

# DETALLE Y OPERACIÓN DE UNA ESTACIÓN TERRENA DE AFICIONADO

Adrian Sinclair LU1CGB  
[adrian@lu1cgb.com.ar](mailto:adrian@lu1cgb.com.ar)

Juan Carlos Parra LU9DO  
[lu9do@hotmail.com](mailto:lu9do@hotmail.com)

AMSAT Argentina  
Sarachaga 3057; (1712) Buenos Aires Argentina

## RESUMEN

Se describen las características de las estaciones típicas de aficionados para los diferentes estamentos de la operación de satélites de radioaficionados en función del objetivo, desde la simple escucha de paquetes con receptores de mano y antenas portátiles, hasta las estaciones automáticas remotas.

## 1.- INTRODUCCION

Se analizan las capacidades en función del tipo de antena a utilizar, los amplificadores de bajo ruido, tipos de cables, el seguimiento de los objetos, el software disponible, como unir el hardware con el software para lograr la operación en transmisión y recepción con elementos al alcance de un aficionado.

Análisis de la performance de la propia estación, ruta de mejoras.

En un capítulo aparte, se describe la utilización de un receptor del tipo SDR con el empleo de unidades de recepción de televisión digital de muy bajo costo para la obtención de diferentes señales en el espectro.

## 2.- EL OBJETIVO

El radioaficionado es un individuo orientado a la experimentación en el campo de la electrónica y las telecomunicaciones. En su tarea específica desarrolla su actividad utilizando mayormente los recursos naturales como la ionósfera para lograr alcances tras-horizonte. A partir de la disponibilidad de satélites artificiales, ha

desarrollado técnicas propias para su uso e incluso para la implementación de los mismos.

Desde la puesta en órbita de los primeros satélites con capacidad de operación en la bandas de frecuencias de aficionados y a la actualidad en el desarrollo de nuevas plataformas de reducido tamaño, todos los esfuerzos estuvieron apuntados a optimizar tanto las cadenas de recepción y transmisión como los dispositivos de apuntamiento, tracking y performance de las antenas empleadas.

### 2.1- LOS MEDIOS ESPACIALES

Desde los albores de los años '60 hasta hoy, la organización Internacional AMSAT (AMateur SATellite) ha puesto en órbita más de medio centenar de satélites con una finalidad puramente técnica, científica y no comercial, para los cuales se han ido sumando los realizados por grupos de radioaficionados de varios países.

Una entidad civil sin fines de lucro como AMSAT Argentina reúne a los apasionados en técnicas avanzadas de radio, particularmente en el tema espacial, estudiando, proyectando, experimentando y realizando equipos, satélites y sistemas con técnicas analógicas y digitales para comunicaciones terrestres y espaciales sólo con fines de educación.

La actividad de los participantes en AMSAT Argentina es de lo más variada que pueda imaginarse.

Desde los boletines, documentación, reuniones, eventos que conforma la base visible de AMSAT hasta la guía y en la preparación y operación en los diversos modos de comunicación y de los numerosos satélites disponibles, habilidad que fue adquirida desde 1961 y que es demostrada cotidianamente hasta en la más modesta estación de radioaficionados.

## 2.2 Tipos de Orbitas

- **Orbitas circulares**
  - **Baja altura**
  - **Fácil acceso**
  - **Poco tiempo de vida**

A este último grupo pertenece el LUSAT-LO19 el primer satélite no sólo de radioaficionados, sino también de la Argentina, construido por argentinos, lanzado en 1990 y aún operando en el espacio dónde permanecerá por los próximos 1000 años.

- **Orbitas elípticas**
  - **Mayor dificultad**
  - **Mas tiempo de operación**

Son de destacar los vehículos de mayores dimensiones, llevando a bordo experimentos de comunicaciones para múltiples bandas, algunos con órbitas fuertemente elípticas, y los microsátélites de órbita polar usados en su mayoría para comunicaciones digitales.

- **Orbitas geoestacionarias**
  - **Siempre visible para esa parte del globo.**
  - **Distancia real del enlace cercana a los 35.000 km con importantes atenuaciones-**

Qatar Amateur Radio Society proyecta lanzar un satélite geoestacionario con transponder en banda S y X a fin del 2016.

Muchos están dedicados a nuevas aplicaciones de los satélites, en los proyectos de sistemas de comunicaciones más eficientes y de más bajo costo, en el planeamiento de sistemas de comunicaciones a adoptar a bordo de futuros vehículos, en la realización teórico y práctica de globos que transportan plataformas de prueba y en la colaboración abierta con todo tipo de grupos internacionales.

## 2.3 OTROS OBJETOS

- **Rebote lunar**
  - **La luna se utiliza para comunicaciones de aficionados como reflector pasivo.**

Si bien su desplazamiento en el cielo es mucho mas lento que el de los satélites de orbita circular, el sistema de antena requiere una estabilidad especial en relación a su ángulo de captura y las ganancias necesarias hacen que las estructuras sean mucho mayores por las atenuaciones que la señal sufre en su viaje de 2,5 segundos en ir y volver de la Luna a mas de 350.000 Km

- **Globos**
  - **Son experiencias de corta duración pero muy efectivas, con experimentos de bajo costo recuperables.**

AMSAT utiliza plataformas económicas para experiencias de un vehículo controlado y monitoreado que llega a los 34 Km de altura, portando experimentos de comunicaciones, localización, fotografía y video, para el desarrollo y la validación del satélite LUSEX

## 3.- DE LA OPERACIÓN

- **3-1 Básico**

La configuración clásica de un equipo de radioaficionado donde el transceptor y la antena son los mismos empleados en los enlaces terrestres. En el área interior de la estación surge como indispensable la computadora para realizar

las dos tareas básicas: el posicionamiento de la antena respecto del movimiento cinemático del satélite. Esto es la predicción y cálculo de la trayectoria del móvil en el cielo y por otra parte el tráfico de datos cuando la comunicación es del tipo digital

- **3-2 Operación con equipos portátiles y antenas de mano**

Especialmente utilizada en operaciones de campo donde los requerimientos de energía y transporte de material hacen difícil montar la estación en sitios despejados. En estos casos son de aplicación las antenas de reducidas dimensiones, montadas sobre un trípode y computadoras del tipo notebook o laptops para el cálculo de posición del satélite.

- **Operación para modos B en UHF/VHF y en modo FM.**

La mayoría de los satélites que poseen capacidad de repetición exigen que el transceptor tenga la posibilidad de operar en dos frecuencias simultáneamente o en simplex. Una de las frecuencias se utiliza para la subida (por lo general en UHF) y la otra para el down-link (VHF o HF)

- **Satélites tipo ISS y SO-50 son los más populares**

Estos dos satélites se han constituido en clásicos para la prueba de estaciones terrenas muy simples ya que están disponible la mayor parte del tiempo y es posible acceder a ellos con elementos sencillos como ser antenas de mano, transceptores del tipo Handy de bajo costo , logrando enlaces de alto rendimiento con mínima potencia.

#### **4- DE LOS ELEMENTOS**

En la cadena del enlace son de considerar como muy importantes las características de algunos elementos que deben tener las mejores

condiciones técnicas posibles para evitar atenuaciones y/o pérdidas de señal, ya que la totalidad de la cadena maneja niveles en algunos casos muy pobres a diferencia del resto (transceiver) donde esas pérdidas pueden ser compensadas.

#### **4.1 -ANTENAS:**

Las antenas deben poseer movimiento de 360° en azimut y 0-90° o 0-180° en elevación, remotamente comandadas y con ganancias no menores a 10 dB.

- Las antenas omnidireccionales de mucha ganancia no son las mejores para operar satélites (apuntan al horizonte toda la energía)
- Con una antena omnidireccional dedicada para satélite, entonces tengo cobertura de todo el paso (antena J o eggbeater combinada de VHF y UHF)
- Con un rotor, se puede montar una antena direccional a unos 25 Grados de elevación y así tener una muy buena cobertura de los mejores pasos

#### **AMPLIFICADORES DE ANTENA**

LNA:

El LNA debe estar montado detrás de la antena a efectos de minimizar la atenuación del cable, hoy se pueden lograr resultados muy buenos con NF < 0,7 Db con elementos de construcción simple, que soportan los mas rigurosos ambientes. Luego, la línea de recepción no requiere mayor cuidado respecto de las pérdidas, pero si hay que cuidar la aislación a los ruidos y la calidad de los conectores

#### **4.2- RECEPTORES SDR**

Son receptores muy sencillos de amplia cobertura y muy bajo costo, que sumados al software pueden manejar casi todas las opciones de recepción de señales entre 60 y 1200 Mhz, cualquier modo como FM, SSB o PSK .

### 4.3- SOFTWARE

#### TRACKING

Para saber cuando y donde sale un satélite (AOS), deberemos usar un programa como el Orbitron, WINTRAK, etc. La mayoría de los programas son gratuitos y automáticamente actualizan los parámetros keplerianos que utilizan en el cálculo. Las estaciones más elaboradas permiten que las antenas y los transceptores sean comandados por una combinación de programas que permiten compensar el efecto doppler, mover las antenas en azimut y elevación en forma automática, permitiendo operar en forma remota desde otra locación.

#### 4.4 DEMODULADORES

- Demoduladores de señales como el MixW, AGWpe permiten hoy la recepción en software de los diferentes modos de transmisión usados, desde la clásica telegrafía, hasta modos digitales con corrección de errores que permiten recibir señales inaudibles por la bajísima relación señal-ruido del orden de -28 Db

#### 4.5 COMANDO Y CONTROL

- Control de equipos y rotores de antena  
Existen interfaces ya sea comerciales como autoconstruidas, que permiten a través de microcontroladores y el software adecuado manejar todos los elementos de una estación.
- Estaciones remotas  
En el mundo moderno, las posibilidades de un aficionado de tener un lugar adecuado para poder operar satélites, ya sea en las ciudades por el ruido, como por el espacio disponible, son menores, es por ello que hoy muchos aficionados operan a través de controles remotos, pudiendo poner antenas y equipos en lugares de recepción privilegiados, y operarlos desde cualquier lugar a través de Internet.

### 5- OTROS RECURSOS ESPACIALES

#### 5.1 Sondas meteorológicas

- **LEOs APT**
  - **FM 4Km resolución**
- **LEO digitales**
  - **Meteor M2 en digital QPSK en 137mhz y 1 kilometro de resolución**
- **Geo HRPT**

La recepción de imágenes de satélites meteorológicos se ha simplificado notablemente con el desarrollo de receptores en software del tipo SDR, porque permiten recibir señales en una variada gama de frecuencias en VHF y aplicar luego un análisis de señal a posteriori del paso del objeto, pudiendo con muy poca inversión la recepción de imágenes meteorológicas que proveen resoluciones magnificas para el ámbito educativo.

Solo se requiere una antena simple y omnidireccional, el LNA y el software adecuado. Es un proyecto ideal para comenzar en el mundo de la recepción de señales espaciales, que no requiere de licencias.

#### 5.2 La ISS

La Estación Espacial Internacional es la puerta de entrada más simple para un aficionado que se inicia, ya que esta a “baja” altura, unos 350 km y se recibe fácilmente con un equipo portátil operando solo en VHF.

Se producen varios eventos desde allí, normalmente esta activa con un repetidor digital de packet que permite intercambiar mensajes o hacer contactos durante el paso, pero frecuentemente hay eventos donde se envían imágenes a la tierra o un astronauta habla con alguna escuela y se escuchan las respuestas del mismo a los alumnos, o en eventos u ocasiones un astronauta habla con los radioaficionados en tierra en su tiempo libre.

En Argentina ya varios colegios de Neuquén, Gral Pico, etc. han podido hablar directamente con los astronautas y existen dos estaciones telebridges que operan en tierra con la ISS para

colegios alrededor del globo coordinando las comunicaciones.

En breve se espera tener una estación de bajada de video digital para que al pasar por Sudamérica los alumnos puedan hablar y “ver” al astronauta.

## 6- CONCLUSIONES

- AMSAT propone la exploración de actividades espaciales para la radioafición, con experimentos abiertos a la comunidad amateur, existen estaciones que pueden operar satélites de aficionados en todo el planeta, se pueden usar frecuencias de aficionados en las diferentes bandas a fin de poder desarrollar experimentos y ponerlos a disposición de entidades educativas, luego estaciones pueden recolectar telemetría o participarlos en eventos espaciales, esto constituye una plataforma de experimentación de alta capacidad y extensión.
- En el ámbito de los radioaficionados el conocimiento se comparte en bien de la comunidad, la experiencia acumulada se transmite abiertamente y se publican estas experiencias de forma que se alimenten entre todos los miembros de la comunidad. Esto permite que los mas expertos en una disciplina puedan ayudar a los otros, lográndose resultados increíbles, como el satélite OSCAR 7 que fue construido en el año 1974 en un garaje y hoy esta funcionando magníficamente, gracias a que sus baterías con el paso de los años se han desgastado tanto que el mismo opera solo con sus paneles solares, prestando servicios a los aficionados desde su orbita de 1400 Km de altura lo que le da una cobertura excelente.
- Las experiencias locales con globos u otros vehículos, permiten ensayar experimentos simples de valor educativo, que permiten al aficionado obtener resultados con el trabajo de sus conocimientos y capacidades en un

ambiente seguro y compartiendo ese camino con la ayuda de otros, esto garantiza el resultado y es una forma de poder hacer despertar el interés por la ciencia, ingeniería y matemática en los estudiantes, y en aquellos que están más avanzados, poder hacer experiencias en el mundo espacial a bajo costo.

**AMSAT** Argentina, Capitulo Argentino de AMSAT Internacional. Asociación de radioaficionados sin fines de lucro, orientados a las radiocomunicaciones espaciales.

## REFERENCIAS

1. [www.amsat.org.ar](http://www.amsat.org.ar)
2. [www.facebook.com/amsat.lu](https://www.facebook.com/amsat.lu)
3. Satélites, de Carlos A. Huertas (1988) HASA ISBN 950-528-043-2
4. [www.amsat.org](http://www.amsat.org)
5. <http://www.issfanclub.com>