

## MUNDO SATELITAL AMATEUR

Raul Bon Foster, LU5AG

[lu5ag.raul@gmail.com](mailto:lu5ag.raul@gmail.com)

Alejandro Deligiannis, LW4DA

[lw4da.alejandro@gmail.com](mailto:lw4da.alejandro@gmail.com)

Radio Club QRM Belgrano

Avda. Constituyentes 4913, Buenos Aires, Argentina

### RESUMEN

Se describe la actividad de la radioafición en general y la de los radioaficionados en el mundo espacial en particular, su historia hasta llegar al estado actual de la participación de los radioaficionados en los experimentos de sondas espaciales en estos días, abarcando los siguientes temas:

- Introducción.
- Radioaficionado, Radio Club, Amsat y VEC.
- Antecedentes de la radioafición en Argentina
- Marco Regulatorio
- Vinculación con organismos nacionales y supranacionales
- Satélites Amateur, licencias y la IARU.
- Acceso al Espectro Radioeléctrico
- Expectativas de Radioaficionados relacionados con temas de ciencia y tecnología.
- Relación entre la radioafición y carreras de ciencias.
- Actividades desarrolladas dentro de la radioafición en general
- La actividad satelital en la radioafición

### 1.- INTRODUCCIÓN

La radioafición es una actividad sin fines de lucro, destinada a la experimentación y aprendizaje de las técnicas de comunicaciones por radio frecuencias.

### 2.- OBJETIVOS DE LA RADIOAFICIÓN

Por tratarse de una actividad experimental y de aprendizaje, los objetivos son el estudio y/o desarrollo de etapas o equipos completos, métodos de modulación, sistemas irradiantes, propagación de ondas electromagnéticas, armado de estaciones y redes terrestres o satelitales y de la práctica de la actividad en base comunicaciones entre radioaficionados, en

frecuencias y modos permitidos por el marco regulatorio.

Basta que esta actividad se desarrolle dentro de los segmentos previstos del espectro electromagnético, en general no hay una limitación de modos ni métodos de modulación, aunque en algunos países están prohibidos los métodos de modulación que no estén expresamente permitidos, lo cual es una limitación para la experimentación de nuevas técnicas. En otros países no hay una prohibición expresa de métodos de modulación, con tal que estén públicamente documentados.

En aquellos países en los cuales rigen prohibiciones acerca de nuevos métodos de modulación, es corriente y rápida la emisión de licencias experimentales para probar nuevas técnicas por tiempo determinado y a

licenciatarios específicos, contra la obligación de producir profundos informes técnicos y cesar inmediatamente las transmisiones a pedido simple del organismo regulador en caso de interferencias a otros licenciatarios o dificultades técnicas. [1]

### **3.- DEFINICIONES DE RADIOAFICIONADO, RADIO CLUB, AMSAT Y VECs**

#### **Radioaficionado:**

Persona debidamente autorizada que se interesa en la radiotecnia con carácter exclusivamente individual, sin fines de lucro y que realiza con su estación actividades de instrucción, de intercomunicación y estudios técnicos.

Según estadísticas de Marzo de 2015, en Argentina hay 15000 radioaficionados, una cifra que permanece relativamente constante desde después de cada renovación quinquenal de licencias, desde hace aproximadamente 15 años.

En EEUU hay 726.000 radioaficionados, una cantidad que no para de crecer desde el 2007 y que bate récords cada año.

#### **Radio Club:**

Asociación civil, sin fines de lucro, reconocido por la Comisión Nacional de Comunicaciones y con licencia de aficionado, integrada por aficionados y personas, cuyos objetivos fundamentales se apoyan en la agrupación de los mismos para propender al ingreso, enseñanza, difusión, fomento y práctica de la actividad.

En Argentina para ser radio club, la institución tiene que dictar regularmente curso de radioaficionado y además, representa a la CNC en la administración de exámenes, hace de filtro primario y organiza la presentación de expedientes en la CNC, que no atiende a radioaficionados sino a radio clubes.

En EEUU los aportes que las personas hagan a los radio clubes legalmente constituidos como entidades de bien público en cualquiera de sus estados, bajo las reglas del IRS son deducibles del impuesto a las ganancias.

#### **AMSAT:**

Es la abreviatura de AMateur SATellite y también el nombre de las organizaciones de cada

país, región o grupos de países, formadas por radioaficionados y dedicadas a la investigación, desarrollo, construcción y operación de satélites para radioaficionados, además de la promoción y enseñanza de la actividad.

Generalmente están organizadas como Asociación Civil sin Fines de Lucro, reconocidas por distintas autoridades, funcionan como un radio club especializado en satélites y suelen tener una licencia de radioaficionado que les permite hacer transmisiones y otras pruebas.

Hay distintas Amsat, por ejemplo Amsat-LU en Argentina, Amsat-NA en EEUU y Canada, Amsat-UK en Gran Bretaña, Amsat-DL en Alemania, etc.

#### **VEC:**

Volunteer Examiner Coordinator (VEC) system.

En EEUU el marco regulatorio contempla que la FCC designa a grupos de radioaficionados de categoría general o superior como Examinadores Voluntarios (VE) dentro de organizaciones coordinadoras, para administrar exámenes en representación de la FCC.

### **4.- ANTECEDENTES DE LA RADIOAFICIÓN EN ARGENTINA**

La radioafición en Argentina comenzó informalmente y en forma experimental en Argentina hacia 1907, con comunicaciones del Ing. Tebaldo Ricaldoni con otros experimentadores.

La primera licencia formal de radioaficionado fue otorgada al Ing. Teodoro Bellocoq en 1913 por el Ministerio de Marina. En aquellas épocas, era habitual que tales ministerios funcionaran como organismo de aplicación en la mayoría de los países, debido a que la mayoría de las licencias de radio, eran para buques y estaciones costeras.

En 1920 otro grupo de entusiastas integrado por Susini, Guerrico, Mujica y Romero, hizo una transmisión de la ópera Parsifal desde el Teatro Coliseo, considerada una de las primeras emisiones de radiodifusión programada en el mundo. [2]

El Radio Club Argentino fue fundado en 1921, por Bellocq, Susini, Guerrico y otros entusiastas de la radio, siendo el segundo o tercer radio club del mundo en fundarse, según distintas crónicas. [3]

## 5.- MARCO REGULATORIO

Para ser radioaficionado hay que cumplir requisitos en cualquier país. Generalmente hay que hacer algún curso y/o práctica supervisada, y rendir un examen.

En Argentina son obligatorios el curso y las prácticas operativas en un radio club y el aspirante solo puede transmitir desde la sede del radio club, como parte del curso y con un instructor a cargo.

Un radioaficionado puede comunicarse solo con otro radioaficionado y únicamente en las frecuencias y modos que estén permitidos para ambos.

Está prohibido referirse a temas comerciales, políticos, raciales o religiosos y utilizar la estación para comunicaciones particulares y/o comerciales que no respondan a los fines de aprendizaje, o que se realicen habitualmente con fines particulares o que por la índole de su contenido debieran ser cursados por otros servicios de comunicaciones no amateur.

En todos los países conocidos, está prohibida la encriptación de comunicaciones, sea analógica o digital.

En todos los países está prohibido el uso de técnicas de espectro ensanchado dentro del servicio de radioaficionados, aunque hay licencias experimentales o permisos especiales (waivers) en algunos países.

## 6.- VINCULACIÓN CON ORGANISMOS NACIONALES E INTERNACIONALES UN, ITU, IARU, IMO e ICAO.

En radiocomunicaciones, hay que adecuarse a los estándares o recomendaciones internacionales para asegurar la compatibilidad de cualquier sistema más allá de una frontera.

Los países en general, salvo los de la UE y solo para algunos temas, no han delegado en organismos supranacionales la facultad de

legislar, pero participan en estos organismos y siguen sus lineamientos generales.

La Organización de las Naciones Unidas es un organismo supranacional que dentro de su estructura alberga a la UIT Unión Internacional de Telecomunicaciones, que a su vez tiene dos grandes divisiones: La UIT-R (para radiocomunicaciones - todo aquello que use el espectro radioeléctrico) y la UIT-T (Todas aquellas comunicaciones que no usen dicho espectro).

Los radioaficionados estamos alcanzados por el trabajo de la UIT-R ya que si bien el mismo no legisla, emite recomendaciones, que son puestas en vigor por la autoridad de aplicación en cada país (CNC, en Argentina, FCC en USA, Ofcom en Gran Bretaña, Bundesnetzagentur en Alemania, etc.) [4]

Los radioaficionados de cada país son representados a nivel nacional por la sociedad miembro de la IARU (International Amateur Radio Union). La IARU es una organización fundada en 1925, formada por los radio clubes o sociedades nacionales y representa a los radioaficionados de todo el mundo ante la ITU, fundada en 1825 y la ONU, fundada en 1945. [5]

IMO (International Maritime Organization - Organización Marítima Mundial): Es el organismo de las Naciones Unidas, fundado en 1948, responsable de coordinar y emitir recomendaciones mundiales, respecto de la seguridad y la no contaminación en el mar, por parte de buques, embarcaciones y artefactos navales.

Dado que más allá de la etapa experimental de la radio, las primeras comunicaciones fueron entre estaciones costeras y buques en navegación, en general las radiocomunicaciones, incluidas las de radioaficionados, han heredado muchos componentes, códigos, y prácticas de la industria naval, entre ellas expresiones, abreviaturas y el código Q, que data de 1909, y todo ello ayuda a mantener estándares de compatibilidad y entrenamiento de operadores. [6]

ICAO - OACI (International Civil Aviation Organization - Organización Internacional para la Aviación Civil: Es el organismo de las Naciones Unidas, refundado en 1947 a partir de anteriores organismos,

responsable de coordinar y emitir recomendaciones mundiales, respecto de la seguridad en vuelo, organización de rutas aéreas, coordinación internacional de procedimientos, aeropuertos e instrucción de personal aeronáutico.

Además la industria aeronáutica fue una de las primeras en implementar en forma masiva las comunicaciones radiales para transmitir voz.

La ITU-R tomó como propio el código fonético internacional de la ICAO, lo cual allí pasa a formar parte del marco regulatorio de los distintos países y por lo tanto los radioaficionados también usan el mismo código.

Actualmente todas las organizaciones Amsat del mundo y/o las agencias de lanzamiento, tienen frecuente contacto con la agencia local representante de la ICAO, en Argentina la ANAC y en EEUU la FAA, cada vez que hay un lanzamiento de satélites, cohetes, globos y cualquier otro elemento que afecte el espacio aéreo controlado. [7] [8] [9]

## **7.- LOS SATÉLITES AMATEUR, LICENCIAS Y LA IARU.**

Para que se pueda controlar y/o comunicar con satélite, éste debe tener al menos un receptor y un transmisor, en frecuencias asignadas por las autoridades de aplicación, para lo cual debe tener una licencia y la frecuencia de operación estará dentro de la bandas de radioaficionados y las porciones asignadas mundialmente para satélites amateur.

Lo mismo sucede con la o las estaciones terrenas, que también debe tenerla y ambas licencias deben mantener una coordinación mundial para asegurar compatibilidad y minimizar interferencias. En el caso de radioaficionados, la licencia de operación incluye las porciones del espectro asignadas mundialmente a satélites de radioaficionados.

Luego del lanzamiento y una vez que el satélite funciona varios días recibiendo y transmitiendo normalmente y si el satélite corresponde al servicio de radioaficionados, la IARU le asigna una sigla compuesta por dos letras, que pueden o no estar asociadas al país de construcción o de lanzamiento y un número correlativo donde el 1 fue el Oscar-1 primer

satélite de radioaficionados en 1961 y actualmente la lista supera el centenar.

Para lanzar un satélite de radioaficionados, además de cumplir las reglas generales de la radioafición, los responsables del lanzamiento deben cumplir requisitos de presentar del proyecto a sus autoridades nacionales mediante la organización nacional local relacionada con satélites amateur que analizará, hará recomendaciones sobre el proyecto y contactará a la IARU.

Si tal organización nacional no existiera, entonces hay que contactar a la asociación miembro de la IARU y solo si esta tampoco existiera, directamente a la IARU con un procedimiento que está bien explicado en su sitio web. [10]

Los distintos organismos, agencias o sociedades verificarán el proyecto y si cumple los requisitos establecidos, otorgará un reconocimiento internacional y hará la coordinación de detalle para las frecuencias de operación.

Algunas de las premisas de diseño de satélites y requisitos para los lanzamientos pueden cambiar a futuro. A principios de Marzo de 2015, los representantes de IARU se reunieron en Praga, para tratar aspectos regulatorios acerca de la implementación y operación de pequeños satélites, entre ellos los de radioaficionados, incluyendo el marco de uso real de los mismos y su compatibilidad respecto del servicio de radioaficionados por satélite, las viabilidad a largo plazo, y el cumplimiento de medidas de mitigación respecto de la basura orbital como recomiendan ITU y otros organismos de las UN.

Esta reunión fue preparatoria respecto de la Conferencia Mundial sobre Radiocomunicaciones que se llevará a cabo en Ginebra, Suiza, entre el 2 y el 27 de Noviembre de 2015. [11]

## **8.- ACCESO AL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.**

El espectro radioeléctrico es un bien escaso, costoso y con muchos intereses que desean obtener un parte para sus fines, a expensas de los usuarios existentes.

Sin embargo, el acceso al espectro radioeléctrico es gratuito para radioaficionados, dado que es una actividad sin fines de lucro y declarada o vista como de interés público o nacional por distintas autoridades.

Los organismos reguladores cobran una tasa, de entre 4 y 120 dólares dependiendo del país y se deben renovar las licencias por períodos de entre 1 y 10 años.

El acceso al espectro radioeléctrico es irrestricto en cuanto a horarios, siempre que se respeten las bandas asignadas y la organización de modos dentro de cada banda.

## **9.- EXPECTATIVAS DE LOS RADIOAFICIONADOS RELACIONADOS CON CIENCIAS.**

Muchos de los radioaficionados, no tienen un perfil operativo sino uno más técnico, de investigación y desarrollos en radiofrecuencia y/o sus sistemas irradiantes, y encuentran en la radioafición un campo propicio para ello, además de interlocutores válidos y uso del espectro radioeléctrico.

## **10.- RELACIÓN ENTRE RADIOAFICIÓN Y CARRERAS DE CIENCIAS Y SATÉLITES DE RADIOAFICIONADOS.**

Hay una importante generación de técnicos e ingenieros, que tomaron contacto con la radioafición durante su adolescencia, algunas veces en la escuela secundaria otras veces por familiares o amigos y ello despertó una vocación por la electrónica.

En forma reciente se está viendo en los radio clubes, que técnicos o ingenieros, cuando ya tienen una familia y una carrera formada, han tomado contacto con estas instituciones y hacen el curso de radioaficionado generalmente expresando que el tema era algo pendiente en sus vidas.

En estos momentos hay varias decenas de satélites de radioaficionados lanzados al espacio o en proyecto, que están siendo diseñados y construidos por docentes, investigadores y estudiantes avanzados de varias universidades en

todo el mundo. En muchos de esos casos, el contacto de los estudiantes con la radioafición se produce en la universidad.

## **11.- ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN LA RADIOAFICIÓN EN GENERAL**

Perfil Técnico:

- Diseño, construcción y prueba de equipos electrónicos, módulos, etapas o interfaces.
- Diseño, construcción y prueba de antenas.
- Estudios del medio de propagación, y su impacto en las distintas frecuencias.
- Comunicaciones por medios especiales de propagación (Ducting, Troposcatter, Meteor Scatter, EME, Plane Scatter, Auroras, etc)
- Experimentación con métodos de modulación analógicos (AM clase D y E, SSB y FM con DSP, etc)
- Experimentación con métodos de modulación digitales, AFSK, FSK, PSK, QPSK, etc, tolerancia al ruido en canal de transmisión inherentemente imperfecto.
- Implementaciones de redes de repetidoras terrestres.
- Especialización en transmisión de imágenes estáticas, SSTV y formatos FAX.
- Especialización en transmisión de video (ATV)
- Experimentación con comunicaciones mediante globos estratosféricos.
- Experimentación con comunicaciones mediante satélites.
- Experimentación con protocolos de transmisión, capas 1, 2, y 3 del OSI, con y sin FEC.
- Diseño de software para el soporte de distintas actividades de la radioafición.
- Diseño mecánico de estructuras soporte, antenas, mecanismos de orientación de antenas en acimut, elevación y su automatización.

Perfil Operativo:

Además de las comunicaciones consideradas habituales entre radioaficionados, hay una serie de actividades especiales como ser:

- Organización y emisión de boletines informativos radiales desde radioclubes.
- Cursos, conferencias, talleres prácticos y exámenes en los radio clubes.
- Transmisiones especiales conmemorativas de fechas determinadas.
- Transmisiones especiales desde sitios determinados.
- Concursos nacionales e internacionales.
- Expediciones de operación especial desde países o islas remotas.
- Soporte de comunicaciones a organizaciones humanitarias.
- Soporte de comunicaciones ante situaciones especiales.

## **12.- ACTIVIDADES SATELITALES QUE SE DESARROLLAN DENTRO DE LA RADIOAFICIÓN.**

### Perfil Técnico:

- Diseño, construcción y prueba de equipos electrónicos, módulos, etapas o interfaces.
- Diseño, construcción y prueba de antenas para uso satelital.
- Estudios del medio híbrido de propagación y su impacto en las distintas frecuencias
- Experimentación con métodos de modulación digitales, AFSK, FSK, PSK, QPSK, etc, tolerancia al ruido, fading, rotación de Faraday, corrimiento Doppler y otros defectos de un canal de transmisión inherentemente imperfecto.
- Diseño de software para el soporte de la actividad satelital amateur.
- Diseño de estructuras soporte, antenas, mecanismos de orientación de antenas en acimut y elevación
- Automatización de la orientación de antenas.
- Automatización de la compensación de frecuencias por efecto Doppler.
- Diseño de sistemas de operación remota de las estaciones satelitales.
- Diseño de estaciones satelitales pequeñas, livianas, transportable y autónomas en cuanto a energía.
- Experimentación con técnicas SDR.

### Perfil Operativo:

- Recepción, análisis y envío de la telemetría de satélites.
- Recepción de las imágenes emitidas desde la ISS en VHF
- Recepción de imágenes meteorológicas
- Comunicación vía satélite con otros radioaficionados
- Comunicación con astronautas a bordo de la ISS
- Participación en el programa ARISS para que alumnos de escuelas comuniquen con astronautas a bordo de la ISS.

## **13.- LIBROS DE LECTURA RECOMENDADA.**

- ARRL Handbook
- ARRL Antenna Book
- RSGB Radio Communication Handbook
- ARRL & RSGB International Microwave Handbook
- ARRL Satellite Handbook

## **REFERENCIAS**

- [1] Comisión Nacional de Comunicaciones, Argentina, Res.50/SC/98.  
[http://www.cnc.gob.ar/multimedia/noticias/archivos/repositorionormativas/Resolucion-50\\_98.pdf](http://www.cnc.gob.ar/multimedia/noticias/archivos/repositorionormativas/Resolucion-50_98.pdf)
- [2] <http://www.argentina.ar/temas/historia-y-efemerides/31269-dia-de-la-radiodifusion>
- [3] Radio Club Argentino.  
<http://www.lu4aa.org/lr0b.php>
- [4] International Telecommunication Union.  
<http://www.itu.int/es/ITU-R/Pages/default.aspx>
- [5] International Amateur Radio Union.  
<http://www.iaru.org>
- [6] International Maritime Organization.  
<http://www.imo.org>.
- [7] International Civil Aviation Organization.  
<http://www.icao.int>

[8] Administración Nacional de Aviación Civil.  
<http://www.anac.gov.ar>

[9] Federal Aviation Administration.  
<http://www.faa.gov>

[10] <http://www.iaru.org/amateur-radio-satellite-frequency-coordination.html>

[11] <http://amsat-uk.org/2015/03/16/itu-small-satellite-communication-systems-regulatory-requirements/>