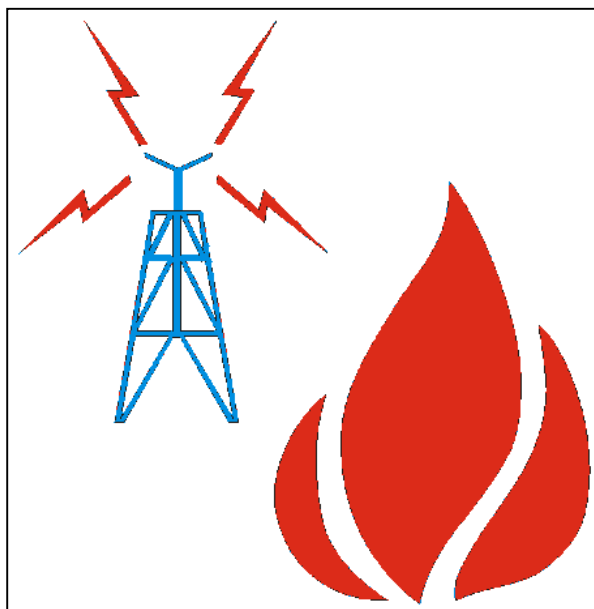


Radiocomunicaciones



por

Juan Miguel Suay Belenguer
Ingeniero Superior Industrial
Técnico de Emergencias del
Consortio Provincial de Bomberos de Alicante

© 2002. **Juan Miguel Suay Belenguer.**
C/ El de Pagan, 44, bungalow 37.
San Juan de Alicante (Alicante)
España – Spain.
jm_suay@inves.es

Radiocomunicaciones

Ondas electromagnéticas

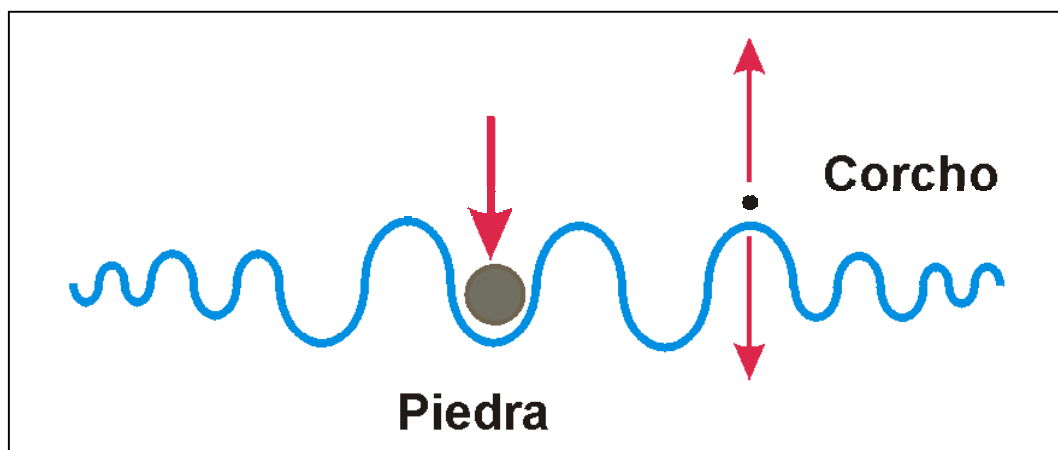
Tipos de ondas o vibraciones

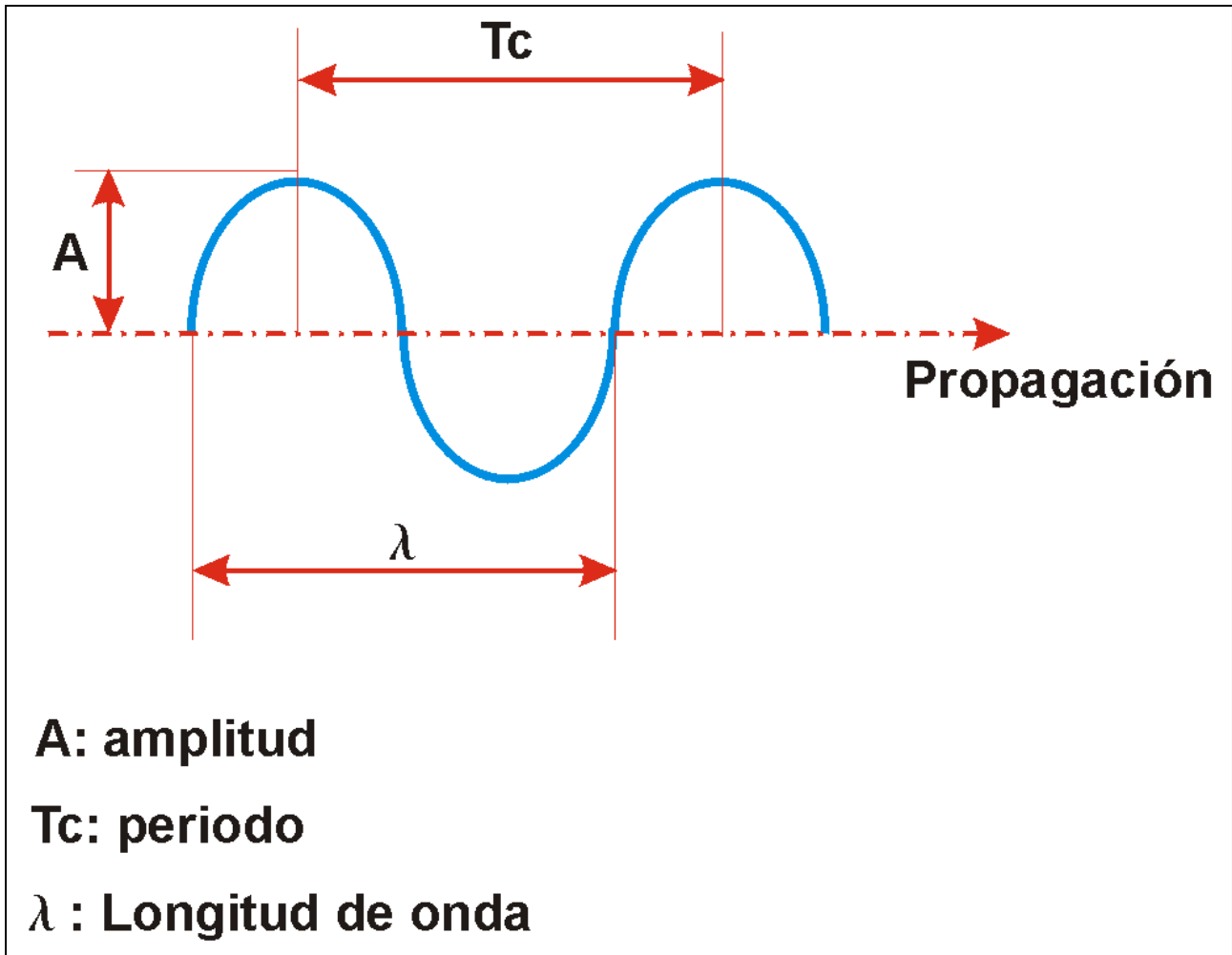
Una onda es la propagación de una perturbación; ésta puede ser mecánica o electromagnética y a su propagación le asignamos cierta velocidad.

Para visualizar una **onda mecánica** podemos pensar en dos personas que estén sujetando una cuerda y de repente una de ellas la hace oscilar verticalmente; se verá que esto produce una onda en la cuerda que se propaga hacia la otra persona; lo que ha pasado aquí es que se han hecho oscilar los puntos materiales de la cuerda alrededor de su posición de equilibrio, y como no todos han oscilado a igual tiempo, sino que primero lo ha hecho el que estaba más cerca de la persona que ha producido la perturbación y después lo ha hecho el segundo más alejado y así sucesivamente, se ha ido formando el dibujo característico de onda (como las típicas "ondas" que acostumbra a hacer el público en un espectáculo: si se levantan todos a la vez, que es tanto como decir que la velocidad de propagación de la onda sería infinita de manera que llega al instante a cualquier punto por muy alejado que esté, no verías onda alguna); por eso asociamos siempre a una onda una velocidad de propagación finita.

Otro ejemplo, si lanzamos una piedra sobre la superficie del agua, que lleva un estanque, provocará unas olas que se propagarán alejándose del punto de impacto, debilitándose a medida que se alejan. Estas olas, que son un tipo de ondas, se siguen a una distancia constante unas de otras. Su velocidad de propagación depende de la naturaleza del líquido y se admite que permanece constante, sea cual sea la altura de la onda.

Si en las proximidades del impacto de la piedra, colocamos un corcho, observaremos que sube y baja verticalmente, de acuerdo con el número de olas que pasan por unidad de tiempo, es decir oscilará verticalmente más rápido cuando más apretadas leguen las ondas.





Se llama **longitud de onda** λ a la distancia que separa dos puntos homólogos de una onda con la onda siguiente (ciclo).

La **amplitud** indica la altura de la onda respecto a la posición de equilibrio.

El **periodo** es tiempo que tarda en recorrerse un ciclo y la **frecuencia** es el número de ciclos por segundo, por lo tanto es la inversa del periodo. La unidad de la frecuencia es el **HERTZIO (Hz)** que corresponde a un ciclo por segundo, como la unidad es muy pequeña se emplean los múltiplos: **Kilohercios (KHz)** o **Megaherzios (MHz)**.

La frecuencia y la longitud de onda son magnitudes inversamente proporcionales. Cuanto mayor es la longitud de onda menor es la frecuencia, y viceversa.

La perturbación se desplazará con una velocidad **V**. La formula que relaciona la longitud de onda con la frecuencia es:

$$\lambda = \frac{V}{F}$$

Esta formula es valida independiente de la naturaleza del fenómeno estudiado.

En las **ondas electromagnéticas** se deben introducir el concepto de campo electromagnético, que no es más que en cada punto del espacio y en cada instante de tiempo hay definido un vector de campo eléctrico y un vector de campo magnético y además, esos vectores pueden ser diferentes (en módulo, dirección o ambas) a lo largo del tiempo; pues bien, la perturbación consiste aquí en la modificación de las condiciones de ese campo en el espacio y en el tiempo (es decir, en la variación del campo eléctrico y magnético en cada punto y en cada instante de tiempo). Como en el caso anterior se asocia una velocidad para la propagación de la perturbación, velocidad que en el caso de estar en el vacío son 299.792.458 m / s (aproximadamente 300.000 Km./s).

Aplicado la formula anterior una onda de 300 MHz transmitiéndose en el aire:

$$\lambda = \frac{V}{F} = \frac{300\,000\,000 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{300\,000\,000 \frac{\text{ciclos}}{\text{s}}} = 1 \text{ m}$$

Hay que tener en cuenta que:

- Ningún caso se produce propagación de materia (en el caso de una onda mecánica los puntos sólo oscilan arriba y abajo alrededor de su posición de equilibrio, pero no viajan hacia adelante). En el caso de una onda electromagnética, como hemos dicho que se pueden propagar en el vacío, no necesita pues medio material para propagarse.
- Según la dirección en que se produce la perturbación y la dirección de propagación, se habla de **ondas transversales** y de **ondas longitudinales**. A la primera corresponde al caso de la onda mecánica producida en una cuerda: la oscilación de los puntos es perpendicular a la dirección en que se propaga la perturbación. En el caso de las ondas longitudinales, sin embargo, la dirección de propagación coincide con la de perturbación (un muelle por ejemplo). Las ondas electromagnéticas son siempre de tipo transversal.
- Las ondas electromagnéticas se generan de muy diversa forma (en la capa externa de los átomos, en las antenas de radio, etc.) Dependiendo de su longitud de onda, los humanos las percibiremos de muy diversa forma: como sensación de calor (calor por radiación), como luz percibidas por nuestros ojos, cambiando la pigmentación de nuestra piel (radiación ultravioleta) o no sintiéndolas (ondas de radio) o llegándonos a lesionar (radiación gamma ó X).

El espectro electromagnético

La representación de las ondas electromagnéticas, en función de su frecuencia o longitud de onda, es lo que se conoce como **espectro electromagnético**.

Veamos las características principales del espectro de radiación electromagnética.

Long. de onda	Frecuencia	Denominación		Fuente	Detector
> 10.000 Km. 1.000 Km. 100 Km.	< 30 Hz 300 Hz 3 KHz	Ondas de frecuencias acústicas		Dispositivos eléctricos y electrónicos	Dispositivos eléctricos y electrónicos
10 Km. 1 Km. 100 m. 10 m. 1 m. 10 cm. 1 cm. 1 mm.	30 KHz 300 KHz 3 MHz 30 MHz 300 MHz 3 GHz 30 GHz 300 GHz	Ondas de radio		Osciladores y dispositivos electrónicos	Dispositivos electrónicos
100 μ 10 μ 1 μ	3000 GHz 3 x 10 ¹³ Hz 3 x 10 ¹⁴ Hz	Infrarrojo		Cuerpos calientes, átomos y moléculas	Detectores y sensores térmicos
100 nm.	3 x 10 ¹⁵ Hz	Visible		Cuerpos muy calientes, átomos y moléculas	Ojo, placas fotográficas y dispositivos fotosensibles
10 nm.	3 x 10 ¹⁶ Hz	Ultravioleta		Átomos en descarga y arcos voltaicos	Fotografía, y fotocélulas
1 nm. 100 pm.	3 x 10 ¹⁷ Hz 3 x 10 ¹⁸ Hz	Rayos X		Descargas atómicas y bombardero electrónico	Fotografía y otros dispositivos basados en la ionización
10 pm. 1 pm. 0,1 pm.	3 x 10 ¹⁹ Hz 3 x 10 ²⁰ Hz 3 x 10 ²¹ Hz		Rayos γ	Núcleos Radioactivos	Dispositivos basados en la ionización
0,01 pm. 0,001 pm.	3 x 10 ²² Hz 3 x 10 ²³ Hz			Rayos cósmicos	
			Cuerpos y materia interestelar		

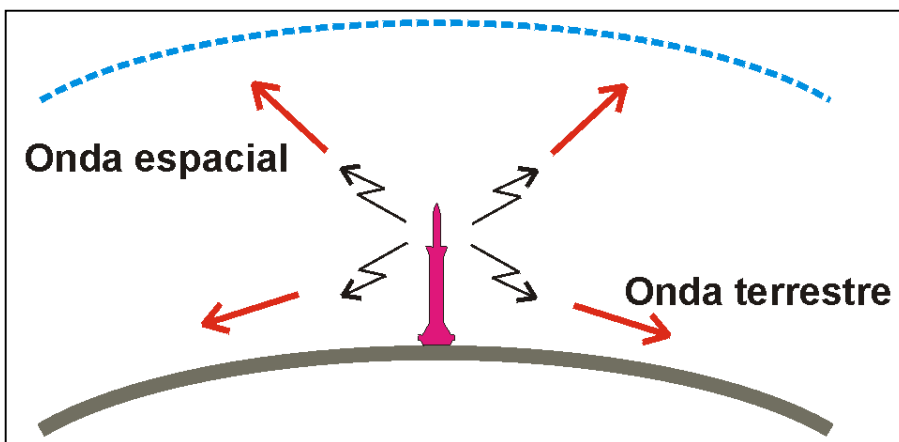
Propagación de las ondas de radio

Las ondas de radio emitidas desde la tierra se propagan por la atmósfera, al ser esta un medio no homogéneo aparecen los llamados fenómenos de **refracción**, **reflexión** y **difracción**.

Refracción es un fenómeno consistente en el cambio de dirección que experimentan las ondas al atravesar capas con distintas propiedades.

Reflexión es el cambio que experimenta la onda al chocar contra un objeto que no puede atravesar

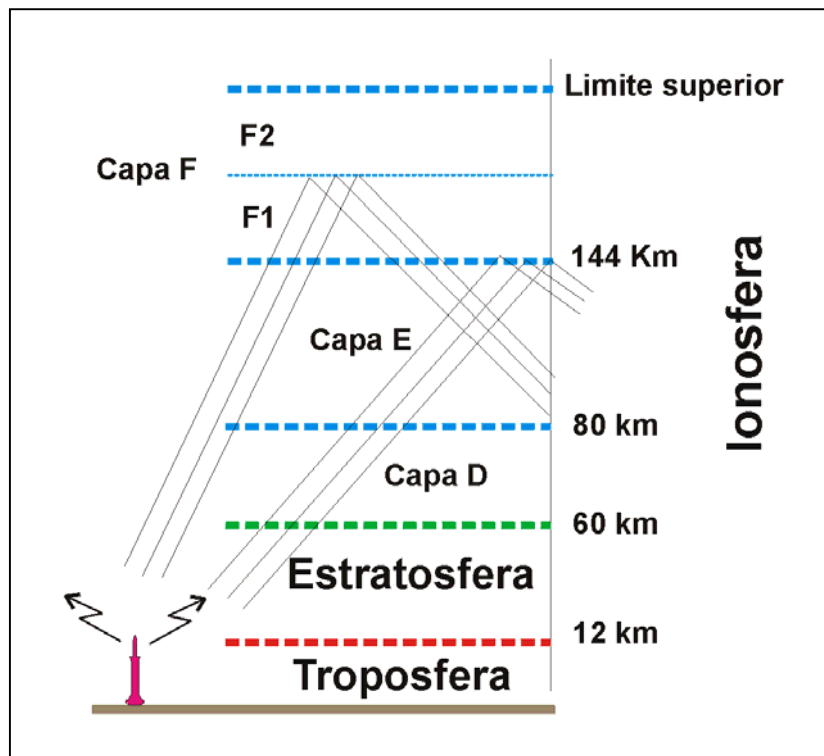
Difracción es la propiedad mediante la cual la onda "rodea" los obstáculos.



Veamos el efecto de estos fenómenos en la propagación de las ondas de radio. Al emitirse éstas por medio de una antena, nos pueden aparecer dos tipos de ondas: las **directas o terrestres** y las **ondas espaciales**.

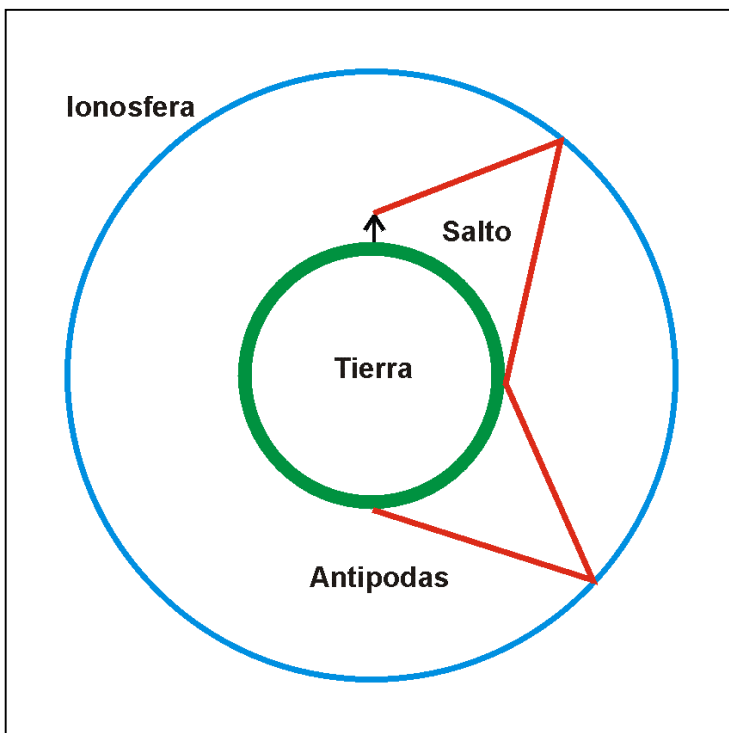
Las **ondas directas o terrestres** son aquellas que discurren a baja altura paralelas a la tierra

Las **ondas espaciales**, se lanzan contra la atmósfera, se dividen, según la capa atmosférica por donde discurren en **troposféricas** y **ionosféricas**.



La **troposfera** es la zona inferior de la atmósfera, hasta la altura de 12 kilómetros, donde se desarrollan los meteoros aéreos, acuosos y algunos eléctricos. La **ionosfera** es un conjunto de capas de la atmósfera entre los 60 y 500 km. de altitud. Presentan una fuerte ionización causada por la radiación solar. Las ondas electromagnéticas se reflejan y refractan en las distintas capas, que unido a la rotación y translación de la tierra, las manchas solares, que afectan al numero de iones de las distintas capas, permiten que se pueda transmitir a todas las partes del mundo.

Debido a las distintas densidades de ionización, la **ionosfera** queda dividida en capas. La capa D se halla comprendida entre los 60 y 80 km. de altura, y debido a su bajo grado de ionización tiene poco efecto en la propagación. Solo existe de día.

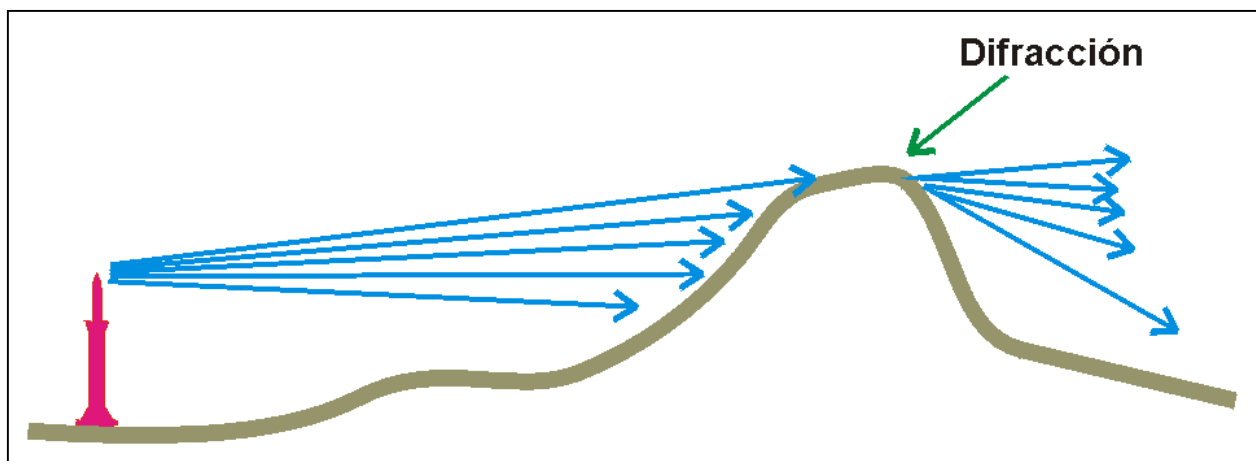


La capa E se halla entre los 80 y 144 km, esta capa es más intensa durante el día, haciendo que se reflejen las ondas de hasta 20 MHz.

La capa F abarca desde los 144 km. hasta el limite superior de la **ionosfera**; durante el día esta capa se subdivide en otras dos F_1 y F_2 .

Los efectos de la ionosfera sobre las ondas electromagnéticas son diversos, unas penetran a través de ellas sin retornar nunca a la Tierra y en cambio otras son reflejadas hacia abajo, rebotando de nuevo hacia la **ionosfera**, repitiéndose el fenómeno nuevamente. Esta es la razón por la que podemos comunicarnos por radio con las antípodas.

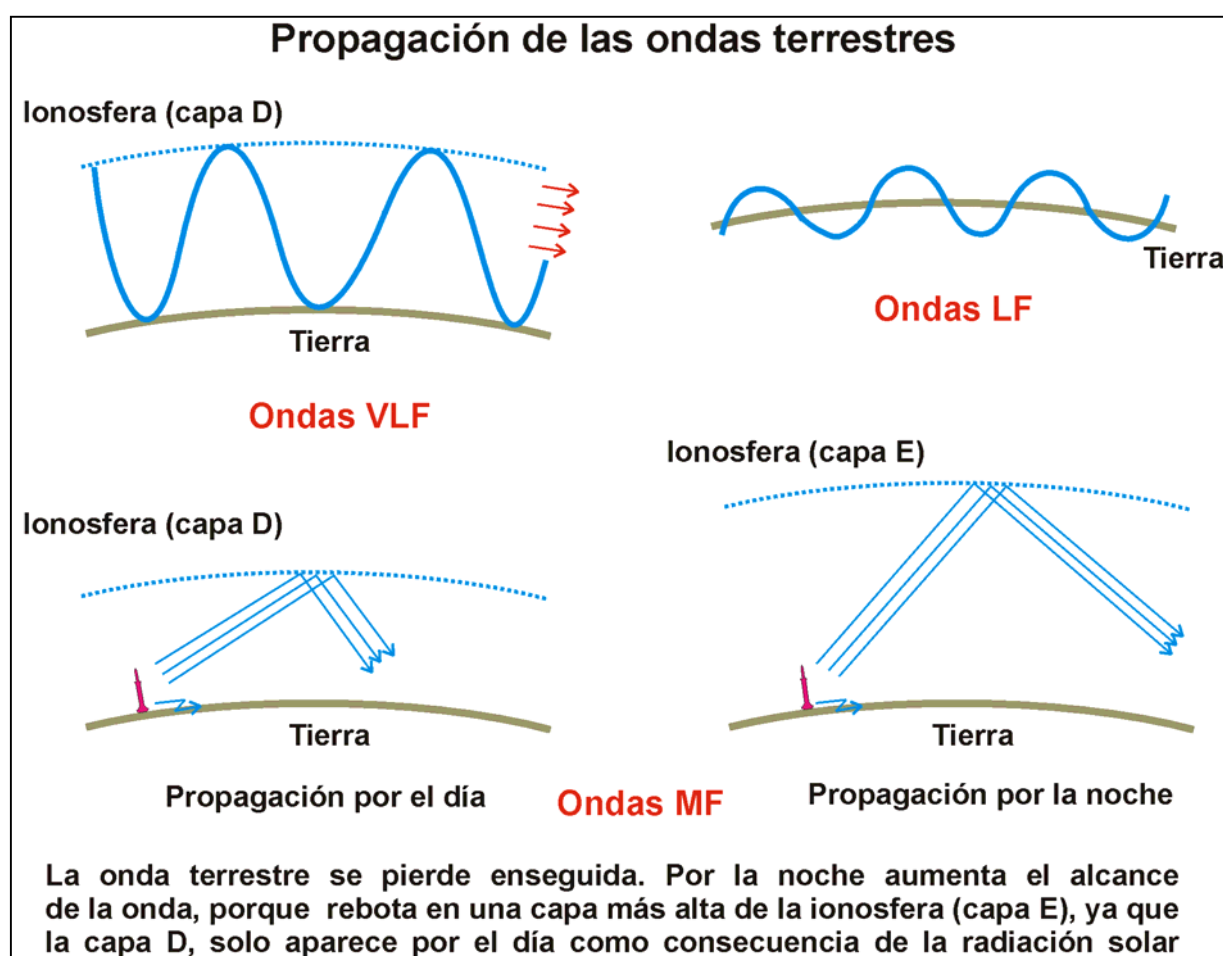
Las ondas de frecuencia muy alta (VHF), al propagarse en línea recta no pueden superar los obstáculos que encuentran a su paso, a veces puede aparecer el fenómeno de la difracción, por el cual pueden llegar ondas a zonas de sombra.



Clasificación del espectro radioeléctrico

Ondas terrestres

	Long. de onda	Margen de Frecuencias	Utilización	Características
VLF	de 100.000 a 10.000 m	de 3 a 30 KHz	Radiofaros Omega	Se propagan por el conducto entre la tierra y la capa D de la ionosfera. Gran alcance
LF (Onda Larga)	de 10.000 a 1.000 m	de 30 a 300 KHz	Radiodifusión Radiofaros Loran	Se propagan por la superficie terrestre Buena penetración en el agua
MF (Onda Media)	1.000 a 100 m	de 300 a 3.000 KHz (3 MHz)	Radiodifusión en Onda media	Su nitidez depende del día, estación del año, etc. Reflexión en las primeras capas de la ionosfera



Ondas espaciales

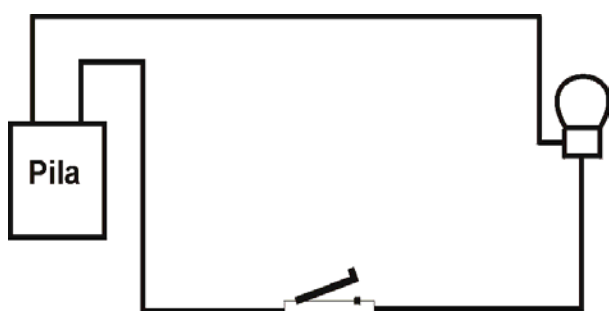
		Long. de onda	Margen de Frecuencias	Utilización	Características
IONOSFÉRICAS	HF (Onda Corta)	Decamétricas de 100 a 10 m	de 3 a 30 MHz	Radioaficionados Radiodifusión	No se propaga onda de superficie La reflexión tiene lugar en las capas altas de la ionosfera Grandes alcances
	VHF (Onda Muy Corta)	Métricas de 10 a 1 m	de 30 a 300 MHz	Radios FM Protección Civil Aviación TV Policía BOMBEROS	Enlace óptico Difracción Se usa con repetidores
TROPOSFÉRICAS	UHF (Onda Ultra Corta)	Decimétricas de 1 a 0,1 m	de 300 a 3.000 MHz	TV Policía BOMBEROS Telefonía móvil GPS	Alcance visual sin ruidos Necesitan de Repetidor
	SHF (Onda Super Corta)	Centimétricas de 0,1 a 0,01 m	de 3 a 30 GHz	TV satélite Radioenlaces Comunicaciones vía satélite RADAR	Enlace óptico Afectan las condiciones atmosféricas
	EHF (Onda Extremadamente Corta)	milimétricas de 0,01 a 0,001 m	de 30 a 300 GHz	Comunicaciones entre satélites militares	

Estaciones radiotransmisoras

Señales electrónicas. Modulación

Para que una onda electromagnética sea portadora de información, será necesario variar cualquiera de los parámetros que la determinan, o bien su amplitud o su frecuencia.

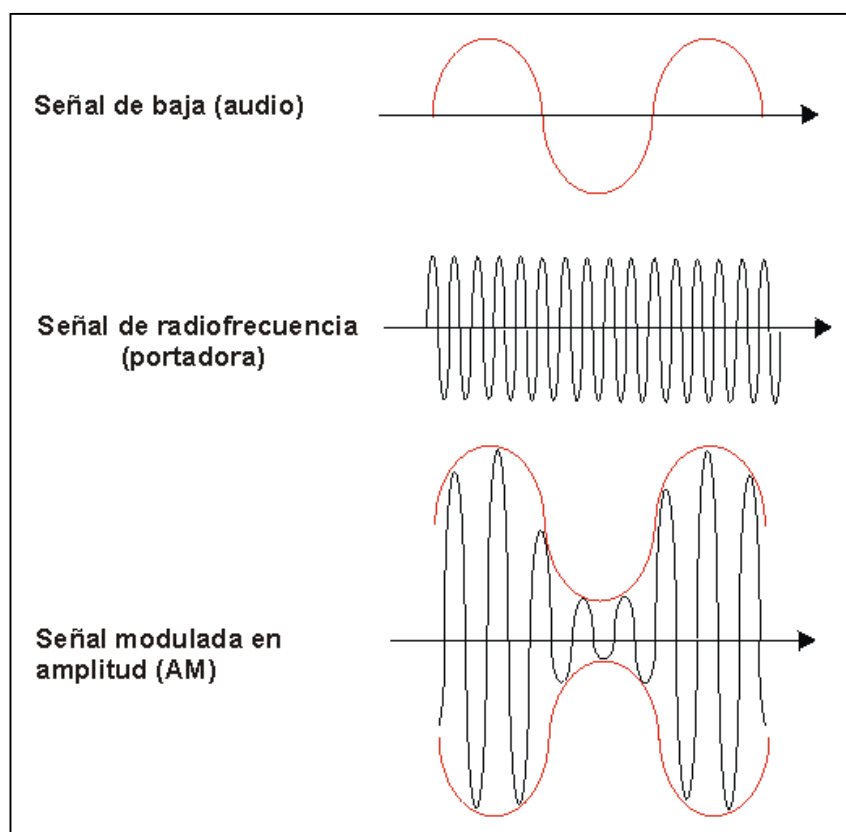
Supongamos que disponemos de una batería acoplada a un interruptor y a una lámpara de incandescencia. Si cerramos el interruptor, la bombilla se encenderá y por el circuito circulará una corriente invariable; por lo tanto no será portadora de información.



Pero si abrimos y cerramos el interruptor, haremos pasar la corriente de un valor cero a uno máximo la lámpara se encenderá y apagará respectivamente. Si el ritmo de apertura y cierre lo hacemos con arreglo a un código establecido, (Código Morse), estaremos mandando un mensaje. Este sistema se utilizó durante mucho tiempo, siendo la base del antiguo telégrafo.

Pero en electrónica, no se emplea la corriente continua como portadora de información, se recurren a señales fluctuantes, que bien son modificada en amplitud (AM) o en frecuencia (FM).

Modulación en Amplitud



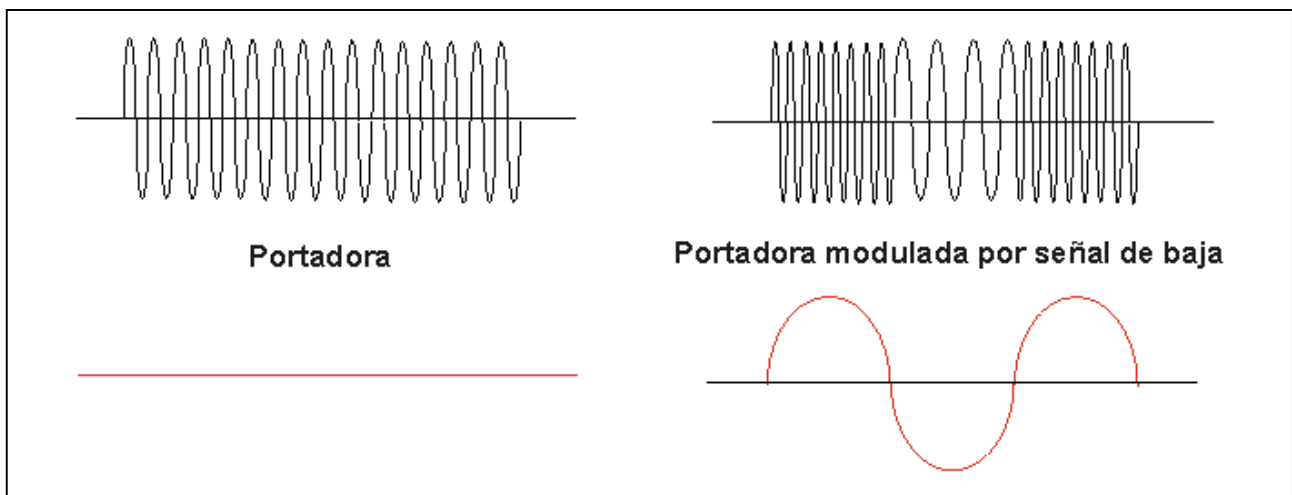
Las vibraciones de la voz humana están comprendidas entre los 200 y 3.000 Hz y las frecuencias audibles por el oído humano entre 20 y 16.000 Hz.

Si partimos de una onda de radiofrecuencia que llamamos portadora y la combinamos con una oscilación de audio o baja frecuencia se obtendrá una onda modulada en amplitud.

Modulación en frecuencia

Este sistema de modulación es el más utilizado en VHF, con las ventajas que conlleva como puede ser, la total ausencia de ruidos procedentes de interferencias estáticas.

En FM la portadora varía en frecuencia de acuerdo con la amplitud de la señal de audiofrecuencia. Se llama frecuencia central la que tiene la portadora en ausencia de modulación, esta frecuencia aumenta cuando así lo hace la amplitud de la señal moduladora en su semiciclo positivo y disminuirá en el semiciclo negativo, llegando otra vez a la frecuencia central con amplitud cero.

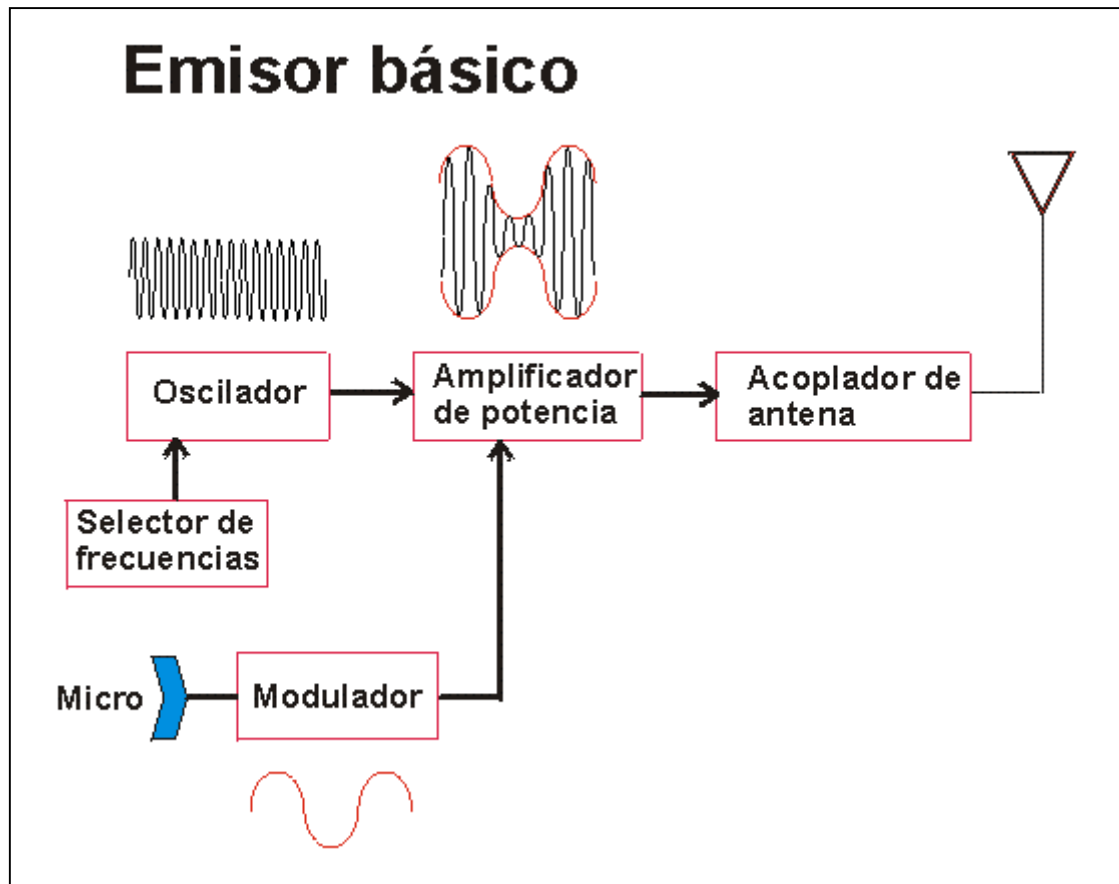


Proceso de la comunicación por radio

Para que se pueda realizar una comunicación por medio de las ondas herzianas, hay que realizar una serie de pasos que podemos dividir en:

- Con nuestra voz emitimos ondas sonoras que se transforman (modulación) en ondas electromagnéticas por medio de un **emisor**.
- Estas ondas son radiadas al espacio con ayuda de la **antena** del emisor.
- Las ondas se captan y se decodifica la información (demodulación) que contienen transformándose de nuevo en ondas sonoras audibles en el **receptor**.

Pasemos a ver cada uno de estos componentes.



El **oscilador** genera la onda portadora de la frecuencia autorizada, mediante el selector de frecuencias.

Las señales procedentes de la voz son captadas por el **micrófono** y amplificadas en el **modulador**.

Ambas señales son introducidas en el **amplificador de potencia**, el cual eleva la tensión e intensidad de la onda modulada para que al circular por la **antena** se conviertan en ondas electromagnéticas.

El **acoplador de antenna**, es un circuito que ajusta las magnitudes eléctricas a las físicas de la **antena**.

Antena

La antena es el órgano de transferencia entre el equipo emisor y el medio de propagación.

Cuando la **antena** recibe la energía de radiofrecuencia del transmisor, se producen variaciones de voltaje y corriente a todo lo largo de ella, dando por resultado la producción de un campo electromagnético que es radiado por la **antena**.



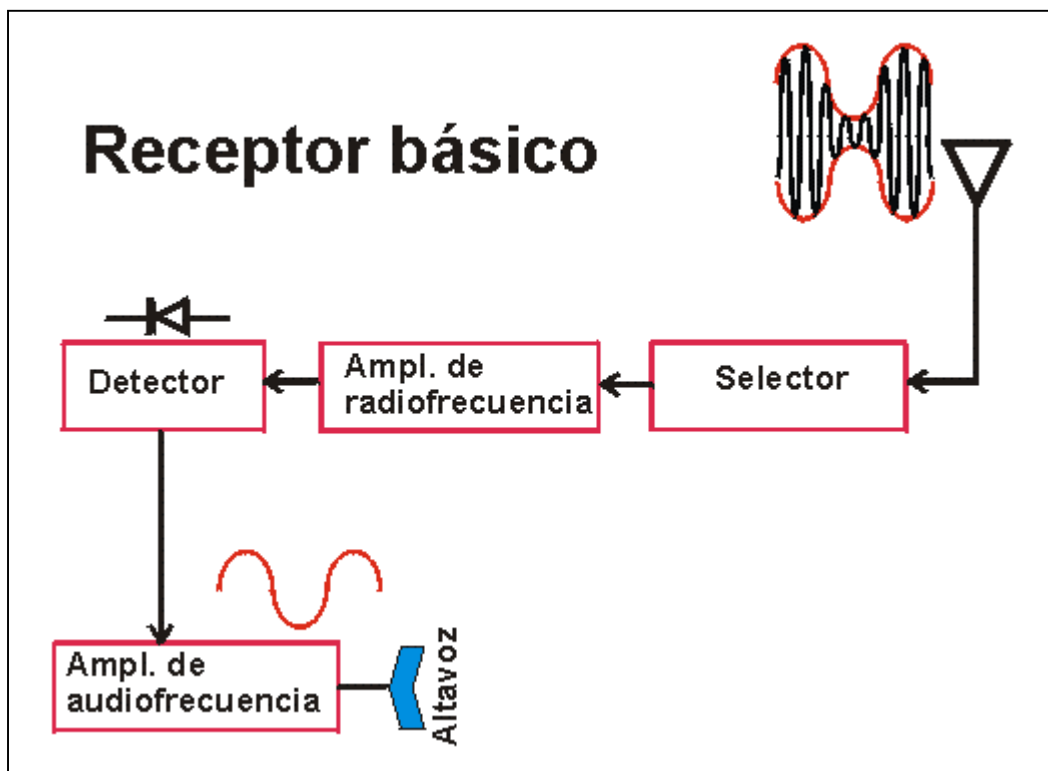
Mástil de antenas

Para que se produzca esto, la antena tiene que estar en resonancia con el emisor y esto solo se consigue cuando la longitud física coincide con un submúltiplo de la longitud de onda radiada.

Las ondas electromagnéticas viajan por el espacio hasta que son captadas por otra **antena**. Mediante el **selector**, solo captaremos la frecuencia deseada, derivando a tierra todas las demás. La tensión de radiofrecuencia generada por la **antena**, por la onda electromagnética, pasa al **amplificador**, que la eleva a un valor suficiente para poder ser tratada.

La señal amplificada, se pasa por un circuito demodulador (**detector**) que tiene como misión extraer la información que esta modulada en la onda electromagnética, sea en FM y en AM.

Por último, esta corriente de baja frecuencia es amplificada para que pueda ser audible por medio de un altavoz.



Tipos de antenas



Antenas Direccionales (Yogui)



Antenas parabólicas

Antenas Omnidireccionales



Los equipos utilizados por los bomberos son aparatos Transmisores-Receptores.

Estos equipos los podemos dividir de acuerdo a su utilización en:

Fijas: son las bases que se encuentran normalmente en los Parques y Centros de Coordinación.



Móviles: son las instaladas en los vehículos.



Portátiles: son los conocidos "walkie-talkie"



Redes de equipos de comunicaciones

Los equipos de comunicaciones solo emplean un conjunto de frecuencias autorizadas por la Dirección General de Comunicaciones. Se entiende por **canal** a dichas frecuencias de trabajo de los equipos de radiocomunicación. Denominaremos Rx a la frecuencia del canal de recepción y Tx a la del canal de transmisión.

Para garantizar una cobertura que permita abarcar la mayor cantidad de territorio dentro del cual tengamos una comunicación fiable

Red simplex (un canal y una sola frecuencia)

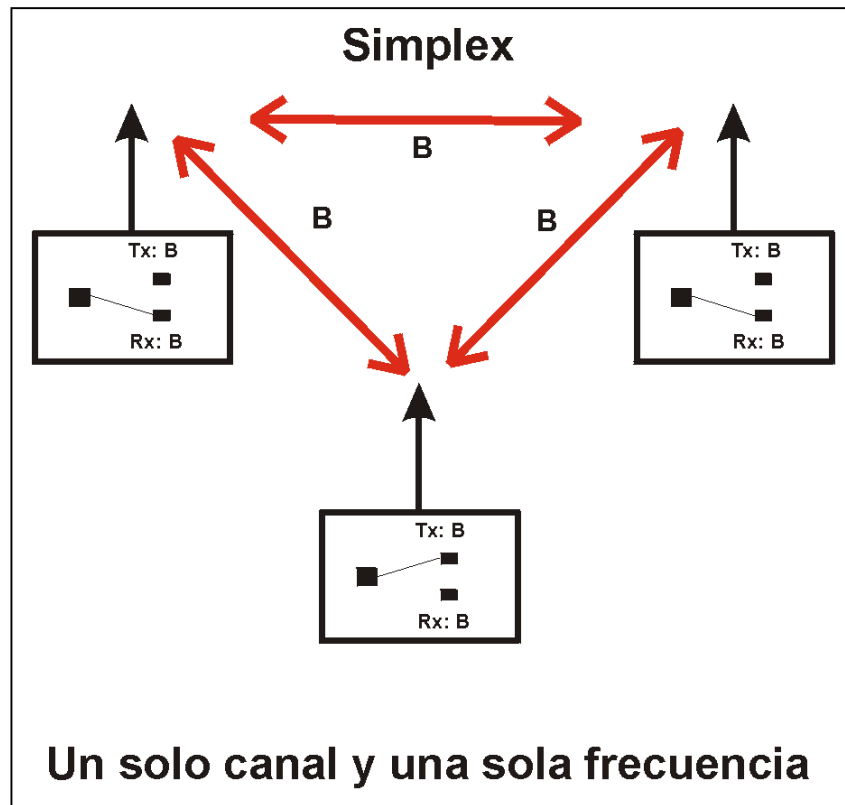
Se dice que realizamos una transmisión en modo **simplex** cuando la frecuencia de recepción y de transmisión de nuestro equipo es la misma. Este sistema también se denomina **canal directo**.

Tiene las siguientes ventajas:

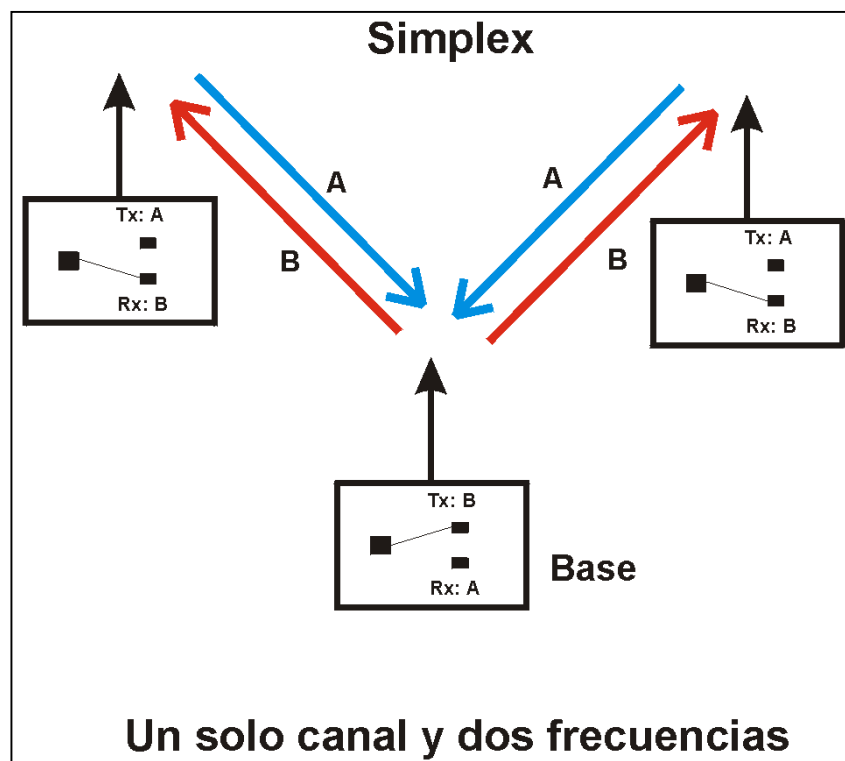
- Cubren zonas muy concretas.
- Permiten las comunicaciones en dicha zona sin interferir otras zonas de trabajo contiguas.

- Todos los equipos pueden comunicarse entre si siempre que estén en la zona de cobertura.

El inconveniente es que tiene una limitada zona de cobertura, enlace visual.



Red simplex (un canal y dos frecuencias)



Este sistema no se usa en las redes de emergencia, en las que se necesita una perfecta comunicación de los equipos entre sí.

En este caso una base puede hablar con una serie de equipos, pero entre ellos no se pueden comunicar.

Un ejemplo de este tipo de redes es la de los Radio-Taxis.

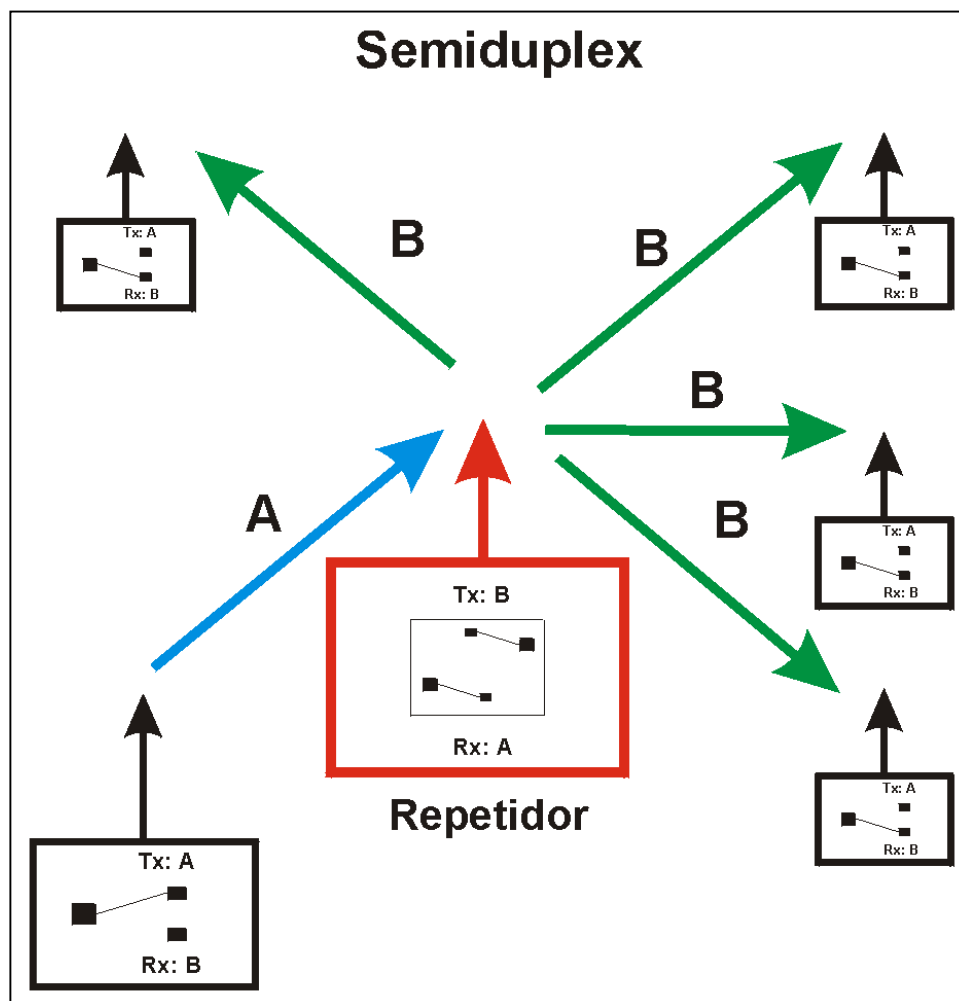
Red con repetidor semiduplex

Como las frecuencias utilizadas en los equipos de bomberos, son del tipo VHF o UHF, las cuales tienen un alcance casi visual, si queremos tener una cobertura mayor a gran distancia debemos de poseer una red de **Repetidores**.

Un repetidor es un aparato que se sitúa en un sitio alto que recibe las señales, las amplifica y las vuelve a enviar. Los repetidores son emisores-receptores que transmiten y reciben a la vez, simultáneamente, con dos frecuencias distintas (**Duplex**).

Para trabajar con un repetidor se debe transmitir en modo **semiduplex**, esto quiere decir que el equipo de comunicaciones está preparado para emitir en una frecuencia y recibir en otra.

Su funcionamiento lo podemos ver en el siguiente esquema:



Si la base empieza a transmitir lo hará en la frecuencia de transmisión, es decir en la "A". Ninguna emisora puede recibir porque su frecuencia de recepción es la "B", a excepción del Repetidor que sí captará esta transmisión. Automática y simultáneamente, éste empezará a transmitir por su frecuencia de transmisión, que es la "B", con lo que el resto de las emisoras recibirán lo que emite el repetidor, a excepción claro de la base que está transmitiendo. El mismo esquema se repite si es otra la emisora que transmite.

Debido a la proliferación de emisoras, hay una gran cantidad de ondas viajando por el espacio, para regular esta problemática la Dirección General de Comunicaciones es muy selectiva a la hora de adjudicar frecuencias y obliga a instalar los denominados **subtonos**.

A cada frecuencia que adjudica le otorga varios **subtonos**, que es una señal que permite "abrir" el Repetidor y que la transmisión se efectúe. De esta forma varias personas ajenas pueden compartir la misma frecuencia sin estorbarse unos a otros.

Es como una "llave" que permite que la señal entre en el repetidor y sea enviada. Aunque esté en la misma frecuencia, si no emite el semitono correcto el repetidor no funciona.

Red con repetidores semiduplex radioenlazados

Para cubrir radioeléctricamente una gran zona, como por ejemplo una provincia o incluso una comunidad autónoma, podemos situar una serie de repetidores repartidos por el territorio, con las siguientes alternativas:

- a) Poner todos los repetidores con las mismas frecuencias de entrada y salida
- b) Poner diferentes canales de entrada y salida para cada uno de los repetidores.

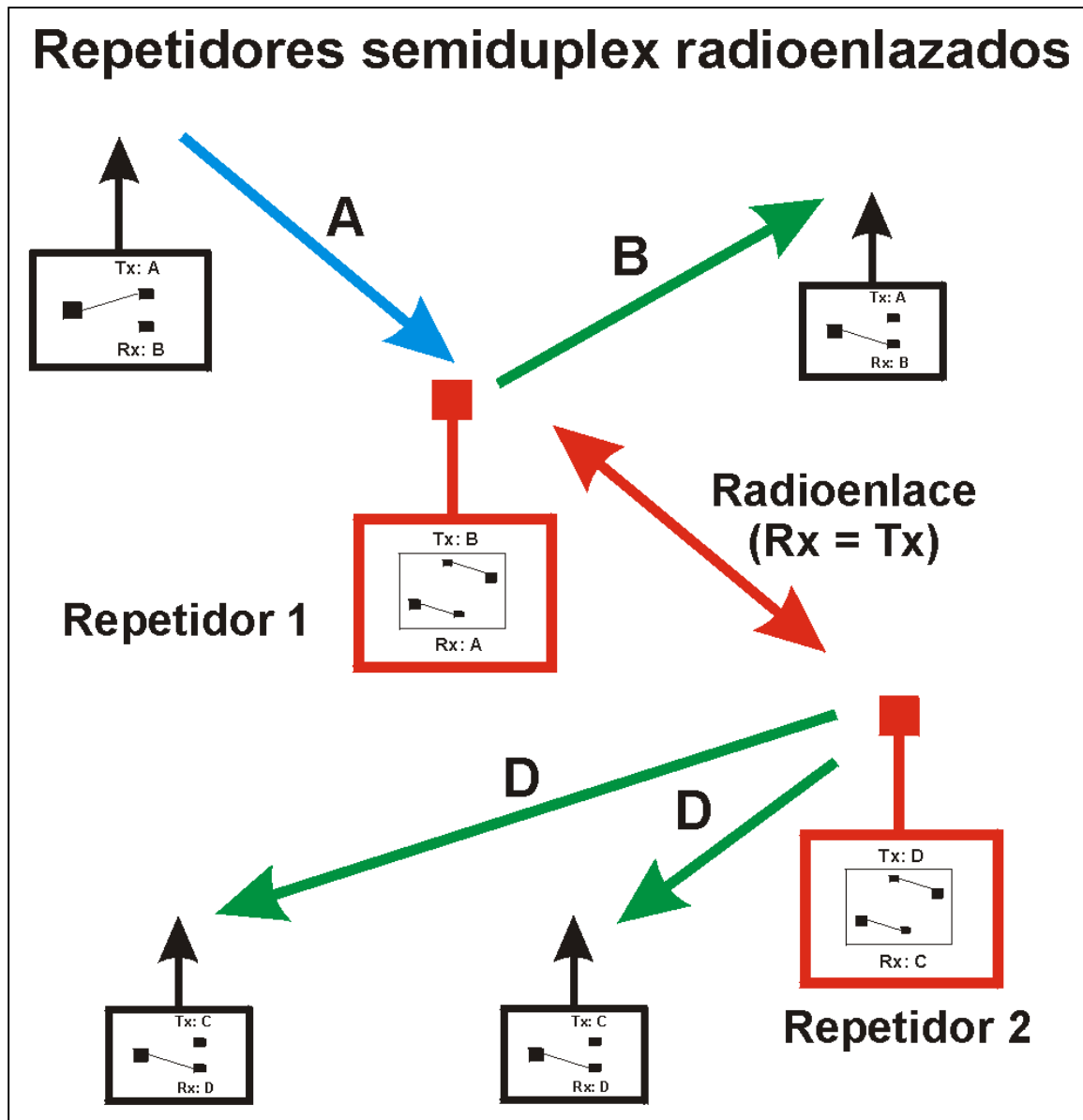
La solución primera presenta el inconveniente de que encontremos zonas cubiertas por dos o más repetidores, creando grandes problemas de interferencia. Si optamos por la segunda solución no se presentan estos problemas de solapamiento de zonas de cobertura, pero habremos dividido el territorio a cubrir en diferentes subzonas entre las cuales será imposible comunicar directamente.

Para solucionar este problema se introducen los sistemas radioenlazados. Básicamente consta de una serie de repetidores semiduplex a los cuales se les añade otro equipo que se denomina radioenlace. Este equipo hace que los repetidores se envíen lo que ellos reciben por el canal de entrada de su zona para que los demás también puedan remitir en la suya.

Por ejemplo si tenemos dos repetidores:

	Frecuencia de entrada	Frecuencia de salida	Radioenlace
Repetidor 1	A	B	Rx =Tx
Repetidor 2	C	D	Rx =Tx

Las comunicaciones que entren por el canal de entrada del repetidor 1, serán remitidas por su salida y por el radioenlace, de forma que el repetidor 2 lo recibirá por el canal del radioenlace y lo emitirá por su frecuencia de salida. De esta forma dos equipos que se encuentren en distintas zonas, podrán comunicarse entre ellos estando a la escucha de dos repetidores distintos.



Red con repetidor doble cruzado

Un repetidor doble cruzado es básicamente un repetidor que puede recibir por dos frecuencias y transmitir por otras dos, no simultáneamente. Su funcionamiento es el siguiente: Si el repetidor recibe en el canal A, transmite en el B y si recibe en B transmite en A.

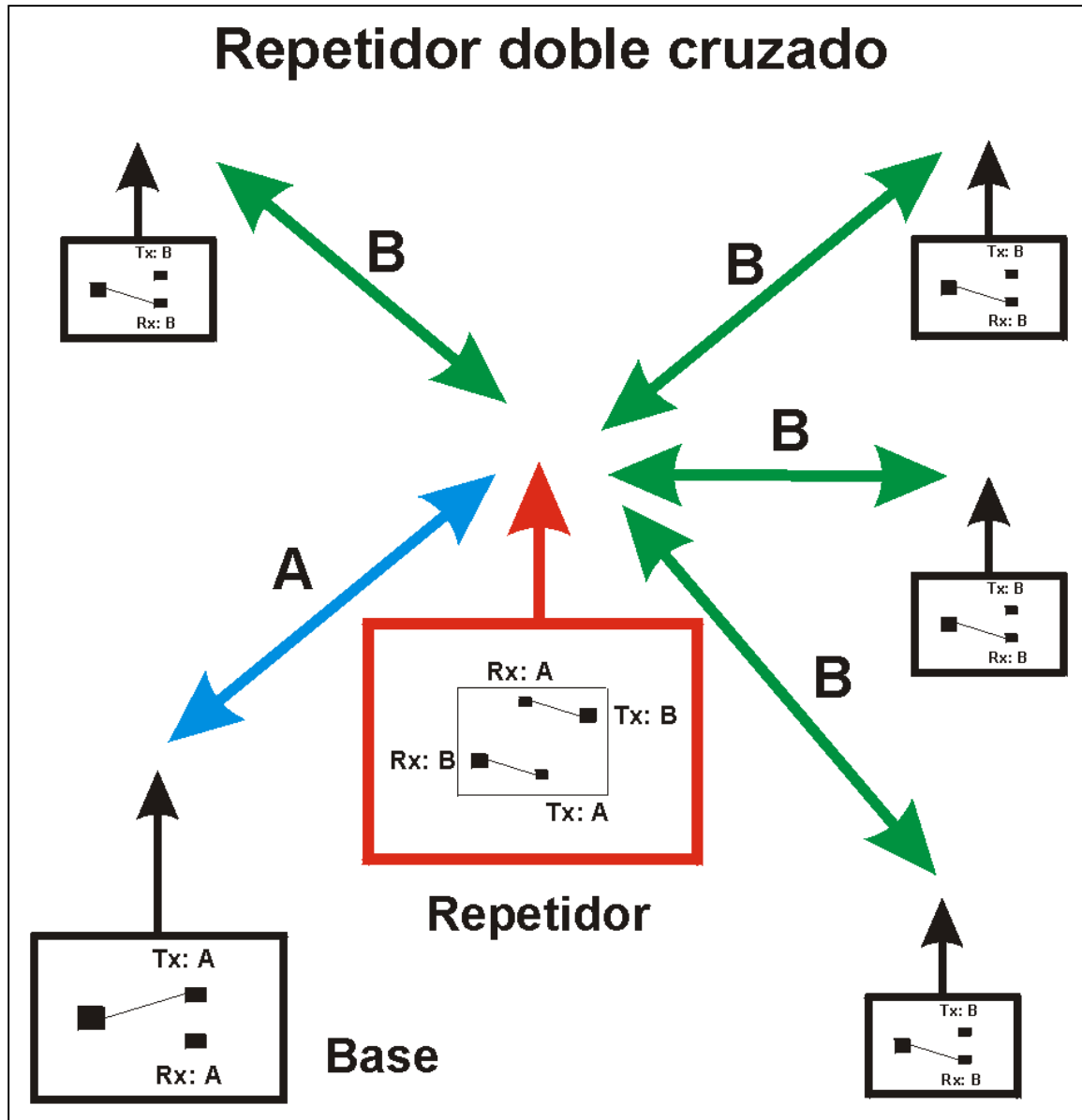
Los equipos trabajan en modo simplex con la misma frecuencia de transmisión que de recepción (por ejemplo A). El repetidor recibe a los equipos en A y transmite a la central en B, esta a su vez responde en B y los equipos reciben al repetidor en A.

Este sistema tiene como ventajas:

- Los equipos no tienen que tener programados un canal de repetidor, es decir que $Rx = Tx$.

- Técnicamente un repetidor de este tipo es más sencillo que uno semiduplex.

Tiene como inconveniente que los equipos que no se encuentren dentro de una zona de cobertura no pueden hablar entre ellos.



Otros tipos de redes

Hoy en día ha ido apareciendo otro tipo de red más eficiente, que es la que se conoce como **red trunking**.

En este tipo de red, los canales no están reservados para un particular grupo de usuarios, sino que cada equipo puede comunicarse por cualquiera de los canales integrados en el sistema.

Los canales son gestionados por un controlador central, que procesa todas las llamadas controlándolas de una manera automática, de este modo se evita la infrutilización de los

recursos disponibles, ya que cada usuario, sólo tiene asignado el canal durante el tiempo necesario, por lo que una vez terminada la comunicación, el canal es liberado y devuelto al grupo, para que pueda ser usado por otro usuario.

Los equipos no tienen que esperar a que haya un canal libre o buscar uno no ocupado, basta con marcar el código del que llamamos y pulsar la tecla de llamada, facilitando la conexión. Cuando esta finaliza, ambos equipos quedan a la espera de una próxima llamada.

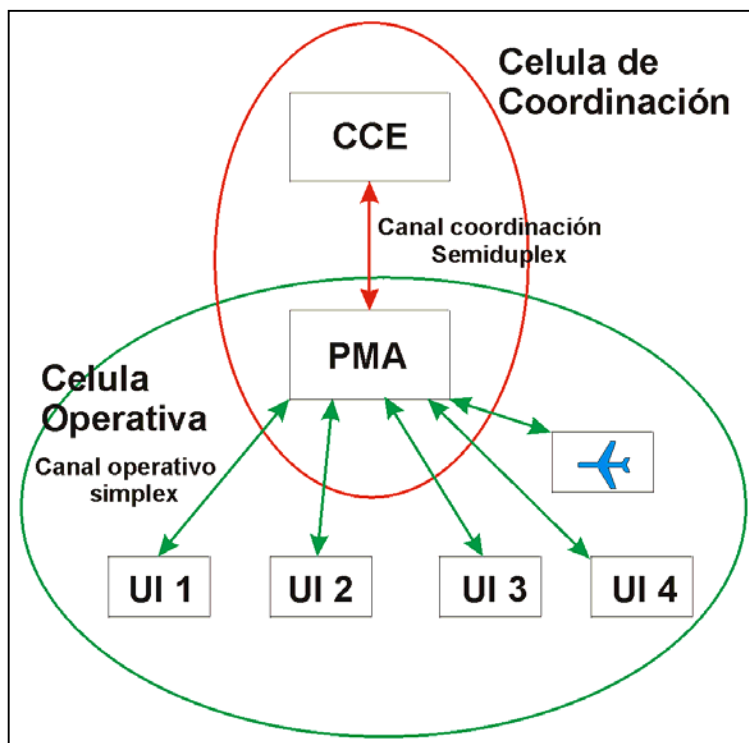
Ejemplo de utilización de una red de comunicaciones

En la Comunidad Valenciana existe una Red de Comunicaciones de Emergencia, que es la red de comunicaciones normalizadas para todos los servicios de urgencia y emergencia que dependen de la Generalitat valenciana.

Consta de una serie de repetidores radioenlazados y 100 canales o frecuencias utilizables (13 en **simplex** y 87 en **semidúplex**), de esta forma cualquier emisora que entre en un repetidor es direccionada al Centro de Coordinación correspondiente o a otra emisora.

Procedimiento de actuación en incendios forestales

Movilización de las unidades de intervención



El Centro de Coordinación de emergencias respectivo movilizará a todos los medios y cada una de las Unidades de intervención a través de los canales de repetidor (semidúplex) de la Red. Desde el Centro se asignará el canal de repetidor que servirá de enlace con el Centro de Coordinación durante el incidente, denominando al mismo **canal de coordinación** y se le dará un canal simplex de utilización en la zona del incendio, denominado **canal operativo**.

Una vez en el lugar del incendio, el mando del equipo de intervención comunicará a todos los componentes de la misma la frecuencia del **canal operativo** a utilizar por todos los integrantes del equipo de intervención en la zona

del incendio, que será inicialmente el canal 1. El mando será el único que utilice el **canal de coordinación** para enlazar con el Centro de Coordinación.

La constitución del Puesto de Mando Avanzado (PMA), llevará implícita la capacidad de comunicación de todos los efectivos que están involucrados en la extinción. El PMA se

constituye como elemento nodal de las comunicaciones en una situación de incendio forestal.

Con la incorporación de más medios y la complicación del incendio, se produce la sectorización del mismo. Esto implica una nueva implantación del sistema de comunicaciones:

- Dotar a la zona del incendio de un número suficiente de canales o frecuencias, que eviten la saturación de las comunicaciones.
- Organizar y jerarquizar las comunicaciones, limitando el número de estas, de forma que cada recurso pueda comunicar, únicamente, con aquellos recursos que sea necesario.
- Habilitar un canal, en toda el área del incendio, con los fines de coordinación y seguridad. La utilización de este canal, denominado prioritario, garantiza al usuario ser escuchado por la totalidad de los equipos, o en caso más desfavorable, por los equipos de radio más próximos.

La sectorización del incendio, implica la existencia de una estructura de mando, compuesta por el PMA y cada uno de los mandos del sector en los que operativamente se haya dividido el incendio. Con el fin de que este grupo de mando no vea sus comunicaciones afectadas por las celular operativas, será necesario habilitar una nueva célula de comunicación denominada **canal de mando**. Cuando la cobertura lo permita se utilizará un canal en directo, en caso de que no se garantice la misma se utilizará un canal **semiduplex**.

