

TEMA 2

Nivel Físico

Departamento de Ingeniería Telemática

Universidad Carlos III de Madrid

Índice

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



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:

- ❖ Medios físicos de transmisión
- ❖ Técnicas de codificación de la información a transmitir sobre la señal electromagnética utilizada
- ❖ Modos de transmisión: ¿dónde empieza/acaba la información transmitida?

◆ Protocolos de N1: RS-232, ADSL nivel 1, ...

◆ Sistemas de cableado estructurado



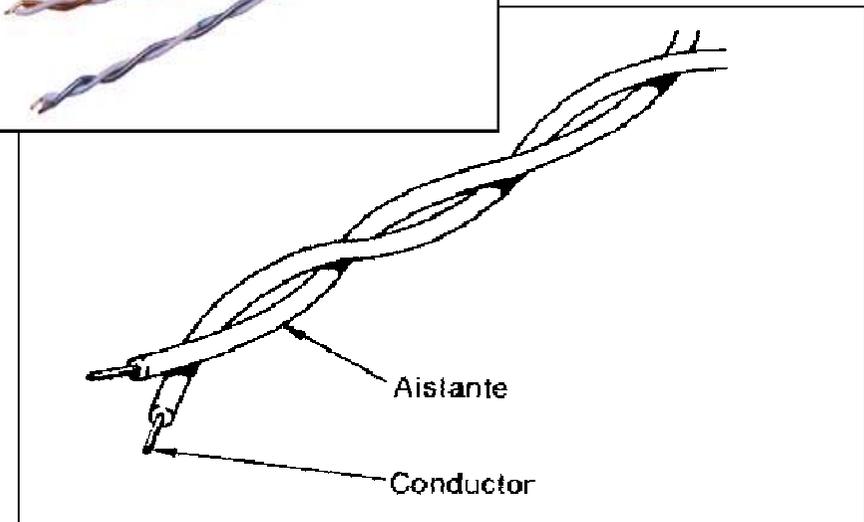
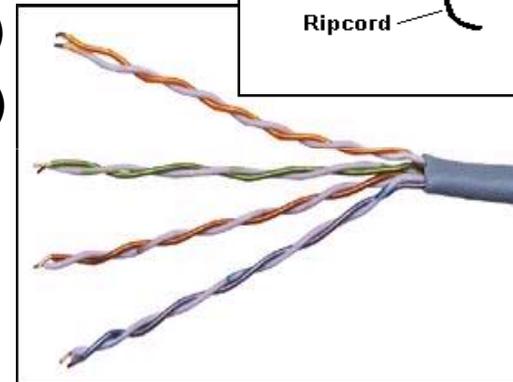
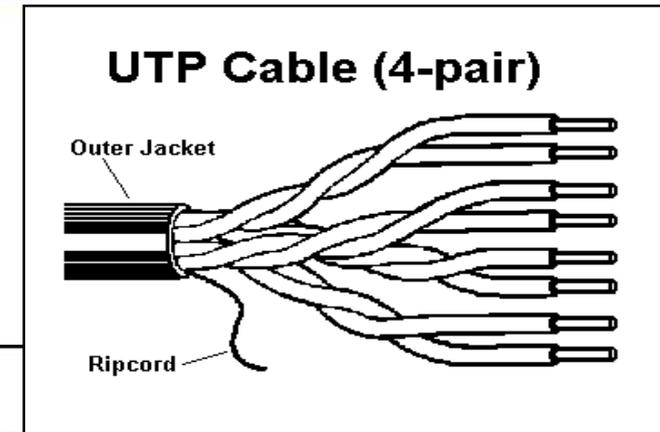
Medios de transmisión

- **Medios guiados**
 - Par trenzado
 - Cable coaxial
 - Transmisión en banda base
 - Transmisión en banda ancha
 - Fibras ópticas
- **Medios no guiados**
 - Microondas
 - Satélites



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



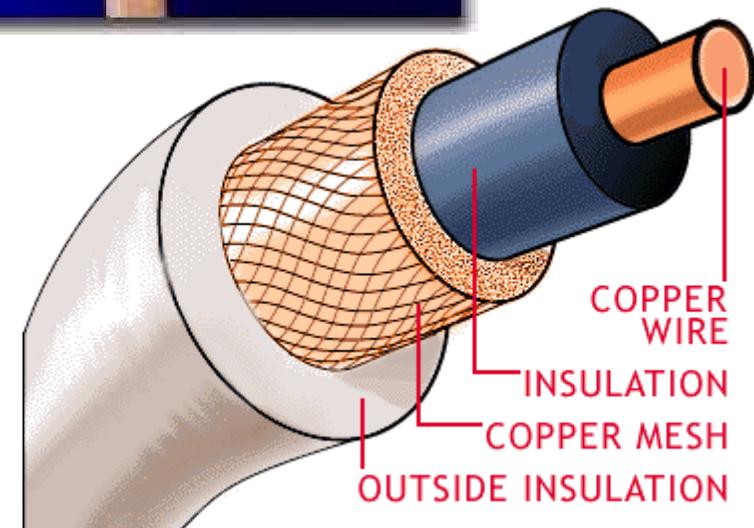
Medios de Transmisión: Par trenzado

- ◆ **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 !
 - ❖ STP (Shielded Twisted Pair, apantallado)
 - ✓ Doble apantallamiento -> Jaula de Faraday, + gruesos y rígidos
 - ✓ Menos interferencias y mayor velocidad de transmisión
- ◆ **Aplicaciones**
 - ❖ LANs: Categoría 3 UTP y Categoría 5 UTP
 - ❖ Señal telefónica analógica y digital: bucle de abonado



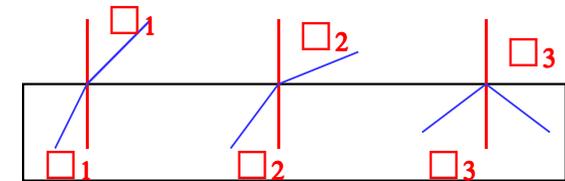
Medios de Transmisión: Cable coaxial

- ◆ 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



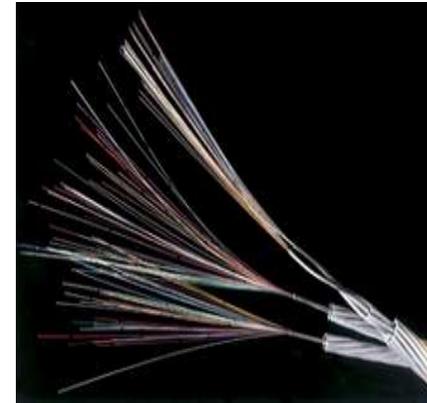
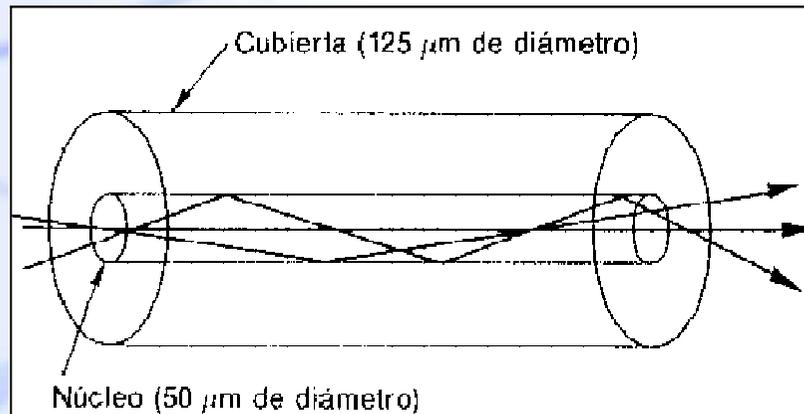
Medios de Transmisión: Fibra óptica

- ◆ Pulsos de luz transmitidos por fibra de sílice
 - ❖ Fuente de luz - Medio de transmisión - Detector
- ◆ La luz se refracta si $\text{ángulo_incidencia} > \text{valor_crítico} (\nu)$
 $\nu = f(n)$, 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

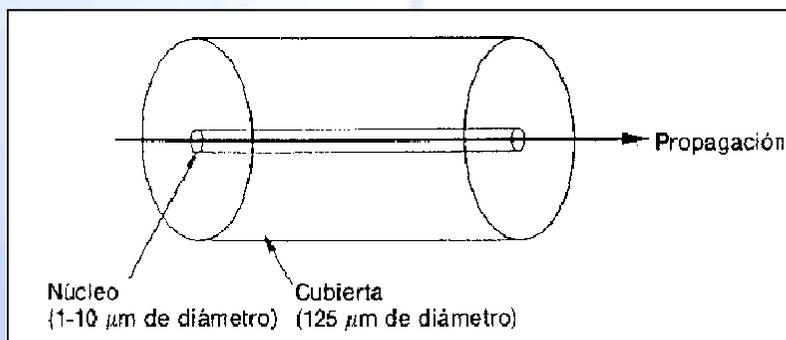


Tipos de fibra ópticas

◆ Multimodo de índice de escala



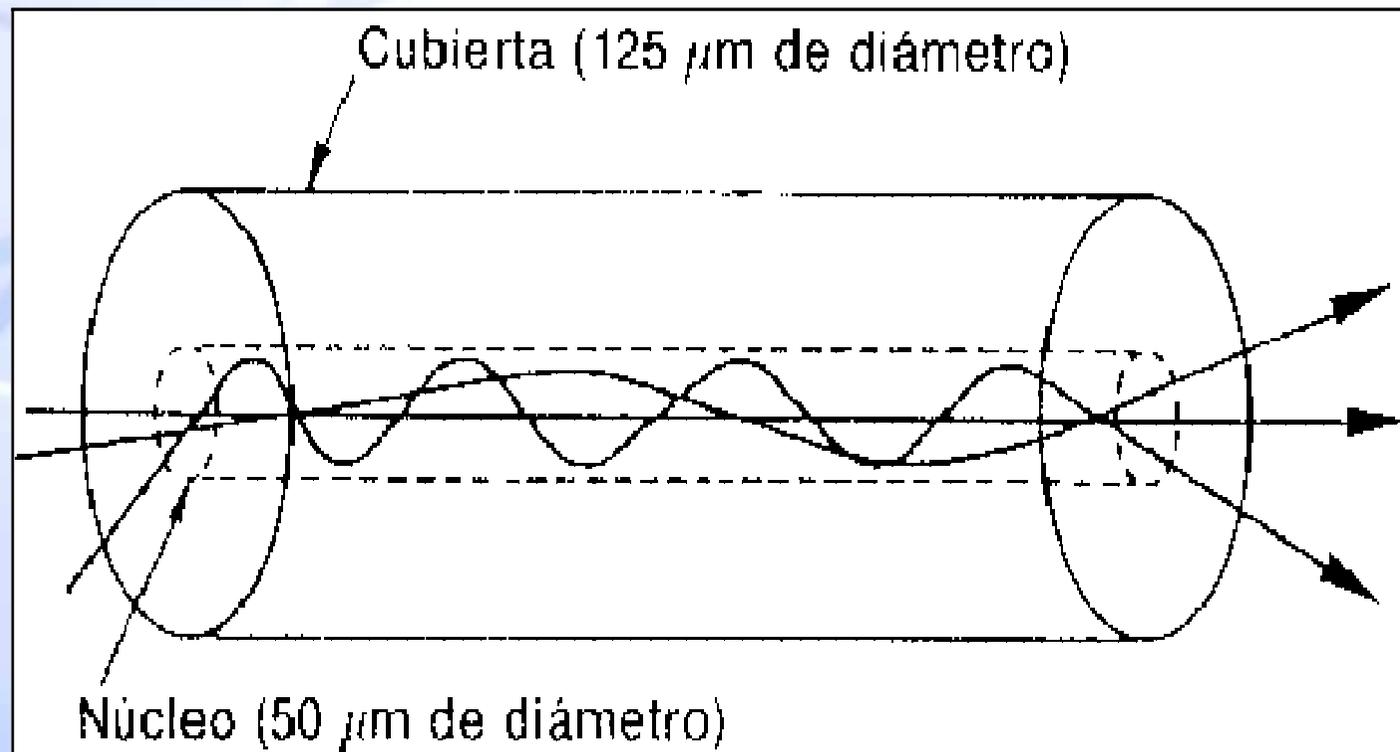
◆ Monomodo de índice de escala



- Se reduce el radio del núcleo:
La luz se transmite en línea recta.

Tipos de fibra óptica

◆ Fibras multimodo de índice gradual



Comparación MT guiados

	COAXIAL		PARES		FIBRA
	Grueso	Fino	UTP	STP	OPTICA
Velocidad transmisión	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	>100 Mbps. < 2,2 Gbps
Longitud enlace	500 m	200 m	100 m	100 m	(Km)
Inmunidad interferencias	Excelente	Excelente	Pobre	Buena	Inmune a eléctricas
Tamaño conectores	Medio	Medio	Pequeño	Grande	Diminuto
Flexibilidad cable	Media-alta	Alta	Alta	Alta	Media-alta
Facilidad instalación	Media-Alta (conectores)	Fácil	Fácil	“A medida”	Media-alta (conexiones)
Coste	Medio	Medio-bajo	Bajo	Medio-Bajo	Alto



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

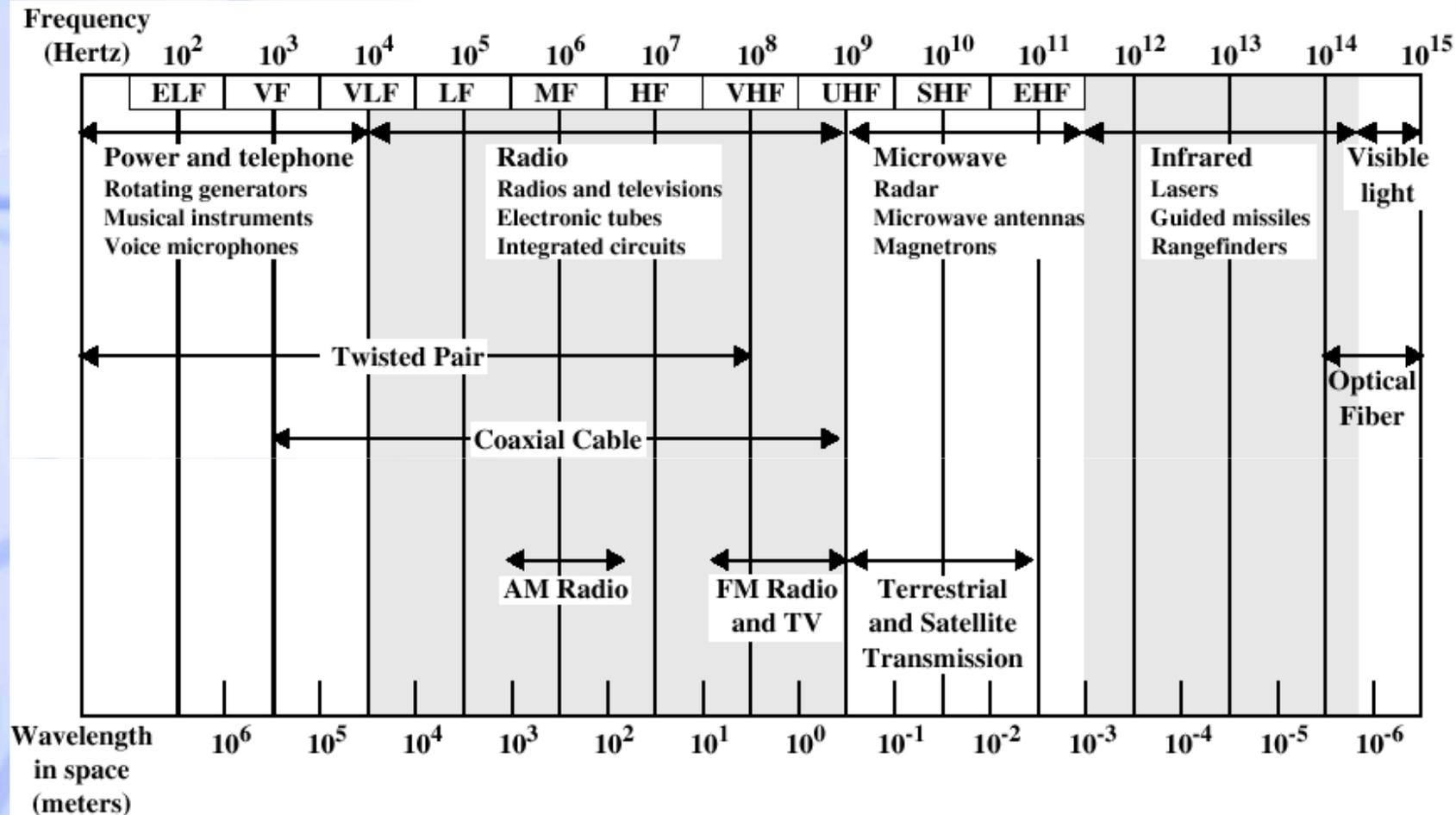
◆ Infrarrojos:

- ❖ $3 \cdot 10^{11}$ - $2 \cdot 10^{14}$ 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



ELF = Extremely low frequency MF = Medium frequency UHF = Ultrahigh frequency
 VF = Voice frequency HF = High frequency SHF = Superhigh frequency
 VLF = Very low frequency VHF = Very high frequency EHF = Extremely high frequency
 LF = Low frequency

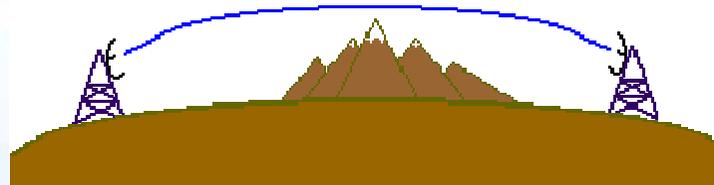


Medios de Transmisión: Microondas terrestres

- ◆ Antenas parabólicas de unos 3m de diámetro
- ◆ Haz muy estrecho. Alineación de las antenas
- ◆ Distancia alcanzada por un radioenlace:

$$d = 7.14\sqrt{kh}$$

- ❖ h=Altura de antena
- ❖ k =1 sin gravedad. Generalmente K=4/3



- ❖ Para distancia mayor: radioenlaces concatenados

Medios de Transmisión: Aplicaciones de microondas terrestres

- ◆ Transmisión a largas distancias
- ◆ Enlaces pto-ptu entre edificios o LANs
- ◆ Buenas prestaciones:

Banda(GHz)	W (MHz)	Mb/s
2	7	12
6	30	90
11	40	90
18	220	274

- ◆ **Problemas:**

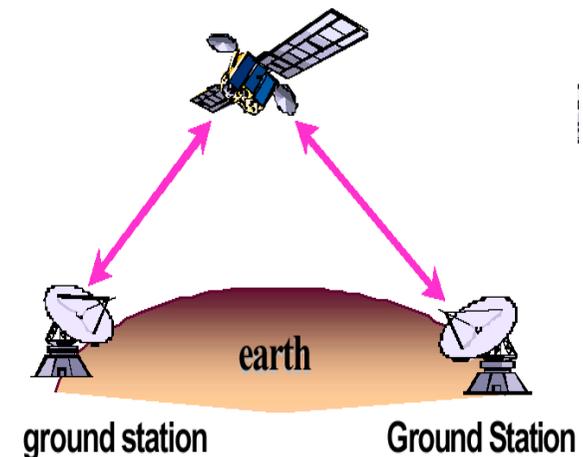
- ❖ Atenuación ($L(\text{dB}) = 10 \log (4\pi d/\lambda)^2$)
- ❖ Interferencias. Hay que regular bandas

4-6 GHz	Transm larga dist.
12GHz	Directos
22 GHz	Televisión por cable



Medios de Transmisión: Microondas por satélite

- ◆ **Satélite actúa como una gran estación repetidora**
- ◆ $f_{asc} < f_{desc}$
- ◆ **Rangos de frecuencia óptimos (1-10GHz)**
 - ❖ $f < 1\text{GHz}$ ruido solar, galáctico y atmosférico
 - ❖ $f > 10\text{GHz}$ absorción atmosférica, atenuación (lluvia)
- ◆ **Cada satélite opera en una banda de frecuencia determinada conocida como *Transpondedor***
- ◆ **Aplicaciones**
 - ❖ **Difusión de TV**
 - ❖ **Telefonía**
 - ❖ **Redes privadas: ejemplo Redes VSAT**
 - ✓ Usan canales en transpondedor para conectar redes locales
 - ✓ Difícil control de flujo y de errores, grandes retardos (aprox. 0,25 seg)



Medios de Transmisión: Ondas de radio

- ◆ **Omnidireccionales** ⇒ no necesarias parabólicas
- ◆ **Banda entre 30 MHz - 1GHz**
- ◆ **Máxima distancia alcanzada:**

$$d = 7.14\sqrt{kh}$$

- ◆ **Atenuación:**
 - ❖ **$L(\text{dB}) = 10 \log (4\pi d/\lambda)^2$**



Medios de Transmisión: Infrarrojos

- ◆ Reflexión directa
- ◆ Utilización de transductores que modulan la luz infrarroja no coherente
- ◆ Deberán estar alineados o tener una reflexión directa.
- ◆ No pueden atravesar obstáculos
- ◆ No se necesitan permisos de instalación
- ◆ Imposibilidad de establecer enlaces en medios abiertos debido al cambio de las condiciones climatológicas, que pueden actuar a modo de obstáculos.



Codificación de Datos

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

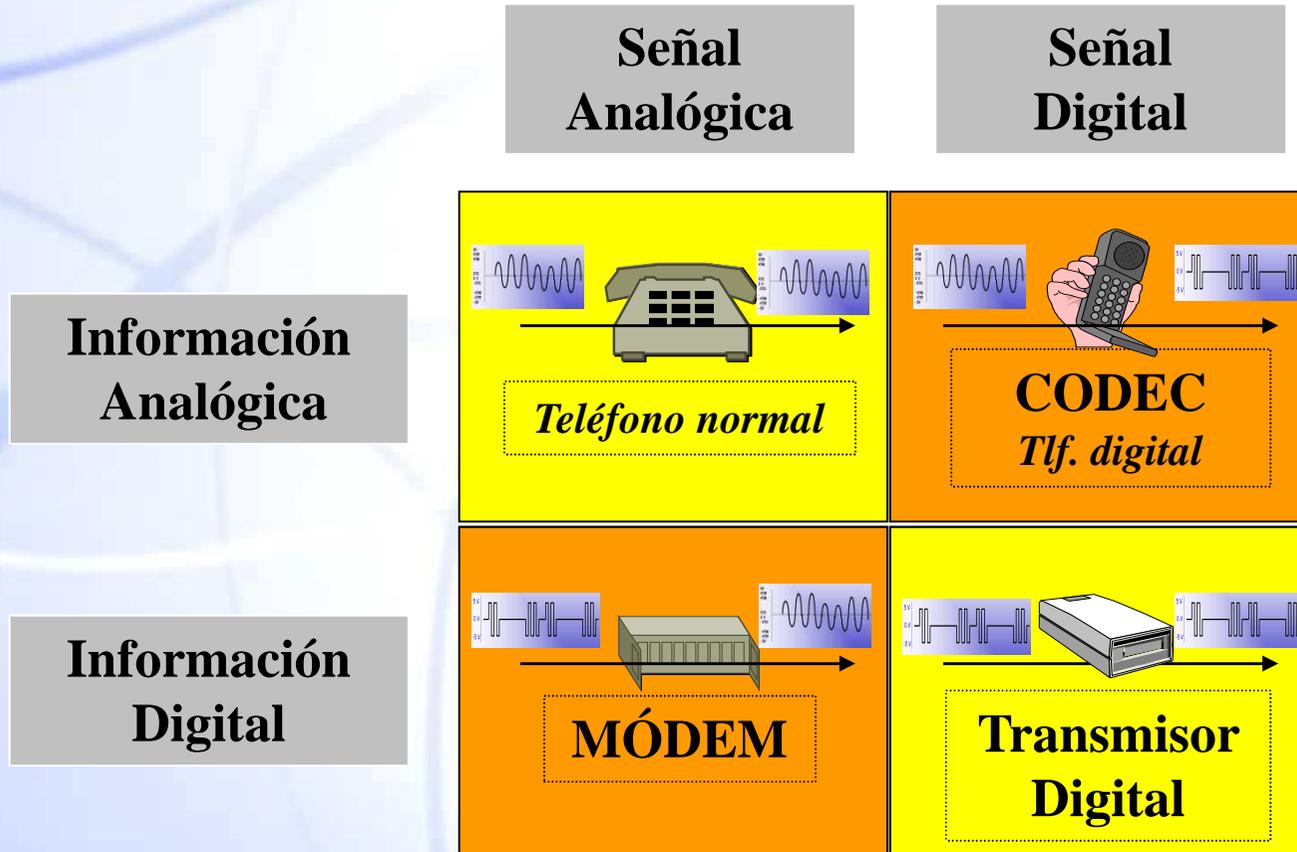


Codificación de datos: Introducción

- ◆ **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 ’
 - ✓ Las señal de entrada $m(t)$ (analógica o digital) se denomina señal banda-base y la señal de salida $s(t)$ se denomina señal modulada



Codificación de datos: Introducción



Datos digitales en señales analógicas

◆ Modulación en amplitud (Amplitude-Shift Keying ASK)

- ❖ Valores binarios son 2 amplitudes diferentes de la señal portadora

$s(t)=A \cos(2\pi f_c t + \theta_c) \rightarrow 1$ Presencia de portadora

$s(t)=0 \rightarrow 0$ Ausencia de portadora

- ❖ Se usa en fibra óptica (y en líneas de voz sólo hasta 1200 bps)

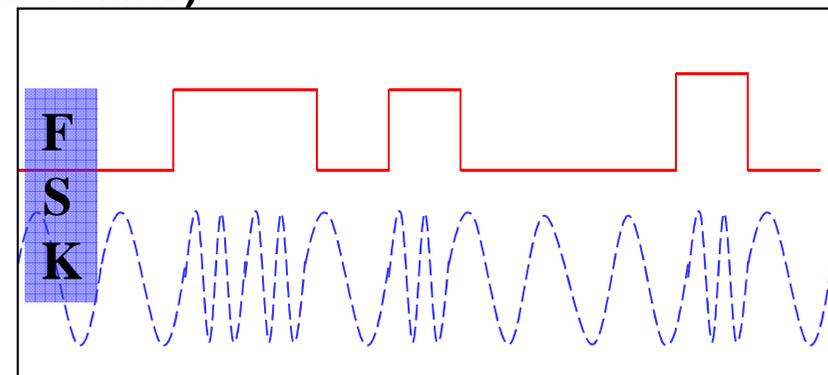
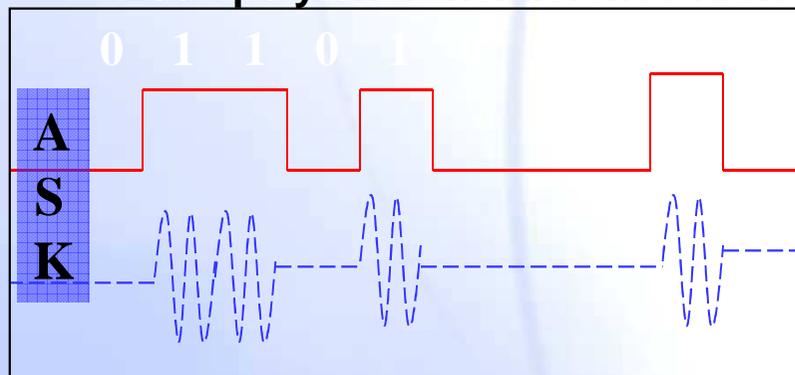
◆ Modulación en frecuencia (Frequency-Shift Keying FSK)

- ❖ Valores binarios son 2 frecuencias cercanas a la portadora

$s(t)=A \cos(2\pi f_1 t + \theta_c) \rightarrow 1$ Normalmente $f_1 - f_c = f_c - f_2$

$s(t)=A \cos(2\pi f_2 t + \theta_c) \rightarrow 0$

- ❖ Menos susceptible a errores que ASK, se usa en líneas de voz hasta 1200 bps y en transmisiones radio (3-30 MHz)



Datos digitales en señales analógicas

◆ Modulación en fase (Phase-Shift Keying PSK)

- ❖ Valores binarios representados por diferentes valores de fase

$$s(t)=A \cos(2\pi f_c + \theta_1) \rightarrow \quad 1 \quad \theta_1 = \pi$$

$$s(t)=A \cos(2\pi f_c + \theta_2) \rightarrow \quad 0 \quad \theta_2 = 0$$

- ❖ Se puede mejorar el BW haciendo que cada fase represente más de un bit. Por ejemplo QPSK (Quaternary PSK):

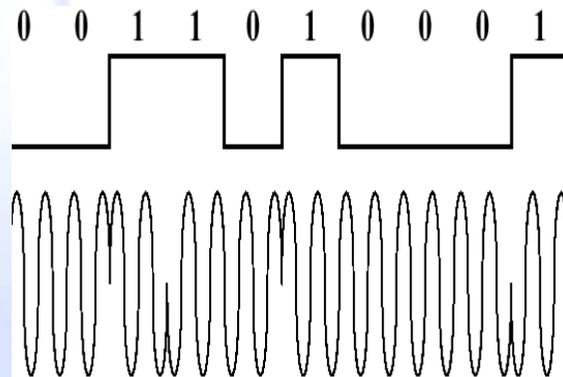
$$s(t)=A \cos(2\pi f_c + 45^\circ) \rightarrow \quad 11$$

$$s(t)=A \cos(2\pi f_c + 135^\circ) \rightarrow \quad 10$$

$$s(t)=A \cos(2\pi f_c + 225^\circ) \rightarrow \quad 00$$

$$s(t)=A \cos(2\pi f_c + 315^\circ) \rightarrow \quad 01$$

- ❖ Ej: módem 9600 usa 12 fases y 4 con 2 amplitudes



(c) Phase-shift keying



Datos digitales en señales digitales

- ◆ **Señal digital: secuencia de pulsos discretos y discontinuos**
 - ❖ Cada pulso es un elemento de señal
 - ✓ Señal unipolar: todos los elementos de señal son + ó todos -
 - ✓ Señal polar: usa niveles de voltaje positivos y negativos
 - ❖ Los datos binarios se transmiten codificando cada bit de datos en un elemento de señal
 - ✓ En el caso más simple hay una correspondencia uno a uno
- ◆ **Data rate R: Tasa en bps a la que se envían los datos**
 - ❖ Duración de un bit: $1/R$
 - ❖ Modulation rate: velocidad a la que cambia un nivel de señal
- ◆ **Temporización: El receptor deberá conocer con cierta precisión cuándo empieza y acaba un bit**

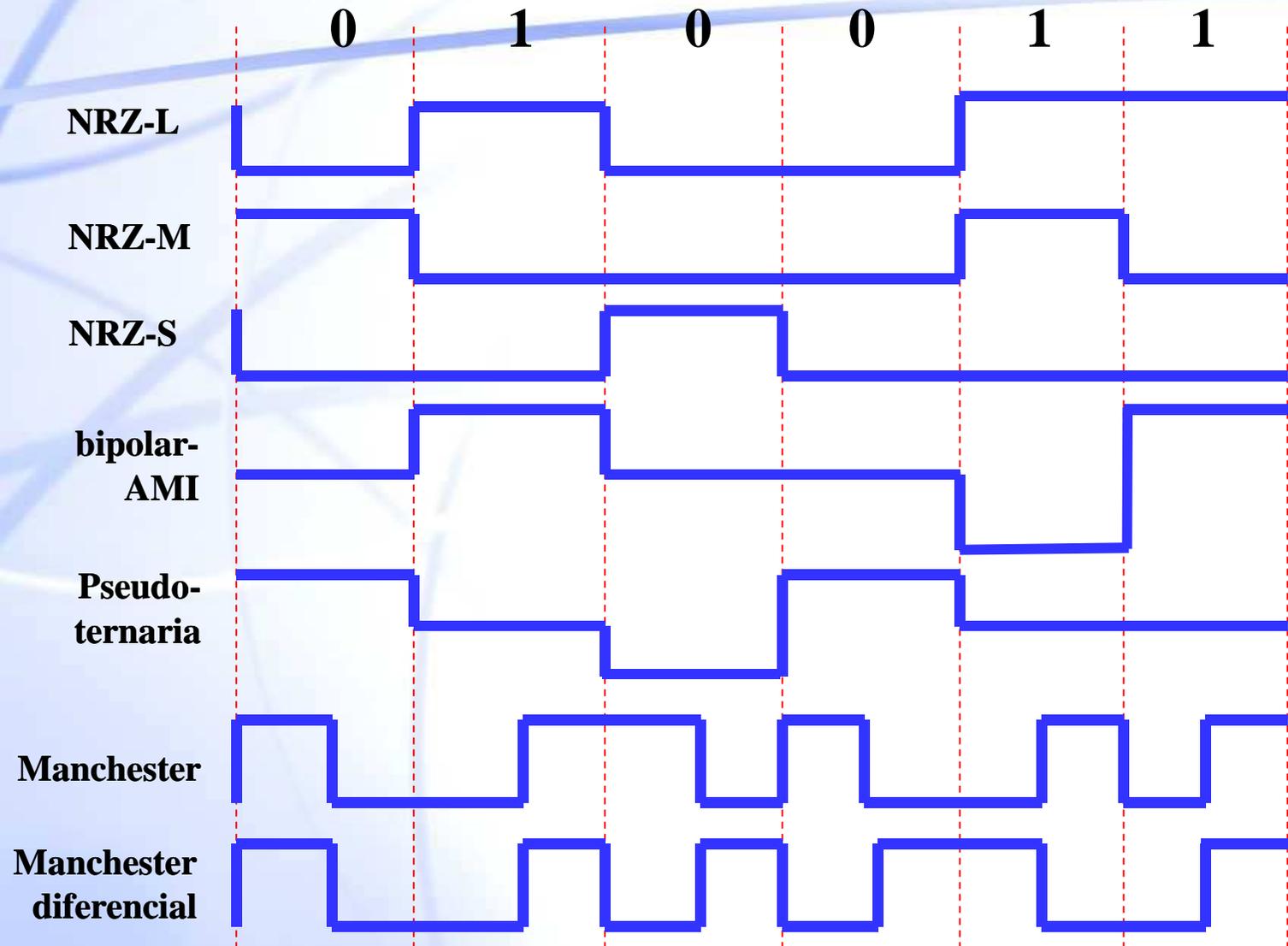


Datos digitales en señales digitales

- ◆ **NRZ: voltaje constante en la duración de un bit**
 - ✓ NRZ-L: La señal cambia de nivel según si el bit es 1 o 0
 - ✓ NRZ-M (NRZI): El nivel varía cada vez que aparece un 1
 - ✓ NRZ-S: El nivel varía cada vez que aparece un 0
 - ❖ Ventajas: **Fáciles de implementar y buen uso de ancho de banda**
 - ❖ Inconvenientes: **componente continua, problemas de sincronización**
- ◆ **Binario multinivel: alternancias**
 - ✓ Bipolar-AMI: **0=cero volts / 1 = $\pm V$ alternando pulsos + y -**
 - ✓ Pseudoternaria: **al revés que AMI**
 - ❖ Ventajas: **No pierde sincroniz. por haber muchos 1's consecutivos, Requiere menos ancho de banda, Sin componente continua**
 - ❖ Inconvenientes: **cadena de 0s puede suponer pérdida de sincronización.**
- ◆ **Bifase: transiciones en mitad de bit**
 - ✓ Manchester: **transición en mitad del bit. Esta transición se usa como sincronización y datos: 1 = Low -> High; 0 = High -> Low**
 - ✓ Manchester diferencial: **La transición en mitad del bit sólo para sincronización: 0 = transición al principio del bit; 1 = no transición**
 - ❖ Ventajas: **buena sincronización, sin componentes de continua y cierta capacidad de detección de errores**
 - ❖ Inconvenientes: **requiere más ancho de banda (más transiciones que NRZ)**

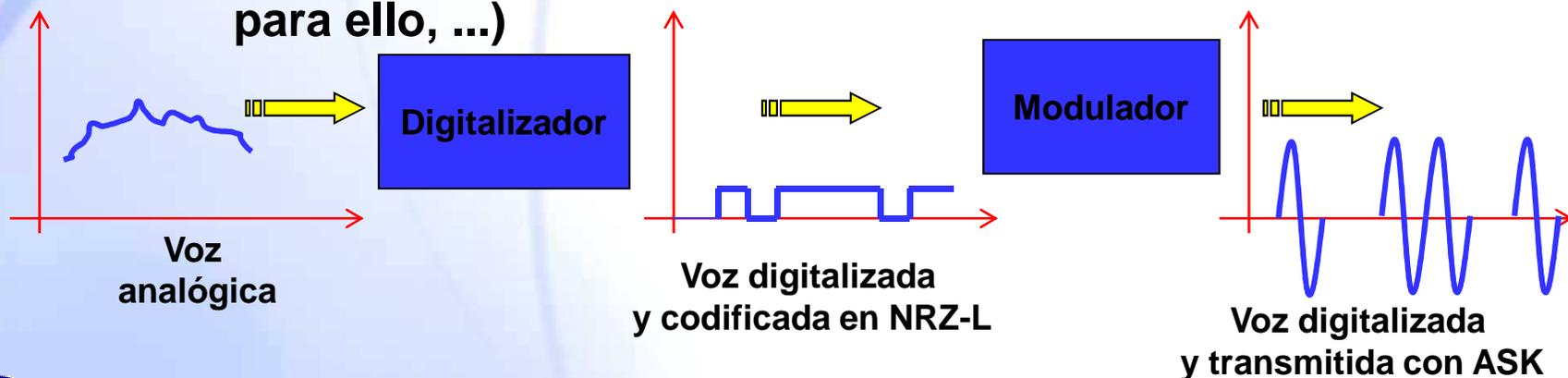


Datos digitales en señales digitales



Datos analógicos en señales digitales

- ◆ **DIGITALIZACIÓN: transformación de datos analógicos en digitales (muestreo y codificación)**
- ◆ **Una vez digitalizados, transmitirlos usando NRZ-L u otra codificación ...**
 - ❖ ... pero normalmente se convierten a señal analógica (!de nuevo!) usando técnicas de modulación
 - ✓ Útil para emplear métodos de transmisión existentes y conocidos (implementados en HW, en líneas preparadas para ello, ...)



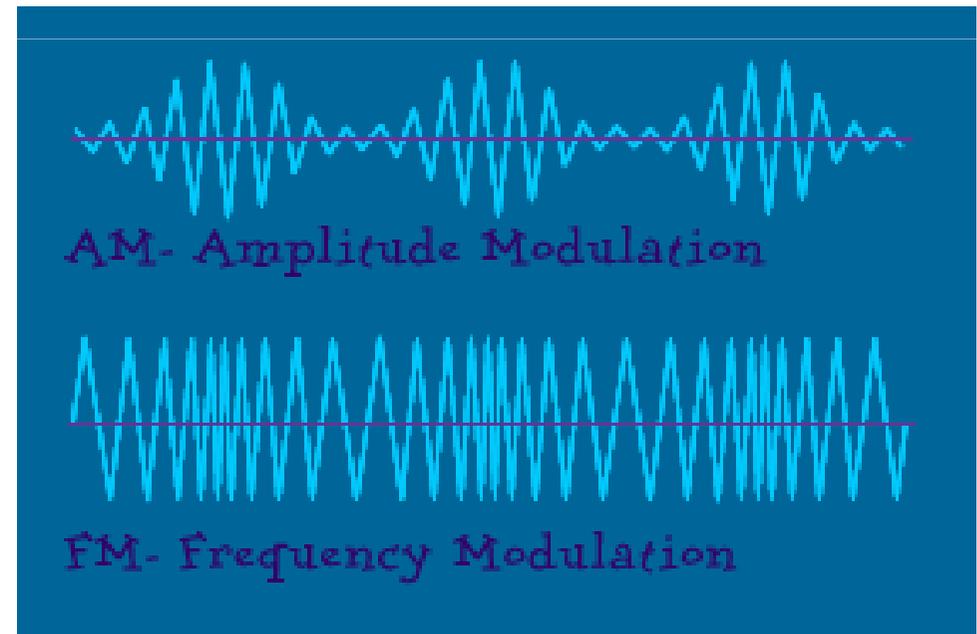
Datos analógicos en señales analógicas

- ◆ Modulación: Combinar una señal de entrada $m(t)$ y una portadora a frecuencia f_c para producir una señal $s(t)$ centrada en f_c
 - ❖ 3 tipos

Amplitude Modulation (AM)

Frequency Modulation (FM)

Phase Modulation (PM)





Modos de Transmisión

Departamento de Ingeniería Telemática

Universidad Carlos III de Madrid

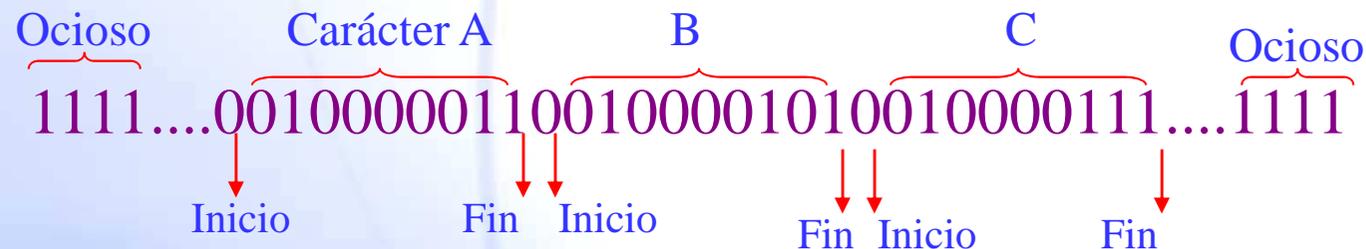
Modos de transmisión

- ◆ **Emisor y receptor deben conocer la velocidad, duración y espaciamento: “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 una carácter**
- ◆ **2 formas de resolver la sincronización:**
 - ❖ **Transmisión asíncrona**
 - ❖ **Transmisión síncrona**



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



En este caso: sobrecarga de 2/10



Transmisión síncrona

◆ Dos alternativas:

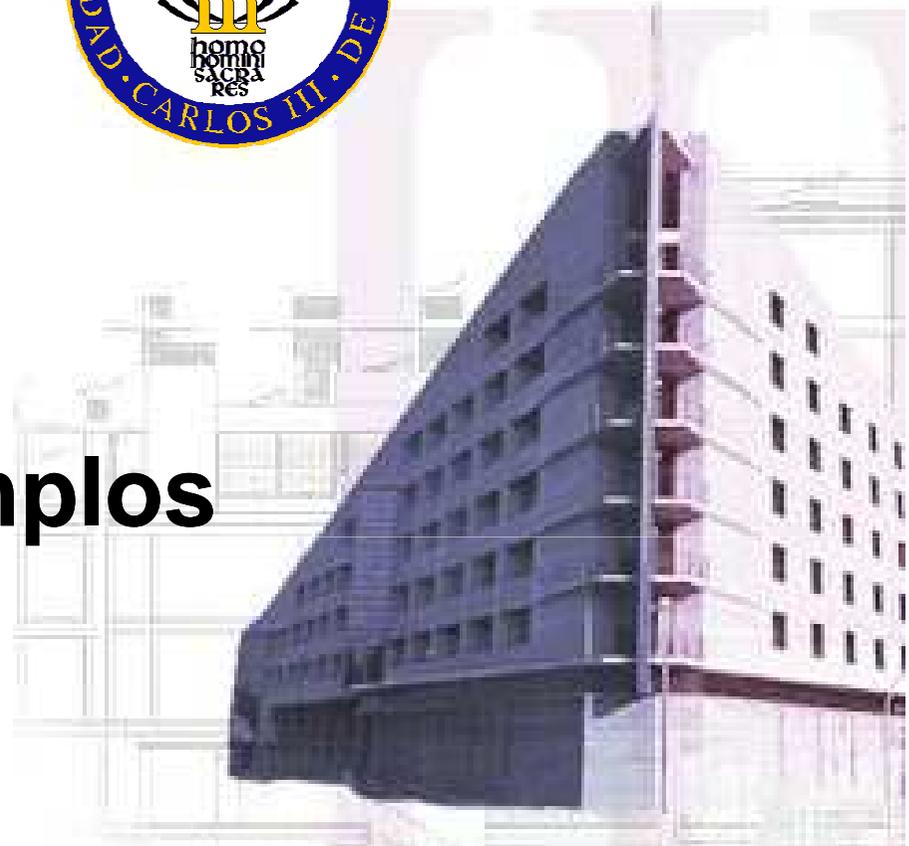
- ❖ Uso de línea de reloj adicional
- ❖ Uso de cabeceras fijas de sincronización

◆ 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





Nivel Físico: Ejemplos

Departamento de Ingeniería Telemática

Universidad Carlos III de Madrid

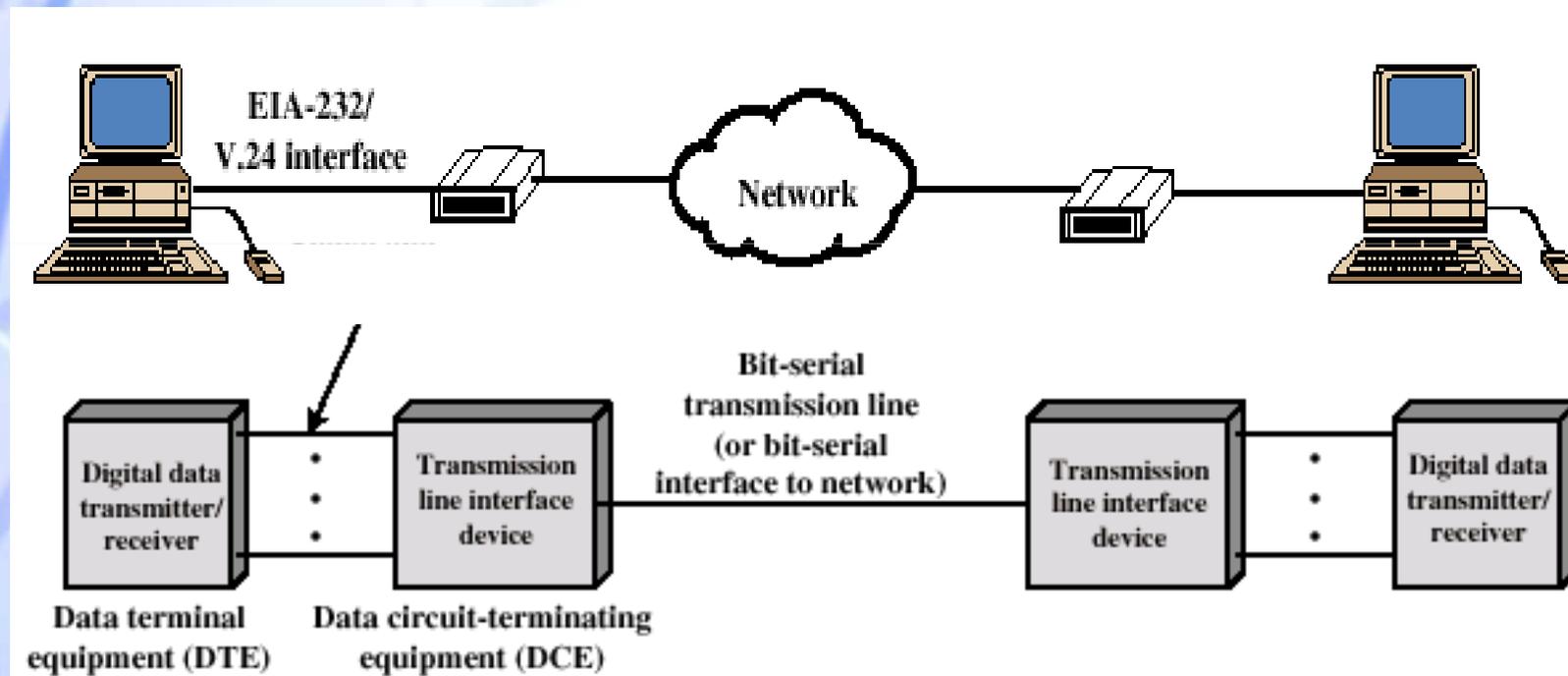
INTERFAZ RS-232

- ◆ **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**
 - ❖ **Eléctricas: señalización DTE–DCE NRZ-L**
 - **1 binario--> < 3 volts (off) --- 0 binario--> > 3 volts (on)**
 - ❖ **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**



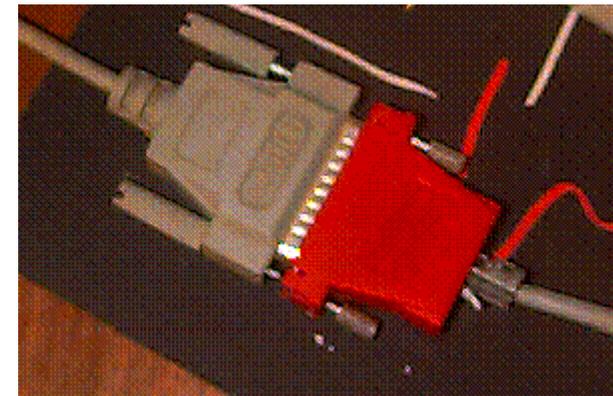
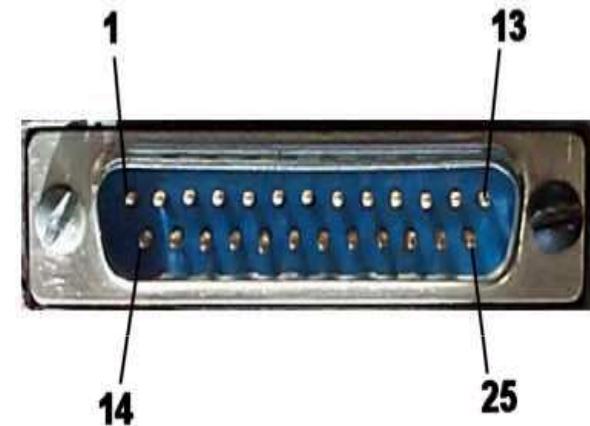
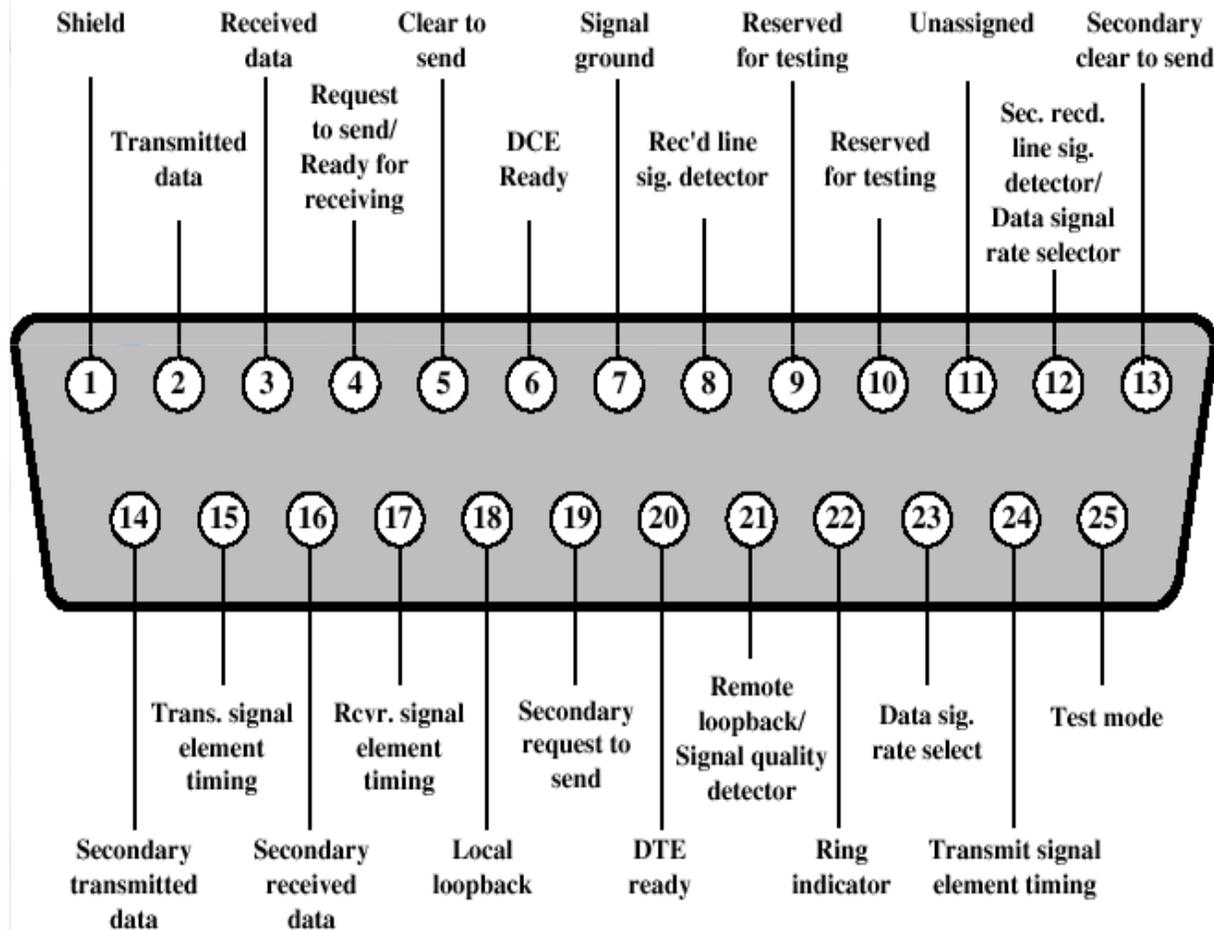
INTERFAZ RS-232

◆ Ejemplo de utilización



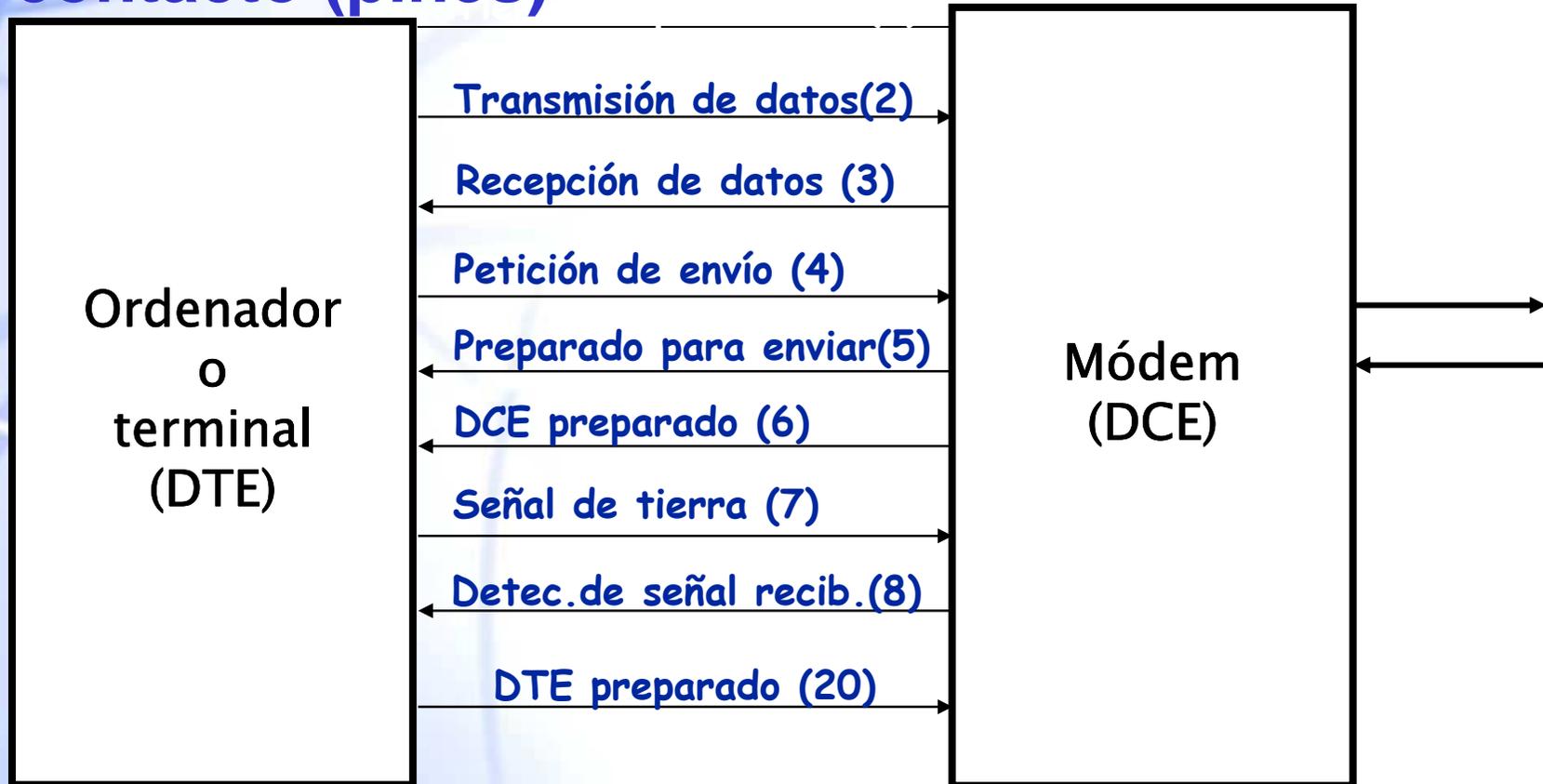
INTERFAZ RS-232

Asignación de terminales de contacto (pines) en DTE



INTERFAZ RS-232

Asignación de algunos terminales de contacto (pines)



INTERFAZ RS-232

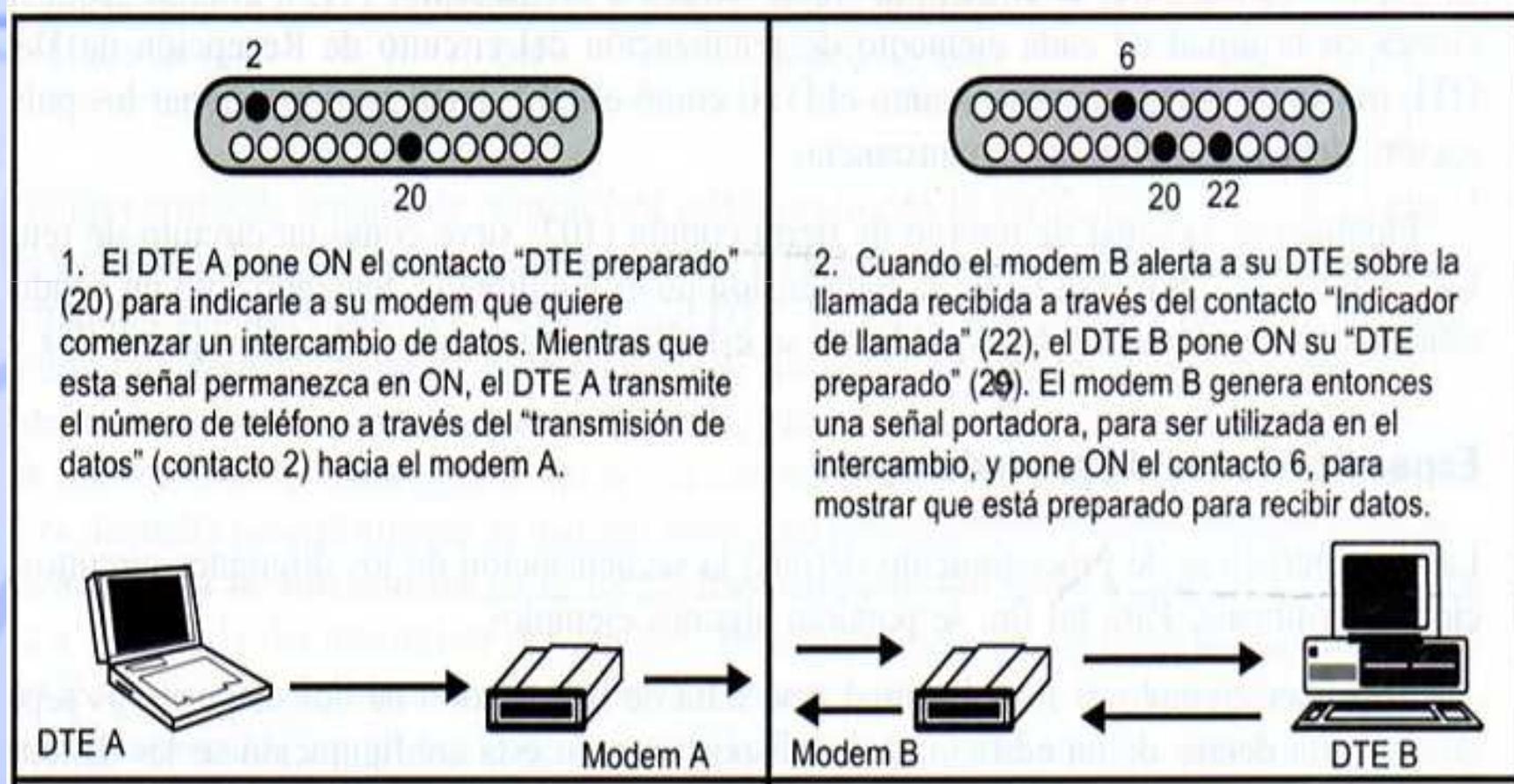
Algunos Circuitos de Intercambio en V.24/EIA-232

- Señal de tierra (102)
- Transmisión de datos (103)
- Recepción de datos (104)
- Petición de envío (105)
- Preparado para enviar (106)
- DCE preparado (107)
- DTE preparado (108.2)
- Indicador de llamada (125)
- Detector de señal recibida (109)



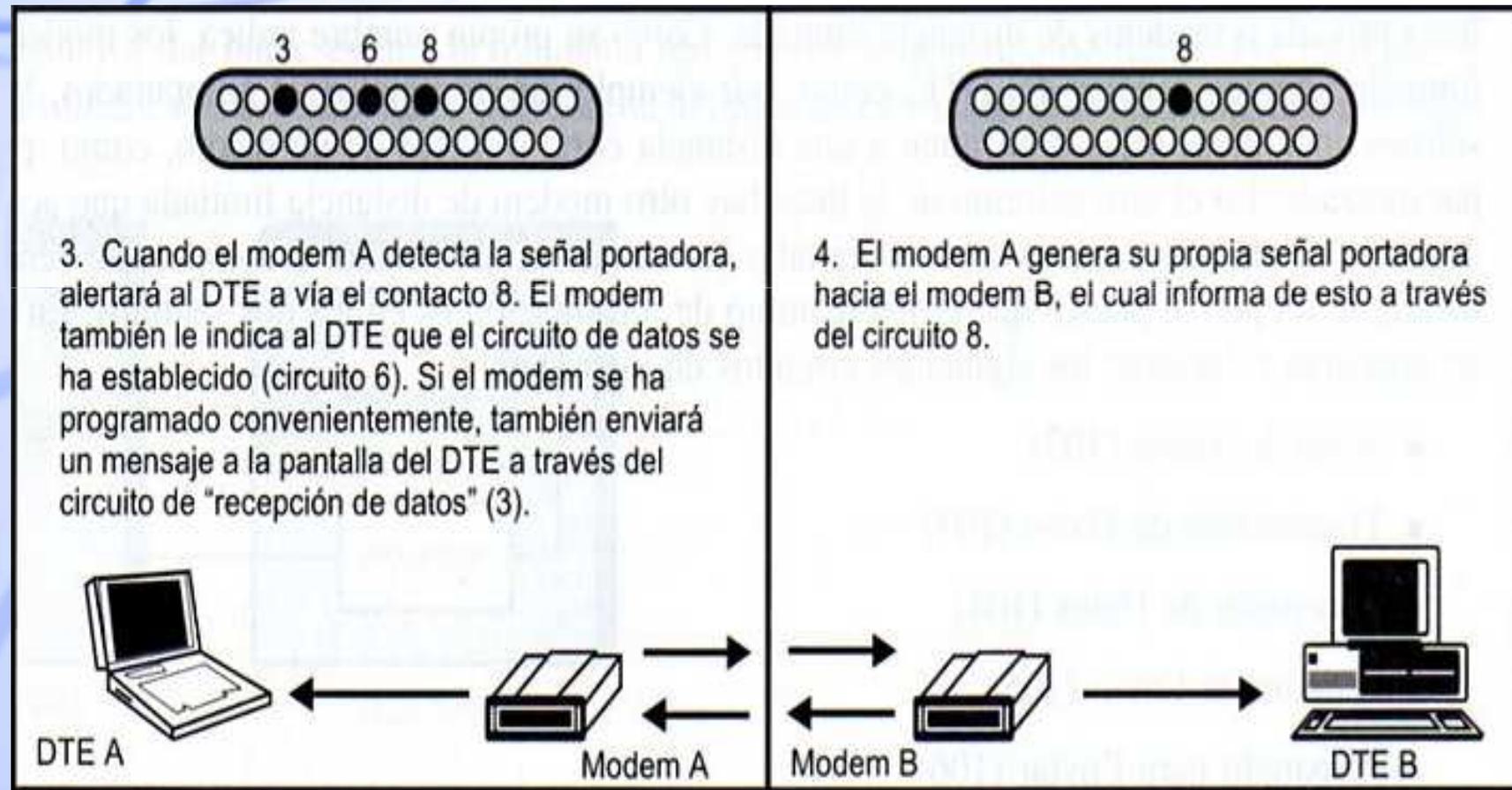
INTERFAZ RS-232

• EJEMPLO de llamada (RDSI): 1 / 3



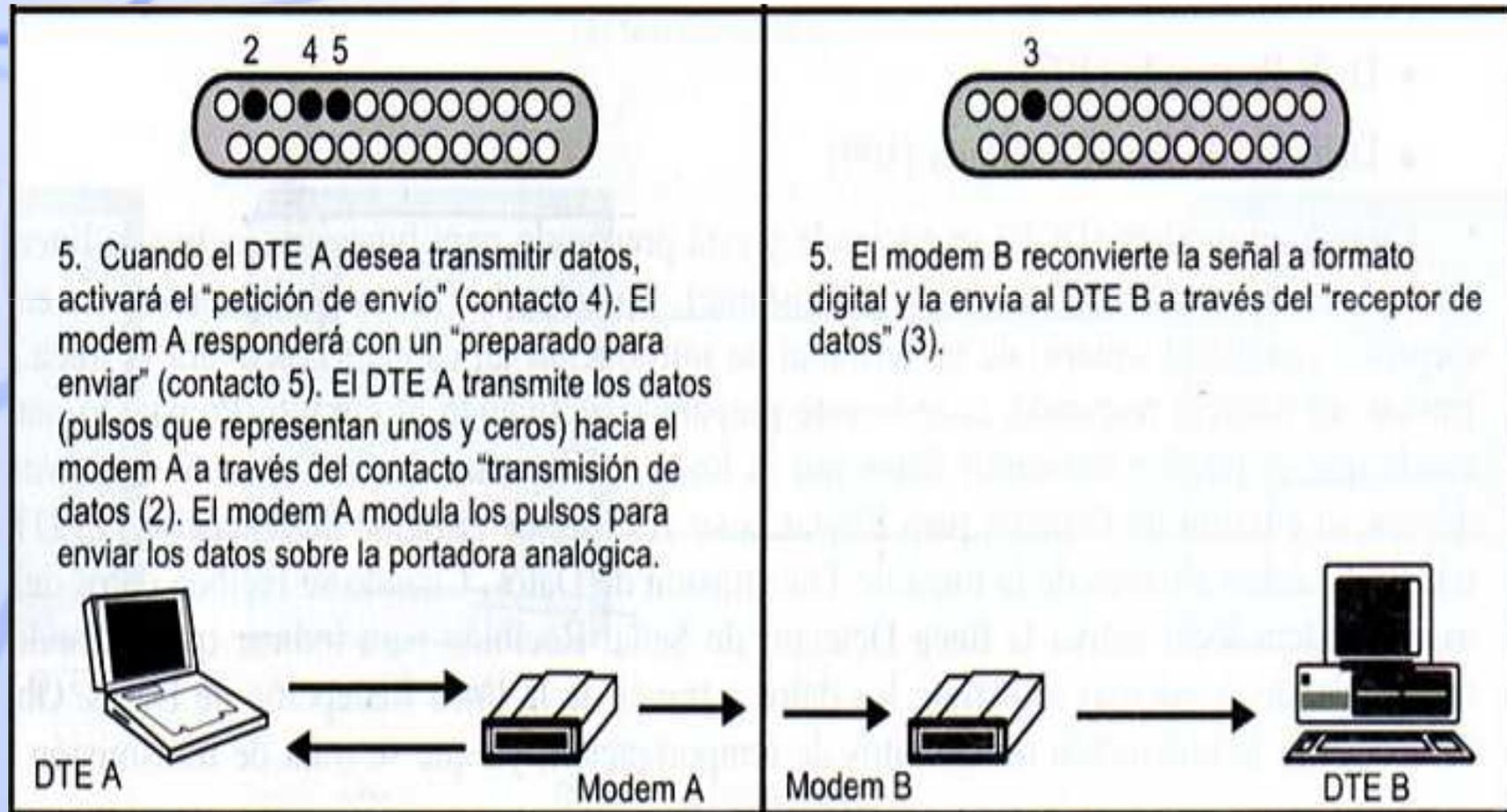
INTERFAZ RS-232

• EJEMPLO de llamada (RDSI): 2 / 3



INTERFAZ RS-232

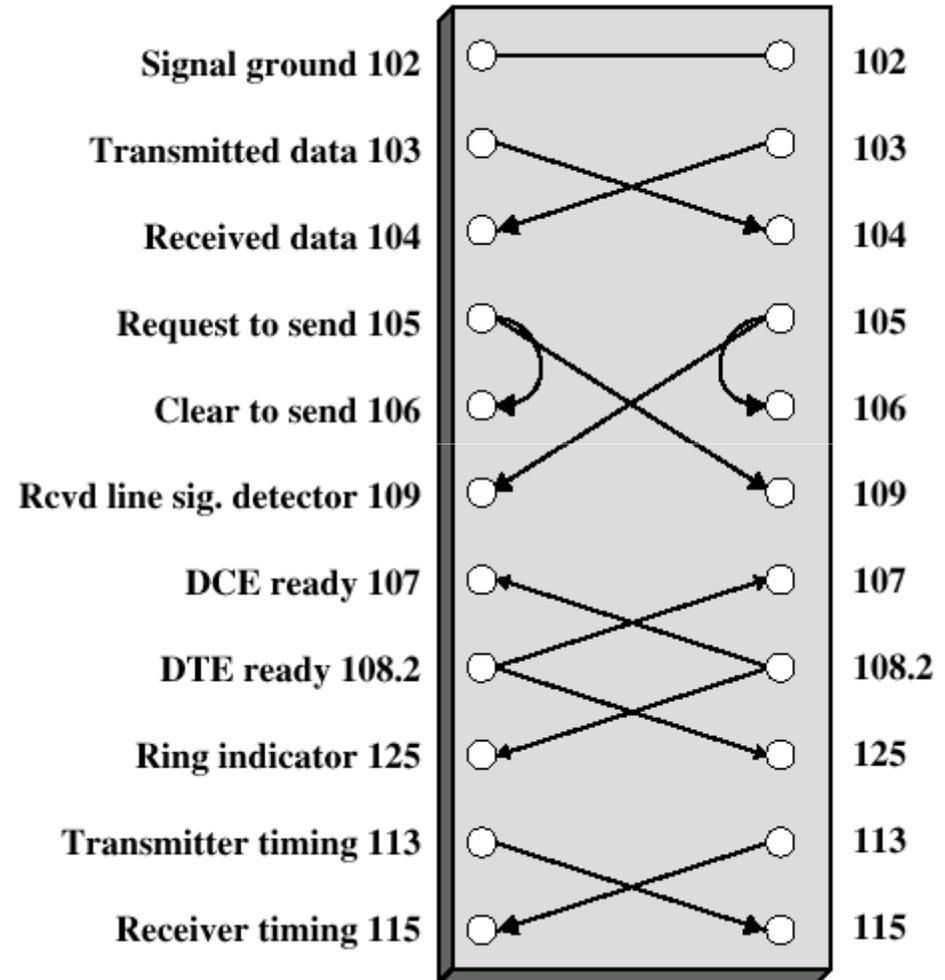
• EJEMPLO de llamada (RDSI): 3 / 3



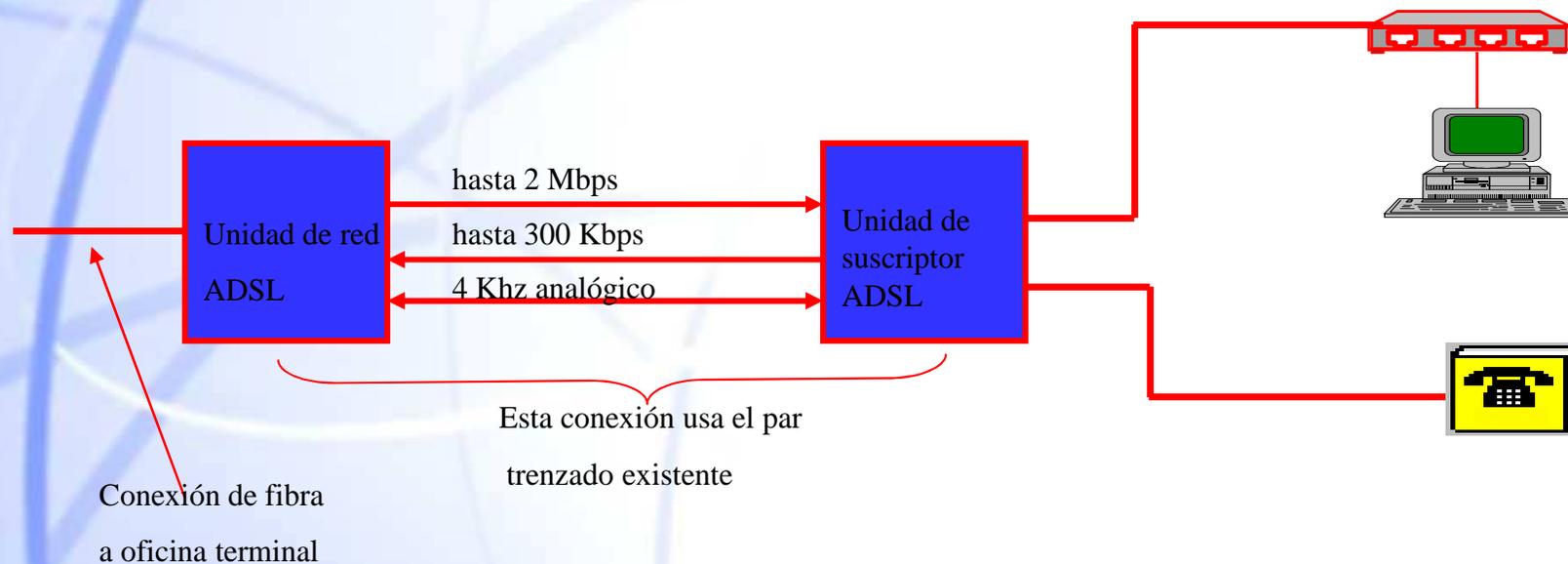
INTERFAZ RS-232

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

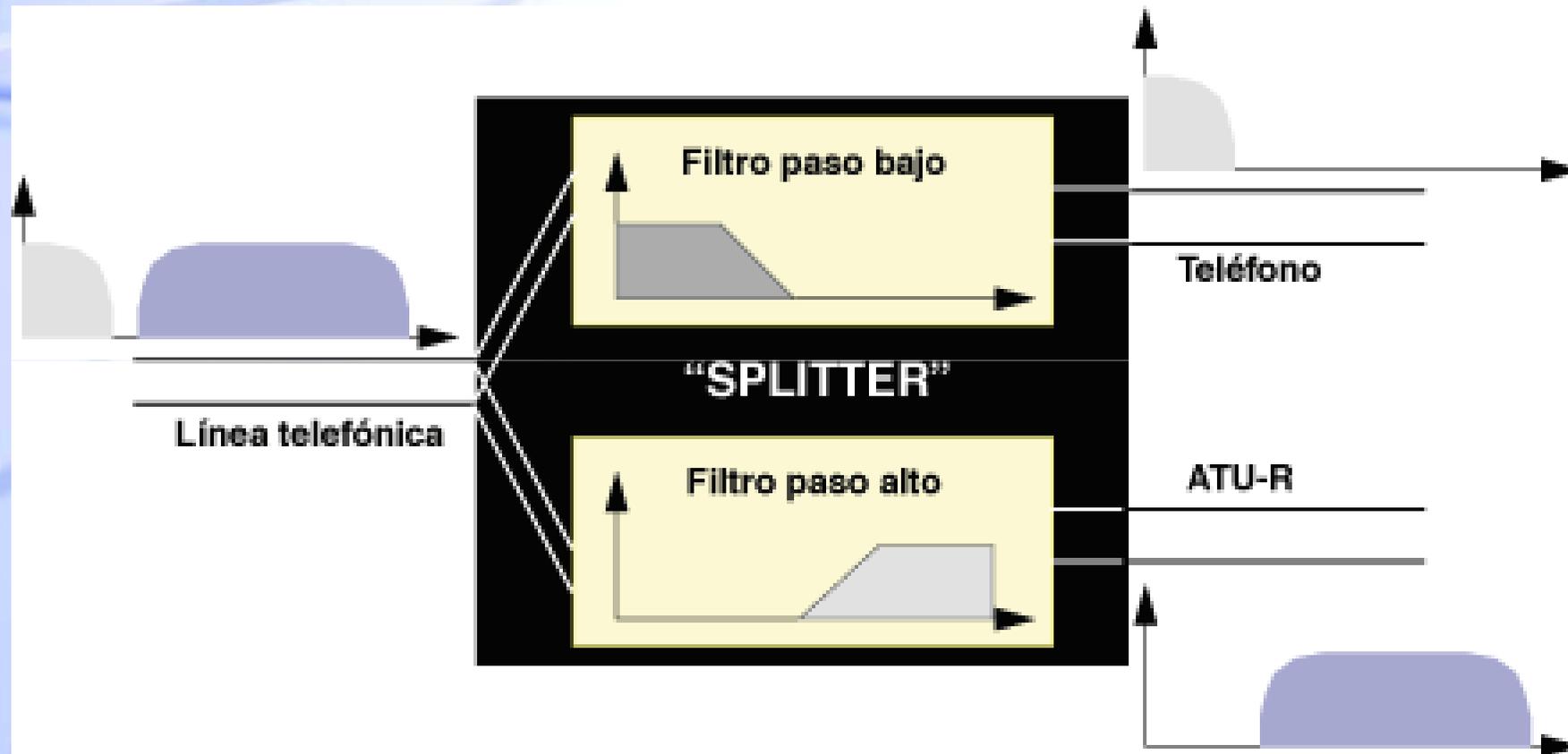
- Ambos DTE creen que están conectados a un DCE
- Conexión especial



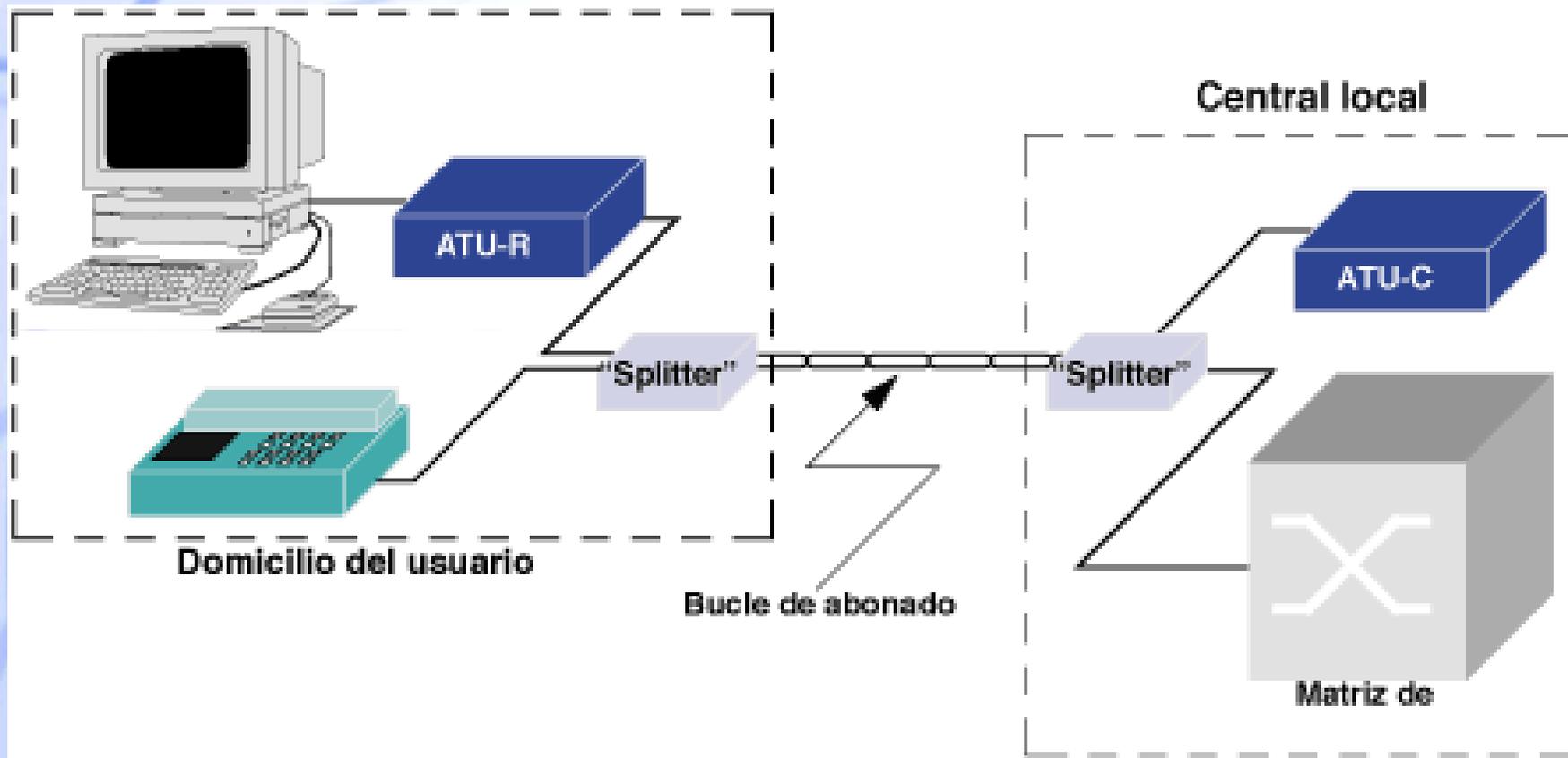
ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Loop)



ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Loop)

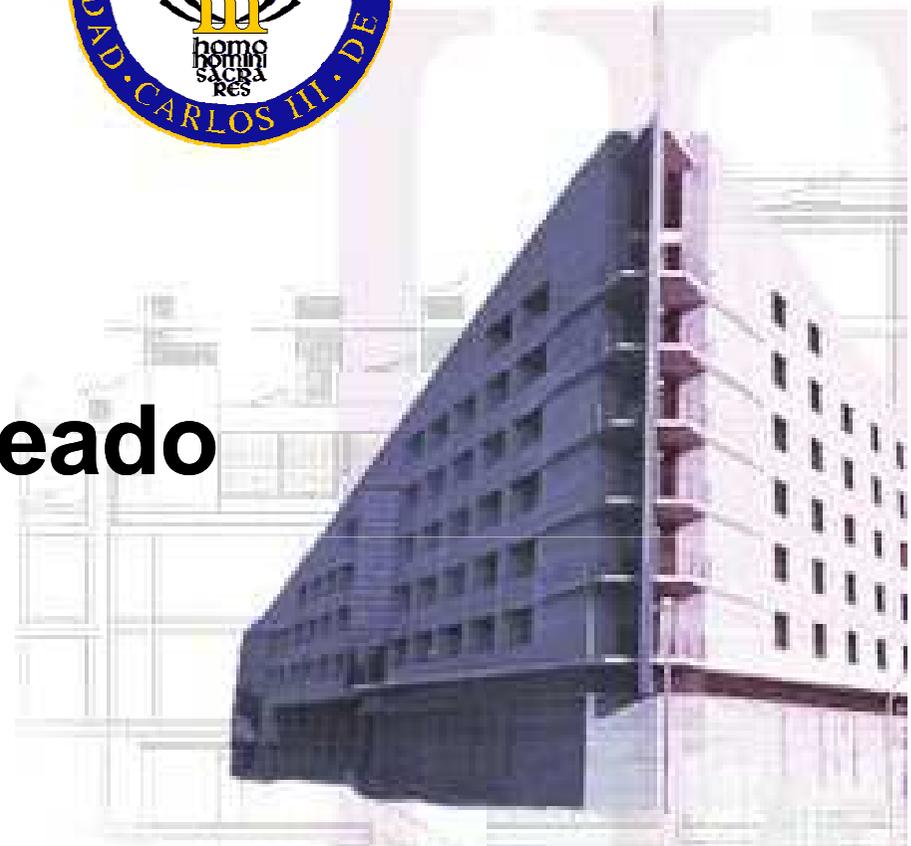


ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Loop)





Sistemas de Cableado Estructurado



Departamento de Ingeniería Telemática
Universidad Carlos III de Madrid

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.**
- ◆ **90´s: Aumento de la densidad de equipos en oficinas.**
- ◆ **Costes de post-cableado: entre 3-10 veces más.**



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

Multifuncionalidad

Independencia de Proveedor

Movilidad

Cambio de necesidades
Dinámico

Ubicuidad

Ausencia de errores o averías

Capacidad de ampliación
y reconfiguración

Características de un SCE

Capacidad de Integración

Basado en Estándares

Flexibilidad de Interconexión

Administrable

Posibilidad de Alta
Densidad de Cableado

Fiable

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.**



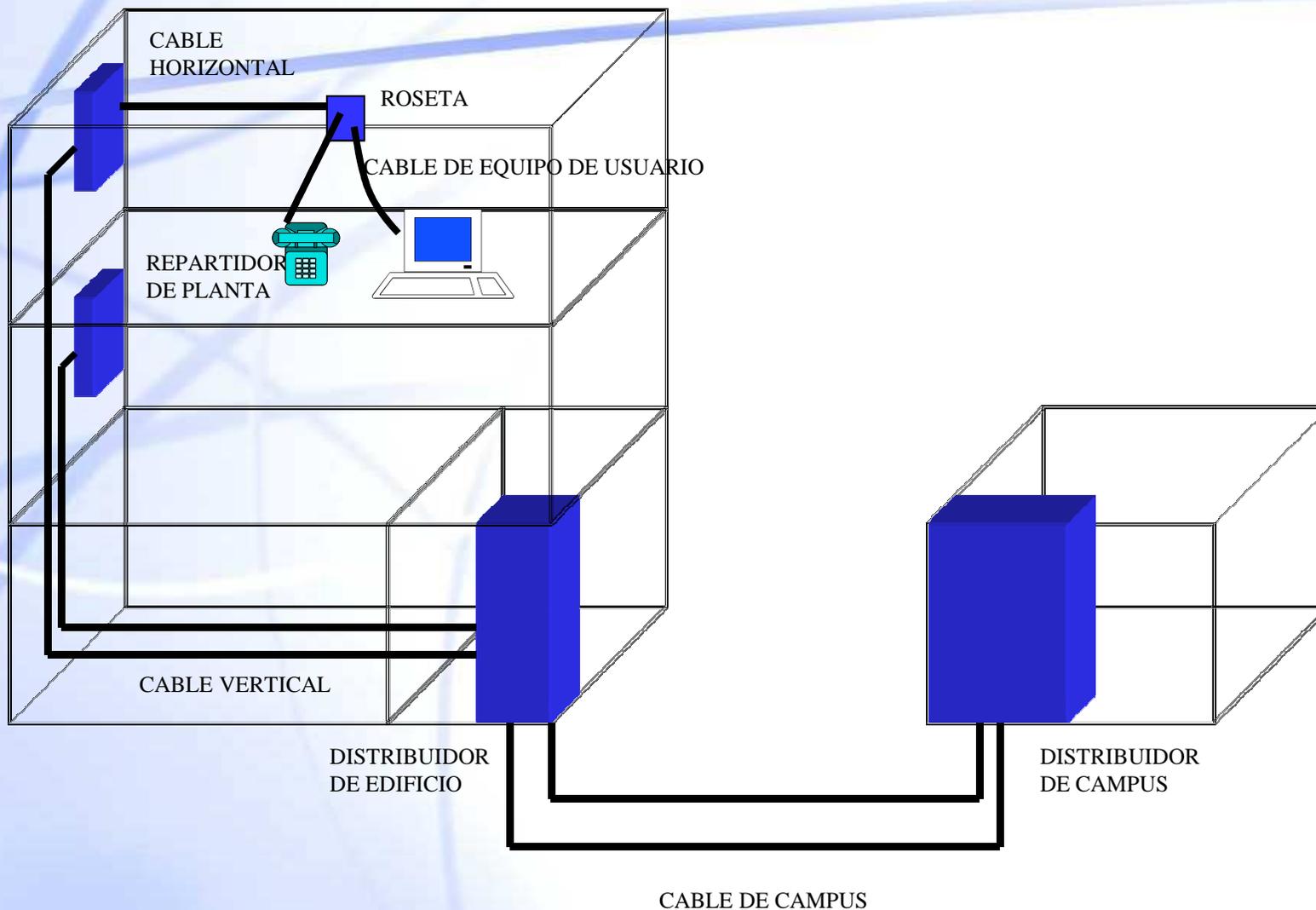
Arquitectura de un SCE

◆ Elementos funcionales

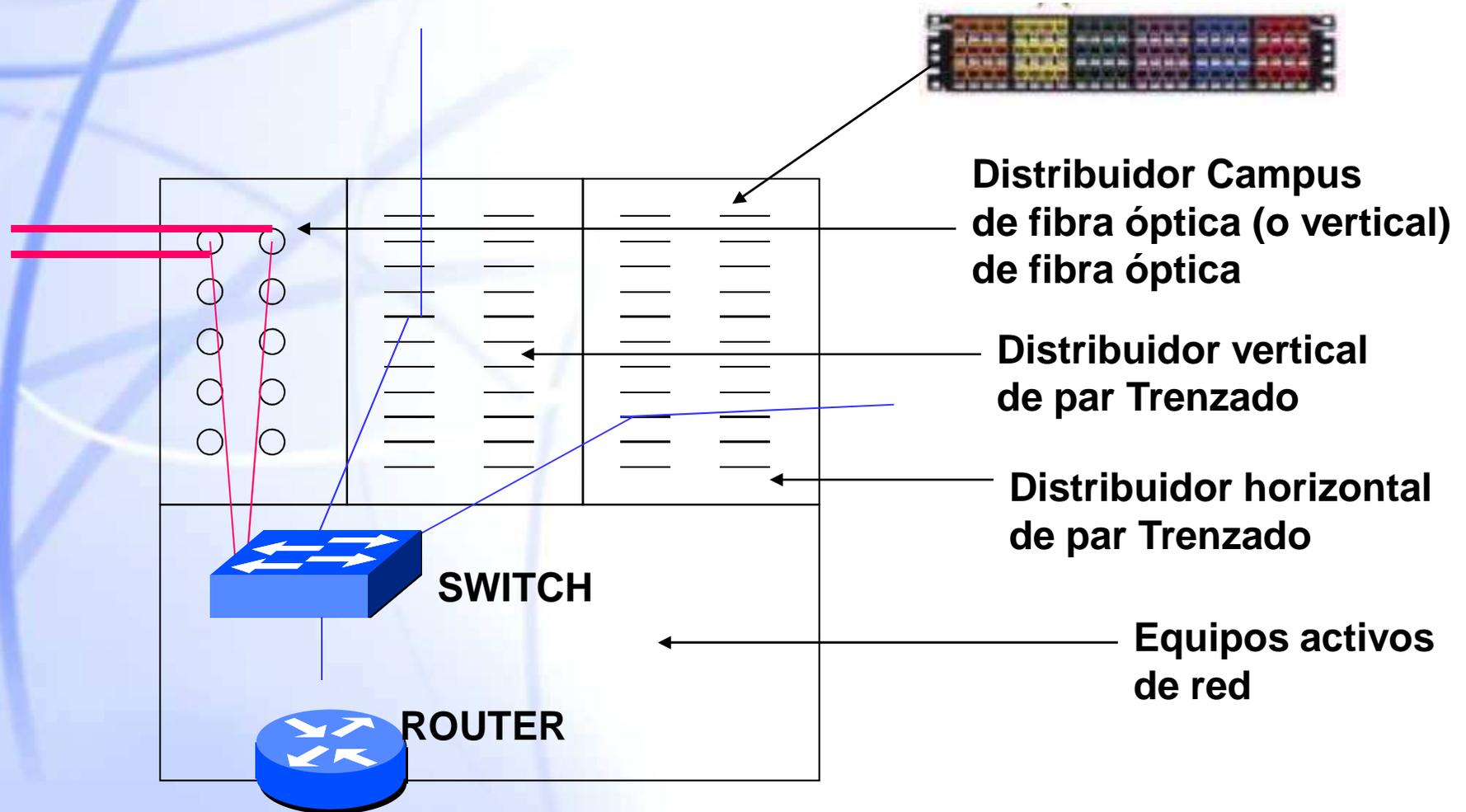
- ❖ Distribuidor de Campus (DC)
- ❖ Cable backbone de campus
- ❖ Distribuidor de Edificio (DE)
- ❖ Cable Backbone de Edificio o Vertical
- ❖ Distribuidor de Planta (DP)
- ❖ Cable Horizontal
- ❖ Punto de Transición (PT)
- ❖ Toma de Usuario o Roseta (TU)



Elementos Funcionales



Distribuidor de edificio



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. Vertical 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 por el conjunto de tomas de usuario en dicha planta. Permite las comunicaciones de los distintos usuarios con el cableado vertical.**



Subsistemas de Cableado

◆ Subsistema sala de equipos:

- ❖ **Está al lado del DC.**
- ❖ **En él se ubican los equipos de telefonía, equipos de red, servidores, conexiones a la red pública, etc...**
- ❖ **Debe estar especialmente acondicionado:**
 - ✓ **UPS**
 - ✓ **Protección frente a incendios.**
 - ✓ **Acceso controlado.**
 - ✓ **Aire acondicionado.**
 - ✓ **Suelo técnico.**

◆ Salas especiales para distribuidores.



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	250 Mbps
7	600 MHz	1000 Mbps

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▪ 5 m máx. para el latiguillo
Vertical	500 m	<ul style="list-style-type: none">▪ 20 m máx. para latiguillos de distribuidor de edificio/campus
Campus	1.500 m	<ul style="list-style-type: none">▪ 30 m máx. para cables de equipamiento
Backbone (vertical+campus)	2.000 m	<ul style="list-style-type: none">▪ Posibilidad de ampliación con F.O. monomodo: El máximo contemplado es de 3.000 m.



Especificación de Subsistemas

(II)

Tipo de Cableado

Subsistema	Tipo de Cable	Uso recomendado
Horizontal	Balanceado	<ul style="list-style-type: none">▪ 1 toma / 10m²▪ 2 o 4 pares▪ Al menos 3 tomas /usuario
	F.O.	<ul style="list-style-type: none">▪ Para necesidades específicas
Vertical	Balanceado	<ul style="list-style-type: none">▪ Voz y datos de baja y media velocidad
	F.O.	<ul style="list-style-type: none">▪ Datos a media y baja velocidad
Campus	F.O.	<ul style="list-style-type: none">▪ Mayoría de escenarios
	Balanceado	<ul style="list-style-type: none">▪ Para necesidades específicas (PBX)



Especificación de Subsistemas (III)

Especificación de enlaces

Tipo Enlace/Aplicacion	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	16 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/Aplicacion	Clase de Aplicación/Enlace				
	A	B	C	D	Óptica
UTP/FTP (cat 3)	2000 m	500 m	100 m [*]		
UTP/FTP (cat 4)	3000 m	600 m	150 m ^{**}		
UTP/FTP (cat 5)	3000 m	700 m	160 m ^{**}	100 m [*]	
STP	3000 m	1000 m	250 m ^{**}	150 m	
F.O. multimodo					2000 m
F.O. monomodo					3000 m ^{***}

* 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

“Fase en que se instalan los cables y los repartidores”

- ◆ **Punto de partida → plano del edificio. Se deben marcar:**
 - ❖ **Áreas de trabajo**
 - ❖ **Posición y situación de bandejas, canaletas, etc...**
 - ❖ **Situación de generadores de interferencias electromagnéticas (ascensores, UPS...)**

- ◆ **Precableado de Campus. Se debe analizar el plano de distribución de edificios y otros elementos del Campus:**
 - ❖ **Carreteras**
 - ❖ **Líneas de alta tensión**
 - ❖ **Alcantarillado**



Precableado (2)

- ◆ **Precableado Vertical.** Se deben analizar las bajantes, canaletas, bandejas, fuentes de interferencias, distancias.
- ◆ **Precableado Horizontal.** Plano de planta y ubicación de zonas de trabajo, canalizaciones y bandejas, situación de generadores de interferencias, etc.:
2
 - ❖ **Rosetas: 3 cada 10 m (1V y 2D) o zona de trabajo.**
 - ❖ **Distribuidores de planta:**
 - ✓ 1 cada 1000 m
 - ✓ Pueden dar servicio a más de una planta
 - ❖ **Distancias entre rosetas y DP \leq 90 metros. Si se supera:**
 - ✓ Reubicar DP o rosetas.
 - ✓ Usar F.O.
 - ✓ Colocar cableado vertical adicional

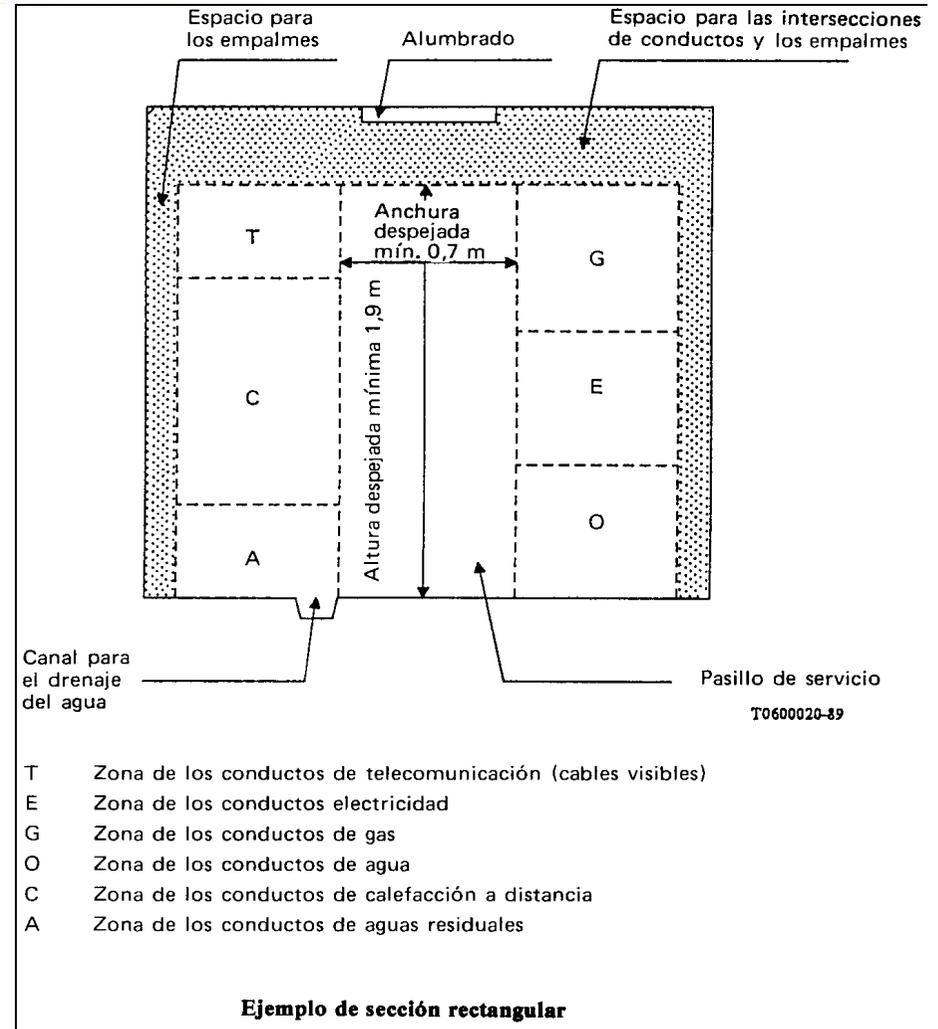
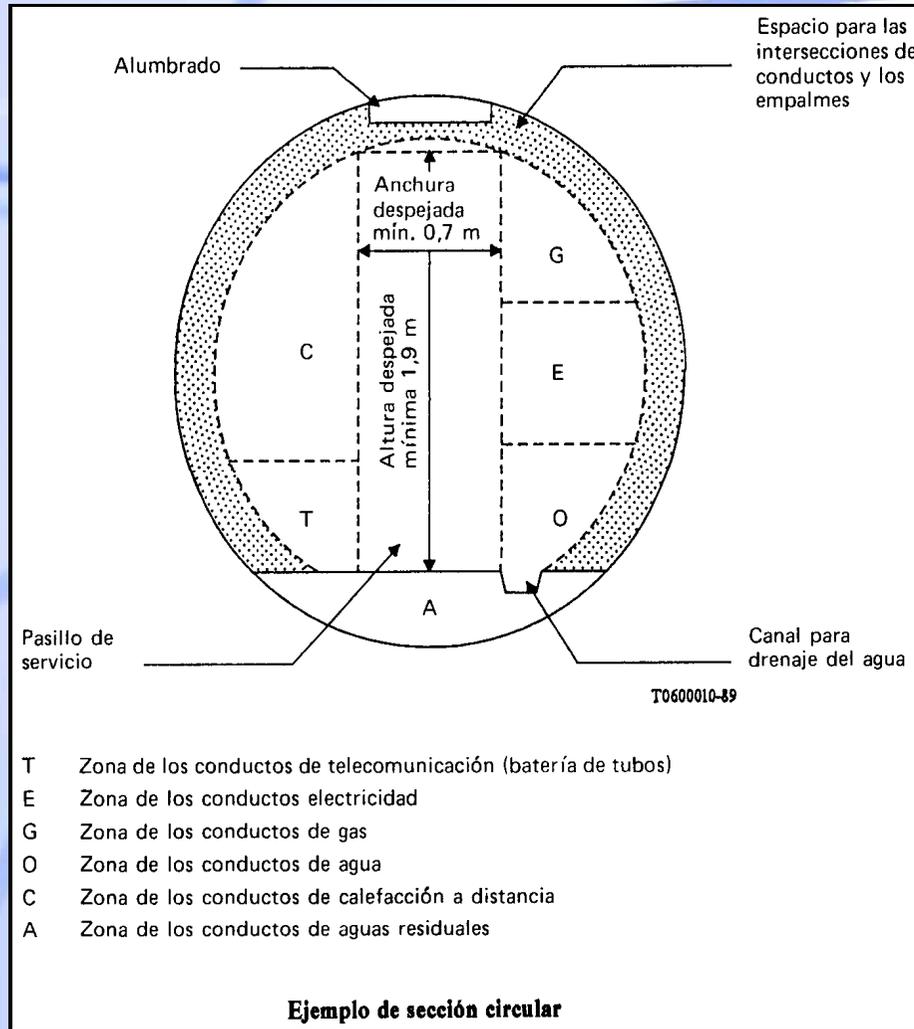


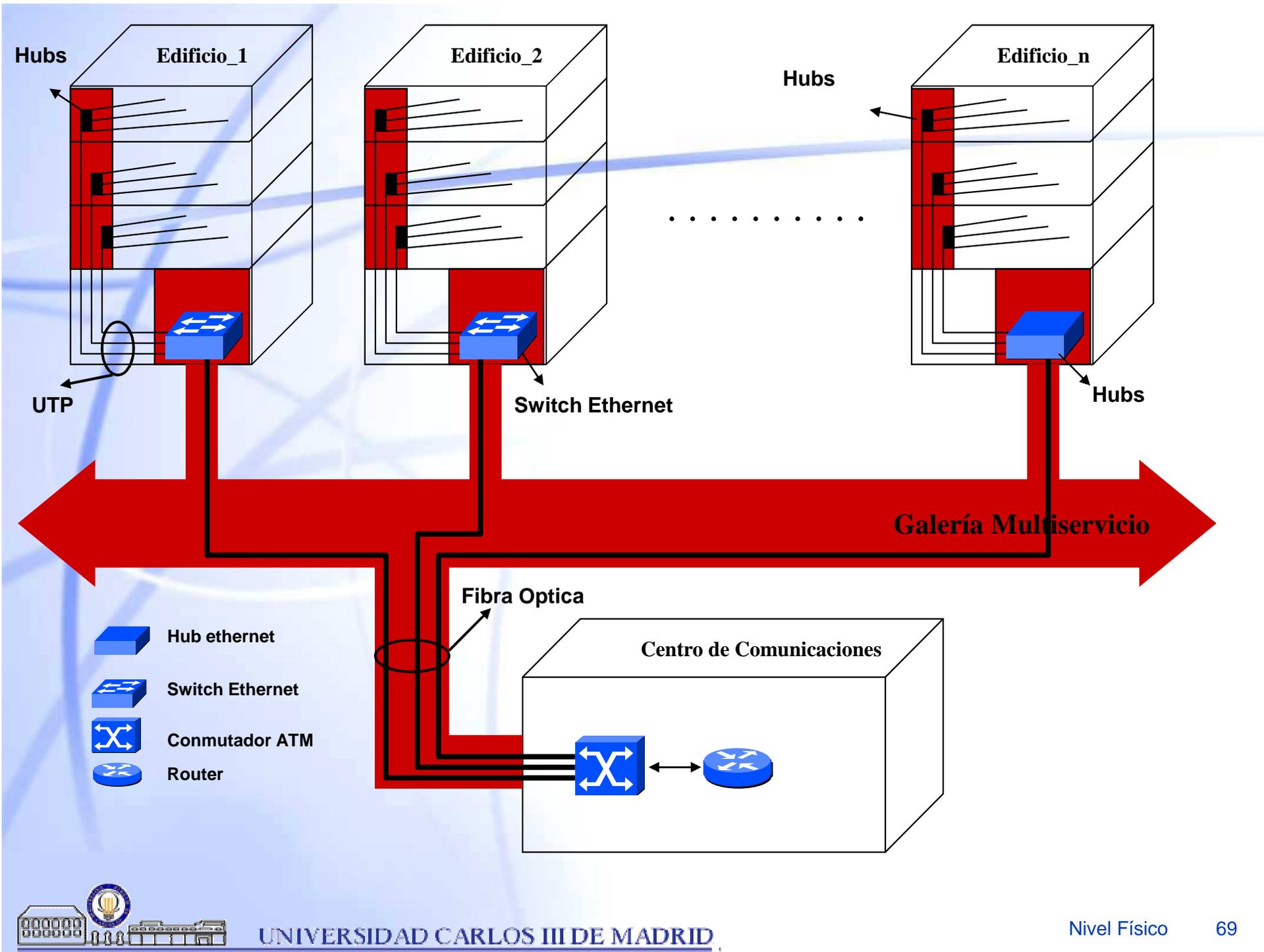
Precableado (3)

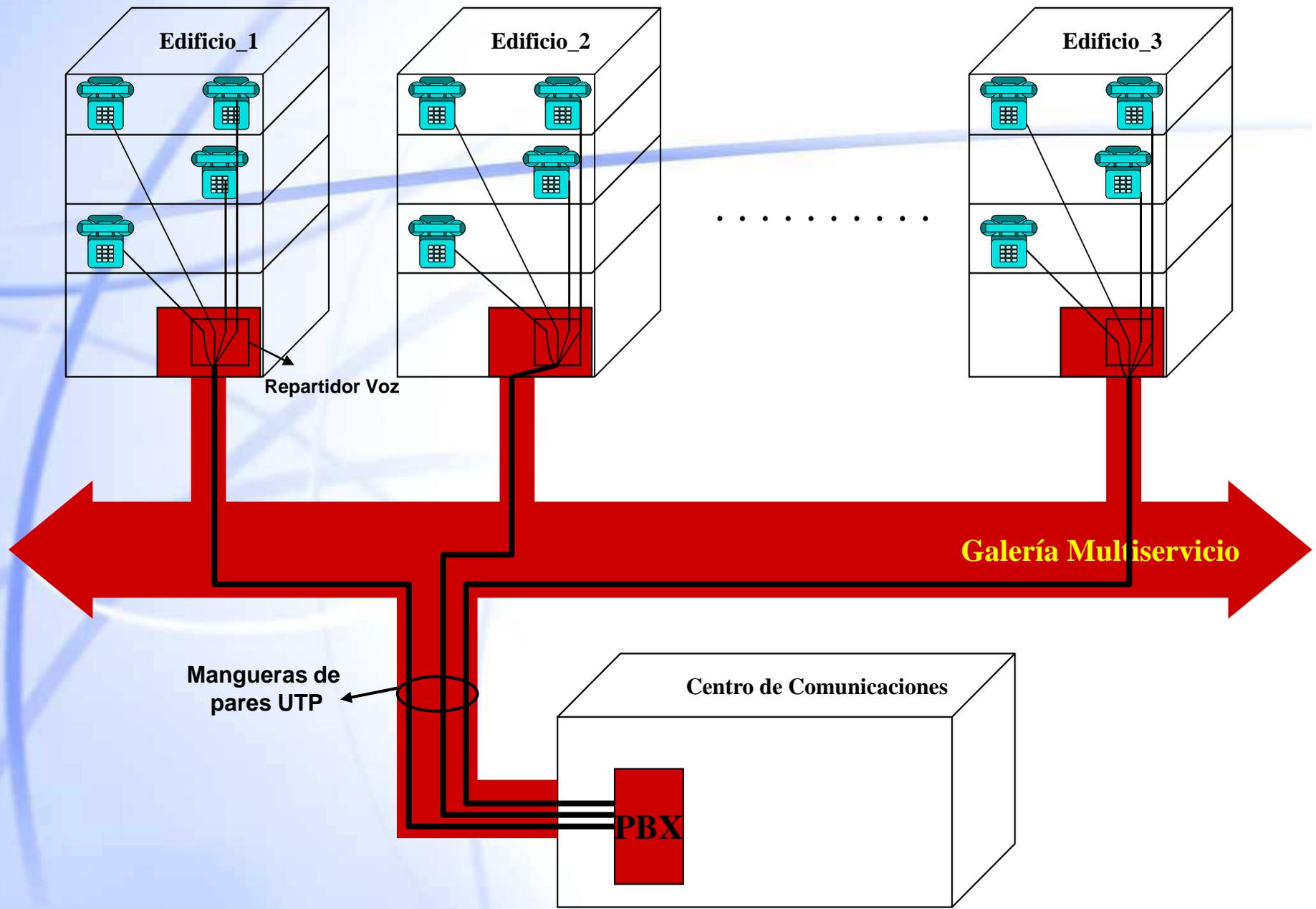
- ◆ **En el diseño del edificio se debe garantizar la disponibilidad de:**
 - ❖ **Zonas adecuadas para ubicación de electrónica de red (hubs, routers, PBX...)**
 - ❖ **Canalizaciones para cableado vertical y horizontal (falso techo, suelos técnicos, canaletas, etc.) compartimentada para albergar cableado de voz, datos y energía eléctrica y con suficiente anchura para facilitar ampliaciones futuras.**
 - ❖ **Red de tierras adecuada.**
- ◆ **El trazado de la red de canalizaciones debe garantizar que el acceso desde cualquier puesto de trabajo sea menor de 1 metro.**



Canalización de Campus







Memoria Técnica

- ◆ Expediente que integra la documentación técnica completa y actualizada sobre los trabajos de cableado realizados y las pruebas del funcionamiento de éste.
- ◆ Detalla cada elemento, trayectoria de cableado, ubicación dentro del edificio, pruebas de transmisión y rendimiento hechas a los servicios instalados.
- ◆ Facilita futuras modificaciones, cambios.
- ◆ Garantiza la correcta transmisión de datos en cada uno de los servicios instalados aún sin tener un equipo en uso en cada salida
- ◆ Esta documentación se entrega al final de cada proyecto.

