



# *Redes y Comunicaciones*

*Ing. Manuel Alejandro López R.*

Sesión No 3.

## Razones para modular

Las **señales de información** (voz, video o datos binarios) se transmiten algunas veces de un punto a otro a través de medios guiados. Sin embargo, cuando las **distancias involucradas son grandes**, se utiliza la **transmisión por radio**.

¿Qué pasaría si, por ejemplo, una señal de voz se transmitiera en sus frecuencias originales, en su banda base?

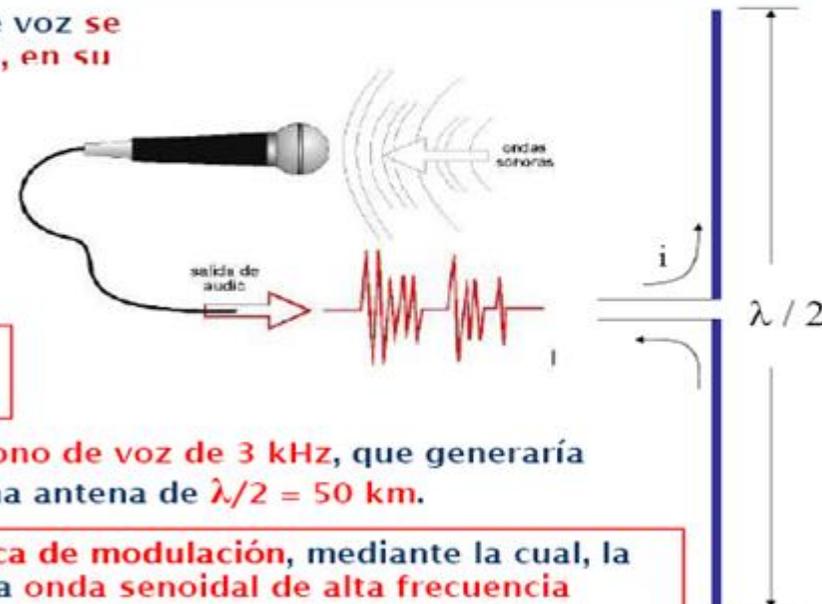
**1** Se producirían **interferencias**. Entre las señales que ocupen rangos de frecuencias comunes.

**2** Se requerirían antenas de gran longitud.

Por ejemplo, para transmitir un **tono de voz de 3 kHz**, que generaría una  $\lambda = 100 \text{ km}$ , se necesitaría una antena de  $\lambda/2 = 50 \text{ km}$ .

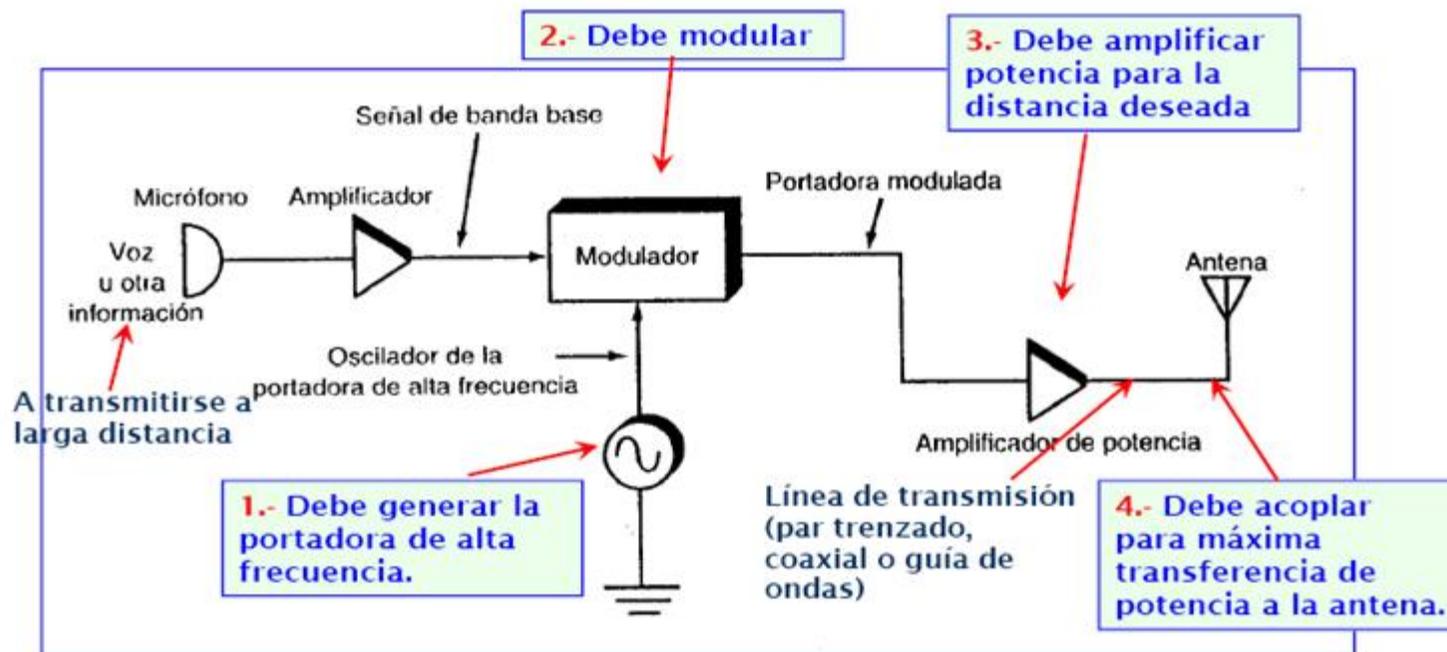
Por tanto, es necesario recurrir a la **técnica de modulación**, mediante la cual, la señal de información se "imprime" en una **onda senoidal de alta frecuencia** conocida como **portadora**.

En esta técnica, la señal de información (o señal banda base) se conoce como **señal moduladora**.

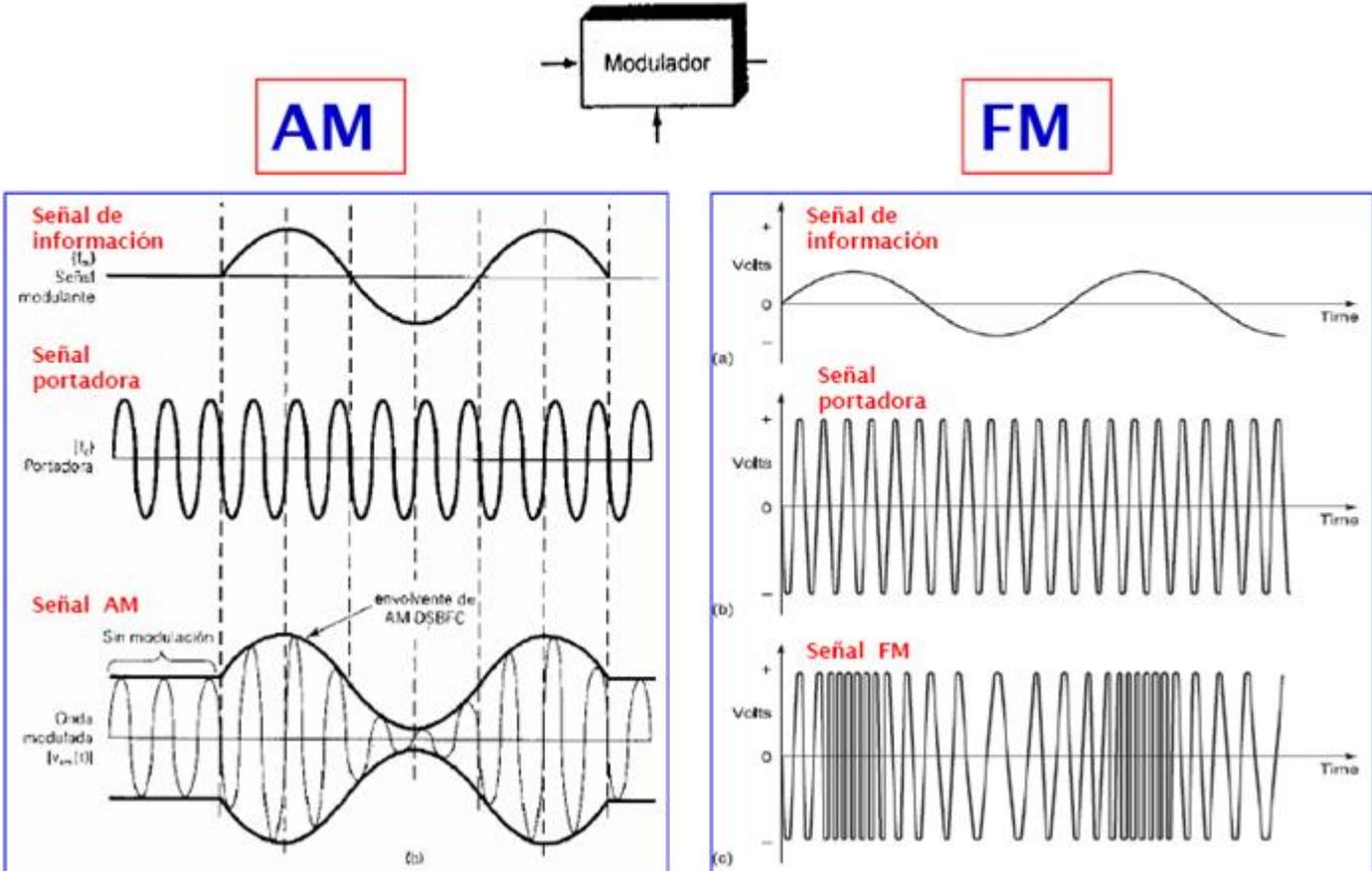


## Configuración del transmisor de radio

El transmisor tiene 4 requerimientos básicos:

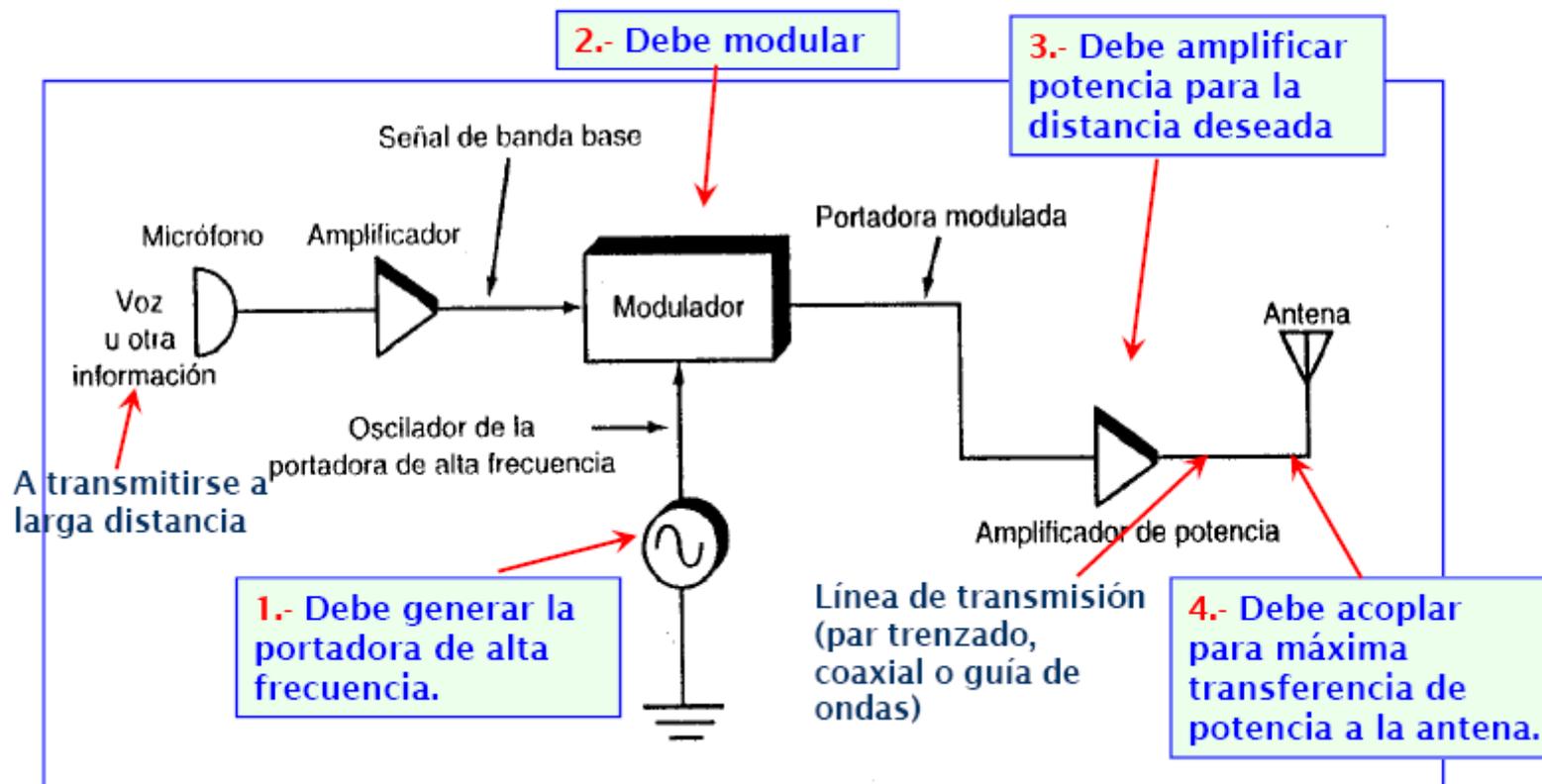


# Esquemas de modulación AM y FM



## 2.- Configuración del transmisor de radio

El transmisor tiene 4 requerimientos básicos:



## 1.- Razones para modular

Las **señales de información** (voz, video o datos binarios) se transmiten algunas veces de un punto a otro a través de medios guiados. Sin embargo, cuando las **distancias involucradas son grandes**, se utiliza la **transmisión por radio**.

¿Qué pasaría si, por ejemplo, una señal de voz se transmitiera en sus frecuencias originales, en su banda base?

1

Se producirían **interferencias**. Entre las señales que ocupen rangos de frecuencias comunes.

2

Se requerirían antenas de gran longitud.

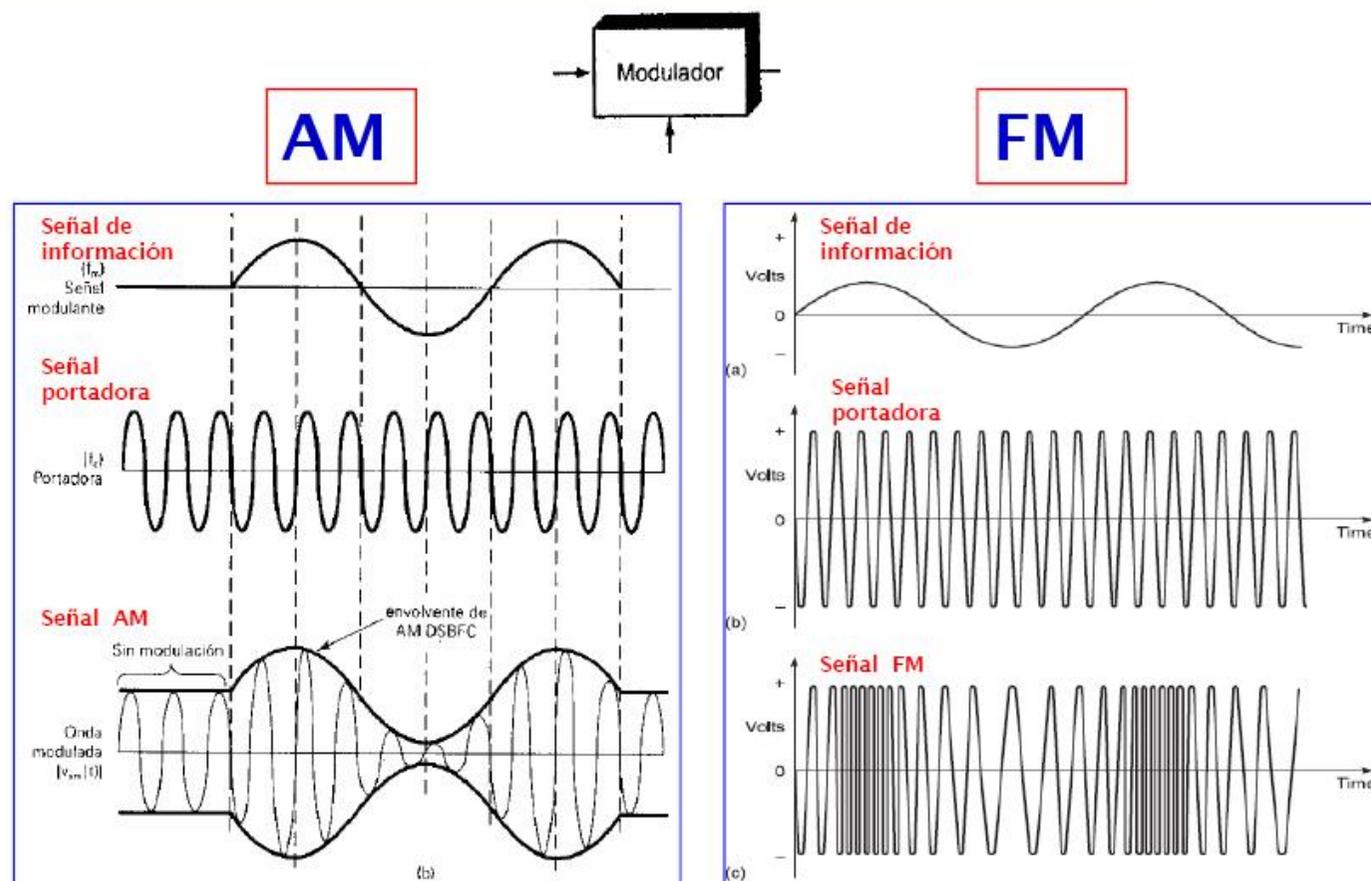
Por ejemplo, para transmitir un **tono de voz de 3 kHz**, que generaría una  $\lambda = 100 \text{ km}$ , se necesitaría una antena de  $\lambda/2 = 50 \text{ km}$ .

Por tanto, es necesario recurrir a la **técnica de modulación**, mediante la cual, la señal de información se “**imprime**” en una **onda senoidal de alta frecuencia** conocida como **portadora**.

En esta técnica, la señal de información (o señal banda base) se conoce como **señal moduladora**.



## 4.- Esquemas de modulación AM y FM



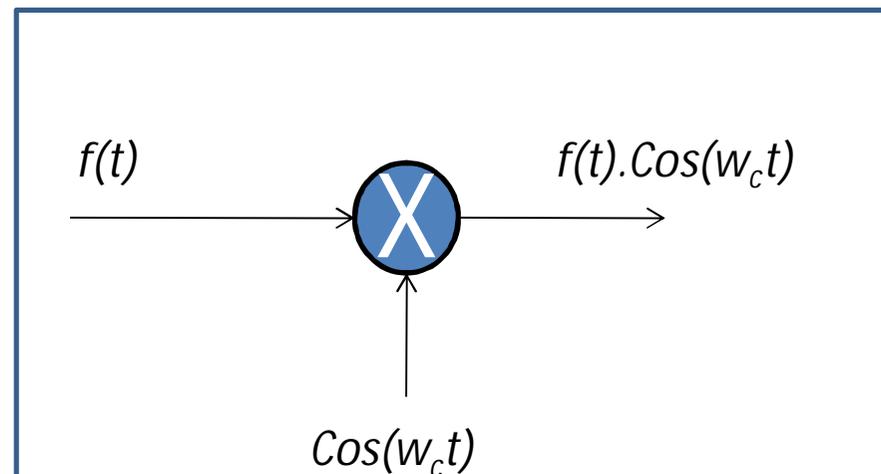


# Teorema de Traslación en Frecuencia



El teorema de traslación en frecuencia, establece que la multiplicación de una señal  $f(t)$  por una señal sinusoidal de frecuencia  $\omega_c$  traslada su espectro de frecuencia en  $\pm \omega_c$  radianes.

Consideremos el esquema de la figura





# Teorema de Traslación en Frecuencia



Sea  $F[f(t)] = F(\omega)$ , la transformada de Fourier de la función  $f(t)$ . Si aplicamos la transformada de Fourier a la entrada portadora considerando una función seno o coseno, se tienen los siguientes resultados:

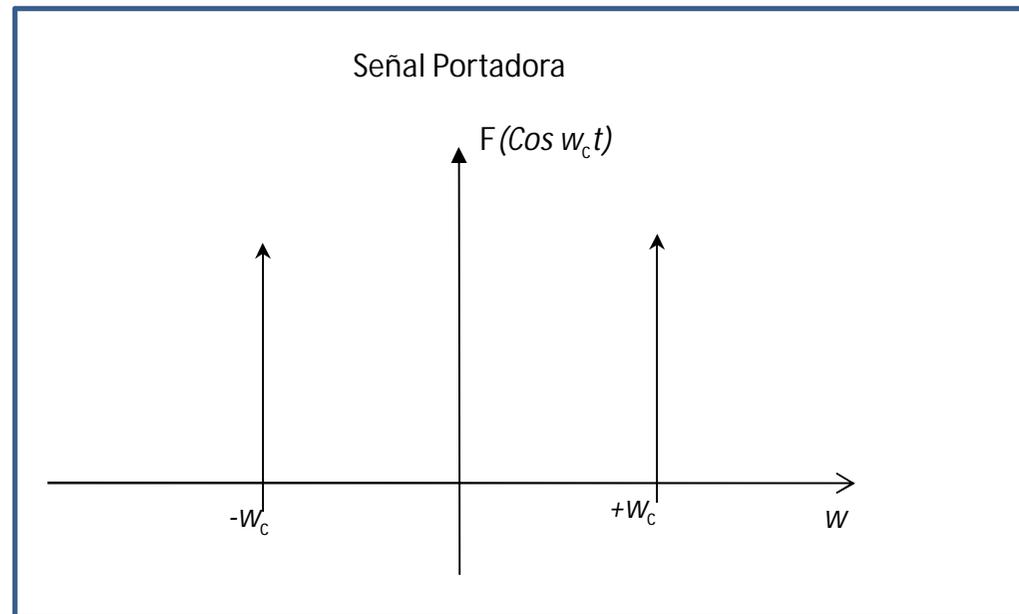
$$F[\cos w_c t] = \pi \cdot \delta(\omega - w_c) + \pi \cdot \delta(\omega + w_c) \quad Ec. 1$$

Ver Fig.

$$F[f(t) \cdot \cos w_c t] = \frac{1}{2} \cdot F(\omega - w_c) + \frac{1}{2} \cdot F(\omega + w_c)$$

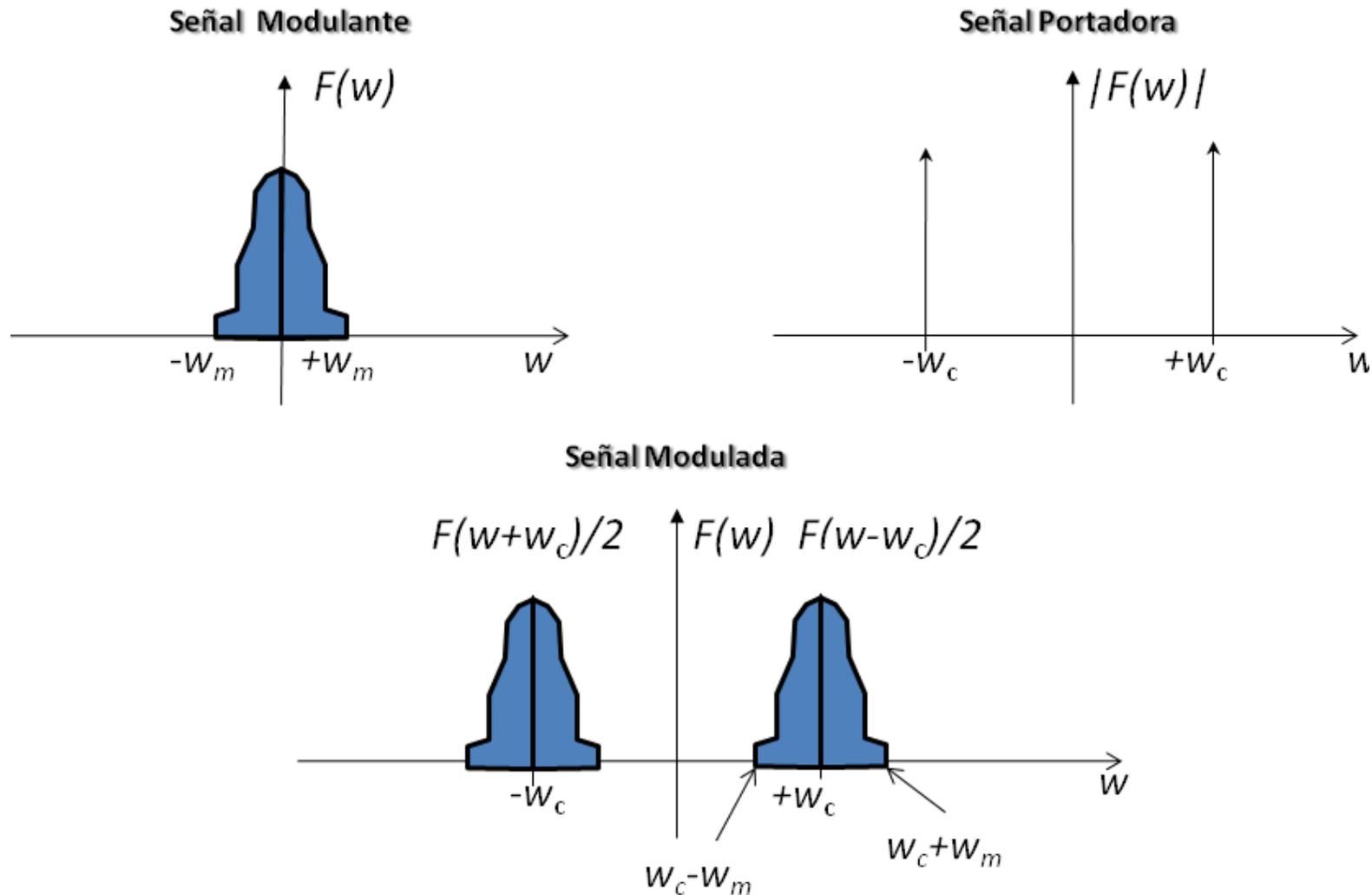


# Espectro de Frecuencia de Seno y Coseno



$$F[\cos w_c t] = \pi \cdot \delta(w - w_c) + \pi \cdot \delta(w + w_c)$$

# Teorema de Traslación en Frecuencia





# Modulación en Amplitud de Doble Banda Lateral con Portadora Suprimida (DSB-SC)

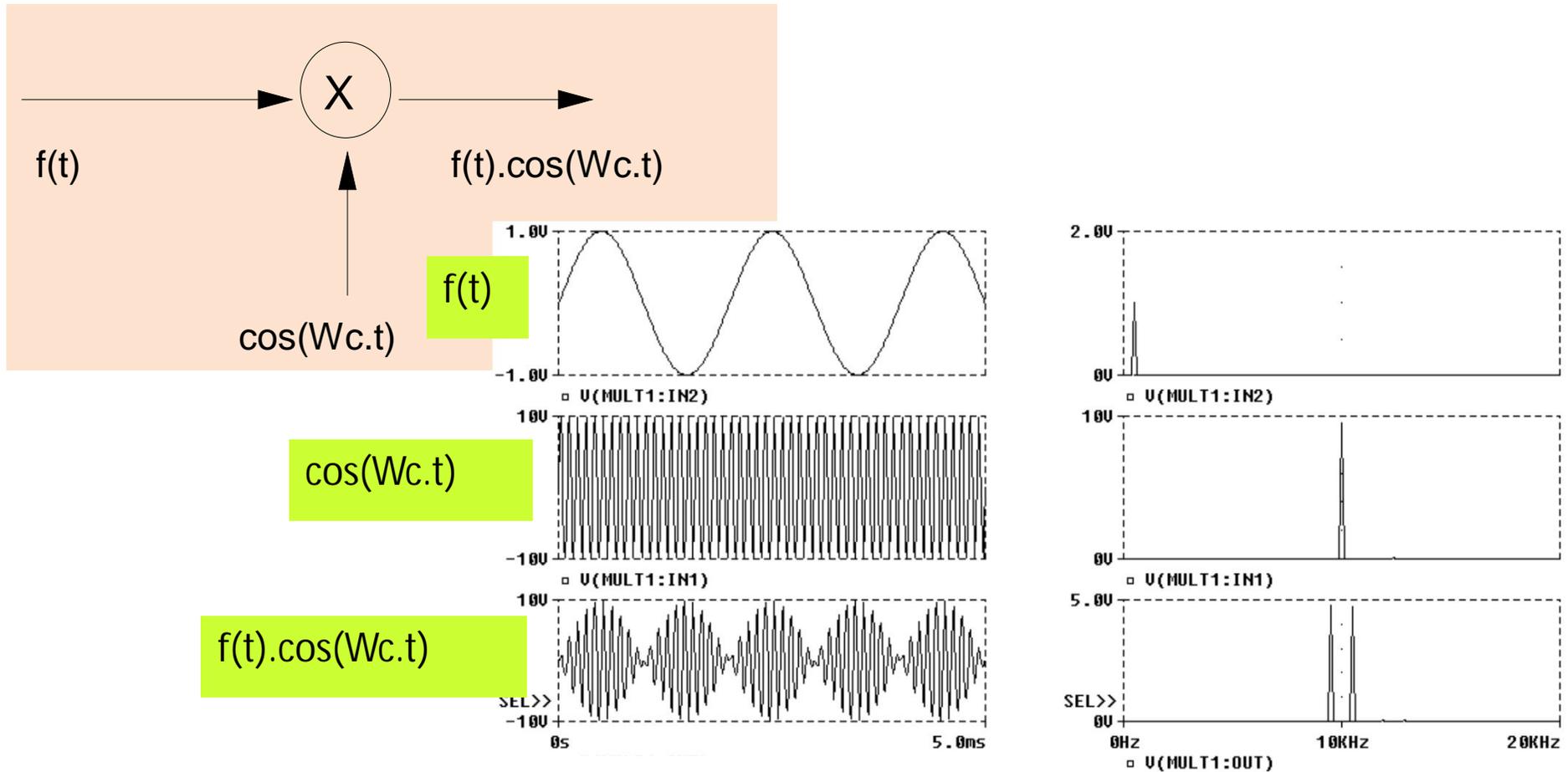


Esta técnica de modulación analógica, tiene como característica que la amplitud de la portadora  $A_c$  no modulada y denotada por la ecuación:

$$A_c \cos(\omega_c t + \theta_c)$$

se varía en proporción a la señal de banda base o señal moduladora. En estas condiciones, se mantienen constantes  $\omega_c$  y  $\theta_c$ . El espectro de frecuencia de la señal modulante se desplaza hasta el valor de  $\omega_c$ .

# Modulación en Amplitud de Doble Banda Lateral con Portadora Suprimida (DSB-SC)



*Espectro de frecuencias de señal modulante, portadora y señal AM con portadora suprimida*

# Modulación en Amplitud de Doble Banda Lateral con Portadora Suprimida (DSB-SC)



Podemos obtener las siguientes observaciones:

La señal  $f(t)$  se denomina **MODULANTE** y es la que contiene la información que se desea transmitir.

La señal  $\cos(\omega_c t)$  es la **PORTADORA**, la cual determina la frecuencia a la cual va a ser trasladado el espectro de frecuencia.

El espectro de  $f(t) \cdot \cos(\omega_c t)$  no contiene portadora.

El espectro de la moduladora es simétrico respecto al eje "y", es decir, la información al lado derecho es igual al del lado izquierdo.

# Unidades de Medidas Usadas En Telecomunicaciones



Decibel → dB

dBm

dBu

dBmV

Nepler

Ganacia de Un Amplificador

=

$$G = (P_s)/(P_e)$$



# Perdidas en un Sistema de TX

$$P_{erd} = \frac{P_S}{P_E}$$

Como  $P_S < P_E$ , resulta  $\frac{P_S}{P_E} < 1$



# El decibel

Unidad Logaritmo para la unidad de medición del Sonido y otros dispositivos en el área de las Telecomunicaciones.

$$G(\text{dB}) = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

$$\text{Perd}(\text{dB}) = -10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$$



El dB es una Unidad de medida relativa que indica la relación de Potencias. No tiene un valor patrón de Comparación.

Es una unidad de Características logarítmicas. Eso significa que por ejemplo, que para obtener una ganancia en dB, de un valor doble al anterior, el aumento en potencia deberá ser considerablemente mayor

# Relación Potencias y Ganancias



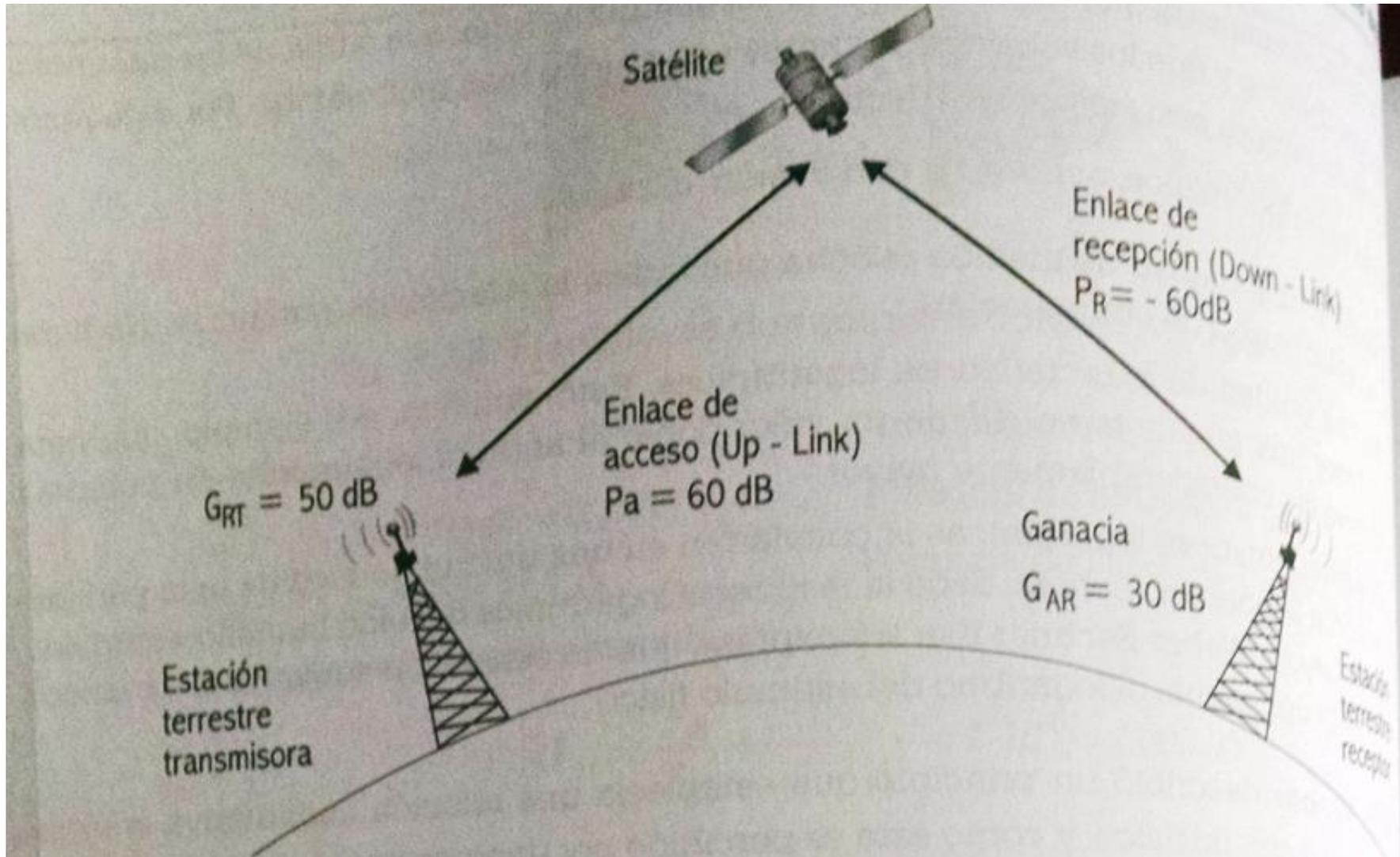
Tabla 2-1: Ejemplo de relación entre potencias y ganancias

P salida (watt)	10	100	1.000	10.000	100.000	1.000.000	10.000.000	100.000.000
Ganancia (dB)	10	20	30	40	50	60	70	80



# Ejercicio

Se tiene dos enlaces de microondas, uno de acceso y otro de recepción entre dos estaciones terrestre y las antenas del satélite, como se muestra en la figura. La estación terrestre transmisora emite hacia el satélite con una potencia de 1W. Si ella tiene una ganancia de 50 dB, y la antena de la estación receptora, una ganancia de 30 dB. ¿Cuál será la potencia con que se recibirá la señal sabiendo que la atenuación de ambos enlaces es de 60 dB cada uno?





# dBm

Es una Unidad de medida relativa. También funciona como un valor absoluto, que mide la potencia (de salida o de entrada, según corresponda para amplificador o atenuador) respecto de un valor fijo de 1 mW

$$dBm = 10 \log \frac{P_S [mW]}{1 mW}$$



# dBu

El dBu es una unidad de nivel absoluto usada para comparar la tensión de salida de un valor fijo de 0,775 V. Esta unidad es muy usada en telefonía. Este valor es el resultado de una señal con una potencia 1 mW sobre una impedancia de 600  $\Omega$

$$dBu = 20 \log \frac{V_S \text{ [Volt]}}{0,775 \text{ Volt}}$$



# El dBmV

Es una unidad de nivel absoluto que se utiliza para comparar la tensión de salida respecto de un valor fijo de 1 mV

$$dBmV = 20 \log \frac{V_S \{mV\}}{1mV}$$



# El dBmV

Es una unidad de nivel absoluto que se utiliza para comparar la tensión de salida respecto de un valor fijo de 1 mV

$$dBmV = 20 \log \frac{V_S \{mV\}}{1mV}$$