

Capítulo 6, “Understanding Spanning Tree”
Cisco LAN Switching, CIEE Profesional Development
Kennedy Clark, Kevin Hamilton, Cisco Press
(Traducción de Prof. Ing. Miguel Solinas)

Introducción	2
Qué es y porqué usarlo..?	3
Loops de Broadcast	4
Corrupción de Bridge Table	5
Dos conceptos claves	6
Bridge ID	6
Path Cost	7
Secuencia de 4 Pasos para la toma de decisiones	7
Los tres pasos de la convergencia inicial	8
Paso 1: Elegir un Root Bridge	9
Paso 2: Elegir un Root Port	10
Paso 3: Elegir un Designated Port	11
Revisión de la Convergencia Inicial	13
Los 5 estados de STP	13

Introducción

La mayoría de los administradores y diseñadores de redes subestiman la importancia de este protocolo. A medida que los Routers se volvían más populares al principio de los 90, STP pasaba a un segundo plano como “el protocolo de menor importancia con el que alguna vez trabajé”; sin embargo, con los recientes avances en la tecnología de switching, STP se transforma en un factor sumamente importante y tiene un tremendo impacto en el rendimiento de una red. Para ser mas concreto, STP tiene el privilegio de sumar más del 50% de los dolores de cabeza que debemos enfrentar cuando hablamos de configuración, arreglos y mantenimientos sobre redes corporativas. Muy especialmente si han sido pobremente diseñadas. Cuando uno se encuentra por primera vez con la tecnología de switching, lo primero que pasa por la cabeza es el siguiente pensamiento “yo soy un profesional del nivel 3, qué tan interesante puede ser este STP..?”. Allí se puede comprobar que STP es un protocolo complejo conocido generalmente de manera superficial. Hay serios problemas para encontrar información sobre el mismo, especialmente sobre implementaciones modernas del protocolo.

El objetivo de este apunte es que Ud. experimente una navegación suave en su estudio de STP. El mismo cubre la mecánica utilizada por STP para llevar adelante la prevención básica de loops en redes. Para lograr un conocimiento sólido desde las bases, comenzamos con las preguntas básicas de “Qué es..?” y “Porqué lo necesito..?”. A partir de ellas, se camina por el algoritmo de “spanning tree” de forma detallada y se establecen las bases para un estudio avanzado del protocolo, donde se pueden ver puntos más complejos como el balance de carga y la minimización de tiempos de convergencia.

Los términos bridge y switch se usan de manera indistinta. Quizás algunos puristas puedan argumentar que hay diferencias entre este tipo de dispositivos, pero asumo que las mismas son irrelevantes al momento de revisar STP. Esto es particularmente cierto cuando hablamos del estándar STP que fue escrito con mucha anterioridad a su implementación en hardware. Por ejemplo, es probable que no haya escuchado hablar del término Root Bridge (no se desespere por entender de qué se trata ahora). Talvez el término Root Switch sea más común. Lo que sí está claro, es que cuando nos referimos a la implementación de redes reales, el término switch es más adecuado, ya que no creo poder encontrar un verdadero bridge basado en software hoy en día.

Qué es y porqué usarlo..?

Atención: Los ejemplos usados en este apunte se han diseñado para ilustrar el modo de operación de ST, no necesariamente representan las mejores prácticas de diseño.

Desde el punto de vista del mero sentido común, ST es un protocolo para prevenir la formación de loops. Es una tecnología que les permite a los switches comunicarse unos con otros para descubrir loops físicos en la red. El protocolo usa un algoritmo usado a su vez por los switches para crear una topología lógica totalmente libre de loops, una estructura en árbol que cubre por completo la red, a nivel dos. El resto del apunte se encarga de los mecanismos que usan los switches para comunicarse y cómo trabaja este algoritmo.

Los loops ocurren en una red por varias razones. Lo más común es que se produzcan como consecuencia de acciones deliberadas de búsqueda de redundancia en determinados sectores de la red. Suponiendo que un enlace/switch falle, otro enlace/switch puede automáticamente levantarse y reemplazarlo. Pero también pueden ocurrir por errores (que obviamente nunca le ocurrirán a Ud.). La Fig.1 muestra una red típica compuesta por switches donde se ve cómo pueden usarse los loops para obtener redundancia.

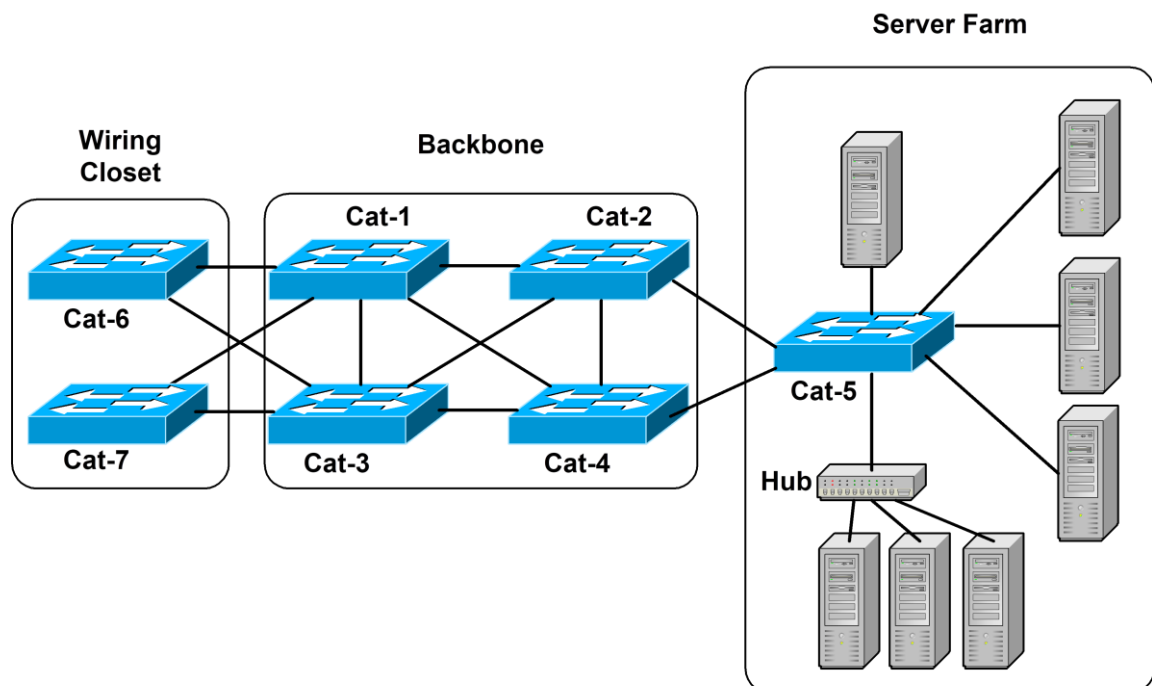


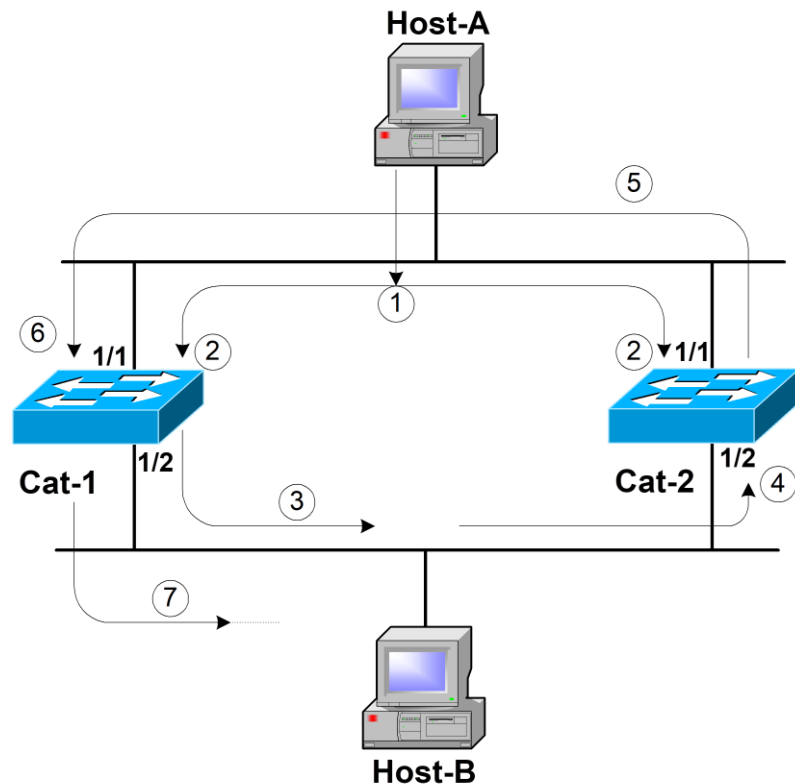
Fig. 1

El tema es que los loops son potencialmente dañinos en una red switchheada por dos razones fundamentales: loops de broadcast y corrupción de “bridge table”.

Loops de Broadcast

La combinación broadcast y loops de nivel dos puede ser una mezcla muy peligrosa. Considere la Fig.2:

Fig.2



Obviamente, asumimos que ninguno de los SW está corriendo STP.

Supongamos que el Host A comienza sacando un frame a la dirección MAC de broadcast (FF-FF-FF-FF-FF-FF) (Paso 1).

Dado que la ethernet es un “bus medium”, el frame viaja tanto a la Cat-1 como al Cat-2 (Paso 2). Cuando llega al Cat-1:Port 1/1, el Cat-1, siguiendo el algoritmo estándar de “bridging”, inunda la red, sacando el frame por los demás puertos; en este caso tan solo el Port 1/2, (Paso 3). Nuevamente este frame viajará hacia los otros nodos del segmento inferior, incluyendo el Cat-2:Port 1/2 (Paso 4). El Cat-2 inundará el resto de los port, sacando este frame, en este caso por el Port 1/1 (Paso 5), y el frame nuevamente llegará al Cat-1:Port 1/1 (Paso 6). Cat-1 será un muy buen switch, seguirá las ordenes y enviará el frame nuevamente por el Port 1/2, por segunda vez (Paso 7). Se ha formado un bello loop..!

Por otro lado, no nos olvidemos del frame que llega al Cat-2:Port 1/1 en el paso 2. Este frame tendrá similar historia que el frame anterior, pero en dirección contraria.

Una importante conclusión que se debe sacar, de observar detenidamente lo que está ocurriendo, es que los loops de switching son más peligrosos que los loops de routing.

Cómo ..? Qué dijo ..?

Para entender esto, veamos el contenido de un frame ethernet: básicamente tienen un par de direcciones MAC, un campo type y un CRC (mas la parte de datos del usuario). En contraste, un encabezado IP contiene un campo TTL (Time To Live) cuyo valor es establecido por el host emisor y decrementado por todos los routers por los que pasa. Si recordamos que un router que encuentre el TTL=0 descartará inmediatamente el datagrama, vemos que de este modo se evita que los mismos den vueltas por la red, por demasiado tiempo, sin encontrar su destino. Pero, para el caso de un frame ethernet, al no disponerse de un TTL, una vez que entro en un loop, continuará en él para siempre, hasta que ocurra alguna de estas cosas: alguien apague el switch o el sol se transforme en una SuperNova.

Por otro lado, debe tenerse en cuenta que en redes más complejas, este proceso se puede realimentar y crecer exponencialmente, dado que cada frame se multiplica en cada switch por el número de port menos uno.

Finalmente, consideremos lo que experimenta cada uno de los pobres usuarios en los Host-A y Host-B, quienes obviamente ya no podrán levantar ningún juego en red. No solo eso ..! dado que los broadcast son procesados por la CPU, al usuario se le congela el puntero del mouse hasta que desconecte su equipo de la red. No sería deseable, salvo para su peor enemigo, que en el medio de la noche, cuando los usuarios están en pleno trabajo, alguien ejecute el siguiente comando: “set spantree 2 disable” que seguro habilitaría una tormenta de broadcast.

Corrupción de Bridge Table

La mayoría de los administradores de switches, están prevenidos de los problemas básicos que puede producir una tormenta de broadcast. Sin embargo poco de ellos está informado sobre el hecho que de igual modo, algunos frames unicast pueden circular por siempre en la red que contenga loops. La Fig. 4 ilustra este tema.

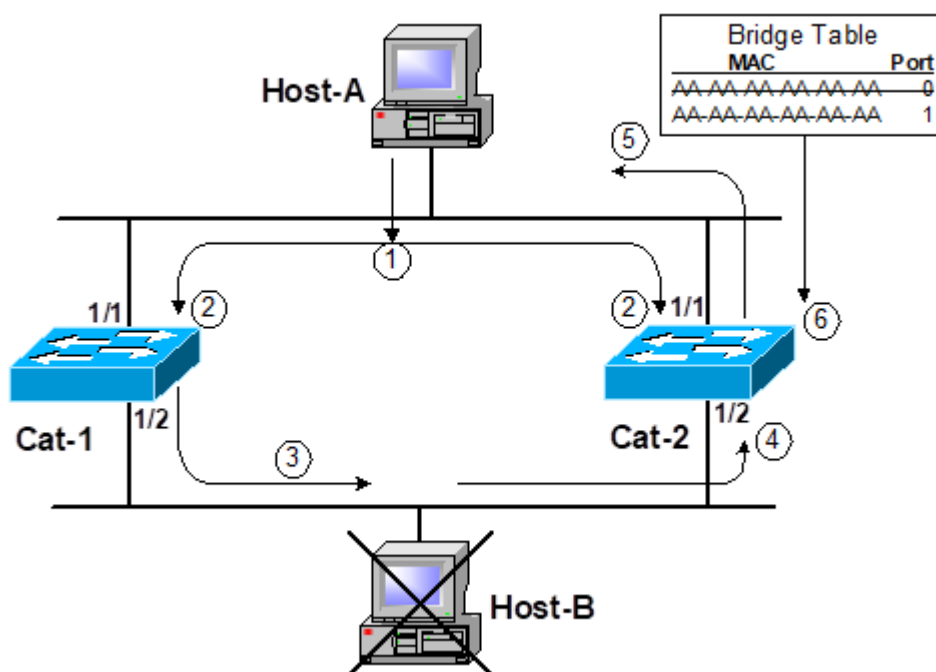


Fig. 4

Supongamos que el Host-A desea hacer un ping al Host-B.

Dado que no posee entrada en su tabla de ARP para ese host, debe generar una para lograr que los datagramas lleguen a destino. Como siempre, asumimos que ninguno de los switches está corriendo STP y supongamos que el Host-B ha sido temporalmente removido de la red y ha desaparecido la correspondiente entrada en la “bridge table”. Como antes, el frame viaja hacia los Port 1/1 de ambos switches (Paso 2). Solo consideremos el caso del frame que va hacia el Cat-1. Dado que el Host-B está desconectado, Cat-1 no tiene una entrada para la dirección de MAC BB-BB-BB-BB-BB-BB en su “bridge table” y por lo tanto inunda los restantes puertos con este frame, en este caso, el Port 1/2 (Paso 3). Luego el Cat-2 recibe el frame por su Port 1/2 y allí, dos cosas ocurren a continuación:

1. Cat-2 inunda sus restantes puerto (Port 1/2) con este frame dado que nunca tubo noticias de esta MAC Address, lo que crea un loop que se realimenta y tira abajo la red.
2. Cuando Cat-2 recibe en su Port 1/2 información con una MAC Address de origen =AA-AA-AA-AA-AA-AA, cambia inmediatamente sus entradas en la “bridge table” para el Host-A, asociándolo ahora al Port 1/2.

Como existe otro frame en la red, dando vueltas en la dirección opuesta, podría verse que la MAC Address correspondiente al Host-A va oscilando, en su asociación con un puerto, del Port 1/1 al Port 1/2.

De este modo, no solo vemos que esto satura por completo la red, sino que también corrompe la “bridge table”.

Recuerde: no solo un broadcast puede arruinar su red ..!

Dos conceptos claves

Todos los cálculos que hace STP, para lograr una topología libre de loops, hacen un uso extenso de dos conceptos claves:

- Bridge ID (BID)
- Path Cost

Bridge ID

Es un campo de 8 byte de longitud, compuesto por dos subcampos como indica la Fig.5.

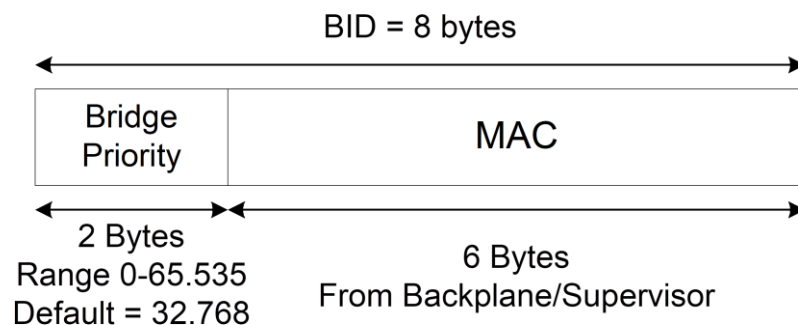


Fig.5

El subcampo de menor orden consiste en una MAC Address de 6 byte asignada al switch. Los Catalyst 5000 y 6000 utilizan una de las MAC Address del conjunto de 1024 direcciones asignadas a cada backplane. Este es un número codificado por hardware que no está disponible para ser modificado por el usuario. La MAC Address en el BID está expresada en formato hexadecimal.

Atención: Algunos Catalyst toman la MAC Address del módulo supervisor como el 5000, otros toman la dirección del backplane, como el 5500 y el 6000.

El subcampo de mayor orden del BID se conoce como Bridge Priority. Ojo, no confundir con el Port Priority, que será tratado en el apunte sobre “STP Avanzado”. Es un campo de 2 byte, lo

Introducción a Spanning Tree Protocol (STP)

que nos da 65.535 posibles valores. El valor por default es exactamente la mitad: 32.768 y se expresa en decimal.

Atención: Este apunte cubre solo la versión IEEE del STP. Si bien las mecánicas usadas por el protocolo del IEEE y de DEC (el implementador original) son similares, existen algunas diferencias entre ambos. La versión DEC de STP usa un Bridge Priority de 8 bits. Los Catalyst 4000, 5000 y 6000 usan sólo la versión del IEEE. Los Router Cisco usan ambas variedades y se está introduciendo una tercera para el código de los 12.0 para uso en VLAN.

Path Cost

Los switches usan el concepto de Path Cost para evaluar qué tan cerca están unos de otros. La norma 802.1d del IEEE, definía al costo originalmente como el cociente entre 1000 Mbps y el BW del enlace en Mbps. Por Ej.: un enlace 10BaseT tiene un costo de $1000/10=100$. Pero con el creciente BW de los enlaces, hasta superar los Gbps, los valores se hacían menor que 1, lo que lo hacía inútil para $BW > 1$ Bbps.

Como solución, el IEEE decidió modificar el costo, usando una escala no lineal:

Tabla 1

Bandwith	STP Cost
4 Mbps	250
10 Mbps	100
16 Mbps	62
45 Mbps	39
100 Mbps	19
155 Mbps	14
622 Mbps	6
1 Gbps	4
10 Gbps	2

Los valores de esta tabla fueron cuidadosamente elegidos para mantener la compatibilidad entre el nuevo y el viejo esquema. Para no irnos por las ramas, es importante recordar que a menor costo, mejor.

Secuencia de 4 Pasos para la toma de decisiones

Siempre que STP intenta crear una topología lógica libre de loops, usa la misma secuencia de cuatro pasos para tomar una decisión:

Paso 1: Menor Root BID

Paso 2: Menor Path Cost al Root Bridge

Paso 3: Menor BID del emisor

Paso 4: Menor Port ID

Los switches se pasan información del protocolo ST usando frames especiales conocidos como “Bridge Protocol Data Unit” o BPDU. Un bridge usa esta secuencia de cuatro decisiones para guardar una copia del mejor BPDU que haya observado en todos y cada uno de los puertos. Una vez realizada esta evaluación, considera a los BPDU recibidos posteriormente en cada puerto, tan dignos de ser tenidos en cuenta como el que él enviará por ese puerto. Es decir que cada vez que llega un BPDU a un puerto, es comparado con el ya almacenado para ese puerto aplicando los

Introducción a Spanning Tree Protocol (STP)

cuatro pasos arriba descriptos. Aquel que resulta más atractivo, de acuerdo a este criterio, reemplaza el viejo valor.

Tip: Los switches envían BPDU de configuración hasta que se recibe uno más atractivo.

Adicionalmente, este proceso de salvar el mejor BPDU, en alguna medida, también controla el envío de los mismos. La primera vez que se activa un switch, todos sus puertos envían BPDU cada 2 seg. (por default). Si un puerto escucha que un BPDU enviado por otro switch es más atractivo que el enviado y almacenado por él, el puerto local detiene los envíos de BPDU. Luego si el BPDU mas atractivo deja de recibirse del vecino por un período de 20 seg. (por default) el puerto local retoma los envíos de los BPDU cada 2 segundos.

Nota: Actualmente existen dos tipos de BPDU: de Configuración y de Notificación de Cambio de Topología. La primer parte de este apunte solo trata los BPDU de Configuración. Los otros se analizan en la segunda parte.

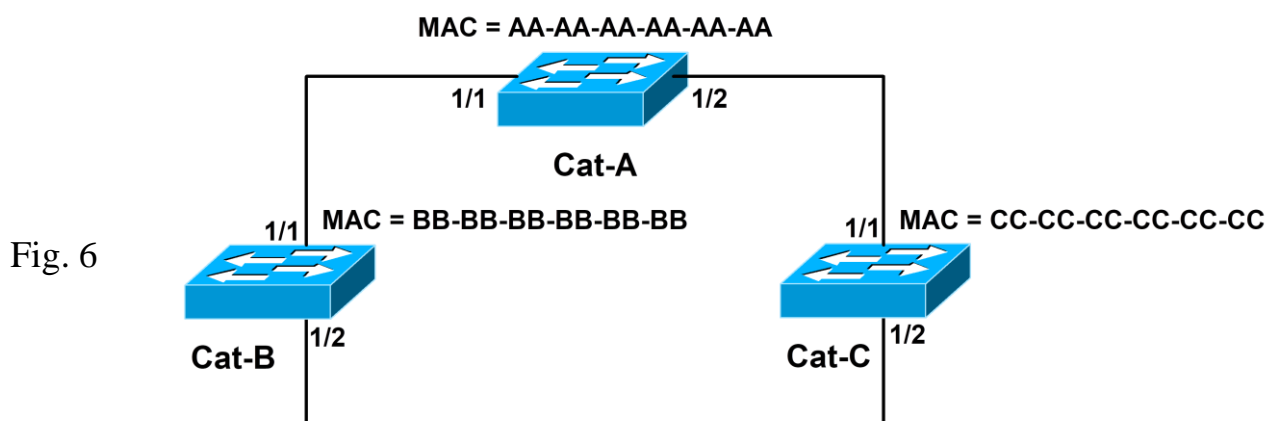
Los tres pasos de la convergencia inicial

Veamos qué hace el algoritmo de ST en la fase inicial de convergencia hacia una topología libre de loops. Se puede separar este proceso en tres pasos simples:

1. Elegir un Root Bridge
2. Elegir un Root Port
3. Elegir un Designated Port

Cuando una red arranca por primera vez, todos los switches anuncian simultáneamente, en un mix de información de BPDU. Sin embargo, inmediatamente se comienza a aplicar la secuencia de cuatro pasos para la toma de decisiones, lo que le permite al switch quedarse con un conjunto de BPDU que conforman el modelo para toda la red. En un primer paso se elige un único Root Bridge para actuar como centro del universo. En un segundo paso, el resto de los switches calculan un conjunto de Root Ports y Designated Ports (tercer paso) para terminar de construir una topología lógica libre de loops. Se puede pensar que ya en ese estado, hay una rueda de bicicleta, donde el Root Bridge es la maza que conecta a otros switches a través de caminos libres de loops (rayos). Luego, en un estado de régimen de la red, los BPDU fluyen desde este centro hacia todos los segmentos de la red, por estos caminos libres de loops. Superada esta etapa, los restantes cambios son manejados mediante el proceso de Cambio de Topología que luego se verá.

La Fig.6 nos acompañará como modelo para las próximas reflexiones. En ella tenemos tres switches conectados en una estructura en loop. A cada uno se le asignó una MAC Address ficticia coincidente con su nombre.



Paso 1: Elegir un Root Bridge

Lo primero que necesita la red de switches es elegir un único RootBridge, seleccionando al de menor BID. Recuerde que en la economía de STP el menor BID gana ..! Este proceso a menudo se lo conoce con el excitante título de Root War.

TIP: Muchos textos usan el término “mayor prioridad” cuando se discute el resultado de la Root War. De todos modos, debe tenerse en cuenta que el bridge con la mayor prioridad es aquel que tiene el menor valor. De ese modo se lo tratará en este apunte.

Volviendo a la figura, los valores de los BID serán :

Cat-A = 32.768-AA-AA-AA-AA-AA-AA.

Cat-B = 32.768-BB-BB-BB-BB-BB-BB

Cat-C = 32.768-CC-CC-CC-CC-CC-CC.

Se usan los valores por default para los Bridge Priority.

Obviamente, Cat-A se transforma en el Root Bridge. La Fig.7 ilustra esta situación.

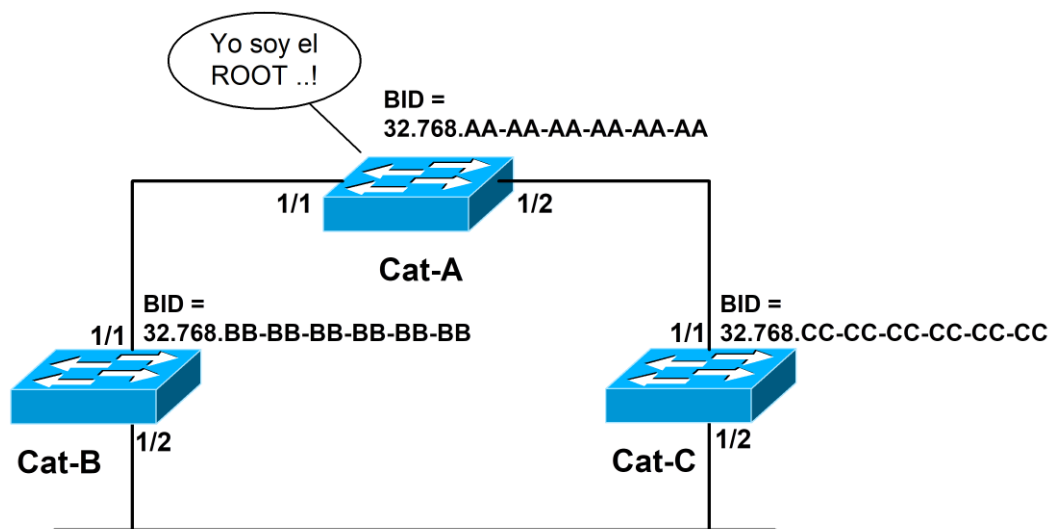


Fig.7

Ok, pero cómo aprenderán el resto de los switches de la red que el Cat-A tiene el menor BID.? Esto se consigue mediante el intercambio de BPDUs. Como lo mencionamos antes, los BPDUs son paquetes especiales que los switches usan para intercambiar información sobre la topología y/o ST. Por default, cada dos segundos se sacan BPDUs por cada puerto. Recordemos también que ellos no trafican ninguna información del usuario. La Fig. 8 ilustra el diseño básico de un BPDUs que luego veremos en detalle.

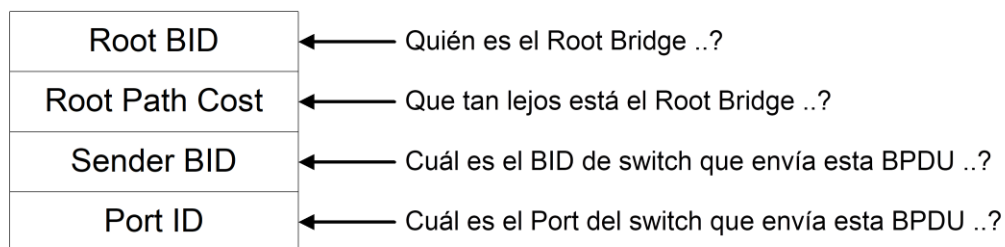


Fig. 8

Para aclarar un poco el tema de la Root War, nos enfocaremos sobre los campos Root BID y Sender BID. Cuando un switch genera un BPDU cada 2 seg. informa en el campo correspondiente, quién, a su entender y en ese instante, es el Root Bridge. La primera vez, asignará su propio BID al campo Root BID, es decir $\text{Root BID} = \text{Sender BID}$.

Supongamos que Cat-B arranca primero y comienza a enviar BPDU con $\text{Root BID} = \text{Sender BID} = \text{BID}_{\text{Cat-B}}$. Unos pocos minutos mas tarde, arranca Cat-C y hace algo similar. Cuando los $\text{BPDU}_{\text{Cat-C}}$ arriban al Cat-B, los descarta ya que tiene un valor de BID guardado que es menor que el recibido; su propio BID. Inmediatamente, Cat-B envía un BPDU. Cat-C aprende que él no es tan importante como creía y comienza a enviar BPDU donde dice que el $\text{Root BID} = \text{BID}_{\text{Cat-B}}$ y $\text{Sender BID} = \text{BID}_{\text{Cat-C}}$. La red se ha puesto de acuerdo que hasta ahora, el Root Bridge es el Cat-B. Pero, (siempre los hay) cinco minutos después arranca Cat-A. Como se suponía, asume que él es el Root Bridge y lo informa al resto de los switches usando BPDU. Inmediatamente que esto arriban tanto al Cat-B como al Cat-C, éstos abdican la posición de Root Bridge a favor de Cat-A y finalmente, todos los switches envían BPDU donde se informa esta nueva situación.

Paso 2: Elegir un Root Port

Finalizada la Root War, los switches se encaminan a elegir un Root Port, es decir aquel puerto que se encuentre más próximo al Root Switch. Todo switch que no sea Root Bridge debe realizar esta tarea, y usan el concepto de costo del enlace para evaluar proximidad.

Específicamente, los switches se guían por el valor del campo Root Path Cost de las BPDU, que se transforma en un valor acumulado de los costos parciales de los enlaces hasta llegar al Root Bridge. La Fig. 9 ilustra como se calculan estos valores y los resultados obtenidos para los Root Port.

Los BPDU que envía Cat-A (Root Bridge) contienen un valor nulo en el campo Root Path Cost (Paso 1). Cuando Cat-B recibe este BPDU, inmediatamente suma el Path Cost del Port 1/1 al valor del campo Root Path Cost del BPDU recibido. Suponiendo que todos los enlaces son Fast Ethernet, el costo sería 19. De este modo, Cat-B recibe un $\text{Root Path Cost} = 0$ y le suma el costo del Port 1/1, igual a 19 (Paso 2). Cat-B usa entonces este valor de 19 para enviar BPDUs por el Port 1/2 (Paso 3). Cuando Cat-C recibe este BPDU desde el Cat-B (Paso 4) incrementa el Root Path Cost en 19, resultando en un valor = 38. Pero Cat-C también ha recibido un BPDU de Cat-A, donde le informa un $\text{Root Path Cost} = 0$, al cual incrementa en 19. Compara este último valor con el resultante del BPDU recibido del Cat-B y obviamente, se queda con el valor menor; ergo, el Port 1/1 es el Root Port para Cat-C (Paso 6). A continuación, Cat-C comienza a informar esta novedad y lo hace hacia el Cat-B, el cual se ve envuelto en una toma de decisión similar a la del Cat-C. Obviamente el Cat-B determina que su Port 1/1 es el Root Port.

TIP: Recuerde que el costo para STP se incrementa ni bien el BPDU es recibido, no cuando se ha decidido sacarlo por un puerto

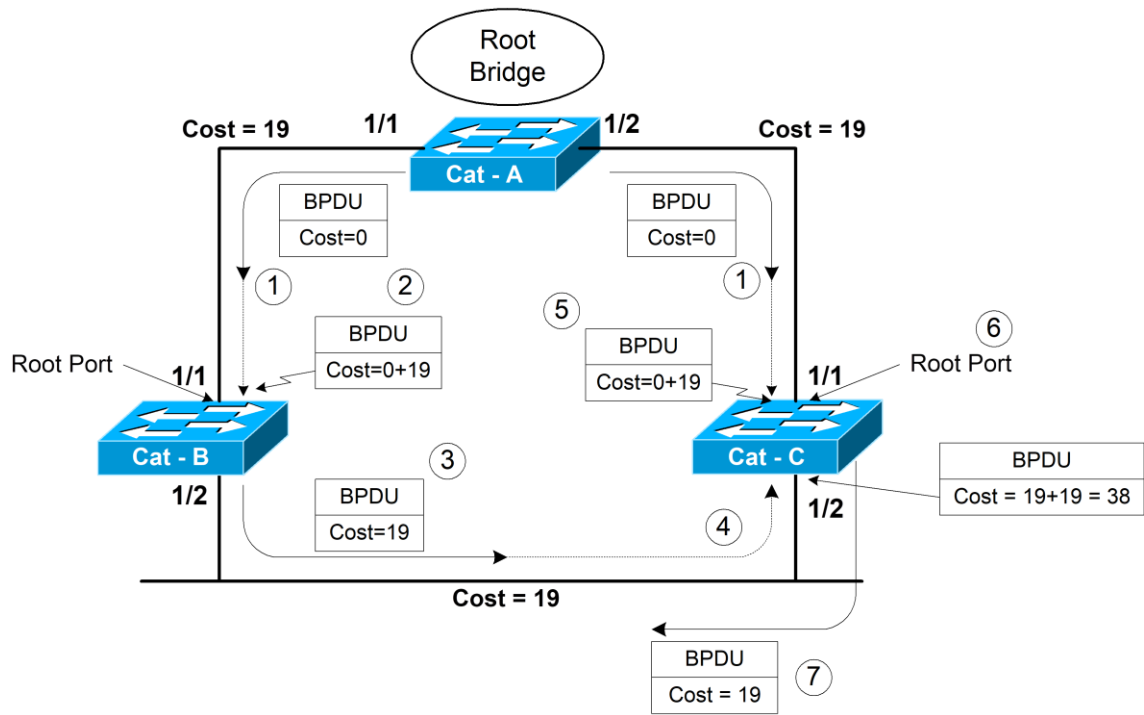


Fig.9

TIP: No es lo mismo Path Cost que Root Path Cost. Path Cost: es el valor asignado a cada puerto y es sumado al valor recibido en el campo Root Path Cost de cada BPDU en aquel puerto para calcular el valor de Root Path Cost para el switch receptor. Root Path Cost: es el valor acumulado de costos para llegar al Root Bridge. Dentro de un BPDU está asociado al campo costo.

Paso 3: Elegir un Designated Port

La parte de STP que previene la formación de loops se hace evidente durante la tercera etapa del proceso de convergencia inicial: cada segmento en una red de switches tiene un único Designated Port. Este puerto funciona como el único puerto del switch que envía y recibe tráfico hacia y desde el Root Bridge sobre ese segmento. **La idea es que sólo un puerto maneje el tráfico para cada enlace, de esta manera se evitan los loops.** El switch conteniendo el DP, para un segmento de red dado, se lo conoce como Designated Bridge (DB) para aquel segmento.

Tal cual se hizo con la selección del Root Port, la elección del DP se basa en el Root Path Cost (RPC) acumulado hasta alcanzar el Root Bridge; ver Fig.10.

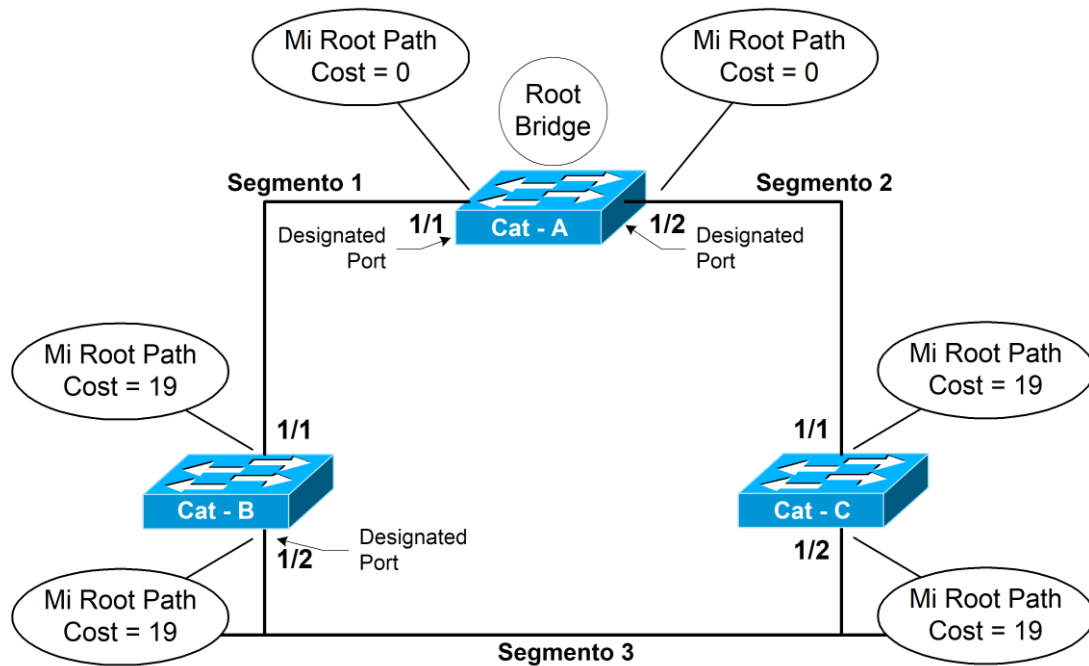


Fig.10

Para elegir el DP en el segmento 1, miremos un poco lo que ocurre en ese segmento. Hay 2 puertos, Cat-A:Port 1/1 y Cat-B:Port 1/1. Cat-A:Port 1/1 tiene un RPC=0 (después de todo él es el RB), por otro lado, Cat-B:Port 1/1 tiene un RPC=19 (el valor recibido en el BPDU desde Cat-A más el Path Cost de 19 asignado al Cat-B:Port 1/1). Ya que Cat-A:Port 1/1 tiene el menor RPC, se transforma en DP para el segmento.

Para el segmento 2, se produce una elección similar. Observe que: **todo puerto activo de un Root Bridge se transforma en un Designate Port**. La sola excepción a esta regla es un loop físico (nivel 1) entre los Port del Root Bridge; por ejemplo, **si conecta dos Port a un mismo hub o los conecta directamente mediante un cable cruzado**.

Observemos ahora qué pasa en el segmento 3 (Cat-B a Cat-C): ambos puertos tienen el mismo RPC=19. Hay un empate ..! Cuando ocurren estos conflictos, STP siempre recurre a la secuencia de cuatro pasos para la toma de decisiones, recordemos:

Paso 1: Menor Root BID

Paso 2: Menor Path Cost al Root Bridge

Paso 3: Menor BID del emisor

Paso 4: Menor Port ID

Ambos Switches están de acuerdo en que el RB es Cat-A, luego los RPC=19 en ambos; por lo tanto queda como siguiente opción evaluar lo BID de cada port. Dado que el BID de Cat-B:Port 1/2 es menor que el BID del Cat-C:Port 1/2, el primero se transforma en DP y el Cat-C: Port 1/2 en non DP.

Revisión de la Convergencia Inicial

Antes de seguir, hagamos una revisión para que las cosas queden bien claras. Los switches en la red, una vez arrancados, comenzarán un proceso de convergencia inicial hacia una topología lógica totalmente libre de loops a través de tres pasos:

1. Elegir un Root Bridge
2. Elegir un Root Port
3. Elegir un Designated Port

Primero la red elige un Root Bridge, luego cada switch, salvo el RB, elige un Root Port, aquel más próximo al RB. Por último los switches eligen un único Designated Port por segmento.

Veamos los datos para un ejemplo real con 15 switches y 146 segmentos (recordar que cada port en un switch es un segmento):

Tabla 2

STP Component	Number
Root Bridge	1
Root Port	14
Designated Ports	146

También hay que tener siempre presente que todas las decisiones de STP se basan en la secuencia predeterminada:

Paso 1: Menor Root BID

Paso 2: Menor Path Cost al Root Bridge

Paso 3: Menor BID del emisor

Paso 4: Menor Port ID

Por otro lado no olvidemos que todo BPDU recibido en un port es comparado con el que tiene almacenado el puerto y solo el mejor BPDU es realmacenado. El mejor es seleccionado por el menor valor; y un port detiene los envíos de BPDU si escucha un BPDU mejor que el que él transmite.

Los 5 estados de STP

Una vez que el switch ha clasificado sus puertos como Root, Designated o non-Designated, crear una topología libre de loops es relativamente simple: **RP y DP envían el tráfico y NDP bloquean el tráfico**. Si bien pareciera que los estados enviar y bloquear son los únicos usados en una red, la Tabla 3 muestra que actualmente hay cinco estados, para el caso de STP:

Tabla 3

Estado	Propósito
Forwarding	Enviar/Recibir datos del usuario
Learning	Construir la tabla de bridging
Listening	Construir una topología “activa”
Blocking	Recibir sólo BPDU
Disabled	Administrativamente down

Introducción a Spanning Tree Protocol (STP)

Esta lista puede considerarse como una jerarquía en donde cada puerto de un switch comienza por el nivel mas baja (Disabled) y trabaja con los medios a su alcance para ascender hasta el nivel mas alto (Forwarding). El estado inferior es el que le permite al administrador del switch tirar abajo (shut down) un puerto, no siendo parte normal del procedimiento dinámico aplicado al funcionamiento de los puertos. Después de su inicialización, los puertos arrancan en el estado “Blocking” donde escuchan los BPDU que reciben. Existe una variedad de eventos que desde este estado pueden llevar al puerto al estado “Listening”, tales como: 1) que el switch se sienta Root Bridge inmediatamente después de bootear o 2) ausencia de BPDU por un período de tiempo. Hasta el momento no hay tráfico de usuario. Tan solo se están enviando y recibiendo BPDU en un desesperado intento de determinar la topología activa de la red. **Es durante este estado, de “Listening” que tienen lugar los tres pasos iniciales hacia la convergencia**, descriptos anteriormente. Los puertos que pierden la elección por transformarse en DP, se transforman en NDP y vuelven al estado de “Blocking”.

Los puertos que permanecen como DP o RP por más de 15 seg. (tiempo por default) progresan al estado “Learning”. Luego viene otro período de tiempo de 15 seg. en donde el switch no trafica datos del usuario, sino que permanece en este estado, construyendo las “bridging table”, a las que posteriormente les pasará los datos del usuario, ni bien lleguen sobre un puerto. Este estado en el que permanece el switch durante este tiempo, evita tener que pasar directamente al momento donde se producirá una inundación de frames, requeridos para traficar datos.

Nota: Además de almacenar la MAC Address fuente e información del puerto, los Catalyst aprenden información sobre las VLAN.

Si después de finalizado el estado de “Learning”, un puerto permanece como DP o RP, se produce la transición del mismo al estado de “Forwarding”. En este estado, el puerto comienza recién a enviar y recibir datos del usuario. La Fig.11 ilustra las transiciones posibles.

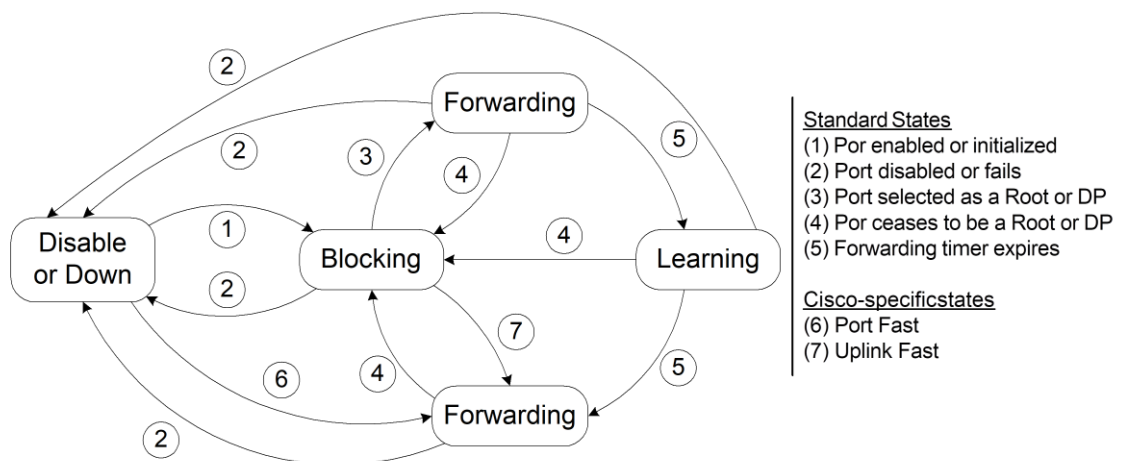


Fig. 11

Introducción a Spanning Tree Protocol (STP)

La Fig.12 muestra la red que se ha usado como ejemplo con la clasificación para los puertos y el listado de los estados. Advierta que todos los puertos está en estado “Forwarding” a excepción del Cat-C:Port-1/2.

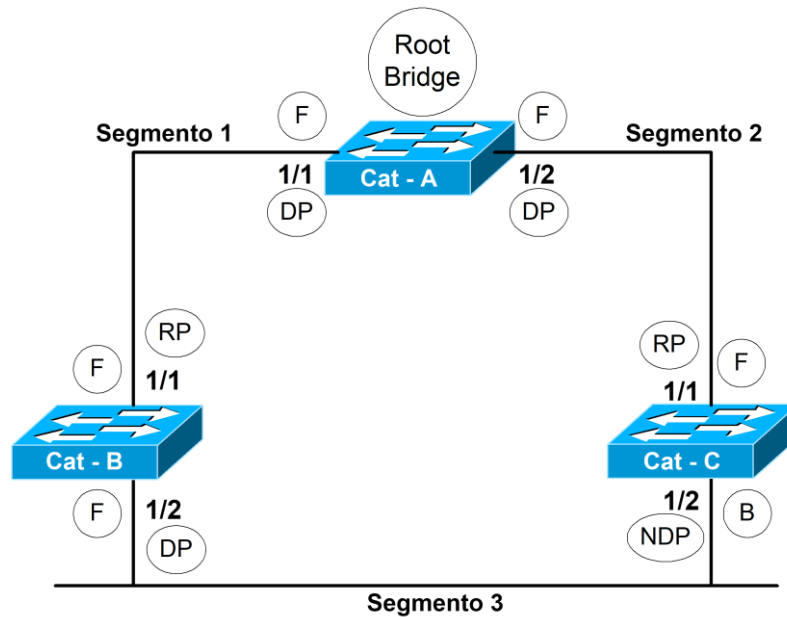


Fig.12

La Tabla 4 documenta los símbolos utilizados a través de todo el apunte para representar los estados de Spanning Tree.

Tabla 4

State/Port	Symbol
Blocking	B
Forwarding	F
Designated Port	DP
Root Port	RP
Non-Designated Port	NDP