

Tarea 3

Integrantes: Vincko Fabres Á.
Profesor: César Azurdia M.
Auxiliar: Sandy Bolufe
Pablo Palacios J.
Javier Rojas C.
Diego S. Wistuba La Torre
Ayudantes: Martín D. Cádiz
Catalina Murua F.
Fecha de entrega: Domingo 11 de Julio de 2021
Santiago, Chile

Índice de Contenidos

1. P1	1
1.1. a)	1
1.2. b)	1
1.3. c)	1
2. P2	2
2.1. a)	2
2.2. b)	3
2.3. c)	3
3. P3	3
3.1. a)	3
3.2. b)	4
3.3. c)	4
4. P4	4
5. P5	6

Índice de Figuras

1. Transmisor AM con portadora suprimida	2
2. Transformada de Fourier de modulación DSB-SC	2
3. Transmisor AM con gran portadora	3
4. Modulación SSB	4
5. Comparación filtrado banda lateral superior	5
6. Modulación SSB con filtro real	6
7. Modulación DSB-LC	6
8. Diagrama demodulación DSB-LC	7

1. P1

Una estación de radio implementa modulación AM (DSB-LC) y emplea una potencia en la portadora de 40kW.

1.1. a)

Calcular la potencia total del sistema cuando se emplea un índice de modulación de 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 0.90, 1, 2 y 5.

Sabiendo que la potencia total está dada por la expresión:

$$P_{total} = P_c \left(1 + \frac{m^2}{2}\right)$$

Siendo $P_c = 40[\text{kW}]$ se obtienen los siguientes resultados:

Indice de modulacion(m)	Potencia Total (kW)
0.1	40.2
0.25	41.25
0.5	45
0.75	51.25
0.9	56.2
1	60
2	120
5	540

1.2. b)

¿Qué sucede al incrementar el índice de modulación?

La potencia total aumenta, debido a las bandas laterales, ya que la potencia de la portadora se mantiene constante. Por esto se hace importante manejar un índice de modulación óptimo, cercano a 1 ya que esa configuración porta el mensaje con la mayor cantidad de potencia sin generar interferencias (índice mayor a 1).

1.3. c)

¿Qué sucede si implementamos un índice de modulación mayor a 1, explique?

Ocurrirá un traslape en la señal, obteniendo al demodularla mayor cantidad de componentes espectrales, perdiendo calidad debido a la sobremodulación que genera interferencias.

2. P2

Un transmisor AM con portadora suprimida en un canal perfecto y sin ruido AWGN se caracteriza porque la señal modulada “pierde” la mitad de su amplitud. Para el transmisor de la Figura 1:

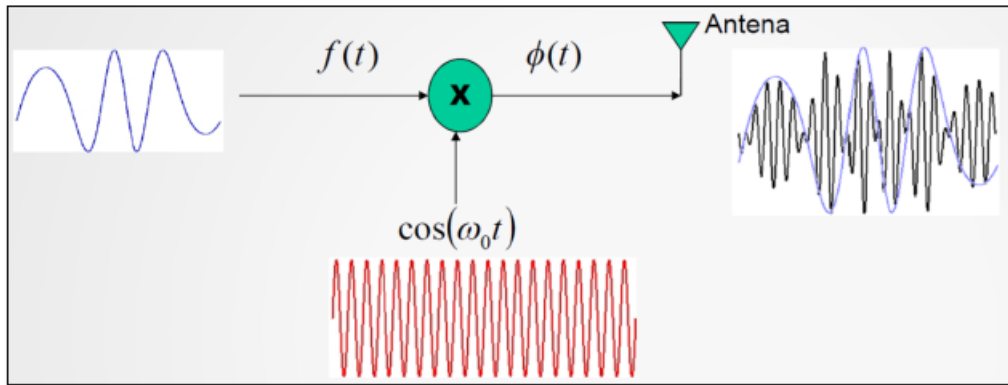


Figura 1: Transmisor AM con portadora suprimida

2.1. a)

Demuestre analíticamente y en forma gráfica que el mensaje $f(t)$ “perderá” la mitad de su potencia luego que la señal es modulada.

La señal modulada es $f(t)\cos(\omega_0 t)$, donde la señal modulante es $f(t)$ y la portadora $\cos(\omega_0 t)$, para apreciar de manera analítica la pérdida se realiza la transformada de Fourier tanto a la señal modulada como a la moduladora, siendo $\mathcal{F}(f(t)) = F(\omega)$ y $\mathcal{F}(f(t)\cos(\omega_0 t)) = \frac{1}{2}F(\omega - \omega_0) + \frac{1}{2}F(\omega + \omega_0)$. El resultado visto gráficamente se muestra en Figura 2:

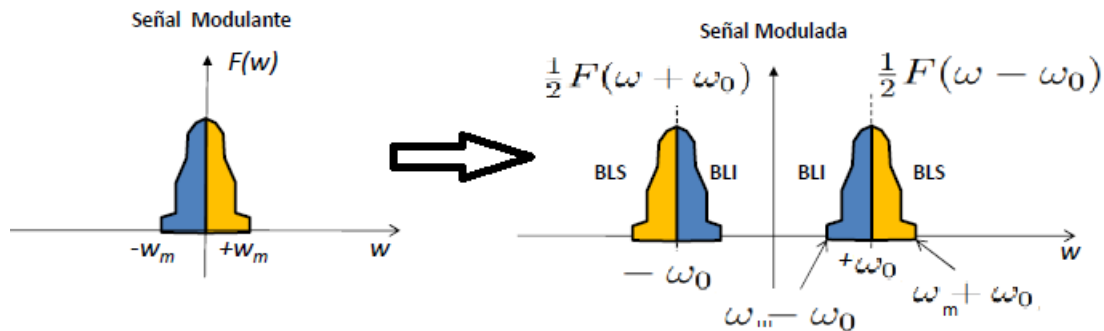


Figura 2: Transformada de Fourier de modulación DSB-SC

En ambos casos se logra ver de manera clara cómo la señal modulante al ser modulada pierde la mitad de su potencia.

2.2. b)

Demuestre analíticamente y en forma gráfica que el ancho de banda para transmitir el mensaje (en banda base) se duplica en un sistema AM con portadora suprimida.

Utilizando los resultados de la pregunta anterior también es posible verificar cómo la señal modulante pasa de tener un ancho de banda de $-\omega_m$ a ω_m a una señal modulada de 2 picos con el mismo ancho de banda, obteniendo en total el doble de ancho de banda del mensaje en banda base.

2.3. c)

¿Por qué las radios comerciales AM no transmiten empleando la técnica con portadora suprimida?
¿Qué técnica de modulación emplean las radios comerciales AM?

El utilizar banda suprimida presenta un problema, la detección síncrona o coherente, el problema resulta al momento de intentar demodular la señal, donde el oscilador debe tener la misma frecuencia y fase de la portadora. Para solucionar este problema se utiliza para sincronizar una portadora piloto, razón por la cual las radios comerciales AM utilizan la técnica DSB-LC.

3. P3

En la Figura 3 se tiene un transmisor AM con gran portadora en un canal perfecto y sin ruido AWGN.

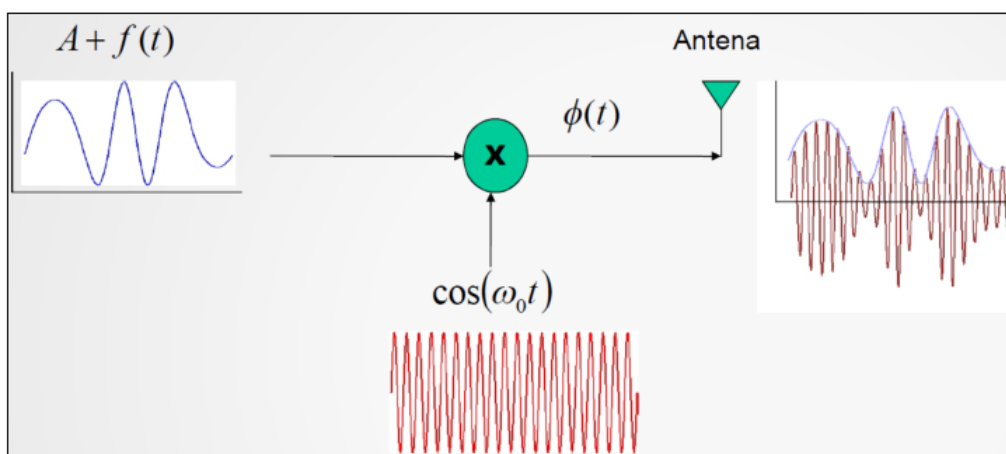


Figura 3: Transmisor AM con gran portadora

3.1. a)

Demuestre analíticamente por qué transmitir la portadora significa un gasto extra de potencia. La señal modulada es $(A + f(t))\cos(\omega_0 t)$, donde la señal de interés es $f(t)$. Realizando la modulación

de la señal se obtiene:

$$\begin{aligned} s_{modulada}(t) &= (A + f(t))\cos(\omega_0 t) \\ &= A\cos(\omega_0 t) + f(t)\cos(\omega_0 t) \end{aligned} \quad (1)$$

Donde es claro observar cómo se añade un término; $A\cos(\omega_0 t)$, en comparación a una modulación con portadora suprimida donde este no existe. Este término corresponde a la gran portadora y es responsable de la sincronización con el receptor agregando un costo en potencia.

3.2. b)

Indique cual es la importancia del índice de modulación en un la modulación AM con gran portadora.

Debido a la existencia de la gran portadora se deben ajustar los valores de potencia del mensaje modulante y esta, ya que una configuración con un índice de modulación cercano a 0 tendrá por resultado una demodulación fallida, debido a que el mensaje se verá 'absorbido' por la portadora, razón por la cual se busca un índice cercano a uno, ya que es el óptimo.

3.3. c)

¿Qué sucede cuando el índice de modulación es mayor a 1?

Se genera una sobremodulación, al demodular la señal resultante posee componentes espectrales de más, lo que genera interferencias.

4. P4

Uno de los grandes problemas de la modulación en amplitud (AM) es que el ancho de banda para transmitir el mensaje se duplica. Una solución para no duplicar el ancho de banda es implementar un sistema AM con banda lateral única (SSB), lo cual se hace eliminando una de las bandas laterales, como se muestra en la Figura 4.

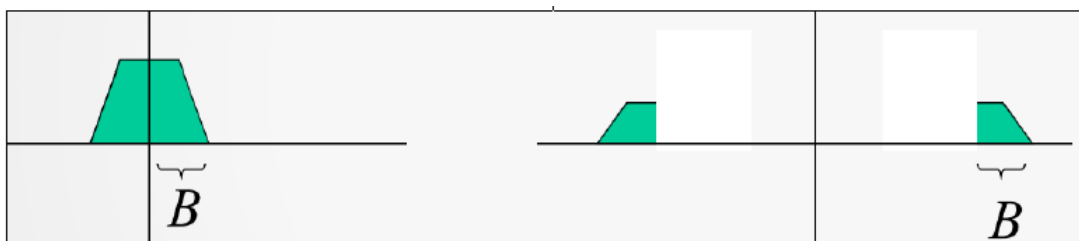
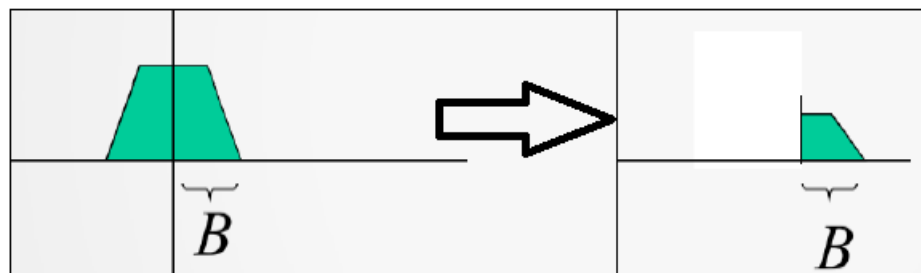


Figura 4: Modulación SSB

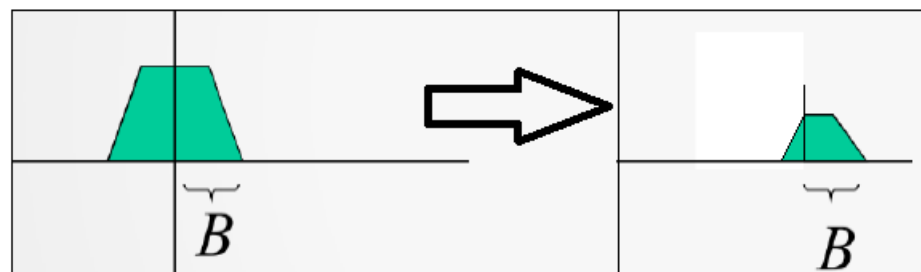
Explique en forma analítica y gráfica, ¿por qué el uso de filtros no es adecuado para implementar un sistema AM-SSB?

Se requiere un filtro con frecuencia de corte exacta, el cual en la práctica no existe, por lo que al intentar implementarlo se generan cortes de la señal en forma errónea lo que generará distorsión. Aunque se usen filtros con ordenes altos se tendrá roll off lo que eliminará información que se quiere demodular, por lo que la señal demodulada llegaría con errores. A pesar de este problema existe un paso intermedio adicional en el tratamiento de la señal que puede ayudar a solucionar este problema, la utilización de un desfasador, el cual posteriormente utilizando filtro pasabajos se obtiene la señal.

De forma gráfica ocurre lo siguiente:



Filtro teórico



Filtro aplicación real

Figura 5: Comparación filtrado banda lateral superior

Lo que conlleva a una demodulación con fallas como se explica en las imágenes:

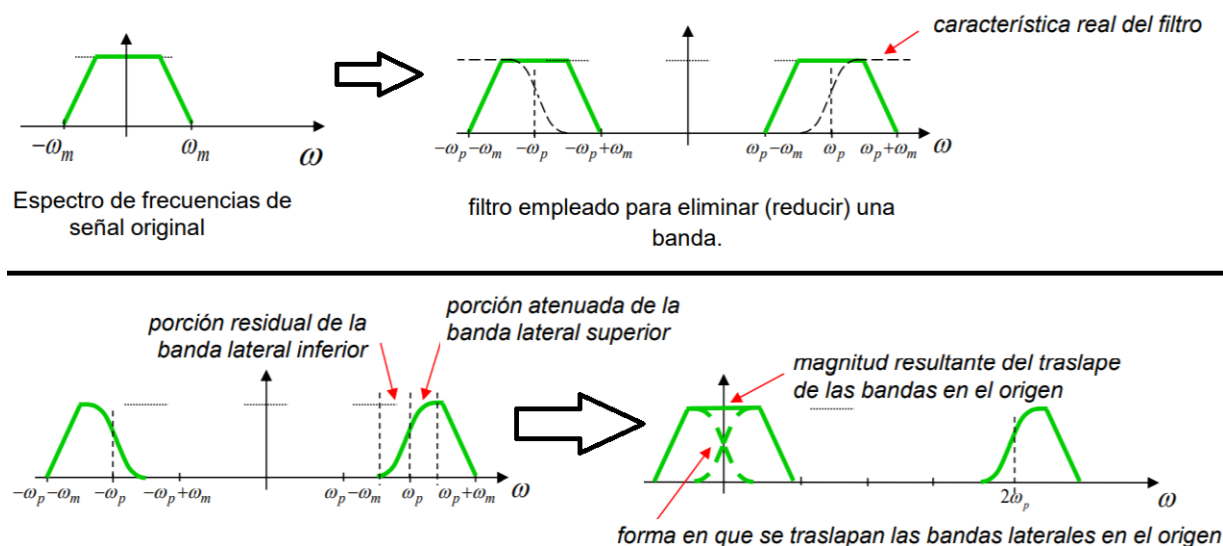


Figura 6: Modulación SSB con filtro real

5. P5

Para garantizar la sincronización entre transmisor y receptor, comúnmente se transmite la portadora piloto en los sistemas AM (DSB-LC). Explique y diagrame cada uno de los componentes básicos (inputs/outputs) de un demodulador AM DSB-LC.

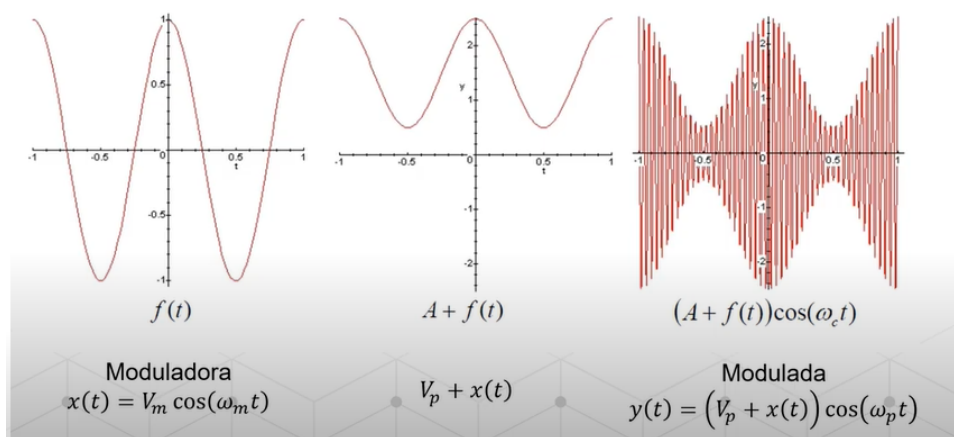


Figura 7: Modulación DSB-LC

En el proceso de modulación se incluye a la señal a transmitir $f(t)$ una gran portadora 'A', luego se utiliza un oscilador como portadora para modular la señal, con frecuencia mucho mayor a la señal de banda base, con lo cual la señal modulada obtenida es $(A + f(t))\cos(\omega_c t)$. La señal modulada es el input, dada la forma de la señal sólo se necesita obtener la envolvente de la

señal, no se hace necesario tener un oscilador sintonizado en frecuencia y fase con la portadora. Para realizar este proceso se utiliza un filtro pasa bajos. El proceso se muestra a continuación:

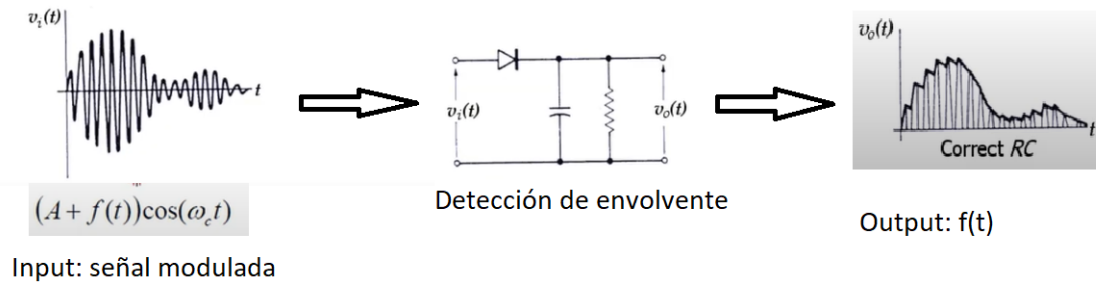


Figura 8: Diagrama demodulación DSB-LC

Donde lo primero es capturar la parte superior de la señal con un diodo, y posteriormente se usa un filtrado pasa bajos (RC) para capturar su envoltura, donde se debe escoger una buena configuración para no obtener muchos picos si se aceptan frecuencias más altas o no recuperar toda la señal si las frecuencias de filtrado son muy bajas.