



PRÁCTICA 5. MODULACIONES EN GNURADIO

Carvallido Mesa, Juan Pablo. 2184683- Pérez Díaz David Arturo. 2162488

Fecha de elaboración:

15/09/2022

RESUMEN

En este presentable se documentan los procesos asociados con las modulaciones lineales y angulares. Para ambos procesos se calcularon medidas teóricas de su arquitectura y se contrastaron con los valores obtenidos en la práctica al implementar dichas arquitecturas. Se establecen las ventajas y desventajas de ambos procedimientos y su aporte con respecto a las comunicaciones comerciales de radio difusión sonora. Ambos procedimientos se implementaron con una estación de radio con el software GNURADIO en diagrama de bloques jerárquicos.

Palabras claves: modulación amplitud, Modulación angular, GNURADIO, Bloques jerárquicos.

1. INTRODUCCIÓN

Está claro que la herramienta de GNURADIO es muy completa para implementar los diferentes escenarios para modular o demodular una señal, de esta misma forma, la manera más eficiente de hacerlo es haciendo uso de los bloques jerárquicos. GNURADIO soporta el desarrollo de algoritmos, es

decir, se puede crear un bloque jerárquico a partir de datos pregrabados, a criterio personal es más importante la creación por código, aunque no es la más sencilla si nos brinda una profundización en el

problema a resolver y por ende un mejor entendimiento de este. Para mayor claridad con lo real usamos el analizador de espectros y el osciloscopio, los dos son importantes para el análisis, aunque la ventaja del analizador de espectros, es que nos muestra la amplitud de la señal (eje vertical) y la frecuencia (eje horizontal) de esta; como ventajas al modular en Am, tenemos receptores baratos y sencillos, permite comunicación internacional, su onda puede ser captado por cualquier receptor de uso doméstico. En comparación con el Am tenemos como ventajas de modulación angular, reducción del ruido, uso eficiente del sistema, uso eficiente de la potencia; al llevar a cabo estas prácticas necesitamos computadores bien capacitados preferiblemente Linux con Ubuntu para el uso de GNU RADIO. Se desarrollan facilidades de implementación de bloques jerárquicos y de programación para la creación de los mismos, con lo cual puedo destacar la practica en la que sintonizamos emisoras del municipio.

2. PROCEDIMIENTO

a. MODULACIONES LINEALES

En el modulador Am como primera medida enviamos una señal $m(t)$ Y también ponemos un “null source” para hacer la prueba, cuya señal transmitida ($m(t)$) deberá pasar por el bloque multiply const y Add const, lo cual hará que mi señal se multiplique por una



constante vectorial (coeficiente k_a) y a su vez se agregue un valor constante a cada elemento que pasa, posteriormente mi señal llega al bloque “float to complex” y como tendremos un único bloque de salida, entonces esto va a generar la parte real de las muestras complejas de la entrada. Por ultimo tenemos el bloque “pad sink” el cual será nuestra salida ($s(t)$), no sin antes a ver sido multiplicado por nuestro constante A_c que vendría siendo la amplitud de la señal portadora.

Para medir las señales en amplitud usamos el transmisor Am, el cual tendrá un bloque para enviar la señal con los parámetros establecidos al radio, cuyo radio estará conectado al osciloscopio, del cual obtendremos la señal en amplitud digitalizada, de allí podremos conocer el valor de fm de la señal midiendo con el cursor de manera vertical desde un pico de la señal hasta el siguiente pico, para el parámetro A_c se mide con el cursor desde la mitad de la señal con el cursor de forma horizontal, hasta el pico de esta ya que $(A_c + A_m)$ y A_m es la señal desde la mitad del osciloscopio medido con el cursor de forma horizontal, hasta la mitad del pico de la señal.

Para medir la señal Banda lateral única básicamente lo que hacemos es enviar mi señal(audio) por el bloque de ssb pasa por un mezclador y tendremos la salida. Las dos bandas laterales de una señal en Am son espejos, ya que una señal representa la suma de las frecuencias de la portadora y la otra es la diferencia de estas, al quitar una de estas bandas el ancho de banda se reducirá casi a la mitad.

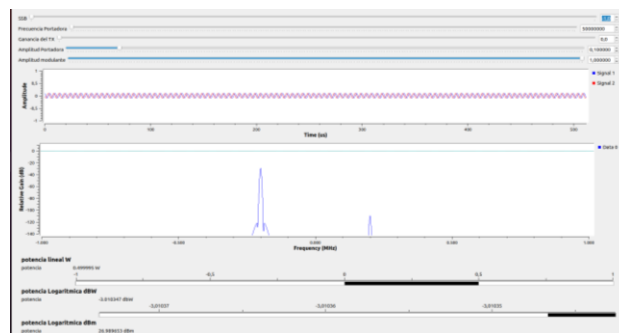


Fig. 1.1 Espectro Doble banda lateral

El análisis en el dominio de la frecuencia podremos “separar” las ondas senoidales que añaden para formar la señal compleja en el dominio del tiempo, este mismo análisis nos sirve para comprobar el buen funcionamiento de los equipos.

El osciloscopio presenta información de amplitudes e intervalos de tiempo de la señal, mientras que el analizador de espectros presenta información de amplitudes y frecuencias, otra ventaja del osciloscopio es que registra las componentes que tienen frecuencias muy altas.

b. MODULACIONES ANGULARES

La modulación angular se vale de variar la frecuencia de la señal modulada con respecto a la amplitud de la señal mensaje. Para modular señales FM es necesario contar con un oscilador local, definir un ratio de desviación y contar con un modulador de fase. La señal mensaje primeramente debe ser integrada para luego ser modulada por un oscilador local a cierto desfase.

Para calcular los coeficientes de Bessel en la práctica se utilizó el analizador de espectros



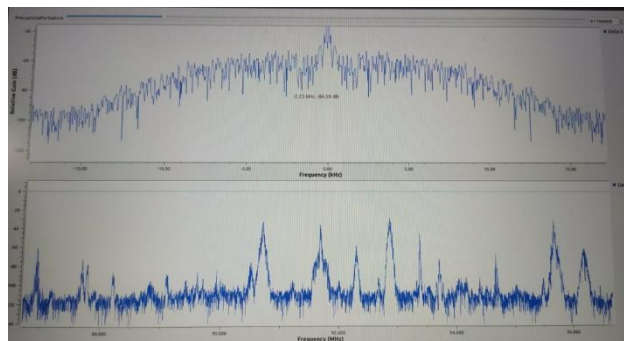
filtrando sus resultados por rango de frecuencia (span de frecuencia) de esta manera se pudo cuantificar el número de componentes para luego así calcular en Matlab con `besselj()` los coeficientes de Bessel, los mismos también expuestos en la tabla convencional para mediciones de Bessel.

	B = 0.2			B = 0.4			B = 1.2			B = 1.4		
	Medida en dBm	Teórico	Práctico	Medida en dBm	Teórico	Práctico	Medida en dBm	Teórico	Práctico	Medida en dBm	Teórico	Práctico
(0)	47.7	0.98024972	1.03232992	49.2	0.9603982298	0.96055879	49.2	0.671132744	0.600963752	49.6	0.59005532	0.582032177087
(1)	29.6	0.089500303	0.06257143	29.3	0.18602657965	0.18054075	43.5	0.488298034	0.588843084	45.6	0.540477174	0.4823803218868
(2)	58.3	0.00488354	0.004285765	42.6	0.01973486117	0.02177948	25.6	0.159049018	0.148217217	23.5	0.2075999	0.2344238153189
(3)				48.8	0.00132093215	0.00015712	35.1	0.002074337	0.048979862	32.2	0.050497713	0.06038118472834
(4)							45.3	0.000022668	0.00076083	48.2	0.000628972	0.01364833130389
(5)										50.7	0.001290125	0.0028443159313
(6)												
(7)												
(8)												
(9)												
(10)												
(11)												
(12)												
(13)												
(14)												
(15)												

Fig. 1.2 Coeficientes de Bessel dado Índice de modulación

Para confirmar que cada una de las emisoras cumpliera con este ancho de banda estipulado, se analizó cuanto del espectro se concentraba hasta una caída de 20 dB.

El ancho de banda permitido en el plan técnico de radiodifusión sonora en FM para estaciones de transmisión comerciales es de 15kHz máximo con una desviación de frecuencia máxima de 75kHz en su portadora.





Center Frequency : 88.1MHz
 Bandwidth: 10 MHz
 INPUT: UHD USRP S. output

Low Pass Filter:

Decimation:1
 Gain: 1
 Sample rate: 200kHz
 Cut Off Frequency: 100kHz
 Transition Width: 10kHz
 Window: Hamming
 Beta: 6.76
 INPUT: Rational Resampler output

WBFM Receive

Quadrature Rate: 200kHz
 Audio Decimation: 1
 INPUT: Low Pass F. output

QT GUI Frequency Sink

FFT Size: 8192Hz
 Center Frequency: 0
 Bandwidth: 200kHz
 INPUT: WBFM R. output

Multiply Const

Constant: 1
 INPUT: WBFM R. output

Rational Resampler

Interpolation : 44.1kHz
 Decimation : 200kHz
 Taps :
 Fractional BW:0
 INPUT: Multiply C. output

Audio Sink

Sample Rate: 44.1kHz
 INPUT: Rational Resampler output

3. CONCLUSIONES

- En el dominio del tiempo se ve la modulación Am y en el dominio de la frecuencia se ve la portadora y la moduladora en los dos lados
- Se necesita mucho menos potencia total transmitida para producir esencialmente la misma cantidad de señal que se logra con la transmisión de doble banda lateral
- La transmisión de señales moduladas en fase es más eficiente en términos de potencia, menos ventajosas en su ocupación del ancho de banda comparadas con las modulaciones de amplitud
- Para la eficiente recepción de señales FM es fundamental contar con un demodulador PM lo suficientemente eficiente en su oscilador local para evitar la inyección de ruido no deseado en la señal demodulada.

En caso de ser contratado para implementar una emisora de radio FM comercial, usted lo haría con los radios definidos por software del laboratorio y cuales elementos considera que le hacen falta para transmitir una emisora legal con carácter comunitario.

- Antenas, etapas de potencia, filtros robustos, mixer, master.

4. REFERENCIAS

- [1] COLOMBO, J. C.; ELECTRÓNICAS II, Medidas. Analizador de Espectro.
- [2] Becerra, N., López, J. (2005). Proyecto Modulador AM. Universidad del Quindío.



Programa de Ingeniería Electrónica. Facultad de ingenierías. Armenia. Colombia.

[3] Perna A. (2010). Modulación y demodulación en frecuencia. Universidad tecnológica de bolívar. Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.