

Arquitectura de Redes de Acceso y Medio Compartido

Grado en Ingeniería de Sistemas de Comunicaciones



Universidad
Carlos III de Madrid



Tema 2: Nivel Físico



Dr. Jose Ignacio Moreno Novella
<joseignacio.moreno@uc3m.es>



Índice

- ◆ **Introducción**
- ◆ **Codificación de datos**
- ◆ **Modos de transmisión**
- ◆ **Límites en la velocidad de Datos**
- ◆ **Ejemplo de protocolo de nivel físico**
- ◆ **Medios de Transmisión**
- ◆ **Sistemas de cableado estructurado e ICT**

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
- ❖ Límites capacidad canal: T^{ma} Nyquist y Shannon

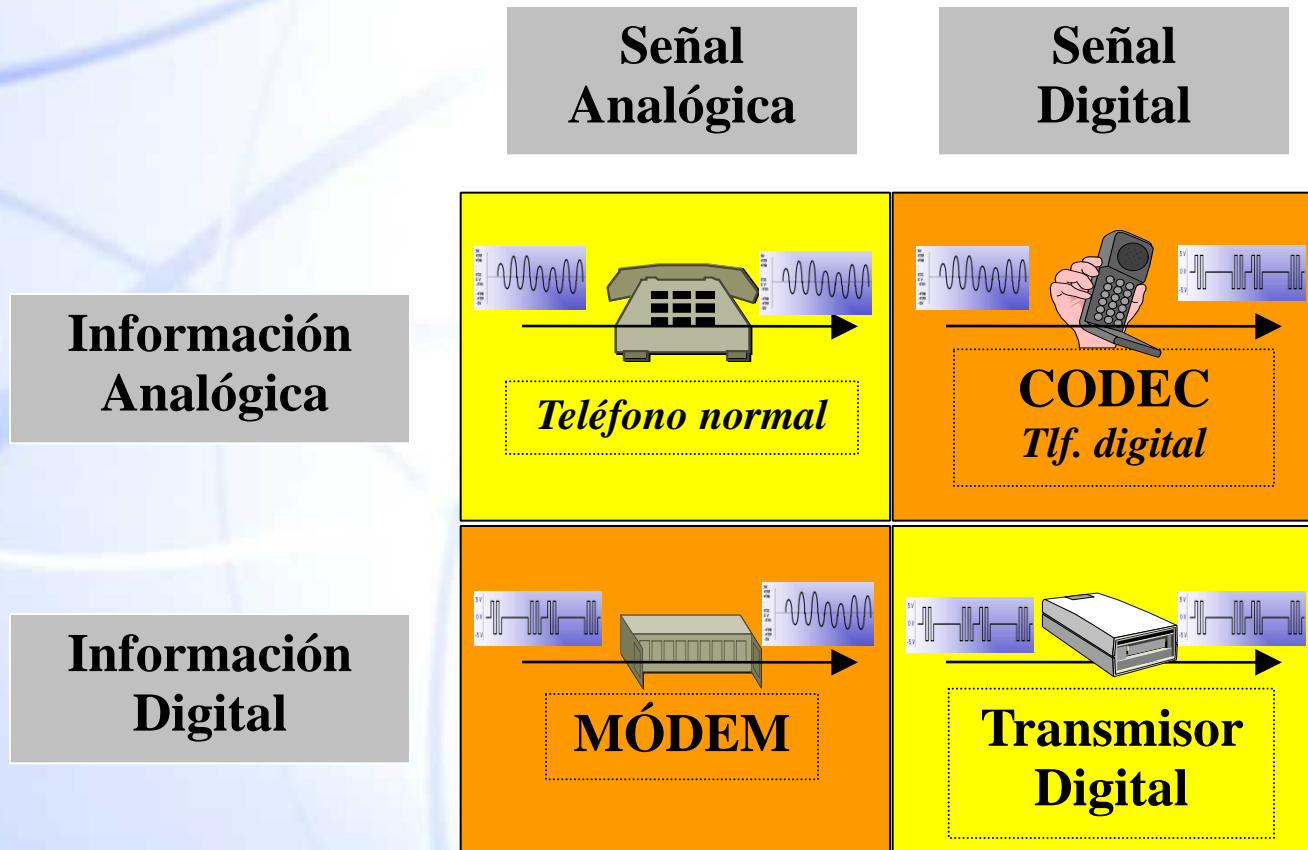
◆ Protocolos de N1: RS-232, ADSL nivel 1, ...

◆ Sistemas de Cableado Estructurado (SCE)

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

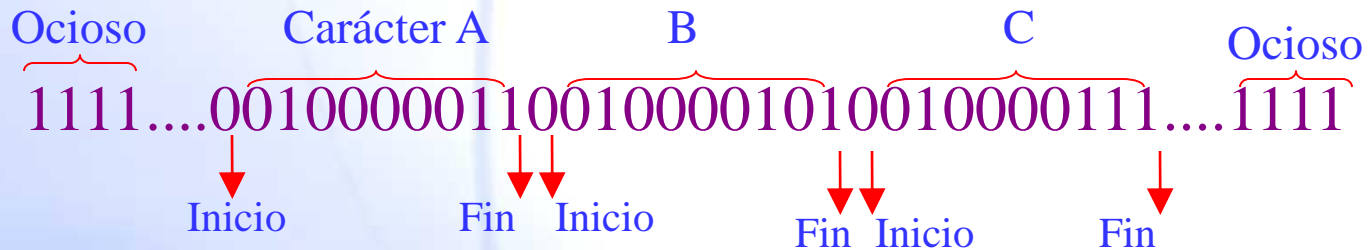


Modos de transmisión

- ◆ **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**

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: Límites en la Velocidad de Datos



Límites en la velocidad de los Datos

- ◆ **La velocidad de los Datos por un canal depende de tres factores:**
 - ❖ **El Ancho de Banda Disponible**
 - ❖ **Los niveles de señal que se usan**
 - ❖ **La calidad del canal (nivel de ruido).**
- ◆ **Dos aproximaciones teóricas:**
 - ❖ **Canal sin Ruido → Teorema de Nyquist**
 - ❖ **Canal con Ruido → Teorema de Shannon**

Teorema de Nyquist

- ◆ En un canal sin ruido la capacidad en bits por segundo (C) depende del ancho de Banda (B) y del número de niveles de señal usados para representar los datos, según la formula:

$$C = 2 B \log_2 L$$

- ◆ Si queremos aumentar la capacidad de un canal
 - ❖ Aumentamos el número de niveles → Mayor complejidad en el receptor
→ menor fiabilidad.

Ejemplos

- ◆ Necesitamos enviar 256 kbps por un canal sin ruido con un ancho de banda de 20 KHz. ¿Cuántos niveles de señal son necesarios? ~~987~~ 85 niveles
- ◆ Considere un canal con ancho de banda 3 kHz transmitiendo la señal con dos niveles. ¿Cuál es la velocidad máxima? $6 \log_2(L)$ kbps ¿Cuál sería en el caso de utilizar 2 bits para representar los posibles niveles? 6 Kbps

Teorema de Shannon

- ◆ Los canales siempre son ruidosos y se miden mediante la relación señal a ruido:

$$SNR = \frac{\text{Potencia media de Señal}}{\text{Potencia media de ruido}} \quad SNR_{dB} = 10 \log_{10} SNR = 10 \log SNR$$

- ◆ Capacidad de Shannon representa el límite superior del canal y viene dado por:

$$C = B \log_2(1 + SNR)$$

Ejemplos

- ◆ Dado un canal ruidoso donde la relación señal a ruido es casi 0. Cual es valor de la capacidad. **0**
- ◆ Calcular la tasa de bits máxima teórica de una línea telefónica, sabiendo que tiene un ancho de banda de 3 kHz y una relación señal a ruido de 35 dB. **34,881 kbps**
- ◆ Considere un canal de 36 dB de relación señal a ruido y 1 MHz de ancho de banda. Determine su capacidad. **24 12 Mbps**

Ejemplos Conjuntos

- ◆ Dado un canal de 1MHz y relación señal a ruido 63. ¿Cuáles son la velocidad y el nivel de señal apropiado?. 6 Mbps y 8 niveles de señal.

→ La Capacidad de Shannon nos da el límite superior, la formula de Nyquist nos dice cuantos niveles son necesarios.

Nivel Físico: Ejemplos

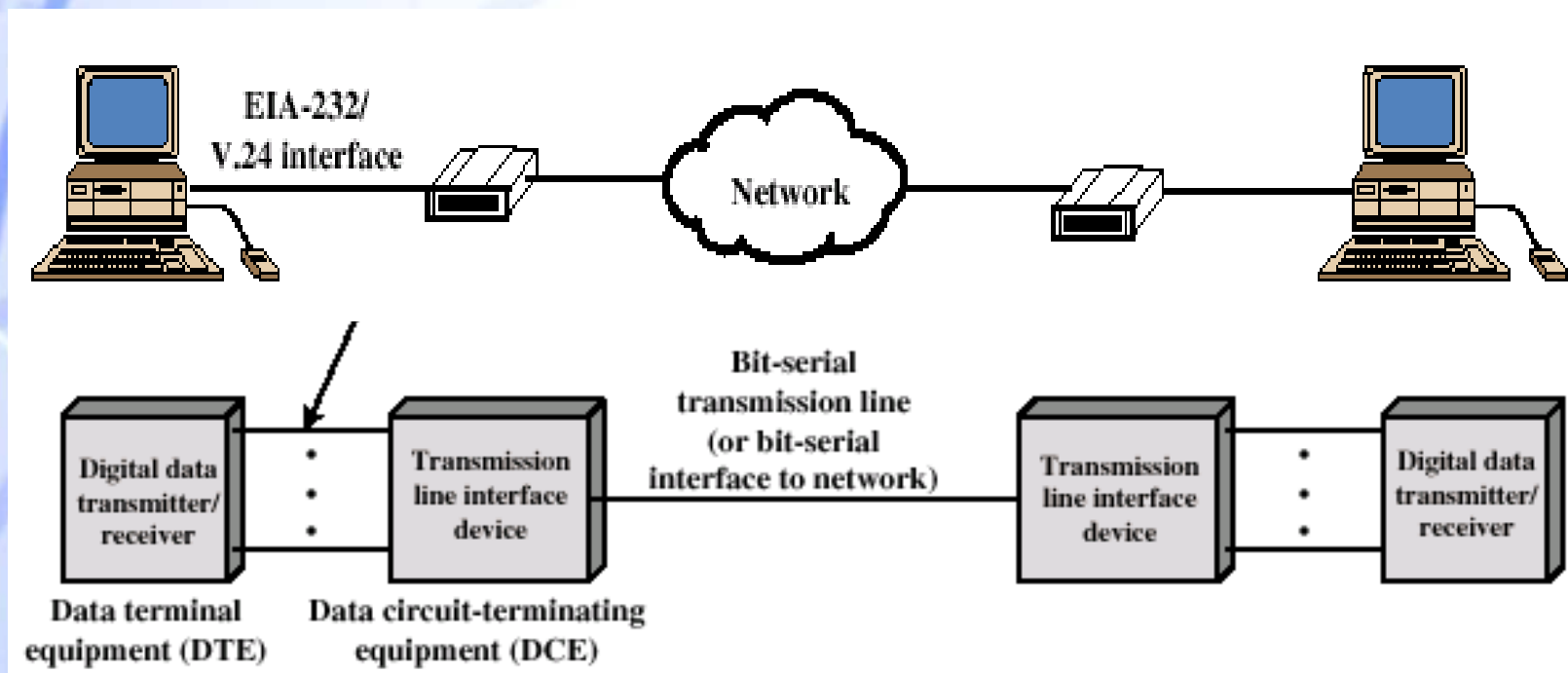


INTERFAZ RS-232

- ◆ 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--> < -3 volts
 - 0 binario--> > +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

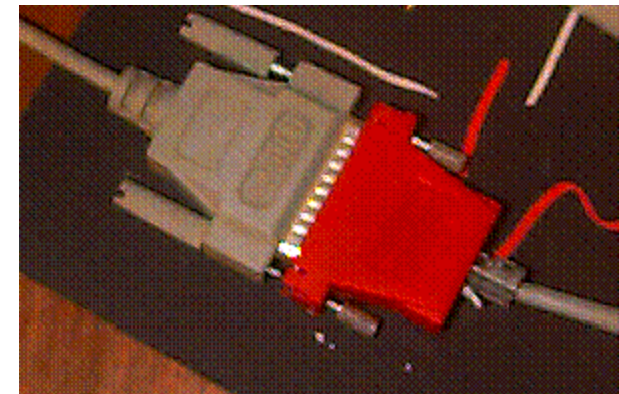
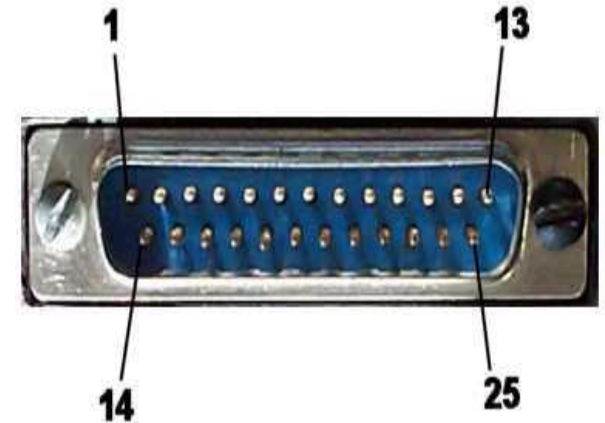
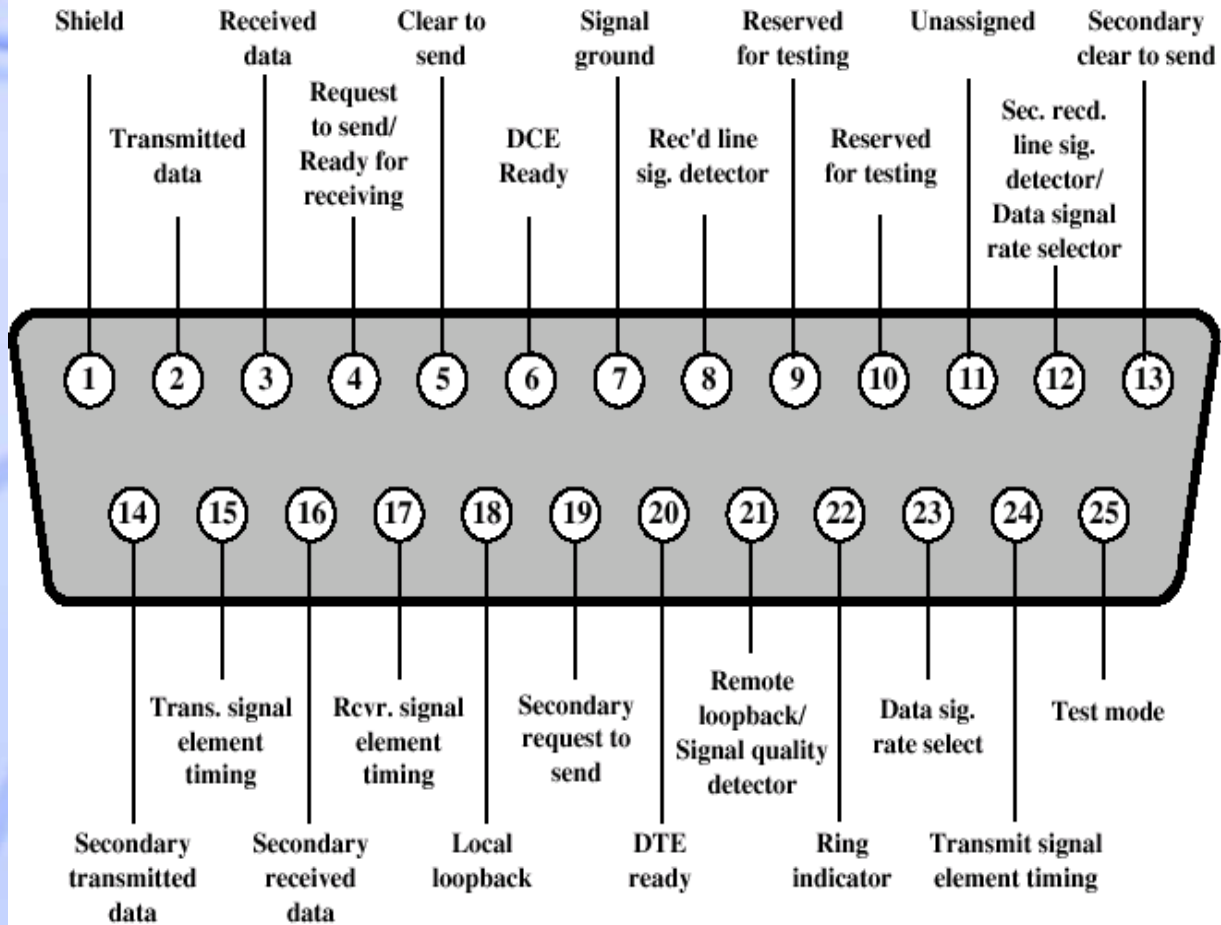
INTERFAZ RS-232

◆ Ejemplo de utilización



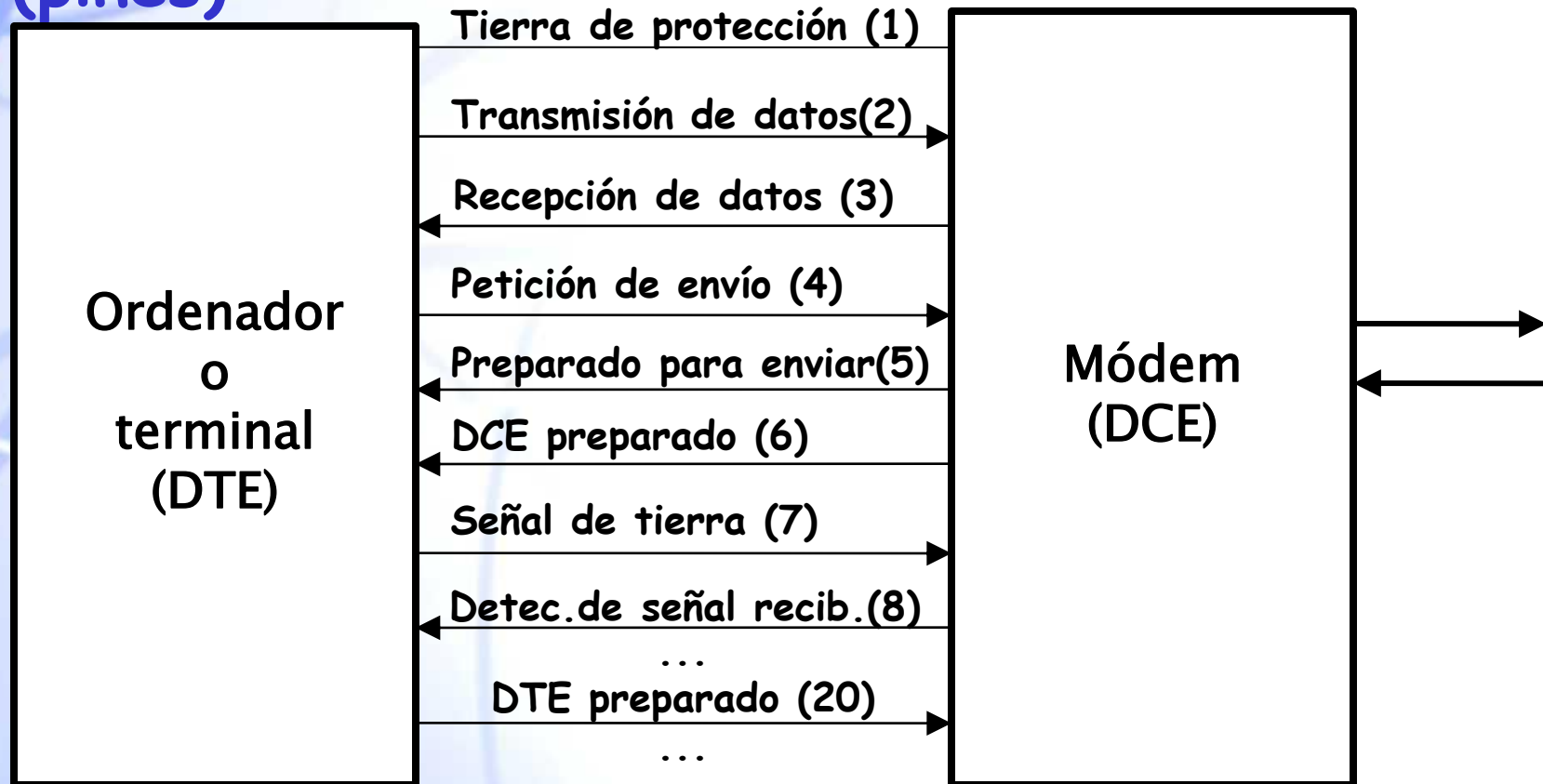
INTERFAZ RS-232

Asignación de terminales de contacto (pines) en DTE



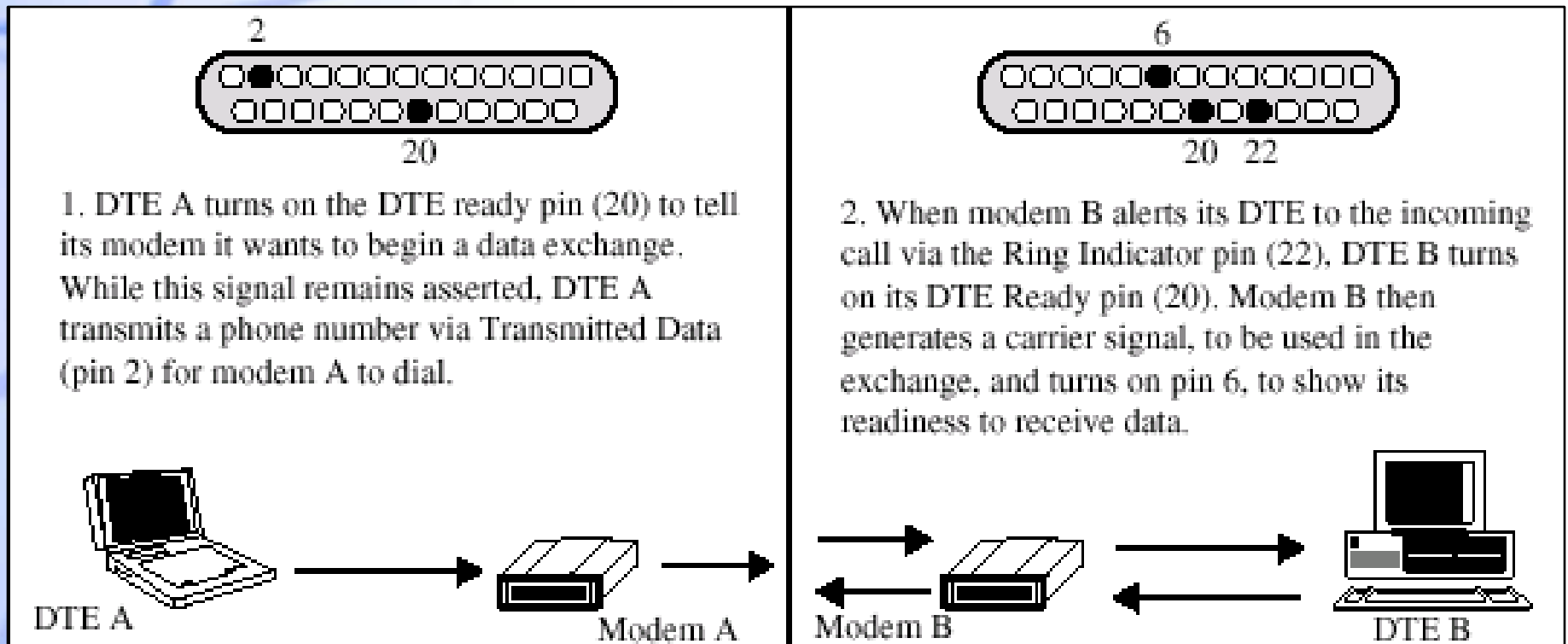
INTERFAZ RS-232

Asignación de algunos terminales de contacto (pines)



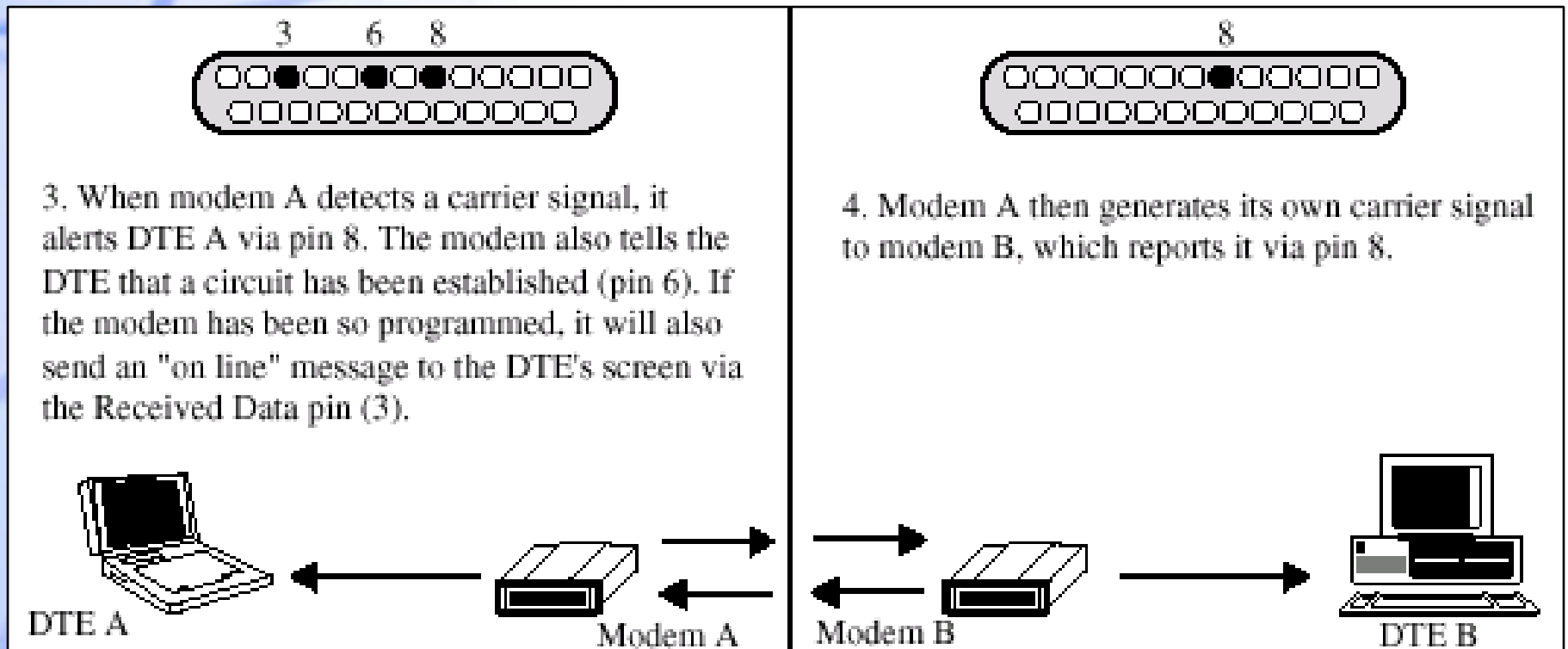
INTERFAZ RS-232

EJEMPLO de llamada (RDSI): 1/3



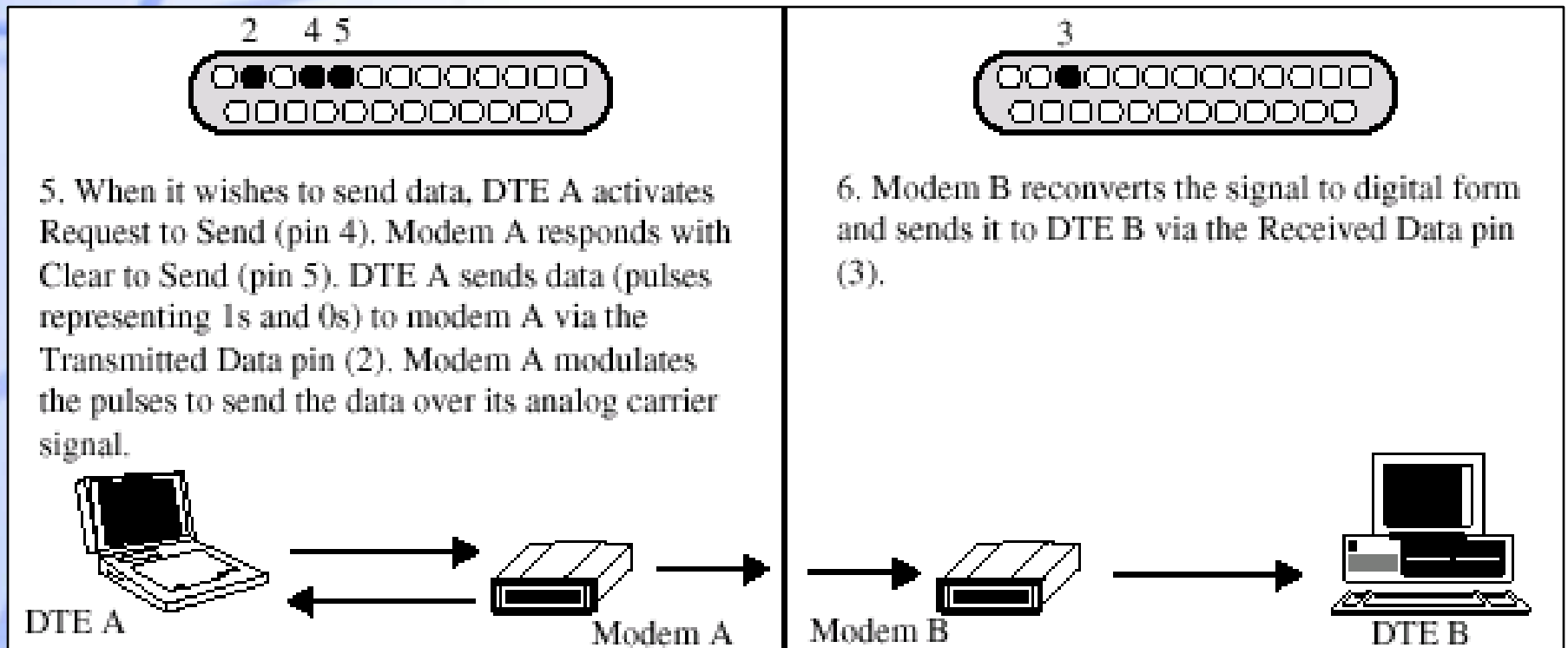
INTERFAZ RS-232

EJEMPLO de llamada (RDSI): 2/3



INTERFAZ RS-232

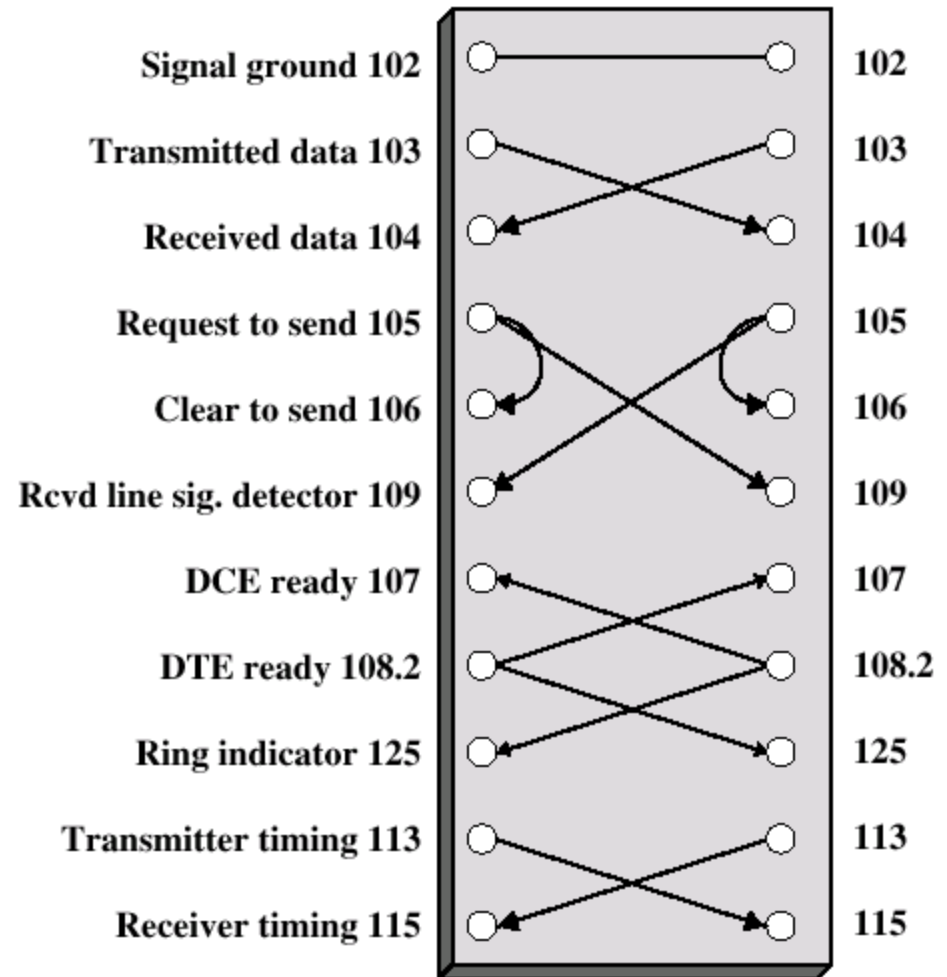
EJEMPLO de llamada (RDSI): 3/3



INTERFAZ RS-232

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

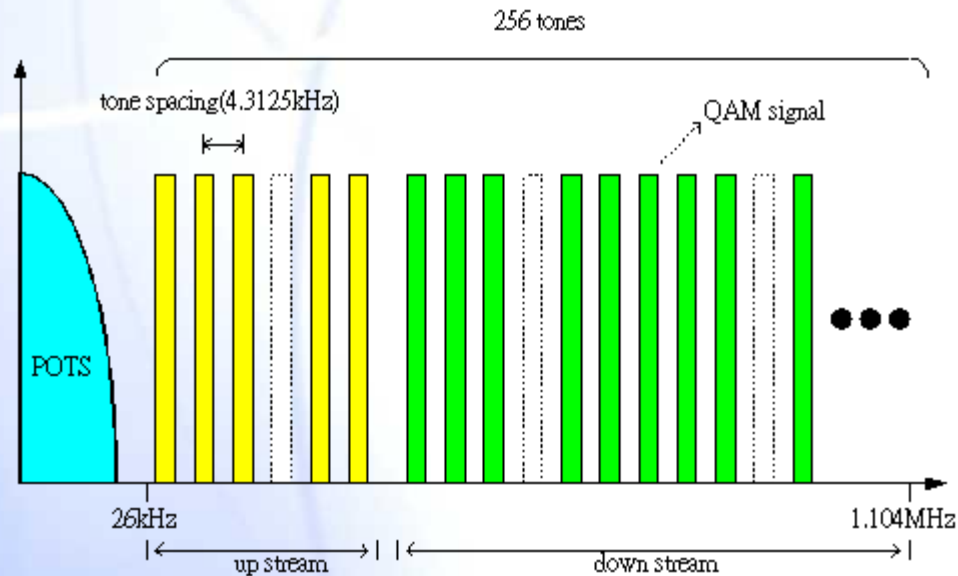
- Ambos DTE creen que están conectados a un DCE
- Conexión especial



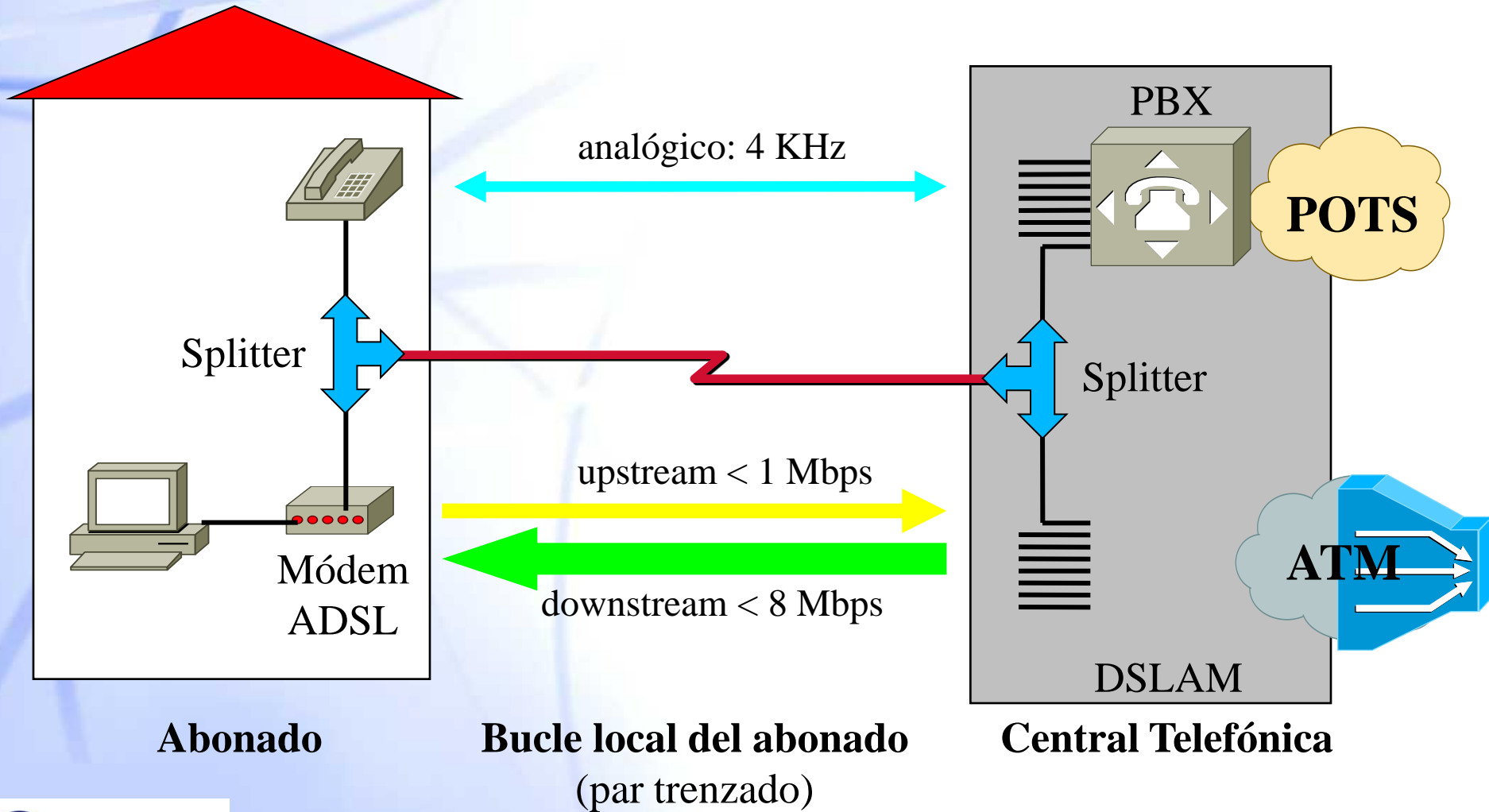
ADSL

(Asymmetric Digital Subscriber Loop)

- ◆ **ADSL 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 (datos)**



ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Loop)



Nivel Físico: Medios de Transmisión

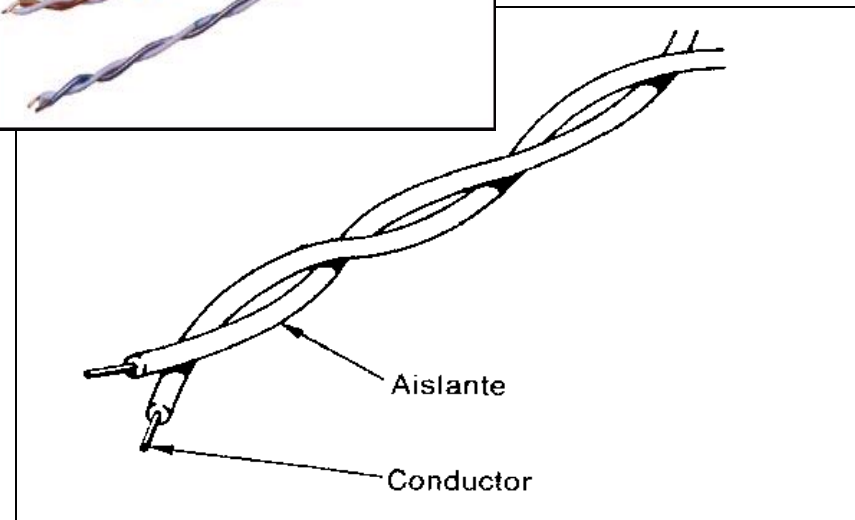
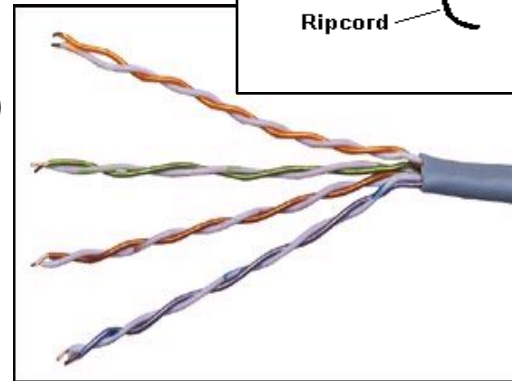
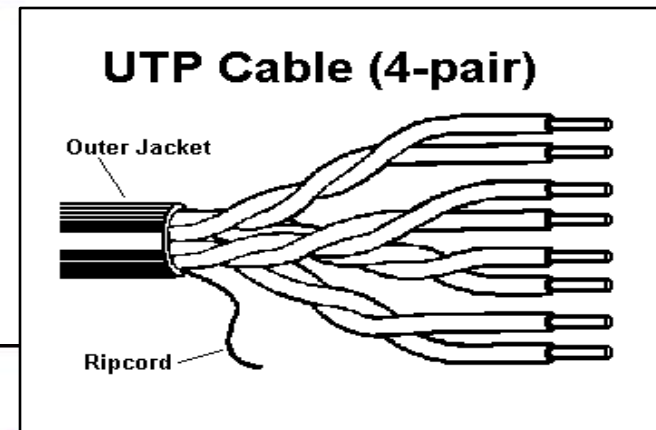


Medios de transmisión

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

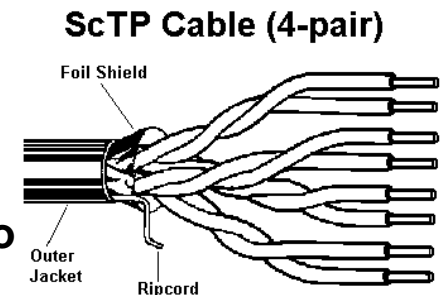
Medios de Transmisión: Par trenzado

- ◆ **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



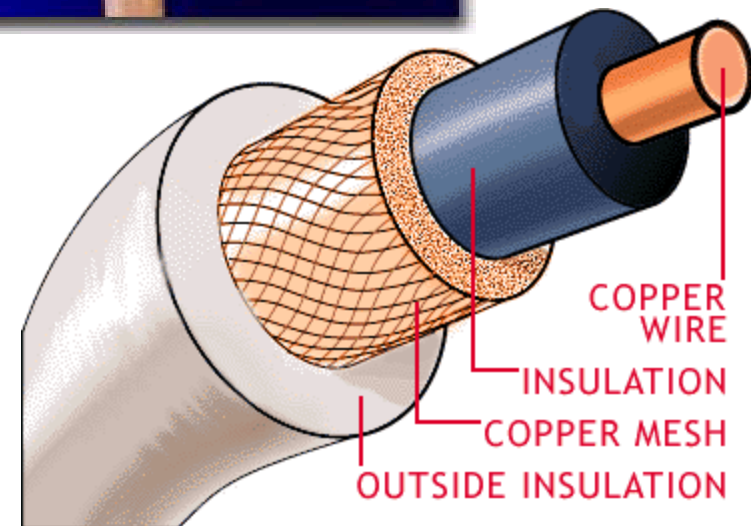
Medios de Transmisión: Par trenzado

- ◆ 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 apantallamiento global
 - ✓ 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



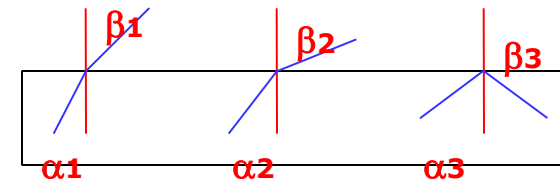
Medios de Transmisión: Cable coaxial

- ◆ 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 $\text{ángulo_incidencia} > \text{valor_crítico} (\nu)$
 $\nu = f(n)$, 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



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

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

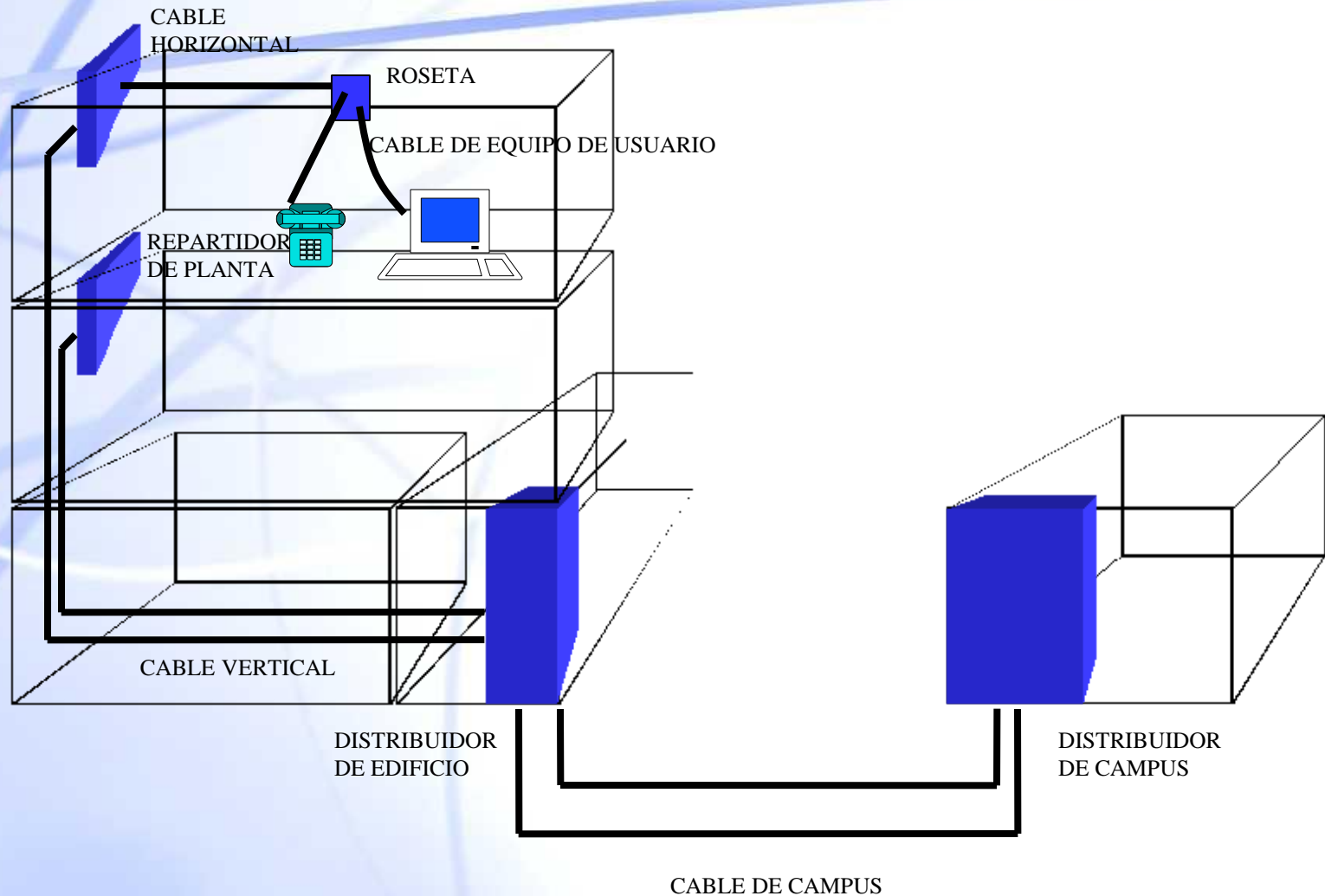
- ◆ **Electrical Industries Association/Telecommunications Industries Association EIA/TIA 568A (1994).**
- ◆ **International Standardization Organization/Inter. Electrotechnical Comission” ISO/IEC 11801 (1994). Adoptado por CENELEC (Comité Europeo de Normalización Eléctrica) EN 50173 con ligeras variantes.**
- ◆ **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**

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

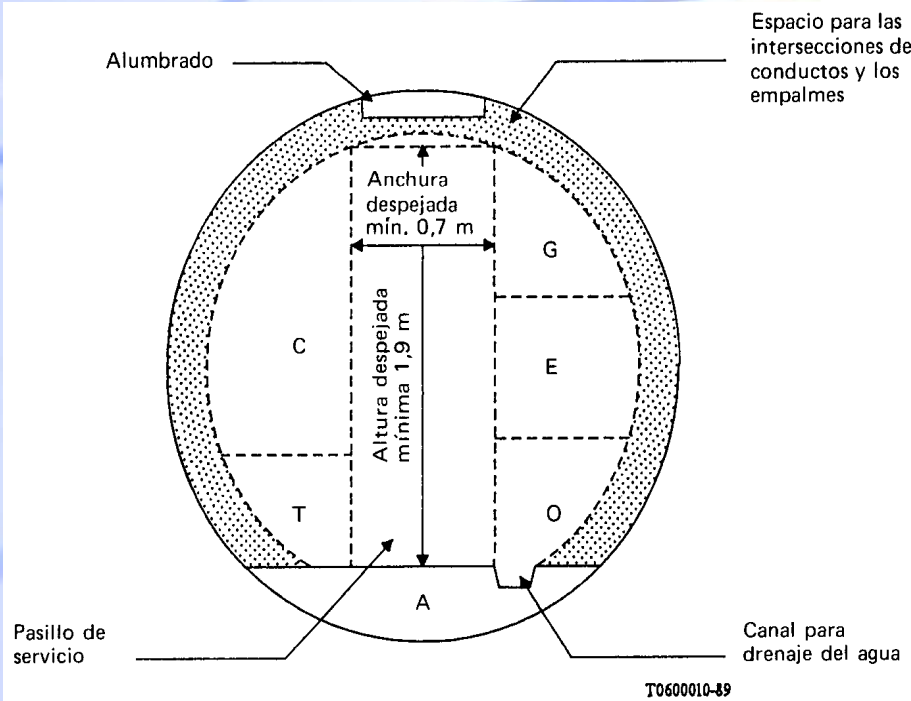


Especificación de Subsistemas

◆ Longitud de Cableado

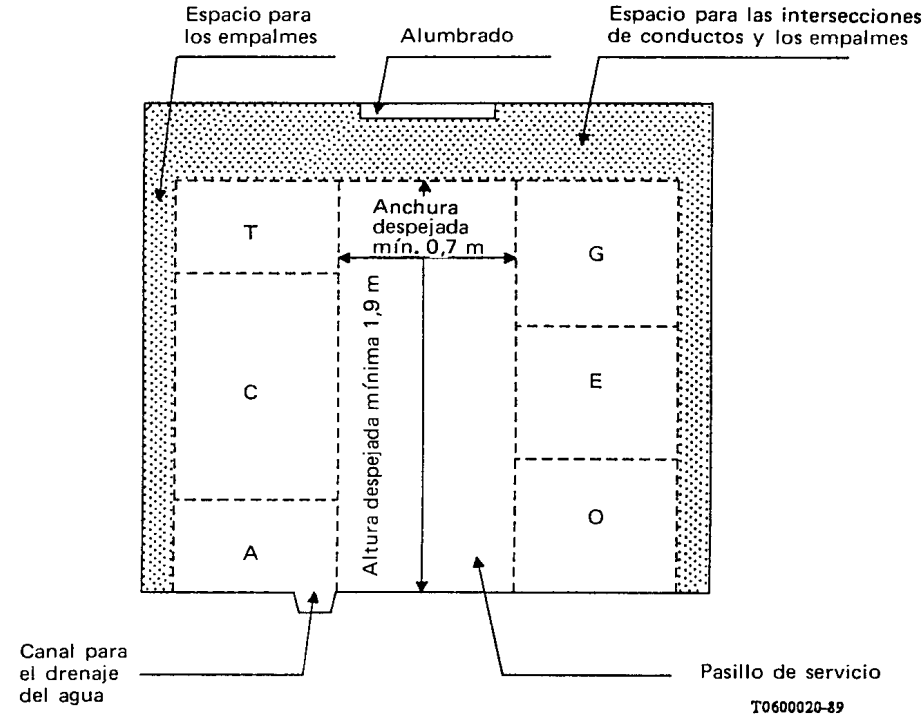
Subsistema	Long. Máx. Cableado	Otras limitaciones
Horizontal	90 m	<ul style="list-style-type: none">▪ 100 m máx., incluyendo latiguillo DP, cable terminal usuario y cable equipamiento.▪ 10 m máx. para los tres cables anteriores▪ 5 m máx. para el latiguillo
Backbone (vertical+campus)	2.000 m	<ul style="list-style-type: none">▪ Posibilidad de ampliación con F.O. monomodo: El máximo contemplado es de 3.000 m.

Canalización de Campus



- T Zona de los conductos de telecomunicación (batería de tubos)
- E Zona de los conductos electricidad
- G Zona de los conductos de gas
- O Zona de los conductos de agua
- C Zona de los conductos de calefacción a distancia
- A Zona de los conductos de aguas residuales

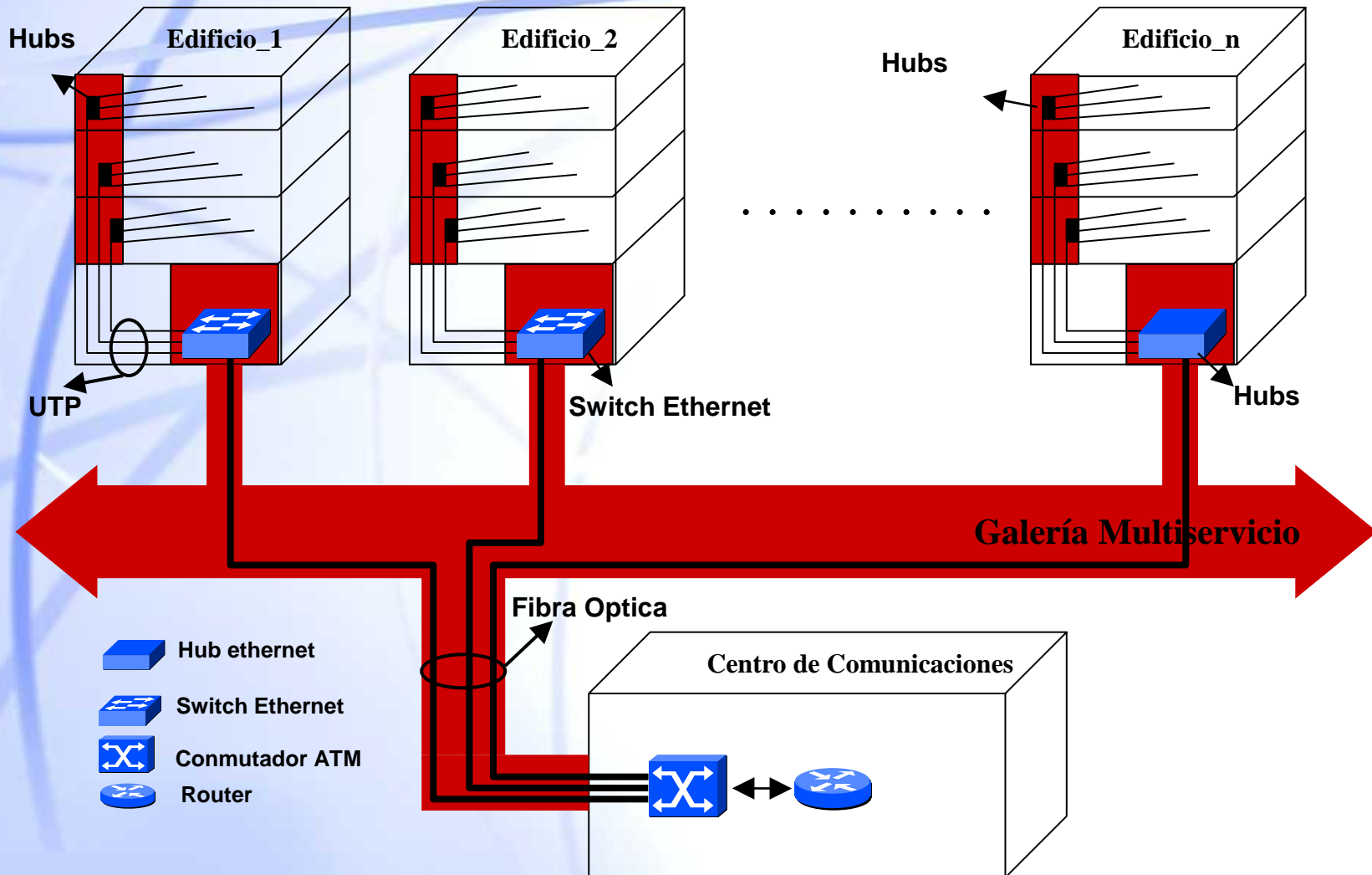
Ejemplo de sección circular



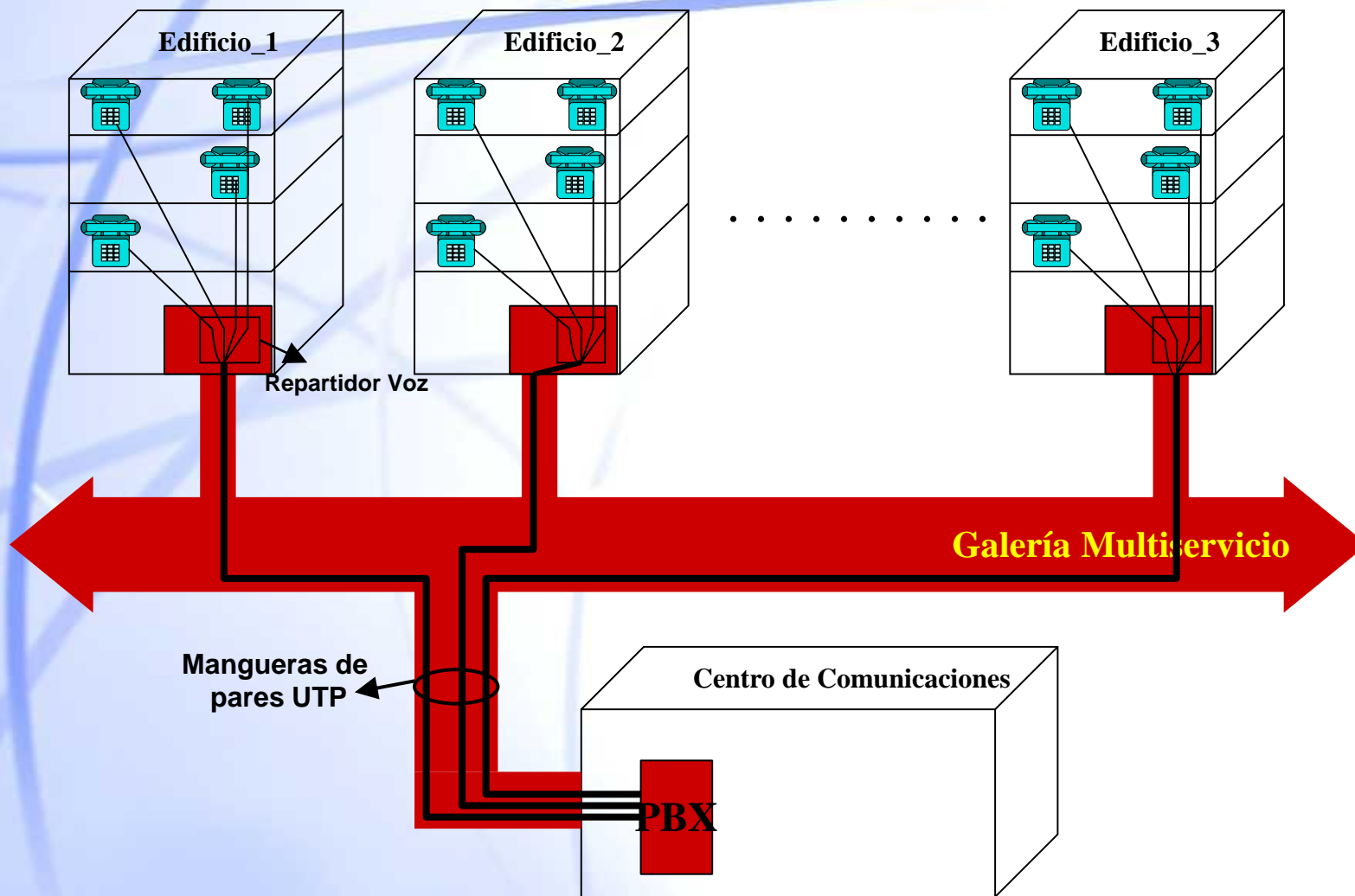
- T Zona de los conductos de telecomunicación (cables visibles)
- E Zona de los conductos electricidad
- G Zona de los conductos de gas
- O Zona de los conductos de agua
- C Zona de los conductos de calefacción a distancia
- A Zona de los conductos de aguas residuales

Ejemplo de sección rectangular

Datos / Internet



Telefonía Tradicional



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

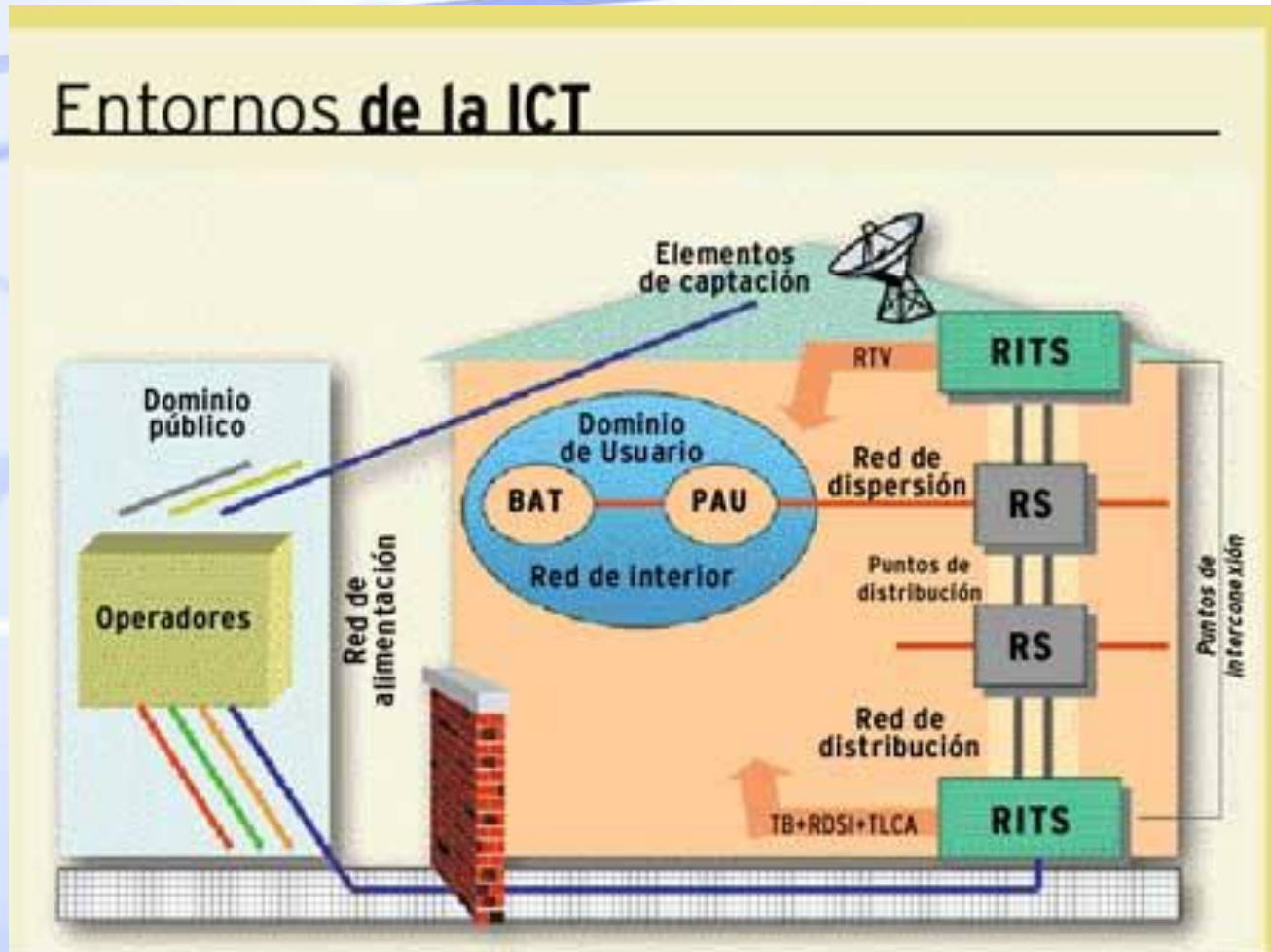
- ❖ Dentro de cada planta, une el PD con los PAU de cada domicilio

◆ Red de Interior de Usuario

- ❖ Une el PAU con los BAT

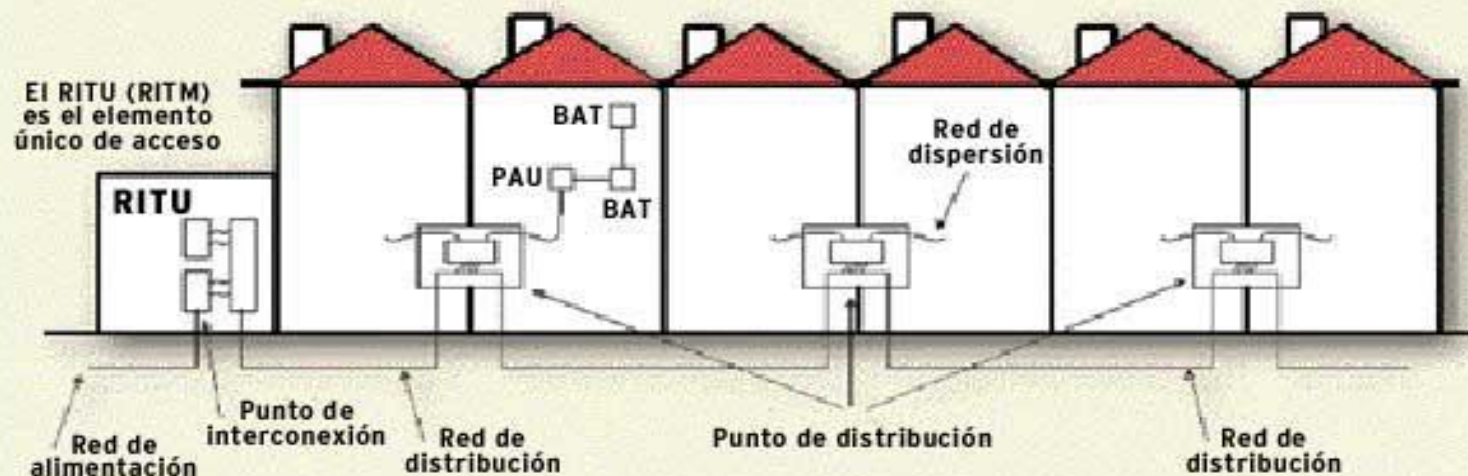
ICT para Inmuebles

Entornos de la ICT



ICT para Viviendas Unifamiliares

Esquema de 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

