

Las telecomunicaciones y el uso del espectro radioeléctrico: elemento clave y crítico para la operación y aplicaciones civiles de los UAV



colegio oficial
ingenieros de telecomunicación



Fundación de la Energía de
la Comunidad de Madrid

Energy Management Agency
Intelligent Energy Europe

www.fenercom.com



Comunidad de Madrid

www.madrid.org

CIVIDRON'16



Congreso sobre las Aplicaciones de los DRONES a la Ingeniería Civil

26 - 27 enero 2016

Índice



1. Introducción



2. Regulación del espectro



3. Enlaces radio de comunicaciones en un UAV



4. Requisitos enlaces de control



5. Requisitos enlaces de *payload*



6. Marco regulatorio existente



7. Conclusiones



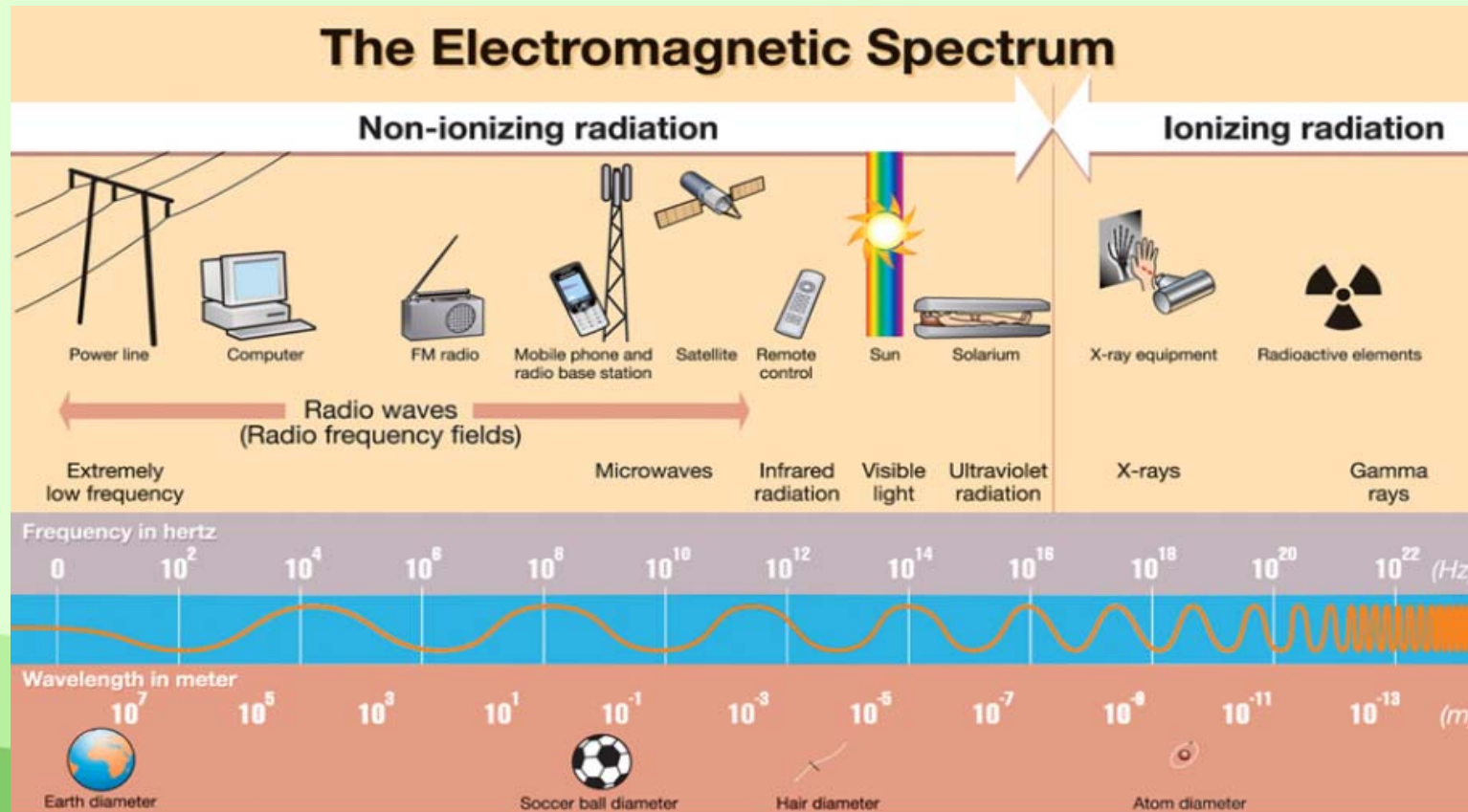
Aplicaciones y usos civiles



La presencia de un enlace radio efectivo es **CRÍTICA**



Regulación del espectro



Enlaces radio de comunicaciones presentes en un UAV

- **Enlaces de mando y control (CNPC)**

Necesarios para operar la aeronave en remoto.

- **Enlaces de carga útil o *payload***

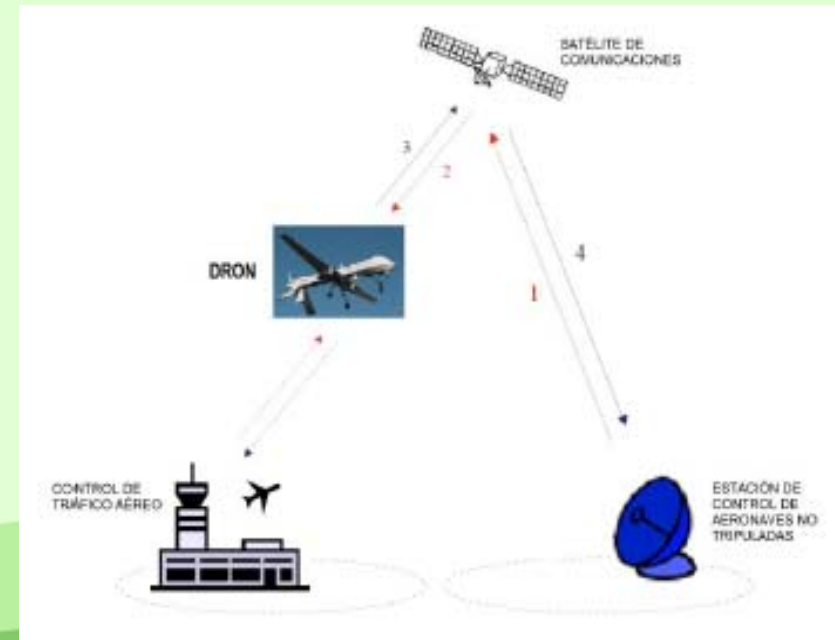
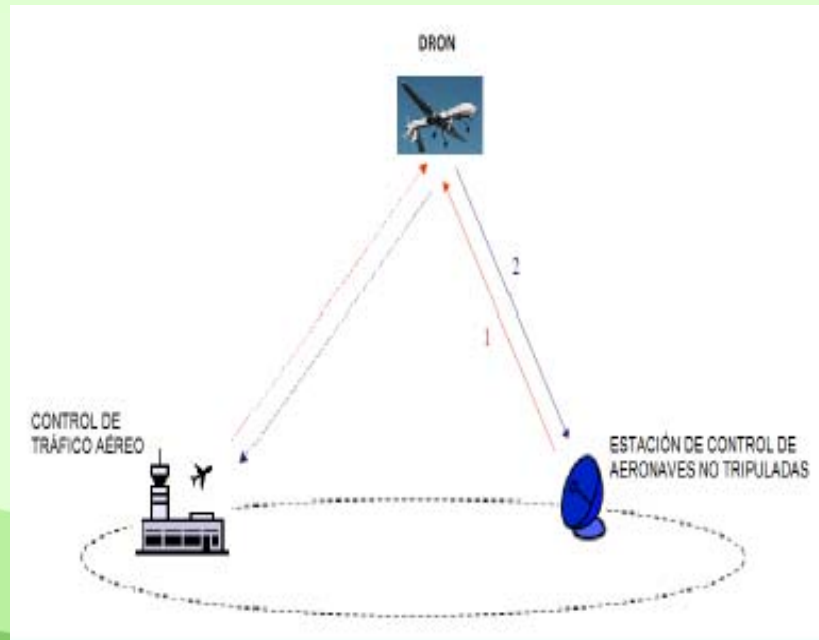
Encargados de transmitir los datos asociados a los sensores necesarios para una determinada aplicación (cámaras, sensores de agentes químicos, ...).

- **Enlaces para comunicación, navegación y vigilancia**

Integración en el espacio aéreo no segregado (comunicación piloto y ATC, vigilancia radar, radioayudas a la navegación, ...).



Entorno (LOS/BLOS)



Requisitos Control

- **Entorno BLOS:** Utilización provisional de bandas del FSS (12/14GHz y 20/30GHz) para estos enlaces. Estudios de comportamiento y análisis de regulación para revisión en CMR-19.
- **Entorno LOS:** Los servicios más apropiados serían (ver informe ITU-R M.2205):
 - *Servicio Móvil (R) Aeronáutico [en Ruta]*
 - *Servicio Móvil Aeronáutico*
 - *Servicio Móvil*

Bandas Candidatas: 960 - 1164 MHz (problemas de coexistencia con sistemas de navegación como el DMS y el TACAN) y 5030 - 5091 MHz (interferencia MLS)



Requisitos de *payload*

- En la actualidad bandas de uso común.
- Proyectos de I+D sobre enlaces de “payload” sobre redes de telefonía móvil 3G/4G/LTE

AEROCEPTOR **AIT** AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY TOMORROW TODAY

Commercial & Civilian Data Link Concept - 3

Hybrid 3G/4G- Point-to-Point D/L possible future evolution:

The diagram illustrates a hybrid 3G/4G data link concept. It shows a drone in flight connected to a Ground Control Station (GCS) on the ground. The GCS is connected to a network of towers and servers, including SGSN, HLR, VLR, AUC, EIR, MSC, GMSC, PSTN, and UTRAN. The drone is connected to the network via a Node B. The network is labeled as an LTE/3G Network scenario. The diagram also shows a 'Horizontal coverage' area and 'New High Altitude coverage' area. The drone is connected to the network via a 'Forward Link Low power - Low bandwidth' and a 'Return Link High Data-rate'. The network is also connected to the Internet.

- New High Altitude coverage implies additional Cells
- Expensive, but could be profitable for operators in later years
- Telecom Operators involvement needed
- Ideal for BVLOS* operation
- D/L Platform: medium to low cost

UAV BASED INNOVATIVE MEANS FOR LAND AND SEA NON-COOPERATIVE VEHICLES STOP

*BVLOS - Beyond Visual Line Of Sight. 82nd Meeting ECC Working Group FM, 9-13 February 2015, Antalya/Turkey

AEROCEPTOR D/L Requirement Summary:

- BPSK is the most suitable Modulation for the AEROCEPTOR scenarios
- 2 Data Links (CC + Payloads) is the optimum solution
- Mission distances of 50 Km are achievable with existing D/L platforms and no relay D/L

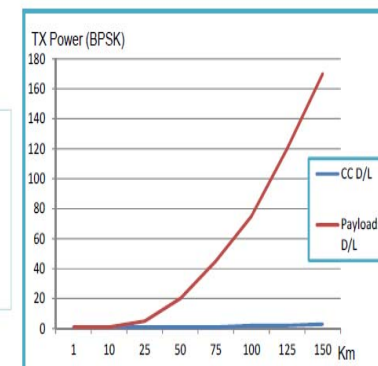


D/L Transmit Power Summary (BPSK)								
Km	1	10	25	50	75	100	125	150
Command and Control D/L	1	1	1	1	1	2	2	3
Payloads D/L	1	1	5	20	45	75	120	170

Data Rates and Bandwidth Summary (BPSK)		
	Data Rate - Kbps	Bandwidth - MHz
Command and Control D/L	168	0,41
Payloads D/L	12.156	29,95

Trade-Offs:

- Reduction of Data-rates implies:
 - Less Bandwidth
 - Less Tx power needed,
 - Larger distances



CIVIDRON'16



Marco regulatorio

- ***Ley 18/2014 en su Artículo 50.1 establece:***

“El cumplimiento de lo dispuesto en este artículo no exime al operador, que es, en todo caso, el responsable de la aeronave y de la operación, del cumplimiento del resto de la normativa aplicable, en particular en relación con el uso del espectro radioeléctrico, la protección de datos o la toma de imágenes aéreas, ni de su responsabilidad por los daños causados por la operación o la aeronave.”

- ***Ley 18/2014 en su Artículo 50.3d establece:***

8º) Se adopten las medidas adecuadas para proteger a la aeronave de actos de interferencia ilícita durante las operaciones, incluyendo la interferencia deliberada del enlace de radio y establecido los procedimientos necesarios para evitar el acceso de personal no autorizado a la estación de control y a la ubicación de almacenamiento de la aeronave.

El Art. 50 de la Ley 18/2014, según establece la Disposición final 2ª, quedará sin vigencia tras la futura normativa AESA sobre UAVs



Marco regulatorio

- **La Directiva 1999/05/CE (equipos radioeléctricos y equipos terminales de telecomunicación y reconocimiento mutuo de su conformidad) en vigor hasta junio de 2016**
- **La Directiva 2014/53/UE (armonización de legislaciones nacionales sobre comercialización de equipos radioeléctricos)**
- **Reglamento 765/2008/UE (requisitos de acreditación y vigilancia del mercado relativos a la comercialización de los productos) de aplicación automática**
- **Decisión 768/2008/CE (marco común para la comercialización de los productos)**



Conclusiones

- Necesidad de establecer esfuerzos conjuntos entre la industria y la parte legisladora, con el fin de conducir a una legislación rápida y estable en la asignación de frecuencias de radio RPAS.
- El espectro electromagnético es un recurso limitado. Su utilización está estrictamente regulada por los organismos oficiales correspondientes con el fin de garantizar el normal desarrollo de las operaciones.
- Se diferencian dos tipos fundamentales de enlaces: Command and control (Mando y Control), Payload (Carga Útil):
 - **Command and control:**
 - LOS (Line of Sight), utiliza comunicación directa operando en la banda de 5.030 - 5.091 GHz, sin embargo la antena requerida podría limitar el diseño o el rendimiento en RPAS pequeños. La normativa internacional no tiene previsto el uso de otra banda para LOS, en los próximos diez años, por lo tanto la recomendación es seguir utilizando esta banda de frecuencias.
 - BLOS (Beyond Line of Sight), utilización provisional de bandas del FSS (12/14GHz y 20/30GHz) para estos enlaces. Estudios de comportamiento y análisis de regulación para revisión en CMR-19.
 - **Payload:**
 - Es poco probable una legislación en esta área en el medio plazo. Utiliza las bandas libres (2,4 GHz y 5,8 GHz), pero no es un escenario deseable. Necesidad de proteger a los UAVs de ataques malintencionados a sus sistemas radio.



¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!



colegio oficial
ingenieros de telecomunicación



Fundación de la Energía de
la Comunidad de Madrid

Energy Management Agency
Intelligent Energy Europe

www.fenercom.com



Comunidad de Madrid

www.madrid.org

CIVIDRON'16



Congreso sobre las Aplicaciones de los DRONES a la Ingeniería Civil

26 - 27 enero 2016