

# **PRÁCTICA 4 Grupo L1A**

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

**Autores**

Cristian Alberto Peña Cala

Cristian Alfonso Hernández Prince

**Grupo de laboratorio:**

J1A

**Subgrupo de clase**

02

## EL RETO PARA 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:

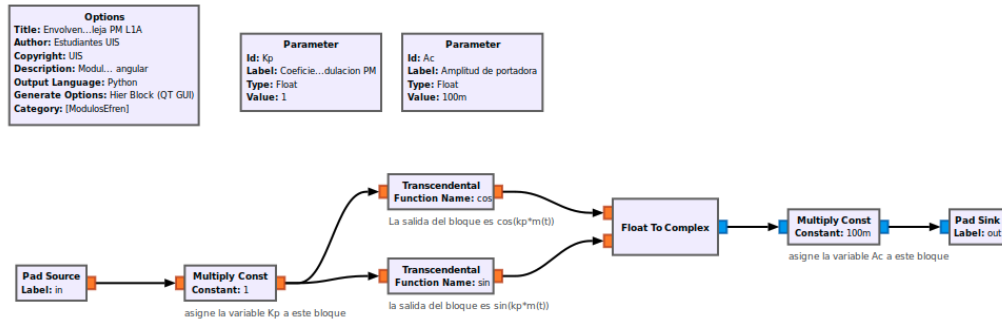
Desarrollar habilidades en el manejo de GNURadio y resaltar la importancia de la creación de bloques jerárquicos para construir los sistemas de comunicaciones convencionales a partir de la generación de la envolvente compleja.

## 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: EnvolveComplejaPM

Title: Envolve Compleja PM L1A

Author: Estudiantes UIS

Copyright: UIS

Description: Modulo desarrollado para estudiar la envolvente compleja de una

Output Language: Python

Generate Options: Hier Block

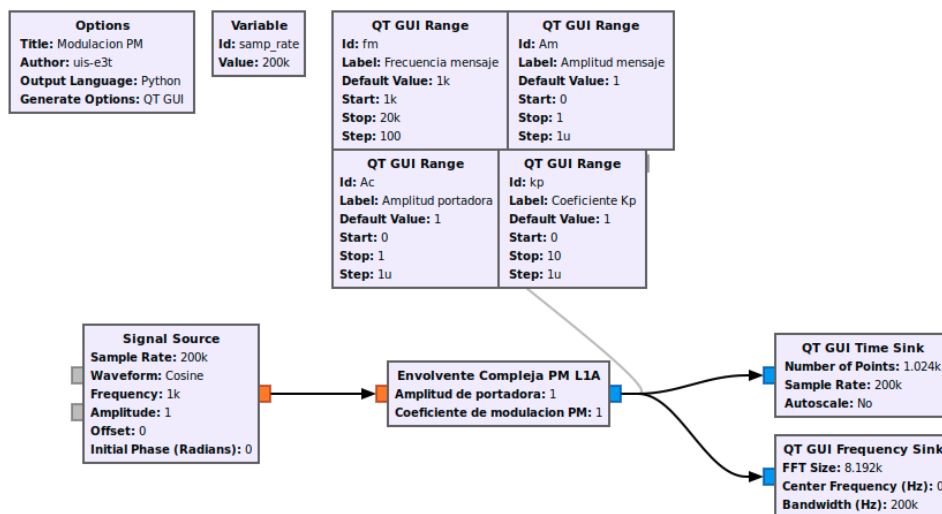
Category: [ModulosEfren]

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: [Modulos]1AG1].

- 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. Conecte la salida del bloque **Envolvente compleja PM** con el bloque de UHD\_USRP\_SINK (creado por su grupo en clases anteriores).
- e. 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  $(k_p \cdot A_m = 0.3)$ ,  $(k_p \cdot A_m = 2)$  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.



- 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. Realice la conexión

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.

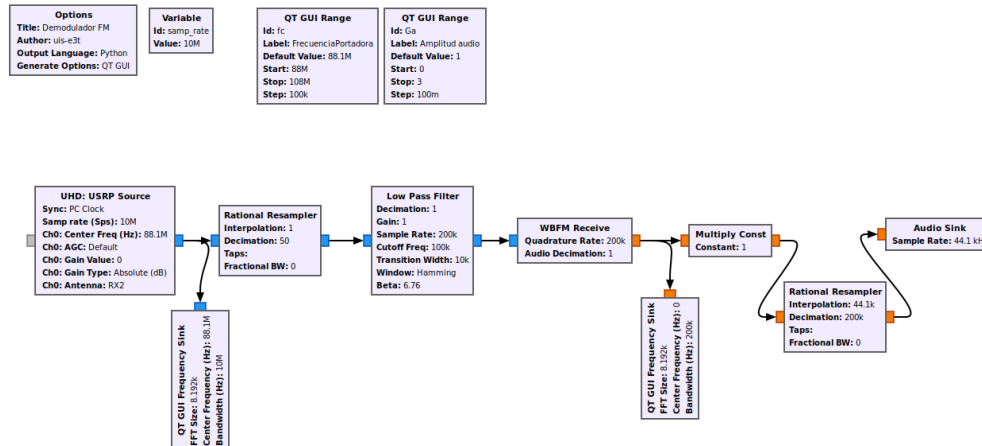
	<b>B = 0.2</b>		<b>B = 2</b>		<b>B = 5</b>	
	Teórico	Práctico	Teórico	Práctico	Teórico	Práctico
$J_0(B)$	0.9900	1	0.2239	0.231	-0.1776	-0.1754

$j_1(B)$	0.0995	0.100	0.5767	0.5765	-0.3276	-0.331
$j_2(B)$	0.0050	0.0052	0.3528	0.3526	0.0466	0.05
$j_3(B)$	0.0002	0	0.1289	0.1301	0.3648	0.365
$j_4(B)$	0	0	0.0340	0.0336	0.3912	0.40
$j_5(B)$	0	0	0.0070	0.0072	0.2611	0.263
$j_6(B)$	0	0	0.0012	0.001	0.1310	0.1310
$j_7(B)$	0	0	0	0	0.0534	0.0531
$j_8(B)$	0	0	0	0	0.0184	0.0182
$j_9(B)$	0	0	0	0	0.0055	0

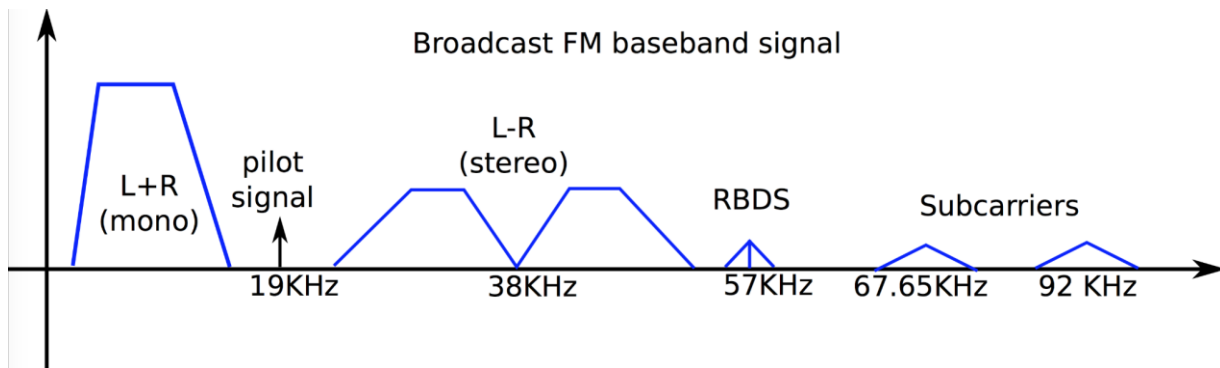
## OBJETIVO 2. DEMODULACIÓN DE SEÑALES FM COMERCIALES.

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.

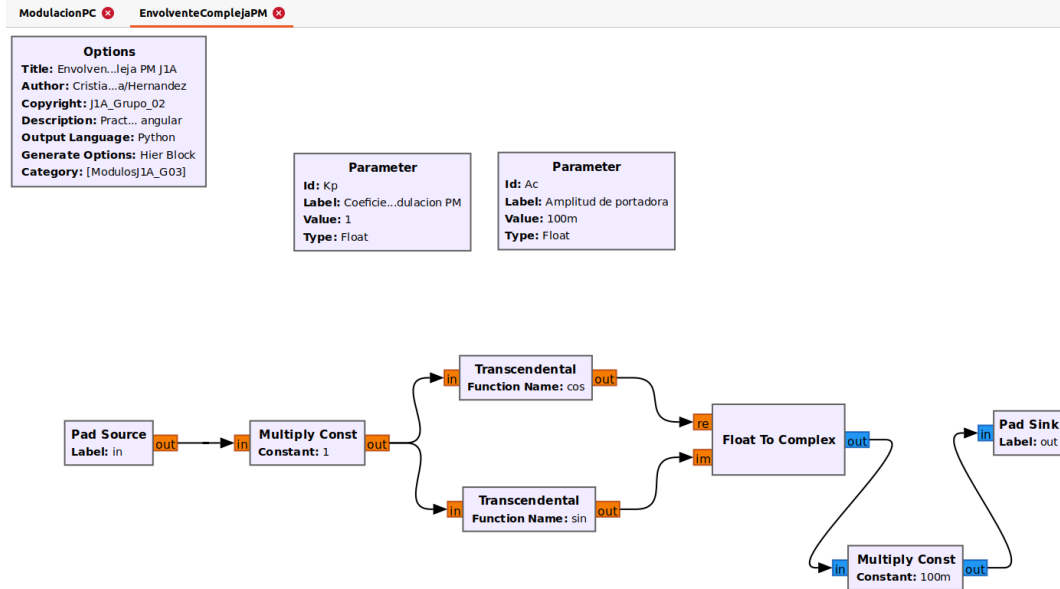


Nombre emisora	Frecuencia operación	Ancho de banda señal recibida	señal L+R (SI/NO)	Pilot (SI/NO)	Señal L-R (SI/NO)	señal RBDS (SI/NO)	Imagen de evidencia

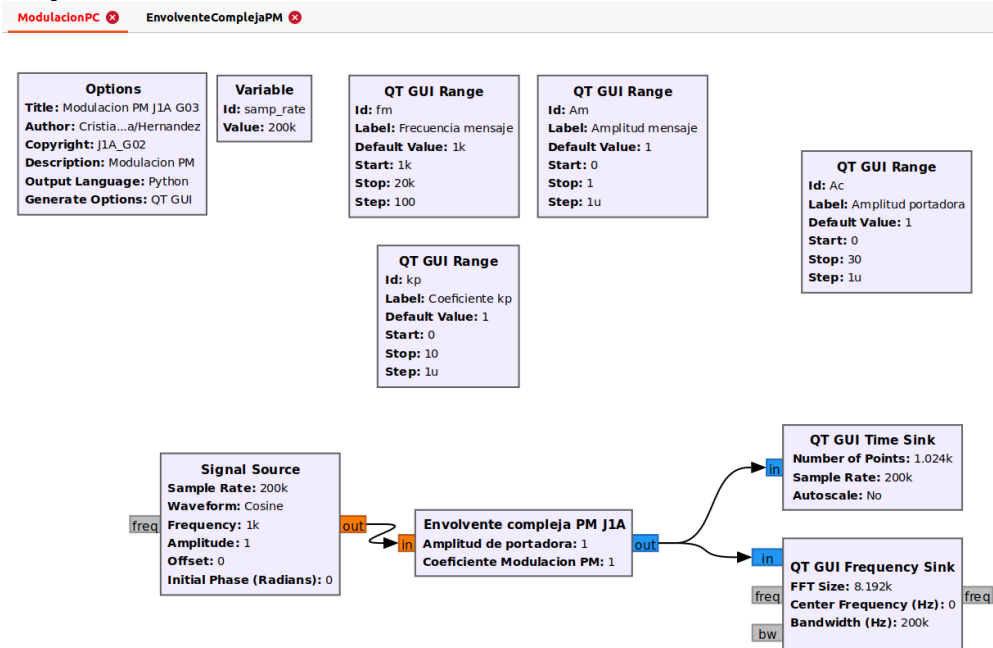
## INFORME DE RESULTADOS

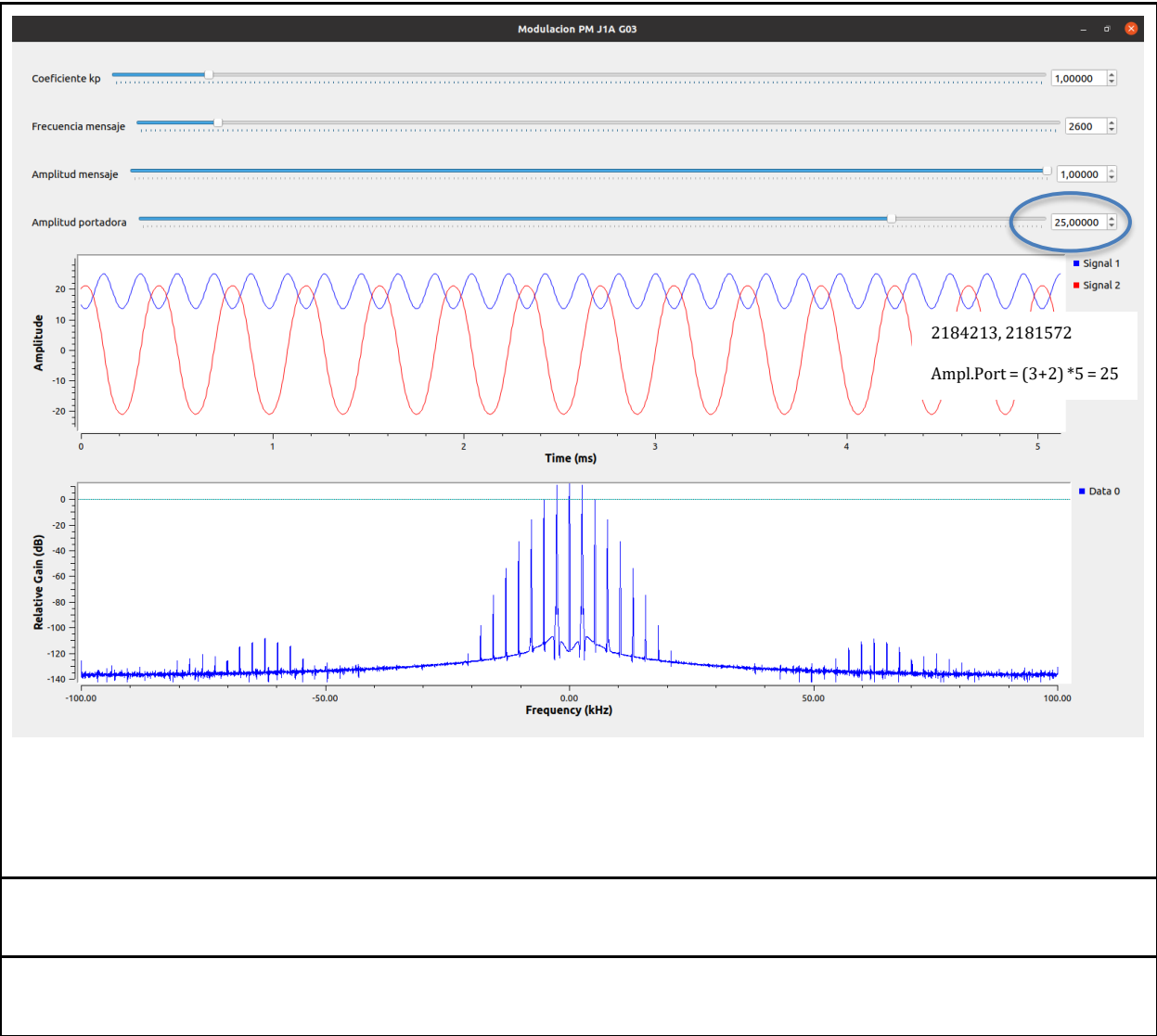
### DESARROLLO DEL OBJETIVO 1. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 1.

#### Construcción de la envolvente compleja PM



#### Sistema para Modulación PM







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

Nombre emisora	Frecuencia operación [MHz]	Ancho de banda señal recibida [MHz]	señal L+R (SI/NO)	Pilot (SI/NO)	Señal L- R (SI/NO)	señal RBDS (SI/NO)
Radio Policía Nacional	91,7	188	SI	SI	SI	NO
Radio Nacional	92,3	186	SI	SI	SI	SI
Tropicana	95,7	190	SI	SI	SI	SI
Radio USTA	96,2	196	SI	SI	SI	SI
UIS FM	96,9	190	SI	SI	SI	SI
Caracol Radio	99,2	180	SI	SI	SI	NO
LA FM	99,7	186	SI	SI	SI	NO
La Mega	102,5	192	SI	SI	SI	NO
Radio Uno	106,7	184	SI	SI	SI	NO
La U Radio	107,7	180	SI	SI	NO	NO