



Universidad de
Málaga



LENGUAJES Y
CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tema 1: Introducción a las Redes y Sistemas Distribuidos

PROFESORES:

MERCEDES AMOR PINILLA

FRANCISCO CHICANO

LIDIA FUENTES FERNÁNDEZ

GABRIEL LUQUE POLO

FRANCISCO RUS MANSILLA

INMACULADA AYALA VIÑAS

ANTONIO MUÑOZ GALLEG0

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 Comuntada
 - 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

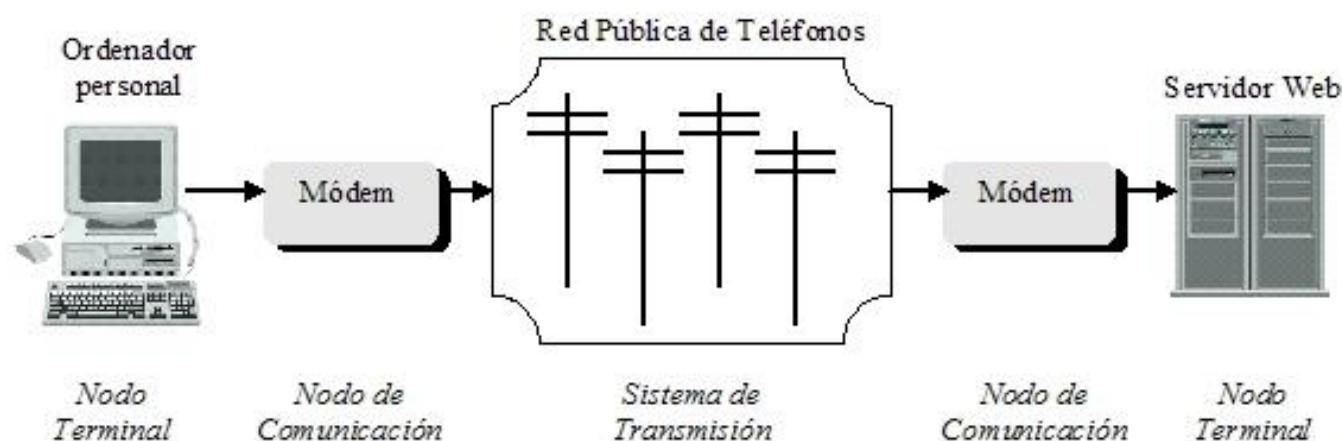
- Definición:
 - Una **red de ordenadores** es un conjunto de dispositivos hardware interconectados entre sí, a través de algún medio de transmisión
 - Su propósito es el de compartir información y servicios entre todos los equipos
- Concepto relacionado: Sistema Distribuido
 - Un **sistema distribuido** 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

Componentes

- Ejemplo de red:
 - Acceso a un servidor Web a través de un módem ADSL y una red pública de telefonía



Historia de las redes de ordenadores

- Breve reseña histórica
 - Aparición en los años 60
 - Difusión a partir de los 80
 - Avances en la informática: ordenadores personales (PCs)
 - Avances en las 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 autoorganizadas
 - RFID
 - Etc.

Tema 2. Técnicas de acceso y control de enlace

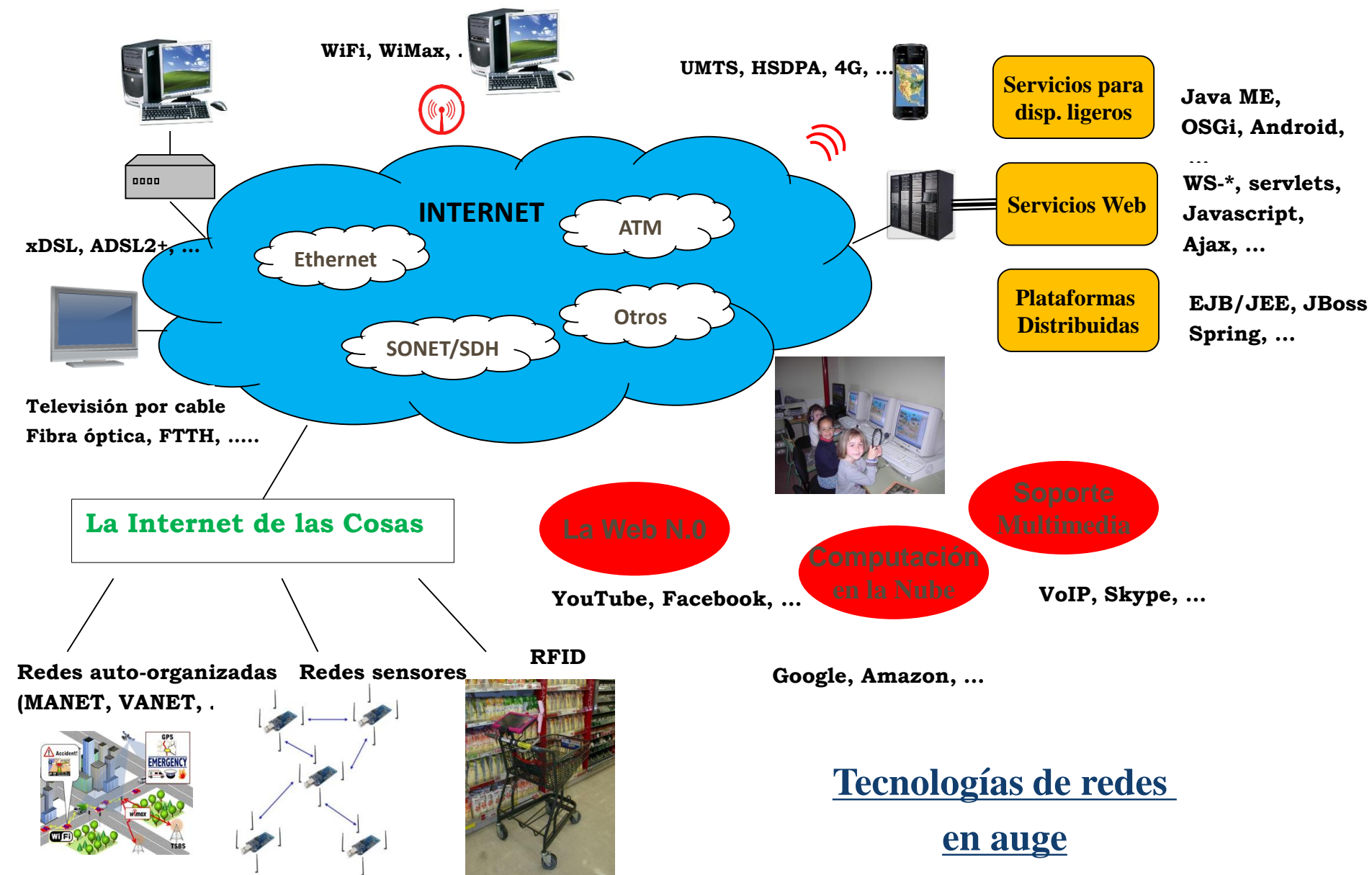
Tema 3. Protocolos de Interconexión de Redes

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

Tema 5. Aplicaciones distribuidas en Internet

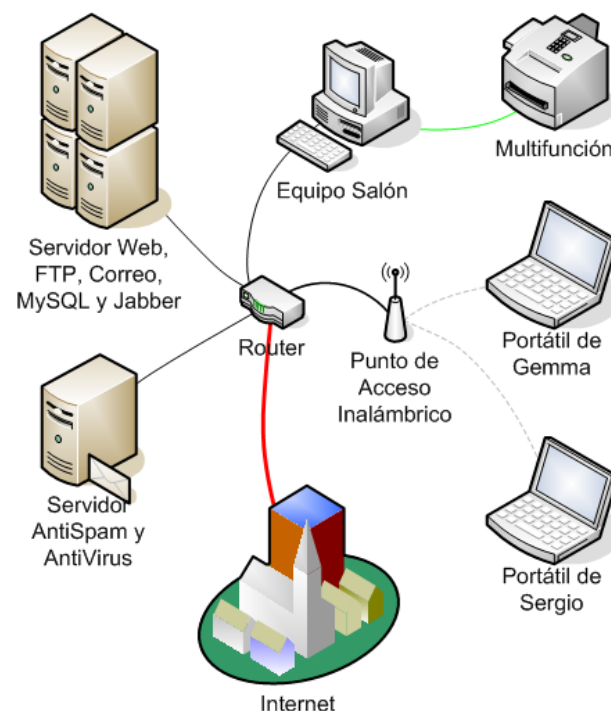
Estructura de una Red

Modelos en Capas y Estándares



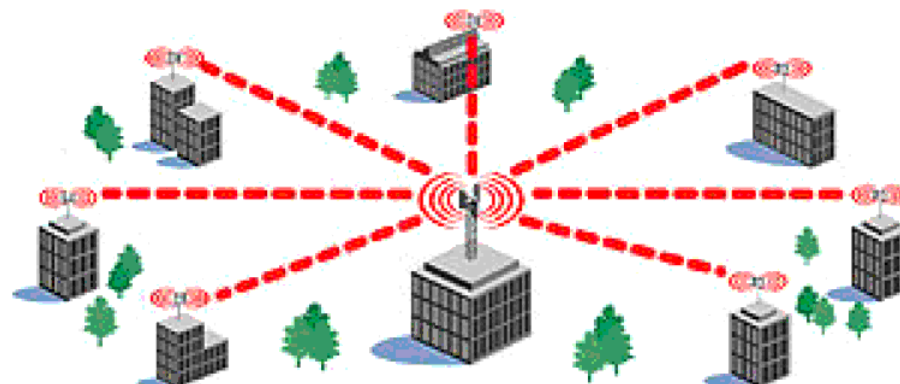
Transmisión física de la información

- 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.



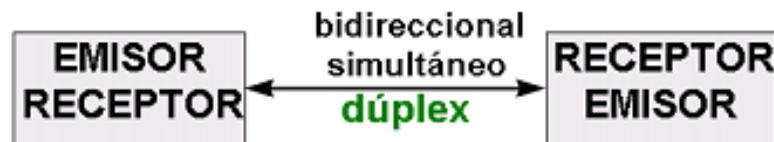
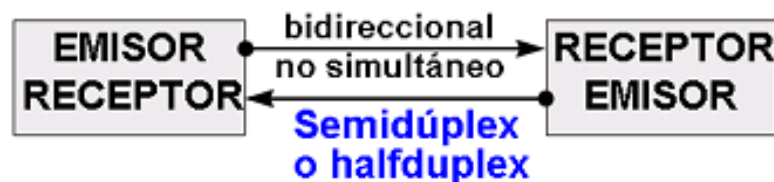
Tipos de enlaces

- 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

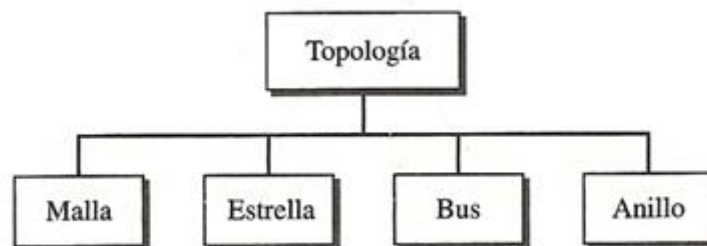


Rendimiento de enlaces y redes

- Medidas de rendimiento
 - **Latencia:** tiempo medio que tarda un paquete en ir de origen a destino
 - **Round trip time:** 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**

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.



Fuente: fotouzan

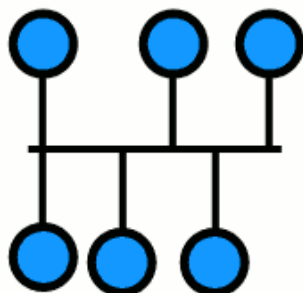
- Una red totalmente conectada (malla) de N nodos requeriría:

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

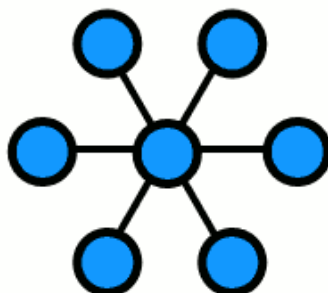
- Muy costoso

Topologías de red

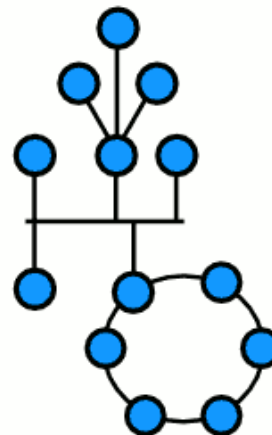
Bus



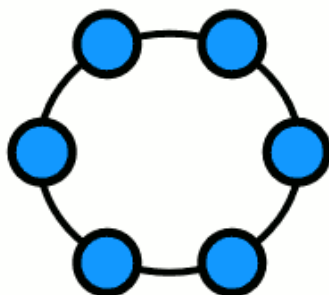
Estrella



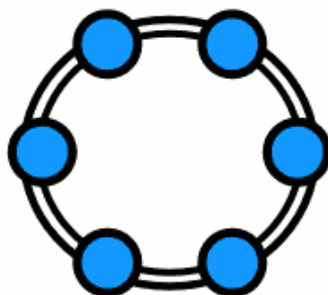
Mixta



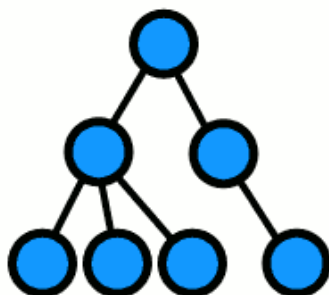
Anillo



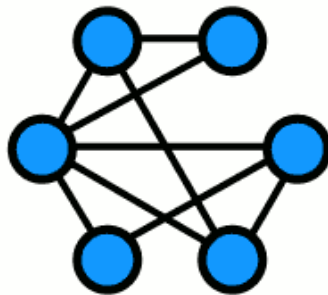
Doble Anillo



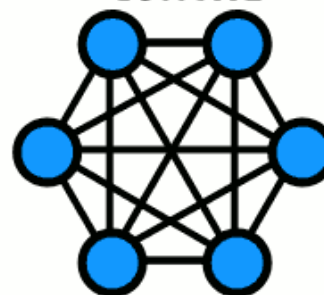
Árbol



Malla



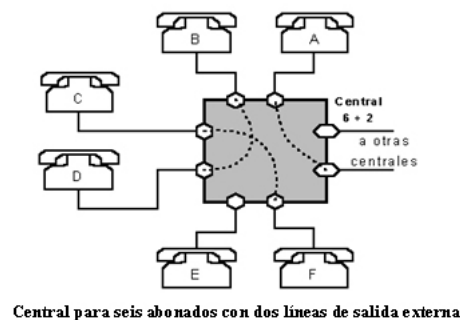
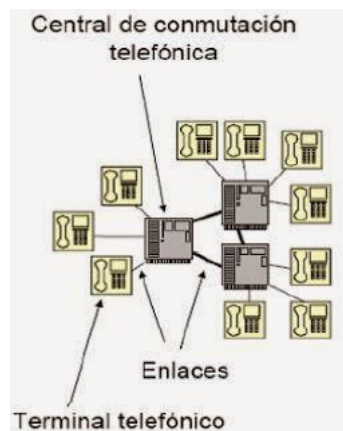
Totalmente
Conexa



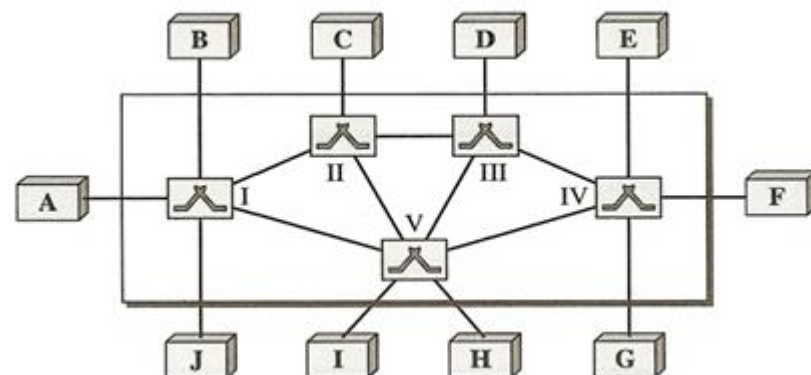
Transmisión física de la información: conmutación

- 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)
 - La **Conmutación** se considera como la acción de establecer un camino, de extremo a extremo entre dos puntos, a través de nodos o equipos de transmisión.
 - La conmutación permite la entrega de la señal o mensaje desde el origen hasta el destino requerido.

Fuente: Forouzan



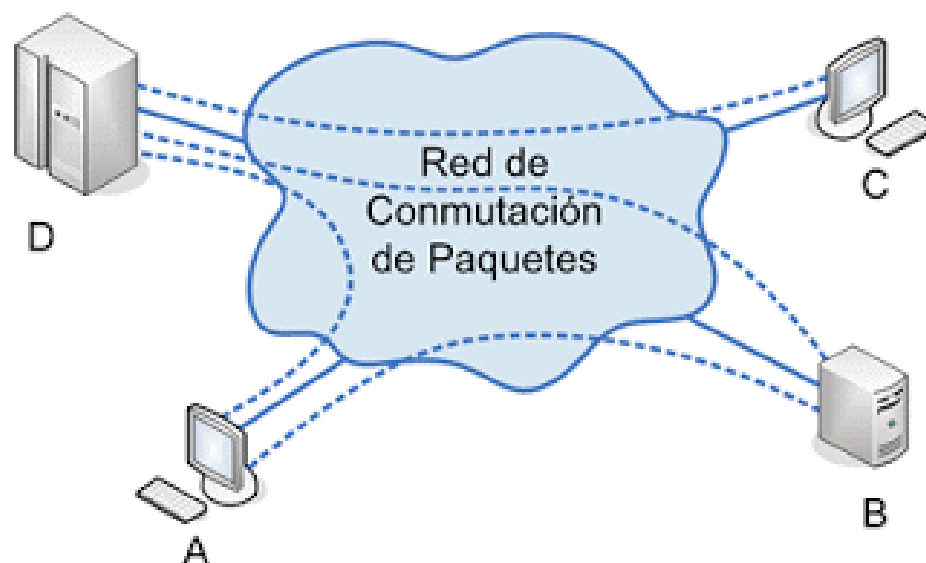
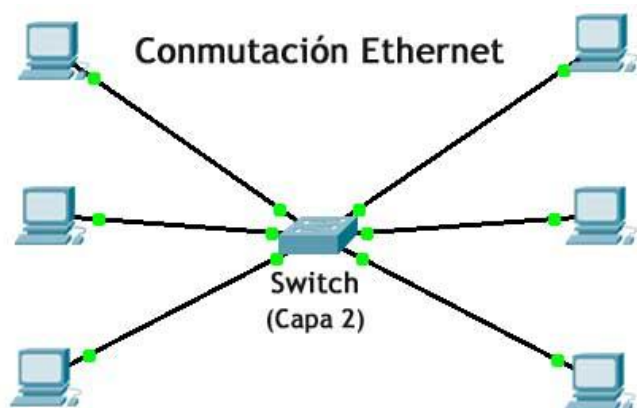
Central para seis abonados con dos líneas de salida externa



Conmutación

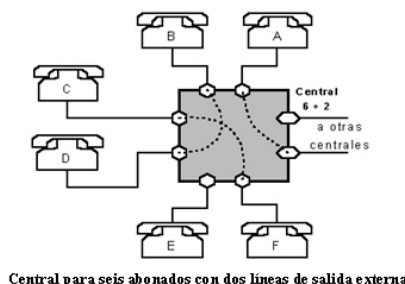
Conmutación (definición)

- Una **red conmutada** consta de una serie de nodos finales interconectados a través de conmutadores
- Un **conmutador** es un dispositivo capaz de enlazar **temporalmente** dos o más dispositivos



Transmisión física de la información: conmutación

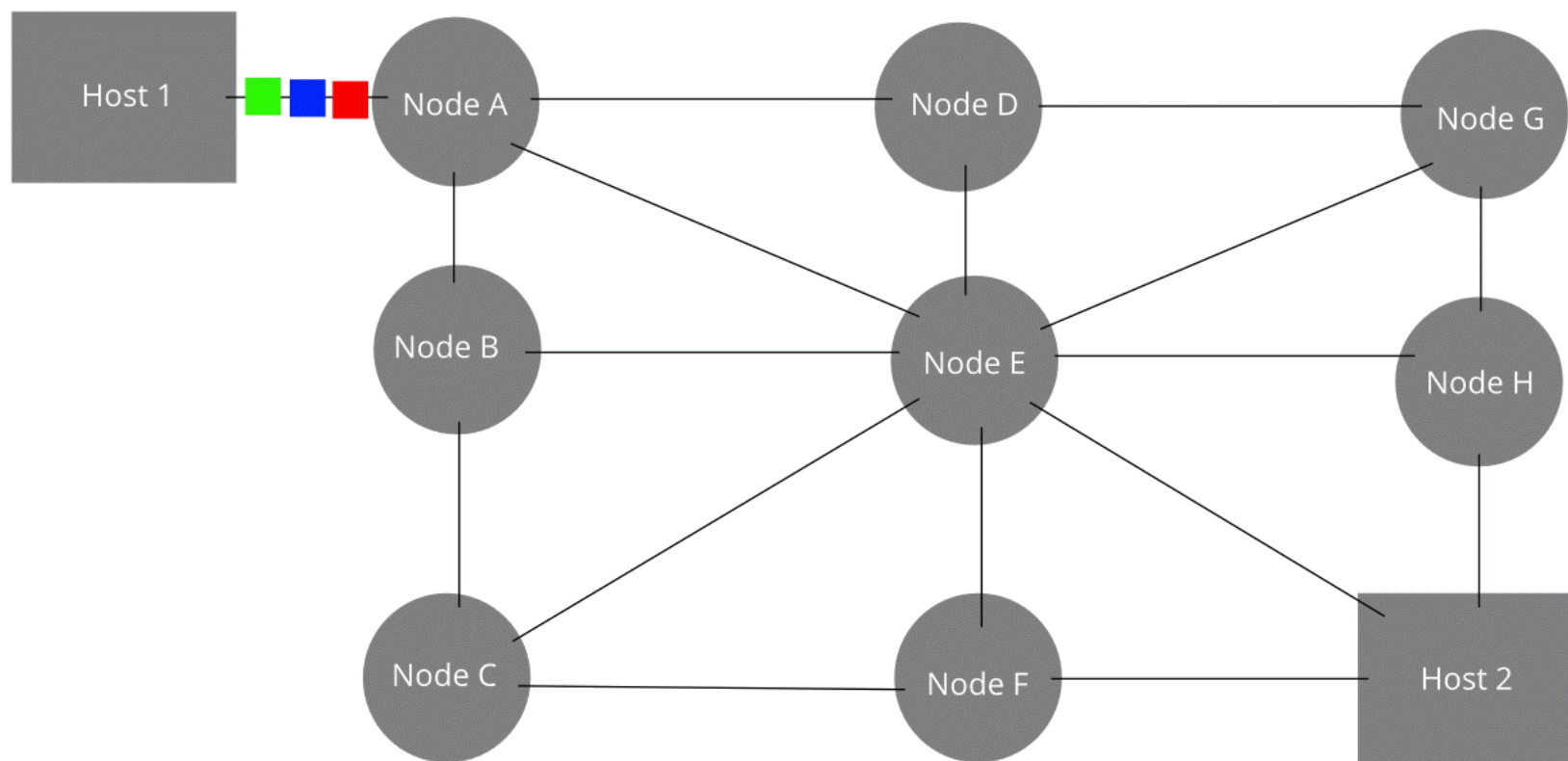
- Dos tipos de conmutación
 - Conmutación de circuitos
 - Los recursos para la transmisión se reservan mientras duran la comunicación
 - Los enlaces no se comparten con otros circuitos
 - Ej: Red de telefonía tradicional
 - Conmutación de paquetes
 - Los enlaces y los conmutadores (encaminadores o routers) 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



Central para seis abonados con dos líneas de salida externa

Conmutación de paquetes

The original message is **Green**, **Blue**, **Red**.



(fuente:

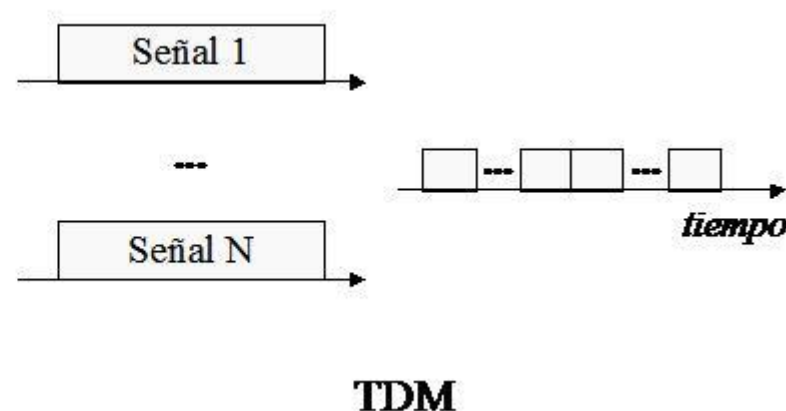
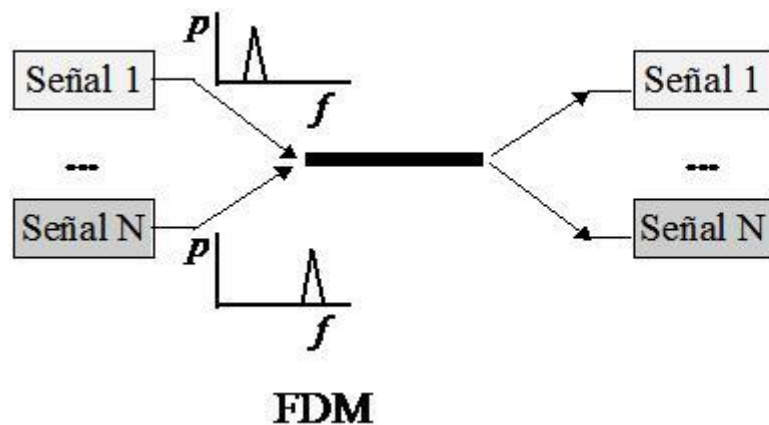
https://es.wikipedia.org/wiki/Conmutaci3n_de_paquetes)

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*)

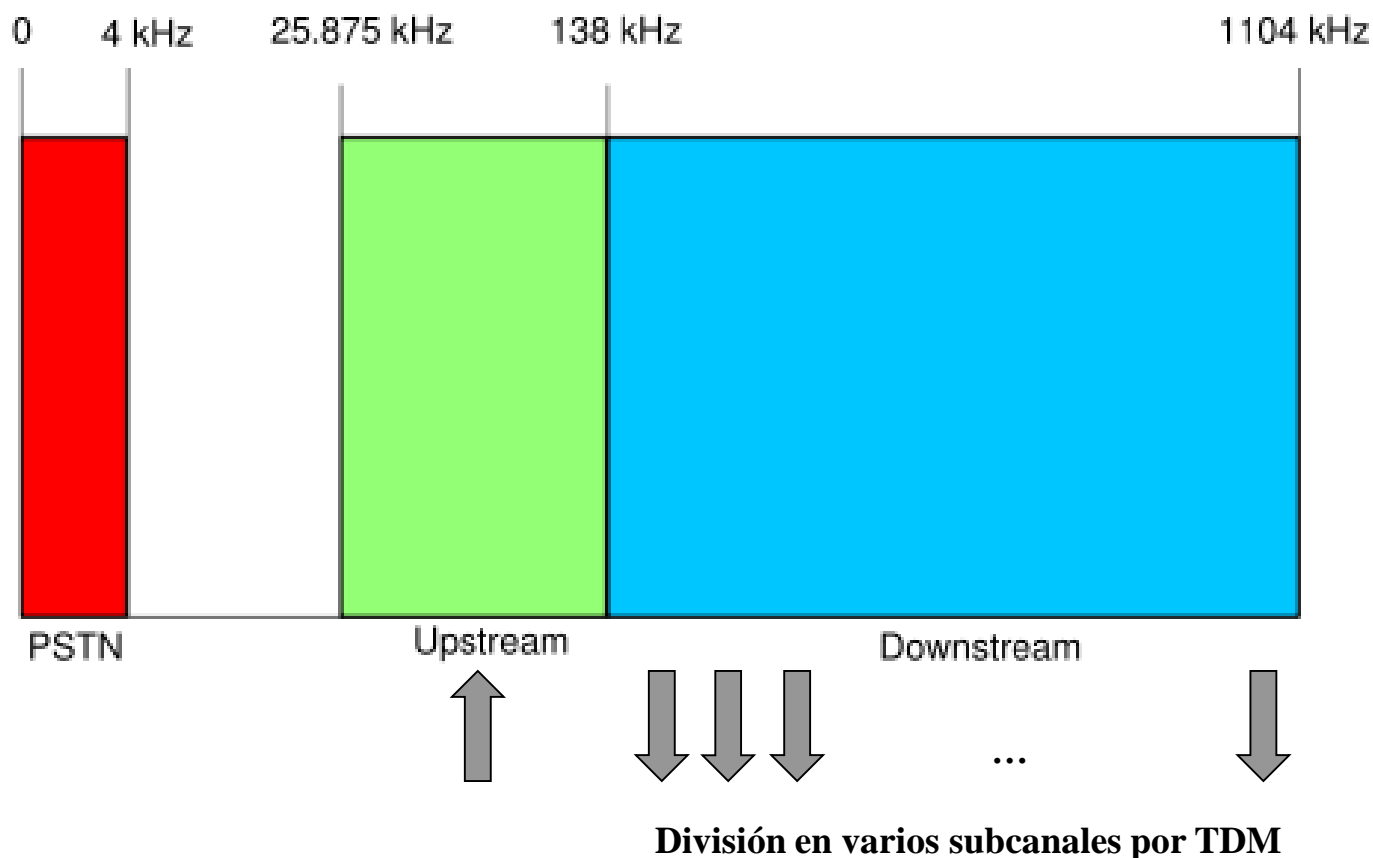


Tecnología ADSL

- 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)



Tecnología ADSL

- ADSL: Rangos de frecuencia
 - Canal de voz: 0 - 4 Khz
 - Canal de datos: 25 Khz - 1.1 Mhz
 - Envío: 25 Khz - 150 Khz
 - Recepción: 150 Khz - 1.1 Mhz
- ADSL 2+: Rangos de frecuencia
 - Canal de voz: 0 - 4 Khz
 - Canal de datos: 25 Khz - 2.2 Mhz
 - Envío: 25 Khz - 500 Khz
 - Recepción: 500 Khz - 2.2 Mhz

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
- 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

Clasificación

- 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 cableadas

Facebook and Microsoft are building a giant cable under the sea

by Heather Kelly @heatherkelly ⌚ May 27, 2016: 11:35 AM ET

Facebook and Microsoft are working together on an unusual project. The two tech behemoths want to bury a 6,600 km cable deep under the Atlantic Ocean, stretching all the way from Virginia to Spain.

Called MAREA, Spanish for "tide," the cable will offer speeds of up to 160 terabytes per second, making it the highest capacity cable running this route, according to the companies.

Spanish telecom company Telefonica is a third partner in the cable project. The actual management of the MAREA system will fall to Telefonica's infrastructure division, Telxius. It will also sell off capacity of the cable to other companies interested in high-speed connections.

<http://money.cnn.com/2016/05/26/technology/facebook-microsoft-cable-marea/?iid=EL>

Clasificación: medio de transmisión: redes cableadas

- ¿Qué concepto representa el “160 terabytes per second” del cuerpo de la noticia?
 - $1 \text{ TB} = 10^3 \text{ GB} = 10^6 \text{ MB} = 10^9 \text{ kB} = 10^{12} \text{ bytes}$.
- Sabiendo que el cable usa fibra óptica y actualmente la latencia media en las comunicaciones transatlánticas es de 74 ms^1 ¿queda más margen de mejorar este aspecto?
 - $\text{Latencia} = T_{\text{procesamiento}} + T_{\text{cola}} + T_{\text{transmisión}} + T_{\text{propagación}}$
 - $T_{\text{transmisión}} = \frac{\text{Tamaño (bytes)}}{\text{Ancho de Banda (bytes/s)}}$
 - $T_{\text{propagación}} = \frac{\text{distancia}}{\text{velocidad propagación } c = 300.000.000 \text{ m/s}}$
- ¿Qué utilidad puede tener esa mejora?

¹<http://www.verizonenterprise.com/about/network/latency/>

Medidas de Rendimiento

Tiempo de transmisión:

El tiempo de transmisión se calcula dividiendo el tamaño de la trama entre el ancho de banda. Es el tiempo que tarda una interfaz en transmitir un mensaje al medio

Tiempo de propagación:

El tiempo de propagación se calcula dividiendo la longitud del enlace entre la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en dicho enlace (constante c). Es tiempo que tarda una señal en propagarse por un enlace

Latencia:

tiempo medio que tarda un paquete en ir de origen a destino. Tiempo de procesamiento + Tiempo de Cola + Tiempo de transmisión + Tiempo de propagación.

Round trip time (RTT):

tiempo que tarda un paquete en ir y volver. Normalmente es el doble de la latencia (asumiendo un medio simétrico)

Ancho de banda (bandwidth)

digital (cantidad de bits por segundo bps que admite un canal)

Tiempo de transmisión

tamaño de la trama entre el ancho de banda

Tiempo de propagación

tiempo que tarda un bit en recorrer el enlace.

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: UMTS, 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)
 - Todos con todos: **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)

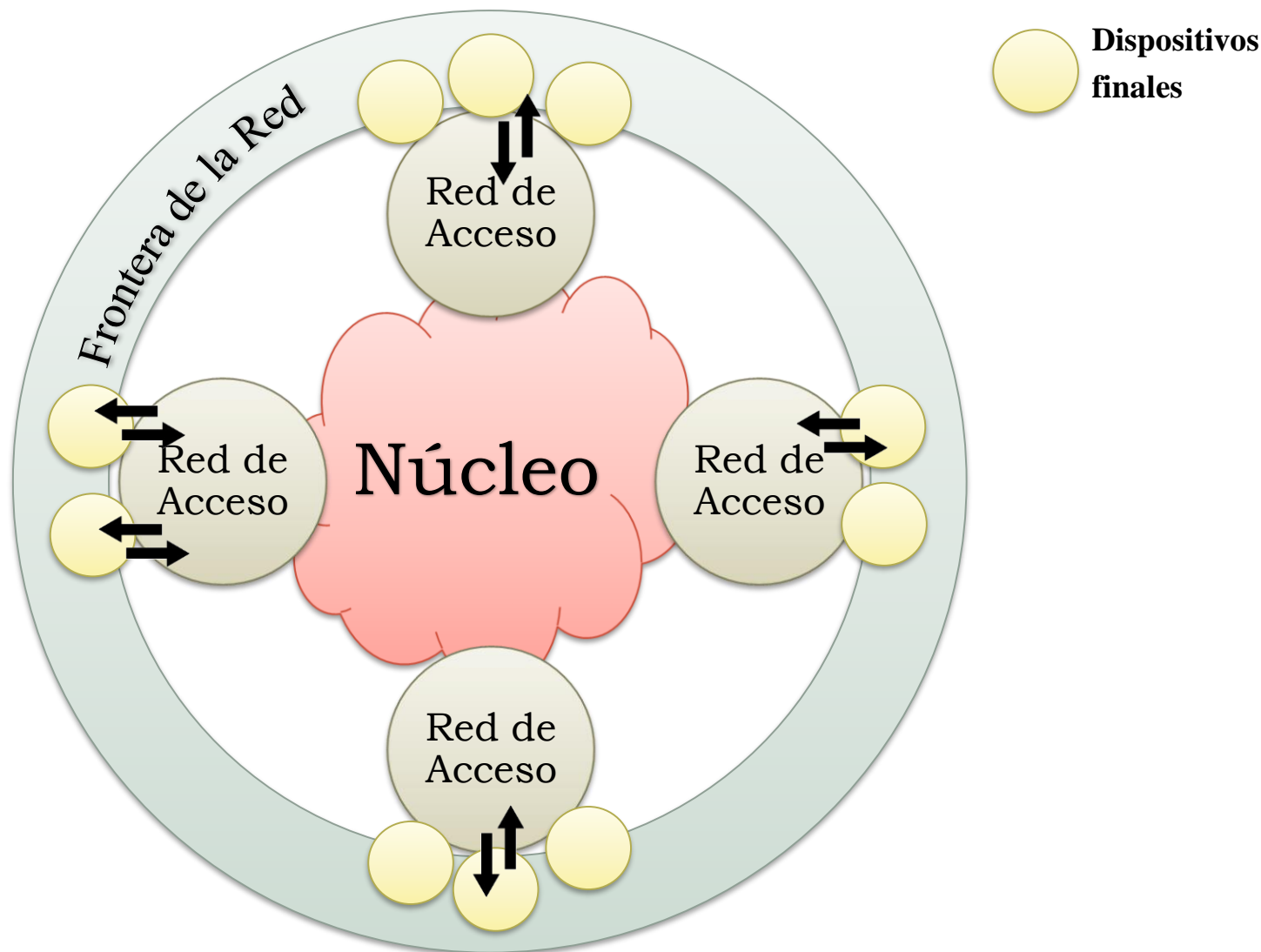
- Características principales:
 - Cobertura: ciudades, países, el mundo entero
 - Los equipos están interconectados mediante conmutadores
 - Necesitan infraestructuras proporcionadas por entidades de telecomunicación (públicas y/o privadas)
 - La latencia de los mensajes suele ser elevada
- Ejemplo: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

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

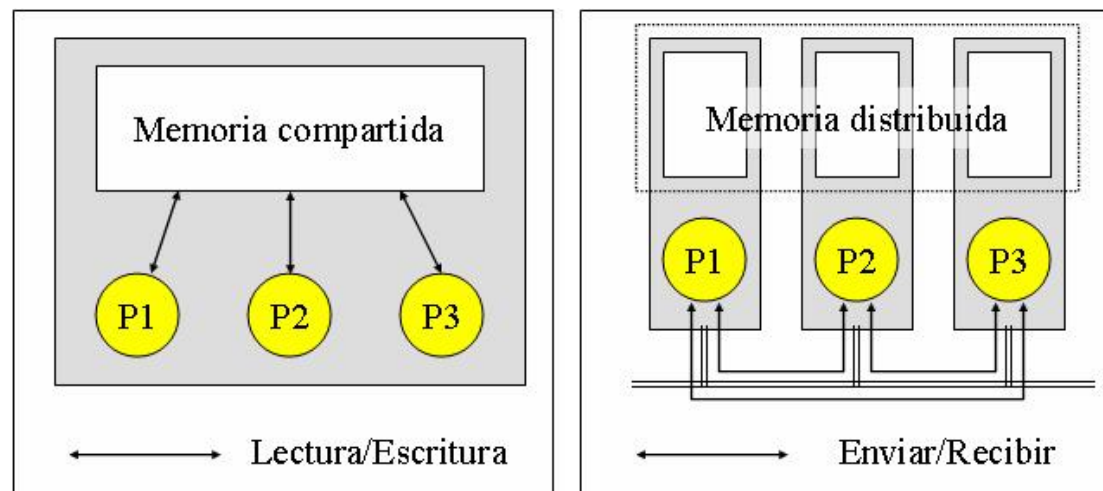


Computación distribuida y comunicación

- 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?
 - ¿Como sabe el proceso receptor cual 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
- La Torre de Protocolos de Internet

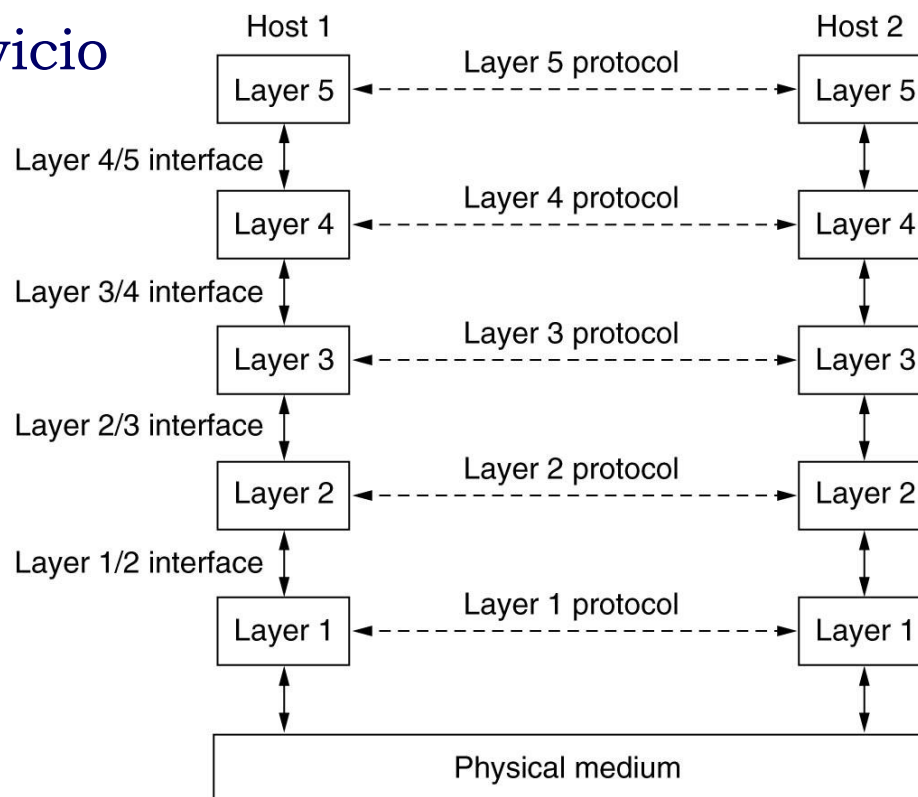
MODELO EN CAPAS Y ESTÁNDARES

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

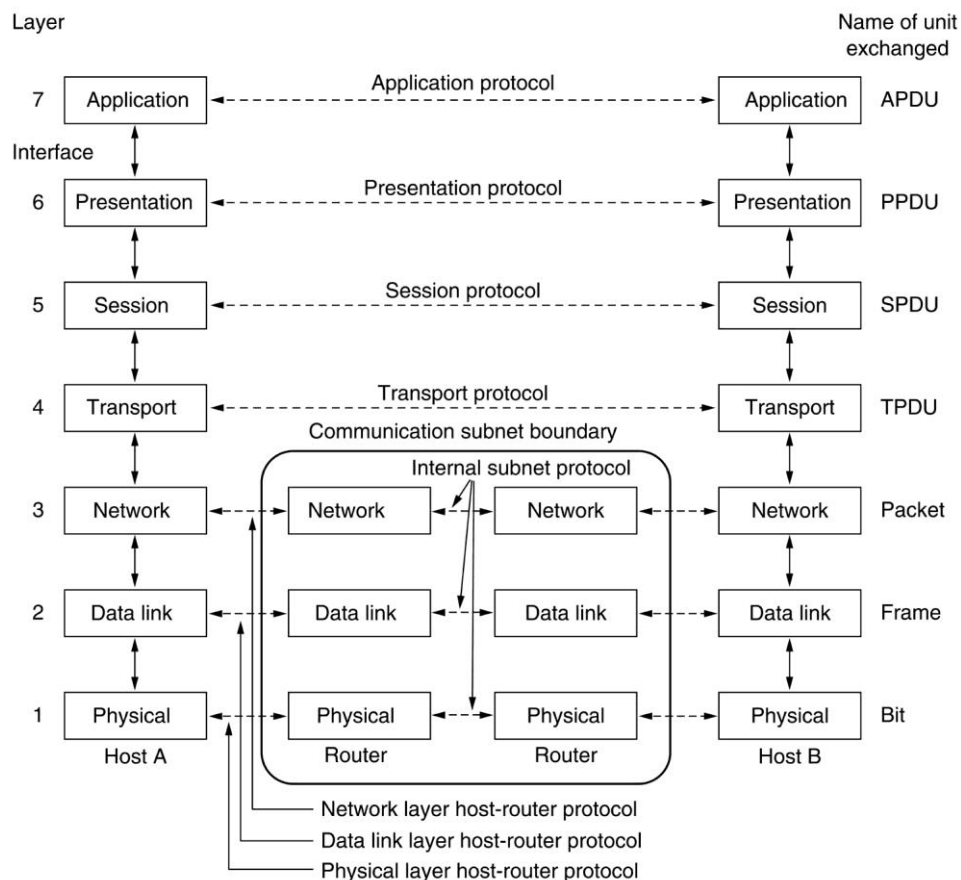
- Dos tipos de normas
 - De facto (de hecho): se establecen sin ningún planteamiento formal
 - De Jure (por ley): normas formales promulgadas por organismos
- Dos tipos de entidades de normalización
 - Gubernamentales
 - Organizaciones voluntarias

Estándares

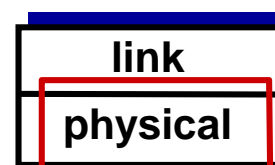
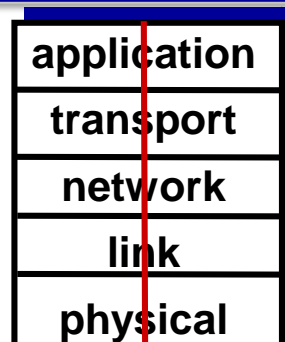
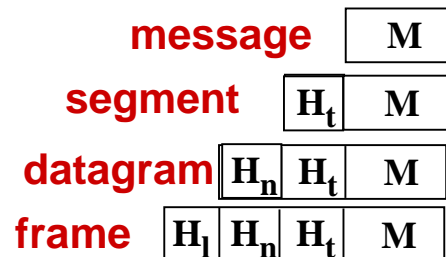
- Organismos relevantes
 - ISO (International Organization for Standarization)
<http://www.iso.org>
 - The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
<http://www.ieee.org>
 - ITU Telecommunication Standarization Sector (ITU-T)
<http://www.itu.int/ITU-T/index.phtml>
 - Internet Engineering Task Force (IETF)
<http://www.ietf.org>
 - The World Wide Web Consortim (W3C),
<http://www.w3.org>

El modelo de referencia OSI

• Encapsulamiento de mensajes

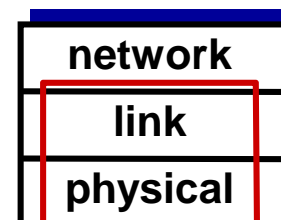
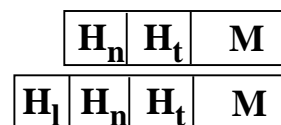
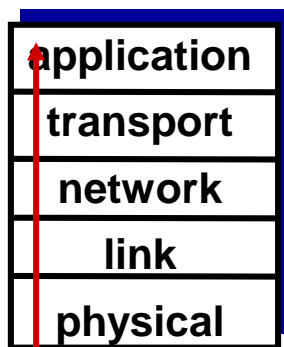
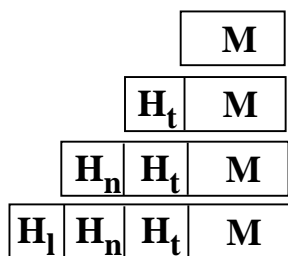


Encapsulamiento



switch

destination



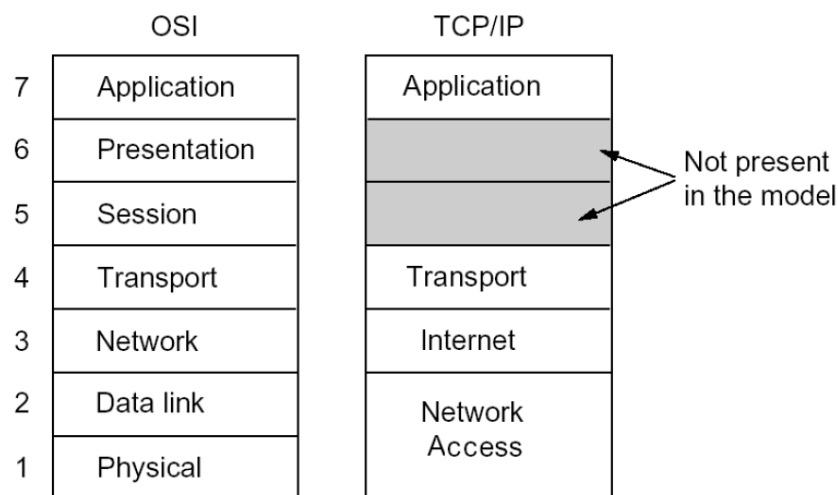
router

El modelo de referencia OSI

- Propósito
 - Conseguir una estandarización de las tecnologías de comunicaciones en redes de ordenadores
- Adopción del modelo
 - Mentalidad de telecomunicaciones, no de informática
 - Útil para estudiar redes de ordenadores
 - Proporciona un lenguaje común entre diseñadores, directores, vendedores y usuarios al tratar temas referentes a la lógica de sistemas de comunicación.
 - Malas implementaciones, modelo muy complejo

Arquitectura de TCP/IP

- TCP/IP define tres o cuatro 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 (Hypertext Transport Protocol), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)

