



REDES DE BANDA ANCHA
Área de Ingeniería Telemática

Conmutación Ethernet

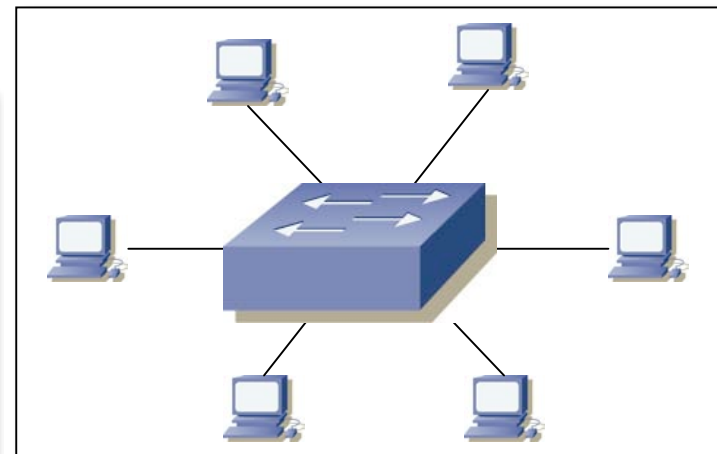
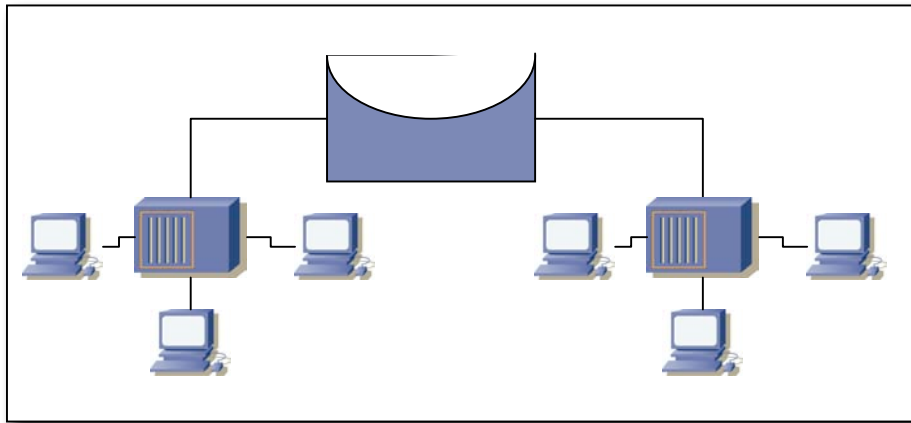
Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Redes de Banda Ancha
5º Ingeniería de Telecomunicación



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

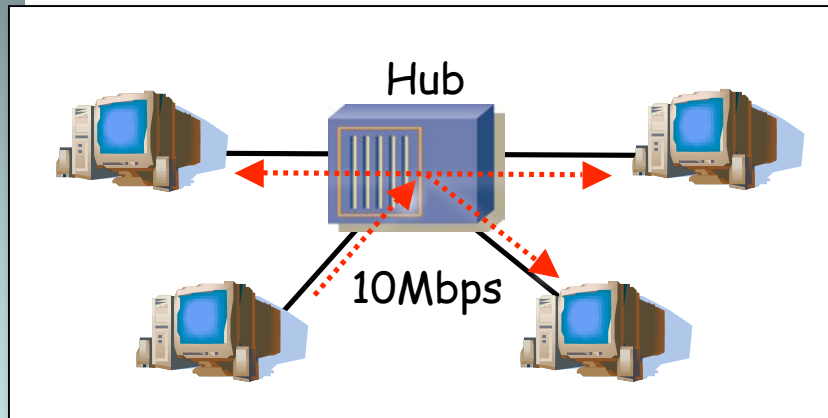


Switch

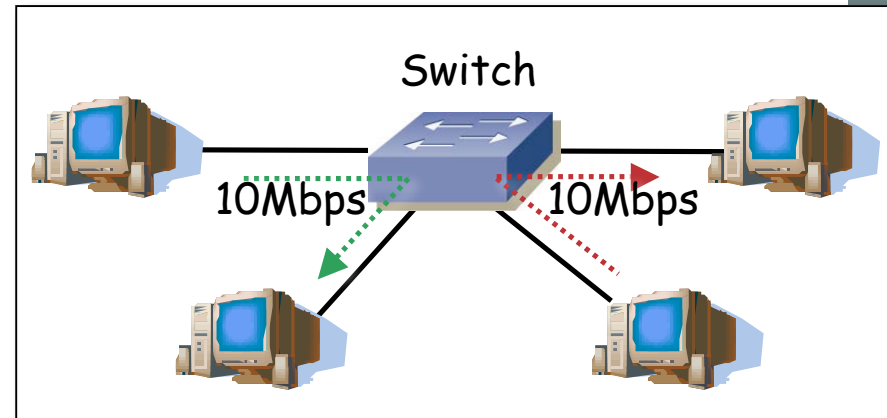


Puentes y conmutadores

- 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
- Puede trabajar con múltiples tramas al mismo tiempo
- Los puertos pueden ser *Full-Duplex*



Medio compartido
Capacidad total 10Mbps

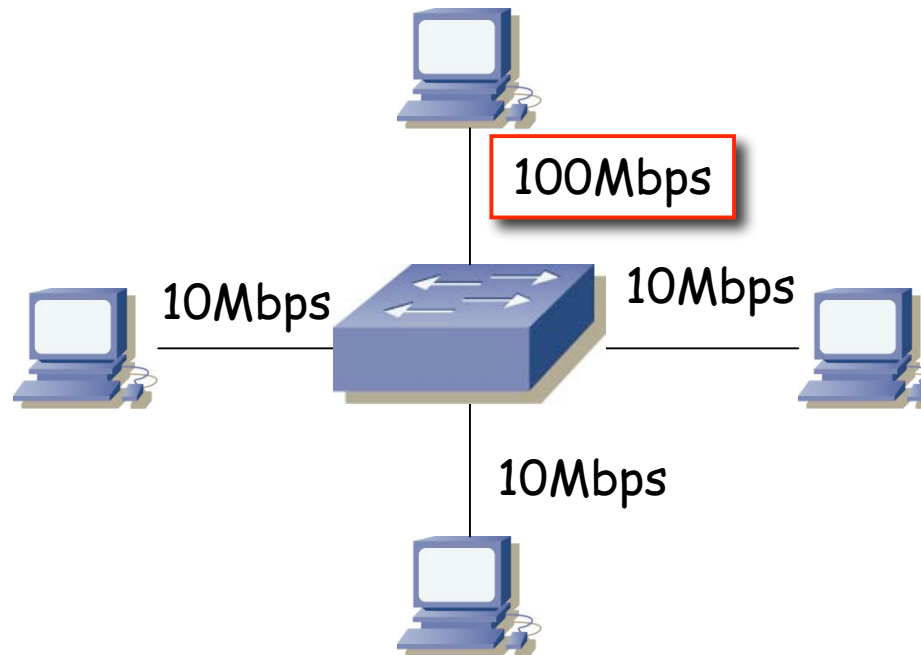


Medio conmutado
Capacidad total $N \times 10\text{Mbps}$



Conmutación asimétrica

- Permite conmutación asimétrica (diferentes velocidades en los puertos)
- Esto es imposible con un hub

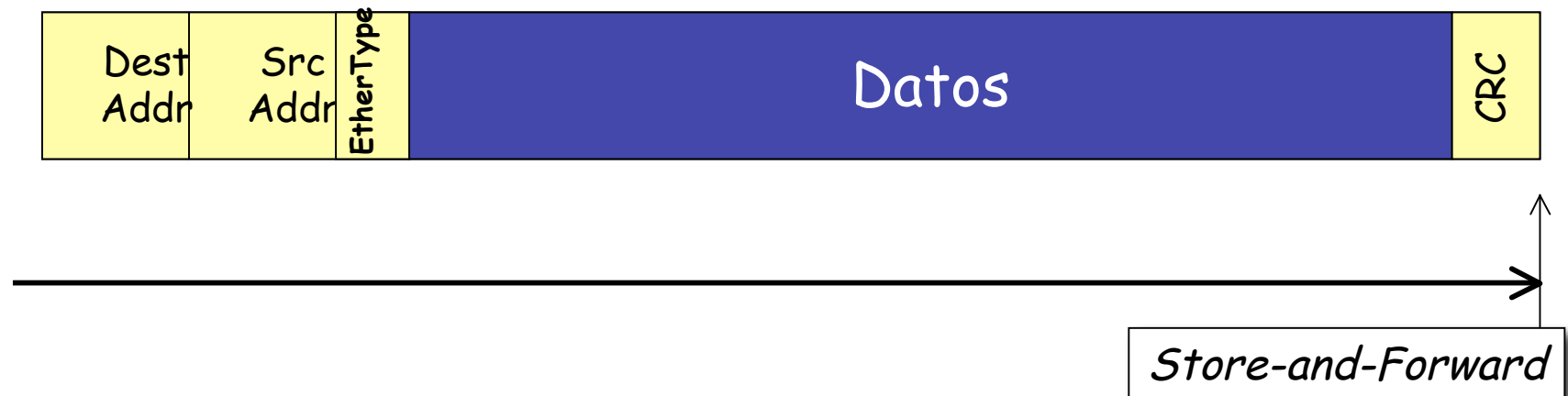




Técnicas de conmutación

Store-and-forward

- Espera a recibir toda la trama
- Mayor latencia





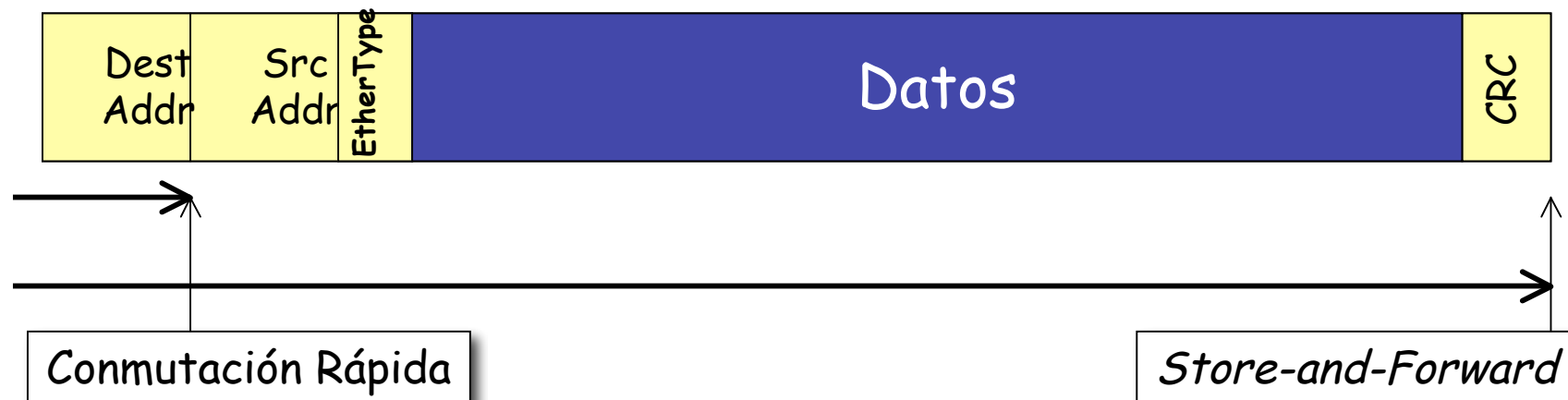
Técnicas de conmutación

Store-and-forward

- Espera a recibir toda la trama
- Mayor latencia

Cut-through

- Una vez procesada la MAC destino
- Menor latencia
- Más errores
- Tipos:
 - Rápida (...)





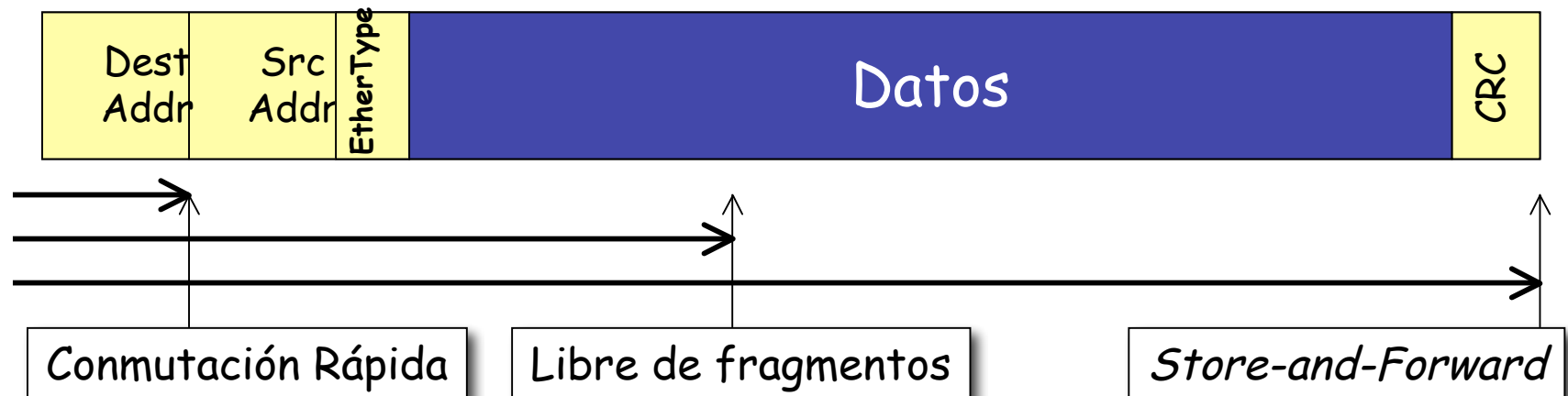
Técnicas de conmutación

Store-and-forward

- Espera a recibir toda la trama
- Mayor latencia

Cut-through

- Una vez procesada la MAC destino
- Menor latencia
- Más errores
- Tipos:
 - Rápida (...)
 - Libre de fragmentos





¿ Hub multi-velocidad ?

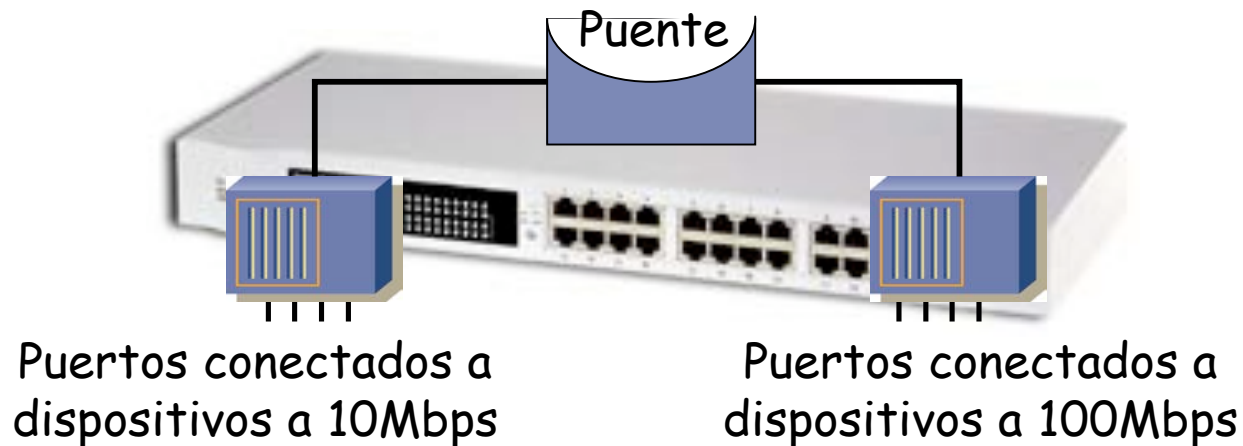
- Se venden *concentradores 10/100*
- Soportan conectarse tanto a redes/host a 10 como a 100 Mbps
- Y además para cada puerto
- Pero no tiene sentido un hub que mezcle velocidades !!
- No puede haber dos velocidades en un dominio de colisión
- (...)





¿ Hub multi-velocidad ?

- Se venden *concentradores 10/100*
- Soportan conectarse tanto a redes/host a 10 como a 100 Mbps
- Y además para cada puerto
- Pero no tiene sentido un hub que mezcle velocidades !!
- No puede haber dos velocidades en un dominio de colisión
- Crean dos dominios de colisión separados por un pequeño puente/switch

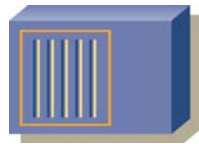




Concentradores y conmutadores

Hub

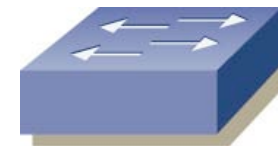
- Un dominio de broadcast
- Un dominio de colisión
- Una estación puede ver todo el tráfico
- Rapidez



Hub

Switch

- Un dominio de broadcast
- Cada puerto un dominio de colisión
- Normalmente una estación verá su tráfico y broadcast/multicast
- *Store-and-Forward*



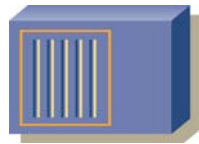
Switch



Concentradores y conmutadores

Hub

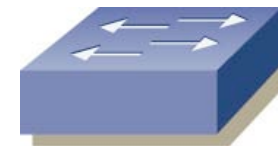
- Colisiones
- Límite de distancias
- Límite de número de hubs entre dos estaciones
- *Half-duplex*



Hub

Switch

- Sin colisiones
- Distancias limitadas solo por la tecnología
- Sin límite de conmutadores entre dos estaciones
- Capacidad full-duplex



Switch



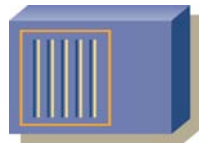
Concentradores y conmutadores

Hub

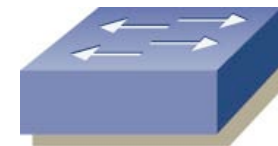
- Máximo 1024 estaciones

Switch

- Límite de estaciones es por dominio de colisión
- Tabla de MACs de tamaño limitado



Hub



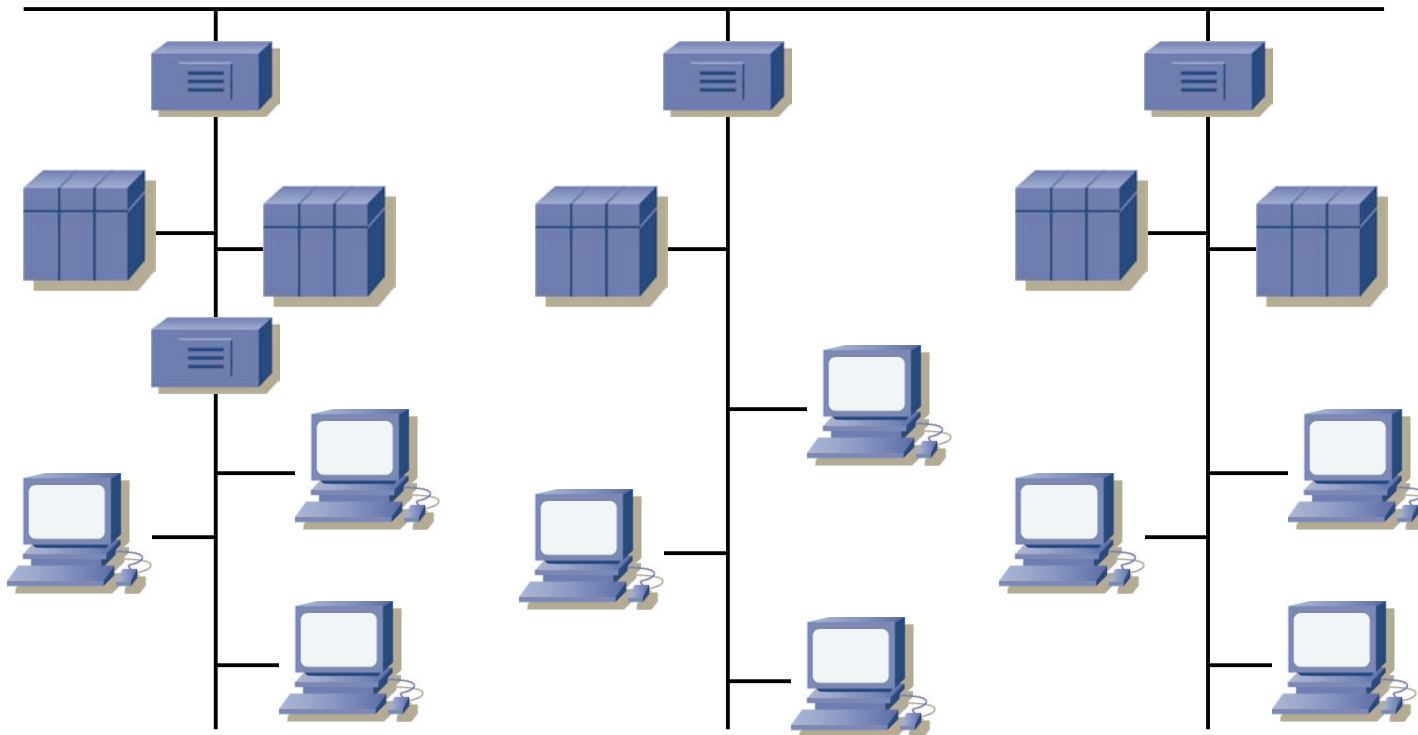
Switch



Dominios de colisión y broadcast

Antes

- 10Mbps en la LAN

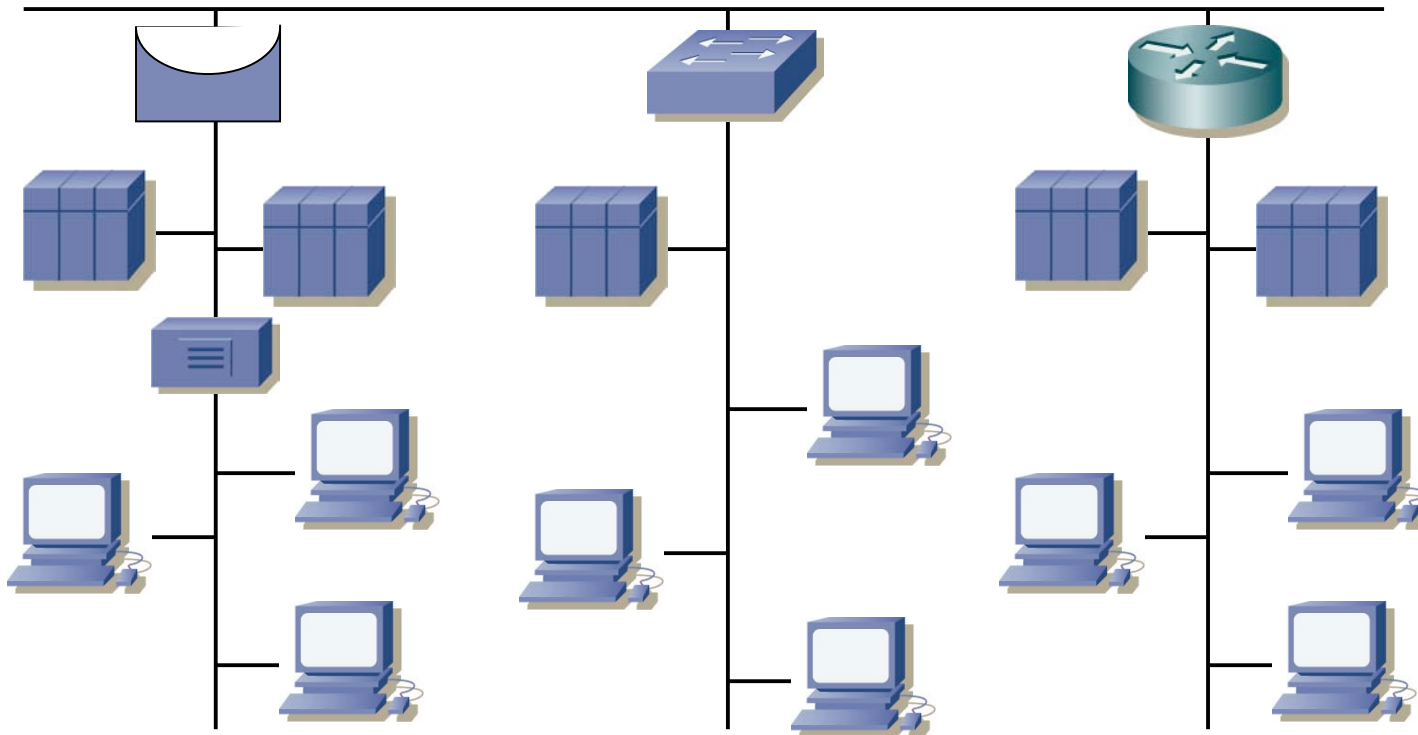




Dominios de colisión y broadcast

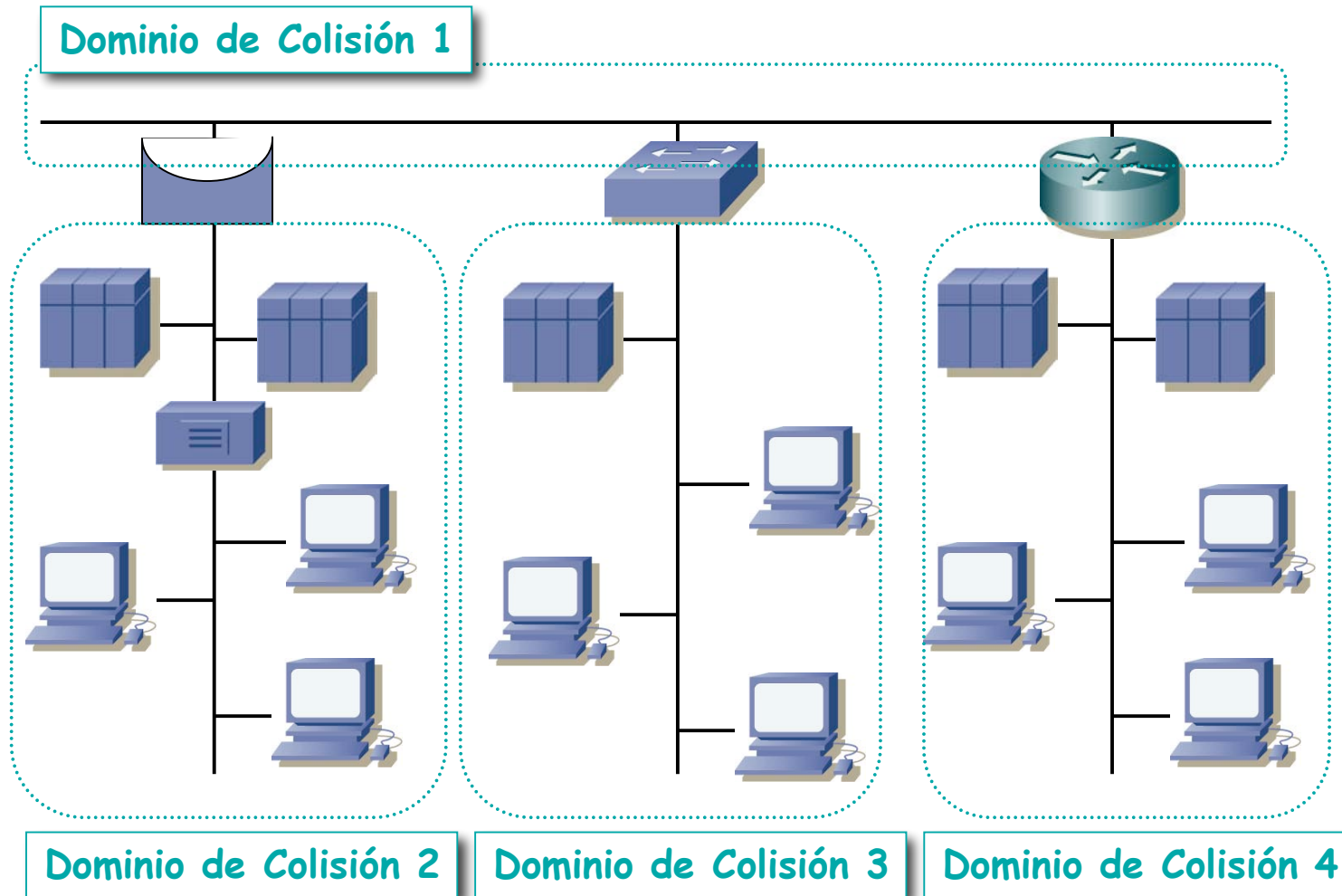
Después

- 10Mbps por segmento (dominio de colisión)



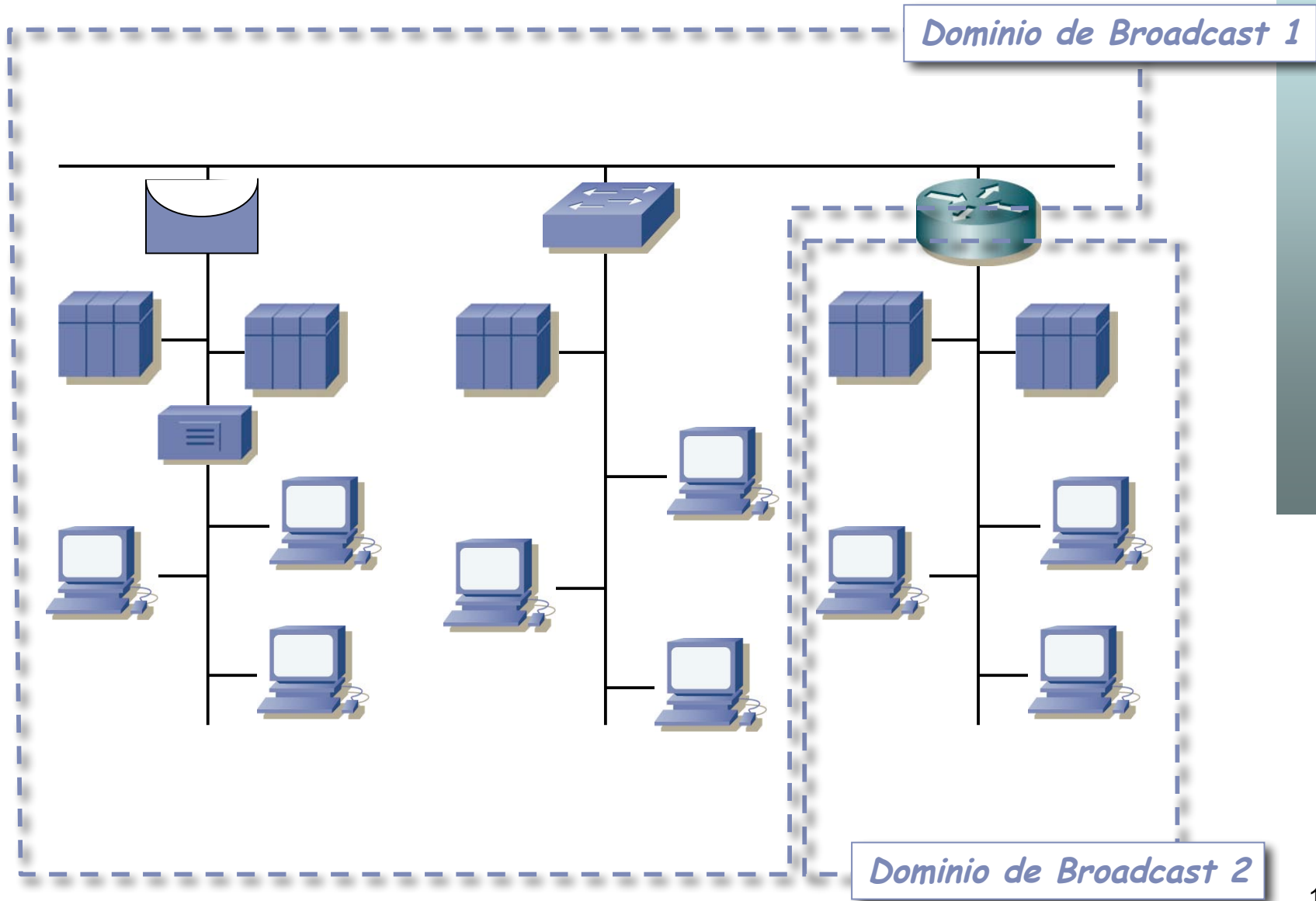


Dominios de colisión y broadcast



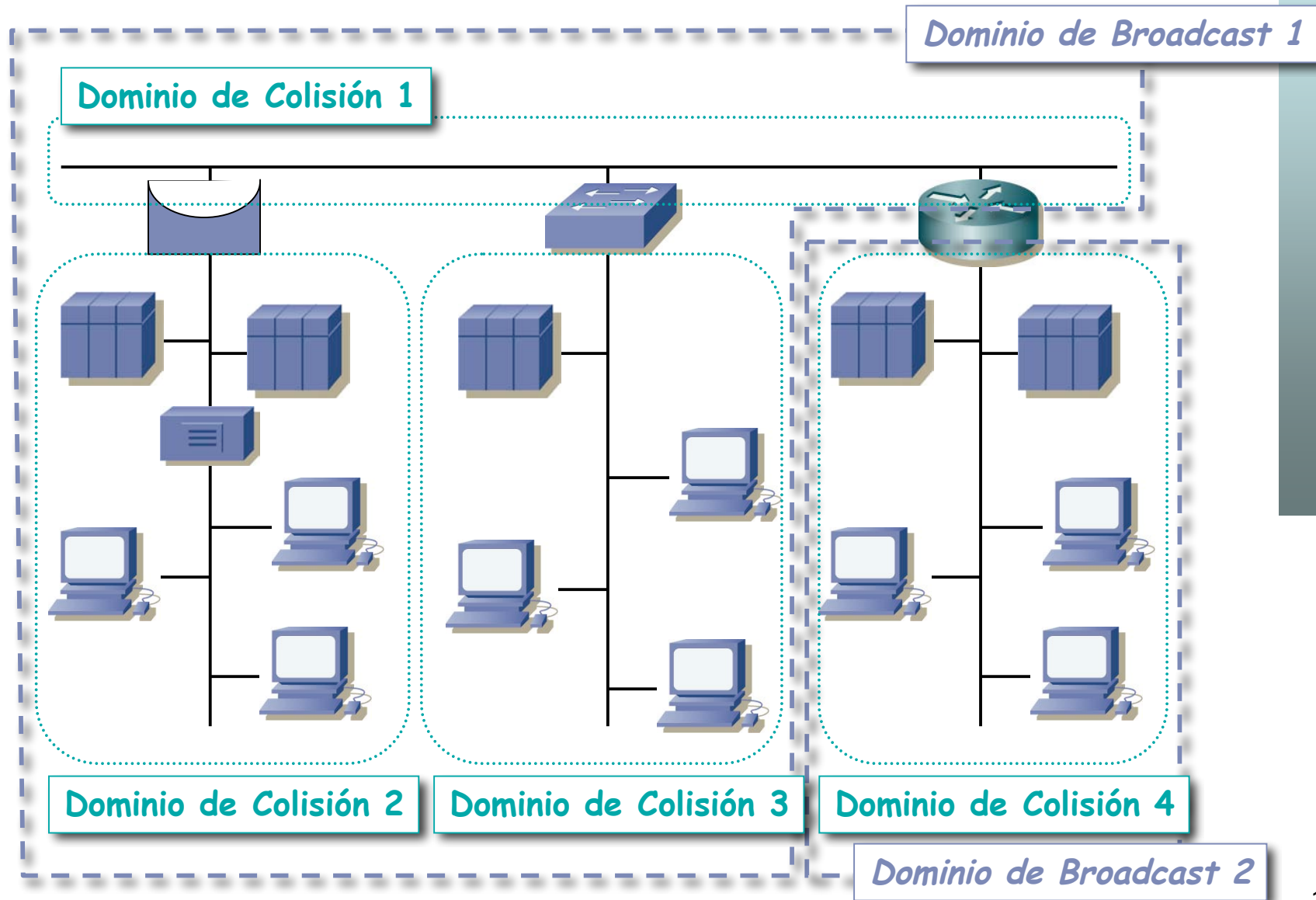


Dominios de colisión y broadcast





Dominios de colisión y broadcast

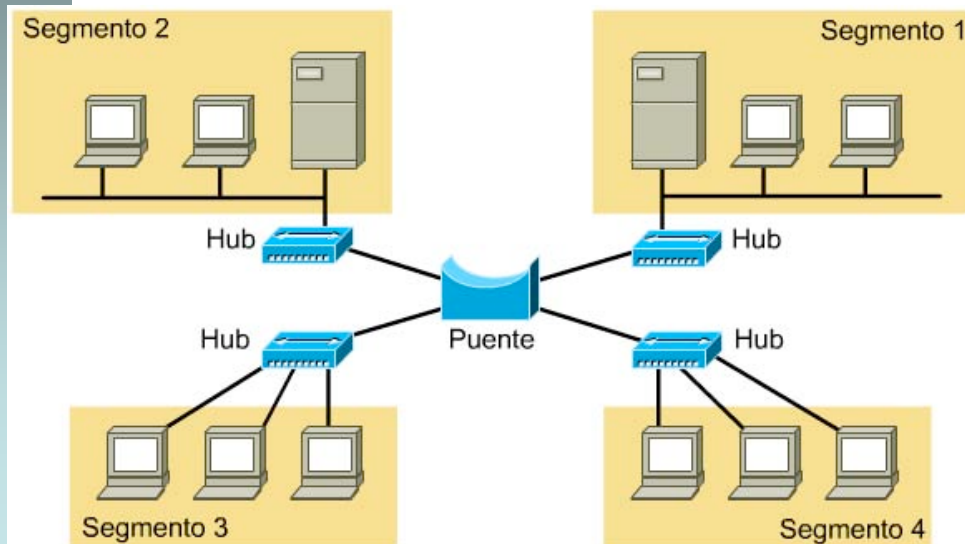




Segmentación

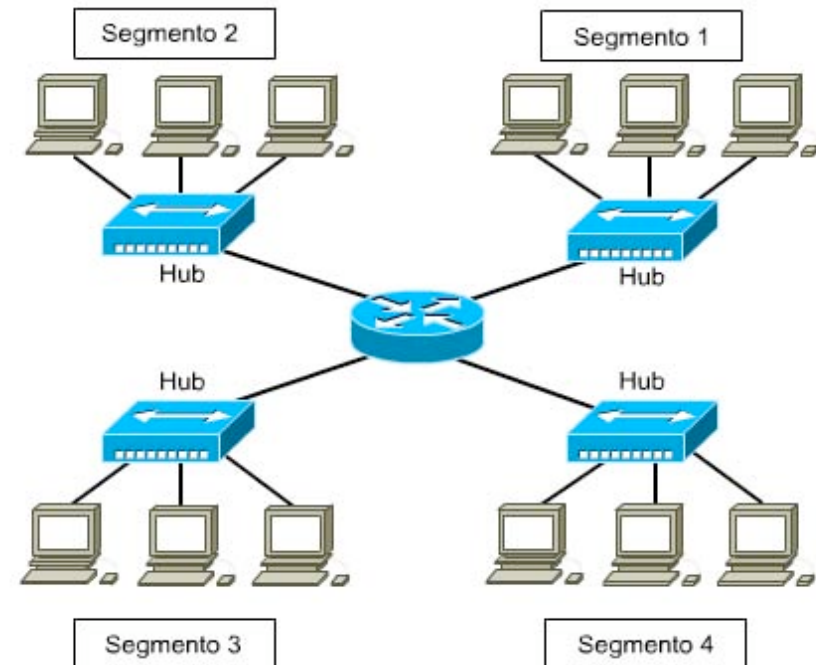
Con puentes

- Nivel de enlace
- Examinan direcciones MAC
- Transparente
- Latencia
- Un solo dominio de broadcast



Con routers

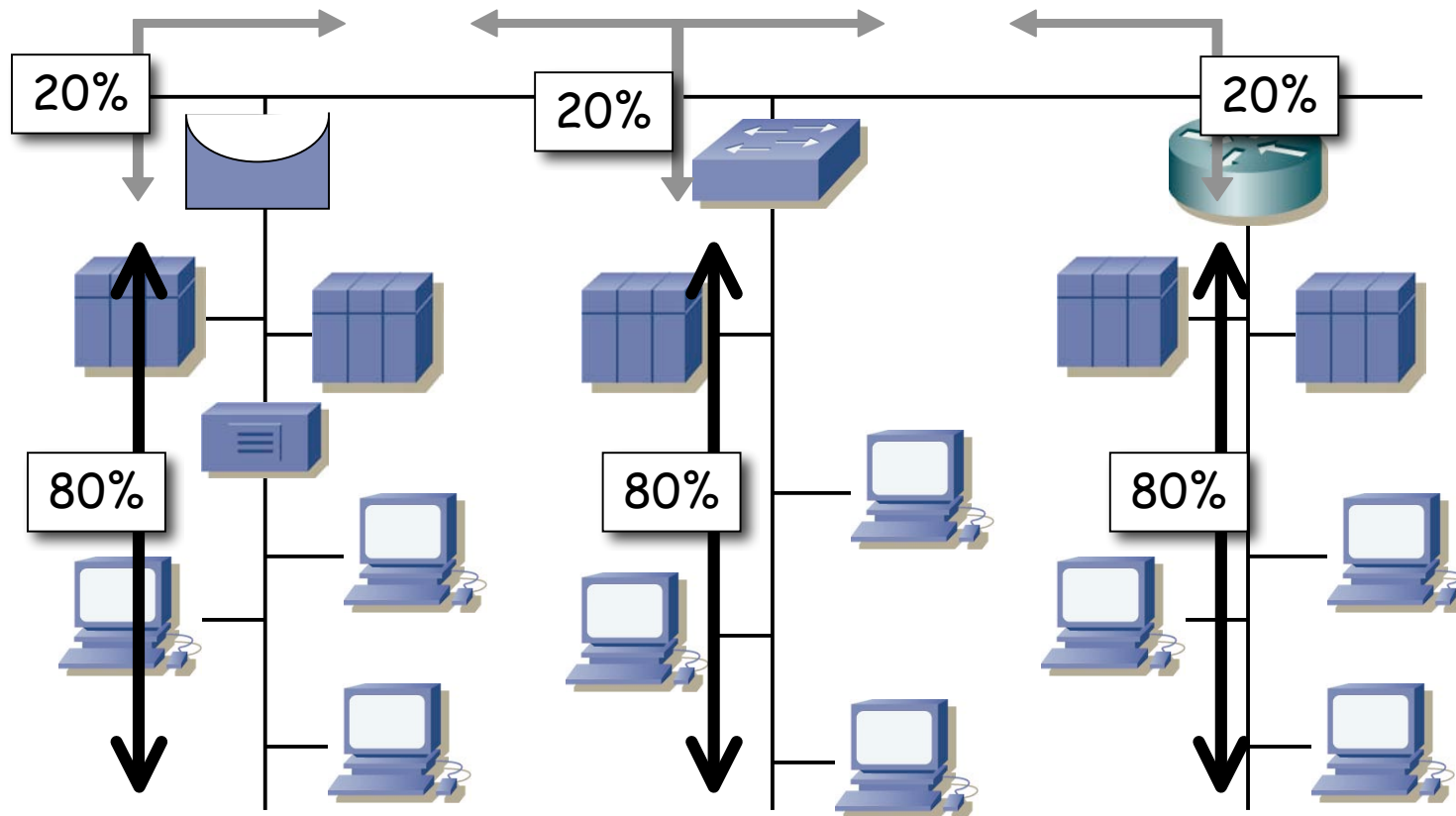
- Nivel de red
- Examinan direcciones IP
- Configurar rutas
- Más latencia
- Mayor flexibilidad





Diseño según regla 80-20

- 80% del tráfico local al dominio de colisión
- 20% del tráfico externo





¿Hacia el exterior de la LAN?

- Regla 80-20 (80% del tráfico local a la LAN, 20% a la WAN) se ha invertido en los últimos años
- Los límites clásicos de Ethernet LAN óptica: 2km, 1023 nodos, 1 repetidor óptico, están obsoletos
- Hoy en día los límites provienen de:
 - La necesidad de terminar el tráfico de broadcast
 - Ofrecer seguridad entre dominios
 - Límites en el número de MACs que puede soportar un switch





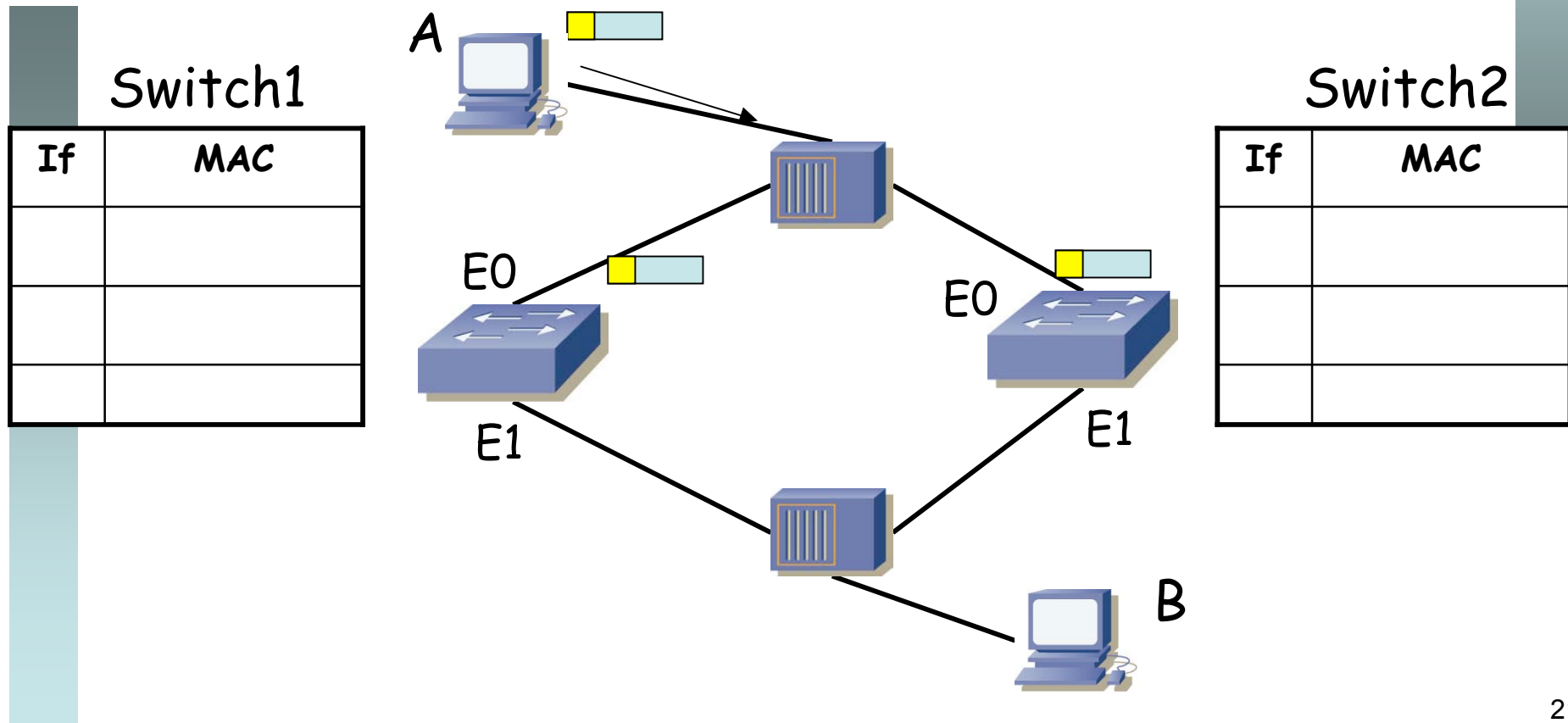
REDES DE BANDA ANCHA
Área de Ingeniería Telemática

STP



Caminos redundantes

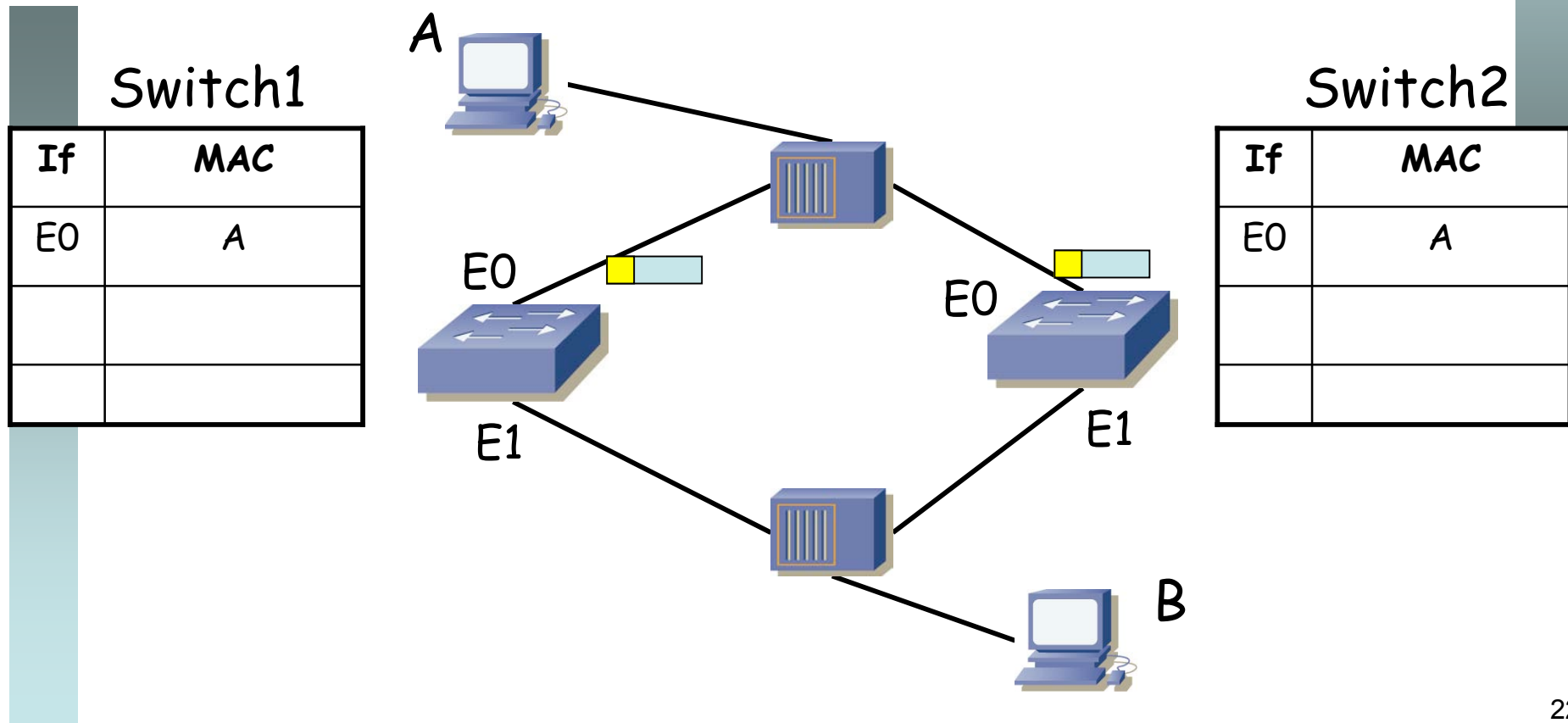
- El host A envía una trama al host B





Caminos redundantes

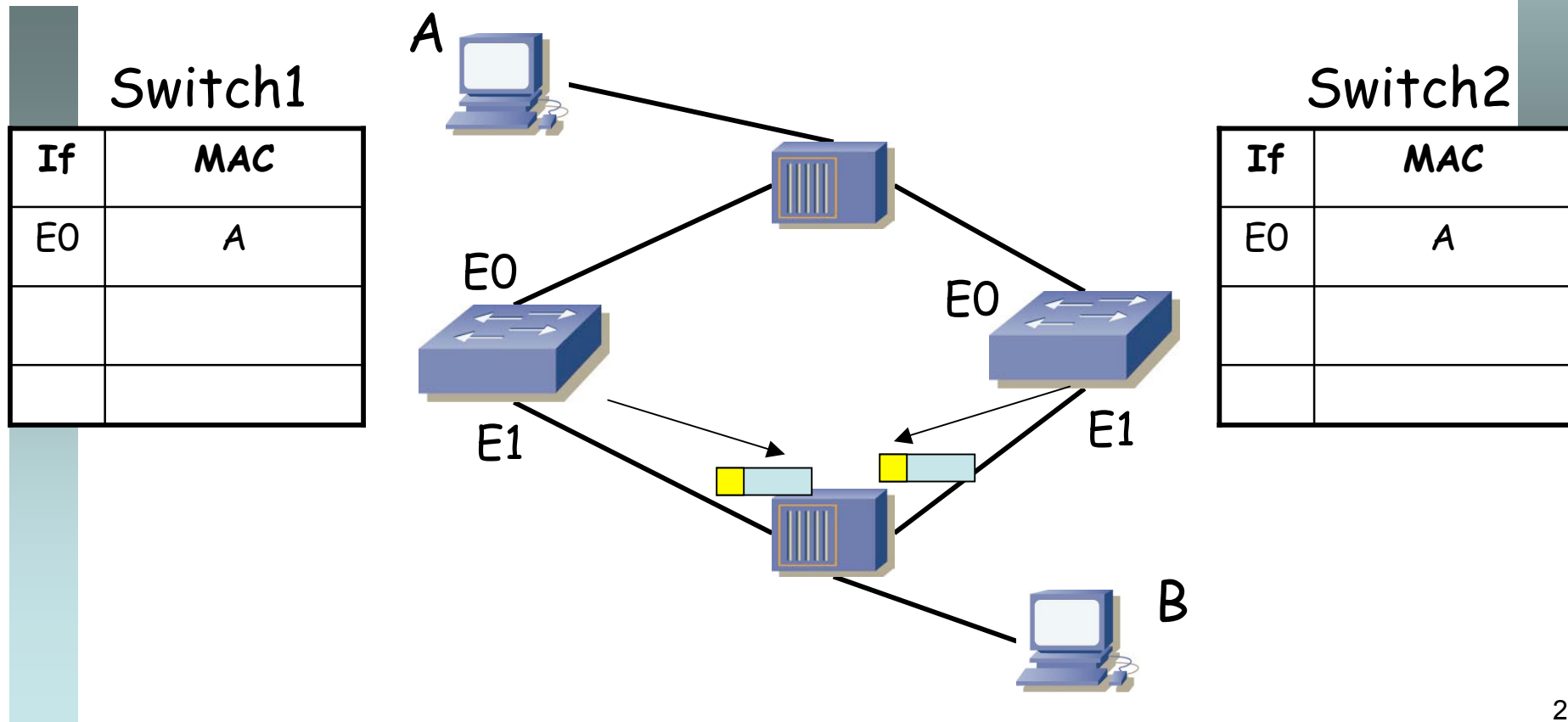
- Switch1 y Switch2 aprenden la localización del host A





Caminos redundantes

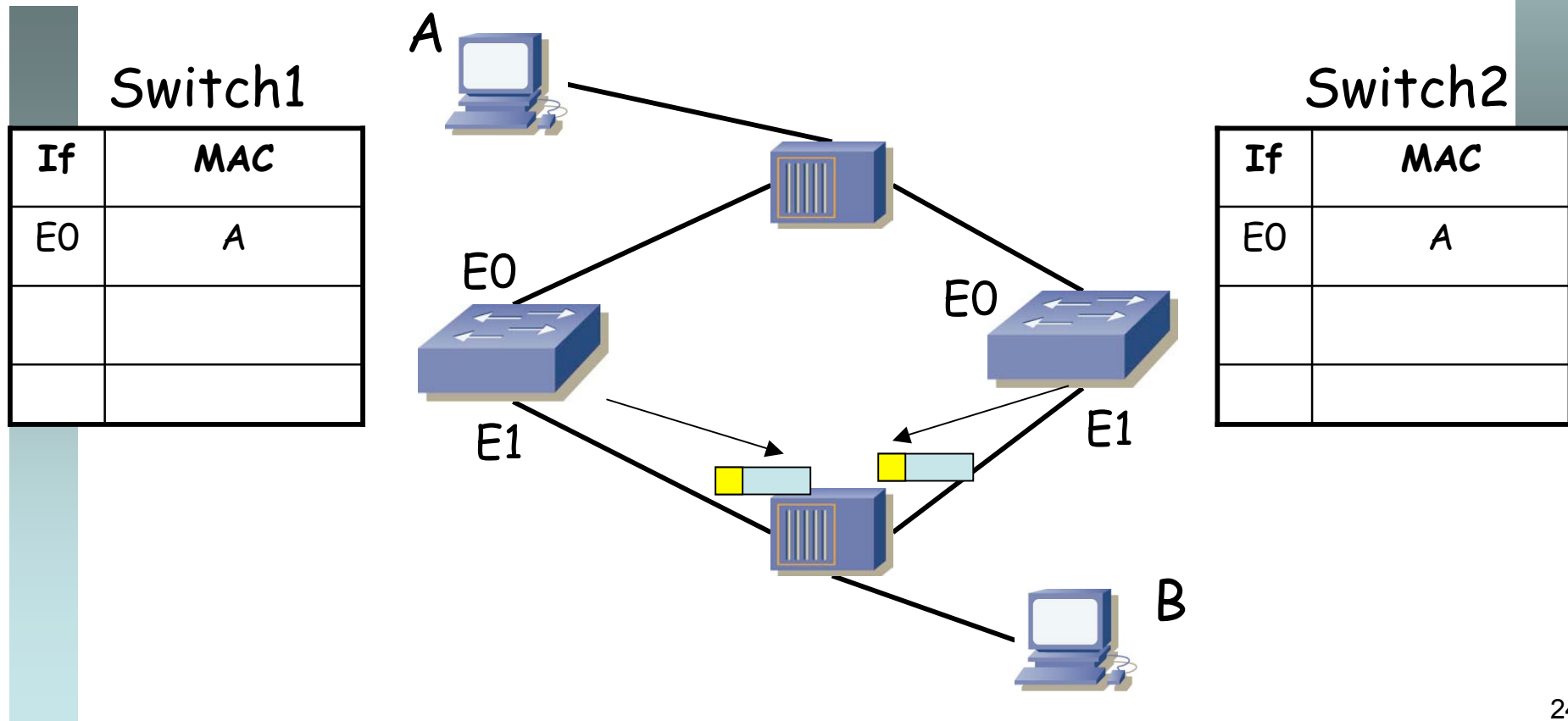
- Los conmutadores no conocen al destino
- Reenvían por todos los puertos menos por donde recibieron





Caminos redundantes

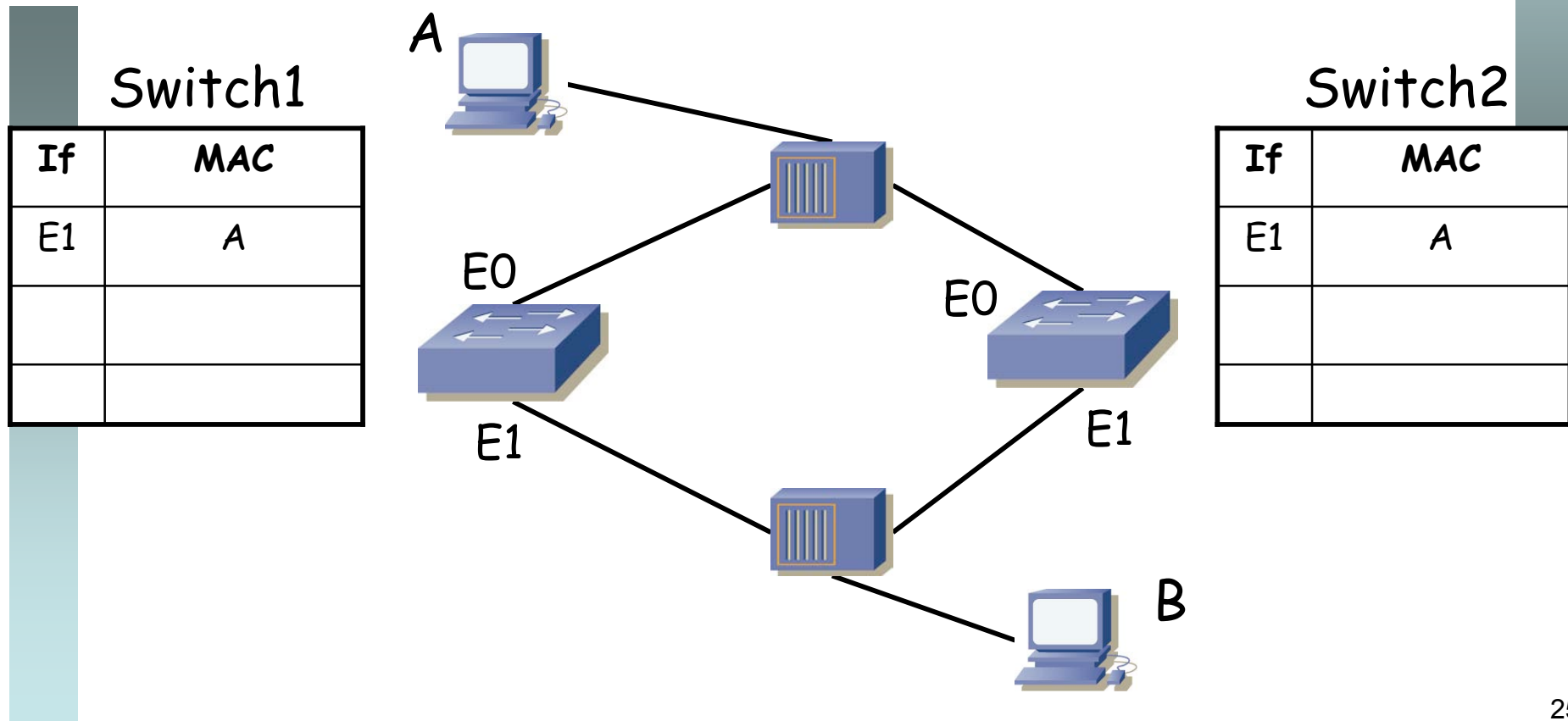
- Host B recibe la trama
- Switch2 recibe la trama que envió Switch1
- Switch1 recibe la trama que envió Switch2





Caminos redundantes

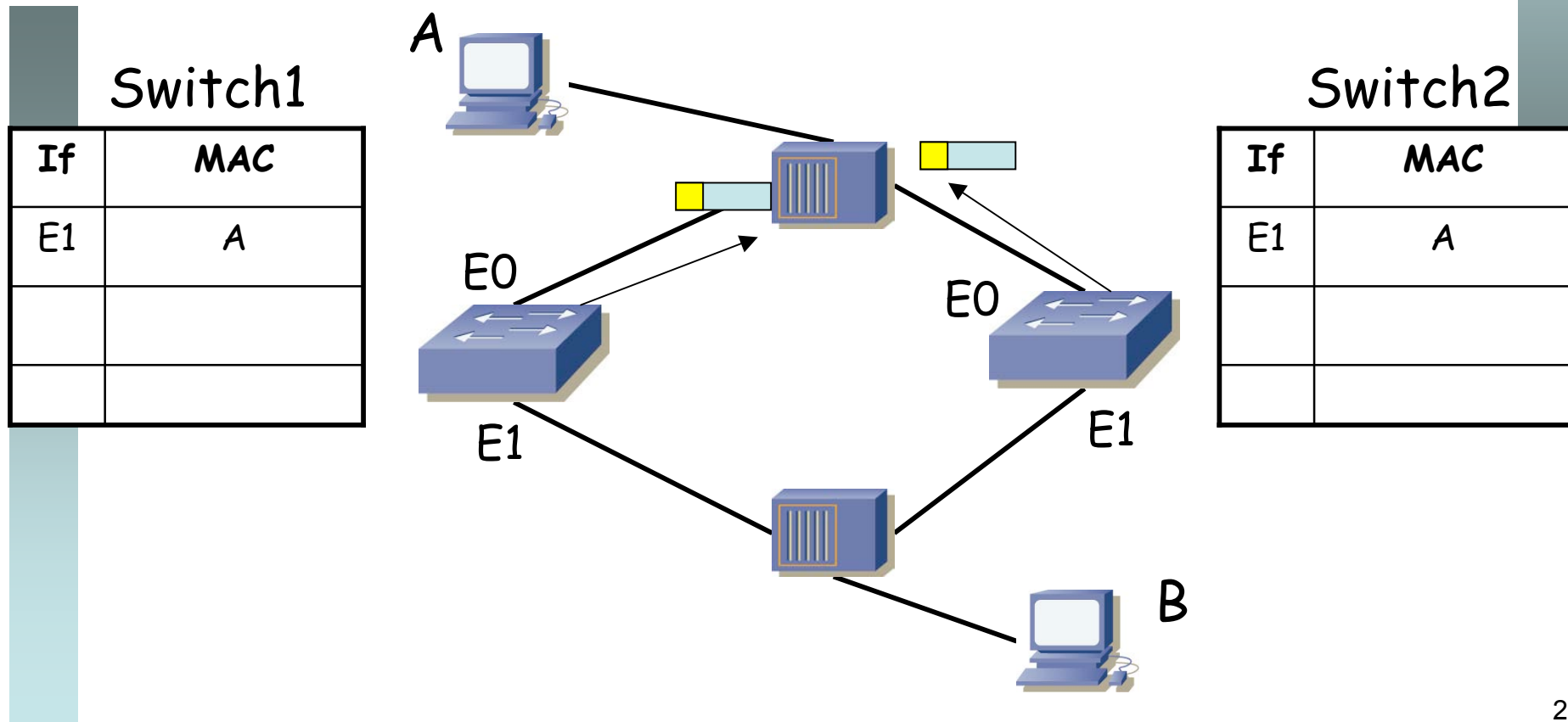
- Aprenden una nueva ubicación del host A





Caminos redundantes

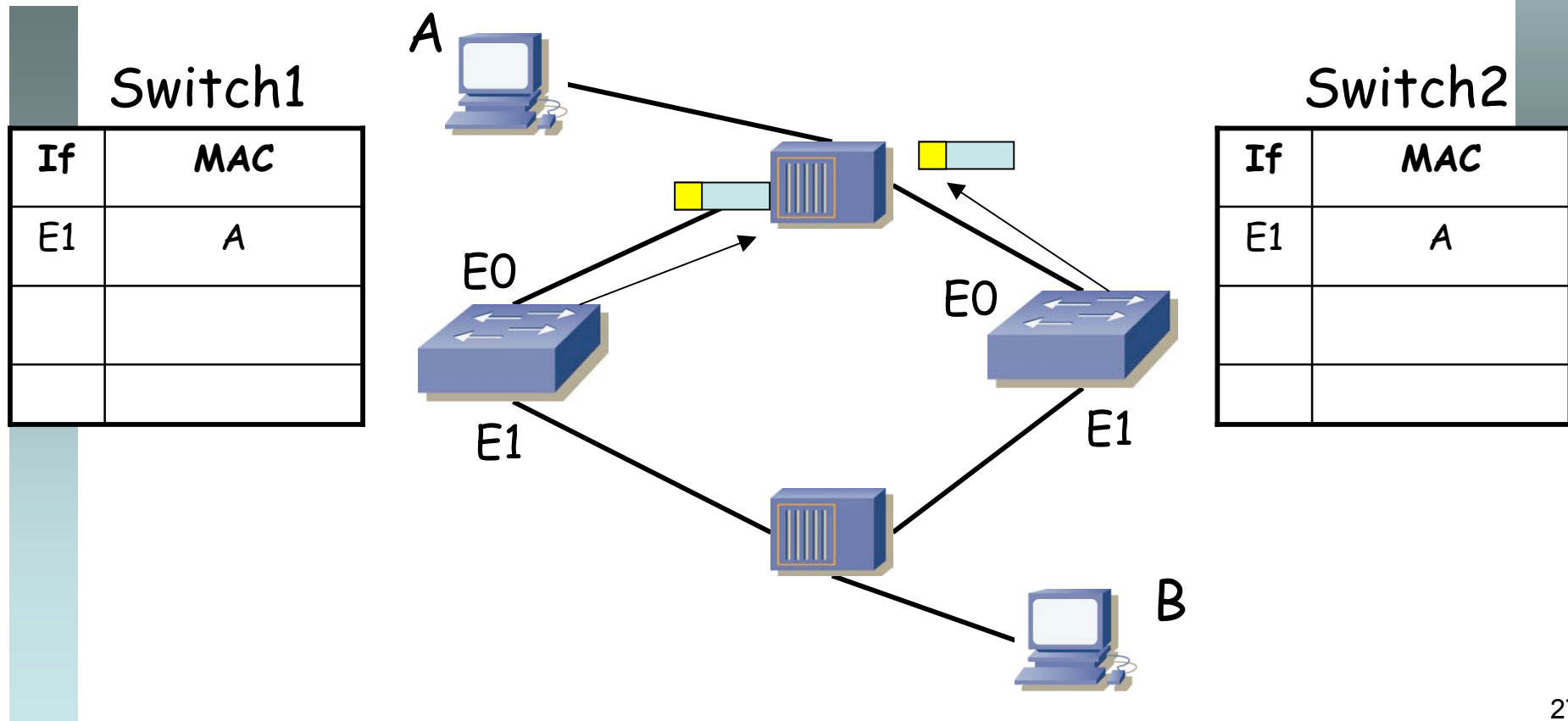
- Aprenden una nueva ubicación del host A
- Y reenvían por todos los puertos menos por donde recibieron la trama





Caminos redundantes

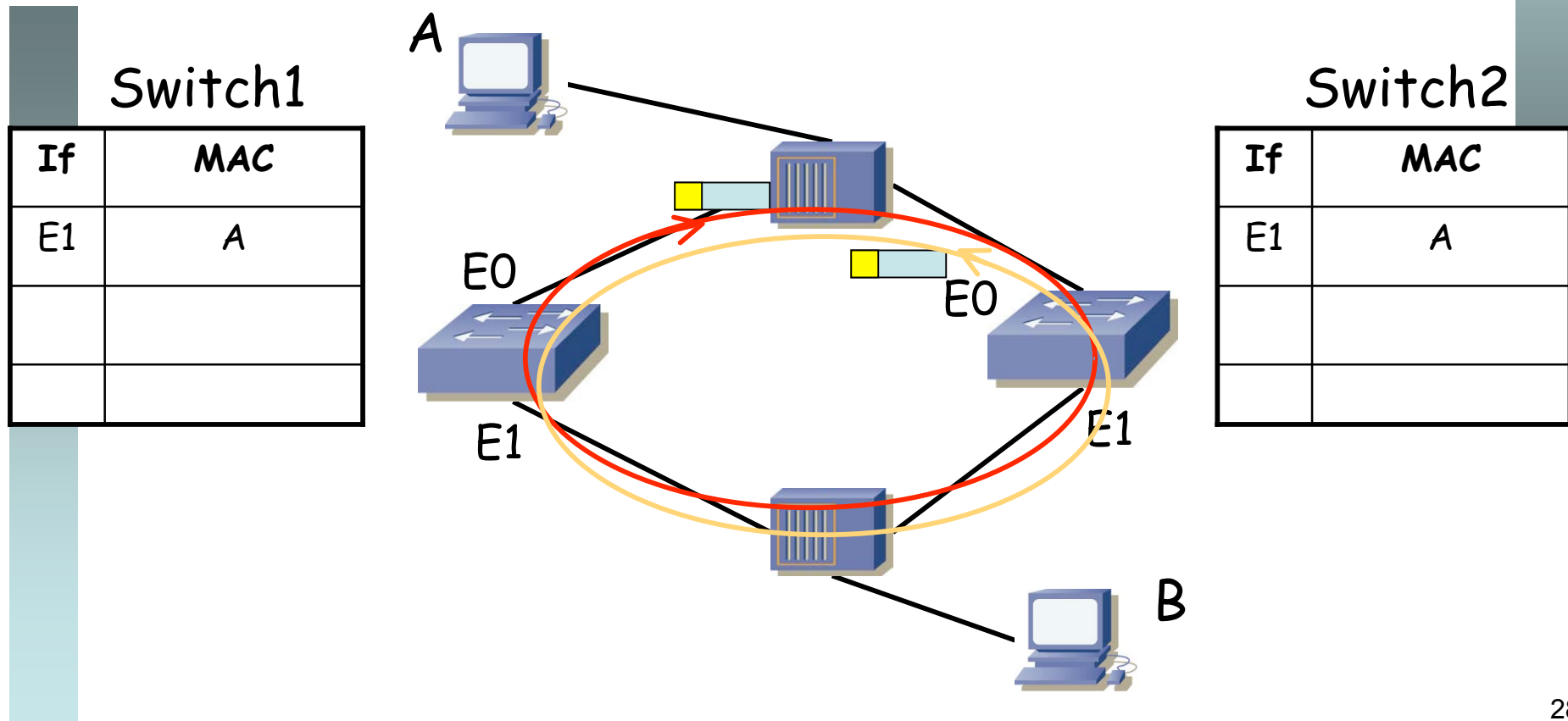
- Y se repite...
- No hay TTL en la trama Ethernet





Caminos redundantes

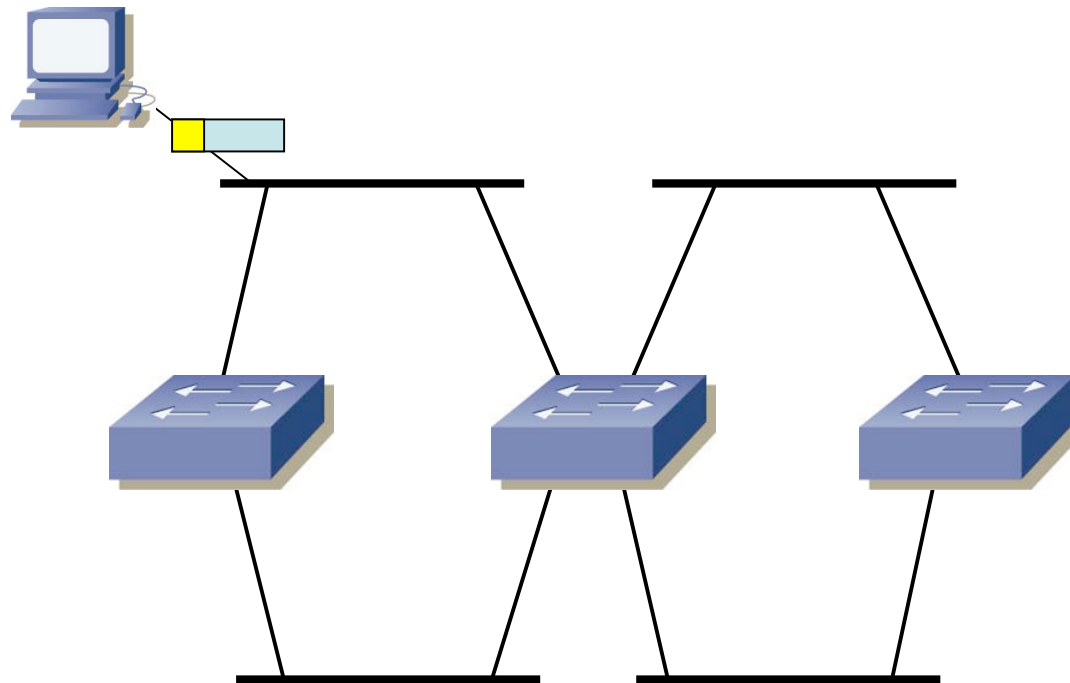
- Y si la trama es de broadcast sucede siempre
- Además todos los hosts la deberían procesar





Ejemplo

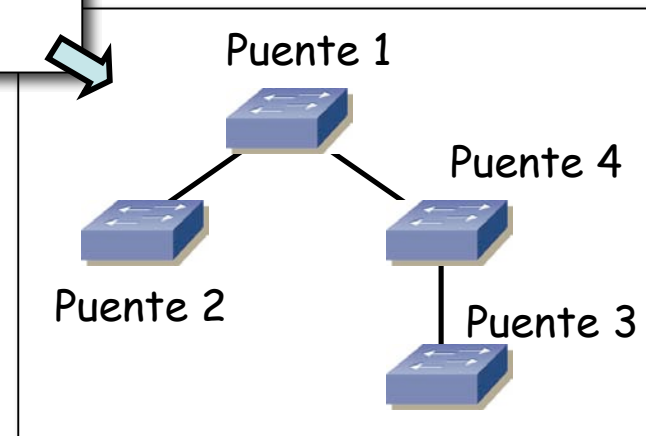
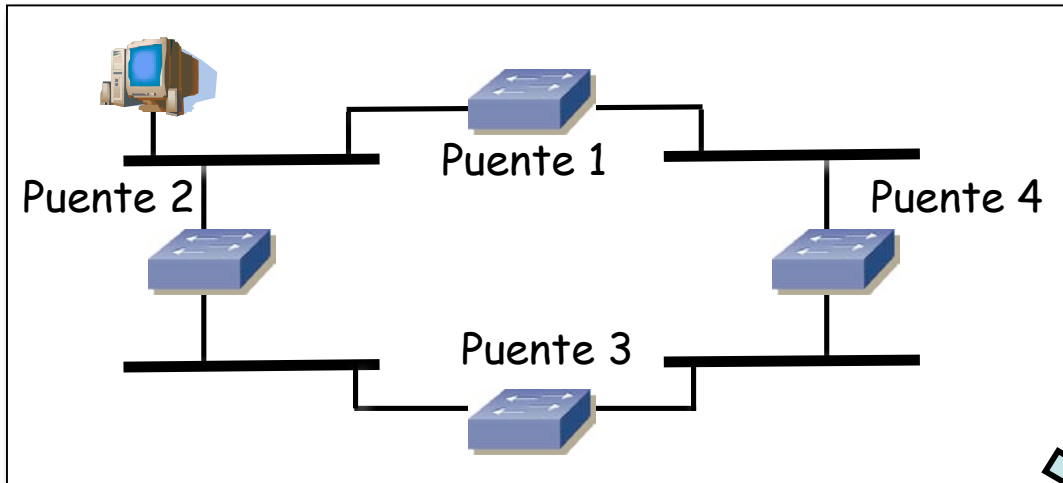
- PC envía trama de broadcast





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

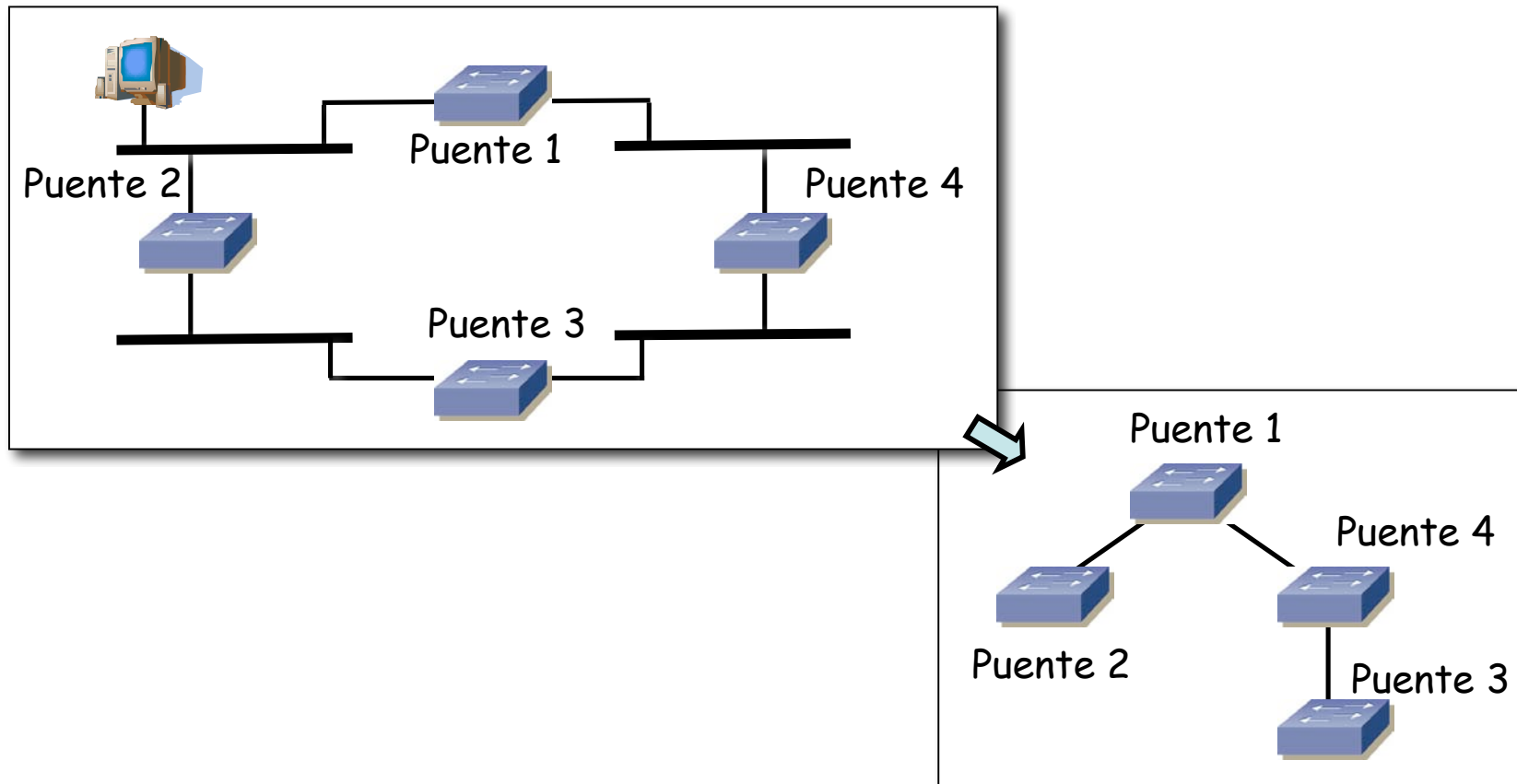


Radia Perlman (1983)



Spanning-Tree Protocol (STP)

- Ante fallos en otros enlaces recalcula el árbol
- Los conmutadores envían tramas BPDU periódicamente
- MAC destino 01:80:C2:00:00:00 (Bridge Group Address)
- No son reenviadas

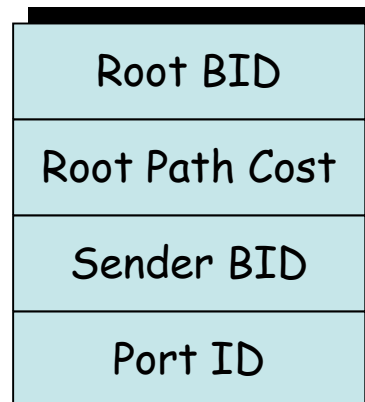
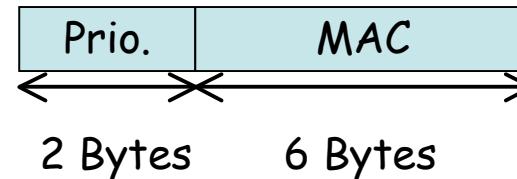




Spanning-Tree Protocol (STP)

BPDUs

- Bridge Protocol Data Units
- Enviadas periódicamente
- Destino 01:80:C2:00:00:00 (Bridge Group Address)
- No son reenviadas
- BID = Bridge ID
- Información importante:

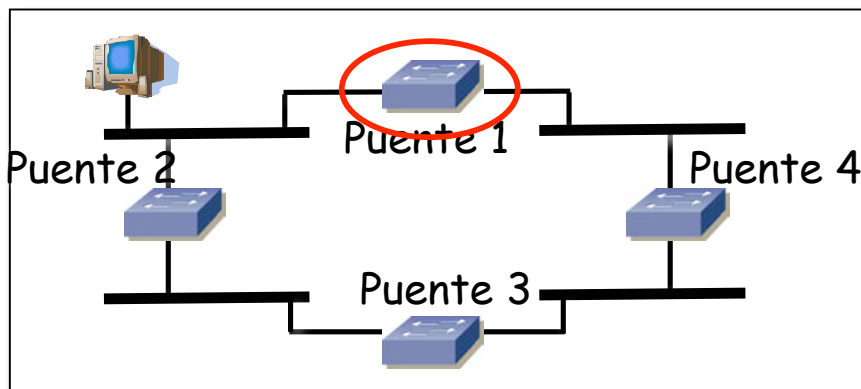




Spanning-Tree Protocol (STP)

Selección de un *Root Bridge* (Root War !!!)

- Raíz para el árbol
- A partir de un valor de prioridad y una MAC del puente
 - Vienen en las BPDU
 - Puente de prioridad más baja (def. 0x8000)
 - MAC más baja en caso de empate





Spanning-Tree Protocol (STP)

Path Cost

- Asociado a cada LAN
- Según la velocidad
- Originalmente $1000 / Velocidad(Mbps)$
- 802.1D-2004 :

Table 17-3—Port Path Cost values

Link Speed	Recommended value	Recommended range	Range
<=100 Kb/s	200 000 000 [*]	20 000 000–200 000 000	1–200 000 000
1 Mb/s	20 000 000 ^a	2 000 000–200 000 000	1–200 000 000
10 Mb/s	2 000 000 ^a	200 000–20 000 000	1–200 000 000
100 Mb/s	200 000 ^a	20 000–2 000 000	1–200 000 000
1 Gb/s	20 000	2 000–200 000	1–200 000 000
10 Gb/s	2 000	200–20 000	1–200 000 000
100 Gb/s	200	20–2 000	1–200 000 000
1 Tb/s	20	2–200	1–200 000 000
10 Tb/s	2	1–20	1–200 000 000

^{*}Bridges conformant to IEEE Std 802.1D, 1998 Edition, i.e., that support only 16-bit values for Path Cost, should use 65 535 as the Path Cost for these link speeds when used in conjunction with Bridges that support 32-bit Path Cost values.

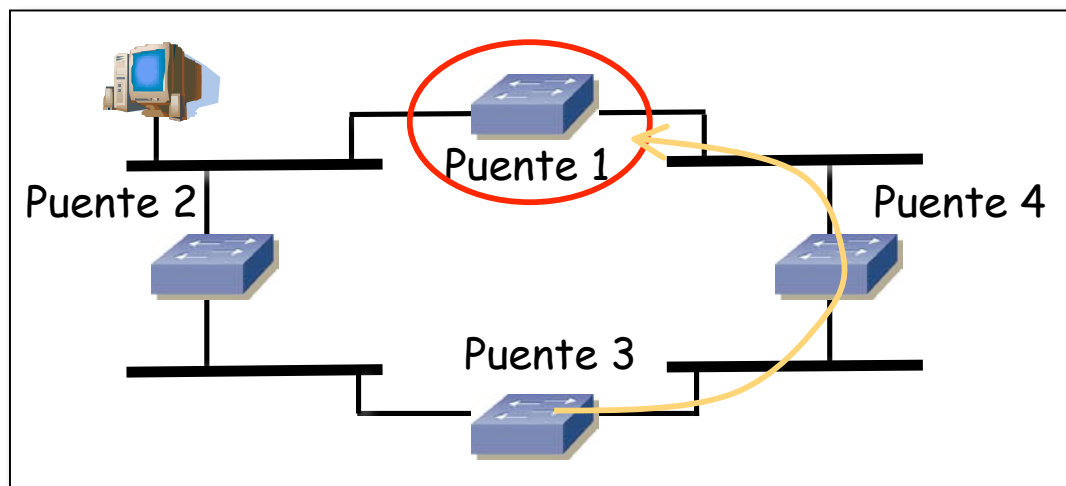
- Se va agregando en un camino creando el *Root Path Cost*



Spanning-Tree Protocol (STP)

BPDUs

- Se pueden “comparar” entre si
- Se puede decidir si un BPDU recibida por un puerto es “mejor” que otra
- “Mejor” en el sentido de “mejor” camino a la raíz
- Relacionado con el “coste” hasta la raíz
- Incluye dependencia con la velocidad de los tramos

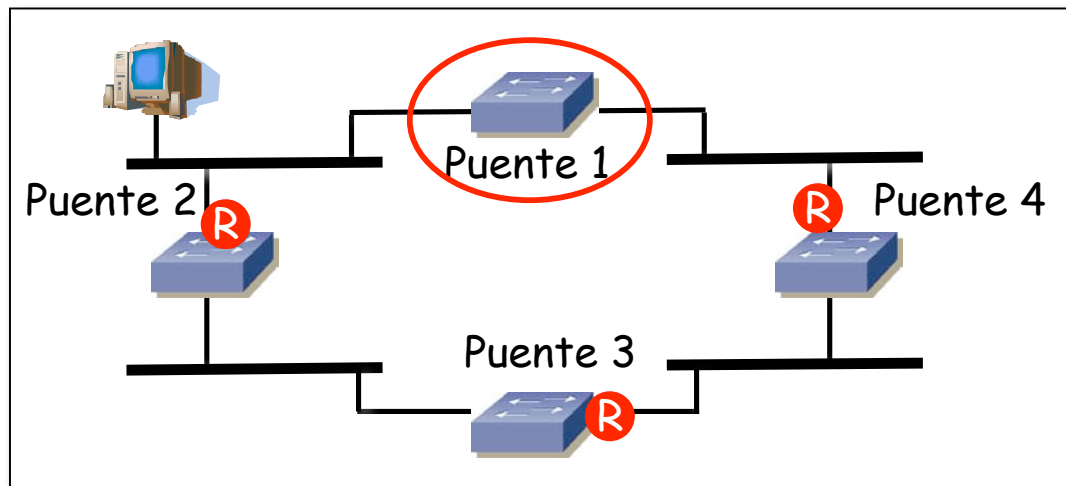




Spanning-Tree Protocol (STP)

Root Port

- Puerto con menor *Root Path Cost*
- Puente raíz es el único sin un puerto raíz

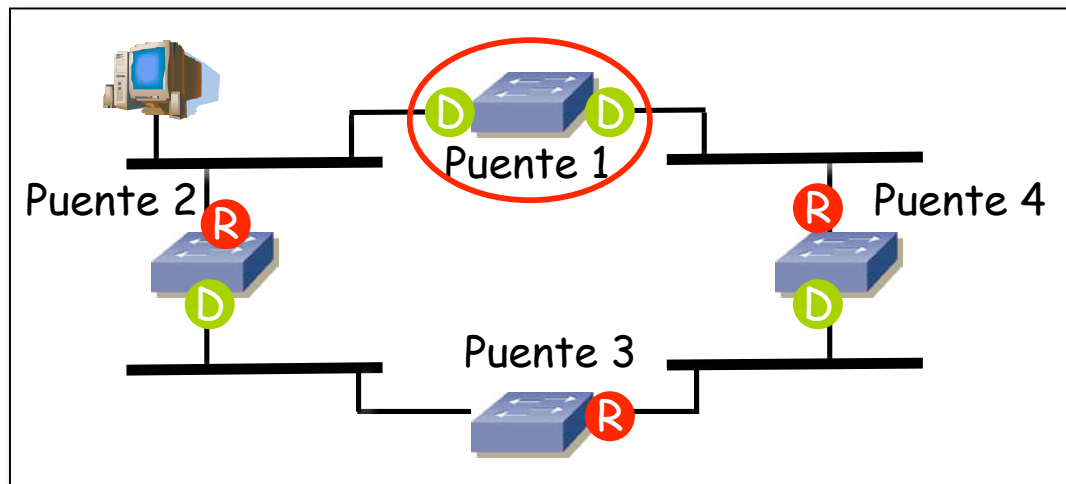




Spanning-Tree Protocol (STP)

Designated Port

- Del puente conectado a una LAN con mejor camino hasta la raíz
- Uno por segmento

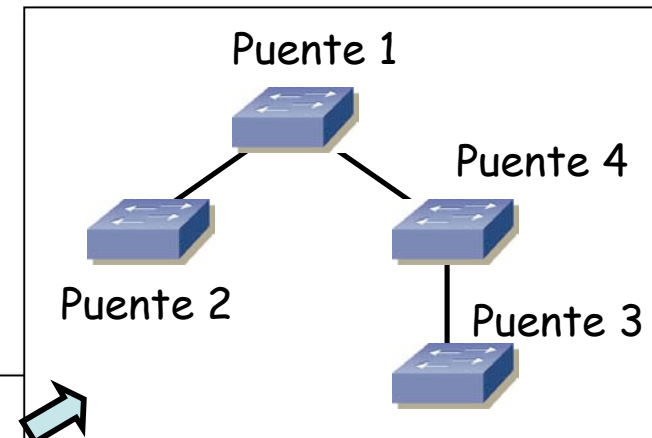
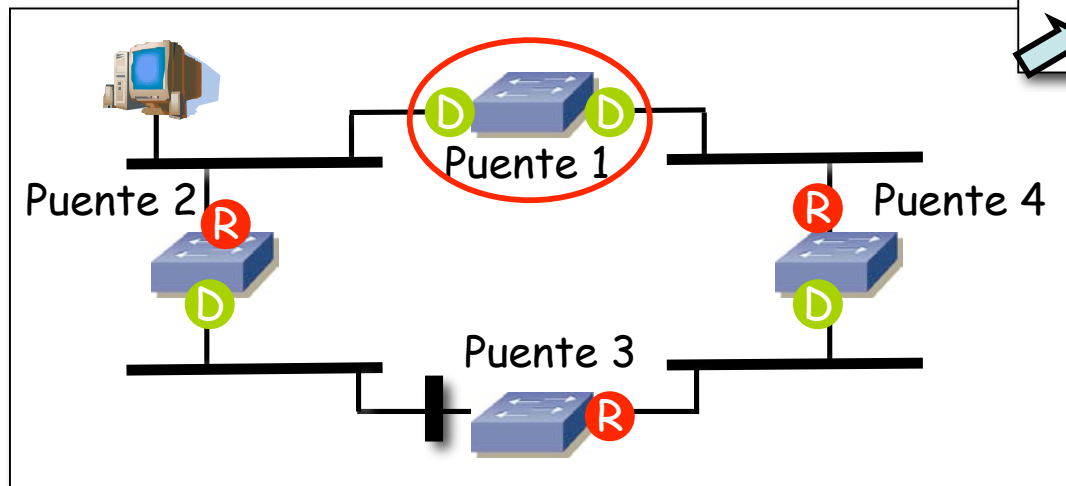




Spanning-Tree Protocol (STP)

Blocked Port

- No se aprenden MACs
- No se reenvían tramas
- Se aceptan BPDUs
- El un puerto *alternativo* o de *backup*

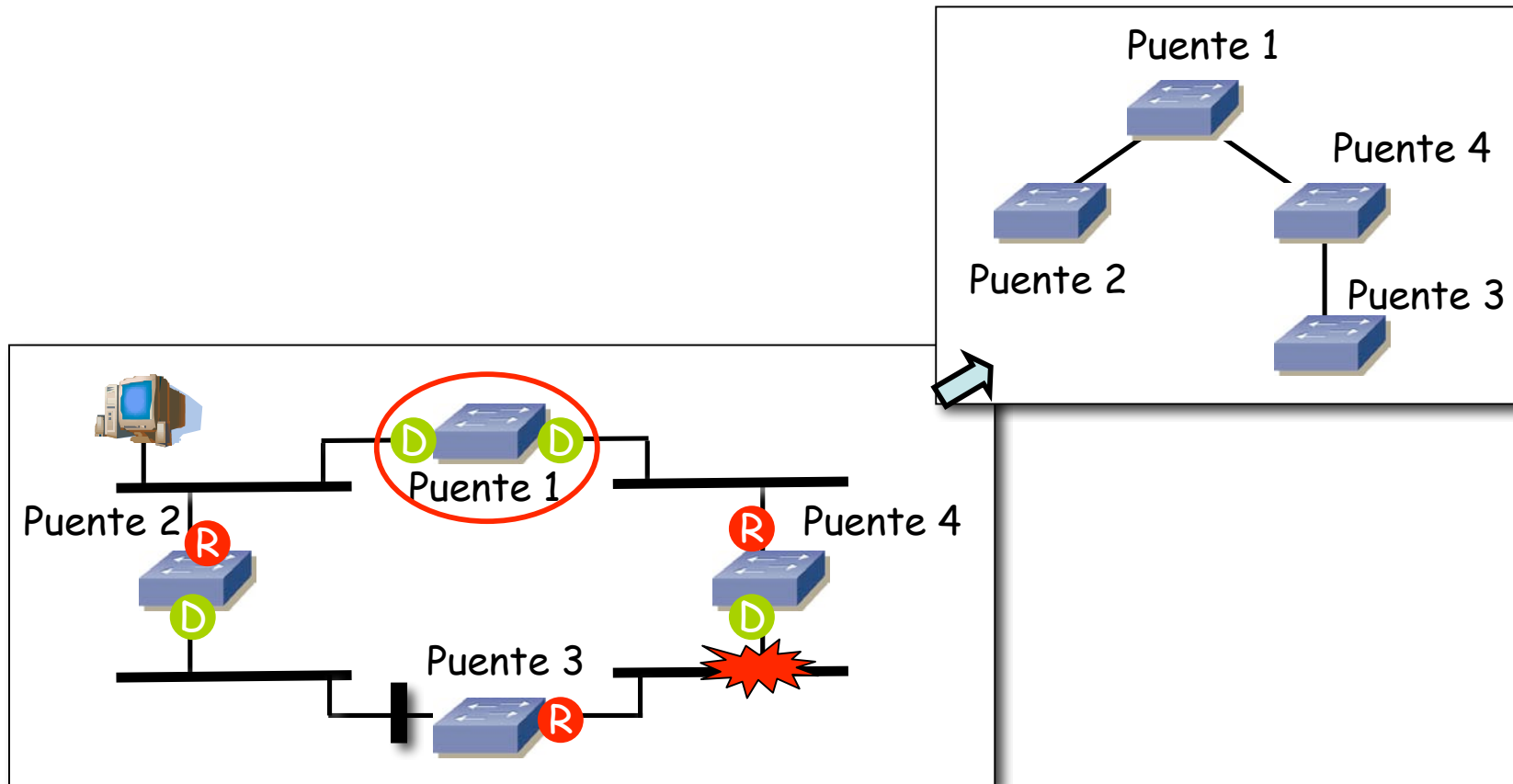




Spanning-Tree Protocol (STP)

Cambios en la topología

- Ante un fallo (...)
- Recalcular árbol (...)

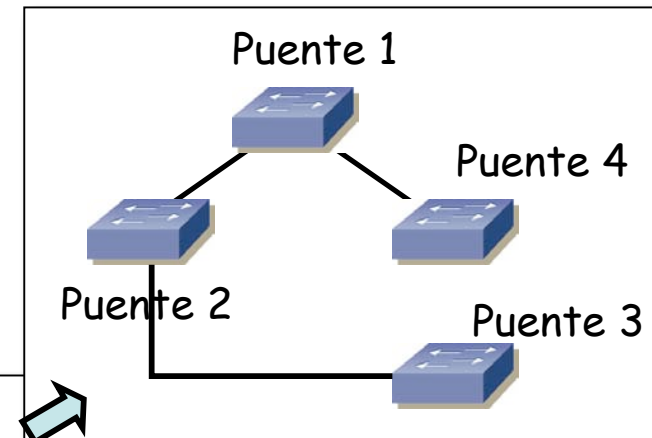
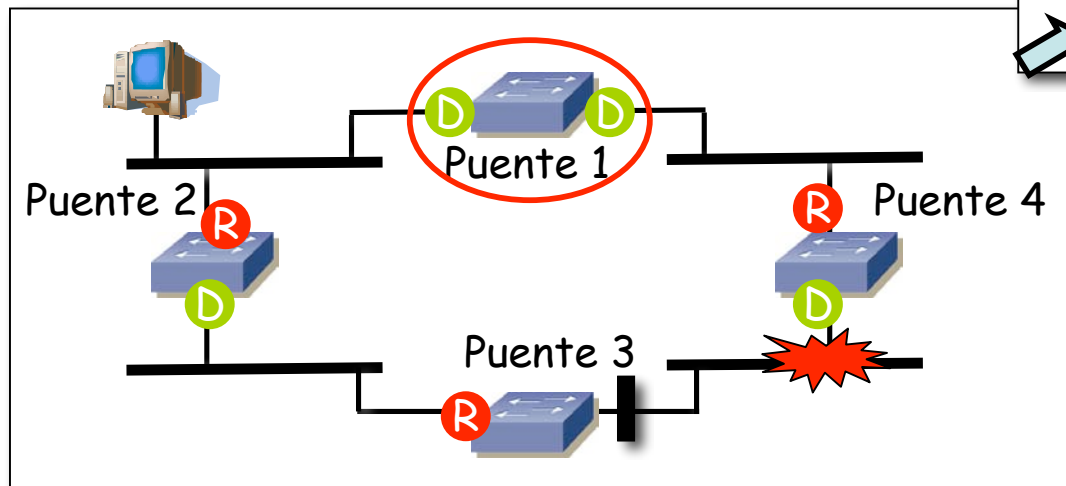




Spanning-Tree Protocol (STP)

Cambios en la topología

- Ante un fallo (...)
- Recalcular árbol (...)
- Tiempo de convergencia:
30-60 segs

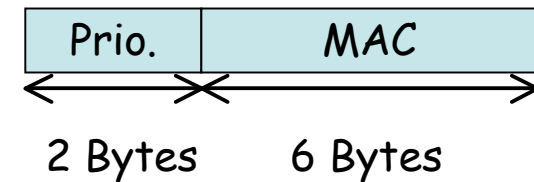
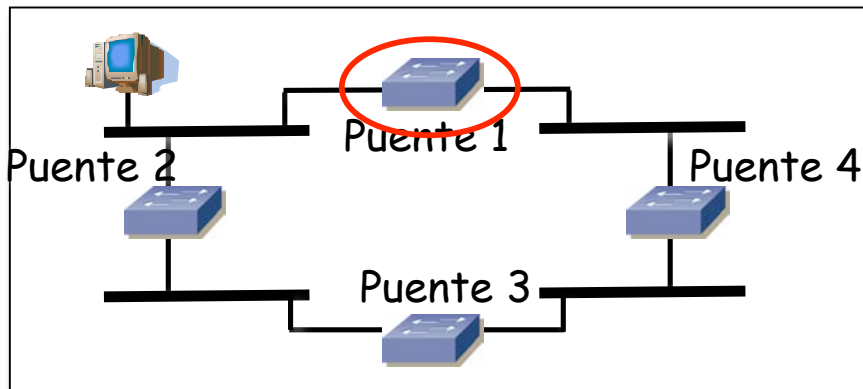




Spanning-Tree Protocol (STP)

Selección del puente raíz

- Por defecto todos la misma prioridad
- Gana el de dirección MAC más baja
- Primeros 3 bytes de la MAC son el OUI
- ¡ Luego el ganador depende del fabricante !
- Cuidado pues puede ser el conmutador más lento
- Selección manual con el campo de prioridad

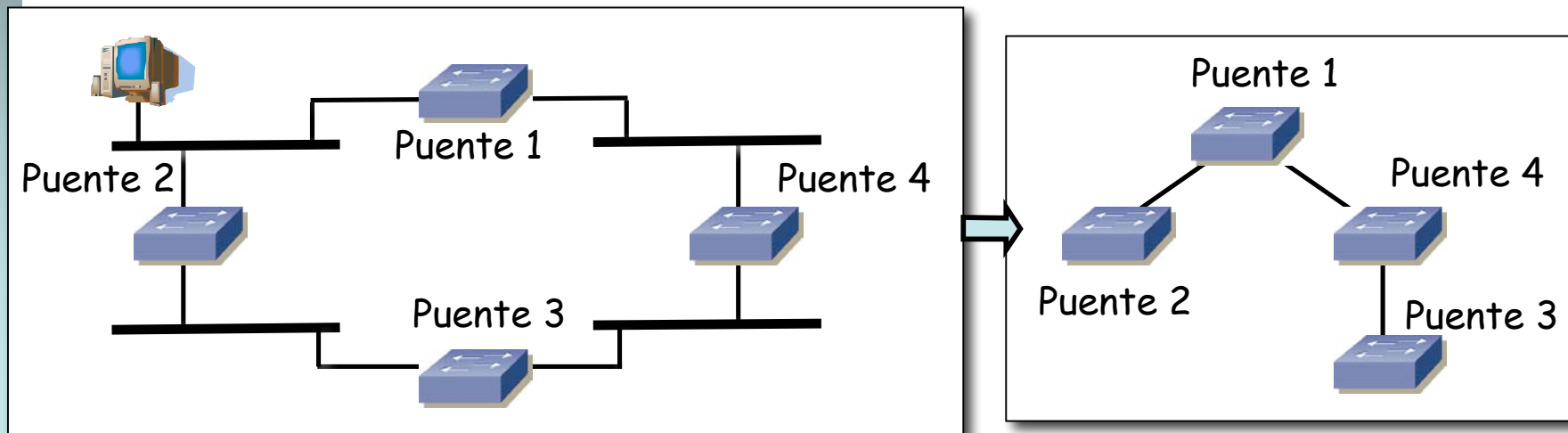




RSTP

Rapid Spanning-Tree Protocol

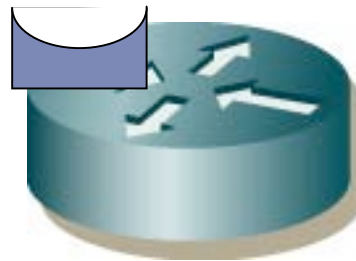
- IEEE 802.1w
- STP obsoleto
- RSTP en 802.1D-2004
- Tiempos de convergencia de 2-3 segs





Routed vs Bridged

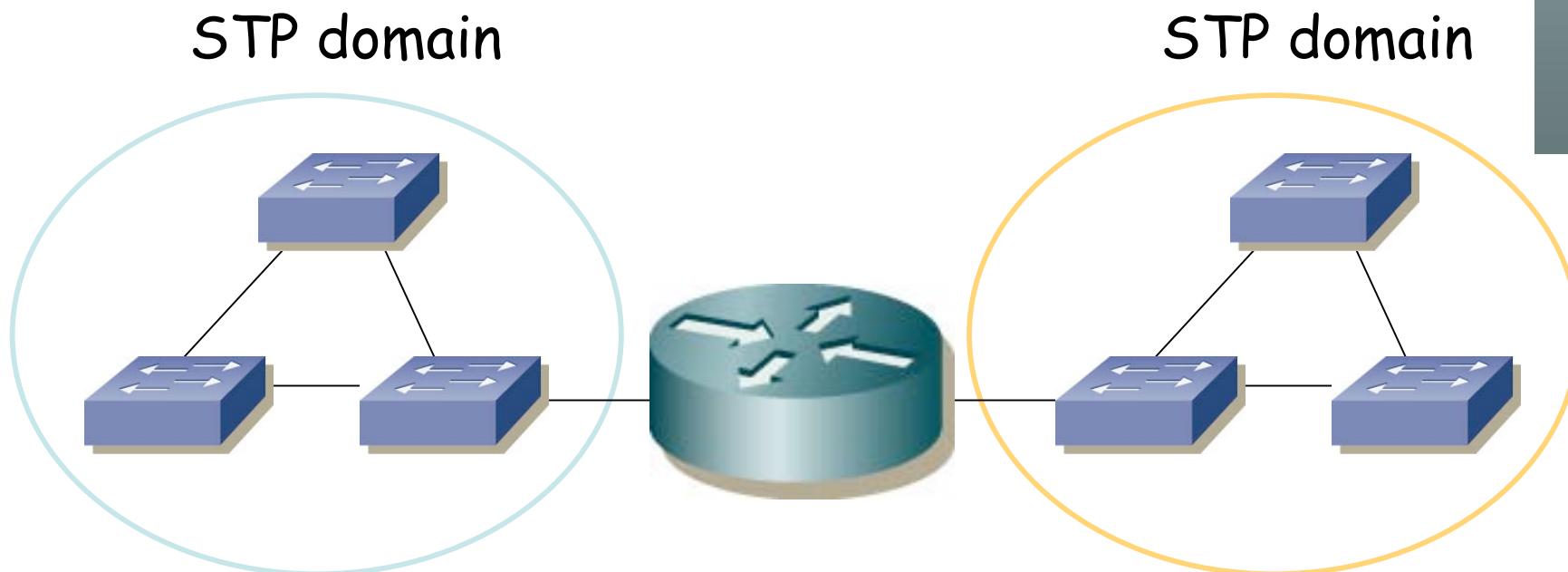
- Algunos routers pueden funcionar simultáneamente como puentes
- Por ejemplo: unos protocolos enrutados, otros no
 - IP enrutado
 - AppleTalk puenteado





Routed vs Bridged

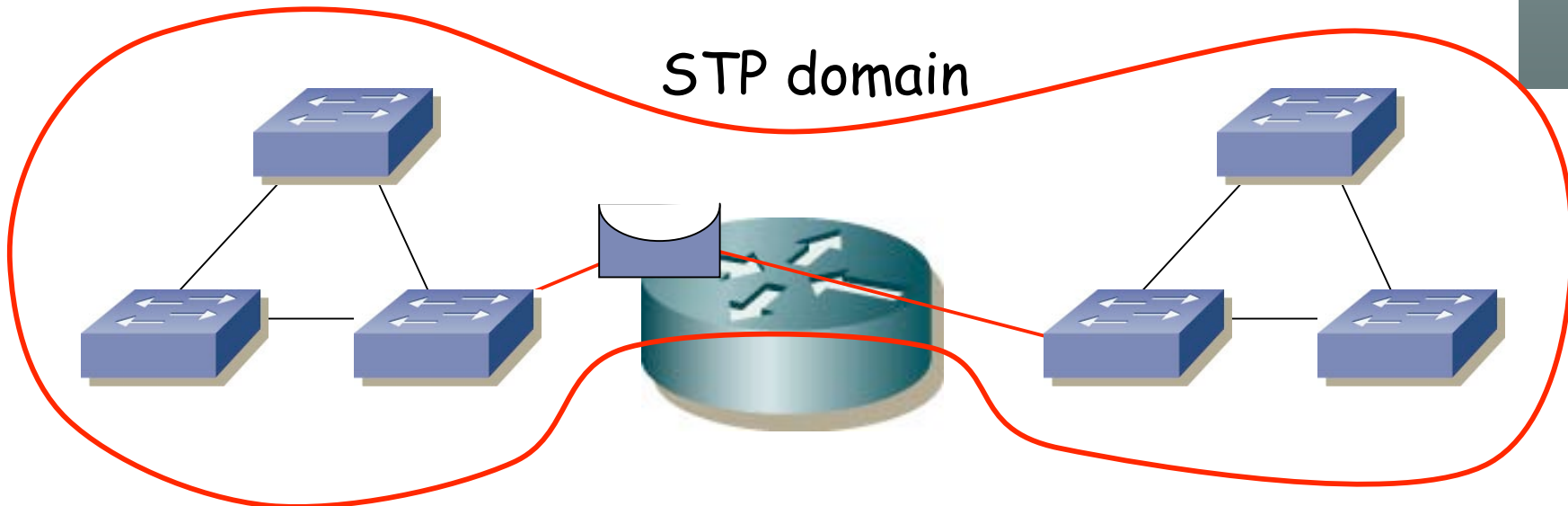
- Un router separa Bridged LANs





Routed vs Bridged

- Un router separa Bridged LANs
- Sin embargo, si puentes algún protocolo se unen





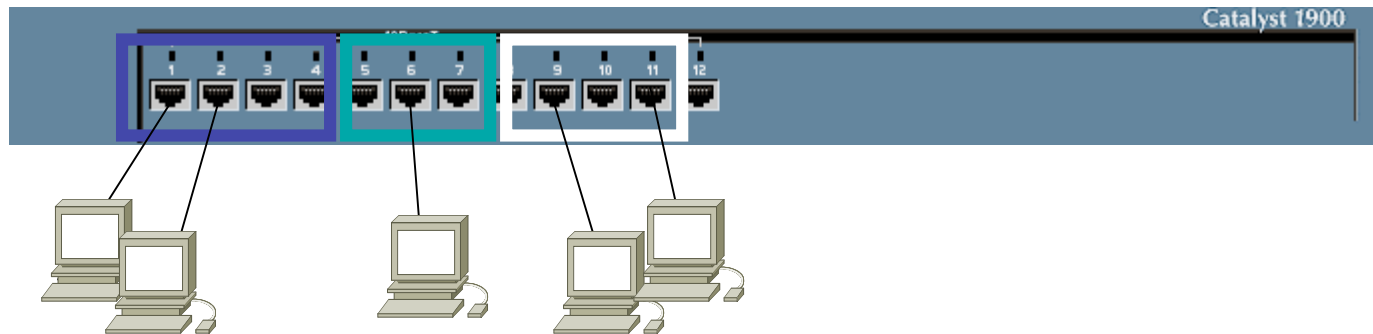
REDES DE BANDA ANCHA
Área de Ingeniería Telemática

VLANs



VLANs en un conmutador

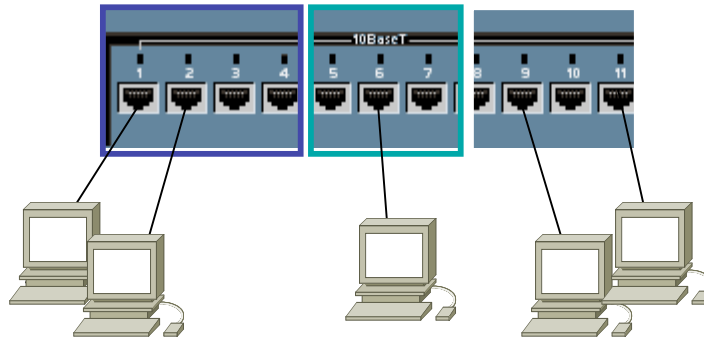
- Conmutador que se comporte como varios
- Crea diferentes dominios de broadcast
- Cada uno es una *Virtual Local Area Network*





VLANs en un conmutador

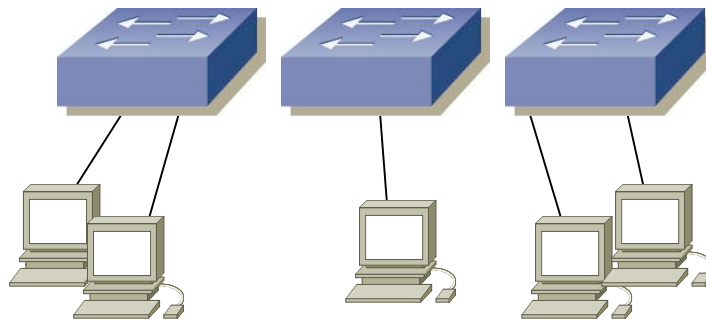
- Conmutador que se comporte como varios
- Crea diferentes dominios de broadcast
- Cada uno es una *Virtual Local Area Network*





VLANs en un conmutador

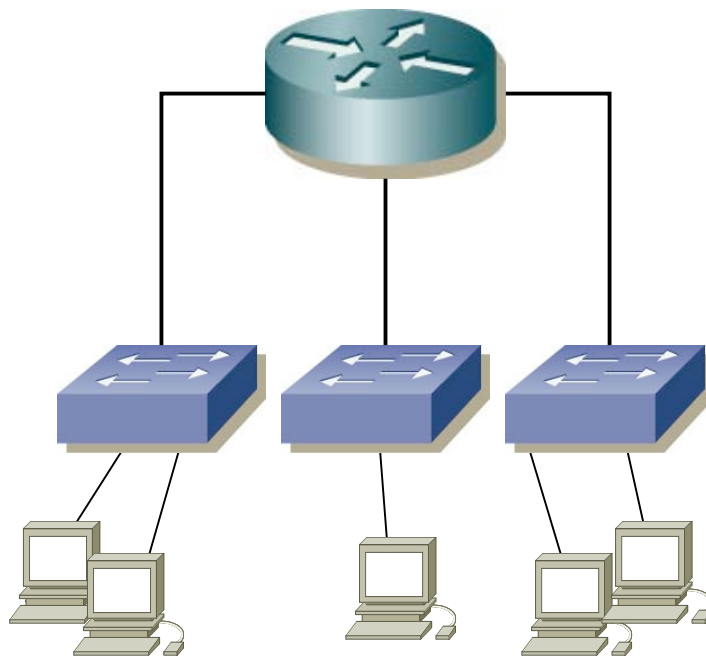
- Conmutador que se comporte como varios
- Crea diferentes dominios de broadcast
- Cada uno es una *Virtual Local Area Network*





¿Comunicación entre VLANs?

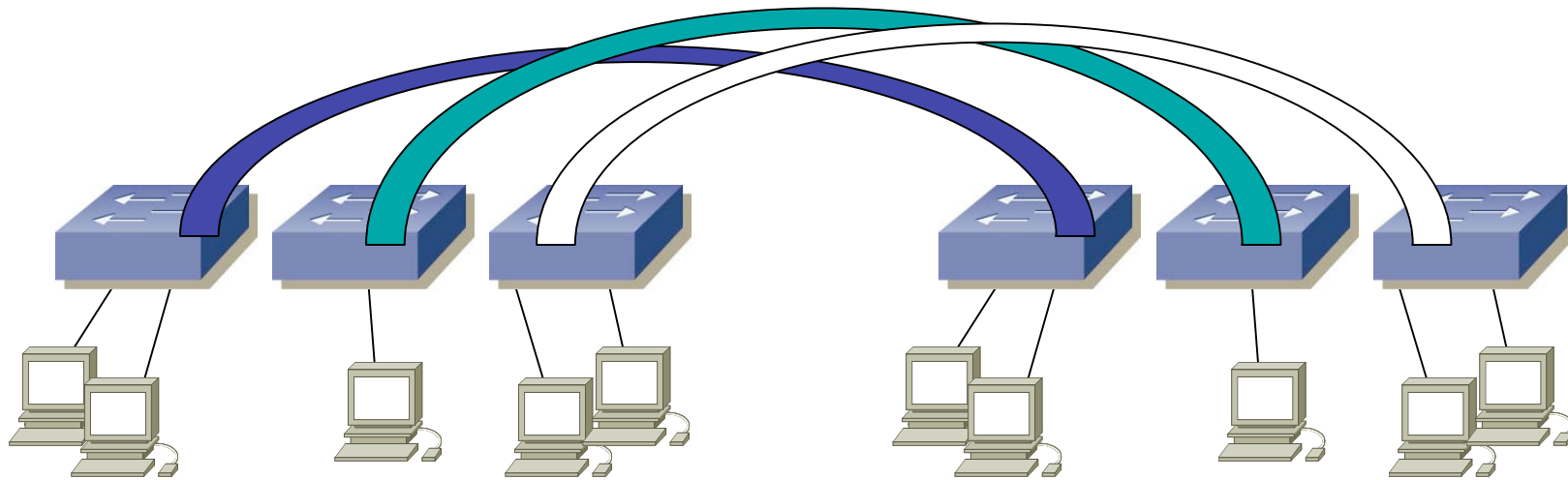
- Con Routers





VLANs entre conmutadores

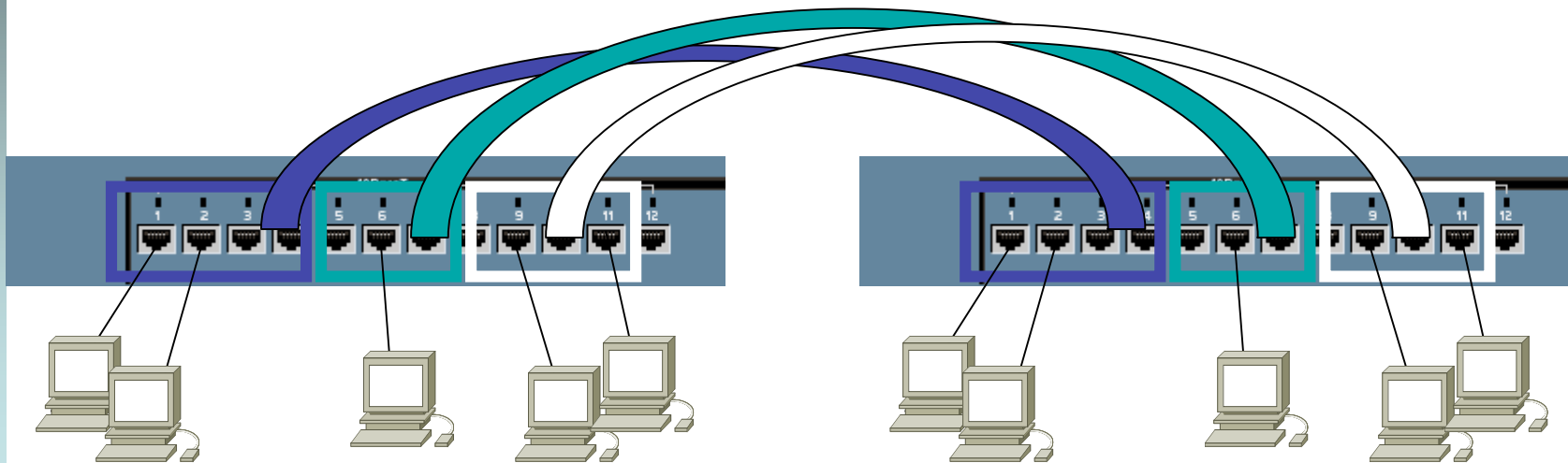
- ¿Podemos interconectar las VLANs de diferentes conmutadores? (...)





VLANs entre conmutadores

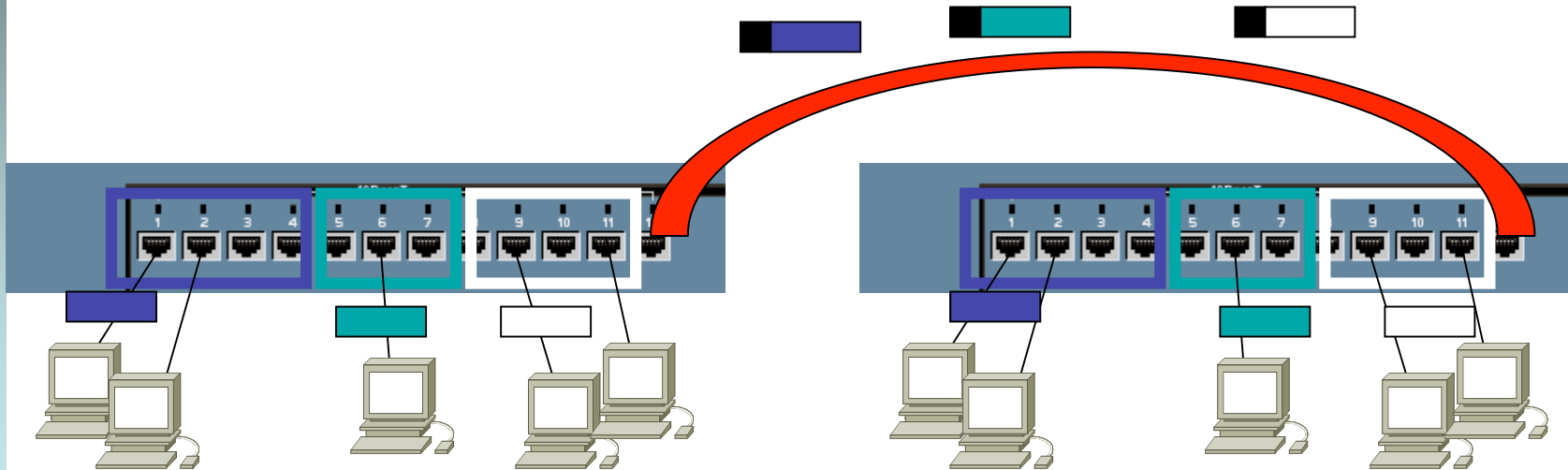
- ¿Podemos interconectar las VLANs de diferentes conmutadores? (...)





VLANs entre conmutador

- ¿Y con un solo enlace? (...)
- Encapsulado 802.1Q (... ..)





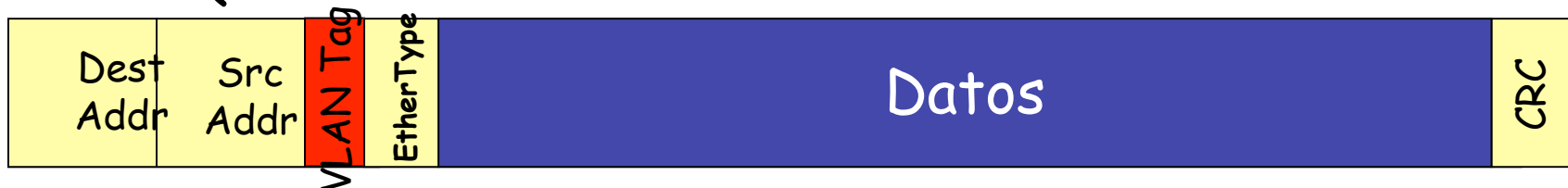
Trunking 802.1Q

- Un enlace 802.1Q emplea un etiquetado adicional
- *Tag* de 4 bytes
- Se recalcula el CRC

Ethernet



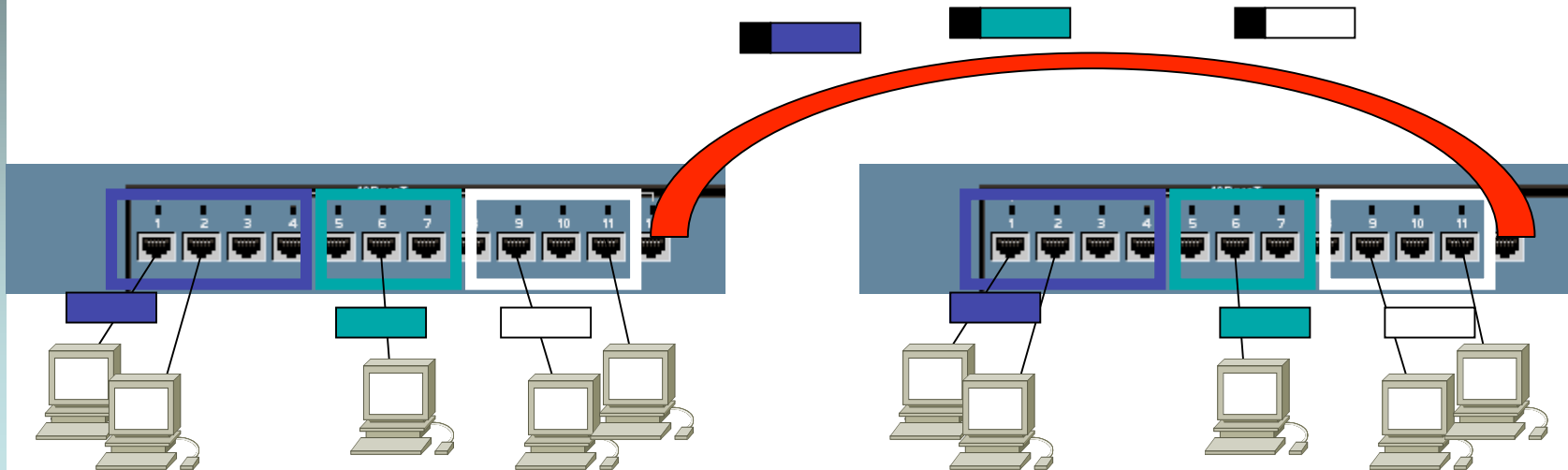
802.1Q





802.1Q Trunking

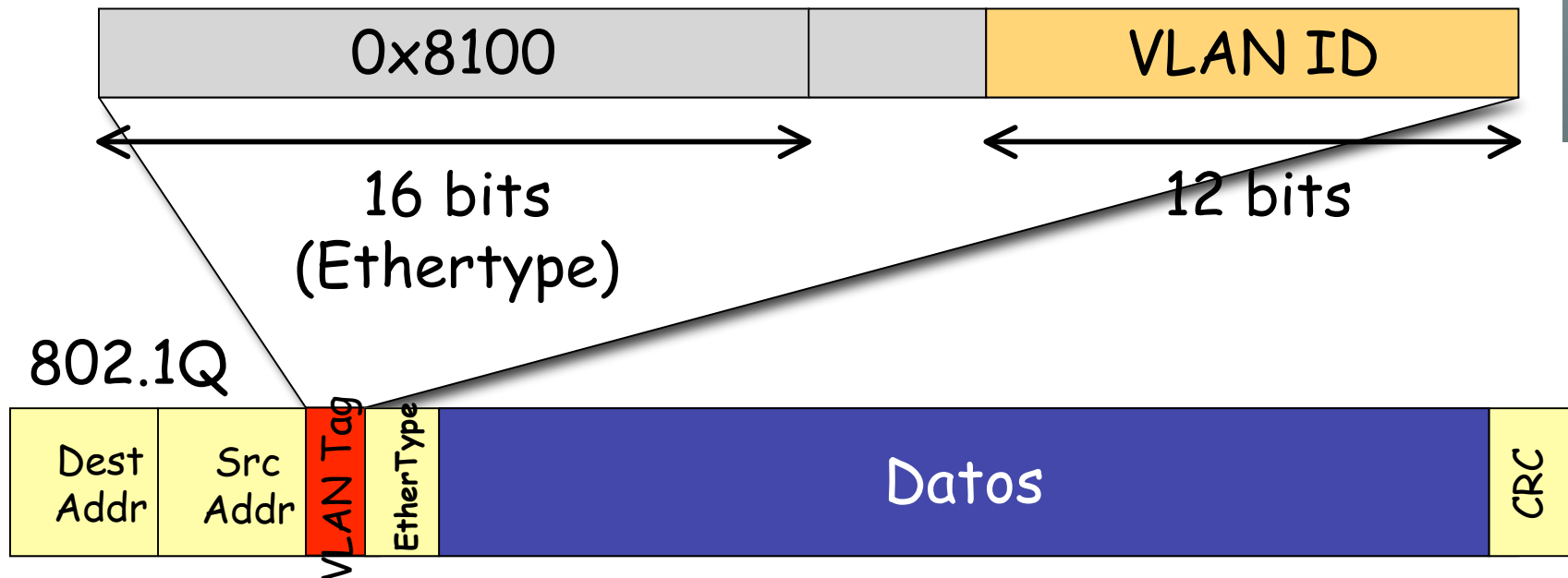
- Encapsulado 802.1Q
- En el enlace habrá una VLAN *nativa*
- Para esa VLAN no se emplea encapsulado
- Ambos extremos deben estar configurados con la misma VLAN nativa





Trunking 802.1Q

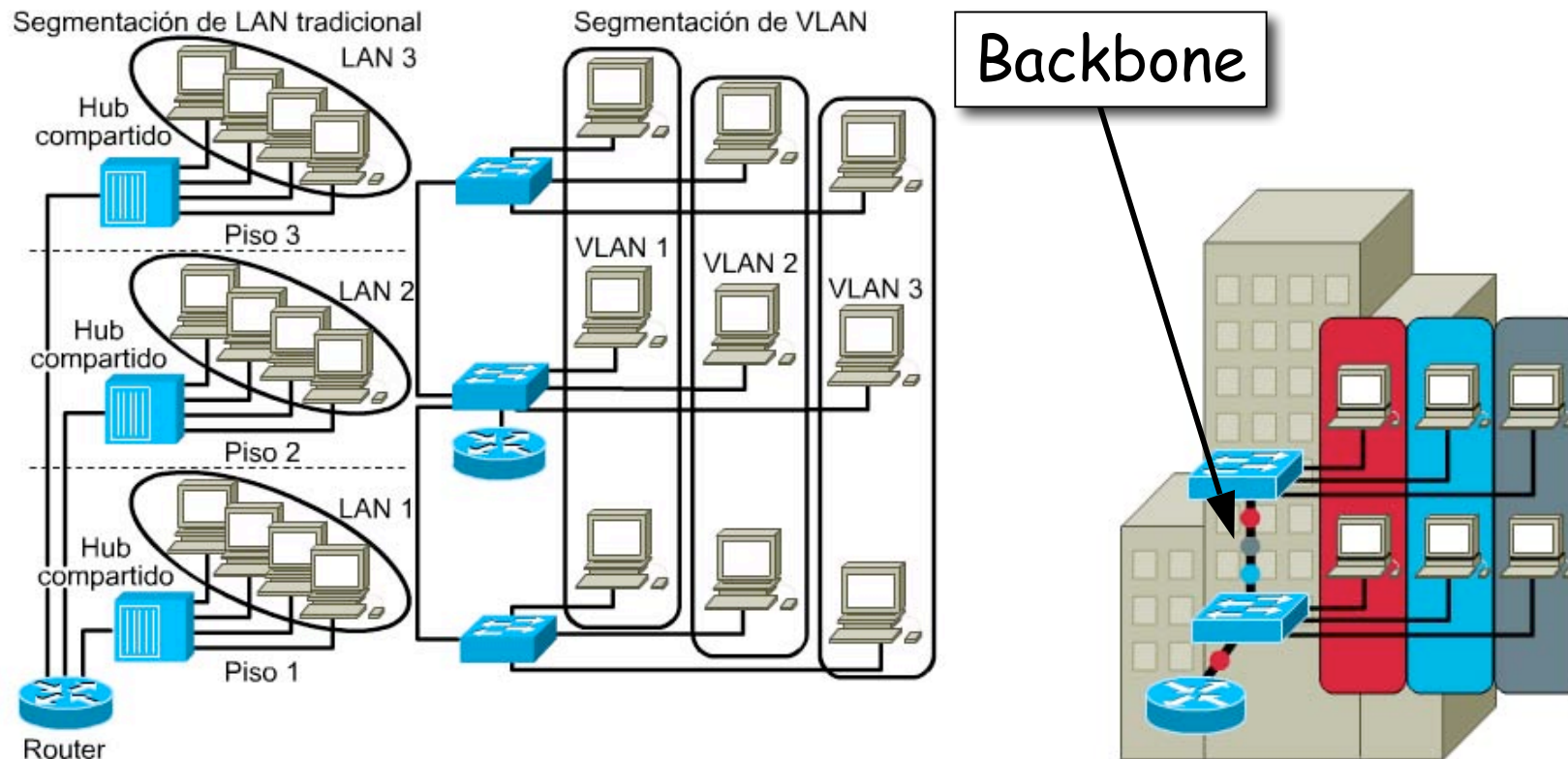
- VLAN-ID de 12 bits (1-4094)
- Manteniendo la MTU aumenta el tamaño máximo de la trama 1518 → 1522





Ventajas

- Agrupar usuarios por departamento, equipo, aplicación... independiente de la ubicación
- Eliminar los límites físicos
- Los routers suministran la comunicación entre las VLANs





Ventajas

- Movilidad (...)





Ventajas

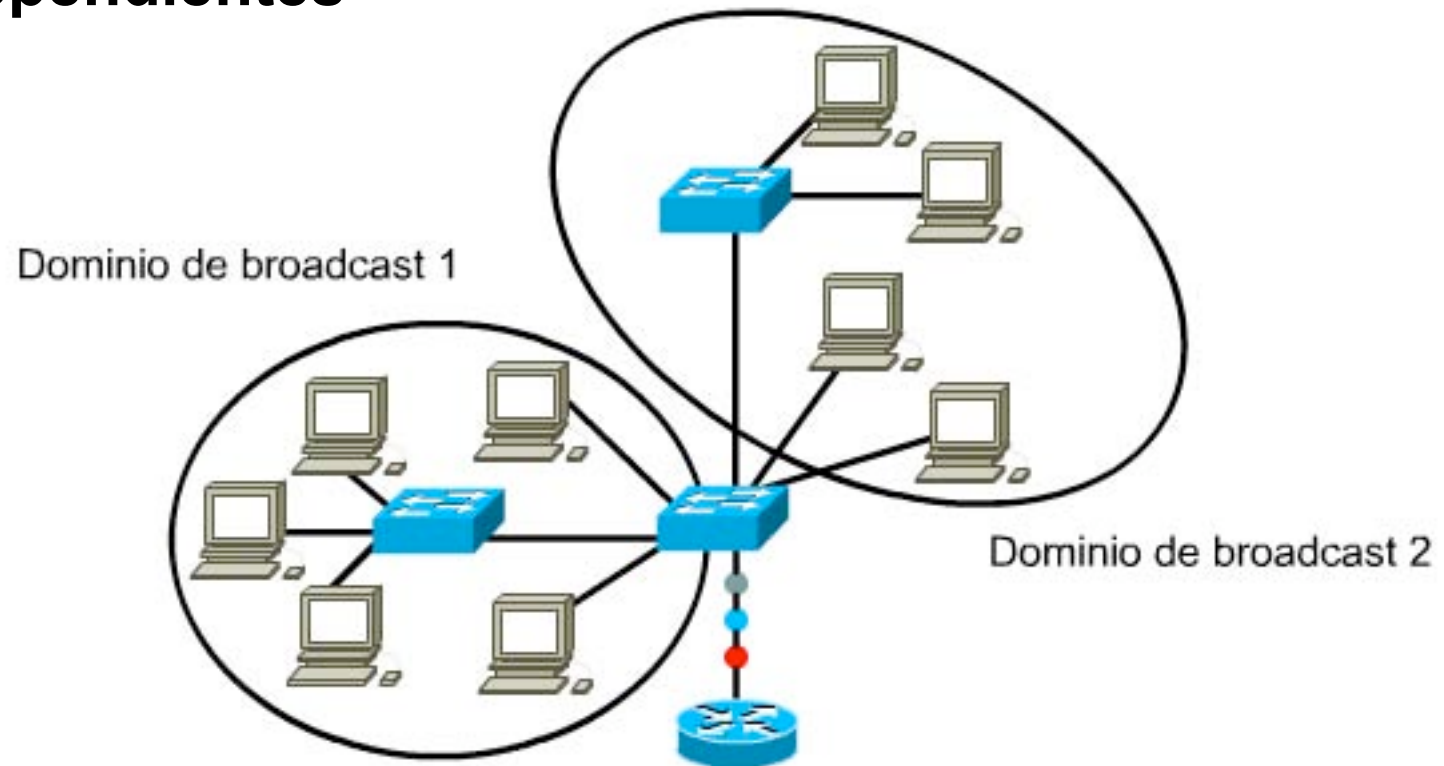
- Movilidad (...)





Ventajas

- Red plana: baja latencia y fácil de administrar
- Sin embargo el tráfico de broadcast crece con el número de hosts
- Las VLANs son **dominios de broadcast independientes**

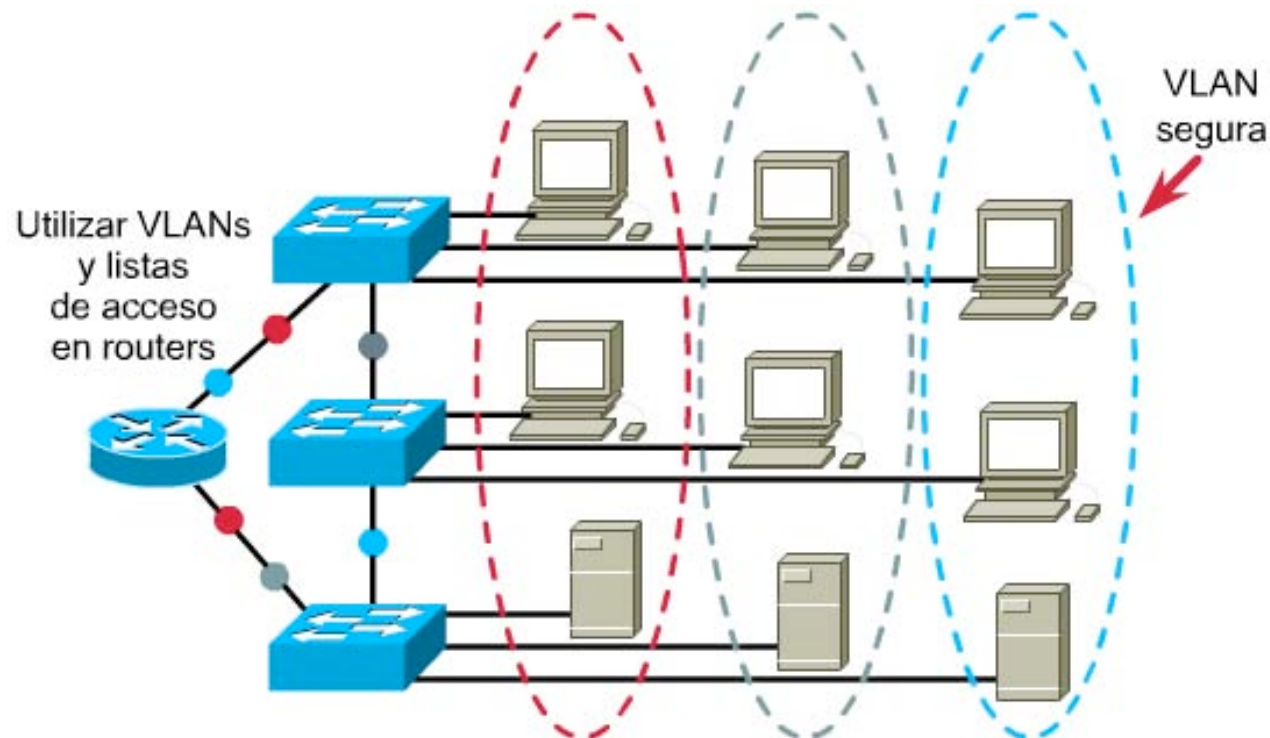




Ventajas

Seguridad

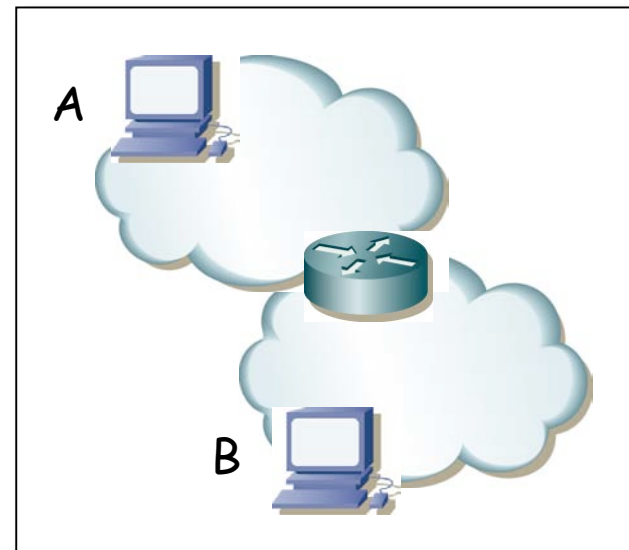
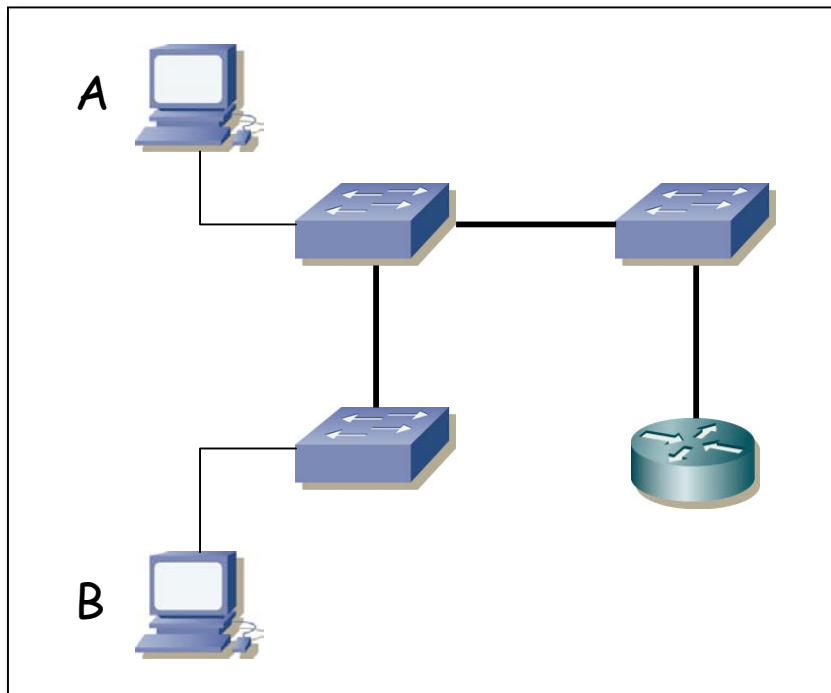
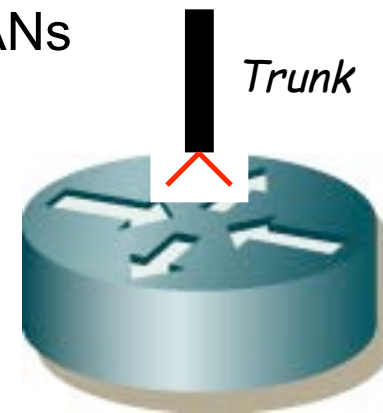
- Aplicaciones sensibles en una VLAN
- Controlar el acceso a la misma
- Puertos sin usar: en una VLAN separada
- El router puede controlar la comunicación entre VLANs





Ejemplo

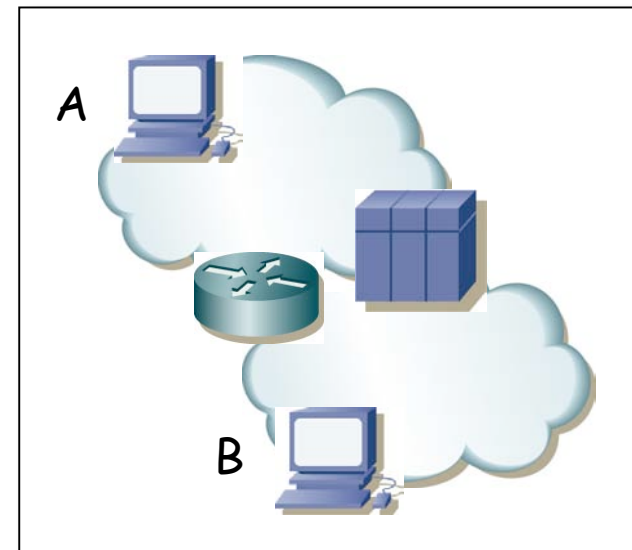
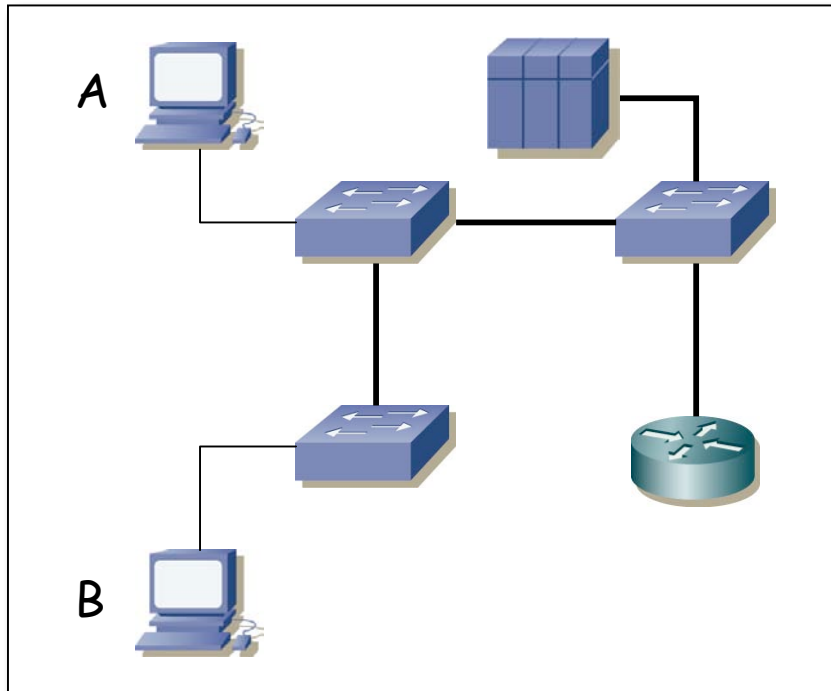
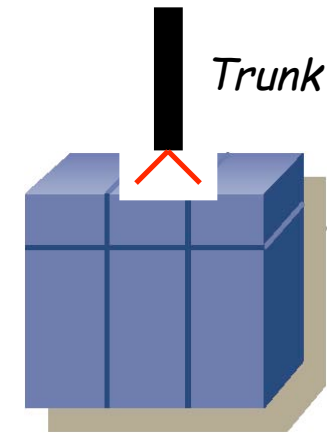
- 2 VLANs
- Enlace de *trunking* al router con ambas VLANs
- Router: 1 interfaz físico, 2 lógicos
- VLAN 1: PC A y Router
- VLAN 2: PC B y Router





Ejemplo

- Trunk a un servidor
- 1 interfaz físico, 2 interfaces lógicas
- El servidor en ambas VLANs





VLANs y STP

MSTP

- *Multiple Spanning Tree Protocol*
- Un árbol por VLAN o para un conjunto de VLANs (una *MSTI* = *Multiple Spanning Tree Instance*)
- Permite equilibrar el uso de los enlaces

