

# **LA ANTENA ARROW**

## **Y LOS SATÉLITES**

Voy a intentar dar todos los detalles para construir una antena sencilla con la que podréis trabajar los satélites LEO de FM, “*En mejores condiciones*” que una estación de base, con una inversión en muchos casos nula.

Ya en esta nuestra revista durante el año pasado intenté trasladaros la inquietud del mundo de los satélites en tres artículos. En el mes de Enero intenté convencerlos de que con una estación sencilla, de antenas mucho mas pequeñas que una directiva de HF y con potencias de no mas de 50 Watos en VHF y UHF, se podían hacer tantos o mas países que en HF, o lo que es lo mismo, disfrutar de este nuestro hobby de una manera diferente. En Febrero hice lo posible para que se perdiera el miedo que dan las antenas parabólicas y os mostré su uso dentro de la radioafición, las estudiamos e incluso me atreví a ofreceros las dimensiones mecánicas para construir dos iluminadores para la frecuencia de 2.4 GHz, que bien se pueden aprovechar con éxito en los sistemas Wireless, que comparten esta frecuencia con el espectro asignado a los radioaficionados. Y por último en Abril entré en la arquitectura de un transpondedor lineal, que es la forma en la cual los satélites de banda lateral son capaces de “repetir” las señales que reciben, incluso hice una propuesta para instalar un sistema similar terrestre.

Con todo lo que hemos aprendido, no pretendo profundizar en complejas instalaciones para satélites, todo lo contrario os voy a dar trabajo, para que podáis construir una antena sencilla de VHF/UHF con la cual podréis trabajar satélites con un Walky bibanda y 5 Watos, “en mejores condiciones” que una estación base de satélites con la misma potencia.

### **LA POLARIDAD DE LOS SATÉLITES**

Los satélites tienen un sistema de estabilización, de forma que el denominado eje “Z” está dirigido permanente a la tierra (por lo menos eso intentan), esto parece que está bastante conseguido aprovechando el campo magnético terrestre. Pero es mas difícil controlar el giro que sobre si mismos o sea sobre el eje “Z” tienen. Aunque este giro se intenta estabilizar nunca es nulo, por lo tanto siempre existe una cifra de revoluciones por minuto.

Los satélites LEO de FM que son sobre los cuales os voy a calentar la cabeza, no son mas que un repetidor de FM, que a diferencia de los terrestres reciben en una banda (generalmente VHF) y emiten en otra diferente (generalmente UHF). Como sistema de alimentación utilizan placas solares y como sistemas radiantes hay dos tipos como os comentaré.

Ciñéndonos a VHF y UHF se utilizan ampliamente dos sistemas de polarización, lineal y circular. Fijaros bien que he dicho lineal, no vertical ni horizontal. En cuanto a

la polarización circular puede ser derecha o izquierda, está mas ampliamente difundida la derecha que es en la que emiten por ejemplo los satélites meteorológicos NOAA en 137 MHz.

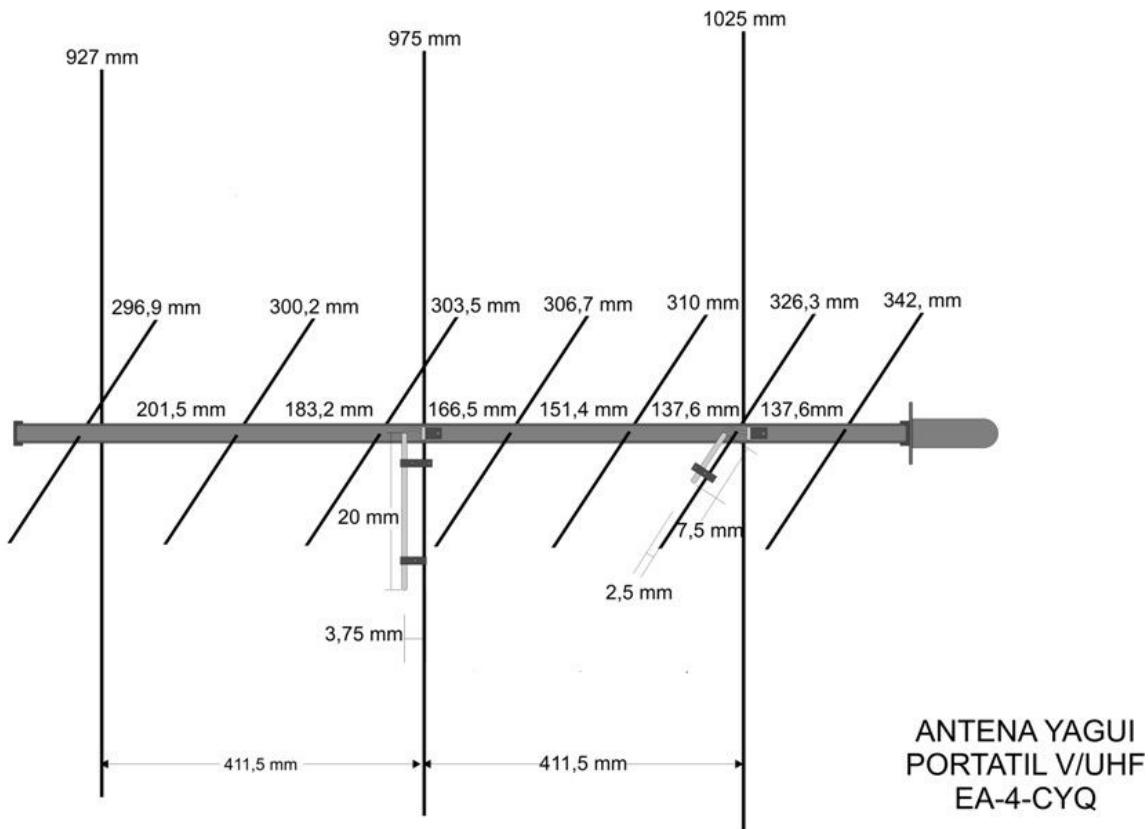


Figura nº1: Esquema de antena bibanda portable

Las antenas utilizadas en el caso de polarización lineal, no suele ir mas allá que una antena omnidireccional de  $\frac{1}{4}$  de onda, puesto que una antena direccional reduciría la huella del satélite. En la polarización circular el sistema radiante mas utilizado es el de cuatro cuartos de onda enfasados de tal manera que producen esta forma de polarización.

Como el satélite gira con respecto a nosotros y sobre si mismo, la polarización lineal va cambiando con respecto a nuestra estación, de forma que unas veces recibimos, tomando como referencia la corteza terrestre, polarización horizontal, vertical u oblicua, pasando a lo largo del tiempo por todas ellas. Entonces alguien puede pensar que la polarización circular es la solución, pues no es así como ahora explicaré mas adelante, lo que si se consigue es que el fading que causa los cambios de polarización se reduzca considerablemente tomando como variable el tiempo.

Hasta ahora todo parece razonable, pero todavía existe otra variable a tener en cuenta, y es que cuando las ondas electromagnéticas atraviesan la atmósfera, esta tiene el capricho de cambiar la polarización de forma aleatoria. Para que lo entendamos, el satélite que emite con polarización lineal, en un instante en el tiempo puede emitir con respecto a nosotros con polarización vertical, esta verse cambiada por la atmósfera a polarización horizontal, y recibir la señal en nuestra estación con esta última. De igual

forma un satélite que emite con una polarización circular determinada, esta se ve deformada, generalmente a una polarización circular imperfecta que se denomina elíptica, llegando a nuestra estación de esta forma.



Foto 2:  
Gamma-Match UHF



Foto 1:  
Ensamblaje de elementos



Foto 3:  
Gamma- Match VHF

Estaréis pensando “pues vaya cachondeo, así es tan difícil trabajar satélites”. El radioaficionado que es inteligente de por si, cuando trabaja satélites de forma seria, utiliza antenas en las cuales puede cambiar la polarización de horizontal a vertical o de circular derecha a circular izquierda. Así con nuestro cazamariposas, quise decir caza ondas, o sea nuestra antena vamos reduciendo el fading que proporciona los cambios de polarización. Existe la creencia que si un satélite emite con polarización circular derecha y tienes un sistema radiante con esta polarización no tendrás fading en la recepción, esto es completamente incierto, lo que si es verdad es que este será menor que si se recibe con polarización lineal. Todos los que podemos experimentar con nuestras antenas el cambio de polarización circular, somos conscientes que cuando recibimos un satélite que emite con polarización circular derecha como el FO-29, unas veces se recibe mejor con derecha y otras con izquierda a lo largo de la pasada.

Una vez asentado estos conocimientos, todos tendremos claro que la antena de mayor rendimiento para trabajar satélites es aquella que puede variar su polarización y hacerla coincidir en cada instante con la que recibimos del satélite. Esto en una estación base no existe, pues bastante tenemos con ir cambiando el acimut y la elevación como para hacer girar las antenas sobre si mismas. Por lo tanto como todo en esta vida es un compromiso nos bastamos con poder cambiar entre dos sistemas de polarización conocidos, generalmente opuestos (vertical-horizontal o derecha/izquierda), para reducir el fading.

Con todo lo que hemos aprendido podemos llegar a la conclusión de que si tenemos una antena en la mano, que la podamos dirigir al satélite y además hacer girar sobre si misma, podremos “cazar” las ondas electromagnéticas que vienen del satélite con la máxima eficacia.

## **LA ANTENA ARROW**

Se trata de diseñar una antena directiva, de polarización lineal, que sea bibanda, y que sea ligera para poder tenerla en la mano. Los radioaficionados que nos gustan los satélites somos experimentadores natos, he tenido la oportunidad de ver y construir diseños que hay por la red, con antenas muy reducidas en las que se mezclan elementos radiantes tipo cuadro con dipolos, etc.

El diseño que en la actualidad está mas difundido, es el de la antena ARROW, esta antena está comercializada, de forma que se puede adquirir sin problema alguno en el mercado de EE.UU., que yo sepa en España no tiene ningún importador. Por lo tanto si alguien la quiere adquirir, a través de Internet no tendrá ningún problema, quiero recordar que su precio está sobre 130 dólares aparte portes. Ahora bien si eres un poco atrevido, ni si quiera hay que ser manitas, te la puedes construir. Para ello os muestro las medidas en la figura 1. Estas medidas corresponden a una adaptación de las originales al sistema que yo he construido y probado, puesto que la antena original pesa mucho menos que la que he construido, y he tenido que alargarle el boom para poder utilizarla apoyada en la pierna, como si fuera una caña de pescar (hi, hi, en este caso “ondas”).

En el esquema se puede ver que es una antena con un solo boom, el cual se puede partir en tres partes. En VHF consta de 3 elementos, reflector, radiante y director y en UHF de 7 elementos, reflector, radiante y 5 directores. Los elementos de VHF están montados en un plano y los de UHF en el plano situado a 90°. El sistema de alimentación de los elementos radiantes en ambas bandas es del tipo “Gamma match”, y a través de un duplexer VHF/UHF conectaremos el conjunto a nuestro Walky.

Pero claro está, viendo el esquema se da uno cuenta que de el solo podemos aprovechar las medidas y que todo el monte no es orégano, ¿Cómo se encuentran los materiales?. Esta antena está hecha de dos antenas recogidas en un cubo de basura, ¡Como nos vemos!. ¡Si!, de esas antenas de TV que todos quitamos de nuestro tejado por que la Tía Vinagre ya no emite en VHF. De estas antenas se aprovecha todo, el boom, los elementos, el soporte de los elementos y la terminación del boom.

Como he comentado el boom se puede separar en tres partes, el duplexer está anclado fijo a una de las partes del boom, los elementos de UHF tienen un montaje fijo y los elementos de VHF son desmontables mediante palomilla. En la foto 1 podemos ver el detalle de cómo se han montado los dos últimos directores, uno de cada banda.

En la foto 2 se ve el detalle constructivo del gamma-match de UHF

En la foto 3 se muestra el gamma-match de VHF. Hay que fijarse en el detalle de cómo se ha resuelto la forma de hacer el elemento radiante desmontable, utilizando la parte metálica de una clema o regleta de conexiónado eléctrico y soldada al conector “N” hembra de chasis.

En la foto 4 se ve el sistema completamente montado, incluso con la emisora conectada y otros accesorios que describiré mas adelante.

La foto 5 muestra la antena desmontada, donde se aprecian todas las piezas que componen el conjunto, este no mide mas de 1 metro de larga y 35 cm. de ancho, una vez que se han agrupado todas las partes.

Las varillas utilizadas en UHF son de 10 mm. de diámetro exterior y las utilizadas en VHF de 12 mm. Los gamma-match, en ambos casos están construidos con varilla de 10 mm. de diámetro exterior y el condensador está hecho con un trozo de cable RG-8 o RG-213 al cual se le ha eliminado la cubierta y la malla.

Todos los conectores utilizados son de tipo “N”, a excepción del que va en el extremo de la línea al Walky, que es BNC, en mi caso con un adaptador a SMA.

El boom está rematado con topes de goma en los extremos y un mango que la hace mas manejable. En los extremos de los elementos de VHF se han instalado unos tapones de goma, para evitar dañar a alguien mientras se está usando. En cuanto a los problemas de radiofrecuencia son despreciables por las potencias y frecuencias de trabajo.



Foto 4:  
Conjunto listo para trabajar

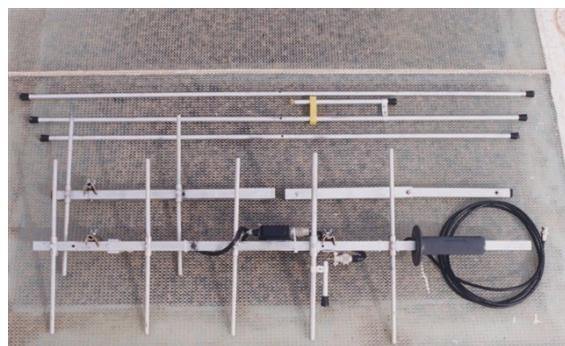


Foto 5:  
Antena desmontada para transporte

## AJUSTES

Para ajustar las dos antenas, por que aunque estén montadas en un único boom son dos sistemas radiantes diferenciados, solo necesitaremos un emisor de VHF, otro de UHF y un medidor de estacionarias válido para estas frecuencias. Como transmisor se puede utilizar un Walky si nuestro medidor tiene escala para estas potencias.

Conectaremos el medidor a la antena de VHF y nuestro transmisor a la frecuencia de 145.900 MHz que es el centro de banda del espectro asignado a los satélites, (os recuerdo que el margen de frecuencias comprendido entre 145.800 MHz y 145.999 MHz, así como la frecuencia de 145.200 MHz son de USO EXCLUSIVO para satélites). Ajustaremos tanto la pletina de aluminio con tornillo que une el Gamma-match al elemento radiante, subiéndola o bajándola, como el propio RG-8 o RG213 saliendo y entrado en el Gamma-match. Cuando hayamos conseguido la mínima ROE fijaremos los tornillos. El trozo amarillo que se ve en la Foto 3 es un trozo de plástico aislante que da seguridad mecánica al conjunto, está cortado de un trozo de tubería de gas de la que entierran por las calles (siempre recogiendo del suelo).

Para la antena de UHF conectaremos igualmente el medidor y el transmisor en la frecuencia de 436.500 MHz, que es el centro del espectro asignado a satélites, (que comprende desde 435.000 MHz hasta 438.000 MHz con USO EXCLUSIVO para satélites). El ajuste del Gamma-match es igual que en VHF. En este caso por la longitud de Gamma-match y como este irá fijo al boom (no será desmontable), no ha necesitado que se refuerce mecánicamente como se ve en la Foto 2.

Una vez hecho el ajuste individual debemos conectar el duplexor, puede ser que en algún caso necesitemos cambiar alguno de los conectores que traen estos elementos de origen, en el mío cambié el conector tipo PL que trae en la rama de VHF por un tipo "N", que tienen un montaje mas robusto y menos pérdidas. Ahora mediremos de nuevo en la salida común del duplexor las estacionarias en las frecuencias anteriormente indicadas. Si el duplexor está bien, no tiene por que cambiar al valor que obtuvimos de forma individual. Para unir el duplexor con el walky he utilizado dos metros de RG223, este es un cable de diámetro del RG58 y también de 50 Ohmios, pero con menos pérdidas. Como esta va a ser la línea definitiva volveremos a medir en el extremo de esta, si hiciera falta hacer algún ajuste en los Gamma-match, ahora es la oportunidad de dejar el sistema rematado.

Nuestro sistema radiante ha de tener un montaje y una terminación de calidad, pues hablamos de recibir señales emitidas con potencia inferior a 1 Watio y a unos 800 Km. De aquí la obsesión de reducir las pérdidas al máximo.

## **PRIMERA PRUEBA REAL**

La primera prueba se puede hacer en terrestre, dirijamos nuestra flamante antena a un repetidor conocido de VHF o UHF y nos daremos cuenta de la maravilla que hemos construido, es una excelente antena para trabajar en portable.

Bueno..., pero nosotros tenemos aspiraciones mas altas, por lo menos mirando al cielo. Hablando de antenas, y he trasteado bastante siempre digo lo mismo, una antena funciona mejor o peor que otra que tomo de referencia. Me pongo de los nervios cuando oigo decir que bien me va esta antena que he montado, y mi pregunta es ¿con cual la has comparado?, la respuesta suele ser que con ninguna, simplemente me va bien.

La prueba de fuego de esta antena la tenía que hacer con ayuda de alguien, como no mi amigo Pedro EB4DKA, que nunca me cansaré de decir que es mi maestro en los satélites, y al que debo conocer y disfrutar de esta rama de la radioafición. Para probar elegimos una pasada del satélite AO-27 que fuera limpia, con una altura sobre 30 grados y sobre el atlántico, para que no hubiera mucha gente y pudieramos cascar un rato. El se situó con la antena y el THD7 en 5 Watos, y en mi estación fija en la que tengo instalada en UHF 15+15 elementos y en VHF 6+6 elementos, en ambos casos con polarización circular commutable entre derecha e izquierda. Para poder comparar solo transmití con 10 Watos que es la mínima potencia que dispongo.

La prueba era 5 W. frente a 10, 3 elementos frente 6 en VHF y 7 elementos frente 15 en UHF. Yo en la estación base tenía la mitad en todo que mi amigo Pedro en portable.

NO OS LO PODÉIS IMAGINAR, cuando Pedro acertaba con la polaridad exacta me barría de tal forma que no quedaba de mi ni un simple batido en su modulación. En recepción fue siempre en el peor de los casos como la de mi estación base. Entendéis ahora el por que del rollo de la polaridad que os he contado en la primera parte...



Foto 7:  
*Antena y operador en acción*



Foto 6:  
*Accesorios para trabajar satélites en portable*

## LA PRUEBA DE FUEGO

Pero siempre cabe la duda de que la suerte del principiante está presente. Pues bien en Septiembre de 2.004 nos fuimos la familia de vacaciones a Mazarrón, hay que entender que en Don Benito provincia de Badajoz no hay playa, y tenemos que aprovechar el Verano para cambiar de aires.

Otros se llevan las cañas de pescar, las aletas de bucear o la tabla de surf. Yo fui con mi flamante antena Arrow y el Walky THD7 con dos pilas, una de 2.5 y otra de 5 Watos. Saqué el listado de pasadas de todos los satélites de FM con el Locator de la población, imprimí un log de media cuartilla con la intención de llenarlo, y preparé los conectores de un pequeño grabador de MP3, para poder grabar las pasadas, y así a posteriori poder apuntar los indicativos, Locator, etc. Todo lo podéis ver la Foto 6.

En la Foto 7 me podéis ver en acción, que suerte que los apartamentos tenían una terraza despejada a todos lados. En la Foto 8 la antena está en posición de “descansen” mientras me pegaba unos bañitos en las playas de Murcia. Como siempre Murfphy tenía que hacerse presente y en este caso se estropeó la pila de 5 Watos en la primera prueba. ¿Qué iba a ser de mi, solo con la pila de 2.5 Watos, conseguiría llegar a los pajaritos?.

Bueno a las pruebas me remito, y en doce días desde IM97in, estos fueron mis contactos:

\* AO-27: (5 pasadas), EA4DS/M, OE3KEU, HA8AR, IZ1DBY, ES1RF, PA5RWE.

\* SO-50: (7 pasadas), 9H1FF, ON7EQ, PH7AT, DB3DH, F0CED, PA5RWE, DG9YIB, CT1DIN, DL9FAI/M, ON5NY, EB3GND.

\* ISS: (1 pasada, modo U/V, fonía), 9H1FF.

\* ISS: (2 pasadas, modo V/V, APRS), PD2RLD, IZ6FZS, OE5RPP, EB8AUU, IK2WSJ.



\* AO-51: (2 pasadas, modo V/U, fonía), CT1DIN, PA5RWE, ES1RF, DG9YIB, ON7EQ, DF3OJ.

*Foto 8:  
Antena en posición de “descansen”*

De estas vacaciones me quedo en el recuerdo con una pasada del SO-50 en la que estábamos solos el amigo Josep EB3GND y yo, y el satélite nos brindó 10 minutos de fabulosa conversación.

¿Tan difícil es trabajar en modo satélite?, ¿Tanto dinero cuesta trabajar los satélites?. Estas dos respuestas os las dejo a vosotros.

Espero, como es siempre mi deseo, no solo haberlos acercado a esta forma de hacer radio si no también haber conseguido contagiaros lo vibrante que puede llegar a ser. Si en algo os puedo echar una mano me podéis encontrar en [ea4cyq@ure.es](mailto:ea4cyq@ure.es).

Juan Antonio Fernández Montaña  
EA4CYQ  
73s

Nota: Este artículo fue publicado en la Revista mensual de Unión de Radioaficionados Españoles en Enero de 2005.