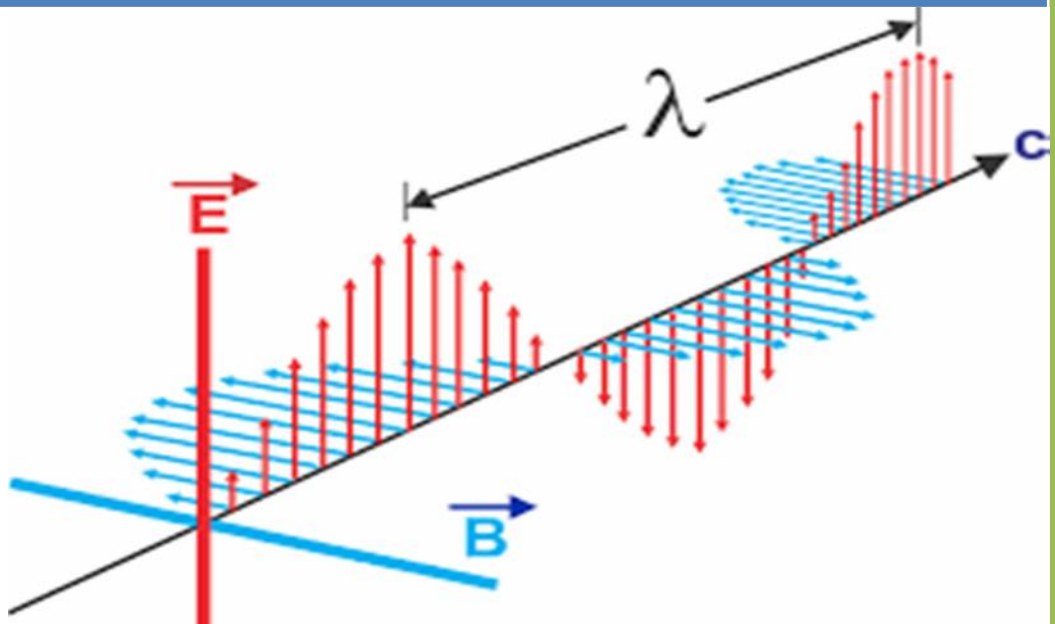


A2.1

Las ondas electromagnéticas



UD2

Transmisión de las señales de radio y TV terrestre

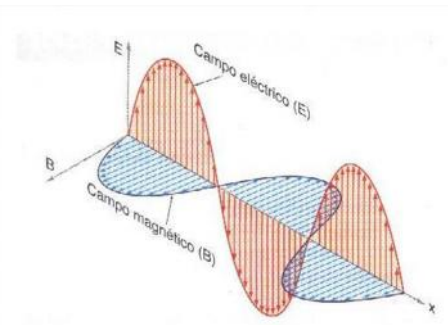
1. Ondas electromagnéticas

Las señales de radio y TV se transmiten por el aire a través de ondas denominadas **electromagnéticas**.

Las ondas electromagnéticas están compuestas por un campo eléctrico (E) y un campo magnético (B)

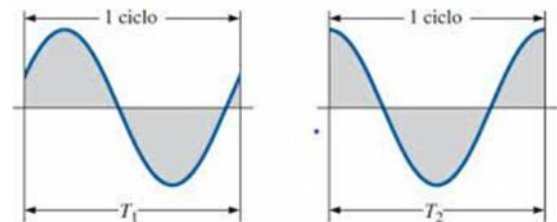
Dichos campos están en fase y tienen la misma longitud de onda, pero son perpendiculares entre sí.

La dirección de propagación de las ondas electromagnéticas corresponde con el eje X de la figura, que coincide con la línea en la que se cortan los dos campos perpendiculares.



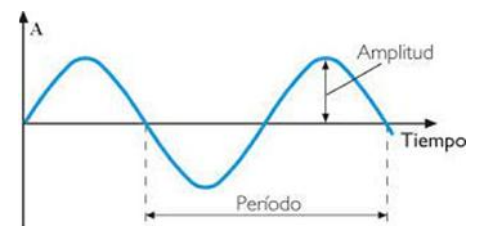
Las ondas electromagnéticas son senoidales y presentan los siguientes parámetros o características:

- Ciclo, periodo y frecuencia
- Velocidad de propagación
- Amplitud y Longitud de Onda
- Potencia
- Polarización



Ciclo: Ciclo: es la sucesión completa de los valores de una onda periódica que se produce a partir de un determinado valor, después de pasar por una cresta y un valle. Es el conjunto de valores que toma la onda entre dos valores iguales y con la misma tendencia de crecimiento o decrecimiento. Se suele tomar un ciclo desde el valor medio cuando la onda está creciendo hasta la vez siguiente que vuelve a tomar ese valor medio en sentido creciente.

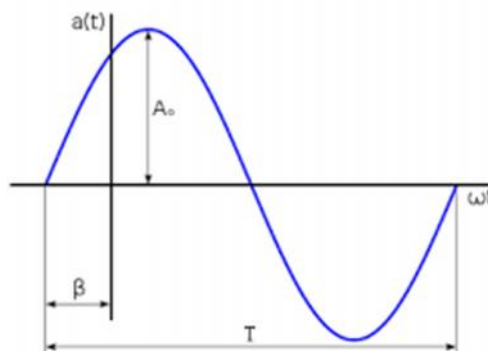
Periodo T: Es la duración o unidad de tiempo que tarda una señal en realizar un ciclo completo (lo que tarda un ciclo en repetirse) Se mide en segundo.



Amplitud: Es la altura que alcanza la onda

Velocidad de propagación: Las ondas electromagnéticas se propagan a la velocidad de la luz a 300.000 Km/s

Fase (de una onda), β : Es el instante en el que estamos analizando el valor de una magnitud periódica. El ángulo de fase inicial ϕ es la fracción de período que ha transcurrido a partir de un origen.

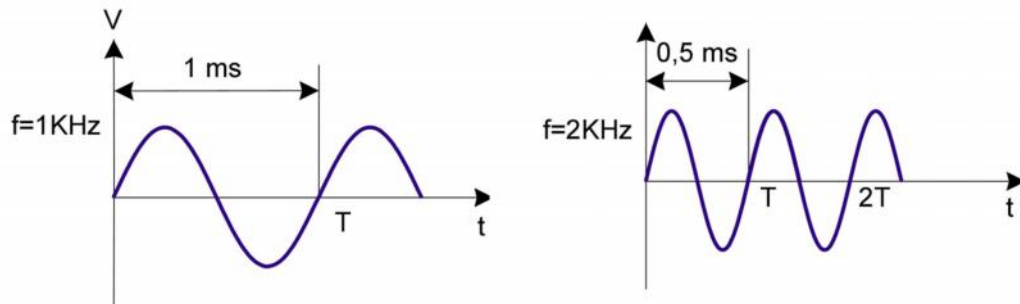


Frecuencia F: Número de ciclos que se completan en un segundo. Su unidad es el hercio (Hz) que equivale a 1 ciclo/segundo.

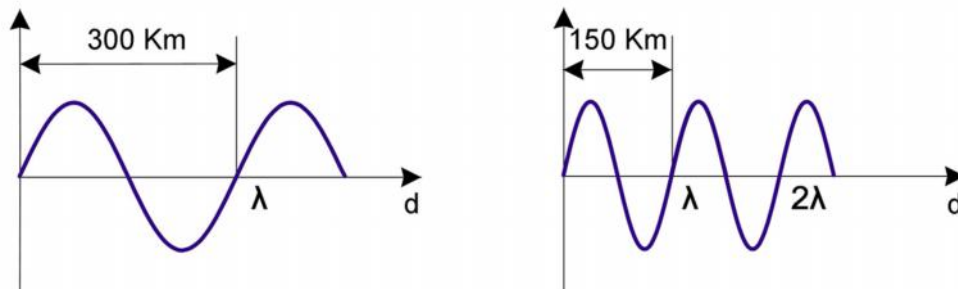
La frecuencia es inversamente proporcional al periodo:

$$F \text{ (Hz)} = 1 / T \text{ (s)}$$

En una onda de frecuencia 1 kHz, el ciclo se repite una vez cada milisegundo.



Longitud de onda (λ): Es la distancia que existe entre dos puntos de la onda con las mismas características de amplitud y fase. Corresponde al espacio que recorre la onda en cada ciclo. Se representa con la letra λ (lambda) y se mide en metros (m)



De este parámetro depende el tamaño de las antenas.

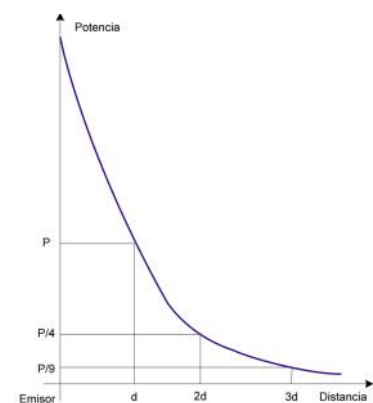
La longitud de onda se relaciona con la frecuencia por la siguiente expresión:

$$C = \lambda \times f$$

Por tanto, la longitud de onda y frecuencia son inversamente proporcionales: a las ondas de longitud corta les corresponde frecuencias elevadas y a las ondas largas les corresponden frecuencias bajas.

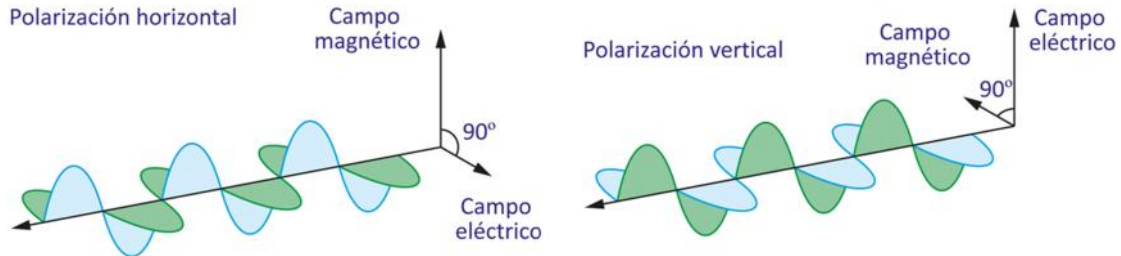
Potencia: Establece la cantidad de energía que transporta la señal. Al alejarse de la fuente que generó la señal, la potencia disminuye de forma proporcional al cuadrado de la distancia. Esta pérdida, llamada atenuación, es mayor cuanto más alta es la frecuencia de la señal.

Se mide en vatios (W) o lo que es más frecuente en unidades relativas como el decibelio milivatio (dBm) o el decibelio microvoltio (dBμV)

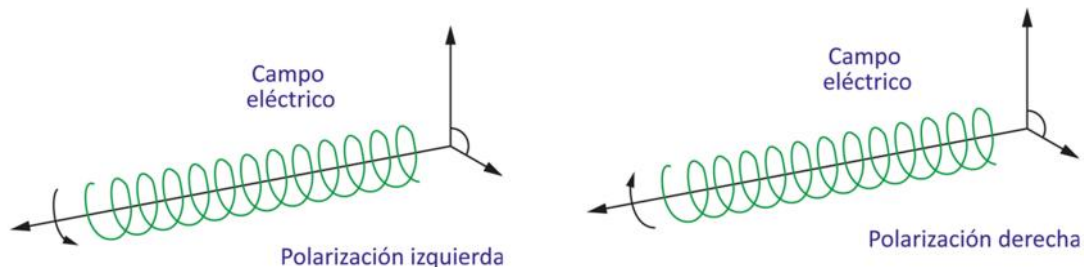


Polarización: Dependiendo de la posición del campo eléctrico en la transmisión de la señal se pueden distinguir dos tipos de polarizaciones: **Polarización lineal** y **Polarización circular**.

En la polarización lineal la dirección de propagación del campo eléctrico es lineal y así cuando es paralela al suelo se habla de **polarización horizontal** y si la dirección del campo eléctrico es perpendicular al suelo se dice que la **polarización es vertical**.



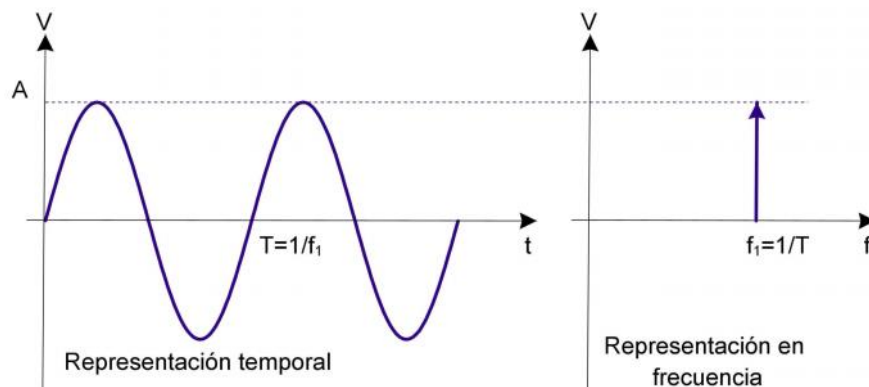
En la polarización circular el campo eléctrico se propaga girando, así se puede dividir en polarización a derechas y polarización a izquierdas en función del sentido de giro del campo eléctrico.



2. Dominio de frecuencia

Todas las ondas o señales admiten una representación temporal que permite evaluar la evolución de una magnitud de la señal con el tiempo. En los sistemas de telecomunicación es usual la representación de las ondas electromagnéticas en lo que se denomina el **dominio de frecuencia**, que proporciona información sobre el ancho de banda o espectro en que está contenida la energía de la señal.

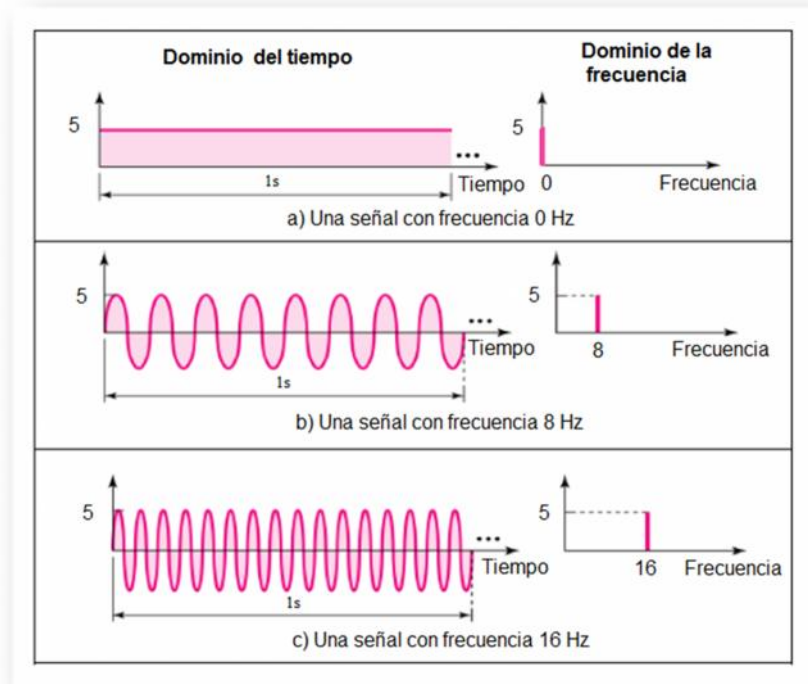
En el espectro de la onda se representan cada una de las componentes de frecuencia que forma una señal. De esta manera señales que solo tienen una frecuencia (tono puro) solamente tiene una componente frecuencia con la amplitud.



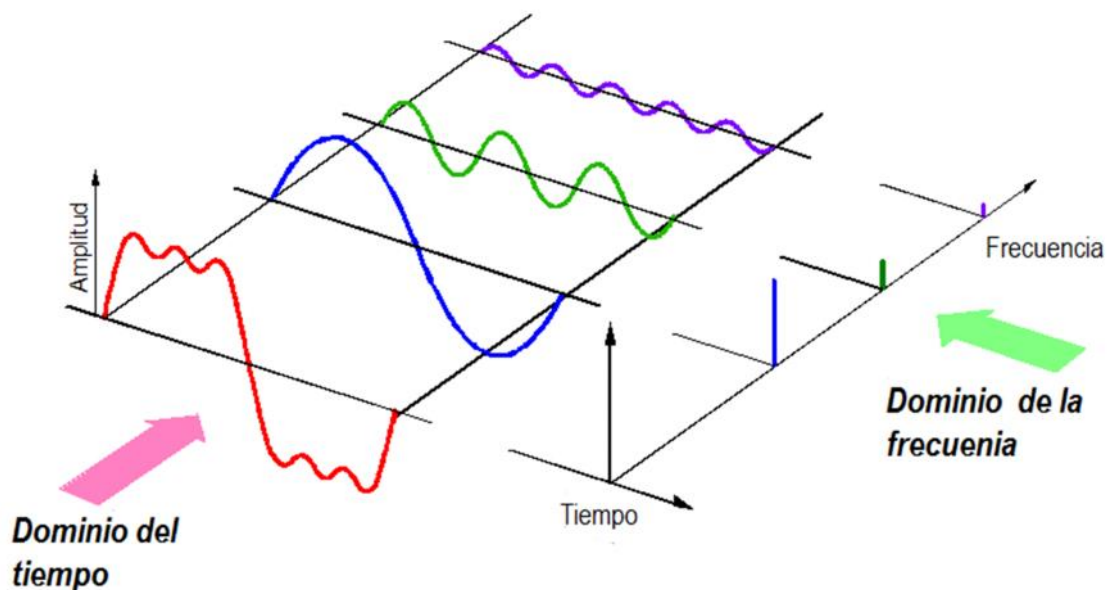
En el siguiente ejemplo se puede observar la representación de tres señales en el dominio de frecuencia:

- La primera es una señal continua por lo que no tiene frecuencia $F = 0$ Hz y por lo tanto el dominio de frecuencia la sitúa en la posición cero.
- La segunda onda es de 8 ciclos/s por lo tanto la onda está en los 8 Hz.
- La tercera es de 16 ciclos/s por lo que estará en los 16 Hz.

Todas las señales tienen la misma amplitud.



El dominio en frecuencia permite la representación de cualquier señal en el tiempo (que cumpla ciertas condiciones) como una suma de señales senoidales de distintas frecuencias. La representación en frecuencia de una señal muestra cómo se distribuye la energía de la señal entre distintas senoides que la componen.

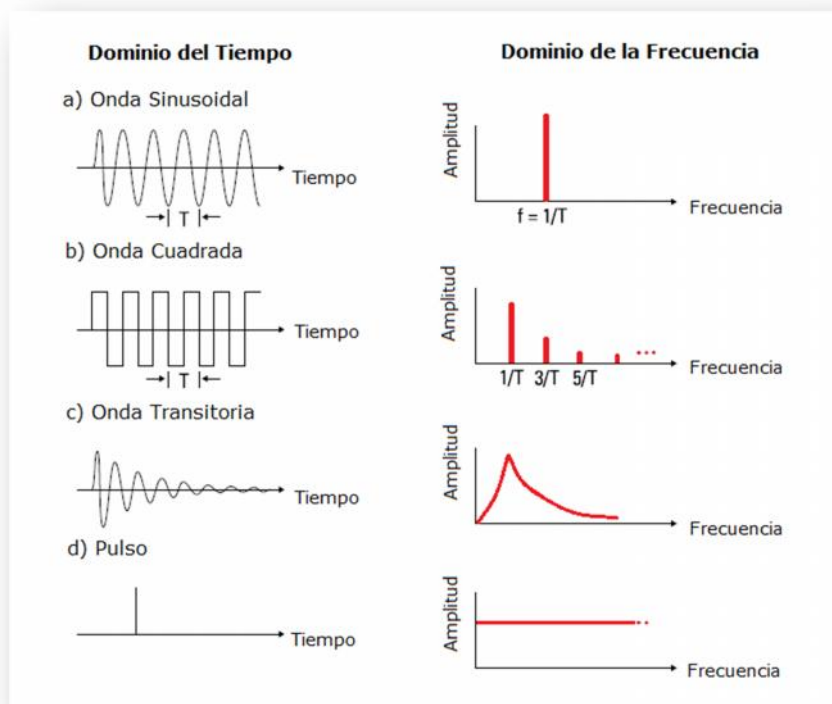


A la componente de frecuencia con mayor amplitud se le llama frecuencia fundamental, y se corresponde con la frecuencia de la señal, es decir, la frecuencia que vemos si se visualiza la señal en un osciloscopio. (Representación de tiempo)

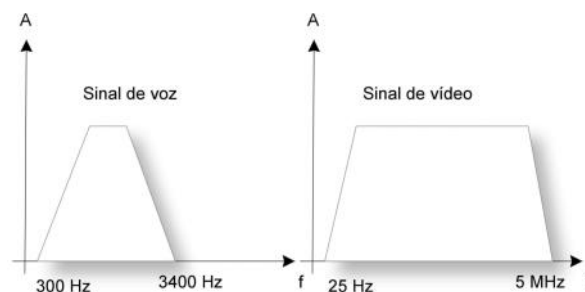
Las otras frecuencias pueden ser múltiplos de la frecuencia fundamental, y tienen un valor de amplitud menor. A estas frecuencias se les denomina armónicos.

Por tanto, en función de las características de la señal representada se pueden diferenciar dos tipos de espectros:

- **Espectro discreto:** la señal se puede dividir en un conjunto de tonos puros.
- **Espectro continuo:** la señal está formada por infinitos tonos puros comprendidos entre dos valores llamados límite.



En la siguiente figura se representan los espectros de la voz humana y de la señal de vídeo recogida por una cámara, cada uno con su rango de valores típicos.



3. La propagación de las ondas electromagnéticas

Las ondas de radio y Tv son ondas electromagnéticas. Estas ondas se atenúan conforme a la distancia de propagación, a más distancia más atenuación. También sufren atenuación según su frecuencia, cuanto mayor frecuencia, mayor atenuación.

Las ondas radiadas por una antena pueden propagarse de dos formas distintas:

- Por la superficie de la tierra.
- Por el espacio.
- De forma directa

Dependiendo del tipo de emisión (banda de frecuencia) se producirá un tipo u otro de propagación, teniendo los siguientes casos:

- **Emisiones de onda larga:** el tipo de propagación que se produce generalmente a esta frecuencia es del tipo de onda de superficie (a baja frecuencia la tierra es un buen conductor)
- **Emisiones de onda media:** las propagaciones de este tipo de emisión pueden efectuarse por ondas de espacio o por ondas de superficie.
- **Emisiones de onda corta:** con este tipo de emisión, la onda de superficie sufre una gran atenuación, por lo que la propagación más típica es la de onda de espacio.
- **Emisiones en banda I de VHF:** se puede propagar por onda de espacio o por emisión directa y óptica.
- **Emisiones a frecuencias superiores a la banda III de VHF:** las ondas se propagan por emisión directa rectilínea, por lo que cualquier obstáculo que se interponga puede limitar la potencia de recepción.

El **alcance óptico** A en Km de una propagación directa viene dado según la siguiente expresión:

$$A = 3,6 (\sqrt{H} + \sqrt{h})$$

Donde H es la altura de la antena emisora en metros, h es la altura de la antena receptora en metros y 3,6 es un factor medio que varía según las condiciones atmosféricas. De esta ecuación se deduce que subiendo la altura de cualquiera de las antenas (emisora o receptora) se mejora el alcance óptico de propagación A.

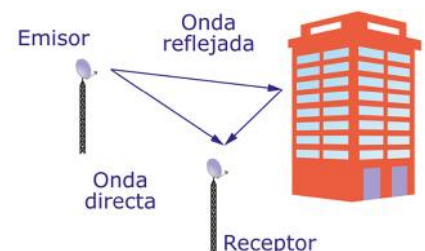
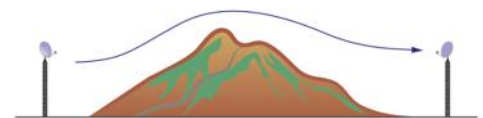
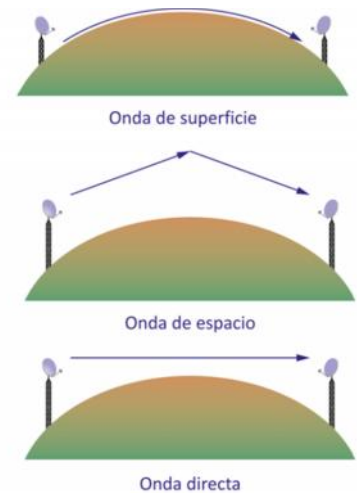
La propagación de ondas, a veces, se ve afectada por los obstáculos entre la antena emisora y receptora.

Así, al llegar la onda a un obstáculo se puede producir el fenómeno de **difracción** en el cual el obstáculo devuelve parte de la radiación que incide sobre él, esto puede prolongar el alcance de la onda.

Al incidir una onda electromagnética sobre un obstáculo se produce una **reflexión**. Si al receptor le llega la onda directa y la onda reflejada, se pueden producir imágenes fantasmas o ecos.

A veces, el alcance máximo de una emisión puede verse aumentado por reflexiones y refracciones que se producen en el mar y en las nubes respectivamente.

La presencia de gases (oxígeno, vapor de agua, etc.) y las incidencias meteorológicas como la lluvia, producen atenuaciones en función de la frecuencia.



4. Servicios de radiodifusión

Los servicios de radiodifusión son aquellos servicios de radiocomunicación cuyas emisiones se destinan a ser recibidas directamente por el público en general y, por tanto, abarca las emisiones de radio y televisión.

La principal clasificación de los sistemas de radiodifusión se establece en función del medio de transmisión utilizado. Cuando se utiliza el aire como medio de transmisión estos se pueden dividir en **sistemas de transmisión terrestres** o en **sistemas de transmisión vía satélite**. Si la transmisión se realiza a través de una línea de transmisión se habla de **sistemas de transmisión por cable**.

En los sistemas de transmisión terrestres la señal de televisión llega a la antena receptora a través de los transmisores o repetidores terrestres. En cambio, en los sistemas de transmisión vía satélite el repetidor utilizado es un satélite artificial situado en el espacio a una altura determinada de la tierra.

La televisión por cable (CATV) es un sistema de teledistribución de señales de televisión, radio y vídeo bajo demanda donde el medio de transmisión empleado es el cable coaxial o la fibra óptica.

