

SPANNING TREE

Redes de Datos I



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

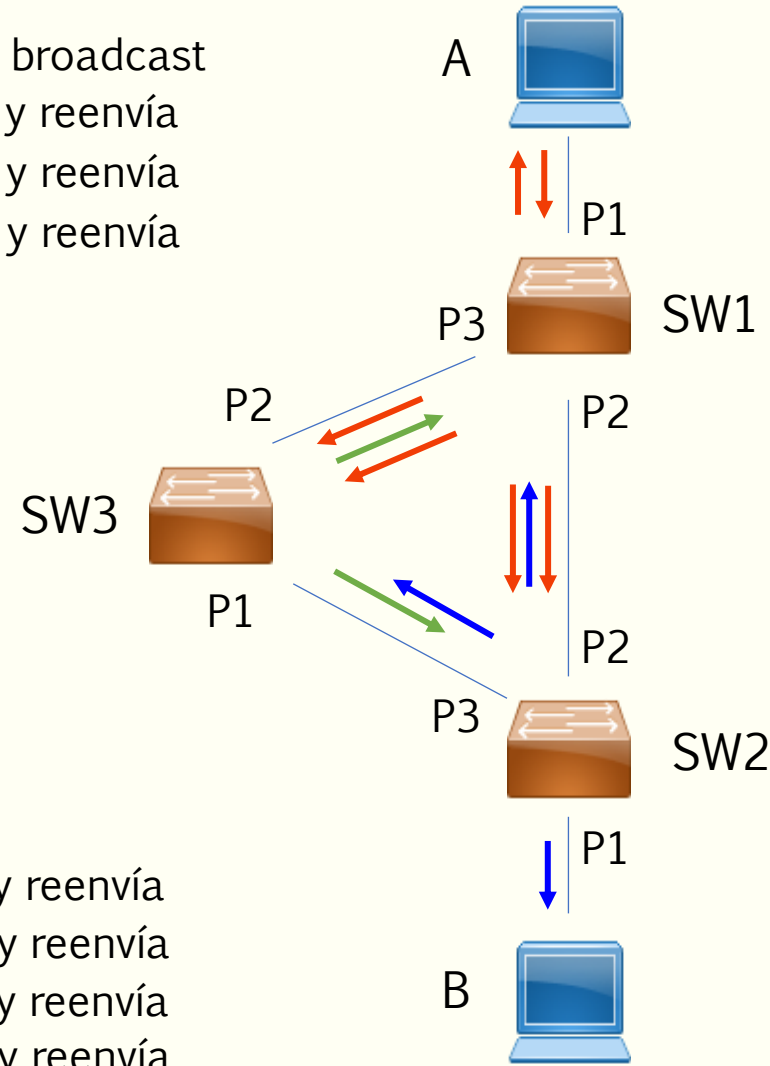
Redes LAN

A envía una trama de broadcast
 SW1 anota a A en P1 y reenvía
 SW2 anota a A en P2 y reenvía
 SW3 anota a A en P2 y reenvía

SW3		
P1	P2	
	A	
A		
	A	
A		

SW3 anota a A en P1 y reenvía
 SW2 anota a A en P3 y reenvía
 SW1 anota a A en P3 y reenvía
 SW1 anota a A en P2 y reenvía

2



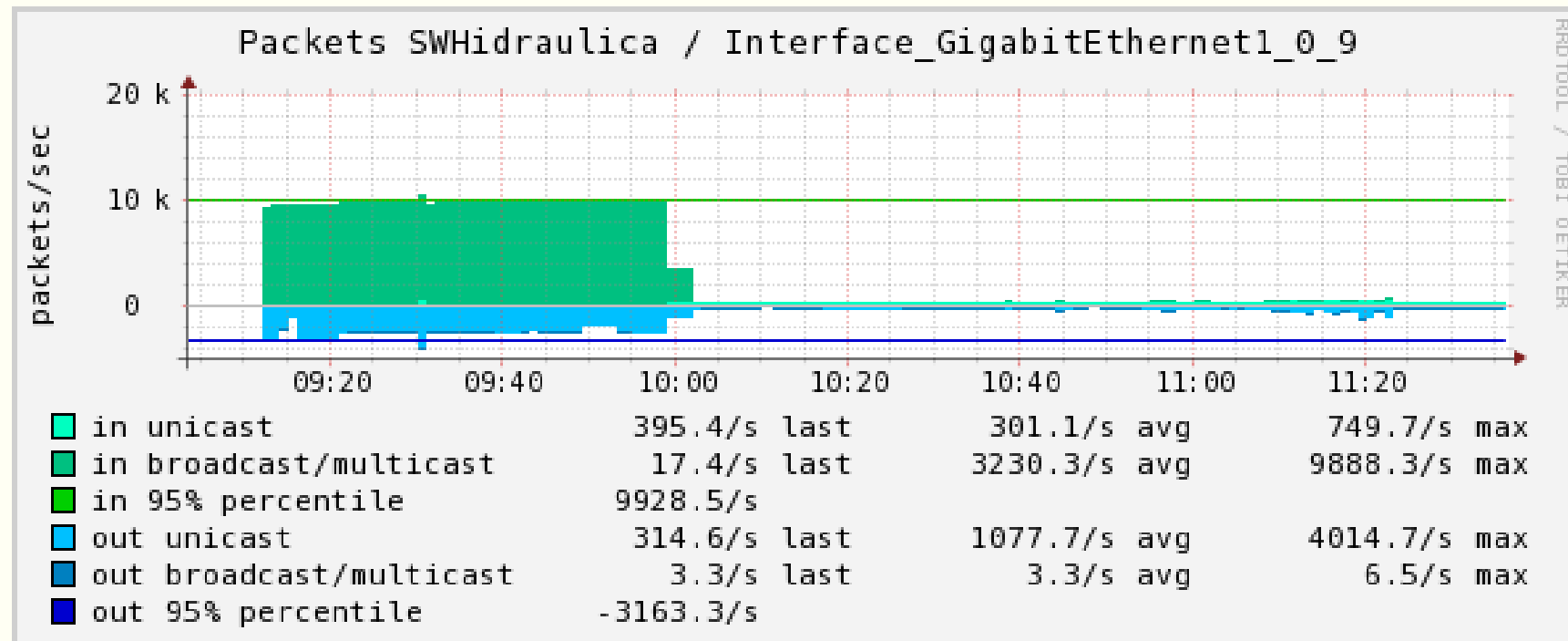
SW1		
P1	P2	P3
A		
		A
	A	
		A

SW2		
P1	P2	P3
	A	
		A
	A	
		A



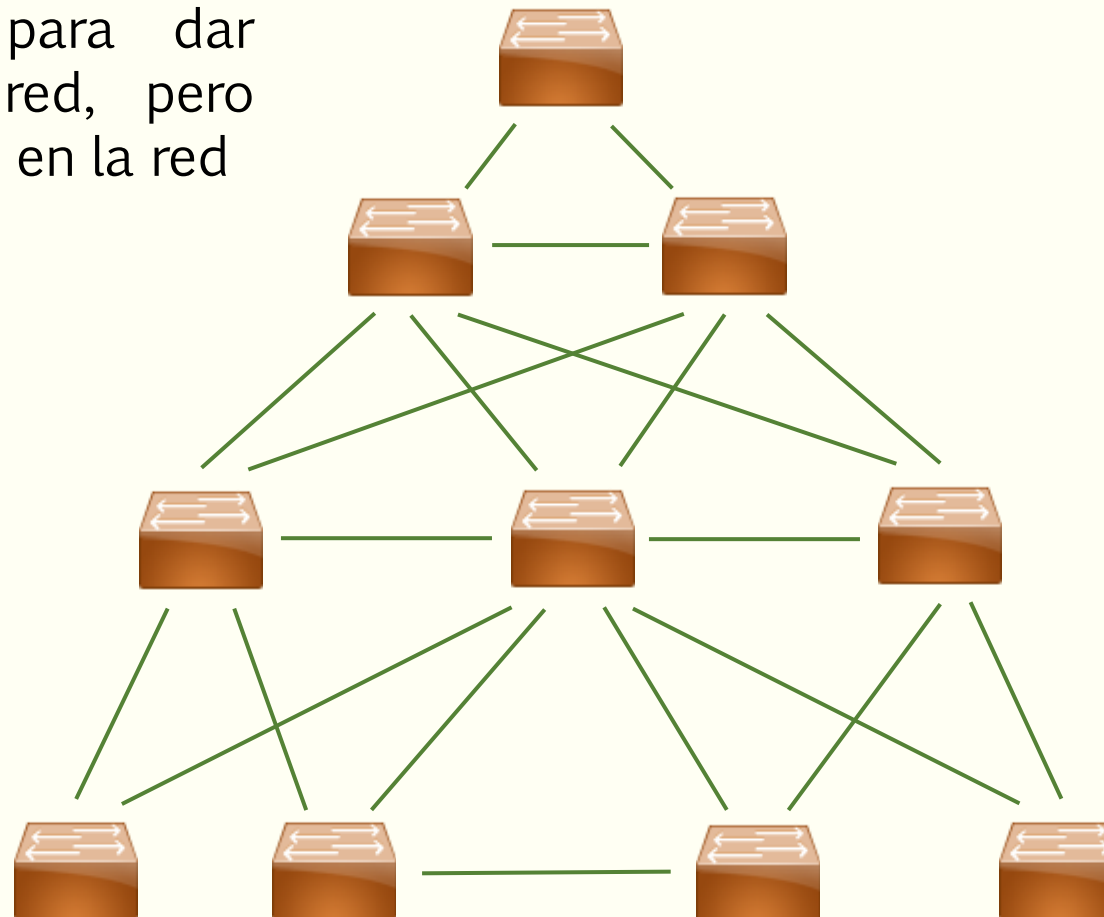
Redes LAN

➤ Redundancia ---> Lazos (loops)



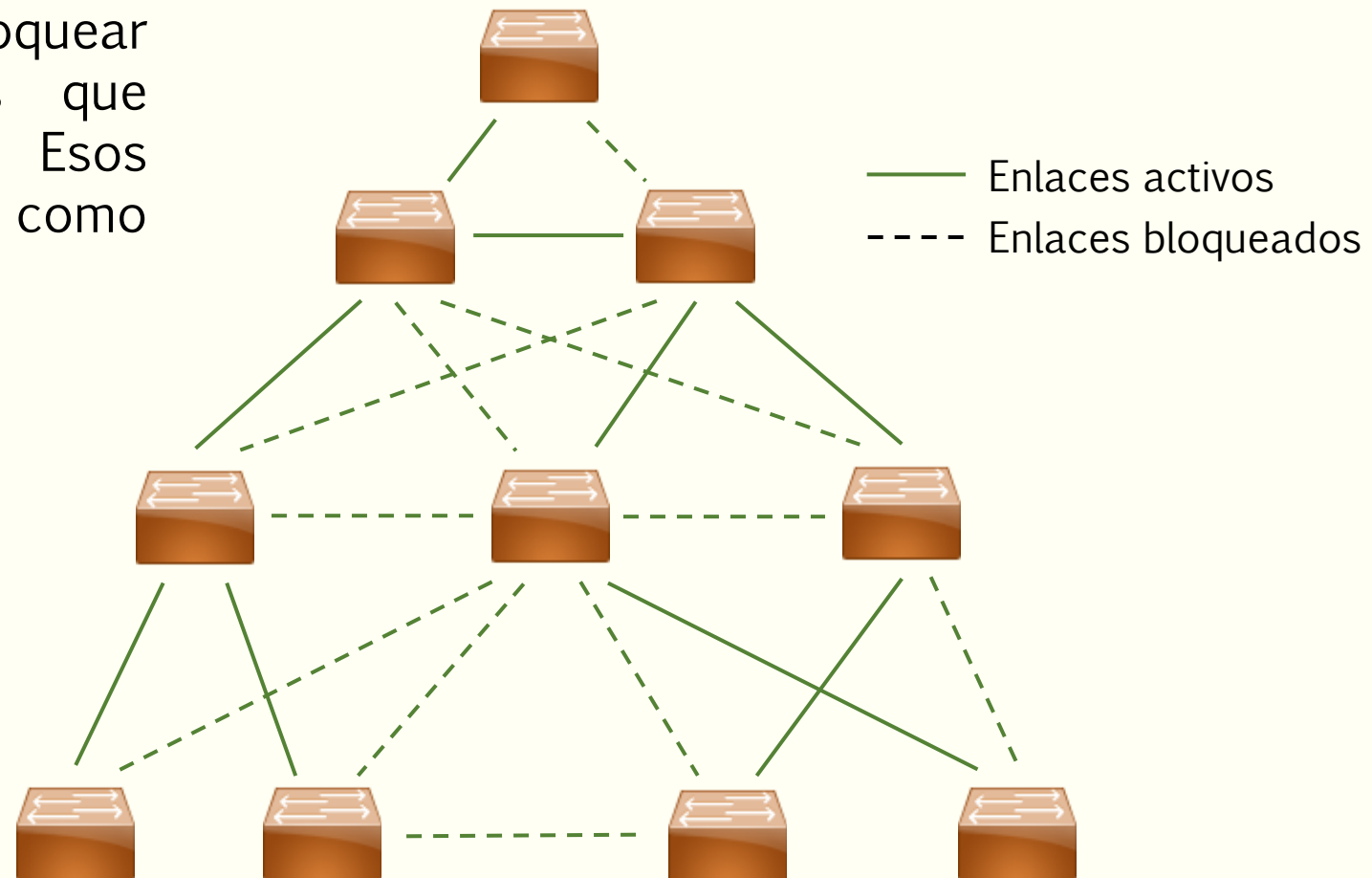
Redes LAN

Los lazos sirven para dar redundancia a la red, pero generan inestabilidad en la red



Redes LAN

La solución es bloquear todos los enlaces que generen un lazo. Esos enlaces quedan como respaldo.



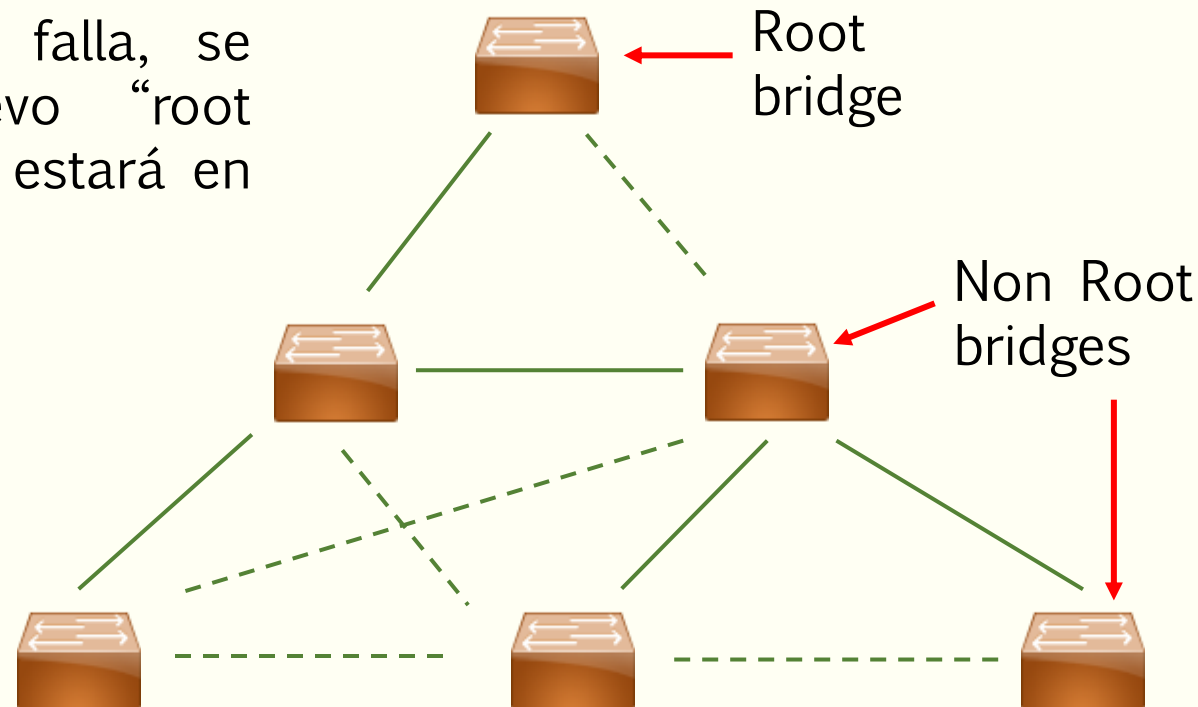
Spanning Tree Protocol, STP

- El protocolo de árbol de expansión (Spanning Tree Protocol, STP) IEEE 802.1D, provee solución a estos problemas.
- STP crea una topología libre de bucles y es capaz de darse cuenta cuando la topología cambia (falla, nuevo dispositivo, etc.) creando una nueva.
- Para hacer esto, los conmutadores se comunican a través de BPDUs (Bridge Protocol Data Units) que emiten cada 2 segundos.
- Las BPDUs utilizan 802.3 y se encapsulan en LLC. Utilizan una dirección multicast reservada (01-80-C2-00-00-00).

Spanning Tree Protocol, STP

El protocolo forma una arquitectura similar a un árbol invertido. En la base de este árbol está el “root bridge”. Si éste falla, se elegirá un nuevo “root bridge” y la base estará en este nuevo bridge.

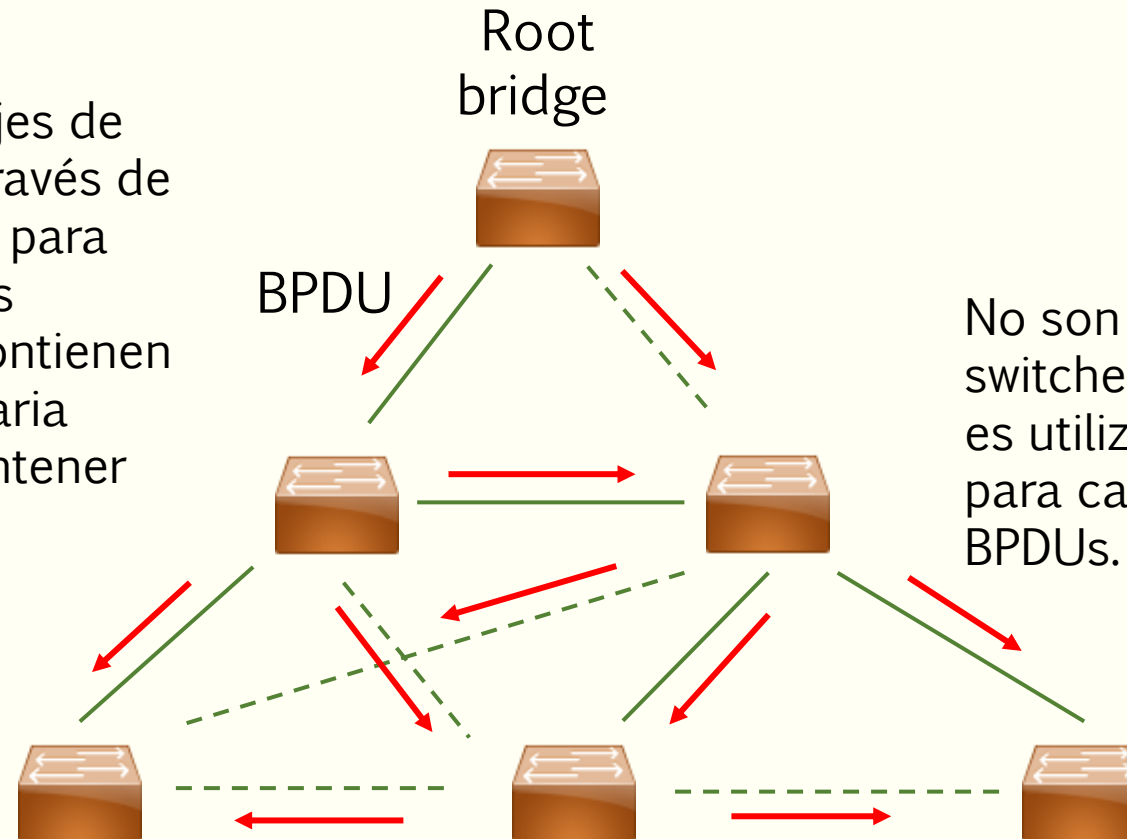
El resto de los bridges estarán en estado “non root bridge”.



Spanning Tree Protocol, STP

Bridge Protocol Data Unit (BPDU)

Las BPDU son mensajes de datos transmitidos a través de una red de área local para detectar bucles en las topologías de red. Contienen la información necesaria para configurar y mantener la topología del STP.



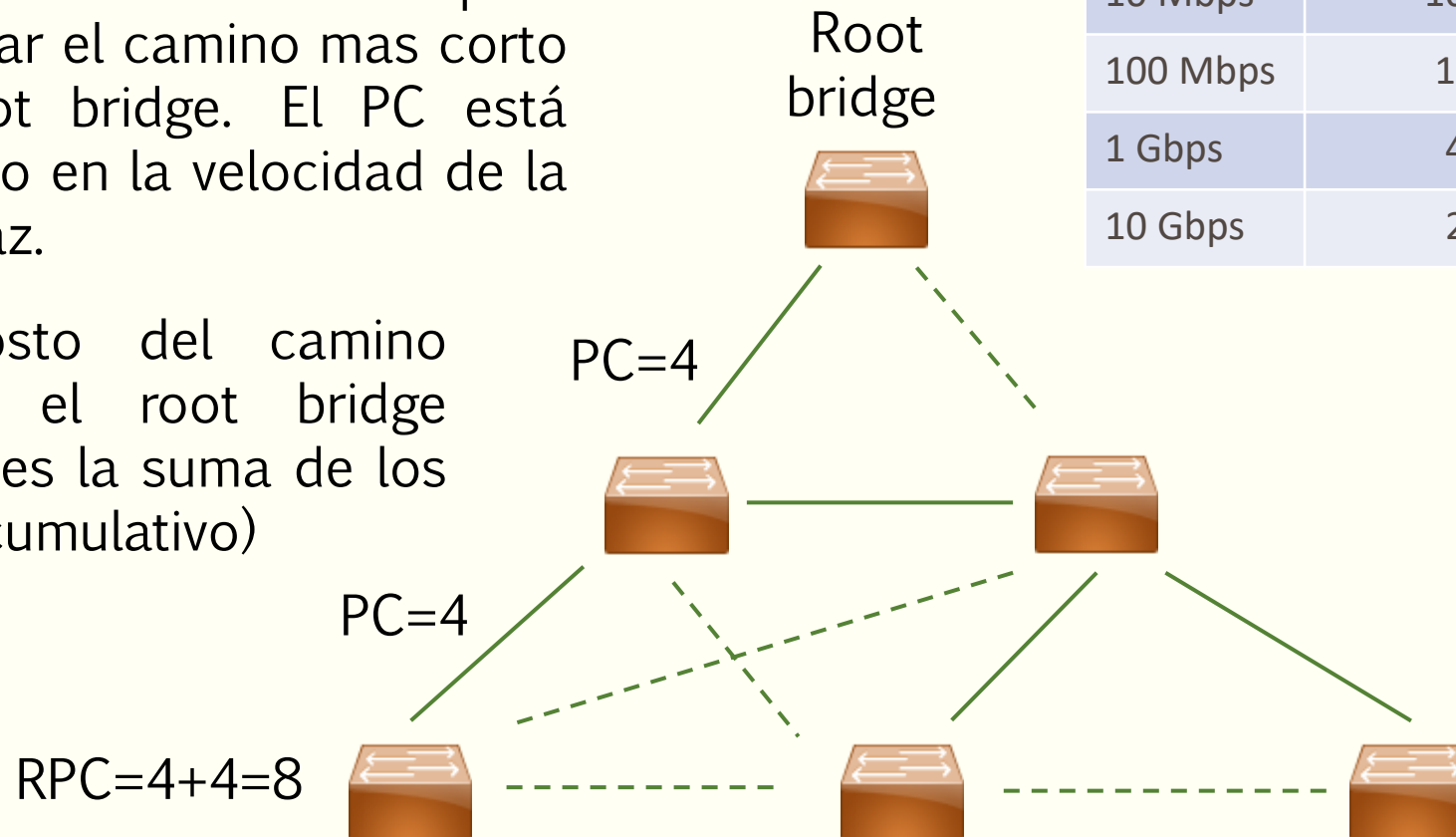
No son reenviados por los switches, pero la información es utilizada por los switches para calcular sus propias BPDUs.

Spanning Tree Protocol, STP

El costo de un enlace (PC) es una métrica utilizada para calcular el camino mas corto al root bridge. El PC está basado en la velocidad de la interfaz.

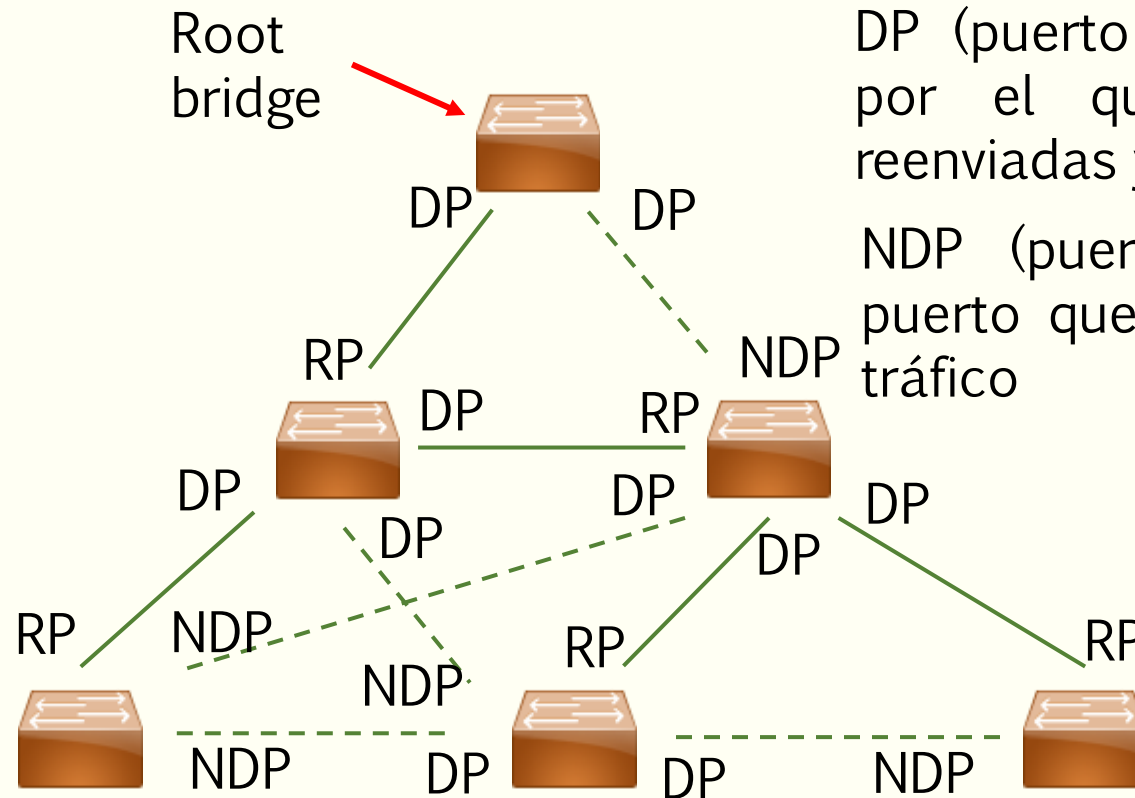
El costo del camino hasta el root bridge (RPC) es la suma de los PC (acumulativo)

PC	802.1d (short)	802.1tw (long)
10 Mbps	100	2.000.000
100 Mbps	19	200.000
1 Gbps	4	20.000
10 Gbps	2	2.000



Spanning Tree Protocol, STP

Roles de los puertos



RP (puerto raíz): ofrece el menor camino hasta el Root bridge

DP (puerto designado): puerto por el que las BPDUs son reenviadas y circula tráfico

NDP (puerto no designado): puerto que no envía ni recibe tráfico

Spanning Tree Protocol, STP

Roles de los puertos

- Se identifica un solo puerto designado para cada segmento de red. Este puerto es responsable de reenviar BPDUs y tramas en el segmento.
- El puerto designado está determinado por el menor costo acumulado hacia al puente raíz (similar al puerto raíz).
- Si dos puertos son elegibles para convertirse en el puerto designado, entonces hay un bucle. Uno de los puertos se colocará en un estado de bloqueo para eliminar el bucle.
- Un puerto designado nunca se colocará en estado de bloqueo, a menos que haya un cambio en la topología de conmutación y se elija otro designado.
- Un puerto nunca puede ser un puerto designado y un puerto raíz

Spanning Tree Protocol, STP

Bridge ID

- Cada switch tiene un ID único (bridge ID) que lo identifica. Es un valor de 8 bytes que consta de los siguientes campos:
 - Prioridad de switch (2 bytes): prioridad de un switch en relación con todos los demás. Puede tener un valor de 0 a 65.535 (32.768 o 0x8000 valor por defecto).
 - Dirección MAC (6 bytes).
- Cuando un switch se enciende por primera vez, tiene una visión estrecha de su entorno y asume que es el propio puente raíz (root bridge).
- El proceso de elección del puente raíz se realiza intercambiando BPDUs. El switch con prioridad más baja es elegido. Si hay empate, se elige el que posea la MAC más baja.

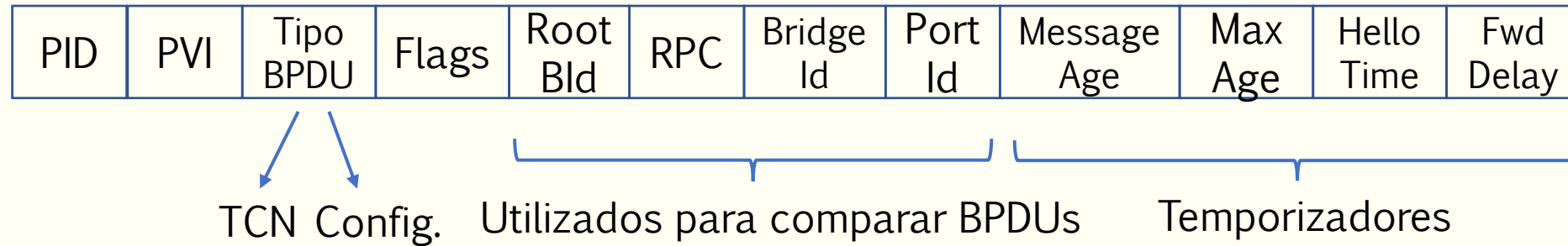
Spanning Tree Protocol, STP


Port ID

- Un switch habilitado para STP identifica los puertos mediante un identificador de puerto (PID). Se utiliza un PID para seleccionar un puerto designado en un escenario específico.
- Un PID consiste de dos bytes: los cuatro bits más a la izquierda designan la prioridad del puerto y los 12 bits más a la derecha indican el número de puerto.
- En general la prioridad de puerto predeterminada es 128. Este valor se puede modificar en la configuración del switch.

Spanning Tree Protocol, STP

Bridge Protocol Data Unit (BPDU)



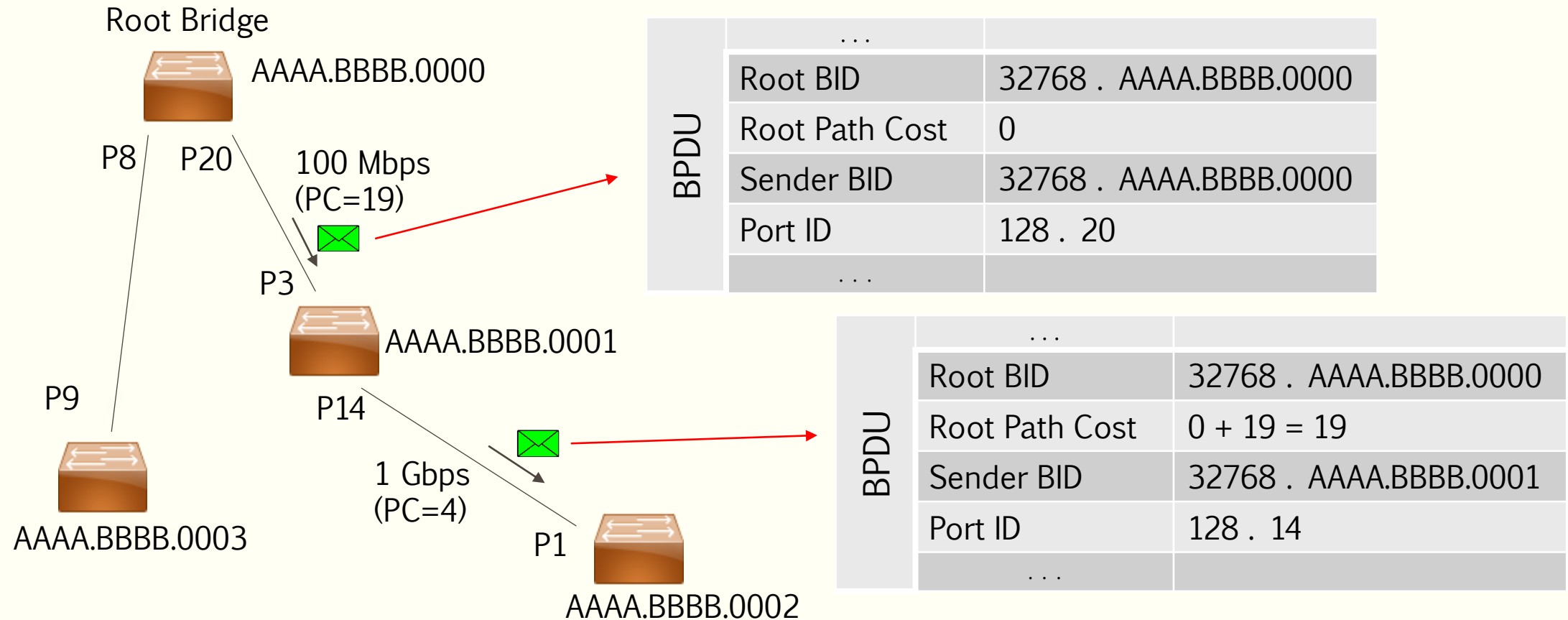
- 
- Root BID (8 bytes)
 - Root Path Cost (4 bytes): Se incrementa con el costo del puerto donde se recibe.
 - Sender BID (8 bytes): BID del switch que envía la BPDU.
 - Port ID (2 bytes): ID del puerto donde se transmite la BPDU

Bridge Id (BID) = Prioridad + MAC Address

Port ID (PID) = Prioridad + N° de puerto

Spanning Tree Protocol, STP

Reenvío de BPDU



Spanning Tree Protocol, STP

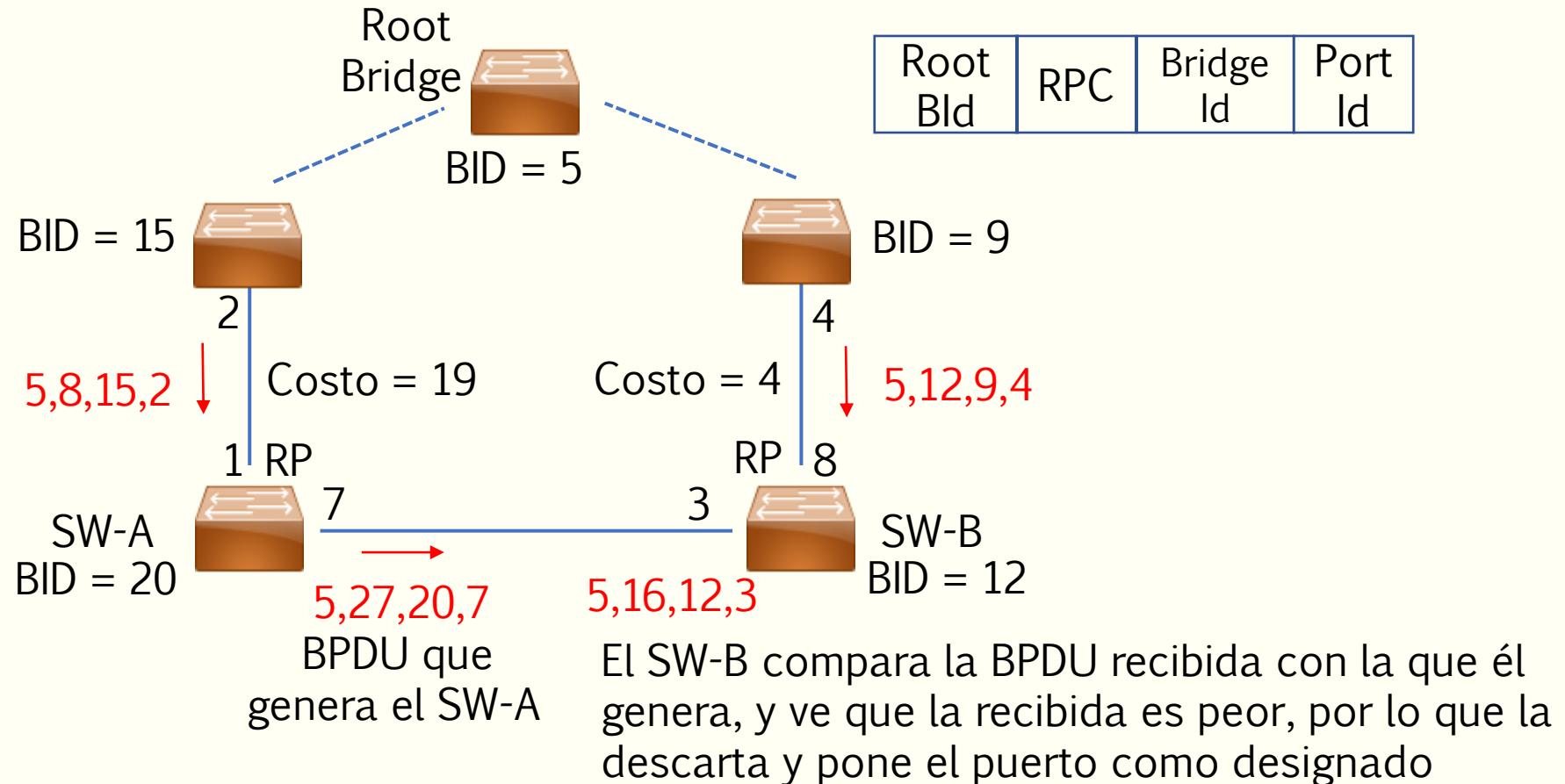
Comparación de BPDUs

- Para calcular el algoritmo de STP se necesita comparar BPDUs, con el fin de elegir el Root Bridge, los puertos designados y los no designados.
- Las reglas para elegir la mejor BPDU son (en caso de empate se sigue con la siguiente regla):
 - 1) El Root BID mas pequeño
 - 2) El RPC mas pequeño
 - 3) El BID mas pequeño
 - 4) El PID mas pequeño

Root Bld	RPC	Bridge ld	Port ld
-------------	-----	--------------	------------

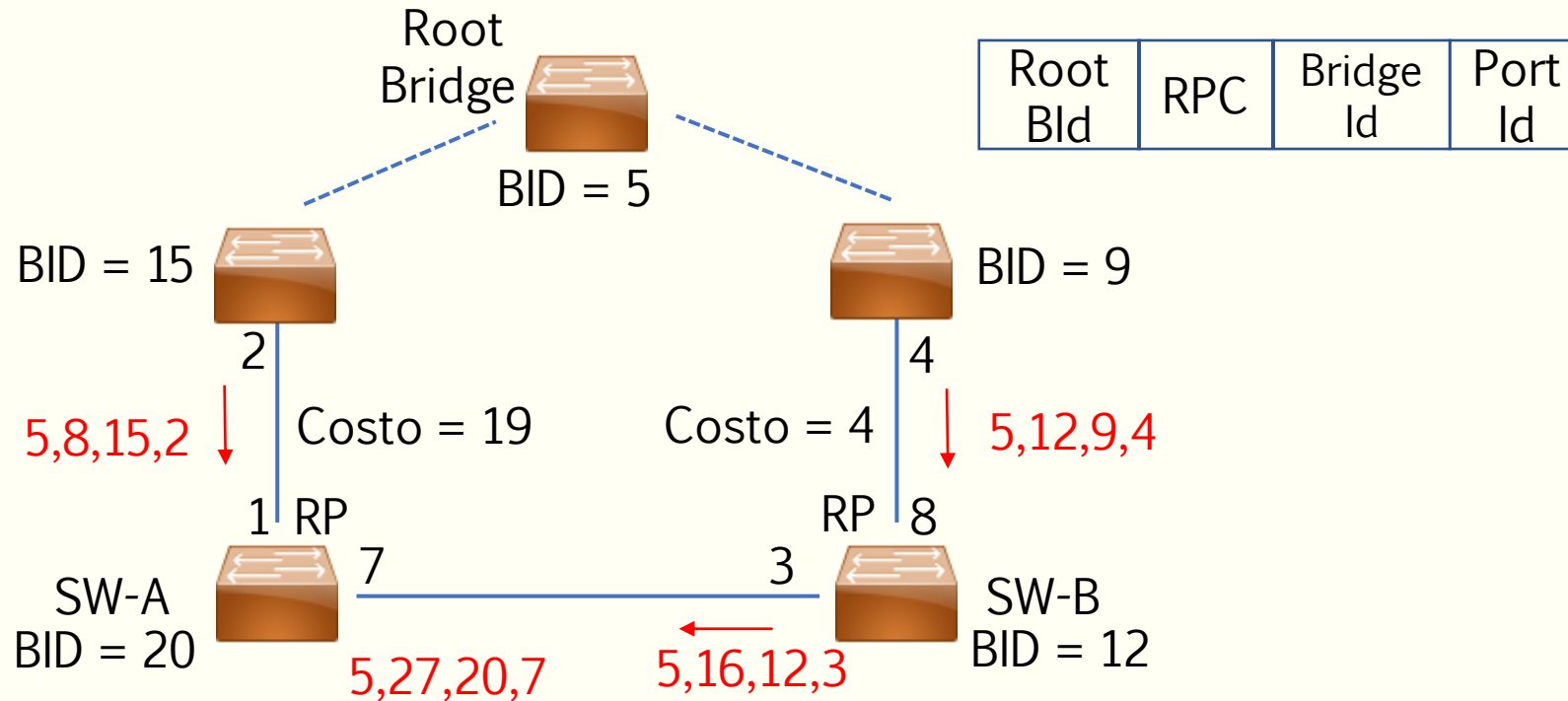
Spanning Tree Protocol, STP

Comparación de BPDUs



Spanning Tree Protocol, STP

Comparación de BPDUs



El SW-A compara la BPDU recibida con la que él genera, y ve que la recibida es mejor, por lo que pone al puerto como no designado

BPDU que genera el SW-B

Spanning Tree Protocol, STP

➤ Elección del RB

- Inicialmente todos los switches suponen que son Root Bridge, todos sus puertos son Designated Ports y generan BPDUs con Root BID = Sender BID. Se elige al que tenga menor Root BID

➤ Elección del Root Port en los switches

- Se compara la BPDU recibida con la que generaría el puerto
- Menor Root Path Cost (camino óptimo hacia el Root Bridge)
- Menor Sender BID
- Menor Port ID

➤ Elección de los Designated Ports

- Idem

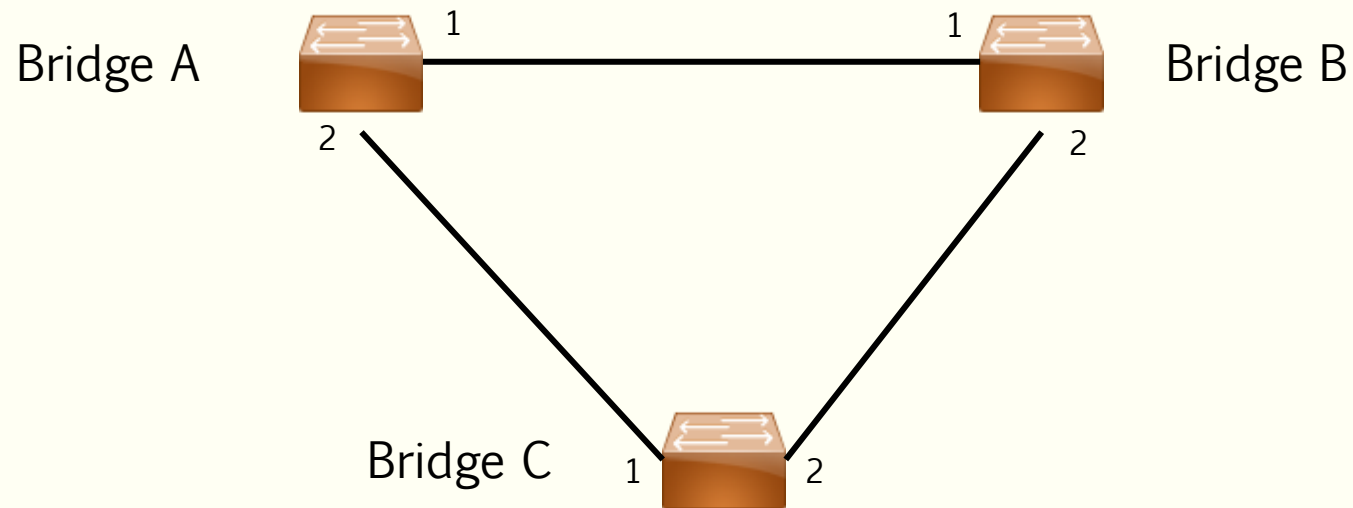
Root Bld	RPC	Bridge ld	Port ld
-------------	-----	--------------	------------

Spanning Tree Protocol, STP

Ejemplo STP-1

Bridge Id = 32768,00-00-00-00-00-01
Root Id = 32768.00-00-00-00-00-01

Bridge Id = 32768,00-00-00-00-00-03
Root Id = 32768.00-00-00-00-00-03

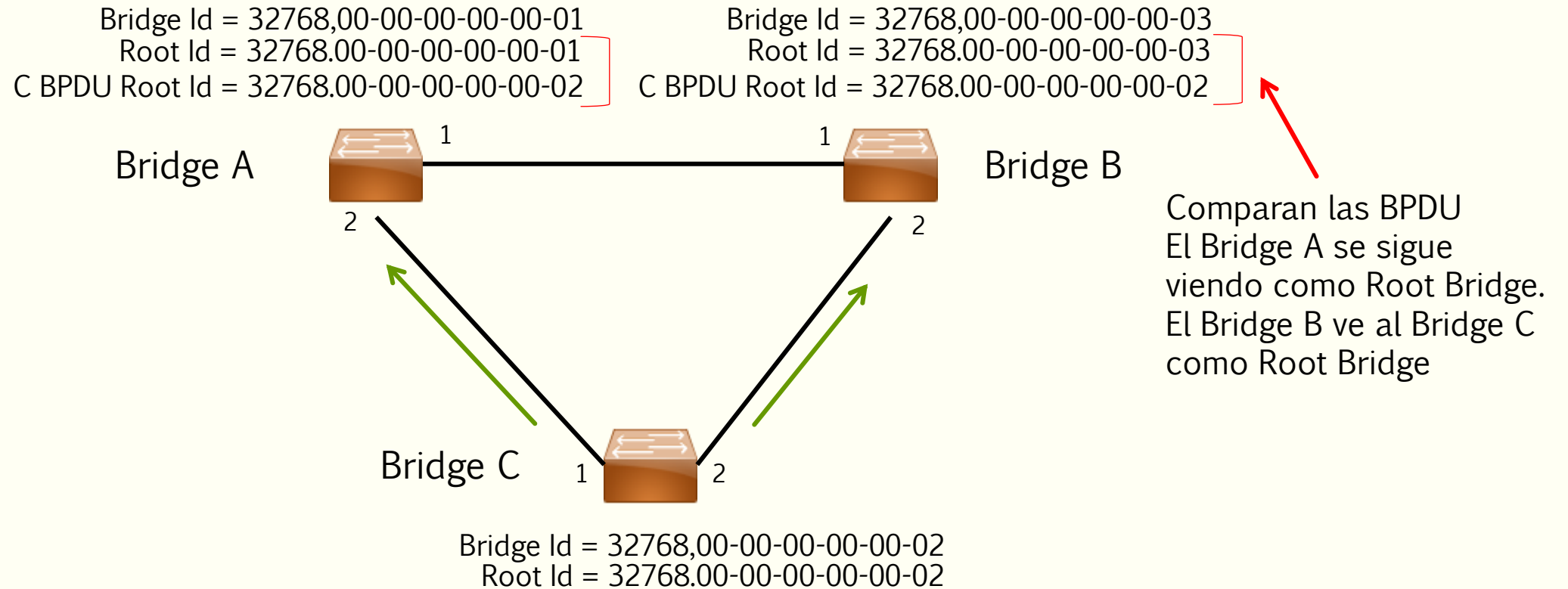


Bridge Id = 32768,00-00-00-00-00-02
Root Id = 32768.00-00-00-00-00-02

Al iniciarse, cada switch supone que es el Root Bridge.

Spanning Tree Protocol, STP

Ejemplo STP-1: elección del root bridge



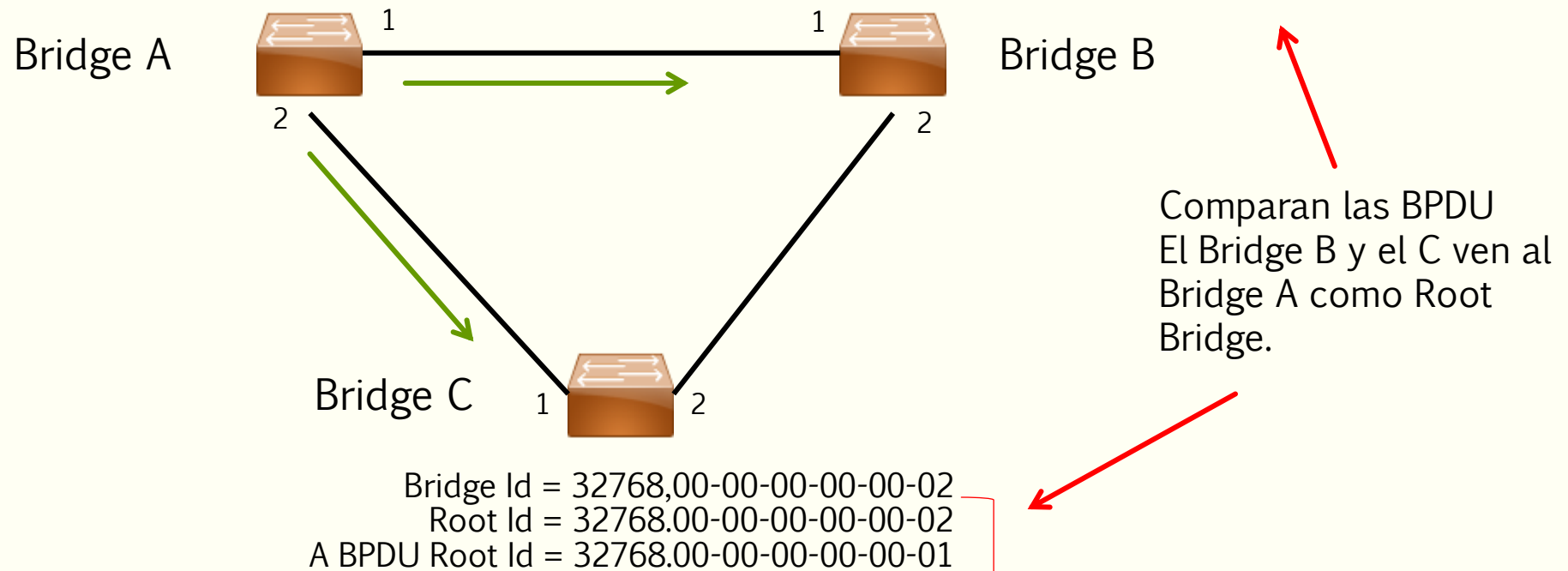
Suponemos que Bridge C se anuncia como root, enviando BPDU a Bridge A y B

Spanning Tree Protocol, STP

Ejemplo STP-1: elección del root bridge (continuación)

Bridge Id = 32768,00-00-00-00-00-01
Root Id = 32768.00-00-00-00-00-01

Bridge Id = 32768,00-00-00-00-00-03
Root Id = 32768.00-00-00-00-00-02
A BPDU Root Id = 32768.00-00-00-00-00-01



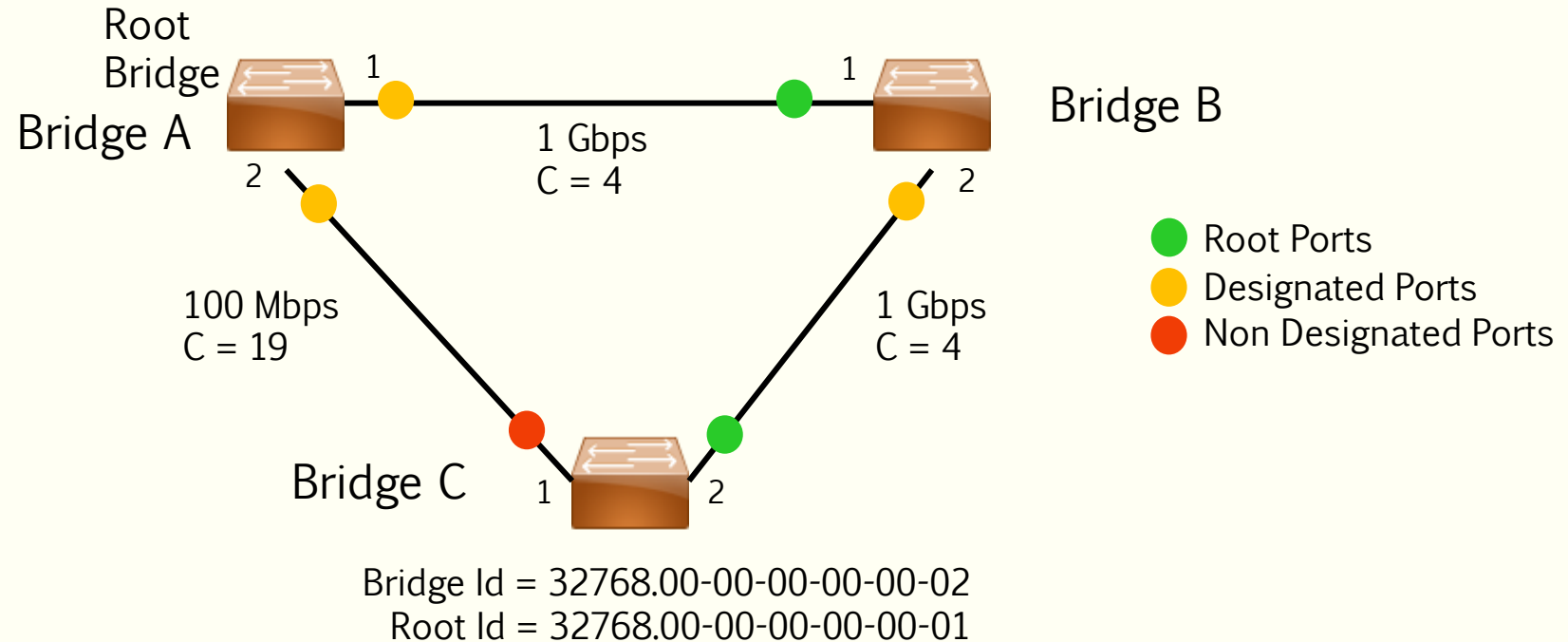
El Bridge A se anuncia como root, enviando BPDU a Bridge B y C

Spanning Tree Protocol, STP

Ejemplo STP-1: elección de roles de puertos

Bridge Id = 32768.00-00-00-00-00-01
Root Id = 32768.00-00-00-00-00-01

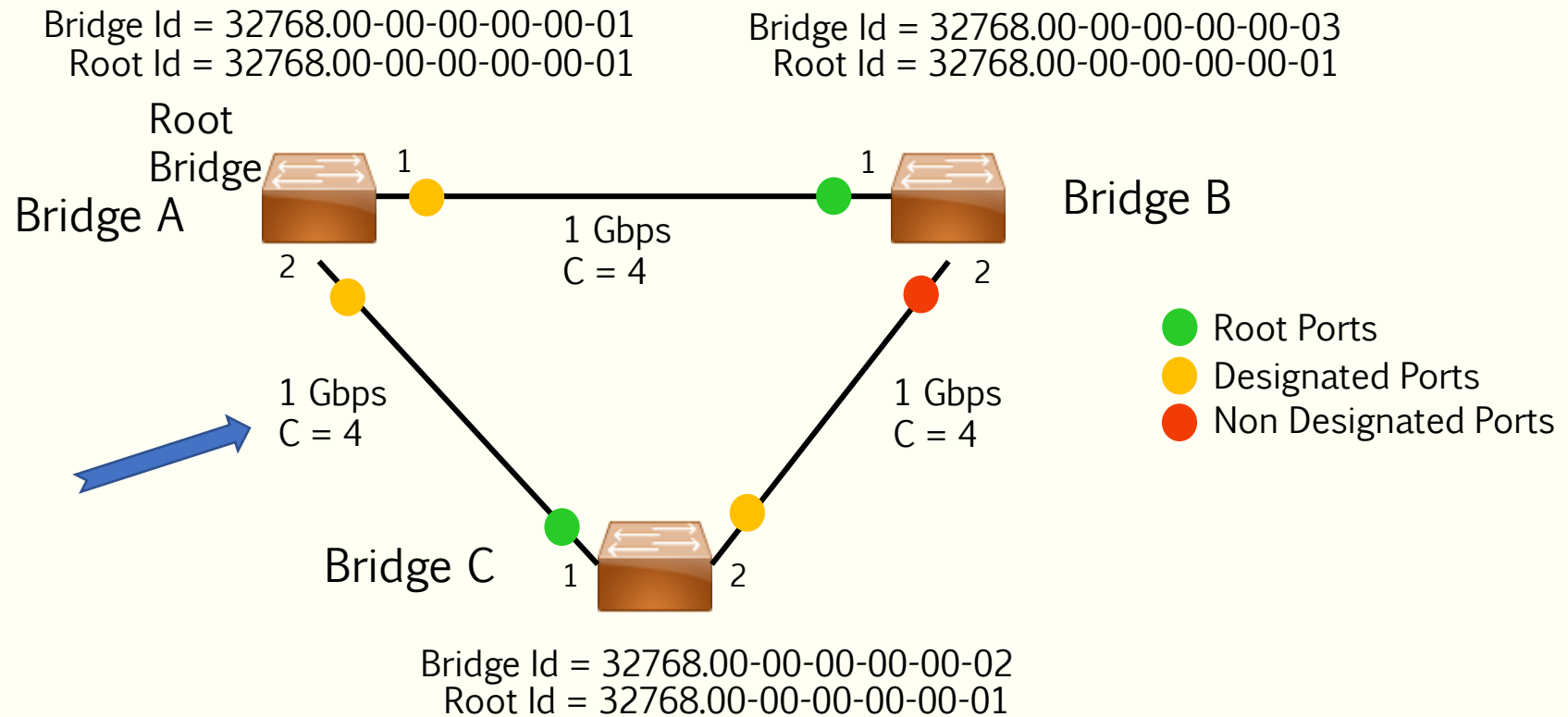
Bridge Id = 32768.00-00-00-00-00-03
Root Id = 32768.00-00-00-00-00-01



Los Bridge B y C eligen sus root y designeted port

Spanning Tree Protocol, STP

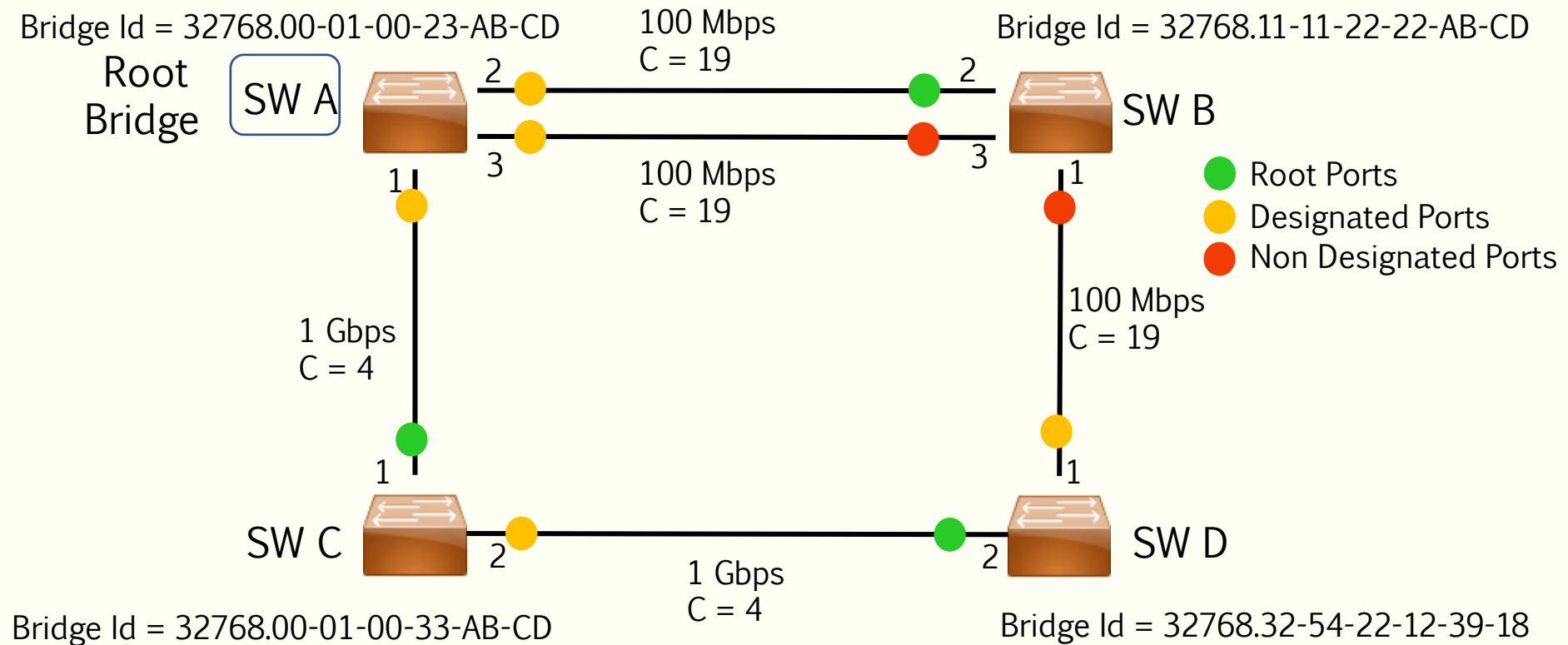
Ejemplo STP-1: modificación en la red



Se modificó el segmento A-C, por lo que cambia la configuración

Spanning Tree Protocol, STP

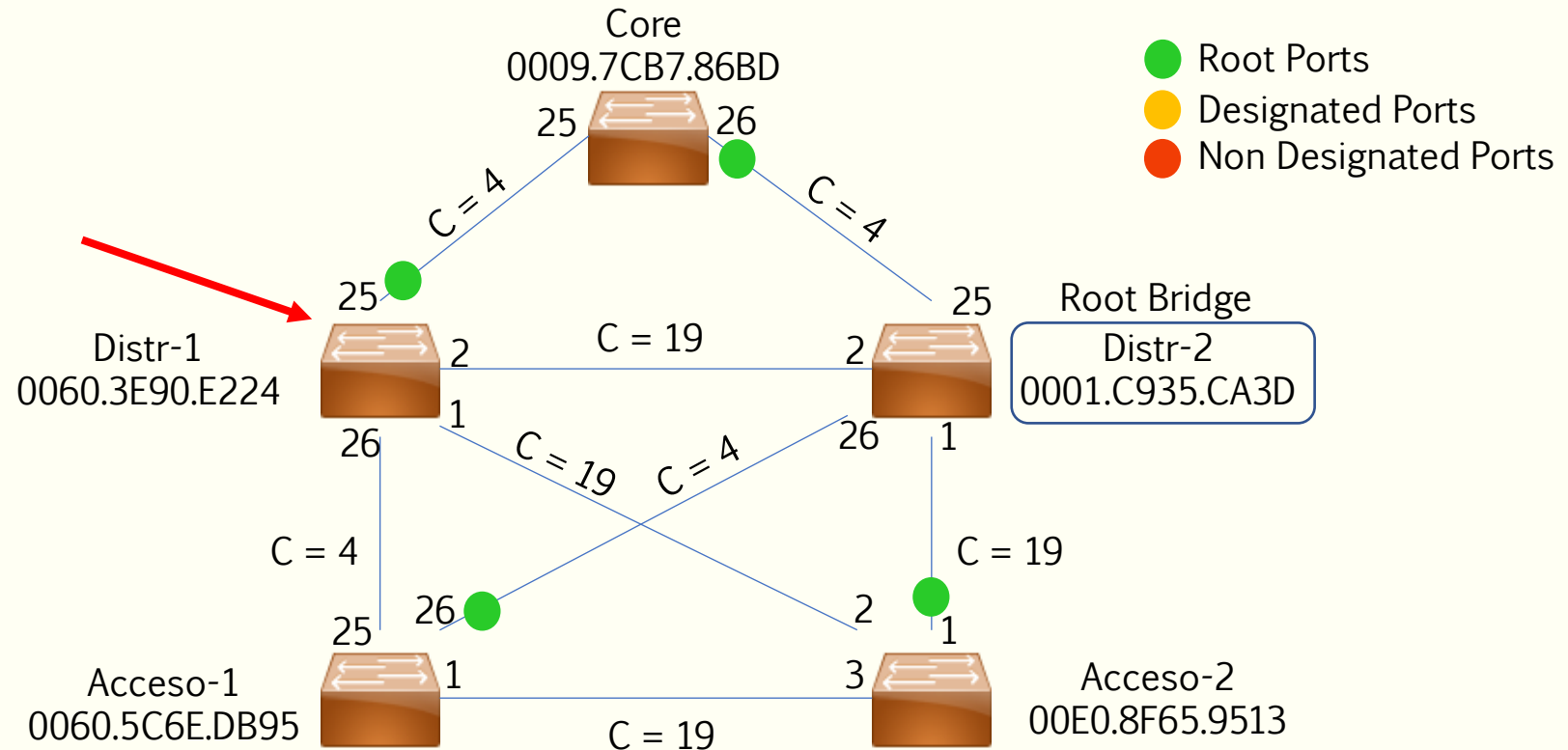
Ejemplo STP-2



Spanning Tree Protocol, STP

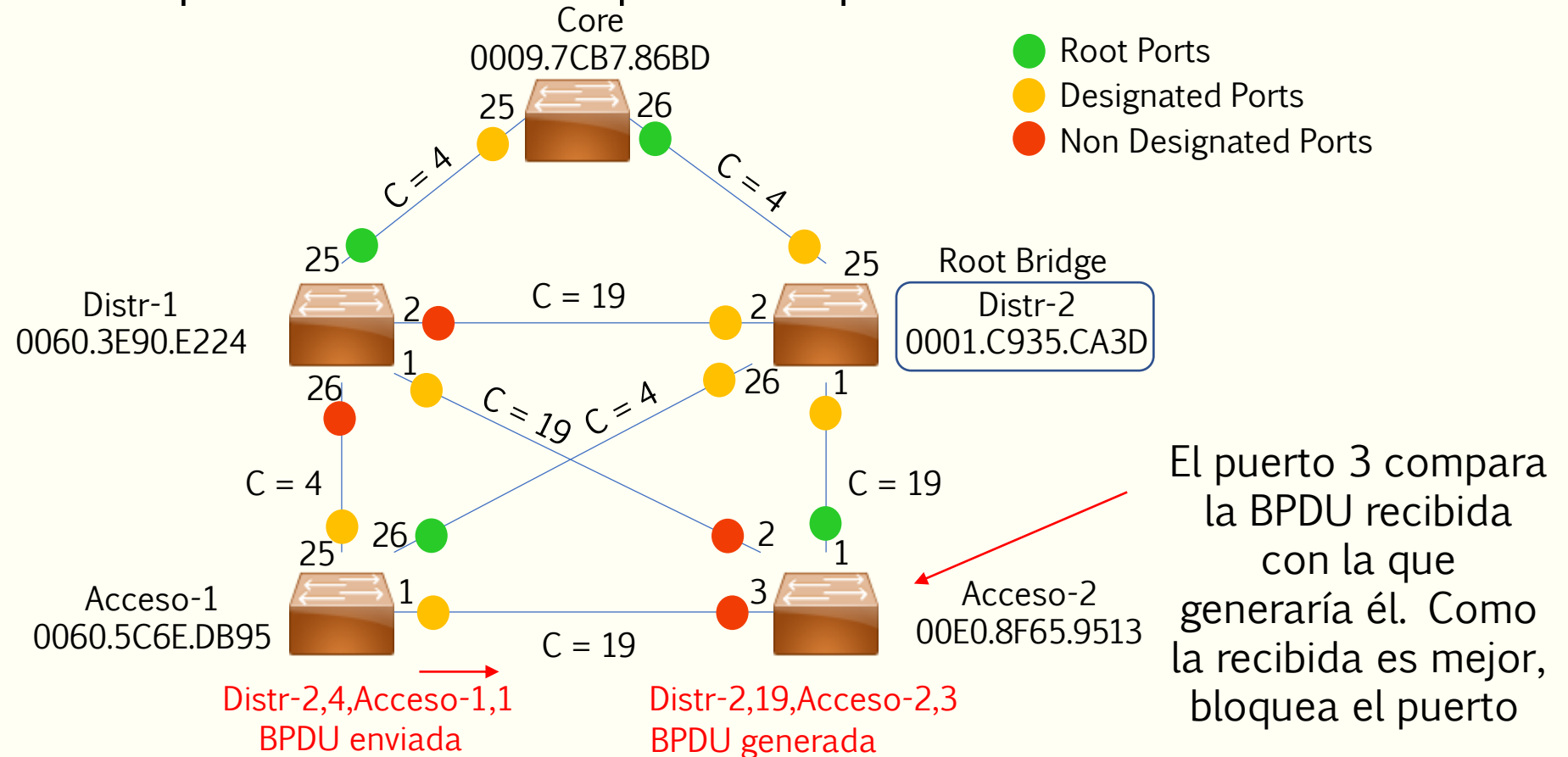
Ejercicio: determinar el root bridge y los estados de los puertos de cada switch, suponiendo que todos tienen la prioridad por default.

El RPC de los puertos 25 y 26 son iguales. El BID del switch de Core es menor que el de Acceso-1, por lo que se elige como RP el puerto 25



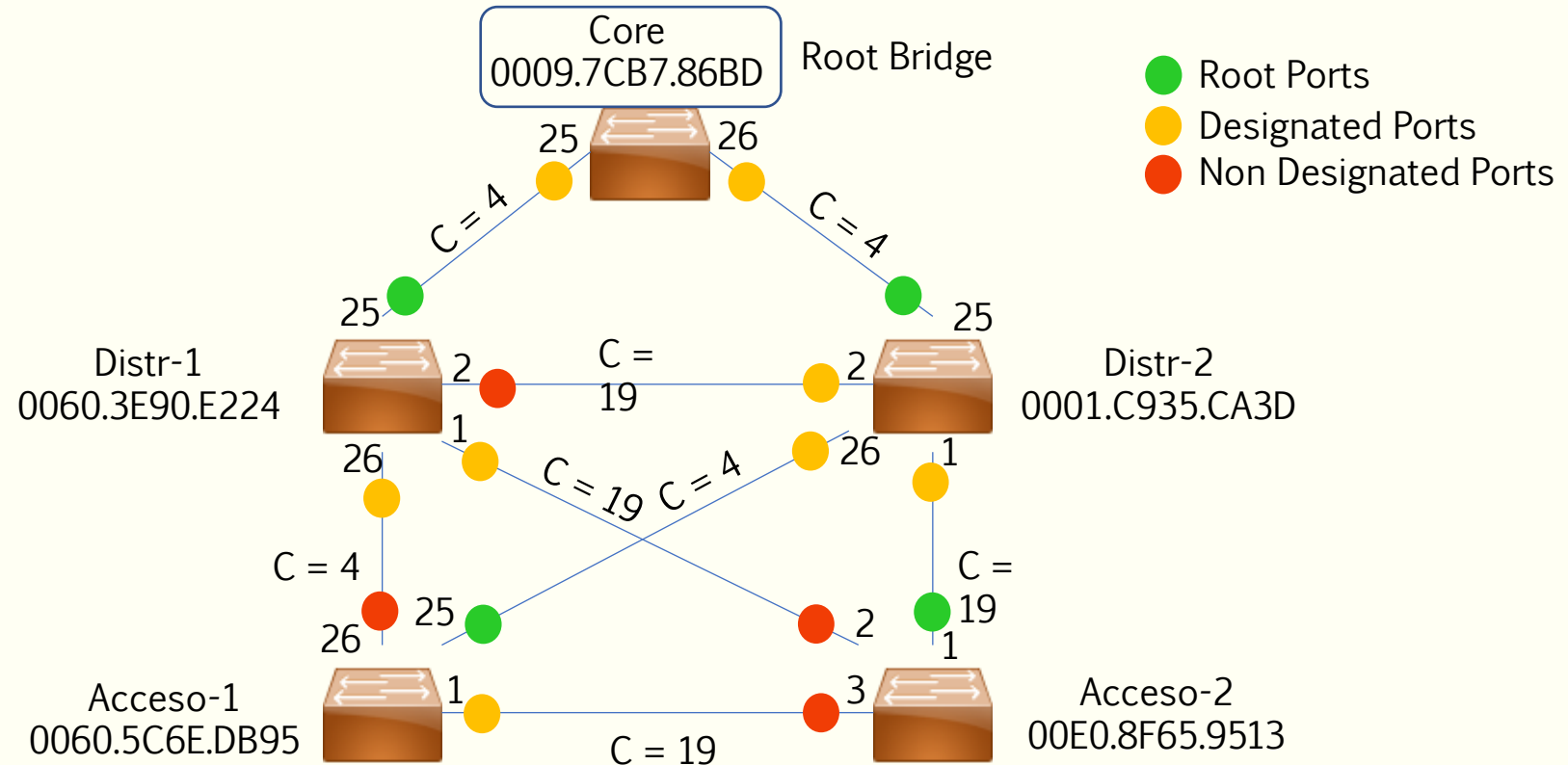
Spanning Tree Protocol, STP

Ejercicio: determinar el root bridge y los estados de los puertos de cada switch, suponiendo que todos tienen la prioridad por default.



Spanning Tree Protocol, STP

Ejercicio: modificar la red de forma que el switch de Core sea el root bridge y volver a identificar los estados de todos los puertos.



Todo el tráfico circula por el switch Distr-2. Si quiero balancearlo, puedo cambiar el costo del puerto 25 del switch Acceso-1

Spanning Tree Protocol, STP

Estados de los puertos

- Bloqueo
 - Estado inicial
 - Escucha las BPDUs de los otros switches para conocer la topología de la red
 - No envía BPDUs, no reenvía tramas ni aprende direcciones MAC
- Escucha (Listening)
 - Escucha y envía BPDUs para participar de la elección del Root Bridge, los root ports, y los designated ports.
 - No reenvía tramas ni aprende direcciones MAC
 - Si el puerto no es elegido puerto raíz o designado, vuelve al estado de bloqueo

Spanning Tree Protocol, STP

Estados de los puertos

- Aprendizaje (Learning)
 - El puerto llega a este estado si es elegido puerto raíz o designado
 - Escucha y envía BPDU
 - No reenvía tramas, pero comienza a agregar direcciones MAC en su tabla CAM
- Reenvío (Forwarding)
 - Escucha y envía BPDU
 - Reenvía tramas y continúa agregando direcciones MAC en su tabla CAM
- Desactivado
 - Se da de baja administrativamente
 - No reenvía tramas ni participa de la convergencia del STP

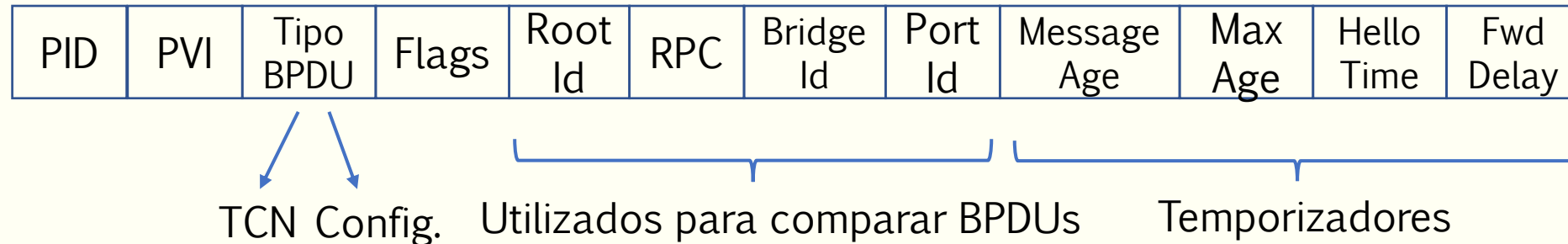
Spanning Tree Protocol, STP

Estados de los puertos

Estado	Recibe BPDU	Envía BPDU	Aprende MAC	Reenvia tramas
Deshabilitado	NO	NO	NO	NO
Bloqueo	SI	NO	NO	NO
Escucha	SI	SI	NO	NO
Aprendizaje	SI	SI	SI	NO
Reenvio	SI	SI	SI	SI

Spanning Tree Protocol, STP

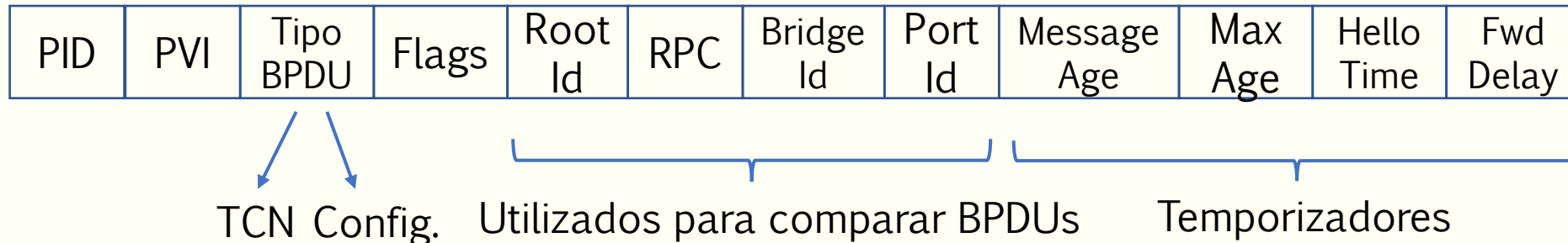
Bridge Protocol Data Unit (BPDU)



- Message Age: contiene el tiempo transcurrido desde que el puente raíz originó inicialmente la BPDU.
- Hello Time: Intervalo de tiempo entre las BPDU de configuración enviadas por el puente raíz. Valor predeterminado: 2 segundos.

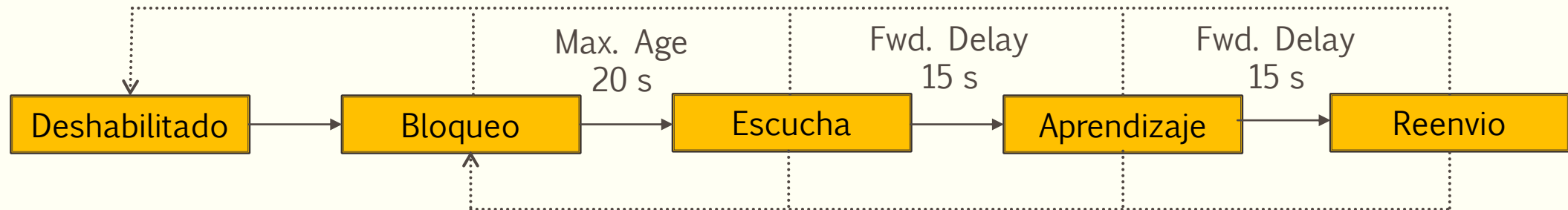
Spanning Tree Protocol, STP

Bridge Protocol Data Unit (BPDU)



- **Max Age**: Intervalo de tiempo que un switch almacena una BPDU antes de descartarla. Si el puerto deja de recibir BPDUs, el switch asume que se debe haber producido un cambio de topología después de que transcurrió el tiempo máximo de caducidad, por lo que la BPDU está vencida. Valor predeterminado: 20 segundos.
- **Fwd Delay**: determina cuánto tiempo debe pasar un puerto en los estados de aprendizaje y escucha. Este período de demora garantiza que STP tendrá tiempo suficiente para detectar y eliminar los bucles. Valor predeterminado: 20 segundos.

Spanning Tree Protocol, STP



- Los valores de los temporizadores no deben cambiarse de los valores predeterminados sin una consideración cuidadosa. Se basan en suposiciones sobre el tamaño de la red y la duración del tiempo de saludo.
- Derivan de un modelo de referencia de una red con un diámetro de siete conmutadores
- Por defecto, STP asume un diámetro de conmutación de 7. Este es también el diámetro máximo.

Spanning Tree Protocol, STP

Atheros L1C PCI-E Ethernet Controller: \Device\NPF_{41A3BC23-F118-4F06-AD47-7BB6CAE01395} [Wireshark 1.8.5 (SVN Rev 47350 from /trunk-1.8)]

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help

Filter: Expression... Clear Apply Save

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
378	40.5143810	IntelCor_60:92:2f	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.0.125? Tell 192.168.0.1
379	41.1309380	AsustekC_dc:4a:2d	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.20.254? Tell 192.168.20.206
380	41.5138220	IntelCor_60:92:2f	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.0.125? Tell 192.168.0.1
381	41.9706220	192.168.0.111	179.43.122.110	TCP	54	49536 > http [FIN, ACK] Seq=720 Ack=411 win=63831 Len=0
382	41.9804250	179.43.122.110	192.168.0.111	TCP	60	http > 49536 [ACK] Seq=411 Ack=721 win=15818 Len=0
383	42.3152190	3com_04:80:8f	Spanning-tree-(for- STP		60	RST. Root = 32768/0/00:12:a9:04:80:80 Cost = 0 Port = 0x800f
384	42.3912350	192.168.0.238	255.255.255.255	DB-LSP-	355	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
385	42.3928640	192.168.0.238	192.168.0.255	DB-LSP-	355	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
386	42.3936800	192.168.0.238	255.255.255.255	DB-LSP-	355	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
387	42.3955100	192.168.0.238	192.168.0.255	DB-LSP-	355	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
388	42.5138220	IntelCor_60:92:2f	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.0.125? Tell 192.168.0.1

Frame 383: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on interface 0

IEEE 802.3 Ethernet

Logical-Link Control

Spanning Tree Protocol

Protocol Identifier: Spanning Tree Protocol (0x0000)
Protocol Version Identifier: Rapid Spanning Tree (2)
BPDU Type: Rapid/Multiple Spanning Tree (0x02)

BPDU flags: 0x7c (Agreement, Forwarding, Learning, Port Role: Designated)

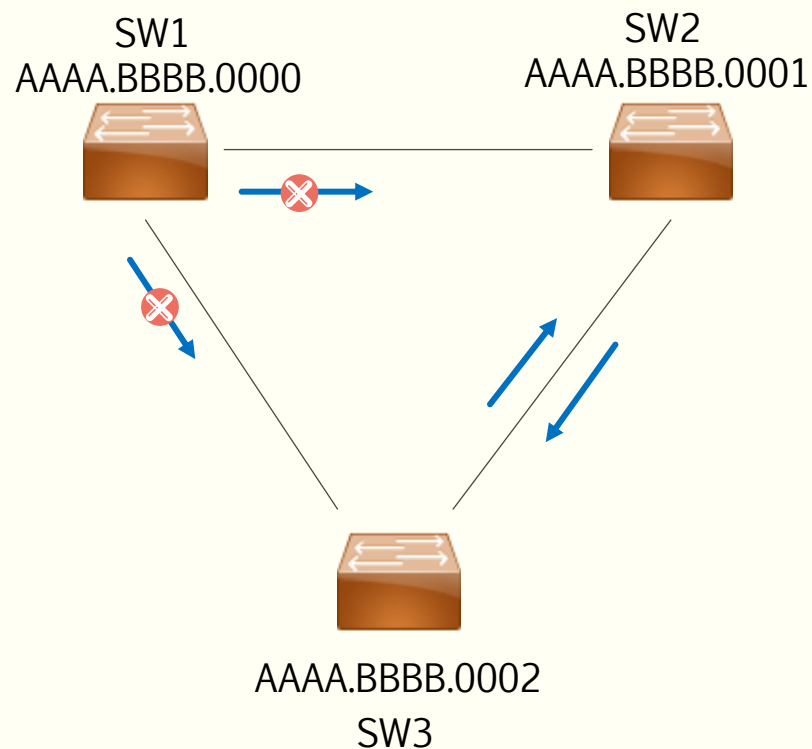
Root Identifier: 32768 / 0 / 00:12:a9:04:80:80
Root Bridge Priority: 32768
Root Bridge System ID Extension: 0
Root Bridge System ID: 00:12:a9:04:80:80
Root Path Cost: 0

Bridge Identifier: 32768 / 0 / 00:12:a9:04:80:80
Port identifier: 0x800f
Message Age: 0
Max Age: 20
Hello Time: 2
Forward Delay: 15
Version 1 Length: 0

0000 01 80 c2 00 00 00 00 12 a9 04 80 8f 00 27 42 42 'BB
0010 03 00 00 02 02 7c 80 00 00 12 a9 04 80 80 00 00
0020 00 00 80 00 00 12 a9 04 80 80 80 0f 00 00 14 00
0030 02 00 0f 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
.....

Spanning Tree Protocol, STP

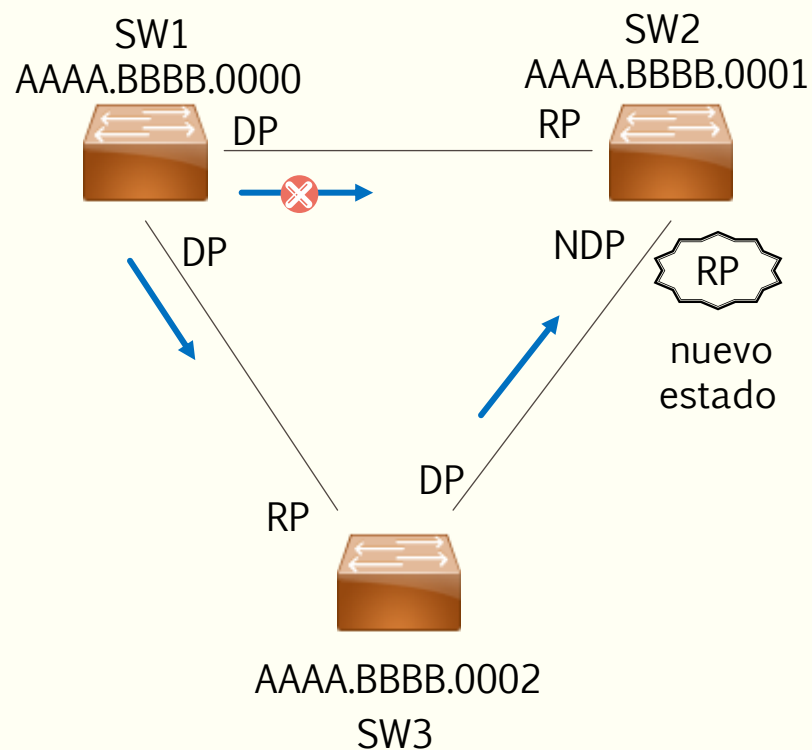
Cambio de topología: falla del puente raíz



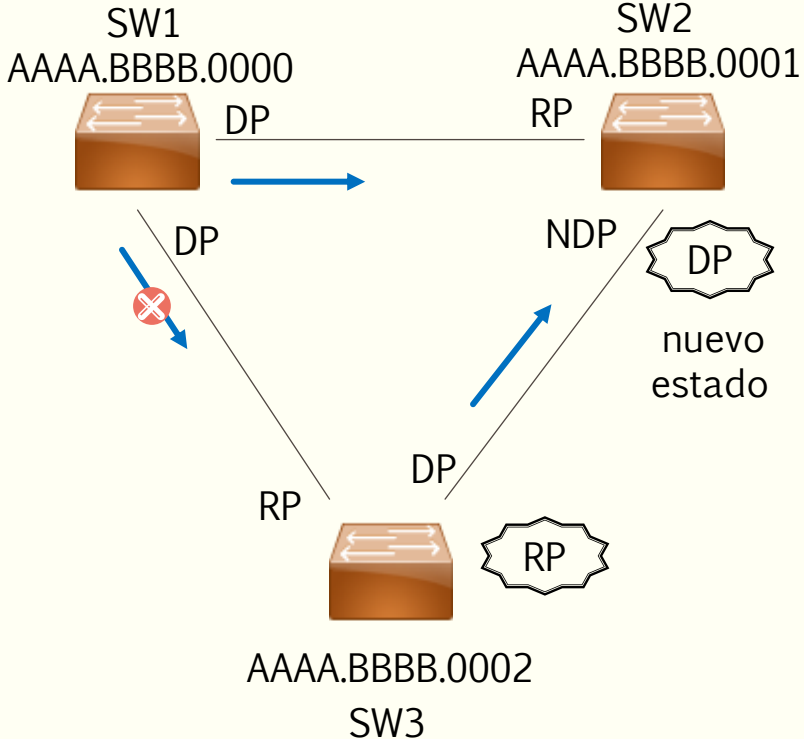
- El SW1 (puente raíz) presenta fallas y deja de enviar BPDU.
- El SW2 espera que expire el temporizador Max Age (20s). Pasado el período, determina que la última BPDU recibida quedó vencida, y considera que hubo una falla..
- SW2 y SW3 comienzan a enviarse BPDU de configuración entre sí para elegir un nuevo puente raíz.
- Después de dos intervalos del temporizador de retardo de reenvío (FWD Delay, 15 segundos predeterminado) los puertos designados y raíz pasan al estado de reenvío.
- Debido a la falla del puente raíz, se necesitan unos 50 segundos (50s) para recuperarse de la falla.

Spanning Tree Protocol, STP

Cambio de topología: falla de enlace directo



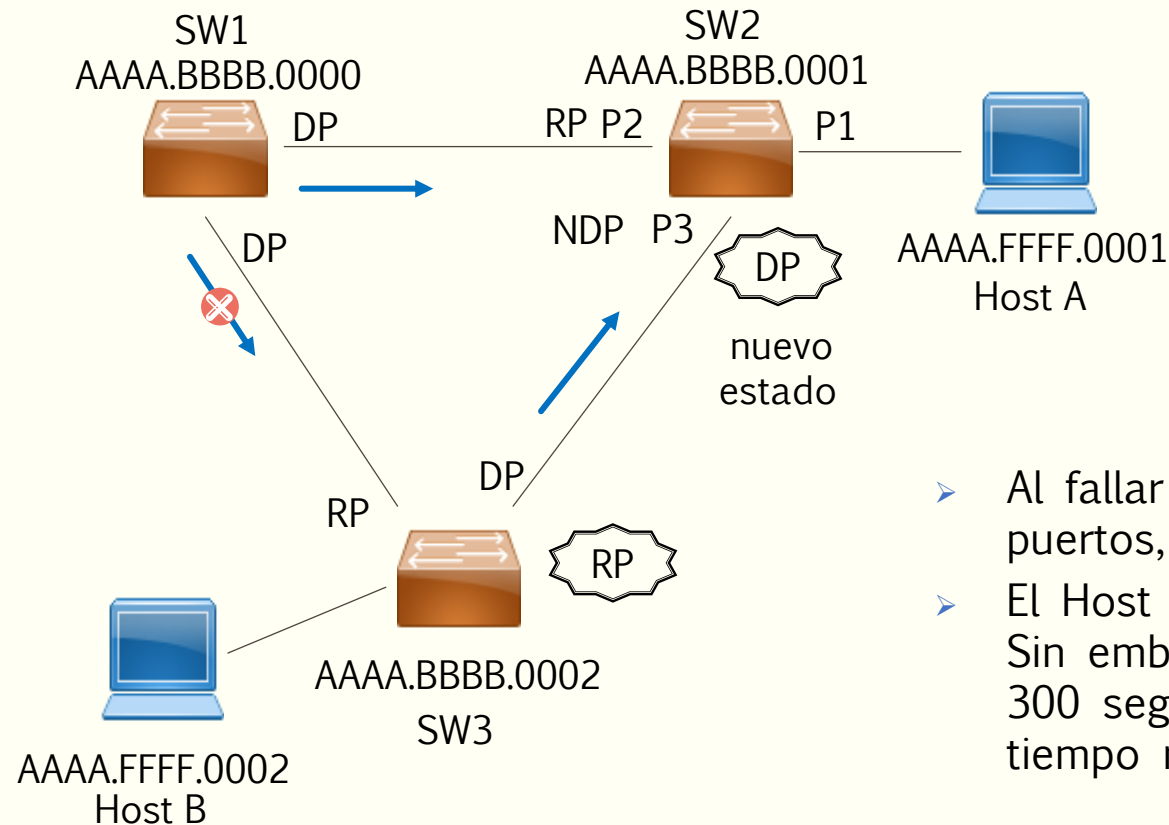
- El SW1 (puente raíz) envía BPDU a los dos switch.
- Si el SW2 detecta que el puerto que conecta con SW1 está caído, inmediatamente selecciona el puerto que lo une con SW3 como el nuevo puerto raíz. Después de dos intervalos del temporizador de retardo de reenvío (FWD Delay, 15 segundos predeterminado) el puerto raíz pasa al estado de reenvío.
- Si el SW2 no detecta que el puerto que conecta con SW1 está caído, pero sin embargo, no recibe las BPDU por ese puerto, debe aguardar que expire el temporizador Max Age (20s) para elegir el nuevo puerto raíz y luego los dos intervalos del temporizador de retardo. En este caso, se necesitan unos 50 segundos (50s) para recuperarse de la falla.



- El SW1 (puente raíz) envía BPDU a los dos switch.
- Si falla el enlace entre SW1 y SW3, éste último no recibirá BPDUs ni tramas de datos.
- Cuando el SW3 detecta la falla, asume que es el nuevo root bridge de la red y comienza a enviar hacia el SW2 una nueva BPDU.
- El SW2 recibe BPDUs tanto de SW1 como de SW3, pero como la BPDU de SW3 es peor que la de SW1, las descarta.
- Expirado el temporizador Max Age (20s), el SW2 considera la nueva BPDU que le envía SW3, y como es inferior, cambia el estado del puerto de bloqueado a escuchando, y luego a aprendiendo.
- En este caso, se necesitan unos 50 segundos (50s) para recuperarse de la falla.

Spanning Tree Protocol, STP

Cambio de topología: inestabilidad en las MAC address



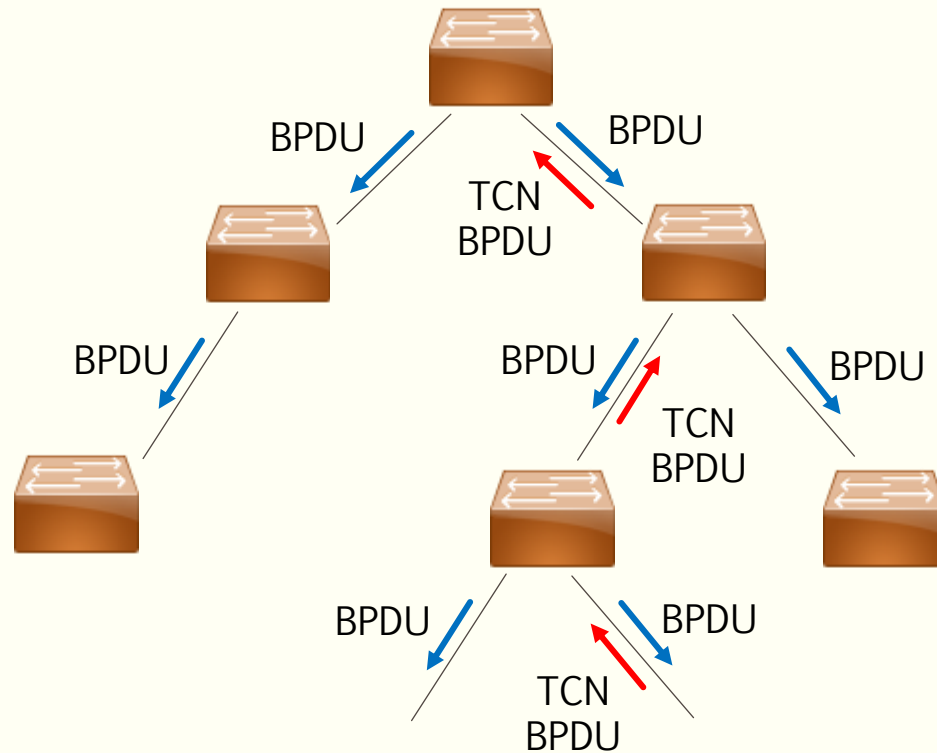
- En estado normal, el Host A se comunica con el Host B a través del P1 del SW2.
- La tabla CAM del SW2 está en este estado:

MAC	Interfaz
AAAA.FFFF.0001	P1 (Host A)
AAAA.FFFF.0002	P2 (Host B)

- Al fallar el enlace entre SW1 y SW3, se reconfiguran los puertos, y el P3 del SW2 pasa al rol de designado.
- El Host A debería alcanzar al Host B a través del SW1. Sin embargo, la tabla CAM no se actualizó aún (demora 300 segundos por default), por lo que durante ese tiempo no podrá comunicarse.

Spanning Tree Protocol, STP

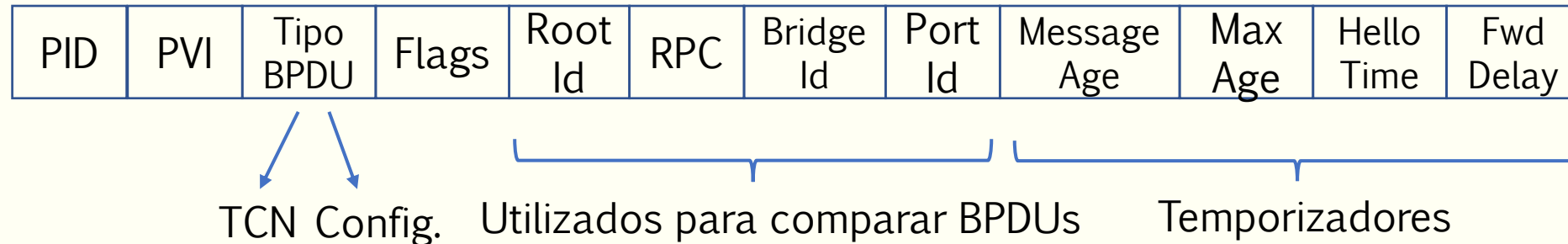
Cambio de topología: proceso



- Para resolver el problema de la inestabilidad de las direcciones MAC addresss, aparece el proceso de Topology change Notification (TCN).
- Nuevo tipo de BPDU: TCN BPDU
- La función de esta BPDU es informar al root bridge de cualquier cambio en la topología:
 - Cuando un puerto pasa al estado de reenvío
 - Cuando un puerto en estado de reenvío o aprendizaje pasa al estado de bloqueo o inactivo
- El root bridge enviará una notificación para que los switch reduzcan el período de almacenamiento de las entradas de la tabla CAM en un período igual a Fwd Delay (15 segundos por default).

Spanning Tree Protocol, STP

Bridge Protocol Data Unit (BPDU)



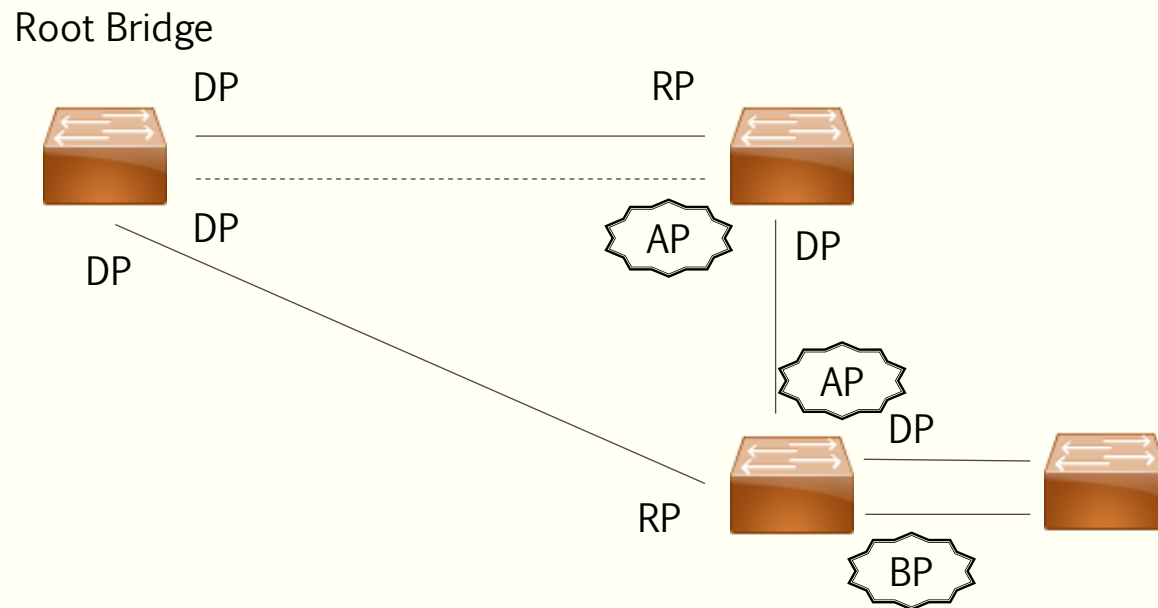
- Tipo BPDU: 0 (0x00) si es BPDU de config., 128 (0x80) si es TCN
- Flags: Topology Change (TC) y Topology Change Acknowledgement (TCA).
- Un switch “non root bridge”, cuando detecta un cambio en la topología, envía una BPDU con el flag TC en 1
- Cuando el root bridge recibe el TCN, genera una BPDU con los dos flags (TC y TCA) en 1.
- El switch, al recibir la BPDU con los flags en 1, cesa la emisión del TCN.

Rapid Spanning Tree Protocol, RSTP

- El STP tradicional (IEEE 802.1D) puede demorar algún tiempo en converger (entre 30 segundos y algunos minutos).
- En 1998 se estandarizó Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP, IEEE 802.1w) que reduce el tiempo de convergencia a 6 segundos máximo (3 x Hello time).
- Actualmente el STP estándar está declarado como obsoleto.
- Redefine los roles de los puertos y sus estados.
- A diferencia de STP, cada switch (independientemente si es el root bridge o no), genera su propia BPDU a intervalos definidos por el Hello time.

Rapid Spanning Tree Protocol, RSTP

- En RSTP se definen nuevos roles para los puertos



- Alternate Port (AP): ruta alternativa al root bridge que difiere de la ruta proporcionada por el puerto raíz del switch
- Backup port (BP): puerto de respaldo donde existen enlaces redundantes en el mismo segmento LAN que el puerto designado.

Rapid Spanning Tree Protocol, RSTP

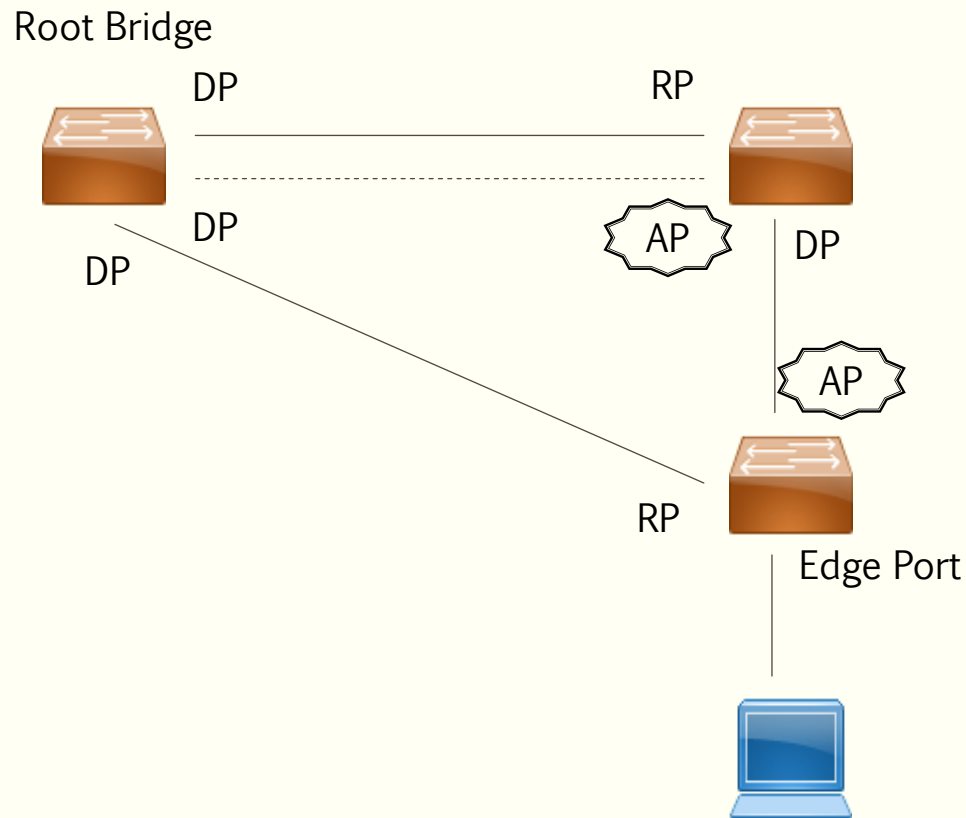
El protocolo RSTP elimina dos estados de puerto definidos en el protocolo STP, lo que reduce el número de estados de puerto a tres:

- Si el puerto no reenvía tráfico de usuario ni aprende direcciones MAC, se encuentra en estado Discarding.
- Si el puerto no reenvía tráfico de usuario pero aprende direcciones MAC, se encuentra en estado Learning.
- Si el puerto reenvía tráfico de usuario y aprende direcciones MAC, se encuentra en estado Forwarding.

Estado del puerto STP	Estado del Puerto RSTP	Rol del puerto
Deshabilitado	Descartar	Puerto deshabilitado
Bloqueo	Descartar	Puerto alternativo o puerto de respaldo
Escuchando	Descartar	Puerto raíz o puerto designado
Aprendizaje	Aprendizaje	Puerto raíz o puerto designado
Reenviando	Reenviando	Puerto raíz o puerto designado

Rapid Spanning Tree Protocol, RSTP

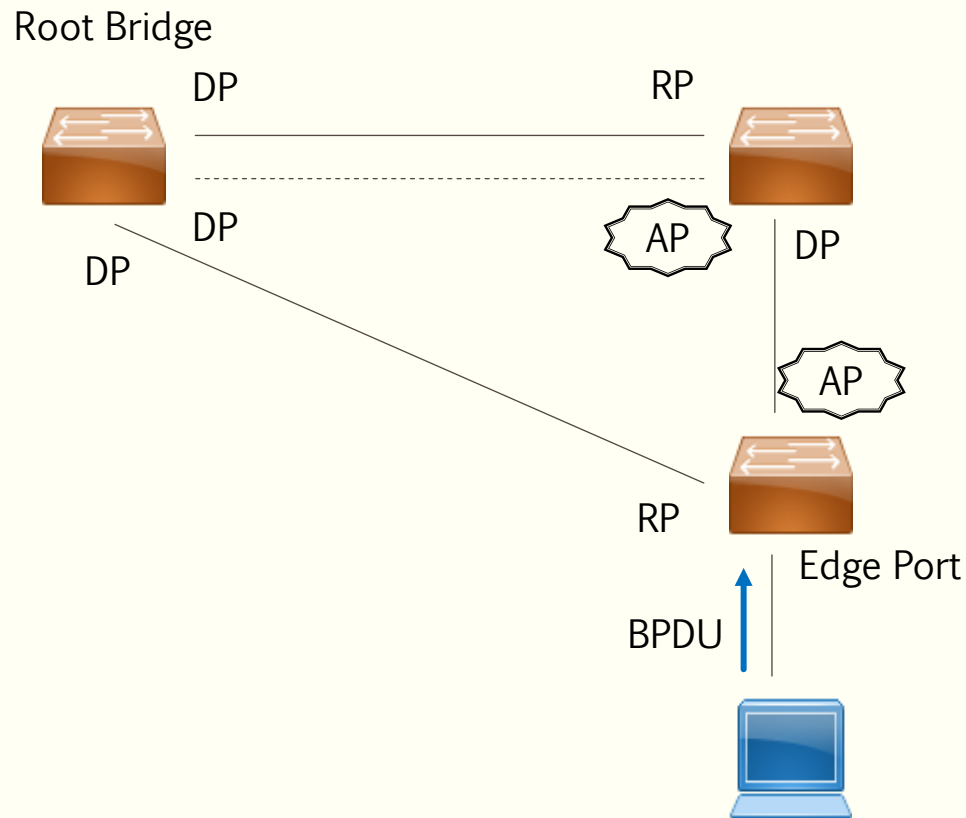
Edge Ports



- Edge Port: puerto que conecta directamente a un terminal y a ningún otro switch.
- No recibe BPDU de configuración, por lo que no participa en el cálculo del RSTP.
- Puede pasar del estado de Reenvío sin ningún retardo.
- Conocido como “portfast”

Rapid Spanning Tree Protocol, RSTP

Protección BPDU



- ¿Qué pasa si alguien malintencionado intenta enviar BPDUs por un Edge Port?
- El switch recalcula el STP.
- Para evitar estos ataques, se habilita BPDU-protection o BPDU-guard en el puerto
- Si está activada la protección, y se reciben BPDUs por el puerto, el switch deshabilita el puerto e informa al sistema de gestión.

Rapid Spanning Tree Protocol, RSTP

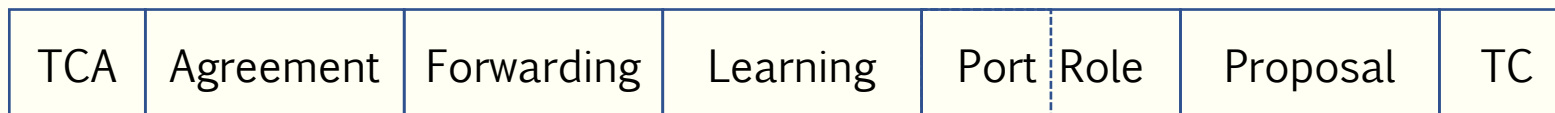
Bridge Protocol Data Unit (BPDU)



TCN Config.

Utilizados para comparar BPDUs

Temporizadores

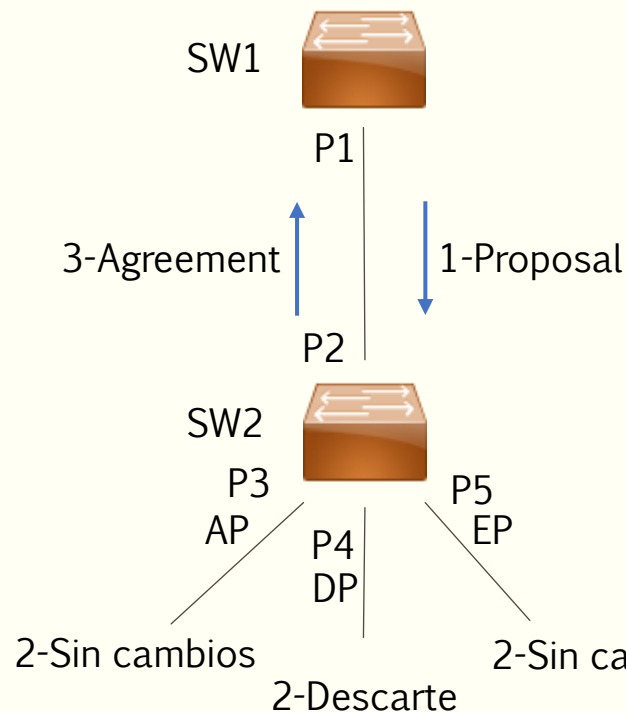


El campo de Flags es de 1 byte

00 Desconocido
01 Alternativo / Respaldo
10 Raíz
11 Designado

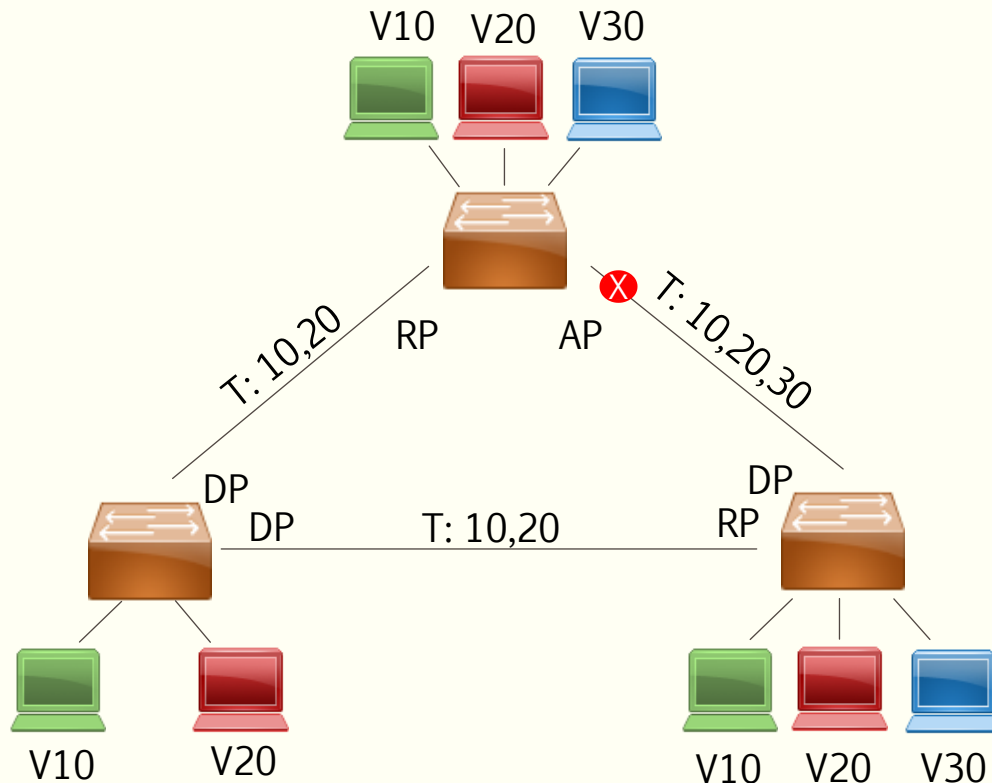
Rapid Spanning Tree Protocol, RSTP

Negociación Proposal/Agreement



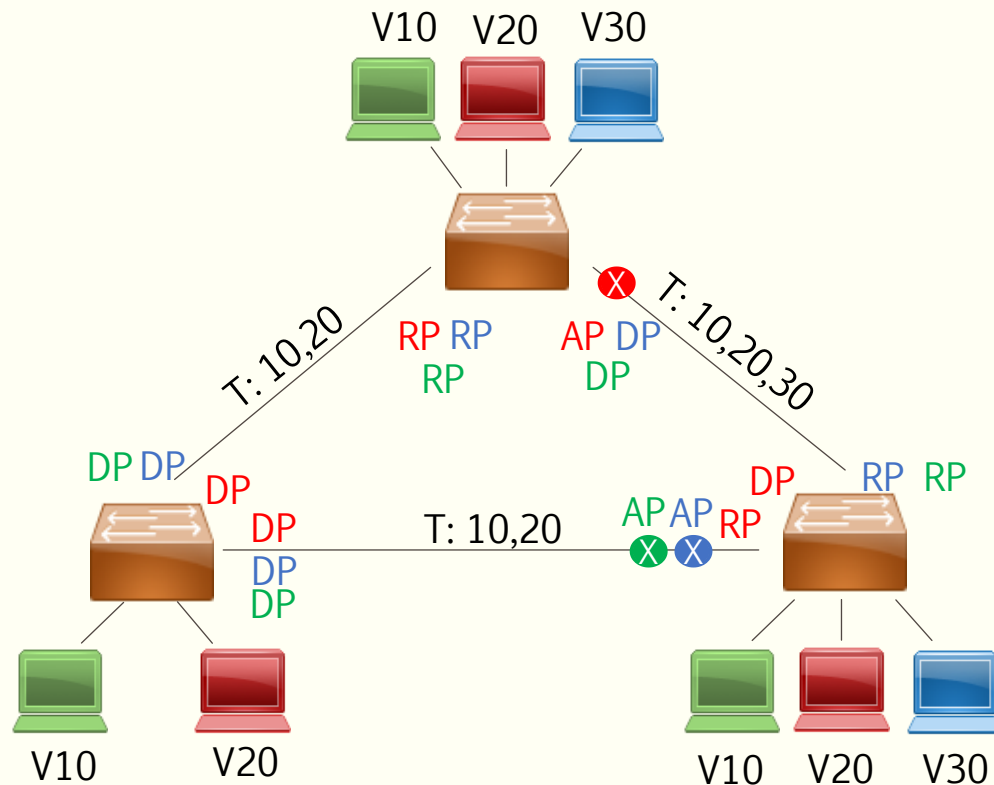
- Inicialmente, cada switch supone que es el puente raíz, asigna a sus puertos el rol de designados, y los coloca en estado de descarte.
- Los puertos designados generan una BPDU con el bit Proposal en 1.
- Si la BPDU recibida por P2 es superior a la que él genera, comienza un proceso de sincronización.
- Para evitar lazos, el SW2 coloca los puertos designados, aguas abajo, en estado de descarte (los puertos alternos y los Edge, no modifican su estado).
- El P2 envía una BPDU hacia el SW1, con el bit Agreement en 1, y el "role port" en puerto raíz.
- Al recibir la BPDU, el P1 cambia el estado de descarte a reenvío.
- La negociación continúa con los switch aguas abajo.

Spanning Tree Protocol y VLAN

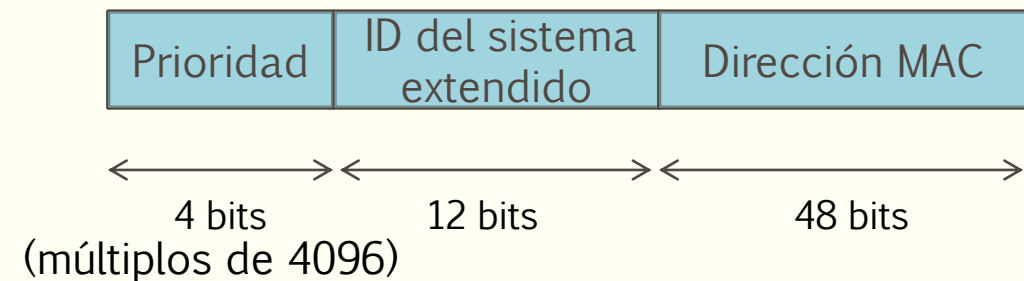


- STP fue desarrollado originalmente para operar en un entorno de puentes, básicamente soportando una sola LAN (o una VLAN).
- Tener un solo STP para muchas VLAN simplifica la configuración de los switch y reduce la carga de sus CPU durante los cálculos del STP.
- Tener una sola instancia de STP también puede causar limitaciones:
 - Red sin capacidad para equilibrar la carga.
 - Se pueden bloquear enlaces que transportan determinadas VLANs, impidiendo la comunicación entre estaciones.

Spanning Tree Protocol y VLAN

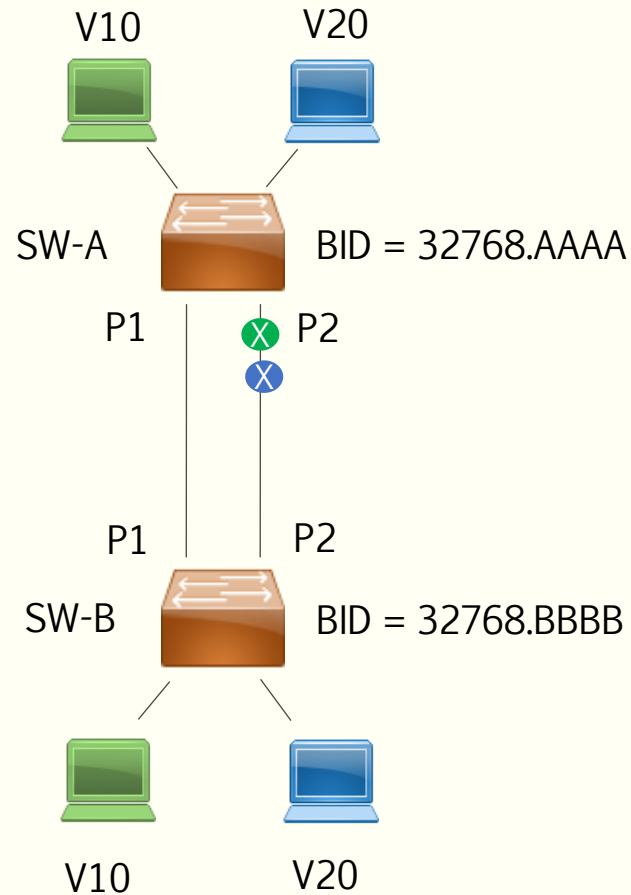


- La solución es crear una instancia de STP para cada VLAN.
- Todos los parámetros característicos de STP (costos, prioridades, etc.) se configuran independientemente para cada VLAN.
- Se modifica la composición del BID para poder elegir un root bridge por VLAN:



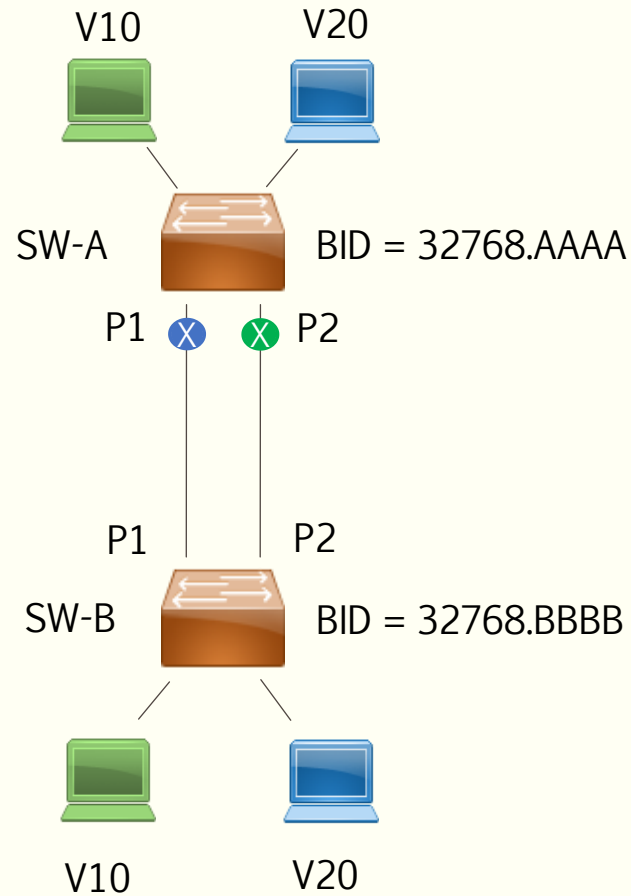
Por ej., para VLAN 1: $32768 + 1 = 32769$ (+ MAC)

Spanning Tree Protocol y VLAN



- Habilitando el STP, y con todos los parámetros por default, las dos instancias de STP pondrán el P2 del SW-A en estado de descarte.
- Todo el tráfico de las dos VLANs circulará por los puertos P1 de cada switch.
- Se pierde eficiencia al tener un enlace sin utilizar.

Spanning Tree Protocol y VLAN

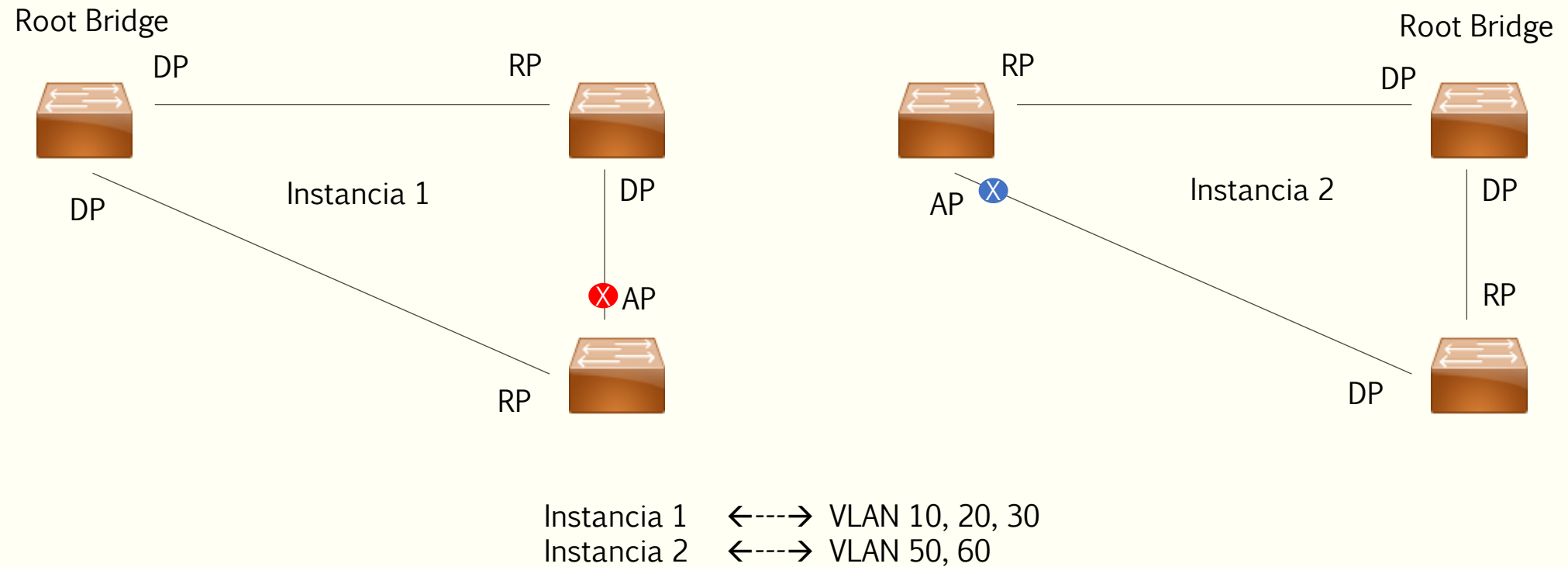


- Se puede balancear el tráfico.
- Se modifican las prioridades de los puertos de modo que cada VLAN tenga un puerto diferente en el rol de alterno.
- El tráfico de la VLAN10 circulará por los puertos P1 y el tráfico de la VLAN20 por los puertos P2.

Multiple Spanning Tree Protocol, MSTP

- En una red grande los enlaces son generalmente trunks y el cantidad de VLANs puede ser grande.
- El cálculo de cada STP por cada VLAN puede implicar un uso elevado de CPU.
- Suele pasar que el STP es el mismo para muchas VLANs, con lo cuál los cálculos se realizarían de forma innecesaria.
- Si se utiliza el STP común (CST), en el que circulan todas las VLANs en los enlaces trunk, tiene como inconveniente no poder balancear el tráfico y la posibilidad de dejar una VLAN sin conexión.
- Para evitar esto surge el MST (Multiple Spanning Tree). Permite crear un número reducido de instancias de STP y luego mapear en las diferentes VLANs en cada instancia.

Multiple Spanning Tree Protocol, MSTP



Spanning Tree Protocol

IOS Cisco

Comandos básicos de configuración y monitoreo de STP:

```
switch# show spanning-tree
```

```
switch(config)# spanning-tree vlan y priority x
```

```
switch(config)# spanning-tree vlan y root priority
```

```
switch(config)# spanning-tree vlan y secondary priority
```

```
switch(config-if)# #spanning-tree port-priority x
```

```
switch(config-if)# #spanning-tree portfast
```

```
switch(config-if)# #spanning-tree bpduguard enable
```

```
switch(config-if)# #spanning-tree bpdufilter enable
```