

# Documentos

## PRÁCTICA 4 Grupo D1B

### Modulaciones angulares en GNURADIO (2 sesiones de 2 horas)

Autores

Andres Camilo Fuquen Gil - 2185571

John Jairo Garcia Jaimes - 2143691

---

Grupo de laboratorio:

L1A

Subgrupo de clase

Grupo 6

### 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:

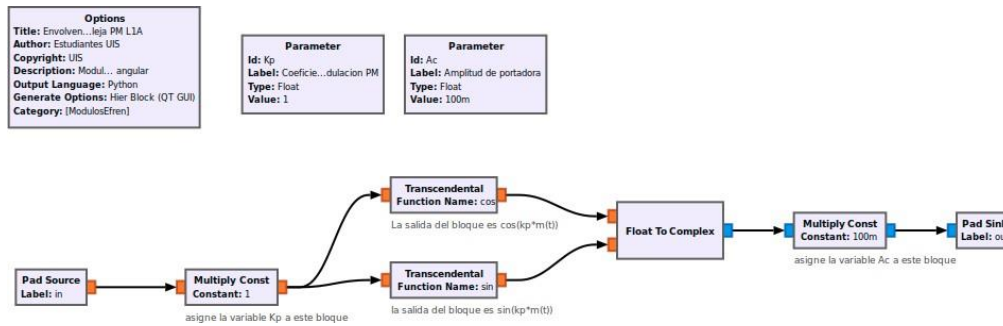
Desarrollar habilidades en el manejo de GNURadio y resaltar la importancia de la creación de bloques jerárquicos para construir los sistemas de comunicaciones convencionales a partir de la generación de la envolvente compleja.

### 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:

**Properties: Options**

General | Advanced | Documentation

Id: EnvolverteComplejaPM

Title: Envolverte Compleja PM L1A

Author: Estudiantes UIS

Copyright: UIS

Description: Modulo desarrollado para estudiar la envolvente comleja de una

Output Language: Python

Generate Options: Hier Block

Category: [ModulosEfren]

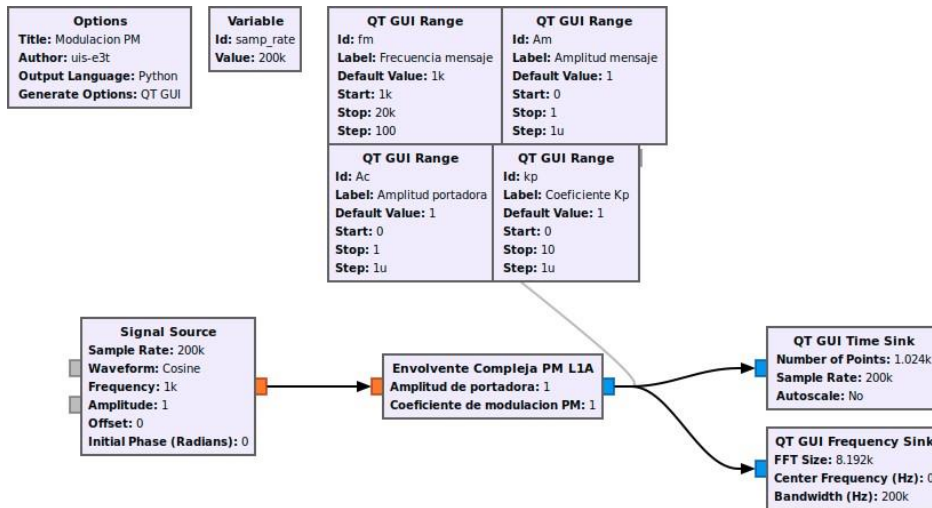
Aceptar Cancelar Aplicar

**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: [ModulosD1BG1].

- 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
- Ejecute el flujograma y observe que el nuevo bloque aparecerá dentro de la carpeta asignada (Ejemplo: [ModulosD1BG1]).
- 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  $(k_p \cdot A_m = 0.1)$ ,  $(k_p \cdot A_m = 2)$  y  $(k_a \cdot a_m = 5)$ . 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.

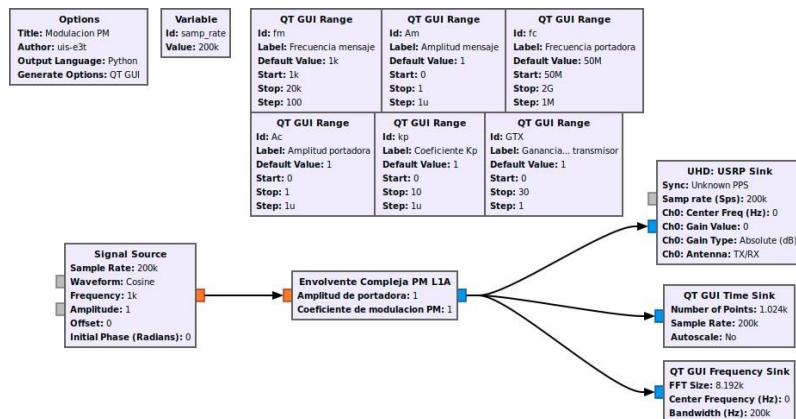
NOTA: Asigne las variables según corresponda en cada módulo.



el comportamiento de la envolvente compleja en banda estrecha, l p

la señal roja representa la parte imaginaria y la señal azul representa la parte real de la envolvente compleja, cuando la modulación es de banda estrecha, la parte real se hace constante

- 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 150 MHz). Considere como el valor teórico los coeficientes de Bessel calculados usando una herramienta matemática ([WOLFRAM](#)) o tablas.

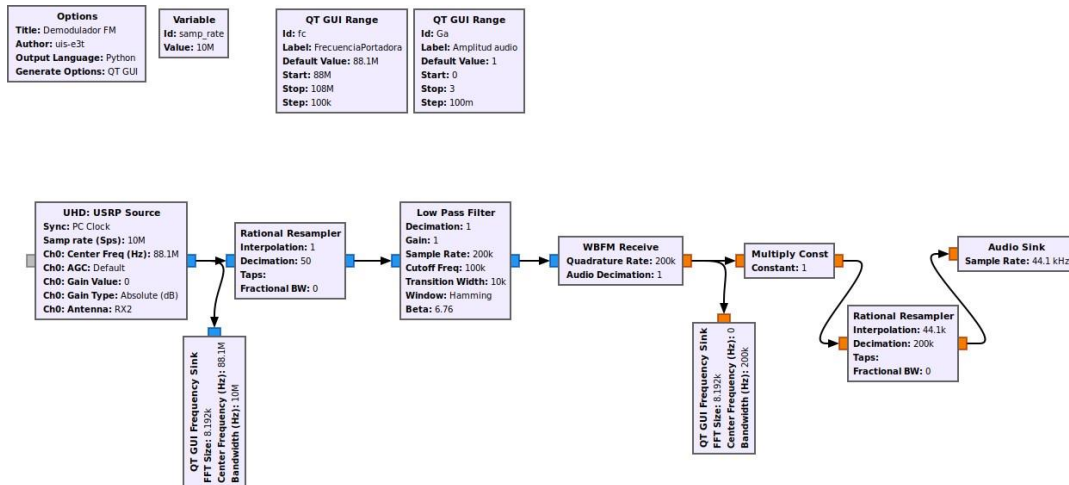
NOTA: recuerde que en el analizador de espectro usted encontrará la potencia de cada componente en frecuencia el cual corresponde a un porcentaje de la potencia de la portadora; este porcentaje corresponde a la multiplicación de la potencia de la portadora por cada coeficiente de Bessel de primer orden.

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

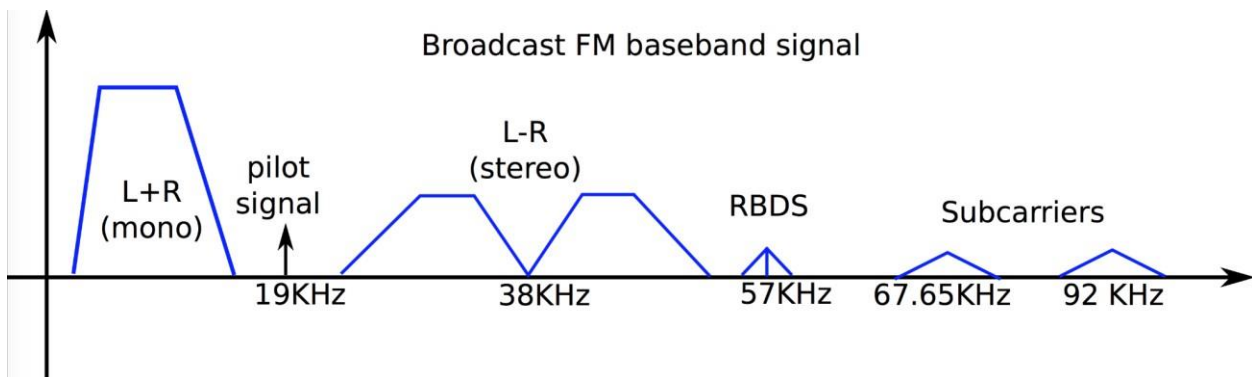
## OBJETIVO 2. DEMODULACIÓN DE SEÑALES FM COMERCIALES.

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.



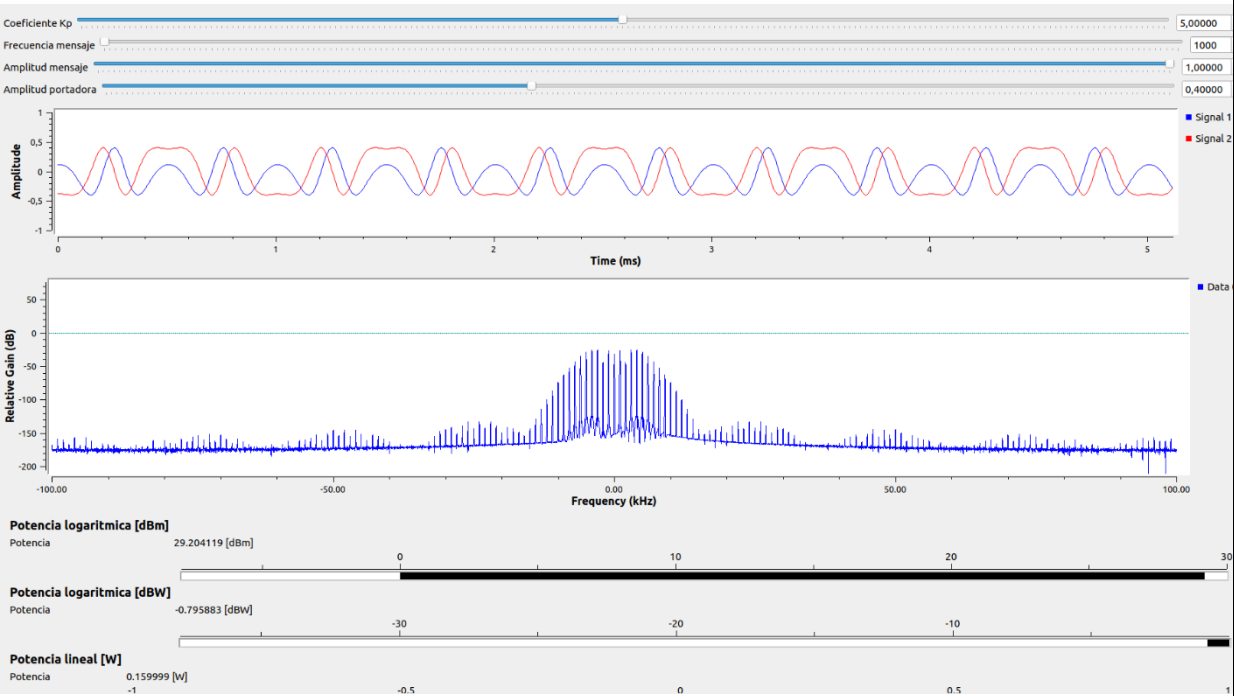
Nombre emisora	Frecuencia operación	Ancho de banda señal recibida	señal L+R (SI/NO)	Pilot (SI/NO)	Señal L-R (SI/NO)	señal RBDS (SI/NO)	Imagen de evidencia
----------------	----------------------	-------------------------------	-------------------	---------------	-------------------	--------------------	---------------------

INFORME DE RESULTADOS

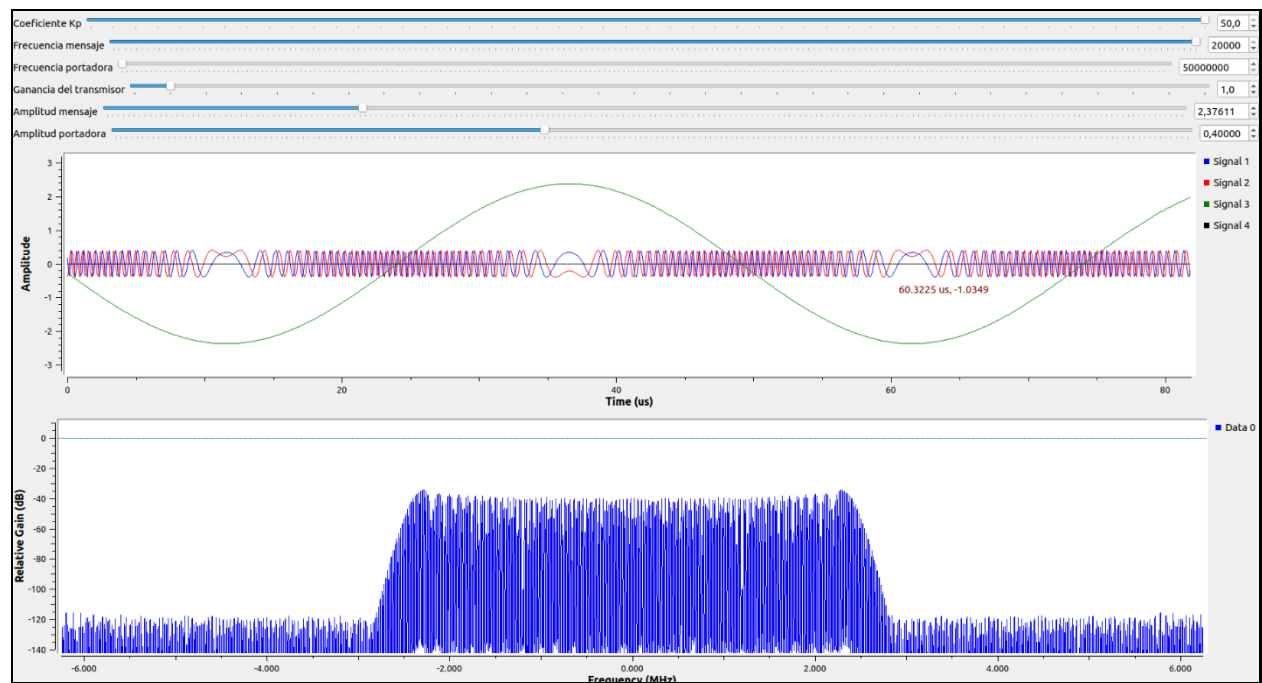
DESARROLLO DEL OBJETIVO 1. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 1.

$K_p \cdot A_m = 0.1$

$A_c = 1$

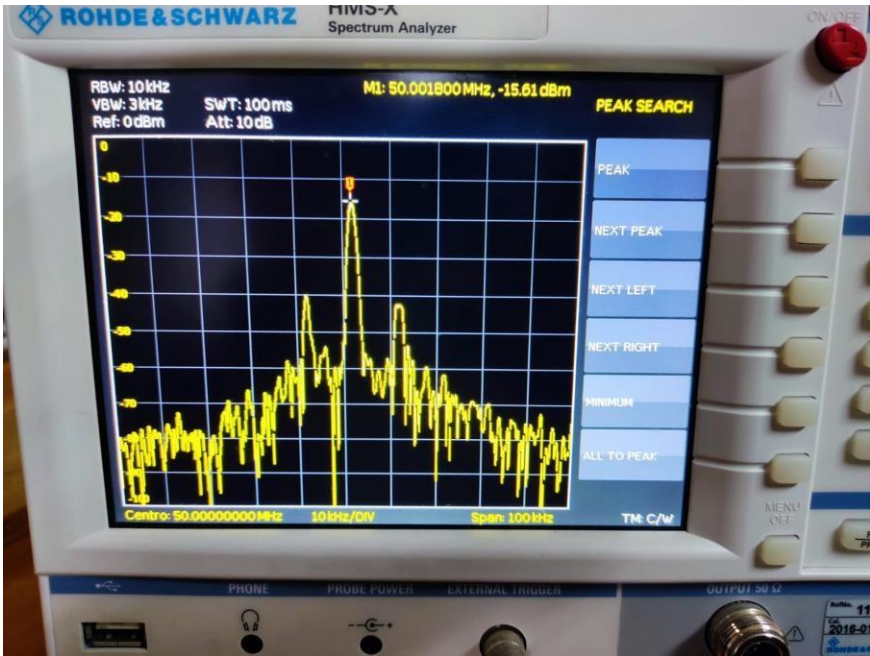


- Para cada caso donde planteamos distintas relaciones de  $K_p \cdot A_m$ , la potencia se mantiene igual



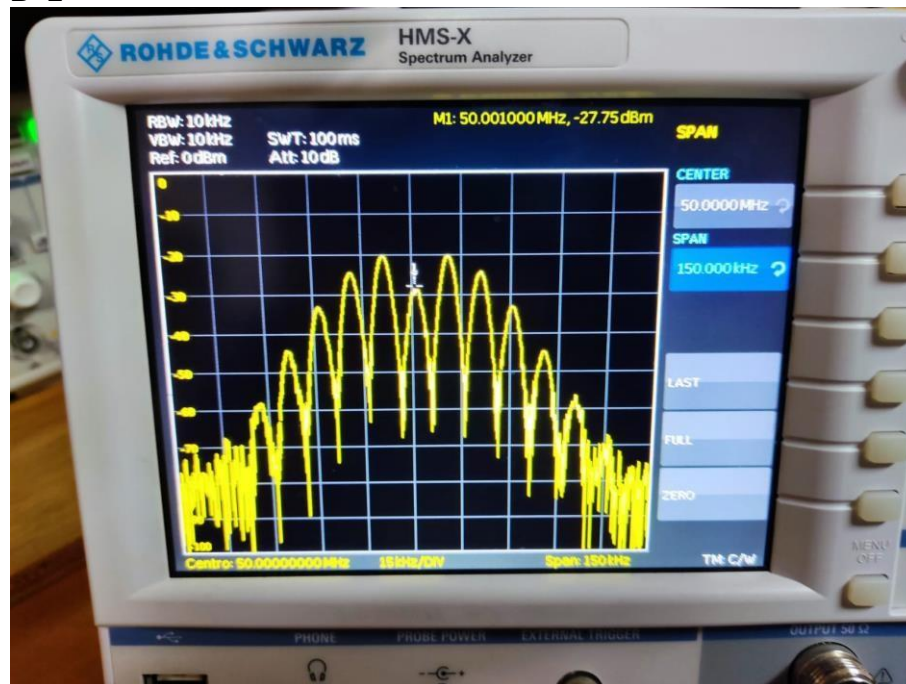
	B = 0.1		B = 2		B = 5	
	Teórico	Práctico	Teórico	Práctico	Teórico	Práctico
$j_0(B)$	0,997502	0.95060	0.223890	0.193419	-0.17759	0.1786
$j_1(B)$	0,0499375	0.04841	0.576724	0.521795	-0.32757	0.328095
$j_2(B)$	0,00124896	no medible	0.352834	0.32998	0.046565	0.05321
$j_3(B)$	0,00002082	no medible	0.128943	0.119674	0.364831	0.365174
$j_4(B)$	$2,6028 \cdot 10^{-7}$	no medible	0.033995	0.0312968	0.391232	0.396227
$j_5(B)$	$2,60308 \cdot 10^{-9}$	no medible	0.0070396	0.007438	0.261140	0.263633
$j_6(B)$	$2,16936 \cdot 10^{-11}$	no medible	0.00120	0.00119	0.131048	0.127790
$j_7(B)$	$1.5 \cdot 10^{-13}$	no medible	0.00017	0.00016	0.053376	0.016888

**B=0.1**

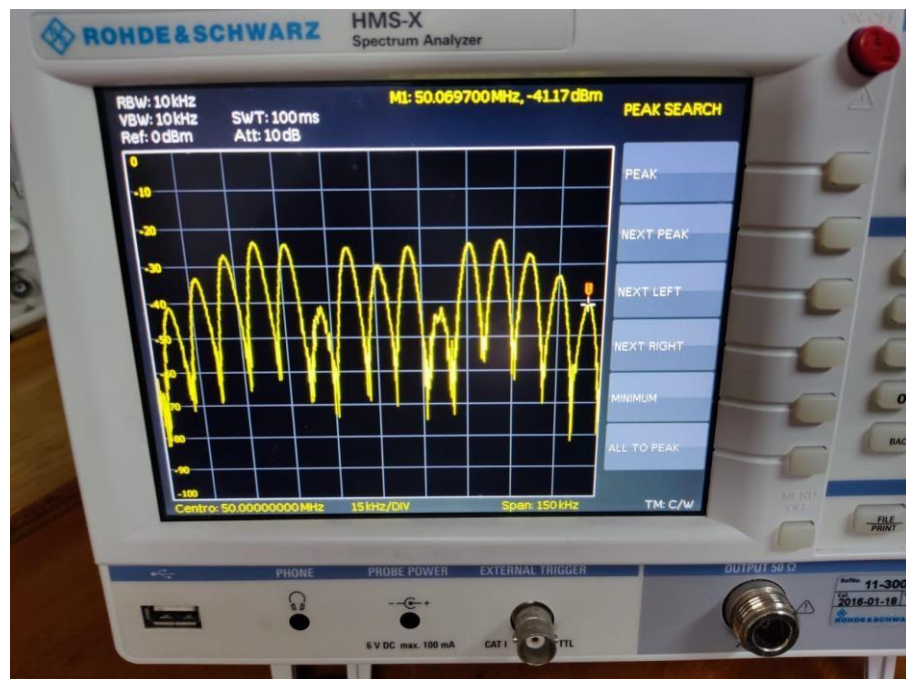




B=2

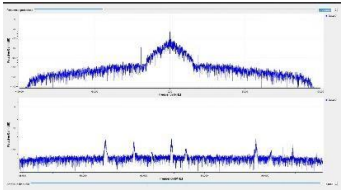
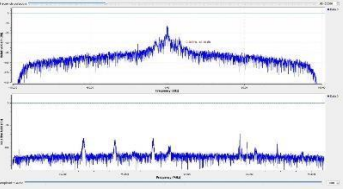


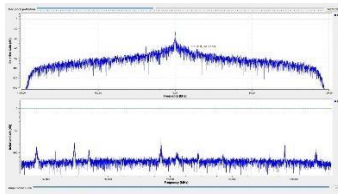
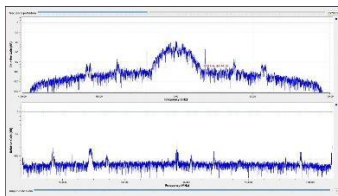
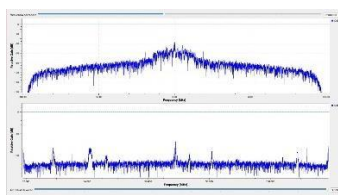
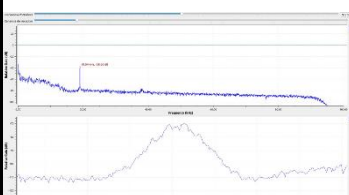
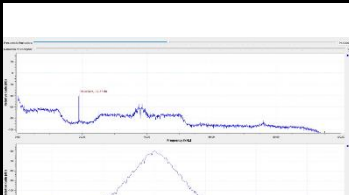
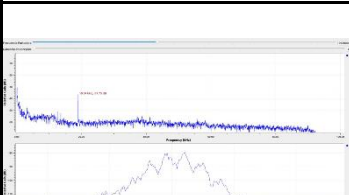
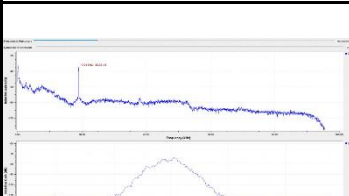
B=5

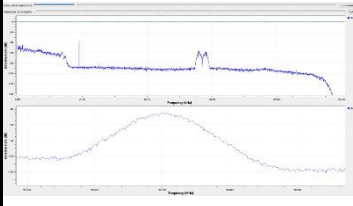
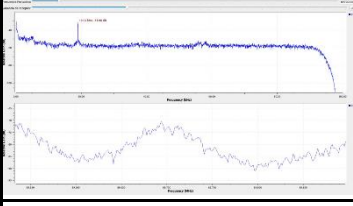
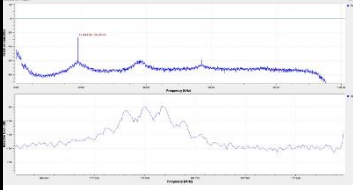


- Para esta parte de la practica usamos la herramienta wólfram alpha para obtener los cálculos teóricos de las constantes de Bessel para cada armónico, y usando la potencia dada en cada uno, obtenidas en el espectrómetro, calculamos los datos prácticos

--

DESARROLLO DEL OBJETIVO 2. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 2.							
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)	Imagen de evidencia
Colombia Estéreo	92.2	16.3	si	si	n o	no	
La brújula FM	93,4	12.04	si	si	s i	no	

Radio USTA	96.2	9.85	si	si	no	no	
Tropicana	95.7	16.42	si	si	si	si	
UIS FM	96.9	14.48	si	si	no	no	
Olímpica Stéreo	97.7	97.6- 97.8	sí	si	sí	no	
Caracol Radio	99.2	99.1- 99.3	sí	si	sí	sí	
La FM	99.7	99.5- 99.9	sí	si	sí	sí	
El Sol	103.7	13.5- 103.9	sí	si	sí	sí	

Bésame	104.7	104.5-104.9	sí	si	sí	sí	
Radio Uno	106.7	106.6-106.8	no	si	no	no	
La U Radio	107.7	107.6-107.8	no	si	sí	sí	

Para esta parte de la práctica se usaron ciertos conectores y un cable coaxial, para conectar el sistema a la antena de radio y así detectar las señales vistas anteriormente.

Cuando aumentamos el valor de ganancia para escuchar la emisora algunos casos son favorables, mientras que otros simplemente hacen que entre más ruido a la señal.