

# Ethernet

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**
  - Arquitectura de protocolos para LANs
  - **Ethernet**
  - Protocolos de Internet
4. Conmutación de circuitos
5. Tecnologías
6. Control de acceso al medio en redes de área local
7. Servicios de Internet

# Objetivo

- Ethernet como tecnología LAN

# Contenido

- Tecnologías
- Equipos activos:
  - Repetidores
  - Hubs
  - Puentes
  - Conmutadores

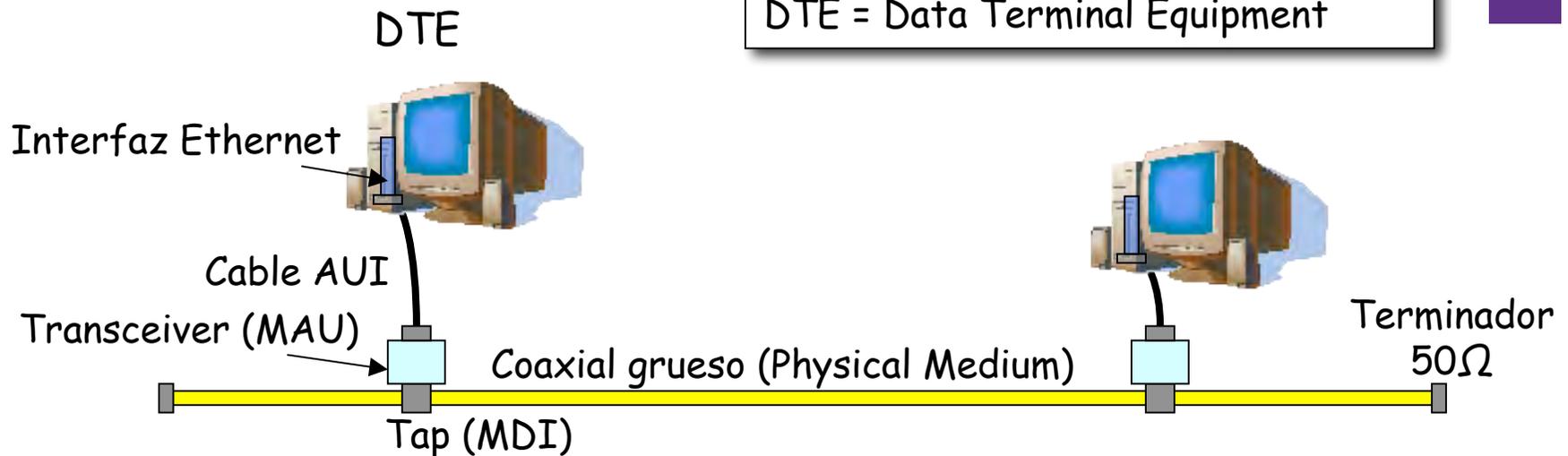
# Tecnologías

# Ethernet “original”

## 10Base5

- “Thick Ethernet”
- Coaxial grueso (amarillo)
- 5 → 500m (entre repetidores)

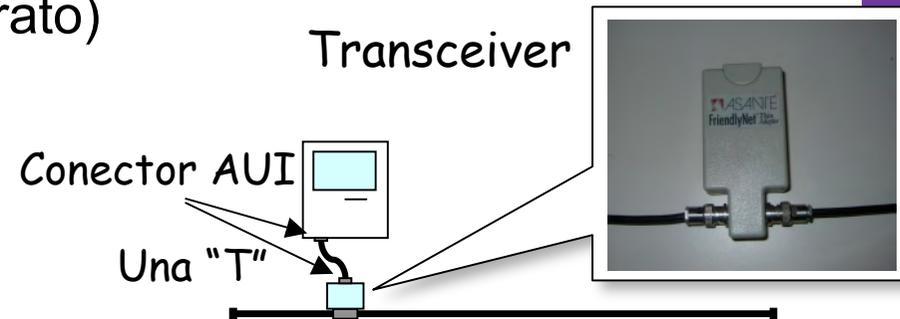
MAU = Medium Attachment Unit  
MDI = Medium Dependent Interface  
AUI = Attachment Unit Interface  
DTE = Data Terminal Equipment



# Tecnologías Ethernet

## 10Base2

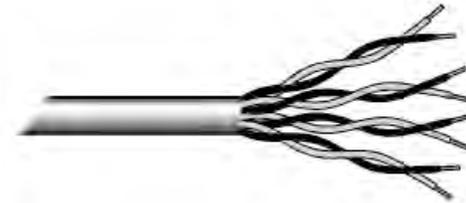
- “Thinnet” o “Cheapernet”
- IEEE 802.3a
- Coaxial fino y flexible (negro)
- 2 → 185m (entre repetidores)
- Transceiver opcional (más barato)



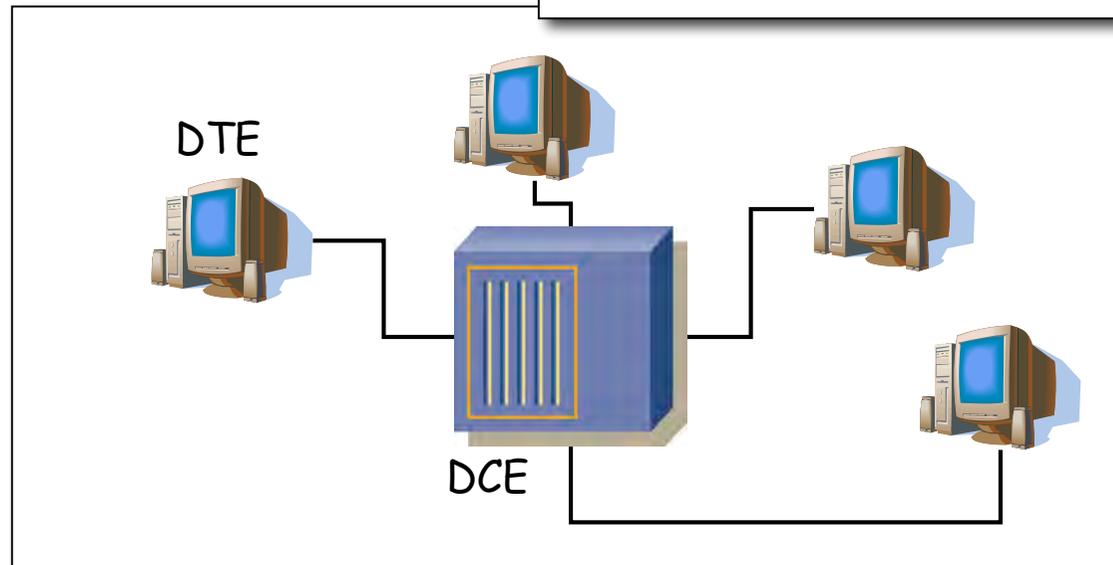
# Tecnologías Ethernet

## 10Base-T

- IEEE 802.3i
- Cables de par trenzado
- Topología física en estrella
  - Elemento central = “Hub”
- Topología lógica en bus



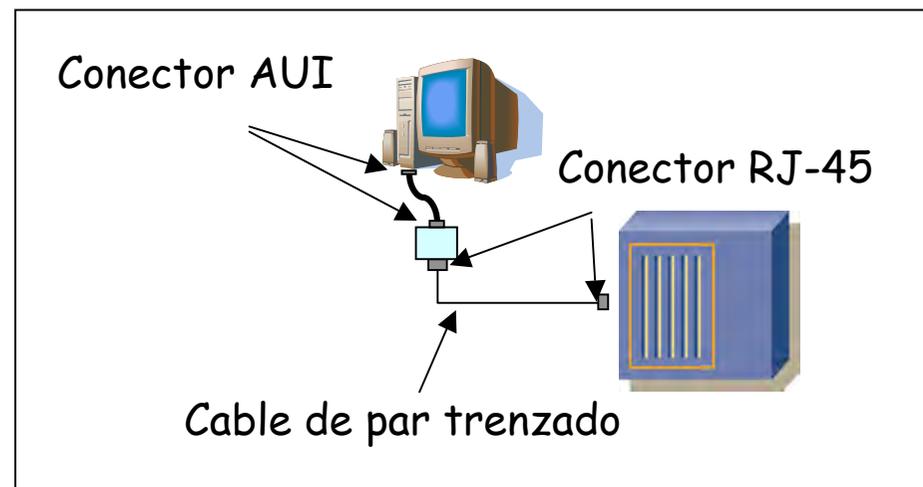
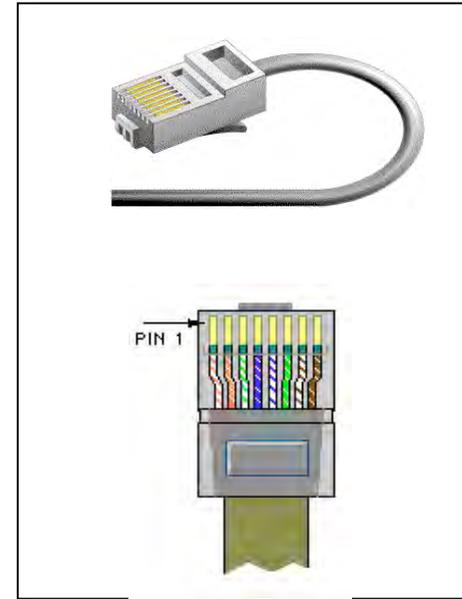
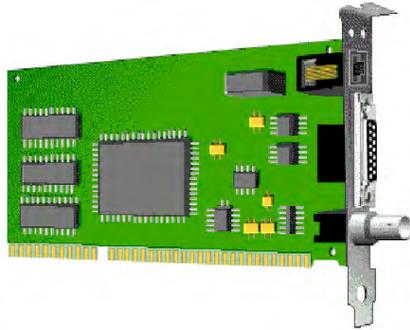
DTE = Data Terminal Equipment  
DCE = Data Communications Equipment



# Tecnologías Ethernet

## 10Base-T

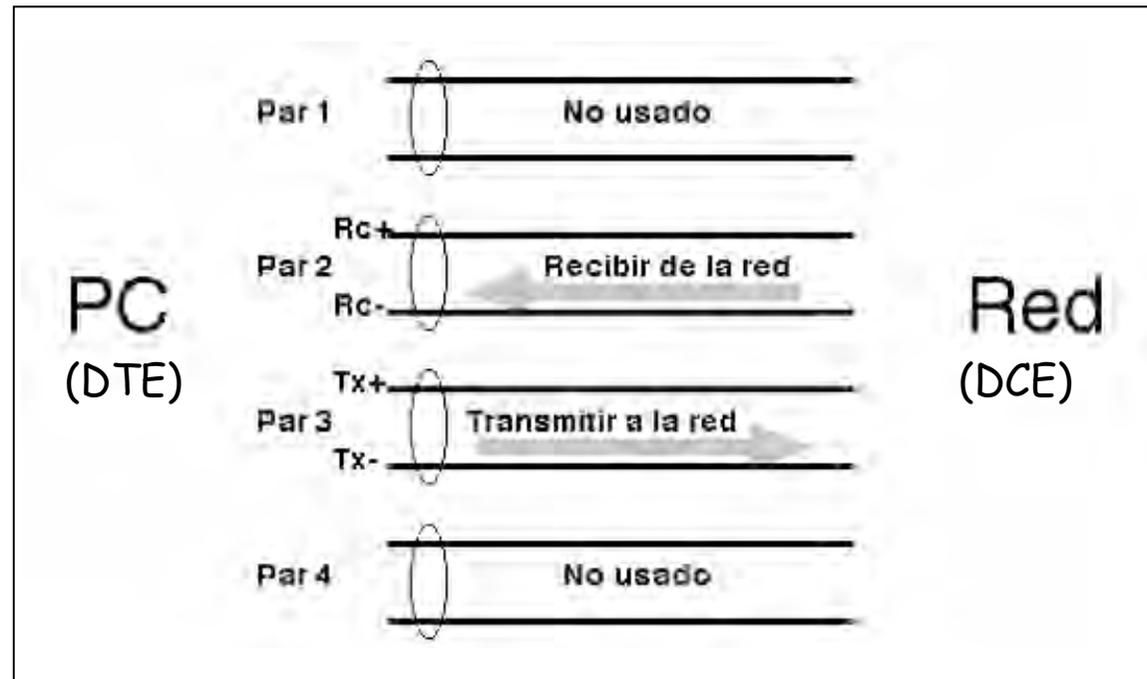
- Transceiver opcional
- Conector RJ-45
- Límite 100m



# Tecnologías Ethernet

## Cable de par trenzado

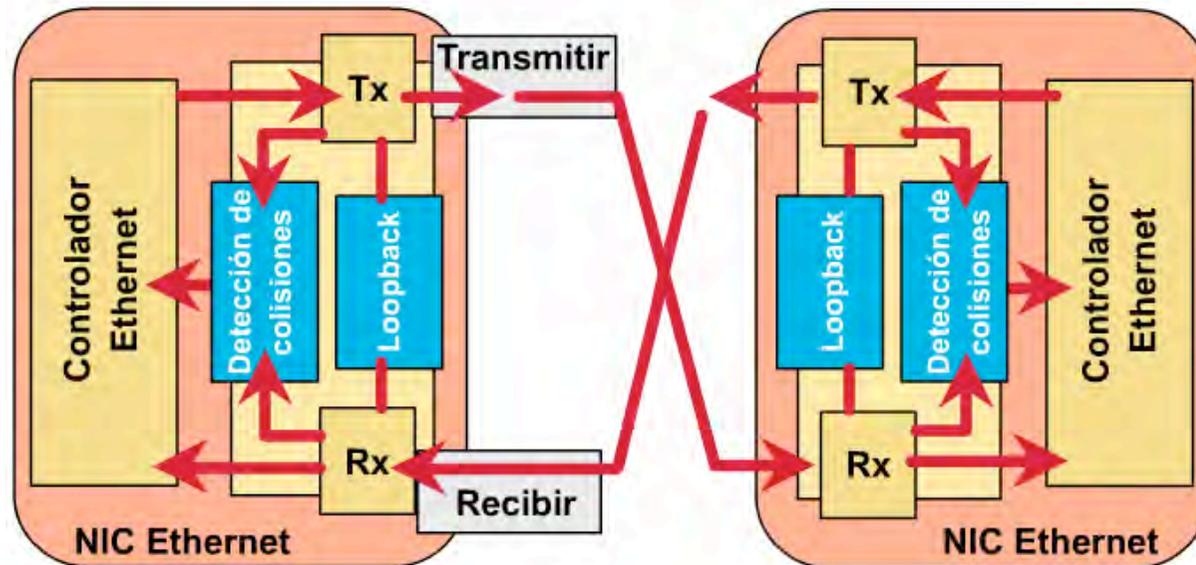
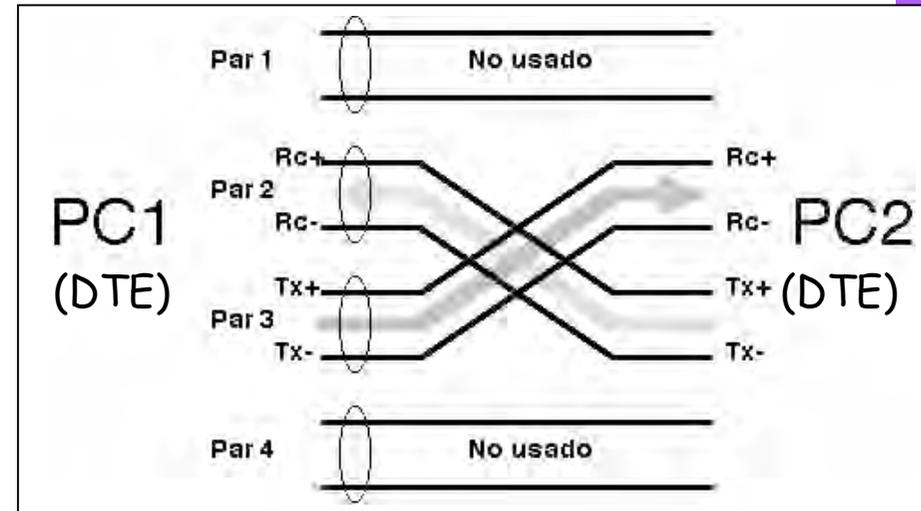
- Ethernet 10Base-T emplea 2 pares de al menos categoría 3
- Un par transmisión, otro recepción
- En un hub las posiciones de los pares están intercambiadas



# Tecnologías Ethernet

## Cable de par trenzado

- Para conectar dos PCs directamente se necesita un cable cruzado
- Un puerto de un router es como el de un PC



# Tecnologías Ethernet

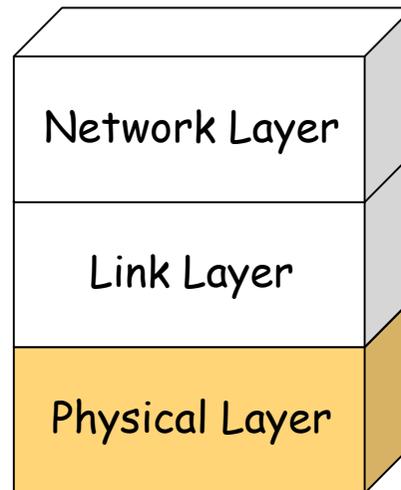
## 10BaseFL

- Fibra óptica (Fiber optic Link)
- IEEE 802.3j
- Inmune a interferencias electromagnéticas
- Hasta 2 Km con F.O. multimodo
- Usado en:
  - El *backbone* de una LAN
  - Cableado vertical
  - Larga distancia a un host



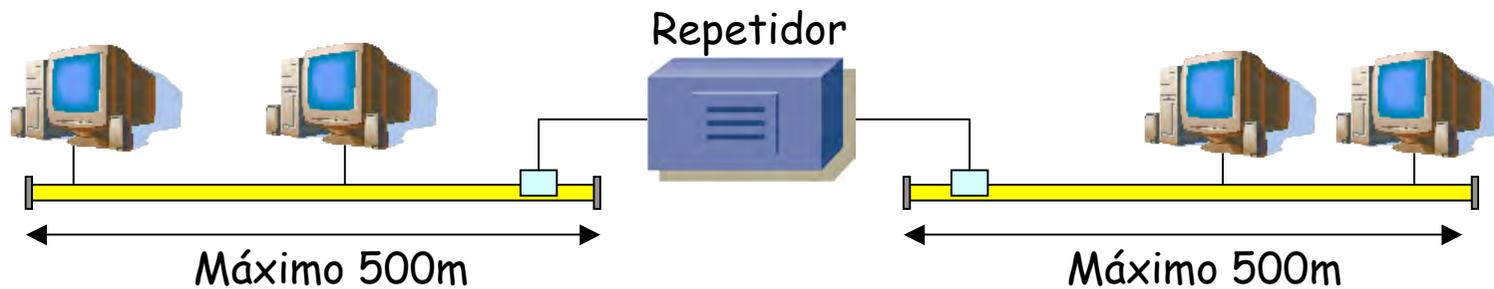
# Repetidores

- “Repetidor”
- “Hub”
- “Hub repetidor”
- “Concentrador”
- “Concentrador de cableado”
- Nivel 1 OSI (nivel físico)
- Regeneración de la señal eléctrica
- No tienen direcciones MAC
- No modifican las tramas



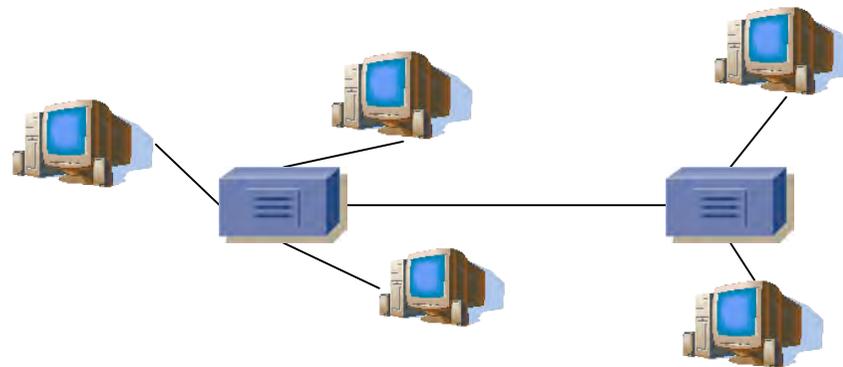
# Repetidores

- Unir “segmentos” Ethernet formando un solo “dominio de colisión”
- Exceder los límites de distancia y número de hosts conectados



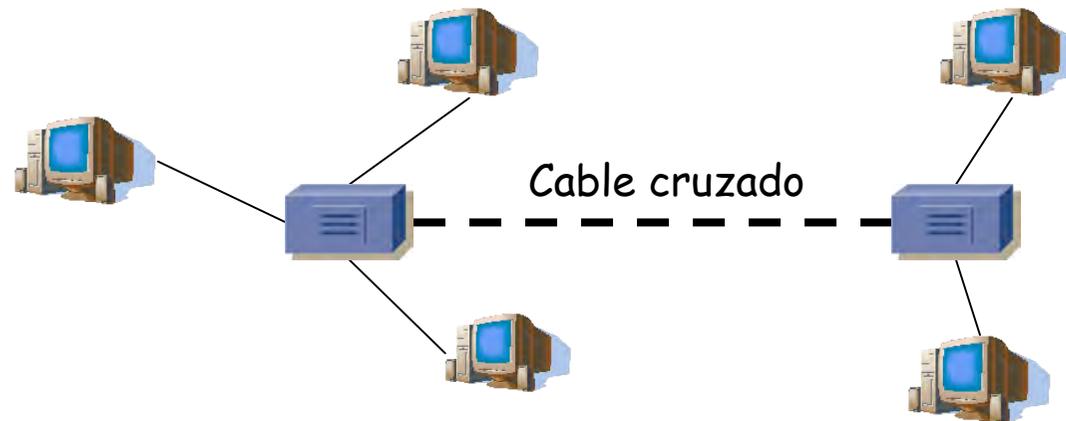
# Repetidores

- Unir “segmentos” Ethernet formando un solo “dominio de colisión”
- Exceder los límites de distancia y número de hosts conectados



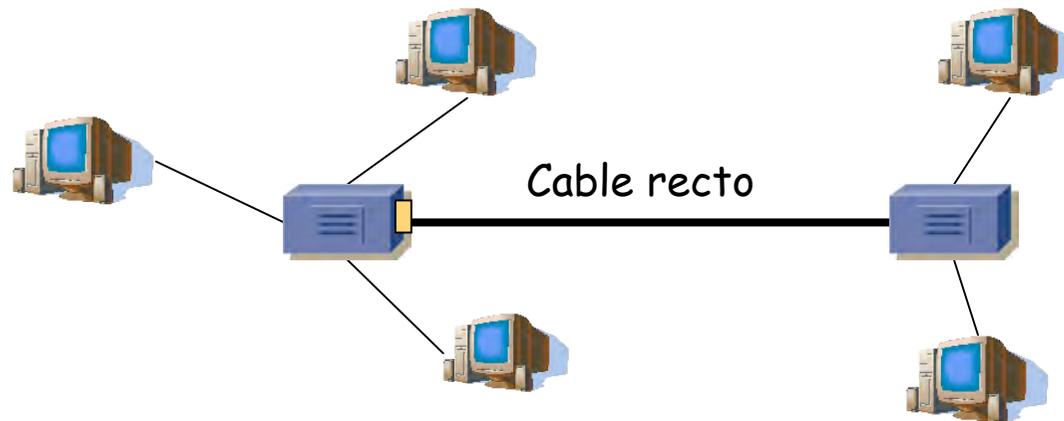
# Conexión de hubs 10Base-T

- Los puertos de ambos hubs tienen idéntica disposición de pares
- Interconexión mediante cable cruzado



# Conexión de hubs 10Base-T

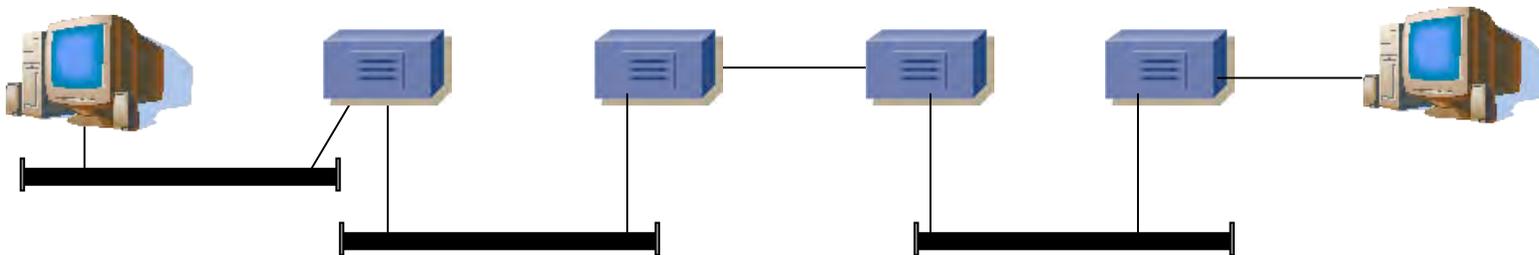
- Muchos hubs poseen un puerto de “uplink”
- Este puerto tiene los pares como un PC
- Se puede conectar mediante cable recto a un puerto normal de otro hub



- Podría conectarse un PC a uno de estos puertos mediante un cable cruzado

# Interconexión de repetidores

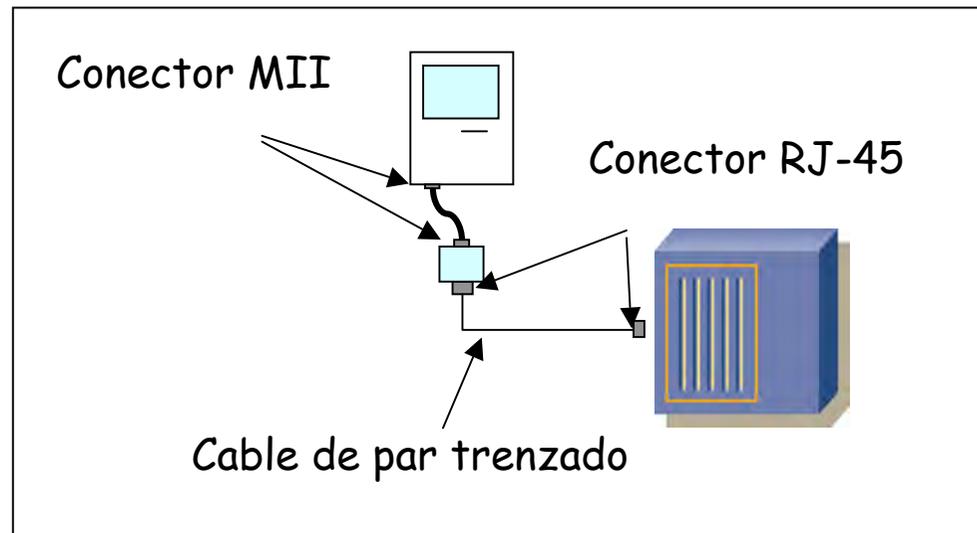
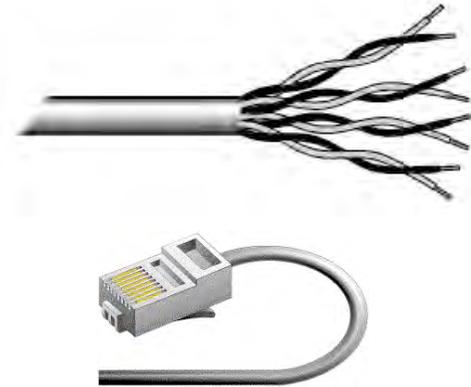
- Pueden tener interfaces de diferentes tecnologías de nivel físico (coaxial, par trenzado)
- Límites en el número de ellos que puede haber entre dos hosts



# Tecnologías Ethernet

## 100Base-TX (Fast Ethernet)

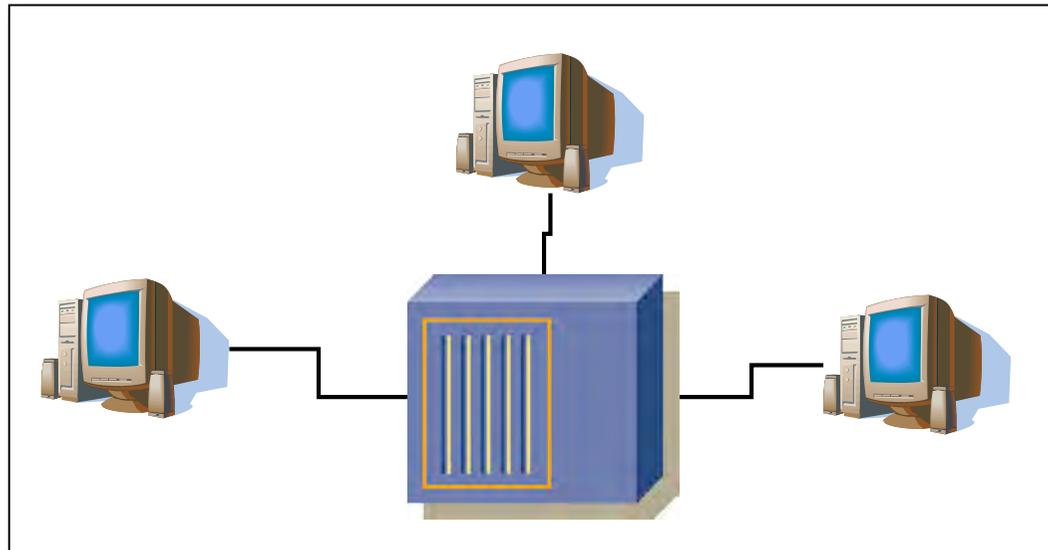
- IEEE 802.3u
- MII = Medium Independent Interface
- Cables de par trenzado Cat.5 (100m)
- Transceiver opcional
- Conector RJ-45



# Tecnologías Ethernet

## 100Base-TX (Fast Ethernet)

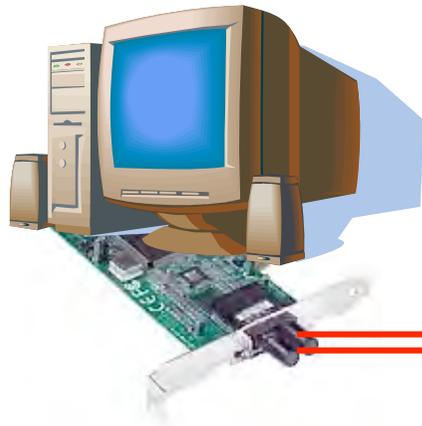
- 2 pares Cat.5 (100m)
- Topología física en estrella
  - Elemento central = “Hub”
- Topología lógica en bus



# Tecnologías Ethernet

## 100Base-FX

- Fibra multimodo
- 2 Km (full-duplex)
- 412 m (half-duplex)
- En monomodo 10Km



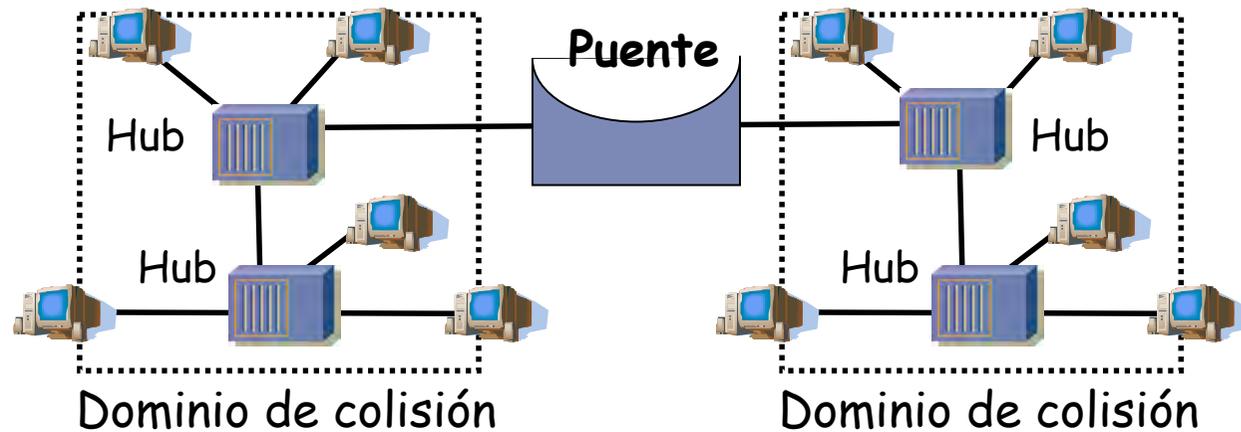
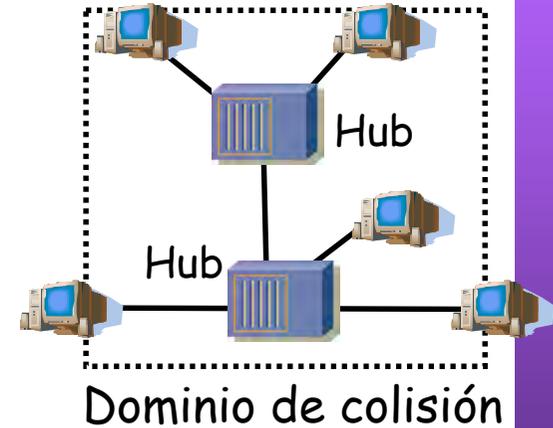
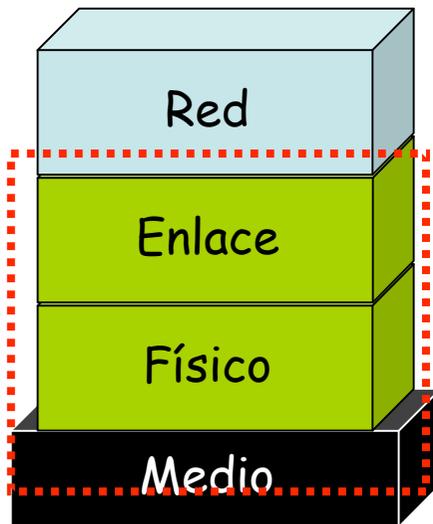
# Puentes

# Necesidad

- Queremos aumentar las distancias (unir LANs alejadas)
- Exceder los límites de número de hosts
- Mejorar utilización del medio
- Alternativas
  - Routers
  - Puentes

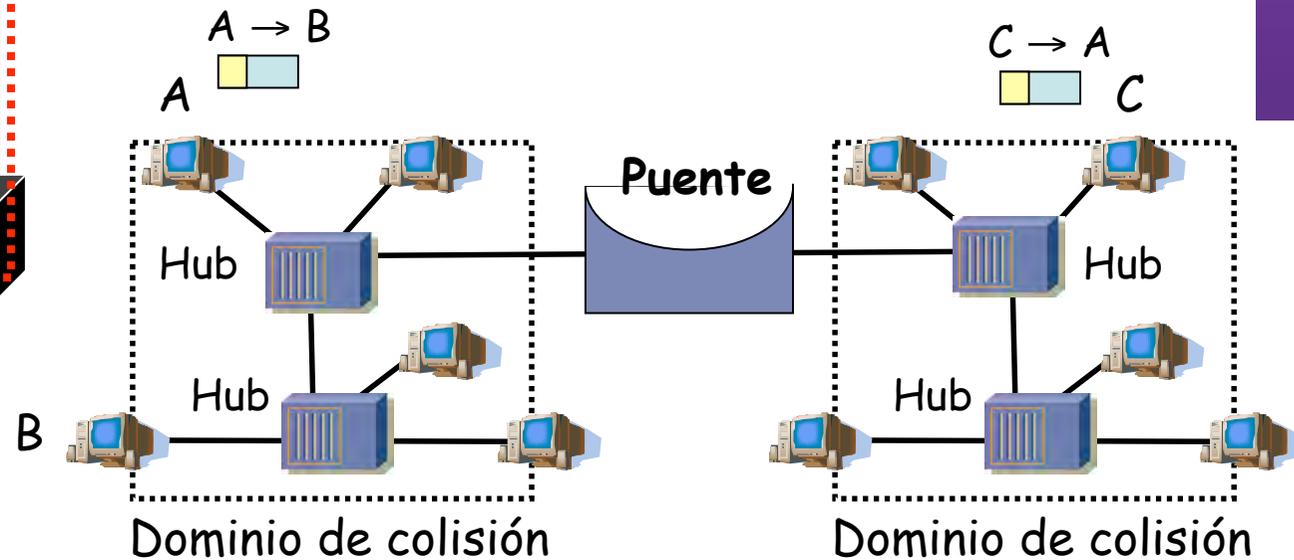
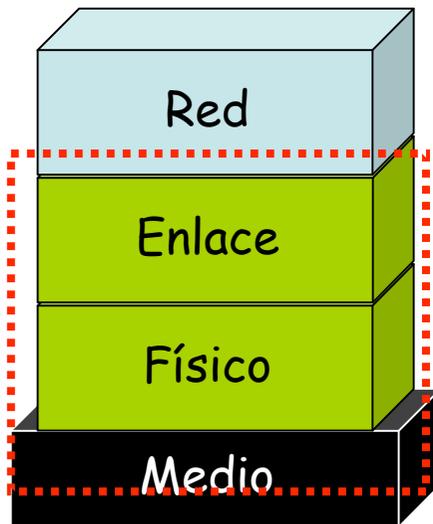
# Puentes

- Repetidores unen segmentos Ethernet a nivel físico  $\Rightarrow$  un dominio de colisión
- Puentes unen segmentos Ethernet a nivel de enlace

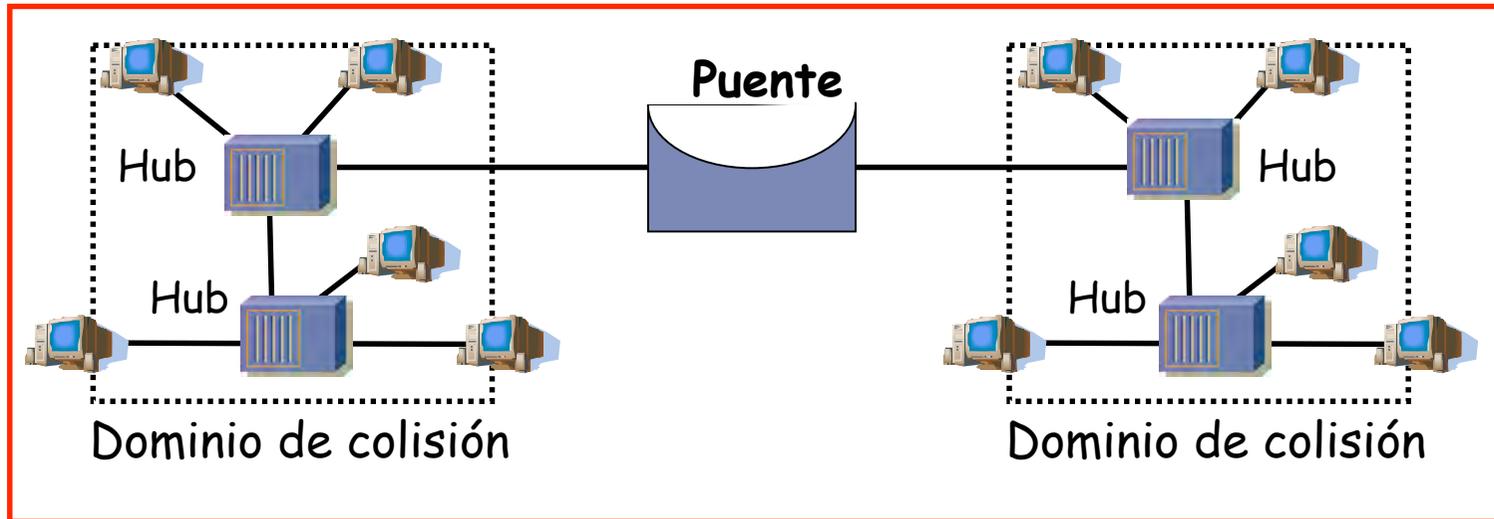


# Puentes

- Idealmente de un dominio a otro reenvían solo las tramas dirigidas a estaciones del otro dominio



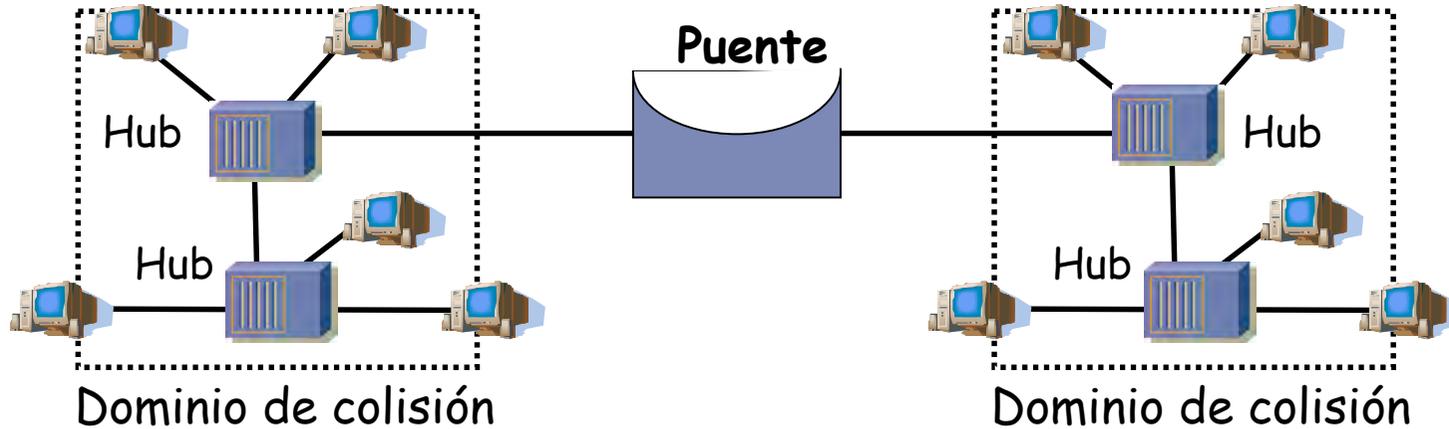
# Puentes



*Bridged Local Area Network*

- La denominación de LAN se suele usar indistintamente

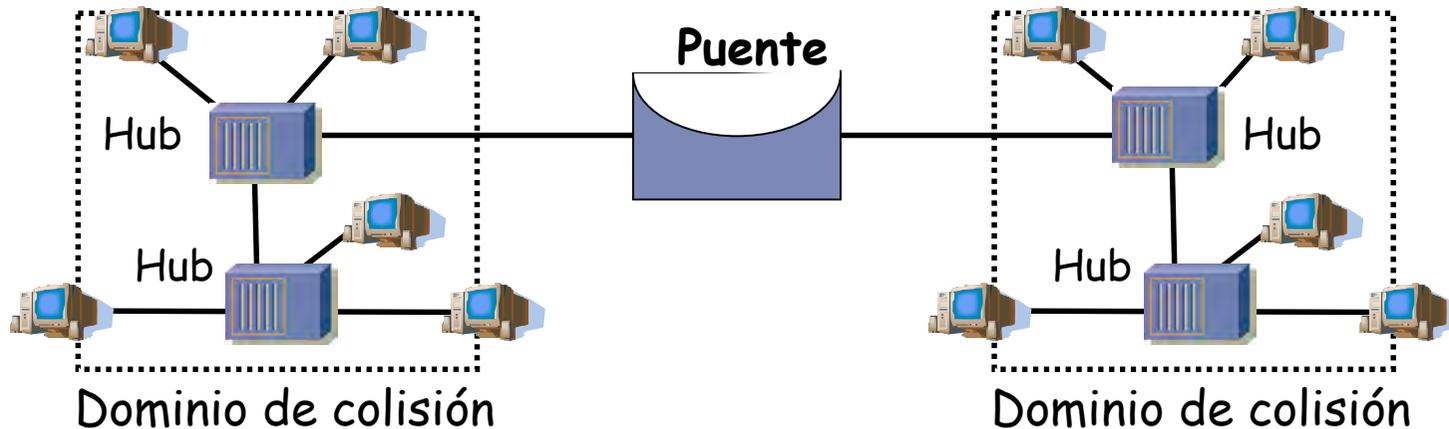
# Puentes : ¿Cómo?



## Funcionamiento

- Conectado como una estación normal
- Modo promiscuo
- Reenvía las tramas dirigidas a estaciones conectadas a otro dominio
- No altera la trama (se mantienen las direcciones MAC origen y destino, el Ethertype, los datos y el CRC, es decir, todo)

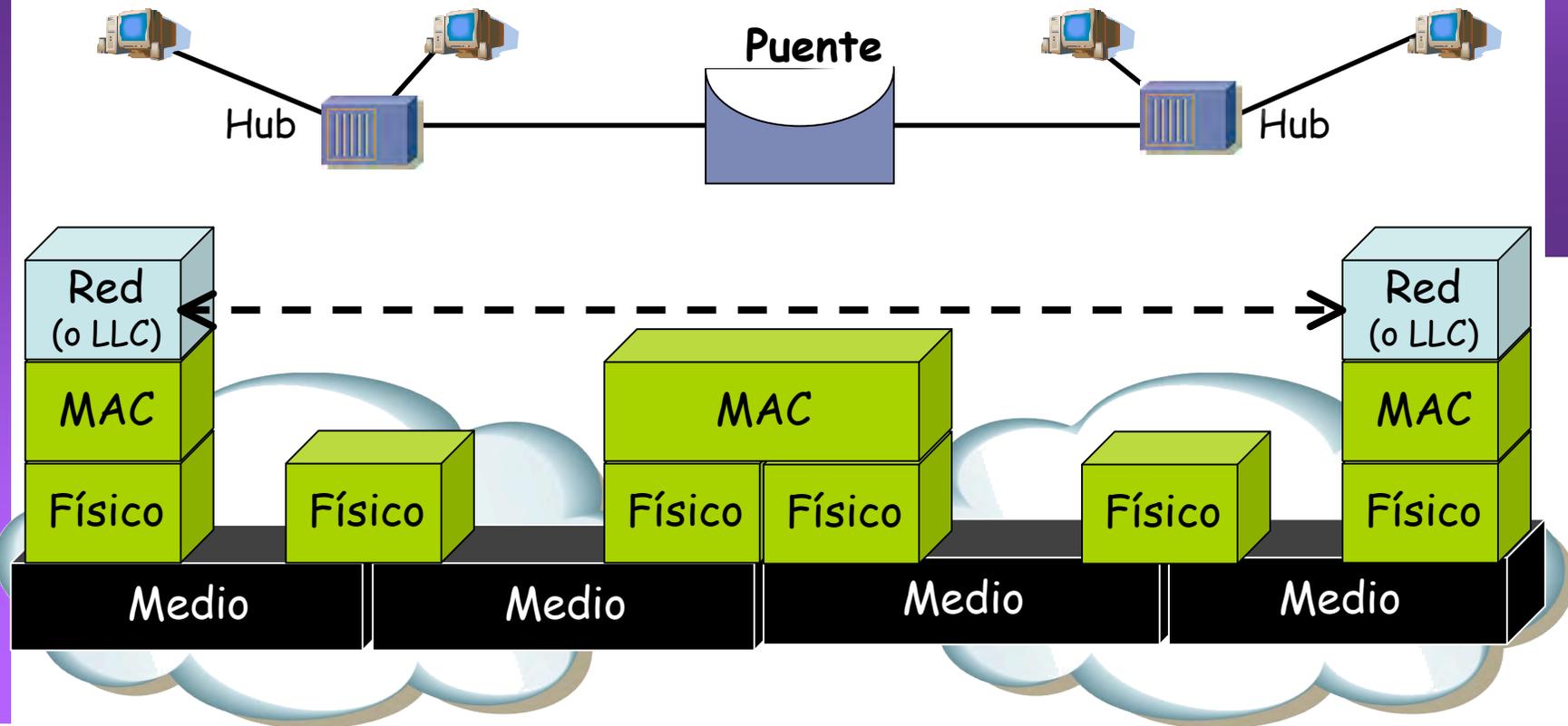
# Puentes



- Conmutador de paquetes (mayor latencia)
- Las colisiones no se propagan (dominios de colisión separados)
- Transparente para las estaciones
  - La LAN resultado se comporta lógicamente como un solo segmento
- Número entre dos estaciones no está limitado:
  - Permite agrandar la red más allá de los límites de Ethernet.
- Pueden unir redes de diferente tecnología 802
- Separación de carga

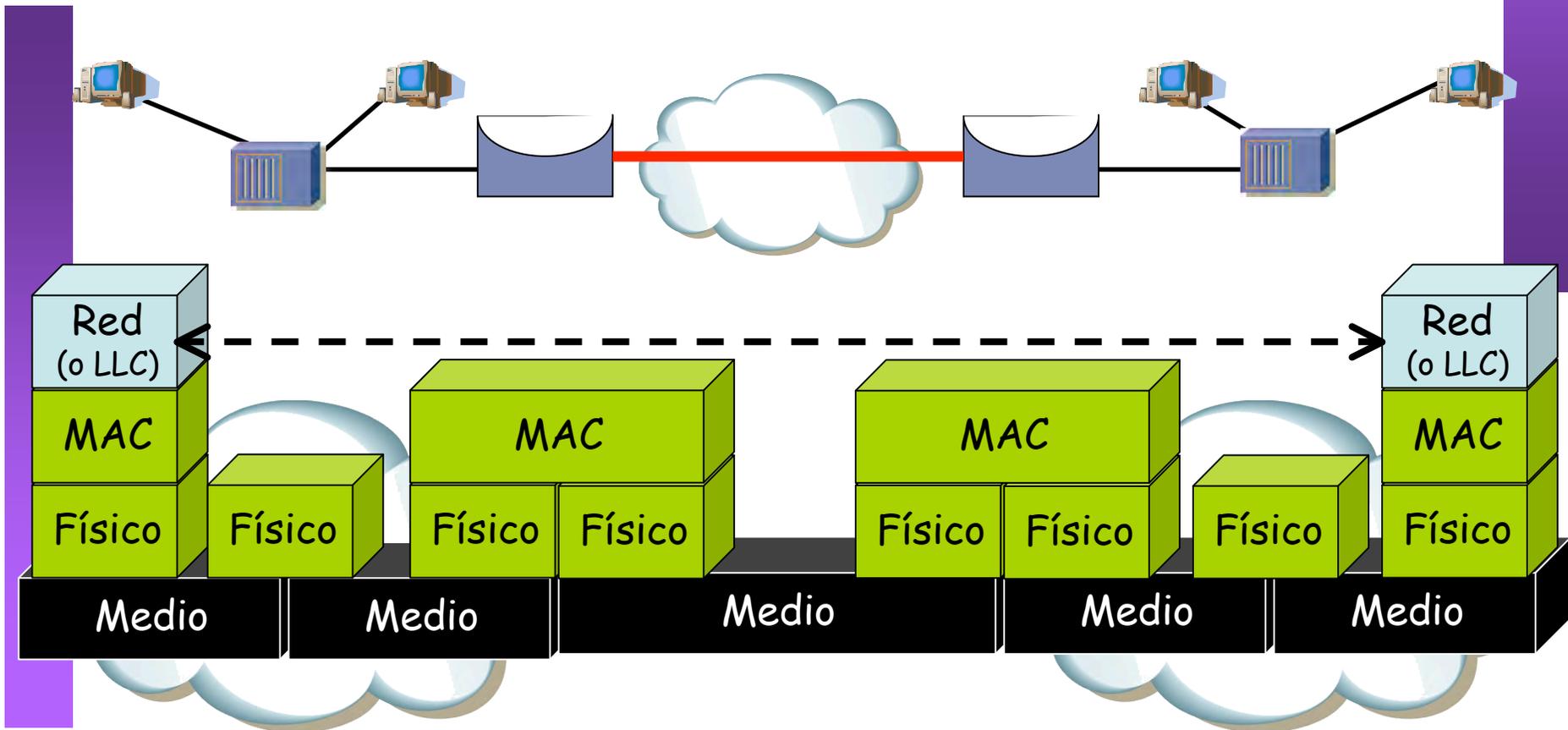
# Puentes: Arquitectura

- IEEE 802.1D
- Las direcciones están en el subnivel MAC así que el puente funciona en ese subnivel



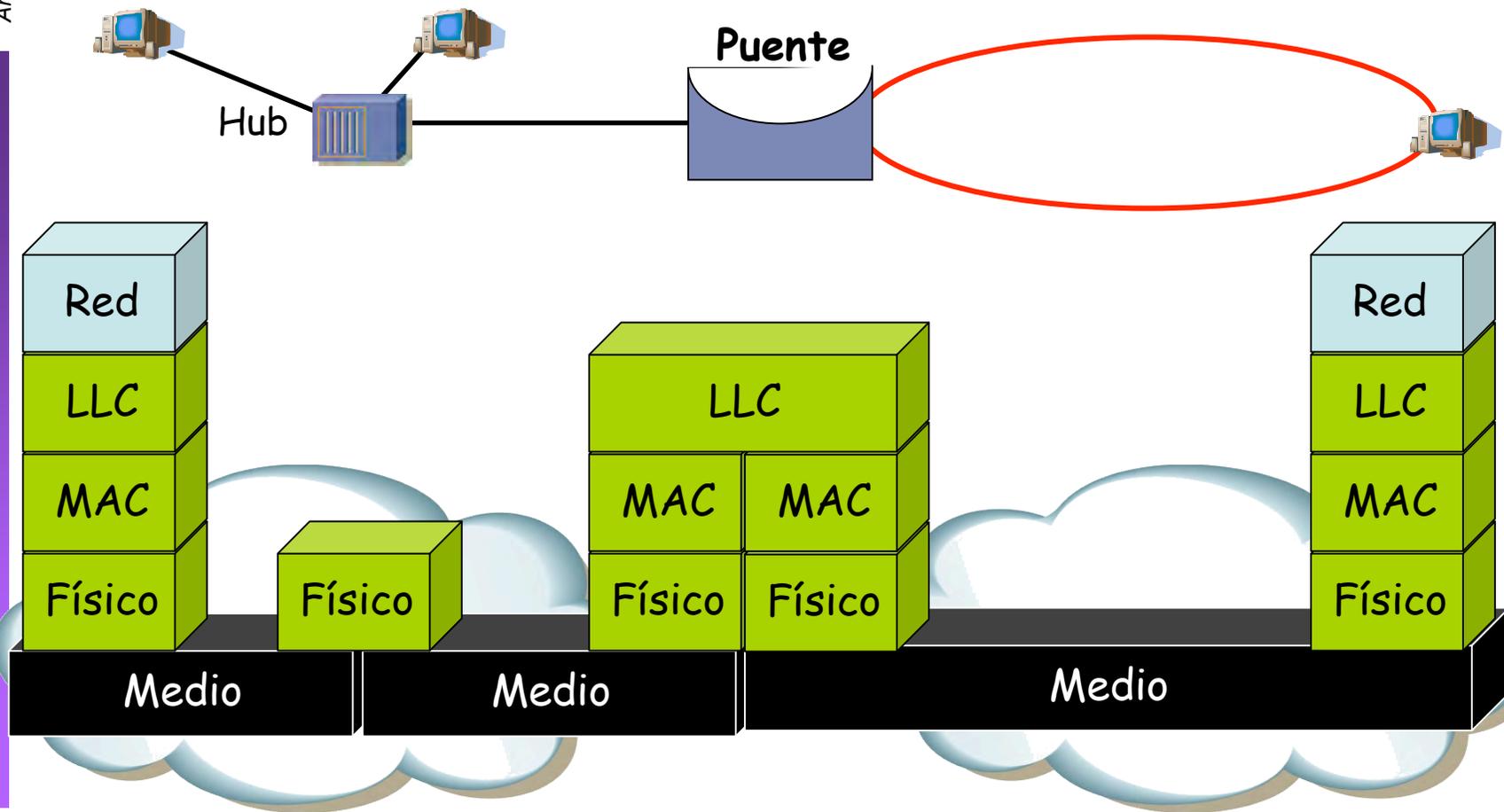
# Puentes: Arquitectura

- Enlaces distantes (incluso a través de una WAN)



# Puentes: Arquitectura

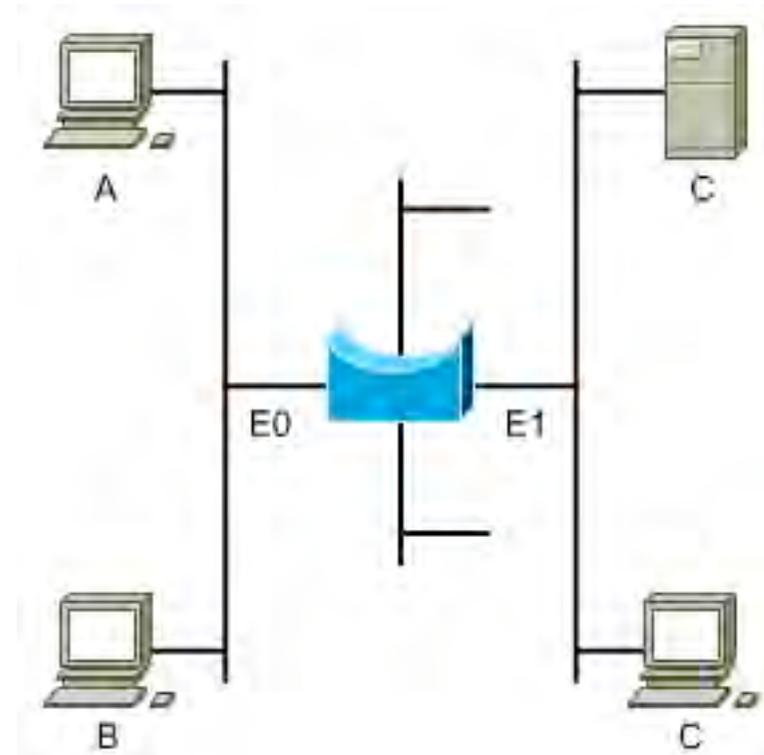
- Pueden unir LANs de diferentes tecnologías 802



# Learning Bridge

Lista de direcciones MAC asociada a cada puerto

If	MAC

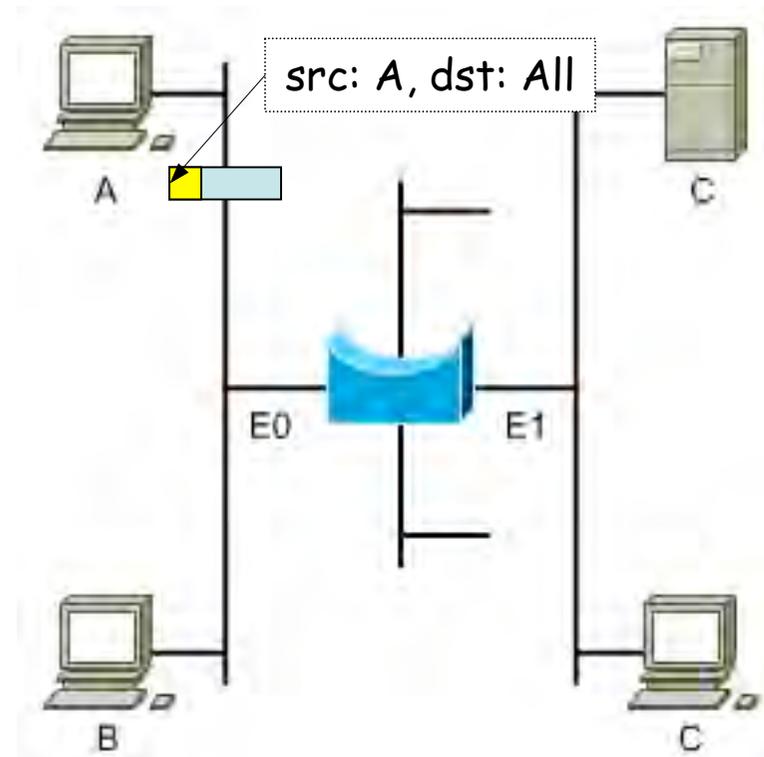


# Learning Bridge

## Cuando ve una trama por un puerto:

- Apunta MAC origen asociada al puerto si no estaba ya

If	MAC
E0	A

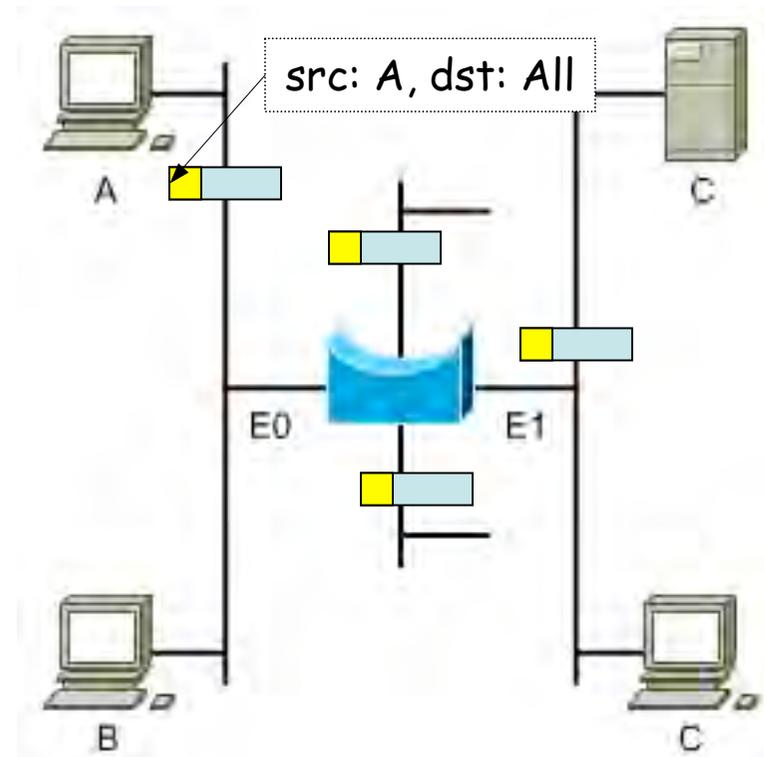


# Learning Bridge

## MAC destino:

- Broadcast: reenvía la trama por todos los puertos menos aquel por el que la recibió

If	MAC
E0	A

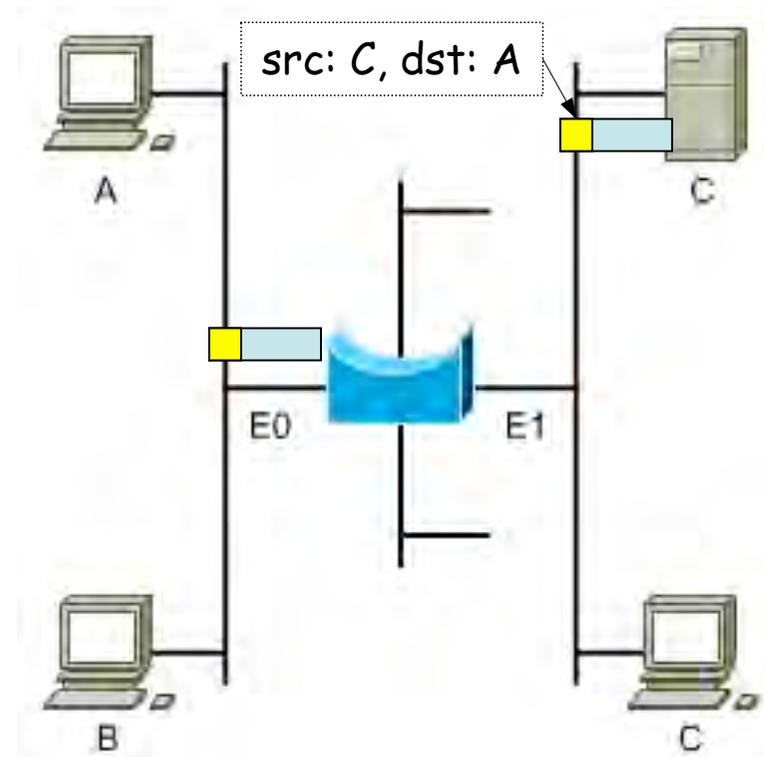


# Learning Bridge

## MAC destino:

- Buscar en las listas de los puertos:
  - o Si la encuentra en un puerto reenvía la trama solo por ese puerto

If	MAC
E0	A
E1	C

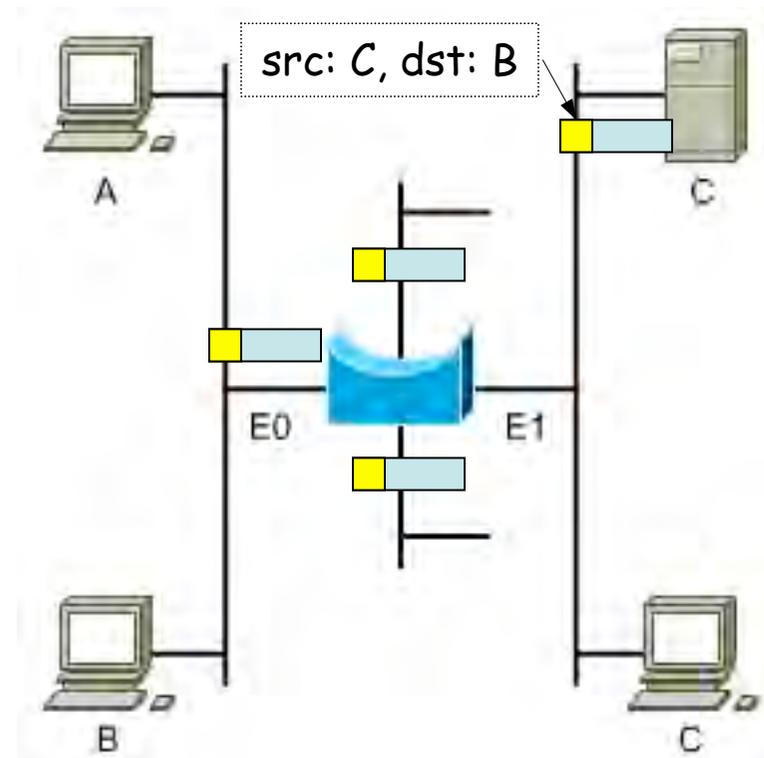


# Learning Bridge

## MAC destino:

- Buscar en las listas de los puertos:
  - o Si la encuentra en un puerto reenvía la trama solo por ese puerto
  - o Si no la encuentra en ninguna lista reenvía la trama por todos los puertos menos por el que la leyó (inundación, flooding)

If	MAC
E0	A
E1	C

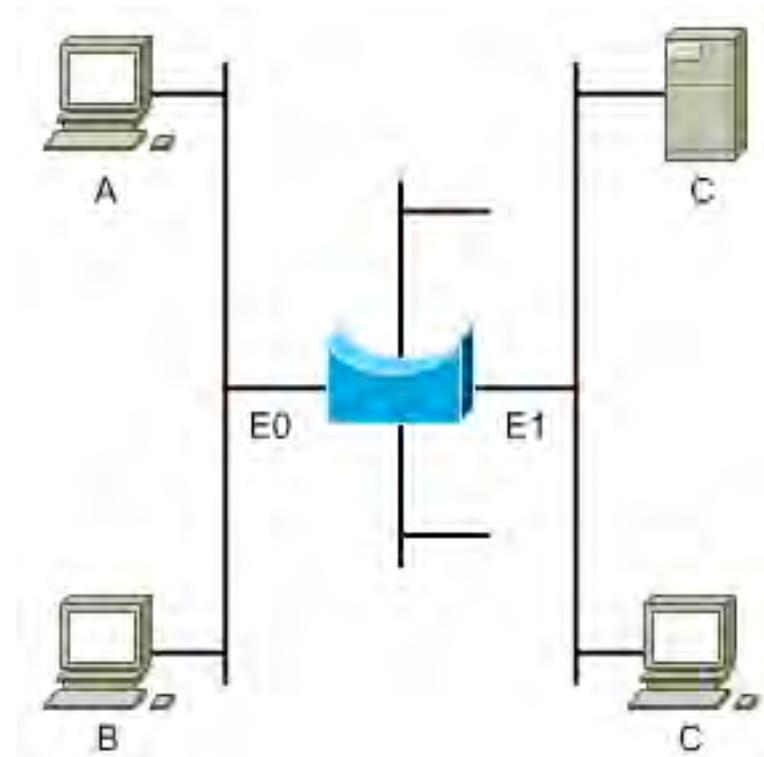


# Learning Bridge

## Aging:

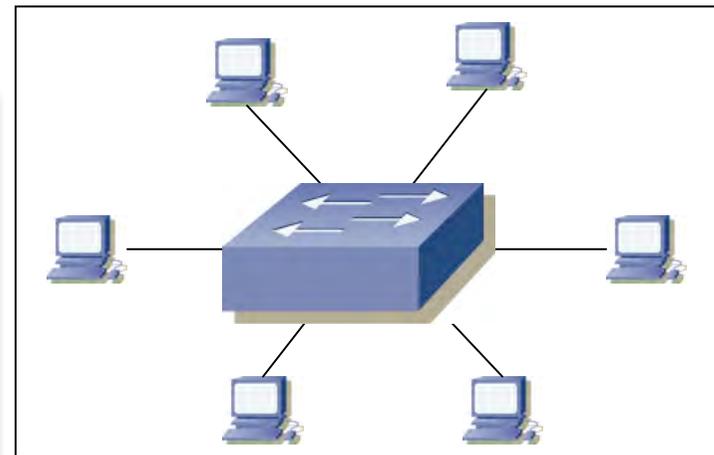
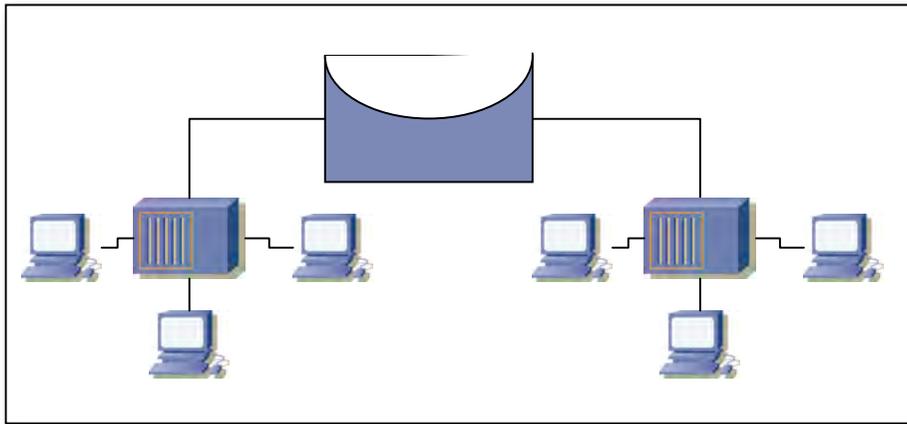
- Las entradas en la tabla “envejecen”
- Se renueva el contador al recibir una trama de esa estación
- Si caduca se elimina la entrada
- Cambio de tarjeta
- Reemplazamiento de host
- ¡ Memoria finita !

If	MAC
E0	A
E1	C



# Puentes y conmutadores

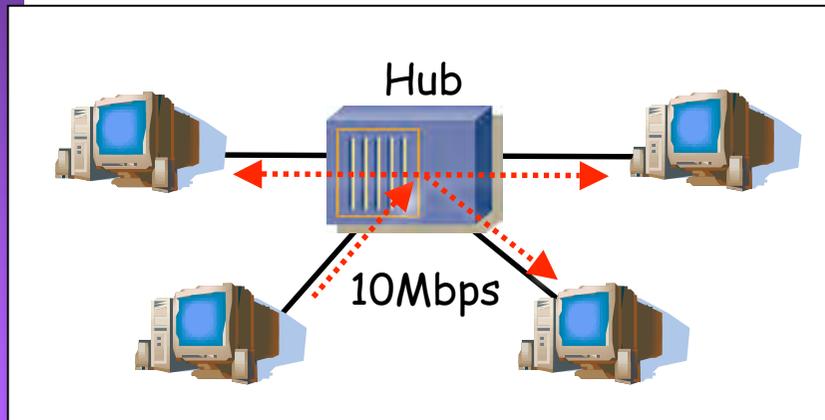
- **Conmutador Ethernet (switch, switching-hub)** es básicamente un **puente**
- Los primeros puentes tenían pocos puertos (2)
- Un switch tiene uno por estación



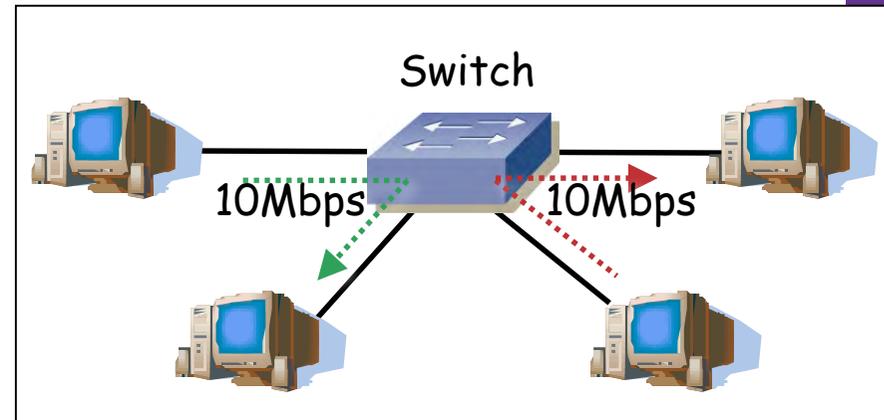
Switch

# Puentes y conmutadores

- Puede otorgar un camino conmutado entre cada par de estaciones para cada trama
- Cada pareja puede tener un canal dedicado con la capacidad total de la LAN (micro-segmentación)
- Puede trabajar con múltiples tramas al mismo tiempo
- Los puertos pueden ser *Full-Duplex*



Medio compartido  
Capacidad total 10Mbps

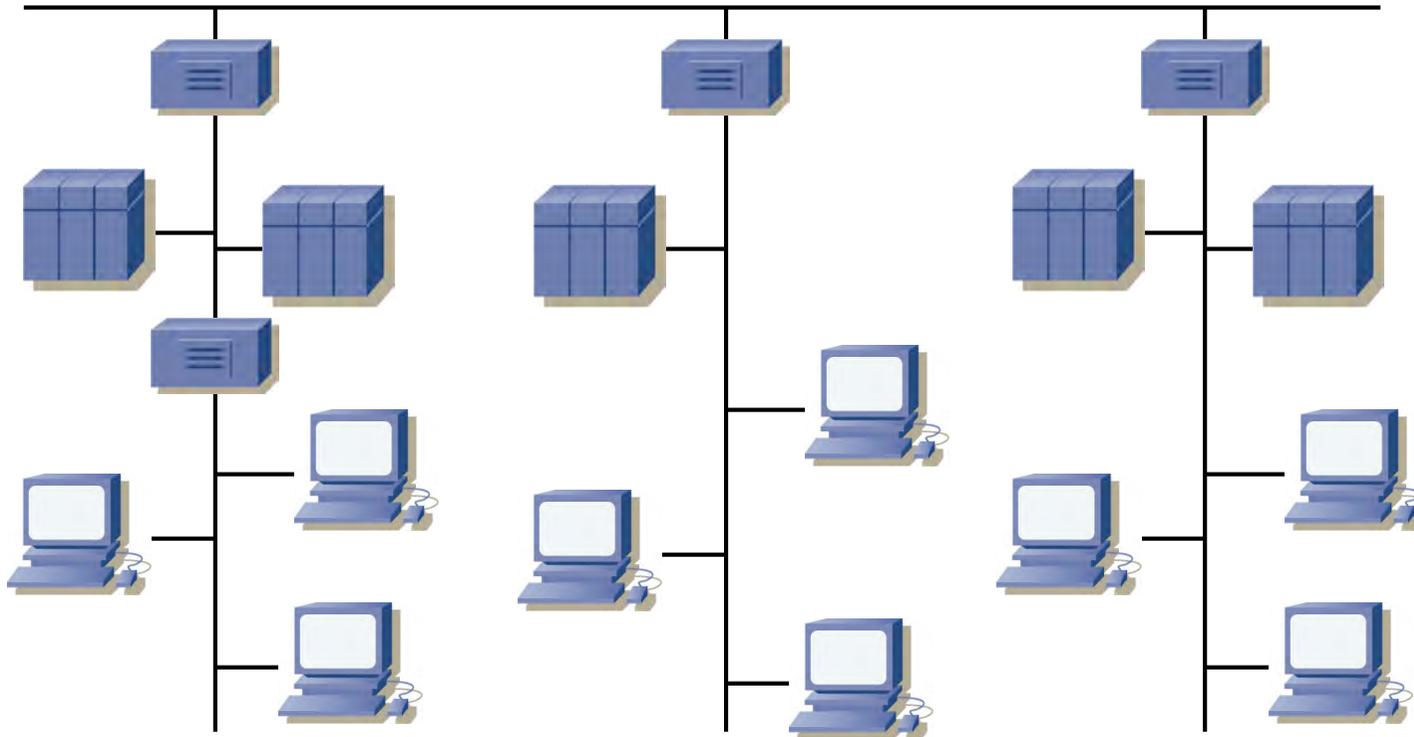


Medio conmutado  
Capacidad total  $N \times 10\text{Mbps}$

# Dominios de colisión y broadcast

## Antes

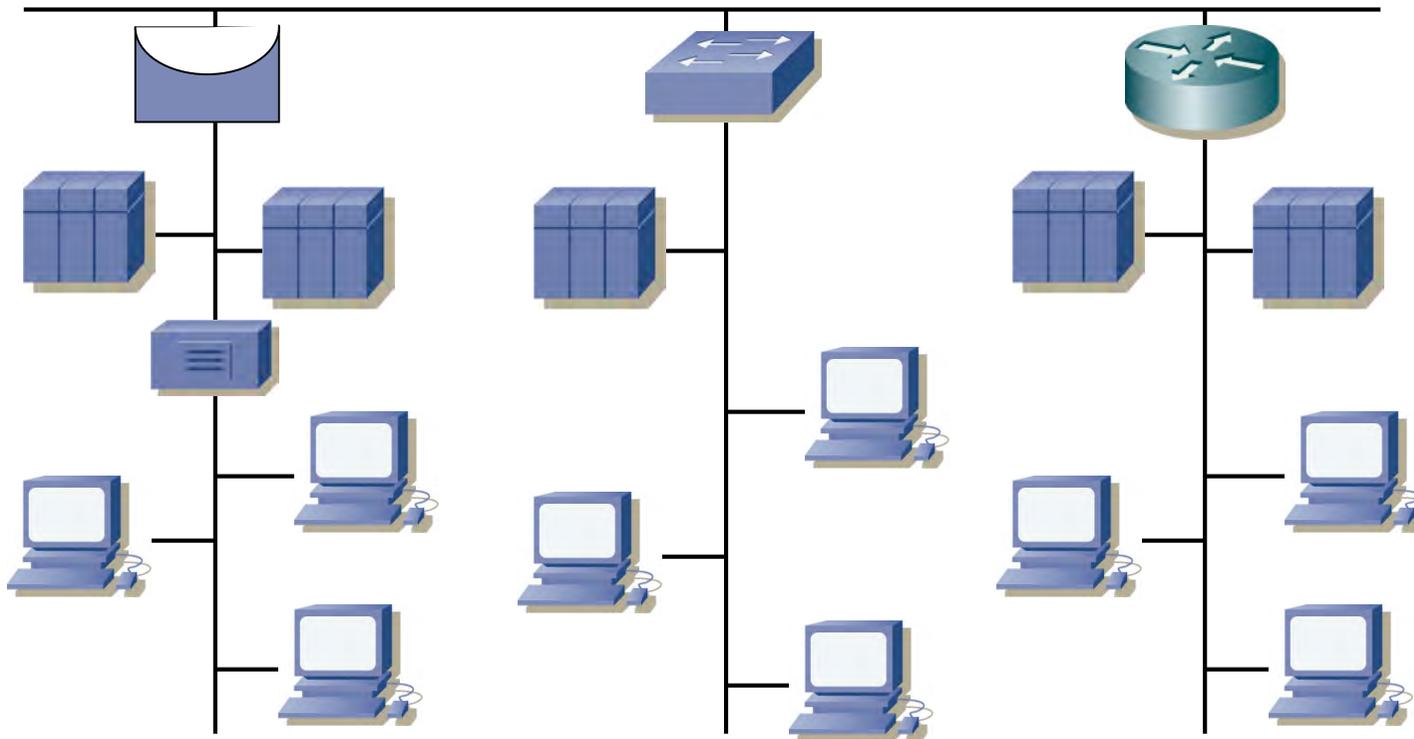
- 10Mbps en la LAN



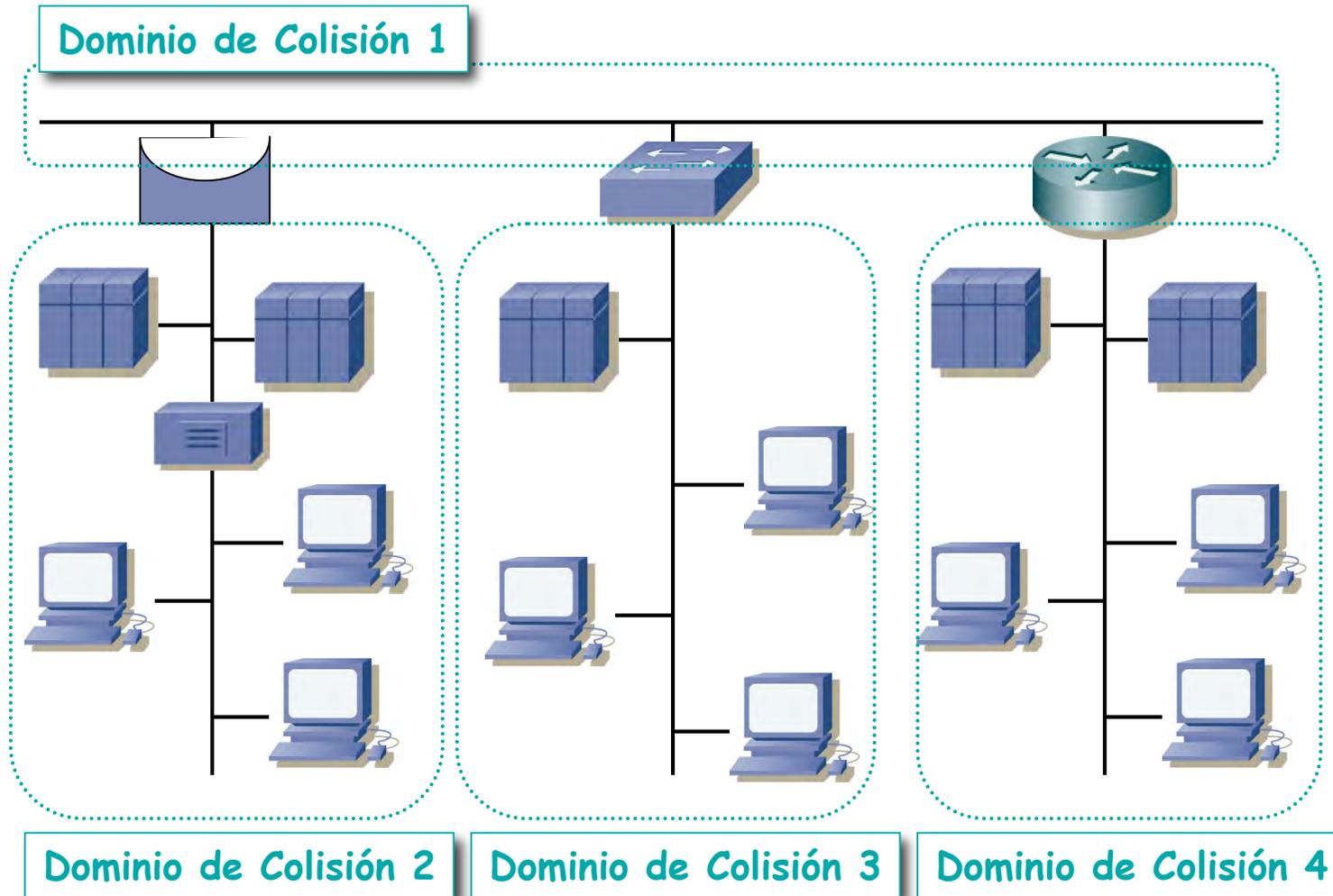
# Dominios de colisión y broadcast

## Después

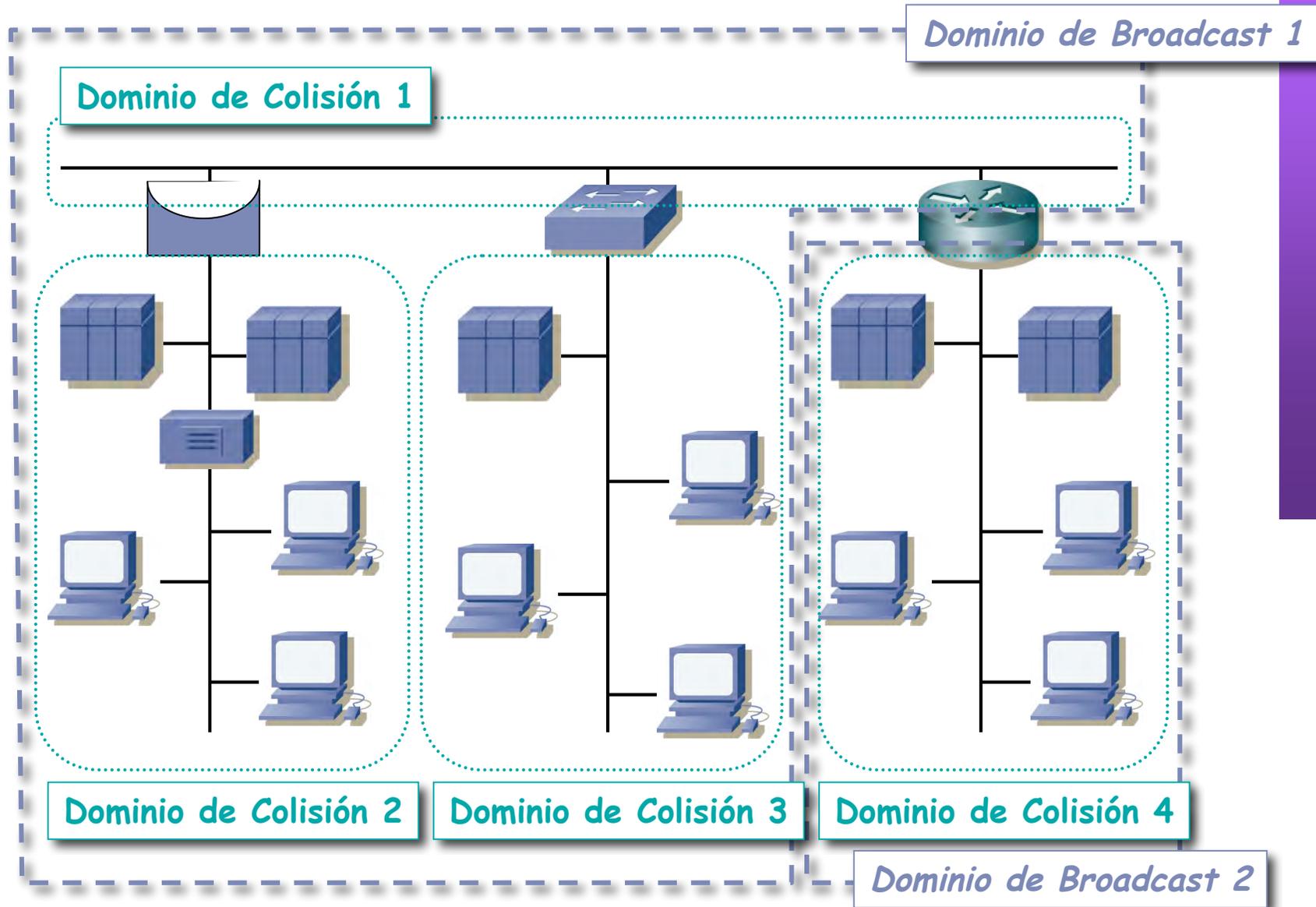
- 10Mbps por segmento (dominio de colisión)



# Dominios de colisión y broadcast



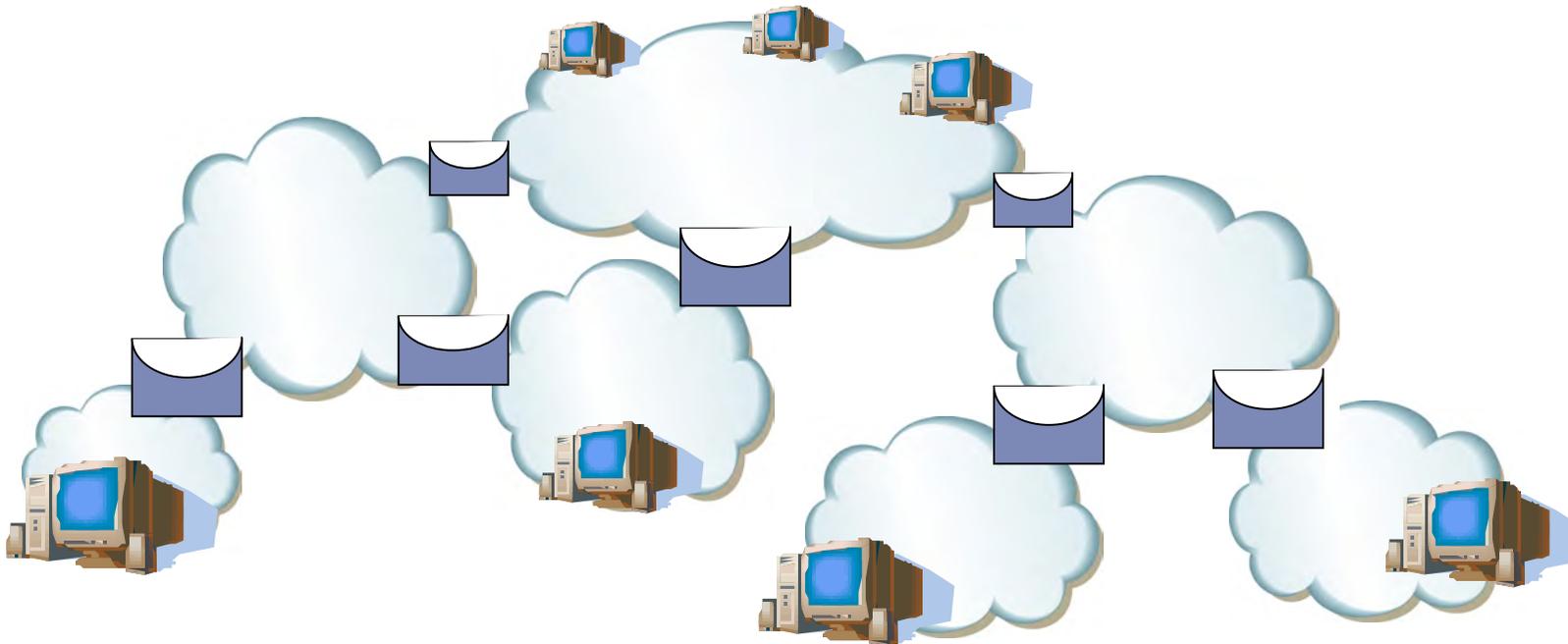
# Dominios de colisión y broadcast



# CaminoS alternativos

# Caminos alternativos

- Ofrecerían la posibilidad de:
  - Balanceo de carga
  - Reconfiguración ante fallos
- Requiere tomar decisiones de encaminamiento

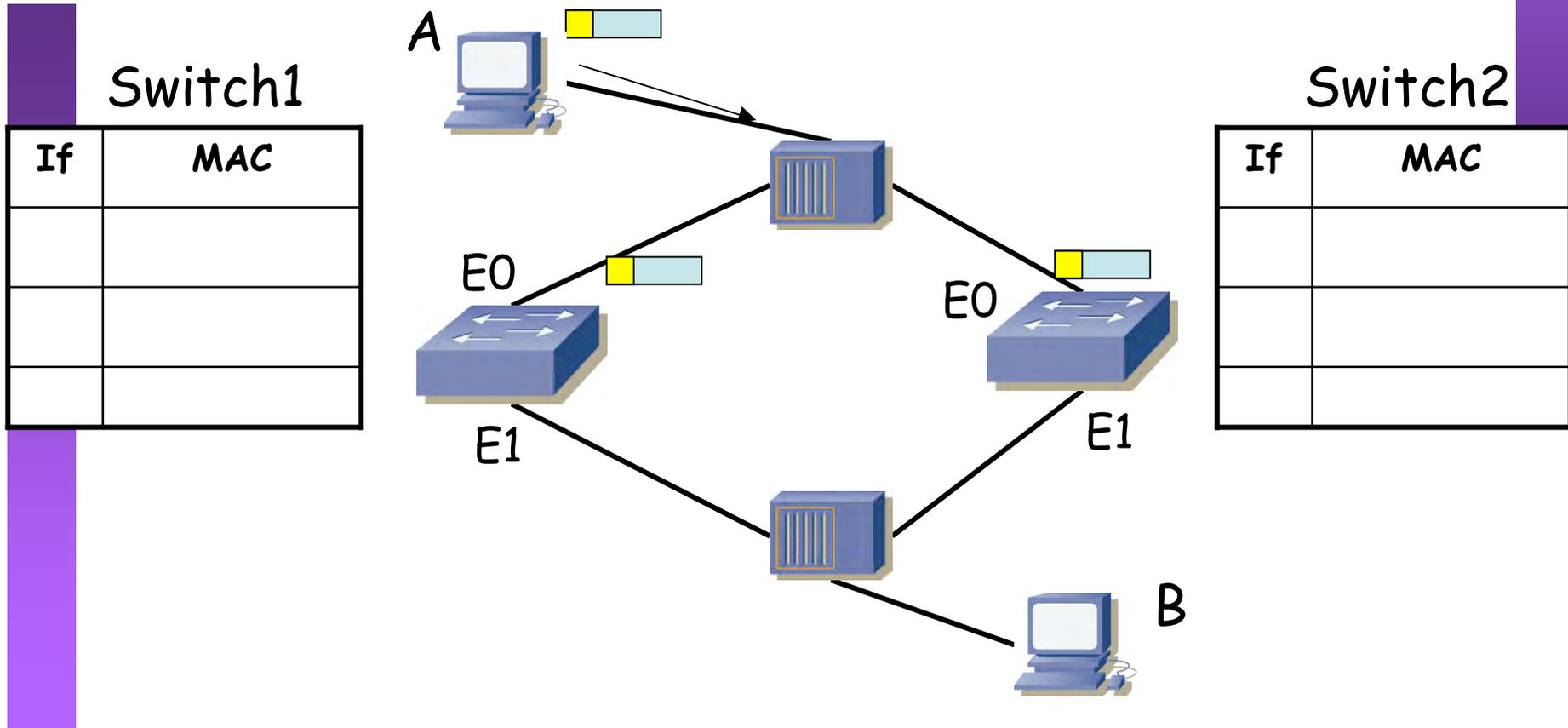


# Encaminamiento con puentes

- Encaminamiento fijo
  - Gestión centralizada
  - Para cada [origen-]destino el siguiente salto (tabla de encaminamiento)
- *Source Routing* (802.5)
  - *Token Ring*
  - La trama contiene la ruta de puentes a atravesar
  - Mecanismos de descubrimiento de ruta desde el origen
- *Spanning Tree* (802.1)
  - Puentes transparentes (aprender direcciones y reenviar)
  - STP para resolver bucles

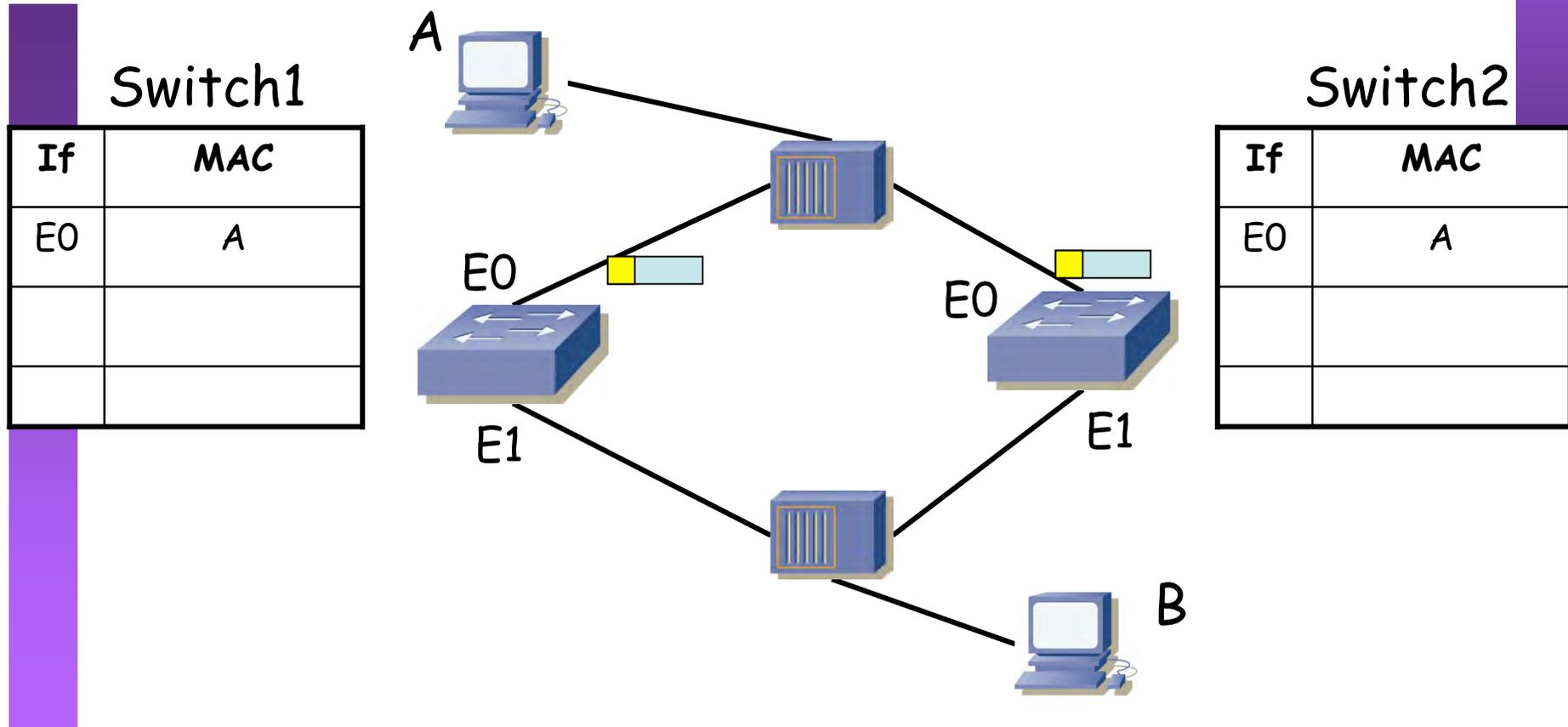
# Caminos alternativos

- El host A envía una trama al host B



# Caminos alternativos

- Switch1 y Switch2 aprenden la localización del host A

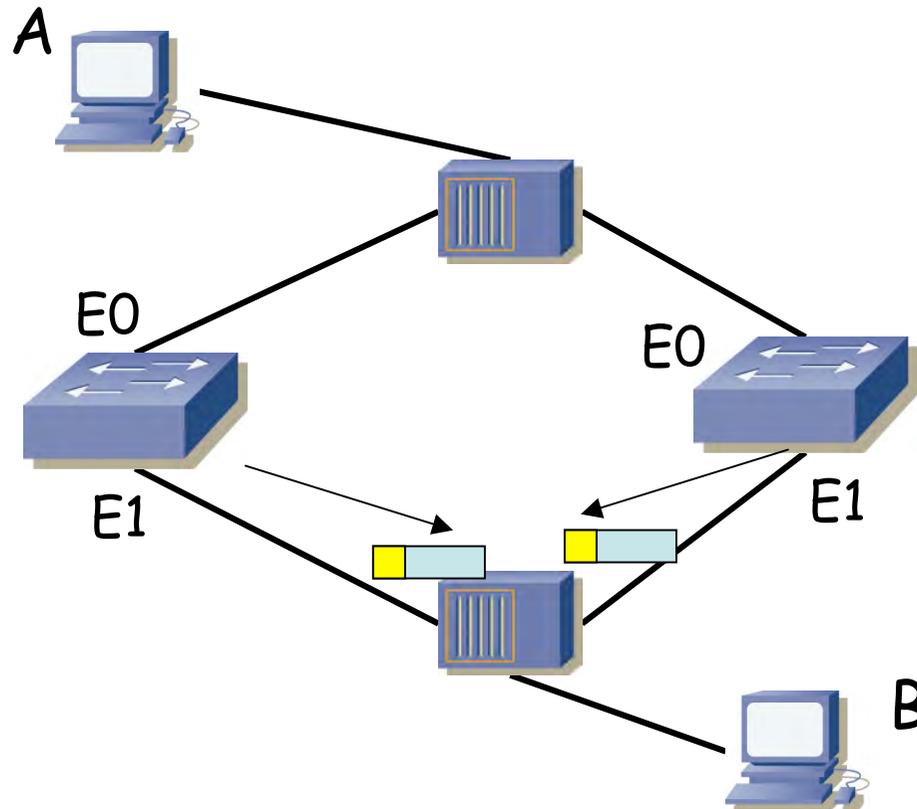


# Caminos alternativos

- Los conmutadores no conocen al destino
- Reenvían por todos los puertos menos por donde recibieron

Switch1

If	MAC
E0	A

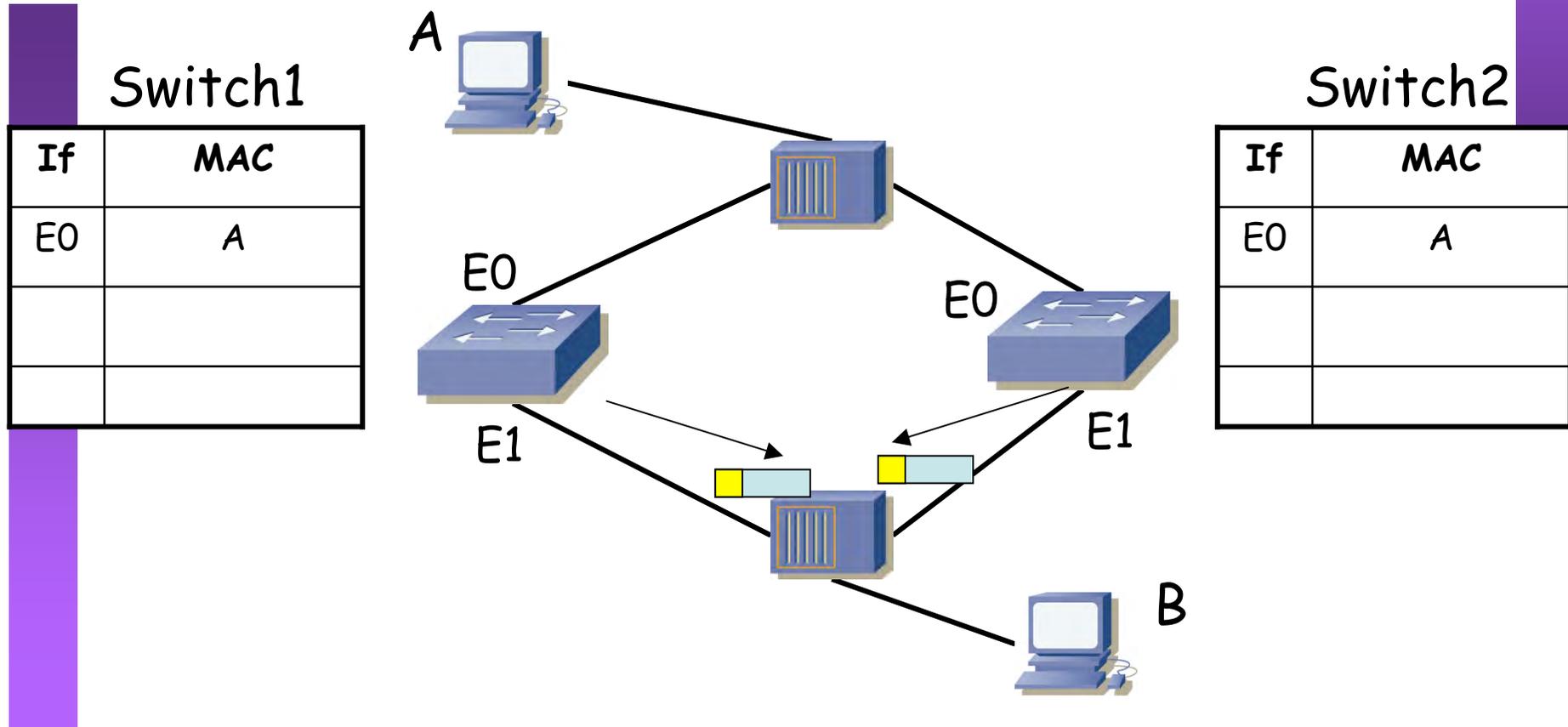


Switch2

If	MAC
E0	A

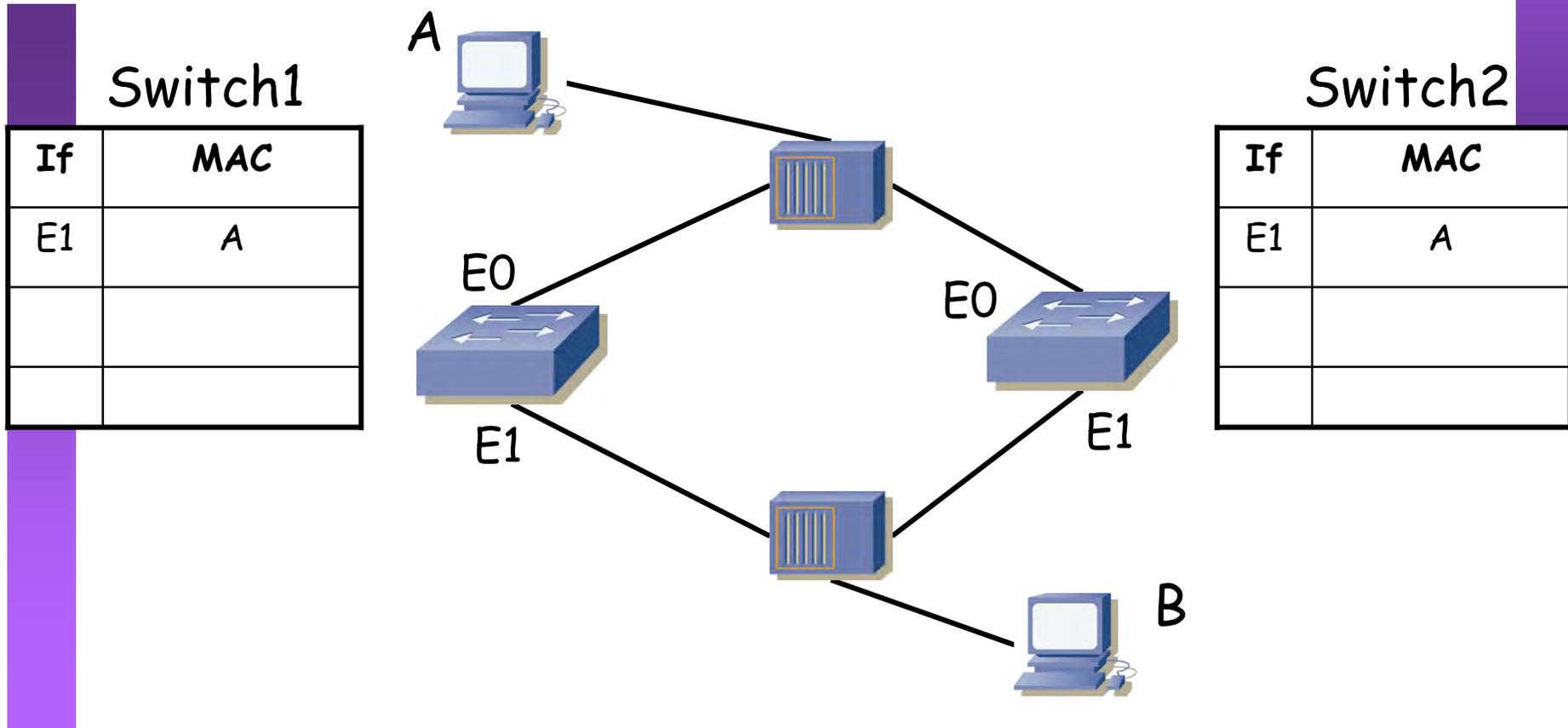
# Caminos alternativos

- Host B recibe la trama
- Switch2 recibe la trama que envió Switch1
- Switch1 recibe la trama que envió Switch2



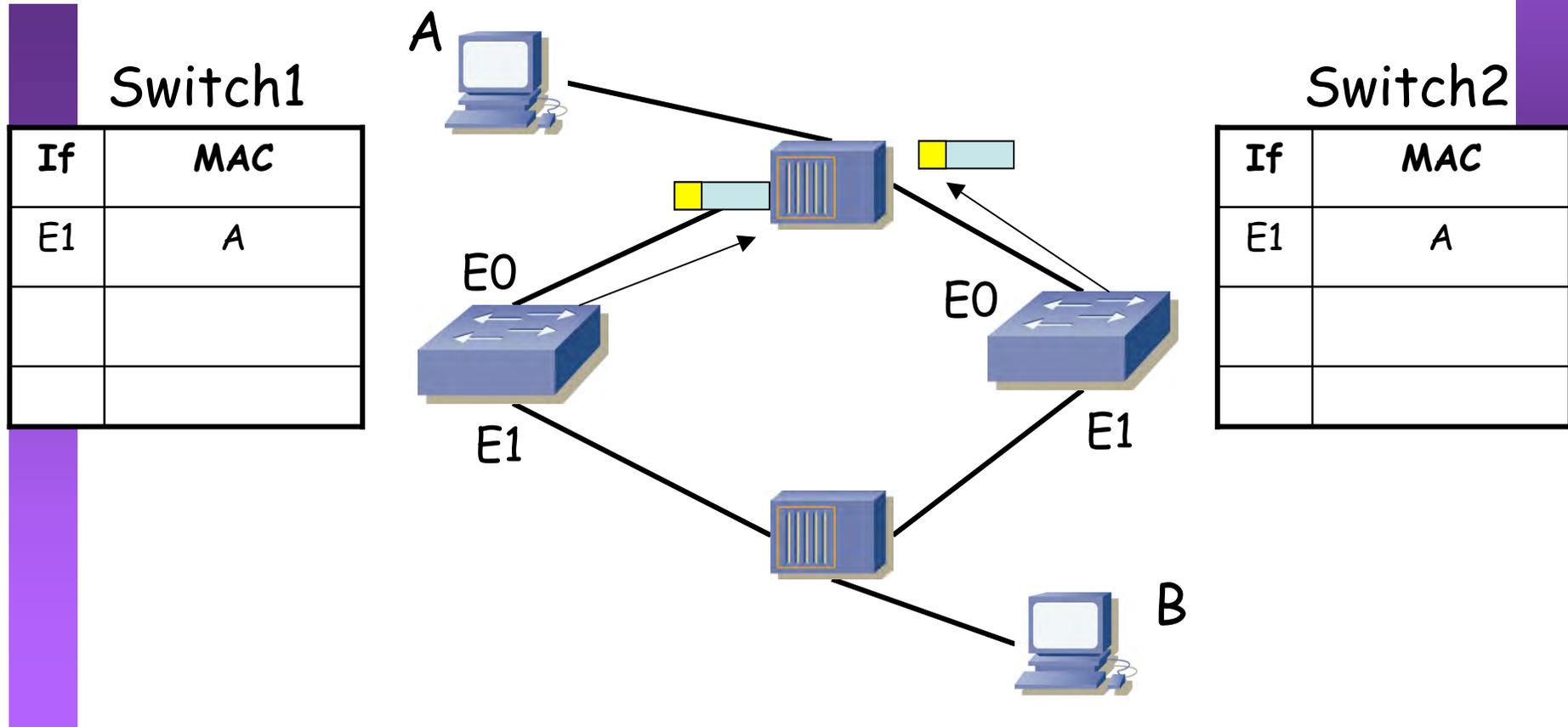
# Caminos alternativos

- Aprenden una nueva ubicación del host A



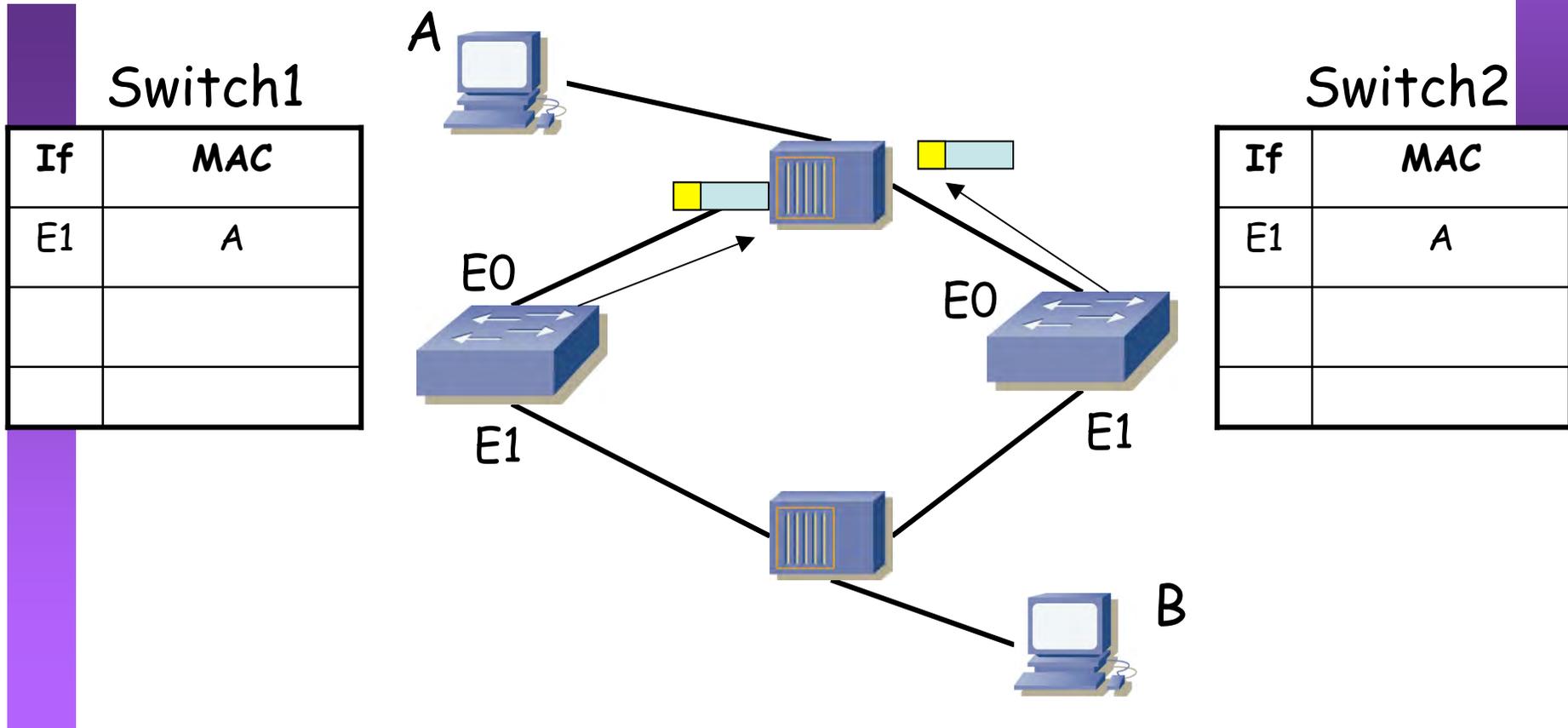
# Caminos alternativos

- Aprenden una nueva ubicación del host A
- Y reenvían por todos los puertos menos por donde recibieron la trama



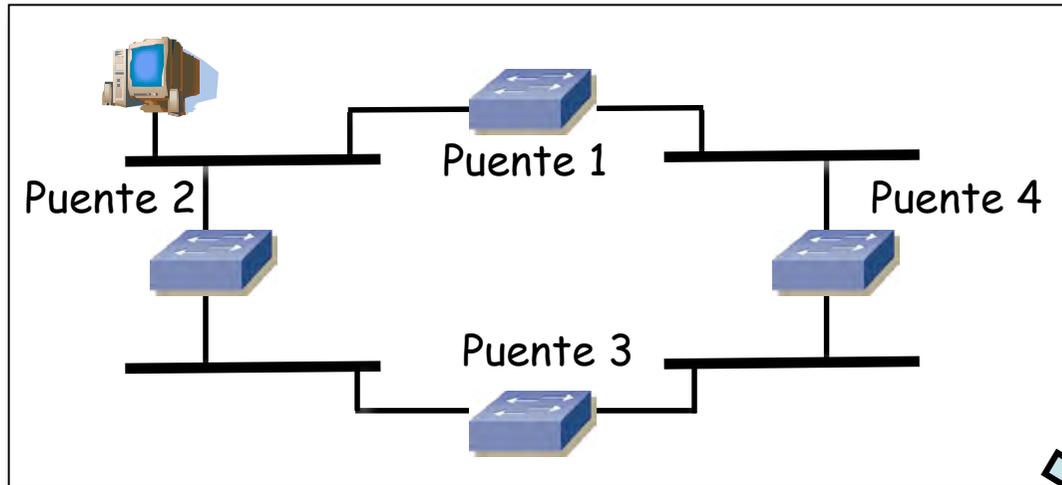
# Caminos alternativos

- Y se repite...

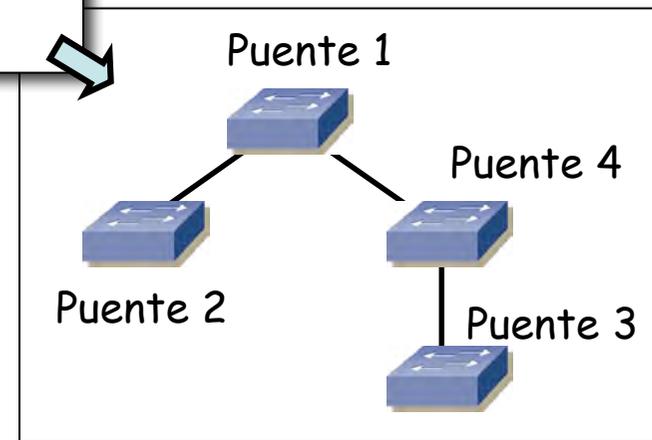


# Spanning-Tree Protocol (STP)

- Calcula una topología libre de ciclos
- A partir del grafo de la topología crea un árbol
- Desactiva los enlaces sobrantes
- IEEE 802.1D



Radia Perlmán (1983)



# ¿ Qué entra en el examen ?

- General:
  - Arquitectura
  - Puentes de interconexión 802
  - *Learning Bridge y STP*
  - Dominios de colisión y de broadcast
- Ethernet
  - Tecnologías: bus, par trenzado, fibra
  - Ethernet y FastEthernet
  - Repetidores/*Hubs*
  - Puentes/*Switches*

# Próxima clase

## *Introducción histórica a Internet*

- Lecturas recomendadas:
  - <http://www.isoc.org/internet/history/>

## *Internetworking e IP*

- Lecturas recomendadas:
  - [Kurose05] 4.1, 4.2, 4.4.1