

# **Redes de área local**

**Arquitectura de protocolos**

**Topologías**

**Implementación del control de acceso al medio**

**Red de área local Ethernet (IEEE 802.3)**

## Aplicaciones de redes LANs

---

### ✓ LANs de computadores personales

☆ *Bajo coste: Velocidad limitada (<10Mbits/seg)*

### ✓ Redes de respaldo y almacenamiento

☆ *Interconexión de sistemas grandes (mainframes y dispositivos de almacenamiento masivo)*

+ Alta velocidad de transmisión (+100 Mbits/seg)

+ Interfaces de alta velocidad

+ Acceso distribuido. Dispositivos comparten el mismo medio.

+ Distancia y número de dispositivos limitados.

### ✓ Redes ofimáticas de alta velocidad

☆ *Aplicaciones gráficas, Alta capacidad de almacenamiento local.*

### ✓ LANs troncales

☆ *Interconexión de redes LANs de baja velocidad*

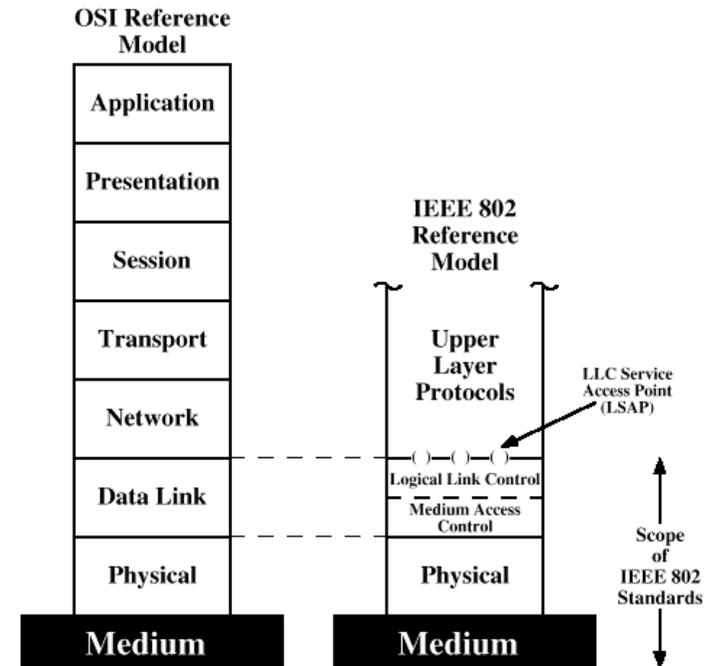
☆ *Fiabilidad: evita interrupciones en el tráfico.*

☆ *Capacidad: escalabilidad.*

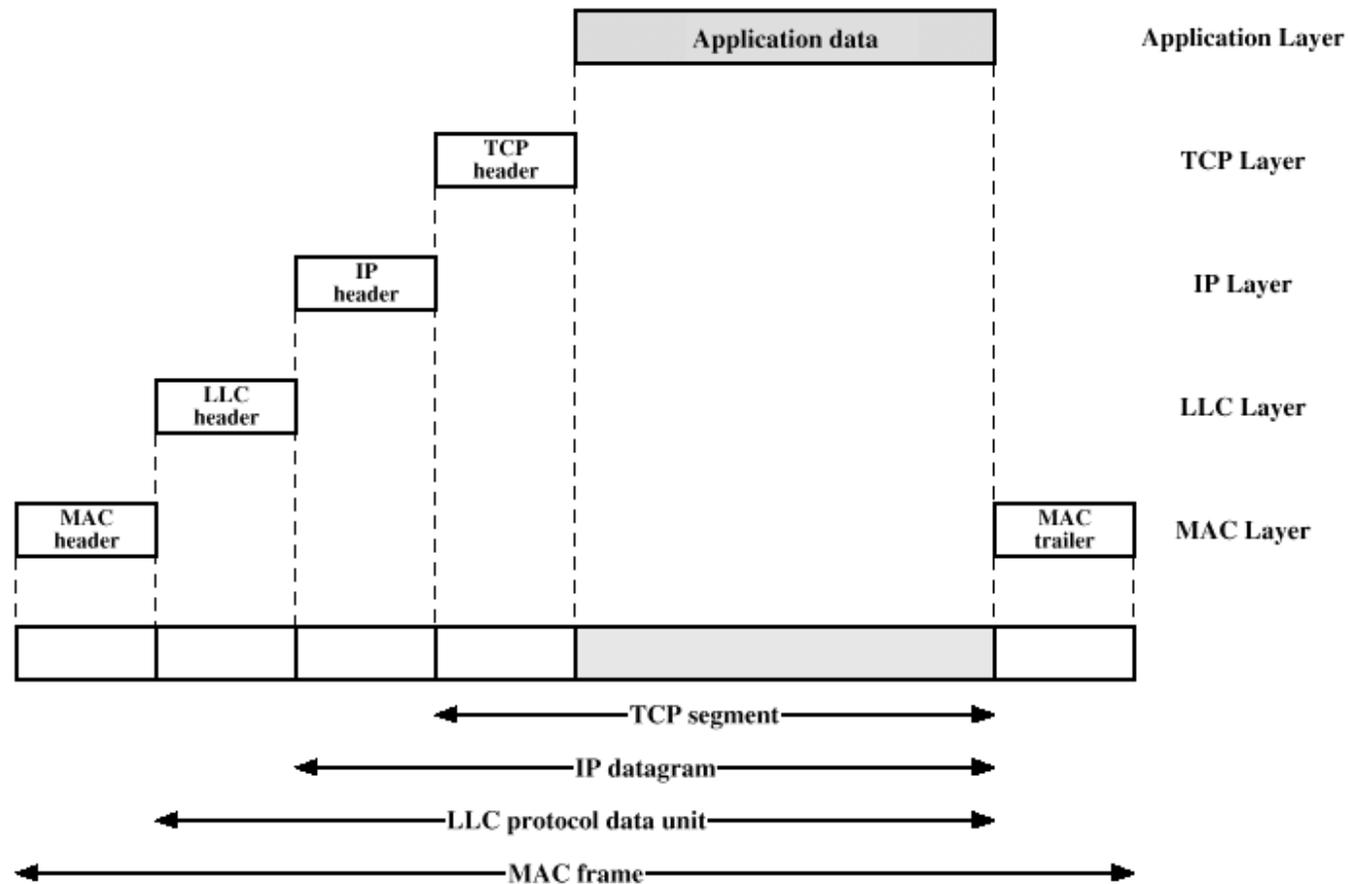
# Arquitectura de protocolos en LANs

## ✓ Niveles más bajos de OSI (físico y enlace).

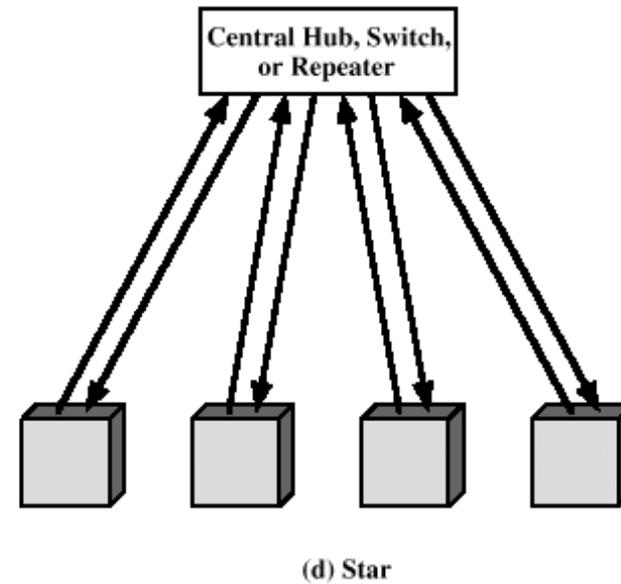
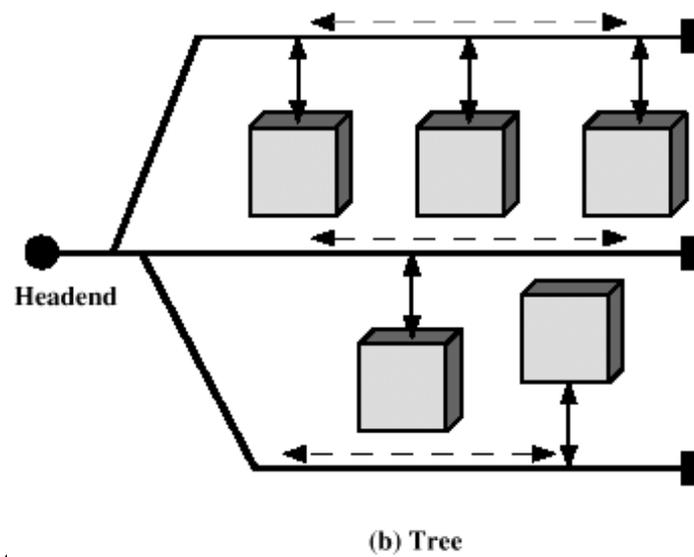
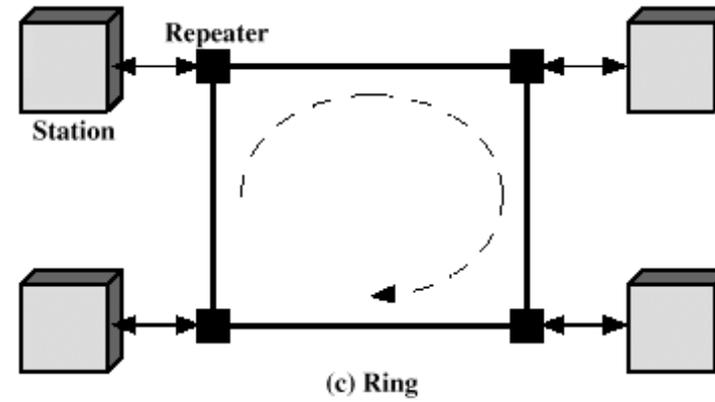
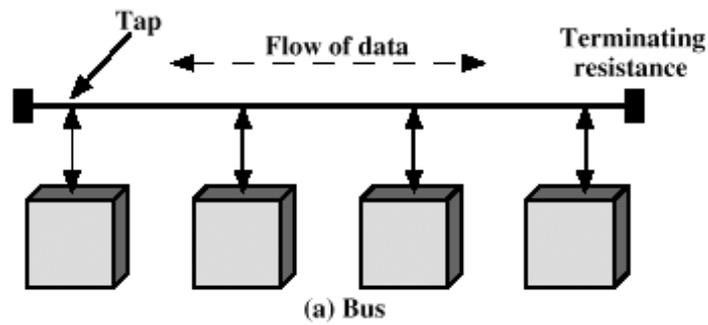
- ☆ *Especificaciones en el modelo IEEE 802.*
- ☆ *Físico*
  - ✦ Codificación/decodificación
  - ✦ Generación/eliminación de preámbulos
  - ✦ Recepción/transmisión de bits
  - ✦ Medio de transmisión y topología
- ☆ *MAC*
  - ✦ Ensamblado de dato en una trama con campos detección de errores y dirección.
  - ✦ Desensamblado de tramas (errores y dirección)
  - ✦ Control de acceso al medio de transmisión.
- ☆ *LLC*
  - ✦ Interface a niveles más altos
  - ✦ Control de errores y de flujo
  - ✦ Varias opciones de MAC disponibles para el mismo LLC



# Encapsulado en LANs

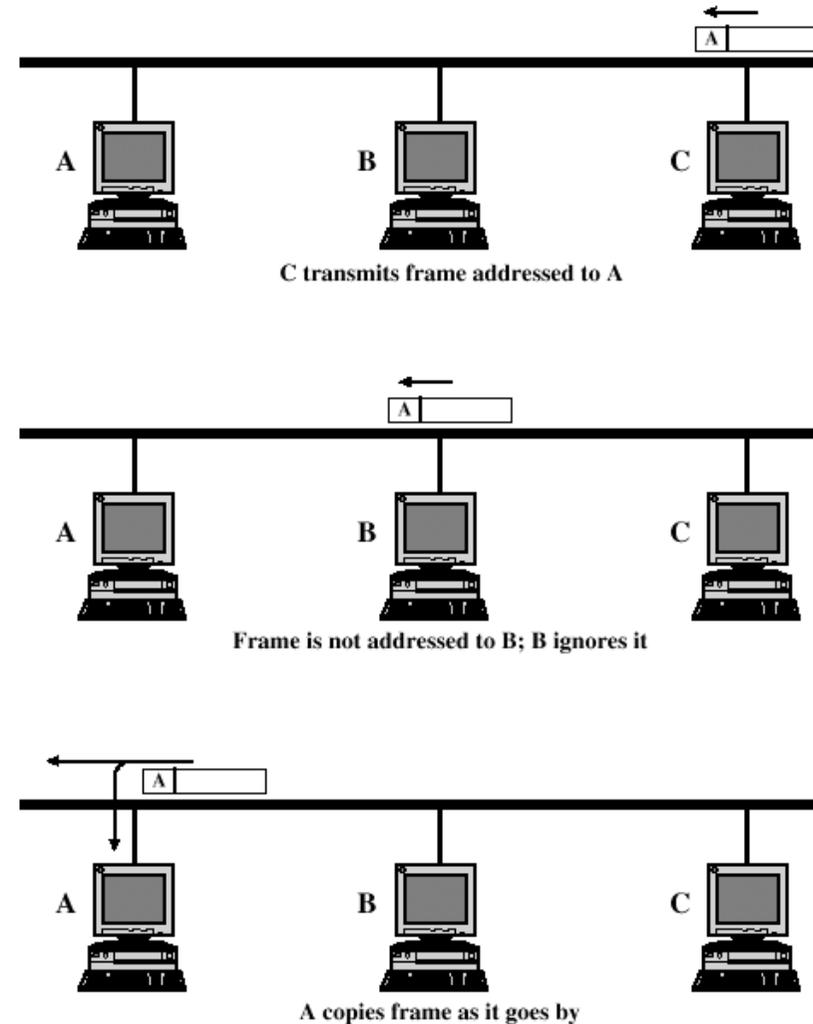


# Topologías de LANs



## Topología en Bus y Arbol

- ✓ Medio multipunto
- ✓ La transmisión se propaga a través del medio.
  - ☆ *Todas las estaciones escuchan.*
    - ✦ Necesidad de identificar las estaciones destino.
    - ✦ Cada estación tiene una dirección única
- ✓ Conexión full duplex entre la estación y la toma de conexión
  - ☆ *Necesidad de regular la transmisión para evitar colisiones*
- ✓ Terminador absorbe las tramas al final del medio.



## LAN en Bus

---

### ✓ Balanceo de la señal

- ☆ *La señal debe ser lo suficientemente fuerte para cumplir los requisitos de los receptores en cualquier combinación de transmisión.*
- ☆ *Relación señal ruido adecuada*
- ☆ *No tan fuerte que sobrecargue el transmisor*
- ☆ *Usualmente se divide la red en pequeños segmentos*
- ☆ *Los enlaces se implementan con amplificadores o repetidores.*

## Medios de Transmisión en Bus

---

✓ **Par trenzado**

☆ *No es práctico en bus compartido con altas velocidades de transmisión*

✓ **Cable coaxial de banda base**

☆ *Usado en Ethernet.*

✓ **Cable coaxial de banda ancha**

☆ *Incluido en la especificación 802.3 pero no usado.*

✓ **Fibra óptica**

☆ *Caro*

☆ *Mejores alternativas.*

✓ **Pocas instalaciones nuevas**

☆ *Reemplazado por par trenzado o fibra óptica en estrella.*

## Topología en anillo

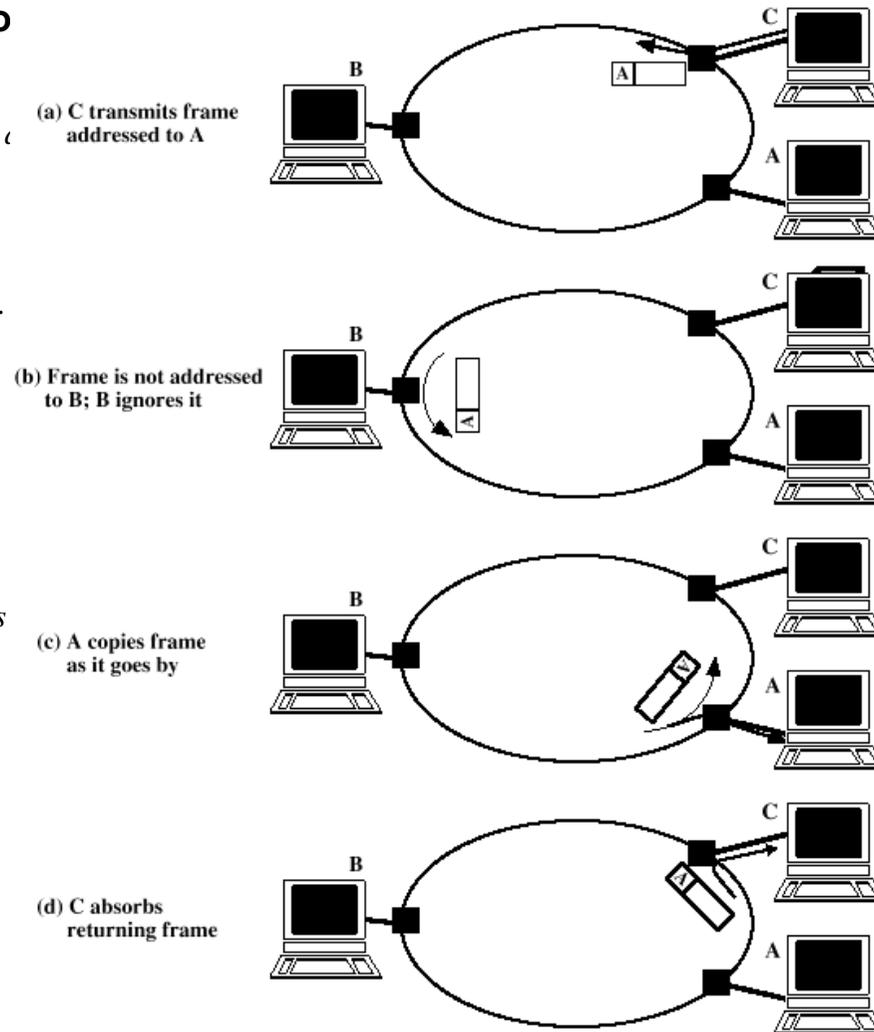
✓ Repetidores unidos por enlaces punto a punto en un lazo cerrado.

- ☆ Reciben datos de un enlace y lo retransmiten al siguiente
- ☆ Enlaces son unidireccionales.
- ☆ Las estaciones están unidas a los repetidores.

✓ Datos de las tramas

- ☆ Pasan por todas las estaciones.
- ☆ La estación destino reconoce la trama y la copia.
- ☆ La trama circula de vuelta al origen donde es eliminada

✓ MAC determina cuando una estación puede insertar una trama.



## LAN en anillo

---

- ✓ Cada repetidor se conecta al siguiente mediante un enlace unidireccional.
- ✓ Camino cerrado único
- ✓ Los datos son transferidos bit a bit desde un repetidor al siguiente
- ✓ El repetidor regenera y repite cada bit
- ✓ Repetidores realizan inserción de datos, recepción y eliminación
- ✓ Los repetidores actúan como punto de conexión del dispositivo
- ✓ Los paquetes son eliminados por el repetidor destino o por el que lo envió (circulación completa a través del anillo).

## Medio en el anillo

---

- ✓ **Par trenzado**
- ✓ **Coaxial banda base**
- ✓ **Fibra óptica**
- ✓ **No usa cable coaxial en banda ancha**
  - ☆ *Tendría que recibir y transmitir asincrónicamente por múltiples canales*

## Topología en estrella

---

- ✓ **Cada estación se conecta directamente a un nodo central**
  - ☆ *Normalmente por dos enlaces punto a punto*
- ✓ **El nodo central puede hacer difusión**
  - ☆ *Estrella física, bus lógico*
  - ☆ *Sólo una estación puede transmitir a un tiempo.*
- ✓ **El nodo central puede actuar como conmutador de tramas.**

## Características del Control de acceso al medio

---

### ✓ Dónde

#### ☆ *Centralizado*

- + Mayor control
- + Lógica de acceso simple en la estación
- + Evita problemas de coordinación
- + Punto crítico de fallo
- + Cuello de botella potencial

#### ☆ *Distribuido*

### ✓ Cómo

#### ☆ *Síncrono*

- + Especifica la capacidad dedicada a la contención.
- + No adecuada para LANS ya que estaciones son impredecibles

#### ☆ *Asíncrono*

- + Responde a demandas.

## MAC en sistemas asíncronos

---

### ✓ Rotación circular

- ☆ *Bueno si muchas estaciones tienen datos a transmitir en un amplio período de tiempo.*

### ✓ Reserva

- ☆ *Bueno para tráfico continuo.*

### ✓ Contención

- ☆ *Buena para tráfico a ráfagas*
- ☆ *Todas las estaciones compiten por el medio*
- ☆ *Distribuido*
- ☆ *Simple de implementar*
- ☆ *Efficiente en carga moderada*
- ☆ *Tiende al colapso con fuerte carga*

## Formato de la trama MAC

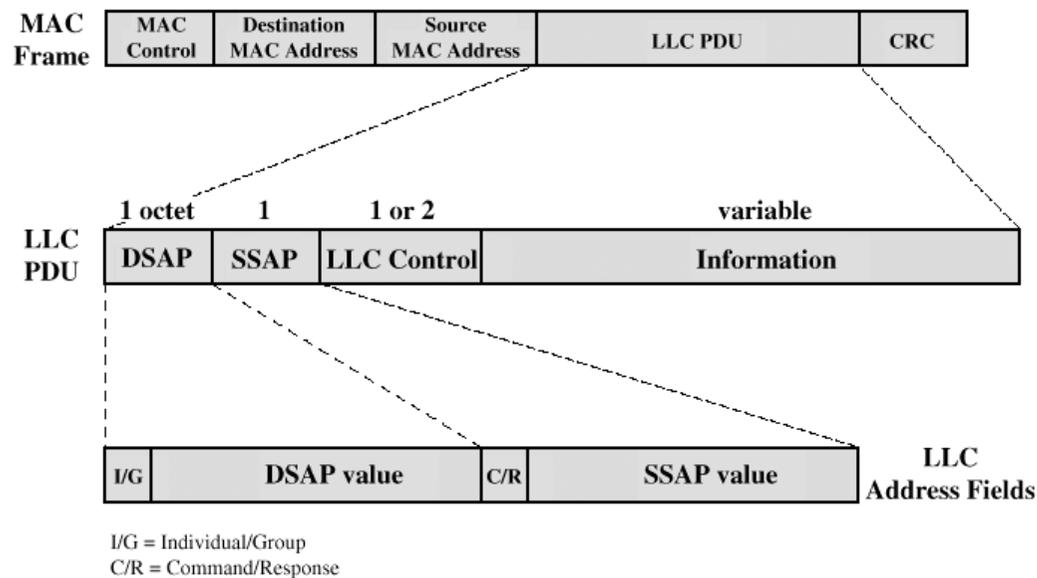
---

- ✓ **Capa MAC recibe datos de la capa LLC**
- ✓ **Formato genérico:**
  - ☆ *MAC control: control para el protocolo( p.e. Prioridad)*
  - ☆ *Dirección MAC destino*
  - ☆ *Dirección MAC fuente*
  - ☆ *LLC: datos LLC*
  - ☆ *CRC: Detección de errores*
- ✓ **Capa MAC detecta errores y elimina tramas**
- ✓ **Opcionalmente LLC puede retransmitir tramas**

## Capa LLC: Logical Link Control

- ✓ Transmisión de PDUs de nivel de enlace entre dos estaciones.
- ✓ Debe soportar multiacceso, medio compartido
- ✓ La capa MAC lo descarga de algunos detalles de acceso al enlace
- ✓ Direccionamiento LLC implica la especificación de los usuarios fuente y destino LLC

☆ *DSAP y SSAP: Son los puntos de acceso al servicio*



## Servicios de la capa LLC

---

- ✓ **Basada en HDLC**
- ✓ **Servicios sin conexión no confirmados.**
  - ☆ *Datagrama puro*
- ✓ **Servicios con conexión**
  - ☆ *Similar a HDLC*
- ✓ **Servicios sin conexión confirmados**
  - ☆ *Mezcla de los dos anteriores: datagramas confirmados*

## Protocolo LLC

---

- ✓ Diseñado después de HDLC
- ✓ Modo balanceado asíncrono para soportar servicio en modo conexión (tipo 2)
- ✓ PDUs de información no numerada para servicios sin conexión (tipo 1)
- ✓ PDUs no numeradas con un bit para número de secuencia que son conformadas con un AC.
- ✓ Multiplexación usando varios LSAPs

## Especificación 10Mbps (Ethernet)

---

✓ Especificaciones: <data rate><Signaling method><Max segment length>

✓		10Base5	10Base2	10Base-T	10Base-FP
✓	Medium	Coaxial	Coaxial	UTP	850nm fiber
✓	Signaling	Baseband	Baseband	Baseband	Manchester
✓		Manchester	Manchester	Manchester	On/Off
✓	Topology	Bus	Bus	Star	Star
✓	Nodes	100	30	-	33

## Medio Físico: Cable coaxial banda base

---

- ✓ Señal digital
- ✓ Codificación Manchester o Manchester diferencial
- ✓ Se usa el espectro completo del cable
  - ☆ *Sólo un canal en el cable*
- ✓ Transmisión bidireccional
- ✓ Rango de pocos kilómetros
- ✓ Ethernet (base para 802.3) a 10Mbps
- ✓ Cable de 50 ohm (menos reflexiones y mas inmune al ruido de baja frecuencia que el de 75 ohm).

## Medio Físico: 10Base5

---

- ✓ Ethernet y 802.3 usaban originalmente cable de 0.4 pulgadas de diámetro a 10Mbps
- ✓ Longitud máxima permitida es 500m
- ✓ Distancia entre taps debe ser un múltiplo de 2.5m
  - ☆ *Asegura que las reflexiones de los taps no se suman en fase.*
- ✓ Máximo numero de taps: 100

## Medio Físico: 10Base2

---

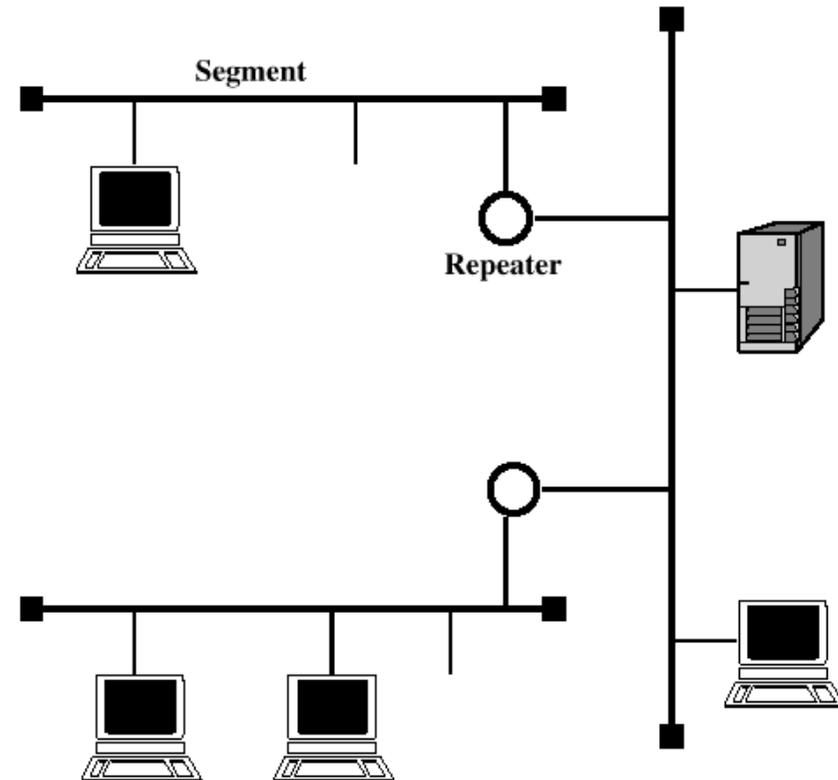
✓ **Cheapernet**

✓ **Cable de 0.25 pulgadas**

- ☆ *Más flexibilidad*
- ☆ *Fácil montaje*
- ☆ *Electrónica más barata*
- ☆ *Mayor atenuación*
- ☆ *Peor resistencia al ruido*
- ☆ *Menos taps (30)*
- ☆ *Distancia extremo-extremo más corta (185m)*

## Repetidores

- ✓ Transmisión en ambas direcciones
- ✓ Une dos segmentos de cable
- ✓ No hace buffering
- ✓ No hay aislamiento lógico de los segmentos.
- ✓ Si dos estaciones envían paquetes simultáneamente, éstos colisionarán.
- ✓ Sólo un camino entre dos estaciones a través de los repetidores.



## LANs en estrella: Bus lógico

- ✓ **Uso de par trenzado no apantallado (teléfono)**

- ☆ *Coste de instalación mínimo*

- + Puede estar ya instalado

- + Todos los lugares estarán cubiertos

- ✓ **Unidos a un HUB central**

- ✓ **Dos enlaces: Transmitir y recibir**

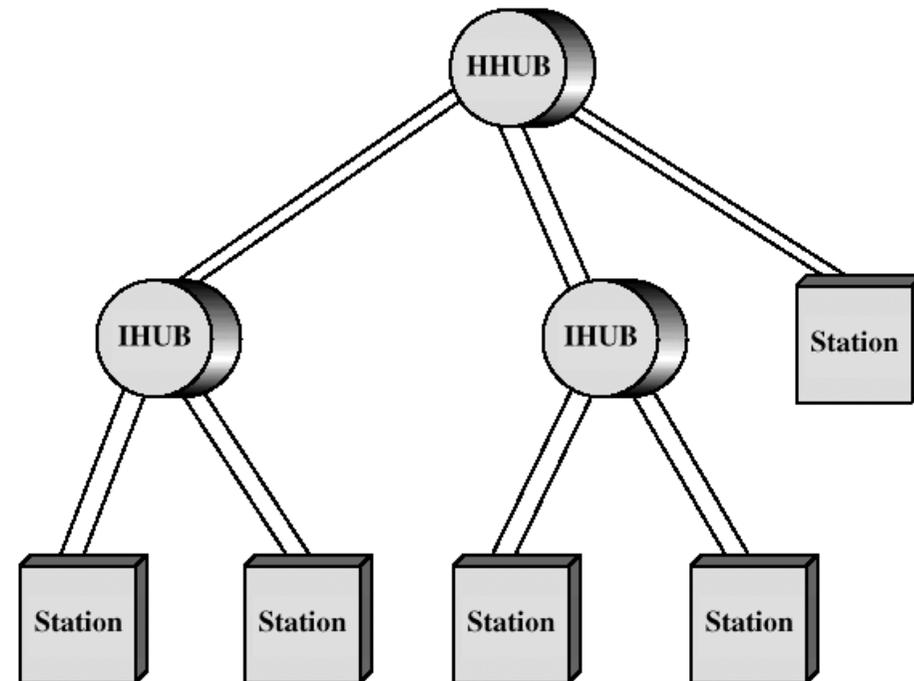
- ✓ **Hub repite la señal que llega a todos los enlaces**

- ✓ **Longitudes de los enlaces de 100m**

- ☆ *Típicamente par trenzado categoría 5 (10BaseT) o fibra óptica hasta 500m (10BaseFP)*

- ✓ **Bus lógico: con colisión**

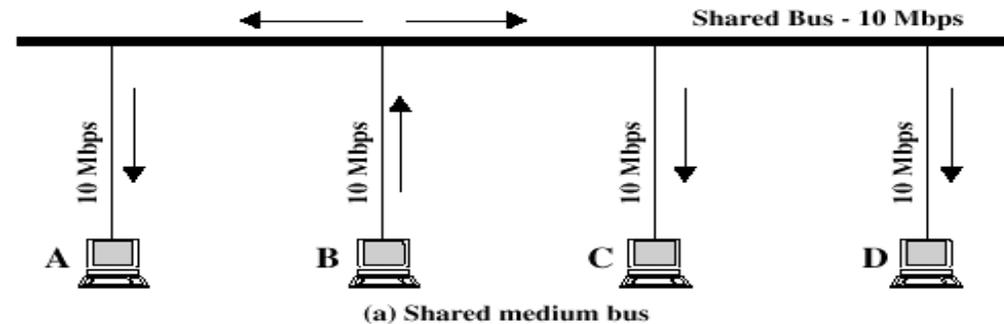
*Dpt. Arquitectura de Computadores*



# Hubs y Conmutadores

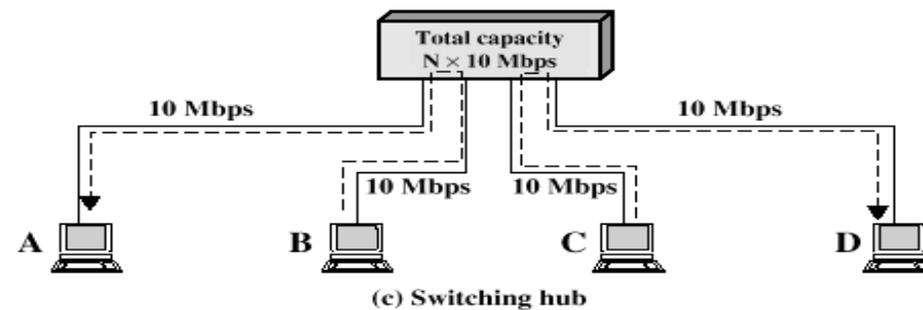
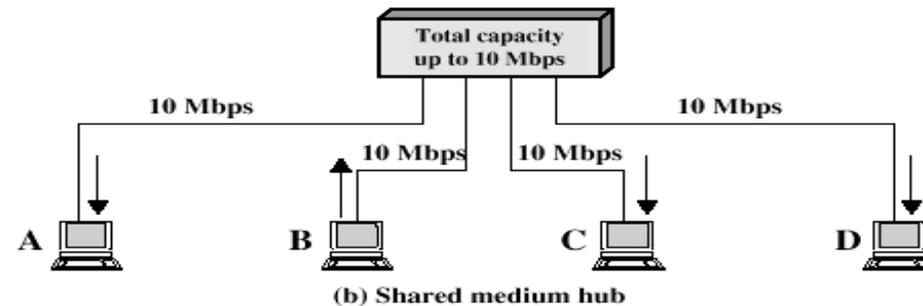
## ✓ Shared medium hub

- ☆ *Hub retransmite la señal que llega a todas las líneas de salida*
- ☆ *Sólo una estación puede transmitir a un tiempo*
- ☆ *Con una LAN a 10Mbps, capacidad total de 10Mbps*



## ✓ Switched LAN hub

- ☆ *Hub actúa como un conmutador*
- ☆ *Tramas que llegan se transmiten a la líneas apropiadas de salida*
- ☆ *Líneas no usada también puede ser usadas para conmutar otro tráfico.*
- ☆ *Con dos pares de línea en uso, la capacidad total será de 20Mbps.*



## Hubs Conmutados

---

### ✓ No cambio del hardware y el software de los dispositivos conectados para pasar de LAN Bus a LAN Hub

☆ *Cada dispositivo tiene la misma capacidad dedicada*

☆ *Escala bien*

### ✓ Tipos

☆ *Store and forward switch*

✚ Acepta la entrada, la almacena brevemente y la transmite

☆ *Cut through switch*

✚ Aprovecha dirección destino está al comienzo de la trama

✚ Repite la tramas en la línea de salida cuando se reconoce la dirección destino

✚ Puede propagar tramas erróneas

## Protocolo Ethernet (CSMA/CD)

---

- ✓ **Carriers Sense Multiple Access with Collision Detection**
- ✓ **Versión original: Xerox para LANs Ethernet**
- ✓ **Posteriormente: IEEE 802.3**
  - ☆ *Acceso aleatorio*
    - + Estaciones acceden al medio aleatoriamente
  - ☆ *Contención*
    - + Estaciones compiten por el medio

## Precursores: ALOHA

---

✓ **Redes de paquete de radio**

✓ **Transmisión**

- ☆ *La trama es enviada en cuanto la estación la tiene*
- ☆ *La estación escucha durante un tiempo que coincide con el máximo de ida y vuelta más un pequeño incremento*
- ☆ *Si recibe ACK, bien. Si no, retransmite*
- ☆ *Si no recibe ACK después de varias repeticiones, termina*

✓ **Recepción**

- ☆ *Secuencia de chequeo de tramas (como en HDLC)*
- ☆ *Si trama OK y dirección coincide con receptor, envía ACK*
- ☆ *Trama puede estar dañada por ruido o porque otra estación transmitió una trama al mismo tiempo (colisión)*
  - ✦ *Cualquier solapamiento causa colisión*
  - ✦ *Máxima utilización 18%*

## Precursores: Slotted ALOHA

---

- ✓ El tiempo se divide en ranuras uniformes iguales al tiempo de transmisión de trama
- ✓ Necesidad de reloj central (u otro mecanismo de sincronización)
- ✓ Transmisión comienza al principio de un slot
  - ☆ *Tramas se solaparán totalmente*
  - ☆ *Máxima utilización 37%*

## CSMA

---

- ✓ **Tiempo de propagación es mucho menor que el tiempo de transmisión**
- ✓ **Todas las estaciones saben que una transmisión ha comenzado casi inmediatamente**
  - ☆ *Escuchan el medio para ver si está libre (sensible a portadora)*
  - ☆ *Si está libre, transmiten*
    - ✦ Si dos estaciones comienzan en el mismo instante, colisión
    - ✦ Esperan un tiempo razonable (ida y vuelta más contención de ACK)
  - ☆ *Si ACK no llega, retransmite*
- ✓ **Máxima utilización depende del tiempo de propagación (longitud del medio) y longitud de la trama**
  - ☆ *Tramas largas y propagación pequeña da mejores valores*
- ✓ **Problemas con CSMA**
  - ☆ *Si el medio está ocupado la estación(es) esperan*
  - ☆ *Colisión ocupa el medio durante toda la transmisión*

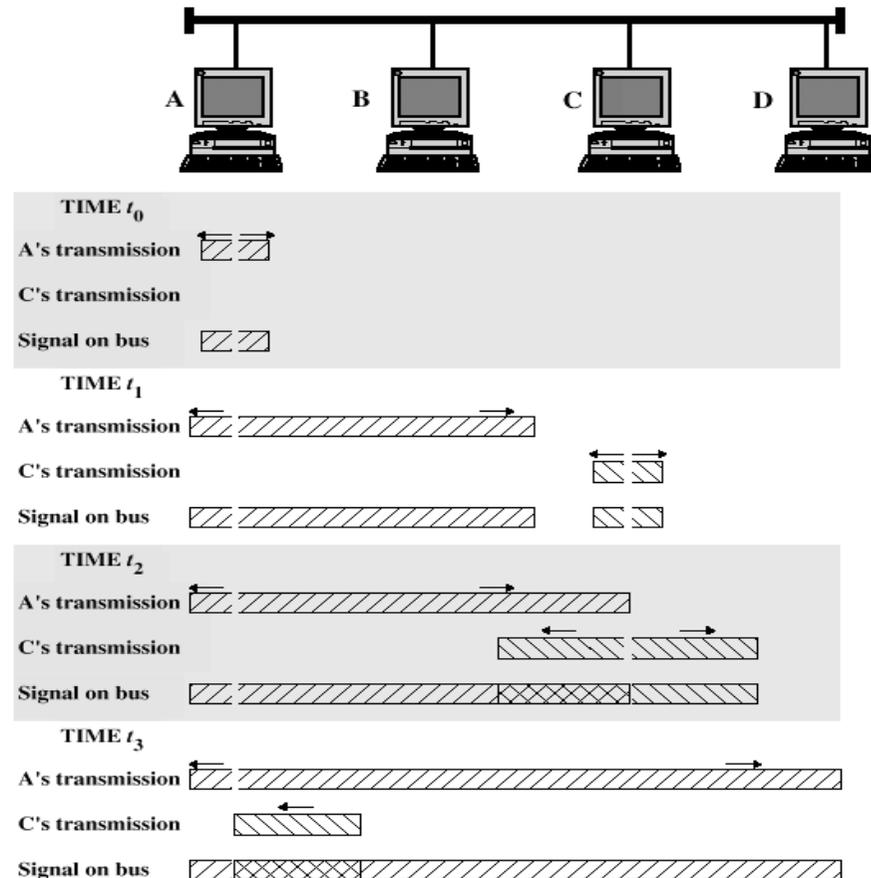
# CSMA/CD

## ✓ Mejoras (CSMA/CD)

- ☆ *La estación escucha mientras transmite*
- ☆ *Si el medio está libre, transmite*
- ☆ *Si está ocupado espera a libre y transmite*
- ☆ *Si se detecta colisión, se transmite trama corta de colisión y cesa la transmisión*
- ☆ *Estaciones esperan un tiempo aleatorio antes de intentar de nuevo la transmisión*

## ✓ Detección colisión:

- ☆ *2\*retardo de propagación extremo/extremo*
- ☆ *Tamaño mínimo de la trama para detectar colisiones*

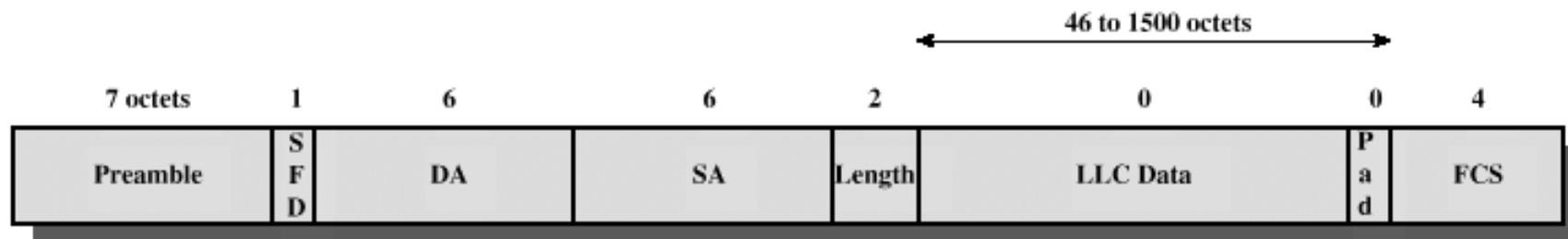


## DetECCIÓN DE COLISIÓN

---

- ✓ **Bus banda base: colisión genera voltajes más altos que la señal.**
  - ☆ *Colisión detectada si la señal en el cable es mayor que la señal de la estación*
- ✓ **Señal se atenúa con la distancia: problemas en la detección de colisión**
  - ☆ *Distancia límite hasta 500m (10Base5) o 200m (10Base2)*
- ✓ **Par trenzado (topología estrella) activa colisión en más de un puerto.**
  - ☆ *HUB genera señal especial de presencia de colisión*

## Formato de la trama IEEE 802.3



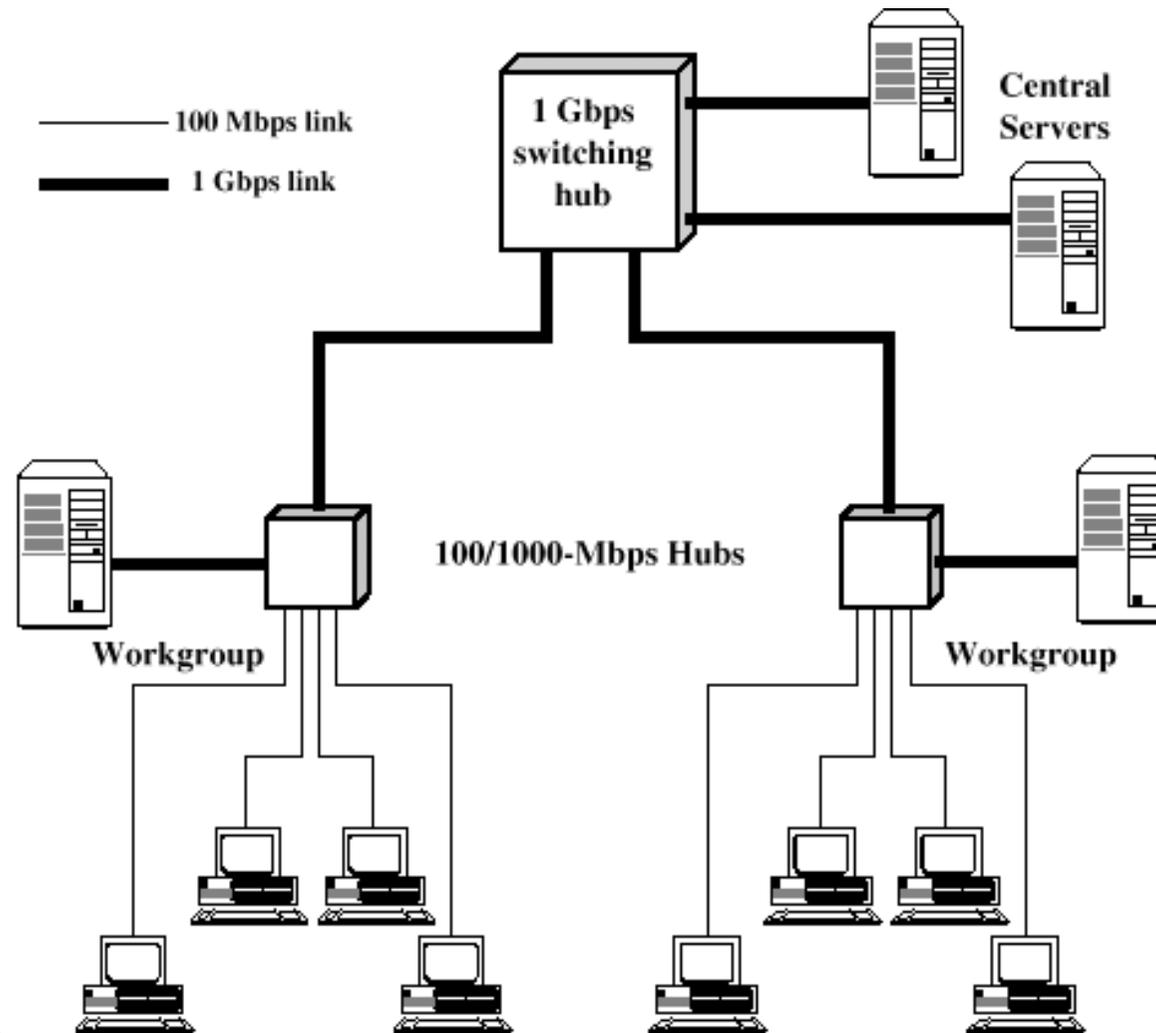
SFD = Start of frame delimiter  
 DA = Destination address  
 SA = Source address  
 FCS = Frame check sequence

## Otras especificaciones: 100Mbps (Fast Ethernet)

---

✓	100Base-TX	100Base-FX	100Base-T4	
✓	2 pair, STP	2 pair, Cat 5UTP	2 optical fiber	4 pair, cat 3,4,5
✓	MLT-3	MLT-3	4B5B,NRZI	8B6T,NRZ

# Configuración Gigabit Ethernet



## Gigabit Ethernet - Diferencias

---

- ✓ **Compatible con 100BASE-T y 10BASE-T**
- ✓ **Mismo protocolo y trama que IEE802.3 a 10Mbps y 1000Mbps**
- ✓ **Mejoras**
  - ☆ *4096 bits mínimo en tramas (512 for 10/100)*
  - ☆ *Transmisión de varias tramas pequeñas en ráfaga (consecutivas) para evitar recargo de tamaño mínimo de trama*

## Gigabit Ethernet - Nivel físico

---

- ✓ **1000Base-SX**
  - ☆ *Longitud de onda corta, fibra multimodo*
- ✓ **1000Base-LX**
  - ☆ *Longitud de onda larga, fibra monomodo o multimodo*
- ✓ **1000Base-CX**
  - ☆ *Latigillos de cobre <25m, par trenzado apantallado*
- ✓ **1000Base-T**
  - ☆ *4 pares, cat 5 UTP*
- ✓ **Señalización - 8B/10B**

## Puentes

---

- ✓ **Posibilidad de expandir LANs sencillas**
- ✓ **Permiten interconexión entre LANs/WANs**
- ✓ **¿Usar puente o enrutadores?**
  - ☆ *Puente es más simple*
    - + Conecta redes LANs similares
    - + Protocolos idénticos para los niveles de enlace y físico
    - + Procesado mínimo
    - + Posibilidad de interconectar LANs con formatos MACs diferentes
  - ☆ *Enrutadores (pasarelas) de propósito más general.*
    - + Interconecta varias LANs y WANs

## Funciones de un puente

---

✓ **Razones de uso:**

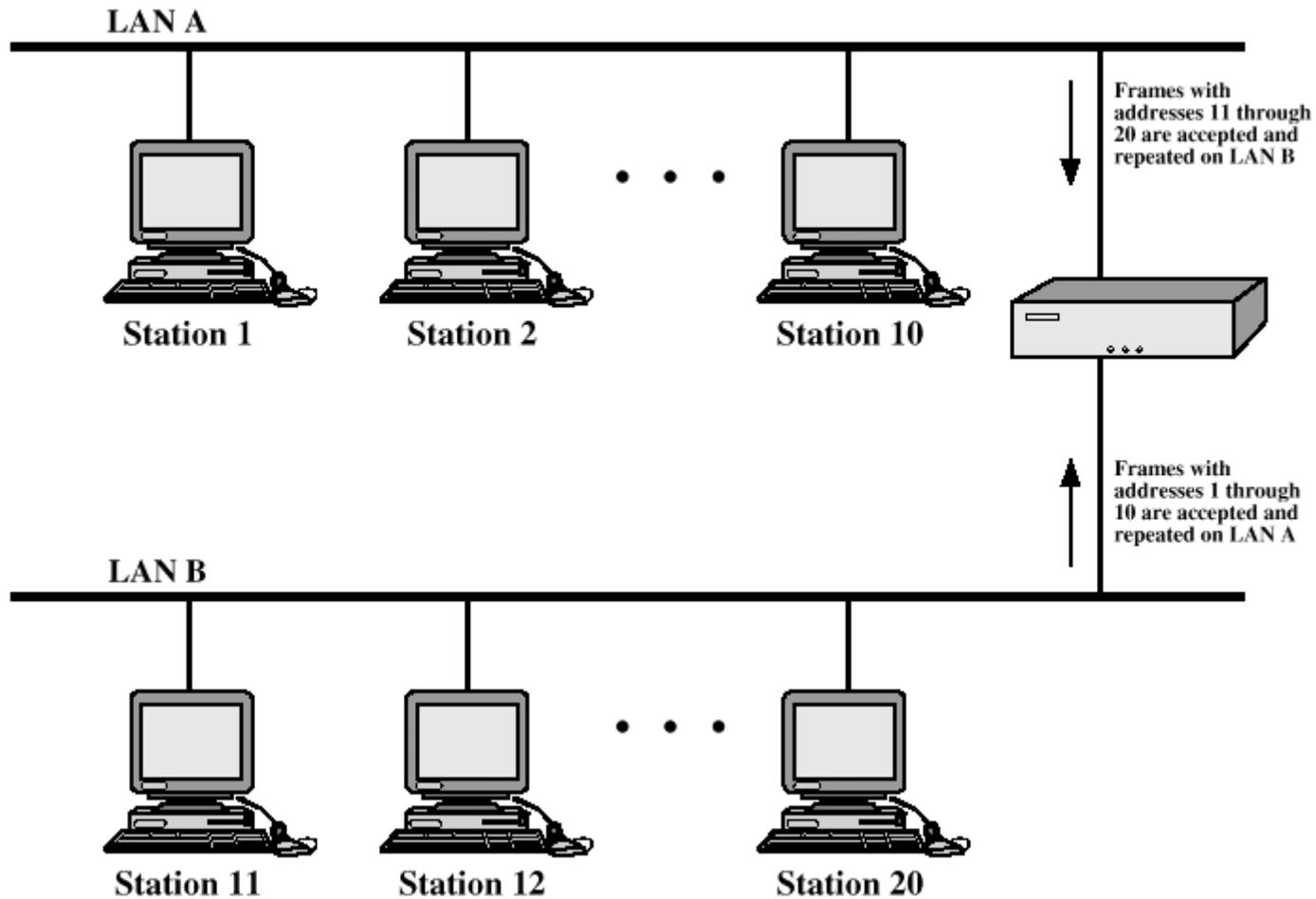
☆ *Fiabilidad, rendimiento, seguridad y geográficas*

✓ **Lee todas las tramas transmitidas a una LAN y acepta las que van dirigidas a una estación de la otra LAN.**

✓ **Usando el protocolo MAC de la segunda LAN, retransmite las tramas**

✓ **Hace lo mismo en el sentido contrario**

# Funcionamiento de los puentes



## Diseño de los puentes

---

- ✓ **No modifican el contenido o el formato de la trama**
  - ☆ *Aunque implementaciones sofisticadas sí lo hacen*
- ✓ **No encapsula**
- ✓ **Copia exacta de la trama a nivel de bit**
- ✓ **Almacenamiento mínimo para cumplir requisitos en picos de tráfico**
- ✓ **Tiene “inteligencia” de direcciones y hace rutado**
- ✓ **Puede conectar más de dos LANs**
- ✓ **Puente es transparente a las estaciones**

## Arquitectura de protocolo de los puentes

---

✓ **IEEE 802.1D**

✓ **Nivel MAC**

☆ *Dirección de la estación está en este nivel*

✓ **Puentes no necesitan el nivel LLC**

✓ **Pueden enviar tramas a través de de una WAN para interconectar dos LANs**

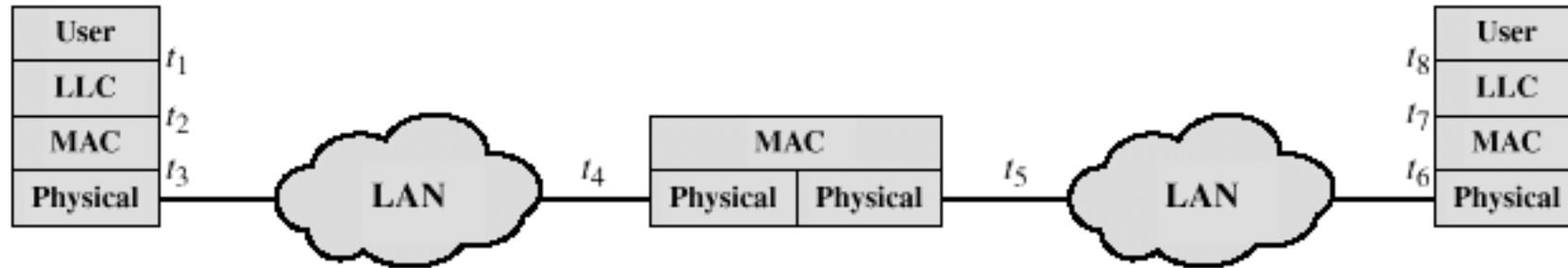
☆ *Captura el frame*

☆ *Lo encapsula según protocolo de la WAN*

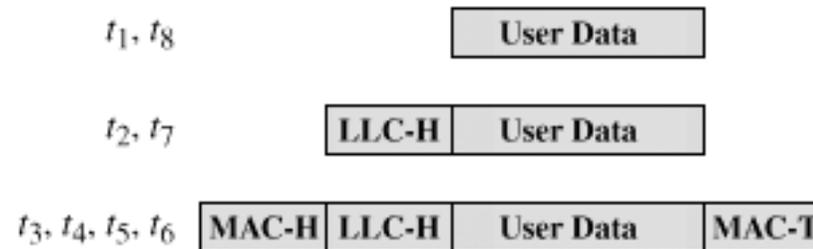
☆ *Envía a través del enlace*

☆ *Elimina encapsulado y envía la trama a la otra LAN*

## Conexión de dos LANs



(a) Architecture



(b) Operation

