

Redes

Tema 1: Introducción

José Carlos Cabaleiro Domínguez

Escola Técnica Superior de Enxeñaría

Índice

- 1 Introducción a las prácticas
- 2 Elementos de Internet
- 3 Servicio orientado a conexión y sin conexión
- 4 Tipos de redes
- 5 Acceso a Internet
- 6 Medios de transmisión
- 7 Arquitectura en capas

Índice

- 1 **Introducción a las prácticas**
- 2 Elementos de Internet
- 3 Servicio orientado a conexión y sin conexión
- 4 Tipos de redes
- 5 Acceso a Internet
- 6 Medios de transmisión
- 7 Arquitectura en capas

Introducción a las prácticas

Direcciones IP: IPv4

- Formato textual: cadenas de texto
 - `char ip[]="193.110.128.200";` (16 caracteres)
- Formato binario: 4 bytes o un entero de 32 bits sin signo
 - `uint8_t ip[]={193,110,128,200};` (4 bytes)
 - `uint32_t ip=3363860161u;` (entero de 32 bits sin signo)
 - $3363860161 = 193 + 110 \times 2^8 + 128 \times 2^{16} + 200 \times 2^{24}$

struct in_addr	
uint32_t s_addr	dirección IPv4

- En C existen funciones para realizar conversiones entre los dos formatos

Introducción a las prácticas

Nombres de host

- Alternativa para identificar un ordenador en Internet
- Cadenas de caracteres:
 - `char name[]="www.elmundo.es";`

struct hostent	
<code>char *h_name</code>	el nombre "oficial" del host
<code>char **h_aliases</code>	lista de alias del host
<code>int h_addrtype</code>	el tipo de dirección
<code>int h_length</code>	la longitud en bytes de cada dirección
<code>char **h_addr_list</code>	lista de IPs del host
<code>char *h_addr</code>	la primera IP del host

- Un nombre puede tener varias direcciones IP
- Un ordenador puede tener varios nombres

Introducción a las prácticas

Puertos

- Entregar los datos a la aplicación (servicio) correcta
- Cada servicio se identifica con un número de puerto
- Entero de 16 bits, `int puerto=8000` (también sirve `unsigned short` `uint16_t`)

struct servent	
<code>char *s_name</code>	el nombre “oficial” del servicio
<code>char **s_aliases</code>	lista de alias del servicio
<code>int s_port</code>	el número de puerto (en el orden <i>big-endian</i>)
<code>char *s_proto</code>	el nombre del protocolo que usa este servicio

Introducción a las prácticas

Sockets

- Interfaz entre la aplicación y la capa de transporte
 - los buzones es la interfaz entre las personas (aplicaciones) y el sistema postal (capa de transporte)
- Para la comunicación entre dos procesos de diferentes ordenadores se necesita:
 - La dirección IP del ordenador que ejecuta el proceso
 - El puerto que tiene asignado el proceso en el ordenador
- Los sockets (buzones) se construyen a partir de direcciones IP y puertos
- En C se identifican por el número de socket (variable `int`)

struct sockaddr_in	
sa_family_t sin_family	el tipo de socket, AF_INET para IPv4
struct in_addr sin_addr	la dirección IPv4
uint16_t sin_port	el número de puerto

Introducción a las prácticas

Servidores y clientes

- Servidor: proporciona un servicio (servidor web)
 - Tanto el programa como el computador
- Cliente: solicita un servicio (cliente web)
 - Tanto el programa como el computador

Sockets

- Orientados a conexión
- No orientados a conexión o sin conexión

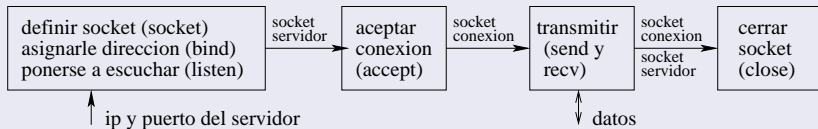
Introducción a las prácticas

Sockets orientados a conexión

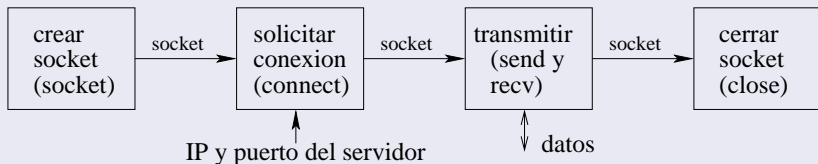
- Cliente: solicita la conexión
- Servidor: acepta la conexión
- Pasos:
 - Crear los sockets
 - Solicitar una conexión (cliente) o aceptarla (servidor)
 - Enviar y recibir datos
 - Cerrar los sockets

Introducción a las prácticas

Servidor



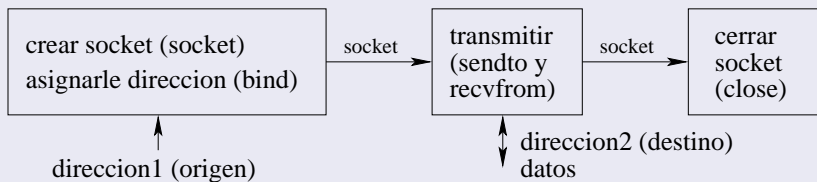
Cliente



Introducción a las prácticas

Sockets no orientados a conexión

- Se pueden enviar datos en cualquier momento
- No es necesario establecer una conexión previa
- Cliente y servidor funcionan de forma simétrica
- Pasos:
 - Crear el socket y se asigna la IP y puerto origen (destino)
 - Enviar y recibir datos indicando la IP y puerto destino (origen)
 - Cerrar los sockets

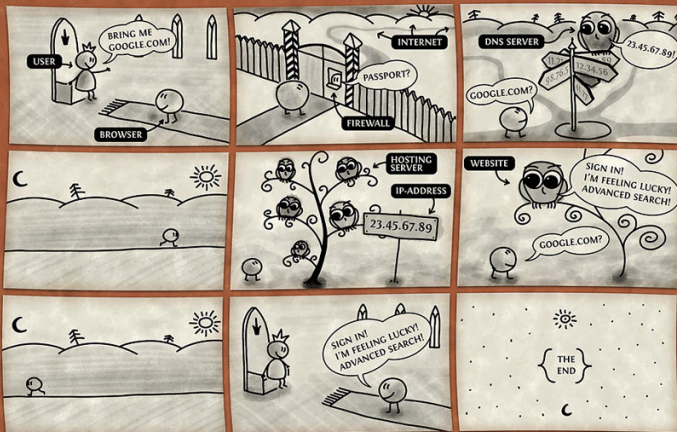


Índice

- 1 Introducción a las prácticas
- 2 Elementos de Internet**
- 3 Servicio orientado a conexión y sin conexión
- 4 Tipos de redes
- 5 Acceso a Internet
- 6 Medios de transmisión
- 7 Arquitectura en capas

Elementos de Internet

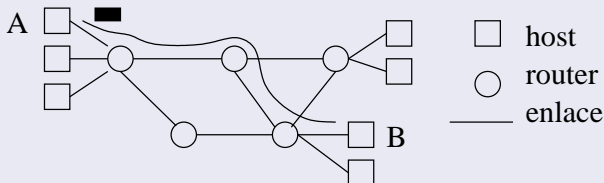
¿Cómo funciona Internet?



Elementos de Internet

Hardware

- *Hosts*: sistemas terminales, origen y destino de las transmisiones
- *Enlaces*: medios físicos por los que se realizan las transmisiones
- *Routers*: dispositivos que interconectan enlaces



Elementos de Internet

Software: protocolos

- Básicos: TCP/IP y algunos como UDP, ICMP, etc.
- De aplicación: como HTTP, SMTP, etc.

Comercial: proveedores de servicios de Internet (ISP)

- Proveedores de baja escala (residenciales): acceso a Internet a usuarios
- Proveedores de alta escala (nacionales o internacionales):
 - Redes troncales que interconectan a los proveedores de baja escala
 - Líneas de larga distancia

Índice

- 1 Introducción a las prácticas
- 2 Elementos de Internet
- 3 Servicio orientado a conexión y sin conexión**
- 4 Tipos de redes
- 5 Acceso a Internet
- 6 Medios de transmisión
- 7 Arquitectura en capas

Servicio orientado a conexión

Fases

- Establecimiento de la conexión
 - El cliente solicita una conexión
 - Se fijan parámetros
 - Ambos extremos se preparan para la transmisión
- Transmisión de datos
- Desconexión: terminan la transmisión y se liberan los recursos

Servicio orientado a conexión

Características

- *Segmentación*: TCP recoge datos que la aplicación escribe en el socket y forma paquetes (MSS)
- *Transferencia fiable*: el receptor envía confirmaciones (ACK). Si el emisor no recibe ACK de un paquete, se retransmite
- *Control de flujo*: permite que receptor controle la tasa de envío del emisor.
 - TCP tiene un mecanismo para que el receptor le indique al emisor la tasa de datos que puede aceptar
- *Control de congestión*: permite que la tasa de envío del emisor se ajuste a las capacidades de la red

Servicio no orientado a conexión

Servicio sin conexión

- No hay fase de establecimiento de conexión
- No hay confirmaciones: el emisor desconoce si el paquete llegó al destino
- No hay control de flujo ni control de congestión

⇒ transmisión más rápida, aunque menos fiable

En Internet: UDP

- TCP: cuando se necesite fiabilidad, telnet, FTP, SMTP, HTTP, etc.
- UDP: velocidad y no importa la pérdida de paquetes, telefonía IP, videoconferencia

Índice

- 1 Introducción a las prácticas
- 2 Elementos de Internet
- 3 Servicio orientado a conexión y sin conexión
- 4 Tipos de redes**
- 5 Acceso a Internet
- 6 Medios de transmisión
- 7 Arquitectura en capas

Tipos de redes

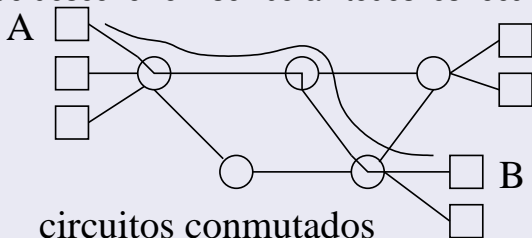
Desde el punto de vista hardware

- *Conmutación*
 - Circuitos. Pueden ser sin multiplexación, FDM, TDM
 - Paquetes. Pueden ser de datagramas, circuitos virtuales
- *Difusión*. Redes Ethernet, redes inalámbricas, etc.
 - Todos los hosts reciben las transmisiones
 - Solo el destinatario procesa la transmisión

Tipos de redes

Redes de conmutación de circuitos

- Fase de conexión en la que se reservan recursos hardware
 - No pueden ser usados por otra transmisión
 - Se establece la ruta que van a seguir los datos
 - Ranuras temporales o bandas de frecuencia
- Transmisión de datos
- Fase de desconexión: se liberan todos los recursos



Tipos de redes

Redes de conmutación de circuitos

- Sin multiplexación: solo una transmisión por cada enlace de cada vez
- Con multiplexación: se reparte la capacidad del enlace entre varias transmisiones
 - División en frecuencia (FDM): bandas de frecuencia
 - División en el tiempo (TDM): ranuras temporales

Las redes de conmutación de circuitos son derrochadoras de recursos: reservados aunque la transmisión no los use

Redes de conmutación de paquetes

Características

- No se reservan recursos para cada conexión: se comparten y se asignan bajo demanda
- Trabajan con paquetes \implies segmentación
- Los paquetes contienen una cabecera con información de control (para llegar a su destino, ACK, etc.)
- En Internet, los routers funcionan como conmutadores de paquetes (en general *store-and-forward*)
 - Reciben el paquete completo antes de reenviarlo
 - Se procesa y se almacenan en una cola
 - Si la cola está llena, se descarta el paquete

Redes de conmutación de paquetes

Retardo en redes de conmutación de paquetes

- De procesamiento (examinar la cabecera y dirigir el paquete a la salida)
- De espera en la cola, proporcional a la carga de la red
- De transmisión, proporcional al tamaño del paquete (longitud del paquete/tasa de transmisión)
- De propagación, depende del tipo y longitud del enlace (longitud del enlace/velocidad de propagación)

Retardo total

$$d_{\text{total}} = d_{\text{procesamiento}} + d_{\text{cola}} + d_{\text{transmisión}} + d_{\text{propagación}}$$

Retardo de extremo a extremo

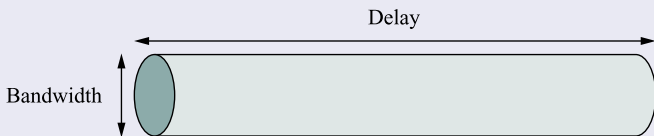
$$d = \sum_{i=1}^{N_{\text{saltos}}} (d_{\text{procesamiento}_i} + d_{\text{cola}_i} + d_{\text{transmisión}_i} + d_{\text{propagación}_i})$$

Redes de conmutación de paquetes

Producto retardo \times ancho de banda

- Capacidad del enlace = retardo \times ancho de banda
- Máximo número de bits que podría estar en tránsito en un momento dado
- Aprovechamiento del enlace: número de bits que el emisor debe transmitir antes de que el primer bit llegue al receptor
- Si el emisor espera ACKs, se considera el RTT ($2 \times$ retardo) en lugar del retardo

Enlace visto como una tubería



- Número de bits que “caben” en el enlace

Redes de conmutación de paquetes

Segmentación

- Tiempo de transmisión más corto
- No se satura la red con mensajes grandes, se pueden intercalar otras transmisiones
- Si hay errores, solo se transmiten los paquetes con errores

Tipos de redes de conmutación de paquetes

- Datagramas: no orientadas a conexión y encaminamiento en función del destino
- Circuitos virtuales: orientadas a conexión y encaminamiento en función del número de circuito virtual

Redes de conmutación de paquetes

Redes de datagramas

- Cada paquete incluye en la cabecera la IP destino
- Reenvío: el router examina la cabecera y lo coloca en la salida más apropiada (tabla de reenvío)
- No mantienen información de estado: una secuencia de paquetes se encaminan de forma independiente

Redes de circuitos virtuales

- Se establece la conexión planificando una ruta al destino: un número de circuito virtual (CV)
- A cada paquete se le escribe el número de CV: los routers lo usan para el reenvío
- Los routers mantienen información de estado (tabla de circuitos virtuales)

Índice

- 1 Introducción a las prácticas
- 2 Elementos de Internet
- 3 Servicio orientado a conexión y sin conexión
- 4 Tipos de redes
- 5 Acceso a Internet**
- 6 Medios de transmisión
- 7 Arquitectura en capas

Acceso a Internet

Formas

- Acceso residencial
 - Módem telefónico (56 kbps)
 - ADSL (Línea de subscripción digital asimétrica)
 - Cable HFC (híbrido fibra-coaxial)
 - FTTH (Fibra hasta el domicilio)
- Acceso empresarial y doméstico: Ethernet y WiFi
- Acceso móvil: WiFi, 3G, 4G, LTE (*Long Term Evolution*)...

Acceso a Internet

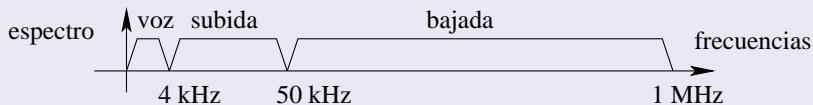
Módem

- Usa la línea telefónica como si fuese una llamada de voz
- Fases:
 - Establecimiento de la conexión: llama al número telefónico del ISP
 - Modulación: convierte la señal digital en una señal modulada
 - Demodulación: el receptor realiza la operación inversa
- Problema: ancho de banda de frecuencias muy estrecho (4 KHz) \implies velocidad de transmisión de 56 kbps

Acceso a Internet

DSL

- Aprovecha todo el ancho de banda de frecuencias del cable telefónico (1 MHz)
- FDM en tres canales independientes
 - Voz telefónica
 - Canal de subida a Internet
 - Canal de bajada a Internet



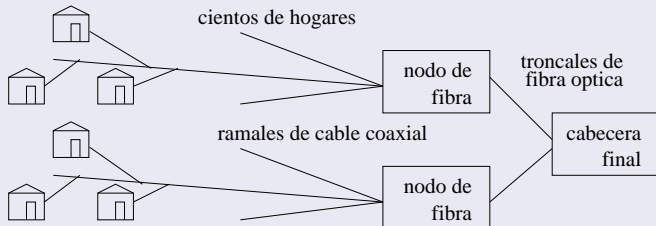
- Ancho de banda de frecuencias elevado \Rightarrow velocidad de transmisión hasta 30 Mbps (VDSL2)

Acceso a Internet

Cable HFC (híbrido fibra y coaxial)

- Cabecera final: centraliza las transmisiones de los abonados a Internet
- Líneas troncales de fibra óptica: conectan la cabecera con los nodos de fibra
- Ramales de cable coaxial: dan servicio de TV, teléfono e Internet a los usuarios

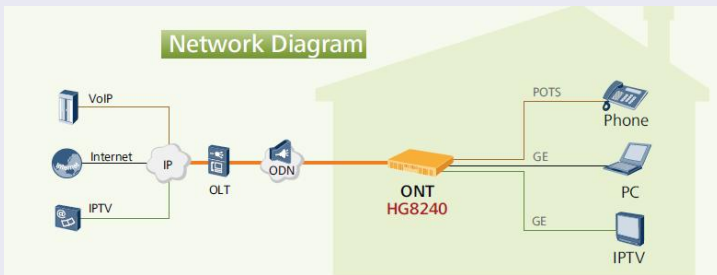
Ejemplo:



Acceso a Internet

FTTH (*Fiber To The Home*)

- Fibra para distribución de servicios avanzados: *Triple Play*
- OLT (*Optical Line Terminal*): punto final que viene del ISP
- ODN (*Optical Distribution Network*): desde el OLT a los usuarios
- ONT (*Optical Network Termination*): conversión de señales ópticas ↔ eléctricas



Acceso a Internet

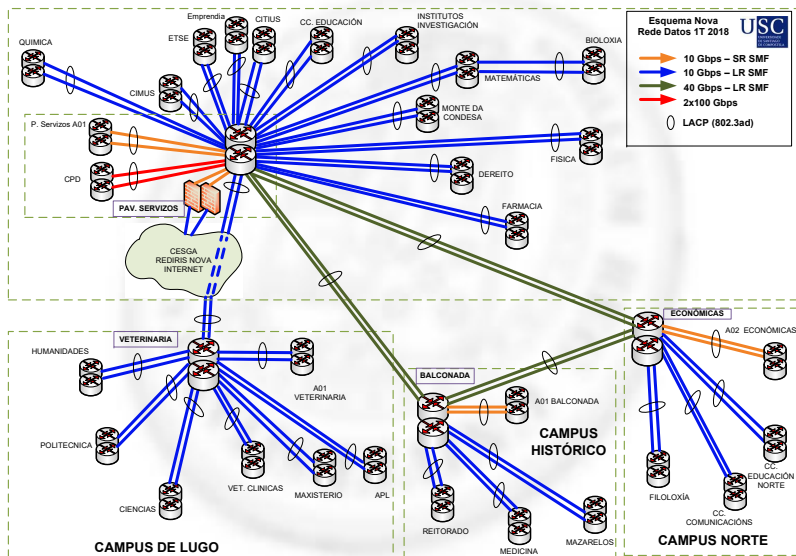
Acceso empresarial

- Mediante una LAN (tipo Ethernet) conectada a un router y a un ISP con enlace dedicado (aparte de la telefónica)

Red de la USC

- Tres nodos troncales en Santiago y uno en Lugo unidos a través de RedIRIS Nova y el CESGA
 - Nodos troncales de Santiago unidos con enlaces dobles de 40 GE
 - Enlaces dobles desde los nodos troncales a los nodos de distribución de 10 GE
 - Enlaces a 10 GE entre los nodos de distribución y los nodos de acceso (conmutadores a 100 Mbps o 1 Gbps)
- Acceso a Internet mediante un nodo en el Cesga que enlaza con RedIris (gestiona la red pública)

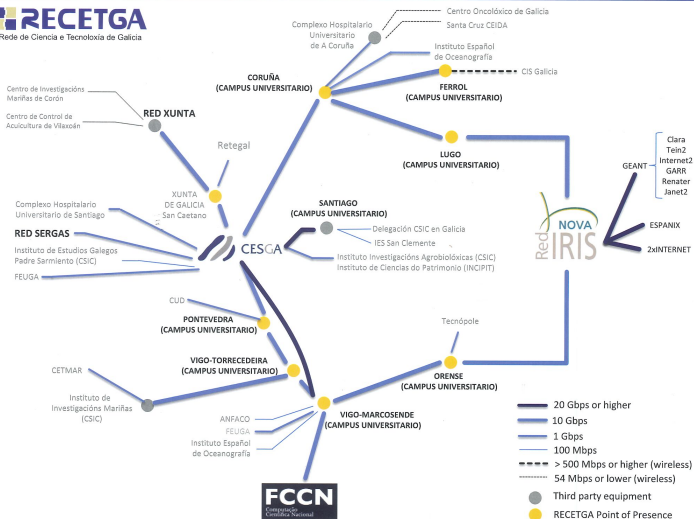
Red de la USC



RECETGA

RECETGA

Rede de Ciencia e Tecnoloxía de Galicia



Índice

- 1 Introducción a las prácticas
- 2 Elementos de Internet
- 3 Servicio orientado a conexión y sin conexión
- 4 Tipos de redes
- 5 Acceso a Internet
- 6 Medios de transmisión**
- 7 Arquitectura en capas

Medios de transmisión

Medios guiados

- Cable de cobre de par trenzado
- Cable coaxial
- Fibra óptica

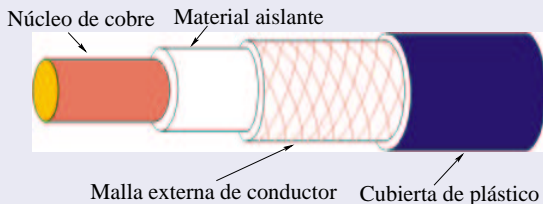
Medios no guiados

- La atmósfera y el espacio
 - Canales de radio terrestre
 - Canales de radio vía satélite

Medios de transmisión

Cable coaxial

- Dos conductores concéntricos con aislante entre ellos



- Evita pérdidas de energía por radiación
- Dos tipos
 - 50 Ω para señales sin modular
 - 75 Ω para señales de banda ancha en las redes de HFC

Fibra óptica

- 

- Materiales transparentes con baja atenuación \Rightarrow 100 Km sin repetidores
- Más difíciles de instalar y dispositivos más costosos

Medios de transmisión

Fibra óptica

- Fibra multimodo
 - La luz se propaga rebotando en las paredes del núcleo
 - Utilizada para redes de conexión locales, centros de datos de edificio a edificio y para FTTH
- Fibra monomodo
 - Se propaga en línea recta \implies mayor distancia
 - Más costosa
- Designación OC- n : velocidad de enlace $n \times 51,8$ Mbps
 - Ejemplos: OC-3, OC-12, OC-48, OC-192, OC-768

Índice

- 1 Introducción a las prácticas
- 2 Elementos de Internet
- 3 Servicio orientado a conexión y sin conexión
- 4 Tipos de redes
- 5 Acceso a Internet
- 6 Medios de transmisión
- 7 Arquitectura en capas**

Arquitectura en capas

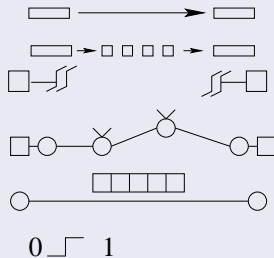
Arquitectura en capas

- Facilita el diseño de protocolos de comunicación
- Se divide la comunicación en tareas independientes \implies cada tarea en una capa
- Las capas superiores usan los servicios de las inferiores
- Modularidad: se deben respetar las especificaciones de cada capa
- Hay varias propuestas: modelo OSI, arquitectura TCP/IP, etc.

Arquitectura en capas

La arquitectura TCP/IP

APLICACION	genera mensajes
TRANSPORTE	prepara los mensajes para transmitir
RED	busca rutas
ENLACE	transmite bloques de datos a través de un enlace
FISICA	detalles a nivel de bit



La arquitectura TCP/IP

Capa de aplicación

- Se localizan los procesos que se comunican entre sí mediante mensajes
- Protocolos de aplicación: HTTP, SMTP, etc.

Capa de transporte

- Prepara los mensajes para que se puedan transmitir fuera del computador
- TCP recoge los datos de la aplicación origen y forma paquetes y, en destino, TCP comprueba que todo llega OK y reensambla el mensaje

La arquitectura TCP/IP

Capa de red

- Encargada de hacer llegar los paquetes de un host a otro
- Protocolos de encaminamiento: determinan rutas
- Elementos principales: routers

La arquitectura TCP/IP

Capa de enlace

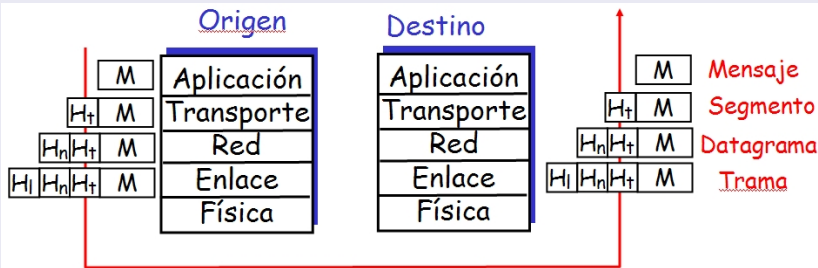
- Se encarga de los detalles de bajo nivel de la transmisión de cada paquete entre los dos extremos de un enlace
- Protocolos dependientes de la tecnología de red (difusión, circuitos virtuales, conmutación de circuitos, conmutación de paquetes, etc.)

Capa física

- Trabaja a nivel de bits: convierte bits en señales eléctricas
- Define las características físicas del medio de transmisión

Arquitectura en capas

La arquitectura TCP/IP



- Cabeceras: información de control que se añade al mensaje
- TCP/IP: en la capa de transporte TCP y UDP y, en la capa de red, IP

Arquitectura en capas

La arquitectura TCP/IP

Esquema de los paquetes en TCP/IP

