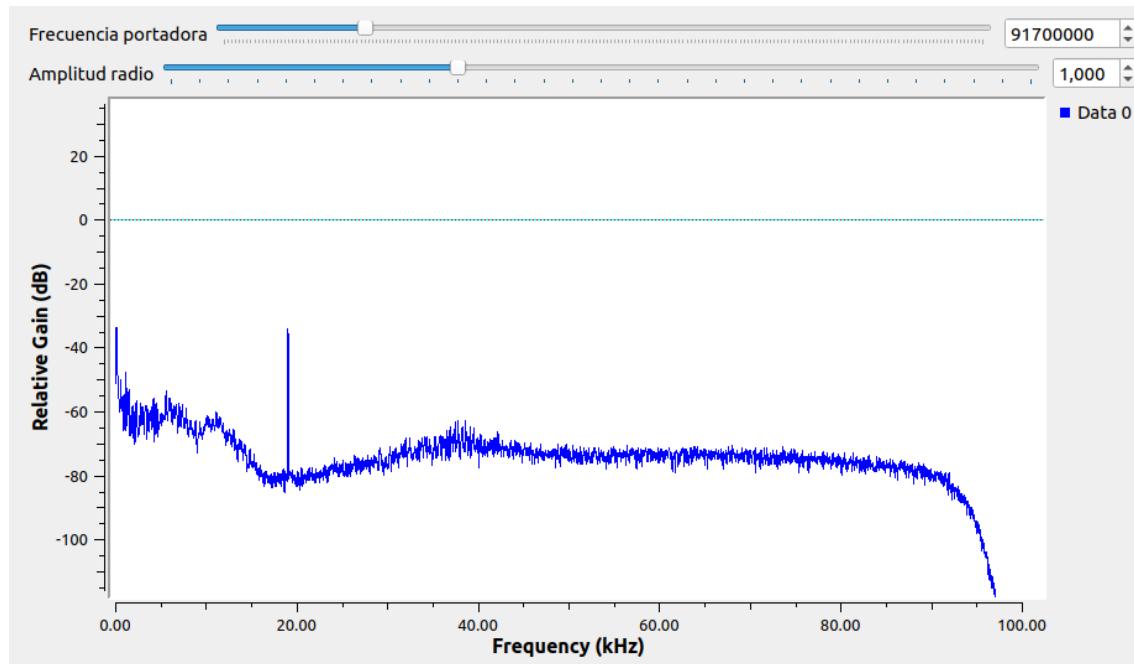
Vemos que todas las emisoras que aparecen en la lista cumplen con el ancho de banda requerido por el plan técnico nacional que va hasta los 200 khz de frecuencia.

Imagenes de evidencia:

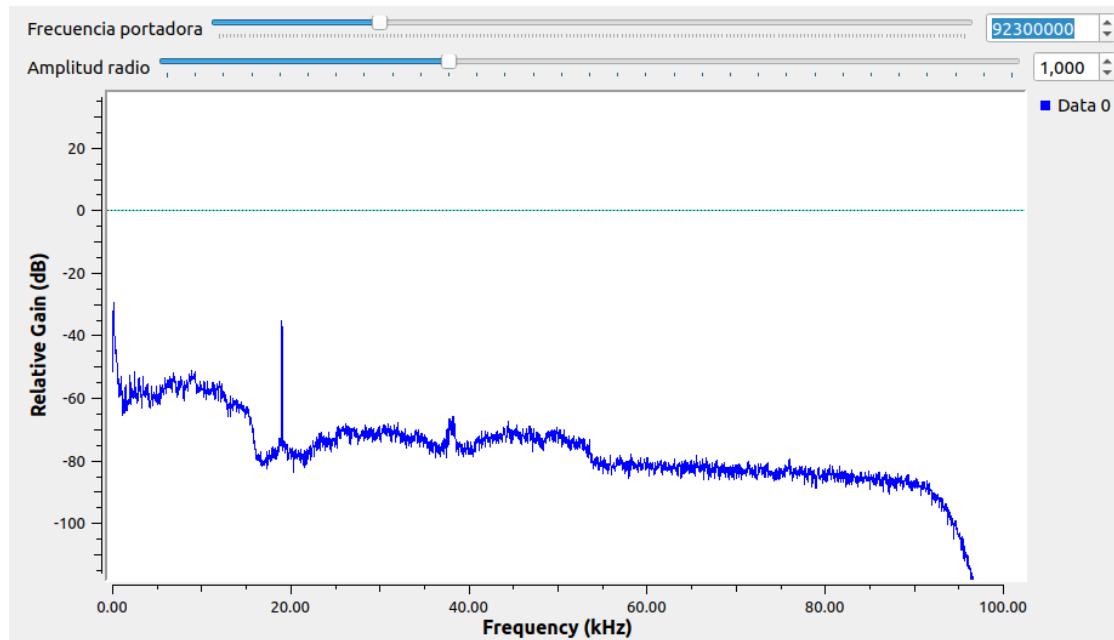
W RADIO:



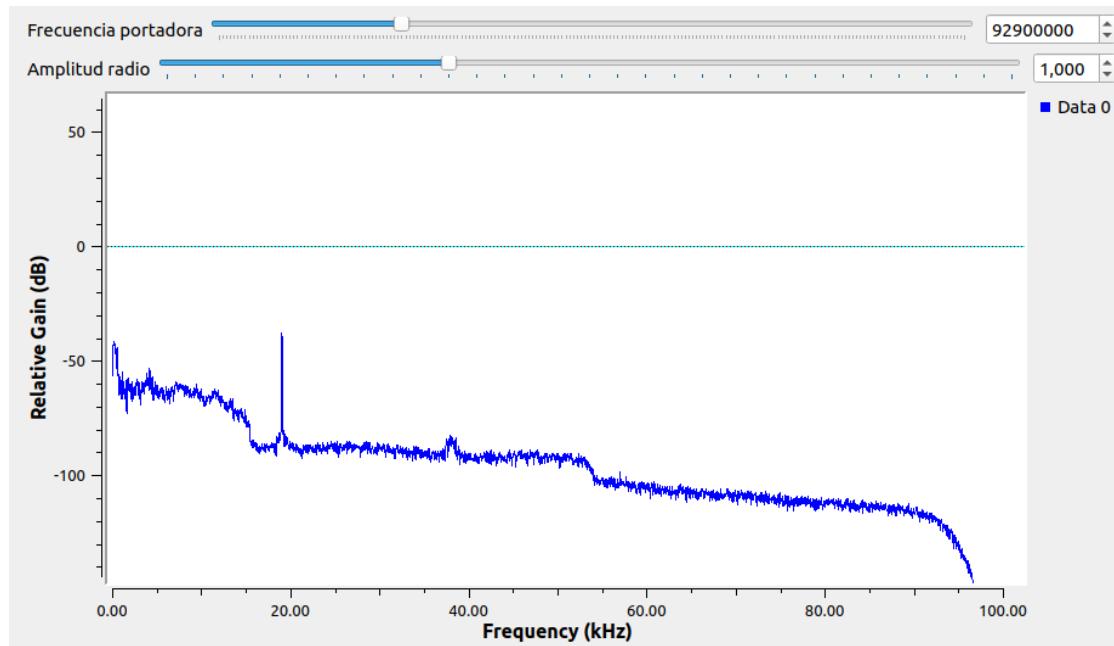
RADIO POLICIA NACIONAL:



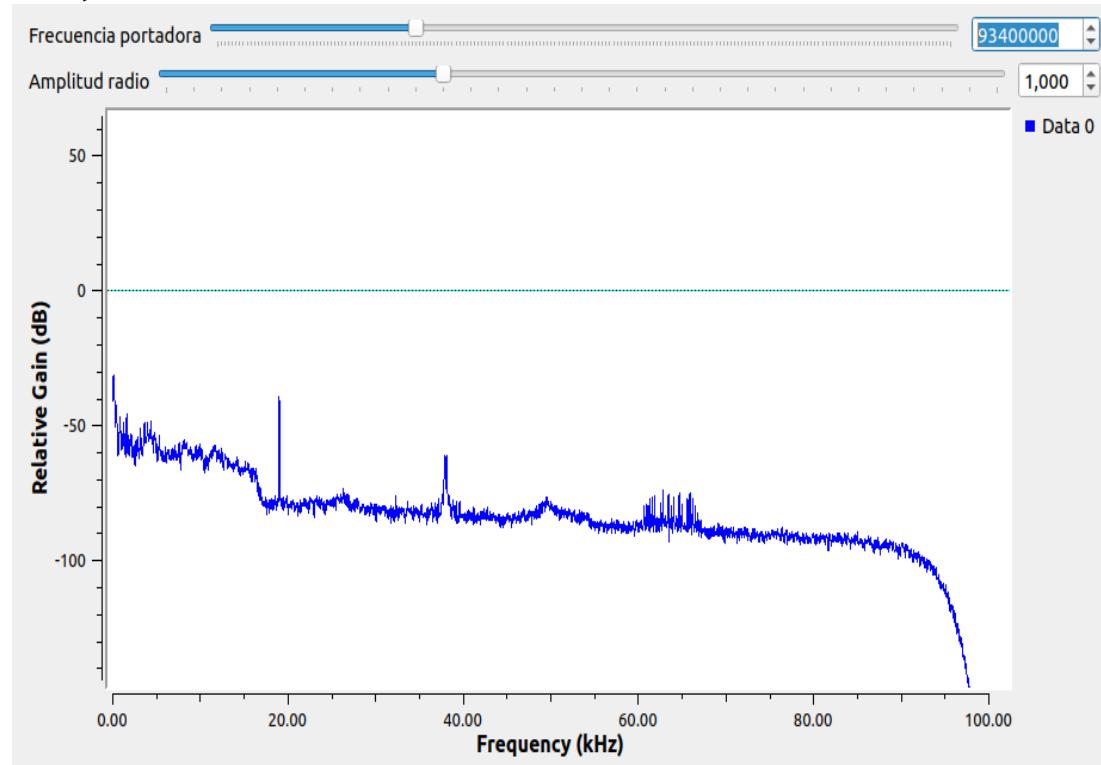
RADIO NACIONAL DE COLOMBIA:



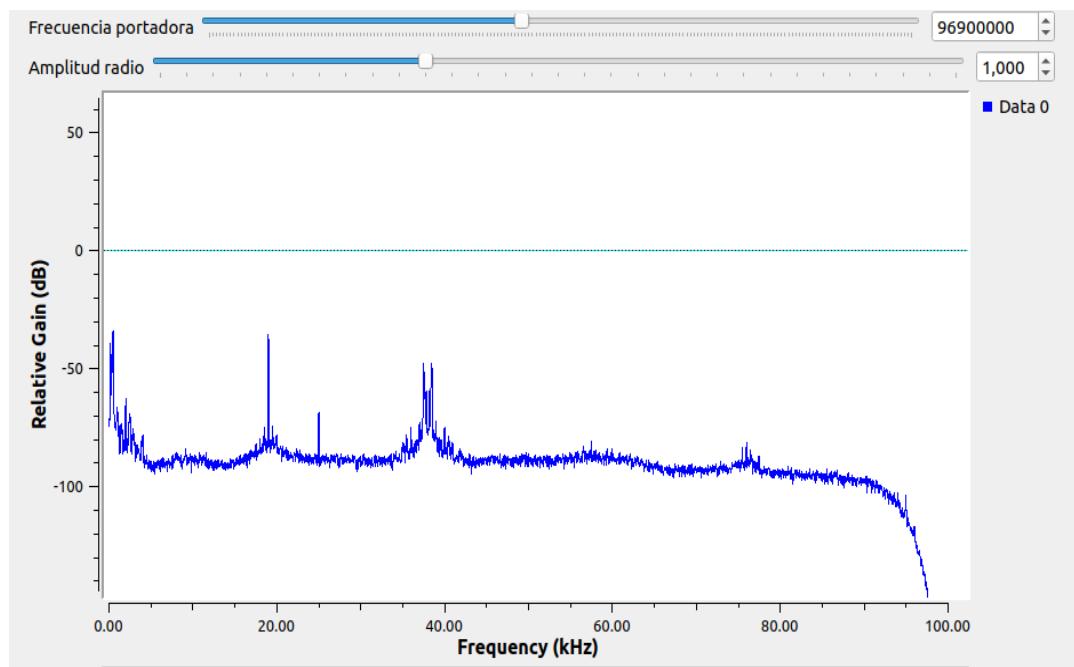
COLOMBIA ESTÉREO:



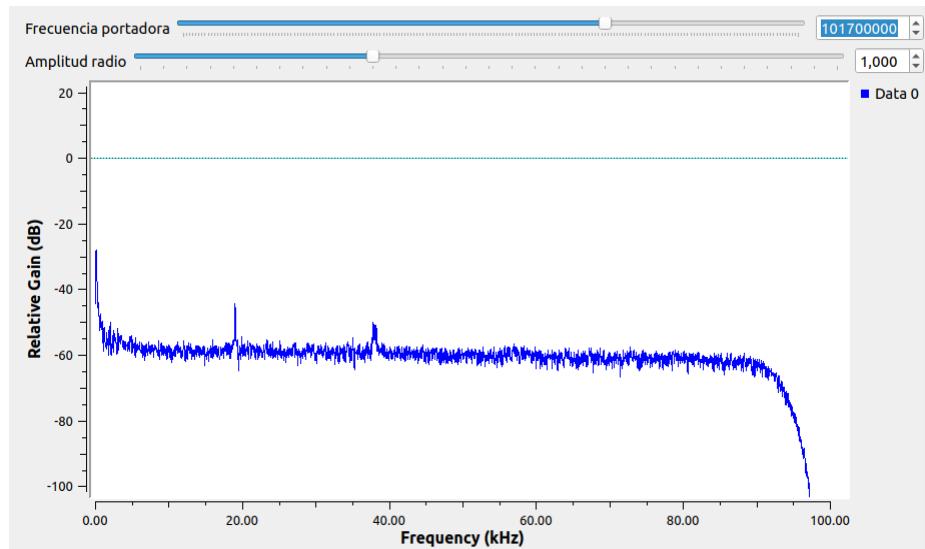
LA BRÚJULA FM:



UIS FM:



UTS RADIO:



Conclusiones:

1. Para la parte 1.a al variar ya sea k_p , A_m o f_m , lo que le ocurre es que la frecuencia instantánea va a variar de un rango a otro donde $f_i = f_c \pm k_p * A_m * f_m$, y el valor del sumando $k_p * A_m * f_m$ produce que la señal haga como un acordeón y si este sumando es grande se varía de forma más evidente la variación.
2. Al sacar los valores de J_n para cada valor propuesto de Bessel se aprecia que hay un leve error con respecto al teórico esto debido al cable que conecta el radio con el analizador de espectros y la sensibilidad del mismo equipo.
3. Al ver el espectro de cada señal sintonizada se ve que cada emisora FM cumple con el ancho de banda reglamentado y que algunas llevan la señal RBDS y algunas no llevan R-L que es la señal mono.

Observaciones : Mi compañero Michael Andrés Mandón solo hizo la tabla de la parte 2 qué es lo de las emisoras.