

La radioafición y el espacio

Tarantini, Andres (atarantini@gmail.com)
AMSAT Argentina
Marzo, 2021

RESUMEN

Una introducción a la radioafición y sus aplicaciones en el ámbito espacial. Desde lo general de la radioafición a lo específico de la radioafición en el espacio.

1.- INTRODUCCIÓN

La radioafición se remonta a principios del siglo XX en donde entusiastas de las telecomunicaciones comienzan a experimentar en el espectro radioeléctrico ya sea recibiendo, transmitiendo o construyendo sus propios equipos de radio.

Desde sus comienzos hasta el día de hoy, este hobby fue abriéndose en muchas disciplinas y entre ellas se encuentran las comunicaciones espaciales en donde los radioaficionados operan y construyen satélites o los utilizan para comunicarse.

2.- EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO Y SU MARCO NORMATIVO

El espectro radioeléctrico está formado por las ondas electromagnéticas propagadas por el espacio, es un recurso natural y limitado que tiene la consideración de bien de dominio público y es indispensable en multitud de sectores.

A nivel internacional, el uso del espectro se regula a través del Reglamento Radio de la UIT y a nivel local, en el caso de Argentina, por ENACOM.

A los radioaficionados se les otorga una licencia para poder usar y experimentar ciertas porciones del espectro radioeléctrico. Estas licencias tienen una identificación (señal distintiva, indicativo o “callsign”), una categoría y un marco regulatorio. En Argentina las

licencias de radioaficionado comienzan con las letras LU y LW.

Si bien se han utilizado diversas partes del espectro radioeléctrico en el ámbito espacial, actualmente se utilizan las porciones de la banda de frecuencias más altas entre los 21 MHz y los 30 GHz (VHF/UHF/SHF).

Dentro de este gran rango de frecuencias, los radioaficionados podemos utilizar (por nombrar algunas):

- 21 MHz (futuro próximo)
- 28 MHz (futuro próximo)
- 144 MHz
- 220 MHz
- 430 MHz
- 1.2 GHz
- 2.4 GHz
- 3.3 Ghz
- 5.6 GHz
- 10 GHz

El marco regulatorio indica con qué potencia se puede utilizar cada rango de frecuencias y que actividades se puede realizar en cada una de ellas (CW, Voz, Datos, Satelites, etc).

3.- ACTIVIDADES DE LOS RADIOAFICIONADOS

Si bien la actividad de los radioaficionados es muy diversa, suelen destacarse:

- **CW (Morse):** El primer modo digital de telecomunicaciones continúa vigente y tiene muchos adeptos. Muchos satélites utilizan este modo de comunicación en sus balizas por su simpleza: es fácil de implementar y se puede decodificar “a oído”.
- **Fonía (Voz):** La mayoría de los radioaficionados se contacta “hablando” por radio, ya sean contactos locales o de distancia, alcanzando los miles de kilómetros de alcance. Algunos satélites incluyen transponders de voz lo que permite contactos de voz vía satélite.
- **Modos digitales:** Desde el radioteletipo (RTTY) en los años 20, pasando por el “Packet Radio” en los 80/90 hasta los modos recientes para señales débiles; los radioaficionados conectan computadoras o hardware a los equipos de radio.

Muchos, también, se enfocan en armar sus propios equipos de radio, sistemas de antenas, amplificadores, filtros y módulos de radio para satélites.

4. EL RADIOCLUB Y AMSAT

Los radio clubes son los puntos de encuentro de los radioaficionados, espacios para la formación y nexos con los entes reguladores.

Estas entidades brindan cursos para los aspirantes a radioaficionados, toman los exámenes requeridos para obtener las licencias y gestionan las mismas frente a los entes reguladores locales.

Son lugares de referencia en la comunidad para despejar dudas, desarrollar proyectos, conocer personas con intereses comunes e intercambiar ideas. Por último, y no menos importante, tienen un rol muy importante en lo social: generan comunidades y amigos.

AMSAT es una organización mundial que diseña, construye, coordina y opera satélites cuyas cargas útiles son para uso de radioaficionados. A nivel nacional, existen

organizaciones afiliadas a AMSAT en diferentes países (Estados Unidos, Alemania, Japón, Reino Unido, India, Argentina, Países Bajos, Filipinas, España, etc) que llevan adelante proyectos satelitales.^[1]

AMSAT está presente en el espacio desde 1961 con la puesta en órbita del satélite OSCAR-1 y actualmente posee muchos proyectos activos orbitando la tierra. La mayoría de estos proyectos están enfocados en telecomunicaciones y experimentos satelitales de todo tipo, tamaño, órbita y servicios de comunicaciones. Una organización que continúa activa e innovando.

AMSAT Argentina es una organización civil sin fines de lucro que nuclea a los entusiastas de los satélites y radioaficionados en nuestra región^[2]. Algunos proyectos satelitales en los que participó fueron: LUSAT-1 (LO-19) en 1990, Pehuensat (PO-63) en 2007, Cubebug-2 (LO-74) en 2013 y ÑuSat-1 (LO-87) en 2016.

5. ACTIVIDADES ESPACIALES

Dentro de la radioafición las actividades vinculadas con el espacio más populares suelen ser:

- Establecer un contacto con otra estación de radio utilizando el transponder de un satélite
- Descarga de telemetría u otros datos de satélites
- Lanzamiento, telemetría y seguimiento de globos de gran altura
- Establecer contacto con otra estación de radio rebotar las señales en la luna: Rebote Lunar o TLT (Tierra Luna Tierra)

Sin duda una de las actividades con más radioaficionados en actividad es el **contacto con otras estaciones de radio utilizando transponders de los satélites** en morse, voz o modos digitales. Para esta actividad se pueden utilizar tanto estaciones terrenas, equipos móviles o equipos portátiles (del tipo “handy”) que son muy accesibles. El uso de antenas direccionales mejora mucho las condiciones de operación. Hay

antenas comerciales o diseños de construcción casera para utilizar con la mano ideales para operar con equipos portátiles. También existen equipos para orientar las antenas direccionales haciendo el seguimiento de los satélites, algunos comerciales y otros diseños que comparten diferentes comunidades o individuos para su construcción amateur^[3].

La **descarga de de telemetría, imágenes u otra información** de satélites es una afición que se da tanto dentro como fuera del ámbito de la radioafición. Solo es necesario un receptor además del sistema de antenas y no requiere tramitar una licencia. Muchas estaciones amateur eligen receptores definidos por software (SDR) disponibles para todo tipo de público. Accesibles, versátiles, fáciles de usar y de conectar a una computadora para decodificar los datos.

Durante marzo de 2021 las estaciones M0EYT, OK9UWU y HA6NAB capturaron datos del enlace de 2GHz de la segunda etapa del Falcon-9 de SpaceX. Esas señales fueron decodificadas a videos de alta calidad y publicadas en <https://www.r00t.cz/Sats/Falcon9> junto con información del formato de los paquetes. El código para decodificar los videos está disponible en <https://github.com/altillimity/SatDump>. En el mismo sitio <https://www.r00t.cz/> también hay información sobre cómo interpretar señales en la banda X de la misión a Marte Tianwen-1[4], Mars Orbiter Mission, Chang'e-2, Mars2020 (Perseverance) y otras.

Como alternativa a poner un satélite en órbita, se realizan proyectos con **globos de gran altitud** que emiten telemetría (posición e instrumentos), transmiten imágenes en vivo o las almacenan para ser recuperadas en la finalización del vuelo.

Una práctica menos común es el **rebote lunar** (TLT tierra-luna-tierra o EME por sus siglas en inglés earth-moon-earth) en donde se orienta un sistema de antenas con mucha direccionalidad hacia la luna y se transmite con alta potencia esperando que el rebote de estas señales sea decodificado por otra estación y esta responda.

6. ESTADO ACTUAL (Marzo 2021)

Constantemente se lanzan nuevos proyectos satelitales y la tecnología para poder comunicarse con satélites es cada día más accesible.

Otros proyectos van dejando de estar operativos ya sea por diseño (parte de la misión o decaimiento orbital), daños o fallas.

Algunos proyectos con los que hoy se puede experimentar:

- Estación Espacial Internacional
 - ARISS
 - APRS
 - SSTV
- Satélites Meteorológicos
 - NOAA
 - GOES
 - Meteor-M2
- Satélites Amateur
 - QO-100 (Geoestacionario)
 - RS-44 (Transponder Lineal)
 - SO-50 (Transponder FM)
 - XW-2 (6 satélites, Transponder Lineal)
 - BIRDS-4 (4 satélites, APRS)

La **Estación Espacial Internacional (ISS)** posee a bordo varios experimentos de radio además del proyecto ARISS orientado a acercar estudiantes jóvenes a las ciencias, matemáticas, el espacio y la tecnología. Al igual que la Estación Espacial Internacional, el proyecto ARISS es coordinado por agencias espaciales de muchos países^[5]. Como parte de sus actividades, organizan contactos con los astronautas de la estación espacial y proveen sistemas de radio amateur como transceptores, antenas, repetidores de voz y repetidores de datos (APRS en 145.825 MHz) que están colocados en diferentes partes de la estación. También organizan eventos en donde transmiten imágenes conmemorativas utilizando el modo PD120 (SSTV) coordinados desde la sección rusa de la ISS bajo la señal distintiva RS0ISS^[6]. Se transmite una serie de imágenes (en 145.800MHz) y los aficionados intentan capturar la serie completa. La transmisión de cada imagen

demora 2 minutos y pueden ser recibidas incluso con un receptor portable (HT o “handie”).

Los **satélites meteorológicos** tienen sus propias comunidades que se dedican a bajar y compartir imágenes de este tipo de satélites. Existe software disponible gratuito o libre de sistemas para la automatización de bajada de datos y su posterior decodificación. El modo analógico “APT” (Automatic picture transmission) en la frecuencia de 137 MHz está en el aire desde 1960 y es ampliamente usado por los aficionados. La frecuencia de trabajo hace que las antenas necesarias para recibir estas señales sea manejable y pueden ser montadas con facilidad. Se destacan los satélites “NOAA” (órbita polar), “GOES” (geoestacionarios) y Meteor-M2 (órbita polar)^[5]. Los aficionados de estos satélites suelen compartir “en vivo” las imágenes ni bien las capturan, en redes sociales o sitios web^{[7][8]}.

Los **satélites de radioaficionados** o módulos de radioaficionados dentro de otros satélites ofrecen muchos modos de operación para experimentar, entre ellos:

- Balizas en CW
- Transponders
 - FM (voz)
 - Lineales (FM, SSB, Digitales)
- Telemetría
 - CW
 - PSK-31
 - Packet/APRS/AX.25
- Imágenes
 - ISS (RS0ISS)
 - SSTV (NO-104/PSAT-2)

Un método de comunicación simple es usar una onda continua (**CW** de, en inglés, “continuous wave”) modulando código morse y casi todos los satélites emplean este método como baliza. Transmiten su nombre o señal distintiva, son simples de implementar y se pueden decodificar sin necesidad de una computadora. Un ejemplo de una baliza con telemetría es:

BIRDS4 JG6YMX SI8B03 A17AA61400

La baliza pertenece a Tsuru (JG6YMX) uno de los 4 satélites del proyecto BIRDS-4, puestos en órbita el 14 de Marzo de 2021^[9].

El satélite PSAT-2^[10] envía telemetría utilizando el modo PSK-31 en UHF. También envía periódicamente una serie de imágenes que tiene almacenadas utilizando SSTV. Tiene un repetidor APRS en 145.825 MHz pero no se encuentra operativo.

La ISS tiene “digipeater” de APRS que permite a estaciones en tierra usarla como repetidor para intercambiar mensajes a grandes distancias cuando la estación está a la vista de las estaciones, también se puede usar con un transceptor portátil. También un repetidor para poder hablar a través de ella, pero al día de hoy no se encuentra operativo.

Para tener un panorama general de que satélites y servicios de radioaficionado están activos se puede utilizar el sitio “AMSAT Live OSCAR Satellite Status Page”^[11] o la red abierta de estaciones terrenas SatNOGS^[12]. Un listado actualizado de qué frecuencias usan y su estado operativo se puede encontrar en el sitio de JE9PEL: “Satellite Frequency List”^[13].

CONCLUSIONES

La comunidad de radioaficionados continúa creciendo en el ámbito espacial y participa activamente de proyectos propios o de terceros.

Hay una gran cantidad de satélites en órbita lo que permite experimentar en recepción constantemente.

La radio experimentación puede ayudar a estudiantes a acercarse a las ciencias y al ámbito espacial interactuando con satélites con herramientas a su alcance y una comunidad que comparte mucho conocimiento.

Radioaficionados y entusiastas de las telecomunicaciones o la decodificación de señales ponen sus estaciones terrenas al servicio de proyectos de terceros por ocio o curiosidad. Es

posible monitorear misiones y experimentos utilizando estas redes de estaciones terrenas si no se tiene acceso a redes propias. En caso de utilizar un rango de frecuencias asignado a radioaficionados, hay que coordinar la designación de frecuencia con IARU^[43].

AGRADECIMIENTOS

A los socios y miembros de la comisión directiva de AMSAT Argentina por su incansable apoyo en todos los proyectos que lleva adelante la entidad.

Antiguos miembros y referentes de AMSAT que durante muchos años participaron activamente y gracias a ellos hoy seguimos adelante.

REFERENCIAS

[1] AMSAT The Radio Amateur Satellite Corporation, <https://www.amsat.org/>

[2] AMSAT Argentina, <http://www.amsat.org.ar/>

[3] SatNOGS Rotator V3 (2020) https://wiki.satnogs.org/SatNOGS_Rotator_v3

[4] r00t.gz: Tianwen-1 Mars mission (2020), <https://www.r00t.cz/Sats/Tianwen1>

[5] ARISS: Amateur Radio on the International Space Station (2021), <https://www.ariss.org/about-ariss.html>, <http://rs0iss.ru/>

[6] NOAA: Currently flying, satelites actuales en orbita (20219) <https://www.nesdis.noaa.gov/content/currently-flying>

[7] AMSAT Argentina: Imágenes de satelites meteorologicos por LU7ABF (2021) <http://www.amsat.org.ar/wx/index.html>

[8] @argentinasat en Twitter: Imágenes satelitales de Argentina obtenidas de manera automatizada desde satélites meteorológicos NOAA Y Meteor (2021)

<https://twitter.com/argentinasat/> / <https://github.com/reynico/raspberry-noaa>

[9] BIRDS-4 Project (2021), <https://birds4.birds-project.com/>

[10] PSAT2 (NO-104): PSAT2 - Amateur Radio Communications Transponders USNA Student Satellite Project (2014-2019), <http://www.aprs.org/psat2.html>

[11] AMSAT Live OSCAR Satellite Status Page, <https://www.amsat.org/status/>

[12] SatNOGS Network Observations, <https://network.satnogs.org/observations/>

[13] JE9PEL Satellite Frequency List (2021), <http://www.ne.jp/asahi/hamradio/je9pel/satslist.htm>

[14] IARU Amateur Radio Satellite Frequency Coordination, <https://www.iaru.org/reference/satellites/>