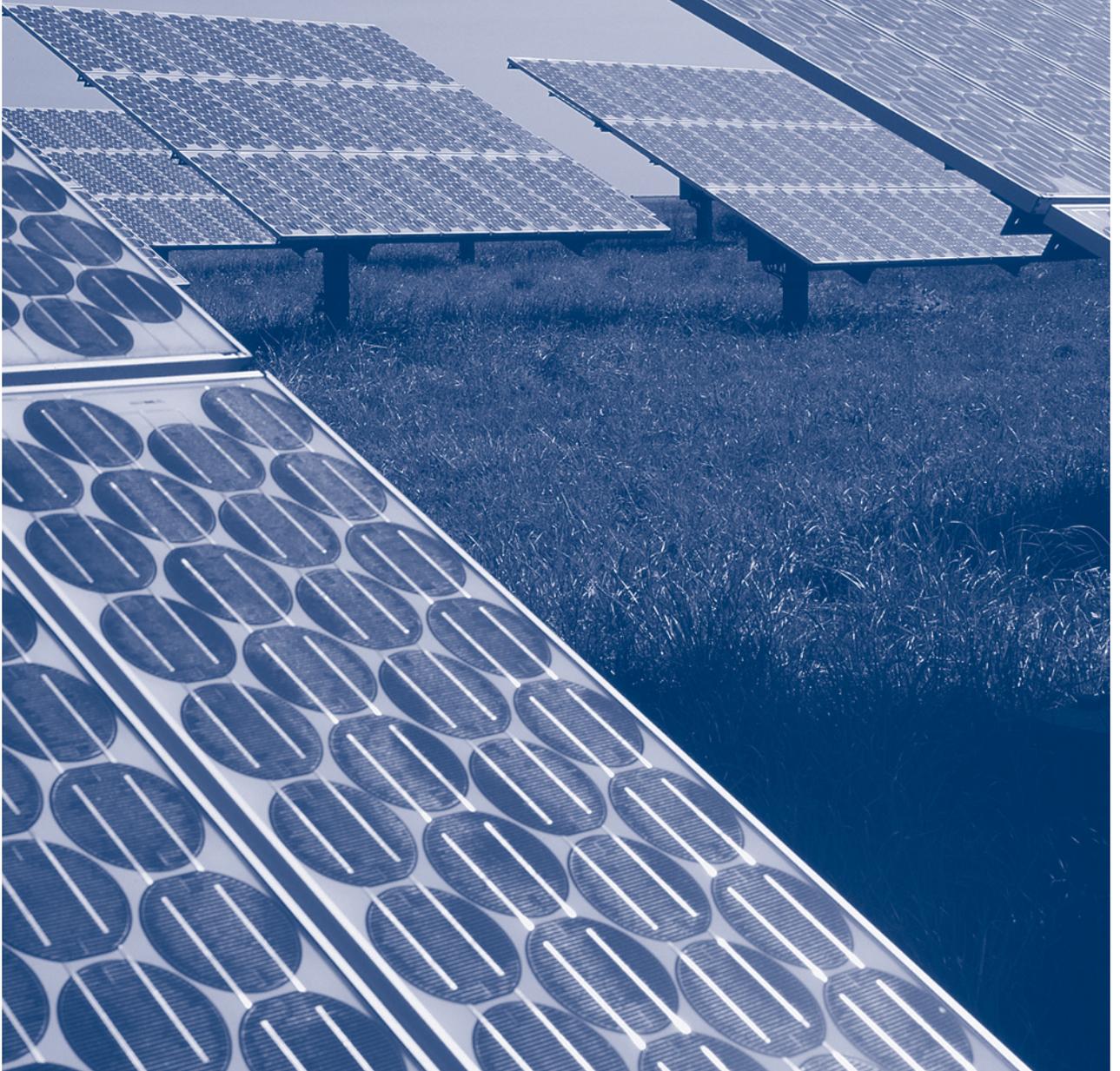


Antenas

01





1.1 Introducción

Hace años, lo normal era que en un edificio sólo un inquilino dispusiera de televisor. Ahora todos los vecinos poseen uno o más receptores de televisión, además de equipos receptores de radio en onda media (AM) y frecuencia modulada (FM). Por este motivo surgió la necesidad de realizar instalaciones colectivas, para poder ofrecer con una sola antena una buena calidad de imagen y sonido en todos los receptores del edificio.

Un nuevo paso se ha dado con la transmisión, distribución y recepción sin interferencias de cientos de programas gracias a la incorporación de la tecnología digital. Ésta ha dado lugar a un nuevo concepto de televisión: la alta definición (HDTV) y la televisión interactiva.

1.3 Objetivos

Al final de esta práctica habrás logrado alcanzar los siguientes objetivos:

- **Distinguir** las partes que componen una antena.
- **Conocer** los distintos elementos que forman una instalación de antena colectiva.
- **Realizar** los cálculos necesarios para la instalar una antena colectiva.

1.3 Conceptos básicos



Llamamos **campo electromagnético** a la región del espacio por donde se propagan las ondas electromagnéticas, es decir, al conjunto de los campos eléctrico y electromagnético.

Este tipo de campo tiene, por lo tanto, propiedades eléctricas y magnéticas. El origen de las ondas electromagnéticas es el movimiento de electrones a través de un **metal conductor**. Dichas ondas se propagan a través del espacio a la velocidad de la luz (300 000 km/s). Este es el principio de funcionamiento de una antena.



Una **antena** es un conductor metálico capaz de emitir o captar ondas electromagnéticas.



1. Antenas

Conocimientos previos

Existen, pues, dos tipos de antenas: las que emiten y las que captan la señal. La función de una **antena emisora** consiste en convertir señales eléctricas variables en ondas electromagnéticas y emitirlas, es decir, radiarlas. La **antena receptora** hace lo contrario: convierte las ondas electromagnéticas que recibe en señales eléctricas variables. Cuando hablamos de señales electromagnéticas nos referimos a las ondas de radio y televisión.

Las señales de radio y televisión son ondas electromagnéticas. Por lo tanto, se propagan a la velocidad de la luz.

La transmisión de estas ondas desde la antena emisora hasta la antena receptora se puede hacer por dos caminos:

- a) Directamente desde la antena emisora hasta la antena receptora.
- b) De la antena emisora hacia la ionosfera, que refleja esas ondas a la Tierra donde las recibe la antena receptora.

La Figura 1.1 muestra estas dos formas de transmisión.

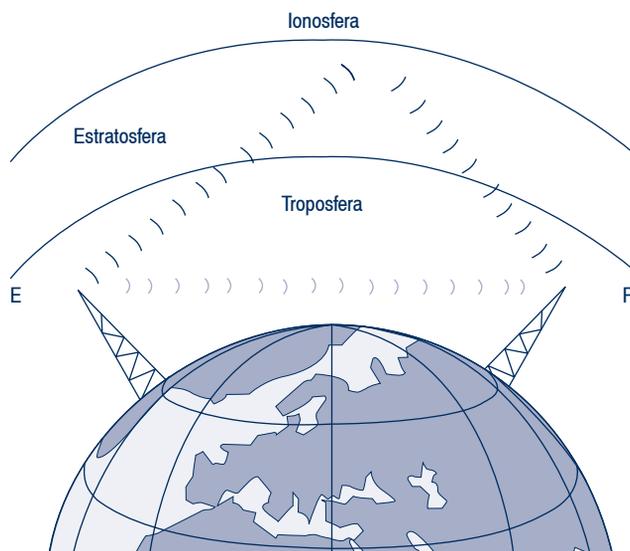


Fig. 1.1. Camino seguido por las ondas.

Las ondas en su camino sufren una serie de refracciones y cambios de dirección que hacen que incidan de nuevo sobre la superficie de la Tierra a mucha distancia del punto de emisión. Las ondas que se desplazan sobre la superficie de la Tierra tienen un alcance menor debido a la curvatura de la misma. Por tanto, el alcance de una antena emisora es un alcance óptico: hasta donde alcanza la vista, y de ahí que sea importante colocar las antenas, tanto emisoras como receptoras, en los lugares más altos.



La siguiente fórmula nos permite calcular el alcance de una antena a otra en función de sus alturas:

$$D = 3,6(\sqrt{a_1} + \sqrt{a_2})$$

D = distancia máxima de emisión en kilómetros.

a_1 = altura de la antena emisora en metros.

a_2 = altura de la antena receptora en metros.

A Magnitudes empleadas

Las magnitudes que vamos a emplear para realizar los cálculos necesarios para instalar una antena son: impedancia, intensidad, potencia, tensión y ganancia.

De todas ellas, la ganancia en decibelios (dB) es la que merece más atención.



Llamamos **ganancia** de una antena a la relación entre la señal entregada por dicha antena y la señal que entrega una antena elemental (dipolo simple). Cuando este valor es negativo se denomina **atenuación**.

El decibelio expresa, en forma logarítmica, la relación existente entre dos valores de una misma magnitud.

La ganancia se puede calcular en función de la potencia o en función de la tensión.

La fórmula empleada para ganancia de potencia es:

$$G_p = 10 \cdot \log\left(\frac{P_a}{P_b}\right) = (\text{dB})$$

P_a = Potencia en W en el punto a de una instalación.

P_b = Potencia en W en el punto b de una instalación.

Para ganancia de tensión la fórmula empleada es:

$$G_u = 20 \cdot \log\left(\frac{U_a}{U_b}\right) = (\text{dB})$$

U_a = Tensión en V en el punto a de una instalación.

U_b = Tensión en V en el punto b de una instalación.



1. Antenas

Conocimientos previos

Otras dos unidades relacionadas con éstas son el dBm y dB μ V:

dBm. Expresa un valor en potencia con respecto a la unidad tomada como referencia (1 milivatio).



$$G_p = 10 \cdot \log \frac{P(\text{mW})}{1 \text{ mW}} \text{ en dBm}$$

dB μ V. Expresa un valor de tensión con respecto a la unidad tomada como referencia (1 microvoltio).



$$G_U = 20 \cdot \log \frac{U(\mu\text{V})}{1 \mu\text{V}} \text{ en dB}\mu\text{V}$$

Con esto se simplifican los cálculos correspondientes a ganancias y atenuaciones, entendiendo atenuaciones como las disminuciones de la señal (de signo contrario a las ganancias).



Ejemplo

Disponemos de un cable coaxial (véase el apartado C) de 50 m cuya atenuación al final es de 10 dB μ V. Queremos saber qué tensión habrá en sus extremos al final (U_f) cuando apliquemos una tensión de 794 μ V (U_i) al principio.

Pasamos el nivel de tensión en el principio del cable U_i a dB μ V:

$$\text{dB}\mu\text{V} \Rightarrow 20 \cdot \log \left(\frac{794 \mu\text{V}}{1 \mu\text{V}} \right) = 58 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Al final del cable tendremos el nivel de tensión de partida, menos la atenuación del mismo.

Nivel de tensión al final = 58 dB μ V – 10 dB μ V = 48 dB μ V

Por último, calculamos el valor de tensión al final del cable U_f :

$$48 \text{ dB}\mu\text{V} = 20 \cdot \log \left(\frac{U_f(\mu\text{V})}{1 \mu\text{V}} \right)$$

$$48 \text{ dB}\mu\text{V} = 20 \cdot \log U_f$$

$$\log U_f = \frac{48 \text{ dB}\mu\text{V}}{20} = 2,4 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Si $\log U_f = 2,4 \text{ dB}\mu\text{V}$ entonces $U_f = \text{antilog } 2,4 = 251 \mu\text{V}$



B Antenas

Como ya hemos dicho, una antena es todo conductor metálico capaz de emitir o captar señales electromagnéticas.

Las antenas pueden ser emisoras o receptoras. En esta unidad nos centramos en las antenas **receptoras**.

De todos es sabido que un buen receptor de radio o televisión no es suficiente para disponer de una recepción de calidad. Se consiguen mejores resultados con un buen sistema de antena, aunque el receptor sea de mediana calidad, que con un buen receptor si la antena no es la adecuada al lugar en que se instala.

Cómo calcular la longitud de una antena

Aunque no precisamos construir una antena, sí es interesante conocer los cálculos básicos que es necesario realizar para instalarla. El tamaño de la antena, por ejemplo, habrá de ser inversamente proporcional a la frecuencia de la señal que ésta debe captar. Dicha frecuencia está relacionada con la longitud de onda según la siguiente fórmula:


$$\lambda \cdot f = \delta$$

λ = longitud de onda (m).
 f = frecuencia (Hz).
 δ = velocidad de la luz $3 \cdot 10^8$ m/s.

Así, por ejemplo, para una señal de recepción de 75 MHz que corresponde a una longitud de onda $\lambda = 4$ m:

$$\lambda = \frac{\delta}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{75 \cdot 10^6} = 4 \text{ m}$$

La longitud de la antena deberá ser la mitad de la longitud de onda.


$$L_a = \frac{\lambda}{2}$$

Volviendo a nuestro ejemplo, el tamaño de la antena necesaria para captar una frecuencia de 75 MHz será:

$$L_a = \frac{4 \text{ m}}{2} = 2 \text{ m}$$

Este valor corresponde a la longitud ideal o teórica. En la práctica, esta longitud se suele reducir un poco, aproximadamente un 5 %.



1. Antenas

Conocimientos previos

Tipos de antenas elementales y componentes

Esta antena que hemos visto en el ejemplo anterior, de unos dos metros de longitud, se corresponde con lo que conocemos como **antena dipolo** o antena Hertz. Se trata de una antena elemental, constituida por un conductor rectilíneo. Hay dos versiones: dipolo simple y dipolo plegado.

La dipolo simple es una de las que más se emplean a frecuencias superiores a 2 MHz (ten en cuenta que, según se calcula la longitud de una antena, el tamaño de una dipolo simple que tuviese que captar frecuencias inferiores sería prohibitivo). No obstante, aunque es capaz de captar la señal, esta antena presenta algunos inconvenientes: su ganancia es muy pequeña, y además capta otras frecuencias indeseadas, lo que produce interferencias en el aparato receptor.

Para evitar estos problemas, se dota a la antena de otros componentes, lo que da lugar a una antena más compleja llamada antena **yagui**. Ésta se configura de la siguiente forma:

- Detrás del dipolo principal se coloca un elemento **reflector**, cuya misión es hacer de pantalla ante las señales que recibe la antena por su parte posterior y aumentar el poder receptor en su parte delantera.
- Delante del dipolo principal se colocan unos elementos llamados **directores** o **deflectores**, cuya misión es disminuir el ángulo de recepción de la antena y aumentar la ganancia de ésta.

La Figura 1.2 nos muestra la antena yagui elemental.

Nota

La antena yagui es el tipo de antena más empleado para la recepción de TV.

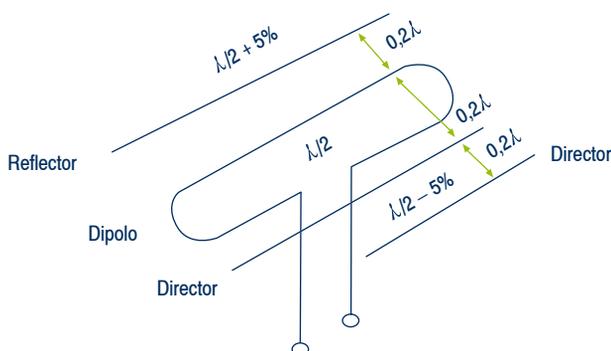


Fig. 1.2. Antena yagui elemental.

Como se observa en la Figura 1.2, el dipolo plegado hace que se mantenga la ganancia de la antena a distintas frecuencias. Es decir, puede recibir varios canales.

La Figura 1.3 nos muestra la dirección de captación máxima de una antena vista en planta.

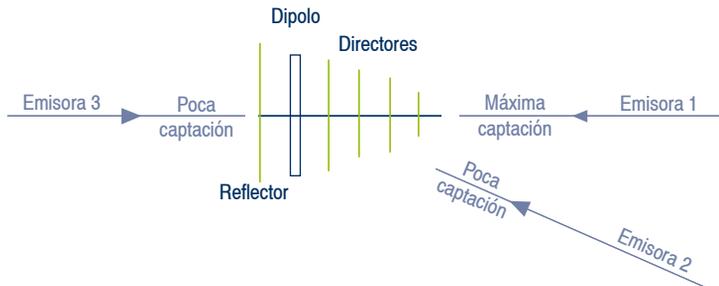


Fig. 1.3. Dirección de captación máxima de una antena.

Diagrama de radiación



Entendemos por **diagrama de radiación** de una antena la representación gráfica del comportamiento de dicha antena en cuanto se refiere a los parámetros que la definen: máxima ganancia, directividad y relación delante/detrás.

Dicho de otro modo, el diagrama de radiación nos indica el valor de la ganancia o la atenuación de las señales que llegan a la antena desde distintas direcciones.

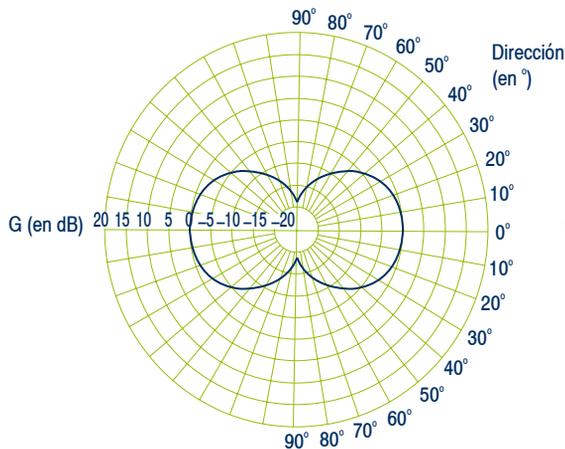


Fig. 1.4. Diagrama de radiación de un dipolo simple.

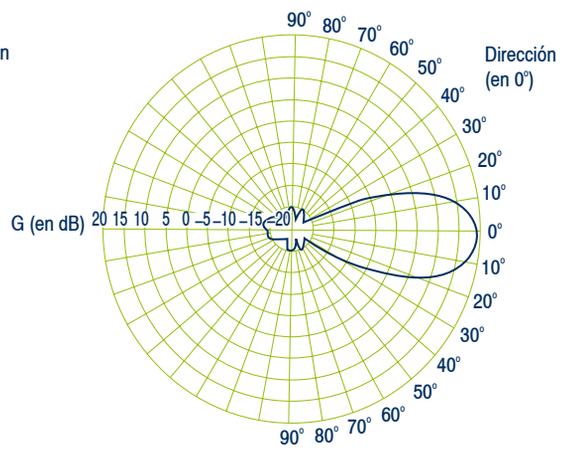


Fig. 1.5. Ejemplo de diagrama de radiación de una antena.

En la Figura 1.5 se puede observar que la máxima ganancia de esta antena es de 18 dB. A medida que nos desplazamos del eje de la antena observamos que la ganancia disminuye. En sentido contrario a la percepción de la señal (giro de 180°) podemos observar en el diagrama una atenuación aproximada de 19 dB, con lo cual la relación delante/detrás será:

$$18 \text{ dB} - (-19 \text{ dB}) = 37 \text{ dB}$$



1. Antenas

Conocimientos previos

Se puede observar también que para un ángulo de 10° la ganancia ha disminuido a un valor de 15 dB, y de igual forma vemos que disminuye para direcciones más alejadas del eje de 0° .

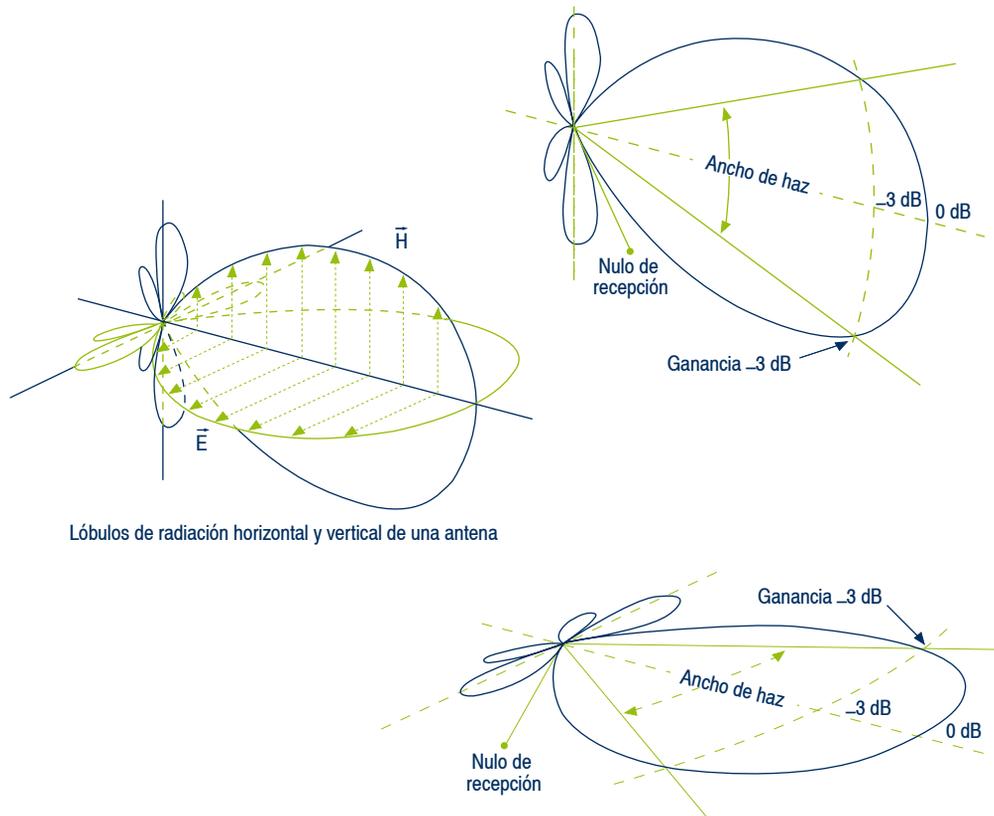


Fig. 1.6. Diagramas de radiación vertical y horizontal de una antena.

Parámetros de una antena

Toda antena debe entregar un determinado nivel de señal sin interferencias ni reflexiones. Para ello debe reunir una serie de condiciones que darán lugar a un aprovechamiento máximo del receptor. A través del diagrama de radiación se pueden conocer una serie de parámetros indispensables para la elección de una antena:

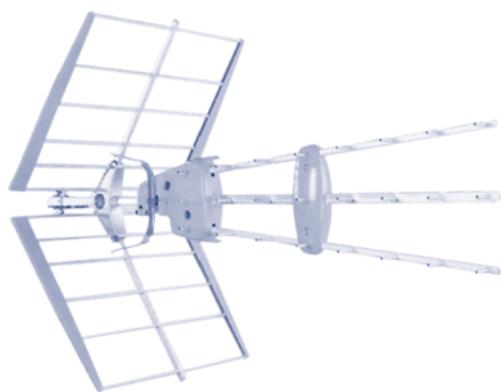
- **Ganancia.** Número de decibelios que entrega la antena en comparación con una antena patrón de referencia (antena dipolo) cuya ganancia es 0 dB.
- **Directividad.** Poder de captación de una antena en una determinada dirección.
- **Ancho de banda.** Margen de frecuencias para las cuales la antena sigue manteniendo sus características.



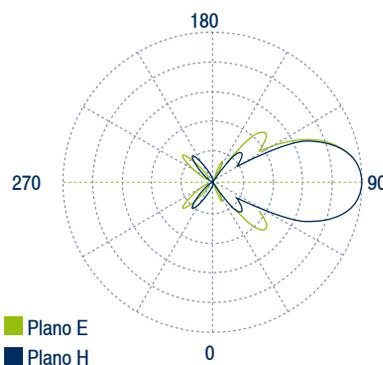
- **ROE (Relación de ondas estacionarias).** Medida del grado de adaptación entre la antena y la impedancia del sistema conectado a ella.

A la hora de escoger la antena que habrá de instalarse, será necesario consultar catálogos de diversos fabricantes. En ellos podrás informarte acerca de las características de sus productos. Por eso es importante saber interpretar estas indicaciones.

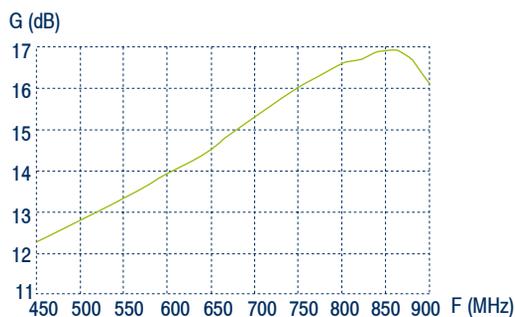
En la siguiente figura puedes ver una muestra de la información que aporta Televés en su catálogo, en este caso relativa a una antena UHF (*Ultra High Frequency*) para la recepción digital terrestre. Verás que además de la imagen del aparato y del diagrama de radiación, el fabricante muestra también un gráfico de respuesta de frecuencia y una ficha con los parámetros correspondientes: canal, ganancia, dimensiones, velocidad del viento que la antena es capaz de resistir, etcétera.



a)



b)



c)

Referencias		1095*
Canal		21-69
Ganancia (dB)		17
Relación D/A (dB)		28
Longitud (mm)		1020
Carga al viento	800 N/m ²	109.5
	1100 N/m ²	150.5
Presión de viento N/m ²	800	1100
Velocidad de viento km/h	130	150

d)

* Código del fabricante.

Fig. 1.7. Antena UHF para recepción de la televisión digital terrestre. a) Imagen; b) diagrama de radiación; c) respuesta de frecuencia; d) referencias (cortesía Televés).



1. Antenas

Conocimientos previos

Elementos necesarios para la instalación de una antena colectiva

A la hora de instalar una antena colectiva, necesitaremos el siguiente material: antenas, mezclador para mástil, amplificador de mástil, fuente de alimentación, central amplificadora, amplificador monocanal, modulador, procesador de canales analógico, procesador de canales digital, repartidores, mezcladores, derivadores, ecualizador, conversor, filtros, atenuador, tomas de paso, tomas separadoras, tomas puenteadas y cable coaxial. Algunos de los más importantes se describen a continuación:

- **Amplificador de mástil.** Elemento situado junto a la antena en el exterior del edificio cuya función es amplificar la señal que recibe de la antena, sin añadir ruido (distorsión) a la señal que amplifica.
- **Amplificador.** Elemento cuya función es aumentar el nivel de la señal que recibe a su entrada.

Un amplificador queda definido por unos parámetros esenciales: su ganancia en decibelios, la cantidad o figura de ruido (distorsión que añade el amplificador a la señal) que se mide en dB, tensión máxima de salida, o máxima tensión que el amplificador es capaz de entregar sin distorsión, y pérdida de retorno, que depende de las características de la instalación.

Los amplificadores pueden ser: **monocanal** y de **banda ancha**, para la amplificación de un solo canal o varios, respectivamente.

- **Conversor.** Su utilización es conveniente cuando hay mucha distancia hasta la última toma final de receptores, o cuando se reciben canales muy separados unos de otros: por ejemplo, los canales 5 y 69.
- **Modulador.** Se utiliza principalmente en recepción vía satélite. Modula la señal recibida a valores de radiofrecuencia.
- **Filtro.** Sólo deja pasar unas determinadas frecuencias.
- **Atenuador.** Como su nombre indica, este elemento produce una disminución de la señal para evitar su saturación.
- **Mezclador.** Recibe distintas señales de varias antenas y las distribuye por un solo cable.
- **Ecualizador.** Su misión es igualar los niveles recibidos de distintas señales.
- **Repartidor o distribuidor.** Elemento con una toma de señal de entrada y varias de salida.
- **Derivador.** Deriva parte de la señal que circula por la línea principal hacia una o varias ramificaciones.
- **Toma de paso.** Es una toma de señal que, además, permite la continuación de la señal a otras tomas.
- **Toma final.** Es una toma para la conexión a ella de receptores de TV y/o FM.

C Cable coaxial

Como hemos visto en el epígrafe anterior, entre los elementos que necesitamos para instalar una antena se encuentra el cable coaxial. Este cable es el encargado de



conducir la señal desde la antena hasta el aparato receptor. Dada su importancia, vamos a analizarlo con detenimiento.



El cable coaxial es un cable formado por dos conductores concéntricos, separados por un aislante o dieléctrico.

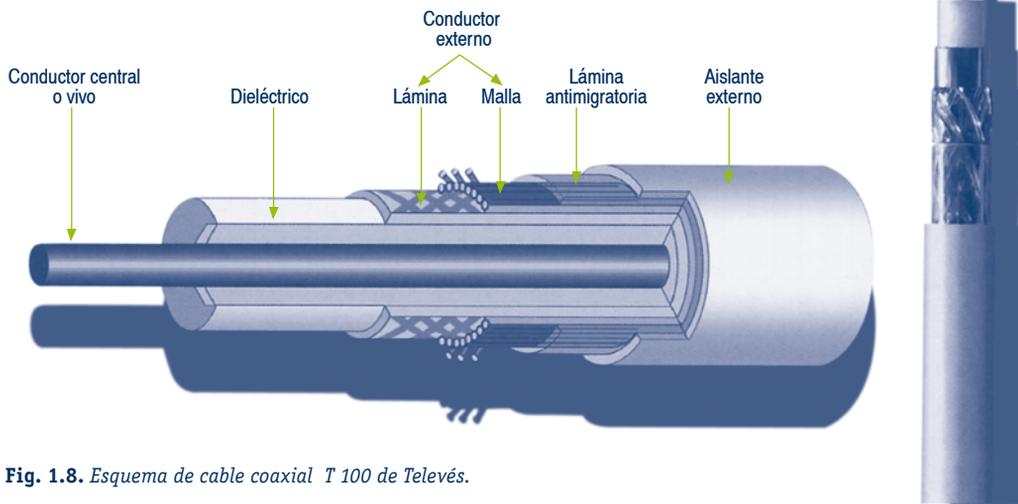


Fig. 1.8. Esquema de cable coaxial T 100 de Televés.

El **conductor central** puede ser: cobre electrolítico, cobre estañado, cobre plateado o acero cobreado (cobre con alma de acero).

Dicho conductor central está revestido por un **aislante o dieléctrico** del cual depende la impedancia característica del cable (75Ω para los cables utilizados en viviendas y edificios), la capacidad mutua, la velocidad de propagación y la atenuación, su principal parámetro.

Es muy importante que se mantenga constante la distancia de separación entre el conductor central y el externo a lo largo del cable. El radio de curvatura en los cambios de dirección debe ser como mínimo 10 veces el diámetro exterior del cable. Bajo ningún concepto se debe aplastar el cable, puesto que esto estaría modificando su impedancia característica.

Los materiales empleados como dieléctricos son el polietileno compacto, el polietileno expandido, el polietileno/aire y el teflón, entre otros.

El **conductor externo** suele ser una malla metálica entrelazada que puede ser de cobre estañado, cobre plateado, cintas de aluminio/poliéster o de aluminio/propileno.

La **cubierta externa** está fabricada de policloruro de vinilo (PVC), polietileno, teflón y materiales fluorados, o poliuretano.

Hay cables con armadura de alambre de acero para instalaciones subterráneas y con elementos autoportantes en instalaciones aéreas.



1. Antenas

Conocimientos previos

Se puede decir, por tanto, que hay un cable para cada aplicación. La Tabla 1.1 muestra las características técnicas y las atenuaciones de los tipos de cable coaxial más comunes.

Características técnicas de los cables coaxiales más comunes									
Tipo de cable	CXT		CXT1	CXT	T100	TR 165	T125	1/2"	
Diámetro exterior Ø (mm)	6,5			5	6,6	10	7,8	15	
Material cubierta exterior	PVC			PE	PVC	PE	PVC	PE	
Material malla	Cobre		Cobre estañado	Cobre	Al	Cobre estañado	Cobre		
Composición cinta de apantallamiento	Cu/poliéster		Al/poliéster	Cu/poliéster	Al/poliéster Al	Al/propileno	Cobre	Cu/polietileno	
Material dieléctrico	Polietileno expandido					PVC	PE celdilla	Polietileno expandido	
Material conductor interior	Cobre		Acero cobreado	Cobre					
Impedancia (Ω)	75								
Capacidad (pF/m)	55		54	53	55	52	53	55	
Velocidad de propagación (%)	82				85	84	82		
Blindaje (EN50 117) (dB)	> 75								
Resistencia cond. interior (Ω/Km)	23		120	35	20	9	15	3,2	
Resistencia malla (Ω/Km)	35	52	85	25	20	40	13	10	7
Atenuaciones en función de la frecuencia									
Frecuencia (MHz)	50 (dB/m)	0,05	0,05	0,05	0,058	0,043	0,03	0,035	0,016
	200 (dB/m)	0,09	0,09	0,115	0,082	0,082	0,058	0,071	0,034
	500 (dB/m)	0,14	0,14	0,185	0,132	0,132	0,096	0,115	0,057
	800 (dB/m)	0,18	0,185	0,235	0,168	0,168	0,126	0,015	0,075
	1000 (dB/m)	0,205	0,21	0,26	0,19	0,19	0,142	0,188	0,086
	1350 (dB/m)	0,24	0,25	0,31	0,225	0,225	0,168	0,195	0,104
	1750 (dB/m)	0,28	0,29	0,357	0,255	0,255	0,197	0,226	0,12
	2050 (dB/m)	0,30	0,32	0,39	0,28	0,28	0,215	0,25	0,133
	2300 (dB/m)	0,31	0,35	0,415	0,30	0,30	0,215	0,27	0,016

Tabla 1.1. Características técnicas y atenuaciones de los tipos de cable coaxial más comunes.



D Información previa a la instalación de antena

Para llevar a cabo la instalación de una antena colectiva es preciso recopilar previamente una serie de datos referentes al edificio, como son:

- Plantas y secciones del edificio, número de tomas y situación de las mismas.
- Naturaleza de la cubierta (para fijación de la antena).
- Situación de pararrayos y otras antenas del edificio y de los edificios contiguos, así como de las conducciones de agua, gas, telefonía, electricidad y demás previstas en el edificio.
- Tensiones de señal previstas en la parte del edificio donde vaya a ir ubicada la antena.
- Legislación vigente sobre la Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT). A este respecto se puede consultar la información complementaria de esta unidad.

E Elementos de la Infraestructura Común de Telecomunicaciones

La Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT) para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y de televisión procedentes de emisiones terrestres y de satélite, estará formada por los siguientes elementos:

- Conjunto de elementos de captación de señales.
- Equipamiento de cabecera.
- Red.

Todos ellos están descritos en el Anexo I del Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones (ICT), Real Decreto 401/2003 de 4 de abril, BOE 14 de mayo de 2003.

La Figura 1.9 muestra un ejemplo de aplicación.

Nota

En el apartado E de la Información Complementaria se encuentra desarrollada la Norma Técnica para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión.



1. Antenas

Conocimientos previos

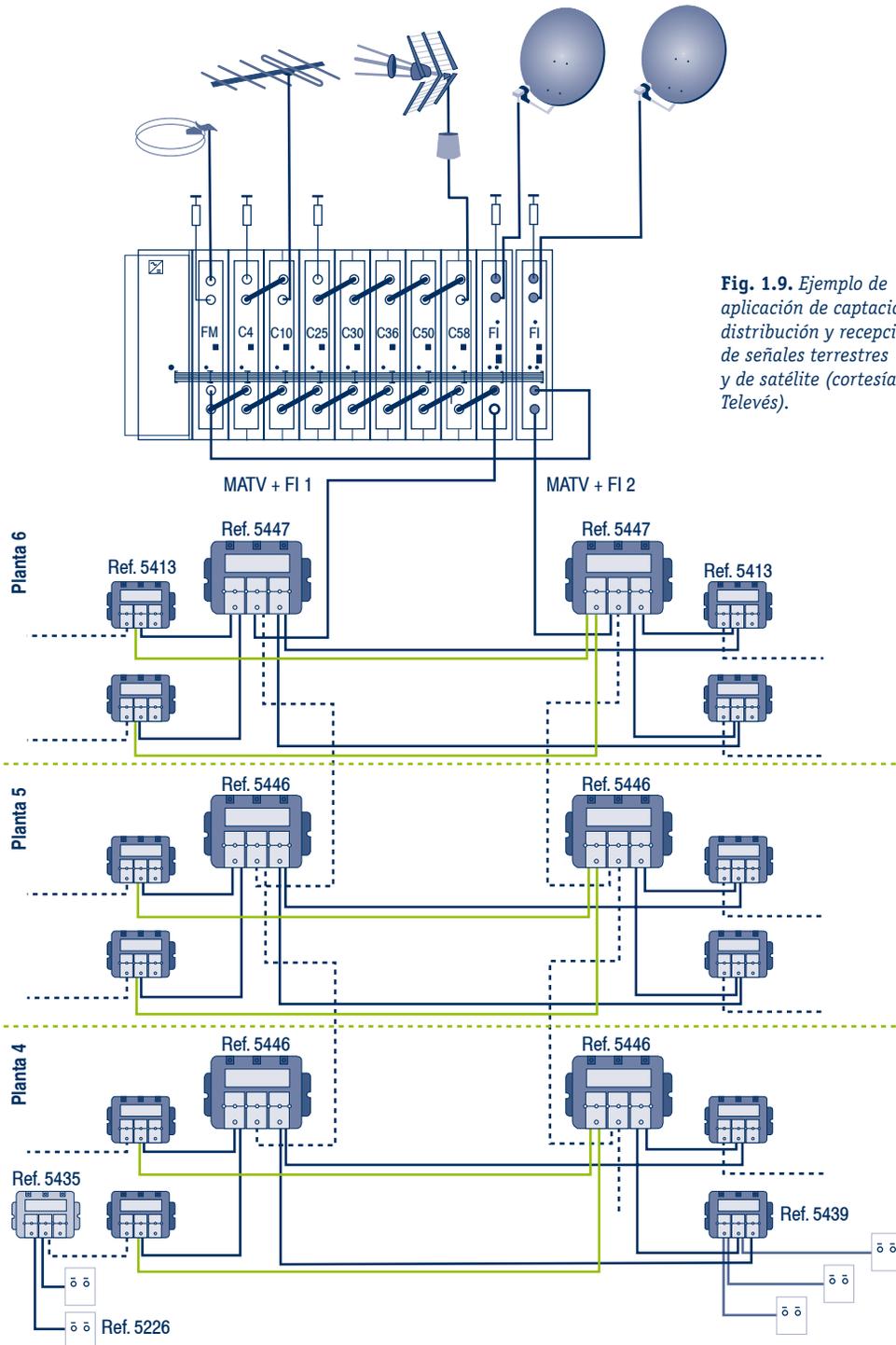


Fig. 1.9. Ejemplo de aplicación de captación, distribución y recepción de señales terrestres y de satélite (cortesía Televés).



F Métodos de cálculo de una instalación de antena colectiva

Como acabamos de ver, el cálculo y diseño de instalaciones de una antena colectiva es un proceso, por lo general, sencillo, aunque pueda llegar a ser muy laborioso. Una empresa especialista en este tipo de instalaciones, Televés, ha creado una aplicación informática para el cálculo y diseño de dichas instalaciones.

El programa se conoce con el nombre de CAST 30 y entre sus características podemos destacar su manejo intuitivo y simple, la velocidad de cálculo en tiempo real, la realización de esquemas complejos de ICT de forma automática, el informe de señal en todas las tomas, el cálculo automático de los niveles de cabecera y la generación automática y flexible de presupuestos.

La Figura 1.10 muestra un ejemplo aplicación de este programa.

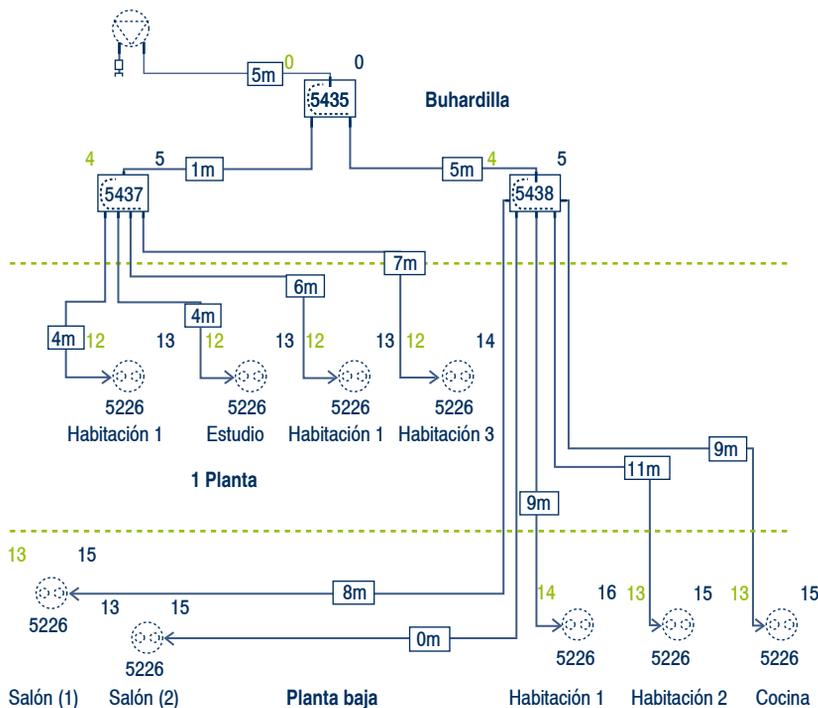


Fig. 1.10. Ejemplo de aplicación del programa CAST 30 (cortesía Televés).



1. Antenas

Conocimientos previos

G Recomendaciones para la instalación y mantenimiento de antenas

A continuación, enumeramos una serie de recomendaciones importantes que se deben tener en cuenta a la hora de instalar, mantener y obtener el máximo rendimiento de una antena.

Recomendaciones generales

- Cuando en una pantalla aparecen imágenes superpuestas, ello es debido a la reflexión de la señal en edificios colindantes u otros obstáculos. Para evitar este fenómeno se deben instalar antenas de elevada ganancia y buena relación delante/detrás.

Esto se consigue instalando dos antenas en paralelo o una antena panel, que además de aumentar la ganancia (en unos 3 dB) aumenta la relación delante/detrás.

A veces es suficiente girar la antena 10-15°.

- Debemos tener presente que para amplificar distintas señales con un mismo amplificador (banda ancha) es preciso que las señales tengan todas un nivel próximo. Si esto no es posible, siempre es mejor instalar varios amplificadores monocanal.

Al aumentar el número de canales para amplificar, debe disminuir la ganancia del amplificador.

- Con una misma antena nunca se deben captar más de cinco canales.
- Por un mismo cable no deben circular señales de más de veinte canales ni se deben transmitir señales de canales contiguos (ejemplo: 58 y 59). Como mínimo debe quedar un canal libre por medio.
- Para poder recibir canales contiguos es preciso convertir uno cualquiera de ellos en otro distinto. Además, el canal cambiado de frecuencia debe ir acompañado de un filtro para evitar que restos de señal lleguen al televisor.

Recomendaciones para la instalación

- Procurar en lo posible que no haya obstáculos en el sentido de orientación de la antena.
- Evitar colocar la antena en calles con mucho ruido, cerca de anuncios luminosos, etc., pues introducen interferencias en la instalación.
- Las antenas deben estar separadas como mínimo 20 m de líneas eléctricas. Si hubiese varias antenas, deberán estar separadas entre sí al menos 3 m, con una diferencia de altura de 1 m. Para que la instalación esté protegida contra el rayo debe tener su puesta a tierra.



Resumen



- Las **ondas** de radio y TV son ondas electromagnéticas que se propagan a la velocidad de la luz (300 000 km/s).
- Se entiende por **antena** todo conductor metálico capaz de emitir o captar señales electromagnéticas.
- La longitud de una antena viene determinada por la longitud de onda de la señal que se desea recibir.
- El elemento principal de toda antena es el **dipolo**.
- La misión del elemento reflector es hacer de pantalla ante las señales que reciba la antena por su parte posterior.
- Los elementos directores o deflectores van situados delante del dipolo y su misión es aumentar la ganancia y disminuir el ángulo de recepción de la antena.
- El diagrama de radiación indica el comportamiento de una antena (ganancia, directividad, relación delante/detrás).
- El **decibelio** (dB) es la unidad de ganancia, una magnitud muy utilizada que expresa la relación existente entre dos cantidades expresada en forma logarítmica.
- El **cable coaxial** es un cable formado por dos conductores concéntricos, separados por un aislante o dieléctrico.



A Objetivo

Completar el cálculo y estudio de una instalación de antena colectiva.

B Proceso de trabajo

Se precisa dar servicio a un edificio de nueve plantas con dos viviendas por planta y una toma por vivienda. El montaje se realizará por cajas de derivación.

La Figura 1.11 nos muestra el esquema de montaje con las distancias correspondientes. Para realizar el cálculo es preciso conocer las características del cable, de los derivadores y de las tomas de señal:

- El cable elegido es coaxial del tipo T-100 blanco/negro de Televés, con una atenuación por metro de 0,058 para 100 MHz y de 0,179 para los 800 MHz.
- Los derivadores serán los modelos con referencias del 5971 hasta 5968 de Televés, de arriba abajo y según la planta. Los valores de atenuación para cada uno de ellos, elegidos según la planta, se dará a lo largo del cálculo y para cada banda de frecuencias.
- Las tomas serán 5295 de Televés, con atenuación de 1 dB por toma, para TV.

Comenzamos el cálculo determinando las pérdidas en las tomas de la novena planta, tomando las atenuaciones en dB/m (dB por metro de cable) para el cable y en dB (según la planta) para el derivador y la toma:

Pérdidas en las tomas de la 9.^a planta = pérdidas en cable/metro · longitud + pérdidas en derivador 9.^a planta + pérdidas en toma.

El derivador de dos direcciones para la planta 9 será el 5971, con una atenuación de 25 dB para VHF y de 24 para UHF. Para la prolongación del derivador hacia la planta 8.^a, son de 1,1 y 0,6 dB, respectivamente.

(100 MHz) para VHF – 9.^a planta = $(8 + 9) \cdot 0,058 + 25 + 1 = 26,986$ dB Banda II

(800 MHz) para UHF – 9.^a planta = $(8 + 9) \cdot 0,179 + 24 + 1 = 28,043$ dB Banda V

Los derivadores para las plantas 5 a 8 serán del modelo con referencia 5427, con atenuaciones de 18 y 18,5 dB para VHF y UHF respectivamente, siendo las de prolongación de 1,2 y 0,8 dB. Para la prolongación del derivador hacia plantas inferiores son de 1,1 y 0,6 dB.

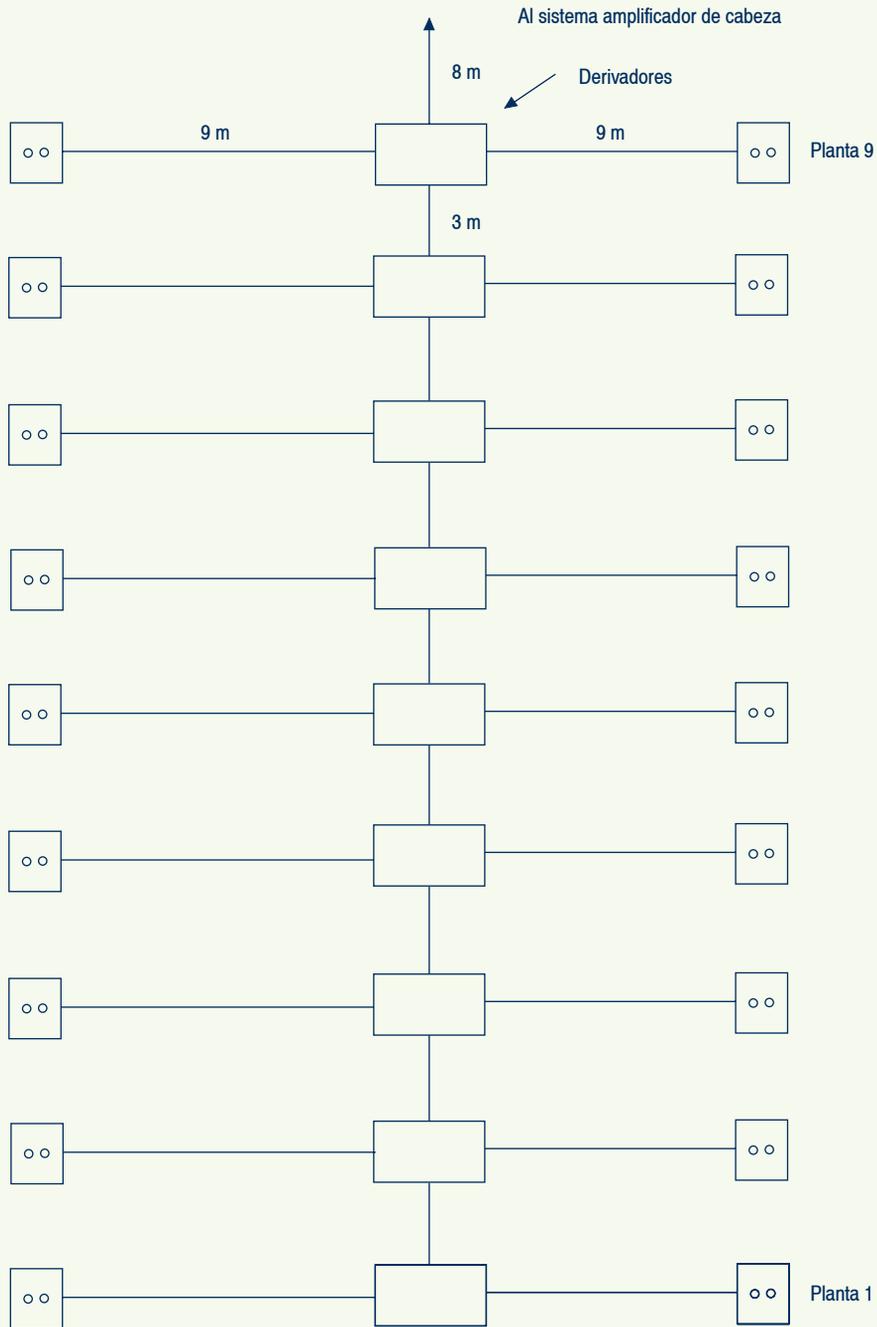


Fig. 1.11. Esquema de montaje con cajas de derivación.



1. Antenas

Realización práctica

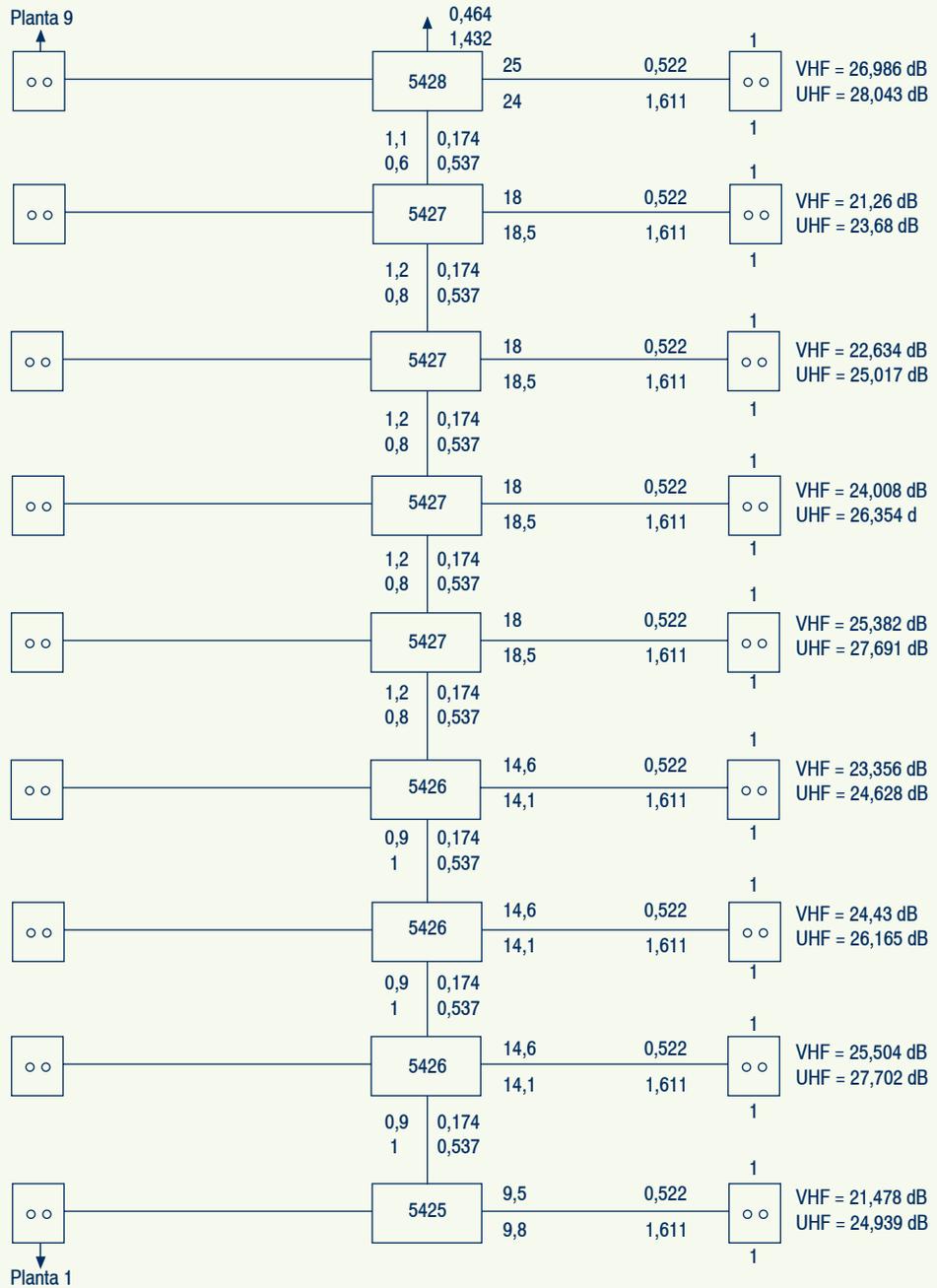


Fig. 1.12. Esquema de montaje con cajas de derivación con los valores de pérdidas en cada toma y cajas empleadas.



Pérdidas en la toma 8.^a = pérdidas en cable + pérdidas en prolongación derivador 9.^a planta + pérdidas en derivación del derivador 8.^a planta + pérdidas toma.

$$\text{Para VHF} - 8.^{\text{a}} \text{ planta} = (8 + 3 + 9) \cdot 0,058 + 1,1 + 18 + 1 = 21,26 \text{ dB}$$

$$\text{Para UHF} - 8.^{\text{a}} \text{ planta} = (8 + 3 + 9) \cdot 0,179 + 0,6 + 18,5 + 1 = 23,68 \text{ dB}$$

Pérdidas en la toma 7.^a = pérdidas en cable + pérdidas en prolongación derivador 9.^a planta + pérdidas en prolongación 8.^a planta + pérdidas en derivación del derivador 7.^a planta + pérdidas toma.

$$\text{Para VHF} - 7.^{\text{a}} \text{ planta} = (8 + 3 + 3 + 9) \cdot 0,058 + 1,1 + 1,2 + 18 + 1 = 22,634 \text{ dB}$$

$$\text{Para UHF} - 7.^{\text{a}} \text{ planta} = (8 + 3 + 3 + 9) \cdot 0,179 + 0,6 + 0,8 + 18,5 + 1 = 25,017 \text{ dB}$$

Procediendo de igual forma para el resto de las plantas, obtenemos los valores que se muestran en la Figura 1.12.

La mayor pérdida en VHF es de 26,986 dB en la novena planta. La mayor pérdida en UHF es de 28,043 dB en la novena planta.

Teniendo en cuenta los valores de señal establecidos por la norma UNE para cada toma, el nivel de salida será:

$$\text{Nivel de salida} = \frac{\text{Nivel máx. establecido} + \text{Nivel mín. establecido}}{2} + \text{pérdidas calculadas}$$

El nivel de salida previsto que debe dar el amplificador en VHF será de:

$$\frac{(84 + 57,5)}{2} + 26,986 = 97,736 \text{ dB}\mu\text{V}$$

El nivel de salida previsto que debe dar el amplificador en UHF será de:

$$\frac{(80 + 60)}{2} + 28,043 = 98,043 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Con estos valores de salida del amplificador, los niveles de señal que se obtienen en cada toma están entre los valores prefijados por la norma UNE.

El nivel de señal de salida máximo del amplificador ha de ser:

- Nivel máximo según norma UNE + pérdida mínima.
- Para VHF: $84 \text{ dB}\mu\text{V} + 21,26 = 105,26 \text{ dB}\mu\text{V}$.
- Para UHF: $80 \text{ dB}\mu\text{V} + 23,68 = 103,68 \text{ dB}\mu\text{V}$.



1. Antenas

Realización práctica

El nivel de señal de salida mínimo del amplificador ha de ser:

- Nivel mínimo según norma UNE + pérdida máxima.
- Para VHF: $57,5 \text{ dB}\mu\text{V} + 26,986 = 84,486 \text{ dB}\mu\text{V}$.
- Para UHF: $60 \text{ dB}\mu\text{V} + 28,043 = 88,043 \text{ dB}\mu\text{V}$.

Así pues, los niveles de salida, en $\text{dB}\mu\text{V}$, del sistema amplificador estarán comprendidos entre:

- Para VHF: $84,486 < N_s < 105,26$.
- Para UHF: $88,043 < N_s < 103,68$.

En consecuencia, elegiremos un amplificador capaz de suministrar una tensión de salida de $100 \text{ dB}\mu\text{V}$ aproximadamente.

Consideramos los niveles de señal a la entrada del sistema y, suponiendo que los valores medidos en la toma de antena ecualizados son de $63 \text{ dB}\mu\text{V}$ y siendo las pérdidas en el cable desde la antena hasta el sistema de amplificador de $0,7 \text{ dB}$ para VHF y $2,15 \text{ dB}$ para UHF, la señal que recibe el amplificador será la siguiente:

- Señal entrada de amplificador = Señal antena – Pérdidas en cable.
- VHF = $63 - 0,7 = 62,3 \text{ dB}\mu\text{V}$
- UHF = $63 - 2,15 = 60,85 \text{ dB}\mu\text{V}$

Por tanto, el amplificador que debemos emplear debe tener una ganancia de:

- VHF = $100 - 62,3 = 37,7 \text{ dB}$
- UHF = $100 - 60,85 = 39,15 \text{ dB}$

Con esta amplificación se obtienen los $100 \text{ dB}\mu\text{V}$.



Cuestiones



- 1 La transmisión de las ondas desde la antena emisora a la antena receptora se puede realizar por dos caminos ¿Cuáles son?
- 2 Escribe la fórmula que nos permite calcular el alcance de una antena a otra en función de sus alturas
- 3 ¿Qué se entiende por antena?
- 4 ¿Qué partes constuyen una antena yagui?
- 5 ¿Qué información nos proporciona el diagrama de radiación?
- 6 ¿Qué distancia mínima debe haber entre dos mástiles de antenas?
- 7 Indica la función de cada uno de los siguientes elementos:
Filtro:
Atenuador:
Ecuador:
Distribuidor:
Toma de paso:
- 8 ¿A qué puede deberse el que en una pantalla de televisión aparezcan dos imágenes superpuestas?
- 9 Indica el número máximo de canales que debe captar una antena
- 10 Indica el número máximo de canales que pueden circular por un cable
- 11 ¿A qué distancia se encuentran los satélites sobre el ecuador?



Actividades



Actividades propuestas

1 Determina la longitud de una antena con dipolo para la Banda IV de televisión, cuyos límites de frecuencia son 470 y 605 MHz.

2 Convierte los siguientes valores de dB μ V en microvoltios:

0,5 - 1 - 1,5 - 2 - 4 - 10 - 16 - 20 - 50 - 80

3 Convierte los siguientes valores de microvoltios en dB μ V:

2 μ V - 5,62 μ V - 17,8 μ V - 316 μ V - 1 mV - 10 mV - 1,78 V



A Distribución de frecuencias, por banda y canal, con sus portadoras

Bandas	Canal	Frecuencia Canal (MHz)	Portadora vídeo (MHz)	Portadora de audio (MHz)	Subportadora color (MHz)
Distribución canales según norma CGIR (Estándar B + G Europa)					
I	2	47...54	48,25	53,75	52,68
	3	54...61	55,25	60,75	59,68
	4	61...68	62,25	67,75	66,68
Sub. Band	L1	68...75	69,25	74,75	73,18
	L2	75...82	76,25	81,75	80,25
	L3	82...89	83,25	88,75	87,32
II	FM	88...108			
Banda S Baja	S1	104...111	105,25	110,75	109,68
	S2	111...118	112,25	117,75	116,68
	S3	118...125	119,25	124,75	123,68
	S4	125...132	126,25	131,75	130,68
	S5	132...139	133,25	138,75	137,68
	S6	139...146	140,25	145,75	144,68
	S7	146...153	147,25	152,75	158,68
	S8	153...160	154,25	159,75	158,68
	S9	160...167	161,25	166,75	165,68
	S10	167...174	168,25	173,75	172,68
III	5	174...181	175,25	180,75	179,68
	6	181...188	182,25	187,75	186,68
	7	188...195	189,25	194,75	193,68
	8	195...202	196,25	201,75	200,68
	9	202...209	203,25	208,75	207,68
	10	209...216	210,25	215,75	214,68
	11	216...223	217,25	222,75	221,68
	12	223...230	224,25	229,75	228,68
Banda S Alta	S11	230...237	231,25	236,75	235,68
	S12	237...244	238,25	243,75	242,68
	S13	244...251	245,25	250,75	249,68
	S14	251...258	252,25	257,75	256,68
	S15	258...265	259,25	264,75	263,68
	S16	265...272	266,25	271,75	270,68
	S17	272...279	273,25	278,75	277,68
	S18	279...286	280,25	285,75	284,68
	S19	286...293	287,25	292,75	291,68
	S20	293...300	294,25	299,75	298,68
	S21	302...310	303,25	308,75	307,68

Continúa



1. Antenas

Información complementaria

Bandas	Canal	Frecuencia Canal (MHz)	Portadora vídeo (MHz)	Portadora de audio (MHz)	Subportadora color (MHz)
Distribución canales según norma CGIR (Estándar B + G Europa)					
Hiperbanda	S22	310...318	311,25	316,75	315,68
	S23	318...326	319,25	324,75	320,68
	S24	326...324	327,25	332,75	331,68
	S25	334...342	335,25	340,75	339,68
	S26	342...350	343,25	348,75	347,68
	S27	350...358	351,25	356,75	355,68
	S28	358...366	359,25	364,75	363,68
	S29	366...374	367,25	372,75	371,68
	S30	374...382	375,25	380,75	379,68
	S31	382...390	383,25	388,75	387,68
	S32	390...398	391,25	396,75	395,68
	S33	398...406	399,25	404,75	403,68
	S34	406...414	407,25	412,75	411,68
	S35	414...422	415,25	420,75	419,68
	S36	422...430	423,25	428,25	427,68
	S37	430...438	431,25	436,75	435,68
	S38	438...446	439,25	444,75	443,68
IV	21	470...478	471,25	476,75	475,68
	22	478...486	479,25	484,75	483,68
	23	486...494	487,25	492,75	491,68
	24	494...502	495,25	500,75	499,68
	25	502...510	503,25	508,75	507,68
	26	510...518	511,25	516,75	515,68
	27	518...526	519,25	524,75	523,68
	28	526...534	527,25	532,75	531,68
	29	534...542	535,25	540,15	539,68
	30	542...500	543,25	548,75	547,68
	31	550...558	551,25	556,75	555,68
	32	558...566	559,25	564,75	563,68
	33	566...574	567,25	572,76	671,68
	34	574...582	575,25	580,75	579,58
	35	582...590	583,25	588,75	587,58
	36	590...598	591,25	596,75	595,68
	37	598...606	599,26	601,75	603,60
38	606...614	607,25	612,75	611,68	
39	614...622	615,25	620,75	619,68	

Continúa



Bandas	Canal	Frecuencia Canal (MHz)	Portadora vídeo (MHz)	Portadora de audio (MHz)	Subportadora color (MHz)
Distribución canales según norma CGIR (Estándar B + G Europa)					
V	40	622...630	623,25	628,75	627,68
	41	630...638	631,25	636,75	635,66
	42	638...646	639,25	644,75	643,68
	43	646...654	647,25	652,75	651,68
	44	654...662	655,25	660,75	659,68
	45	662...670	663,25	668,75	667,68
	46	670...678	671,25	676,75	675,68
	47	678...686	679,25	6H4,75	683,68
	48	686...694	687,25	692,75	691,68
	49	694...702	695,25	700,75	699,68
	50	702...710	703,25	708,75	707,68
	51	710...718	711,25	116,75	715,68
	52	718...726	719,25	724,75	723,68
	53	726...734	727,25	732,75	731,68
	54	734...742	735,25	740,75	739,68
	55	742...750	743,25	748,75	747,68
	56	750...758	751,25	756,75	755,68
	57	758...766	759,25	764,75	763,68
	58	766...774	767,25	772,75	771,68
	59	774...782	775,25	780,75	779,68
	60	782...790	783,25	788,75	787,68
	61	790...798	791,25	796,75	795,68
	62	798...806	799,25	804,75	803,68
	63	806...814	807,25	812,75	811,68
	64	814...822	815,25	820,75	819,68
	65	822...830	823,25	828,75	827,68
	66	830...838	831,25	836,75	835,68
	67	838...846	839,25	844,75	843,68
	68	846...854	847,25	582,75	851,68
	69	854...862	855,25	860,75	859,68

Tabla 1.2. Canales con sus frecuencias correspondientes.



1. Antenas

Información complementaria

B Derivadores

Ya hemos visto que entre los elementos necesarios para la instalación de una antena colectiva se encuentran los derivadores, los cuales se encargan de derivar parte de la señal que circula por la línea principal hacia las ramificaciones.

La Figura 1.13 muestra la imagen de un derivador.

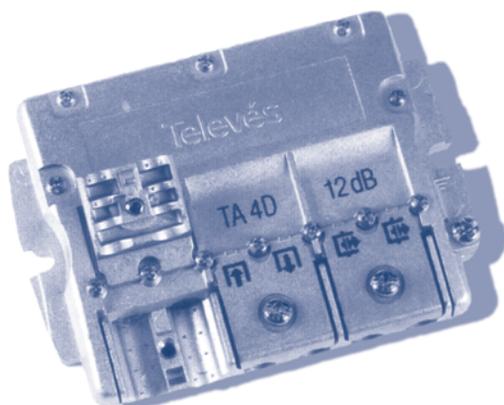


Fig. 1.13. Imagen de derivador (cortesía Televés).

Las siguientes tablas exponen las características esenciales de diferentes tipos de derivadores:

Referencias		5 141	5 142	5 143	5 144	5 145
Tipo		TA	A	B	C	D
Margen de frecuencias (MHz)		5 - 2400				
Pérdidas de inserción (dB)	MATV	4.5	2.3	1.5	1	1
	FI	5	3.4	2.5	2	1.5
Pérdidas derivación (dB)	MATV	12	16	19	24	28
	FI	12	16	20	24	29
Rechazo salida-derivación (dB)	MATV	> 50			> 35	
	FI	> 30				
Rechazo entre derivaciones (dB)	MATV	> 25		> 20		
Corriente máx. paso (A)		1				

Tabla 1.3. Características de diferentes tipos de derivadores (a).



Referencias		5444	5445	5446	5447	5448
Tipo		TA	A	B	C	D
Margen de frecuencias (MHz)		5-2400				
Pérdidas de inserción IN-OUT (dB)	5-47	5.5	3	2.3	1.5	1.3
	47-862	4.7	2.3	1.6	1.3	1.2
	950-2400	5-7.5	2.3-3	2.1	1.4-3	1.3-3
Pérdidas derivación IN-D1/D2/D3/D4 (dB)	5-47	12	17	20	25	28
	47-862	13	17	20	25	28
	950-2400	15	17	22	25	30
Rechazo entre derivaciones (dB)	5-862	>28	>27	>28	>30	>32
	950-2400	>21	>0	>22	>25	>30
Tensión máxima (Vdc)		40				
Corriente máx. paso (mA)		300				

Tabla 1.4. Características de diferentes tipos de derivadores (b) (cortesía Televés).

Referencias		5135	5136	5137	5146	5147	5148
Tipo		TA	A	B	TA	A	B
Margen de frecuencias (MHz)		5-2400					
Pérdidas de inserción (dB)	C. Ret	3	1.7	1.5	3	1.7	1.5
	VHF						
	UHF	3.3	2	1.5	3.3	2	1.5
	FI	5	4	2.5	5	4	
Pérdidas derivación (dB)	C. Ret						
	VHF	18	20	24	18	20	23
	UHF						
	FI	19	21	25	19	20	25
Rechazo entre derivaciones(dB)		>20					
Corriente máx. paso (A)		1					

Tabla 1.5. Características de diferentes tipos de derivadores (c) (cortesía Televés).



1. Antenas

Información complementaria

C La televisión recibida por satélite

Cuando la distancia entre emisor y receptor no permite la transmisión terrestre, se recurre a la transmisión por satélite.

Las imágenes recibidas vía satélite parten de una estación emisora terrestre que envía la señal a un satélite; éste actúa a la vez como receptor y transmisor. Desde aquí la señal es emitida a todas las estaciones receptoras que se encuentran en su radio de cobertura.

Los satélites se encuentran situados en una órbita geoestacionaria, moviéndose a la misma velocidad angular que la Tierra, por lo que su situación con respecto a cada punto de la Tierra es siempre la misma.

La órbita geoestacionaria se sitúa a una distancia de 35 806 km sobre el ecuador, lo que confiere a los satélites un consumo mínimo de energía.

La señal descendente del satélite utiliza la banda FSS (*Fised Satellite Service: Servicio Fijo por Satélite*), dividida a su vez en subbandas con una frecuencia de transmisión entre 10,6 GHz y 12,75 GHz. El ancho de banda de los canales, varía entre 26 MHz y 39 MHz. La polarización de las dos subbandas es lineal, con campos horizontal y vertical. Dada la gran distancia y los agentes atmosféricos, la atenuación desde el satélite a la antena receptora es de más de 200 dB.

La Figura 1.14 muestra el mecanismo distribución de señales de la televisión vía satélite.

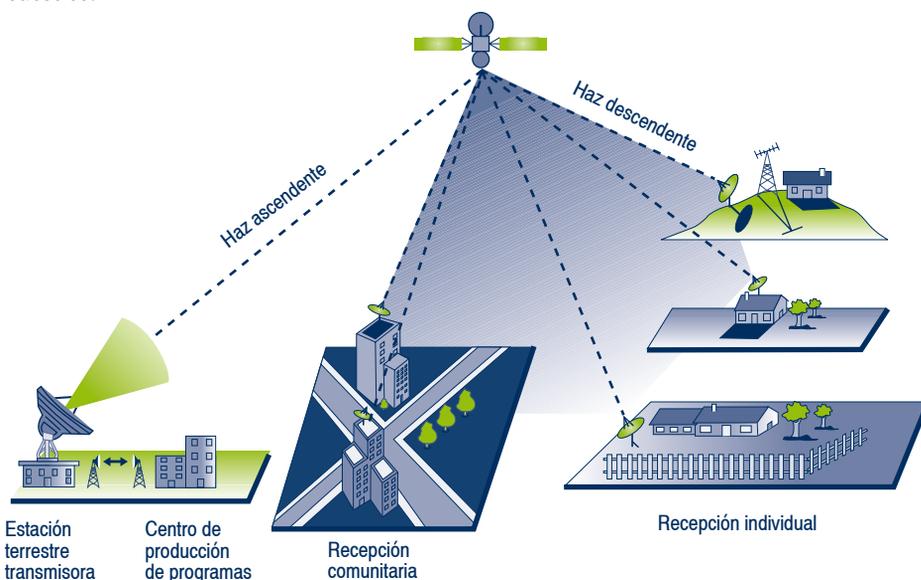


Fig. 1.14.
Mecanismo de distribución de señales de televisión vía satélite.



Estación receptora

La estación receptora la componen:

- La antena que recibe la señal procedente del satélite.
- La unidad exterior formada por el convertidor y el alimentador que convierte la señal procedente de la antena (por ejemplo, de banda: 10,7 GHz a 12,75 GHz) en otra señal de frecuencia inferior (950 MHz-2 150 MHz) y de donde es enviada a una nueva unidad interior que procesa la señal y la envía al televisor.

La Figura 1.15 muestra una antena parabólica tipo Off-set y sus distintos tipos de soportes.

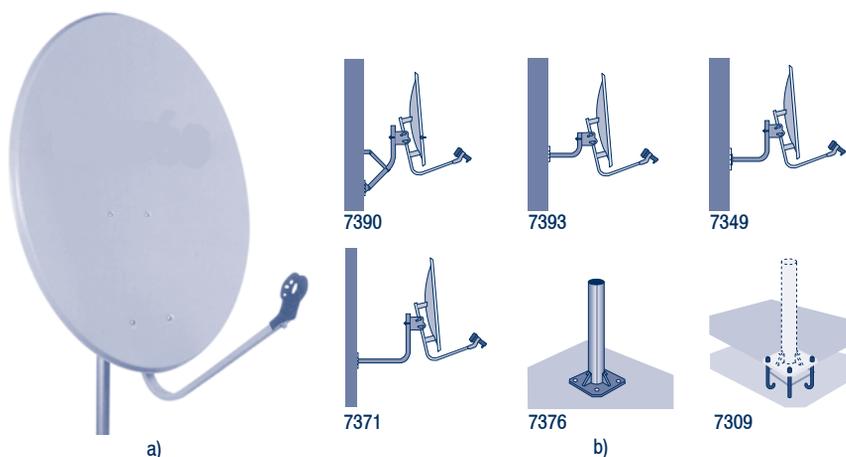


Fig. 1.15. Antena parabólica tipo Off-set. a) Antena; b) Distintos tipos de soportes (cortesía Televés).

La Tabla 1.6 recoge sus características más importantes.

Tamaño de la antena (Ø en mm)	650	800	1 000	1 100	
Ganancia a 11,7 GHz (dB)	36,0	39,0	40,5	41,5	
Ancho de banda (GHz)	10,7 a 12,75				
Ángulo OFFSET (°)	26,5		24		
Espesor (mm)	1 (Al); 0,65 (Fe)	0,7	0,8	1	
Ángulo de elevación (°)	10...60				
Carga al viento	800 (N/m ²)	345,6	499,2	739,2	912
	1 100 (N/m ²)	475,2	686,4	1 016,4	1 254
Presión de viento (N/m ²)	800		1 100		
Velocidad de viento (km/h)	130		150		

Tabla 1.6. Características de la antena parabólica Tipo Off-set (cortesía Televés).



1. Antenas

Información complementaria

Instalación de antena parabólica

La posición de un punto en la superficie de la Tierra queda determinada por las coordenadas geográficas: longitud y latitud.

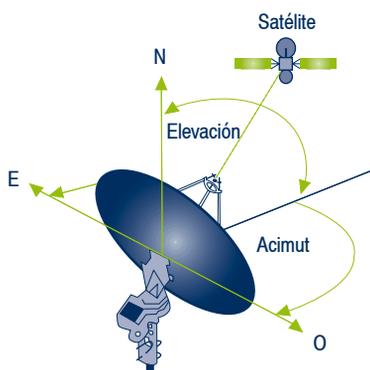
- **Longitud.** Es la distancia angular entre cualquier punto del planeta y el meridiano de Greenwich. Se mide en grados: de 0° a 180° hacia el Este y de 0° a 180° hacia el Oeste.
- **Latitud.** Es la distancia angular entre cualquier punto del planeta y el Ecuador. Se mide igualmente en grados: de 0° a 90° hacia el Norte y de 0° a 90° hacia el Sur.

Para la correcta instalación de una antena parabólica se ha de tener presente una serie de consideraciones:

- El lugar geográfico de la instalación.
- Las características y cobertura del satélite que se desea recibir.

Conocidas las coordenadas geográficas del lugar y la situación del satélite, se determina la distancia que separa el satélite de la antena para conocer las pérdidas de señal en su recorrido.

La Figura 1.16 nos muestra los parámetros de orientación de una antena.



Nota

El Acimut se refiere a la posición del satélite con relación al Sur. También es una medida angular.

Fig. 1.16. Parámetros de orientación de una antena.

Primero se instala la base de la antena sobre el lugar elegido, cuidando de que quede sólidamente colocada con orientación hacia el Sur, puesto que nos encontramos en el hemisferio Norte.

A continuación se procede a orientar la antena en elevación y acimut; para ello se precisan instrumentos medidores de ángulos, como puede ser un inclinómetro y una brújula para orientación en acimut, teniendo en cuenta la declinación magnética del lugar (diferencia entre el Norte geográfico y el Norte magnético).



Dada la distancia del satélite a la Tierra, aproximadamente 36 000 km, una pequeña variación en sentido vertical u horizontal ocasiona un distanciamiento de satélite de varios centenares de kilómetros.

Nota

Un solo grado de variación supone un desplazamiento de más de 600 km del satélite.

La Figura 1.17 nos muestra la orientación de una antena parabólica fija.

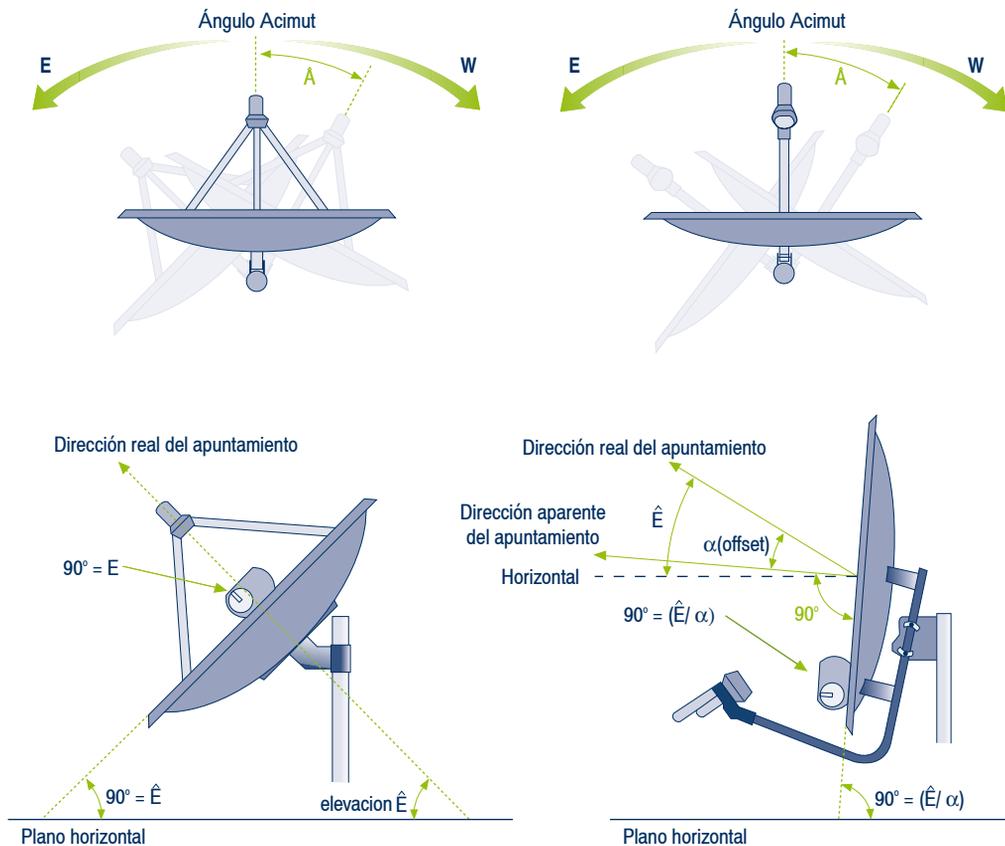


Fig. 1.17. Ángulos de apuntamiento de antena parabólica fija.

D La televisión digital terrestre (TDT)

La tecnología digital, basada en un sistema de codificación binario (que sólo utiliza 0 y 1) ha hecho posible que hoy se pueda recibir la señal de televisión en formato digital (MPEG 2).



1. Antenas

Información complementaria

Su implantación de forma generalizada está prevista para el año 2010, aunque existen ya varias emisiones en digital por parte de algunas cadenas de TV.

Entre sus ventajas destacan las siguientes:

- Mejora de la calidad de imagen y sonido.
- Mayor número de recepción de canales.
- Posibilidad de captar las películas en varios idiomas.
- Interactividad mediante la conexión telefónica o por cable (podremos hacer compras, participar en concursos, etcétera).

Los nuevos modelos de televisor incorporan sintonizador digital. Para el televisor convencional se precisa de un decodificador externo.

Aunque existen antenas para la recepción de señal digital, no es preciso cambiar la antena convencional, pero sí incorporar un módulo por canal para las antenas colectivas.

E Infraestructuras Comunes de Telecomunicación (ICT)

El Real Decreto 401/2003 de 4 de abril, BOE 14 de mayo de 2003, aprobó el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones.

A continuación reproducimos la Norma técnica correspondiente, cuyo conocimiento es imprescindible para realizar cualquier instalación de telecomunicaciones en edificios.



Norma técnica de infraestructura común de telecomunicaciones para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y televisión, procedentes de emisiones terrenales y de satélite

1 Objeto

El objeto de esta norma técnica es establecer las características técnicas que deberá cumplir la infraestructura común de telecomunicaciones (ICT) destinada a la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y de televisión procedentes de emisiones terrenales y de satélite.

Esta norma deberá ser utilizada de manera conjunta con las especificaciones técnicas mínimas de las edificaciones en materia de telecomunicaciones (anexo IV de este reglamento), o con la Norma técnica básica de la edificación en materia de telecomunicaciones que las incluya, que establecen los requisitos que deben cumplir las canalizaciones, recintos y elementos complementarios destinados a albergar la infraestructura común de telecomunicaciones.

Esta disposición ha sido sometida al procedimiento de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y de reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información, previsto en la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, modificada por la Directiva 98/48/CE, de 20 de julio de 1998, así como en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, que incorpora estas directivas al ordenamiento jurídico español.

2 Elementos de la ICT

La ICT para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y de televisión procedentes de emisiones terrenales y de satélite, estará formada por los siguientes elementos:

- Conjunto de elementos de captación de señales
- Equipamiento de cabecera
- Red



1. Antenas

Información complementaria

2.1. Conjunto de elementos de captación de señales

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.

2.2. Equipamiento de cabecera

Es el conjunto de dispositivos encargados de recibir las señales provenientes de los diferentes conjuntos captadores de señales de radiodifusión sonora y televisión y adecuarlas para su distribución al usuario en las condiciones de calidad y cantidad deseadas, se encargará de entregar el conjunto de señales a la red de distribución.

2.3. Red

Es el conjunto de elementos necesarios para asegurar la distribución de las señales desde el equipo de cabecera hasta las tomas de usuario. Esta red se estructura en tres tramos determinados, **red de distribución**, **red de dispersión** y **red interior**, con dos puntos de referencia llamados **punto de acceso al usuario** y **toma de usuario**.

2.3.1. Red de distribución

Es la parte de la red que enlaza el equipo de cabecera con la red de dispersión. Comienza a la salida del dispositivo de mezcla que agrupa las señales procedentes de los diferentes conjuntos de elementos de captación y adaptación de emisiones de radiodifusión sonora y televisión, y finaliza en los elementos que permiten la segregación de las señales a la red de dispersión (derivadores).

2.3.2. Red de dispersión

Es la parte de la red que enlaza la red de distribución con la red interior de usuario. Comienza en los derivadores que proporcionan la señal procedente de la red de distribución, y finaliza en los puntos de acceso al usuario.

2.3.3. Red interior de usuario

Es la parte de la red que, enlazando con la red de dispersión en el punto de acceso al usuario, permite la distribución de las señales en el interior de los domicilios o locales de los usuarios.



2.3.4. Punto de acceso al usuario (PAU)

Es el elemento en el que comienza la red interior del domicilio del usuario, que permite la delimitación de responsabilidades en cuanto al origen, localización y reparación de averías. Se ubicará en el interior del domicilio del usuario y permitirá a éste la selección del cable de la red de dispersión que desee.

2.3.5. Toma de usuario (base de acceso de terminal)

Es el dispositivo que permite la conexión a la red de los equipos de usuario para acceder a los diferentes servicios que ésta proporciona

3 Dimensiones mínimas de la ICT

Los elementos que, como mínimo, conformarán la ICT de radiodifusión sonora y televisión serán los siguientes:

- 3.1. Los elementos necesarios para la captación y adaptación de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales.
- 3.2. El elemento que realice la función de mezcla para facilitar la incorporación a la red de distribución de las señales procedentes de los conjuntos de elementos de captación y adaptación de señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite.
- 3.3. Los elementos necesarios para conformar las redes de distribución y de dispersión de manera que al PAU de cada usuario final le lleguen dos cables, con las señales procedentes de la cabecera de la instalación.
- 3.4. Un PAU para cada usuario final. En el caso de viviendas, el PAU deberá alojar un elemento repartidor que disponga de un número de salidas que permita la conexión y servicio a todas las estancias de la vivienda, excluidos baños y trasteros.
- 3.5. Los elementos necesarios para conformar la red interior de cada usuario.
 - 3.5.1. Para el caso de viviendas, el número de tornas será de una por cada dos estancias o fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos.
 - a) Para el caso de viviendas con un número de estancias, excluidos baños y trasteros, igual o menor de cuatro, se colocará a la salida del PAU un distribuidor



1. Antenas

Información complementaria

que tenga, al menos, tantas salidas como estancias haya en la vivienda, excluidos baños y trasteros; el nivel de señal en cada una de las salidas de dicho distribuidor deberá garantizar los niveles de calidad en toma establecidos en esta norma, lo que supone un mínimo de una toma en cada una de las citadas estancias.

- b) Para el caso de viviendas con un número de estancias, excluidos baños y trasteros, mayor de cuatro, se colocará a la salida del PAU un distribuidor capaz de alimentar al menos una toma en cada estancia de la vivienda, excluidos baños y trasteros; el nivel de señal en cada una de las salidas de dicho distribuidor deberá garantizar los niveles de calidad en toma establecidos en la presente norma, lo que supone un mínimo de una toma en cada una de las citadas estancias.

3.5.2. Para el caso de locales u oficinas.

- a) Edificaciones mixtas de viviendas, locales y oficinas:

- 1.º) Cuando esté definida la distribución de la planta en locales u oficinas se colocará un PAU en cada uno de ellos capaz de alimentar un número de tomas fijado en función de la superficie o división interior del local u oficina, con un mínimo de una toma.

- 2.º) Cuando no esté definida la distribución de la planta en locales u oficinas, ni su actividad, en el registro secundario que dé servicio a dicha planta se colocará un derivador, o derivadores, con capacidad para dar servicio a un número de PAU's que, como mínimo será igual al número de viviendas de la planta tipo de viviendas de la edificación.

- b) Edificaciones destinadas fundamentalmente a locales u oficinas. Cuando no esté definida la distribución y ocupación o actividad de la superficie, se utilizará, como base de diseño, la consideración de un PAU por cada 100 m² o fracción y, al menos, una toma por cada PAU.

3.6. 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 estos no formen parte de la instalación inicial. Dicho espacio deberá permitir la realización de los trabajos necesarios para la sujeción de los correspondientes elementos.



4 Características técnicas de la ICT

4.1. Características funcionales generales

Con carácter general, la infraestructura común de telecomunicaciones para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión y televisión deberá respetar las siguientes consideraciones:

- 4.1.1. El sistema deberá disponer de los elementos necesarios para proporcionar en la toma de usuario las señales de radiodifusión sonora y televisión con los niveles de calidad mencionados en el apartado 4.5 de esta norma.
- 4.1.2. Tanto la red de distribución como la red de dispersión y la red interior de usuario estarán preparadas para permitir la distribución de la señal, de manera transparente, entre la cabecera y la toma de usuario en la banda de frecuencias comprendida entre 5 y 2150 MHz. En el caso de disponer de canal de retorno, este deberá estar situado en la banda de frecuencias comprendida entre 5 y 35 MHz.
- 4.1.3. En cada uno de los dos cables que componen las redes de distribución y dispersión se situarán las señales procedentes del conjunto de elementos de captación de emisiones de radiodifusión sonora y televisión terrenales, y quedará el resto de ancho de banda disponible de cada cable para situar, de manera alternativa, las señales procedentes de los posibles conjuntos de elementos de captación de emisiones de radiodifusión sonora y televisión por satélite.
- 4.1.4. Las señales de radiodifusión sonora y de televisión terrenales, cuyos niveles de intensidad de campo superen los establecidos en el apartado 4.1.6 de esta norma, difundidas por las entidades que disponen del preceptivo título habilitante en el lugar donde se encuentre situado el inmueble, al menos 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.
- 4.1.5. En la realización del proyecto técnico de la ICT se deberá tener en cuenta que las bandas de frecuencias 195,0 a 223,0 MHz y 470,0 a 862,0 MHz se deben destinar, con carácter prioritario, para la distribución de señales de radiodifusión sonora digital terrenal y televisión digital terrenal, respectivamente, y no se podrá reclamar la protección de otras señales de telecomunicaciones distribuidas en estas bandas frente a las interferencias causadas por las señales de radiodifusión sonora digital terrenal o televisión digital terrenal, aunque la emisión de estas señales se produzca con posterioridad al diseño y construcción de la ICT.



1. Antenas

Información complementaria

4.1.6. 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:

Tipo de señal	Entorno	Banda de frecuencias	Intensidad de campo
Analógica monofónica	Rural	87,5 - 108,0 MHz	48 dB(μ V/m)
Analógica monofónica	Urbano	87,5 - 108,0 MHz	60 dB(μ V/m)
Analógica monofónica	Gran ciudad	87,5 - 108,0 MHz	70 dB(μ V/m)
Analógica estereofónica	Rural	87,5 - 108,0 MHz	54 dB(μ V/m)
Analógica estereofónica	Urbano	87,5 - 108,0 MHz	66 dB(μ V/m)
Analógica estereofónica	Gran ciudad	87,5 - 108,0 MHz	74 dB(μ V/m)
Digital	-	195,0 - 223,0 MHz	58 dB(μ V/m)

Tabla 1.7. Características para la radiodifusión sonora terrestre.



Tipo de señal	Banda de frecuencias	Intensidad de campo
Analógica	470,0 - 582,0 MHz	65 dB(μ V/m)
Analógica	582,0 - 830,0 MHz	70 dB(μ V/m)
Digital	470,0 - 862,0 MHz	3 + 20 log f (MHz) dB(μ V/m)

Tabla 1.8. Nivel de intensidad de campo mínimo para la televisión terrestre.

4.1.7. La ICT deberá estar diseñada y ejecutada, en los aspectos relativos a la seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética, de manera que se cumpla lo establecido en:

- a) La Directiva 73/23/CEE del Consejo, de 19 de febrero de 1973, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión, incorporada al derecho español mediante el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, relativo a las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión, desarrollado por la Orden ministerial de 6 de junio de 1989. Deberá tenerse en cuenta, asimismo, el Real Decreto 154/1995, de 3 de febrero, que modifica el Real Decreto 7/1988 anteriormente citado, y que incorpora a la legislación española la parte de la Directiva 93/68/CEE del Consejo, de 22 de julio de 1993, en la parte que se refiere a la modificación de la Directiva 73/23/CEE.
- b) La Directiva 89/336/CEE del Consejo, de 3 de mayo de 1989, sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas a la compatibilidad electromagnética, modificada por las Directivas 98/13/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de febrero de 1998; 92/31/CEE del Consejo, de 28 de abril de 1992, y por la Directiva 93/68/CEE del Consejo, de 22 de julio de 1993, incorporadas al derecho español mediante el Real Decreto 444/1994, de 11 de marzo, por el que se establecen los procedimientos de evaluación de la conformidad y los requisitos de protección relativos a compatibilidad electromagnética de los equipos, sistemas e instalaciones, modificado por el Real Decreto 1950/1995, de 1 de diciembre, y mediante la Orden ministerial de 26 de marzo de 1996, relativa a la evaluación de la conformidad de los aparatos de telecomunicación, regulados en el Real Decreto 444/1994, de 11 de marzo, modificado por el Real Decreto 1950/1995, de 1 de diciembre.

Para el cumplimiento de las disposiciones anteriores, podrán utilizarse como referencia las normas UNE-EN 50083-1, UNE-EN 50083-2 y UNE-EN 50083-8 de CENELEC.



1. Antenas

Información complementaria

4.2. Características de los elementos de captación

4.2.1. Características del conjunto de elementos para la captación de servicios terrenales

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 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.

4.2.2. Características del conjunto para la captación de servicios por satélite

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, entendiendo 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 soportaran las siguientes velocidades de viento:

- 1.º) Para sistemas situados a menos de 20 m del suelo: 130 km/h.
- 2.º) Para sistemas situados a más de 20 m 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 mm² de sección, con el sistema de protección general del edificio.

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:

- 1.º) 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.

- 2.º) Radiaciones de la unidad exterior en cualquier otra dirección.

La potencia radiada isotrópica equivalente (p.r.i.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.



1. Antenas

Información complementaria

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:

1.º) 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 convertidor de bajo ruido cuando a su entrada se aplica un nivel mínimo de la señal deseada no deberá ser inferior a:

Rango de frecuencias (MHz)	Intensidad de campo mínima
Desde 1,15 hasta 2000	130 dB(μ V/m)

Tabla 1.9. Rango de frecuencias e intensidad de campo mínima (a).

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

2.º) 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 convertidor de bajo ruido cuando se aplica en su entrada el nivel mínimo de la señal deseada, tendrá un valor no inferior al siguiente:

Rango de frecuencias (MHz)	Intensidad de campo mínima
Desde 1,5 hasta 230	125 dB(μ V/m)

Tabla 1.10. Rango de frecuencias e intensidad de campo mínima (b).



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

4.3. Características del equipamiento de cabecera

El equipamiento de cabecera estará compuesto por todos los elementos activos y pasivos encargados de procesar las señales de radiodifusión sonora y televisión. Las características técnicas que deberá presentar la instalación a la salida de dicho equipamiento son las siguientes:

Parámetro	Unidad	Banda de frecuencia	
		15 - 862 MHz	950 - 2 150 MHz
Impedancia	Ω	75	75
Pérdida de retorno en equipos con mezcla tipo «Z»	dB	≥ 6	-
Pérdida de retorno en equipos sin mezcla	dB	≥ 10	≥ 6
Nivel máximo de trabajo/salida	dB μ V	120	110

Tabla 1.11. Características técnicas del equipamiento de cabecera.

Para canales modulados en cabecera, se utilizarán moduladores en banda lateral vestigial y el nivel autorizado de la portadora de sonido en relación con la portadora de vídeo estará comprendido entre -8 dB y -20 dB.

Asimismo para las señales que son distribuidas con su modulación original, el equipo de cabecera deberá respetar la integridad de los servicios asociados a cada canal (teletexto, sonido estereofónico, etc.), y deberá permitir la transmisión de servicios digitales.

4.4. Características de la red

En cualquier punto de la red, se mantendrán las siguientes características:

Parámetro	Unidad	Banda de frecuencia	
		15 - 862 MHz	950 - 2 150 MHz
Impedancia	Ω	75	75
Pérdida de retorno en cualquier punto	dB	≥ 10	≥ 6

Tabla 1.12. Características de la red.



1. Antenas

Información complementaria

4.5. Niveles de calidad para los servicios de radiodifusión sonora y de televisión

En cualquier caso las señales distribuidas a cada toma de usuario deberán reunir las siguientes características:

Parámetro	Unidad	Banda de frecuencia	
		15 - 862 MHz	950 - 2 150 MHz
Nivel de señal			
Nivel AM-TV	dB μ V	57 - 80	
Nivel 64-QAM-TV	dB μ V	45 - 70 ⁽¹⁾	
Nivel FM-TV	dB μ V	47 - 77	
Nivel QPSK-TV	dB μ V	47 - 77 ⁽¹⁾	
Nivel FM Radio	dB μ V	40 - 70	
Nivel DAB Radio	dB μ V	30 - 70 ⁽¹⁾	
Nivel COFDM-TV	dB μ V	45 - 70 ^(1, 2)	
Respuesta amplitud/frecuencia en canal⁽³⁾ para las señales:			
FM-Radio, AM-TV, 64-QAM-TV	dB	± 3 dB en toda la banda, $\pm 0,5$ dB en un ancho de banda de 1 MHz	± 4 dB en toda la banda; $\pm 1,5$ dB de ancho de banda de 1 MHz
FM-TV, QPSK-TV	dB		
COFDM-DAB, COFDM-TV	dB	± 3 dB en toda la banda	
Respuesta amplitud/frecuencia en banda de la red⁽⁴⁾	dB	16	20
Relación Portadora/Ruido aleatorio			
C/N FM-TV	dB	≥ 15	
C/N FM-Radio	dB	≥ 38	
C/N AM-TV	dB	≥ 43	
C/N QPSK-TV	dB	≥ 11	
C/N 64-QAM-TV	dB	≥ 28	
C/N COFDM-DAB	dB	≥ 18	
C/N COFDM-TV	dB	≥ 25 (5)	
Desacoplo entre tomas de distintos usuarios	dB	47 - 300 MHz ≥ 38 300 - 862 MHz ≥ 30	≥ 20
Ecos en los canales de usuario	%	≤ 20	
Ganancia y fase diferenciales			
Ganancia	%	14	
Fase	$^{\circ}$	12	

Continúa



Parámetro	Unidad	Banda de frecuencia	
		15-862 MHz	950-2 150 MHz
Nivel de señal			
Relación portadora/ Interferenciales a frecuencia única			
AM-TV	dB	≥ 54	
FM-TV	dB	≥ 27	
64-QAM-TV	dB	≥ 35	
QPSK-TV	dB	≥ 18	
COFDM-TV ⁽⁵⁾	dB	≥ 10	
Relación de intermodulación⁽⁶⁾:			
AM-TV	dB	≥ 54	
FM-TV	dB	≥ 27	
64-QAM-TV	dB	≥ 35	
QPSK-TV	dB	≥ 18	
COFDM-TV	dB	≥ 30 ⁽⁵⁾	
BER QAM⁽⁷⁾		mejor que 9×10^{-5}	
BER QPSK⁽⁷⁾		mejor que 9×10^{-5}	
BER COFDM-TV⁽⁷⁾		mejor que 9×10^{-5}	

⁽¹⁾ Para las modulaciones digitales los niveles se refieren al valor de la potencia en todo el ancho de banda del canal.

⁽²⁾ Para la operación con canales analógicos/digitales adyacentes, en cabecera, el nivel de los digitales estará comprendido entre 12 y 34 dB por debajo de los analógicos siempre que se cumplan las condiciones de C/N de ambos en toma de usuario.

⁽³⁾ Esta especificación se refiere a la atenuación existente entre la salida de cabecera y cualquier toma de usuario. El parámetro indica la variación máxima de dicha atenuación dentro del ancho de banda de cualquier canal correspondiente a cada uno de los servicios que se indican.

⁽⁴⁾ Este parámetro se especifica sólo para la atenuación introducida por la red entre la salida de cabecera y la toma de usuario con menor nivel de señal, de forma independiente para las bandas de 15-862 MHz y 950-2150 MHz. El parámetro indica la diferencia máxima de atenuación en cada una de las dos bandas anteriores.

⁽⁵⁾ Para modulaciones 64-QAM 2/3.

⁽⁶⁾ El parámetro especificado se refiere a la intermodulación de tercer orden producida por batido entre las componentes de dos frecuencias cualesquiera de las presentes en la red.

⁽⁷⁾ Medido a la entrada del decodificador de Reed-Solomon.

Tabla 1.13. Características de las señales distribuidas a cada toma de usuario.



1. Antenas

Información complementaria

5 Características técnicas de los cables

Los cables empleados para realizar la instalación deberán reunir las características técnicas que permitan el cumplimiento de los objetivos de calidad descritos en los apartados 4.3 a 4.5 de este Anexo.

En el caso de cables coaxiales deberán reunir las siguientes características técnicas:

- Conductor central de cobre y dieléctrico polietileno celular físico.
- Pantalla cinta metalizada y trenza de cobre o aluminio.
- Cubierta no propagadora de la llama para instalaciones interiores y de polietileno para instalaciones exteriores.
- Impedancia característica media: $75 \pm 3 \Omega$.
- Pérdidas de retorno según la atenuación del cable (α) a 800 MHz:

Tipo de cable	5-30 MHz	30-470 MHz	470-862 MHz	862-2 150 MHz
$\alpha \leq 18$ dB/100 m	23 dB	23 dB	20 dB	18 dB
$\alpha > 18$ dB/100 m	20 dB	20 dB	18 dB	16 dB

Tabla 1.14. Características de los tipos de cable.

Se presumirán conformes a estas especificaciones aquellos cables que acrediten el cumplimiento de las normas UNE-EN 50 117-5 (para instalaciones interiores) y UNE-EN 50117-6 (para instalaciones exteriores).

La Figura 1.18 muestra el esquema general de una ICT.



1. Antenas

Información complementaria

La Figura 1.19 muestra el esquema de canalización secundaria y red interior de usuario.

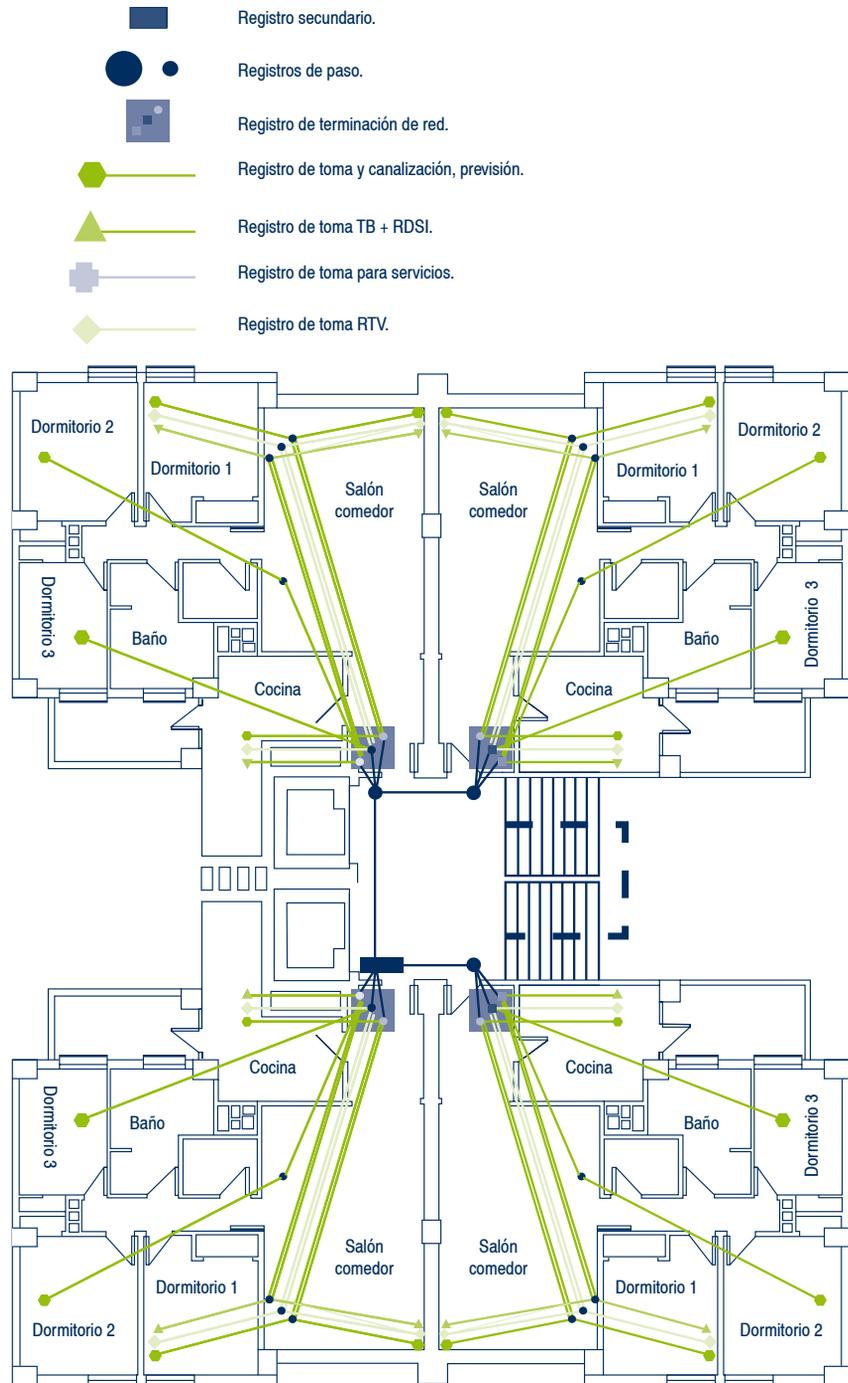


Fig. 1.19. *Canalización secundaria y red interior de usuario.*



La Figura 1.20 muestra un ejemplo de infraestructura para viviendas unifamiliares.

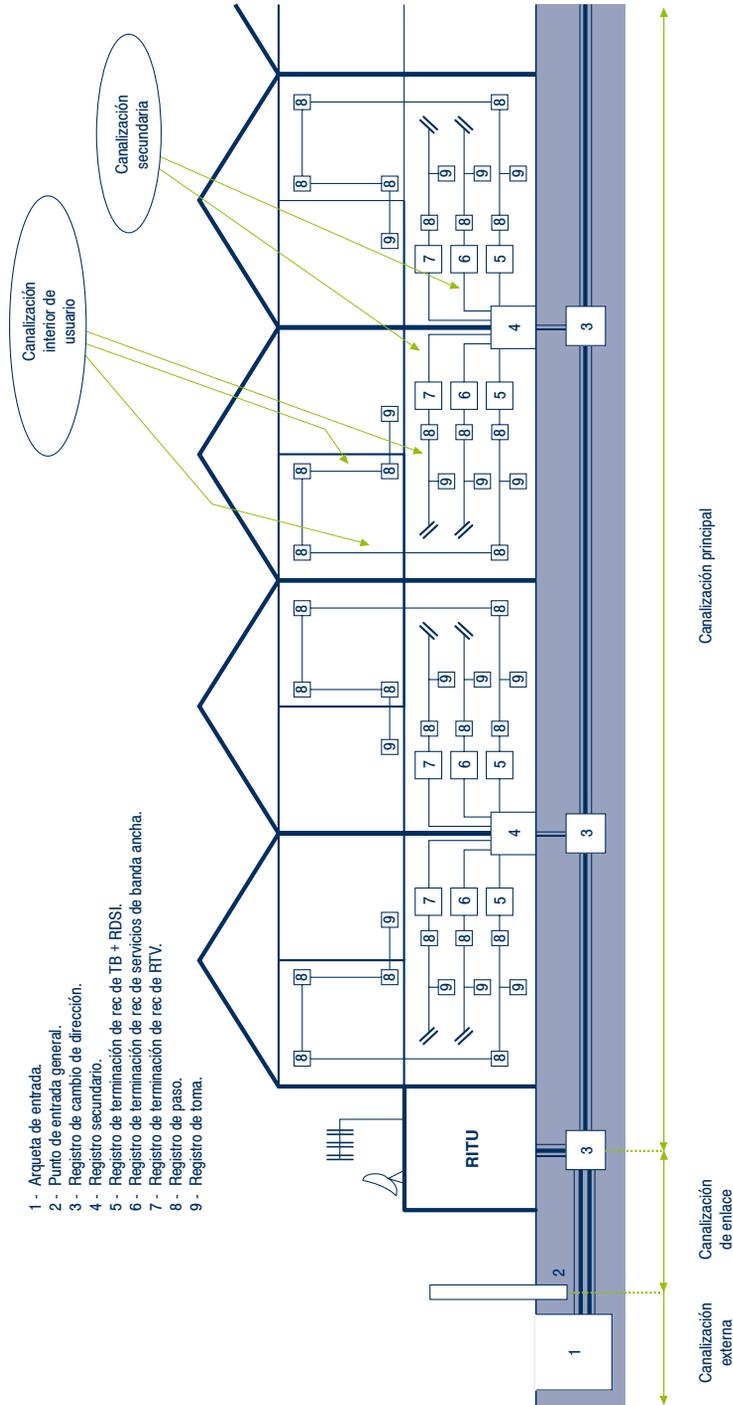


Fig. 1.20. Ejemplo de infraestructura para viviendas unifamiliares.