



Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Haedo  
Departamento de Ingeniería Electrónica

## **SISTEMAS DE COMUNICACIONES**

### **“Modulación Angular”**

#### **Problema Nº 1**

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

$$100 * \cos (2 \pi \times 10^7 t + 30 \text{ sen } (2000 \pi t))$$

Calcular:

- A) Potencia normalizada de la Portadora sin modular (Pot. media).
- B) Potencia normalizada de la onda modulada (Pot. media).
- C) Máxima desviación de fase ( $\beta$ )
- D) Máxima desviación de frecuencia ( $\Delta f$ )
- E) Ancho de Banda (BW) y número de frecuencias laterales significativas.
- F) Si la amplitud de la modulante se reduce en 100 veces y la frecuencia varía a 5 KHz cual es el nuevo BW y cual es la potencia media normalizada de la Portadora modulada?

#### **Problema Nº 2**

Una portadora de frecuencia de 10 MHz y amplitud 3 Volts, se modula en frecuencia con una onda senoidal de 500 Hz y amplitud 1 Volt, obteniéndose una desviación de frecuencia de 1 KHz. Al cambiar el nivel de modulación a 5 Volts y su frecuencia a 2 KHz. Determinar para el nuevo tono modulante:

- A) Como resulta la expresión de la señal modulada?
- B) Cuantas frecuencias laterales significativas tiene?



Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Haedo  
Departamento de Ingeniería Electrónica

C) Que potencias llevan las Bandas Laterales?

D) La potencia de las dos señales moduladas.

### **Problema N° 3**

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

Determinar:

A) El BW necesario para este tipo de transmisión, teniendo en cuenta que se desea una alta calidad en la recepción.

B) Comprobar que toda la banda de frecuencia posible de la señal modulante, produzca un BW de la señal modulada que cumpla con las especificaciones.

### **Problema N° 4**

Una portadora de 100 MHz, debe ser modulada en frecuencia (FM) por una señal senoidal de 10 KHz. Se diseña el sistema razonando que se puede disminuir el BW, disminuyendo 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 se supone que solo se necesita un BW de 20 Hz:

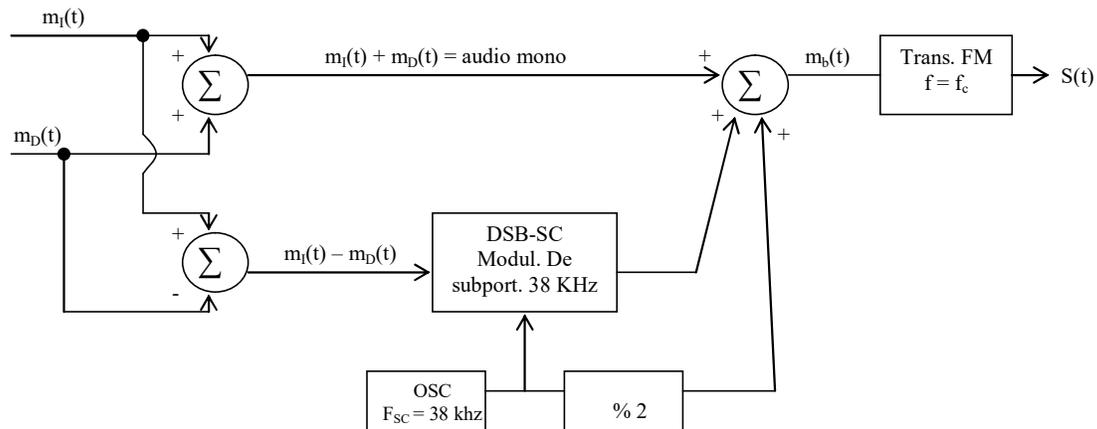
A) Especificar en realidad el BW necesario.

B) ¿Es correcto suponer que el BW es de 2 MHz, si hubiera elegido una amplitud de audio tal que la desviación de frecuencia ( $\Delta f$ ) sea de 1 MHz?

C) ¿Cuál será el BW en los 2 casos anteriores si variamos únicamente  $f_m$  a 10 Hz?

### **Problema N° 5**

En un sistema de FM estéreo se envía la señal de los canales I-D modulada en doble banda lateral sobre una portadora de 38Khz.



De este modo la señal modulante del transmisor de FM consiste en I+D en banda base, +un tono piloto de 19Khz, +I-D en doble manda lateral sobre una subportadora de 38KHz.

Determinar cual es la máxima desviación de fase ( $\beta$ ) a la que se transmite cada una de estas componentes.

Comparar la selectividad requerida para separar el tono piloto de 19KHz Vs la selectividad que se requeriría para la subportadora de 38KHz.

### **Problema N° 6**

Una portadora de 1MHz es modulada en frecuencia por una señal compuesta por dos tonos: uno de 3KHz y 3 V de amplitud pico, y otro de 7KHz y 7V de amplitud pico.

Si la constante  $k_f$  es 6KHz/volt y la amplitud pico de la portadora es 5V,

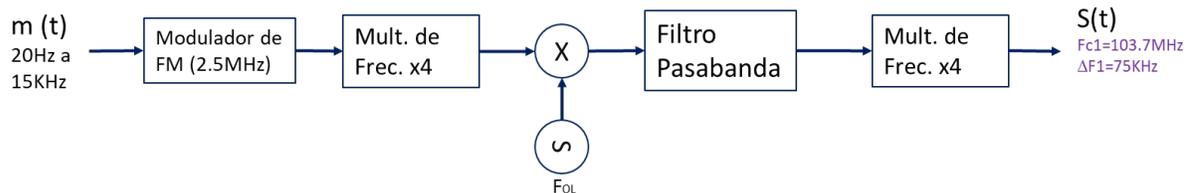
Determinar:

- Expresión de la señal modulada.
- Máximo desplazamiento de frecuencia.
- Frecuencias de las componentes de la señal modulada que aparecen en el espectro.



### Problema N° 7

En la siguiente figura, se muestra el diagrama en bloques de un transmisor de FM. Su respuesta en frecuencia es plana para modulantes de 20Hz a 15KHz. La frecuencia de la portadora requerida a la salida es de 103.7MHz y la desviación de frecuencia de 75KHz.



Determinar (en todo el rango de entrada):

- Ancho de banda y frecuencia central del filtro pasabanda
- Frecuencia del oscilador  $F_o$
- Desviación angular pico requerida en el modulador de FM
- si el modulador opera en banda ancha o banda angosta para todo el rango de modulantes.

### Problema N° 8

Modificar los valores de los bloques del esquema anterior para que el modulador opere en régimen de banda angosta para un rango de entrada de 20Hz a 15KHz. En el modulador se puede ajustar  $\Delta F$  y  $F_c$ . Recordar que una modulación apropiada requiere que la frecuencia de la portadora sea al menos diez veces mayor a la modulante.

Para facilitar la implementación, los multiplicadores de frecuencia deben poder implementarse mediante cascada de bloques simples x2, x3, x5, x7, x9. Minimizar el número de elementos en cada cascada de multiplicación.