

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA

Nombre de la guía:	Modulación AM en GNU Radio
Autor:	David Góez
Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s):	Fundamentos de comunicaciones.
Tiempo de trabajo práctico estimado:	2 horas
Asignatura(s) aplicable(s):	Análisis de señales, sistemas de comunicación, procesamiento de señales 1 y sistemas inalámbricos.
Programa(s) Académico(s) / Facultad(es):	Ingeniería de Telecomunicaciones- Ingeniería Electrónica, Tecnología en Telecomunicaciones

COMPETENCIAS	CONTENIDO TEMÁTICO	INDICADOR DE LOGRO
Conceptos y aplicaciones básicas de radio definida por software.	GNU Radio: - Construcción de la modulación AM usando el concepto de radio definida por software	Identifica las etapas de la modulación AM DSB-FC e implementarla en GNU Radio

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

La modulación es el proceso de modificar una característica (puede ser amplitud o ángulo) de una señal sinusoidal de alta frecuencia (señal portadora) de acuerdo con una señal de información que se encuentra en banda base (señal moduladora). Es decir, la adquisición de un canal de voz que esta típicamente entre los 300 Hz y los 4 KHz (banda base) se transmite a una frecuencia más alta. Este proceso se conoce como modulación, y llevarlo de nuevo a banda base para ser reproducido se conoce como demodulación. La Figura 1 muestra el esquema electrónico de un modulador AM de bajo nivel.

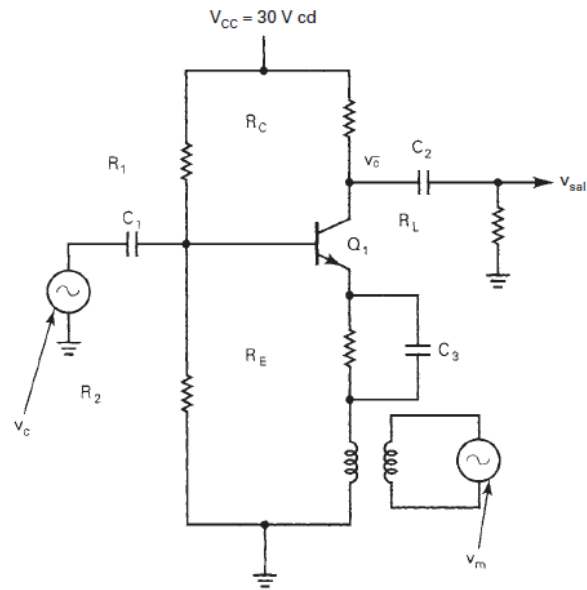


Figura 1: Modulador AM de bajo nivel

Modulación AM

En este tipo de modulación, la amplitud de la portadora varía según la señal de información, de modo que la información de amplitud y frecuencia de ésta se transponen sobre la portadora (ver Figura 2) haciendo que su envolvente varíe de acuerdo a la señal moduladora. Esta envolvente puede definirse en varios esquemas, donde los más usados son:

- Doble banda lateral con portadora DSB-FC (por sus siglas en inglés)
- Doble banda lateral con portadora suprimida DSB-SC (por sus siglas en inglés)
- Banda lateral única con portadora suprimida SSB-SC (por sus siglas en inglés) o BLU (por sus siglas en español)

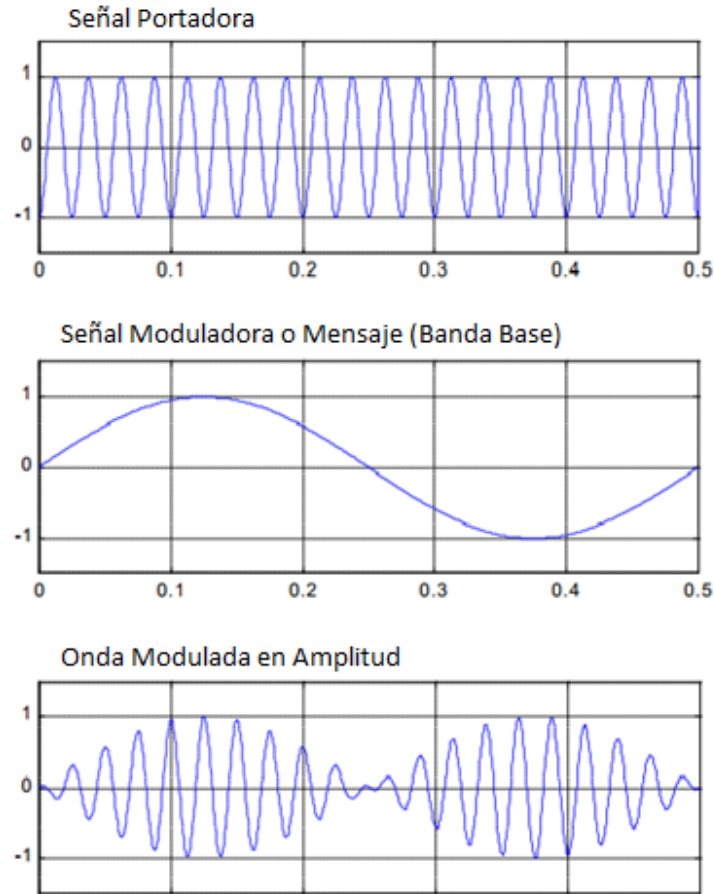


Figura 2: Modulación AM

2.1. Modulador AM DSB-FC

Ecuación base de la modulación AM DSB-FC:

$$V_{am}(t) = [V_c + f(t)] \cos(2\pi f_c t)$$

$$V_{am}(t) = V_c \cos(2\pi f_c t) + f(t) \cos(2\pi f_c t)$$

$$\text{Si } f(t) = V_m \cos(2\pi f_m t)$$

$$V_{am}(t) = V_c \cos(2\pi f_c t) + V_m \cos(2\pi f_m t) \cos(2\pi f_c t)$$

$$V_{am}(t) = V_c \cos(2\pi f_c t) + \frac{V_c V_m}{V_c} \cos(2\pi f_m t) \cos(2\pi f_c t)$$

$$m = \frac{V_m}{V_c}$$

$$V_{am}(t) = V_c \cos(2\pi f_c t) + V_c m \cos(2\pi f_m t) \cos(2\pi f_c t)$$

$$V_{am}(t) = V_c [1 + m \cos(2\pi f_m t)] \cos(2\pi f_c t)$$

Donde:

- V_c : amplitud máxima de la señal portadora no modulada (medido en voltios)
- V_m : cambio máximo de amplitud de la señal moduladora (medido en voltios)
- m : coeficiente de modulación (adimensional)
- f_c : frecuencia de la portadora
- f_m : frecuencia de la moduladora

Coeficiente de modulación y porcentaje de modulación

Termino que describe la cantidad de cambio de amplitud (modulación) en función del tiempo de acuerdo con la señal de información en banda base.

Si m es 1, significa que el porcentaje de modulación es 100%

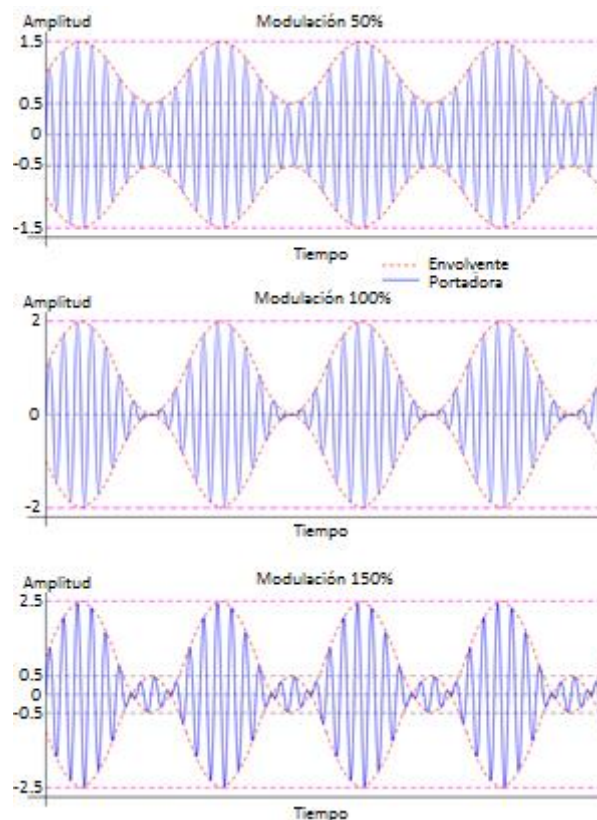


Figura 3: Señal modulada con porcentajes de modulación del 50%, 100% y 150% respectivamente

Ancho de banda

El ancho de banda de un canal de información análogo o digital se define como

$$B = f_{max} - f_{min}$$

Donde el ancho de banda del canal debe contener todas las frecuencias que contienen la información, es decir, el ancho de banda del canal no debe ser inferior al ancho de banda de la información. De aquí parte el concepto general de teoría de la información y el uso eficiente del ancho de banda. Para la modulación AM, el ancho de banda se define como:

$$B_{AM} = (f_c + f_m) - (f_c - f_m)$$

2.2. Demodulador AM

La demodulación es el proceso inverso de la modulación. En general, la demodulación se puede hacer de dos formas:

2.2.1. Detector de envolvente

Electrónicamente el detector de envolvente consta de un diodo rectificador y un filtro pasa bajas.

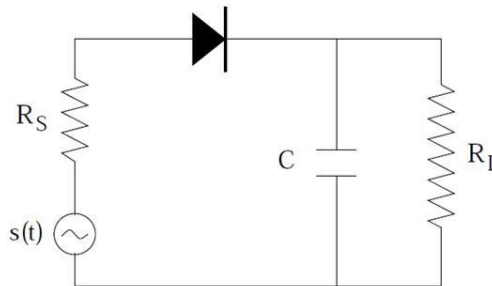


Figura 4: Circuito detector de envolvente

En GNU Radio el detector de envolvente se determina a partir de la señal compleja I/Q . La expresión para detectar la señal de información queda expresada $a(t) = \sqrt{\cos^2 \phi + \sin^2 \phi} = \|i(t) + jq(t)\|$

2.2.2. El detector de producto

El detector de producto multiplica la señal modulada por la señal generada por un oscilador local con la misma frecuencia y fase de la señal de la portadora. Luego se usa un filtro pasa bajos para reconstruir la señal de audio original en banda base.

3. OBJETIVO

Identificar las etapas de la modulación AM DSB-FC e implementarla en GNU Radio

4. RECURSOS REQUERIDOS

- Computador
- Software GNU Radio

5. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

5.1. Modulador AM

Partiendo de la ecuación de la modulación AM DSB-FC implemente dicha modulación en GNU Radio siguiendo el diagrama mostrado en la Figura 6

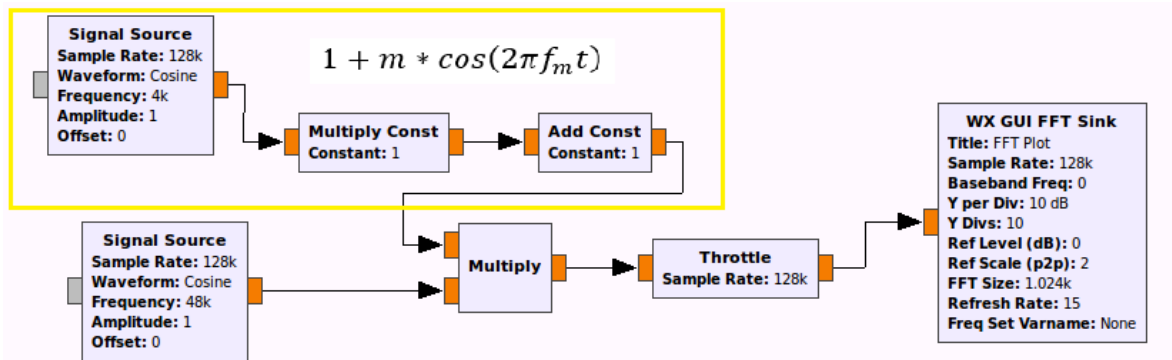


Figura 5: Diagrama de modulación DSB-FC implementado en GNU Radio

5.2. Demodulador AM

Implemente un demodulador de AM por detector de producto en GNU Radio siguiendo el diagrama mostrado en la Figura 7

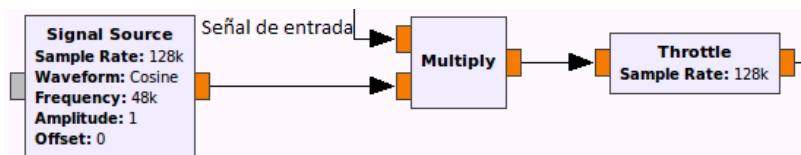


Figura 6: Diagrama de demodulación DSB-FC por detector de producto implementado en GNU Radio

6. ACTIVIDADES

1. Usando GNU Radio, implemente los bloques del modulador explicados en la sección "Modulador AM".
2. Agregue bloques "Slider" para V_m y V_c para modificar de forma dinámica el índice de modulación. Obtenga los porcentajes de modulación 50%, 100%, 125% y 150%. Con sus respectiva grafica en el dominio del tiempo.

3. Consulte cómo implementar el demodulador AM por detector de envolvente en GNU Radio.
4. Implemente el demodulador AM por detector de envolvente. Compare los resultados.
5. Consulte y explique los conceptos de banda lateral única en AM.

7. BIBLIOGRAFÍA

- W. Thomasi, Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, 4a ed. México: PRENTICE HALL, 2003.
- F. G. Stremler, Introducción a los sistemas de comunicación, 3a ed. México: Addison Wesley Longman - PEARSON, 1993.
- Ambardar, A. (2002). Procesamiento de señales analógicas y digitales. 2 ed. México: Thomson. ISBN 970686038X
- Oppenheim, Alan y Willsky, Alan. Señales Y Sistemas México: Prentice - Hall Hispanoamericana, c 1994. 860 p.
- <https://wiki.gnuradio.org/index.php?title=Tutorials>