

Introducción a los Sistemas de Telecomunicación

Diego Méndez Romero

Universidad Carlos III de Madrid

Curso 2018-2019

Índice

- 1 **Sistemas de telecomunicaciones**
 - Definiciones básicas
 - Modelo de un sistemas de telecomunicaciones
 - Redes de telecomunicaciones
- 2 **Servicios de telecomunicación**
 - Definiciones
 - Elementos del servicio
 - Clasificación de servicios
- 3 **Regulación de sistemas de telecomunicación**
- 4 **Regulación del espectro radioeléctrico**

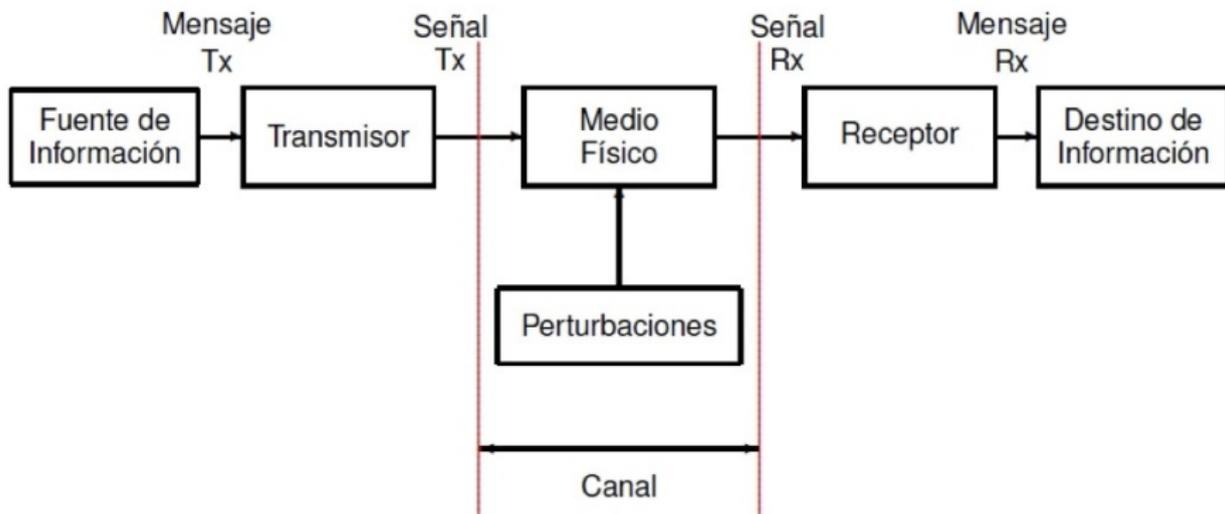
Definiciones básicas

- **Telecomunicación:** comunicación (intercambio de información) a distancia
 - Definición de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T B.13): *cualquier transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritura, imágenes y sonidos o inteligencia de cualquier naturaleza por medio de sistemas de cable, radio, ópticos o cualquier otro sistema electromagnético.*
- **Sistema:** conjunto de medios y de métodos necesarios para el logro de un fin común.
- **Sistema de telecomunicación:** el conjunto de medios y métodos que permiten realizar un intercambio de información a distancia (entre dos puntos distantes determinados).

Modelo de un sistema de telecomunicaciones

- Finalidad de un sistema de telecomunicaciones: *transmisión*
 - Transmisión: *Proceso de **enviar** (transportar) información de un punto (fuente) hasta otro punto (destino) a través de un canal o medio de transmisión.*
- Elementos de un sistema de telecomunicación:
 - Elementos de recogida y entrega de información
 - Fuente / destino (terminales).
 - Red de telecomunicaciones: Conjunto organizado de recursos físicos y lógicos.
 - Medios de transmisión: Propagación electromagnética de señales.
 - Protocolo: reglas que ordenan la transmisión.
 - Interfaces: puntos de referencia entre entidades funcionales.
 - Señalización: señales que permiten ordenar la transmisión.

Esquema funcional



Fuente de información

- Mensaje: Manifestación física de la información.
 - Transductor: conversión a señal eléctrica.
- Clasificación (en función del formato):
 - Fuente Analógica
 - Mensajes: forma de onda continua.
 - Objetivo de la transmisión: *Fidelidad*.
 - Fuente Digital
 - Información contenida en un conjunto de símbolos (alfabeto finito).
 - Se envían en tiempo discreto.
 - Objetivo de la transmisión: *Probabilidad de error* ↓.

Transmisor

- Modulación: adecuación de la señal a las características del canal
 - Conocimiento relativo del canal.
- Estrategias de transmisión
 - Transmisión en banda base (BB).
 - Transmisión paso banda (PB).
 - Ejemplo: $x'(t) = x(t) \cdot \cos(2\pi f_o t) = x(t) \cdot \cos(\omega_o t)$

$$X'(j\omega) = \frac{1}{2} \cdot X(j(\omega - \omega_o)) + \frac{1}{2} \cdot X(j(\omega + \omega_o))$$

NOTA: Transformada de Fourier

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(j\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega, \quad X(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot e^{-j\omega t} dt$$

Receptor

- Función: Recuperar el mensaje original a partir de la señal recibida.
- Objetivo: Fidelidad - Calidad del servicio (QoS).
 - Demodulación.
 - Rechazar en lo posible todas las perturbaciones.
 - Deshacer las distorsiones del canal.
 - Más sencillo en sistemas digitales.

Canal

- Medio físico para enviar la información
 - Cables, fibra óptica, espectro libre, ...
- Modelo: Sistema lineal e invariante ($h(t)$)
- Canal ideal: retardo y atenuación

$$h(t) = K \cdot \delta(t - t_o), \quad K < 1, \quad H(j\omega) = K \cdot e^{-j\omega t_o} \rightarrow y(t) = K \cdot x(t - t_o)$$

- Efectos no deseados
 - Distorsión lineal.
 - Distorsión no lineal.
 - Ruido.
- Recurso limitado - Compartición y acceso al medio.
 - Multiplexación: compartición del medio.
 - Acceso al medio: acceso a la utilización del medio.

Canal

Criterios de conexión

- Direccionalidad de la comunicación
 - Simplex
 - Transmisión en un único sentido (fuente-destino).
 - Semidúplex (*half-duplex*)
 - Transmisión en los dos sentidos pero de forma alternativa.
 - Dúplex
 - Transmisión en los dos sentidos de forma simultánea.
- Forma de utilización del medio de transmisión (conductores)
 - Transmisión a 2 hilos
 - Un único medio de transmisión (dos hilos) para la transmisión.
 - Transmisión a 4 hilos
 - Dos medios (4 hilos), uno para cada dirección de la transmisión.
 - Transmisión a 4 hilos equivalentes
 - Un medio pero con dos bandas de frecuencia separadas.

Clasificación de redes de telecomunicaciones

- Técnica utilizada para la transmisión de señales
 - Analógicos.
 - Digitales.
- Tipo de enlace y destinatarios del mensaje
 - Sistemas punto a punto
 - 2 terminales enlazados de forma permanente.
 - Sistemas punto multipunto (multipunto multipunto)
 - Comunicación de un terminal con varios terminales de forma permanente.
 - Sistemas conmutados (red pública o privada)
 - Interconexión semipermanente entre terminales a través de una red conmutada de medios de transmisión - Identificación.
 - La red se encarga de proporcionar un *camino* para la comunicación.
 - Sistemas de difusión
 - Transmisión de información hacia un número indefinido de posibles receptores en un área (geográfica) determinada.

Clasificación de redes de telecomunicaciones

- Conectividad a recursos de red
 - Permanentes
 - Temporales
- Topología
 - Bus, Árbol, Estrella, Anillo, Malla, Mixta
- Jerarquización

Definiciones

- **Servicio:** toda acción o conjunto de acciones que satisfacen una demanda de actuación, o la resolución de una necesidad requerida por un usuario que precisa de la misma.
- **Servicio de Telecomunicación:** conjunto de medios físicos y lógicos operados y gestionados por un proveedor del servicio, que se ponen a disposición de un cliente, junto con unas normas de acceso y utilización, para satisfacer sus necesidades en materia de Telecomunicaciones.

Elementos del servicio

- Proveedor
 - Encargado de explotar los servicios ofrecidos.
 - Puede ser o no propietario de los mismos.
- Medios de transmisión
 - Equipos y facilidades que pueden o no incluir los terminales.
 - Todo servicio de telecomunicación se soporta en los siguientes medios:
 - Físicos (terminales, redes de telecomunicación, sistemas de valor añadido).
 - Lógicos (protocolos de acceso al servicio, protocolos de alto nivel, señalización de la red).
- Clientes
 - Razón de la existencia de los servicios.
 - Personas o sistemas que disponen o hacen uso de un terminal adecuado para comunicarse a través de la red soporte del servicio.

Clasificación de servicios

- Independencia del servicio
 - Servicio básico
 - Existe (se proporciona) por sí mismo.
 - Servicios suplementarios
 - Asociados a un servicio básico (matices o facilidades).
 - No pueden proporcionarse por sí solos.
- Servicios según la *Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones* (LOT)
 - Servicios portadores
 - Capacidad de transferencia de información entre los puntos de terminación de red definidos.
 - Ofrecen compatibilidad en la interfaz terminal-red, siendo responsabilidad de los usuarios la compatibilidad entre terminales.
 - Servicios finales
 - Plena capacidad de comunicación entre usuarios (incluidas funciones del equipo terminal, de red y de sistema).
 - Proporcionan compatibilidad entre terminales

Tipos de servicios

- Clasificación DAVIC (*Digital Audio Visual Council*) de servicios audiovisuales
 - Películas bajo demanda
 - *Teleshopping*
 - *Broadcast*
 - Juegos
 - Karaoke bajo demanda
 - Enseñanza a distancia
 - Videotelefonía/Videoconferencia
 - *Home banking*
 - Telemedicina
 - ...

Clasificación de servicios

- Colectivo de usuarios
 - Intercomunicación, comunicación social, comercial, residencial ...
- Tipo de información que se transmite
 - Voz, texto, imagen...
- Capacidad
 - Banda estrecha, banda ancha.
- Modo de efectuar la comunicación
 - Consulta, difusión, conversación, mensajería...
- Movilidad del usuario
 - Fijo, móvil.

Normalización y evolución de los servicios

- Los servicios de telecomunicación tienen carácter supranacional (reconocido por todas las naciones).
- La **normalización** compatibiliza los planes de desarrollo de telecomunicaciones y su explotación técnico-económica
 - Elaborada por Organismos Internacionales o Nacionales.
 - Controlan y recomiendan la implantación de reglamentos que permiten las telecomunicaciones a escala mundial, mediante normas o recomendaciones.
 - Las recomendaciones surgen por consenso entre fabricantes, órdenes gubernamentales, ...

Organismos reguladores

- UIT (ITU): Unión Internacional de Telecomunicaciones
 - Organismo especializado en Telecomunicaciones de la ONU.
 - Regular las Telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.
 - Engloba a 193 Estados Miembros y más de 700 entidades del sector privado. Tiene su sede en Ginebra (Suiza).
 - Sectores
 - ITU-R: Gestión del espectro de radiofrecuencia y de satélites (antes CCIR).
 - ITU-T: Estandarización (antes CCITT).
 - ITU-D: Desarrollo de las telecomunicaciones.
 - La normativa generada por la UIT está contenida en un amplio conjunto de documentos denominados Recomendaciones, agrupados por Series. Cada serie está compuesta por las Recomendaciones correspondientes a un mismo tema (Tarificación, Mantenimiento, etc.).
 - www.itu.int/es

Organismos reguladores

- ISO (Organización Internacional de Normalización)
 - Organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación (tanto de productos como de servicios), comercio y comunicación para todas las ramas industriales (excepto eléctrica y electrónica).
 - Es una red de los institutos de normas nacionales de 163 países con una Secretaría Central en Ginebra (Suiza) que coordina el sistema.
 - En España: AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).
 - Facilitar el mercado internacional: Proporciona NORMAS.
 - El formato de las tarjetas de crédito, telefónicas, inteligentes, deriva de una norma ISO (0,76 mm).
 - ISO 9000: gestión de la calidad.
 - www.iso.org - www.aenor.es

Organismos reguladores

- CEPT (Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones)
 - Foro de organismos de regulación y política de las telecomunicaciones.
 - Armonizar las Telecomunicaciones a nivel europeo.
 - Fomento de relaciones entre organismos reguladores.
 - En 1988, creó el ETSI (European Telecommunication Standards Institute) que elabora NORMAS y ESTÁNDARES sobre redes y sistemas.
 - Actualmente la CEPT tiene 45 países miembros.
 - www.cept.org - www.etsi.org

Organismos reguladores

- Organismo de Reguladores Europeos de las Comunicaciones Electrónicas (ORECE)
 - Vínculo entre las Autoridades Regulatoras Nacionales (ARN) y la Comisión Europea.
 - Función: asesorar y asistir a la Comisión Europea en el desarrollo del mercado interior.
 - Desarrollar y difundir entre las ARN “buenas” prácticas regulatoras.
 - Emitir dictámenes sobre los proyectos de decisiones, recomendaciones y directrices de la Unión Europea.
 - Elaborar informes y proporcionar asesoramiento en relación con el sector de las comunicaciones electrónicas.
 - Asistir al Parlamento Europeo, el Consejo, la Comisión y las ARN en la difusión de buenas prácticas.
- IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)
 - Asociación profesional internacional
 - Normas de ámbito global
 - www.ieee.org

Organismos reguladores

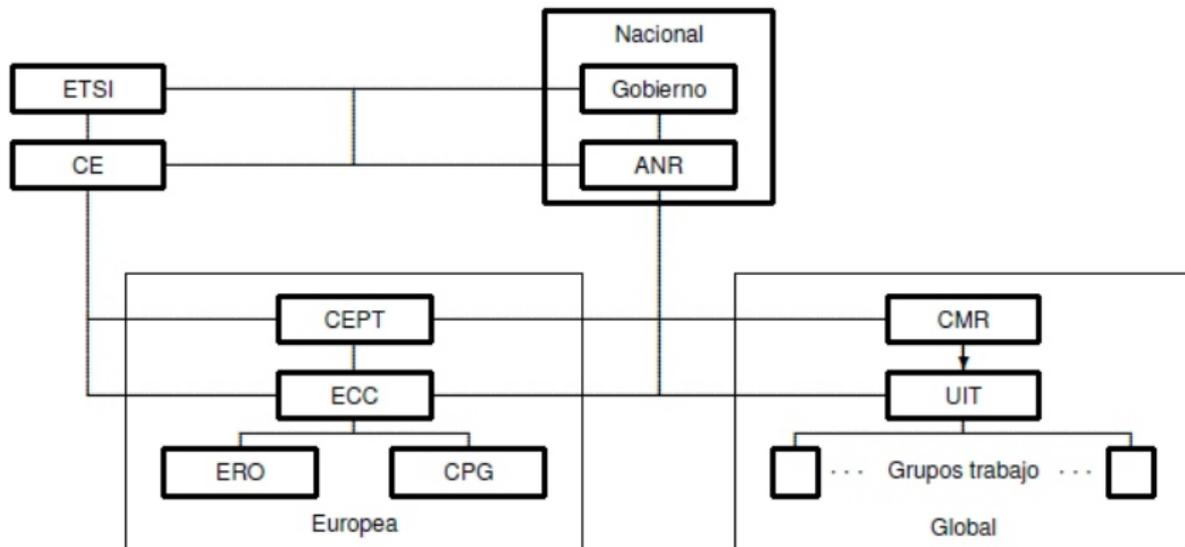
- Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT)
 - Organismo regulador independiente español para el mercado de las telecomunicaciones y de los servicios audiovisuales (Real Decreto-Ley 6/1996 de 7 de Junio de Liberalización de las Telecomunicaciones)
 - Ley 32/2003 - objeto de la CMT: *establecimiento y supervisión de las obligaciones específicas que hayan de cumplir los operadores en los mercados de telecomunicaciones y el fomento de la competencia en los mercados de los servicios audiovisuales, conforme a lo previsto por su normativa reguladora, la resolución de los conflictos entre los operadores y, en su caso, el ejercicio como órgano arbitral de las controversias entre los mismos.*
 - Funciones más destacadas:
 - Asigna la numeración a operadores y vigila la correcta utilización de los recursos públicos de numeración.
 - Adoptar medidas para garantizar pluralidad de oferta del servicio.
 - Ejerce las funciones inspectoras en aquellos asuntos sobre los que tenga potestad sancionadora.
 - Gestiona el Registro de Operadores.
- www.cmt.es

Regulación del espectro radioeléctrico

- Razones para la regulación del espectro radioeléctrico
 - Recurso limitado.
 - Gran impacto social y económico.
 - Evitar interferencias entre sistemas.
 - Prevención de riesgos para la salud de las personas.
- Objetivos de la regulación
 - Garantizar el uso eficiente del espectro radioeléctrico.
 - Promover el uso del espectro como factor de desarrollo económico.
 - Promover el desarrollo y utilización de nuevos servicios y el acceso de los ciudadanos a los mismos.
 - Permitir la planificación estratégica del sector de las telecomunicaciones.
- Gestión evolutiva
 - Aumento de las necesidades.
 - Duración limitada de las licencias / asignaciones.

Organismos reguladores

- CEPT: Conferencia Europea de Correos y Telecomunicaciones
- CMR (WRC): Conferencia Mundial de Radiocomunicación de UIT
- CPG: Grupo de Preparación de Conferencias
- ECC: Comité de Comunicaciones Electrónicas
- ETSI: Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones
- ERO: Oficina Europea de Radiocomunicaciones



Regulación del espectro - España

- Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias

- Atribución (*allocation*, de una banda de frecuencias):
inscripción de una banda de frecuencias determinada, para ser utilizada por uno o varios servicios de radiocomunicación terrenal o espacial o por el servicio de radioastronomía en condiciones específicas.
- Adjudicación (*allotment*, de una frecuencia o canal radioeléctrico):
inscripción de un canal determinado en un plan, adoptado por una conferencia competente, para ser utilizado por una o varias administraciones para un servicio de radiocomunicación terrenal o espacial en uno o varios países o zonas geográficas determinados y según condiciones específicas.
- Asignación (*assignment*, de una frecuencia o de un canal radioeléctrico): autorización que da una administración para que una estación radioeléctrica utilice una frecuencia o un canal radioeléctrico determinado en condiciones específicas.

Legislación nacional

Ley General de Telecomunicaciones (Ley 32/2003 de 3 de nov.)

- Deroga la Ley General de Telecomunicaciones (Ley 11/1998 de 24 de abril)
 - Objetivo: libre competencia en Telecomunicaciones.
 - Establecimiento de licencias para prestación de servicios de Telecomunicaciones.
- Incorpora la evolución de las Telecomunicaciones desde la liberalización, siguiendo las Directivas de la UE
 - Simplificación de la regulación (mayor flexibilidad).
 - No regula contenidos difundidos en medios audiovisuales.
 - Se refuerzan competencias y facultades de la CMT.
 - Inclusión del acceso a Internet como servicio universal.
 - Dominio público radioeléctrico:
 - Posibilidad de cesión de uso del espectro.
 - Respeto a los límites de emisiones radioeléctricas.
 - Refuerzo de la potestad administrativa en tipificación de infracciones e imposición de sanciones.

Legislación nacional

- Real Decreto 424/2005, de 15 de abril
Reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas
 - Derogación de la Orden de 22 de sept. de 1998:
Régimen para licencias individuales para servicios y redes de telecomunicaciones.
 - Transformación de títulos habilitantes para el uso del dominio público radioeléctrico.
 - Licencias individuales se convierten en autorizaciones administrativas
- Orden ITC/270/2007, de 1 de febrero
 - Modelos de solicitud para el uso del dominio público radioeléctrico
- Agencia Estatal de Radiocomunicaciones
 - Creada en la Ley 32/2003, de 3 de noviembre (Ley General de Telecomunicaciones)
 - Tramitación y resolución de los procedimientos relativos a la gestión del dominio público radioeléctrico

Legislación nacional

- El día 13 de septiembre de 2013 el Gobierno aprobó el Proyecto de Ley General de Telecomunicaciones.
- El Proyecto de Ley actualiza la normativa vigente que data de 2003 y resuelve determinadas cuestiones que afectaban negativamente a la competitividad de los operadores de telecomunicaciones, como lo son la penalización del despliegue de nuevas redes, la inversión y la provisión de servicios..
- Principales modificaciones
 - Facilitar el despliegue de redes de nueva generación, tanto fijas como móviles, ampliando su cobertura.
 - Mejorar la oferta de servicios innovadores a los ciudadanos, de mayor calidad y a unos precios más asequibles, impulsando unas condiciones más efectivas de competencia.