

CAMBIA TU AMPLIFICADOR Y DIRECTIVA **DE HF POR UN ROTOR DE ACIMUT-** **ELEVACIÓN**

Lo que pretendo con este artículo es demostrar que existe una rama de nuestra radioafición, que nos permite contactar con estaciones del mundo entero, con menos de 60W y yaguis de menos de 3 metros de boom. Seguro que alguno estás pensando "Ya me van a contar otra idea relacionada con Internet". En esta ocasión se han equivocado, es la radio en su vertiente más pura.

Tampoco quisiera que se sintieran aludidos los practicantes de HF, que me parece la madre de la radio, pero quizás alguno después de leer este artículo, y comprendiendo las limitaciones a la hora de instalar un sistema radiante de HF razonable y por lo que cuesta un amplificador de HF de 1500W, sopesa cambiar a otra modalidad, con antenas y potencias reducidas.

Iré al grano, les quiero presentar el mundo de los satélites de radioaficionados, que a todos nos parece un tema complicadísimo y carísimo, trataré de demostrar que es menos caro que una estación de HF con directiva y amplificador, siendo además menos problemática su instalación en una comunidad.

Nuestros satélites de radioaficionados

Primero y a groso modo vamos a ver los tipos de satélites de radioaficionados que hay, para después describir los tipos de antenas y equipos necesarios. Quiero pedir perdón a los que saben de este tema, pues mi pretensión es que cualquier radioaficionado entienda esta modalidad para lo cual generalizaré, y diré mentiras piadosas para no enturbiar el contenido, como por ejemplo: hay LEO que trabajan en 2.4GHz, pero solo emiten telemetría, o alguien me dirá que hay LEO que se pueden trabajar con handys y no hace falta montar esta parafernalia. Todos tienen razón, yo intento hacer una descripción de una estación de base media de satélites.

De una forma poco técnica y para que todos nos entendamos, los satélites se pueden clasificar por dos características principales, por el tipo de órbitas que describen, y la modalidad que trabajan.

Por el tipo de órbita los vamos a clasificar en:

Satélites LEO: (Low Orbit Sattelite), son aquellos que no se alejan mucho de la tierra, a lo sumo 2000 metros, y cuyas órbitas suelen ser polares (pasan por los polos en todas las pasadas), aunque hay otras órbitas que forman un ángulo con el Ecuador. Esta órbita puede ser circular o elíptica, pero de poca excentricidad. Se caracterizan porque desde cualquier punto de la tierra se los puede tener a la vista al menos seis veces al día en ventanas de entre 2 y 20 minutos. Tienen una huella o pisada que permite comunicaciones desde España con toda Europa y la costa Este de EEUU.

De este tipo de satélites tenemos en la actualidad el FO-29, SO-50, AO-07, SO-41, la Estación Espacial Internacional (ISS), etc. Satélites tipo fase 3D: estos satélites tienen una órbita elíptica, de forma que cuando están más cerca de la tierra (perigeo) pueden estar hasta a 1000 metros y cuando se alejan se van más allá de donde están los satélites geoestacionarios (Hispasat, Eutelsat, Meteosat, que están a 36000km), pudiendo llegar a los 64000km (apogeo). Como habrás adivinado, tiene una huella que cubre la mitad de la tierra, permitiendo comunicaciones con casi todo el mundo (la excepción son las antípodas) y ventanas de varias horas. En la actualidad solo hay un satélite de este tipo operativo, el AO-40.

Por el modo en el que trabajan se pueden clasificar en:

Analógicos: son aquellos satélites que trabajan en fonía. Fundamentalmente hay dos tipos, aquellos que funcionan como un repetidor de FM, pero en banda cruzada, o sea que disponemos de un solo canal, en el cual la entrada al repetidor (subida o uplink) se hace en una banda y la salida del repetidor (bajada o downlink) es en otra. Y aquellos que funcionan como "transpondedores lineales", estos últimos son idénticos a los anteriores, pero la subida se hace en LSB y la bajada en USB, y no hay un solo canal, sino que tenemos un ancho de banda que puede variar entre 50 y 250KHz, con lo cual pueden coexistir varias estaciones trabajando. Existen el AO-07, FO-29, AO-40, etc.

Digitales: estos suelen ser en FM y funcionan con protocolos tipo AX.25. Dentro de estos hay algunos que funcionan tipo BBS, o sea que se puede almacenar información y desde cualquier parte del mundo se puede descargar. Este tipo de satélites tuvo mucho auge en las dos décadas pasadas, pero han decaído con Internet. Y otros satélites que funcionan en AX.25 en modo desconectado (tipo chat), o en APRS.

Estos últimos están tomando mucha relevancia. Destacan NO-44, ISS, etc.

Como bien entenderás, una vez que se pone un artefacto de este tipo fuera de la atmósfera, suelen ir dotados de diferentes modos que se pueden conmutar desde la tierra, y todos tienen balizas donde nos transmiten telemetría (CW, AFSK, AX.25, etc.), y nos informa del estado del satélite (tensión de batería, de paneles solares, consumos, temperaturas, etc.).

Para definir nuestra estación de satélite nos hace falta conocer en qué bandas se trabaja. Como conoces el carácter experimentador de nuestra afición, se han lanzado satélites que tienen o han tenido capacidad para trabajar todas las bandas, 21, 28, 144, 432, 1200, 2400, 5600, 10500MHz. En el caso de las bandas de HF se trabaja con un simple dipolo, en el resto hacen falta yagis, helix o parabólicas. Pero para que no te asustes, casi todos los satélites LEO trabajan en 144 y 432MHz en subida y bajada de forma indistinta. Y el AO-40 trabaja en 144 - 1200MHz para subir y 2400 - 10.500MHz para bajar.

En la actualidad la tendencia es trabajar en frecuencias de 144MHz para arriba, y para poder trabajar el 90% de los satélites, la

configuración que propongo es la que tengo en la actualidad en mi estación y podés ver en las fotos, se trata de poder trabajar en VHF, UHF y recibir en 2.4GHz.



Estación de radio sencilla para trabajar satélites, de EA4CYQ

El sistema que propongo es polivalente pues en VHF y UHF nos va a permitir no solo trabajar satélites, sino comunicaciones terrestres vía directa en banda lateral y FM (repetidores) con brillantez y participar en experiencias como escuchar rebote lunar, perseidas, etc.

Las antenas

Conozco algunos compañeros nuestros que se pasaron a los satélites porque estaban rodeados de montañas y no tenían nada que hacer en VHF y UHF. Lo que quiero decir es que una vez hayamos superado los obstáculos que nos rodean, entre los satélites y nuestras antenas no habrá nada, entendamos que hay atmósfera que atenúa un poco las ondas. Pero para que te hagas una idea, es muy difícil que un satélite emita con más de 1W de potencia, que en el caso de los transpondedores lineales se lo han de repartir entre las estaciones que están trabajando, no llegando muchas veces a 0.1W. Con las antenas que propongo no tendrás problema ninguno en poder trabajarlos, hay que añadir una buena línea de bajada o un previo en el caso de UHF (yo no tengo previo, pero tengo 30 metros de cable de ½ pulgada). En VHF tengo 30 metros de RG213 sin previo. Por supuesto todo es mejorable, pero quiero que tengas una referencia.

En cuanto a la altura de nuestro sistema radiante es otro cantar. Con una punta de torre de tipo Televés de 18cm de lado, 3 metros

de longitud y tres vientos es suficiente. Si con esto no salvamos el horizonte en alguna dirección no hay problema, sabremos que cuando el satélite no supere, por ejemplo, 5° en esta dirección, no podremos trabajarlo, pero podremos trabajarlo el resto de la órbita. Yo tengo instalados dos tramos de 3 metros y un juego de vientos.

Si ya disponemos de un rotor de acimut, tenemos la mitad instalado. Nos vale cualquier rotor que envíe referencia de su posición al mando. Quitando los baratitos de 60 euros, casi todos sirven, pues no hay que mover grandes sistemas radiantes, solo dos yagis de 3 metros de boom. En cuanto al rotor de elevación aquí sí que no hay otro fabricante que Kempro/Yaesu en su modelo G-550. Con esto es suficiente, el único problema es que seguir a los satélites LEO manualmente es un poco engorroso. En mi estación tengo una interface que conecta la PC con los mandos de los rotores, y el seguimiento es automático. Yo instalé, por aquello del producto nacional, la interface que hace nuestro compañero Pablo (EA4TX) que está reconocido a nivel mundial y funciona con casi todo el software del mercado. Puedo decir que su instalación es sencilla, está muy bien explicada en el manual y siempre que he recurrido a Pablo, me ha atendido de forma exquisita.

Después de todo el rollo anterior, por fin llegamos a la punta de la torre y encontramos el sistema radiante:

VHF: yo personalmente tengo una yagi de polarización cruzada de 6+6 elementos, con menos de 3 metros de boom y un relé que conmuta la polaridad de circular derecha a izquierda. Este sistema ofrece menos fading en las señales y un excelente rendimiento en terrestre. Hay mucha gente que cambia la polaridad entre horizontal y vertical con idénticos excelentes resultados. De igual manera todo es mejorable, hay quien dice que 8+8 elementos es la configuración ideal.

UHF: en este caso, mi instalación es una yagi de polarización cruzada de 15+15 elementos con 3.4 metros de boom y un relé que conmuta la polaridad de circular derecha a izquierda. Se dice que esta composición es más que suficiente para UHF, el resto de comentarios son idénticos a VHF, ahora sí, aquí es necesario una buena línea de bajada o un previo.

2.4GHz: en mi caso tengo la instalación típica para este tipo de satélite, y es una parábola offset de 60cm recuperada de una instalación de Vía Digital. El iluminador se puede hacer con facilidad, hay dos tipos, uno denominado Patch-Feed y otro, una helix de entre 3 y 6 vueltas. He hecho y probado los dos, y la verdad que los resultados fueron idénticos, personalmente me decidí por la helix como iluminador, quizás me pareció más artístico. Obtuve los datos de dimensiones de estos iluminadores en las siguientes direcciones: <http://www.g6lvb/60cm.htm> y http://homepages.ihug.co.nz/~jpsl/a_simple_patch_antenna_feed.htm.

El montaje clásico de estas tres antenas es como podés ver en las fotos de mi instalación, que se repite en muchas estaciones de satélites que se pueden encontrar en Internet.

Los equipos

Con todo lo que ya sabemos, casi intuimos nuestras necesidades. Para trabajar los satélites LEO de FM, ya sean de fonía como digitales, solo hace falta un equipo de VHF y UHF Full-Duplex y 25W en cada banda. En el caso de los digitales, el TNC correspondiente. El equipo que lo tiene todo, incluso el TNC, es el TM-D700, aunque la mayoría de los móviles bibanda cumplen con los requisitos. Siempre se pueden utilizar dos equipos monobanda.



Vista lateral de sistema radiante de una estación de satélites típica

Para trabajar los LEO que funcionan como transpondedores lineales, hace falta un transmisor de VHF/UHF Full-Duplex con banda lateral y unos 50W en cada banda.

Entre estos equipos podemos encontrar TS-2000, FT-847, IC-9100, TS-970 y un poco más antiguos IC-821, TS-960, FT-826, FT-836 y alguno más. Pero nosotros los radioaficionados "de a pie" muchas veces no nos podemos permitir, sobre todo, los equipos actuales, aunque si alguno de segunda mano. En este caso muchas veces es más económico trabajar con dos equipos diferentes. Mis equipos son, y no tengo más, un IC-706MKIIG y un TM-255E. Siempre se puede apoyar, sobre todo en UHF con un pequeño lineal, ya que con 50W es suficiente.

Ahora para trabajar en el AO-40 tenemos que añadir a nuestra completa estación para trabajar LEO, la capacidad de recibir en 2.4GHz. Si tuviéramos que comprar un receptor de 2.4GHz y poner una línea de bajada de muy bajas pérdidas, tendríamos que rascarnos el bolsillo una buena temporada. Hay una opción técnicamente más conseguida y mucho más económica, es un convertidor de 2.4GHz a 144MHz. Y esto es todo, ni más ni menos. Este aparatito se puede encontrar en el mercado de una forma económica, procedente de receptores de TV satélite adaptados como es el AIDC 3733 de Transystem que los adapta K5GNA, o comprar alguno específico como los hay de la marca SSB Electronic o Kuhne.

El que tengo instalado es de esta última casa que, con envío incluido, no llegó a 240 euros. El convertidor se instala con un conector doble "N" al iluminador de la parábola, por lo tanto, hay que prepararle una envolvente estanca y se alimenta por la línea coaxial, consume menos de 140mA. La línea de bajada desde el convertidor al equipo de VHF puede ser RG213 y puede tener hasta 100m, pues estos convertidores tienen ganancia próxima a 30dB, que no se llegan a perder en la línea.

Es la hora de trabajar satélites LEO

Esta expresión es "un decir", pues desde que hemos empezado hemos estado cacharreando, devorando páginas de Internet con la palabra SAT, cableando los rotores, ajustando las tarjetas de seguimiento, instalado nuestros equipos de forma que nuestra señora no se dé cuenta de que hay un hueco menos, etc. ¡Esto si es radio...! Si hemos llegado hasta aquí seguro que ya sabemos mucho, y tenemos la habilidad de conocer nuestro programa de seguimiento, de actualizarle los keplerianos (datos de la órbita de los satélites), y hemos escuchado mucho, que es nuestra mejor profesora, y sobre todo a nuestro "colega" más cercano que sabe de estas cosas, seguro le hemos pagado ya tal cantidad de cervezas que nuestras mujeres empiezan a sospechar...

Normalmente no se monta una estación de este tipo de una atacada, sino que se empieza a escuchar los satélites LEO de FM con nuestro handy, si tenemos la fortuna de tener un TH-F7, ¡incluso habremos escuchado los de banda lateral, con una antena de porreta! Después intentaremos en pasadas bajas trabajar con nuestra vertical bibanda, que perfectamente se puede hacer, aunque con bastante fading, e incluso habremos podido recibir nuestra propia voz y hacer más de un contacto.

Una vez que nos escuchamos a nosotros mismos en la bajada, ya nos ha entrado el veneno en el cuerpo y ya empiezas a soñar y preguntar y comienza un frenesí imparable, que desembocará en la instalación que he descrito, por lo menos montaremos las dos yagis. Hasta llegar aquí yo "sufrí y disfruté" muchas experiencias que podés leer en la web de EA1URO. Recuerdo aquellos años de radio de verdad con cariño, con mucha ilusión, pues permanecí en este escalón durante 4 años.

A los 4 años de trabajar satélites LEO sin tener un rotor, decidí pegar el salto e instalar las dos yagis, el rotor, la interface de seguimiento y me hice del TM-255E, pues el IC-706MKIIG ya lo tenía. Como podés comprender, mi estatus cambió considerablemente, trabajé todos los satélites LEO en todas sus modalidades y conseguí contactos que nunca olvidaré, por supuesto con toda Europa, con la costa Este de EEUU, si en FM. Quizás los que mejor recuerdo son:

- Un contacto con KG4NLZ que estaba de vacaciones en Niagara con un handy en FM a través del UO-14. Era su primer contacto con una estación de Europa vía satélite, no se lo podía creer.
- Dejar en el buzón de la ISS mensajes a los cuales me respondieron estaciones del todo el mundo, ZL2CIA, JH4DHX/3, XE2ARF, LU8YYN, etc.

- Hablar a través del AO27 con EB4DKA durante varios km por la N-V, con un simple cuarto de onda en el auto.
- Por supuesto y el más bonito, un contacto en fonía con un tripulante de la Estación Espacial Internacional (ISS), ¡si un astronauta!, en este caso fue Valery Korzum RS0ISS, y tener la tarjeta confirmada.



Vista frontal del sistema radiante típico de una estación para trabajar satélites

A la caza del satélite estrella, el AO-40

Después de año y medio trabajando satélites LEO, tomé la decisión de trabajar el aún más difícil, que resulta ser el más fácil de todos el AO-40, ahora entenderás por qué.

En la descripción que hice al principio, este satélite tiene dos rasgos que lo diferencia de los LEO, uno de ellos es que tiene una órbita elíptica que en el apogeo (punto de la órbita más alejado de la tierra) llega a 64000km. Se puede entender que a esta distancia el satélite se mueve con respecto a nosotros muy despacio, tan despacio que las antenas solo hay que redirigirlas cada intervalo de 1 hora. Esto quiere decir que no necesitamos un sistema de seguimiento automático por PC, si no que manualmente reajustamos la dirección de las antenas. Tanto es así que muchos colegas trabajan este satélite con las antenas en un trípode en la terraza, sin rotores, y cada hora salen a reorientarlas.

Es tan fácil trabajar este satélite y da tantas satisfacciones, que hay muchos radioaficionados que solo trabajan este "pájaro", y no trabajan los LEO.

Este satélite tiene las siguientes frecuencias de trabajo, se puede subir en 432 o 1200MHz, pero nosotros vamos a aprovechar nuestra instalación de LEO y subiremos en 432MHz. La bajada puede ser en 2.4GHz y 10.5GHz, pero nosotros lo escucharemos en 2.4GHz, pues es menos crítico y el convertidor a 144MHz es más económico. Funciona como un transpondedor lineal con un pasabanda de 250KHz, esto quiere decir que subiremos en 432MHz en LSB, con un máximo de 60W y lo recibiremos en 144MHz en USB, frecuencia que nos da el convertidor.

Hay dos aclaraciones, 60W es la potencia máxima que yo he necesitado para trabajarlo en condiciones muy desfavorables, hay muchos contactos que los he hecho con 10W, y la segunda es que como receptor en 144MHz nos sirve cualquier equipo que reciba banda lateral, aunque no tenga buena sensibilidad, nuestro compañero Pedro EB4DKA recibe con un TH-F7, y no tiene problema alguno, pues el convertidor nos entrega señal más que de sobra en 144MHz.

No quiero aburrirlos con decenas de pruebas que hemos hecho con diferentes antenas EB4DKA y yo, desde antenas tipo bocina, helix de 40 vueltas, parábolas de diferentes diámetros con distintos iluminadores, y varias antenas de subida, desde una TPM2 a diferentes yagis. La propuesta que hice de una parábola de 60cm tipo offset, es la que mejor rendimiento/tamaño proporciona. A la hora de escribir este artículo solo llevo activo en este satélite 3 meses, y como entenderás tengo que trabajar, o sea, que no he estado en todas las pasadas, aunque reconozco que me he levantado alguna noche de 3 a 5 AM (que locos estamos). He hecho más de 240 estaciones diferentes, y destaco los siguientes contactos:

- En fonía he hecho estaciones de todo el mundo, desde la costa Oeste de EEUU (K6KLY) hasta Australia (VK3KOS), pasando por la isla de Christmas (VK9XW), la India (VU2RM), Sudáfrica (ZR2DX), el país de Reunión (que es una isla) (FR5AT) y la Antártica (8J1RF).
- En modos digitales tengo contactos con la costa Oeste de EEUU con la amiga Emily (W0EEC) en PSK31 y RTTY, y en SSTV con varias estaciones de Europa como I6CGE y de Japón donde son muy activos JA1PSS, JH2ESW, etc.

Llevo activo en HF con antenas y potencia modestas más de 20 años, y nunca conseguí hacer estos espléndidos contactos y en tan buenas condiciones, ¿y ustedes?

La mayoría de estos satélites están diseñados por radioaficionados y universidades, y existe una asociación a nivel mundial, AMSAT (Radio Amateur Sattelite Corporation), a la cual no es necesario estar asociado para trabajar satélites (al igual no es necesario pertenecer a URE para salir en HF), pero hay que tener en cuenta que, aunque se consiguen fondos de subvenciones, la mayor parte viene de los socios, su cuantía es similar a URE y facilita publicaciones. Animo a todos a unirse a AMSAT, no solo para estar informados, sino para que se puedan seguir creando proyectos que lanzar y la experimentación de los radioaficionados no pare. AMSAT tiene boletines semanales por e-mail a los que podemos

suscribirnos gratuitamente, y así saber el estado de todos los satélites de radioaficionado y Keplerianos actualizados, sin tener que merodear por Internet.

Desde luego con todo lo que he descrito solo he pretendido enseñar la punta del iceberg de lo que en mi opinión es uno de los presentes y futuros más bonitos de esta, nuestra afición, y espero que la curiosidad haya sido suficiente para que te plantees tu trayectoria en radio.

Quiero expresar mi agradecimiento a todos aquellos radioaficionados que emplean su precioso tiempo en divulgar sus experiencias, pues de estas nos nutrimos el resto y evitamos dar pasos en falso, a veces costosos económicamente y en tiempo.

Autor: EA4CYQ. Artículo publicado en revista URE, enero de 2004