

PRÁCTICA 4 Grupo D1A

Modulaciones angulares en GNURADIO (2 sesiones de 2 horas)

Autores

DANIEL ANDRES CERRO RAMOS

ANDRES FELIPE GOMEZ AGUDELO

Grupo de laboratorio:

D1A

Subgrupo de clase

4G

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:

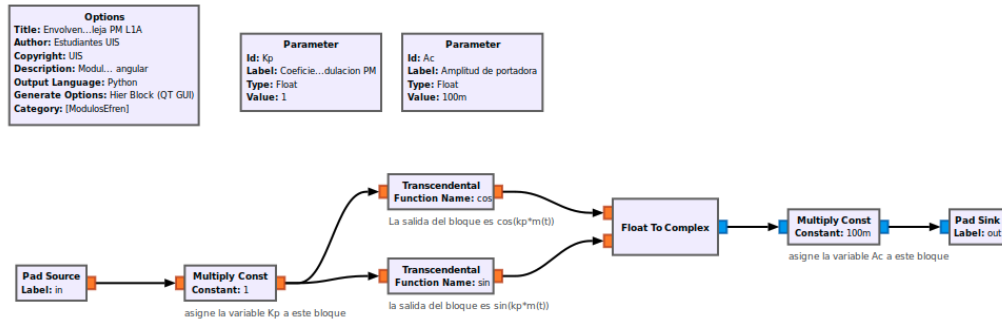
Desarrollar habilidades en el manejo de GNURadio y resaltar la importancia de la creación de bloques jerárquicos para construir los sistemas de comunicaciones convencionales a partir de la generación de la envolvente compleja.

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:

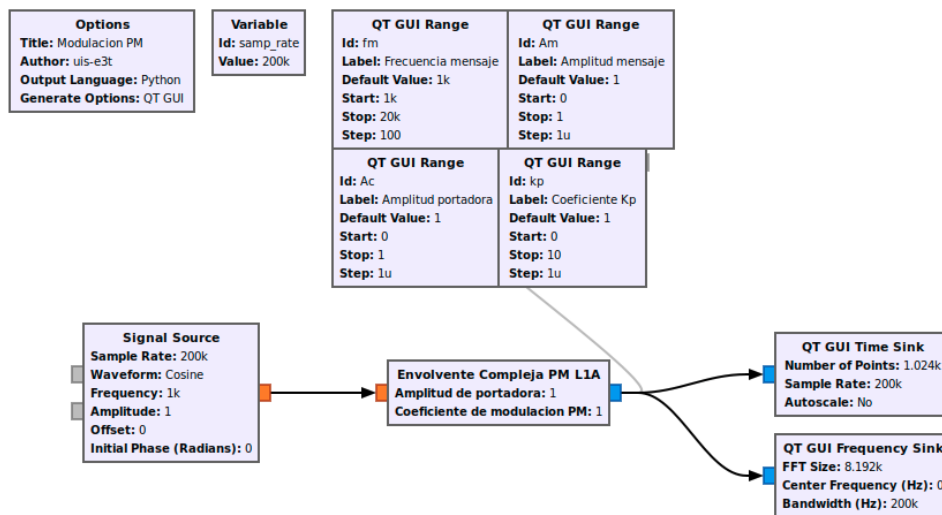
Properties: Options		
General	Advanced	Documentation
Id	EnvolveComplejaPM	
Title	Envolve Compleja PM L1A	
Author	Estudiantes UIS	
Copyright	UIS	
Description	Modulo desarrollado para estudiar la envolve comleja de una	
Output Language	Python	
Generate Options	Hier Block	
Category	[ModulosEfren]	

Botones: Aceptar, Cancelar, Aplicar

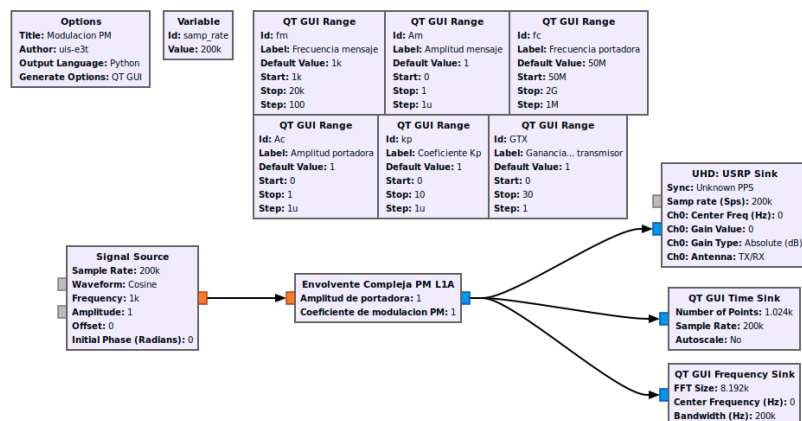
NOTA: Recuerde que el campo category debe personalizarse para que este módulo quede en la misma carpeta que los módulos de las prácticas anteriores Ejemplo: [ModulosD1AG1].

- 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 $(k_p \cdot A_m = 0.3)$, $(k_p \cdot A_m = 2)$ 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.



- 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

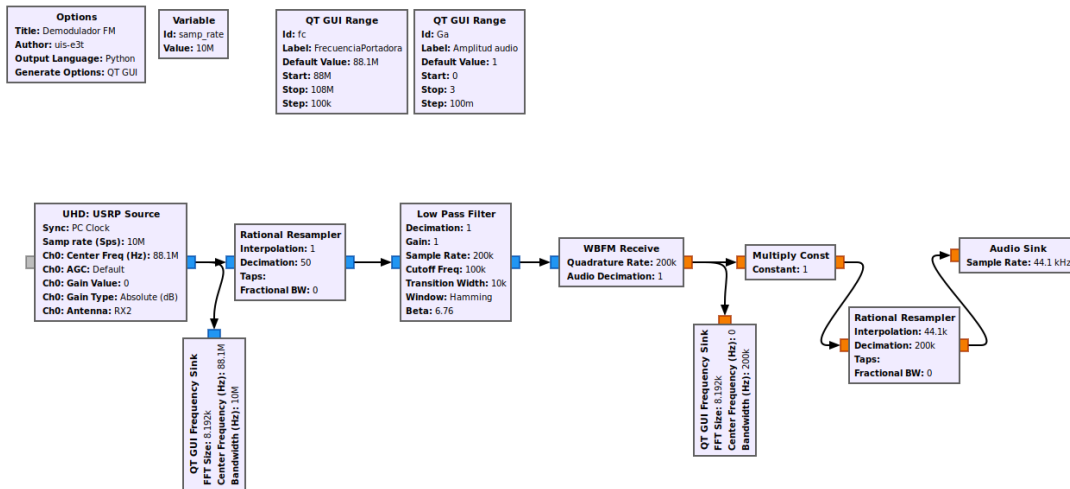
coeficientes de Bessel calculados usando una herramienta matemática ([WOLFRAM](#)) o tablas.

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.

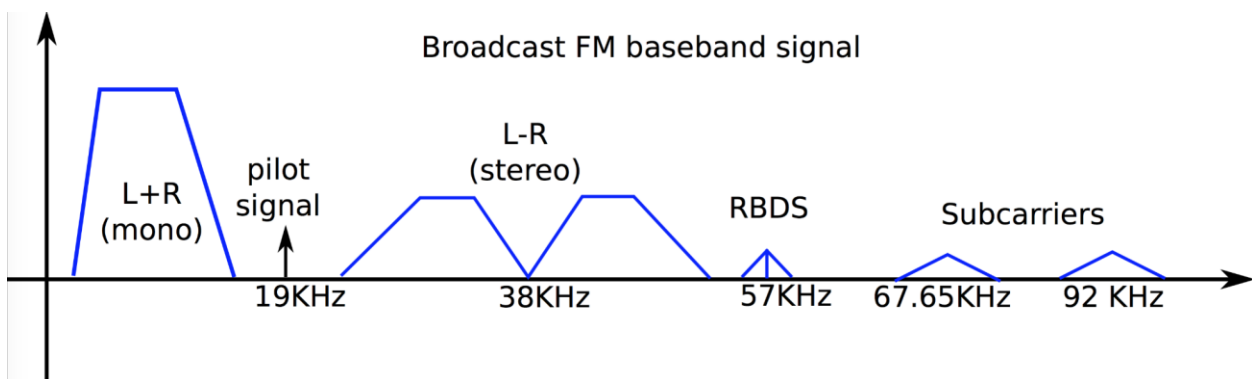
OBJETIVO 2. DEMODULACIÓN DE SEÑALES FM COMERCIALES.

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.

Para este primer objetivo se realizó un bloque jerárquico que representa la envolvente compleja PM, donde se le asignaron dos variables, una **A_c** (Amplitud de la portadora) y **K_p** (Coeficiente de modulación), posteriormente se realizó la conexión del bloque signal source cuyo propósito principal es conectar una señal coseno de entrada, luego para obtener una observación de la envolvente compleja PM $g(t)$ en el dominio de tiempo y frecuencia de la señal, se conectaron a la salida dos bloques QT GUI Time y Frequency sink.

Para iniciar los cálculos de potencia de la envolvente compleja PM, se le agrego un bloque a la salida que mide la potencia de nuestra envolvente $g(t)$, luego, se le asigno a la amplitud de la portadora un valor de 70.

Considerando los casos para cuando $(k_p \cdot A_m = 0.3)$, $(k_p \cdot A_m = 2)$ y $(k_a \cdot a_m = 5)$.

La potencia obtenida fue contrastada con la potencia de las componentes espectrales de la señal, con lo cual obtuvimos un margen de error bastante pequeño, como para ser admitido en la práctica.

En la práctica se observó que al variar la amplitud de la señal portadora esta al ser directamente proporcional, aumenta la potencia de la señal, esto es debido a la siguiente formula de la envolvente compleja.

forma polar de $g(t)$

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

Para las modulaciones angulares

$$R(t) = A_c$$

También se analizaron y se corroboraron algunas características del transmisor de señales que se dispone en el laboratorio, se observó que, al aumentar la constante A_c , se satura la potencia del transmisor, esto es debido a que el transmisor esta limitado por ciertos parámetros que vienen de fábrica.

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

Las variaciones temporales que se dan al aumentar el coeficiente de modulación, es el cambio de la frecuencia instantánea, esto es debido a que a una relación que hay entre varios parámetros dados en la ecuación de la frecuencia instantánea,

$$f(i) = f_c + A_m * K_p * f_m * \text{sen}(2\pi * f_m * t)$$

Donde

A_m es la amplitud del mensaje

Kp es el coeficiente de modulación

Fm es la frecuencia del mensaje

Por lo tanto, entre mas ancho de banda tenga la señal, mas varia la frecuencia instantánea aumentando la frecuencia del mensaje.

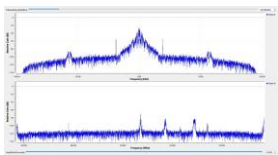
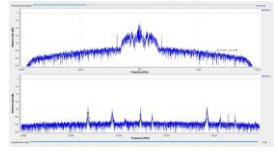
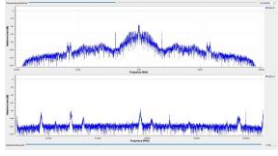
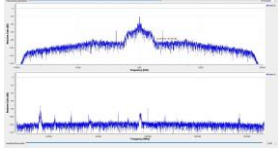
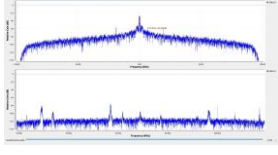
	B = 0.2		B = 2		B = 5	
	Teórico	Práctico	Teórico	Práctico	Teórico	Práctico
$j_0(B)$	0.9900	0.9989	0.2238	0.2290	-0.17759	0.18102
$j_1(B)$	0.0995	0.1050	0.5767	0.5845	-0.32757	0.33582
$j_2(B)$	0.0049	No son visibles en el analizador de espectros	0.3528	0.3665	0.04656	0.04512
$j_3(B)$	0.000166	---	0.1289	0.1301	0.36483	0.33546
$j_4(B)$	$4.158 * 10^{-6}$	---	0.0339	0.035	0.39123	0.39664
$j_5(B)$	$8.319 * 10^{-8}$	---	0.0070	0.0065	0.26114	0.17501
$j_6(B)$	$1.386 * 10^{-9}$	---	0.0012	No son visibles en el analizador de espectros	0.13104	0.12952
$j_7(B)$	$1.981 * 10^{-11}$	---	0.00017	---	0.053376	0.05154
$j_8(B)$	$2.477 * 10^{-13}$	---	0.000022	---	0.01840	0.01632
$j_9(B)$	$2.752 * 10^{-15}$	---	$2.49 * 10^{-6}$	---	0.00552	0.00414

El coeficiente J_0 representa la amplitud de la portadora

Los coeficientes J_n disminuyen al aumentar el índice de modulación, donde se observa que estos toman valores positivos y negativos. Sabemos que cada coeficiente representa la amplitud de las bandas laterales, por esto, debido a que disminuye los coeficientes, la amplitud de las bandas laterales disminuye al aumentar el índice de modulación.

En las señales FM, la potencia que se transmite total, se mantiene constante, pero si aumentamos el índice de modulación, es directamente proporcional al número de bandas laterales.

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

Nombre emisora	Frecuencia operación	Ancho de banda señal recibida	señal L+R	Pilot	Señal L-R	señal RBDS	Imagen de evidencia
W radio	90.7 MHz	30.42 KHz	SI	SI	NO	SI	
Colombiana estéreo	92.9 MHz	34.8 KHz	SI	SI	NO	NO	
Tropicana	95.7 MHz	35.04 KHz	SI	SI	SI	SI	
La FM	99.7 MHz	26.04 KHz	SI	SI	NO	NO	
UIS FM	96.9 MHz	10 KHz	SI	SI	NO	NO	

Conclusiones

Variando la constante K_p pudimos manipular la señal y obtener el espectro de esta, en donde se pudo realizar un análisis teórico práctico de la potencia de la señal portadora, tomando estos datos pudimos identificar diferentes características de la señal cuando se toman diferentes valores de la constante K_p , y como afecta este al ancho de banda de la señal, ya que se produce el efecto de desviación de frecuencia, que aumenta tanto los armónicos, como el ancho de banda.

