

El espectro radioeléctrico, imprescindible en el control remoto de los drones

Los sistemas de aeronaves sin piloto a bordo (drones) para usos militares empezaron a dar sus primeros pasos a comienzos de los años 50, despertando un interés creciente en las posibilidades de sus aplicaciones (tanto gubernamentales como de naturaleza comercial). En su caso, deberán estar a cargo de operadores autorizados para la realización de determinadas prestaciones, sobre las que pronto se entendió que habrían de requerir una legislación específica.

Los Sistemas de Aeronaves No Tripuladas (SANT) son conocidos en inglés como Unmanned Aircraft Systems (UAS) o Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS), aunque, popularmente han sido llamados *Drones* (por recordar el ruido de sus máquinas voladoras al zumbido de un moscardón o zángano, *dron* en inglés).

Desde 1950 llevan realizándose trabajos, en diferentes organismos internacionales especializados, con el propósito de definir las características de los sistemas de aeronaves sin piloto a bordo, así como buscar elaborar normas ad hoc para su aplicación a este medio de transporte aéreo.

Aquí se citan la justificación de la necesidad de atribución de bandas de frecuencia adecuadas del espectro radioeléctrico, y las correspondientes asignaciones



Valeriano Martin Manrique
Ingeniero de Telecomunicación

 vmarman@outlook.com

para la viabilidad de dichos sistemas de aeronaves, debiendo destacar de sus diversas aplicaciones: las relativas a la vigilancia de bosques y ayuda en la extinción de incendios, de apoyo ante catástrofes naturales de efectos destructivos (sismos, maremotos o erupciones volcánicas) o previsión de condiciones meteorológicas adversas, por citar algunos ejemplos. Los sistemas de aeronaves sin piloto pueden constituir, por consiguiente, un valioso refuerzo, integrados en los servicios denominados Public Protection and Disaster Relief (PPDR) de la Unión Europea, mediante la cooperación acordada de sus administraciones nacionales.

Bases para una normativa y reglamentación aplicables a los Sistemas SANT

La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) así como la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (ICAO e IATA, siglas en inglés), son las entidades competentes y responsables del establecimiento de las normas y reglamentación destinadas a los Sistemas SANT. Para ello, ya la Agenda de la Conferencia de la OACI AN-Conf/12, de 2012, alcanzaba un acuerdo sobre la necesidad de una componente radioeléctrica satelital y la recomendación consiguiente, que destacaba su solicitud a la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones, sector de radiocomunicaciones), para el estudio y elaboración de medidas reglamentarias destinadas a permitir el uso eficiente de bandas de frecuencia del servicio fijo por satélite (SFS), para los radioenlaces de mando y control mundial de los SANT. Lo que determinó que en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2012 (CMR-12) de la Unión, se adoptaran la Resolución 153 y en la CMR-15 el Punto 1.5 de su Orden del día, que rezaban así:

Resolución 153 (CMR-12) - Utilización de las bandas de frecuencia atribuidas al servicio fijo por satélite no sujeto a los Apéndices 30, 30A y 30B para el control y las comunicaciones de los sistemas de aeronaves no tripuladas sin carga útil en el espacio aéreo no segregado.



Punto 1.5 Orden del día de la CMR-15 - Considerar la posibilidad de utilizar las bandas de frecuencia atribuidas al servicio fijo por satélite no sujeto a los Apéndices 30, 30A y 30B, para el control y las comunicaciones sin carga útil de los sistemas de aeronaves no tripuladas, en los espacios aéreos no segregados, de conformidad con la Resolución 153 (CMR-12).

Todo ello, dirigido a que las prestaciones de los Sistemas SANT pudieran realizarse sin crear dificultades a las aeronaves tripuladas, bajo el principio del uso común del espacio aéreo, es decir, sin segregar del mismo ningún área específica, entendiendo:

- ▶ Que las bandas de frecuencia que precisen los radioenlaces necesarios para la navegación segura de dichos sistemas, serán atribuidas a los mismos en régimen de compartición con las atribuidas al SFS.
- ▶ Que dichos radioenlaces no deben causar interferencias perjudiciales a las radiocomunicaciones destinadas a los Centros de Control de Tráfico Aéreo (Air Traffic Control, ATC, siglas en inglés) asegurando su compatibilidad con los servicios ya autorizados conforme a la reglamentación vigente en bandas atribuidas al SFS en frecuencias cuyas asignaciones se hallen inscritas conforme a la misma.
- ▶ Que del examen al respecto queden excluidos los radioenlaces que estén operando en bandas de los apéndices que cita la Resolución 153 y, por consiguiente, en frecuencias ya inscritas en el Registro Internacional de Frecuencias, que gestiona la Oficina de Radiocomunicaciones del Sector UIT-R.

Aplicación del espectro radioeléctrico a la operatividad de los Sistemas SANT

La coordinación UIT/OACI ya había determinado los dos informes, publicados solamente en inglés, cuyos enunciados se reproducen, así como referencias al contenido resumido de los mismos:

1) Informe UIT-R M.2171 (12/2009)

Characteristics of unmanned aircraft systems and spectrum requirements to support their safe operation in non-segregated airspace.

Considera los radioenlaces que precisa la interconexión de los Subsistemas SANT, en función de su cobertura:

- ▶ Limitada a su horizonte visual (Line of Sight, LoS, siglas en inglés).

- ▶ Más allá del horizonte (BLoS, siglas en inglés), con relación a las coordenadas UTM de los Centros de Control (y Comunicaciones -Control and No Payload Communication, CNPC, siglas asimismo en inglés) y las Aeronaves no Tripuladas (ANT) sin carga útil.

El Informe justifica su propuesta sobre la disponibilidad del espectro radioeléctrico necesario, en bandas de frecuencias atribuidas por el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) conforme a su Artículo 5 (Sección IV) al SFS:

1. 34 MHz para los radioenlaces de los subsistemas terrenales
2. 56 MHz para los subsistemas satelitales geoestacionarios.

2) Informe UIT-R M.2233 (11/2011)

Examples of technical characteristics for unmanned aircraft control and non-payload communications links.

Destaca algunos aspectos de la aplicación de las resoluciones y recomendaciones adoptadas en conferencias concernidas:

- a. La integración de la gestión de las operaciones y prestaciones de los Sistemas SANT en las ejercidas en general sobre las bases y pautas aprobadas y consolidadas para las tripuladas y, por consiguiente, la no segregación del espacio aéreo para los mencionados Sistemas SANT.
- b. La definición de los parámetros de los radioenlaces requeridos del SFS en los casos BLoS, dentro de los márgenes de espectro 10 - 14 GHz y 20 - 30 GHz, para el intercambio de las informaciones de voz y datos que precisan dichos Sistemas.

Aplicaciones y uso de los Sistemas SANT en el marco de la Unión Europea

La Comisión de la Unión Europea ha considerado de interés primordial las prestaciones de dichos sistemas, como medio de apoyo de tareas específicas de los servicios públicos gubernamentales de los estados miembros (policía, bomberos o servicios de salud) y de las requeridas para agilizar los intercambios comunitarios comerciales, contemplando dichas prestaciones a cargo de operadores debidamente autorizados, pudiendo constituir todo ello un importante factor de crecimiento industrial y de creación de empleo en la Unión Europea.



Debe destacarse la Comunicación al respecto de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo, de 8/4/2014, sobre el propósito de “abrir el mercado al uso civil de sistemas de transporte con aeronaves pilotadas de forma remota de manera segura y sostenible”, constituyendo una oportunidad importante de desarrollo tecnológico en la materia.

Procede destacar al efecto la aportación de la Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones (CEPT), organismo coordinador de los intereses de los países miembros, entre ellos España, y mandataria de la Comisión de la UE en materia de armonización del uso del espectro radioeléctrico y, en este caso, en relación con su posición acerca del Punto 1.5 de la CMR-15.

Elaborada por su Comité de Comunicaciones Electrónicas (ECC, siglas en inglés) de la citada CEPT y remitida al Grupo Preparatorio de la CMR-15, la correspondiente comunicación quedó integrada en el documento CPG15(14)04 del Sector UIT-R, incluyendo una propuesta provisional de Resolución relativa a los planteamientos del citado Punto 1.5.

El desarrollo de los Sistemas SANT en España

Ya en cuanto a la finalidad de sus instalaciones, el Gobierno del Estado viene estudiando las posibilidades de fabricación y fomento de los Sistemas SANT, en cumplimiento de la Ley/2014, de 15 de octubre, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia, cuyo objetivo es la potenciación de los mercados y consiguiente influencia en

un aumento sustancial de puestos de trabajo en el campo de la investigación tecnológica, de la producción de los medios y de la explotación de nuevos servicios. A tal efecto, la Ley considera urgente la implantación de dichos Sistemas, en los términos de su Artículo 50 sobre aeronaves civiles tripuladas con control remoto mediante radioenlaces idóneos, parte esencial de los mismos, para el cumplimiento seguro de los planes de vuelo y de sus prestaciones y, por consiguiente, requiriendo:

- a) El uso del espectro radioeléctrico atribuible.
- b) Las mejores soluciones técnicas destinadas a la protección adecuada de los radioenlaces de cualquiera de los subsistemas, ante interferencias perjudiciales.

Cabe significar, con referencia a la OACI y a la UIT como los organismos especializados de las Naciones Unidas, competentes y responsables del desarrollo y prestaciones a escala mundial de la Aeronáutica y de las Telecomunicaciones, su dedicación coordinada a la elaboración de las respectivas normativas y regulaciones aplicables a los SANT, para su más pronta entrada en vigor.

Debiendo destacar, por todo ello:

- a) Las aportaciones y tareas de colaboración en la materia a cargo de otras organizaciones que se citan, en especial de la CEPT, en el ámbito de la Unión Europea.
- b) Los estudios e informes del Sector UIT-R, en relación con la disponibilidad de espectro radioeléctrico necesario para las radiocomunicaciones entre los centros



de control a distancia, las estaciones a bordo de las ANT y las redes de satélites geoestacionarios:

- ▶ De 34 MHz para los enlaces que han de servir a los subsistemas terrenales y de 56 MHz para los asociados a los subsistemas satelitales (conforme al primer Informe).
 - ▶ En los márgenes de espectro 10-14 GHz y 20-30 GHz para los radiocanales correspondientes del SFS (conforme al segundo Informe y en el espacio aéreo no segregado).
- c) La propuesta de Resolución del Comité de Comunicaciones Electrónicas (ECC) de la CEPT, para su presentación como Posición común europea relativa al Punto 1.5 de la CMR-15.
- d) En el ámbito nacional, la Ley 18/2014, de 15 de octubre, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, a competitividad y la eficiencia en cuyo Artículo 50 se expresa la necesidad del desarrollo e implantación de los SANT y su consiguiente referencia a:

la CEPT, previos al comienzo de la CMR-15, no hubo el consenso entre las administraciones a favor del uso de radioenlaces en bandas de frecuencia del SFS para atender a los CNPC y las que se opusieron a introducir cambios al respecto en el Artículo 5 del RR, destacando la abstención de España.

No obstante, sí salió adelante y por acuerdo general, la adopción de la nueva Resolución COM4/5 (CMR-15), para ser debatida en la futura CMR-19, y que reza así:

Resolución COM4/5 (CMR-15).- Disposiciones reglamentarias relativas a las estaciones terrenas a bordo de aeronaves no tripuladas que funcionan con redes de satélites geoestacionarios del servicio fijo por satélite en determinadas bandas de frecuencia no sujetas al Plan de los Apéndices 30, 30A y 30B para el control y las comunicaciones sin carga útil de sistemas de aeronaves no tripuladas.

Así como el relativo a las modificaciones siguientes del RR respecto de las citadas bandas, señalando:

“Que las asignaciones a estaciones de redes de satélites geoestacionarios del SFS que funcionan en las bandas de frecuencia 10,95 - 11,2 GHz (espacio - Tierra), 11,45 - 11,7 GHz (espacio - Tierra), 11,712,2 GHz (espacio - Tierra) en la Región 2, 12,212,5 GHz (espacio - Tierra) en la Región 3, 12,512,75 GHz (espacio - Tierra) en las Regiones 1 y 3, 19,7 - 20,2 GHz (espacio - Tierra) y en las bandas 14 - 14,47 GHz (Tierra - espacio) y 29,5 - 30,0 GHz (Tierra - espacio) puedan utilizarse para enlaces CNPC SANT en espacios aéreos no segregado siempre y cuando se cumplan las condiciones especificadas en los resuelve siguientes”.

Y la inclusión de la nueva **Nota 5A15**, vinculada a las citadas bandas de frecuencia, significando que los SANT que operen en ellas con radioenlaces del SFS, deberán cumplir con las condiciones señaladas en la citada nueva resolución y de cuyos ‘considerandos’ cabe destacar:

- ▶ El uso eficiente del espectro radioeléctrico atribuido.
 - ▶ La adopción de soluciones técnicas para la protección adecuada de los radioenlaces que sirvan a cualquiera de los subsistemas frente a interferencias perjudiciales.
- a) La necesidad de enlaces seguros para el control ejercido por los CNPC sobre la retransmisión de las señales que rigen el tráfico aéreo y para el pilotaje remoto de las ANT durante el vuelo.

b) Que pueda disponerse de enlaces en situaciones BLoS.

c) Que los enlaces CNPC entre las estaciones satelitales y las a bordo de las ANT funcionen como radioenlaces

Resultados de la CMR-15 relativos al Punto 1.5

Debe advertirse que en el curso de los debates habidos en torno a la formulación última de la posición de





del SFS a título primario en bandas de frecuencia compartidas con otros servicios también primarios.

Y de sus 'resuelve' y resumiendo, significar como objetivo básico la seguridad de los vuelos de los SANT, advirtiéndolo a las administraciones responsables de los enlaces CNPC SANT, que procedan:

- a) A la aplicación de los requisitos de su utilización con arreglo a las Normas y Prácticas Recomendadas de la OACI (Standards and Recommended Practices, SARP, siglas en inglés).
- b) A la adopción de medidas que garanticen que las estaciones terrenas a bordo de las SANT conforme a esta resolución, no estén expuestas a interferencias perjudiciales y, además, que en los casos de una presencia aleatoria de ellas, procedan de forma inmediata a su eliminación, para recuperar la seguridad de los enlaces CNPC SANT.
- c) A recomendar que las características funcionales de las estaciones a bordo de las SANT puedan aceptar las eventuales interferencias debidas a los servicios de radiocomunicación terrenas que operan en las bandas de frecuencia atribuidas a los mismos por el RR, debiendo entonces fijar límites adecuados de densidad de flujo de potencia (dfp) a los radioenlaces SANT, considerando como una orientación al respecto los indicados en el Anexo 2 de la Resolución que finalmente se adopte.

También debe significarse de la misma el 'resuelve' que advierte sobre medidas para evitar que los SANT que deban operar en la banda de frecuencia 14-14,47 GHz (Tierra - espacio), que es una de las adoptadas conforme al mencionado acuerdo de la CMR-15, produzcan cualquier perturbación no deseable en estaciones del servicio de radioastronomía en la banda 14,47-14,5 GHz, situadas en áreas relativas LoS, procurando, por consiguiente, que las emisiones de las SANT en esta banda no superen los niveles y tasa de pérdida de datos indicados en las Recomendaciones del UIT-R RA.769 y RA.1513. Por otra parte, la Resolución invita al Sector UIT-R a los estudios sobre la incorporación de las tecno-



logías de radiocomunicación más seguras para el funcionamiento de los SANT.

Observaciones

Aprobadas a principios de 2016 las Actas Finales de la CMR-15 y, consiguientemente, la mencionada Resolución 4/5, que cabría ser entendida como mandato, hasta la publicación del presente artículo, han venido celebrándose ya numerosas reuniones y debates vinculados, tanto en el seno del Sector UIT-R como a cargo de diversas comisiones y grupos de trabajo concernidos, así como de las administraciones nacionales interesadas, llamadas a converger en posiciones comunes ante la próxima CMR-19, propiciando la más rápida disponibilidad de espectro radioeléctrico, en el territorio de la Unión Europea y áreas marítimas circundantes.

Por otra parte, procede mencionar, conforme a la Ley del Gobierno de España mencionada más arriba (Ministerio de Defensa) y otras disposiciones de rango diverso, incluidas las provenientes de la Xunta de Galicia, que las instalaciones previstas en el aeródromo de Rozas (provincia de Lugo) para su adecuación al desarrollo, explotación y mantenimiento de los SANT, se hallan en un estado muy avanzado.

Destaca el Centro de Investigación dirigido por el Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales (INTA), con una dotación prevista de personal técnico experimentado en las Ingenierías Aeronáutica y de Telecomunicaciones, en estrecha colaboración.

Radio spectrum use, essential for the remote operation of unmanned aircraft

The proliferation in the use of drones justifies the need to designate suitable frequency bands from the radio spectrum

and corresponding allocations to ensure the viability of said systems. International organisations must act in a coordinated

manner in order to prepare the respective rules and regulations applicable to the SANT, for their imminent coming into force.