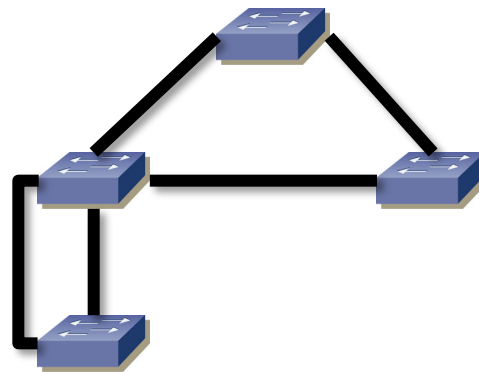


Spanning Tree Protocol

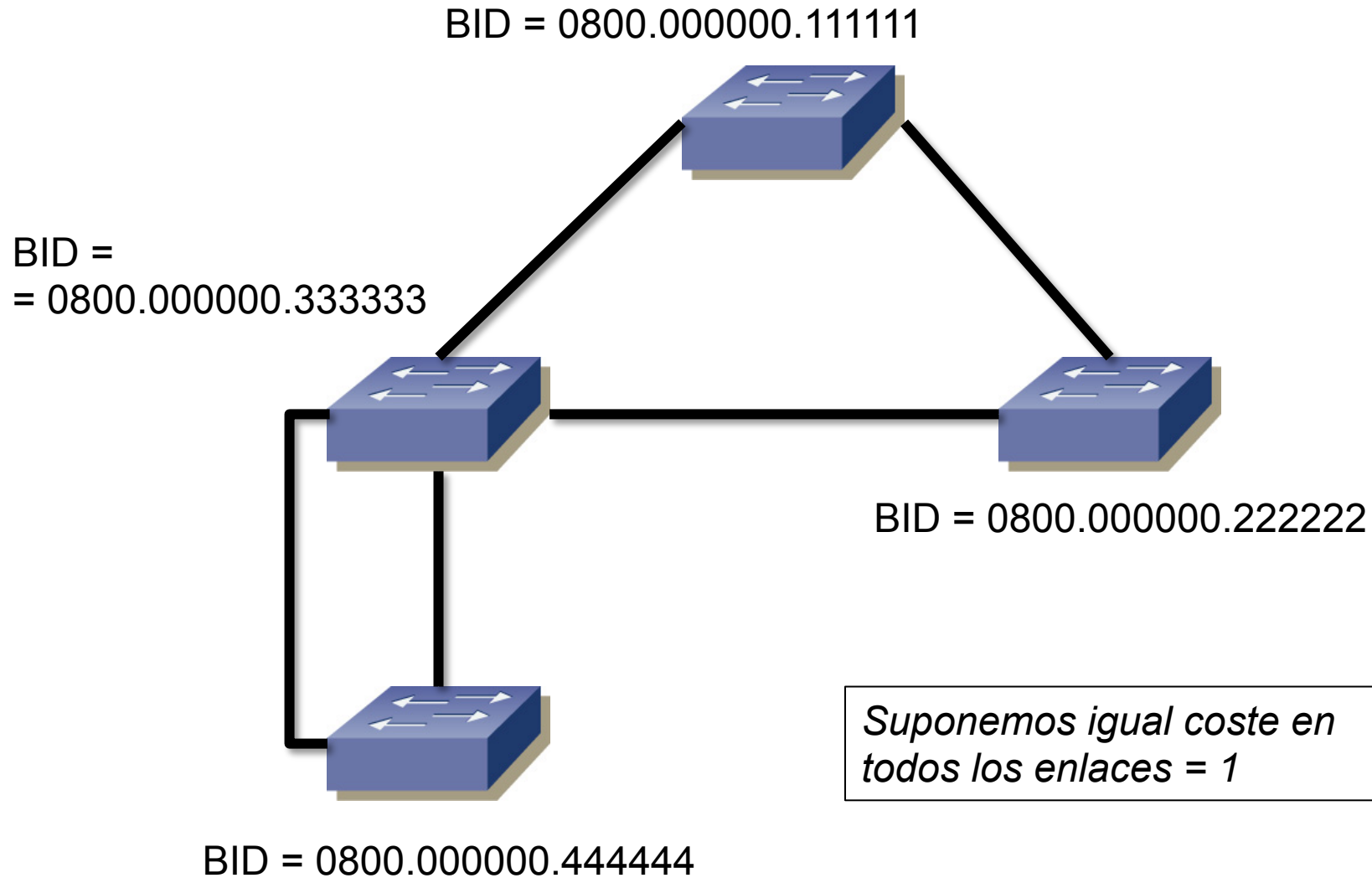
Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 3º

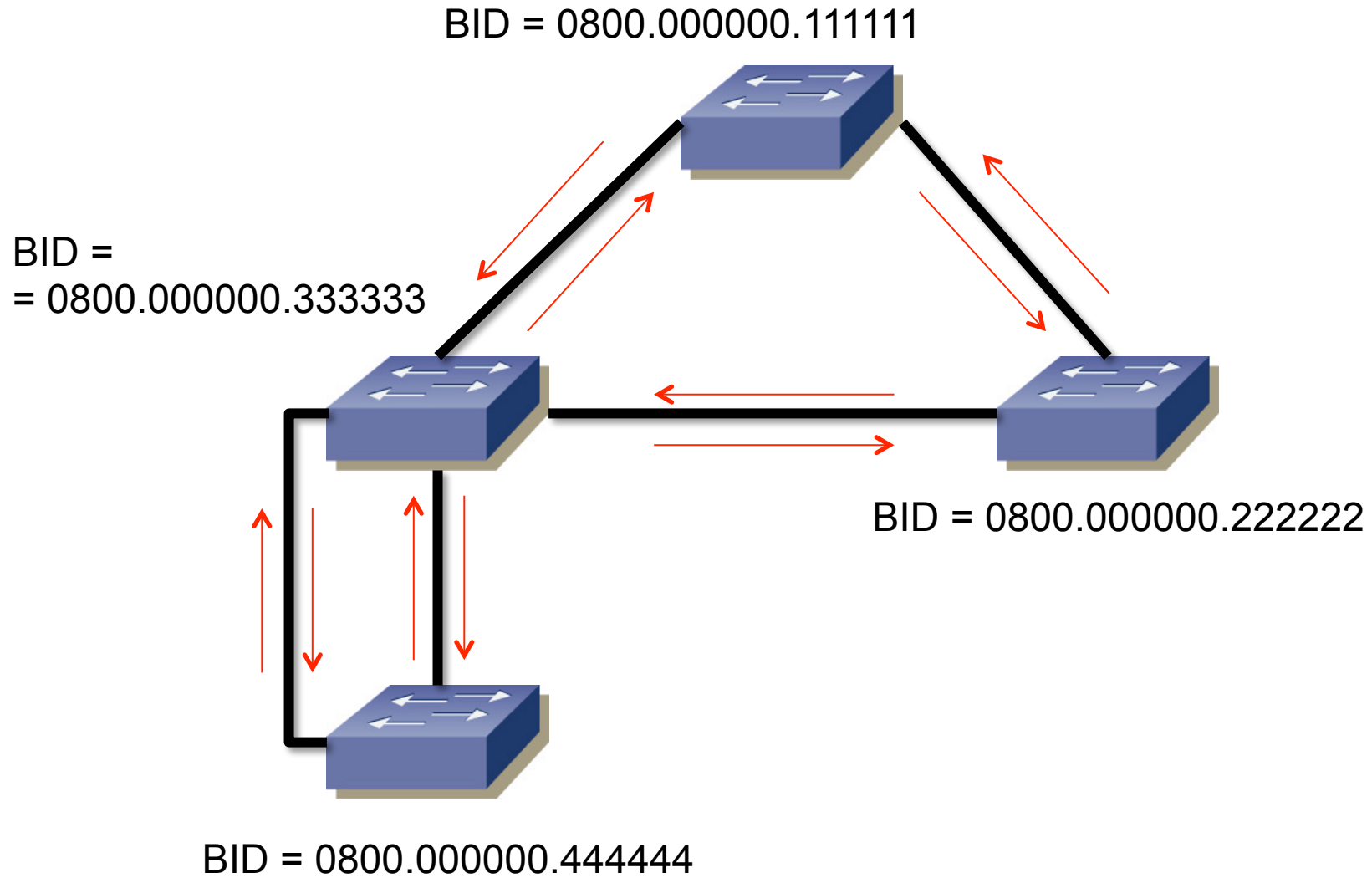
STP: Ejemplo



Ejemplo: ¿Roles, árbol?

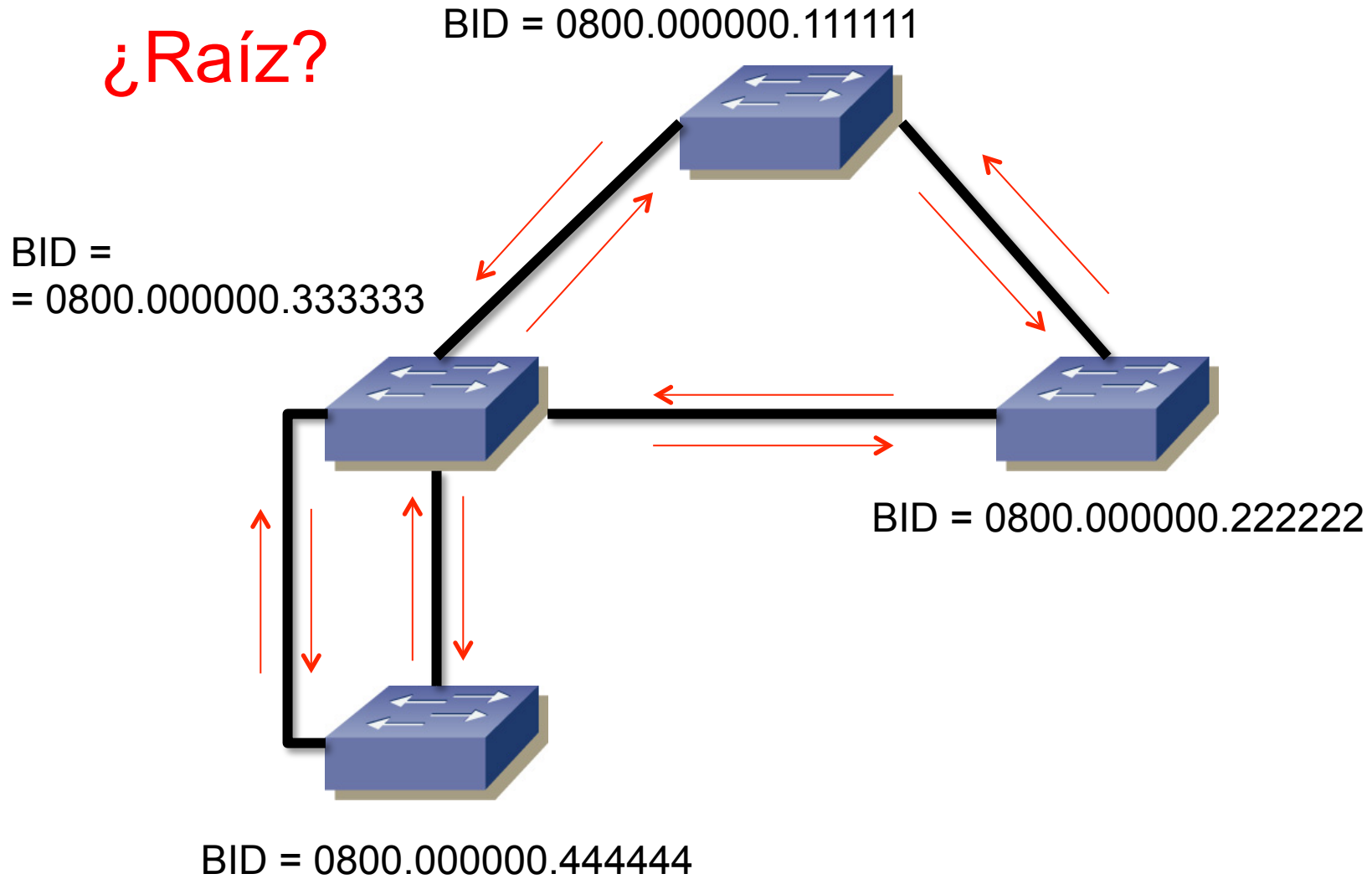


Ejemplo



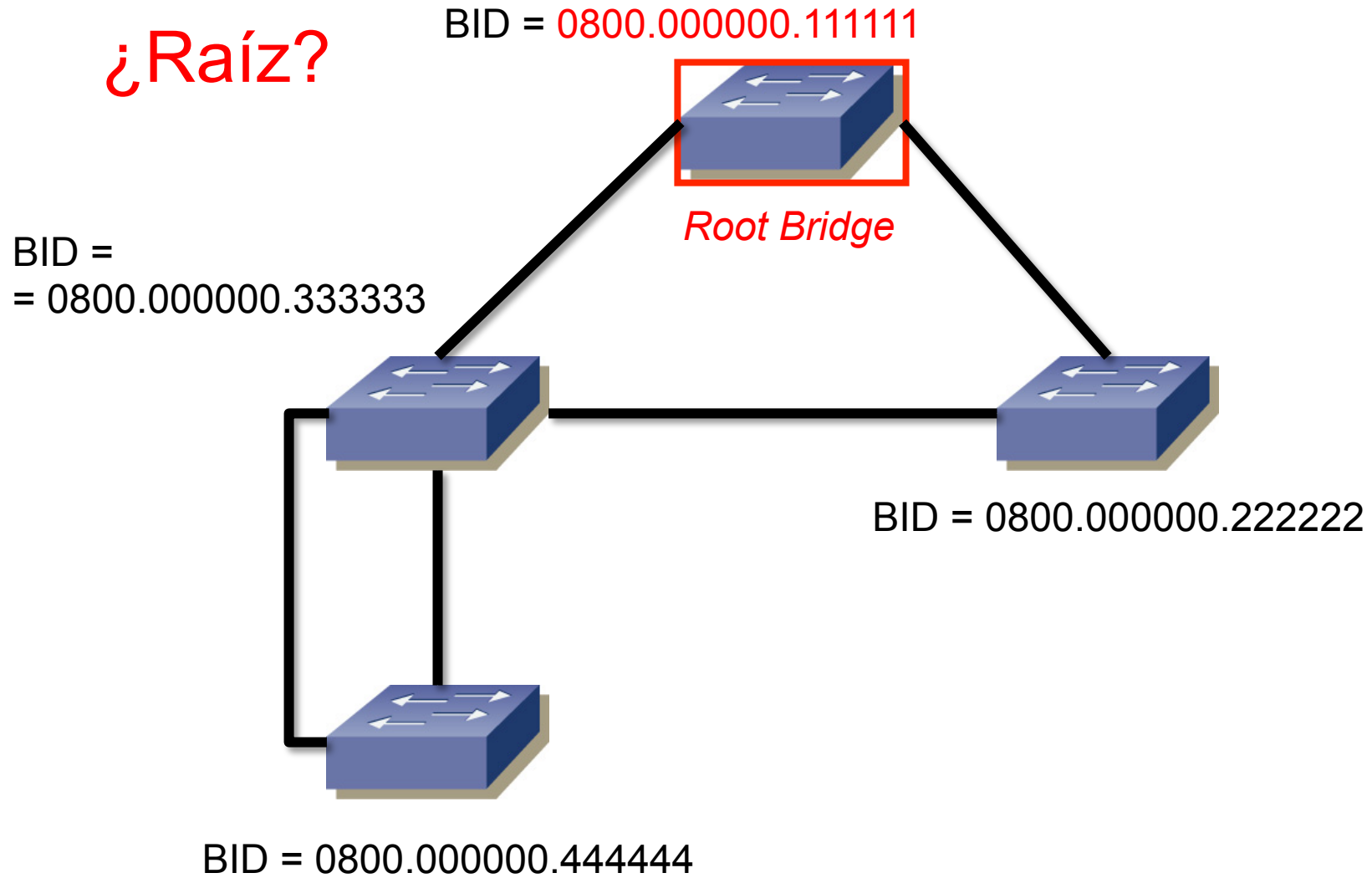
Ejemplo

¿Raíz?

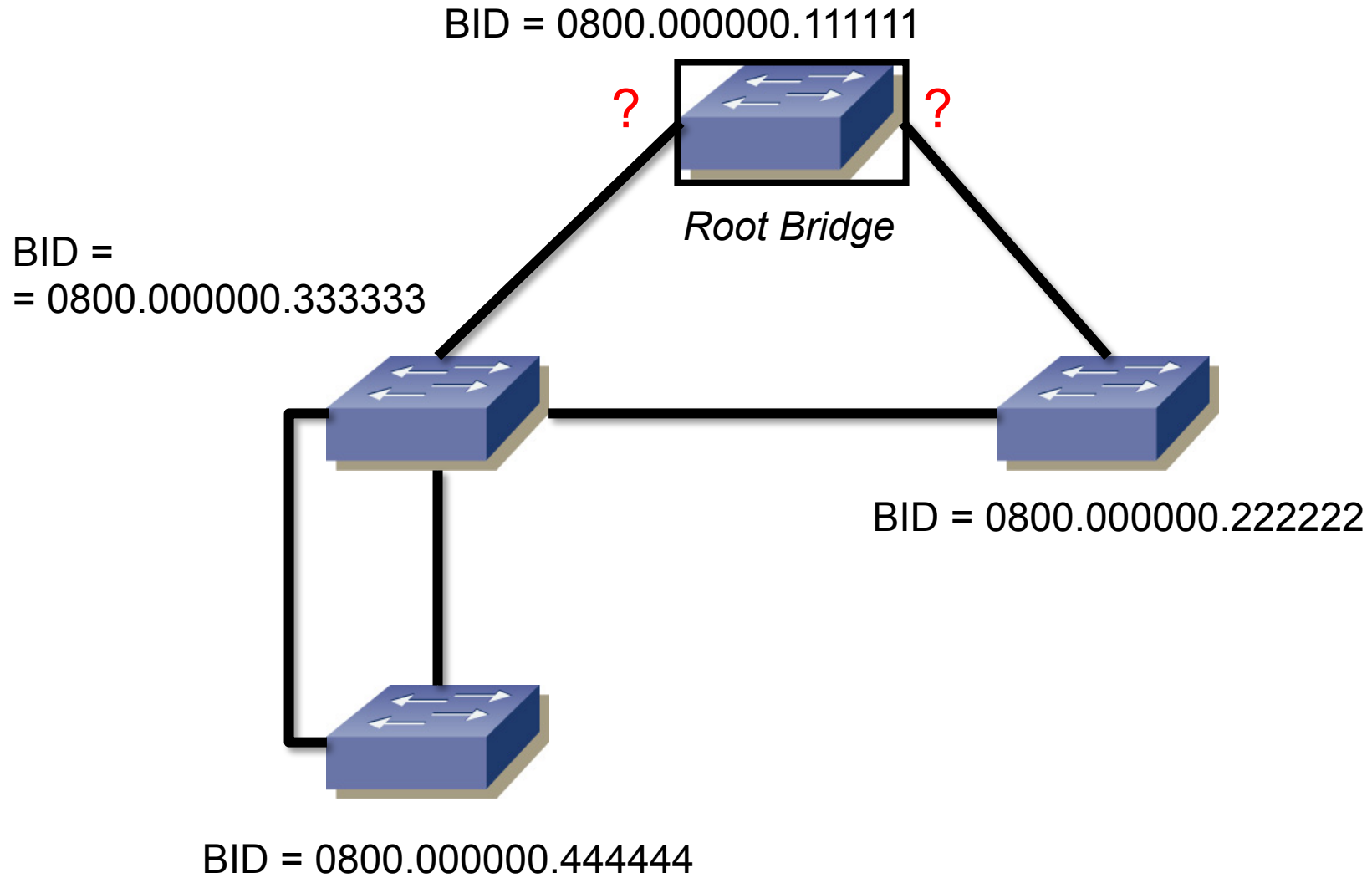


Ejemplo

¿Raíz?

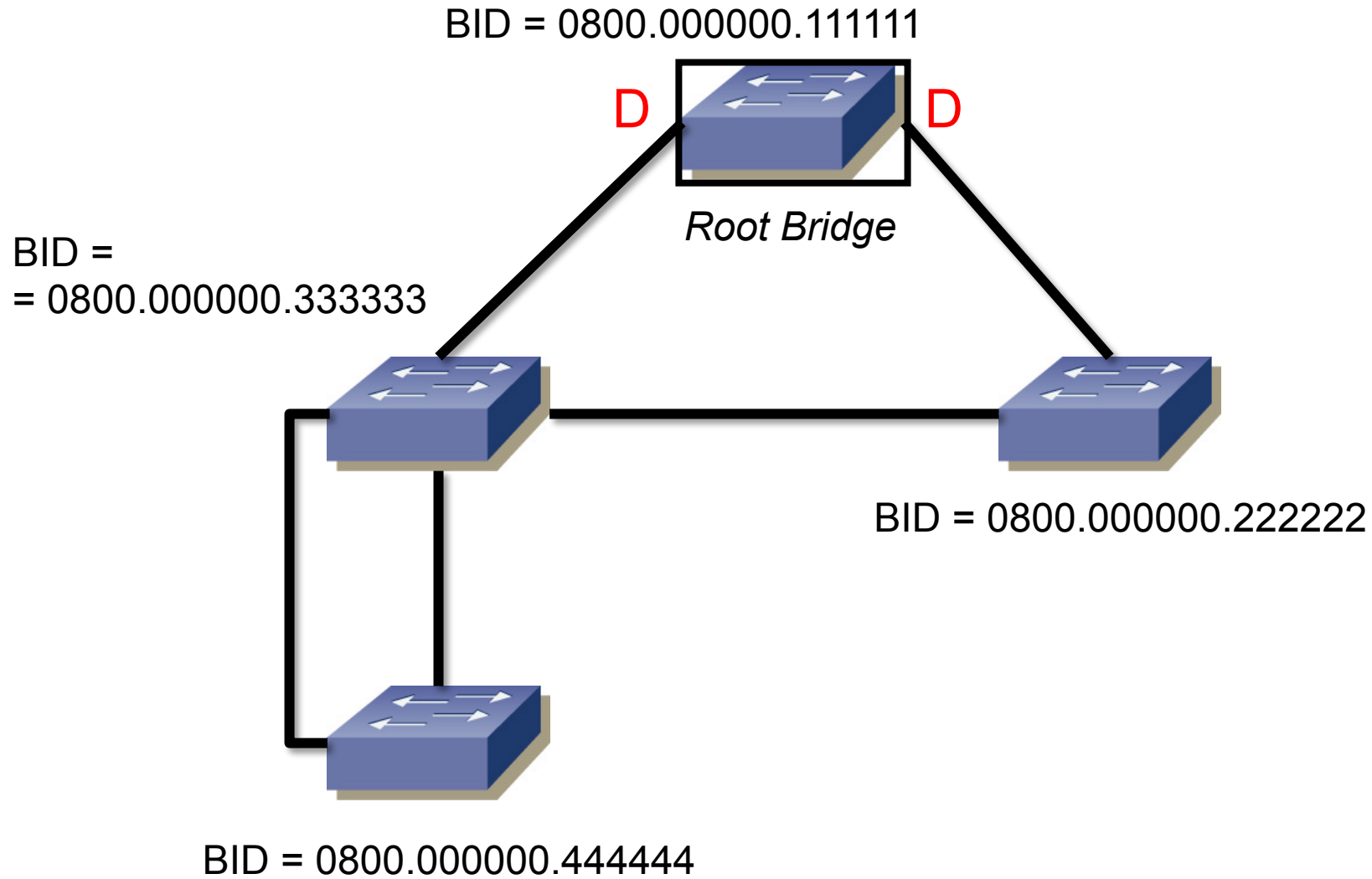


Ejemplo



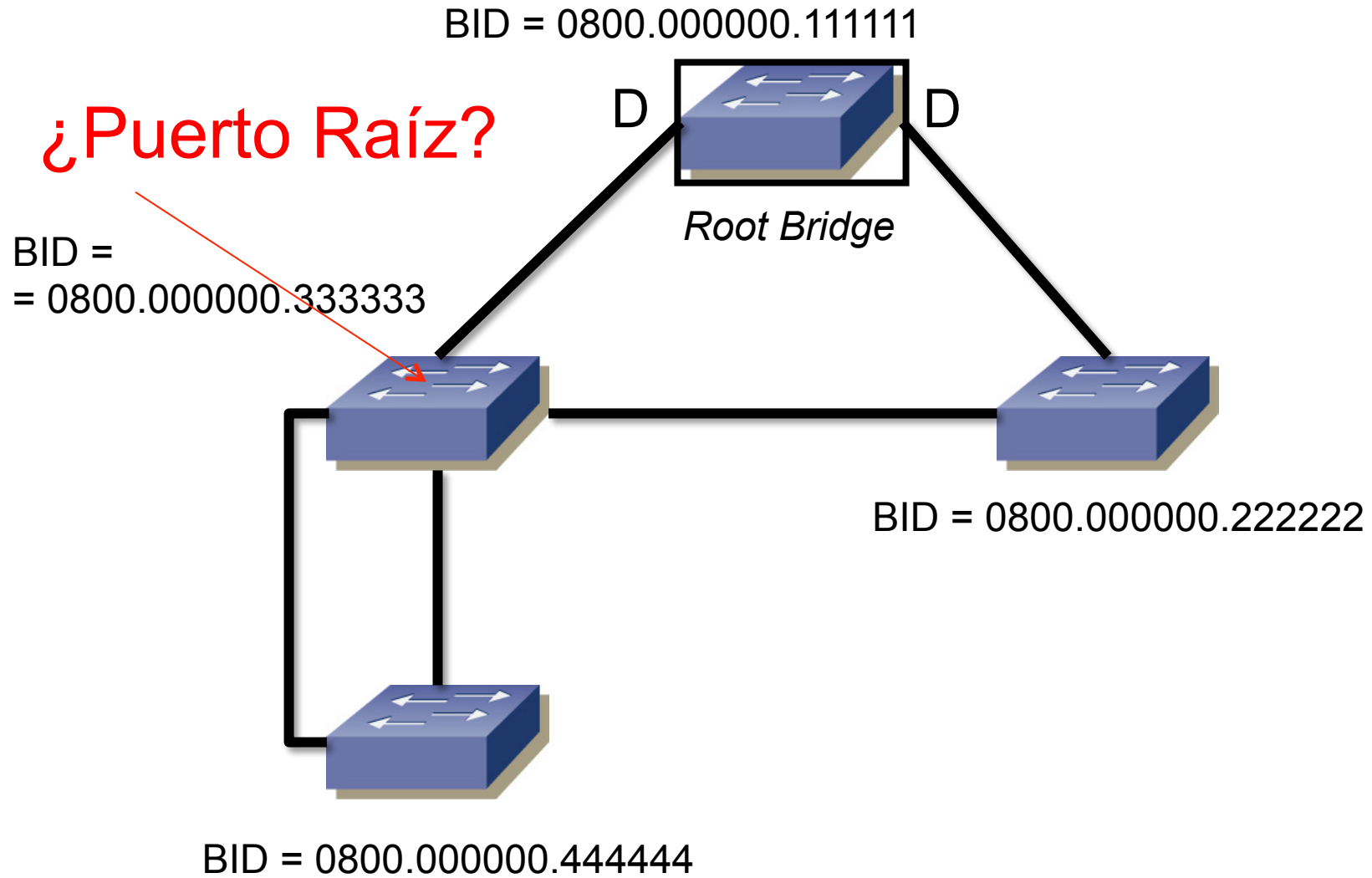
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

Ejemplo



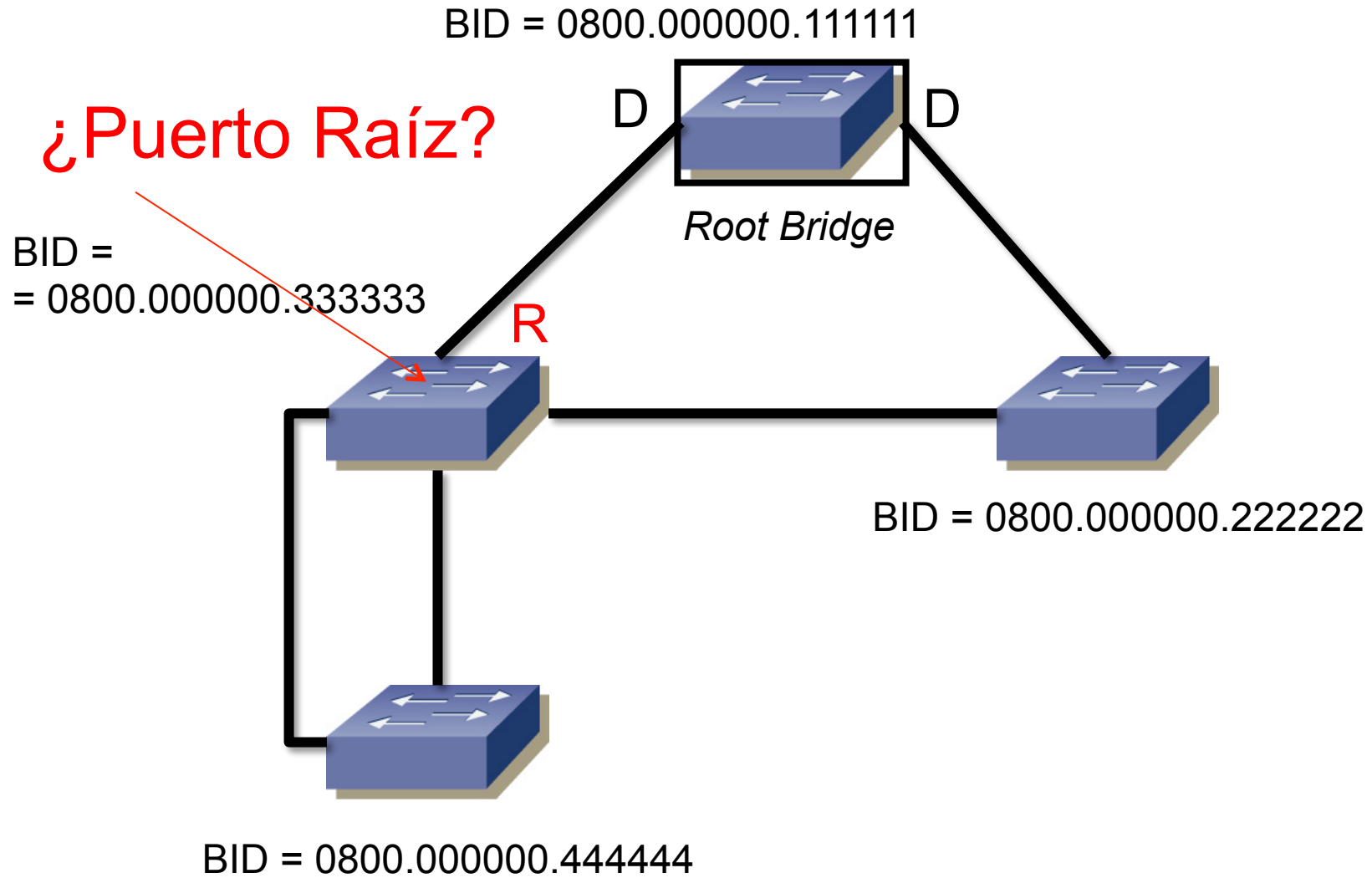
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

Ejemplo



{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

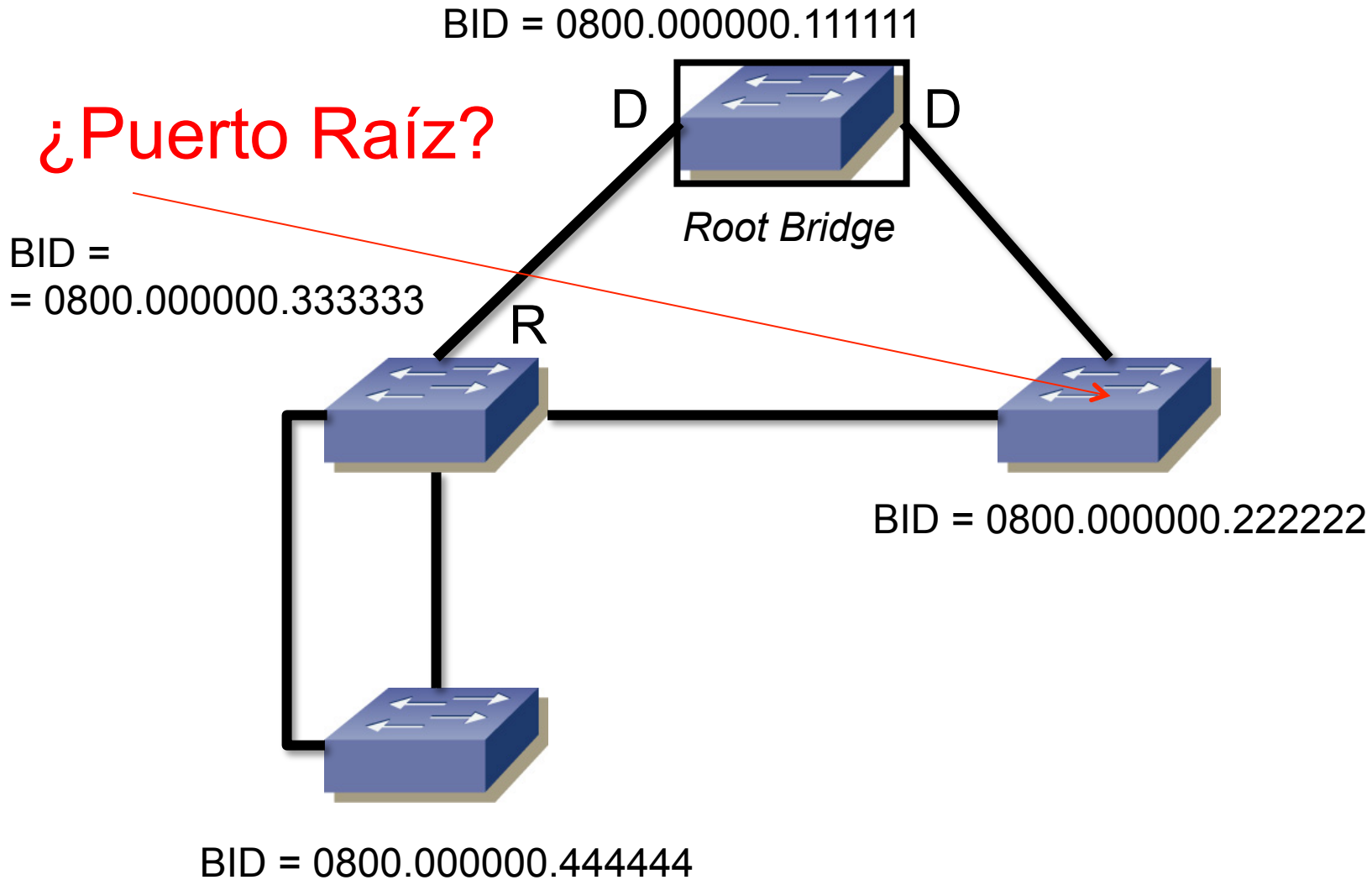
Ejemplo



{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

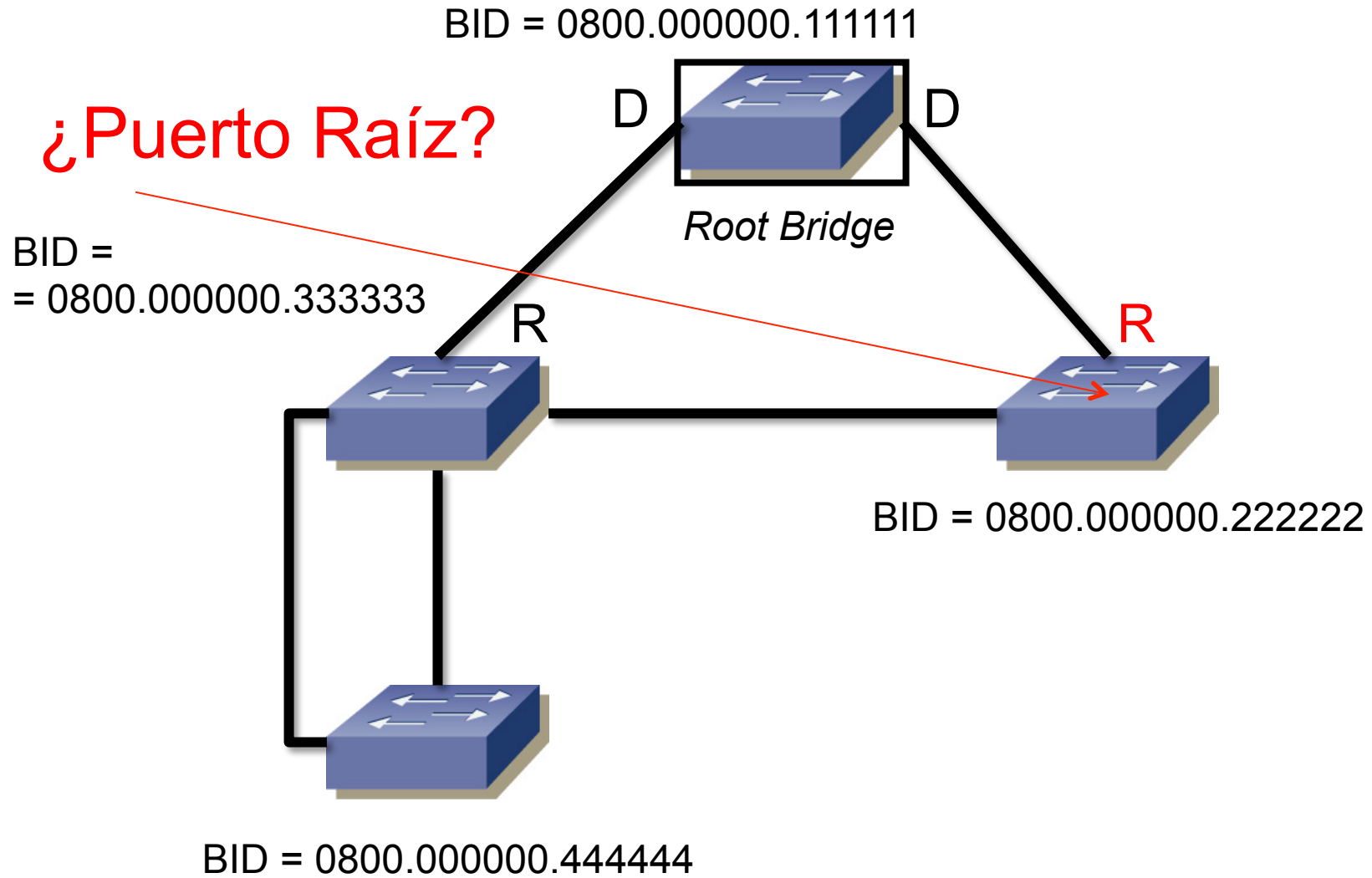
Ejemplo

¿Puerto Raíz?



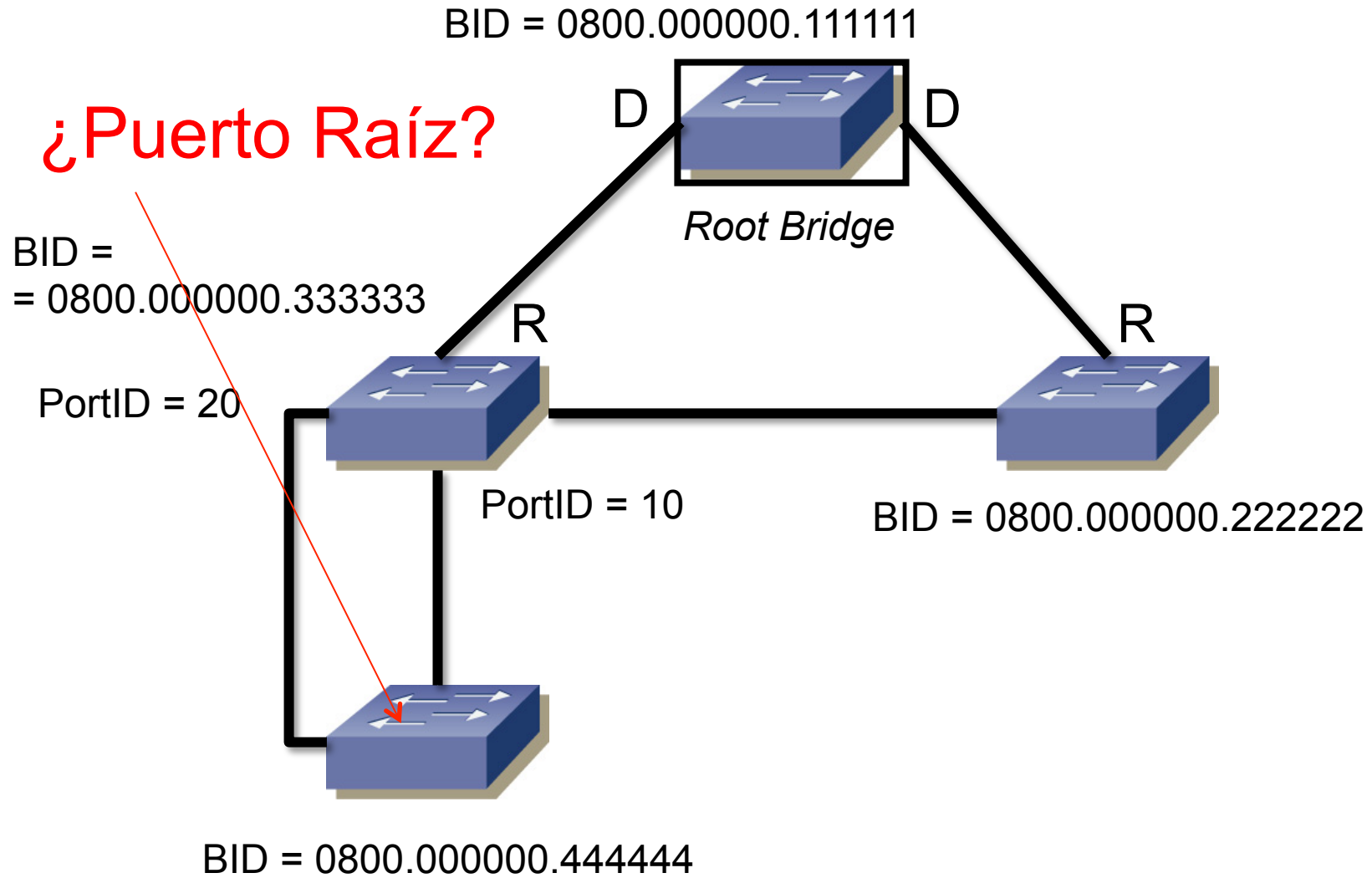
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

Ejemplo



{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

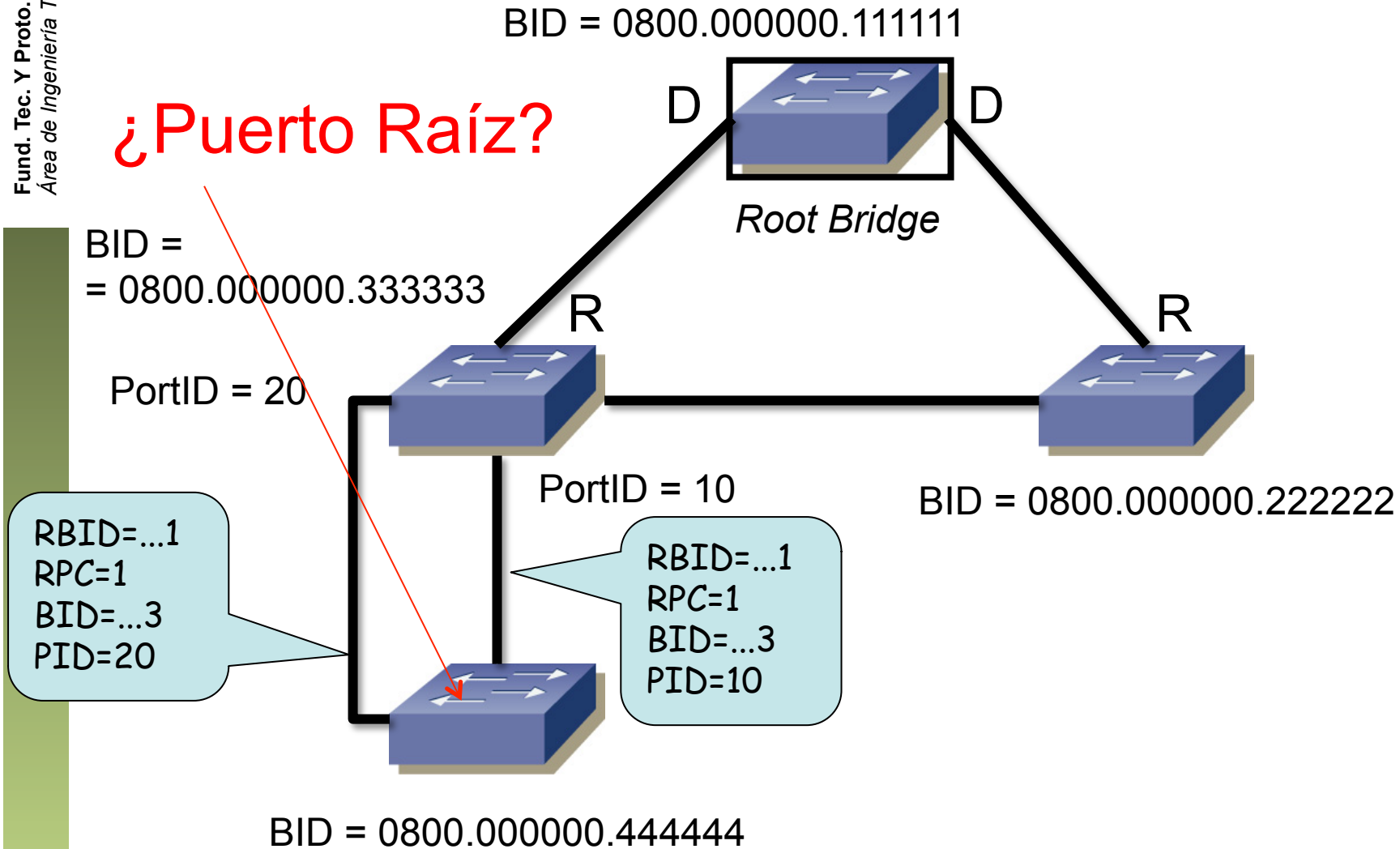
Ejemplo



{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

Ejemplo

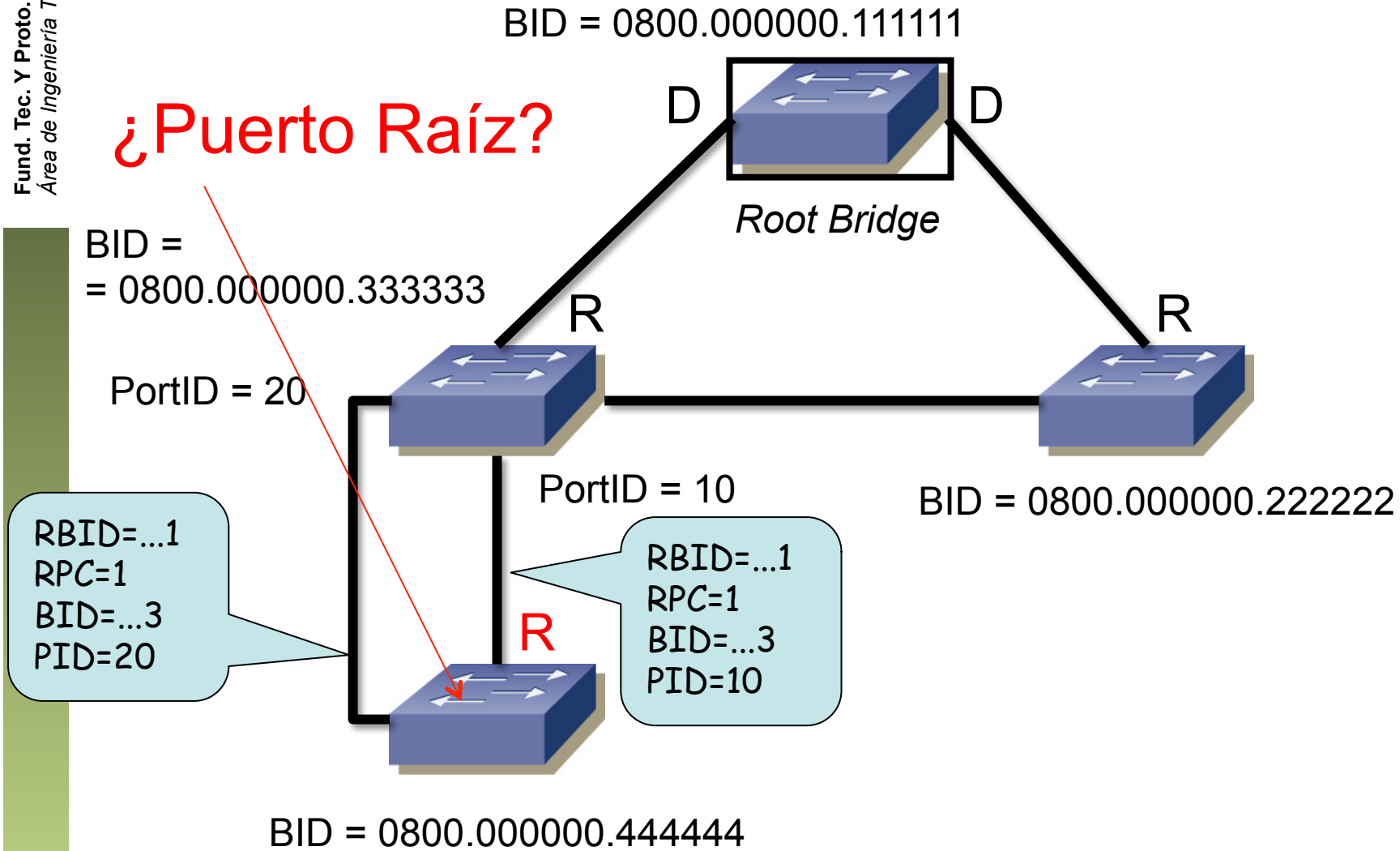
¿Puerto Raíz?



{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

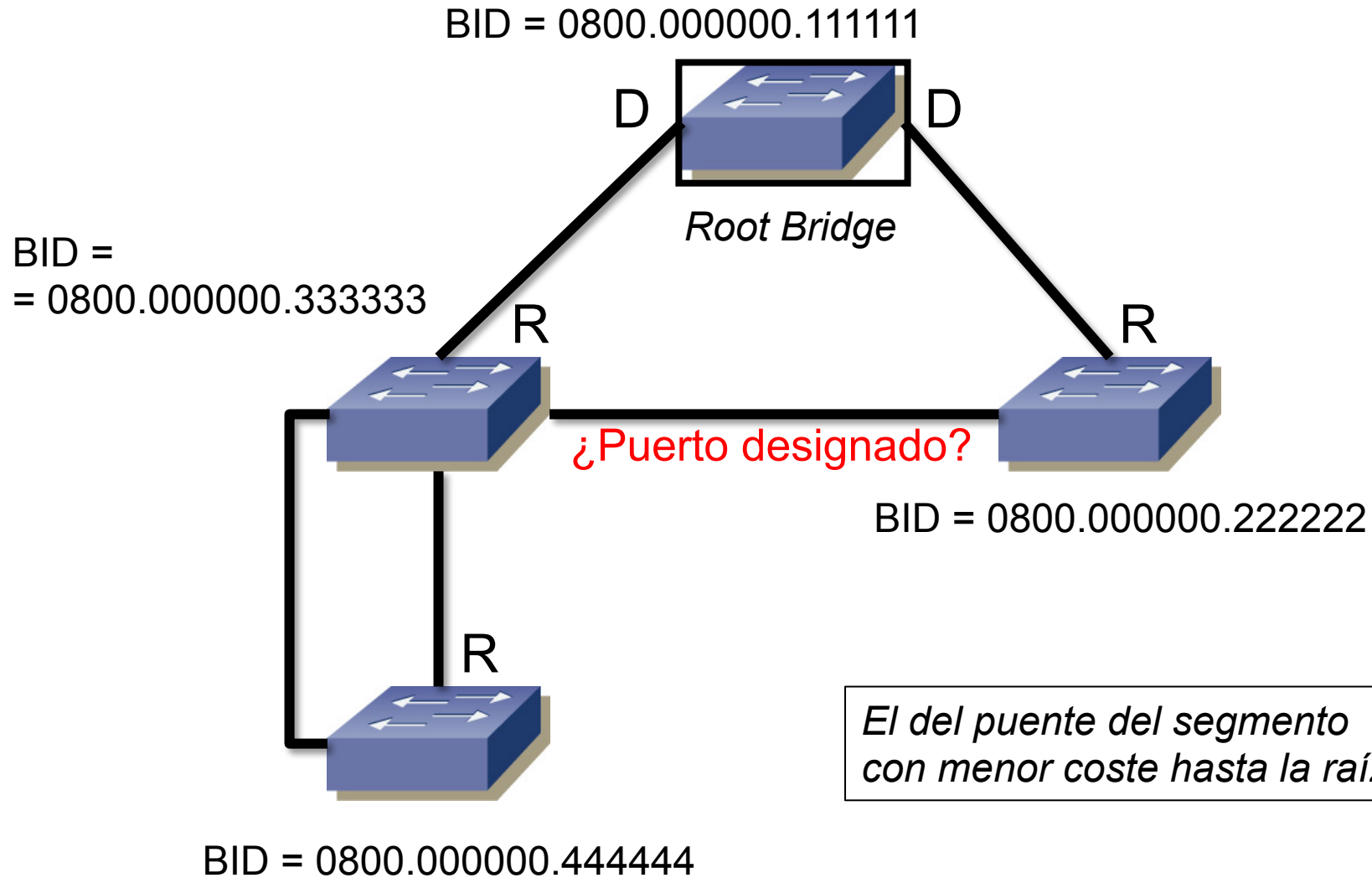
Ejemplo

¿Puerto Raíz?



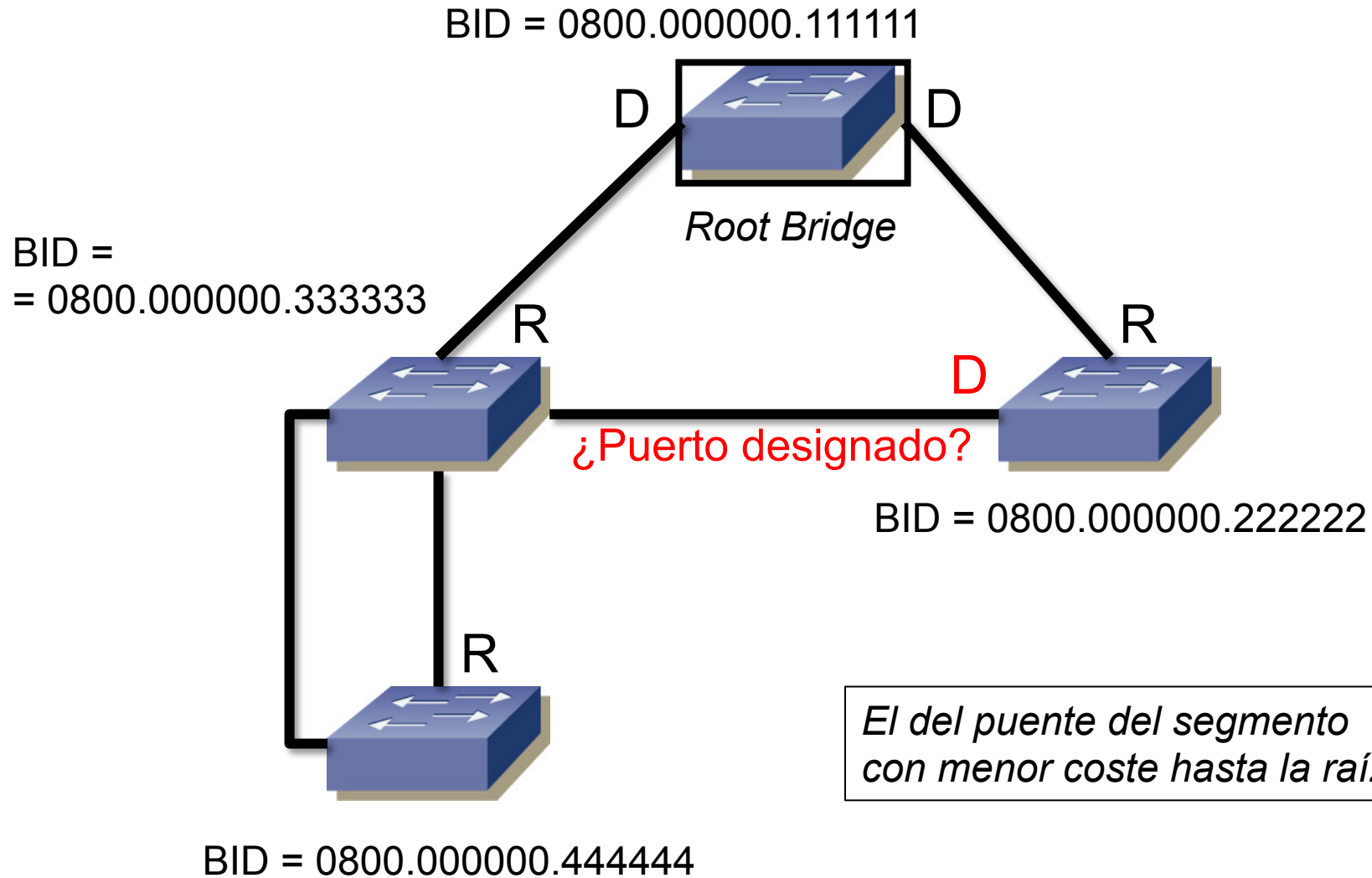
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

Ejemplo



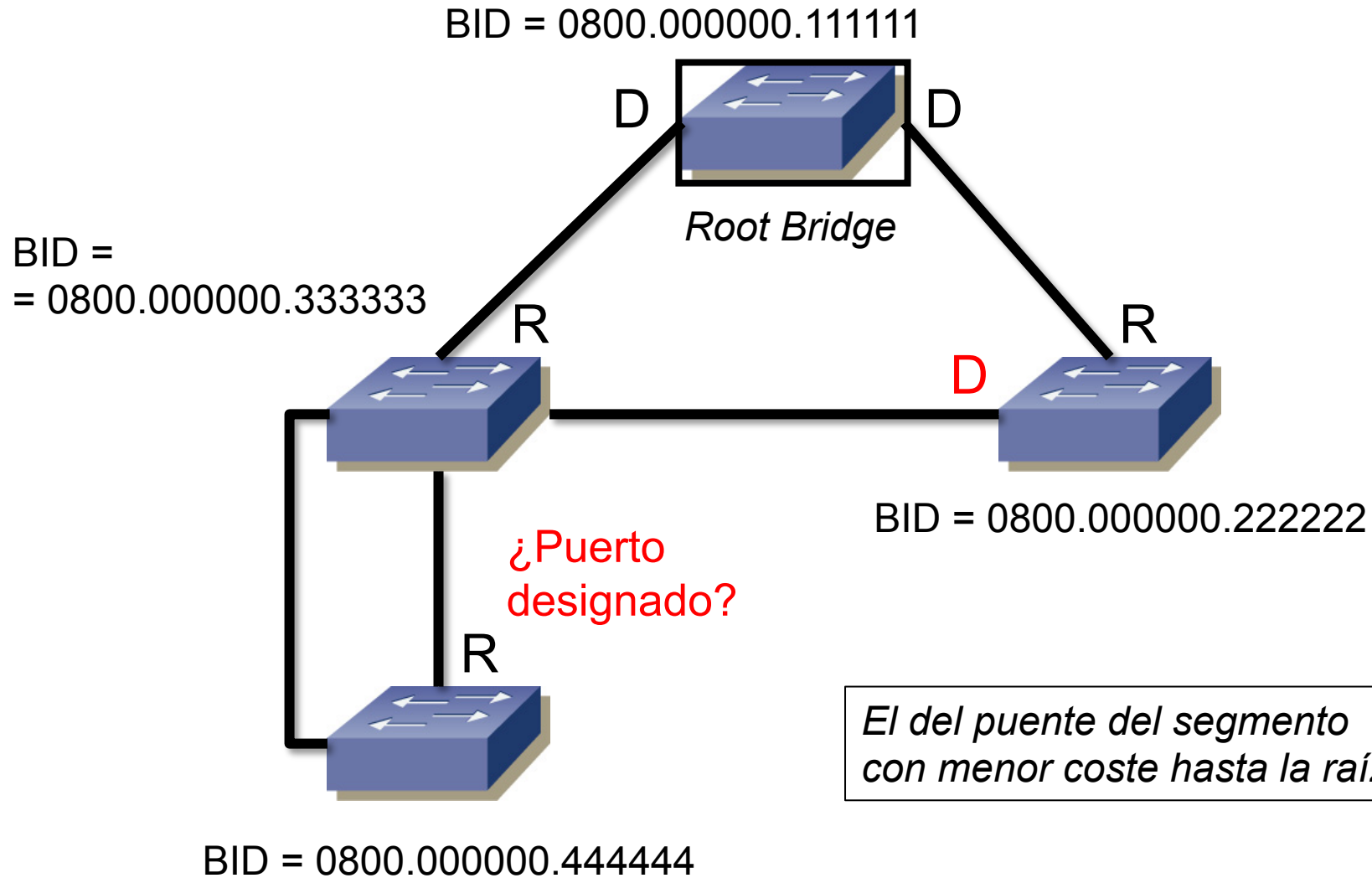
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

Ejemplo



{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

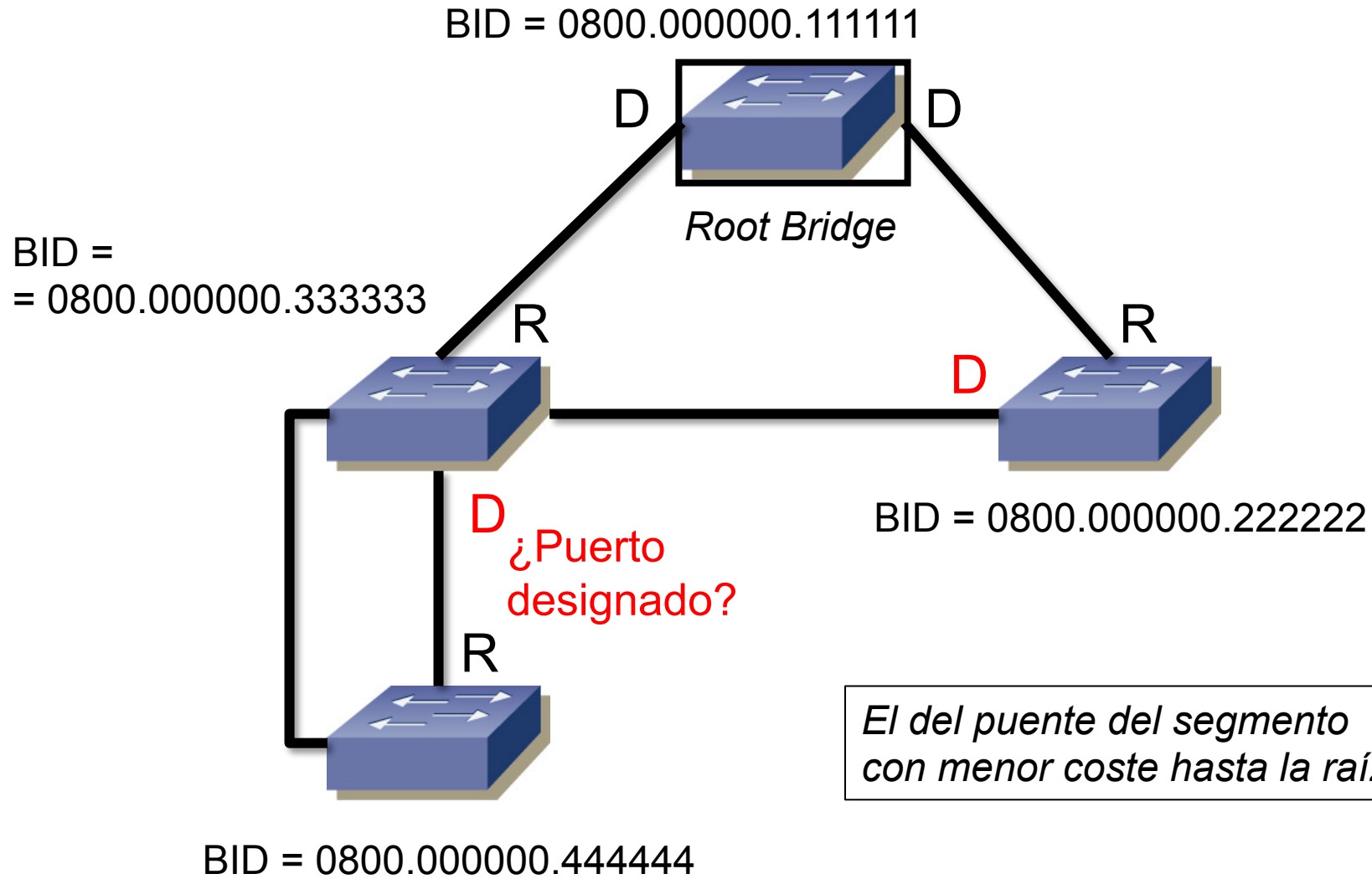
Ejemplo



El del puente del segmento con menor coste hasta la raíz

{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

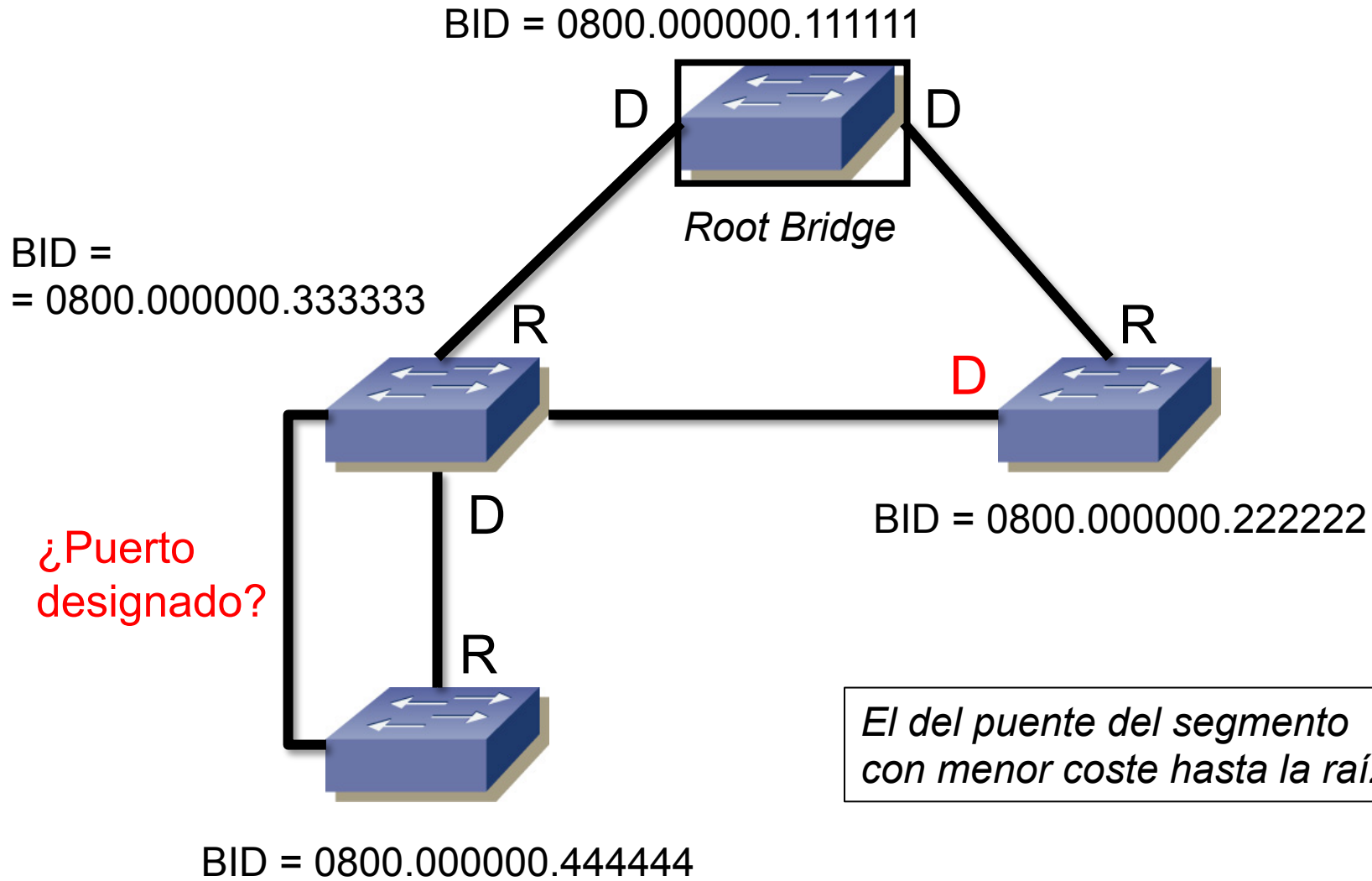
Ejemplo



El del puente del segmento con menor coste hasta la raíz

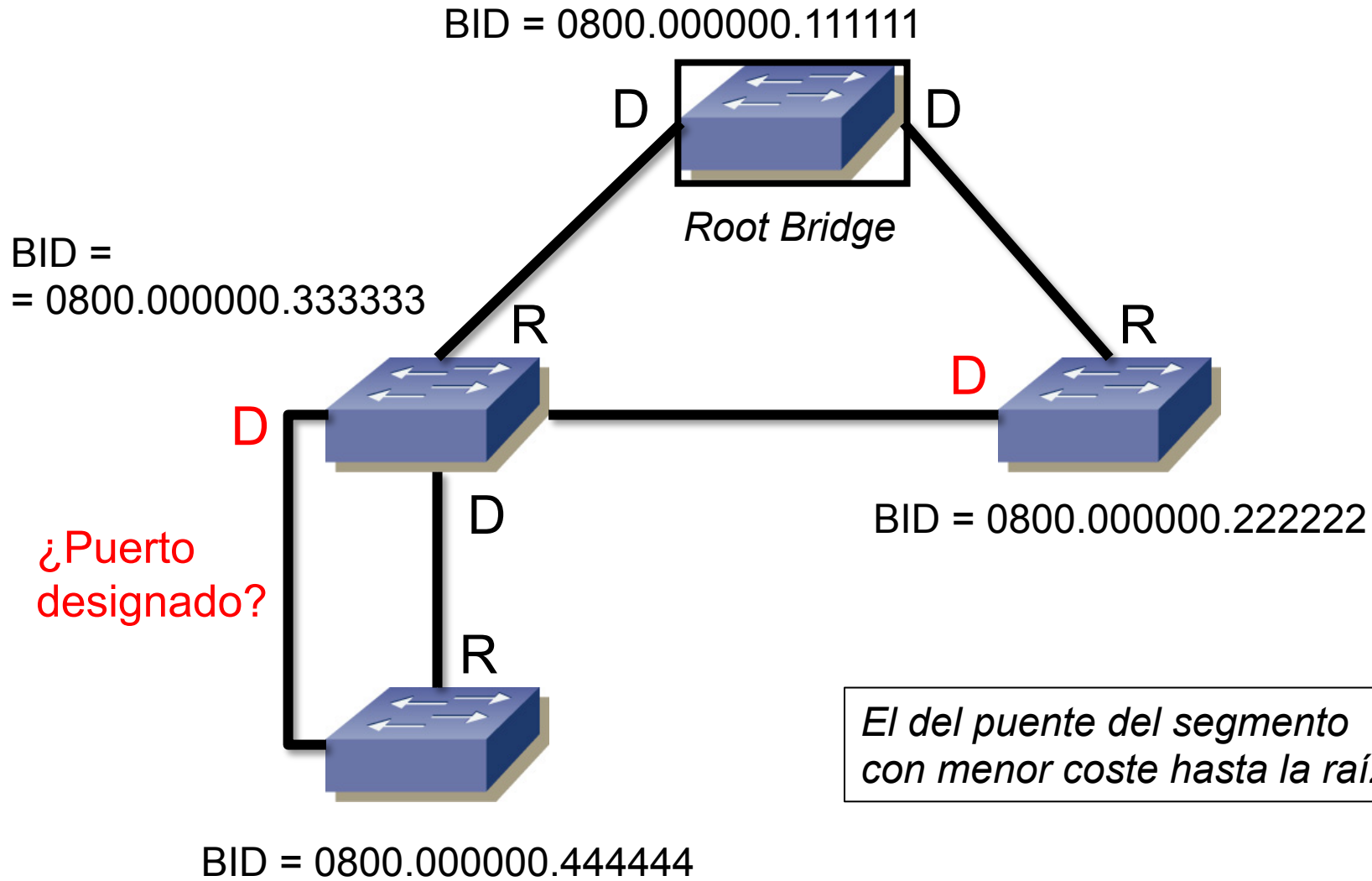
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

Ejemplo



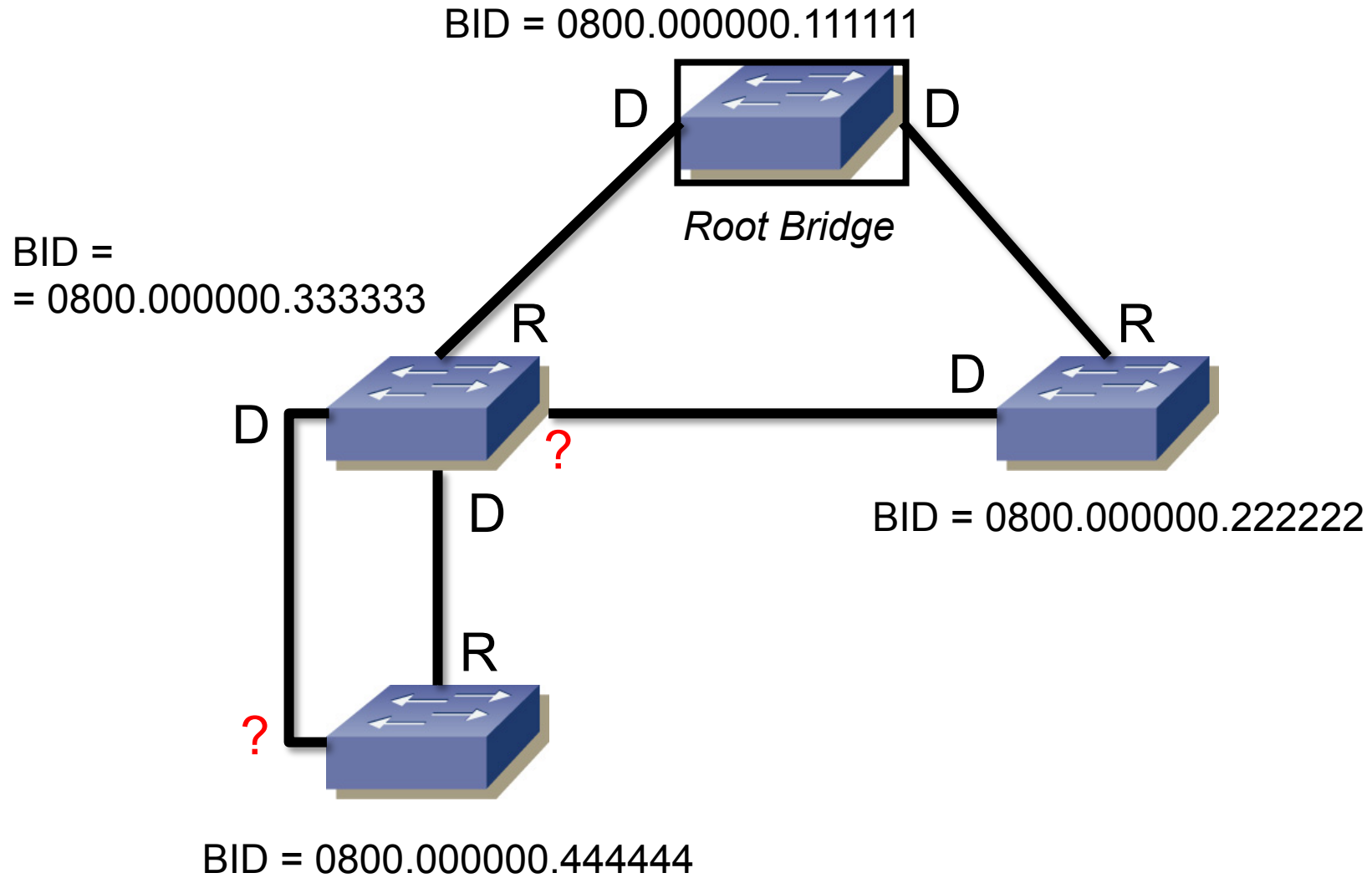
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

Ejemplo



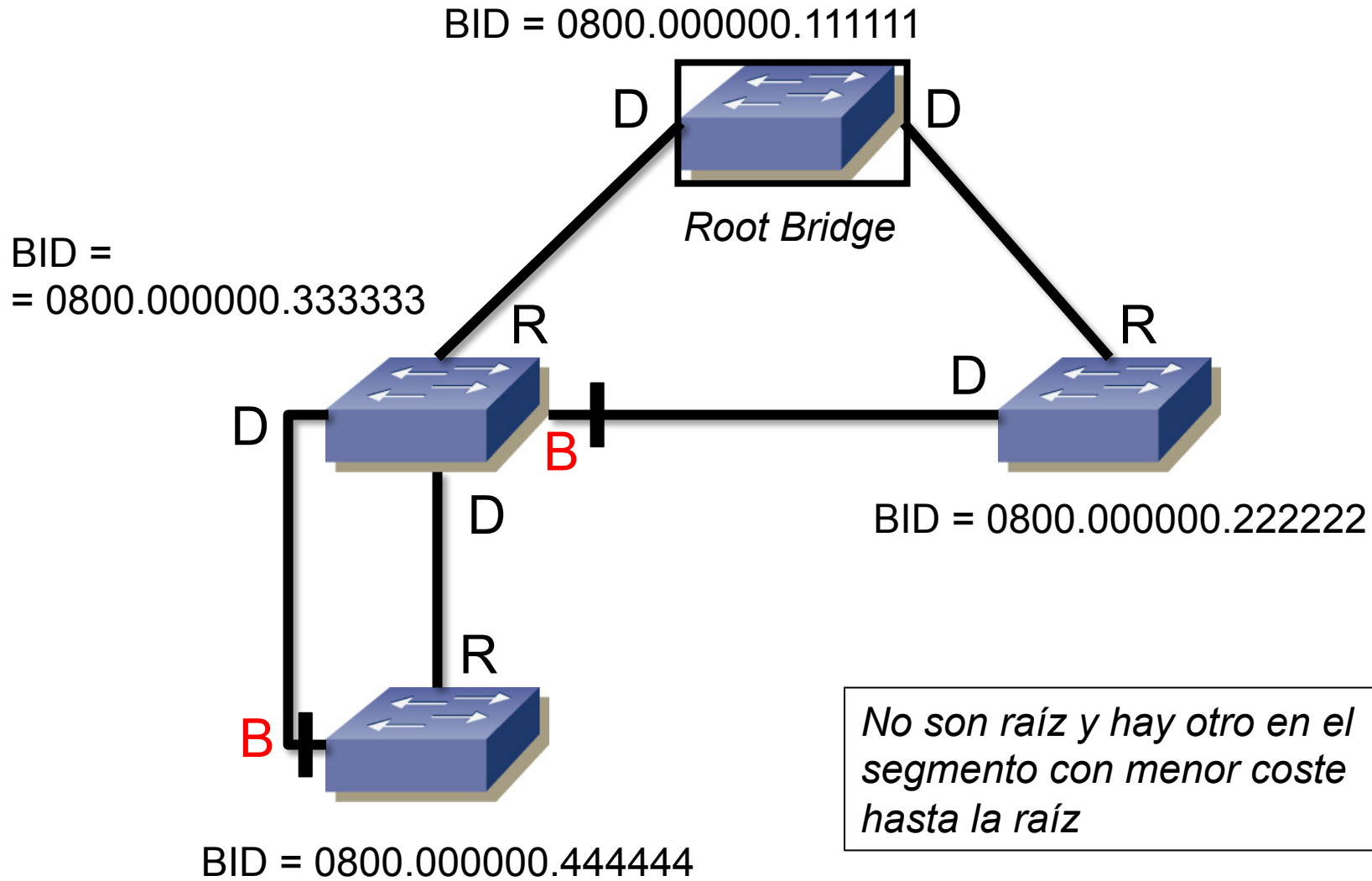
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

Ejemplo



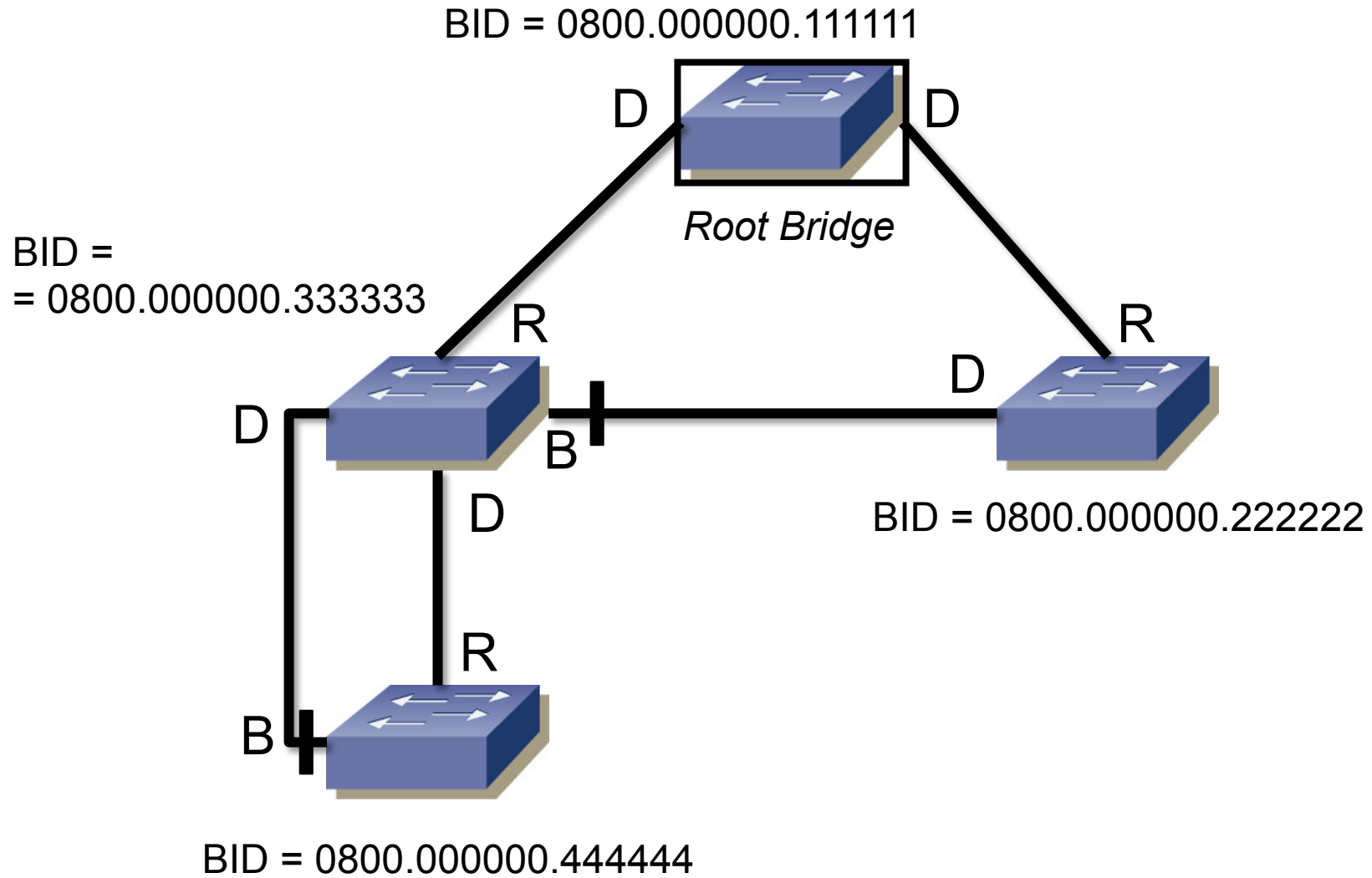
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

Ejemplo



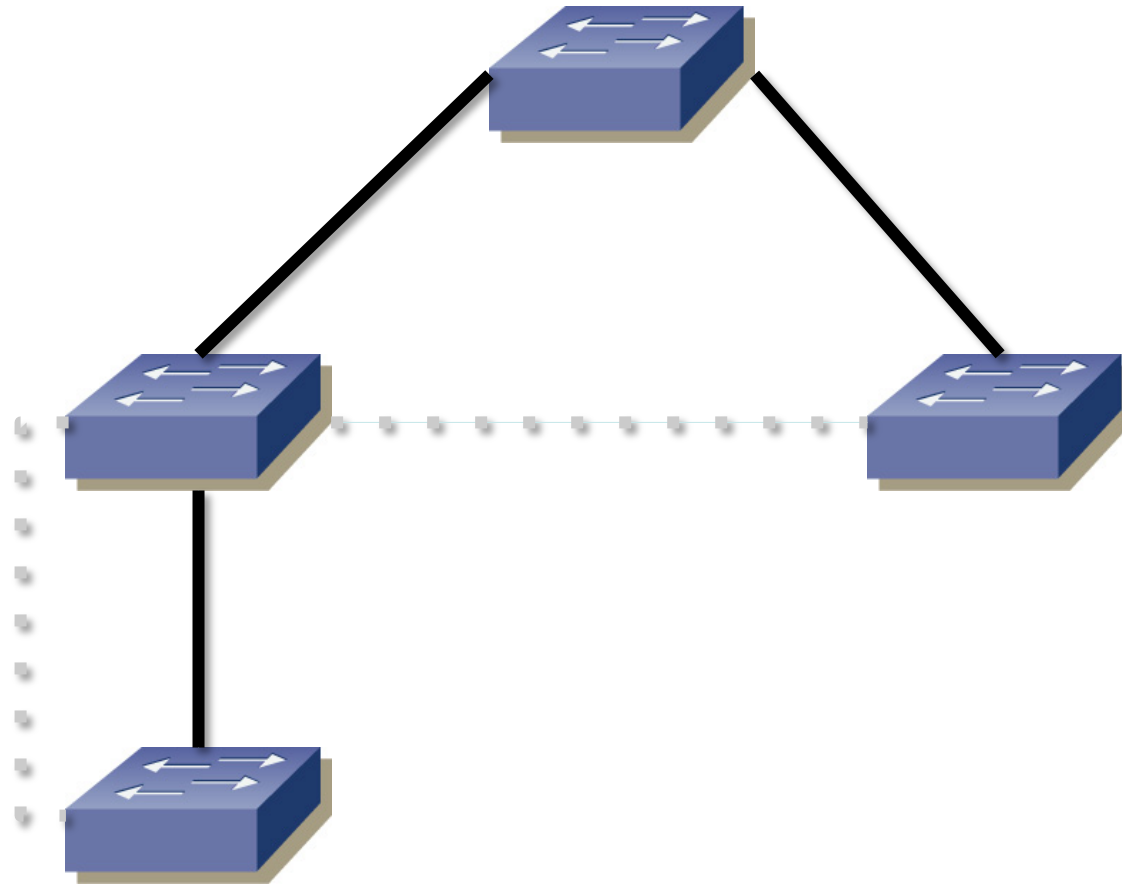
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

Ejemplo



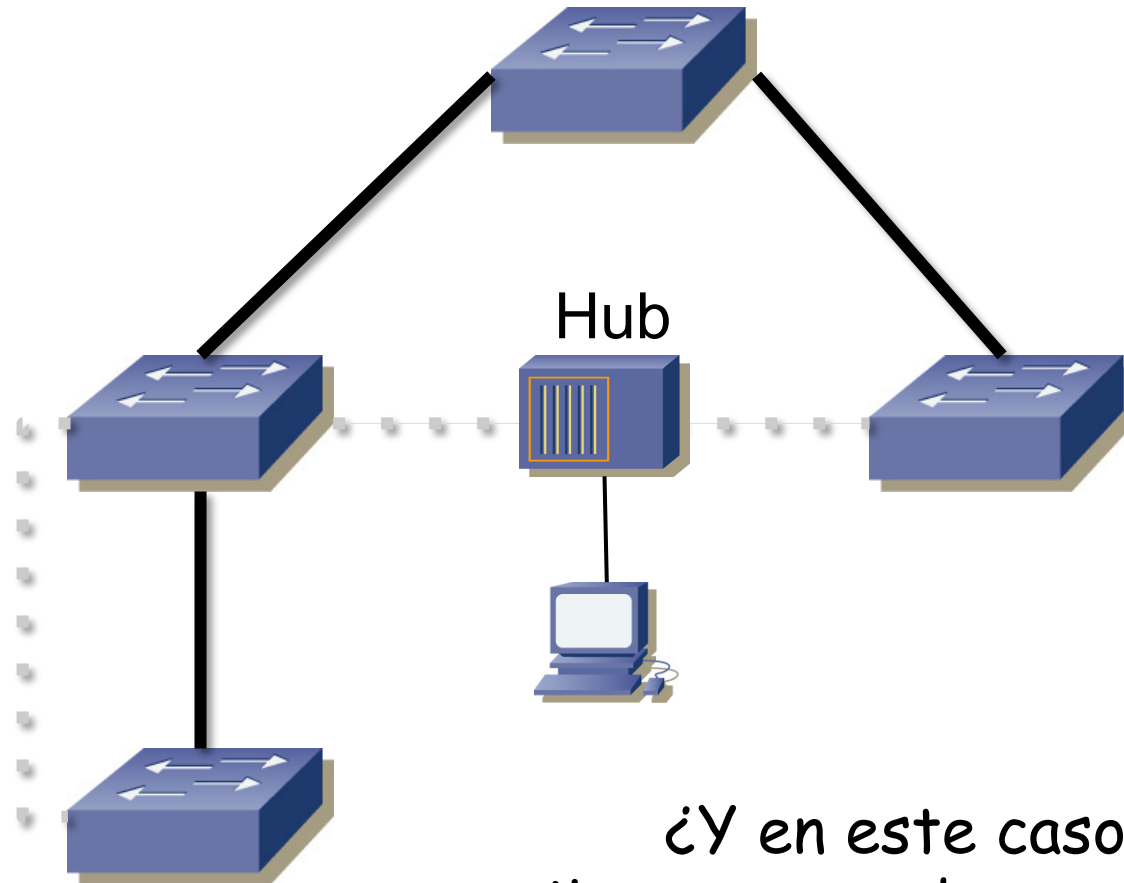
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

Otra representación



{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

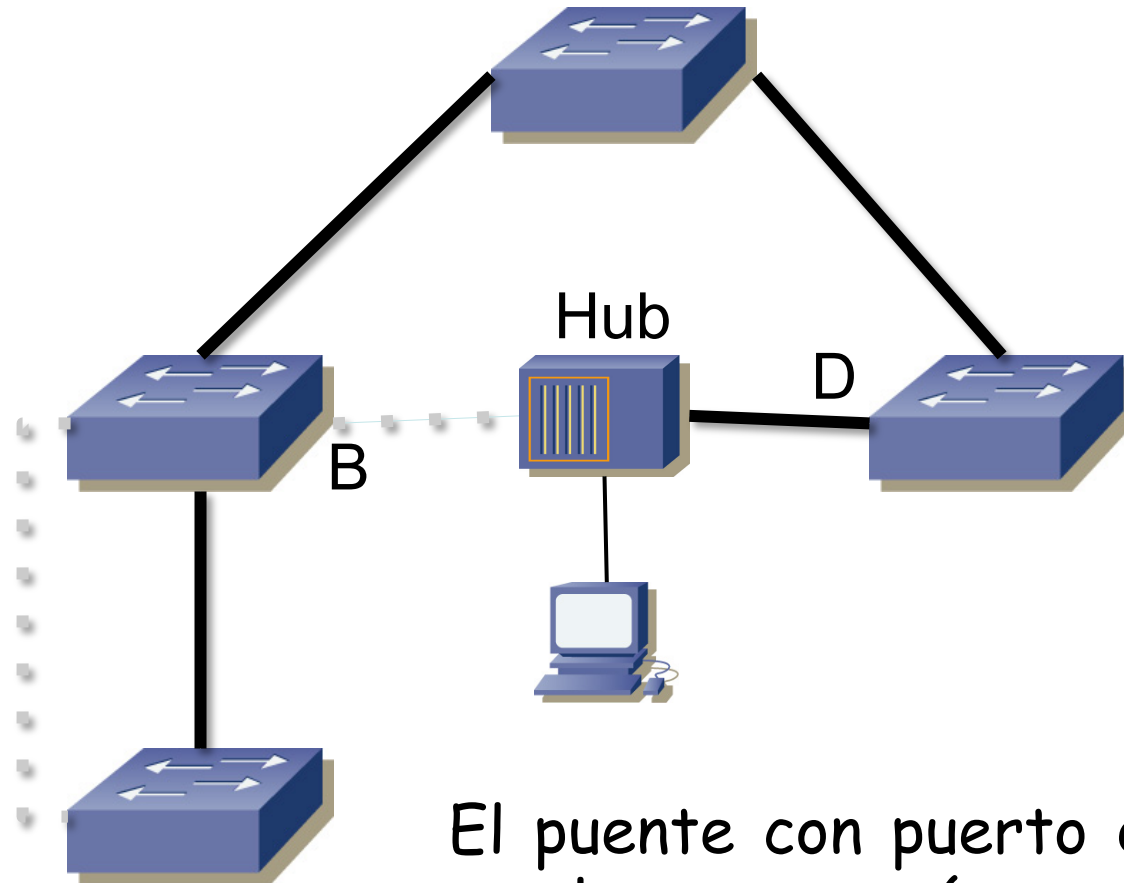
¿Y en este segmento?



¿Y en este caso?
¿Las tramas de ese host?

{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

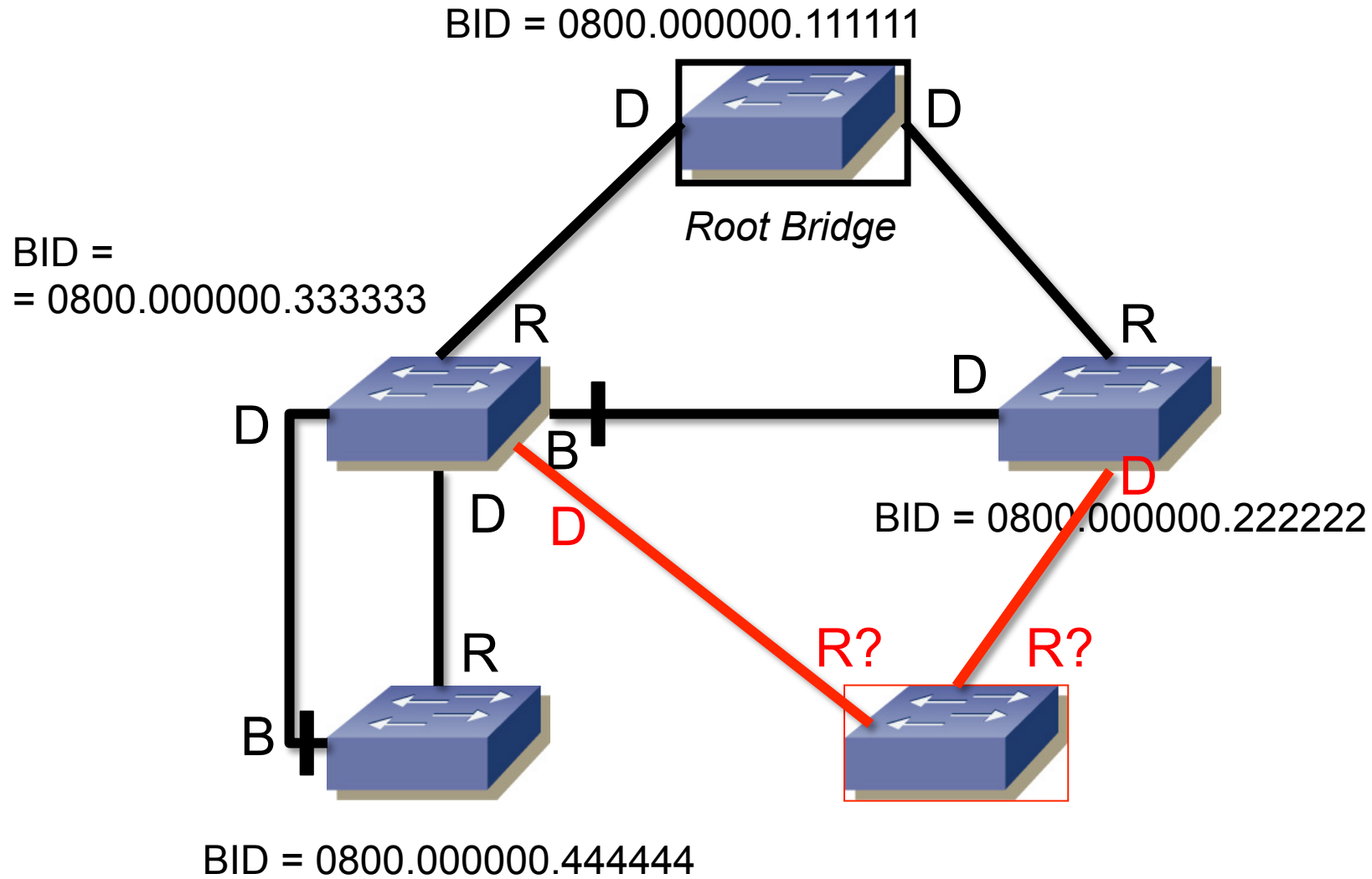
¿Y en este segmento?



El puente con puerto designado en el segmento sí acepta tramas

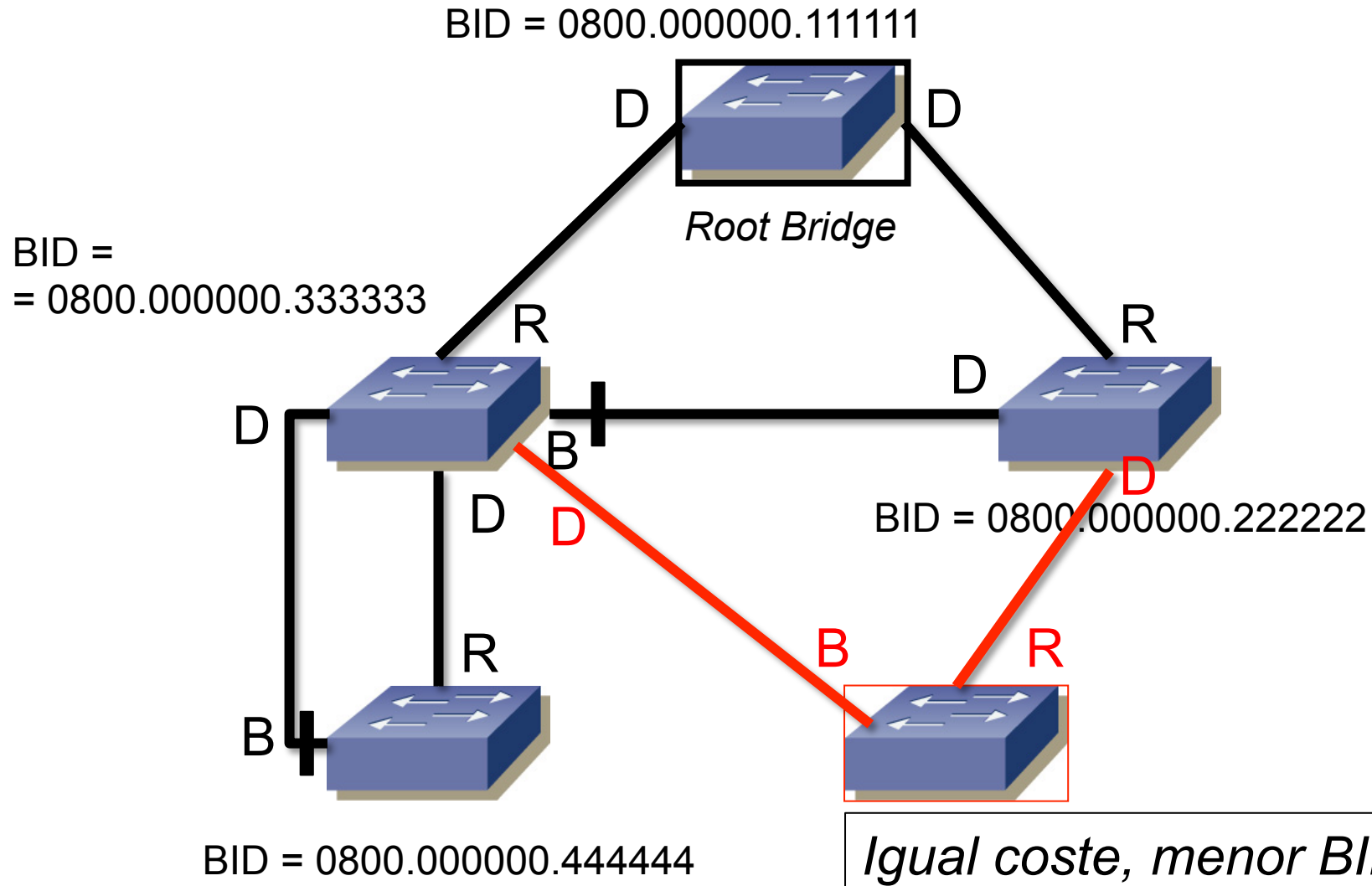
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

Ejemplo: ¿Y con igual coste?



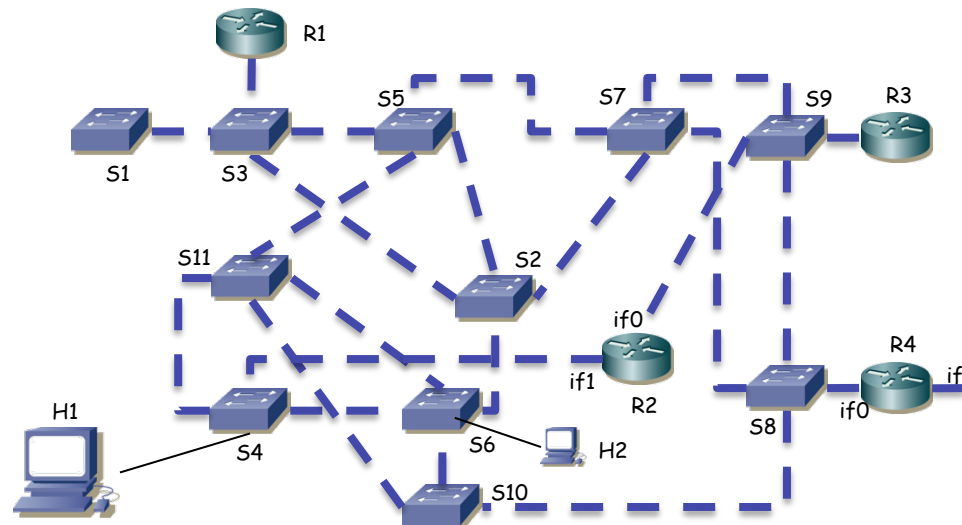
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

Ejemplo: ¿Y con igual coste?



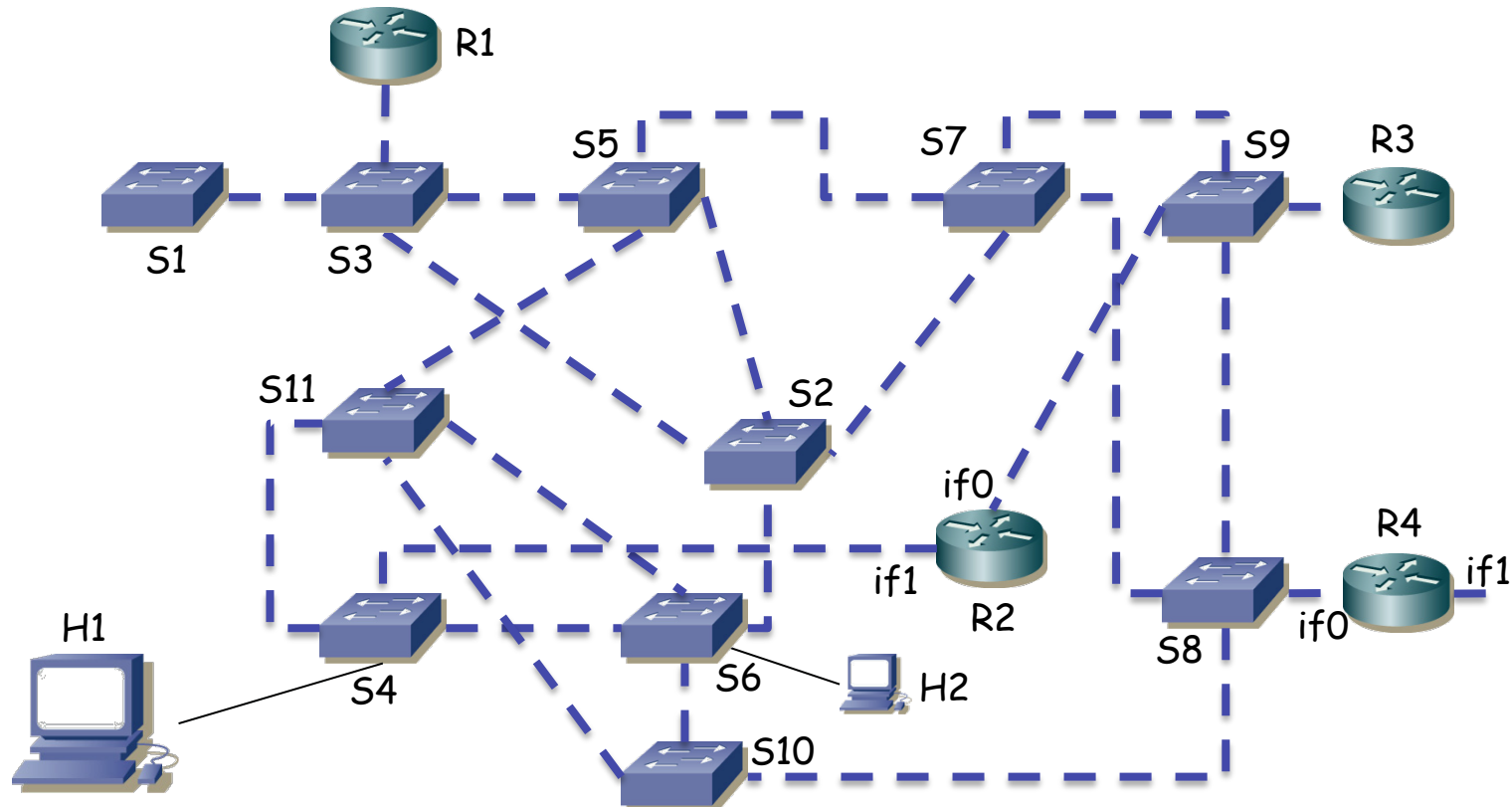
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID : DesignatedPortID : BridgePortID }

STP: Ejemplo



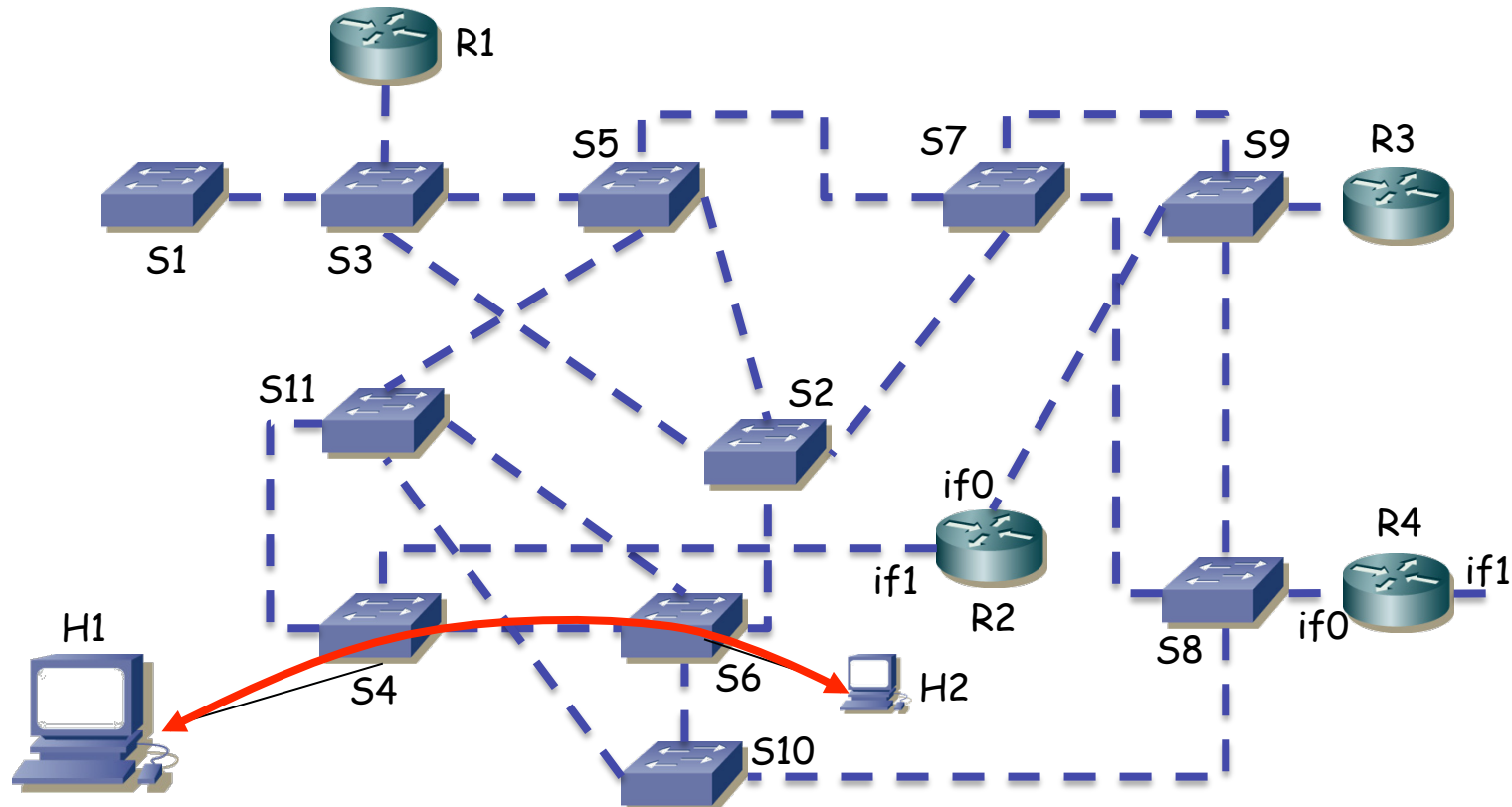
STP: Ejemplo

- ¿Qué camino sigue el tráfico entre H1 y H2?
- No hay VLANs
- Están en la misma subred IP
- (...)



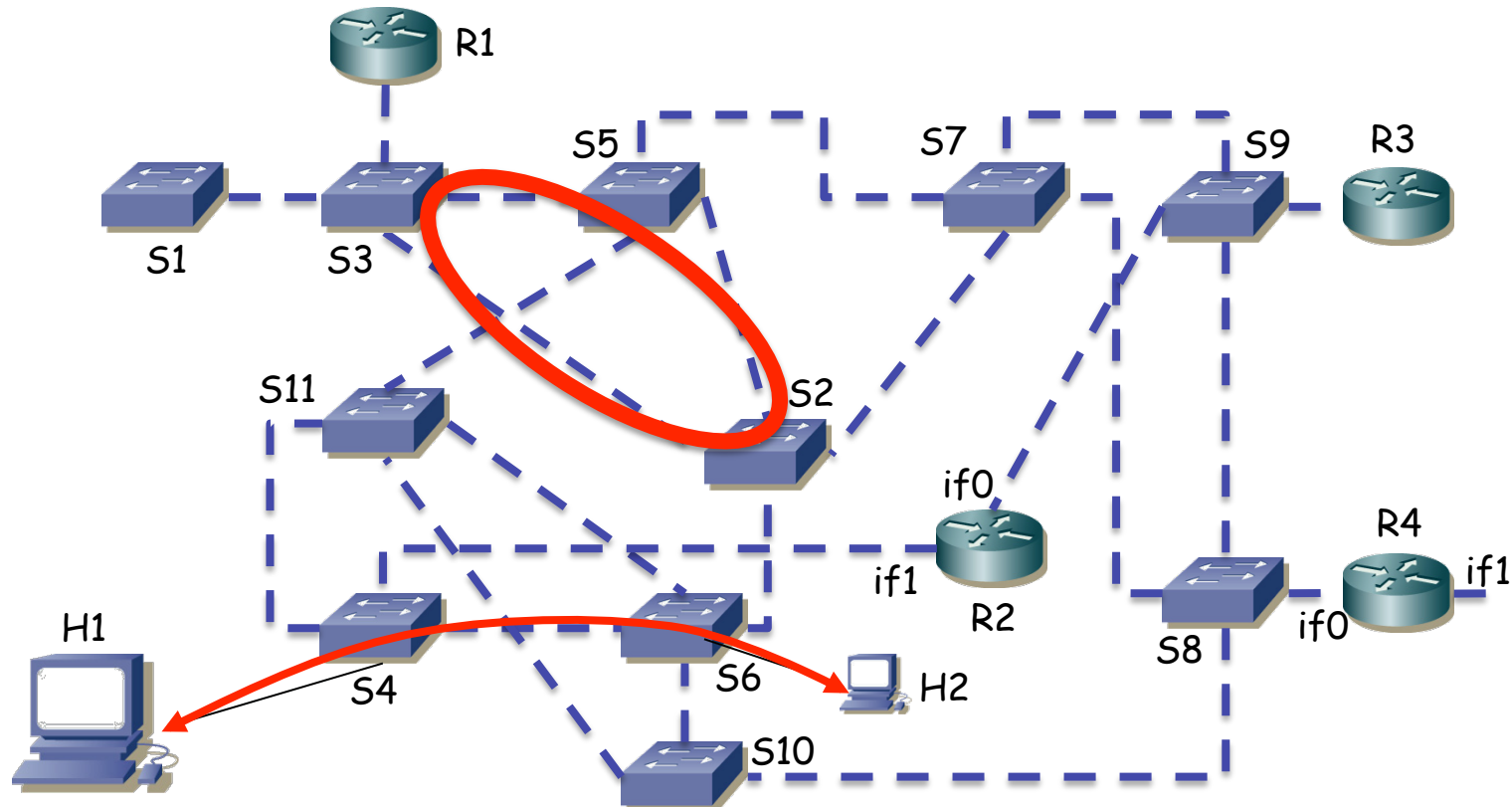
STP: Ejemplo

- ¿ H1 → S4 → S6 → H2 ?
- (...)



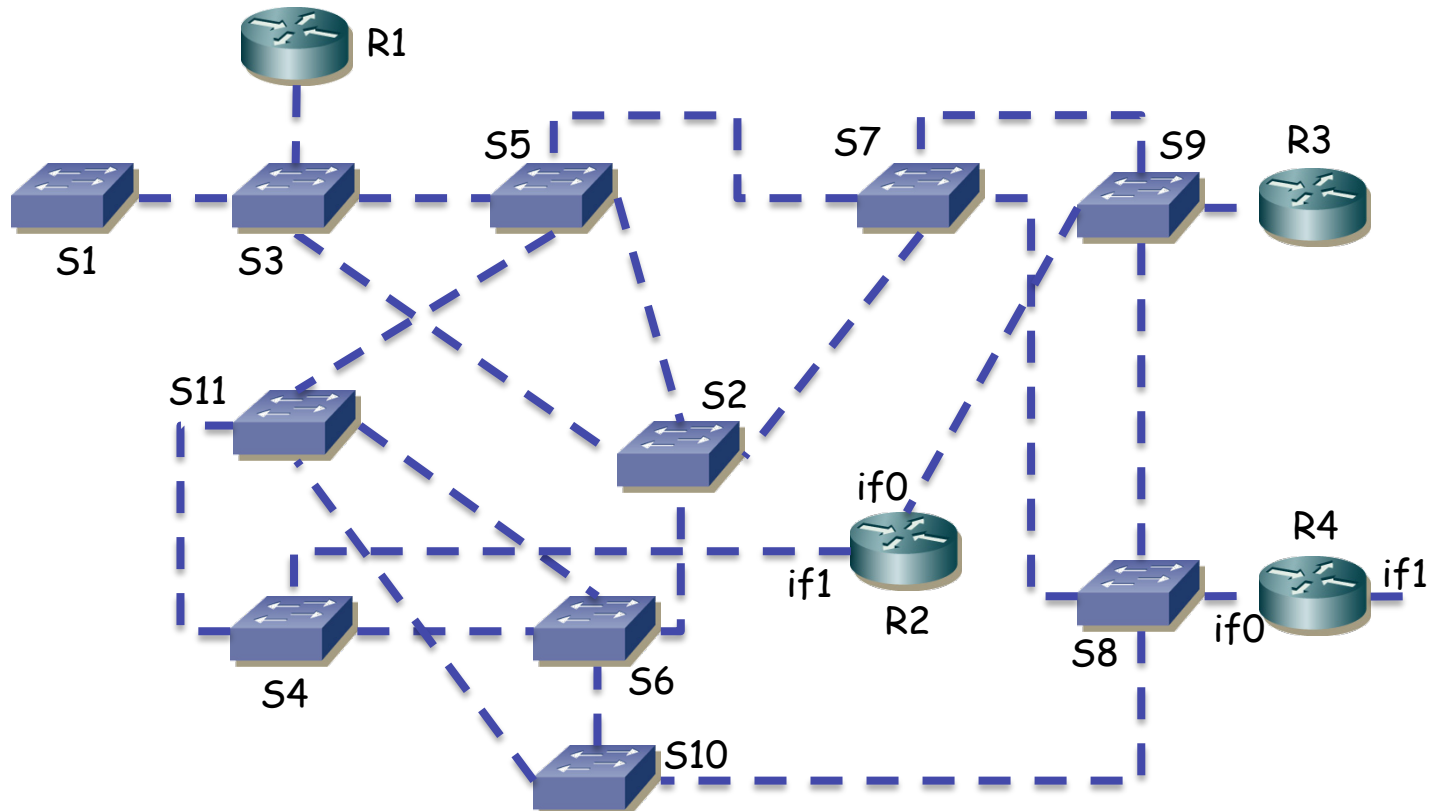
STP: Ejemplo

- ¿ H1 → S4 → S6 → H2 ?
- Ojo, que hay ciclos
- Necesitamos algo que rompa los ciclos
- STP



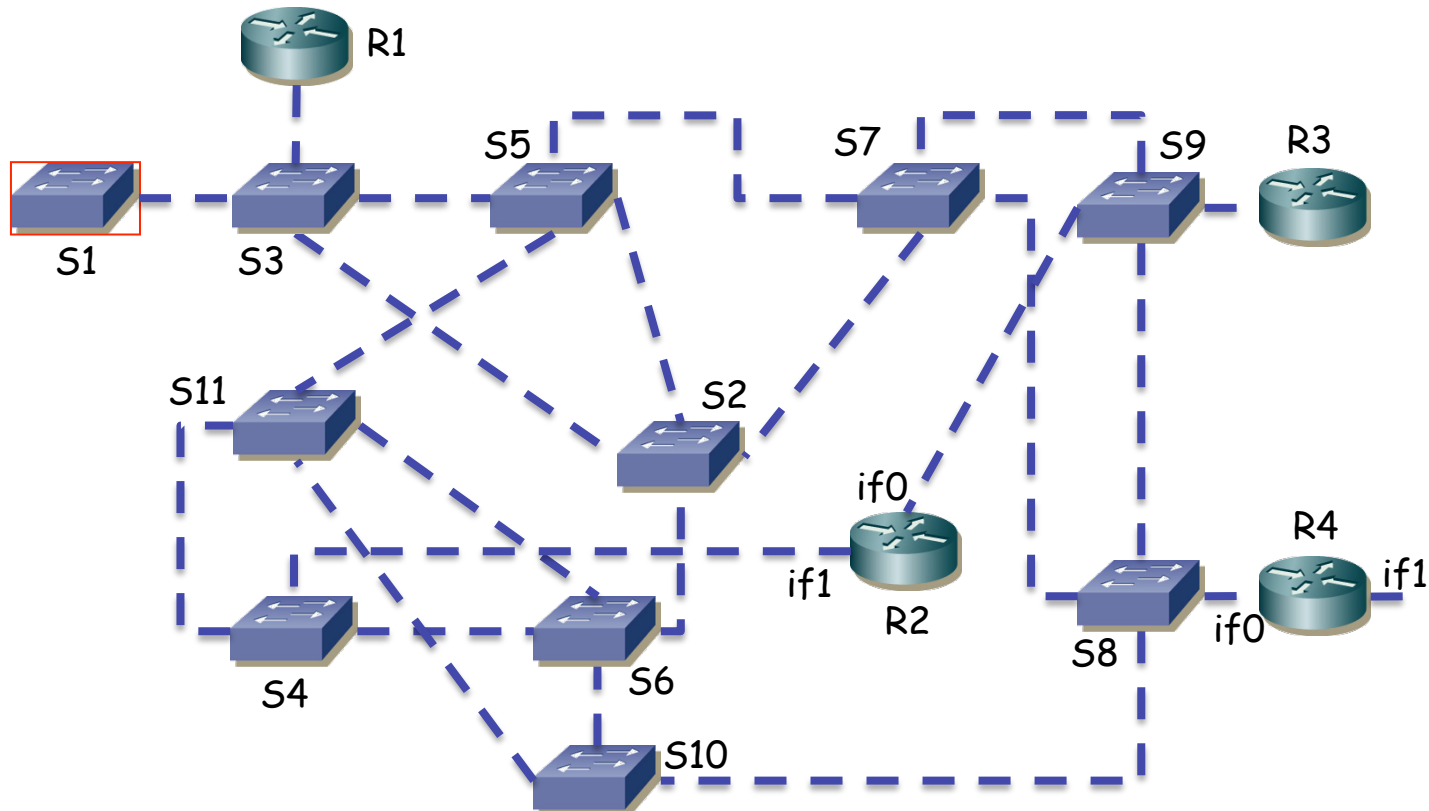
STP: Ejemplo

- Necesitamos conocer el árbol de expansión
- Supongamos que los conmutadores tienen misma prioridad de STP
- Y el BID (o sea, la MAC que emplean) es proporcional al X de SX
- Es decir, $BID(SX) < BID(SY)$ para todo $X < Y$
- (...)



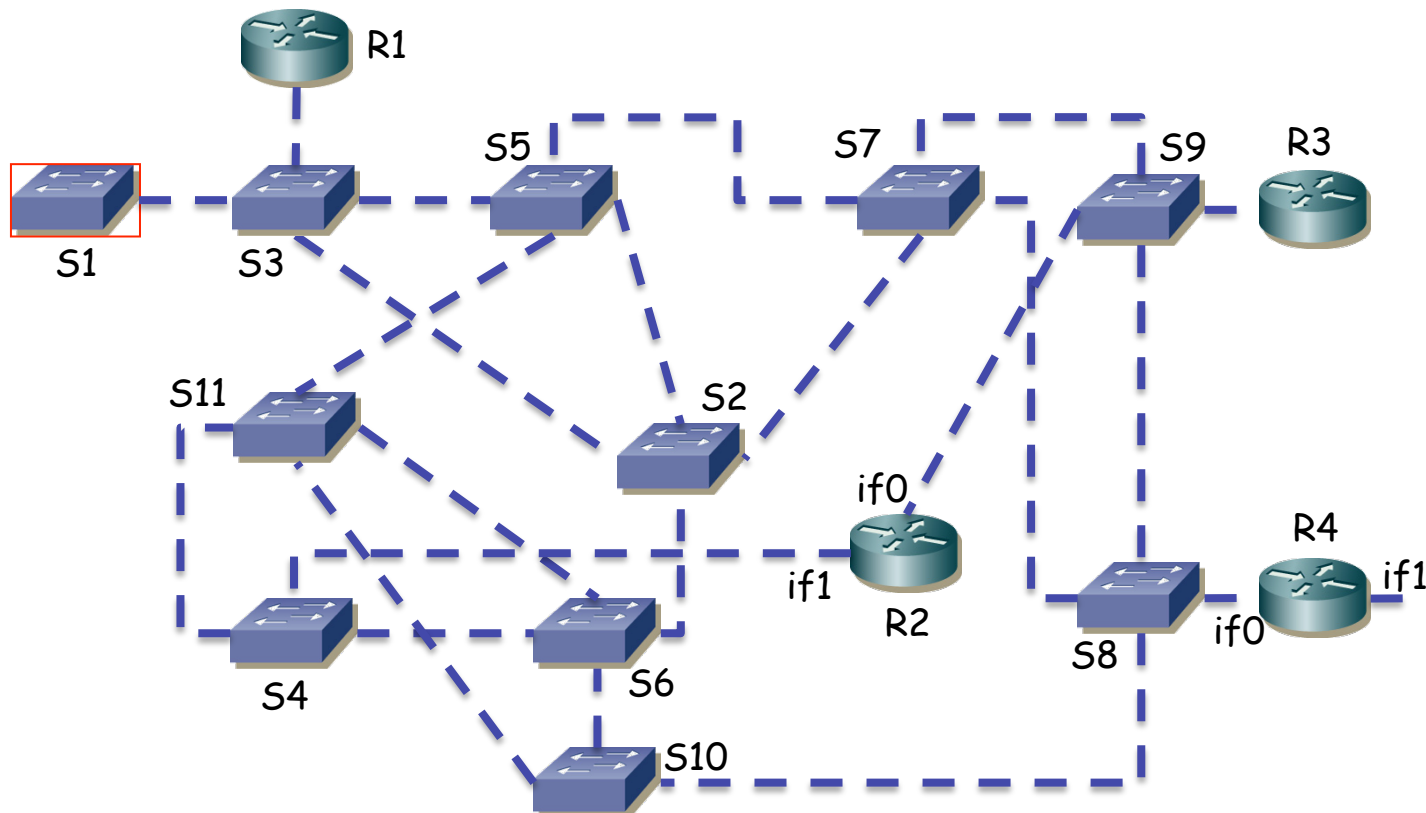
STP: Ejemplo

- Necesitamos conocer el árbol de expansión
- Supongamos que los conmutadores tienen misma prioridad de STP
- Y el BID (o sea, la MAC que emplean) es proporcional al X de SX
- Es decir, $BID(SX) < BID(SY)$ para todo $X < Y$
- Así, S1 es el puente raíz



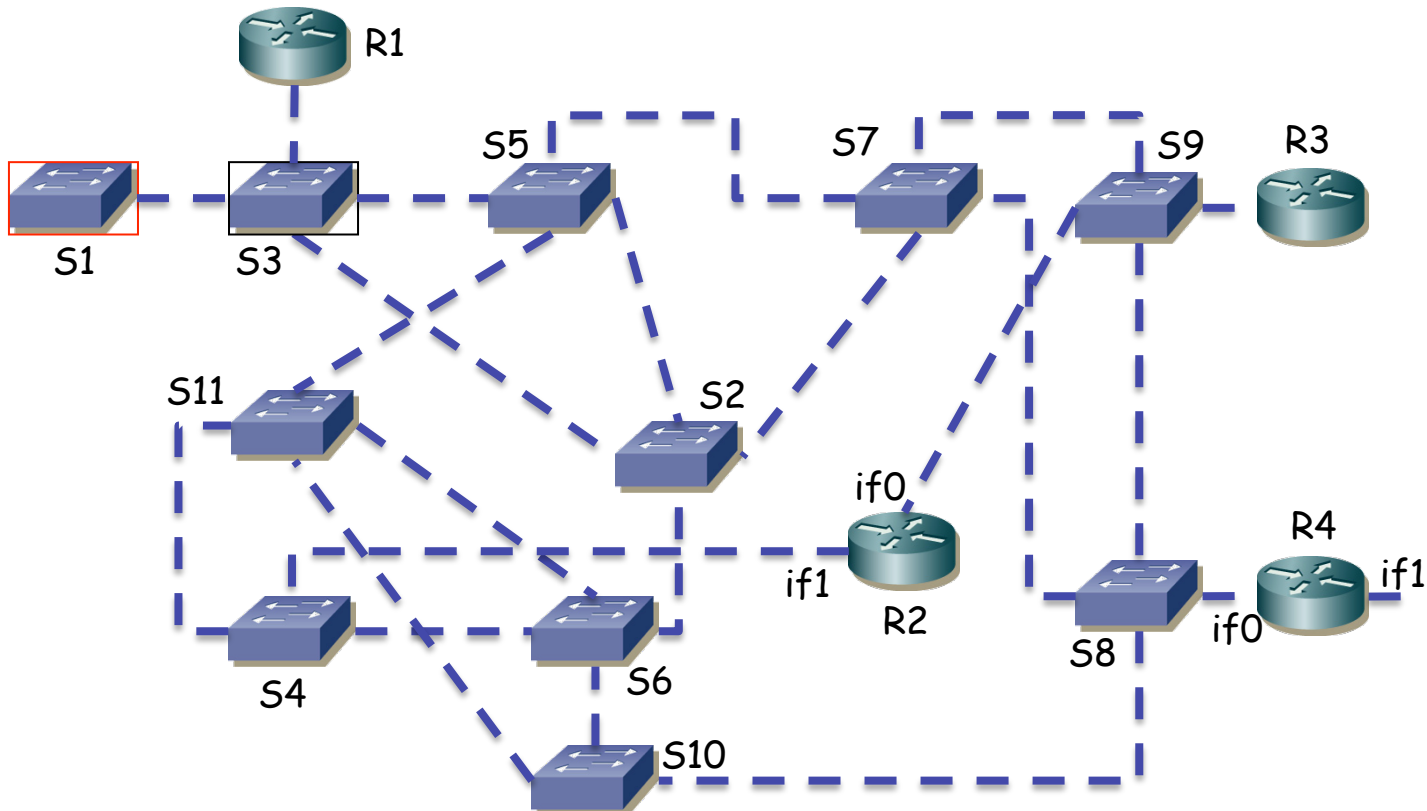
STP: Ejemplo

- Supondremos el mismo coste STP en todos los puertos
- Calculemos el árbol marcando el puerto raíz de cada conmutador y con línea continua los segmentos sin ningún puerto de conmutador bloqueado



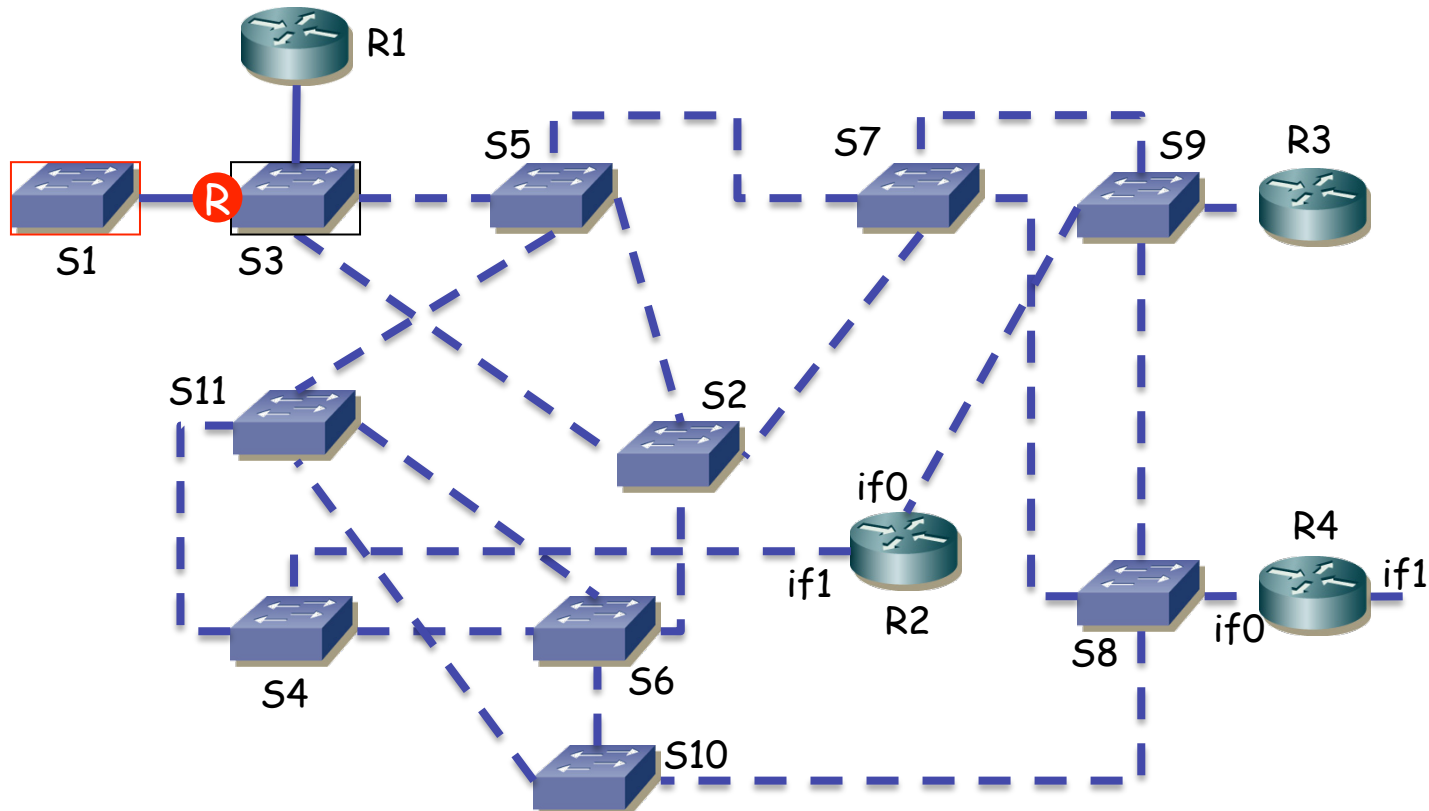
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S3? (...)



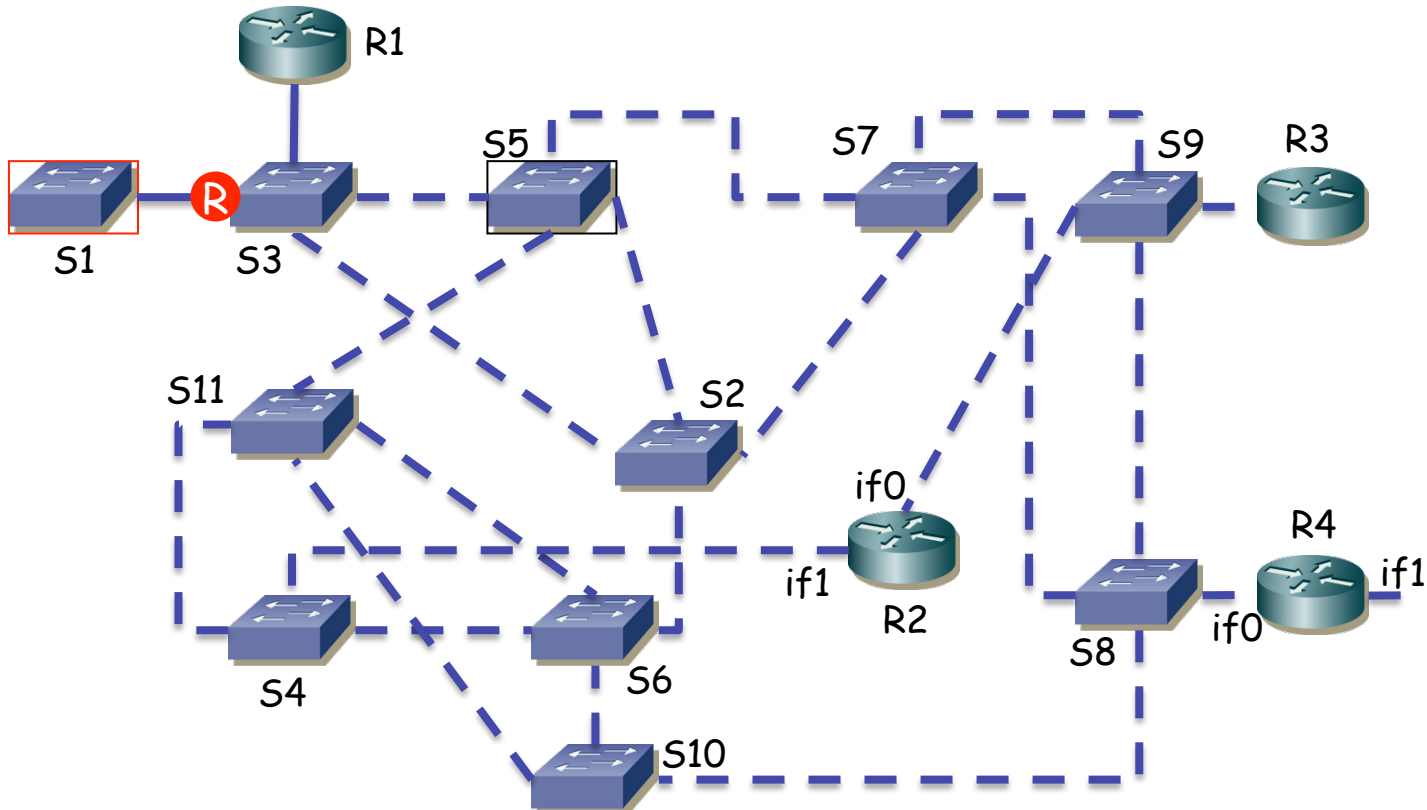
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S3?
- No recibe BPDUs por el puerto a R1, termina el puerto como *Designated*



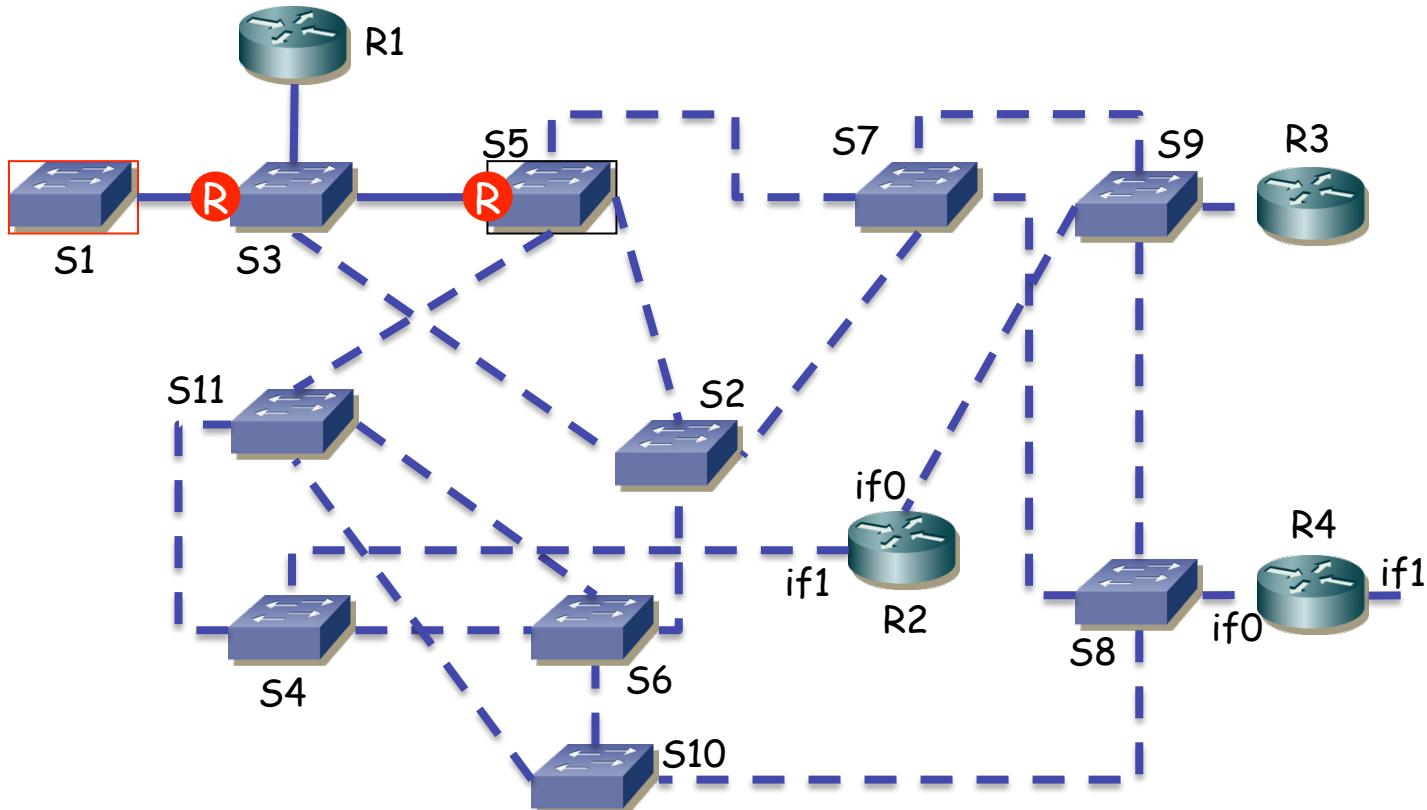
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S5? (...)



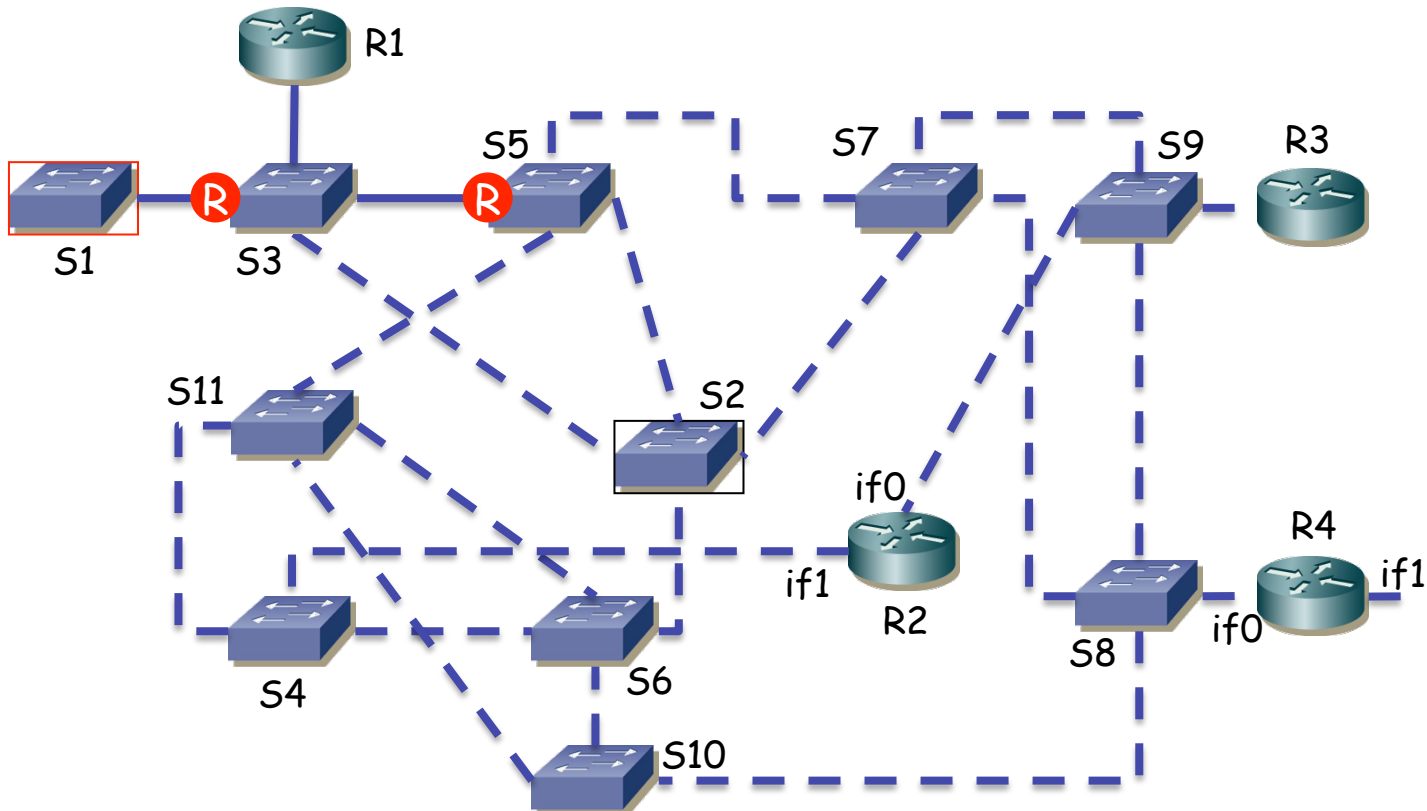
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S5?



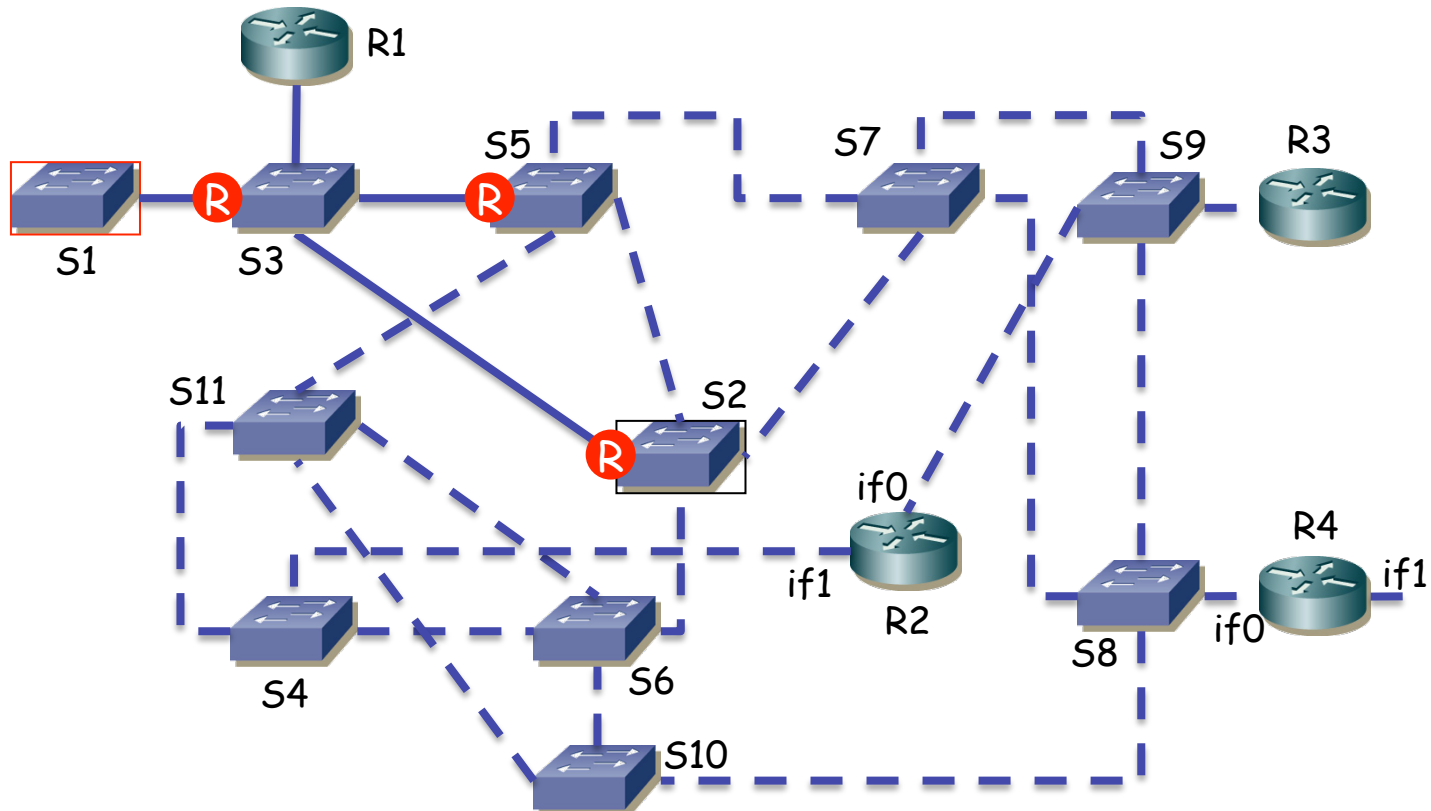
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S2? (...)



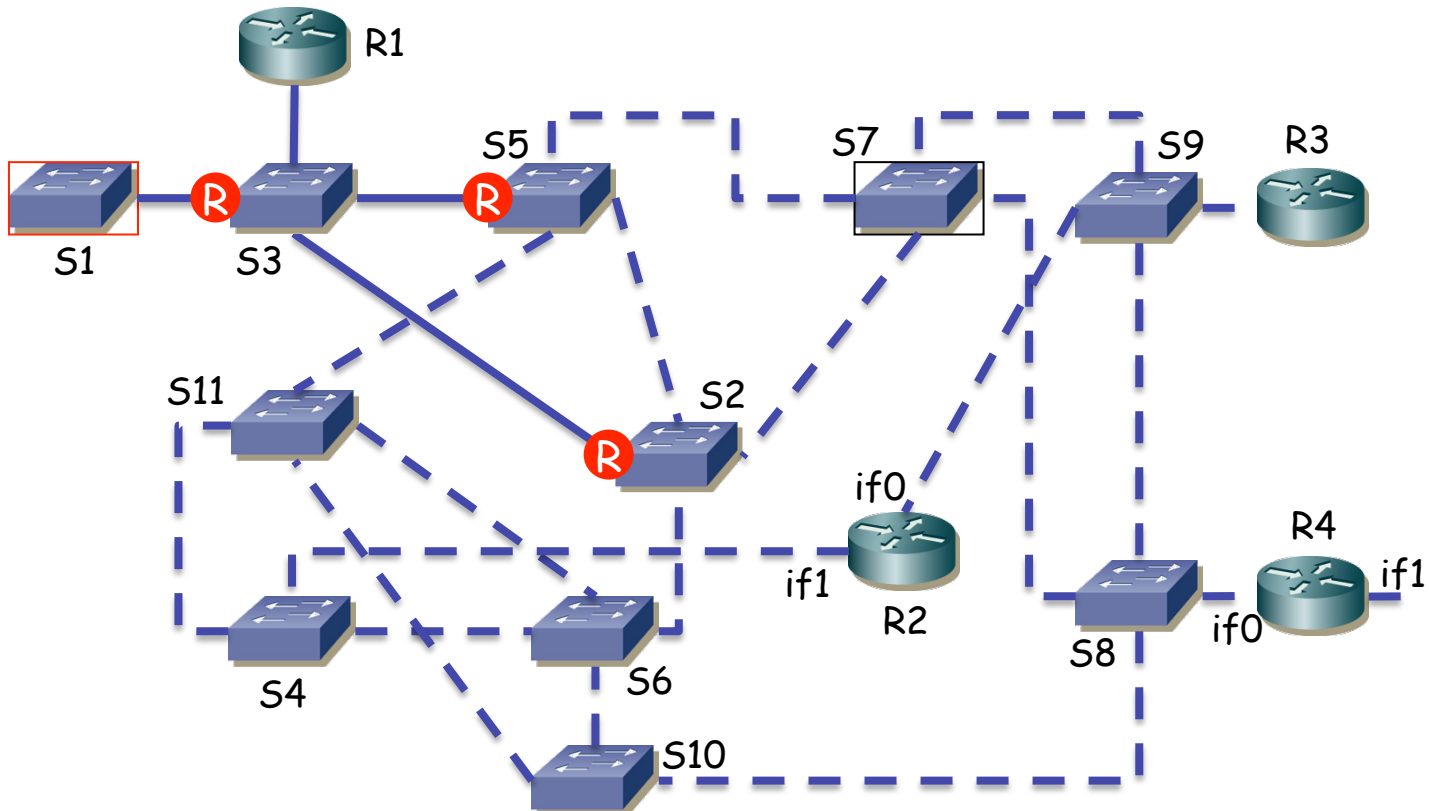
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S2?



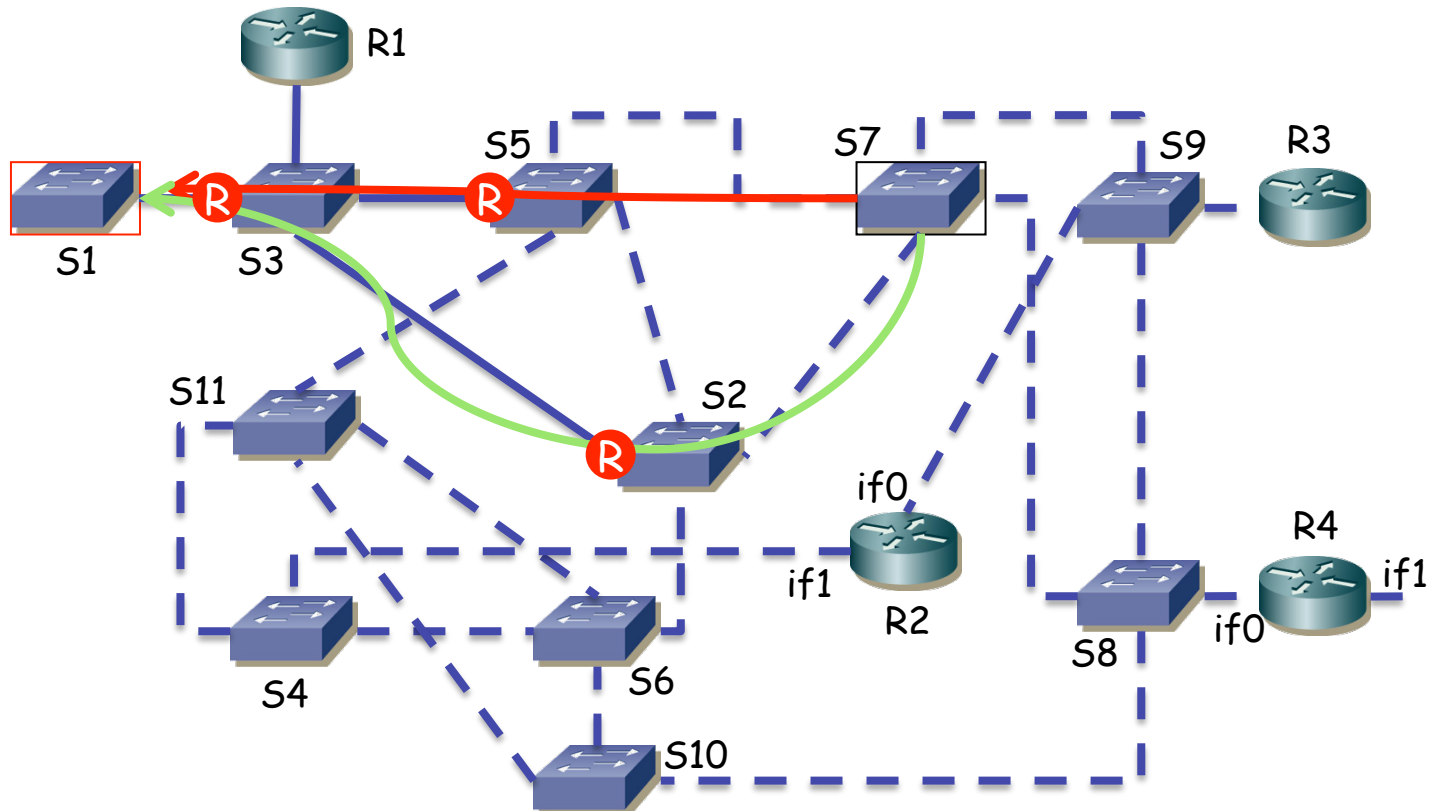
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S7? (...)



STP: Ejemplo

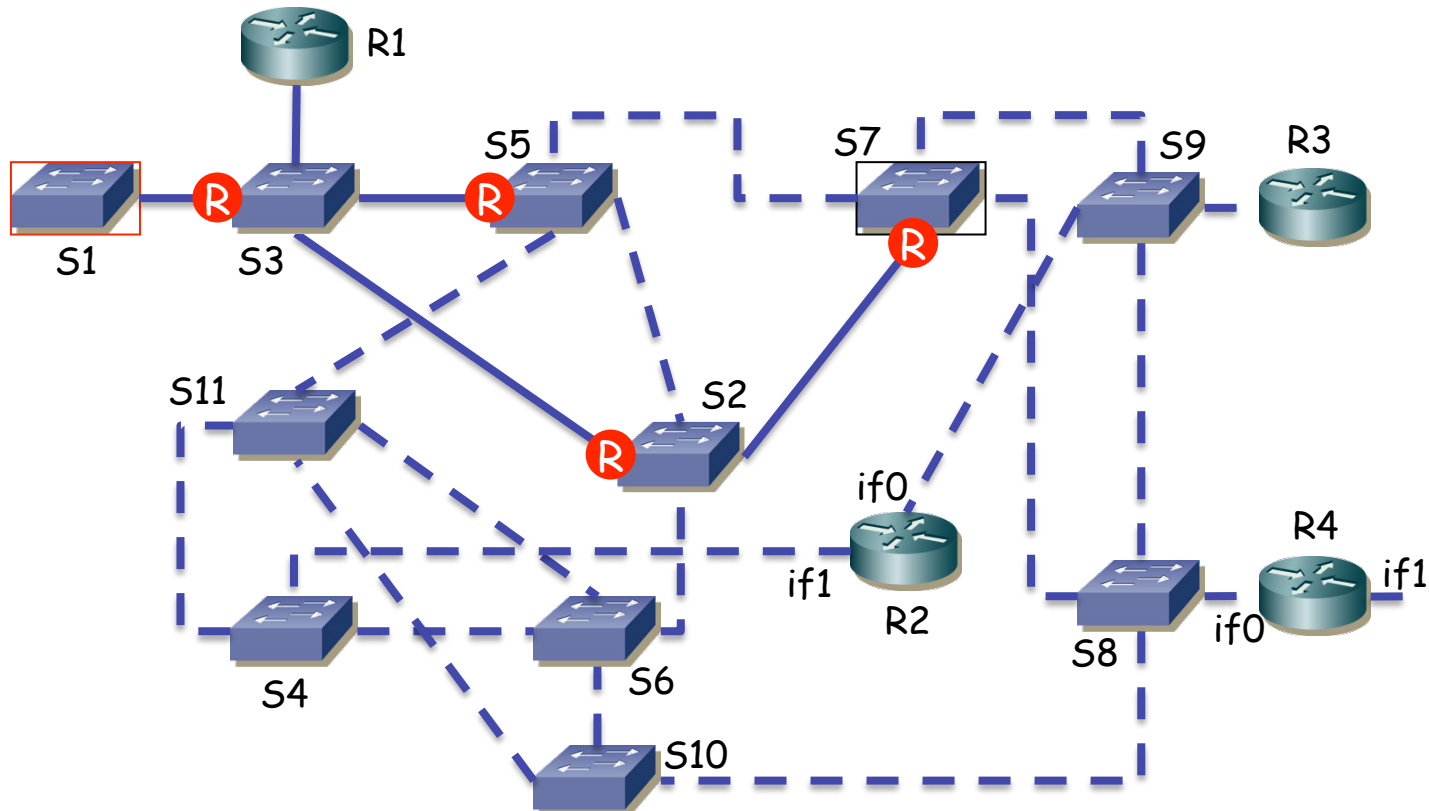
- ¿Root port de S7?
- Mismo coste por los dos caminos
- Gana el puerto que recibe el anuncio de un puente con menor BID
- En este caso S2 (...)



{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

STP: Ejemplo

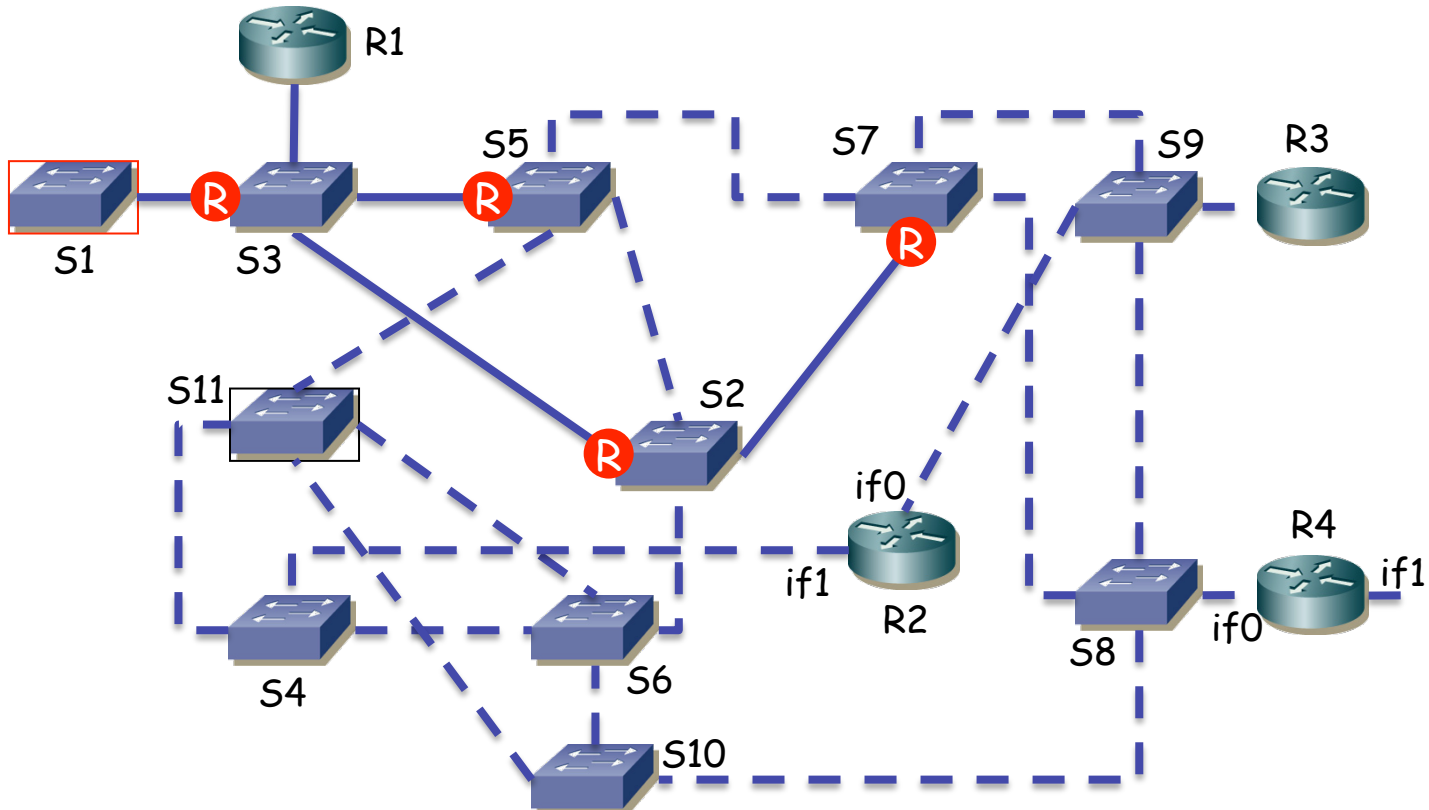
- ¿Root port de S7?
- Mismo coste por los dos caminos
- Gana el puerto que recibe el anuncio de un puente con menor BID
- En este caso S2



{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

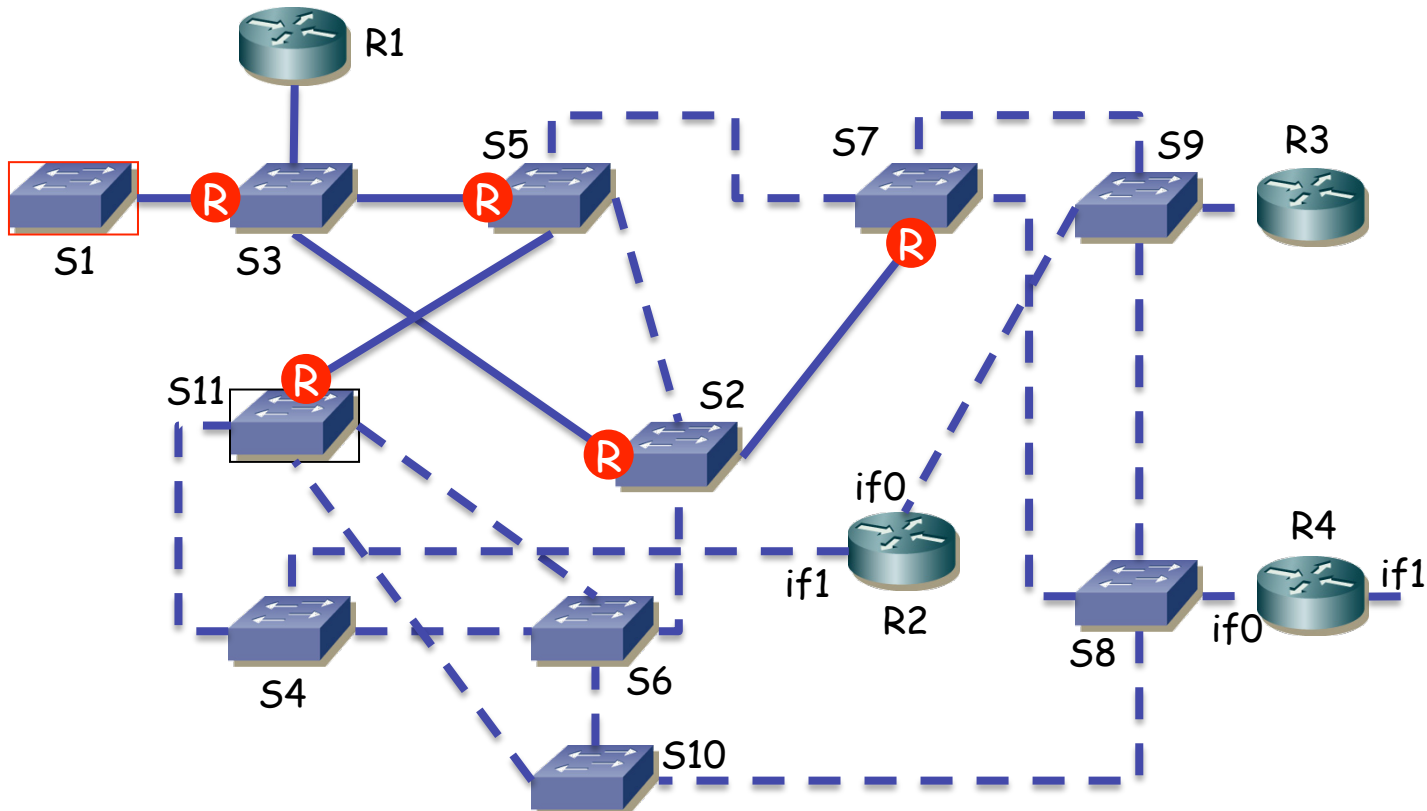
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S11? (...)



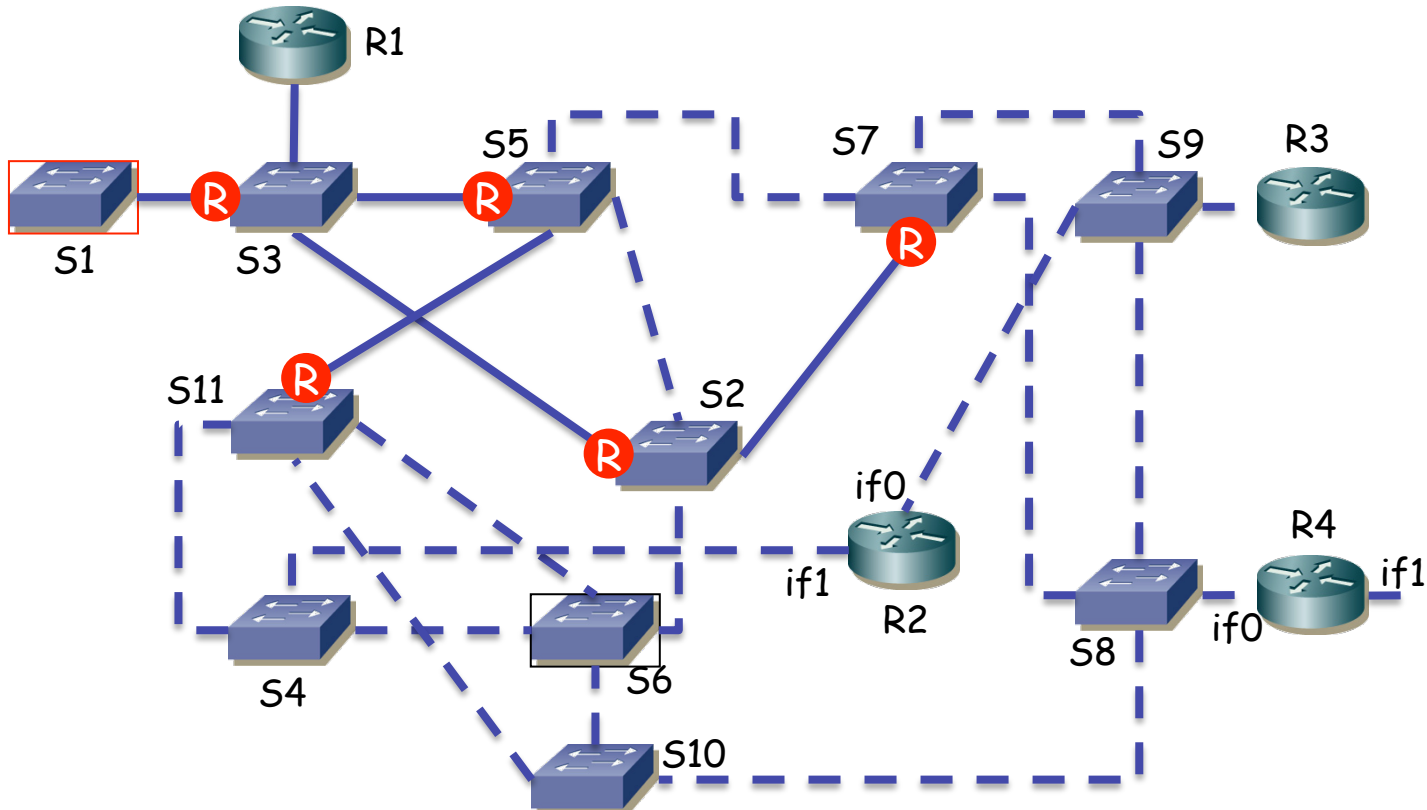
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S11?



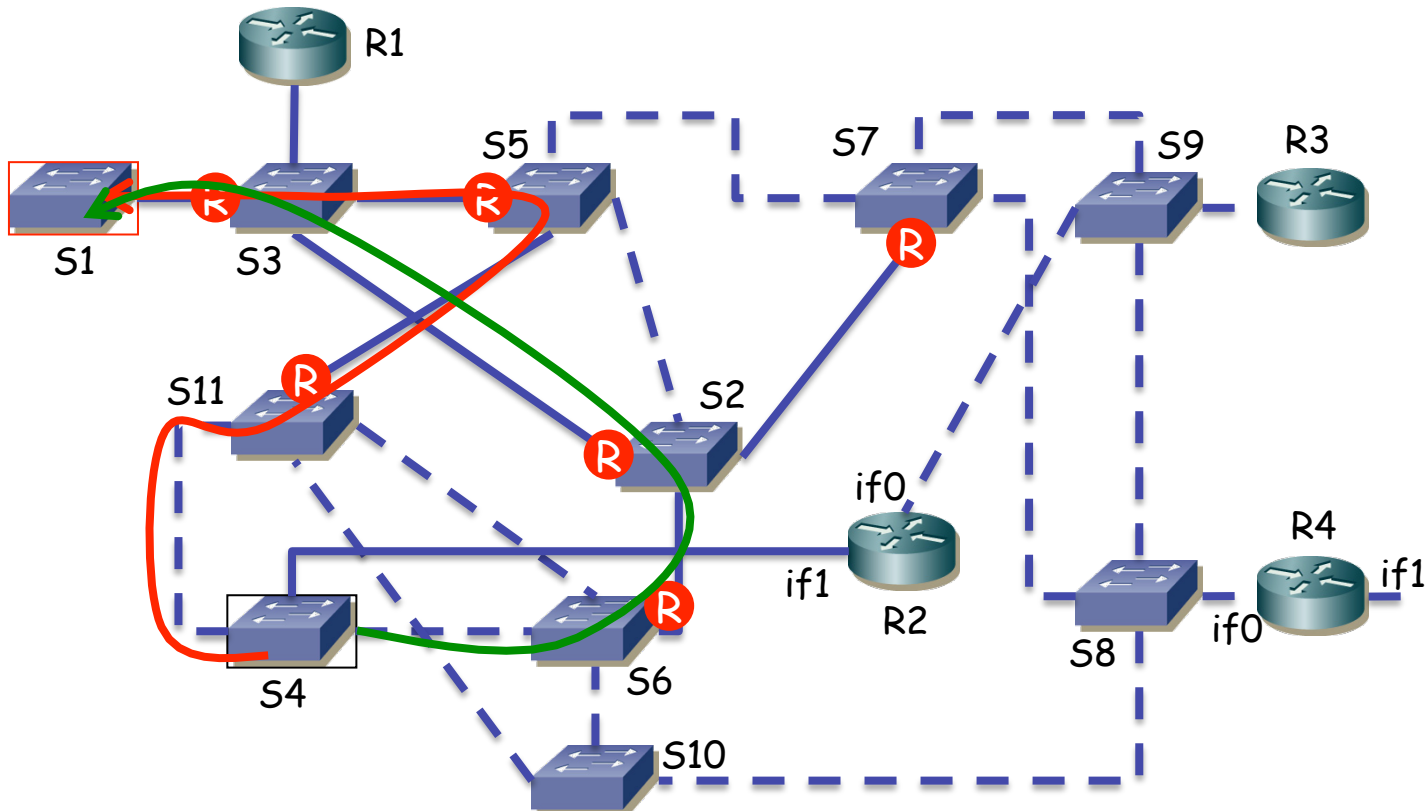
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S6? (...)



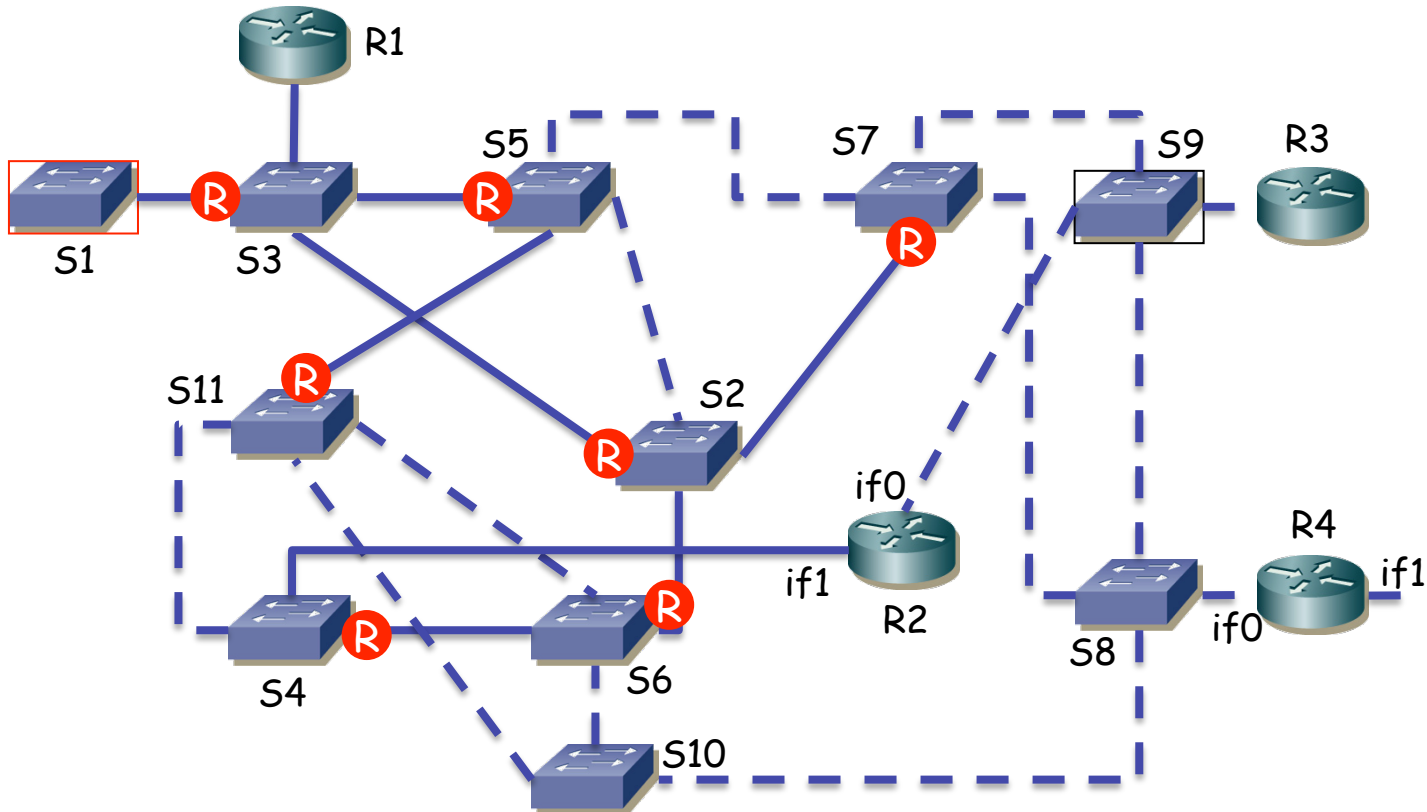
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S4?
- R2 no envía BPDUs
- Mismo coste por dos caminos, gana el de menor BID
- En este caso S6 (...)



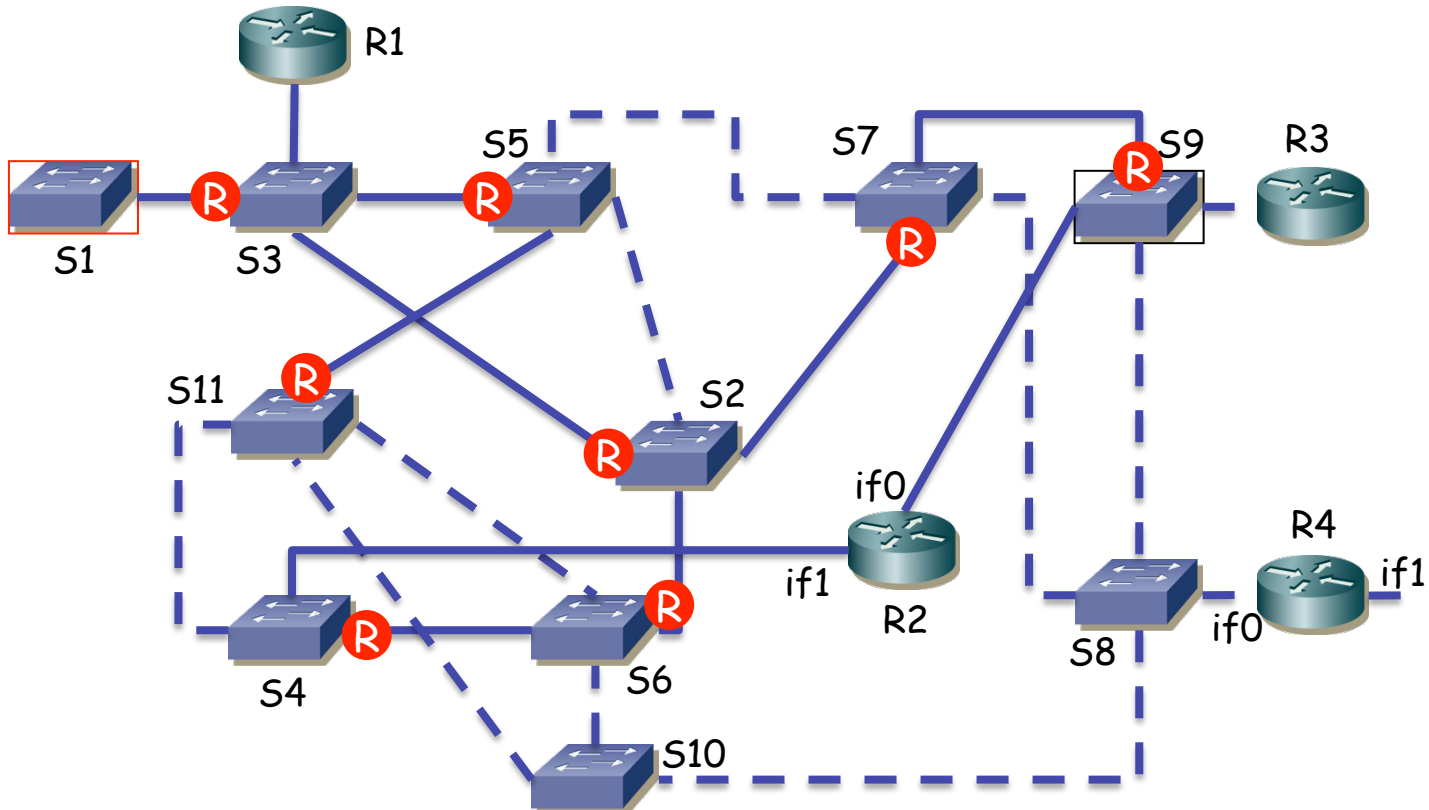
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S9? (...)



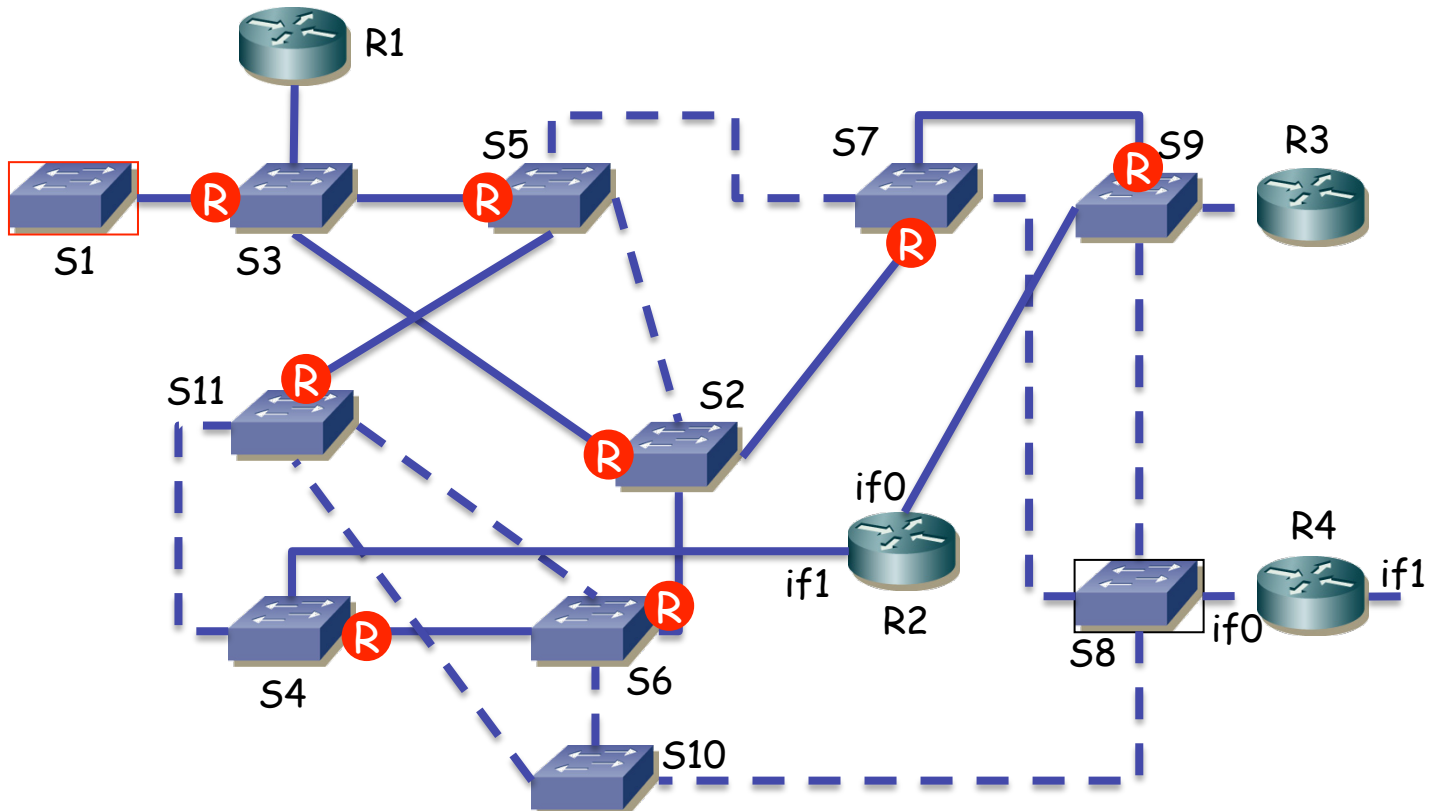
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S9?



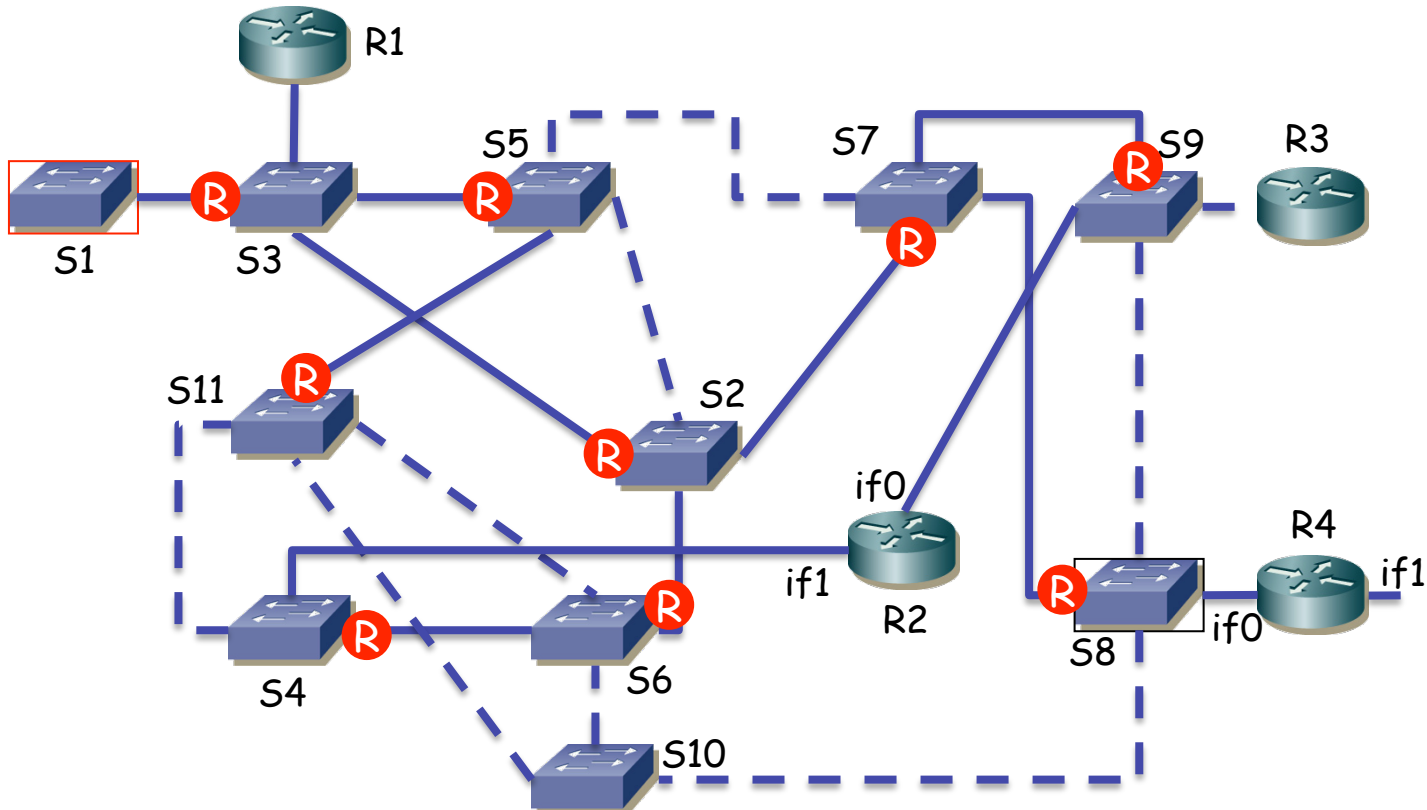
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S8? (...)



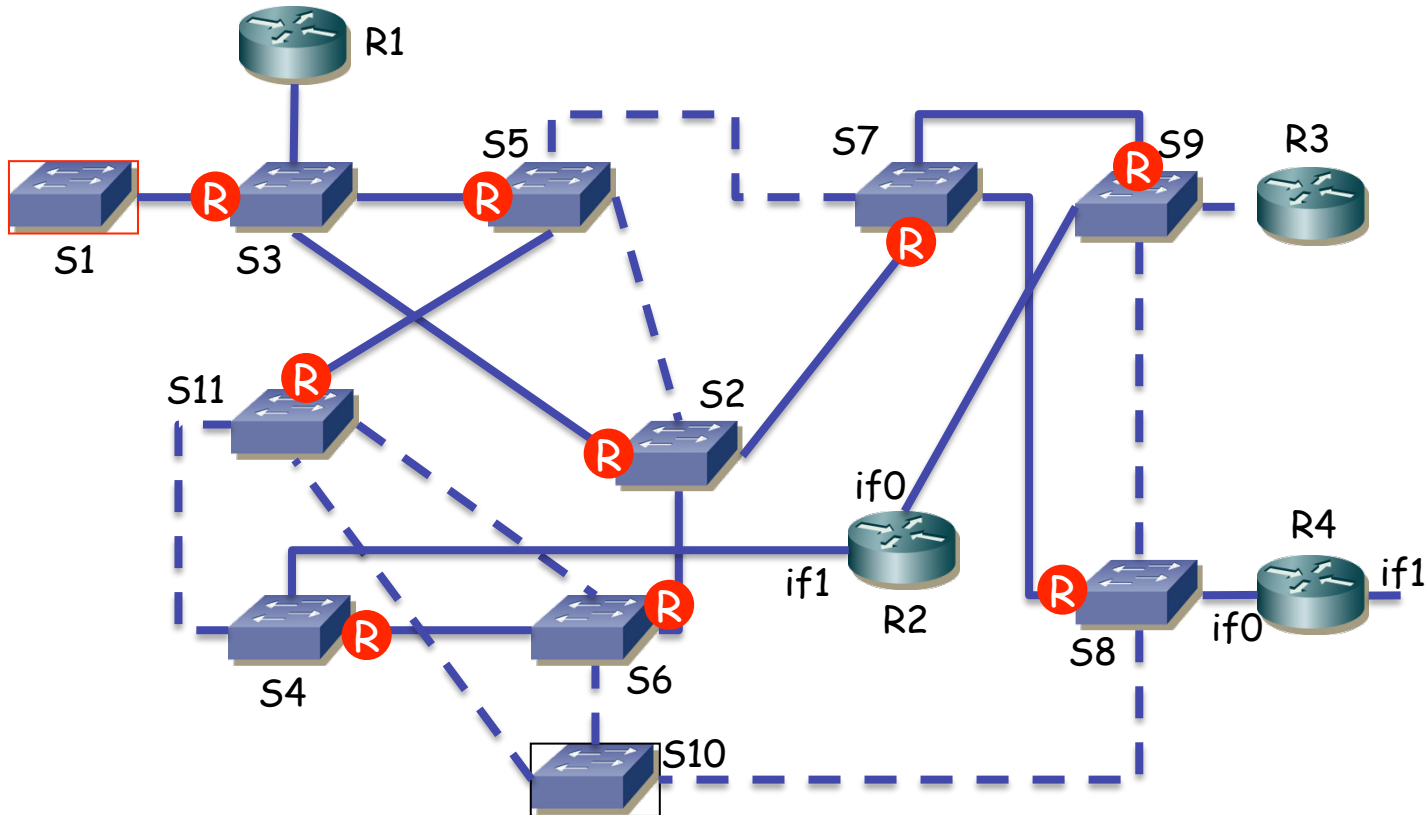
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S8?



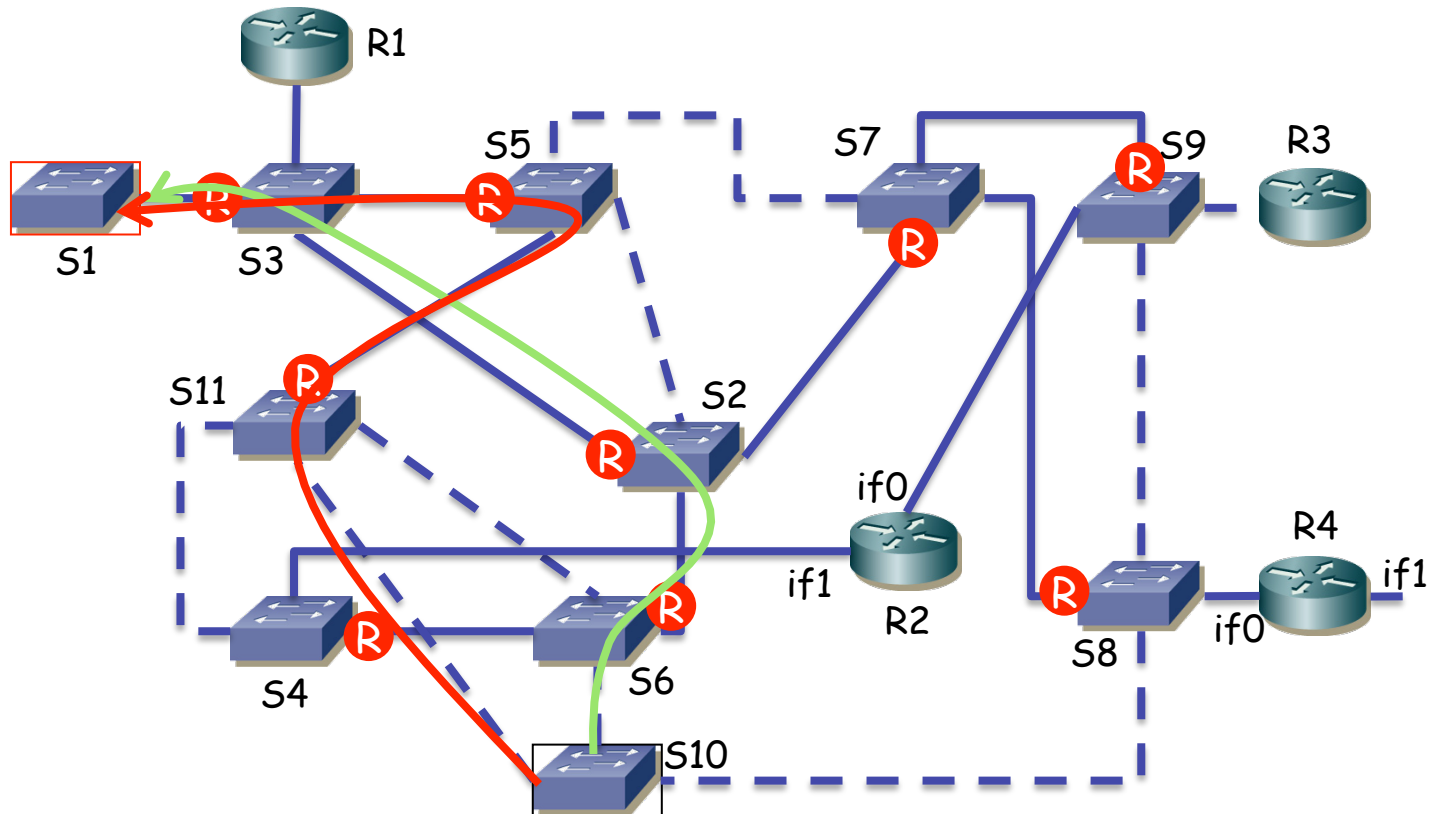
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S10? (...)



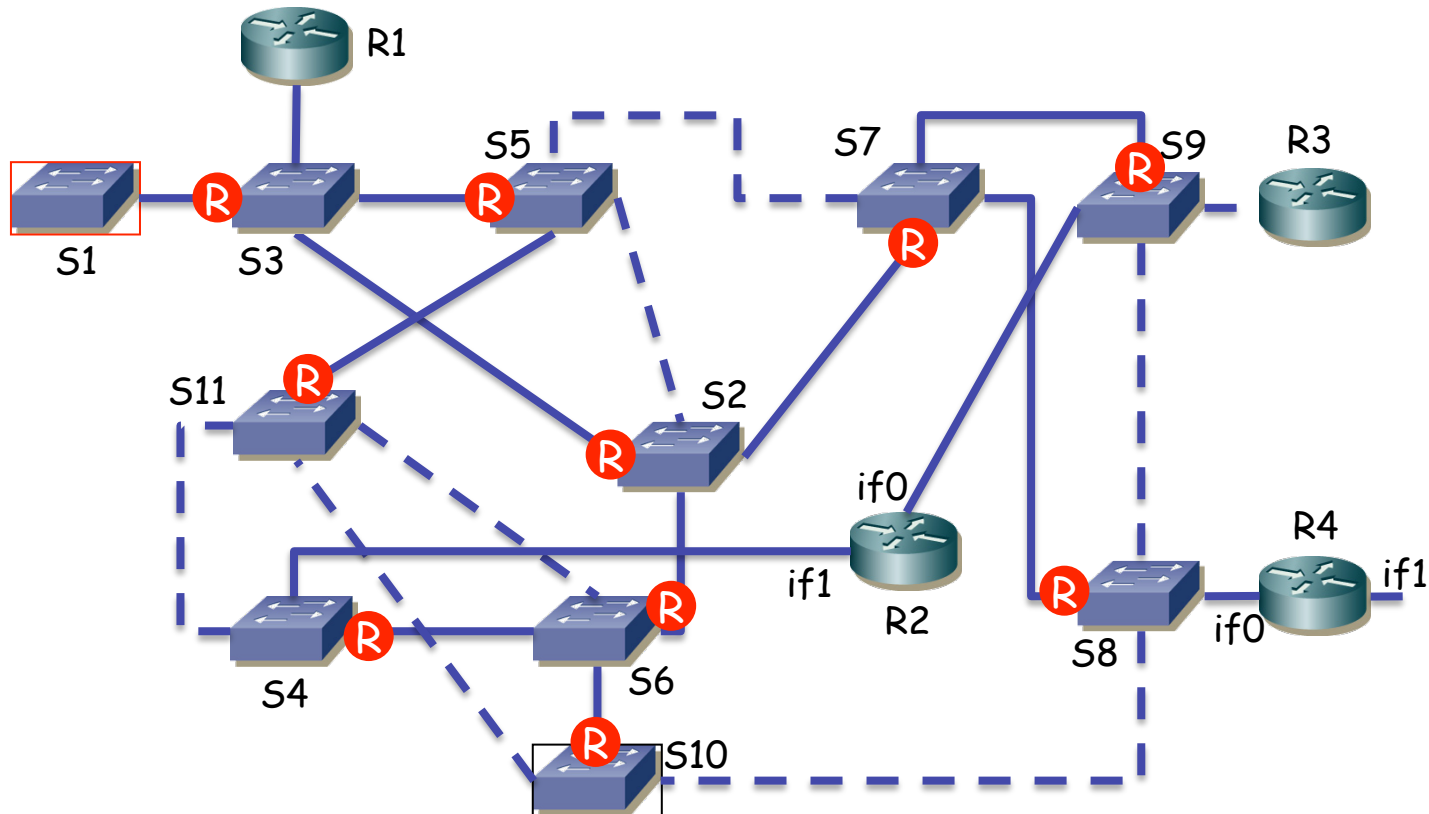
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S10?
- Mismo coste por los dos caminos
- Gana el puerto que recibe el anuncio de un puente con menor BID
- En este caso S6 (...)



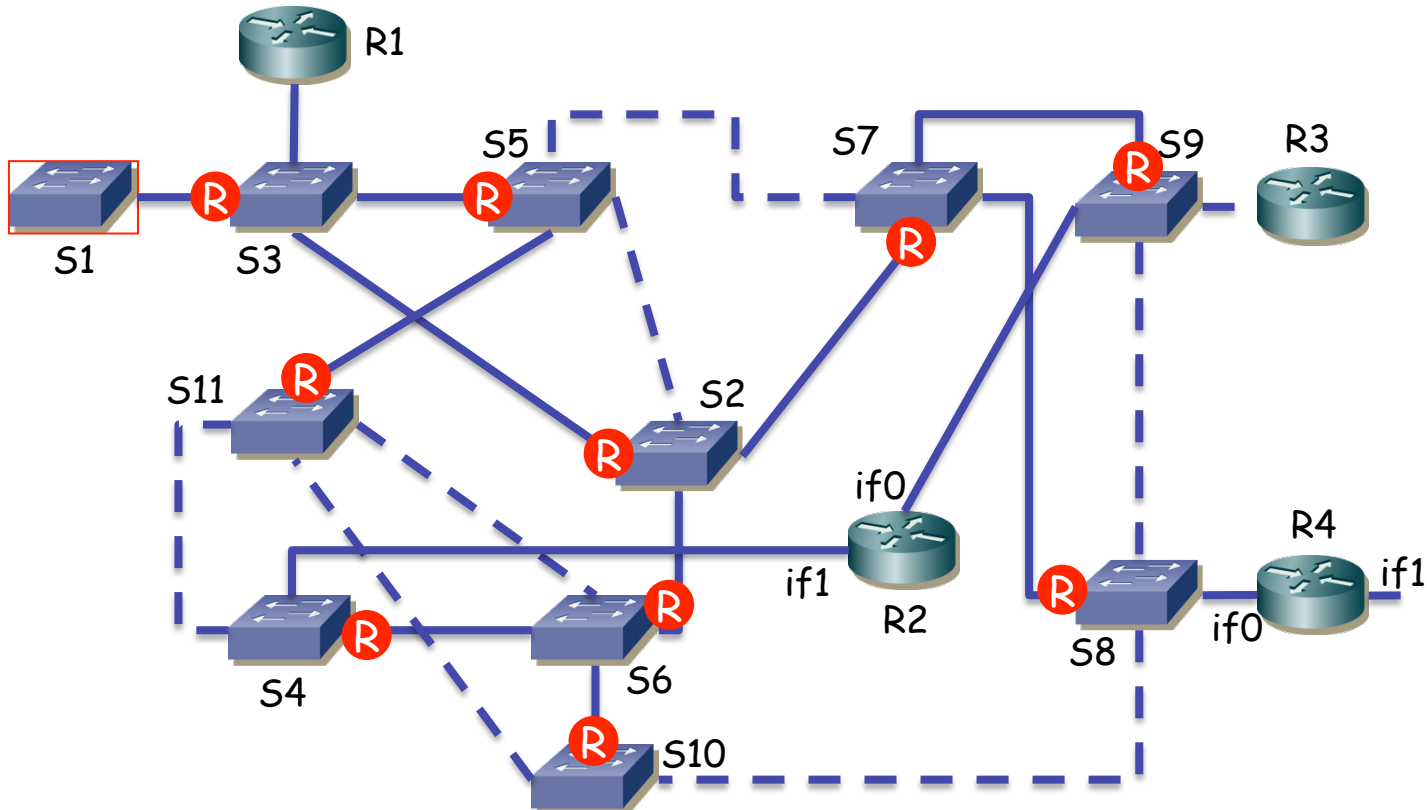
STP: Ejemplo

- ¿Root port de S10?
- Mismo coste por los dos caminos
- Gana el puerto que recibe el anuncio de un puente con menor BID
- En este caso S6



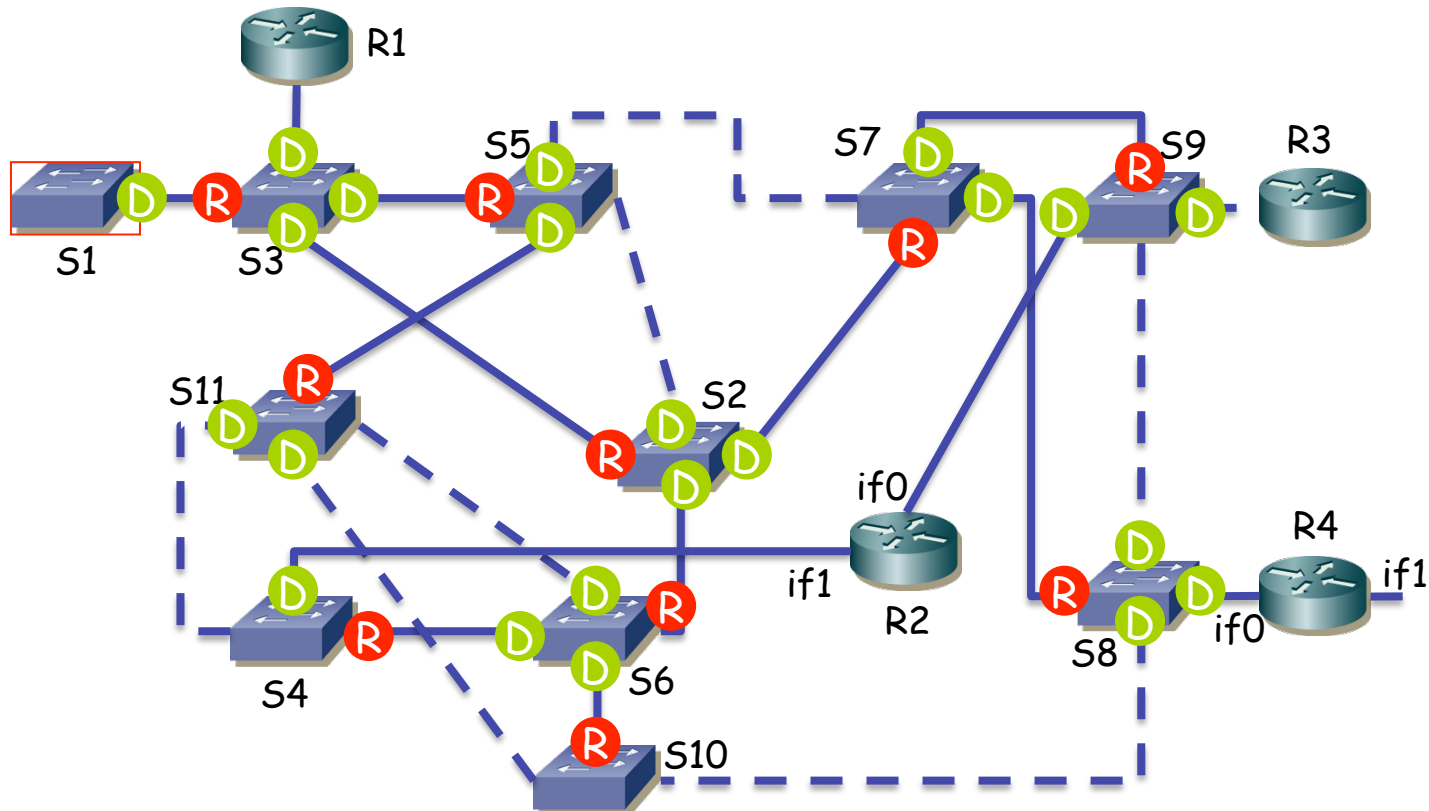
STP: Ejemplo

- ¿Qué puertos tienen el rol de “designado”? (...)



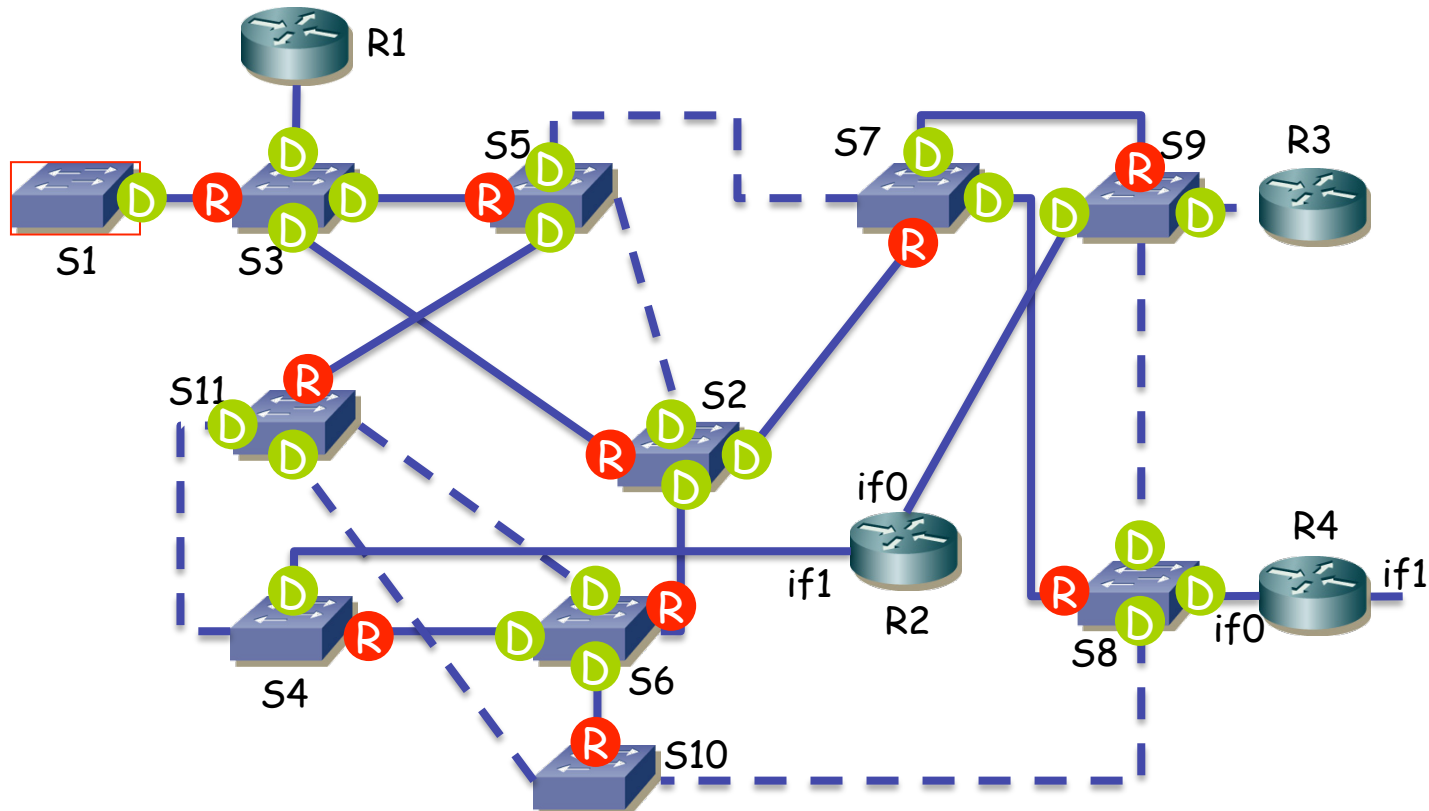
STP: Ejemplo

- ¿Qué puertos tienen el rol de “designado”?



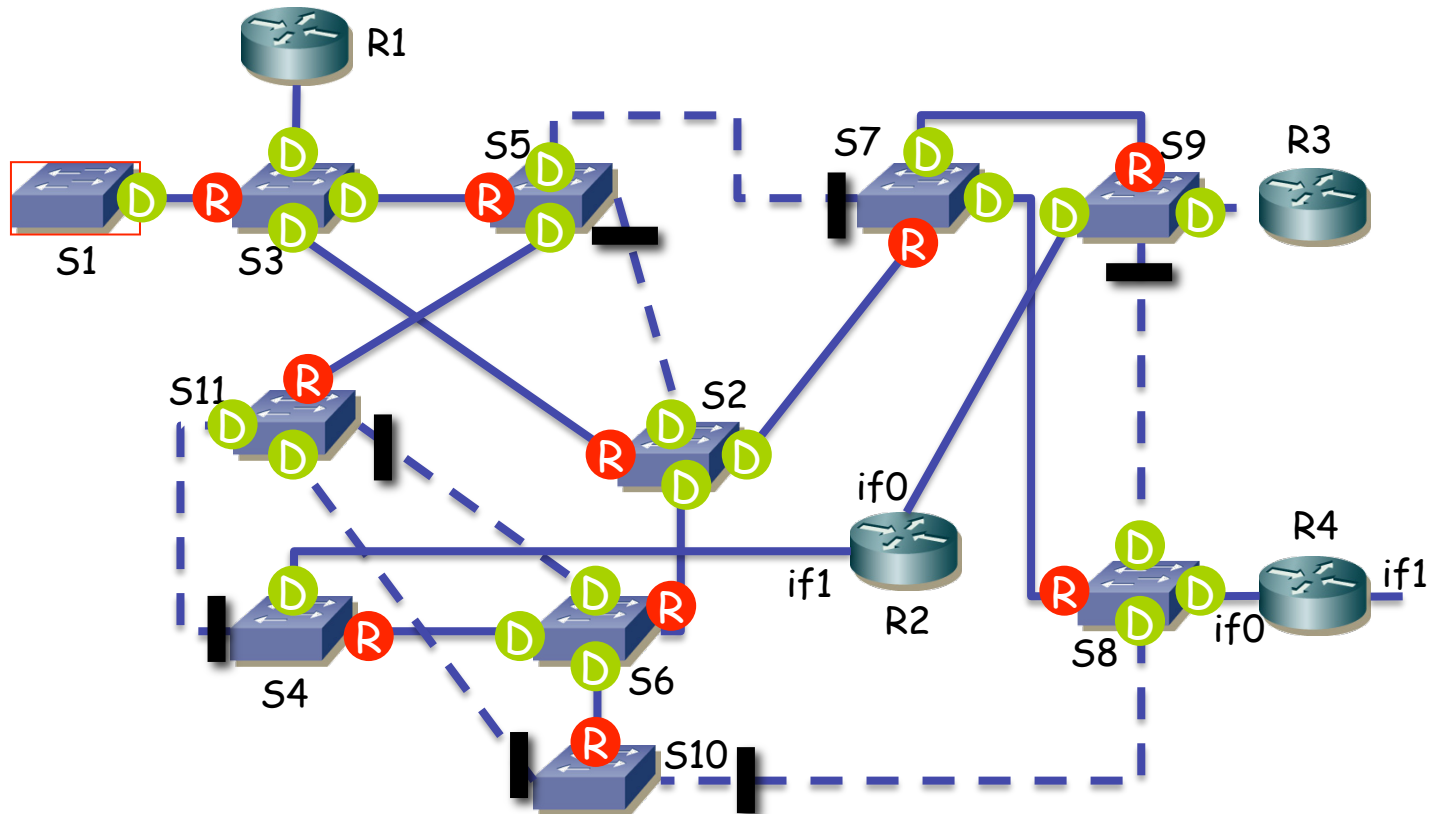
STP: Ejemplo

- ¿Qué puertos tienen el rol de “bloqueado”? (...)



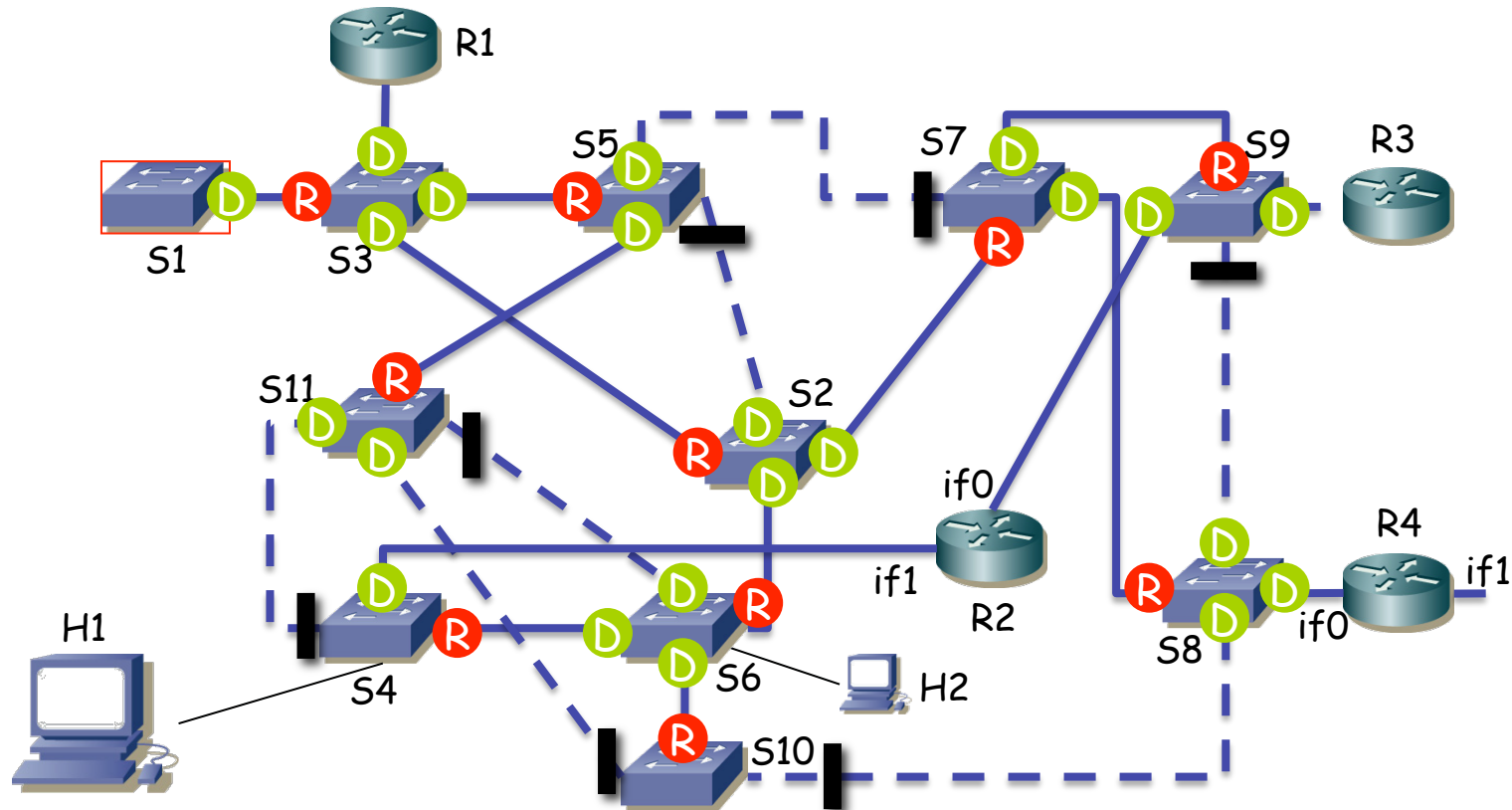
STP: Ejemplo

- ¿Qué puertos tienen el rol de “bloqueado”?



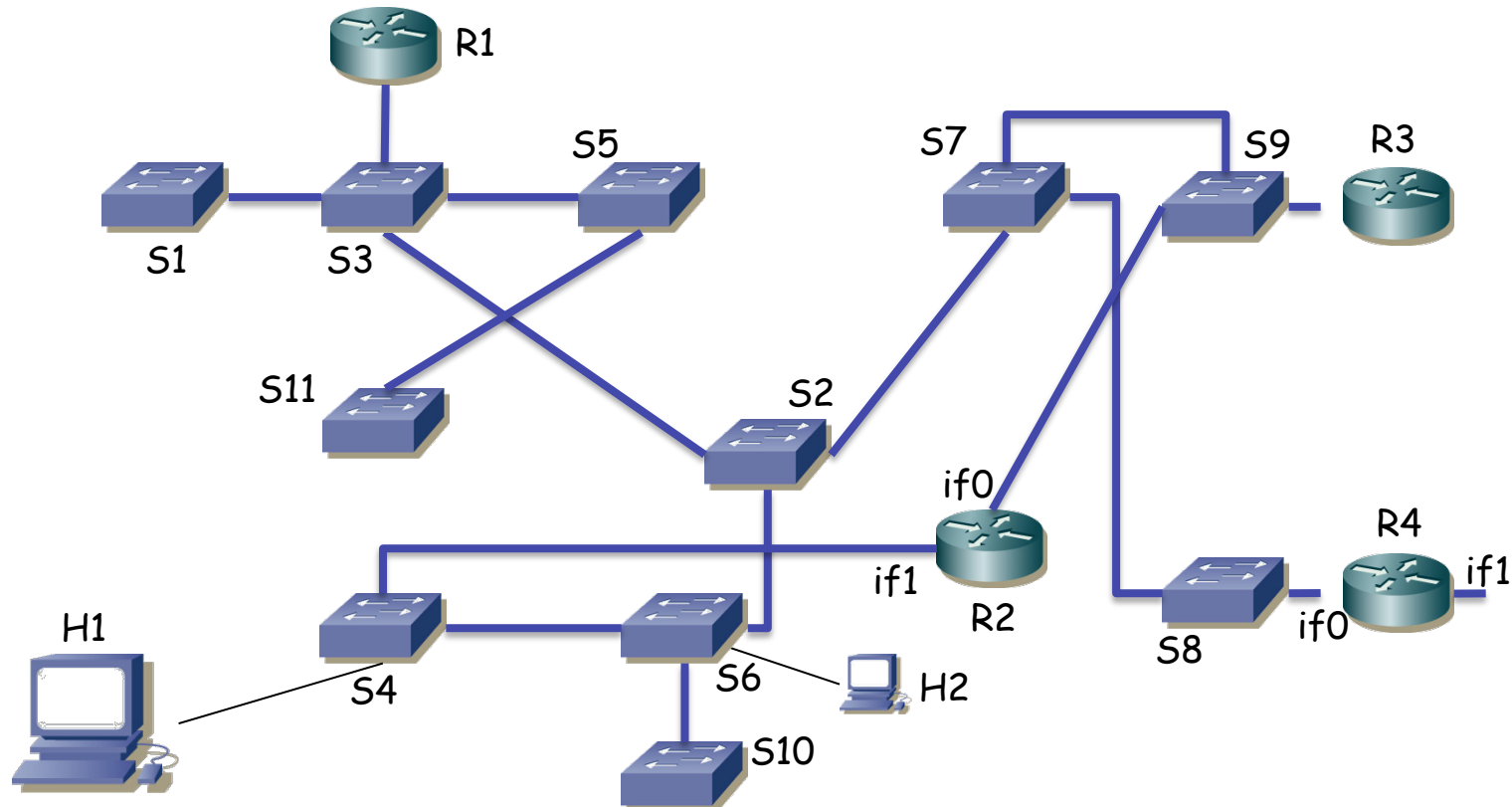
STP: Ejemplo

- Con los hosts
- Igual que con los routers, el puerto del conmutador terminará en el estado “designado”



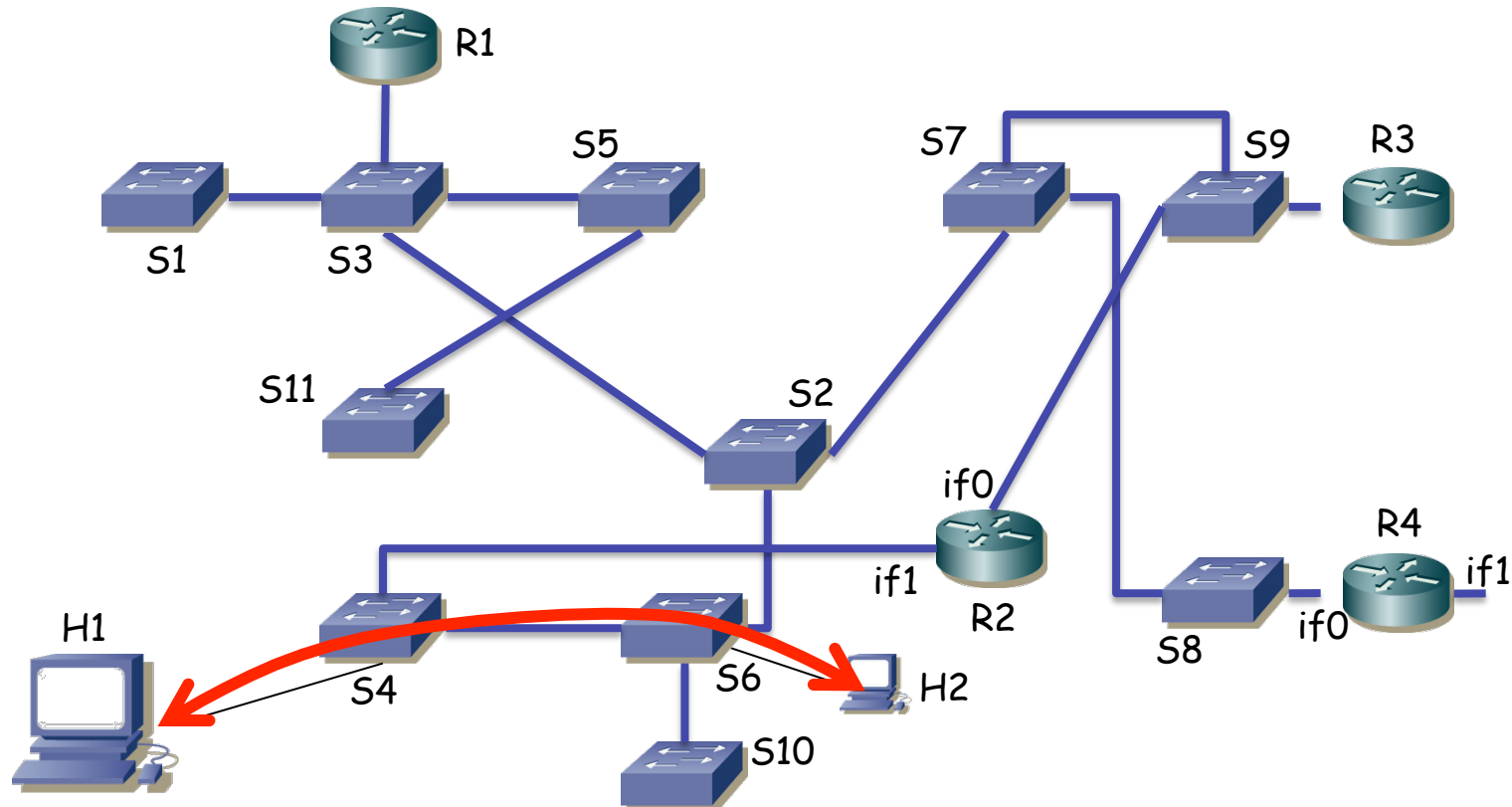
STP: Ejemplo

- Simplificando
- Ya no hay ciclos
- ¿Camino entre H1 y H2? (...)



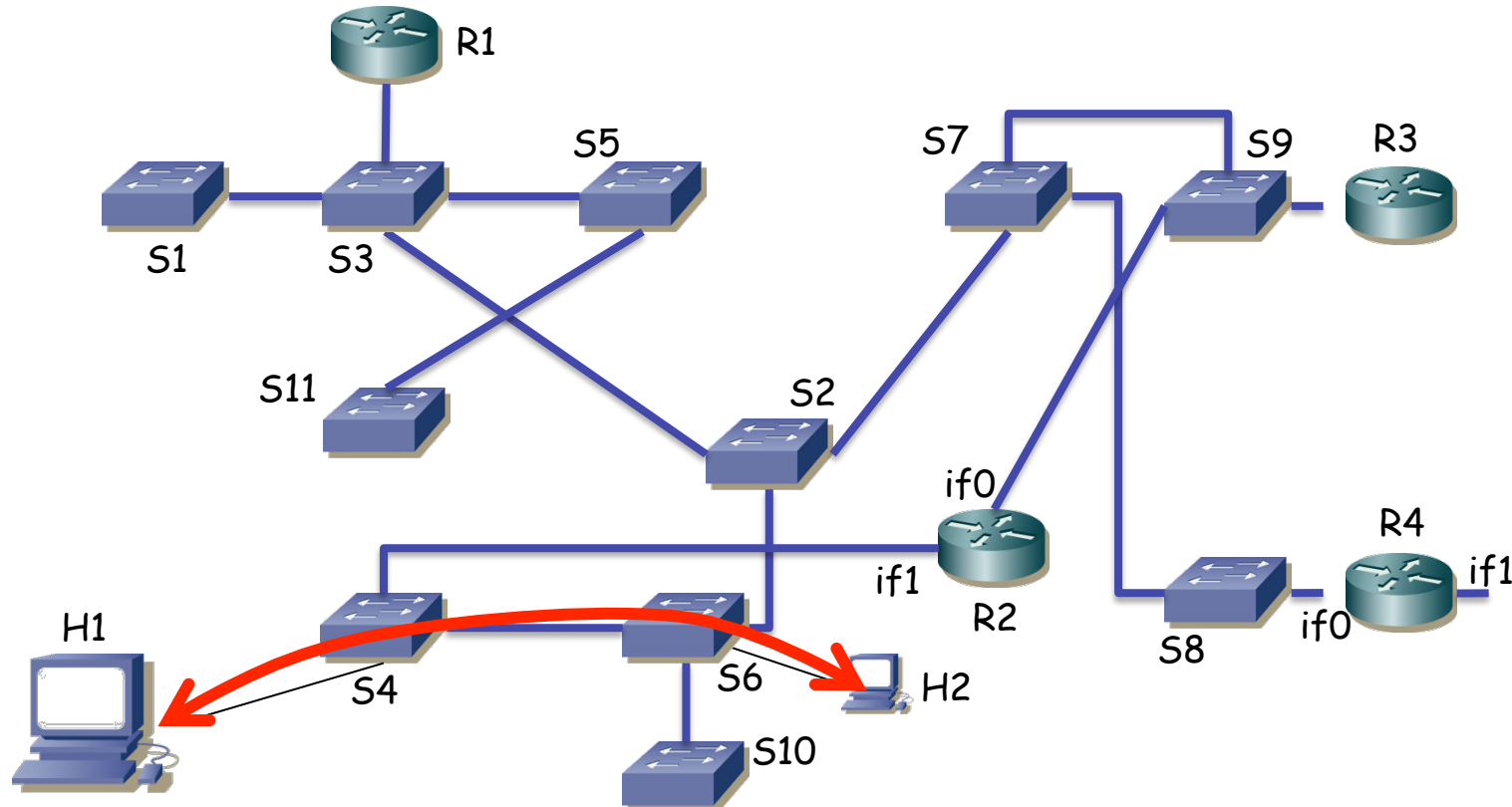
STP: Ejemplo

- Simplificando
- Ya no hay ciclos
- ¿Camino entre H1 y H2?



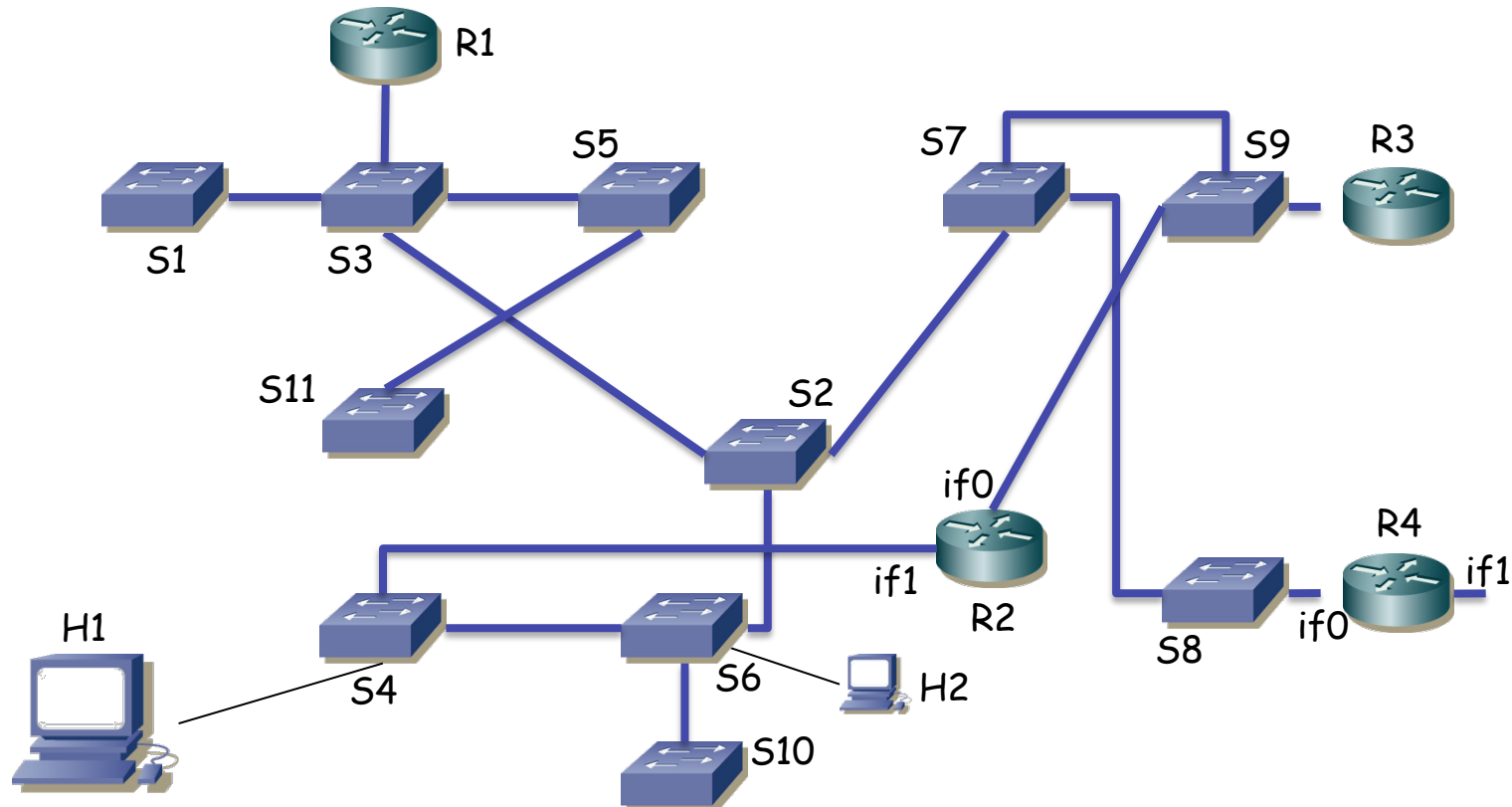
STP: Ejemplo

- Importante: el tráfico no tiene por qué pasar por la raíz del árbol
- Todo el trabajo de STP ha sido para decidir esta topología
- Ahora no importa qué puente es raíz, lo que importa es qué puertos están bloqueados
- Se reenvía como siempre, según la base de datos de filtrado



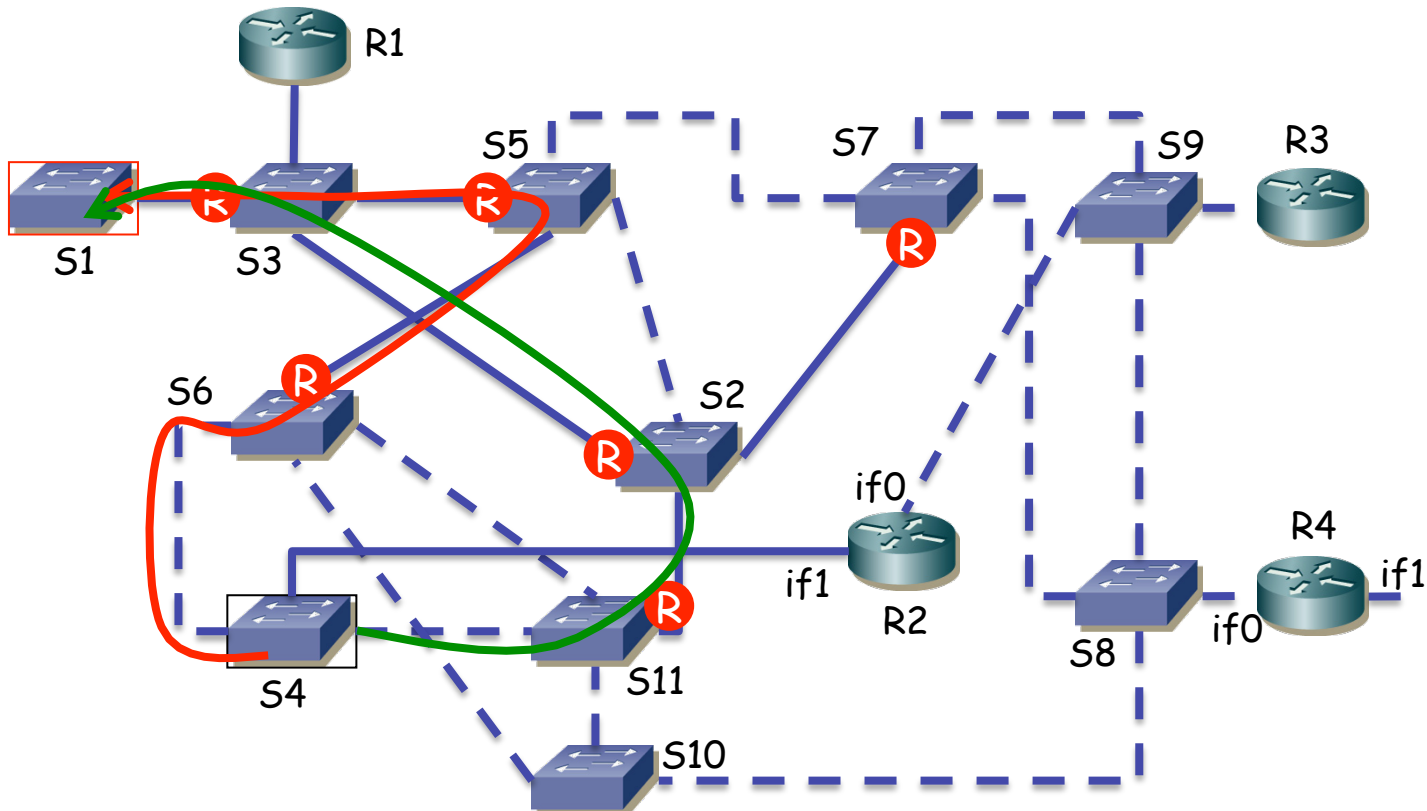
STP: Ejemplo

- Fijaos en este pequeño cambio (...)



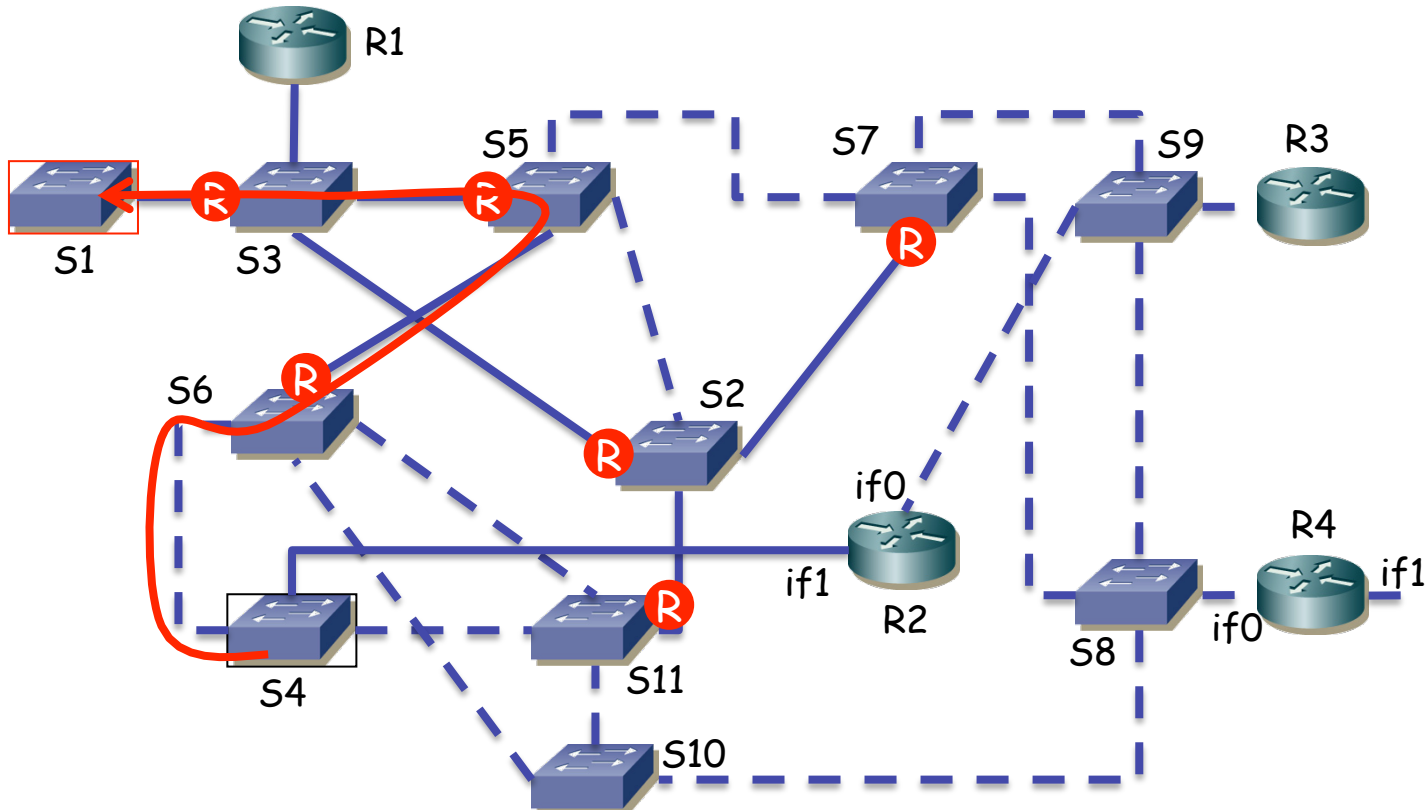
STP: Ejemplo

- Ahora cuando se toma esta decisión (...)



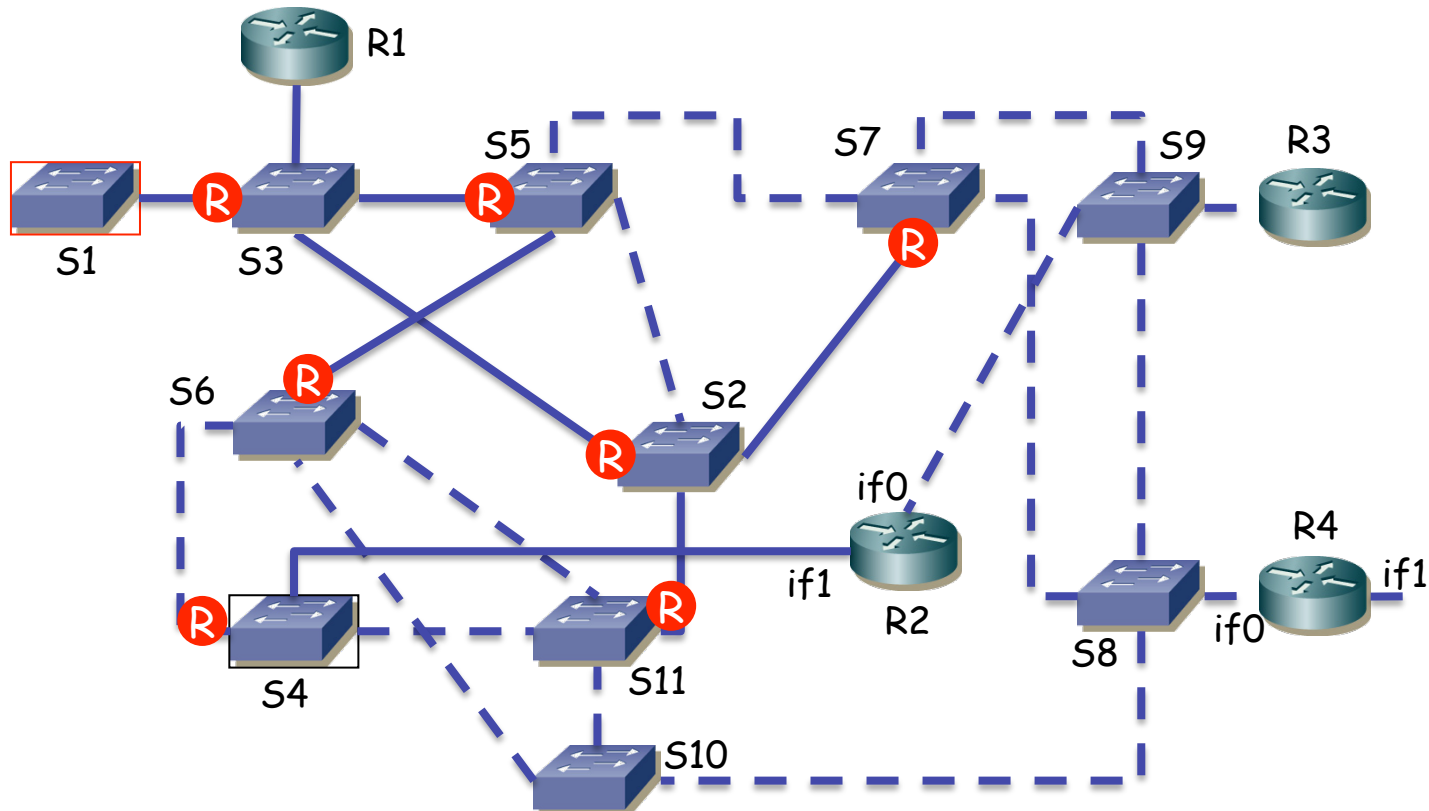
STP: Ejemplo

- Ahora cuando se toma esta decisión
- Es mejor este camino (...)



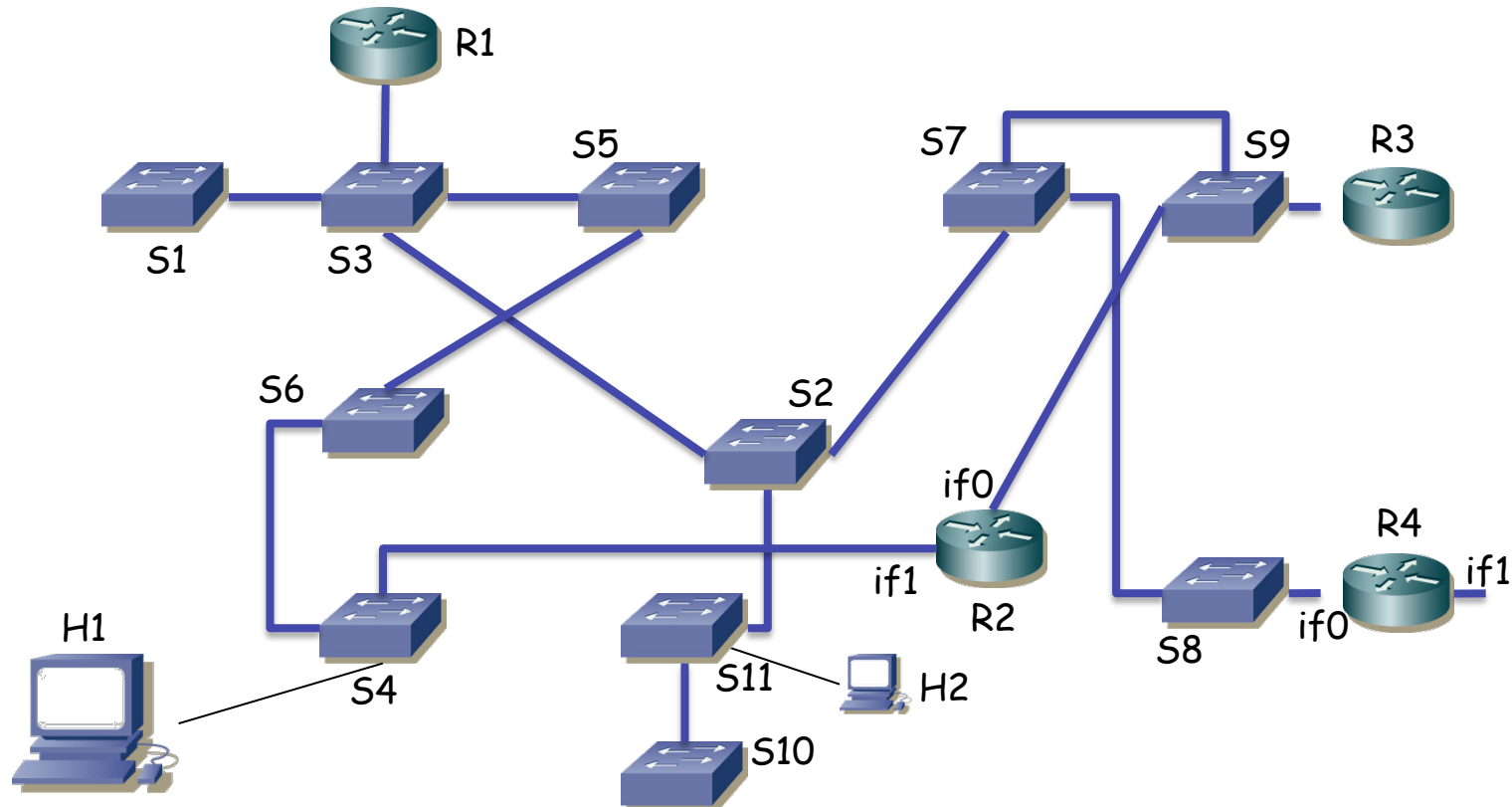
STP: Ejemplo

- Ahora cuando se toma esta decisión
- Es mejor este camino
- Cambia el *root port* de S4 y con eso acabamos en (...)



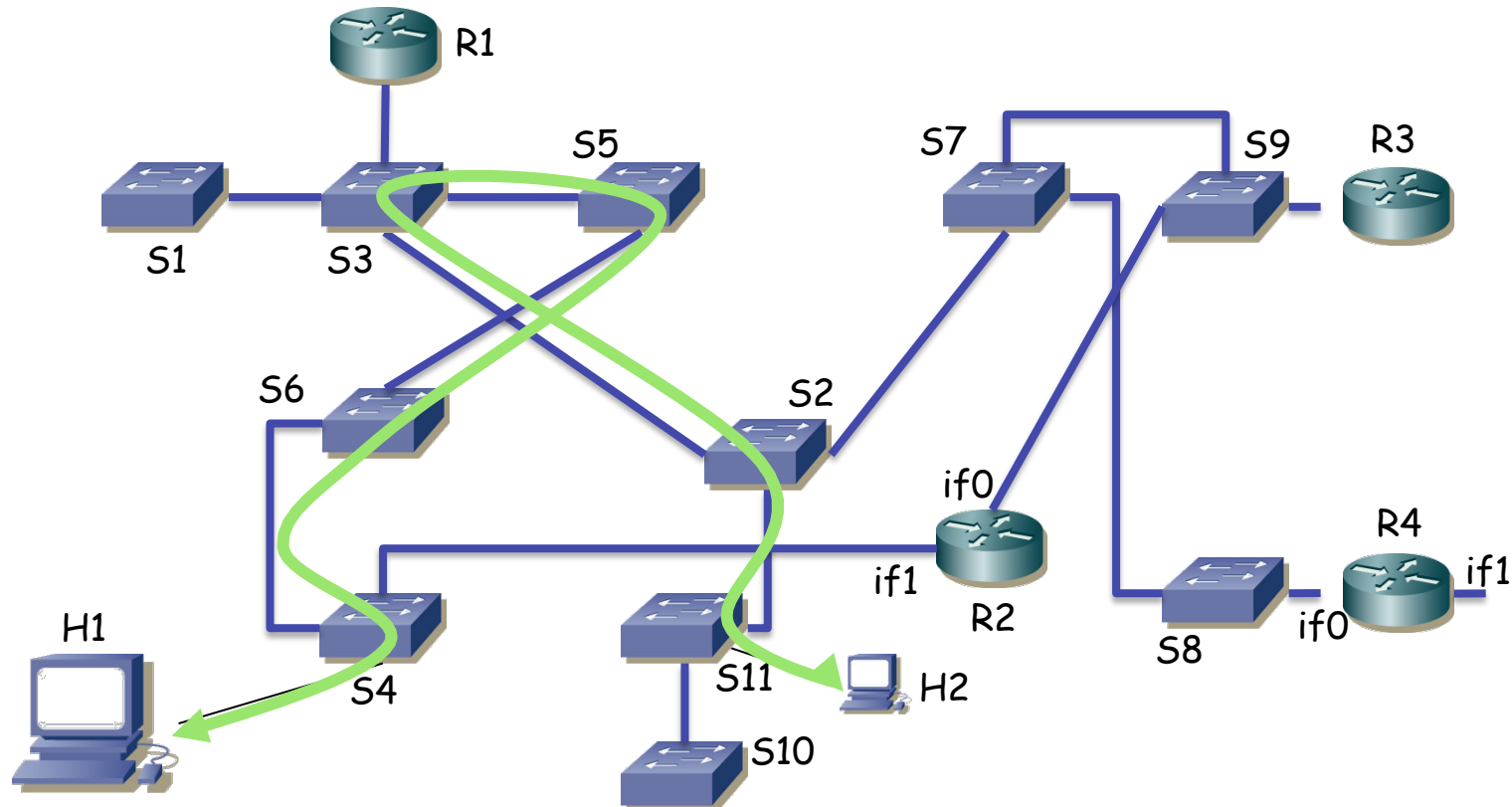
STP: Ejemplo

- ¿Y ahora cuál es el camino entre H1 y H2? (...)

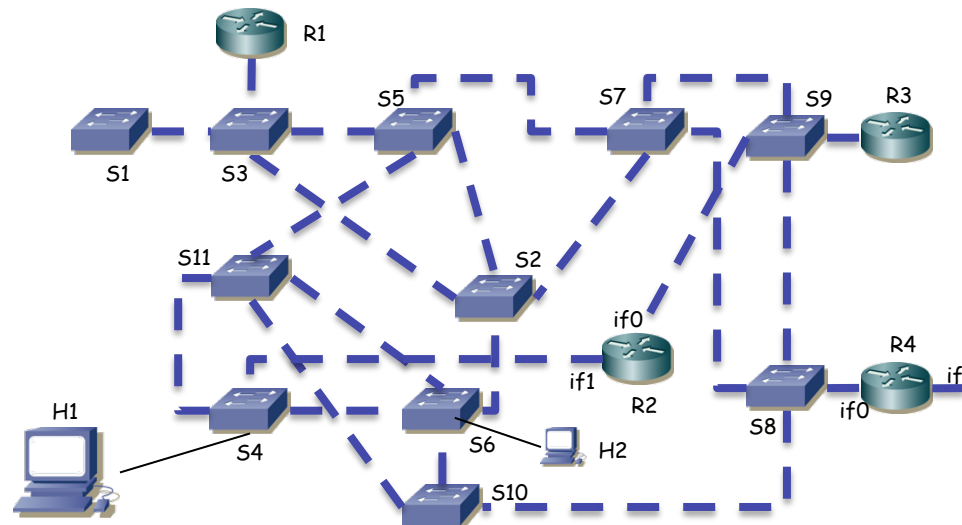


STP: Ejemplo

- ¿Y ahora cuál es el camino entre H1 y H2?
- !!!!!!!



STP: Ejemplo



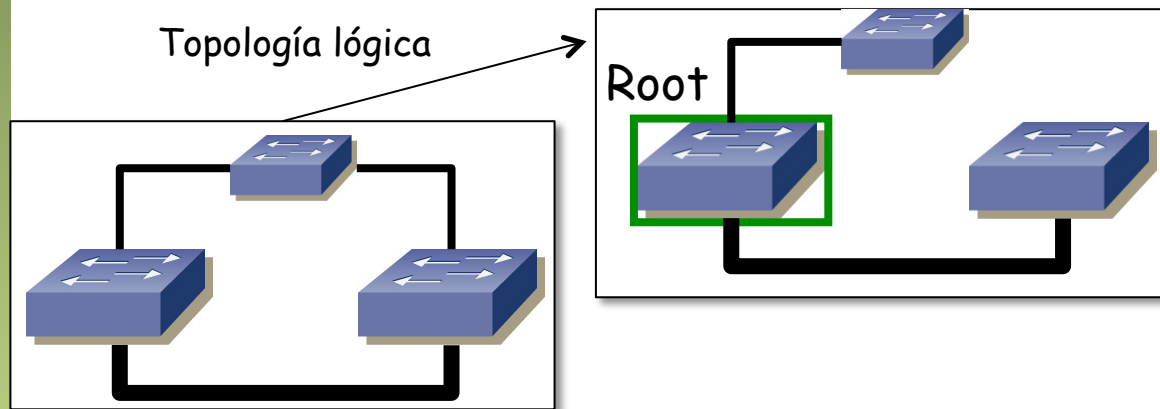
VLANs y STP

VLANs y Spanning Trees

Solución básica:

- Ignoramos las VLANs
- Un ST común a todas las VLANs (1 sola topología lógica, cómputo barato)
- CST = Common Spanning Tree

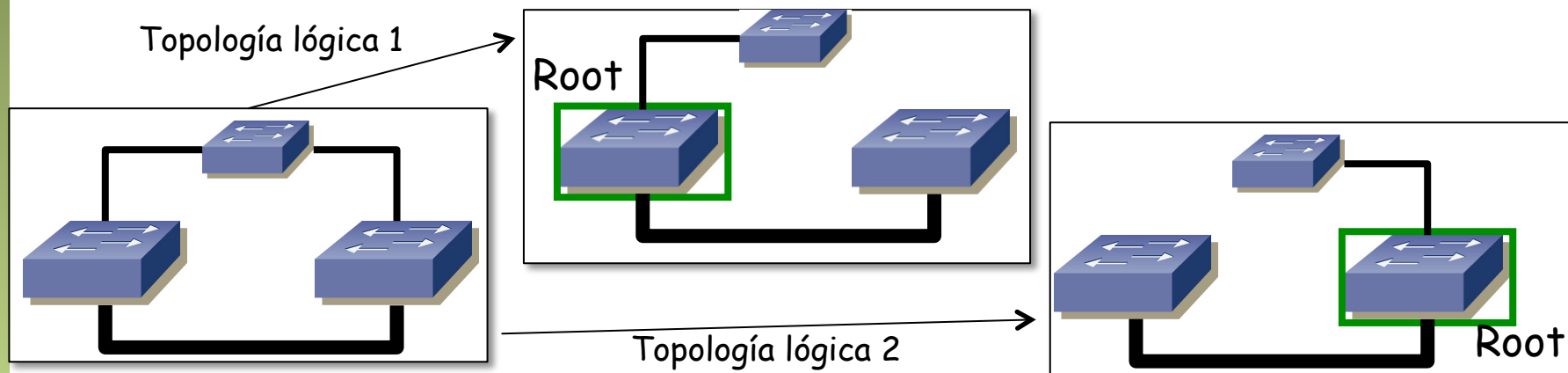
(...)



VLANs y Spanning Trees

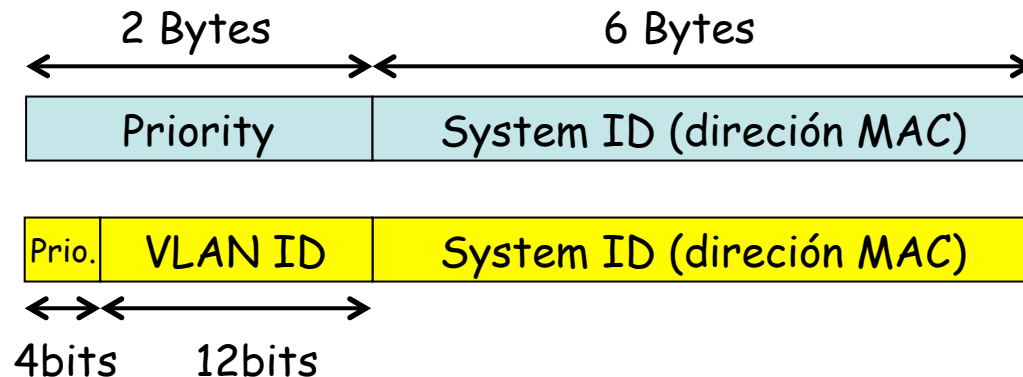
MSTP

- MSTP = Multiple Spanning Tree Protocol (modificación 802.1s a 802.1Q)
- Un ST por *grupo* de VLANs (que puede ser de una)
- Lo que se llama una MSTI (MST Instance)
- Una topología lógica por VLAN o por grupo de VLANs
- Para cada MSTI se pueden cambiar parámetros de ST, por ejemplo la prioridad para cambiar el Root Bridge o los costes de los enlaces
- Ejemplo: topología física con solo 2 posibles topologías lógicas, si se tienen N VLANs ($N > 2$) no es rentable calcular N STs



MSTP y BID

- El BID es de 8 bytes
- Haría falta uno diferente para el puente en cada VLAN
- Así como la dirección MAC se emplea como “system ID” se introduce (802.1t) un “extended system ID”
- Este “extended system ID” toma los 12 bits bajos del campo de prioridad
- Eso permite crear un BID para cada VLAN sin necesidad de más direcciones MAC
- Reduce los valores de prioridad a múltiplos de 4096 si entendemos como prioridad los 2 bytes

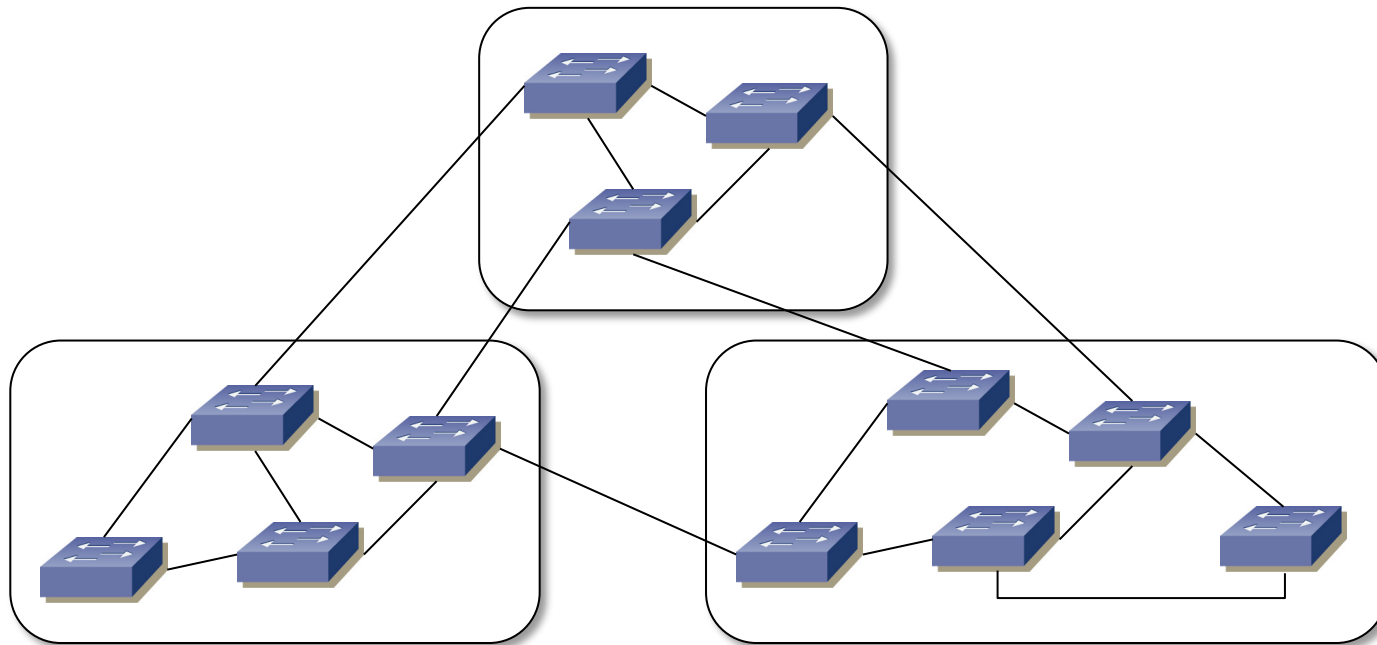


Regiones en MSTP

- MSTP crea topologías lógicas para grupos de VLANs
- También crea un ST global que emplea para distribuir la información de MSTP
- (...)

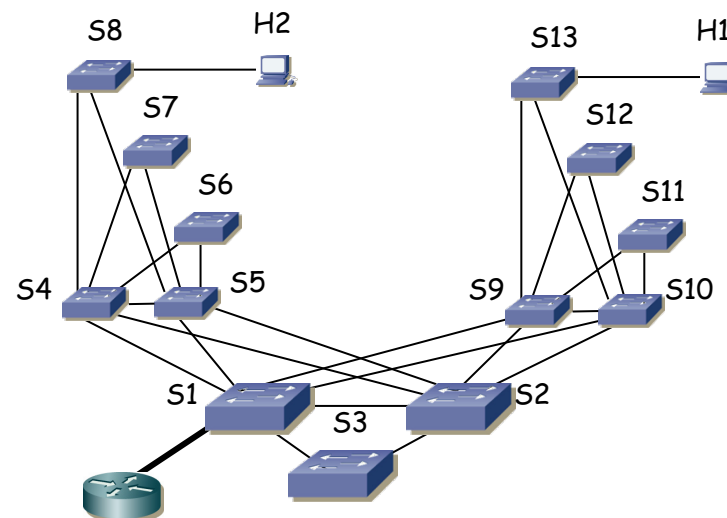
Regiones en MSTP

- MSTP crea topologías lógicas para grupos de VLANs
- También crea un ST global que emplea para distribuir la información de MSTP
- Se pueden crear “regiones”, cada una tiene MSTIs independientes de las otras
- Se crea un CIST entre ellas (Common and Internal Spanning Tree)
- No entraremos en más detalle sobre esto (son escenarios más grandes)

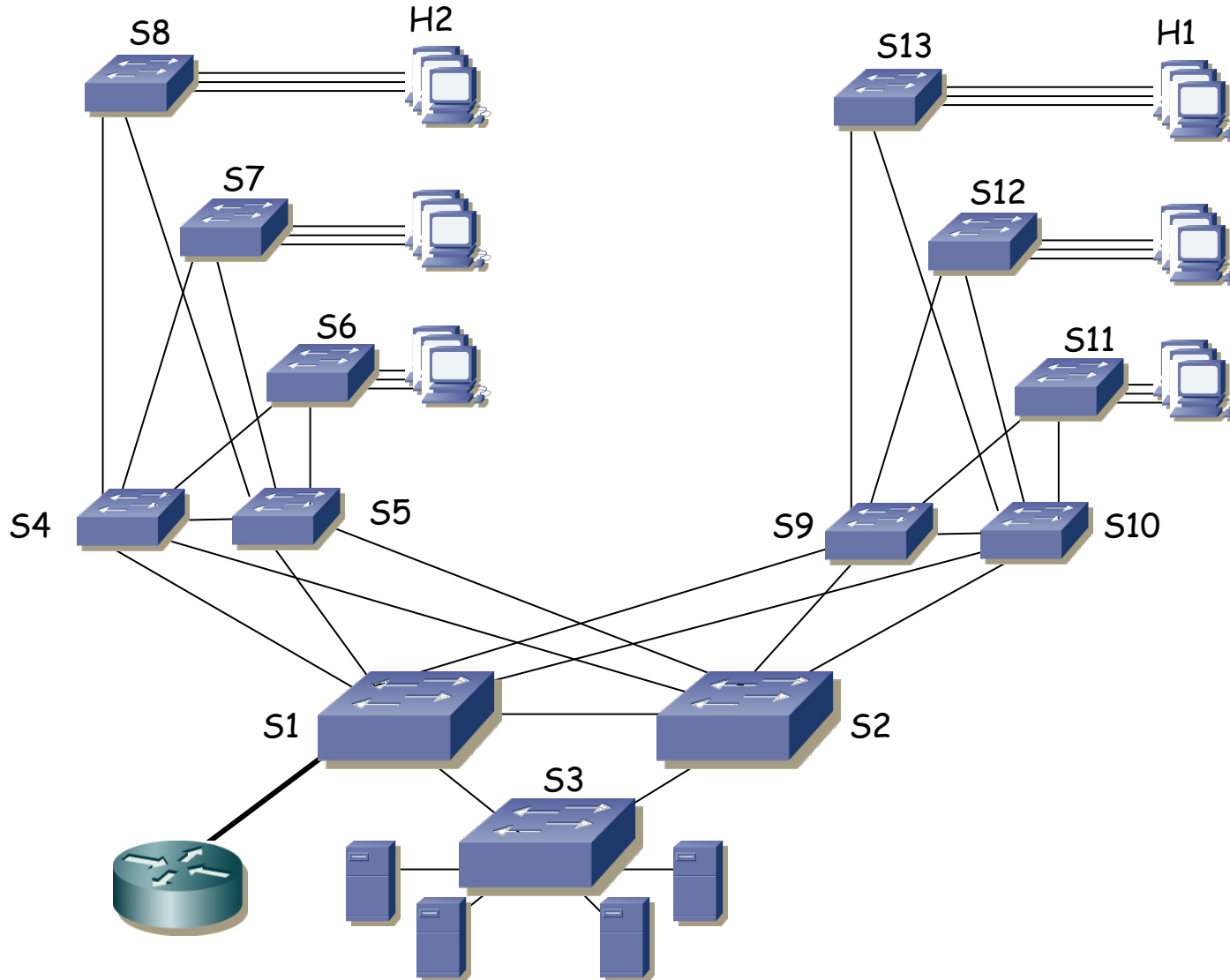


VLANs y STP

VLANs y STP: Ejemplo

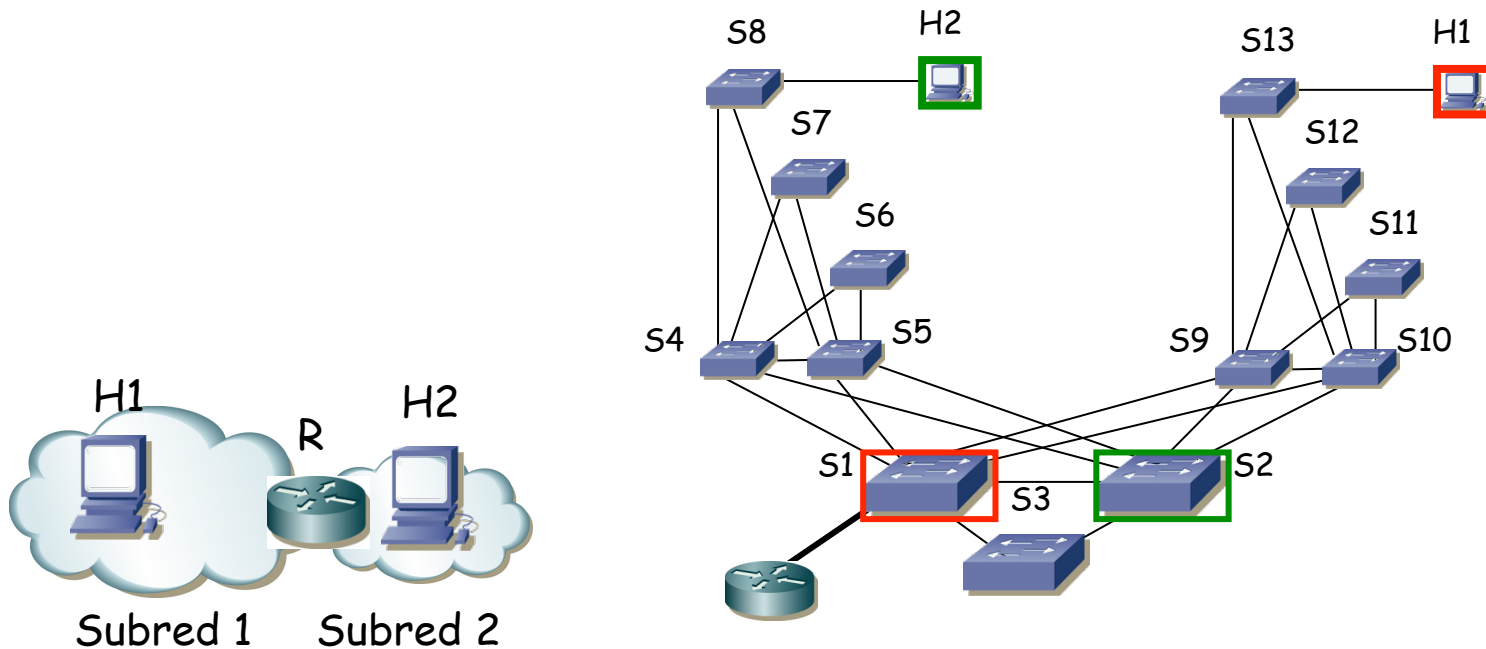


VLANs y STP: Ejemplo



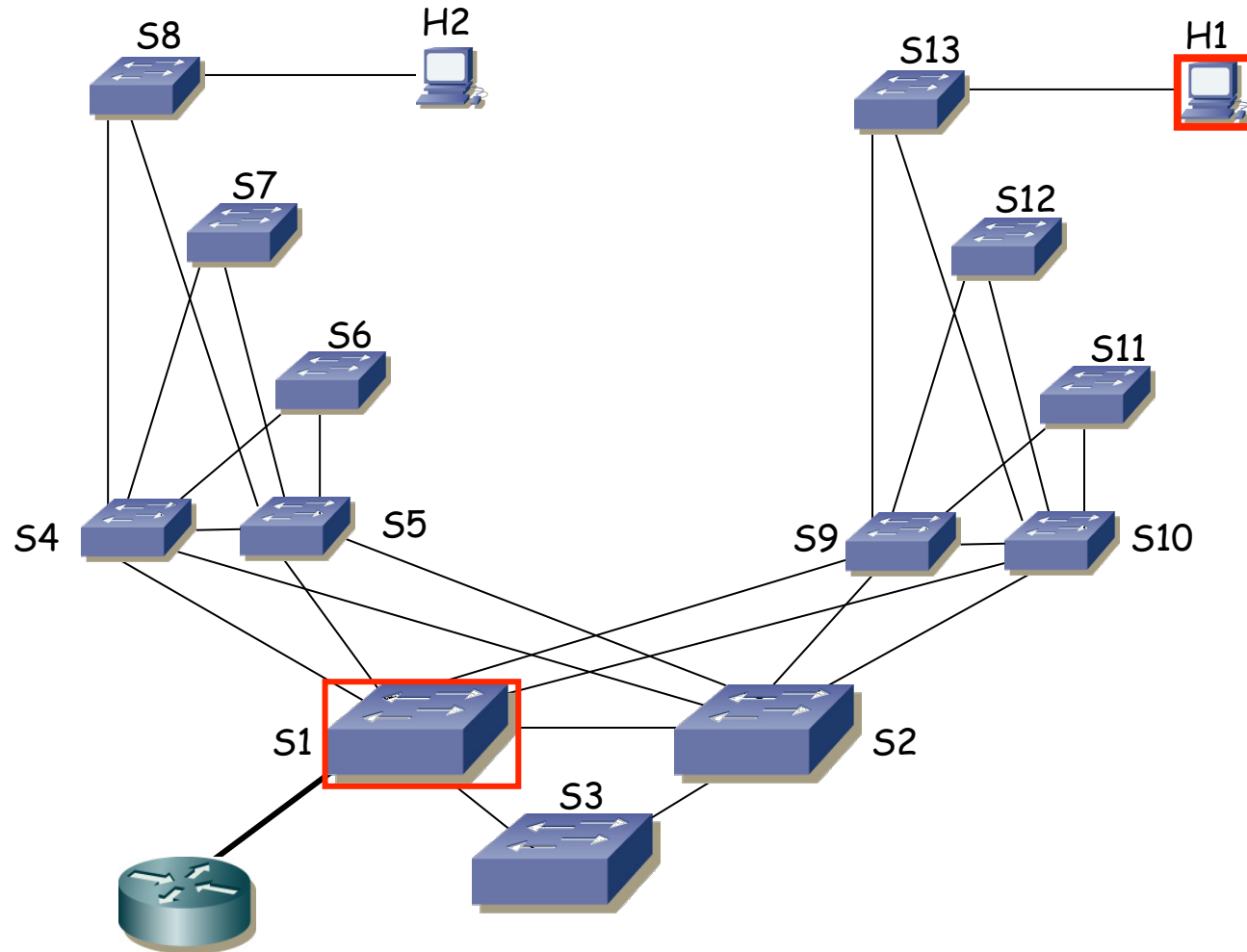
VLANs y STP: Ejemplo

- 2 VLANs
- H1 en VLAN1, puente raíz S1, subred 1
- H2 en VLAN2, puente raíz S2, subred 2
- Árboles independientes, todos los enlaces igual coste STP
- Router con enlace 802.1Q en ambas VLANs, interfaces IP en ambas subredes, router puede defecto para los hosts



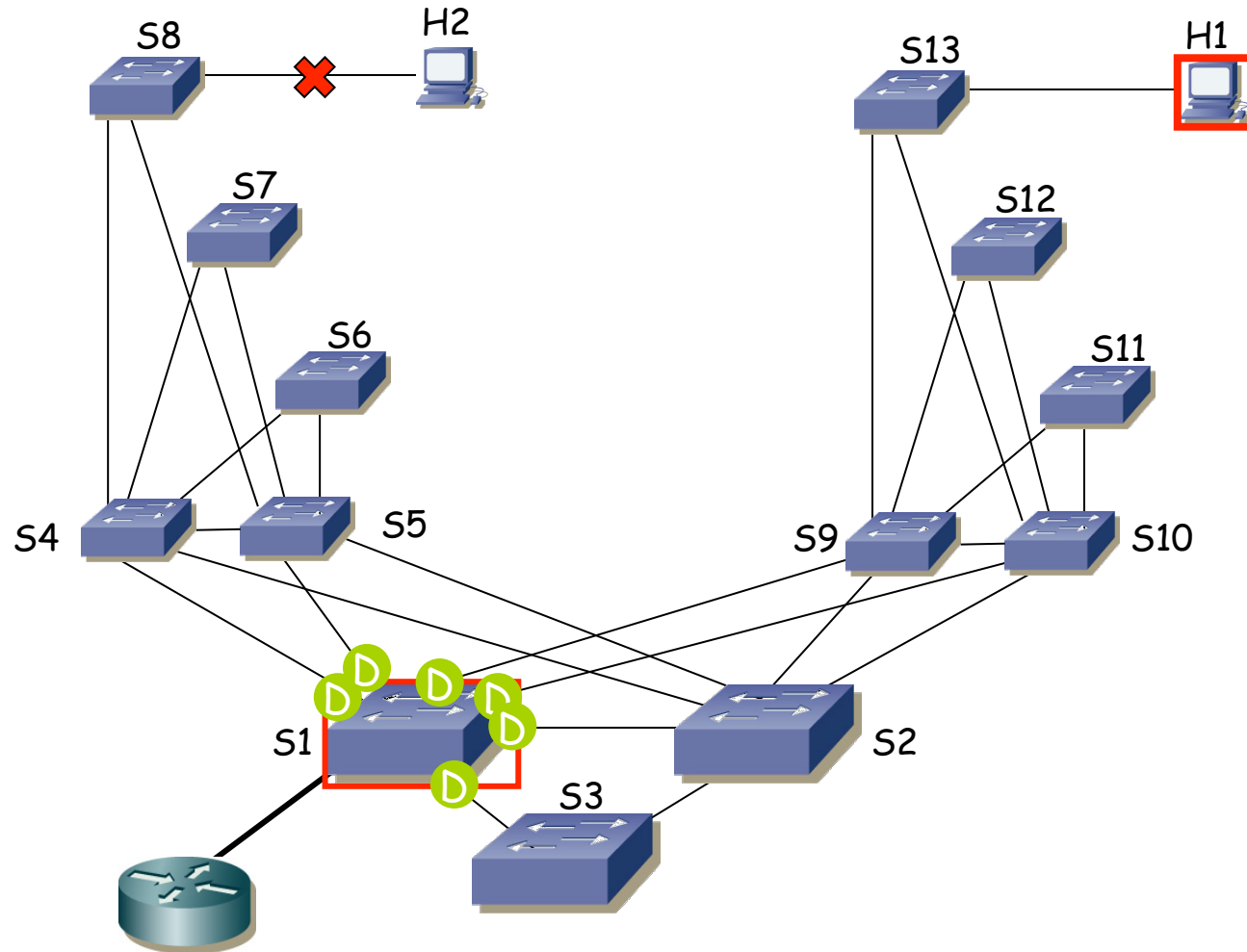
VLANs y STP: Ejemplo

- Árbol para VLAN 1 (...)



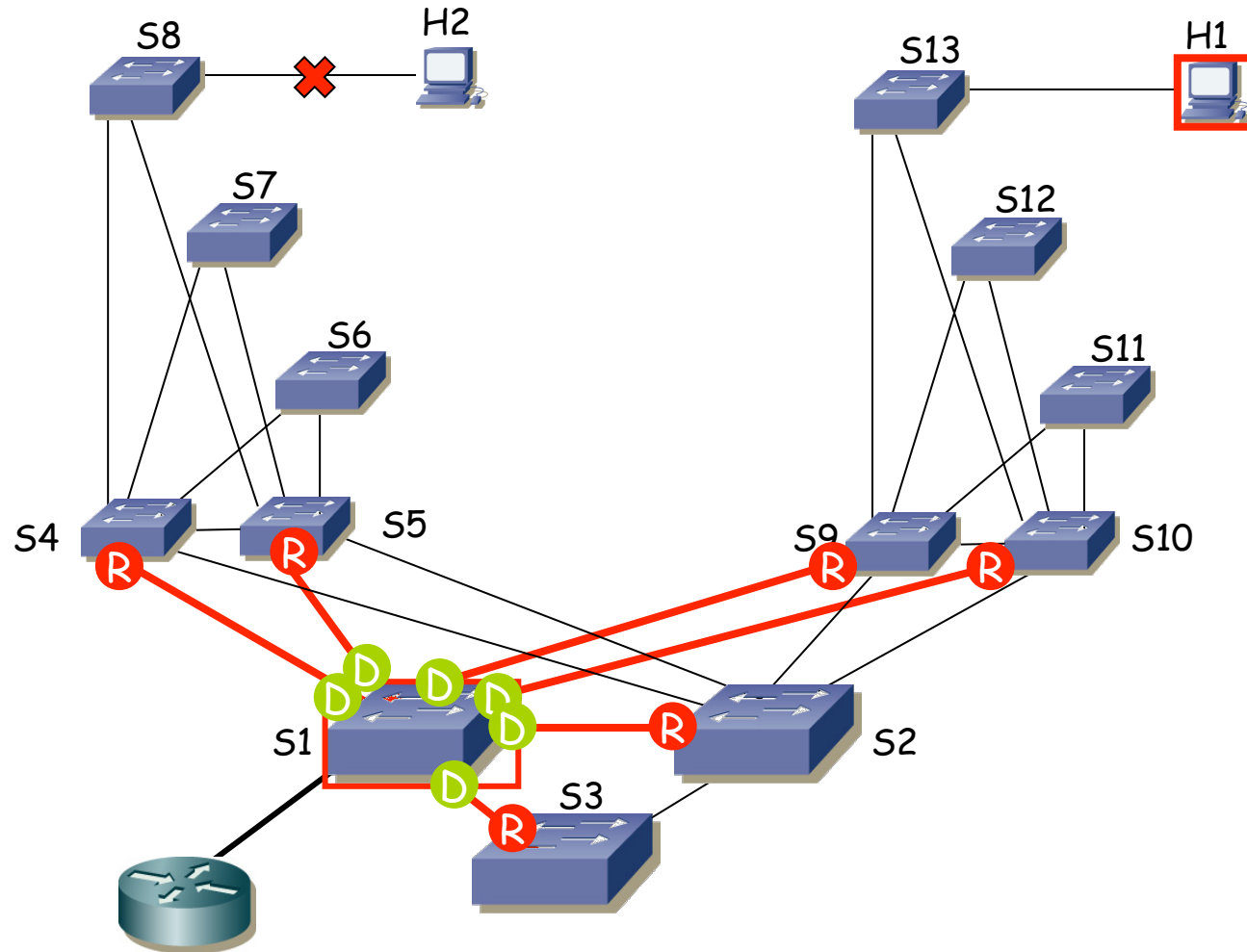
VLANs y STP: Ejemplo

- Puerto de H2 no está en esa VLAN
- Root bridge rodos los puertos designados
- (...)



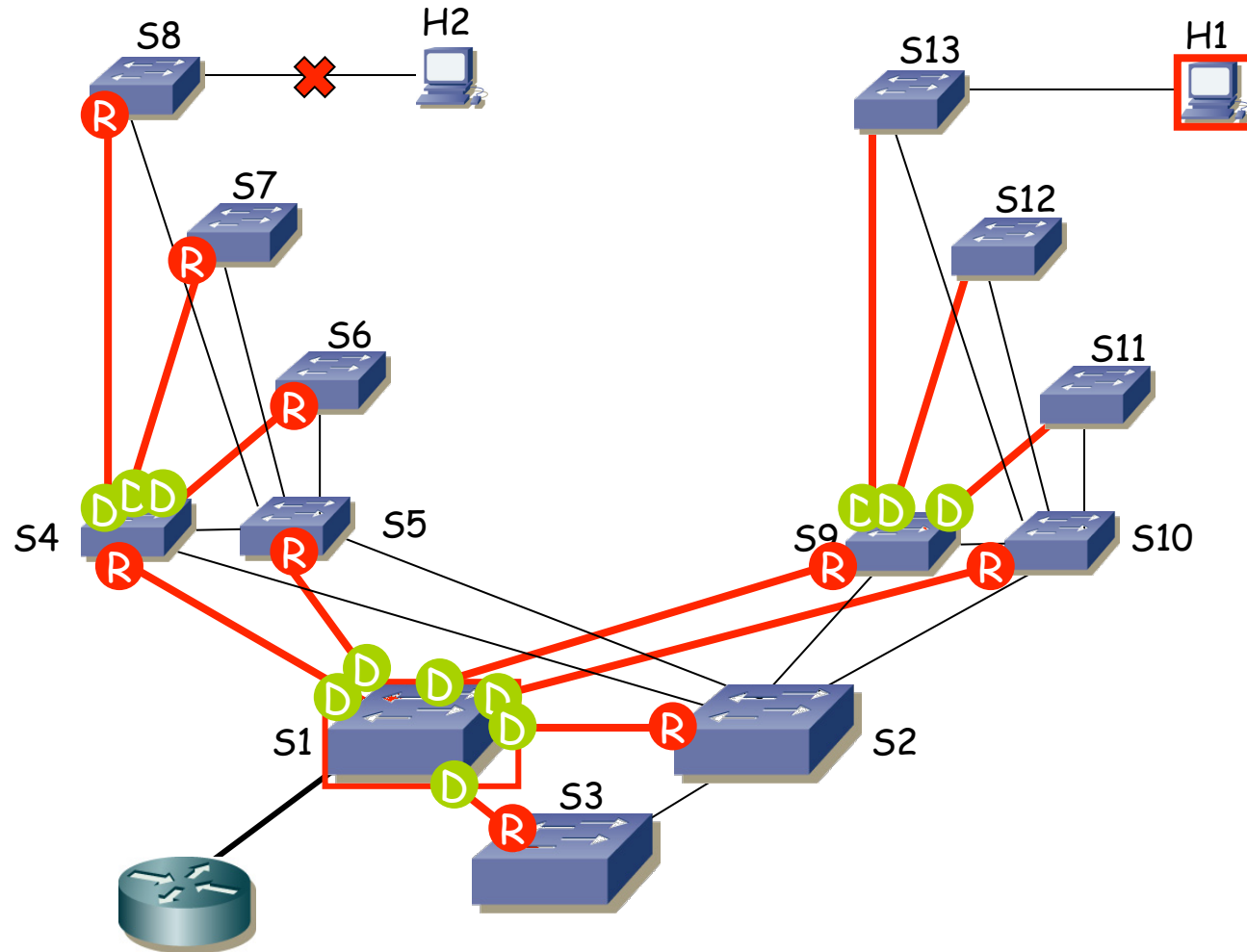
VLANs y STP: Ejemplo

- Costes iguales, el camino más corto es el directo, puertos raíz de adyacentes
- (...)



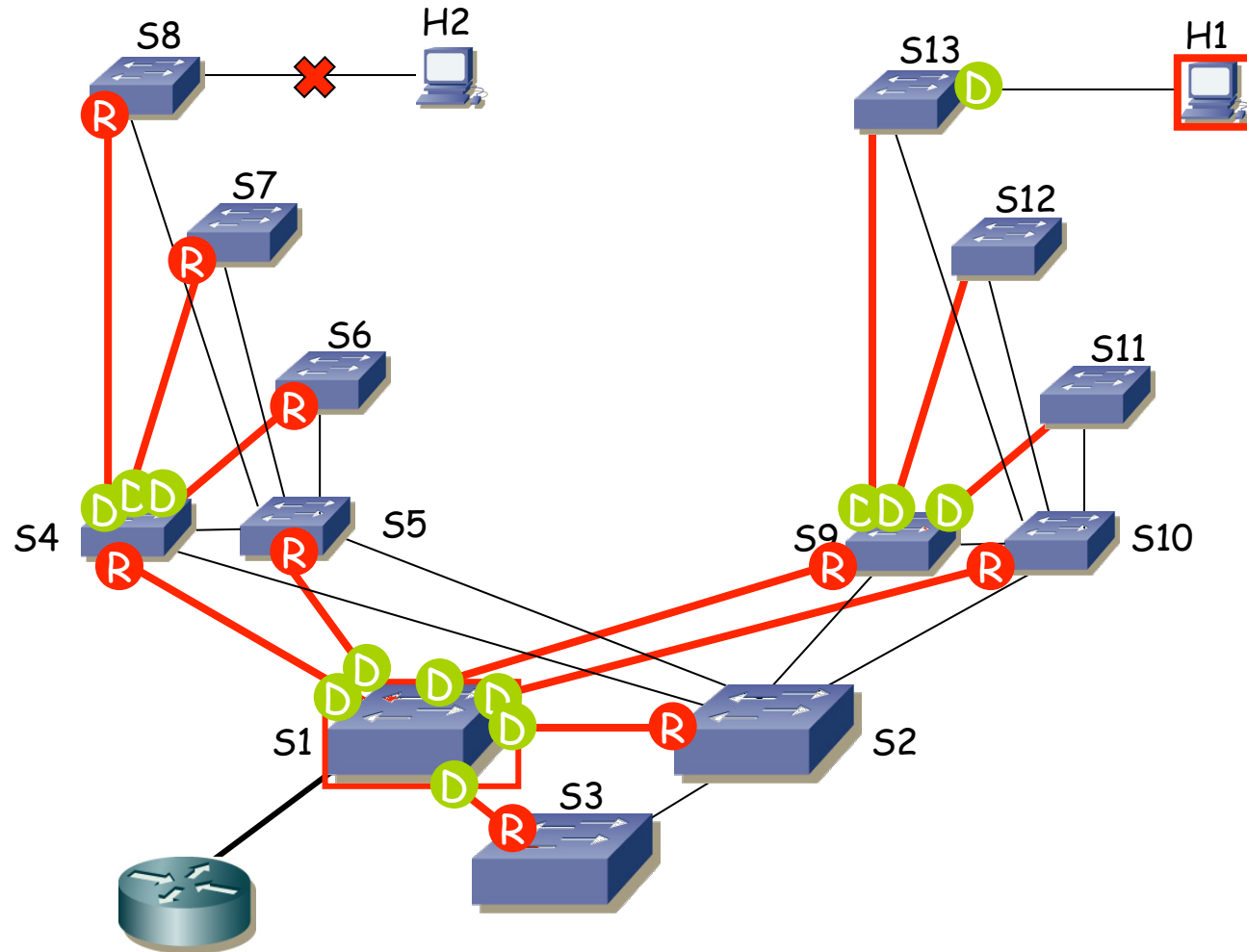
VLANs y STP: Ejemplo

- Hay empates que se resuelven por menor BID si no hay prioridades configuradas
- (...)



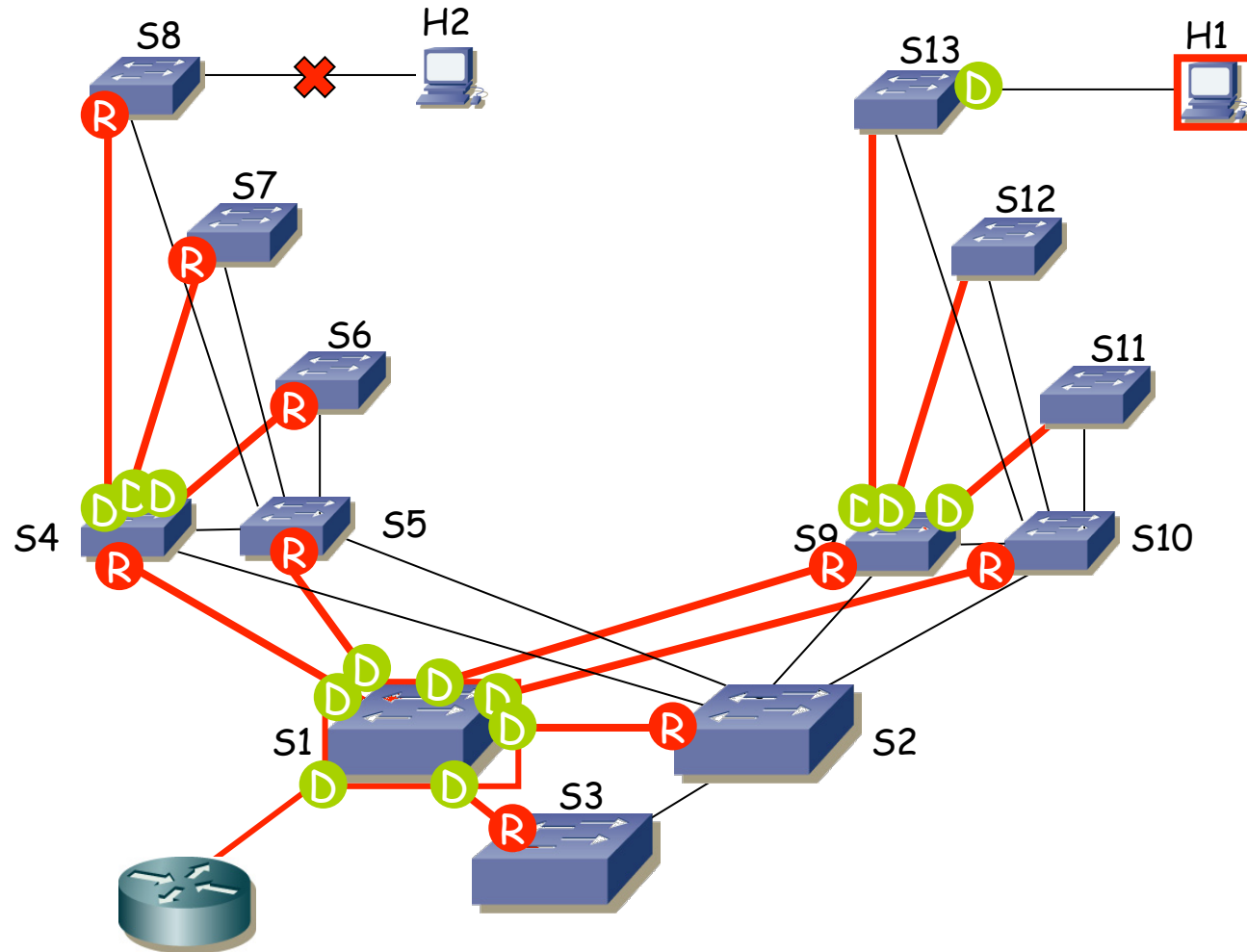
VLANs y STP: Ejemplo

- El puerto al host H1 no recibe BPDUs, decide que hay un host y pasa a Designado/Forwarding
- (...)



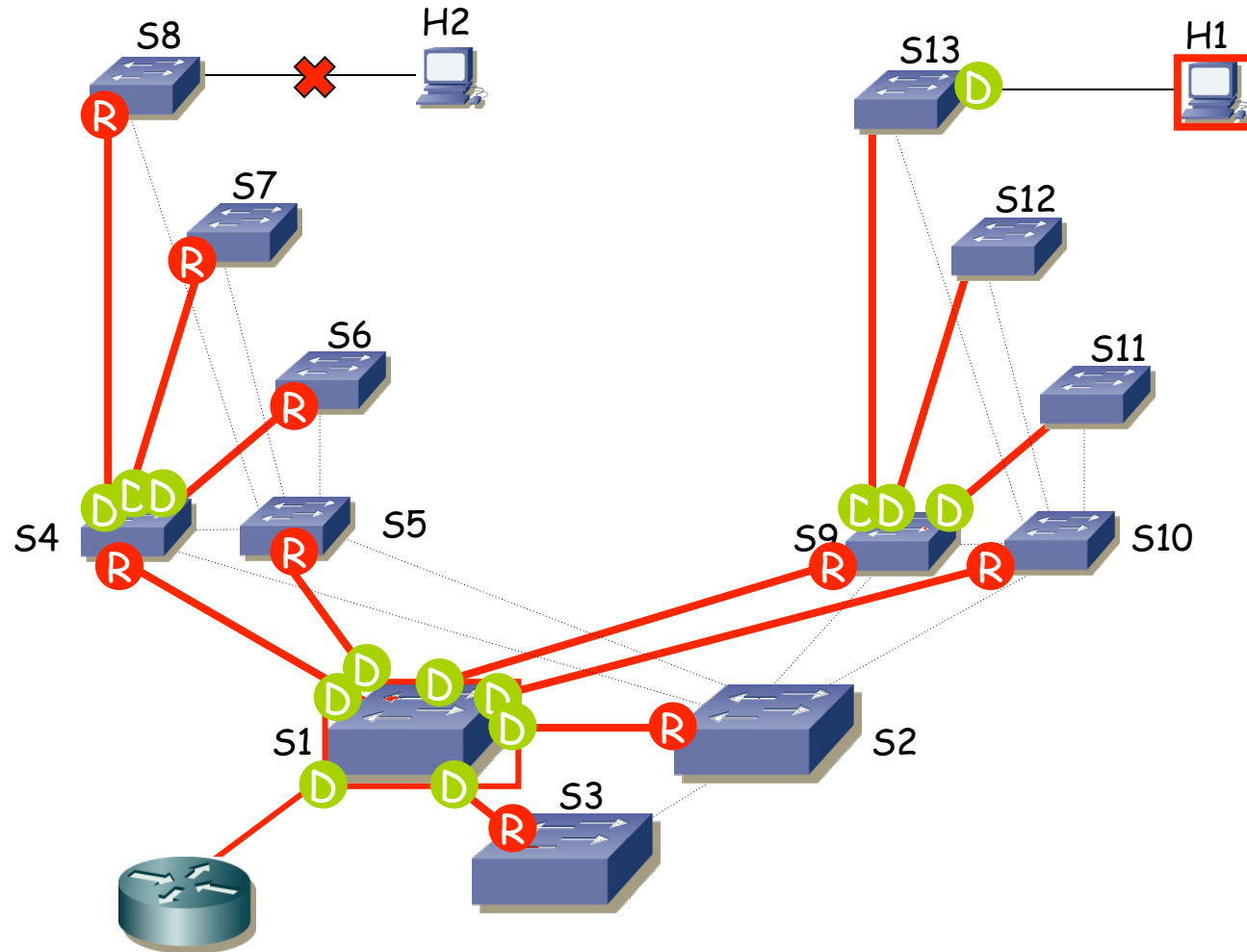
VLANs y STP: Ejemplo

- El enlace al router en esa VLAN igual
- (...)



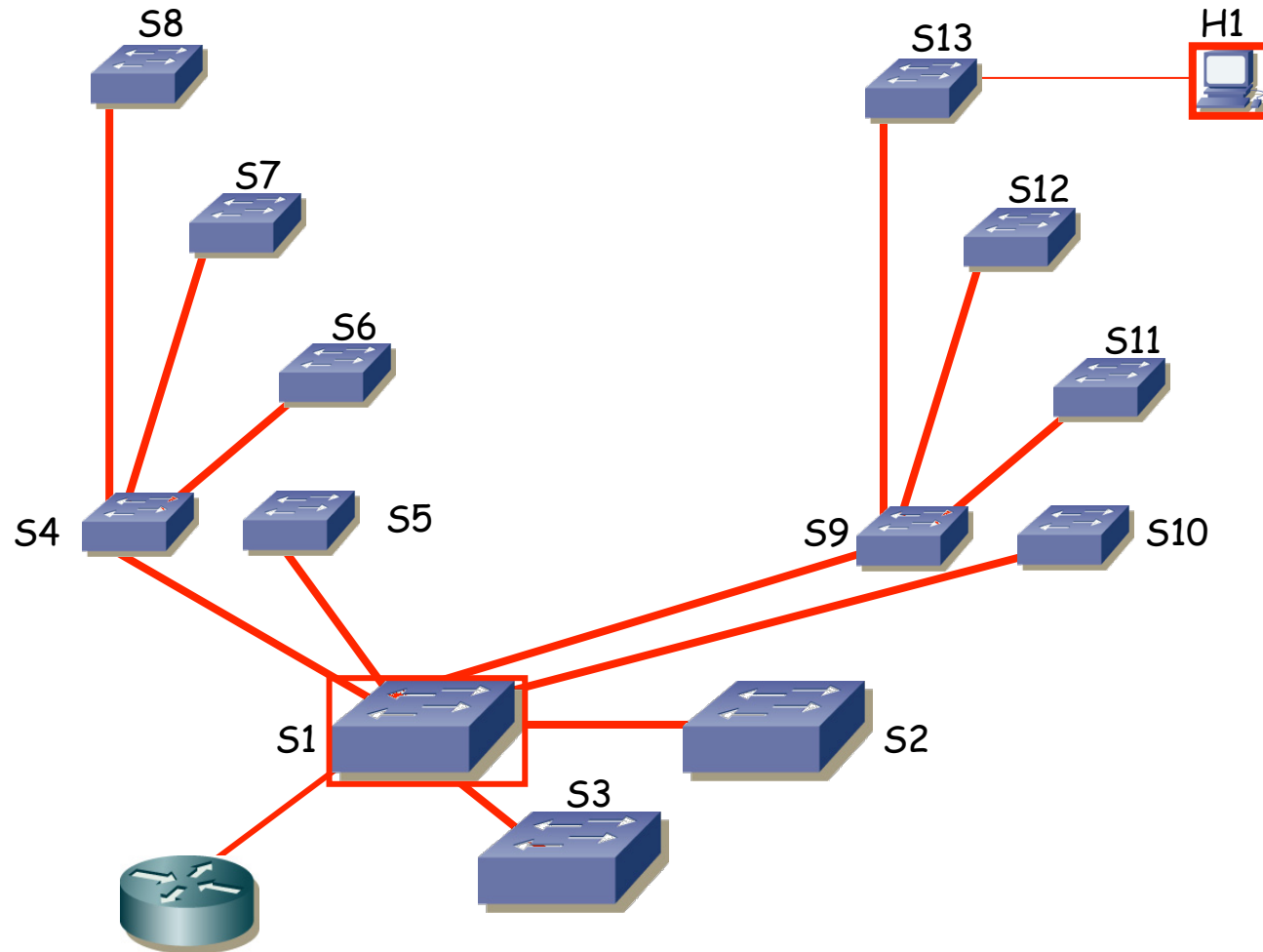
VLANs y STP: Ejemplo

- En el resto de enlaces algún extremo estará bloqueado



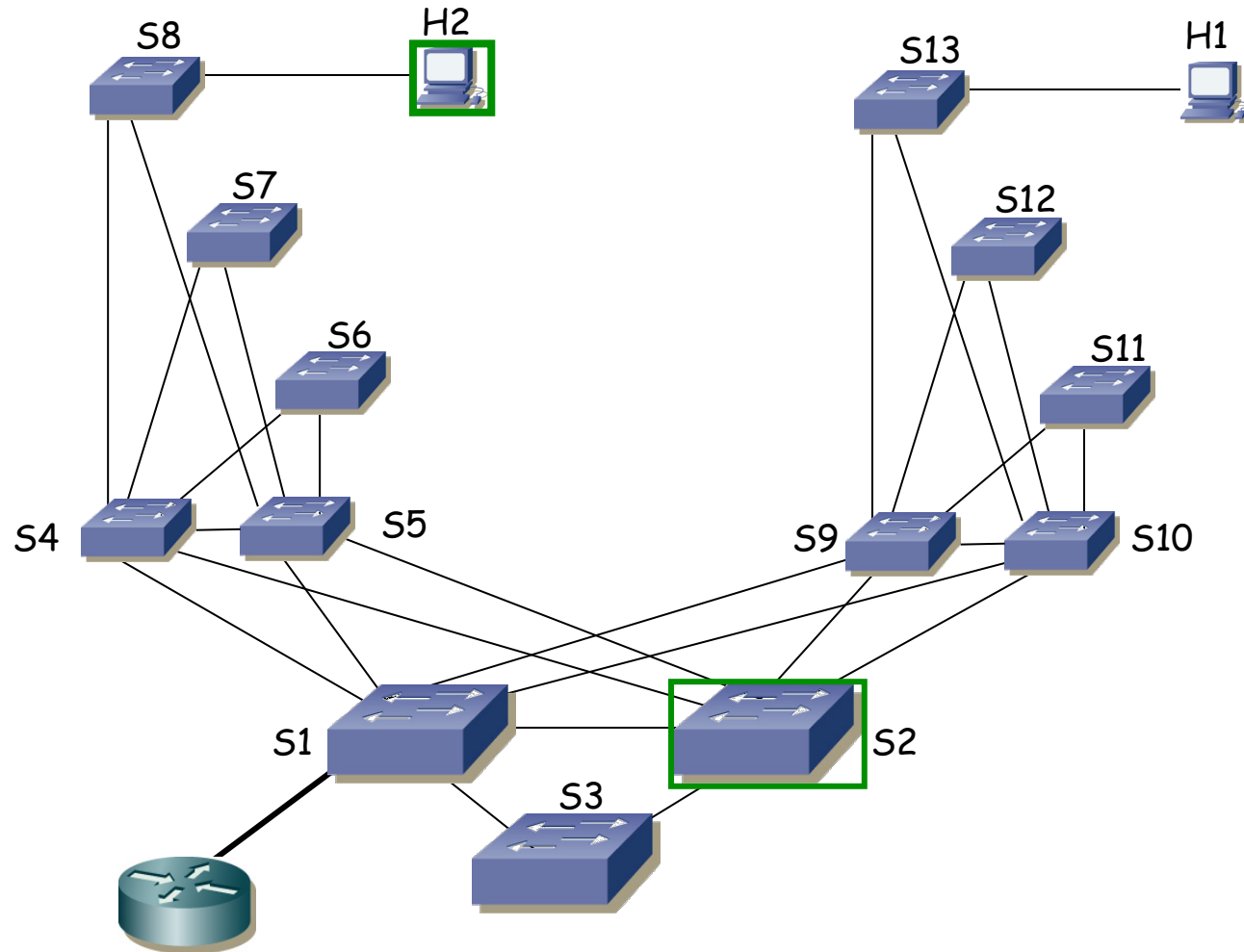
VLANs y STP: Ejemplo

- Es decir, a efectos prácticos es como si esta fuera la LAN 1



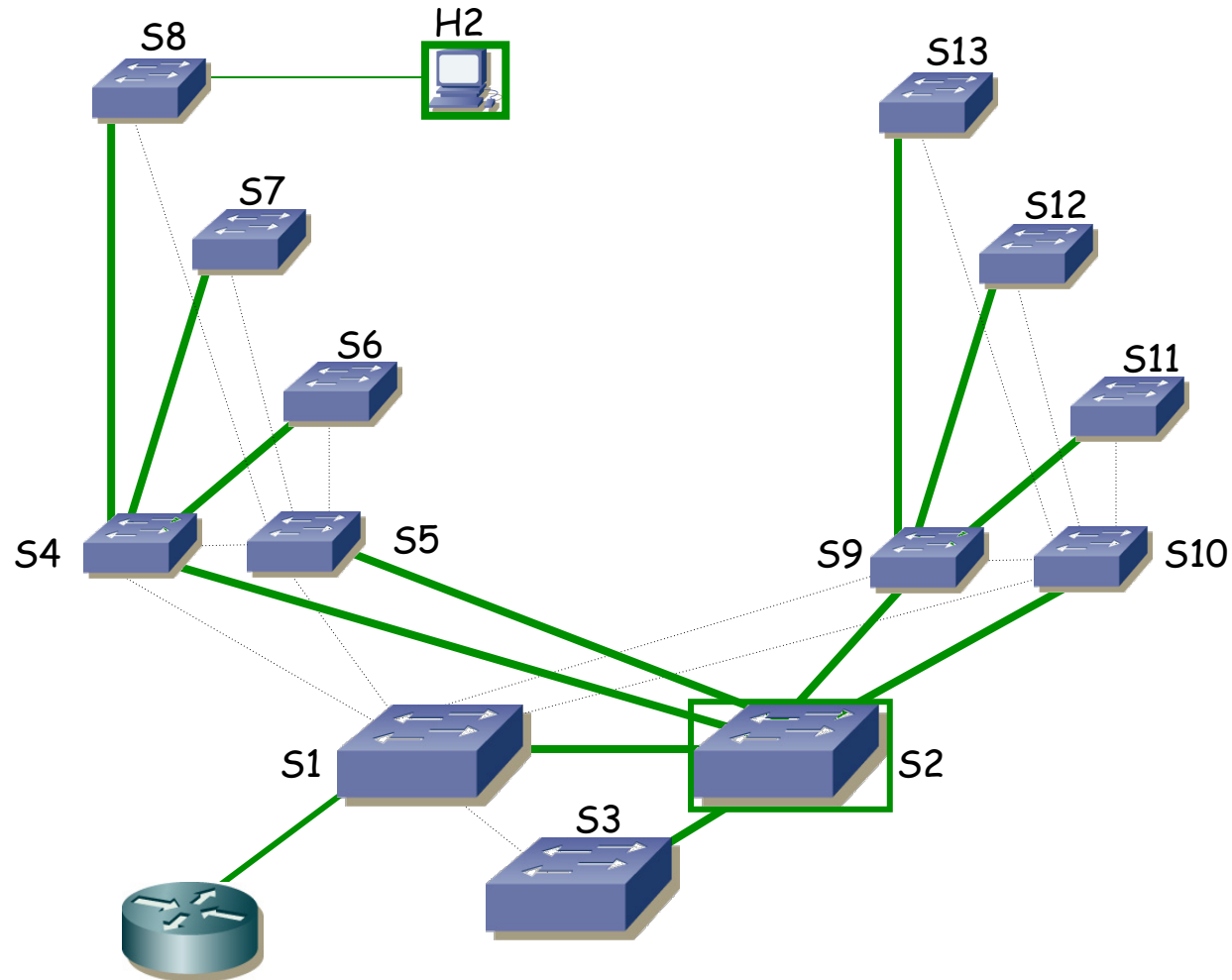
VLANs y STP: Ejemplo

- Árbol para VLAN 2 (...)



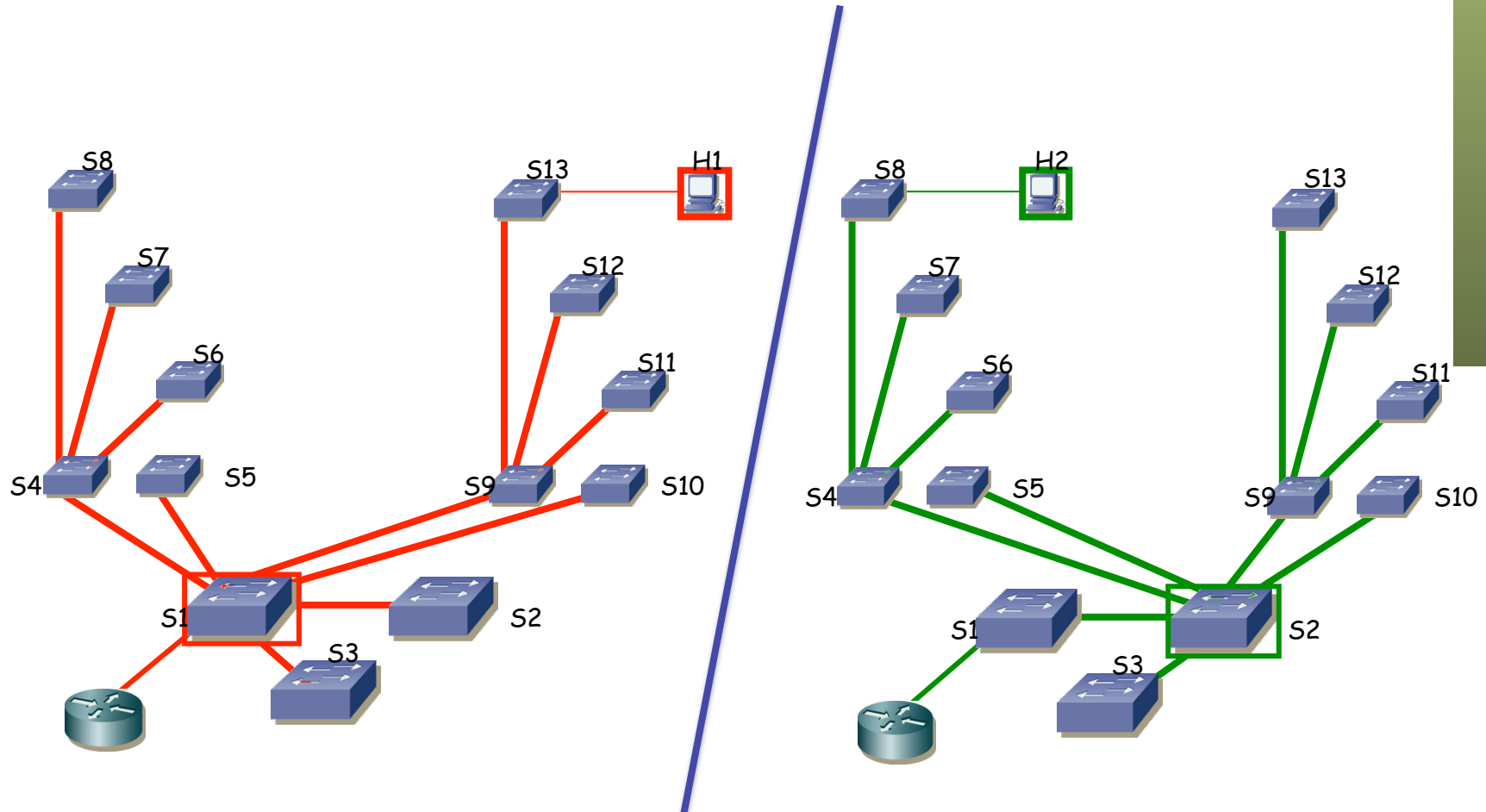
VLANs y STP: Ejemplo

- Siguiendo un razonamiento análogo



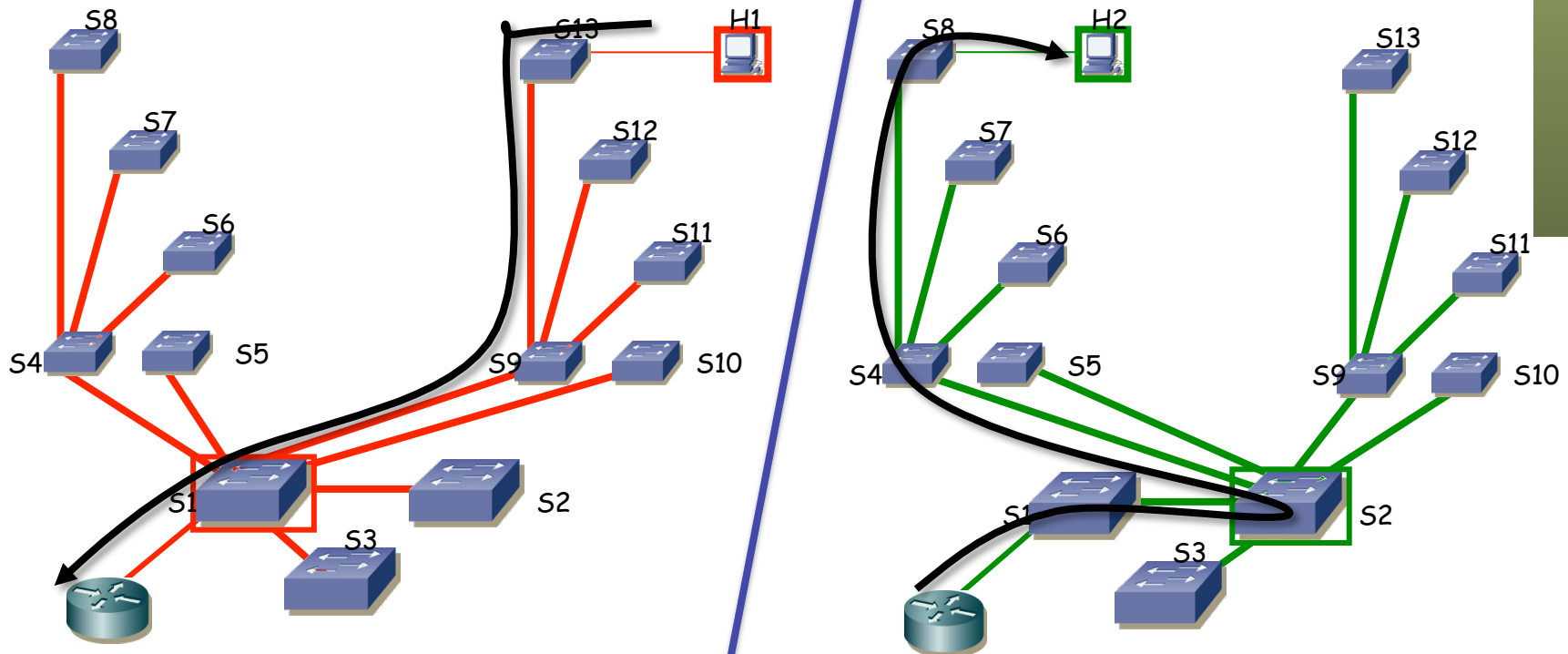
VLANs y STP: Ejemplo

- Lo mismo que ha hecho que S4 fuera el camino a la raíz en la VLAN 1 lo ha hecho en la VLAN 2
- Para evitar esto se podría cambiar las prioridades de S4 y S5 en una VLAN para que se elija el camino por S5

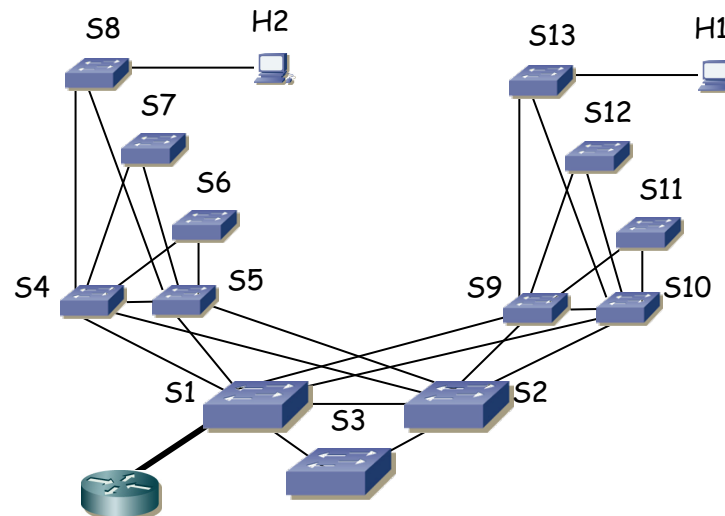


VLANs y STP: Ejemplo

- Camino de H1 a H2
- H1 : S13 : S9 : S1 : R
- R : S1 : S2 : S4 : S8 : H2
- Camino entre H1 y H2 es simétrico



VLANs y STP: Ejemplo



Spanning Tree Protocol

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

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 3º