



Universidad de
Málaga



LENGUAJES Y
CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tema 1: Introducción a las Redes y Sistemas Distribuidos

Profesores:

Mercedes Amor

Inmaculada Ayala

Lidia Fuentes

Gabriel Luque

Francisco Rus

Francisco Servant

Daniel Muñoz

Alberto Salguero

Contenido del tema

- Conceptos y Teoría de Comunicaciones
 - Definición y Caracterización de los Sistemas en Red
 - Evolución de las Redes de Comunicación
 - Transmisión Física de la Información
- Estructura y Componentes de una Red
 - Funciones de un Sistema de Comunicación
 - Modelos Físicos de Transmisión
 - Tipologías de Red
 - Computación Distribuida y Comunicación
- Modelos en Capas y Estándares
 - Una Arquitectura en Capas
 - Estandarización de Protocolos de Comunicación
 - El concepto de Red Conmutada
 - La Torre de Protocolos de Internet

Tema 1. Introducción a las redes y sistemas distribuidos

Tema 2. Técnicas de acceso y control de enlace

Tema 3. Protocolos de Interconexión de Redes

Tema 4. Servicios básicos para el nivel de transporte en Internet

Tema 5. Aplicaciones distribuidas en Internet

- Definición y Caracterización de los Sistemas en Red
- Evolución de las Redes de Comunicación
- Transmisión Física de la Información

CONCEPTOS Y TEORÍA DE LAS COMUNICACIONES

Redes de ordenadores

- Definición:
 - Una **red de ordenadores** es un conjunto de dispositivos hardware interconectados entre sí, a través de algún medio de transmisión
 - Su propósito es el de compartir información y servicios entre todos los equipos
- Concepto relacionado: Sistema Distribuido
 - Un **sistema distribuido** ofrece la visión de sistema único, donde la distribución física de los recursos es transparente
 - Su propósito es ofrecer al usuario y a las aplicaciones una visión de los recursos del sistema como gestionados por una única máquina virtual
 - Cuestión de perspectiva:
 - Red de ordenadores: punto de vista de la infraestructura de comunicaciones
 - Sistema distribuido: punto de vista de los procesos software

Redes de ordenadores

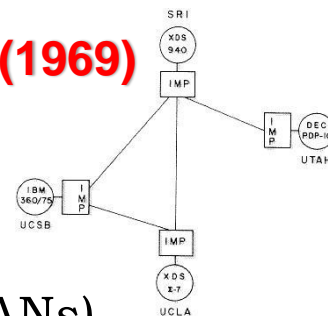
- Aplicaciones distribuidas/servicios
 - Son aplicaciones que se ejecutan en los nodos de la red y se comunican entre ellas mediante el **intercambio de mensajes**
- Ejemplos
 - Web
 - Correo electrónico
 - Intercambio de ficheros mediante P2P
 - Voz sobre IP (VoIP)
 - Juegos en red
 - Mensajería instantánea

Historia de las redes de ordenadores

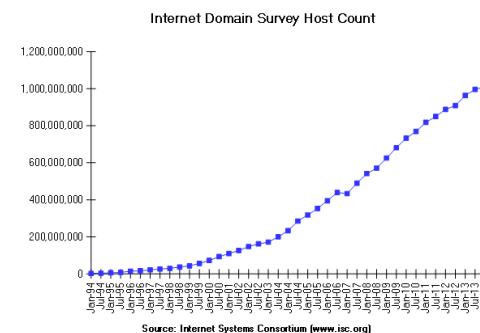
- Breve reseña histórica

- Aparición en los años 60
- Difusión a partir de los 80
 - Avances informática: ordenadores personales (PCs)
 - Avances telecomunicaciones: redes de área local (LANs)
- Expansión en los 90
 - Internet
 - La Web
- En la actualidad
 - Redes inalámbricas
 - Internet de las Cosas (*Internet of Things*, IoT)
 - Redes de sensores
 - Redes auto-organizadas
 - RFID
 - Etc.

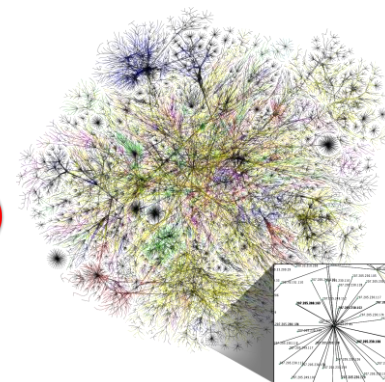
ARPANET (1969)



EVOLUCIÓN '94 → '14 > x1000



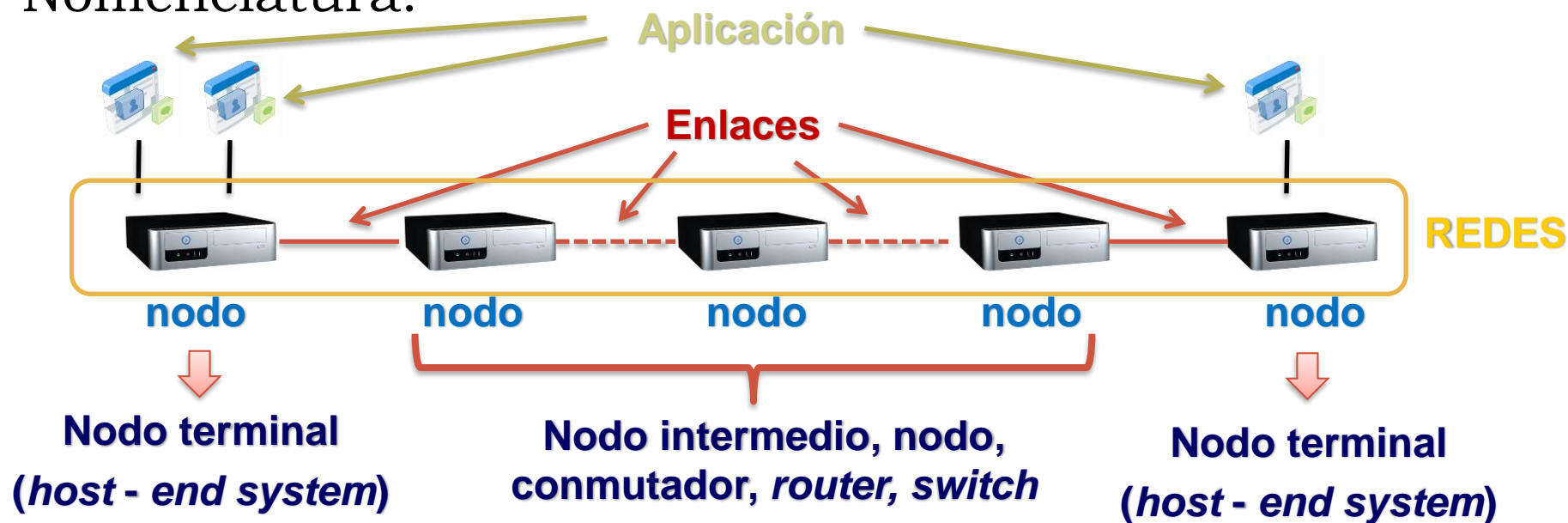
INTERNET (2005)



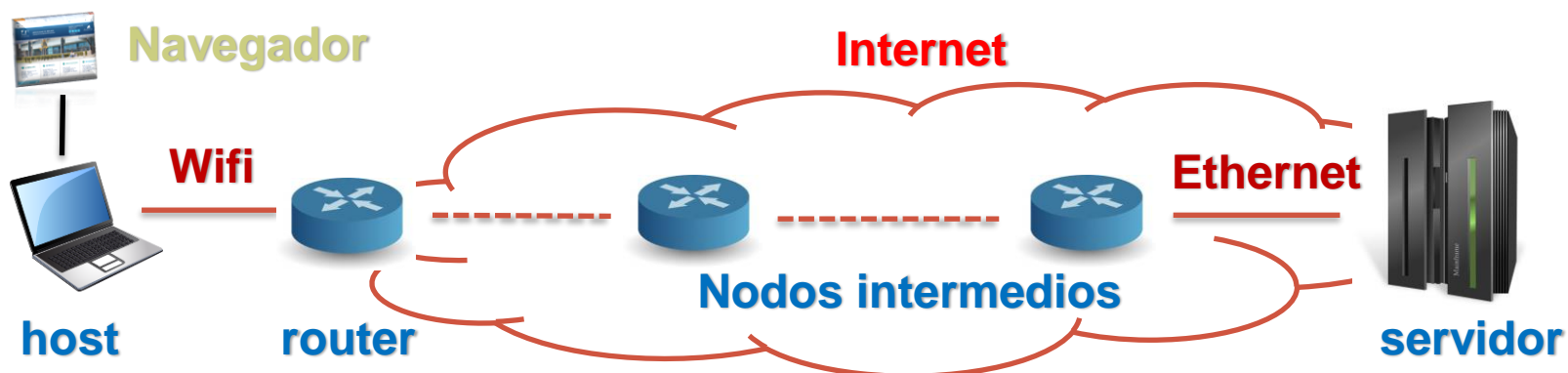


Componentes

• Nomenclatura:



• Ejemplo:



Tipos de enlaces

- Dos tipos básicos de enlaces
 - **Punto a punto:** comunican dos nodos
 - Ejemplo: Conexión entre conmutadores



- **Difusión:** son compartidos por varios nodos
 - Ejemplo: Ethernet, Wifi



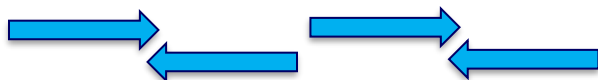
Modos de comunicación

- Tres modos

- **Simplex**: los datos se transmiten en una sola dirección



- **Semi-dúplex** (*half duplex*): los datos se transmiten en ambas direcciones, pero de forma alternada

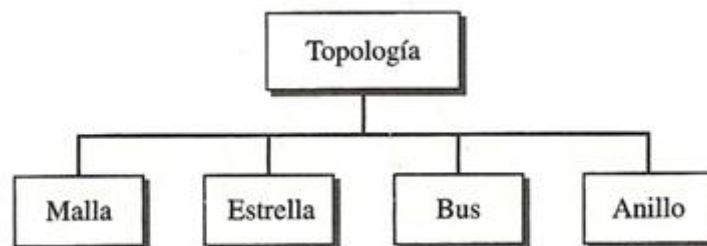


- **Dúplex** (*full duplex*): los datos se transmiten en ambas direcciones al mismo tiempo



Transmisión física de la información

- Topología física
 - Estructura de la red física, que se representa como un conjunto de nodos (dispositivos) conectados mediante enlaces (medios de transmisión). Pueden representarse como grafos geométricos



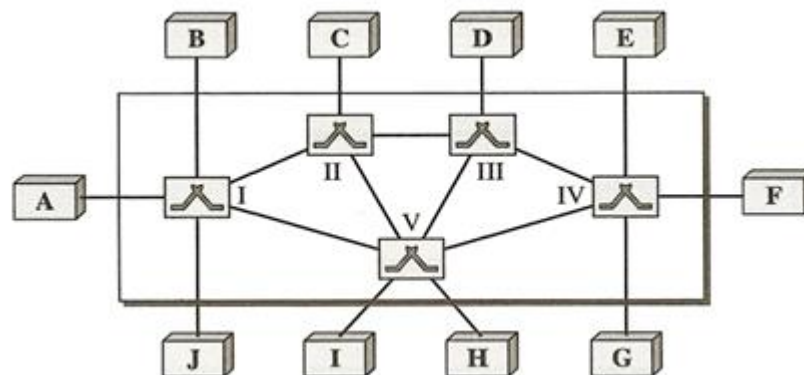
- Una red totalmente conectada (malla) de N nodos requeriría:

$$N \times (N-1) / 2 \text{ enlaces}$$

- Muy costoso

Transmisión física de la información: conmutación

- Red parcialmente conectada
 - Solamente hay algunos enlaces entre cada par de nodos
 - Problema: hay que encontrar un camino para llegar desde un nodo a otro
 - Solución: conmutación
- Conmutación (definición)
 - Una **red conmutada** consta de una serie de nodos interconectados a través de *conmutadores*
 - Un **conmutador** es un dispositivo capaz de enlazar temporalmente dos o más dispositivos



Transmisión física de la información: conmutación

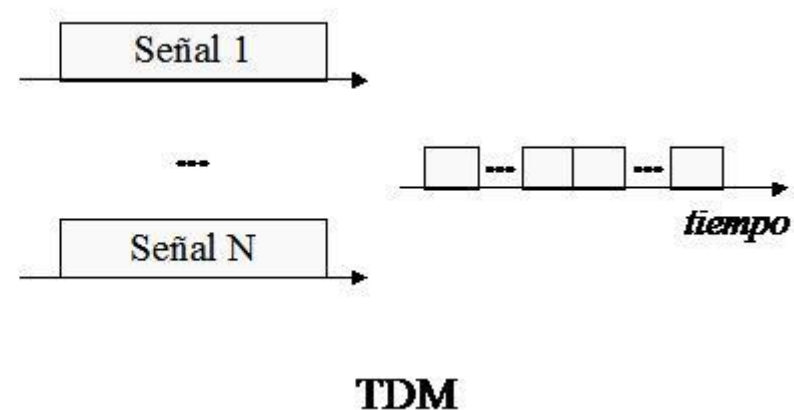
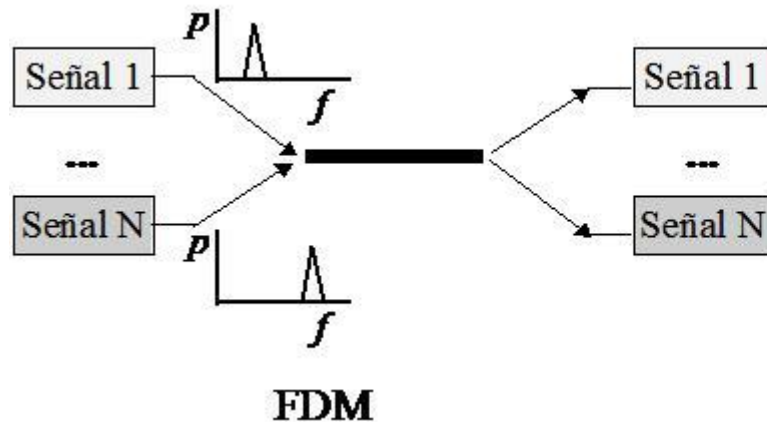
- Dos tipos de conmutación:
 - Conmutación de circuitos
 - Los recursos para la transmisión se reservan mientras duran la comunicación
 - Los enlaces no se comparten con otros circuitos
 - Ej: Red de telefonía tradicional
 - Conmutación de paquetes
 - Los enlaces y los conmutadores (encaminadores o routers) se comparten
 - Ej: la red Internet
- Cuando se utiliza conmutación de paquetes se suelen usar técnicas de almacenamiento y envío (*store and forward*)
 - Se almacena el paquete, se decide por qué enlace debe retransmitirse y se retransmite

Transmisión física de la información: multiplexado

- Ancho de banda
 - Se define ancho de banda de una señal analógica como la anchura del espectro de frecuencias y se mide en Hercios (Hz)
 - Mayor ancho de banda en Hz => mayor velocidad en bps
- Motivación
 - Aumentar la velocidad de transmisión mediante la compartición del ancho de banda del canal
- Multiplexado
 - Utiliza un recurso (canal) para transmitir más de un mensaje simultáneamente
 - La entrada son datos/voz de baja velocidad y se combinan en una sola banda de alta velocidad que se transmite por un único canal
 - Beneficios:
 - Se aumenta la eficiencia del canal

Transmisión física de la información: multiplexado

- Dos tipos básicos de multiplexado
 - División de frecuencias (*Frequency-Division Multiplexing o FDM*)
 - División de tiempo (*Time-Division Multiplexing o TDM*)

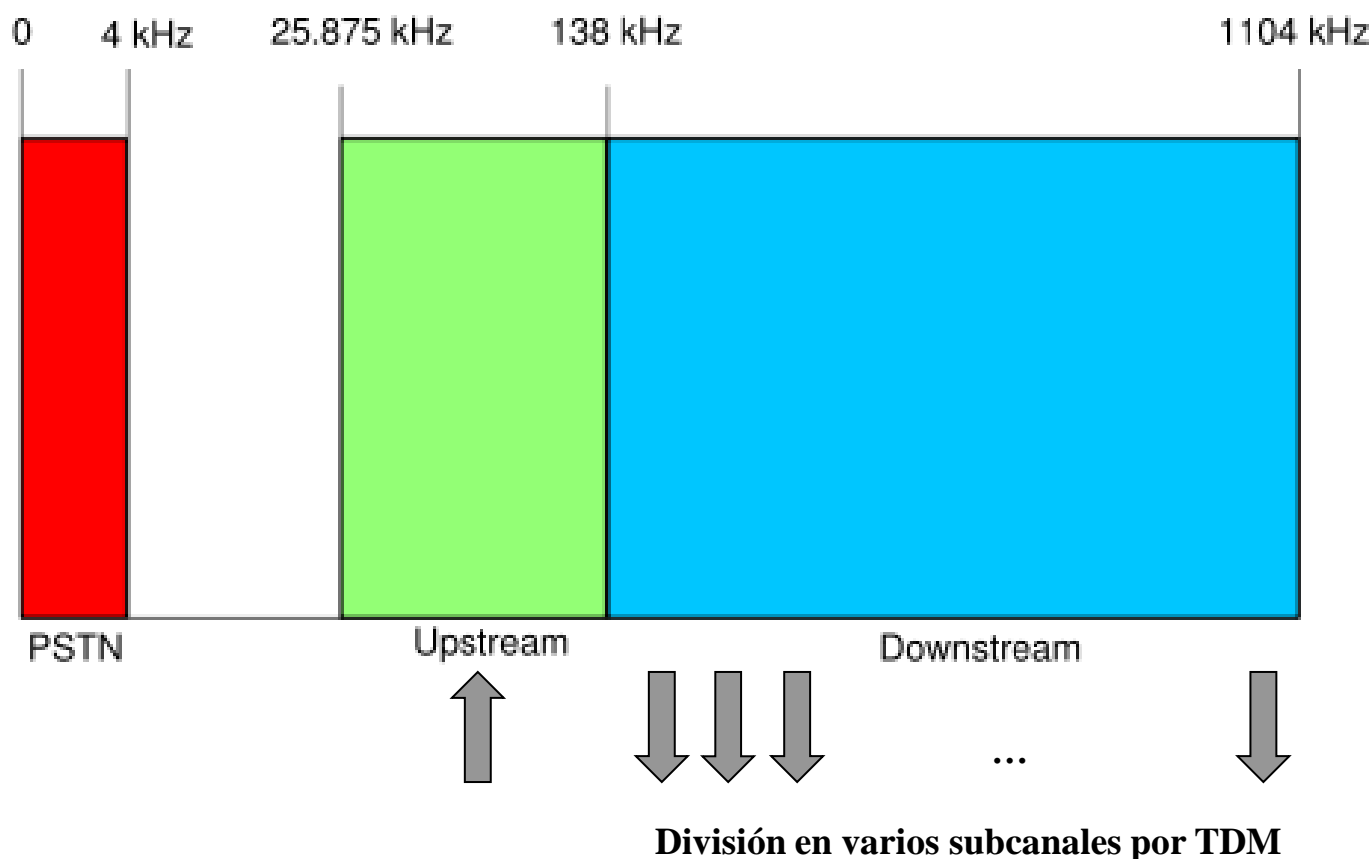


Tecnología ADSL

- Motivación
 - Se requiere mayor ancho de banda en el enlace abonado-red de telefonía
 - Uso del enlace para voz: 0 – 4 Khz
 - Capacidad real del enlace: 1 Mhz o más
- Solución
 - ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*)
 - Más capacidad de transmisión en el enlace descendente que en el ascendente

Tecnología ADSL

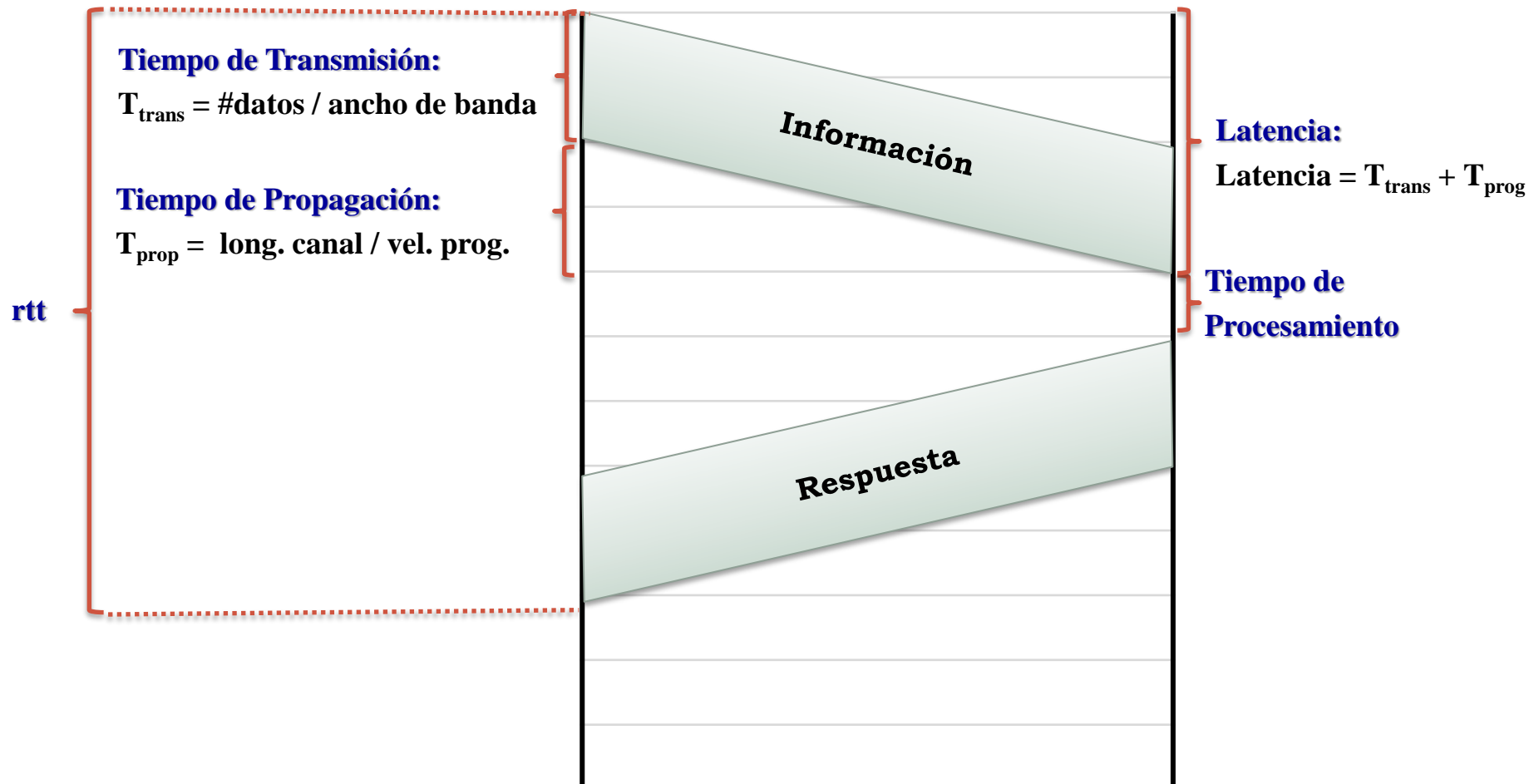
- Mapas de frecuencia (por FDM)



Rendimiento

- Medidas de rendimiento:
 - **Latencia:** tiempo medio que tarda un paquete en ir de origen a destino
 - **Round trip time (rtt):** tiempo que tarda un paquete en ir y volver
 - **Ancho de banda** (*bandwidth*): digital (cantidad de bits por segundo bps que admite un canal)
 - **Paquetes transmitidos por segundo**
 - **Paquetes perdidos**
 - **Tasa de errores**
 - **Ancho de banda aparente/efectivo:** Cantidad de datos por segundo que llegan a un destino desde un origen concreto

Rendimiento



Tema 1. Introducción a las redes y sistemas distribuidos

Tema 2. Técnicas de acceso y control de enlace

Tema 3. Protocolos de Interconexión de Redes

Tema 4. Servicios básicos para el nivel de transporte en Internet

Tema 5. Aplicaciones distribuidas en Internet

- Funciones de un Sistema de Comunicación
- Modelos Físicos de Transmisión
- Tipologías de Red
- Arquitectura de Internet
- Computación Distribuida y Comunicación

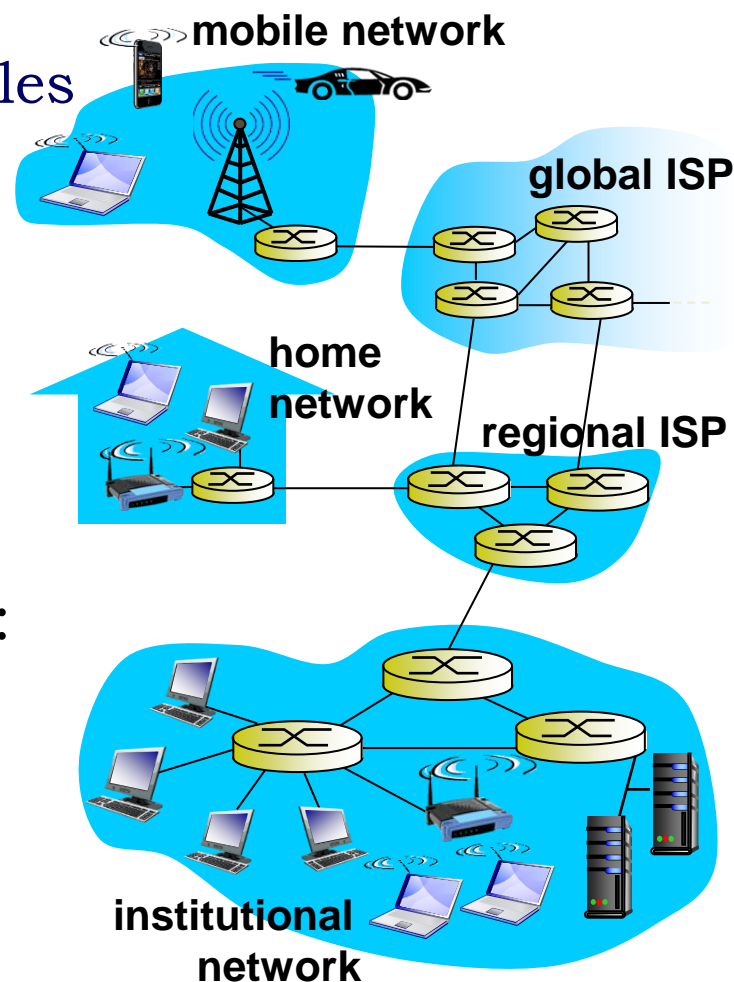
ESTRUCTURA Y COMPONENTES DE UNA RED

Funciones/beneficios de las redes

- Las redes de ordenadores permiten:
 - Mejora el proceso de obtención y almacenamiento de la información
 - Compartir información (ej: carpeta compartida)
 - Compartir periféricos (ej: impresora compartida)
 - Comunicación entre usuarios (e.g. mensajería instantánea, blogs, redes sociales)
 - Mayor capacidad de procesamiento (ej: paralelismo, computación en la nube)
- Y también traen consigo varios problemas
 - El software distribuido es complejo
 - Problemas producidos por la red de comunicación
 - Problemas de seguridad

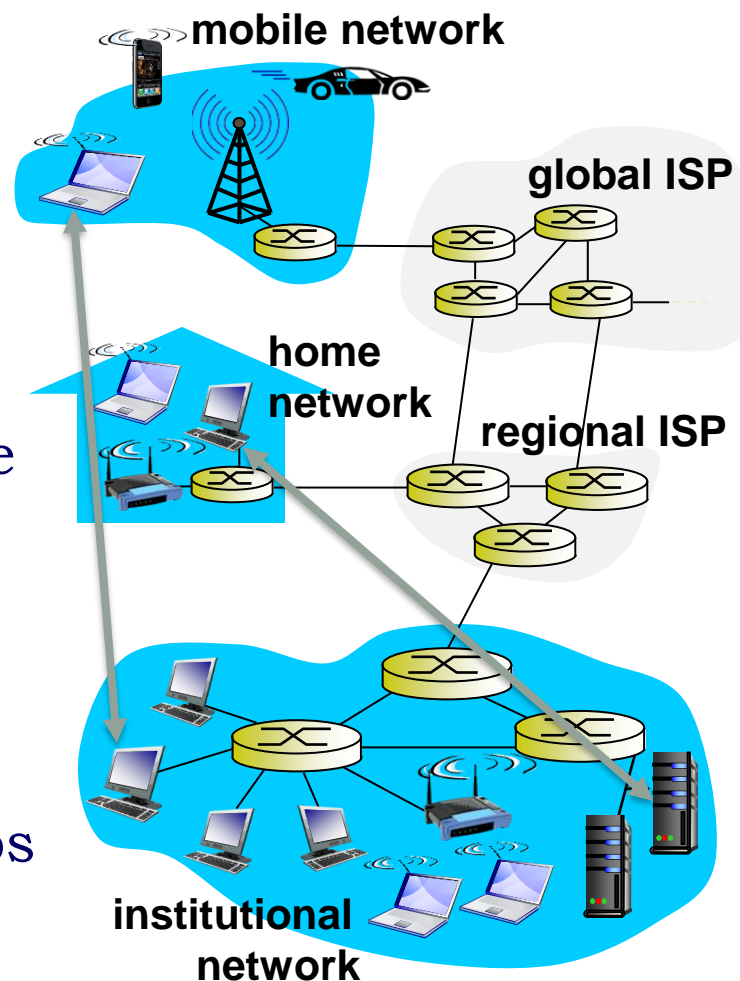
Estructura de Internet

- Frontera de la red
 - Aplicaciones y los sistemas finales
- Núcleo de la red:
 - Routers interconectados
 - Red de Redes
- Redes de acceso, medios físicos:
 - Enlaces de comunicación cableados e inalámbricos



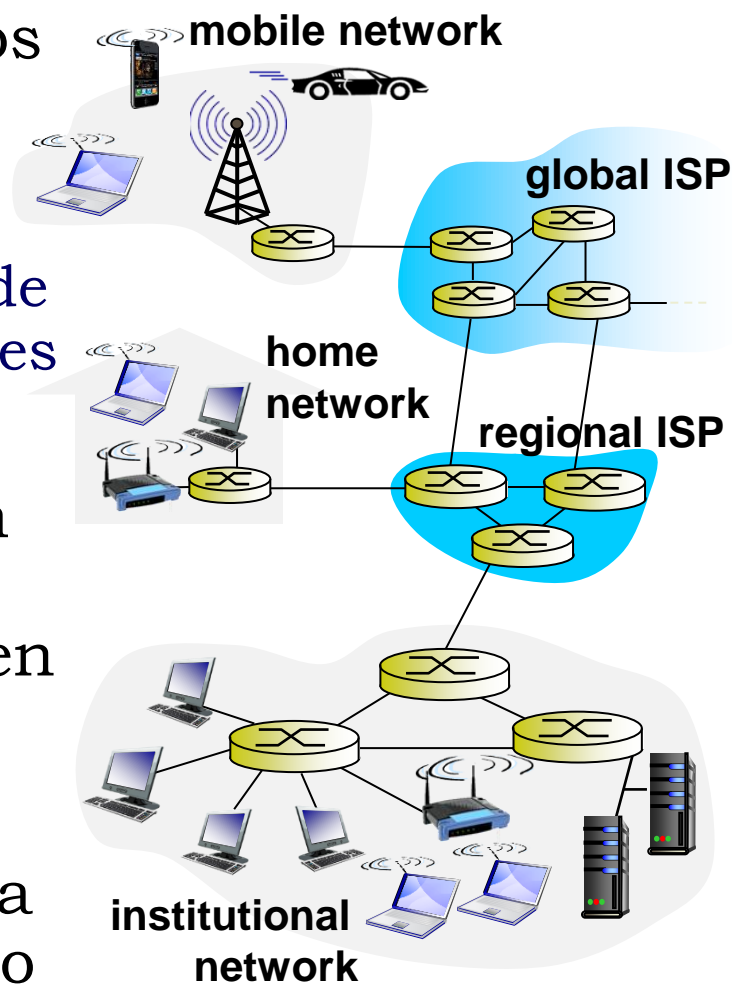
Estructura de Internet: Frontera de la Red

- Sistemas finales (hosts):
 - Ejecutan aplicaciones
 - Ej. Web, email
- Modelo cliente/servidor:
 - Clientes solicitan y reciben servicios de servidores siempre activos
 - Ej. Navegador/servidor Web; cliente/servidor de email
- Modelo peer-to-peer:
 - Hay pocos servidores dedicados
 - Ej. Skype, BitTorrent



Estructura de Internet: Núcleo de la Red

- **Malla** de routers interconectados
- **Conmutación de paquetes:**
 - los hosts dividen los mensajes de la capa de aplicación en paquetes
- Los **paquetes** se reenvían de un **router** a otro, a través de diferentes enlaces desde el origen al destino.
- Cada paquete transmitido ocupa la capacidad del enlace completo



Estructura de Internet: Red de Redes

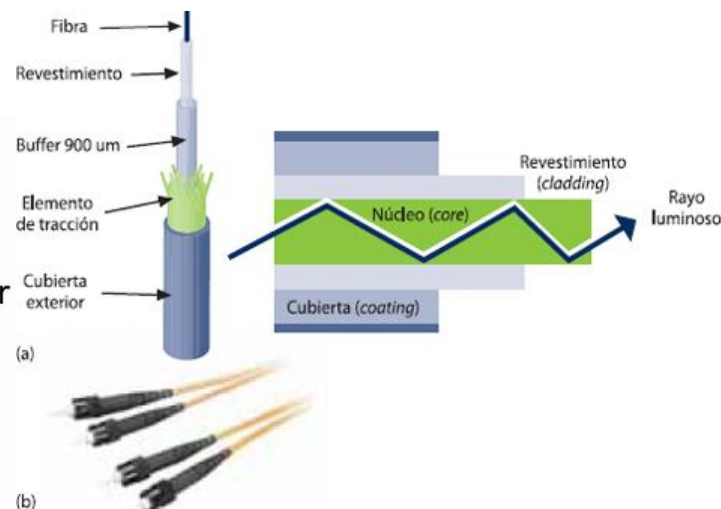
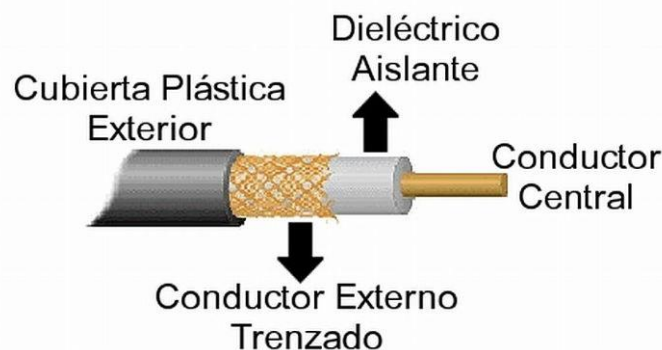
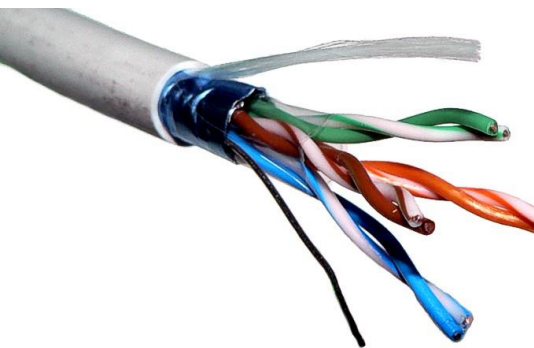
- Los sistemas finales se conectan a Internet a través de **ISPs de acceso** (Internet Service Providers)
 - ISPs de compañías, instituciones o residenciales.
- A su vez, los ISPs deben estar interconectados.
 - Dos hosts cualesquiera se puedan intercambiar paquetes.
 - Puntos neutros (Ej. ESpanix)
- La “red de redes” resultante es muy compleja:
 - La evolución fue impulsada por la economía y las políticas nacionales.

Clasificación de las redes

- Criterio: medio de transmisión
 - Redes cableadas
 - Redes inalámbricas
- Criterio: cobertura geográfica
 - PAN (*Personal Area Network*)
 - LAN (*Local Area Network*)
 - MAN (*Metropolitan Area Network*)
 - WAN (*Wide Area Network*)

Clasificación: medio de transmisión: redes cableadas

- Característica básica
 - Utilizan un cable para la transmisión de información
- Medios de transmisión
 - Cable de par trenzado de cobre: barato, flexible, distancias máximas de cientos de metros
 - Cable coaxial: mejor ancho de banda que el par trenzado, poco flexible
 - Fibra óptica: distancias de cientos de kilómetros, seguras, costosas
- Ejemplos: **Ethernet, SDH/Sonet**



Clasificación: medio de transmisión: redes inalámbricas

- Característica básica
 - El sistema de transmisión no es un medio sólido
- Medios de transmisión
 - Rayos infrarrojos: direccionales, seguros, poco ancho de banda
 - Ondas de radio terrestres: omnidireccionales, atraviesan paredes
 - Ondas de radio por satélite: alta latencia, elevado ancho de banda
- Ejemplos: **LTE**, **IEEE 802.11**, **Bluetooth**

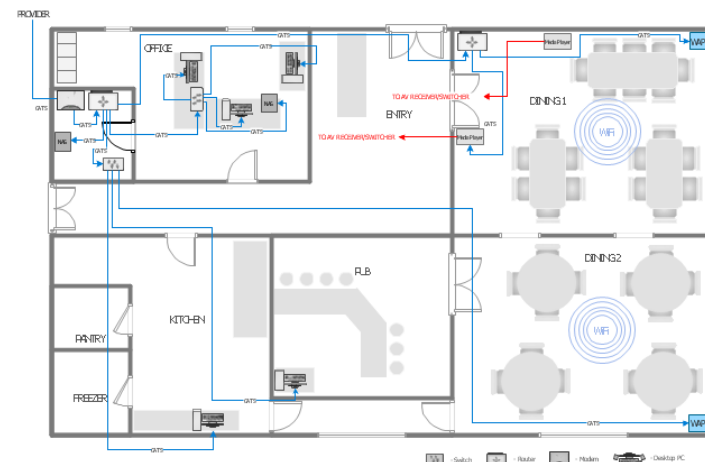
Tipologías de red: redes de área personal (PAN)

- Características principales:
 - Cobertura: pocos metros
 - Objetivo principal: interconectar dispositivos próximos a una persona
 - Teléfono móvil
 - Televisión, Cámara de vídeo
 - Teclado, ratón
 - Impresora
 - Bajo consumo
 - Alcance limitado
- Ejemplo: **Bluetooth**



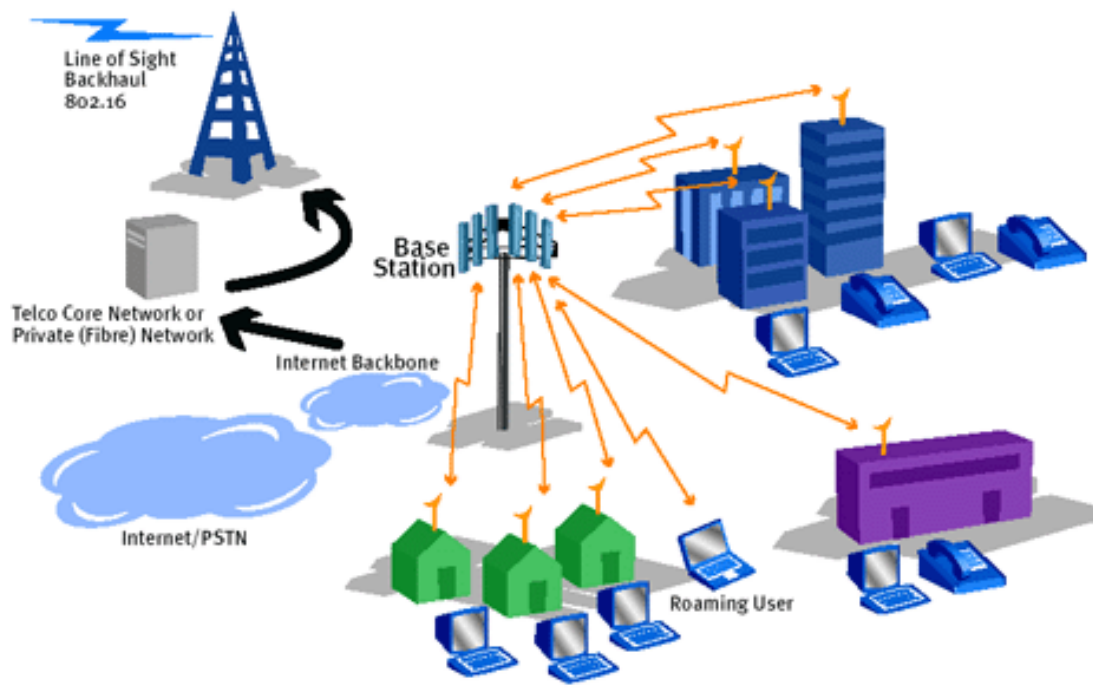
Tipologías de red: redes de área local (LAN)

- Características principales:
 - Cobertura: uno o varios edificios
 - Compuestas por varios segmentos, que se interconectan mediante concentradores (hubs) o conmutadores (switches)
 - Topologías
 - Bus: **Ethernet** (IEEE 802.3)
 - Anillo: **Token Ring** (IEEE 802.5)
 - Estrella: **Fast Ethernet** (IEEE 802.3u)
 - Malla: **WiFi** (IEEE 802.11)



Tipologías de red: redes de área metropolitana (MAN)

- Características principales:
 - Cobertura: una ciudad
 - Dos tipos de infraestructuras:
 - Redes de fibra óptica
 - Redes inalámbricas
- Ejemplos: DQDB, **WIMAX** (IEEE 802.16)

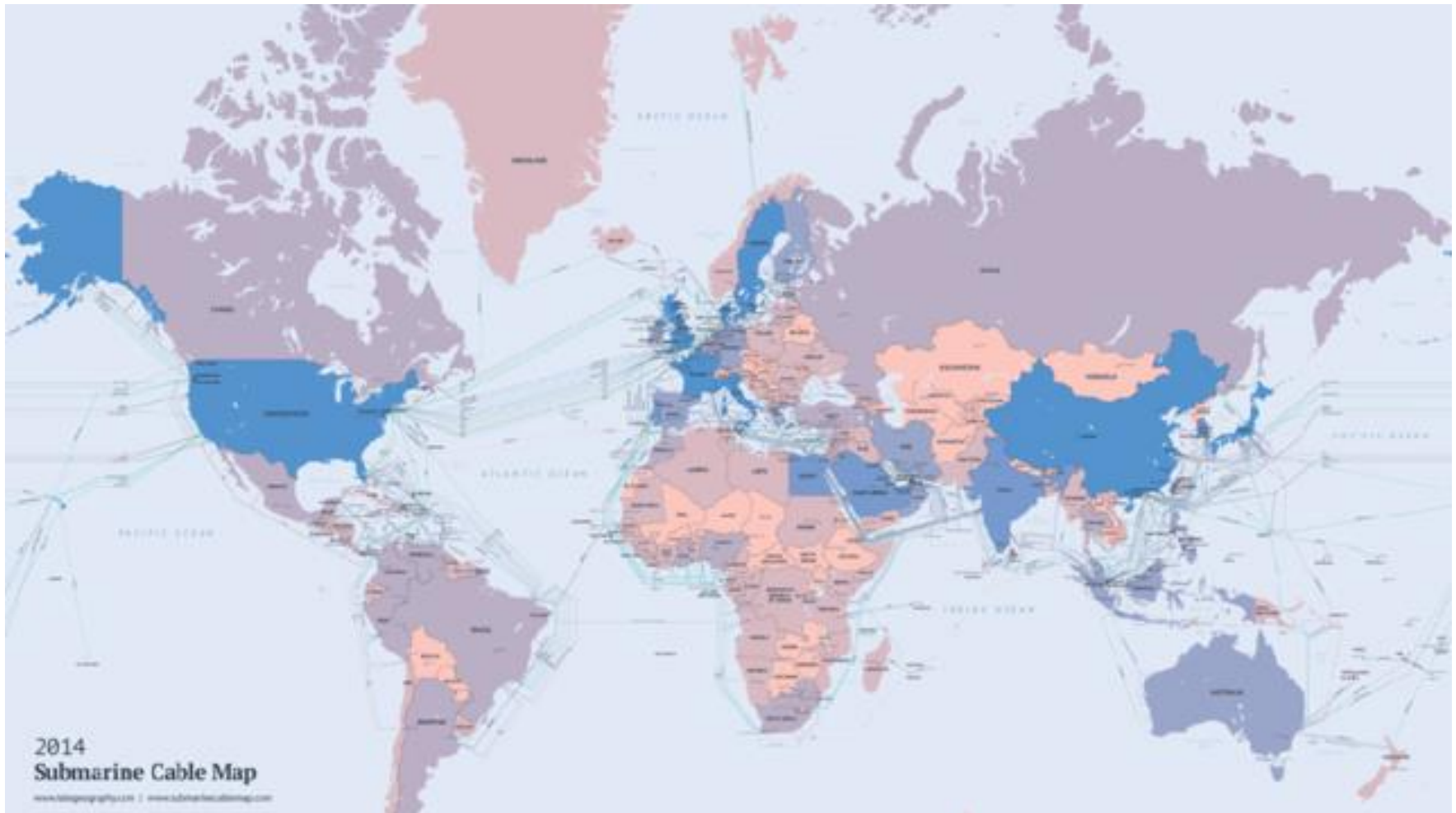


Tipologías de red: redes de área extensa (WAN)

- Características principales:
 - Cobertura: ciudades, países, el mundo entero
 - Los equipos están interconectados mediante conmutadores
 - Necesitan infraestructuras proporcionadas por entidades de telecomunicación (públicas y/o privadas)
 - La latencia de los mensajes suele ser elevada

Tipologías de red: redes de área extensa (WAN)

- Ejemplo: **Internet**



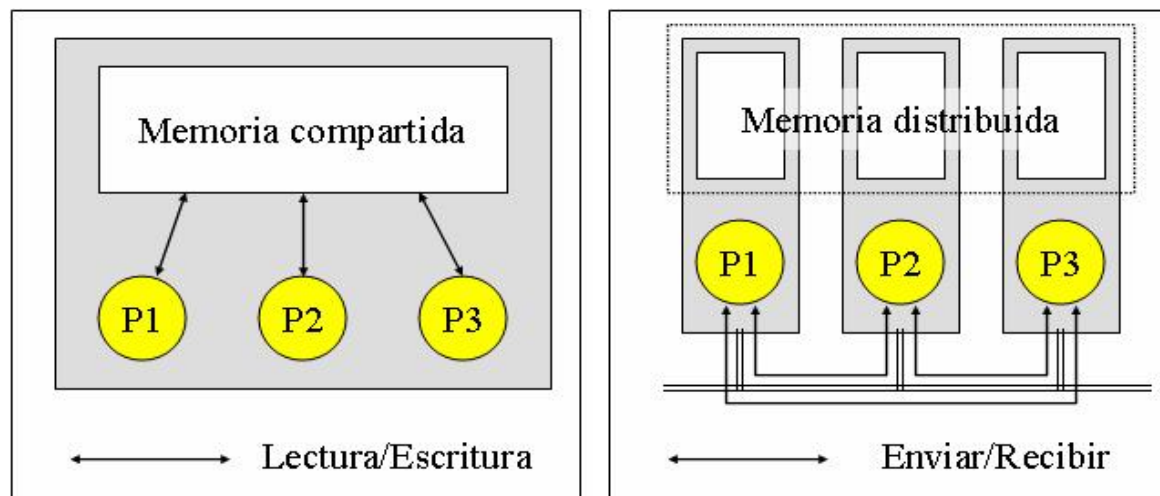
Computación distribuida y comunicación

- Aplicaciones distribuidas
 - Las aplicaciones distribuidas consisten en **procesos** que se comunican y sincronizan entre sí mediante el **intercambio de mensajes**
- Comunicación distribuida
 - Intercambio de información entre procesos
- Sincronización
 - Puntos de ejecución en los que dos o más procesos se ponen de acuerdo

Computación distribuida y comunicación

- Características

- Los procesos de una aplicación distribuida no comparten memoria
- La comunicación se lleva a cabo mediante paso de mensajes



Computación distribuida y comunicación

- Algunas cuestiones a resolver:
 - ¿Utilizan los dos procesos la misma tabla de codificación de caracteres?
 - ¿Consideran ambas máquinas los mismos voltios para un bit 0 y un bit 1?
 - ¿Cómo sabe el proceso receptor cuál es el último bit de un mensaje?
 - ¿Cómo se puede saber si un mensaje se ha perdido o ha sido dañado y, en caso de que así sea, cómo se arregla esa situación?
 - ¿Qué tamaño tienen los tipos de datos numéricos y cómo se representan internamente?

Tema 1. Introducción a las redes y sistemas distribuidos

Tema 2. Técnicas de acceso y control de enlace

Tema 3. Protocolos de Interconexión de Redes

Tema 4. Servicios básicos para el nivel de transporte en Internet

Tema 5. Aplicaciones distribuidas en Internet

- Una Arquitectura en Capas
- Estandarización de Protocolos de Comunicación
- El concepto de Red Conmutada
- La Torre de Protocolos de Internet

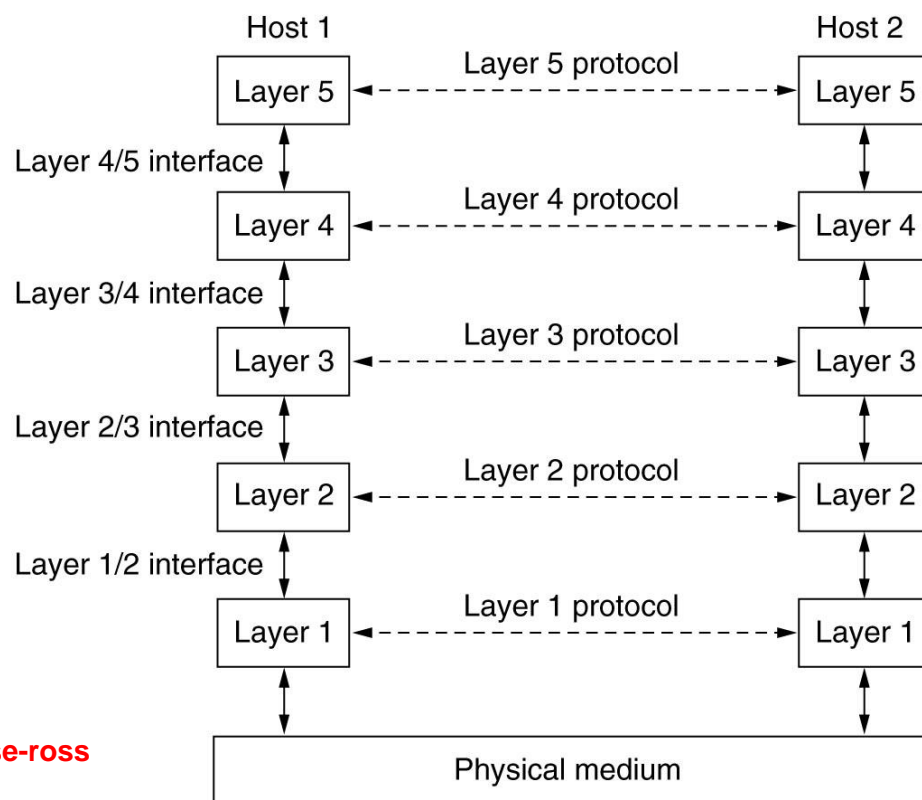
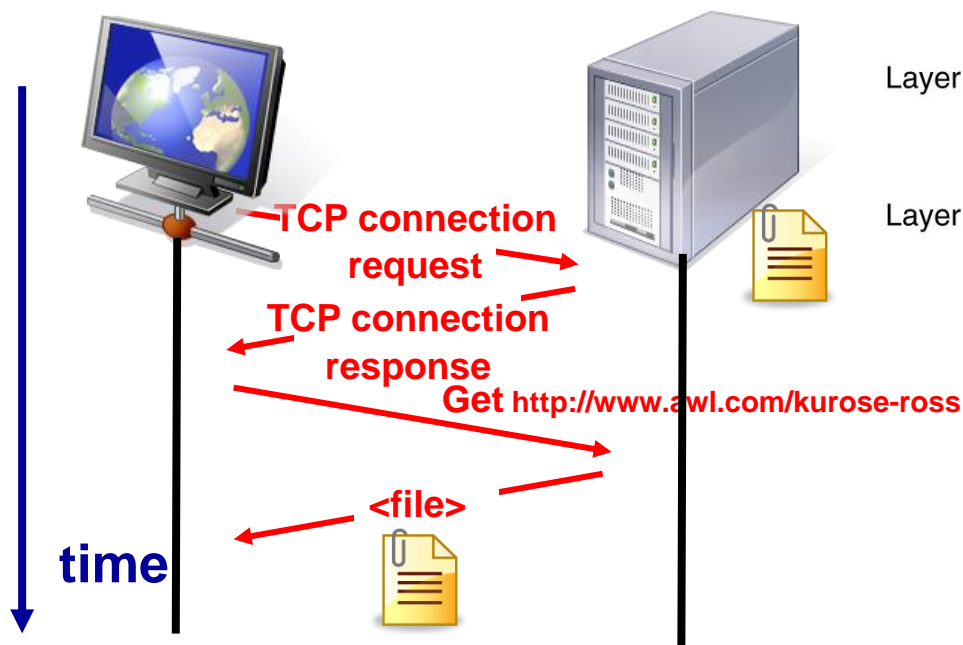
MODELO EN CAPAS Y ESTÁNDARES

Arquitectura en capas

- Las redes son sistemas complejos
 - Una forma de abordar la complejidad es establecer modelos de capas
 - Ejemplos: sistemas operativos, model-view-controller
 - Una capa N proporciona un servicio a la capa N+1 y es usuaria de la capa N-1
- La funcionalidad de comunicaciones en redes de ordenadores se organizan en capas
 - El modelo de referencia OSI (*Open Systems Interconnection*)

Arquitectura en capas

- Componentes:
 - Las capas
 - Las interfaces de servicio
 - Los protocolos



Arquitectura en capas

- Protocolos
 - Un **protocolo** es un conjunto de reglas **normalizadas** que establecen el formato, contenidos y significado de los mensajes que se transmiten entre equipos distintos, así como el orden en el que hay que enviarlos y las acciones a tomar al enviarlos y recibirlos
 - Para que dos equipos se comuniquen deben implementar el mismo protocolo en cada capa
- Arquitecturas de capas en redes de ordenadores
 - Se denominan “arquitecturas de redes” o “familias de protocolos” (*Network protocol families*)
 - Definición de un conjunto de protocolos organizados en capas
 - La implementación de una arquitectura de red se llama **torre de protocolos** (*protocol stack*)

Protocolos

- Tipos de protocolos
 - Orientados a la conexión (*connection oriented*): el emisor y el receptor han de una conexión antes de intercambiar información
 - Ejemplos: el teléfono, TCP
 - Sin conexión (*connectionless*): no es necesario establecer ningún tipo de conexión previa al intercambio de información
 - Ejemplos: el sistema de correo postal, UDP

Estándares

- Dos tipos de normas
 - De facto (de hecho): se establecen sin ningún planteamiento formal
 - De Jure (por ley): normas formales promulgadas por organismos
- Dos tipos de entidades de normalización
 - Gubernamentales
 - Organizaciones voluntarias

Estándares

- Organismos relevantes

- Estándares: ISO (International Organization for Standarization) <http://www.iso.org>

Modelo OSI (Open Systems Interconnection)

- Comunicaciones: The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) <http://www.ieee.org>

Ethernet (802.3) Wifi (802.11)

- Telecomunicaciones: ITU Telecommunication Standarization Sector (ITU-T) <http://www.itu.int/ITU-T/>

ADSL (G.992) H.264 (MPEG4)

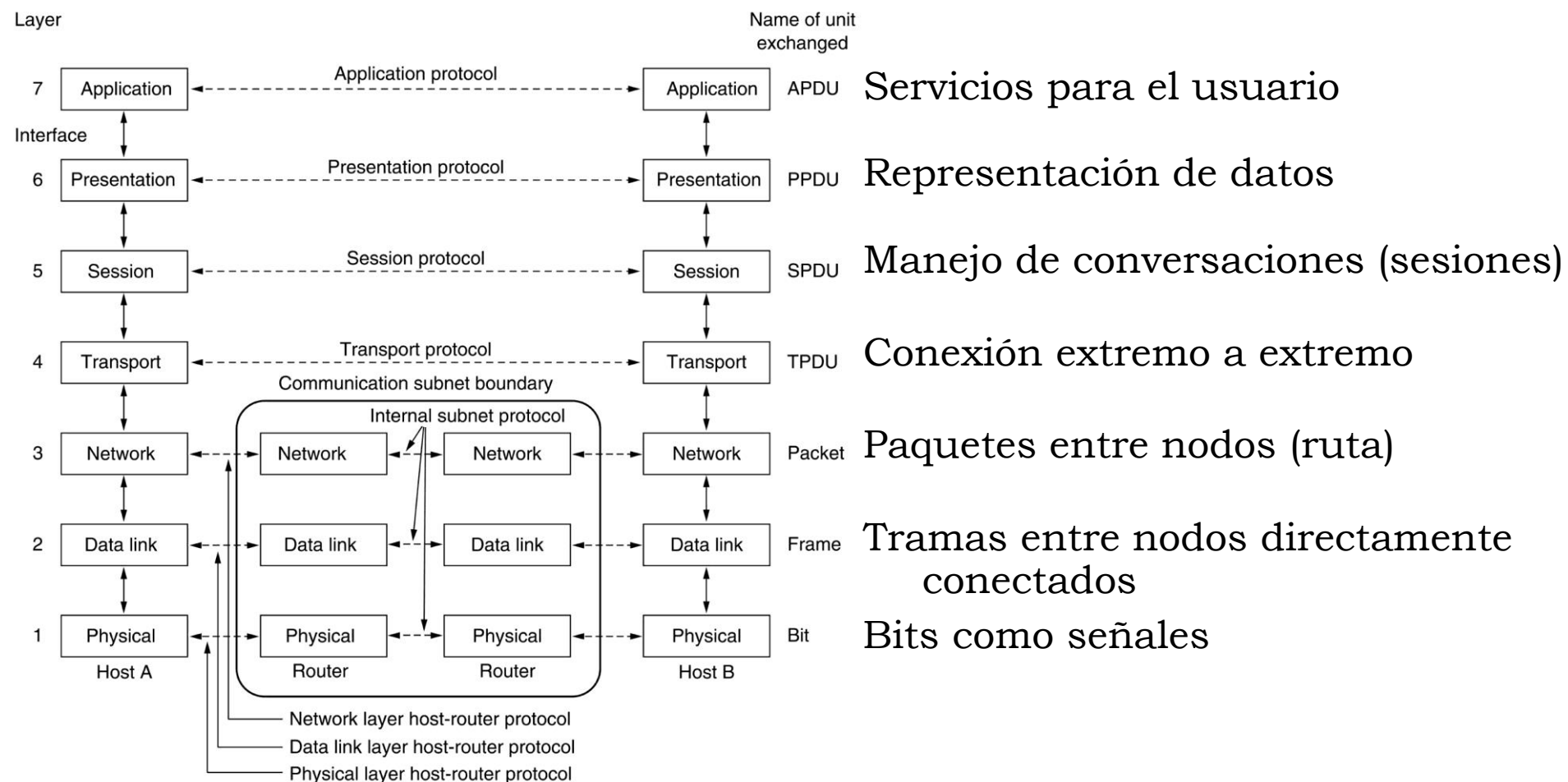
- Internet: Internet Engineering Task Force (IETF) <http://www.ietf.org>

HTTP (RFC 2616) DNS (RFC 1034/1035)

- Web: The World Wide Web Consortim (W3C) <http://www.w3.org>

HTML5 CSS

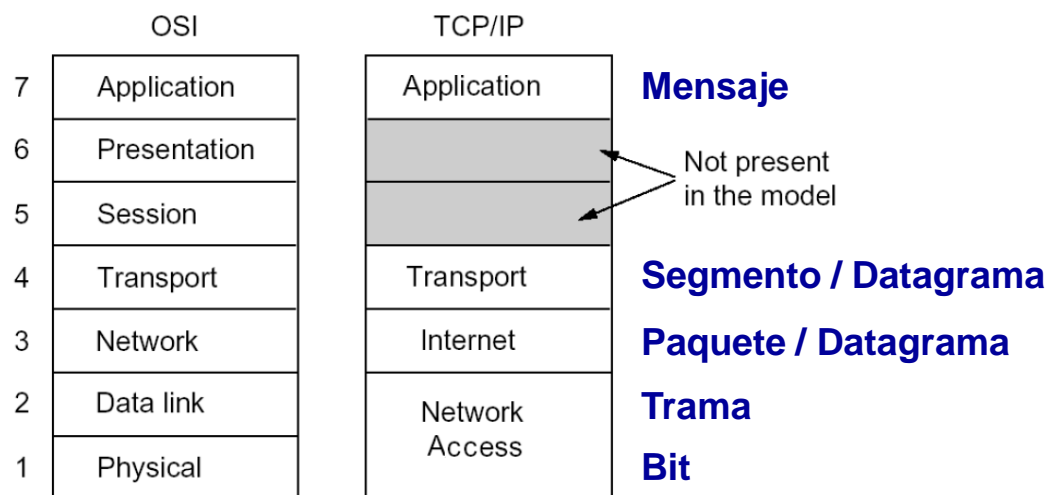
El modelo de referencia OSI



No se llegó a implementar (complejo, demasiado tiempo...)

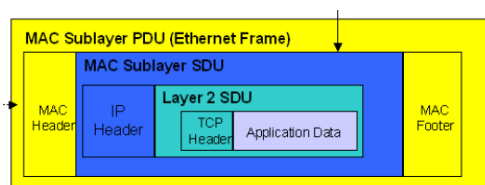
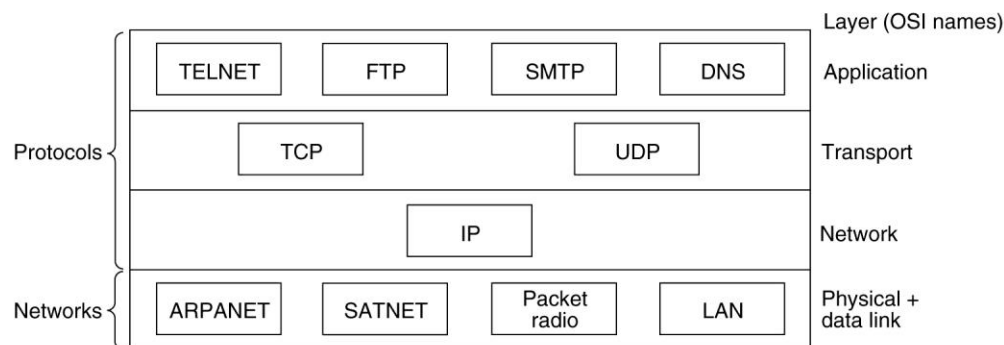
Arquitectura de TCP/IP

- TCP/IP define cuatro (o cinco) capas
- A nivel de enlace pueden usarse diferentes tipos de redes
 - Fácil adopción e integración con las diferentes redes existentes en su momento



Arquitectura de TCP/IP

- IP es su protocolo más importante
- A nivel de transporte ofrece dos alternativas con y sin conexión
- La mayoría de las aplicaciones de Internet usan TCP
 - FTP (File Transfer Protocol), HTTP (Hyper-text Transport Protocol), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)



Encapsulamiento

