

1. Características básicas de emisores y receptores

1.1 Comunicaciones RF

El esquema más general de un sistema de comunicaciones es el de la figura 1.1

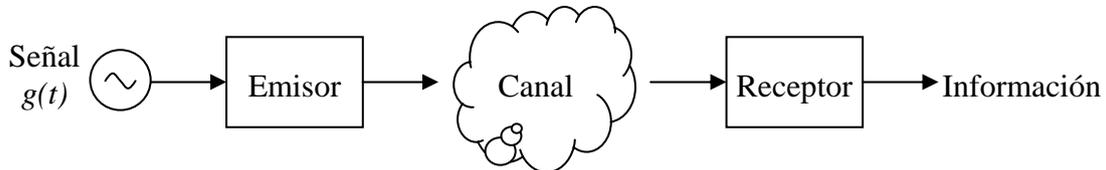


Fig. 1.1 Sistema de comunicaciones

$g(t)$ es una señal, magnitud eléctrica que varía en el tiempo de acuerdo con la información, que se quiere transmitir. Por ejemplo la salida de un micrófono o de un puerto de ordenador. Se denomina señal en banda base.

Canal es el medio físico que debe atravesar la señal para llegar a su destino. Por ejemplo cable eléctrico, aire ó fibra óptica.

Cuando se envía $g(t)$ directamente por el canal se habla de **transmisión en banda base**. En general no es posible porque $g(t)$ no se propaga por el canal, o porque se quiere compartir el canal entre varias señales sin que se interfieran (multiplexado).

Así que, lo habitual es poner un **emisor** que modifica $g(t)$ para adaptarla al canal (mejorar su propagación) y un **receptor** al otro extremo del canal para volver a recuperar la información contenida en $g(t)$.

Cuando el canal es la atmósfera (aire) la propagación se hace en forma de ondas electromagnéticas de radiofrecuencia (RF). Se habla entonces de sistemas de comunicación RF. En la Tabla 1.1 se indican los nombres que reciben estas ondas en función de su frecuencia

Tabla 1.1 Denominación de las bandas de RF

Nombre	Rango
Low frequency (LF)	< 300 kHz
Medium frequency (MF)	< 3 MHz
High frequency (HF)	< 30 MHz
Very high frequency (VHF)	< 300 MHz
Ultra high frequency (UHF)	< 3 GHz
Super high frequency (SHF)	< 30 GHz

El objetivo de este curso es conocer el funcionamiento de los subsistemas que componen el conjunto emisor/receptor, esencialmente para comunicaciones RF, pero su aplicación es más general.

1.2 Evolución de las comunicaciones RF

Las inició Guillermo Marconi en 1901 con la telegrafía sin hilos. Pero ahora la forma tradicional es la Radiodifusión y la Televisión analógica en una banda de frecuencias que van de al MF a la VHF.

Por ejemplo la radiodifusión comercial emite en amplitud modulada (AM) en la banda de MF, entre 545 kHz y 1545 kHz, y en frecuencia modulada (FM) emite en la banda de VHF, entre 88 MHz y 107 MHz.

El esquema general de la radiodifusión es el que se muestra en la figura 1.2



Fig. 1.2 Sistema de comunicaciones RF

La antena, , es el transductor que convierte la señal eléctrica en ondas electromagnéticas de RF. Pero la señal que llega a la antena tiene que tener la frecuencia apropiada (RF).

A menudo la señal a la salida del emisor, la que llega a la antena, es una **señal modulada** que tiene la forma

$$x(t) = g(t) \cdot \cos(\omega_C t)$$

donde ω_C es la frecuencia angular (o simplemente frecuencia) portadora en RF.

La modulación consiste en trasladar el espectro (componentes frecuenciales) de la señal $g(t)$ desde la componente continua, $\omega = 0$, hasta ω_C . Sucede además que el espectro se dobla alrededor de ω_C , es decir, aparece una copia especular del espectro además del inicial, pero esto por el momento es accesorio. Esta operación se muestra en la Fig. 1.3.

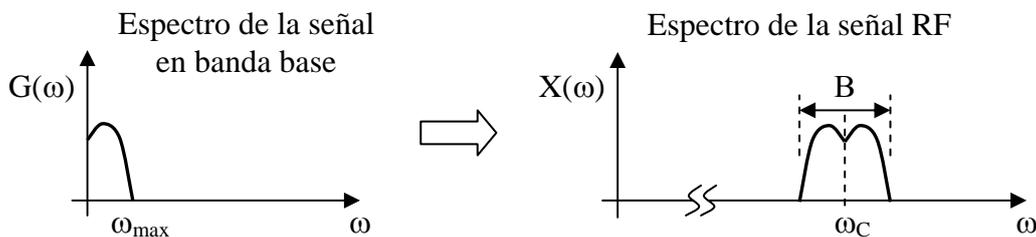


Fig. 1.3 Operación de traslado en frecuencia que realiza el emisor

La señal $g(t)$ es una señal paso bajo, $\omega < \omega_{\max}$, mientras que la señal $x(t)$ es una señal paso banda, $(\omega_C - B/2) < \omega < (\omega_C + B/2)$, donde B es el **ancho de banda**. Naturalmente el receptor debe realizar la operación inversa.

Aplicaciones más recientes de las comunicaciones RF son los teléfonos celulares y PCS (personal communication system) en UHF, entre 900 MHz y 2.4 GHz.

Otras aplicaciones recientes son:

- WLAN (wireless local area network) entre 900 MHz y 2.4 GHz, en UHF
- GPS (global positioning system) a 1.5 GHz, en UHF
- RF ID's (sistemas de identificación RF) entre 900 MHz y 2.4 GHz, en UHF
- Home Satellite Network a 10 GHz, en SHF

La mejor propagación en la atmósfera corresponde a la HF, a medida que aumenta la frecuencia empeora. En frecuencias muy elevadas la propagación se parece a la luz, las antenas se tienen que ver entre si. A cambio, al aumentar la frecuencia, el tamaño de las antenas disminuye.

1.3 Propiedades del emisor RF

El diagrama de bloques del emisor es el de la Fig. 1.4. Los circuitos auxiliares no están todos siempre presentes. Los circuitos de control y protección y el sistema de refrigeración sólo adquieren importancia si la potencia emitida es elevada.

El modulador es el encargado de trasladar en frecuencia la señal $g(t)$, hasta la frecuencia portadora de RF, ω_C . Puede ir incorporado en el sintetizador de frecuencia, en el preamplificador o en el amplificador de potencia. En los dos primeros casos se denomina modulación en bajo nivel y en el tercero de alto nivel.

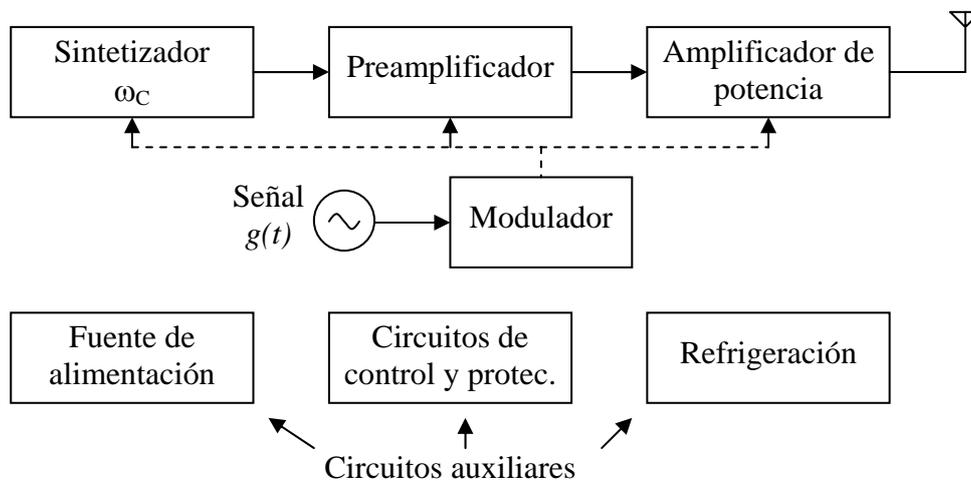


Fig. 1.4 Diagrama de bloques del emisor

Las características básicas del emisor son las siguientes

- Frecuencia portadora, ω_C
- Estabilidad de frecuencia portadora, $\Delta\omega_C/\omega_C$, generalmente expresada en partes por millón (p.p.m.)
- Ancho de banda de la señal modulada, B . Centrado alrededor de ω_C
- Potencia emitida
- Tipo de modulación empleada
- Potencia máxima permitida de los armónicos no deseados de la portadora
- Ruido, distorsión, señales espurias, etc...

1.4 Propiedades del receptor RF

El diagrama de bloques del receptor se muestra en la Fig. 1.5. Los circuitos auxiliares no son ahora tan importantes, se reducen casi siempre a la fuente de alimentación.

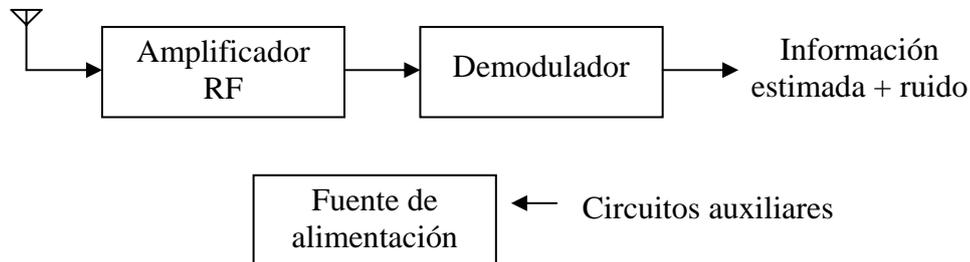


Fig. 1.5 Diagrama de bloques del receptor

Las características requeridas en el receptor son muy diferentes del emisor, entre ellas cabe destacar:

- Sensibilidad: mínima señal a la entrada que permite tener a la salida una relación señal/ruido predeterminada (generalmente > 20 dB)
- Selectividad: capacidad de separar los canales adyacentes
- Fidelidad: capacidad de reproducir la señal emitida sin distorsión

1.5 Ejemplo: multiplexado en frecuencia

Para transmitir varias señales con el mismo espectro en banda base, simultáneamente por un único canal, puede optarse por el multiplexado de frecuencia. Esta operación se muestra esquemáticamente en la figura 1.6.

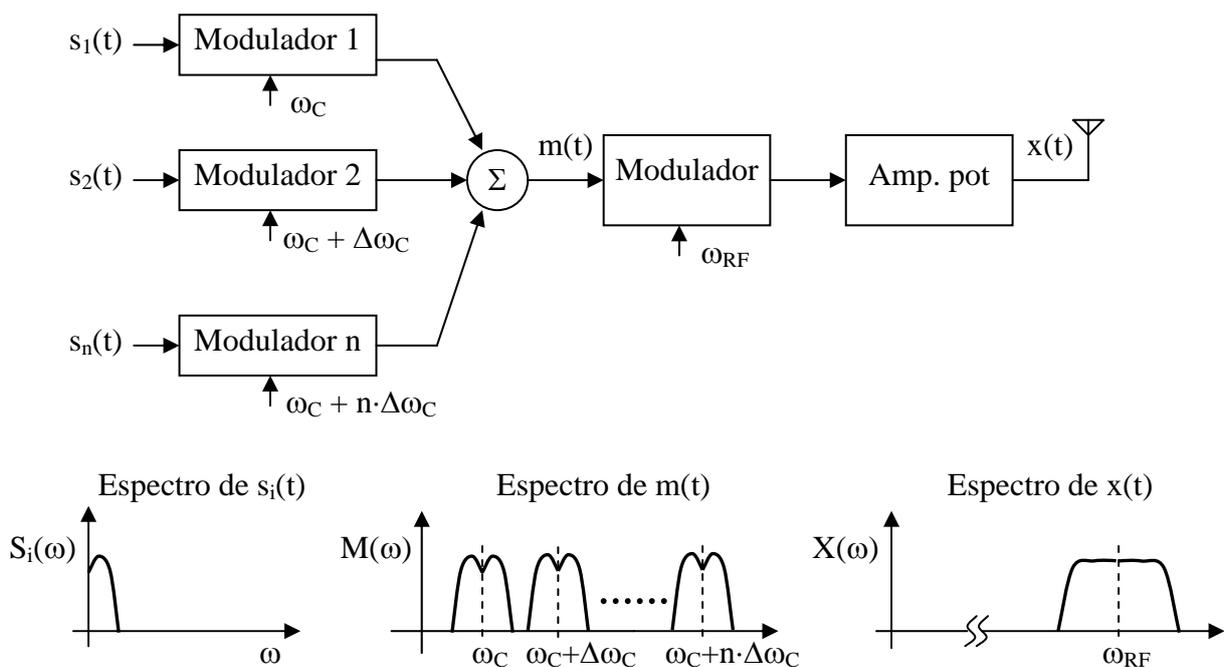


Fig. 1.6 Ejemplo de multiplexado en frecuencia

Cada señal se modula con una portadora distinta y las señales que resultan de la modulación se suman. Se obtiene así una señal de mayor ancho de banda que, posteriormente se deberá modular de nuevo con una señal de frecuencia mucho mayor (de RF) para su emisión en antena, en caso de que el canal sea la atmósfera. En el receptor se debe remodular la señal en RF y después, mediante filtros pasa-banda, separar la señal correspondiente a cada emisor.

Los sistemas que emplean multiplexado en frecuencia se denominan FDMA (frequency divider multiple access). Como alternativas existen el TDMA (time divider multiple access) y el CDMA (code divider multiple access). En este último caso todas las señales comparten el mismo espectro de frecuencias y se emiten al mismo tiempo, pero cada una contiene un código digital que permite identificar su emisor.