

# ANTENAS PARABÓLICAS

## ILUMINADORES DE 2.4GHz

### PARA BAJADA DE SATÉLITE AO-40

El mes pasado se publicó en nuestra revista de URE un artículo sobre satélites de radioaficionados, haciendo hincapié en la instalación necesaria de antenas, equipos y accesorios para poder trabajar a través de ellos.

Para los que suelen trabajar en HF, VHF y UHF, las antenas mas usuales son verticales, de hilo y yaguis, pero cuando se trabajan frecuencias superiores, la parábola es la antena que mas rendimiento nos puede dar. Sin embargo nos produce un respeto importante y siempre nos parece un sistema radiante complicado y para otras aplicaciones, no para nosotros.

Si hace un par de años alguien me dice que iba a trabajar en frecuencias de radioaficionados con una parábola, me hubiera echado a reír, pues mi opinión sobre estas antenas era la misma que tenemos la mayoría. Lo que pretendo con este artículo en una primera parte es que conozcamos mejor estas antenas, y posteriormente vamos a construir dos iluminadores utilizados para frecuencia de 2.4Ghz, con los cuales podremos escuchar nuestro satélite AO-40. Hay muchos tipos de antenas que pueden trabajar en 2.4GHz, pero la que aquí describiremos es la mas difundida por su rendimiento/costo, sencillez de construcción y ajuste.

Por desgracia muy cerca de la frecuencia de bajada del AO-40 están las redes inalámbricas de 2.4 GHz, aunque en este caso os viene bien a aquellos que dispongáis de enlaces punto a punto o accesos a Internet (los afortunados), que tanto están ahora de moda. Pues las antenas que aquí describiremos las podéis utilizar para esta aplicación con un rendimiento que os permitirá acceder a varios Km. entre puntos que tengáis a la vista. En transmisión las podéis utilizar con potencias reducidas, pues no creo que dispongáis de equipos de medida para ver la ROE en estas frecuencias.

#### **LAS ANTENAS PARABÓLICAS**

Las antenas parabólicas son en esencia una superficie metálica que sirve de reflector y un elemento radiante situado en su foco. El reflector puede estar construido de diferentes materiales:

- Una superficie metálica, generalmente aluminio para reducir peso.
- Fibra con un baño de una sustancia metálica por su cara cóncava. Se suele utilizar en parábolas de gran tamaño para reducir peso.
- Malla metálica que puede ser galvanizada o acerada.



Foto 2:  
*Parabólica tipo offset*

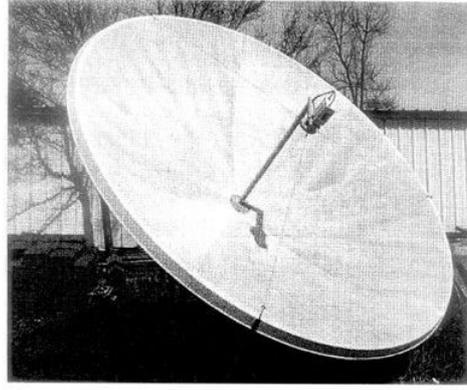


Foto 1:  
*Parabólica de foco central*



Foto 3:  
*Parabólica tipo parrilla*

Bajo la denominación de antenas parabólicas se pueden encontrar varios tipos, que se caracterizan por la ecuación matemática que define la superficie de esta, o sea la forma del reflector. Podemos hacer la siguiente clasificación:

- **Parábolas de Foco Central:** Son aquellas cuyo iluminador se sitúa en el eje de la parábola, centrado con esta. Su ecuación matemática es la de la parábola. Ver Foto 1.
- **Parábola tipo Offset:** son aquellas en las que el iluminador se sitúa desplazado del eje de la parábola. Su ecuación matemática corresponde a la esfera. Su verdadero nombre es reflector esférico. Ver Foto 2.
- **Parábola tipo Parrilla:** Estas son las menos difundidas, también tienen el foco en el eje de la parábola. Su ecuación matemática es la de un toroide, por lo cual se debiera llamar reflector toroidal. Pero como la mayoría se fabrican de tela metálica se las conoce por su denominación inglesa, Barbecue Grill Dish, algo así como la parrilla de la barbacoa. Ver Foto 3.

Si hiciéramos estos tres tipos de parábolas de un tamaño similar, la de mas ganancia es la tipo Offset, seguida de la de Foco central y por último la Parrilla. En las antenas de Foco Central de tamaño reducido el propio iluminador al estar situado en el centro de la parábola reduce el rendimiento (hace sombra), cuanto mas grande es la parábola la relación de tamaño del iluminador con respecto a la parábola es menor,

siendo menos notable este efecto. Esto no ocurre en la tipo Offset. La Parrilla tiene menos rendimiento por las propiedades físicas de la curva que describe, siendo a la vez mas ancho su lóbulo de radiación y menos crítica su orientación.

Aunque el uso de los tres tipos está muy difundido nos va a ser difícil encontrar una parábola diferente a la Offset, por lo tanto concentraremos nuestro esfuerzo en ella, aunque también haremos algunas consideraciones sobre la parábola de Foco Central y de tipo Parrilla.

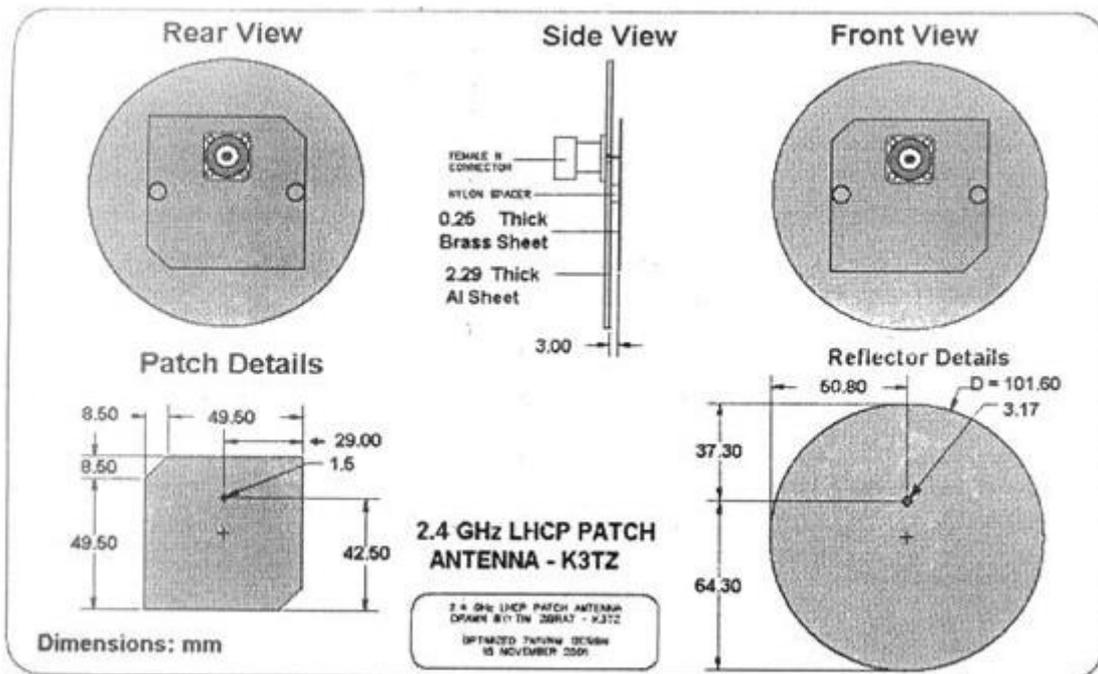


Figura 1: Dimensiones del iluminador tipo patch-feed

Las parábolas se caracterizan por un parámetro denominado Radio Focal, que es inherente a cada parábola y que hemos de conocer y si no calcular, para saber el tipo de iluminador que le irá bien.

Para ello hemos de tomar dos medidas:

- Diámetro de la parábola (D), debemos tomar el diámetro efectivo, o sea lo que realmente nos sirve de reflector, no teniendo en cuenta el borde. Si nuestra parábola tiene diferente diámetro vertical que horizontalmente, lo cual es fácil, tomaremos el horizontal, que suele ser de menor longitud.
- Profundidad de la parábola (P), pondremos la parábola horizontal, y sobre ella un listón que pase por su centro, debemos medir la mayor distancia entre el listón y el reflector.

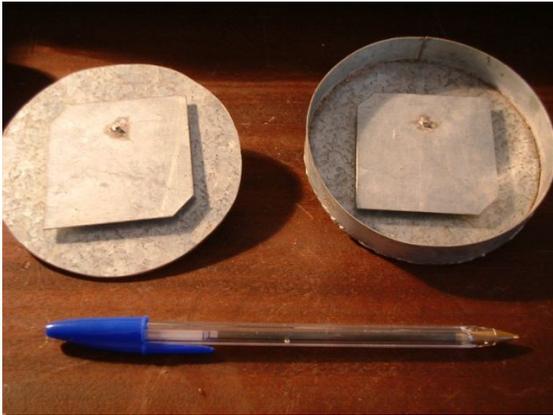
Con estos dos valores vamos a hallar previamente la Distancia Focal (Df), que es la distancia del iluminador a la parábola, según la siguiente formula:

$$Df = D^2 / (16 * P)$$

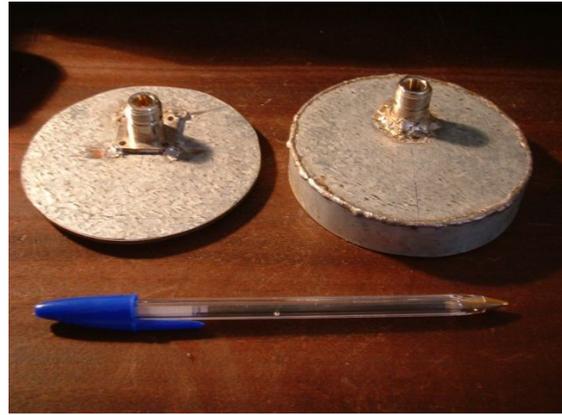
Con este dato ya podremos calcular la característica principal de nuestra parábola, que es el Radio Focal (Rf), según la siguiente fórmula:

$$Rf = Df / D$$

En las parábolas de Foco Central suele ser menor de 0.4, y en las tipo Offset entre 0.4 y 0.7. Pero no nos hemos de confiar y debemos hacer el cálculo anterior.



*Foto 4: Vista frontal patch-feed normal con anillo*



*Foto 5: Vista trasera patch-feed normal y con anillo*



*Foto 6: Patch-feed instalado con convertidor y alimentación para activación portable EB4DKA*

## **LOS ILUMINADORES**

Como su nombre indica deben iluminar (inundar) la parábola de RF, para que esta la refleje, para ello deben estar situados en el Foco de la parábola.

Como bien he dicho, deben iluminar la parábola, no dejarse parte sin iluminar o sobreiluminarla. En el primer caso estaríamos desaprovechando nuestra parábola al infrailuminarla, o sea como si estuviéramos con una parábola de menor tamaño. En el segundo caso al iluminar fuera de la parábola, estaríamos desaprovechando RF de salida en caso de emisión y en nuestro caso que es recepción, aumentaría el ruido de la señal, que en frecuencias altas es un factor significativo.

Por otro lado un dato importante de los iluminadores es la polaridad, los tenemos de polaridad lineal y circular. Mucho cuidado hay que tener con la polaridad circular, pues al reflejar nuestra parábola la señal invierte la polaridad. Si iluminamos la parábola con polarización circular derecha la devolverá al espacio como polarización circular izquierda y viceversa.

Si nos vamos a lo práctico, nuestro satélite AO-40 emite con polarización circular derecha. Hemos de construir un iluminador para polarización circular izquierda, que al reflejarse en la parábola vea al satélite con polarización circular derecha. Hay mucha gente que trabaja con polarización lineal, pero perderíamos ganancia y aumentaría el Fading.



Foto 7:  
Helix de 5.25 vueltas instalada

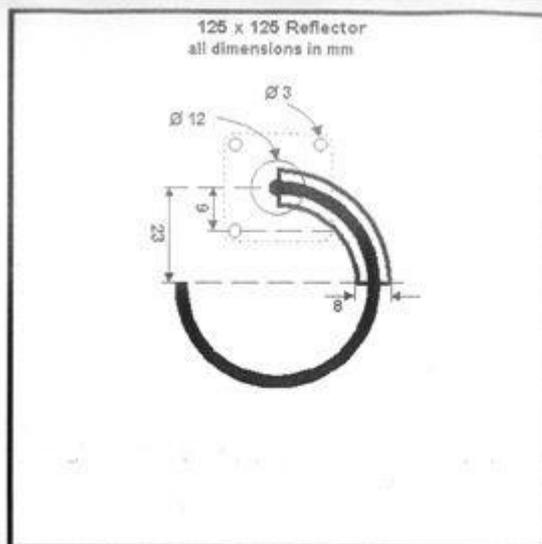


Foto 8:  
Detalle de la conexión de la helix al convertidor

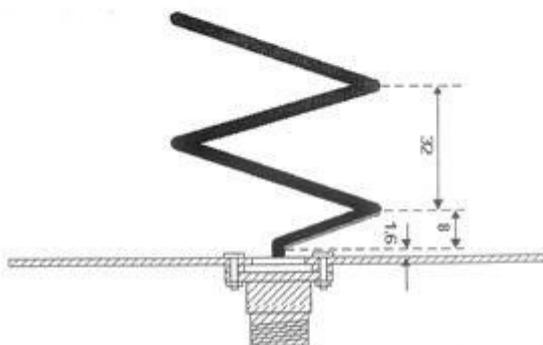


Figura 2:

*Dimensiones del reflector,  
adaptador de impedancia y la helix.*

Después de mucho experimentar, los radioaficionados han optado por dos tipos de iluminadores que pasamos a describir:

- Iluminador tipo Patch-Feed

Se trata de dos planchas metálicas con unas dimensiones apropiadas, una de ellas hace de reflector y la otra de elemento radiante. Según la forma de la plancha del elemento radiante y el punto en el que la alimentemos, se pueden conseguir diferentes polarizaciones. Como a nosotros nos interesa la polarización circular izquierda, en la Figura 1 podéis ver el diseño de K3TZ, que es de los mas difundidos.

El esquema es muy sencillo, yo lo hice de dos planchas de galvanizado de las dimensiones que se indican. Si no encontráis de 0.26 mm de espesor, podéis emplear un trozo de placa de circuito impreso, de las que llevan una capa de cobre por una de las caras. Para mantener la separación constante podéis utilizar unos trocitos de plexiglás, metacrilato, teflón o similar.

Este tipo de iluminador tiene una característica y es que abre unos 150°, por lo tanto solo se puede utilizar en parábolas con Radio Focal cercano a 0.3 (Parábolas de Foco Central).

Diferentes experiencias han demostrado que instalando un anillo de entre 1.8 y 2.54 cm., se puede reducir la apertura del ángulo hasta 130°, mejorando las prestaciones en las parábolas de mayor Radio Focal. Ambos iluminadores los podemos ver en la Foto 4 y Foto 5. En la foto 6 se puede ver instalado.

### Iluminador tipo Helix

Este tipo de antena tiene la característica de ofrecer una polarización circular casi perfecta (la perfección no existe), como podemos ver en la Foto 7. se trata de un reflector que ha de tener las dimensiones mínimas que se indican mas adelante, pudiendo ser redondo o en forma de cuadrado. Se suele fabricar de chapa galvanizada de al menos 2mm de espesor para darle consistencia en el anclaje.

El elemento radiante ha de ser Cobre macizo de 3mm de diámetro. Se puede encontrar en algún almacén eléctrico con la denominación de varilla de Cobre. También se puede obtener como el vivo de un cable coaxial de ½ pulgada de 50 Ohmios, de algún retal de una instalación de telecomunicaciones. Las dimensiones se pueden ver en la Figura 2.

La Helix mide 40 mm de diámetro interior, y en el primer cuarto de vuelta tiene una plancha soldada a ella (siguiendo la forma de la Helix), que puede ser de cobre o chapa galvanizada de poco espesor y de 8 mm. de ancho, que adapta la impedancia a 50 ohmios. Para dotarla de polarización circular izquierda, visto desde el conector “N” hacia el extremo opuesto, el elemento radiante debe girar en sentido contrario a las agujas del reloj. O sea en sentido opuesto a un sacacorchos.

Este tipo de iluminador tiene una ventaja sobre el Patch Feed y es que podemos variar el ancho del ángulo de radiación, variando el número de espiras. Al igual que una yagui tiene una radiación mas estrecha al tener mas elementos. La practica ha demostrado que se puede aplicar la siguiente regla:

“Si una parábola tiene un Radio Focal de  $0.N$ , la Helix que mejor la iluminará es una Helix de “N” vueltas.”

De esta forma los iluminadores para parábolas de Foco Central suelen tener 3 vueltas y las tipo Offset hasta 6 vueltas. En la foto 8 podemos ver el iluminador con el convertidor de 2.4 GHz a 144 MHz instalado.

Todavía hemos de tener alguna consideración mas, la unión entre el iluminador y el convertidor ha de ser, a ser posible, rígida como se ve en la Foto 8, con un conector doble “N” macho. Si se intercala cable coaxial ha de ser lo mas corto posible y de excelente calidad, pues las pérdidas en 2.4 GHz son significativas.

Hay que impermeabilizar el convertidor de los agentes atmosféricos, yo me decidí por un recipiente de acero inoxidable que compré en las tiendas de “Todo a 100”. El fabricante vende uno específico, pero las ganas por el cacharreo es superior a unos Euros.

Todas las Helix comerciales que se emplean como iluminadores se suelen encapsular dentro de un tipo de bote que la aíse de la humedad. En mi instalación le di consistencia con un “rotulador”, una capa de imprimación y pintura de exterior. Si utilizáis un bote de plástico, la forma de ver que no afectará al rendimiento es poniéndolo en el microondas con un vaso lleno de agua al lado y comprobar que no se caliente.

El último consejo es equilibrar nuestro rotor instalando un contrapeso en el lado opuesto a la parábola. Me decidí por dos “plomos” de 1 Kg. cada uno. Toda la estructura está hecha con retales de tubo de acero de instalaciones eléctricas, del tipo que se utiliza en Talleres, como podéis ver en la Foto 9. En la foto 10 se puede ver una vista general del conjunto antes de subirlo a la torreta.



*Foto 10:  
Vista del conjunto listo para subir  
a la torre*



*Foto 9:  
Detalle de la estructura soporte de la parabólica  
con los contrapesos*

He probado los 3 iluminadores en parábolas Offset, y descartando el Patch-Feed sin anillo, los otros dos me dieron un resultado muy similar. Me decidí por la Helix por que parece mas “una antena”, ¿No os pasa a vosotros lo mismo?.

Espero, y ha sido mi deseo, que este artículo os sirva de pie para perder el miedo a las antenas Parabólicas. Se dice que la mejor manera de vencer al enemigo es conocerlo.

Podéis encontrar esta información mas ampliada en las siguientes publicaciones de la ARRL:

- The Radio Amateur's Satellite Handbook
- International Microwave Handbook
- The ARRL UHF/Microwave Experimenter's Manual
- The ARRL Antenna Book

Y en muchas paginas WEB de radioaficionados. Os puedo aconsejar la de nuestro compañero Robert W0LMD, <http://www.ultimatecharguer.com> en ella podéis ver el gran afán experimentador de los Radioaficionados. Y la de G6LVB <http://.www.g6lvb.com>

Por último agradecimientos a mis padres por su comprensión, a mis amigos y colegas por el tiempo que me dedican y a mi Señora por aceptar y entender este hobby que tenemos.

Juan Antonio Fernández Montaña  
EA4CYQ

Nota: Este artículo fue publicado en la Revista mensual de Unión de Radioaficionados Españoles en Febrero de 2004.