

Laboratorio 3: Modulación en Frecuencia

Docente: Cristian Guarnizo-Lemus.

Asignatura: Sistemas de Comunicaciones, Grupo 2, 2020-1. Instituto Tecnológico Metropolitano.

Descripción: en esta sesión realizaremos la modulación y demodulación en Frecuencia de señales. Inicialmente el estudiante deberá diseñar un flujograma que le permita observar el espectro de frecuencias de una señal modulada. Posteriormente se recuperan las señales por medio de su demodulación. Se analizará el comportamiento del índice de modulación sobre el espectro de la señal modulada.

1. Análisis del espectro de las señales FM

Para generar la señal modulada en frecuencia se empleará el bloque de Oscilador Controlado por Voltaje (VCO). Recordemos que la variación de voltaje a la entrada del VCO genera una variación de frecuencia sobre la señal de salida. Para este caso la señal generada por el VCO está dada como

$$v_{VCO}(t) = \cos(K_1 V_i(t)t) = \cos(\omega(t)t),$$

donde K_1 está en unidades rad/s/V. De la ecuación anterior sabemos entonces que

$$\omega(t) = K_1 V_i(t) = K_1 (V_1 + v_m(t)),$$

donde el producto $K_1 V_1$ es igual a ω_c y $K_1 v_m(t)$ es la componente que varía la frecuencia de la portadora a partir del voltaje de la moduladora. Y asumiendo que el voltaje de la señal moduladora (el mensaje) está dada por

$$v_m(t) = V_m \cos(\omega_m t),$$

entonces el voltaje a la salida del VCO se reescribe como

$$v_{VCO}(t) = \cos\left(K_1 V_1 t + \frac{K_1 V_m}{\omega_m} \sin(\omega_m t)\right)$$

$$v_{VCO}(t) = \cos(2\pi f_c t + m \sin(\omega_m t)).$$

Si asumimos que $V_1 = 1$, entonces la frecuencia de la portadora es $f_c = \frac{K_1}{2\pi}$.

A continuación, realizamos la modulación y demodulación de señales en frecuencia utilizando VCO, como se muestra en la figura 1.

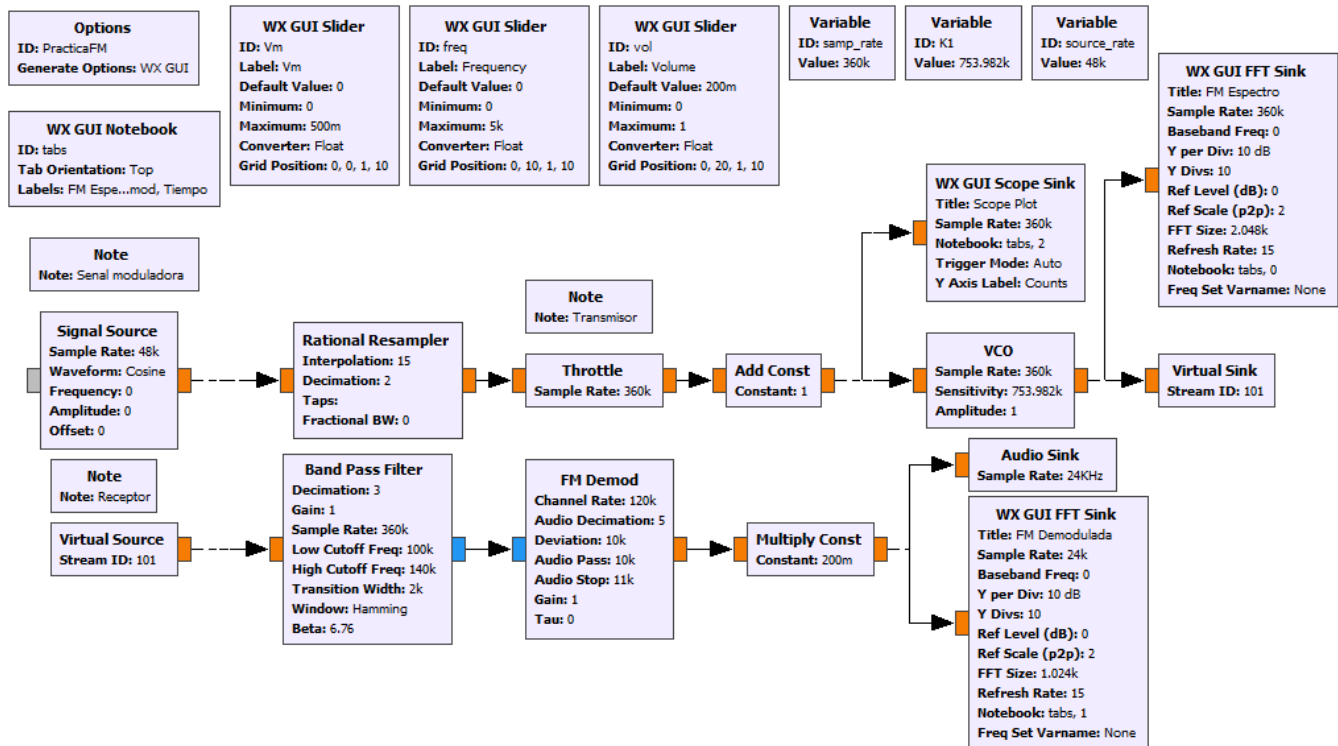


Figura 1. Flujograma para la modular/demodular en frecuencia.

Pasos de Configuración:

Diagramar el flujograma presentado en la figura 1 con los valores presentados en la figura. Tener en cuenta lo siguiente para la configuración específica de los bloques.

Configuración general del flujograma

Configurar un bloque "Variable" para que la variable *samp_rate* tenga una frecuencia de muestreo de 360k [Hz].

Configurar un bloque "Variable" para que la variable *K1* tenga un valor de 753982k [rad/s/V].

Configurar un bloque "Variable" para que la variable *source_rate* tenga un valor de 48k [Hz].

Configuración de Bloque WX GUI Notebook

Este notebook consiste en 3 pestañas, entonces en el campo Labels escribimos: ['FM Espectro', 'Demod', 'Tiempo']

Configuración de Sliders

Configurar 3 sliders como se muestran en la figura 1, cada uno con 100 pasos (Num. Steps), para las variables *Vm*, *freq* y *vol*.

Configuración de Bloque Signal Source

Configurar este bloque de tal forma que la frecuencia este controlada por la variable *freq*, su amplitud por la variable *Vm* y su frecuencia de muestreo por la variable *source_rate*.

Configuración de Bloque VCO

Configura este bloque para que su sensibilidad este controlada por la variable $K1$ y samp rate por $samp_rate$.

Configuración de Bloque Multiply Const

Configurar para que el campo Constant sea controlado por la variable vol .

Configuración de los Sinks

Configurar que el bloque FFT de la señal demodulada tenga una frecuencia de muestreo de 24kHz.

Análisis de la práctica:

- Calcular la función que relaciona la amplitud de la señal moduladora en función del índice de modulación, $V_m(m)$.
- Fijar la frecuencia de la moduladora en 4kHz, calcular el valor de V_m para cada índice de modulación y tomar los pantallazos del espectro.

Ind. Modulación	Vm	Grafica del espectro
0.0		
0.25		
0.5		
1.0		
1.5		
2.0		

- A partir del índice de modulación igual a 0, determinar la frecuencia de la portadora.
- Para el índice de modulación de 1.5 determinar a partir de la grafica en valor de la frecuencia de la moduladora.

Preguntas de la práctica:

Asumir que el valor de la sensibilidad es fijo $K1$, Como se puede variar el valor de la frecuencia de la portadora? Que bloque del flujograma debe modificar?