

## Práctica 3. Protocolos spanning tree

Esta práctica se realizará íntegramente en el laboratorio.

### Objetivos de aprendizaje

- Entender la necesidad del protocolo spanning tree.
- Ser capaz de controlar dónde está la raíz de un spanning tree.
- Entender las diferencias entre STP, RSTP, MSTP.

### Introducción

Los enlaces redundantes entre switches son importantes debido a que permiten prevenir fallos en la red en el caso de que alguno de los enlaces deje de funcionar. Desde este punto de vista, los enlaces redundantes pueden ser una buena idea, pero también son una fuente de problemas. Esto es porque se puede producir lo que se denominan tormentas de broadcast. Si no se implementa un mecanismo de prevención de bucles, cuando se produce una inundación (se envía una trama a todos los puertos excepto aquel por el que entró), debido a un broadcast, la trama pasa de un switch a otro a través del enlace redundante y el switch receptor, al tratarse de un broadcast, reproduce la trama inundando nuevamente, con lo que la trama vuelve al primer switch, donde se produce una nueva inundación, y así sucesivamente (vea la figura 1). Esto puede afectar seriamente al rendimiento de la red hasta volverla inoperante.

El protocolo spanning tree (STP) es un protocolo que asegura que no se produzcan bucles en una LAN con switches. Tiene las siguientes características:

- Bloquea enlaces con el fin de prevenir bucles en una red Ethernet. Los enlaces bloqueados se pueden activar en el caso de que fallen los enlaces activos.
- El árbol de expansión se recalcula automáticamente cuando se produce un cambio en la topología, pero a costa de una parada momentánea de los reenvíos cuya duración depende de la variante del protocolo utilizada.

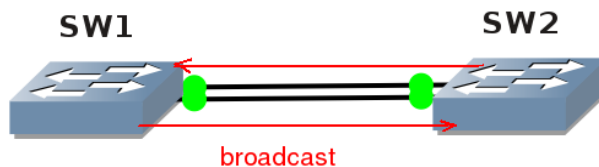


Figura 1: Ilustración de tormenta de broadcast

Existen algunas variantes del protocolo STP (Spanning Tree Protocol) original, que tratan de reducir los tiempos necesarios para recalcular el árbol de expansión o generador. En esta práctica estudiaremos el RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) y el MSTP (Múltiple Spanning Tree Protocol) a parte del STP original. El protocolo RSTP es una evolución para reducir el tiempo de parada de la red cuando hay que recalcular el árbol de expansión. Por otra parte, MSTP es una evolución de este último, que permite mantener un árbol de expansión distinto para distintas asociaciones de VLANs, lo que permite, utilizar los enlaces redundantes para cada asociación de VLANs, en vez de desactivarlos completamente, aprovechando mejor el ancho de banda.

Cada uno de los switches del spanning tree quedan identificados mediante un identificador de puente (BID - *Bridge Identifier*). Este identificador está conformado por dos partes: una prioridad asignada al switch y la dirección MAC del switch, como se muestra en la figura 2.



Figura 2: Composición del BID (*Bridge Identifier*).

La prioridad del switch está compuesta por dos partes una prioridad (4 bits) configurable por el administrador de red y un identificador de sistema extendido (12 bits). El identificador de sistema extendido se utiliza, por ejemplo, para incluir el identificador de instancia en MSTP. Esto permite distinguir las distintas instancias de spanning tree. Existen otras variantes del spanning tree, como el PVST (Per VLAN spanning tree), propietario de Cisco, que utilizan el identificador de sistema extendido para incluir información asociada la VLAN. Por ello la prioridad se configura en saltos de 4096, ya que los 12 bits menos significativos se rellenan con el identificador extendido de sistema.

El BID, a parte de identificar a cada uno de los switches que forman parte del spanning tree, se utiliza para establecer el puente raíz del spanning tree. Una vez se inician los switches que forman parte de la red, intercambian una serie de BPDUs (*Bridge Protocol Data Units*) que, entre otros datos, llevan el BID de cada switch. De esta forma, cada switch compara el BID de la BPDUs entrante con su propio BID y establece como switch raíz aquel con BID menor. Después del proceso de intercambio de BPDUs el switch con menor BID se convierte en raíz. Para controlar qué switch ejerce de puente raíz el administrador de red deberá modificar las prioridades que por defecto están establecidas a 32768 (Un valor menor es más prioritario).

Hay que tener en cuenta que el switch raíz soportará una cantidad elevada de tráfico. En la figura 3, el switch raíz deberá reenviar todo el tráfico que va desde la rama izquierda del árbol de expansión hacia la rama derecha y viceversa. Por ello, el switch raíz deberá tener mayores prestaciones que un switch de acceso y debería elegirse un switch de *Core* para que sea la raíz del spanning tree. Con el mecanismo, descrito anteriormente, para determinar la raíz, un switch en la capa de acceso podría convertirse en switch raíz, lo cual no es conveniente desde el punto de vista del rendimiento. Por ello, el los switches del *Core* deberían ser más prioritarios para convertirse en raíz que los de distribución y acceso, y a su vez los de distribución deberían ser más prioritarios que los de acceso.

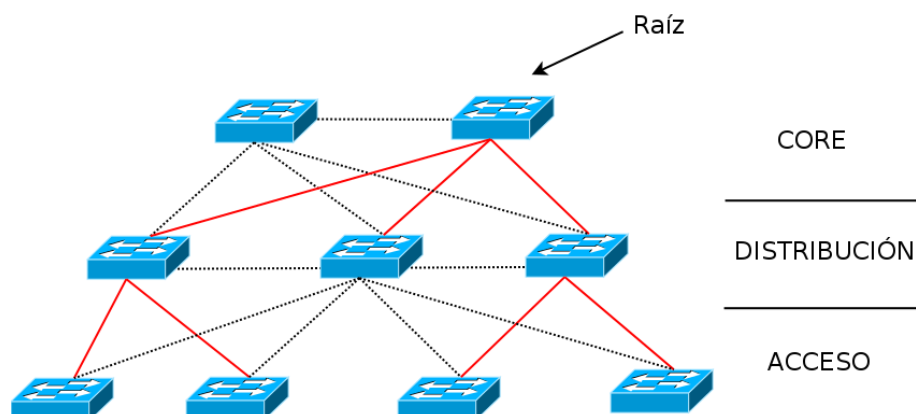


Figura 3: Localización del switch raíz en una red conmutada con switches. Los enlaces de color rojo son enlaces activos y los enlaces negros punteados están inactivos.

## Topología

La topología y cableado a utilizar en esta práctica se muestra en la figura 4. Los puertos del 1-4 serán puertos troncales y se utilizarán para conectar los 3 switches entre sí como se muestra en la figura. Los puertos de acceso se indican más adelante.

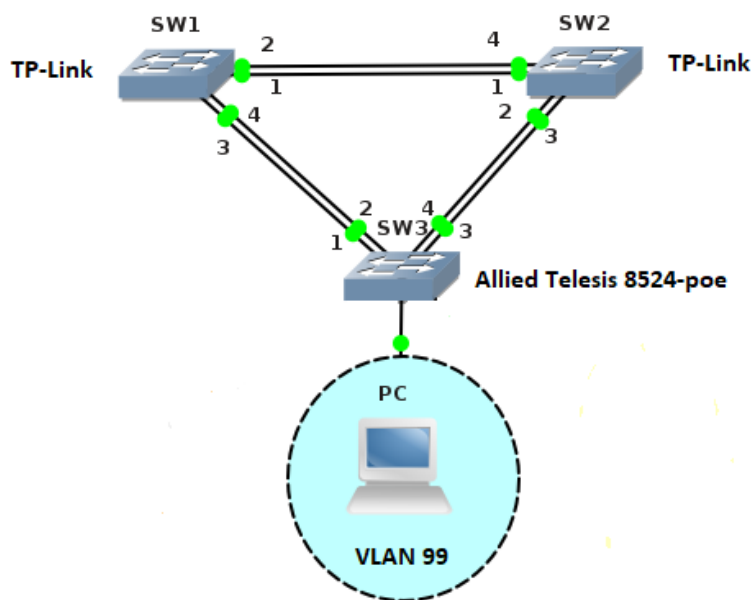


Figura 4: Esquema de la topología de red.

VLAN	Nombre	Red
10	profesores	172.16.10.0/24
20	alumnos	172.16.20.0/24
99	gestion	10.10.10.0/24

Tabla 1: Nombres y direcciones de red de las VLAN.

Puertos	VLAN
1-4	Enlaces troncales
5	Acceso VLAN 10
6	Acceso VLAN 20
7	Acceso VLAN 99

Tabla 2: Asignación de puertos de SW3.

## Paso 1 Volver a la configuración de fábrica de los switches

Vuelva a la configuración de fábrica de los tres switches según lo que se ha indicado en las prácticas 1 y 2.

## Paso 2. Cableado inicial

El objetivo final de la práctica es tener el esquema de cableado que se muestra en la figura 4. Sin embargo, al haberse reseteado la configuración en los tres dispositivos, sus puertos van a pertenecer a la VLAN por defecto. Si hacemos directamente el conexionado que indica la figura, se pueden producir tormentas de broadcast, ya que la topología tiene ciclos y aún no se ha activado ningún protocolo spanning-tree. Por ello, inicialmente sólo interconectaremos los tres dispositivos mediante 2 cables (conectados en el rango 1-4). Más adelante, cuando la configuración de los switches tenga activado el protocolo spanning-tree, se completará el cableado para que coincida con la figura.

## Paso 3. Crear las VLAN en cada uno de los switches y asignación de puertos

Deberá crear las 3 VLAN en cada uno de los switches. Si no sabe cómo hacerlo, revise la práctica 2. Los nombres de las VLAN se muestran en la tabla 1.

Como se ha indicado anteriormente, los puertos 1-4 deberán transmitir tramas etiquetadas de las VLAN 10, 20 y 99. Únicamente se configurarán puertos de acceso en el SW3, que se asignarán como se muestra en la tabla 2. Utilice los comandos, correspondientes a cada modelo de switch, para asignar los puertos a las VLAN que ha aprendido en la práctica 2.

Finalmente, Compruebe cómo quedan configuradas las VLAN mediante el comando `show vlan`. Revise que los puertos están en las VLAN correctas según lo indicado en la tabla 2

## Paso 4. Configurar la red de gestión

A continuación, configure la red de administración (VLAN 99) asignando las direcciones IP indicadas en la tabla 3 a las interfaces de administrativas. Asimismo, añada un PC conectado a la VLAN 99 en SW3 y asígnele la dirección IP que se indica en la tabla 3. Compruebe la conectividad con las distintas interfaces de gestión.

## Paso 5. Configurar el protocolo Spanning Tree (STP).

```
S1# spanning-tree
S1# spanning-tree mode stp
```

Dispositivo	Interfaz	Dirección IP	Máscara de red
SW1	VLAN 99 (Administrativa)	10.10.10.11	255.255.255.0
SW2	VLAN 99 (Administrativa)	10.10.10.12	255.255.255.0
SW3	VLAN 99 (Administrativa)	10.10.10.13	255.255.255.0
PC-3	eth0	10.10.10.2	255.255.255.0

Tabla 3: Asignación de direcciones a los dispositivos.

Además deberá seleccionar los puertos troncales y activar el protocolo en los mismos.

```
S1(config)# interface range gi 1/0/1-4
S1(config-if-range)# spanning-tree
```

## Paso 6. Completar el cableado

Complete el cableado con los enlaces redundantes para que coincida con lo que se muestra en la figura 4. Luego, deje pasar el tiempo de convergencia de STP (unos 50 segundos) y muestre la información sobre STP en cada uno de los switches.

```
S1(config)#show spanning-tree active
```

```
Spanning tree is enabled
Spanning-tree's mode: STP (802.1D Spanning Tree Protocol)
Latest topology change time: 2006-01-01 08:47:45
```

```
Root Bridge
  Priority      : 32768
  Address      : 74-da-88-fe-2c-fc
  External Cost : 20000
  Root Port    : Gi1/0/1
```

```
Designated Bridge
  Priority      : 32768
  Address      : 74-da-88-fe-2c-fc
```

```
Local Bridge
  Priority      : 32768
  Address      : c0-06-c3-a1-3c-5c
```

Interface	State	Prio	Ext-Cost	Int-Cost	Edge	P2p	Mode	Role	Status	LAG
Gi1/0/1	Enable	128	20000	20000	No	Yes(auto)	Stp	Root	Fwd	N/A
Gi1/0/2	Enable	128	20000	20000	No	Yes(auto)	Stp	Altn	Blk	N/A
Gi1/0/3	Enable	128	20000	20000	No	Yes(auto)	Stp	Desg	Fwd	N/A
Gi1/0/4	Enable	128	20000	20000	No	Yes(auto)	Stp	Desg	Fwd	N/A

```
S2(config)#show spanning-tree active
```

```
Spanning tree is enabled
Spanning-tree's mode: STP (802.1D Spanning Tree Protocol)
Latest topology change time: 2006-01-01 08:47:25
```

```
Root Bridge
  Priority      : 32768
  Address      : 74-da-88-fe-2c-fc
  External Cost : 20000
  Root Port    : Gi1/0/1
```

```
Designated Bridge
  Priority      : 32768
  Address      : 74-da-88-fe-2c-fc
```

```
Local Bridge
  Priority      : 32768
  Address      : d8-0d-17-8c-02-43
```

Interface	State	Prio	Ext-Cost	Int-Cost	Edge	P2p	Mode	Role	Status
Gi1/0/1	Enable	128	20000	20000	No	Yes(auto)	Stp	Root	Fwd
Gi1/0/2	Enable	128	20000	20000	No	Yes(auto)	Stp	Altn	Blk
Gi1/0/3	Enable	128	20000	20000	No	Yes(auto)	Stp	Altn	Blk
Gi1/0/4	Enable	128	20000	20000	No	Yes(auto)	Stp	Altn	Blk

```
S3(config)#show spanning-tree active
Spanning tree is enabled
Spanning-tree's mode: STP (802.1D Spanning Tree Protocol)
Latest topology change time: 2006-01-01 08:51:53
```

```
Root Bridge
  Priority      : 32768
  Address      : 74-da-88-fe-2c-fc
  Local bridge is the root bridge
```

```
Designated Bridge
  Priority      : 32768
  Address      : 74-da-88-fe-2c-fc
```

```
Local Bridge
  Priority      : 32768
  Address      : 74-da-88-fe-2c-fc
```

Interface	State	Prio	Ext-Cost	Int-Cost	Edge	P2p	Mode	Role	Status	LAG
Gi1/0/1	Enable	128	20000	20000	No	Yes(auto)	Stp	Desg	Fwd	N/A
Gi1/0/2	Enable	128	20000	20000	No	Yes(auto)	Stp	Desg	Fwd	N/A
Gi1/0/3	Enable	128	20000	20000	No	Yes(auto)	Stp	Desg	Fwd	N/A
Gi1/0/4	Enable	128	20000	20000	No	Yes(auto)	Stp	Desg	Fwd	N/A

¿Cuál es el nodo raíz en este caso? ¿Cuáles son las prioridades de cada uno de los switches?

Compruebe además los puertos de 1 hasta 4 y su estado en cada uno de los switches. Determine qué enlaces forman parte del árbol de expansión. Para ello, deberá mostrar el estado de los puertos en los tres dispositivos. Si un enlace está bloqueado en uno de sus extremos, está desactivado. Si está reenviando en ambos extremos, está operativo. A continuación, se muestran dos ejemplos para mostrar el estado de los puertos:

```
S2#show spanning-tree interface
```

Interface	State	Prio	Ext-Cost	Int-Cost	Edge	P2p	Mode	Role	Status
Gi1/0/1	Enable	128	20000	20000	No	Yes(auto)	Stp	Root	Fwd
Gi1/0/2	Enable	128	20000	20000	No	Yes(auto)	Stp	Altn	Blk
Gi1/0/3	Enable	128	Auto	Auto	No	Yes(auto)	N/A	N/A	LnkDwn
Gi1/0/4	Enable	128	Auto	Auto	No	Yes(auto)	N/A	N/A	LnkDwn
Gi1/0/5	Disable	128	Auto	Auto	No	Auto	N/A	N/A	N/A
Gi1/0/6	Disable	128	Auto	Auto	No	Auto	N/A	N/A	N/A
Gi1/0/7	Disable	128	Auto	Auto	No	Auto	N/A	N/A	N/A
Gi1/0/8	Disable	128	Auto	Auto	No	Auto	N/A	N/A	N/A
Gi1/0/9	Disable	128	Auto	Auto	No	Auto	N/A	N/A	N/A
Gi1/0/10	Disable	128	Auto	Auto	No	Auto	N/A	N/A	N/A

Ahora modifique la prioridad para que S1 o S3 (según el nodo raíz en el que haya salido) se convierta en nodo raíz. Si desea convertir a S1 en raíz, utilice los siguientes comandos:

```
S1(config)# spanning-tree priority 0
```

Revise de nuevo la topología del árbol de expansión y determine qué nodo es el raíz.

## Paso 7. Comprobar qué sucede ante un cambio de topología.

Haga ping desde el PC conectado a la VLAN 99 hasta la interfaz administrativa 10.10.10.11. Ahora desconecte (con el ping funcionando) los enlaces troncales activos (aquellos que forman parte del spanning-tree) entre el switch 1 y el resto de switches (revise el estado de los puertos en ambos lados de cada enlace para determinar cuáles son los enlaces activos, si alguno de los extremos está en **blocking** el enlace estará inactivo). Compruebe que los pings comenzarán a expirar a medida que la conectividad en la LAN se interrumpa. El cálculo del spanning tree puede durar hasta 50 segundos, lo cual es una desventaja en LANs de alta disponibilidad. La solución está en utilizar el protocolo Rapid Spanning Tree.

## Paso 8. Active el protocolo Rapid Spanning Tree (RSTP)

En cada switch active el protocolo RSTP:

```
Switch(config)#spanning-tree mode rstp
Switch(config)#spanning-tree
```

Ahora, repita los pasos 6 y 7. Compare los tiempos de respuesta de ambos.

## Paso 9. Probar el protocolo Multiple Spanning-Tree (MSTP)

Tanto STP y RSTP ejecutan una única instancia en cada uno de los switches. En un diseño con VLAN, se pueden tener varias instancias de spanning-tree que permiten aprovechar mejor los enlaces redundantes que de otra manera se quedan inactivos. Esto se consigue mediante el protocolo MSTP.

En cada uno de los switches, active MSTP y cree dos instancias de ejecución en cada switch asociando la VLAN 99 a la primera instancia y las VLANs 10 y 20 a la segunda.

```
Switch(config)# spanning-tree mode mstp
Switch(config)#spanning-tree mst configuration
Switch(config-mst)#name 1
Switch(config-mst)#revision 100
Switch(config-mst)#instance 1 vlan 99
Switch(config-mst)#instance 2 vlan 10,20
```

Los comandos anteriores cambia el modo de spanning tree para que utilice MSTP. Luego se asigna el nombre de la región y la revisión. A continuación se crean dos instancias indicando las VLAN asociadas.

Modifique las prioridades para que la raíz de la primera instancia esté en S1 y la de la segunda instancia en S2. Para ello, utilice un comando similar a este sobre la instancia a modificar:

```
Switch(config)#spanning-tree mst instance 2 priority 0
```

Compruebe como ahora cada instancia de MSTP tiene una topología distinta revisando los puertos y el estado de cada una de las instancias de MSTP en los switches. A continuación, se muestra un ejemplo de los comandos a emplear:

```
S1(config)#show spanning-tree mst instance 2
```