

EQUIPOS DE BASE PARA TRABAJAR SATÉLITES

“Si hay una experiencia en mi vida de radioaficionado que tengo que resaltar, es el vuelco al corazón que siento cada vez que escucho mi propia voz en la bajada de un satélite”.

Seguro que todos tenemos varias experiencias inolvidables, las mías se pueden resumir en el párrafo anterior, aunque podría añadir alguna mas, como haber hablado con astronautas de tres tripulaciones diferentes de la ISS, haber sido capaz de intercambiar fotos con Japón en SSTV o trabajar en PSK31 con la costa Oeste de EE.UU., a través de satélites de órbita elíptica. Aunque también tengo algunas muy entrañables, de largos QSOs con potencias de miliwatios y antenas de mano en satélites tipo LEO.



The International Space Station (ISS) is a common project of many nations in Europe as well as Canada, Russia, Japan and the USA. When fully constructed the ISS will consist of about 70 major components and hundreds of smaller ones that are to be launched into space by the year 2010. Some of the major components are:

- **Zarya**, also called Functional Cargo Block (FCB-acronym from the Russian term) – includes the energy block, contingency fuel storage, propulsion and multiple docking points.
- **Zvezda**, also called Russian Service Module – provides life support and utilities, thrusters and habitation functions (toilets and hygiene facilities).
- **Canadian Mobile Servicing System** – includes a 55-foot robot arm with 125-ton payload capability as well as a mobile transporter that can be positioned along the truss for robotic assembly and maintenance operations.
- **US, European and Japanese Laboratories** – together provide 33 International Standard Payload Racks with additional science space available in the two Russian Research Modules.
- **The Amateur Radio station** – which is frequently used to allow ISS crews and visitors to talk with school children and fellow amateurs around the world.

To: EA4CYQ						
From	Day	Month	Year	UTC	MHz	
<input checked="" type="checkbox"/> NA1SS <input type="checkbox"/> RSØISS	14	01	2006	18 ^H 08	437.550	
KC5ACR						
Mode: <input checked="" type="checkbox"/> Voice <input type="checkbox"/> Packet <input type="checkbox"/> SSTV <input type="checkbox"/> APRS <input type="checkbox"/> Repeater <input type="checkbox"/> SWL						

QSL que confirma el contacto con la tripulación de la ISS

Pero el tema que tengo hoy interés en comentar con vosotros es intentar ampliar el último artículo que se publicó en esta revista sobre la polarización circular y antenas yaguis de esta polarización para trabajar satélites. Para ello vamos a intentar ver que equipos tenemos en el mercado o combinación de ellos que nos permiten trabajar satélites desde nuestro cuarto de radio.

Vamos a partir de que tenemos instaladas unas yaguis con elevación o unas antenas fijas especiales para satélites con previo, como pueden ser las Loops, Moxon, Eggbeater o Eggbeater II. También me voy a concentrar en la fonía ya sea en satélites de FM o de SSB con transpondedores. En ambos casos las configuraciones son idénticas, solo que los equipos tienen que poder trabajar estas modalidades. Vamos a limitarnos a las bandas de VHF y UHF, donde trabajan el 90% de los satélites de radioaficionado.

Antes de empezar y para no perdernos tenemos que tener claro algunos conceptos relacionados con el doppler y los satélites LEO de FM:

- Un satélite LEO de FM no es más que un repetidor de FM que recibe en VHF y emite en UHF (En la actualidad es la configuración más extendida).
- En VHF el doppler es de $\pm 2.5\text{kHz}$, teniendo en cuenta que el ancho de banda de los equipos de radioaficionado en FM es superior a 5kHz, lo consideraremos despreciable.
- En UHF el doppler es de $\pm 10\text{kHz}$, esto significa que en el peor de los casos tendremos que mover a mano o nuestro ordenador lo hará, el receptor en este margen de frecuencias alrededor de la frecuencia central de emisión del satélite.

En cuanto al doppler y los satélites de banda lateral tendremos en cuenta que:

- En la actualidad tenemos satélites LEO de SSB en modo V/U y en modo U/V (según el patrón Subida/Bajada).
- Todos estos satélites tienen instalado un transpondedor lineal inverso con un ancho de banda entre 50kHz y 100kHz, la subida siempre se hace en LSB y la bajada en USB, con independencia de la banda.
- Todos estos satélites permiten varios QSOs simultáneos, por decirlos un número más de 10 sin problema alguno.
- En estos satélites, como consecuencia del efecto doppler, tenemos que ir variando a lo largo de la pasada la frecuencia de recepción, transmisión o ambas, para ir siguiendo un QSO. Por lo tanto o vamos resintonizando continuamente o tenemos un ordenador que nos lo haga.

Con estos términos claros y para mejor entendimiento de las capacidades de los equipos, vamos a ver las posibilidades que nos ofrece un programa informático de seguimiento. En este caso voy a intentar desmembrar sucintamente las posibilidades del SATPC32.

Este programa está hecho por DK1TB y está donado por completo a AMSAT, se puede encontrar en <http://www.dk1tb.de/indexeng.htm>. En modo "demo" es 100% operativo, solo que cada vez que se abre tenemos que introducirle nuestras coordenadas en modo decimal. Si queremos la versión buena deberemos ingresar 40\$ si somos miembros de AMSAT o 45\$ si no lo somos. Esta cantidad de dinero es un donativo a AMSAT para financiar la investigación y puesta en órbita de nuevos satélites.

Este programa permite:

- Manejar 14 tipos de controladores de rotor diferentes, casi el 100% del mercado.
- Todos los equipos Yaesu, Kenwood o Icom que tengan entrada de CAT, con o sin interface según el fabricante.
- Permite controlar cualquier equipo, rotor u otro programa que entienda el intercambio de datos mediante DDE CLIENT.
- Con algunos equipos este programa puede funcionar en modo VFO transparente, o sea no tenemos que tocar el ordenador. Nosotros sintonizamos nuestro receptor, el ordenador lee la frecuencia, calcula el doppler y coloca la frecuencia de subida en el transmisor.
- Con otros equipos también podemos funcionar en modo VFO transparente, pero tenemos que cambiar la frecuencia de recepción con las teclas "↑" y "↓", y el ordenador calcula el doppler y coloca la frecuencia de subida en el transmisor.

- Con algunos equipos permite la opción de VFO transparente aunque estos no puedan trabajar en fullduplex.

Bueno, entrando en materia, he conseguido trabajar satélites desde base o he hablado con colegas que lo hacen con 4 configuraciones diferentes:

- 1.- Mediante un solo equipo bibanda todomodo y fullduplex.
- 2.- Mediante dos equipos monobanda todomodo.
- 3.- Mediante equipos bibanda todomodo No fullduplex.
- 4.- Mediante un receptor todomodo y un equipo monobanda todomodo.

No voy a entrar a discernir la necesidad de amplificadores lineales, puesto que con antenas de suficiente ganancia cualquiera de los equipos que comentemos pueden trabajar cómodamente los satélites de radioaficionado.



Imágenes en SSTV recibidas a través del satélites de órbita elíptica AO-40

1.- Mediante un solo equipo bibanda todomodo y fullduplex

Esta es la opción menos económica, y no tiene por que ser la mas cómoda ni la mas eficaz. Entre estos tenemos los siguientes:

- FT-726R
- FT-736R

- FT-847
- IC-820H
- IC-821H
- IC-910H
- TS-790E/A
- TS-2000

Todos los equipos dentro de esta categoría, están dotados de filtros de RF internos que permiten trabajar full duplex sin interferencia de una banda en otra, lo que los hace algo voluminosos, llegando en algunas ocasiones al tamaño de los equipos de HF. Todos tienen un solo botón de sintonía “Knob” y tenemos que elegir previamente mediante un botón que banda es la que pretendemos sintonizar. Todos permiten cambiar la frecuencia de transmisión mientras se está transmitiendo, lo cual es útil para buscarse en la bajada mientras vamos cambiando la frecuencia de subida en los transpondedores lineales.

El FT726R no tiene CAT. El FT736R tiene CAT pero se comunica solo del ordenador hacia la emisora, lo que nos obliga a cambiar la frecuencia del receptor mediante las teclas de “↑” y “↓” del ordenador para trabajar en modo de VFO Transparente. El resto se comunican de forma bidireccional con el ordenador, lo que permite trabajar en modo de VFO Transparente sin tener que tocar el ordenador, solo el “Knob” de sintonía del receptor.

Todos permiten seleccionar desde el ordenador el subtono de transmisión que requieren algunos satélites de FM, a excepción del TS-790E/A que lo tenemos que seleccionar de forma manual.

El TS-2000 tiene un “birdie” en la frecuencia de 436.800 que dificulta la recepción de los satélites SO-50 y AO-27. Un “birdie” es un ruido que recibe el receptor, pero que es generado por el propio equipo como consecuencia del armónico de algún oscilador o por el producto heterodino de varios osciladores.



Foto 1.- Un solo equipo TS-790E bibanda todomodo full duplex

2.- Mediante dos equipos monobanda todomodo

Esta opción es utilizada por muchos radioaficionados y a mi personalmente me ha dado muchas satisfacciones. Podemos encontrar las siguientes ventajas:

- Tenemos dos “Knobs” diferentes uno para cada banda, siendo su operación manual mucho mas cómoda que los equipos de la sección anterior.
- Suele ser una opción mas económica, puesto que en nuestro cuarto de radio ya solemos tener un equipo todomodo monobanda y se puede conseguir el de la otra banda de segunda mano.
- Da mas flexibilidad en el sentido de que podemos llevarnos uno de los equipos de vacaciones, al coche, a hacer una activación, etc.

Tenemos un inconveniente, y es que la mayoría de estos equipos no tiene puerto de comunicaciones con el ordenador, y solo podremos trabajar con ellos mediante sintonización manual. Pero no nos dejemos engañar, esta forma de funcionar es perfectamente operativa y recomendable para empezar, por que nos ayuda a entender como funcionan los transpondedores lineales inversos y el efecto doppler, dándonos mas oportunidad de interactuar con nuestra estación, creando habilidades que siempre nos serán útiles.

Como podéis imaginar existen muchas combinaciones, quizás las mas “bonitas”, son aquellas parejas de equipos de la misma marca que se han fabricado para ambas bandas:

- TM-255E/A y TM-455E/A
- TS-711 Y TS-811
- IC-271E/A e IC-471E/A
- FT-480R y FT-780R
- TR-751E/A y TR-851E/A

Como equipos monobanda todomodo, aparte de estos, podemos encontrar para VHF: TR-751, TR-7000, IC-290H, IC-275.

Dentro de este apartado tenemos otra opción que hoy en día podemos encontrar en el cuarto de radio de muchos de nosotros, y es que ya tenemos uno de estos equipos flamantes que tienen incluso HF y son todomodo, aunque no fullduplex, como el IC-706MKIIG, IC-7000, FT-817, FT-857, FT-897. Si a cualquiera de estos equipos le emparejamos cualquier otro monobanda ya sea de VHF o UHF de los mencionados arriba, tendremos una estación completa.

Yo he estado trabajando varios años con un IC-706MKIIG y un TM-255E (Foto 1.-), con unos resultados que nada han tenido que envidiar a mi actual TS-790E (Foto 2.-).



Foto 2.- Para UHF un IC706MKIIG y para VHF un TM-255E

3.- Mediante equipos bibanda todomodo No fullduplex

Con esta opción tenemos que trabajar en Split, o sea escuchamos en una banda y al transmitir lo hacemos en otra.

Esta es la única opción que no nos va a permitir escucharnos, con lo cual no podemos disfrutar de nuestra propia voz y se hace el trabajo casi prácticamente imposible, al no saber si estamos en frecuencia ni en que condiciones de señal y modulación estamos llegando.

Pero los ordenadores con su capacidad de cálculo, si son capaces mediante los modelos matemáticos adecuados de averiguar cual es la frecuencia de subida una vez conocida la frecuencia de bajada. Esta capacidad la tiene el SATPC32.

Pero también tienen que existir equipos que permitan ser modificados desde el PC la frecuencia de ambas bandas mientras se está emitiendo o recibiendo sin hacer cosas extrañas. Ya es lo ha conseguido con sus equipos FT-817, FT-857 y FT-897. Por desgracia el IC-706MKIIG aunque puede ser controlado enteramente por ordenador, esta función no la puede implementar.

Como anécdota se han dado experiencias en los satélites de órbita elíptica, en los cuales aprovechando que el retardo de la señal puede ser de hasta 300msg. (40.000Km de subida y otros tantos de bajada), algunas personas al soltar el PTT han podido escuchar su propia bajada, confirmando que estaban en frecuencia.



Foto 3.- Dos equipos IC706MKIIG, uno recibe en UHF y otro emite en VHF, ambos controlados vía CAT trabajando el FO-29

4.- Mediante un receptor todomodo y un equipo monobanda todo modo

Esta opción es una variante del caso 2.-, puesto que no emitimos simultáneamente en dos bandas, uno de los equipos puede ser un receptor y el otro cualquiera de los transeceptores monobanda todomodo que hemos comentado anteriormente.

La cuestión está en que no hay muchos receptores o scanners de VHF y UHF, y muchos de ellos tienen formato de Walky-Talky, como el IC-R10, IC-R20 o el TH-F6. Estos tres receptores permiten ser controlados mediante el PC, y pueden funcionar en el modo VFO transparente sintonizando mediante las teclas “↑” y “↓” del ordenador. A excepción del IC-R20 que no he tenido ninguno en mis manos, el resto los hemos probado el amigo Pedro EB4DKA y yo en mi casa, siendo perfectamente factible trabajar con estos equipos. Por supuesto la calidad del audio en banda lateral no es la de un equipo de base.

Pero hay un receptor que brilla por sus capacidades y puede ser 100% controlado por ordenador, es el PCR-1000. En este caso tenemos que aprovechar la opción de comunicarse con otros programas que tiene el SATPC32 mediante la aplicación DDE CLIENT.

Es posible trabajar en modo VFO transparente sintonizando mediante las teclas “↑” y “↓” del ordenador el PCR-1000, para lo cual el SATPC32 se comunica mediante el DDE CLIENT con el receptor, y a su vez el SATPC32 se comunica con el equipo de transmisión mediante el CAT correspondiente.

Si como equipo de transmisión utilizamos un equipo bibanda todomodo que no sea full duplex, podremos trabajar ambos modos V/UHF y U/VHF. Yo he trabajado con el receptor PCR1000 y el IC-706MKIIG en transmisión, pero también se pueden utilizar los equipos IC-7000, FT-817, FT-857 y FT-897.

Seguramente que al inicio de este artículo tenías la cabeza algo más despejada, pero no te preocupes la culpa es mía, pues ser capaz de explicar esta cantidad de combinaciones, muchas de ellas a priori antinaturales en nuestro quehacer diario en la radio, no es fácil y posiblemente no lo haya conseguido. Pero si te interesa esta parcela de la radioafición seguro que intentas leerlo otra vez, y quizás entonces hayamos “hecho el contacto”.

Como ya hemos explicado muchas cosas de los satélites de radioaficionado, lo que queda por contaros es cada vez más complicado, lo razonable es empezar por lo sencillo, y escuchar suele ser el paso más didáctico.

No quiero despedirme sin reclamar de nuevo que los márgenes de frecuencia en VHF entre 145.800 y 146.000 y en UHF 435.000 y 438.000, son exclusivamente de uso para satélites. Si se emplean para otros menesteres seremos incapaces de trabajar esta modalidad, que ya de por sí es difícil y complicada.

Agradecer en este caso a mi familia que me permite compartir su tiempo con este hobby, y a todos vosotros que hacéis lo mismo leyendo este artículo. Podéis encontrar amplia información acerca de los satélites de radioaficionado en la página

Web del amigo Pedro EB4DKA, <http://www.eb4dka.tk>, en la cual debéis entrar aunque no os atraiga esta modalidad, pues los Podcasts y Videos que Pedro ha colgado trabajando satélites, tanto en portable como desde base, seguro que os hace entender de una forma sencilla y sin esfuerzo este complicada rama de nuestro hobby, después de todo “una imagen vale mas que mil palabras”. Para cualquier cuestión que esté en mi mano, me podéis encontrar en ea4cyq@ure.es.

Nota: Este artículo fue publicado en la Revista mensual de Unión de Radioaficionados Españoles en Enero de 2007.