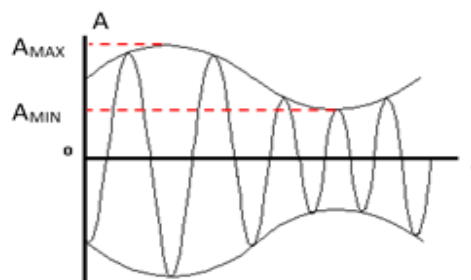
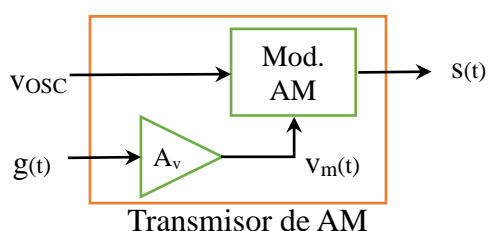


Modulación Lineal y Multiplexación por División de Frecuencia.

Requisito para aprobación: Ocho problemas aprobados (incluyendo todos los obligatorios).

Problema 1 (OBLIGATORIO)

En un transmisor de AM se inyecta una señal senoidal $g(t)$ de 3,4 KHz de frecuencia y 2,4 Vpp de amplitud, y en su salida se visualiza mediante un ORC la siguiente forma de onda donde A_{\max} alcanza un valor de 18 V pico y A_{\min} un valor de 7 V pico. Asuma frecuencia de portadora 980 KHz.



Determinar:

- Determinar la amplitud de la portadora, la amplitud de las bandas laterales y el índice de modulación.
- Expresión de la onda modulada $s(t)$.
- Potencia media de $s(t)$ sobre una carga de 50Ω expresada en Watts, dBm y dBW.
- Potencia media de la portadora (P_C) y de cada una de las bandas laterales (P_{SSB}) sobre una carga de 50Ω en Watts, dBm y dBW.
- Mediante filtros a la salida se reduce 30 dB la portadora y se suprime totalmente una banda lateral. Grafique el espectro en potencia y determine la potencia de transmisión.
- Cuál es el índice de modulación si ahora $g(t)$ es de 4,5 Vpp de amplitud.
- ¿Qué valor debería alcanzar amplitud de $g(t)$ para lograr 90% de índice de modulación manteniéndose la amplitud de portadora constante?

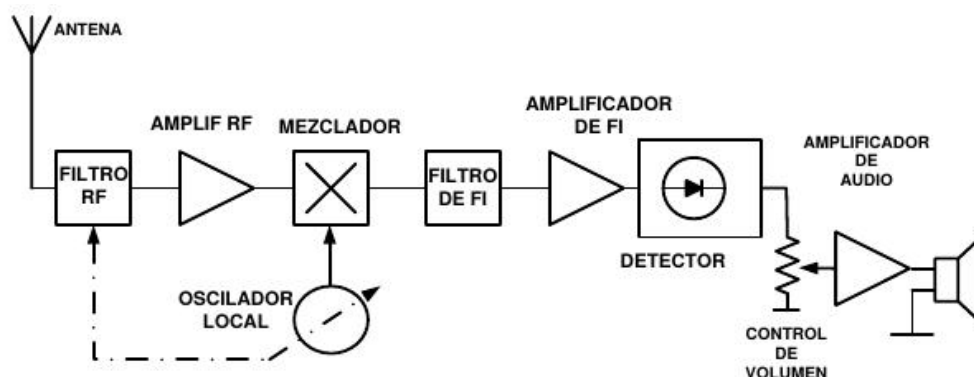
Problema 2

Dada una señal de AM, $s(t)$, modulada al 95% por tres tonos senoidales de igual amplitud y frecuencia f_1 , f_2 y f_3 , sin relación de armónicas, donde la amplitud pico de la portadora es de 156 V. Se pide determinar:

- Potencia normalizada de la portadora en Watts y dBW.
- Amplitud pico de cada una de las componentes espectrales excluida la portadora.
- Potencia normalizada emitida en banda lateral superior en Watts y dBW.
- Potencia de $s(t)$ normalizada en Watts y dBW. Recalcular para una carga de 50Ω .
- Potencia Pico de Envolvente (Normalizada) en Watts y dBW.

Problema 3 (OBLIGATORIO)

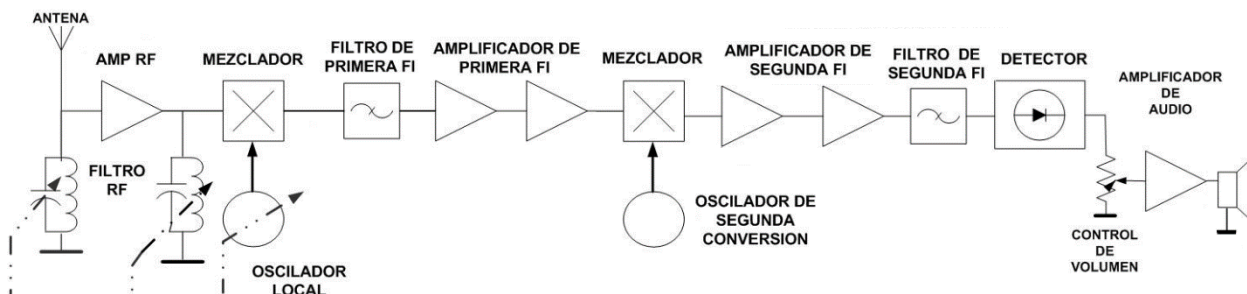
La figura representa un diagrama de bloques de un receptor superheterodino AM comercial con frecuencia intermedia de 455 KHz y 10kHz de ancho de banda. Donde la etapa de radio frecuencia gana 15 dB, el mezclador pierde 3 dB, las etapas de frecuencia intermedia ganan en su conjunto 60 dB, la detección pierde 1 dB en las bandas laterales y suprime la portadora, y la etapa de baja frecuencia gana 40 dB.



- Defina la función y características necesarias de cada bloque del sistema.
- Suponga que en antena ($R_{in} = 50\Omega$) se recibe una señal de AM con portadora de $24\mu V$ eficaces y 1MHz. Considerando que la misma está modulada por un tono de 2 KHz, con un índice de modulación del 90%, calcular la potencia a la salida del parlante.
- El receptor se sintoniza para 690 KHz, sin embargo, se escucha una estación que emite en el extremo de alta frecuencia del dial. Explique y defina cuál es esa frecuencia de portadora.
- El receptor se sintoniza para 690 KHz, sin embargo, se escucha una estación que emite en otra banda, en 3.890 KHz. Explique si esto es posible. Ídem para 2.980 KHz.
- El receptor se sintoniza para 690 KHz, sin embargo, se escucha una estación que emite en 917,5 KHz. Explique si esto es posible.
- Por errores en la fabricación un receptor salió equipado con un filtro de frecuencia intermedia con frecuencia de corte inferior igual a 455 KHz y frecuencia de corte superior de 460 KHz. ¿Es posible hacerlo operativo? Justifique su respuesta.
- Dibuje el espectro en frecuencia a la salida de las distintas etapas si en la entrada se recibe una señal DSB-SC con portadora en 1 MHz, modulada por un tono puro de 3 KHz de frecuencia. Compare la forma de onda a la salida del parlante al usar un detector sincrónico y un detector asincrónico.

Problema 4

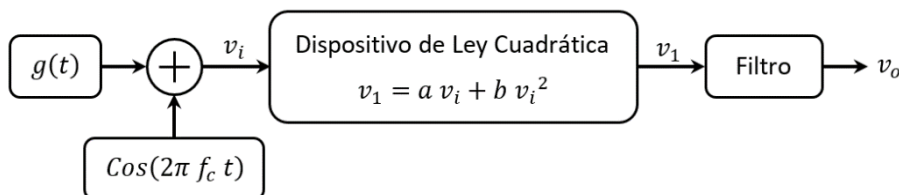
La siguiente figura representa un diagrama en bloques de un receptor superheterodino de doble conversión, con FI en 10,7 MHz y 455 KHz.



- Indicar las ventajas frente a un receptor superheterodino de simple conversión.
- Hallar todas las posibles frecuencias de los osciladores locales que permiten sintonizar una señal de 131,1 MHz.
- Calcular las frecuencias imagen e inter-imagen para los siguientes casos:
 - Ambos osciladores locales por arriba de la frecuencia deseada en cada etapa.
 - Ambos osciladores locales por debajo de la frecuencia deseada en cada etapa.
 - El primer oscilador por encima de la frecuencia deseada y el segundo por debajo.
 - El primer oscilador por debajo de la frecuencia deseada y el segundo por arriba.

Problema 5 (OBLIGATORIO)

La señal $g(t) = 0,6 \cos(2\pi 2300\text{Hz } t)$ está conectada a la entrada de un modulador de AM que utiliza el método de mezclador de ley cuadrática, tal como se muestra en la figura:



Donde la frecuencia de portadora (f_c) tiene un valor de 710 KHz.

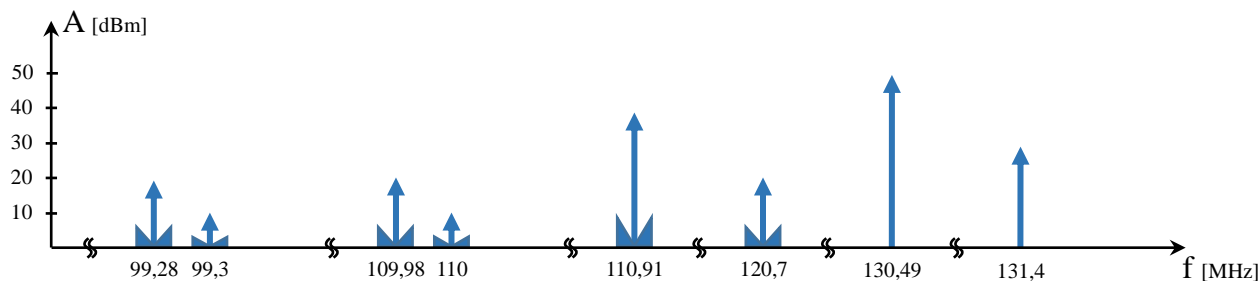
- Realice el desarrollo matemático indicando qué componentes espectrales encontrará a la salida del dispositivo de ley cuadrática.
- Indique cómo debe ser la respuesta en frecuencia del filtro (frecuencia central, ancho de banda, atenuación dentro y fuera de la banda de paso) para obtener a la salida del mismo AM solamente.
- Determine los valores de a y b para que la AM obtenida en el punto anterior tenga amplitud de portadora de 30 Volts e índice de modulación de 0,92.

Problema 6 (OBLIGATORIO)

Se dispone de un receptor superheterodino de doble conversión, con las siguientes características:

- Filtro de RF con frecuencia central en 110 MHz, ancho de banda de 3 MHz y atenuación fuera de la banda de paso de 30 dB.
- Filtro de 1^{er} FI con frecuencia central de 10,7 MHz, ancho de banda de 250 KHz y atenuación fuera de la banda de paso de 30 dB.
- Filtro de 2da FI con frecuencia central de 455 KHz, ancho de banda de 10 KHz y atenuación fuera de la banda de paso de 45 dB.
- Segundo oscilador local con frecuencia 10,245 MHz

Se ajusta el primer oscilador local a frecuencia 120,7 MHz con el siguiente espectro en antena:



- Indique la frecuencia de la señal que se desea recibir y si es posible recibir la señal al menos 40 dB por encima de las interferencias con el receptor propuesto.
- Calcule a cuántos decibeles en relación a la potencia de portadora de la señal deseada se encuentra la principal fuente de interferencia a la entrada del detector, explique a qué corresponde y proponga los cambios que deberían hacerse al receptor para reducirla.
- Ídem inciso b) para la segunda mayor fuente de interferencia.
- Ídem inciso b) para la tercera mayor fuente de interferencia.

NOTA: Considere los filtros brickwall ideales y la frecuencia central como la media aritmética de las frecuencias de corte.

Problema 7

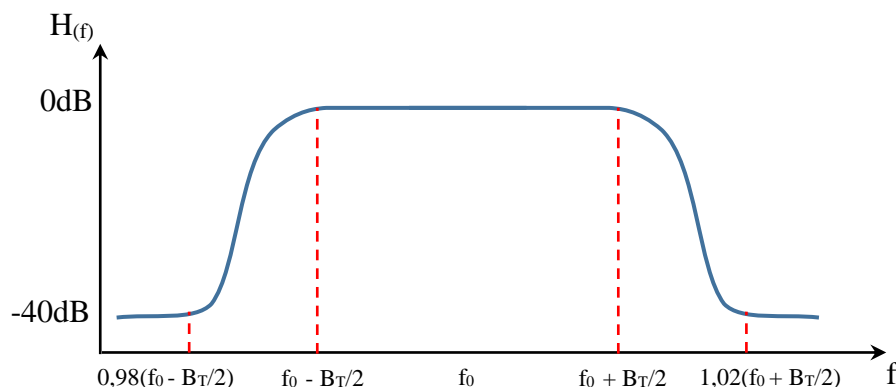
Dibuje el diagrama en bloques de un receptor DSB-SC con detección sincrónica. Luego responda las siguientes preguntas:

- ¿Serviría para recibir una señal de banda lateral superior?
- ¿Qué modificación debería hacer para recibir una señal de VSB sin error?
- Demuestre como afectan los errores de frecuencia y los errores de fase del oscilador local la detección de una señal de doble banda lateral sin portadora.
- Demuestre como afectan los errores de frecuencia y los errores de fase del oscilador local la detección de una señal de banda lateral superior.

Problema 8 (OBLIGATORIO)

Se debe generar una señal de USB por el método de filtrado, tomando en cuenta las siguientes condiciones: banda base 300-3400 Hz; portadora: 22.000 KHz.

Se dispone de filtros pasabanda que responden a la siguiente plantilla para diversos valores de frecuencia central (f_0) y banda de paso (B_T):

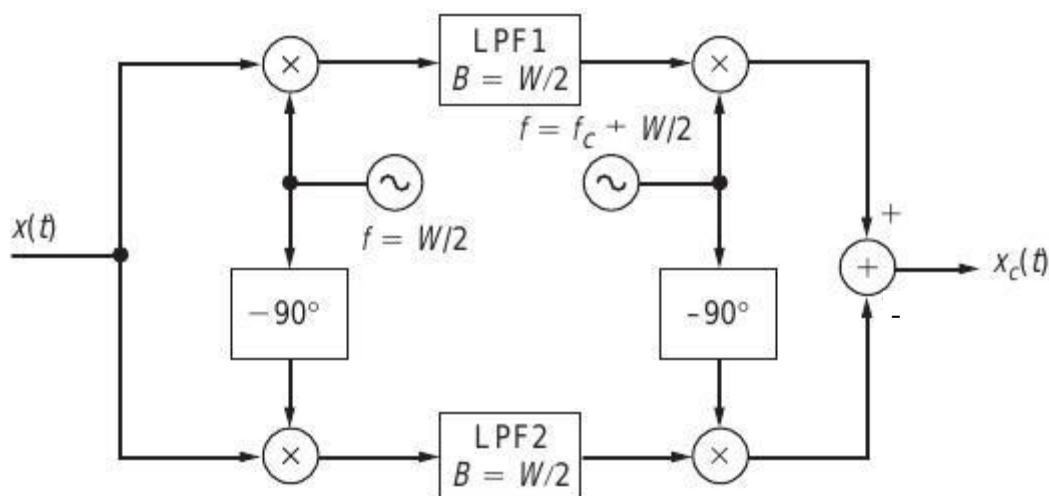


- Demuestre que la solución directa no es posible.
- Dibuje el diagrama en bloques de una solución por etapas y coloque el espectro de frecuencias en las salidas de los moduladores.
- Determinar los valores de filtro y osciladores. Considerando que cualquier otra emisión espuria debe estar 40 dB por debajo de la deseada.
- Indique cuáles son los cambios que debería realizar para generar LSB con igual frecuencia de portadora, aplicando el menor número de modificaciones posibles.

NOTA: El modelo de la plantilla considera la frecuencia central como la media aritmética de las frecuencias de corte (no la media geométrica generalmente utilizada para diseño de filtros).

Problema 9

Siendo el siguiente circuito un modulador por el método de Weaver:



Suponiendo que $f_c \gg W$, la amplitud del primer oscilador es de 2V y la del segundo oscilador es A_c y considerando que $x(t)$ es un tono de frecuencia inferior a W y amplitud A_m , determine:

- Expresión matemática y tipo de modulación de la señal de salida $x_c(t)$.
- Si el primer oscilador trabaja a una frecuencia de W , indique si es factible generar una señal de banda lateral única, especificando los cambios necesarios.

Problema 10

Se desea generar un grupo secundario (Supergrupo) a partir de 5 grupos primarios, generados a partir de 12 canales de banda lateral única de 1V de amplitud máxima:

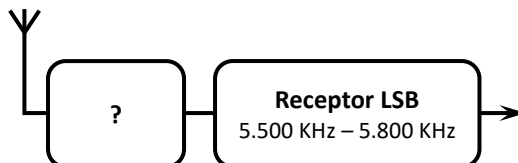
Denominación	Rango de Frecuencias	BW	Nro. de Canales
Grupo Primario	60...108 KHz	48 KHz	12
Grupo Secundario	312...552 KHz	240 KHz	60

- Dibuje el diagrama en bloques del sistema FDM necesario para armar los grupos primarios y a partir de ellos el grupo secundario.
- Compare las cantidades y especificaciones de los osciladores y moduladores usados en el sistema propuesto, con los requeridos cuando todos los canales son multiplexados en forma directa en un solo paso. Evalúe cual resulta más viable. Justifique.
- Calcule la amplitud máxima del grupo primario y secundario.

Problemas Extra

Problema Extra 1

Se desea recibir señales moduladas en banda lateral superior (USB) en la porción del espectro comprendida entre 28.000 KHz y 28.300 KHz, pero sólo se dispone de un receptor de banda lateral inferior (LSB) capaz de recibir señales en el espectro comprendido entre 5.500 KHz y 5.800 KHz.



Se solicita:

- Diseñar un subsistema que operando de manera desatendida permita recibir cualquiera de las transmisiones deseadas alterando únicamente la sintonía del receptor LSB.
- Calcular la frecuencia de sintonía que deberá utilizarse para recibir 28.120 KHz USB.
- Indicar que banda espectral podría interferir en la recepción con el sistema propuesto.

Problema Extra 2

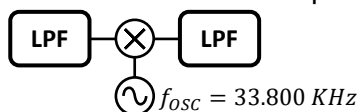
Un mensaje $g(t) = A_1 \cos(2\pi f_1 t) + 1,2 A_1 \cos(2\pi f_2 t) + 1,4 A_1 \cos(2\pi f_3 t)$ modula al 90% una señal de AM que se transmite con una potencia total de 227,5 W. Se pide determinar:

- Potencia normalizada de la portadora en Watts y dBm.
- Potencia normalizada emitida en banda lateral superior en Watts y dBm.
- Amplitud de cada tono de la señal modulante.

Resultados

Problema Extra 1:

- Se debe trasladar el espectro en frecuencia e invertirlo:



- Se debe sintonizar en 5.680 KHz (recordar que la banda completa fue invertida).
- La banda de frecuencias imagen va desde 39.300 KHz a 39.600 KHz.

Problema Extra 2:

- Potencia normalizada de portadora: 200 W = 53,01 dBm.
- Potencia normalizada de una banda lateral: 13,75 W = 41,38 dBm.
- Amplitud de cada tono: $A_1 = 5$ V, $A_2 = 6$ V, $A_3 = 7$ V.