




TEMA 1
Nivel Físico

Prof. Dr. Jose Ignacio Moreno Novella

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA TELEMÁTICA

Índice

- ◆ Introducción
- ◆ Codificación de datos
- ◆ Modos de transmisión
- ◆ Ejemplo de protocolo de nivel físico
- ◆ Medios de Transmisión
- ◆ Sistemas de cableado estructurado e ICT

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Nivel Físico 1

Nivel Físico: Introducción

- ◆ **N1 de OSI, funciones:**
 - ❖ Aspectos Mecánicos y Aspectos Eléctricos/Ópticos del medio y conectores
 - ❖ Aspectos Funcionales y de Aspectos de Procedimiento
- ◆ **Resumiremos:**
 - ❖ Técnicas de codificación de la información a transmitir sobre la señal electromagnética utilizada
 - ❖ Modos de transmisión: ¿dónde empieza/acaba la información transmitida?
 - ❖ Medios físicos de transmisión
- ◆ **Protocolos de N1: RS-232, ADSL nivel 1, ...**
- ◆ **Sistemas de Cableado Estructurado (SCE)**

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Nivel Físico 1

Codificación de Datos

- ◆ **Introducción**
- ◆ **Tipos de codificaciones**
 - ❖ Datos digitales/ Señales digitales
 - ❖ Datos digitales/ Señales analógicas
 - ❖ Datos analógicos/ Señales digitales
 - ❖ Datos analógicos/ Señales analógicas

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Nivel Físico 1

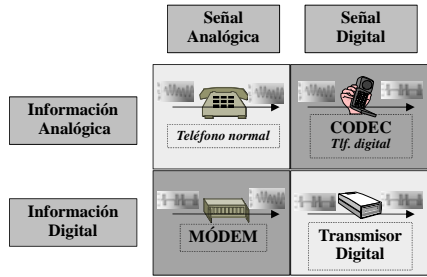
Codificación de datos: Introducción

- ◆ **Diferenciar "DATOS analógicos o digitales" de "SEÑALES analógicas o digitales"**
 - ❖ Transmisión digital = señal digital
 - ✓ Una fuente (analógica o digital) $g(t)$ se codifica en una señal digital $x(t)$
 - ✓ La forma de $x(t)$ dependerá del tipo de codificación
 - ❖ Transmisión analógica = señal analógica
 - ✓ Se dispone de una señal portadora de frecuencia constante y compatible con el medio de transmisión
 - ✓ **Modulación:** codificar datos de una fuente en una señal portadora de una determinada frecuencia 'f'
 - ✓ La señal de entrada $m(t)$ (analógica o digital) se denomina señal banda-base y la señal de salida $s(t)$ se denomina señal modulada

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Nivel Físico 1

Codificación de datos: Introducción



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Nivel Físico 1




Nivel Físico:
Modos de Transmisión

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA

Modos de transmisión

- ◆ **Emisor y receptor deben conocer la velocidad, duración y espaciamiento: "sincronización"**
 - ❖ Sincronización orientada a bit: Conocer el comienzo y el final de un bit
 - ❖ Sincronización orientada a carácter: Conocer el comienzo y el final de cada carácter
 - ❖ Sincronización orientada a bloque: Conocer el comienzo y el final de unidades de datos de más de un carácter
- ◆ **2 formas de resolver la sincronización:**
 - ❖ Transmisión asíncrona
 - ❖ Transmisión síncrona

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID Nivel Físico 1

Transmisión asíncrona

- ◆ Se envían pequeños bloques de bits y se sincronizan al principio de cada bloque (transmisión comienzo y parada)
- ◆ Orientada a carácter (de entre 5-8 bits)
- ◆ Requerimientos de sincronización modestos
- ◆ Sobrecarga alta
 - ❖ Solución: Bloques más grandes \Rightarrow mayor prob. de error y de requerimientos de sincronización

Ocioso Carácter A B C Ocioso

1111...00100000110010000101001000011...1111

↓ Inicio ↓ Fin ↓ Inicio ↓ Fin ↓ Inicio ↓ Fin

En este caso: sobrecarga de 2/10

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID Nivel Físico 1

Transmisión síncrona

- ◆ **Dos alternativas:**
 - ❖ Uso de línea de reloj adicional
 - ❖ Uso de cabeceras fijas de sincronización
- ◆ **Dos tipos**
 - ❖ Transmisión síncrona orientada a carácter
 - ✓ Bloque de datos tratado como secuencia de caracteres
 - ✓ Se usa carácter SYN para sincronización
 - ❖ Transmisión síncrona orientada a bit
 - ✓ Bloque de datos tratado como una secuencia de bits
 - ✓ Flag: patrón de 8 bits usado para sincronizar
Trama = flag preámbulo + datos + flag final
- ◆ **Incurre en mucha menos sobrecarga**

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID Nivel Físico 1



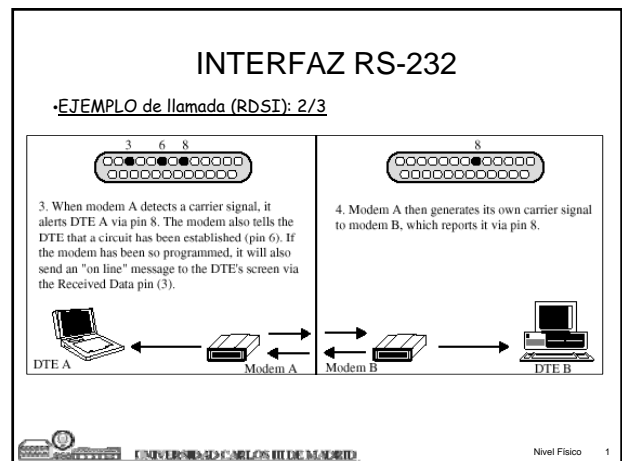
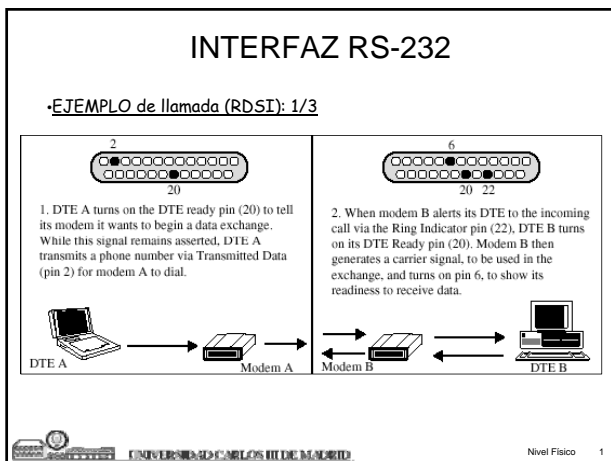
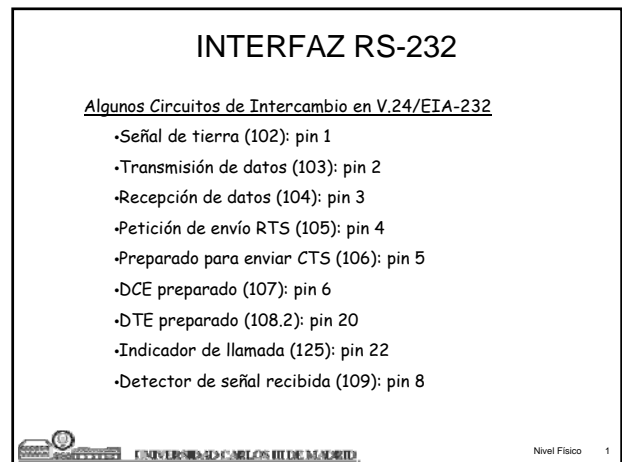
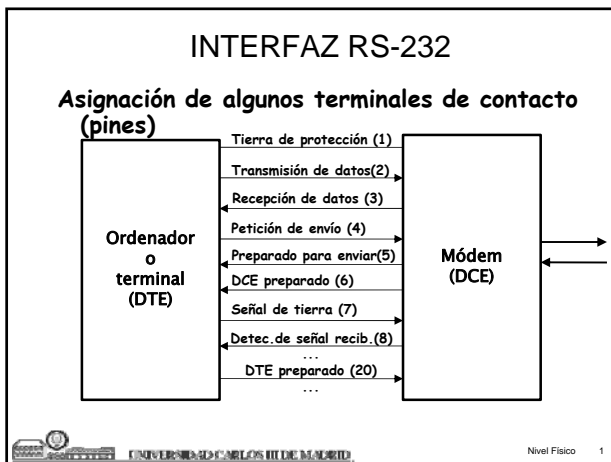
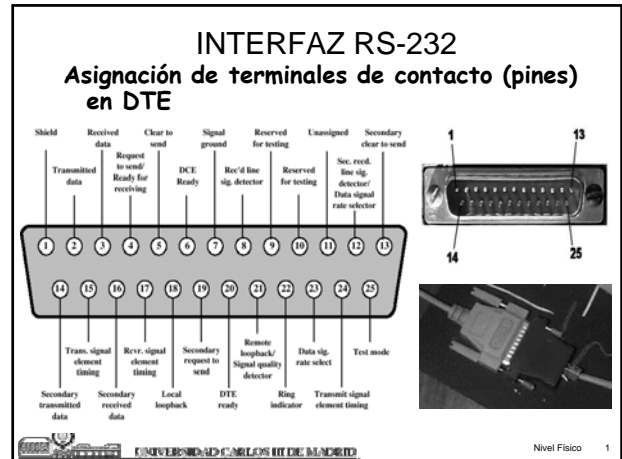
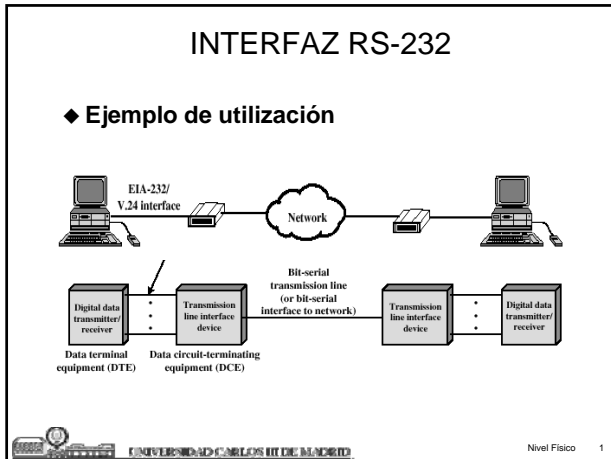
Nivel Físico:
Ejemplos

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA

INTERFAZ RS-232

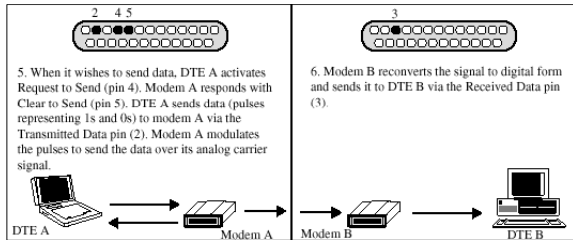
- ◆ **EIA RS-232 / UIT-T V.24**
Protocolo de interfaz entre
 - ❖ terminal DTE (equipo terminal de datos)
 - ❖ módem DCE (equipo terminación del circuito de datos)
- ◆ **Especificaciones:**
 - ❖ **Mecánicas:**
 - ✓ 25 pines según ISO 2110: ver esquema
 - ✓ Normalmente sólo se usan 9 pines
 - ❖ **Eléctricas:** señalización DTE-DCE NRZ-L
 - 1 binario \rightarrow < -3 volts
 - 0 binario \rightarrow $> +3$ volts
 - ❖ **Funcionales:** indica los circuitos (datos, control, temporización y tierra) conectados a cada una de las patillas
 - ❖ **Procedimiento:** secuenciación de los diferentes circuitos en una aplicación

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID Nivel Físico 1



INTERFAZ RS-232

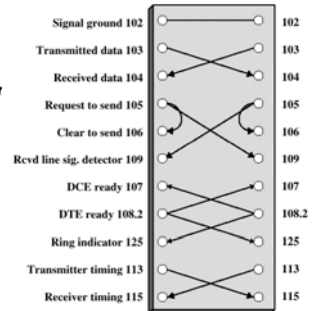
-EJEMPLO de llamada (RDSI): 3/3



INTERFAZ RS-232

-EJEMPLO DE MODEM NULO: DTEs conectados directamente (sin DCEs)

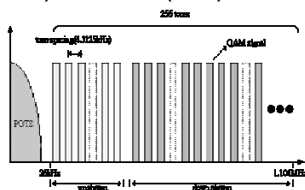
- Ambos DTE creen que están conectados a un DCE
- Conexión especial



ADSL

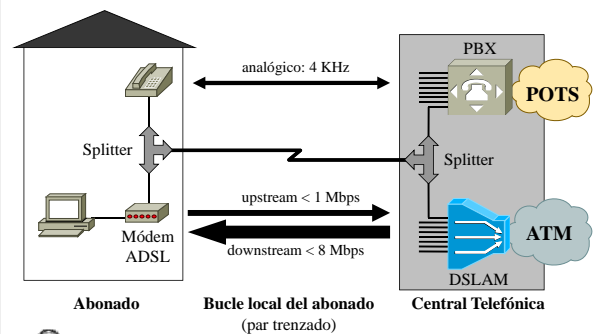
(Asymmetric Digital Subscriber Loop)

- ◆ ADSL define un nivel físico que emplea multiplexación en frecuencia (FDM)
 - ◊ 256 canales de 4 KHz repartidos entre el upstream y el downstream
 - ◊ Un splitter separa las señales de baja frecuencia (telefonía) de las de alta frecuencia (datos)



ADSL

(Asymmetric Digital Subscriber Loop)



Nivel Físico: Medios de Transmisión



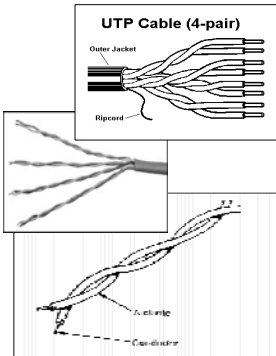
Medios de transmisión

- Medios guiados
 - Par trenzado
 - Cable coaxial
 - Transmisión en banda base
 - Transmisión en banda ancha
 - Fibras ópticas
- Medios no guiados
 - Microondas
 - Ondas radio
 - Infrarrojos



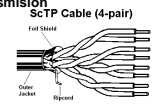
Medios de Transmisión: Par trenzado

- ◆ 2 hilos de cobre enrollados
 - ◇ Se reducen las interferencias electromagnéticas
 - ◇ Torsión entre:
 - ✓ 1 vuelta/7cm (en - calidad)
 - ✓ 2 vueltas/cm (en + calidad)
 - ◇ Hilos de 0.2 - 0.4 mm de diámetro
- ◆ Distancias de varios Km sin amplificar señal
- ◆ Generalmente varios pares se apantallan juntos en tubos de PVC



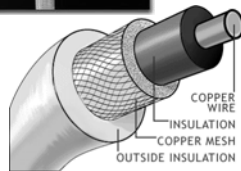
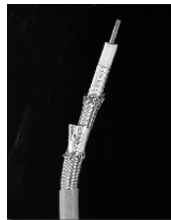
Medios de Transmisión: Par trenzado

- ◆ Se pueden usar para:
 - ◇ Transmisión analógica (repetidores cada 5-6 Km)
 - ◇ Transmisión digital (repetidores cada 2-3 Km)
- ◆ Ancho de banda depende del calibre y la distancia
 - ◇ Pueden obtenerse hasta 100 Mb/s en distancias cortas
- ◆ Tipos básicos:
 - ◇ UTP (Unshielded Twisted Pair): No apantallado
 - ✓ Distintas categorías: Cat3 soporta hasta 16Mb/s, Cat4 hasta 20 Mb/s, Cat5 hasta 100 Mb/s, Cat6 hasta 1 Gb/s... ¡Cat7!
 - ✓ 4 pares de cables
 - ◇ FTP (Foil Twisted Pair) o ScTP (Screened Twisted Pair): UTP con apantallado general
 - ✓ Menos interferencias y mayor velocidad de transmisión
 - ◇ STP (Shielded Twisted Pair): Par apantallado
 - ✓ Doble apantallamiento + gruesos y rígidos
 - ✓ Sólo tiene 2 pares
- ◆ Aplicaciones
 - ◇ LANs: Categoría 3, 5, 5e y 6 UTP
 - ◇ Señal telefónica analógica y digital: bucle de abonado



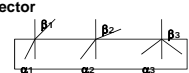
Medios de Transmisión: Cable coaxial

- ◆ 2 conductores concéntricos (Cu, Al, ...)
- ◆ Buena combinación entre gran ancho de banda e inmunidad al ruido
- ◆ Transmisión en **banda base**
 - ◇ Empleado para transmisión **digital**
 - ◇ Cables de 50 Ω
 - ◇ Aprox 1-2Gb/s en cables de 1 Km
- ◆ Transmisión en **banda ancha**
 - ◇ Usado para transmisión **analógica**
 - ◇ Cables de 75 Ω
 - ◇ Cableado estándar para televisión por cable
 - ◇ El cable se divide en varios canales, alguno para transmitir datos digitales



Medios de Transmisión: Fibra óptica

- ◆ Pulsos de luz transmitidos por fibra de sílice
 - ◇ Fuente de luz - Medio de transmisión - Detector
- ◆ La luz se refracta si ángulo incidencia > valor crítico (v) $v=f(n)$, n índice de refracción
- ◆ Aplicaciones
 - ◇ Transmisión a larga distancia
 - ✓ En telefonía, una fibra puede contener 60.000 canales
 - ◇ Transmisión metropolitana para enlaces cortos de entornos de 10 km sin repetidores
 - ✓ P.ej. capacidad de aprox. 100.000 conversaciones por fibra
 - ◇ Acceso a áreas rurales para 50 a 150 km
 - ✓ P.ej. capacidad de aprox. 5000 conversaciones por fibra
 - ◇ Bucles de abonado avanzados FTTB/FTTH
 - ◇ LAN de alta velocidad: Gigabit Ethernet

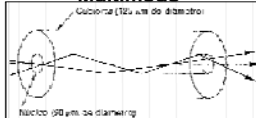


Medios de Transmisión: Fibra óptica

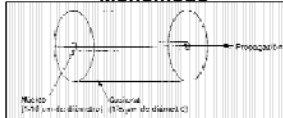
Tipos de fibras

- ◆ Índice de escala

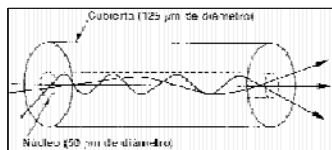
Multimodo



Monomodo



- ◆ Fibras multimodo de índice gradual



Medios de Transmisión: No Guiados

- ◆ Radiocomunicación:
 - ◇ Espacial
 - ◇ Terrenal
- ◆ Superposición de información transmitida en portadora
- ◆ Tipos de transmisión inalámbrica
 - ◇ Omnidireccional
 - ◇ Direccional





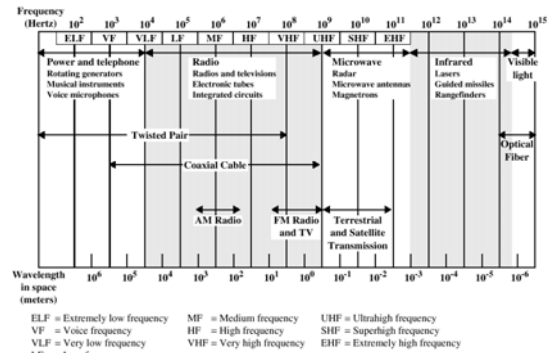
Medios de Transmisión: No Guiados

Ondas electromagnéticas para comunicaciones

- ◆ **Microondas**
 - ❖ Muy direccionales
 - ❖ Terrestres o por satélite
- ◆ **Ondas radio:**
 - ❖ 30 MHz - 1 GHz
 - ❖ Omnidireccionales
- ◆ **Infrarrojos:**
 - ❖ Reflexión directa
 - ❖ $3 \cdot 10^{11} - 2 \cdot 10^{14}$ Hz.

BANDAS DE FRECUENCIAS	
Símbolo	Frecuencia
VLF	3-30KHz
LF	30-300KHz
MF	300-3000KHz
HF	3-30MHz
VHF	30-300MHz
UHF	300-3000MHz
SHF	3-30GHz
EHF	30-300GHz
	300-3000GHz

Medios de Transmisión: No Guiados



Nivel Físico: Sistemas de Cableado Estructurado e ICT



Evolución

- ◆ Hasta los 80's los sistemas de cableado estaban ligados a las soluciones de red suministradas por los distintos fabricantes
- ◆ Escenario basado en múltiples soluciones propietarias cerradas e incompatibles entre sí.
- ◆ Distintos tipos de LAN -> distintos tipos de sistemas de cableado.
- ◆ Poca flexibilidad de reconfiguración, distintos mecanismos de gestión y explotación.

Evolución (II)

- ◆ En los 90 surgen los Sistemas de Cableado Estructurado (SCE)
- ◆ Objetivo: *crear una plataforma multiprotocolo que permita independizar el cableado de los sistemas hardware/software que soporta*
- ◆ SCE: *“infraestructura y método de organización de la distribución de terminales de comunicación en un área mediante una topología física de estrella jerárquica”*

Características de un SCE

Requisitos de Usuario Puesto de Trabajo	Características de un SCE
Multifuncionalidad	Capacidad de Integración
Independencia de Proveedor	Basado en Estándares
Movilidad	Flexibilidad de Interconexión
Cambio de necesidades Dinámico	Administrable
Ubicuidad	Posibilidad de Alta Densidad de Cableado
Ausencia de errores o averías	Fiable
Capacidad de ampliación y reconfiguración	Flexibilidad para satisfacer necesidades actuales y futuras

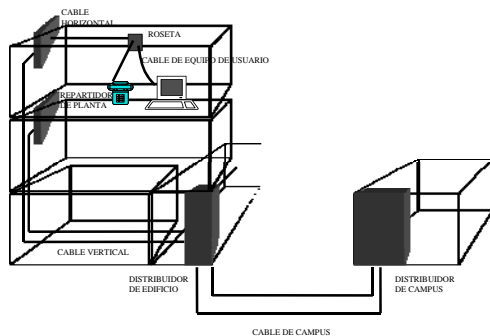
Estandares Internacionales

- ◆ **Electrical Industries Association/Telecommunications Industries Association EIA/TIA 568A (1994).**
- ◆ **International Standardization Organization/Inter. Electrotechnical Commission" ISO/IEC 11801 (1994). Adoptado por CENELEC (Comité Europeo de Normalización Eléctrica) EN 50173 con ligeras variantes.**
- ◆ **Especifican:**
 - ❖ Tipos de cables a utilizar
 - ❖ Distancias entre armarios/cuadros de distribución
 - ❖ Distancias entre armarios/cuadros de distribución y las tomas de usuario situadas en áreas de trabajo.

Arquitectura de un SCE

- ◆ **Elementos funcionales**
 - ❖ Distribuidor de Campus (DC)
 - ❖ Cable backbone de campus
 - ❖ Distribuidor de Edificio (DE)
 - ❖ Cable Backbone de Edificio o Vertical
 - ❖ Distribuidor de Planta (DP)
 - ❖ Cable Horizontal
 - ❖ Punto de Transición (PT)
 - ❖ Toma de Usuario o Roseta (TU)

Elementos Funcionales



Subsistemas de cableado

- ◆ **Subs. de Campus**, constituido por DC y cableado de campus hasta los distribuidores de edificio. Permite la interconexión de las redes de los distintos edificios del campus y/o con los sistemas centrales.
- ◆ **Subs. Verticales o de Edificio**, constituido por el DE y cableado backbone de edificio hasta los diferentes DP. Columna vertebral de las comunicaciones de edificio.
- ◆ **Subs. Horizontal**, constituido por el DP y el cableado horizontal, así como el conjunto de tomas de usuario en dicha planta. Permite las comunicaciones de los distintos usuarios con el cableado vertical.

Componentes de un SCE

- ◆ **Cables:**
 - ❖ **Cable balanceado: uno o más pares metálicos simétricos. Los más habituales son:**
 - ✓ STP: totalmente apantallados. (150 Ω)
 - ✓ UTP: no apantallados. (100 Ω)
 - ✓ FTP: con apantallamiento global. (120 Ω)
 - ✓ FTP y UTP se clasifican en categorías en función de su rendimiento y características de transmisión.
 - ❖ Cable de F.O. Multimodo
 - ❖ Cable de F.O. Monomodo

Categorías de Cables de UTP/FTP

Categoría	Características de transmisión especificadas hasta:	Flujo soportado
1 y 2	-	Voz y Datos de baja velocidad
3	16 MHz	10 Mbps
4	20 MHz	16 Mbps
5	100 MHz	155 Mbps
6	250 MHz	1 Gbps



Elementos de Interconexión

- ◆ **Distribuidores (repartidores):** que permiten la interconexión entre un conjunto de cables entrantes y salientes. La interconexión se realiza mediante paneles de distribución utilizando latiguillos. Los distribuidores están interconectados entre sí según una arquitectura jerárquica.
- ◆ **Tomas de usuario (rosetas):** La más habitual utiliza conectores hembra RJ-45 (equivalente a la toma telefónica RJ-11 con ligeras modificaciones mecánicas).
- ◆ **Conectores:**
 - ◇ UTP, FTP: RJ-45
 - ◇ F.O.: SC, ST



Gestión de Cableado

- ◆ **Método de etiquetado de cables y rotulación de armarios de distribución y resto de componentes para su identificación**
- ◆ **Herramientas de prueba y verificación de cables (reflectómetros, ecómetros)**
- ◆ **Registros de configuración y conexionado, de instalación y modificaciones, etc.**
- ◆ **Programas de gestión: registro de infraestructura y ocupación.**

Especificación de Subsistemas

◆ Longitud de Cableado

Subsistema	Long. Máx. Cableado	Otras limitaciones
Horizontal	90 m	<ul style="list-style-type: none"> 100 m máx., incluyendo latiguillo DP, cable terminal usuario y cable equipamiento. 10 m máx para los tres cables anteriores
Vertical	500 m	<ul style="list-style-type: none"> 5 m máx para el latiguillo 20 m máx para latiguillos de distribuidor de edificio/campus 30 m máx para cables de equipamiento
Campus	1500 m	
Backbone (vertical-campus)	2000 m	<ul style="list-style-type: none"> Posibilidad de ampliación con F.O monomodo. El máximo contemplado es de 3000 m.

Especificación de Subsistemas (II)

Subsistema	Tipo de Cableado	Tipo de Cable	Uso recomendado
Horizontal	Balancedo	1 toma / 10m ²	<ul style="list-style-type: none"> Para necesidades específicas
		2 o 4 pares	
	F.O.	A menos 2 tomas /usuario	
Vertical	Balancedo		<ul style="list-style-type: none"> Voz y datos de baja y media velocidad Datos a media y baja velocidad
Campus	Balancedo	F.O.	<ul style="list-style-type: none"> Mayoría de escenarios Para necesidades específicas (PBB)
		F.O.	

Especificación de Subsistemas (III)

Especificación de enlaces

Tipo Enlace/Aplicación	Aplicaciones	Cables que pueden soportarlo
A	Voz y Datos a Baja Velocidad	100 KHz sobre cable metálico
B	Media Velocidad	1 MHz sobre cable metálico
C	Alta velocidad	15 MHz sobre cable metálico
D	Muy Alta velocidad	100 MHz sobre cable metálico
Clase Óptica	Velocidades altas/muy altas	Sobre F.O ancho de banda no es un factor limitante

Especificación de Subsistemas (IV)

Longitudes Máximas de Enlaces

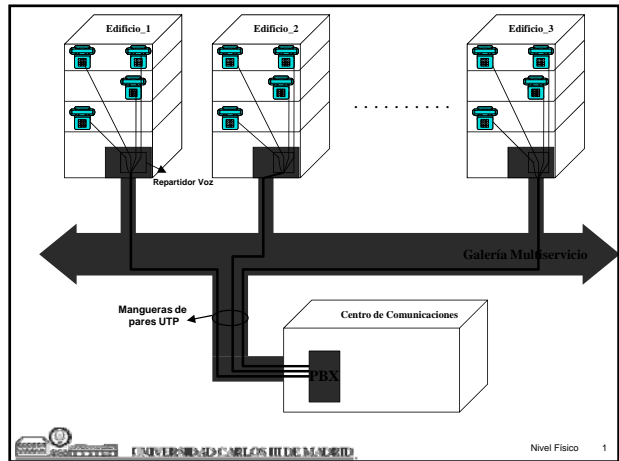
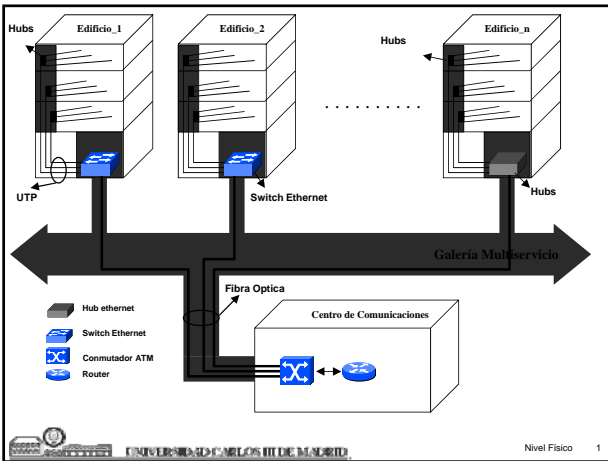
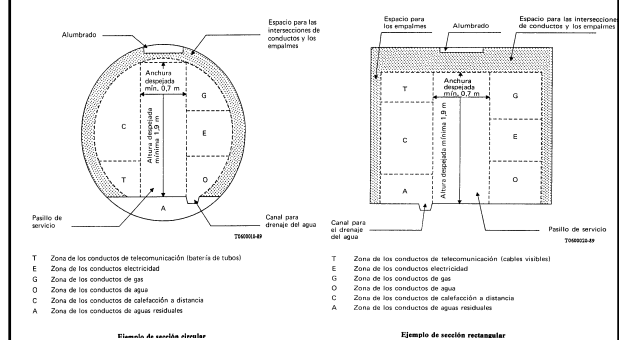
Tipo Enlace/Aplicación	Clase de Aplicación/Enlace				Óptica
	A	B	C	D	
UTP/FTP (cat 3)	200m	500m	100m		
UTP/FTP (cat 4)	300m	600m	50m		
UTP/FTP (cat 5)	300m	700m	50m	100m	
STP	300m	100m	250m	50m	
F.O multimodo					200m
F.O monomodo					3000m

* Los 100 m incluyen 10 m para latiguillos, cables de usuario y equipamiento
 ** Para distancias superiores a 100 m consultar especificaciones de los estándares LAN
 *** 3000 m es una limitación del estándar, no del medio físico que podría llegar a 60 Km.

Precableado de Edificios

- ◆ Disponibilidad dentro del edificio de zonas adecuadas para ubicación de electrónica de red (hubs, routers, PBX,...).
- ◆ Disponibilidad de canalizaciones para cableado vertical y horizontal (falso techo, suelos técnicos, canaletas, etc.) compartimentada para albergar cableado de voz, datos y energía eléctrica y con suficiente anchura para facilitar ampliaciones futuras.
- ◆ El trazado de la red de canalizaciones debe garantizar que el acceso desde cualquier puesto de trabajo sea inferior a 1 m.
- ◆ Disponibilidad de una red de tierras adecuada.

Canalización de Campus



Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT)

- ◆ Intenta extender las redes de acceso de los operadores al interior de los edificios
- ◆ Deben permitir la captación, adaptación y distribución (o permitir la instalación posterior) de:
 - ❖ Radio y Televisión (RTV) Terrestre y Satélite
 - ❖ Telefonía Básica (TB) ó RDSI
 - ❖ Servicio de Telecomunicaciones por Cable (TLCA)
- ◆ Normativa obligatoria para edificios de nueva construcción (10 Marzo 1999)
 - ❖ Proyecto técnico visado por el Colegio de Ingenieros de Telecomunicación

Normativa ICT

- ◆ Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de febrero
 - ❖ Define el marco legislativo
- ◆ Real Decreto 279/1999, de 22 de febrero
 - ❖ Reglamento Regulator y Técnico
- ◆ Orden Ministerial del 26 de Octubre de 1999
 - ❖ Modelos de Proyecto Técnico, Certificados y Boletines de Instalación
- ◆ Disposiciones posteriores

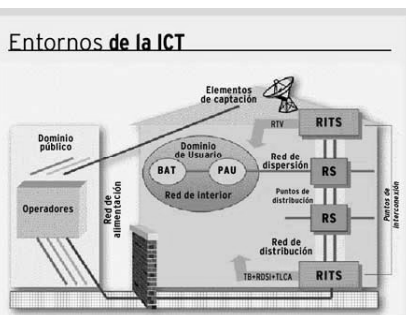
Elementos de Interconexión de las ICT

- ◆ **Dominios o Zonas donde se ubican las ICT**
 - ❖ Dominio Público
 - ❖ Dominio de la Comunidad
 - ❖ Dominio del Usuario
- ◆ **Punto de Interconexión o de Terminación de Red (PI ó PTR)**
 - ❖ Separación Dominios Público/Comunidad
- ◆ **Punto de Distribución (PD)**
 - ❖ Uno en cada planta del inmueble
- ◆ **Punto de Acceso a Usuario (PAU)**
 - ❖ Separación Dominios Comunidad/Usuario
- ◆ **Base de Acceso al Terminal (BAT)**
 - ❖ Tomas de usuario

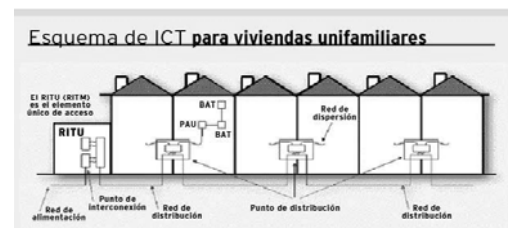
Redes de las ICT

- ◆ **Redes de Alimentación**
 - ❖ Los operadores ofrecen Servicios de Telecomunicaciones, a través del Dominio Público, en el PI donde empiezan las ICT
- ◆ **Red de Distribución**
 - ❖ Une el PI con los PD de cada planta del inmueble
- ◆ **Red de Dispersión**
 - ❖ Dentro de cada planta, une el PD con los PAU de cada domicilio
- ◆ **Red de Interior de Usuario**
 - ❖ Une el PAU con los BAT

ICT para Inmuebles



ICT para Viviendas Unifamiliares



Recintos de las ICT

- ◆ Arqueta de Entrada (AE)
- ◆ Registros de Enlace (RE)
- ◆ **Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Inferior (RITI)**
 - ❖ Registro Principal (RP): PI ó PTR
 - ❖ Equipamiento servicios TB + RDSI y TLCA
- ◆ **Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Superior (RITS)**
 - ❖ Equipamiento de Cabecera (Servicios RTV)
- ◆ **Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Único (RITU) = RITI + RITS**
- ◆ Registros Secundarios (RS): PD
- ◆ Registros de Paso (RP)
- ◆ Registros de Terminación de Red (RTR): PAU
- ◆ Registros de Toma: BAT

Canalizaciones de las ICT

- ◆ **Canalización Externa: Redes de Alimentación**
 - ❖ Arqueta Entrada - Registro Enlace
- ◆ **Canalización de Enlace Inferior**
 - ❖ Registro Enlace - RITI
- ◆ **Canalización de Enlace Superior**
 - ❖ Antenas RTV - RITS
- ◆ **Canalización Principal: Red de Distribución**
 - ❖ RITI - Registros Secundarios - RITS
- ◆ **Canalización Secundaria: Red de Difusión**
 - ❖ Registros Secundarios - RP - Registro Terminación Red
- ◆ **Canalización Interior de Usuario: Red Interior**
 - ❖ Registro Terminación Red - RP - Registros de Toma



Recintos y Canalizaciones de las ICT

