

# **PRÁCTICA 3 grupo D1A**

## **Bloques jerárquicos y modulaciones lineales en GNURADIO**

**Autores**

Juan Camilo Sarmiento Gómez

Sergio Alejandro Uribe Gómez

**Grupo de laboratorio:**

D1A

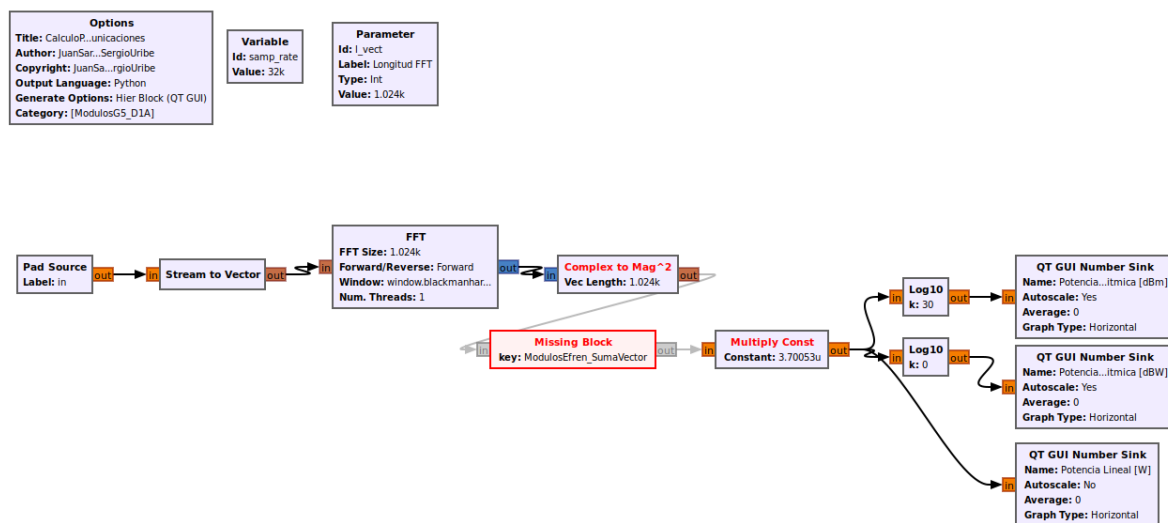
**Subgrupo de clase**

Cinco (5)

## INFORME DE RESULTADOS

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

Para el desarrollo de este objetivo se siguieron las instrucciones expuestas en la guía práctica para realizar el bloque jerárquico. Al realizar el proceso respectivo se obtiene el resultado expuesto en la Figura 1:



**Figura 1.** Bloque jerárquico realizado para el cálculo de potencia.

**Fuente:** Autor(es).

**Nota:** El 'Missing block' corresponde a un bloque propio del aula de laboratorio. La Figura fue tomada fuera del aula de laboratorio. Originalmente es el bloque Suma\_Vector..

Utilizando el bloque jerárquico realizado es posible realizar el cálculo de potencia para distintas señales, lo que resultará útil para lo que resta de la práctica.

**DESARROLLO DEL OBJETIVO 2. PRESENTE A CONTINUACIÓN LOS RESULTADOS DEL OBJETIVO 2.****a) Cálculo de potencia para una señal sinusoidal para distintos valores de amplitud**

Señal sinusoidal		
Amplitud [V]	Potencia medida	Potencia calculada
3	4.5 [W]	4.5 [W]
	6.5321 [dB]	6.53212513 [dB]
	36.5321 [dBm]	36.53212513 [dBm]
75	2812.5002 [W]	28125.0 [W]
	34.4909 [dB]	34.4909253 [dB]
	64.4909 [dBm]	64.4909253111 [dBm]
14	98 [W]	98 [W]
	19.9122 [dB]	19.912260756 [dB]
	49.9122 [dBm]	49.912260756 [dBm]
36	648 [W]	648 [W]
	28.1157 [dB]	28.115750058 [dB]
	58.1157 [dBm]	58.115750058 [dBm]
5	12.5 [W]	12.5 [W]
	10.9691 [dB]	10.96910013 [dB]
	40.9691 [dBm]	40.96910013 [dBm]

**b) Cálculo de potencia para 3 tipos de señales distintas**

Señal Diente de Sierra (Saw Tooth)		
Amplitud [V]	Potencia medida	Potencia calculada
3	2.8608 [W]	3 [W]
	4.5649 [dB]	4.771212 [dB]
	34.5649 [dBm]	34.77121254 [dBm]
75	1788.0168 [W]	1875 [W]
	32.5236 [dB]	32.73001272 [dB]
	62.5236 [dBm]	62.73001272 [dBm]
14	62.3024 [W]	65.33333 [W]
	17.9450 [dB]	18.1513481 [dB]
	47.9450 [dBm]	48.151348166 [dBm]
36	411.9590 [W]	432 [W]
	26.1485 [dB]	26.3547837 [dB]
	56.1485 [dBm]	56.354837468 [dBm]
5	7.9467 [W]	8.333333[W]
	9.0018 [dB]	9.208187539 [dB]
	39.0018 [dBm]	39.208187539 [dBm]

Señal Triangular		
Amplitud [V]	Potencia medida	Potencia calculada
3	3.0058 [W]	3 [W]
	4.7796 [dB]	4.771212 [dB]
	34.7796 [dBm]	34.77121254 [dBm]
75	1878.6534 [W]	1875 [W]
	32.7384 [dB]	32.73001272 [dB]
	62.7384 [dBm]	62.73001272 [dBm]
14	65.4606 [W]	65.33333 [W]
	18.1598 [dB]	18.1513481 [dB]
	48.1598 [dBm]	48.151348166 [dBm]
36	432.8417 [W]	432 [W]
	26.3632 [dB]	26.3547837 [dB]
	56.3632 [dBm]	56.354837468 [dBm]
5	8.4395 [W]	8.333333[W]
	9.2166 [dB]	9.208187539 [dB]
	39.2166 [dBm]	39.208187539 [dBm]

Señal Cuadrada		
Amplitud [V]	Potencia medida	Potencia calculada
3	4.4999 [W]	4.5 [W]
	6.5321 [dB]	6.53212513 [dB]
	36.5321 [dBm]	36.53212513 [dBm]
75	2812.4870 [W]	28125.0 [W]
	34.4909 [dB]	34.4909253 [dB]
	64.4909 [dBm]	64.4909253111 [dBm]
14	97.9995 [W]	98 [W]
	19.9122 [dB]	19.912260756 [dB]
	49.9122 [dBm]	49.912260756 [dBm]
36	647.9970 [W]	648 [W]
	28.1157 [dB]	28.115750058 [dB]
	58.1157 [dBm]	58.115750058 [dBm]
5	12.4999 [W]	12.5 [W]
	10.9690 [dB]	10.96910013 [dB]
	40.9690 [dBm]	40.96910013 [dBm]

**c) Multiplicación de dos señales:**

***Frecuencia para la señal A:*** 49 KHz

***Frecuencia para la señal B:*** 9360 KHz

De prácticas anteriores, es reconocible que la frecuencia máxima correspondiente a una multiplicación entre dos señales corresponde a la suma de las frecuencias de cada una, por tanto:

$$f_{max} = f_a + f_b = 49 + 9360 [kHz] = 9409 [kHz]$$

Ahora, de acuerdo al teorema de Nyquist se sabe que la frecuencia de muestreo para recuperar totalmente la señal debe ser, por lo menos, dos veces la frecuencia máxima de la señal que se

analiza. Pero algunas veces dos veces no basta para la reconstrucción fiel de la misma señal, por tanto la frecuencia de muestreo debe ser:

$$F_{sample} \geq 2 * 9409 [kHz]$$

$$F_{sample} \geq 18818 [kHz]$$

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

- a. Para el desarrollo del inciso a , se realizó el flujograma correspondiente al bloque jerárquico usado para la envolvente compleja de modulación AM, en aras del análisis de su comportamiento en el dominio del tiempo así como en el frecuencial.

b.

**Caso 1:**  $K_a A_m < 1$

$$K_a = 0.5 \quad A_m = 1$$

$$A_c [1 + K_a A_m] = 82 \text{ mV [1]}$$

$$A_c [1 - K_a A_m] = 25 \text{ mV [2]}$$

Sumando las ecuaciones [1] y [2] se tiene:

$$2A_c = 82 \text{ [mV]} + (25) \text{ [mV]} = 107 \text{ [mV]}$$

$$A_c = 53.5 \text{ [mV]}$$

Restando las ecuaciones [1] y [2] se tiene:

$$2A_c K_a A_m = 82 \text{ [mV]} - 25 \text{ [mV]} = 52 \text{ [mV]}$$

$$K_a A_m = 0.53271$$

Para calcular la potencia de la señal modulada  $s(t)$  se tiene:

$$P_s = \frac{A_c^2}{2} \left[ 1 + K_a \frac{A_m^2}{2} \right]$$

$$P_s = 1.7889 \text{ [mV]}$$

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

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

$$P_g = 3.2687 \text{ [mW]}$$

**Caso 2:**

$$K_a A_m = 1$$

$$K_a = 1 \quad A_m = 1$$

$$A_c [1 + K_a A_m] = 106 \text{ mV [3]}$$

$$A_c [1 - K_a A_m] = 3 \text{ mV [4]}$$

Sumando las ecuaciones [1] y [2] se tiene:

$$2A_c = 106 \text{ [mV]} + 3 \text{ [mV]} = 109 \text{ [mV]}$$

$$A_c = 54.5 \text{ [mV]}$$

Restando las ecuaciones [1] y [2] se tiene:

$$2A_c K_a A_m = 106 \text{ [mV]} - 3 \text{ [mV]} = 103 \text{ [mV]}$$

$$K_a A_m = 0.9449$$

Para calcular la potencia de la señal modulada **s(t)** se tiene:

$$P_s = \frac{A_c^2}{2} \left[ 1 + K_a \frac{A_m^2}{2} \right]$$

$$P_s = 2.2276 \text{ [mV]}$$

Para calcular la potencia de la envolvente compleja **g(t)** se tiene:

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

$$P_g = 4.4112 \text{ [mW]}$$



**Caso 3:**

$$K_a A_m > 1$$

$$K_a = 2 \quad A_m = 1$$

$$A_c [1 + K_a A_m] = 162 \text{ mV} \text{ [1]}$$

$$A_c [1 - K_a A_m] = 55 \text{ mV} \text{ [2]}$$

Sumando las ecuaciones [5] y [6] se tiene:

$$2A_c = 162 \text{ [mV]} - 55 \text{ [mV]} = 107 \text{ [mV]}$$

$$A_c = 53.5 \text{ [mV]}$$

Restando las ecuaciones [5] y [6] se tiene:

$$2A_c K_a A_m = 162 \text{ [mV]} + 55 \text{ [mV]} = 217 \text{ [mV]}$$

$$K_a A_m = 2.028$$

Para calcular la potencia de la señal modulada **s(t)** se tiene:

$$P_s = \frac{A_c^2}{2} \left[ 1 + K_a \frac{A_m^2}{2} \right]$$

$$P_s = 2.841 \text{ [mV]}$$

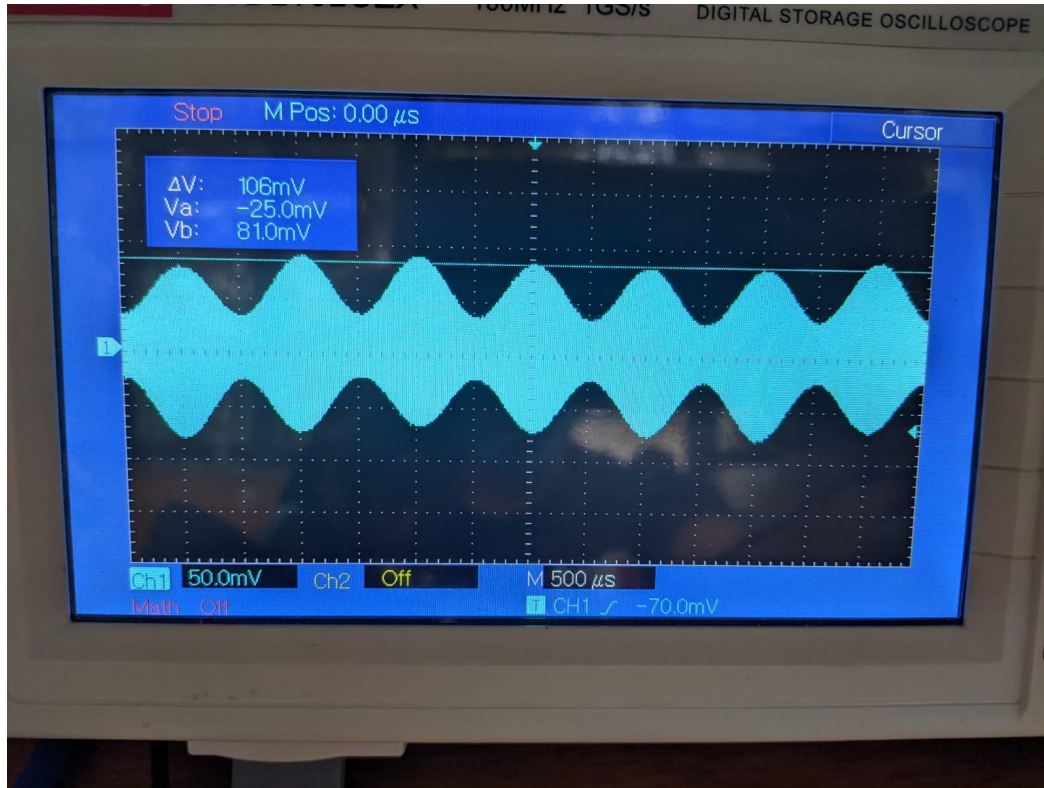
Para calcular la potencia de la envolvente compleja **g(t)** se tiene:

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

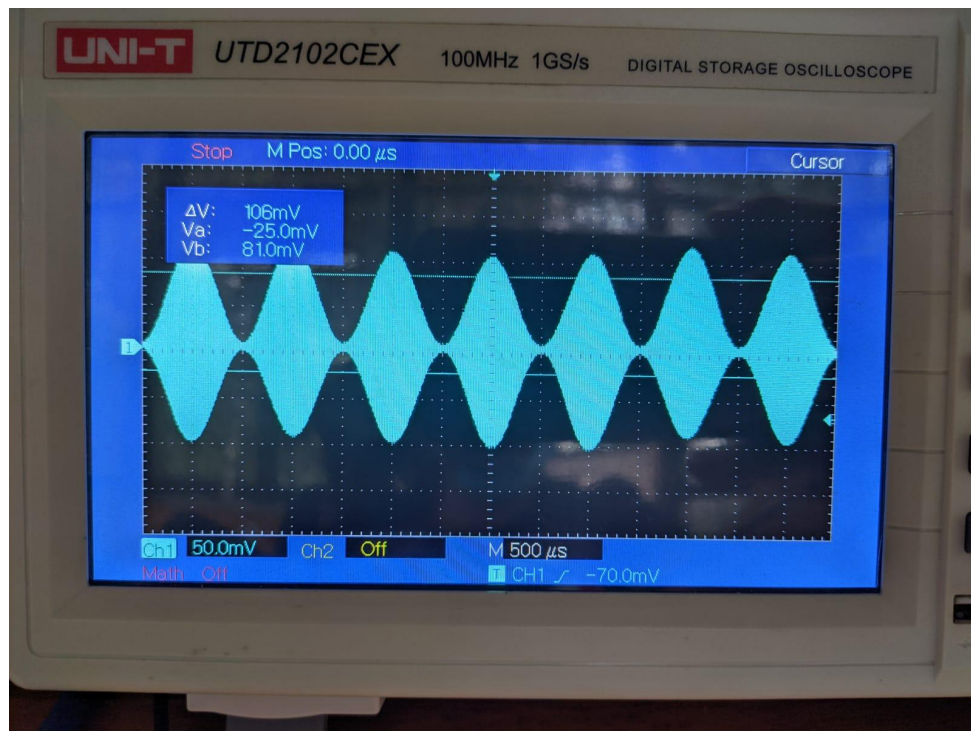
$$P_g = 8.5867 \text{ [mW]}$$

c. Envolvente compleja en el dominio del tiempo (Osciloscopio) :

1.  $K_{am} < 1$



$$2. K A_m = 1$$



$$3. K A_m > 1$$

