

PRÁCTICA 3 grupo L1A

Bloques jerárquicos y modulaciones lineales en GNURADIO

Autores

Elian Calderon Quintero - 2182341

Michael Mandón - 2183108

Grupo de laboratorio:

L1A

Subgrupo de clase

G-03

EL RETO A RESOLVER:

El estudiante al finalizar la práctica tendrá los fundamentos suficientes para crear bloques jerárquicos y a partir de ellos modelar entornos relacionados con las telecomunicaciones; estos bloques se crean a partir de otros módulos que se incluyen por defecto o que se han creado por el estudiante. Haremos un recorrido por un problema particular de estimación de la potencia de una señal.

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 de acuerdo al proceso de cada estudiante.

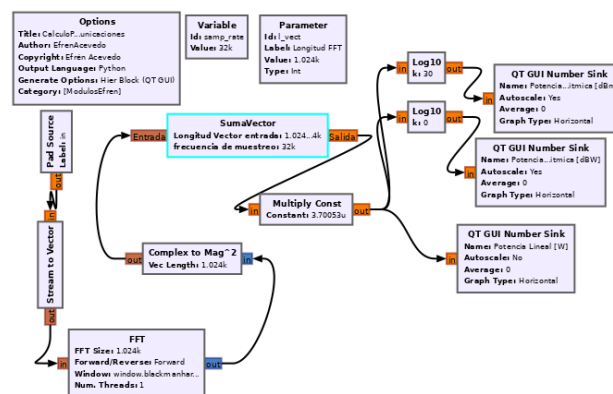
ENLACES DE INTERÉS

¿Qué es Gnuradio y que podemos hacer con este programa? [Clic aquí](#)

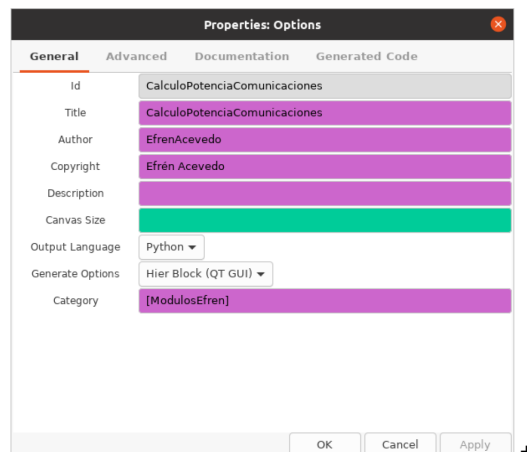
Atenuación en telecomunicaciones [Clic aquí](#)

LABORATORIO

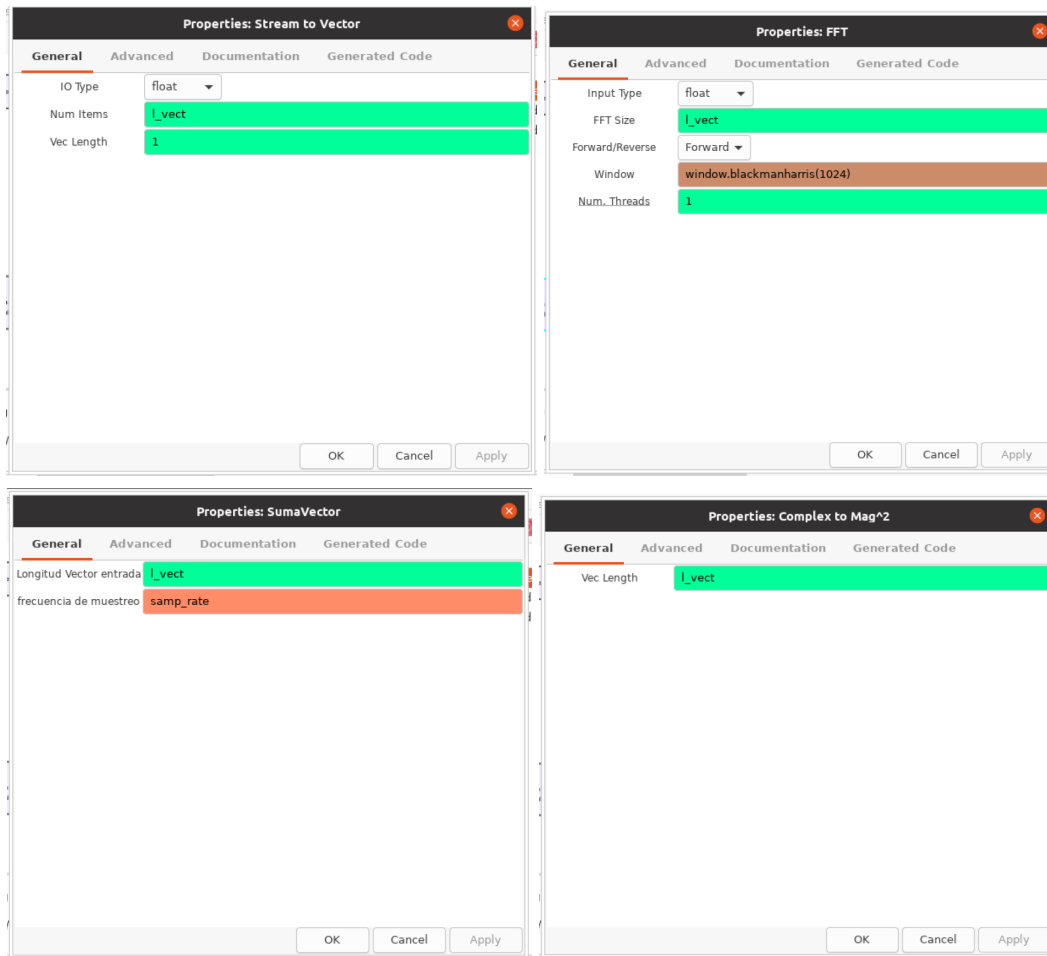
1. Considere la creación del siguiente diagrama de bloques para la construcción de un bloque jerárquico:



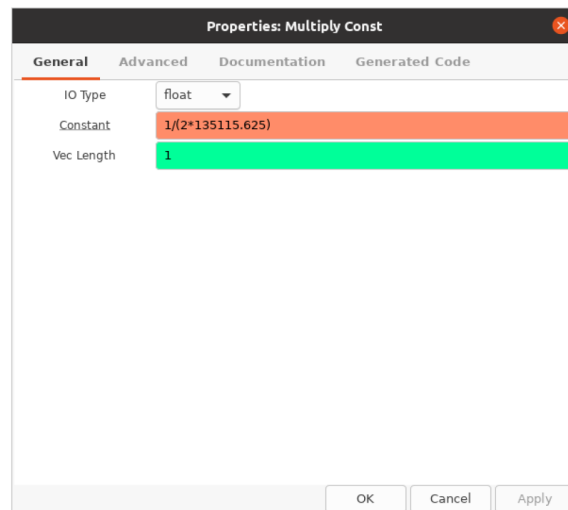
- a. Personalice el bloque Options, Nota: el campo “Category” debe poner el nombre de [Modulos_L1AGX] donde GX es el subgrupo de clase o el (a partir de la fecha, todos los módulos deben guardarse en la misma carpeta; este ejercicio es parte de la evaluación del laboratorio) ver ejemplo:



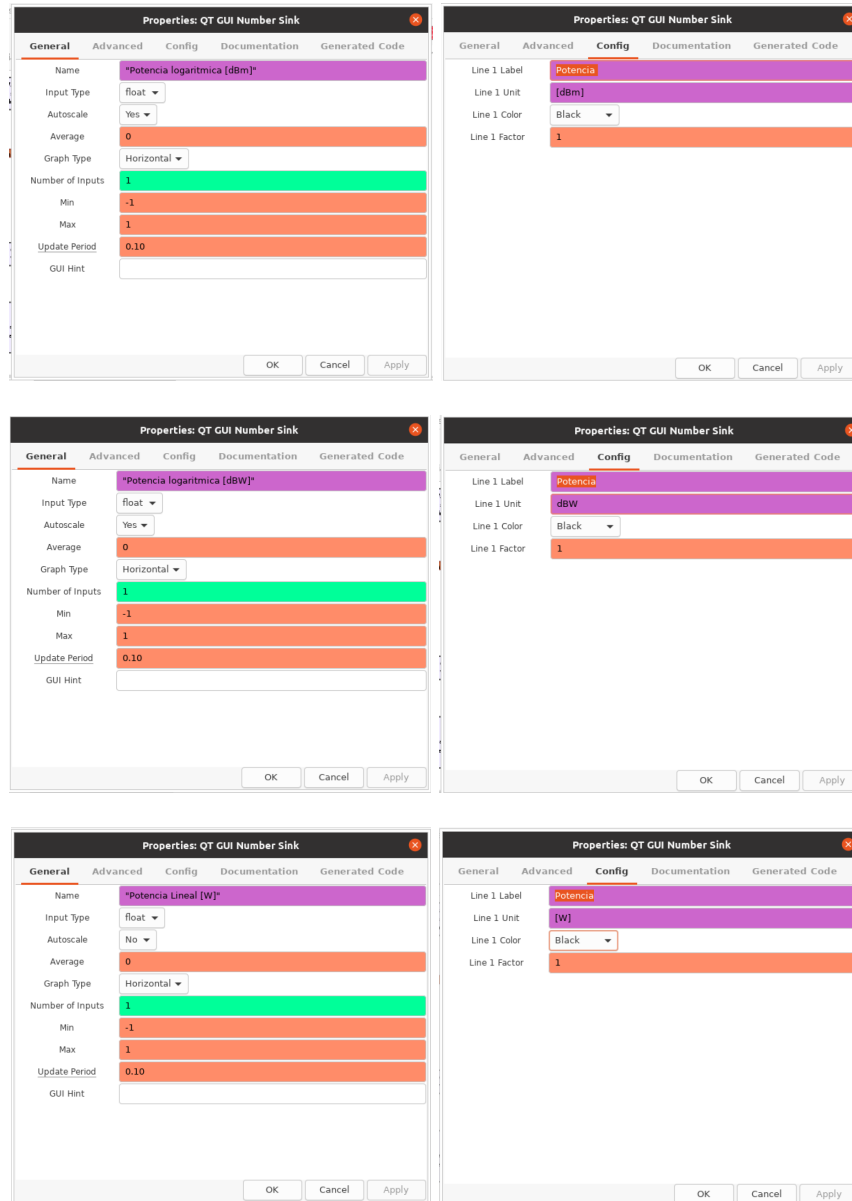
- b. Agregue la variable **L_vect** creada con el bloque **Parameter**, ver el siguiente ejemplo:



- c. Ajuste los valores de escala de la función “**multiply constant**” como se indica en la imagen.



- d. Ajuste los valores de los bloque “QT GUI Number Sink” para cada uno de las salidas



- e. Ejecute el flujograma y observe que el nuevo bloque aparecerá dentro de la carpeta asignada. siempre y cuando se presione el botón “Reload Blocks” que aparece en la parte superior derecha de la interfaz de GNURadio.



2. Demuestre el funcionamiento del bloque asignando la variable correspondiente para calcular la potencia de una señal seno con amplitud variable (use el bloque QT GUI RANGE con valores de su preferencia), adicionalmente observe la señal en el dominio del tiempo y frecceionalmente observe la señal en el dominio del tiempo y frecuencia usando los bloques pertinentes.
 - a. Tabular los resultados con mínimo 5 valores de amplitud donde se observe los valores calculados de forma analítica y con el instrumento creado.
 - b. Calcule la potencia de forma analítica para varios tipos de señales disponibles en el bloque Signal Source y valide la respuesta con diferentes valores de amplitud (mínimo 3 para cada señal). Tabular los datos obtenidos.



- c. Multiplique dos señales (Use valores de frecuencia de la señal diente de sierra (señal A) la suma de todos los dígitos del código de cada estudiante del grupo de laboratorio en kHz y la señal coseno (señal B) La multiplicación de todos los dígitos del código de cada estudiante del grupo de laboratorio en kHz (en caso de tener dígitos cero los debe convertir en 10) .
Encuentre el valor de la frecuencia de muestreo (primero haga un análisis y luego ejecute el flujograma) que debe usar en el sistema para visualizar y procesar la información. Calcule la potencia de la señal y explique la manera de estimar esta potencia de forma analítica.

NOTA: si el último dígito del código es cero se debe tomar como diez. Ejemplo: Bob (cód: 2068123) y Grace (cód: 2176120). De esta forma la frecuencia de la señal A es igual a $(2+10+6+8+1+2+3+2+1+7+6+1+2+10)$ kHz y la frecuencia de la señal B es $(2*10*6*8*1*2*3 + 2*1*7*6*1*2*10)$ kHz.

3. Modulaciones Modulaciones lineal

Por otra parte, el estudiante deberá construir los diferentes modelos para la envolvente compleja de modulaciones lineales. La envolvente compleja es una representación canónica en banda base de la señal pasabanda; específicamente se puede representar cualquier señal mediante la siguiente ecuación:

$$s(t) = \text{Re}\{g(t)e^{j2\pi f_c t}\}$$

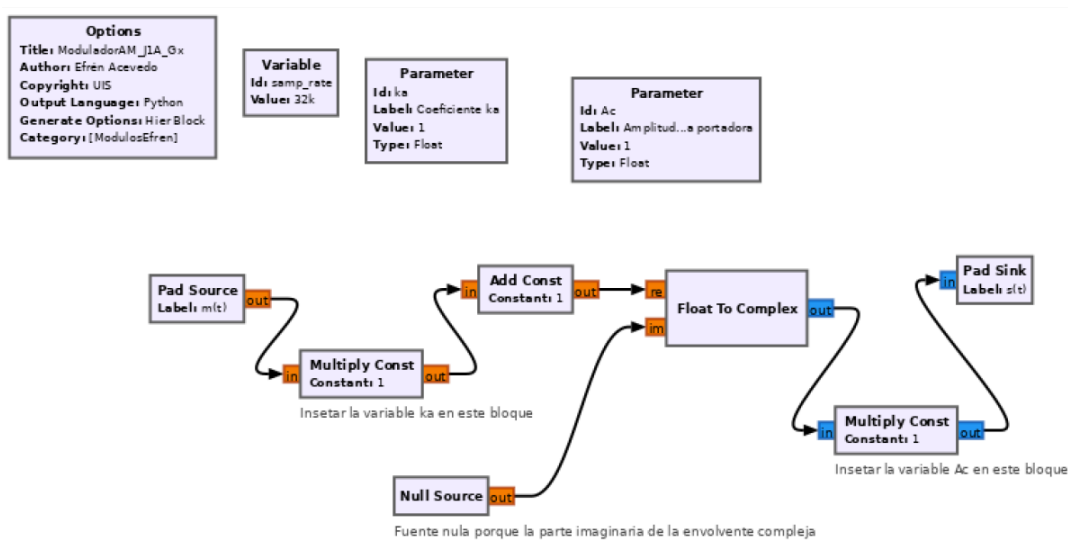
- forma rectangular de $g(t)$

$$g(t) = x(t) + jy(t)$$

- forma polar de $g(t)$

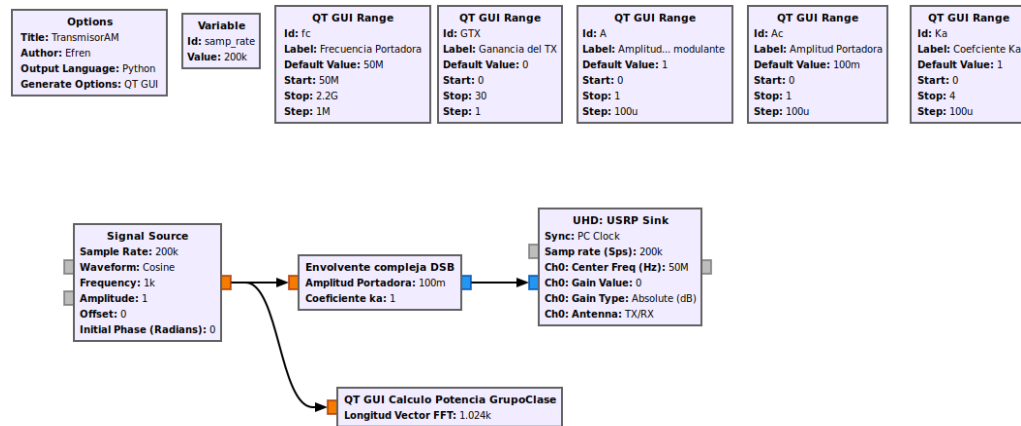
$$g(t) = R(t)e^{j\theta(t)}$$

1. Considere la creación del siguiente diagrama de bloques para la construcción de un bloque jerárquico, con entrada $m(t)$ y salida $g(t)$: Nota: no olvide insertar el campo “Category” debe poner el nombre de [Modulos_L1AGX].



- a. Conecte la salida del USRP al bloque **Modulación AM** Ver figura siguiente. Cuando tenga el montaje conecte en cascada la señal coseno de entrada ($m(t)$), realice el análisis en el dominio del tiempo de la señal $s(t)$ (usando el osciloscopio) y frecuencia de la señal $s(t)$ (usando el analizador de espectro).
- a. Considere los casos para $(ka \cdot Am = 1)$, $(ka \cdot Am > 1)$ y $(ka \cdot am < 1)$. Calcule la potencia de la señal envolvente compleja $g(t)$ y la potencia de la señal $s(t)$. Compare los

resultados medidos en los instrumentos con el bloque medida de potencia creado en la primera parte de la práctica.

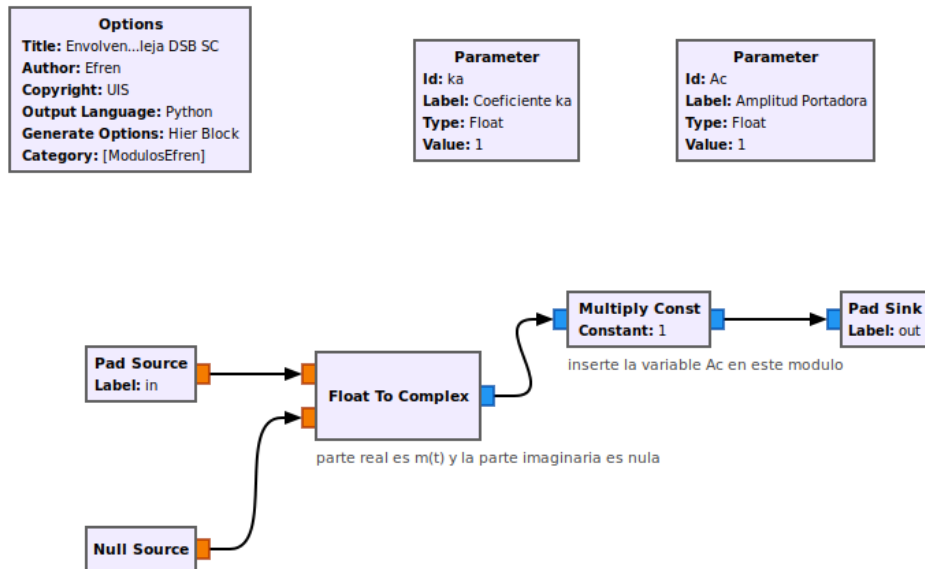


b. Cree la envolvente compleja para los siguientes modulaciones lineales:

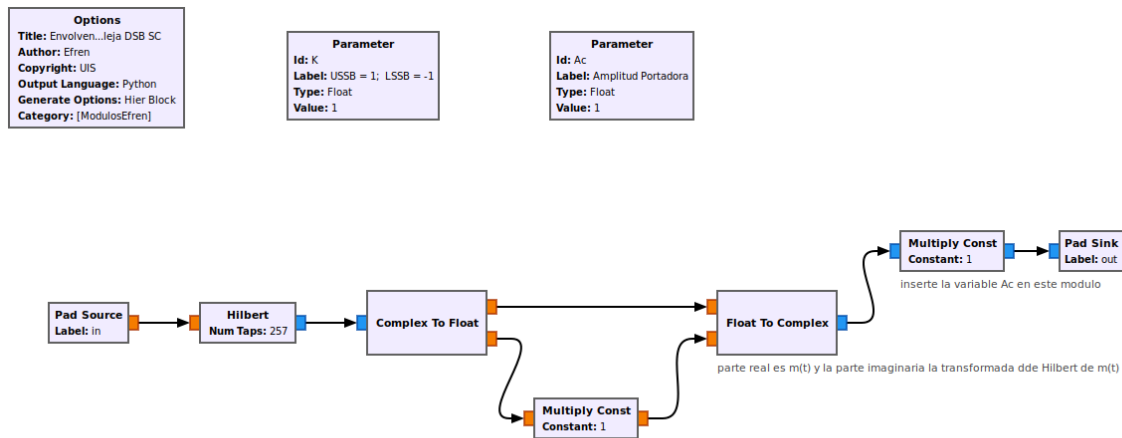
Nombre	$x(t)$	$y(t)$	$R(t)$	$s(t)$	Potencia
Modulador AM DSB	$Ac[1 + ka \cdot m(t)]$	0	$Ac[1 + ka \cdot m(t)]$	$Ac[1 + ka \cdot m(t)]\cos(2\pi f_c t)$	$\frac{Ac^2}{2}[1 + ka \cdot P_{m(t)}]$
Modulador AM con portadora suprimida DSB-SC	$Ac[m(t)]$	0	$Ac[m(t)]$	$Ac[m(t)]\cos(2\pi f_c t)$	$\frac{Ac^2}{2}[P_{m(t)}]$
Banda lateral Unica SSB	$\frac{Ac}{2}[m(t)]$	$\pm \frac{Ac}{2}[\hat{m}(t)]$	$\frac{Ac}{2}\sqrt{m^2(t) + \hat{m}^2(t)}$	$\frac{Ac}{2}[m(t)]\cos(2\pi f_c t) \mp \frac{Ac}{2}[\hat{m}(t)]\sin(2\pi f_c t)$	$\frac{Ac^2}{4}[P_{m(t)}]$
Modulación en cuadratura QAM	$m_1(t)$	$m_2(t)$	$\sqrt{m_1^2(t) + m_2^2(t)}$	$[m_1(t)]\cos(2\pi f_c t) + [m_2(t)]\sin(2\pi f_c t)$	$\frac{P_{m_1(t)}}{2} + \frac{P_{m_2(t)}}{2}$

- b. Conecte la salida del USRP a cada uno de los módulos que representan la envolvente compleja en cada caso. Cuando tenga el montaje conecte en cascada la señal coseno de entrada ($m(t)$), realice el análisis en el dominio del tiempo de la señal $s(t)$ (usando el osciloscopio) y frecuencia de la señal $s(t)$ (usando el analizador de espectro). Describa las características de las señales observadas en cada uno de los equipos.

Así se implementa la Envolvente compleja modulador AM portadora suprimida.



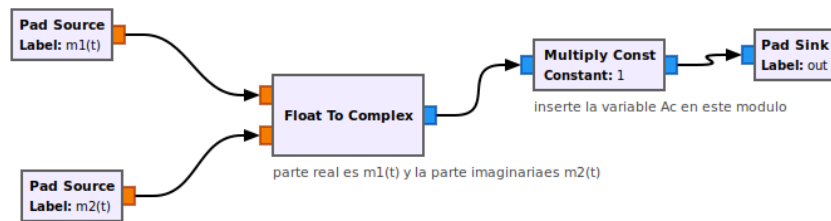
Así se implementa la envolvente compleja modulador AM Banda lateral Única SSB.



Así se implementa la envolvente compleja modulador en cuadratura QAM.

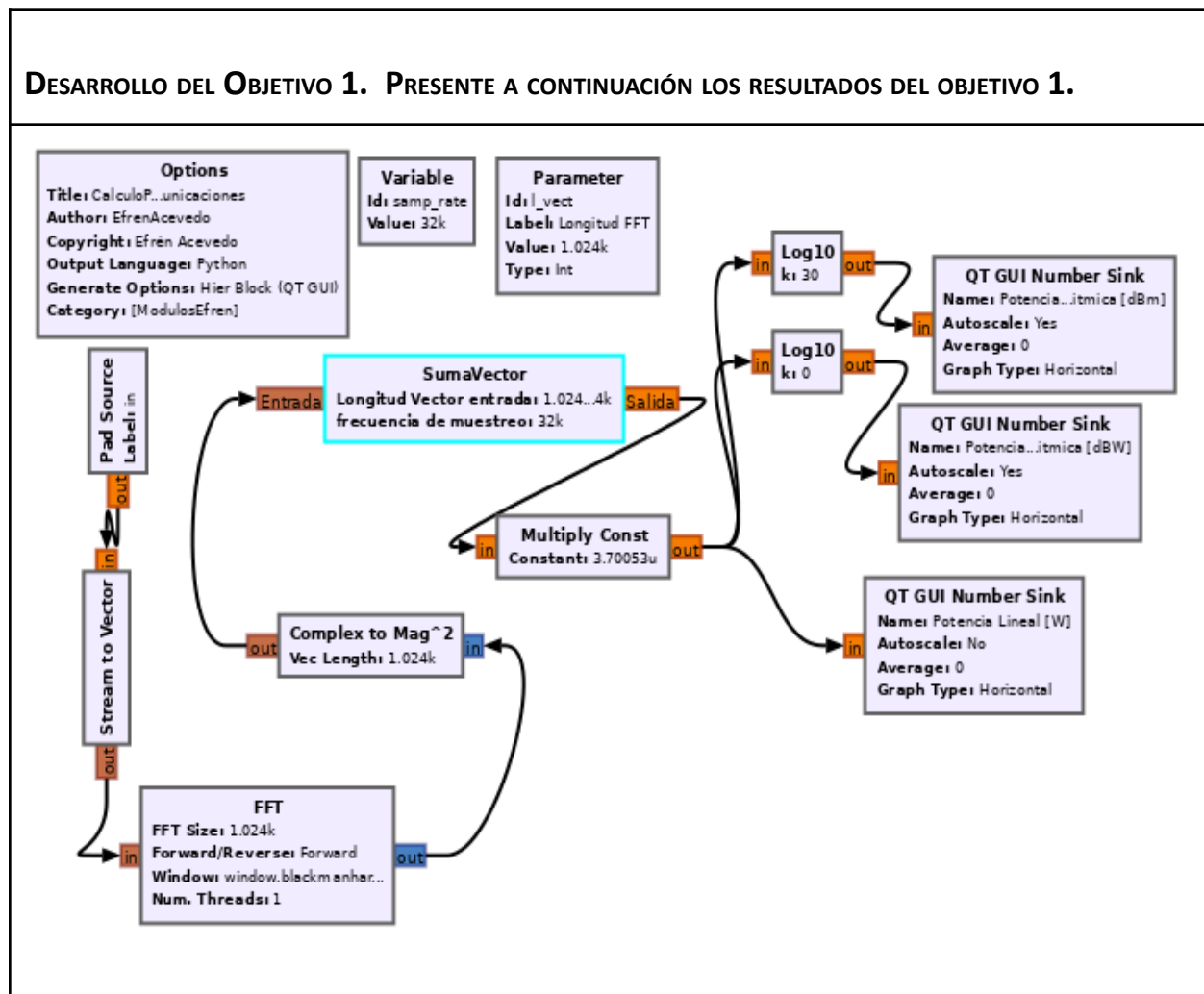
Options
Title: Envolven...leja DSB SC
Author: Efrén
Copyright: UIS
Output Language: Python
Generate Options: Hier Block
Category: [ModulosEfrén]

Parameter
Id: Ac
Label: Amplitud Portadora
Type: Float
Value: 1



INFORME DE RESULTADOS

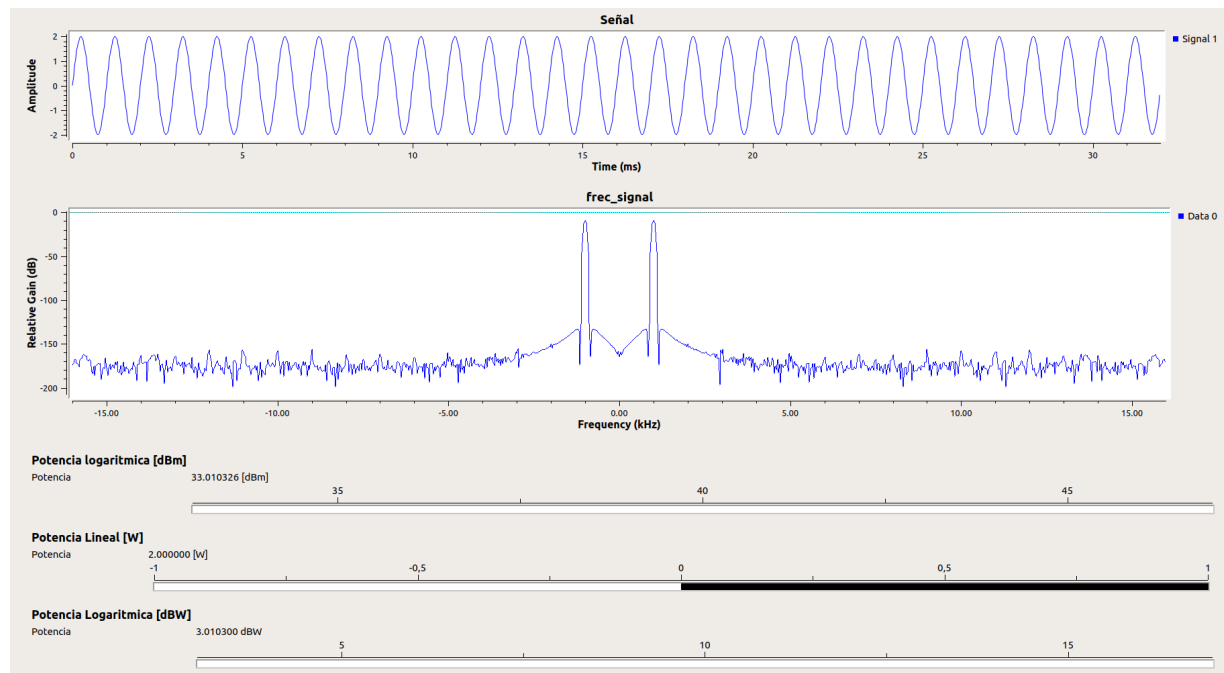
DESARROLLO DEL OBJETIVO 1. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 1.



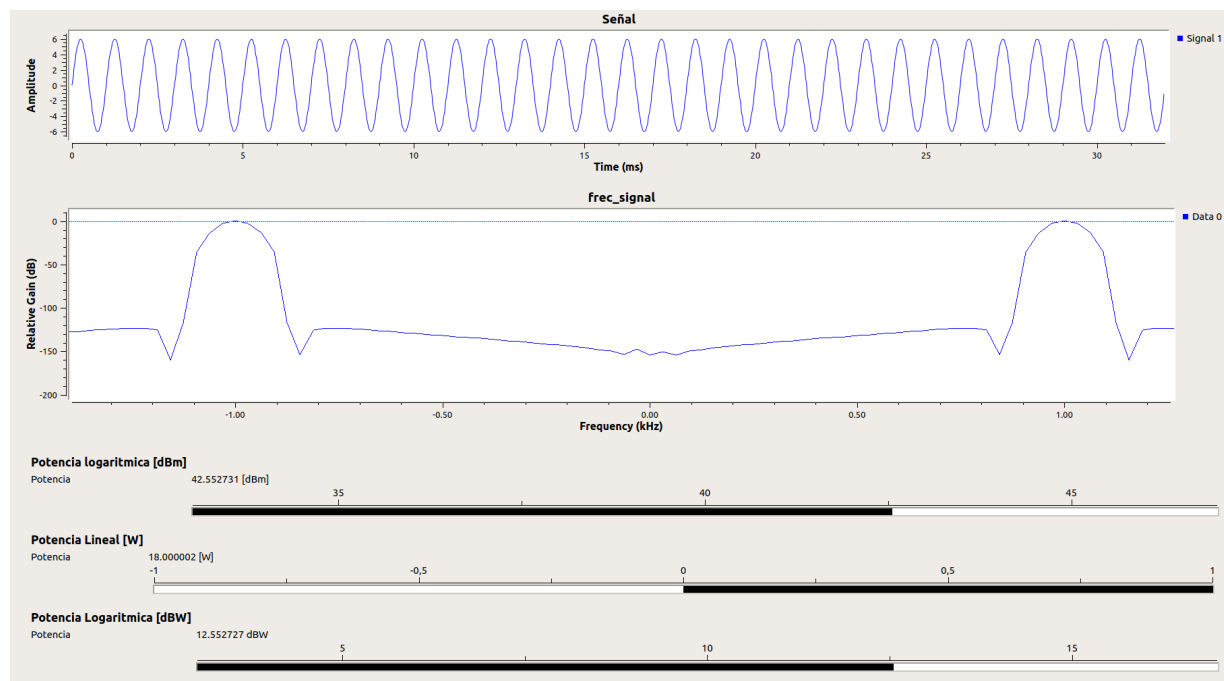
DESARROLLO DEL OBJETIVO 2. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 2.

2.a

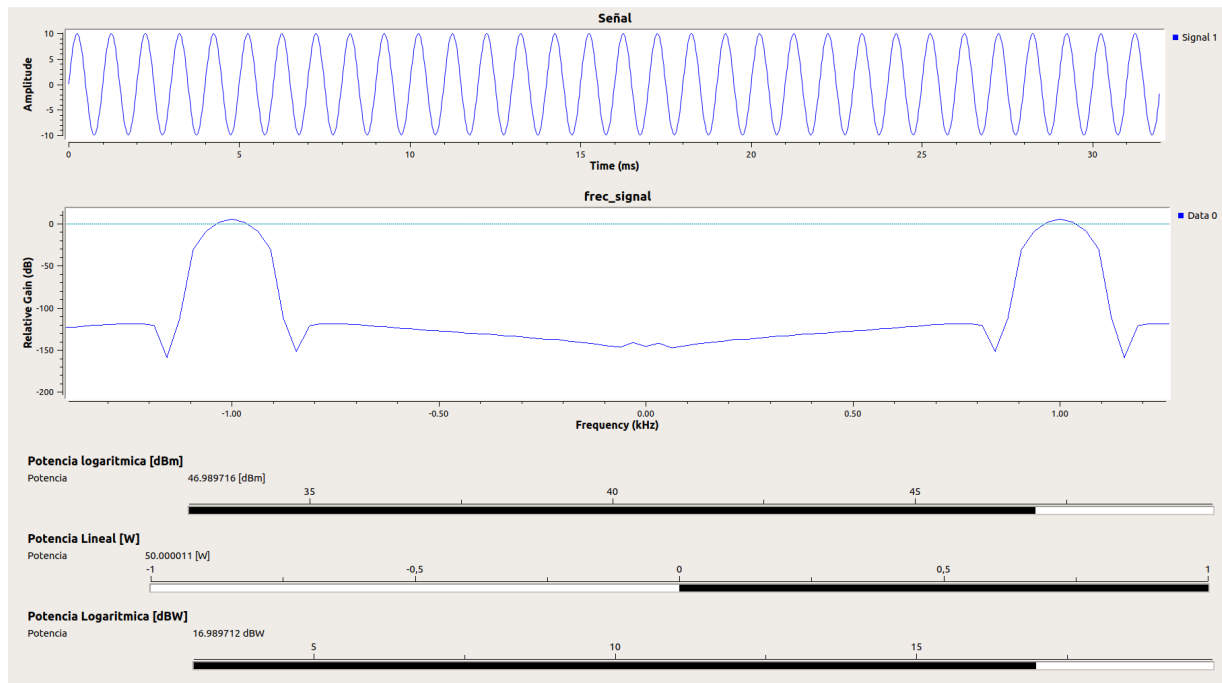
A=2



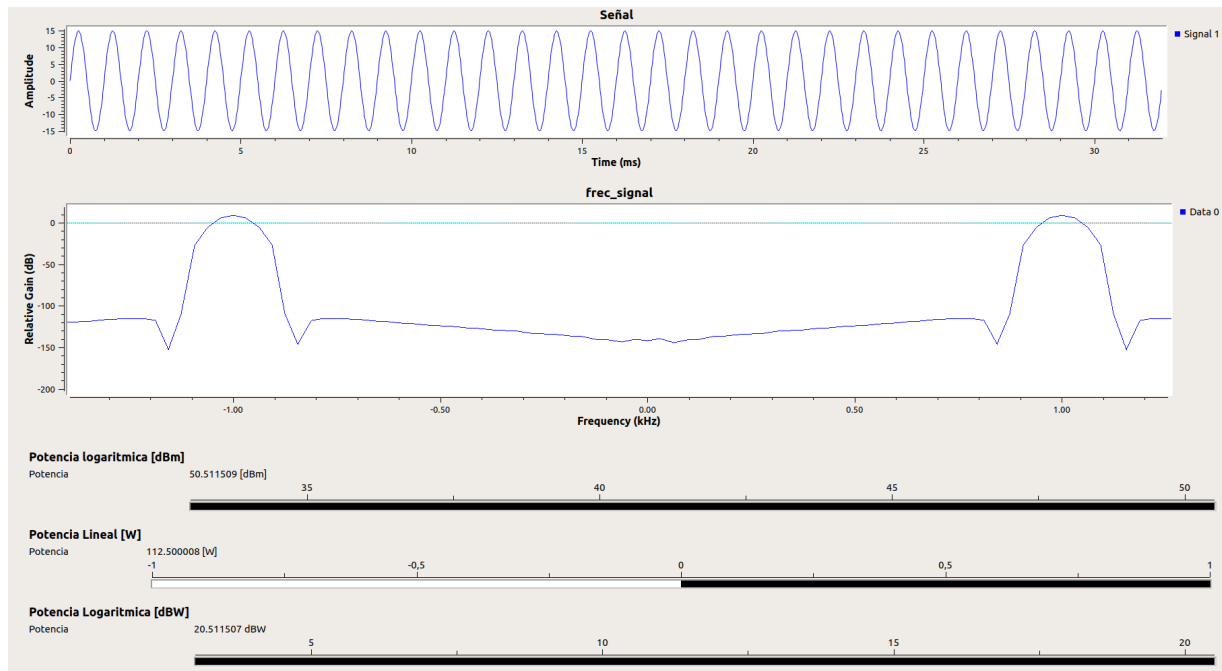
A=6



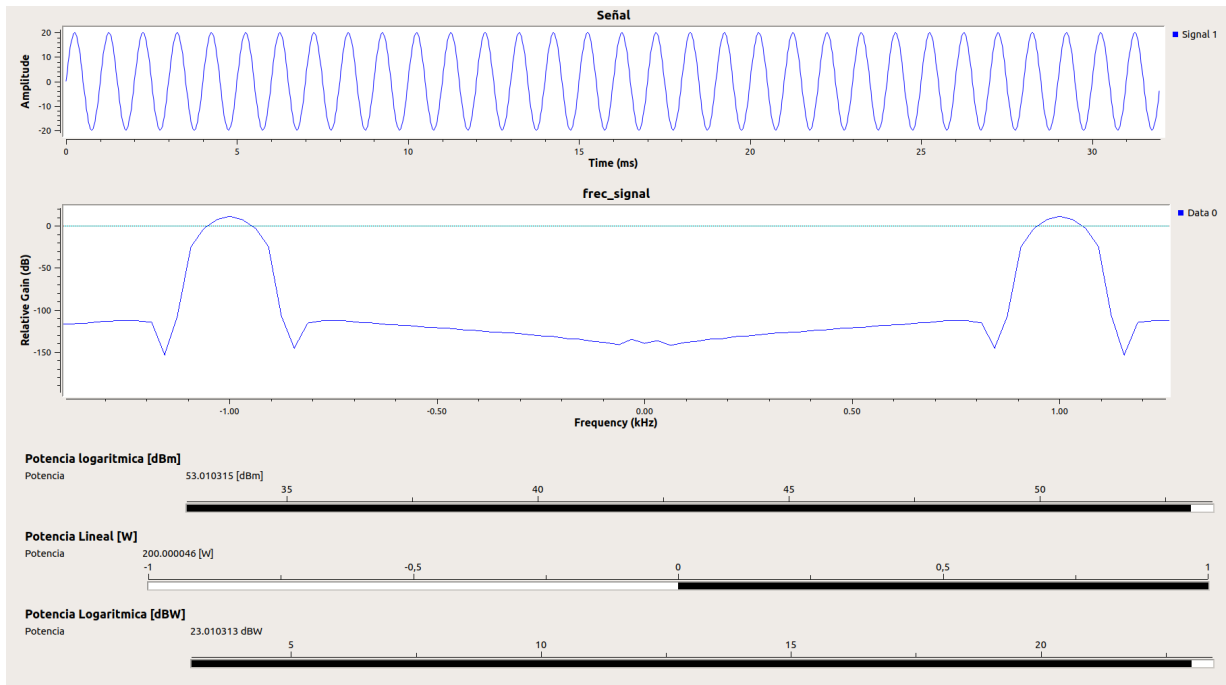
A=10



A=15

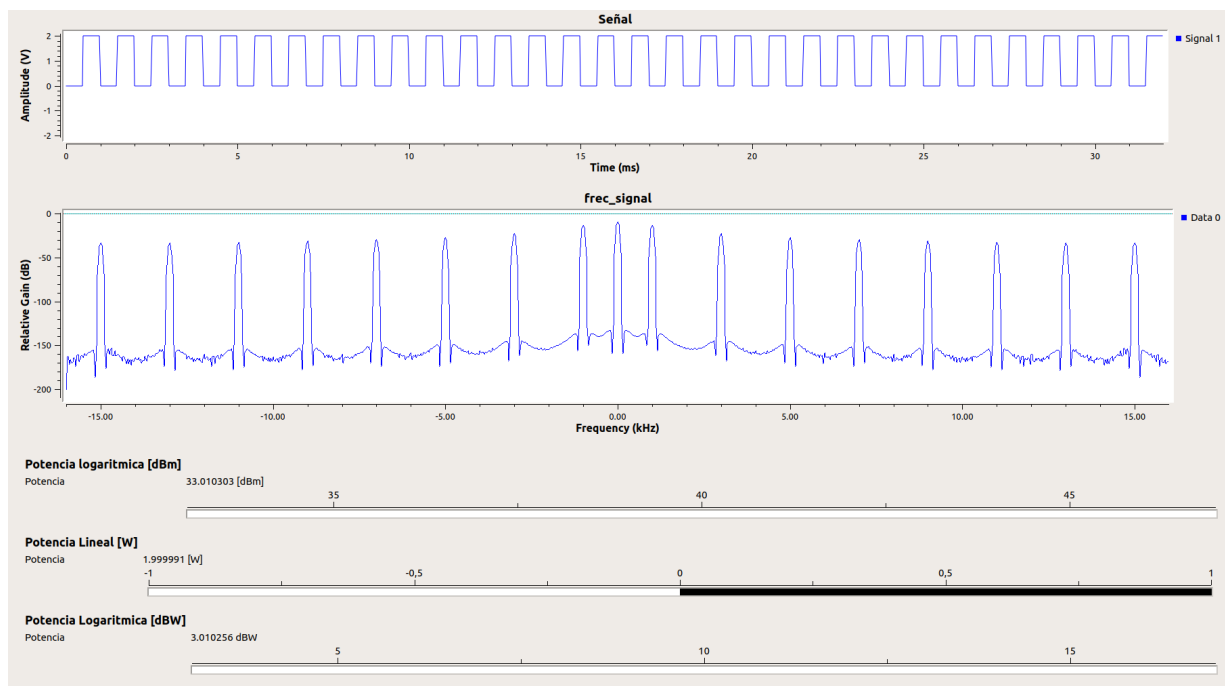


A=20

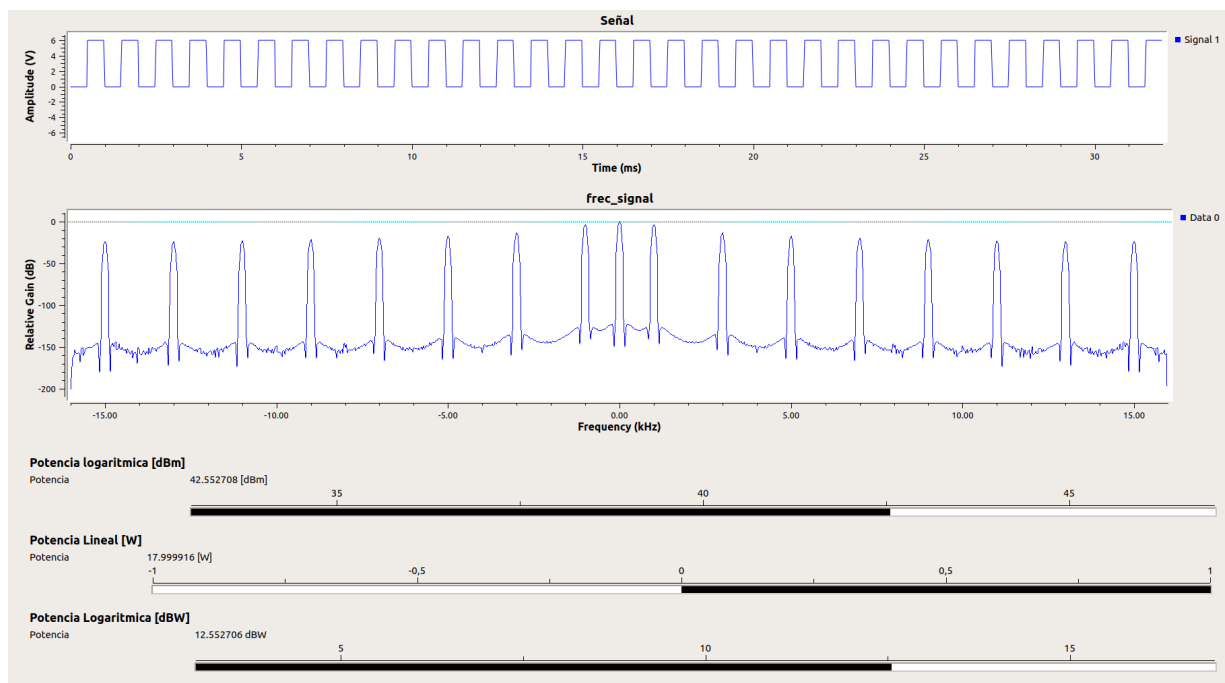


Señal	Amplitud	P.exp [dbW]	P.exp [dbm]	P.exp [W]	P.an [dbW]	P.an [dbm]	P.an [W]
1	2	3,01	33,01	2,0	3,0	33,0	2,0
2	6	12,55	42,5	18,0	12,6	43,0	18,0
3	10	16,98	46,98	50,0	17,0	47,0	50,0
4	15	20,51	50,51	112,5	20,5	50,5	112,5
5	20	23,01	53,01	200,0	23,0	53,0	200,0

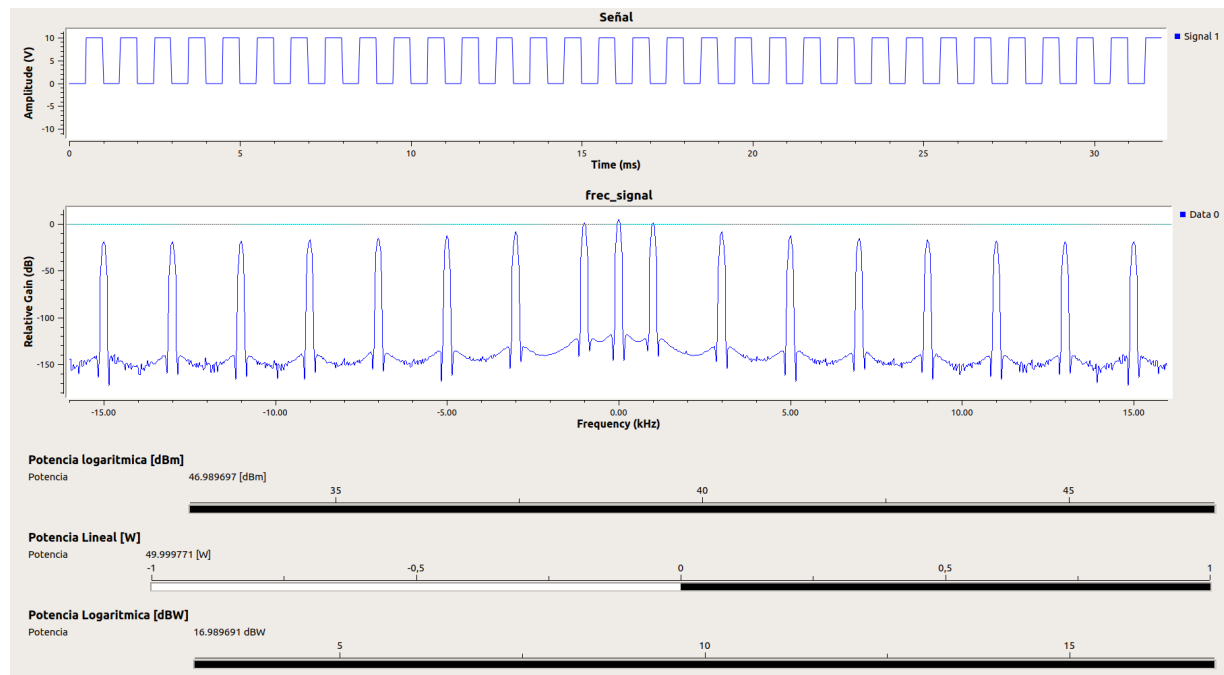
2.b
Cuadrada -> $A = 2$



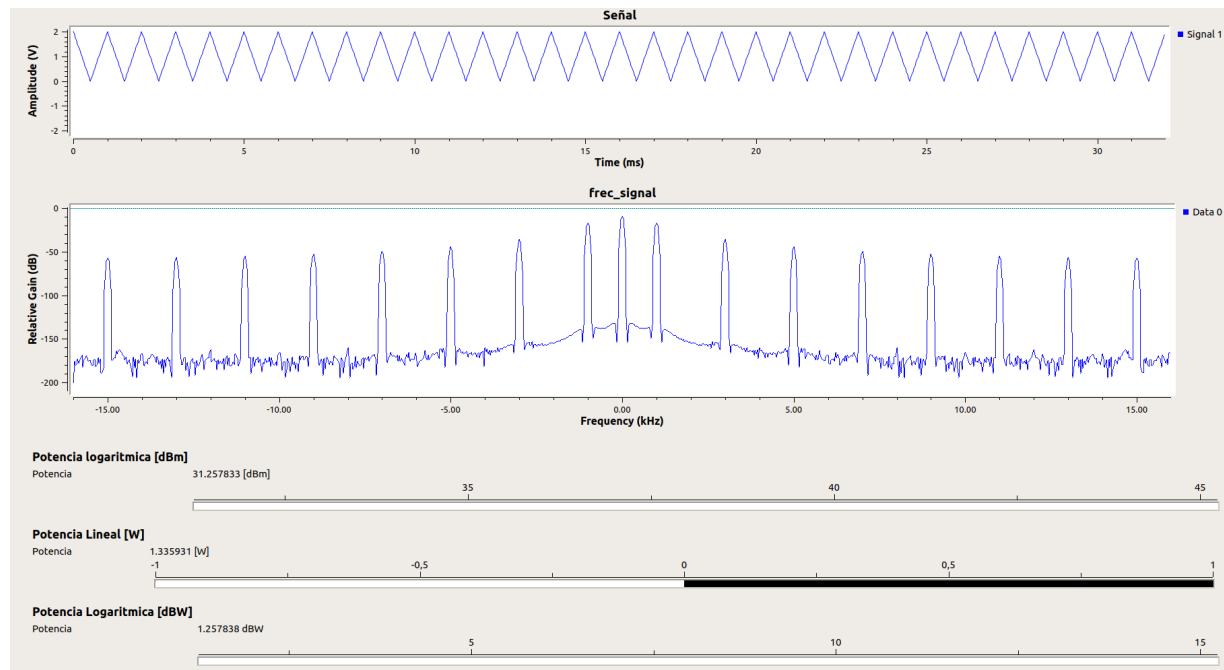
Cuadrada -> $A = 6$



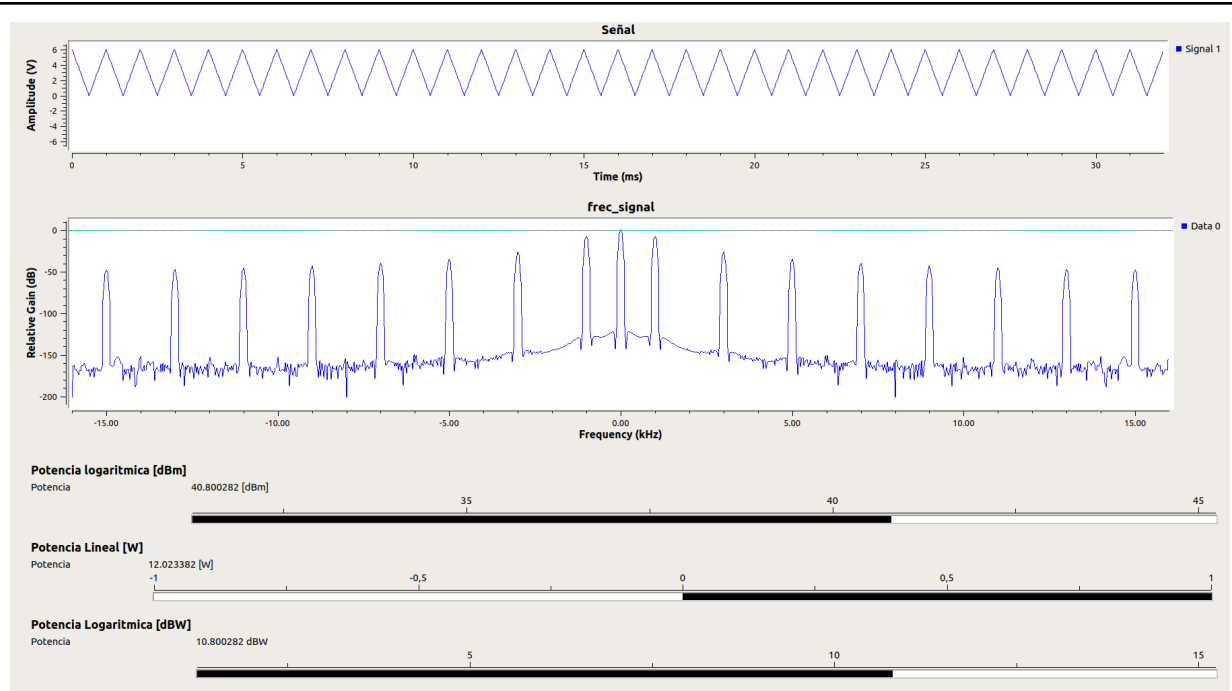
Cuadrada -> $A = 10$



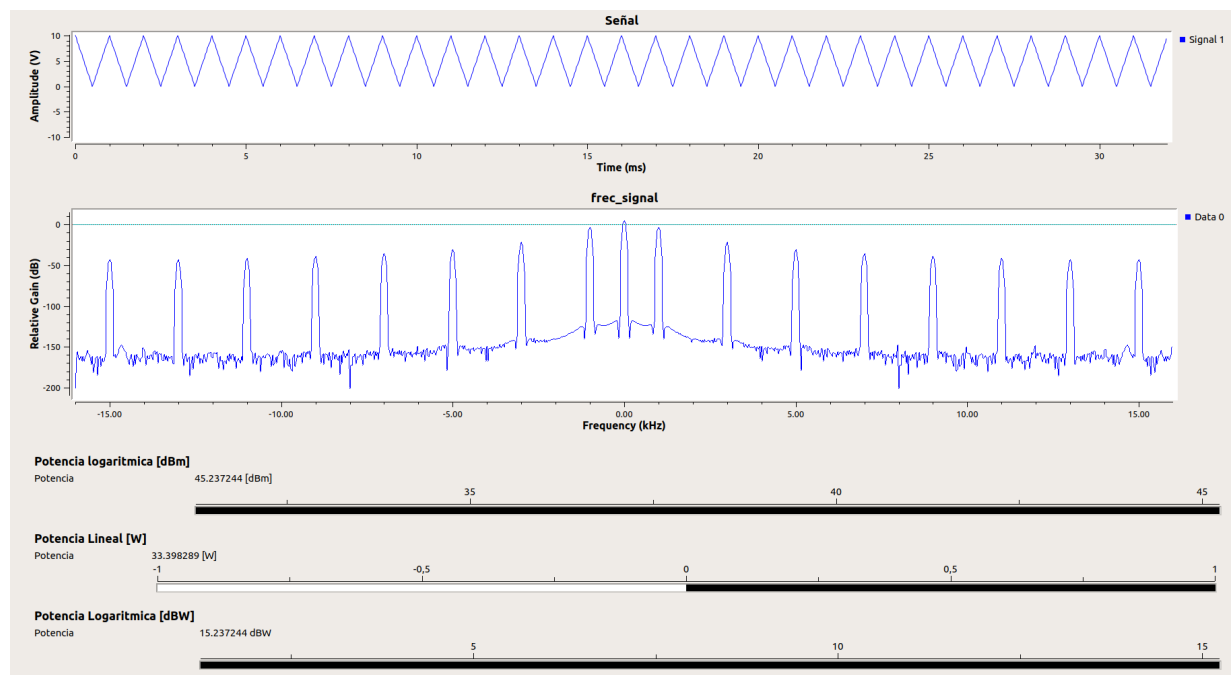
Triangular -> $A = 2$



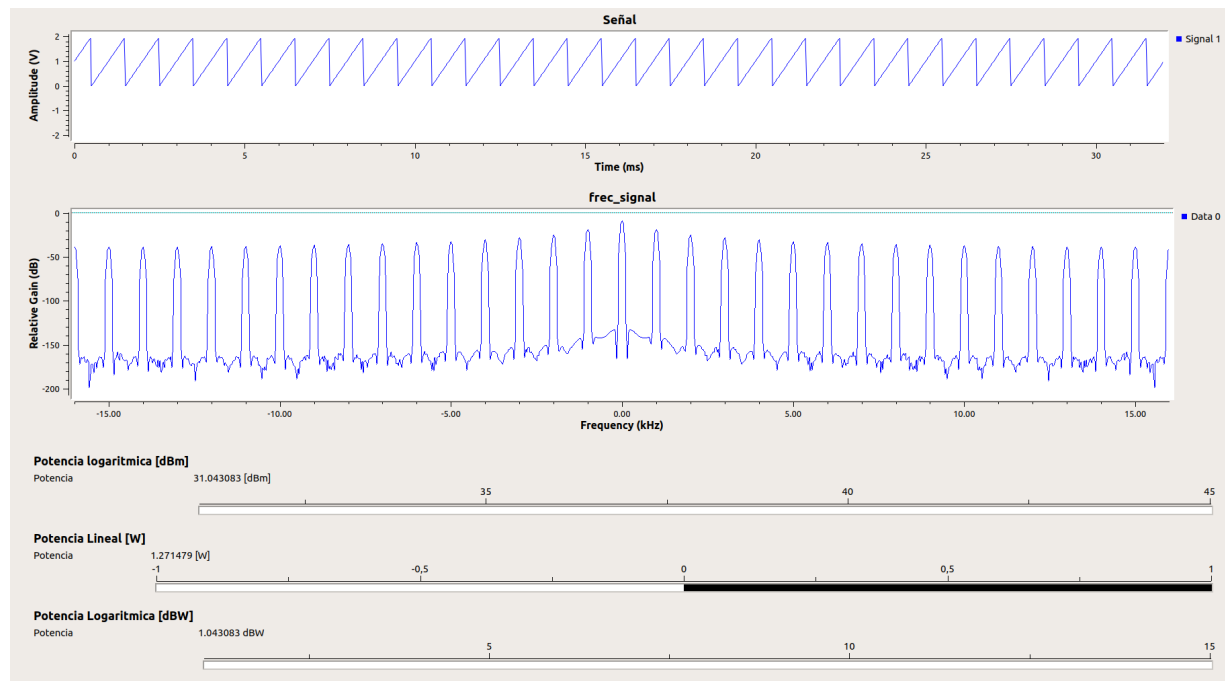
Triangular -> $A = 6$



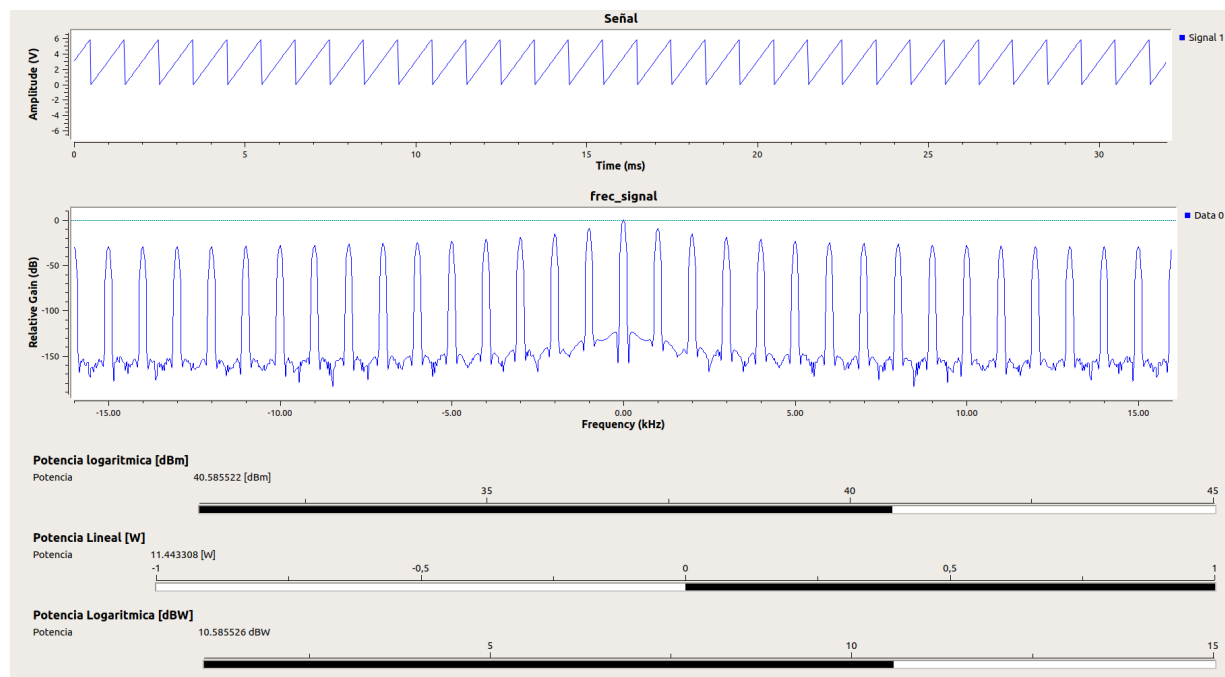
Triangular -> A = 10



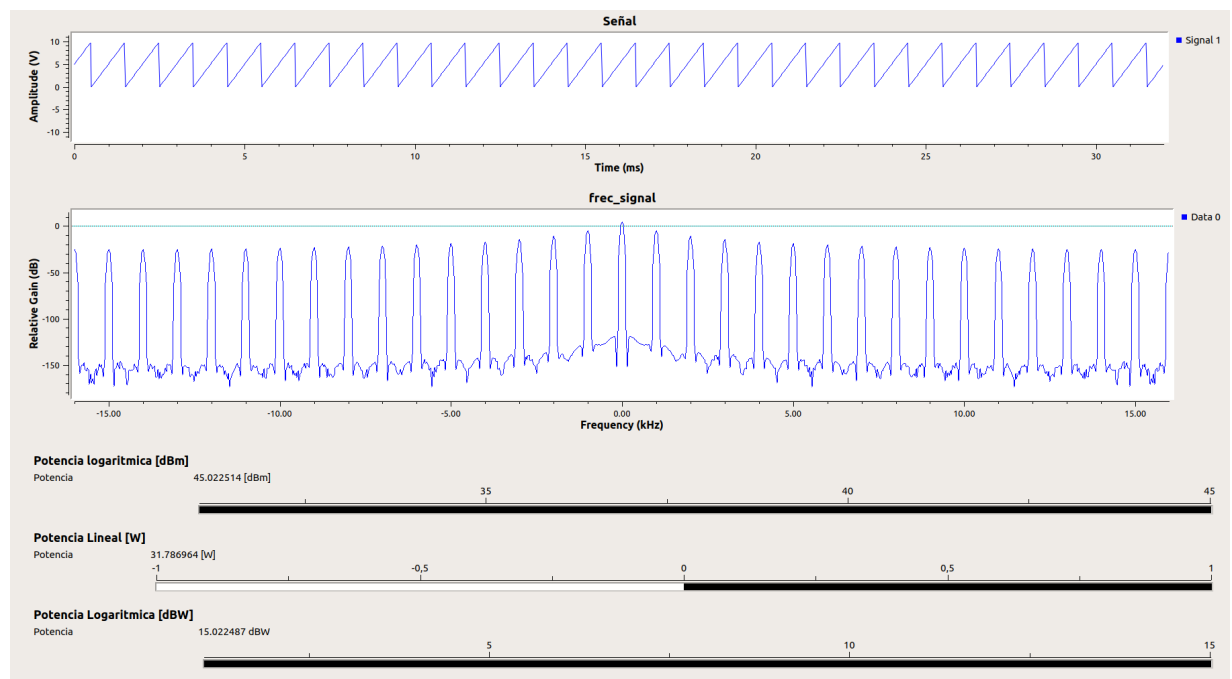
Diente de sierra -> A = 2



Diente de sierra -> $A = 6$

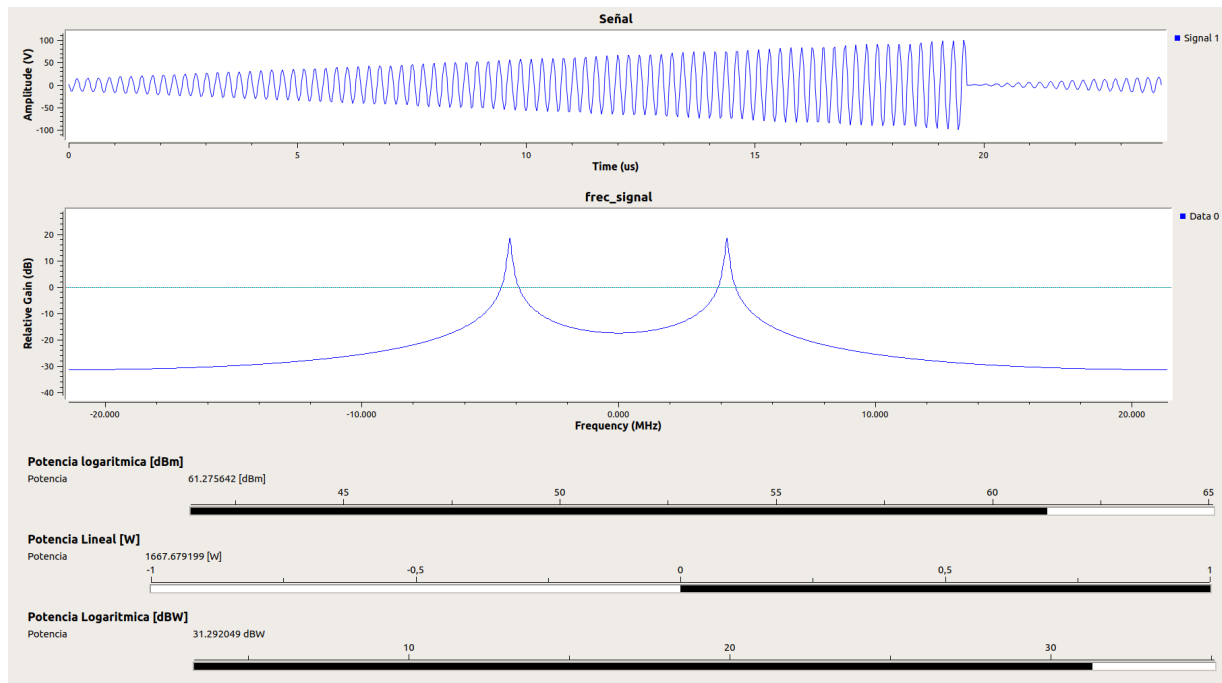


Diente de sierra -> $A = 10$



Amplitud→ Tipo ↓	2	6	10
Cuadrada	33[dbm],2[W],3[dbW]	43[dbm],18[W],13[dbW]	47[dbm],50[W],17[dbW]
Triangular	31[dbm],1[W],1[dbW]	40[dbm],12[W],10[dbW]	45[dbm],33[W],15[dbW]
Diente de sierra	31[dbm],1[W],1[dbW]	40[dbm],11[W],10[dbW]	45[dbm],31[W],15[dbW]

2.c



Frecuencia de muestreo : Sabemos que $F_s = \frac{1}{T}$, Así para $T = 19,5$, tenemos que $F_s = 51282$ [Hz]

Potencia analitica: 61,2 [dbm] , 1667,7 [W] , 31,2 [dbW]

DESARROLLO DEL OBJETIVO 3. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 3.

Para $K_a < 1$

$$A = A_c[1 + K_a A_m] = 34.8 \text{ mV}$$

$$B = A_c[1 - K_a A_m] = 13.2 \text{ mV}$$

$$A - B = 2 * A_c * A_m * K_a = 21.6 \text{ mV}$$

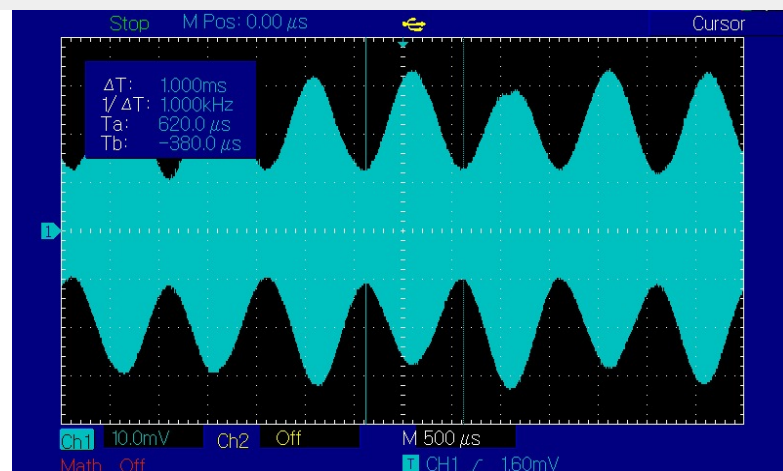
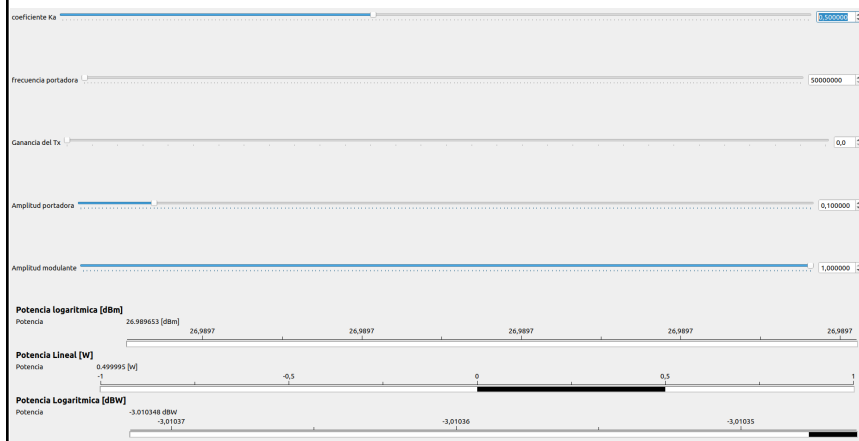
$$A + B = 2 * A_c = 48 \text{ mV}$$

Donde $A_c = 0.1$, $A_m = 1$, $K_a = 0.5$.

$$\text{Potencia } s(t) = \frac{A_c^2}{2} [1 + k_a * A_m] = \frac{0.1^2}{2} [1 + 0.5 * 1] = 7.5 \text{ mW}$$

Potencia exp $s(t) = 0.5 \text{ mW}$.

Atenuación de 11.761 dB.



Para $K_a=1$

$$A = A_c[1 + K_a A_m] = 40.8 \text{ mV}$$

$$B = A_c[1 - K_a A_m] = 4.4 \text{ mV}$$

$$A - B = 2 A_c A_m K_a = 36.4 \text{ mV}$$

$$A + B = 2 A_c = 45.2 \text{ mV}$$

Donde $A_c=0,1$, $A_m=1$, $K_a=0.5$

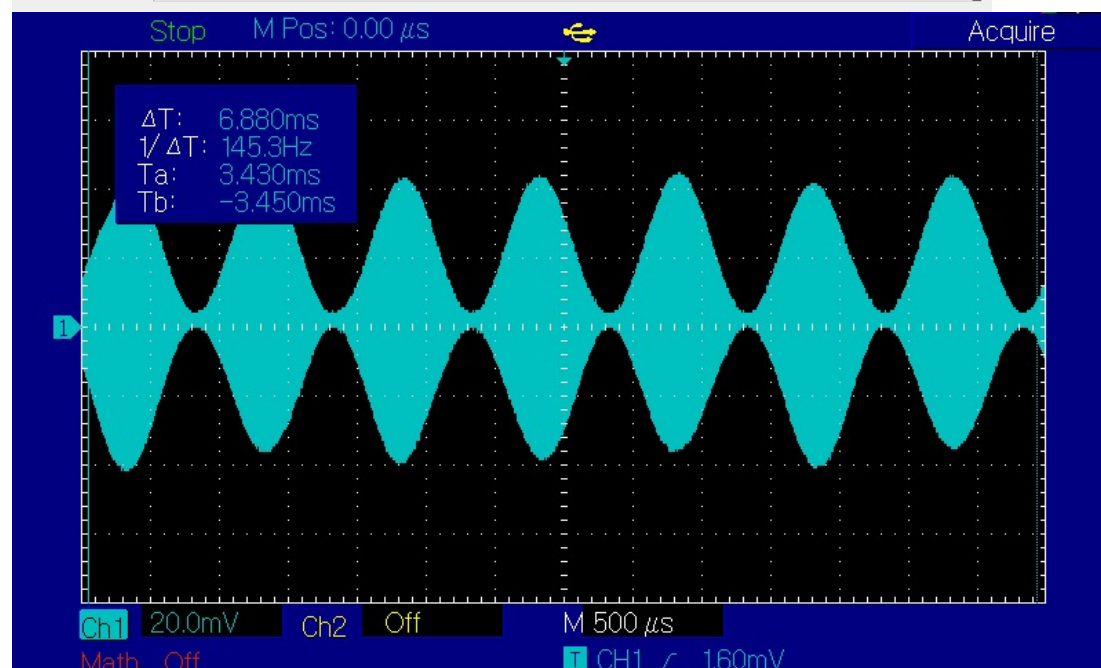
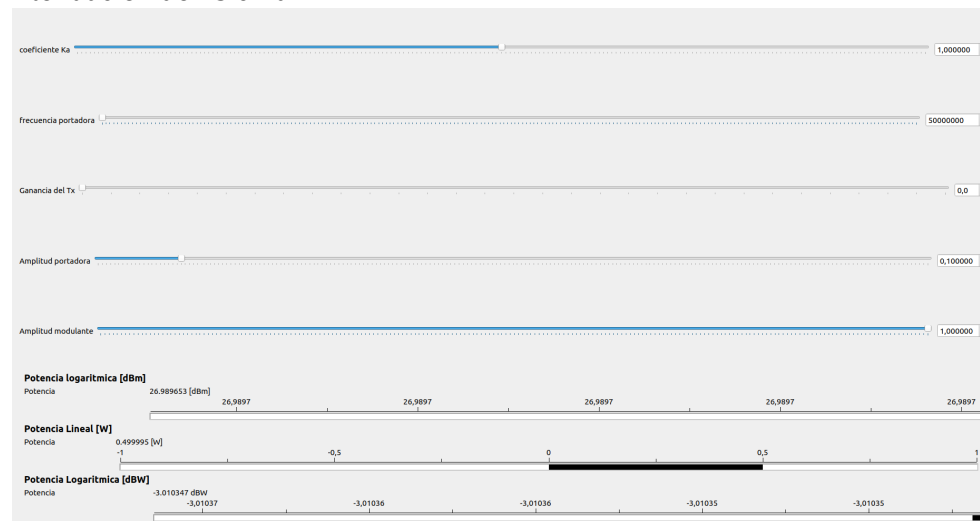
Donde $A_c=0,1$, $A_m=1$, $K_a=1$

Potencia $s(t)=$

$$\frac{A_c^2}{2} [1 + k_a A_m] = \frac{0.1^2}{2} [1 + 1 * 1] = 10 \text{ mW}$$

Potencia exp $s(t)=0.5 \text{ mW}$.

Atenuación de 13.01 dB.



Para $K_a > 1$

$$A = A_c[1 + K_a A_m] = 52.4 \text{ mV}$$

$$B = A_c[1 - K_a A_m] = 14 \text{ mV}$$

$$A - B = 2 A_c A_m K_a = 38.4 \text{ mV}$$

$$A + B = 2 A_c = 66.4 \text{ mV}$$

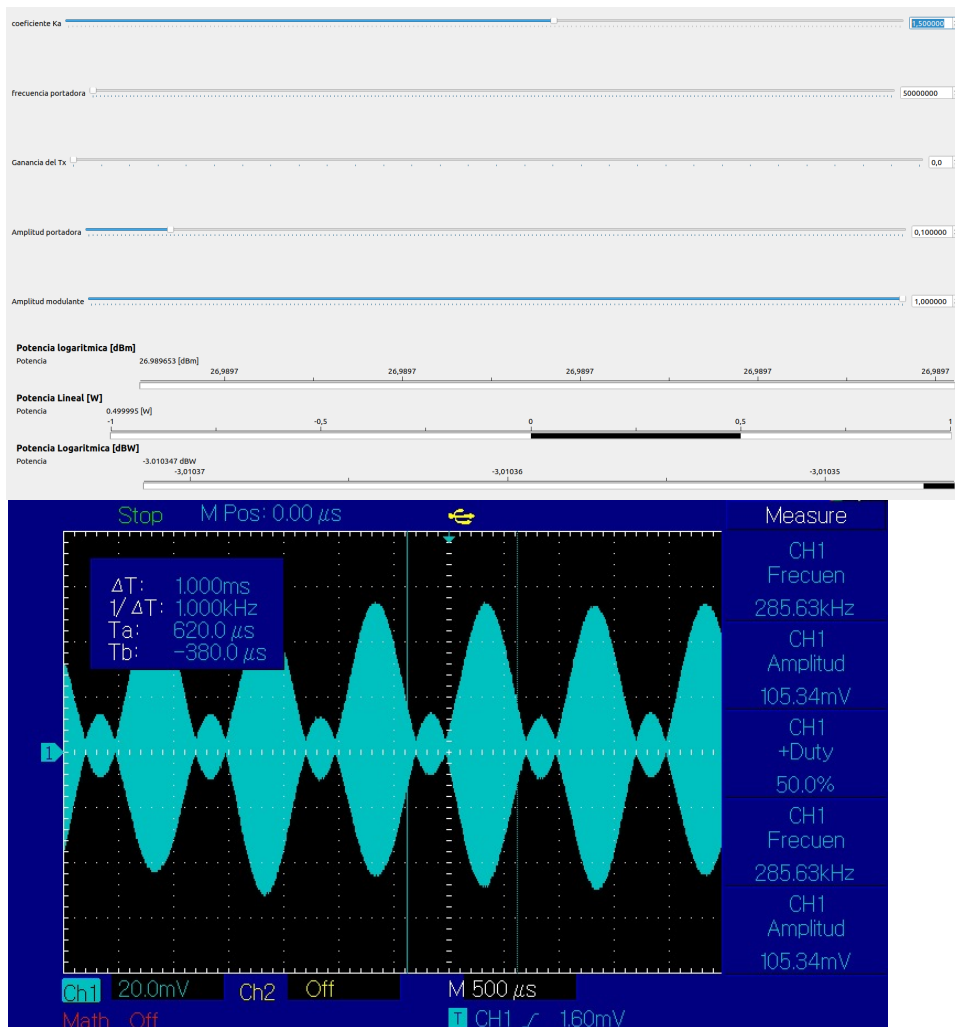
Donde $A_c = 0.1$, $A_m = 1$, $K_a = 1.5$.

Potencia $s(t) =$

$$\frac{A_c^2}{2} [1 + k_a A_m] = \frac{0.1^2}{2} [1 + 1.5 * 1] = 12.5 \text{ mW}$$

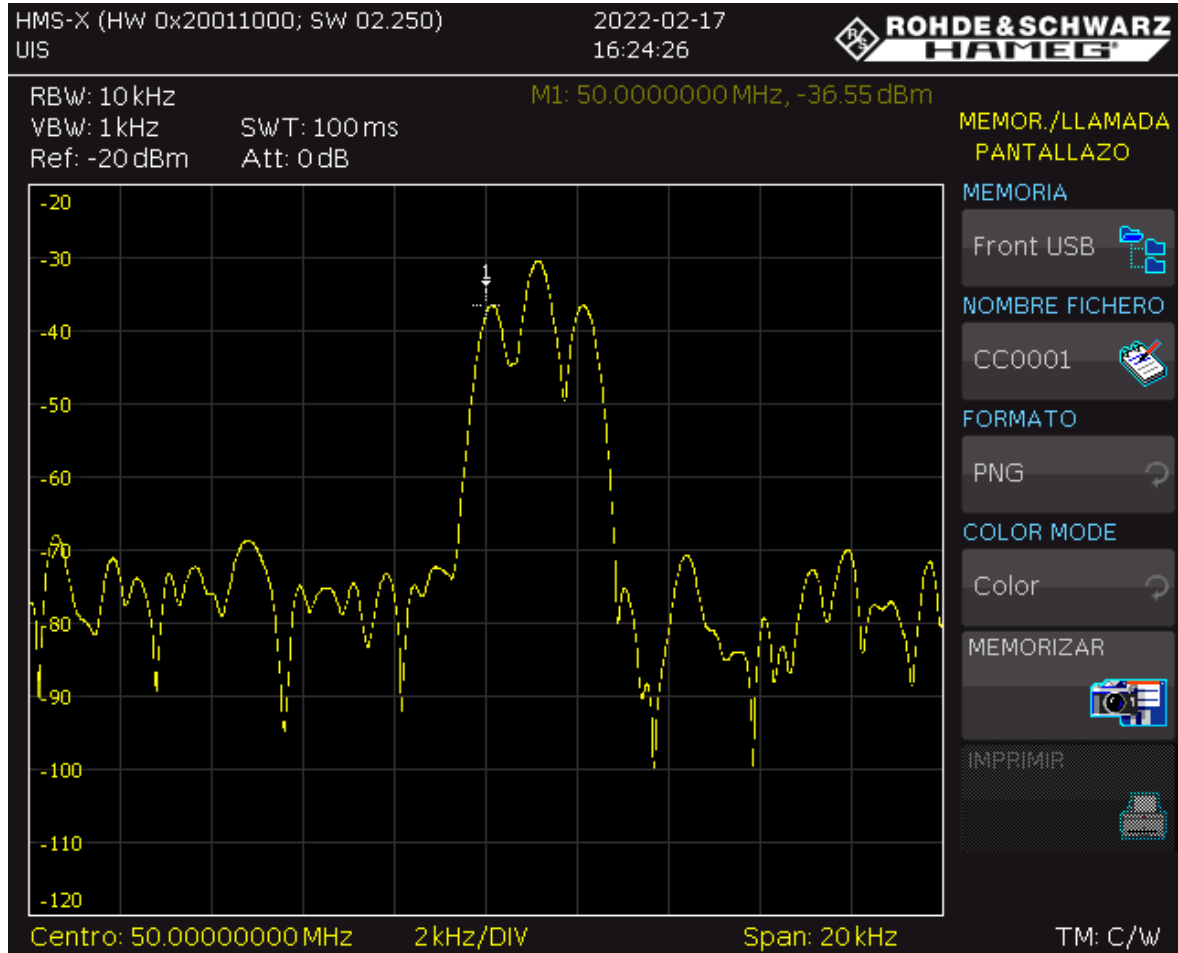
Potencia exp $s(t) = 0.5 \text{ mW}$.

Atenuación de 13.979 dB.



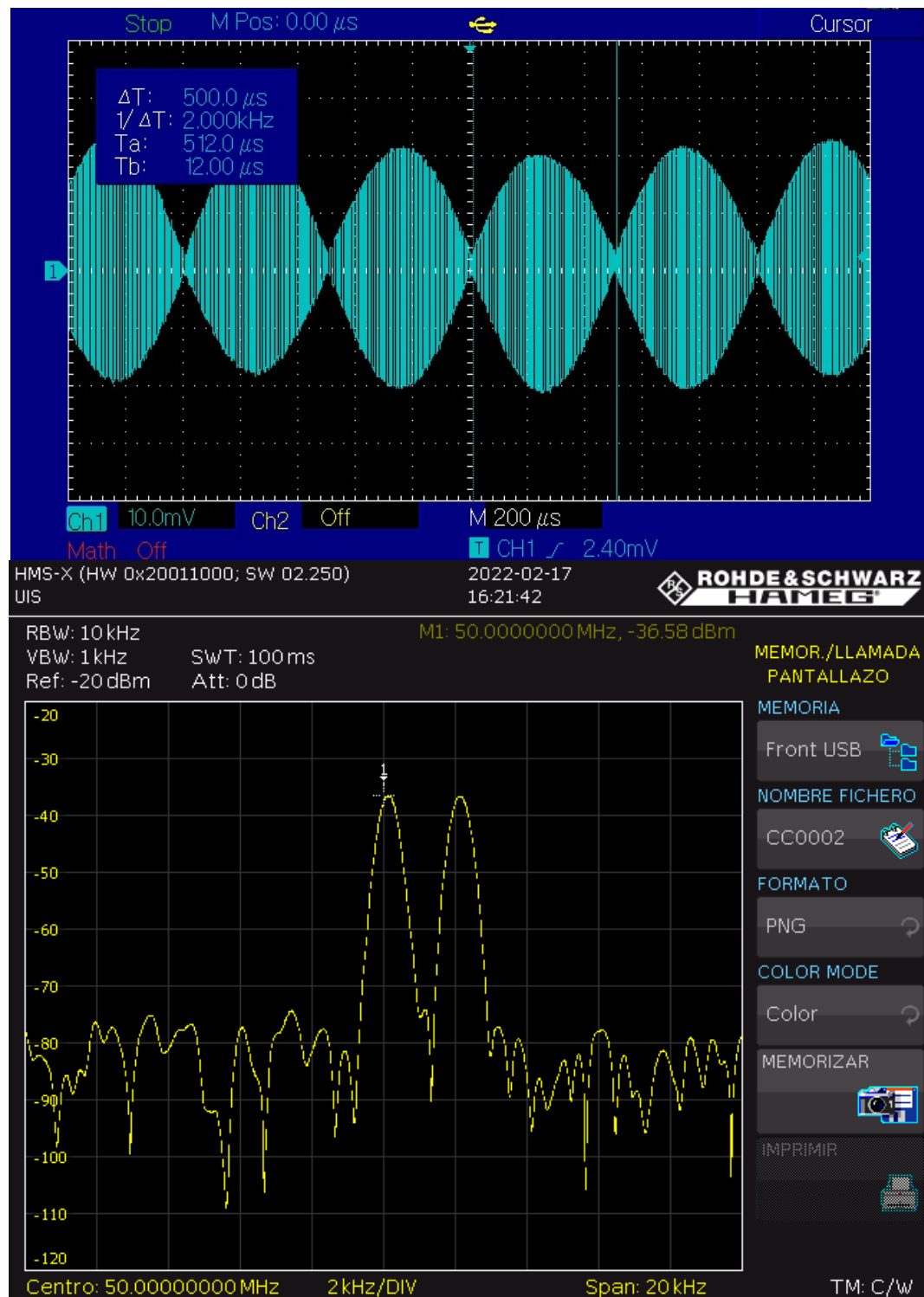
Para las graficas anteriores se puede observar como varía el índice de modulación cada para cada valor K_a ya que donde en la primera el valor de modulación es el menor hasta al la tercera gráfica donde se ve que la señal resultante está sobremodulada pero en cualquiera de los 3 casos se mantiene la separación de los picos de 1KHz que es la frecuencia del mensaje.

Modulacion AM



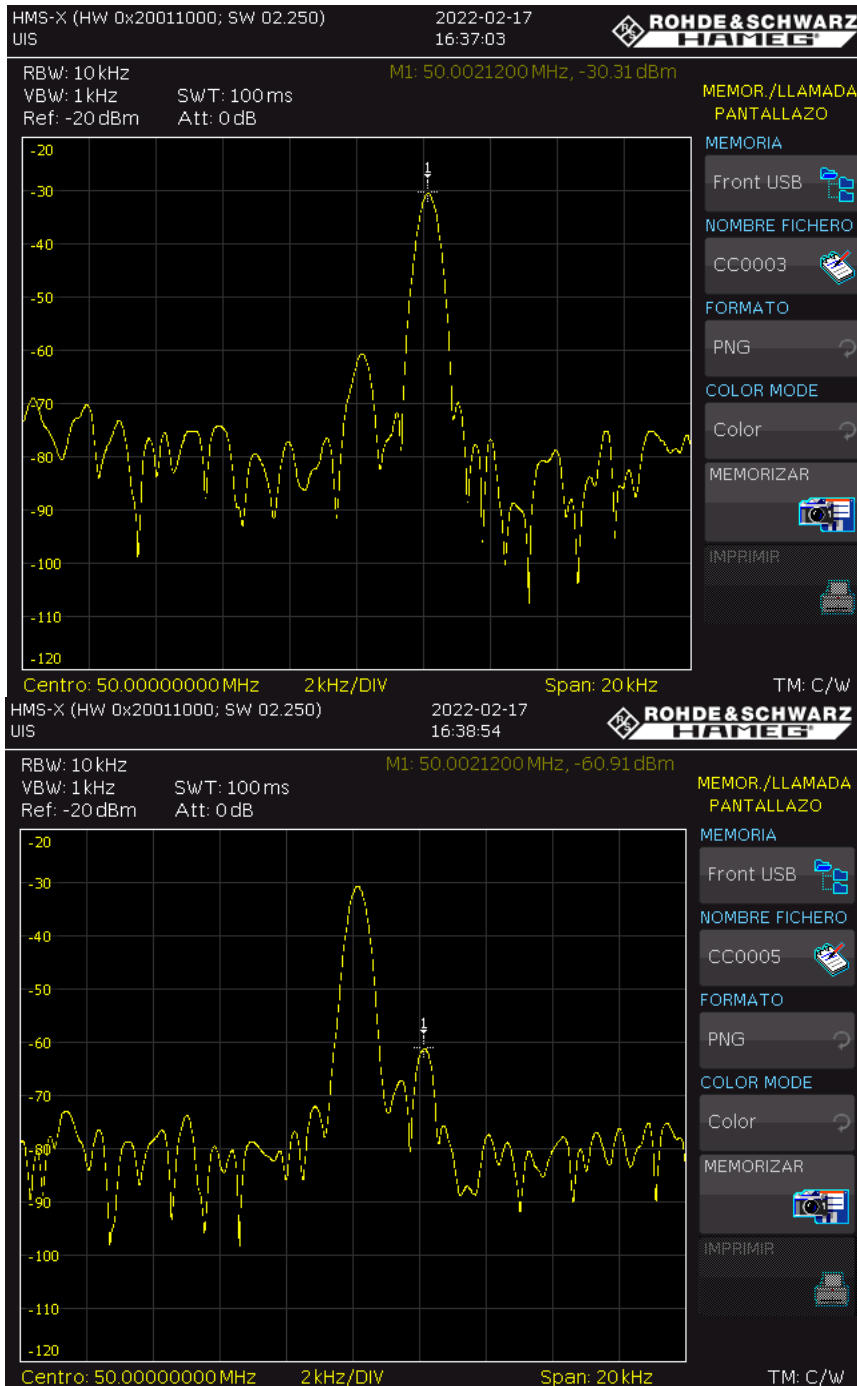
Se aprecia la señal modulada en la ubicación de $f_c - f_m$ y $f_c + f_m$ con portadora en 50.001 MHz y se ve claramente que la potencia de la portadora es mayor que la de los mensajes.

Modulación DSB - SC



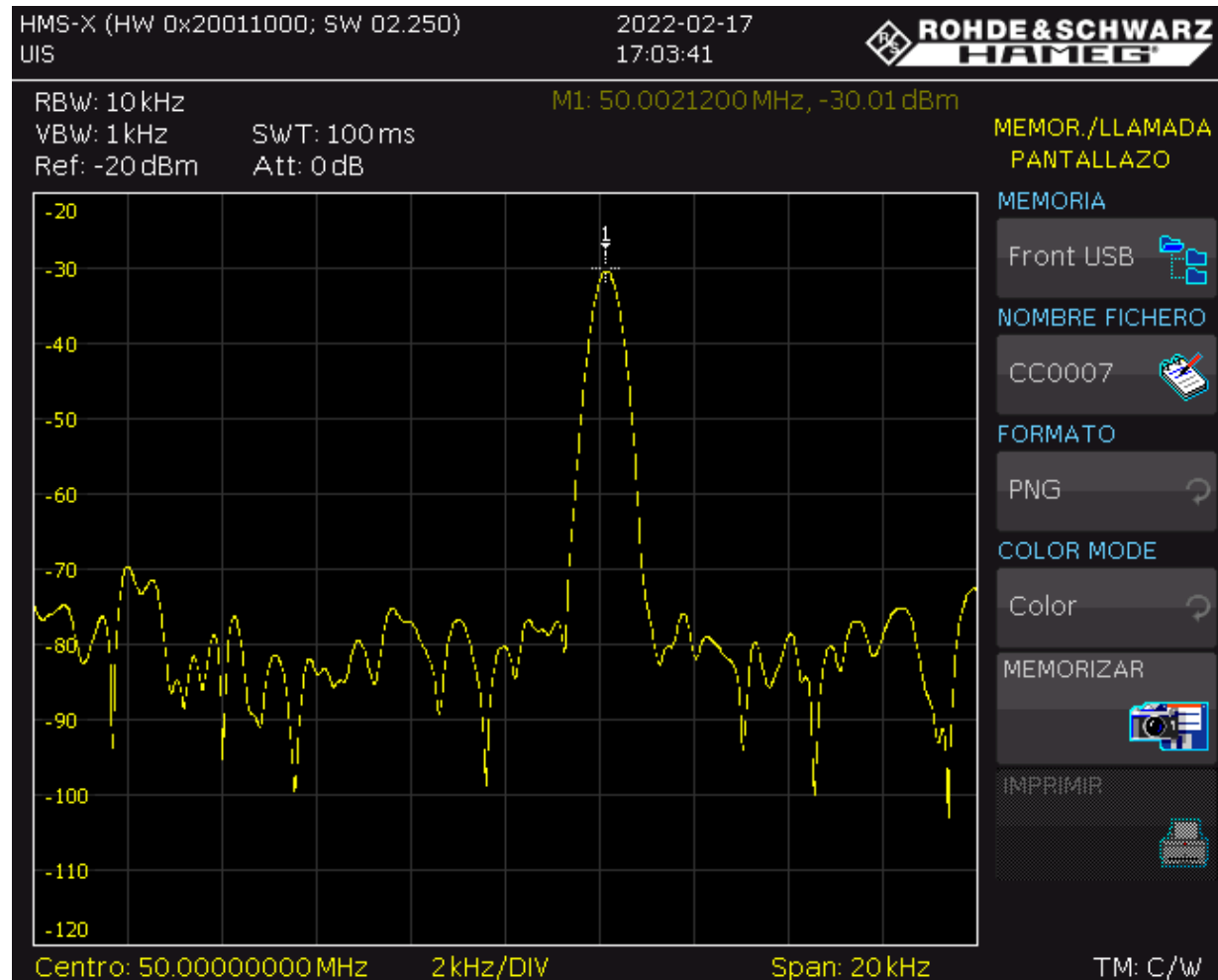
Se puede observar claramente que esta modulación no tiene la portadora y solo nos queda el mensaje.

Modulacion SSB



Se observa que al cambiar el signo de la transformada permite el paso a la UPB o a la LSB cancelando la otra componente de la señal.

Modulación QAM



Como las dos señales mensaje tienen una frecuencia de 1KHz la señal resultante queda en $f_c + 2f_m$ la cual lleva los dos mensajes en cuadratura.

Conclusiones:

1. Para la parte 3 se pudo observar la atenuación del cable en función ya que los valores de amplitud varían drásticamente comparados con los valores generados dando valores diferentes en los cálculos de potencia.
2. Por posibles problemas en el generador o algún asunto externo la frecuencia de la portadora la cual debería estar en 50 MHz se encuentra desplazada en frecuencia aproximadamente 1 KHz lo cual hace que las señales moduladas no estén donde deberían estar ubicadas teóricamente.