

Comunicación



Procesamiento de  
datos



**TELECOMUNICACIONES**

**INFORMÁTICA**

+

**TELEMÁTICA**



**REDES DE COMPUTADORES**

# Redes de Computadores IST 7191

Wayner A. Barrios Bustamante

[wbarrios@uninorte.edu.co](mailto:wbarrios@uninorte.edu.co)

Universidad del Norte

2024

# **NRC 2180**

**L 07:30 a 09:29**

**M 10:30 a 11:29**

**Salón: LC3 | Laboratorio de Redes**

# Acerca del Docente... Wayner Barrios B.

- Ingeniero de Sistemas, Universidad del Norte 1991
- Postgrado, Universidad del Norte 2002.
- Máster en Big Data y Business Intelligence (en curso)
- Experiencia: 34 años en el sector de la Tecnología de la Información y las Telecomunicaciones (TIC)
- Historia Laboral: Alcaldía Distrital de Barranquilla, Dirección de TIC de la Universidad del Norte, COMCEL, Unidad de Outsourcing en IBM, Gerente de Sistemas y Técnico en Metrotel S.A. (Filial Movistar) y BALUM.
- Miembro del Comité Directivo de Metrotel S.A. ESP.
- Presidente de la Junta de Directiva de Optecom S.A.S.
- Docente Universitario: UN – UAC – USB
- Gerente General y co-fundador de WIQONN Technologies



# Introducción a las Redes

Definición de Redes

Tipos de Redes

Topologías

Protocolos de Comunicación

Modelo de Capas

Encapsulamiento

Servicios Orientados y No Orientados a Conexión

Métodos de Transmisión

# El comienzo ...

- En 1936 Honrad Zuse crea Z1, primer sistema programable
- En 1942, “ABC Computers” desarrolla “Harvard Mark I”
- Los 10 años siguientes vieron nacer el transistor como componente vital para la electrónica
- El ENIAC 1 requería más de 20.000 válvulas al vacío
- En 1953 entra IBM en escena y contribuye con su ordenador IBM 701 EDPM

# Aparecen los computadores personales ...

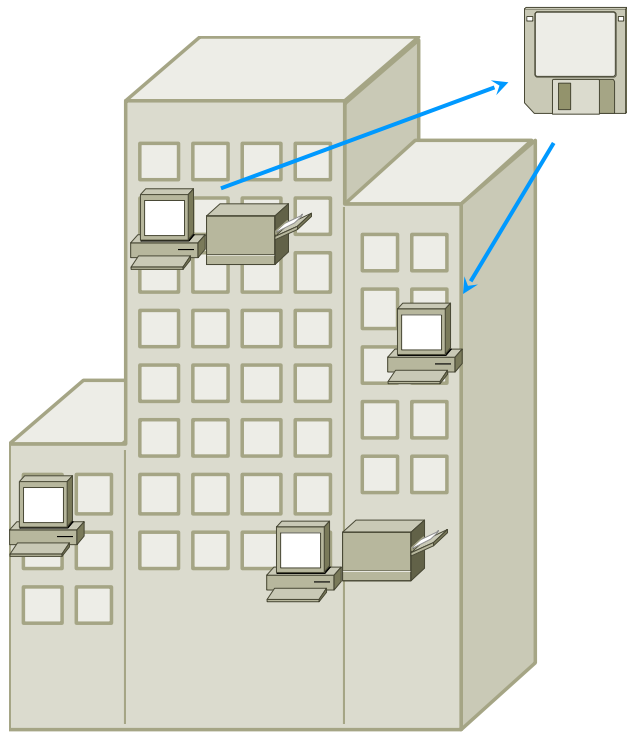
- En la década de los 70s varias compañías empezaron a desarrollar sistemas domésticos: El Scelbi, Mark-8 Altair, IBM 5100, Apple I y II, TRS-80 y el Commodore Pet
- En 1979 sale a la venta WordStar
- En 1981 IBM vende PC a precio competitivo
- Microsoft introduce su sistema operativo MS-DOS
- En 1983, Apple lanza su modelo Lisa con una interfaz gráfica o GUI
- Competitividad entre Microsoft y Apple

# Otros datos interesantes ...

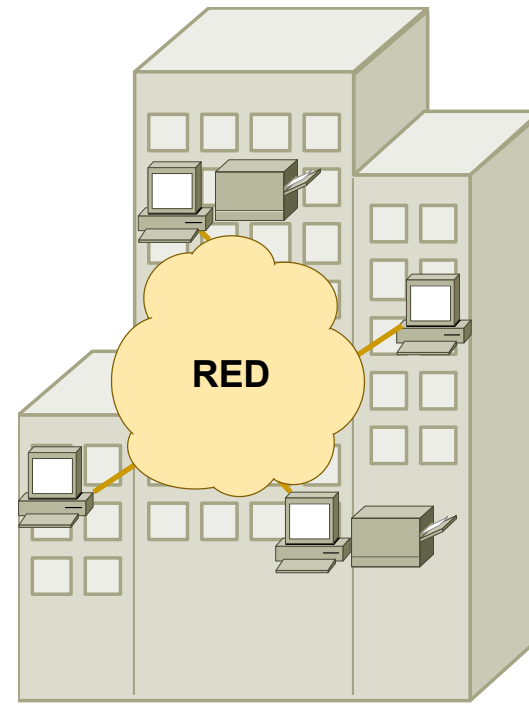
- SpaceWar, el primer juego para computadores fue lanzado en 1962
- Aparece el *ratón*, creado por Douglas Engelbart en 1964
- En 1969 la red ARPA (ARPAnet) daría paso a la Internet
- INTEL introduce el primer chip RAM dinámico, en 1970
- Un año mas tarde se creó el “*floppy disk*”, dando paso a la transferencia simple de datos entre computadores *no* conectados
- La primera tarjeta de red fue creada en 1973



# Evolución de las redes de computadoras



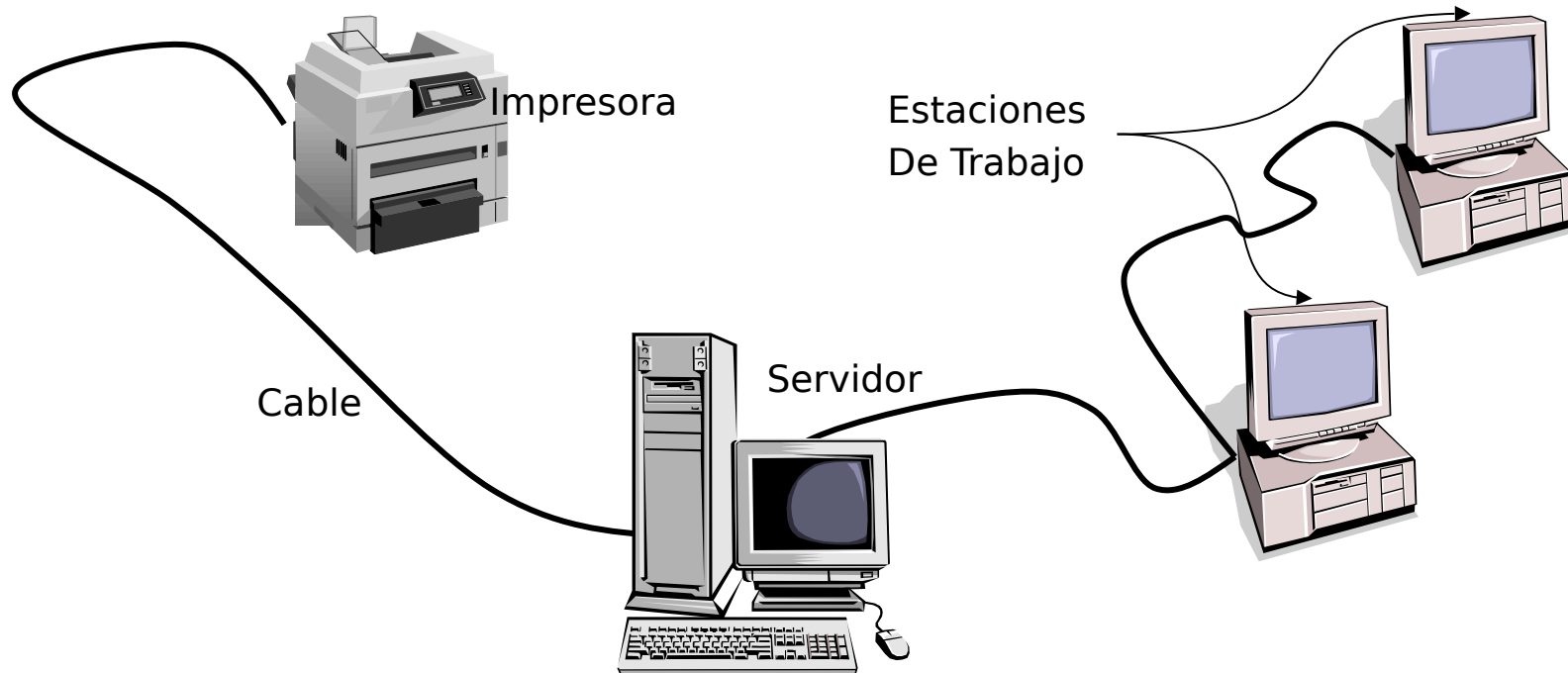
**Ayer**



**Hoy**

# ¿Qué es una Red?

- Una red de computadores es un sistema de comunicaciones de datos que enlaza dos o más computadores y dispositivos periféricos



# ¿Qué es una Red?

“Es un conjunto de computadores autónomos interconectados” según Andrew Tanenbaum

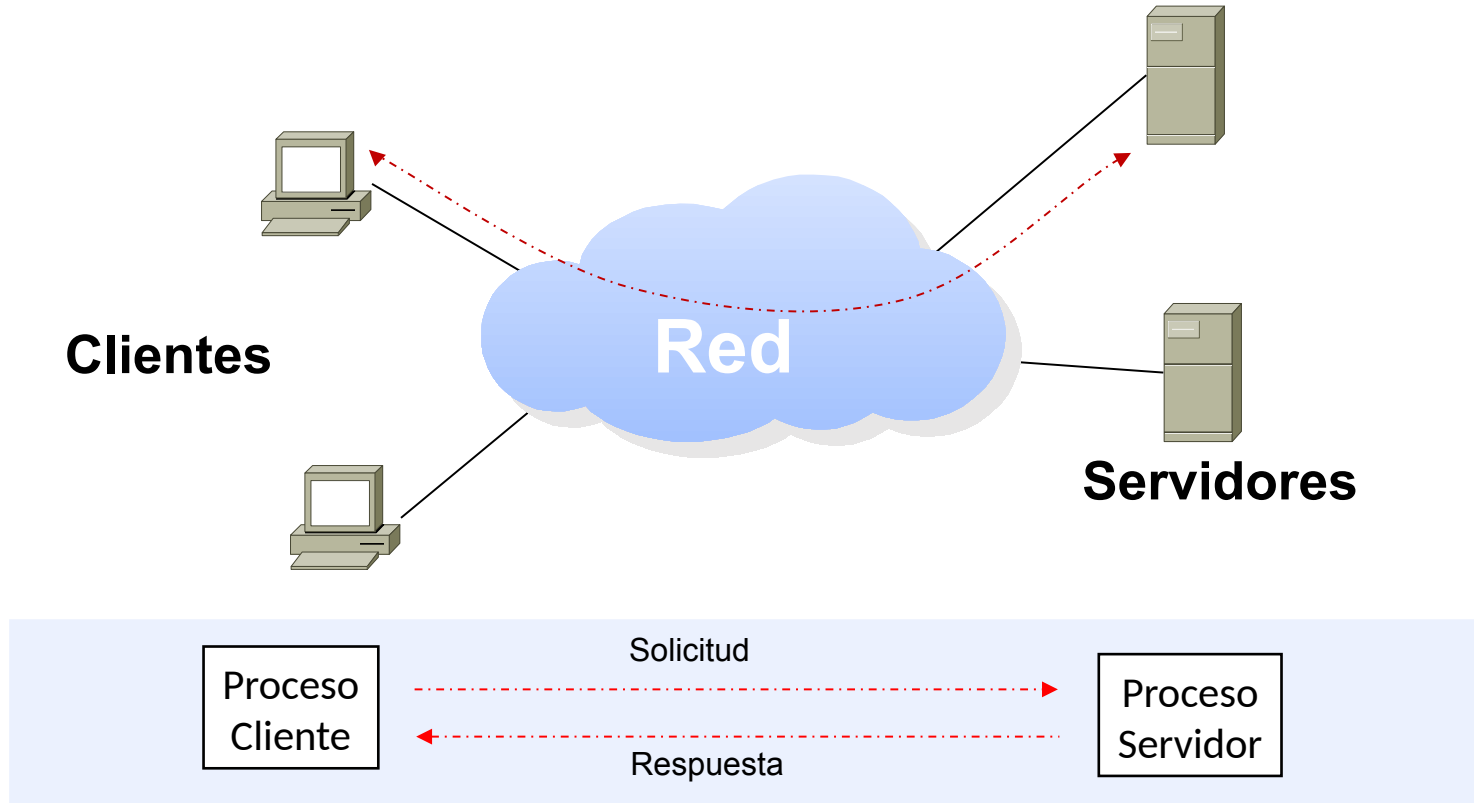
Entre las principales aplicaciones de una red están:

- Compartir recursos, especialmente la información
- Proveer la confiabilidad: más de una fuente para los recursos
- Escalabilidad de los recursos computacionales
- Comunicación

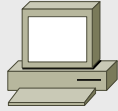
# Uso de las Redes de Computadoras

- Aplicaciones de negocios
  - Compartir recursos
  - Medio de comunicación
- Aplicaciones domésticas
  - Acceso a información remota
  - Comunicación persona a persona
  - Entretenimiento interactivo
  - Comercio electrónico: B2B, B2C, G2C, C2C
- Usuarios móviles
  - Dispositivos portátiles: WAP, Bluetooth, WiFi, WiMAX
- Temas sociales

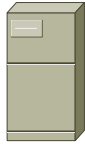
# La Red: un conjunto de computadoras



# Nodos de una red



Computadores personales actuando  
como Clientes



Servidores



Impresoras



Enrutadores



Otros dispositivos de propósito especial

# ¿Por qué establecer una red?

- Compartición de archivos
- Compartición de recursos de la red
- Compartición de bases de datos
- Expansión económica de la base del PC
- Grupos de trabajo
- Correo electrónico
- Software de grupos y flujo de trabajo
- Gestión Centralizada
- Mejora la estructura corporativa

# **Tipos de Redes Según su extensión**

Redes de Área Local

Redes de Área Metropolitana

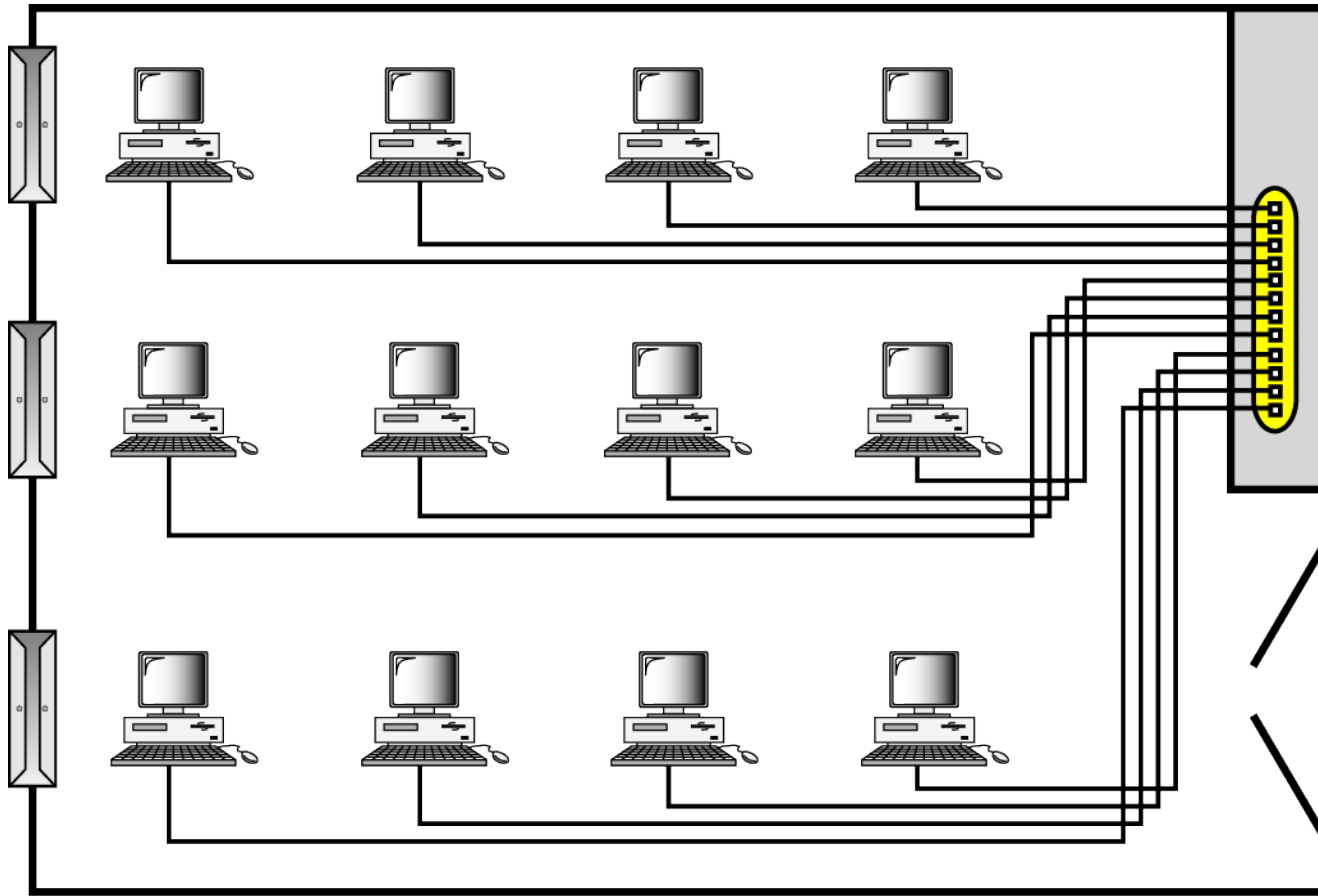
Redes de Área Amplia



# Tipos de Redes

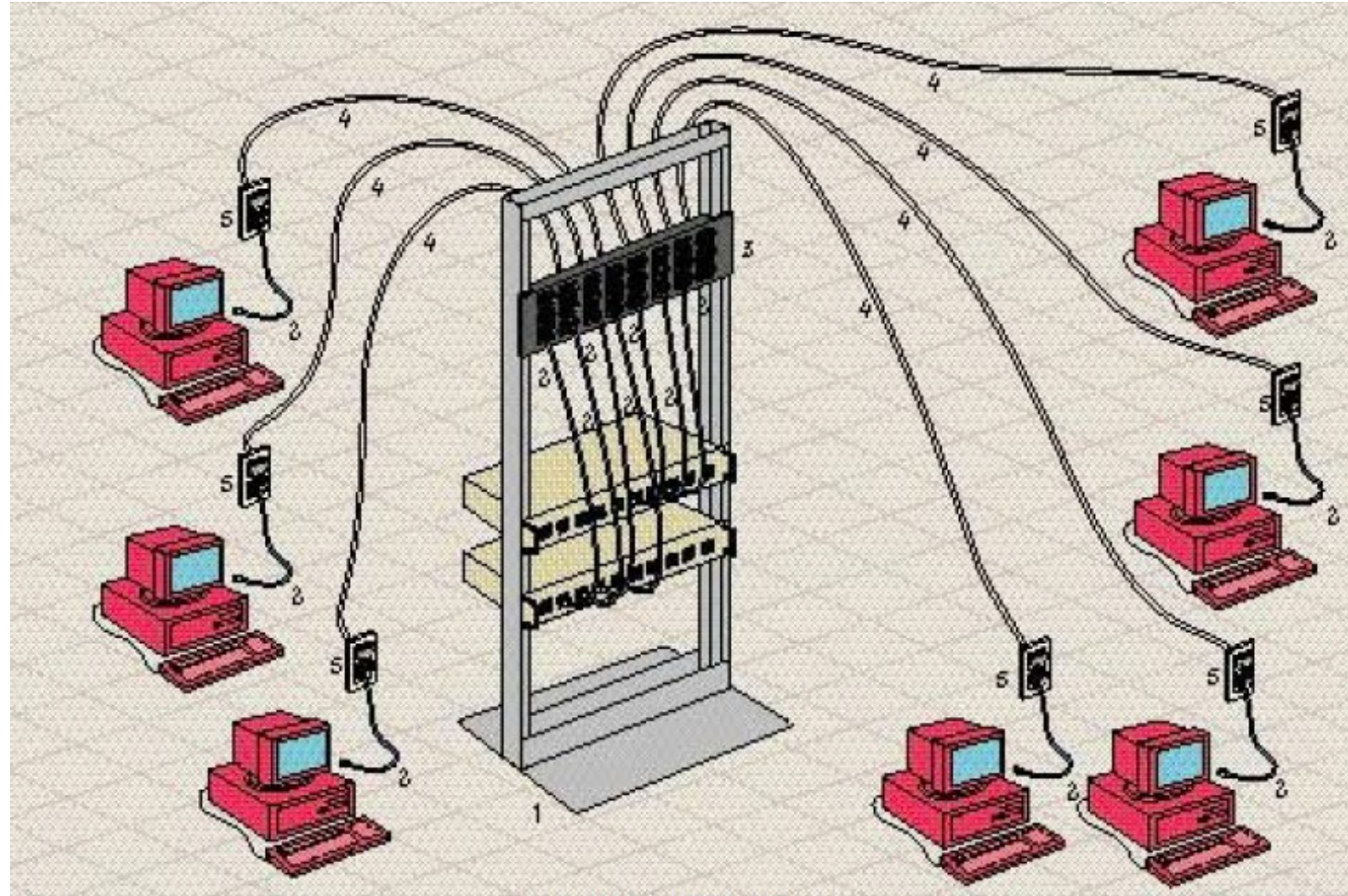
- LAN (Local Area Network)
  - Son privadas
  - Normalmente usan tecnología broadcast: un solo cable para todas las máquinas
  - La distancia entre los nodos es de 10 m a 1 Km
  - El tamaño es restringido, el tiempo de transmisión son predecibles
  - Velocidades típicas de 10/100/1000 Mbps o 1 Gbps/10Gbps
- MAN (Metropolitan Area Network)
  - Emplean la infraestructuras de los operadores telefónicos o soluciones de enlace de datos
  - Unen varias LANs, generalmente de una misma organización
  - La distancia entre los nodos es 10 Km o más.

# LAN (Local Area Network)



Concentrador de conexiones  
(Switches)

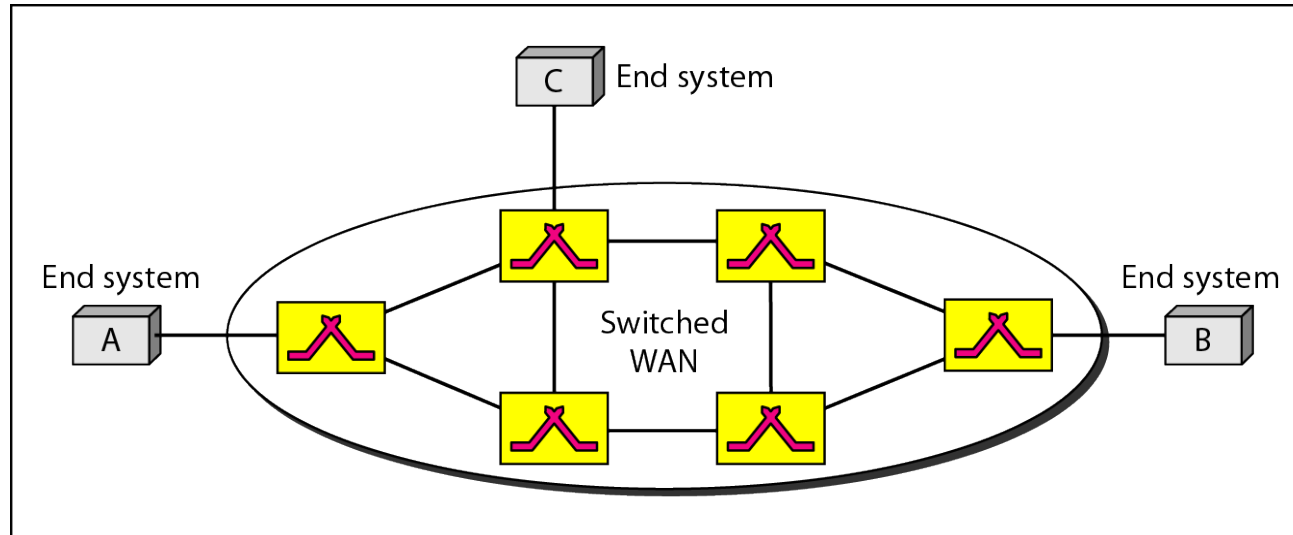
# Conectividad en la Red del Laboratorio de Redes



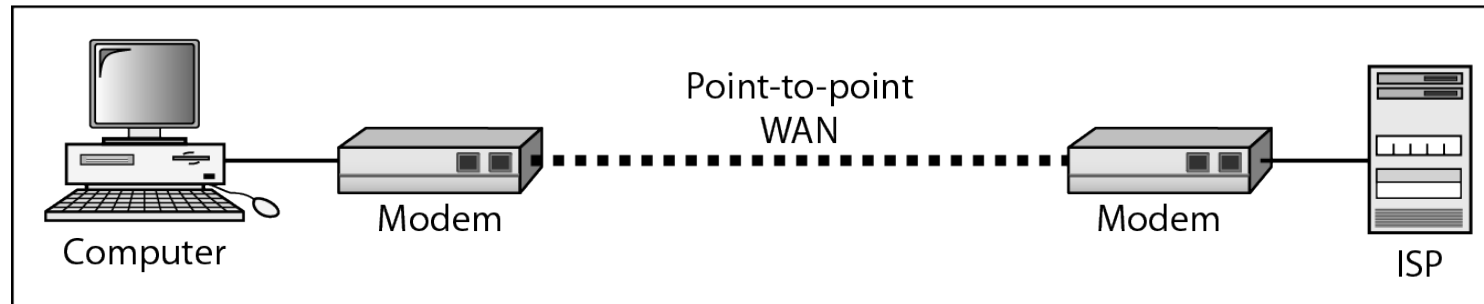
# Tipos de Redes

- WAN (Wide Area Network)
  - Consiste de una colección de nodos o LANs conectados por subred
  - La subred esta conformada por una línea de comunicación y un equipo de interconexión dedicado a establecer las rutas
  - La distancia entre los nodos es de 10 Km a 1.000 Km
- Redes Inalámbricas
  - Usa enlace de radio, microondas, infrarrojos, o cualquier forma de transmisión que emplee el aire
  - Se pueden combinar las redes inalámbricas con los computadores móviles

# WAN (Wide Area Network)

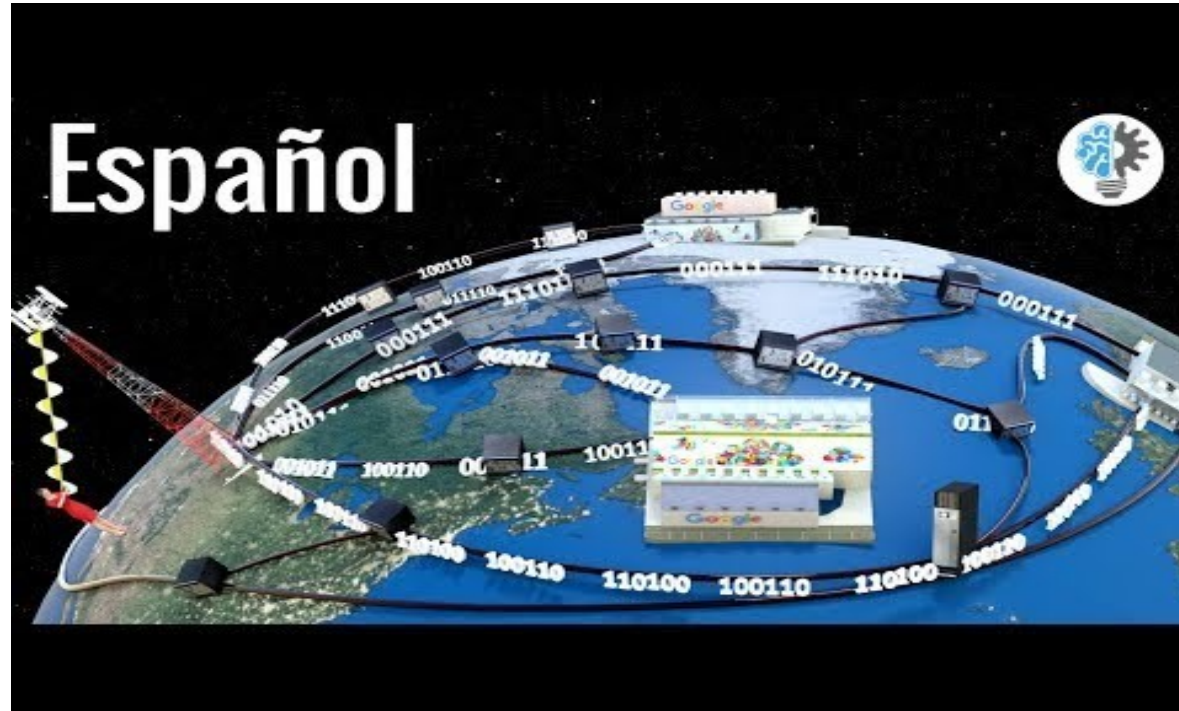


**WAN Conmutada:** Conecta sistemas terminales que incluyen enrutadores, que conectan a otra LAN o WAN



**WAN Punto a Punto:** A través de una línea alquilada conecta una computadora a un ISP o una LAN

# ¿Cómo funciona el Internet?



[https://youtu.be/rw41W8crZ\\_Y](https://youtu.be/rw41W8crZ_Y)

# Consideraciones en una Red de Computadores

**Mensajes**

**Velocidades**

# Taller: Paquetización de la información

Calcule el tiempo total de transmisión de un archivo de datos con tamaño 4MB sobre una red de computadoras en la que sus enlaces de comunicación tienen una velocidad de 2Mbps.

Dentro de las características que presenta la red, se encuentra que cada paquete tiene un tamaño de 2KB de datos a los cuales se les agrega 64B de datos de control.

Adicionalmente, durante la transmisión de la información se ha evidenciado que la red produce un retardo a cada paquete transmitido a una razón de 1ms (milisegundo), aumentando el tiempo total de transmisión. ¿Cuál sería el nuevo tiempo total?



# Topologías

¿Qué es una topología?

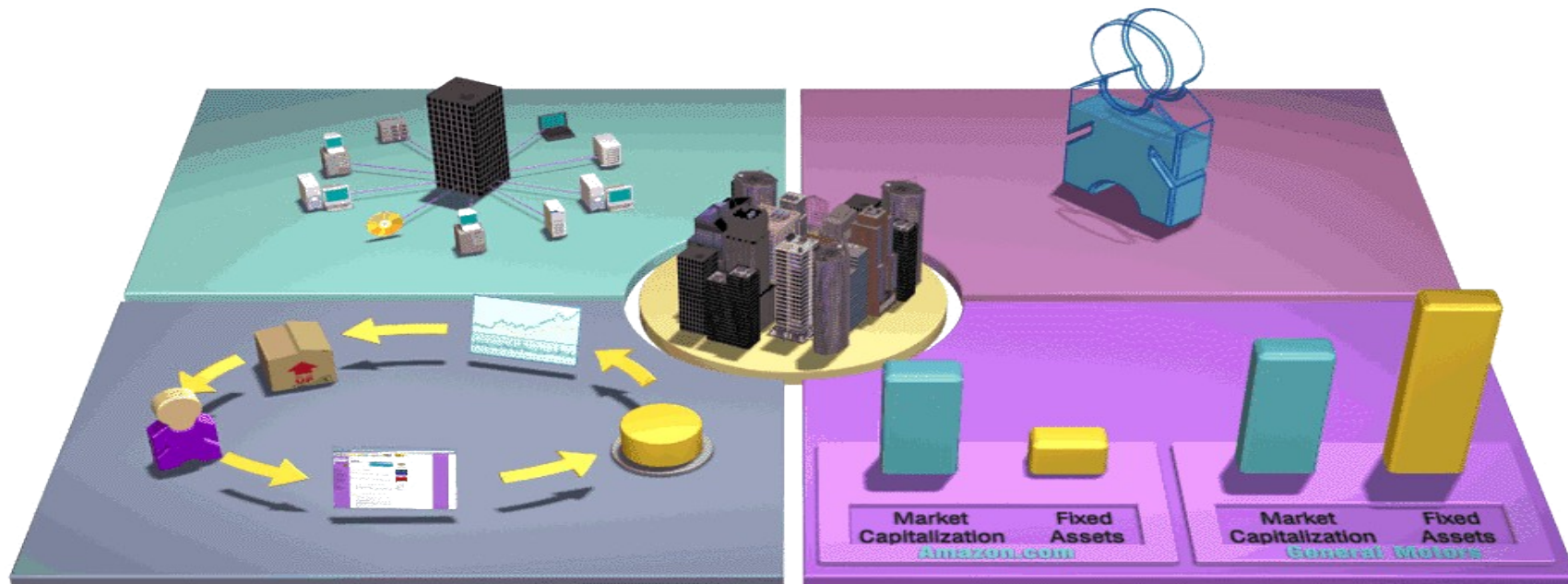
Topología Bus

Topología Anillo

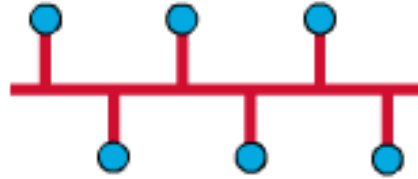
Topología Estrella

# ¿Qué es una topología

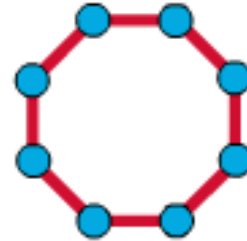
- Es la manera como está distribuida geoméricamente la red para que fluyan los datos entre estaciones, máquinas, personas, aplicaciones, etc.
- Cada tipo de topología tiene sus ventajas y desventajas



# Topología de una red



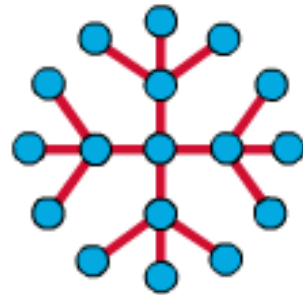
Topología de bus



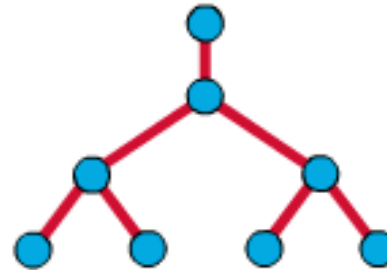
Topología de anillo



Topología en estrella



Topología en estrella extendida



Topología jerárquica



Topología en malla

# Tipos de Red según su Topología

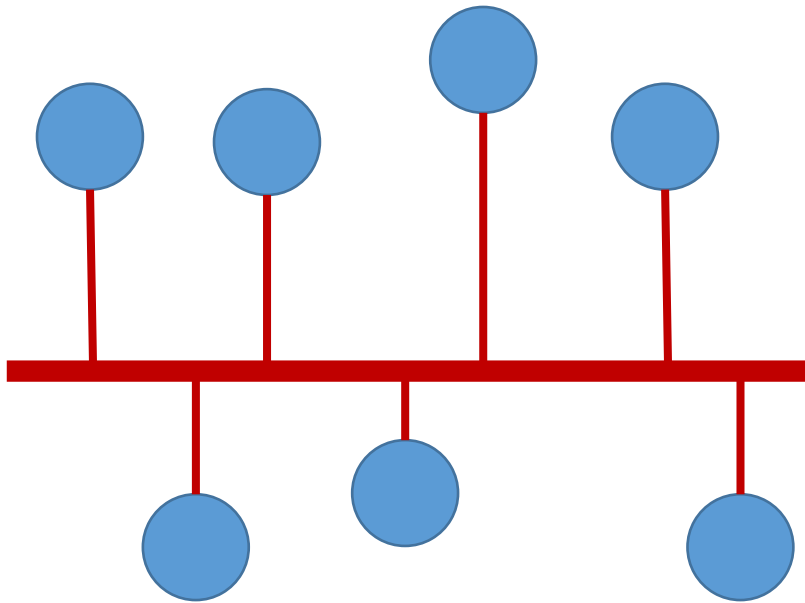
## 1. Red de Difusión: Topologías propias de las LANs

- Bus Estrellado
- Anillo Estrellado

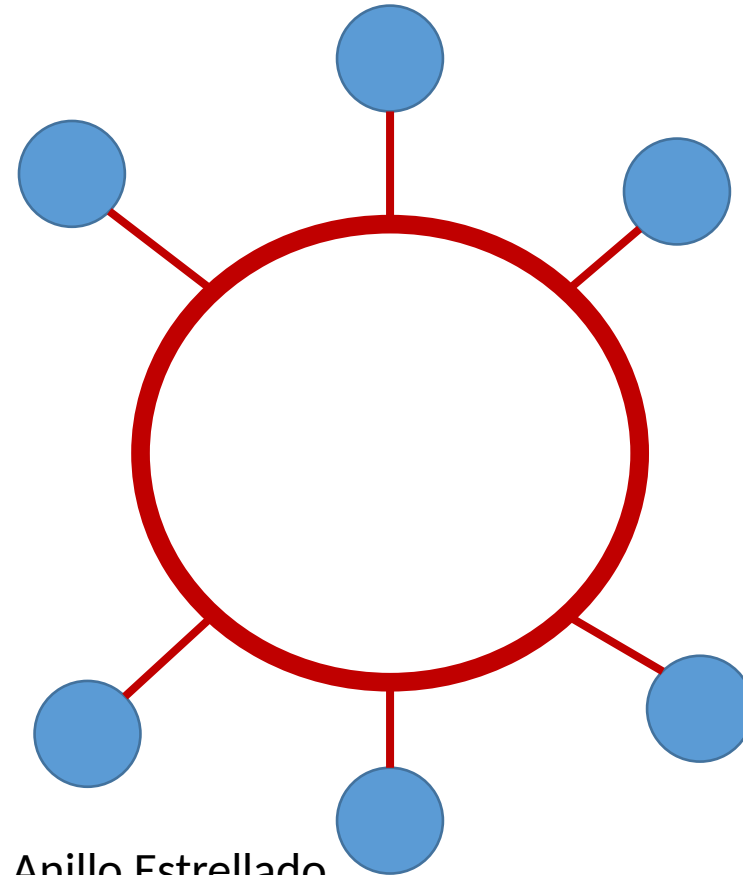
## 2. Red Punto a Punto: Topologías propias de las MAN y WAN

# Tipos de Red según su Topología

## Red de difusión



Bus Estrellado



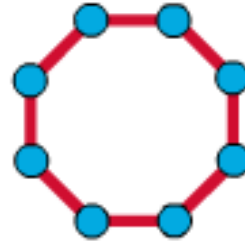
Anillo Estrellado

# Tipos de Red según su Topología

## Red Punto a Punto



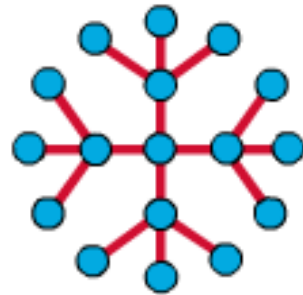
Topología de bus



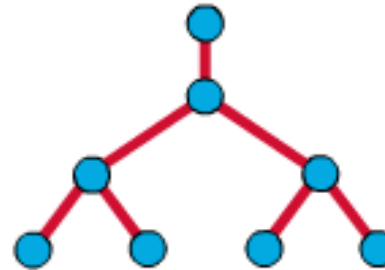
Topología de anillo



Topología en estrella



Topología en estrella extendida



Topología jerárquica



Topología en malla

# Actividad analítica: Topología de una red

Cuatro (4) redes de computadoras contienen cada una  $n$  nodos. La primera red tiene una topología en **estrella** con un conmutador central, la segunda una topología punto a punto **bus o lineal**, la tercera **un anillo (bidireccional)** y la cuarta está interconectada por **completo**.

¿Para cada uno de los modelos presentados determine las trayectorias de transmisión óptima, media y de peor caso medidas en términos del número de saltos que dan los paquetes?

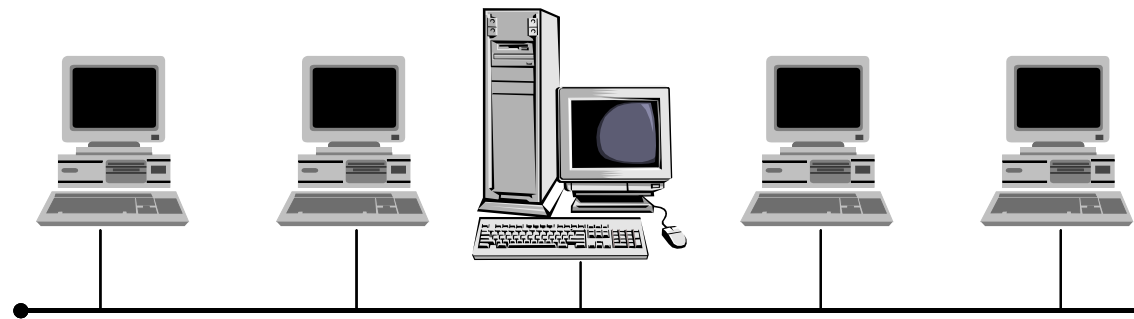
Justifique su respuesta.

# **Topologías para Redes de difusión**



# Topología Bus

- Todas las estaciones están conectadas a un medio común.
- Si una estación desea transmitir información a otra, esta debe poner los datos en el bus donde todas las estaciones escuchan pero sólo la estación destino procesará los datos.



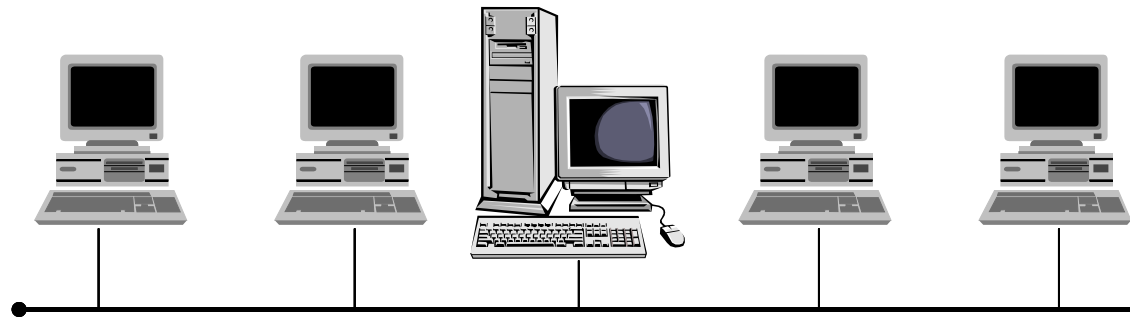
# Topología Bus

- Ventajas

- Bajo costo
- Uso común
- Protocolos sencillos de utilizar

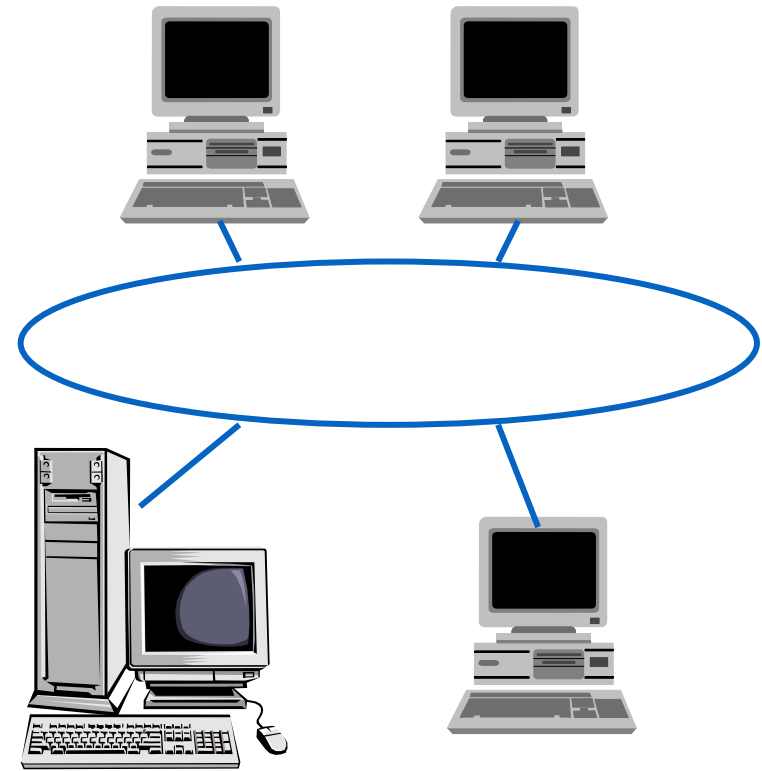
- Desventajas

- Congestión del medio común
- Si por alguna razón el medio compartido sufre una ruptura, la red se incomunica totalmente.



# Topología Anillo

- Estaciones interconectadas entre si formando un círculo.
- Si una estación desea comunicarse con otra estación, envía los datos a su estación vecina la cual verifica si son para ella, de lo contrario los envía nuevamente.



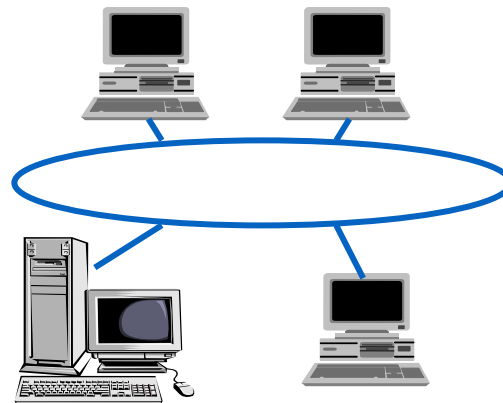
# Topología Anillo

- Ventajas

- Poca congestión.
- Muy buena topología para redes LAN grandes
- Mejor tecnología en el acceso al medio.

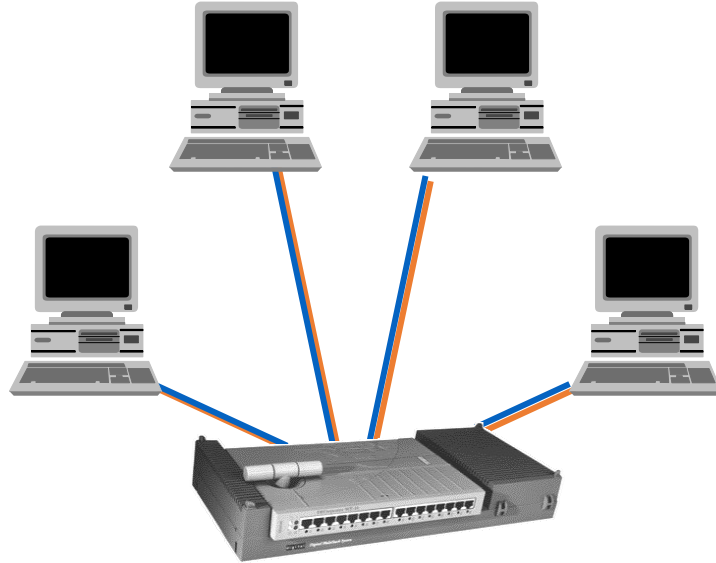
- Desventajas

- Si por alguna razón el medio sufre una ruptura, la red se incomunica totalmente
- No es una topología común.
- Costosa



# Topología Estrella

- Conexión por medio de un punto central (Conmutador o Switch).
- Estaciones conectadas independientemente.
- Medio de transmisión no compartido.



# Topología Estrella

- Ventajas

- Fácil Administración
- No se afecta el servicio si hay problemas con una estación.
- Medio físico independiente entre estaciones.

- Desventajas

- El punto central es crítico.
- Costo Decreciente a lo largo del tiempo

# Protocolos de Comunicación

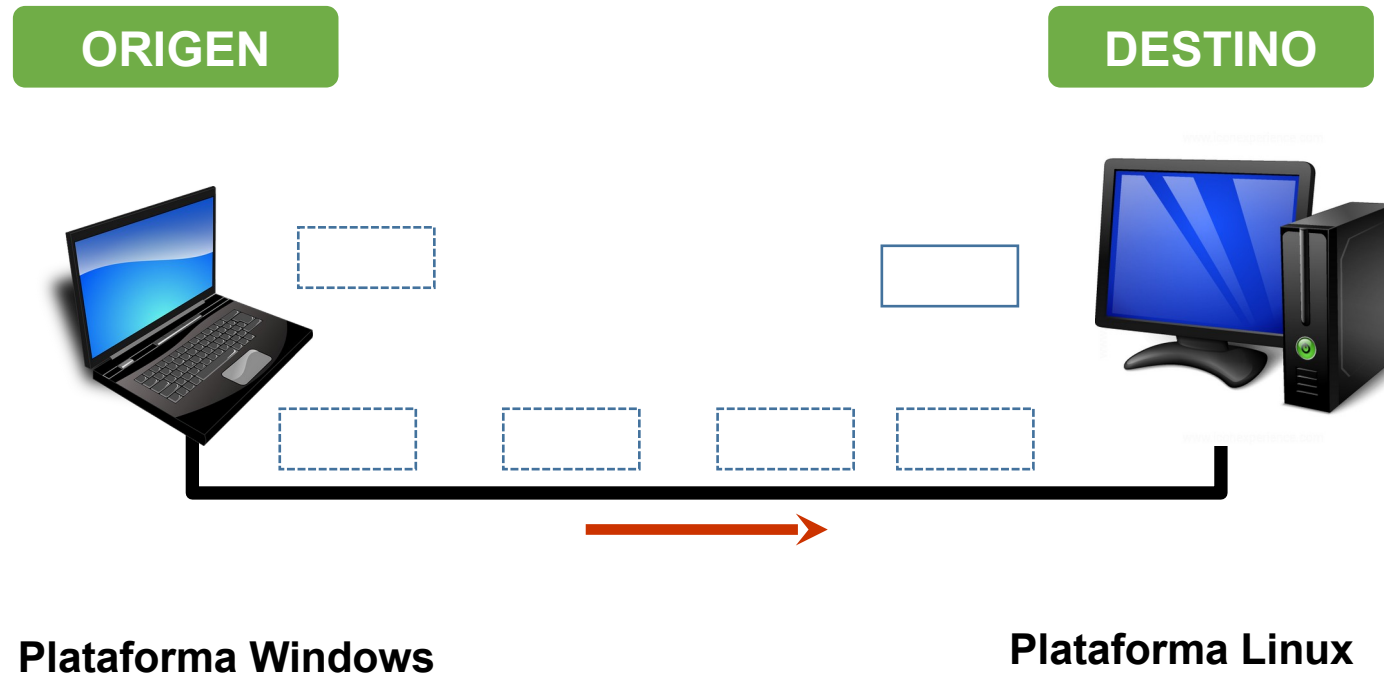
Definición

Jerarquías de Protocolos

Interfaces y servicios

Servicios orientados a la conexión y sin conexión

# Comunicación en red



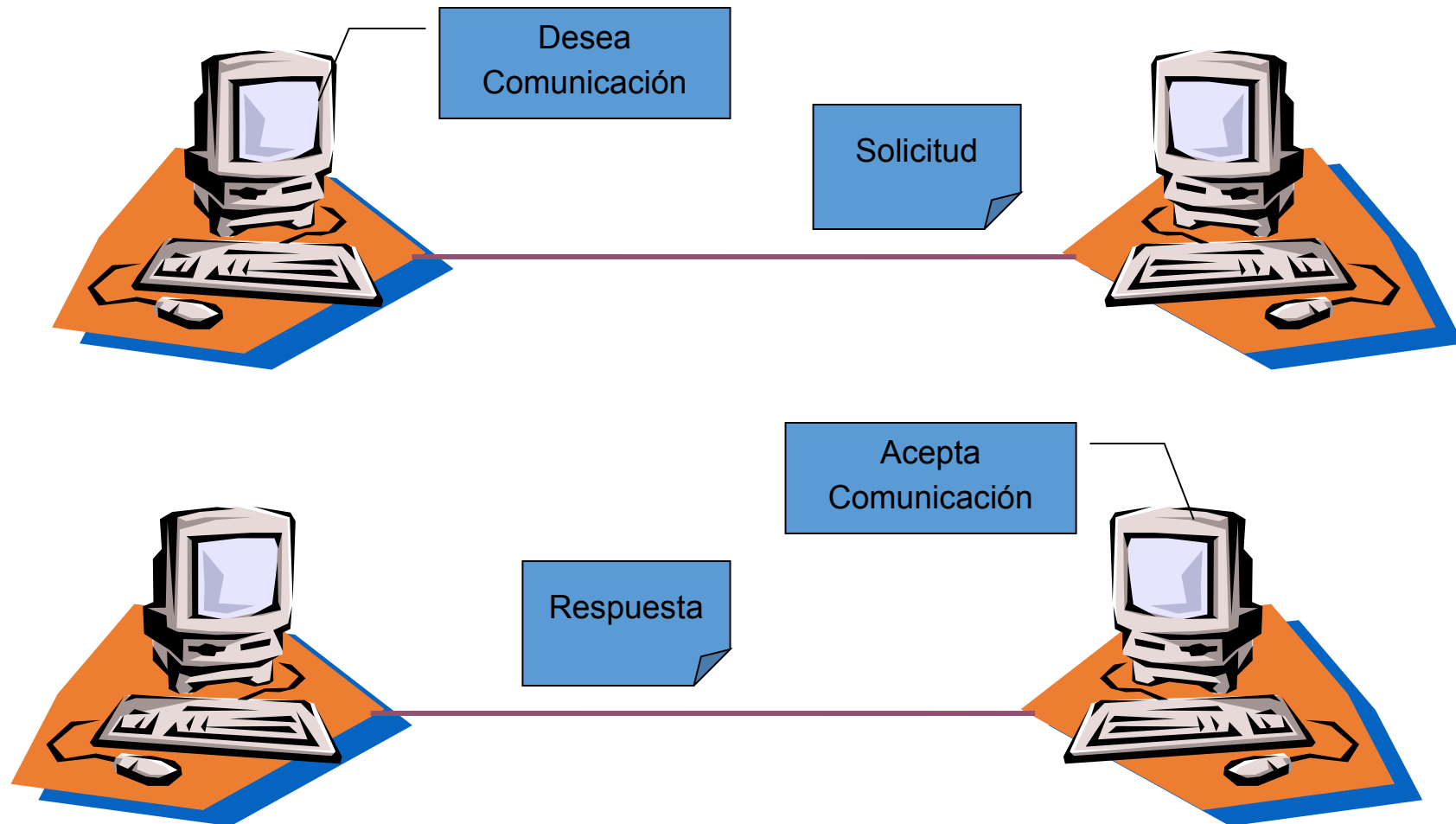


# Protocolo de Comunicación

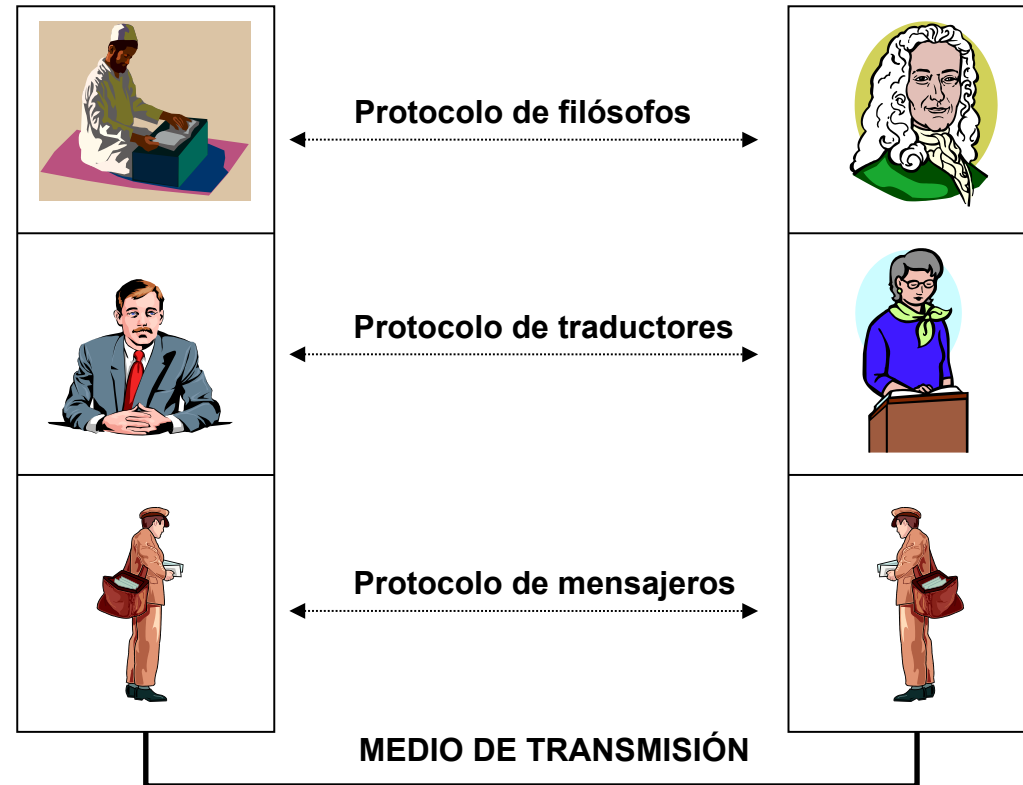


- Para interconectar dos a más estaciones es necesario establecer una conexión física sea por un cable o cualquier otro medio, pero también es necesario establecer una conexión lógica.
- Un protocolo define un conjunto de reglas y estados para la comunicación entre estaciones.

# Protocolos de Comunicación



# Modelo de Arquitectura por Capas



Arquitectura Filósofo – Traductor - Cartero

# Análisis de la Arquitectura por Capas

¿Qué fluye?



¿Cuáles son las distintas formas del flujo?



¿Qué reglas rigen para el flujo?

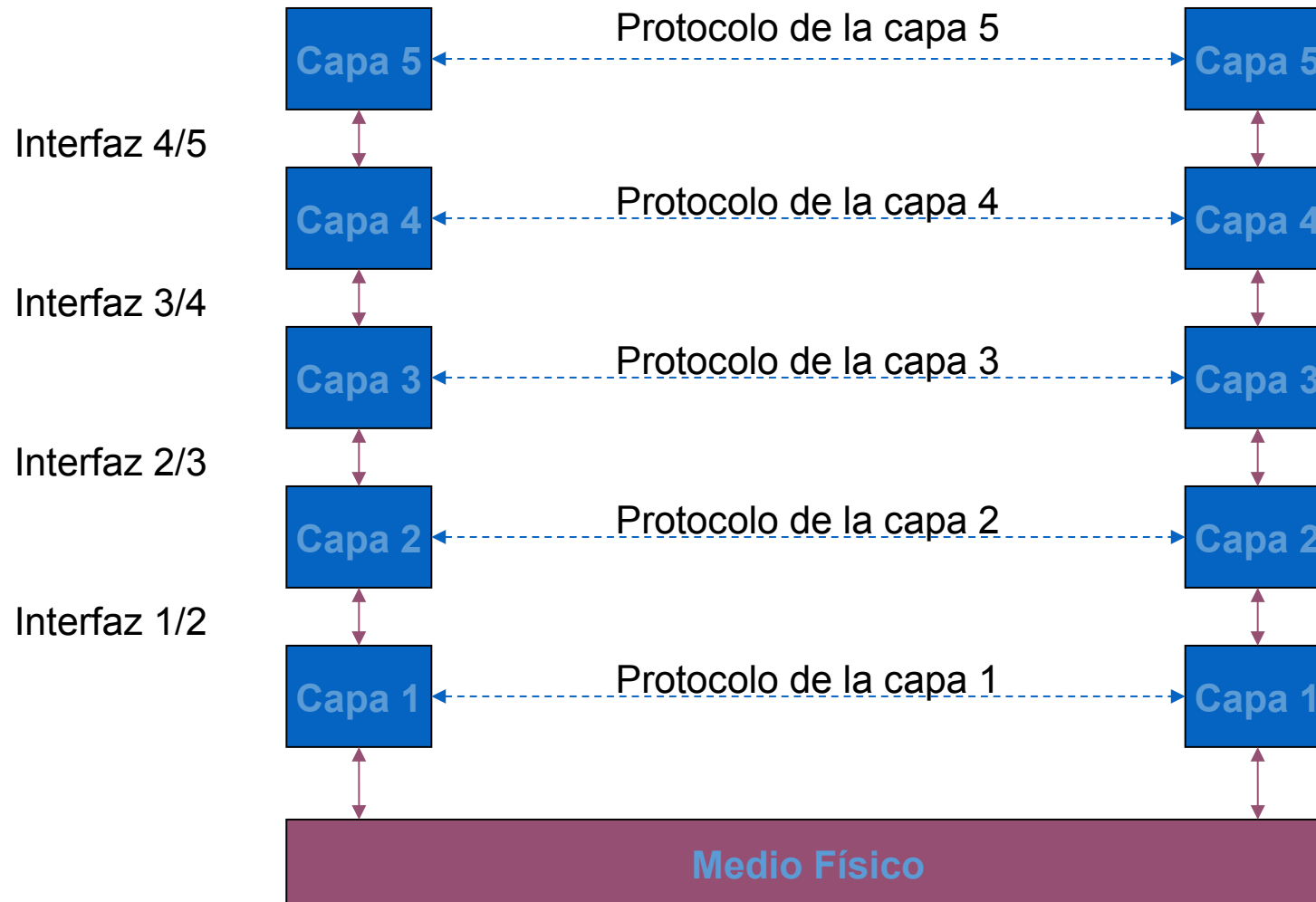


¿Dónde se produce el flujo?

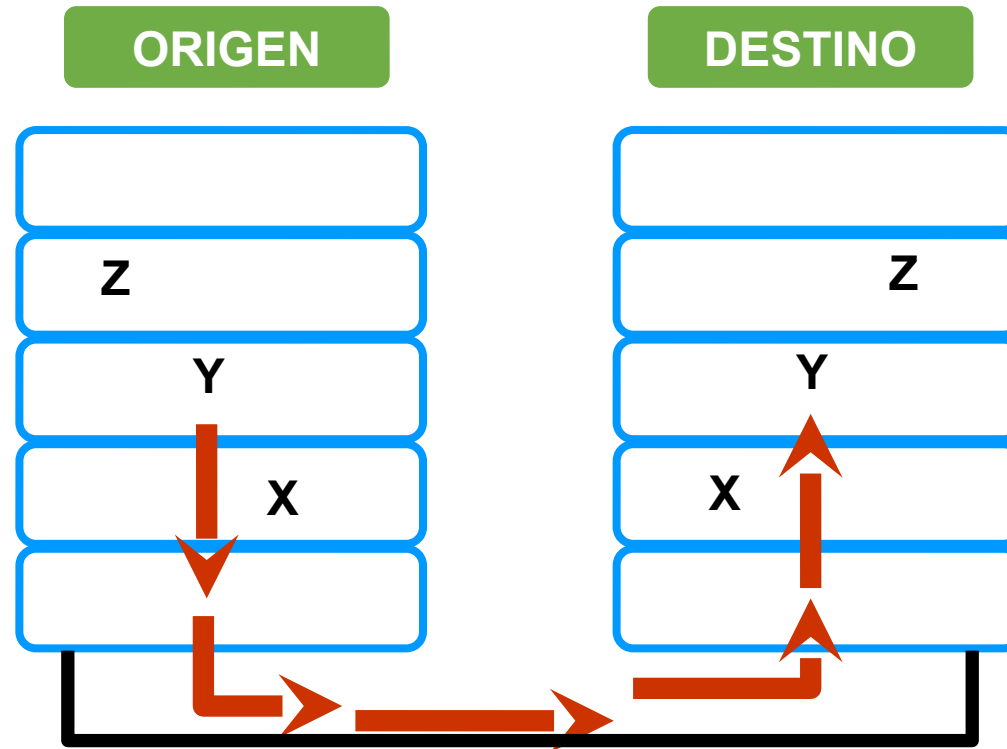
# Aspectos de diseño de las Capas

- Direcccionamiento
- Control de errores
- Control de flujo
- Tipo de conexión
- Enrutamiento

# Jerarquía de Protocolos



# Protocolo entre computadoras

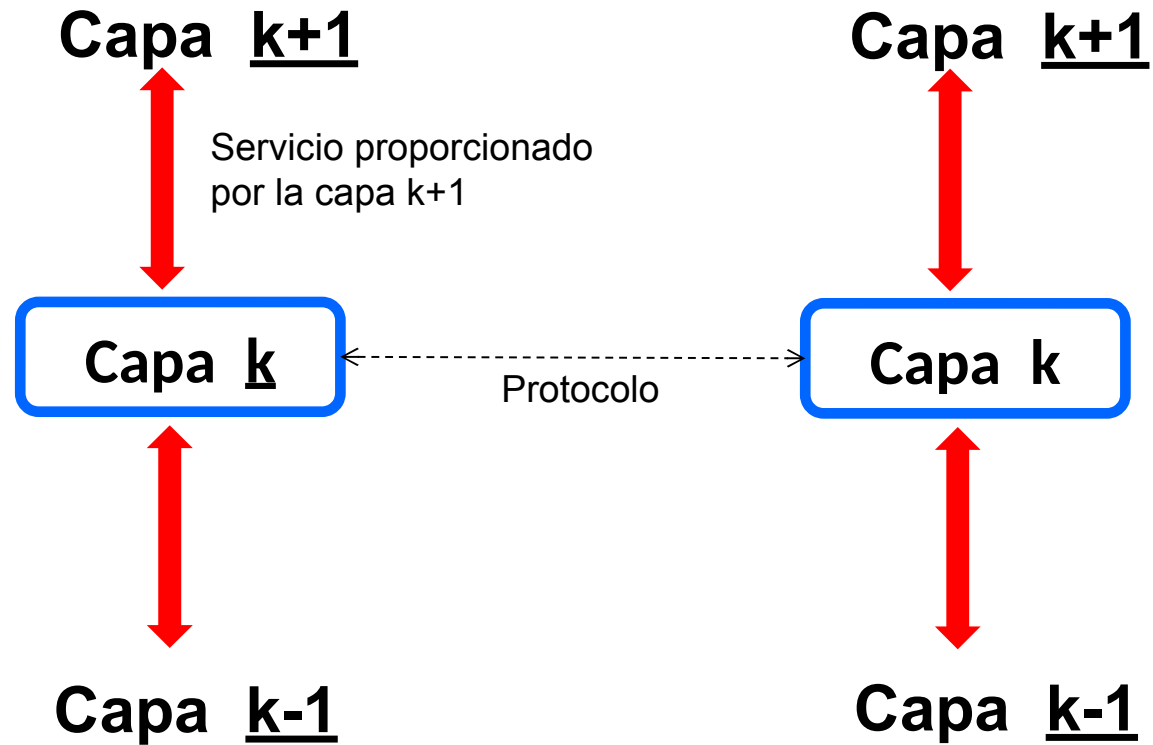


**X, Y y Z: corresponden a las capas de nuestro modelo**

**$Y_{\text{ORIGEN}}$  -  $Y_{\text{DESTINO}}$  son capas iguales**

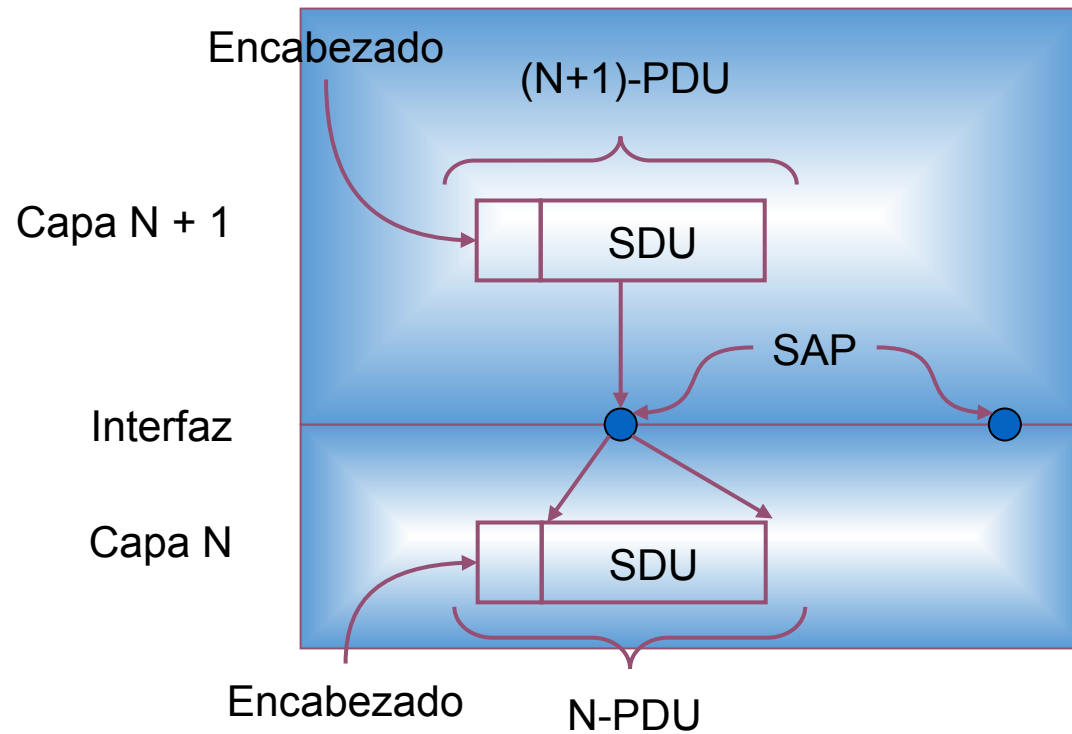
**Protocolo de la capa M: reglas a través de la cual se comunican las capas M**

# Relación entre Servicio y Protocolo



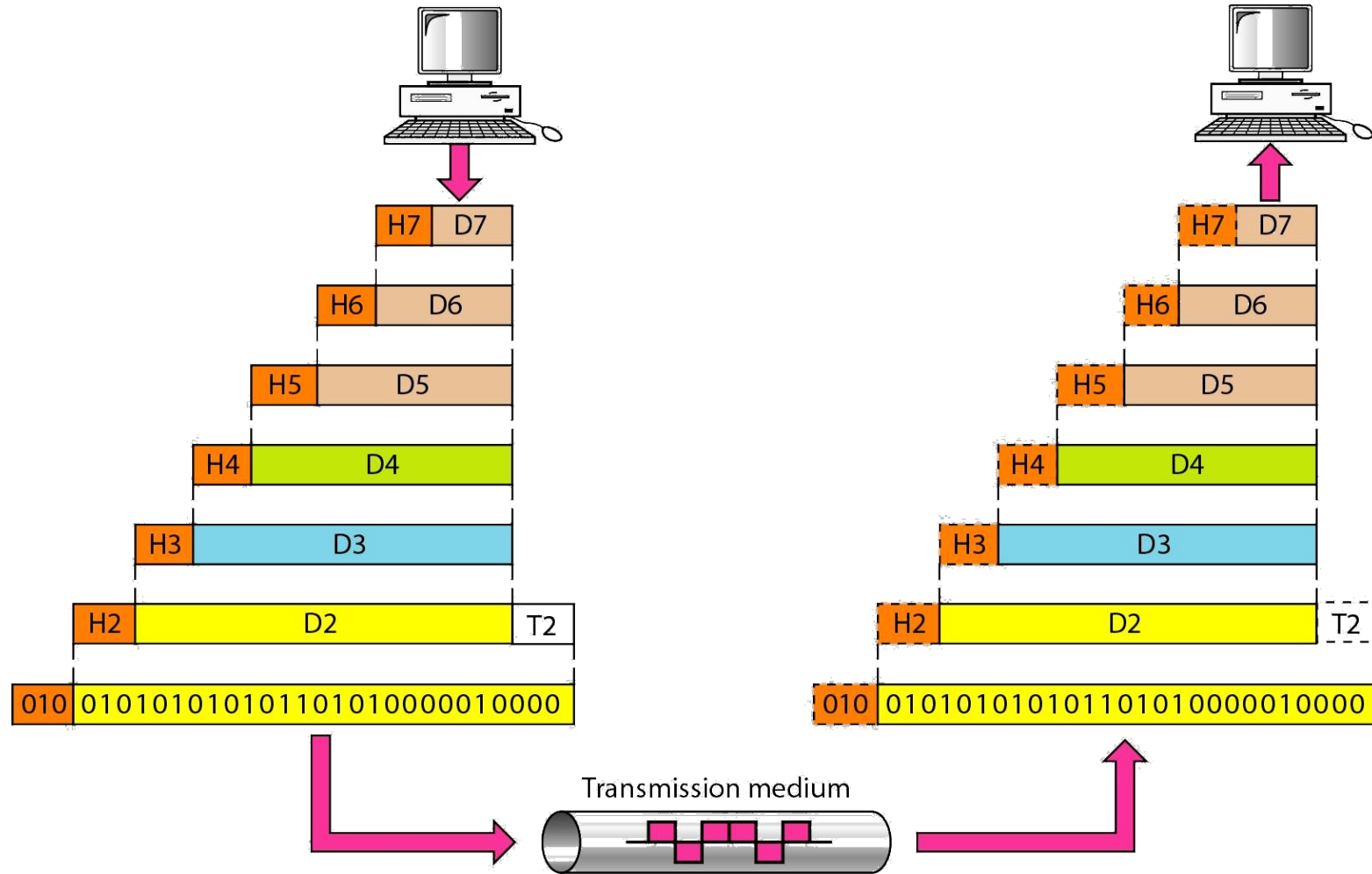


# Interfaces y servicios

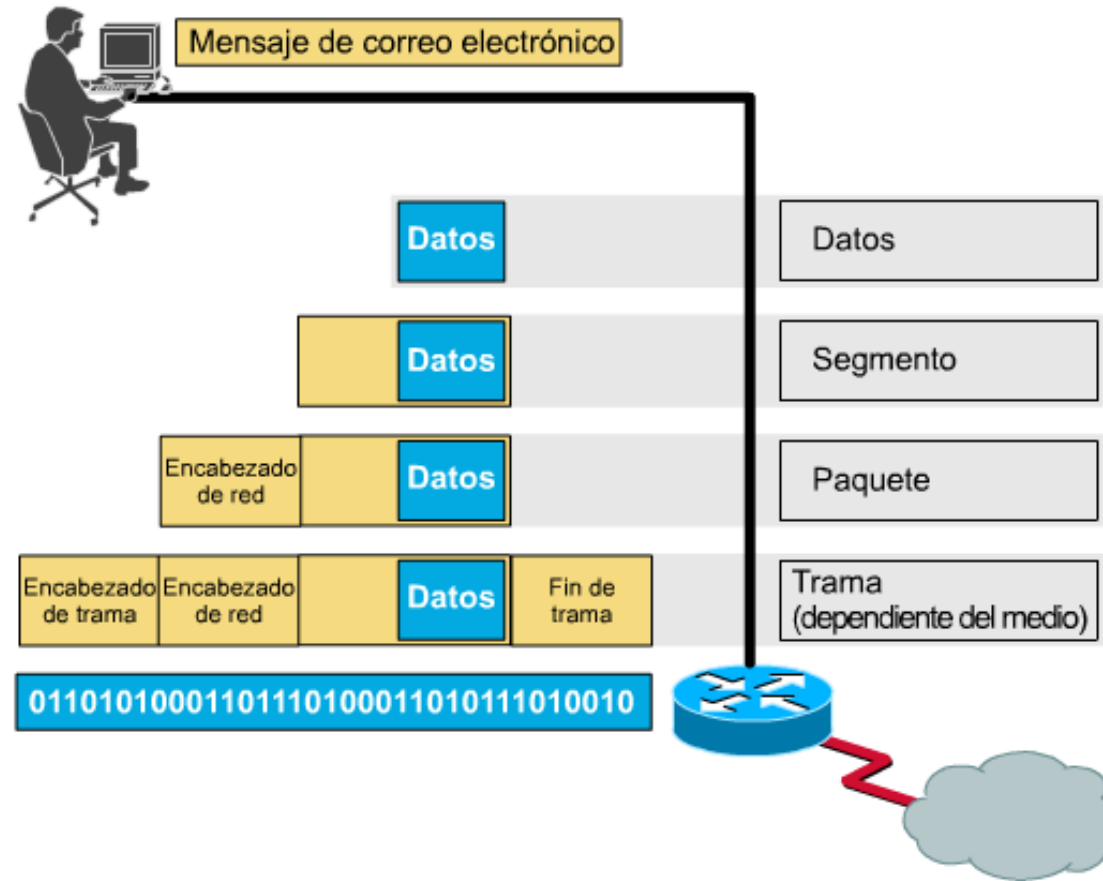


SAP = Punto de acceso al servicio  
SDU = Unidad de datos del servicio  
PDU = Unidad de datos de protocolo

# Encapsulamiento de datos



# Ejemplo de encapsulamiento de los datos



# Servicios en la red

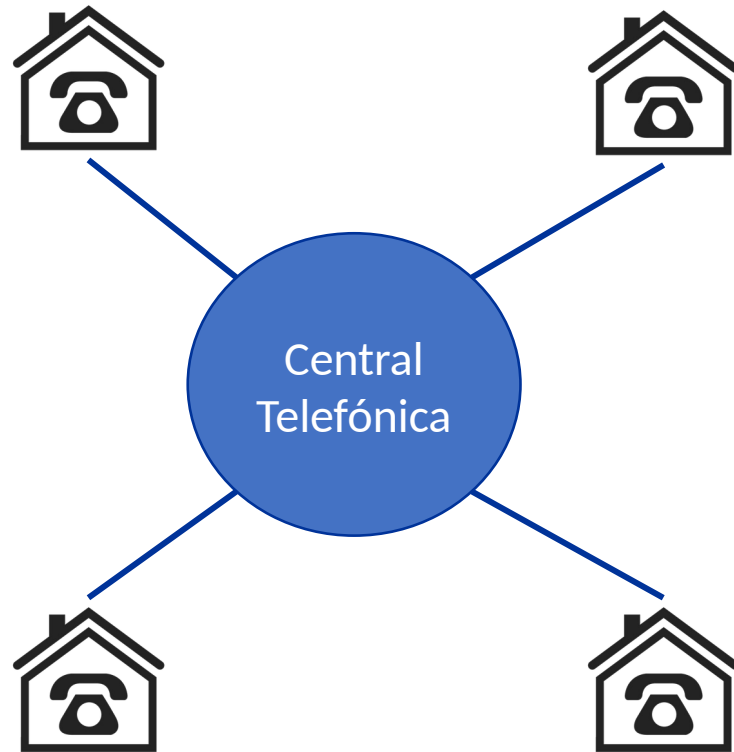
## Tipos de Servicios

- Servicio orientado a la conexión: Circuito Virtual
- Servicio no orientado a la conexión: Datagrama

## Primitivas de Servicio

| Primitiva  | Significado                                   |
|------------|---|
| LISTEN     | Bloquea en espera de conexión entrante        |
| CONNECT    | Establece una conexión con el igual en espera |
| RECEIVE    | Bloquea en espera de un mensaje entrante      |
| SEND       | Envía un mensaje al igual                     |
| DISCONNECT | Dar por terminada la conexión                 |

# Servicio orientado a la conexión



- Encuentra su modelo en el sistema telefónico.
- El usuario del servicio establece primero una conexión, la usa y después la libera.
- Una conexión actúa como un tubo o canal sellado: el emisor empuja datos por un extremo y el receptor los saca en el mismo orden por el otro extremo

# Servicio no orientado a la conexión

- Toma su modelo del correo postal.
- Cada mensaje lleva la dirección completa de destino, y cada uno se encamina a través del sistema en forma independiente a todos los demás.



# Modelos de Referencia

Modelo de Referencia OSI

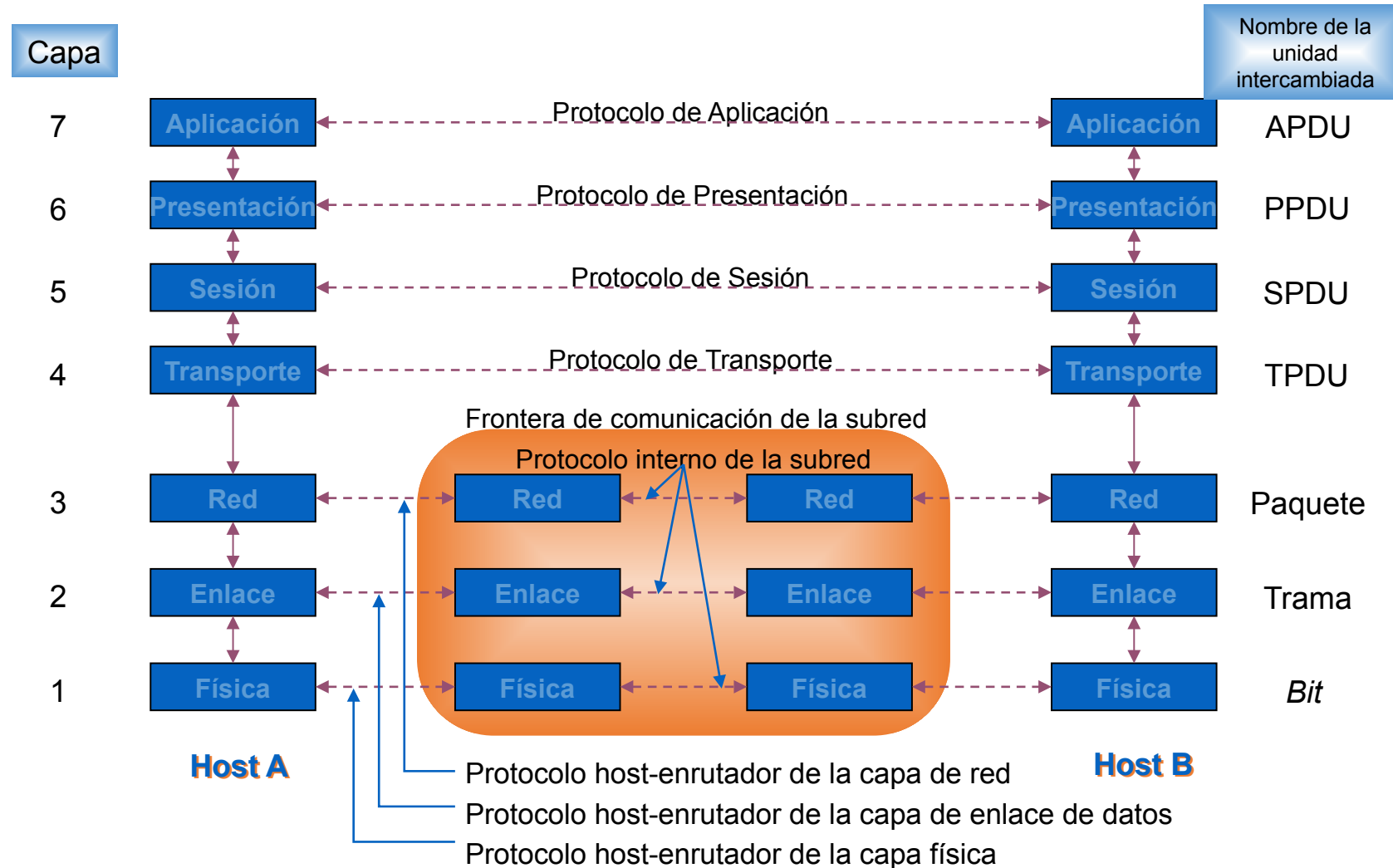
Modelo de Referencia TCP/IP

# Modelo de Referencia OSI

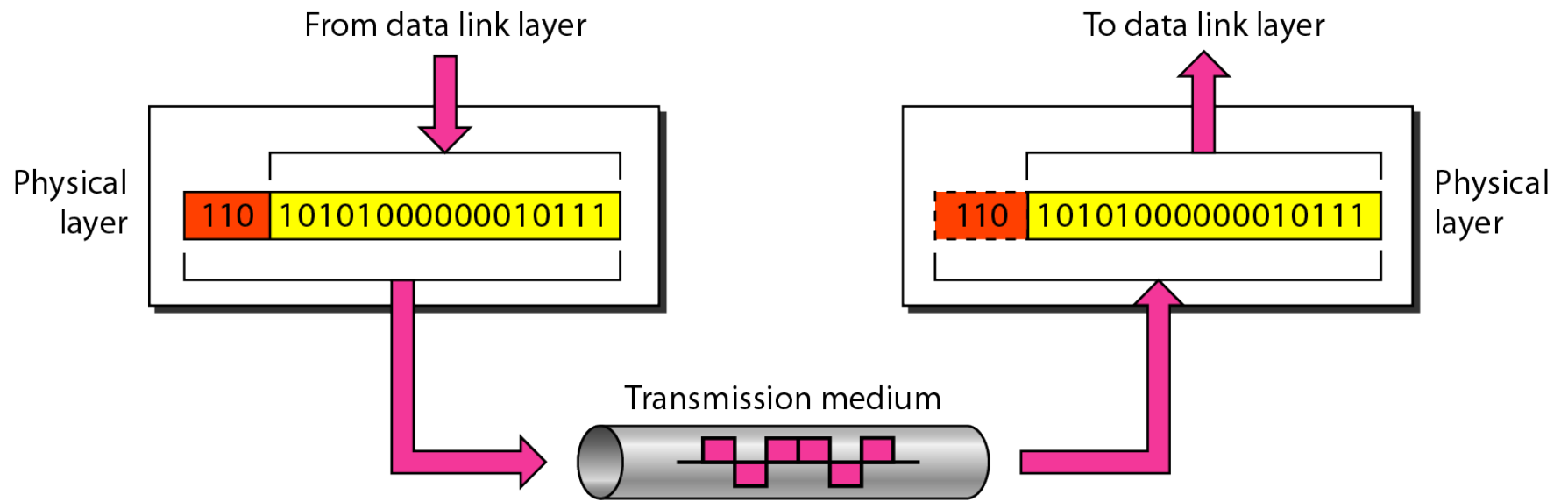
- Propuesta de modelo de Arquitectura por capas planteado por la **ISO** de la ONU. (**Day y Zimmermann, 1983**)
- **Estandarización internacional** de los protocolos que se usan en la capas del modelo
- Los principios aplicados para determinar el modelo de siete (7) capas fueron:
  - Se crea cada capa siempre que exista un nivel de abstracción diferente
  - Cada capa debe realizar una función bien definida
  - La función de cada capa determinará la definición de un protocolo estandarizada internacionalmente
  - Los límites de las capas deben elegirse a modo de minimizar el flujo de información a través de las interfaces



# Modelo de Referencia OSI

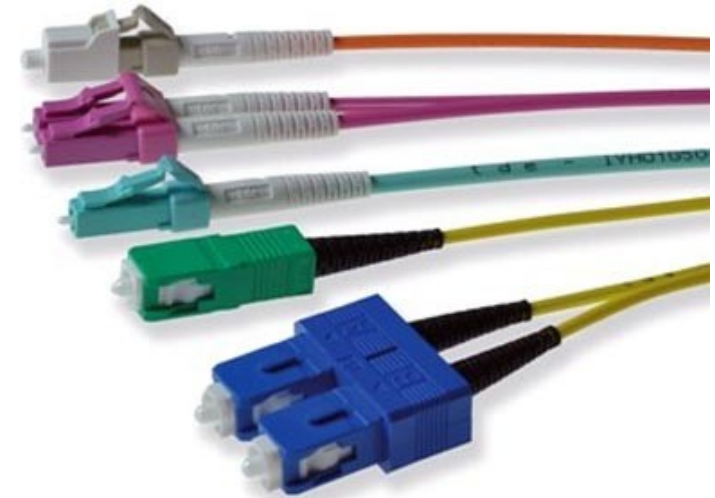
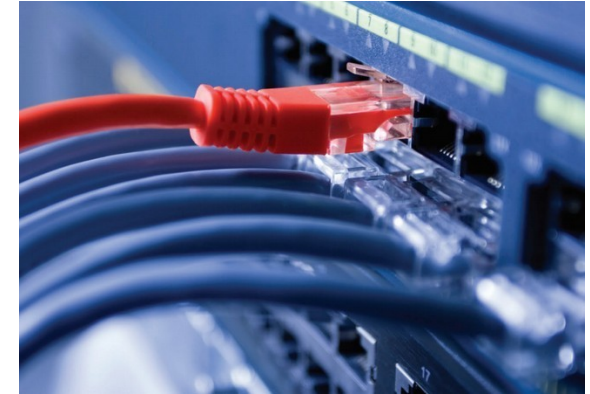


# Capa Física

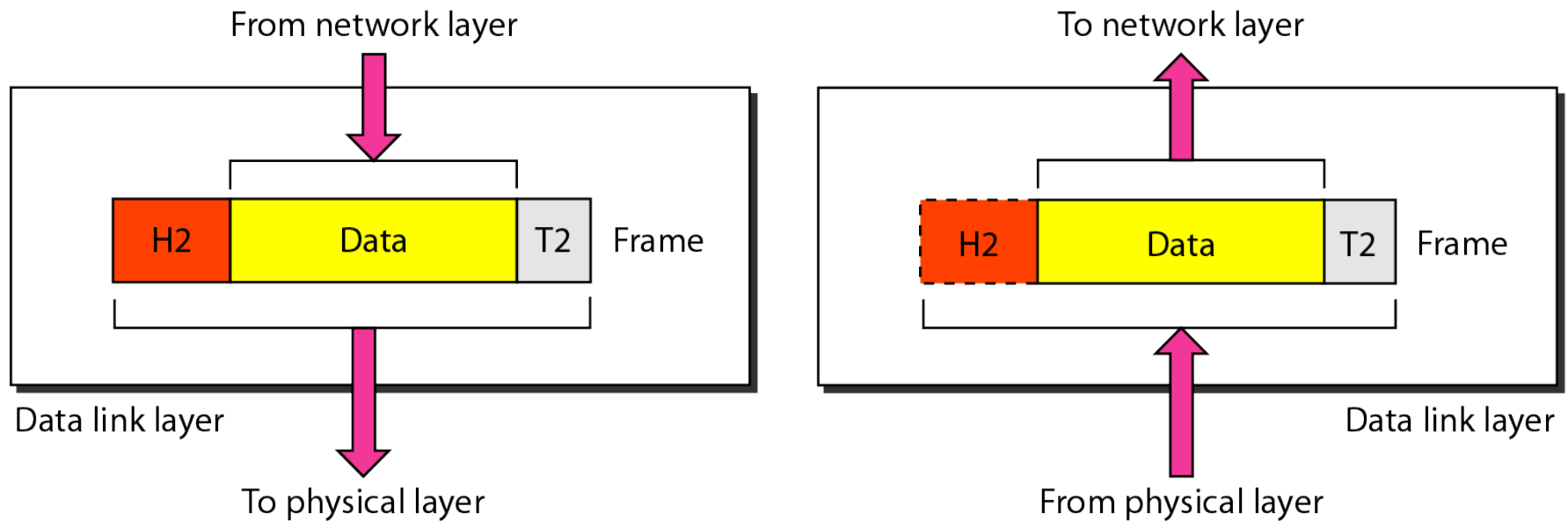


# Capa Física

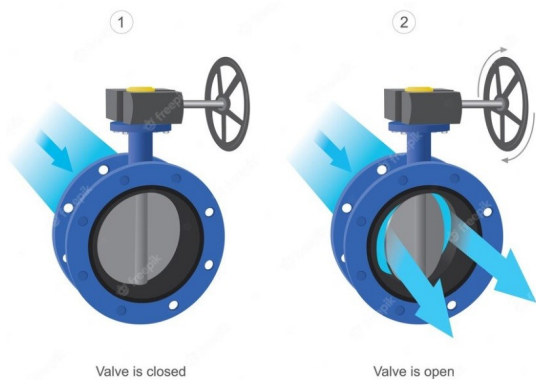
- Transmisión de bits por un canal de comunicaciones.
- Se define el tipo de conector utilizado, el número de alambres y sus funciones.
- Representación de los bits
- Se define todo lo que tenga que ver con las interfaces mecánicas y eléctricas.
- Tasa de datos
- Sincronización de los bits
- Configuración de la línea
- Topología
- Modo de transmisión.



# Capa de Enlace de Datos



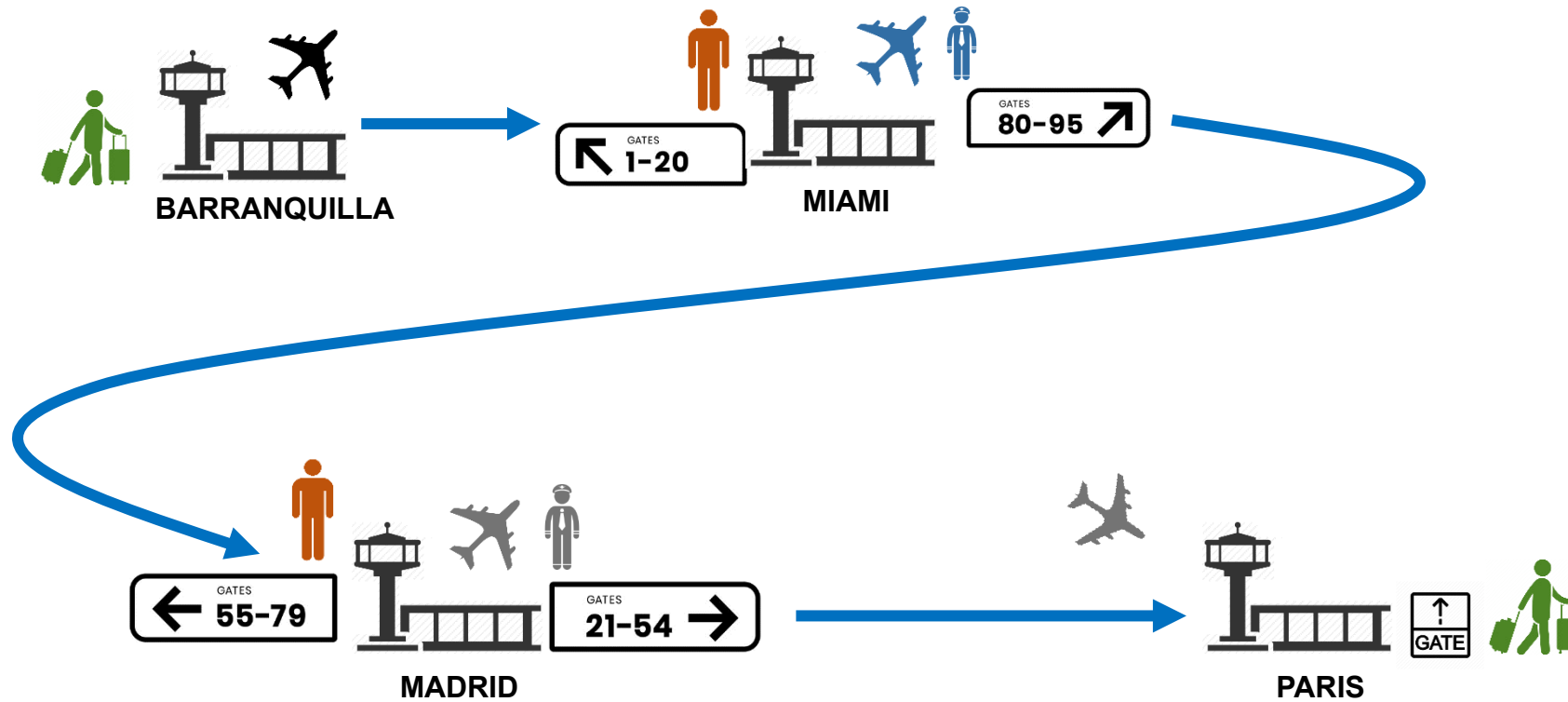
# Capa de Enlace de Datos



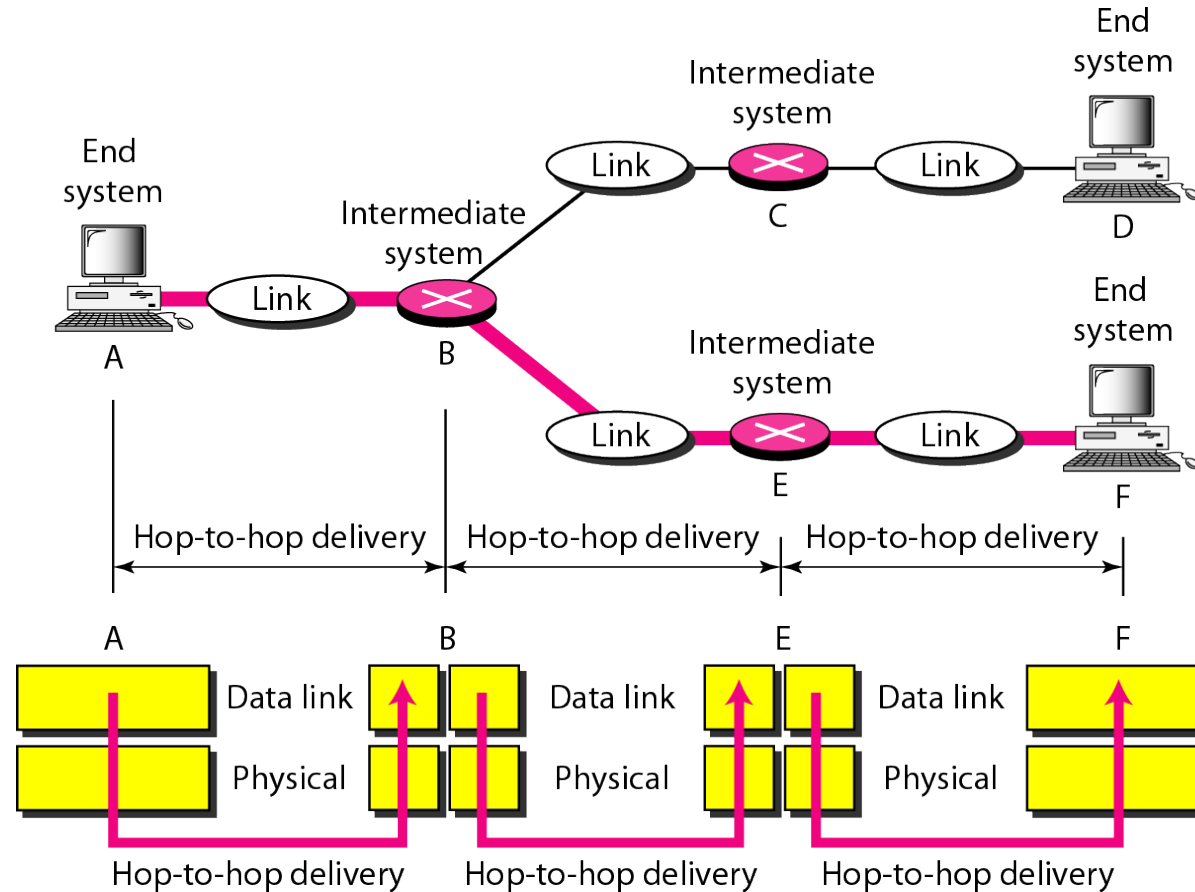
- La tarea principal es tomar un medio de transmisión en bruto y transformarlo en una línea que parezca libre de errores de transmisión para su nivel superior.
- Enramado.
- Control de flujo.
- Control de errores.
- Direccionamiento Físico
- En las redes de difusión como las LANs, el nivel de enlace debe tener una función que se encargue del acceso al canal compartido.
- El subnivel del nivel de enlace más alto se llama subnivel de enlace lógico (LLC).
- El subnivel del nivel de enlace más bajo se denomina subnivel de acceso al medio(MAC).



# Modelo Avión-Piloto-Pasajero

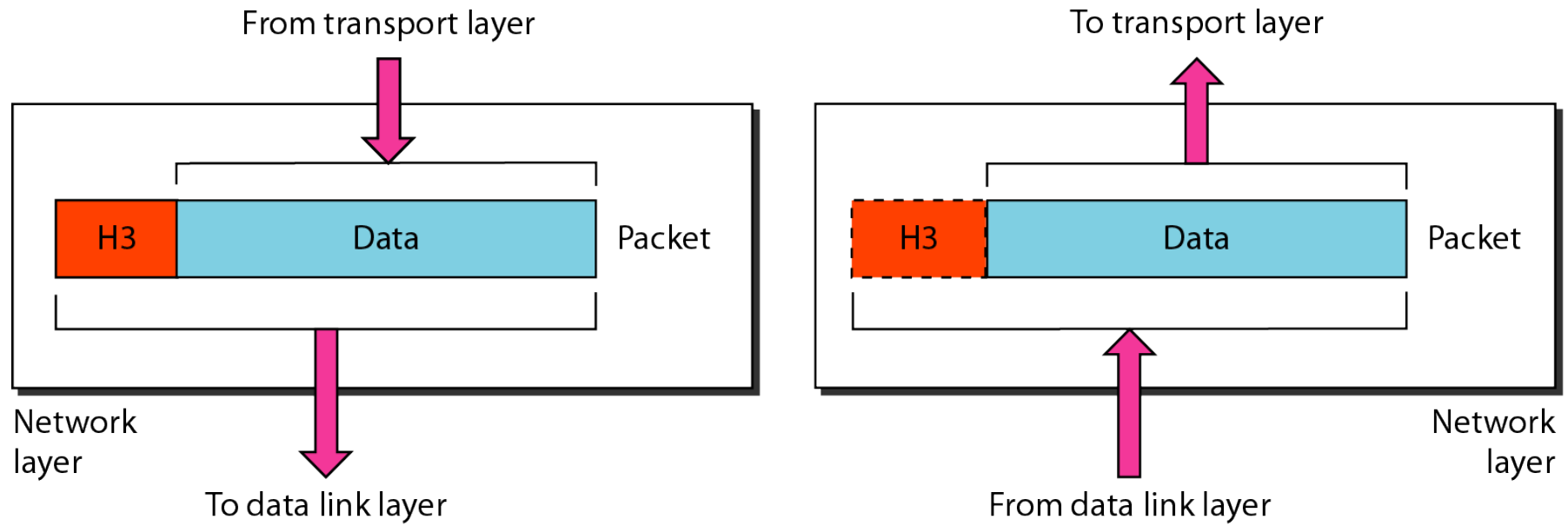


# Capa de Enlace de Datos



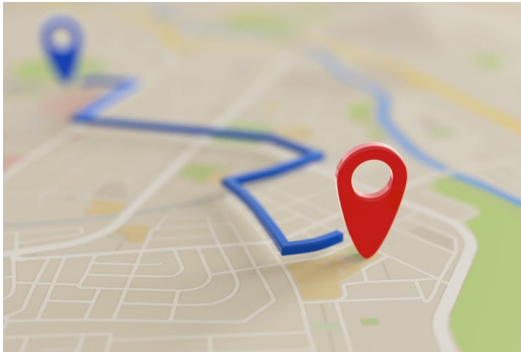
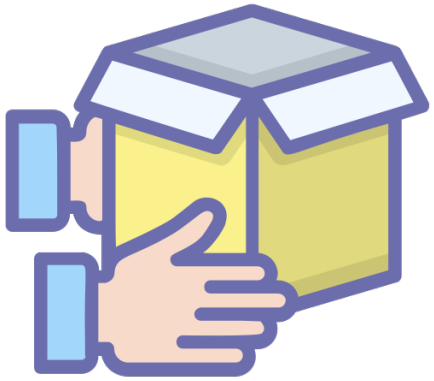
La Capa de Enlace de Datos es responsable de **mover tramas de un nodo al siguiente: Entrega entre dos sistemas de la misma subred**

# Capa de Red





# Capa de Red



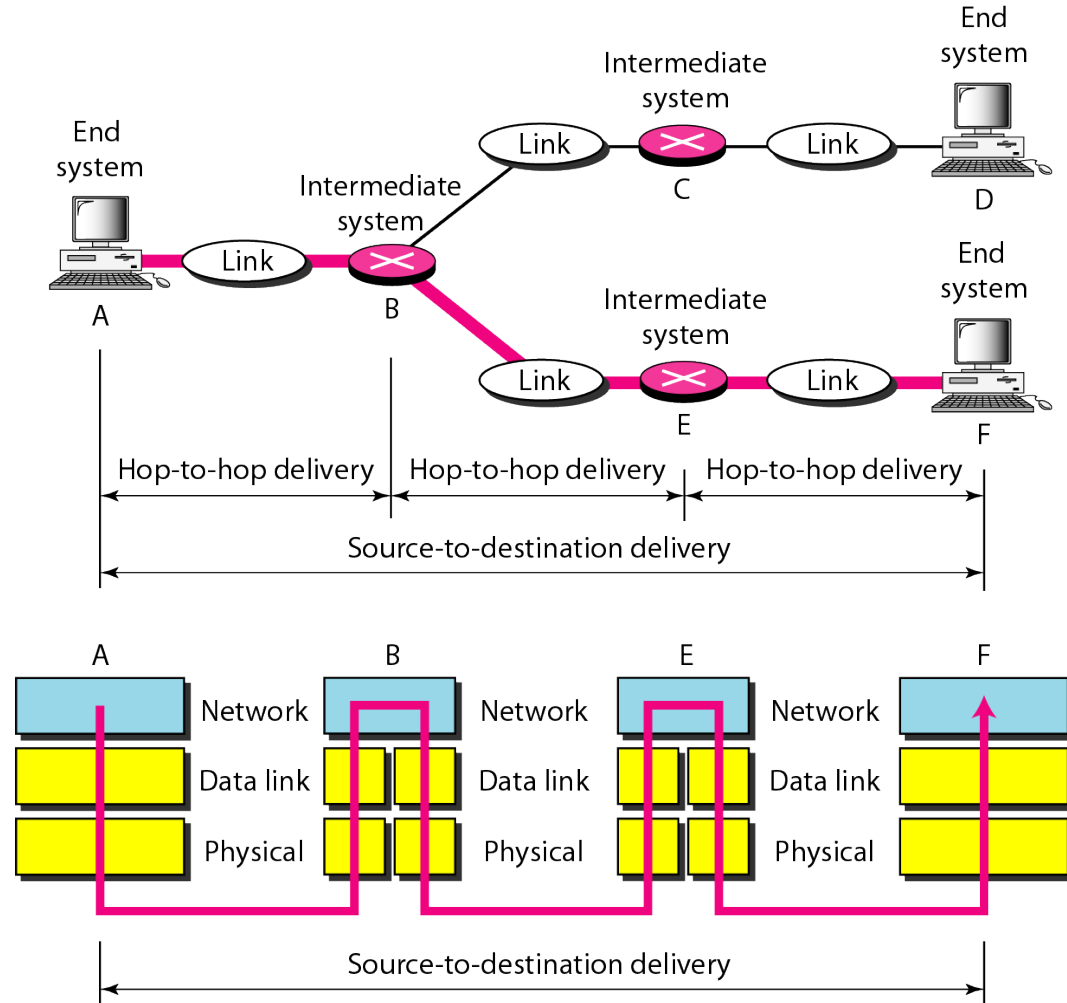
- Entrega de **paquetes del origen al destino** a través de múltiples subredes (enlaces)
- Si dos sistemas están conectados al **mismo enlace** no es necesario el nivel de red
- Si están conectados a enlaces diferentes es necesario el nivel de red
- Sus función más importante son: **enrutamiento y direccionamiento lógico**

# Capa de Red

Los paquetes se entregan **individualmente** de extremo a extremo.

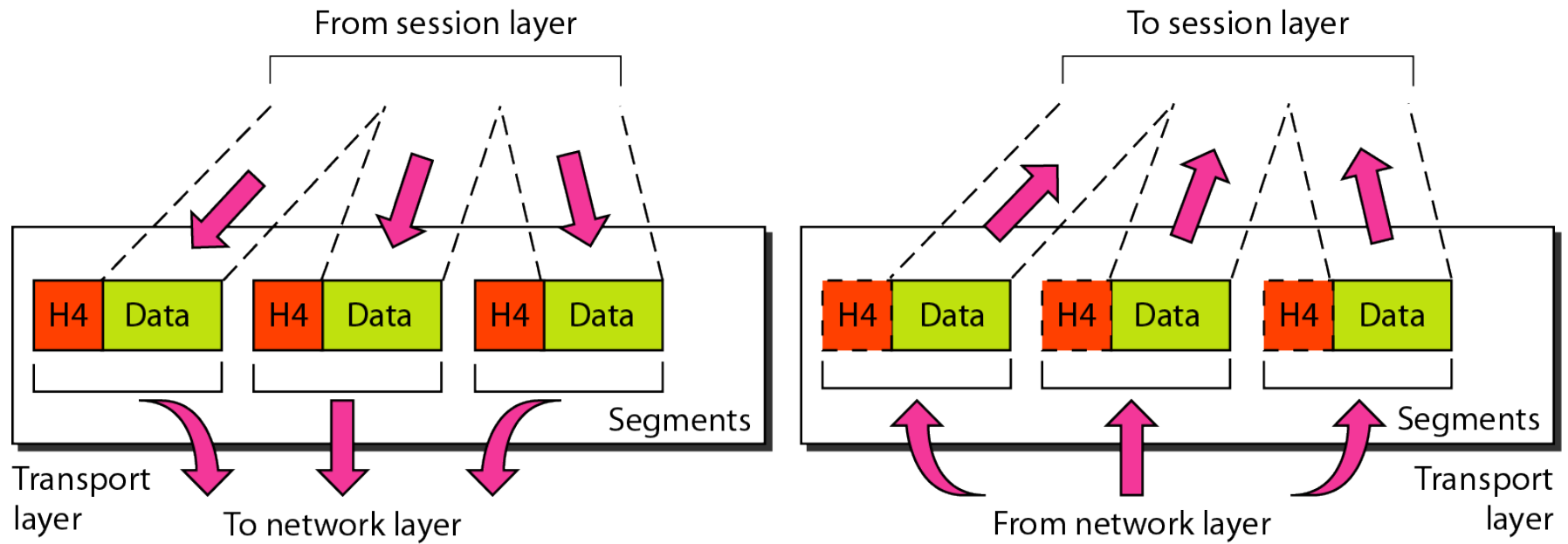
No hay relación alguna entre estos paquetes

Trata a cada paquete independientemente, como si cada uno perteneciera a un mensaje separado.



La capa de red es responsable por la **entrega de paquetes individuales** desde **el host origen al host destino**

# Capa de Transporte

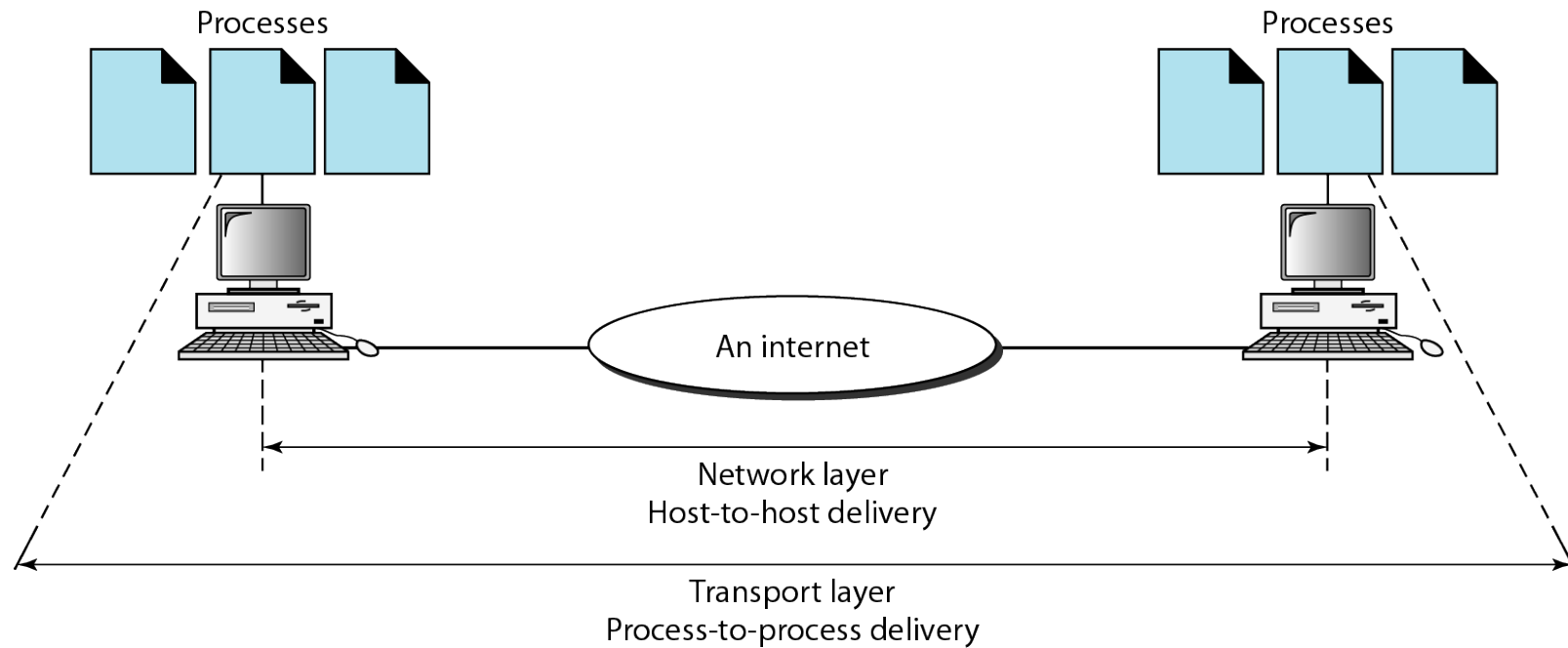


# Capa de Transporte



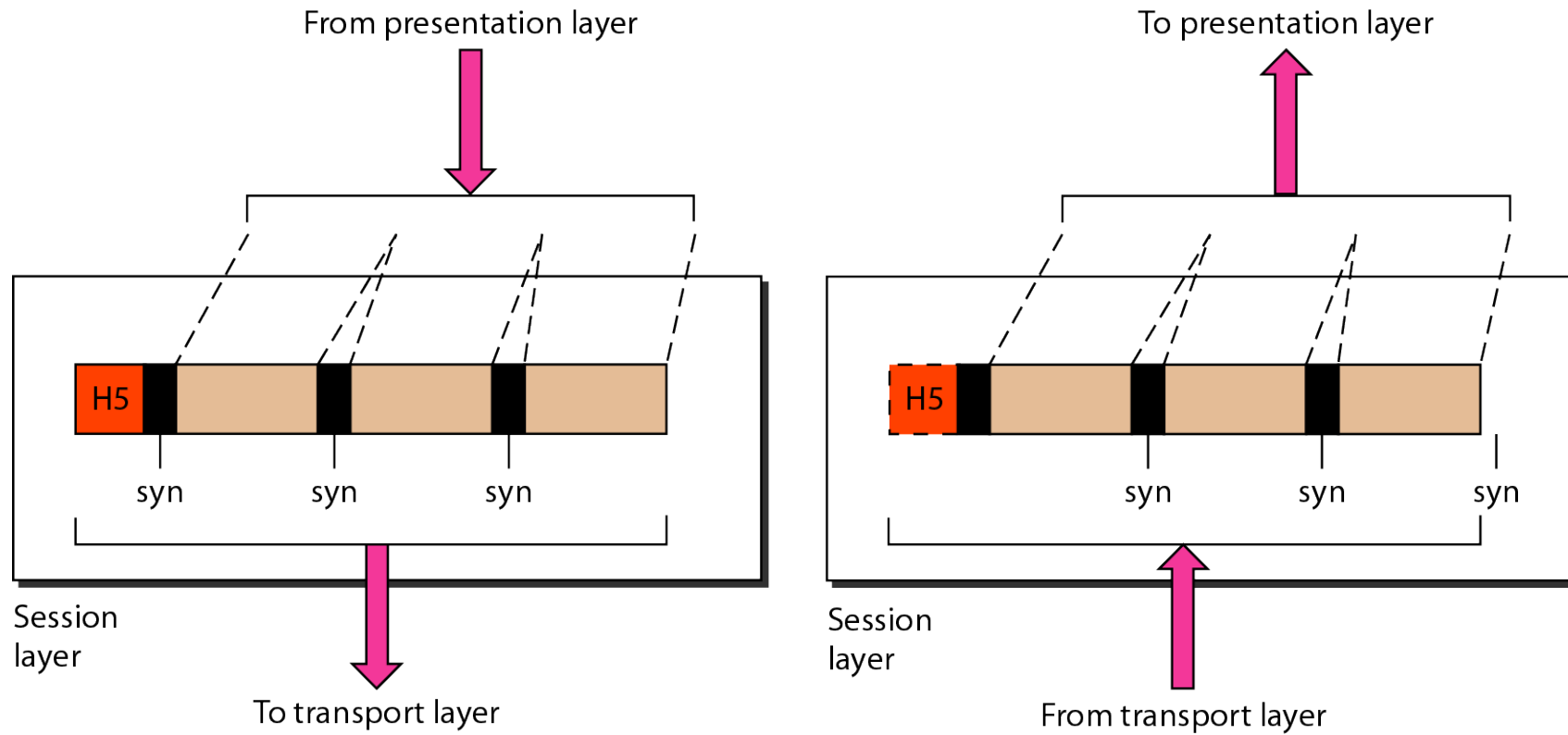
- Entrega **origen a destino (extremo a extremo)** de **todo el mensaje**
- La función básica del nivel de transporte es aceptar datos del nivel de sesión y **dividirlos en unidades más pequeñas (segmentos)**, pasarlos a la capa de red y asegurar que todos los fragmentos lleguen correctamente y en orden al otro extremo.
- **Direccionamiento en punto de servicio:** Entrega de un proceso específico a otro.
  - La cabecera incluye la dirección del punto de servicio (**puerto de servicio**)
- Control de conexión: Orientado y no orientado
- Control de flujo: De extremo a extremo
- Control de errores: De extremo a extremo

# Capa de Transporte



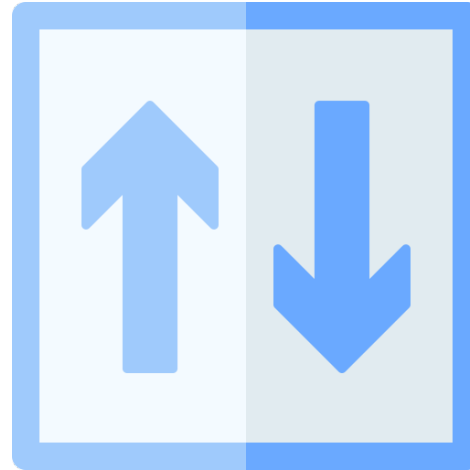
**La capa de transporte es responsable de la entrega de un mensaje de un proceso a otro.**

# Capa de Sesión

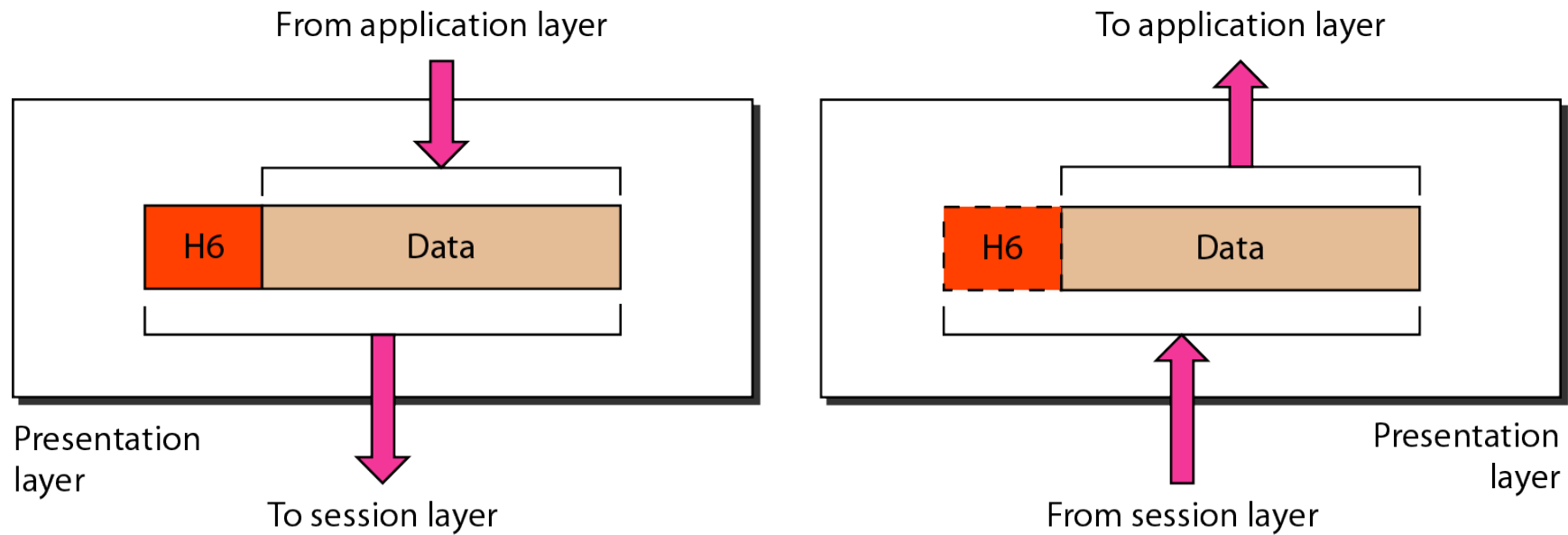


# Capa de Sesión

- Control de diálogo: Permite que dos sistemas establezcan un diálogo.
  - El diálogo puede ser Semi-Duplex o Full-Duplex y la controla
- Sincroniza la interacción entre sistemas de comunicación.



# Capa de Presentación



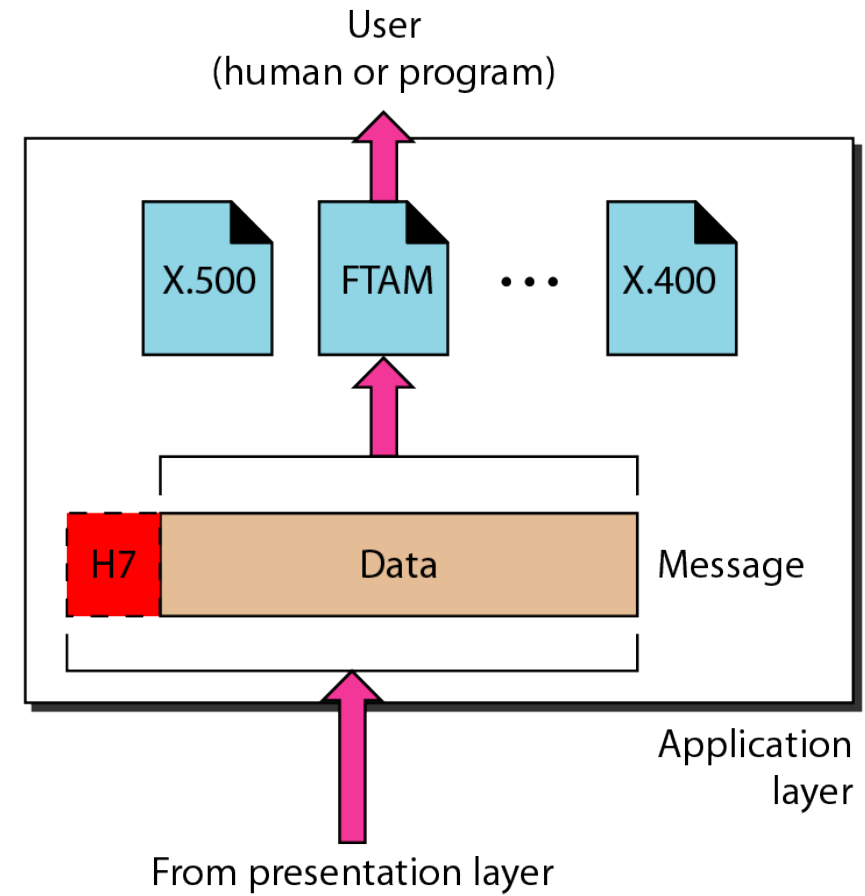
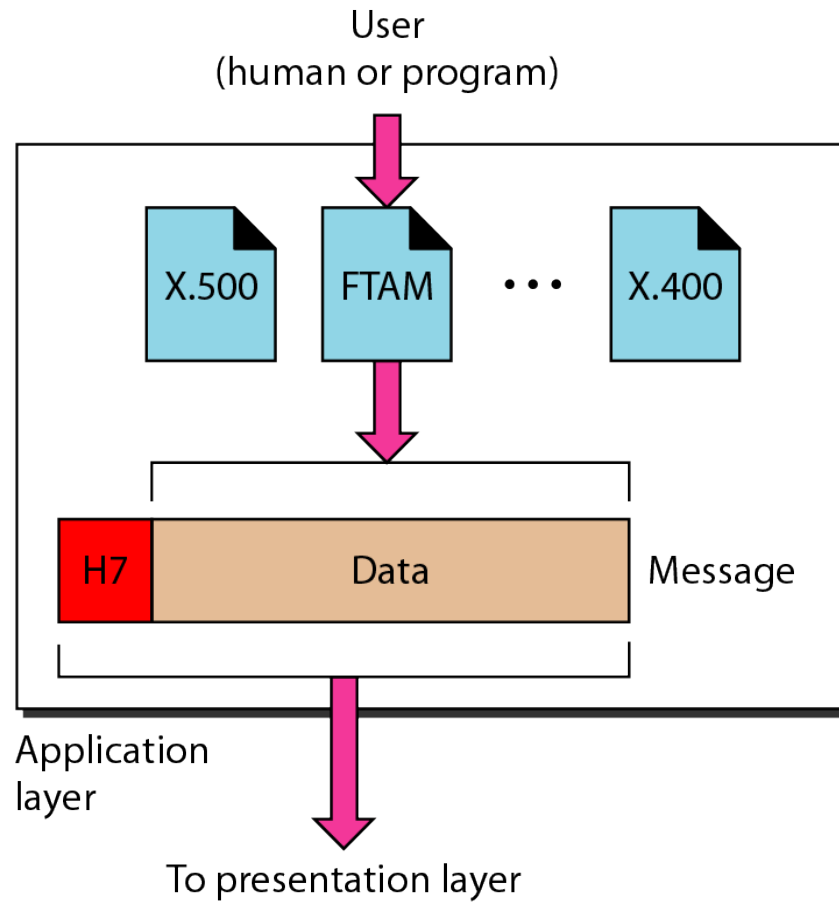


# Capa de Presentación

- El nivel de presentación se ocupa de la **sintaxis y la semántica** de la información que se transmite.
- **Funciones**
  - Traducción: Convierte la sarta de caracteres a bits. Ej. EBCDIC, ASCII.
  - Cifrado: Asegura la privacidad de información
  - Compresión: Reduce el número de bits a transmitir



# Capa de Aplicación

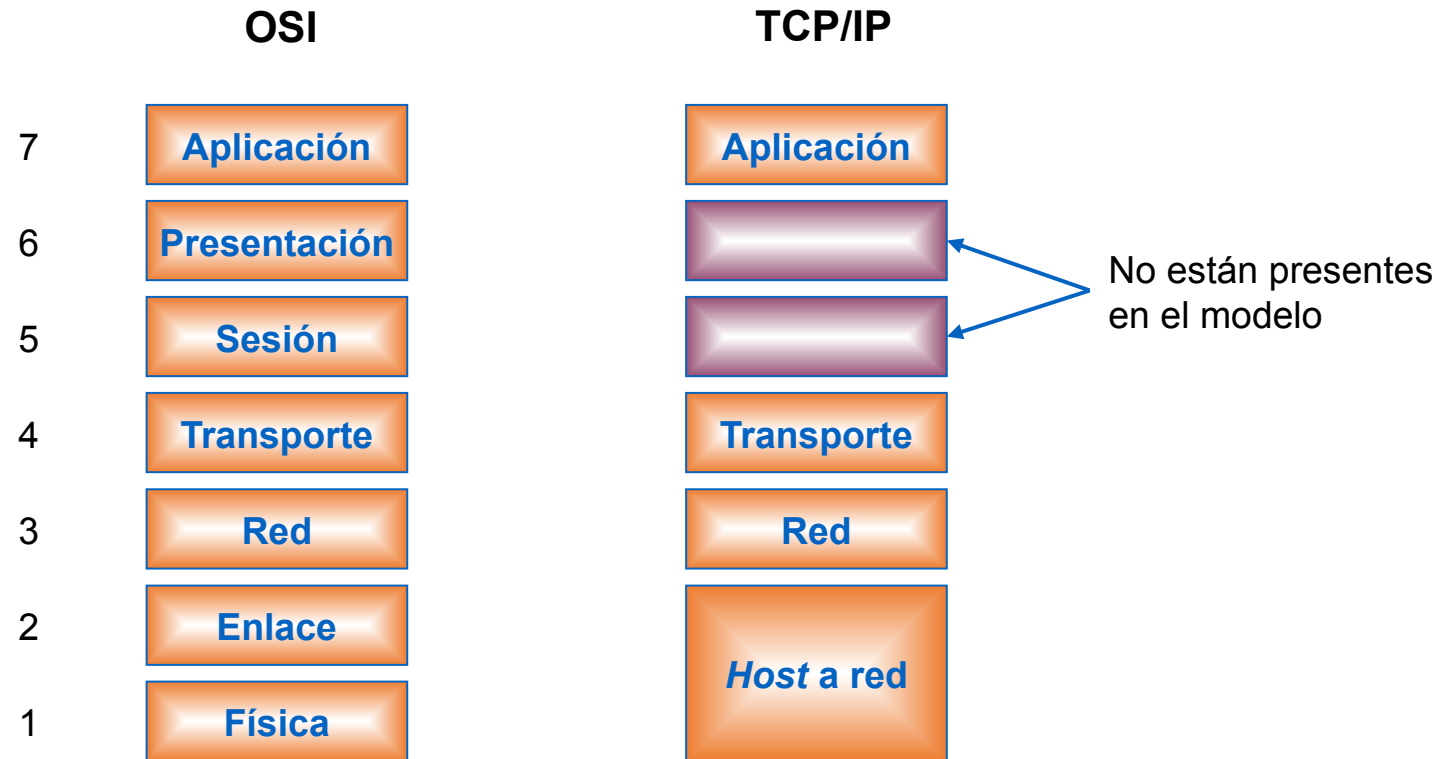


# Capa de Aplicación

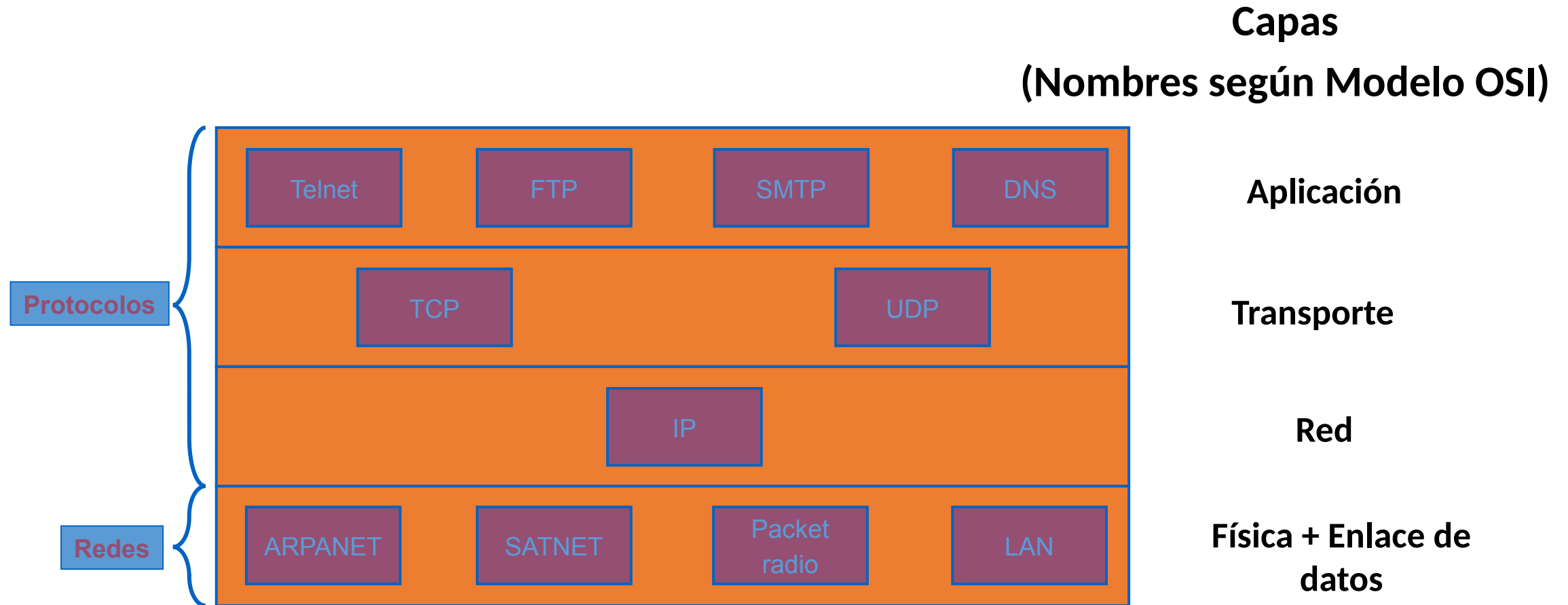
- Este nivel es donde el programador de redes define sus protocolos para que las aplicaciones se comuniquen por la red.
- Hay estándares en este nivel que permiten la comunicación entre aplicaciones diseñadas por diferentes programadores.



# Modelo de Referencia TCP/IP



# Protocolos y redes en el modelo TCP/IP



# Métodos de Transmisión

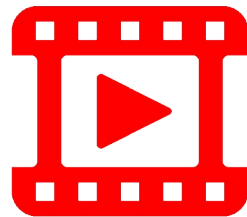
Unicast

Multicast

Broadcast

# Unicast

- La transmisión Unicast consiste en un único paquete de datos enviado desde el origen a un único nodo destino en la red, así:
  - El nodo origen envía el paquete usando la dirección del nodo destino.
  - El paquete se envía en la red.
  - La red pasa el paquete al dispositivo destino.



# Multicast

- La transmisión multicast consiste en un único paquete que se copia y envía a un subconjunto específico de nodos en la red, así:
  - El nodo origen direcciona el paquete usando una dirección multicast.
  - El paquete se envía en la red.
  - La red hace copias del paquete.
  - Una copia del paquete se envía a cada nodo que es parte de la dirección multicast.





# Broadcast

- Las transmisiones broadcast consisten en un único paquete de datos que se copia y envía a todos los nodos de la red, así:
  - El nodo origen direcciona el paquete usando la dirección broadcast.
  - El paquete se envía en la red.
  - La red hace copias del paquete.
  - Una copia del paquete se envía a todos los nodos de la red.

