

## Conceptos generales sobre antenas.



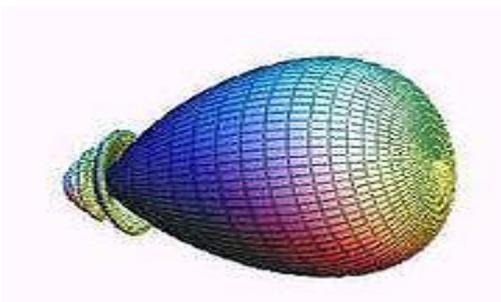
Una **antena** es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Una antena transmisora transforma voltajes en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa.

Las características de una antena son los parámetros que definen una antena, y permiten la elección para las diferentes aplicaciones en los sistemas de captación.

Las características de una antena son:

- Diagrama o patrón de radiación
- Ancho de banda
- Directividad
- Ganancia
- Impedancia de entrada
- Anchura de haz
- Polarización
- Relación delante/atrás

### Diagrama o patrón de radiación



Representación de un patrón de radiación en 3D. Fuente: Wikipedia

Es el ángulo en el que la antena es eficiente en su captación de señales. Determina su directividad.

### Ancho de banda

Es el margen de frecuencias en el cual los parámetros de la antena cumplen unas determinadas

características. Se puede definir un ancho de banda de impedancia, de polarización, de ganancia o de otros parámetros.

### Directividad

Es la capacidad de recibir o emitir señales en una dirección determinada

### Ganancia

La ganancia es la eficiencia que tiene la antena para emitir o recibir señales. Está determinada por el ángulo de radiación.

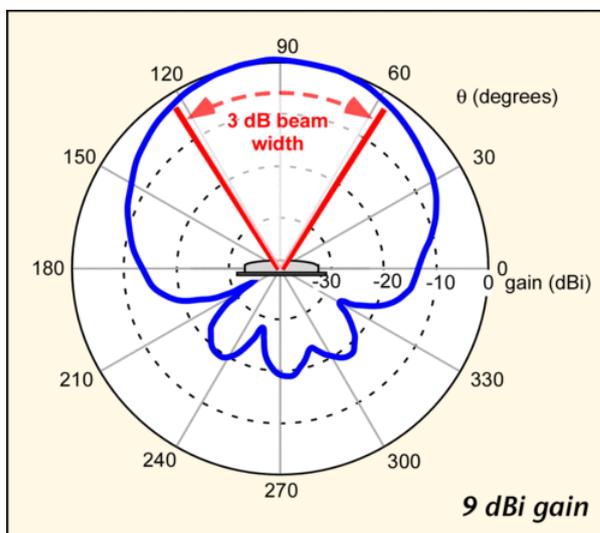
### Impedancia de entrada

Es la relación entre la tensión y la corriente de entrada.

$$Z=V/I$$

La impedancia es compleja. La parte real de la impedancia se denomina Resistencia de Antena y la parte imaginaria es la reactancia. La resistencia de antena es la suma de la resistencia de radiación y la resistencia de pérdidas. Las antenas se denominan resonantes cuando se anula su reactancia de entrada.

### Anchura de haz



Representación de un diagrama de radiación y anchura de haz. Fuente: wikipedia

Es el intervalo angular en el que la densidad de potencia radiada es igual a la mitad de la máxima. También se puede definir el ancho de máxima radiación.

### Polarización

Las antenas crean campos electromagnéticos radiados. Se define la polarización electromagnética en una determinada dirección, viene determinada por el campo eléctrico.

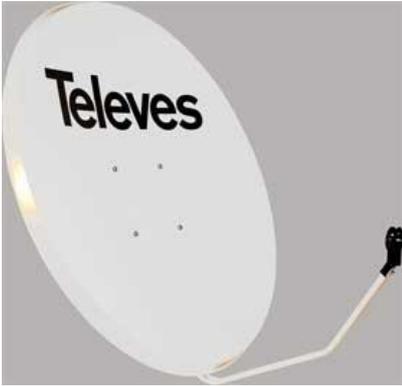
### Relación delante/atrás

Es la relación entre la potencia radiada en la dirección principal y la potencia radiada en la dirección opuesta.



## Tipos de antenas

### Antenas basadas en reflectores



Reflector ejemplo ©Televes

La manera de producir y recibir ondas electromagnéticas que viajan en el espacio sin hilos, es a través de reflectores parabólicos, también conocidos como antenas.

En antenas receptoras, las ondas que inciden paralelamente al eje principal se reflejan y van a parar a un punto denominado foco que está centrado en el paraboloide.

En cambio si se trata de una antena emisora, las ondas que emanan del foco (dispositivo de emisión) se ven reflejadas y abandonan el reflector en forma paralela al eje de la antena.

Para la fabricación de las antenas parabólicas se utiliza el duraluminio, la chapa de acero o la malla metálica. También se utiliza fibra de vidrio epóxida recubierta de pintura metalizada.

Los tipos de antenas más usuales son:

#### 1- Antenas de foco primario



Antena de foco primario. Fuente: Wikipedia

La superficie de estas antenas es un paraboloide de revolución. Las ondas electromagnéticas inciden paralelamente al eje principal, se reflejan y dirigen al foco. El foco está centrado en el paraboloide.

Tienen un rendimiento máximo de aproximadamente el 60%, es decir, de toda la energía que llega a la superficie de la antena, el 60% lo hace al foco y se aprovecha, el resto se pierde debido principalmente a dos efectos, el efecto spillover y el efecto bloqueo.

## 2- Antenas offset



Antena offset ©Ikusi

Una antena offset esta formada por una sección de un reflector paraboloides de forma oval. La superficie de la antena ya no es redonda, sino oval y simétrica (elipse).

El punto focal no está montado en el centro del plato, sino a un lado del mismo (offset), de tal forma que el foco queda fuera de la superficie de la antena. Debido a esto, el rendimiento es algo mayor que en la de Foco Primario, pudiendo ser de un 70% o algo más.

## Otros elementos de las antenas basadas en reflectores

### LNB



LNB universal ©Ikusi

El LNB (convertor de bajo ruido ) está constituido por un amplificador de entrada, un oscilador y un amplificador de salida.

El LNB reduce la frecuencia de recepción para poderla transmitir por un cable coaxial.

A esta frecuencia de salida se denomina F.I. ( frecuencia intermedia ) la frecuencia intermedia es la diferencia entre la frecuencia que recibe la antena y la frecuencia del oscilador.

### EL Iluminador

Es el elemento encargado de recoger las señales que se reflejan en la parabola y orientarla al LNB.

## Polarización



Mediante el cambio de tensión de alimentación que proporciona el receptor se produce el cambio de polarización vertical y horizontal.

Eliminación del offset de polarización, se realiza girando el LNB dependiendo de la situación geográfica de la antena y el satélite desde donde se reciben las señales.

Hoja técnica del LNB UE-401

## Antenas en banda IV y V para TDT

### Antena Yagi



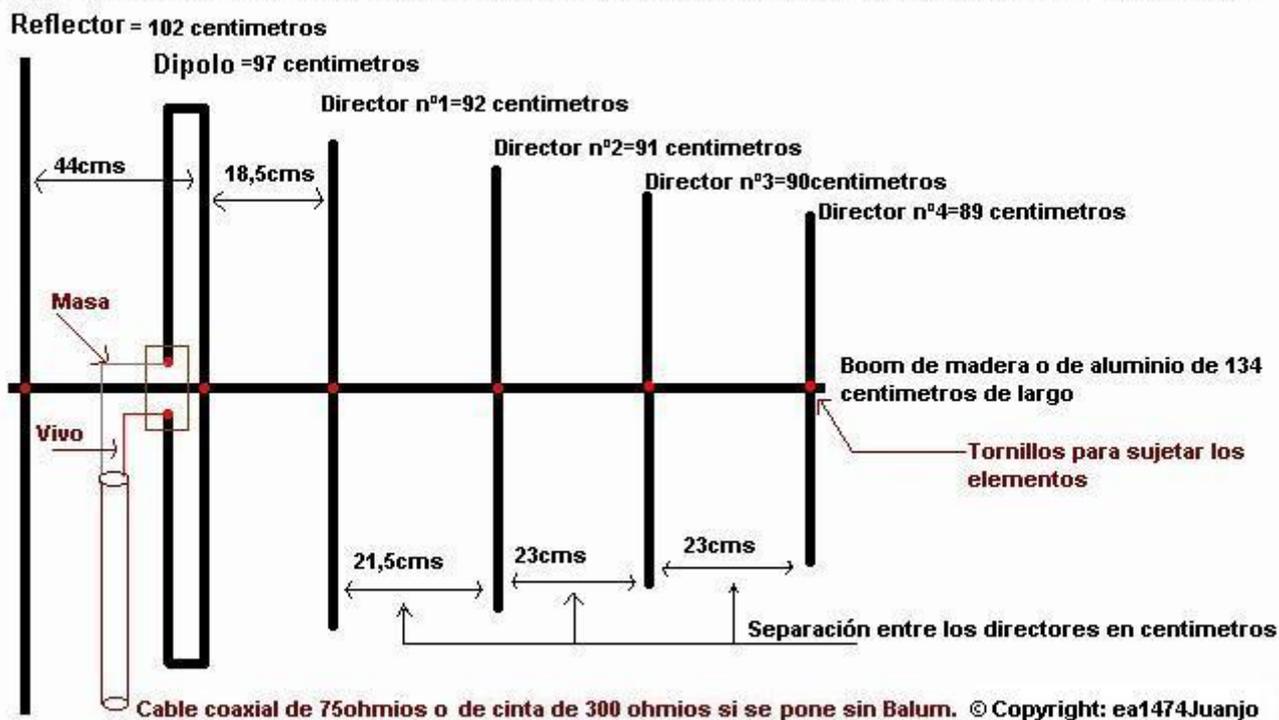
Una antena Yagi consiste en una antena de dipolo a la cual se le añaden unos elementos llamados "parásitos" para hacerlo direccional. Estos elementos pueden ser directores o reflectores.

Los elementos directores se colocan delante de la antena y refuerzan la señal en el sentido de emisión.

Los elementos reflectores se colocan detrás y bloquean la captación de señales en la dirección opuesta al emisor.

La polarización de la antena puede ser vertical u horizontal dependiendo de cómo se coloque la antena.

**Antena de VHF Banda III de 6 elementos. Todas las medidas son en centímetros. Construida en tubo de Aluminio de 10 milímetros de diámetro. El boom sera cuadrado de 20 milímetros de diámetro. Una caja de PVC para las conexiones.**



Esquema de una antena yagi

# Antenas en banda II y III

## Antenas de FM (BII)

Antenas para la recepción de emisiones de radiodifusión comercial en frecuencia modulada.



FM-200



FM-102

©ALCAD

## Antenas de DAB (BIII)



BT-151



## Otros elementos de antenas terrestres

### Preamplificadores

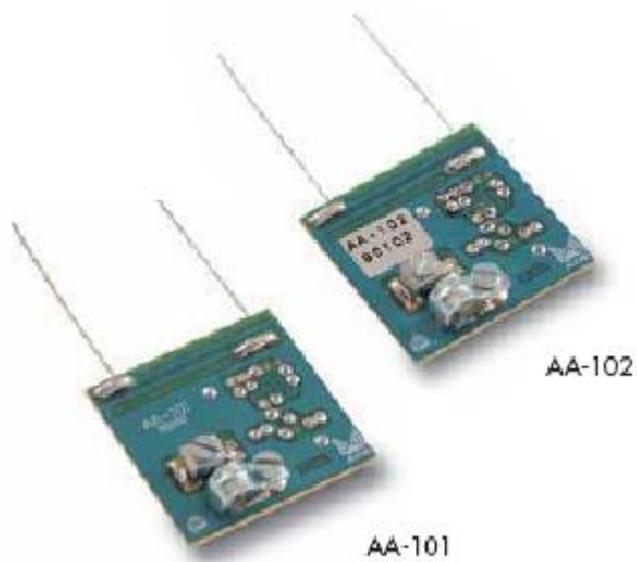
Cuando la señal recibida en la antena es insuficiente, y la ganancia propia de la antena tampoco es suficiente, es necesario instalar preamplificadores de antena.

Los preamplificadores deben ser de bajo ruido, porque al ser el primer amplificador de toda la instalación, su figura de ruido será el que más influya en la figura de ruido introducida en el sistema global.

Estos dispositivos se instalan en la caja de conexiones de la antena.



Hoja técnica de preamplificadores BR



## Amplificadores de mástil

Este dispositivo se instala bridado al mástil de la antena.



## Mezcladores

Mezcladores de mástil necesarios para unir la señal de dos antenas para salir con una sola bajante.



MM-208



MM-207

Amplificadores de mástil serie MM

## **Instalación de antenas**

### **Consideraciones generales sobre la instalación de antenas**

El sistema de captación de señales es el encargado de recibir las señales procedentes de los transmisores y reemisores, y enviarlas al equipo de cabecera.

Las condiciones en que estas señales son entregadas al equipo de cabecera son fundamentales para un buen funcionamiento de la instalación. Algunos problemas como la baja relación señal / ruido (S/N) , doble imagen etc. son problemas que han de resolverse en el sistema de captación. Desde un punto de vista general podemos decir que a la salida del sistema captador las señales han de tener un nivel adecuado y estar libres de reflexiones e interferencias.

Un elemento muy importante en el sistema captador de señales es el preamplificador. La función de estos dispositivos es la de amplificar señales débiles sin introducir ruido en la señal para poder ser tratadas en los equipos de cabecera. Como criterio general se utilizará un preamplificador que pueda garantizar una relación señal ruido de al menos 40 dB.

Existen preamplificadores de mástil y para instalar en la caja de conexiones de la antena.

## Instalación de antenas terrestres

La instalación de una antena abarca desde su emplazamiento hasta su conexión.

El procedimiento de fijación de una antena se puede dividir en:

- Localización del emplazamiento y comprobación de la ausencia de obstáculos.
- Montaje y fijación de la base de la antena.
- Montaje del mástil y su fijación.
- Montaje físico de las antenas en este orden: UHF, DAB F.M. Parábolas.
- Ajuste de los parámetros de elevación y azimut.
- Conexión y puesta en marcha.

### Procedimiento del ajuste de los parámetros de elevación y azimut

Conectaremos en el modo medidor de campo mediante un cable coaxial, sintonizaremos la emisión de televisión a medir, realizaremos movimientos de elevación y azimut hasta obtener el mayor nivel.



Antenas terrestres situadas en mástil

## Instalación de antenas parabólicas

La instalación de una parábola abarca desde su emplazamiento hasta su conexión a la unidad interna.

El procedimiento de fijación de una parábola se puede dividir en:

- Localización del emplazamiento y comprobación de la ausencia de obstáculos.
- Fijación de la base de la parábola.
- Montaje físico de la parábola.
- Ajuste del foco.
- Montaje de la unidad externa (LNB).
- Eliminación del offset de polarización.
- Ajuste de los parámetros de elevación y azimut.
- Conexión y puesta en marcha.

## Procedimiento del ajuste de los parámetros de elevación y azimut



Antena parabólica © Ikusi

Conectaremos el medidor de campo en el modo espectro al LNB mediante un cable coaxial, realizaremos movimientos de elevación y azimut hasta obtener el espectro de mayor nivel, posteriormente pasaremos a modo medidor de campo, localizaremos una emisión del satélite y leeremos el nivel de la señal.

Realizaremos movimientos suaves de elevación y azimut hasta obtener la máxima señal.

## Mástiles

El mástil es el conjunto de herrajes que soportan las antenas. Pueden ser torretas, o columnas. Los soportes forman parte también del conjunto.

Todo el sistema ha de estar fuertemente anclado y conectado eléctricamente a tierra.



Torreta. ©Cabelec





©Cabelec



©Cabelec





©Cabelec



©Cabelec



©Cabelec

## Legislación

### Elementos de captación (Anexo I, Apartado 2.1)



Elementos de captación

Es el conjunto de elementos encargados de recibir las señales de radiodifusión sonora y televisión procedentes de emisiones terrenales y de satélite. Los conjuntos captadores de señales estarán compuestos por las antenas, mástiles, torretas y demás sistemas de sujeción necesarios, en unos casos, para la recepción de las señales de radiodifusión sonora y de televisión procedentes de emisiones terrenales, y, en otros, para las procedentes de satélite. Asimismo, formarán parte del conjunto captador de señales todos aquellos elementos activos o pasivos encargados de adecuar las señales para ser entregadas al equipamiento de cabecera.

## **Alojamiento de los elementos de captación (Anexo I, Apartado 3.6)**



Elementos de captación satélite

Deberá reservarse espacio físico suficiente libre de obstáculos en la parte superior del inmueble, accesible desde el interior del edificio, para la instalación de conjuntos de elementos de captación para la recepción de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite, cuando éstos no formen parte de la instalación inicial. Dicho espacio deberá permitir la realización de los trabajos necesarios para la sujeción de los correspondientes elementos.

Dicho espacio deberá permitir la realización de los trabajos necesarios para la sujeción de los correspondientes elementos.

## Tratamiento de la señal (Anexo I, Apartado 4.1.4)



**Las señales** de radiodifusión sonora y de televisión **terrenales**, cuyos niveles de intensidad de campo **superen los mínimos** establecidos en esta norma y que lo sean por las entidades autorizadas a realizarlas en el lugar donde se encuentre situado el inmueble, deberán ser distribuidas **sin manipulación ni conversión de frecuencia**, salvo en los casos en los que técnicamente se justifique en el proyecto técnico de la instalación, para garantizar una recepción satisfactoria.

## Señales obligatorias (Anexo I, Apartado 4.1.6)

### Se deberán distribuir en la ICT, al menos, aquellas señales correspondientes a :

Se deberán distribuir en la ICT, al menos, aquellas señales correspondientes a servicios que:

- a) Existentes en la fecha de entrada en vigor de este reglamento, se derivan de concesiones efectuadas al amparo de lo dispuesto en la Ley 4/80, de 10 de enero, del Estatuto de la Radio y la Televisión, la Ley 46/83, de 26 de diciembre, reguladora del tercer canal de televisión, la Ley 10/88, de 3 de mayo, de Televisión Privada, modificada por la disposición adicional cuadragésima cuarta de la Ley 66/1997, de 30 de diciembre, sobre régimen jurídico de la radiodifusión sonora digital terrenal y de la televisión digital terrenal, y la Ley 41/95, de 22 de diciembre, de televisión local por ondas terrestres.
- b) Las no contempladas en el párrafo anterior que existan en el momento de la construcción de la ICT y estén gestionadas por las Administraciones públicas.
- c) Las restantes, no contempladas en ninguno de los dos párrafos anteriores, que emitan en abierto, no dispongan de sistema de acceso condicionado y tengan obligaciones de servicio público.

Y, en todo caso, las difundidas por entidades que dispongan del preceptivo título habilitante dentro del ámbito territorial donde se encuentre situado el inmueble, y que presentan en el punto de captación un nivel de intensidad de campo superior a:

#### Radiodifusión sonora terrestre:

Tipo de señal	Entorno	Banda (MHz)	Intensidad (dBµV/m)
Analógica monofónica	Rural	87,5 – 108	48
Analógica monofónica	Urbano	87,5 – 108	60
Analógica monofónica	Gran ciudad	87,5 – 108	70
Analógica estereofónica	Rural	87,5 – 108	54
Analógica estereofónica	Urbano	87,5 – 108	66
Analógica estereofónica	Gran ciudad	87,5 – 108	74
Digital		195 – 223	58

#### Televisión terrenal:

Tipo de señal	Banda (MHz)	Intensidad (dBµV/m)
Analógica	470 – 582	65
Analógica	582 – 830	70
Digital	470 – 862	$3 + 20 \log f$ (MHz)

## Características de los elementos de captación terrenales (Anexo I, Apartado 4.2.1)



Conexión a tierra de un mástil

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.

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 mm<sup>2</sup> 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.

## Canalización (Anexo IV, Apartado 5.4.2)



Vista de los 4 compartimentos de la canalización

**Canalización en el sistema de captación:** los cables irán *sin protección entubada* entre los elementos de captación (antenas) y el punto de entrada al inmueble (pasamuro).

A partir de aquí la canalización de enlace estará formada por tubos o canales, empotrados o superficiales, cuyo número y dimensiones en mm serán los siguientes:

- a) Tubos: 4 de 40mm.  $\varnothing$
- b) Canal de 6.000 mm<sup>2</sup> con 4 compartimentos.

Las fijaciones superficiales de los tubos serán mediante grapas separadas, como máximo, un metro.

Cuando la canalización sea mediante tubos, se colocarán registros de enlace en los siguientes casos:

- a) Cada 30 m de longitud en canalización empotrada o 50 m en canalización por superficie.
- b) Cada 50 m de longitud en canalización subterránea.
- c) En el punto de intersección de dos tramos rectos no alineados.
- d) Dentro de los 600 mm antes de la intersección en un solo tramo de los dos que se encuentren. En este último caso, la curva en la intersección tendrá un radio mínimo de 350 mm y no presentará deformaciones en la parte cóncava del tubo.

Los registros de enlace tendrán unas dimensiones mínimas de 360 x 360 x 120 mm (altura x anchura x profundidad).



Grapas y canalización



Pasamuros

## Características de los elementos de captación por satélite (Anexo I, Apartado 4.2.2)

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 presente norma.

### a) Seguridad.

Los requisitos siguientes hacen referencia a la instalación del equipamiento captador, entendiéndose como tal al conjunto formado por las antenas y demás elementos del sistema captador junto con las fijaciones al emplazamiento, para evitar en la medida de lo posible riesgos a personas o bienes.

Las antenas y elementos del sistema captador de señales soportarán las siguientes **velocidades de viento**

- Para sistemas situados a menos de 20 m del suelo: 130 km/h.
- Para sistemas situados a más de 20m del suelo: 150 km/h.

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.

Con el fin exclusivo de proteger el equipamiento captador y para evitar diferencias de potencial peligrosas entre éste y cualquier otra estructura conductora, el equipamiento captador deberá permitir la conexión de un conductor, de una sección de cobre de, al menos, 25 mm<sup>2</sup> de sección, con el sistema de protección general del edificio.



Parábolas para satélite

### b) Radiación de la unidad exterior.

Se deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Directiva de compatibilidad electromagnética (Directiva 89/336/CEE), y podrán utilizarse las normas armonizadas como presunción de conformidad del cumplimiento de estos requisitos. Los límites aconsejados a las radiaciones no deseadas serán los siguientes:

- **Emisiones procedentes del oscilador local en el haz de  $\pm 7^\circ$  del eje del lóbulo principal de la antena receptora.** El valor máximo de la radiación no deseada, incluyendo tanto la frecuencia del oscilador local como su segundo y tercer armónico, medida en la interfaz de la antena (ya

considerados el polarizador, el transductor ortomodo, el filtro pasobanda y la guíaonda de radiofrecuencia) no superará los siguientes valores medidos en un ancho de banda de 120 KHz dentro del margen de frecuencias comprendido entre 2,5 y 40 GHz:

El fundamental: -60 dBm

El segundo y tercer armónicos: -50 dBm

• **Radiaciones de la unidad exterior en cualquier otra dirección.** La potencia radiada isotrópica equivalente (p.i.r.e.) de cada componente de la señal no deseada radiada por la unidad exterior dentro de la banda de 30 MHz hasta 40 GHz no deberá exceder los siguientes valores medidos en un ancho de banda de 120 KHz:

- 20 dBpW en el rango de 30 MHz a 960 MHz.
- 43 dBpW en el rango de 960 MHz a 2,5 GHz.
- 57 dBpW en el rango de 2,5 GHz a 40 GHz.

La especificación se aplica en todas las direcciones excepto en el margen de  $\pm 7^\circ$  de la dirección del eje de la antena.

Las radiaciones procedentes de dispositivos auxiliares se registrarán por la normativa aplicable al tipo de dispositivo de que se trate.

### c) Inmunidad.

Se deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Directiva de compatibilidad electromagnética (Directiva 89/336/CEE), y podrán utilizarse las normas armonizadas como presunción de conformidad del cumplimiento de estos requisitos. Los límites aconsejados serán los siguientes:

- **Susceptibilidad radiada.** El nivel de intensidad de campo mínimo de la señal interferente que produce una perturbación que empieza a ser perceptible en la salida del conversor de bajo ruido cuando a su entrada se aplica un nivel mínimo de la señal deseada no deberá ser inferior a 130 dB $\mu$ V/m en un rango de frecuencias desde 1,15 MHz hasta 2.000 MHz

La señal interferente deberá estar modulada en amplitud con un tono de 1 KHz y profundidad de modulación del 80 por 100.

- **Susceptibilidad conducida.** A cada frecuencia interferente la inmunidad, expresada como el valor de la fuerza electromotriz de la fuente interferente que produce una perturbación que empieza a ser perceptible en la salida del conversor de bajo ruido cuando se aplica en su entrada el nivel mínimo de la señal deseada, tendrá un valor no inferior a 125 dB $\mu$ V/m en un rango de frecuencias desde 1,15 MHz hasta 230 Mhz

La señal interferente deberá estar modulada en amplitud con un tono de 1 KHz y profundidad de modulación del 80 por 100.