

PRÁCTICA 3 grupo D1A

Bloques jerárquicos y modulaciones lineales en GNURADIO

Autores

Jhon Héctor Sandoval Manrique – 2185107

Juliana Lucia Pineda Cardozo – 2185105

Grupo de laboratorio:

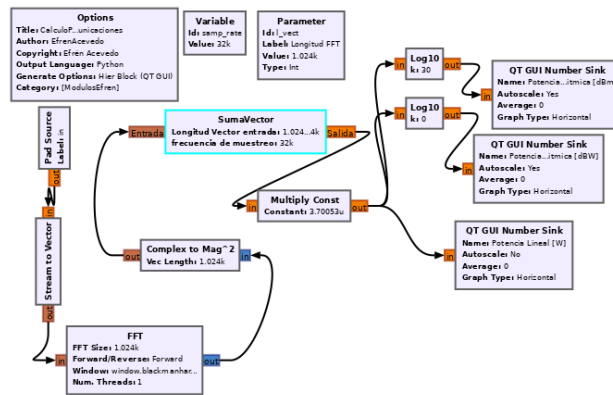
D1A

Subgrupo de clase

Grupo 03

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.

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



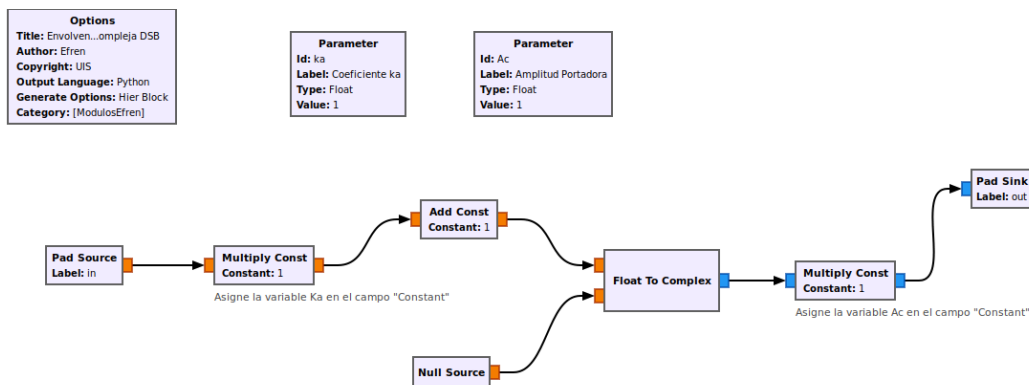
- ### 3. Modulaciones lineales

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

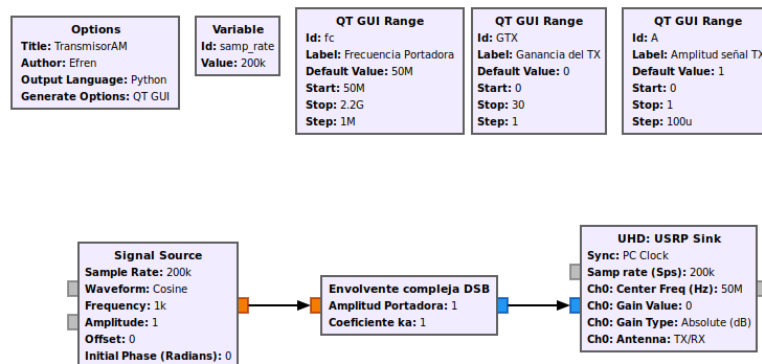
- $$g(t) = x(t) + jy(t)$$

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

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_J1B].



- 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).



- b. Considere los casos para $(k_a \cdot A_m = 1)$, $(k_a \cdot A_m > 1)$ y $(k_a \cdot A_m < 1)$. 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.

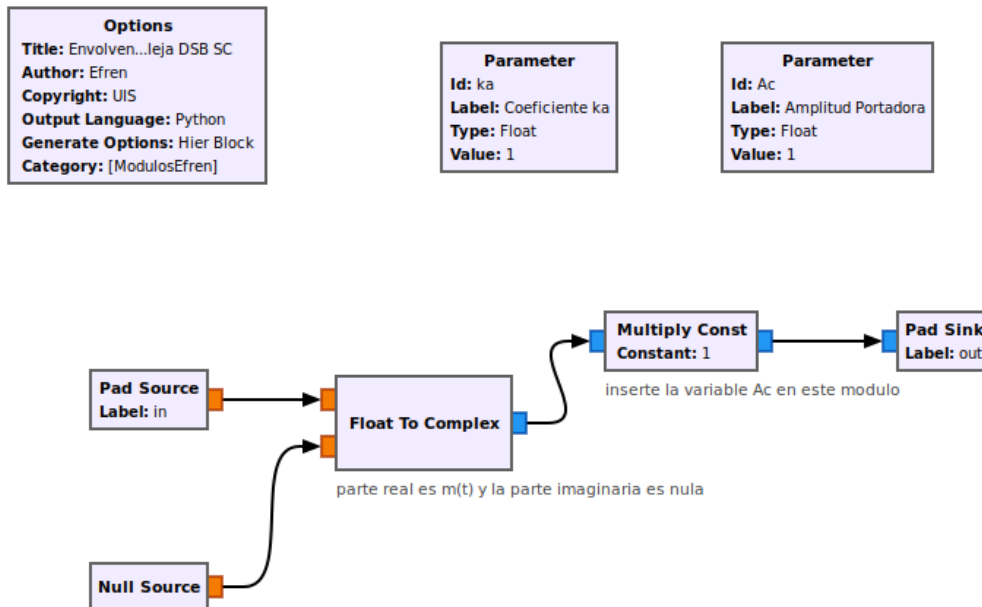
c. Cree la envolvente compleja para las siguientes modulaciones lineales:

Nombre	$x(t)$	$y(t)$	$R(t)$	$s(t)$	Potencia
Modulador AM DSB	$Ac[1 + ka.m(t)]$	0	$Ac[1 + ka.m(t)]$	$Ac[1 + ka.m(t)]\cos(2\pi f_c t)$	$\frac{Ac^2}{2}[1 + ka.P_{m(t)}]$
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	$m_1(t)$	$m_2(t)$	$\sqrt{m_1^2(t) + m_2^2(t)}$	$[m_1(t)]\cos(2\pi f_c t) + [m_2(t)]\sin(2\pi f_c t)$	$\frac{P_{m_1(t)}}{2} + \frac{P_{m_2(t)}}{2}$

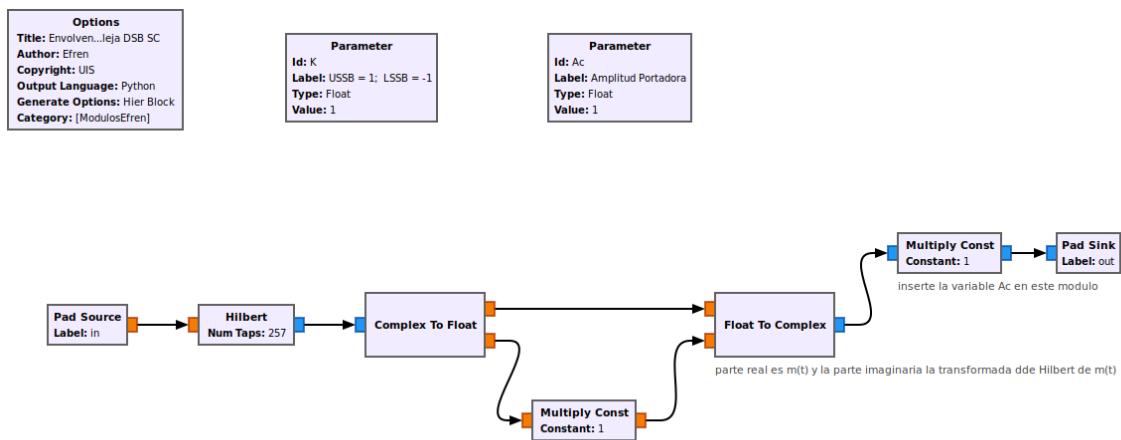
Cuando tenga el montaje conecte en cascada la señal coseno de entrada (m(t)), realice el análisis en el dominio del tiempo de la señal s(t) (usando el osciloscopio) y frecuencia de la señal s(t) (usando el analizador de espectro).

- 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).

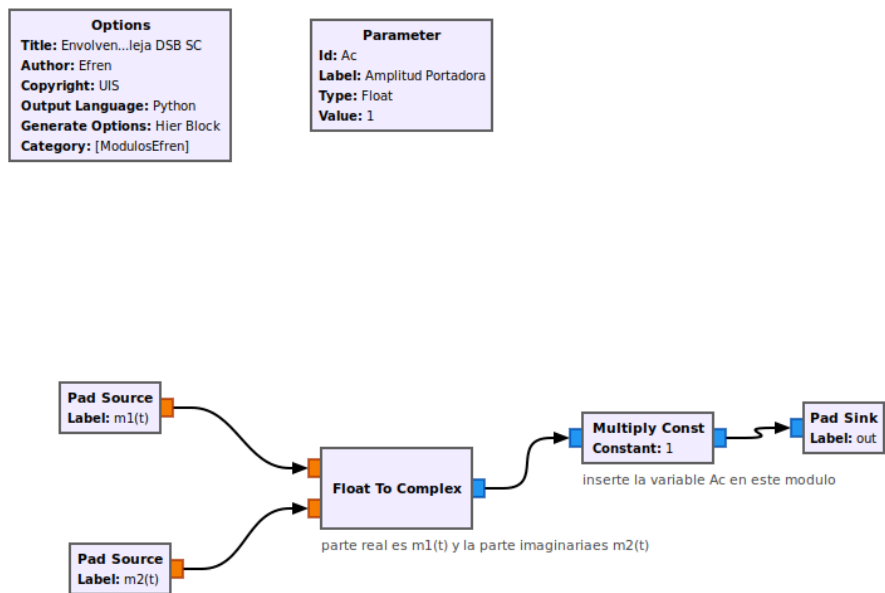
Envolvente compleja modulador AM portadora suprimida.



Envolvente compleja modulador AM Banda lateral Única SSB.



Envolvente compleja modulador en cuadratura QAM.



INFORME DE RESULTADOS

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

En esta primera parte del laboratorio se realizó el diagrama de bloques con las instrucciones expuestas en la guía, el cual sirve para calcular la potencia de cualquier señal y este bloque queda guardado en la carpeta del módulo respectivo asignado por nosotros.

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

En esta segunda fase del laboratorio se demostró el funcionamiento del bloque asignando la variable correspondiente para calcular la potencia de una señal seno con amplitud variable.

a. Cálculo de la potencia de una señal seno:

Amplitud	Analítica	Experimental
1	0.5 [W]	0.5 [W]
	-3.01029 [dB]	-3.0103 [dB]
	26.9897 [dBm]	26.9897 [dBm]
15	112.5 [W]	112.5 [W]
	20.5115 [dB]	20.5115 [dB]
	50.5115 [dBm]	50.5115 [dBm]
25	312.5 [W]	312.5 [W]
	24.9485 [dB]	24.94849 [dB]
	54.9485 [dBm]	54.94849 [dBm]
50	1250 [W]	1250 [W]
	30.9691 [dB]	30.96909 [dB]
	60.9691 [dBm]	60.96909 [dBm]
75	2812.5 [W]	2812.5 [W]
	34.4909 [dB]	34.4909 [dB]
	64.4909 [dBm]	64.4909 [dBm]

Como se puede observar de la tabla anterior, el bloque es muy preciso, el error con respecto al valor teórico es menor del 1%, por tanto, se puede concluir que el bloque creado es eficiente y efectivo para el cálculo de la potencia de una señal seno de amplitud variable.

b. Cálculo de la potencia para 3 tipos de señales diferentes:

tipo de señal	amplitud	analítica	experimental
triangular	25	208.73 [W]	208.7293 [W]
		23.1958[dB]	23.1960 [dB]
		53.1958 [dBm]	53.1960 [dBm]
	50	834.96 [W]	834.9570 [W]
		29.2166 [dB]	29.2166 [dB]
		59.2166 [dBm]	59.2166 [dBm]
	75	1878.65[W]	1878.6534 [W]
		32.73845 [dB]	32.7384 [dB]
		62.73845 [dBm]	62.7384 [dBm]
cuadrada	25	312.5 [W]	312.4985 [W]
		24.9485 [dB]	24.94847 [dB]
		54.9485 [dBm]	54.94847 [dBm]
	50	1250 [W]	1249.9942 [W]
		30.9691 [dB]	30.9690 [dB]
		60.9691 [dBm]	60.9690 [dBm]
	75	2812.5 [W]	2812.48 [W]
		34.4909 [dB]	34.4909 [dB]
		64.4909 [dBm]	64.4909 [dBm]
diente de sierra	25	198.6685 [W]	198.6685 [W]
		22.98129 [dB]	22.9813 [dB]
		52.98129 [dBm]	52.9813 [dBm]
	50	794.674 [W]	794.674 [W]
		29.00189 [dB]	29.0019 [dB]
		59.00189 [dBm]	59.0019 [dBm]
	75	1788.0168 [W]	1788.0168 [W]
		32.5237 [dB]	32.5236 [dB]
		62.5237 [dBm]	62.5236 [dBm]

Como se puede observar de la tabla anterior, el bloque es muy preciso, el error con respecto al valor teórico es menor del 1%, por tanto, se puede concluir que el bloque creado es eficiente y efectivo para el cálculo de la potencia de cualquier señal de amplitud variable.

c. Multiplicación de dos señales diente de sierra.

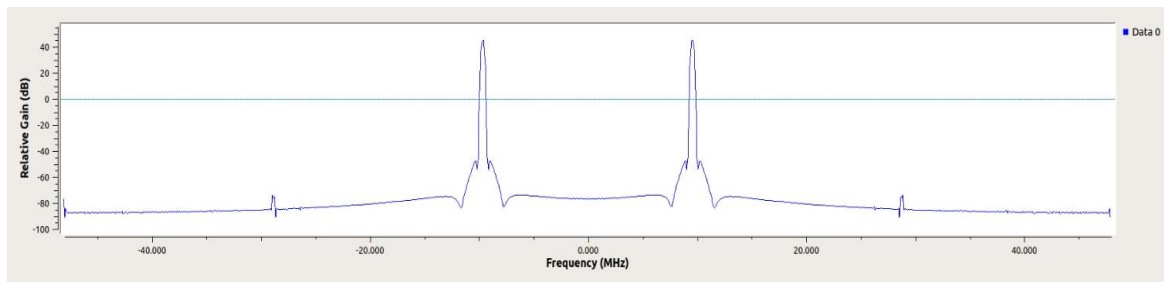
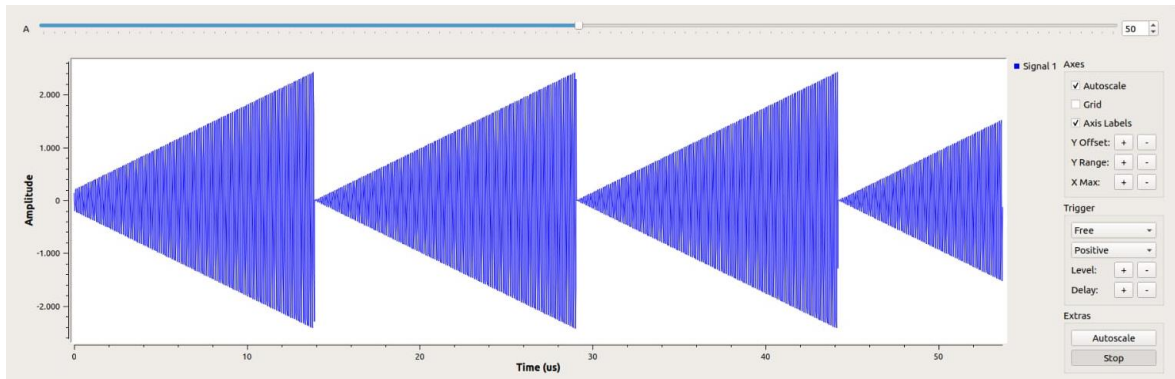
señal a: $f = 63$ [Hz]

señal b: $f = 9600$ [Hz]

Cuando multiplicamos las dos señales para poder encontrar el valor de la frecuencia de muestreo, utilizamos el teorema de Nyquisty que consta que cuando multiplicamos dos señales, la frecuencia máxima que se obtiene para estas señales es la suma de las respectivas frecuencias de cada señal, que en este caso corresponde a (9663 [KHz]). Para poder visualizar la señal con la frecuencia de muestreo debe ser como mínimo el doble de la frecuencia máxima ($F_s \geq 2 * f_{\text{máx}}$ siendo $F_s \geq 19326$ [kHz]), pero al tomar la frecuencia de esta manera se observó que se llega al límite

de Nyquist por lo tanto nuestra señal no se ve completamente definida. Para visualizar nuestra señal de una manera correcta se incrementó el valor cinco veces la frecuencia máxima con lo cual se obtuvo que la función se va volviendo periódica y se visualiza mejor; después de esto se siguió aumentando la frecuencia máxima hasta diez veces, con esta se obtuvo una señal periódica y definida.

La potencia obtenida gráficamente es de aproximadamente 43 [dB].



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

a. En esta parte de la práctica se procedió a realizar el flujograma respectivo para la creación del bloque de la envolvente compleja de la modulación AM.

b.

$$K_a \cdot A_m = 1$$

$$\begin{aligned} K_a &= 1; A_m = 1 \\ A_c [1 + K_a A_m] &= 40.8 \text{ mV} \\ A_c [1 - K_a A_m] &= 0 \text{ mV} \end{aligned}$$

De modo que:

$$\rightarrow 2A_c = (40.8 + 0)[\text{mV}] = 40.8 \text{ mV}$$

Y:

$$A_c = 20.4 \text{ mV}$$

$$\rightarrow 2A_c K_a A_m = (40.8 + 0)[\text{mV}] = 40.8 \text{ mV}$$

$$K_a A_m = 1$$

Para el cálculo de potencia de la señal modulada $s(t)$, se tiene:

$$\rightarrow P_s = \frac{(A_c)^2}{2} \left[1 + k_a^2 \frac{(A_m)^2}{2} \right]$$

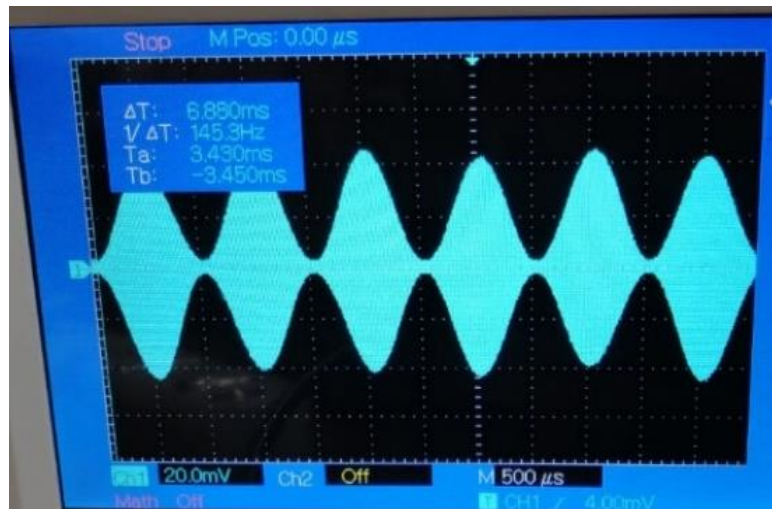
$$P_s = 0.312 \text{ mW}$$

Para la potencia de la envolvente compleja $g(t)$:

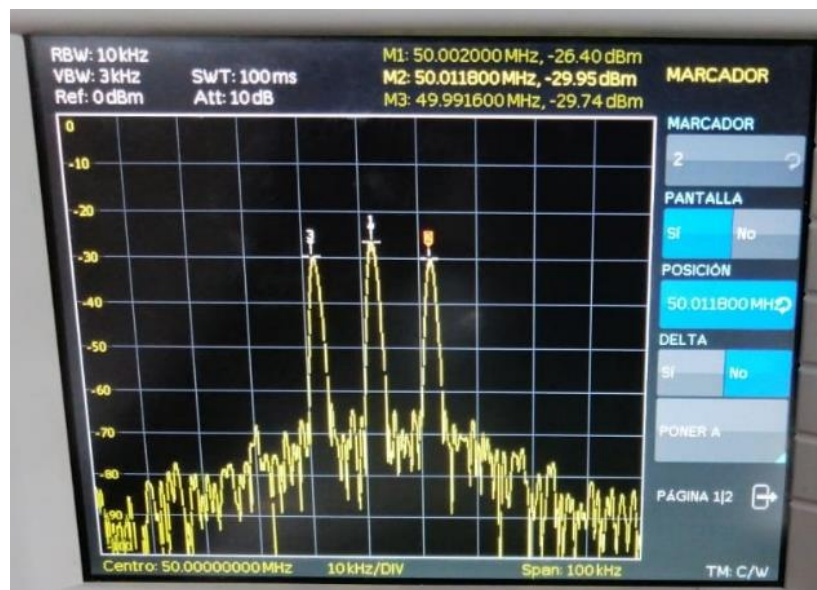
$$\rightarrow P_g = (A_c)^2 + \frac{(A_c K_a A_m)^2}{2}$$

$$P_g = 0.624 \text{ mW}$$

Visualización en el osciloscopio:



Visualización en el analizador de espectro:



$$K_a \cdot A_m < 1$$

$$K_a = 0.3; A_m = 1$$

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

$$A_c [1 - K_a A_m] = 7.54 \text{ mV}$$

De modo que:

$$\rightarrow 2Ac = (14 + 7.54)[mV] = 21.54 mV$$

Y:

$$Ac = 10.77 mV$$

$$\rightarrow 2AcKaAm = (14 - 7.54)[mV] = 6.46 mV$$

$$KaAm = 0.3$$

Para el cálculo de potencia de la señal modulada $s(t)$, se tiene:

$$\rightarrow P_s = \frac{(Ac)^2}{2} \left[1 + k_a^2 \frac{(Am)^2}{2} \right]$$

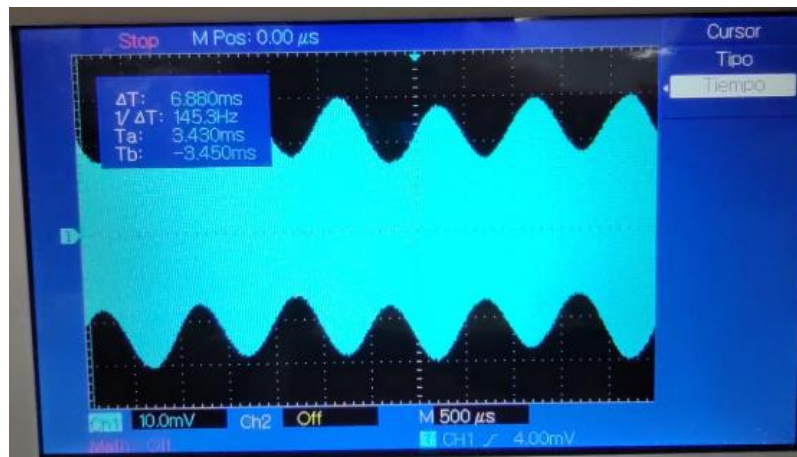
$$P_s = 60.6 \mu W$$

Para la potencia de la envolvente compleja $g(t)$:

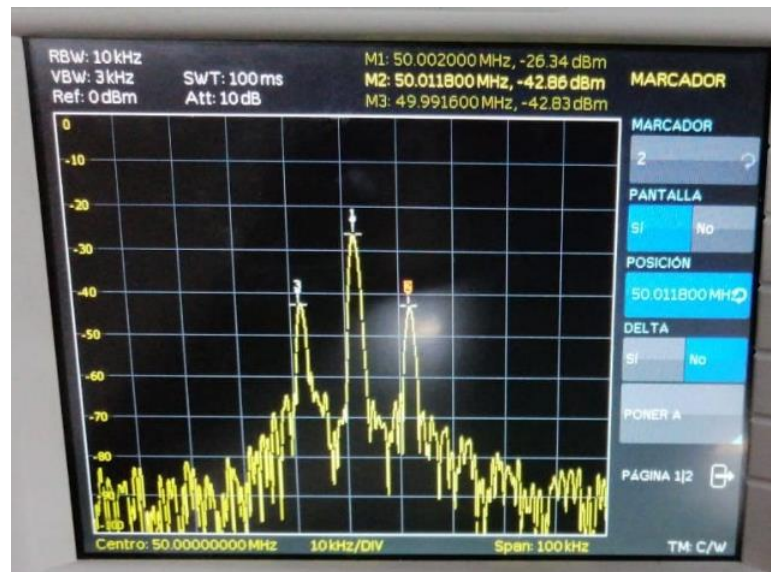
$$\rightarrow P_g = (Ac)^2 + \frac{(AcKaAm)^2}{2}$$

$$P_g = 121.21 \mu W$$

Visualización en el osciloscopio:



Visualización en el analizador de espectro:



$$K_a \cdot A_m > 1$$

$$\begin{aligned} K_a &= 1.3; A_m = 1 \\ A_c [1 + K_a A_m] &= 58 \text{ mV} \\ A_c [1 - K_a A_m] &= -7.56 \text{ mV} \end{aligned}$$

De modo que:

$$\rightarrow 2A_c = (58 + (-7.56))[\text{mV}] = 50.44 \text{ mV}$$

Y:

$$A_c = 25.22 \text{ mV}$$

$$\rightarrow 2A_c K_a A_m = (58 - (-7.56))[\text{mV}] = 65.56 \text{ mV}$$

$$K_a A_m = 1.3$$

Para el cálculo de potencia de la señal modulada $s(t)$, se tiene:

$$\rightarrow P_s = \frac{(A_c)^2}{2} \left[1 + k_a^2 \frac{(A_m)^2}{2} \right]$$

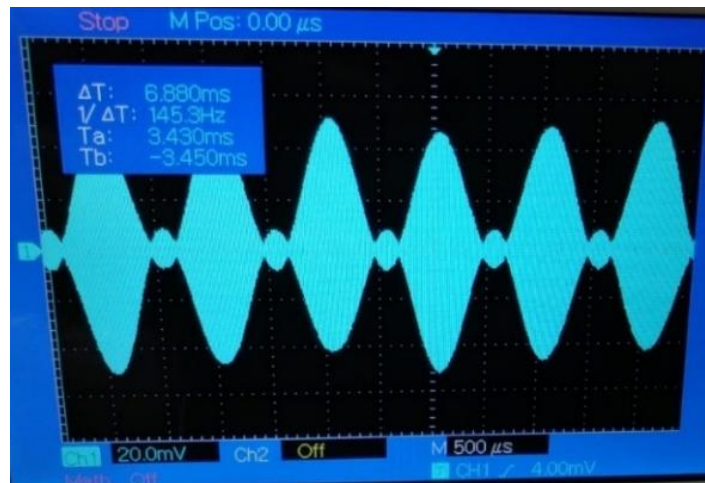
$$P_s = 0.586 \text{ mW}$$

Para la potencia de la envolvente compleja $g(t)$:

$$\rightarrow P_g = (A_c)^2 + \frac{(A_c K_a A_m)^2}{2}$$

$$P_g = 1.173 \text{ mW}$$

Visualización en el osciloscopio:



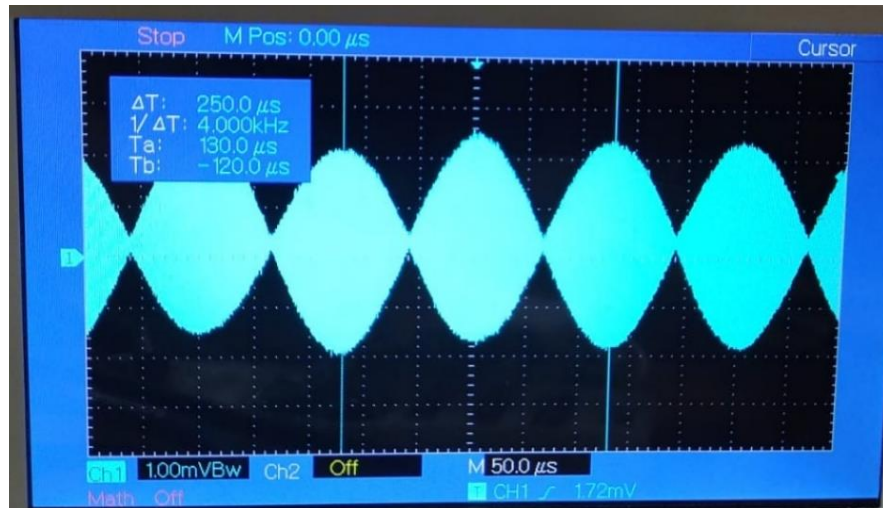
Visualización en el analizador de espectro:



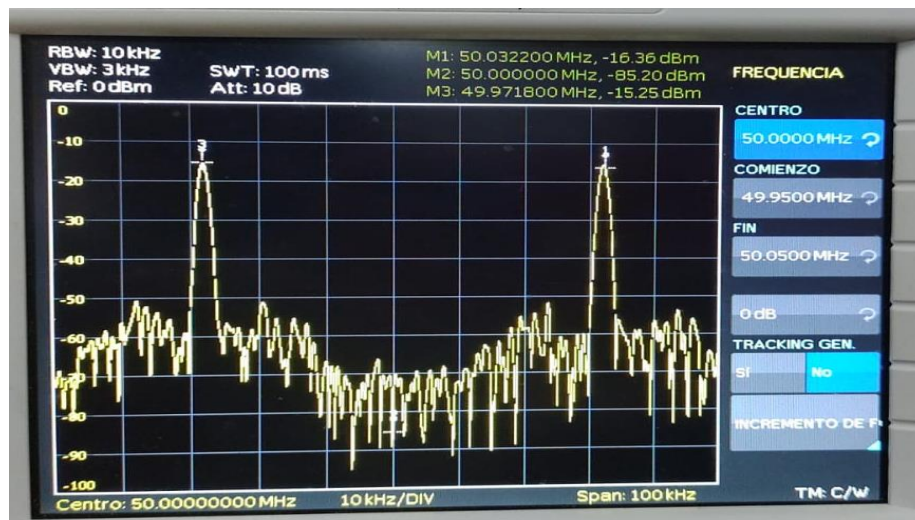
c. Creación de la envolvente compleja:

Envolvente compleja modulador AM portadora suprimida.

Visualización en el osciloscopio:

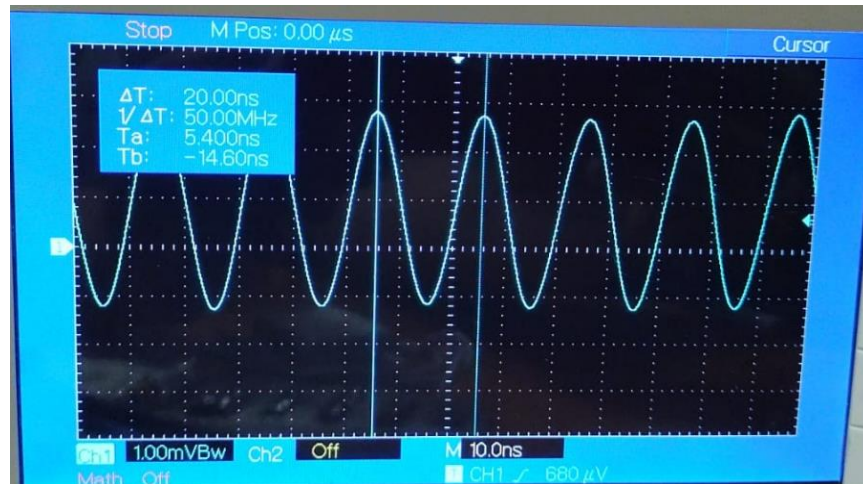


Visualización en el analizador de espectro:



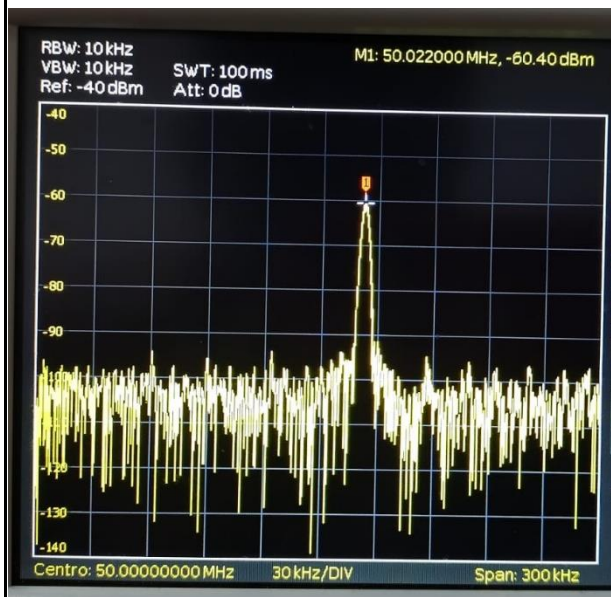
Envolvente compleja modulador AM Banda lateral Única SSB.

Visualización en el osciloscopio:

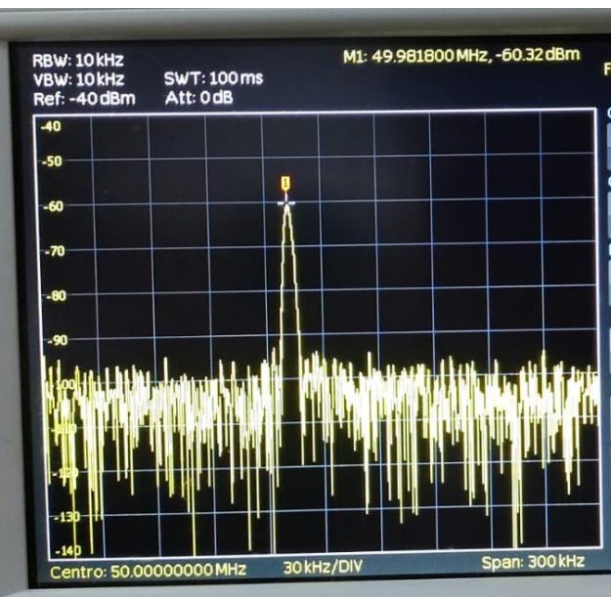


Visualización en el analizador de espectro:

Banda superior

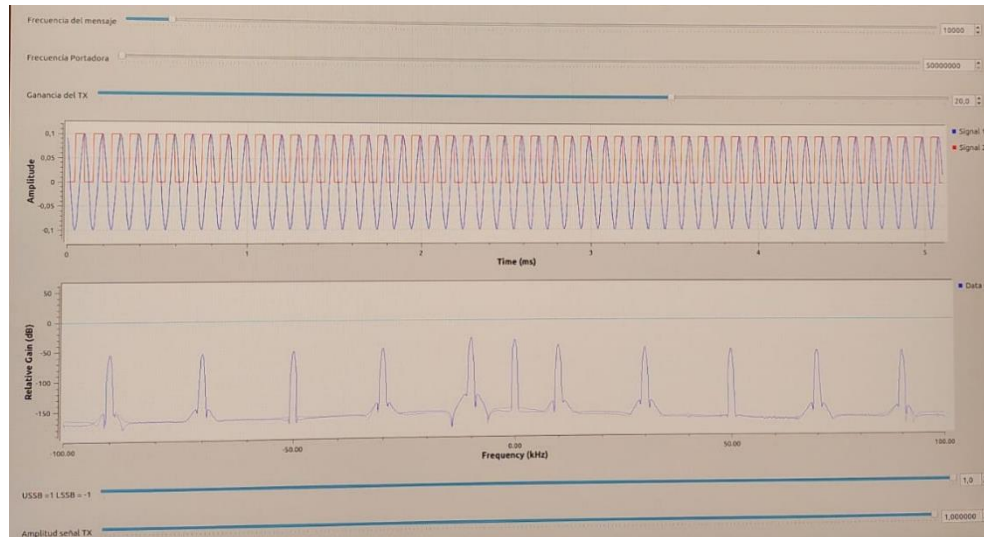


Banda inferior



Envolvente compleja modulador en cuadratura QAM.

Visualización en el osciloscopio:



Visualización en el analizador de espectro:

