

Sistemas de Radiocomunicación

Primera Parte (Temas 1,2,3)

David González García

06/02/2014

Capítulo 1: Ingeniería del espectro radioeléctrico

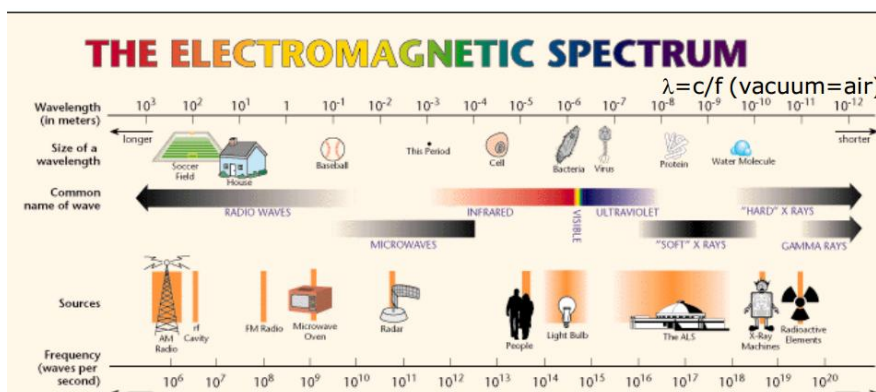
Introducción: Radiocomunicación:

-¿Qué es la Radiocomunicación? (Definiciones)

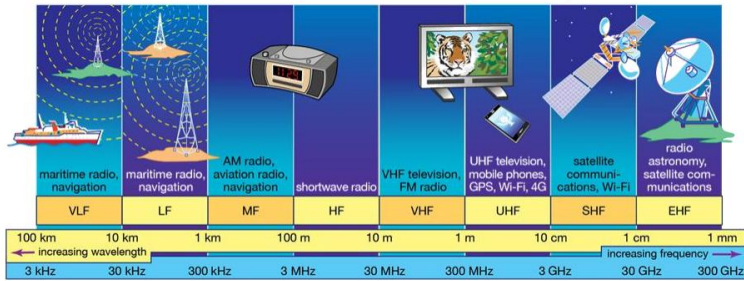
- La radiocomunicación se trata de cualquier forma de comunicación con ondas de radio como soporte, es decir, la telecomunicación por medio de ondas de radio.
- La telecomunicación, por su parte, se trata de cualquier transmisión, emisión o recepción de señales, símbolos, imágenes, escritos y sonidos o, cualquier forma de inteligencia transmitida por cable, radio, ópticamente o mediante otros sistemas electromagnéticos, comunicando dos extremos.
- Radio: término general aplicado al uso de ondas de radio.
- Ondas de radio (hertzian waves): son OEM de frecuencias arbitrariamente más bajas que 3000 GHz (lo cual excluye la luz y, por tanto, las comunicaciones ópticas), propagadas en el espacio sin necesidad de una guía artificial (excluye el cable coaxial, la fibra...).
- Hay diferentes tipos de Radiocomunicación: terrestre, espacial...
- También diferentes tipos de difusión de las ondas: servicio fijo, servicio móvil y servicio de radiodifusión.

El Espectro de Radio (Radio Spectrum):

- El Espectro Electromagnético: mucho más amplio que el de radio. El espectro de radio-frecuencia o, simplemente, espectro de radio, es sólo una pequeña parte en comparación con el espectro electromagnético. Esto se debe a que es una escala logarítmica (aumenta 10, el siguiente 100, 1000...). Cabe destacar que, a partir de los rayos X, comienzan las radiaciones ionizantes (perjudiciales para la salud).



- **El Espectro de Radio (Radio Spectrum):** se expande desde los 3 kHz a los 300 GHz de frecuencia. No se destaca nada entre los 300 y los 3000 GHz, ya que, a partir de los 300 GHz no existen sistemas que usen esas ondas de radio de tan elevada frecuencia.



(shortwave: onda corta)

(Términos: VLF: Very Low Frequency, LF: Low Frequency, MF: Medium Frequency, HF: High Frequency, VHF: Very High Frequency, UHF: Ultra High Frequency, SHF: Super High Frequency, EHF: Extremely High Frequency).

Cabe destacar que, cada vez, interesa mayor frecuencia para:

- Mayor ancho de banda: aumentar el espectro
- Menor tamaño de las antenas

Sin embargo, la tecnología para manejar frecuencias de onda tan altas es complicada de lograr. Y, desde el punto de vista contrario, una tecnología antigua, con frecuencias menores, no saldría rentable ni cómoda. Por ejemplo, no se usa AM en los móviles, ya que se requerirían antenas excesivamente grandes.

- **Bandas de Frecuencia (IMPORTANTE):** tienen diferentes nomenclaturas. Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), la Unión de Radiodifusión Europea (EBU), la Nomenclatura de Bandas de Radar (también de la ITU), los estándares de bandas de frecuencia y de radar de la IEEE, Designaciones de Bandas de Radar Militares...

- División en Bandas de Frecuencia según la ITU:

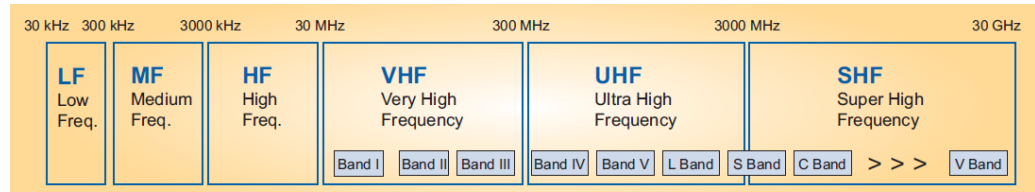
ITU Band: N band from 0.3×10^N Hz to 3×10^N Hz ; Hz= Hertz, ciclos/Segundo



Band number	Symbols	Frequency range (lower limit exclusive, upper limit inclusive)	Corresponding metric subdivision	Wavelength range
4	VLF	3 to 30 kHz	Myriametric waves	100 km to 10 km
5	LF	30 to 300 kHz	Kilometric waves	10 km to 1 km
6	MF	300 to 3 000 kHz	Hectometric waves	1 km to 100 m
7	HF	3 to 30 MHz	Decametric waves	100 m to 10 m
8	VHF	30 to 300 MHz	Metric waves	10 m to 1 m
9	UHF	300 to 3 000 MHz	Decimetric waves	1 m to 10 cm
10	SHF	3 to 30 GHz	Centimetric waves	10 cm to 1 cm
11	EHF	30 to 300 GHz	Millimetric waves	1 cm to 1 mm
12		300 to 3 000 GHz	Decimillimetric waves	1 mm to 0.1 mm

- Nomenclatura de las bandas según la Unión de Radiodifusión Europea, EBU:

- Banda I: desde los 41 a los 68 MHz (TVE1 cuando apareció).
- Banda II: 87,5-108 MHz (FM).
- Banda III: 162-230 MHz
- Banda IV: 470-582 MHz (TV).
- Banda V: 582-960 MHz (TV, aunque comunicaciones móviles cada vez más).
- Banda VI: 12 GHz (radiodifusión por satélite).



- Nomenclatura de las Bandas de Frecuencia de Radar según la ITU: Frecuencias muy altas. Necesario su conocimiento para “comunicaciones por satélite”.
 - L Band: 1-2 GHz
 - S Band: 2-4 GHz
 - C Band: 4-8 GHz
 - X Band: 8-12 GHz
 - Ku Band: 12-18 GHz
 - K Band: 18-27 GHz
 - Ks Band: 27-40 GHz
 - mm Band: 40- 300 GHz
- Nomenclatura de las Bandas de Frecuencia de Radar según estándar de la IEEE (origen USA) en 1984: Basada en la ITU, pero con modificaciones en las bandas más altas.
 - L Band: 1-2 GHz
 - S Band: 2-4 GHz
 - C Band: 4-8 GHz
 - X Band: 8-12 GHz
 - Ku Band: 12-18 GHz
 - K Band: 18-27 GHz
 - Ka Band: 27-40 GHz
 - V Band: 40-75 GHz
 - W Band: 75- 110 GHz

- Características del Espectro de Radio:

- Definición: el Espectro de Radio es un recurso natural limitado, pero reusable. Limitado, porque puede acabarse, pero reutilizable, ya que la misma frecuencia usada en un lugar puede emplearse en distintas regiones, con otros sistemas...
- La limitación principal del Espectro de Radio se debe a:
 - Las características de propagación de las ondas.
 - La disponibilidad de la tecnología y equipamiento para distintas aplicaciones: tecnologías que requieran frecuencias muy bajas para móviles, por ejemplo.

- La idoneidad de las bandas de frecuencia para aplicaciones específicas.
- Las demandas del espectro siempre han sido mayores que su disponibilidad.
- Sólo hay un Espectro de Radio:
 - La capacidad únicamente es expansible a una limitada extensión, marcada por las bandas de las ondas “mm” (Nomenclatura de las Bandas de Radar según la ITU) o gracias a los métodos de modulación y codificación. La modulación de la portadora, concretamente, y la codificación, para ocupar la menor tasa binaria posible comprimiendo la información. De esta manera, el ancho de banda ocupado es más pequeño, y, al estar codificada la información, en ese ancho de banda se podrá enviar un mayor número de elementos.
 - Se debe usar el Espectro de Radiofrecuencias de forma efectiva para conseguir el uso óptimo y permitir futuras expansiones de servicios. Un uso más eficiente, por ejemplo, para aplicaciones que requieran un menor ancho de banda.
- Las ondas de radio no respetan las fronteras entre naciones, construcciones o similares. Se requiere una armonización internacional para cada banda del espectro. Es necesario organizar el uso del mismo.

Gestión del Espectro

¿Cómo se organiza el espectro radioeléctrico para que pueda ser usado por el mayor número de personas al menor coste posible?

- ITU, International Telecommunication Union: es la agencia más antigua de las Naciones Unidas, especializada para tecnologías de información y comunicación.
 - ICTs (Tecnologías de Información y Comunicación):
 - Gestionar globalmente el espectro radioeléctrico y las órbitas de los satélites, limitadas por metros. Por tanto, cuantos más satélites puedan estar en una misma órbita, mejor.
 - Desarrollar los estándares técnicos que aseguran que las redes y las tecnologías estén continuamente interconectadas. Es decir, se desarrollan estándares de telecomunicaciones compatibles en todo el mundo.
 - Esforzarse por mejorar el acceso a los ICTS en los países subdesarrollados. O sea, desarrollar las telecomunicaciones en dichos países del Tercer Mundo.
 - Sectores de la ITU:
 - Radiocomunicación: ITU-R. Gestiona el espectro radioeléctrico.
 - Estandarización (Standardization): ITU-T. Gestiona temas telemáticos.
 - Desarrollo (Development): ITU-D.
 - La ITU fue fundada en París en 1865 como la Unión Internacional de Telégrafos (ya que, en esa época, era la forma de comunicación existente) y tomó su nombre actual en 1934.
 - En 1924 se creó el Comité Internacional Consultivo de Telefonía (CCIF).

- En 1925, se creó el Comité Internacional Consultivo de Telegrafía (CCIT).
 - En 1927, en Washington, en la Conferencia plenipotenciaria de Radiotelegrafía se creó el Comité Internacional Consultivo de Radio (CCIR).
- En 1947 la ITU se convirtió en una agencia especializada de las Naciones Unidas.
- La ITU tiene actualmente 193 países miembros y unos 700 socios (entidades del sector privado, instituciones académicas como la UPV/EHU, empresas...).
 - Eva Ibarrola, encargada del área ITU-T, apartados telemáticos.
 - David Guerra, responsable de la ITU-R, relacionada con la radiocomunicación.
- La ITU tiene su sede en Ginebra, Suiza.
- Conferencias de Radiocomunicación Mundiales de la ITU (WRC):
 - Cada tres o cuatro años en Ginebra.
 - Se dan para comprobar si son correctas las Regulaciones de Radio actuales, el tratado internacional que gobierna el uso del Espectro de radio-frecuencia y los recursos de empleados por los satélites en órbita o, si su funcionamiento es el adecuado (“review”, mirar si van bien), y revisarlas, en caso de ser necesario algún cambio (“revise”).
 - Tratan cualquier otra cuestión de carácter mundial dentro de la competencia de dicha conferencia.
 - El ámbito general de la agenda de las conferencias mundiales de radiocomunicación se establece entre 4 y 6 años anteriormente a su celebración, con la agenda final reservada por el Consejo de la ITU 2 años antes de la conferencia, con la concurrencia de la mayoría de los Estados Miembros.
 - Algunas WRC: WRC-15, WRC-12, WRC-07, WRC-03, WRC-2000, WRC-97, WRC- 95.
- Otras Instituciones:
 - Destacan, en el ámbito Internacional, la ETSI (European Telecommunications Standars Institute). Y, en el nacional, AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).
 - Otras: IEC (International Electrotechnical Commission), ISO (International Organization for Standarization), CEPT (The European Conference of Postal and Telecommunications Administrations)...
 - ETSI (Eurpean Telecommunications Standards Institute):
Encargada, entre otras cosas, del desarrollo del DVBT.
 - Produce estándares globalmente aplicables para ICT (Information and Communications Technologies), incluido el fijo, el móvil, la radio, mixtos, radiodifusión o internet.
 - Fundada inicialmente para cubrir las necesidades de los europeos, la ETSI se ha convertido en un altamente respetado productor de estándares técnicos de uso mundial.
 - Los estándares están disponibles para cualquiera gratis.

- Organización sin ánimo de lucro, con más de 700 organizaciones miembros atraídas desde 6 países a través de los 5 continentes.

- Allocation, Allotment and Assignment. Definiciones. Servicios:

Se trata de tres etapas que fijan la frecuencia a emplear: móvil, FM, Wi-fi...

	French	English	Spanish	Basque
<i>Frequency distribution to:</i>				
<i>Services</i>	Attribution (attribuer)	Allocation (to allocate)	Atribución (atribuir)	Atribuzioa (Atribuitu)
<i>Areas or Countries</i>	Allotissement (allotir)	Allotment (to allot)	Adjudicación (adjudicar)	Adjudikazioa (Adjudikatu)
<i>Stations</i>	Assignment (assigner)	Assignment (to assign)	Asignación (asignar)	Esleipena (Esleitu)

- *Ejemplo:*

- Allocation (atribución): Digital TV (TDT) en España, banda UHF.
 - Allotment (adjudicación): EITB en Euskadi- canal 61 (794 MHz) en Bizkaia, canal 60 (786 MHz) en Gipuzkoa y canal 58 (770 MHz) en Álava.
 - Assignment (asignación): Estación de Ganeta en Bilbao, el canal 61. Es decir, en determinados centros transmisores.

- Definiciones:

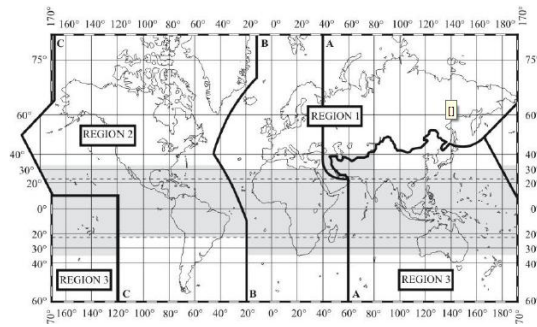
- Allocation (atribución de una banda de frecuencia): acceso a la Tabla de Atribución de Frecuencias de una frecuencia dada con el objetivo de ser usada por uno más servicios de radiocomunicación terrestre o espacial bajo unas condiciones específicas. Este término también permitirá ser aplicado a la banda de frecuencia de interés (Radio Regulations).
 - Allotment (adjudicación de una frecuencia de radio o de un canal de radio-frecuencia): se da dentro de un ámbito territorial más pequeño, en concreto, al desearse para una nueva aplicación, por ejemplo. Consiste en el acceso de un canal de frecuencia designado en un plan acordado, y adoptado por una conferencia competente, para el uso por una o más administraciones para servicios de radiocomunicación terrestre o espacial en uno más países o áreas geográficas identificadas bajo unas condiciones específicas (Radio Regulations; Allotment plans).
 - Assignment (asignación de una frecuencia de radio o de un canal de frecuencia de radio): la Administración autoriza, a la estación de radio, el uso de la frecuencia de radio, o del canal concreto bajo unas condiciones específicas (llevada a cabo por los Estados, una vez completada la coordinación internacional).

- Servicios:

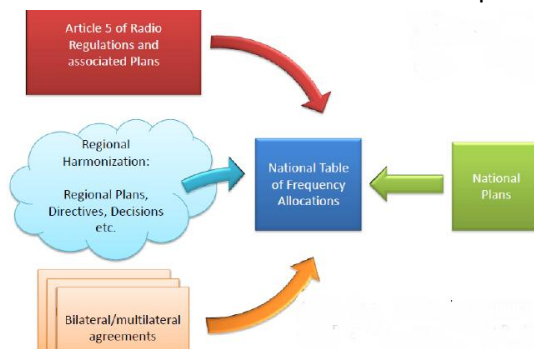
- Radionavegación, fijo, móvil marítimo, radiodifusión, radionavegación aeronáutica, amateur, móvil, satélite meteorológico, radio-astronomía...

- Regiones de la ITU. Servicios Primario y Secundario. Proceso de Gestión del Espectro.

- Regiones de la ITU: Para la atribución de frecuencias, el mundo está dividido en 3 regiones como se observa en el mapa:



- Servicios primario y secundario:
 - Tipos de atribución (allocation) de frecuencias:
 - Exclusive (exclusivo): atribución para un servicio de radio
 - Shared (compartido): atribución para varios servicios de radio (servicios de radio compatibles, algunos con características técnicas similares).
 - Categoría de los servicios:
 - Primary (primario): en letras MAYÚSCULAS. Ejemplo: FIXED (FIJO).
 - Secondary (secundario) : en minúsculas. Ejemplo: Mobile (Móvil). Estaciones de Servicio Secundario:
 - ❖ No causarán interferencias perjudiciales a las estaciones del servicio primario.
 - ❖ No pueden asegurar protección de las interferencias dañinas provenientes de las estaciones del servicio primario cuyas frecuencias ya han sido asignadas o se asignarán próximamente.
 - ❖ No obstante, pueden asegurar protección de las interferencias nocivas de las estaciones de un mismo o de otro/s servicio/s secundario/s, a quienes se les asignará frecuencias una fecha más adelante. Es decir, entre secundarios, pueden “molestarse” y se quejará quien más tiempo lleve dando ese servicio en esa frecuencia.
- Proceso de Gestión del Espectro Radioeléctrico:
La Tabla de Atribución de Frecuencias, en el Artículo 5, es acordada por la ITU en las conferencias mundiales de Radio para las 3 regiones de la ITU.



- Resumen del proceso de gestión del Espectro:
 - Dominio regulador: ITU Radio Regulations
 - Dominio técnico: ITU-R Recommendations
 - Dominio de concesión: Radio station license (publicadas por los Estados).
- Tabla de Atribución de Frecuencias (Table of Frequency Allocations):
 - Llevada por la ITU en Regulaciones de Radio.
 - De ella salen las Tablas Nacionales de Atribución de Frecuencias.
 - En España:
 - Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF, 2010). En él se puede observar qué frecuencias usar con cada servicio o qué servicio es posible usar en cada banda de frecuencia.
 - Notas de Utilización Nacional (UN).
 - Comparativa, ITU- España, ejemplo de Tabla de Atribución de Frecuencias Nacional (actualmente llevada por el Ministerio de Industria):

ATRIBUCIÓN A LOS SERVICIOS según el RR de la UIT			ATRIBUCIÓN NACIONAL		USOS	OBSERVACIONES
460 - 890 MHz			460 - 890 MHz			
Región 1	Región 2	Región 3				
660 - 470 FUJO MÓVIL Meteoología por satélite (espacio-Tierra)	5.267 5.269 5.289 5.290	470 - 512 FUJO MÓVIL RADIO DIFUSIÓN	470 - 479 FUJO MÓVIL Meteoología por satélite (espacio-Tierra)		M M R	5.267 5.269 UN - 31, UN - 34, UN - 73 UN - 72, UN - 97
470 - 790 RADIO DIFUSIÓN	5.291 5.293 5.12 - 608 RADIO DIFUSIÓN	585 - 610 FUJO MÓVIL RADIO DIFUSIÓN	479 - 512 FUJO MÓVIL RADIO DIFUSIÓN			
5.149 5.281A 5.294 5.298 5.300 5.302 5.314 5.316 5.317A 5.312	5.297 588 - 614 RADIO ASTRONOMÍA Móvil por satélite, salvo móvil meteorológico por satélite (Temas-espacio)	610 - 690 FUJO MÓVIL 5.313A, 5.317A RADIO DIFUSIÓN	5291 5.290 5.293 5.309 5.311A 589 - 606 RADIO DIFUSIÓN			
790 - 862 FUJO RADIO DIFUSIÓN MÓVIL, salvo móvil aeronáutico 5.316B 5.317A	5.312 5.314 5.316 5.318 5.316A 5.319	890 - 898 FUJO MÓVIL 5.317A, RADIO DIFUSIÓN	5.317 5.318			
		5.149 5.305 5.306 5.307 5.311A 5.320				

C: Uso común E: Uso especial P: Uso privativo
R: Uso reservado al Estado M: uso mixto (P y R)

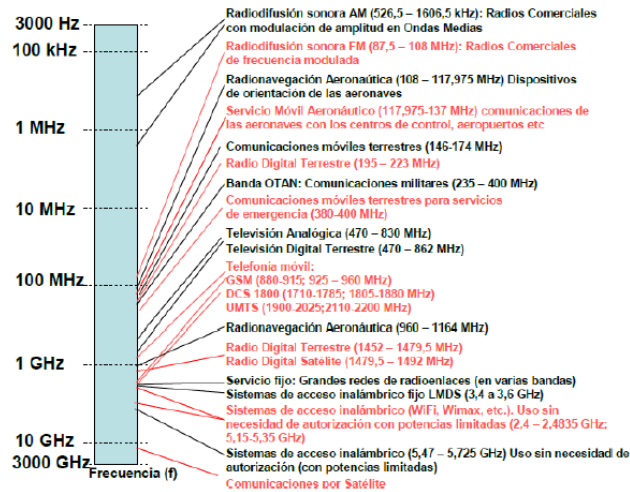
- Ejemplo de “Nota de Utilización”, España:

UN - 36 Televisión digital

La banda 830 a 862 MHz se utilizará por las entidades habilitadas para la prestación de los servicios de televisión digital terrestre conforme al correspondiente Plan Técnico Nacional de Televisión.

Los equipos de uso doméstico destinados a favorecer la recepción portátil de la televisión digital terrestre en el interior de recintos cerrados (microreemisoros de hogar), se consideran conformes al Plan Técnico Nacional cuando sus canales de emisión coinciden con los canales de recepción, sin efectuar conversión de frecuencia, y la potencia radiada aparente inferior a 1 mWV. No obstante, estos equipos no deberán causar interferencias a otros aparatos radioeléctricos ni reclamar protección frente a la interferencia perjudicial. La utilización de estos equipos tiene la consideración de uso común.

- Ejemplo de los servicios usados según en amplio rango de frecuencias en España:



- Tabla Europea de Atribución de Frecuencias:
 - La Tabla Europea de Atribución (allocations) y Aplicación va en el rango de frecuencias de 9 kHz a 3000 GHz.
 - ❖ El Comité de Comunicaciones Electrónicas (ECC) dentro del CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) lo lleva.
 - ❖ Varias conferencias: Lisboa 02, Dublín 03, Kusadasi 04, Copenhague 04, Niza 07, Baku 08, Kiev 09 y Lille 11.
 - Lanzan un documento de referencia cuando desarrollan nuevas Tablas de Atribución de Frecuencias Nacionales y sus respectivos planes de uso.
 - El sistema para informarse acerca de ello es el EFIS ECO Frequency Information System.
 - Tabla Europea de Atribución de Frecuencias, ejemplo:

RR Region 1 Allocation and RR footnotes applicable to CEPT	European Common Allocation	ECC/ERC Harmonisation measures	Application	European Standard	Standard	Notes
470 - 608 MHz						
BROADCASTING	BROADCASTING	ERC/REC 70-03	Radio microphones and Assistive Listening devices	EN 300 422		Within the band 470-602 MHz on a tuning range basis
	Mobile					
5.291A	5.291A		SAPSAB			Mobile applications restricted to SAPSAB including radio microphones
5.294	5.296					
5.306			TV Broadcasting	EN 302 296		Geneva Agreement 2006
5.300				EN 302 297		
5.302			Wind profiler radars			Limited to the band 470-494 MHz. Geographical sharing with other services
5.304						
608 - 614 MHz						
BROADCASTING	BROADCASTING		Radio astronomy			Continuum measurements and VLBI
	Mobile	ERC/REC 70-03	Radio microphones and Assistive Listening devices	EN 300 422		Within the band 470-602 MHz on a tuning range basis
	Radio astronomy					
5.140	5.140		SAPSAB			Mobile applications restricted to SAPSAB including radio microphones
5.296	5.296					
5.300	5.306		TV Broadcasting	EN 302 296		Geneva Agreement 2006
5.304				EN 302 297		
5.306						
614 - 790 MHz						
BROADCASTING	BROADCASTING	ERC/REC 70-03	Radio microphones and Assistive Listening devices	EN 300 422		Within the band 470-602 MHz on a tuning range basis
	Mobile					
5.296	5.296		SAPSAB			Mobile applications restricted to SAPSAB including radio microphones
5.300	5.311A					
5.311A	5.312		TV Broadcasting	EN 302 296		Geneva Agreement 2006
5.312				EN 302 297		

- Gestión del espectro. Modelos:
 - La Gestión del Espectro refleja algunas actividades separadas:
 - Planificación del uso del espectro.
 - Atribución y asignación de las licencias del Espectro.
 - Interacción con las organizaciones regionales e internacionales...

- Históricamente: Método Administrativo: los reguladores (principalmente gobiernos) han asignado frecuencias por medio de licencias emitidas a usuarios concretos para propósitos específicos.
- Formas más flexibles de conseguir las licencias:
 - Las bandas fueron hechas con un rango de disponibilidad mayor que para un único uso.
 - Se introdujeron subastas para asignar el espectro a los usuarios, es decir, se subastan las bandas de frecuencia.
- Gestión del Espectro en el Reino Unido (UK):
 - OFCOM (Office of Communications):
 - Se trata del gobierno aprobado como regulador y autoridad competente para la radiodifusión, telecomunicaciones e industrial postales del Reino Unido.
 - Se lanzó en 2003.
 - Es un regulador y autoridad competente independiente para las industrias de comunicación del Reino Unido.
 - El OFCOM regula los sectores de TV y radio, la línea de teléfono fija, la móvil, los servicios postales, además de las ondas radiofónicas que operan a través de mecanismos inalámbricos.
 - FCC (Federal Communications Commission, USA): regula las comunicaciones entre sus estados, así como las comunicaciones internacionales, por radio, TV, cable (wire), satélite y cable en los 50 estados, el distrito de Columbia y en los territorios americanos.
 - Fue establecido por el Acto de Comunicaciones en 1934.
 - A pesar de pertenecer al gobierno, opera como una agencia independiente, supervisada por el Congreso.
 - Gestión del Espectro en España:
 - Directamente gestionado por el gobierno
 - Agencia Estatal de Radiocomunicaciones.
 - Debido a los recortes, el 30 de marzo de 2013 se suprimieron, en su disposición final sexta, las competencias a la Agencia Estatal de Radiocomunicaciones, pasando a ser asunto de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información.
 - El modelo administrativo (aproximación administrativa):
 - Se trata del modelo más comúnmente utilizado
 - Empleada actualmente por la mayoría de reguladores en el mundo.
 - Los reguladores son las autoridades centralizadas para la atribución del espectro y las decisiones sobre su uso.
 - Las decisiones de atribución son, a menudo, estáticas tanto en tiempo como en espacio, validando el uso del espectro para extensos períodos de tiempo (décadas normalmente) y para grandes regiones geográficas (amplias poblaciones).
 - Pero, no este modelo no otorga resultados eficientes.

- Métodos de mercado:
 - Los recursos del espectro deberían ser tratados como la tierra (la tierra de todos repartida individualmente de manera privada), esto es, propiedades privadas de porciones del espectro. Sin embargo, en realidad, el espectro es repartido a empresas, las cuales deciden su alquiler, venta... Ante esto, el Estado no tiene que elegir qué tecnologías se usan en esa parte del espectro, pero las empresas tampoco pueden usar cualquiera. Deben ser tecnologías reguladas internacionalmente.
 - La atribución es implementada por medio de las fuerzas de mercado.
 - Los propietarios del espectro deberían ser capaces de comerciar e intercambiar esas porciones en mercados secundarios.
 - Como se ha citado, el mercado permite usar sus bandas de cualquier modo a través de cualquier tecnología, siempre que haya neutralidad en el servicio y la tecnología (regulados).
- Teorías comunes del espectro:
 - Todo el mundo tiene acceso a él.
 - Se necesitan algunas reglas para su regulación.
- Gestión del espectro en el futuro:

Se da un problema principal: el espectro siempre es el mismo para tantos servicios requeridos.

 - Se espera una mayor demanda del espectro desde todos los servicios de radio.
 - El “planning” del espectro se centra en aumentar la compartición del espectro entre los servicios demandados.
 - El “planning” sobre la gestión futura del espectro también se centra en liberar (eliminar) el espectro no usado eficientemente. Por ejemplos, los sistemas analógicos (TDT en TV, del GSM se pasó a UMTS en comunicaciones móviles...).
 - En algunos países, se está proponiendo la tasación del espectro. Por ejemplo, Movistar o Vodafone han tenido que comprar diferentes bandas querían utilizar. Y es que, ahora los operadores han de elegir qué tecnologías usar en cada banda.
 - Progresiva introducción de más usos eficientes del espectro, primando estos usos sobre el resto.
- Autorización (Licencias). Bandas de Frecuencia de ISM :
 - Dominio con licencia:
 - Licencias para estaciones de radio (expedida por los Estados).
 - Normalmente, licencias para usuarios específicos de propósitos concretos.
 - Subastas

- Dominio sin licencia (también hay servicios de uso del espectro sin licencia):
 - Frecuencias para aplicaciones ISM (Bandas de Uso Industrial Científico Tecnológico) y aplicaciones de poco alcance (Short Range Devices).
 - Transmisiones de potencia limitada.

No obstante, tienen que cumplir ciertas reglas:

- Cualquiera puede transmitir sin licencia mientras cumpla ciertas reglas que limitan o evitan las interferencias.
- Las principales bandas sin licencia fueron designadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ISM): bandas ISM. Éstas fueron bandas empleadas donde no había uso de las comunicaciones del espectro.
- En los últimos 15 años, el interés en el uso de las bandas sin licencia del espectro ha crecido bruscamente.
- Ejemplos: WiFi, Bluetooth...
- Bandas de frecuencia ISM:
 - Bandas de frecuencia para aplicaciones industriales, científicas y médicas.
 - Las aplicaciones de la ISM (de energía de radio-frecuencia): intervención y operación del equipamiento de electrodomésticos diseñados para generar y usar energía de radio-frecuencias para propósitos industriales, científicos, médicos, domésticos o similares, excluyendo el campo de las Telecomunicaciones, llevado por las regulaciones de la ITU.
 - El término “frecuencias no reguladas” no se usa dentro de los textos de la ITU.
 - La Tabla internacional de Atribución de Frecuencia especifica algunas bandas de las que pueden disponer las aplicaciones ISM.
 - Algunos ejemplos: procesos de calefacción, horno microondas y máquinas médicas de diatermia. Por ejemplo, el caso típico del microondas. Éste requiere mucha potencia, por lo que se irradia energía. De esta forma, la banda va a tener interferencias y, por ello, no se emplea en comunicaciones. En consecuencia, diseñaron sistemas resistentes a las interferencias para poder usar esas bandas, como son los anteriormente nombrados Bluetooth y WiFi (la conexión a Internet del portátil sigue funcionando a pesar de las interferencias), usados en bandas “malas”, pero necesarias.
 - A pesar del intento de las atribuciones originales:

- ❖ El Gobierno también dispuso el espectro para el uso sin licencia: WiFi, walkie-talkies, control remoto, micrófonos inalámbricos...
 - ❖ El espectro sin licencia permite escuchar música con los cascos inalámbricos, habilitar el Bluetooth en el móvil... sin necesidad de aplicar licencia alguna.
 - ❖ Estas aplicaciones emiten una señal de baja potencia que cubre una pequeña zona, con lo que no causan interferencias con otras.
 - ❖ Potencia limitada (PIRE).
- Ejemplo de las bandas empleadas del espectro sin licencia:

- 5.138 The following bands: 6765-6795 kHz (centre frequency 6780 kHz), 433.05-434.79 MHz (centre frequency 433.92 MHz) in Region 1 except in the countries mentioned in RR No. 5.280, 61-61.5 GHz (centre frequency 61.25 GHz), 122-123 GHz (centre frequency 122.5 GHz), and 244-246 GHz (centre frequency 245 GHz) are designated for industrial, scientific and medical (ISM) applications. The use of these frequency bands for ISM applications shall be subject to special authorization by the administration concerned, in agreement with other administrations whose radiocommunication services might be affected. In applying this provision, administrations shall have due regard to the latest relevant ITU-R Recommendations.
- 5.150 The following bands: 13553-13567 kHz (centre frequency 13560 kHz), 26957-27283 kHz (centre frequency 27120 kHz), 40.66-40.70 MHz (centre frequency 40.68 MHz), 902-928 MHz in Region 2 (centre frequency 915 MHz), 2400-2500 MHz (centre frequency 2450 MHz), 5725-5875 MHz (centre frequency 5800 MHz), and 24-24.25 GHz (centre frequency 24.125 GHz) are also designated for industrial, scientific and medical (ISM) applications. Radiocommunication services operating within these bands must accept harmful interference, which may be caused by these applications. ISM equipment operating in these bands is subject to the provisions of RR No. 15.13.

UN - 85 RLANs y datos en 2400 a 2483,5 MHz

La banda de frecuencias 2400 - 2483,5 MHz, designada en el Reglamento de Radiocomunicaciones para aplicaciones ICM, podrá ser utilizada también para los siguientes usos:

a) Sistemas de transmisión de datos de banda ancha y de acceso inalámbrico a redes de comunicaciones electrónicas incluyendo redes de área local.

Estos dispositivos pueden funcionar con una potencia isotrópica radiada equivalente (p.i.r.e.) máxima de 100 mW conforme a la Decisión de la Comisión 2009/381/CE y la Recomendación CEPT ERC/REC 70-03, Anexo 3.

En cuanto a las características técnicas de estos equipos, la norma de referencia es el estándar ETSI EN 300 328 en su versión actualizada.

Esta utilización se considera de uso común.

b) Dispositivos genéricos de baja potencia en recintos cerrados y exteriores de corto alcance, incluyendo aplicaciones de vídeo.

La potencia isotrópica radiada equivalente máxima será inferior a 10 mW conforme a la Decisión de la Comisión 2009/381/CE y la Recomendación CEPT ERC/REC 70-03, Anexo 1, siendo la norma técnica de referencia el estándar ETSI EN 300 440.

Esta utilización se considera de uso común.