



Práctica 4:: MODULACIONES ANGULARES

Ariza Villamizar William Andrés - 2184684
 Martínez González Brayan Camilo - 2194667
 Perdomo Morales Andrés Felipe - 2195534

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones
 Universidad Industrial de Santander

07 de Febrero del 2023

Resumen

El muestreo en GNURADIO es de gran utilidad ya que con él en el siguiente informe se podrá visualizar y obtener diferentes datos de una señal de entrada en específico, observando el teorema de Nyquist, como muestrear una señal mediante la frecuencia de muestreo y la frecuencia de la señal, y dos factores importantes como lo son la interpolación y el diezmado, introduciendo los conceptos de filtros y la sinterización un audio.

Palabras clave: Teorema de Nyquist, muestreo, interpolación, diezmado

1. Introducción

En el presente informe de laboratorio se estudian conceptos vistos en la parte teórica como lo es, la envolvente compleja con modulaciones angulares representadas y comprendidas de la forma polar de la misma, en el laboratorio esto se lleva a cabo en el software GNU Radio, el cual nos aporta una mejor comprensión visual del espectro y la potencia de la señal mensaje. Se estudian las señales mensajes para modulación PM estimando los coeficientes de Bessel teóricos con asistencia del software Wolfram. Por último, pero no menos importante se lleva a cabo un receptor apoyado en el plan técnico de radiodifusión sonora para FM, para identificar si alguna de las emisoras tomadas no cumple con el ancho de banda permitido, esto se lleva a cabo consultando si dicha emisora FM detectada se encuentra dentro de la base de datos de del MINTIC.

2. Procedimiento

- Construcción del bloque jerárquico ENVOLVENTE COMPLEJA PM:

Fig. 1: Bloque jerárquico ENVOLVENTE COMPLEJA PM:

Segundo Montaje.

Fig. 2: Segundo Montaje

Luego de realizar el montaje conectamos la señal coseno de entrada y observamos en el dominio del tiempo

1



y frecuencia de la señal $g(t)$.

- Caso 1: $K_p A_M < 0,3$
- Caso 2: $K_p A_M > 1$

Potencia del enésimo componente. $P_n = \frac{1}{2} A_c^2 J_n^2$

Tabla Experimental vs Teórico.

DEMODULACIÓN DE SEÑALES FM COMERCIALES.

Montaje del Diagrama de bloques.

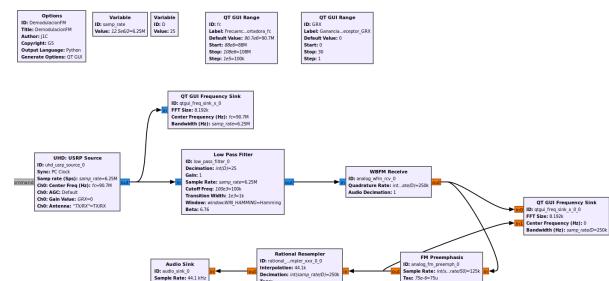


Fig. 3: Montaje del Diagrama de bloques.

Características de cada emisora.

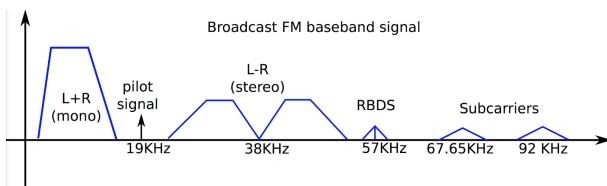


Fig. 4: Gráfica guía para identificar las características de cada emisora.

Listado de las emisoras recibidas:

Nombrar emisora	Frecuencia operación	Ancho de banda señal recibida	entrelínea (SI/NO)	Pilot (SI/NO)	Señal L+R (SI/NO)	señal RBDS (SI/NO)	Emisora registrada
BÉSAME	104.7 MHz	125kHz	SI	SI	NO	SI	COMERCIAL
CARACOL	99.2 MHz	38kHz	SI	SI	NO	NO	COMERCIAL
LA FM	99.7 MHz	117kHz	SI	SI	SI	NO	COMERCIAL
LA MEGA ESTÉREO	102.5 MHz	215kHz	SI	SI	SI	SI	COMERCIAL
RADIO UNO	106.7 MHz	117kHz	NO	SI	NO	NO	COMERCIAL
TROPICALIA	90.7 MHz	72kHz	SI	SI	NO	SI	COMERCIAL
W RADIO	93.4 MHz	83kHz	SI	SI	SI	NO	COMUNITARIA
EMISORA COMUNITARIA LA BRUJULA - ÁREA DE SERVICIO No.1	107.7 MHz	207kHz	SI	SI	SI	NO	COMUNITARIA
LA U RADIO	105.1 MHz	83kHz	NO	NO	NO	NO	COMUNITARIA
EMISORA DE COMUNITARIA EN BUCARAMANGA - ÁREA DE SERVICIO No.2	92.9 MHz	121kHz	SI	SI	NO	NO	INTERÉS PÚBLICO
COLOMBIA ESTÉREO	92.3 MHz	117kHz	SI	SI	NO	NO	INTERÉS PÚBLICO
RADIONICA	96.2 MHz	121kHz	SI	SI	SI	NO	INTERÉS PÚBLICO
SANTO TOMAS ESTÉREO	100.7 MHz	143kHz	SI	SI	SI	NO	INTERÉS PÚBLICO
EMISORA DE INTERÉS PÚBLICO EN BUCARAMANGA	91.7 MHz	140kHz	SI	SI	SI	NO	INTERÉS PÚBLICO
EMISORA DE INTERÉS PÚBLICO EN BUCARAMANGA	98.7 MHz	140kHz	SI	SI	NO	NO	INTERÉS PÚBLICO

Fig. 5: Tabla General.

Nombre emisora
BÉSAME
CARACOL
LA FM
LA MEGA ESTÉREO
RADIO UNO
TROPICALIA
W RADIO
EMISORA COMUNITARIA LA BRUJULA - ÁREA DE SERVICIO No.1
LA U RADIO
EMISORA DE COMUNITARIA EN BUCARAMANGA - ÁREA DE SERVICIO No.2
COLOMBIA ESTÉREO
RADIONICA
SANTO TOMAS ESTÉREO
EMISORA DE INTERÉS PÚBLICO EN BUCARAMANGA
EMISORA DE INTERÉS PÚBLICO EN BUCARAMANGA

Fig. 6: Tabla de emisoras recibidas.

Frecuencia operación	Ancho de banda señal recibida	señal L+R (SI/NO)	Pilot (SI/NO)	Señal L-R (SI/NO)	señal RBDS (SI/NO)	Emisora registrada
104.7 MHz	125kHz	SI	SI	NO	SI	COMERCIAL
99.2 MHz	38kHz	SI	SI	NO	NO	COMERCIAL
99.7 MHz	117kHz	SI	SI	SI	NO	NO
102.5 MHz	215kHz	SI	SI	SI	SI	COMERCIAL
106.7 MHz	117kHz	NO	SI	NO	NO	COMERCIAL
95.7 MHz	121kHz	SI	SI	SI	SI	COMERCIAL
90.7 MHz	72kHz	SI	SI	NO	SI	COMERCIAL
93.4 MHz	83kHz	SI	SI	SI	NO	COMUNITARIA
107.7 MHz	207kHz	SI	SI	SI	NO	COMUNITARIA
105.1 MHz	83kHz	NO	NO	NO	NO	COMUNITARIA
92.9 MHz	121kHz	SI	SI	NO	NO	INTERÉS PÚBLICO
92.3 MHz	117kHz	SI	SI	NO	NO	INTERÉS PÚBLICO
96.2 MHz	121kHz	SI	SI	SI	NO	INTERÉS PÚBLICO
100.7 MHz	143kHz	SI	SI	SI	NO	INTERÉS PÚBLICO
91.7 MHz	140kHz	SI	SI	SI	NO	INTERÉS PÚBLICO

Fig. 7: Tabla de información de las emisoras recibidas.

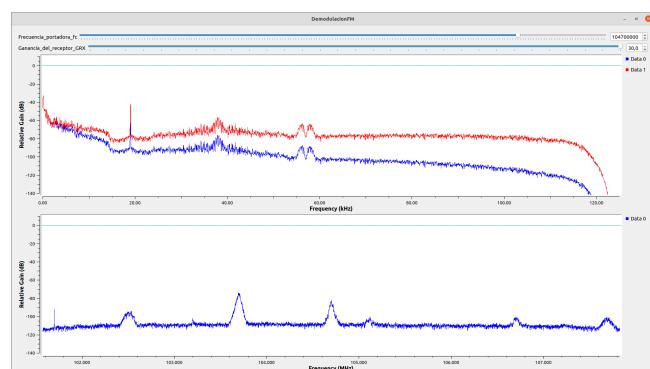


Fig. 8: Emisora Comercial Besame 104.7

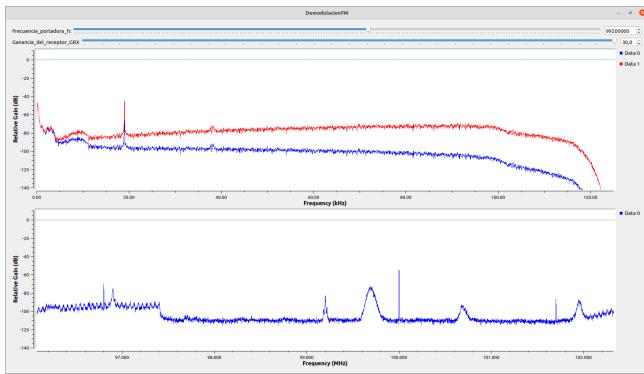


Fig. 9: Emisora Comercial Caracol 99.2

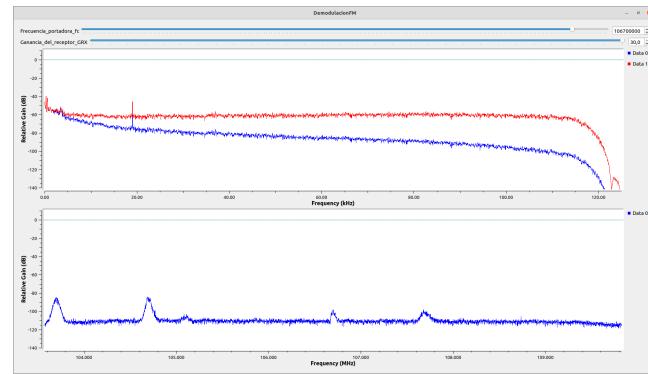


Fig. 12: Emisora Comercial RADIO UNO 106.7

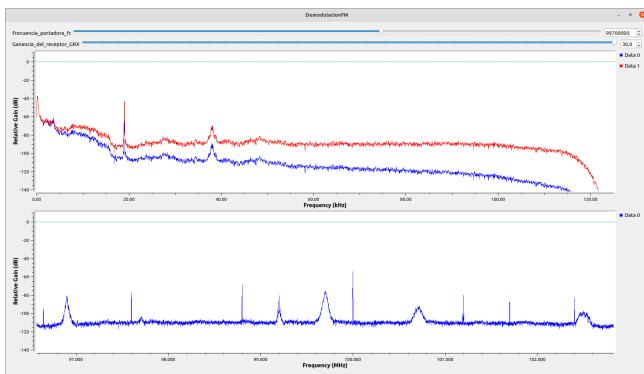


Fig. 10: Emisora Comercial LA FM 99.7

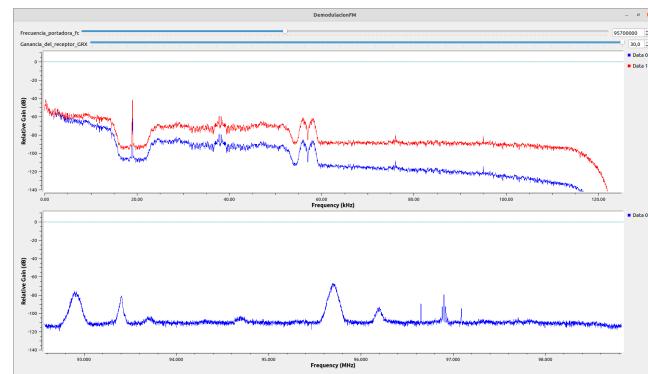


Fig. 13: Emisora Comercial TROPICANA 95.7

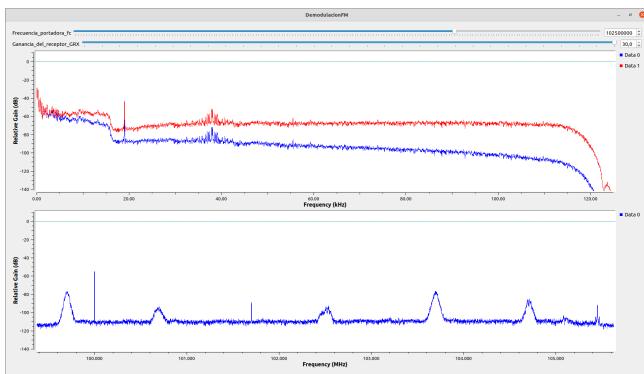


Fig. 11: Emisora Comercial LA MEGA STEREO 102.5

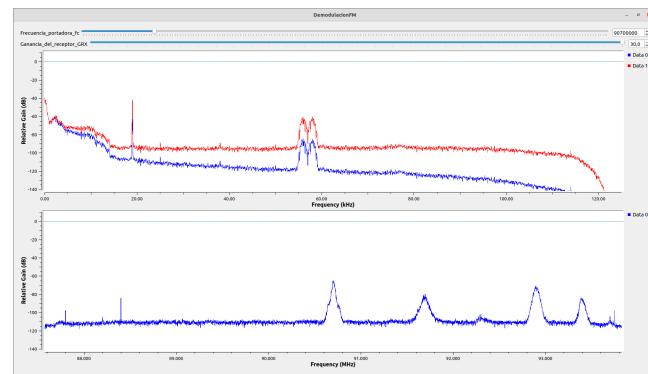


Fig. 14: Emisora Comercial W RADIO 90.7

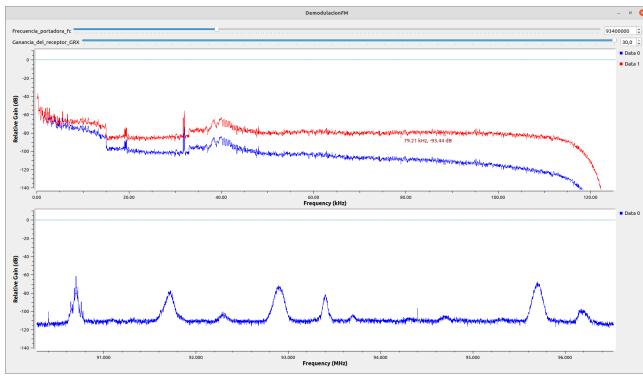


Fig. 15: Emisora Comunitaria LA BRUJULA 93.4

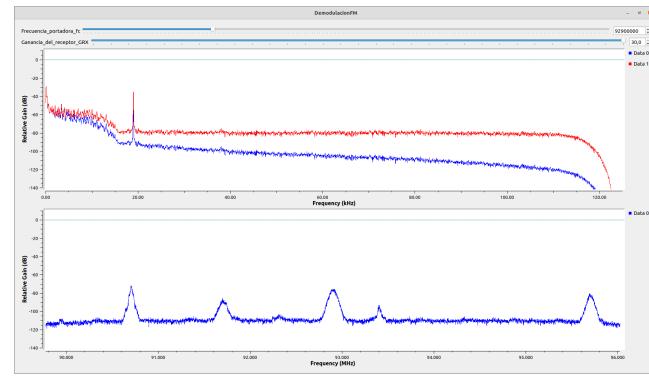


Fig. 18: Emisora Interés Publico COLOMBIA ESTEREO 92.9

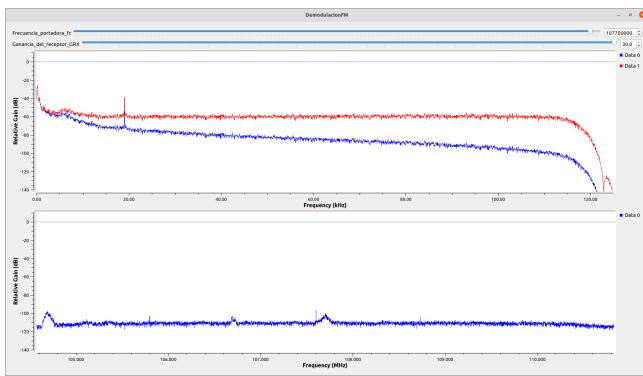


Fig. 16: Emisora Comunitaria LA U RADIO 107.7

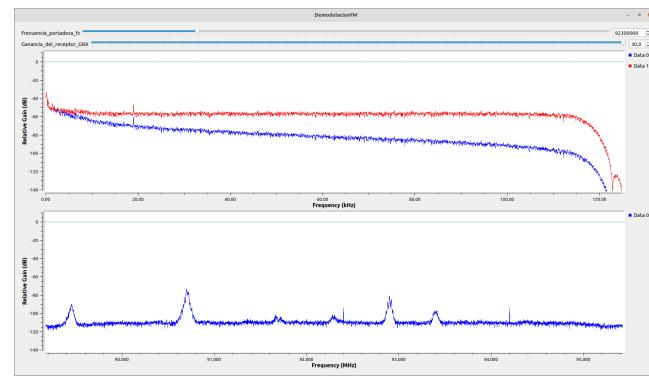


Fig. 19: Emisora Interés Publico RADIONICA 92.3

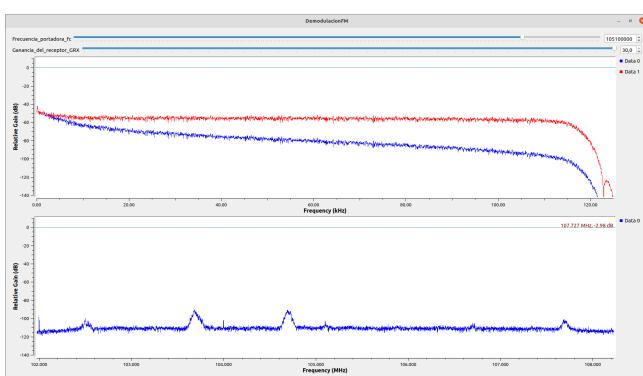


Fig. 17: Emisora Comunitaria 105.1

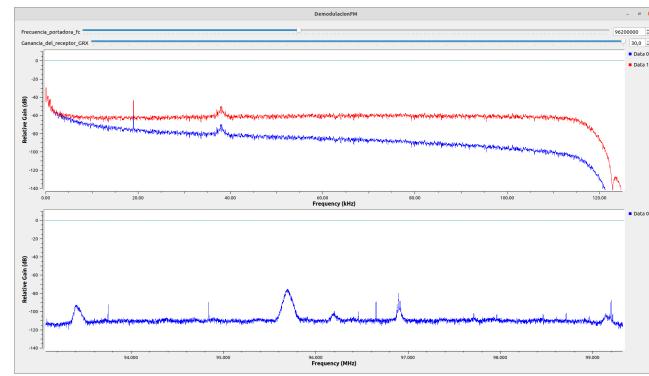


Fig. 20: Emisora Interés Publico SANTO TOMAS ESTE-
REO 96.2

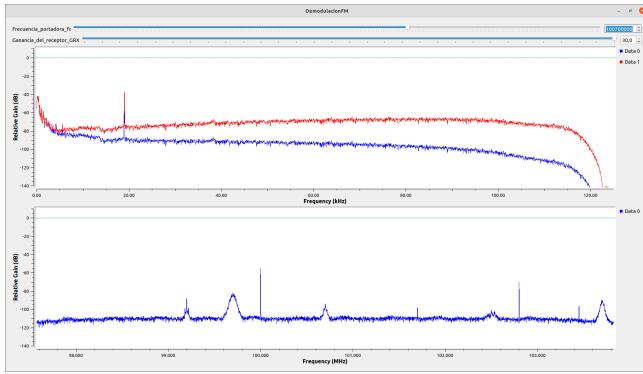


Fig. 21: Emisora Interés Publico 100.7

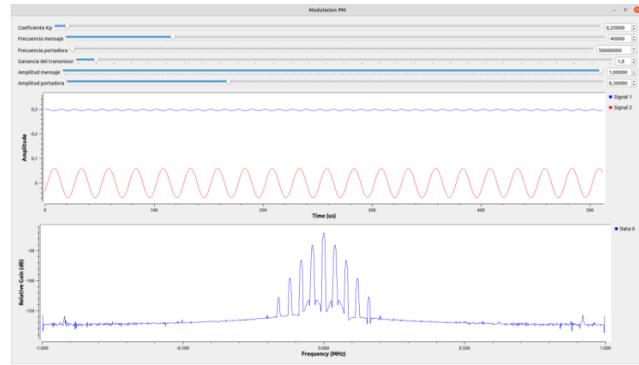


Fig. 24:

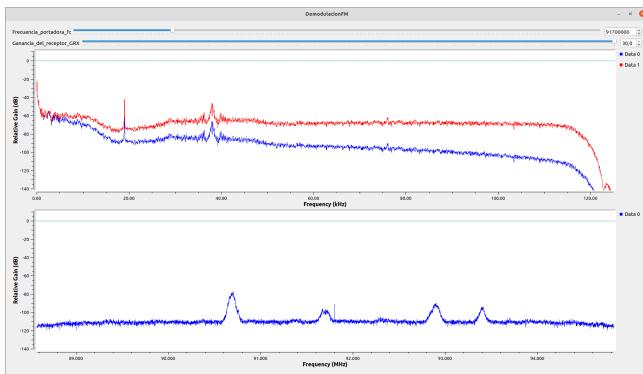


Fig. 22: Emisora Interés Publico 91.7

3. Análisis en Frecuencia

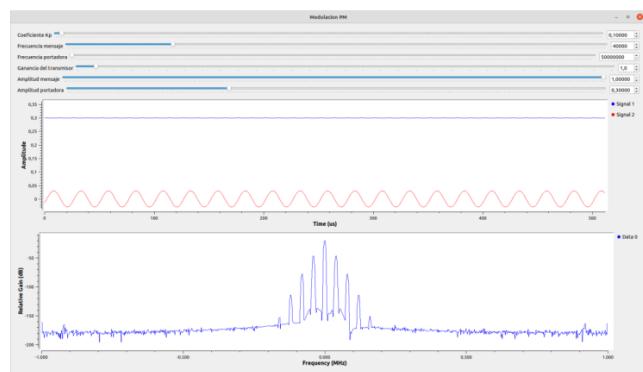


Fig. 23:

Como se puede observar en el GNURADIO, se determinó un coeficiente kp de 0.2 y luego de 0.1 para entender su comportamiento, una frecuencia de mensaje de 40kHz para poder ver mejor las separaciones en frecuencia, de igual manera la frecuencia de la portadora, la ganancia del trasmisor, una amplitud de mensaje de 1 y amplitud de portadora de 0.3. Tener presente que en el tiempo no se va a ver ninguna variación en amplitud ya que la modulación es PM y la única variación que tendría sería la fase, pero dado que el coeficiente de modulación es muy pequeño, en potencia no se tendrán en cuenta muchos pulsos, y como la frecuencia máxima y mínima dependen de ese índice de modulación no se observa mucha variación en frecuencia en el tiempo. Ahora se determinará la potencia de la envolvente compleja a partir de las señales observadas, teniendo en cuenta que para ello solamente necesitamos el valor de Ac, aplicando la siguiente formula:

$$s(t) = R\tilde{g}(t)e^{j\omega_c t} \quad (1)$$

$$|\tilde{g}(t)| = A_c \quad (2)$$

Entonces la potencia de la envolvente compleja será:

$$P_g = A_c^2 \quad (3)$$

Donde a continuación se observa que el valor de Ac es 67mV:

$$P_g = 4,489103[W] \quad (4)$$

Para comprender mejor la frecuencia máxima y mínima se utilizará la siguiente ecuación:

$$f_{max} = f_m(B + 1) = 50M + 40k(B + 1) \quad (5)$$

$$f_{min} = f_m(B - 1) = 50M + 40k(B + 1) \quad (6)$$

Para B=0.1

$$f_{max} = 50,044MHz \quad (7)$$



$$f_{min} = f_m(B - 1) = 49,956 \text{ MHz} \quad (8)$$

Para B=0.2

$$f_{max} = 50,048 \text{ MHz} \quad (9)$$

$$f_{min} = f_m(B - 1) = 49,952 \text{ MHz} \quad (10)$$



Fig. 27:

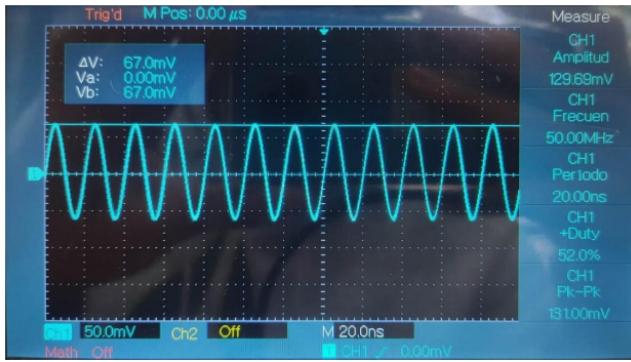


Fig. 25:

Aquí se desactivo la componente Am para poder observar solamente la componente de Carry y tener presente el criterio de los 20dB para poder elegir de manera correcta más del 99 % de la potencia.

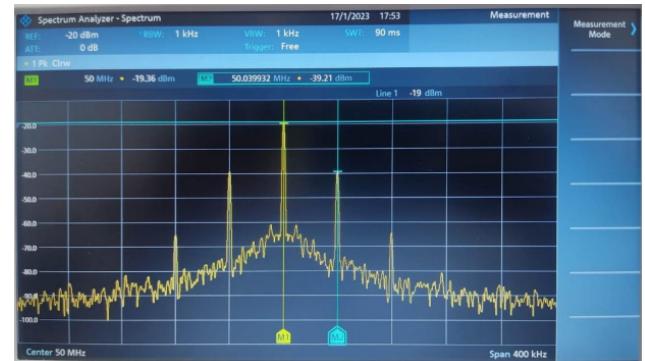


Fig. 28:

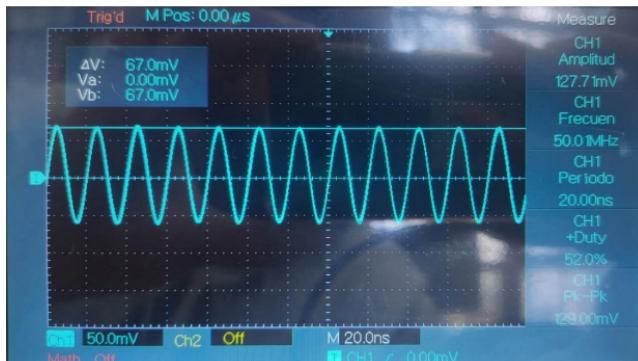


Fig. 26:

La potencia en este caso cuando B=0.2 es igual a:

$$P = 5,9278103[W] \quad (11)$$

En estas dos fotos se puede observar que la variación en frecuencia es mínima y la amplitud no varia ya que es modulación PM como se mencionó con anterioridad.

Donde se tiene en cuenta la componente de carry, y los dos pulsos de al lado.

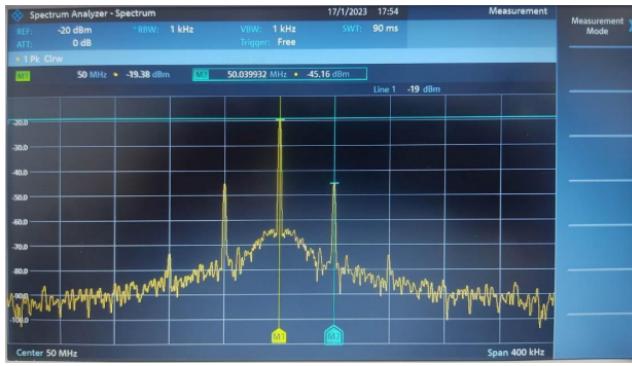


Fig. 29:



Fig. 31:

La potencia en este caso cuando $B=0.1$ es igual a:

$$P = 5,7809103[W] \quad (12)$$

Donde solamente se tiene en cuenta la componente de carry.

4. Coeficientes de Bessel

a) Coeficiente de Bessel igual a 2:

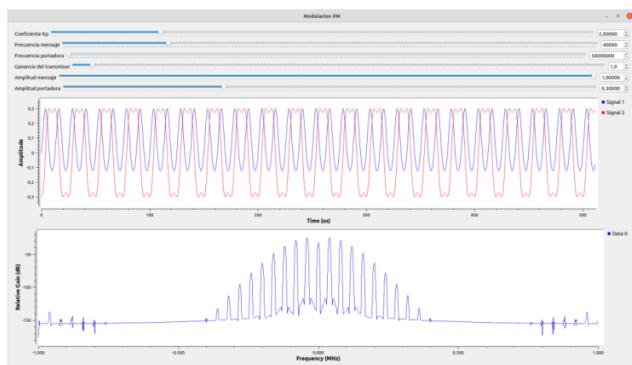


Fig. 30:

Análisis en Frecuencia para determinar las potencias respectivamente, donde de acuerdo con el criterio de los 20dB se tienen en cuenta 5 pulsos.

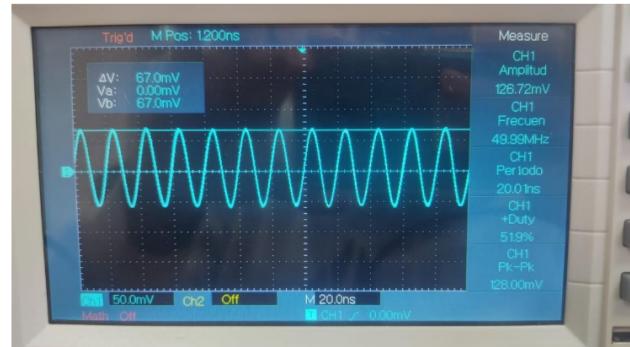


Fig. 32:

Análisis en el tiempo donde se evidencia la variación en frecuencia, dando 49.99MHz en fmin y 50.01 en fmax

b) Coeficiente de Bessel igual a 3:

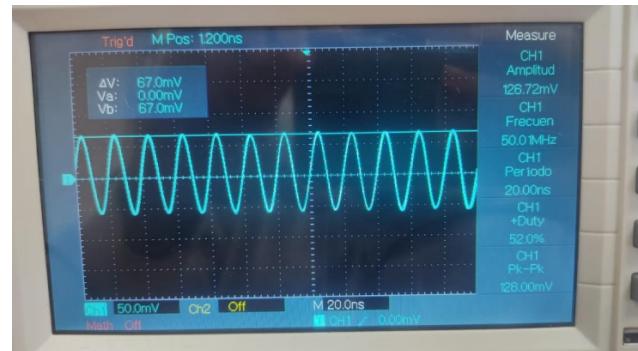


Fig. 33:

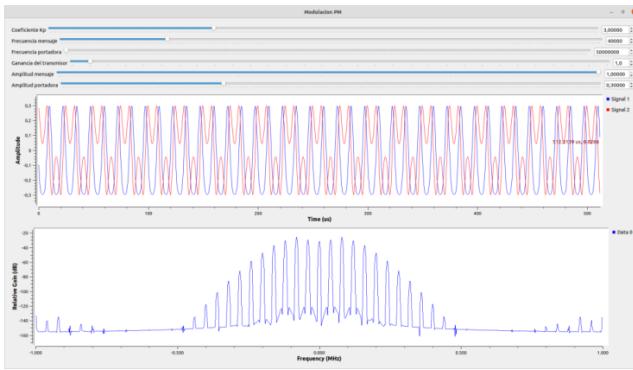


Fig. 34:

Análisis en Frecuencia para determinar las potencias respectivamente, donde de acuerdo con el criterio de los 20dB se tienen en cuenta 6 pulsos.

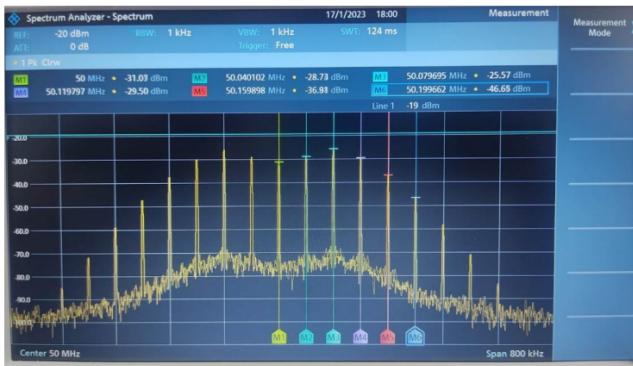


Fig. 35:

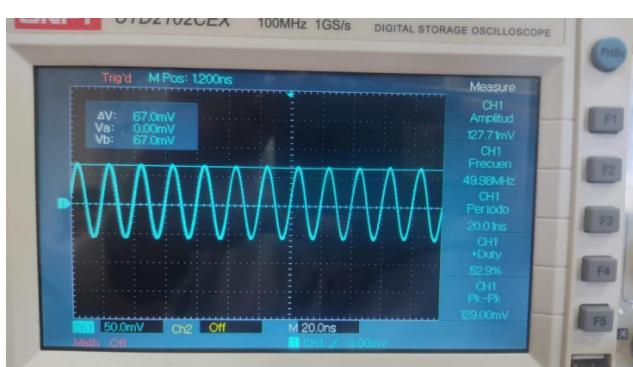


Fig. 36:

Análisis en el tiempo donde se evidencia la variación en frecuencia, dando 49.98MHz en fmin y 50.02 en fmax
b) Coeficiente de Bessel igual a 4:

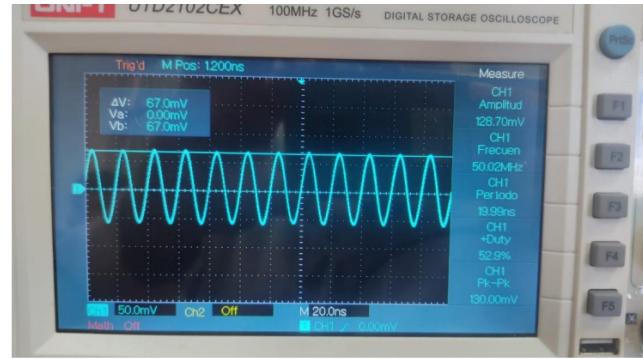


Fig. 37:

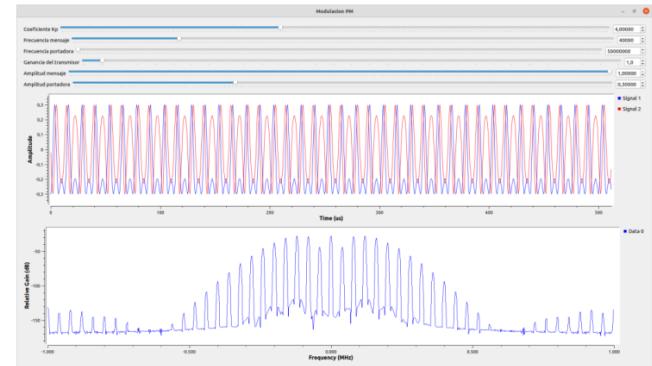


Fig. 38:

Análisis en Frecuencia para determinar las potencias respectivamente, donde de acuerdo con el criterio de los 20dB se tienen en cuenta 6 pulsos

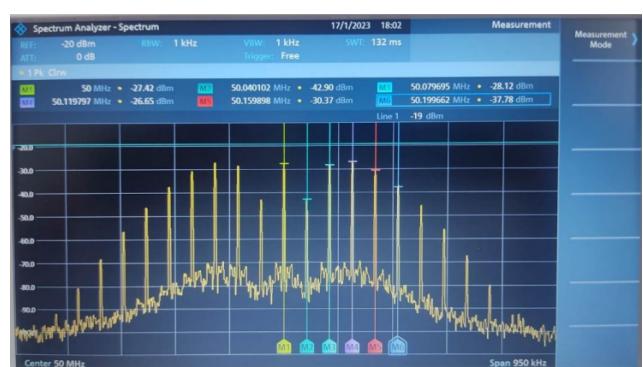


Fig. 39:

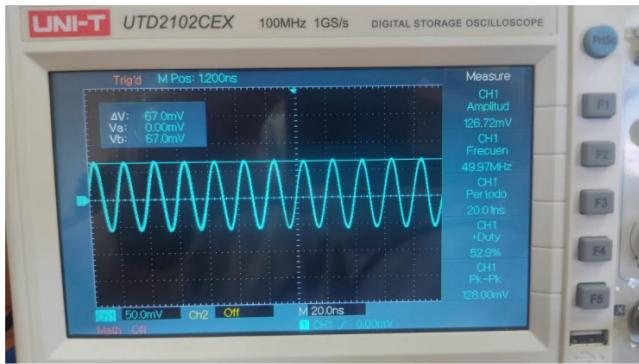


Fig. 40:

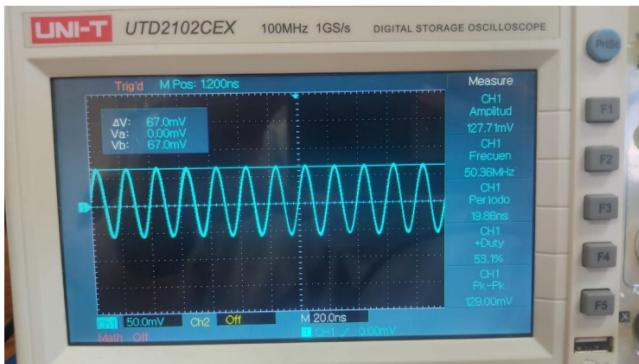


Fig. 41:

Análisis en el tiempo donde se evidencia la variación en frecuencia, dando 49.97MHz en fmin y 50.36 en fmax.

5. Conclusiones

- En el laboratorio aprendimos mediante GNU a construir el sistema de bloques que nos permitió replicar el funcionamiento de una radio y sintonizar las emisoras más cercanas a nuestra localización y conocer su ancho de banda y otras características de su señal.