

Protocolos, arquitecturas y estándares

Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios
3º Ingeniería de Telecomunicación

Temario

1. Introducción
2. Arquitecturas, protocolos y estándares
3. Conmutación de paquetes
4. Conmutación de circuitos
5. Tecnologías
6. Control de acceso al medio en redes de área local
7. Servicios de Internet

Temario

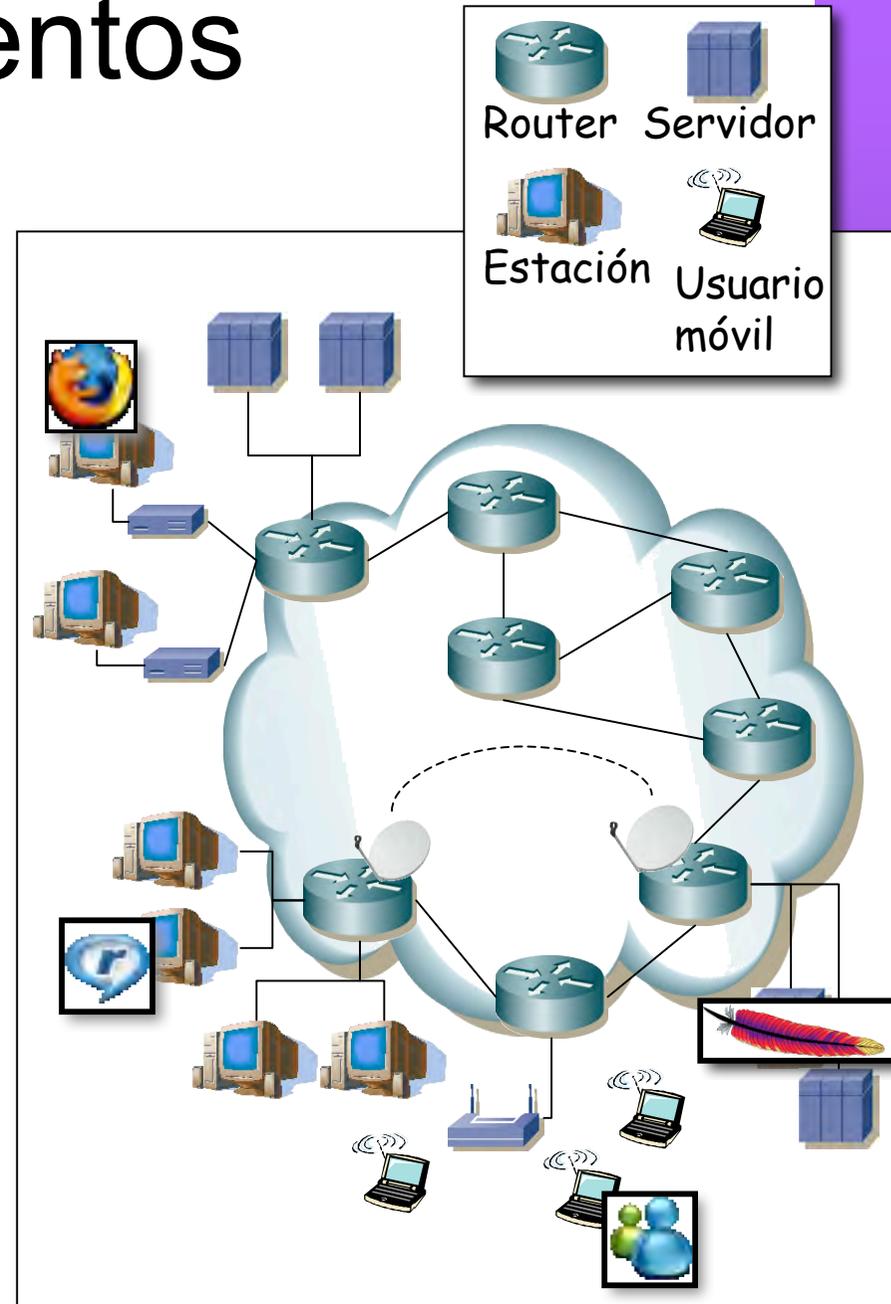
1. Introducción
- 2. Arquitecturas, protocolos y estándares**
3. Conmutación de paquetes
4. Conmutación de circuitos
5. Tecnologías
6. Control de acceso al medio en redes de área local
7. Servicios de Internet

Elementos de la red

Elementos

Hosts = end systems

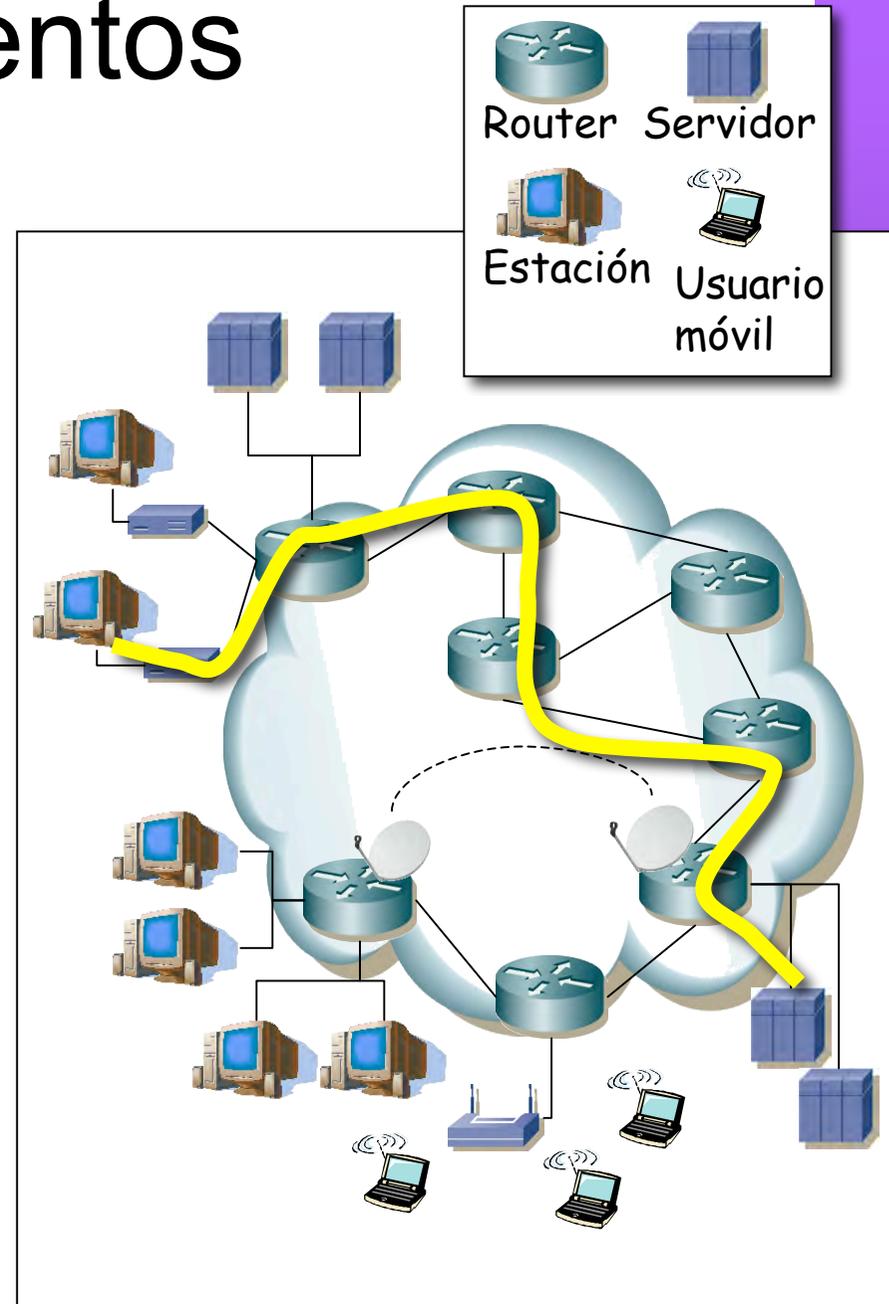
- PCs, estaciones, teléfonos, PDAs, servidores, tostadoras, TVs, etc.
- Ejecutan *aplicaciones de red* (...)
- Forman el borde (*edge*) de la red
- *Conectados con la red mediante enlaces de comunicaciones*
 - Fibra, cobre, radio, satélite
 - Tasa de transmisión (bps) \cong *ancho de banda (bandwidth)*
- Veremos **Servicios**:
 - Los principios de funcionamiento de aplicaciones clásicas de Internet (Web, e-mail, FTP, etc.)
 - También los fundamentos del servicio telefónico tradicional



Elementos

Conmutadores

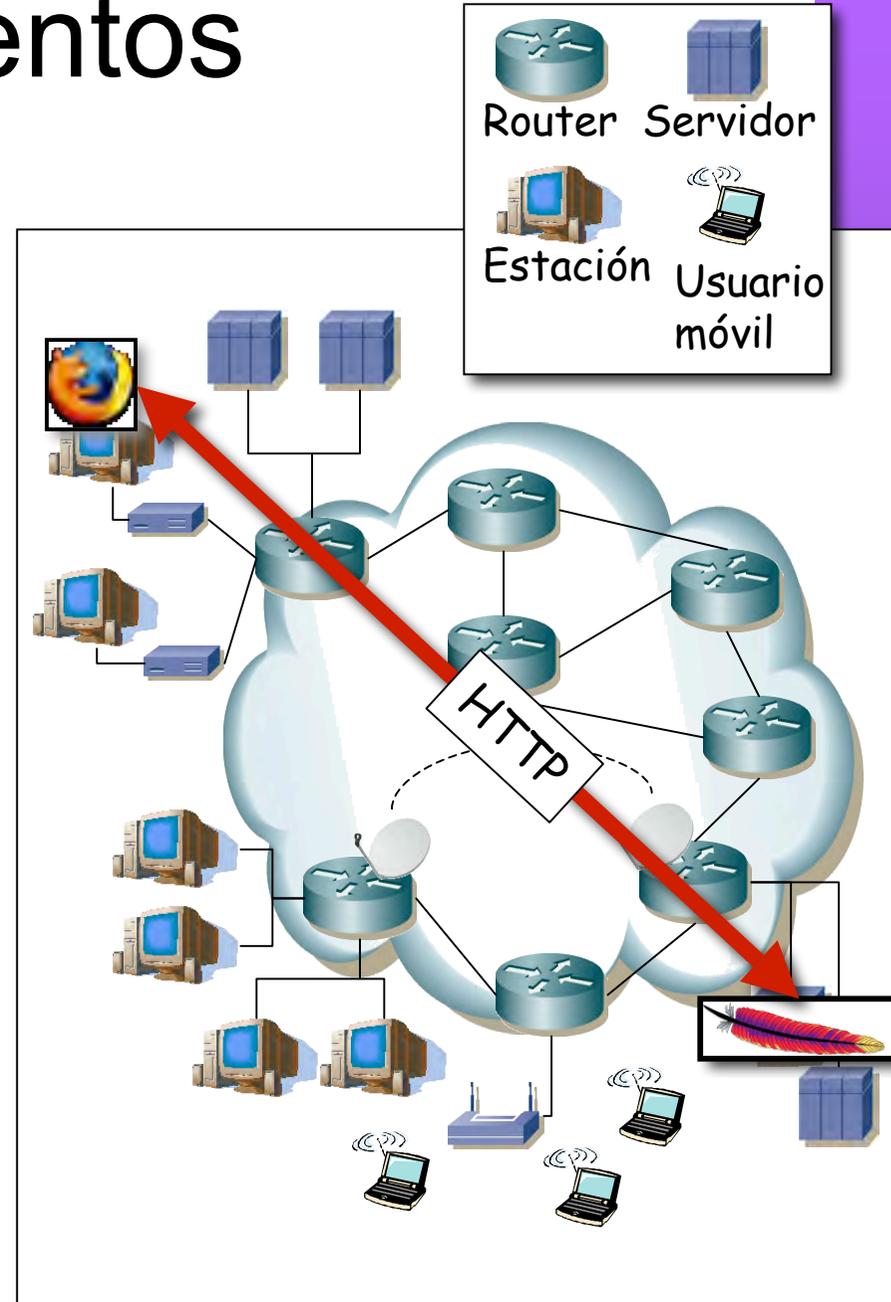
- Conmutadores telefónicos
- Routers en el caso de Internet
- Interconectados mediante enlaces de comunicaciones
- Forman el núcleo (*core*) de la red
- Emplean rutas o caminos (*paths*) dentro de la red (...)
- Veremos **arquitecturas**:
 - En la toma de decisiones en los conmutadores
 - En la organización de la red
 - En el cálculo de los caminos
 - Arquitectura interna de los conmutadores



Elementos

Protocolos

- Controlan el envío y la recepción de información
- Entre las aplicaciones (HTTP, FTP)
- Entre los hosts (UDP, TCP)
- Entre los nodos (IP, ICMP)
- Veremos algunos de la familia TCP/IP (Internet)

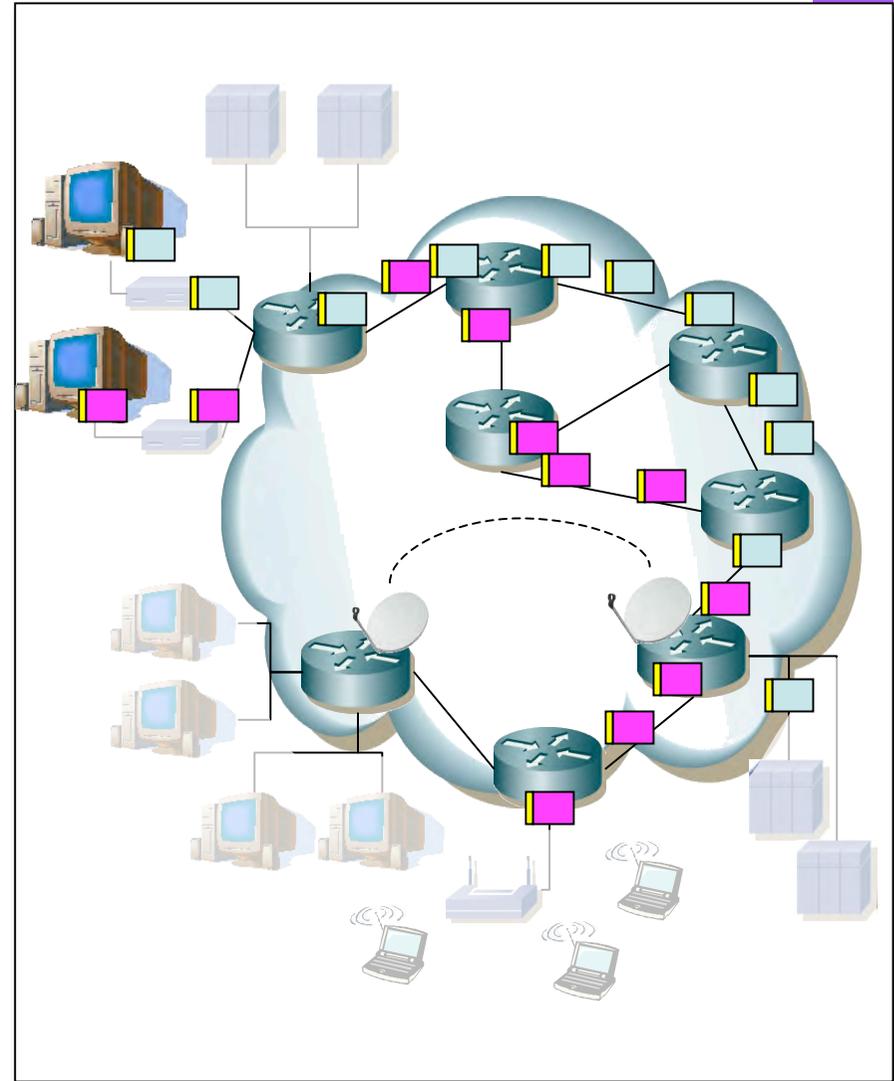


Protocolos, Servicios, Interfaces

Capas de protocolos

¡Las redes son complejas!

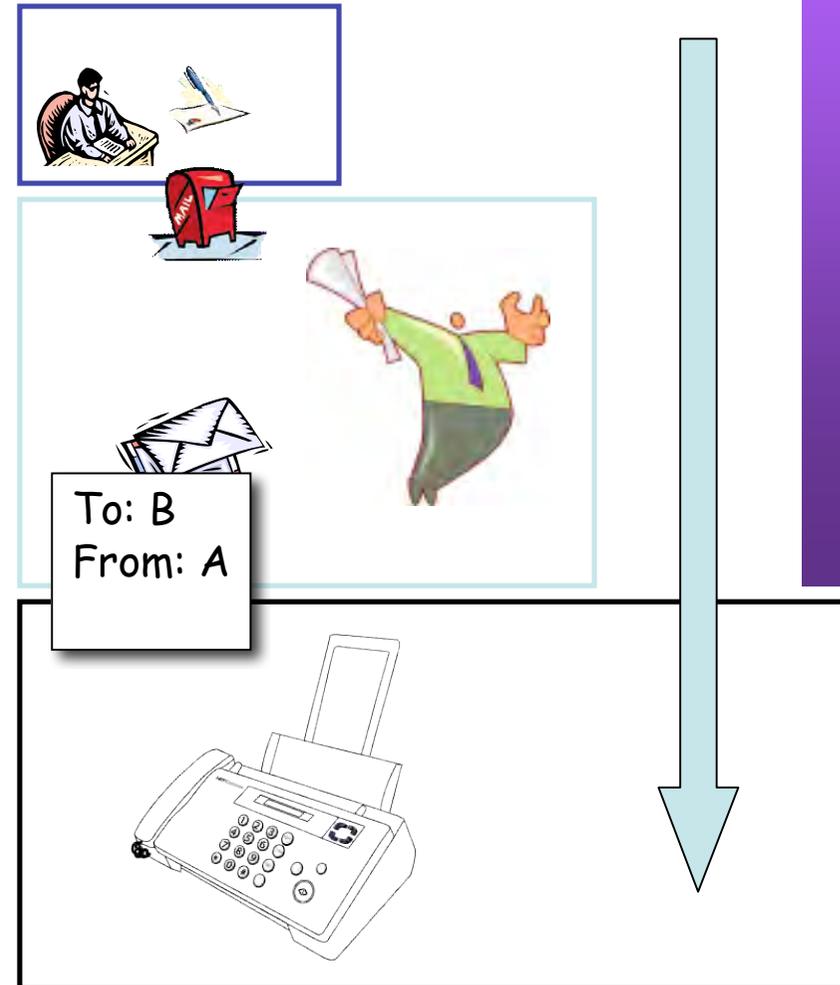
- Muchos elementos:
 - Hosts
 - Conmutadores
 - Enlaces de diferente tipo
 - Aplicaciones
 - Hardware, software
- ¿Hay alguna forma de organizar la estructura de la red?
- ¿O al menos la forma de explicarla?



Capas de protocolos

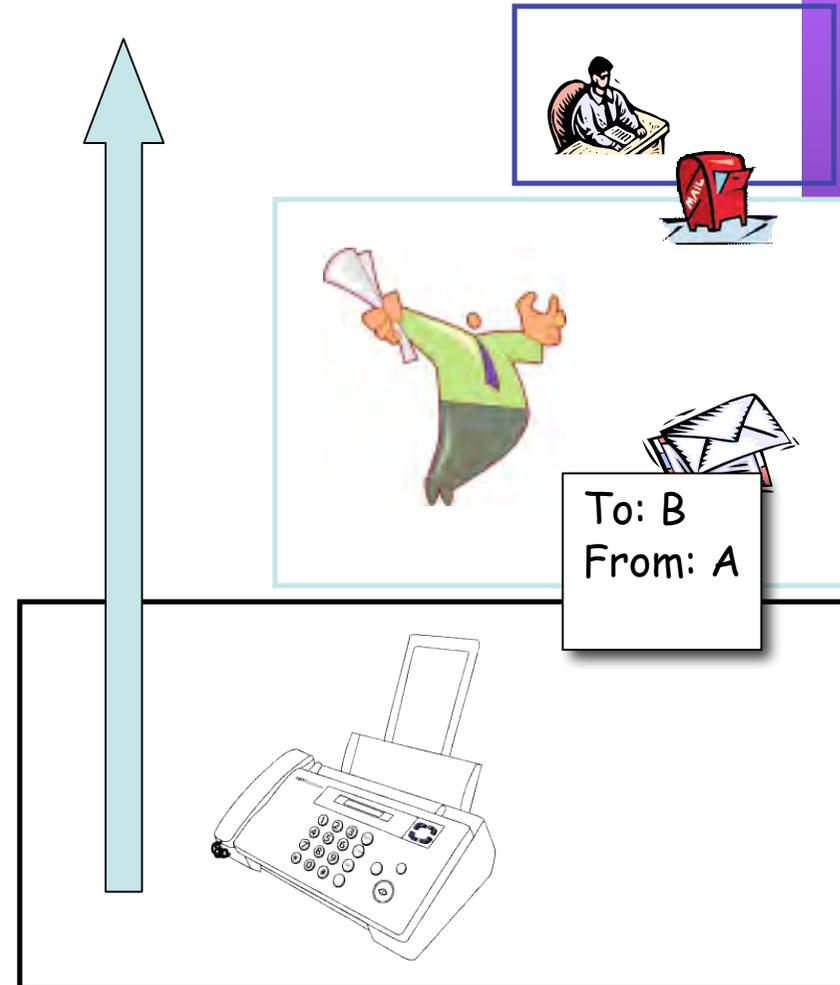
Analogía

- Usuario escribe una carta
- La deja en su buzón e indica a su asistente para quién es
- El asistente añade una portada indicando el remitente y destinatario
- La envía a la oficina remota mediante un fax



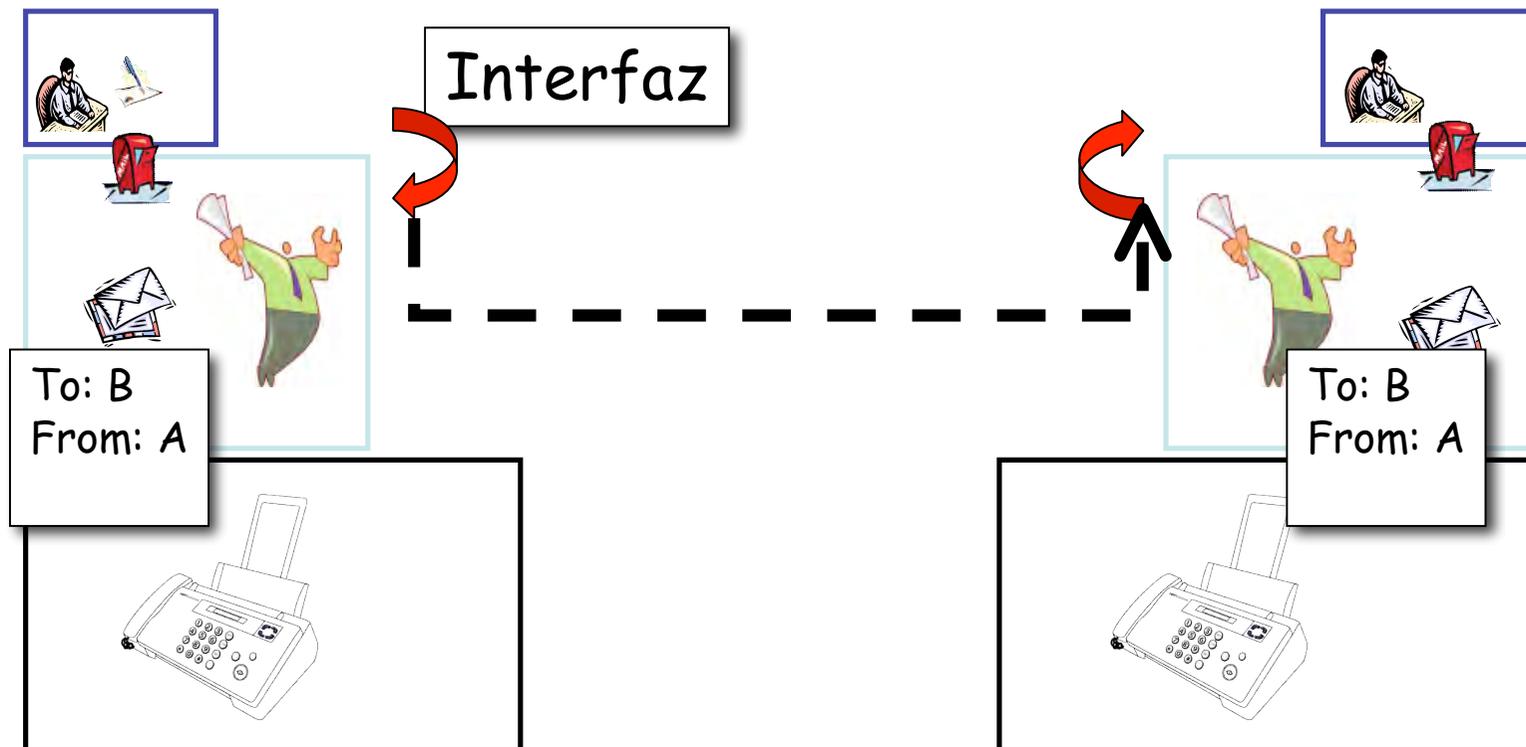
Capas de protocolos

- Llega a la oficina destino
- La recibe el secretario
- Retira la portada y la coloca en el buzón del destinatario
- La recoge el usuario
- Hemos separado las tareas



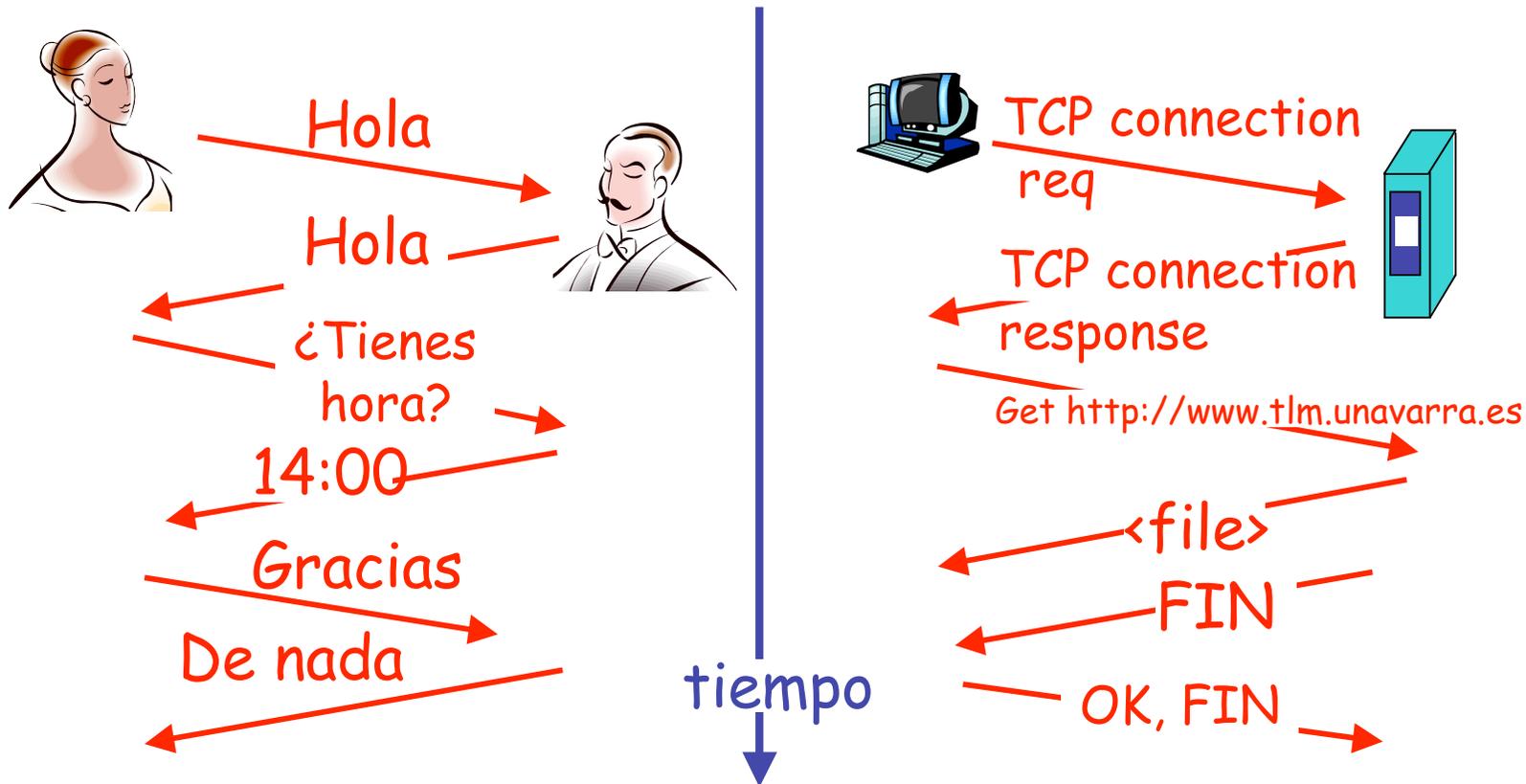
Capas de protocolos

- Los asistentes ofrecen un servicio simple realizando tareas más complicadas para ello
- Se comunican entre ellos mediante un **protocolo**
 - Información adicional al mensaje (portada)
 - Encapsulación y desencapsulación



¿Qué es un protocolo?

Un protocolo humano y uno de redes de ordenadores:

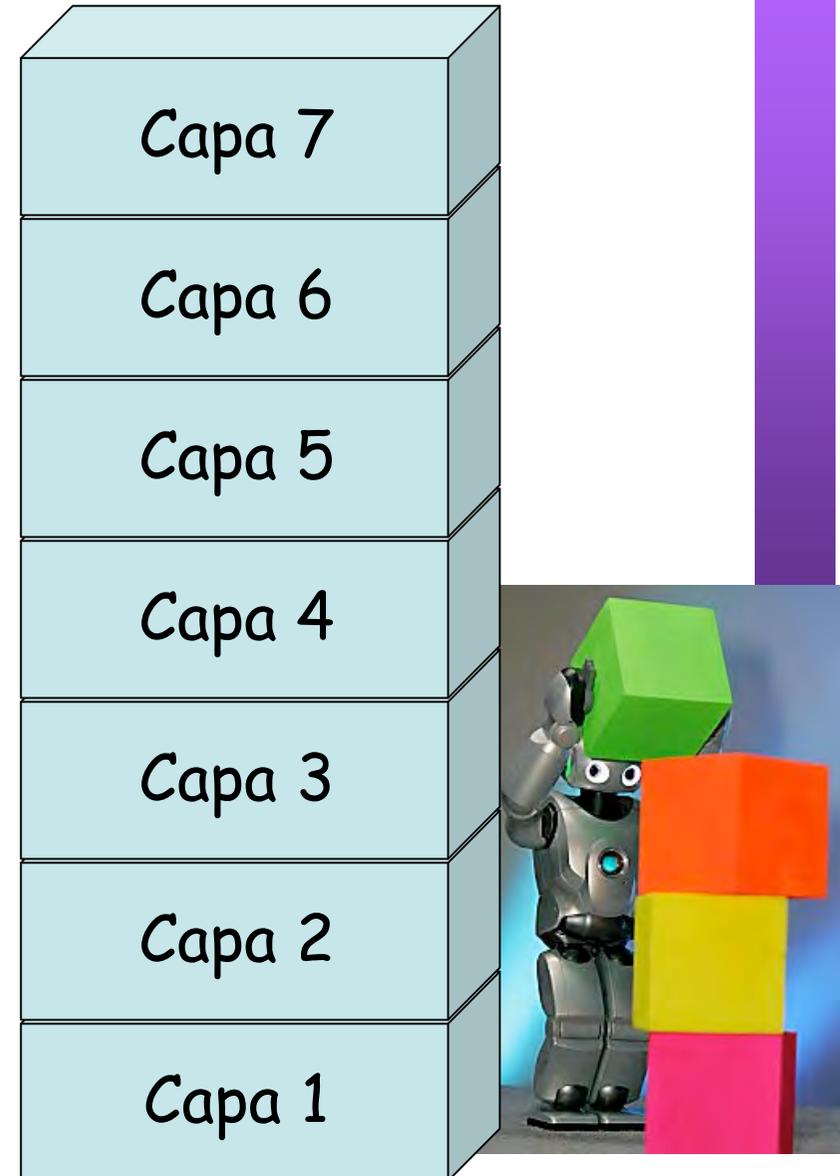


¿Qué es un protocolo?

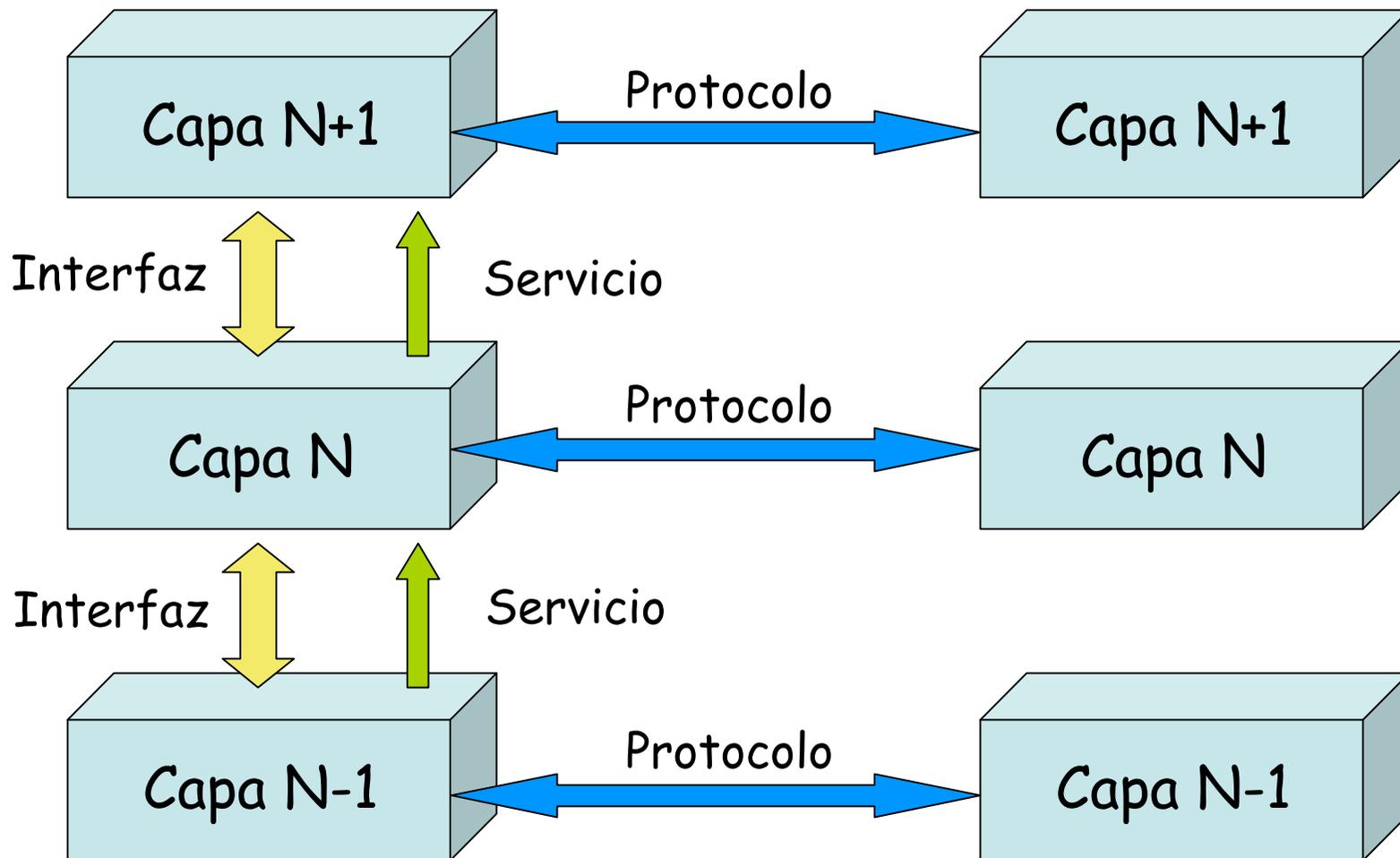
- Todas las comunicaciones están gobernadas por protocolos
- Especifican:
 - Los mensajes a enviar
 - El formato de los mensajes
 - Las acciones a llevar a cabo ante ciertos mensajes o ciertos eventos
- Controlan por ejemplo:
 - El camino que va a seguir un paquete de origen a destino
 - El formato de los datos por el cable
 - La velocidad a la que se envían datos
 - Cómo se le pide una página web a un servidor

¿Por qué capas?

- Sistemas complejos
- Una estructura ayuda en la identificación de funciones y relaciones
- La modularización facilita el mantenimiento y actualización del sistema
 - Cambio en una capa es transparente a las demás

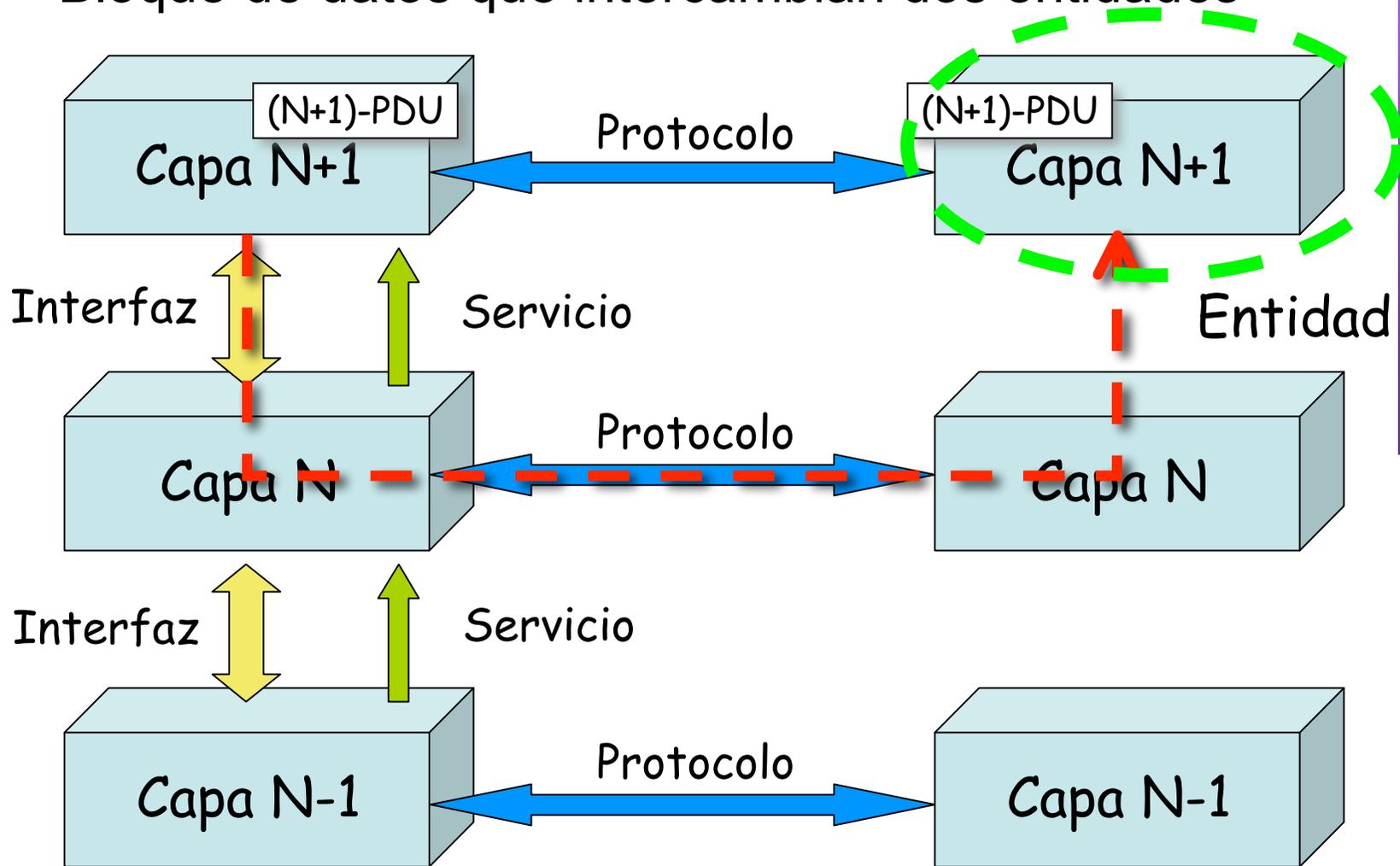


Servicios y protocolos



Servicios y protocolos

- PDU = Protocol Data Unit
- Bloque de datos que intercambian dos entidades

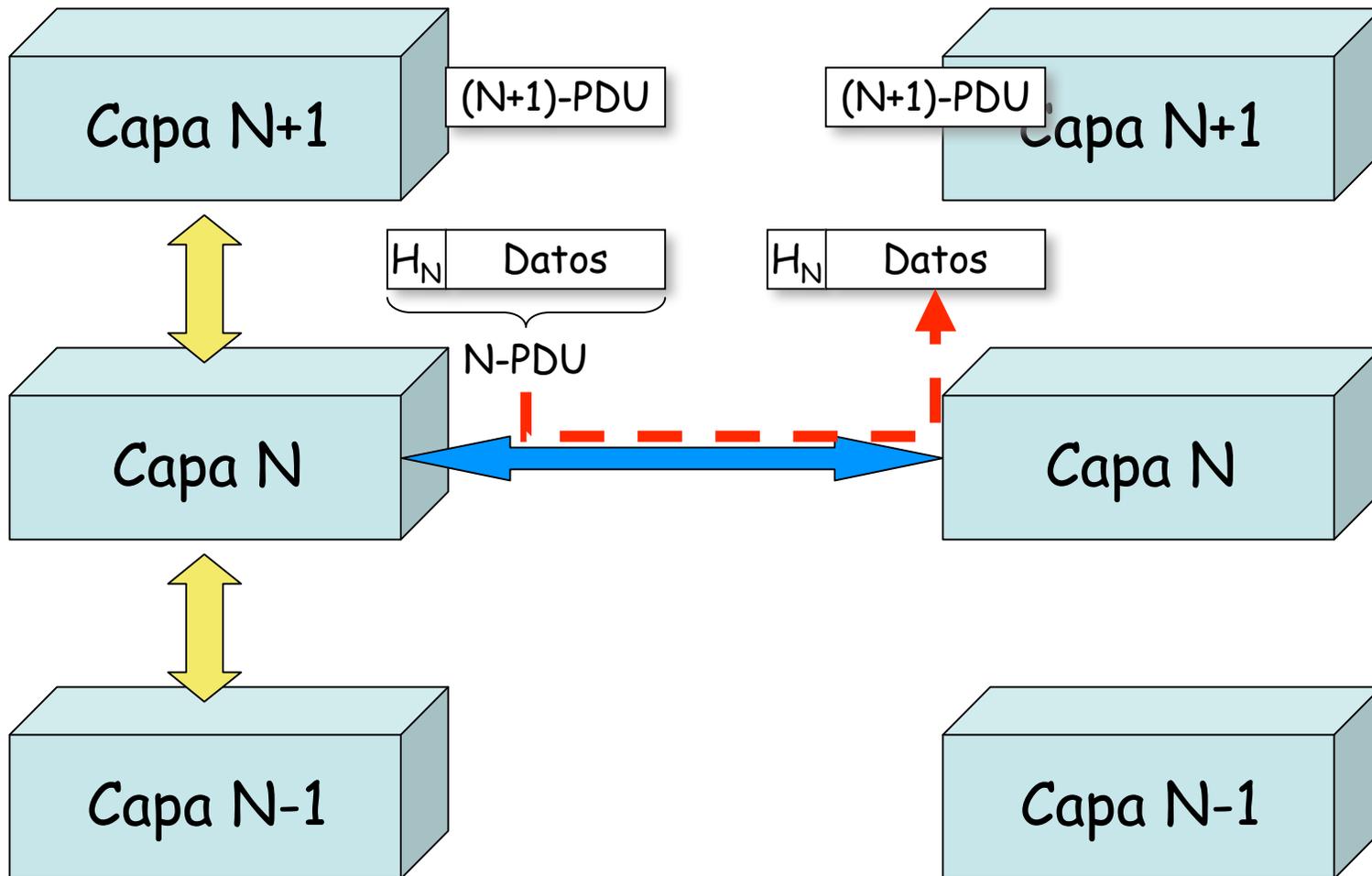


Funciones

- Funcionalidades ofrecidas por los protocolos
 - Encapsulado
 - Segmentación/fragmentación y reensamblado
 - Control de la conexión
 - Entrega en orden
 - Control de flujo
 - Control de errores
 - Direccionamiento
 - Multiplexación
 - Servicios de transmisión

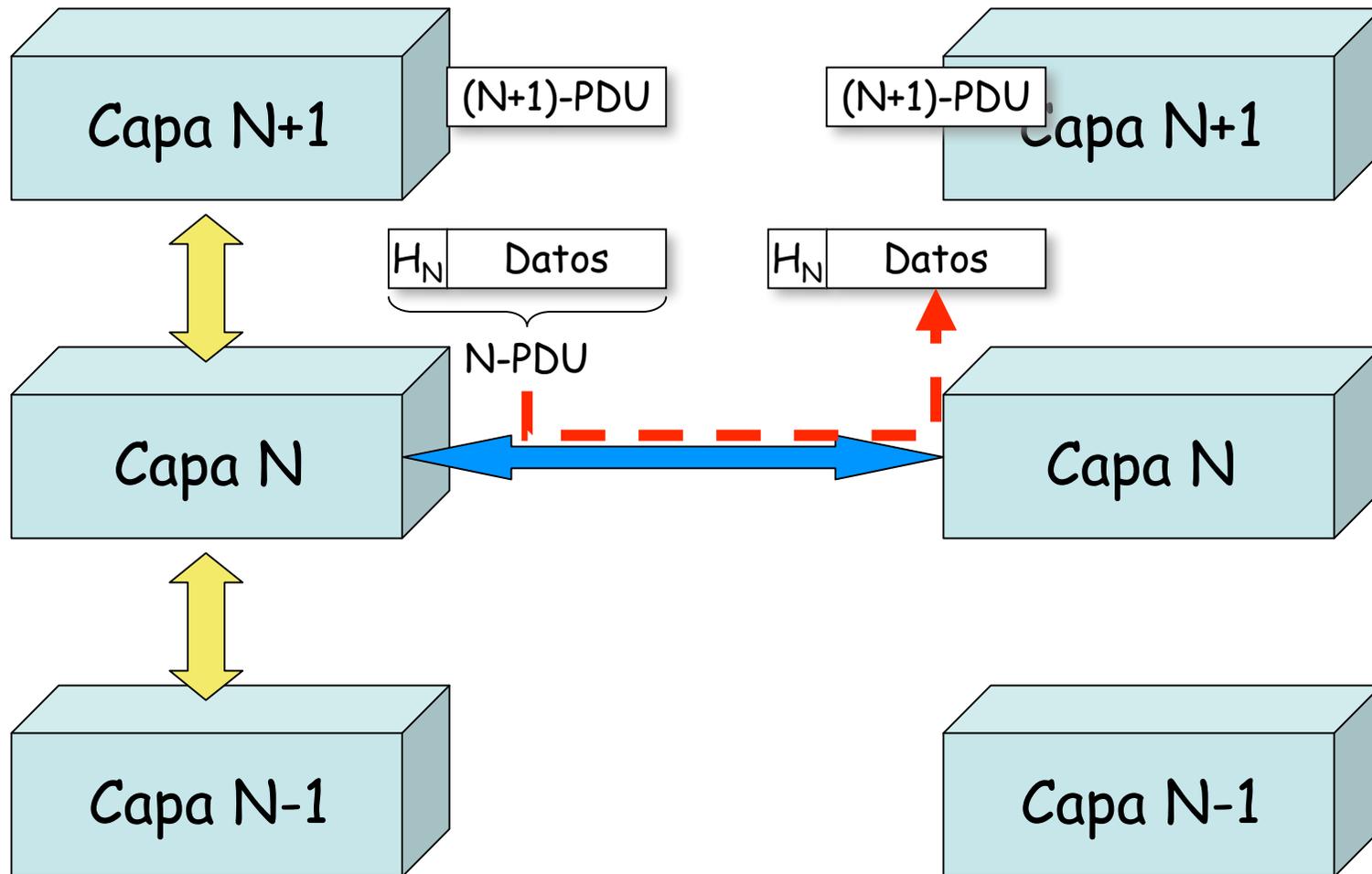
Encapsulado

- La PDU contiene también datos de control
- Suele ser una *cabecera (header)* (. . .)
- En ocasiones una *cola (trailer)* o ambas



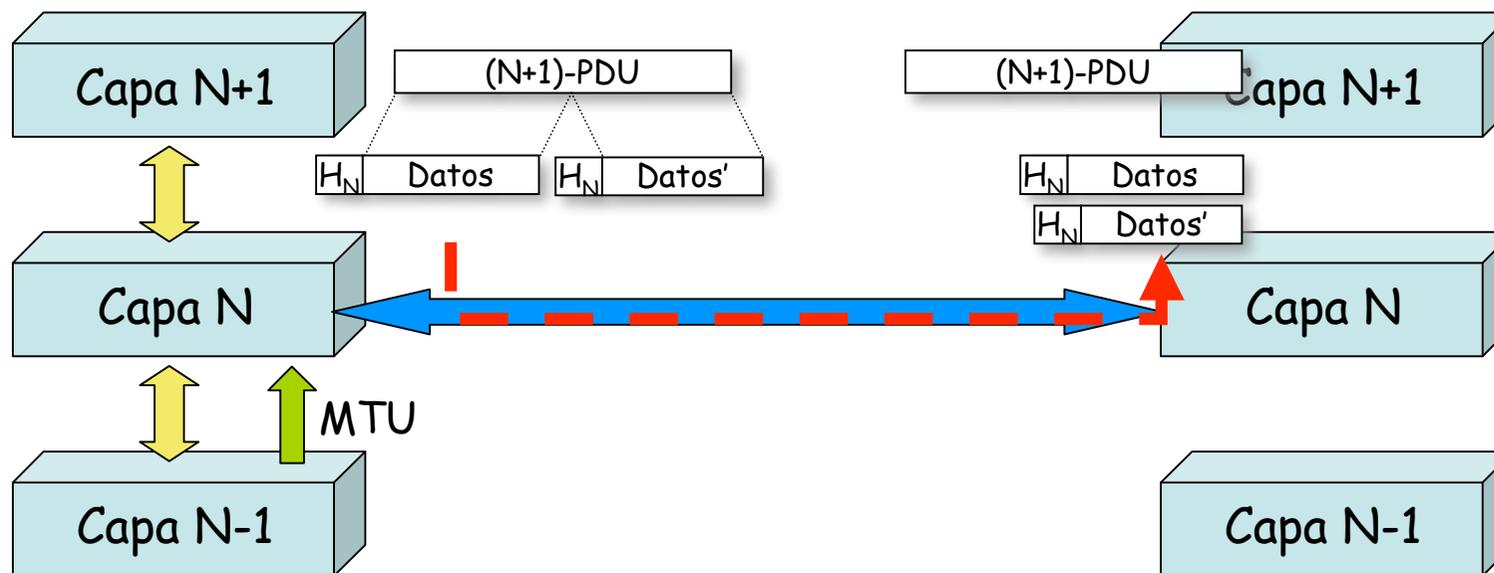
Encapsulado

- Típicos datos de control:
 - Direcciones
 - Códigos para la detección de errores
 - Control del protocolo (según los servicios ofrecidos)



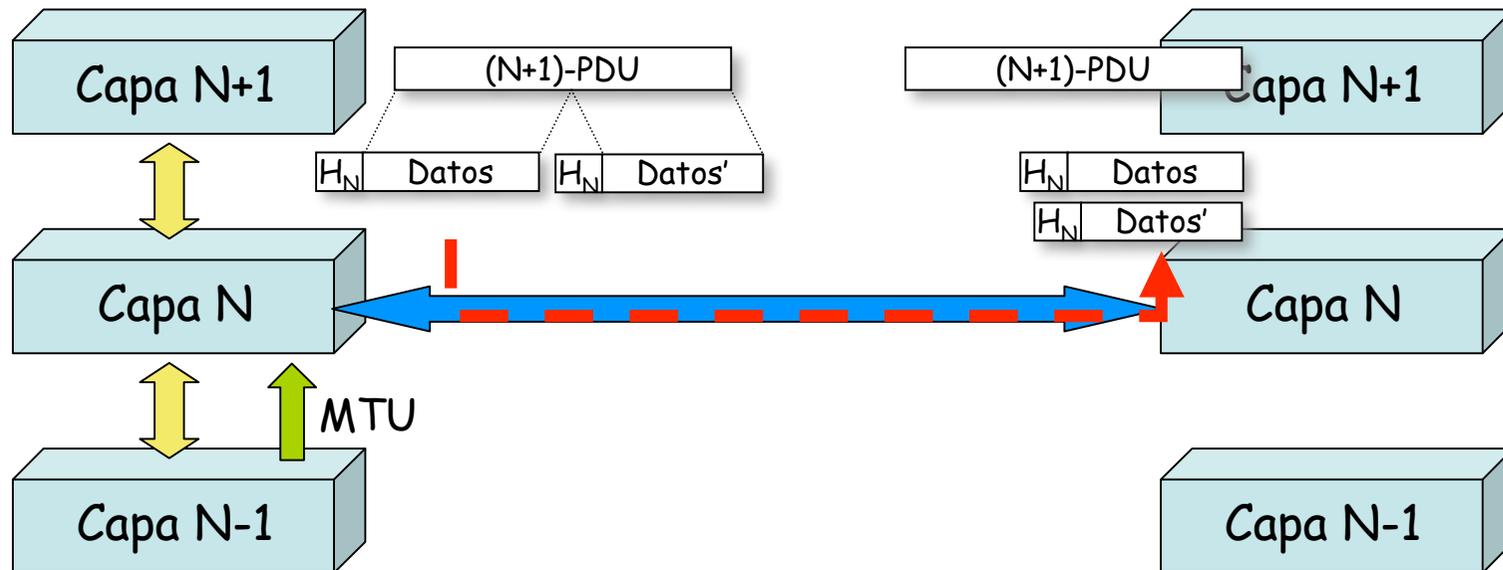
Fragmentación y reensamblado

- Un nivel puede imponer a otro una MTU
- MTU = Maximum Transfer Unit
- Motivos:
 - La tecnología en cuestión está diseñada para unos tamaños máximos o incluso constantes
 - Control de errores más eficiente a menor PDU
 - Uso de medio compartido más equitativo
 - Menores recursos de memoria en el receptor
 - Necesidad de interrumpir para tráfico de control



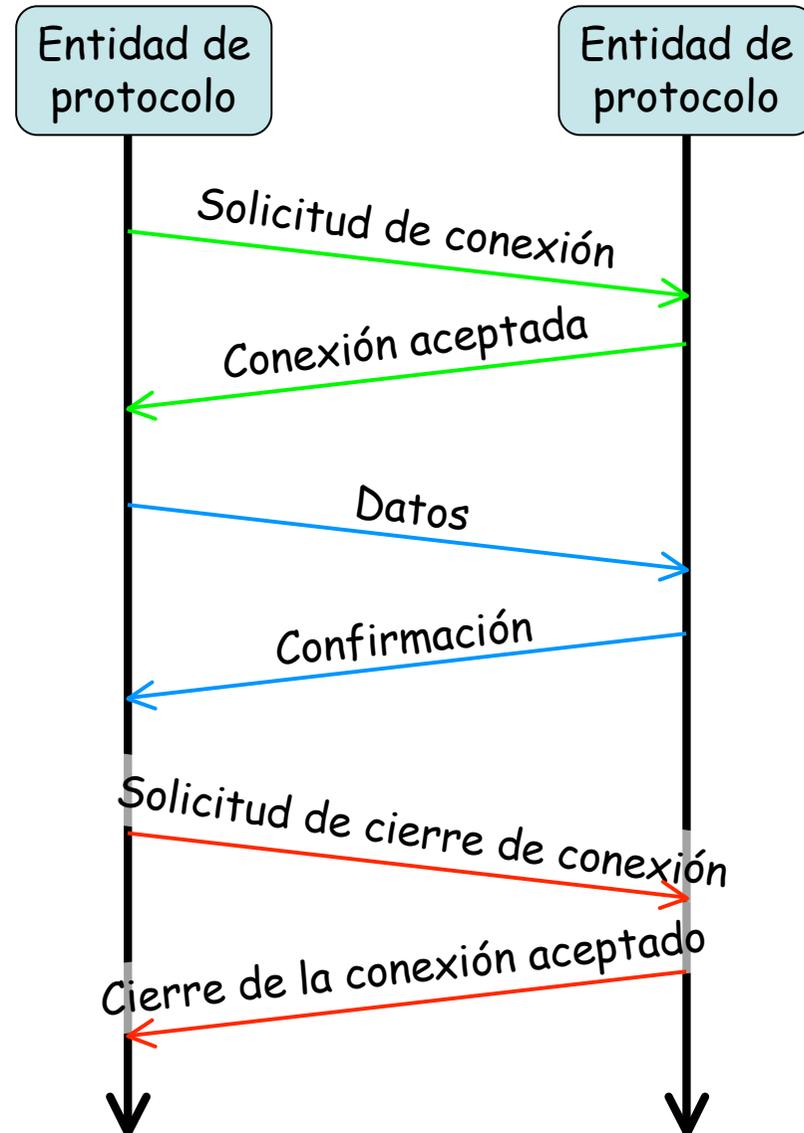
Fragmentación y reensamblado

- Desventajas:
 - Cuanto menor es el bloque mayor es la proporción de información de control
 - A menores bloques mayor número de llegadas por segundo (interrupciones)
 - Mayor tiempo de procesamiento invertido para la misma información



Control de la conexión

- Servicio de datagramas: cada PDU es independiente
- Servicio orientado a conexión: existe una asociación lógica entre las entidades extremo
- Se dan varias fases
 - Establecimiento de la conexión (...)
 - Transferencia de datos (...)
 - Cierre de la conexión (...)
- PDUs numeradas



Entrega en orden

- Una red puede desordenar las PDUs que transporta
- Una red de datagramas puede decidir un camino diferente para cada uno
- En base a este servicio, una capa orientada a conexión puede ofrecer entrega en orden
- Numeración de PDUs



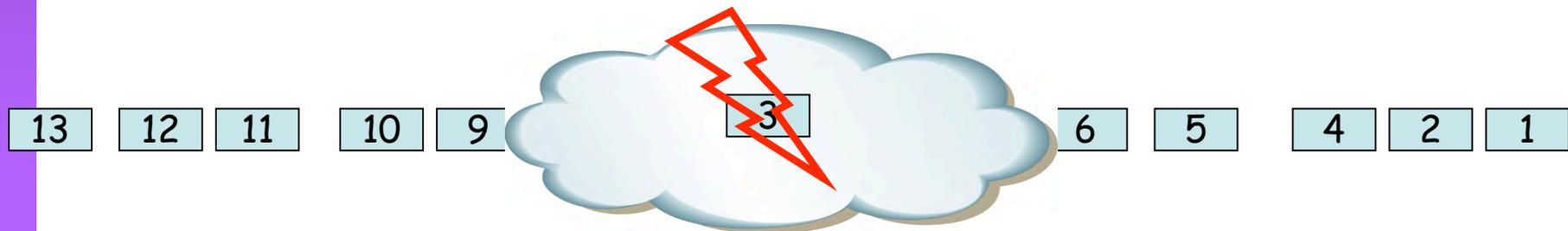
Control de flujo

- Fuente puede enviar demasiado rápido para lo que puede procesar el receptor (...)
- Desbordamiento de memoria (*buffer*)
- Control de flujo: receptor limita la velocidad de emisor
- Emisor-Receptor pueden ser extremos finales o intermedios de la red o ambos



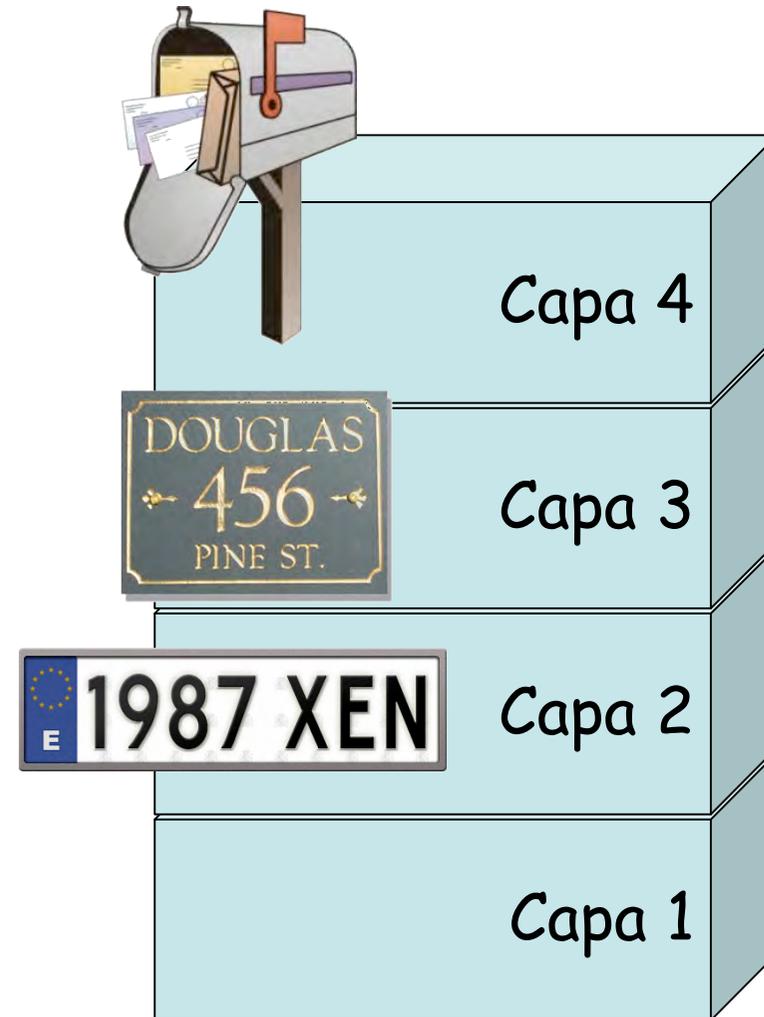
Control de errores

- Recuperar pérdidas o deterioro de los datos
- Dos funciones separadas:
 - Detección de errores (CRC) y pérdidas (timeout)
 - Retransmisión



Direccionamiento

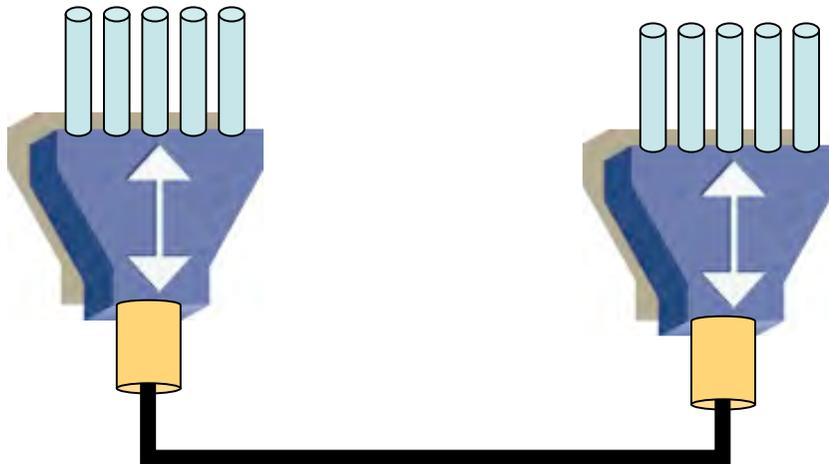
- Pretende identificar a una entidad en una máquina
- Complejo, en varias capas simultáneamente
- Ejemplo (en Internet)
 - En Capa 2: direcciones físicas (la tarjeta)
 - En Capa 3: direcciones de red (la máquina)
 - En Capa 4: puertos (la aplicación)



Multiplexación

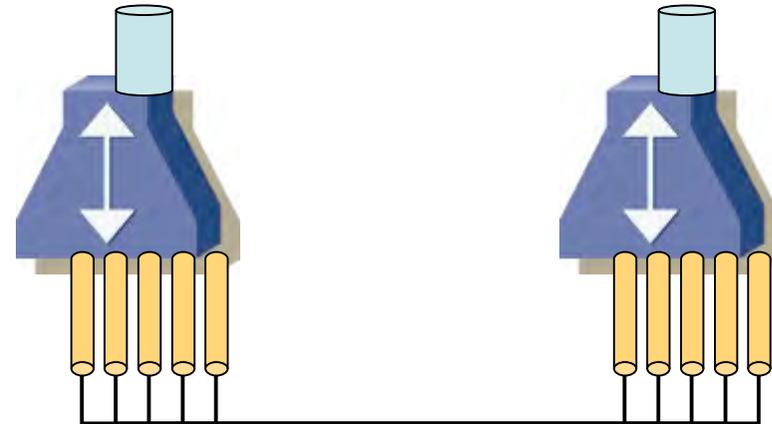
Multiplexación ascendente

- Varios flujos de capa superior se transportan en uno de capa inferior



División

- Un único flujo de capa superior se divide en varios de capa inferior



Servicios de transmisión

- Servicios adicionales
- Ejemplo:
 - Prioridades
 - Calidad de servicio
 - Seguridad



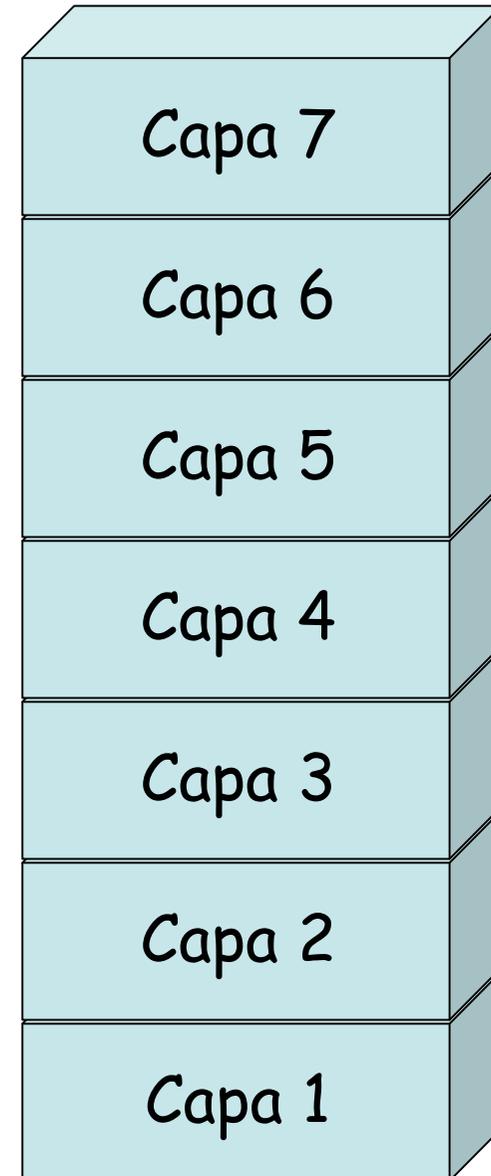
Desventajas

- Eficiencia
 - Subóptima
 - Ejemplo: TCP y enlace inalámbrico
 - Redundancia de funciones
 - Fragmentación y reensamblado
 - Espacios de direcciones
- Confuso en la realidad
 - Reapilamiento (IP sobre ATM)
 - ¿A qué capa pertenece la “seguridad”?

Arquitectura: Modelos de referencia OSI y TCP/IP

Modelo de referencia OSI de ISO

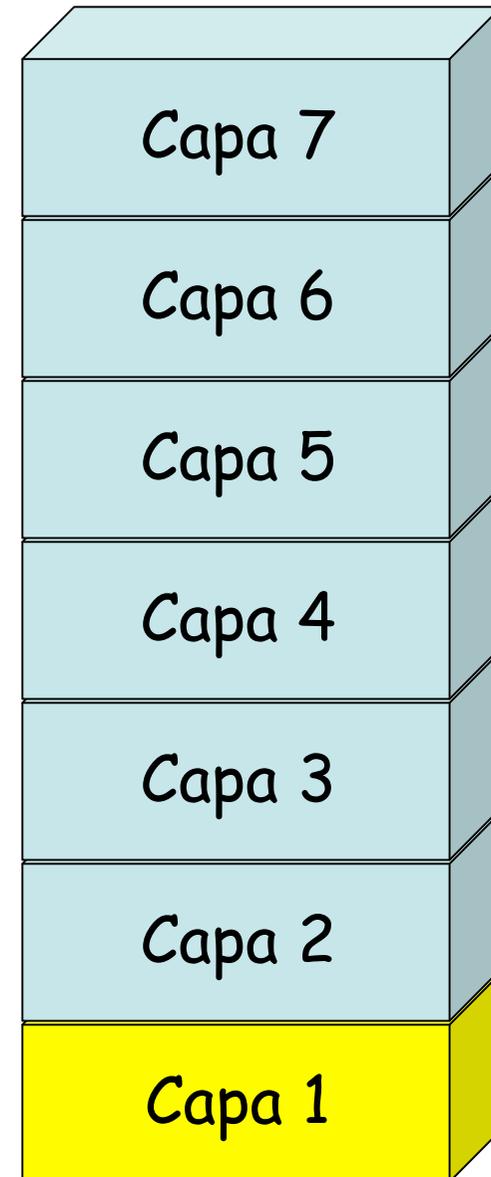
- OSI = Open Systems Interconnection
- ISO = International Organization for Standardization
- ISO 7498 (1984)
- Modelo para arquitecturas de protocolos de computadores
- CCITT X.200 (compatible)
- Capa:
 1. Capa Física
 2. Capa de Enlace de Datos
 3. Capa de Red
 4. Capa de Transporte
 5. Capa de Sesión
 6. Capa de Presentación
 7. Capa de Aplicación



Modelo de referencia OSI de ISO

Capa Física

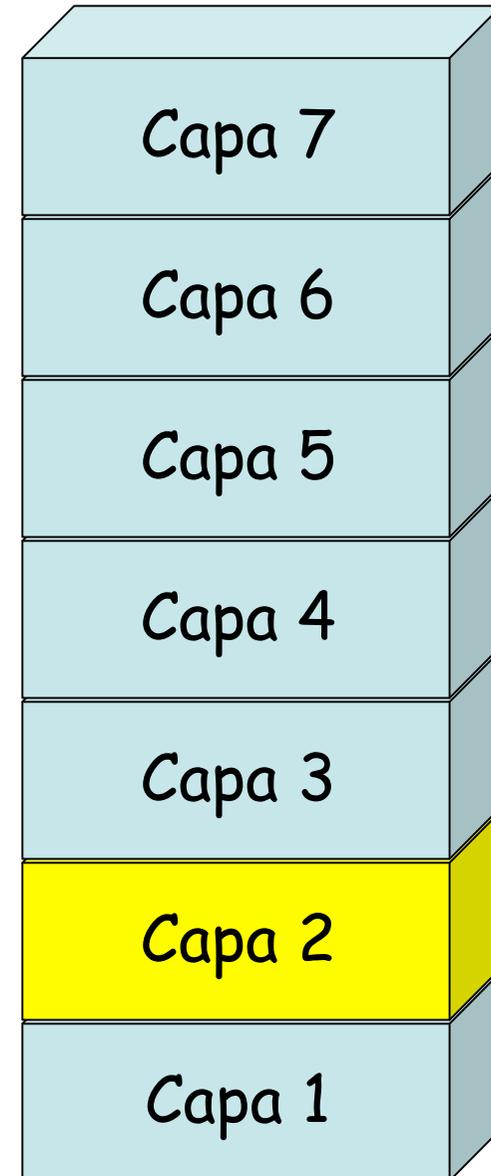
- Se encarga del interfaz físico entre los dispositivos:
 - Mecánica
 - Eléctrica
 - Funcional
 - De procedimiento



Modelo de referencia OSI de ISO

Capa de Enlace de Datos

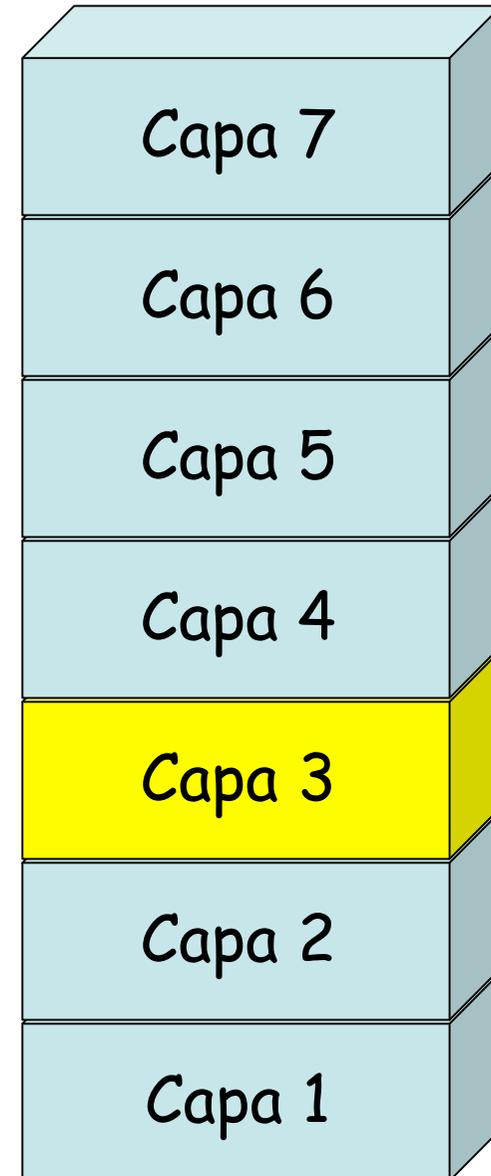
- Proporciona los medios para activar, mantener y desactivar el enlace
- Detección y control de errores
- Envío fiable a través del enlace físico
- Envía *tramas*



Modelo de referencia OSI de ISO

Capa de Red

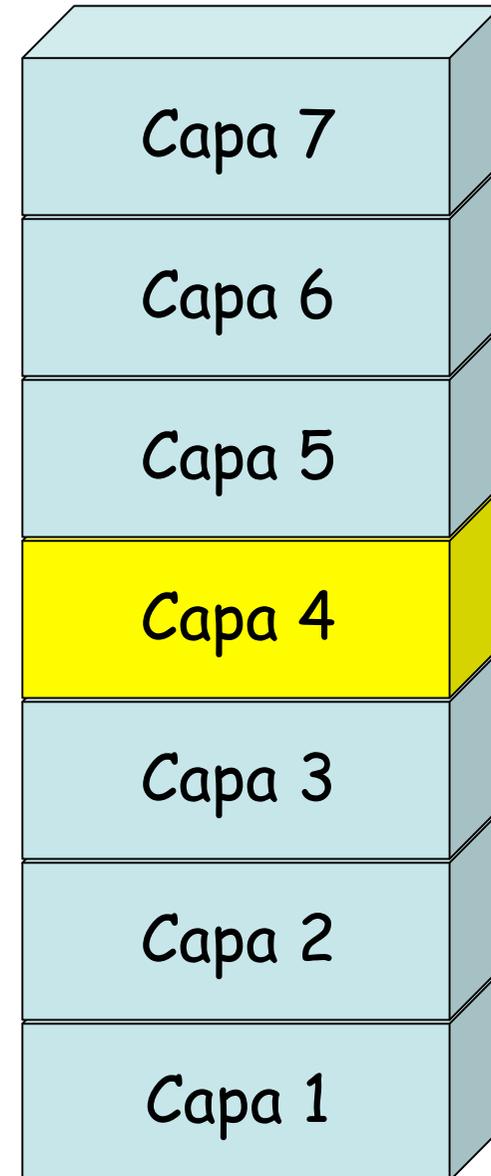
- Transferencia de información
- Las capas superiores no necesitan conocer la transmisión de datos subyacente
- Tampoco necesitan conocer las tecnologías de conmutación utilizadas para conectar los sistemas



Modelo de referencia OSI de ISO

Capa de Transporte

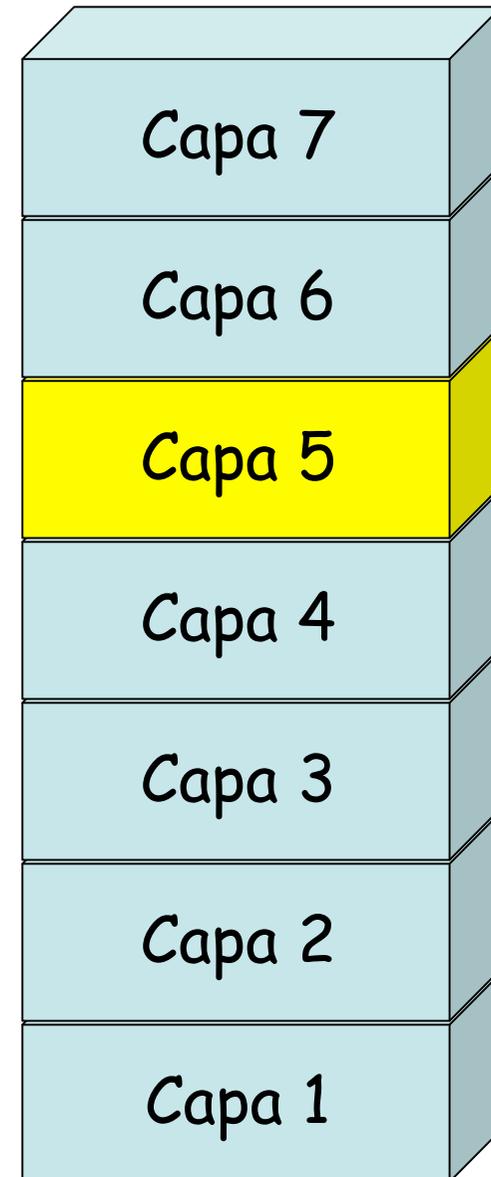
- Intercambia datos entre sistemas finales
- Libre de errores
- En orden
- Sin pérdidas
- Sin duplicaciones
- Calidad de servicio



Modelo de referencia OSI de ISO

Capa de Sesión

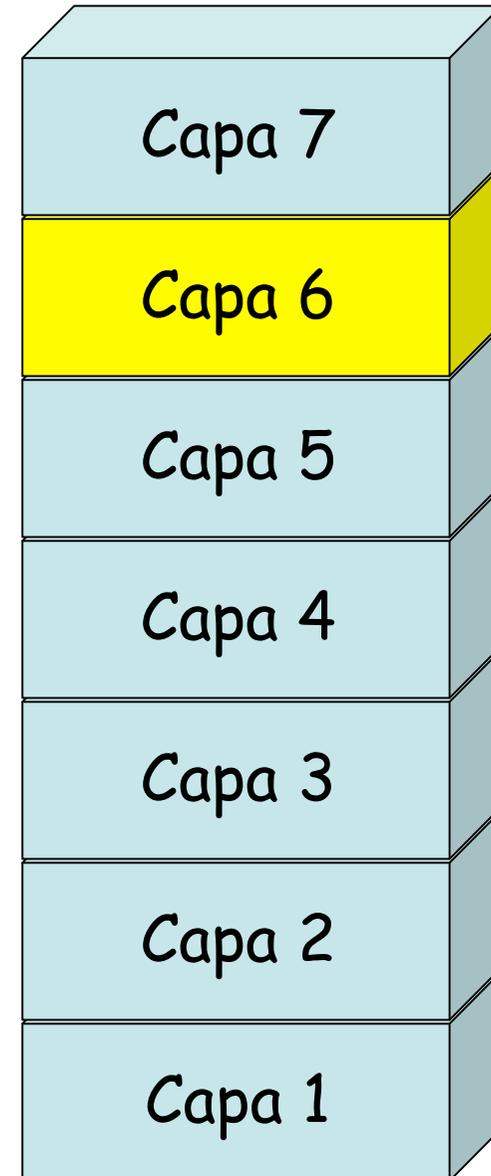
- Control y disciplina de diálogo entre aplicaciones (ej. half/full duplex)
- Agrupamiento (grupos de datos para la aplicación)
- Recuperación (puntos de comprobación)
- Gestiona *sesiones* entre aplicaciones



Modelo de referencia OSI de ISO

Capa de Presentación

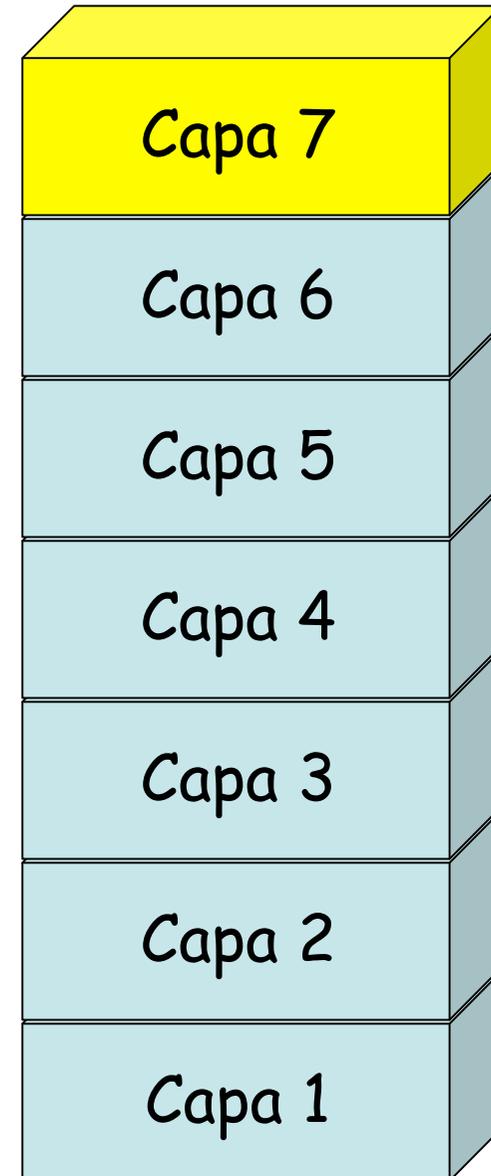
- Ofrece a la aplicación independencia en la representación de datos (sintaxis)
- Codificación y formato de los datos
- Compresión de los datos
- Cifrado de datos



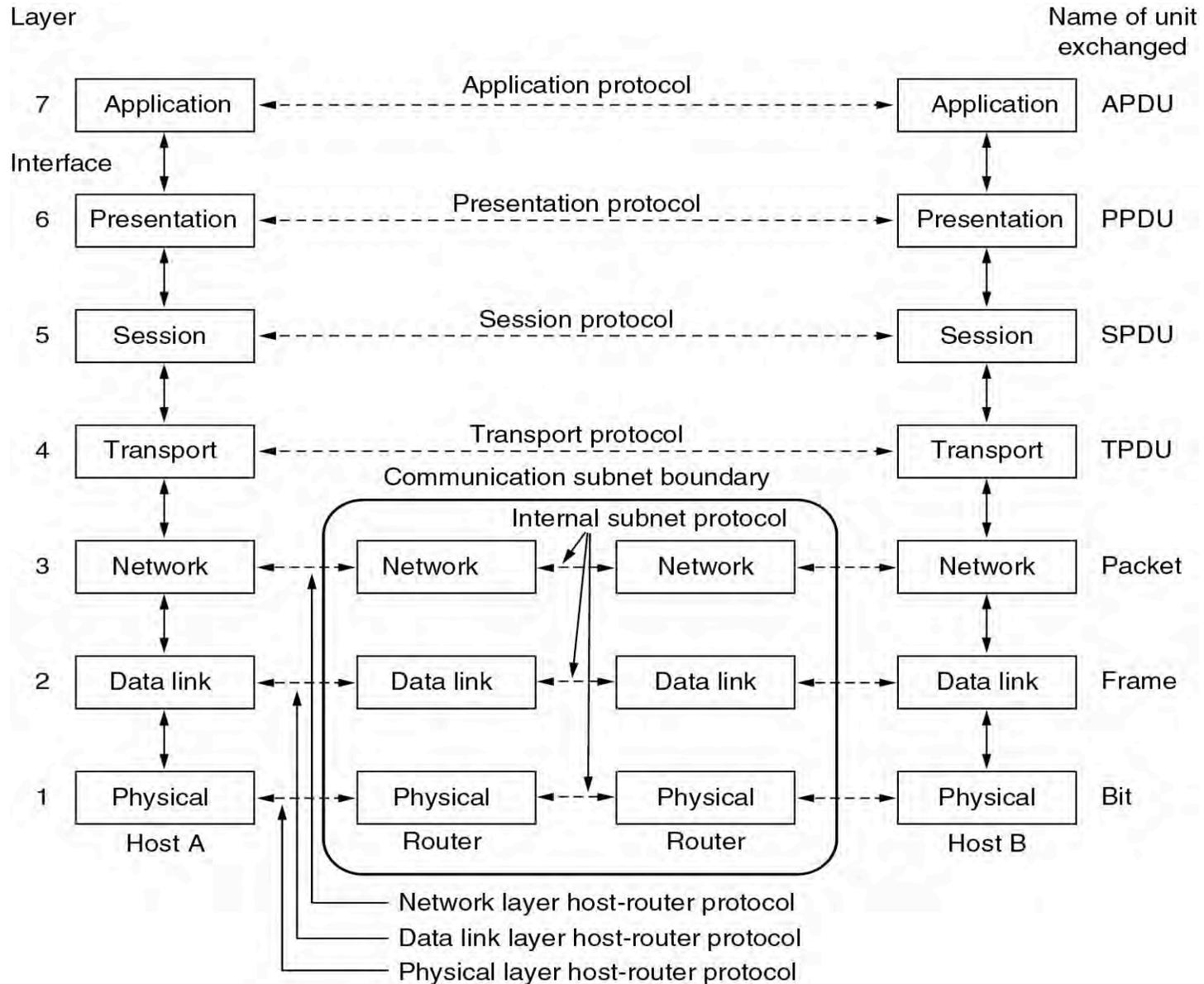
Modelo de referencia OSI de ISO

Capa de Aplicación

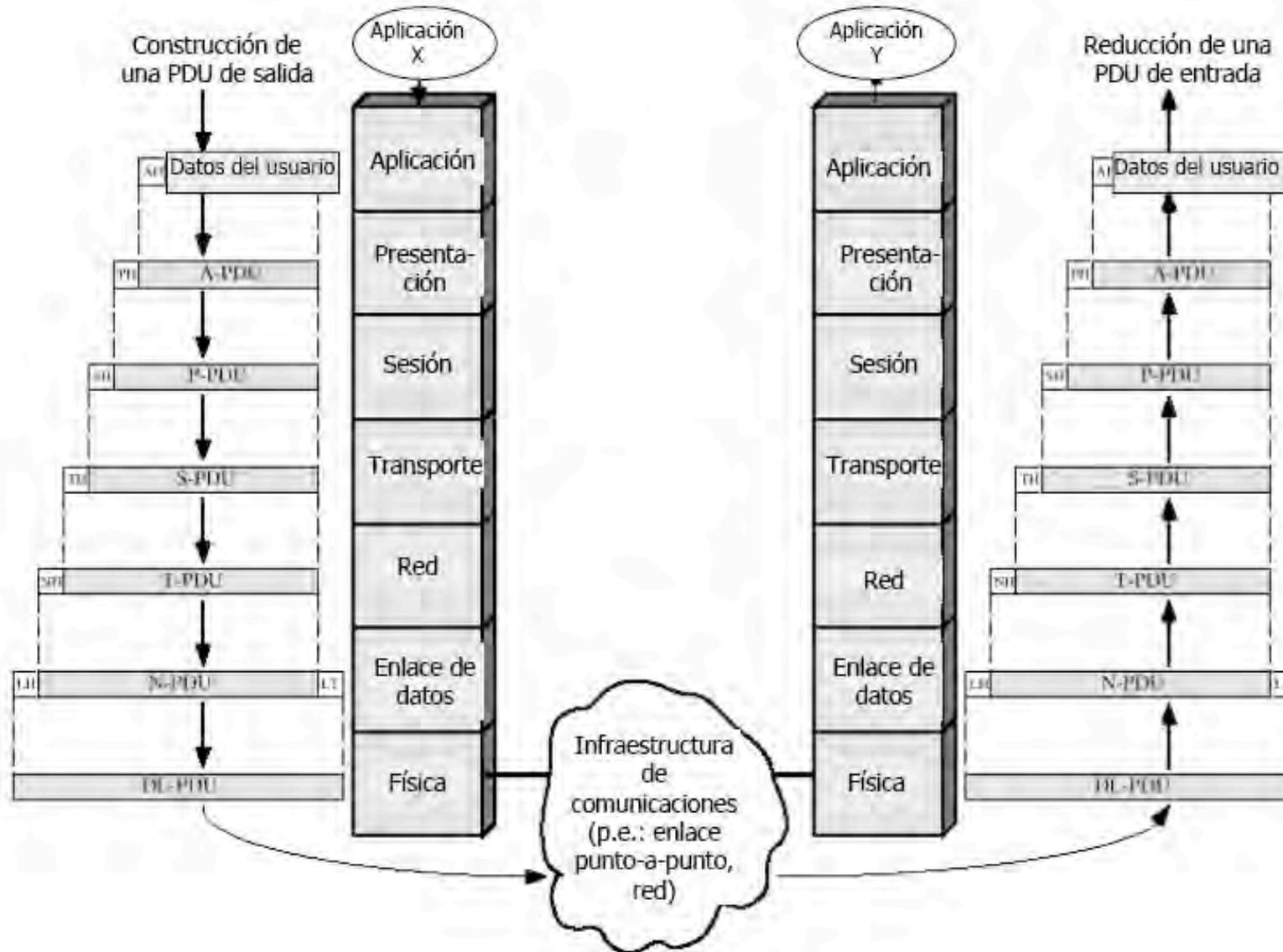
- Medio para que los programas de aplicación accedan al entorno OSI



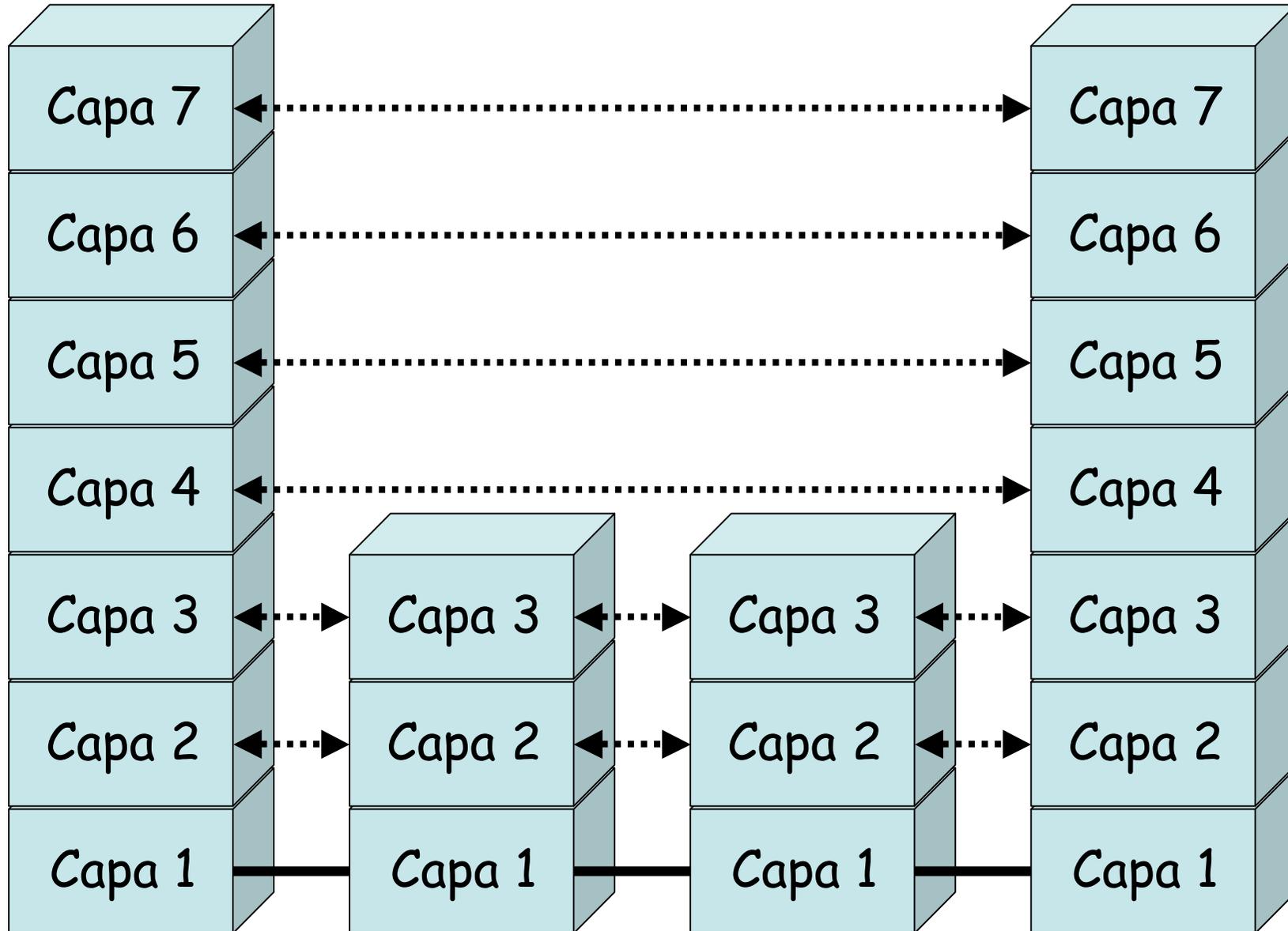
Modelo de referencia OSI de ISO



Modelo de referencia OSI de ISO

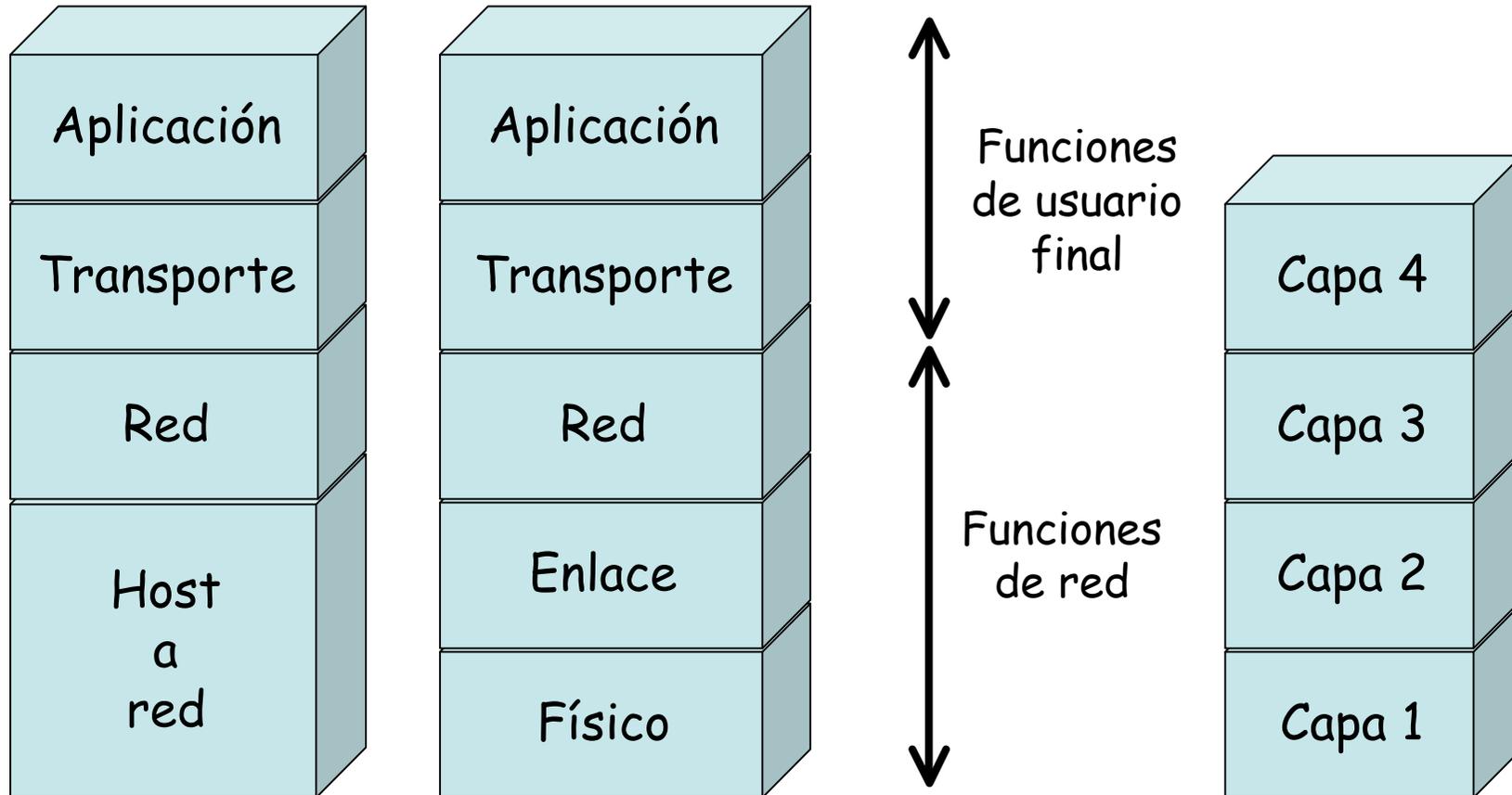


Ejemplo: Encaminador

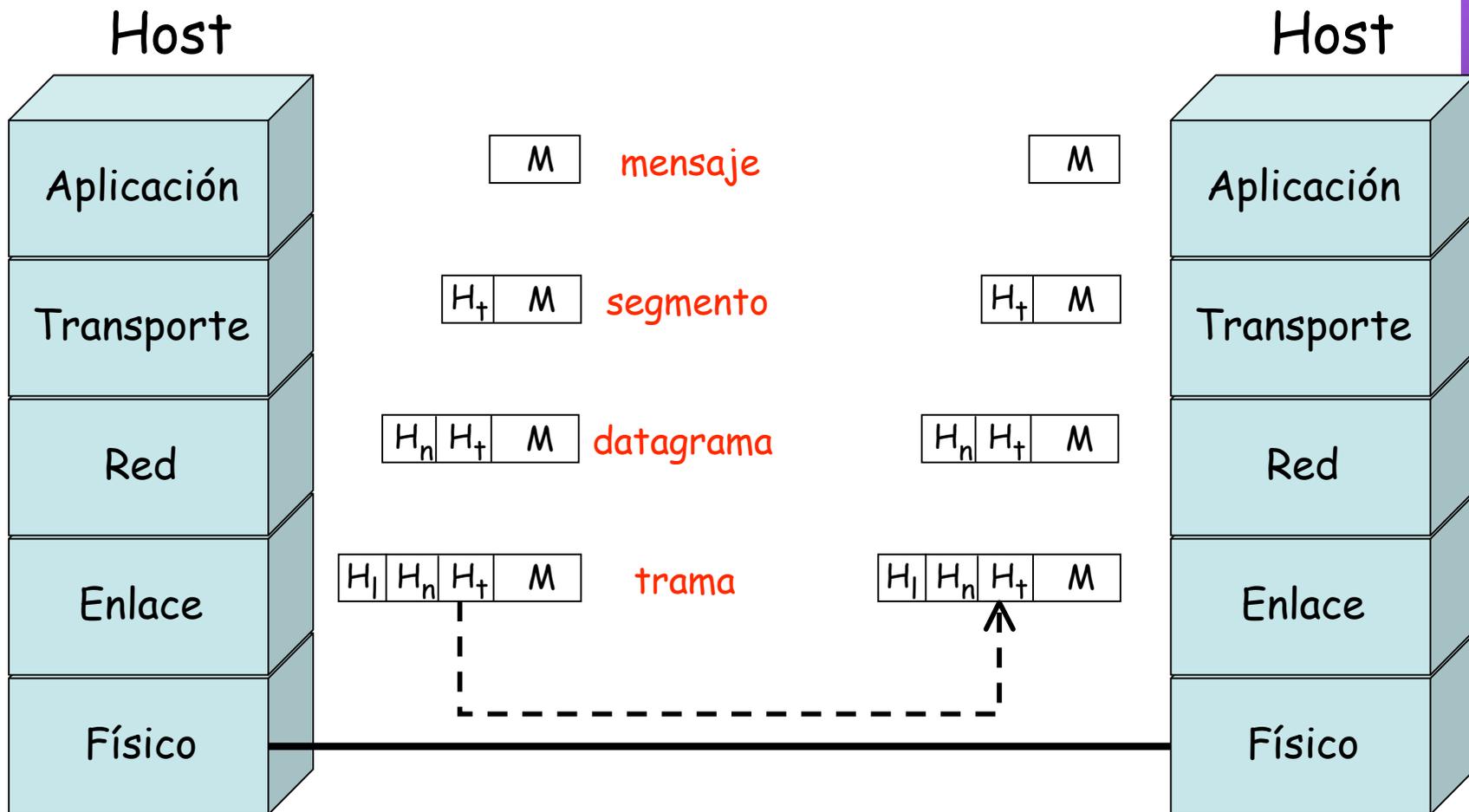


Estructura de niveles en Internet

- Arquitectura dominante
- A partir de un proyecto del DARPA
- Familia de protocolos TCP/IP



Estructura de niveles en Internet



Funciones

Aplicación

- Comunicación entre aplicaciones o procesos
- Solicita conexiones
- Presenta datos...

Transporte (TCP/UDP)

- Transferencia de datos extremo-a-extremo
- Asegurar la llegada de datos, control de flujo y congestión

Red (IP)

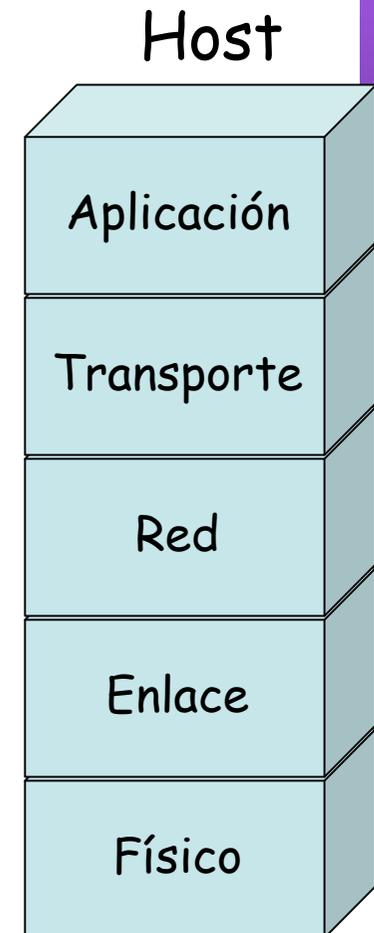
- Direccionamiento global
- Encaminamiento, reenvío...

Enlace

- Tramas, corrección de errores
- Direccionamiento local
- Conmutación...

Físico

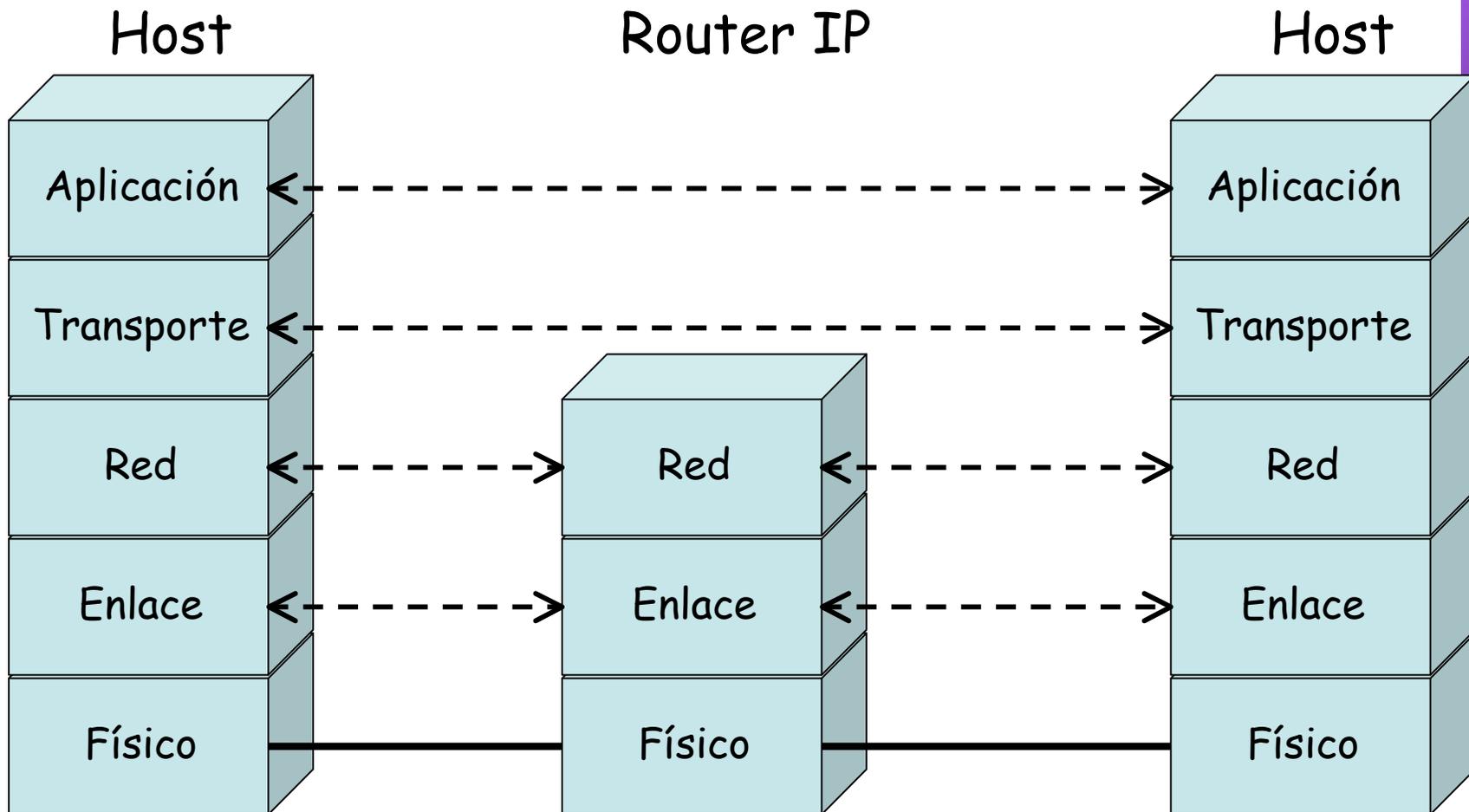
- Modulación, demodulación, tasa de señalización y codificación



Estructura de niveles en Internet



Estructura de niveles en Internet



Organizaciones y estándares

Historia

- 1865 : Unión Telegráfica Internacional (ITU) (20 estados miembros)
- 1884 : Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)
- 1918 : Instituto Nacional Americano de Estándares (ANSI)
- 1924 : Comité Consultivo Internacional de Telefonía (CCIF)
- 1925 : Comité Consultivo Internacional Telegráfico (CCIT)
- 1927 : Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR)
- 1932 : De la fusión de dos entidades de la antigua ITU se funda la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU)
- 1947 : Organización Internacional de Estandarización (ISO)
- 1956 : CCIT y CCIF se fusionan en el Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT)
- 1992 : La ITU se reorganiza en la ITU-T (Telecomunicaciones), la ITU-R (Radiocomunicaciones) y ITU-D (Desarrollo)

Tipos de estándares

- De facto:
 - Alta penetración y aceptación en el mercado
 - No son oficiales
- De jure:
 - Definidos por grupos u organizaciones oficiales (ITU, ISO, ANSI, etc)
- Propietarios:
 - Propiedad de una corporación
 - Estrategia de captación y supeditación de usuarios
 - Si tiene éxito puede alzarse como estándar de facto

Tipos de organizaciones de estándares

- **Oficiales:**
 - Consultores independientes
 - Miembros de secretarías de estado de diferentes países
 - Diseñan recomendaciones a partir de cero
 - Ajenos a impulsos comerciales
 - Idealistas
 - Ejemplos: ITU, ISO, ANSI, IEEE, etc.
- **Consortios de fabricantes:**
 - Compañías fabricantes de equipos de comunicaciones y desarrolladores de software
 - Estándares para sus productos para conquistar un mercado
 - Contacto con el mundo real
 - Buscan implementaciones sencillas
 - Llevan antes los beneficios del estándar al usuario final
 - Promueven la interoperatividad entre sus productos
 - Ejemplos: ATM Forum, Frame Relay Forum, ADSL Forum, Gigabit Ethernet Alliance, etc.

ITU

- International Telecommunication Union
- <http://www.itu.int>
- Sede en Ginebra
- Dentro de las Naciones Unidas
- Compuesto por:
 - ITU-T (antes CCITT)
 - ITU-R (antes CCIR)
 - ITU-D



IEEE

- Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- “Eye-triple-E”
- <http://www.ieee.org>
- Abarca desde sistemas aeroespaciales, computadores, telecomunicaciones a ingeniería biomédica, electrónica de consumo, etc.
- Establecido en EE.UU. en 1884
- Comité 802 (redes de área local)
- Publica estándares y 128 revistas
- Esponsoriza más de 300 conferencias cada año



¿ Internet ?

IETF

- Internet Engineering Task Force
- <http://www.ietf.org>
- *“... is a loosely self-organized group of people who contribute to the engineering and evolution of Internet technologies. It is the principal body engaged in the development of new Internet standard specifications.” [RFC3160]*



ISOC

- Internet society
- <http://www.isoc.org>
- Sin ánimo de lucro
- No gubernamental ni técnico
- *“The Internet SOCIety (ISOC) is a professional membership society with more than 150 organization and 16,000 individual members in over 180 countries. It provides leadership in addressing issues that confront the future of the Internet, and is the organization home for the groups responsible for Internet infrastructure standards” [RFC3160]*



¿ Internet ?

IESG

- Internet Engineering Steering Group
- <http://www.ietf.org/iesg.html>
- “ ... *The IESG ratifies or corrects the output from the IETF's Working Groups, gets WGs started and finished, and makes sure that non-WG drafts that are about to become RFCs are correct.*” [RFC3160]

IAB

- Internet Architecture Board
- <http://www.iab.org>
- “*The IAB is responsible for keeping an eye on the "big picture" of the Internet, and focuses on long-range planning and coordination among the various areas of IETF activity.*” [RFC3160]

¿ Internet ?

IANA

- Internet Assigned Number Authority
- <http://www.iana.org>



ICANN

- Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
- <http://www.icann.org>

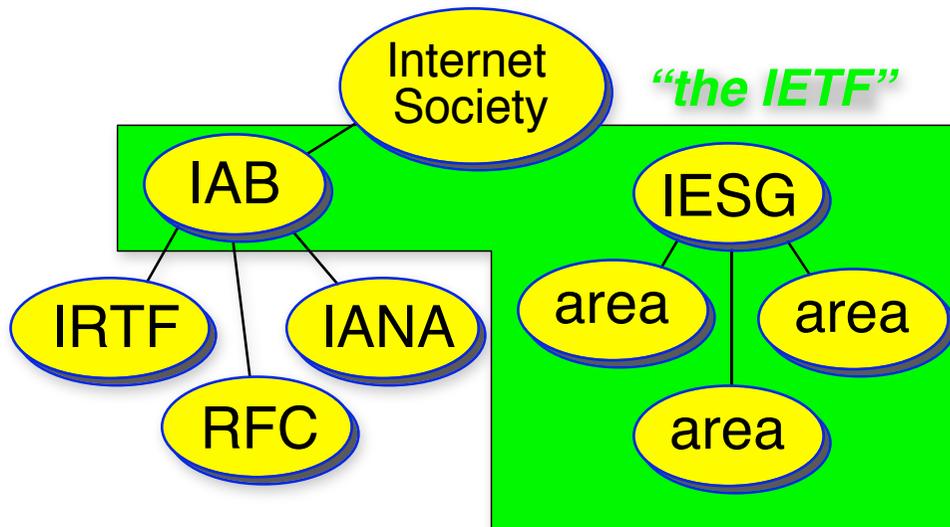


IRTF

- Internet Research Task Force
- <http://www.irtf.org>

¿ Internet ?

- **RFC**
 - Request For Comments
 - <http://www.rfc-editor.org>
- Drafts, STDs, FYIs, BCPs



Jon Postel

6/8/1943-16/10/1998

*"Be liberal in what you accept and
conservative in what you send"*

[RFC760]

Editor de los RFC durante 30 años

We reject kings, presidents and voting. We believe in rough consensus and running code.

Dave Clark [MIT]

¿ Qué entra en el examen ?

- ¿Qué es un protocolo?
- ¿Por qué creamos una arquitectura de niveles?
- ¿Qué funcionalidades ofrece cada nivel?
- ¿Qué es ISO de OSI?
- ¿Cómo es la arquitectura TCP/IP?
- ¿Qué organizaciones de estandarización hay en esto de las redes y qué hacen?

Próximo día

Conmutación de paquetes

- Lecturas recomendadas:
 - [Kurose05] 1.6
 - [Stallings01] 10.5