

## División del espectro

Las ondas de radio son una radiación electromagnética de frecuencia comprendida entre unas pocas decenas de hercios (Hz) hasta los gigahercios (GHz,  $10^9$ Hz), y están formadas por un campo magnético y un campo eléctrico que se propagan por el espacio formando una onda electromagnética.

Las variaciones del campo magnético crean el campo eléctrico y viceversa, y ambos se encuentran orientados formando un ángulo de  $90^\circ$  entre sí y con la dirección de propagación. Las ondas electro-magnéticas viajan en el vacío, como el resto de las radiaciones electromagnéticas (rayos X, rayos gamma, ultravioleta...) a  $299.792$  km/seg, que es la velocidad de propagación de la luz, mientras que en otros medios viajan a una velocidad menor.

Las ondas de radio coexisten con otro tipo de ondas electromagnéticas, formando el denominado espectro electromagnético:

| Nombre de la región espectral | Rango de Frecuencias                              |
|-------------------------------|---|
| Radiofrecuencia               | $3\text{KHz} - 300\text{GHz}$                     |
| Infrarrojo                    | $300\text{GHz} - 4.3 * 10^{14}\text{Hz}$          |
| Luz Visible                   | $4.3 * 10^{14}\text{Hz} - 1.0 * 10^{15}\text{Hz}$ |
| Ultravioleta                  | $1.0 * 10^{15}\text{Hz} - 6 * 10^{16}\text{Hz}$   |
| Rayos X                       | $6 * 10^{16}\text{Hz} - 3.0 * 10^{19}\text{Hz}$   |
| Rayos Gamma                   | $3.0 * 10^{19}\text{Hz} - 5.0 * 10^{20}\text{Hz}$ |

Las ondas de radio, habitualmente denominadas como radiofrecuencia (RF), ocupan una pequeña parte de todo el espectro electromagnético existente. El espectro de RF se clasifica a su vez en distintas bandas, que engloban frecuencias con propiedades similares:

| Abreviatura                | Clasificación                    | Rango de Frecuencias |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------|
| VLF (Very Low Frequency)   | Frecuencias muy bajas            | 3 a 30 KHz           |
| LF (Low Frequency)         | Frecuencias bajas                | 30 a 300 KHz         |
| MF (Medium Frequency)      | Frecuencias medias               | 300 a 3000KHz        |
| HF (High Frequency)        | Frecuencias altas                | 3 a 30 MHz           |
| VHF (Very High Frequency)  | Frecuencias muy altas            | 30 a 300 MHz         |
| UHF (Ultra High Frequency) | Frecuencias ultra altas          | 300 a 3000 MHz       |
| SHF (Super High Frequency) | Frecuencias super altas          | 3 a 30 GHz           |
| EHF (Extra High Frequency) | Frecuencias extremadamente altas | 30 a 300 GHz         |

## Espectro electromagnético

| (λ)     | NOMENCLATURA     | SERVICIOS   | (f)        |
|---------|------------------|---|------------|
| 300 nm  | Ultravioleta     | Telefonia   | 5<br>10 Hz |
|         | Espectro Visible | Datos<br>Video  |            |
| 1000 nm | Infrarrojo       |   | 4<br>10 Hz |
|         | Milimetricas     | Satelites<br>Radar<br>Telefonia (GPRS, UMTS...)                                   | 100 Ghz    |
| 1 cm    | SHF              | GPS   | 10 Ghz     |
| 10 cm   | UHF              | LMDS, MMDS ...  |            |
| 1 m     | VHF              | TV comercial  | 1 Ghz      |
| 10 m    | HF               | Di fucion FM  | 100 Mhz    |
| 100 m   | MF               | Difucion onda corta<br>Balizas<br>Aeronautica (Volmet)<br>Trans. maritimas<br>Fax | 10 Mhz     |
| 1 Km    | LF               | Di fucion AM  | 1 Mhz      |
|         |                  | Aeronautica<br>Cables submarinos  | 100 Khz    |
| 10 Km   | VLF              | Radiofaros, balizas   | 10 Khz     |
| 100 Km  | Espectro Audible | Telegrafia  | 1 Khz      |

Espectro electromagnetico

## Elementos de la estación

Como siempre aconsejamos que antes de utilizar un aparato se estudie bien su manual de instrucciones, ya que si no sabemos manejarlo lo mejor es dejarlo como está para que no se desajuste, estropee o simplemente cambie su modo de operación. Y si no encuentras el manual pregúntale a otro radioaficionado, que seguro que estará dispuesto a ayudarte.

Aparatos típicos que podemos encontrar:

## Transceptor

Receptor y transmisor de radio combinado en una unidad única, dotada de diversas disposiciones de conmutación para permitir el uso de una o más etapas tanto para recibir como para transmitir.

## **Antenas**

Es el elemento radiante y va siempre conectado al final de la cadena después de las líneas de transmisión.

## **Líneas de transmisión**

Son lo que vulgarmente se conocen como cables de antena, que se encargan de llevar la energía radiada por el transmisor a la antena. Se suelen utilizar cables coaxiales porque son líneas de transmisión blindadas. Así no se produzcan pérdidas por radiación. Tienen que tener unas ciertas características, tanto dimensionales como eléctricas y magnéticas.

## **Otros elementos**

### **Fuentes de alimentación**

Usadas para alimentar (dar la corriente y voltaje necesario) las emisoras, receptores, módems, etc. . . Reducen la tensión eléctrica de la red, la rectifican y la filtran para obtener una tensión continua altamente estable. El rizado de alterna que puedan tener afecta mucho a la señal transmitida.

### **Acoplador de antenas y medidor de ROE**

Suelen venir los dos juntos y sirven para medir la relación de ondas estacionarias y adaptar la impedancia de salida del transmisor con la de la antena. De esa manera casi toda la potencia disponible en el transmisor es radiada, evitando pérdidas por reflexión y daños en el transmisor.

### **Rotor**

Sirve para girar el sistema de antenas directivas. Puede ser de azimut (gira en el plano horizontal) o también de elevación (gira en el plano vertical).

## **Bloques básicos**

Con los componentes activos y pasivos se construyen bloques funcionales que a su vez se conectan entre sí para formar equipos completos. La mayor parte de los bloques que tiene cualquier equipo de radio son de uno de los cuatro tipos siguientes: amplificadores, filtros, osciladores y mezcladores.

### **Amplificadores**

La tensión recibida en una antena puede ser del orden de un microvoltio, por lo que habrá que multiplicarla por casi un millón para poder escucharla. Un receptor normalmente llevará varias etapas amplificadoras, cada una con uno o más dispositivos activos.

### **Filtros**

Están siempre constituidos por componentes reactivos, si bien pueden llevar además componentes activos. Los filtros cumplen, entre otras, la tarea nunca trivial de seleccionar sólo la señal que nos interesa de entre todas las que le llegan al receptor. Frecuentemente queremos recibir una señal débil cerca de la cual hay otras mucho más intensas. El rechazo a esas señales cercanas es la selectividad del receptor, uno de los parámetros más importantes.

### **Osciladores**

Los osciladores poseen componentes reactivos y amplificadores para generar una señal sinusoidal.

Son los que crean la señal que, tras ser modificada en otras etapas, se transmitirá por la antena. Se pueden entender como un filtro más un amplificador realimentados: a una frecuencia determinada la señal se mantiene indefinidamente a través del bucle.

## **Mezcladores**

Su comportamiento es el de un multiplicador analógico: tiene dos entradas y una salida que en cada instante vale el producto de las entradas. Pensando en las entradas como sinusoides podemos ver lo que ocurre:

$$\text{sen}(a)\text{sen}(b) = \frac{1}{2} [\text{cos}(a + b) + \text{cos}(a - b)]$$

Es decir, que a la salida hay señales de frecuencias que no estaban a la entrada: son la suma y la diferencia de las frecuencias. Si una de esas señales es una senoide procedente de un oscilador y la otra es una señal de voz, el mezclador desplaza la señal de voz a la frecuencia de la senoide.

## **Modulaciones**

Para enviar una señal por medio de ondas de radio hay que incluir de alguna manera la señal original en otra, de frecuencia más elevada y que por tanto se puede radiar, llamada portadora. Uno de los parámetros de la portadora, sea la amplitud o la frecuencia, debe seguir en cada instante a la amplitud de la portadora. Es lo que se llama modulación.

### **CW**

Los primeros comunicados por radio fueron en telegrafía, utilizando el código Morse. Para ello basta con interrumpir la transmisión de la portadora al ritmo de los signos (puntos y rayas). Esta modulación se llama de onda continua, y es un tipo de modulación de amplitud (todo/nada).

### **AM**

Es la modulación más utilizada históricamente y aún vigente para radiodifusión. El valor instantáneo de la moduladora (voz) fija la amplitud de la portadora. Para escuchar la moduladora basta con recuperar la envolvente de la portadora. Esto puede hacerse con un simple detector hecho con un diodo y un condensador. El diodo deja pasar sólo los semiciclos positivos y el condensador interpola entre los máximos de la portadora.

El espectro de una modulación AM es el de la moduladora pero centrado en la frecuencia portadora.

Podemos distinguir dos bandas laterales, cada una con el mismo ancho que la moduladora, y resto de la portadora. Estamos transmitiendo la misma señal en dos frecuencias diferentes, además de un tono fijo que no lleva información. Esto supone un derroche de ancho de banda y de potencia.

### **SSB**

Una variante mucho más eficiente de la AM es la banda lateral única (Single Side Band). Consisten en eliminar la portadora y una de las bandas laterales. Para ello es necesario un filtro muy selectivo, generalmente realizado con cristales de cuarzo, aunque hay otras formas. El ancho de banda es el mismo que el de la moduladora y no se desperdicia potencia ni espectro. En el receptor se mezcla la señal recibida con la de un oscilador que la desplace a frecuencias bajas para que sea audible. Es el modo más utilizado por radioaficionados porque su reducido ancho de banda permite economizar el espectro disponible.

### **FM**

Consiste en desplazar instantáneamente la frecuencia de la portadora de su valor central. Esa desviación es proporcional a la amplitud de la moduladora. El ancho de banda depende de la relación entre la desviación y el ancho de banda de la moduladora. Si ese factor es pequeño se habla de FM estrecha, que tiene un ancho de banda similar a la AM. Si el factor es elevado el ancho de banda es mucho mayor, como ocurre con la radiodifusión, pero también mejora mucho la fidelidad del sonido.

## Antenas

Podríamos definir una antena como todo elemento físico, consistente en uno o varios conductores colocados a una cierta altura del suelo, que transmiten o captan energía electromagnética. La función de una antena es convertir la energía eléctrica que le entrega el transmisor en energía electromagnética, y captar ondas electromagnéticas y transformarlas en señales eléctricas que puedan ser procesadas en un receptor.

Se caracterizan por su diseño, el cual se realiza para buscar siempre la mayor efectividad, es decir, que radie el mayor porcentaje de energía que llegue a ella, o que capten la mayor energía posible para unas frecuencias determinadas. Todo esto se consigue cumpliendo una serie de requisitos, como son sus dimensiones, su impedancia, etc. . . Las características de una antena son iguales tanto en transmisión como en recepción. Por lo tanto toda antena buena en transmisión también lo será en recepción.

## Tipos de ondas

Las posibles formas de propagación de la onda radiada son:

**Ondas de tierra u ondas de superficie** se desplaza a nivel del suelo siguiendo la curvatura del planeta.

**Ondas directas o visuales** van de la antena emisora a la receptora.

**Ondas espaciales** son aquellas que superan la línea del horizonte.

## Diagrama de radiación y directividad

El decibelio es una medida de ganancia o atenuación de dos señales, una de entrada y la otra de salida del sistema. Matemáticamente se define así:

$$\text{Decibelios (dB)} = 10 \log \frac{\text{potencia salida}}{\text{potencia entrada}}$$

Si medimos alrededor de una antena transmisora la intensidad de campo producida por la onda electromagnética radiada, uniendo todos los puntos de igual intensidad trazaremos una curva que se llama lóbulo de radiación de la antena. De este modo tendremos el lóbulo de radiación horizontal si las medidas fueron tomadas en el plano horizontal y el lóbulo de radiación vertical si éstas fueron tomadas en el plano vertical.

Así podemos clasificar las antenas según su directividad:

**Omnidireccional** Si el lóbulo de radiación horizontal es semejante a una circunferencia con centro en la antena.

**Bidireccional** Si la radiación es en dos direcciones opuestas.

**Direccional ( o unidireccional )** Si el lóbulo de radiación está en una sola dirección.

Estas últimas antenas, además del lóbulo principal tienen otros más pequeños en otras direcciones;

la diferencia entre el lóbulo de radiación principal y el de dirección opuesta nos da la

relación delante-detrás, frente/espalda (Front-to-Back: F/B) o eficacia directiva de la antena.

**Radiador isotrópico** Es una antena imaginaria (ideal) que radiase igual energía exactamente en todas las direcciones; esta antena estaría en el centro de una esfera en la que todos los puntos de su superficie recibirían la misma cantidad de energía, sería en definitiva un punto.

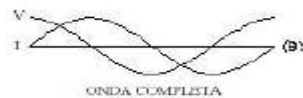
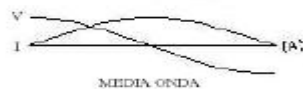
La ganancia de una antena es la relación o cociente entre la potencia entregada a la antena y la que tendríamos que entregar al radiador isotrópico para obtener la misma intensidad de campo en un punto común a los dos lóbulos (situado en la dirección del lóbulo principal de la antena). Esta ganancia se expresa normalmente en decibelios y se simboliza por dBi.

## Resonancia

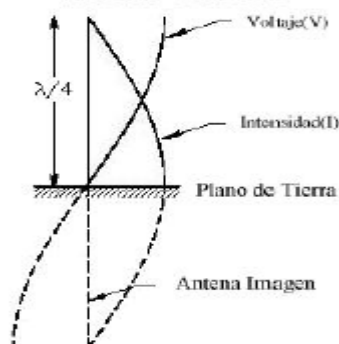
Para que una antena tenga un buen rendimiento, tiene que resonar en la frecuencia de trabajo (es decir, tener cancelada la componente reactiva). Cuando esto ocurre, para una misma potencia disponible en el transmisor circulará una corriente mayor. A lo largo de la antena se establecen vientres y nodos de intensidad y de tensión. La resonancia se logra si en el punto de alimentación el cociente de la tensión entre la corriente es resistivo.

Para el caso de una antena aislada de tierra, la medida de resonancia será igual a media longitud de onda y sus múltiplos (ya que en los extremos de la antena sólo pueden existir nodos de intensidad, o sea intensidad nula). Si utilizamos una antena vertical conectada a tierra por un extremo, ésta resonará cuando tenga una longitud de un cuarto de onda o un múltiplo impar de ella (tiene un nodo de corriente en un extremo y un nodo de tensión a la altura de la toma de tierra).

### ANTENA HORIZONTAL



### ANTENA VERTICAL



La longitud eléctrica de una onda de radiofrecuencia está relacionada con la velocidad de propagación de las ondas en el espacio y con su frecuencia.

$$l = \frac{c}{f}$$

La longitud física de una antena siempre será menor que su longitud eléctrica a causa de objetos próximos, de la relación longitud/diámetro y del efecto de los aisladores en las puntas de la antena. Por lo tanto habrá que aplicar ciertos factores de corrección a las fórmulas de cálculo.

## Otros parámetros

### Impedancia

Es la relación que existe en un punto de la antena entre la tensión y la intensidad. Si la antena está en resonancia a una frecuencia determinada y la alimentamos, entonces su impedancia coincide con la resistencia de radiación. En el punto de alimentación tendremos un máximo de corriente creada por la potencia entregada, la cual será disipada por la antena.

Podemos calcular la impedancia de la antena utilizando la fórmula de Joule:

$$Z = \frac{P}{I^2}$$

$I^2$ ; Z=impedancia, P=potencia, I=intensidad

Esto es válido si y sólo si la antena está alimentada en un punto de máxima intensidad.

La relación longitud/diámetro de la antena tiene influencia en su impedancia.

### Anchura de banda

Se denominará así a la gama de frecuencias en que puede funcionar una antena sin sobrepasar el límite prefijado de ondas estacionarias en la línea de alimentación.

La ganancia y la impedancia de una antena limitan normalmente el margen de funcionamiento a la región de frecuencias de HF, mientras que el cambio de características limita el margen de las de VHF.

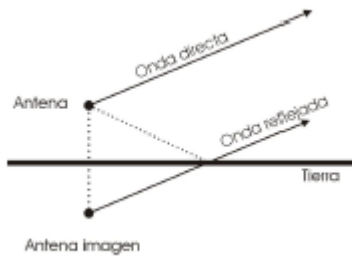
### Polarización

Se define la polarización como el vector del campo eléctrico de la onda electromagnética. Para antenas rectilíneas coincide con el eje de la antena, por lo que será siempre lineal. Otros tipos son la polarización circular y la elíptica que a la vez puedan ser a derechas o a izquierdas, según el sentido de giro del campo eléctrico. Si la polarización de la onda que se quiere recibir no coincide con la de la antena receptora, habrá pérdidas.

### Ángulo de radiación

Denominamos así al ángulo que forma el eje de su lóbulo de radiación principal con el horizonte.

Éste se mide en el plano vertical y viene determinado por el diagrama de radiación de la antena, por la altura de la antena respecto al suelo y por la naturaleza del mismo. Tiene gran importancia para lograr mayores distancias de salto, por ejemplo si utilizamos una antena para HF situada cerca del suelo en relación con la longitud de onda, el suelo afectará al ángulo de radiación, ya que parte de la energía radiada por las antenas es reflejada por el suelo y devuelta al espacio. En general, para DX interesa que el ángulo sea bajo.



## Líneas de transmisión

### Utilidad

En todo cuarto de radio nos encontraremos con una gran variedad de cables: de alimentación de los equipos, de interconexión de las señales de audio, de control de los rotores, coaxiales... Todos ellos son diferentes entre sí, de diferentes materiales y con distintos diámetros, en función de la potencia y fundamentalmente de la **frecuencia** de las señales que transporten en su interior.

El término “líneas de transmisión” en el ámbito de los radioaficionados se emplea para referirnos a aquellos “cables” que llevan la señal desde el transmisor de radio hasta la antena, o desde la antena hasta el receptor. Habitualmente disponemos de **transceptores**, con lo que tendremos una única línea de transmisión por la que viajan las señales de radiofrecuencia (RF) desde y hacia la antena, que será la que se encargue de captarlas y radiarlas, respectivamente. Las líneas de transmisión son indispensables para los radioaficionados, puesto que las antenas no suelen (ni deben) estar en el cuarto de radio, sino en el lugar más alto y despejado de nuestra vivienda. No hay otra forma de llevar la señal de RF hasta ellas que mediante líneas de transmisión.

### Problemática de las líneas

¿Cuál es por tanto la misión de las líneas de transmisión? Pues simplemente la de conducir las señales de radiofrecuencia. Así a primera vista, no parece una tarea difícil, pero sí lo es. En primer lugar, los campos electromagnéticos que componen las señales de radio sufren una atenuación al propagarse por la línea de transmisión, debido a la resistencia de los conductores y a la conductividad del dieléctrico. Esto nos impide tener una línea de transmisión todo lo larga que queramos, si necesitamos tener al otro extremo un cierto valor de señal. La atenuación se suele expresar en decibelios por metro (dB/m), aunque es usual encontrarla en los catálogos como “decibelios cada cien metros”.

En segundo lugar, las características físicas de los materiales que componen las guías dependen de la frecuencia de trabajo. Si quisiéramos modelar un cable mediante una combinación de elementos pasivos, nos encontraríamos con una resistencia e inductancia en serie y una conductancia y capacidad en paralelo.

Así, una línea de transmisión que funcione correctamente en la banda de HF puede ser totalmente inútil en la banda de UHF (entendiendo por *inútil* que la atenuación que presenta

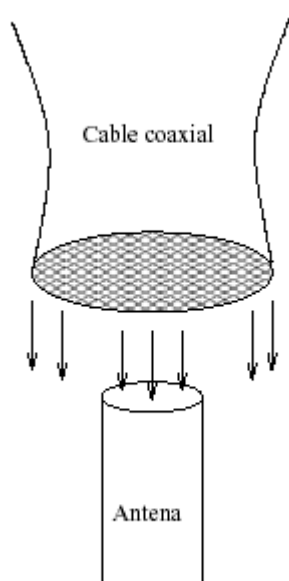


es muy alta). Como ejemplo, un cable coaxial tipo RG-58 presenta una atenuación de 0.4 dB/100 metros a 1 MHz, mientras que si la frecuencia de trabajo es de 100 MHz la atenuación es de 4.3 dB/100m.

En tercer lugar, no podemos introducir en un cable toda la potencia que deseemos. Los materiales

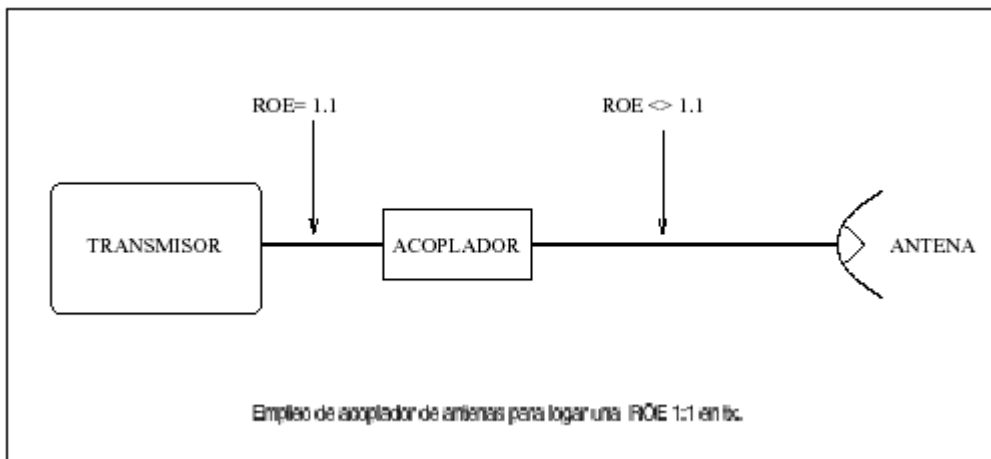
admiten unas tensiones máximas que no podemos exceder. Así, el RG-58 admite una tensión máxima de 1400 V, mientras que el RG-213, otro coaxial muy popular entre los radioaficionados, soporta una tensión máxima de 3700 V.

Por otra parte, toda línea de transmisión tiene una *impedancia característica*, que viene determinada por su geometría y las características físicas de sus conductores y dieléctricos. Esa impedancia es el cociente entre el campo eléctrico y el magnético de la onda de radio que viaja en su interior, y veremos más adelante que si la carga a la que conectamos la antena no tiene la misma impedancia que la línea, se produce una reflexión de la señal. Es común tener cables coaxiales con una impedancia característica,  $Z_0$ , de 50 (como el RG-58 y el RG-213) o de 75 (como el RG-59 o el RG-216). Otro parámetro importante es el factor de velocidad, que se expresa como el cociente en tanto por ciento de la velocidad de propagación en el cable respecto a la velocidad de propagación en el vacío. Para el RG-58, el factor de velocidad es del 66%, que es un valor típico en cables coaxiales). Si la carga en la que acaba no está adaptada a la línea, parte de la potencia se refleja, viajando desde la carga hacia el generador. En este caso no se entrega a la carga toda la potencia, y al volver ésta al generador puede haber un exceso de corriente o de tensión y dañarse los circuitos de salida del mismo. Un símil que ayuda a comprenderlo sería considerar el cable coaxial como un tubo del que sale agua (que sería la señal de radiofrecuencia) y la antena como un tubo que admite agua. Si los diámetros (impedancias) de las bocas de ambos tubos no son iguales, se produce una *desadaptación*: parte del agua no entrará en el tubo. En el caso real, parte de la señal se refleja al transmisor.



El grado de desadaptación de la línea respecto a la carga se mide por la relación de ondas estacionarias (ROE o SWR, *Standing Wave Ratio*). La ROE es el cociente entre el valor de

pico máximo del voltaje en la línea y el valor mínimo del voltaje en la línea; así, es siempre mayor que uno. Si la adaptación es perfecta la ROE es de 1:1, si es algo peor puede ser 1:1,5, 1:2, 1:3, etc, hasta 1:1. Cuando la ROE es de 1:1, toda la potencia que genera el transmisor es entregada a la antena, y al no haber reflexiones la distribución del voltaje a lo largo de la línea es constante. Que sea infinita significa que se refleja toda la potencia, que no se entrega nada a la carga. Esto ocurre cuando la carga es un cortocircuito, un circuito abierto o si es totalmente reactiva (sin resistencia). Si queremos usar una antena desadaptada sin dañar el transmisor y entregando la máxima potencia, necesitamos un circuito que transforme una impedancia en otra. Esto se consigue con un *acoplador de antenas*, que es también un elemento común en los cuartos de radio. Generalmente llevan dos condensadores variables y una inductancia con varias tomas, y pueden ser automáticos o manuales. En el último caso, será el operador quien tendrá que ajustar la bobina y los condensadores para conseguir una ROE mínima. La función del acoplador de antenas es hacer que el transmisor vea la impedancia que necesita (habitualmente 50), independientemente de la impedancia de la carga. Con esto, la ROE en la línea no será 1:1 pero sí lo será en el tramo de coaxial que une el transmisor con el acoplador.



Es tremendamente importante que antes de emplear una antena comprobemos la relación de ondas estacionarias. El rango aconsejado de trabajo es por debajo de 1:2.

Por otro lado, cuando tenemos que alimentar un dipolo y no lo hacemos con una línea paralela, la alimentación que estamos dando al dipolo no es simétrica (puesto que una rama del dipolo va conectada al vivo y la otra a la malla, que está conectada a tierra). Esto provoca la aparición de RF por la cara externa del coaxial, y por consiguiente toda la línea hace de antena: se deforma el diagrama de radiación, se interfiere en aparatos eléctricos e incluso el operador puede sufrir calambres al tocar partes metálicas del transceptor. Este problema se soluciona intercalando entre el coaxial y el dipolo un dispositivo conocido como *balun* (contracción de *balanced-unbalanced*, del inglés simétrico-asimétrico).

Podemos construirnos un balun con un arrollamiento del coaxial sobre sí mismo, o sobre un núcleo de ferrita para aumentar la inductancia. Así se forma un choque de RF, de alta reactancia para la corriente que circula por la cara externa.

## Tipos de líneas

Antes de los años 40 no existía el cable coaxial y se empleaban en su lugar dos hilos paralelos, lo que se conocía como “línea paralela”. Este tipo de línea tiene sus ventajas e inconvenientes. Al no llevar blindaje, le afectan los objetos metálicos cercanos y puede interferir y captar ruidos del entorno. Como contraparte, presentaba la ventaja de que el dieléctrico es aire, por lo que tiene unas pérdidas casi despreciables incluso con ROE elevada.

El cable coaxial vino a sustituir a la línea paralela, estando formado por dos conductores concéntricos aislados entre sí por un dieléctrico y recubiertos por otro material aislante que los protege de los agentes externos, formando una estructura cilíndrica. Al conductor más interno se le denomina habitualmente *vivo* y al más externo *malla*, por estar trenzado formando una especie de rejilla. La malla hace que los campos electromagnéticos queden confinados entre los dos conductores, lo que minimiza la radiación hacia el exterior y la captación de interferencias externas. Es usual hoy en día ver decenas de coaxiales discurriendo longitudinalmente unos con otros sin que se produzca entre ellos interferencia apreciable, lo cual no sería posible con la línea paralela. En este caso, la separación recomendada es de varias veces la separación entre conductores.

El conductor usado suele ser cobre y como aislante se emplea PVC (policloruro de vinilo), polietileno o teflón. Los cables de alta calidad para frecuencias muy altas (p.e. repetidores de telefonía móvil o televisión) tienen aire como dieléctrico, lo cual dificulta la construcción mecánica. El cable coaxial es hoy en día un producto del que existe una extensa gama en el mercado, tanto de fabricantes como de modelos. A la hora de escoger uno para una aplicación en concreto tendremos que atender a los puntos indicados anteriormente: atenuación a la frecuencia de trabajo y potencia máxima. En general, cuanto mayor diámetro tenga el coaxial, mayores frecuencias de trabajo podrá soportar, y cuanto mejor sea el dieléctrico, menor atenuación.

Si bien para frecuencias de HF e inferiores la calidad del cable coaxial empleado no es fundamental, para frecuencias de la banda de VHF y superiores es un parámetro crítico, puesto que la atenuación aumenta con la frecuencia y habrá que intentar minimizar en la medida de lo posible la distancia desde la carga (antena) al transceptor.

# Tipos de antenas

## Antena fija omnidireccional extra reforzada

HFO-6MTs 3dB

### Características eléctricas

Potencia máxima

50 Watts (grillón) 500 Watts (teflón)

Ganancia

5dBi

Ancho de banda porcentual

3% (fca.)

Frecuencia

52 MHz

Protección contra descarga

Irradiante a masa

R.O.E. máximo

1,5: 1

Impedancia nominal

50 Ohms

Polarización

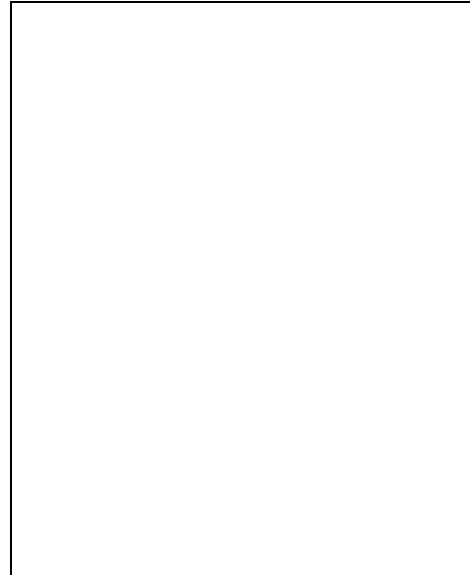
Vertical

### Características mecánicas

Conector

UHF hembra So-239

Material provisto



Tubos de aluminio templado

Resistencia al viento

180 Km/h

Tornillería

Bronce niquelado



## Antena fija direccional extra reforzada

### 31-7dB, 51-9dB

- Alta relación frente-espalda.
- Alta inmunidad al medio ambiente.
- Adaptación con puente gama.
- Ideal para enlaces punto a punto.

## Características eléctricas

Potencia máxima

200 Watts

Ganancia

9dBi para HFD31

11dBi para HFD51

Ganancia 2 antenas fase

12dBi para 2x HFD31

14dBi para 2x HFD51

R.O.E. máximo

1,5: 1

Rango de frecuencia

70 – 75 MHz

Impedancia de entrada

50 Ohms

Ancho de banda

3MHz

Protección contra descarga

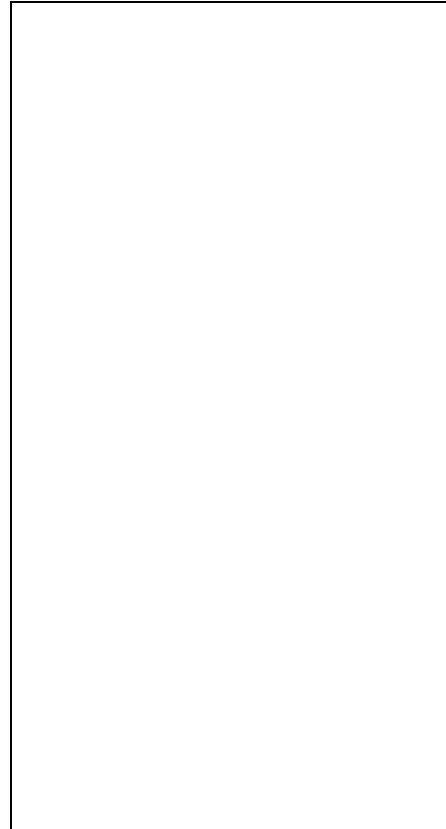
Irradiante a masa

Polarización

Vertical u horizontal

Relación frente-espalda

15dB mínimo



---

## Antena fija direccional extra reforzada

**1-3dB, 3-7dB, 5-9dB, 7-11dB**

- Antena direccional extra reforzada de 3,5 y 7 elementos.
- Ajustable mediante tabla. Excelente relación frente-espalda.
- Optimo rendimiento para comunicación punto a punto. Máxima ganancia.
- Superficie pulida y tratada por baño de inmersión.

### Características eléctricas

Potencia máxima  
500 Watts

Ganancia  
9dBi para VHD3, 11dBi para VHFD5, 13dBi para VHFD7

Ganancia 2 antenas en fase  
12dBi para VHD3, 14dBi para VHFD5, 16dBi para VHFD7

Ancho de banda  
2% MHz

R.O.E Máximo  
1,5: 1

Rango de frecuencia  
138 – 174 MHz

Impedancia de entrada  
50 Ohms

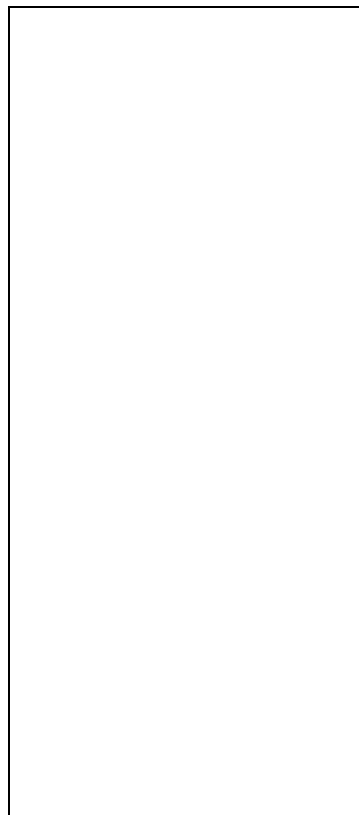
Polarización  
Vertical u horizontal

Protección contra descarga  
Irradiante a masa

### Características mecánicas

Conector  
So-239

Material provisto



Tubos de aluminio templado

Elementos

Tubo aluminio  $\frac{3}{4}$  x 1,5 mm de pared

Boom

Tubo aluminio  $\frac{3}{4}$  x 2 mm de pared

Soportes

Fundición de aluminio inyectado con grampas de acero galvanizado 200 Km/h

Resistencia al viento

200 Km/h



## Antena fija direccional extra reforzada

**1-3dB, 3-7dB, 5-9dB, 7-11dB**

- Alta relación frente-espalda.
- Fácil ajuste, mediante tabla.
- Ideal para enlaces punto a punto.
- Línea extra reforzada.

### Características eléctricas

Potencia máxima

500 Watts

Ganancia

9dBi para VHD3, 11dBi para VHFD5, 13dBi para VHFD7

Ganancia

12dBi para VHD3, 14dBi para VHFD5, 16dBi para VHFD7

R.O.E. máximo

1,5: 1

Rango de frecuencia

216 – 300 MHz

Impedancia de entrada

50 Ohms

Ancho de banda

2% MHz

Protección contra descarga

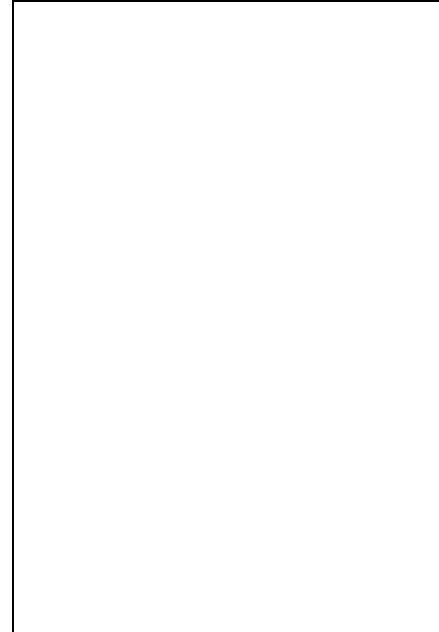
Irradiante a masa

Polarización

Vertical u horizontal

Relación frente-espalda

15dBi mínimo



---

## Antena fija direccional serie liviana

**3-7dB, 5-9dB, 7-11dB**

- Alta relación frente-espalda.
- Fácil ajuste, mediante tabla.
- Ideal para enlaces punto a punto.
- Versión liviana de los modelos extra reforzados.
- Serie económica.

### Características eléctricas

Potencia

máxima 200 Watts

Ganancia

9dBi para VHD3, 11dBi para VHFD5, 13dBi para VHFD7

Ganancia

12dBi para VHD3, 14dBi para VHFD5, 16dBi para VHFD7

R.O.E. máximo

1,5: 1

Rango de frecuencia

216 – 300 MHz

Impedancia de entrada

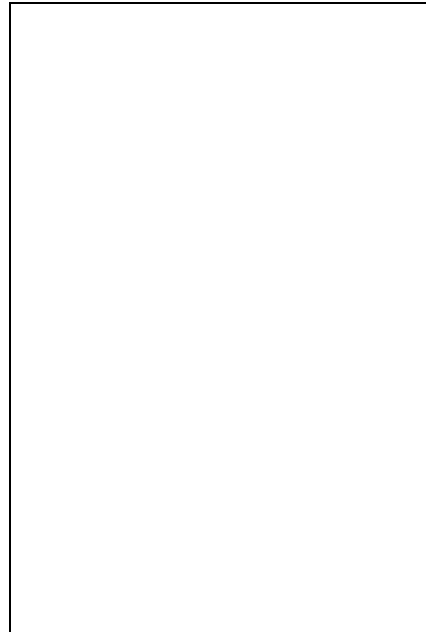
50 Ohms

Ancho de banda

2% MHz

Protección contra descarga

Irradiante a masa



Polarización

Vertical u horizontal

Relación frente-espalda

15dBi mínimo

## **Características mecánicas**

Conector

So-239

Material provisto

Tubos de aluminio templado

Soporte central

Fundición de aluminio inyectado con grampas de acero galvanizado

Elementos

Tubo aluminio  $\frac{1}{4}$  x 1,5 mm de pared

Boom

Tubo aluminio  $\frac{3}{4}$  x 1,5 mm de pared

Resistencia al viento

180 Km/h

Peso aproximado

0,4 Kg para VHFD1, 0,6 Kg para VHFD3, 0,8 Kg para VHFD5

## **Código Q**

El código Q tiene sus orígenes en la telegrafía temprana, en la cual los operadores se veían obligados a transmitir grandes cantidades de telegramas. Estos códigos se reservaban para decirse rápidamente cosas como “transmite más despacio” o “acuso recibo de su transmisión”. Con el tiempo, los radioaficionados hemos adoptado muchos de ellos. En la

bibliografía se puede encontrar una guía completa de este código, pero a modo de curiosidad se citan algunos muy utilizados:

- \_ QSL: Recibido, acuse de recibo. Incluso a veces se utiliza en fonía.
- \_ QRT: Deje de transmitir, o dejen de transmitir.
- \_ QRZ: ¿Quién me llama?
- \_ QTH: Localización, lugar. . .
- \_ QSY: Paso a transmitir en otra frecuencia.

Hay otras abreviaturas muy utilizadas en Morse y que no entran dentro del código Q pero no son

por ello menos importantes. Se podrían comparar a las actuales abreviaturas que utilizamos en los

mensajes SMS actuales a través de móviles GSM. Algunos ejemplos clarifican a qué nos referimos:

- \_ OM: Old Man (viejo amigo, radioaficionado, etc. . . )
- \_ PLS: Please (por favor).
- \_ UR: Su (pronunciado en inglés suena a “your”).
- \_ YL: Señorita (young lady).
- \_ 73: Los mejores deseos, generalmente al terminar una conversación.

## **Deletreo**

Al principio del capítulo comentábamos que en HF es bastante común que en un momento, la comunicación se vea afectada por desvanecimientos. A lo cual se añaden todo tipo de ruidos de la banda, de interferencias por otros aparatos, del propio equipo, etc. . .

El código de deletreo se impuso en fonía para evitar las posibles confusiones al deletrear texto.

Si eligiésemos unos radioaficionados al azar de diferentes países y les hiciésemos deletrear “VIGO” en inglés, probablemente lo pronunciarían de manera muy dispar. Para ayudar a la comprensión del deletreo en estas ruidosas bandas, se creó el código de deletreo UIT o ICAO, en el cual cada letra se asocia a una palabra que es muy distinta de cualquier otra que defina otra letra:

| <b>Letra</b> | <b>Código ICAO</b> | <b>Letra</b> | <b>Código ICAO</b> |
|--------------|--------------------|--------------|--------------------|
| A            | ALFA               | N            | NOVEMBER           |
| B            | BRAVO              | O            | OSCAR              |
| C            | CHARLIE            | P            | PAPA               |
| D            | DELTA              | Q            | QUEBEC             |
| E            | ECHO               | R            | ROMEO              |
| F            | FOX                | S            | SIERRA             |
| G            | GOLF               | T            | TANGO              |
| H            | HOTEL              | U            | UNIFORM            |
| I            | INDIA              | V            | VICTOR             |
| J            | JULIET             | W            | WHISKY             |
| K            | KILO               | X            | X-RAY              |
| L            | LIMA               | Y            | YANKEE             |
| M            | MIKE               | Z            | ZULU               |