6
CO

Antenas y líneas para recepción de comunicaciones por satélite



Estudiarás:

- Los principios de las comunicaciones vía satélite.
- Los tipos de antena de transmisión por satélite.
- El montaje y ajuste de sistemas captadores de señales de televisión por satélite (TV-SAT).

Utilizaremos:



Reto profesional



Piensa y reflexiona



ODS - Objetivos de Desarrollo



Trabajo cooperativo

Las transmisiones vía satélite abrieron un nuevo campo en el mundo de las comunicaciones, posibilitando el envío de mensajes entre puntos del planeta muy alejados entre sí. Hoy consideramos normal ver en la televisión, en tiempo real, un acontecimiento que se está produciendo a miles de kilómetros de distancia. Sin embargo, hasta la llegada de los satélites, esto era simplemente impensable. Los avances de la tecnología de satélite no solo afectaron a la televisión, sino que se aplicaron a todo tipo de comunicaciones, desde las llamadas telefónicas hasta las previsiones meteorológicas, pasando por las redes telemáticas, que posibilitan el acceso a Internet.

En esta unidad, el reto consistirá en configurar un sistema de recepción de señales de televisión por satélite.



Piensa y reflexiona

- a) Las transmisiones de televisión se producen por «onda directa», y es necesario el contacto visual entre el emisor y el receptor. Si no existieran los satélites, ¿cómo podríamos realizar una transmisión entre Madrid y Barcelona? ¿Y entre España y América?
- b) Sabemos que la Tierra está girando permanentemente sobre su eje; entonces, ¿solo vemos los satélites de comunicaciones a determinadas horas del día?

1. Televisión vía satélite

Las señales de radio y televisión se transmiten por **onda directa**, es decir, debe haber contacto visual entre el emisor y el receptor. Cuando en el camino existe un obstáculo, es necesario instalar un **reemisor** o **repetidor**. Este equipo recoge la señal procedente del emisor, la transforma a otra frecuencia y la reenvía al receptor. Para cubrir grandes distancias se requiere un gran número de reemisores, lo que encarece notablemente la instalación y aumenta la probabilidad de que haya fallos en el sistema (**Fig. 6.1**).

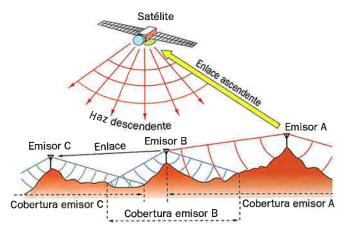


Fig. 6.1. Difusión terrestre y por satélite.

Un método alternativo de transmisión consiste en el uso de un **satélite geoestacionario** o geosíncrono, que actúa como un repetidor situado a unos 36 000 km de distancia del ecuador terrestre. Para lograr este efecto sin gastar mucho combustible, se sitúa el satélite a una distancia tal que la fuerza de atracción de la Tierra (que tiende a hacerlo caer hacia ella) sea igual a la originada por la fuerza centrífuga, de sentido opuesto.

Así se anulan las fuerzas de acercamiento y alejamiento del satélite de la superficie terrestre, permaneciendo únicamente aquella que le hace continuar su giro sincronizado con el de la Tierra. La energía que debe aportar el satélite sirve para ubicarlo en la posición óptima y para corregir las derivas que se produzcan a largo plazo. Los satélites se sitúan en una zona de pocos kilómetros de ancho, denominada **cinturón de Clarke** (Fig. 6.2).

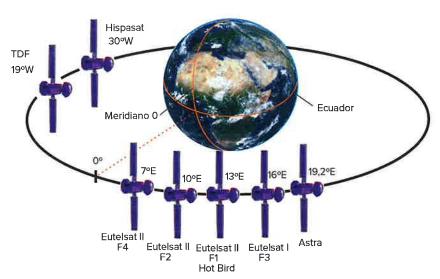


Fig. 6.2. Cinturón de Clarke y posición orbital de los satélites.

Para la transmisión de señales de televisión vía satélite (TV-SAT) se utilizan frecuencias muy altas, entre 10 y 14 GHz. Estas frecuencias atraviesan las sucesivas capas de la atmósfera con un bajo índice de atenuación y refracciones, que permiten el uso de unas antenas receptoras de menor tamaño, lo que da lugar a sistemas más baratos y fáciles de instalar.

Vocabulario

Órbita geoestacionaria. Es aquella en la que el satélite gira a la misma velocidad angular que lo hace la Tierra, de modo que la posición relativa satélite-Tierra es constante.



Las posiciones orbitales fueron definidas por la Conferencia Administrativa Mundial de las Radiocomunicaciones celebrada en 1977, en función de la posición de los diferentes países respecto del meridiano de Greenwich.



¿Sabias que...?

Según aumenta la frecuencia, los componentes y el diseño de los circuitos se encarecen notablemente.



1.1. El sistema de comunicación vía satélite

El satélite es un transceptor de frecuencias que funciona de la siguiente forma:

- Recibe la señal procedente de la estación de transmisión en Tierra a través del haz ascendente (de unos 14 GHz de frecuencia).
- Envía la señal hacia una o varias zonas de la superficie terrestre por el haz descendente, de una frecuencia inferior (entre 10 y 13 GHz), donde será recibida por las estaciones receptoras.
- Se comunica con otros satélites situados en posiciones orbitales distintas, para aumentar las zonas de cobertura de la emisión.

Cada satélite dispone de unos determinados canales de transmisión, denominados **transpondedores**, lo que determina el número máximo de programas que puede recibir. Una manera de ampliar el número de transmisiones consiste en variar la polarización de la señal, un parámetro que define la forma de propagación de los campos eléctrico y magnético de la onda

El haz descendente va desde la posición orbital del satélite, perpendicular al ecuador, hasta la zona que se desea cubrir. Siempre que esta área no se encuentre exactamente debajo del satélite (en el ecuador), con una antena parabólica convencional, la figura de radiación o densidad de flujo electromagnético describirá una huella elíptica sobre la superficie terrestre.

Sin embargo, a menudo interesa modificar esta cobertura para prestar un mejor servicio o cubrir un área geográfica concreta (un país o una región del planeta) (Fig. 6.3). Esto se consigue asociando varias antenas parabólicas o diseñando un reflector complejo que reparta la potencia emitida según la huella deseada.

Debe tenerse en cuenta que, dentro del área de cobertura, a mayor distancia del centro disminuye la densidad de flujo, es decir, la señal será más débil. Esto supone que la ganancia necesaria en los sistemas de recepción será mayor cuanto más alejado se encuentre el receptor del centro del área de cobertura.

La cantidad de **potencia de una transmisión vía satélite** se puede expresar de dos formas diferentes:

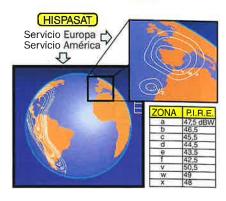


Fig. 6.3. Diagrama de cobertura del satélite Hispasat.

Web

En Internet existen páginas con datos sobre los satélites y los servicios que transportan. Podrás encontrar información en las webs de los operadores de satélites, como:

bit.ly/astra_satelite bit.ly/hispasat_satelites

Otras páginas compendian la información por áreas geográficas:

bit.ly/satelites_localización bit.ly/satelites_europa

Parámetro	Características	Unidades de medida	
Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE)	Término usado en referencia a la potencia que emite el satélite. Sus unidades son positivas para el margen de potencia de trabajo de los satélites.	dBW	
Densidad de flujo	Define la cantidad de señal que llega a la superficie terrestre, por lo que sus unidades serán mucho más pequeñas que las anteriores.	dBW negativos	

Tabla 6.1. Expresiones de la potencia de emisiones vía satélite.

La diferencia entre estos valores (de unos 150 dB) es la atenuación que presenta el medio de propagación. En realidad, aunque esta atenuación es muy alta, se produce prácticamente al atravesar las ondas la atmósfera terrestre, puesto que en el espacio exterior apenas se producen pérdidas de señal.



- Una posición orbital puede estar ocupada por más de un satélite. Busca en Internet y contesta a las siguientes preguntas:
 - a) ¿Cuántos satélites hay en la posición orbital 19,2° E?
 - b) ¿Y en la 30° W?
 - c) ¿Cómo se llaman?
 - d) ¿Qué tipo de servicios transportan?

2. Antenas para radio y televisión por satélite

Las transmisiones que se efectúan por satélite presentan unas características diferentes de las convencionales.

La frecuencia utilizada es muy elevada, cosa que dificulta la construcción de antenas clásicas a causa de sus reducidas dimensiones. Este hecho, unido a que la potencia que llega a la superficie terrestre es de un nivel muy bajo, hace necesaria la aplicación de sistemas específicos que proporcionen una elevada ganancia y una adecuada relación señal-ruido a la salida.

Importante

En las antenas parabólicas, el dipolo no se ve a simple vista. Se trata de un dipolo Marconi, que está situado dentro de una guía de ondas (un tubo por el que se transportan las ondas recogidas). En la misma caja se monta un conversor, que transforma la frecuencia de las señales recibidas a una banda más baja del espectro.

A. Antena de foco primario

Se basa en la característica óptica de la parábola de reflejar las señales procedentes de la dirección de su eje hacia un punto fijo, que se denomina **foco de la parábola.**

En este punto se ubica el elemento alimentador de la antena, que debido a las frecuencias en las que trabaja funcionará como una guía de ondas (Fig. 6.4). El alimentador se coloca enfrentado al **reflector parabólico** para recoger las señales que llegan hasta él y conducirlas hasta el **dipolo**.

La misión de la parábola es reflejar y concentrar la señal emitida, que se radia con un ángulo de apertura de solo 1 o 2 grados. Naturalmente, el principio de funcionamiento es reversible, por lo que las antenas receptoras también lo utilizan. En este caso la antena tendrá una respuesta unidireccional con un único lóbulo, más estrecho cuanto mayor es el diámetro de la antena.

La **ganancia** de una antena parabólica aumenta con el diámetro del reflector (depende de su superficie) y con la frecuencia de la señal (inversa a la longitud de onda).

El **rendimiento** es un parámetro importante, pues para este tipo de antenas suele hallarse entre 0,5 y 0,65, lo que supone que las pérdidas del sistema pueden llegar a la mitad de la señal aplicada. Esto se debe a que el sistema de alimentación presenta zonas de sombra sobre el reflector, lo que disminuye el área efectiva.

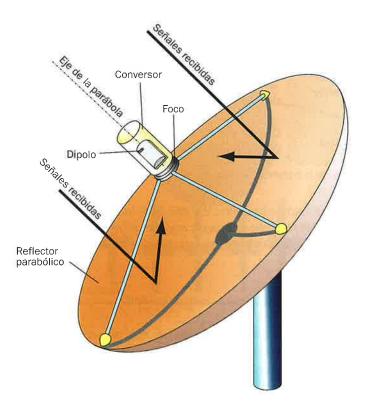


Fig. 6.4. Antena de foco primario.

¿Sabías que...?

Orientar una antena terrestre es relativamente fácil, ya que su ángulo de apertura es de varias decenas de grados. Sin embargo, las antenas parabólicas son extremadamente directivas, por lo que la operación de apuntamiento se vuelve mucho más complicada. Además, la distancia que nos separa de los satélites también complica esta operación. Para que te hagas una idea, un error de un grado en el ajuste supone una desviación de apuntamiento de casi 400 kilómetros.



B. Antena Cassegrain

También llamada de **doble reflexión**, supone una variante sobre la antena de foco primario.

Si se utiliza como receptora, estará orientada en la dirección de la emisión. Al incidir sobre un **reflector parabólico**, las señales procedentes de la dirección del eje de orientación son reflejadas hacia el foco de la parábola (Fig. 6.5).

En este punto se ubica un **reflector hiperbólico**, de tamaño mucho menor que el primero. A diferencia de la parábola, el segundo reflector dirige las señales que le llegan desde cualquier dirección hacia el foco de la hipérbola. Este nuevo foco se hace coincidir con el vértice de la parábola, el lugar donde se concentran las señales, que se recogen en una guía de ondas.

Su principal aplicación será cuando sea necesaria una antena de grandes dimensiones y en lugares donde la zona de sombra del segundo reflector no suponga una pérdida notable de rendimiento. En tales casos, se pueden obtener factores de eficacia en torno al 70% debido fundamentalmente a dos razones: los errores del reflector parabólico son corregidos por el segundo reflector y el sistema de alimentación se acorta al ubicarse detrás del reflector.

C. Antena offset

El principal problema de las antenas parabólicas que se ha visto es la zona de sombra creada por los elementos situados en el campo de visión, lo cual merma la cantidad de señal útil de la antena. Este inconveniente se resuelve si se coloca el sistema de alimentación fuera de la zona útil del reflector, lo que se consigue con la **antena de foco desplazado** o antena offset (Fig. 6.6).

Para entender su funcionamiento, se toma una antena de foco primario de gran tamaño y se selecciona únicamente una zona de la mitad superior del reflector. En esta parte, el alimentador no presenta sombras, al quedar situado por debajo de la zona de visión el punto focal de la antena original.

Al eliminar las zonas de sombra, el rendimiento se sitúa en torno al 80%, incluso para antenas de pequeño tamaño. Por ello, la ganancia de la antena aumenta casi la mitad si se compara con otra de foco primario, lo que justifica su alto grado de implantación.

El único inconveniente es que la dirección en la que apunta la antena no es tan evidente como en las antenas anteriores, sino que se desplaza hacia arriba respecto del eje aparente de la antena. Esto supone que en las operaciones de ajuste se debe introducir una **corrección en la elevación** de la antena (un dato que proporciona el fabricante), como consecuencia de que el foco se halla desplazado de su posición original.

D. Antena Gregory

Existe también otro tipo de antenas que combinan la técnica offset con el principio de doble reflexión. Estas antenas, que reciben el nombre de «Gregory», montan un segundo reflector parabólico de pequeñas dimensiones en la posición del foco desplazado de la parábola principal. Este segundo reflector deriva las señales recibidas hacia una nueva posición, en la que se ubicarán los elementos captadores.

En la práctica, el apuntamiento de esta antena se realiza casi igual que en la offset, pero en el ajuste de la posición del conversor hay que tener en cuenta que ahora apunta hacia adelante. El rendimiento de este tipo de antenas también es similar al de la antena offset.



Fig. 6.5. Antena Cassegrain.

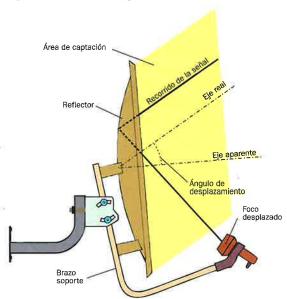


Fig. 6.6. Antena offset.

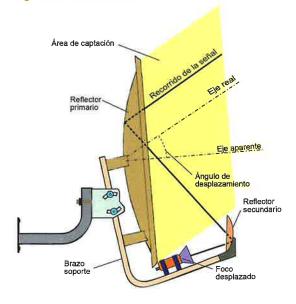


Fig. 6.7. Antena Gregory.

E. Antena plana

En la recepción de satélites de alta potencia se pueden utilizar antenas planas, basadas en el principio de **enfasamiento de dipolos** que ya se han visto en antenas para televisión terrestre.

Al trabajar en la recepción de televisión por satélite con frecuencias de unos 12 GHz, la longitud del dipolo necesario para recibir la señal es de apenas unos milímetros (Fig. 6.8). Como los dipolos son tan pequeños, se coloca un gran número de ellos en un espacio reducido unidos por una red de alimentación.

Esta red se ocupa de sumar las señales procedentes de todas las pequeñas antenas con la misma fase y presenta una estructura de árbol. Sin embargo, esta disposición no puede crecer indefinidamente, puesto que llega un momento en que la señal aportada por un dipolo lejano del tronco principal de alimentación se pierde en las propias líneas.



ACTIVIDADES



2. Busca en Internet una antena de cada uno de los tipos estudiados hasta ahora. Analiza sus características técnicas, y realiza un estudio comparativo entre ellas. Fíjate en que, seguramente, algunos tipos de antena te resultarán más difíciles de encontrar que otros. ¿Por qué crees que sucede esto?

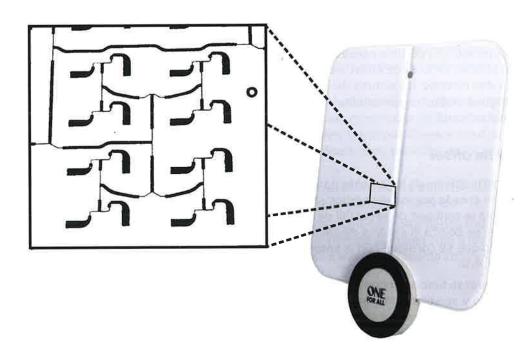


Fig. 6.3. Antena plana y detalle de su estructura.

Como su construcción es muy diferente a la de las antenas parabólicas, en las antenas planas encontramos algunas características particulares. Entre ellas podemos señalar las siguientes:

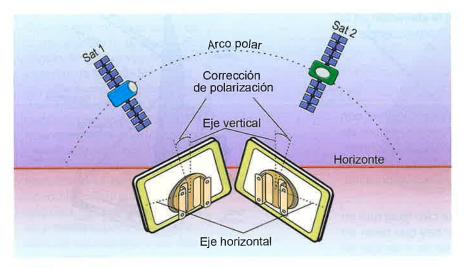


Fig. 6.9. Ajuste del ángulo de polarización en una antena plana.

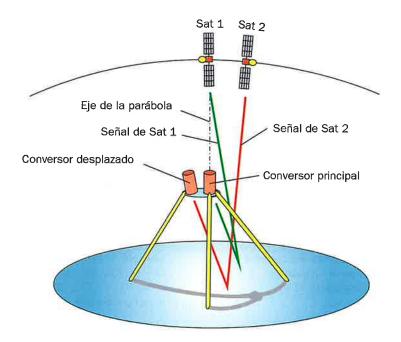
- La ganancia de las antenas planas no es muy grande, por lo que su utilización queda limitada a la recepción de satélites de alta potencia.
- La disposición de los dipolos determina la polarización recibida. Por lo tanto, para adaptar la captación a cada satélite, en función de su posición en el arco polar, es necesario rotar toda la antena sobre su eje transversal, de forma que la posición de sus dipolos tenga el mismo ángulo de polarización que las señales recibidas.
- La apertura de haz de las antenas planas es mucho mayor que la de las antenas parabólicas. Los valores habituales para este parámetro están en torno a los 20°.



F. Antenas multisatélite

Como norma general, las antenas para televisión vía satélite presentan un haz muy estrecho. Esto significa que, para recibir las señales procedentes de varios satélites, es necesario utilizar una antena para cada uno, lo que supone un notable encarecimiento de la instalación.

Existe, sin embargo, la posibilidad de emplear una sola antena, siempre que los satélites se encuentren próximos entre sí. Para conseguir este resultado se utiliza un soporte especial, ubicado en el punto focal de la parábola, que permite montar varios **dispositivos conversores adyacentes** (Fig. 6.10).



Claves y consejos

El hecho de que cada uno de los conversores utilice solo una sección del reflector parabólico reduce la superficie efectiva de la antena y, por lo tanto, su rendimiento será menor. En estos casos es aconsejable usar un reflector de mayor superficie que si se tratase de una antena de conversor simple.



Así, según el fabricante del dispositivo multisatélite, se podrán montar hasta cuatro conversores, que recibirán la señal de otros tantos satélites, siempre que se encuentren en un arco de unos 12° (Fig. 6.11). Se debe efectuar el apuntamiento del reflector parabólico hacia el satélite ubicado en el centro del arco que se desea cubrir, hasta recibir la señal a través del conversor central. Después de ajustar la parábola, se hace lo mismo con el resto de los conversores modificando su ángulo de incidencia sobre la antena, hasta que se reciba la señal de todos ellos.

En realidad, el sistema se comporta como una antena normal para el conversor central, mientras que para el resto de los conversores funciona como antenas de foco desplazado virtuales. Por ello, el conversor situado en el lado izquierdo del foco de la parábola recibe la señal procedente del satélite colocado a la derecha del arco que se desea cubrir.



Fig. 6.11. Detalle de los conversores en un sistema multisatélite.

CASO PRÁCTICO

Utilización de sistemas multisatélite

¿Se puede emplear un dispositivo multisatélite en los siguientes casos?

- Caso A. Recepción de los satélites Astra (19,2° E) y Hot Bird (13° E). En este caso estaría indicado el uso de una antena multisatélite, puesto que la diferencia (6,2°) se halla dentro de los límites tolerables.
- Caso B. Recepción de los satélites Astra (19,2° E) e Hispasat (30° W). Para recibir estos dos satélites necesitaremos dos antenas independientes, porque sus posiciones orbitales están demasiado separadas. Su diferencia es de 49,2°, mucho más de los 12° en los que se sitúa habitualmente el límite.



ACTIVIDADES

- 3. ¿Qué tipo de antena parabólica posee mayor rendimiento?
- ¿Es aconsejable utilizar una antena Cassegrain de tamaño pequeño? Razona tu respuesta.

0

Importante

En las antenas planas no encontrarás el conversor LNB, ya que se encuentra integrado dentro de la propia carcasa de la antena.

2.1. Conversor de banda

Conmutador de polaridad

será procesada. Se controla

a partir de la tensión de

alimentación (13-18 V).

Selecciona la polarización que

Entre los equipos que se han analizado, encontramos muchos que procesan señales de satélite, bien porque su rango de frecuencias lo permite o porque disponen de circuitos específicos para este tipo de señales.

Algunos de los materiales para red de distribución (distribuidores, derivadores, bases de toma, etc.) solo trabajan en las bandas de comunicaciones terrestres, mientras que otros modelos amplían su ancho de banda para procesar también señales de radio y televisión por satélite. Sin embargo, existen dispositivos específicos para este tipo de comunicaciones, con prestaciones y características propias.

En esta unidad estudiaremos los equipos de captación de señales de satélite, y en la siguiente veremos los procesadores de distribución y demodulación.

En las unidades exteriores de recepción de televisión por satélite se emplea el **conversor de bajo ruido** (low noise converter [LNC], low noise blockconverter [LNB]). Este dispositivo convierte la frecuencia de toda una banda, en lugar de un único canal.

Se utiliza para rebajar la banda original que recibe la antena a unos valores que se puedan propagar a través de cable coaxial (frecuencia intermedia de satélite [FI]). En la Figura 6.12 puedes observar un conversor LNB universal.

Antenas

En el interior de la guía de ondas se encuentran dos pequeños dipolos; así es posible captar las polaridades horizontal y vertical que transmite el satélite.

Oscilador local

Genera la frecuencia que se restará a las señales de entrada, para realizar la conversión. Puede ser de frecuencia fija, aunque lo más habitual es que se pueda conmutar entre dos valores (9,75 y 10,6 GHz), cubriendo así dos bandas de trabajo.

Bloque de control

Las órdenes de configuración del conversor llegan a través del cable de salida. La polarización y la banda de trabajo dependerán de la tensión de alimentación y de la presencia o no de un tono de 22 kHz, generados desde la unidad interior.

Salidas

Según la aplicación, el conversor podrá tener 1, 2 o hasta 4 salidas, si se desea disponer de las dos polarizaciones y las dos bandas de trabajo de cada una de ellas simultáneamente.

Filtro de entrada

Selecciona las bandas de trabajo del satélite (Ku, DBS), dejando pasar únicamente las señales comprendidas entre 10,7 y 12,75 GHz, pertenecientes a la denominación internacional SHF.

Amplificador

Como las señales recibidas son muy débiles, el primer proceso que se aplica es la amplificación. La **figura de ruido** de estos dispositivos es muy baja (entre 0,2 y 0,8 dB), y su **ganancia**, muy alta (mayor de 50 dB).

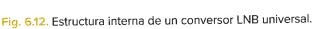
Mezclador de frecuencias

En este bloque se heterodinan las señales captadas por la antena con la del oscilador local, de forma que en su salida aparecen las señales de frecuencia rebajada.

Filtro de salida

Salida

Como resultado de la mezcla de frecuencias se generan armónicos de frecuencias no deseadas, que este filtro se encarga de eliminar. Así, en su salida encontraremos los canales captados por la antena, pero con un rango de frecuencia mucho más bajo, entre 950 MHz y 2,15 GHz.





Para rebajar la frecuencia de las señales se utiliza un **conversor fijo**, cuyo valor es la diferencia entre las dos bandas. Puesto que el ancho de la banda original no coincide con el de la convertida, se utilizan varias subbandas dentro de los márgenes indicados. Para seleccionar las frecuencias que se procesarán, los LNB pueden utilizar varias portadoras de conversión diferente en el oscilador local, cuyo valor se sitúa entre 9,75 y 10,6 GHz (Fig. 6.14).

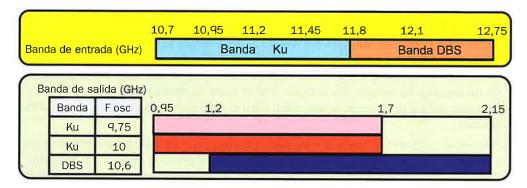


Fig. 6.14. Frecuencias en un LNB.

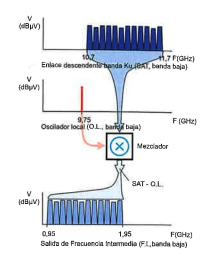


Fig. 6.13. Conversión de frecuencias en un LNB.

Según el tipo de instalación en el que se vaya a montar, utilizaremos uno de estos tipos de conversores:

Tipo	Frecuencia del oscilador	Número de salidas	Aplicación		Aspecto
Simple	10 GHz	1 fija (H o V)	Instalaciones colectivas (antiguo)	(M. 20)	Fig. 6.15. Conversor simple.
Universal	L = 9,75 GHz H = 10,6 GHz	1 conmutable (H _L , H _H , V _L , V _H)	Instalaciones individuales	1	Fig. 6.18. Conversor universal.
Universal doble (twin)	L = 9,75 GHz H = 10,6 GHz	2 conmutables $A = (H_L, H_H, V_L, V_H)$ $B = (H_L, H_H, V_L, V_H)$	Instalaciones individuales con dos usuarios		터g. 6.17. Conversor universal doble.
Quattro	L = 9,75 GHz H = 10,6 GHz	4 fijas $A = H_{L}$ $B = H_{H}$ $C = V_{L}$ $D = V_{H}$	Instalaciones colectivas		Fig. 648. Conversor quattro.
Monoblock	L = 9,75 GHz H = 10,6 GHz	1 conmutable Sat 1 = (H_L, H_H, V_L, V_H) Sat 2 = (H_L, H_H, V_L, V_H)	Instalaciones individuales, dos satélites	T.	Fig. 6.49. Conversor mono- block.

Tabla 6.2. Tipos de conversores.

¿Sabías que...?

Como en España estamos en el hemisferio norte y los satélites se encuentran en la vertical del ecuador, las antenas de satélite deben orientarse hacia el sureste, sur o suroeste.



Fig. 6.20. Técnico apuntando una antena parabólica

3. Apuntamiento de antenas para televisión vía satélite

En los sistemas de antenas terrestres, las antenas receptoras se orientan hacia el lugar en el que se halla el emisor, ajustando la posición hasta conseguir la mejor señal con el medidor de campo.

Esto es sencillo porque la apertura del haz de estas antenas suele situarse entre 25° y 60° y recibe la señal, por lo tanto, en un amplio margen. Sin embargo, en antenas con reflector parabólico, en las que la ganancia está mucho más concentrada, localizar el transpondedor de un satélite no resulta tan sencillo, sobre todo en antenas de gran diámetro. Por ello, se debe utilizar un método sistemático para el apuntamiento correcto de las antenas parabólicas.

Además, en el caso de las antenas para televisión terrestre es sencillo encontrar el origen de la señal, ya que normalmente existirá contacto visual entre el emisor y el receptor. Sin embargo, las antenas para televisión por satélite apuntarán a un lugar del espacio en el que no encontraremos ninguna referencia, ya que los satélites están demasiado lejanos para observarlos a simple vista.

Una vez que se haya montado la antena sobre su base y se haya anclado esta al suelo, se deben seguir las distintas fases del proceso de ajuste, de modo que consigamos un rápido y eficaz método de puesta en marcha del sistema. A continuación desarrollaremos dos sistemas de ajuste de antenas parabólicas que se utilizarán según la posición sea fija o móvil.

3.1. Apuntamiento de antenas parabólicas fijas

Si la antena apunta hacia un solo satélite —como sucede en las instalaciones colectivas o en las individuales más sencillas—, hay que realizar tres ajustes distintos (Fig. 6.21). Inicialmente se ajusta la dirección a la que apunta la antena en el plano horizontal, denominado acimut. También se determina el ángulo vertical, llamado elevación. Por último, se retoca la unidad exterior para optimizar la recepción y adaptarla a la polarización de la señal recibida.

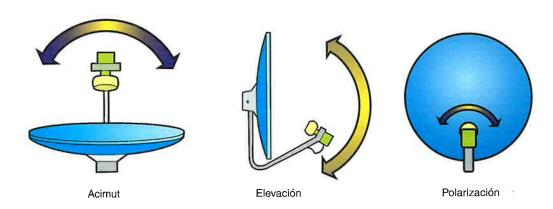


Fig. 6.21. Ajustes básicos de una antena parabólica.

A. Localización de las coordenadas de apuntamiento

Para obtener los datos de los dos primeros parámetros de ajuste, se parte de las coordenadas del lugar donde se quiere ubicar la antena (longitud y latitud correspondientes) y del emplazamiento del satélite dentro de la órbita geoestacionaria, es decir, su **posición orbital.**

Cuando esta información ya está recabada, existen varias formas de obtener los valores de acimut y elevación necesarios para que, a continuación, se apunte correctamente hacia el satélite.

En el caso más frecuente, estaremos cerca de alguna capital de provincia, por lo que podremos utilizar la **Tabla 6.3**, donde aparecen los valores de ajuste para los satélites más utilizados.



Coordenadas geográficas de las capitales españolas y datos de orientación hacia los satélites Astra, Hot Bird e Hispasat

	Coordenadas		Astra (19,2° E)		Hot Bird (13° E)		Hispasat (30° W)	
Ciudad	Longitud	Latitud	Elevación	Acimut	Elevación	Acimut	Elevación	Acimut
Albacete	1,9° W	39°	40°	149°	42°	157°	36°	220°
Alicante	0,5° W	38,3°	41°	150°	43°	159°	36°	222°
Almería	2,5° W	36,8°	42°	146°	44°	155°	38°	221°
Ávila	4,7° W	40,6°	37°	146°	39°	154°	36°	216°
Badajoz	7° W	38,9°	37°	142°	40°	150°	39°	214°
Barcelona	2,2° E	41,4°	39°	155°	41°	163°	32°	224°
Bilbao	2,9° W	43,3°	35°	149°	37°	157°	33°	217°
Burgos	3,6° W	42,3°	36°	148°	38°	158°	34°	216°
Cáceres	6,4° W	39,5°	37°	143°	40°	151°	38°	215°
Cádiz	6,3 ° W	36,5°	40°	141°	43°	149°	41°	216°
Castellón	0°	40°	40°	151º	42°	160°	34°	222°
Ceuta	5,3° W	35,8°	41°	142°	43°	151°	41°	219°
Ciudad Real	3,9° W	39°	39°	146°	41°	154°	37°	218°
Córdoba	4,8° W	37,9°	39°	144°	42°	152°	39°	218°
Cuenca	2,1° W	40,1°	39°	149°	41°	157°	36°	219°
Girona	2,8° E	42°	39°	156°	40°	164°	31°	224°
Granada	3,6° W	37,2°	41°	145°	43°	153°	39°	219°
Guadalajara	3,2° W	40,1°	38°	148°	40°	156°	36°	218°
Huelva	7° W	37,3°	39°	141°	42°	149°	41°	215°
Huesca	0,4° W	42,1°	37°	152°	39°	160°	33°	220°
Jaén	3,8° W	37,8°	40°	145°	43°	154°	38°	219°
A Coruña	8,4° W	43,4°	33°	143°	35°	150°	35°	210°
Las Palmas	15,4° W	28,1°	40°	124°	44°	130°	53°	209°
León	5,5° W	42,2°	35°	145°	38°	153°	35°	214°
Lleida	0,6° E	41,6°	38°	153°	41°	161°	33°	222°
	2,5° W	42,5°	36°	150°	38°	158°	34°	218°
Lugo	7,6° W	43°	34°	144°	36°	151°	35°	211°
Lugo	3,7° W	40,5°	38°	147°	40°	155°	36°	217°
Madrid Málaga	4,4° W	36,7°	41°	144°	43°	152°	40°	219°
Málaga	3° W	35,3°	43°	145°	45°	154°	40°	221°
Melilla	1,1° W	38°	41°	149°	43°	158°	37°	222°
Murcia			34°	143°	37°	151°	36°	2110
Ourense	7,9° W	42,4° 43,4°	34°	145°	37°	154°	34°	213°
Oviedo	5,8° W		36°	146°	39°	155°	35°	215°
Palencia Nallarra	4,5° W	42°		155°	43°	164°	33°	225°
Palma de Mallorca	2,7° E	39,6°	41°	151°	39°	159°	33°	219°
Pamplona	1,6° W	42,8°	36°			150°	36°	210°
Pontevedra	8,7° W	42,4°	34°	142°	37°		37°	215°
Salamanca	5,7° W	41°	36°	145°	39°	153°		
Sta. Cruz de Tenerife	16,3° W	28,5°	39°	124°	44°	129°	54°	207°
Santander	3,8° W	43,5°	35°	148°	37°	157°	33°	216°
S. Sebastián-Donostia	2° W	43,3°	36°	151°	38°	157°	33°	218°
Segovia	4,1° W	41°	37°	147°	40°	154°	36°	217°
Sevilla	6° W	37,4°	39°	142°	43°	151°	40°	216°
Soria	2,5° W	41,8°	37°	149°	39°	158°	34°	218°
Tarragona	1,3° W	41,10	38°	150°	410	162°	34°	220°
Teruel	1,1° W	40,3°	39°	150°	41°	159°	35°	220°
Toledo	4° W	40°	38°	146°	41°	155°	37°	217°
Valencia	0,3° W	39,3°	40°	151°	42°	160°	35°	222°
Valladolid	4,7° W	41,7°	36°	146°	39°	155°	35°	215°
Vitoria-Gasteiz	2,7° W	42,9°	36°	149°	38°	158°	33°	217°
Zamora	5,8° W	41,5°	36°	145°	39°	153°	36°	214°
Zaragoza	0,9° W	41,7°	38°	151°	40°	160°	34°	220°

Tabla 6.3. Coordenadas geográficas de las capitales españolas.



En el siguiente enlace también podrás encontrar información sobre apuntamiento y canales de satélites:

bit.ly/satelites_canales

(2

CASO PRÁCTICO

Acimut y elevación de antenas parabólicas

Calcula las coordenadas de acimut y elevación que debe tener una antena situada en Madrid, si queremos recibir la señal del satélite Astra 1M.

- A. En primer lugar, deberemos conocer la posición orbital del satélite Astra 1M, ubicado en 19,2° E, y las coordenadas de la estación receptora.
- **B.** La ciudad de Madrid se encuentra a una latitud de 40,6° norte (N) y a 3,5° de longitud oeste (W). Trasladando estos datos a la tabla, obtendremos los siguientes resultados:

Elevación: 38°; acimut: 147°.

Si no nos encontramos cerca de una de las ciudades que aparecen en la Tabla 6.3, o si deseamos apuntar la antena hacia un satélite distinto a los incluidos en la tabla, lo más efectivo es consultar alguna de las numerosas páginas de Internet que incorporan utilidades de localización de satélites. Una de ellas, especialmente interesante, es bit.ly/satelites_apuntamiento. Si entramos en el apartado Calculador AZ/EL, podremos realizar los cálculos de apuntamiento de la antena de un modo muy sencillo.

CASO PRÁCTICO

Utilizando la herramienta online de Satlex, calcularemos los datos de apuntamiento de una antena situada en Madrid, que orientaremos hacia el satélite Astra (19,2° E).

En primer lugar, seleccionaremos el satélite al que deseamos apuntar, que en este ejemplo será el conjunto de satélites Astra (1KR/L/M/N) situados en la posición orbital 19,2° este. Podremos hacerlo seleccionándolo a través de la caja desplegable, o indicando su posición orbital.

El siguiente paso será ubicar la antena receptora. Primero indicaremos el país en el que nos encontramos (España) y a continuación podremos elegir una de las ciudades en el apartado desplegable (Madrid). Si la ciudad no estuviese en la lista, también podríamos ubicarla a través del enlace de Google Maps.

Para completar la configuración, solo nos falta informar a la aplicación del tamaño de la antena. En nuestro caso, utilizaremos una antena de 75 cm de anchura por 80 cm de altura.

Pulsando en el botón *Calcula*, la aplicación nos ofrece los resultados de los cálculos. De una parte, tendremos un gráfico en el que se observa el arco polar, mirando en dirección sur desde la posición de la antena receptora, y la posición en la que se ubica el satélite al que estamos apuntando (Fig. 6.23). También obtendremos un dibujo del conversor LNB (visto desde la parte posterior de la antena), que nos servirá de guía para ajustar la polarización de dicho conversor.



Fig. 6.22. Ventana de recogida de datos.

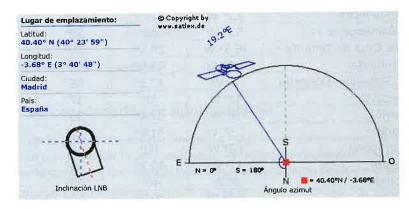


Fig. 6.23. Arco polar y ajuste de polarización

(Continúa)



CASO PRÁCTICO

(Continuación)

Esta misma información aparece también en formato numérico, junto al resto de los datos calculados (Fig. 6.24). Entre ellos, destacaremos los valores de acimut (146,93°), elevación (37,73°) e inclinación del conversor (para el ajuste de polarización, 24,55°). Otros datos, como el ángulo de declinación, serán necesarios en caso de montar la antena sobre un rotor, para poder captar varios satélites a lo largo del arco polar.

Junto a estos datos observaremos un dibujo del perfil de la antena, en el que se muestra la posición que tendrá una vez que la hayamos ajustado.

En esta página encontraremos otras herramientas, como la que nos permite saber si un objeto situado delante de la antena nos supondrá algún problema, o un calculador para antenas con varios conversores LNB.

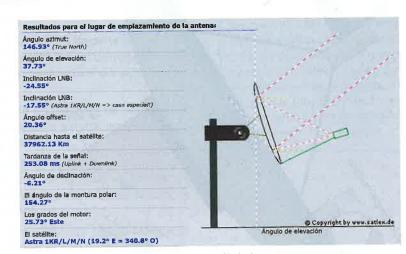
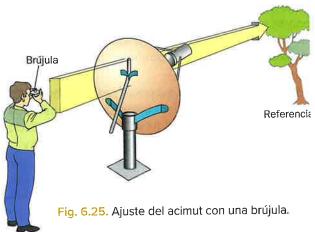


Fig. 6.24. Resultados del cálculo y perfil de la antena.

Ajuste del acimut

a vez efectuado el cálculo preliminar, se sitúa la antena en el plano horizontal con ayuda una **brújula (Fig. 6.25)**, según las coordenadas obtenidas en las tablas. Para llevar a cabo a operación, hay que colocar la brújula lejos de cualquier superficie metálica y localizar n ella un punto de referencia lejano.

punto elegido debe ser tal que, si trazamos una línea recta entre la posición de la brú-3 y el objeto de referencia, teniendo dicha línea el ángulo adecuado, el eje de la antena té contenido en la línea o sea paralelo a ella. De cualquier modo, el apuntamiento del mut se completará en el paso siguiente, debido a que la precisión necesaria no se puede tener con una brújula.



Más datos

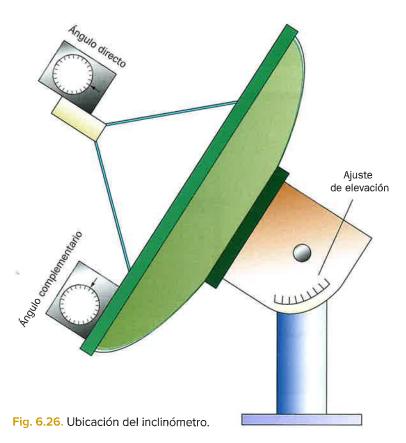
Aplicaciones para smartphone

Otra forma de localizar satélites es utilizando aplicaciones para teléfonos.

Busca en la tienda online de tu terminal; podrás encontrar aplicaciones gratuitas como «Sate-Ilite Director» o «SatFinder».

ACTIVIDADES

- 5. (A) Calcula las coordenadas de acimut y elevación que debe tener una antena parabólica situada en tu localidad para los satélites de Astra e Hispasat.
- 6. Determina, con la Tabla 6.3, los datos de elevación y acimut que tenemos que seleccionar, si queremos recibir desde Barcelona el satélite Hispasat.
- 7. Entra en la aplicación interactiva de la página web bit.ly/satelites_apuntamiento. Introduce los datos correspondientes a la actividad anterior y comprueba si los valores que proporciona para los ajustes de la antena coinciden con los de la tabla.



C. Ajuste de la elevación

Cuando se quiere ajustar la antena en el plano vertical, se coloca el inclinómetro sobre la superficie del conversor, de modo que quede paralelo al eje de la antena, se selecciona el ángulo que se desea obtener y se varía la elevación de la antena hasta que la lectura del aparato sea correcta. El inclinómetro tiene dos escalas: una exterior, fija, y otra interior, que varía según el ángulo que adopta en cada momento. Para ajustar un ángulo de elevación, se selecciona dicho ángulo en la escala exterior, haciéndolo coincidir con una marca de referencia. Unidas a las escalas fija y móvil, el aparato tiene dos líneas radiales, que se emplean para realizar las medidas. Esta lectura se consigue cuando las líneas fija y móvil coinciden. En ese momento, la antena estará apuntada correctamente. La precisión que proporciona el inclinómetro es mucho mayor que la que ofrece la brújula. Por este motivo el ángulo de elevación necesitará menos retoques de ajuste fino que el acimut.

Si las caras del conversor no están paralelas al eje de la antena, se puede ajustar la elevación con ayuda de una regla o un listón rígido, situado verticalmente en el centro del reflector.

Sobre este listón se coloca el inclinómetro, que está representado en la Figura 6.26, con la salvedad de que hay que añadir 90° al valor original, puesto que en esta ocasión se está midiendo el ángulo complementario de la situación anterior.

Claves y consejos

Recuerda que los datos de elevación obtenidos en la tabla son válidos para una antena de foco primario. Si se utiliza una antena offset, hay que restarle un ángulo de desplazamiento (ángulo offset), que el fabricante indica en la tabla de características de la antena. Además, para facilitar el ajuste, las antenas offset suelen llevar grabada una escala junto a la pieza de ajuste, donde podemos seleccionar el ángulo que obtuvimos en la Fig. 6.27.



Fig. 6.27. Guía de ajuste de elevación en una antena offset.

D. Ajuste fino con equipos de medida

Aunque los apuntamientos se realicen correctamente, lo normal es que aún no se pueda visualizar la señal procedente del satélite, sobre todo si se trata de antenas de gran diámetro.

El ajuste del sistema se completa al emplear elementos de medida que son mucho más precisos y que permiten obtener una tolerancia mínima en la posición de la antena. Para que esto ocurra se utiliza un medidor de campo de señales de satélite, que es capaz de trabajar con frecuencias de hasta 2 GHz aproximadamente, correspondiente al valor de la primera frecuencia intermedia proporcionada por los dispositivos conversores ubicados en la antena.

Todos los medidores de TV-SAT tienen la posibilidad de alimentar este conversor. Basta con conectar el medidor al conversor, seleccionar la tensión de alimentación que se enviará por el cable, y el equipo estará listo para recibir señal. Cuando se ajusta la antena, se tiene que configurar el medidor como analizador de espectros y con la frecuencia de un canal del satélite que se quiere recibir.

Los medidores de campo disponen de la opción de emitir un **tono audible**, cuya frecuencia es proporcional a la cantidad de señal recibida. Este tono es grave ante señales de bajo nivel, y se va volviendo más agudo cuanto mayor va siendo la señal que llega al medidor. Esto permite que se haga el ajuste sin necesidad de mirar constantemente la pantalla.

Es importante destacar que, mientras dure el proceso de anclaje de la antena, se debe observar continuamente la medida de la señal. Durante la fijación, se pueden producir desplazamientos de la antena que provocarían una disminución de la cantidad de señal recibida.

En principio, se procede a **barrer la zona del espacio** próxima al apuntamiento indicado en las coordenadas. Esta operación es preciso que se realice con mucho cuidado, moviendo la antena horizontalmente de un lado a otro, en torno a los puntos localizados con anterioridad en el acimut y la elevación, al tiempo que se va observando el espectro en el monitor.



1 un momento determinado aparecerán en el monitor al mismo tiempo las portadoras del atélite, que volverán a desaparecer si se continúa moviendo la antena. Si hemos ajustado equipo a la frecuencia de uno de los transpondedores de satélite, el tono de ajuste se olverá en ese momento más agudo, indicando el aumento de la potencia que capta el edidor de campo.

medida que nos alejamos del punto de recepción, el tono volverá a hacerse más grave. ntonces hay que centrar la antena sobre la señal recibida y retocar secuencialmente la evación y el acimut en la dirección en la que se obtenga un mayor nivel de señal, hasta grar el máximo absoluto.

as empresas instaladoras de ICT deben disponer, por ley, de un medidor de campo con antalla y función de análisis de espectro, por lo que ajustaremos la antena siguiendo este étodo. Sin embargo, existen otros sistemas para realizar este ajuste.

no se dispone de un medidor de campo, es posible realizar el apuntamiento mediante n **localizador de satélites,** llamados también *finders* o *hunters*. Se trata de un equipo de ajo coste que proporciona una indicación acústica y visual de la potencia que recibe, al empo que ofrece la posibilidad de alimentar el conversor LNB.

า los modelos que son más avanzados, como el de la Figura 6.28b, se puede identificar satélite y seleccionar el servicio deseado, e incluso tomar medidas avanzadas, como los dices MER y BER.



Importante

Los finders de bajo coste no tienen capacidad para alimentar el conversor LNB. Por lo tanto, debemos utilizar el receptor del usuario para este fin. En este caso, intercalaremos el equipo de medida entre el conversor y el propio receptor, de forma que se pueda medir la señal que transcurre por el cable.



a) De bajo coste.

b) Con funciones avanzadas.

g. 6.28. Localizadores de satélites.

na vez localizado el satélite, debemos identificarlo, puesto que en algunas zonas del rco polar hay varios satélites muy próximos entre sí. Para ello, sintonizaremos uno de os canales y comprobaremos los datos de su trama digital, donde se identifican la red el servicio.

i el canal es analógico, realizaremos la identificación a través del logotipo de la emisora comprobaremos en una tabla de canales que, efectivamente, corresponde a una señal mitida desde el satélite que nos interesa recibir.

. Ajuste del plano de polarización

uando la parábola esté en la mejor posición de acimut y elevación, se procede a ajustar ı polarización, con el fin de obtener la mejor calidad de recepción y el mayor nivel de

ste ajuste final es muy importante, puesto que la posición óptima del conversor LNB epende de la zona del cinturón de Clarke en que se encuentre.

sí, si vamos a recibir la polarización vertical del satélite Astra, tendremos que girar el conersor ligeramente en el sentido horario (con la antena vista de frente –ver la Figura 6.21–). sto se debe a la inclinación de su posición orbital desde el punto de vista del receptor, al ncontrarse en el extremo derecho del arco polar.



Fig. 6.29. Técnico ajustando el plano de polarización de un conversor LNB.

3.2. Apuntamiento de antenas parabólicas móviles

emplazamiento de la estación receptora.



Fig. 6.30. Ajustes en una antena con montaje polar.

En una instalación colectiva es necesario, salvo las excepciones ya comentadas, utilizar una antena para cada uno de los satélites que se deseen recibir, lo que complica la instalación a niveles difícilmente asequibles. Sin embargo, en instalaciones individuales hay una solución de bajo coste, al no existir la necesidad de disponer de la señal de todos los satélites al mismo tiempo.

Un caso especialmente interesante de apuntamiento de antenas se presenta cuando se desean recibir las señales de todos los satélites visibles desde el

Para poder recibir los diferentes satélites situados en el arco «visible» del cinturón de Clarke, la antena debe tener un sistema de anclaje de tipo polar, es decir, soportado por una columna y con la posibilidad de incorporar el rotor (Figura 6.30).

En su recorrido (Fig. 6.31), la antena realiza un correcto «barrido» de los satélites, mientras modifica conjuntamente el acimut, la elevación y la posición del alimentador para conseguir la correcta recepción de la polarización correspondiente. Esto se logra mediante el cabeceo de la antena sobre un eje inclinado según un ángulo de compensación.

Aunque este ángulo se denomina en ocasiones **declinación**, no debe confundirse con la declinación magnética terrestre, puesto que se trata de la modificación del ángulo de elevación de la antena según cambia su acimut. Por este motivo también se llama **compensación del eje polar.**

Este ajuste, presente solo en las antenas con rotor, depende de la latitud en la que se emplaza la antena receptora.

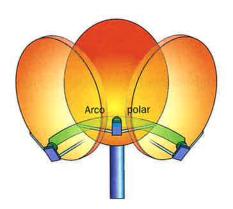


Fig. 6.31. Recorrido de una antena con montaje polar.

A. Consideraciones previas

El ajuste correcto de la antena en esta fase de la instalación es muy importante, por lo que es necesario tener en cuenta que el mástil donde se va a montar el sistema esté en posición **perfectamente vertical.** Si la base de anclaje no cumple esta condición, el rotor realizará un trazado erróneo, que no coincidirá con la zona del espacio que contiene los satélites.

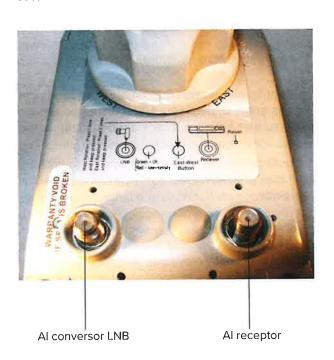


Fig. 6.32. Detalle de conexiones y mandos de un motor de antena.

Una vez finalizado el montaje, se conecta el motor, intercalándolo en la línea que une el conversor con la unidad interior de usuario, como aparece en la Figura 6.32. Durante el proceso de ajuste, el receptor debe estar encendido, puesto que el rotor de antena, como el propio conversor LNB, se alimenta desde la unidad interior.

Otra precaución que se debe tomar es la posición de partida del propio motor. Estos dispositivos incorporan en su eje de giro una escala graduada, que indica el ángulo de rotación.

Durante el proceso de ajuste, el eje del motor debe estar en la **posición de 0°.** Si esto no es así, podemos llevarlo a esta posición de referencia mediante los botones que el motor tiene en su parte inferior.



B. Apuntamiento al sur real

A diferencia de las antenas fijas, en esta instalación no se tiene que buscar un ángulo de acimut correspondiente a un satélite concreto. En su lugar, se debe apuntar a la posición más alta del arco polar, que coincidiría con un hipotético satélite situado en posición sur.

El ángulo horizontal de apuntamiento se comprueba utilizando la brújula, aunque se debe tomar una precaución: este dispositivo apunta al sur magnético, que está ligeramente desviado de nuestro objetivo, el sur geográfico. Por eso, se tiene que conocer el «error» que comete la brújula, y así compensarlo. Se puede consultar la desviación entre el sur magnético y el real, que depende de la latitud del receptor, en la **Tabla 6.4**.

C. Ajuste de elevación

A continuación, se procede a ajustar el ángulo vertical que tendrá el motor. Este valor depende también de la latitud, por lo que si se lleva este dato a la tabla, en la columna «elevación» se obtiene el valor del ángulo que debemos seleccionar. Como se puede ver en la Figura 6.33, la base de anclaje de este equipo cuenta con una escala graduada (rotulada habitualmente como *latitude*). Para efectuar el ajuste, se debe hacer coincidir el valor deseado con una muesca de referencia, visible a través de la ranura.

D. Ajuste de declinación

Como en los dos ajustes anteriores, la declinación o compensación del eje polar varía según la latitud en la que se encuentra la antena receptora. Es necesario buscar en la columna «declinación» la fila correspondiente a nuestra latitud, donde se encuentra el ángulo de ajuste correcto. Para implementarlo, hay que desplazar ahora la corredera de la antena (no del motor), como se aprecia en la Figura 6.30. El punto en el que se ajustaría la elevación, si la antena fuese fija, servirá en este caso para ajustar el ángulo de declinación.

Ajustes en una antena con motor						
Latitud del receptor (°)	Compensación del sur magnético (°)	Elevación (°)	Declinación (°) (para un motor de 35° en el eje			
27	4,5	63	25,5			
28	4,7	62	25,3			
29	4,8	61	25,2			
30	5,0	60	25,0			
31	5,1	59	24,9			
32	5,2	58	24,8			
33	5,4	57	24,6			
34	5,5	56	24,5			
35	5,6	55	24,4			
36	5,8	54	24,2			
37	5,9	53	24,1			
38	6,0	52	24,0			
39	6,1	51	23,9			
40	6,3	50	23,7			
41	6,4	49	23,6			
42	6,5	48	23,5			
43	6,6	47	23,4			
44	6,7	46	23,3			
45	6,8	45	23,2			

Tabla 6.4. Ángulos de ajuste en una antena con motor.



Fig. 6.33. Detalle del ajuste del ángulo de elevación del motor.

(Importante

El valor del ángulo de declinación puede variar de un motor a otro en función de la inclinación que presenta el eje sobre el que se monta la antena. La Tabla 6.4 incluye los datos correspondientes a un motor con un ángulo de eje de 35°, y también muestra los datos para las latitudes en las que se encuentra España.



Claves y consejos

El barrido del arco polar se puede ordenar con el mando a distancia, desde el receptor (generalmente en el menú *Instalación – ajuste de antena*) o a pie de antena, mediante los botones de la base del motor. Si tiene dos botones, cada uno hará girar el motor en un sentido. Si solo dispone de un botón, una pulsación larga hará que el motor gire en una dirección, mientras que una pulsación cor-'ta seguida de una larga provocará el giro en sentido contrario.

E. Barrido del arco polar

Una vez realizados todos los ajustes, se debe mover el rotor de la antena en uno de los dos sentidos (por ejemplo, hacia el E) hasta localizar el satélite más cercano al punto de origen; hay que retocar el acimut y/o la elevación hasta optimizar la recepción.

La siguiente acción consiste en mover el actuador de la antena hacia el lado opuesto (el W en este caso) para localizar el satélite más cercano en esa dirección, mientras se efectúa una nueva optimización.

Posteriormente se procede a desplazar la antena de nuevo al E, primero, y al W después. En cada movimiento se tiene que abrir la zona de barrido, al tiempo que se realizan ajustes cada vez más finos de acimut y elevación hasta conseguir la recepción correcta de todos ellos.

Si al retocar la posición se pierde un satélite que ya está ajustado, se deberá a que el recorrido de la antena no sigue exactamente la curva correspondiente al arco polar, por lo que será necesario retocar la declinación y empezar de nuevo.

Finalizado el proceso y ajustado el recorrido de la antena, se tiene que dejar el motor en su posición de referencia (0°) para ajustar las posiciones de los satélites y sus canales desde el receptor del usuario.

Para cambiar la posición del motor, el receptor del usuario genera órdenes en un formato conocido como DiSeq, que se envían a través del cable de bajada de antena, igual que la corriente de alimentación para el conversor LNB y el propio motor.

Muchos medidores de campo también pueden emitir estos códigos de control, por lo que, si se dispone de esta función, no será necesario utilizar el receptor de usuario para realizar los ajustes de posicionamiento de la antena. En este caso, bastará con conectar el conversor LNB al motor y llevar el cable de salida del motor hasta el medidor de campo. De esta forma, el propio medidor será quien se encargará de alimentar el conversor y de mover el motor, al tiempo que muestra en la pantalla el nivel de señal que se está recibiendo.



CASO PRÁCTICO

Ajuste de una antena con motor

Supongamos que queremos ajustar una antena polar para que reciba todos los satélites en una instalación individual, situada en Barcelona. El proceso que se tiene que seguir sería el siguiente:

- a) Ajuste al S real
 - Con la ayuda de la Tabla 6.3, en la que se muestran las coordenadas de las capitales españolas, podemos comprobar que la ciudad de Barcelona se encuentra, aproximadamente, en la latitud 41° N.
 - Si trasladamos este dato a la tabla de ajustes de una antena con motor, obtendremos el ángulo de compensación del sur magnético, que en este caso es de 6,4°. Con este dato ya se puede proceder a ajustar la antena.
- b) Ajustes de elevación y declinación

Para determinar los ángulos de elevación y declinación, recurriremos a la **Tabla 6.4**. Puesto que la antena está a una latitud de 41°, debemos ajustar el motor con una elevación de 49°, mientras que en la antena seleccionaremos un ángulo de declinación de 23,6°.

c) Optimización de elevación

Si recibimos las señales de los dos satélites cercanos a 180° con potencias similares, podemos mejorar la calidad de recepción ajustando el ángulo de elevación hasta conseguir el máximo absoluto de señal recibida en ambos.

Si el apuntamiento inicial al S es correcto, el cambio en la elevación afectará aproximadamente por igual a los dos satélites. En el caso de que esto no sea así, debemos volver al apartado b y reajustar la posición del S real.

(Continúa)



CASO PRÁCTICO

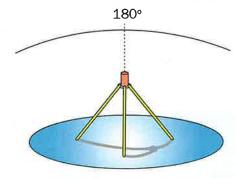
Ajuste de una antena con motor (Continuación)

d) Localización de satélites cercanos

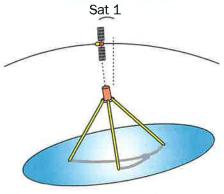
- Conectaremos ahora un medidor de campo a la antena y lo configuraremos para visualizar el espectro en la banda de recepción de satélite. Como en 180° no existe ningún satélite, inicialmente no recibiremos lecturas de portadoras en el equipo de medida.
- Activaremos ahora el rotor de la antena ligeramente, en la dirección en la que se encuentre el satélite más próximo, como se muestra en la Figura 6.34b (generalmente en el sector E hay más cantidad de satélites). Si existen dificultades en su localización, retocaremos ligeramente el ángulo de elevación hasta encontrarlo.
- Anotaremos el valor de potencia de las portadoras recibidas en el medidor de campo. Después de efectuar esta operación, desplazaremos la antena hacia el lado opuesto (W), hasta llegar al satélite más cercano existente en esa dirección (Fig. 6.34c).
- Mediremos entonces el valor de potencia de sus señales y las compararemos con las del primer satélite recibido. Si no son aproximadamente
 iguales (y existe una notable diferencia en la calidad de la imagen), se
 deberá a un error en el apuntamiento del acimut de la antena. En tal caso,
 reajustaremos este parámetro hasta que los dos satélites tengan valores
 de señal similares, aunque no sean los máximos absolutos que se pueden
 conseguir en cada uno.
- Tras este ajuste, debemos comprobar de nuevo el ángulo de compensación del eje polar y retocarlo si no se ha modificado su valor inicial, y comenzaremos el proceso de ajuste desde el principio.

e) Localización de satélites lejanos

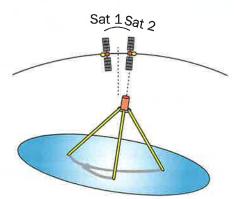
- Una vez que recibimos correctamente los satélites más cercanos al S, se abre el arco que describimos con la antena y se comprueba la recepción de un mayor número de satélites, como en la Figura 6.34d.
- Cuando un satélite (o varios) de un mismo lado se recibe mejor que los del lado opuesto, significa que la cabeza no está bien orientada al S. Por el contrario, si las diferencias de recepción se producen entre los satélites próximos a 180° y aquellos que se encuentran en los extremos del arco polar, es un síntoma de que existe un desajuste en el ángulo de compensación del eje polar.
- Este problema ocasiona que, en su recorrido, la antena describa un arco más acentuado (si el ángulo de declinación es mayor que el correcto) o más plano que el arco polar, por lo que solo recibimos los satélites que se encuentran cerca de la intersección de ambos arcos. Naturalmente, ante este problema debemos retocar el ángulo de declinación del eje polar de la antena y comenzar el proceso de ajuste para lograr una recepción correcta de todos los satélites.



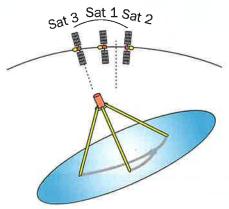
a) Apuntamiento al S real.



 b) Localización del satélite más cercano.



c) Localización en el lado opuesto y optimización de elevación.



d) Apertura del arco y localización de satélites lejanos.

Fig. 6.34. Proceso de localización de satélites en el arco polar.

0

Importante

Si bien a la salida del LNB podemos transmitir las señales del satélite a través de cables coaxiales, la frecuencia de la banda de frecuencia intermedia es muy alta, por lo que deberemos utilizar cables coaxiales de alta calidad. Si no lo hacemos, se producirán pérdidas excesivas de señal. Puedes comprobarlo en la Unidad 3.



Fig. 6.35. Guías de ondas en una antena.

4. Guía de ondas

Como hemos visto, las señales del enlace descendente de los satélites tienen una frecuencia muy elevada, para poder atravesar la atmósfera terrestre con un nivel mínimo de atenuación. Sin embargo, utilizar señales de SHF implica algunas dificultades importantes, ya que los materiales y los circuitos que se emplean son muy diferentes a los de frecuencias más bajas.

Desde el conversor LNB utilizamos cables para llevar las señales recibidas desde los satélites hasta los receptores de la instalación. Esto es posible porque se ha producido una transformación en la frecuencia de los canales originales, pasando de unos 10 o 12 GHz a 1 o 2 GHz, pero, en algunos casos, tendremos que disponer de algún medio de transmisión que sea capaz de trabajar con las señales en su frecuencia original.

Para transferir señales de microondas, los cables coaxiales resultan inadecuados por la elevada atenuación que introducen en el sistema.

En estos casos se recurre a la utilización de **guías de ondas**, tubos metálicos en cuyo interior se propaga la señal, una vez radiada en uno de sus extremos.

Estos tubos pueden tener sección circular, elíptica, rectangular o cuadrada. Su uso está condicionado por una respuesta en frecuencia variable, en la que se obtienen bajas atenuaciones propagando señales entre 5 y 50 GHz.

A diferencia de las líneas coaxiales, las dimensiones físicas definen la frecuencia óptima de transferencia de la guía de ondas, pudiendo utilizarse obstáculos físicos para sintonizarla.

Es frecuente encontrar guías de ondas atravesadas parcialmente por tornillos. La función de estos es limitar la longitud de onda que se puede propagar por el interior de la guía, en función del trozo de tornillo introducido. En realidad, se trata de un filtro cuyo funcionamiento es puramente mecánico.

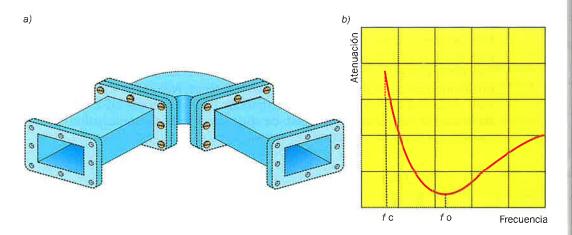


Fig. 6.36. Guía de ondas: a) aspecto físico; b) respuesta en frecuencia.

Para transportar señales en una guía de ondas, la señal se genera a través de un pequeño dipolo que está situado en el centro de la cara más larga y orientado perpendicularmente a esta.

La utilización de una guía rectangular (Fig. 6.36) facilita la selección de la señal en función de la polarización espacial de la onda propagada, de forma que se rechaza aquella cuyo campo eléctrico no coincide con la posición del dipolo interior.



PRÁCTICA FINAL

Apuntamiento de antenas parabólicas

Objetivos -

- Identificar los materiales utilizados en la recepción de señales de transmisión por satélite.
- Asentar los conceptos estudiados sobre la configuración de sistemas captadores de transmisión vía satélite.
- Familiarizarse con las técnicas de medida, ajuste y puesta en marcha de sistemas receptores de señales de televisión vía satélite.

- Material necesario

- Antena parabólica con soporte, conversor LNB universal y accesorios.
- Brújula e inclinómetro.
- Medidor de campo de TV-SAT o localizador de satélites.
- · Cables, conectores y herramientas de montaje.



Fig. 6.37. Técnico apuntando una antena offset.

Proceso operativo

Esta práctica se debe desarrollar al aire libre, en una zona orientada hacia el sur y libre de obstáculos.

- Formad un grupo de tres alumnos. Analizad los materiales que se emplearan durante la práctica. Prestad especial atención a los sistemas de fijación de la antena y su soporte, y a la forma de ajustar en la antena los parámetros necesarios para su apuntamiento.
- Observad el emplazamiento en el que se montará la antena, identificando posibles dificultades en el montaje y en la captación de las señales del satélite.

- Montad la antena, siguiendo las instrucciones del fabricante y las indicaciones del profesor.
- Consultando la Tabla 6.3, o alguna aplicación de apuntamiento de satélites, determinad las coordenadas de acimut y elevación para apuntar la antena desde la localidad en la nos encontramos hasta el satélite que deseamos recibir (Astra, por ejemplo).
- 5. Siguiendo el proceso descrito en el Apartado 3 de esta unidad, proceded al apuntamiento de la antena. Sintonizad un canal del satélite localizado. Comprobando la identificación de la trama de transporte recibida, aseguraos de que estáis recibiendo el satélite correcto.
- 6. Con el medidor de campo conectado y configurado en modo analizador de espectros, observad la variación que se produce en el nivel de señal recibida al girar lentamente el conversor (modificación del plano de polarización). Colocad el conversor en su posición de máxima señal de recepción.
- 7. Configurando el modo de visualización espectral, seleccionad el nivel máximo de expansión, de forma que entre en la pantalla toda la banda recibida. Relacionad el gráfico que aparece en la pantalla con los diferentes canales que envía el satélite, y a continuación observad sus frecuencias y niveles de amplitud.
- 8. En este modo de visualización espectral, girar el conversor lentamente hasta llegar a 90°. Observad cómo disminuyen poco a poco los canales de los transpondedores que se estaban visualizando inicialmente, y cómo van apareciendo los de la polarización cruzada. Una vez visualizado este efecto, devolved el LNB a su posición correcta.
- 9. Si estáis utilizando un LNB universal, alternad en el medidor de campo la tensión de alimentación de 13 y 18 voltios. Observad y razonad los cambios que aparecen sobre la pantalla del medidor de campo cuando se encuentra en modo de visualización espectral y en modo de visualización de servicios de televisión. Haced lo mismo, aplicando ahora un tono de 22 kHz al conversor desde el medidor de campo. Podréis observar de nuevo cómo cambian los canales recibidos en cada una de las configuraciones.
- Redactad una memoria en la que se incluyan las operaciones realizadas y las conclusiones obtenidas durante la ejecución de la práctica.



COMPRUEBA TU APRENDIZAJE

Identificar las características y el funcionamiento de las antenas.

- 1. La mayoría de las antenas para recepción de señales de satélite son parabólicas.
 - a) ¿Qué característica tiene la parábola, que hace que la elijamos para fabricar estas antenas?
 - b) En una antena parabólica, ¿de qué depende la ganancia?
- 2. Enumera los ajustes necesarios para realizar el apuntamiento de una antena para recepción de señales de satélite.
- 3. ¿Existen diferencias en la precisión con la que se debe apuntar una antena parabólica respecto de una antena de recepción de televisión terrestre? ¿Por qué?
- 4. En una antena parabólica, ¿dónde podremos encontrar el elemento que convierte los campos electromagnéticos procedentes del satélite en señales eléctricas?

Reconocer las antenas utilizadas en instalaciones de radio y televisión.

- 5. ¿Qué tipo de antena parabólica tiene un mayor rendimiento?
- 6. ¿Cuándo se puede utilizar un dispositivo multisatélite?
- 7. Localiza en Internet al menos una antena de cada uno de los tipos que se han estudiado en la unidad. Copia las fotografías y compara sus características técnicas con las ya estudiadas.
- 8. Un sistema receptor de televisión vía satélite colectivo desea recibir los canales procedentes de los satélites Astra (situado en 19° E), Hispasat (30° W) y Eutelsat (10° E).
 - a) ¿Cuál es el mínimo número de antenas que se puede utilizar para recibir la señal de los tres satélites? ¿Por qué?

- 9. ¿Se pueden montar antenas parabólicas con rotor en instalaciones colectivas? Razona tu respuesta.
- 10. ¿De qué tipo es el dipolo que se utiliza como elemento activo en las antenas receptoras de televisión vía satélite? Si en estas comunicaciones se transmiten señales de unos 12 GHz de frecuencia, ¿cuál será el tamaño de este elemento activo?
- 11. Enumera los diferentes tipos de LNB que podemos encontrar, y razona las diferencias técnicas existentes entre ellos, y las aplicaciones de cada uno.
- 12. Describe el proceso de ajuste de una antena con rotor, los equipos que intervienen y el orden en el que se debe llevar a cabo todo el proceso.
- 13. Sabemos que, por razones técnicas, las antenas de recepción de televisión terrestre deben instalarse en la zona alta de los edificios. ¿Es necesario aplicar esta norma también a las antenas receptoras de radio y televisión por satélite? Razona tu respuesta.
- 14. ¿En qué dirección deberemos buscar los satélites si estamos orientando una antena desde Argentina?

Identificar las líneas de transmisión que se emplean en sistemas de radio y televisión.

- 15. ¿Qué tipo de línea de transmisión es el más adecuado para transportar una señal de 5 GHz?
- 16. Estamos acostumbrados a ver las líneas de transmisión como un par de cables conductores. Sin embargo, las guías de onda no son así. Teniendo esto en cuenta, ¿cómo pueden transportar las señales?
- 17. ¿Se pueden utilizar guías de ondas para transportar señales de baja frecuencia? Razona tu respuesta.



Reto profesional

A partir de los conocimientos adquiridos en esta unidad, seguro que eres capaz de configurar un sistema captador de señales de satélite. Para ello:

INVESTIGAMOS ?



Consulta catálogos online de diferentes fabricantes, y elige los materiales necesarios para recibir las señales de los satélites Astra e Hispasat. Deberás plantear dos alternativas diferentes:

- a) Una para instalaciones individuales
- b) Una para instalaciones colectivas.

ELABORAMOS



Elabora un documento en el que aparezcan los datos de apuntamiento a los satélites indicados desde tu ubicación, los materiales y la justificación de la solución técnica elegida para cada una de las dos instalaciones.

PRESENTAMOS .



Para terminar, incluye en el documento un dibujo de los satélites ubicados en el arco polar, y la posición de las antenas orientadas hacia ellos, representando los ángulos de acimut, elevación y polarización.

Entrega el documento a través del aula virtual de la clase.