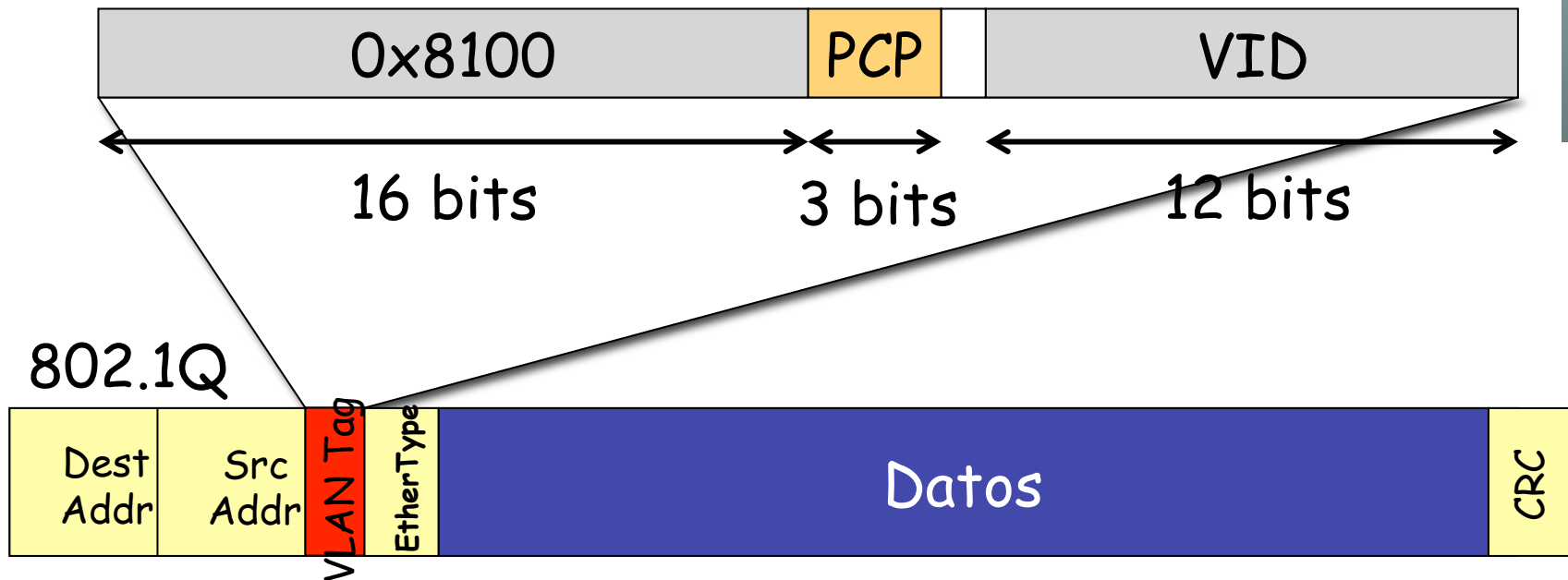


# Otros estándares y modificaciones de Ethernet

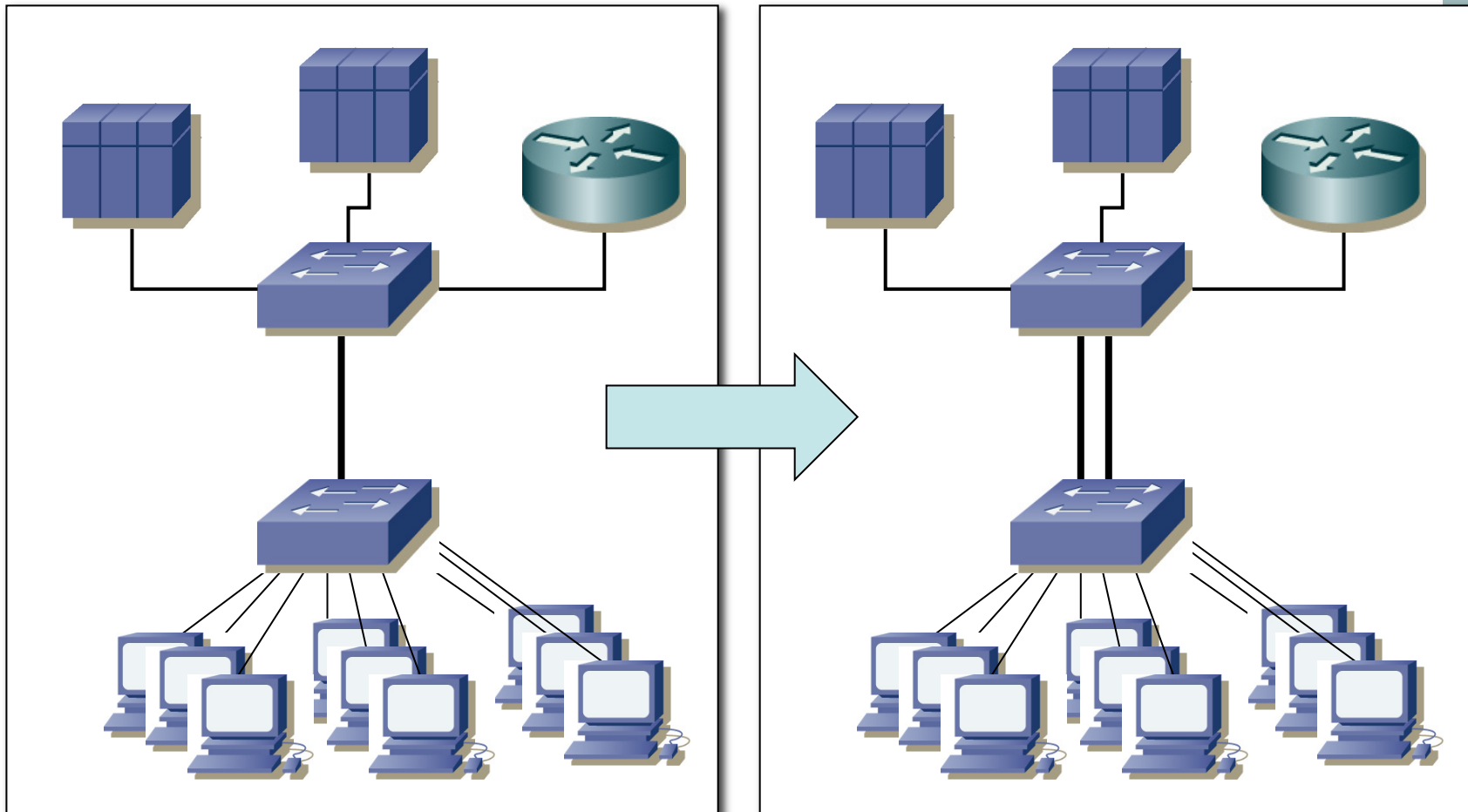
# Frame Priority

- IEEE 802.1p (ahora parte de 802.1D)
- Classes of Service (CoS)
- PCP = Priority Code Point
- Permite aplicar técnicas de planificación
- Si VID=0 solo se indica la prioridad



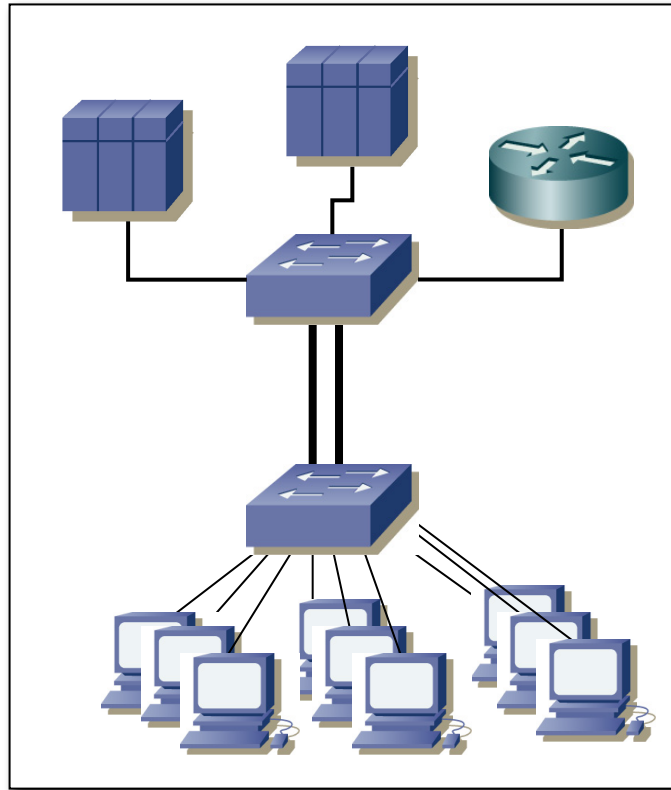
# Link Aggregation

- IEEE 802.3ad
- Ahora 802.1AX



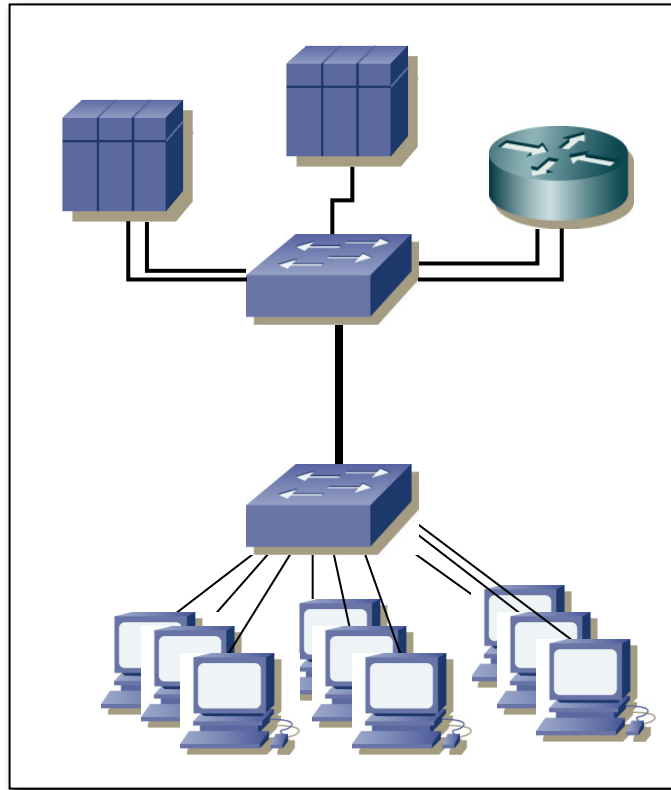
# Link Aggregation

- Tipos de agregación:
  - *Switch-to-switch*



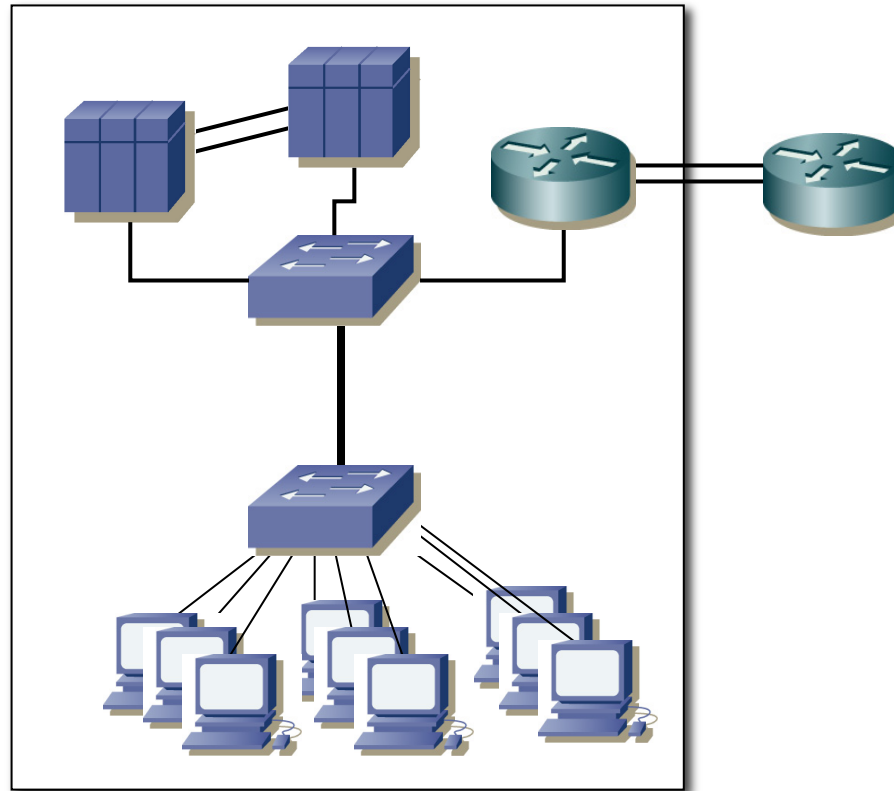
# Link Aggregation

- Tipos de agregación:
  - *Switch-to-station*



# Link Aggregation

- Tipos de agregación:
  - *Station-to-station*



# Link Aggregation

- Implementado entre el subnivel MAC y el LLC
- Los enlaces se agregan en Grupos
- El agregado: como un solo interfaz
- Conversación: tramas de la misma MAC→MAC y prioridad
- Mantiene el orden de las tramas de la misma conversación
- ¿Cómo? (...)

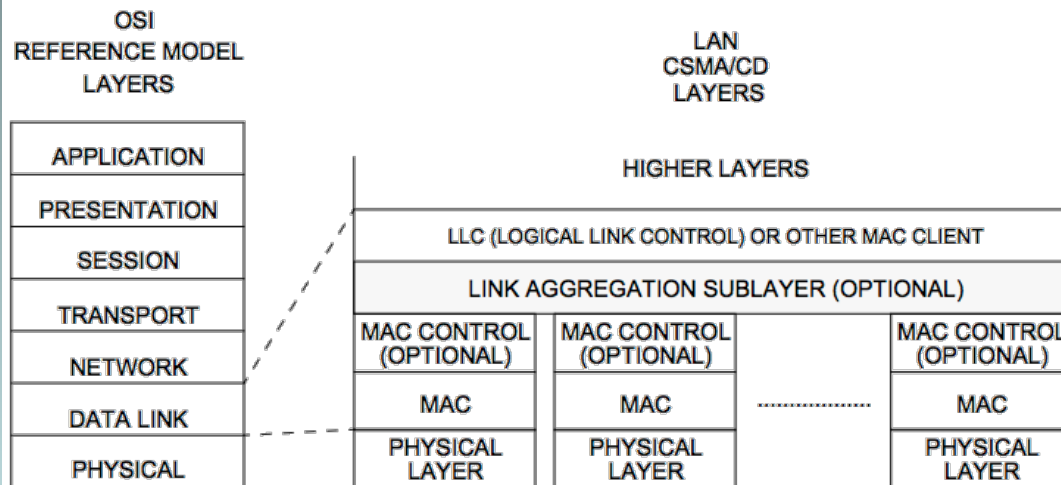
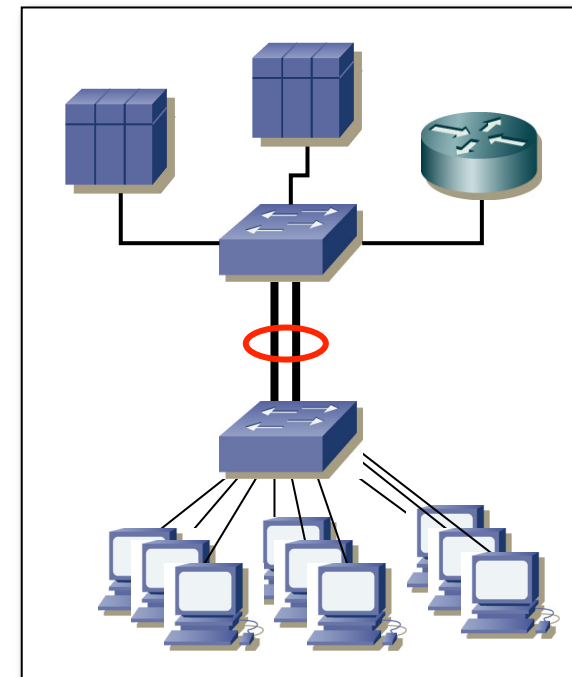


Figure 5-2—Architectural positioning of Link Aggregation sublayer  
 IEEE 802.1AX



# Link Aggregation

- Implementado entre el subnivel MAC y el LLC
- Los enlaces se agregan en Grupos
- El agregado: como un solo interfaz
- Conversación: tramas de la misma MAC→MAC y prioridad
- Mantiene el orden de las tramas de la misma conversación
- ¿Cómo? Mandándolas siempre por el mismo enlace del grupo

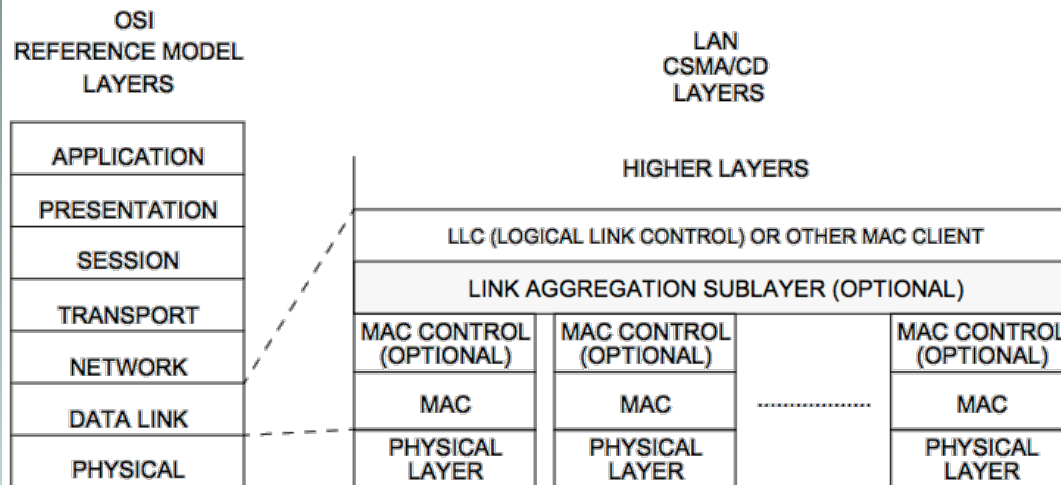
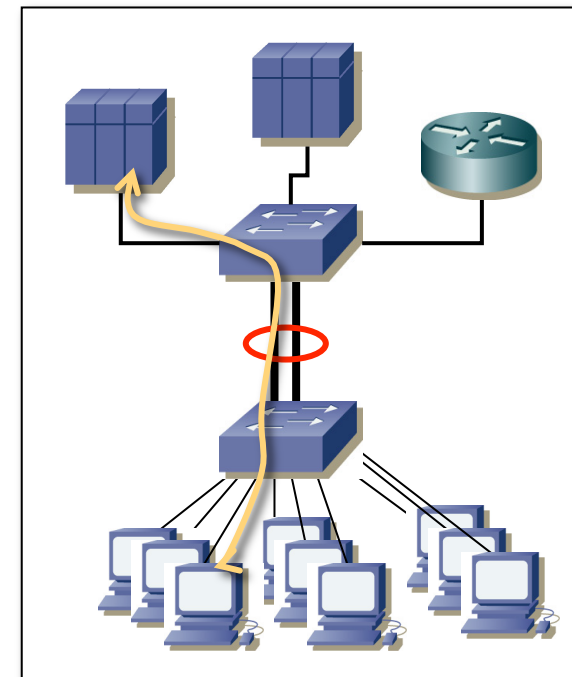


Figure 5-2—Architectural positioning of Link Aggregation sublayer

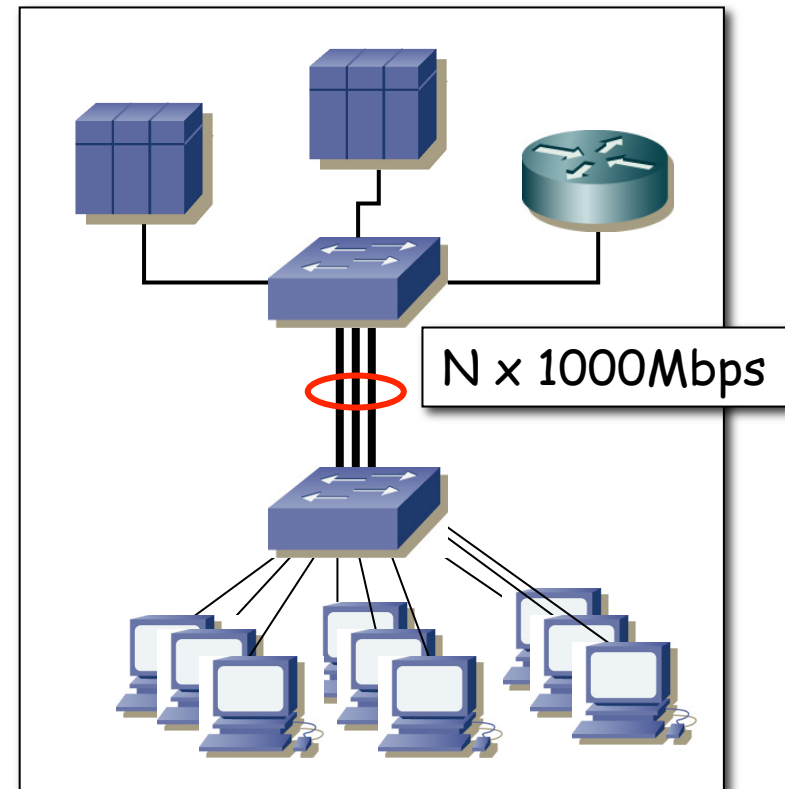
IEEE 802.1AX





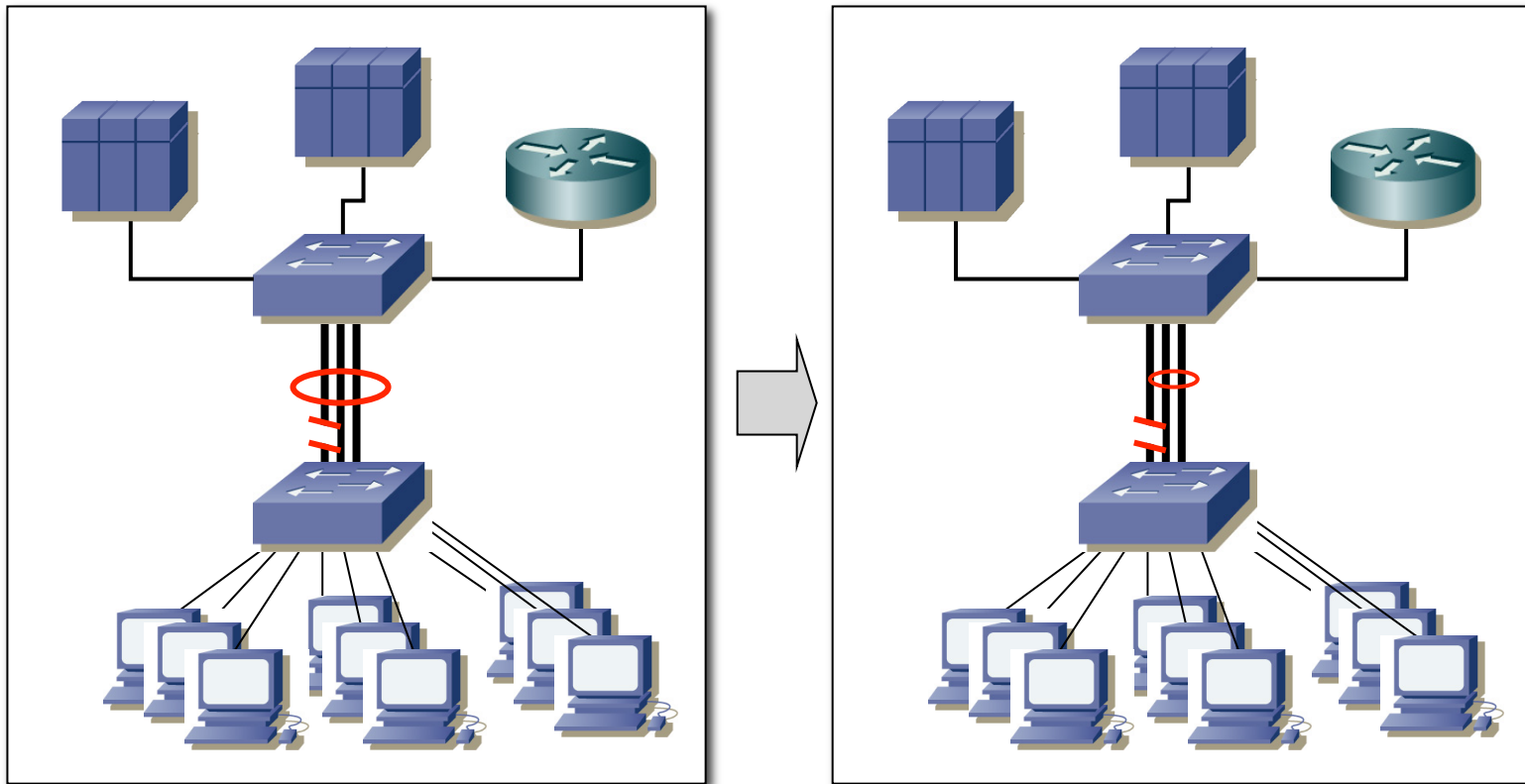
# Link Aggregation

Mayor ancho de banda



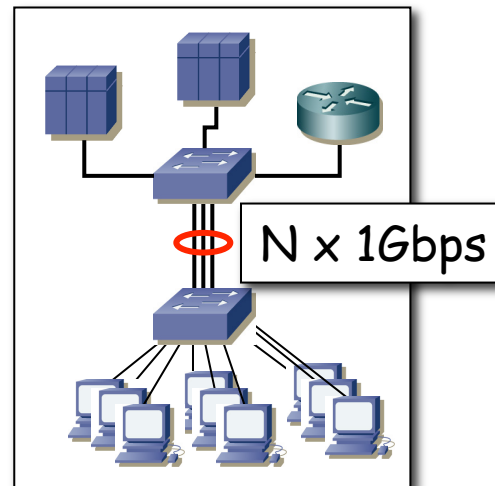
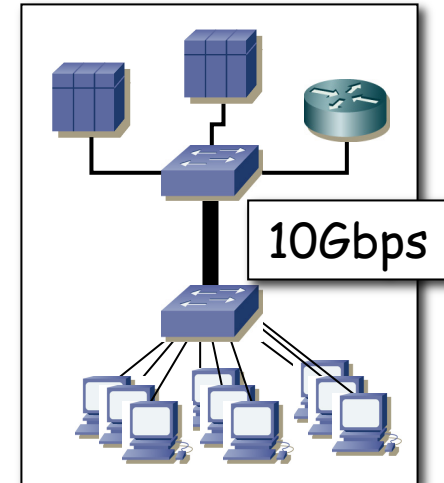
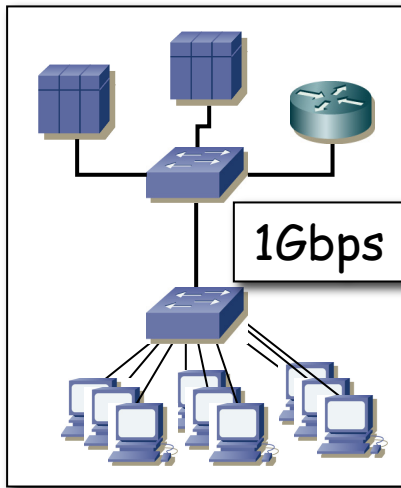
# Link Aggregation

## Mayor disponibilidad



# Link Aggregation

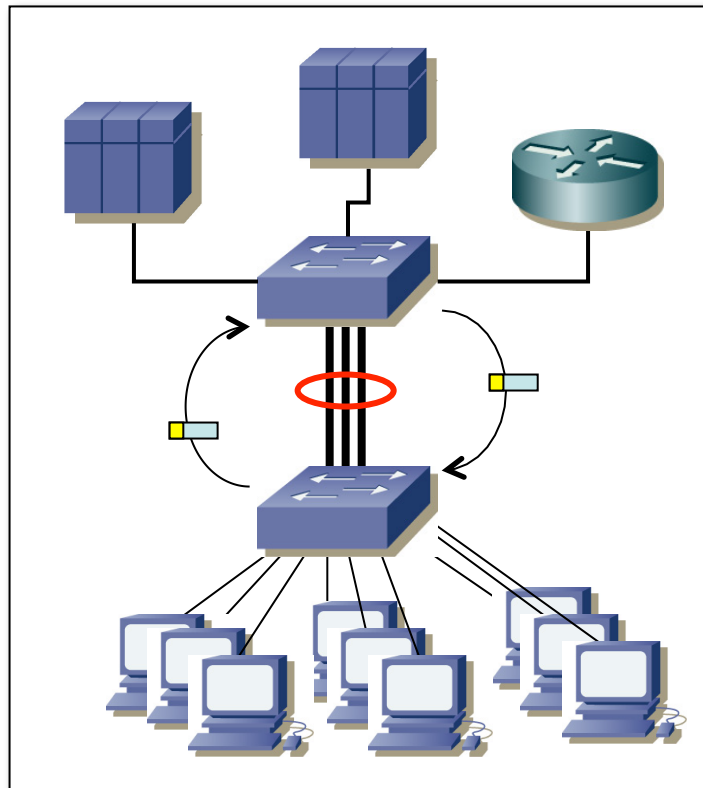
## Mayor granularidad



# Link Aggregation

## Configuración automática

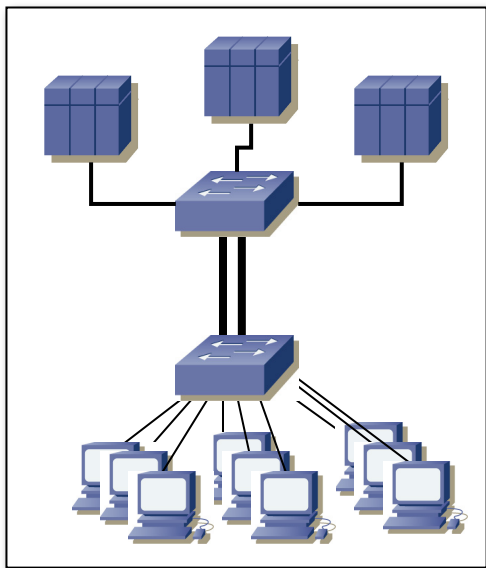
- Link Aggregation Control Protocol (LACP)
- Rápida reconfiguración (<1seg)



# Link Aggregation

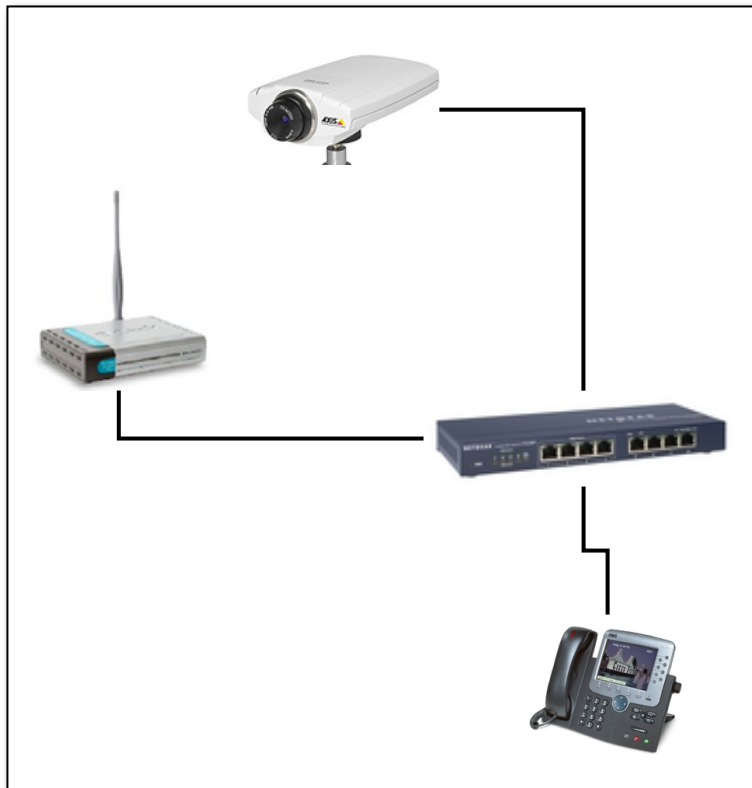
## Limitaciones:

- No más de 2 extremos
- Solo 802.3 (ej. no FDDI)
- No soporta enlaces half-duplex
- No puede agregar enlaces de diferentes velocidades
- Si la conversación es directamente  $A \rightarrow B$  no puede repartir el flujo en más de un enlace (salvo con información de niveles superiores)

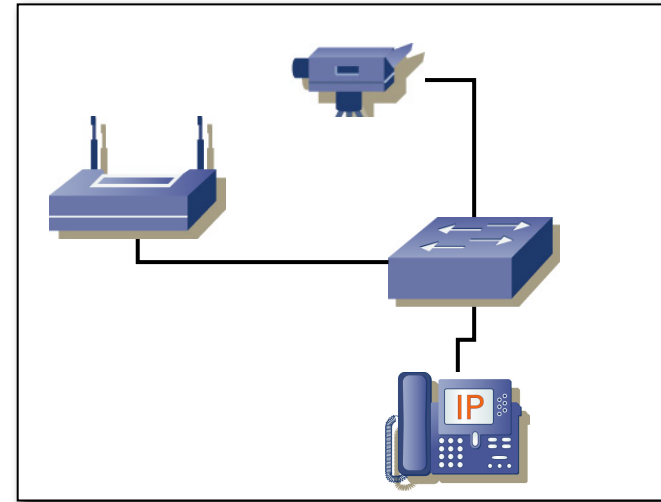


# Power over Ethernet (PoE)

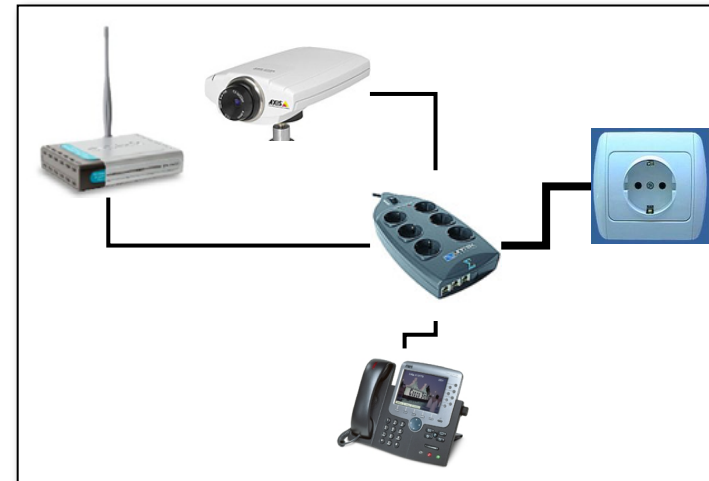
- IEEE 802.3af (cláusula 33 de 802.3-2005)
- Además de datos, corriente sobre cable Cat.3 ó 5 (15.4 W)
- PoE+ (802.3at) (30W)



=



+



# 802.3x

- Flow-control en el nivel de enlace
- Para enlaces full-duplex
- Cuando receptor cerca de saturación de buffer
- Envía trama Ethernet PAUSE que indica al otra extremo que detenga toda transmisión
- Son tramas de control MAC (Ethertype 0x8808)
- Emplea un campo de 2 bytes para indicar el tiempo de pausa
- Una unidad de pausa es el tiempo de transmisión de 512 bits
- Tramas enviadas a MAC multicast reservada (01:80:C2:00:00:01) que no son reenviadas

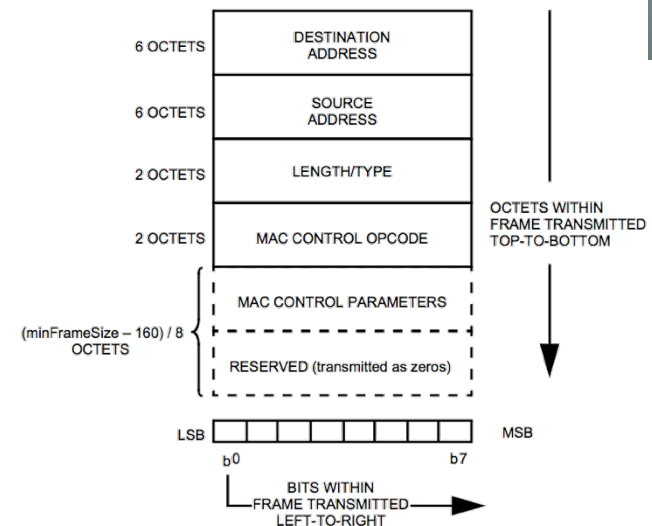
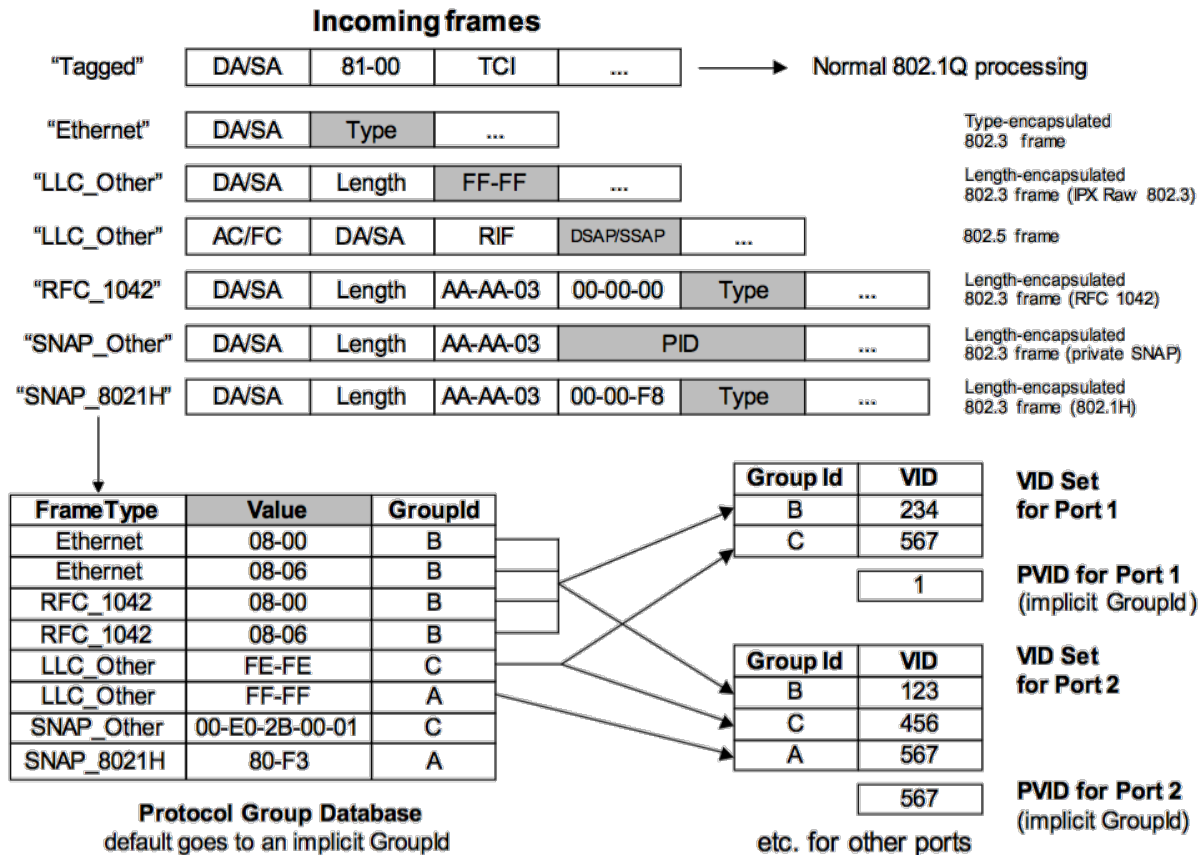


Figure 31-3—MAC Control frame format

# 802.1v

- Modificación a 802.1Q (ya es parte de él)
- Se permite etiquetar tramas entrantes en base a Puerto y “Protocolo”
  - “Protocolo” = tipo de encapsulado (Ethernet, RFC\_1042, SNAP\_8021H, etc)
  - Un segmento puede tener varias VLANs empleando encapsulado nativo (no 802.1Q o solo para prioridad con VID=0) distinguidas en base al “protocolo”





# GARP (802.1D-2004)

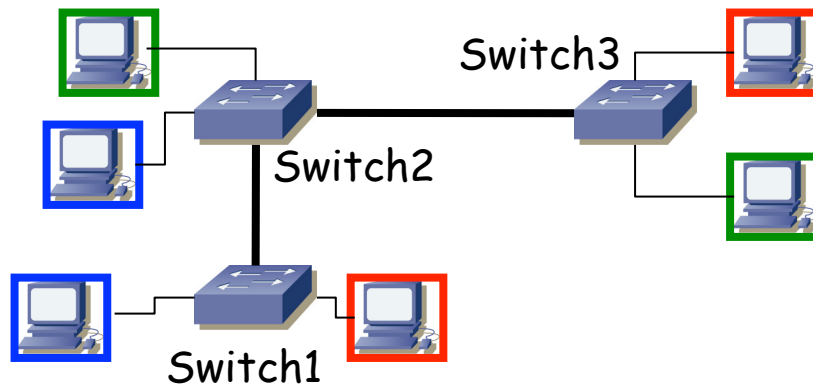
- Generic Attribute Registration Protocol
- Permite a los participantes registrar atributos en otros participantes en la Bridged LAN
- Los puentes distribuyen estos registros
- Los participantes pueden comprobar el estado de registros en un dispositivo
- Emplea LLC Type 1
- Se han reservado direcciones MAC 01:80:C2:00:00:20 hasta 01:80:C2:00:00:2F para diferentes aplicaciones GARP que se vayan definiendo
- El puente que implemente esas aplicaciones no reenviará directamente esas tramas sino que las procesará
- El puente que no las implemente las reenviará como cualquier otra trama multicast
- GMRP usa 01:80:C2:00:00:20
- GVRP usa 01:80:C2:00:00:21

# GMRP

- GMRP = GARP Multicast Registration Protocol
- GMRP ofrece mecanismos para que los hosts y puentes registren que desean recibir un flujo multicast
- Empleando estos registros y filtrado se limita el multicast a los segmentos que llevan a máquinas que han mostrado interés
- Los grupos son abiertos = cualquiera puede enviar a él
- Hosts pueden acceder a esta info de registro y si son fuente del grupo decidir no enviar si no hay destinatarios declarados (*source pruning*)

# GVRP

- GARP VLAN Registration Protocol
- Permite registrar de forma dinámica que por un puerto se puede alcanzar a hosts de una VLAN
- Dispositivos que soportan GVRP pueden conocer las VLANs que tienen miembros y a través de qué puertos se les alcanza
- Permite que un switch conozca la existencia de una VLAN y conmute tramas de la misma sin necesidad de crear esa VLAN en el switch ni asignar puertos manualmente
- Ejemplo 1: Switch 2 aprende mediante GVRP la existencia de la VLAN roja y sus puertos a Switch 1 y 3 reenviarán sus tramas
- Ejemplo 2: Switch 1 no tiene hosts de VLAN verde. Switch 2 no necesita reenviarle *floodings* a esa VLAN (broadcast o búsqueda de host)

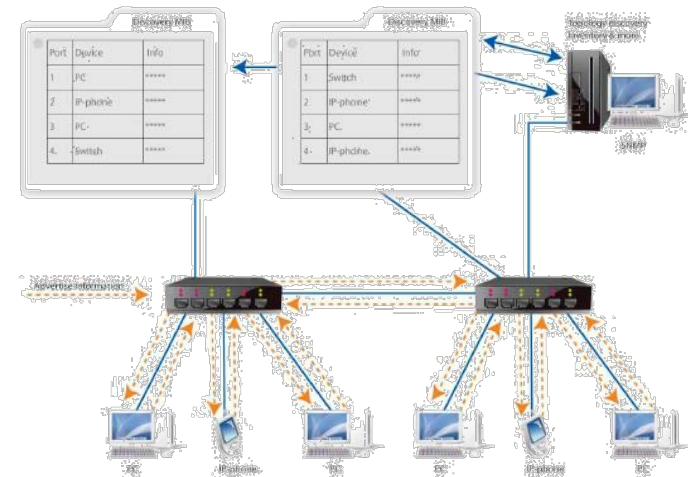


# 802.1ak-2007

- Modifica a 802.1Q-2005
- Para escenarios MAN/WAN
- Reemplaza GARP y sus aplicaciones
- En redes grandes GVRP y GMRP tardan demasiado en recuperación ante fallos
- MRP (Multiple Registration Protocol) sustituye a GARP
- MVRP (Multiple VLAN Registration Protocol) sustituye a GVRP
- MMRP (Multiple MAC Registration Protocol) sustituye a GMRP

# LLDP

- Link Layer Discovery Protocol
- 802.1ab Station and Media Access Control Connectivity Discovery
- Equipos implementan un agente
- Permite anunciar a vecinos en la LAN
  - Un identificador de equipo (chassis) y de puerto
  - Nombre y descripción del equipo
  - Capacidades del equipo (incluido por ejemplo si es un host, un puente, un router...)
  - Dirección para gestionarlo
  - VLAN del puerto y su nombre
  - Estado de negociación de duplex, velocidad y agregación de enlaces
  - Si ofrece alimentación
  - Máximo tamaño de trama
- Existían soluciones propietarias (ej: CDP)
- Protocolo de nivel de enlace



# LLDP

- One way: se envía y/o se recibe pero no hay forma de solicitar la información
- Envía periódicamente o cuando se producen cambios de estado
- Equipos almacenan esta información de vecinos en una MIB
- Se envía a MAC multicast reservada que no es reenviada por puentes (01:80:C2:00:00:0E)
- Ethertype 0x88CC

# Shared vs Independent VLAN Learning

- Lo que hemos visto hasta ahora es *Independent VLAN Learning (IVL)*: lo que el switch aprende de una VLAN no lo aplica para otras
- *Shared VLAN Learning (SVL)*: información sobre direcciones aprendida de una VLAN se comparte con las otras
- O una solución intermedia en la que las VLANs se organizan en subconjuntos que comparten información internamente
- Un conjunto de VLANs que comparten información comparten un FID (Filtering Identifier)
- Para una pareja (MAC,FID) solo puede haber una entrada en la base de datos

| MAC | FID | Port |
|-----|-----|------|
|     |     |      |
|     |     |      |
|     |     |      |

- Ejemplo de escenario donde sirve esto (...)

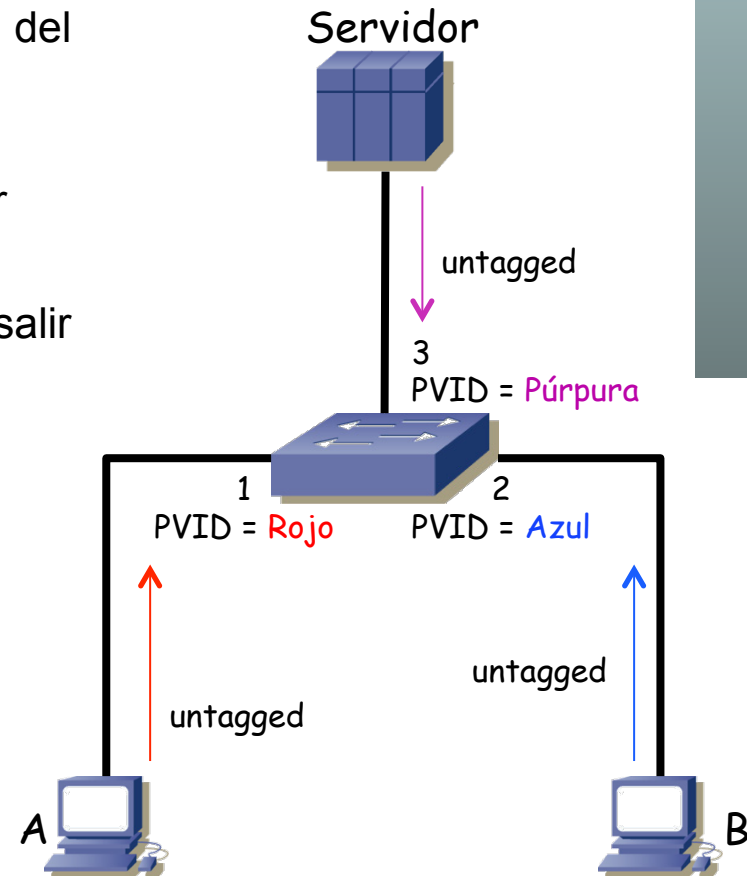
# Asymmetric VLAN

## Ejemplo (801.Q-2005 Anexo B.1.3)

- Queremos que tanto A como B se comuniquen con el servidor pero no entre ellos (PVIDs en la figura)
- Cliente A transmite (untagged) por Puerto 1 que aprende su MAC en VLAN Roja
- Idem B por la Azul (puerto 2) y Servidor por la Púrpura (puerto 3)
- Los puertos pertenecen solo al member set del PVID asignado a los mismos
- Aprendizaje Independiente (IVL)
- Supongamos que A transmite hacia el servidor
- La trama pertenece a la VLAN Roja (PVID)
- Solo el puerto 1 pertenece a ella, solo puede salir por ahí
- La trama no llegará al servidor
- Pero (...)

| Filtering Database |                |      |
|--------------------|----------------|------|
| MAC                | FID            | Port |
| A                  | F <sub>1</sub> | 1    |
| B                  | F <sub>2</sub> | 2    |
| Servidor           | F <sub>3</sub> | 3    |

| Member sets |       |
|-------------|-------|
| VLAN        | Ports |
| Roja        | 1     |
| Azul        | 2     |
| Púrpura     | 3     |





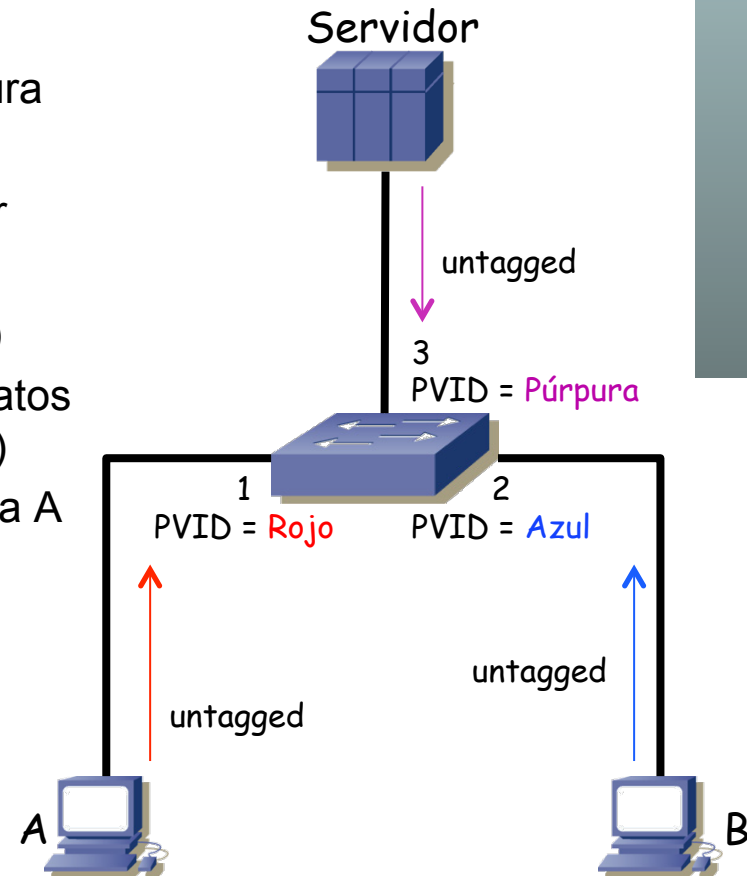
# Asymmetric VLAN

## Ejemplo (801.Q-2005 Anexo B.1.3)

- Queremos que tanto A como B se comuniquen con el servidor pero no entre ellos (PVIDs en la figura)
- Cliente A transmite (untagged) por Puerto 1 que aprende su MAC en VLAN Roja
- Idem B por la Azul (puerto 2) y Servidor por la Púrpura (puerto 3)
- Los puertos 1 y 3 pertenecen a la VLAN Roja
- Los puertos 1 y 3 pertenecen a la VLAN Púrpura
- VLANs Roja y Púrpura comparten FID
- Supongamos que A transmite hacia el servidor
- La trama pertenece a la VLAN Roja (PVID)
- Puertos 1 y 3 en el set de VLAN Roja (válidos)
- FID de la VLAN Roja ( $F_4$ ) en la base de datos indica que por el puerto 3 está el Servidor (Ok)
- Servidor → A ok y B sigue bloqueado en envío a A
- Pero tampoco funciona B ↔ Servidor (...)

| Filtering Database |       |      |
|--------------------|-------|------|
| MAC                | FID   | Port |
| A                  | $F_4$ | 1    |
| B                  | $F_2$ | 2    |
| Servidor           | $F_4$ | 3    |

| Member sets |       |
|-------------|-------|
| VLAN        | Ports |
| Roja        | 1, 3  |
| Azul        | 2     |
| Púrpura     | 1, 3  |



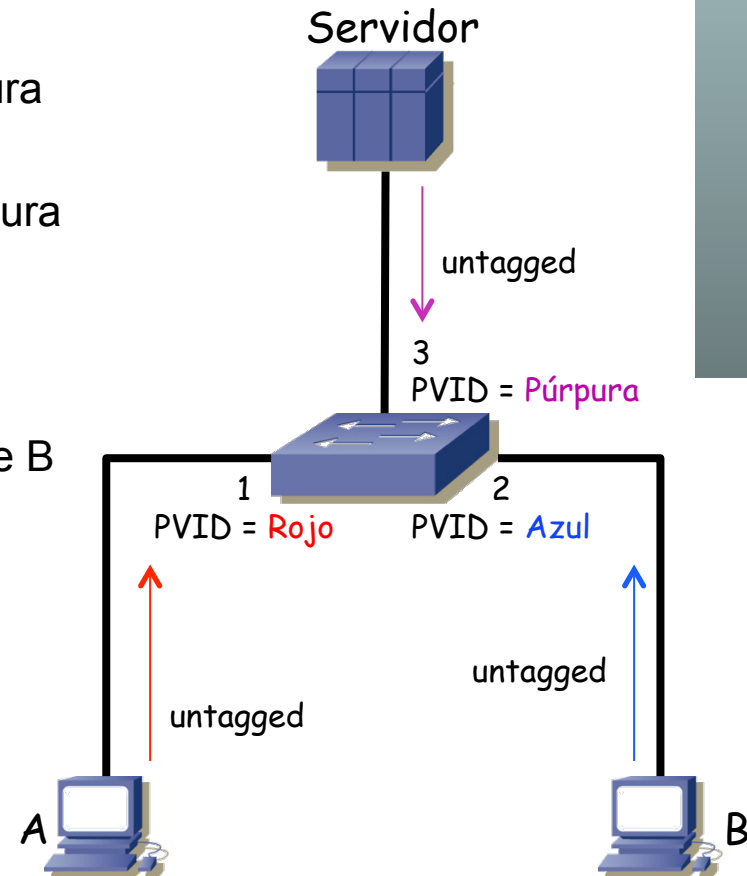
# Asymmetric VLAN

## Ejemplo (801.Q-2005 Anexo B.1.3)

- Queremos que tanto A como B se comuniquen con el servidor pero no entre ellos (PVIDs en la figura)
- Cliente A transmite (untagged) por Puerto 1 que aprende su MAC en VLAN Roja
- Idem B por la Azul (puerto 2) y Servidor por la Púrpura (puerto 3)
- Los puertos 1 y 3 pertenecen a la VLAN Roja
- Los puertos 1 y 3 pertenecen a la VLAN Púrpura
- Los puertos 2 y 3 pertenecen a la VLAN Azul
- El puerto 2 pertenece también a la VLAN Púrpura
- VLANs Azul, Roja y Púrpura comparten FID
- Tramas del servidor pueden salir por 1 y/o 2
- Si va a A saldrá por 1, si va a B por 2
- Tramas desde A al servidor llegan, idem desde B
- Tramas A ↔ B no llegan
- (...)

| Filtering Database |                |      |
|--------------------|----------------|------|
| MAC                | FID            | Port |
| A                  | F <sub>5</sub> | 1    |
| B                  | F <sub>5</sub> | 2    |
| Servidor           | F <sub>5</sub> | 3    |

| Member sets |         |
|-------------|---------|
| VLAN        | Ports   |
| Roja        | 1, 3    |
| Azul        | 2, 3    |
| Púrpura     | 1, 2, 3 |



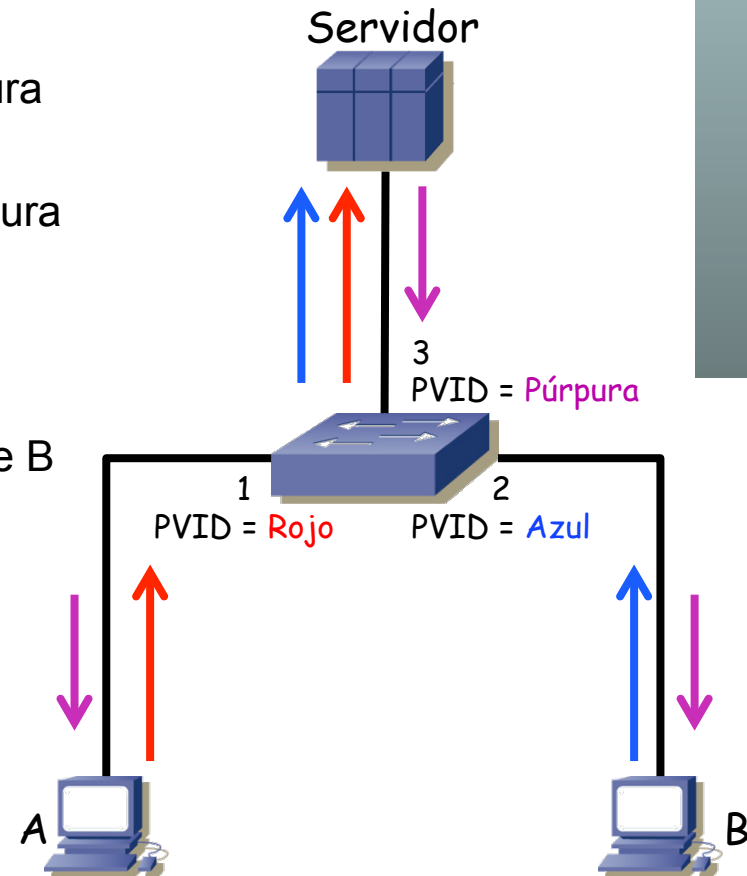
# Asymmetric VLAN

## Ejemplo (801.Q-2005 Anexo B.1.3)

- Queremos que tanto A como B se comuniquen con el servidor pero no entre ellos (PVIDs en la figura)
- Cliente A transmite (untagged) por Puerto 1 que aprende su MAC en VLAN Roja
- Idem B por la Azul (puerto 2) y Servidor por la Púrpura (puerto 3)
- Los puertos 1 y 3 pertenecen a la VLAN Roja
- Los puertos 1 y 3 pertenecen a la VLAN Púrpura
- Los puertos 2 y 3 pertenecen a la VLAN Azul
- El puerto 2 pertenece también a la VLAN Púrpura
- VLANs Azul, Roja y Púrpura comparten FID
- Tramas del servidor pueden salir por 1 y/o 2
- Si va a A saldrá por 1, si va a B por 2
- Tramas desde A al servidor llegan, idem desde B
- Tramas A ↔ B no llegan
- (...)

| Filtering Database |                |      |
|--------------------|----------------|------|
| MAC                | FID            | Port |
| A                  | F <sub>5</sub> | 1    |
| B                  | F <sub>5</sub> | 2    |
| Servidor           | F <sub>5</sub> | 3    |

| Member sets |         |
|-------------|---------|
| VLAN        | Ports   |
| Roja        | 1, 3    |
| Azul        | 2, 3    |
| Púrpura     | 1, 2, 3 |



# Resumen

- (R)STP
- RSTP y VLANs
- Prioridades (802.1p)
- Agregación de enlaces (802.1ad)
- PoE (802.3af)
- 802.3x
- GARP/GMRP/GVRP
- MRP/MMRP/MVRP