



Introducción

Karima Velásquez

karima.velasquez@ciens.ucv.ve



Agenda

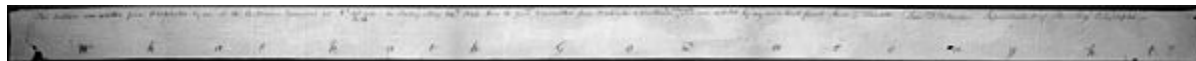
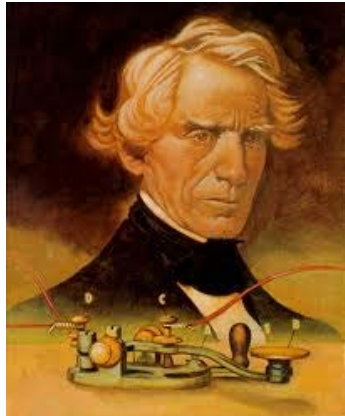
- Historia de las telecomunicaciones
- Revisión de los aspectos básicos de las redes de computadores
- Modelo de referencia OSI
- Ancho de Banda, Delay, Throughput, Jitter

Historia de las Telecomunicaciones



Historia de las Telecomunicaciones

- 1837
 - Samuel Morse experimenta con el primer telégrafo moderno



Historia de las Telecomunicaciones

- 1854
 - David Hughes construye un telégrafo que transforma impulsos eléctricos en letras impresas



Historia de las Telecomunicaciones

- 1876
 - Alexander Graham Bell solicita la patente del teléfono
- 1880
 - Primeras líneas telefónicas interurbanas



Historia de las Telecomunicaciones

- 1910-1919
 - Instalación de cables submarinos en distancias cortas
 - Primera experiencia de radiodifusión en EEUU
 - Primera comunicación a través del Atlántico



Historia de las Telecomunicaciones

- 1930
 - Difusión de la televisión



Historia de las Telecomunicaciones

- 1957
 - URSS lanza el primer satélite artificial (Sputnik)
 - En EEUU se crea la Advanced Research Projects Agency (ARPA)



Historia de las Telecomunicaciones

- 1966
 - Se emplea por primera vez la fibra óptica para conversaciones telefónicas



Historia de las Telecomunicaciones

- 1969
 - Creación de ARPANET, de uso exclusivo militar

Historia de las Telecomunicaciones

- 1980
 - Nacen grupos de discusión y el e-mail



Historia de las Telecomunicaciones

- 1983
 - TCP/IP es estandarizado
- 1984
 - Extensiones de Nombre de Dominio son establecidas

Historia de las Telecomunicaciones

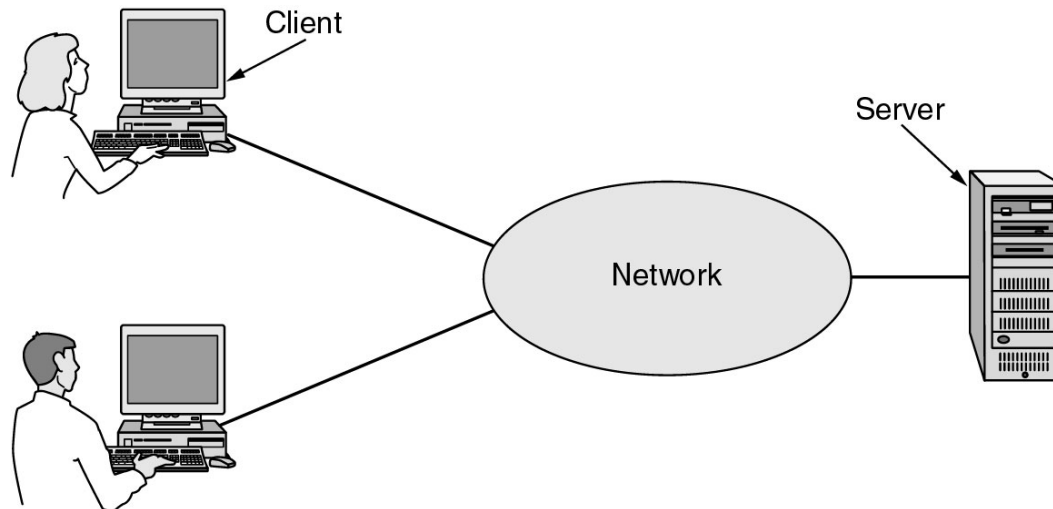
- 1993
 - 130 sitios web en Internet
- 1998
 - 2.200.200 sitios web en Internet

Aplicaciones de las Redes

- Aplicaciones de Negocios
- Aplicaciones Domésticas
- Aplicaciones Móviles
- Implicaciones Sociales

Aplicaciones de Negocio

- Compartición de Recursos



Aplicaciones de Negocio

- Medio de comunicación
 - Correo electrónico
 - Mensajería
 - Facebook
 - Videoconferencia



Aplicaciones de Negocio

- ◉ Negocios electrónicos
 - ◉ Pedidos electrónicos
 - ◉ Comunicación proveedores-clientes
- ◉ Comercio electrónico
 - ◉ Catálogos en línea
 - ◉ Pedidos en línea
 - ◉ Compras electrónicas



Aplicaciones Domésticas

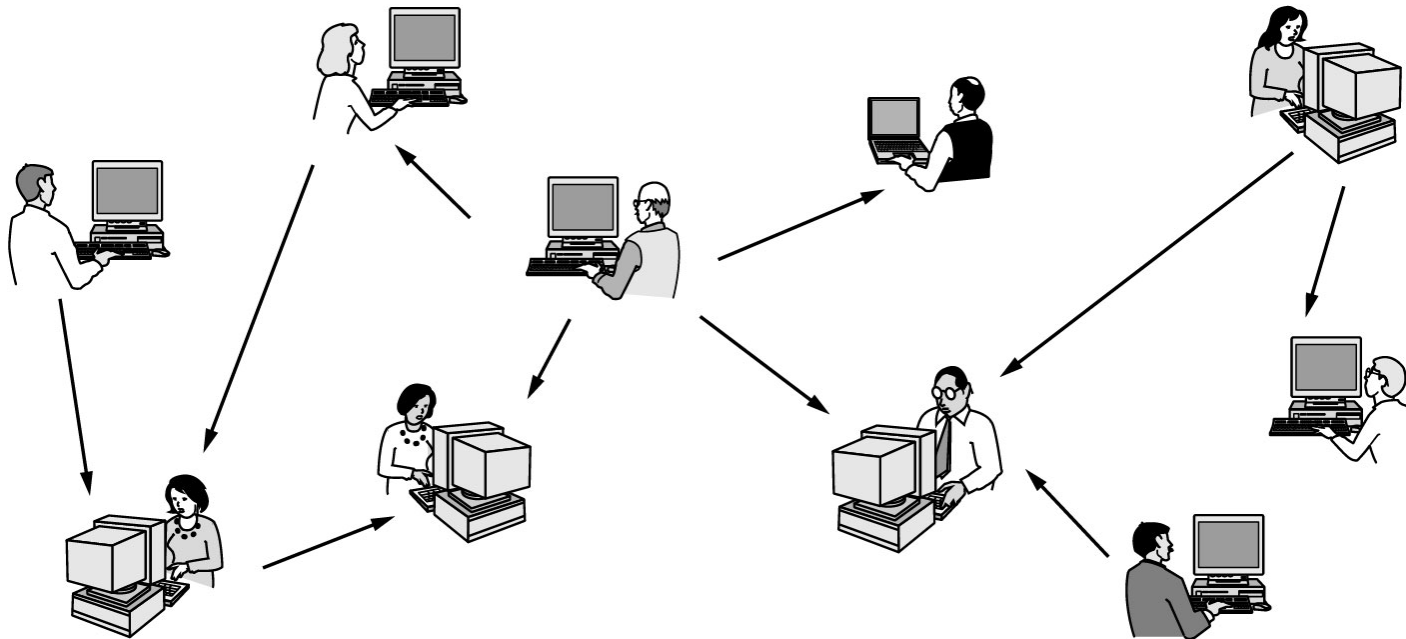
- Acceso a información remota
 - WWW
 - Periódicos
 - Información como salud, cocina, historia, ciencia, etc..
- Comunicación persona a persona
 - Correo electrónico
 - Facebook
 - Mensajería

Aplicaciones Domésticas

- En 1977 Ken Olsen era presidente de *Digital Equipment Corporation*, segundo proveedor de computadores del mundo después de IBM opinó:
 - *No hay razón alguna para que un individuo tenga una computadora en su casa*
 - DEC ya no existe

Aplicaciones Domésticas

Comunicación de igual a igual



Aplicaciones Domésticas

- ◉ Llamadas telefónicas usando Internet
- ◉ Radio por Internet
- ◉ Entretenimiento
 - ◉ Video bajo demanda
 - ◉ IPTV
 - ◉ Juegos
 - ◉ Redes sociales

Aplicaciones Domésticas

Comercio electrónico

Tag	Full name	Example
B2C	Business-to-consumer	Ordering books on-line
B2B	Business-to-business	Car manufacturer ordering tires from supplier
G2C	Government-to-consumer	Government distributing tax forms electronically
C2C	Consumer-to-consumer	Auctioning second-hand products on-line
P2P	Peer-to-peer	File sharing

Aplicaciones Móviles

Wireless	Mobile	Applications
No	No	Desktop computers in offices
No	Yes	A notebook computer used in a hotel room
Yes	No	Networks in older, unwired buildings
Yes	Yes	Portable office; PDA for store inventory

Implicaciones Sociales

- ◉ Mensajes ofensivos dentro de grupos con determinados intereses o en blogs
- ◉ Mensajes electrónicos enviados en sitios de trabajo (en horas o no de trabajo), universidades, colegios
- ◉ Monitoreo de información por parte de los gobiernos con diversos fines
- ◉ Envío de mensajes anónimos
- ◉ Spam
- ◉ Delitos informáticos
- ◉ Irrespeto a los derechos de autor
- ◉ Wikileaks

Wikileaks confirma que seguirá publicando documentos secretos

11:14 AM Berlín.- El portal electrónico de filtraciones WikiLeaks afirmó que continuará publicando documentos secretos de gobiernos alrededor del mundo, a pesar de que el Pentágono les haya exigido cancelar sus planes de revelar papeles confidenciales del ejército estadounidense.

"Te puedo asegurar que vamos a seguir publicando documentos. Eso es lo que hacemos", le dijo el sábado a la AP un vocero de WikiLeaks, que se hace llamar Daniel Schmitt para proteger su verdadera identidad, indicó AP.

Schmitt dijo que no podía hablar sobre ningún documento en particular pero señaló que la publicación de archivos secretos sobre la guerra en Afganistán contribuyó a que el público entendiera el conflicto.

"El conocimiento sobre asuntos como la guerra en Afganistán es la única vía para ayudar a crear algo parecido a la seguridad", dijo Schmitt. "Ojalá que con este conocimiento, el escrutinio del público influya a los gobiernos para que desarrollen mejores políticas".

El vocero negó las acusaciones de que el grupo puso la seguridad nacional de Estados Unidos o las vidas de algunas personas en riesgo al filtrar documentos del gobierno. "Hemos hecho lo posible y aún estamos trabajando para minimizar el daño que se ha causado", dijo.

El Pentágono le exigió a Wikileaks que cancele sus planes de publicar más documentos militares secretos y retire decenas de miles de textos sobre la guerra en Afganistán que fueron publicados en el sitio el 25 de julio y que muestran la frustración del ejército con el conflicto.

El pedido, que el Pentágono no tiene el poder para hacer cumplir de forma independiente, busca evitar que se publiquen cerca de 15.000 nuevos documentos secretos que la página dice tener y posiblemente también comunicaciones del Departamento de Estado.

Schmitt dijo que el grupo está comprometido con las preocupaciones de seguridad del mundo entero, que en algunos casos pueden ser opuestas a los intereses nacionales de Estados Unidos. "Wikileaks es una organización que actúa globalmente", dijo. "En ese aspecto, somos responsables hacia la gente del mundo y no al pueblo o los intereses particulares de una sola nación".

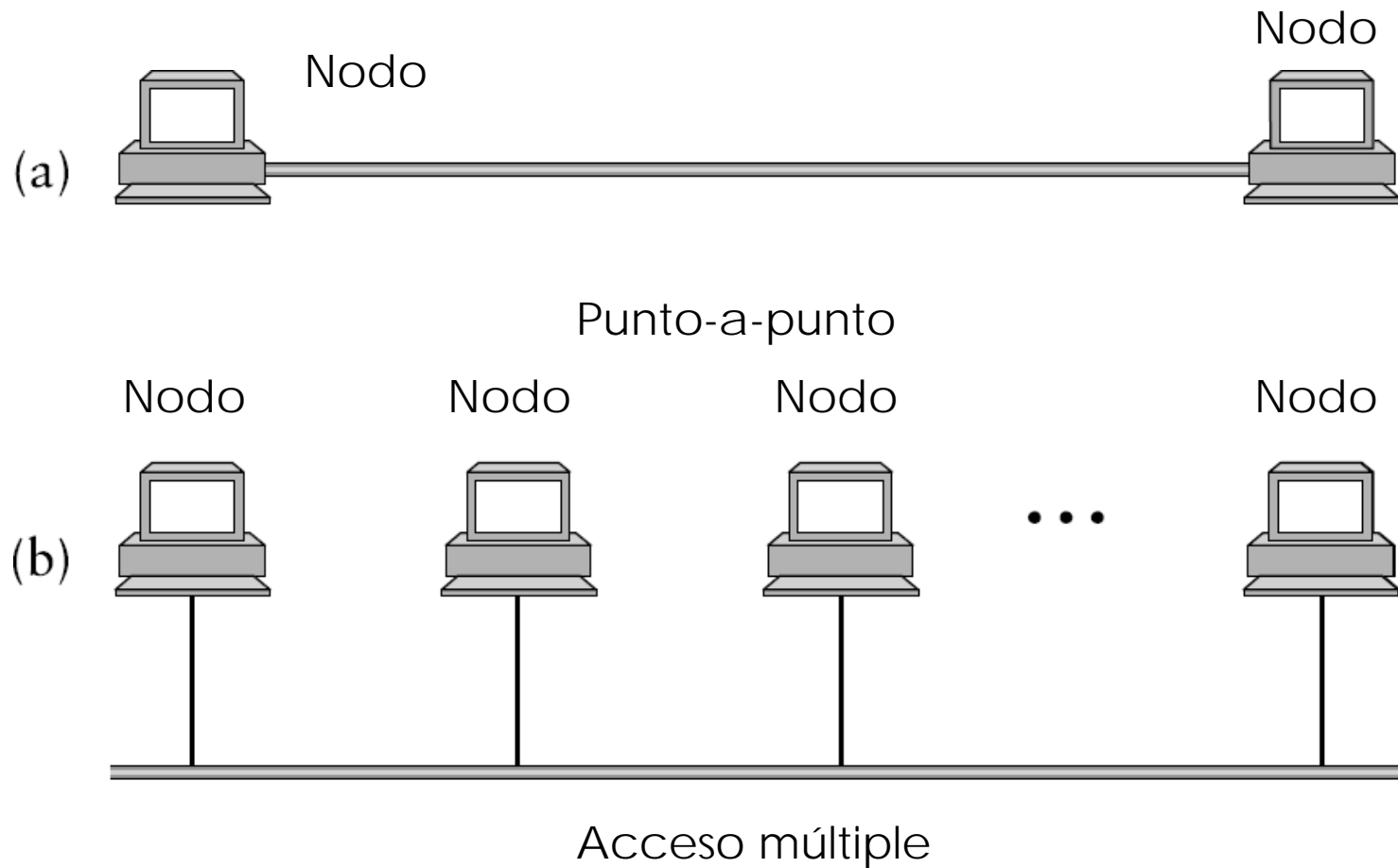
Requerimientos

- ¿Cuántos mensajes, aproximadamente, cree usted que se pueden intercambiar en Internet tan sólo haciendo *click* en un URL?

Requerimientos

- 6 mensajes resolviendo el nombre del servidor
- 3 mensajes para establecer una conexión TCP
- 4 mensajes HTTP
- 4 mensajes para terminar la conexión TCP

Requerimientos: Conectividad

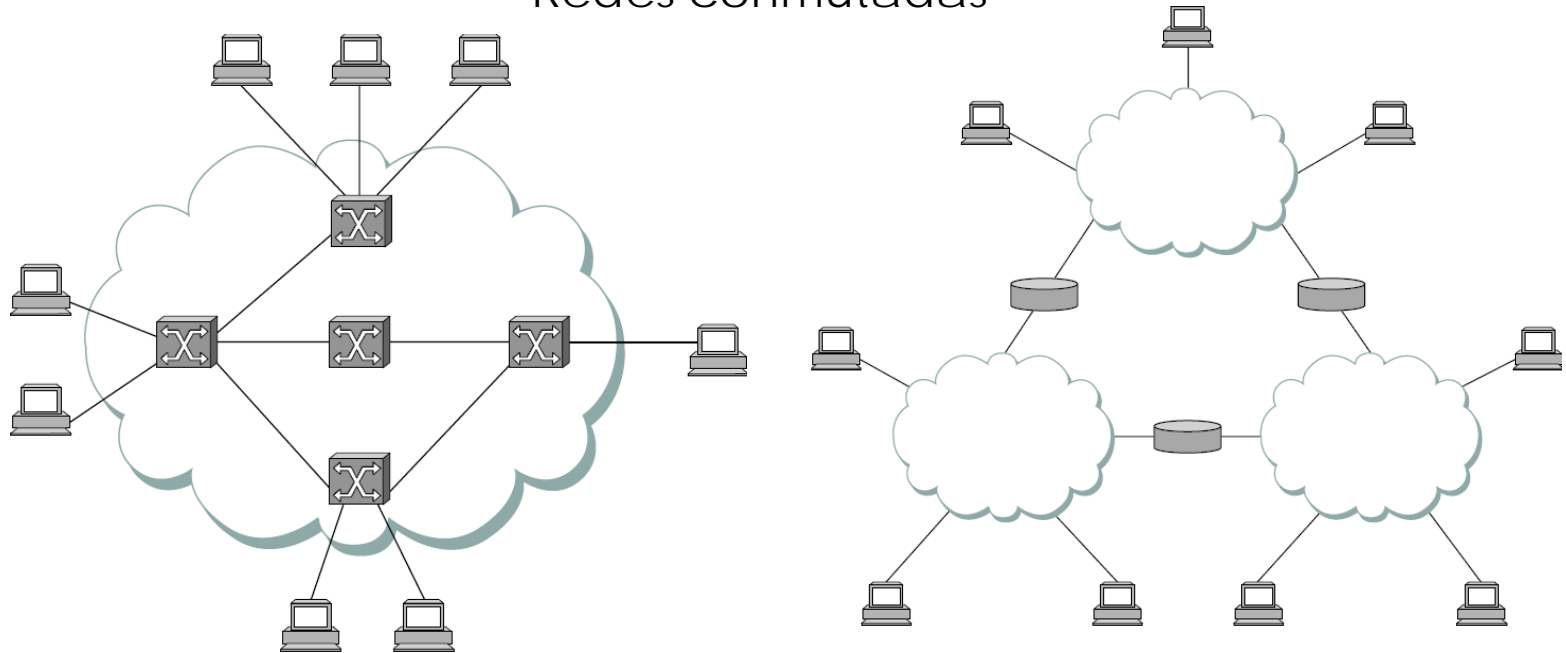


Requerimientos: Conectividad

- Redes conmutadas
 - Una red puede ser definida recursivamente como:
 - Uno o más nodos conectados por un enlace
 - Dos o más redes conectadas por uno o más nodos
 - Nodo → hardware de propósito especial, host, switch

Requerimientos: Conectividad

Redes conmutadas



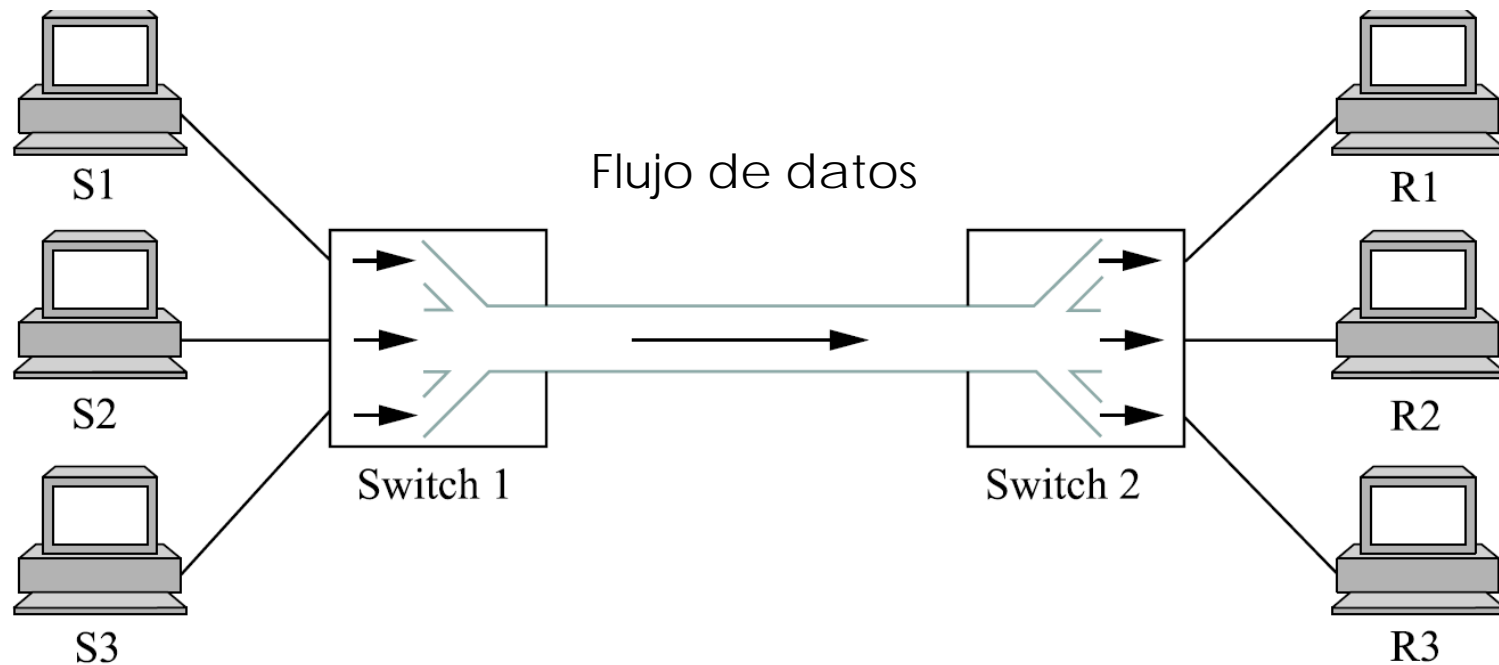
Requerimientos: Conectividad

- Redes conmutadas
 - Conmutación por circuito
 - Conmutación por paquetes

Requerimientos: Conectividad

- Dirección
 - Conjunto de bytes que identifican un nodo
 - Usualmente única
- Enrutamiento
 - Proceso de enviar un mensajes al nodo destino basado en su dirección
- Tipos de dirección:
 - Unicast
 - Broadcast
 - Multicast

Requerimientos: Compartición de Recursos



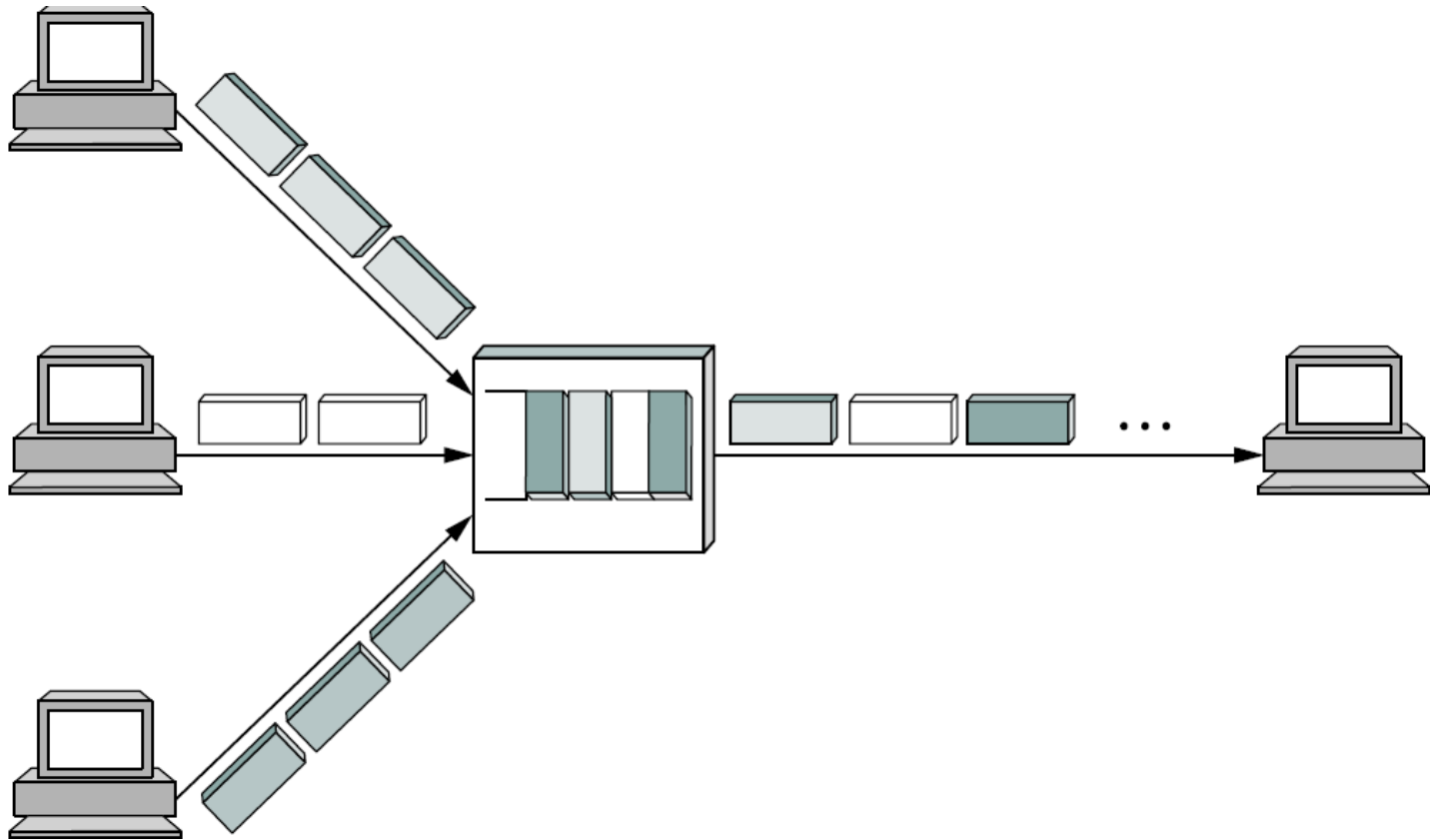
Requerimientos: Compartición de Recursos

- Multiplexación:
 - TDM (Time Division Multiplexing)
 - FDM (Frequency Division Multiplexing)

Requerimientos: Compartición de Recursos

- ◉ Multiplexación estadística
 - ◉ División de tiempo bajo demanda
 - ◉ Planificación del enlace basada en paquetes
 - ◉ Paquetes de diferentes enlaces intercalados en un enlace
 - ◉ Los buffers de paquetes compiten por el enlace
 - ◉ *Overflow* del buffer es llamado congestión

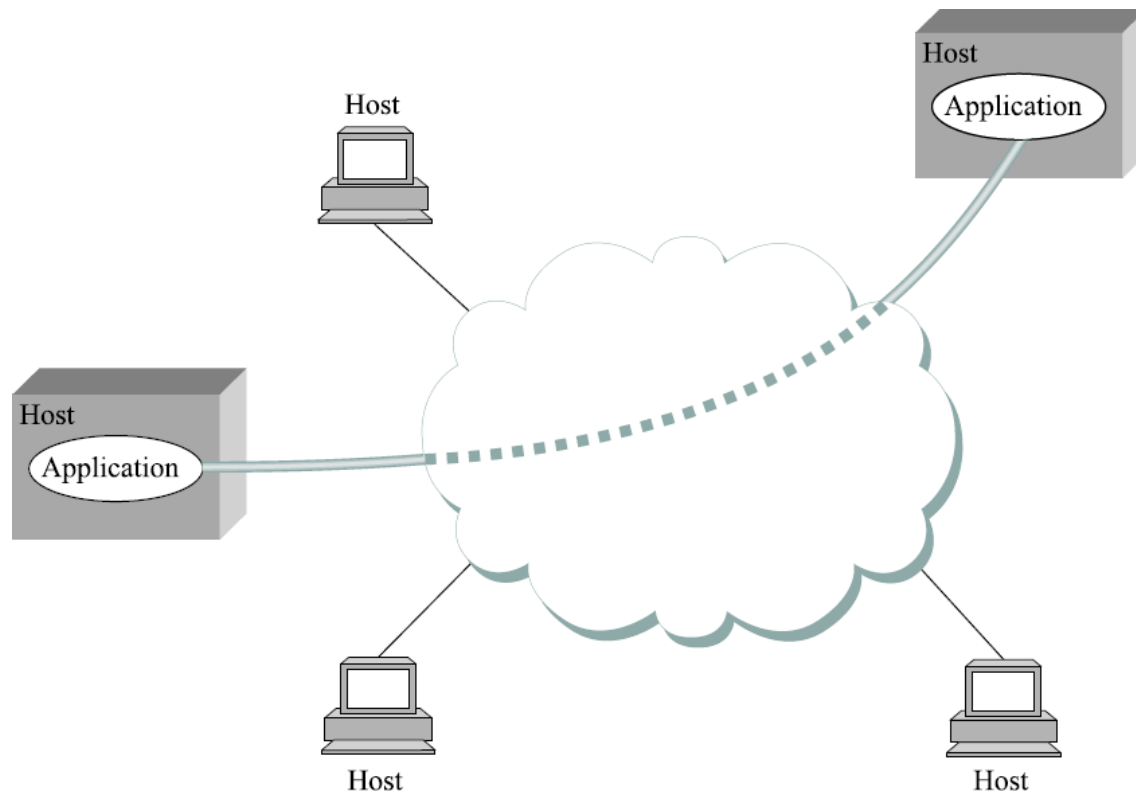
Requerimientos: Compartición de Recursos



Requerimientos: Compartición de Recursos

- Comunicación inter-proceso
 - Convierte la comunicación host a host en la comunicación proceso a proceso
 - Llena el espacio entre lo que la tecnología espera y lo que la red que la soporta proporciona

Requerimientos: Compartición de Recursos



Requerimientos: Compartición de Recursos

- Abstracciones de la comunicación entre proceso:
 - Requerimiento/respuesta
 - Librería digital
 - Sistemas de archivos distribuidos
 - Basado en *stream*
 - Video: secuencia de tramas
 - Aplicaciones basadas en video
 - Video bajo demanda
 - Video conferencia

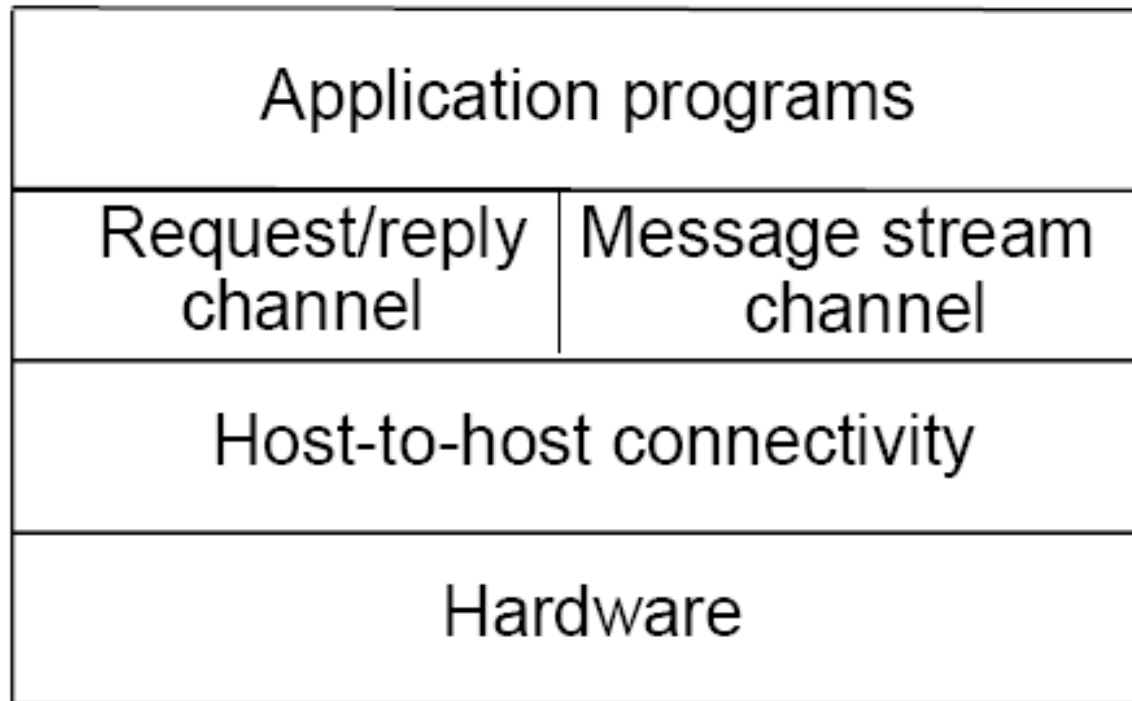
Requerimientos: Compartición de Recursos

- Confiabilidad
 - Errores de bit
 - Errores a nivel de paquetes
 - Fallas de enlaces y nodos
 - Mensajes son retardados
 - Mensajes entregados fuera de orden
 - Espionaje por terceras partes

División en Capas

- Usar abstracciones para ocultar la complejidad
- La abstracción guía a división de funciones en capas
- Se pueden encontrar niveles de abstracción alternativos en cada capa

Arquitectura de Red: División en Capas

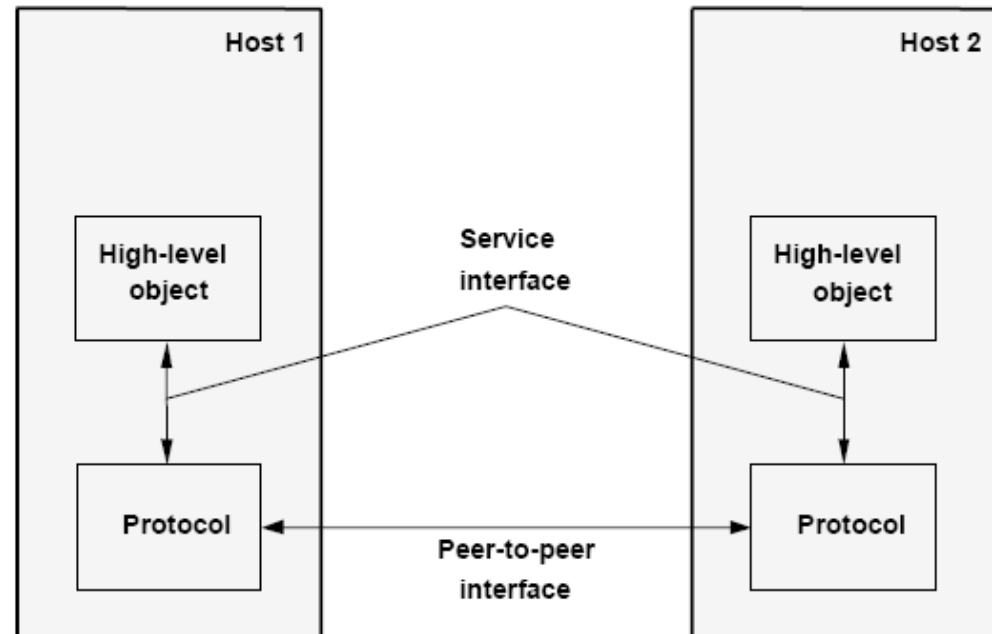


Arquitectura de Red: Conceptos Básicos

- Capas (Niveles)
- Protocolo
- Jerarquía de protocolos
- Arquitectura de red
- Pila de protocolos
- Interfaz
- Servicio

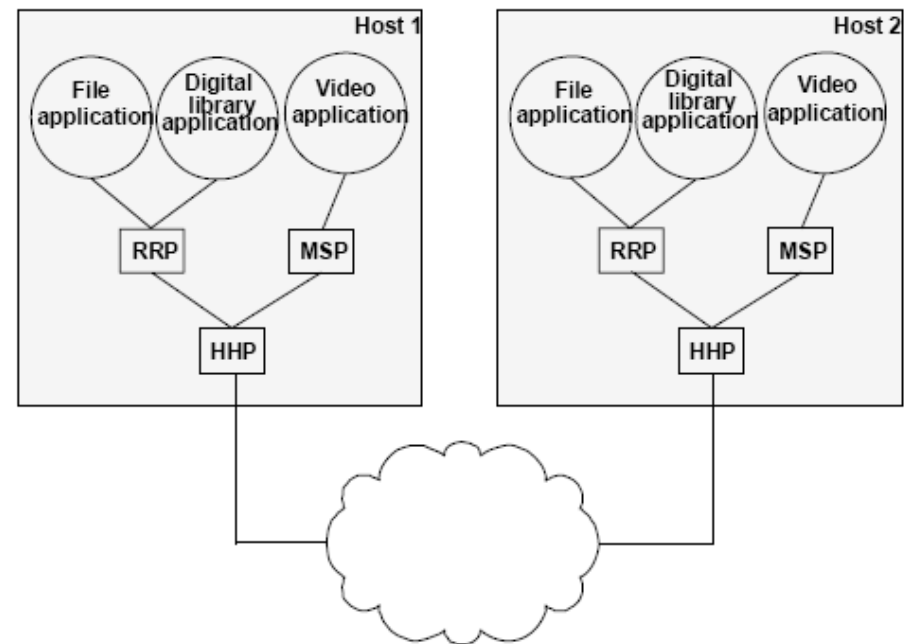
Arquitectura de Red: Protocolos

- Especificación del servicio
- Especificación del protocolo

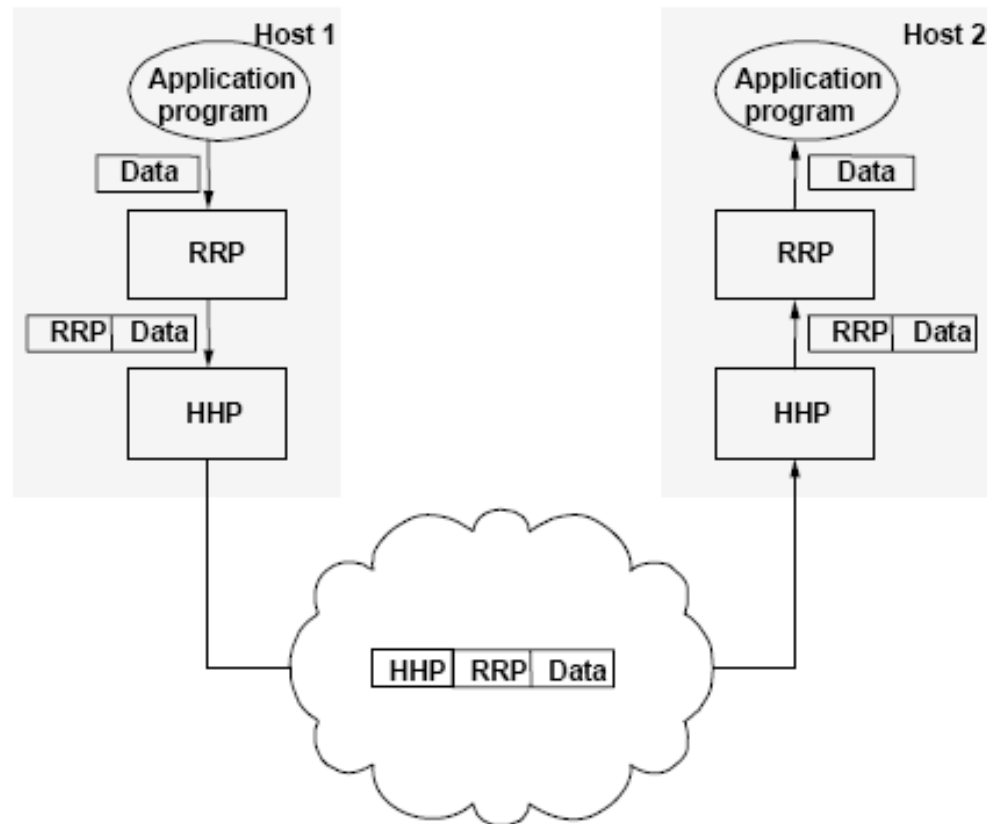


Arquitectura de Red: Pila de Protocolos

- La comunicación par a par en su mayoría es indirecta
- Es solo directa a nivel del hardware



Arquitectura de Red: Multiplexación y Encapsulamiento



Arquitectura de Red: Modelos de Referencia

- Diversas arquitecturas de red han sido definidas
 - Modelos de referencia
- Los más conocidos: OSI, TCP/IP

Modelo de Referencia OSI

- Open System Interconnection (OSI)
- Desarrollado por la International Organization for Standardization (ISO)
- Referencia para el desarrollo de protocolos de comunicación
- Permitir la comunicación entre equipos de diferentes vendedores y fabricantes alrededor del mundo

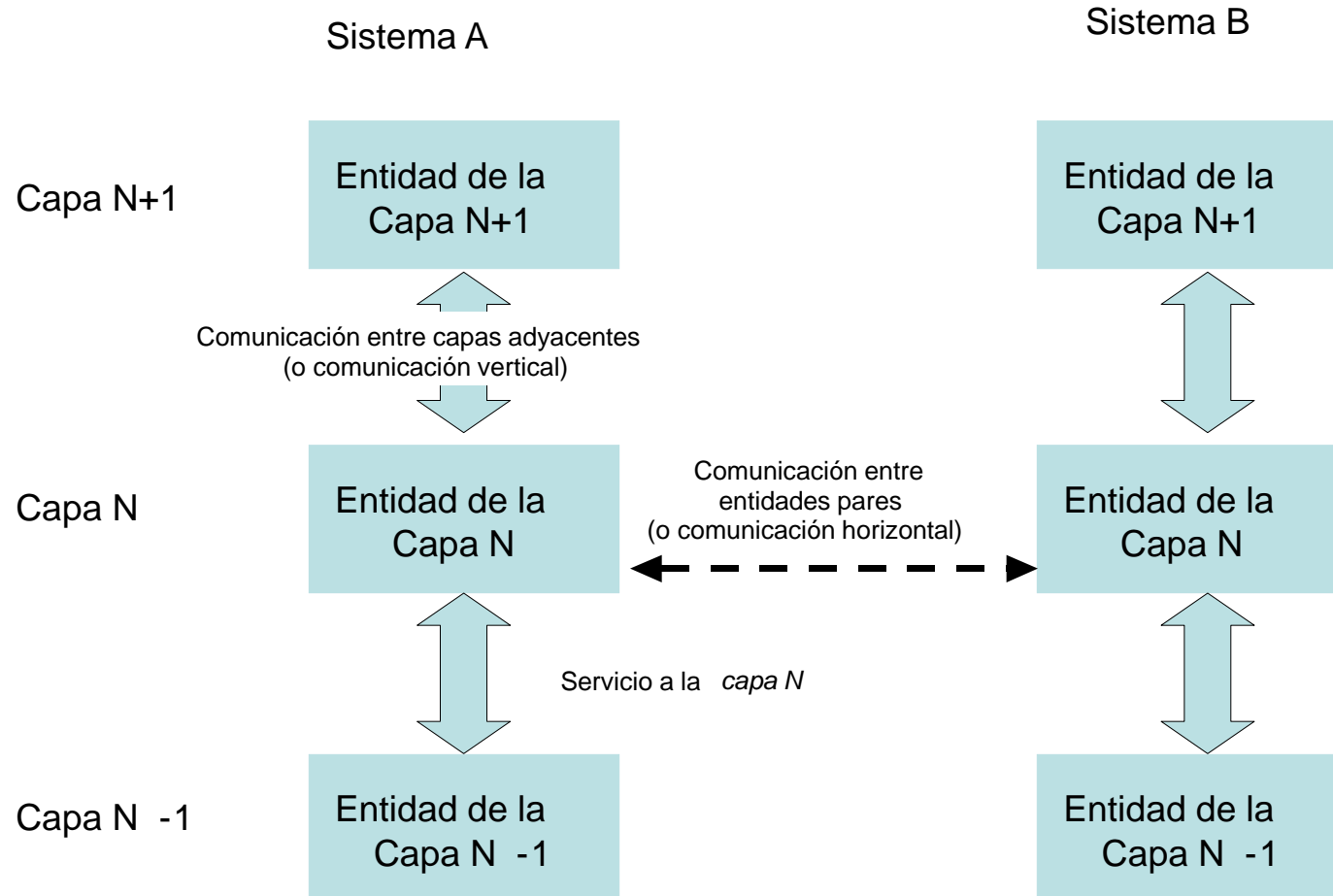
Terminología OSI

- Capa N
- Capa N-1
- Capa N+1
- Entidad-N
- Protocolo-N

Comunicación entre Capas

- Comunicación entre capas adyacentes
- Comunicación entre entidades-N pares (comunicación entre entidades pares)

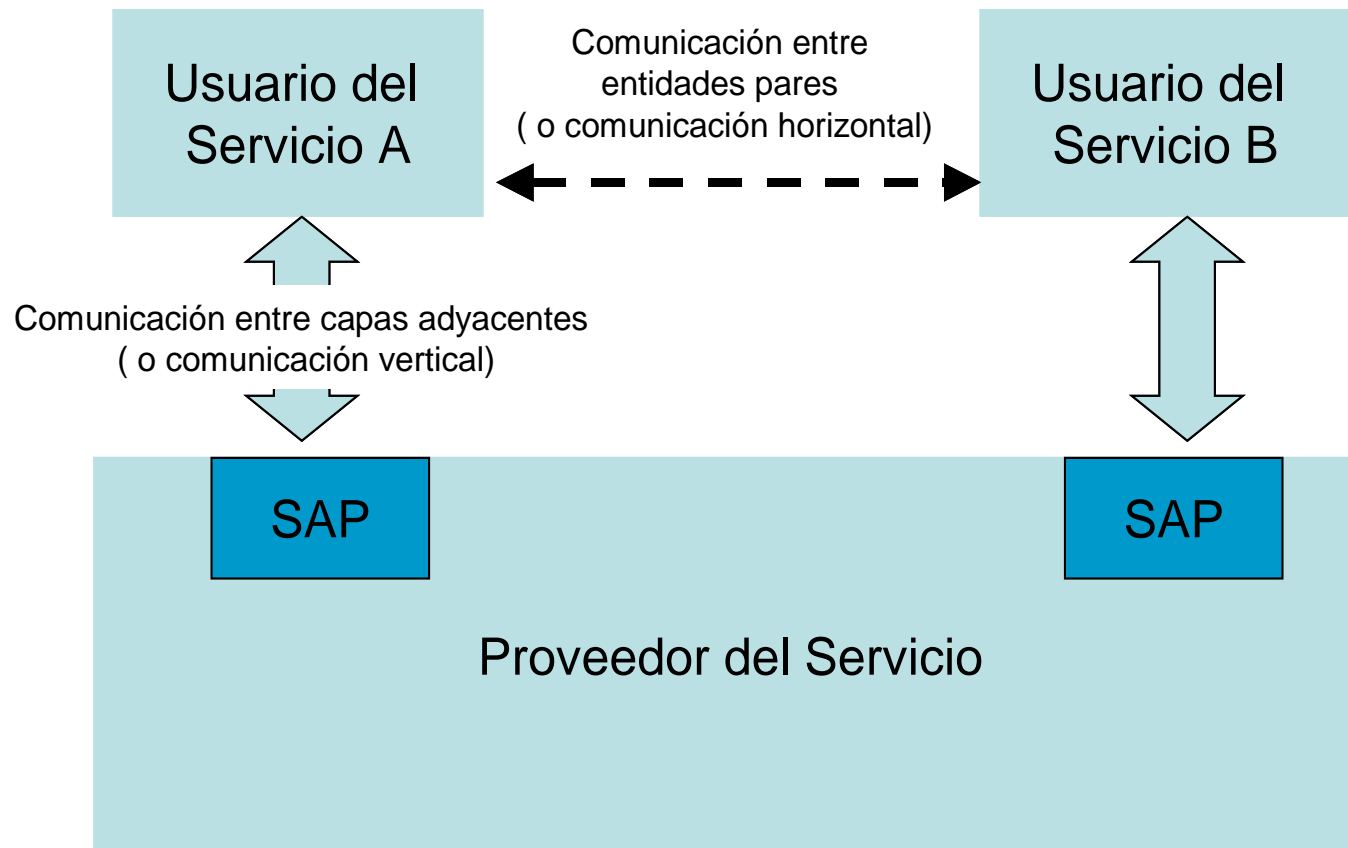
Comunicación entre Capas



Servicio

- Una *capa N-1* ofrece servicios a la *capa N*
- Un **servicio** es una capacidad de la *capa N-1* y las capas por debajo de ellas y que se ofrece en los límites entre la *capa N* y *N-1*
- La *capa N* se denomina **usuario del servicio** y la *capa N-1* y las que están por debajo se denominan **proveedor del servicio**
- Punto de Acceso al Servicio (Service Access Point, SAP)
 - Un SAP está identificado unívocamente por una dirección

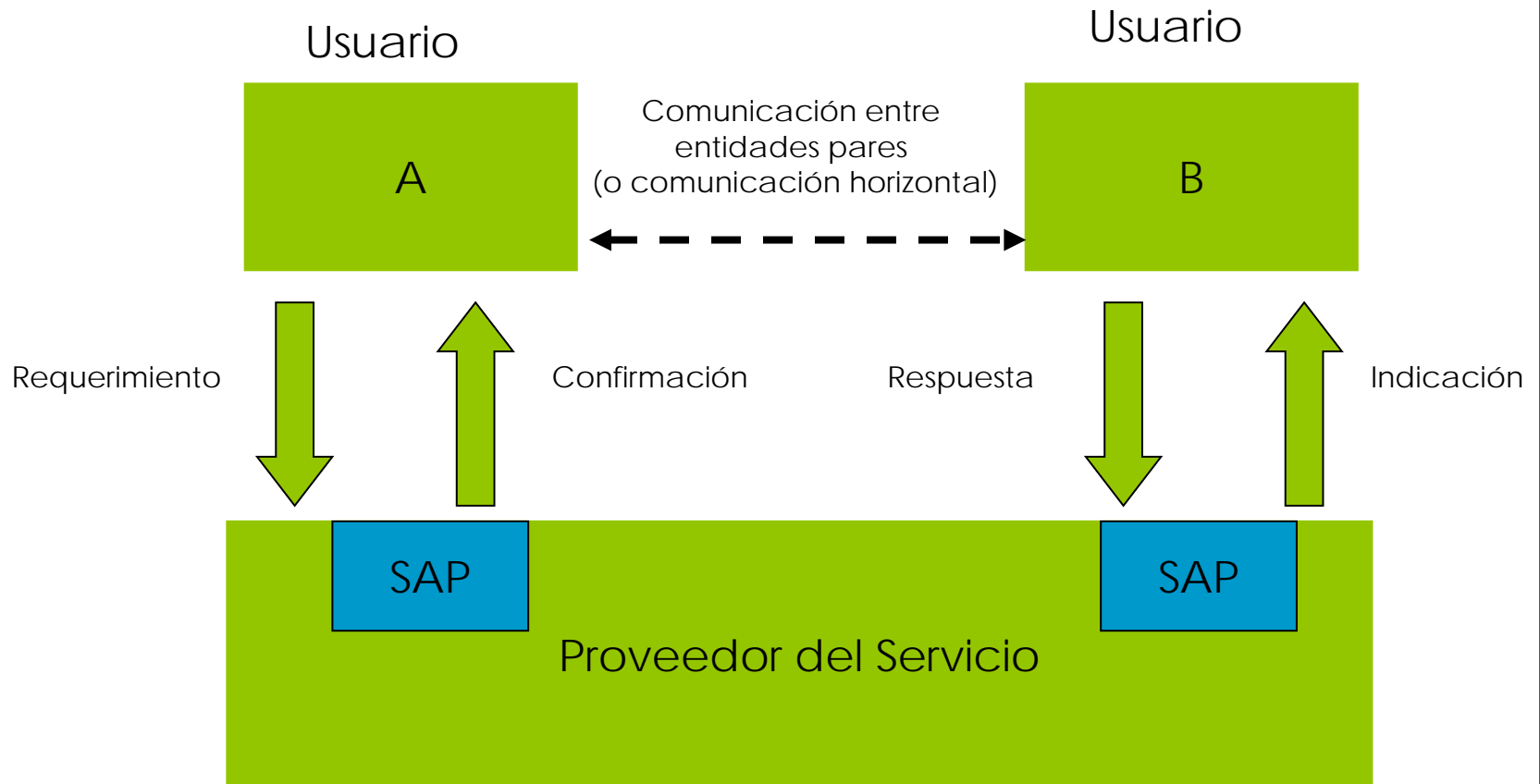
Servicio



Primitivas de Servicio

- ◉ Requerimiento (Request)
- ◉ Indicación (Indication)
- ◉ Respuesta (Response)
- ◉ Confirmación (Confirmation)

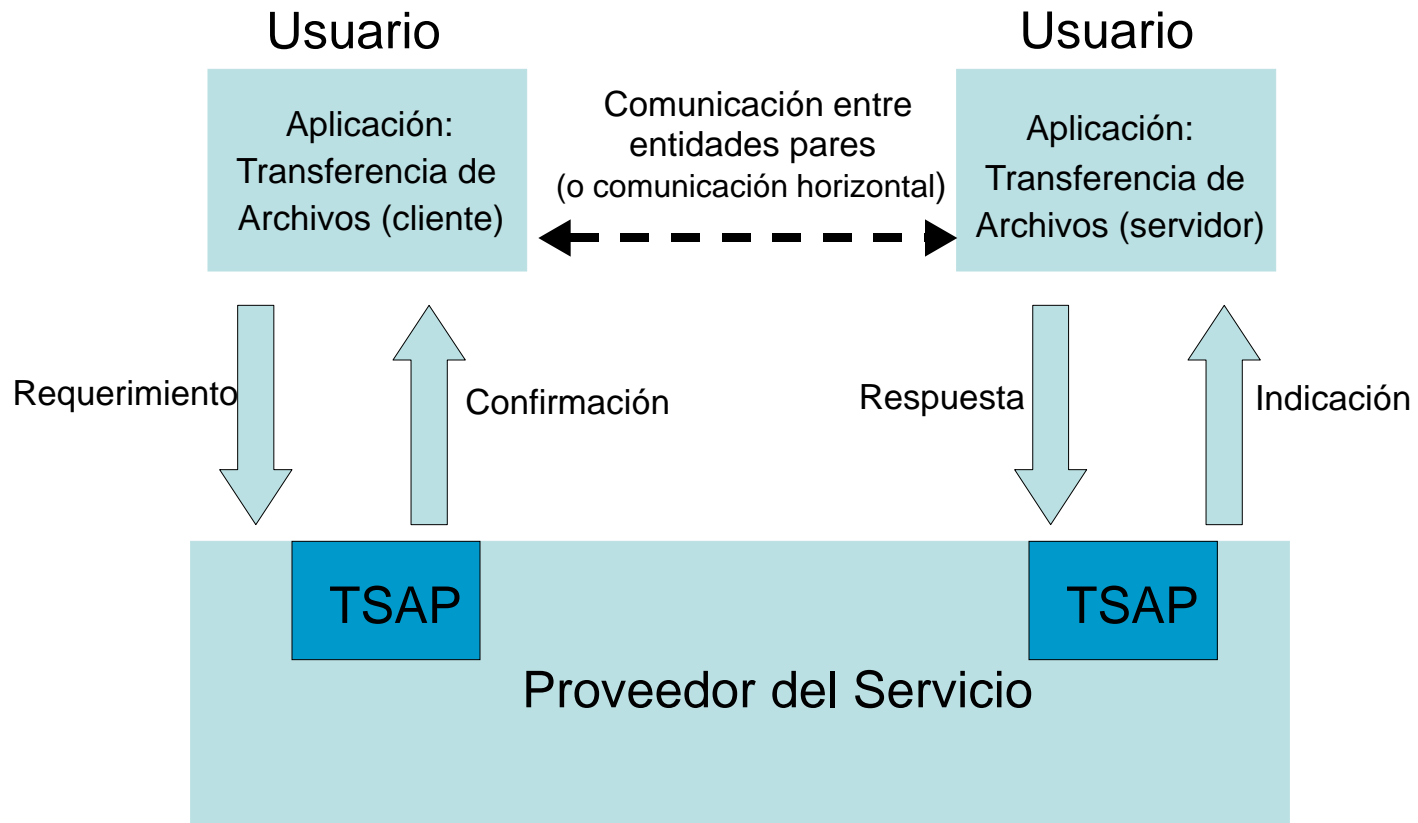
Primitivas de Servicio



Primitivas de Servicio de un Servicio de la Capa de Transporte

- T-CONNECT.Request()
- T-CONNECT.Indication()
- T-CONNECT.Response()
- T-CONNECT.Confirmation()

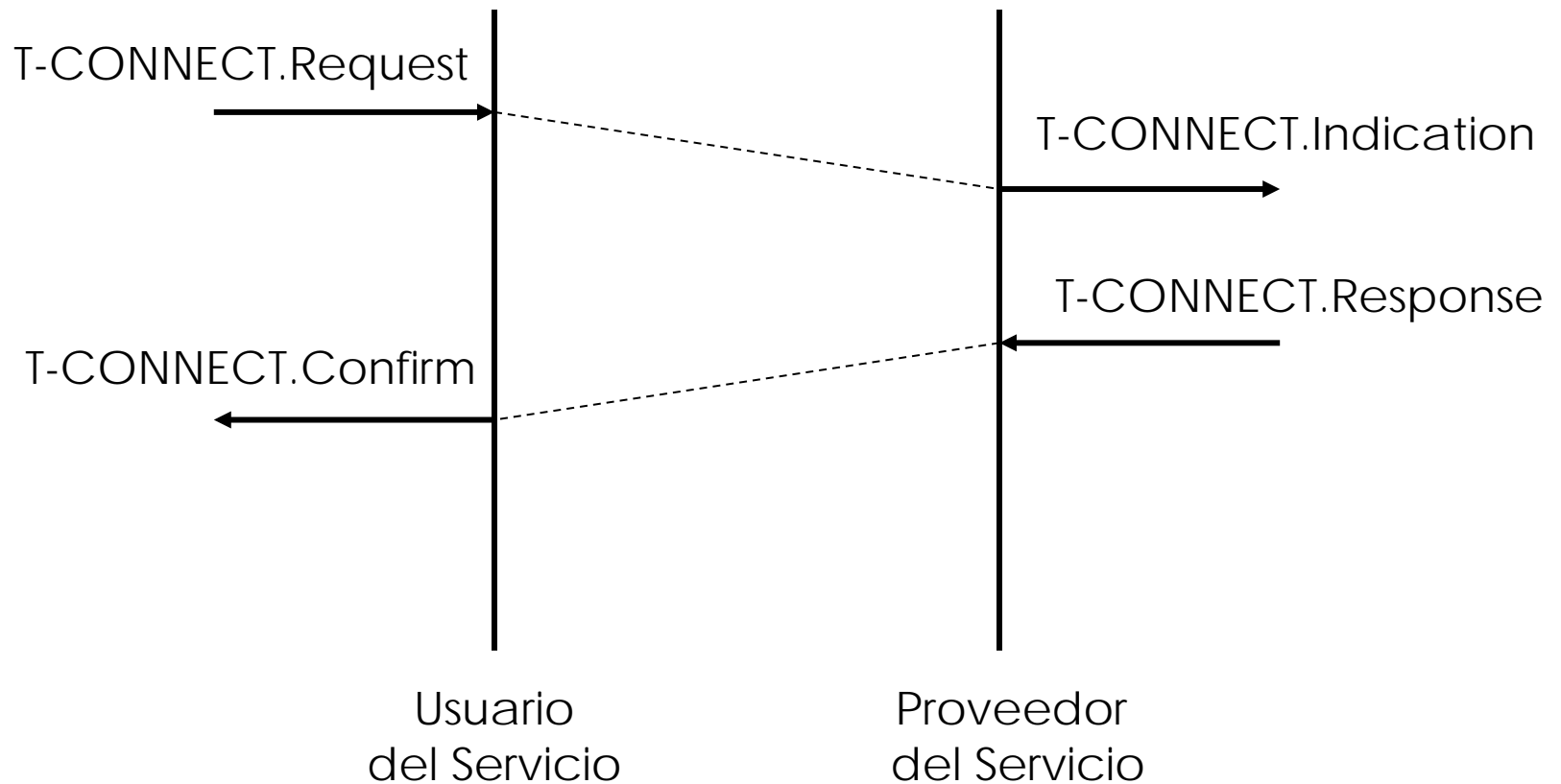
Primitivas de Servicio de un Servicio de la Capa de Transporte



Secuencia de Ocurrencia de las Primitivas de Servicio

- Generalmente descrito en la especificación del servicio de la capa o protocolo particular
- Diagramas de Tiempo de Conexión

Secuencia de Ocurrencia de las Primitivas de Servicio



Modos de Comunicación

- Orientado a Conexión
- No Orientado a Conexión

Unidades de Datos

- Información de Control de Protocolo – N (PCI-N).
- Data de Usuario – N.
- Unidad de data de Protocolo – N (PDU-N).
- Unidad de Data de Servicio – N (SDU-N).

Unidades de Datos

Capa N+1

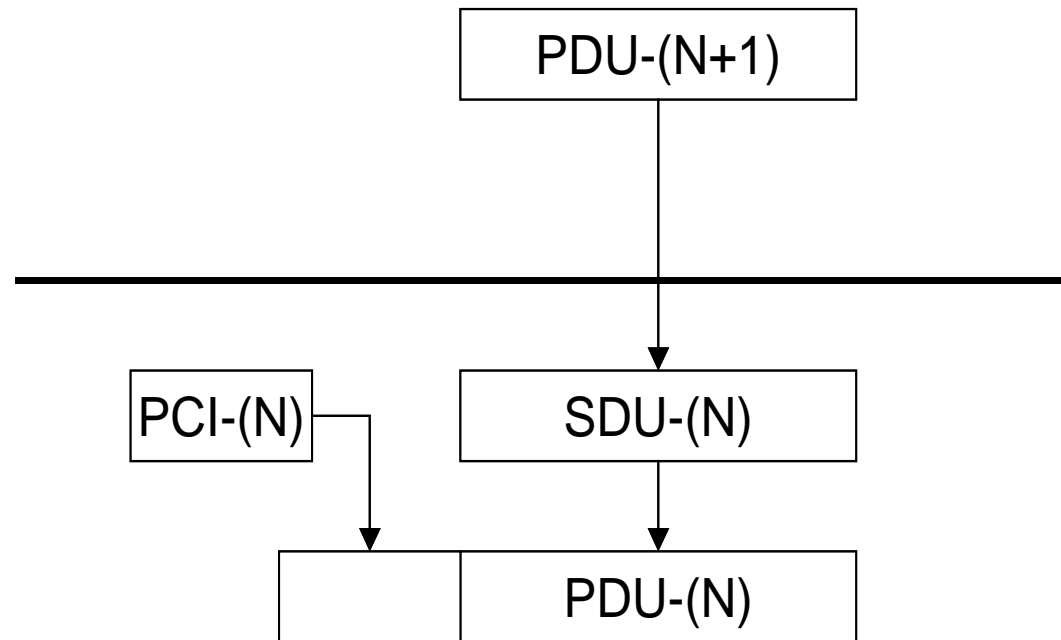
PDU-(N+1)

Capa N

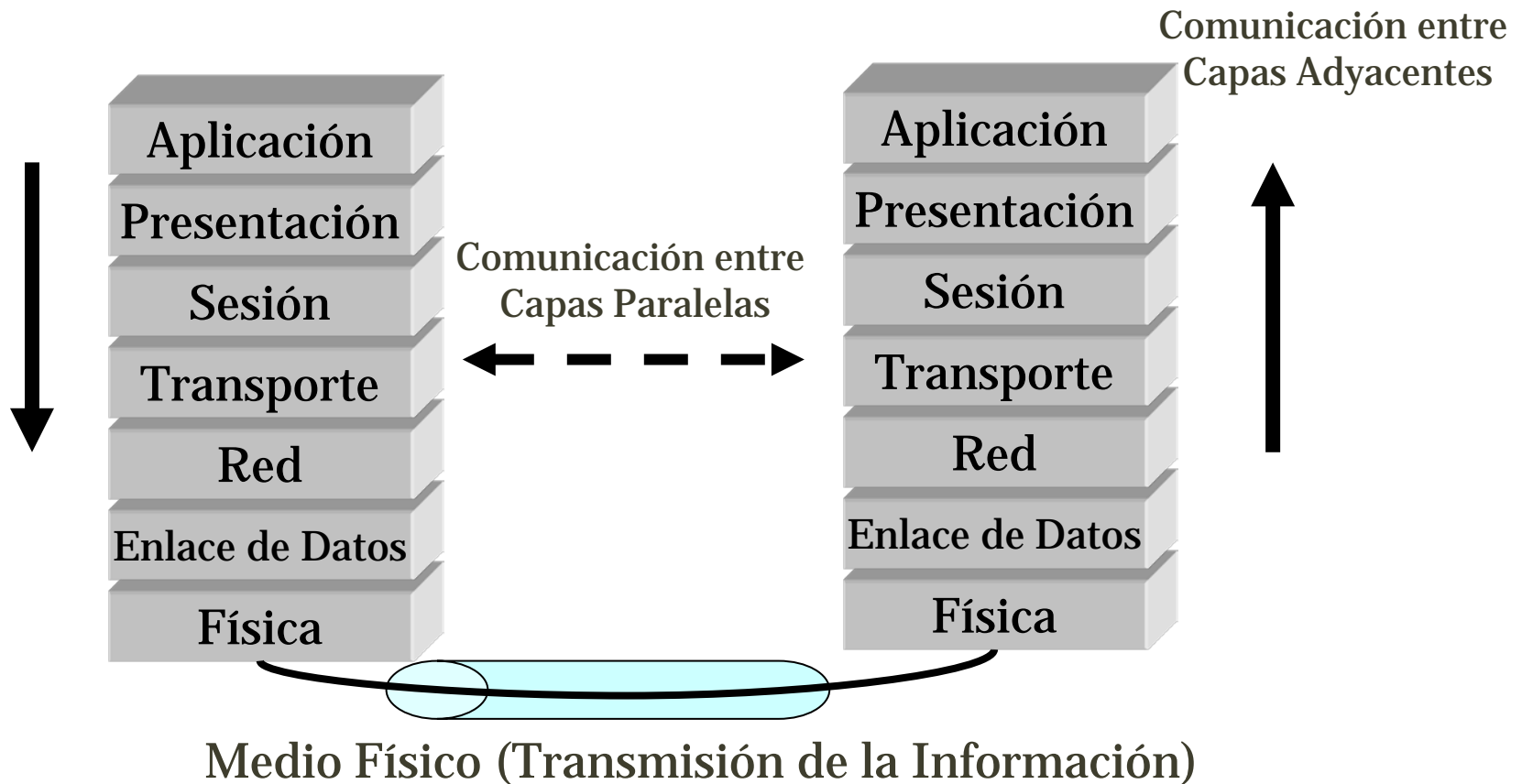
PCI-(N)

SDU-(N)

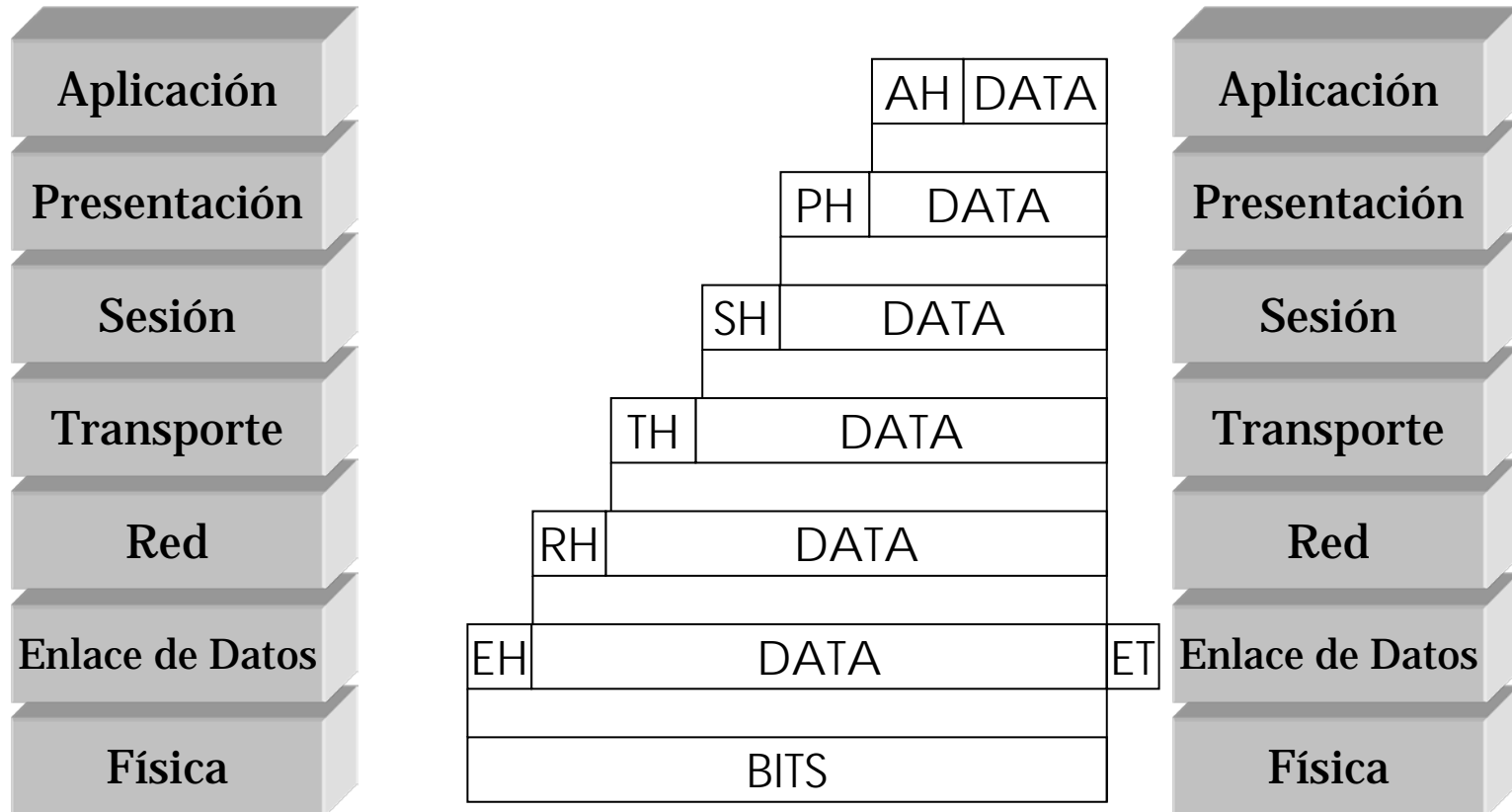
PDU-(N)



Estructura en Capas

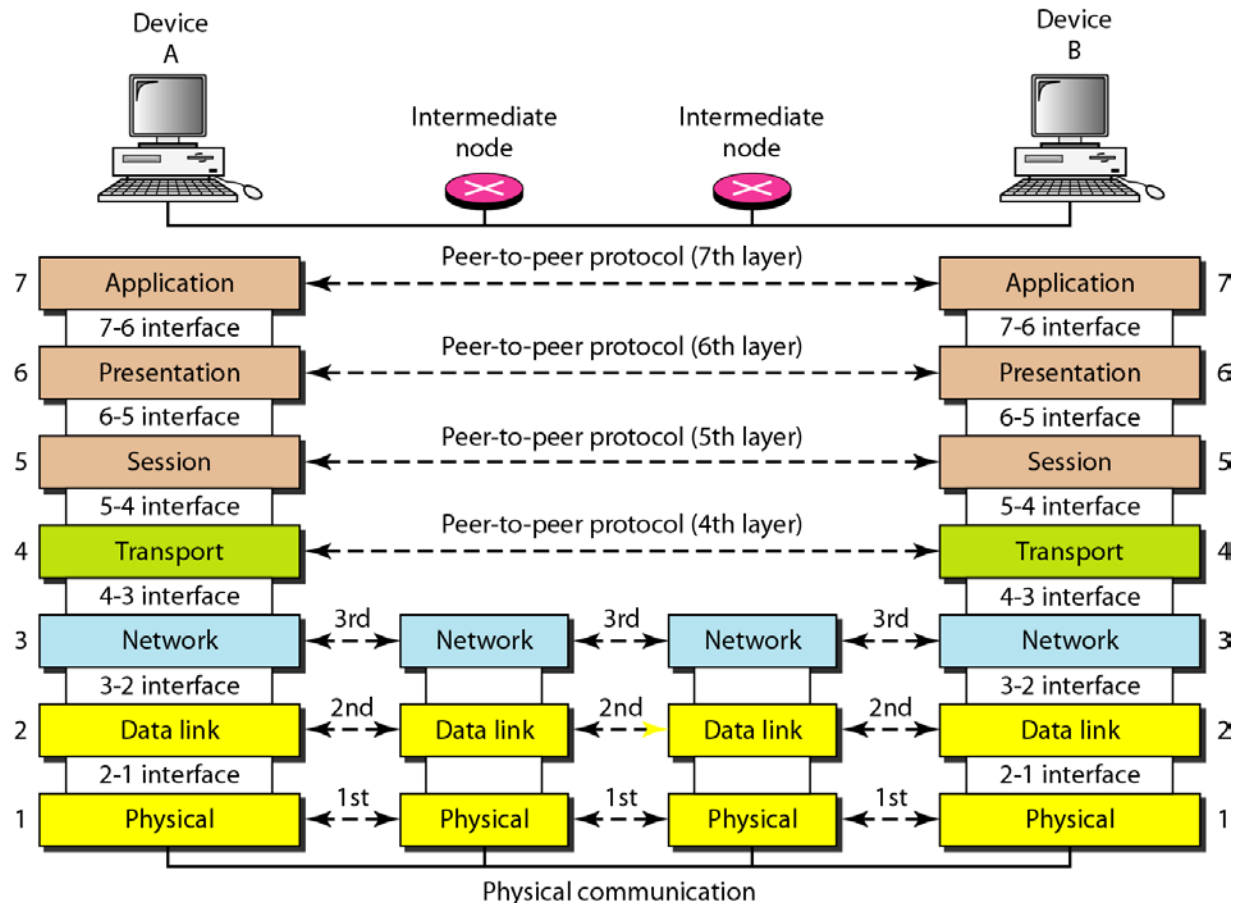


Transmisión de la Información



H: header → encabezado; T: tail → cola

Capas Punto-a-Punto y Fin-a-Fin



Arquitectura de Internet

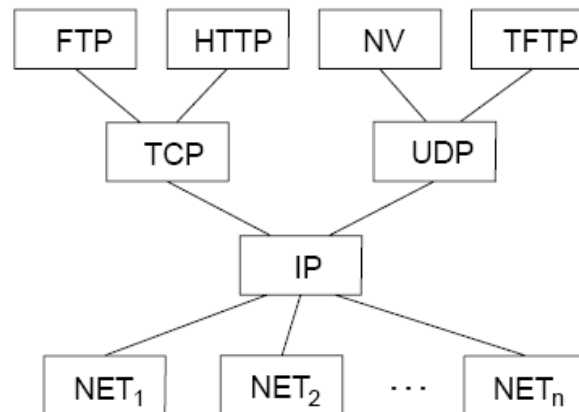
- Evoluciona a partir de ARPANET
- Patrocinada por ARPA
- Fue creada antes de OSI
- Ejerció gran influencia sobre el modelo OSI

Arquitectura de Internet: Características

- La arquitectura de Internet no implica una jerarquía
- Las aplicaciones son libres de *saltarse* los protocolos de transporte y usar directamente IP u otra red inferior

Arquitectura de Internet: Características

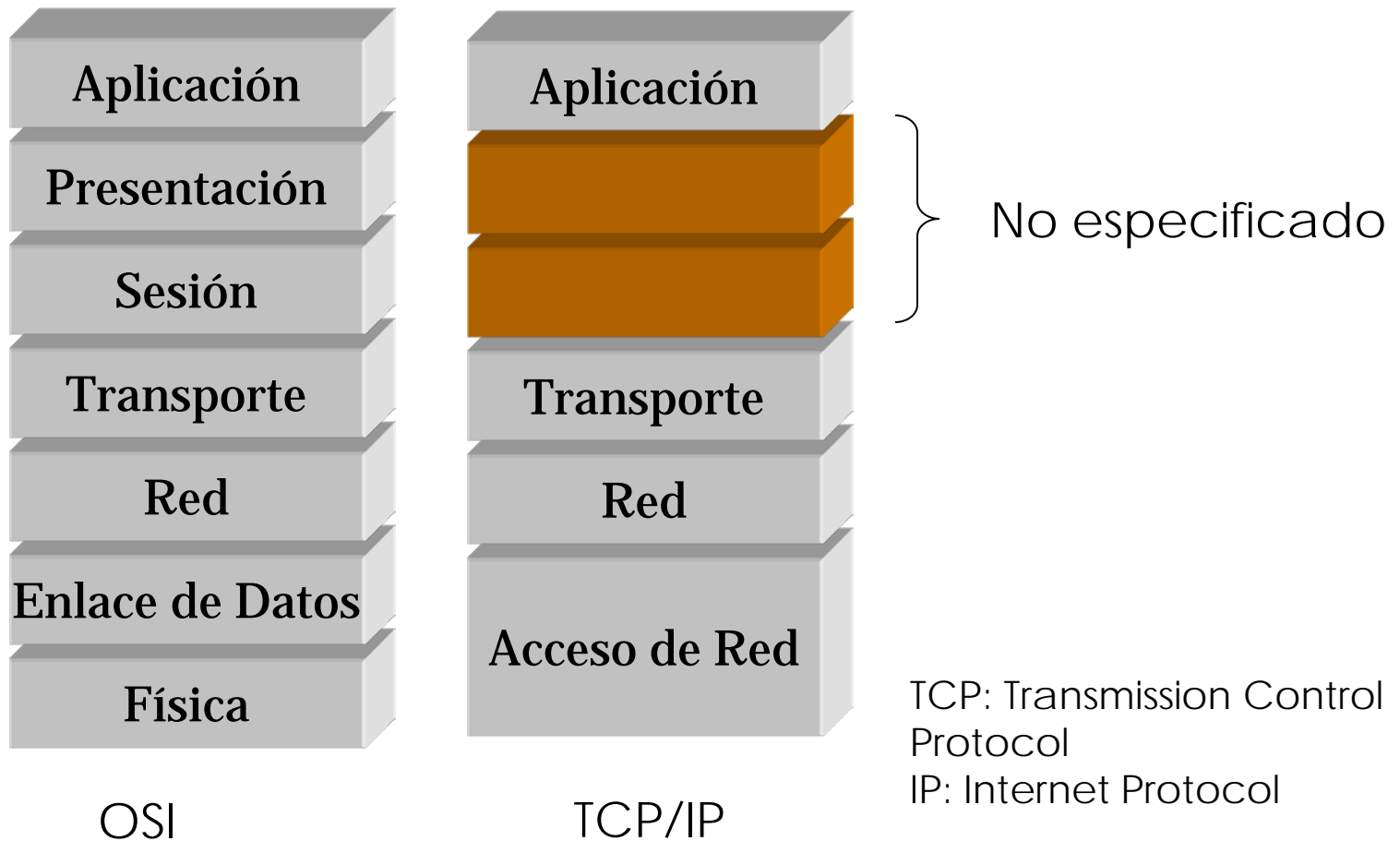
- La arquitectura tiene forma de reloj de arena
- IP sirve de punto focal de la arquitectura



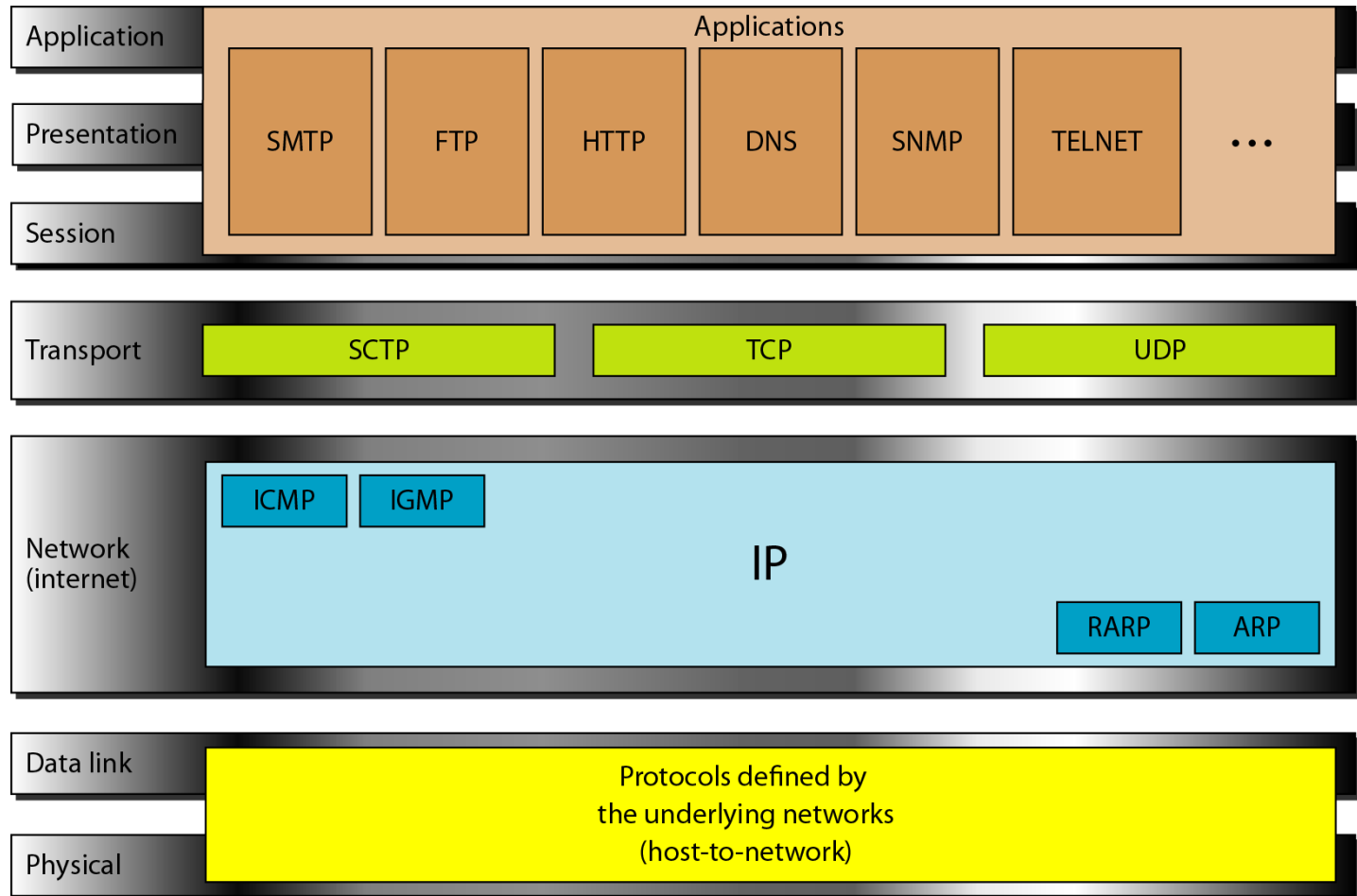
Arquitectura de Internet: Características

- Para que un protocolo sea incluido en la arquitectura debe:
 - Existir un especificación del protocolo.
 - Al menos una, preferiblemente dos, implementaciones de la especificación (interoperabilidad).

Modelo TCP/IP



Pilas de Protocolos de TCP/IP



Rendimiento

- Ancho de Banda vs *Throughput*
- Ejemplo
 - Se puede decir que el ancho de banda de una red Ethernet es de 10 Mbps, y producto de la implementación del protocolo se tiene un *throughput* de 2 Mbps

Rendimiento

- Latencia (retardo)

Latencia = tiempo de propagación +
tiempo de transmisión +
tiempo de cola +
retardo de procesamiento

Rendimiento

Tiempo de propagación = distancia/velocidad de la luz

Velocidad de la luz = 3×10^8 m/s al vacío

$2,3 \times 10^8$ m/s en un cable

$2,0 \times 10^8$ m/s en fibra

Tiempo de transmisión = Tamaño Mensaje/Ancho de banda

Rendimiento

Tiempo de cola

Es el tiempo necesario para que cada dispositivo intermedio o final mantenga el mensaje antes de ser procesado

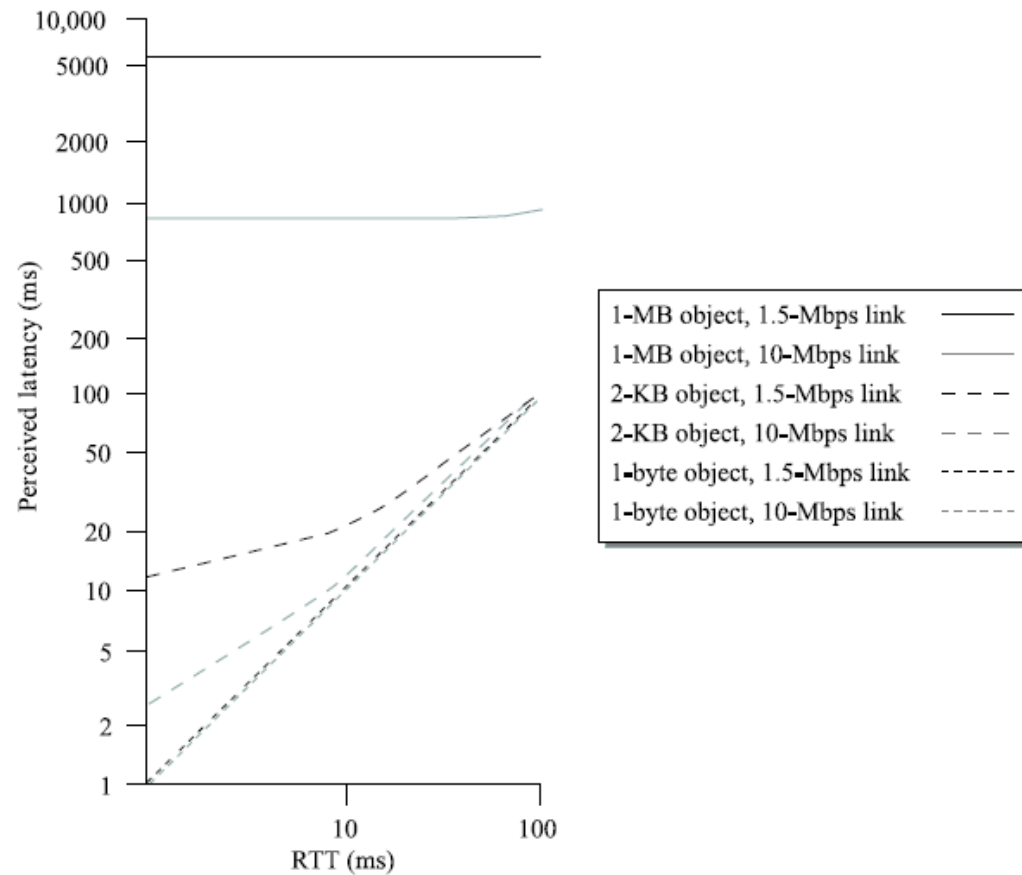
Rendimiento

- *Round-Trip-Time (RTT)*
 - Tiempo que toma enviar un mensaje de un extremo de la red a otro y regresar
 - Más importante, a veces, que la latencia en un solo sentido

Rendimiento

- En algunos casos la latencia domina al ancho de banda
- En otros casos, ocurre lo contrario

Rendimiento

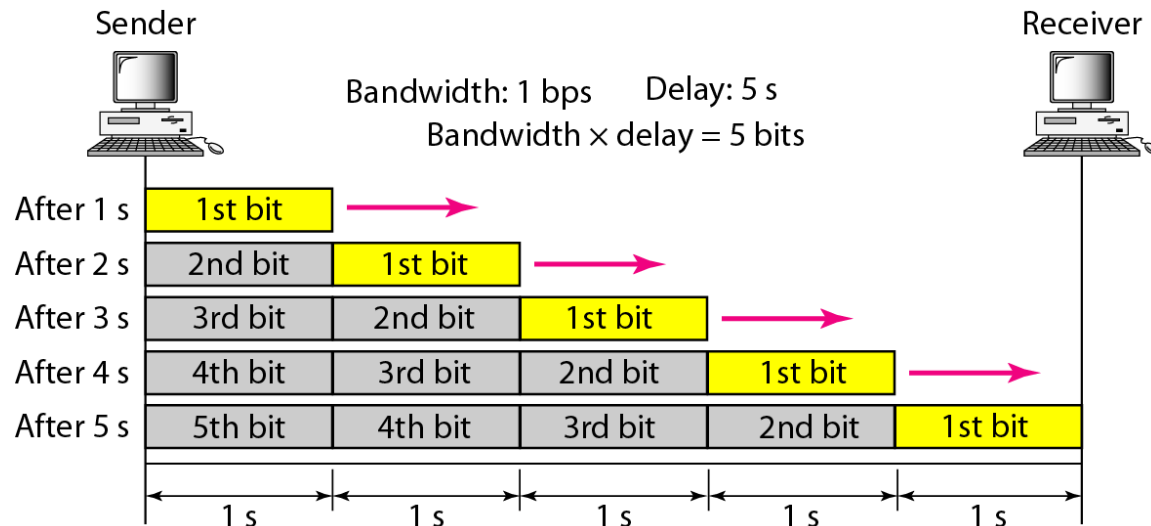


Rendimiento

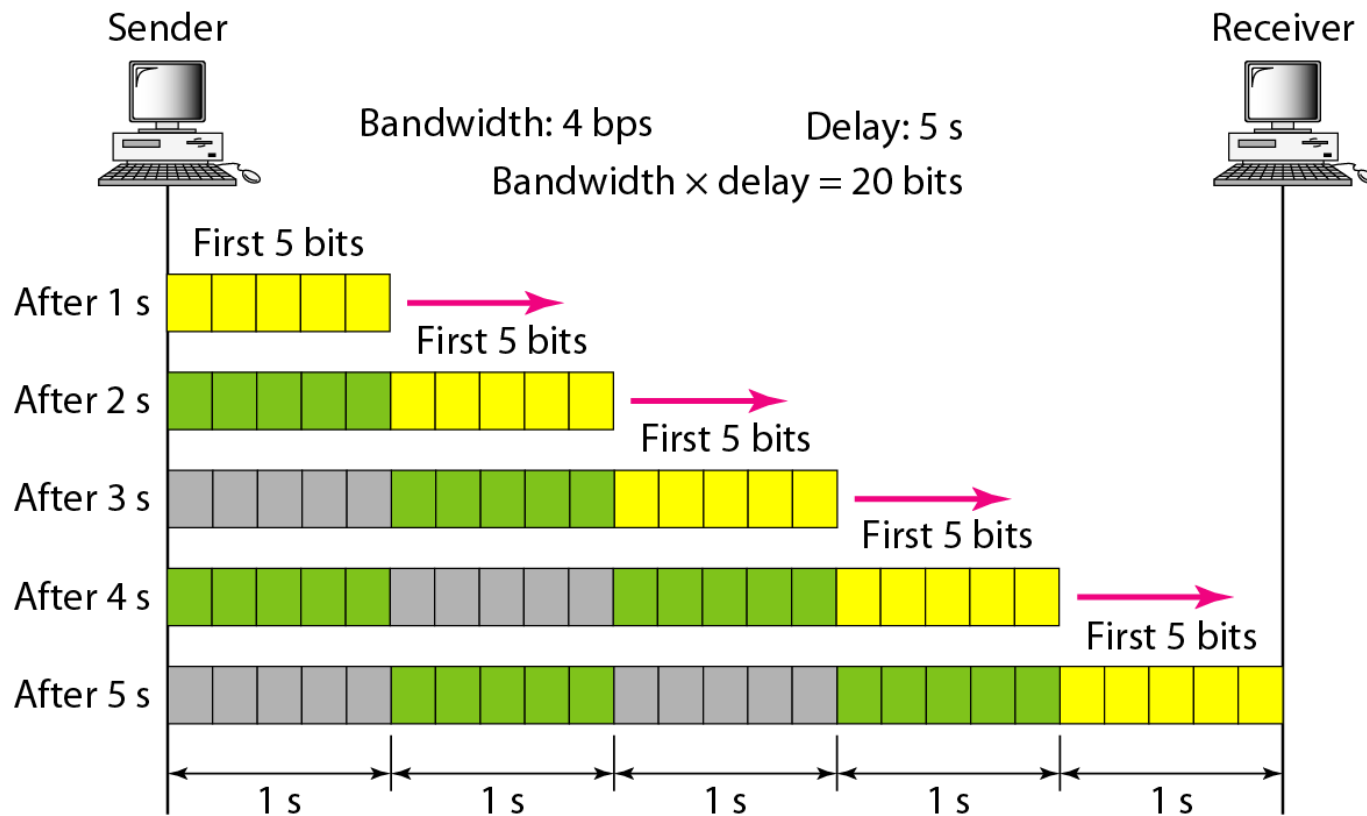
- ¿Cuál es el retardo total (latencia) para una trama de tamaño 5 millones de bits que se envían en un enlace con 10 routers cada uno con un tiempo en cola de $2\ \mu\text{s}$ y el tiempo de procesamiento, de $1\ \mu\text{s}$? La longitud del enlace es de 2000 km. La velocidad de la luz dentro de la conexión es $2 \times 10^8\ \text{m/s}$. El enlace tiene un ancho de banda de 5 Mbps. ¿Qué componente de la demora total es dominante? ¿Cuál es insignificante?

Rendimiento

- Producto Ancho de Banda – Retardo:
 - Define el número de bits que pueden *llenar el enlace*
 - Es el Ancho de Banda x Retardo



Rendimiento



Rendimiento

Link Type	Bandwidth (Typical)	Distance (Typical)	Round-trip Delay	Delay \times BW
Dial-up	56 Kbps	10 km	87 μ s	5 bits
Wireless LAN	54 Mbps	50 m	0.33 μ s	18 bits
Satellite	45 Mbps	35,000 km	230 ms	10 Mb
Cross-country fiber	10 Gbps	4,000 km	40 ms	400 Mb

Rendimiento

Throughput = Tam. de la transferencia / Tiempo de la Transferencia

Tiempo de Transferencia = RTT + Tiempo de Transmisión
= RTT + Tam. Mensaje / Ancho de Banda
= RTT + $(1/B) * \text{Tam. del mensaje}$

Rendimiento

- Suponga que se desea enviar un archivo de 1 MB por una red de 1 Gbps con un RTT de 100 ms. ¿Cuál es el *throughput*?

Rendimiento

- *Jitter*
- Causado cuando los paquetes experimentan diferentes retardos de encolamiento



Rendimiento: Ejemplo

- Calcule el tiempo total requerido para transferir un archivo de 1,5 MB en los siguientes casos, asumiendo un RTT de 80 ms, un tamaño de paquete de 1 KB y un tiempo de *handshaking* inicial de $2 \times \text{RTT}$ antes de enviar data
 - El ancho de banda es de 10 Mbps y los paquetes de datos pueden ser enviados continuamente
 - El ancho de banda es de 10 Mbps, pero después que se envía cada paquete de datos se debe esperar un RTT antes de enviar el próximo
 - El enlace permite infinitamente una transmisión rápida, pero limita el ancho de banda tal que solo 20 paquetes pueden ser enviados por RTT
 - Cero tiempo de transmisión como el caso anterior, pero durante el primer RTT se puede enviar un paquete, durante el segundo RTT se pueden enviar dos paquetes, durante el tercero se pueden enviar cuatro (2^{3-1}) y así