

4

Antenas. Recepción de señales de radio y TV

vamos a conocer...

1. Forma de onda de una señal
2. Ondas electromagnéticas
3. Propagación de señales TV y radio
4. Propagación terrestre de TV y radio
5. Sistemas de captación terrestre.
Normas de montaje
6. Normas de seguridad
7. El cable para las instalaciones de TV y radio

PRÁCTICA PROFESIONAL

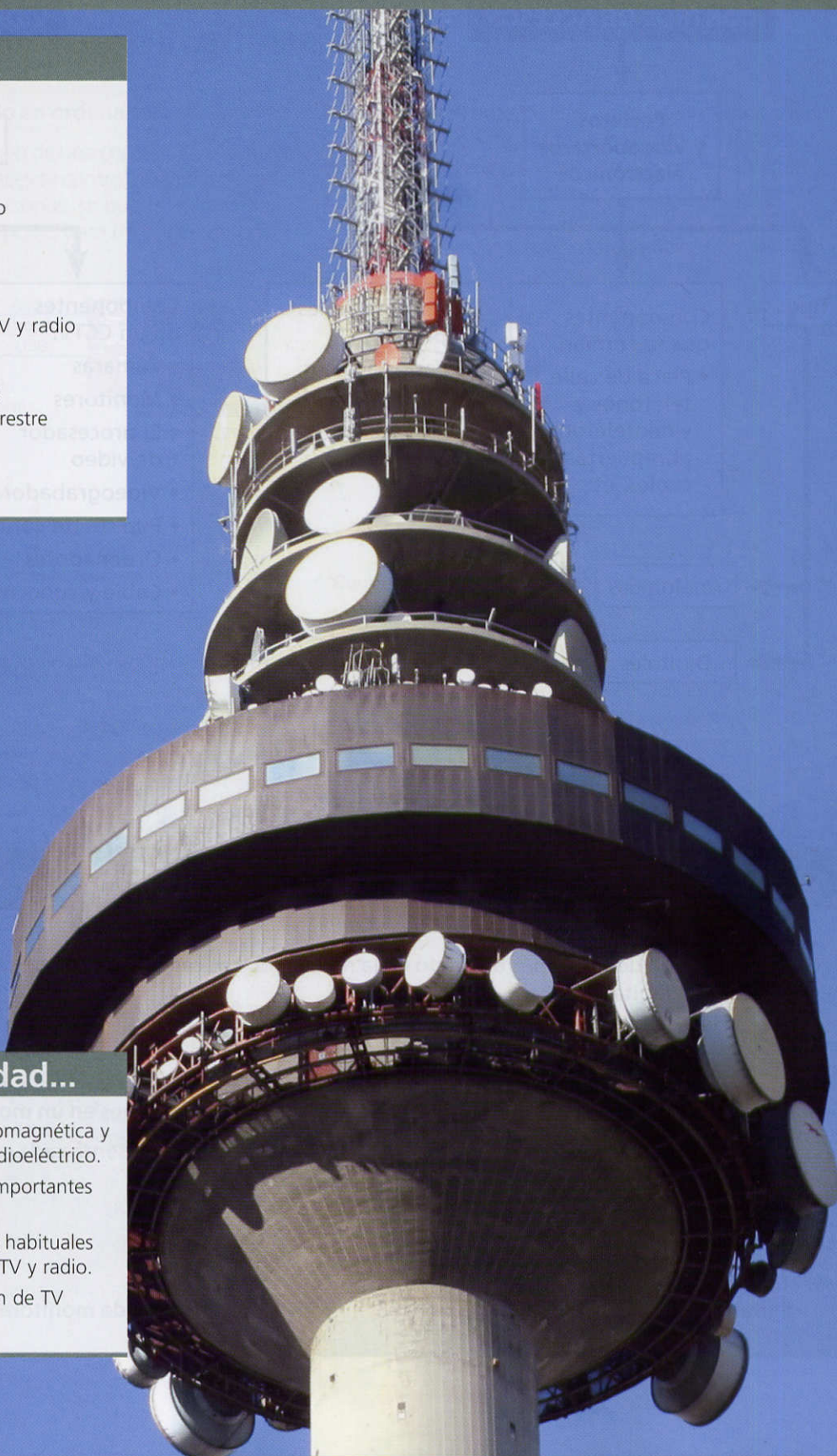
Montaje de un sistema de antenas para la recepción de radio y TV terrestre

MUNDO TÉCNICO

Instrumentación para el antenista

y al finalizar esta unidad...

- Conocerás qué es una onda electromagnética y cómo se propaga por el espacio radioeléctrico.
- Conocerás las características más importantes de las ondas electromagnéticas.
- Aprenderás cuáles son los sistemas habituales para la propagación de señales de TV y radio.
- Montarás antenas para la recepción de TV terrestre.



CASO PRÁCTICO INICIAL

situación de partida

Una vivienda unifamiliar se encuentra ubicada a las afueras de la localidad, en el centro de un pequeño bosque de abetos. En la parte delantera, por la que se accede a pie y mediante vehículos, dispone de un claro correspondiente a la superficie de un jardín interior. En ese jardín está libre de obstáculos la dirección del reemisor de la zona.

El propietario desea disponer de los siguientes servicios de radiodifusión: radio FM y televisión digital terrestre. No llega radio digital DAB, por tanto no se montará la antena.

Para el montaje del sistema de recepción ha llamado a un antenista de la zona, el cual después de un vistazo general a la finca ha informado al propietario de que la instalación de interior de distribución no presenta ningún problema. Sin embargo, la instalación

de las antenas requiere una atención especial, ya que la altura de los árboles del bosque circundante puede perjudicar la recepción de las señales de algunos de los servicios solicitados. Esto descarta que su instalación se realice sobre el tejado de la vivienda y se deba buscar una ubicación mucho más despejada de obstáculos. Aparentemente el jardín es el mejor lugar para su instalación, pero es necesario hacer algunas comprobaciones antes de asignar la ubicación definitiva. El montaje de una torreta sería una opción a considerar.

Después de realizar dichas comprobaciones, el técnico ha informado al propietario de la instalación que la antena para la televisión digital terrestre debe ser de alta ganancia y muy direccional. La recepción de la radio en FM es buena en la zona.

estudio del caso

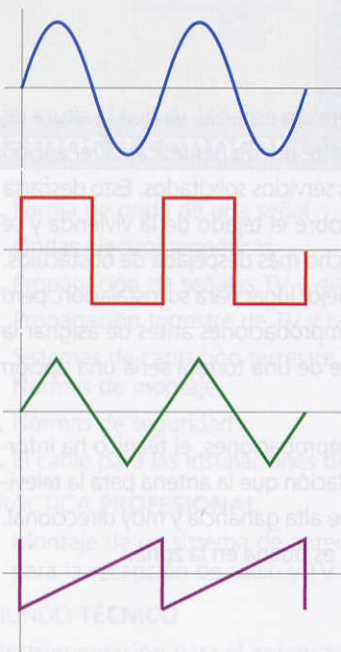
Antes de empezar a leer esta unidad de trabajo puedes contestar las dos primeras preguntas. Después, analiza cada punto de la unidad con el objetivo de contestar el resto de preguntas de este caso práctico.

1. ¿Qué es la televisión digital terrestre (TDT)?
2. ¿Tiene la TDT algo que ver con la emisión de señales de televisión vía satélite?
3. ¿Hacia dónde tiene que estar orientada la antena para la recepción de TV terrestre?
4. ¿Qué es lo que se debe estudiar de la hoja de características de la antena de TV terrestre para así elegir la más adecuada a la instalación?
5. ¿Da igual montar la antena de FM en la parte de arriba, o mejor la de UHF? Justifica los criterios que vayas a aplicar en el montaje final.
6. Calcula el momento flector que sufrirá la torreta, en base a las características de las antenas montadas.
7. Ya que las antenas deben instalarse en el jardín de entrada, ¿cuál es el mejor sistema para su sujeción?
8. Ya que la torre con las antenas debe disponer de una altura considerable, ¿qué se debe utilizar para evitar que caiga al suelo por los efectos del viento?

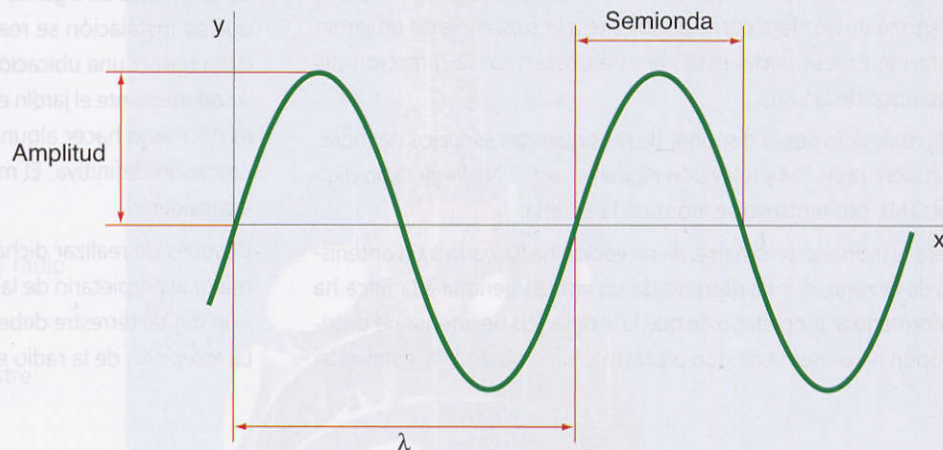
1. Forma de onda de una señal

La forma de onda es una representación gráfica en la que se muestran los valores instantáneos de una señal eléctrica o magnética.

Las formas de onda pueden ser de diferentes tipos: senoidal, triangular, cuadrada o de diente de sierra, siendo la primera la que aquí se estudia ya que es la base de la transmisión de señales radio y televisión.



↑ **Figura 4.1.** Diferentes tipos de forma de onda (senoidal, cuadrada, triangular y de diente de sierra).



↑ **Figura 4.2.** Onda senoidal.

Las principales características de una señal basada en una onda senoidal son las siguientes: longitud de onda, frecuencia y periodo.

1.1. Longitud de onda (λ)

Es la longitud que existe entre dos de los puntos significativos semejantes de la señal. Dicha longitud correspondiente con un ciclo completo de la forma senoidal.

La longitud de onda se representa con la letra griega λ (lambda), se mide en metros (m) y se puede calcular matemáticamente con la siguiente expresión:

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

λ : Longitud de onda (m)

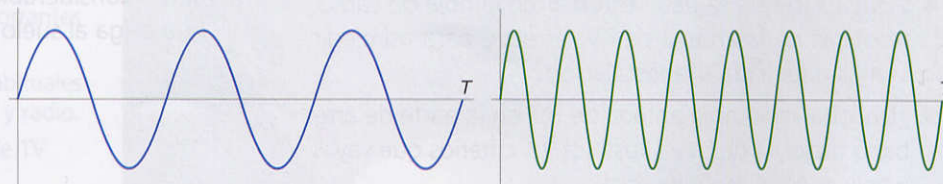
c : Velocidad de la luz ($3 \cdot 10^8$ m/s)

f : Frecuencia (Hz) (1/s)

1.2. Frecuencia (f)

Es el número de periodos de la señal por unidad de tiempo. Se representa con f y la unidad es el Hz (hercio).

En el caso de la figura, la onda de color azul es de menor frecuencia que la verde, ya que tiene menos ciclos para un mismo periodo de tiempo.



↑ **Figura 4.3.** Comparación de dos ondas de distinta frecuencia.

1.3. Periodo (T)

El periodo es el tiempo transcurrido entre dos puntos semejantes de la onda. Es decir, es el tiempo en el que se ejecuta un ciclo completo.

Se representa como T y se mide en segundos.

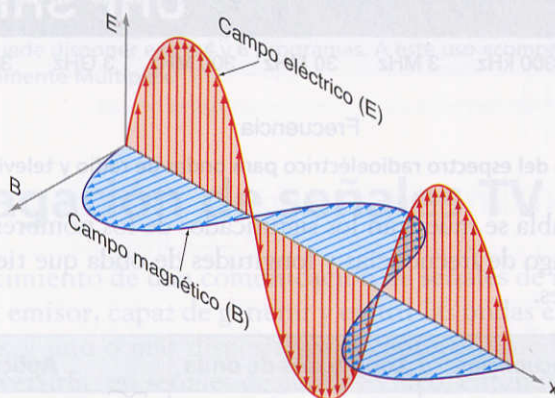
El periodo es inversamente proporcional a la frecuencia.

$$T = \frac{1}{f}$$

2. Ondas electromagnéticas

La emisión de señales de radio y televisión se hace utilizando como soporte las denominadas ondas electromagnéticas, estas viajan a la velocidad de la luz.

Una onda electromagnética está formada 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.



↑ **Figura 4.4.** Ondas electromagnéticas.

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.

2.1. Espectro electromagnético

Se denomina espectro electromagnético a la distribución de las radiaciones electromagnéticas en función de su frecuencia y longitudes de onda.

El espectro electromagnético abarca desde las radiaciones de mayor longitud de onda y menor frecuencia, como las ondas de radio, hasta las de menor longitud de onda y mayor frecuencia, como los rayos X y gamma. Entre ambos extremos se encuentran otros tipos de radiaciones, como las correspondientes al espectro de luz (luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos).



↑ **Figura 4.5.** Espectro electromagnético.

Saber más

El Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) establece que la banda de frecuencias 470 a 508 MHz (canales radioeléctricos controlados) se utilizará para la TDT (Televisión Digital Terrestre).

En breve (2015) está prevista la activación de la TDT en los canales 51 a 69 y se utilizarán para la TDT (Televisión Digital Terrestre).

Obedece a los planes del gobierno de España y la Unión Europea para liberar la banda de frecuencias que ocupan los canales de TV situados por encima de los 800 MHz, y que afecta a los canales 64/66/67/68/69. El 64 y 66 ya no emiten actualmente.

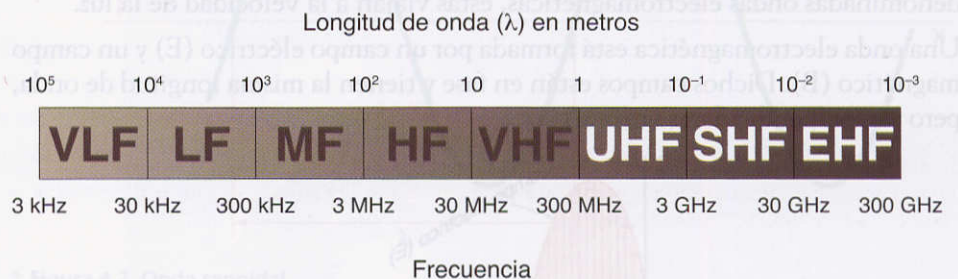
2.2. Espectro radioeléctrico

Es la parte del espectro electromagnético utilizada para la propagación de las ondas electromagnéticas en los servicios de telecomunicaciones, como el de la radiodifusión y la televisión entre otros.

Siguiendo las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, los gobiernos y organismos oficiales se encargan de gestionar las frecuencias del espacio radioeléctrico, estableciendo cuáles son las aplicaciones que van a tener determinados rangos de frecuencia y longitudes de onda.

El espectro radioeléctrico está segmentado en bandas, clasificadas por rangos de frecuencias y de longitudes de onda, designadas según los acrónimos de las denominaciones en lengua inglesa (VLF, UHF, etc.).

Así, la asignación de bandas al espacio radioeléctrico es la siguiente:



↑ Figura 4.1. Diferentes tipos de forma de onda: senoidal, cuadrada, triangular y de diente de sierra.

↑ Figura 4.2. Onda senoidal.

↑ Figura 4.6. Bandas del espectro radioeléctrico para ondas de radio y televisión.

En la siguiente tabla se muestran los significados de los nombres de cada una de las bandas, el rango de frecuencias y longitudes de onda que tienen asignadas y sus usos habituales.

Bandas del espectro radioeléctrico de radio	Frecuencias	Longitudes de onda	Aplicaciones
Banda VLF (<i>Very Low Frequencies</i> – Frecuencias Muy Bajas)	3 – 30 kHz	100 000 – 10 000 m	Radio a gran distancia.
Banda LF (<i>Low Frequencies</i> – Frecuencias Bajas)	30 – 300 kHz	10 000 – 1 000 m	Radio a gran distancia. Ayuda a la navegación aérea y marítima.
Banda MF (<i>Medium Frequencies</i> – Frecuencias Medias)	300 – 3 000 kHz	1 000 – 100 m	Radiodifusión.
Banda HF (<i>High Frequencies</i> – Frecuencias Altas)	3 – 30 MHz	100 – 10 m	Comunicaciones de todo tipo a media y larga distancia.
Banda VHF (<i>Very High Frequencies</i> – Frecuencias Muy Altas)	30 – 300 MHz	10 – 1 m	Enlaces de radio a corta distancia, televisión, frecuencia modulada.
Banda UHF (<i>Ultra High Frequencies</i> – Frecuencias Ultra Altas)	300 – 3 000 MHz	1 m – 10 cm	Enlaces de radio, ayuda a la navegación aérea, radar, televisión terrestre.
Banda SHF (<i>Super High Frequencies</i> – Frecuencias Super Altas)	3 – 30 GHz	10 – 1 cm	Radar, enlaces de radio, televisión por satélite.
Banda EHF (<i>Extremely High Frequencies</i> – Frecuencias Extremadamente Altas)	30 – 300 GHz	1 – 0,1 cm	Radar, enlaces de radio.

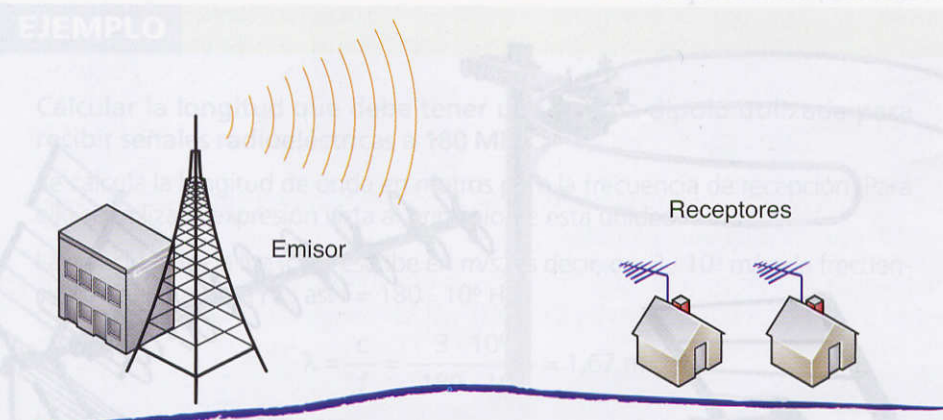
La asignación de bandas, rangos de frecuencias y canales asignados para la difusión de señales de radio y de televisión dentro del espacio radioeléctrico es la siguiente:

Banda	Rango de frecuencias	Canales
Onda Larga	0,148 – 0,283 MHz	
Onda Media	0,531 – 1,602 MHz	
Onda Corta	2,3 – 29,9 MHz	
VHF		
Banda I	47 – 68 MHz	Canales del 1 al 4
Banda II (FM)	87 – 108 MHz	
Banda III y DAB	174 – 230 MHz	Canales del 5 al 12
UHF		
Banda IV	470 – 606 MHz	Canales 21 al 37
Banda V	606 – 862 MHz	Canales 38 al 69

Cada banda está segmentada en grupos de frecuencias denominadas canales. En la televisión analógica, cada canal es un programa (por ejemplo, Telecinco, TV1, etc). En la televisión digital (TDT) cada canal puede disponer entre 4 y 6 programas. A este uso «compartido» del canal se le denomina habitualmente Multiplex.

3. Propagación de señales TV y radio

Para el establecimiento de una comunicación de señales de radio y televisión es necesario un **emisor**, capaz de generar y emitir las ondas electromagnéticas al espacio libre, y uno o más dispositivos **receptores**, que las capten y sean capaces de convertirlas en señales de audio y vídeo, entendibles para el usuario final.



↑ Figura 4.7. Emisión y recepción de ondas electromagnéticas.

El estudio de las instalaciones destinadas a la emisión de señales de TV y radio se sale fuera de los objetivos de este libro. Por tanto, aquí solamente se estudiarán los elementos que componen las instalaciones destinadas a la recepción.

En la actualidad tres son los sistemas habituales para la propagación y distribución de señales de TV y radio: **terrestre, por satélite y por cable.**

saber más

El Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) establece que la banda de frecuencias 470 a 862 MHz (canales radioeléctricos 21 a 69) se utilizarán para la TDT (Televisión Digital Terrestre).

En breve (2015) está prevista la desaparición de la TDT en los canales altos para ser ocupados por los servicios de internet móvil, debiendo estar disponibles para el 2013.

Obedece a los planes del gobierno de España y la Unión Europea para liberar la banda de frecuencias que ocupan los canales de TV situados por encima de los 800 MHz, y que afecta a los canales 64/66/67/68/69. El 64 y 66 ya no emiten actualmente.

caso práctico inicial

La orientación de las antenas terrestres debe hacerse hacia el centro emisor más cercano.

saber más

Si no existen obstáculos entre el emisor y el receptor, se puede calcular el alcance de la antena con la siguiente expresión:

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

A: Alcance en Km.

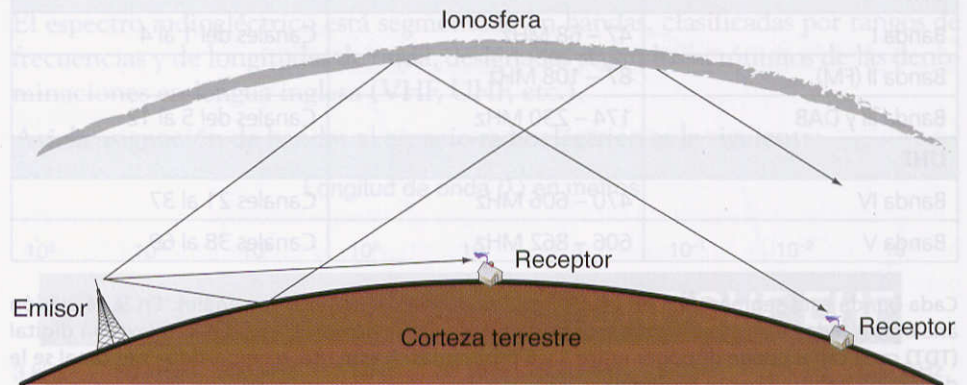
H: Altura del emisor en metros.

h: Altura del receptor en metros.

4. Propagación terrestre de TV y radio

Es aquella que utiliza la superficie terrestre y el espacio próximo a ella para la propagación de las ondas electromagnéticas destinadas a servicios de TV y radio. En este caso, las ondas que parten del emisor llegan al receptor, bien de forma directa, o bien por reflexión en la corteza terrestre o en la ionosfera.

Las emisiones en onda corta, media y larga y en las bandas VHF y UHF, para la difusión de señales de radio y de televisión, utilizan este tipo de propagación.



↑ **Figura 4.8.** Propagación terrestre de las ondas electromagnéticas.



↑ **Figura 4.9.** Símbolo general de la antena de TV.

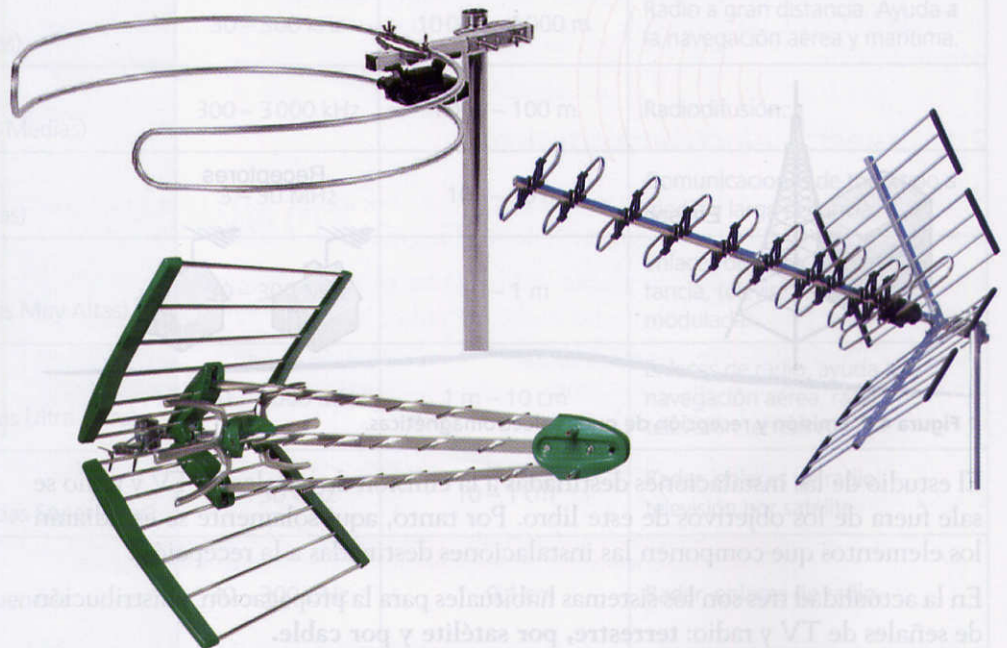


↑ **Figura 4.10.** Símbolo de la antena de FM.

4.1. Recepción terrestre de ondas electromagnéticas. Antenas

Una antena es un dispositivo capaz de transmitir o recibir ondas electromagnéticas en el espacio radioeléctrico.

Las antenas se construyen con elementos metálicos conductores y tienen como misión convertir las corrientes eléctricas en ondas electromagnéticas en el emisor y, viceversa, en el receptor.



→ **Figura 4.11.** Diferentes tipos de antenas.

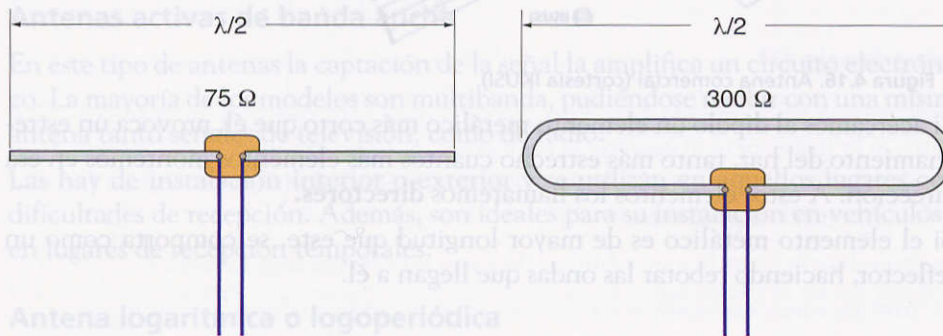
4.2. Antena dipolo

Es una antena de configuración simple formada por dos elementos metálicos conductores rectilíneos colineales de igual longitud, en la que cada uno de ellos se conecta al hilo correspondiente del cableado de recepción.

La antena dipolo puede ser de dos tipos:

- dipolo de media onda.
- dipolo plegado de media onda.

En el primer tipo, el elemento conductor está separado en dos elementos independientes; en el segundo, ambos elementos están unidos, cerrándose entre sí como se muestra en la figura.



↑ Figura 4.13. Antena dipolo de media onda y dipolo plegado de media onda.

La longitud de la antena dipolo para su máxima eficiencia a una frecuencia determinada, es la mitad de la longitud de onda ($\lambda/2$).

La antena dipolo es bidireccional, cuyo patrón de radiación es el mostrado en la figura 4.12.

La antena dipolo se utiliza como base para formar otras antenas más complejas.

EJEMPLO

Calcular la longitud que debe tener una antena dipolo utilizada para recibir señales radioeléctricas a 180 MHz.

Se calcula la longitud de onda en metros para la frecuencia de recepción. Para ello se utiliza la expresión vista al principio de esta unidad.

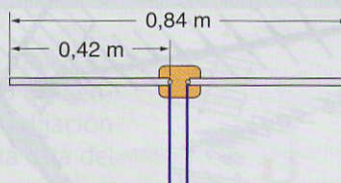
La velocidad de la luz (c) se escribe en m/s, es decir, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s y la frecuencia (f) se expresa en Hz, así $f = 180 \cdot 10^6$ Hz.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{180 \cdot 10^6} = 1,67 \text{ m}$$

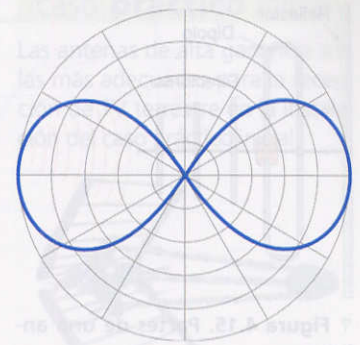
La longitud de la antena es:

$$\lambda_{\text{dipolo}} = \frac{\lambda}{2} = \frac{1,67 \text{ m}}{2} = 0,84 \text{ m}$$

Por tanto, cada tramo de la antena debe ser de 0,42 m aproximadamente. En la práctica $0,47 \cdot \lambda = 0,47 \cdot 1,67 = 0,78 \text{ m}$



↑ Figura 4.14.



↑ Figura 4.12. Patrón de radiación de una antena dipolo.

saber más

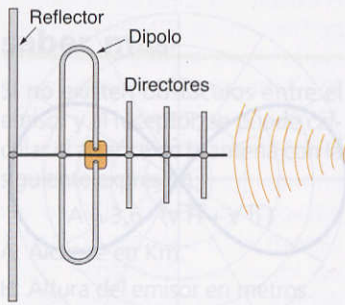
DAB son la iniciativa de Digital Audio Broadcasting, comúnmente conocido como radio digital.

saber más

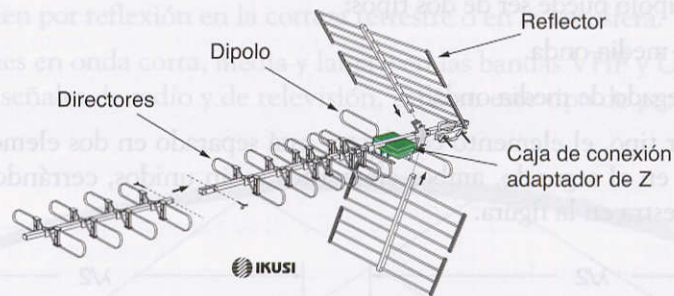
Es más práctico utilizar la velocidad de la luz en Km y la frecuencia en megahercios, ya que las frecuencias de radio y TV utilizan ese múltiplo.

Esa velocidad es en el aire. En un tubo de aluminio (típico en antenas) sería algo menor, por eso se acorta el valor calculado. Para media longitud de onda, un 3 por cien.

4.3. Partes de una antena



↑ **Figura 4.15.** Partes de una antena.



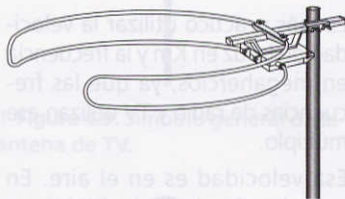
↑ **Figura 4.16.** Antena comercial (cortesía IKUSI).

Si acercamos al dipolo un elemento metálico más corto que él, provoca un estrechamiento del haz, tanto más estrecho cuantos más elementos montemos en esa dirección. A estos elementos los llamaremos **directores**.

Si el elemento metálico es de mayor longitud que este, se comporta como un reflector, haciendo rebotar las ondas que llegan a él.

4.4. Tipos de antenas terrestres

En el mercado existen muchos tipos de antenas. Cada uno de ellos se adapta a las necesidades de emisión o recepción de la instalación en la que se utiliza. Aquí se describen los tipos más característicos utilizados en la recepción de señales terrestres de radio y televisión terrestre.



↑ **Figura 4.17.** Dipolo circular para la recepción de FM.



↑ **Figura 4.18.** Yagi para VHF.

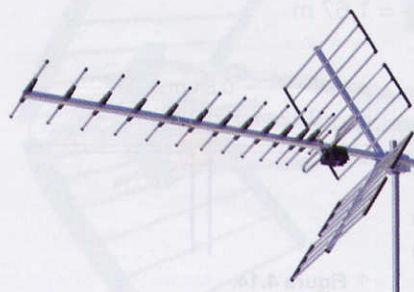
Dipolo circular

Son antenas de tipo dipolo plegado. Son de forma circular y se utilizan principalmente para la recepción de señales de radio en la banda de FM (BII 87 – 108Mhz). Son omnidireccionales y, por tanto, su instalación no es demasiado exigente en cuanto a la orientación se refiere.

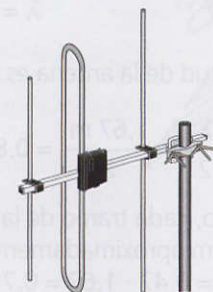
Yagi

Son antenas basadas en la configuración dipolo-reflectores-directores y se caracterizan por ser muy direccionales.

Se pueden utilizar para la recepción de canales en diferentes bandas VHF (canales de 5 a 12), UHF (canales de 21 a 69) y Radio Digital (DAB).



↑ **Figura 4.19.** Yagi para UHF (cortesía IKUSI).



↑ **Figura 4.20.** Yagi para DAB (radio digital).

Antenas de alta ganancia

Están formadas por varias (normalmente 3) parrillas de directores que forman un ángulo entre ellas. Son antenas que disponen de gran ganancia y elevada directividad, están especialmente diseñadas para su uso en la recepción de TDT (televisión digital terrestre) y normalmente son activas.

Antenas de panel

Son antenas de alta ganancia (14 dB) formadas por más de un dipolo, siempre en configuración par. En ellas el reflector es de tipo plano y tiene una alta relación D/A. Están especialmente indicadas para la recepción de señales de la banda UHF, canales 21-69. Son de poca directividad o de haz ancho.

Antenas activas de banda ancha

En este tipo de antenas la captación de la señal la amplifica un circuito electrónico. La mayoría de los modelos son multibanda, pudiéndose recibir con una misma antena tanto señales de televisión, como de radio.

Las hay de instalación interior o exterior y se utilizan en aquellos lugares con dificultades de recepción. Además, son ideales para su instalación en vehículos y en lugares de recepción temporales.

Antena logarítmica o logoperiódica

Recibe alimentación en todos sus elementos, que son dipolos enfasados cortados a diferentes longitudes de onda, de forma que unos se comportan como directores, o reflectores, según uno de ellos resuena a determinada frecuencia comportándose como dipolo, y el resto de menor tamaño como directores, y el/los posteriores a él como reflectores.

De ganancia plana para toda su banda, las hay bi-banda (VHF/UHF) y son de ganancia discreta, de 10 a 12 dB. De menor tamaño que las Yagi, su impacto visual es menor y con menor oposición al viento.



↑ Figura 4.21. Antena de panel (ENGEL) y activa de interior (TELEVÉS).



↑ Figura 4.22. Antena activa (TELEVÉS).

caso práctico inicial

Las antenas de alta ganancia son las más adecuadas para la recepción de TV terrestre en la instalación del caso práctico inicial.



saber más

DAB son la iniciales de *Digital Audio Broadcasting*, comúnmente conocido como radio digital.

Para la elección de la antena de recepción de TV terrestre del caso práctico inicial se debe conocer el patrón de radiación facilitado por el fabricante.

En todas las descritas en el libro, la antena de alta ganancia es la mejor opción.

Se denomina antena isotrópica a aquella cuya radiación tiene la misma intensidad en todas las direcciones. Aunque se puede conseguir en laboratorio, en la práctica de esta antena para este tipo de recepción isotrópica no se escribe dB.

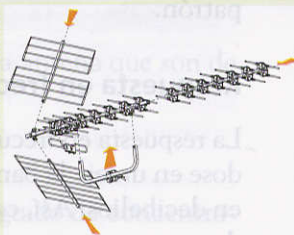
Si comparamos una antena con el patrón de radiación de una antena isotrópica, la expresada es mayor en 2,15 dB respecto de la antena patrón de media onda.



↑ Figura 4.23. Antena logarítmica.

ACTIVIDADES

1. Utilizando una antena desmontada de tipo Yagi para la banda de UHF, ensámblala por completo siguiendo las instrucciones del fabricante para la fijación del dipolo, los reflectores, los directores y la caja del adaptador de impedancias.



← Figura 4.24. Montaje de antena (Alcad).



saber más

La impedancia del cable utilizado en instalaciones de TV es el normalizado de 75 Ω .

saber más

Se denomina antena **Isotrópica** a aquella cuya radiación tiene la misma intensidad en todas las direcciones. Aunque se puede conseguir en laboratorio, se utiliza a efectos de cálculo como antena patrón. La ganancia de una antena de este tipo se mide en decibelios isotrópicos y se escribe **dBi**.

Si comparamos una antena comercial, con la isotrópica, expresaremos su ganancia como dBi. La ganancia así expresada es mayor en 2,15 dBi respecto de la antena patrón de media onda.

Por ejemplo:
ganancia ISO 12,15 dBi = 10 dB.

saber más

La ganancia es directamente proporcional al tamaño de la antena. Es decir, a mayor tamaño, mayor ganancia.

4.5. Características de una antena

El conocimiento de las características eléctricas de una antena permite su elección de forma adecuada para trabajar en condiciones óptimas de funcionamiento en una determinada instalación.

Todos los fabricantes indican en sus catálogos las características básicas de sus antenas. Estos datos son de vital importancia para su elección e instalación en un sistema de recepción o de emisión en su caso.

Ancho de banda

Es el rango de frecuencias en el que trabaja la antena para una determinada banda.

Impedancia (Z)

Una antena se comporta como un circuito oscilante inductivo-capacitivo. Por tanto, a la resistencia al paso de la corriente en dicho circuito, que depende de la componente inductiva, capacitiva y resistiva, además de la frecuencia de trabajo, se le denomina **impedancia**.

La impedancia se indica en ohmios (Ω) y se representa con la letra Z

En instalaciones emisoras y receptoras de televisión utilizan componentes con una impedancia estandarizada al cable coaxial de 75 ohmios. Si la antena, o algún dispositivo en general, no cumple con dicha característica, será necesario utilizar un adaptador de impedancias.

Ganancia (G)

También denominada **ganancia de potencia**, es la máxima ganancia que se puede conseguir con una antena para su máxima radiación.

Viene expresada en **dB** (decibelios) y se representa con la letra **G**.

La ganancia de una antena varía sustancialmente dependiendo de su orientación y ubicación.

La ganancia de una antena se calcula por comparación con una antena patrón (y teórica), la cual emite la misma intensidad en todas las direcciones. Es decir, el diagrama de radiación de esta antena patrón estaría representado por una esfera perfecta.

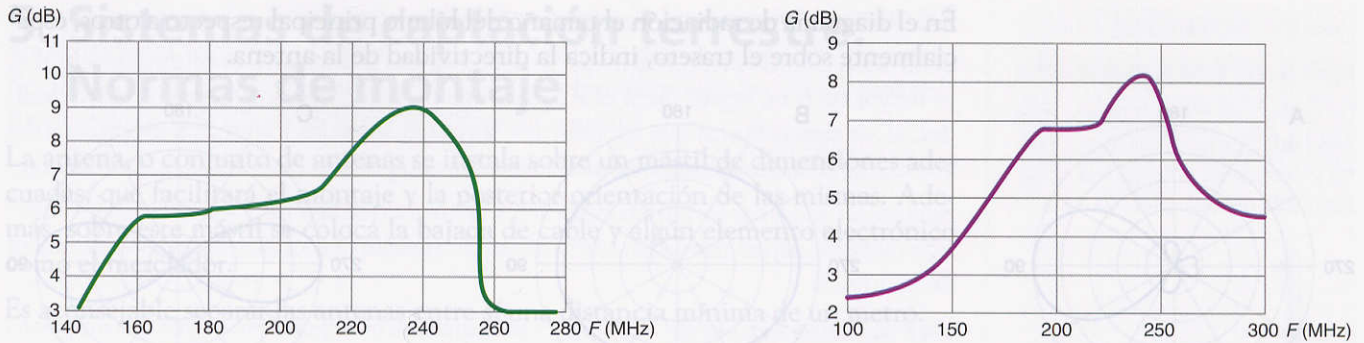
Así, una expresión de cálculo de dicha ganancia sería la siguiente:

$$G = 10 \cdot \log \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$$

En la que P_1 es la potencia de la antena a medir y P_2 la potencia de la antena patrón.

Respuesta en frecuencia

La respuesta en frecuencia de una antena se representa de forma gráfica, indicándose en un eje la banda de frecuencias en las que trabaja y en el otro, la ganancia en decibelios. Así, con una gráfica de este tipo, se puede saber cuál es la respuesta de una antena a una frecuencia determinada.



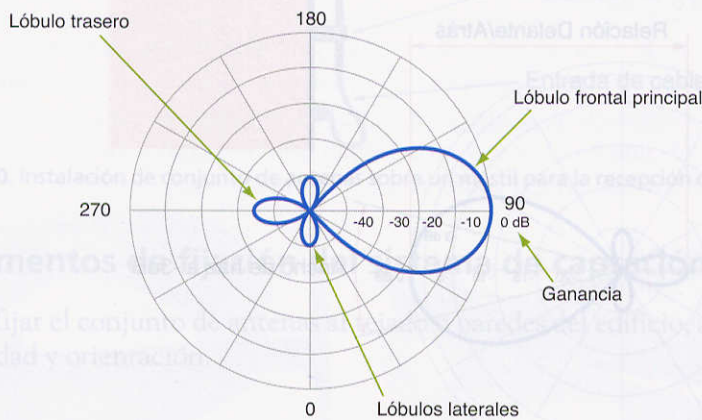
↑ Figura 4.25. Gráficas de respuesta en frecuencia de dos antenas diferentes.

Diagrama o patrón de radiación

Es la representación gráfica de las propiedades de radiación de una antena en las distintas direcciones del espacio. El diagrama suele ser una representación polar bidimensional, aunque algunos fabricantes utilizan gráficos tridimensionales.

Las curvas de radiación se denominan **lóbulos** y se representan sobre un diagrama polar, graduado en grados. Dependiendo del tipo de antena, puede haber uno o más lóbulos:

- **Lóbulo principal:** representa la mayor parte de la señal recibida o emitida por la antena.
- **Lóbulo posterior o trasero:** representa la radiación que se dispersa en sentido opuesto al lóbulo principal.
- **Lóbulos laterales:** representa la radiación que se dispersa en los laterales del eje que forman los lóbulos principal y trasero.



↑ Figura 4.26. Lóbulos de un diagrama de radiación.

Las curvas de radiación suelen estar graduadas con círculos concéntricos equidistantes que representan la ganancia de la antena en dB, siendo el que se encuentra más externo el que representa 0 dB.

El diagrama de radiación representa algunos parámetros de la antena que son de gran utilidad para el instalador.

Directividad

Se denomina directividad de una antena al mayor o menor grado de concentración de la radiación hacia un punto determinado.

saber más

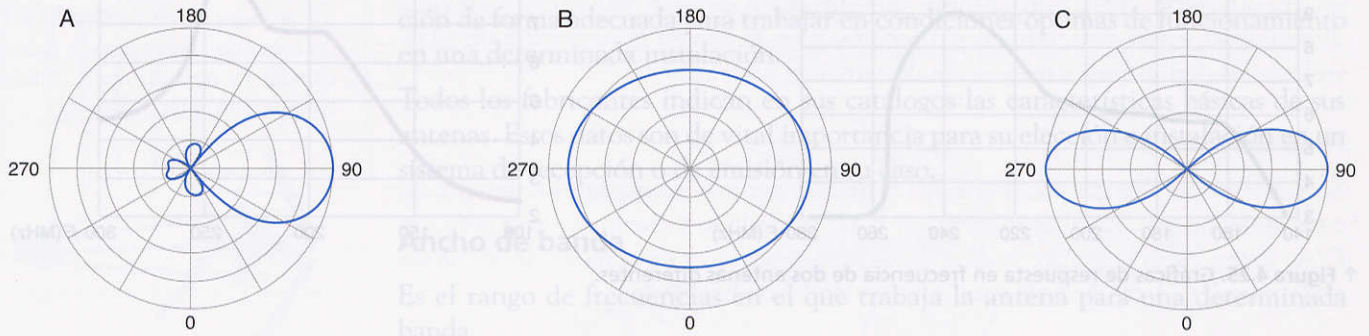
El diagrama de radiación de una antena isotrópica es una esfera perfecta.

caso práctico inicial

Para la elección de la antena de recepción de TV terrestre del caso práctico inicial se debe conocer el patrón de radiación facilitado por el fabricante.

De todas las descritas en el libro, ¿cuál es la mejor? Aquella que se adapta a nuestras necesidades.

En el diagrama de radiación el tamaño del lóbulo principal respecto a otros, especialmente sobre el trasero, indica la directividad de la antenna.



↑ **Figura 4.27.** Diagramas de radiación de antenas A) unidireccional. B) prácticamente omnidireccional. C) bidireccional.

saber más

Los fabricantes suelen dar el dato de la relación D/A respecto al lóbulo trasero situado a 180° del principal.

Cuanto más direccional es una antenna, menos es el riesgo de captación de interferencias, pero su instalación y orientación debe hacerse con mayor precisión.

Ancho de haz

Es el ángulo, en grados, del ensanchamiento de lóbulo principal tomado en dos puntos a media potencia (-3 dB) del diagrama de radiación. Cuanto más estrecho es el haz, mayor es la directividad de la antenna.

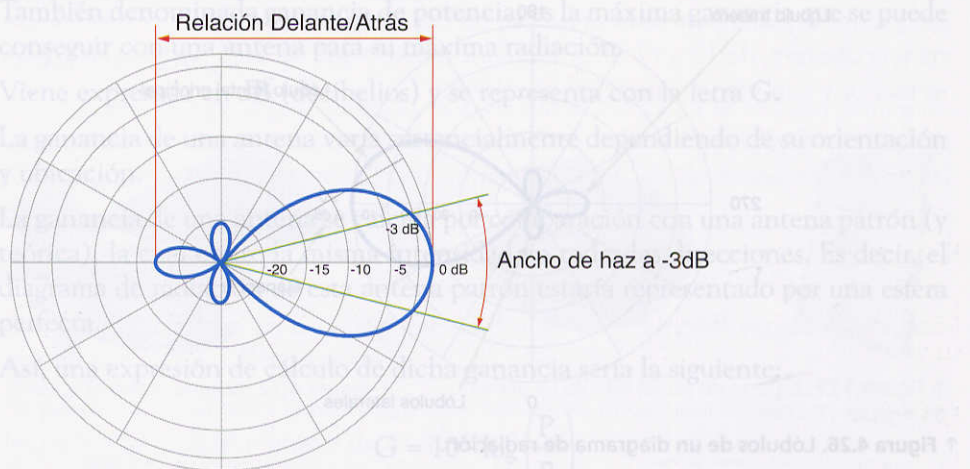
saber más

En la transmisión vía satélite las ondas electromagnéticas también se polarizan circularmente. Esta situación se produce cuando los dos campos eléctricos tienen la misma frecuencia y amplitud, pero se encuentran desfasados 90°.

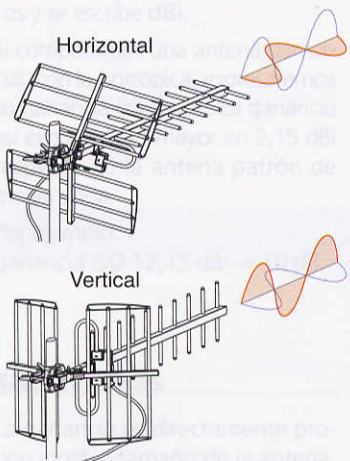
Teniendo entonces las polarizaciones circulares a derecha o dextrógira, o a izquierda o levógira.

Relación Delante/Atrás (D/A)

Es la relación, expresada en dB, entre la ganancia máxima radiada en un sentido (lóbulo principal) y la ganancia máxima radiada en sentido contrario (cualquier lóbulo entre 90° y 270°).



↑ **Figura 4.28.** Relación Delante-Atrás y Ancho de haz de un diagrama de radiación.



↑ **Figura 4.29.** Polarización de una antenna.

Polarización de una antenna

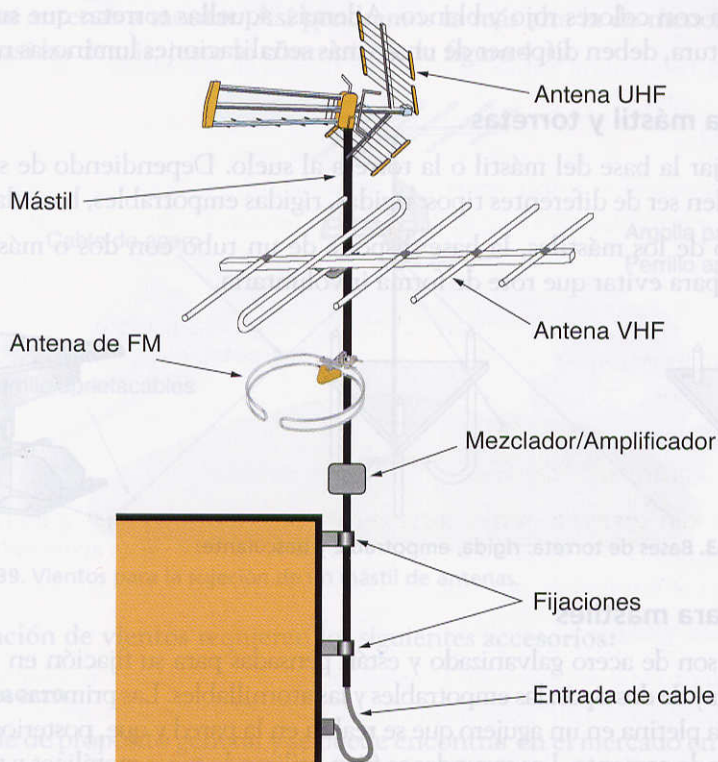
Como ya se ha visto al comienzo de esta unidad, las ondas electromagnéticas están formadas por un campo eléctrico y otro magnético. Las antenas deben orientarse (polarizarse) buscando la linealidad con el campo eléctrico.

La polarización lineal de una antenna puede ser horizontal o vertical, utilizándose en nuestro país la primera tanto para la emisión, como para la recepción de señales de radio y televisión, excepto para la radio digital DAB que es vertical.

5. Sistemas de captación terrestre. Normas de montaje

La antena, o conjunto de antenas se instala sobre un mástil de dimensiones adecuadas, que facilitará el montaje y la posterior orientación de las mismas. Además, sobre este mástil se coloca la bajada de cable y algún elemento electrónico como el mezclador.

Es aconsejable separar las antenas entre sí una distancia mínima de un metro.



↑ **Figura 4.30.** Instalación de conjunto de antenas sobre un mástil para la recepción de TV y radio.

5.1. Elementos de fijación del sistema de captación

Permiten fijar el conjunto de antenas al tejado o paredes del edificio, asegurando su estabilidad y orientación.

Mástiles

Los mástiles son tubos de acero galvanizado con un diámetro comprendido entre 25 y 50 mm. Pueden ser tramos con una medida fija, empalmables entre sí, o telescópicos.

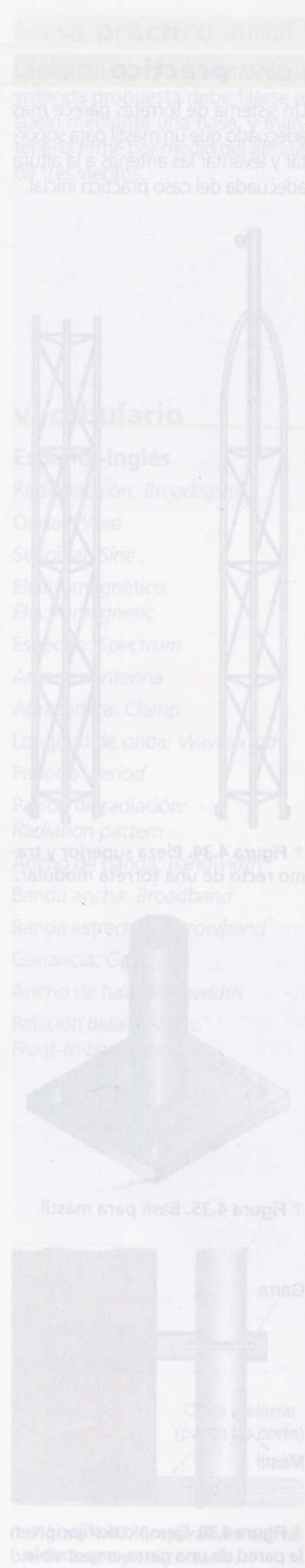


↑ **Figura 4.31.** Mástil telescópico.



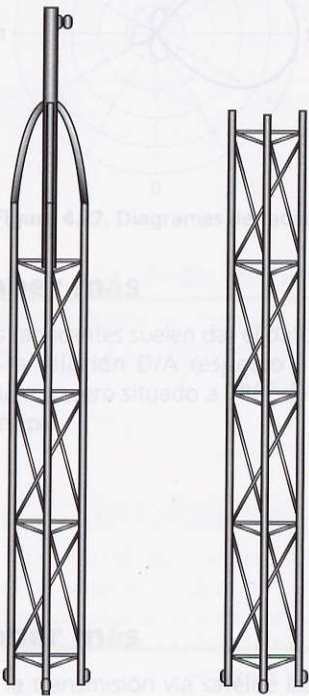
↑ **Figura 4.32.** Mástil con tramos empalmables.

Están diseñados para su instalación en paredes verticales, pero con una base adecuada también se pueden poner sobre el suelo.



caso práctico inicial

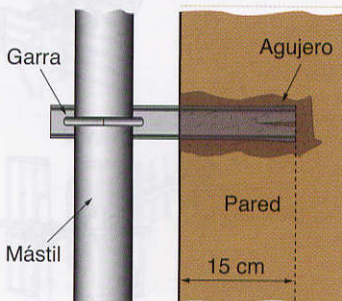
Un sistema de torretas parece más adecuado que un mástil para soportar y levantar las antenas a la altura adecuada del caso práctico inicial.



↑ Figura 4.34. Pieza superior y tramo recto de una torreta modular.



↑ Figura 4.35. Base para mástil.



↑ Figura 4.38. Ejemplo de fijación en la pared de una garra empotrable.

Torretas

Se utilizan cuando la altura a la que se debe colocar la antena, o conjunto de antenas, es mayor de 6 m, según dicta el Reglamento ICT, o cuando se necesita mayor solidez, al ser más robustas que los mástiles, soportando mejor los efectos mecánicos del viento. Se montan sobre una base horizontal con pernos, empotrada o atornillada.

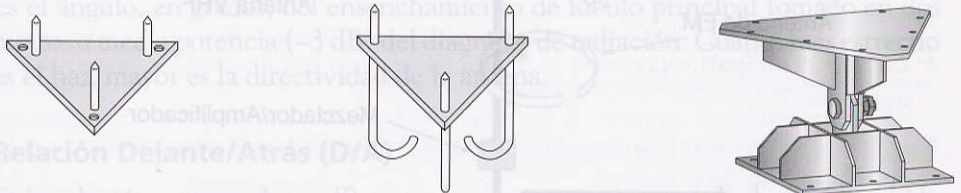
Suelen ser modulares, para adaptarlas a la altura que sea necesaria. La pieza superior dispone de un tubo con un tornillo de fijación en el que se inserta el mástil de la antena.

Para la distinción de las torretas, los tramos deben pintarse pintados de forma alternativa con colores rojo y blanco. Además, aquellas torretas que superen los 45 m de altura, deben disponer de una o más señalizaciones luminosas nocturnas.

Base para mástil y torretas

Permite fijar la base del mástil o la torreta al suelo. Dependiendo de su instalación, pueden ser de diferentes tipos: rígidas, rígidas empotrables, basculantes, etc.

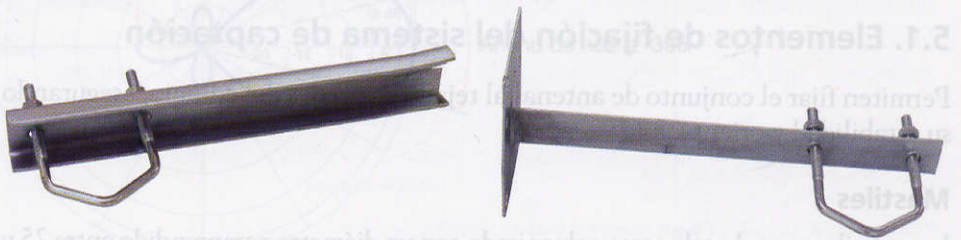
En el caso de los mástiles, la base dispone de un tubo con dos o más tornillos prensores para evitar que rote de forma involuntaria.



↑ Figura 4.33. Bases de torreta: rígida, empotrable y basculante.

Garras para mástiles

Las garras son de acero galvanizado y están pensadas para su fijación en una pared vertical. Hay de dos tipos: las empotrables y las atornillables. Las primeras se fijan empotrando la pletina en un agujero que se realiza en la pared y que, posteriormente, se debe cubrir de cemento. Las segundas se fijan utilizando tacos metálicos y tirafondos. Al empotrar hay que utilizar cemento y arena; nunca yeso o escayola.



↑ Figura 4.36. Garra empotrable (Fagor).

↑ Figura 4.37. Garra de fijación por tornillos (Fagor).

La garra es de tipo cerrado para «abrazar» el mástil. La presión se regula mediante dos tuercas colocadas en sus extremos.

Vientos o anclajes

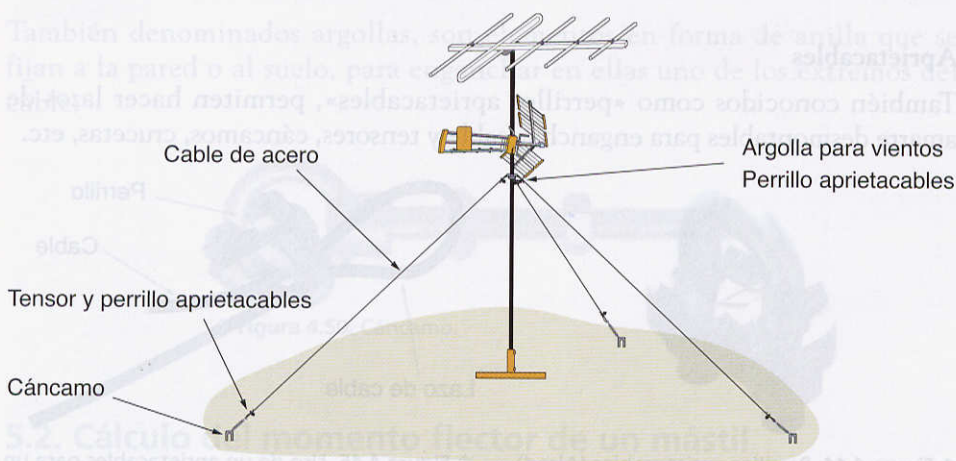
Son cables de acero que sujetan el mástil o la torreta de una antena evitando que se caiga por efecto del viento. Tres vientos, separados 120° , son suficientes para mantener estable el mástil o torreta que soporta la antena.

Estos deben tener un ángulo mayor de 25° respecto de la vertical del mástil. Sin embargo, si la longitud es igual o superior a 6 m, y dependiendo del momento flector calculado según el número y tipo de antenas montadas, es aconsejable montar dos o más filas a lo largo de la torreta o mástil.

Las antenas deben situarse en el mástil atendiendo a dos criterios: favorecer el nivel de la señal o disminuir la fuerza del momento flector.

El primero hará que situemos más alta aquella antena que reciba peor señal, y así sucesivamente (figura 4.39.).

El segundo obliga a montarlas atendiendo al valor de la carga del viento que provoquen las antenas a montar. Así pondremos la más alta la de menor carga del viento, y así las demás; justo lo contrario de la figura 4.39.



↑ Figura 4.39. Vientos para la sujeción de un mástil de antenas.

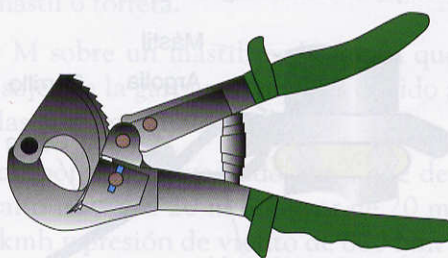
La **instalación de vientos** requieren los siguientes **accesorios**:

Cable de acero

Es un cable de propósito general y se puede encontrar en el mercado en diferentes secciones.



↑ Figura 4.40. Cable de acero (Fagor).



↑ Figura 4.41. Herramienta de corte para cables de acero.

La operación de corte debe realizarse con un cortacables especial y teniendo la precaución de que no se deshilache. Para ello puedes colocar un par de vueltas de cinta aislante a su alrededor y luego cortar sobre ese punto.

Alambre galvanizado

Es un hilo rígido que se comercializa en diferentes diámetros. Se utiliza en numerosas ocasiones para la fijación de torretas y mástiles de antenas. Tiene una ventaja sobre el cable de acero: su fijación se puede hacer por retorcimiento, sin

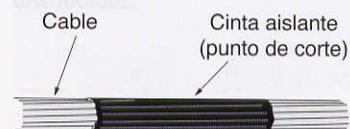
caso práctico inicial

La torreta con las antenas de la vivienda propuesta debe fijarse al suelo mediante una base, y mantenerla firme por medio del anclaje de tres vientos.

vocabulario

Español-Inglés

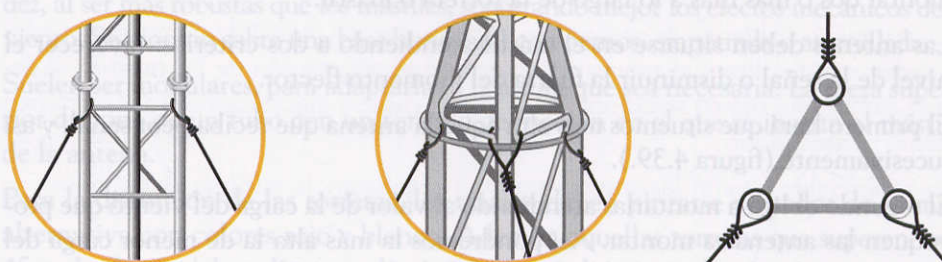
Radiodifusión:	<i>Broadcasting</i>
Onda:	<i>Wave</i>
Senoidal:	<i>Sine</i>
Electromagnético:	<i>Electromagnetic</i>
Espectro:	<i>Spectrum</i>
Antena:	<i>Antenna</i>
Abrazadera:	<i>Clamp</i>
Longitud de onda:	<i>Wavelength</i>
Periodo:	<i>Period</i>
Patrón de radiación:	<i>Radiation pattern</i>
Ancho de banda:	<i>Bandwidth</i>
Banda ancha:	<i>Broadband</i>
Banda estrecha:	<i>Narrowband</i>
Ganancia:	<i>Gain</i>
Ancho de haz:	<i>Beamwidth</i>
Relación delante-atrás:	<i>Front-to-back ratio</i>



↑ Figura 4.42. Preparación del cable de acero para cortarlo.

saber más

El uso de guardacabos metálicos evita que el roce del cable sobre cantos estrechos pueda romperlo. También es importante utilizar tensores para estirar firmemente cada viento.



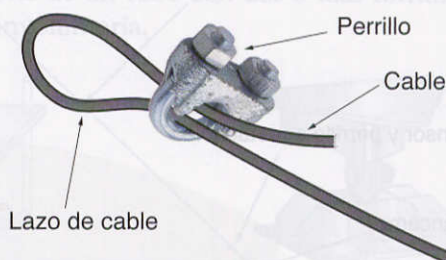
↑ Figura 4.43. Detalle de la fijación de vientos de alambre en una torreta (cortesía Televés).

Aprietacables

También conocidos como «perrillos aprietacables», permiten hacer lazos de amarre desmontables para enganchar cable y tensores, cáncamos, crucetas, etc.



↑ Figura 4.44. Perrillos aprietacables (Alcad).



↑ Figura 4.45. Uso de un aprietacables para un amarre.

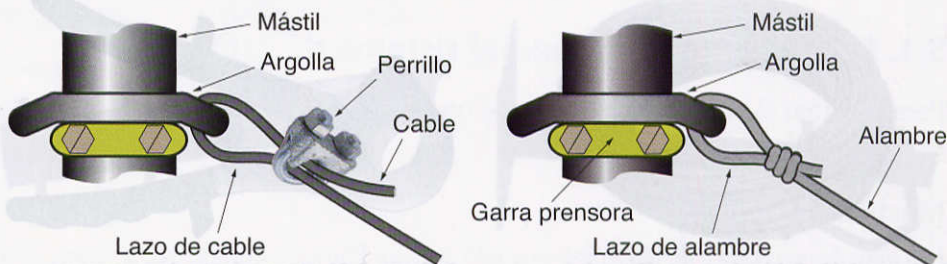
Argolla para vientos

Es un elemento que se inserta en el mástil antes de su instalación. Dispone de tres orificios separados a 120° para insertar los cables de los «vientos».

Para evitar que la argolla se deslice en la longitud del mástil, se debe colocar debajo de ella una garra prensora.



↑ Figura 4.46. Argolla para vientos (Alcad).



↑ Figura 4.47. Detalle de uso de una argolla para fijar vientos en un mástil con cable de acero o alambre.

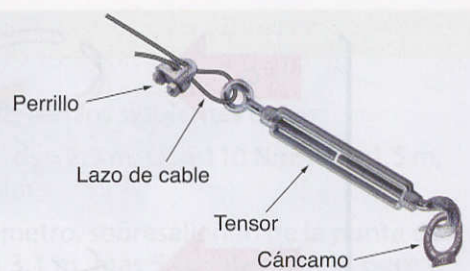
Tensor

Permite tensar el cable girando una pieza móvil que se mueve sobre dos espárragos roscados en oposición.

Existen diferentes modelos en el mercado, pero el más adecuado para tensar los vientos de una antena es el que dispone de una cabeza abierta, tipo gancho, y otra cerrada.



↑ Figura 4.48. Tensor (Alcad).



↑ Figura 4.49. Detalle de uso de un tensor para fijar un viento de una antena al suelo.

Cáncamos

También denominados argollas, son elementos en forma de anilla que se fijan a la pared o al suelo, para enganchar en ellas uno de los extremos del cable.



↑ Figura 4.50. Cáncamo.

5.2. Cálculo del momento flector de un mástil

Se define como sistema de captación al conjunto de elementos encargados de recibir las señales de radiodifusión sonora y televisión procedentes de emisiones terrestres y de satélite.

Forman parte de este, las antenas, mástiles, torretas, riostras o vientos, y otros elementos de sujeción. Para que esté correctamente montado, debe cumplirse que las cargas o fuerzas que provoque el viento sobre el soporte, no superen nunca el momento flector o resistencia límite del mástil o torreta.

Podemos decir que el momento flector M sobre un mástil, es la fuerza que actúa sobre el extremo inferior que está sujeto a la garra más alta. Es debido a la carga del viento o Q , provocada por las antenas sujetas a él.

Así Q es la presión del viento en newton por metro cuadrado Nm^2 , que depende de si la altura del montaje es igual o menor a 20 m o mayor de 20 m, debiendo soportar vientos de hasta 120 kmh y presión de viento de $800 Nm^2$, en el primer caso y de 130 kmh y $1100 Nm^2$ en el segundo caso, tal y como exige el reglamento ICT.

Los mástiles tienen un límite elástico que si se supera, sufrirá deformaciones o su rotura. Para evitarlo debemos calcular la suma de todas las fuerzas que actúan sobre él, y comprobar que las soportará. En su defecto, se pueden montar tantos vientos como se necesiten hasta disminuirlo.

Para conseguir que el momento flector M sea el menor posible, debemos ordenar las antenas de menor a mayor carga al viento, es decir la más pequeña en la parte más alta y la mayor en la parte más baja, ordenadas de menor a mayor Q , como en la figura 4.52.

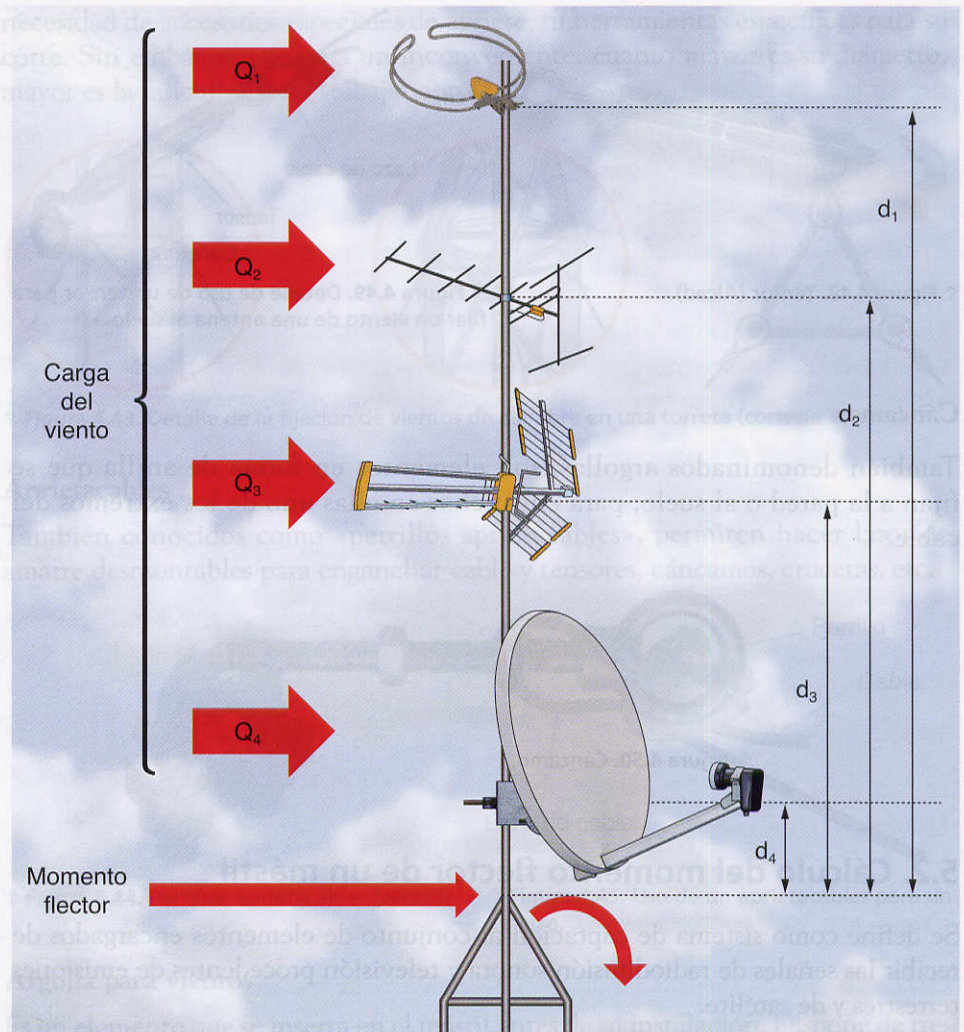


↑ Figura 4.51. Mástil doblado por mal arriestrado, con vientos mal distribuidos.

↑ Figura 4.54. Toma de tierra de la torreta.

saber más

La NTE-IAA/IAA-6 (Norma Tecnológica de Edificación Instalaciones Audiovisuales) recomienda pasar el cable coaxial por el interior del mástil. Con ello evitamos captar interferencias y protegemos el cable del sol (ver figura 4.55).



↑ Figura 4.52. Fuerzas que actúan sobre las antenas y el mástil.

Para calcular el momento flector total, multiplicaremos la distancia desde el anclaje hasta cada antena por la carga al viento facilitada por el fabricante. Luego sumaremos todos los productos, como vemos en la fórmula, más la Q del mástil. Ahora el valor resultante debiera ser menor que el soportado por el mástil, y que lo facilita el fabricante.

$$M_t = Q_1 \cdot d_1 + Q_2 \cdot d_2 + Q_3 \cdot d_3 + \dots + Q_n \cdot d_n + Q_m$$

Siendo:

- M_t : momento flector total.
- Q_x : carga al viento de cada antena en Nm^2 .
- d_x : la distancia al anclaje más cercano, en metros.
- Q_m : carga al viento del mástil, en Nm^2 .

Téngase en cuenta que el lugar donde se amarran los vientos al mástil es como un anclaje.

Es conveniente dejar por lo menos 5 cm libres de mástil, tanto en el extremo superior como en el inferior si este se sujeta a garras. Es para evitar que se aplaste el extremo del tubo.

caso práctico inicial

Fórmula para el cálculo del momento flector.



↑ Figura 4.51. Mástil doblado por el viento. Con viento mal distribuido.

EJEMPLO

Veamos el ejemplo de la figura. 4.52, con los siguientes datos:

$Q_1 = 37 \text{ Nm}^2$; $d_1 = 3,1 \text{ m}$; $Q_2 = 51 \text{ Nm}^2$, $d_2 = 2,5 \text{ m}$; $Q_3 = 110 \text{ Nm}^2$, $d_3 = 1,5 \text{ m}$;
 $Q_4 = 345 \text{ Nm}^2$, $d_4 = 0,1 \text{ m}$; $Q_m = 119 \text{ Nm}^2$

El mástil es de 3,5 m y 40 mm de diámetro, sobresaliendo de la punta de la torreta hasta la antena más alta 3,1 m, más 5 cm libres en la punta; hay 0,45 m introducidos en la torreta; el modelo de mástil soporta un momento flector de 509 Nm^2 . La altura del montaje está a 18 m. Veamos como se calcula. La torreta está convenientemente arriostrada y no se tiene en cuenta en este cálculo.

Solución

$$M_t = Q_1 \cdot d_1 + Q_2 \cdot d_2 + Q_3 \cdot d_3 + Q_4 \cdot d_4 + Q_m$$

$$M_t = 37 \cdot 3,1 + 51 \cdot 2,5 + 110 \cdot 1,5 + 345 \cdot 0,1 + 119$$

$$M_t = 114,7 + 127,5 + 165 + 34,5 + 119 = 560,7 \text{ Nm}^2$$

Al ser mayor que el soportado por el mástil ($560,7 \text{ Nm}^2 > 509 \text{ Nm}^2$) es necesario arriostrar el mástil, colocando vientos, por ejemplo, a la mitad del mástil, a 1,55 m del extremo de la torreta, debajo de la antena 3 de UHF.

Recalculando a las nuevas distancias (todas las antenas por debajo del nuevo viento ya no cuentan) tendremos: $d_1 = 2,55 \text{ m}$; $d_2 = 1,05 \text{ m}$, nos da un nuevo valor de momento flector M_t de:

$$M_t = 37 \cdot 2,55 + 51 \cdot 1,05 + 110 \cdot 0,05 + 59,52 = 212,92 \text{ Nm}^2$$

Ahora, ya es inferior al que soporta el mástil y no hay miedo a rotura, flexión o deformación.

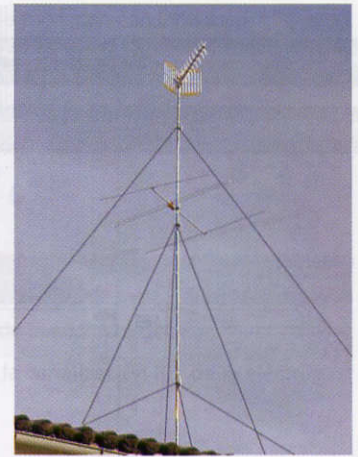
Si no se tiene la carga al viento del mástil, se puede calcular así:

$$Q_m \approx s_{\text{eqv}} \cdot P_v \cdot 1,2 \text{ en Nm}^2$$

$$s_{\text{eqv}} = \varnothing \cdot l \text{ (ambos en metros)}$$

Siendo: Q_m la carga al viento del mástil; S_{eqv} la superficie equivalente del mástil; 1,2 es un factor aerodinámico; P_v es la presión del viento según la altura del montaje.

Para el ejemplo: $S_{\text{eqv}} = 0,04 \cdot 3,1 = 0,124$; $Q_m \approx 0,124 \cdot 800 \cdot 1,2 \approx 119,04 \text{ Nm}^2$ (59,52 al poner los vientos).



↑ Figura 4.53. Montaje de antenas bien arriostrado, con varias filas de vientos.

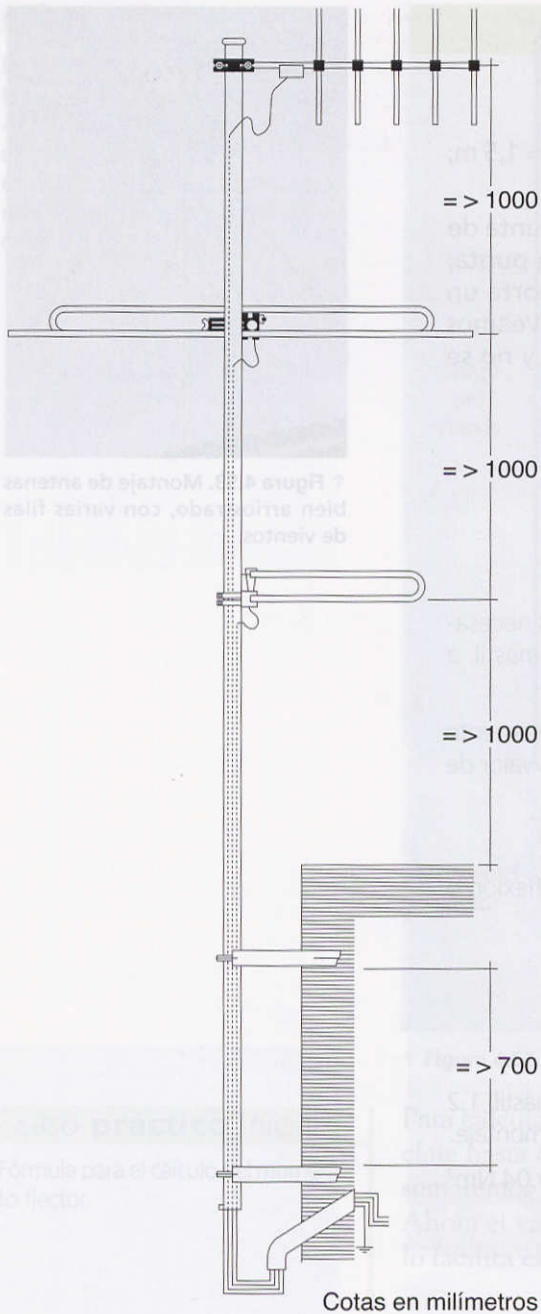
5.3. Normas de montaje y características del sistema de captación

Tanto el reglamento de ICT de 2011, como las NTE-IAA, exigen diversas características del conjunto de elementos para la captación de servicios terrestres y satélite.

- Las antenas y elementos anexos: soportes, anclajes, riostras, etc., deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o tratados convenientemente a estos efectos.
- Los mástiles o tubos que sirvan de soporte a las antenas y elementos anexos deberán estar diseñados de forma que se impida, o al menos se dificulte, la entrada de agua en ellos y, en todo caso, se garantice la evacuación de la que se pudiera recoger.



↑ Figura 4.54. Toma de tierra de la torreta.



↑ **Figura 4.55.** Montaje indicado por NTE-IAA. El paso de los cables del exterior al interior se hará evitando la entrada de agua.

- Todas las partes accesibles que deban ser manipuladas o con las que el cuerpo humano pueda establecer contacto deberán estar a potencial de tierra o adecuadamente aisladas. También el chasis de los equipos de cabecera, se conectarán a la toma de tierra.
- Los mástiles de antena deberán estar conectados a la toma de tierra del edificio a través del camino más corto posible, con cable de, al menos, 25 mm² de sección.
- La ubicación de los mástiles o torretas de antena será tal que haya una distancia mínima de 5 metros al obstáculo o mástil más próximo; la distancia mínima a líneas eléctricas será de 1,5 veces la longitud del mástil.
- La altura máxima del mástil será de 6 metros. Para alturas superiores se utilizarán torretas.
- Los mástiles de antenas se fijarán a elementos de fábrica resistentes y accesibles y alejados de chimeneas u otros obstáculos.
- Las antenas y elementos del sistema captador de señales soportarán las siguientes velocidades de viento:
 - a) Para sistemas situados a menos de 20 m del suelo: 130 km/h.
 - b) Para sistemas situados a más de 20 m del suelo: 150 km/h.
- Los cables de conexión serán del tipo intemperie o en su defecto deberán estar protegidos adecuadamente.
- El conjunto para la captación de servicios por satélite, **cuando exista**, estará constituido por las antenas con el tamaño adecuado y demás elementos que posibiliten la recepción de señales procedentes de satélite, para garantizar los niveles y calidad de las señales en toma de usuario fijados en la norma ICT.

Otras consideraciones importantes son:

- En el mástil las antenas deben estar separadas entre sí al menos 1 m.
- Distancia hasta el muro, obra o anclaje más próximo de al menos 1 m.
- Se ordenarán, de arriba abajo a lo largo del mástil, según su menor carga al viento. A veces seguiremos el criterio de conseguir el mayor y mejor nivel de señal en determinada antena.
- Se admiten desplazamientos en horizontal para polarizaciones en vertical, o aumentar el número de antenas en una misma longitud de mástil, utilizando adaptadores especiales.
- Las canalizaciones de telecomunicación deben estar separadas de las de otros servicios de la infraestructura al menos 10 cm.
- Las canalizaciones de telecomunicación no se pondrán nunca paralelas por debajo de otras canalizaciones que puedan producir condensación (agua caliente, humos, aire acondicionado, etc.).

En el caso de que sea necesario realizar cruces con canalizaciones de otros servicios del edificio, las destinadas a telecomunicación se pasarán por encima de ellas.



↑ Figura 4.59. Ejemplos de uso incorrecto de las escaleras.

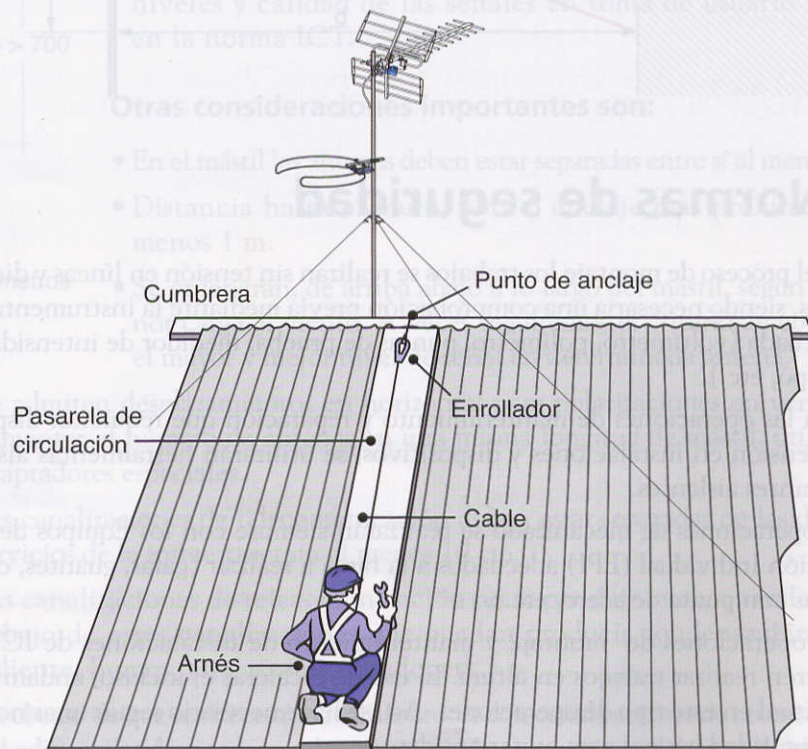
saber más

Se define trabajo en altura al ejecutado en alturas superiores a dos metros (andamios, plataformas, escaleras, etc.).



↑ Arnés de seguridad y accesorios.

- Deben ser de material rígido.
- No deben disponer de grietas o roturas.
- Nunca subirán a una escalera dos operarios a la vez.
- Las escaleras de una sola hoja dispondrán de tacos antideslizantes en ambos extremos.
- La bajada se realizará siempre mirando a la escalera.
- En las escaleras de tijera, nunca se utilizará el último peldaño para trabajar.
- Las herramientas se llevarán en un portaherramientas sujetado a la cintura.
- Comprobar que los peldaños de las escaleras o las plataformas de los andamios están limpios de materiales o líquidos deslizantes.
- La instalación de antenas en tejados de viviendas y edificios requiere el uso de arneses de seguridad, además de calzado antideslizante y casco de seguridad. El desplazamiento por los tejados inclinados debe hacerse por pasarelas de circulación de base plana y material antideslizante. **Nunca subirás a un tejado si está mojado, está lloviendo, hace mucho viento o hay tormenta.**



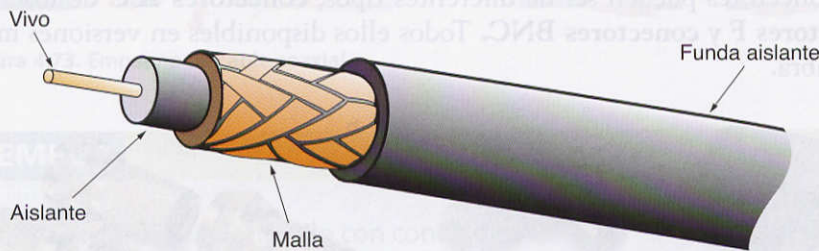
→ Figura 4.60. Desplazamiento por tejados.

7. El cable para las instalaciones de TV y radio

El medio físico para transmitir las señales de televisión y radio en instalaciones de viviendas y edificios, es el cable coaxial de 75Ω , ya que admite un buen ancho de banda (hasta 450 MHz, dependiendo de su longitud) y es muy robusto ante las perturbaciones externas.

Está formado por dos conductores, uno interno, denominado «vivo» y otro externo, que rodea al primero, en forma de malla, que en algunos casos se encuentra acompañado por una lámina metálica. Ambos conductores están aislados entre sí por un material dieléctrico y todo el conjunto del exterior mediante una funda aislante.

La malla permite «blindar» la señal ante interferencias externas.



↑ Figura 4.62. Detalle de un cable coaxial (cortesía de Televés).

7.1. Herramientas para el pelado del cable coaxial

El pelado de un cable coaxial es una operación delicada, ya que si no se utilizan las herramientas adecuadas, pueden dañarse los conductores produciendo fallos y futuras averías en la instalación.

Es aconsejable utilizar los útiles que están diseñados para este fin. Con ellos se consigue retirar las fundas, tanto de la malla como del vivo, sin dañarlos.



↑ Figura 4.63. Útil de pelado de cabeza intercambiable.



↑ Figura 4.64. Útil de pelado cilíndrico.



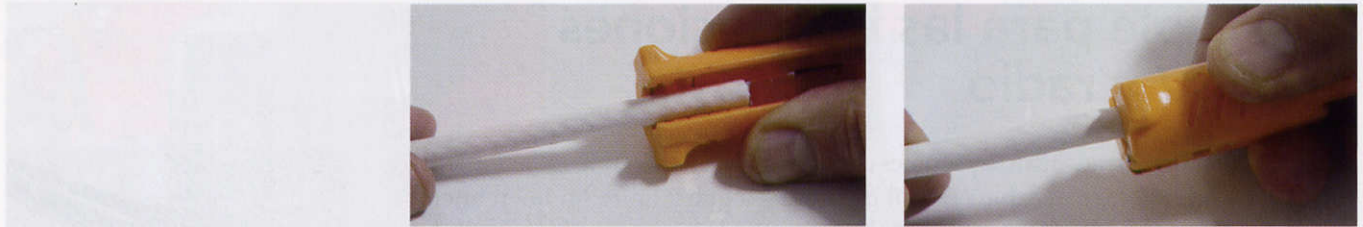
↑ Figura 4.65. Detalle de uso de la herramienta de pelado de cabeza Intercambiable.



↑ Figura 4.61. Cables coaxiales.

saber más

En el mercado existen diferentes modelos de peladoras de cable coaxial, siendo las más conocidas las de tipo cilíndrico y las de cabezal intercambiable. Estas últimas, flexibilizan la adaptación a diferentes grosores de cables mediante la colocación de una pieza adaptadora en la cabeza de pelado.



↑ Figura 4.66. Detalle de uso de la herramienta de pelado cilíndrica.

7.2. Conectores para cable coaxial

Para la conexión de los dispositivos que intervienen en una instalación de recepción de radio y TV, existen en el mercado diferentes tipos de conectores y clavijas que mantienen el apantallamiento entre el vivo y la malla.

Los conectores pueden ser de diferentes tipos: **conectores IEC** de inserción, **conectores F** y **conectores BNC**. Todos ellos disponibles en versiones macho y hembra.



↑ Figura 4.67. Llave para facilitar la conexión de conectores F.



↑ Figura 4.69. Tenaza de crimpar conectores F (Alcad).



↑ Figura 4.70. Útil para el roscado de conectores F en la malla (Alcad).



↑ Figura 4.71. Conector BNC macho.



↑ Figura 4.68. a) Conectores IEC (cortesía ALCAD). b) Conectores F.

Conectores IEC de inserción

En estos conectores el «vivo» se fija mediante un borne y la malla realiza la conexión por presión. Son reutilizables, ya que se pueden montar y desmontar con suma facilidad. Son tipo clavija por inserción y se utilizan principalmente en instalaciones domésticas. Se fabrican con multitud de formas y formatos: acodados, rectos, de paso, de conexión directa sin herramientas, etc.

Conectores F

Los conectores F se roscan al elemento receptor y utilizan el vivo del propio cable coaxial como elemento de contacto. Su conexión con el cable se puede realizar por crimpado o por roscado sobre la malla del propio cable. Tienen la ventaja de ser muy económicos y rápidos de instalar.

Conector BNC

Es un conector para cable coaxial muy utilizado en radio frecuencia. Si bien no es habitual su uso en instalaciones domésticas de recepción de radio y TV, algunos dispositivos pueden disponer de este tipo de conexión, especialmente los instrumentos de medida y comprobación.

El conector dispone de un anillo que rota en la parte exterior, que permite su fijación a la base mediante un sistema de bayoneta.

Empalme de cable coaxial

No es aconsejable realizar empalmes de cable coaxial para alargar tramos que se han quedado cortos. En ningún caso está justificado el empalme por retorcimiento de los conductores o mediante regletas. En el caso de que sea absolutamente necesario realizar dicha unión, se deben utilizar piezas de empalme destinadas a tal fin. Estas constan de dos partes: un conector macho y otro hembra. A cada una de ellas se conecta un extremo del cable y posteriormente se unen por inserción.

Es aconsejable que este tipo de accesorios solamente se instalen con carácter provisional. También podemos usar dos conectores F y uno «hembra-hembra».



↑ Figura 4.73. Empalme de cable coaxial.



↑ Figura 4.72. Pieza de empalme de cable coaxial.

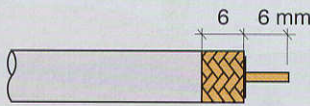


↑ Figura 4.74. Adaptador hembra-hembra F.

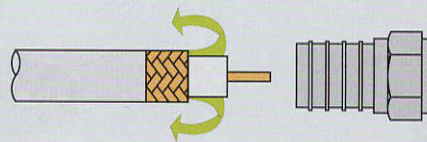
EJEMPLO

Construcción de un latiguillo con conectores F.

1. Utilizando la peladora de cable coaxial, prepara los dos extremos de 1 metro de cable coaxial, de forma que el vivo quede pelado unos 6 mm y la malla otros 6 mm.
2. Desplaza la malla hacia atrás y sitúala sobre la funda superior del cable coaxial.
3. Inserta el conector F en el extremo del cable dejando que el vivo sobresalga 1 mm por la parte delantera.

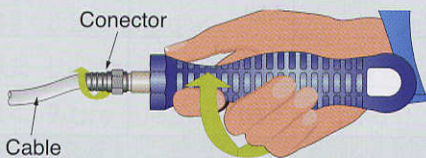


↑ Figura 4.75. Pelado del cable coaxial.

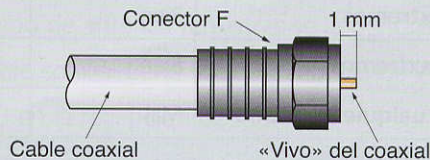


↑ Figura 4.76. Colocación de la malla e inserción del conector F.

4. Utilizando una herramienta de inserción rápida, rosca la parte trasera del conector F sobre la malla del cable coaxial.
5. Asegúrate que el cable «vivo» sobresale 1 mm de la vaina del conector.
6. Realiza los pasos anteriores en el otro extremo del cable para completar el latiguillo.



↑ Figura 4.77 Roscado del conector F en la malla del cable.



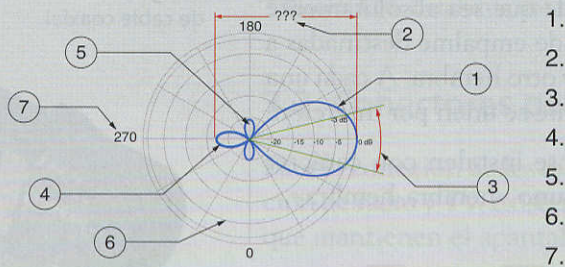
↑ Figura 4.78. Detalle del conector montado.

saber más

El cable coaxial para instalaciones de distribución de señales de TV y Radio es el denominado RG-75, cuya impedancia es de 75 ohmios y está diseñado para banda ancha (450 Mhz). En el mercado existen otros tipos de cables coaxiales (RG-8, RG-11 y RG58) destinados a redes de ordenadores, cuya impedancia es de 50 ohmios y disponen de un menor ancho de banda (ancho de banda base).

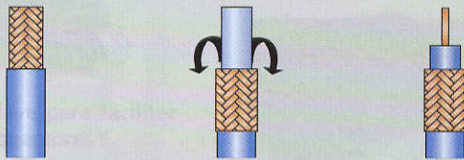
ACTIVIDADES FINALES

- 1. Calcular la longitud que debe tener una antena dipolo para recibir en la banda de FM una frecuencia de 96 MHz.
- 2. Fíjate en el siguiente patrón de radiación e identifica los elementos marcados.

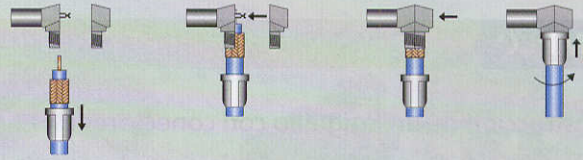


↑ Figura 4.79.

- 3. Construye un latiguillo con cable coaxial utilizando dos conectores IEC macho con conexión del vivo por borne. Sigue los pasos aquí mostrados:

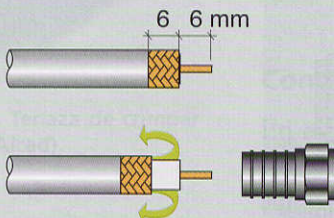


↑ Figura 4.80. Preparación del cable.

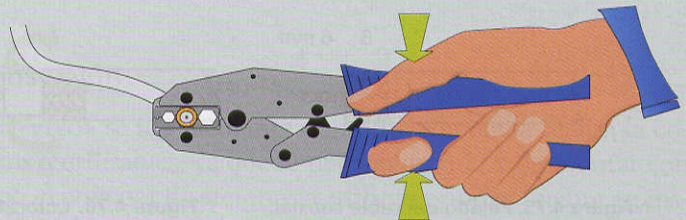


↑ Figura 4.81. Montaje del conector IEC en un extremo del cable.

- 4. Siguiendo las pautas marcadas en el ejemplo final de esta unidad (página 127):
 - a) Construye un latiguillo con conectores F de inserción rápida por roscado en la malla del cable coaxial.
 - b) Construye un latiguillo con cable coaxial utilizando en este caso conectores F de conexión a la malla por crimpado.



↑ Figura 4.82.

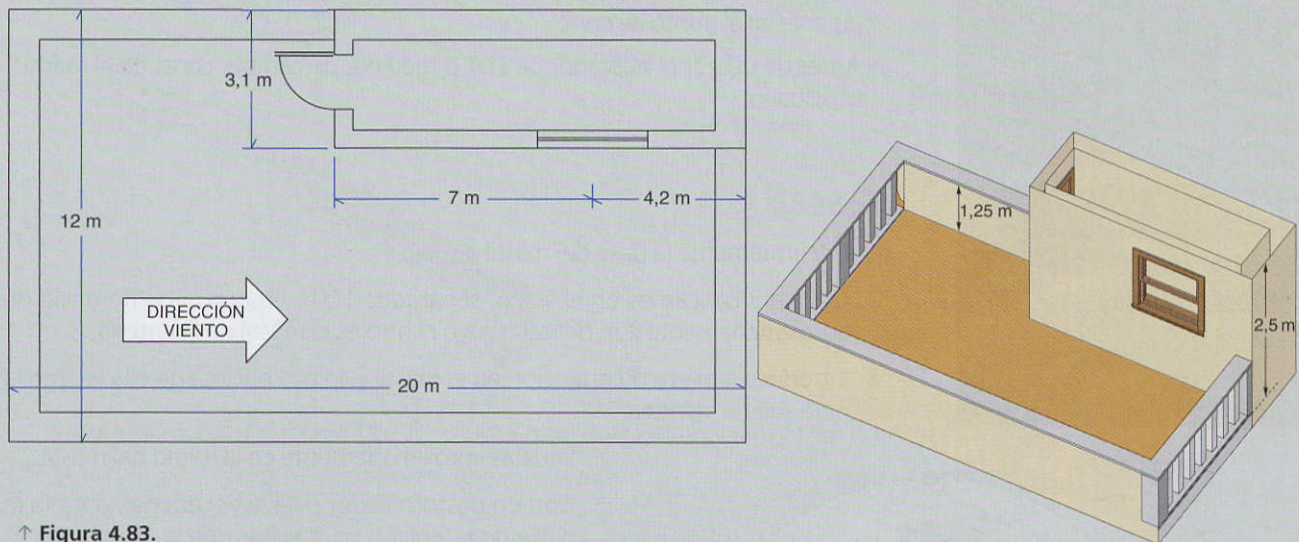


- 5. Une dos tramos de cable coaxial utilizando una pieza de empalme.
- 6. Con un polímetro en la posición de continuidad, comprueba que los latiguillos que has construido en las actividades anteriores están bien montados. Realiza tres comprobaciones:

	Marca continuidad		No marca continuidad	
Entre los vivos de ambos extremos	Bien		Mal	
Entre las mallas de ambos extremos	Bien		Mal	
Entre el vivo y la malla de cualquier extremo	Mal		Bien	

- 7. Realiza la actividad propuesta en la «Práctica Profesional» de esta unidad y conecta la antena UHF a un sintonizador de TDT y este a un televisor. Comprueba que la orientación de la antena es correcta sintonizando diferentes canales, y lo que ocurre si se mueve la antena en otra dirección.

- 8. Para conocer los tipos y características de las antenas que hayas instalado, consulta todas sus características técnicas, según indique cada fabricante, como tipo, ganancia, nº elementos, relación delante-atrás, longitud, oposición al viento, etc. anotándolas en una tabla.
- 9. Basándote en el montaje propuesto en la «Práctica Profesional» de esta unidad, y según las antenas y mástiles utilizados, y la distancia de cada antena hasta el anclaje más alto, calcula el Momento flector que provocarán sobre el mástil montado. Toma las decisiones necesarias y adóptalas en base al resultado.
- 10. A partir de las medidas en metros indicadas en el plano calcula la mejor ubicación de un mástil para dos antenas (FM y UHF) y la longitud de los tres vientos que como mínimo hay que distribuir.
 - Elige el mástil necesario y las antenas del fabricante que quieras.
 - Desarrolla todos los cálculos efectuados.
 - Redacta una lista con:
 - Longitud mínima calculada y la aconsejada de los vientos y mástil.
 - Todos los componentes necesarios para esta instalación, incluyendo la referencia comercial y el precio.
 - Dibuja sobre los planos la solución adoptada, a poder ser a escala, indicando las longitudes y los ángulos de los vientos con respecto al mástil y entre ellos.



↑ Figura 4.83.

entra en internet

- 11. Descarga de internet catálogos de antenas de diferentes fabricantes (Televés, Alcad, Ikusi, Optel, Tecatel, etc.), observa y estudia los diagramas de radiación de varias de ellas. Elige una que tenga una directividad muy pronunciada y otra que no.
- 12. Busca por qué a un determinado tipo de antenas terrestres se le denomina Yagi.
- 13. Localiza el motivo por el que el cable coaxial tiene una impedancia de 75 ohmios.
- 14. Busca qué significa el término DAB en la recepción de radio.
- 15. Localiza qué reemisor de TDT cubre tu zona de recepción, en qué canales emite y que programas contiene cada multiplex. Anota los resultados en una tabla.
- 16. Busca vídeos que expongan el proceso de montaje de torretas de telecomunicaciones.

PRÁCTICA PROFESIONAL

HERRAMIENTAS

- Herramientas básicas del electricista
- Peladora de cable coaxial
- Nivel de burbuja
- Llave inglesa
- Juego de llaves fijas o de tubo (varias medidas)
- Taladro eléctrico y brocas de widia.
- Buscador de TDT o medidor de campo
- Herramienta de corte para cables de acero

MATERIAL

- Un mástil de antena
- Una antena UHF
- Una antena de FM circular
- Una base de mástil de antena para suelo
- Tornillos y tacos para fijar la base del mástil
- Cable de acero (al menos 9 metros)
- 3 tensores con una cabeza cerrada y la otra abierta
- 6 perrillos aprietacables
- 3 cáncamos para atornillar en taco
- Argolla para vientos
- Tacos
- Cinta aislante

Montaje de un sistema de antenas para la recepción de radio y TV terrestre

OBJETIVO

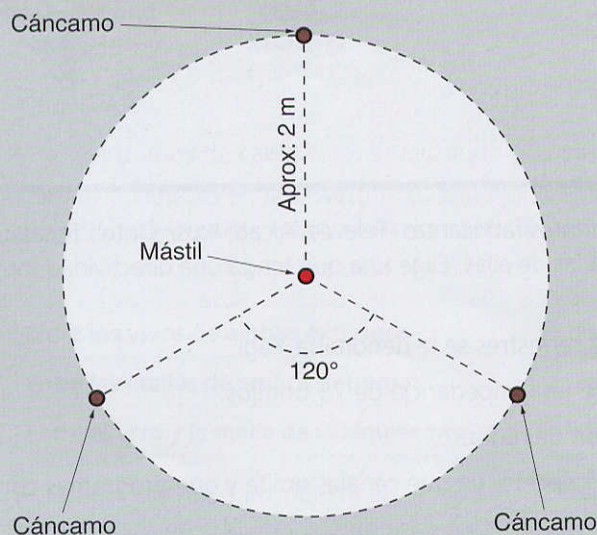
Montar sobre un mástil un equipo de antenas (VHF y UHF) para captar las señales de televisión terrestre y radio FM.

PRECAUCIONES

- Utiliza guantes para todas las operaciones de mecanizado.
- Para cortar el cable de acero no utilices otra herramienta que la específica para ello.
- Para evitar que el cable de acero se deshilache coloca un par de vueltas de cinta aislante en el punto de corte.
- Antes de utilizar el buscador de TDT o medidor de campo, consulta el manual de usuario.

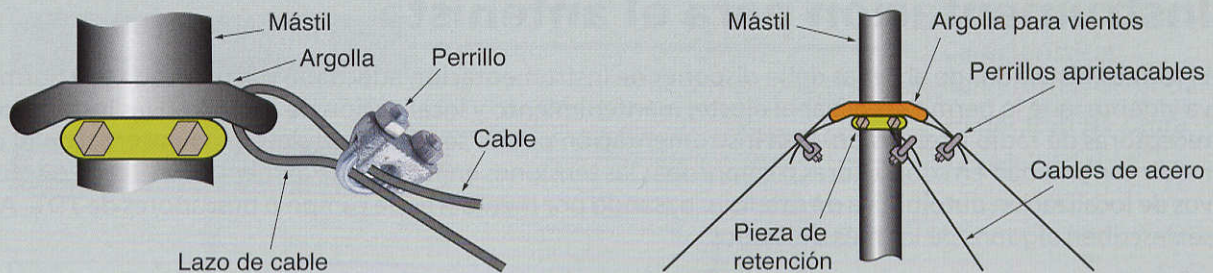
DESARROLLO

1. Fija firmemente la base del mástil a suelo.
2. Coloca 3 cáncamos en el suelo, separados 120° , en una circunferencia de aproximadamente 2 m de radio cuyo centro es el mástil de la antena.
3. Introduce la pieza de retención en el mástil y coloca encima de ella la argolla para sujetar vientos.



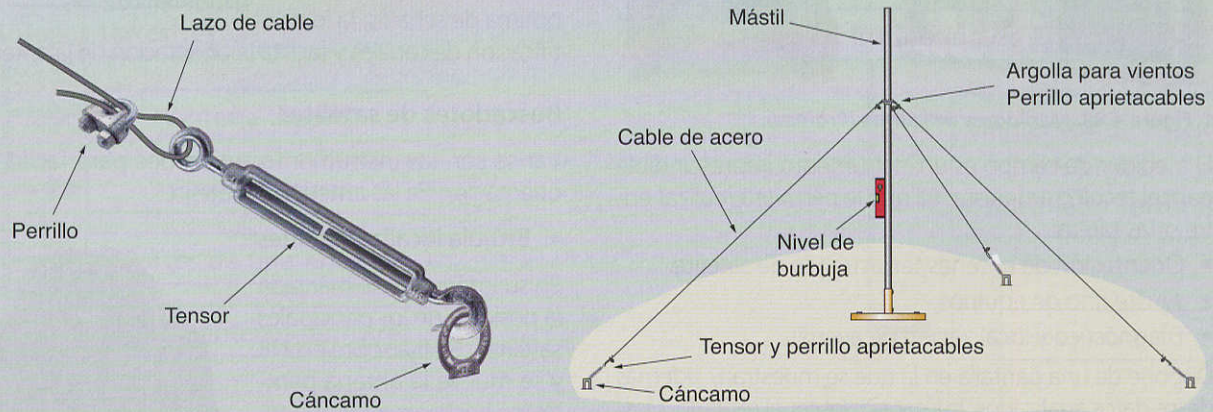
↑ Figura 4.84.

4. Sitúalas aproximadamente en la mitad del mástil.
5. Con un destornillador o llave hexagonal, aprieta la pieza de retención para evitar que la argolla sujeta vientos se desplace hacia abajo.
6. Corta tres tramos de cable de acero de aproximadamente 3 m cada uno, previo cálculo de la hipotenusa formada. Ten en cuenta las longitudes de los amarres y súmalos al cálculo.
7. Introduce unos 15 cm del extremo de un cable por uno de los orificios de la argolla.
8. Con un perrillo cierra el lazo del cable.
9. Repite esta operación para los tres orificios de la argolla para sujetar vientos.



↑ **Figura 4.85.** Detalle de la fijación de cables en la argolla sujeta vientos.

10. En el otro extremo de uno de los cables haz un lazo en la cabeza cerrada del tensor y fíjalo con un perrillo.
11. Engancha la cabeza abierta del tensor en el cáncamo del suelo y ajusta el perrillo para que el cable quede tirante pero no muy tenso.
12. Repite esta operación en los otros extremos del cable.
13. Aprieta progresivamente la parte giratoria de los tensores hasta que los cables de los vientos queden completamente tensos. Vigila que el mástil quede perfectamente vertical, con la ayuda de un nivel de burbuja.

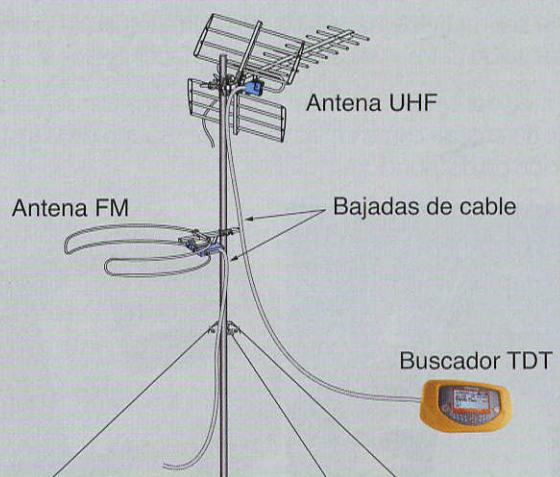


↑ **Figura 4.86.** Detalle del montaje del tensor y sistema de vientos montados en el mástil de antena.

14. Monta la antena de UHF en la parte superior del mástil y la de FM debajo de ella.
15. Conecta un cable coaxial de salida de cada una de las antenas.
16. Conecta un buscador de TDT a la salida de la antena UHF.

Nota: También es posible utilizar un medidor de campo, pero los buscadores de TDT son más sencillos y rápidos de utilizar.

17. Selecciona en el instrumento buscador de TDT la función para la detección automática de la mayor potencia de señal del foco transmisor.
18. Orienta la antena hasta obtener una señal DVB-T de potencia adecuada y observa los servicios (cadenas de TV) que se reciben a través de ella.



↑ **Figura 4.87.**

MUNDO TÉCNICO

Instrumentación para el antenista

El técnico instalador de antenas debe disponer de instrumentación adecuada y actualizada a la normativa vigente, que le permita realizar el ajuste, mantenimiento y localización de averías en las instalaciones receptoras de radio y televisión. Esta instrumentación puede ser desde un simple polímetro, con el que medir continuidad en conductores o comprobar las tensiones en fuentes de alimentación, hasta dispositivos de localización automática de satélites, pasando por medidores de campo o buscadores de TDT. Aquí se describen algunos de los más utilizados.

El medidor de campo

También denominado analizador de TV, es un instrumento electrónico que permite conocer los niveles de señal (intensidad de campo) que recibe una antena o los que existen en cualquier punto de una instalación de radiodifusión.



↑ Figura 4.88. Medidores de campo (Promax).

El medidor de campo es un instrumento imprescindible para el técnico antenista, ya que le permitirá realizar entre otras tareas:

- Orientación de antenas terrestre y/o de satélite.
- Ajuste fino de equipos.
- Diagnóstico y localización de averías.

Dispone de una pantalla en la que se muestran, además de los datos analizados, la imagen del canal recibido. Desde un panel de mando, basado en botones, se realiza la selección de las funciones a utilizar en la medición o análisis. Los modelos más avanzados permiten el almacenamiento de datos y volcado a un ordenador personal.

El medidor se puede utilizar tanto para analizar señales a pie de antena como en las tomas de usuario de la instalación de distribución.



↑ Figura 4.89. Uso del medidor de campo (Promax).

Buscador de TDT

Es un instrumento electrónico portátil que detecta señales (analógicas y digitales) de cualquier medio de radiodifusión.

Mediante su pequeña pantalla, permiten la detección óptima de señales, la identificación de canales y facilita la orientación de la antena.



↑ Figura 4.90. Buscador de TDT (Promax).

Buscadores de satélites

Varios son los instrumentos utilizados para facilitar la orientación de las antenas de satélite:

• Brújula localiza satélites

En su interior tiene marcada la posición de los principales satélites. Se fija sobre el LNB y se mueve la antena parabólica hasta apuntar al satélite deseado.



↑ Figura 4.91. Brújula satélite.

• Apuntador de satélite con escala métrica

Dispone de indicador visual del nivel que marca la potencia recibida. Este dispositivo se conecta entre el LNB y el receptor de satélite.



↑ Figura 4.92. Apuntador analógico.

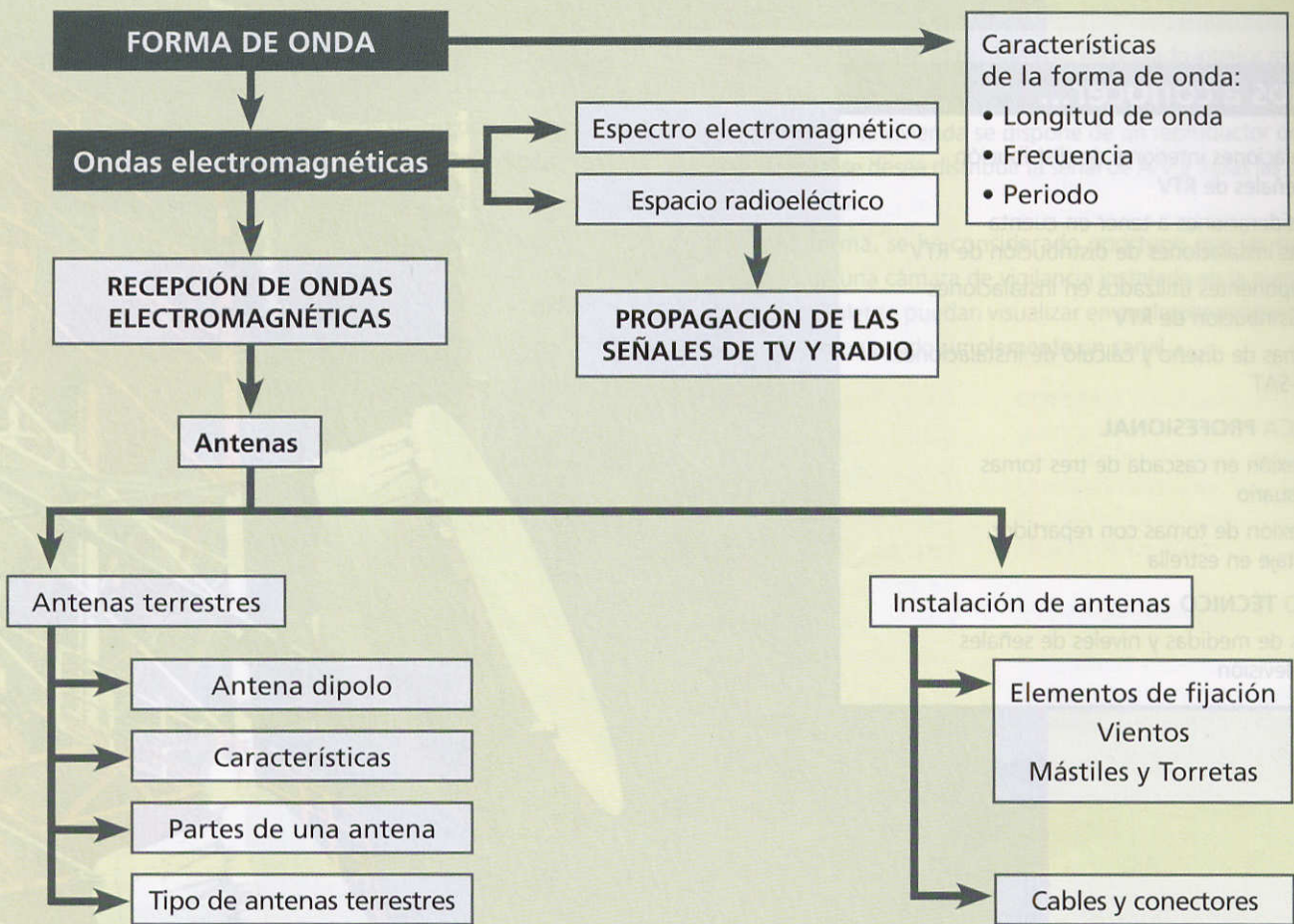
• Buscador digital

Es un instrumento electrónico portátil que muestra en su pantalla la información transmitida por el satélite. Los modelos más avanzados incluso muestran su posición orbital y la lista de servicios que ofrece.



↑ Figura 4.93. Buscador digital de satélite

EN RESUMEN



EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

Resuelve en tu cuaderno o bloc de notas

- La longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia:
 - Verdadero. b. Falso.
- ¿En qué se mide la longitud de onda, la frecuencia y el periodo?
- Las Bandas I y III pertenecen a UHF:
 - Verdadero. b. Falso.
- El patrón de radiaciones es:
 - El diagrama que representa las características de una antena.
 - La forma electromagnética de emisión de señales de radiodifusión.
- ¿Cómo puede ser la polarización de las antenas terrestres?
- Cuanto más larga es una antena (mayor número de directores) más ancho es su ancho de haz:
 - Verdadero. b. Falso.
- ¿Qué significa momento flector?
- ¿Qué es la carga al viento «Q» de una antena?