



Recepción de Señales Vía Satélite

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

Por Ing. Horacio D. Vallejo

Indice

La Recepción de Señales Vía satélite.....3

El Receptor de Señales de TV Vía Satélite.....	3
La Antena Parabólica	4
<i>Diámetro del Reflector</i>	<i>5</i>
<i>Ganancia</i>	<i>5</i>
<i>Rendimiento.....</i>	<i>6</i>
<i>Relaciones D/f y f/D.....</i>	<i>7</i>
<i>Angulo de Radiación.....</i>	<i>7</i>
<i>Lóbulos principal y secundarios.....</i>	<i>8</i>
<i>Ancho de Banda</i>	<i>9</i>
<i>Relación Señal/Ruido</i>	<i>10</i>
<i>Factor de Ruido</i>	<i>10</i>

Fabricación de Antenas Parabólicas10

Tipos de Reflectores.....	11
<i>Antena Parabólica de Foco Centrado.....</i>	<i>11</i>
<i>Antena Off-Set</i>	<i>12</i>
<i>Antena Plana</i>	<i>13</i>
Bases y Soportes para Antenas.....	14
<i>Bases para antenas parabólicas.....</i>	<i>14</i>
Características mecánicas de las bases	15
<i>Montaje de las bases.....</i>	<i>15</i>

<i>Fijación de una base-soporte tetraédrica.....</i>	<i>15</i>
<i>Fijación sobre la terraza de una base-soporte tetraédrica</i>	<i>16</i>
<i>Fijación al terreno de una base tipo mástil</i>	<i>17</i>
<i>Fijación sobre la terraza de un edificio de una base tipo mástil.....</i>	<i>17</i>
Fijación de Pequeñas Antenas Parabólicas.....	18
Tipos de Soportes	18
<i>Soporte que fija el acimut y la elevación</i>	<i>19</i>
<i>Soporte polar</i>	<i>19</i>
<i>Soporte Polar con Actuador</i>	<i>20</i>
Soportes para Alimentadores.....	20
<i>Soporte de un Alimentador Multisatélite.....</i>	<i>21</i>

Montaje Final de la Antena Parabólica.....23

Ajuste y Calibración de Antenas Parabólicas	24
<i>A) Determinación del ángulo de Off-Set</i>	<i>24</i>
<i>B) Ajuste de la Superficie de Montaje de la Antena.....</i>	<i>25</i>
<i>C) Localización del Norte Real</i>	<i>25</i>
<i>D) Elevación del Eje Polar</i>	<i>26</i>
<i>E) Elevación al Norte.....</i>	<i>27</i>
¿Cuál es el mejor sistema satelital?...	28
La Banda KU.....	29
¿Cómo ver por Satélite?.....	30

La Recepción de Señales Vía Satélite

Introducción

Estudiaremos en este manual, los equipos e instalaciones necesarios para la recepción de señales de radio y televisión vía satélite. Nos dedicaremos a profundizar lo aprendido en la nota dada en Saber Electrónica N° 148 y posteriores; es decir, el funcionamiento y construcción de antenas parabólicas y sus elementos asociados.

Debido a las frecuencias tan elevadas utilizadas en esta clase de emisiones (superiores a los 10GHz), debemos tomar ciertas precauciones para no atenuar la señal y así poder obtener una buena recepción.

El Receptor de Señales de TV Vía Satélite

El receptor es el último eslabón del enlace que

nos permite comunicarnos vía satélite.

Consta, básicamente, de tres partes o elementos (véase la figura 1).

- *Antena parabólica*
- *Unidad externa*
- *Unidad interna*

La antena parabólica se encarga de captar las señales procedentes del satélite.

Estas señales llegan al reflector parabólico reflejándose y concentrándose en el denominado "foco" del plato de la unidad externa.

La unidad externa convierte las señales de alta frecuencias captadas por la antena, del orden de 10,75GHz a 12,75GHz, en otra señal de frecuencia intermedia o FI.

La conversión debemos realizarla antes de que nuestra señal circule por un coaxil, dado que no existen cables que permitan el traslado de señales cuya frecuencia sea superior a los 10GHz sin atenuación.

Dicho de otra manera, no es posible conectar, mediante cables coaxiales, la antena parabólica con la unidad interna sin grandes pérdidas de señal.

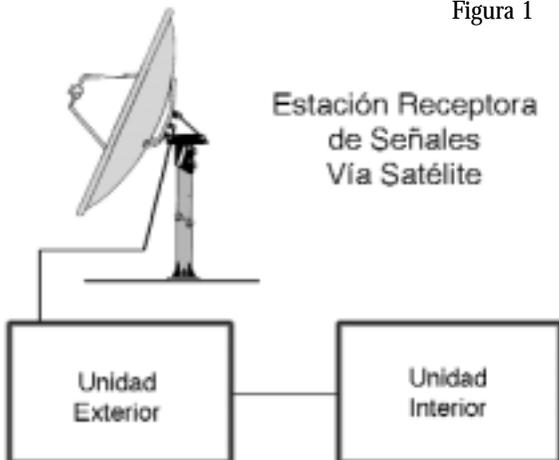
La unidad interna se instala en el interior de la vivienda y se encarga de preparar la señal para que pueda ser vista en un receptor de televisión.

Existen dos configuraciones básicas de estaciones receptoras:

- *Estación de 4GHz y*
- *Estación de 11GHz.*

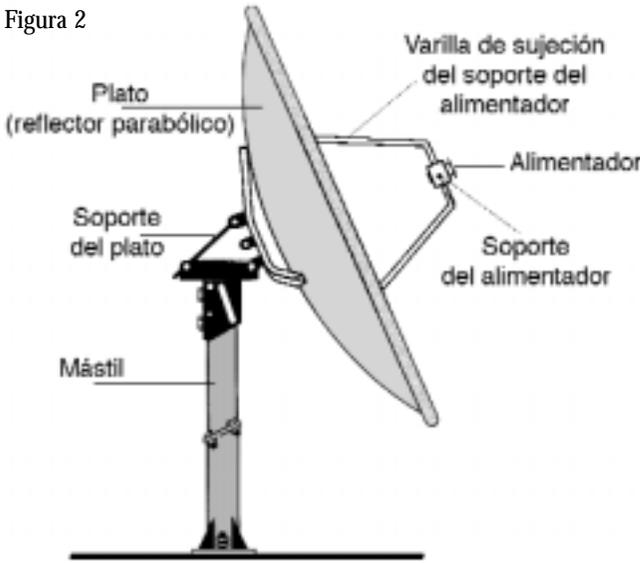
El sistema de 4GHz se utiliza gene-

Figura 1



Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

Figura 2



Todo el conjunto se monta sobre una base rígida, denominada mástil o soporte triangular, que evita movimientos de la antena por la acción del viento.

La potencia de emisión de los satélites de comunicaciones es muy pequeña (del orden de 200W) y como estos equipos están situados a unos 36.000 km de distancia de la superficie de la Tierra, las señales que emiten llegan al reflector muy atenuadas.

Esto hace que debamos captar la mayor energía posible y concentrarla en un punto, donde se dispone la antena propiamente

ralmente tanto en nuestro país como en América en general, mientras que el sistema de 11GHz suele emplearse en el viejo continente.

En el sistema de 4GHz, el diámetro de la antena parabólica es mayor y la FI de salida del conversor es de 70MHz.

El tamaño de la antena parabólica del sistema de 11GHz es más pequeño y la FI va de 1 a 2GHz.

dicha (foco de la antena). Esto se consigue mediante un reflector parabólico.

El perfil de un reflector para antena parabólica sigue la figura geométrica de una parábola (figura 3), ya que en ella, cualquier punto P que está

La Antena Parabólica

Las partes que constituyen una antena parabólica son básicamente (figura 2):

- Plato
- Soporte
- Mástil

El plato o reflector, que se orienta hacia el satélite desde el que se desea recibir la señal. El ajuste se realiza en el mástil que lo sostiene.

El plato posee un sistema de varillas sobre las que se dispone el soporte de la unidad externa.

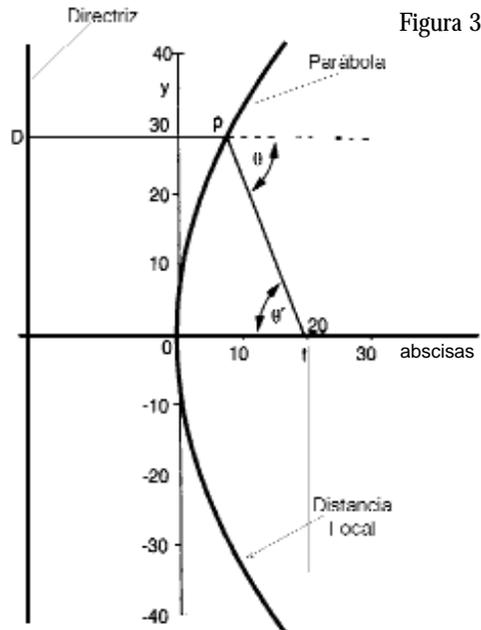


Figura 3



Figura 4

a igual distancia de un punto f (foco) situado en el eje x , que de un punto D situado en la perpendicular de una línea recta paralela al eje y (que se denomina directriz).

En una parábola, toda línea paralela al eje x , que incida sobre un punto de ésta, se desvía hacia el foco f con un ángulo θ , que geométricamente se demuestra que es igual a θ' .

De esto último se deduce que si el eje x de la parábola se apunta hacia un punto del espacio, todas las radiaciones que procedan de ese punto y que sean paralelas al eje x , se desviarán hacia el foco f , concentrándose en éste tal como se grafica en la figura 4.

El foco puede estar situado en cualquier punto del eje x , dicha ubicación provocará que la curva parabólica adquiera una forma más abierta o más cerrada. Para elegir una antena parabólica deben tenerse en cuenta una serie de características técnicas a saber:

- *Diámetro del reflector*
- *Ganancia*
- *Rendimiento*
- *Relaciones directriz/foco (D/f) y foco/directriz (f/D)*
- *Angulo de radiación*
- *Lóbulos principal y secundarios de radiación*
- *Ancho de banda*
- *Relación señal/ruido*
- *Factor de ruido*

Diámetro del Reflector

El diámetro del reflector de una antena parabólica (tamaño del plato) depende de dónde se lo va a colocar y del nivel de señal del satélite que deseamos captar (en realidad del nivel de la señal que llega a la antena).

Cada satélite tiene una zona de cobertura o "huella" dentro de la cual es posible recibir sus señales. En el centro de la huella se recibe la máxima señal y a medida que nos alejamos del centro las señales se atenúan y, por lo tanto, la recepción es más complicada.

Cuanto mayor sea el diámetro del reflector, más energía tendrá la señal que le llegará y mayor será la energía concentrada en el foco. Dicho de otra forma, cuanto mayor sea el diámetro del reflector, mayor energía se concentrará en el foco de la parabólica; lo que significa que para el mismo nivel de señal emitida por un satélite, una antena parabólica de gran tamaño tendrá más ganancia que otra de menor tamaño situada en el mismo punto geográfico. Mayor ganancia implica una mejor recepción.

Ahora bien, no siempre se deben utilizar los reflectores de mayor diámetro para todos los casos, ya que a mayor tamaño más alto será el precio y mayor influencia tendrá el viento, lo que puede desajustar su orientación con respecto al satélite.

Se debe elegir el diámetro de la antena según las recomendaciones del organismo explotador del satélite a través de sus mapas de huella, que son publicadas por dichos organismos y de lo cual hemos hablado en Saber Electrónica N° 149 y 150.

En la actualidad se fabrican reflectores para antenas parabólicas de 30, 45, 60, 80, 90, 120, 150, 220 y 280 cm de diámetro, que cubren cualquier necesidad tanto en instalaciones individuales como colectivas.

Cuando se desea recibir varios satélites, la elección del diámetro del reflector dependerá del que proporcione la señal más débil.

Ganancia

La ganancia de una antena parabólica indica la

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

cantidad de señal captada que se concentra en el alimentador. La ganancia depende del diámetro del plato, de la exactitud geométrica del reflector y de la frecuencia de operación.

Como hemos dicho, si el diámetro aumenta, la ganancia también, porque se concentra mayor energía en el foco.

La exactitud geométrica está relacionada con la precisión con la que se ha fabricado el reflector de la antena parabólica. Recuerde que la antena debe ser parabólica de modo que exista uno y sólo un foco y que en él se debe colocar el alimentador. Cualquier desviación de la curva parabólica hará que toda la energía que llegue al reflector no se refleje en el foco, sino en un punto por delante o por detrás de éste, con lo cual perderemos energía. Lo mismo podemos decir de las irregularidades mecánicas en la superficie del reflector. Un golpe o abolladura presente en el plato hará que las señales reflejadas no se desvíen correctamente hacia el foco disminuyendo la energía electromagnética efectiva en el alimentador.

Por otra parte, cuanto mayor sea la frecuencia, menor deberá ser el diámetro del reflector. Así, una señal en la banda KU (de 11GHz) necesita un reflector de menor diámetro que otra señal de

la banda C (de 4GHz).

La ganancia del reflector se expresa en dB y se la define con respecto a una antena isotrópica (antena de longitud λ omnidireccional que se considera de ganancia unitaria); es decir, en relación a una antena que reciba exactamente lo mismo en todas direcciones.

En la tabla 1 se relacionan las ganancias de antenas parabólicas comerciales de foco centrado (las llamamos con las letras A a F pero normalmente se las reconoce por su diámetro). En las mismas puede comprobar que cuanto mayor es el diámetro del reflector, mayor es la ganancia.

Rendimiento

Se define como rendimiento de una antena parabólica a la relación entre la cantidad de energía incidente en el reflector y la concentrada en el foco.

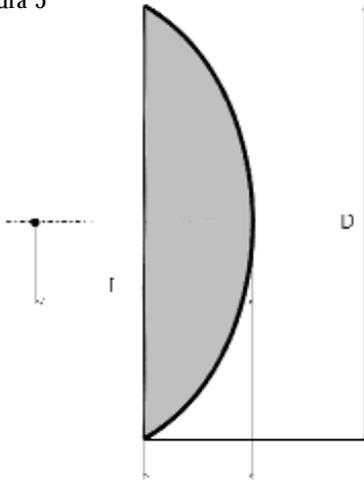
El rendimiento está determinado, fundamentalmente, por el alimentador (iluminador) y por las desviaciones mecánicas que pueda sufrir el reflector con relación a una parábola perfecta.

Tenga en cuenta que desviaciones de unos pocos milímetros son importantes en el rendimiento.

Tabla 1. Ganancia de antenas parabólicas comerciales de foco centrado.

Referencia	A	B	C	D	E	F
Diámetro (mm)	900	1.200	1.500	1.800	2.200	2.800
Ancho de banda	10,90 a 12,80GHz					
Ganancia a 11GHz	39,1	41,6	43,00	44,80	46,40	48,30
Dist. focal (mm)	384	512	630	755	925	1.190
Espesor (mm)		2	2	2,2	3	3,1
						3,2
Peso del sistema (kg)	6	11	45	58	112	273

Figura 5



to, por lo que para asegurar una buena ganancia y rendimiento es preferible que los reflectores se fabriquen de una sola pieza y con una desviación máxima de la curvatura de 1 mm.

El rendimiento no se calcula teóricamente dado que el tipo de superficie del plato o la mala colocación del alimentador o la simple suciedad acumulada son algunos de los muchos factores que influirán negativamente en el rendimiento de la antena.

Se considera aceptable un rendimiento comprendido entre el 50% y el 65%, ya que un rendimiento mayor provoca la aparición de lóbulos secundarios que interferirán con el principal (esto quiere decir que de cada 2 miliwat de señal que llega al reflector, al alimentador sólo le llega 1 miliwat).

Relaciones D/f y f/D

Con el objeto de comprender este concepto, es preciso que analice la figura 5. Para lograr un rendimiento alto, es necesario que el perfil del reflector se acerque lo máximo posible a la parábola.

Para que esto se cumpla debe existir una relación exacta entre el diámetro, el foco y la profundidad del reflector parabólico, pues estos tres parámetros están estrechamente relacionados entre

sí. Cualquier variación en uno de ellos afecta a todos los demás.

Conocido el diámetro D de la parábola, se puede calcular la distancia al foco f y la profundidad P.

Para que la antena alcance un alto rendimiento, el cociente D/f debe estar comprendido entre 2,3 y 2,7.

Las antenas con relaciones D/f altas requieren alimentadores especiales, mientras que las de relaciones D/f bajas presentan problemas de ruido, debido a la poca concavidad del reflector y el mínimo apantallamiento del reflector contra la superficie en que se encuentra.

Muchos fabricantes de antenas parabólicas prefieren indicar en sus catálogos la relación f/D (o sea, la inversa de D/f), con lo cual tendríamos valores comprendidos entre 0,37 y 0,43.

Si f/d es igual a 2,3, entonces:

$$D/f = \frac{1}{f/D} = \frac{1}{2,3} = 0,43$$

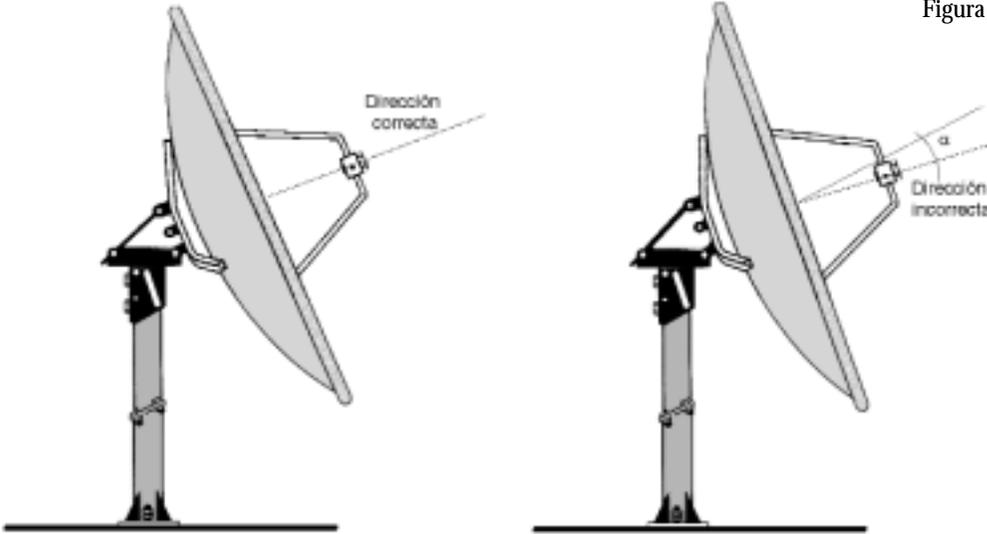
Si f/d es igual a 2,7, entonces:

$$D/f = \frac{1}{f/D} = \frac{1}{2,7} = 0,37$$

Angulo de Radiación

El ángulo de radiación es el ángulo dentro del cual, la señal captada por la antena se mantiene entre el 50% y el 100% de potencia, o sea, el ángulo que puede desplazarse la antena con respecto a la dirección exacta hacia el satélite hasta que la señal sufre una atenuación de 3dB.

En la figura 6 exponemos el caso en que una antena está apuntando en una dirección incorrecta pero que, de todos modos, la señal se recibe con el 50% (-3dB) de la potencia que arrojaría una antena apuntando correctamente.



Supongamos que la ganancia de la antena es de 40dB lo que hace que, cuando está perfectamente alineada posea una ganancia de potencia de:

$$GP = \frac{40\text{dB}}{10} = \text{antilog } 4 = 10.000 \text{ veces}$$

Movemos ahora la antena, desviándola de la posición ideal un ángulo f , hasta que la potencia captada por la antena descienda aproximadamente a la mitad, es decir, que la ganancia de potencia pase a ser unas 5.000 veces, lo que supone una ganancia en decibelios:

$$G_{\text{dB}} = 10 \log 5.000 = 10 \times 3,7 \text{ dB} = 37\text{dB}$$

(3dB por debajo del nivel obtenido al estar bien orientada la antena).

El ángulo medido desde la posición correcta de apuntamiento hasta el máximo desplazamiento hacia "cualquier lado" donde la ganancia de la antena baja a 3dB, es lo que se denomina **ángulo de radiación**.

De lo expuesto se deduce la importancia de una buena orientación de la antena, ya que la más mí-

nima desviación supone una considerable pérdida de señal.

El ángulo de radiación disminuye con el aumento de la frecuencia y con el incremento del diámetro del reflector; es decir, que cuanto mayor sea el plato y a igualdad de frecuencia, más **directiva** será la antena.

Este suele ser un problema para los aficionados, quienes creen que una antena grande asegura una mejor recepción y esto suele ser perjudicial y hasta desalienta al instalador novato.

Lóbulos principal y secundarios

Una antena parabólica capta la máxima energía cuando está orientada en dirección hacia un satélite y, dentro de un pequeño ángulo, se mantiene el valor de la energía captada entre el 50 y el 100% de la máxima. Fuera de dicho ángulo, el valor de la energía captada cae rápidamente.

Se denomina lóbulo de radiación al "espacio" en que puede captar energía una antena sin que su ganancia caiga a más de 3dB. O sea, es la representación mediante un sistema de coordenadas polares, de la ganancia de la antena en función del ángulo que forma el eje de la misma con el satélite (figura 7).

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

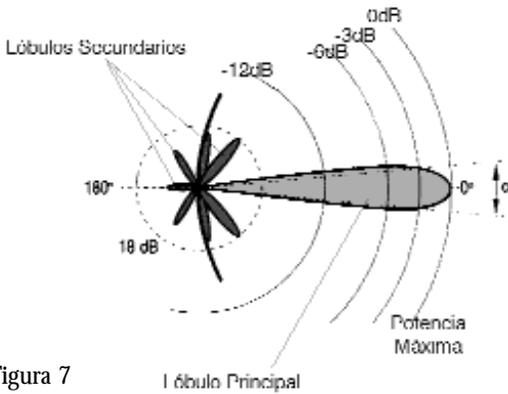


Figura 7

El diagrama de radiación de una antena suele presentar:

- **El lóbulo principal** que es el de mayor tamaño y alcanza el círculo de las coordenadas polares correspondientes a 0dB. Es decir, no presenta atenuación alguna de la señal.
- **El eje del lóbulo principal coincide con el eje de la antena;** es decir, que todo satélite que se encuentre en la misma dirección que el eje de la antena entrará dentro del lóbulo principal y será captado con la máxima ganancia.
- **El ángulo de radiación pertenece al lóbulo principal** y abarca todo el ancho del citado lóbulo con una ganancia por encima de -3dB.
- **Existen lóbulos secundarios,** dispuestos en ángulos distintos al del eje principal y que disminuyen de tamaño a medida que se acercan al ángulo de 180°.

Los lóbulos secundarios o lóbulos laterales determinan la capacidad de una antena parabólica para captar radiaciones que le llegan de direcciones fuera de su eje.

Se pueden representar los lóbulos principal y secundarios mediante un sistema de coordenadas cartesianas, en el que, el lóbulo principal ocupa la posición correspondiente al ángulo de 0°,

en el centro de la abscisa y su amplitud máxima se corresponde con la ganancia de la antena, que en nuestro ejemplo hemos era de 40dB.

3dB por debajo de la ganancia máxima; es decir, a 37dB, se traza una recta que corta el lóbulo principal en dos puntos (P y P'). Una proyección vertical de estos puntos sobre la abscisa nos permite determinar al ángulo de radiación de la antena (ángulo α en la figura 8).

Los lóbulos secundarios tienen poca amplitud, tanto menor cuanto más se acercan al ángulo de 180° o ángulo opuesto al de orientación de la antena.

Los lóbulos secundarios son una medida de la capacidad de la antena de captar señales electromagnéticas de satélites situados en ángulos distintos del de orientación (aunque con muchísima menor potencia).

Tenga en cuenta que **“siempre”**, los lóbulos secundarios deben tener una amplitud sensiblemente menor que la del lóbulo principal, ya que de lo contrario la señal de otro satélite interferiría a la señal que se desea captar.

Se dice que una buena antena es aquella en la que el lóbulo principal tiene una ganancia superior a 20dB respecto a la de los lóbulos secundarios.

Ancho de Banda

El ancho de banda de una antena parabólica indica la banda de frecuencias para las que está di-

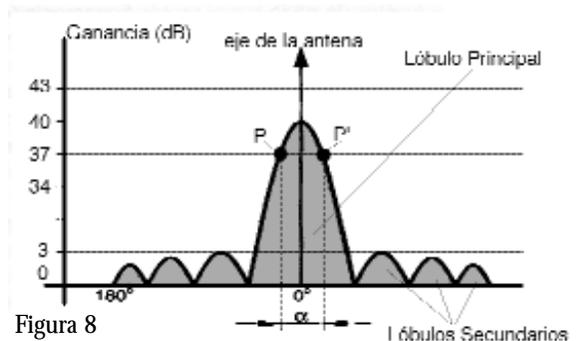


Figura 8

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

señada la antena. Por ejemplo, una antena con un ancho de banda de 10,9GHz a 12,8GHz está diseñada para captar todas las frecuencias comprendidas entre los dos límites citados, lo que implica que tiene un ancho de banda de 1,9GHz a partir de 10,9GHz. Es un dato que, como todos los anteriores debe facilitar el fabricante del reflector parabólico

Relación Señal/Ruido

Tanto el ruido del medio ambiente como el del espacio exterior puede ser captado por una antena parabólica.

Los fenómenos naturales, tales como tormentas, lluvia, viento excesivo, etc., originan señales de ruido de la misma forma que lo hacen ciertos fenómenos artificiales, tales como lámparas fluorescentes. No obstante, las principales fuentes de ruido, son el ruido atmosférico, el ruido galáctico procedente de las estrellas y el suelo.

Si el suelo origina ruido, al reflector le llegará tanto más ruido cuanto más *“desnivelado”* se encuentre el suelo.

En las antenas parabólicas también debe tenerse presente el ruido que al propia antena genera. Toda onda electromagnética que incida sobre la superficie del reflector es reflejada por éste, por lo que podemos decir que se convierte en emisor de nuevas ondas. Estas ondas se mezclan con la señal principal, formado una señal de ruido.

Para que la recepción sea buena, es preciso que la señal *“reflejada”* se sume a la *“incidente”* y también se debe poder separar a la señal del ruido lo que implica que la relación señal/ruido (S/N) sea lo más elevada posible.

Factor de Ruido

Se define el factor de ruido (F) de una antena como la potencia mínima que debe tener la señal captada para que quede totalmente enmascarada por el ruido de la propia antena.

En el caso de antenas parabólicas, para la recepción de emisiones de radio y televisión vía satélite, en las que las potencias que llegan son muy pequeñas, es muy importante alcanzar un factor de ruido muy pequeño.

Fabricación de Antenas Parabólicas

No existen técnicas específicas de fabricación de reflectores. En general, se utilizan materiales y métodos muy diversos.

El material utilizado debe mantener su forma durante largo tiempo, ya que cualquier deformación afecta negativamente el rendimiento de la antena, tal y como ya hemos expuesto anteriormente.

Debe soportar bien las contracciones y dilataciones debidas a los cambios de la temperatura ambiente y a las inclemencias meteorológicas.

Los fabricantes suelen emplear duraluminio, chapa de acero, malla metálica o bien, fibra de vi-

drio epóxica (u otros materiales plásticos) recubierta de una capa metálica, para que reflejen con eficacia las señales que llegan desde un satélite.

Se pueden fabricar de una sola pieza o por sectores (pétalos). En la actualidad, los reflectores suelen ser de una sola pieza, pues captan mejor las frecuencias de la banda Ku, al tener mayor precisión en su superficie. Tanto es así que una antena con un reflector de 120 cm puede ofrecer la misma ganancia que otra fabricada por sectores de 240 cm.

Los reflectores de malla metálica o de chapa de metal perforado tienen una buena consistencia

debido a nervios que se colocan para impedir la deformación. Presentan buena resistencia al viento si la velocidad de éste es reducida, pero son poco consistentes a esfuerzos mecánicos.

El tamaño de las perforaciones debe ser menor que la décima parte de la longitud de onda de la señal que se desea captar, lo que supone diámetros de perforación inferiores a 2,7 mm en la banda Ku.

$$\lambda = \frac{\text{vel. de la luz}}{\text{frecuencia}} =$$

$$\lambda = \frac{300.000.000 \text{ m/s}}{11 \times 10^9} = 0,0027 \text{ m} = 2,7 \text{ mm}$$

Si las perforaciones son de mayor diámetro se producen considerables pérdidas y, además, pueden llegar al alimentador señales procedentes de la parte posterior del reflector, reduciéndose la relación señal/ruido. Es por ello que es muy común encontrar antenas de malla metálica cuya apariencia asemeja a la de un tejido mosquitero (pero de mayor grosor y consistencia).

Los reflectores para antenas parabólicas se pintan de un color que no debe ser brillante, pues si así fuera, concentraría la luz solar sobre el iluminador que se deformaría y hasta se le derretiría el recubrimiento plástico. Un excelente recubrimiento es la pintura de poliéster, aplicada electrostáticamente que, además de evitar el sobrecalentamiento del alimentador, evita el deterioro de la parábola con el transcurso del tiempo.

Tipos de Reflectores

Hemos considerado la parábola como única forma para un reflector de antena parabólica. Sin embargo, a partir de esta figura geométrica se obtienen otros tipos de reflectores que incluso son más eficaces que el parabólico. De acuerdo con

Figura 9



esto y refiriéndonos a las antenas para recepción de señales de radio y televisión de uso doméstico, podemos clasificar las antenas en los siguientes tipos:

- *Antenas parabólicas de foco centrado*
- *Antenas off-set*
- *Antenas planas*

Antena Parabólica de Foco Centrado

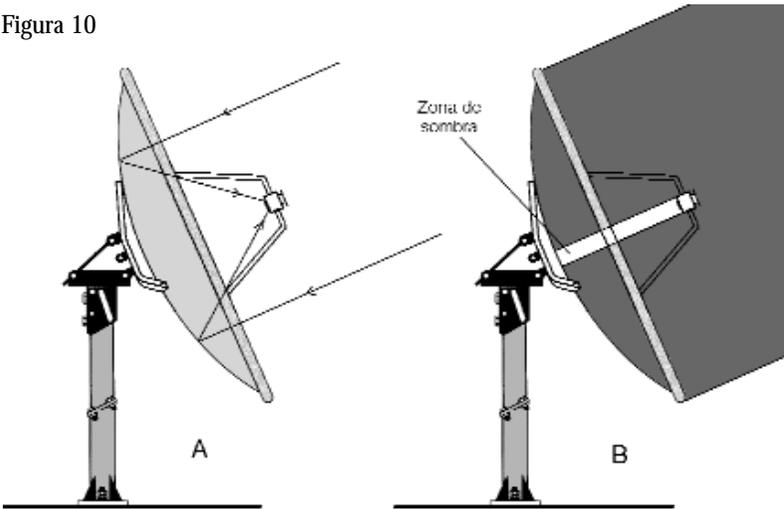
La antena parabólica de foco centrado es la más común (la que hemos estudiado hasta aquí y que se muestra en la figura 9). En ésta, el alimentador se encuentra situado en el foco del reflector tal como muestra la figura 10.

Este tipo de antena es relativamente fácil de construir y no es demasiado sensible a errores de ajuste.

Como inconveniente podemos citar la “sombra” que producen el alimentador y las varillas de sujeción de éste, con lo cual no se aprovecha al 100% la superficie reflectante del plato, lo que implica una ligera pérdida en el rendimiento de la antena. Note este fenómeno en la misma figura 10. La zona grisada representa la energía elec-

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

Figura 10



tromagnética incidente en el reflector. En el centro se obtiene una zona a la que no llega energía electromagnética, debido a que el alimentador hace sombra en ella.

Las antenas de *foco centrado* son las más utilizadas en instalaciones colectivas, especialmente cuando

el diámetro del reflector supera los 90 cm.

El rendimiento es del orden del 60%. La atenuación de los lóbulos secundarios es buena y operan muy bien para señales con polarización circular, no tanto así para la polarización lineal.

Antena Off-Set

Esta antena se emplea mucho en sistemas de TV doméstica (figuras 11 y 12). El reflector está constituido por una sección transversal de una parábola y el foco queda fuera de la vertical a dicha sección.

En la figura 13a se dibuja un reflector parabólico de foco centrado visto de frente, donde la zona grisada corresponde a lo que sería una antena *off-set* (ya no se emplea todo el plato sino una porción de éste). Observe en esta figura cómo el foco queda situado fuera de la vertical del reflector.

En la parte **b** de la figura se observa el perfil de un reflector parabólico y una parte resaltada que corresponde a lo que sería el reflector de la antena *off-set*. Note que la superficie del reflector *off-set* es mucho menor que la del reflector parabólico que lo produce, pero que no se trata de comparar estos dos diámetros de reflector, sino de ver cómo se diseñan, ya que el reflector de antena *off-set* obtenido debe compararse en rendimiento



Figura 11



Figura 12

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

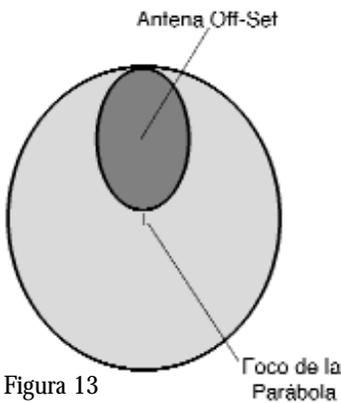


Figura 13

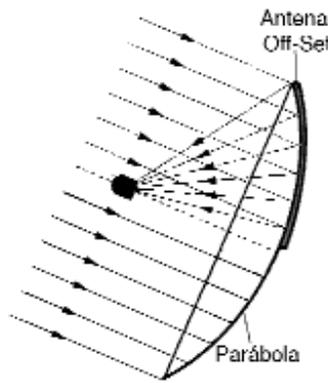
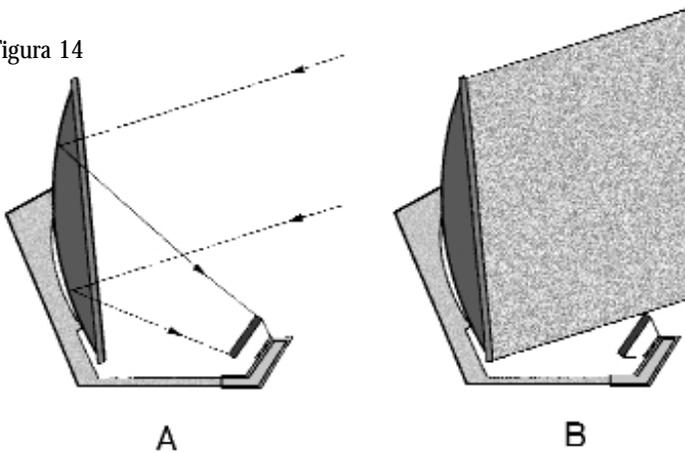


Figura 14



to con el de un reflector parabólico de igual diámetro.

De la figura 13 se deduce que toda señal que incida sobre el plato quedará reflejada hacia el foco, pero que éste, al no estar centrado, no producirá sombra sobre el reflector.

Para sostener el alimentador en una antena off-set se utiliza un brazo que sale por debajo del reflector (figura 14), de manera que ni la unidad exterior ni el brazo que la sustenta proyectan sombra alguna sobre el plato, porque quedan fuera de la línea de visión del satélite.

Debido a la reflexión de las ondas electromagnéticas en la superficie del reflector, el reflector está mucho más inclinado que el de las de foco centrado.

El rendimiento de las antenas *off-set* alcanza el 65% con lo cual, a igualdad de ganancia, el diámetro del reflector es menor que el de las antenas de foco primario.

La atenuación a los lóbulos secundarios es muy buena.

La polarización circular es también muy buena, pero no así la polarización lineal. Las antenas *off-set* son muy utilizadas en instalaciones individuales, donde el diámetro del reflector no supera los 90 cm. (es muy común verlas de unos 45 cm para recepción doméstica de TV satelital).

Antena Plana

Las antenas planas se fabrican agrupando pequeñas antenas elementales (dipolos) en configura-

ción array. Estas antenas se conectan de forma que se suman las señales individuales para obtener un rendimiento máximo, que puede alcanzar el 80%.

La ganancia es de unos 30dB.

Una particularidad de estas antenas es la de llevar el convertidor incorporado, así resultan más compactas y, por tanto, ocupan un espacio muchísimo menor.

Otra ventaja de las antenas planas es que poseen un mayor ángulo de radiación que las antenas parabólicas, lo que facilita su orientación hacia el satélite pero, a la vez, supone una atenuación menor de los lóbulos secundarios y, en consecuencia, un mayor riesgo de interferencias entre satélites.

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas



Otro inconveniente de estas antenas es que sólo captan eficazmente señales procedentes de satélites de alta potencia, pues

para señales débiles un aumento de la superficie de la antena no implica un aumento proporcional de la ganancia.

Su diseño es circular o cuadrado, con dimensiones que no suelen superar los 50 cm de diámetro o de lado, respectivamente, lo que permite su instalación en el interior de las viviendas sin problema alguno de espacio siempre y cuando la antena apunte al satélite sin que existan obstáculos entre ellos.

Bases y Soportes para Antenas

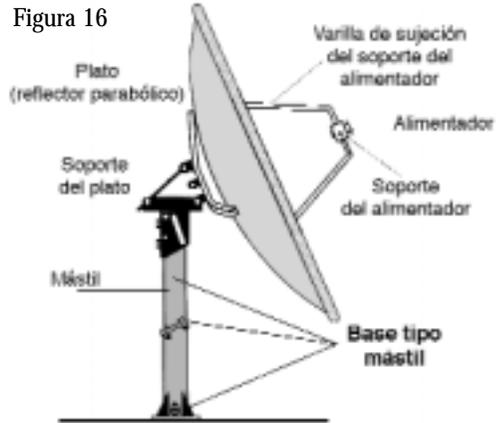
Es necesario distinguir entre *base* y *soporte* de una antena parabólica.

El soporte sostiene la antena y la base sostiene el soporte (que sostiene la antena).

La base es el conjunto normalmente formado por un mástil o por un tetraedro de perfiles metálicos que sostienen el conjunto mediante un punto de apoyo (suelo pared, etc.), mientras que el soporte está integrado por los elementos que, fijados a la base, soportan el reflector de la antena parabólica y permiten su orientación.

En la figura 15 puede ver la fotografía de una antena parabólica de foco centrado, vista por su parte posterior, y en la que se distingue perfectamente la base del soporte.

Una característica importante que deben poseer tanto la base como soporte de una antena parabólica es su resistencia mecánica, sobre todo en



zonas donde soplen vientos fuertes. Esta resistencia debe ser suficiente para evitar cualquier movimiento del reflector que lo desvíe de su correcta orientación.

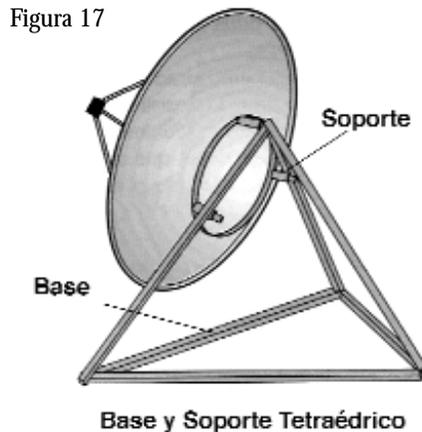
Bases para antenas parabólicas

En la figura 16 puede ver una base tipo mástil con su soporte.

En la figura 17 hemos dibujado un conjunto base-soporte de forma tetraédrica, con tres de sus aristas para la base y las otras tres, a modo de trípode, para el soporte del reflector.

Y, finalmente, en la figura 18 se ha dibujado una base en forma de "U" invertida para anclaje a la pared, también con soporte.

Las bases más utilizadas son las de tipo mástil



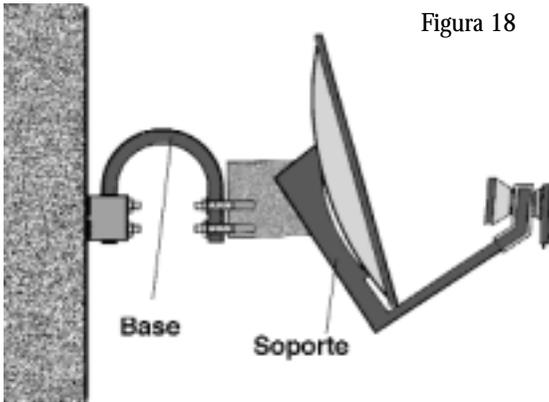


Figura 18

Montaje de las bases

Vamos a describir cómo se debe instalar una base tipo mástil y otra triangular comunes, teniendo presente que los **enclavamientos** que realizaremos deben ser estudiados por un arquitecto o maestro mayor de obra para evitar sorpresas en el futuro (muchas veces el lugar donde realizaremos el enclavamiento es menos resistente de lo que pensamos y con el tiempo la antena se nos viene abajo). Las pequeñas antenas con fijación a un muro no presentan grandes problemas ya que se consigue

(para antenas colectivas de gran diámetro) y las de enclavamiento a la pared (para antenas individuales de pequeño diámetro).

por medio de tarugos y tornillos adecuados.

Características Mecánicas de las Bases

Si observa la tabla 1 de la página 6, se dará cuenta de que una antena parabólica suele ser mucho más pesada de lo que en principio nos imaginamos, por lo que el esfuerzo que sufre su base puede ser considerable a velocidades de viento elevadas, máxime si la superficie del reflector es grande. Es por ello que debemos ser meticulosos con las recomendaciones que proporcionan los fabricantes de reflectores en sus catálogos, sobre todo en zonas geográficas donde se alcancen altas velocidades de viento. Entre los datos que facilita el fabricante podemos citar la velocidad de viento operativa y la resistencia al viento.

Velocidad de viento operativa

Es aquella a la que la antena sufre una desviación máxima de $0,2^\circ$ respecto de su correcta orientación.

Resistencia al viento

Es la velocidad de viento que provocaría deformaciones irreversibles en la antena. Suele oscilar entre 150 y 180 km/h, según el modelo y el fabricante.

Fijación de una base-soporte tetraédrica

Supongamos una antena parabólica de 1,8 m de diámetro, para instalaciones colectivas de recepción de satélites de baja potencia.

Esta antena sólo permite captar las señales procedentes de un único satélite, ya que en una instalación colectiva no debe existir la posibilidad de orientar la antena hacia diversos satélites, porque provocaría conflictos entre vecinos que desean recibir señales de satélites distintos.

Por tanto, si en una comunidad de vecinos se desean recibir señales de dos o más satélites, deberán disponerse tantas antenas parabólicas como satélites se desean recibir, o bien (si los satélites están cerca uno de otro) disponer de antenas con soportes alimentadores multisatélites (ya lo veremos).

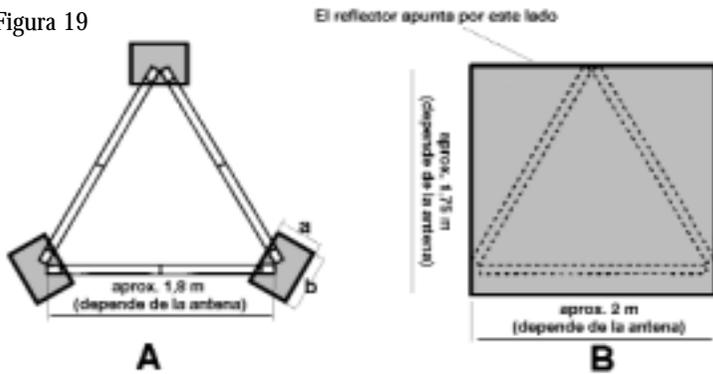
La base de esta antena está formada por una estructura triangular equilátera, hecha con perfiles metálicos angulares. En la figura 19 indicamos las dimensiones de esta base y su fijación al terreno con tres zapatas de hormigón.

Si la base se fija al terreno mediante tres zapatas aisladas, las dimensiones de éstas dependerán de la velocidad que el viento alcance en la zona de instalación.

Para ello, en la figura 20 se indican las dimensiones de las zapatas para velocidades del viento de 90, 120 y 150 km/h, respectivamente. Consis-

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

Figura 19



Por supuesto, no intente hacer esto en la loza de su casa...

Fijación sobre la terraza de una base-soporte tetraédrica

Aquí es esencial que consulte a un profesional, pues pueden producirse daños de difícil

reparación en la estructura de la terraza del edificio.

Existen dos métodos fundamentales para fijar la base triangular de una antena parabólica en una terraza:

a) Fijación durante la construcción de la estructura del edificio

b) Fijación posterior a la ejecución de la obra

En ambos casos se utilizará el mismo tipo de apoyo, cuyas dimensiones serán facilitadas por el fabricante de la antena al profesional. No detallamos el procedimiento por considerar riesgosa la operación si no se tienen todos los conocimientos necesarios.

En esta figura se indica el número y diámetro de las varillas (en milímetros) que deben emplearse en cada una de las caras. Note que las varillas utilizadas en las aristas verticales del cubo tienen mayor diámetro que las utilizadas en las caras.

Las varillas horizontales son las que rodean el cubo. Se disponen separadas 15 cm unas de otras y todas de igual diámetro (8 mm).

Esta armadura metálica se introduce en un encofrado que sobresalga 10 cm del nivel del suelo y con una holgura de 5 cm entre la superficie del encofrado y cada una de las caras de la armadura.

Al echar hormigón en el encofrado, la armadura quedará empotrada a 5 cm de profundidad.

Recuerde que es aconsejable consultar a un arquitecto.

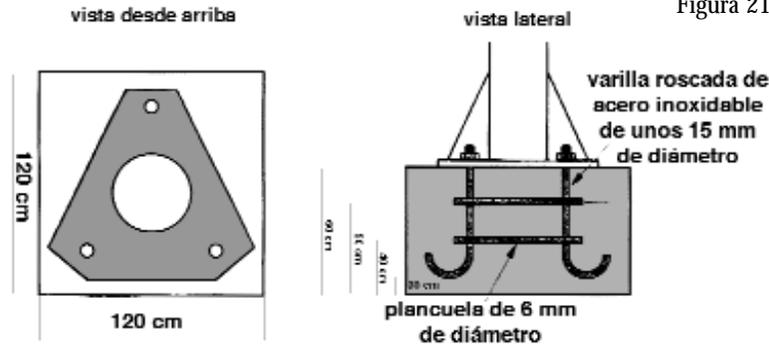


Figura 21

de las zapatas de hormigón armado para la fijación de un mástil para antena parabólica comercial.

Se trata de una antena parabólica de 1,5 m, dispuesta sobre un mástil de 1 m de altura y 114 mm de diámetro.

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

tro. Este mástil se fija a la zapata mediante una placa de anclaje triangular, como la que muestra la figura 21b.

Las ilustraciones de las figuras 22a, 22b corres-

ponden a la armadura y dimensiones de las zapatas para velocidades de viento de 120 y 150 km/h, respectivamente. Cuanto mayor es la velocidad de viento, mayor es la cantidad de varillas que conformarán el encofrado de la zapata.

El anclaje del mástil se realiza mediante tres varillas roscadas que deben introducirse en el interior del bloque de hormigón de la zapata antes de que fragüe.

Es muy importante que la zapata esté bien nivelada para evitar inclinaciones anormales del mástil, las cuales no sólo complicarían la labor de orientación de la antena, sino que, además, lo someterán a esfuerzos mecánicos no deseables.

Advertimos al lector que el hecho de dar estas dimensiones y enrejados de zapatas para la base tipo mástil de una antena parabólica no presupone que sean válidas para todas las antenas parabólicas con base tipo mástil, por lo que siempre, antes de anclar la antena, deberá consultar el correspondiente manual.

Fijación sobre la terraza de un edificio de una base tipo mástil

La fijación sobre la terraza de un edificio es una labor delicada en la que deben tomarse precauciones para no dañar el suelo. Por

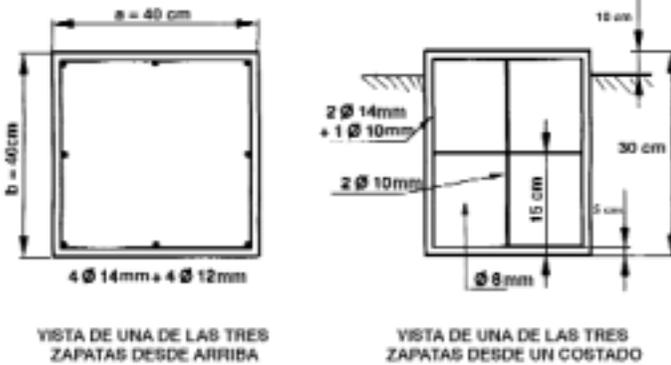
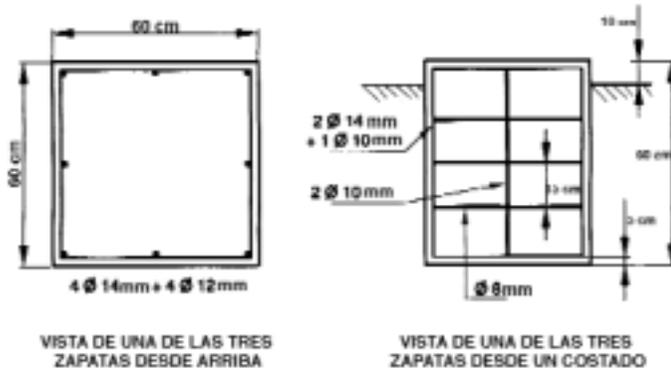
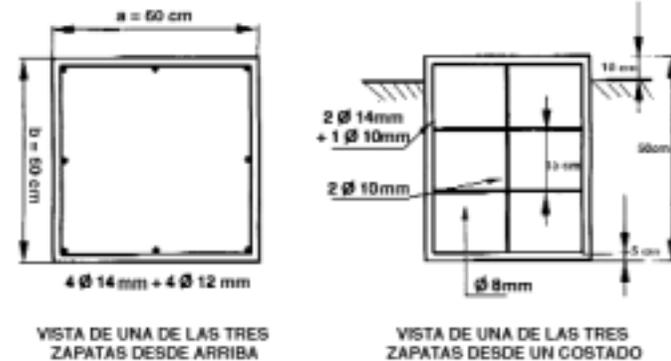
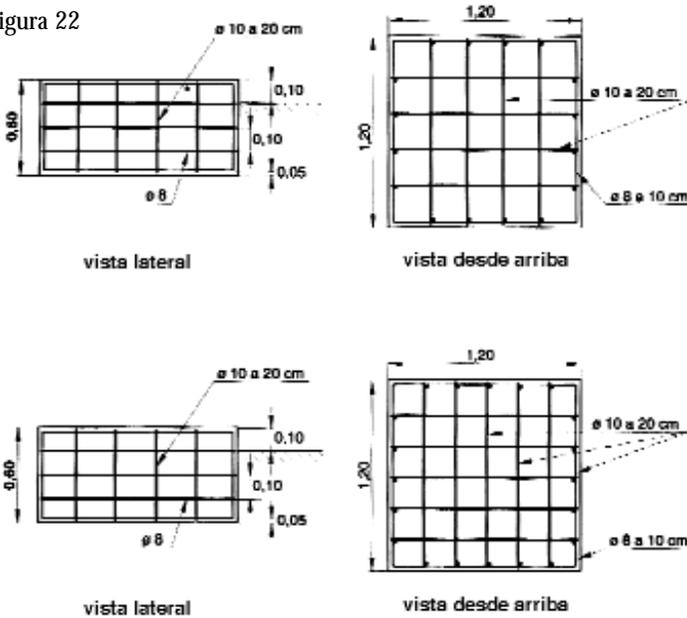


Figura 20



Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

Figura 22



que será facilitado por el fabricante. Posteriormente debe hacer las perforaciones indicadas en el esquema, con una mecha de widia, de diámetro adecuado.

La fijación de los soportes de la antena, se realiza con tarugos de plástico y tornillos que suele suministrar el propio fabricante de la antena.

La fijación del mástil se realiza con tornillos y tuercas de cabeza hexagonal.

este motivo, este tipo de instalación también deberá hacerla un profesional. Nunca intente realizar estos trabajos, primero porque usted es un técnico instalador de antenas, no un profesional de la construcción y segundo porque puede provocar desperfectos en la terraza o tejado del edificio con la responsabilidad que ello conlleva.

Lo único que puede hacer en este caso es solicitar al fabricante de la antena las dimensiones de la zapata que debe emplearse y poner a disposición del aparejador o arquitecto esa documentación.

Tipos de Soportes

El soporte que sostendrá al reflector debe permitir modificar su posición y, con ello, facilitar el cambio de orientación para enfocar a un satélite determinado. Además, la orientación de una antena parabólica, para un mismo satélite, cambia

Fijación de Pequeñas Antenas Parabólicas

Las antenas pequeñas son cada vez más populares en instalaciones individuales (vea la fig 23), por lo que sin duda usted tendrá ocasión de colocar unas cuantas.

Primero debe elegir una pared desde la que la antena “vea” el satélite, es decir, que ningún obstáculo se interponga entre ésta y el satélite.

Luego debe hacer el esquema de perforaciones

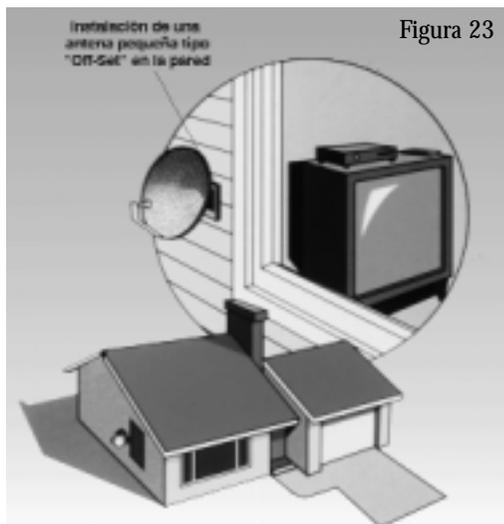
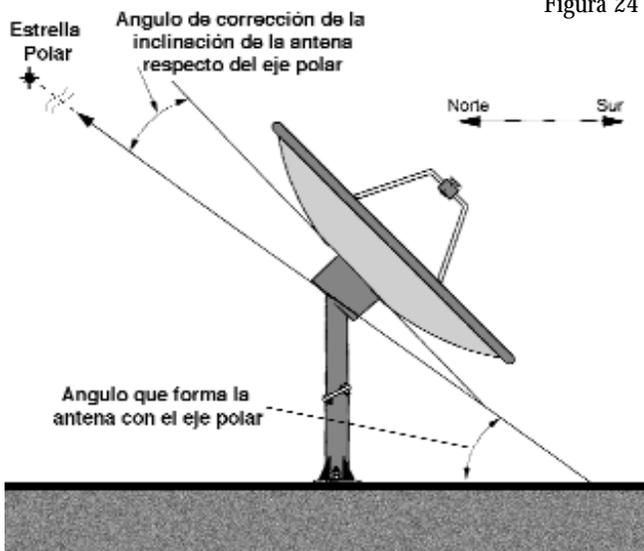


Figura 24



según la posición geográfica donde se instale la antena, por lo que toda antena parabólica debe poseer los mecanismos adecuados para modificar su orientación tanto en acimut (de izquierda a derecha) como en elevación (de abajo hacia arriba).

Es importante que los mecanismos de orientación del soporte faciliten la labor de apuntamiento del reflector y la localización rápida de todos los satélites de la órbita geoestacionaria (vea Saber Electrónica N° 152).

Soporte que fija el acimut y la elevación

La orientación de la antena con un soporte de este tipo se realiza con dos movimientos (uno para el acimut y otro para la elevación). Es el mecanismo más simple, pero tiene el inconveniente de que debe efectuarse un doble ajuste cada vez que se desea orientar la antena hacia un nuevo satélite, lo cual limita su uso a antenas parabólicas fijas.

La orientación correcta del acimut simplemente se obtiene instalando la base de la antena con la dirección adecuada y luego efectuando un ajuste fino mediante un sistema de tuerca-contratuer-

ca de fijación del reflector al soporte.

El ajuste de la elevación se consigue ajustando el tornillo dispuesto en una de las patas del trípode que soporta la antena (vea nuevamente la figura 17), que es de tipo telescópico. Ajustando dicho tornillo, la pata posterior se acorta o alarga y, con ello, la antena se eleva o desciende de su posición.

El ajuste del acimut se realiza haciendo girar el soporte sobre el mástil, hasta que ocupe la posición correcta y, para evitar que se mueva, se fija con tornillos.

Los soportes de este tipo normalmente son más estables que los polares, por lo que son los más utilizados para sistemas receptores domésticos fijos.

Soporte polar

Este tipo de soporte permite la localización de todos los satélites geoestacionarios con un solo movimiento y, por lo tanto, es ideal para las antenas orientables manualmente y para las accionadas con un motor (vea Saber Electrónica N° 152).

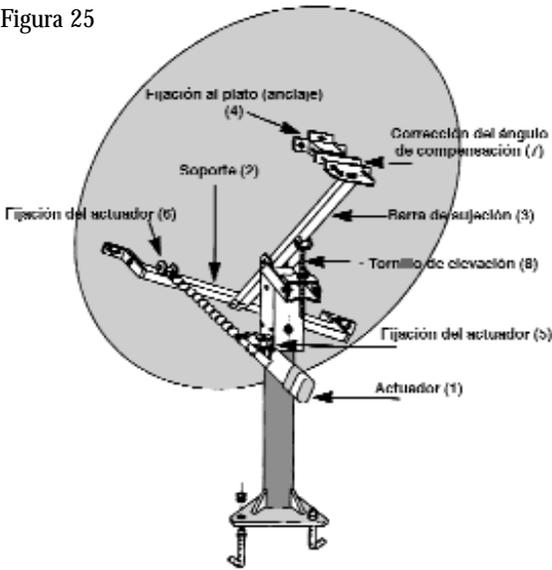
Con este montaje es posible mantener la antena orientada hacia un punto del espacio mediante un sistema de dos ejes en ángulo recto en el que gira sólo uno de los ejes. Este eje, llamado *eje polar*, es paralelo al eje de la Tierra y apunta hacia la estrella Polar, tal como graficamos en la figura 24.

El ángulo que forman el eje polar con la horizontal es igual a la latitud geográfica del lugar donde se monta la antena.

El mecanismo consiste en una serie de arandelas suplementarias y palancas ajustables para mantener los errores de seguimiento lo más reducidos posible y suelen ser estándar para la mayoría de las antenas.

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

Figura 25



Soporte Polar con Actuador

En la figura 25 tenemos un dibujo con indicación de las partes constituyentes de un soporte polar con actuador.

La orientación de esta antena se efectúa mediante un actuador (1) que se acciona desde el interior de la vivienda. También puede realizarse un apuntamiento manual de la antena si ésta es de pequeñas dimensiones, ya que en las de dimensiones grandes resulta prácticamente imposible debido al peso del reflector.

El actuador, también llamado tracker, consiste en un motor eléctrico que hace girar un tornillo sin fin que, a su vez, prolonga un brazo telescópico. Este actuador se fija, por un lado, al soporte del mástil mediante el anclaje (5) y por otra al soporte transversal (2) por medio de otro sistema de sujeción (6).

Al aumentar o disminuir la longitud del brazo telescópico del actuador, éste empuja o tira del soporte transversal (2) unido a la antena, obteniendo el giro del reflector de este a oeste, o viceversa.

El soporte transversal (2) está unido en su centro con una barra (3), que coincide con el eje de

giro de la antena parabólica y que se fija en el otro extremo a la pieza (7,) con la que se ajusta el ángulo de compensación. Esta pieza está unida a la parábola mediante la pieza (4).

Por último, el tornillo (8) modifica la elevación de la parábola al girar el eje (3).

Este tipo de mecanismos puede variar según el fabricante, pero todos persiguen los mismos resultados.

Soportes para Alimentadores

El alimentador de una antena parabólica es el elemento sobre el que se concentran las señales reflejadas por el plato y debe estar situado exactamente en

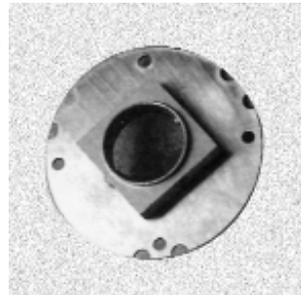
el foco de la parábola, ya sea una antena parabólica de foco centrado o una tipo off-set. Para ubicarlo se precisan elementos de sujeción específicos.

En el caso de una antena parabólica de foco centrado, los elementos de sujeción del alimentador son:

- *Un trípode de varillas*
- *El portaalimentador o "pletina feeder"*

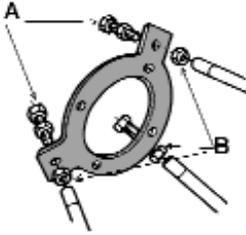
Tanto el trípode como la pletina se fabrican de acero inoxidable y aluminio para evitar su deterioro y oxidación. En la figura 26 se puede ver la fotografía de un soporte para alimentador de una

Figura 26



Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

Figura 27



Mediante tuercas y contratuercas se fijan las varillas del trípode al plato y la pletina a las varillas (figura 27).

La distancia focal correcta puede ajustarse con los tornillos (1) y las tuercas (2) de la figura.

Observe finalmente en la figura 27 que la pletina del alimentador posee cuatro orificios, en los cuales se fijará el alimentador mediante tornillos.

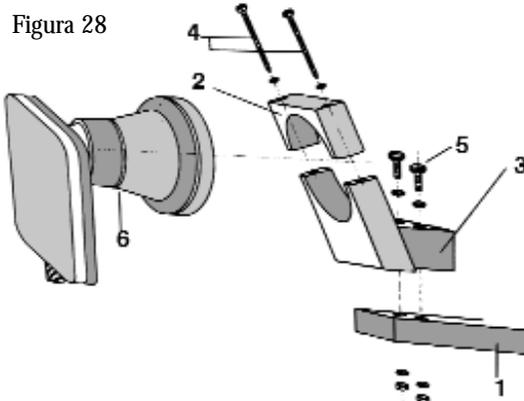
En el caso de las antenas off-set, el alimentador se fija a un brazo que sobresale por la parte inferior del plato.

En la figura 28 puede ver cómo se monta un típico soporte de alimentador, que en este caso consiste en dos medias piezas (2 y 3) que encajan una en otra perfectamente y que se unen mediante los tornillos (4).

Estas dos piezas abrazan y sujetan firmemente el alimentador (6) de la antena off-set.

El soporte del alimentador se monta luego en el brazo (1) de la antena off-set y se sujeta con los tornillos (5).

Figura 28



antena parabólica de foco centrado. Las tres varillas del trípode deben tener la misma longitud, y debe ser posible realizar un pequeño ajuste posterior a sus colocación en el plato.

Soporte de un Alimentador Multisatélite

Una buena opción para recibir las señales de varios satélites próximos entre sí es disponer varios alimentadores en un soporte único, de diseño especial.

Este soporte está formado por un aro circular, un soporte orientable y cuatro portaalimentadores (2 de la figura 29). Todo el conjunto se monta en el plato; tenga en cuenta que la varilla superior del trípode debe coincidir en la posición que se aprecia en la figura 29.

El descripto es un sistema desarrollado por la empresa española TELEVES, basado en el estudio del desplazamiento lateral del alimentador colocado en el foco de la parábola. La

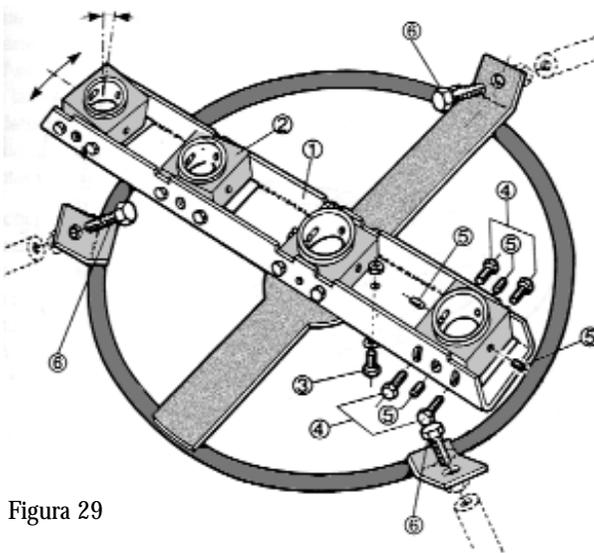
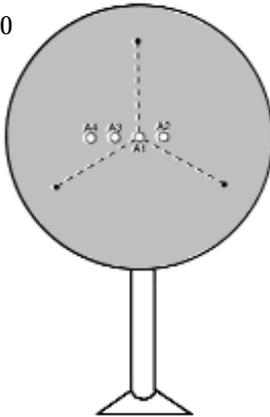


Figura 29

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

Figura 30



desviación del haz de la antena es proporcional a estos desplazamientos.

Este sistema sólo es válido para recibir señales de satélites separados entre sí $6,2^\circ$, abarca un arco entre los satélites extremos de $9,2^\circ$, lo cual significa que si se desea recibir las señales de satélites con mayor ángulo de separación no existe otra opción que modificar la orientación del reflector.

En la figura 30 se han dibujado las posiciones que ocuparán los cuatro alimentadores con respecto a la parábola y en la figura 31, el arco cubierto por el conjunto.

El alimentador A1 se instala en el centro de la parábola, es decir, en el foco, y recibirá las señales del satélite SAT1, al cual se orientará la antena.

Los restantes alimentadores, desplazados del foco, recibirán los satélites SAT2, SAT3 y SAT4.

Una vez instalado el soporte multisatélite en el trípode del reflector multisatélite, se ajusta el alimentador central (el A1), de forma que ocupe la distancia focal correcta. El ajuste se consigue actuando sobre los tornillos (6) de la figura 29,

que fijan el aro a las varillas del trípode, ya que el alimentador A1 deberá ir introducido a tope en el portaalimentador A1.

Luego se debe ajustar el alimentador de un extremo.

Aflojando los tornillos (3) queda liberado el soporte orientable (1), lo que permitirá su giro.

Posteriormente se debe girar el soporte orientable (1) hasta que se localice el satélite y se obtenga el máximo nivel de señal posible. Hecho esto se deben apretar los tornillos (3), de forma que el soporte quede perfectamente fijo.

Ahora se deben aflojar los tornillos (4) del portaalimentador (siempre hacemos referencia a la figura 29), así obtenemos un pequeño ángulo de giro del portaalimentador que permite el ajuste fino de su posición hasta obtener el máximo nivel de señal. Al obtener el punto óptimo, se fija allí el portaalimentador apretando los tornillos (4).

Finalmente ajustamos los tornillos (5) para bloquear los alimentadores.

Todo este proceso se repetirá con el alimentador del extremo contrario, salvo en lo que respec-

Figura 31

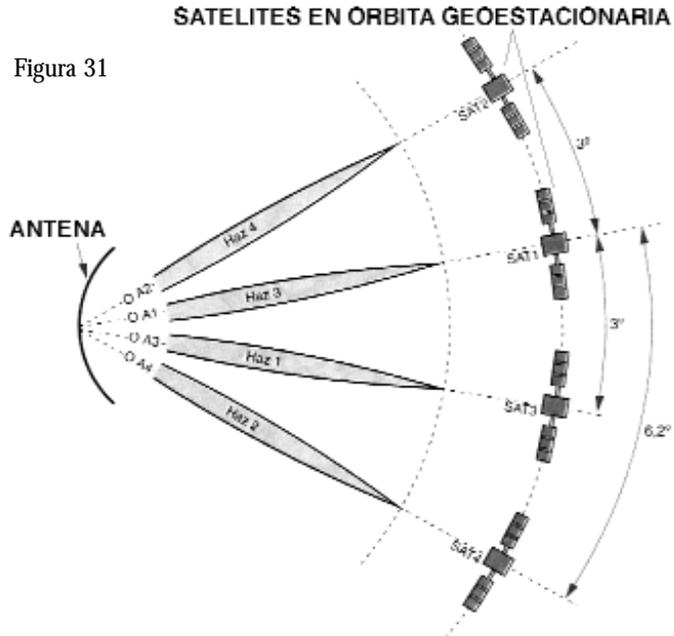
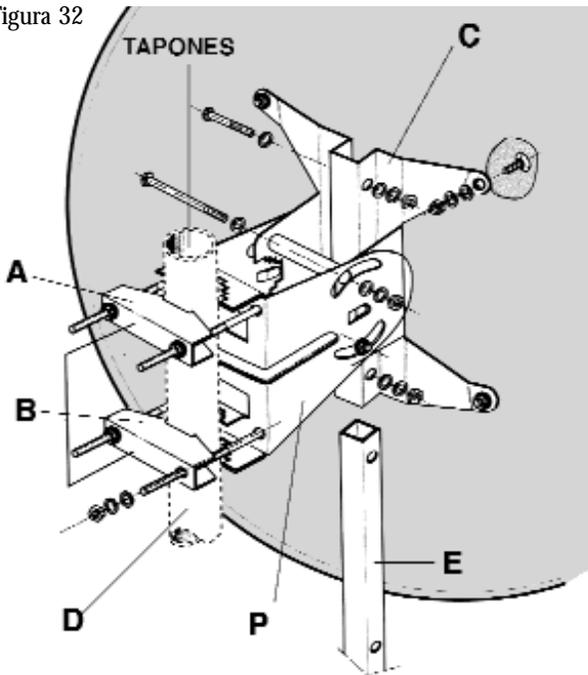


Figura 32



al soporte, que no debe desbloquearse. Sólo en el caso de obtener una perfecta orientación de este tercer alimentador es posible ajustar la posición del soporte (1).

Montaje Final de la Antena Parabólica

Como ya hemos mencionado, existen varios sistemas que permiten el montaje de un plato (reflector) en su soporte y éste en su base.

Voy a describir brevemente el proceso para la instalación final de una antena comercial, tal como lo indica el fabricante.

Se trata de una antena off-set de 80 cm.

Siempre deberá fijarse en las recomendaciones del fabricante cuando adquiera, para su instalación, un determinado modelo de antena parabólica.

En la figura 32 puede ver las diferentes piezas

que forman parte del soporte, cuyo montaje se efectuará como describimos a continuación:

1. Coloque la goma protectora que suministra el fabricante en el borde del plato. Para ello se sitúa la goma por la cara exterior, rodeando el plato y a continuación se acomoda en el borde.

2. Ponga las mordazas A y B sobre la pieza P, sin ajustar excesivamente las tuercas de sujeción.

3. Coloque tapones en el brazo soporte del alimentador para protegerlo del agua de lluvia.

4. Se introduce el brazo soporte del alimentador (E) en el soporte del reflector C y se atornilla fuertemente.

5. Se monta el conjunto en el mástil D, orientando la antena ha-

cia el satélite que se desea recibir. Una vez orientada, se apretarán las tuercas de las mordazas A para que la antena quede inmóvil en esa posición.

Por último, es recomendable que observe cualquier reflector parabólico que esté a su disposición (es muy común ver de distintos tipos cuando uno viaja), identificando a qué tipo pertenece (foco centrado u off-set). Identifique su diámetro, localice su soporte y fijese de qué tipo es (si es fijo orientable), mire su base y fijese si es traédrica o de mástil.

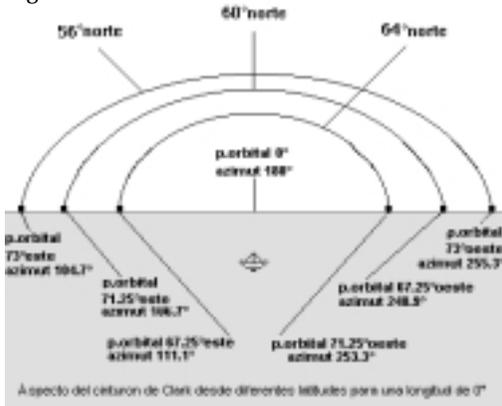
Intente comprobar si todo cuanto ha estudiado en este manual se ha aplicado en la práctica.

Visite a algún distribuidor o fabricante de antenas parabólicas y solicite catálogos de características técnicas. Compare las características entre diferentes modelos de un mismo fabricante y los de diferentes fabricantes.

Una vez que sepamos instalar una antena parabólica estaremos en condiciones de proseguir con la instalación de un sistema de recepción de seña-

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

Figura 33



les satelitales, esto es, la colocación tanto de la unidad exterior como de la unidad interior, pero de esto nos ocupamos en el Manual de Instalación del Sistema de Recepción de Señales Satelitales.

Ajuste y Calibración de Antenas Parabólicas

Ya dijimos que las antenas parabólicas motorizadas están concebidas para captar las emisiones de los satélites situados en la llamada *órbita de Clark*. Esta órbita está situada a unos 36.000 km de distancia sobre el ecuador terrestre y tiene la particularidad de que cualquier objeto situado en ella tiene el mismo periodo de rotación que la Tierra, por lo tanto, para un observador situado en la superficie terrestre estos objetos permanecen inmóviles.

El arco descrito por esta órbita es tal que el punto más elevado de la misma se halla justamente en el Sur geográfico, y que al alejarse hacia los extremos descendiendo hasta llegar al horizonte.

Para mayores detalles, vemos en la figura 33 como sería dicha órbita para diferentes latitudes para una longitud de 0°.

El mecanismo que le permite a las antenas parabólicas motorizadas seguir esta órbita (*órbita de Clark*) se denomina *Montura Polar* (del inglés: "Polar-mount"). Este mecanismo requiere para

su correcto funcionamiento una serie de ajustes que se deben realizar cuidadosamente, tal como se observa en la figura 34.

Para poder realizar los ajustes que describimos en esta nota, deberemos disponer de un "inclinómetro", a ser posible de una precisión de 0,1° o, en su defecto, de 0,2°.

Además sería conveniente (aunque no imprescindible) disponer de un medidor de campo adecuado para las frecuencias de operación de las antenas parabólicas (950-2050MHz).

Al hallarse los satélites situados sobre la vertical del ecuador terrestre, las antenas situadas en latitudes al SUR del ecuador deben mirar hacia el Norte y las situadas al Norte hacia el Sur, con mayor o menor desviación hacia el Este u Oeste en función del satélite elegido y de la situación geográfica de la antena. Para las antenas motorizadas el Sur o Norte geográfico real es de gran importancia, como veremos a continuación.

En adelante cuando se haga referencia al Norte real, significará indistintamente el Sur real (180 grados de azimut) o el Norte real (0 grados de azimut), según se encuentre situada la antena al Norte o al Sur del ecuador, respectivamente.

A) Determinación del ángulo de Off-Set

Suponiendo que vamos a ajustar una antena tipo "Off-Set", antes de comenzar con los ajustes, tenemos que averiguar cuál es el ángulo de off-set, dato que muchas veces se acostumbra a omitir en las características de las antenas y que es de suma importancia. El ángulo de off-set indica la diferencia entre la elevación real de la antena y la elevación con que nos llegan las señales que capta.

Figura 34

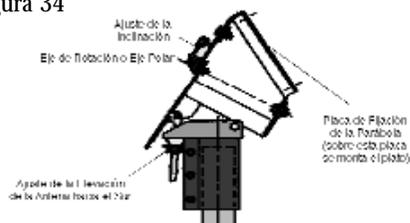


Figura 35



Para averiguar este dato tenemos que ajustar la antena como si se tratara de una antena fija, y orientarla a un satélite cualquiera que deseemos usar como referencia.

Por elevación entendemos la inclinación que debe poseer una línea recta imaginaria que pase por el borde superior e inferior de la parábola, respecto de la vertical (figura 35).

Una vez que tengamos la antena ajustada a este satélite se debe medir con el inclinómetro la elevación de la antena. tenemos que restar este dato a la elevación real con la que se recibe su señal, consultando las tablas correspondientes, según la localidad donde se encuentre la antena y el satélite elegido.

Para medir este ángulo nos ayudaremos de un listón de madera que sea totalmente plano y rígido; situamos el listón en la parte frontal de la antena, de forma que quede apoyado en posición vertical sobre dos puntos del borde exterior del plato, y sobre este listón situaremos el inclinómetro (vea la figura 36).

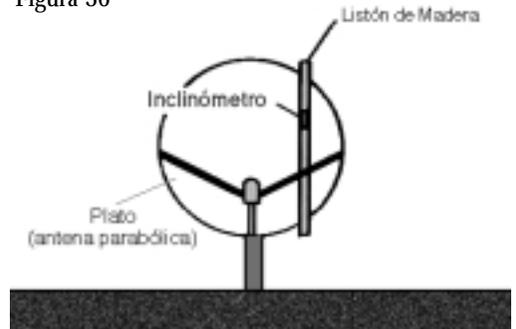
Por ejemplo, supongamos estar recibiendo señal desde el Nahuelsat 1 en Bs. As. con una elevación de 37° (dato que obtenemos de las tablas correspondientes –vea Saber N° 150 y 151–).

Si al medir la elevación de la antena, el inclinómetro nos indica 14° , esto quiere decir que el offset de la antena es de:

$$37^\circ - 14^\circ = 23^\circ .$$

Una vez hallado este dato lo anotaremos pues-

Figura 36



to que lo necesitaremos más adelante.

Ahora ya podemos empezar con el ajuste del montaje.

B) Ajuste de la Superficie de Montaje de la Antena

Aunque muchos instaladores no le dan la importancia que se merece, un ajuste esencial es la perfecta verticalidad que debe presentar el mástil respecto del soporte de la antena, obviamente, no existen técnicas preferibles ni instrumentos específicos, el inclinómetro será suficiente

C) Localización del Norte Real

Localizar el sur geográfico real, para latitudes situadas al norte del ecuador, o el norte para las situadas al sur, es muy importante ya que es la orientación que debe tener la antena cuando se encuentre en su posición central, y que coincide con la elevación máxima del disco. Para ello siga los siguiente pasos:

c.1- Situar todos los elementos de la instalación al lado de la parábola: receptor, posicionador y televisor todo ello debidamente conectado a la unidad externa y actuador de la antena.

c.2- Sintonizar en el receptor de satélite un canal conocido del satélite que hayamos elegido como referencia, por ejemplo, el NAHUELSAT 1.

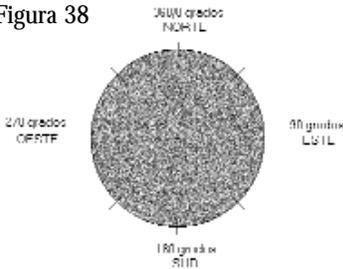
Mediante el posicionador alinear perfectamente el montaje, de forma que la antena se encuentre en su posición central. Esto coincidirá con la máxima elevación de la parábola.

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

Figura 37



Figura 38



c.3- Ajustar el ángulo de elevación necesario para recibir el satélite elegido. Si utilizamos el mismo satélite

de referencia que al averiguar el ángulo de offset de la antena, este dato ya lo tenemos. Es el que nos indicaba el inclinómetro al captar dicho satélite.

c.4- Dejar libre el montaje respecto del mástil de soporte, de modo que pueda girar libremente todo el conjunto montaje-antena sobre éste.

c.5) Girar lentamente el bloque "montaje-antena" hasta conseguir captar la señal deseada. Si el satélite transmite con mucha potencia puede ser necesario desajustar la elevación de la antena para determinar con mayor exactitud el punto exacto de orientación, en el caso de no disponer de medidor de campo y si nos guiamos únicamente por la imagen del televisor. En esta posición, realizar una marca coincidente en el mástil y montaje lo más fina posible, por ejemplo con un rotulador fino o un objeto punzante (figura 37).

c.6- Medir el perímetro del mástil con la máxima precisión posible.

Usar para ello un metro de papel o tela, colocado alrededor del mástil. Con el dato sobre el azimut del satélite para nuestra localidad, proporcionado por la tabla (vea saber 150 y 151), calcular el desplazamiento necesario del cabezal alrededor del mástil, a partir de la marca realizada. Pro-

ceder a la corrección y fijar el cabezal firmemente al mástil de soporte.

Por azimut se entiende la orientación real con respecto al punto en donde se encuentra el observador. Se mide en grados absolutos, tomando como referencia el NORTE a 0 grados, se sigue el sentido de las agujas del reloj hasta llegar al ESTE a 90 grados, el SUR a 180 grados, el OESTE a 270 grados y de nuevo el NORTE a 360 grados (figura 38).

En el ejemplo utilizado en el punto (A), y para utilizar datos acordes con los de la figura 1, supongamos un ángulo de azimut de 156° para recibir señales desde el Nahuelsat situado a 19° Este. Como el NORTE REAL corresponde a un azimut de 180°, tendremos:

$$180^\circ - 156^\circ = 24 \text{ hacia el Este desde el Norte.}$$

Suponiendo que el mástil tuviera un perímetro de 125 mm, el desplazamiento necesario para encarar el Norte sería:

$$125 \text{ mm} / 360^\circ = 0,347 \text{ mm} / \text{grado}$$

$$0,347 \text{ mm} \times 24 = 8,33 \text{ mm}$$

Esto es así porque los 125 mm del total del perímetro equivalen a 360° de giro del mástil.

Por lo tanto deberemos desplazar el cabezal 8,33 mm hacia el Este alrededor del mástil, a partir de la marca realizada al recibir el satélite. Si todo se ha realizado tal como se ha indicado anteriormente ya tenemos perfectamente ajustado el NORTE REAL y sólo nos queda proceder al ajuste del montaje propiamente dicho.

D) Elevación del Eje Polar

El montaje tiene un eje que une la parte fija sujeta al mástil con la parte móvil fija a la antena. Por este eje es por donde pivota la antena mediante el "actuador". La inclinación de este eje respecto de la vertical y que llamaremos "elevación del eje polar", debe ajustarse según las ta-

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

blas. Este ángulo depende únicamente de la latitud donde se halle la antena.

E) Elevación al Norte

El último paso consiste en ajustar la elevación total al Norte. Para ello seguiremos los siguientes pasos:

e.1- Compruebe que la antena sigue en su posición central. Si no es así, corríjala valiéndose del actuador. Este punto es muy importante, asegúrese bien antes de seguir adelante.

e.2- Consulte la tabla de datos para averiguar la elevación total al Norte según la ubicación de la antena. Si se tratase de una antena del tipo offset, réstele el ángulo de offset de la antena que habremos obtenido previamente, tal como explicamos anteriormente.

Ayudándose con el inclinómetro ajuste la elevación de la antena al ángulo resultante del cálculo anterior, vélgase del ajuste del ángulo de compensación o declinación y cuide no alterar el ángulo del eje de rotación ni la orientación al Norte.

Con esto finalizamos la totalidad de los ajustes requeridos. Si se han realizado con precisión, ningún tipo de retoque será necesario y el recorrido de la antena seguirá fielmente la *órbita de Clark*, por lo tanto no escatime esfuerzos a la hora de conseguir la máxima exactitud al realizarlos.

Si observa algún problema de seguimiento, es mejor reiniciar de nuevo todos los ajustes empezando por recalcular el ángulo de offset de la antena. Preste especial atención a la verticalidad del

mástil de soporte y a la localización del Norte.

Asegúrese de estar usando correctamente el inclinómetro. Es frecuente cometer errores con él. Todos los ángulos que se han indicado aquí son respecto de la vertical.

El inclinómetro en cambio los mide respecto de la horizontal, si se hace coincidir la marca 0° interior, con la marca 0° exterior. Para medirlos respecto de la vertical tenemos que hacer coincidir la marca de 90° interior con el 0° exterior.

En la figura 39 vemos el aspecto de un inclinómetro comercial de bajo costo, de una precisión de 0,2°. A los fines didácticos, en la figura 40 puede observar una medición realizada con el inclinómetro respecto de la horizontal mientras que en la figura 41 puede observar una medición respecto de la vertical.

¿Hay un buen manual que me ayude a configurar, alinear y reparar mi sistema satelital?

Frank Baylin escribió un buen manual de referencia titulado

"Instale, Controle y Repare su propio Sistema de TV Satelital".

Lamentablemente no he encontrado una versión en castellano pero el inglés con que se presenta es muy fácil de comprender.

Este manual es claro e incluye TODA la información que necesita para sintonizar correctamente su plato, encontrar los satélites y alcanzar la mejor recepción. También lo ayudará a resolver problemas, y le indicará qué componentes debe reemplazar o corregir para recuperar una recepción defectuosa. Tiene numerosos diagramas y

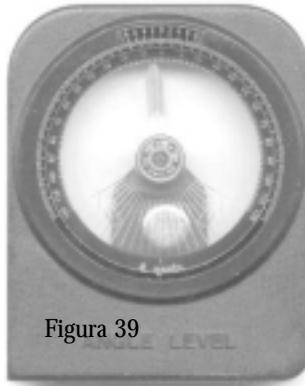


Figura 39

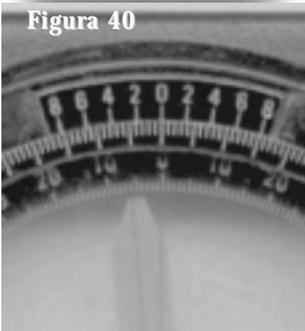


Figura 40

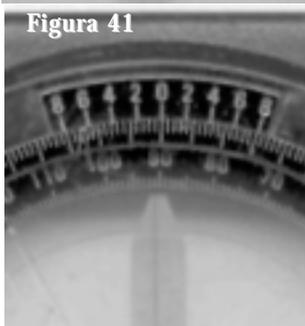


Figura 41

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

bles antes de elegir uno pero no se deje presionar por los vendedores.

Con respecto a la implementación de un sistema de TV satelital, mucho hemos hablado en las páginas de Saber Electrónica, pero aun cuando desconozca la tecnología específica, si lo ayudan algunos amigos podrá montar, instalar y rastrear su propio sistema satelital en un día. Sólo debe cavar un pozo, rellenarlo de hormigón y colocar, de manera perpendicular, un conducto dentro del hormigón. Muchos manuales de instalación pueden ayudarlo. Si lo hace usted mismo se ahorrará alrededor de \$1.000. Si no le incomoda gastar esta suma, su vendedor local estará encantado de armarle el sistema y Ud. sólo deberá sentarse y pulsar los botones del control remoto (para lo cual deberá abonar más de \$1.500). Es su decisión.

A algunos no les gusta experimentar. Puede no estar satisfecho con los resultados iniciales si lo instala usted mismo, pero lentamente advertirá que puede mejorarlo. Incluso, podrá localizar mayor cantidad de canales en la medida que le vaya "sacando el jugo" a su instalación. Si quiere experimentar, mi consejo es que lea detenidamente los capítulos sobre Comunicaciones Vía Satélite, que comenzamos a publicar en Saber Electrónica N° 146 (hace más de un año). Incluso, hasta es posible ver señales satelitales sin necesidad de platos para la recepción. Veamos cómo es esto.

La Banda KU

Los satélites de banda KU no siempre requieren platos para ser recibidos, algunos tiene 32 transponders en lugar de los 24 de la banda C. El verdadero aficionado a los satélites deseará usar esta banda, ya que es posible encontrar programación de todo tipo en KU. Además, cada vez se realizan más transmisiones en esta banda.

SBS6, por ejemplo (ubíquelo en 74° en la figura 42), es un satélite ocupado con muchos depor-

tes y alimentaciones de noticieros. KU le ofrece mucho a quien desee experimentarla y explorarla. G4 y G7 tienen bonitas señales KU, y con mucha suerte también encontrará material interesante en los satélites ANIK de la banda KU (esto es muy difícil en el Cono Sur, pero para quienes viven en Centroamérica, Estados Unidos y Canadá, les resultará más fácil; hacemos esta aclaración, dado que este Manual se distribuye en toda América).

Los satélites de la banda KU son más difíciles de sintonizar que los de banda C y requieren numerosos ajustes manuales. KU también es más sensible al clima. Los servicios de programación KU no están tan bien documentados como los de banda C.

En un plato más grande (de 3 m), las señales KU son tan estrechas como un rayo láser. Con un breve roce del impulsor se pierde la señal. Rastrearla y estabilizarla no es una labor para gente impaciente. De todos modos, si ha colocado su plato para que capte banda KU, no podrá usarlo para captar banda C.

PBS está actualmente en KU, y ABC también tiene alimentaciones en esta banda, ambas en el Satélite T-401. Esto puede impulsar a muchos aficionados a actualizarse en Banda KU (como verá, hacemos referencia a señales de Estados Unidos, porque son las más conocidas por quienes han visto TV satelital alguna vez). NBC alimenta toda su programación en K2, un satélite KU. Actualmente la programación NBC está descryptada. EL CANAL TODO NOTICIAS también aparece con frecuencia en SBS6 cuando los dos canales CONUS no se usan para alimentaciones de noticieros.

Los dos satélites ANIK tienen mucha programación KU, incluidos el SERVICIO DESENCRIPTADO DE PELICULAS SIN CORTES, dos canales musicales, redes públicas regionales, ASN (Red del Satélite Atlantic) y una cantidad de material en francés. Estos dos satélites sólo pueden captarse en el NORTE de Estados Unidos. Por otra parte, hay bastante material mexica-

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

no en los Satélites Morellos. KU tiene franjas de recepción más estrechas.

Si busca señales de NOTICIAS y DEPORTES, en KU encontrará una gran cantidad de toda clase. También tendrá acceso a programación internacional (china, rusa, japonesa, española) y alimentaciones educativas. Ajuste el extremo de su plato a KU y podrá comprobarlo.

Si su plato es KU compatible (algunos dishes rejilla no lo son), todo lo que necesitará agregar AFUERA es una ALIMENTACION de BANDA DUAL y un LNB KU adicional que puede costar unos \$200, según donde lo adquiera y la capacidad del LNB KU. Para saber si su plato puede operar en KU, mida el tamaño de los agujeros o aberturas de la rejilla. Si son superiores a 1/4 de pulgada, no tendrá una buena recepción KU.

Los LNBs de KU se miden en dB, no en grados Kelvin (como es medido el LNB de banda C). 0,6dB es lo ideal.

Un LNB de 2,0 es muy poco, si bien puede encontrar un LNB KU de 2,0dB económico, que le brindará señales aceptables desde la mayoría de los satélites, y seguramente le resultará aceptable para comenzar si consigue uno usado.

Obviamente necesitará un receptor que sintonice banda KU. La mayoría de los receptores nuevos pueden hacerlo.

No hay un estándar verdadero del esquema de

canales KU como lo hay en banda C. Los diversos receptores numeran los canales de manera diferente. Ajustar su plato para KU es más difícil. El ancho de rayo es muy estrecho, y cada movimiento es crítico. Si pudo ajustar su sistema a un buen rastreo de banda KU, su recepción de banda C será perfecta.

En definitiva, si bien esta banda puede aportar-le momentos mucho más agradables, debe saber “un poco más” sobre recepción de TV vía satélite.

¿Cómo Ver por Satélite?

Vamos a ver cómo son los equipos necesarios para ver televisión digital en los hogares, centrándonos en el decodificador, “set-top-box”, o IRD; y comentando también las características de antena, LNB, y resto de equipos terminales.

El IRD

El IRD -Integrated Receiver Decoder- es la caja que contiene el hardware, software e interfaces necesarios para seleccionar, recibir, decodificar y visualizar los programas y servicios ofrecidos por la televisión digital.

Hoy se venden en casas de telecomunicaciones, en negocios de venta de componentes electrónicos y por medio de avisos que suelen aparecer en diarios y revistas. Está previsto que su precio, dependiendo de las prestaciones que incluya, oscile entre los \$120 y \$250, pero debido a este precio tan alto muchas cadenas de televisión ofrecerán a sus usuarios



Figura 43

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

de pago tenerlo en alquiler a un coste más asequible. Los bloques que componen el IRD (figura 43) son los siguientes:

TUNER

Traslada la señal procedente del LNB a una segunda frecuencia intermedia de 479,5MHz mediante un oscilador sincronizado al canal seleccionado por el usuario.

DEMODULADOR QPSK

Una vez con la señal a frecuencia fija se procede a su demodulación. La señal viene modulada en QPSK -debido a las limitaciones de potencia de los servicios DTH se exige un compromiso entre robustez contra ruido e interferencias sin excesiva penalización del espectro- por lo que la demodulación tendrá que ser coherente. Además para reducir las distorsiones lineales que introduce el canal se da a la señal una forma adecuada en coseno alzado, la finalidad es tener un equalizador que evite la interferencia entre símbolos.

CORRECCION DE ERROR

Se emplean dos técnicas, una encaminada a evitar los errores de ráfaga y otra a evitar los de tipo aleatorio. Para recuperar estos últimos se utiliza un algoritmo, y para los primeros se usa un código bloque del tipo Reed-Solomon junto con un entrelazado de los símbolos en el transmisor para dispersar los errores de ráfaga y convertirlos en aleatorios. Con todas estas técnicas se consigue una salida prácticamente libre de errores (Quasi-Error-Free) con un BER de $10e^{-10}/10e^{-11}$ o de $7x10e^{-4}$ en presencia de errores de ráfagas.

Además de esto también hace falta deshacer la aleatorización introducida en el transmisor con el objeto de mantener la anchura del espectro lo más constante posible y tener una señal con transiciones uniformemente distribuidas a la entrada del equalizador.

DEMULTIPLEXADO

Una vez que se tiene el flujo de datos -la tra-

ma de transporte MPEG2- libre de errores, es necesario demultiplexar toda la información contenida para obtener las tramas comprimidas de video, audio y datos que pasarán al decodificador MPEG-2.

DECODIFICADOR MPEG-2

De él saldrá la información de audio en formato PCM y la de video en formato digital 4:2:2. Ambas serán tramas de datos digitales.

MICROPROCESADOR

Será la CPU, el cerebro encargado de controlar todos los sistemas que estamos describiendo. De arquitectura de 16/32 bits, será capaz de trabajar con al menos 5 MIPS y almacenará la información en una memoria DRAM con capacidad superior a 512kb, además dispondrá de una ROM de 512kb con posibilidad de cargar el software de operaciones y su futura expansión.

SALIDAS

Como aún los televisores seguirán siendo exclusivamente analógicos, es necesario convertir las señales digitales de audio y video procedentes de decodificador MPEG-2 a formato analógico (PAL, SECAM o NTSC), bien en banda base para sacarlo a través del euroconector, o bien en RF para usar la entrada de antena, siendo necesario que existan ambos tipos de salidas para poder funcionar con cualquier televisor. También hará falta tener otro euroconector para un equipo de grabación de video analógico y otro para digital así como la posibilidad de estar conectado a un segundo IRD analógico. Otra salida indispensable será un módem telefónico, para poderlo usar como vía de retorno y permitir la interactividad.

También debe disponer el IRD de una salida RS-232 para poder transmitir datos con un dispositivo del tipo PC y un RS-422 para transmisión por el puerto de alta velocidad.

ACCESO CONDICIONAL

Puesto que en la mayoría de los casos las seña-

Manual de Instalación de Antenas Parabólicas

les llegarán criptografiadas (encriptados o codificados) para permitir servicios de pago, el receptor deberá disponer además de un lector de tarjetas, ya sea PCMCIA o inteligente (smart card, vea Saber Electrónica N° 154), que enviará los códigos de criptografiado pertinentes al demultiplexor. El acceso

condicional puede ser uno de los grandes problemas que encuentre la TV digital para su expansión, al no haberse llegado a un acuerdo en el sistema de encriptado a utilizar (figura 44). Debido a esta falta de acuerdo podríamos llegar a la situación de tener un IRD para cada paquete digital de pago que quisiera verse. El DVB define solamente un tipo de interface común que permita añadir un módulo externo que variará según el modo de acceso condicional. Parece que en principio habrá en el mercado dos maneras de gestionar este acceso. Una primera solución será alquilar el IRD con un sistema decodificador incorporado, las cadenas de TV contratarán con un fabricante y un sistema de encriptado para tener su receptor específico.

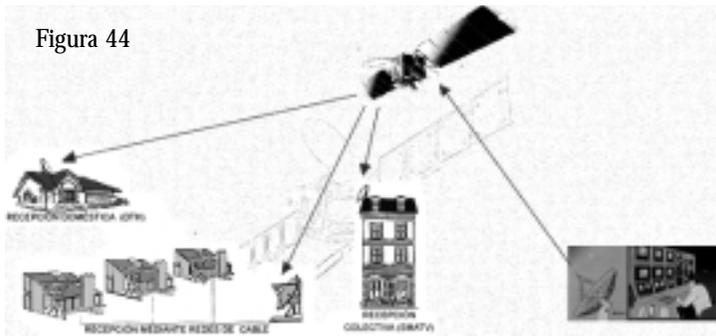
El segundo método es la compra del IRD por parte del usuario, del tipo con interface común definido en DVB.

Estos receptores incluirán un sistema de decodificación por defecto y tendrán el conector adicional para incorporar otro.

Ahora bien, debido a la menor relación portadora-ruido requerida en la transmisión digital, será posible reducir entre un 20 y un 30% las dimensiones de las antenas de los consumidores. Este hecho será positivo tanto para los que ya poseen una antena para TV analógica, que no necesitarán cambiarla, como para los que deseen comprar un equipo nuevo destinado a digital, que verán abarataados los precios.

Como ejemplo, suponiendo un LNB de factor

Figura 44



de ruido cercano a 1dB, se necesitarán unas antenas parabólicas de unos 45 cm para recibir satélites visibles desde América del Sur.

El LNB

El Low Noise Blockconverter (LNB) es el dispositivo encargado de amplificar la señal y trasladarla a una primera frecuencia intermedia. La banda de la portadora de radiofrecuencia debe estar entre 10,7 y 12,75GHz y la de FI resultante entre 950 y 2.150MHz. Será necesario cambiarlo en la mayoría de instalaciones 'analógicas' existentes debido a que los LNB usados comúnmente para recepción analógica tienen una respuesta en fase demasiado mala para señales digitales por lo que si se emplean para TV digital aparecerá en pantalla el fenómeno de la 'pixelación' -como un especie de mosaico- o bien la imagen desaparecerá por completo.

Para los sistemas fijos la solución óptima es poner un LNB universal. En caso de un sistema motorizado sería preferible optar por un LNB de cuádruple banda de última generación, con un umbral de ruido mínimo ya que éste es un factor determinante en las señales digitales.

Como puede apreciar, escuchar señales satelitales o ver TV por este sistema, requiere un equipo específico, al que hemos llamado "unidad exterior" y "unidad interior" de la estación receptora de señales vía satélite. Precisamente de estos temas nos ocupamos en los otros dos manuales de esta serie. FIN