



Redundancia LAN



RAUL BAREÑO GUTIERREZ

Cisco | Networking Academy®
Mind Wide Open™



Objetivos

- Describir los problemas en la implementación de una red redundante.
- Describir el funcionamiento de IEEE 802.1D (STP).
- Describir las diferentes variedades de árbol de expansión (STP).
- Describir el funcionamiento de PVST+ en un entorno LAN conmutada y de rápido PSVT+.
- Configurar PSVT+ en un entorno LAN conmutada y de rápido PSVT+.
- Identificar problemas comunes de configuración de STP.
- Describir la finalidad y el funcionamiento de los protocolos redundantes de primer salto y sus variedades
- Usar comandos para verificar HSRP y las implementaciones GLBP.

Redundancia en las Capas OSI 1 y 2

Son varias rutas de acceso cableadas entre los switches:

Proporcionan redundancia física en una red conmutada.

Mejoran la fiabilidad y disponibilidad de la red.

Permite a los usuarios acceder a los recursos de red, a pesar de la interrupción de una ruta.

Considerations When Implementing Redundancy:

- **MAC database instability** - Instability in the content of the MAC address table results from copies of the same frame being received on different ports of the switch. Data forwarding can be impaired when the switch consumes the resources that are coping with instability in the MAC address table.
- **Broadcast storms** - Without some loop-avoidance process, each switch may flood broadcasts endlessly. This situation is commonly called a broadcast storm.
- **Multiple frame transmission** - Multiple copies of unicast frames may be delivered to destination stations. Many protocols expect to receive only a single copy of each transmission. Multiple copies of the same frame can cause unrecoverable errors.

Problemas con la redundancia en la capa 1

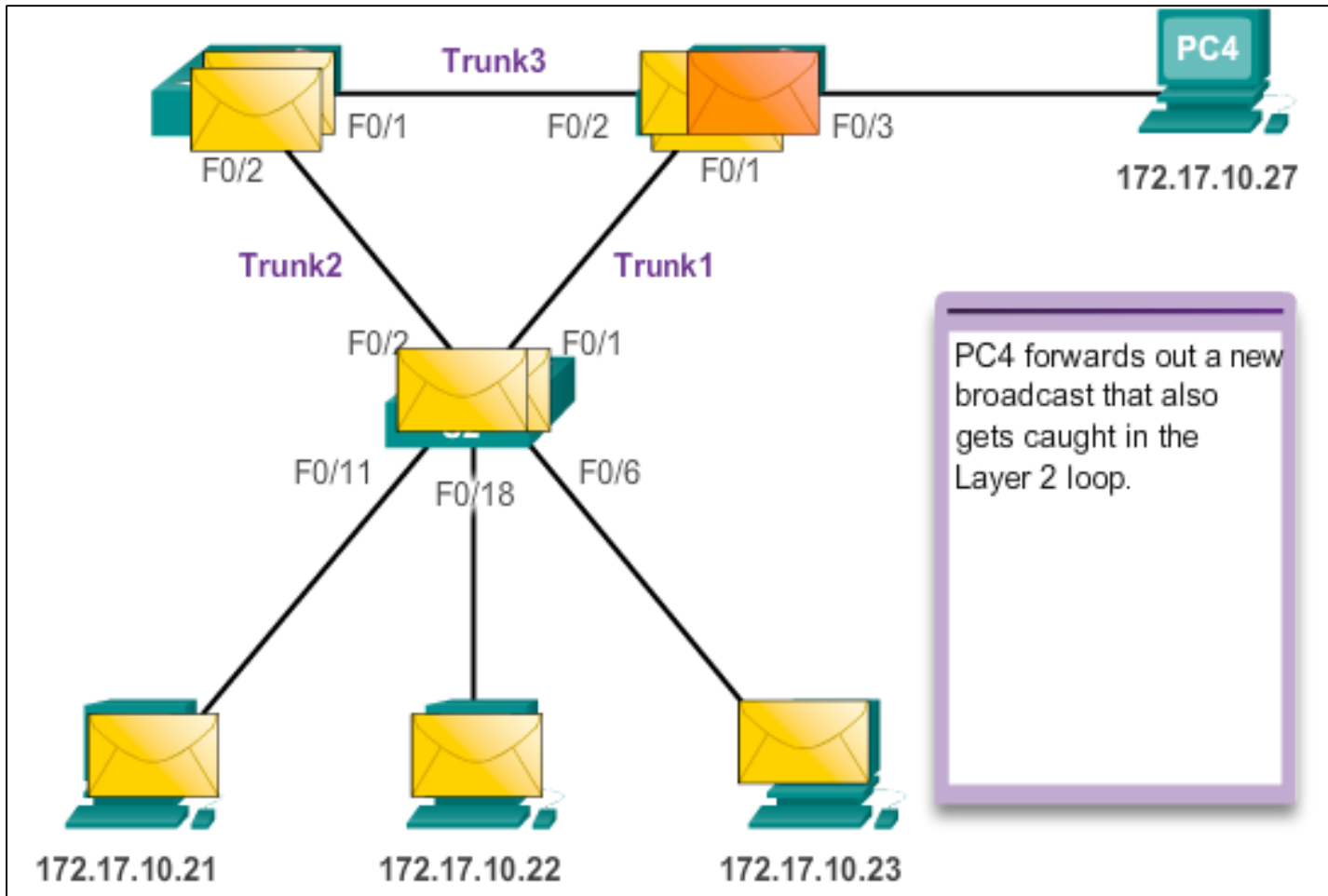
Inestabilidad en la Database MAC

- Las Tramas Ethernet no tienen (TTL).
- Las tramas se siguen propagando entre los switches sin fin, o hasta que se interrumpe un enlace y rompa el bucle.
- Resultados en la inestabilidad de la base de datos MAC .
- Puede ocurrir debido a la difusión de reenvío de tramas.
- Si hay más de un camino para la trama que se transmitirá, puede dar como resultado un bucle sin fin.
- Cuando se produce un bucle, es posible que la tabla de MAC en un switch cambie constantemente con las actualizaciones de las tramas de difusión, lo que resulta en la inestabilidad MAC.

Problemas con la redundancia en la capa 1: la tormenta de broadcast

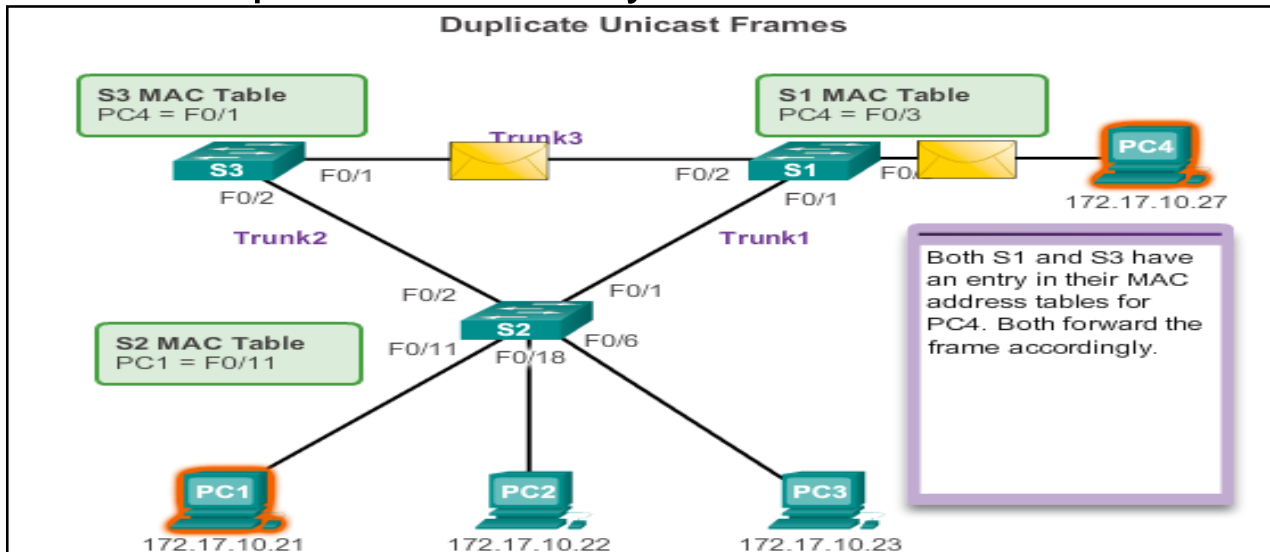
- Se produce cuando hay tantas tramas de difusión atrapadas en un bucle de Capa 2 que se consume todo el ancho de banda disponible. También se conoce como denegación de servicio
- Una tormenta de difusión es inevitable en una red en bucle.
- A medida que más dispositivos envían las transmisiones por la red, más tráfico está atrapado dentro del bucle; consumiendo así más recursos.
- Esto a la larga genera una tormenta de difusión que hace que la red falle

Problemas con la redundancia en la capa 1: tormentas de Broadcast



Problemas con la redundancia en la capa 1: duplicación de tramas Unicast

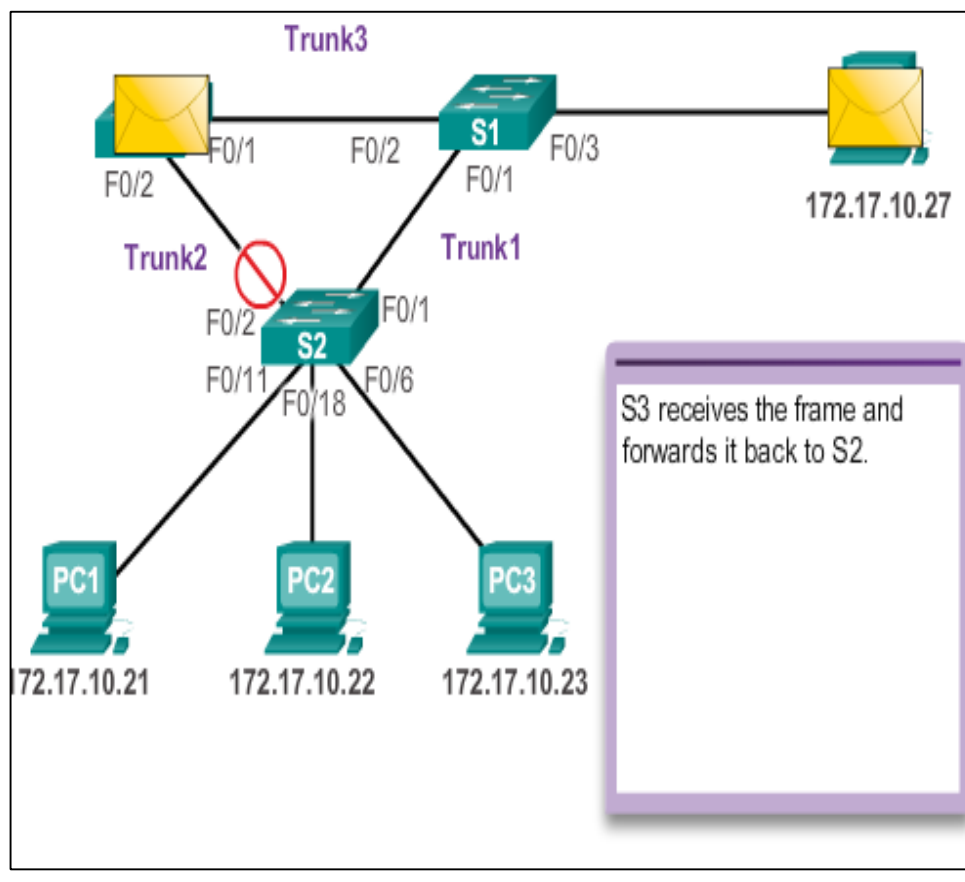
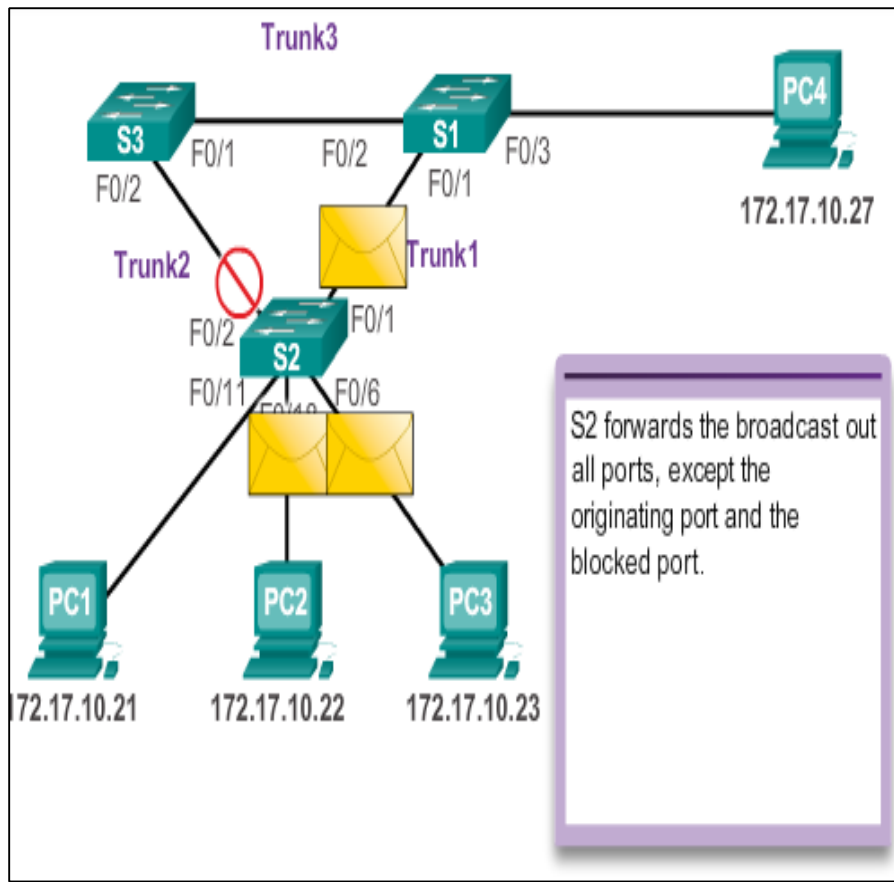
- Las Tramas de difusión enviados a una red en bucle pueden dar lugar a tramas duplicadas que llegan al dispositivo de destino.
- Los protocolos de Capa 2 LAN, tales como Ethernet, carecen de un mecanismo para reconocer y eliminar tramas de bucle sin fin.



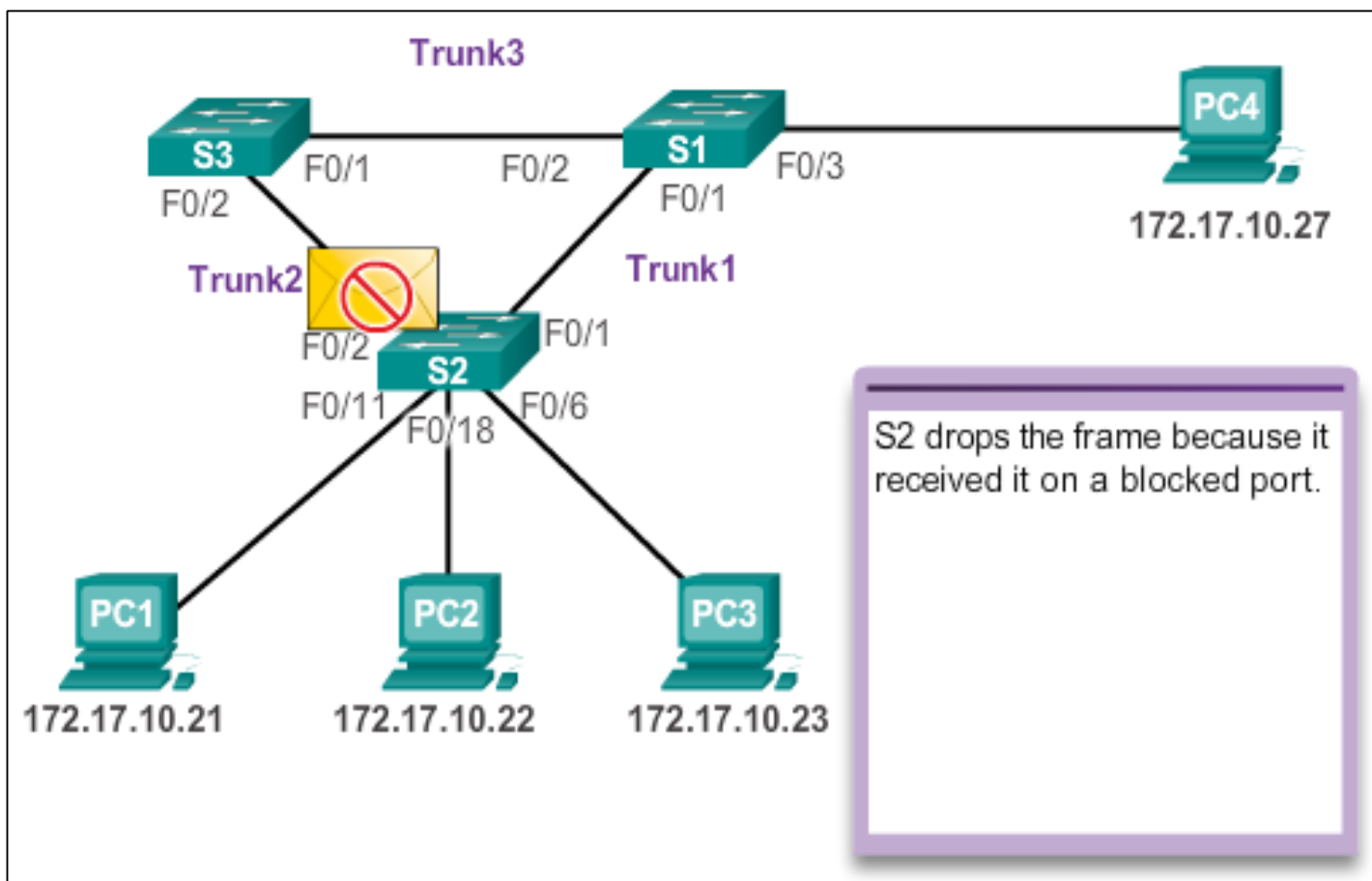
Introducción: Algoritmo Spanning Tree

- STP se asegura de que sólo hay un camino lógico entre todos los destinos en la red mediante el bloqueo intencionalmente de rutas redundantes que podrían causar un bucle.
- Un puerto se considera bloqueado cuando los datos de usuario se impiden que entren o salgan de ese puerto. no incluye tramas de **unidad de datos de protocolo de puente (BPDU)** que utiliza STP para evitar bucles.
- Los caminos físicos que proporcionan redundancia continúan, pero estos caminos se desactivan para evitar bucles.
- Si la ruta principal falla por red o falla de switch, STP vuelve a calcular las trayectorias y desbloquea los puertos necesarios para permitir que la ruta de acceso redundante se active.

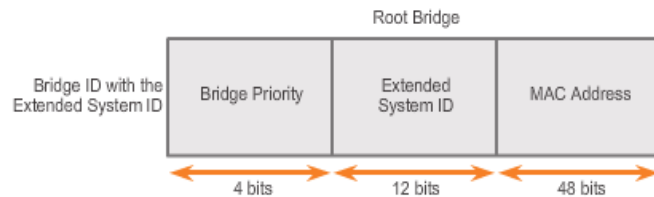
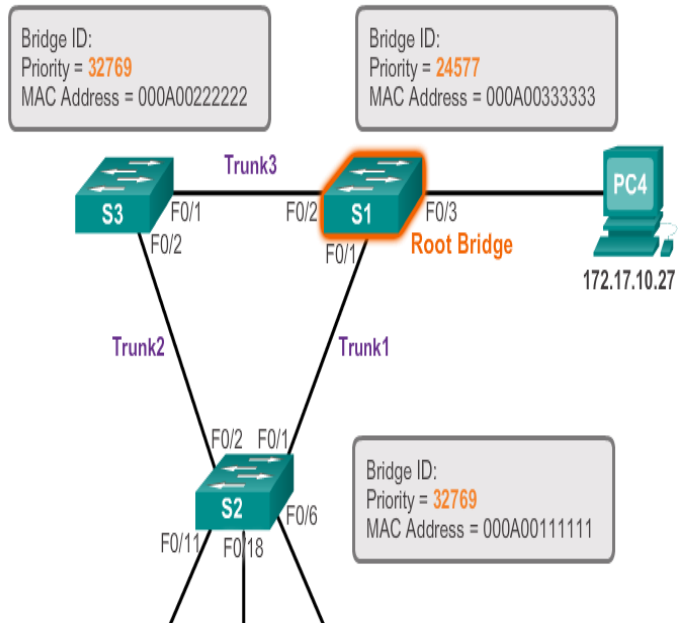
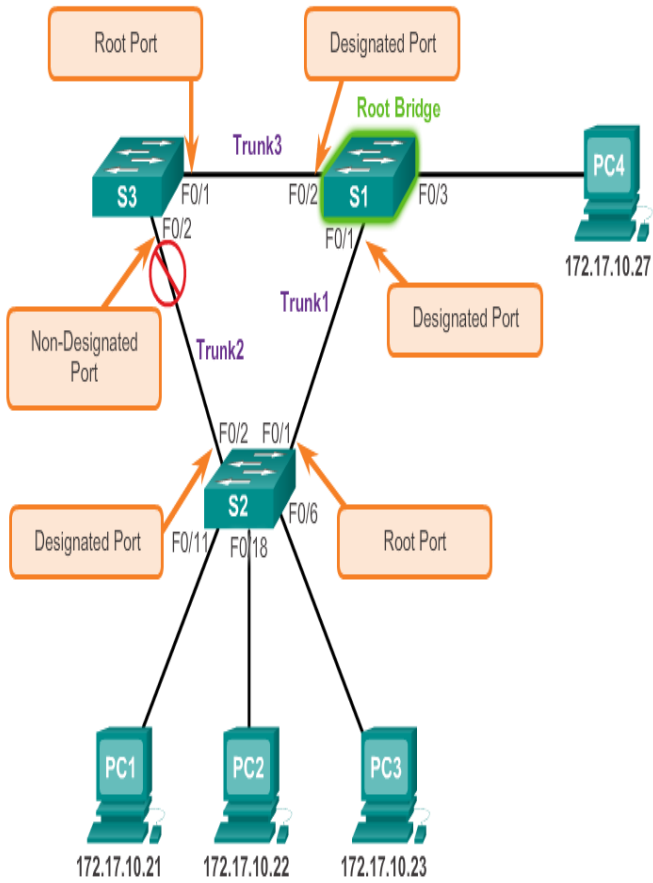
Introducción: Algoritmo Spanning Tree



Introducción: Algoritmo Spanning Tree

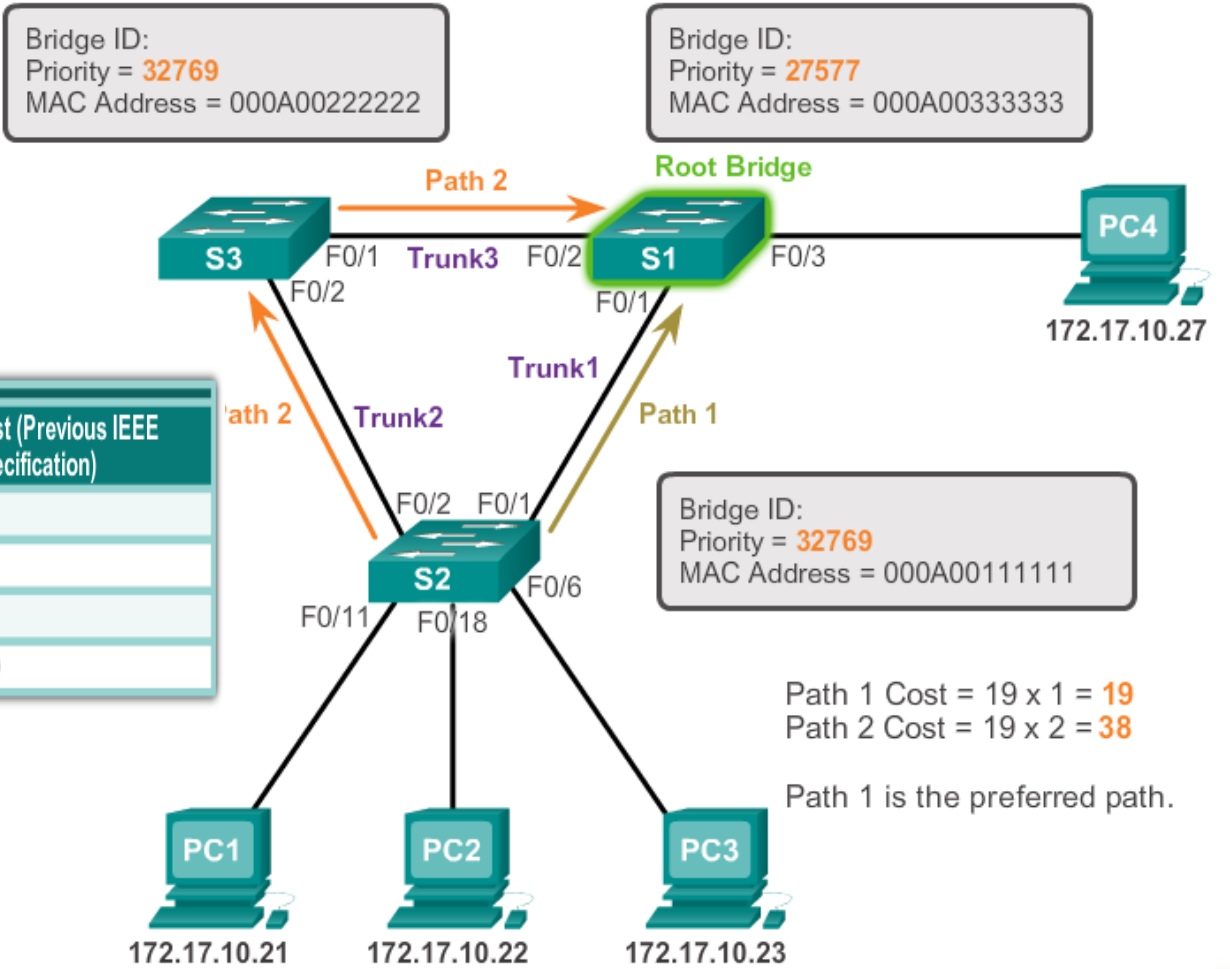


Algoritmo Spanning Tree: roles de los puertos



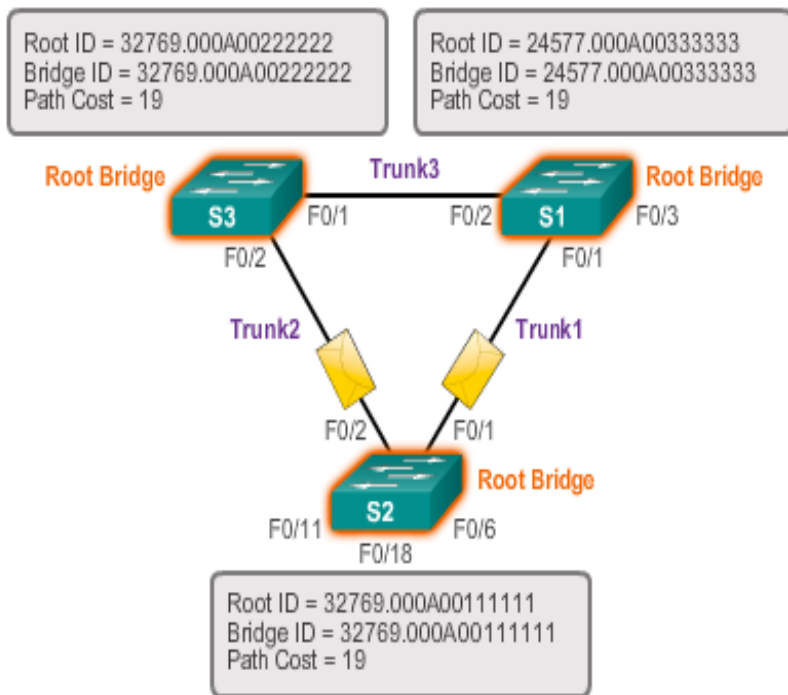
Algoritmo Spanning Tree: costo del Camino

Link Speed	Cost (Revised IEEE Specification)	Cost (Previous IEEE Specification)
10 Gb/s	2	1
1 Gb/s	4	1
100 Mb/s	19	10
10 Mb/s	100	100

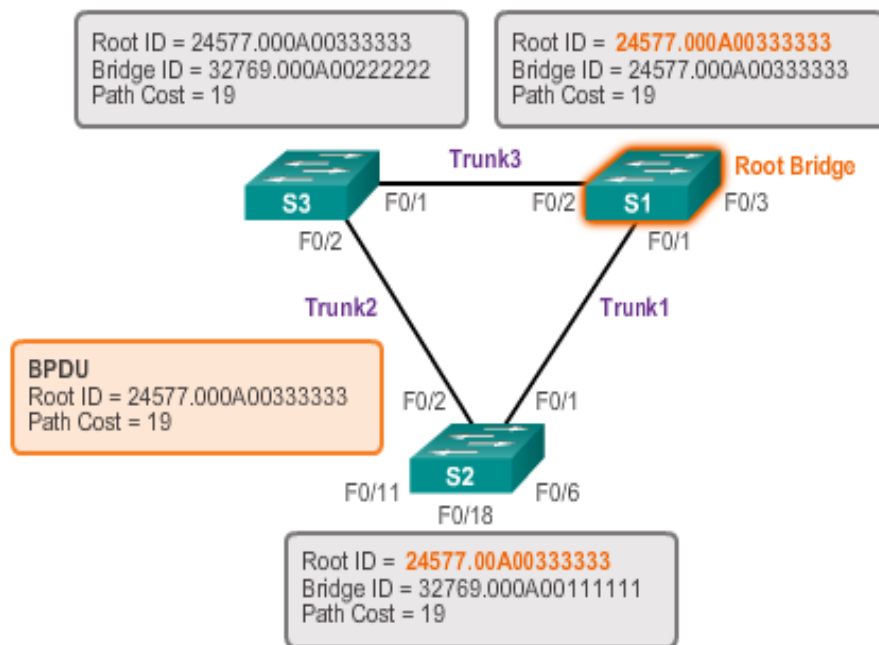


BPDU Propagación y Proceso

The BPDU Process



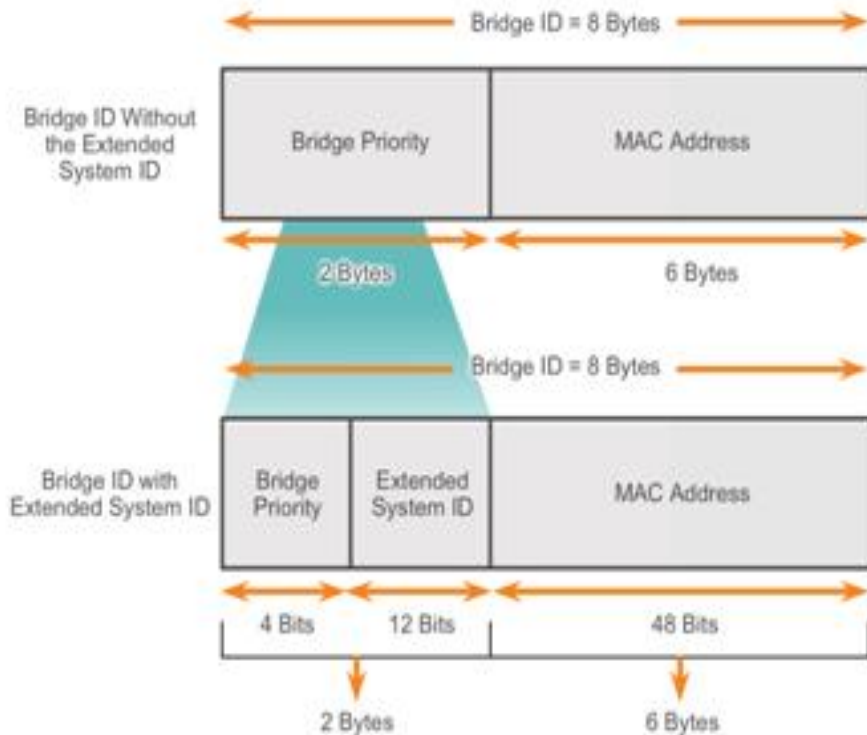
The BPDU Process



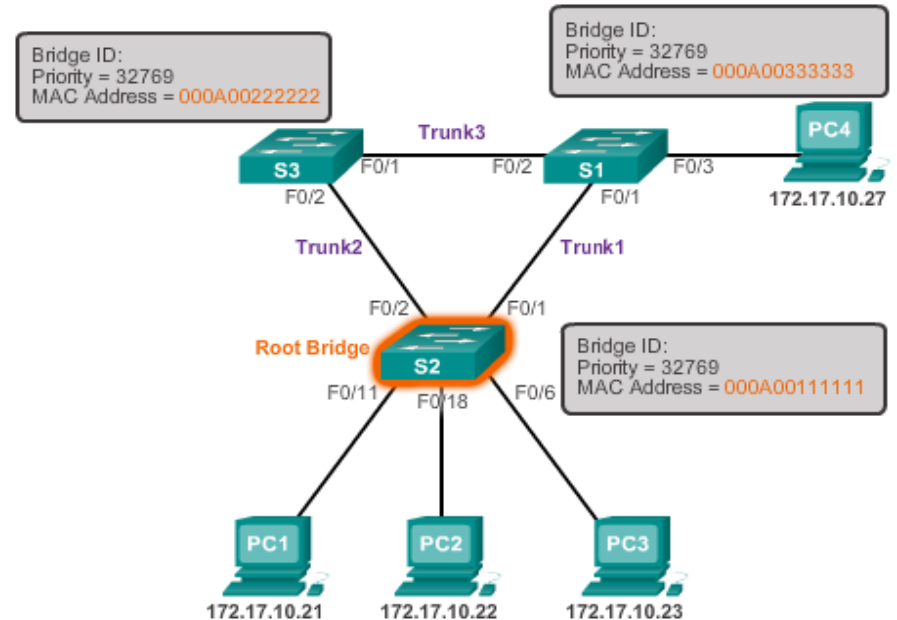
S2 forwards BPDU frames out of all switch ports. The BPDU frame contains the bridge ID and the root ID of S2 indicating that it is the root bridge.

S2 compares the received root ID with its own and identifies S1 as the lower root ID. S2 updates its root ID with the root ID of S1. S2 now considers S1 as the root bridge. S2 updates the path cost to 19 since the BPDU was received on a Fast Ethernet port.

System ID Extendido



MAC Address-based decision



STP se ha mejorado e incluye soporte para VLAN, y requiere el ID de VLAN que se incluye en la trama BPDU a través del ID del sistema extendido.

La prioridad de los switch es 32.769. por defecto 32768 y la asignación de VLAN 1 asociado con cada switch (32768 + 1).



Lista de los Protocolos Spanning Tree

- STP o IEEE 802.1D -1998
- PSVT +
- IEEE 802.1D-2004
- Protocolo Rapid Spanning Tree (RSTP) o IEEE 802.1w
- PSVT Rápido +
- Protocolo de árbol de expansión múltiple (MSTP) o IEEE 802.1s

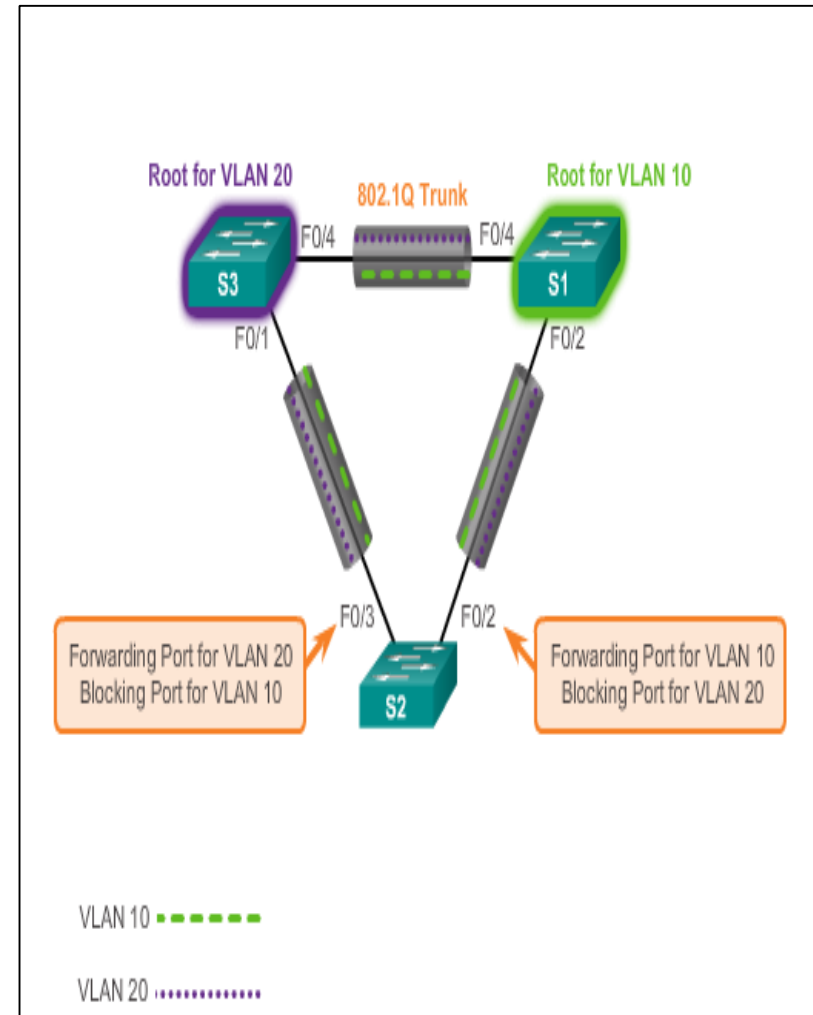
Características de los Protocolos STP

Protocol	Standard	Resources Needed	Convergence	Tree Calculation
STP	802.1D	Low	Slow	All VLANs
PVST+	Cisco	High	Slow	Per VLAN
RSTP	802.1w	Medium	Fast	All VLANs
Rapid PVST+	Cisco	Very high	Fast	Per VLAN
MSTP	802.1s Cisco	Medium or high	Fast	Per Instance

Visión general de PVST+

Características:

- Una red puede ejecutar una instancia IEEE 802.1D STP independiente para cada VLAN.
- Puede hacer Balanceo de carga.
- Una instancia de STP para cada VLAN puede significar una pérdida considerable de ciclos de CPU para todos los switches. Además del consumo del ancho de banda que se utiliza para cada instancia para enviar su propia BPDU.



Estados de los puertos y Operación de PVST+

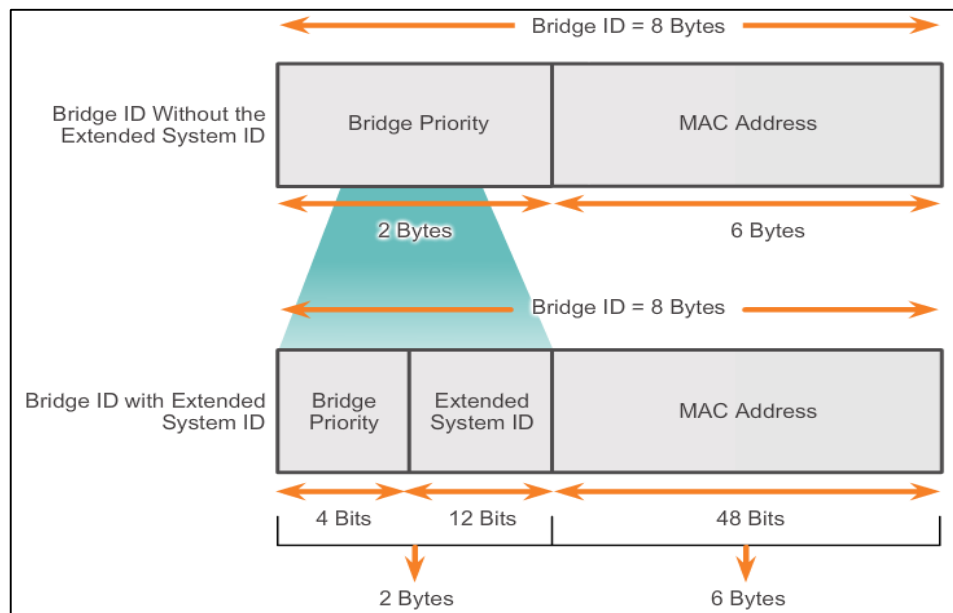
STP introduce 5 estados de puerto

Port States

Processes	Blocking	Listening	Learning	Forwarding	Disabled
Processes received BPDUs	YES	YES	YES	YES	NO
Forward data frames received on interface	NO	NO	NO	YES	NO
Forward data frames switched from another interface	NO	NO	NO	YES	NO
Learn MAC addresses	NO	NO	YES	YES	NO

Extended System ID y Operación PSVT +

- En la revisión de PSVT+, el switch toma el ID extendido asegurando que cada switch tiene una oferta única para cada VLAN.
- La VLAN 2 por defecto sería 32770; prioridad 32.768, más el ID de sistema extendido de 2.

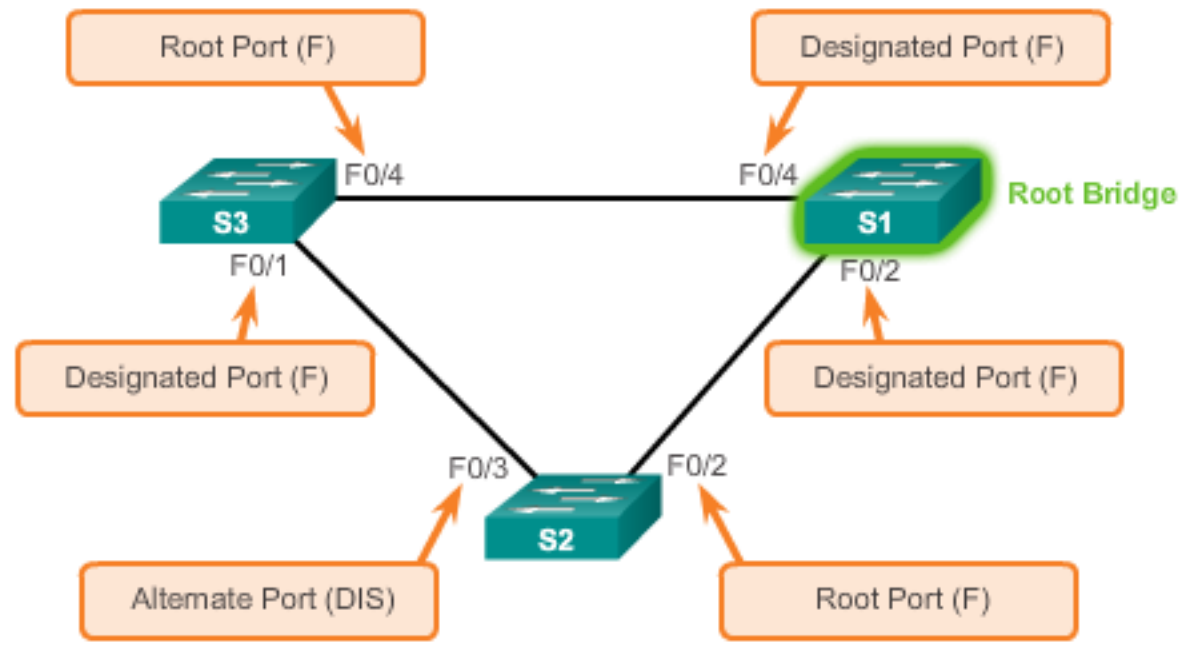


Acerca de Rapid PVST+

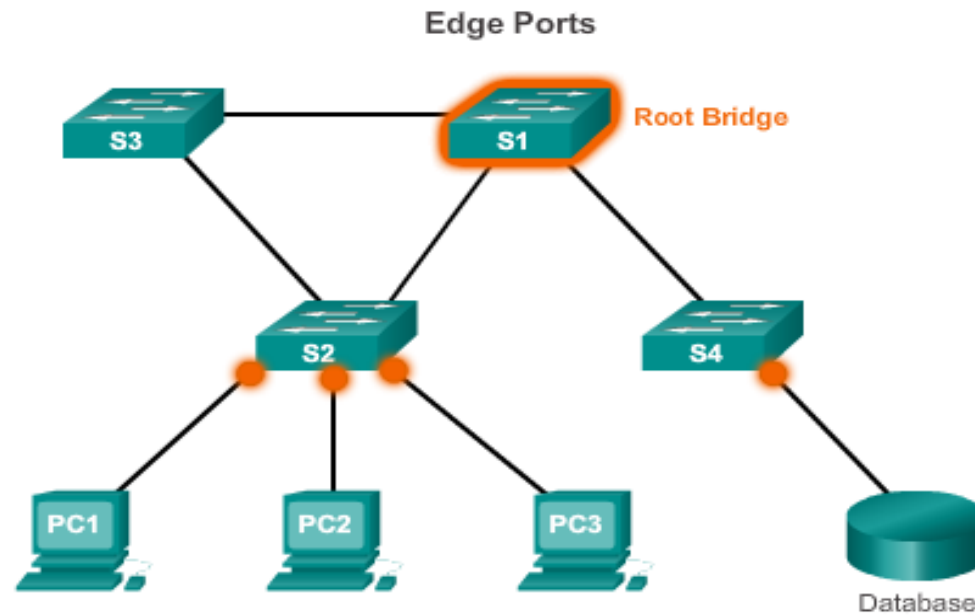
- RSTP es preferido para la prevención de bucles Capa 2
- RSTP admite un nuevo tipo de puerto: puerto alternativo en estado descartar.
- Rápido PVST+, hay una instancia independiente de RSTP para cada VLAN.
- No hay puertos de bloqueo. RSTP define estados de puerto como **de descarte, aprende o envío**.
- RSTP (802.1w) reemplaza a STP (802.1D), compatibles
- RSTP mantiene el mismo formato de BPDU como IEEE 802.1D, excepto que el campo de versión se establece en 2 para indicar RSTP, y el campo de banderas utiliza todos los 8 bits.

Acerca de Rapid PVST+

What is RSTP?



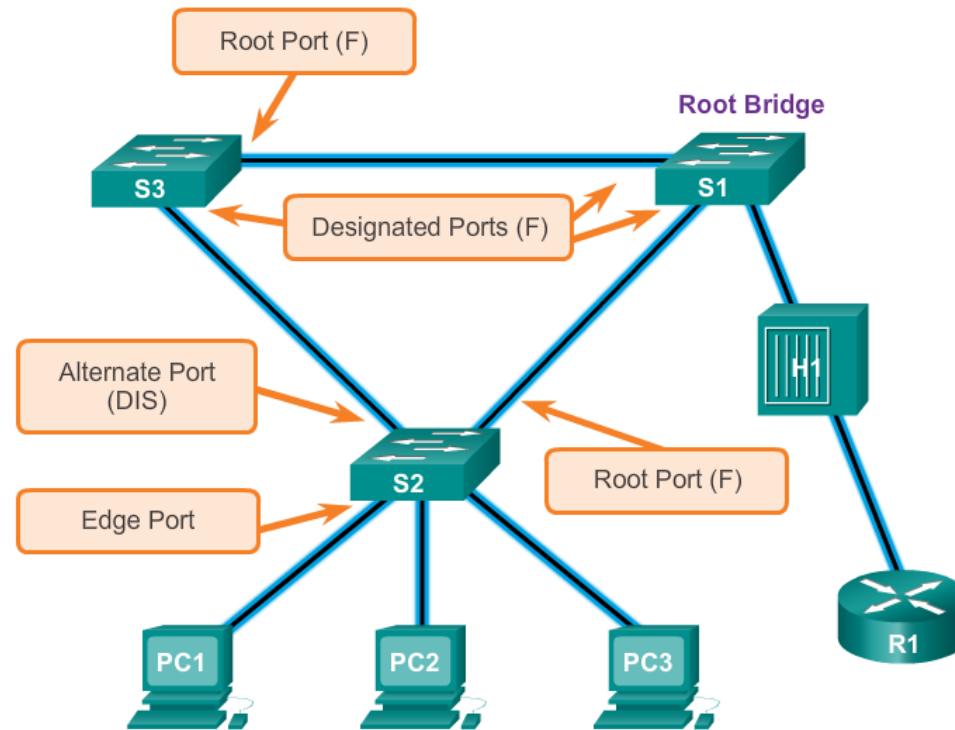
Puertos de borde



Edge Ports

- Will never have a switch connected to it
- Immediately transitions to forwarding
- Functions similarly to a port configured with Cisco PortFast
- On a Cisco switch configured using the spanning-tree portfast

Tipos de enlaces



El tipo de enlace puede determinar si el puerto puede pasar de inmediato al estado de envío. Las Conexiones de los puertos de borde y las conexiones punto a punto son candidatos para una rápida transición a estado de envío.

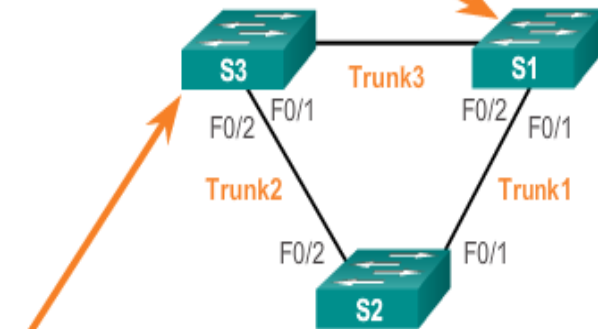
Configuración predeterminada de los sw Catalyst 2960

Feature	Default Setting
Enable state	Enabled on VLAN 1
Spanning-tree mode	PVST+ (Rapid PVST+ and MSTP are disabled.)
Switch priority	32768
Spanning-tree port priority (configurable on a per-interface basis)	128
Spanning-tree port cost (configurable on a per-interface basis)	1000 Mb/s: 4 100 Mb/s: 19 10 Mb/s: 100
Spanning-tree VLAN port priority (configurable on a per-VLAN basis)	128
Spanning-tree VLAN port cost (configurable on a per-VLAN basis)	1000 Mb/s: 4 100 Mb/s: 19 10 Mb/s: 100
Spanning-tree timers	Hello time: 2 seconds Forward-delay time: 15 seconds Maximum-aging time: 20 seconds Transmit hold count: 6 BPDUs

Configuración y verificación de la ID del switch

Method 1

```
s1(config)# spanning-tree VLAN 1 root primary  
s1(config)# end
```



Method 2

```
s3(config)# spanning-tree VLAN 1 priority 24576  
s3(config)# end
```

Method 1

```
s2(config)# spanning-tree VLAN 1 root secondary  
s2(config)# end
```

S3# show spanning-tree

VLAN0001

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 24577

Address 00A.0033.3333

This bridge is the root

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID Priority 24577 (priority 24576 sys-id-ext 1)

Address 000A.0033.3333

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Aging Time 300

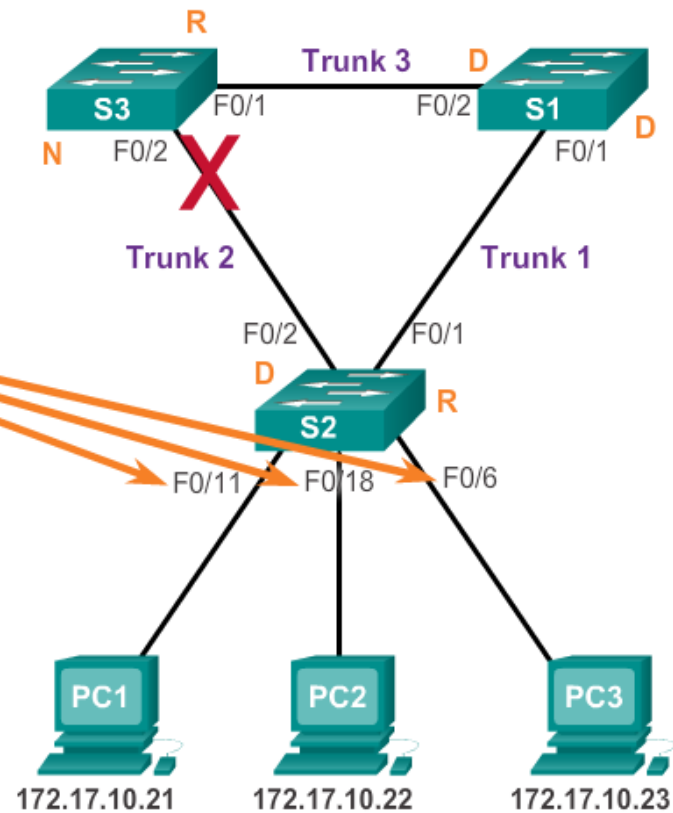
Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	4	128.1	p2p
Fa0/2	Desg	FWD	4	128.2	p2p

S3#

Puertos PortFast y guardian de BPDU

- Cuando un puerto de switch es PortFast las transiciones del puerto de bloqueo al estado de envío se hace inmediatamente.
- El guardián de BPDU pone el puerto en un estado de error deshabilitado cuando recibo de una BPDU

PortFast and BPDU Guard

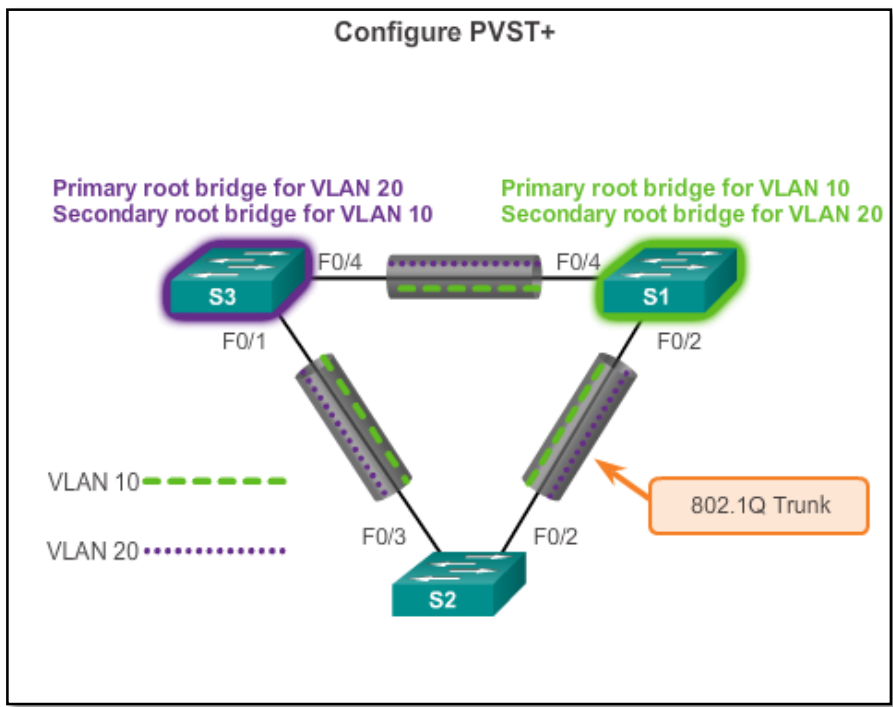


```

S2(config)# interface FastEthernet 0/11
S2(config-if)# spanning-tree portfast
%Warning: portfast should only be enabled on ports connected to
a single host. Connecting hubs, concentrators, switches,
bridges, etc... to this interface when portfast is enabled,
can cause temporary bridging loops.
Use with CAUTION

%Portfast has been configured on FastEthernet0/11 but will only
have effect when the interface is in a non-trunking mode.
S2(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
S2(config-if)# end
    
```

PVST+ balanceo de carga



Configure PVST+

```
S3(config)# spanning-tree vlan 20 root primary
```

This command forces S3 to be the primary root for VLAN 20.

```
S3(config)# spanning-tree vlan 10 root secondary
```

This command forces S3 to be the secondary root for VLAN 10.

```
S1(config)# spanning-tree vlan 10 root primary
```

This command forces S1 to be the primary root for VLAN 10.

```
S1(config)# spanning-tree vlan 20 root secondary
```

This command forces S1 to be the secondary root for VLAN 20.

PVST+ balanceo de carga

- Otro método para especificar el switch raíz es establecer la prioridad de STP en cada switch con el valor más bajo de modo que se selecciona el switch como el switch principal de su VLAN asociada.

Configure PVST+

```
S3(config)# spanning-tree vlan 20 priority 4096
```

This command sets the priority for S3 to be the lowest possible, making it most likely that S3 will be the primary root for VLAN 20.

```
S1(config)# spanning-tree vlan 10 priority 4096
```

This command sets the priority for S1 to be the lowest possible, making it most likely that S1 will be the primary root for VLAN 10.

PVST+ balanceo de carga

- Visualizar y verificar los detalles de configuración del árbol STP.

Configure PVST+

S3# show spanning-tree active

<output omitted>

VLAN0010

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 4106
Address 0019.aa9e.b000

This bridge is the root

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Bridge ID Priority 4106 (priority 4096 sys-id-ext 10)
Address 0019.aa9e.b000

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 300

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/2	Desg	FWD	19	128.2	p2p
Fa0/4	Desg	FWD	19	128.4	p2p

<output omitted>

S1# show running-config

Building configuration...

Current configuration : 1595 bytes

!
version 12.2

<output omitted>

!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
spanning-tree vlan 1 priority 24576
spanning-tree vlan 10 priority 4096
spanning-tree vlan 20 priority 28672

!
<output omitted>

Configuración del modo Spanning Tree

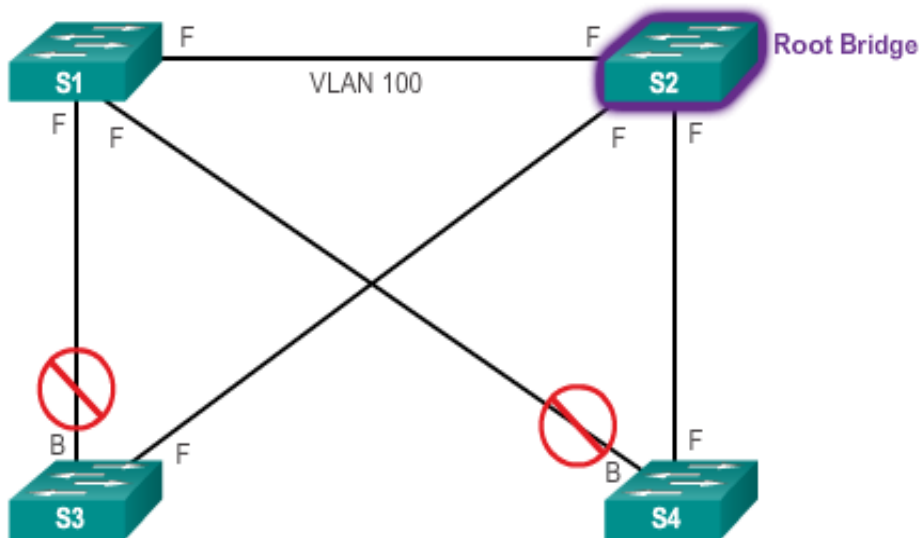
Rápido PVST+ es la implementación de Cisco de RSTP. Es compatible con RSTP en la función de cada VLAN.

```
S1# configure terminal
S1(config)# spanning-tree mode rapid-pvst
S1(config)# interface f0/2
S1(config-if)# spanning-tree link-type point-to-point
S1(config-if)# end
S1# clear spanning-tree detected-protocols
```

Cisco IOS Command Syntax	
Enter global configuration mode.	<code>configure terminal</code>
Configure Rapid PVST+ spanning-tree mode.	<code>spanning-tree mode rapid-pvst</code>
Enter interface configuration mode and specify an interface to configure. Valid interfaces include physical ports, VLANs, and port channels.	<code>interface interface-id</code>
Specify that the link type for this port is point-to-point.	<code>spanning-tree link-type point-to-point</code>
Return to privileged EXEC mode.	<code>end</code>
Clear all detected STP.	<code>clear spanning-tree detected-protocols</code>

Topología prevista contra topología real

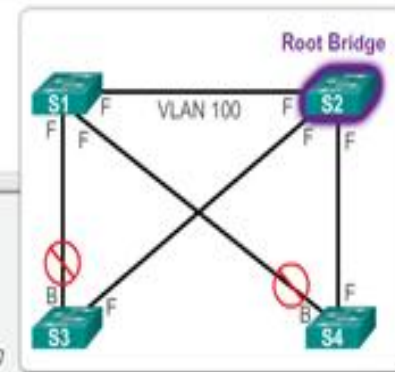
Verify Actual Topology Matches Expected Topology



```
S1# show spanning-tree vlan 100
```

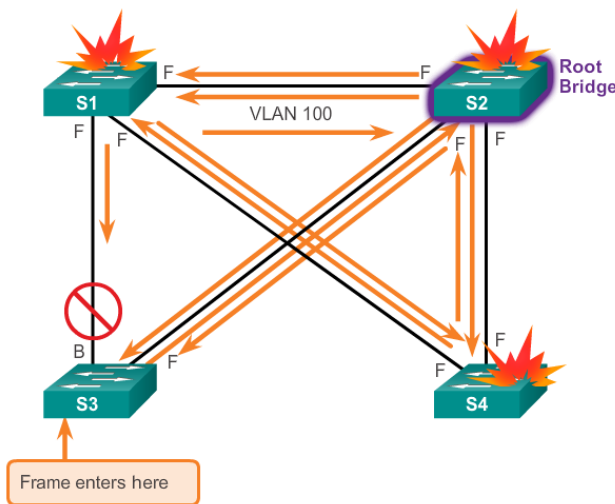
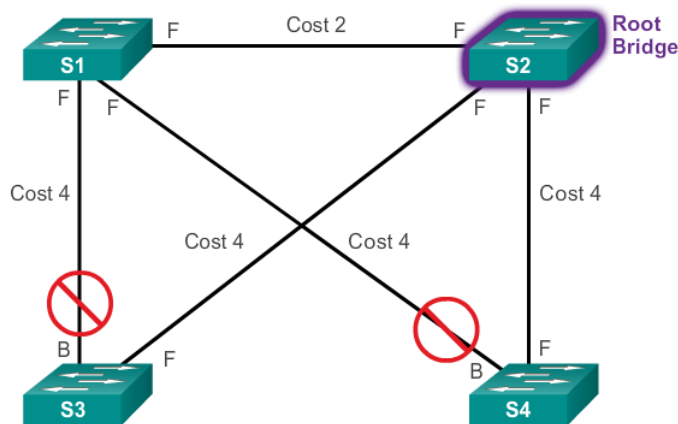
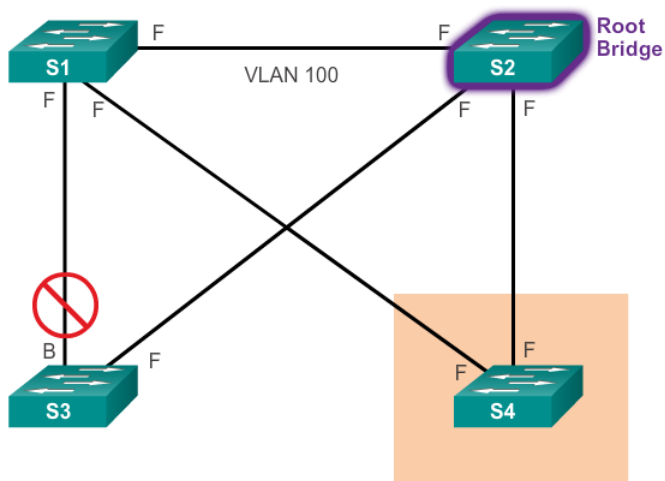
```
VLAN0100
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    28772
           Address    0000.0c9f.3127
           Cost        2
           Port        88 (TenGigabit9/1)
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Bridge ID  Priority    28772 (priority 28672 sys-id-ext 100)
           Address    0000.0cab.3724
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 300
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Gi3/1	Desg	FWD	4	128.72	P2p
Gi3/2	Desg	FWD	4	128.80	P2p
Te9/1	Root	FWD	2	128.88	P2p



Spanning-Tree consecuencias de las fallas

- STP se mueve por error en uno o más puertos en el estado de envío.
- Cualquier trama que se inunda por un el switch entra en el bucle.





Reparando el problema de Spanning Tree

- Una forma de corregir la falla de spanning-tree es eliminar manualmente los enlaces redundantes en la red ya sea físicamente o por medio de la configuración, hasta que todos los bucles se eliminan de la topología.
- Antes de restaurar los enlaces redundantes, determinar y corregir la causa de la falla spanning-tree.
- Controle cuidadosamente la red para asegurarse de que el problema se solucione.



Protocolo redundante de primer salto (First-Hop Redundancy Protocol FHRP)

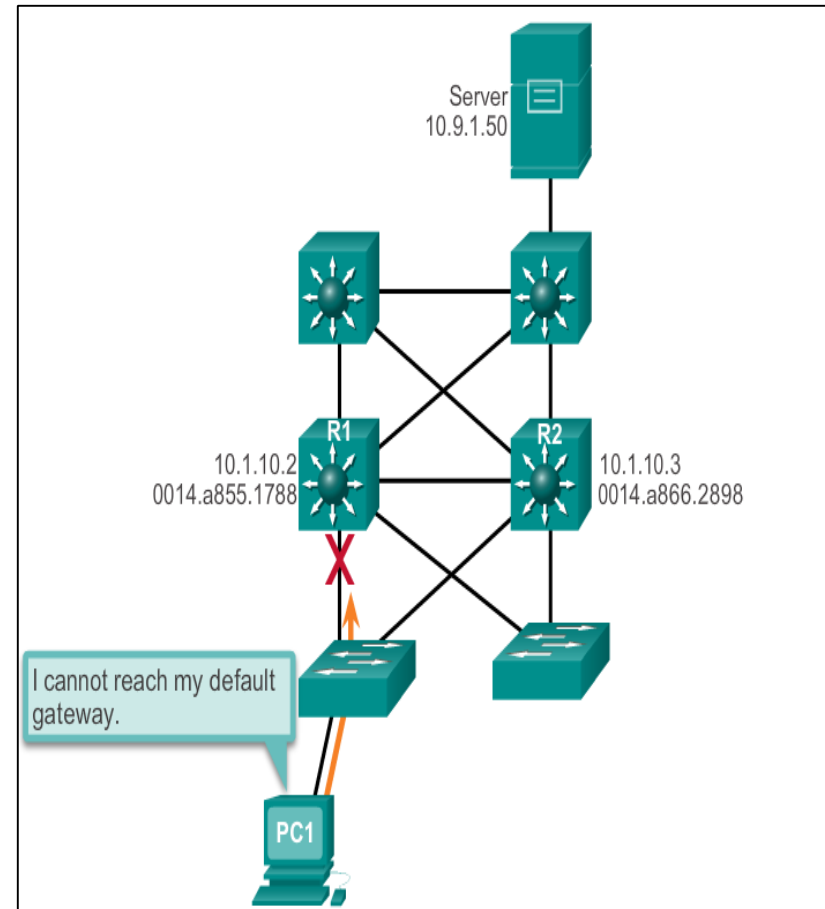


Cisco | Networking Academy®
Mind Wide Open™



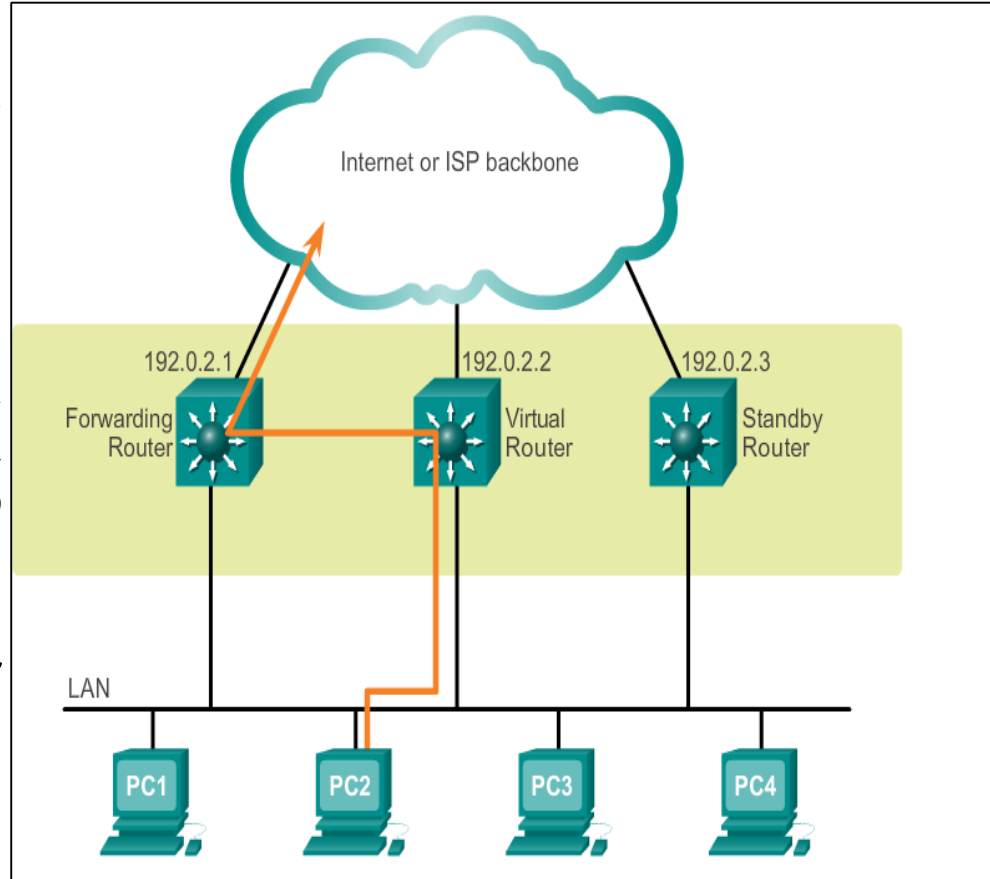
Limitaciones del Default Gateway

- Si la puerta de enlace predeterminada no puede ser alcanzada, el dispositivo local no es capaz de enviar paquetes fuera del segmento de red local.
- Incluso si existe un router redundante que podría servir como una puerta de enlace predeterminada para ese segmento, no existe un método dinámico mediante el cual estos dispositivos pueden determinar la dirección de una nueva puerta de enlace predeterminada.

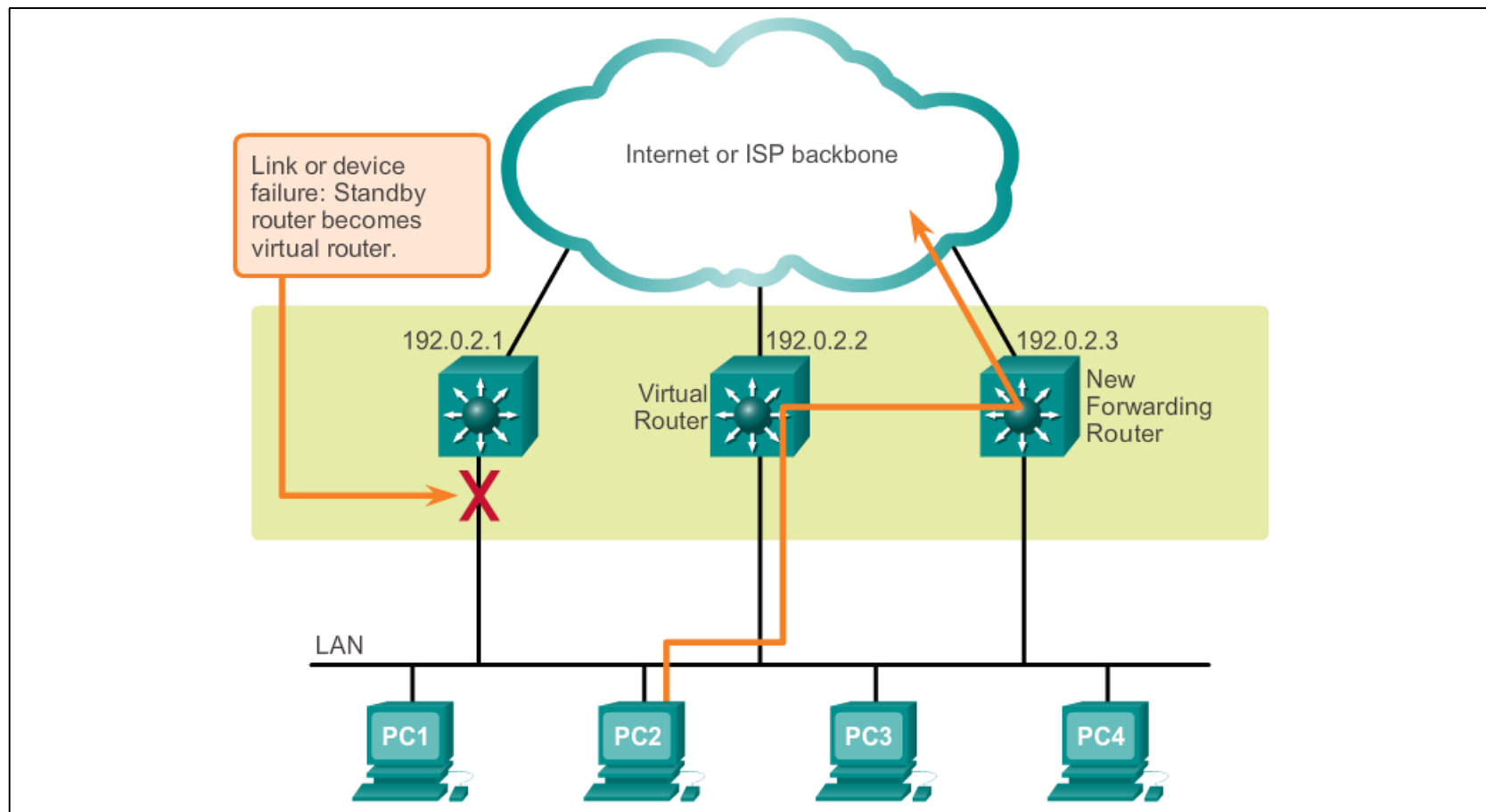


Router Redundante

- Múltiples routers están configurados para trabajar juntos para presentar la ilusión de un único router para las LAN.
- La capacidad de una red para recuperarse dinámicamente a partir de la falla de un dispositivo que actúa como una puerta de enlace predeterminada se conoce como redundancia de primer salto. (FHRP)



Pasos cuando la conmutación en un router falla





Protocolos redundantes en el primer salto

- Protocolo de enrutamiento de respaldo de primer salto (Hot Standby Router **(HSRP)**)
- HSRP para IPv6
- Protocolo de enrutamiento redundante virtual versión 2 **(VRRPv2)**
- VRRPv3
- Protocolo de gateway para balanceo de carga **(GLBP)**
- GLBP para IPv6
- Protocolo de descubrimiento de enrutamiento (IRDP)



Protocolos redundantes en el primer salto

- Hay 3 protocolos:
- **HSRP**: Hot Standby Router Protocol. **De Cisco**.
- Aplica un esquema de redundancia Activo/Standby.
- No soporta balanceo de carga.

- **VRRP**: Virtual Router Redundancy Protocol. definido por **la IETF**.
- Aplica un esquema de redundancia Activo/Standby.
- No soporta balanceo de carga.

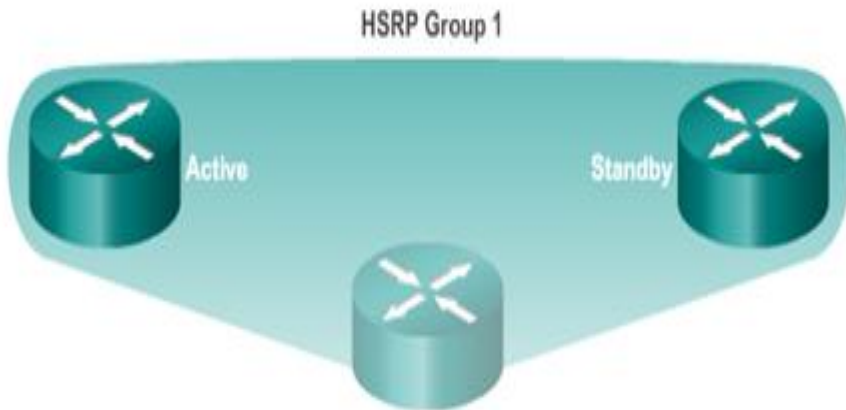
- **GLBP**: Gateway Load Balancing Protocol. **De Cisco**.
- Aplica un esquema de redundancia Activo/Activo. balanceo de carga.

Características comunes de FHRP

- Todas los host tienen una única configuración de default gateway que no se modifica.
- Los routers de borde comparten una dirección IP virtual.
- Los host utilizan la IP virtual como default-gateway.
- Los routers intercambian mensajes del protocolo FHRP para coordinar cuál es el router operativo en cada momento.
- Cuando el router operativo falla, el protocolo FHRP define cuál es el dispositivo que lo reemplaza en la tarea.

Protocolo redundante de primer salto(HSRP)

First-Hop Router Redundancy Options



- HSRP defines a group of routers - one active and one standby.
- Virtual IP and MAC are shared between the two routers.
- To verify HSRP state, use the **show standby** command.
- HSRP is Cisco proprietary.
- VRRP is a standard protocol.

```
Router# show standby
Ethernet0/1 - Group 1
  State is Active
    2 state changes, last state change 00:30:59
  Virtual IP address is 10.1.0.20
    Secondary virtual IP address 10.1.0.21
  Active virtual MAC address is 0004.4d82.7981
  Local virtual MAC address is 0004.4d82.7981 (bia)
  Hello time 4 sec, hold time 12 sec
    Next hello sent in 1.412 secs
  Gratuitous ARP 14 sent, next in 7.412 secs
  Preemption enabled, min delay 50 sec, sync delay 40 sec
  Active router is local
  Standby router is 10.1.0.6, priority 75 (expires in 9.184 sec)
  Priority 95 (configured 120)
  Tracking 2 objects, 0 up
    Down Interface Ethernet0/2, pri 15
    Down Interface Ethernet0/3
  Group name is "HSRP1" (cfgd)
Follow by groups:
Et1/0.3 Grp 2 Active 10.0.0.254 0000.0c07.ac02 refresh 30 secs
(next 19.666)
Et1/0.4 Grp 2 Active 10.0.0.254 0000.0c07.ac02 refresh 30 secs
(next 19.491)
  Group name is "HSRP1", advertisement interval is 34 sec
```

Verificación GLBP

- El protocolo de balanceo de carga de Puerta de enlace (GLBP) es una solución Cisco para permitir la selección automática y el uso simultáneo de varias puertas de enlace disponibles, además de la conmutación automática entre los gateways.

```
Router# show glbp
FastEthernet0/1 - Group 1
  State is Active
    1 state change, last state change 00:02:34
  Virtual IP address is 192.168.2.100
  Hello time 3 sec, hold time 10 sec
    Next hello sent in 0.288 secs
  Redirect time 600 sec, forwarder timeout 14400 sec
  Preemption disabled
  Active is local
  Standby is 192.168.2.2, priority 100 (expires in 8.640 sec)
  Priority 100 (default)
  Weighting 100 (default 100), thresholds: lower 1, upper 100
  Load balancing: round-robin
  Group members:
    001e.7aa3.5e71 (192.168.2.1) local
    001e.7aa3.5f31 (192.168.2.2)
  There are 2 forwarders (1 active)
  Forwarder 1
    State is Active
      1 state change, last state change 00:02:23
      MAC address is 0007.b400.0101 (default)
      Owner ID is 001e.7aa3.5e71
      Redirection enabled
    Preemption enabled, min delay 30 sec
    Active is local, weighting 100
```

Resumen

- IEEE 802.1D se implementa en los switch sobre una base por-VLAN en forma de PSVT +. Esta es la configuración por defecto en switch Cisco.
- RSTP, se puede implementar en los switch en una base por VLAN en forma de rápido PSVT+.
- Con PSVT+ y Rapid PSVT+, los switch raíz se pueden configurar de forma proactiva para permitir el balanceo de carga de STP.
- Los protocolos redundantes de primer salto, como HSRP, VRRP y GLBP proporcionan alternativamente los Gateway por defecto para los host en un entorno conmutado