

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

# Spanning Tree Protocol

Area de Ingeniería Telemática

<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de  
Telecomunicación, 3º

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

# Estados y RSTP

# STP: Port States

- STP definía 5 estados posibles para un puerto: *disabled*, *listening*, *learning*, *blocking*, *forwarding*
- Estos estados mezclaban por un lado si el puerto reenviaba o no tramas y por otro el papel que jugaba el puerto en el árbol
- RSTP separa *port states* de *port roles*
  - Los *estados* definen si se reenvían las tramas y si se aprenden direcciones MAC
  - Los *roles* definen el papel que juega el puerto en el árbol

# RSTP

## Rapid Spanning-Tree Protocol

- STP obsoleto y retirado del estándar
- RSTP es IEEE 802.1w
- RSTP es el STP que aparece en 802.1D-2004
- Tiempos de convergencia de 2-3 segs (aunque según la topología puede llegar a 30s y cuentas a infinito)
- Tres **estados** posibles para un puerto:
  - *Discarding*: ni envía ni acepta paquetes de usuario
  - *Learning*: no envía ni acepta paquetes de usuario pero aprende MACs
  - *Forwarding*: funcionamiento normal
- No vamos a detallar el diagrama de estados con sus transiciones ni cómo se adapta a cambios
- Sí vamos a detallar el significado de los *roles* pues ayudan a entender cómo se calcula el árbol

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



# RSTP: Port Roles



upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



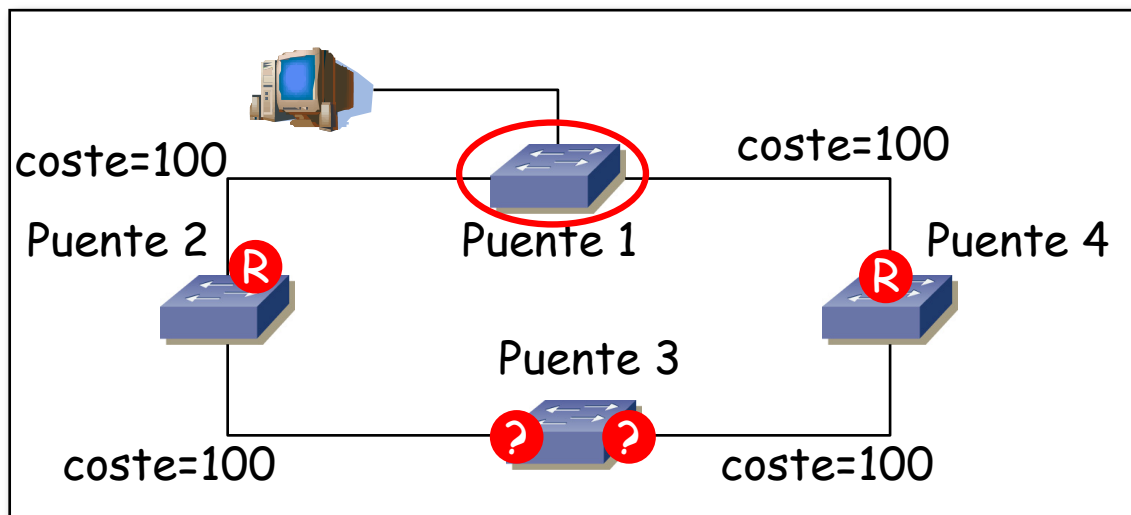
# Root port



# RSTP: Port Roles

## *Root Port*

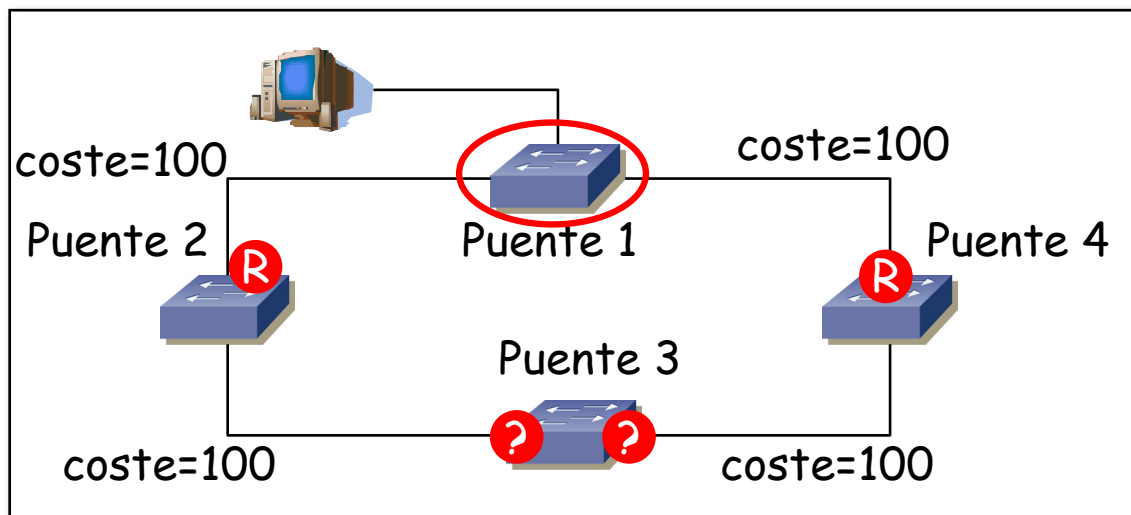
- Uno en cada puente salvo en el puente raíz
- El puente raíz es el único sin un puerto raíz
- Es el puerto de un conmutador que tiene el menor *Root Path Cost+Port Cost* (menor coste hasta la raíz)
- En este ejemplo supongamos que todos los puertos tienen el mismo coste
- Está claro cuál es *root port* en los puentes 2 y 4 pero ¿y en 3?



# RSTP: Port Roles

## ¿Empates?

- En el puente 3 los costes que recibe de puente 2 y de puente 4 hasta la raíz son el mismo = 100
- A cada uno le suma el coste del puerto por el que lo ha recibido y empatan (le sale 200 en ambos)
- Entonces se comparan los BID de los puentes que hacen el anuncio
- El anuncio que venga del BID menor gana (...)

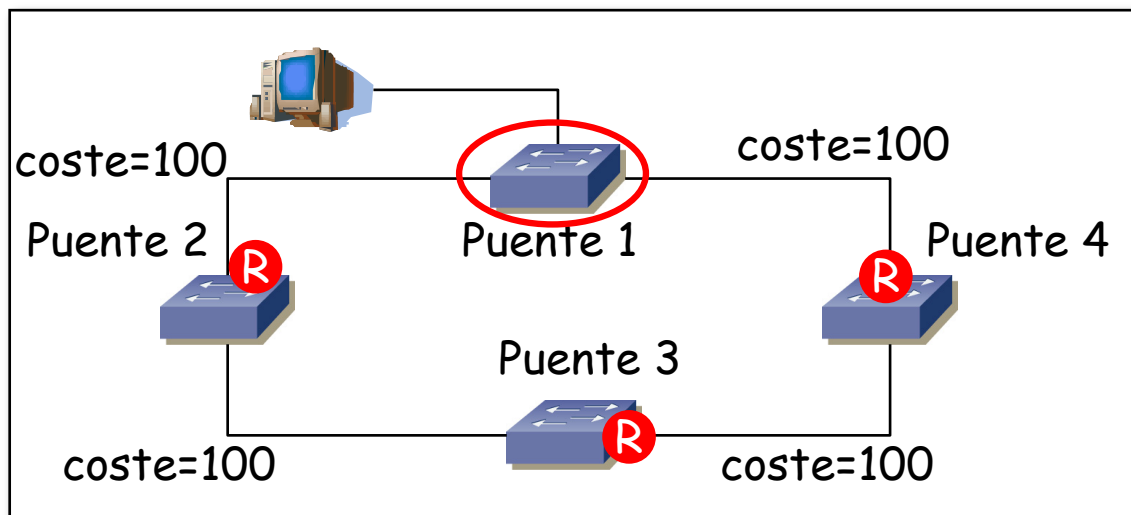




# RSTP: Port Roles

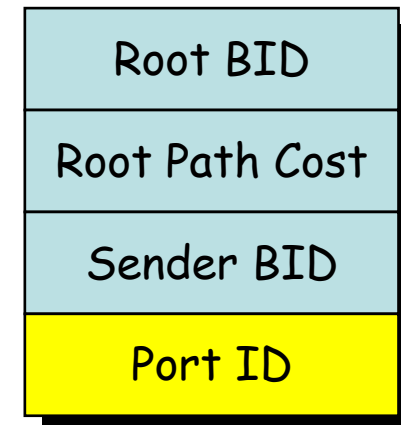
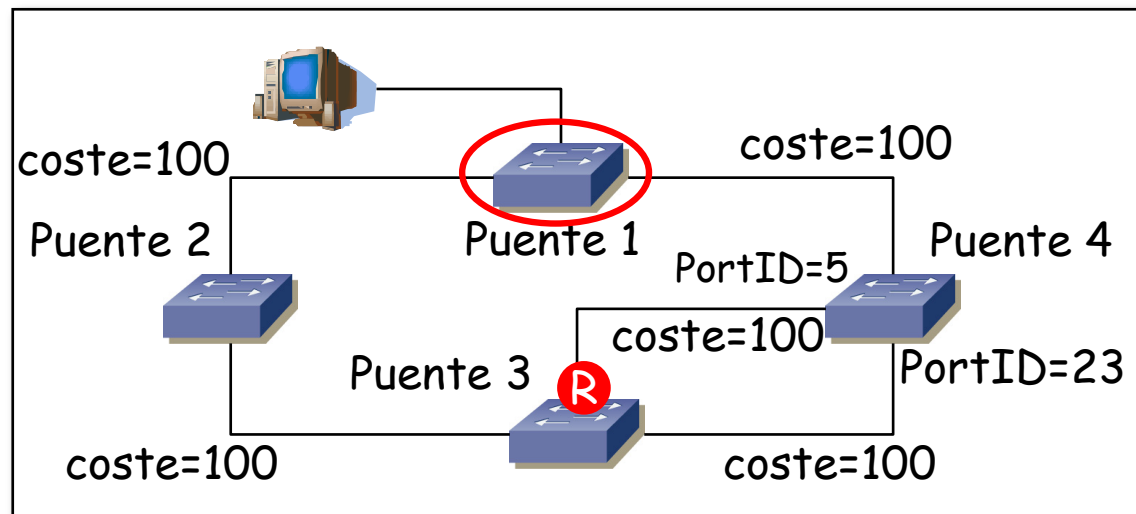
## *Desempate*

- Suponiendo que BID del puente 4 < BID del puente 2 sería puerto raíz de puente 3 el que va al puente 4



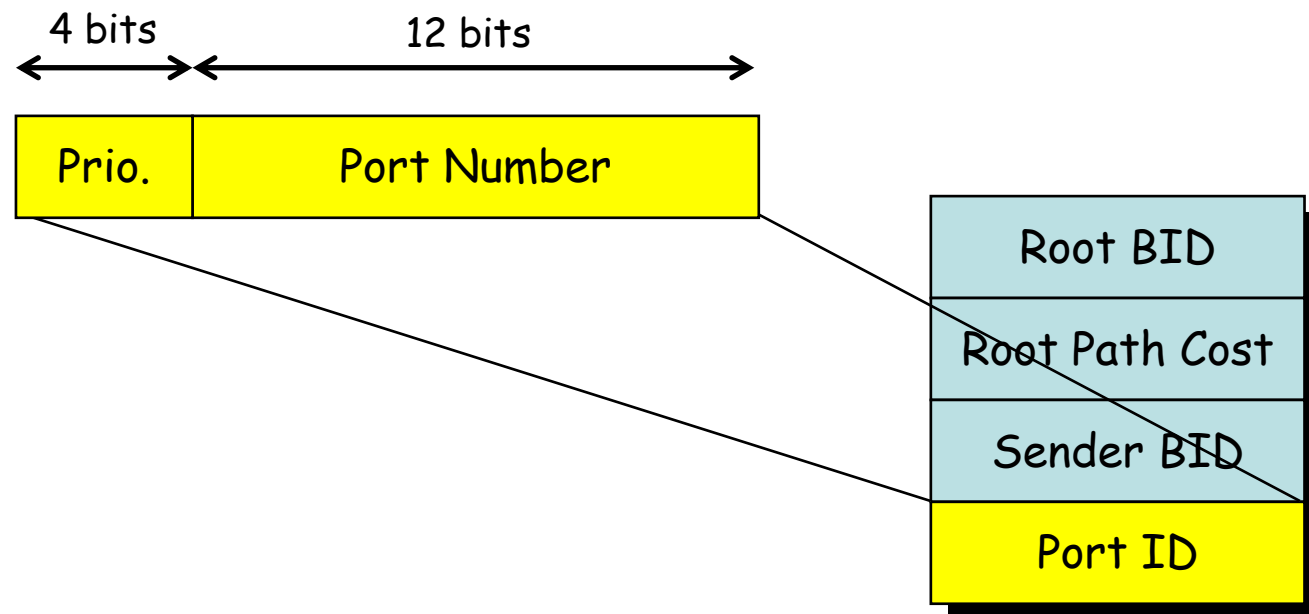
# RSTP: Port Roles

- Hemos dicho que cuando hay que elegir un camino a la raíz se toma el menor coste agregado
- Si hay empate el menor BID
- ¿Hay más posibilidades de empate?
- En este caso empatarían los puertos a puente 4 (suponiendo que el BID del puente 4 es menor que el del puente 2)
- ¿Desempate? Menor identificador de **puerto**



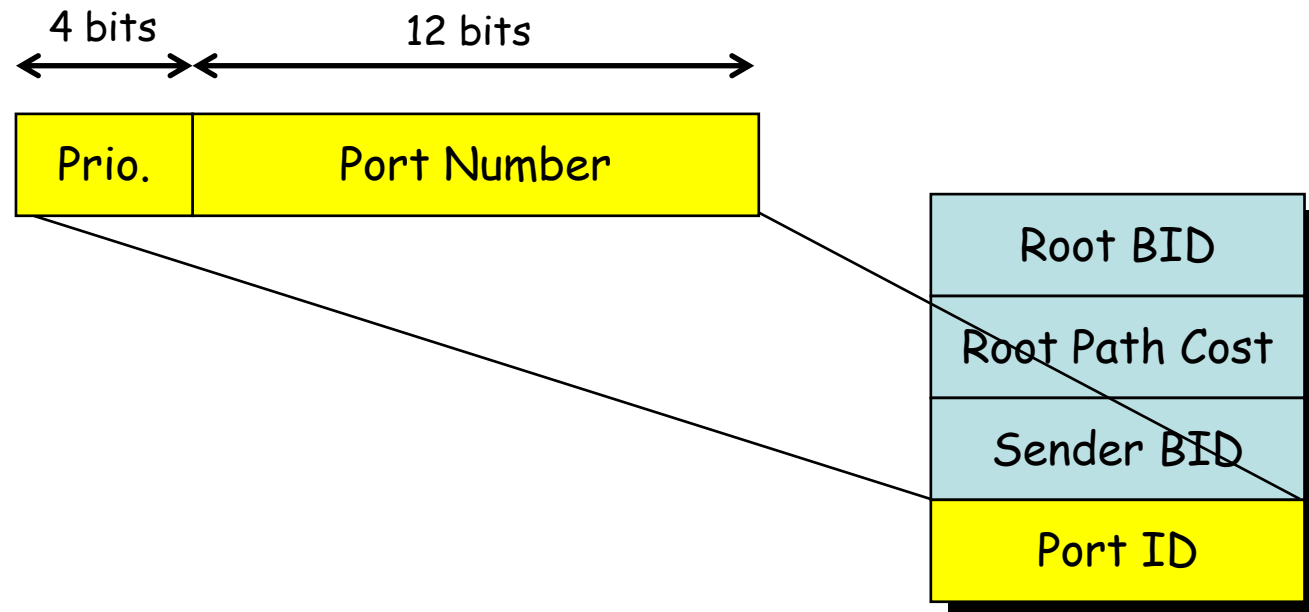
# Port ID

- Es un valor de 16bits
- Tiene una componente de prioridad y un número de puerto
- Es decir, el valor de prioridad, si lo entendemos como el primer byte ignorando los últimos 4 bits, va en múltiplos de 16



# Port ID

```
> Frame 1: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits)
> IEEE 802.3 Ethernet
> Logical-Link Control
< Spanning Tree Protocol
  Protocol Identifier: Spanning Tree Protocol (0x0000)
  Protocol Version Identifier: Spanning Tree (0)
  BPDU Type: Configuration (0x00)
  > BPDU flags: 0x00
  > Root Identifier: 32768 / 100 / 00:1c:0e:87:78:00
  Root Path Cost: 4
  > Bridge Identifier: 32768 / 100 / 00:1c:0e:87:85:00
  Port identifier: 0x8004
  Message Age: 1
  Max Age: 20
  Hello Time: 2
  Forward Delay: 15
```



upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



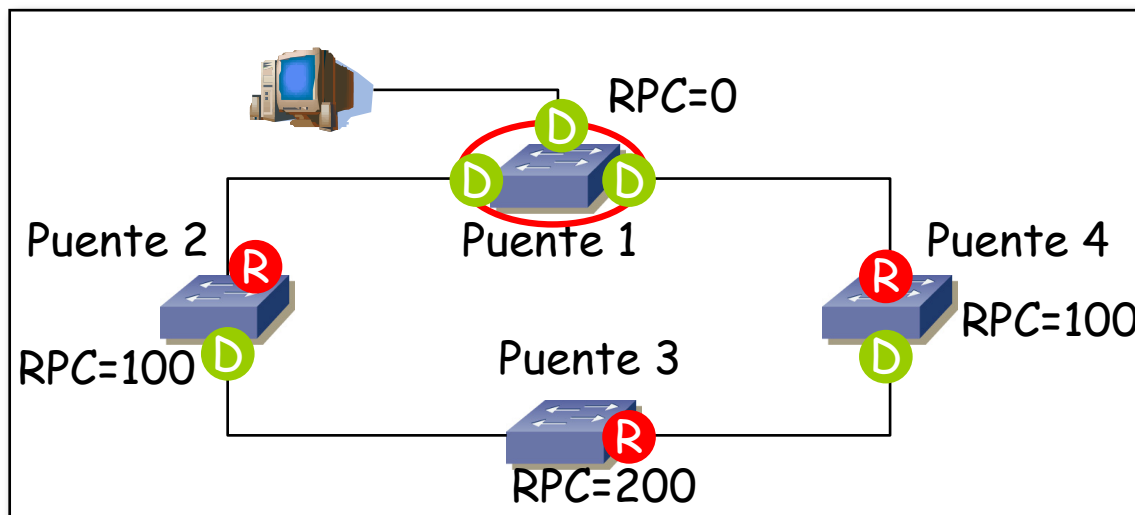
# Designated port



# RSTP: Port Roles

## ***Designated Port***

- En un segmento de LAN puede haber varios puertos de conmutador
- El puerto de conmutador en un segmento de LAN con menor *Root Path Cost+Port Cost* es el puerto designado para la LAN
- Uno por segmento de LAN
- Si hay empate por costes se desempata por el BID



upna

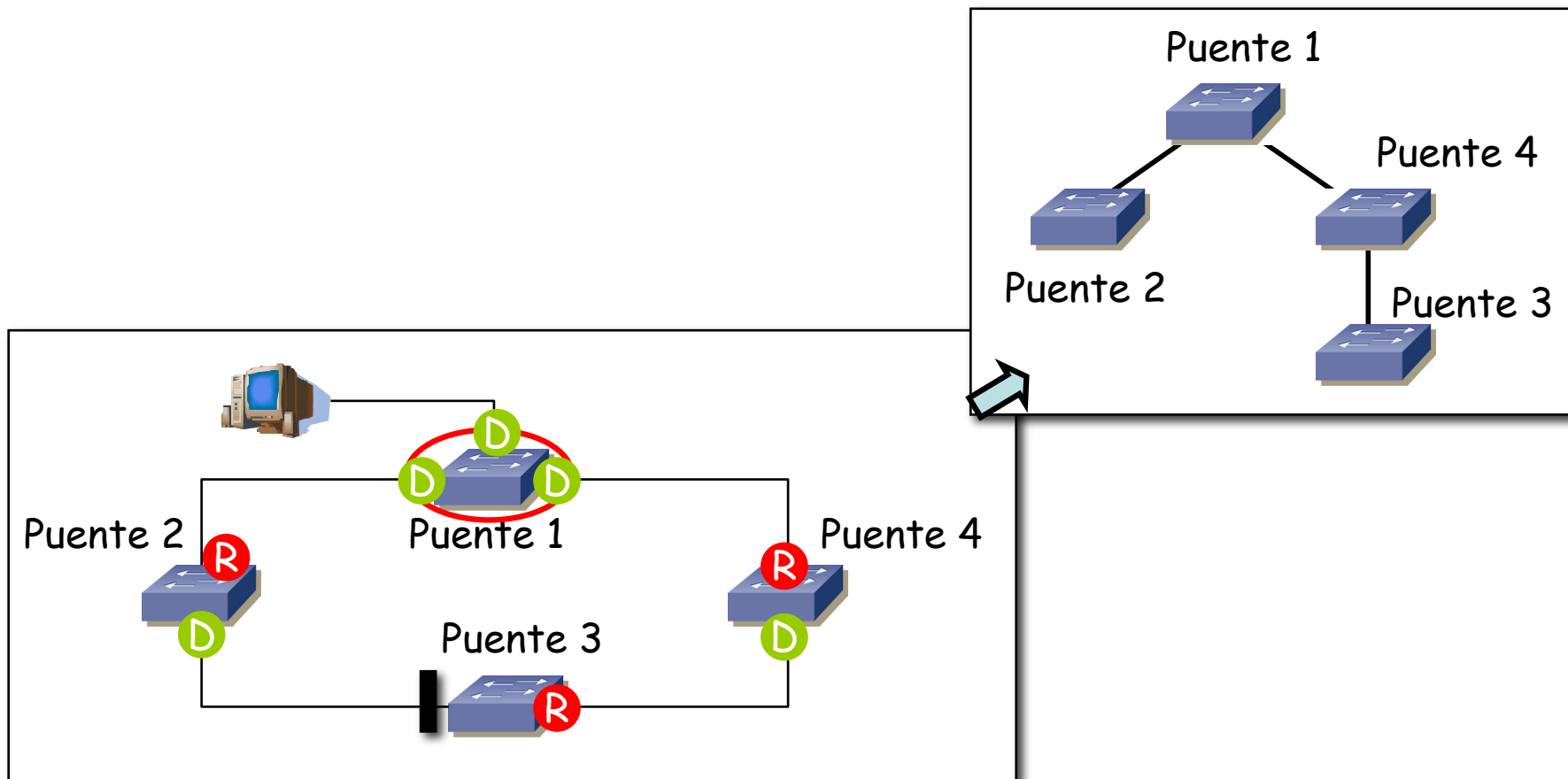
Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

# Puertos bloqueados

# RSTP: Port Roles

## ***Blocked Port***

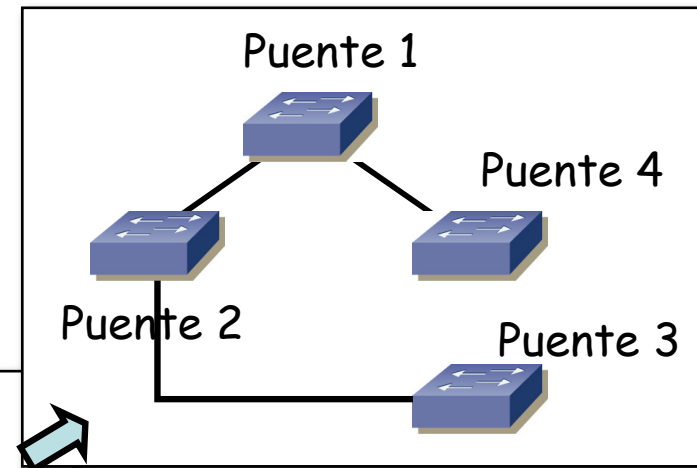
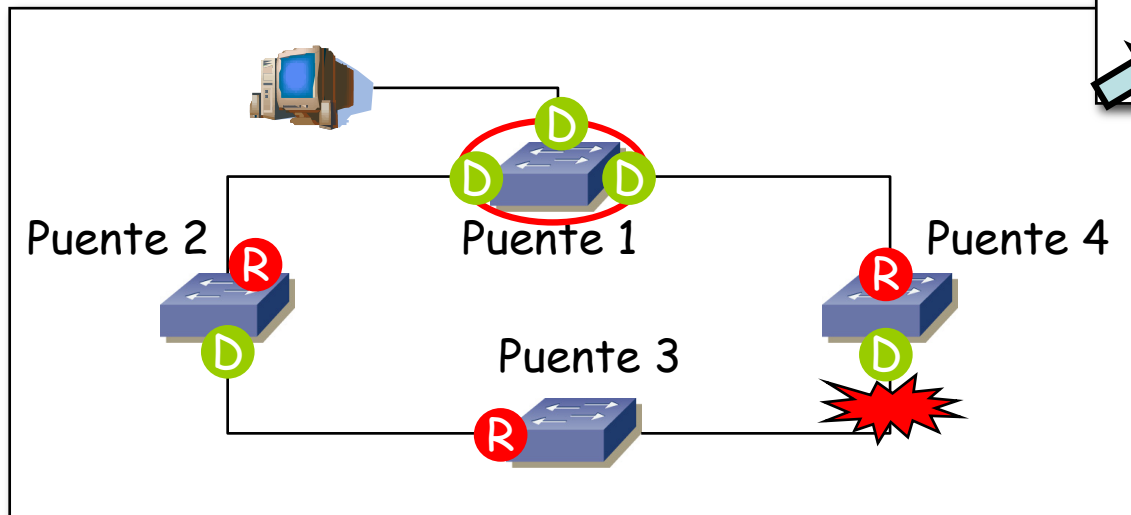
- No aprenden MACs ni reenvían tramas
- Aceptan BPDUs
- Todos aquellos que ni son *Root* ni *Designated*





# RSTP: cambios en la topología

- Ante un fallo se recalcula el árbol (...)
- ¿Cómo?
  - Se dejan de recibir BPDUs donde se produce el fallo
  - Otro camino pasa a ser mejor
  - Se mandan nueva BPDUs
- Tiempo de convergencia:
  - STP 30-60 segs
  - RSTP 2-3 segs



upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

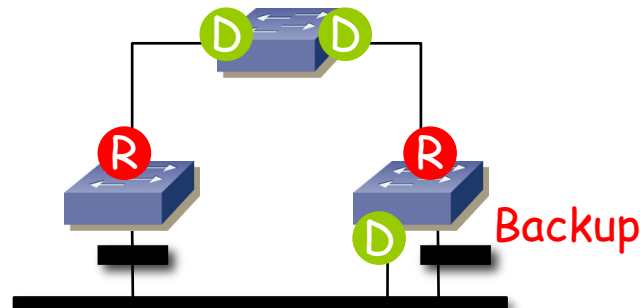


# *Alternate y Backup*



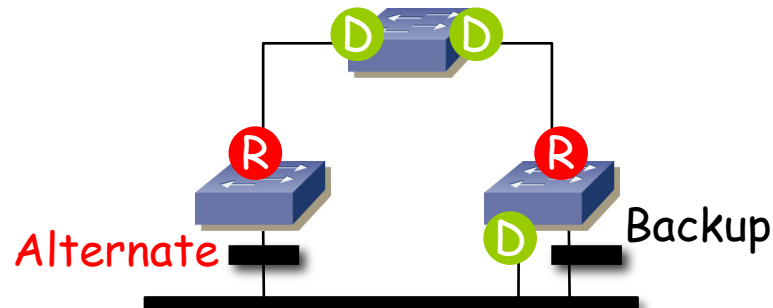
# RSTP: *Port Roles*

- *Disabled*: puerto retirado mediante gestión
- *Alternate y Backup*:
  - Corresponden a lo que antes eran *blocked port*
  - *Backup* es todo puerto que no es ni *Root* ni *Designated* y el puente es *Designated* para esa LAN
  - *Backup port* da un camino alternativo pero siguiendo el mismo camino que el *Root port*
  - *Backup port* solo existe donde haya 2+ enlaces de un puente a una LAN
  - *Backup* está bloqueado porque se han recibido BPDUs mejores **del mismo switch** en el mismo segmento
  - (...)

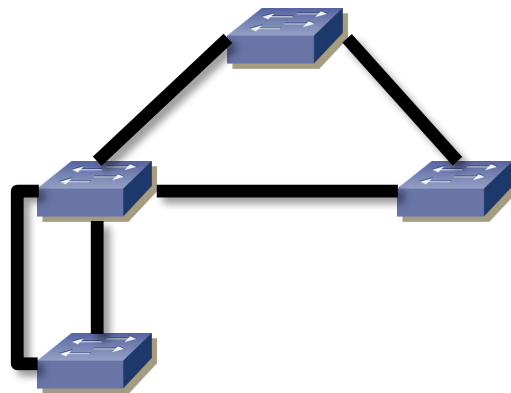


# RSTP: *Port Roles*

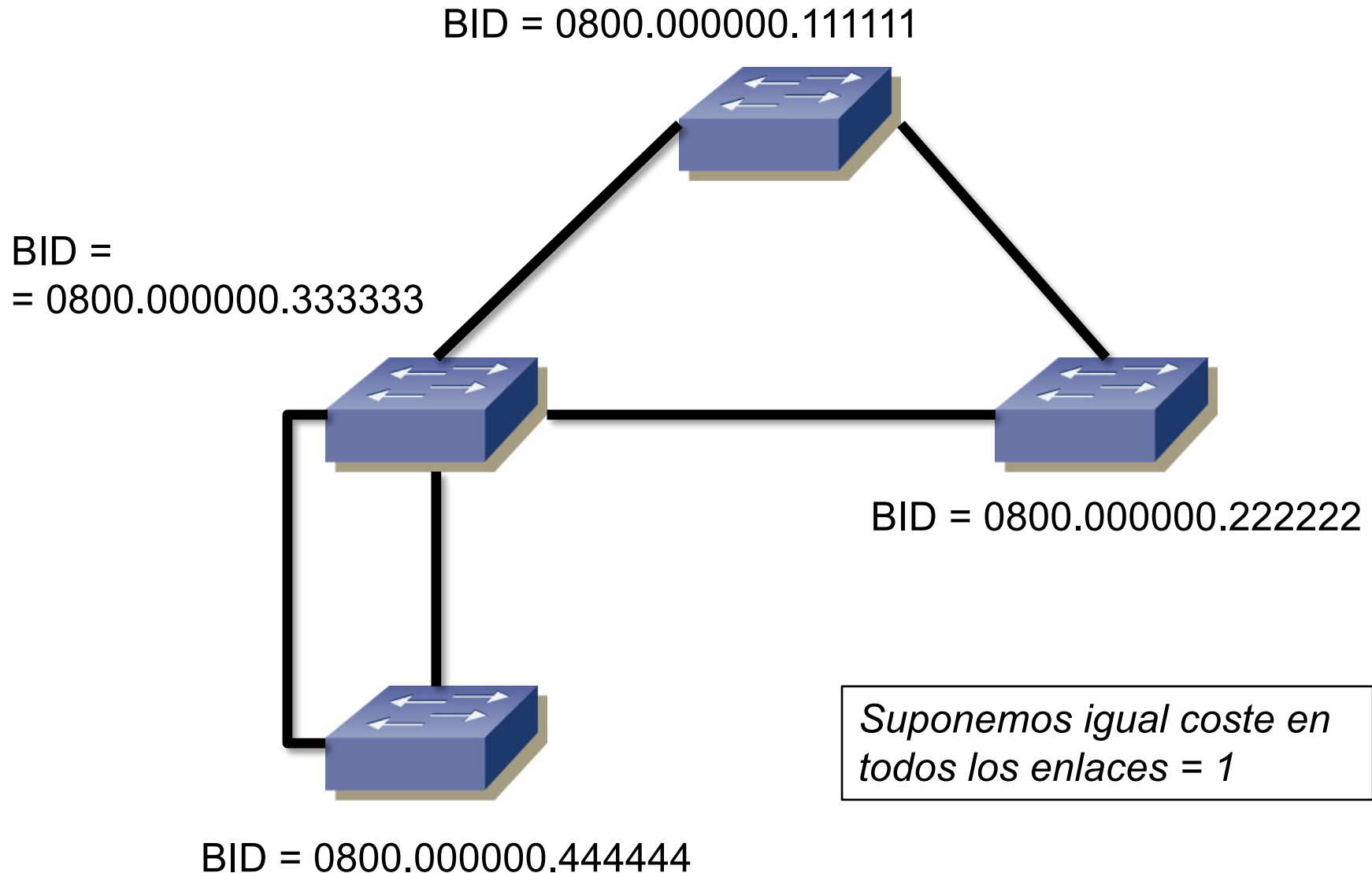
- *Disabled*: puerto retirado mediante gestión
- *Alternate y Backup*:
  - Corresponden a lo que antes eran *blocked port*
  - Un *Alternate port* da un camino alternativo hacia el root frente al puerto que se tiene como *Root*
  - *Alternate* está bloqueado porque se han recibido BPDUs mejores (menor coste) de otro switch en el mismo segmento



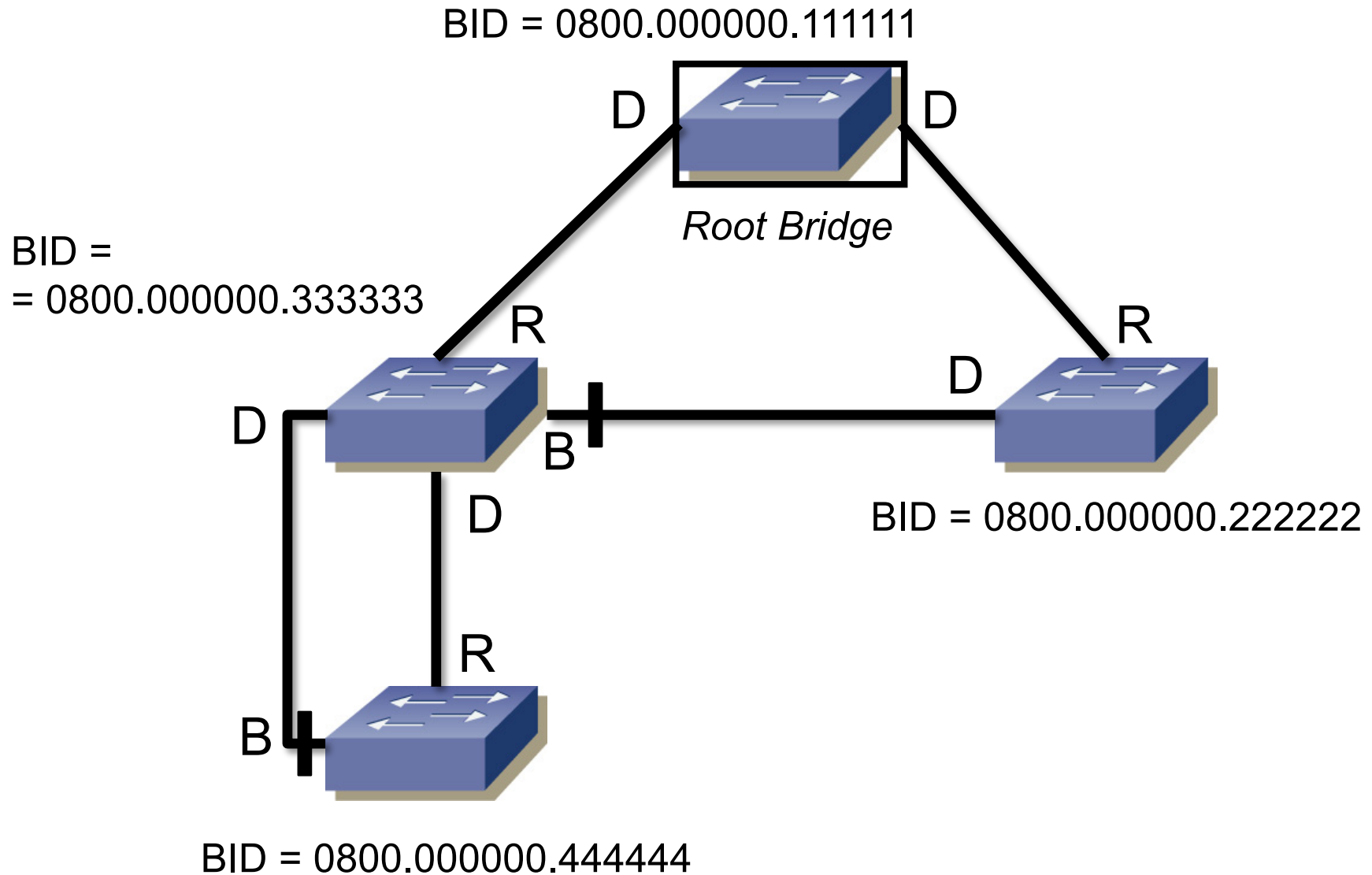
# STP: Ejemplo



# Ejemplo: ¿Roles, árbol?

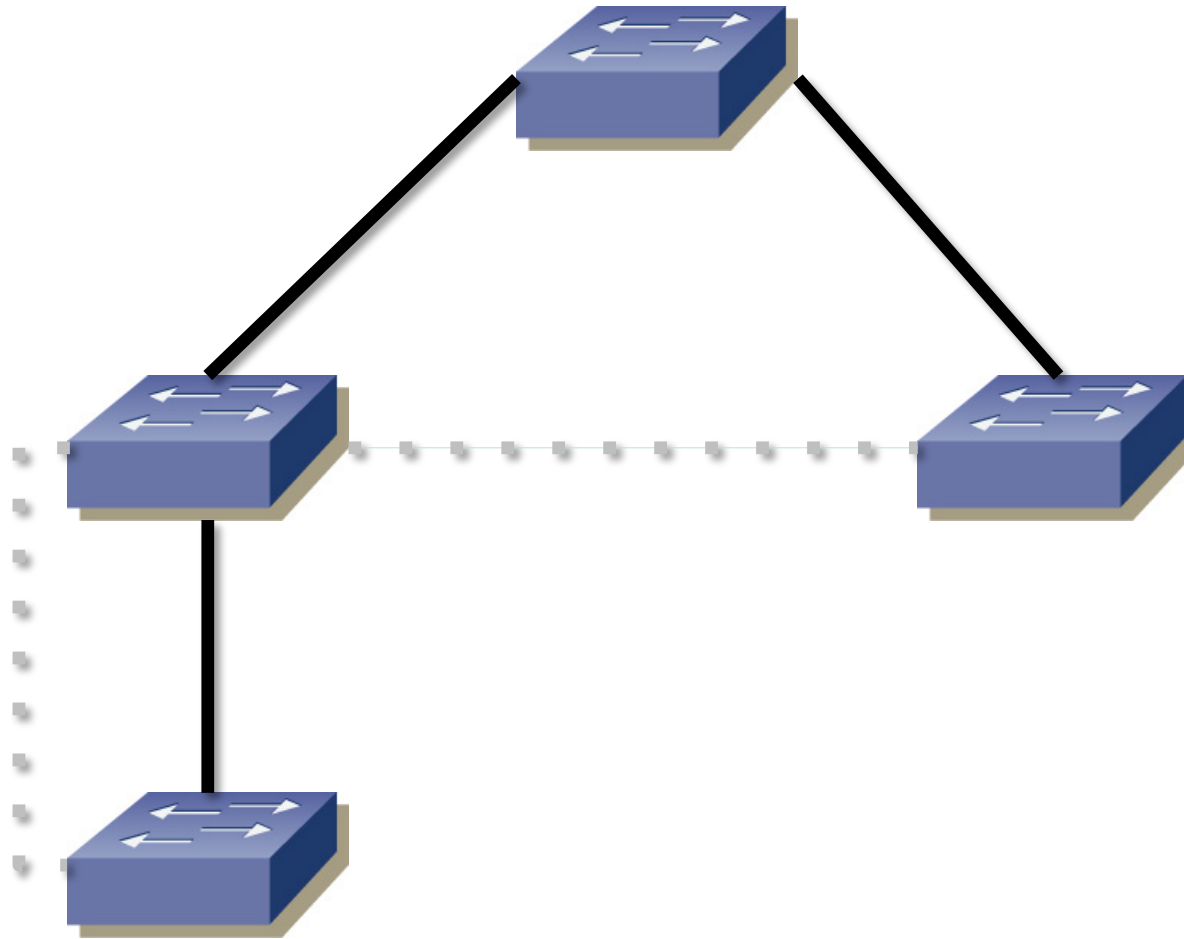


# Ejemplo



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

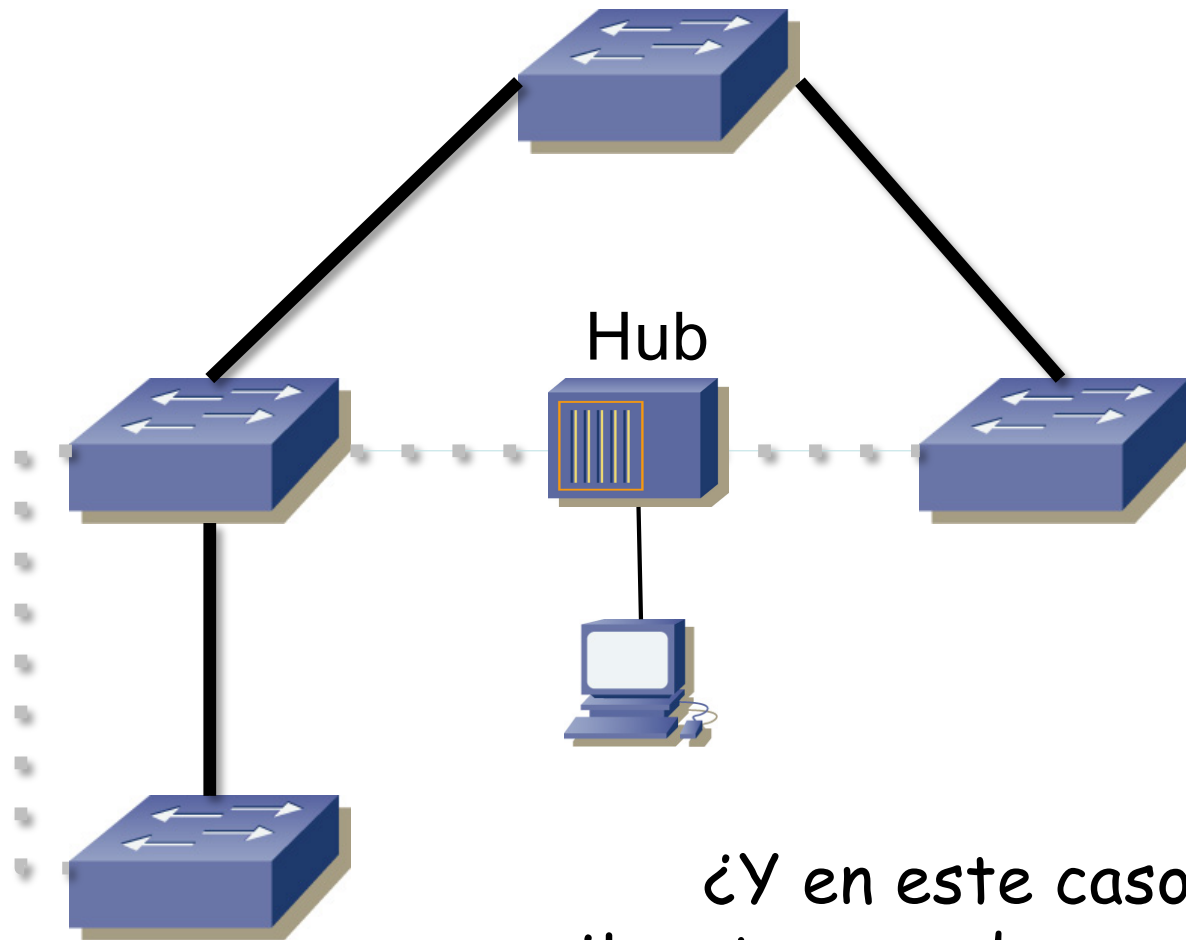
# Otra representación



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



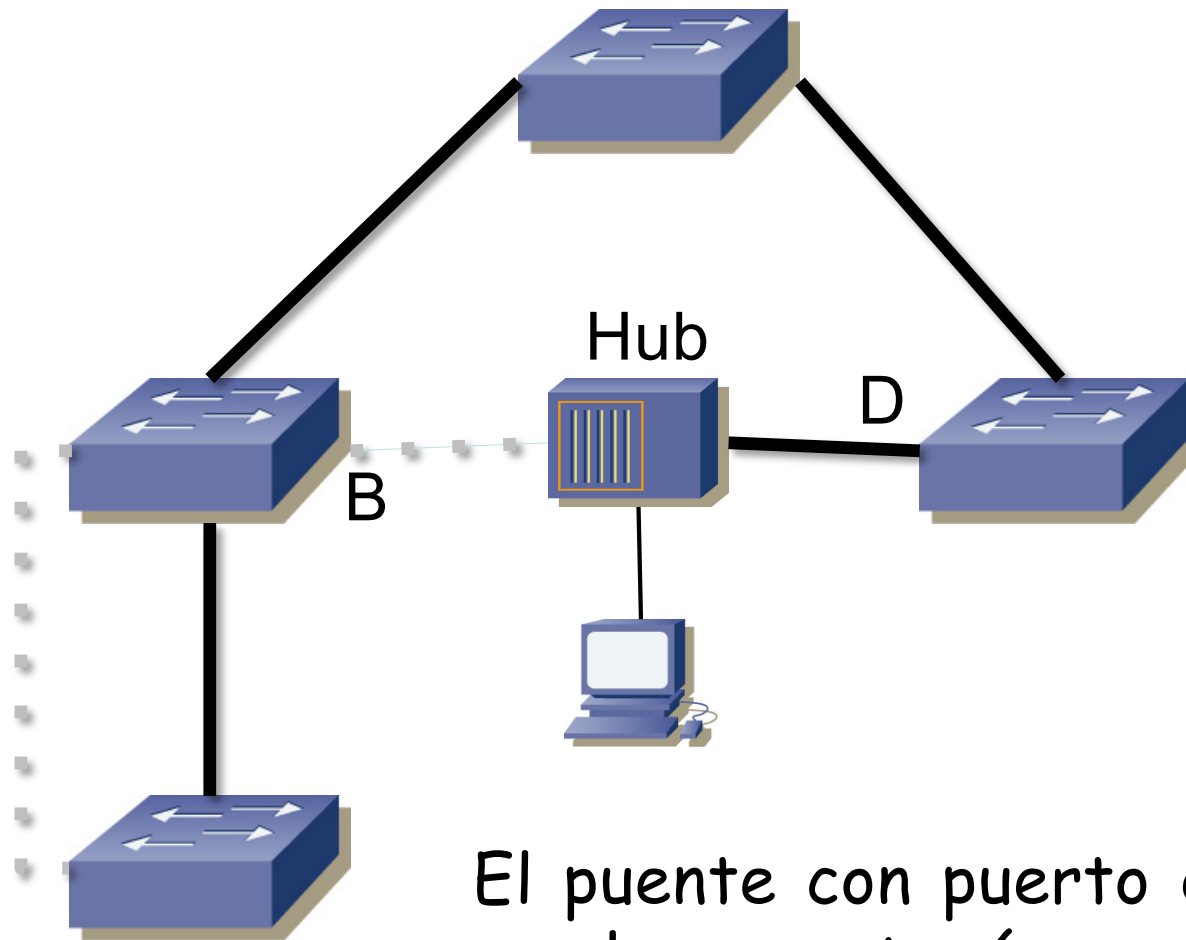
# ¿Y en este segmento?



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

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

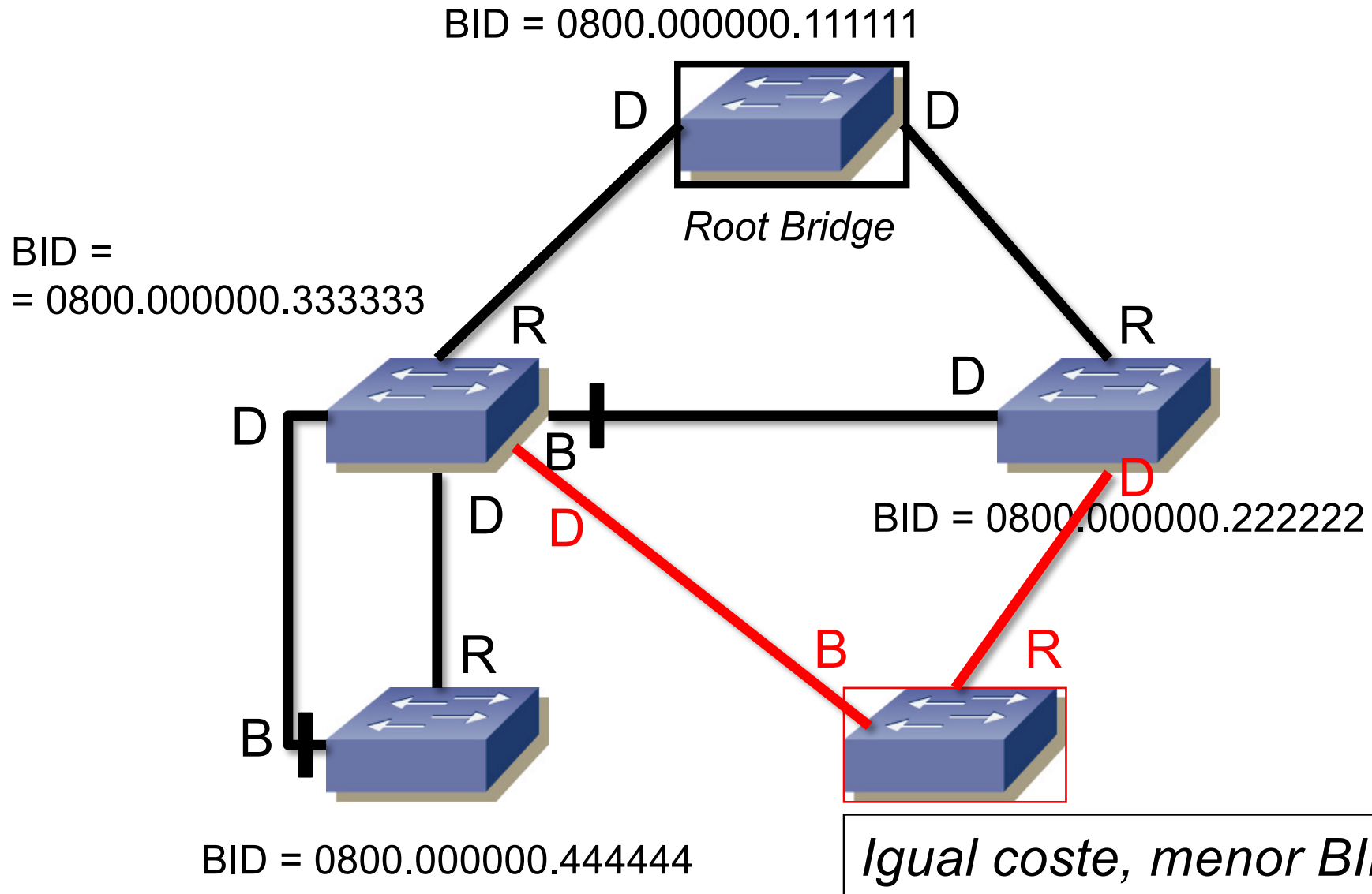
# ¿Y en este segmento?



El puente con puerto designado en el segmento sí acepta tramas

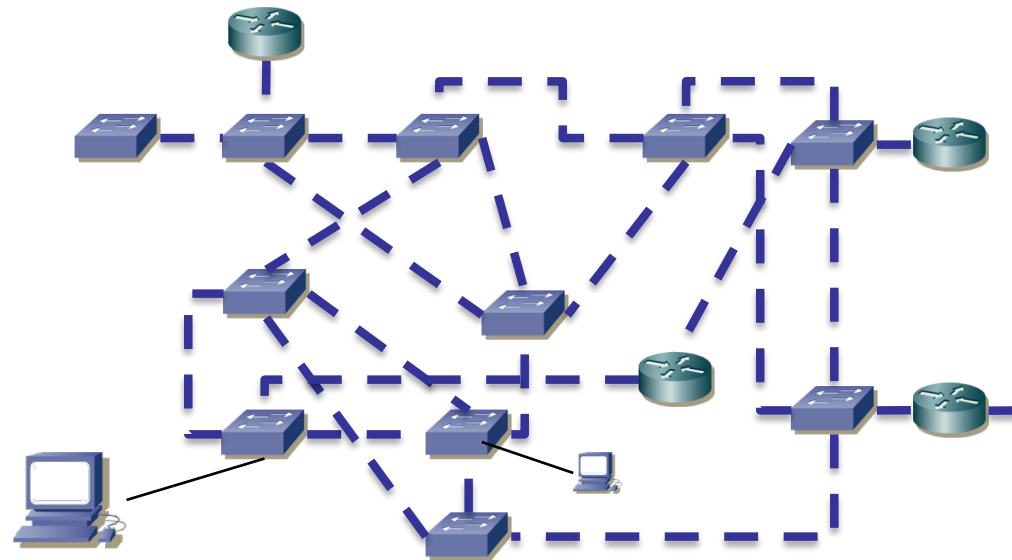
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

# Ejemplo: ¿Y con igual coste?



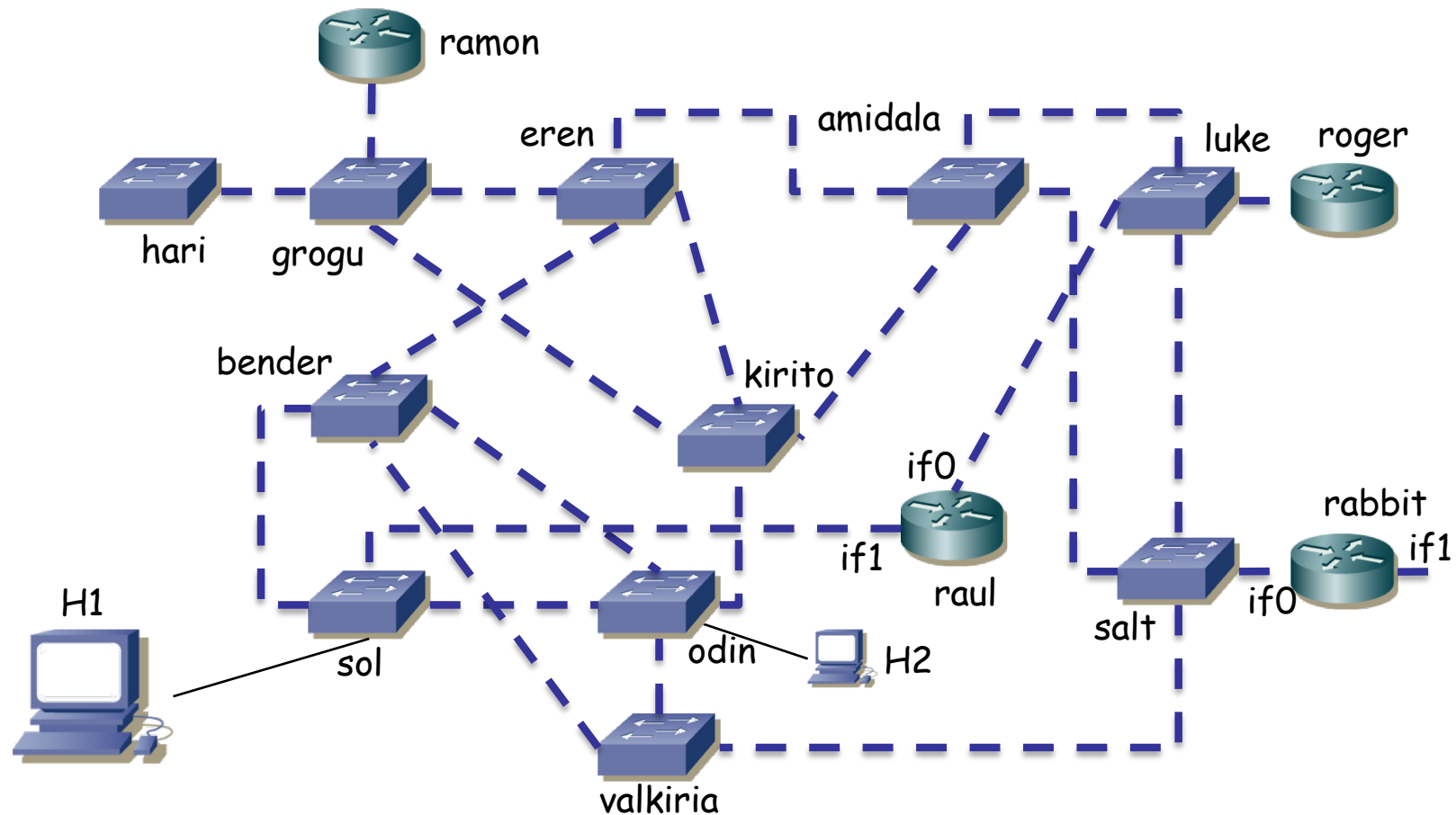
{ RootBID : RootPathCost+portCost : DesignatedBID: DesignatedPortID : BridgePortID }

# STP: Ejemplo



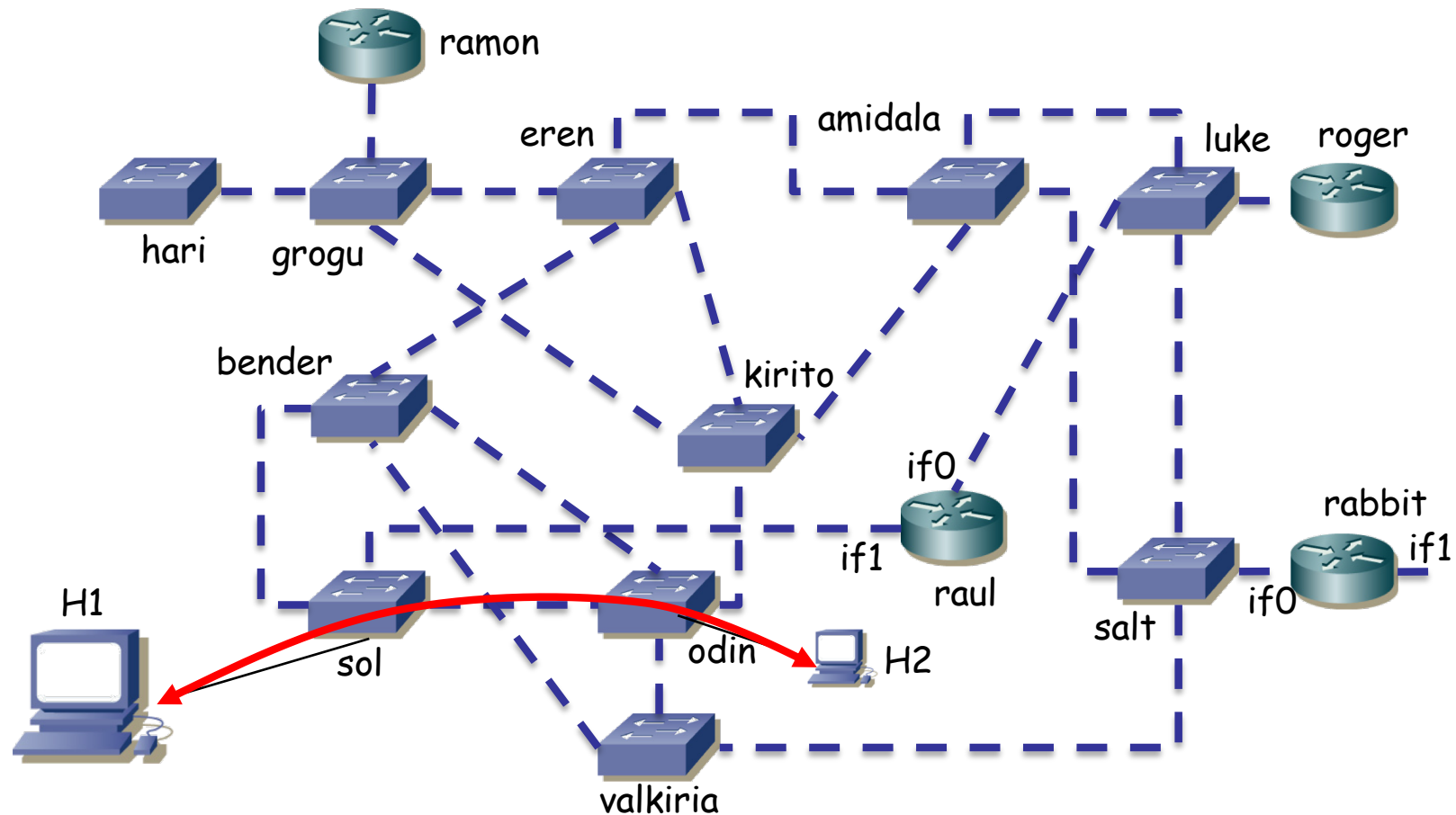
# STP: Ejemplo

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

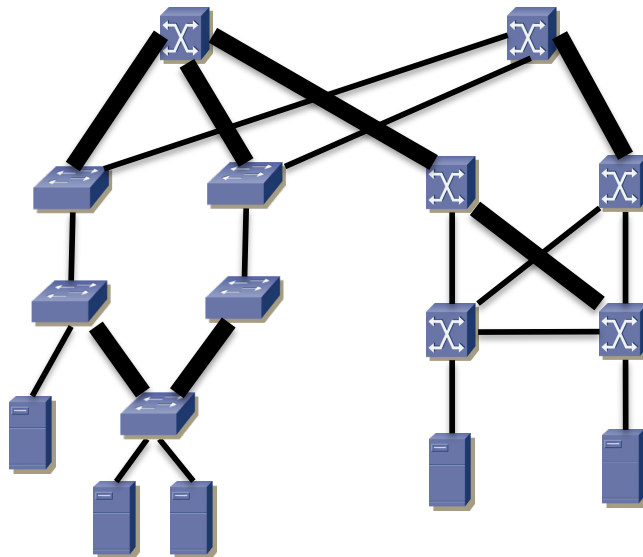


# STP: Ejemplo

- ¿ H1 → sol → odin → H2 ?
- (...)



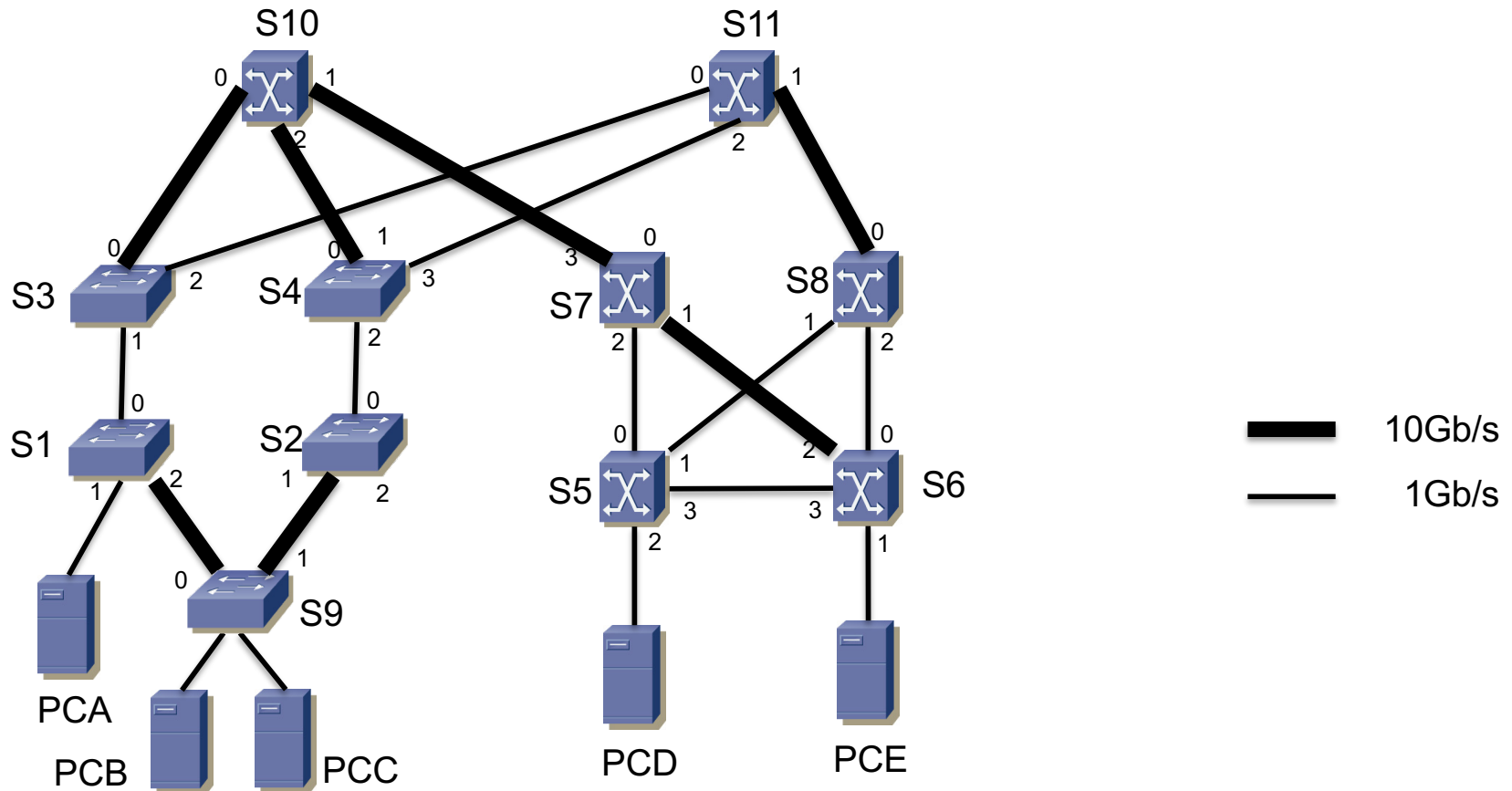
# Ejercicio



# Árbol de expansión

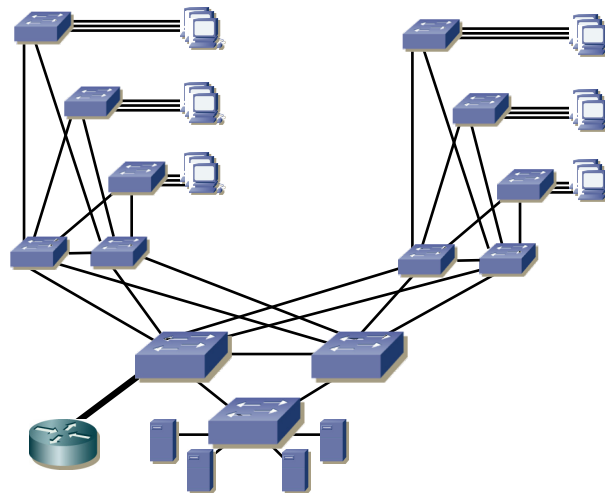
Equipo	MAC	Prioridad	Equipo	MAC	Prioridad	Equipo	MAC	Prioridad
S1	00:00:00:22.01:11	36864	S2	00:00:00:00.12:00	24576	S3	00:00:05:0a.00:1b	32768
S4	00:00:00:30.02:02	32768	S5	00:00:00:00.ac:0f	32768	S6	00:00:00:0b.00:1a	20480
S7	00:00:00:aa.aa:03	20480	S8	00:00:00:00.0f:12	24576	S9	00:00:00:0b.00:2f	32768
S10	00:00:00:00:b0:01	20480	S11	00:00:00:01.10:11	32768			

Tabla 1 – Configuración del protocolo de árbol de expansión

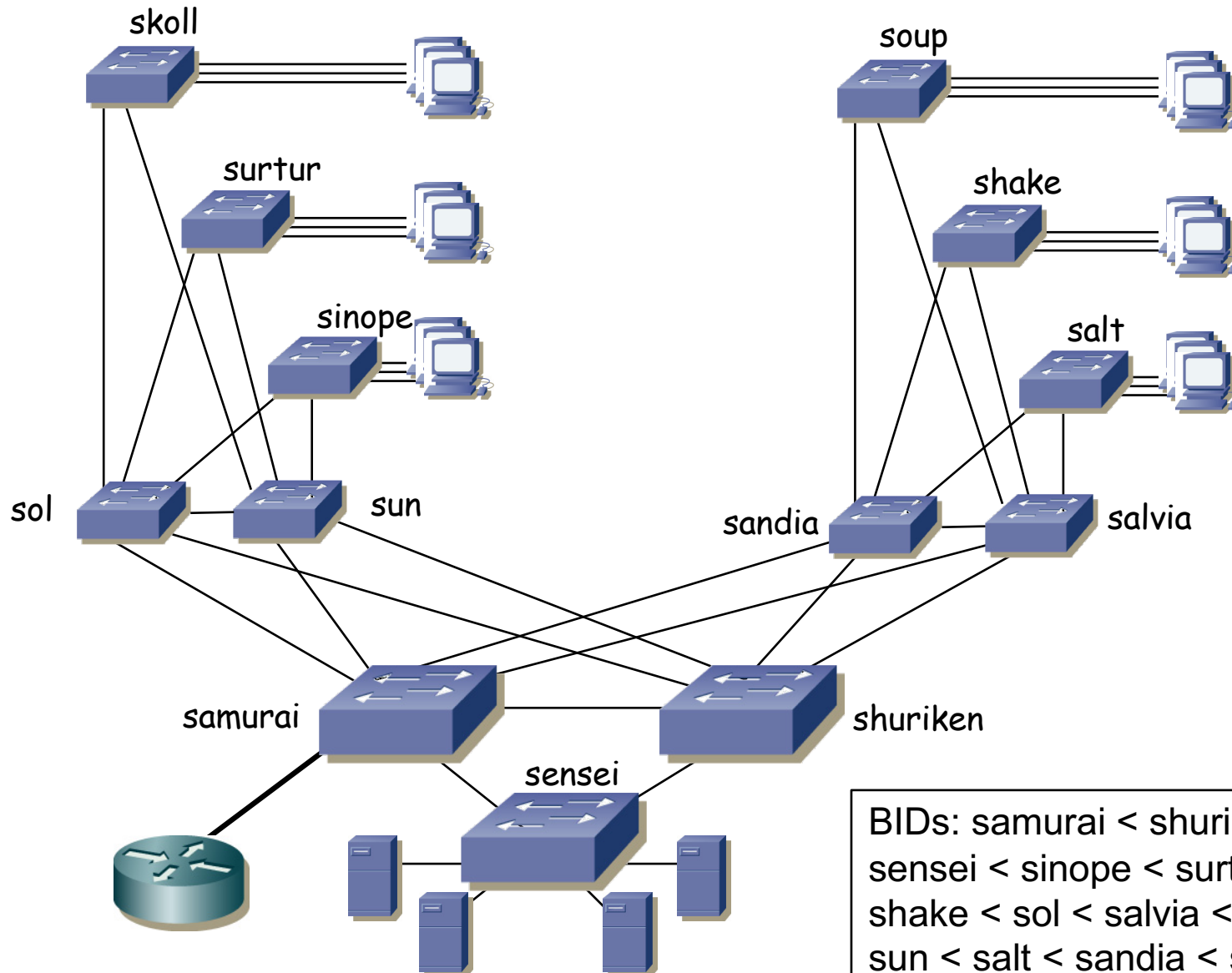




# Ejercicio



# Calcular árbol de expansión





# Ejercicio

- Subred X → VLAN X
- Enlaces trunk 802.1Q
- BIDs: shanghai < suzhou < seattle < sidney < sacramento < stuttgart < shenyang < seul
- Un árbol de expansión
- Mismo coste en todos los enlaces

