

## Sistemas de Comunicaciones //

### Multiplicador Analógico

Multiplicador Analógico:

Un multiplicador analógico tiene la propiedad de realizar básicamente el producto entre dos señales, pero según como se inyecten estas señales podemos obtener dos aplicaciones más, la modulación y la desmodulación.

Cuando se ingresa con una frecuencia baja,

- PRIMER APLICACIÓN. MODULADOR DE AMPLITUD:

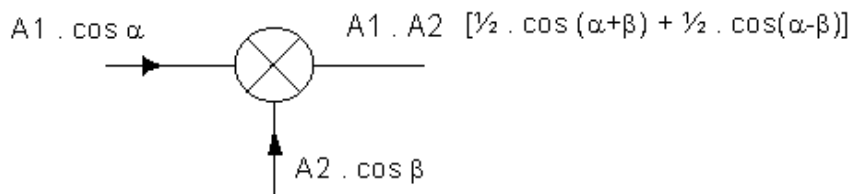
Un multiplicador analógico, es un dispositivo que toma dos señales analógicas y realiza el producto entre ellas. Veámoslo en un ejemplo simple, existe una señal analógica:

$$A1 \cdot \cos \alpha \quad \text{donde } \alpha = 2\pi \cdot f1 \cdot t$$

La cual es multiplicada por otra señal analógica:

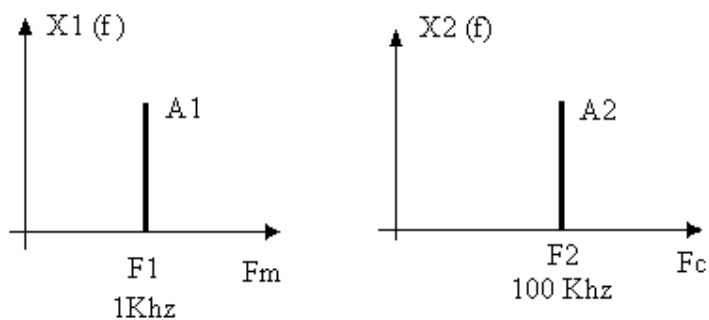
$$A2 \cdot \cos \beta \quad \text{donde } \beta = 2\pi \cdot f2 \cdot t$$

En trigonometría, daría como resultado  $[\frac{1}{2} \cdot \cos(\alpha+\beta) + \frac{1}{2} \cdot \cos(\alpha-\beta)]$  y justamente es lo que se ve a la salida del multiplicador (Sal). Como el tiempo es la misma variable para ambas señales, eléctricamente, lo que es la suma de los ángulos, pasa a ser suma y resta de frecuencias.



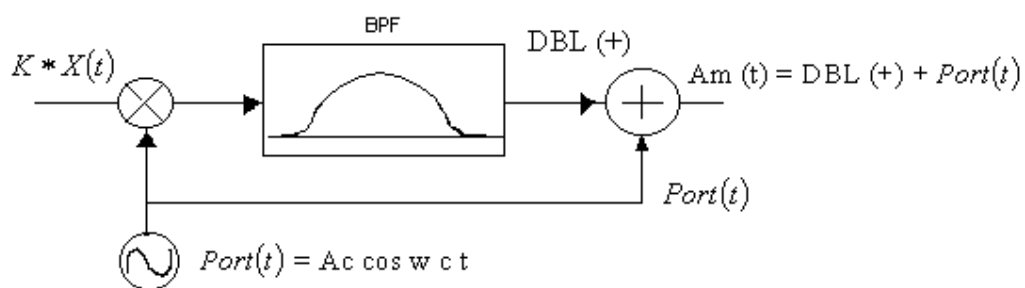
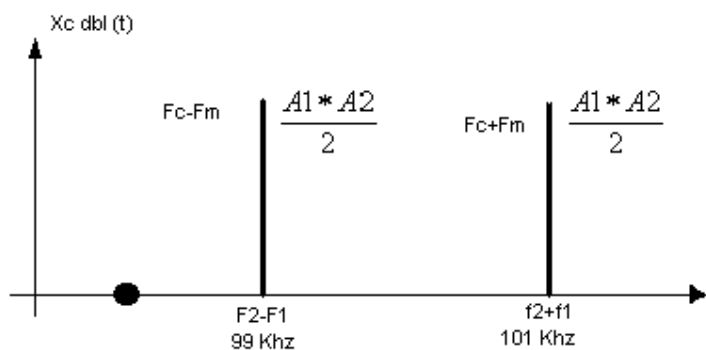
- EN DOMINIO DE LA FRECUENCIA:

Desde el punto de vista de la frecuencia, al realizar el producto en tiempo de dos señales se obtiene como resultado, el traslado de la señal con menor valor de frecuencia hacia la derecha y hacia la izquierda de la señal con mayor valor de frecuencia. Dicho proceso es denominado CONVOLUCION.

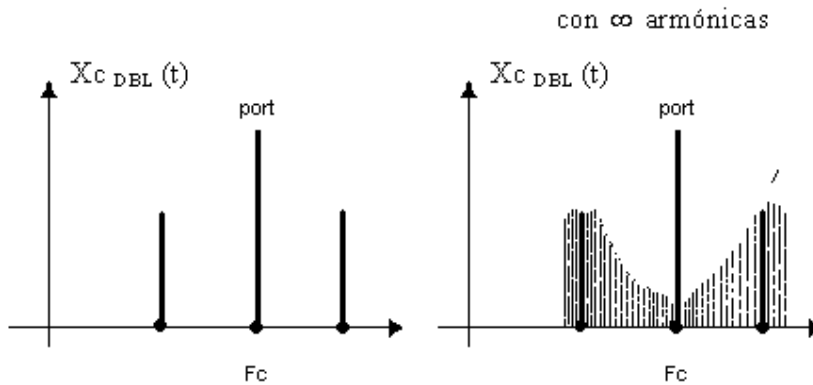


$$X_{sal} = A1 \cos(2\pi F1 t) \cdot A2 \cos(2\pi F2 t) = \frac{A1 * A2}{2} \cos[2\pi(F1 + F2)t] + \frac{A1 * A2}{2} \cos[2\pi(F1 - F2 \text{ o } F2 - F1)t]$$

#### DOBLE BANDA LATERAL



Si ahora adicionamos una portadora al *Doble Banda Lateral*, el gráfico quedaría dispuesto de la siguiente manera:



### LLEVANDO ESTE ANÁLISIS A DOMINIO DEL TIEMPO:

$$X_c(t)_{AM} = X_{C\ DBL}(t) + port(t)$$

$$X_c(t)_{AM} = K_x(t) * port(t) + port(t)$$

$$X_c(t)_{AM} = m \cdot X(t) \cdot A_c \cdot \cos(2\pi f_c t) + A_c \cos(2\pi f_c t)$$

Def. de AM

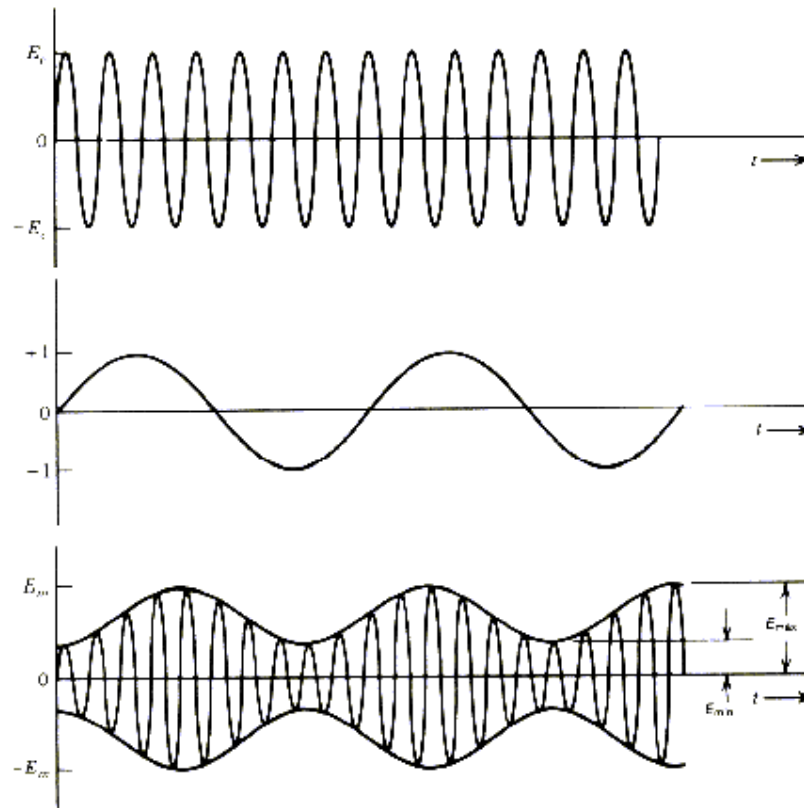
Doble banda lateral

portadora

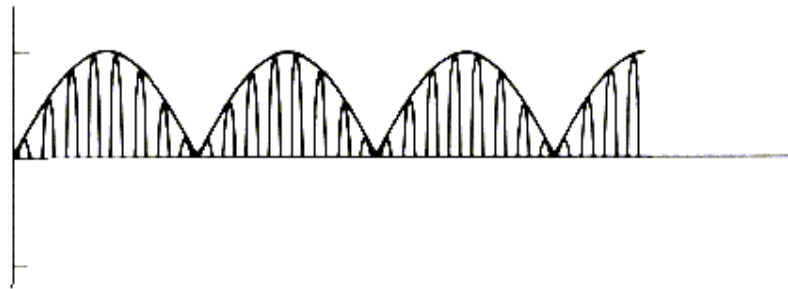
### DOBLE BANDA LATERAL:

Consta de una señal constante, una modulante y una portadora. Se obtiene mediante un multiplicador analógico. Modulante y portadora, ambas con semiciclo positivo y negativo. En el semiciclo positivo de la modulante, los valores positivos de la portadora se multiplican por los valores comprendidos entre 0 y 1 (valor pico). Queda simétricamente con el campo negativo de la doble banda lateral por los semiciclos negativos de la portadora.

Cuando pasamos a analizar el semiciclo negativo de la modulante, el positivo de la portadora se invierte y sufre un desfase de  $180^\circ$ . Es prácticamente simétrico, excepto en el quiebre de la señal. La envolvente de la señal queda definida por los picos de la portadora.



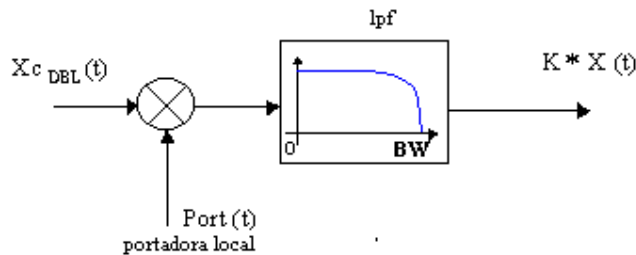
El demodulador de AM no sirve para demodular esta envolvente, ya que la señal quedaría como una envolvente de un signo.



Surge el problema para demodular la doble banda lateral...

- 2<sup>DA</sup> APLICACIÓN DE MULTIPLICADOR ANALÓGICO. DEMODULACION DE AM, DBL, BLU.

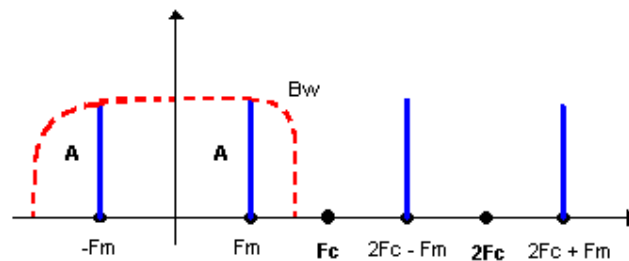
La señal portadora del receptor debe ser igual o lo mas parecida posible y es la denominada “Portadora Local”



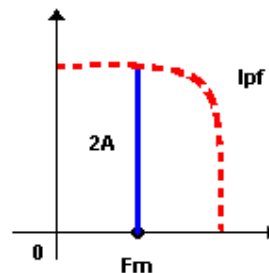
Este proceso se interpreta como un traslado en frecuencia.

El filtro pasa bajos (low past filter) es prácticamente un filtro pasa banda mediado en cero. Gráficamente se pueden observar las representaciones correspondientes a la suma y resta de las frecuencias y justamente el “LPF” toma la resta.

La señal que se haya negativa se vuelve positiva, ya que trigonometricamente, el coseno de un angulo es positivo. La señal es recuperada.

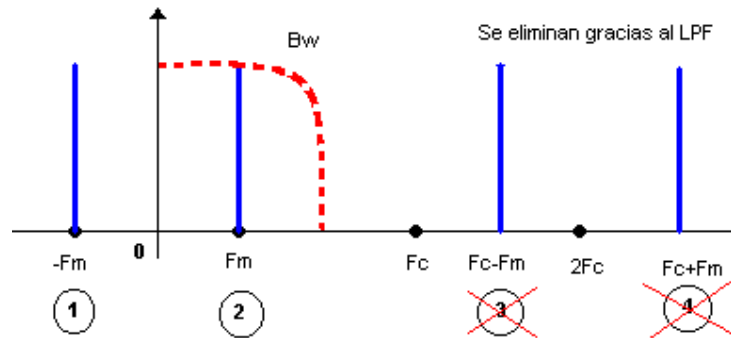


### SEÑAL RECUPERADA



A continuación veremos otra representación de demodulacion con 1 SOLA COMPONENTE.

$$\begin{aligned}
 X_{c\_DBL}(t) &= [A * \cos 2\pi(Fc - Fm)t + A * \cos 2\pi(Fc + Fm)t] * Ac \cos 2\pi f_c t = \\
 &= \frac{A * Ac}{2} \cos 2\pi(-Fm)t + \frac{A * Ac}{2} \cos 2\pi(2Fc - Fm)t + \\
 &= \frac{A * Ac}{2} \cos 2\pi(Fm)t + \frac{A * Ac}{2} \cos 2\pi + (2Fc - Fm)t
 \end{aligned}$$



$$1) \frac{A * Ac}{2} \cos 2\pi(-Fm)t$$

$$2) \frac{A * Ac}{2} \cos 2\pi(2Fc - Fm)t$$

$$3) \frac{A * Ac}{2} \cos 2\pi(Fm)t$$

$$4) \frac{A * Ac}{2} \cos 2\pi + (2Fc - Fm)t$$

