

Sistemas de Comunicación

- Modulación AM-

Ph.D. Cristian Guarnizo Lemus

cristianguarnizo@itm.edu.co

Contenido

1. Modulación de señal compleja.
2. Sobremodulación.
3. Patrón Trapezoidal.
4. Modulación en banda lateral única.

Modulación con una señal compleja de información

En la práctica el mensaje (señal moduladora) es compuesta de ondas senoidales con diferentes amplitudes y frecuencias. Supóngase, que la señal moduladora contiene las frecuencias f_{m1} y f_{m2} , entonces

$$v_{am}(t) = \sin(2\pi f_c t) + \frac{1}{2} \cos[2\pi(f_c - f_{m1})t] - \frac{1}{2} \cos[2\pi(f_c + f_{m1})t] + \frac{1}{2} \cos[2\pi(f_c - f_{m2})t] - \frac{1}{2} \cos[2\pi(f_c + f_{m2})t]$$

Modulación con una señal compleja de información

Cuando se modulan varias frecuencias, el coeficiente combinado de modulación esta dado por

$$m_t = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + \dots + m_n^2}$$

m_t = coeficiente total de modulación.

m_1, m_2, \dots, m_n = coeficientes de modulación para las n señales de entrada

Modulación con una señal compleja de información

Las potencias totales de las bandas laterales y transmisión

$$P_{\text{tbls}} = P_{\text{tbli}} = \frac{m_t^2 P_c}{4}, \quad P_{\text{tbl}} = \frac{m_t^2 P_c}{2}, \quad P_t = P_c \left(1 + \frac{m_t^2}{2} \right)$$

P_{tbls} = potencia total de la banda lateral superior (watts)

P_{tbli} = potencia total de la banda lateral inferior (watts)

P_{tbl} = potencia total de las bandas laterales (watts)

P_t = potencia total transmitida (watts)

Modulación con una señal compleja de información

Ejemplo:

Un transmisor DSBFC de AM tiene potencia de portadora no modulada $P_c = 100W$, que se modula con 3 señales con $m_1 = 0.2$, $m_2 = 0.4$, y $m_3 = 0.5$, determinar

- a) El coeficiente total de modulación.
- b) La potencia de la bandas laterales superior e inferior.
- c) La potencia transmitida.

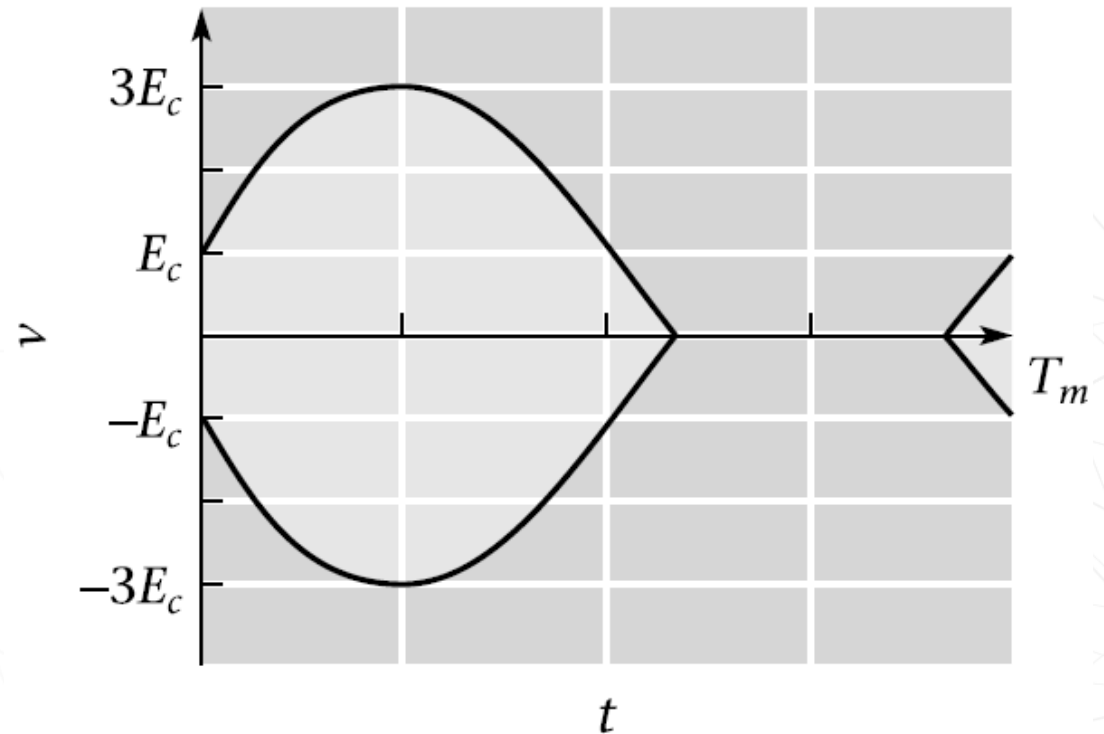
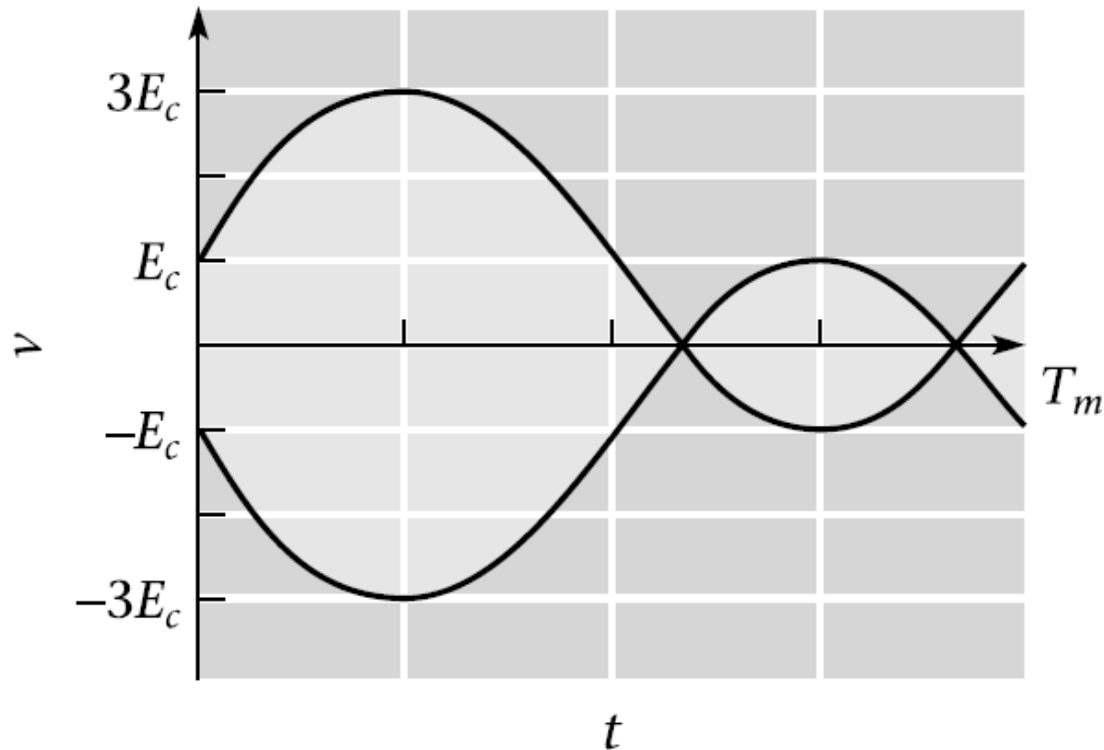
Modulación con una señal compleja de información

Ejercicio:

Encuentre el índice de modulación si la portadora de 10V es modulada por 3 frecuencias diferentes, con amplitudes 1, 2, y 3 voltios, respectivamente.

Sobremodulación

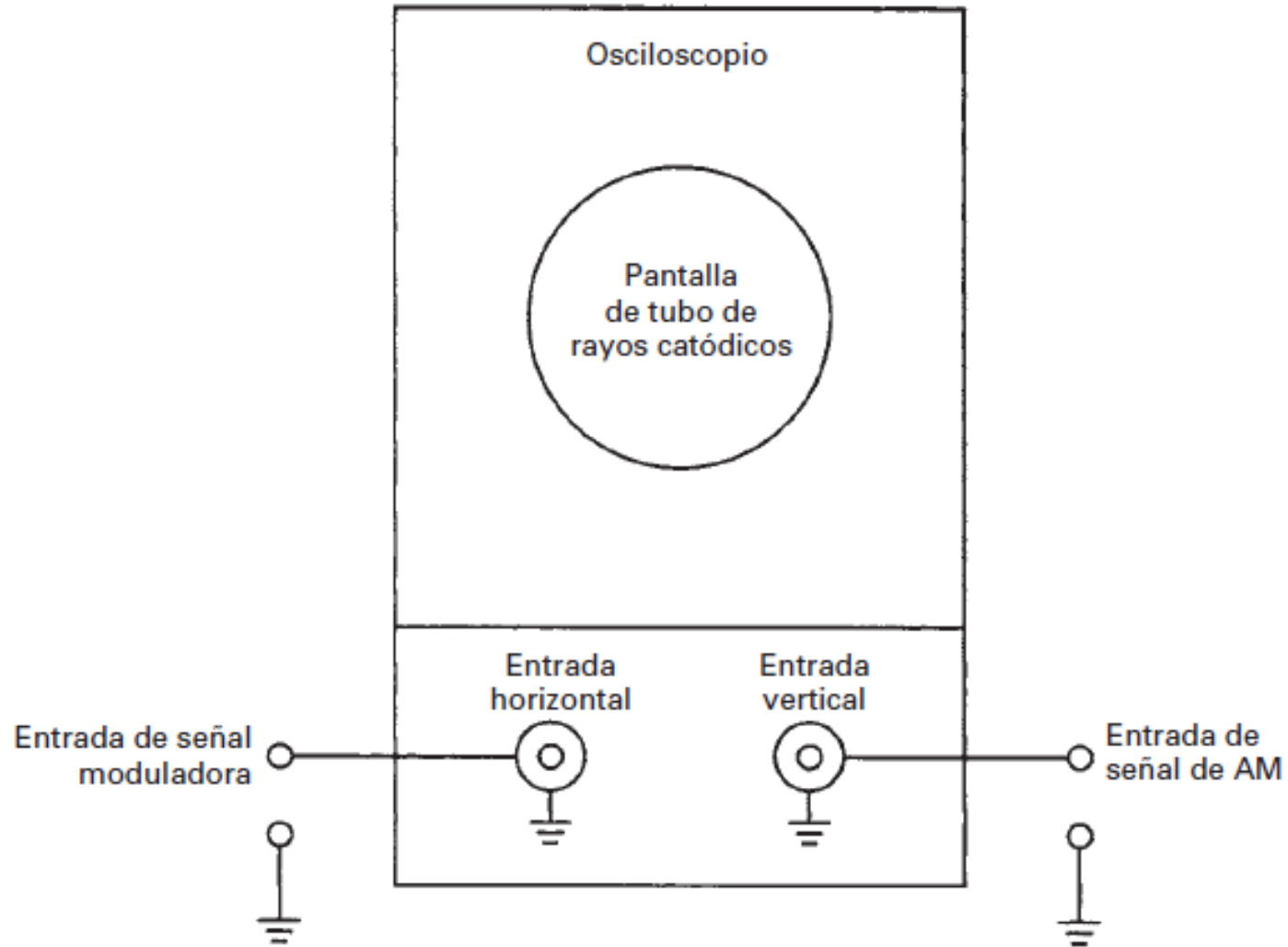
Cuando el índice de modulación es mayor que uno, se dice que la señal esta sobremodulada. Ejemplo con $m=2$.



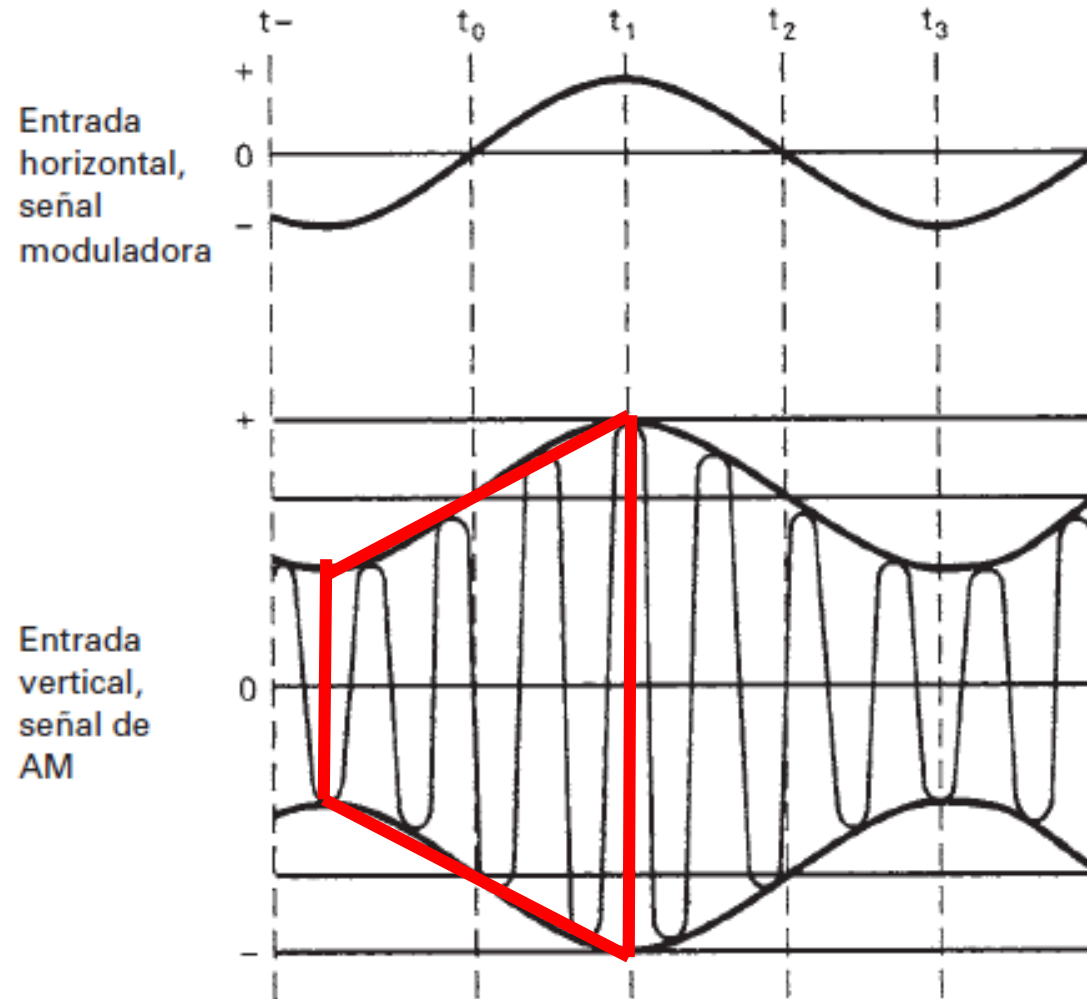
Patrón Trapezoidal

Se emplea para determinar las características de modulación empleando un osciloscopio. Se necesita de la señal modulada y de la moduladora.

Patrón Trapezoidal

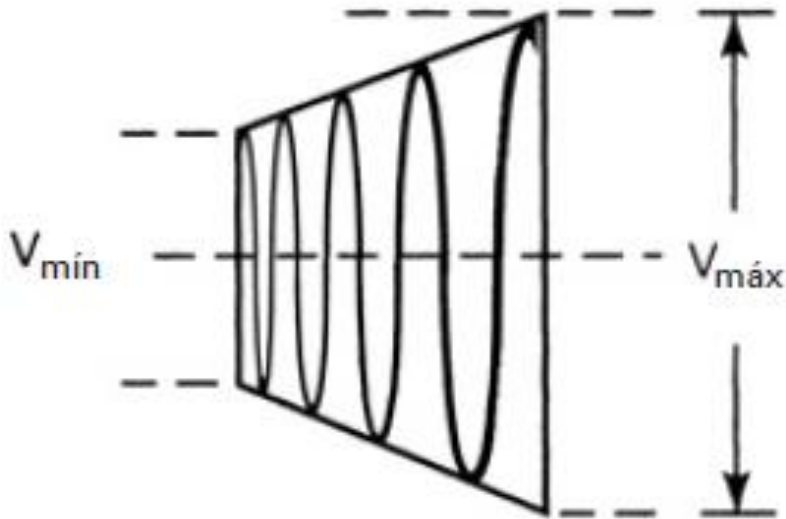


Patrón Trapezoidal

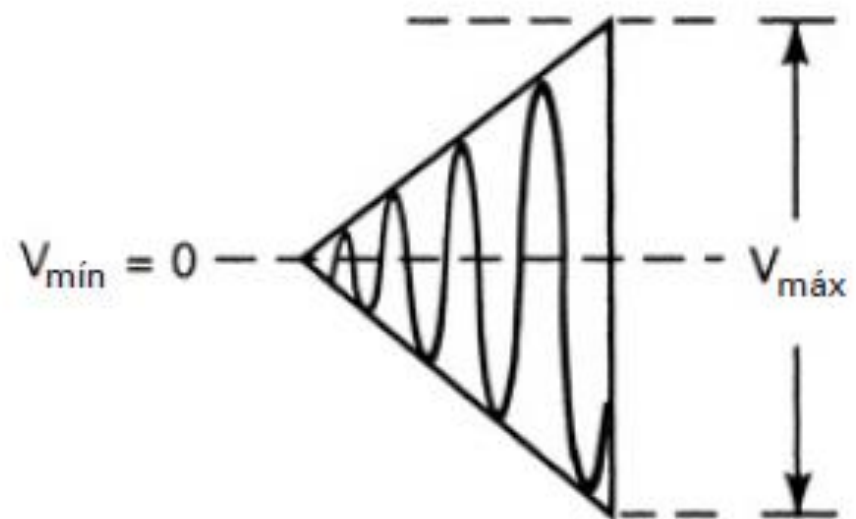


Patrón Trapezoidal

$$\% \text{ Modulación} = \frac{V_{\text{máx}} - V_{\text{mín}}}{V_{\text{máx}} + V_{\text{mín}}} \times 100$$



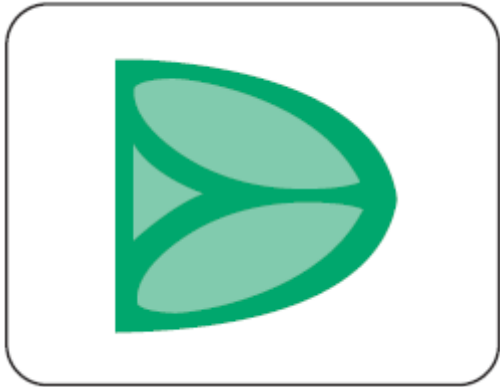
$$\% \text{ Modulación} = \frac{V_{\text{máx}} - 0}{V_{\text{máx}} + 0} = 100$$



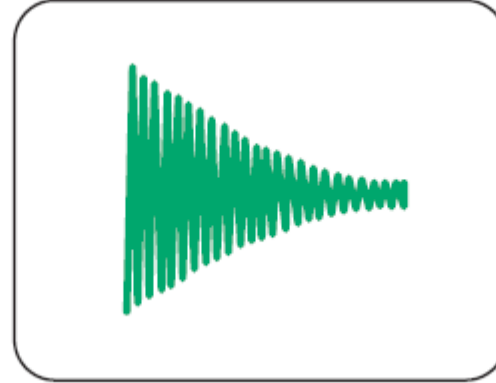
Solo aplica a voltajes pico-pico.

Patrón Trapezoidal

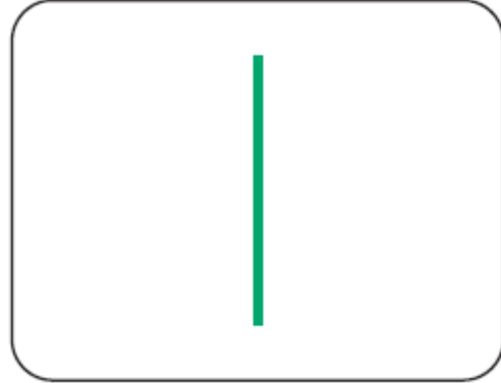
Relación impropia de
fases.



Linealidad pobre en
la modulación.



0% de modulación.



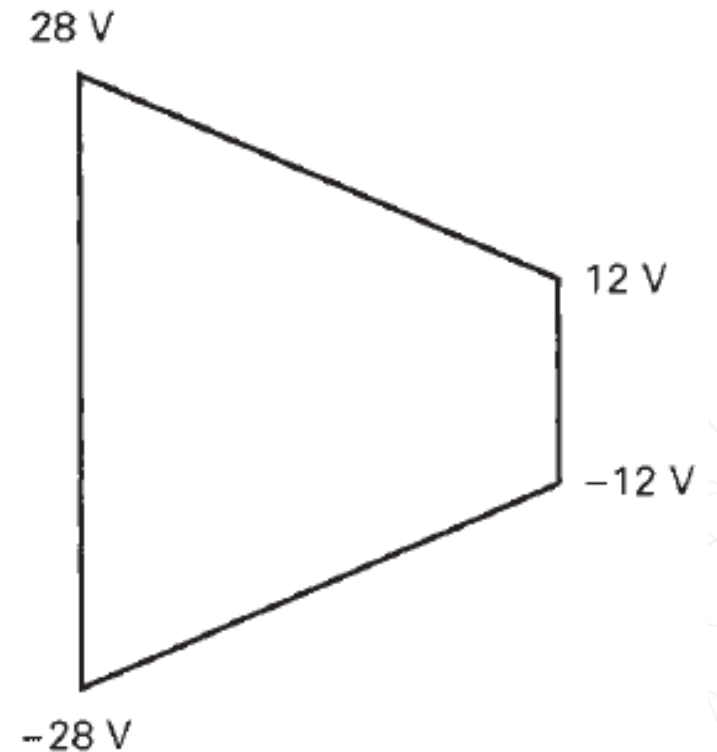
Baja potencia en la
portadora.



Patrón Trapezoidal

Para el patrón trapezoidal adjunto, determine:

- (a) El coeficiente de modulación.
- (b) El porcentaje de modulación.
- (c) La amplitud de la portadora.
- (d) Las amplitudes de las frecuencias laterales superior e inferior.



Modulación en Banda Lateral Única (SSB)

En AM, dos-tercios de la potencia transmitida esta en la portadora. La información real esta contenida en las bandas laterales. Por tal motivo se puede suprimir la portadora y una de las bandas.

Modulación en Banda Lateral Única (SSB)

Beneficios:

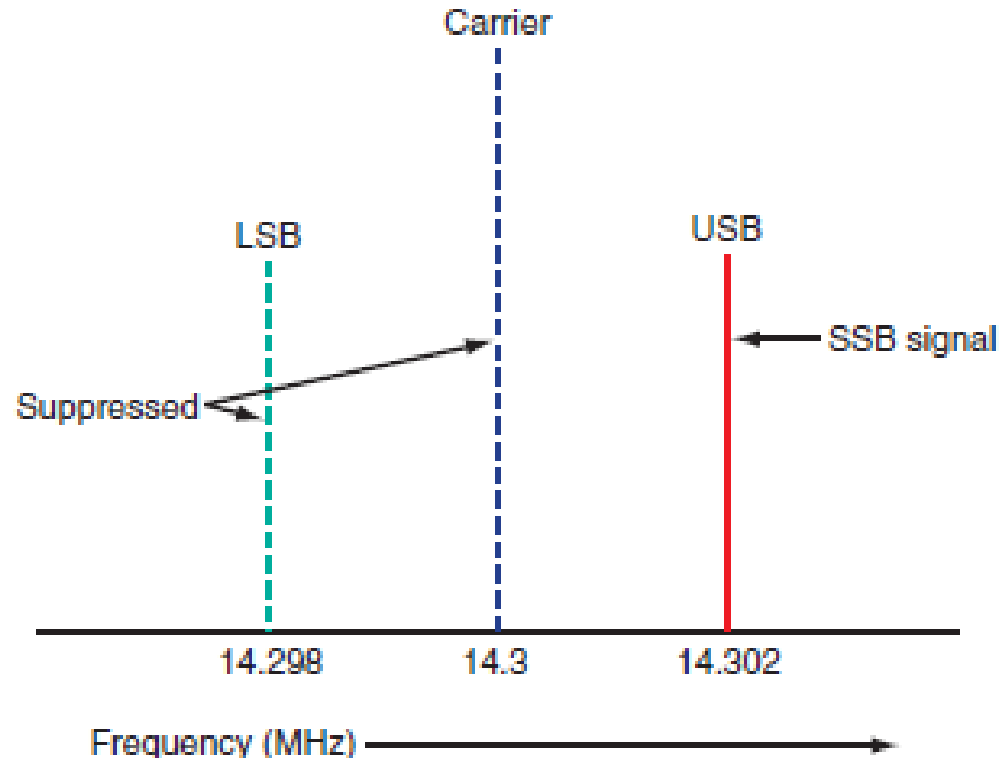
1. El espacio del espectro que ocupa se reduce a la mitad de una AM-DSB. Permite que mas señales se puedan transmitir en el mismo rango de frecuencias.
2. Toda la potencia puede ser canalizada a una sola banda.
3. Debido que las señales SSB ocupan un ancho de banda mas angosto, la cantidad de ruido en la señal es reducido.

Modulación en Banda Lateral Única (SSB)

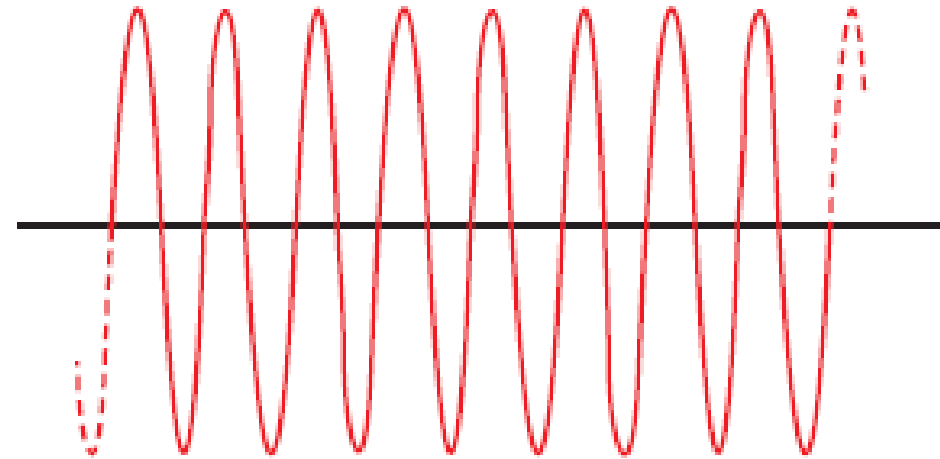
Desventajas:

1. Son mas difíciles de recuperar y de demodular en el receptor. Si se suprime la portadora se debe re-insertar en el receptor, además que debe tener la misma fase de su original.
2. Una portadora de nivel bajo es algunas veces transmitida. De tal forma que pueda ser amplificadas y re-insertada.

Modulación en Banda Lateral Única sin Portadora (SSB-SC)



SSB signal
14.302-MHz sine wave



1. Una portadora de 1.4MHz es modulada por una señal de música que tiene frecuencias desde 20Hz hasta 10kHz. Determine el rango de frecuencias generadas por las bandas superior e inferior.

2. Determine el %m para las siguientes condiciones para una portadora no modulada de 80Vpp.

- a) Max Vpp = 100 y Min Vpp = 60.
- b) Max Vpp = 120 y Min Vpp = 35.
- c) Max Vpp = 160 y Min Vpp = 0.
- d) Max Vpp = 180 y Min Vpp = 0.
- e) Max Vpp = 135 y Min Vpp = 35.

3. Una portadora de 500W será modulada con un porcentaje del 90%. Determine la potencia total transmitida.

4. Una emisora AM opera a su máximo permitido de 50kW y a 95% de modulación. Cuanto potencia es transmitida a la señal moduladora.

5. La corriente de una antena de transmisión AM es 12A sin modular pero se incrementa a 13A cuando se modula. Calcular %m.

Preguntas

En que se usa DSB y SSB?

Bibliografía

- WAYNE, Tomásí. (2003). Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. 4ª ed. Prentice Hall.