

PRÁCTICA 4 Grupo D1B

Modulaciones angulares en GNURADIO (2 sesiones de 2 horas)

Autores

Kevin Javier Sandoval Sandoval-2182324

Eduardo Caballero Barajas - 2182339

Grupo de laboratorio:

D1B

Subgrupo de clase

G03

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:

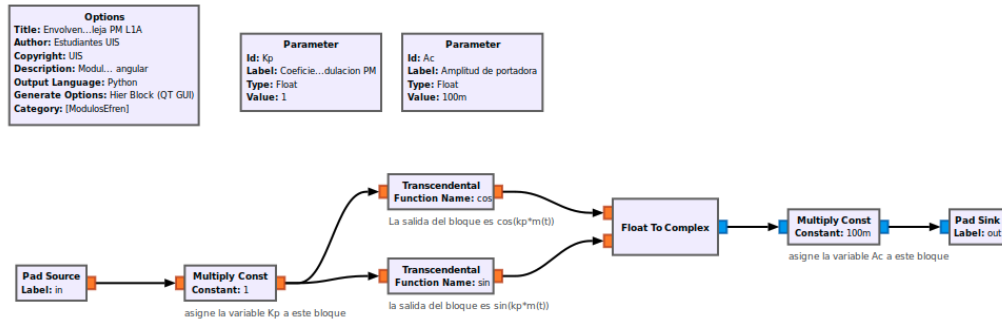
Desarrollar habilidades en el manejo de GNURadio y resaltar la importancia de la creación de bloques jerárquicos para construir los sistemas de comunicaciones convencionales a partir de la generación de la envolvente compleja.

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: 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]

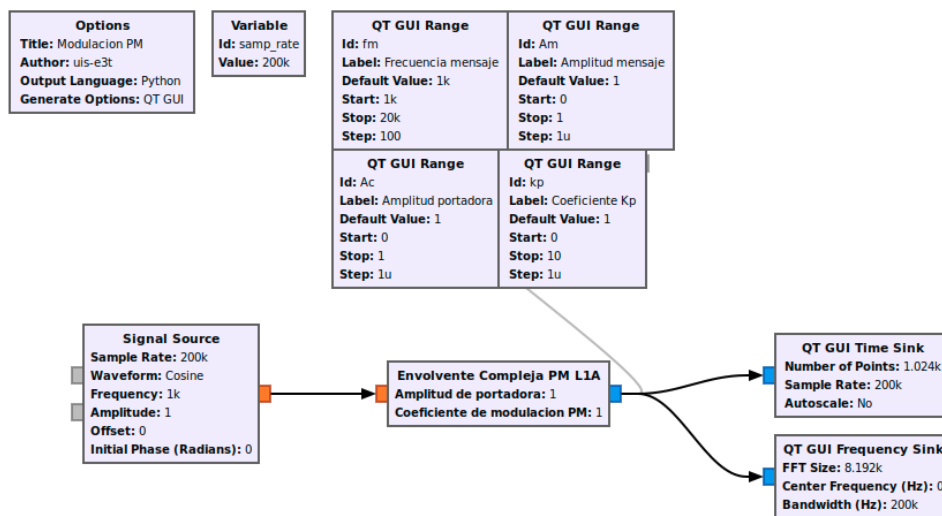
Aceptar Cancelar Aplicar

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: [ModulosD1BG1].

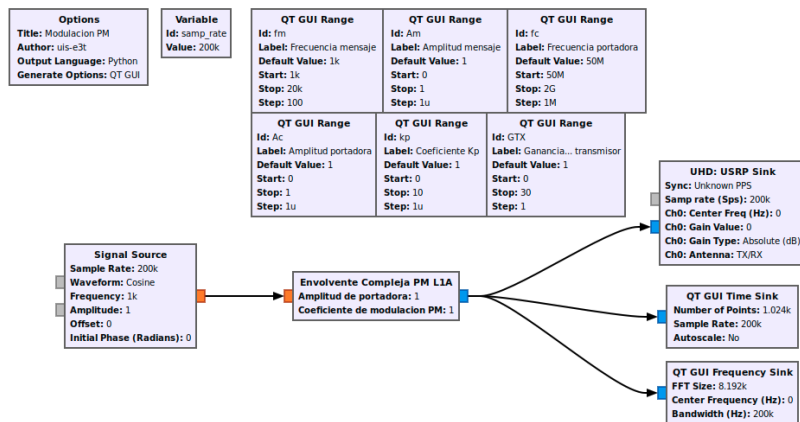
- b. Asigne la variable **AC** (bloque multiply constant que conecta con el bloque pad sink) y **kp** (bloque multiply constant que conecta con el bloque pad source) creada con el bloque **Parameter** y asignarla según corresponda

- 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 $(k_p \cdot A_m = 0.1)$, $(k_p \cdot A_m = 2)$ 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.



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



- 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](https://www.wolfram.com)) o tablas.

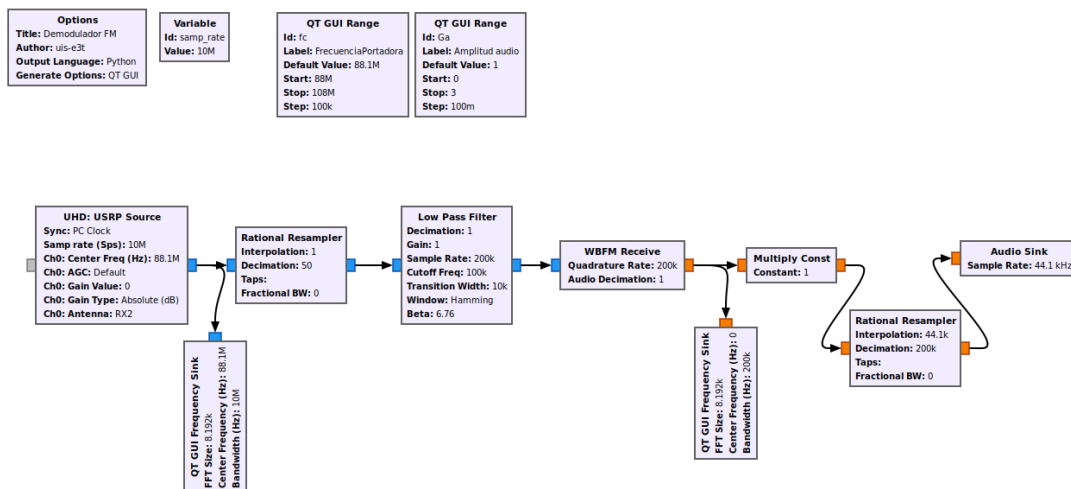
NOTA: recuerde que en el analizador de espectro usted encontrará la potencia de cada componente en frecuencia el cual corresponde a un porcentaje de la potencia de la portadora; este porcentaje corresponde a la multiplicación de la potencia de la portadora por cada coeficiente de Bessel de primer orden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

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

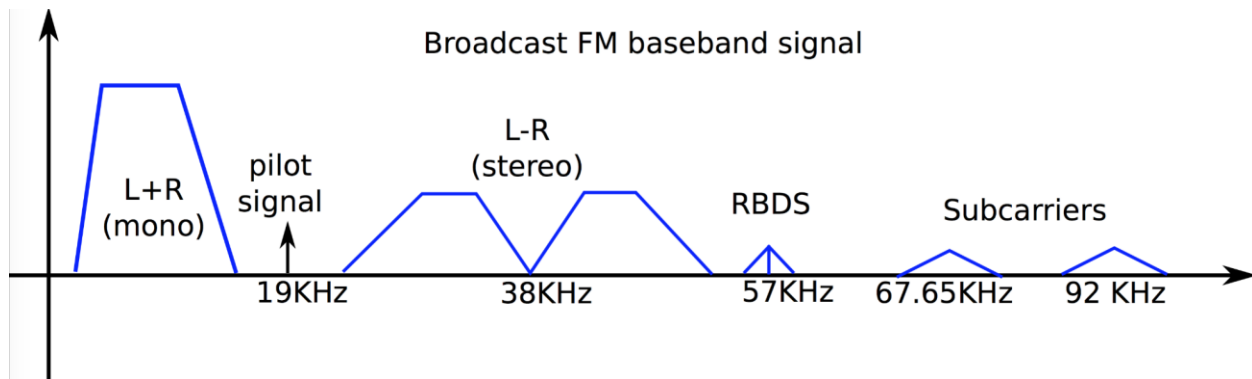
OBJETIVO 2. DEMODULACIÓN DE SEÑALES FM COMERCIALES.

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

- a. 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

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

Para esta primera parte de la actividad, realizamos un bloque jerárquico el cual representa la envolvente compleja PM, a la cual se le asigna una variable de amplitud de portadora y una variable para el coeficiente de modulación.

Seguidamente realizamos la conexión al bloque signal source el cual conecta una señal coseno en la entrada. Y posteriormente obtenemos una observación de la envolvente compleja PM $g(t)$ en el dominio del tiempo y frecuencia de la señal.

Para realizar los cálculos de potencia de la envolvente compleja PM. Agregamos un bloque a la salida para medir la potencia de la envolvente $g(t)$. Posteriormente, asignamos a la amplitud de la portadora un valor de 2.6.

La potencia obtenida fue corroborada con la potencia de los componentes espectrales de la señal, de esta manera logramos visualizar un pequeño margen de error, por lo cual se permitió trabajar con estos valores.

Se analizó posteriormente algunas de las características del transmisor de señales que se encontraba en el laboratorio, de lo cual se registró que al aumentar la amplitud de portadora se logra saturar la potencia del transmisor, y esto se da por los parámetros límites de este.

En el laboratorio, observamos que, al variar la amplitud de la señal portadora, aumenta la potencia de la señal, debido a que son directamente proporcionales.

e) Al aumentar el coeficiente de modulación, se generan ciertas variaciones temporales. Esto se genera, más exactamente, por el cambio de la frecuencia instantánea.

La ecuación que nos representa esa relación está dada por:

$$f(i) = f_c + A_m K_p f_m \sin(2\pi f_m t)$$

f) Teniendo en cuenta que el coeficiente J_0 representa la amplitud de la portadora, los coeficientes J_n disminuyen al aumentar el índice de modulación, donde observamos que estos toman valores negativos y positivos.

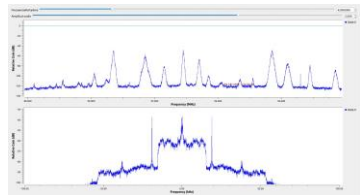
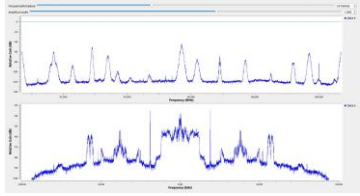
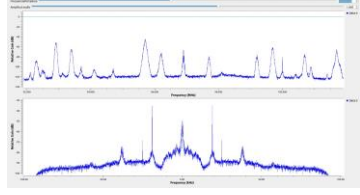
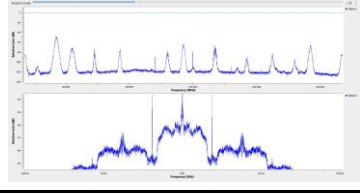
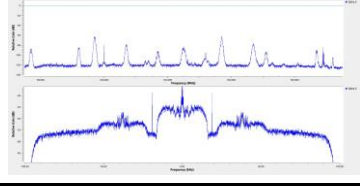
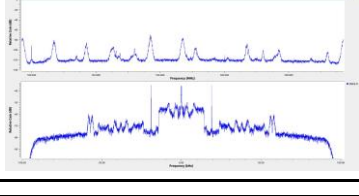
Cada coeficiente representa la amplitud de las bandas laterales, por lo tanto, al disminuir los coeficientes, la amplitud de las bandas laterales disminuye al aumentar el índice de modulación.

Para el caso de las señales FM, la potencia que se transmite es constante. Sin embargo, al aumentar el índice de modulación, también aumentara el número de bandas laterales.

Los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

	B = 0.1		B = 2		B = 5	
	Teórico	Práctico	Teórico	Práctico	Teórico	Práctico
$j_0(B)$	0.9975	0.9506	0.2278	0.2310	-0.1809	0.1811
$j_1(B)$	0.0499	0.0484	0.5667	0.5845	-0.3157	0.3358
$j_2(B)$	0.0014	No se puede visualizar	0.3548	0.3665	0.0465	0.0451
$j_3(B)$	0.0001	-----	0.1289	0.1301	0.3643	0.3354
$j_4(B)$	$4.158 * 10^{-6}$	-----	0.0339	0.0351	0.3923	0.3966
$j_5(B)$	$8.316 * 10^{-8}$	-----	0.0070	0.0062	0.2614	0.1750
$j_6(B)$	$1.391 * 10^{-9}$	-----	0.0012	-----	0.1314	0.1235
$j_7(B)$	$1.976 * 10^{-11}$	-----	0.00017	-----	0.0533	0.0515
$j_8(B)$	$2.467 * 10^{-13}$	-----	0.000022	-----	0.0184	0.0163
$j_9(B)$	$2.742 * 10^{-15}$	-----	$2.49 * 10^{-6}$	-----	0.0055	0.0041

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

Nombre emisora	Frecuencia a 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
Colombia estéreo	92.9 [MHz]	34.8 [KHz]	SI	SI	NO	NO	
Tropicana	95.7 [MHz]	35.04 [KHz]	SI	SI	SI	SI	
UIS FM	96.9 [MHz]	10 [KHz]	SI	SI	NO	NO	
La FM	99.7 [MHz]	26.04 [KHz]	SI	SI	NO	NO	
La Mega	102.5 [MHz]	30 [KHz]	SI	SI	NO	NO	
Bésame	104.7 [MHz]	28 [KHz]	SI	SI	SI	SI	

Conclusiones

Al variar el coeficiente de modulación K_p , logramos manejar la señal y conseguir el espectro de esta, donde se hizo un análisis teórico práctico de la potencia de la señal de portadora. Obtenidos estos datos, identificamos las características de la señal cuando se toman diferentes valores de K_p , y la afectación directa que se da al ancho de banda dado el efecto de desviación de frecuencia.