



tutoría Redes de Datos

Capítulo 2: Spanning Tree Protocol



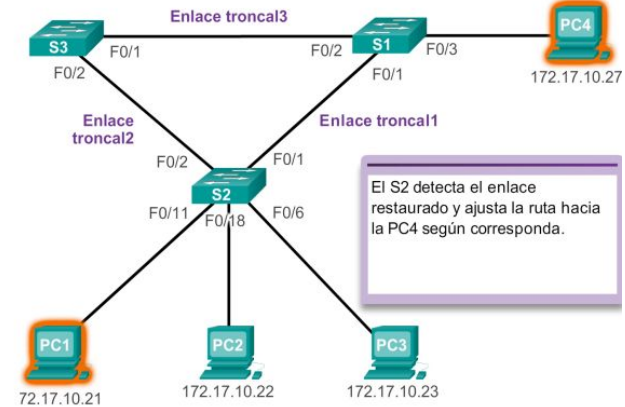
Redundancia

Topologías redundantes son más tolerantes a fallas, mayor disponibilidad.

- Eliminan punto único de falla

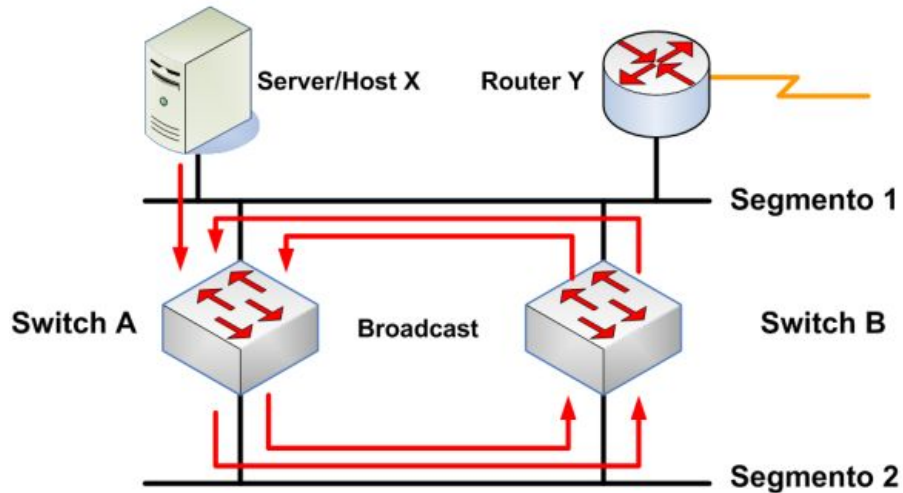
Problemas:

- Tormenta de broadcast
- Transmisión múltiple
- Inestabilidad de las tablas



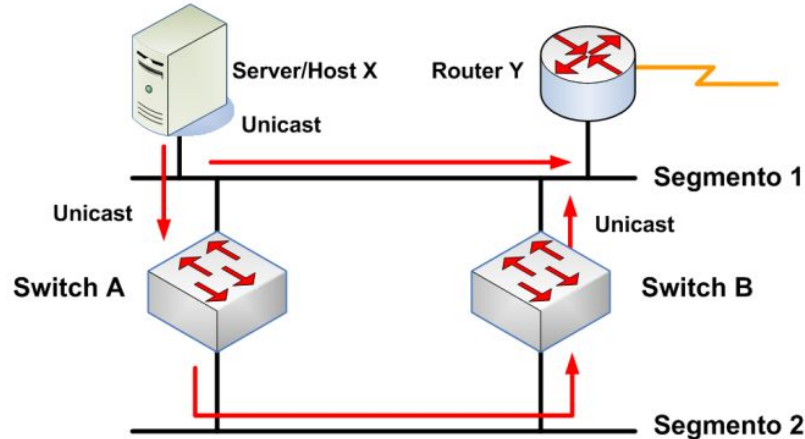
Tormenta de Broadcast

- Host X envía un frame broadcast
- Los switches lo difunden de manera indefinida



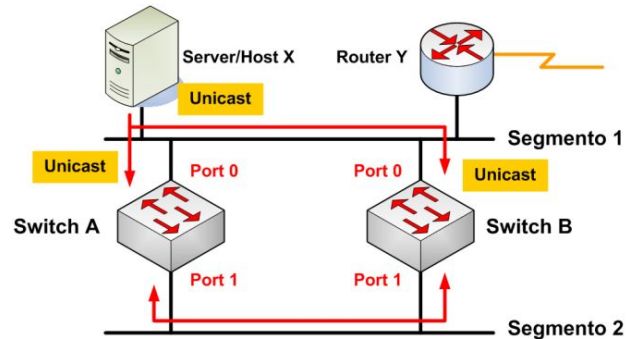
Transmisión Múltiple

- Host X envía un frame unicast al router Y
- La dirección MAC del router Y no ha sido aprendida por los switch
- Router Y recibirá dos copias del mismo frame



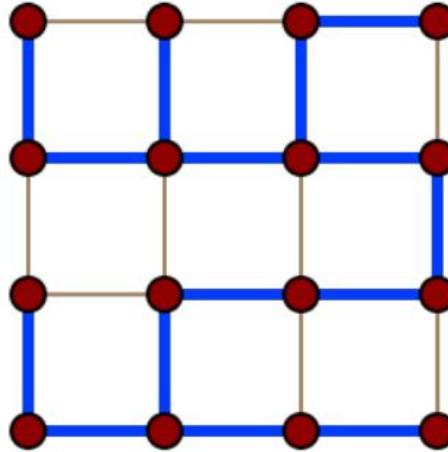
Inestabilidad

- Host X envía un frame unicast al router Y
- La dirección MAC del router no ha sido aprendida por los otros switches
- Switches A y B aprenden la dirección del host X por el puerto 0
- El frame al router Y es inundado
- Switches A y B aprenden incorrectamente la dirección MAC de host X en el puerto 1



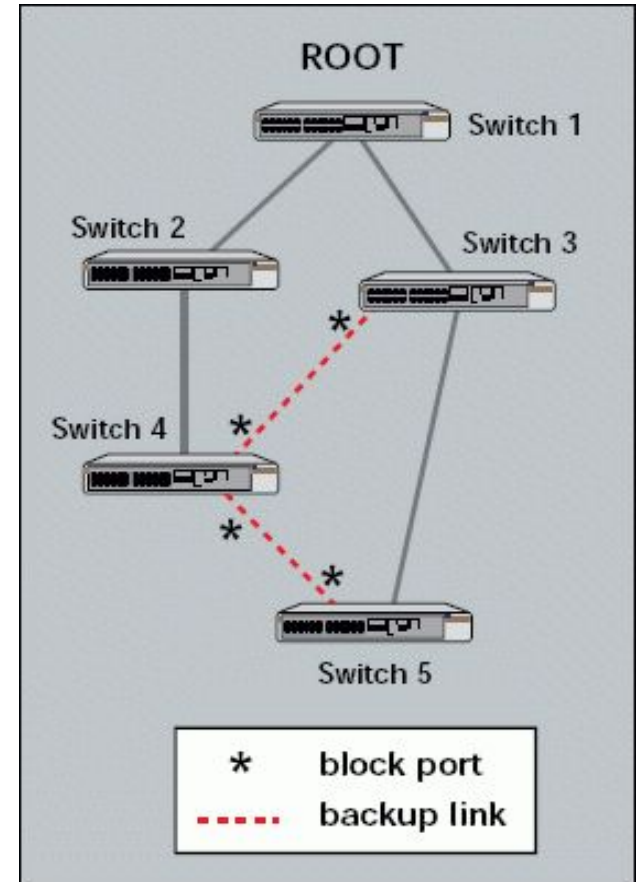
¿Existe solución?

En el campo matemático de la teoría de grafos, un Spanning Tree T de un grafo no dirigido G es un subgrafo que es un árbol que incluye todos los vértices de G , con el mínimo número posible de los enlaces. Impide la existencia de ciclos.



Spanning Tree Protocol

- Protocolo de red que garantiza topologías sin bucles dentro de una LAN Ethernet.
- Permite incluir redundancia a la topología, por si una conexión falla.
- Crea una topología de árbol, a partir de una red de malla, deshabilitando enlaces, dejando un camino único entre 2 nodos de la red.
- Los switches y bridges que están corriendo el algoritmo STP intercambian mensajes de configuración Bridge Protocol Data Unit (BPDU).
- Utiliza el estándar IEEE 802.1D



¿Cada cuánto se genera un BPDU?

No.	Time	Source	Destination	Protocol
1	0.000000	Cisco_ea:b8:85	Spanning-tree-	STP
2	2.007734	Cisco_ea:b8:85	Spanning-tree-	STP
3	4.010191	Cisco_ea:b8:85	Spanning-tree-	STP
4	6.015338	Cisco_ea:b8:85	Spanning-tree-	STP
5	8.020277	Cisco_ea:b8:85	Spanning-tree-	STP
6	10.025563	Cisco_ea:b8:85	Spanning-tree-	STP

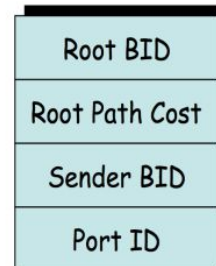
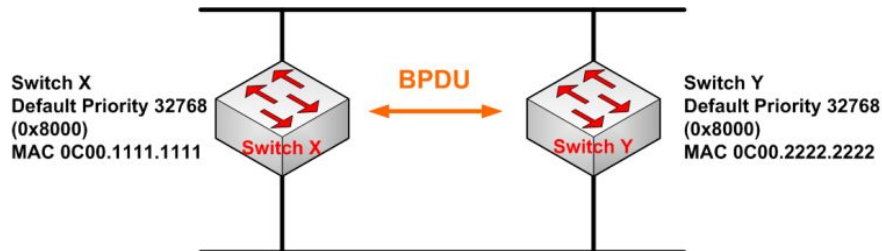
IEEE 802.3 Ethernet

Destination: Spanning-tree-(for-bridges)_00 (01:80:c2:00:00:00)

Address: Spanning-tree-(for-bridges)_00 (01:80:c2:00:00:00)

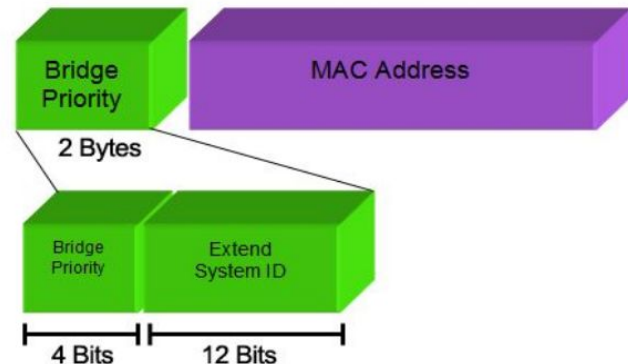
.... 1 = IG bit: Group address (multicast/broadcast)

.... 0 = LG bit: Globally unique address (factory default)



Estructura

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
4	2.0041	Cisco_96:ec:04	Spanning-tree-(for-bridges)_00	STP	RST. Root
+ Frame 4: 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: Rapid Spanning Tree (2)					
BPDU Type: Rapid/Multiple Spanning Tree (0x02)					
+ BPDU flags: 0x0e (Port Role: Designated, Proposal)					
+ Root Identifier: 32768 / 1 / 00:1f:6d:96:ec:00					
Root Path Cost: 0					
+ Bridge Identifier: 32768 / 1 / 00:1f:6d:96:ec:00					
Port identifier: 0x8004					
Message Age: 0					
Max Age: 20					
Hello Time: 2					
Forward Delay: 15					
Version 1 Length: 0					



Convergencia

Tiempo que tarda la red en elegir un switch que cumpla la función de Root Bridge, además de definir los Root Ports y los Designated Ports.

Los pasos son:

- Elegir un Root Bridge
- Elegir los Root Ports de cada switch
- Elegir puertos designados y no designados
- La convergencia es de 50 seg aproximadamente



Port state

STP introduce 5 estados de puertos:

1. **Bloqueado (blocking):** el puerto está no designado y no participa en el envío de frames. El tiempo que tarde en pasar desde el estado bloqueado a escucha es de 20 segundos o más.
2. **Escucha (listening):** el puerto se prepara para transmitir ya que STP ha determinado que puede participar. Se le dan 15 segundos de escucha.
3. **Aprende (learning):** el puerto se prepara para el envío y comienza a llenar la tabla de direcciones MAC. 15 segundos de aprendizaje.
4. **Reenvía (forwarding):** el puerto envía y recibe frames. Sin limite de tiempo.
5. **Deshabilitado (disable):** el puerto no participa en STP. Este estado se establece cuando el puerto está administrativamente deshabilitado. Sin limite de tiempo.

Step 1 - Root Bridge Selection

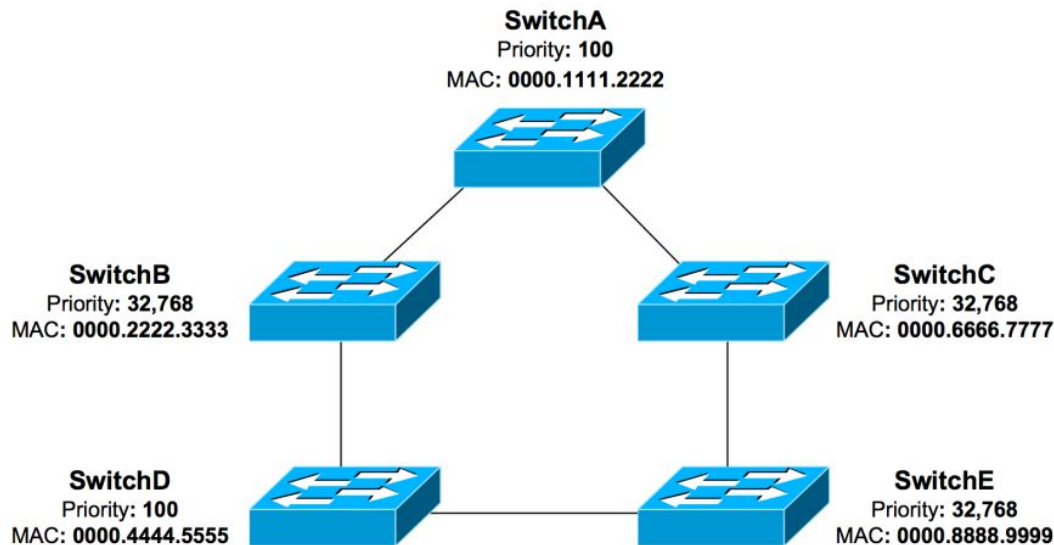


- Es el primer paso del proceso de convergencia. Se debe elegir un punto o nodo central para la topología STP (Root Bridge).
- Un Root Bridge es elegido basado en su Bridge ID, el cual está compuesto de dos campos: 16-bit Bridge priority y 48-bit MAC address
- El número de prioridad por defecto es 32768
- El switch o bridge que tiene el número de prioridad más bajo gana (es el Root Bridge)
- Si hay más de un switch con igual prioridad, se usa la dirección MAC más baja para elegir el root bridge.
- El rango del número de prioridad es 0-6144. La prioridad puede ser asignada en forma manual, e.g. si la prioridad es 0 entonces es Root Bridge.

¿Cuál es el Root Bridge?

```
Switch0#show spanning-tree vlan 1
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    4097
             Address     00E0.B0E8.9A57
             Cost        4
             Port        25(GigabitEthernet1/1)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0001.42CE.6C49
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time   20
```



Step 2 - Root Port Identification

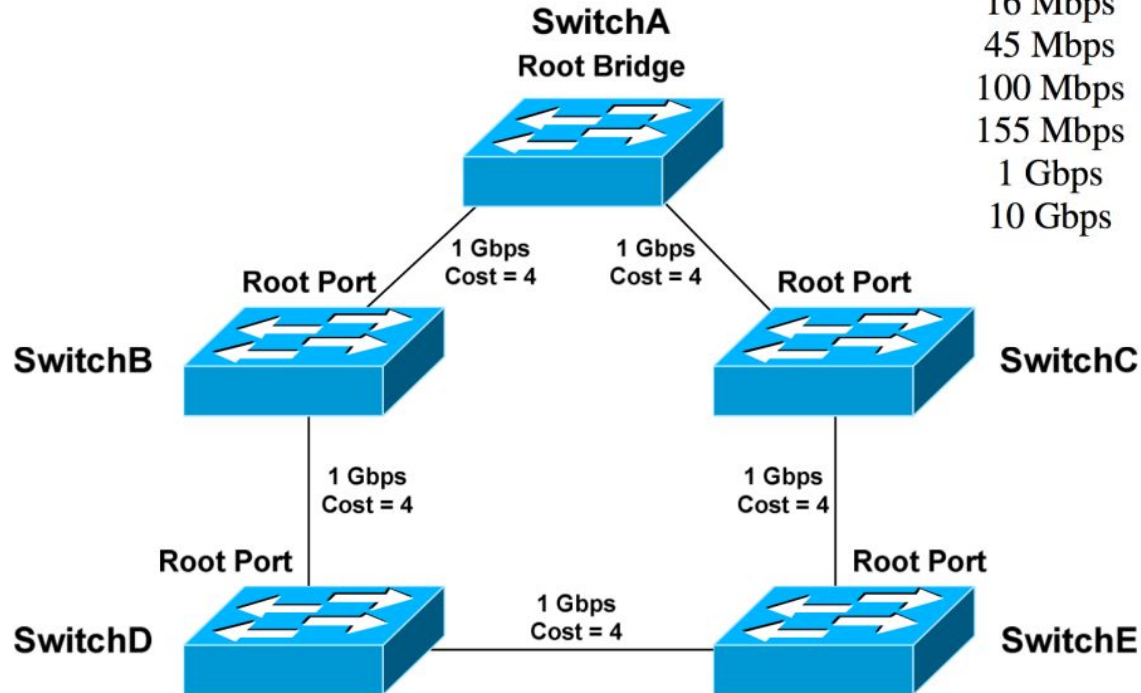
- El root port de cada switch es el puerto que tiene la ruta con el mínimo costo hacia el Root Bridge
- Cada switch sólo puede tener un root port
- El Root Bridge no puede tener un root port
- El costo de la ruta es costo acumulado del camino hacia el Root Bridge
- El costo de la ruta está basado en el ancho de banda de los enlaces
- El enlace con mayor ancho de banda tiene el menor costo

Costo enlace STP

Data rate	STP Cost (802.1D-1998)	STP Cost (802.1t-2001)
4 Mbit/s	250	5,000,000
10 Mbit/s	100	2,000,000
16 Mbit/s	62	1,250,000
100 Mbit/s	19	200,000
1 Gbit/s	4	20,000
2 Gbit/s	3	10,000
10 Gbit/s	2	2,000



¿Cuáles son Root Port?

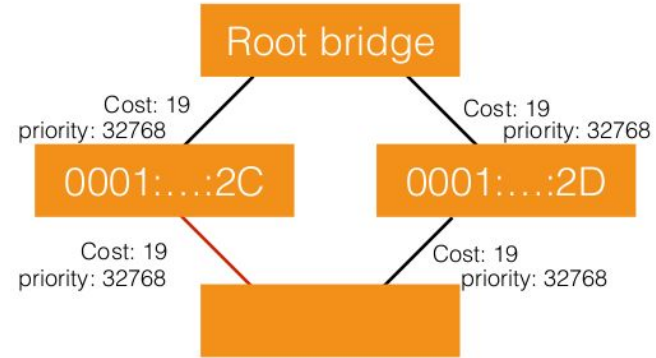


<i>Bandwidth</i>	<i>Cost</i>
4 Mbps	250
10 Mbps	100
16 Mbps	62
45 Mbps	39
100 Mbps	19
155 Mbps	14
1 Gbps	4
10 Gbps	2

Step 2 - Root Port Identification

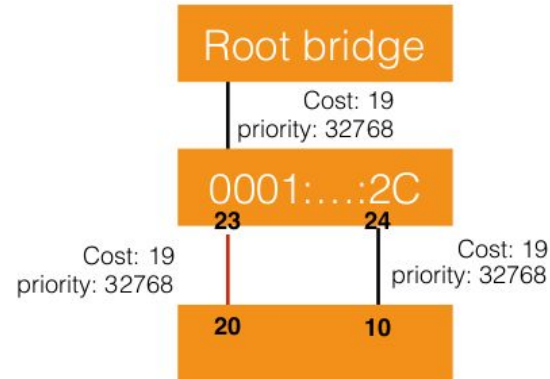
¿Qué ocurre si el ancho de banda no es suficiente para elegir?

Menor Bridge ID (prioridad + MAC)



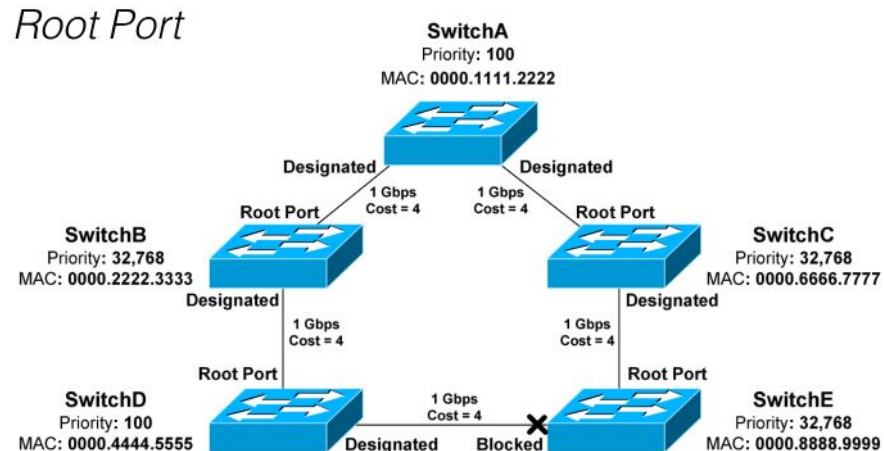
¿Qué ocurre si el el Bridge ID no es suficiente?

Menor número de puerto físico (upstream o remoto)



Step 3 - Designated Port Identification

- Por cada segmento de red se debe identificar un único puerto designado.
- Si hay dos puertos designados se producirá un ciclo y uno de los puertos deberá ser puesto en estado bloqueado.
- Para la elección del puerto designado se usa el mismo procedimiento que para elegir el Root Port.



Rapid STP (802.1w)

- Es usado en aquellos puertos donde NO se conectan switches.
- Configuración del o los puertos en modo PortFast
- Deshabilita STP en un puerto
- El puerto pasa del estado blocking al estado forwarding de inmediato (se salta los estados intermedios)
- No se reciben BPDUs por estos puertos

