

Sistemas de Telecomunicación

Grado en Ingeniería de Sistemas Audiovisuales

Curso 2010/2011

www.tsc.uc3m.es/~mlazaro/Docencia/GISA-ST.html

Universidad Carlos III de Madrid

Profesores de la asignatura

- Temas 1*, 6, 7, 8
Marcelino Lázaro
Despacho: 4.3.B02
Tfno: 91 624 8446
mlazaro@tsc.uc3m.es
- Otros profesores
Luis Inclán Sánchez (RT)
linclan@tsc.uc3m.es
José Luis Vázquez Roy
jvazquez@tsc.uc3m.es

- 1 **Introducción a los sistemas de telecomunicación**
- 2 El modelo electromagnético
- 3 Propagación electromagnética en medio indefinido
- 4 Propagación en medios confinados
- 5 Introducción a la radiación
- 6 **Sistemas de comunicaciones fijas**
- 7 **Sistemas de comunicaciones móviles terrestres**
- 8 **Sistemas de comunicaciones por satélite**

Material didáctico / Tutorías

- Material didáctico
 - Aula Global
 - Página web de la asignatura
 - www.tsc.uc3m.es/~mlazaro/Docencia/GISA-ST.html
- Tutorías
 - Tutorías individuales
 - Martes 11:30-12:30h (horario preferente)
 - Solicitud previa (preferencia)
 - Posibilidad en otros horarios (concertando la tutoría de forma previa)
 - Tutorías colectivas
 - Fecha a determinar

SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

TEMA 1*

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

Índice de contenidos

- Sistemas y redes de telecomunicación
 - Definiciones
 - Modelo de un sistema de telecomunicación
 - Clasificación de sistemas de telecomunicaciones
- Servicios de telecomunicación
 - Definición
 - Clasificación
- Regulación
 - Organismos reguladores
 - Legislación vigente

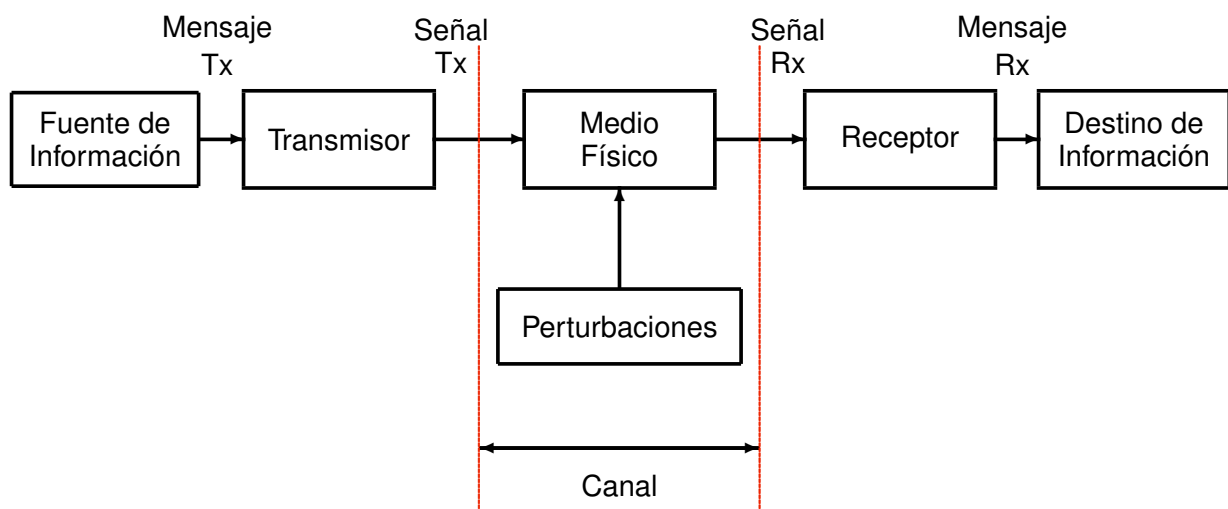
- **Telecomunicación:** comunicación (intercambio de información) a distancia
 - Definición de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT, o ITU): *cualquier transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritura, imágenes y sonidos o inteligencia de cualquier naturaleza por medio de sistemas 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

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

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

Canal

- Medio físico para enviar la información
 - Cables, fibra óptica, espectro radioeléctrico, ...
- 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

- 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

Clasificación de redes de comunicaciones

Diferentes criterios

- Direccionalidad de la comunicación
 - Simplex
 - Transmisión en un único sentido (fuente-destino)
 - Semiduplex (half-duplex)
 - Transmisión en los dos sentidos pero de forma alternativa
 - Duplex
 - 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 comunicaciones

- 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

Servicios de Telecomunicación

- **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
 - Medios de transmisión
 - Físicos (terminales, redes de telecomunicación)
 - Lógicos (protocolos, señalización,...)
 - Clientes

Clasificación de los servicios de telecomunicación

- Independencia del servicio
 - Servicio básico
 - Existe (se proporciona) por sí mismo
 - Servicios suplementarios
 - Asociados a un servicio básico
 - No pueden proporcionarse por sí solos
- Servicios según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)
 - Servicios portadores
 - Capacidad de transferencia de información entre los puntos de acceso
 - Comprenden sólo funciones de capa inferior del modelo OSI
 - Teleservicios
 - Plena capacidad de comunicación
 - Funciones de terminal, de red y de sistema
 - Funciones de las capas superiores del modelo OSI
 - Especificación de las funciones requeridas por las capas inferiores (servicios portadores)

Clasificación de los servicios de telecomunicación

- Colectivo de usuarios
 - Intercomunicación, comunicación social, comercial, residencial,...
- Tipo de información
 - Voz, datos, texto, telecontrol, telemedida,...
- Capacidad
 - Banda estrecha, banda ancha
- Modo de efectuar la comunicación
 - Consulta, difusión, conversación, mensajería; simétricos, asimétricos, ...
- Movilidad del usuario
 - Fijo, portátil, móvil

Organismos reguladores de las Telecomunicaciones

- UIT (ITU): Unión Internacional de Telecomunicaciones
 - Naciones Unidas
 - 192 naciones: cooperación, desarrollo y normalización
 - Armonizar las Telecomunicaciones a nivel mundial
 - Realiza estudios y formula recomendaciones (estándares)
 - Sectores
 - ITU-R: Gestión del espectro de radiofrecuencia y de satélites
 - ITU-T: Estandarización
 - ITU-D: Desarrollo de las telecomunicaciones
 - Órganos permanentes
 - Secretaría
 - Junta de Registro de Frecuencias
 - www.itu.int

Organismos reguladores de las Telecomunicaciones

- ISO (Organización Internacional de Normalización)
 - 72 países: organismos nacionales de normalización
 - 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
- CEPT (Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones)
 - Foro de discusión
 - Armonizar las Telecomunicaciones a nivel europeo
 - Fomento de relaciones entre organismos reguladores
 - Ha creado el ETSI (European Telecommunication Standards Institute) que elabora NORMAS y ESTÁNDARES sobre redes y sistemas
 - www.cept.org - www.etsi.org

Organismos reguladores de las Telecomunicaciones

- Organismo de Reguladores Europeos de las Comunicaciones Electrónicas (ORECE)
 - Vínculo entre las Autoridades Reguladoras 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 reguladoras
 - Emitir dictámenes sobre los proyectos de decisiones, recomendaciones y directrices
 - 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 de las Telecomunicaciones

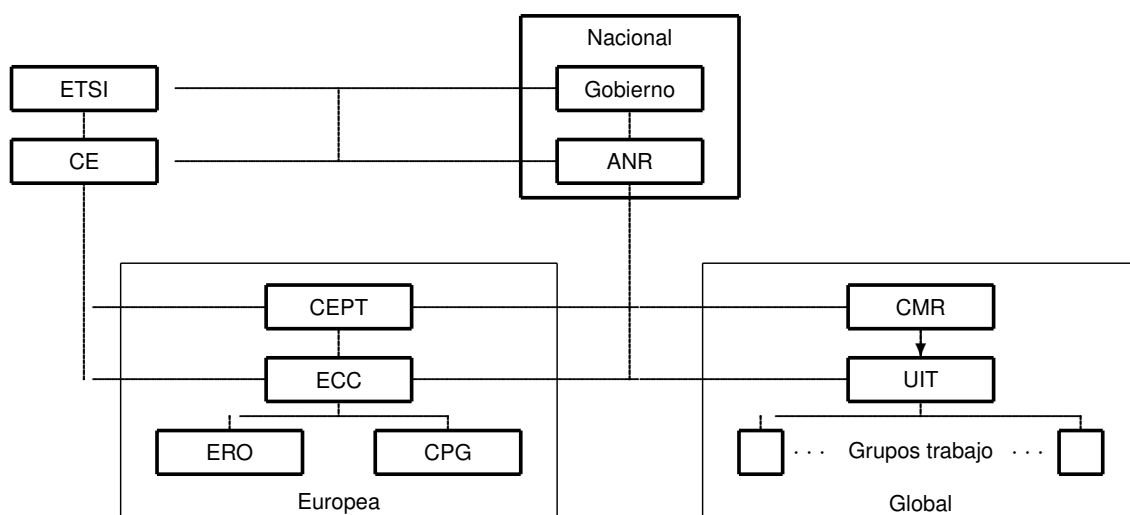
- Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT)
 - Organismo regulador independiente español para el mercado de las telecomunicaciones y de los servicios audiovisuales (Real Decreto-Ley 6/1996 de 7 de Junio de Liberalización de las Telecomunicaciones)
 - Ley 32/2003 - objeto de la CMT: *establecimiento 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

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 de regulación del espectro radioeléctrico

- 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



- 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