

# INTRODUCCIÓN A LAS REDES Y SISTEMAS DISTRIBUIDOS

## T.1

### ÍNDICE:

#### 1. Conceptos y Teoría de Comunicaciones

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

#### 2. Estructura y Componentes de una Red

- 2.1. Funciones de un Sistema de Comunicación
- 2.2. Modelos Físicos de Transmisión
- 2.3. Tipologías de Red
- 2.4. Computación Distribuida y Comunicación

#### 3. Modelos en Capas y Estándares

- 3.1. Una Arquitectura en Capas
- 3.2. Estandarización de Protocolos de Comunicación
- 3.3. La Torre de Protocolos de Internet

## 1.CONCEPTOS Y TEORÍA DE LAS COMUNICACIONES

### 1.1.Definición y caracterización de los sistemas en red

**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.

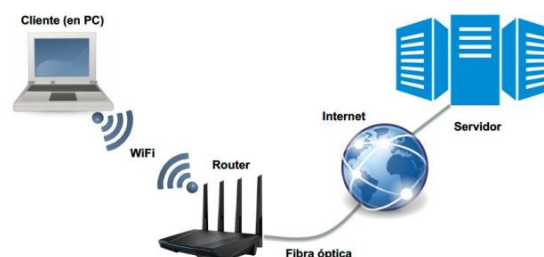
Cuestión de perspectiva:

- Red de ordenadores: punto de vista de la infraestructura de comunicaciones
- Sistema distribuido: punto de vista de los procesos software

**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

**Ejemplo de red:** Acceso a un servidor Web a través de un router y una red de fibra óptica.



### 1.2.Evolución de las redes de comunicación

Telecomunicación (comunicación a distancia)

Intercambio de datos entre dos dispositivos a través de un medio de transmisión (cable, aire, ...).

Cuatro características fundamentales:

- Entrega (delivery) de datos en destino.
- Precisión (accuracy) en la entrega de datos sin alteraciones.
- Rapidez (timeliness) en la entrega en el orden producido y sin retrasos significativos.
- Inestabilidad (jitter) retraso variable en la entrega de información.

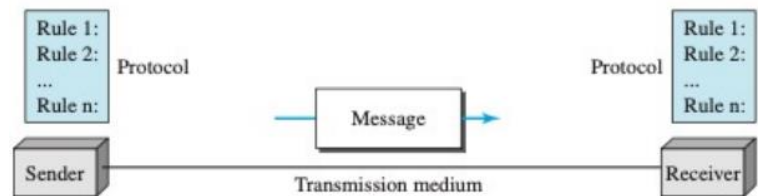
## Componentes

Mensaje: datos a comunicar

Emisor/receptor: dispositivo que envía/recibe el mensaje (ordenador, televisión, teléfono, etc.)

Medio de transmisión: camino físico por el que viaja el mensaje del emisor al receptor (cable, ondas de radio).

Protocolo: conjunto de reglas que gobierna la comunicación.

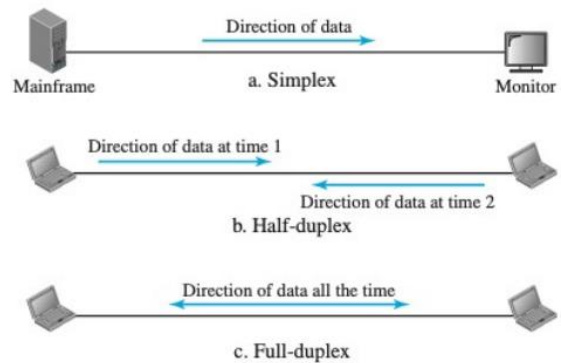


## Tres modos de comunicación

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



## Breve reseña histórica

Aparición en los años 60

Difusión a partir de los 80

Avances en la informática: ordenadores personales (PCs)

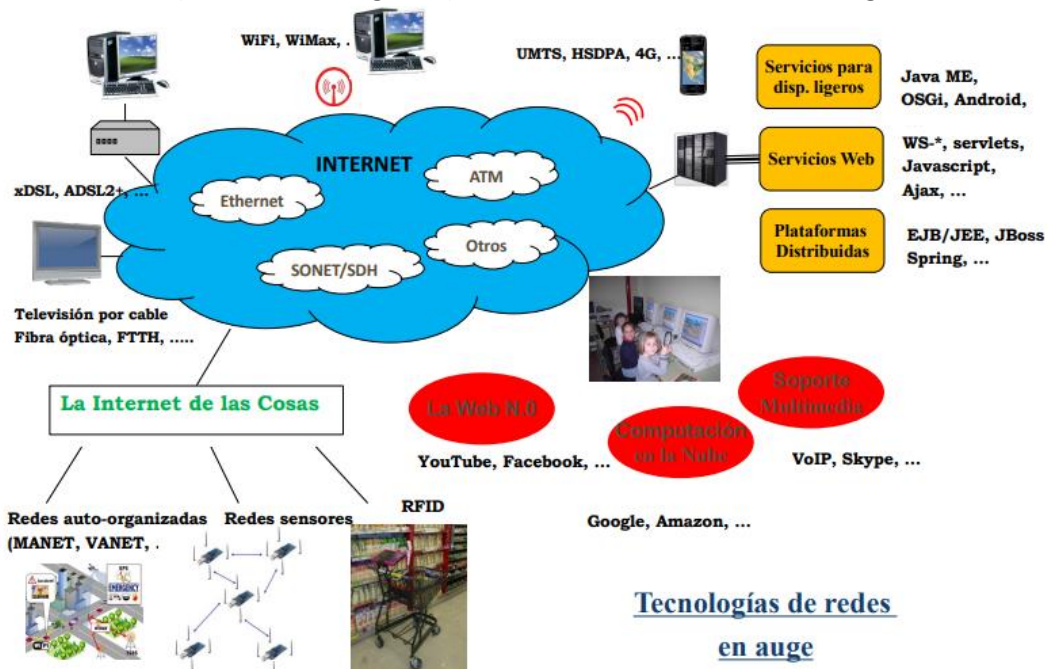
Avances en las telecomunicaciones: redes de área local (LANs)

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.

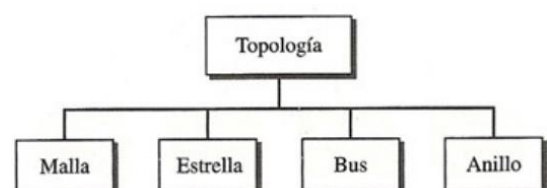


## Tecnologías de redes en auge

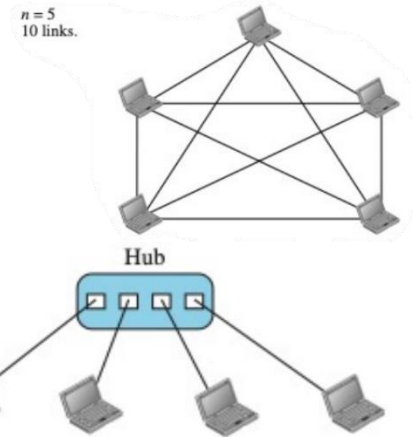
### 1.3. Transmisión física de la información

#### 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.

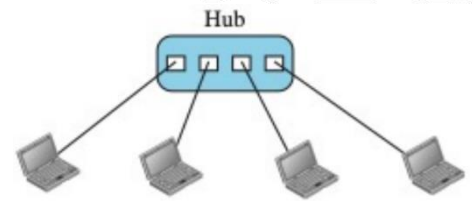


Una red totalmente conectada (malla) de N nodos requeriría  $N*(N-1)/2$  enlaces  
 Muy fiable  
 Muy costoso



### Topología en estrella

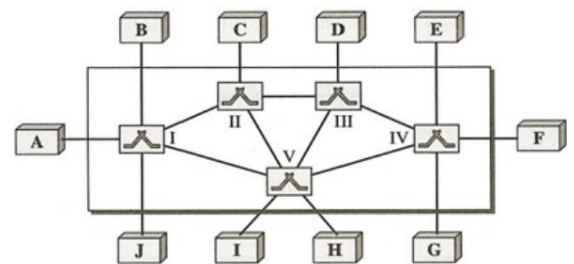
Dispositivos conectados a través de un controlador central (hub).  
 Menos costosa que la de malla  
 Cierta grado de robustez (si un enlace falla, los otros no tienen por qué estar afectados)  
 Dependencia del hub



### Conmutación

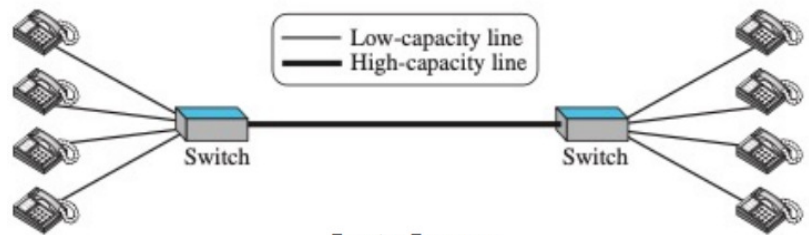
Red parcialmente conectada: Solamente hay algunos enlaces entre cada par de nodos. Problema: hay que encontrar un camino para llegar desde un nodo a otro. Solución: conmutación

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



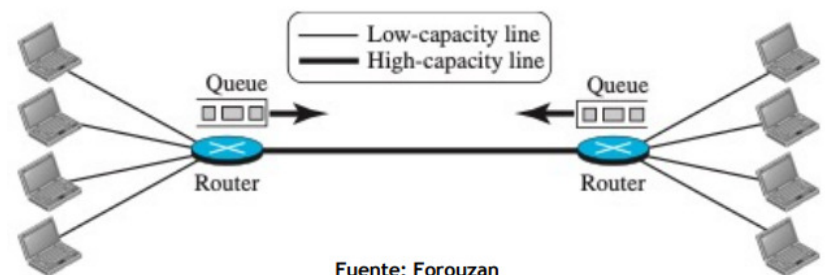
### Dos tipos de conmutación

– 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. Eficiente solo cuando trabaja a capacidad completa



Fuente: Forouzan

– 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

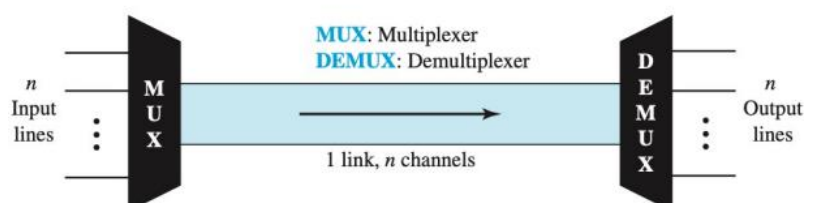


Fuente: Forouzan

### Multiplexado

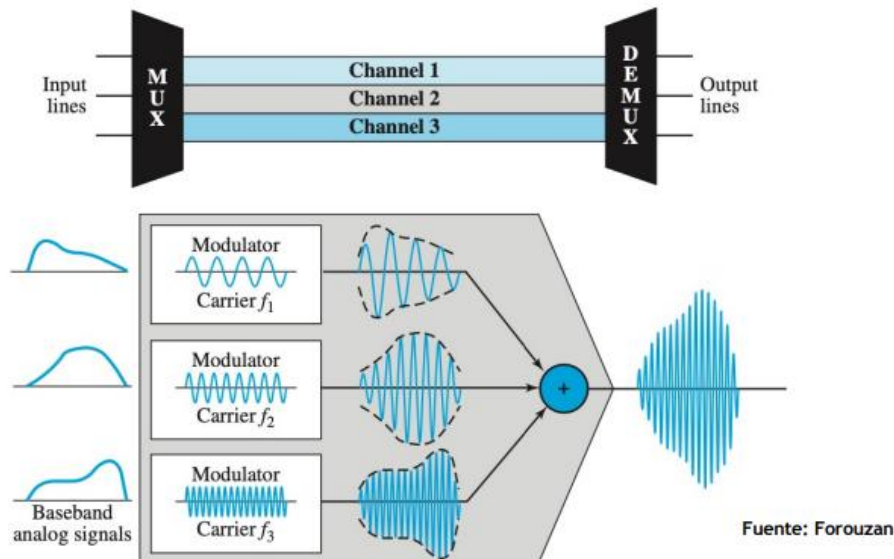
Ancho de banda: Se define ancho de banda de una señal analógica como la anchura del espectro de frecuencias y se mide en Hercios (Hz). Mayor ancho de banda en Hz => mayor velocidad en bps

Multiplexado: Conjunto de técnicas que permiten la transmisión de múltiples señales a través de un único enlace de datos. Motivación: Aumentar la eficiencia mediante la compartición del ancho de banda del enlace. 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 enlace



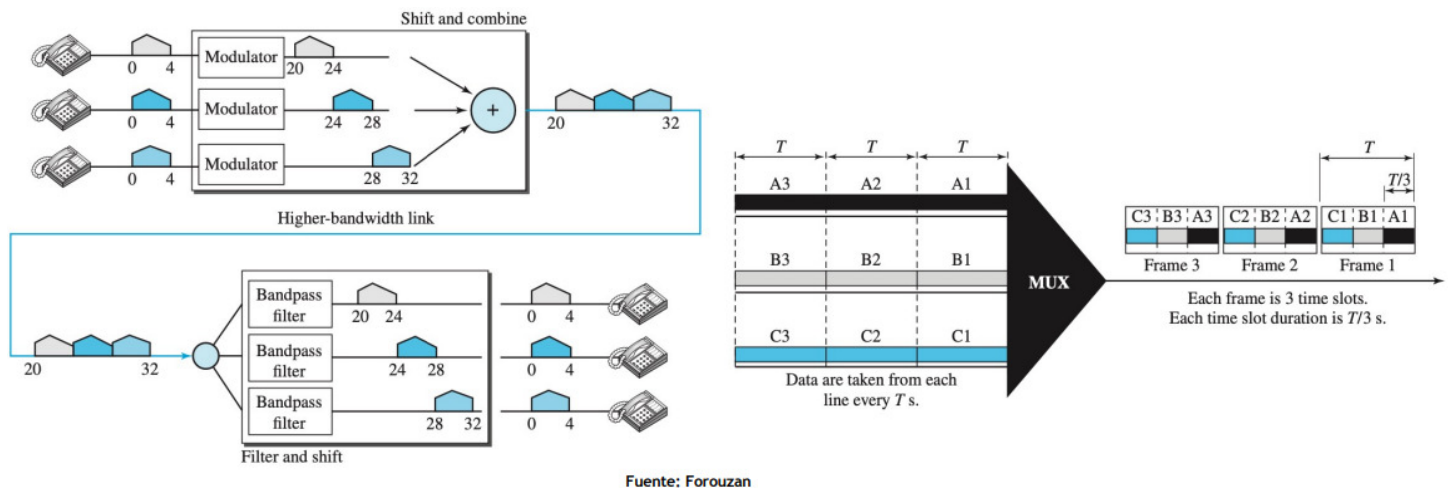
## Dos tipos básicos de multiplexado

### – División de frecuencias (Frequency-Division Multiplexing o FDM)



### – División de tiempo (Time-Division Multiplexing o TDM)

#### TDM Síncrono (Synchronous TDM)

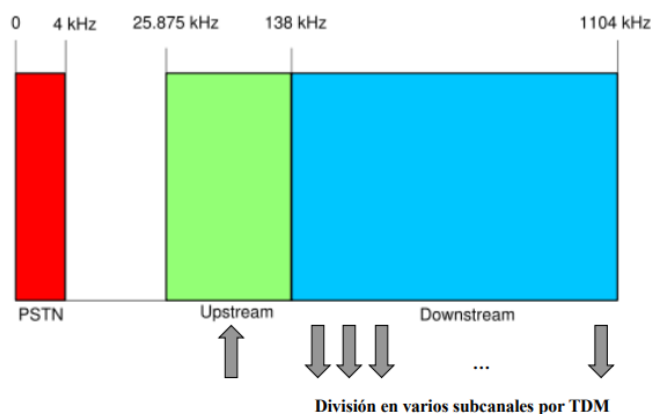


## Tecnología ADSL

**Motivación:** Se requiere mayor ancho de banda en el enlace abonado 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. Voz y datos simultáneos. 1.44Mbps subida (500 kbps efectivos). 13.4 Mbps bajada (8 Mbps efectivos)

### Mapas de frecuencia (por FDM)



#### ADSL: Rangos de frecuencia

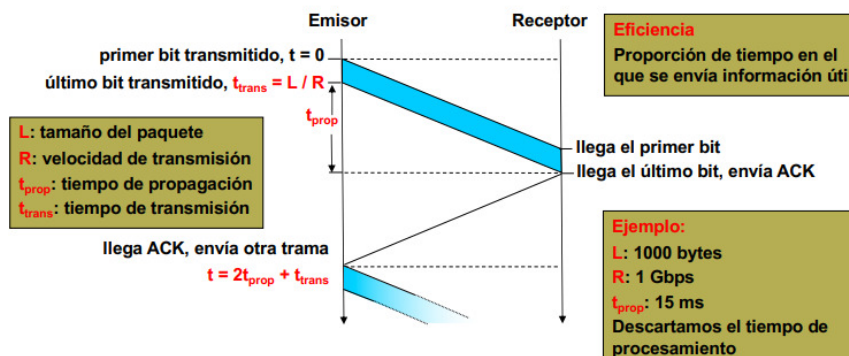
- Canal de voz: 0 - 4 KHz
- Canal de datos: 25 KHz - 1.1 Mhz
- Envío: 25 KHz - 150 KHz
- Recepción: 150 KHz - 1.1 Mhz

#### 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

**Medidas de rendimiento:**

- Ancho de banda (bandwidth): digital (cantidad de bits por segundo bps que admite un canal)
- Throughput es la cantidad real de bits por segundo que se pueden enviar por el canal (ver también paquetes transmitidos por segundo). Ancho de banda es el máximo potencial, throughput es la medida actual
- Latencia: tiempo que tarda un paquete en ir de origen a destino (desde que sale el primer bit hasta que llega el último)
- Round trip time o RTT: tiempo que tarda un paquete en ir y volver
- Paquetes perdidos durante la transmisión. Buffers de almacenamiento limitados en los routers
- Tasa de errores: número de errores binarios (bits alterados) dividido por el número total de bits transferidos

**Tiempos y eficiencia**

$$E_{sender} = \frac{t_{trans}}{2t_{prop} + t_{trans}} = \frac{.008 \text{ ms}}{30.008 \text{ ms}} = 0.00027$$

**Tipos de enlaces**

- Punto a punto: comunican dos nodos. La capacidad completa del enlace se reserva para esos dos nodos. Ejemplo: Conexión entre conmutadores
- Difusión (multipoint o multidrop): son compartidos por varios nodos. La capacidad del enlace se comparte, espacial o temporalmente. Ejemplo: Ethernet, Wifi

## 2. ESTRUCTURA Y COMPONENTES DE UNA RED

**2.1. Funciones/beneficios de las redes**

Las redes de ordenadores permiten: Mejorar 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

**2.2. Modelos físicos de transmisión****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)

**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



## 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

## 2.3. 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.

### 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)

### Redes de área metropolitana (MAN)

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

### 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

## 2.4. Computación distribuida y comunicación

Aplicaciones distribuidas: Las aplicaciones distribuidas consisten en procesos que se comunican y sincronizan entre sí mediante el intercambio de mensajes.

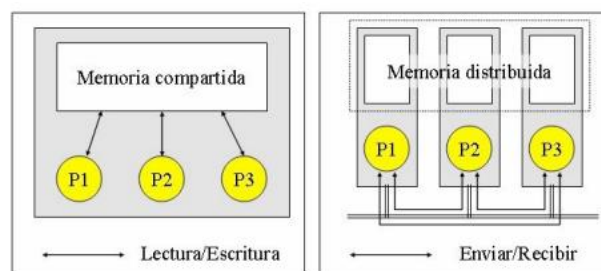
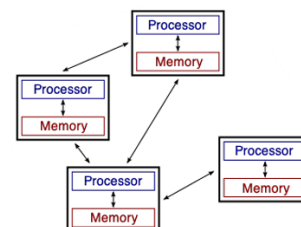
Comunicación distribuida: Intercambio de información entre procesos.

Sincronización: Puntos de ejecución en los que dos o más procesos se ponen de acuerdo

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

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?



## 3.MODELO EN CAPAS Y ESTÁNDARES

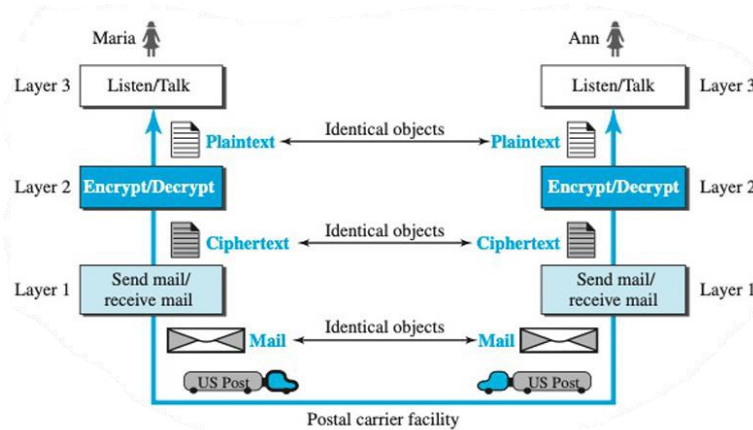
### 3.1.Arquitectura en capas

Las redes son sistemas complejos. Una forma de abordar la complejidad es establecer modelos de capas. Ejemplos: sistemas operativos, compiladores. 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 organiza en capas. El modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection)

Primer caso:



Segundo caso complejo:

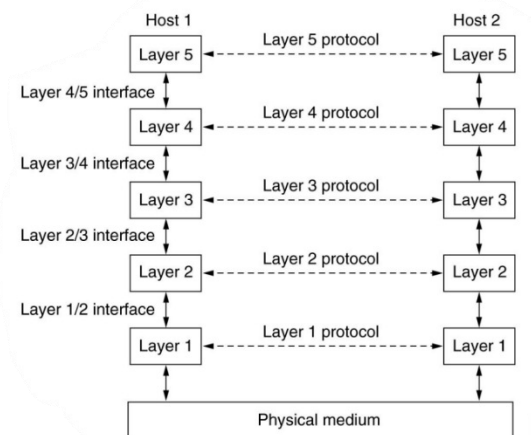


Principios: Tareas opuestas, objetos idénticos.

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

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).



### 3.2.Estandarización de protocolos de comunicación

**Tipos de protocolos:**

Orientados a la conexión (connection oriented): el emisor y el receptor han de establecer 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

## Organismos relevantes

ISO (International Organization for Standardization) <http://www.iso.org>

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

ITU Telecommunication Standardization Sector (ITU-T) <http://www.itu.int/ITU-T/index.phtml>

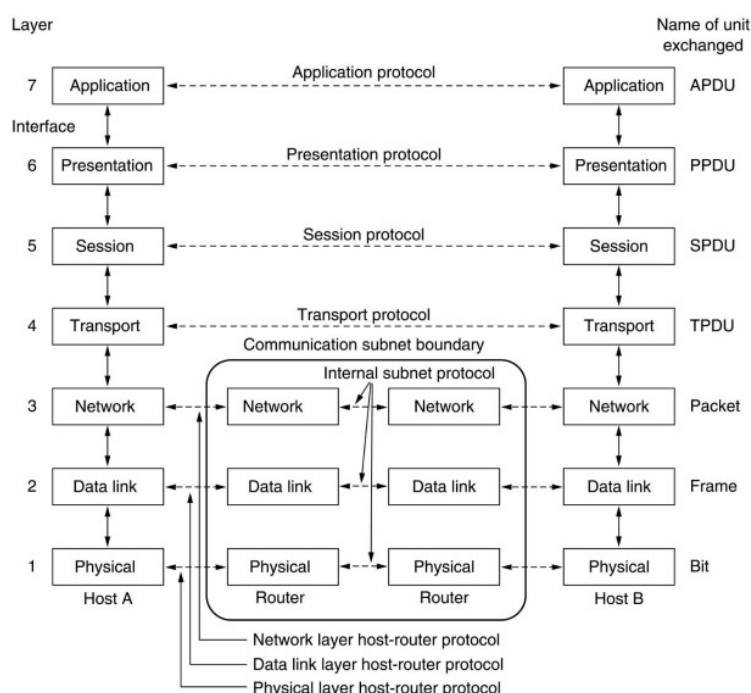
Internet Engineering Task Force (IETF) <http://www.ietf.org>

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

## 3.3. La torre de protocolos de internet

### El modelo de referencia OSI

Encapsulamiento de mensajes

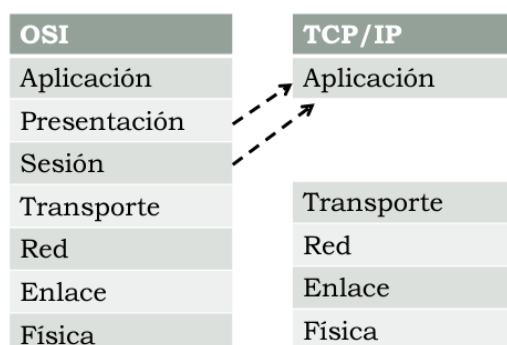


Propósito: Conseguir una estandarización de las tecnologías de comunicaciones en redes de ordenadores

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: OSI vs TCP/IP

TCP/IP define cinco capas (o cuatro). 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: Capas

Física (Physical): responsable de trasladar los bits individuales a través de un enlace.

Enlace (data-link): responsable de trasladar un datagrama a través de un enlace. TCP/IP no define protocolos específicos. Variedad de servicios (corrección de errores, detección, ..)

Red (network): responsable de crear una conexión entre origen y destino (comunicación host-to-host). Protocolo IP: responsable de enrutado de paquetes. Define estructura de direcciones de red. Sin control de flujo, errores, o congestión.

Transporte (transport): responsable de dar servicio a las aplicaciones (mensajes entregados a la aplicación correcta). Protocolos:

TCP (orientado a conexión, usado por la mayoría de aplicaciones).

UDP (no orientado a conexión, sin control de flujo, errores, o congestión)

Aplicación (application): comunicación end-to-end (entre procesos específicos). Protocolos: FTP, HTTP, SMTP, ...

