

# Tema 1

## Introducción a las redes de ordenadores

(1904) Redes de Comunicaciones

# Contenidos

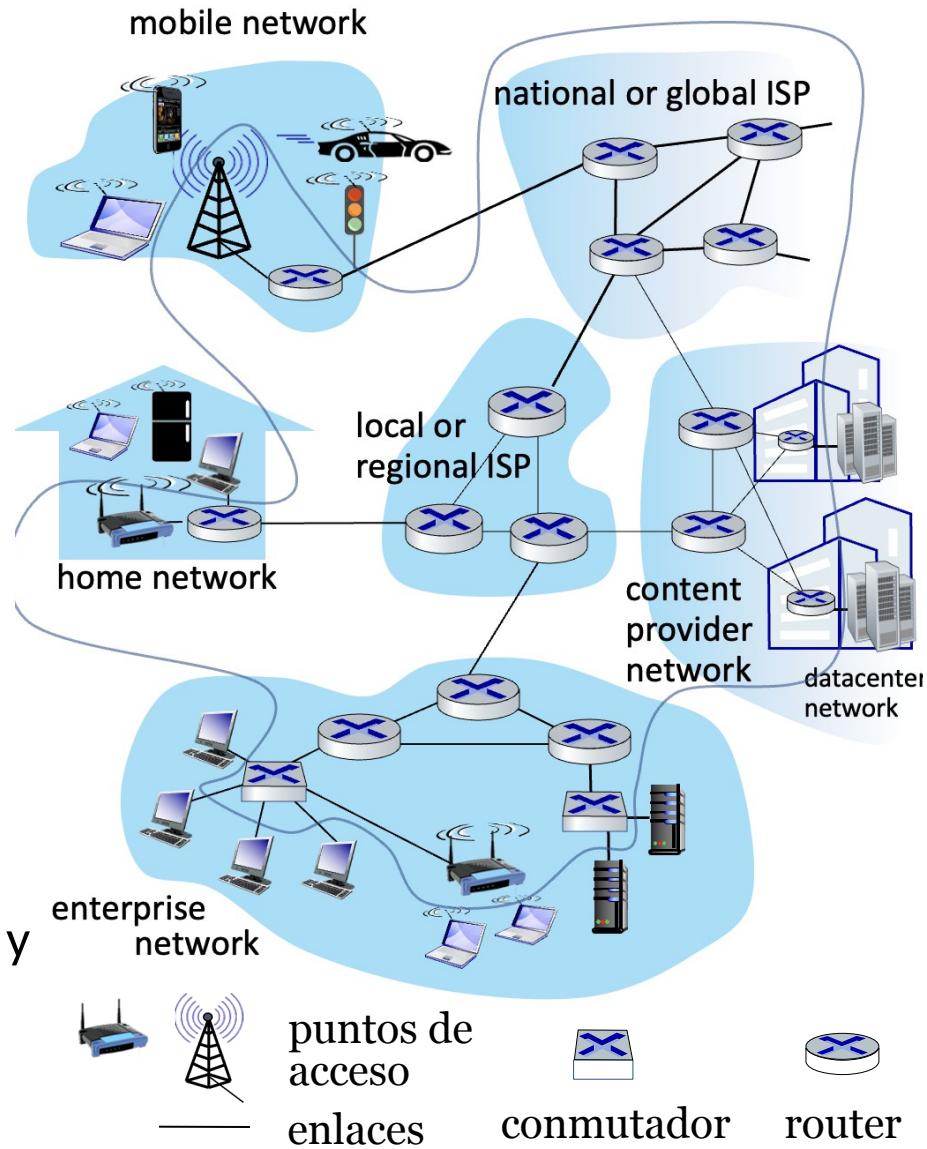
- 1.1. La red Internet
  - 1.1.1. Visión general
  - 1.1.2. Los sistemas finales
  - 1.1.3. Las redes de acceso
  - 1.1.4. El núcleo de la red
- 1.2. Conceptos básicos
  - 1.2.1. Modos de comunicación
  - 1.2.2. Configuración del enlace
  - 1.2.3. Topologías
  - 1.2.4. Escala de la red
- 1.3. Arquitectura de red
  - 1.3.1. Protocolos de comunicación
  - 1.3.2. Pilas de protocolos
  - 1.3.3. Pila TCP/IP

# Contenidos

- 1.1. La red Internet
  - 1.1.1. Visión general
  - 1.1.2. Los sistemas finales
  - 1.1.3. Las redes de acceso
  - 1.1.4. El núcleo de la red
- 1.2. Conceptos básicos
  - 1.2.1. Modos de comunicación
  - 1.2.2. Configuración del enlace
  - 1.2.3. Topologías
  - 1.2.4. Escala de la red
- 1.3. Arquitectura de red
  - 1.3.1. Protocolos de comunicación
  - 1.3.2. Pilas de protocolos
  - 1.3.3. Pila TCP/IP

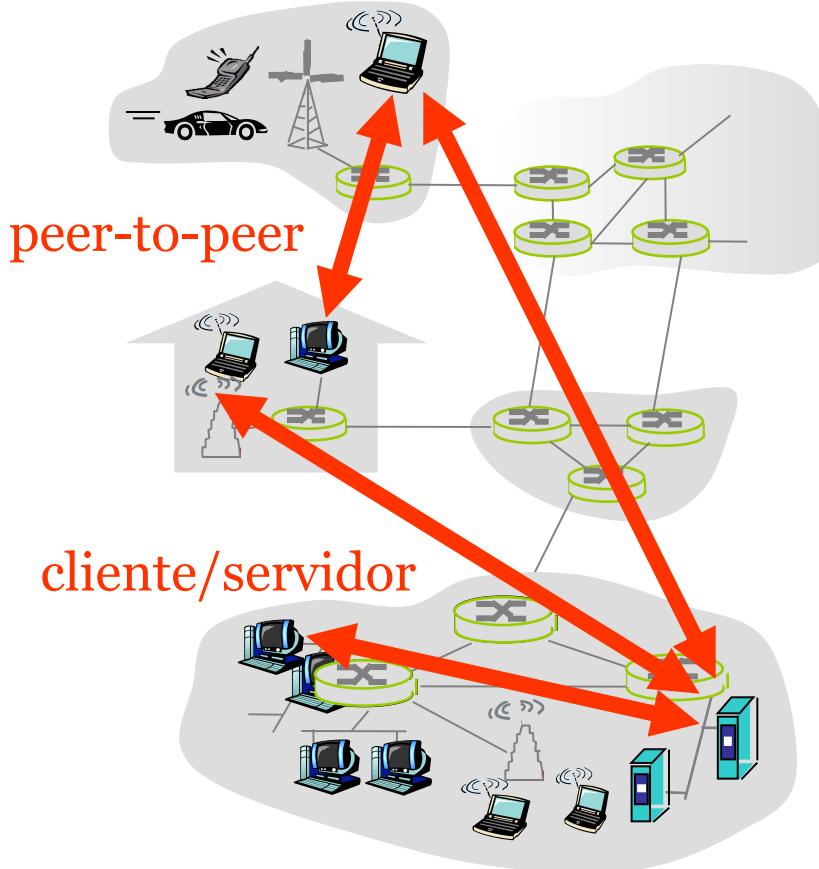
# Componentes de Internet

- **Millones de dispositivos**
  - Conocidos como hosts o sistemas finales
  - Ejecutan aplicaciones de red distribuidas
- **Enlaces de comunicación**
  - Cobre, fibra, radio
  - Cada uno con un ancho de banda determinado (bps)
- **Equipos de interconexión**
  - Routers y comutadores
  - Almacenamiento, procesamiento y reenvío de paquetes
- **Internet es la *red de redes***



# Sistemas finales

- Los hosts o sistemas finales:
  - Ejecutan aplicaciones de red distribuidas
    - Web, email, *file sharing*, IM, VoIP
  - Están en el extremo de la red
  - Son de distintos tipos:
    - Ordenadores
    - Portátiles / Netbooks
    - PDAs / Smartphones
    - Teléfonos móviles
    - Sensores
- Modelos de aplicaciones de red
  - Cliente/servidor (C/S):
    - Navegadores/servidores Web, clientes/servidores de email
  - Peer-to-Peer (P2P):
    - BitTorrent, Windows Live Messenger, Skype (realmente híbrido entre C/S y P2P)



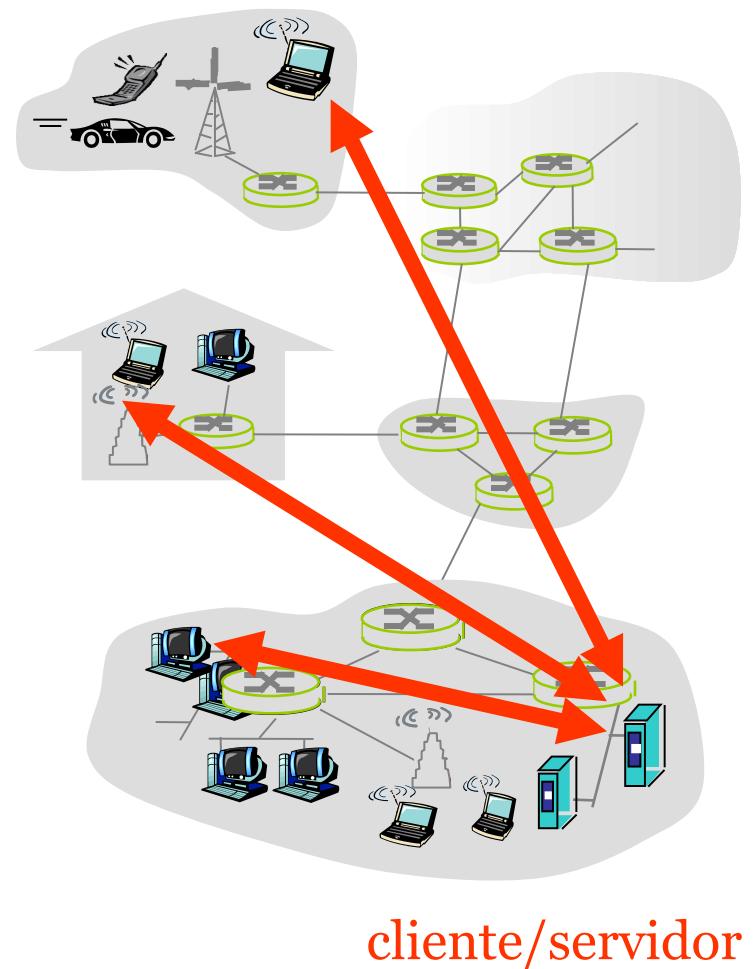
# Arquitectura de una aplicación C/S

- **Servidor:**

- Procesa peticiones de los clientes
- Host siempre *online*
- Dirección IP estática
- Uso de granjas de servidores  
(escalabilidad)

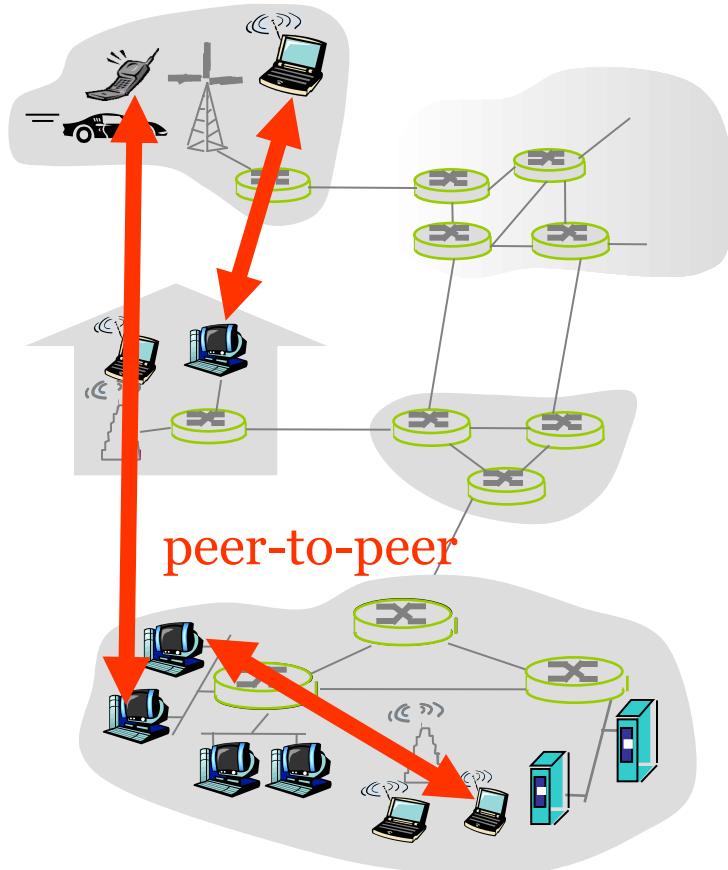
- **Clientes:**

- Se comunican con el servidor pero no directamente entre sí
- Intermitentemente conectados
- Direcciones IP dinámicas



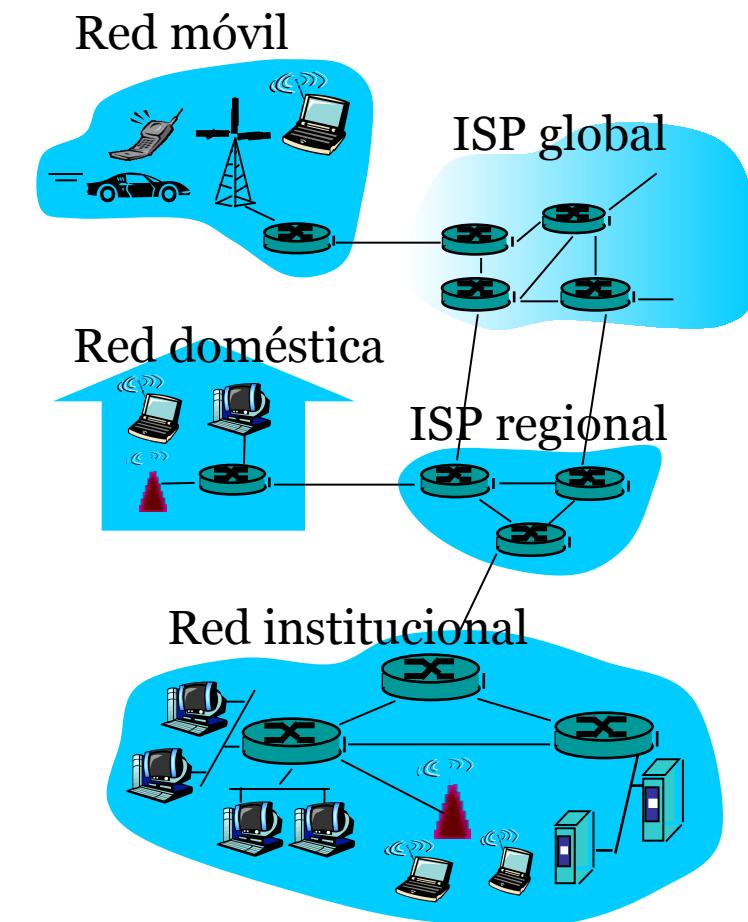
# Arquitectura de una aplicación P2P

- No hay un servidor siempre *online*
- Peers:
  - Se comunican directamente entre sí
  - Intermitentemente conectados
  - Direcciones IP dinámicas
- Inherently escalable
- Gestión compleja



# Tipos de redes de acceso

- Redes de acceso a Internet
  - Redes de acceso residencial
  - Redes de acceso institucional
  - Redes de acceso móvil
- Consideraciones
  - Distinto ancho de banda (bps)
  - Distinta calidad de servicio
    - Ancho de banda garantizado
    - Latencia máxima acotada
    - Servicios de seguridad  
(protección de los paquetes)
  - Redes dedicadas o compartidas



# Acceso residencial (i)

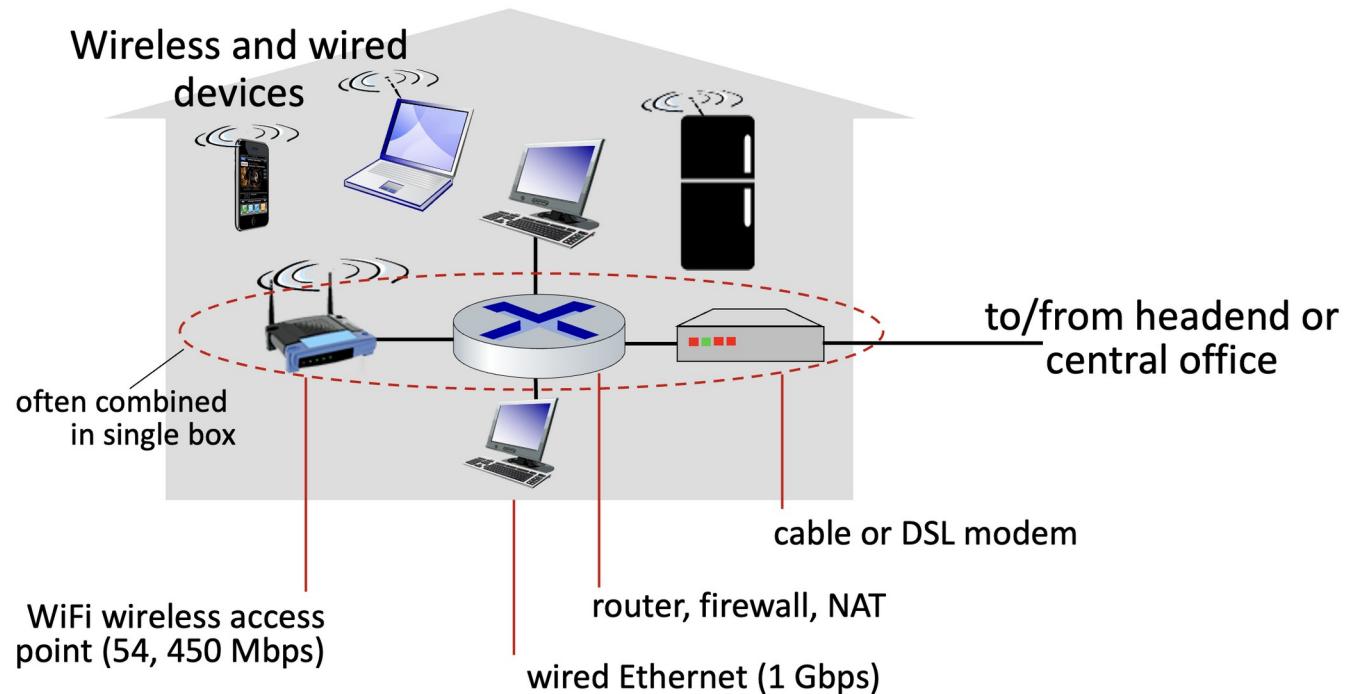
- **ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) – Estándares ITU 992.x**
  - Utiliza la red telefónica convencional pero...
  - ...con posibilidad de combinar datos y voz simultáneamente
  - Restringe la longitud del enlace (cobertura limitada)
  - Hasta 16 Mbps en el canal ascendente (hacia Internet)
  - Hasta 52 Mbps en el canal descendente (hacia el host)
- **HFC (Hybrid Fiber Coaxial) – Estándares (Euro)DOCSIS**
  - La red de cable y fibra une el hogar con el router del ISP
  - Hasta 100 Mbps en el canal ascendente (hacia Internet)
  - Hasta 1200 Mbps en el canal descendente (hacia el host)
  - A diferencia de la anterior, el enlace hasta el router es compartido y su longitud no es un factor determinante
  - El despliegue lo realizan las compañías (de TV por cable)
- **WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) IEEE 802.16**
  - Utiliza ondas de radio para la transmisión
  - Hasta 70 Mbps (teórico), unos 20Mbps (real)

# Acceso residencial (ii)

- **FTTH (Fiber-To-The-Home)**
  - Fibra desde la central que se divide en diferentes fibras llegando a las viviendas
  - Se combinan hasta 100 viviendas en una fibra
  - Pocas restricciones en la velocidad que ofrece (actualmente 1Gbps simétrico, pero puede alcanzar decenas de Gbps)
- **Conexión 5G fija**
  - Actualmente la tecnología 5G proporciona un ancho de banda suficiente como para sustituir a la tecnología WiMAX

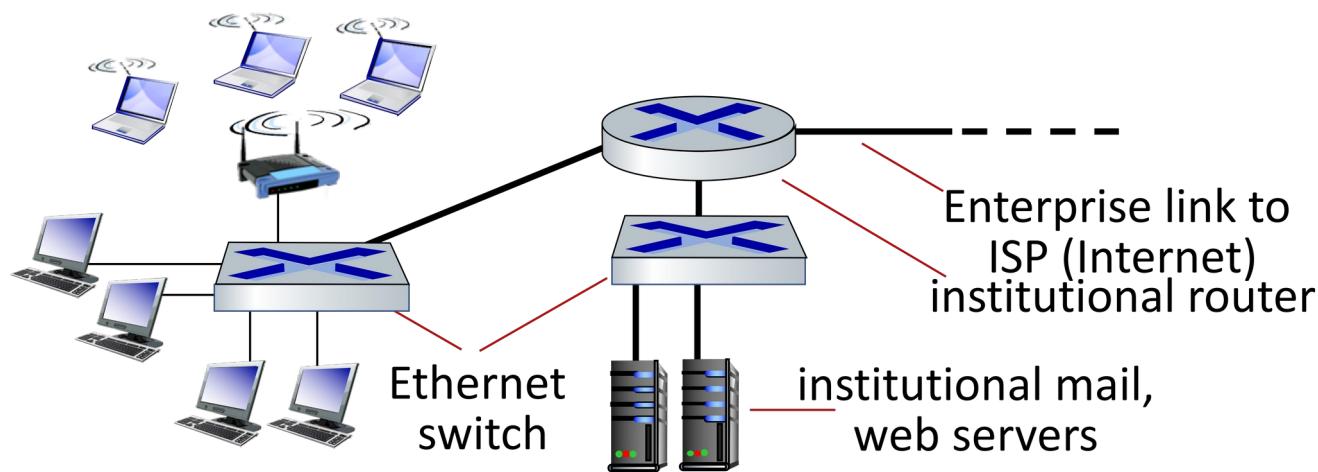
# Ejemplo

- Componentes típicos de una red doméstica:
  - Módem ADSL o de cable
  - Router (con cortafuegos y NAT habitualmente)
  - Punto de acceso inalámbrico (WiFi)
  - Red Ethernet



# Acceso institucional

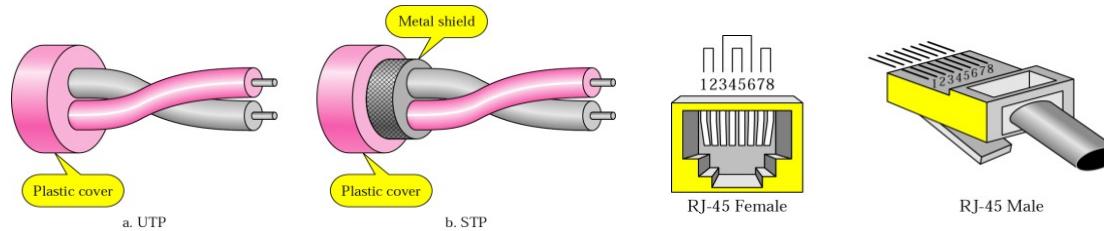
- Red privada perteneciente a una empresa u organismo
  - Conocida como *intranet*
- Configuración habitual:
  - Router que da salida a la red Internet
  - Hosts conectados entre sí mediante conmutadores que usan la tecnología Ethernet (10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps)
  - Se utilizan puntos de acceso para dar cobertura inalámbrica (WiFi)



# Medios de transmisión

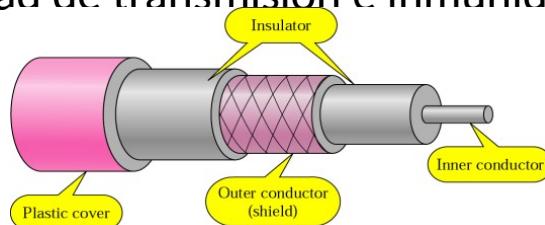
- **Par trenzado (twisted pair):**

- Pares de dos hilos de cobre dispuestos de forma helicoidal cubiertos por un aislante de plástico
- Ampliamente utilizado en redes basadas en tecnología Ethernet (conector RJ-45)



- **Cable coaxial (coax)**

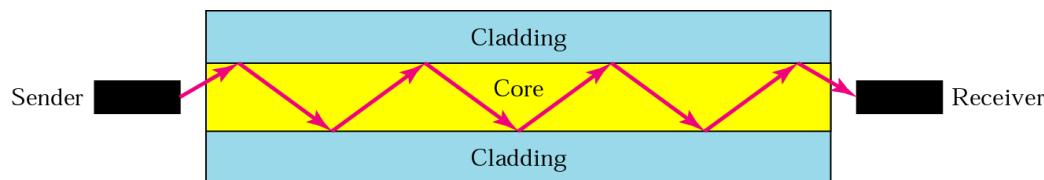
- Núcleo de cobre recubierto por aislante envuelto en un conductor externo
- Medio de transmisión originalmente empleado por las redes Ethernet y por las redes de TV por cable
- Mayor coste, velocidad de transmisión e inmunidad al ruido que el par trenzado



# Medios de transmisión

- **Fibra óptica (fiber-optic u optical fiber)**

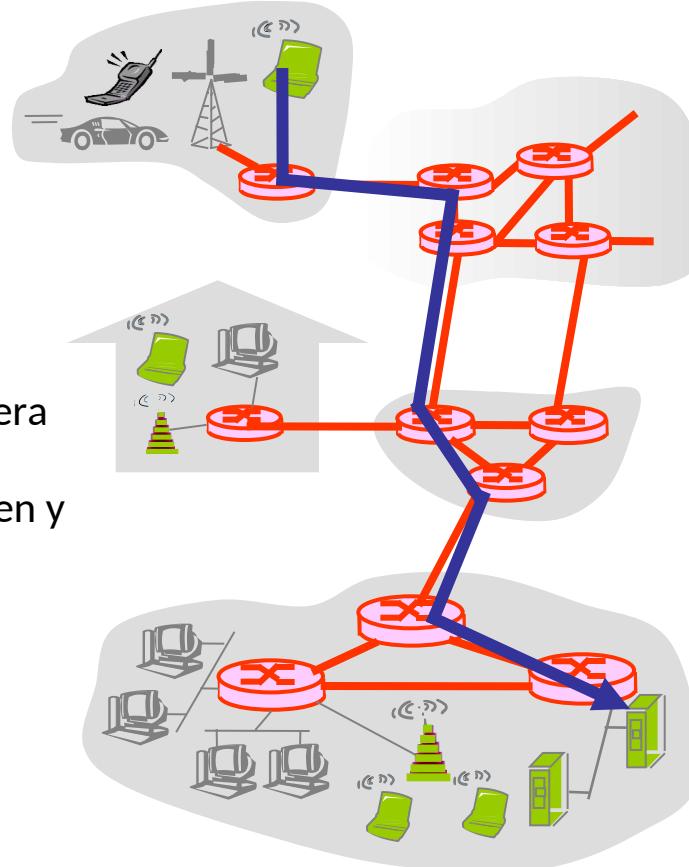
- La presencia/ausencia de luz codifica un bit
- Núcleo de fibra de vidrio ( $\uparrow$  densidad) y revestimiento de cristal o plástico ( $\downarrow$  densidad)
- Mayor coste, velocidad de transmisión (varios Gbps) e inmunidad al ruido con menor atenuación que el par trenzado y el cable coaxial
- Opción preferida para los enlaces más largos



- **Otros medios no cableados (microondas)**

# Interconexión de routers

- Existen miles de redes interconectadas
- Los mensajes se dividen en paquetes
- Los routers almacenan, procesan y reenvían los paquetes
  - Un paquete atraviesa varias redes distintas hasta alcanzar su destino
- Dos formas de transportar los paquetes:
  - Comutación de paquetes
    - Cada paquete se encamina en cada router de manera independiente
    - La entrega de los paquetes puede ser fuera de orden y no ofrece garantía alguna de calidad de servicio
  - Comutación de circuitos virtuales
    - Se establece una ruta fija para cada circuito que siguen todos los paquetes
    - Entrega de los paquetes en orden y con calidad de servicio garantizada
- Ambas modalidades requieren algoritmos de encaminamiento



# Ejemplo

- Red Académica Española (RedIris)
  - Universidades y centros de I+D españoles



# Tarea de esta semana

- **Tarea 0:** Visionado de vídeos de repaso de FC:
  - Vídeo 1: Direccionamiento IP
  - Vídeo 2: Servicio DNS
  - Vídeo 3: Enrutamiento IP
  - Vídeo 4: Puertos

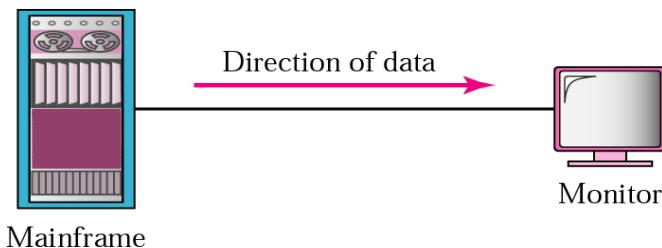
# Contenidos

- 1.1. La red Internet
  - 1.1.1. Visión general
  - 1.1.2. Los sistemas finales
  - 1.1.3. Las redes de acceso
  - 1.1.4. El núcleo de la red
- 1.2. Conceptos básicos
  - 1.2.1. Modos de comunicación
  - 1.2.2. Configuración del enlace
  - 1.2.3. Topologías
  - 1.2.4. Escala de la red
- 1.3. Arquitectura de red
  - 1.3.1. Protocolos de comunicación
  - 1.3.2. Pilas de protocolos
  - 1.3.3. Pila TCP/IP

# Modos de comunicación

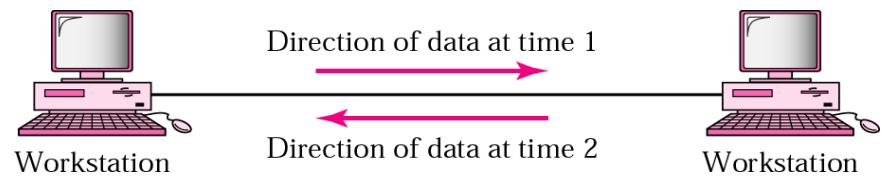
- **Símplex**

- Unidireccional



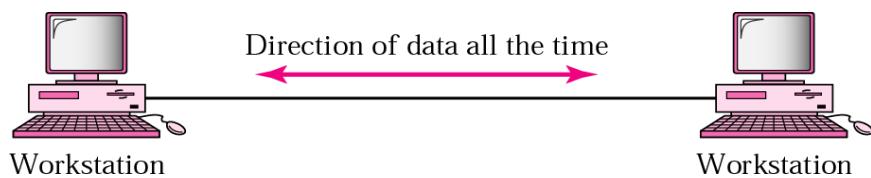
- **Semi-dúplex**

- Bidireccional NO simultánea



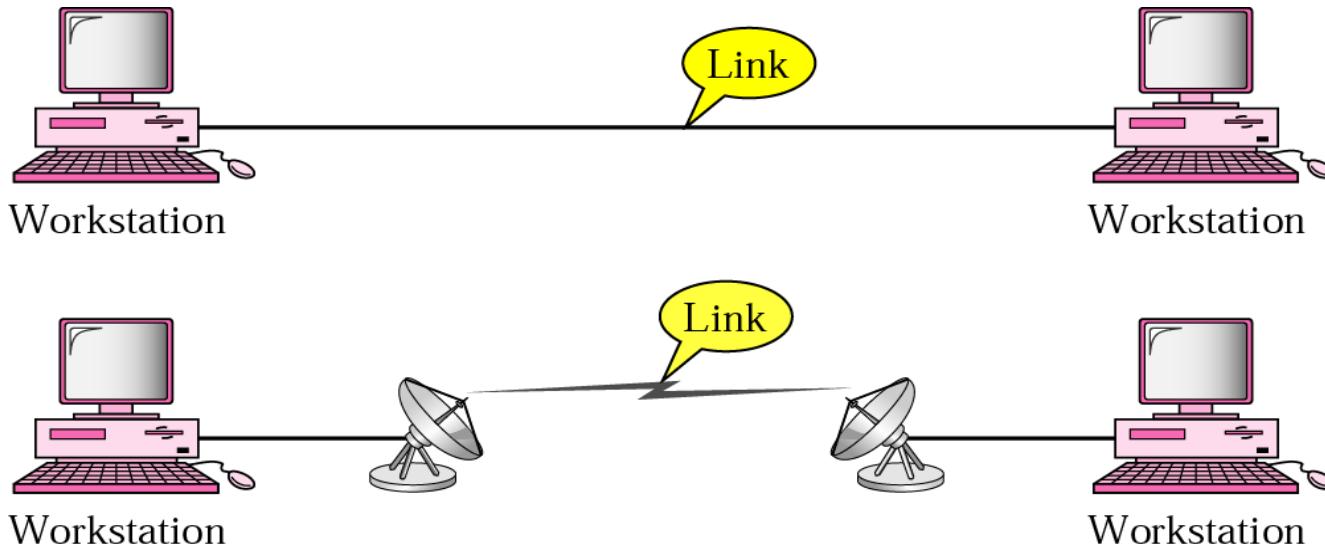
- **Full-dúplex o dúplex**

- Bidireccional simultánea



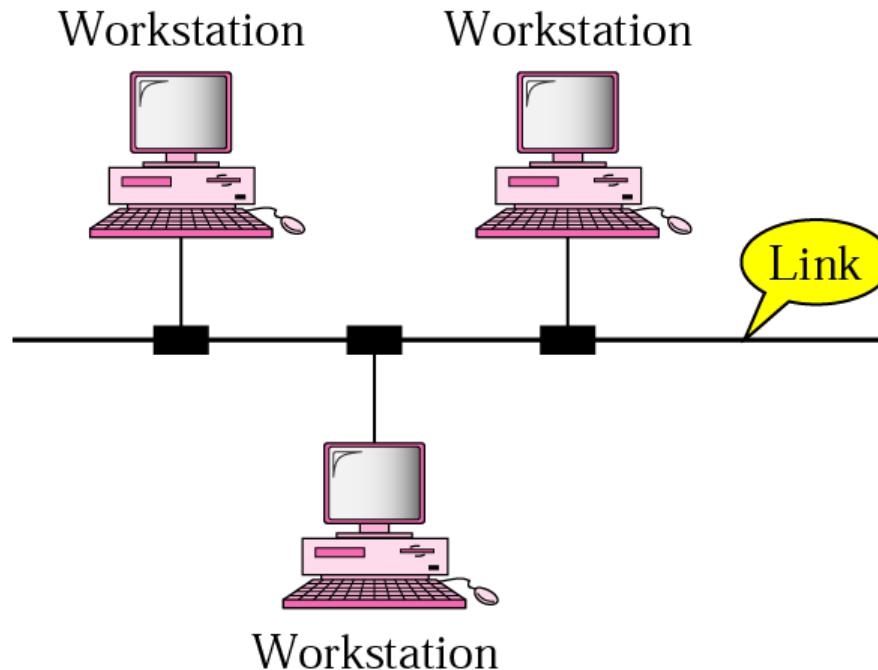
# Configuración del enlace

- Punto a punto
  - Canal de comunicación individual entre pares

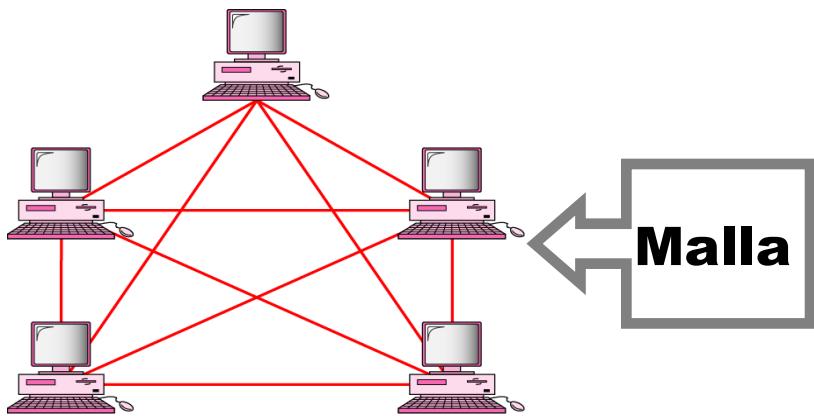


# Configuración del enlace

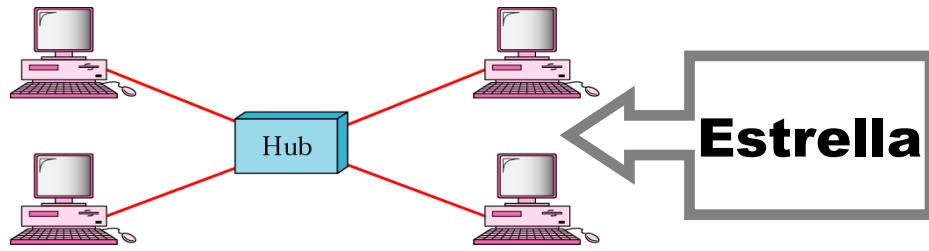
- Multipunto o difusión
  - Canal de comunicación compartido
    - Campo de dirección (difusión y multidifusión)
  - Asignación del canal (estática o dinámica)
  - Arbitraje (centralizado o distribuido)



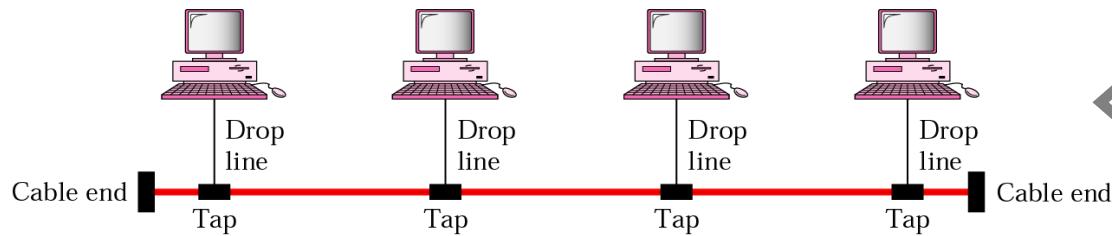
# Topologías



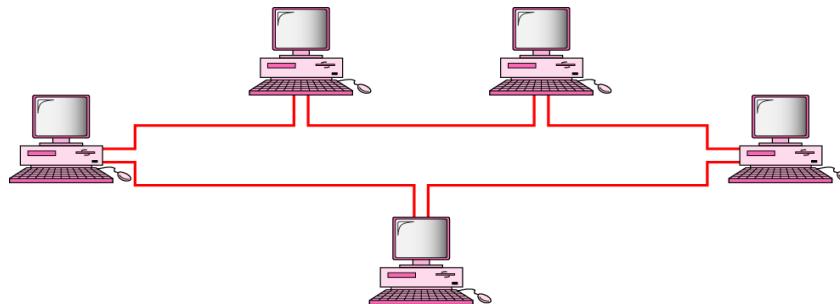
**Malla**



**Estrella**



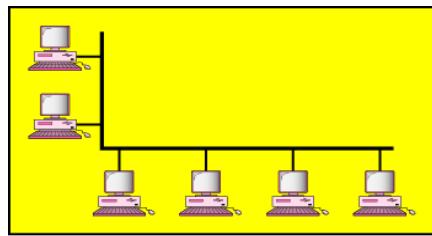
**Bus**



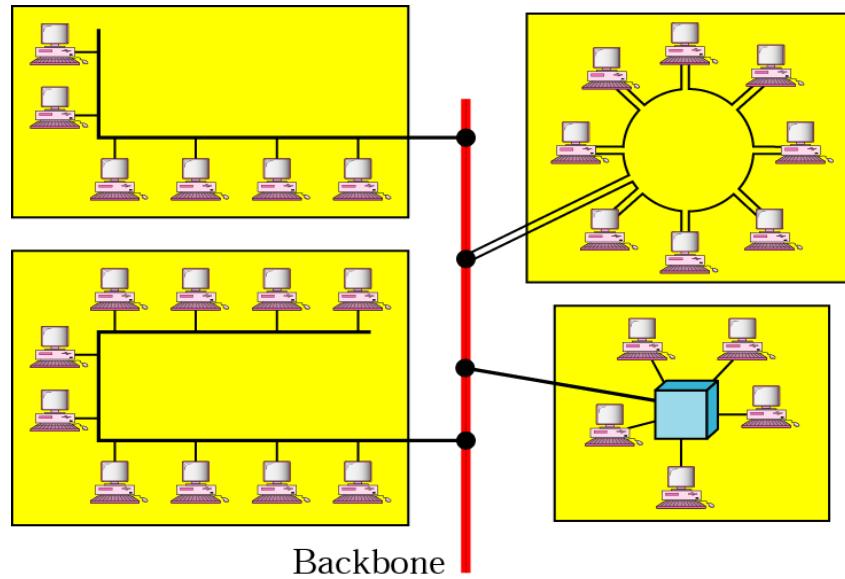
**Anillo**

# Escala de la red

- Redes de área local (LAN)
  - Redes privadas (pocos kilómetros)
  - Difusión (10/100/1000 Mbps)
  - Topología en anillo, bus o estrella (árbol)
  - Su tamaño restringido permite usar diseños específicos



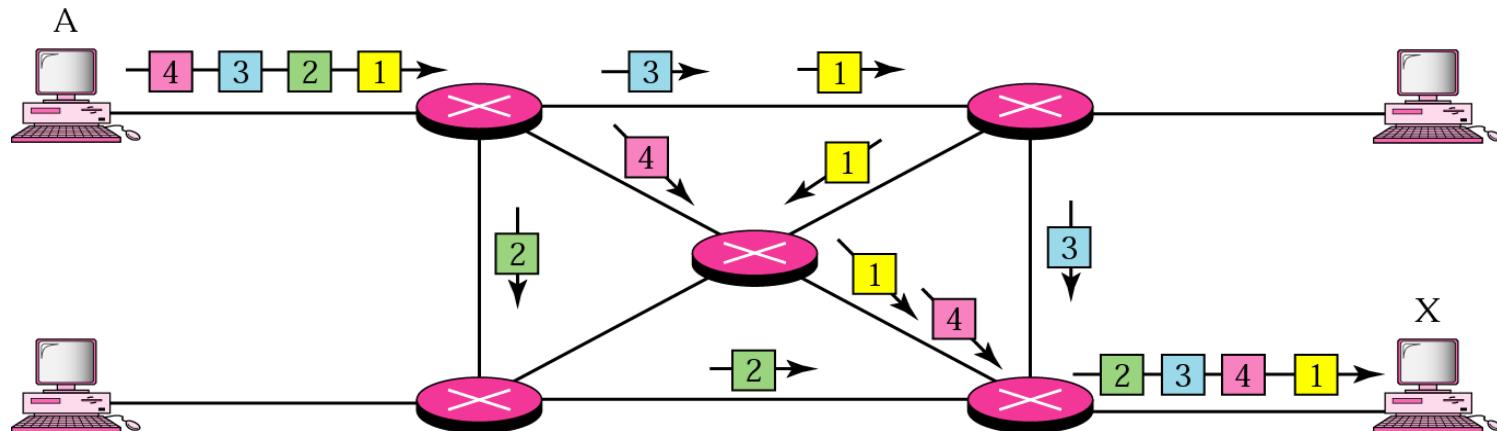
a. Single-building LAN



b. Multiple-building LAN

# Escala de la red

- Redes de área extensa (WAN)
  - Redes públicas y/o comerciales (muchos kilómetros)
  - Punto a punto ( $\geq 1\text{Gbps}$ )
    - Encaminamiento
    - Congestión
  - Topología irregular (almacenamiento y reenvío)

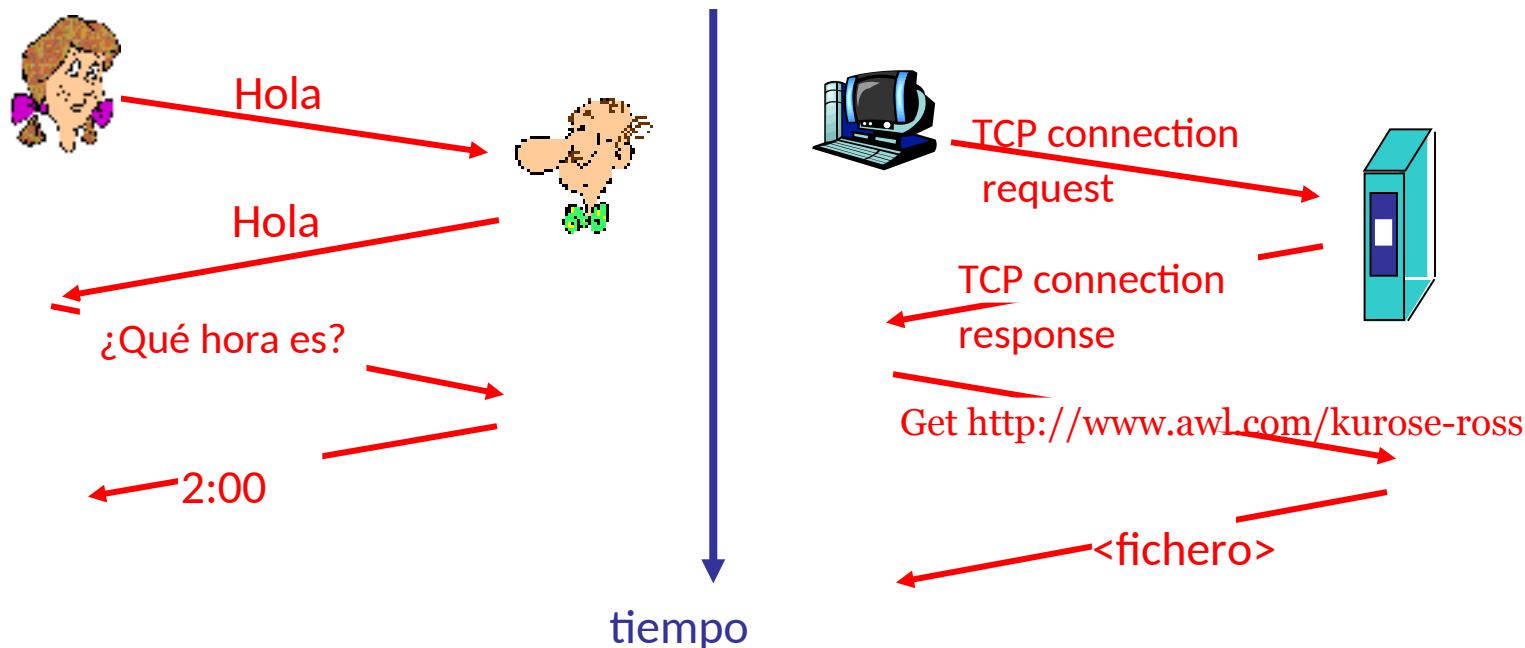


# Contenidos

- 1.1. La red Internet
  - 1.1.1. Visión general
  - 1.1.2. Los sistemas finales
  - 1.1.3. Las redes de acceso
  - 1.1.4. El núcleo de la red
- 1.2. Conceptos básicos
  - 1.2.1. Modos de comunicación
  - 1.2.2. Configuración del enlace
  - 1.2.3. Topologías
  - 1.2.4. Escala de la red
- 1.3. Arquitectura de red
  - 1.3.1. Protocolos de comunicación
  - 1.3.2. Pilas de protocolos
  - 1.3.3. Pila TCP/IP

# Necesidad de protocolos

- Los protocolos de comunicación garantizan la interoperabilidad de los interlocutores
- Un protocolo define el formato y el orden de los mensajes que se intercambian, y las acciones realizadas al enviar/recibir cada mensaje
- Analogía entre protocolos humanos y de red



# Definición de protocolo

- Tanto los hosts como los equipos de interconexión siguen protocolos
- En concreto, su especificación debe definir sin ambigüedad:
  - Los tipos de mensajes intercambiados
    - Petición, respuesta
  - La sintaxis de los mensajes
    - Qué campos contiene cada mensaje y cómo se estructuran
  - La semántica de los mensajes
    - Significado de la información contenida en cada campo
  - Reglas para determinar qué hacer, cuándo y cómo cada vez que se envía o recibe un tipo de mensaje concreto

# Tipos de protocolos

- Dominio público
  - Definidos en RFCs (Request For Comments)
    - <http://www.faqs.org/rfcs/>
      - HTTP (RFC 2616)
      - FTP (RFC 959)
      - SMTP (RFC 5321)
      - POP3 (RFC 1939)
      - IMAP (RFC 3501)
      - DNS (RFCs 1034 y 1035)
    - (algunos en castellano en <http://www.rfc-es.org>)
  - Propietarios
    - Su especificación no es conocida
      - Skype

# Necesidad de arquitecturas de red

- Las redes son muy complejas pues tienen muchos componentes diferentes:
  - Hosts, routers, comutadores, concentradores, enlaces de distinto tipo, protocolos, aplicaciones, ...
- Resulta aconsejable estructurar las redes en capas
  - Una estructura explícita permite identificar los componentes y sus relaciones en sistemas complejos
  - La modularización facilita el mantenimiento y la actualización
  - Los cambios en implementación de un servicio en una capa son transparentes para el resto del sistema

# Principios de la división en capas

- Una capa realiza un conjunto de tareas relacionadas
- Cada capa proporciona servicios a la capa superior (ocultando todos los detalles de implementación) usando únicamente servicios de la capa inferior a través de una interfaz
- Las entidades en la misma capa pero en distintos hosts reciben el nombre de procesos pares
- Los procesos pares dialogan mediante un protocolo
- El conjunto de capas (conjuntos de servicios) y protocolos usados en cada capa se denomina arquitectura de red (pila de protocolos)

# Arquitectura de capas de Internet

## ● Arquitectura TCP/IP

- Aplicación: Web, email, transferencia de archivos, ...
  - Protocolos: HTTP, FTP, SMTP, POP3, IMAP, DNS
- Transporte: Transferencia de segmentos entre procesos
  - Control de flujo y recuperación de errores
  - Control de la congestión
  - Protocolos: TCP, UDP
- Red: Encaminamiento de paquetes entre el host origen y el host destino
  - Algoritmos de encaminamiento
  - Protocolos: IP, RIP, OSPF, BGP
- Enlace: Envío de tramas entre hosts y routers conectados directamente
  - Detección de errores
  - Ethernet, WiFi, PPP
- Física: Transmisión de un flujo de bits entre hosts y routers conectados directamente sobre un enlace físico



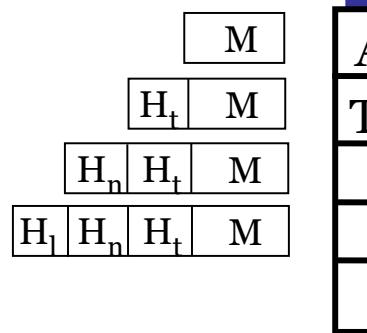
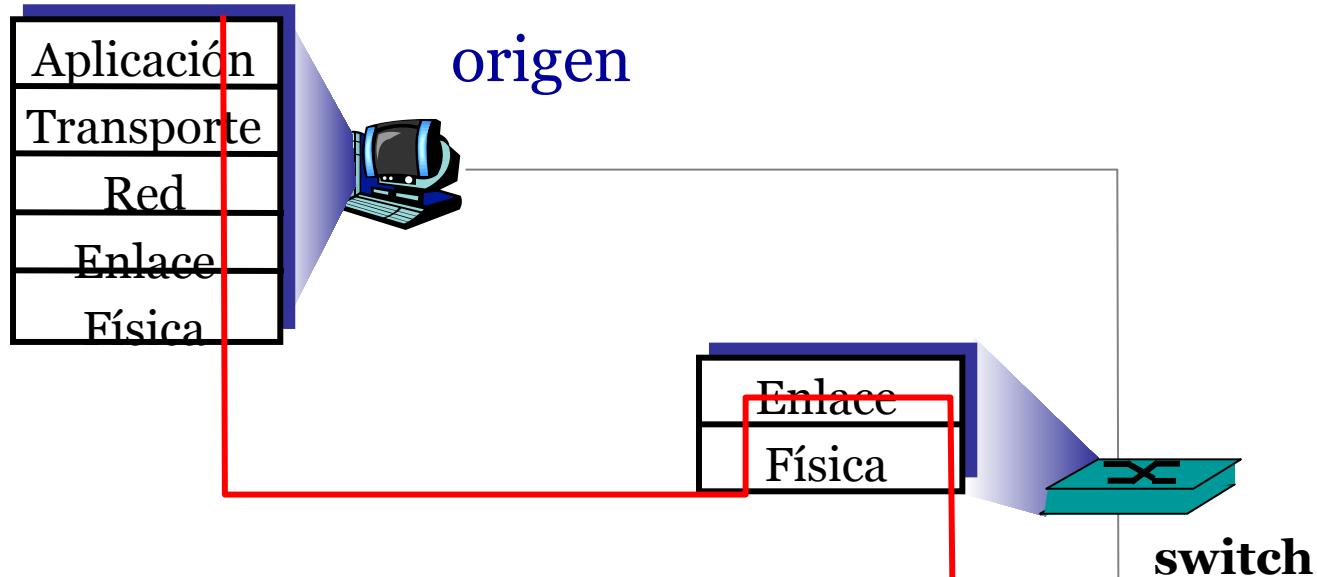
# Arquitectura de capas de ISO/OSI

- El modelo ISO/OSI incluye dos niveles adicionales:
  - Presentación: interpretación y tratamiento de los datos
    - Cifrado
    - Compresión
    - Codificación
  - Sesión: sincronización y recuperación de los datos
- En la pila TCP/IP estas funciones corresponden al nivel de aplicación

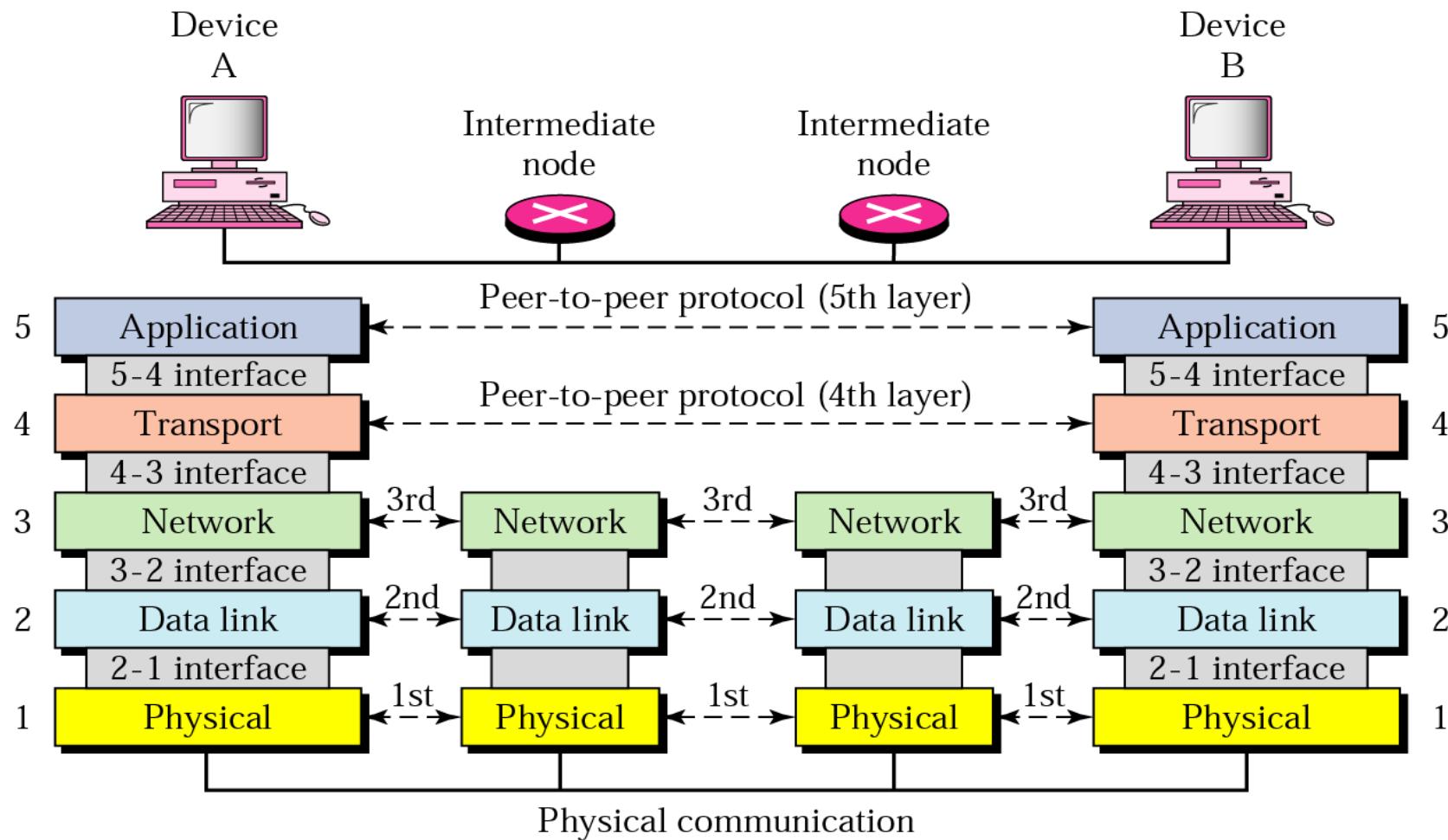


# Encapsulación e independencia entre capas

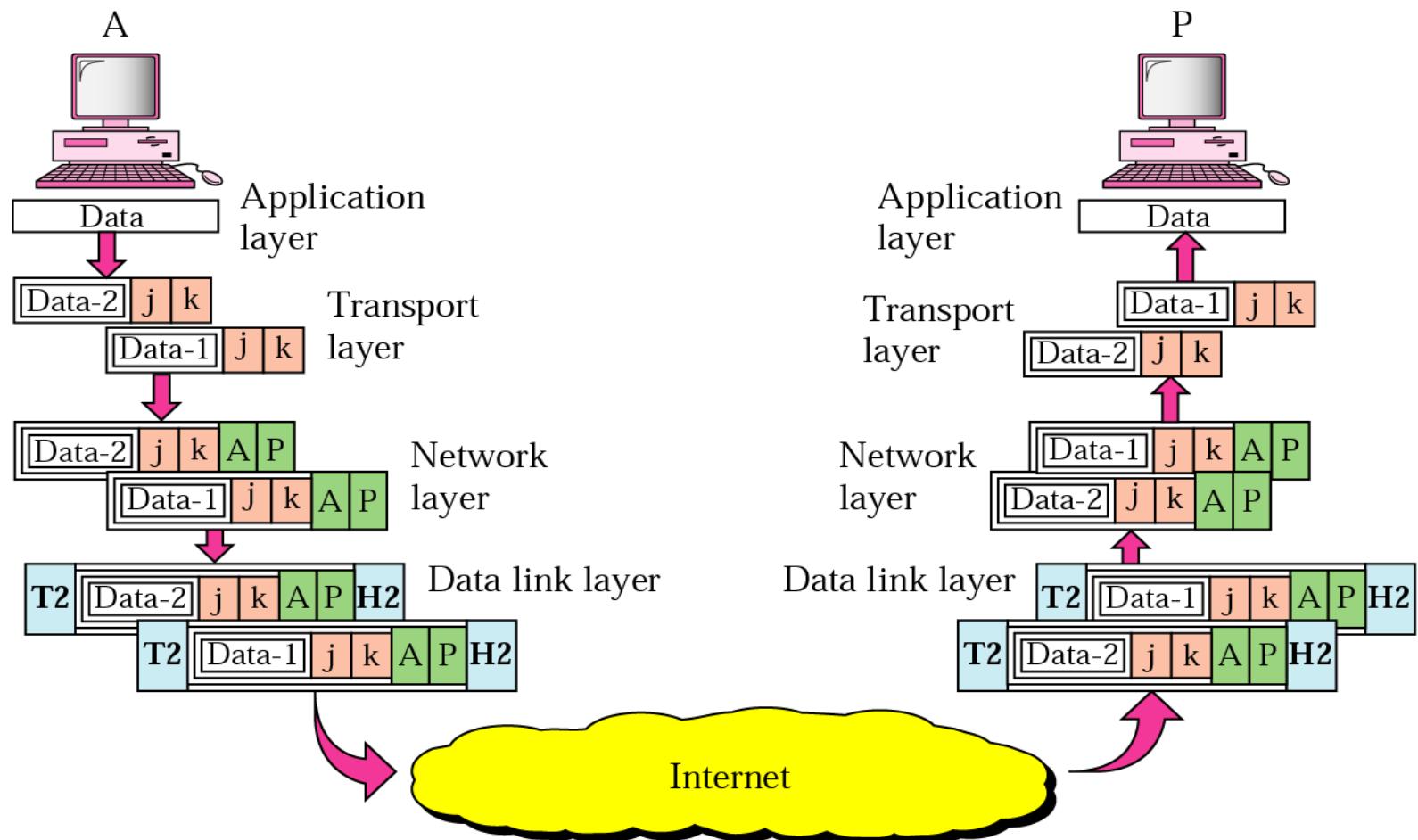
Mensaje	M
Segmento	H <sub>t</sub> M
Datagrama	H <sub>n</sub> H <sub>t</sub> M
Trama	H <sub>l</sub> H <sub>n</sub> H <sub>t</sub> M



# Comunicación horizontal entre capas



# Flujo de información vertical entre capas



# Problemas

- **Problema.** Un proceso desea enviar un mensaje de  $L$  bytes a su proceso par utilizando una conexión TCP existente. El segmento TCP consta de un mensaje más una cabecera de 20 bytes. El segmento es encapsulado en un paquete IP que tiene 20 bytes adicionales de cabecera. A su vez, el paquete IP viaja en una trama Ethernet que tiene 18 bytes totales de cabecera y cola.
  - ¿Qué porcentaje de los bytes transmitidos en la capa física corresponden al mensaje emitido si  $L$  es igual a 100 bytes, 500 bytes ó 1000 bytes?

# Notas

- Unidades de velocidad de transmisión de datos (también referida como ancho de banda)
  - Kbps equivale a  $10^3$  bits/segundo, Mbps equivale a  $10^6$  bits/segundo, Gbps equivale a  $10^9$  bits/segundo, etc.
- Unidades de memoria siguen usando potencias de 2
- Denominación de unidades de intercambio de datos



# Tema 1

## Introducción a las redes de ordenadores

(1904) Redes de Comunicaciones