TP N°3 - MODULACIÓN ANGULAR

EJERCICIO 1

Dada la siguiente forma de onda de tensión, modulada en FM:

$$v(t) = 10 \,.\cos\{(2\pi \times 10^7).t + 20 \,.\sin\,(2000\pi \,.t)\}$$

Determinar:

a) La potencia normalizada de la portadora sin modular (Potencia Media).
b) La potencia normalizada de la onda modulada (Potencia Media).
c) Máxima Desviación de Fase (β).
d) Máxima Desviación de Frecuencia (Δf).
e) El Ancho de Banda (BW) y el número de frecuencia laterales significativas.
f) Si la amplitud de la señal modulante se reduce 50 veces y la frecuencia varía a 5 kHz, obtener la desviación máxima de frecuencia, el índice de modulación y la potencia normalizada de la portadora modulada.

EJERCICIO 2

Una señal portadora (f_C) cuya frecuencia es de 10 MHz y amplitud 4 V, se modula en frecuencia con una onda senoidal de 500 Hz y amplitud 1 V, obteniéndose una desviación de frecuencia (Δf) de 1 KHz.
Al cambiar el nivel de modulación a 5 V y la frecuencia de modulación a 2 kHz, determinar para el nuevo tono modulante:

a) Determinar las expresiones de las señales moduladas.
b) Obtener las frecuencias laterales significativas para las señales moduladas y sus respectivos anchos de banda (real versus estimado)
c) ¿Qué potencias llevan las Bandas Laterales? Extraer conclusiones.
d) Obtener la potencia de las dos señales moduladas.

EJERCICIO 3

Teniendo en cuenta que en la radiodifusión de FM se ha reglamentado el uso de una desviación de frecuencia (Δf) de 75 kHz y se tiene una señal modulante cuya frecuencia puede variar entre 30 Hz y 15 kHz, determinar:

a) El Ancho de Banda necesario para este tipo de transmisión, teniendo en cuenta que se desea una alta calidad de recepción. Contrastar contra transmisiones comerciales de FM. Obtener conclusiones.
b) Comprobar que toda la banda de frecuencias posibles de la señal modulada produzca un Ancho de Banda que cumpla con las especificaciones. Analizar el índice de modulación β.
c) ¿Cuál sería la frecuencia de modulación máxima para una transmisión FM comercial? ¿Qué implicancias tiene?

EJERCICIO 4

Una señal dada por la expresión:

$$s(t) = 0{,}35\ V.\cos\ (\omega_m.t)$$

modula en FM a una portadora con una sensibilidad o factor de proporcionalidad, $K_f = 20\ \frac{kHz}{V}$ donde sus magnitudes y bandas laterales significativas se visualizan en un Analizador de Espectro (Figura 1).
Al cambiar los parámetros de $s(t)$, se produce un nuevo espectro tomado por el equipo (Figura 2).

Figura 1

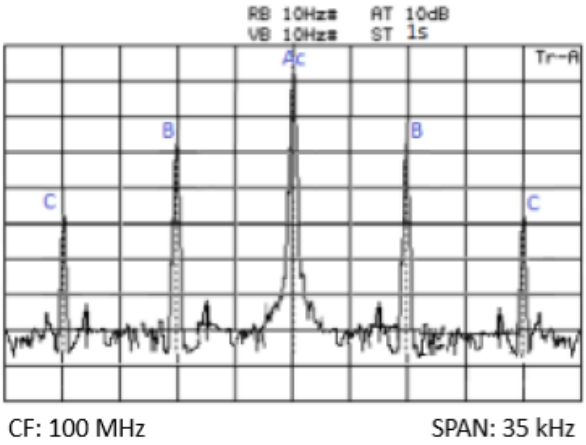
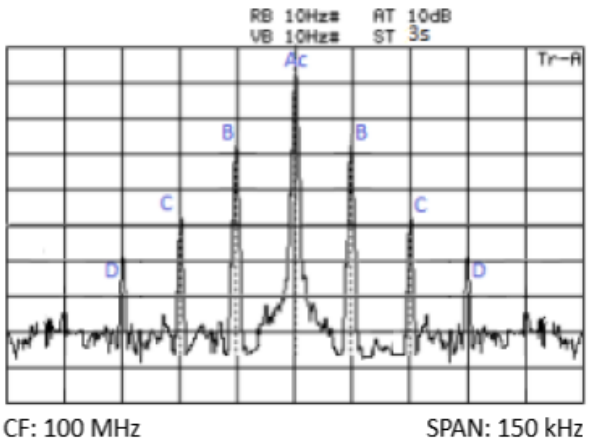


Figura 2



a) Calcular el índice de modulación β para los espectros mostrados (Figuras 1 y 2).
b) Calcular cuánto vario el tono f_m y su amplitud.
c) Considerando la Figura 2, determinar el nuevo valor de la máxima desviación de frecuencia instantánea alrededor de f_C y el ancho de banda de la señal modulada (real versus estimado).
d) Al medir la potencia de la primera banda lateral (indicación B) de la Figura 1, se obtiene un valor de 0,5 W. Calcular la potencia total y la amplitud de portadora sobre una impedancia de $50\ \Omega$.

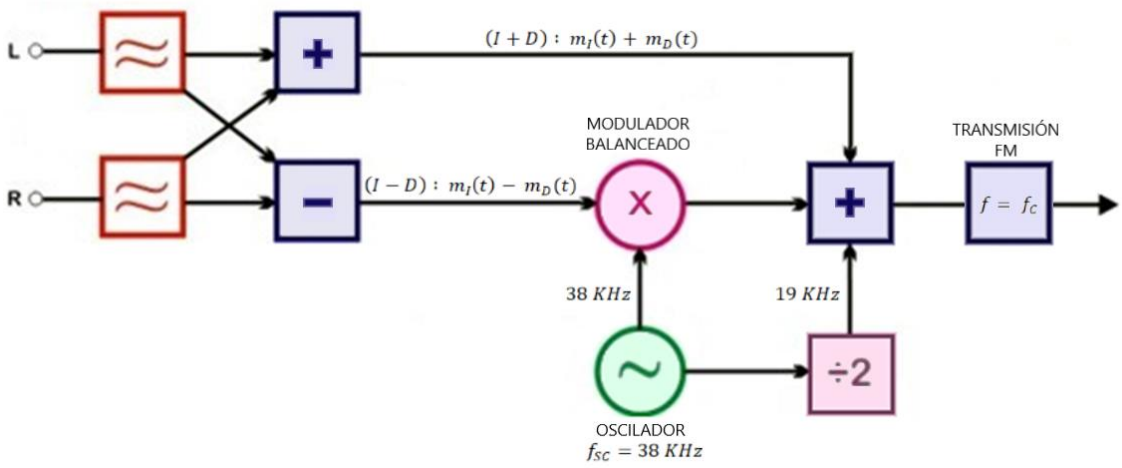
EJERCICIO 5

Una señal portadora de 100 MHz debe ser modulada en frecuencia por una señal senoidal de 10 kHz. Se diseña el sistema razonando que se puede disminuir el Ancho de Banda, reduciendo la amplitud de la señal de audio. Suponiendo que se arreglan las condiciones de manera que la desviación de frecuencia no supere los 10 Hz y que se considera que solo se necesita un Ancho de Banda de 20 Hz, especificar:

a) Concluir cual es el Ancho de Banda necesario.
b) ¿Es correcto suponer que el Ancho de Banda es de 2 MHz si se hubiera elegido una amplitud de audio tal que la desviación de frecuencia sea de 1 MHz?
c) ¿Cuál será el Ancho de Banda en los dos casos anteriores si se varía únicamente la señal modulante (f_m) a 10 Hz?

EJERCICIO 6

En un sistema FM estéreo se envía la señal de los canales I-D modulada en Doble Banda lateral sobre una señal portadora de 38 kHz.
De este modo, la señal modulante del transmisor de FM consiste en I+D en Banda Base, más un tono piloto de 19 kHz, más I+D en Doble Banda Lateral sobre una subportadora de 38 kHz.



a) Determinar cuál es la máxima desviación de fase (β) a la que se transmite cada una de estas componentes.
b) Comparar la selectividad requerida para separar el tono piloto de 19 kHz versus la selectividad que se requeriría para la subportadora de 38 kHz.

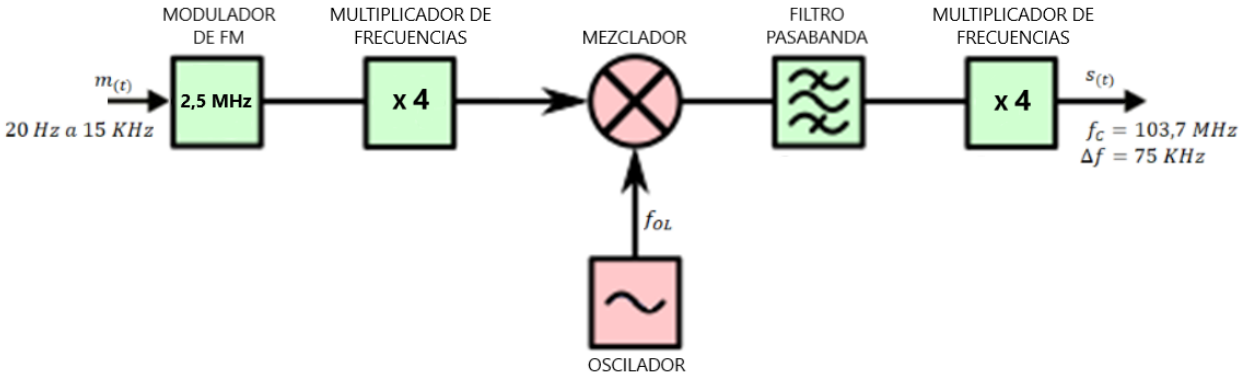
EJERCICIO 7

Una señal portadora de 1 MHz es modulada en frecuencia por una señal compuesta por dos tonos, uno de 3 kHz con 3 V de amplitud pico, y otro de 7 kHz y 7 V de amplitud pico. Si la constante k_f es de 6 $\frac{KHz}{Volt}$ y la amplitud pico de la señal portadora es de 5 V, determinar:

a) La expresión de la señal modulada.
b) El máximo desplazamiento de frecuencia.
c) Las frecuencias de las componentes de la señal modulada que aparecen en el espectro.

EJERCICIO 8

En la figura se muestra el diagrama en bloques de un transmisor de FM. Su respuesta en frecuencia es plana para señales modulantes de 20 Hz a 15 kHz. La frecuencia de la señal portadora requerida a la salida es de 103,7 MHz y la desviación de frecuencia de 75 kHz.



Obtener en todo el rango de entrada:

a) Ancho de Banda y frecuencia central del filtro pasabanda.
b) Frecuencia del oscilador f_O.
c) Desviación angular pico requerida en el modulador de FM.
d) Verificar si el modulador opera en Banda Ancha o Banda Angosta para todo el rango de señales modulantes.

EJERCICIO 9

Modificar los valores de los bloques del esquema anterior para que el modulador opere en régimen de Banda Angosta para un rango de frecuencias en entrada de 150 Hz a 15 kHz.

En el modulador se puede ajustar Δf y f_C. Recordar que una modulación apropiada requiere que la frecuencia de la portadora sea al menos diez veces mayor que la frecuencia modulante.

Para facilitar su realización, los multiplicadores de frecuencia deben poder implementarse mediante cascada de bloque simples (x 2, x 3, x 5, x 7, x 9).

Minimizar el número de elementos en cada cascada de multiplicación.