

# Laboratorio 2.2: Demodulación en Amplitud (DSB-FC)

**Docente:** Cristian Guarnizo-Lemus, PhD.

**Asignatura:** Sistemas de Comunicaciones, Grupo 2, 2019-2. Instituto Tecnológico Metropolitano.

**Descripción:** en esta sesión realizaremos la demodulación de señales en Amplitud. Inicialmente el estudiante deberá diseñar un flujograma que le permita observar el espectro de frecuencias de una señal que contiene señales de audio moduladas en amplitud de doble banda con portadora completa (DSB-FC). Posteriormente se recuperan las señales por medio de su demodulación.

## 1. Análisis del espectro de las señales AM

En esta sección el estudiante debe diseñar un flujograma en GNURadio que le permita analizar el espectro del archivo que contiene los datos de las señales moduladas. Dicho archivo se encuentra en la página del curso con nombre "AM\_2esta.dat". Este archivo esta muestreado a una frecuencia de **200kHz**, entonces la frecuencia de muestreo del flujograma para abrir el archivo debe ser igual a ese valor. El contenido del archivo son valores en **reales** (float). Finalmente, se debe usar un bloque que permita analizar el espectro de frecuencias.

### Análisis de la práctica:

A partir de la gráfica del espectro de frecuencias determinar:

- Cuántas señales de audio están moduladas en amplitud (tomar pantallazo del espectro de frecuencias e indicar cuáles son las portadoras). Explicar cómo reconocer una señal modulada en amplitud DSB-FC a partir del espectro de frecuencias.
- Anotar los valores de **las frecuencias de las portadoras**. Pista: las portadoras están ubicadas en un valor exacto de frecuencia en kHz, sin decimales, por ejemplo: 10kHz, 20kHz.
- Determinar el **ancho de banda** de cada una de las señales moduladas. Pista: tomar los datos de las bandas con respecto a -120 dB.
- A partir del cálculo anterior, determinar cuáles son las **frecuencias mínimas de muestreo** de las señales de audio.

## 2. Demodulación de Audio en Amplitud (DSB-FC)

En esta parte demodulamos las señales de audio utilizando las frecuencias de las portadoras encontradas en la sección anterior. Se emplea una señal coseno con frecuencia de la portadora para llevar el espectro de la señal modulada a la banda base. El flujograma de esta sección se describe en la Figura 1.

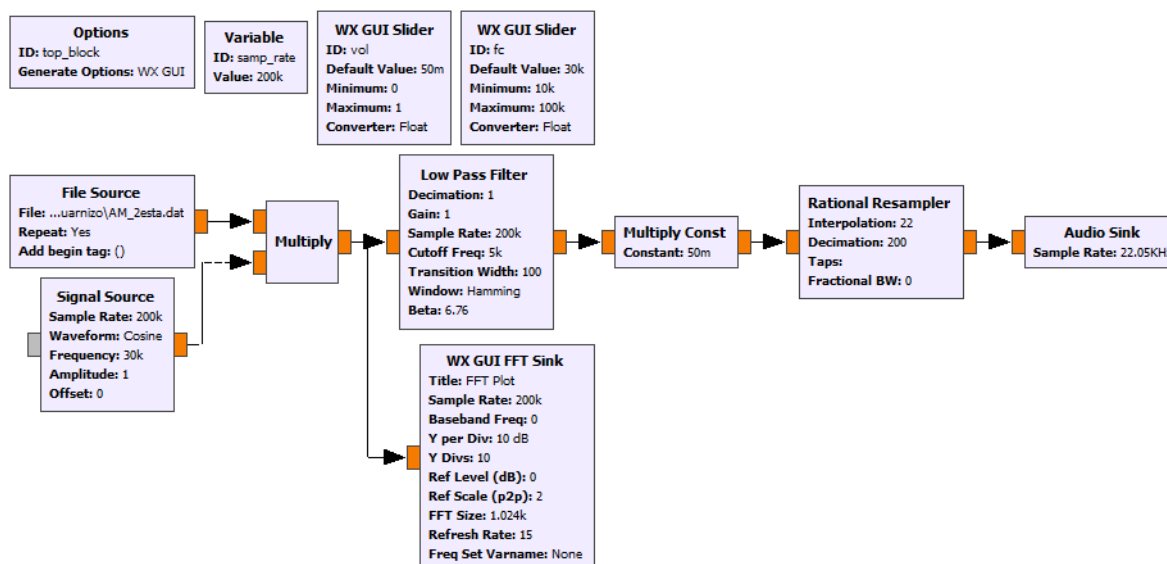


Figura 1. Flujograma para la demodulación de las señales de audio.

### Pasos de Configuración:

### Configuración general del flujograma

Abrir el programa **GNURadio Companion**, dar clic en el bloque “Options”, seleccionar del campo “Generate Options” la opción WX GUI.

Diagramar el flujograma presentado en la figura 1.

Configurar el bloque “Variable” para que la variable *samp\_rate* tenga una frecuencia de muestreo de 200kHz.

Configurar el bloque “File Source” para abrir el archivo “AM\_2esta.dat” que contiene la señal modulada en Amplitud.

### Configuración de la señal demoduladora

Configurar el bloque “GUI Slider” para controlar el valor de la frecuencia  $f_c$  de la señal de demodulación. Los parámetros que controlan la variable  $f_c$  son: “ID”:  $f_c$ , “Default value”: 30000, “Minimum”: 10000, “Maximum”: 100000, “Num. Steps”: 100.

Configurar el bloque “Signal Source” con los siguientes parámetros: “Waveform”: Cosine, “Frequency”:  $f_c$ , “Sample Rate”:  $samp\_rate$ .

### ***Configuración de la ganancia del volumen***

Configurar el bloque “GUI Slider” para controlar el valor “vol” que corresponde a la ganancia del volumen usado para reproducir la señal demodulada. Los parámetros para controlar la variable “vol” son: “ID”: vol, “Default value”: 0.5, “Minimum”: 0, “Maximum”: 1, “Num. Steps”: 100.

Configurar el bloque “Multiply Const” ajustando el parámetro “Constant”: vol.

### ***Configuración del filtro pasa bajo***

Configurar el bloque “Low Pass Filter” para decidir que frecuencias se dejan pasar sin atenuación. La frecuencia de corte (cutoff frequency) se selecciona de acuerdo a la máxima componente frecuencial de la señal de audio, la cual denotamos como  $f_{\max}$  (el estudiante debe conocerla a partir del análisis del punto 1). Los parámetros para definir el filtro son: “FIR type”: Float to Float (cualquiera), “Sample Rate”:  $samp\_rate$ , “Cutoff Freq”:  $f_{\max}$ , “Transition Width”: 100, “Window”: Hamming.

### ***Configuración de la reproducción del sonido***

Configurar el bloque “Rational Resampler” de tal forma que cambie la frecuencia de muestreo de la señal de entrada (200kHz) a una frecuencia de muestreo de 22kHz en la salida. Los parámetros para re-muestrear la señal son: “Interpolation”: 22, “Decimation”: 200, “Type”: Float to Float.

Configurar el bloque “Audio Sink” en el campo “Sample Rate”: 22.05kHz.

### **Análisis de la práctica:**

Ejecutar el flujograma.

Observar el espectro de frecuencias y escuchar (con audífonos) cuando se lleva el valor de  $f_c$  hasta el valor de la primera portadora.

Observar el espectro de frecuencias y escuchar (con audífonos) cuando el valor de  $f_c$  se mueve desde el valor de la primera portadora hasta el valor de la segunda portadora.

### **Conclusiones:**

Para poder demodular una señal, qué aspectos de la señal modulada se deben conocer? Para configurar el filtro? Qué acción realiza el filtro en el proceso? (Comparar los espectros antes y después del bloque de filtrado)