

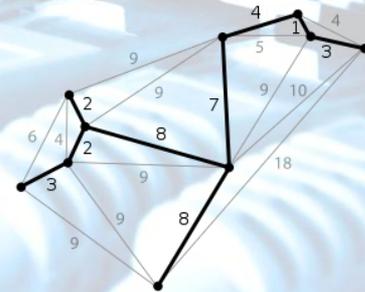
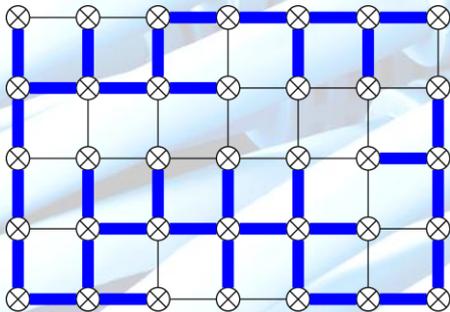
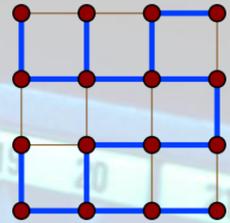
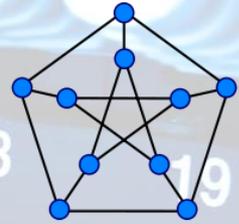
A world map is centered on the slide, rendered in a dark blue silhouette. The map is overlaid with a glowing white grid of latitude and longitude lines. Bright, multi-colored light flares emanate from various points across the map, creating a sense of global connectivity and data flow. The continents are labeled with white text: NORTH AMERICA, EUROPE, ASIA, SOUTH AMERICA, AFRICA, and AUSTRALIA. The main title 'Clases de Redes II' is prominently displayed in the center of the map in a large, white, sans-serif font.

Clases de Redes II

Para Grado en Ingeniería Informática de la
Universidad Francisco de Vitoria

Miércoles 20 de julio

1. Teoría: Teoría de Spanning Tree.
2. Práctica: Ejercicios de Spanning Tree.



Spanning-Tree

TEORÍA

REDUNDANCIA

La redundancia de capa 2 mejora la disponibilidad de la red implementando rutas de red alternativas, usando el equipamiento y cableado de la misma.

La redundancia proporciona flexibilidad a la hora de seleccionar la ruta en una red, permitiendo que los datos se transmitan independientemente de si falla una ruta o un dispositivo en las capas de distribución o de núcleo.



Cisco SLM224GT-EU - Smart switch de red, (Ethernet, 24 puertos con 2 mini-GBIC puertos) o gigabit interface converter

PROBLEMAS CON LA REDUNDANCIA

Cuando existen varias rutas entre 2 dispositivos de la red y STP se ha desactivado en esos switches, se puede producir un **bucle de capa 2**.

Las tramas Ethernet no disponen de un parámetro TTL asociado, como ocurre con los paquetes IP.

Como resultado de ello, si no se manipulan adecuadamente dentro de una red conmutada, estas tramas pueden seguir indefinidamente.

Los bucles provocan una enorme sobrecarga en las CPUs de los switches implicados. Esto reduce notablemente el rendimiento del switch cuando llega tráfico legítimo.

Un host que sea atrapado en medio de un bucle de red no está accesible por los demás hosts de la red.

Spanning-Tree

TEORÍA

TRAMAS UNICAST DUPLICADAS

Las tramas unicast también terminan empujadas en la red. Al dispositivo destino le pueden llegar tramas unicast duplicadas.

Los problemas de la capa 2 son en general mucho más debilitadores para una red que los de capa 3.

La mayoría de los protocolos de capa superior no están preparados para reconocer, o afrontar, transmisiones duplicadas. En general, los protocolos que utilizan mecanismos de numeración asumen que la transmisión ha fallado y que el número de secuencia ha sido reciclado por otra sesión de comunicación. Otros protocolos intentan pasar la transmisión duplicada al protocolo de capa superior adecuado para que sea procesada y, en caso necesario, descartada.

Por suerte, los switches son capaces de detectar bucles en una red. STP elimina estos problemas de bucles.



Cisco SG300-10 Switch, 10 port managed gigabit wswitch, 10xRJ45 LAN, with 2 x Dual SFP, specially for Dante thomann Network, sctivity LED, int. PSU, configuration via web-browser

PROBLEMAS DE REDUNDANCIA EN EL MUNDO REAL

La redundancia es un importante componente de una topología de red jerárquica con una alta disponibilidad, pero los bucles pueden aparecer por culpa de todas las rutas configuradas en la red.

BUCLAS EN LOS ARMARIOS DE CABLEADO

En muchas ocasiones los cables de los armarios de cableado no están debidamente conectados. Entonces se hacen conexiones por error. Y se producen bucles de switch a switch. Una excepción es cuando se utiliza el sistema de agrupación EthernChannel.

Spanning-Tree

TEORÍA

INTRODUCCIÓN A STP

Cuando se introduce la redundancia de capa 3 pueden producirse **bucles y tramas duplicadas**. El protocolo STP evita estos problemas. Fue desarrollado por *Radia Perlman* y publicado en 1990.



Cisco SG110-16 - Switch de red (128 MB, 10/100/1000, PoE)

STA (SPANNING-TREE ALGORITHM)

STP garantiza que sólo exista una ruta lógica entre todos los destinos de red bloqueando intencionadamente las rutas redundantes que puedan causar un bucle.

Se considera que un puerto del switch está bloqueado cuando se evita que el tráfico de la red entre o salga por él. Esto no incluye las tramas BPDU que utiliza STP para evitar los bucles.

Si una ruta es necesaria alguna vez para compensar un fallo en un cable de red o en un switch, STP recalcula las rutas y desbloquea los puertos necesarios para activar la ruta redundante.

Spanning-Tree

TEORÍA

TOPOLOGÍA STP

STP evita los bucles configurando un entorno libre de ellos mediante el uso de puertos bloqueados situados estratégicamente. Los switches que ejecutan STP son capaces de compensar los fallos desbloqueando de manera dinámica los puertos previamente bloqueados y permitiendo que el tráfico atraviese las rutas alternativas.



Cisco SLM2024T - Switch de red (24 x RJ45, 2.5 A, 50-60 Hz)

TIPOS DE PUERTO EN EL ALGORITMO DE ÁRBOL DE EXTENSIÓN

El STA designa un único switch como puente raíz y lo usa como punto de referencia para todos los cálculos posteriores.

Todos los switches que participan en STP intercambian tramas BPDUs para determinar el switch que tiene el BID (ID de puente, Bridge ID) menor en la red. Dicho switch se convierte automáticamente en el puente raíz para los cálculos STA.

Cuando el STA ha determinado las mejores rutas que emanan del puente raíz, configura los puertos del switch con los diferentes roles que tienen que desempeñar. Los roles de puerto describen su relación en la red con el puerto raíz y si tienen permiso para enviar tráfico:

- **Puerto raíz:** Es cada switch, es el puerto más cercano al puente raíz
- **Puertos dedicados:** En cada switch, son los puertos no-raíz que todavía pueden reenviar el tráfico por la red
- **Puertos no dedicados:** En cada switch, son los puertos que no son ni raíz ni designados. Están configurados en un estado **bloqueado** a fin de evitar bucles

Spanning-Tree

TEORÍA

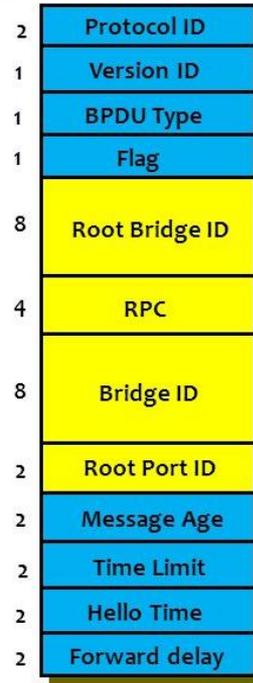
LAS TRAMAS BPDU

Bridge Protocol Data Units (BPDUs) son tramas que contienen información del protocolo Spanning tree (STP). Los switches mandan BPDUs usando una única dirección MAC de su puerto como mac de origen y una dirección de **multicast** como MAC de destino (01:80:C2:00:00:00).

Hay tres tipos de BPDUs:

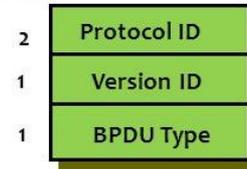
1. BPDU de configuración de red, usada por el protocolo Spanning tree para proveer información a todos los switches.
2. TCN (Topology change), avisa sobre cambios en la topología.
3. TCA (Topology change Acknowledgment), confirman la recepción del TCN.

Bytes



(a) Network Configuration BPDU

Bytes



(b) Topology Change BPDU

Spanning-Tree

TEORÍA

PUENTE RAÍZ, COSTES DE RUTA Y MEJORES RUTAS

Puente raíz: Cada instancia del árbol de extensión en una LAN conmutada cuenta con un switch designado como puente raíz.

La información de ruta viene determinada por la **suma de los costes de puerto de salida individuales** a lo largo de la ruta desde el switch respectivo hasta el puente raíz.

Los **costes** del puerto por defecto suelen estar desfasados por las velocidades habituales a la que operan los puertos.

Cada puerto de un switch tiene asociado un coste predeterminado, pero este valor es configurable.

El coste de ruta es la suma de todos los costes de puerto de salida a lo largo de la ruta hacia el **puente raíz**.



Cisco WS-C3560X-24P-L

Spanning-Tree

TEORÍA

TRAMAS Y PROCESO BPDU

STP determina el puente raíz para la instancia del árbol de extensión intercambiando BPDUs. La trama BPDU contiene 12 campos distintos, divididos en tres partes principales:

- Los cuatro primeros campos identifican el protocolo, la versión, el tipo de mensaje y los flags de estado.
- Los cuatro intermedios se utilizan para identificar el puente raíz y el coste de la ruta hacia él
- Los últimos cuatro son indicadores de temporización que determinan **con qué frecuencia** se envían los mensajes BPDU y **cuánto tiempo** se retiene la información recibida a través del proceso BPDU.



CISCO Switch Small Business 200 Series SG200-18 - 16 puertos 10/100/1000 Mbps + 2 puertos SFP Gigabit

CONTINUACIÓN DEL PROCESO BPDU

Cada switch de un dominio de broadcast asume inicialmente que es el puente raíz de la instancia de árbol de extensión, por lo que las tramas BPDU enviadas contienen el BID del switch local como el ID raíz.

Cuando los switches adyacentes reciben una trama BPDU, comparan el ID raíz contenido con dicha trama con el ID raíz local. Estos mensajes sirven para indicar el nuevo puente raíz de la red.

Spanning-Tree

TEORÍA

ID DE PUENTE, BRIDGE-ID Ó BID

El campo BID de una trama BPDU contiene tres campos separados:

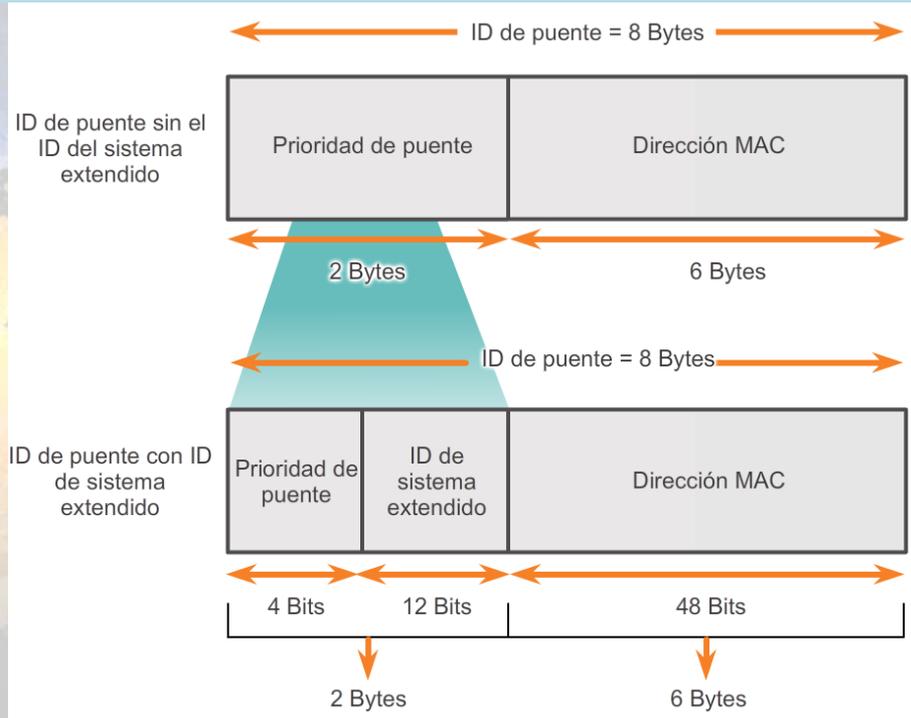
1. Prioridad de puente (de 1 a 65536).
2. Id de sistema extendido.
3. Dirección MAC (48 bits).

La prioridad de puente es un valor personalizable que se puede usar para influir en qué switch se convertirá en puente raíz. El rango de **prioridad es entre 1 y 65536**. El valor predeterminado es 32768.

La ID de sistema extendido se puede omitir en las tramas BPDU de determinadas configuraciones.

El uso de este ID modifica el número de bits disponibles para la prioridad de puente. El incremento de la prioridad de puente cambia de 1 a 4096. Por defecto se usa 4096.

Cuando dos switches están configurados con la misma prioridad y tienen el mismo ID de sistema extendido, el switch con la **dirección MAC con el valor (hex, binario o decimal) más bajo** tiene el BID más pequeño.



Spanning-Tree

TEORÍA

ROLES DE PUERTO

Cuando dos puertos del switch tienen el mismo coste de ruta al puerto raíz, el switch necesita determinar qué puerto del switch es el puerto raíz. Todo puerto tiene una Id de puerto, formado por la prioridad de puerto y el número de puerto asociado con la interfaz de capa 2. El valor predeterminado de prioridad es 128. El switch utiliza la prioridad de puerto configurable o el número de puerto más pequeño si las prioridades de puerto son iguales.



Huawei S5700-52X-LI-AC - Switch de red (IEEE 802.1p, IEEE 802.1x, L2/L3, Gigabit Ethernet (10/100/1000), Negro, 1000BASE-T, 100BASE-T, 10BASE-T, Gestionado)

CONFIGURACIÓN DE LA PRIORIDAD DE PUERTO

La configuración de la prioridad de puerto raramente será necesaria en el diseño de una LAN conmutada moderna.

Para configurar:

spanning-tree port-priority <valor>

Este valor se encuentra entre 0-240, en incrementos de 16 y el valor predeterminado es 128

DECISIÓN SOBRE EL ROL DE PUERTO

Una vez que un switch ha determinado cuál de sus puertos se configura con el rol de puerto raíz, debe decidir qué puertos tienen los roles de designado y no designado.

Spanning-Tree

TEORÍA

ESTADO DE PUERTO STP

Para facilitar el aprendizaje del árbol de extensión lógico, cada puerto de switch pasa por 5 posibles estados de puerto y utiliza 3 temporizadores BPDU:

1. **Bloqueado:** El puerto es un puerto no designado y no participa en el reenvío de la trama pero continúa procesando las tramas BPDU recibidas
2. **Escucha:** STP ha determinado que el puerto puede seleccionarse como un puerto raíz o como puerto designado. El puerto recibe y envía tramas BPDU
3. **Aprendizaje:** El puerto se prepara para participar en el reenvío de tramas
4. **Reenvío:** El puerto es considerado parte de la topología activa y reenvía tramas de datos y envía y recibe tramas BPDU
5. **Deshabilitado:** El puerto de capa 2 no participa en el árbol de extensión y no reenvía o procesa tramas. Está administrativamente deshabilitado



Switche empresarial Huawei S1700-16G

TEMPORIZADORES BPDU

En cuanto a los 3 temporizadores empleados:

1. **Tiempo de saludo:** Tiempo entre cada trama BPDU. Valores: 1 – 10 s. Pred.: 2 s.
2. **Retraso de reenvío.** Tiempo que se consume en los estados de escucha y aprendizaje. Valores: 4 – 30 s. Pred.: 15 s.
3. **Edad máxima:** Tiempo máximo que un puerto de switch guarda la Info BPDU. Valores: 6 – 40 s. Pred.: 20 s.

Spanning-Tree

TEORÍA

CONCEPTOS

Diámetro de red: Número de switch que una trama tiene que atravesar para viajar entre los dos puntos más alejados del dominio de broadcast

Los temporizadores predeterminados permiten una diámetro de hasta 7.

CONVERGENCIA STP

El proceso de convergencia se compone de tres pasos diferentes:

1. Elección de un puente raíz
2. Elección de los puertos raíz
3. Elección de los puertos designados y no designados



Huawei S12712

Spanning-Tree

TEORÍA

VERSIONES DE SPANNING TREE

Hay múltiples versiones y variantes:

- Versión original (DEC STP). Está basado en un algoritmo diseñado por [Radia Perlman](#) mientras trabajaba para DEC.
- Versión estandarizada por el IEEE ([IEEE 802.1D](#)). No es compatible con la original. En la actualidad, se recomienda utilizar esta nueva versión.
- Variante [Rapid Spanning Tree Protocol](#), estándar IEEE 802.1D-2004 que hoy en día ha reemplazado el uso del STP original.
- Variante [IEEE 802.1D](#). 802.1D es el estándar de IEEE para bridges MAC (puentes MAC), que incluye bridging (técnica de reenvío de paquetes que usan los switches), el protocolo Spanning Tree y el funcionamiento de redes 802.11, entre otros.
- Variante [IEEE 802.1w](#). Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) es un protocolo de red de la segunda capa OSI, (nivel de enlace de datos), que gestiona enlaces redundantes. Especificado en IEEE 802.1w, es una evolución del Spanning tree Protocol (STP), reemplazándolo en la edición 2004 del 802.1d. RSTP reduce significativamente el tiempo de convergencia de la topología de la red cuando ocurre un cambio en la topología.



Switches de Data Center de la serie CloudEngine 12800

Spanning-Tree

TEORÍA

VERSIONES DE SPANNING TREE

Hay múltiples versiones y variantes:

- Variante [IEEE 802.1s](#). Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP), as defined in IEEE 802.1s, allows multiple VLANs to be managed by a single STP instance and supports per-VLAN STP. As a result, several VLANs can be mapped to a reduced number of spanning-tree instances. This ensures loop-free topology for one or more VLANs that have the similar layer-2 topology. The Brocade implementation supports up to 16 spanning tree instances in an MSTP enabled bridge which means that it can support up to 16 different Layer 2 topologies. The spanning tree algorithm used by MSTP is RSTP which provides quick convergence.
- Variante 2012 [IEEE 802.1aq](#). Shortest Path Bridging (SPB), es un estándar especificado en la norma 802.1aq de IEEE 802.1aq. Es una tecnología de red destinada a simplificar la creación y configuración de redes de ordenadores al tiempo que permite el enrutamiento de trayectos múltiples. Se aprobó para reemplazar IEEE 802.1D, IEEE 802.1w y IEEE 802.1s



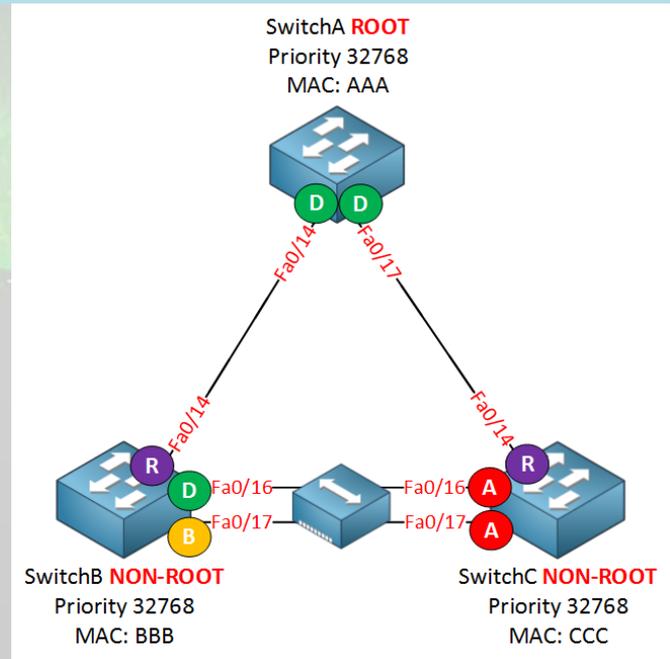
Huawei CE12816

Spanning-Tree

TEORÍA

LA PRINCIPAL VARIANTE: RAPID SPANNING TREE

- La variante RSTP es muy similar a STP; la diferencia entre ambos estriba en el criterio usado para seleccionar el papel de los puertos que son.
- Los puertos en RSTP pueden ser:
 - Raíz – Es un puerto de envío elegido para la topología Spanning Tree.
 - Designado – Designated: Un puerto de envío elegido para cada segmento de la red.
 - Alternativo – Alternative: Un camino alternativo hacia el Puente Raíz. Este camino es distinto al que usan los puertos raíz.
 - Respaldo – Backup: Un camino de respaldo/redundante (de mayor costo) a un segmento donde hay otro puerto ya conectado.
 - Deshabilitado – Edge: Un puerto que no tiene un papel dentro de la operación de Spanning Tree.
- De hecho la principal diferencia consiste en el algoritmo intermedio, que es más rápido en RSTP, pero el resultado final es básicamente el mismo, con la salvedad de los puertos backup, alternate y edge.



Red configurada con RSTP:

R = ROOT

D = DESIGNATED

B = BACKUP

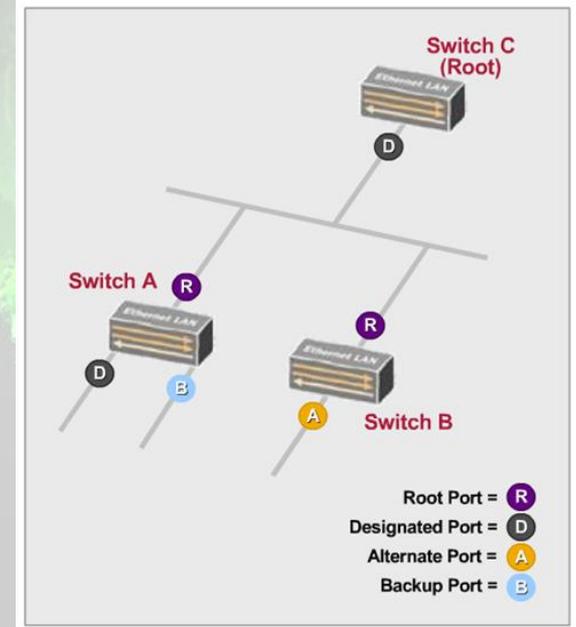
A = ALTERNATED

Spanning-Tree

TEORÍA

LA PRINCIPAL VARIANTE: RAPID SPANNING TREE

- RSTP también define el concepto de **edge-port**, el cual también se menciona en STP como PortFast, en donde el puerto se configura como tal cuando se sabe que nunca será conectado hacia otro switch de manera que pasa inmediatamente al estado de direccionamiento sin esperar los pasos intermedios del algoritmo – etapas de escucha y aprendizaje– los cuales consumen tiempo. Los puertos que no son edge-ports pueden ser punto a punto o compartidos. El tipo de enlace es detectado automáticamente, pero puede ser configurado explícitamente para hacer más rápida la convergencia.
- RSTP se ha convertido en el protocolo preferido para prevenir bucles de capa 2 en topologías que incluyen redundancia.



Spanning-Tree

TEORÍA

DATOS DE PARTIDA

El protocolo debe considerar los siguientes datos de partida:

- Direcciones MAC de todos los bridges.
- Costes de los enlaces STP.

La velocidad del acceso determina el coste que considera STP para sus cálculos. Para calcular el coste del enlace STP (STP path cost) a partir de la Velocidad del acceso (Data rate) se emplean las siguientes fórmulas:

- Inicialmente la fórmula era:
$$\text{COSTE STP} = 1000 \text{ Mbit/s} / \text{Velocidad del enlace en Mbit/s.}$$
- Cuando surgieron mayores velocidades en los enlaces, se cambió la fórmula a la siguiente:
$$\text{COSTE STP} = 20 \text{ Terabit/s} / \text{Velocidad del enlace en Terabit/s}$$

Velocidad del enlace	Coste STP según especificación 802.1D-1998	Coste RSTP según especificación 802.1W-2004
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
1 Gbit/s	4	20
2 Gbit/s	3	10
10 Gbit/s	2	2

Tabla de valores típicos

Spanning-Tree

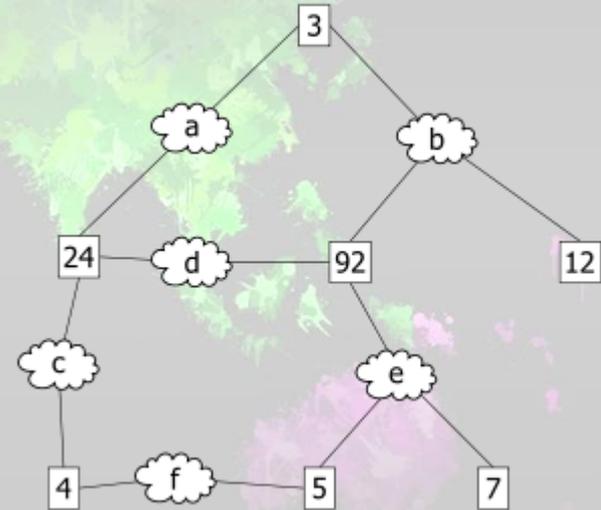
TEORÍA

CÓMO OPERA EL PROTOCOLO

El algoritmo transforma una red física con forma de malla, en la que existen bucles, por una red lógica en forma de árbol (libre de bucles). Los puentes se comunican mediante mensajes de configuración llamados Bridge Protocol Data Units (BPDU).

RESUMEN:

El protocolo establece identificadores por **puente** y elige el que tiene la **prioridad más alta** (el número más bajo de prioridad numérica), como el puente raíz (Root Bridge). Este **puente raíz** establecerá el camino de menor coste para todas las redes; cada puerto tiene un parámetro configurable: el **Span path cost**. Después, entre todos los **puentes** que conectan un segmento de red, se elige un **puente designado**, el de menor coste (en el caso que haya el mismo coste en dos puentes, se elige el que tenga el menor identificador "dirección MAC"), para transmitir las tramas hacia la raíz. En este puente designado, el puerto que conecta con el segmento, es el puerto designado y el que ofrece un camino de menor coste hacia la raíz, el puerto raíz. Todos los demás puertos y caminos son bloqueados, esto es en un estado ya estacionario de funcionamiento.



Árbol de Expansión

Spanning-Tree

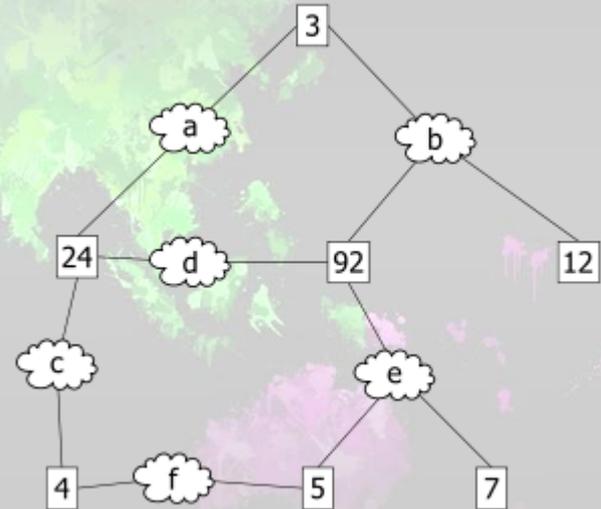
TEORÍA

CÓMO OPERA EL PROTOCOLO

Elección del puente raíz

La primera decisión que toman todos los switches de la red es identificar el puente raíz ya que esto afectará al flujo de tráfico. Cuando un switch se enciende, supone que es el switch raíz y envía las BPDUs que contienen la dirección MAC de sí mismo tanto en el BID raíz como emisor. El BID es el **Bridge Identifier**: Bridge Priority + Bridge Mac Address. El Bridge Priority es un valor configurable que por defecto está asignado en 32768. El Bridge Mac Address es la dirección MAC (única) del Puente.

Cada switch reemplaza los BID de raíz más alta por BID de raíz más baja en las BPDUs que se envían. Todos los switches reciben las BPDUs y determinan que el switch que cuyo valor de BID raíz es el más bajo será el puente raíz. El administrador de red puede establecer la prioridad de switch en un valor más pequeño que el del **valor por defecto (32768)**, el nuevo valor debe ser múltiplo de 4096, lo que hace que el BID sea más pequeño. Esto sólo se debe implementar cuando se tiene un conocimiento profundo del flujo de tráfico en la red



Árbol de Expansión

Spanning-Tree

TEORÍA

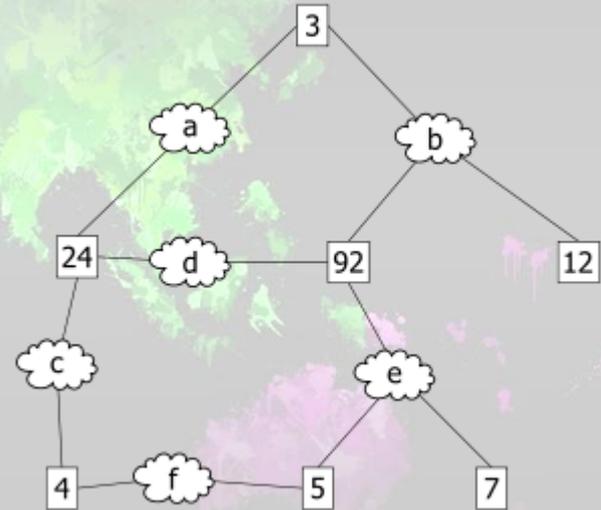
CÓMO OPERA EL PROTOCOLO

Elección de los puertos raíz

Una vez elegido el puente raíz hay que calcular el puerto raíz para los otros puentes que no son raíz. El procedimiento a seguir para cada puente es el mismo: entre todos los puertos del puente, se escoge como puerto raíz el puerto que tenga el menor costo hasta el puente raíz. En el caso de que haya dos o más puertos con el mismo costo hacia el puente raíz, se utiliza la dirección MAC que tenga menor valor para calcular el costo y establecer el puerto raíz.

Elección de los puertos designados

Una vez elegido el puente raíz y los puertos raíz de los otros puentes pasamos a calcular los puertos designados de cada segmento de red. En cada enlace que exista entre dos switches habrá un puerto designado, el cual será el puerto del switch que tenga un menor coste para llegar al puente raíz, este coste administrativo será un valor que estará relacionado al tipo de enlace que exista en el puerto (Ethernet, FastEthernet, GigabitEthernet). Cada tipo de enlace tendrá un coste administrativo distinto, siendo de un coste menor el puerto con una mayor velocidad. Si hubiese empate entre los costes administrativos que tienen los dos switches para llegar al root bridge, entonces se elegirá como **Designated Port**, el puerto del switch que tenga un menor **Bridge ID** (BID).



Árbol de Expansión

Spanning-Tree

TEORÍA

CÓMO OPERA EL PROTOCOLO

Puertos bloqueados

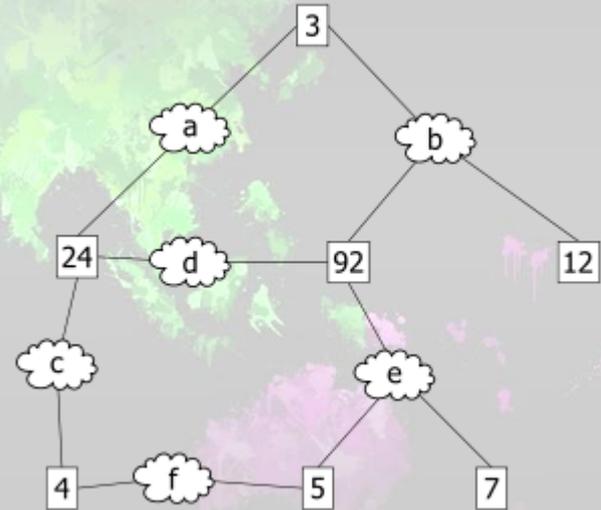
Aquellos puertos que no sean elegidos como raíz ni como designados deben bloquearse. Estos puertos evitan los lazos.

Mantenimiento del Spanning Tree

El cambio en la topología puede ocurrir de dos formas:

- El puerto se desactiva o se bloquea
- El puerto pasa de estar bloqueado o desactivado a activado

Cuando se detecta un cambio el switch notifica al puente raíz dicho cambio y entonces el puente raíz envía por broadcast dicho cambio. Para ello, se introduce una BPDU especial denominada notificación de cambio en la topología (TCN). Cuando un switch necesita avisar acerca de un cambio en la topología, comienza a enviar TCN en su puerto raíz. La TCN es una BPDU muy simple que no contiene información y se envía durante el intervalo de tiempo de saludo. El switch que recibe la TCN se denomina puente designado y realiza el acuse de recibo mediante el envío inmediato de una BPDU normal con el bit de acuse de recibo de cambio en la topología (TCA). Este intercambio continúa hasta que el puente raíz responde.

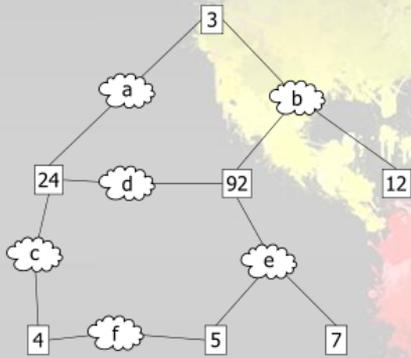


Árbol de Expansión

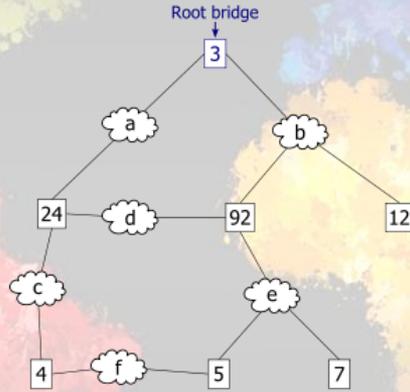
Spanning-Tree

TEORÍA

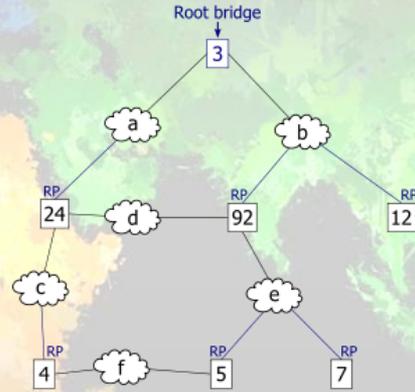
ILUSTRACIÓN DEL PROCESO DE CONVERGENCIA



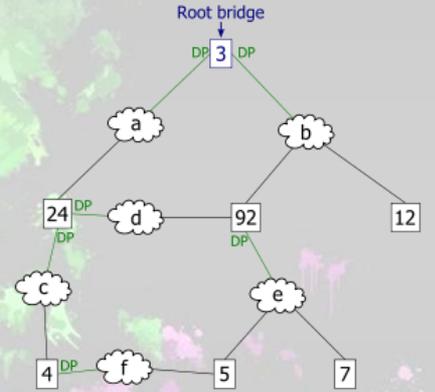
Situación inicial



Se fija el 3 como switch puente por tener el menor Bridge ID



Se eligen los puertos root

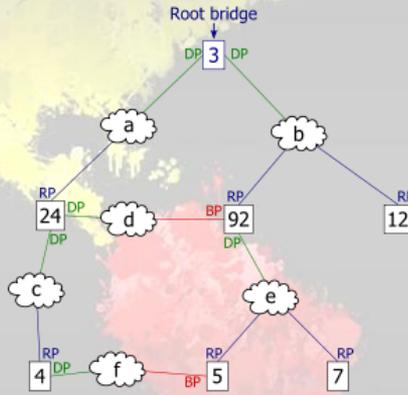


Se eligen los puertos designados

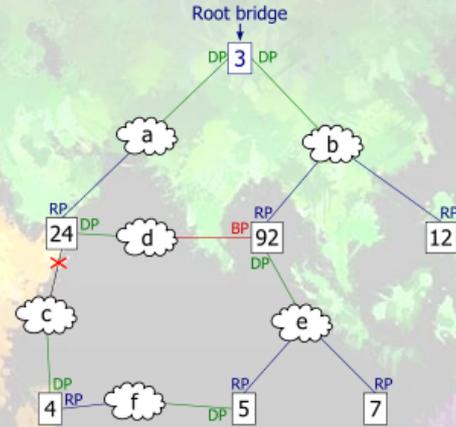
Spanning-Tree

TEORÍA

ILUSTRACIÓN DEL PROCESO DE CONVERGENCIA



Los puertos que no son root ni designados son puertos bloqueados

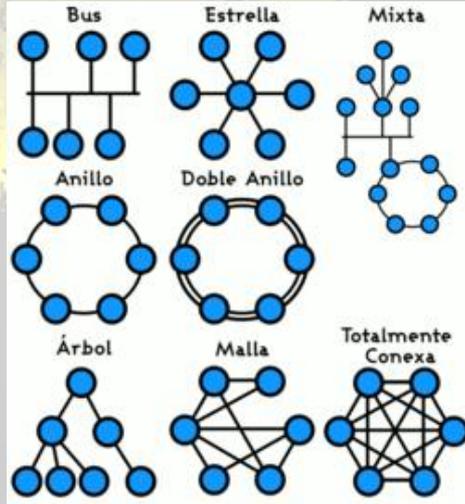


Cualquier fallo en los enlaces hace que se recalcul el árbol

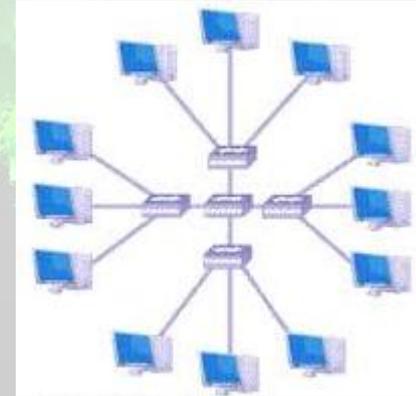
Spanning-Tree

TEORÍA

TIPOS DE REDES DE SWITCHES



Tipos

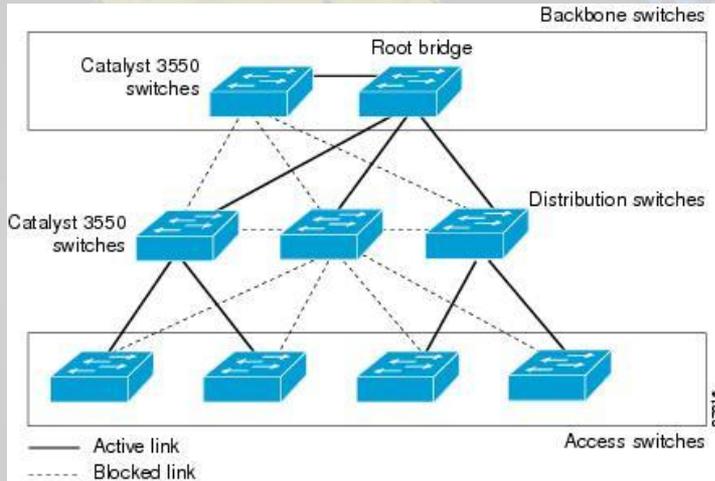


Estrella extendida

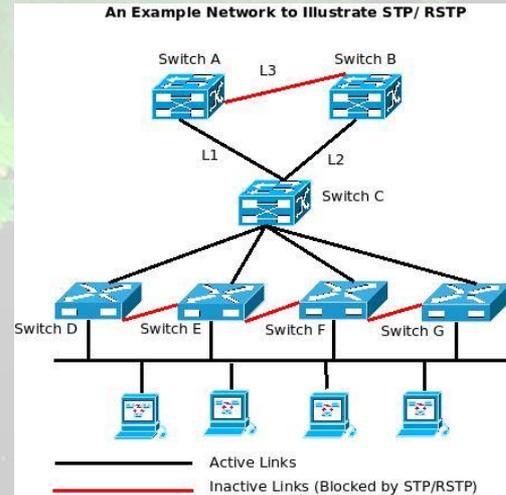
Spanning-Tree

TEORÍA

TIPOS DE REDES DE SWITCHES



Red jerárquica

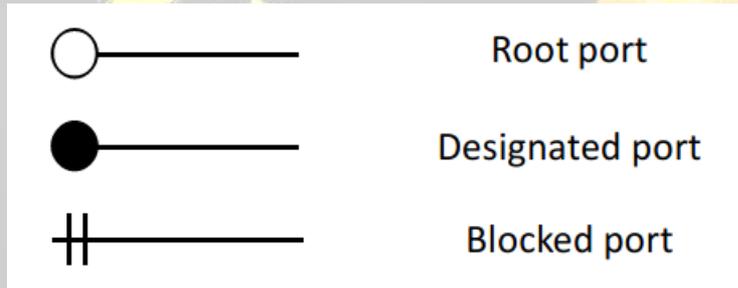


Red tipo bus

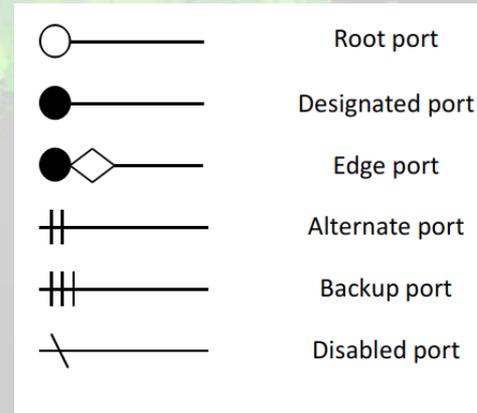
Spanning-Tree

TEORÍA

SÍMBOLOS DE LOS SWITCHES EMPLEADOS EN OCASIONES



Roles de puertos en Spanning Tree clásico



Roles de puertos en Rapid Spanning Tree

Spanning-Tree

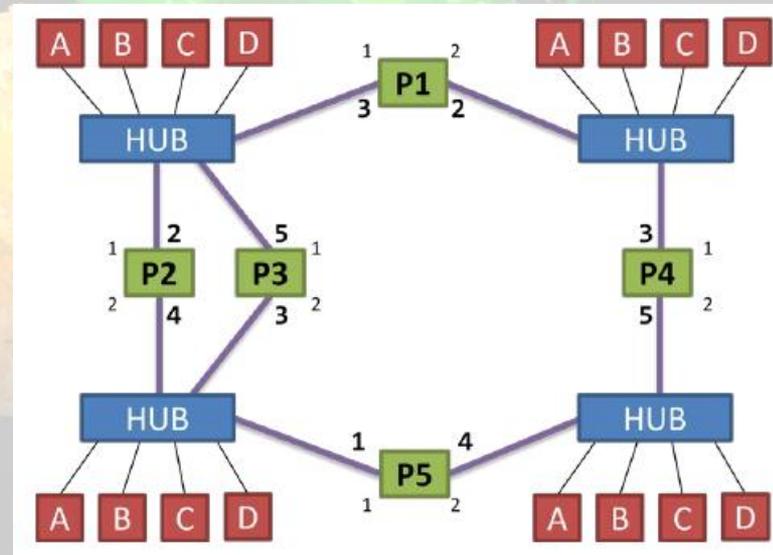
EJERCICIO 1 DE LOS APUNTES

ENUNCIADO

1. Una red Ethernet tiene la estructura representada en la imagen.

Se supone que el puente P5 es el elegido como **puente raíz**. Las identificaciones y los costes de los puertos de los puentes se indican en la imagen.

Indica qué conexiones quedarían activas y cuáles desactivadas al establecerse el árbol de expansión.



Spanning-Tree

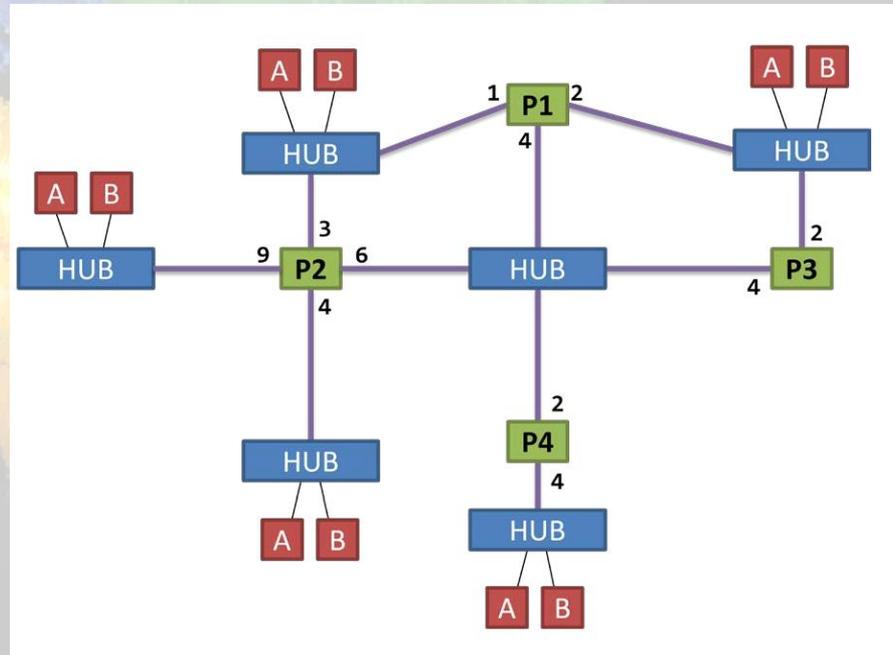
EJERCICIO 2 DE LOS APUNTES

ENUNCIADO

2. Una red Ethernet tiene la estructura representada en la imagen.

Se supone que el puente P1 es el elegido como **puente raíz**. Los costes de los puertos de los puentes se indican en la imagen.

Indica qué conexiones quedarían activas y cuáles desactivadas al establecerse el árbol de expansión.



Spanning-Tree

EJERCICIO 3 DE LOS APUNTES

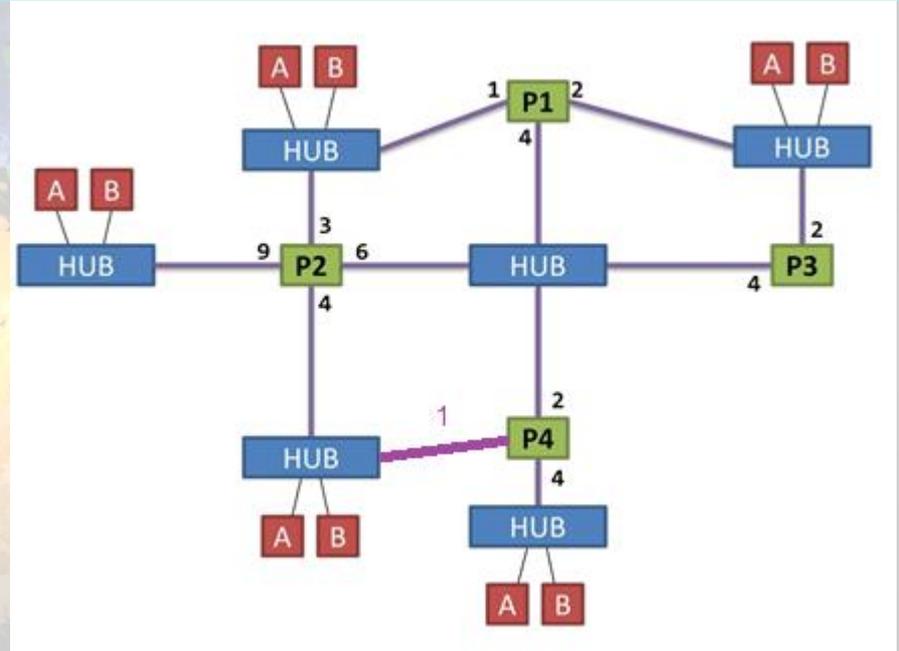
ENUNCIADO

3. Una red Ethernet tiene la estructura representada en la imagen.

Se supone que el puente P1 es el elegido como **puente raíz**. Los costes de los puertos de los puentes se indican en la imagen.

Indica qué conexiones quedarían activas y cuáles desactivadas al establecerse el árbol de expansión.

Si al este ejercicio, le añadimos una conexión entre P4 y el hub que se encuentra a su izquierda, ¿cómo quedaría el árbol de expansión?. El coste de salida del nuevo puerto de P4 es de 1.

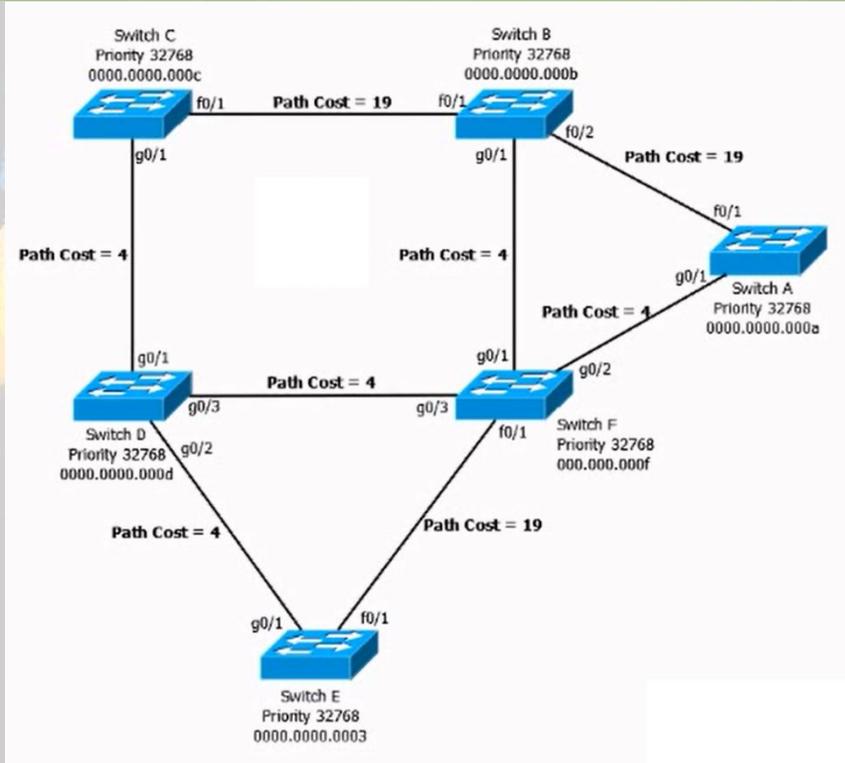


Spanning-Tree

EJERCICIO ADICIONAL 1

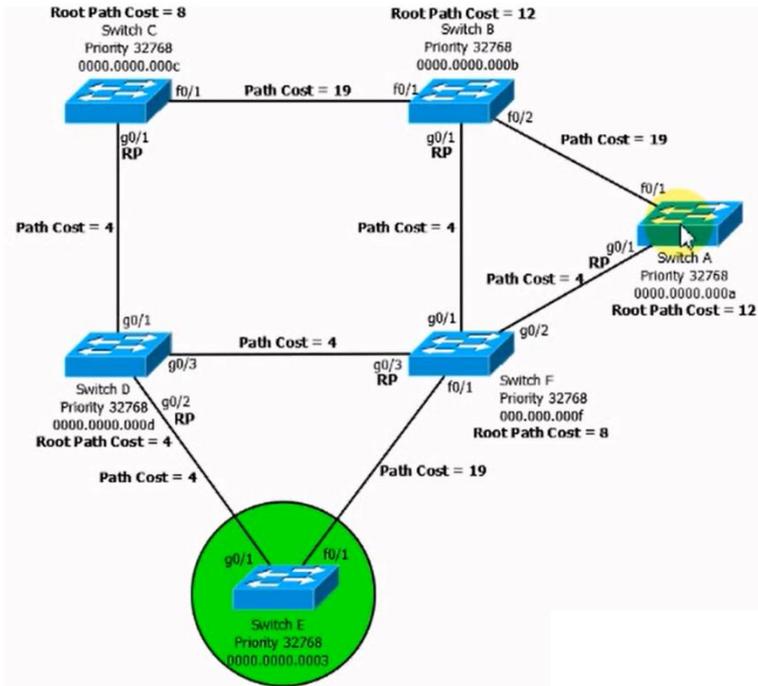
ENUNCIADO

Indicar puertos root (**RP**), puertos designados (**DP**) y puertos no designados o bloqueados (**X**).



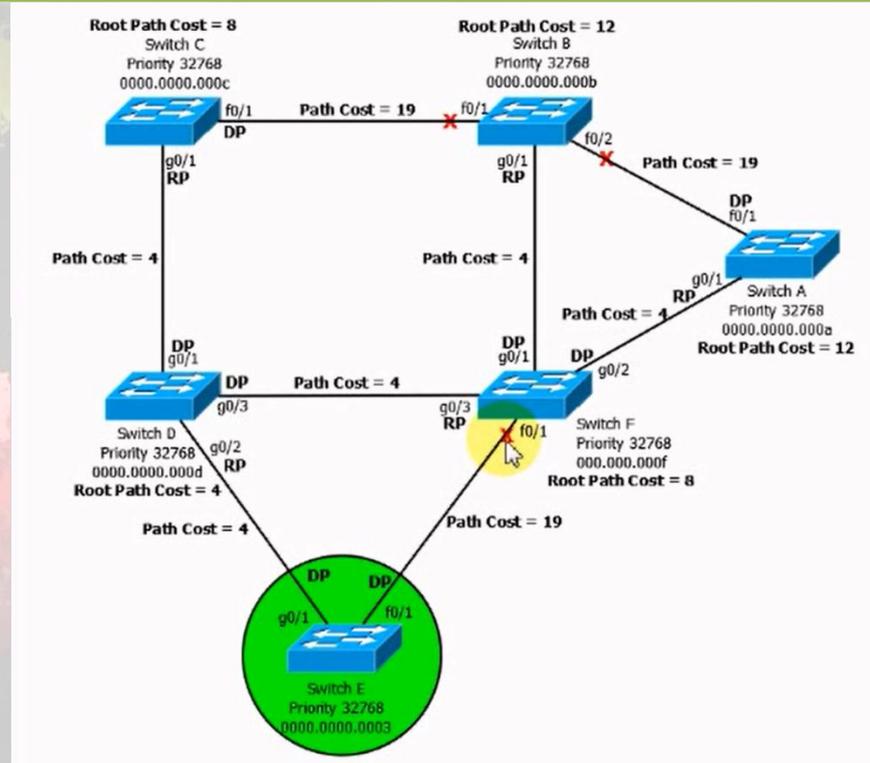
Spanning-Tree

EJERCICIO ADICIONAL 1



Spanning-Tree

EJERCICIO ADICIONAL 1

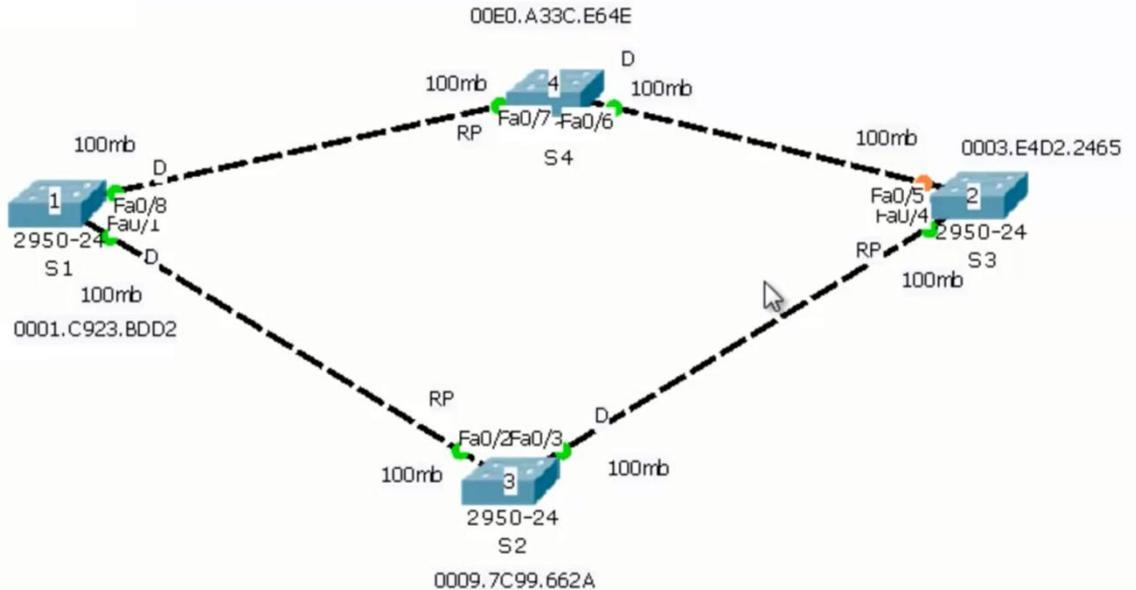


Spanning-Tree

EJERCICIO ADICIONAL 2

ENUNCIADO

Indicar puertos root (**RP**), puertos designados (**DP**) y puertos no designados o bloqueados (**X**).

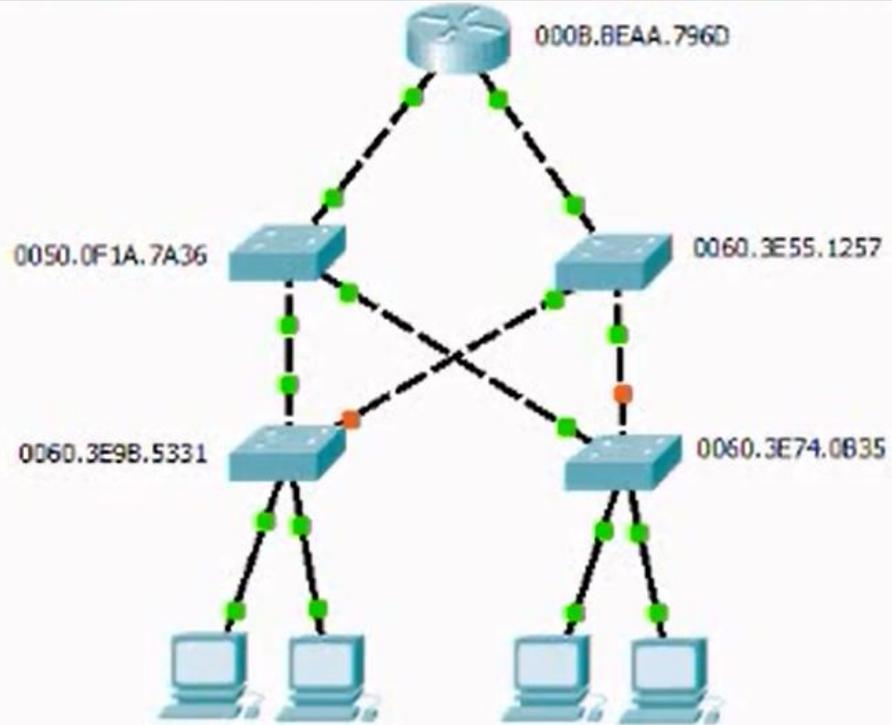


Spanning-Tree

EJERCICIO ADICIONAL 3

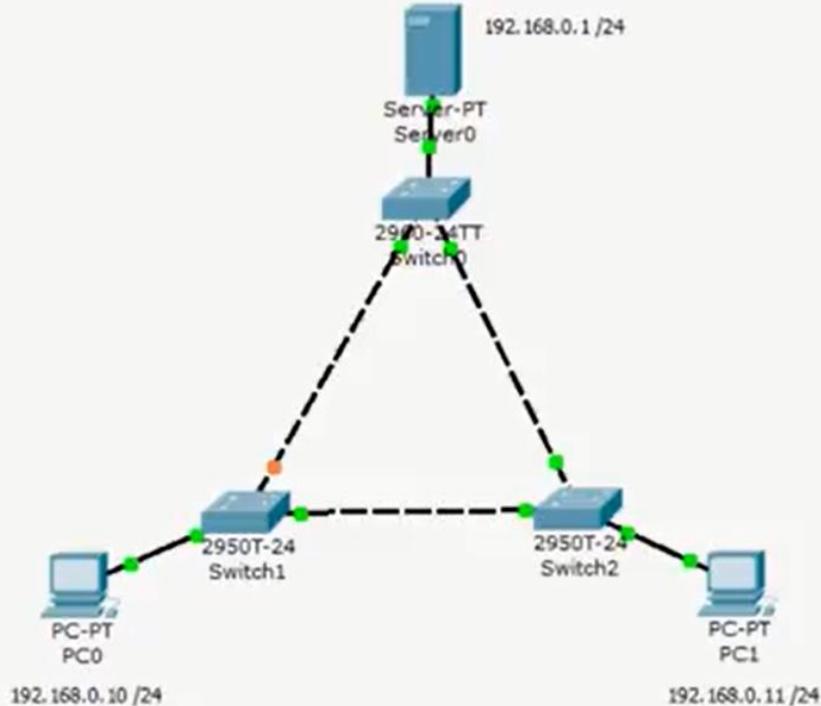
ENUNCIADO

Indicar puertos root (**RP**), puertos designados (**DP**) y puertos no designados o bloqueados (**X**).



Spanning-Tree

EJERCICIO ADICIONAL 4

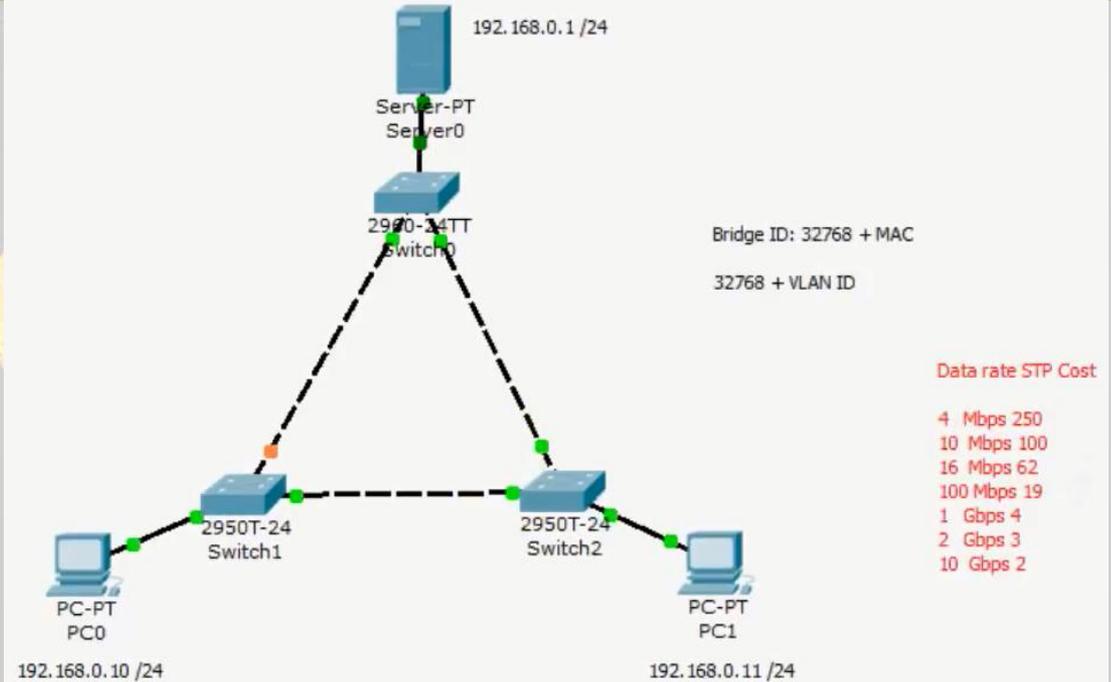


Spanning-Tree

EJERCICIO ADICIONAL 5

ENUNCIADO

Indicar puertos root (**RP**), puertos designados (**DP**) y puertos no designados o bloqueados (**X**).

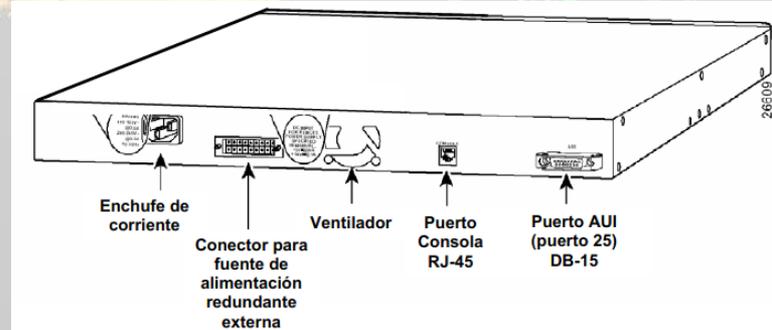
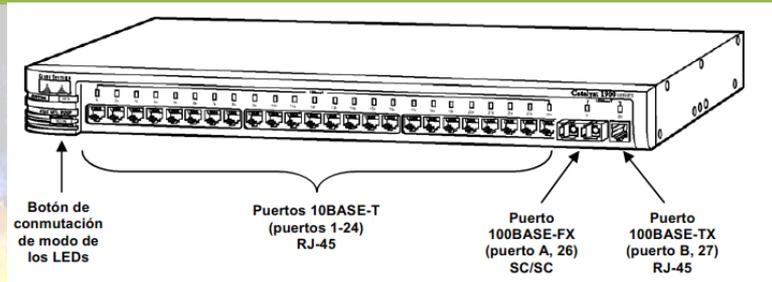


Spanning-Tree

EJERCICIOS ADICIONALES

ENUNCIADO

Indicar puertos root (**RP**), puertos designados (**DP**) y puertos no designados o bloqueados (**X**).



Switch CISCO Catalyst WS-C1924C-EN

Planificación

PRÓXIMAS CLASES

Agosto 2016						
◀ Julio						Septiembre ▶
Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Fín de semana: Videos formativos

ALGUNOS VIDEOS DE YOUTUBE

All Systems Down:
Over four days, Halamka's network crashed repeatedly, forcing the hospital to revert to the paper patient-records system that it had abandoned years ago.

<https://www.youtube.com/watch?v=o1iMOw1C6zE>



Beth Israel Deaconess Medical Centre:
330 Brookline Ave, Boston, MA 02215, Estados Unidos

<http://www.bidmc.org/>