

Switch Layer 2/3 (Multilayer Switch)

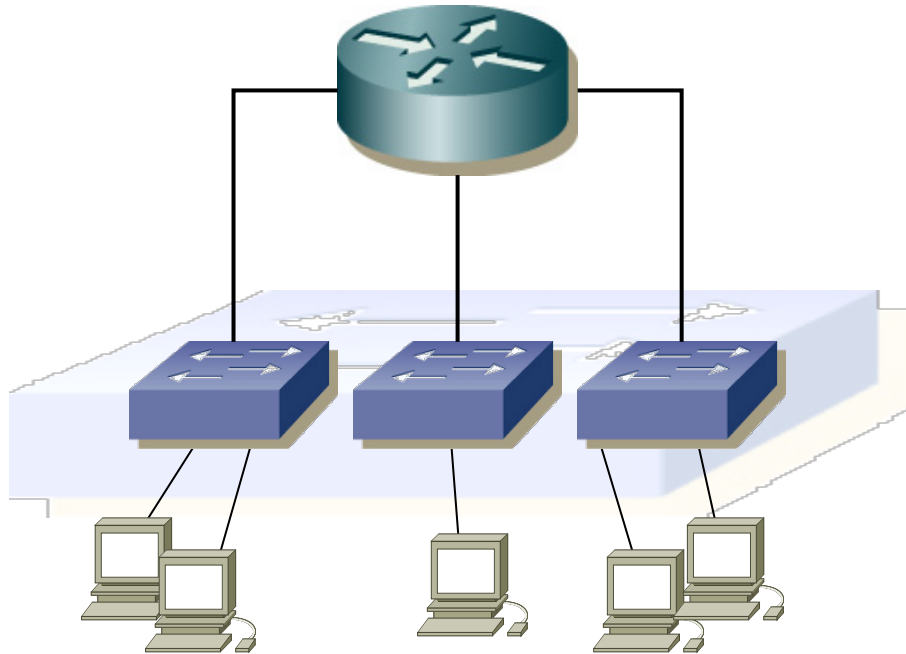
Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 3º

Switch Layer 2/3: Concepto

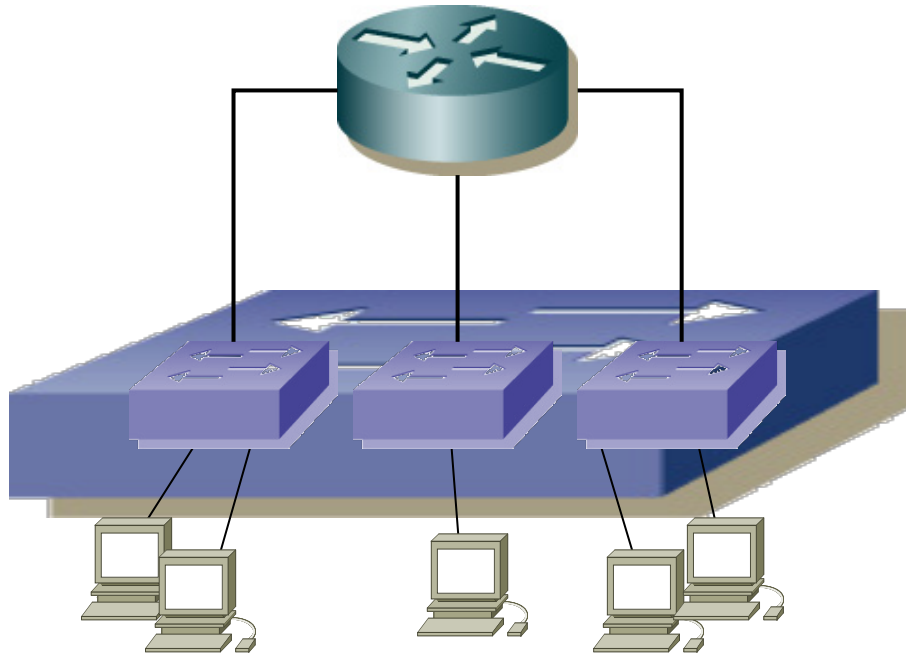
¿Comunicación entre VLANs?

- Con Routers
- (...)



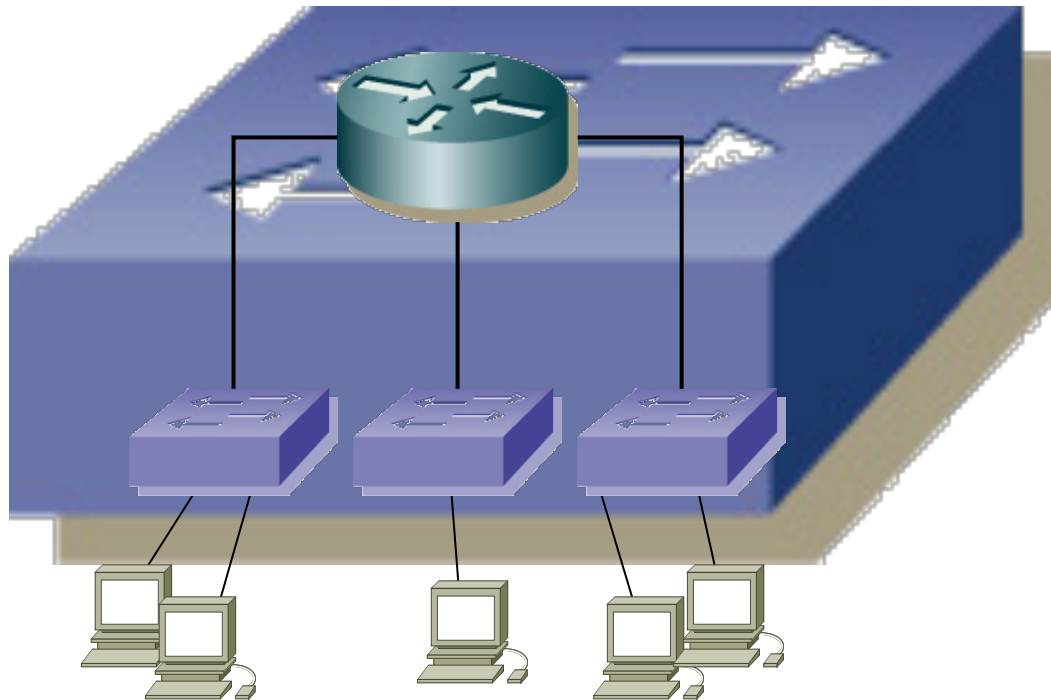
¿Comunicación entre VLANs?

- Con Routers
- Las VLANs podrían estar en el mismo switch
- (...)



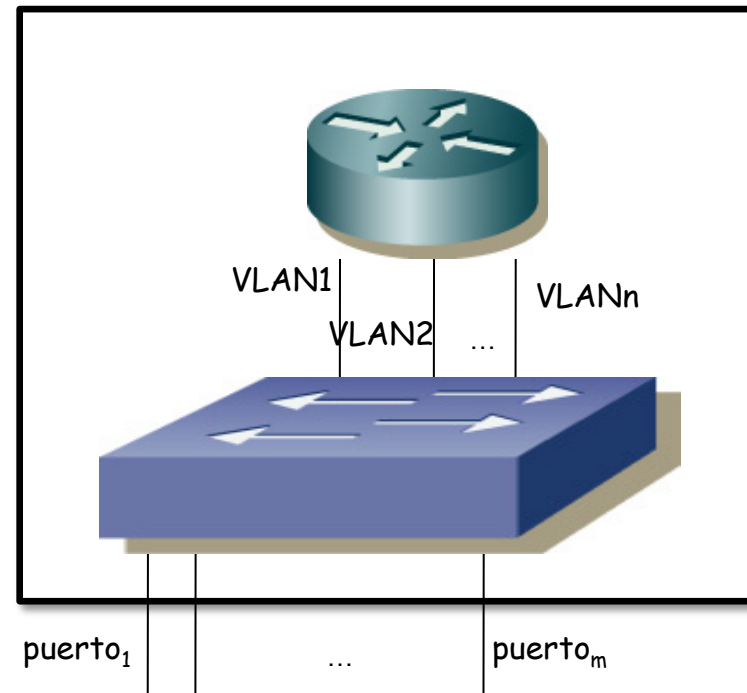
¿Comunicación entre VLANs?

- Con Routers
- Las VLANs podrían estar en el mismo switch
- Podrían ambos conmutadores (capa 2 y capa 3) implementarse como la misma unidad hardware

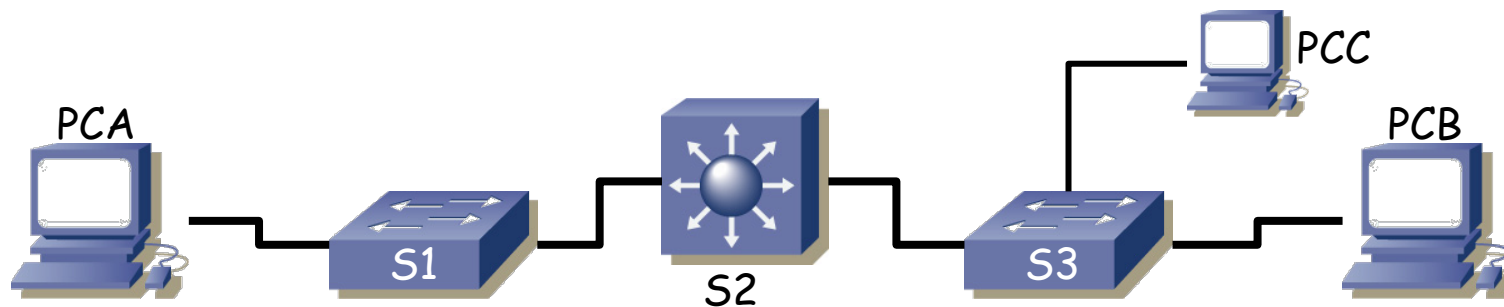


Switch - Router

- Switch:
 - Puertos conmutados
 - VLANs
 - Base de datos de filtrado (tabla de direcciones MAC)
- Router:
 - Interfaces virtuales en VLANs, con sus propias MACs
 - Enrutados
 - Tabla de rutas

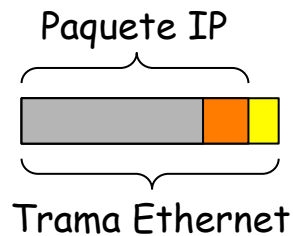


Switch Layer 2/3: Ejemplo

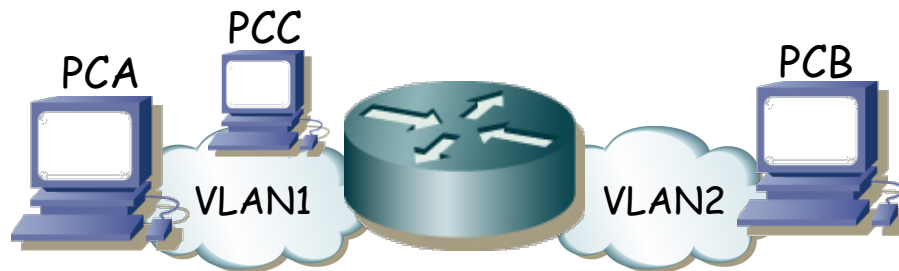


Ejemplo

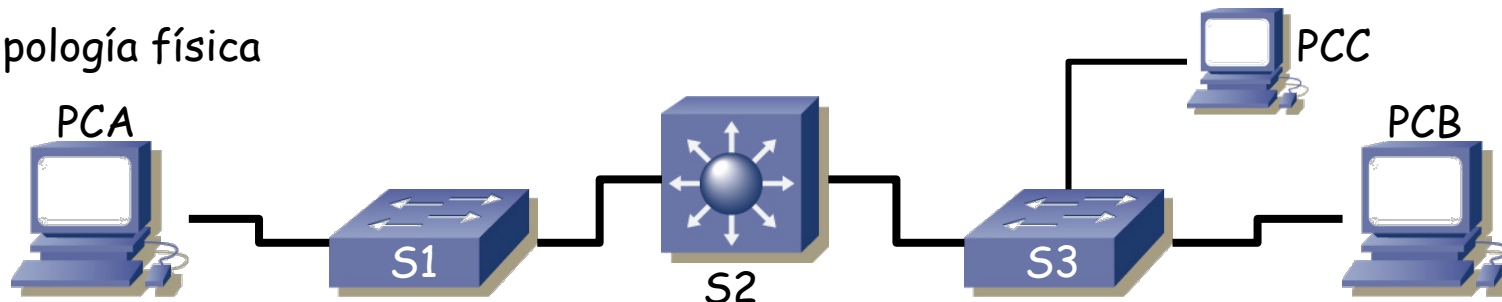
- Switches Layer 2 y Switch Layer 2/3
- Trunks 802.1Q entre los switches
- PCA y PCC puertos en VLAN1, PCB puerto en VLAN2
- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
- ¿Comunicación entre PCA y PCB?



Topología de red



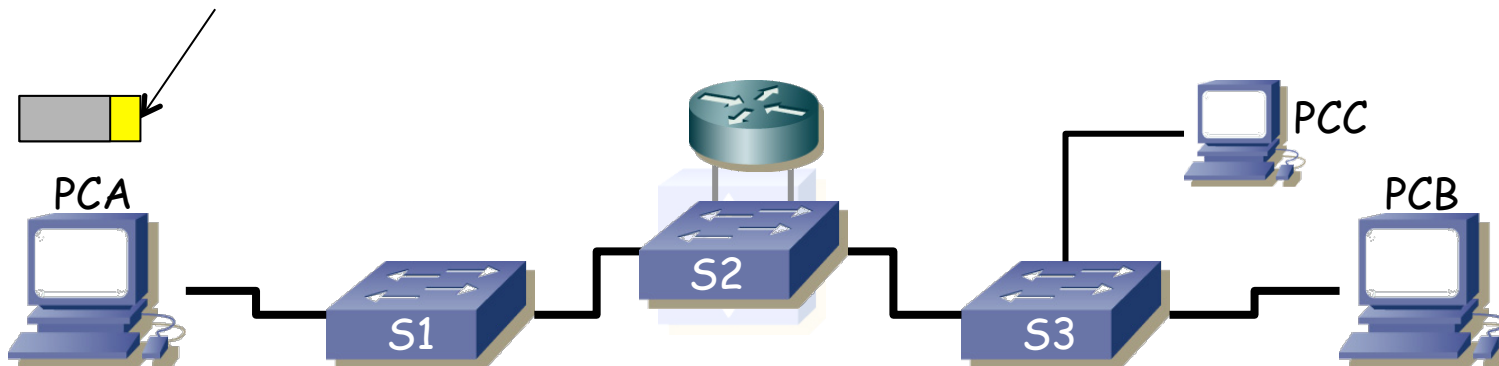
Topología física



Ejemplo

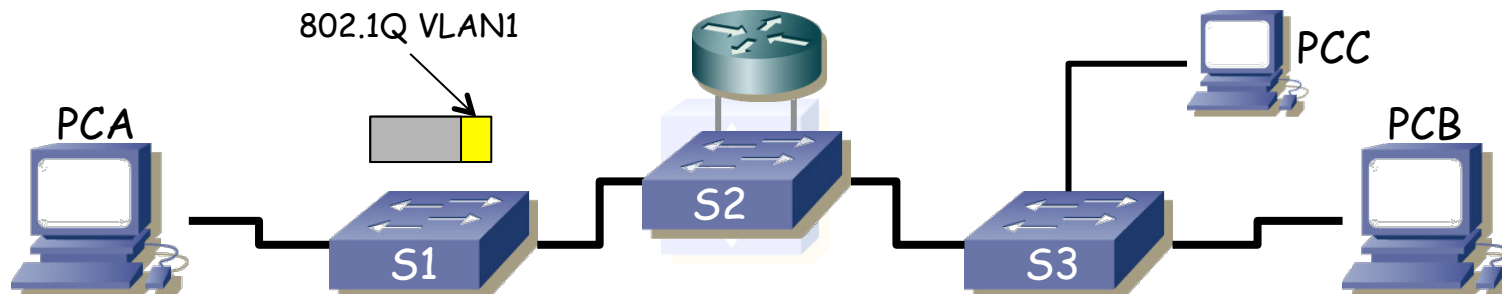
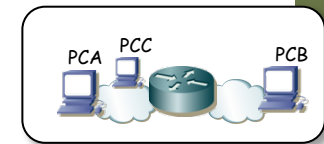
- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de PCC
 - Dirección MAC destino Broadcast
 - (...)

MAC origen PCA
MAC destino Broadcast



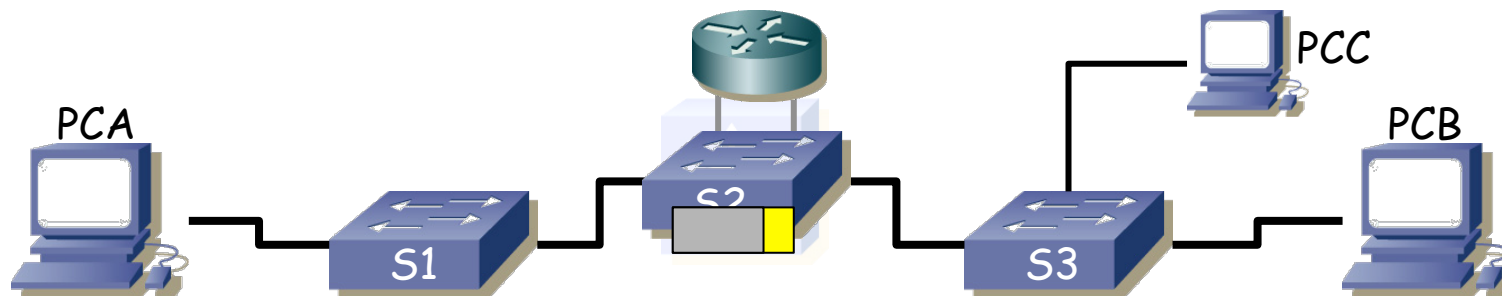
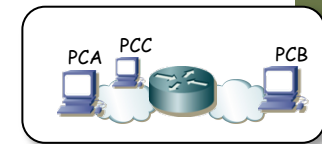
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de PCC
 - Dirección MAC destino Broadcast
 - Los conmutadores reenvían por todos los puertos que pertenezcan a esa VLAN
 - (...)



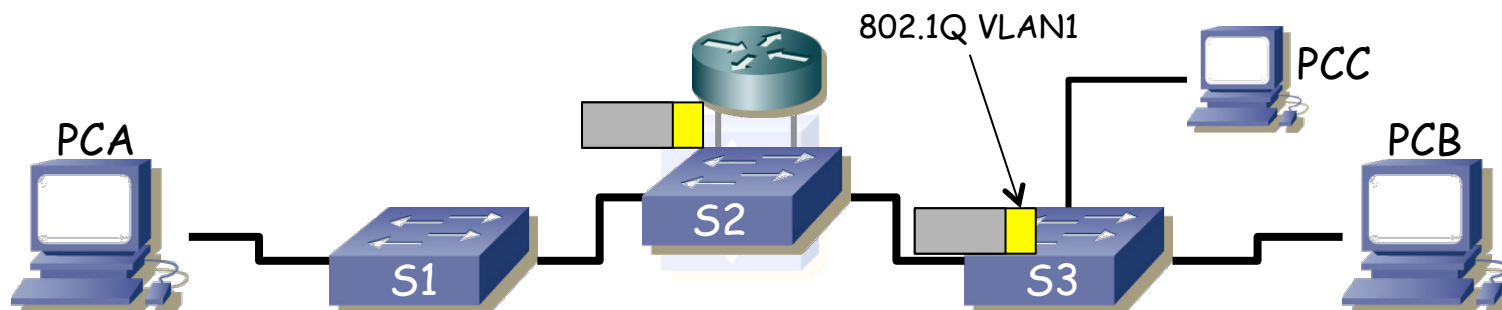
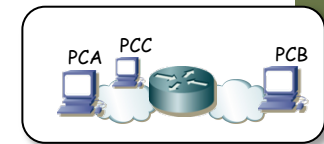
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de PCC
 - Dirección MAC destino Broadcast
 - Los conmutadores reenvían por todos los puertos que pertenezcan a esa VLAN
 - (...)



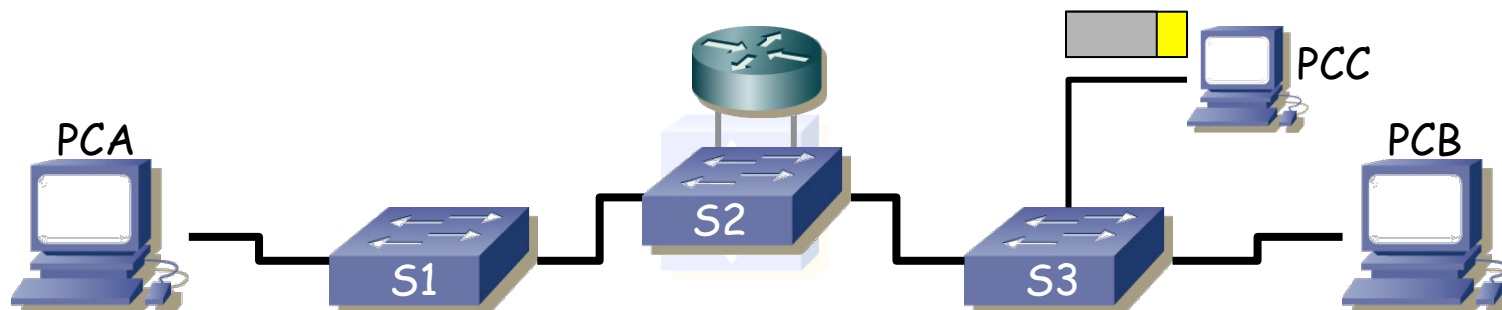
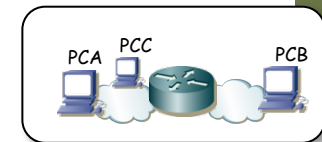
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de PCC
 - Dirección MAC destino Broadcast
 - Los conmutadores reenvían por todos los puertos que pertenezcan a esa VLAN
 - (...)



Ejemplo

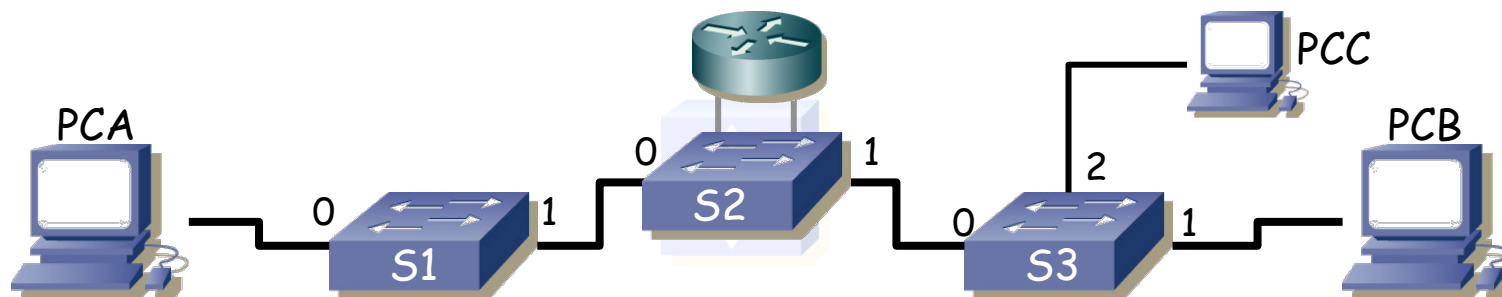
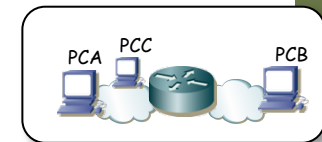
- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de PCC
 - Dirección MAC destino Broadcast
 - Los conmutadores reenvían por todos los puertos que pertenezcan a esa VLAN
 - (...)



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de PCC
 - Dirección MAC destino Broadcast
 - Los conmutadores reenvían por todos los puertos que pertenezcan a esa VLAN
 - Los conmutadores han aprendido por dónde se llega a PCA

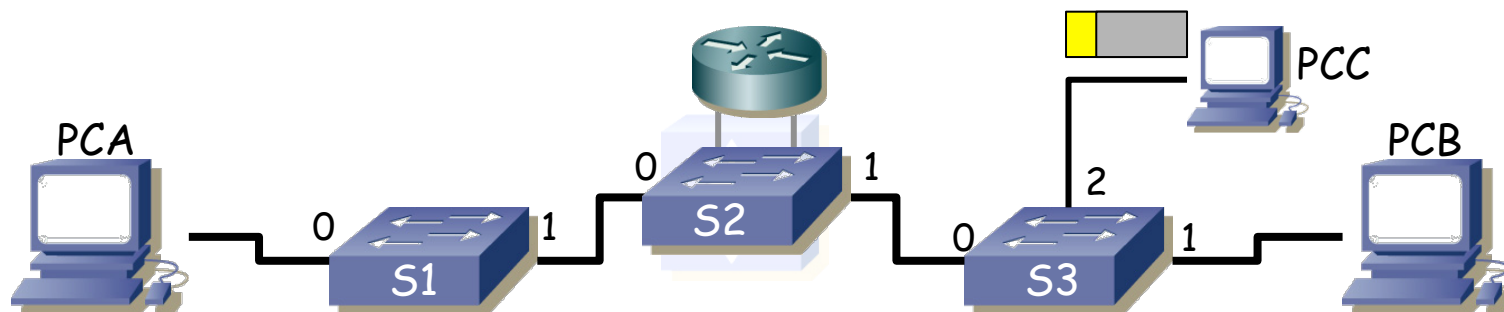
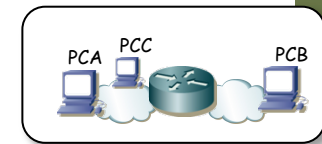
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCC envía un ARP Reply dirigido a la MAC de PCA**
 - Sigue el camino indicado en las tablas
 - (...)

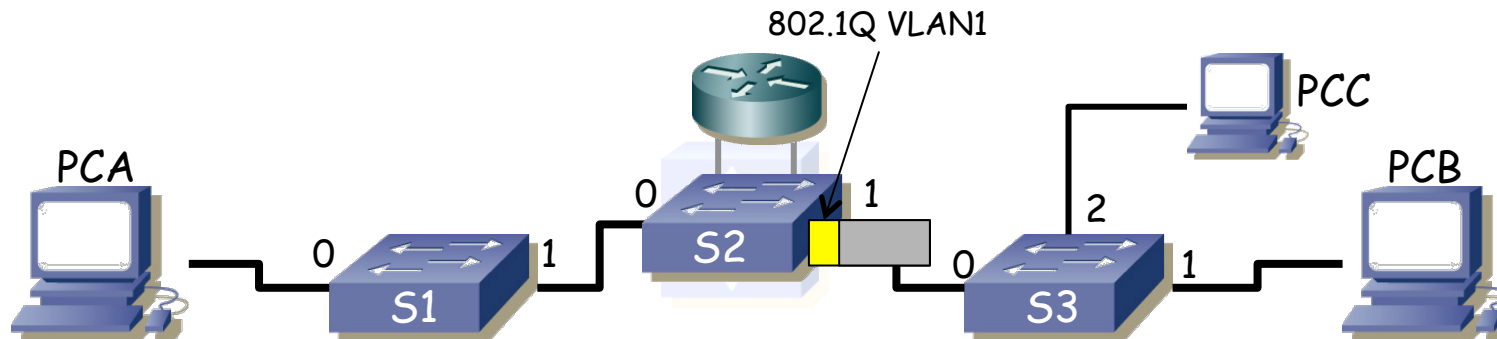
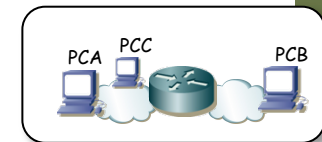
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCC envía un ARP Reply dirigido a la MAC de PCA**
 - Sigue el camino indicado en las tablas
 - (...)

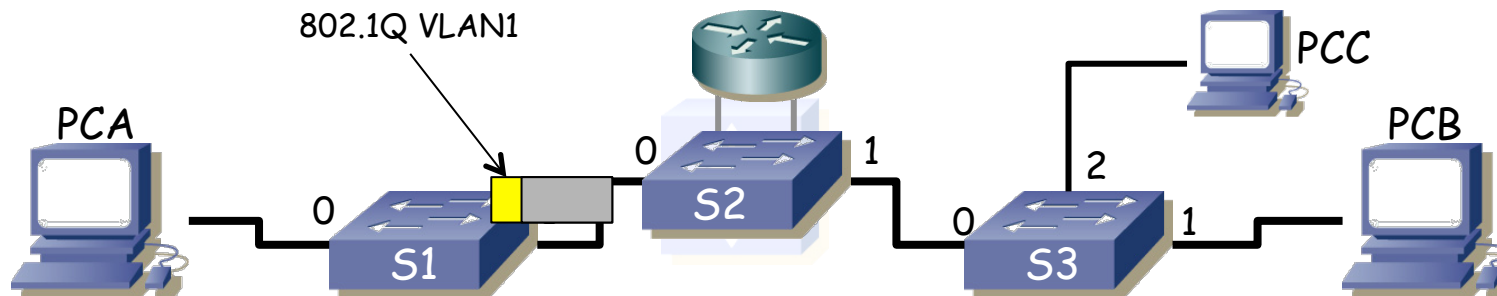
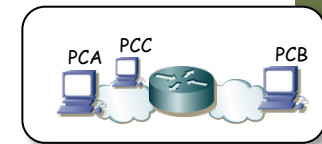
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
						1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCC envía un ARP Reply dirigido a la MAC de PCA**
 - Sigue el camino indicado en las tablas
 - (...)

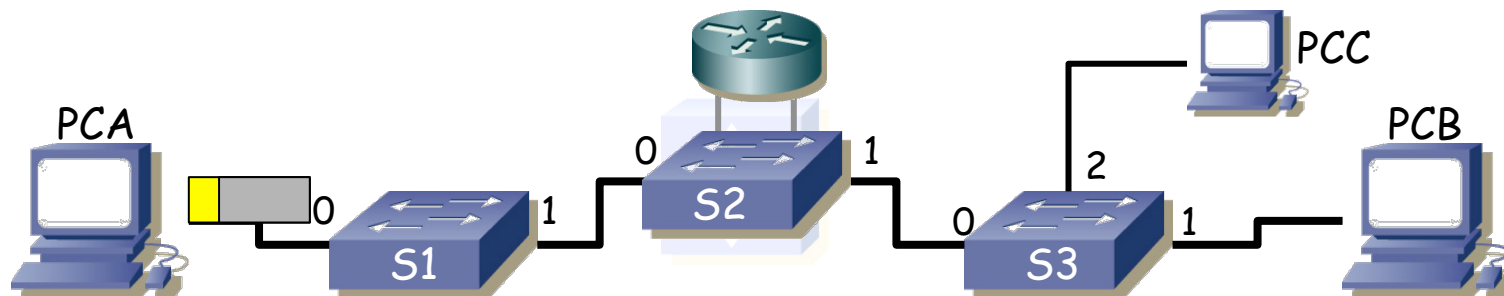
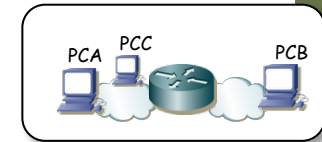
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
			1	PCC	1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCC envía un ARP Reply dirigido a la MAC de PCA**
 - Sigue el camino indicado en las tablas
 - (...)

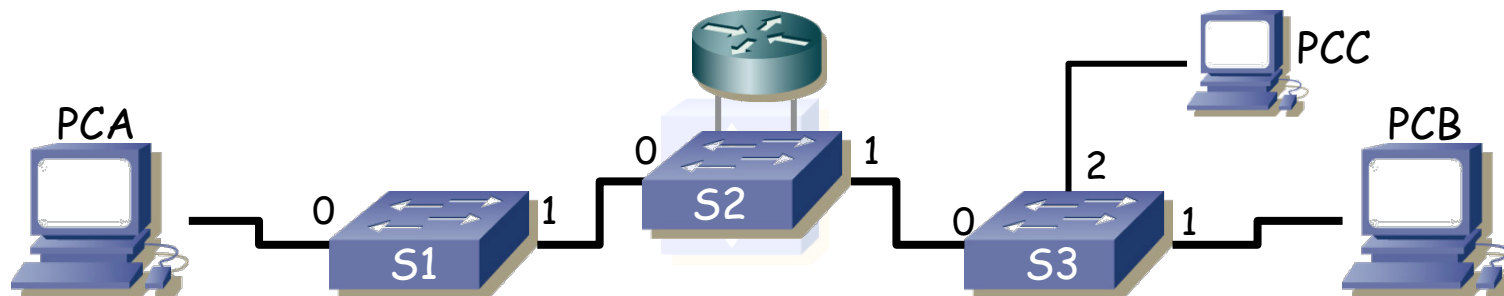
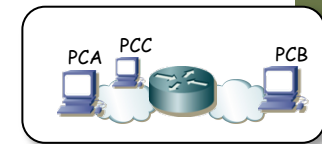
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCC envía un ARP Reply dirigido a la MAC de PCA**
 - Sigue el camino indicado en las tablas
 - Los conmutadores han aprendido por dónde enviar tramas a PCC

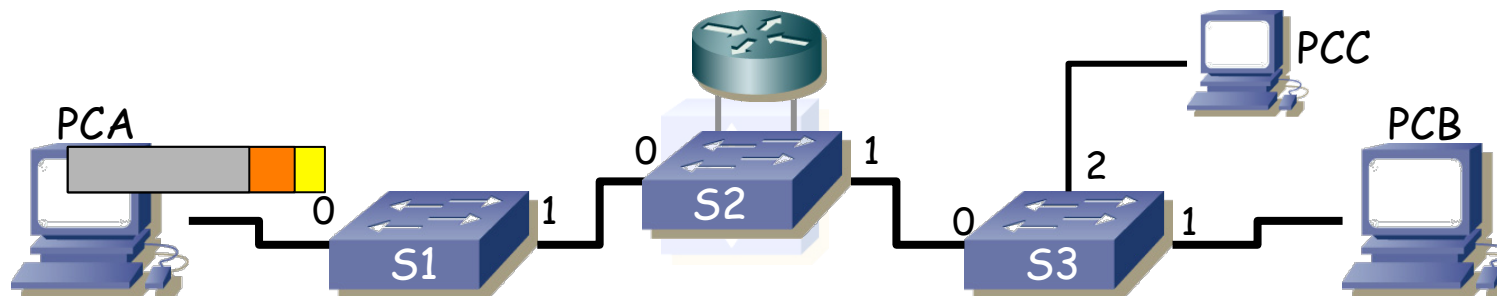
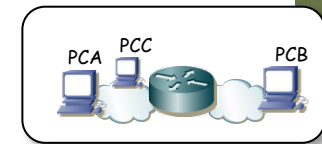
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCA envía el paquete IP en una trama Ethernet con MAC destino de PCC**
 - (...)

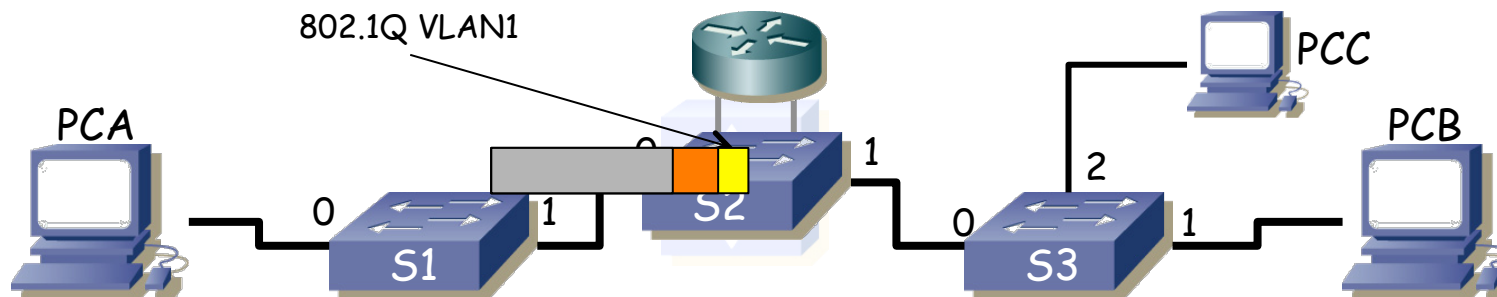
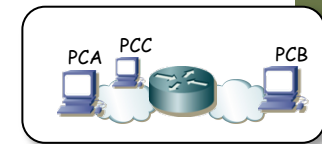
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCA envía el paquete IP en una trama Ethernet con MAC destino de PCC**
 - Sigue el camino indicado por las tablas
 - (...)

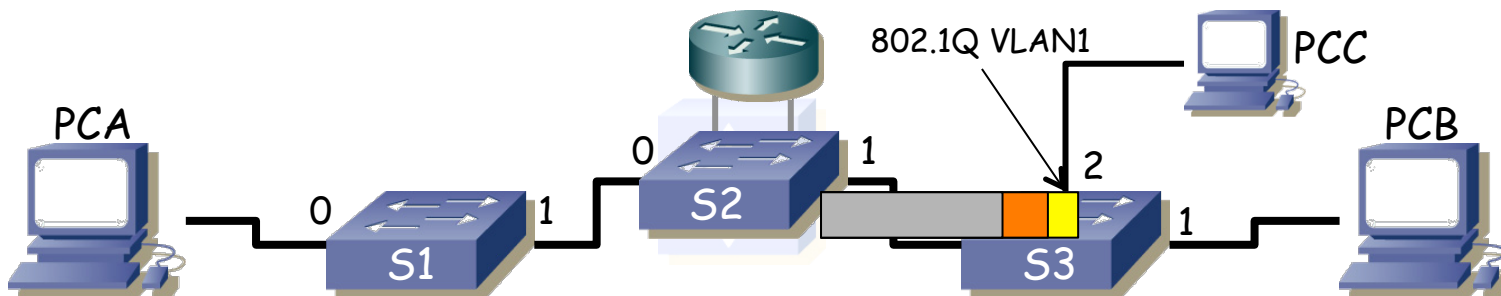
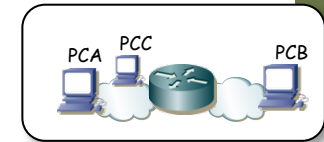
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCA envía el paquete IP en una trama Ethernet con MAC destino de PCC**
 - Sigue el camino indicado por las tablas
 - (...)

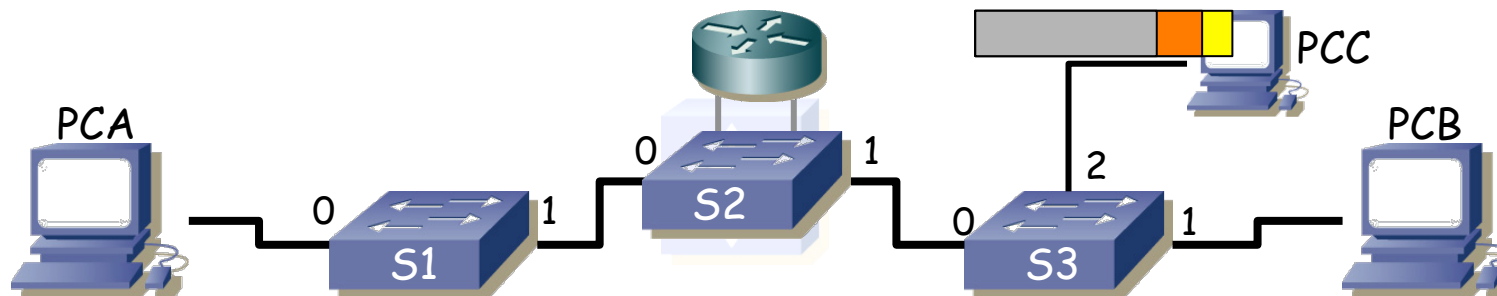
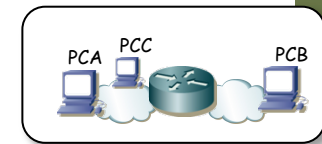
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCA envía el paquete IP en una trama Ethernet con MAC destino de PCC**
 - Sigue el camino indicado por las tablas
 - No hay diferencia con que el Switch L2/3 sea solo un Switch L2

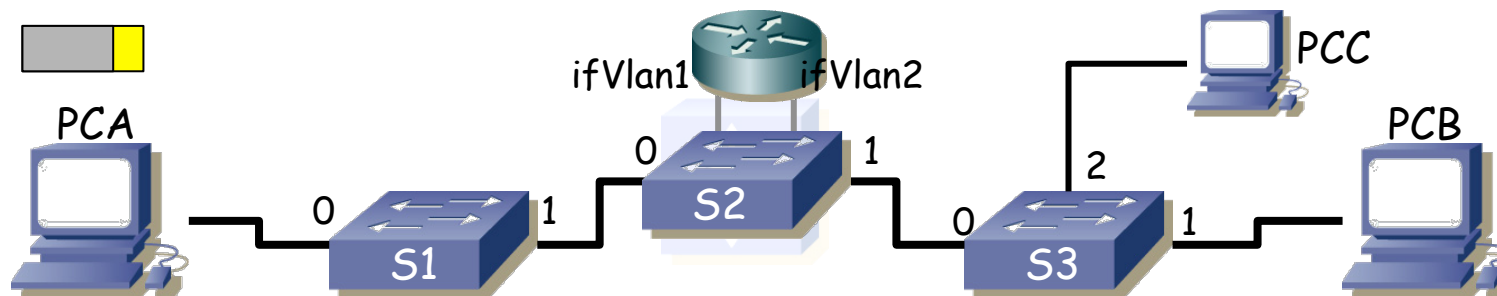
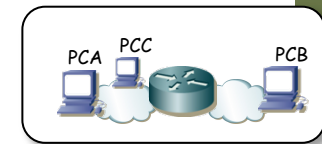
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCB
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCB está en otra LAN
 - **PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de su router por defecto**
 - (...)

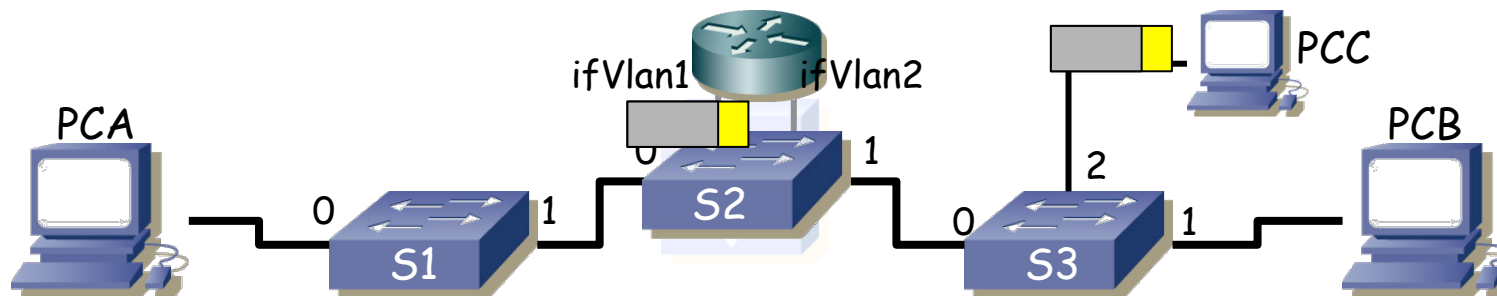
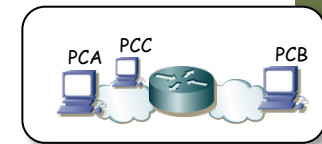
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCB
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCB está en otra LAN
 - **PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de su router por defecto**
 - Ese Broadcast llega a todos los puertos en esa VLAN
 - Uno de ellos es el interfaz virtual ifVlan1 del Switch L2/3
 - (...)

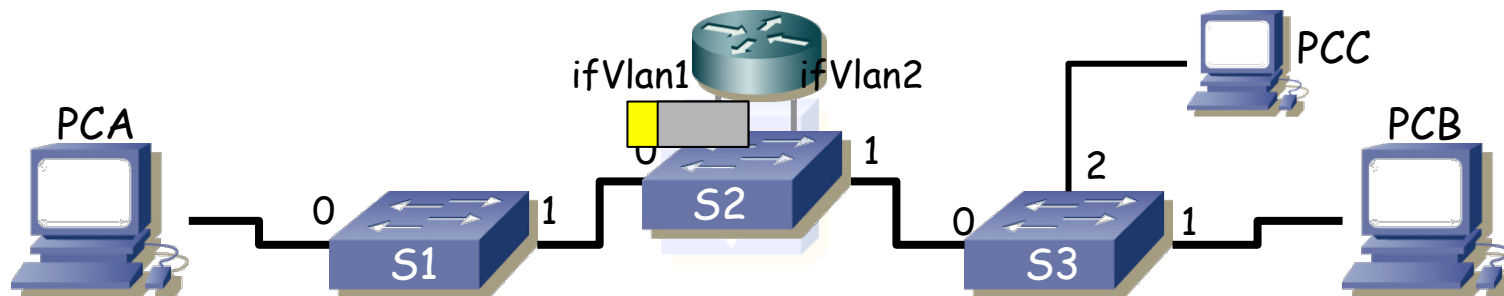
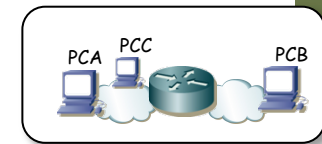
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCB
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCB está en otra LAN
 - **ifVlan1 del Switch L2/3 responde con un ARP Reply**
 - (...)

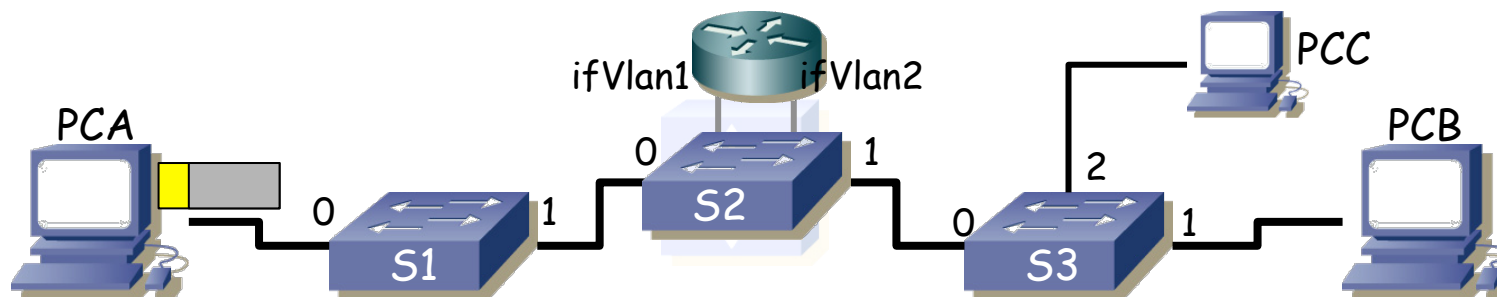
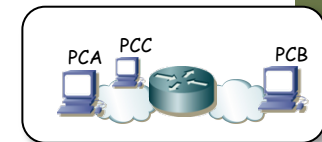
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCB
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCB está en otra LAN
 - **ifVlan1 del Switch L2/3 responde con un ARP Reply**
 - PCA averigua la dirección MAC de ifVlan1
 - Dos de los switches aprenden dónde está MACr1 (en realidad el Switch2/3 ya lo sabía)

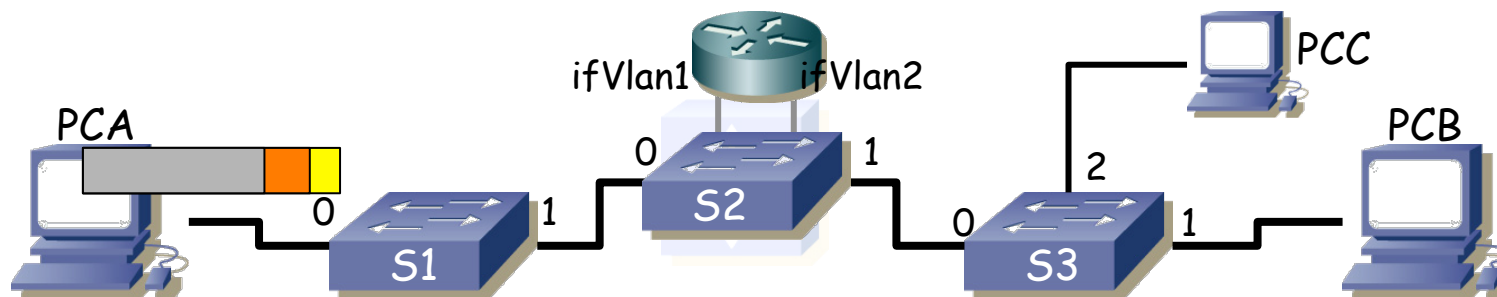
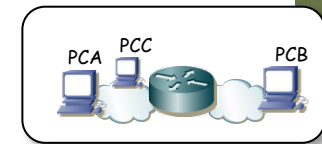
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2
1	MACr1	1	1	MACr1	ifVlan1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCB
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCB está en otra LAN
 - **PCA envía el paquete IP en una trama Ethernet con MAC destino MACr1**
 - (...)

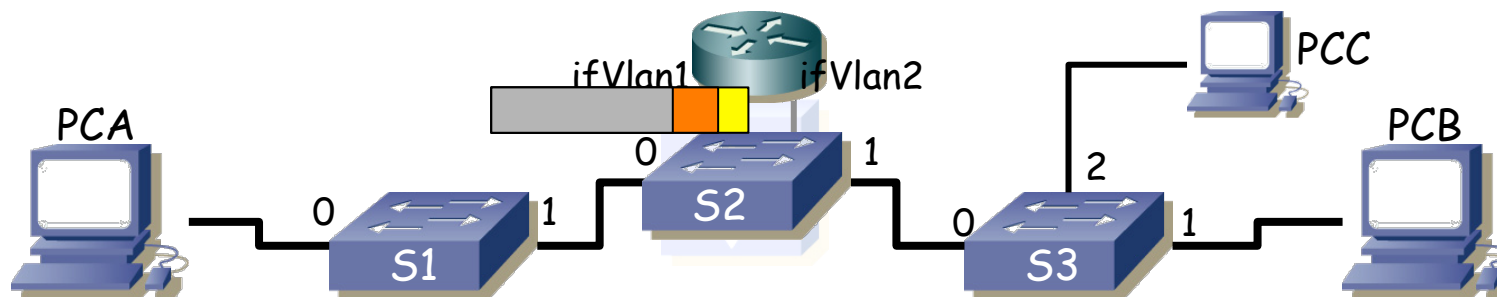
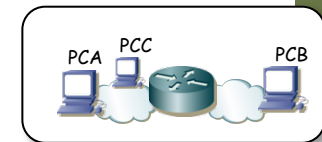
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2
1	MACr1	1	1	MACr1	ifVlan1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCB
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCB está en otra LAN
 - **PCA envía el paquete IP en una trama Ethernet con MAC destino MACr1**
 - La trama Ethernet llega al Switch L2/3 por la VLAN1
 - Switch L2/3 reconoce la MACr1 como de su interfaz ifVlan1
 - (...)

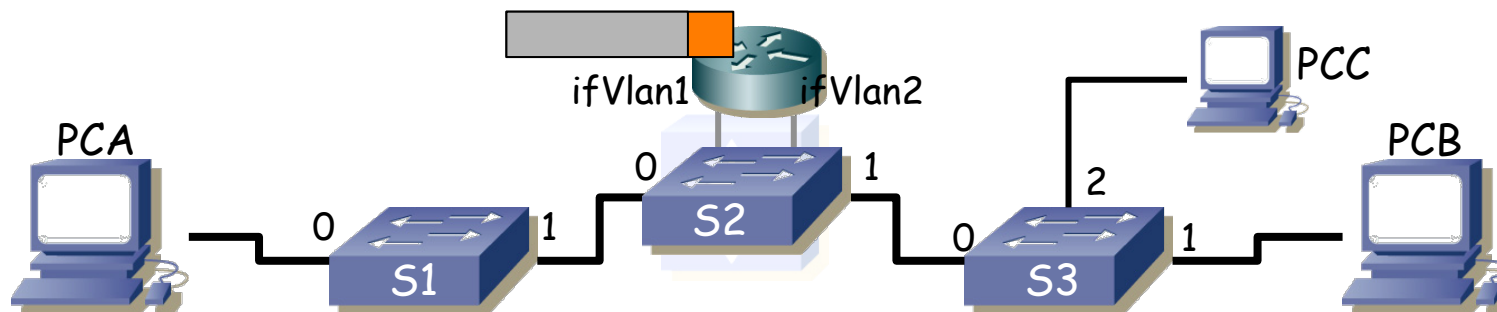
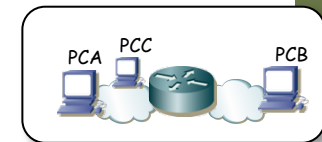
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2
1	MACr1	1	1	MACr1	ifVlan1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCB
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCB está en otra LAN
 - **PCA envía el paquete IP en una trama Ethernet con MAC destino MACr1**
 - La trama Ethernet llega al Switch L2/3 por la VLAN1
 - Switch L2/3 reconoce la MACr1 como de su interfaz ifVlan1
 - La parte “router” del Switch L2/3 extrae el paquete IP

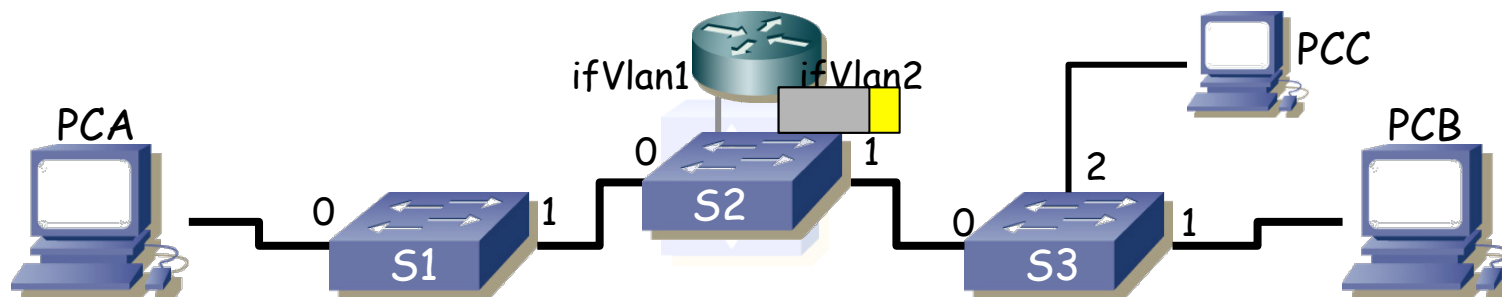
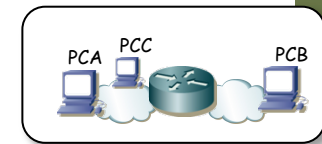
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2
1	MACr1	1	1	MACr1	ifVlan1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - **Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB**
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - Switch L2/3 envía un ARP Request preguntando por la MAC de PCB
 - (...)

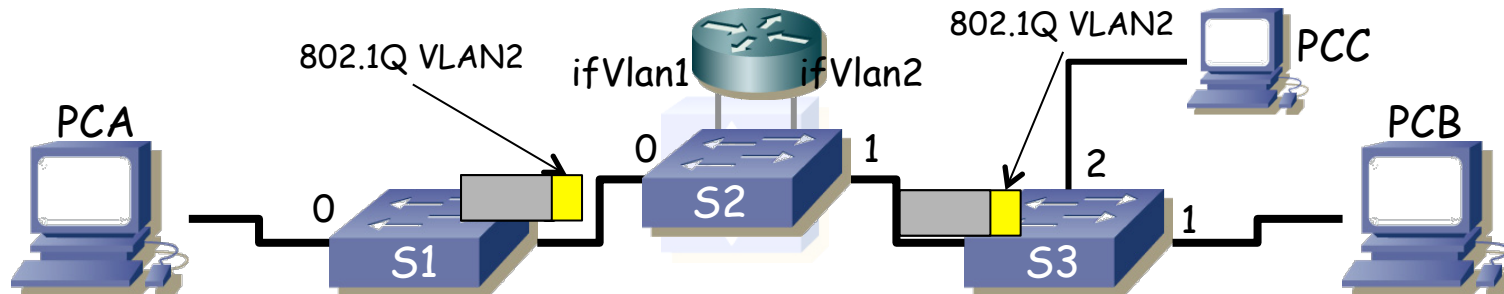
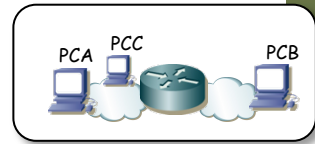
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2
1	MACr1	1	1	MACr1	ifVlan1	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **Switch L2/3 envía un ARP Request preguntando por la MAC de PCB**
 - (...)

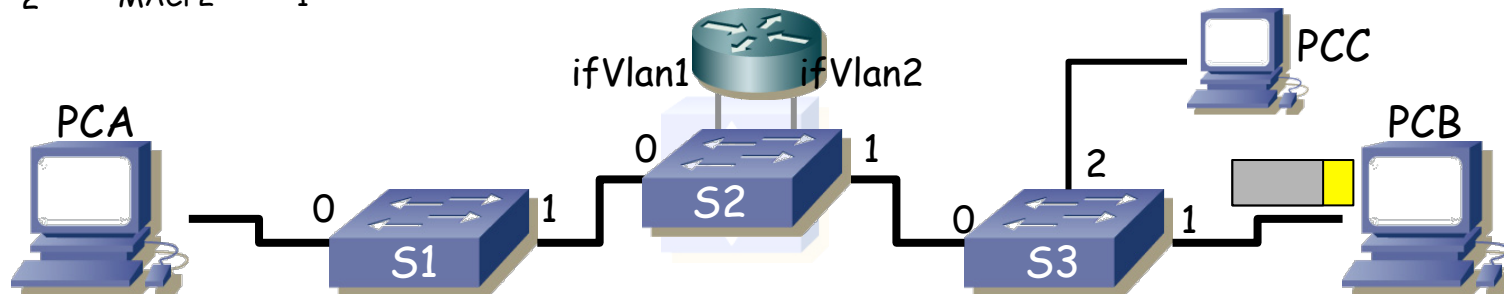
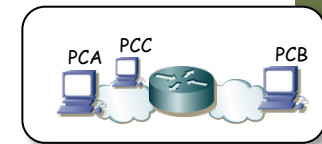
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2
1	MACr1	1	1	MACr1	ifVlan1	1	PCC	2
			2	MACr2	ifVlan2			



Ejemplo

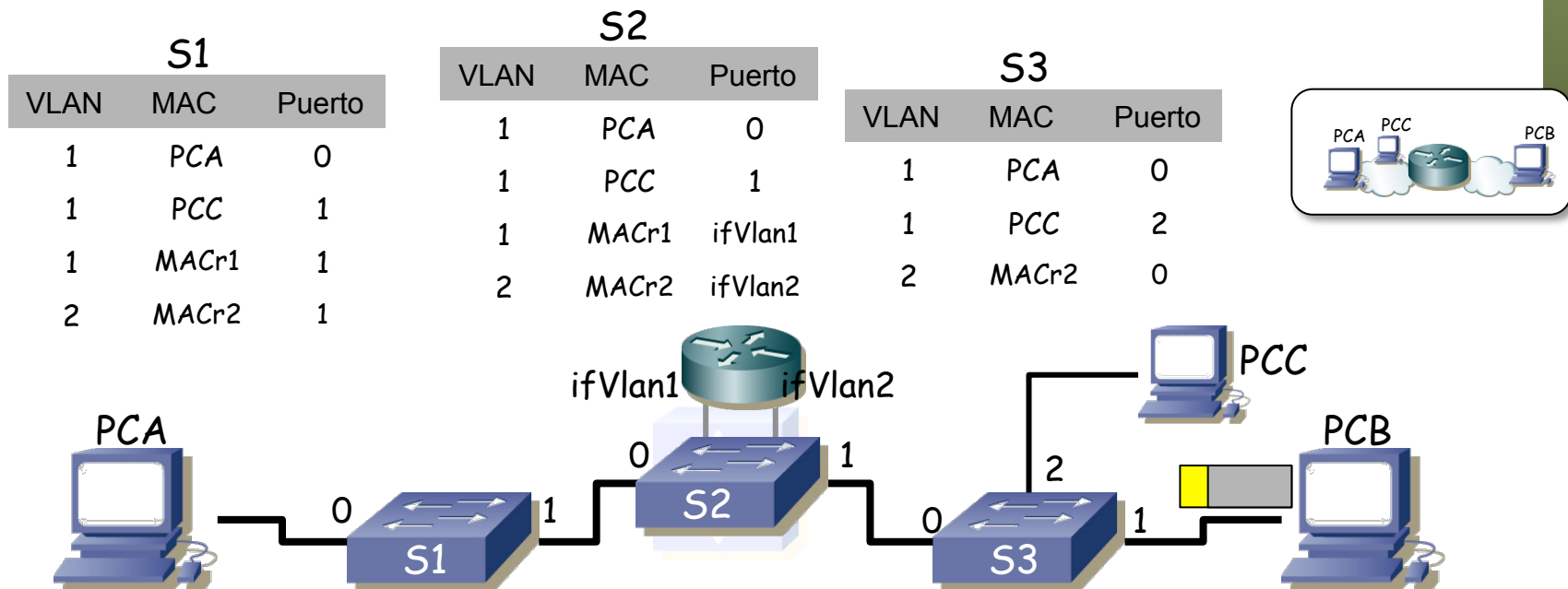
- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **Switch L2/3 envía un ARP Request preguntando por la MAC de PCB**
 - Los Switches aprenden por dónde se llega a MACr2
 - (...)

S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2
1	MACr1	1	1	MACr1	ifVlan1	2	MACr2	0
2	MACr2	1	2	MACr2	ifVlan2			



Ejemplo

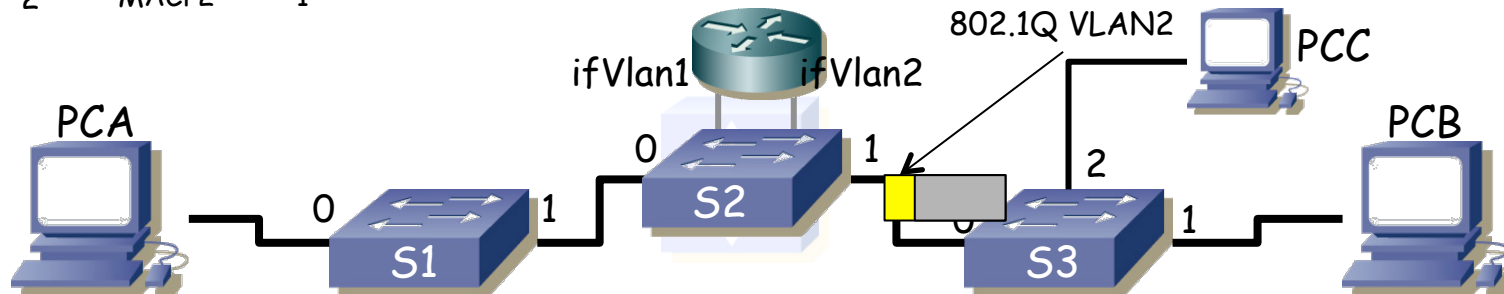
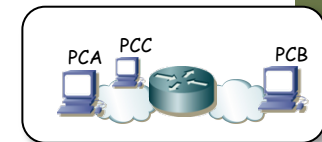
- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **PCB envía ARP Reply**
 - (...)



Ejemplo

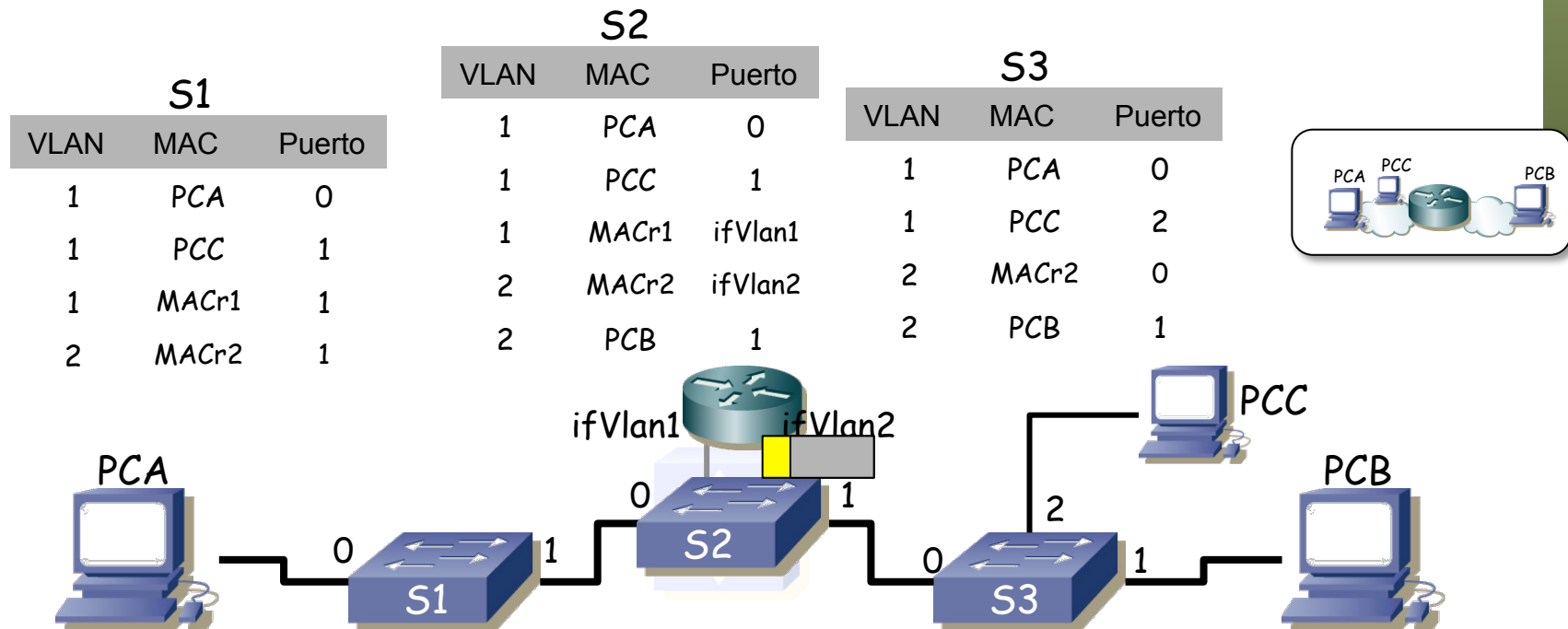
- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **PCB envía ARP Reply**
 - (...)

S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2
1	MACr1	1	1	MACr1	ifVlan1	2	MACr2	0
2	MACr2	1	2	MACr2	ifVlan2	2	PCB	1



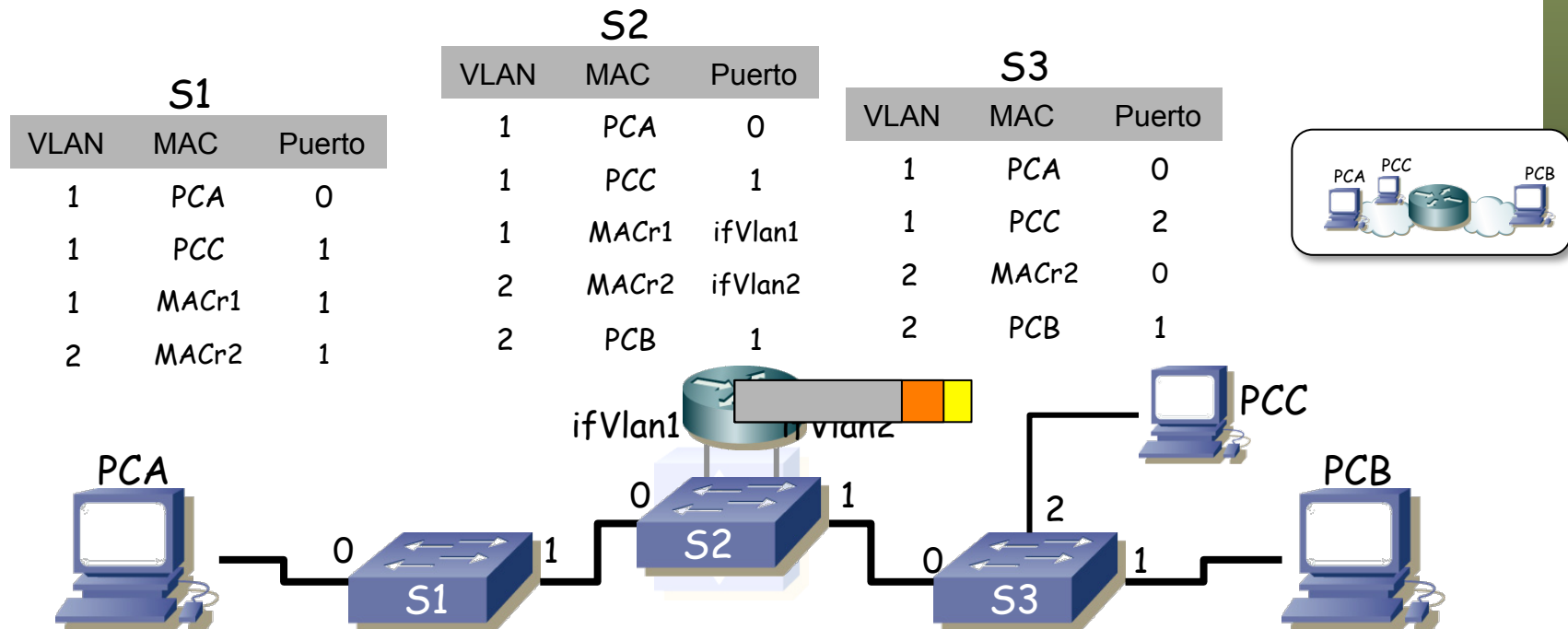
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **PCB envía ARP Reply**
 - Switch L2/3 averigua la dirección MAC de PCB
 - Dos de los switches aprenden por dónde enviar a la MAC de PCB



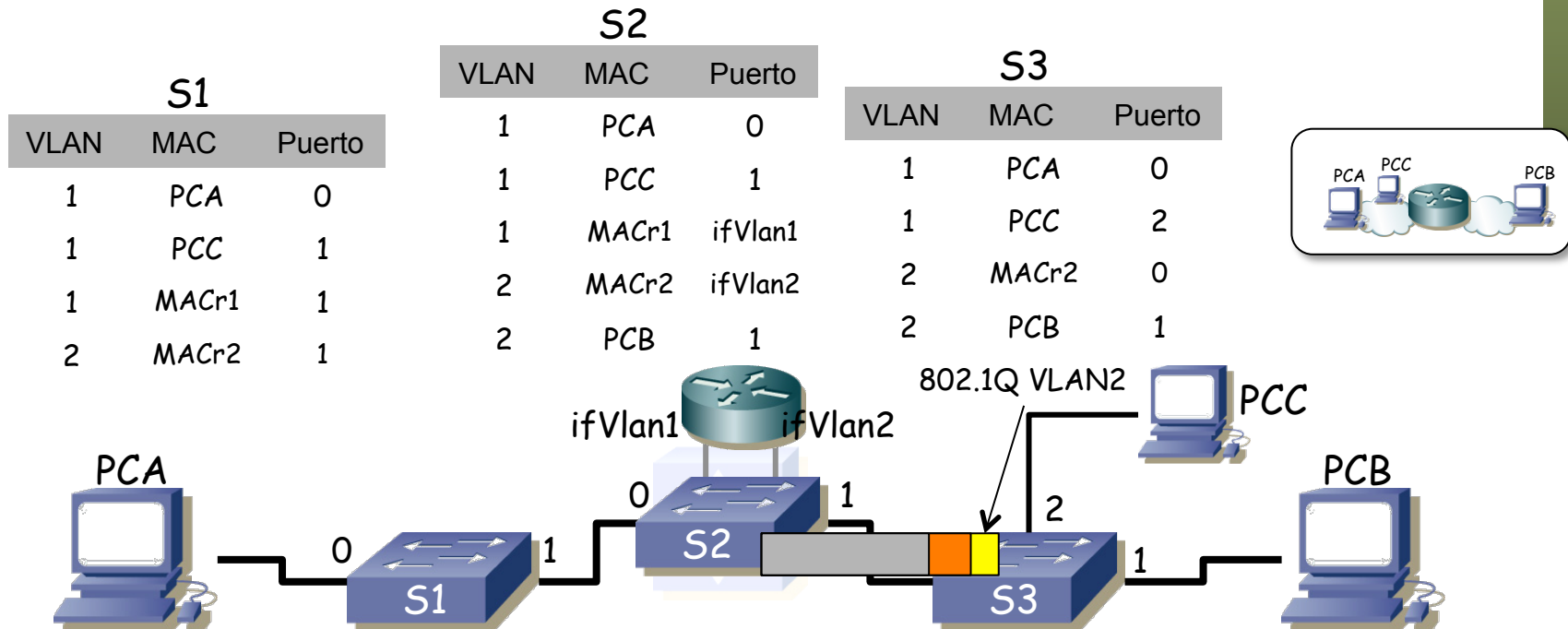
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **Switch L2/3 envía el paquete IP en una trama Ethernet por la VLAN2 con MAC destino de PCB**
 - (...)



Ejemplo

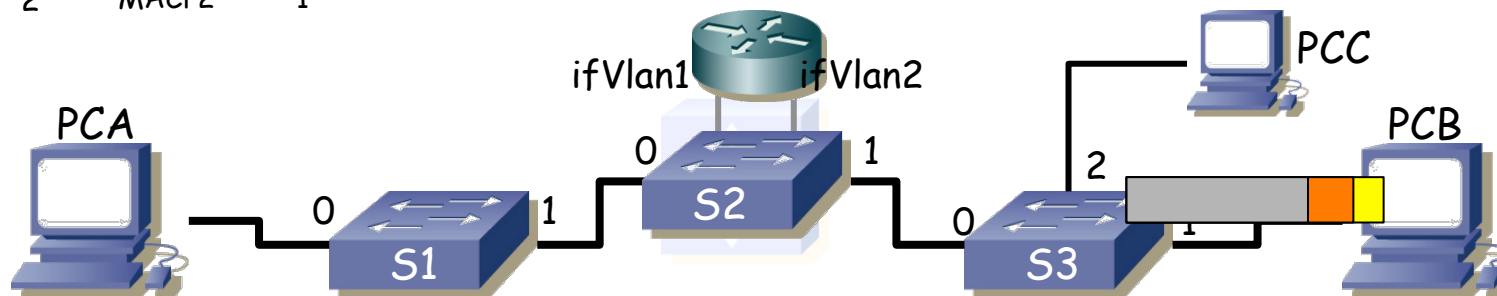
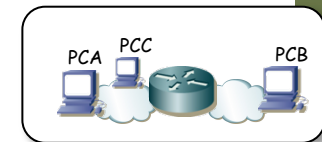
- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **Switch L2/3 envía el paquete IP en una trama Ethernet por la VLAN2 con MAC destino de PCB**
 - El paquete sigue la información de las tablas de los conmutadores
 - (...)



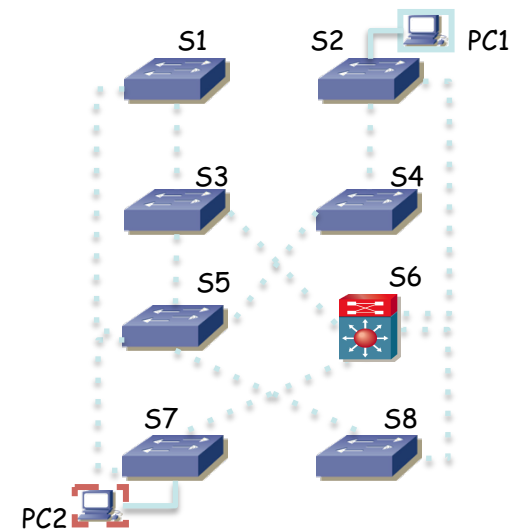
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **Switch L2/3 envía el paquete IP en una trama Ethernet por la VLAN2 con MAC destino de PCB**
 - El paquete sigue la información de las tablas de los conmutadores
 - Hasta llegar al PCB
 - **Y ya está el paquete IP en PCB**

S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2
1	MACr1	1	1	MACr1	ifVlan1	2	MACr2	0
2	MACr2	1	2	MACr2	ifVlan2	2	PCB	1
2	MACr2	1	2	PCB	1	2	PCB	1

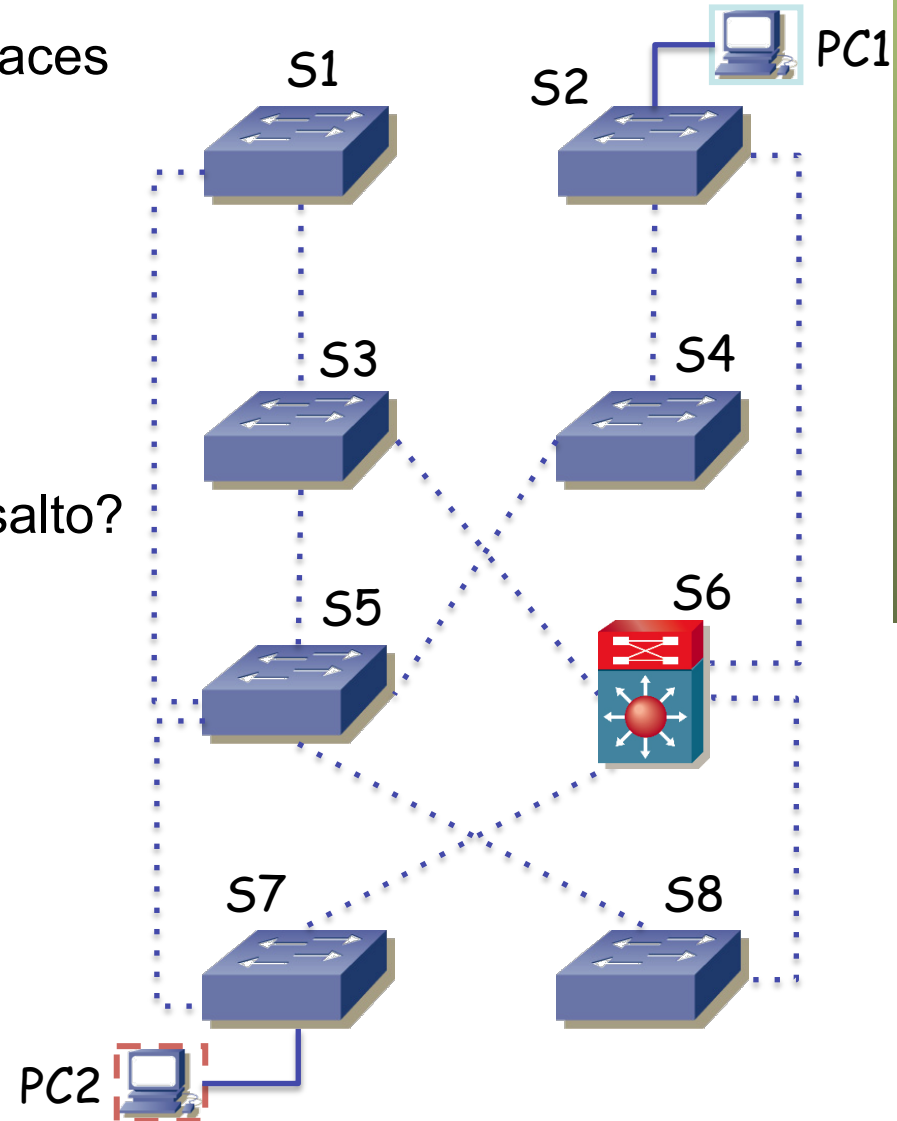
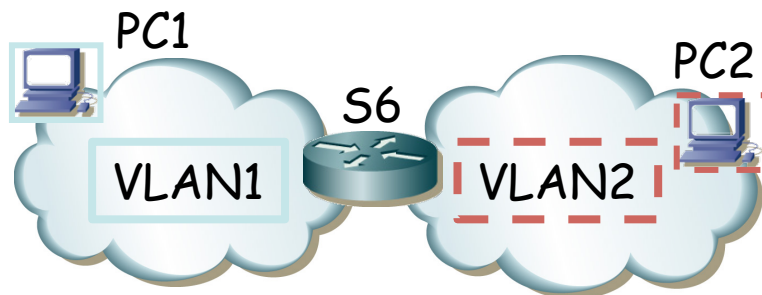


Ejercicio



Ejercicio

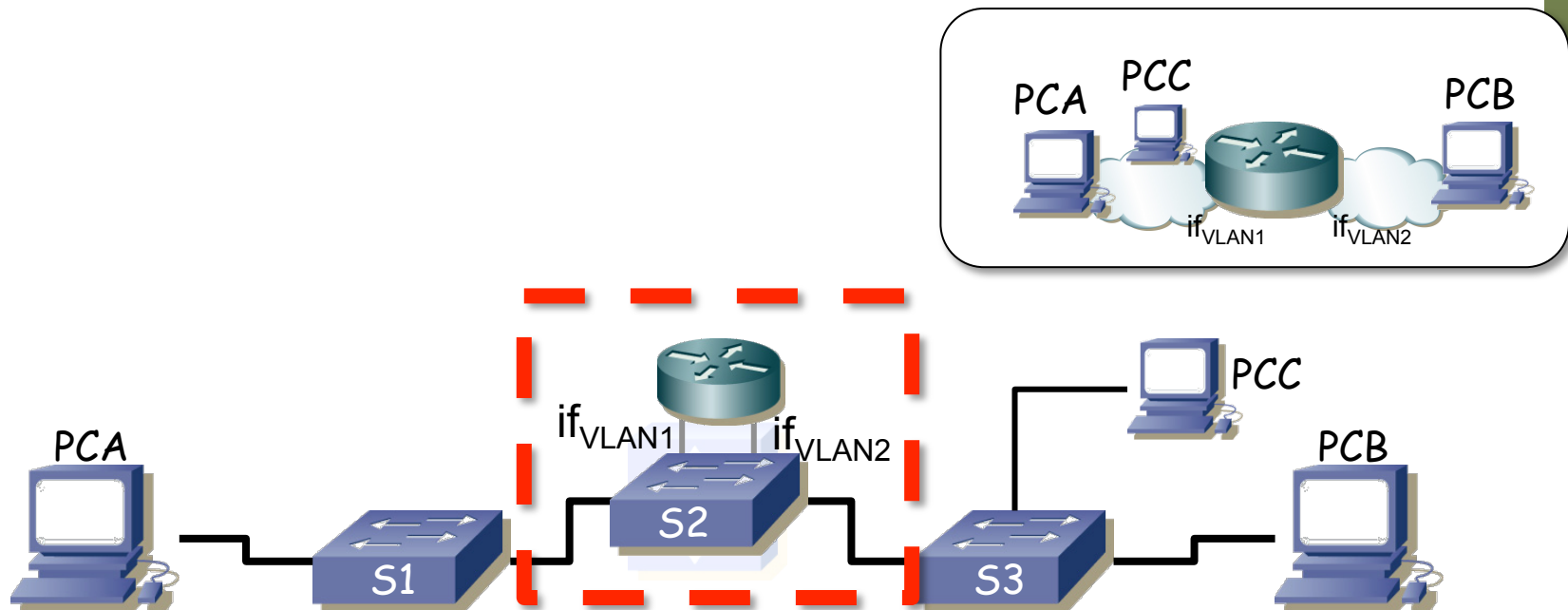
- 2 VLANs
- Mismo peso en todos los enlaces
- S5 raíz del ST de VLAN1
- S3 raíz del ST de VLAN2
- S6 switch layer 2/3
- $BID S_x < BID S_y \iff x < y$
- ¿Camino de PC1 a PC2?
- ¿Direcciones MAC e IP por salto?



Multilayer switch con puertos enrutados

Puertos conmutados

- Hemos visto que se comporta como un conmutador capa 2
- Todos sus puertos conmutan en las VLANs que les permitamos
- Puede encaminar entre VLANs mediante interfaces lógicas en las VLANs



Puertos enrutados

- El equipo puede soportar que algunos de sus puertos NO conmuten en capa 2 con el resto
- Serían puertos enrutados
- En este ejemplo, el tráfico que llegue por if_x para otro PC de la misma VLAN no va a ser conmutado en capa 2
- Si no es para la dirección MAC de if_x del router se descarta
- Aunque por ejemplo llegue de S4 por la VLAN 1

