

PRÁCTICA 3 grupo J1A

Bloques jerárquicos y modulaciones lineales en GNURADIO

Autores

Cristian Alberto Peña Cala

Cristian Alfonso Hernández Prince

Grupo de laboratorio:

J1A

Subgrupo de clase

02

EL RETO PARA 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 con el proceso de cada estudiante.

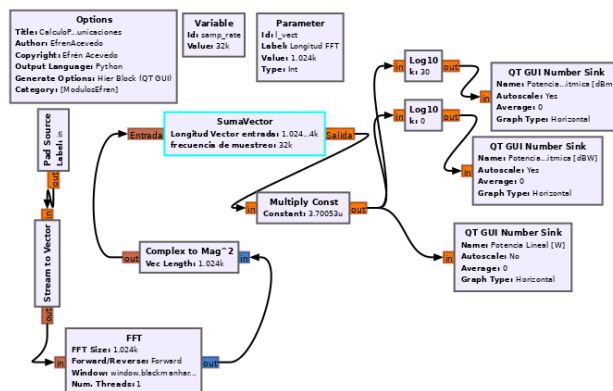
ENLACES DE INTERÉS

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

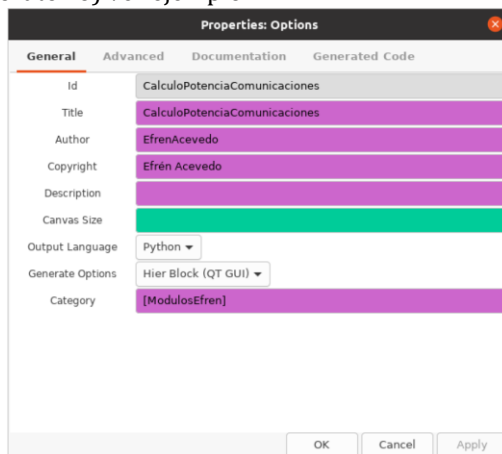
Atenuación en telecomunicaciones [Clic aquí](#)

LABORATORIO

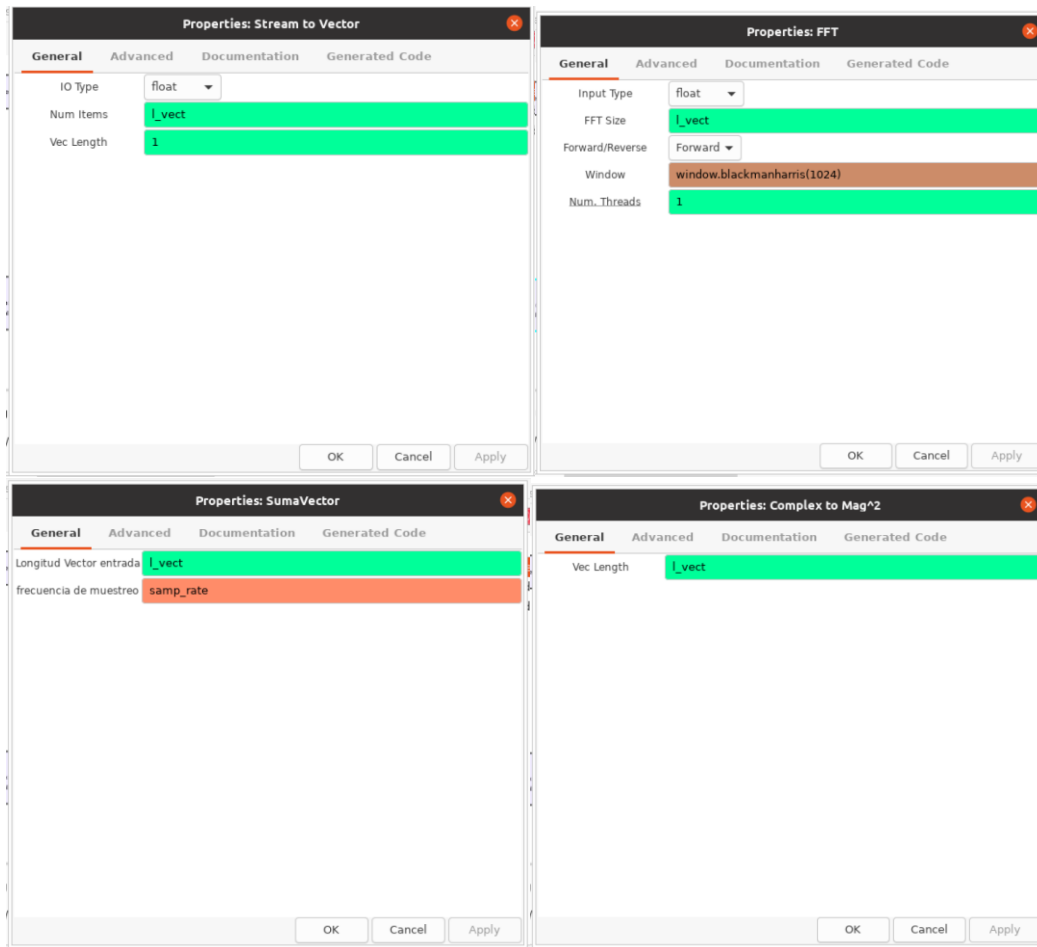
1. Considere la creación del siguiente diagrama de bloques para la construcción de un bloque jerárquico:



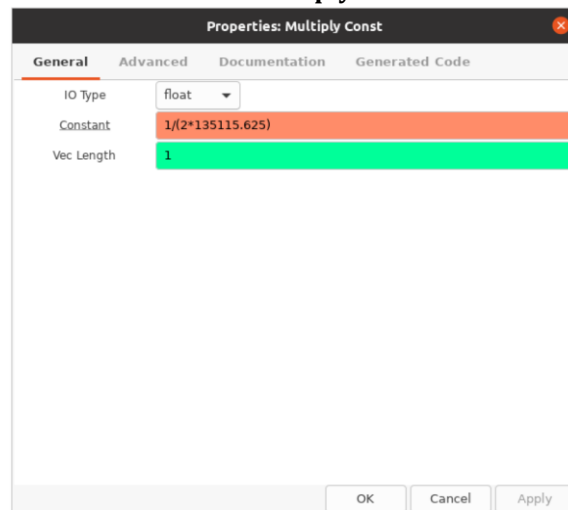
- a. Personalice el bloque Options, Nota: el campo “Category” debe poner el nombre de [Modulos_J1A] o el (a partir de la fecha, todos los módulos deben guardarse en la misma carpeta; este ejercicio es parte de la evaluación del laboratorio) ver ejemplo:



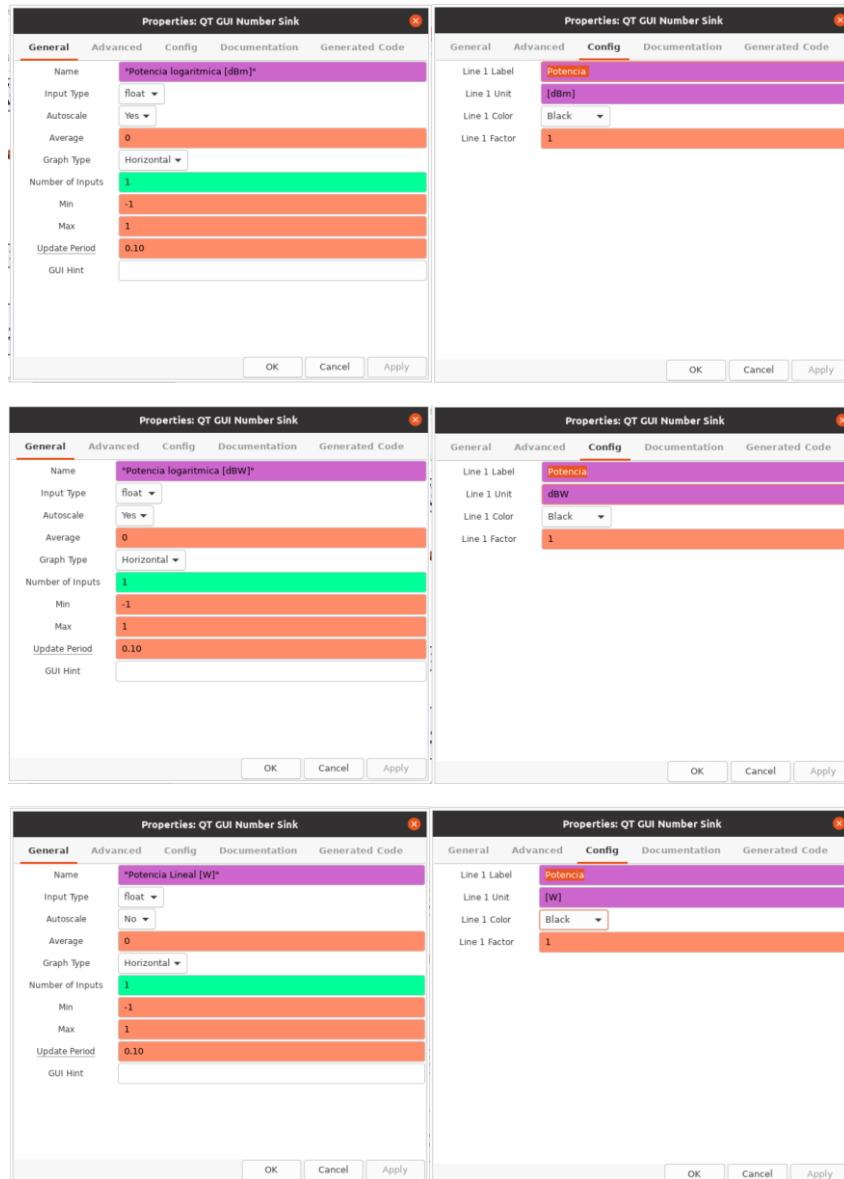
- b. Agregue la variable **l_vect** creada con el bloque **Parameter**, ver el siguiente ejemplo:



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



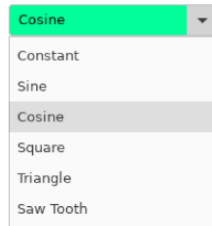
- d. Ajuste los valores del bloque “QT GUI Number Sink” para cada una de las salidas



- 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 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 los 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.
- : 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 lineales

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:

$$s(t) = \text{Re}\{g(t)e^{j 2 \pi f_c t}\}$$

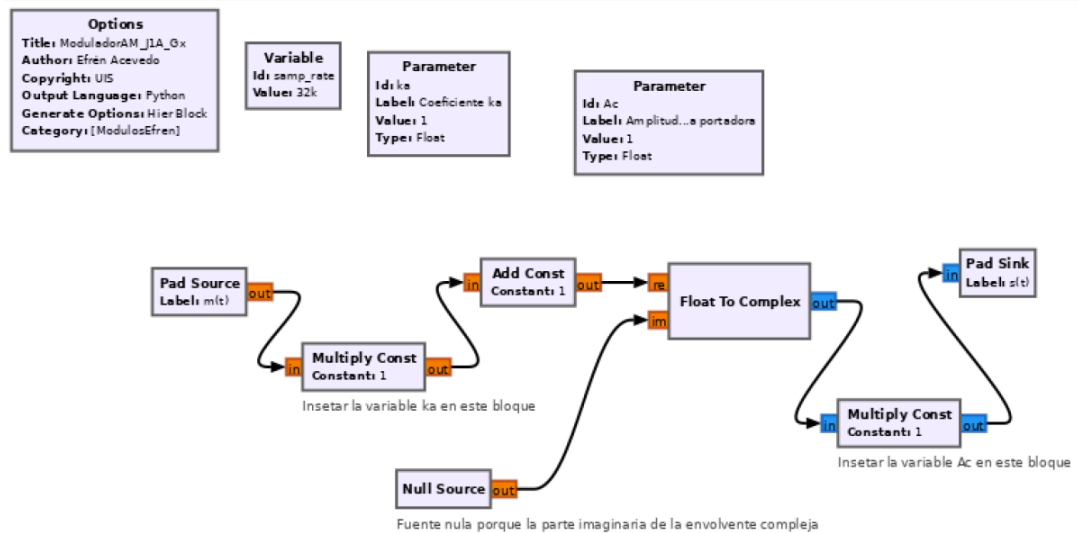
- forma rectangular de $g(t)$

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

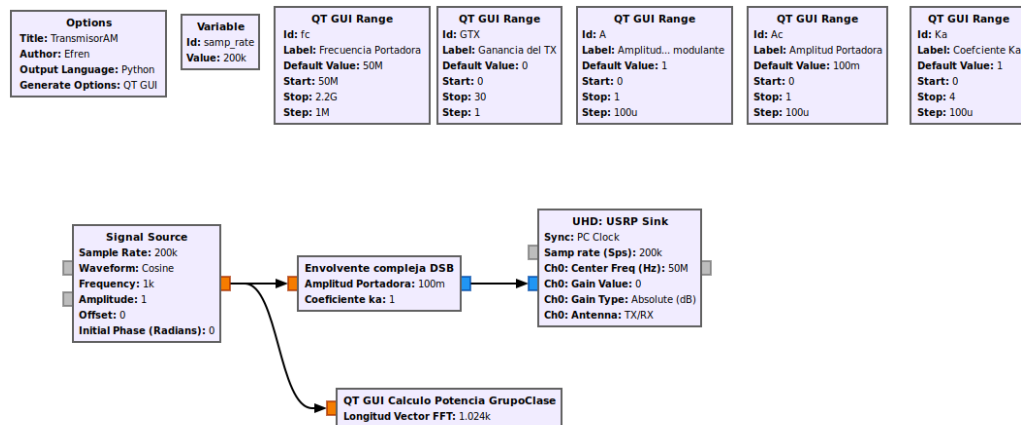
- forma polar de $g(t)$

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

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_J1A]



- 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 $(k_a \cdot A_m = 1)$, $(k_a \cdot A_m > 1)$ 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.

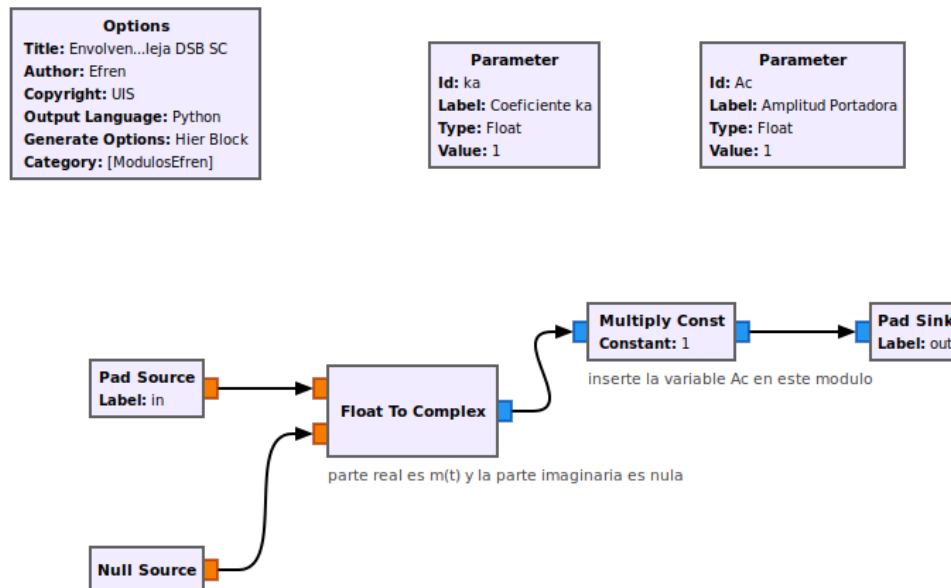


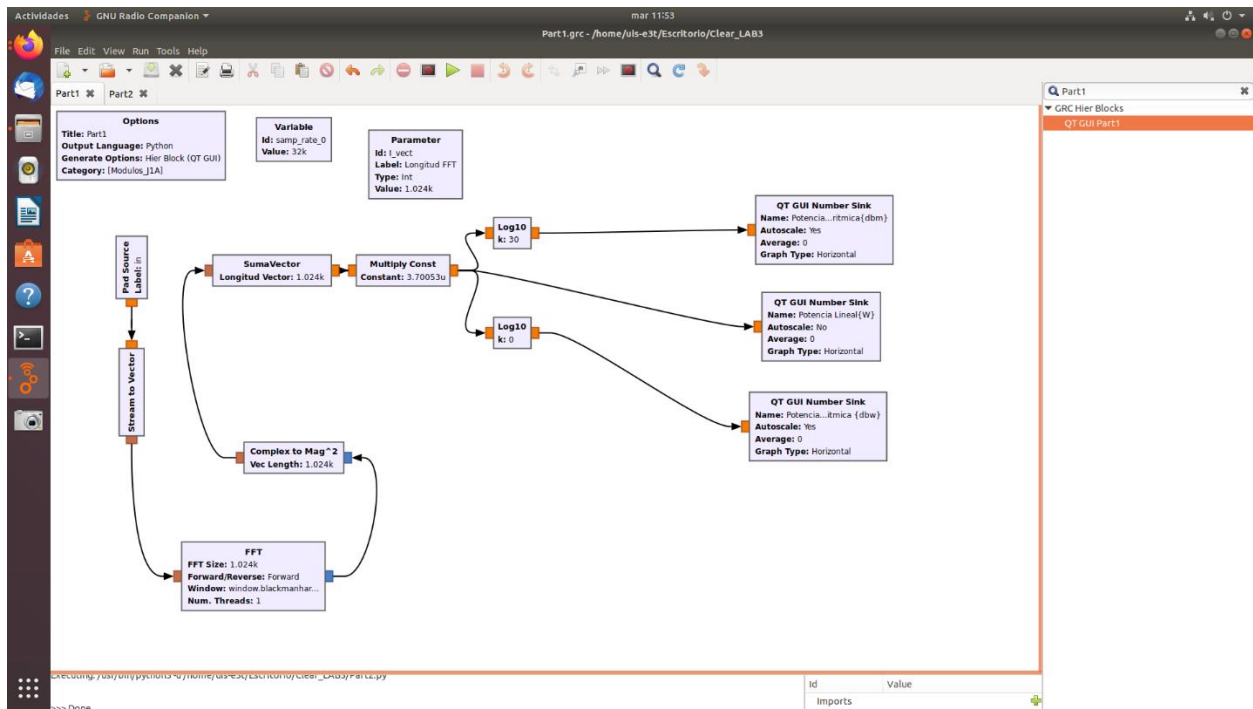
- b. Cree la envolvente compleja para las siguientes modulaciones lineales:

| 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 | $m_1(t)$ | $m_2(t)$ | $\sqrt{m_1^2(t) + m_2^2(t)}$ | $[m_1(t)]\cos(2\pi f_c t) + [m_2(t)]\sin(2\pi f_c t)$ | $\frac{P_{m_1(t)}}{2} + \frac{P_{m_2(t)}}{2}$ |

- 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).

Envolvente compleja modulador AM portadora suprimida.



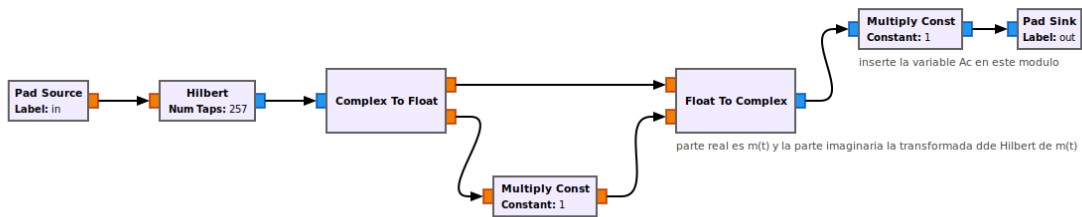


Envolvente compleja modulador AM Banda lateral Única SSB.

Options
 Title: Envolver...leja DSB SC
 Author: Efen
 Copyright: UIS
 Output Language: Python
 Generate Options: Hier Block
 Category: [ModulosEfen]

Parameter
 Id: K
 Label: USSB = 1; LSSB = -1
 Type: Float
 Value: 1

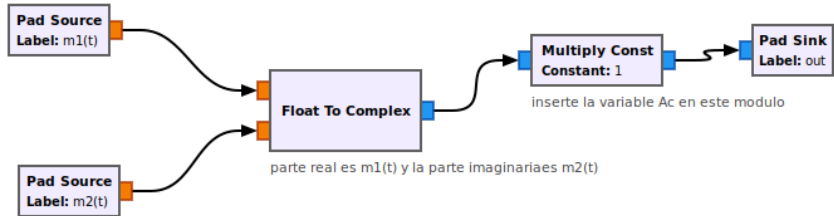
Parameter
 Id: Ac
 Label: Amplitud Portadora
 Type: Float
 Value: 1



Envolvente compleja modulador en cuadratura QAM.

Options
Title: Envolver...leja DSB SC
Author: Efren
Copyright: UIS
Output Language: Python
Generate Options: Hier Block
Category: [ModulosEfren]

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.

El módulo mostrado en la figura 1 permite el cálculo de potencia de la señal de entrada y muestra en la interfaz sus resultados en dBm, W y dBW

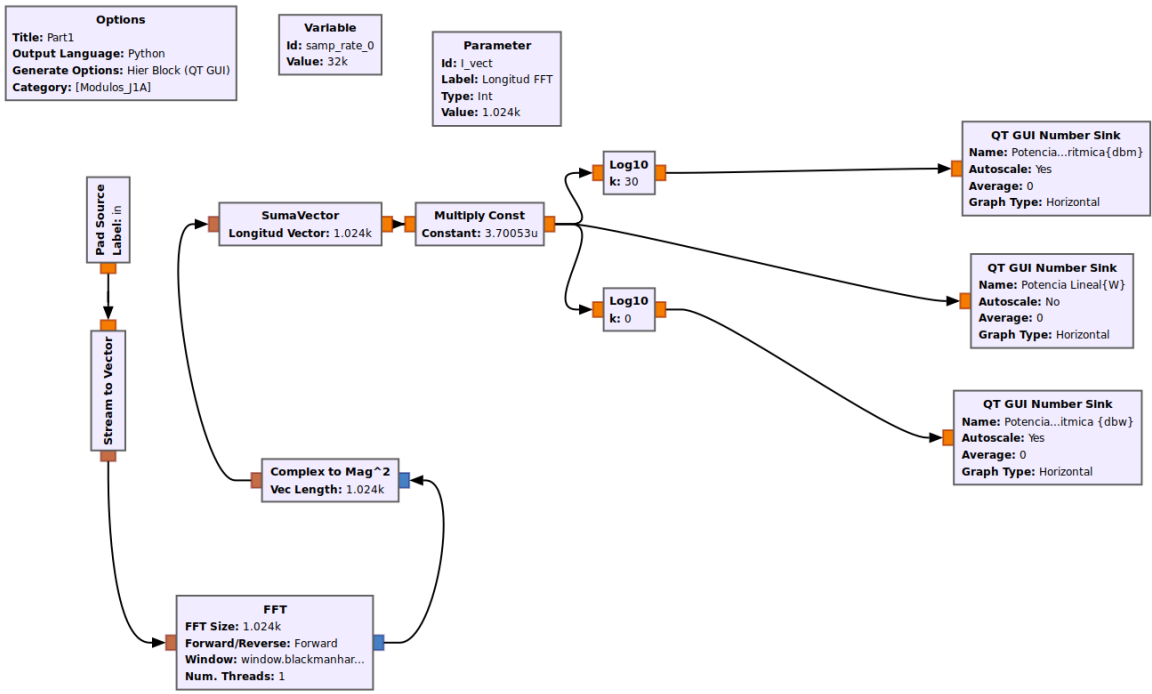


Ilustración 1 Cálculo de Potencia

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

A. Empleando una señal sinusoidal a 1 KHz de frecuencia y con cambio de amplitud se obtienen los datos mostrados en la tabla 1.

| Señal: Seno | | | | |
|---------------------|-----------------|-------|---------|---------|
| Frecuencia: 1 [KHz] | | | | |
| Amplitud | P (Teórica) [W] | P [W] | P [dBW] | P [dBm] |
| 50 | 1250 | 1250 | 30,969 | 60,939 |
| 80 | 3200 | 3200 | 35,051 | 65,051 |
| 120 | 7200 | 7200 | 38,573 | 68,573 |
| 160 | 12800 | 12800 | 41,072 | 71,072 |
| 200 | 20000 | 20000 | 43,010 | 73,010 |

Tabla 1 Potencia de una señal Sinusoidal

- B. Usando una señal triangular y otra cuadrada, a la misma frecuencia que el caso anterior, se hicieron las mediciones mostradas en la tabla 2.

| Amplitud | P [W] | P [dBW] | P [dBm] |
|----------|----------|---------|---------|
| 50 | 834,957 | 29,2166 | 53,2166 |
| 80 | 213,49 | 33,299 | 63,299 |
| 120 | 4809,35 | 36,8208 | 66,8208 |
| 160 | 8549,96 | 39,3196 | 69,3196 |
| 200 | 13359,31 | 41,2578 | 71,2578 |

Tabla 2 Potencia de una señal Triangular

| Amplitud | P [W] | P [dBW] | P [dBm] |
|----------|-------|---------|---------|
| 50 | 1250 | 30,969 | 60,939 |
| 80 | 3200 | 35,051 | 65,051 |
| 120 | 7200 | 38,573 | 68,573 |
| 160 | 12800 | 41,072 | 71,072 |
| 200 | 20000 | 43,010 | 73,010 |

Tabla 2 Potencia de una señal Cuadrada

Para los cálculos teóricos de Potencia, se pueden usar las expresiones conocidas:

$$P_{[w]} = \frac{A_m^2}{2} \quad dBm = 10 \cdot \log_{10}(mW) \quad P_{dBW} = dBm$$

- C. Cód_1 = 2184213 _ Fa = 47 KHz (2+1+8+4+2+1+3) +(2+1+8+1+5+7+2)
Cód_2 = 2181572 Fb = 1504 KHz (2*1*8*4*2*3) +(2*8*5*7*2)

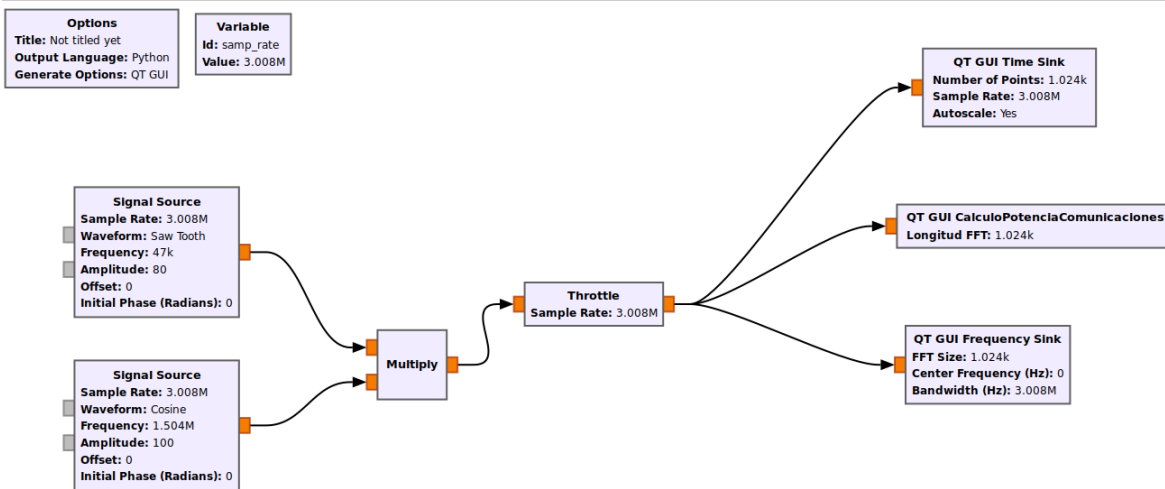


Ilustración 2 Diagrama de Multiplicación y cálculo de potencia para la multiplicación entre señal coseno y Saw Tooth

Para la frecuencia de muestreo, se emplea el doble de la frecuencia Máxima que se obtendrá en el espectro, es decir, la del coseno. Lo anterior le permite al sistema mostrar y calcular datos correctamente

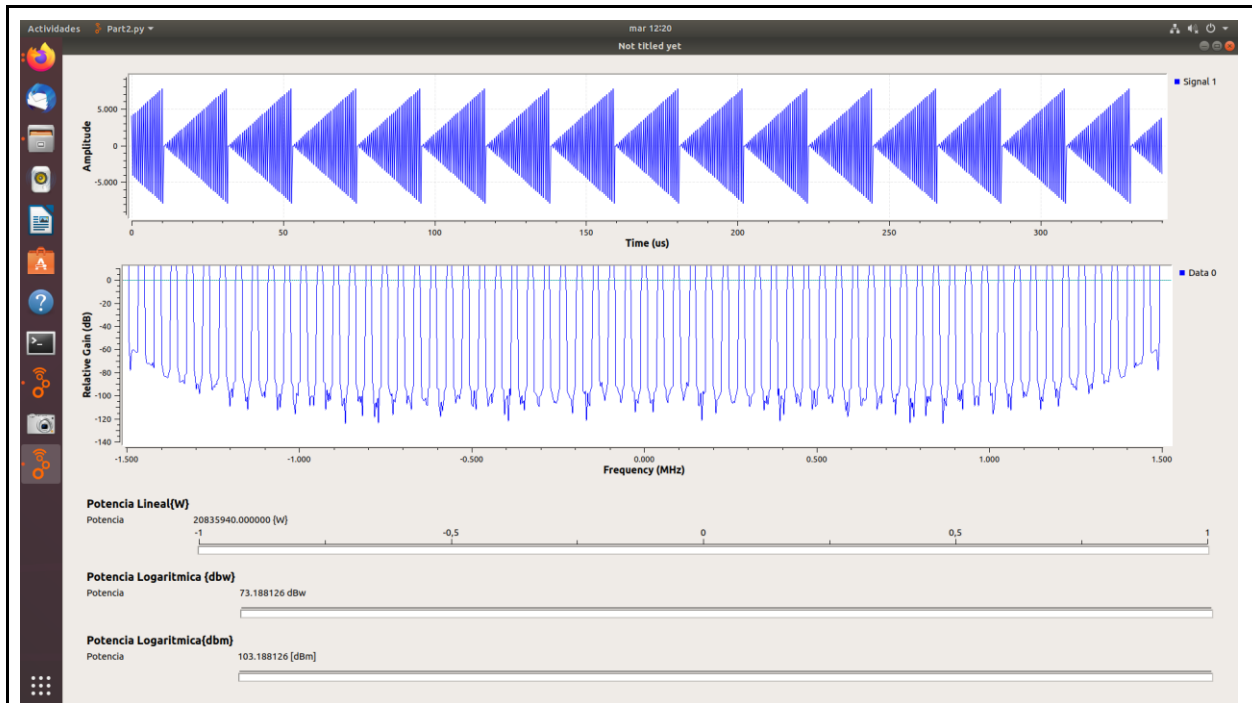


Ilustración 3 Muestreo de señal en el tiempo y frecuencia

La potencia se obtiene en la parte inferior gracias al módulo diseñado anteriormente. Según esto se obtiene:

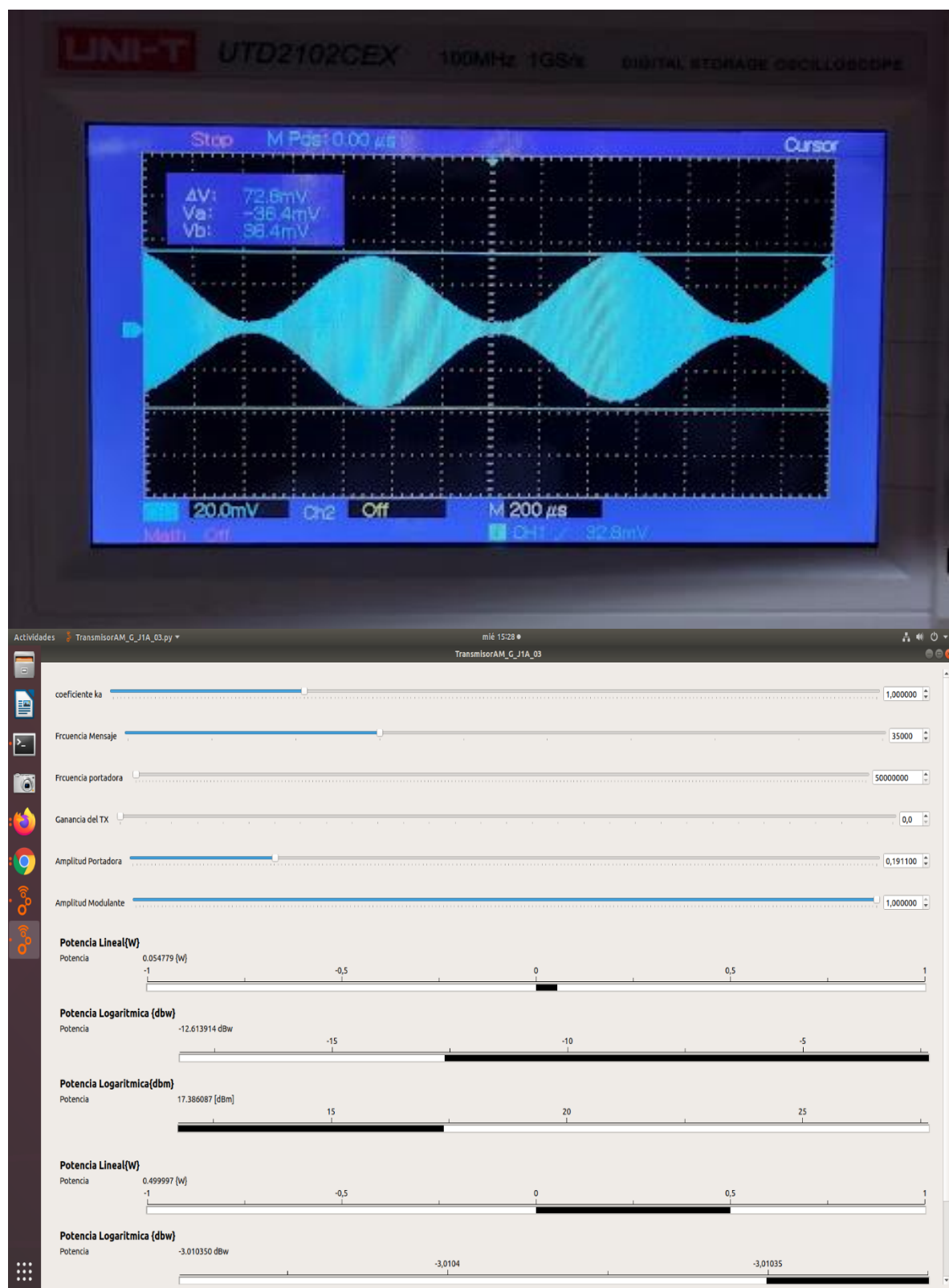
$$P_{[w]} = 20.83 \text{ MW} \quad P_{dBm} = 103.8 \quad P_{dBw} = 73.18$$

Empleando el teorema de Parseval $\frac{1}{T} \int_0^T |x(t)|^2 dt$ se puede determinar la potencia de la señal considerando como periodo el uso de la frecuencia de la señal dientes de sierra y al poseer esta misma parte negativa, se puede considerar la mitad del periodo al realizar su integral:

$$P = 47 \cdot 10^3 \int_0^{47 \cdot 2 \cdot 10^3} \cos(1504 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 10^3 t) dt$$

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

1.) Para $Ka * Am = 1$



$$A_c[1 + k_a * A_m] = 36.3 [mV]$$

$$A_c = 18.15 [mV] = 329.61 [uW]$$

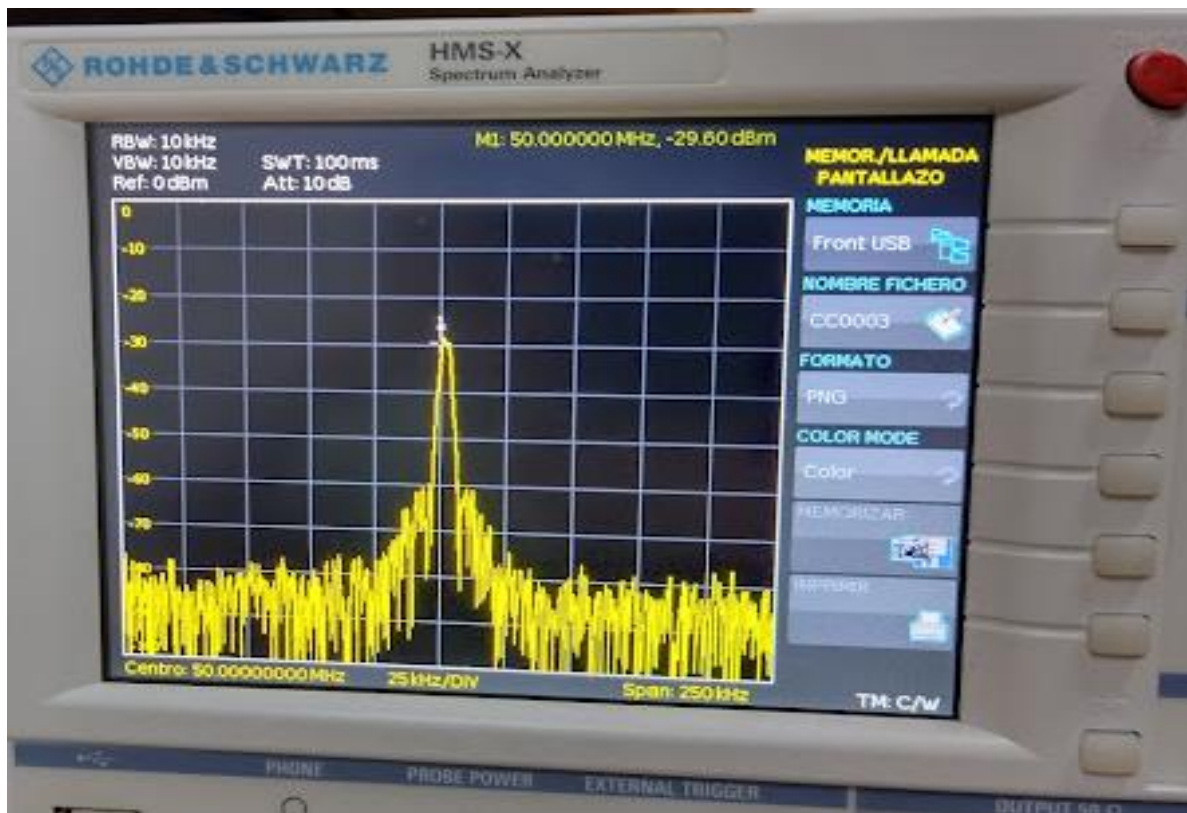
Potencias:

Para la envolvente compleja: $g(t)$.

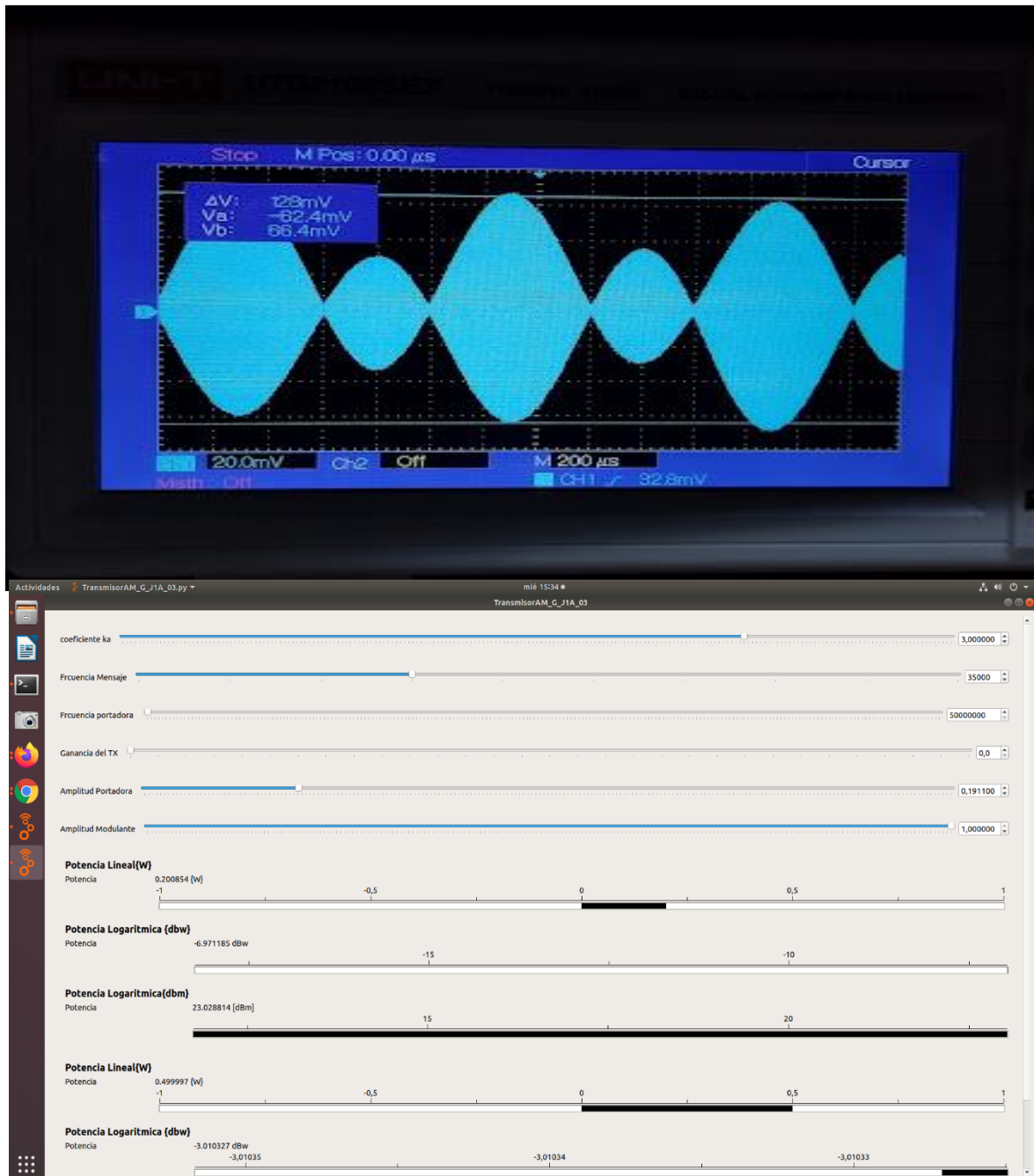
$$P_g = A_c^2 + \left[\frac{(A_c * K_a * A_m)^2}{2} \right] \quad P_g = 1.62 * 10^{-6} [W]$$

Para $s(t)$:

$$P_{s(t)} = \frac{A_c^2}{2} \left[1 + \frac{k_a^2 A_m^2}{2} \right] \quad P_{s(t)} = 8.148 * 10^{-8} [W]$$



2.) Para $Ka * Am > 1$



$$A_c[1 + k_a * A_m]_1 = 64 [mV]$$

$$A_c[1 + k_a * A_m]_2 = 38 [mV]$$

$$A_c = 51 [mV] = 2.6 [mW]$$

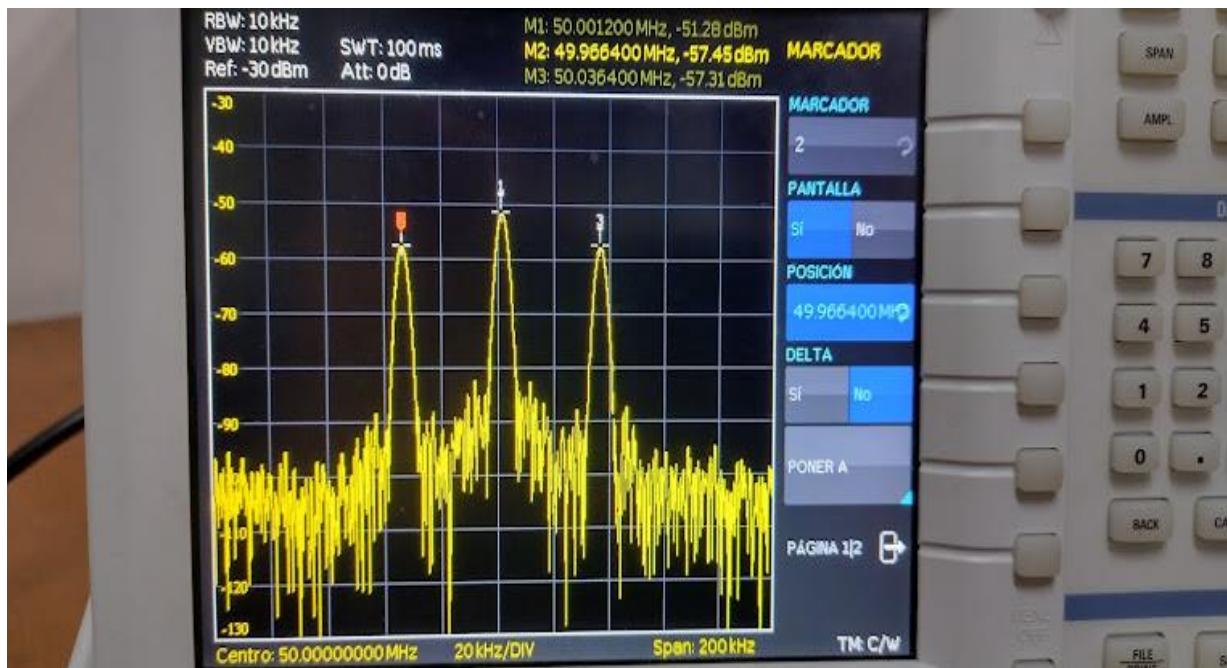
Potencias:

Para la envolvente compleja: $g(t)$.

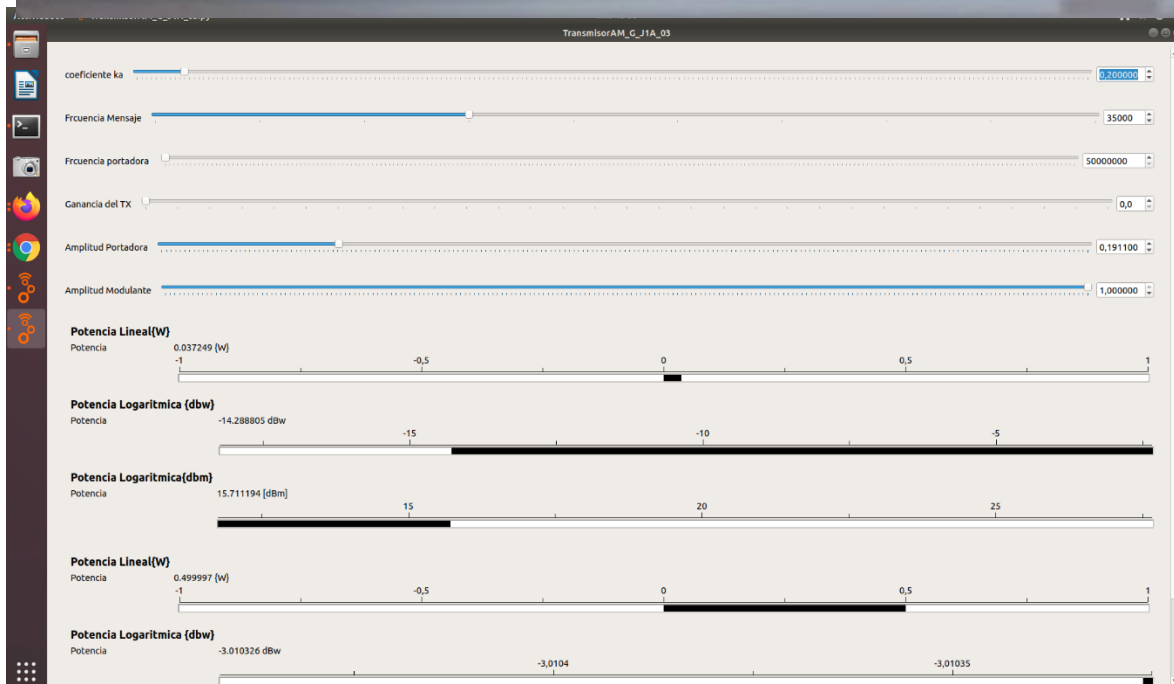
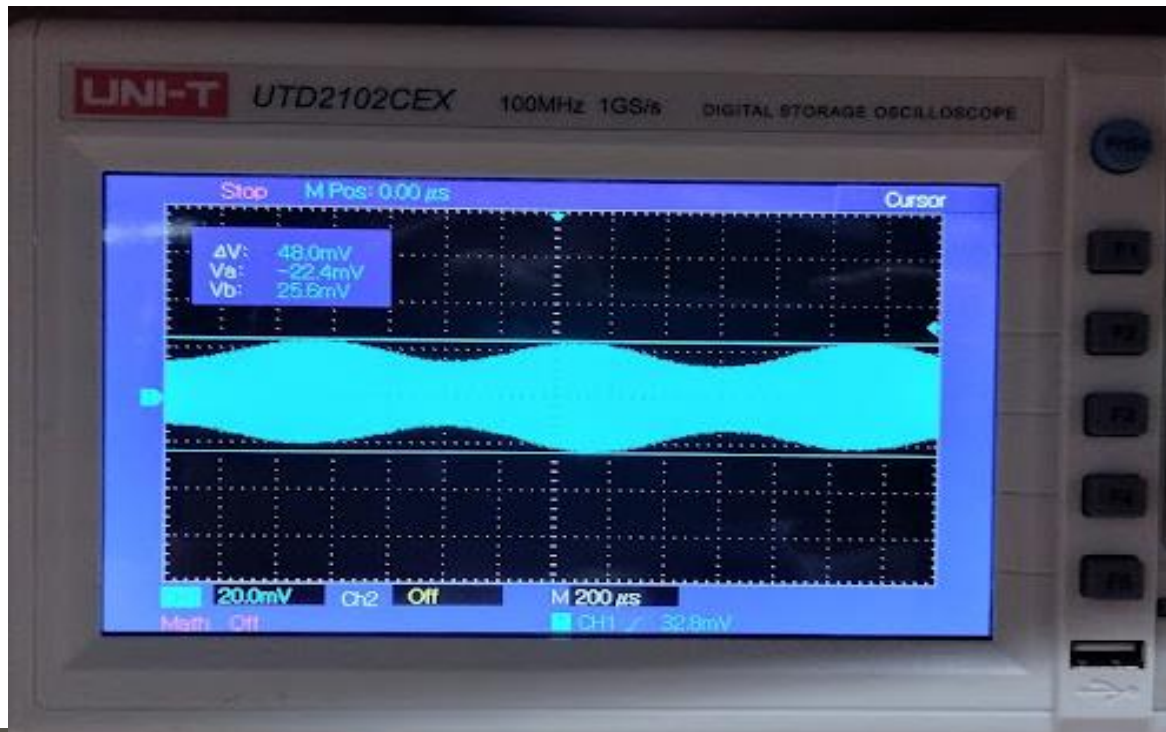
$$P_g = A_c^2 + \left[\frac{(A_c * K_a * A_m)^2}{2} \right] P_g = 37.18 * 10^{-6} [W]$$

Para $s(t)$:

$$P_{s(t)} = \frac{A_c^2}{2} \left[1 + \frac{k_a^2 A_m^2}{2} \right] P_{s(t)} = 18.59 * 10^{-6} [W]$$



3.) Para $K_a * A_m < 1$



$$A_c[1 + k_a * A_m] = 48 [mV]$$

$$A_c = 24 [mV] = 575 [uW]$$

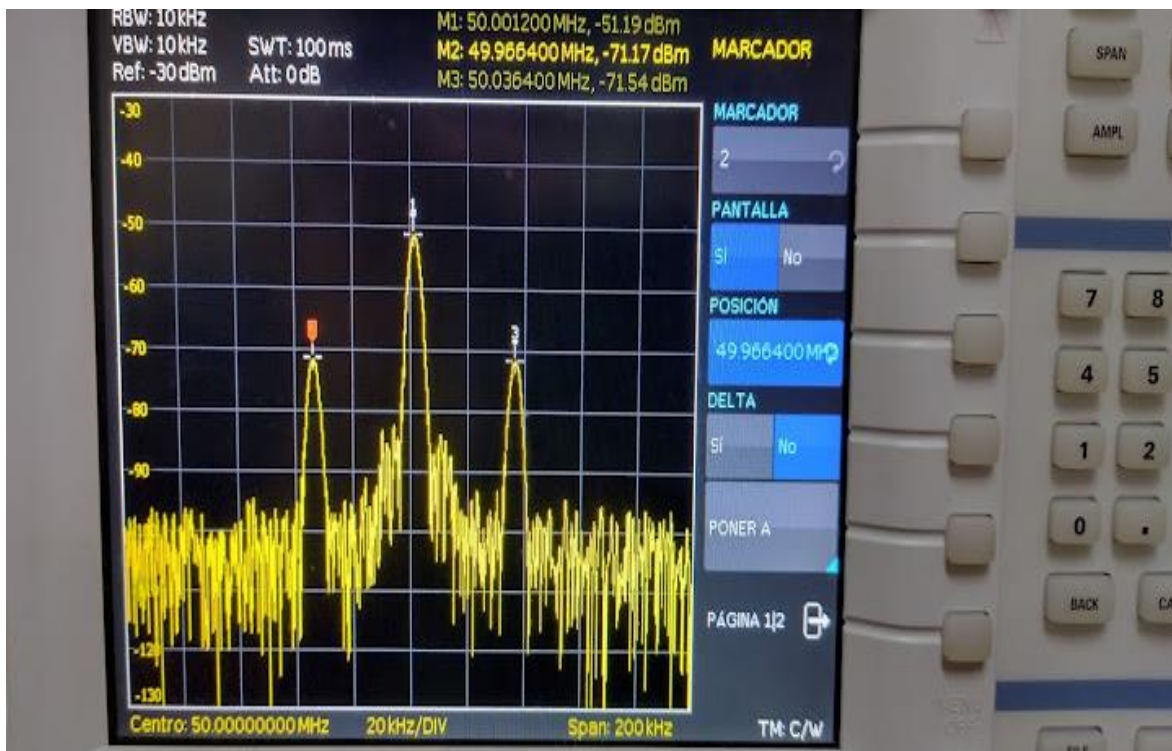
Potencias:

Para la envolvente compleja: $g(t)$.

$$P_g = A_c^2 + \left[\frac{(A_c * K_a * A_m)^2}{2} \right] \quad P_g = 3.3724 * 10^{-7} [W]$$

Para $s(t)$:

$$P_{s(t)} = \frac{A_c^2}{2} \left[1 + \frac{k_a^2 A_m^2}{2} \right] \quad P_{s(t)} = 1.6862 * 10^{-7} [W]$$



Conclusiones:

- La variación del parámetro “ka” nos muestra una relación entre él mismo parámetro y los armónicos, con esto modificando el parámetro “ka” es posible cambiar la potencia de la señal, para un $K_a > 1$ se evidencia que la potencia de las componentes en frecuencia f_1 y $-f_1$ aumentan, mientras que para un $K_a < 1$ que la potencia de las componentes en frecuencia f_1 y $-f_1$ disminuyen.
- K_a nos permite a controlar el índice de modulación de la señal
- Se encontraron pequeñas variaciones entre los datos obtenidos por medio del Módulo de cálculo de Potencias y el cálculo teórico usando los valores descritos por el osciloscopio.