



Redes de Información

Ing. Norberto Gaspar Cena
Redes de Información

4to Año Ingeniería en Sistemas de Información

Aplicaciones de las redes LAN

LAN de Computadoras Personales

- Bajo costo
- Velocidad limitada

Redes de Respaldo y Almacenamiento

- Interconectan grandes sistemas (mainframes y dispositivos de almacenamiento)
 - Alta velocidad
 - Interfaz de alta velocidad
 - Acceso distribuido
 - Distancia limitada
 - Limitado numero de dispositivos

Aplicaciones de las redes LAN

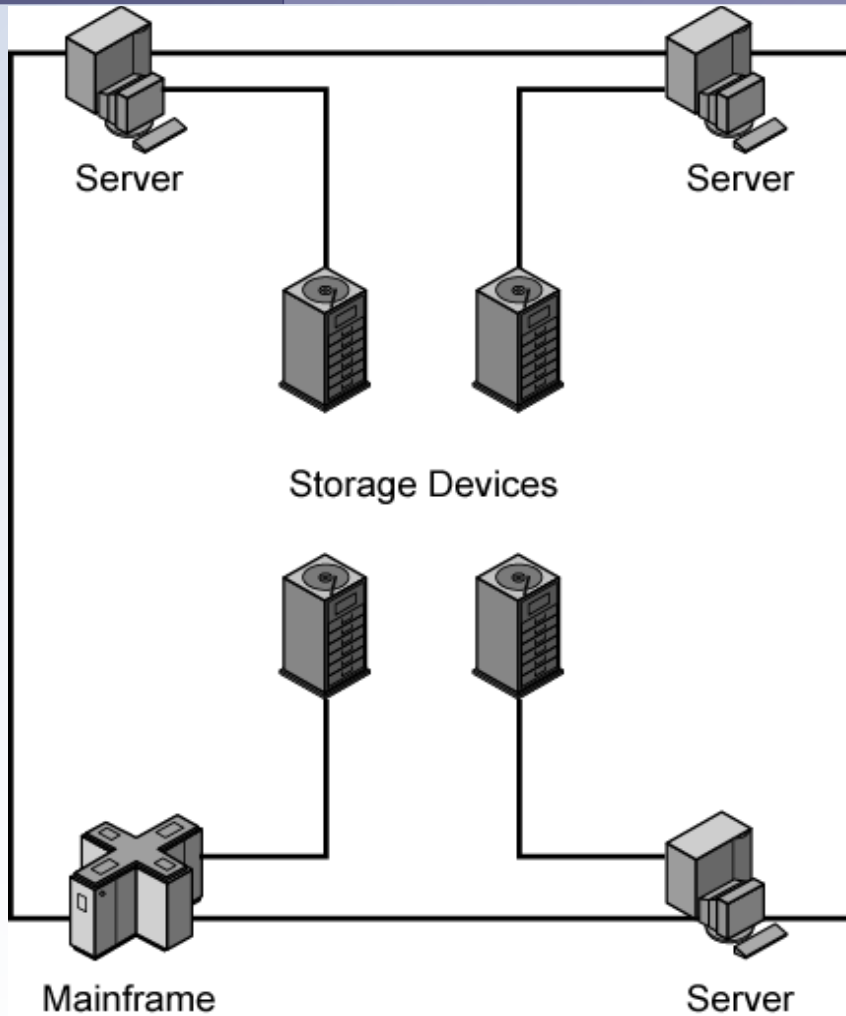
Redes de Almacenamiento (SAN)

- Red independiente para gestionar necesidades de almacenamiento
- Desliga la tarea de almacenamiento de servidores específicos
- Servicio compartido de almacenamiento a través de una red de alta velocidad
- Discos Duros, unidades de tape, CD
- Mejora el acceso al almacenamiento cliente-servidor
- Comunicación directa entre los storage para backup

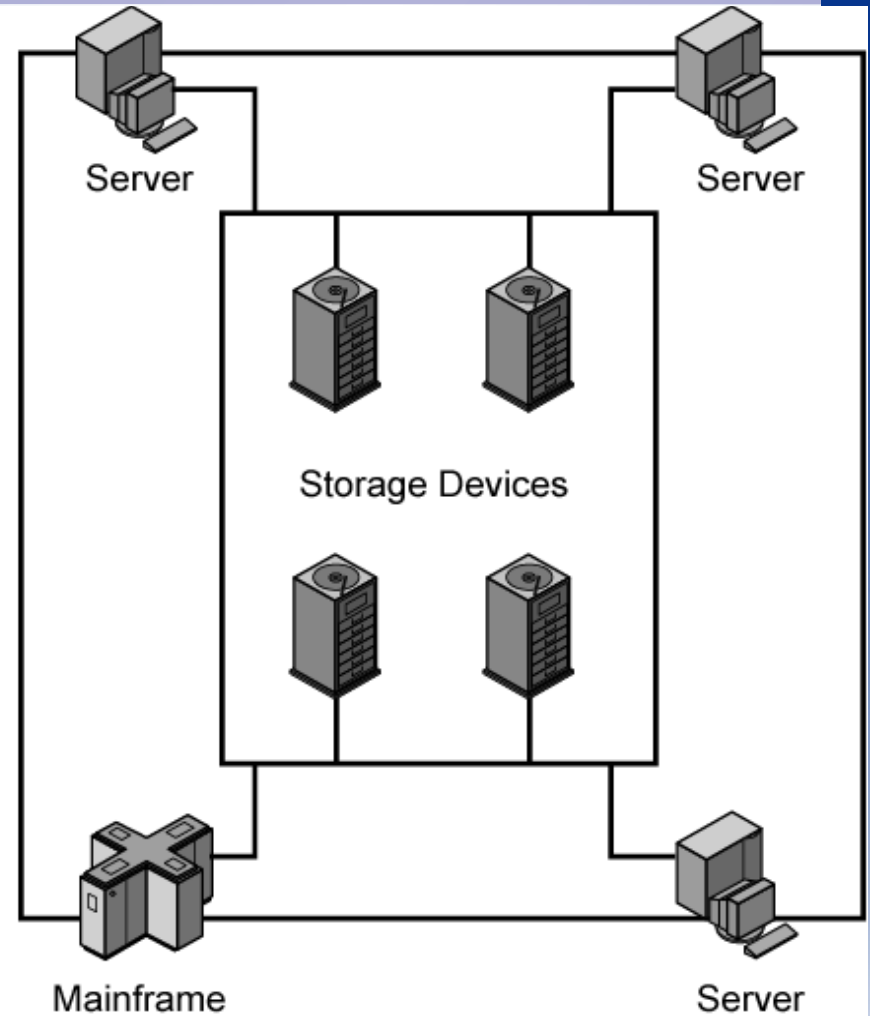
Redes LAN Troncales

- Interconecta redes locales
- Fiabilidad
- Capacidad
- Costo

Redes de Almacenamiento (SAN)



(a) Server-based storage



(b) Storage area network

Elementos Principales de una LAN

- Topología.
- Medio de Transmisión.
- Técnica de control de acceso al medio.

Topologías

Bus

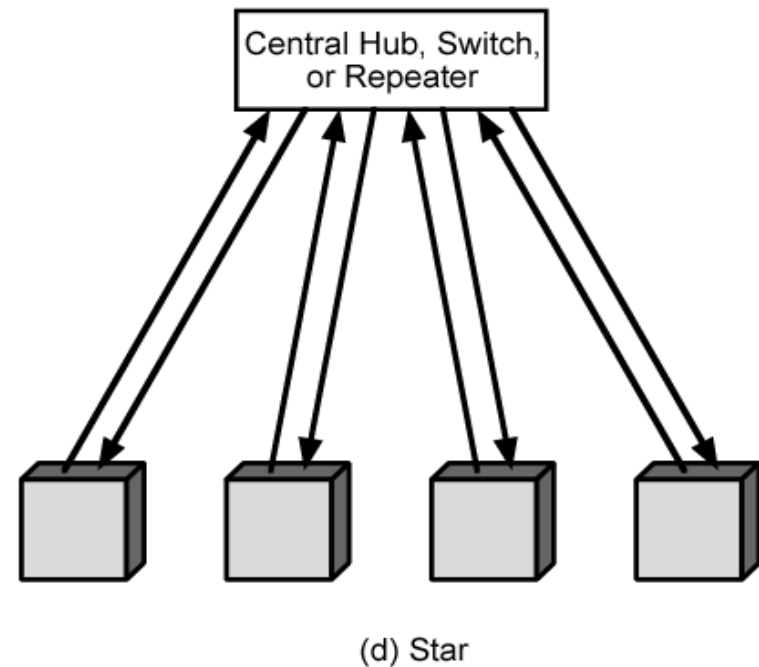
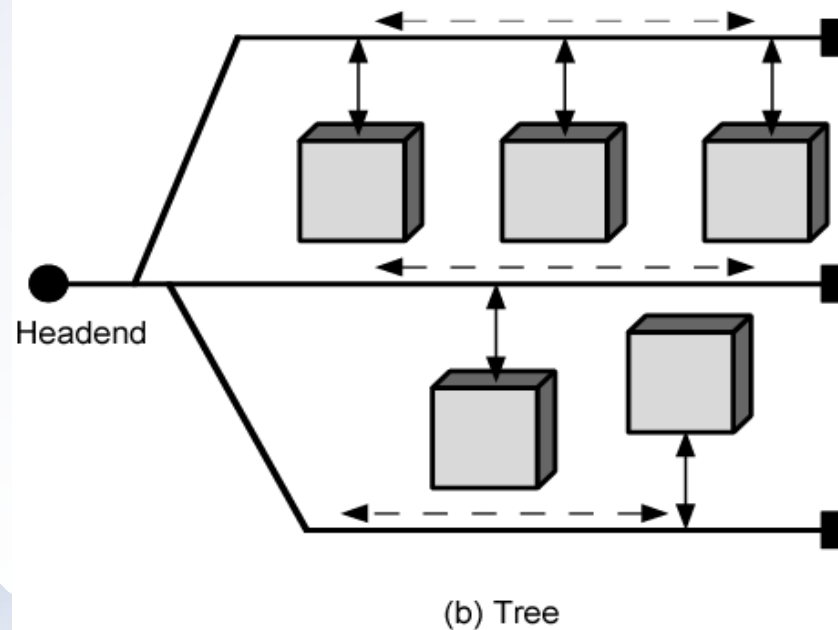
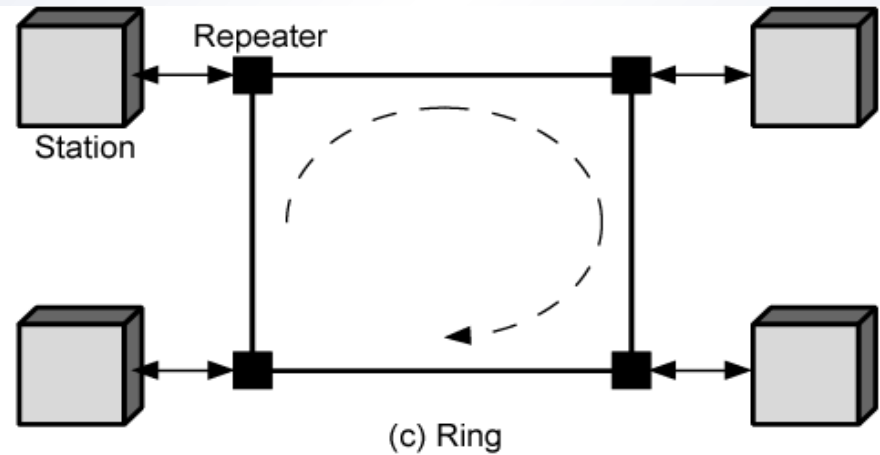
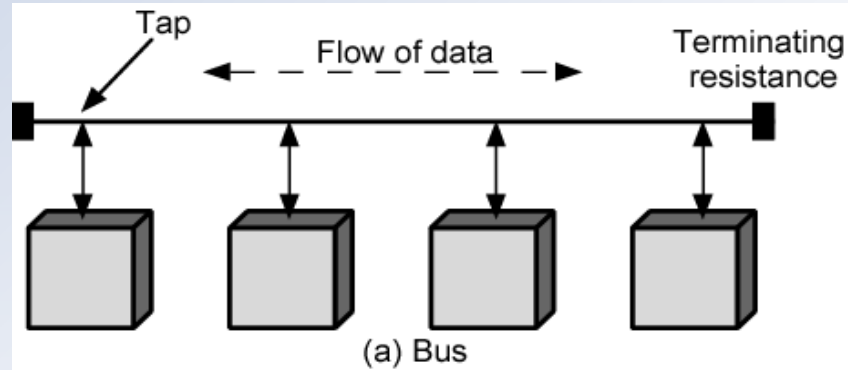
Árbol

- Caso especial de bus
 - Ramificaciones

Anillo

Estrella

Topologías LAN



Topología Bus y Árbol

Medio multipunto

Las transmisiones se propagan a través del medio

Todas las estaciones se conectan al bus

- Cada estación tiene una única dirección

Conexión Full duplex entre la estación y la toma

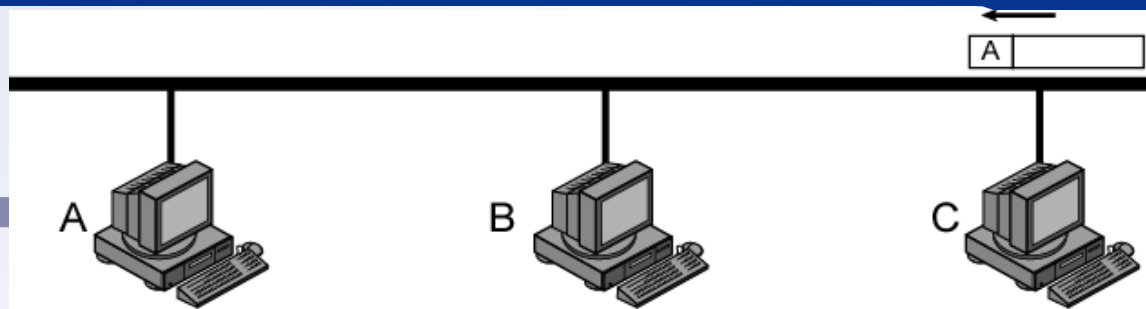
- Esta conexión permite la transmisión y la recepción a través del bus

Existe la necesidad de regular la transmisión

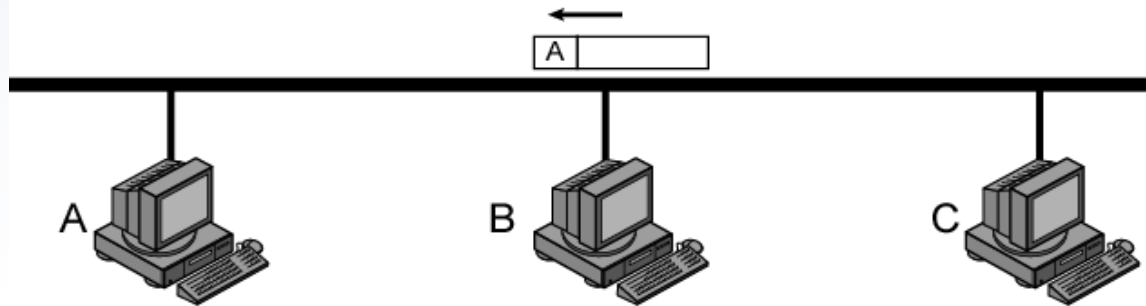
- Evitar Colisiones
- Evitar transmisiones continuas durante un periodo de tiempo prolongado
 - Se transmiten datos en bloques pequeños (tramas)

Los terminadores absorben las tramas al final del medio

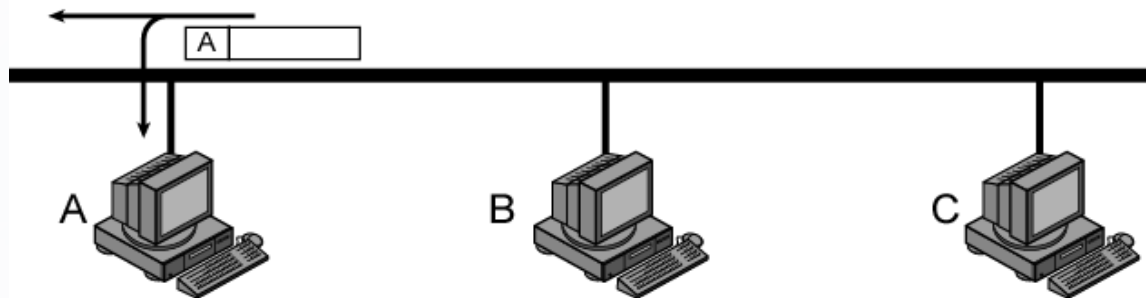
Transmisión de una trama en BUS



C transmits frame addressed to A



Frame is not addressed to B; B ignores it



A copies frame as it goes by

Topología Anillo

Los repetidores se unen por enlaces punto a punto formando un bucle

- Los repetidores reciben los datos y los retransmite
- Los enlaces son unidireccionales
- Cada estación se conecta a la red a través de un repetidor

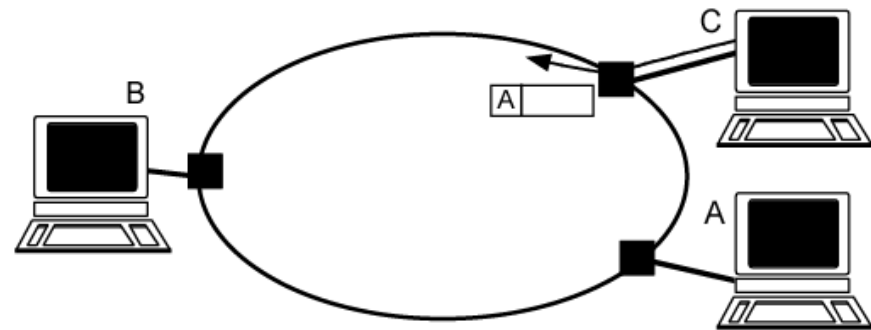
Los datos son encapsulados en tramas

- Circula a través de todas las estaciones
- El destino reconoce la dirección y copia la trama
- La trama circula de vuelta hasta el origen

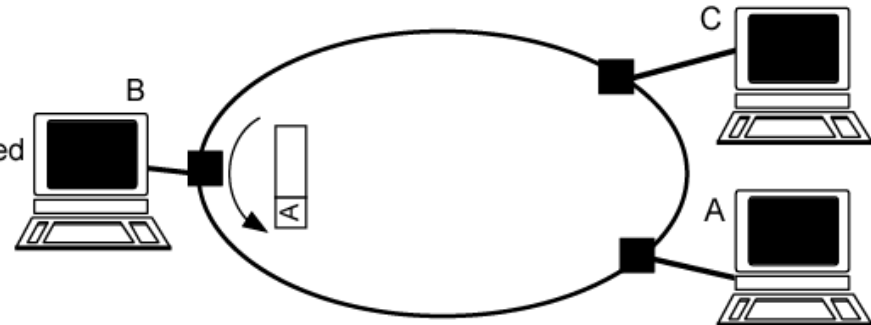
El control de acceso al medio determina cuando una estación puede insertar una trama

Transmisión de una trama en Anillo

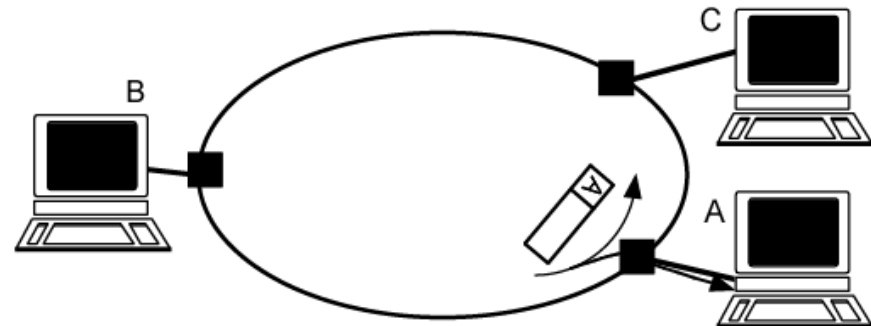
(a) C transmits frame addressed to A



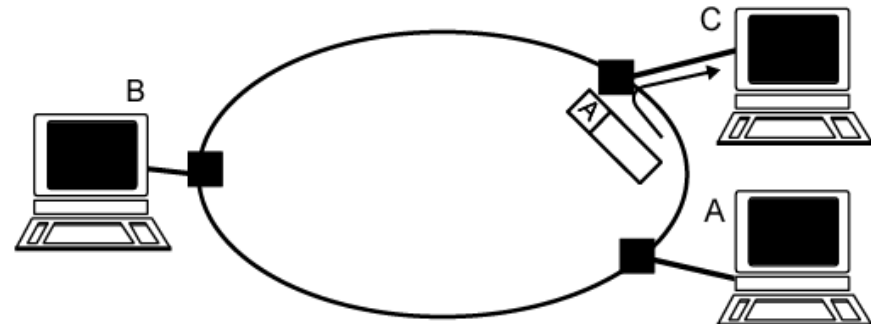
(b) Frame is not addressed to B; B ignores it



(c) A copies frame as it goes by



(d) C absorbs returning frame



Topología Estrella

Cada estación se conecta directamente a un nodo central

- Generalmente mediante dos enlaces punto a punto

Dos alternativas de conexión:

- El nodo central actúa como broadcast
 - Físicamente estrella, lógicamente un bus
 - Puede transmitir una estación a la vez
- El nodo central puede actuar como un conmutador

Bus LAN medios de transmisión

Par trenzado:

- UTP (unshielded twisted pair)
- STP (shielded twisted pair)

Cable coaxial en banda base

- Señalización digital
- Utilizado por esquema original ethernet

Bus LAN medios de transmisión

Cable coaxial en banda ancha

- Señalización analógica
- Es el utilizado por sistemas de cable
- Más caro, difícil de instalar y mantener
- No fue un medio muy utilizado en las redes

Fibra óptica

- Electrónica costosa
- Sin duda es la mejor alternativa
- No tiene el uso masivo que UTP/STP

Anillo y Estrella

Anillo

- Enlaces de alta velocidad sobre largas distancias
- Puede proporcionar mejor rendimiento que cualquier otra topología
- Si un enlace o un repetidor falla la red queda deshabilitada

Estrella

- Mejor para distancias cortas
- Velocidades elevadas a un numero pequeño de dispositivos

Elección del medio de transmisión

Restringida por la topología LAN elegida

Capacidad

Fiabilidad

Tipos de datos soportados

Alcance del entorno

Medios de Transmisión Disponibles

UTP de alta performance

- Cat. 5, Cat.5e y Cat.6
- Velocidades de transmisión altas para un pequeño número de dispositivos
- Estrella conmutada para redes grandes

Fibra óptica

- Aislado de la interferencia electromagnética
- Mayor capacidad de transmisión
- Tamaño pequeño
- Costos altos de los componentes
- Mano de obra calificada para la instalación y mantenimiento
 - Los precios están comenzando a bajar a medida que los productos soportan esta tecnología

Arquitectura de protocolos

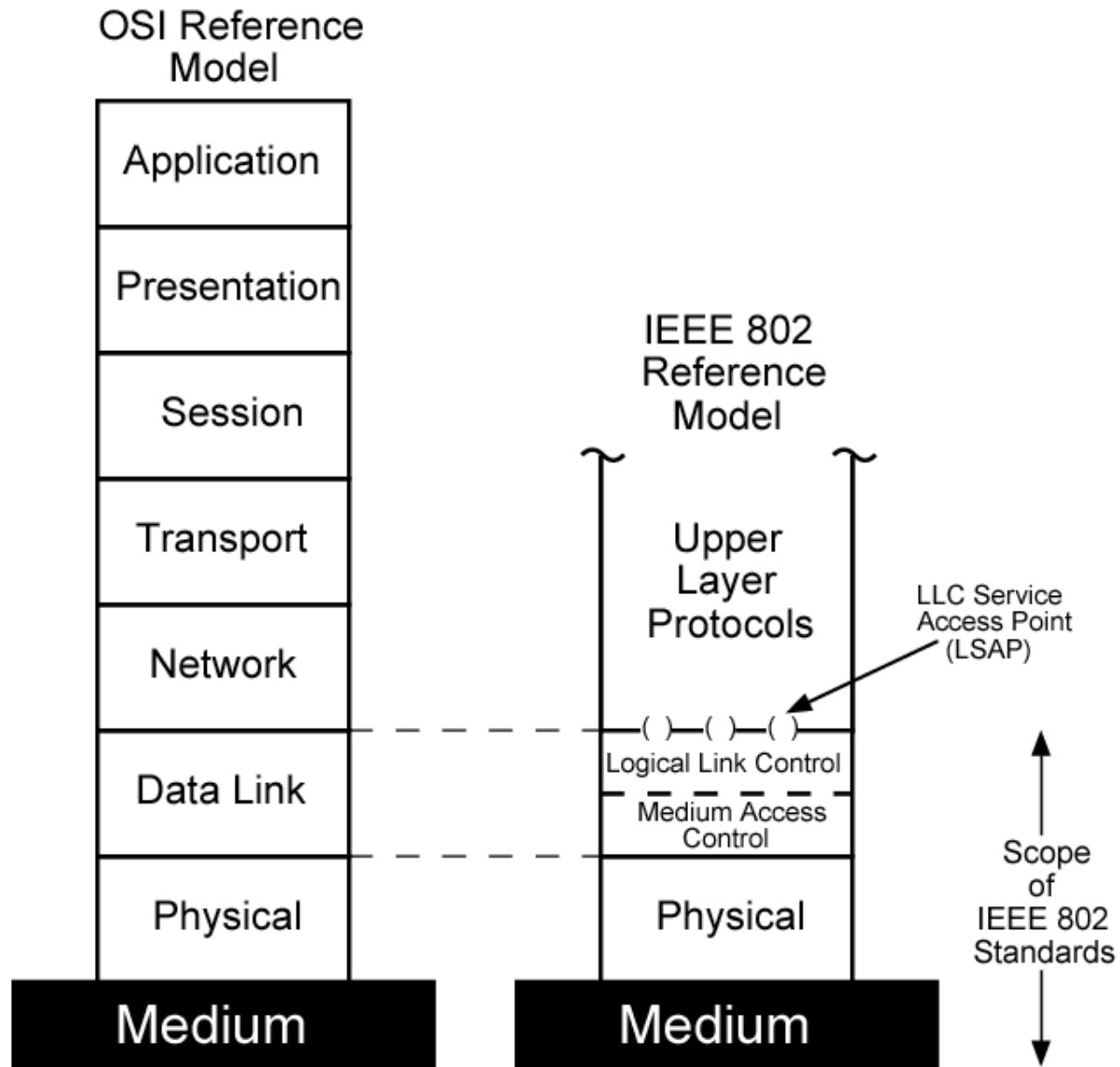
Modelo de referencia IEEE 802

Física

Control de enlace lógico (LLC)

Control de acceso al medio (MAC)

IEEE 802 v OSI



802 Capa Física/Enlace

Física

- Codificación/Decodificación de Señales
- Transmisión/Recepción de bits

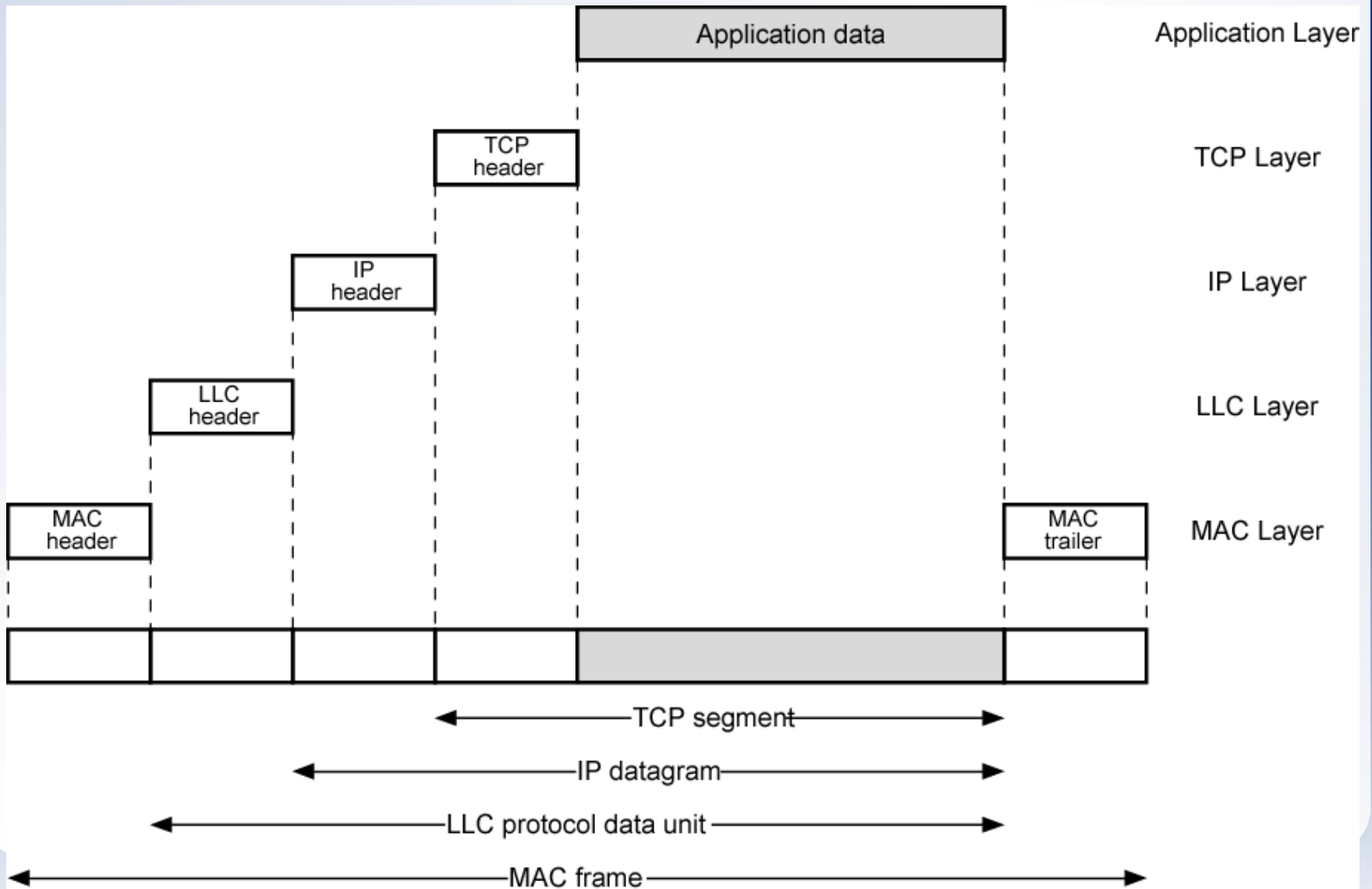
Enlace

- En transmisión: Ensamblado de datos con campos de dirección y corrección de errores
- En recepción: desensamblado de tramas, reconocimiento de dirección y control de errores
- Control de acceso al medio
- Interfaz con las capas superiores y control de flujo y de errores

IEEE 802 Separa las funciones de la capa de enlace (MAC/LLC)

- La gestión del medio no se encuentra en la capa 2
- Se pueden ofrecer varias opciones MAC para el mismo LLC

Contexto de los protocolos LAN



Control de enlace lógico

Transmisión de PDUs de protocolo de enlace entre dos estaciones

Debe soportar multiacceso y medio compartido

Delega sobre la capa MAC detalles del acceso al enlace

El direccionamiento involucra la dirección de origen y destino del usuario LLC

- Referido a los puntos de acceso al servicio (SAP) de las capas de nivel superior

Servicios LLC

Basado en HDLC con tres tipos de servicio:

- Servicio no orientado a la conexión sin confirmación
 - Servicio de datagrama.
- Servicio en modo conexión:
 - Conexión lógica previa.
- Servicio no orientado a la conexión con confirmación:
 - Se confirman los datagramas pero no se establece conexión previa

Cual usar?

Control de Acceso al Medio

Ensambla los datos dentro de las tramas y le agrega datos para el direccionamiento y control de errores

Desensambla la trama

- Reconoce dirección
- Detección de errores

Gobierna el acceso al medio de transmisión

Para el mismo LLC, puede existir diferentes opciones de MAC

Control de acceso al medio

¿Donde?

- Centralizado
 - Una autoridad concede el acceso a la red
 - Una estación espera su turno para transmitir
 - Un único punto de falla
 - Puede haber cuello de botella
- Distribuido

¿Como?

- Impuesto por la topología
 - Síncrono
 - Especifica una capacidad dedicada a una conexión
 - No óptimas para redes LAN
 - Asíncrono
 - Da respuesta a las demandas de cada conexión

Sistema Asíncrono

Rotación circular

- Es bueno si muchas estaciones tienen datos para transmitir durante un período alto de tiempo.

Reserva

- Divide en tiempo en ranuras.
- Es adecuada para tráfico continuo.

Contención

- Todas las estaciones compiten por el tiempo
- Distribuido
- Simple de implementar

Formato de la trama MAC

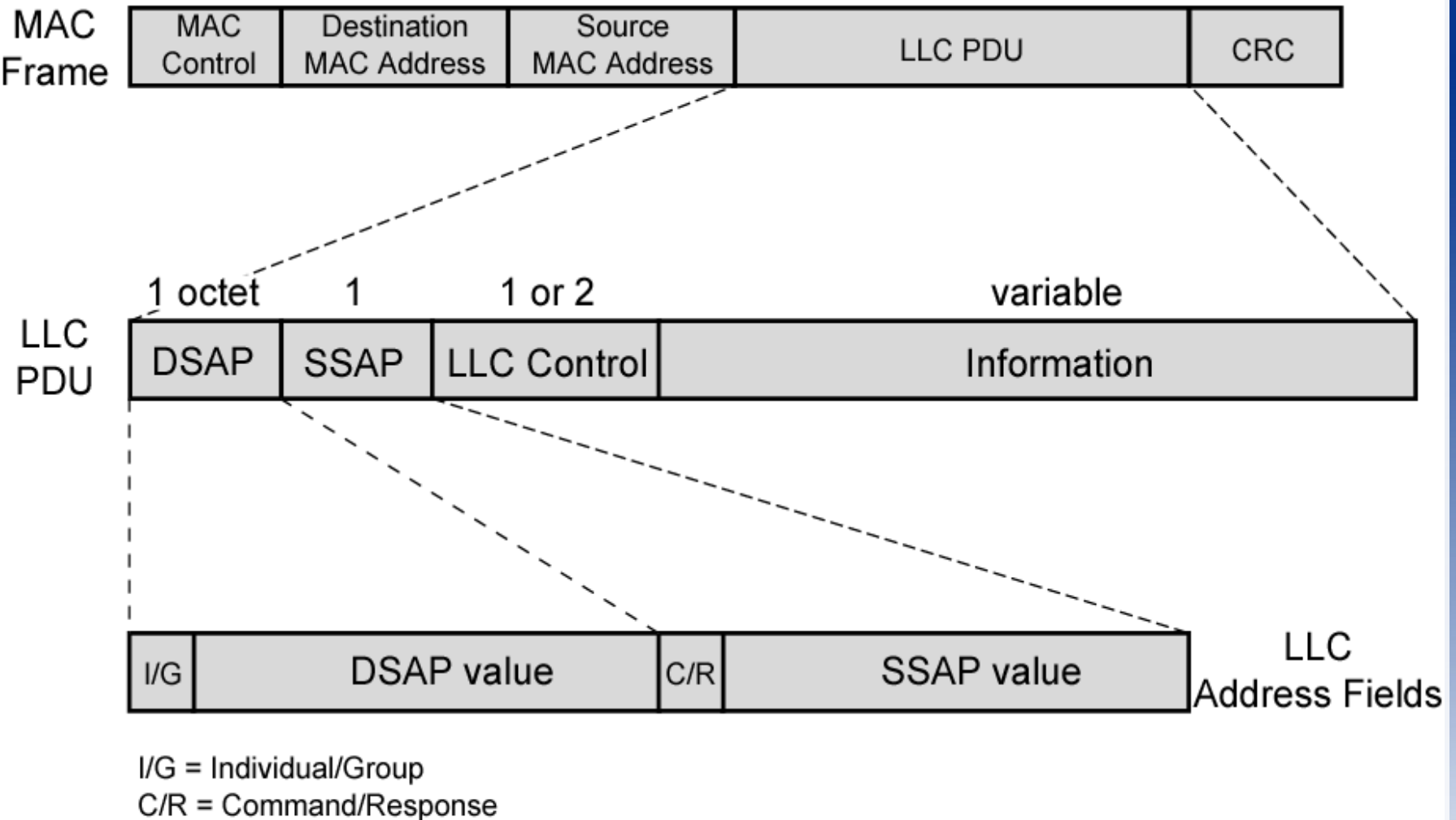
La capa MAC recibe un bloque de datos de la capa LLC y le agrega:

- Control MAC
- Dirección MAC de destino
- Dirección MAC de origen
- CRC

La capa MAC detecta errores y descarta tramas

La capa LLC opcionalmente retransmite las tramas con errores

Formato de trama MAC



Formato de la MAC Address

6 octetos

Expresada en hexadecimal

Distribución de las direcciones octetos bajo la ieee

Dirección “única” grabada físicamente en la placa

<http://standards.ieee.org/develop/regauth/oui/public.html>

<http://standards.ieee.org/develop/regauth/oui/oui.txt>

Bridges (Puentes)

Expanden las red LAN

Provee interconexión sobre otras LANs/WANs

Se puede utilizar Bridge o router

Los Bridge son mas simples

- Conecta LANs similares
- Protocolos idénticos en las capas físicas y de enlace
- Procesamiento mínimo

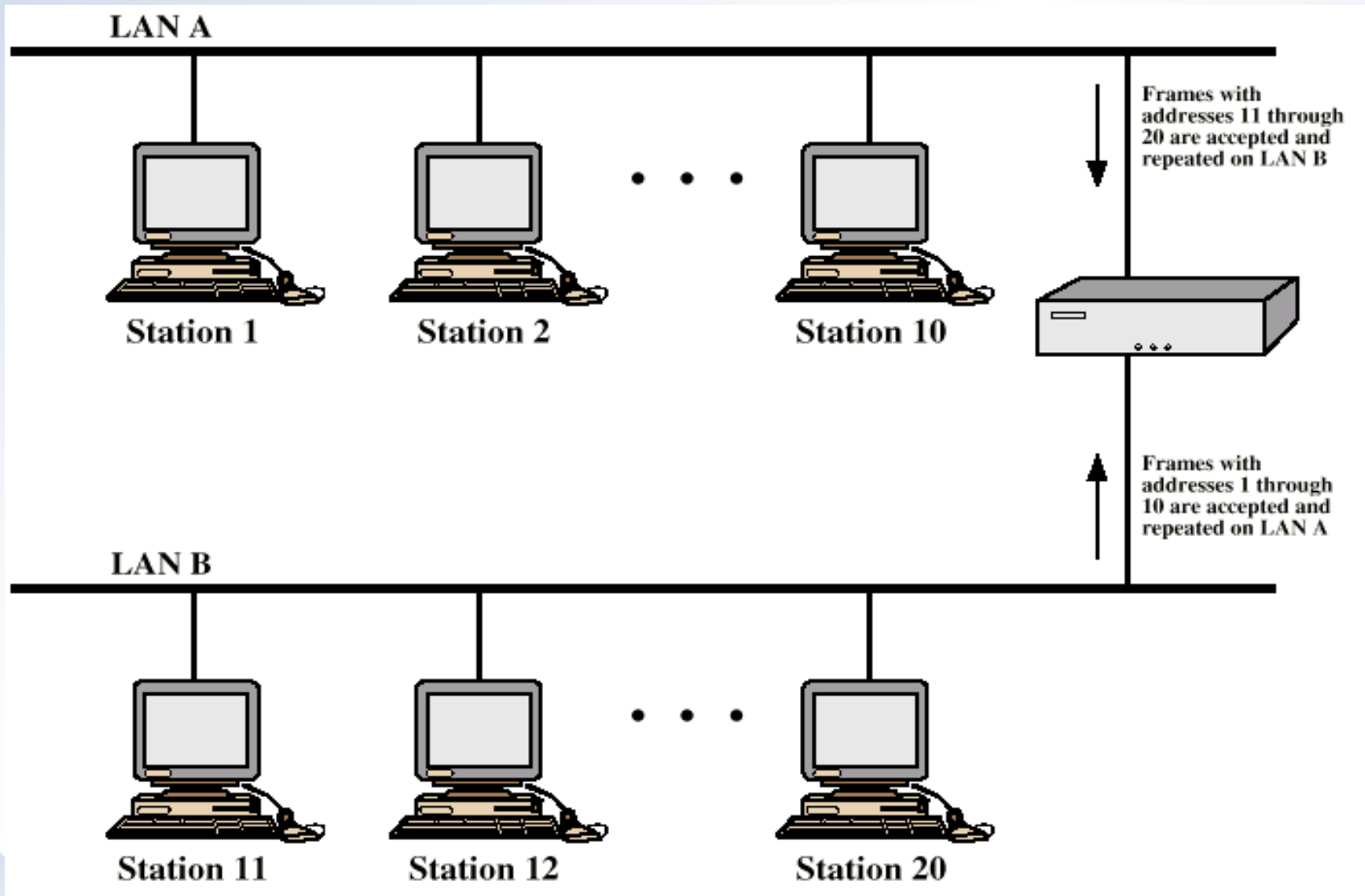
Los router tienen un propósito más general

- Interconectan varias LANs y WANs

Funciones de los Bridge

Leen todas las tramas transmitidas sobre una LAN
Retransmite las que están dirigidas a la otra LAN
Utilizando la dirección MAC, retransmite cada trama

Funcionamiento de los Bridge



Aspectos de los Bridge

No modifica el contenido o formato de la trama

No encapsula

Realiza una copia exacta bit a bit

Capacidad mínima de almacenamiento

Contiene inteligencia sobre rutas y direcciones

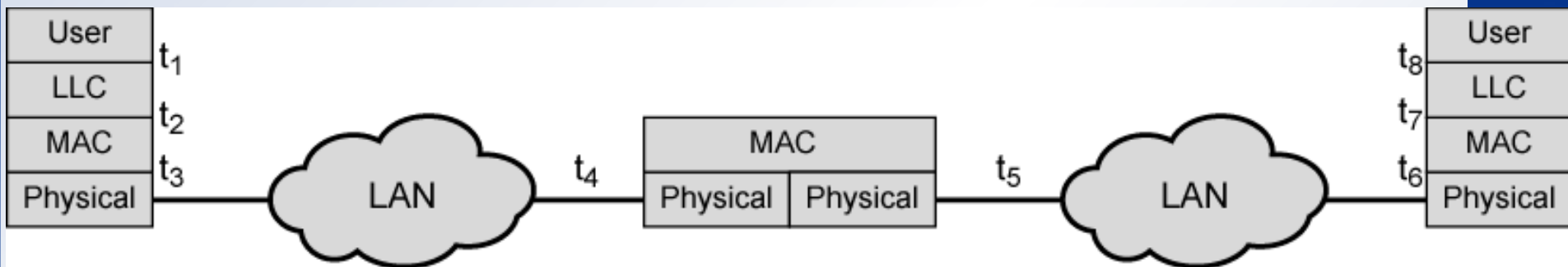
- Debe ser capaz de determinar que trama pasa
- Puede existir mas de un bridge que cruzar

Puede conectar mas de una LAN

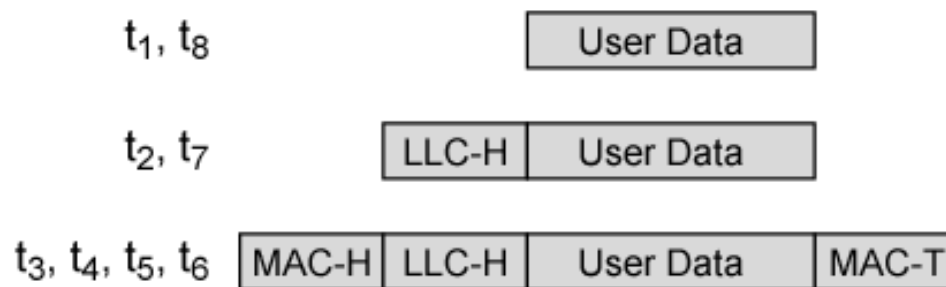
El Bridging es transparente para las estaciones

- Parece que todas las estaciones de múltiples LAN están en una misma LAN

Conexión de dos LANs

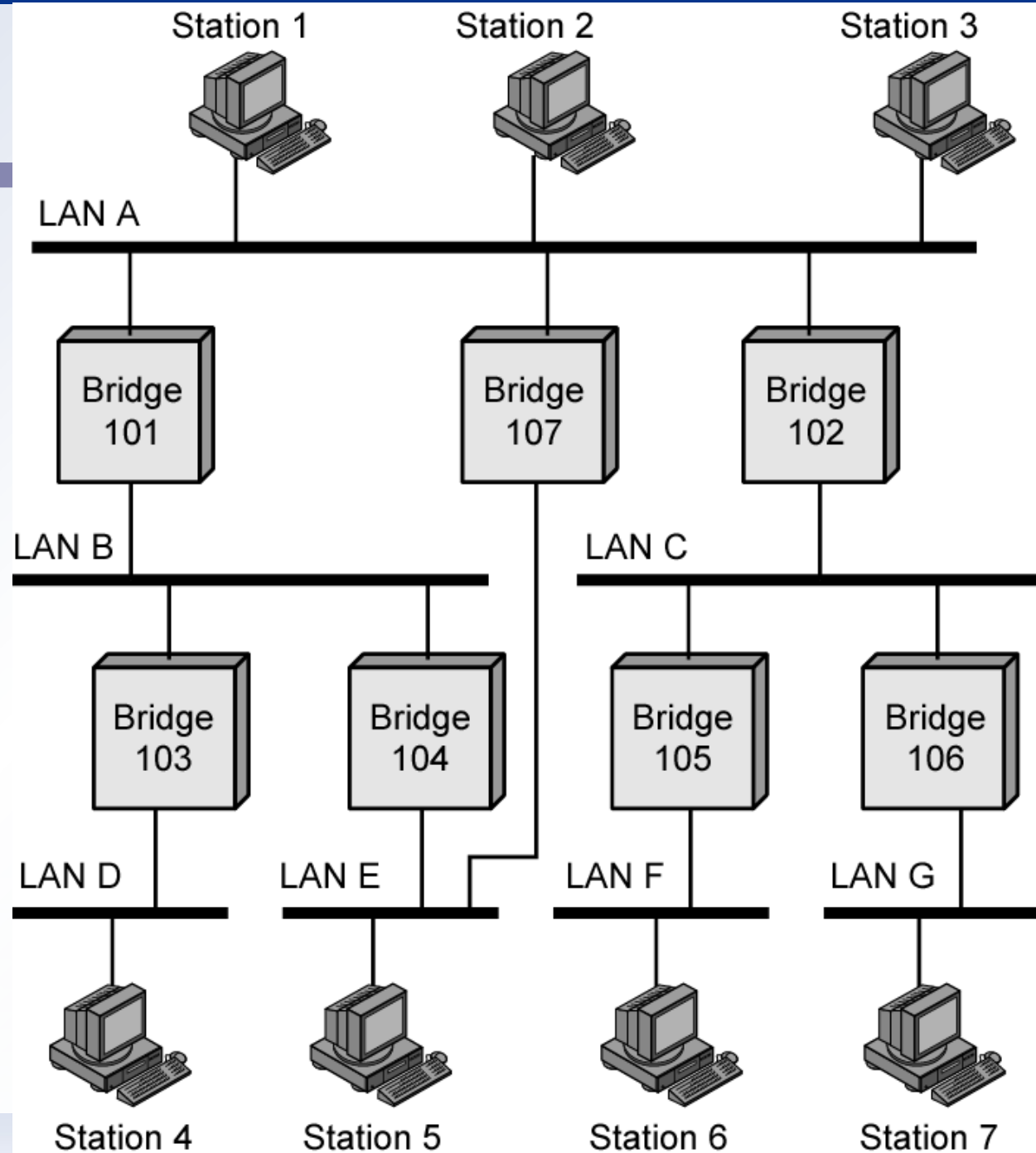


(a) Architecture



(b) Operation

Bridges y LANs con caminos alternativos



Spanning Tree

Los Bridge desarrollan automáticamente las tablas de ruteo

Responden automáticamente a los cambios

No existen bucles.

Se utilizan tres mecanismos

- Retransmisión de trama
- Aprendizaje de direcciones
- Mecanismos para evitar bucles

Retransmisión de trama

Mantienen una base de datos en cada puerto

- Lista de las direcciones alcanzables a través de cada puerto

Para una trama que llega al puerto X:

- Busca en la base de datos para ver si la dirección MAC esta en cualquier puerto excepto en el X
- Si la dirección no es encontrada, lo reenvía sobre todos los puertos excepto sobre el X
- Si la dirección esta sobre el puerto Y, chequea que el puerto Y no este bloqueado (?)
- Si no está bloqueado retransmite la trama sobre el puerto Y

Aprendizaje de Direcciones

Se pueden cargar la base de datos de reenvíos

Tienen la capacidad de aprender las direcciones

- Llega una trama por el puerto X
- Utiliza la dirección de origen para actualizar la base de datos del puerto X
- Existe un Timer para cada entrada en la base de datos

Algoritmos Spanning Tree

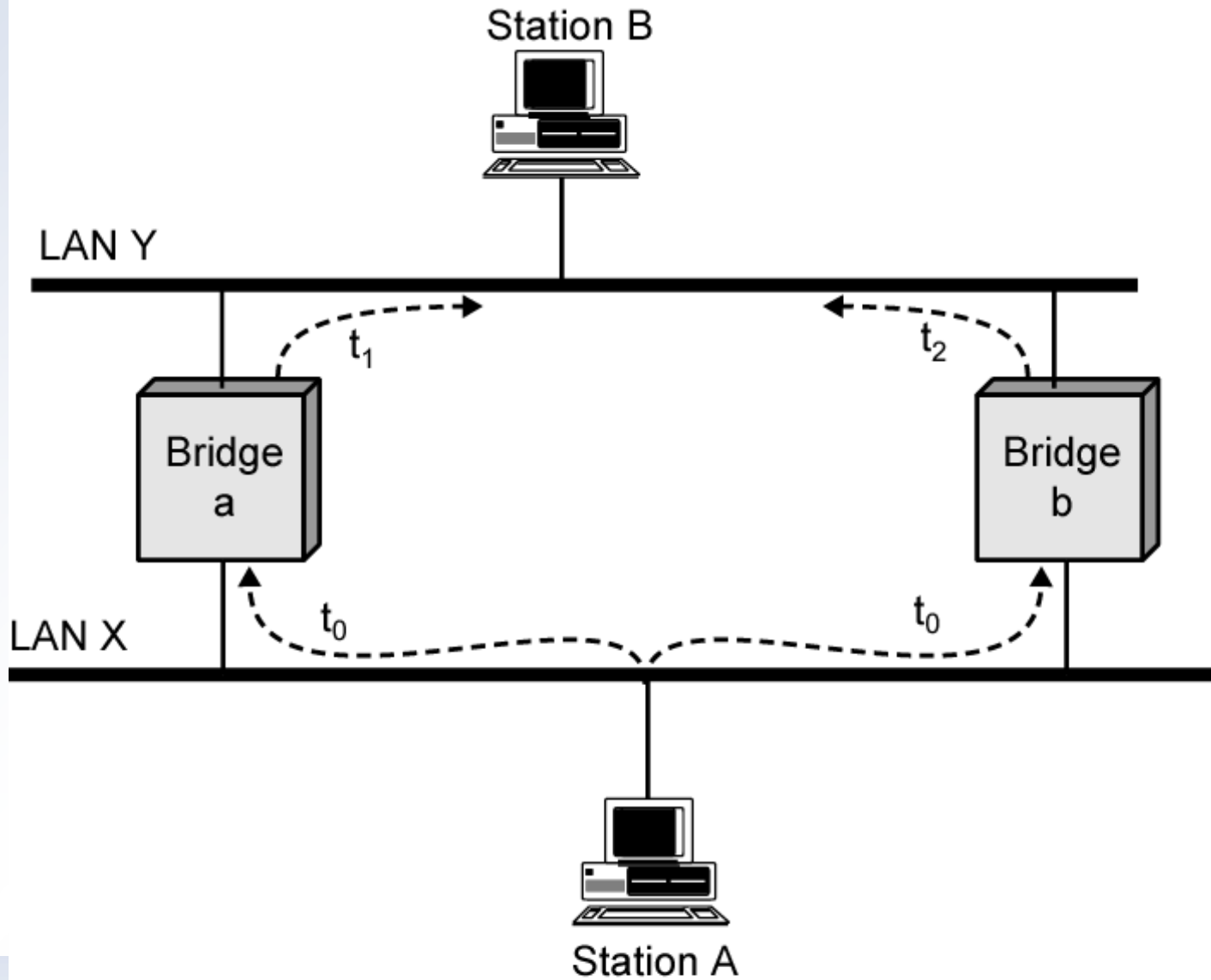
Utiliza la teoría de grafos

Cada LAN se corresponde con un nodo en el grafo

Cada Bridge tiene asignado un único identificador

Ante un cambio en la topología se actualizan los costes de las rutas

Loop en Bridges



Conmutadores de Capa 2 y Capa 3

Existen muchos dispositivos para la conexión de redes

Switch de Capa 2

Switch de Capa 3

Hubs

Elemento activo central de la topología estrella

Cada estación se conecta al hub

El hub actúa como repetidor

Cuando una estación transmite, el hub repite la señal sobre cada estación

Cada conexión consiste en dos pares trenzados sin blindaje

- El límite de la conexión es de aproximadamente 100 m

También se puede utilizar fibra óptica

- Máximo aproximadamente de 500 m

Físicamente una estrella, lógicamente un bus

La transmisión de cualquier estación es recibida por todas las estaciones

Si dos estaciones transmiten al mismo tiempo, posibles colisiones

Diseño con Hub

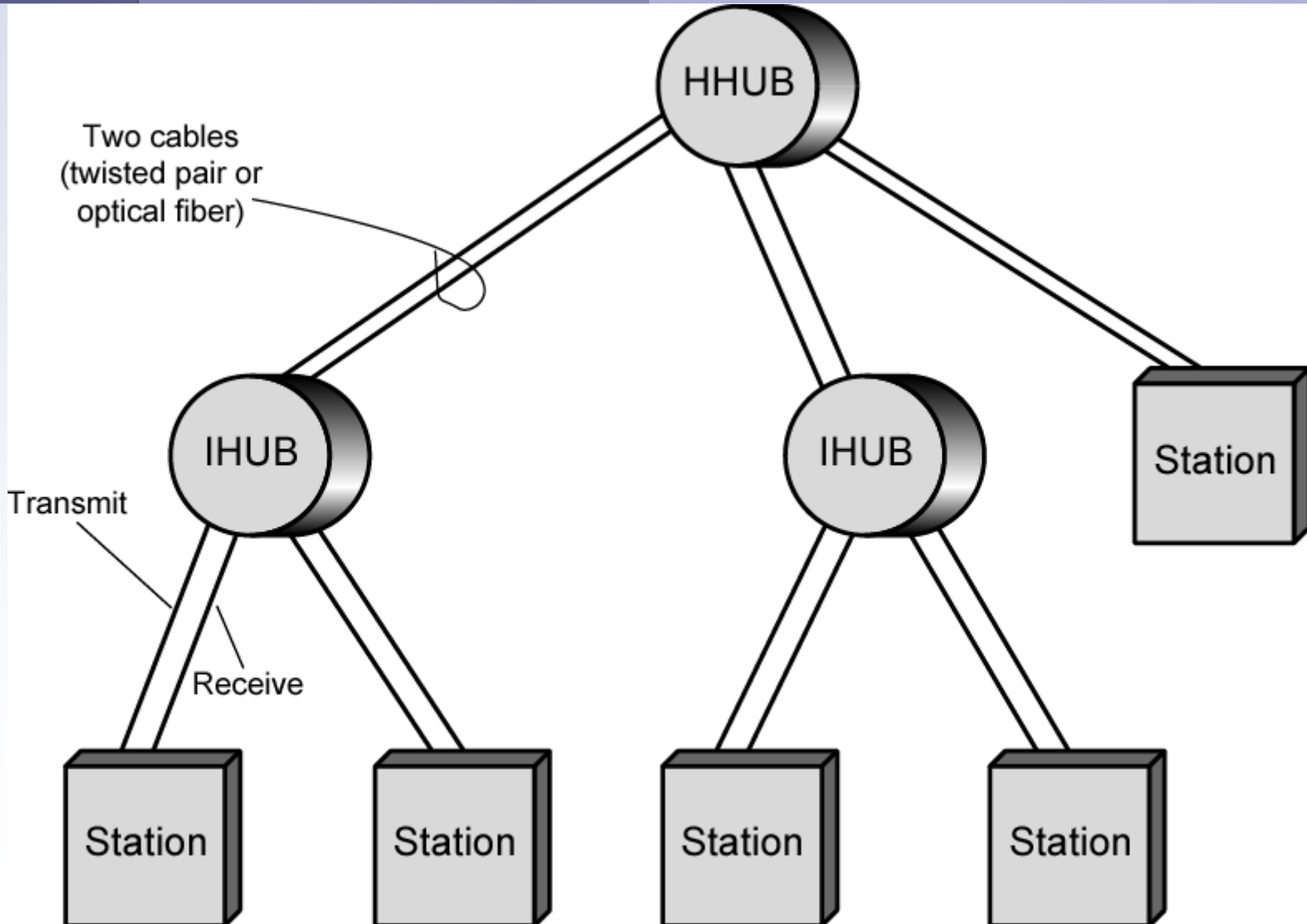
Pueden existir múltiples niveles. Conexión en cascada

Cada hub puede conectar estaciones u otros hub

Encaja bien con las buenas practicas del cableado estructurado

- Armario con cableado en cada piso
- En cada armario se puede colocar un hub
- Cada hub sirve a las estaciones de cada piso

Topología estrella en dos niveles



Buses y Hubs

Configuración Bus

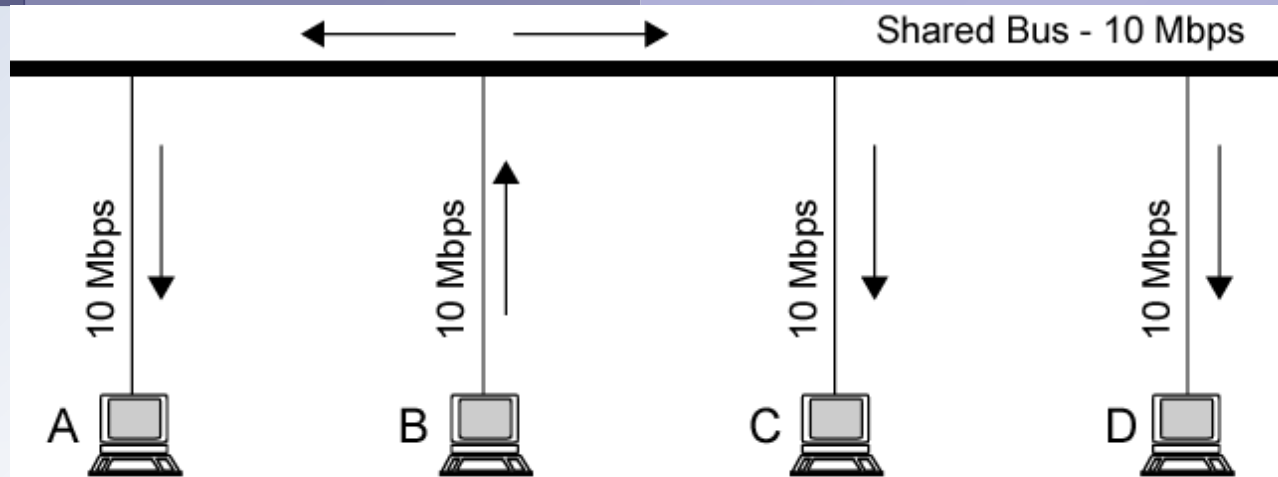
- Todas las estaciones comparten la capacidad del bus (ej. 100Mbps)
- Solamente una estación puede transmitir a la vez

Hub utiliza una topología estrella

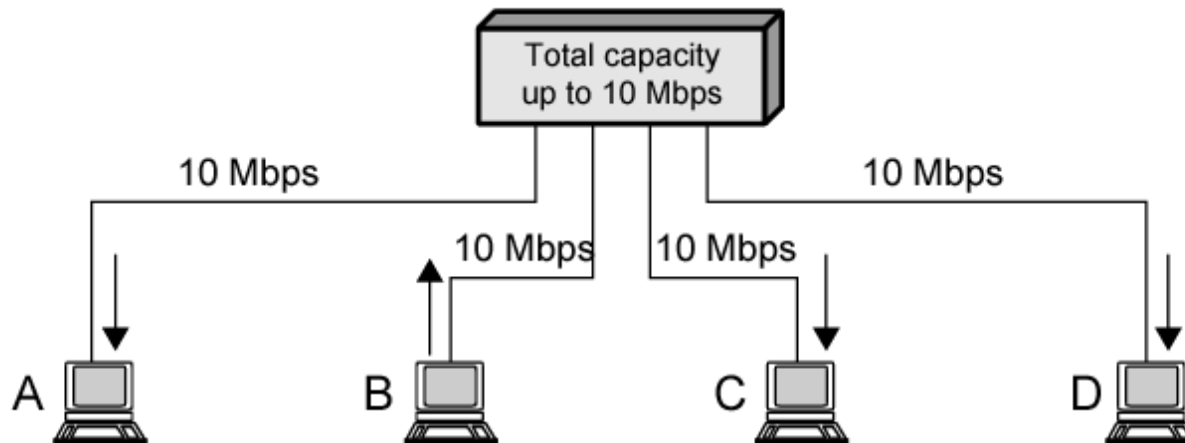
- La transmisión desde cualquier estación es recibida por el hub y retransmitida sobre todas las líneas
- Solamente una estación puede transmitir a la vez
- Capacidad total de la lan 100Mbps

Para mejorar el rendimiento se utiliza el conmutador de capa 2

Medios compartidos Bus y Hub

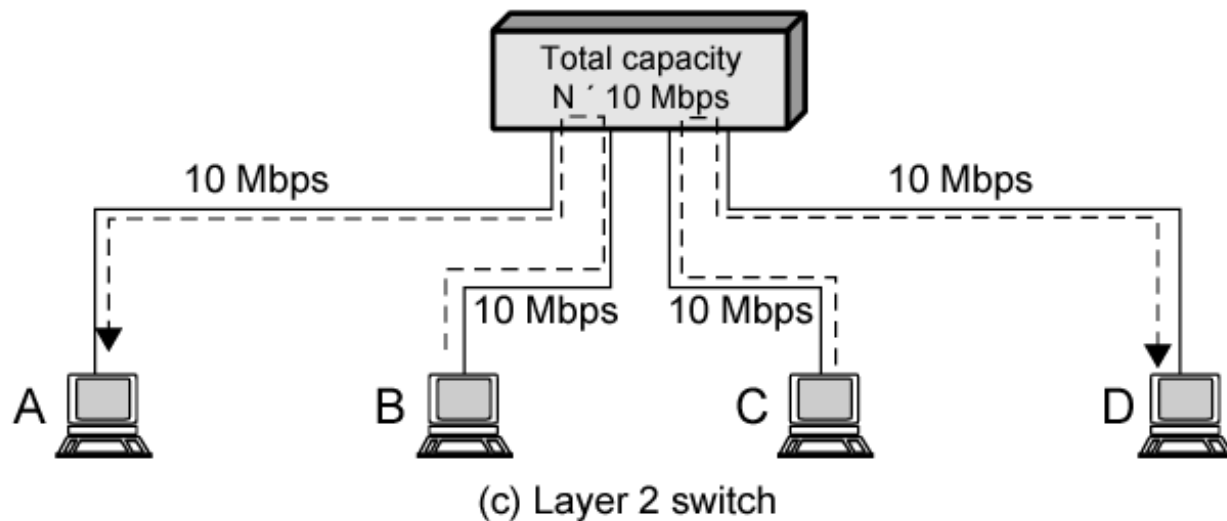
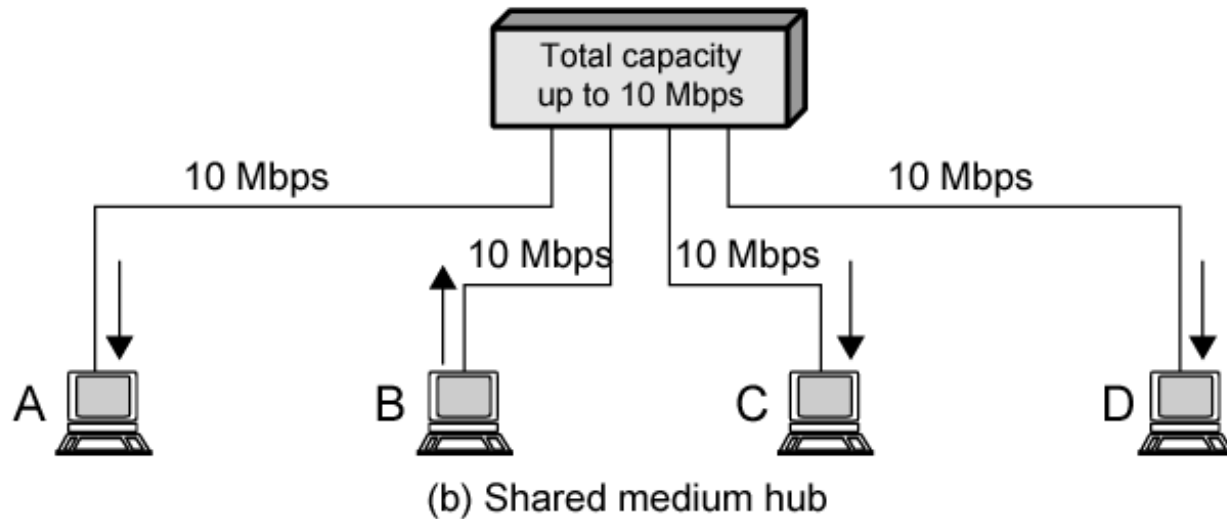


(a) Shared medium bus



(b) Shared medium hub

Medio compartido Hub y Conmutador de capa 2



Switch de capa 2

El hub central actúa como conmutador

La trama que ingresa desde una estación particular es conmutada sobre la línea apropiada

Las líneas que no son utilizadas pueden tener otras conexiones vivas

Puede transmitir mas de una estación a la vez

Multiplica la capacidad de la LAN

Beneficios de Switch de capa 2

No se necesitan cambios sobre los dispositivos para convertir una LAN con bus a una LAN conmutada

Para las LAN ethernet, cada dispositivo utiliza el protocolo ethernet MAC

Se asume que el switch tiene la capacidad suficiente para mantener las conexiones arriba de todas las estaciones

- Si el switch tiene un throughput of 20 Mbps, cada dispositivo puede dedicar la capacidad de entrada y salida de 10Mbps

Los conmutadores de capa 2 permiten escalar de manera simple

- Se pueden agregar dispositivos adicionales incrementando la capacidad del switch

Tipos de Switch de capa 2

Switch store-and-forward

- Acepta las tramas sobre la línea de entrada
- Las almacena
- Luego lo rutea sobre la línea de salida apropiada
- Aumenta la integridad de la red

Switch cut-through

- Toma ventaja de la dirección de destino que figura al principio de la trama
- Tan pronto como se reconoce la dirección de destino se empieza a transmitir sobre la línea de salida
- El mejor throughput
- Riesgo de propagar tramas erróneas
 - El Switch no puede comprobar el CRC

Capa 2 Switch vs Bridge

El bridge puede manipular tramas a nivel software

El switch realiza el reconocimiento de las direcciones y el reenvío de las tramas a nivel de hardware

El bridge puede analizar y reenviar una trama a la vez

El Switch puede tener varias rutas de datos en paralelo

- Puede manipular multiples tramas a la vez

EL Bridge utiliza la operación store-and-forward

El Switch puede utilizar la operación de cut-through

En las LAN's es común encontrar configuraciones de switch de capa 2 con funcionalidades de los Bridges en vez de Bridges

Conmutadores capa 2 - Problemas

Cuando el número de dispositivos crece, los Switch de capa 2 se vuelven inadecuados

Sobrecarga de Broadcast

Los dispositivos conectados a través de un Switch de capa 2 tiene el mismo espacio plano

- Todos los usuarios comparten la dirección de broadcast MAC
- Si un dispositivo envía una trama errónea, esa trama se reenvía a todos los dispositivos conectados a la red (Switch/Bridge)
- En redes grandes, las tramas Broadcast pueden traer grandes sobrecargas
- Un dispositivo que este funcionando mal puede crear una tormenta de broadcast
 - Si esto sucede puede colapsar la red

Conmutadores capa 2 - Problemas

Las normas actuales no permiten tener loops cerrados

- Solamente un camino entre dos dispositivos
- Es imposible en la implementación de los estándares proveer dos rutas alternativas a través de multiples switches
 - Limite entre el rendimiento y la fiabilidad de la red

Solución: Dividir la red en subredes conectadas mediante routers

El Broadcast MAC queda limitado a los dispositivos que están conectados al mismo Switch

Los routers basados en IP emplean sofisticados algoritmos de ruteo

- Pueden permitir multiples caminos entre dos redes incluso viajando por distintos routers

Problemas de los Routers

Los routers realizan todo el procesamiento por software

- Las LAN de alta velocidad y los Switch de alta performance pueden transmitir millones de paquetes por segundo
- Los routers pueden manipular por debajo del millón de paquetes por segundo

Solución: Switches de capa 3

- Implementan la lógica de reenvío de los routers en el hardware

Existen dos categorías

- Paquete por paquete
- Basado en flujo

Paquete x Paquete Basado en flujo

Operan de la misma forma que los routers tradicionales
Incrementa la performance de los routers basados en software

Los Switch basados en flujo tratan de mejorar la performance identificando los paquetes IP

- Mismo origen y destino
- Observando el trafico en curso o mediante una etiqueta especial en el flujo de cabecera del paquete (ipv6)
- Cuando el flujo es establecido, se utiliza la misma ruta para toda la transmisión

Organización LAN

Cientos de dispositivos

Sistemas de escritorio (10/100/1000/10000 Mbps)

Conectividad Wireless disponible para usuarios móviles

Switches de capa 3 sobre el núcleo de la red (network core)

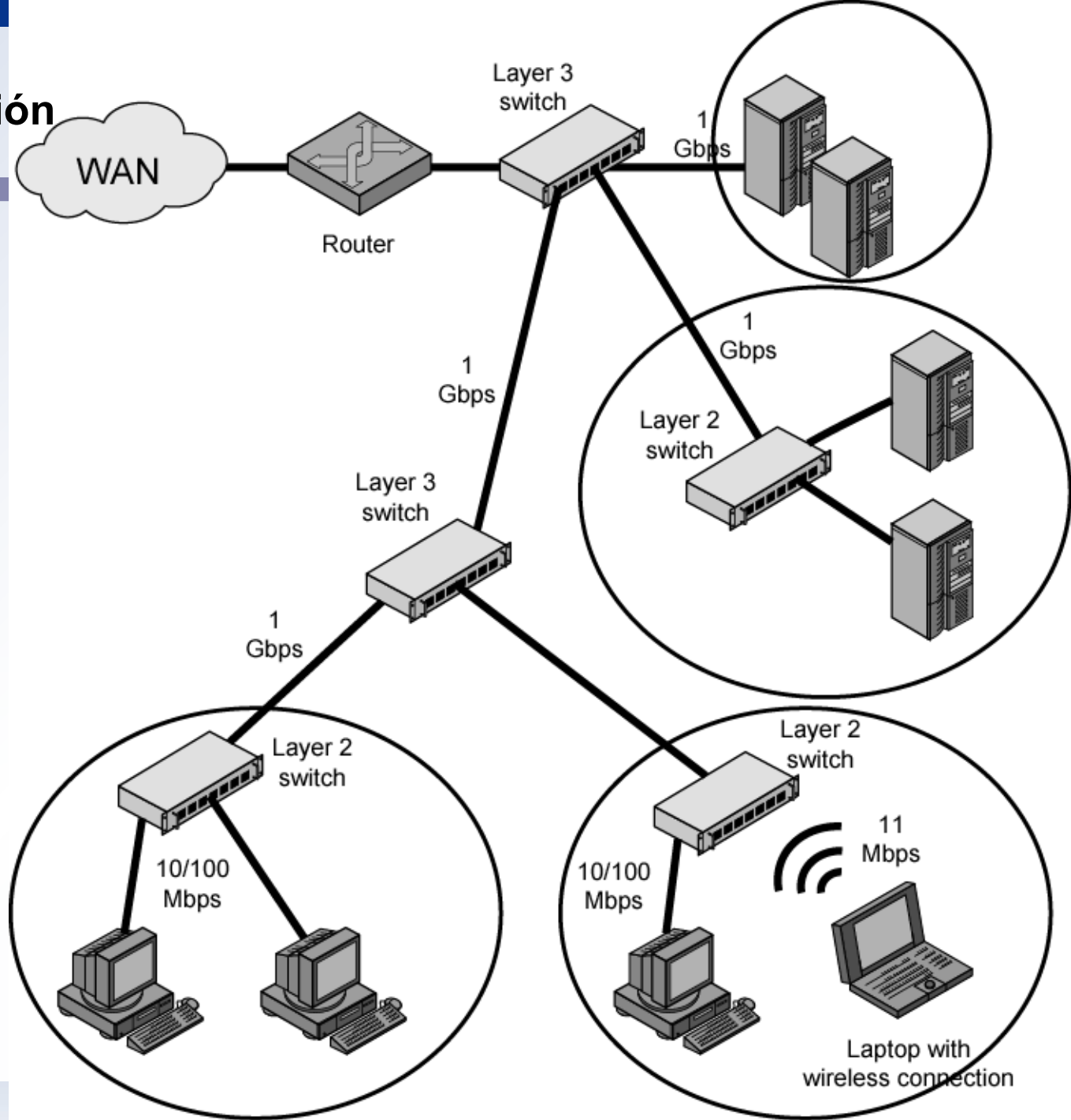
- Backbones locales
- Interconexiones a 1 Gbps o 10Gbps
- Conexiones a Switch de capa 2 a 100 Mbps o 1 Gbps

Servidores conectados a switch de capa 2 o capa 3 a 1Gbps

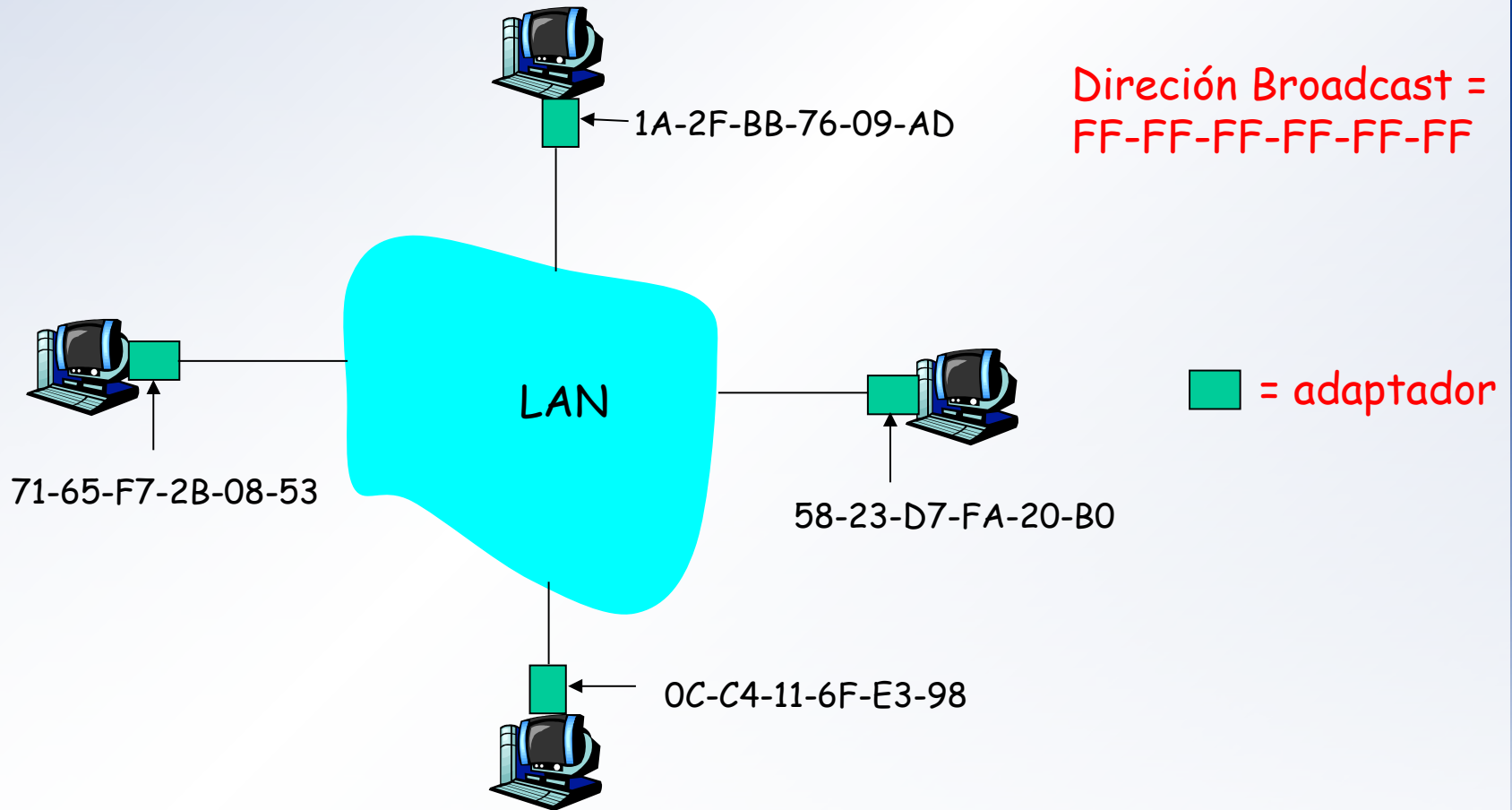
Router basados en software. Proveen conexión a WAN a bajo costo

Las tramas broadcast quedan limitadas a una subred

Diagrama Organización LAN



Direccionamiento en capa 2



Direccionamiento en capa 2

Función de MAC

- Enviar una trama desde una interface hacia otra interface conectada (en la misma red)
- Direccionamiento 48 bit expresada en Hex.

Cada adaptador tiene una única dirección

- Aunque puede ser modificada

MAC tiene “portabilidad”

IP no tiene “portabilidad”

- El direccionamiento depende de la subred IP a la que el nodo está conectado

Protocolo ARP

El nodo A quiere enviar un datagrama al nodo B

A envía un paquete ARP query a la dirección broadcast con el IP que desea averiguar

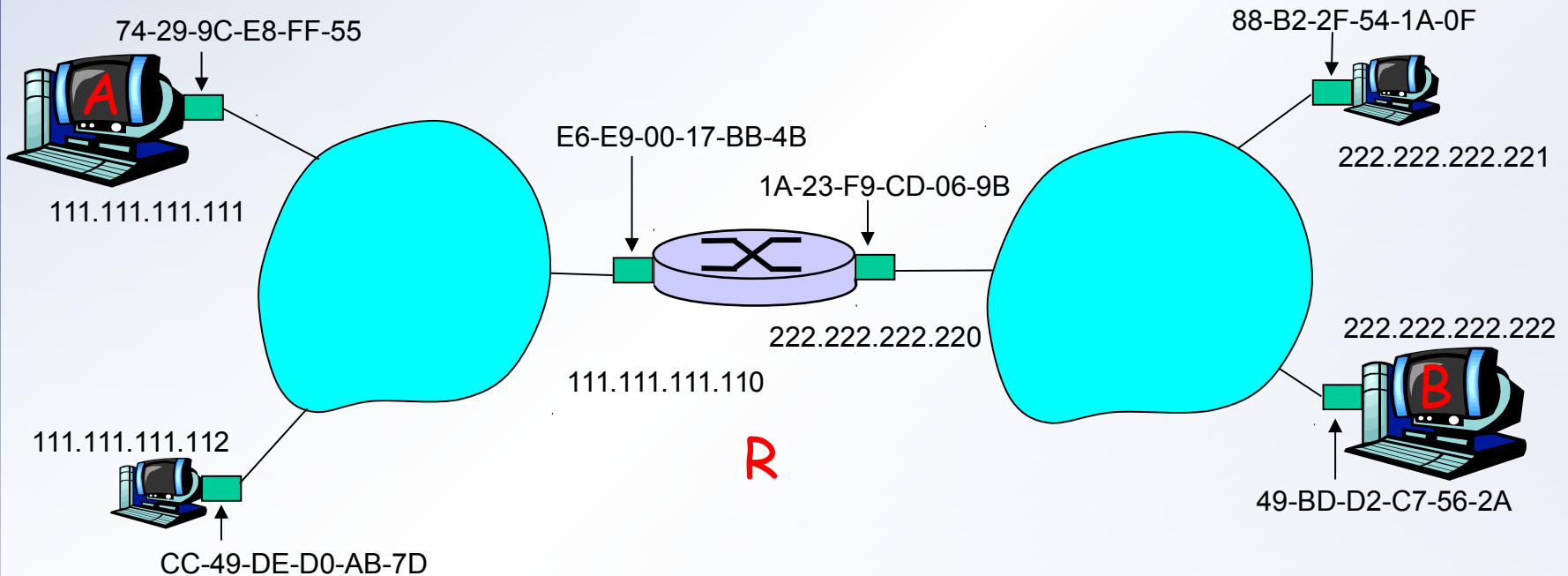
- MAC destino FF:FF:FF:FF:FF:FF
- Toda las maquinas reciben este paquete

B recibe el paquete y genera un ARP reply hacia A con su dirección MAC

A almacena la respuesta (IP-MAC) en su tabla cache ARP

ARP es plug-and-play

Protocolo ARP



Dos tablas ARP en el router, una por cada red IP

Términos clave

Árbol de expansión

Concentrador

Control de acceso al medio (MAC)

Control de acceso lógico (LLC)

Conmutador

Conmutador capa 2

Conmutador capa 3

Puente

Red de área local (LAN)

Red de almacenamiento (SAN)

Topología en anillo

Topología en árbol

Topología en bus

Topología en estrella

Direccionamiento Capa 2

Protocolo ARP/RARP

Lectura Recomendada

Stallings capítulo 15

Kurose/Ross capítulo 5

Forouzan 13 y 15 – (Falta ARP)