

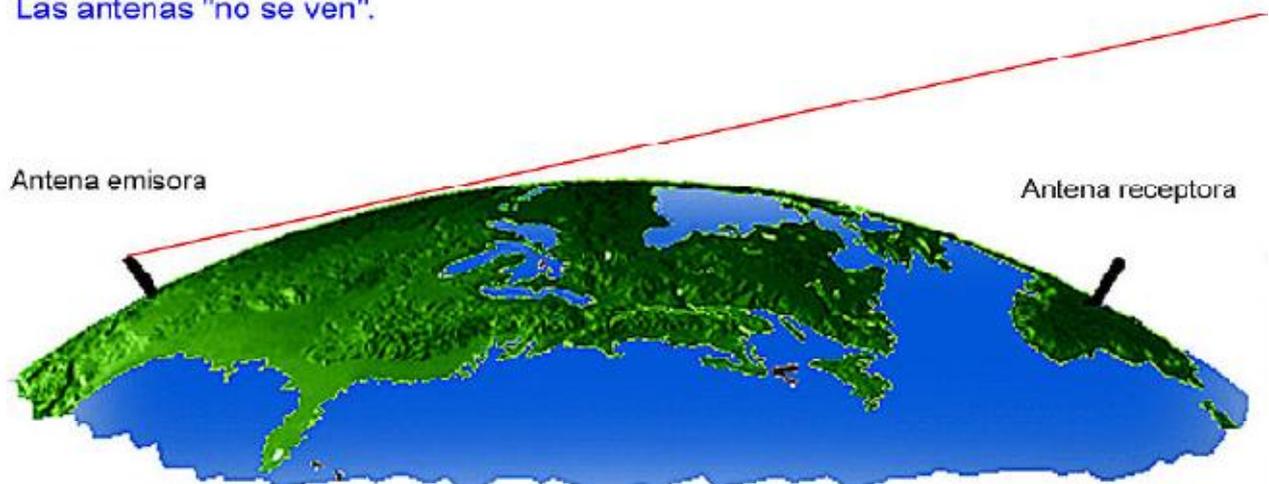
Propagación de las ondas electromagnéticas

Las ondas generadas por las antenas emisoras se propagan de diversas maneras, dependiendo de su clase. El espectro de ondas de radio se encuentra repartido en varias gamas:

Ondas Largas de 150 a 300 KHz. (de 2.000 a 1.000 metros), Ondas Medias de 500 a 2.000 KHz. (de 600 a 150 metros), Ondas Cortas de 5 a 30 MHz. (de 60 a 10 metros), Ondas Ultracortas de 30 a 300 MHz. (de 10 a 1 metros) y Ondas Decimétricas de 3 a 30 GHz. (de 10 a 1 centímetros).

El emisor radia su energía en forma de oscilaciones electromagnéticas hacia todas partes, salvo cuando concentra su radiación hacia una determinada dirección. Esto último ocurre en las llamadas antenas "*direccionales*" o "*directivas*".

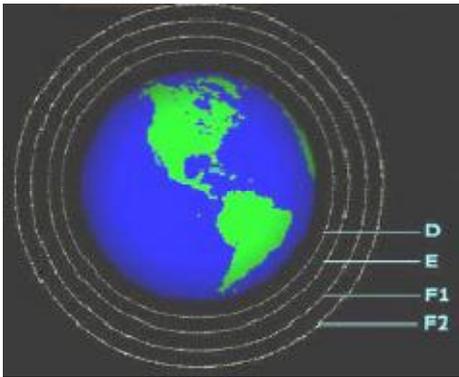
Debido a la curvatura terrestre, la onda directa tiene un alcance limitado.
Las antenas "no se ven".



Fundamentalmente existen dos maneras de propagación: mediante la llamada "*onda directa*" y la "*onda espacial*". La onda directa es la que recorre la Tierra por su superficie y la espacial es la que se desplaza libremente a lo largo y ancho de la atmósfera terrestre. El alcance de la onda directa es limitado ya que es absorbida por los obstáculos naturales y, debido también a la curvatura terrestre, le resulta imposible llegar a cierta distancia.

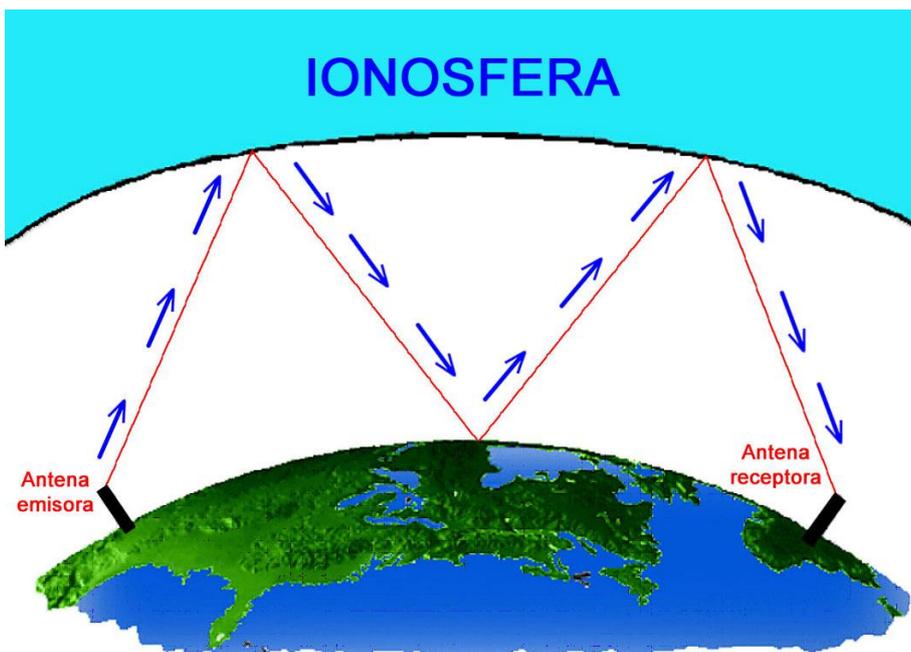
Por el contrario, la onda espacial viaja libremente sin encontrar obstáculo de ningún tipo. Parte de esta onda espacial sufre un interesante fenómeno: La "*reflexión ionosférica*". La atmósfera terrestre se divide en varias capas: A una altura de unos 12 Kms. se encuentra la *troposfera*, dentro de la cual ocurren la

mayor parte de los meteoros; sobre esta se encuentra la *estratosfera*, que llega hasta los 80 Kms. aproximadamente; y a esta última le sigue la *ionosfera* que alcanza unos 1000 Kms. de altura. Esta última capa se divide a su vez en varias capas parciales situadas a diferentes alturas llamadas "D", "E", "F1" y "F2".



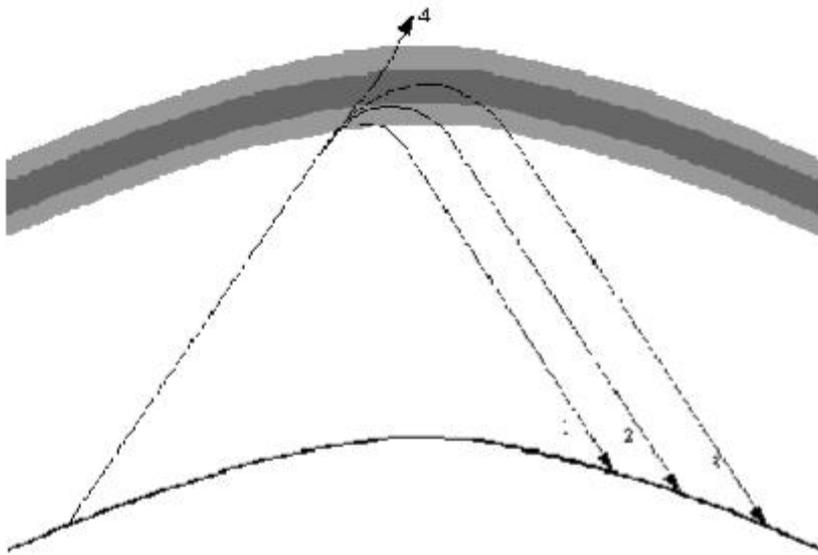
Cada una de estas capas tiene unas determinadas características, pero esencialmente podemos decir de todas ellas que su altura no es fija, es decir, que están sujetas a unas determinadas variaciones mas o menos lentas, en principio impredecibles. Además, estas capas están "*ionizadas*" o dicho de otra manera "*electrizadas*" o cargadas eléctricamente, lo que hace que tengan propiedades reflectantes con respecto a las ondas electromagnéticas. Es decir, la ionosfera refleja, como si de un espejo se tratara, la energía de radiofrecuencia recibida de la antena emisora.

Como hemos mencionado antes, cada capa tiene unas características determinadas que hacen que su comportamiento sea diferente para diferentes frecuencias, horas del día y hasta estaciones del año, pero en general, la teoría es la mencionada anteriormente.



Por otra parte, la Tierra, al tener también propiedades reflectantes, puede volver a enviar la señal que le ha llegado reflejada de la ionosfera, de nuevo hacia ella, con un ángulo similar al incidente, de modo que dicha señal es de nuevo encaminada hacia arriba. Una vez arriba, vuelve a

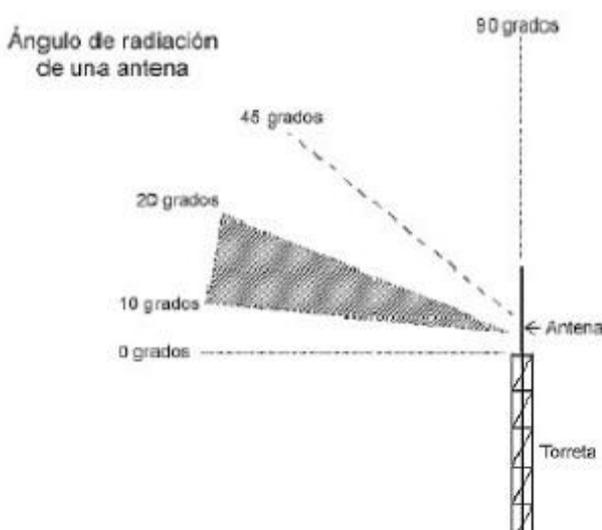
producirse el fenómeno de reflexión ionosférica. Estos "rebotes" pueden llegar a producirse varias veces, con el consiguiente debilitamiento de la señal.



Debido a la variación de la altura de las capas ionosféricas, la señal que rebota en ellas incide en la Tierra en diferentes puntos a lo largo del tiempo, por lo que la señal sufre el clásico *"fading o desvanecimiento"* característico de las ondas cortas. Además, cuanto más alto sea el punto de reflexión más lejos estará el punto de "recepción" terrestre de esa señal.

Una vez sabido esto podemos hablar de un término importante y algo desconocido por el radioaficionado: el llamado *"ángulo de radiación"* de las antenas.

El ángulo de radiación de una antena *es el ángulo que forma sobre el horizonte el eje del lóbulo principal de radiación*. Es decir, se trata del ángulo de salida del campo electromagnético cuando *"despega"* de la antena en relación al suelo (tierra).



Generalmente, en las antenas de HF de dimensiones moderadas, la característica de radiación del lóbulo principal es muy ancha y ocupa un área bastante grande delante de la antena. Esto significa que la antena *"riega"* una gran sección de la ionosfera con energía de R.F. lo que quiere decir que, incluso en condiciones de grandes cambios de altitud en las capas ionosféricas, cierta cantidad de la señal radiada

tiene buenas posibilidades de llegar al área de destino. De todas formas, el ángulo de radiación de una antena es un dato interesante a tener en cuenta.

El ángulo de radiación depende no solo del tipo y construcción de la antena, inclinación de sus planos de tierra, polarización y frecuencia, sino también de la altura a que esta esté colocada. Para la práctica del DX interesa una antena con un ángulo de radiación relativamente bajo, aunque bien es verdad que para cada frecuencia existe un ángulo de radiación óptimo, variando entre 5 y 40 grados para la gama de HF, siendo además más efectivos los ángulos de radiación bajos para las frecuencias mas altas.

Por otra parte, cuanto mas alta esté emplazada la antena tanto mas bajo será su ángulo de radiación y tanto mas lejos llegará el punto de reflexión en la ionosfera. Consecuentemente, el punto de *"aterrizaje terrestre"* después de que la señal ha rebotado en la capa ionosférica será tanto mas lejano cuanto menor sea dicho angulo de radiación. Por lo tanto, esta característica influirá decisivamente en la distancia a la que nos queremos comunicar con nuestro equipo de radio en lo que a onda reflejada se refiere, aunque también afecta a la señal que viaja a ras del suelo. De esta manera queda claro que existe un ángulo de radiación óptimo entre dos puntos determinados.

De esto se desprende que mientras nosotros podemos estar manteniendo una conversación con total tranquilidad con las antípodas, es posible que nuestro vecino, con un equipo similar pero con una antena diferente y a diferente altura, ni se entere de lo que dice nuestro congénere australiano.

Por lo tanto, **no solo debemos fijarnos en la ganancia de una antena para buscar un buen rendimiento**. Además existen otra serie de factores que hacen que una antena sea adecuada o no para nuestras pretensiones, entre ellos el ángulo de radiación, también llamado *"angulo de radiación vertical"*.