

Nombre	Temas Asignados	Resumen del Contenido
Brayan	5.0.1 ¿Por qué debería tomar este módulo? 5.1.1 Redundancia en redes conmutadas de capa 2 5.1.2 Protocolo de árbol de extensión 5.1.3 Recalcular STP	Este bloque introduce la necesidad de la redundancia y explica que las rutas redundantes en redes conmutadas pueden crear bucles de Capa 2. Explica que el Protocolo de árbol de extensión (STP) fue diseñado para eliminar estos bucles mientras permite la redundancia física. También introduce la animación del recálculo de STP cuando ocurre una falla.
Adner	5.1.4 Problemas con los vínculos de switch redundantes 5.1.5 Bucles de la capa 2 5.1.6 Tormenta de difusión (Broadcast Storm) 5.1.7 El algoritmo de árbol de expansión	Este bloque se centra en los problemas causados por los bucles de Capa 2, como la inestabilidad de la tabla de direcciones MAC , la saturación de enlaces y la alta utilización de CPU, lo que hace que la red se vuelva inutilizable. Explica cómo las tramas de difusión, multidifusión y unidifusión desconocidas se reproducen sin fin en bucles. Describe la Tormenta de difusión como un número anormalmente alto de emisiones que pueden deshabilitar la red. Concluye con la introducción del Algoritmo de Árbol de Expansión (STA) de Radia Perlman, que crea una topología sin bucles al seleccionar un único puente raíz.
Nohelia	5.2.1 Pasos para una topología sin bucles 5.2.2 1. Elige el root bridge 5.2.3 Impacto de las pujas por defecto 5.2.4 Determinar el costo de la ruta raíz 5.2.5 2. Elegir los puertos raíz	Este bloque cubre el inicio de la operación de STP (STA), que utiliza un proceso de cuatro pasos para crear la topología sin bucles. Explica cómo se elige el puente raíz (root bridge): el switch con el ID de puente (BID) más bajo gana. Detalla la composición del BID (prioridad de puente, ID de sistema extendido y dirección MAC). Explica el criterio de desempate cuando las prioridades son iguales: se utiliza la dirección MAC más baja. Finalmente, describe cómo se calcula el costo interno de la ruta raíz (suma de los costos de los puertos individuales) y cómo se eligen los puertos raíz (el puerto más cercano al puente raíz, con el costo total más bajo).
Jefry	5.2.6 3. Seleccionar puertos designados 5.2.7 4. Seleccionar puertos alternativos (bloqueados) 5.2.8 Seleccione un puerto raíz a partir de varias rutas de igual coste 5.2.9	Este bloque continúa con los pasos operativos de STP. Define los puertos designados como aquellos que tienen el costo de ruta raíz interna más bajo en un segmento. Define los puertos alternativos (o de copia de seguridad) como aquellos que no son raíz ni designados, y están en estado de bloqueo o descarte para evitar bucles. Explica los criterios de desempate adicionales cuando existen rutas de igual

	<p>Temporizadores STP y Estados de puerto
5.2.10 Detalles Operativos de cada Estado Portuario
 5.2.11 Per-VLAN Spanning Tree</p>	<p>costo (BID del remitente más bajo, prioridad de puerto del remitente más baja, ID de puerto del remitente más bajo). Describe los tres temporizadores STP (saludo, retardo de reenvío, antigüedad máxima) y los cinco estados de puerto (bloqueo, escucha, aprendizaje, reenvío y deshabilitado). Finalmente, introduce Per-VLAN Spanning Tree (PVST), donde se elige un puente raíz por cada instancia de árbol de expansión, permitiendo diferentes <i>root bridges</i> para distintos conjuntos de VLAN.</p>
oeni	<p>5.3.1 Diferentes versiones de STP
 5.3.2 Conceptos de RSTP
 5.3.3 Estados de puerto RSTP y roles de puerto
 5.3.4 PortFast y protección BPDU
 5.3.5 Alternativas a STP
 5.4.1 ¿Qué aprenderé en este módulo? (Conclusión/Resumen)</p>	<p>Este bloque se centra en la evolución y las mejoras de STP. Distingue entre el STP original y versiones más recientes como Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP). Explica que RSTP (IEEE 802.1w) reemplaza al 802.1D original y proporciona una convergencia mucho más rápida, usando solo tres estados de puerto operativos (Aprendizaje, Reenvío y Descarte). Describe las funciones de PortFast (omite los estados de escucha y aprendizaje para una convergencia inmediata en puertos de acceso) y la protección BPDU (pone el puerto en estado de error deshabilitado si recibe una BPDU en un puerto PortFast). Concluye mencionando el enrutamiento de Capa 3 entre conmutadores como una alternativa a STP y otras tecnologías como MLAG, SPB y TRILL. Finalmente, se le asigna el resumen del módulo 5.4.1.</p>

Brayan: Introducción a la Redundancia y el Concepto Básico de STP

Objetivo: Establecer por qué la redundancia es necesaria y cómo crea el problema de los bucles, presentando STP como la solución.

Tema

Guion y Puntos Clave

Citas

5.0.1 ¿Por qué debería tomar este módulo?	Una red de Nivel 2 bien diseñada utiliza conmutadores y rutas redundantes para asegurar que, si un conmutador falla, otra ruta esté disponible para reenviar datos, previniendo la interrupción del servicio. La redundancia soluciona el problema de un solo punto de falla. Sin embargo, la redundancia puede crear un tipo diferente de problema llamado bucles de Capa 2 . Un bucle de Capa 2 se asemeja al caos de la retroalimentación en un concierto, donde una señal se amplifica repetidamente, volviéndose desagradable e imposible de usar, y puede suceder muy rápidamente en una red.	”
5.1.1 Redundancia en redes conmutadas de capa 2	La redundancia es una parte importante del diseño jerárquico para eliminar puntos únicos de falla. Las rutas físicas alternativas permiten a los usuarios acceder a los recursos a pesar de las interrupciones. Es crucial notar que estas rutas redundantes en una red Ethernet conmutada pueden causar bucles físicos y lógicos en la capa 2 . Las LAN Ethernet requieren una topología sin bucles, con una única ruta entre dos dispositivos.	’
5.1.2 Protocolo de árbol de extensión (STP)	El Protocolo de árbol de expansión (STP) es un protocolo de red de prevención de bucles diseñado específicamente para eliminar los bucles de capa 2 en la red. Permite la redundancia mientras crea una topología de capa 2 sin bucles. El estándar original IEEE MAC Bridging para STP es el IEEE 802.1D .	„
5.1.3 Recalcular STP	Las rutas físicas redundantes siguen existiendo para proporcionar la redundancia, aunque se deshabilitan para evitar bucles. Si un cable o switch falla, STP vuelve a calcular las rutas y desbloquea los puertos necesarios para que la ruta redundante se active. Los recálculos también ocurren cuando se agrega un nuevo switch o un nuevo vínculo.	

Adner: Consecuencias de los Bucles y Fundamento del STA

Objetivo: Profundizar en el caos generado por los bucles de Capa 2 y presentar el Algoritmo de Árbol de Expansión (STA) como la base de la solución.

Tema	Guion y Puntos Clave	Citas
5.1.4 Problemas con los vínculos de switch redundantes	Si no se implementa el árbol de expansión, se produce un bucle de Capa 2. Los efectos son severos: inestabilidad en la tabla de direcciones MAC, saturación de enlaces y alta utilización de CPU en conmutadores y dispositivos finales, lo que inutiliza la red. Es importante destacar que, a diferencia de los	„

protocolos de Capa 3 (IPv4/IPv6), Layer 2 Ethernet **no incluye un mecanismo** para reconocer y eliminar tramas de bucle sin fin.

5.1.5 Bucles de la capa 2

Sin STP habilitado, los bucles provocan que las tramas de **difusión, multidifusión y unidifusión desconocidas** se reproduzcan sin fin, pudiendo derribar una red en segundos. Las tramas de difusión, como las solicitudes ARP, se reenvían a todos los puertos, formando el bucle infinito. Este bucle causa que la tabla de direcciones MAC del switch cambie constantemente (inestabilidad). Si el switch no tiene la dirección MAC de destino (unidifusión desconocida), reenvía la trama a todos los puertos, lo que resulta en la llegada de tramas duplicadas al destino en una red con bucles.

5.1.6 Tormenta de difusión (Broadcast Storm)

Una tormenta de difusión es un número anormalmente alto de emisiones que abruman la red. Pueden deshabilitar la red en segundos. Las tormentas pueden ser causadas por un bucle de Capa 2 o un problema de hardware. Incluso la multidifusión de Capa 2 (utilizada por protocolos como ICMPv6 Neighbor Discovery) se reenvía de forma similar a una difusión, lo que exacerba el problema. La repetición en bucle de más y más tramas culmina en una tormenta de difusión.

5.1.7 El algoritmo de árbol de expansión (STA)

Para evitar estos problemas, el árbol de expansión debe estar habilitado (lo está por defecto en switches Cisco). STP se basa en el **Algoritmo de Árbol de Expansión (STA)**, inventado por Radia Perlman. STA crea una topología sin bucles seleccionando un **único puente raíz** (root bridge). STP garantiza una única ruta lógica bloqueando intencionalmente las rutas redundantes que podrían causar un bucle.

Nohelia: Elección del Puente Raíz y Costo de la Ruta

Objetivo: Explicar los primeros dos pasos del proceso de STA, incluyendo la estructura del BID y la determinación del costo de la ruta.

Tema	Guion y Puntos Clave	Citas
5.2.1 Pasos para una topología sin bucles	La operación de STP se desarrolla en un proceso de cuatro pasos utilizando el Algoritmo de Árbol de Expansión (STA): 1. Elegir el puente raíz, 2. Seleccionar los puertos raíz, 3. Elegir puertos designados, 4. Seleccionar puertos alternativos (bloqueados). Los switches utilizan BPDU (Unidades de Datos de Protocolo de Puente) para compartir información y tomar todas estas decisiones. Cada BPDU contiene el ID de puente (BID) del switch de envío. El BID está compuesto por el valor de prioridad del puente (4 bits), el ID de sistema extendido (12 bits) y la dirección MAC (48 bits). El valor de BID más bajo es el preferido.	""
5.2.2 1. Elige el root bridge	El STA designa un switch como puente raíz (root bridge), el cual sirve como punto de referencia para todos los cálculos de rutas. El switch que tiene el BID más bajo se convierte en el puente raíz. Inicialmente, los switches se declaran a sí mismos como el puente raíz, pero mediante el intercambio de BPDU, acuerdan cuál tiene el BID más bajo.	""
5.2.3 Impacto de las pujas por defecto	La prioridad de puente predeterminada de Cisco es 32768 . El rango de prioridad va de 0 a 61440, aumentando en incrementos de 4096. Una prioridad de puente más baja es preferible . Si dos o más switches tienen la misma prioridad, el conmutador con la dirección MAC más baja (valor hexadecimal) se convierte en el puente raíz. Se recomienda configurar manualmente el switch deseado con una prioridad menor. El valor de 32769 visto en algunos ejemplos surge de la prioridad predeterminada (32768) más la ID de sistema extendido (ej. VLAN 1).	,,,,
5.2.4 Determinar el costo de la ruta raíz	Después de elegir el puente raíz, el STA determina las mejores rutas. El costo interno de la ruta raíz es la información de la ruta, determinada por la suma de los costos de todos los puertos individuales a lo largo de la ruta hasta el puente raíz. La BPDU incluye el costo de la ruta que va desde el switch de envío hasta el puente raíz. Los costos de puerto predeterminados se definen por la velocidad del puerto. Los administradores pueden configurar manualmente los costos de puerto para controlar las rutas de STP.	,,
5.2.5 2. Elegir los puertos raíz	Cada switch que no es el <i>root bridge</i> seleccionará un puerto raíz (Root Port). El puerto raíz es el puerto más cercano al puente raíz en términos de costo general más bajo , también conocido como costo de ruta raíz interna.	""

En un ejemplo, si la Ruta 1 tiene un costo de 19 y la Ruta 2 tiene 38, la Ruta 1 es la preferida y su puerto se convierte en el puerto raíz.

Jefry: Roles de Puertos, Desempates y Convergencia

Objetivo: Cubrir los pasos finales de la selección de roles de puertos, las reglas de desempate y los temporizadores que controlan la convergencia de STP.

Tema	Guion y Puntos Clave	Citas
5.2.6 3. Seleccionar puertos designados	Después de los puertos raíz, se seleccionan los puertos designados . Cada segmento (enlace) entre dos switches debe tener un puerto designado. El puerto designado es el puerto en ese segmento que tiene el menor costo de ruta raíz interna al puente raíz. En el caso del propio puente raíz, todos sus puertos son designados .	""
5.2.7 4. Seleccionar puertos alternativos (bloqueados)	Si un puerto no se convierte en puerto raíz ni en puerto designado, se le asigna el rol de puerto alternativo (o de copia de seguridad). Estos puertos se colocan en estado de descarte o bloqueo para evitar bucles. Este bloqueo es la parte de prevención de bucles de STP, asegurando que solo haya una ruta lógica.	""
5.2.8 Seleccione un puerto raíz a partir de varias rutas de igual coste	Cuando un switch tiene múltiples rutas de igual costo al puente raíz, se utilizan tres criterios de desempate: 1. BID del remitente más bajo: Si S2 tiene dos rutas de igual costo, elegirá la ruta conectada al switch vecino (el "emisor") con el BID más bajo. 2. Prioridad de puerto del remitente más baja: Si el BID del remitente es el mismo (ej. ambos puertos se conectan al mismo switch), se utiliza la prioridad de puerto del remitente (predeterminada 128). 3. ID de puerto del remitente más bajo: El desempate final se basa en la ID de puerto del remitente más baja (ej. F0/1 es más bajo que F0/2). El puerto receptor del switch se convierte en el puerto raíz.	,,,,"
5.2.9 Temporizadores STP y Estados de puerto	La convergencia de STP requiere tres temporizadores: Temporizador de saludo (Hello Time, predeterminado 2 segundos), Temporizador de retardo de reenvío (Forward Delay, predeterminado 15 segundos, pasado en estados de escucha y aprendizaje) y Temporizador de antigüedad máxima (Max Age, predeterminado 20 segundos, tiempo máximo que espera un switch antes de intentar un	""""

cambio de topología). Estos tiempos se configuran en el puente raíz. Para evitar bucles temporales durante la transición, STP tiene cinco estados de puertos: **Bloqueo**, **Escucha**, **Aprendizaje**, **Reenvío** y **Deshabilitado** (no operativo).

5.2.10 Detalles Operativos de cada Estado Portuario

(Aquí se debe detallar la función de cada uno): En el estado de **Bloqueo**, el puerto no reenvía datos; en **Escucha** y **Aprendizaje**, el puerto espera el tiempo de Retardo de Reenvío; en **Aprendizaje**, comienza a llenar la tabla MAC; en **Reenvío**, el puerto reenvía tramas de datos.

5.2.11 Per-VLAN Spanning Tree (PVST)

STP puede funcionar con múltiples VLAN. En versiones **PVST** (Per-VLAN Spanning Tree) de STP, **se elige un puente raíz para cada instancia** de árbol de expansión. Esto permite tener diferentes puentes raíz para distintos conjuntos de VLAN, optimizando el uso de enlaces redundantes.

Yoeni: Evolución de STP, Convergencia Rápida y Alternativas

Objetivo: Describir la evolución de STP (RSTP), las mejoras de convergencia de Cisco (PortFast/BPDU Guard) y las alternativas modernas.

Tema	Guion y Puntos Clave	Citas
5.3.1 Diferentes versiones de STP	El término STP se usa comúnmente para referirse a implementaciones como el Protocolo de árbol de expansión rápido (RSTP) y el Protocolo de árbol de expansión múltiple (MSTP) . El estándar actual (IEEE-802-1D-2004) estipula el uso de RSTP en lugar del STP original (802.1d). Los switches Cisco con IOS 15.0 o posterior ejecutan PVST+ de forma predeterminada.	"""
5.3.2 Conceptos de RSTP	RSTP (IEEE 802.1w) reemplaza al 802.1D original, pero conserva la compatibilidad y la terminología fundamental. Utiliza el mismo algoritmo STA. La principal mejora es el aumento de la velocidad de recálculo, logrando una convergencia mucho más rápida (a veces en milisegundos) en una red bien configurada. Un puerto configurado como alternativo o de respaldo puede cambiar automáticamente al estado de reenvío sin esperar a la convergencia lenta de STP. La implementación de Cisco de RSTP por VLAN se llama Rapid PVST+ .	""
5.3.3 Estados de puerto RSTP y roles de puerto	RSTP simplifica los estados de puerto a solo tres estados operativos: Aprendizaje, Reenvío y Descarte . Los estados de desactivación, bloqueo y escucha del 802.1D se fusionan en el único estado de descarte 802.1w. RSTP también introduce los roles de puerto alternativo (ruta alternativa al puente raíz) y puerto de copia de seguridad (backup port, para medio compartido).	""
5.3.4 PortFast y protección BPDU	La transición normal de STP tarda 30 segundos (15s escucha + 15s aprendizaje). Este retraso puede causar problemas a clientes DHCP que no reciben una dirección IPv4 válida a tiempo. PortFast se utiliza en puertos de acceso y permite que el puerto pase inmediatamente del bloqueo al estado de reenvío , omitiendo el retraso de 30 segundos. PortFast solo debe usarse en puertos conectados a dispositivos finales, nunca a otros switches, ya que esto podría crear un bucle de árbol de expansión. Los switches Cisco también admiten la guardia BPDU (BPDU guard) . Si está habilitada, inmediatamente pone el puerto con PortFast en estado errdisabled (error-disabled) al recibir cualquier BPDU, protegiendo la red contra posibles bucles causados por una configuración no válida.	"""

5.3.5 Alternativas a STP

Las redes modernas con cientos o miles de VLAN han llevado a la evolución de STP (RSTP, MSTP). Sin embargo, STP no ofrece la misma eficiencia y previsibilidad que los protocolos de **enrutamiento en la Capa 3**. El enrutamiento de Capa 3 permite rutas y bucles redundantes sin bloquear puertos. Por esta razón, algunos entornos están haciendo la transición a Capa 3 en todas partes, excepto en los dispositivos de acceso. Otras tecnologías utilizadas para la prevención de bucles en la capa de acceso incluyen MLAG, SPB y TRILL.

,,,,,

5.4.1 ¿Qué aprenderé en este módulo?

(Conclusión/Resumen) En resumen, las rutas redundantes sin STP causan bucles de Capa 2, inestabilidad de la tabla MAC y tormentas de difusión. STP (basado en el STA de Radia Perlman) elimina los bucles seleccionando un puente raíz. La operación de STP sigue cuatro pasos: elección del puente raíz (BID más bajo), elección del puerto raíz (costo de ruta más bajo), puertos designados y puertos alternativos (bloqueados). La evolución de STP ^a incluye **RSTP** (convergencia rápida) y mejoras de Cisco como **PVST+** y **PortFast** (con protección BPDU). El enrutamiento de Capa 3 es una alternativa moderna para proporcionar redundancia sin bloqueo de puertos.

Estructura de la Presentación (10 Minutos)

Presentador

Diapositivas

Contenido Principal

Tiempo Estimado

Brayan

1–3

Introducción, El Problema de la Redundancia y la Solución STP.

1:45

Adner

4–6

El Caos de Capa 2, Tormenta de Difusión y el Algoritmo STA.

1:45

Nohelia

7–9

Operación I: Elección del Root Bridge y Determinación del Costo.

2:00

Jeffry

10–12

Operación II: Roles de Puertos (Designado/Bloqueado) y Convergencia.

2:00

Yoeni

13–15

Evolución de STP (RSTP), PortFast y Alternativas Modernas.

2:00

TOTAL

15

9:30

Guion Detallado para la Presentación

[I] Brayan: Introducción y el Problema del Bucle

DIAPPOSITIVA 1: Introducción (Título y Presentadores)

- Título: STP: Asegurando la Redundancia sin el Caos de los Bucles.
- Visual: Logotipos de la empresa/curso, y los nombres de los cinco integrantes.
- Guion (Brayan): "Buenos días. Somos [Nombres] y hoy vamos a desmitificar el Protocolo de Árbol de Expansión (STP). STP es esencial para cualquier red moderna, porque resuelve una paradoja fundamental: la necesidad de tener caminos de respaldo sin autodestruir la red."

DIAPPOSITIVA 2: La Paradoja de la Redundancia

- Tema: ¿Por qué necesitamos STP? (5.0.1, 5.1.1)
- Visual: 1. Un diagrama sencillo de una red jerárquica con un solo camino (Punto de Falla). 2. El mismo diagrama con caminos redundantes (Éxito en la resiliencia, pero peligro de bucle). 3. IMAGEN ATRACTIVA: Un micrófono cerca de un altavoz creando una onda de retroalimentación fuerte.
- Guion (Brayan): "Una red de Capa 2 bien diseñada requiere rutas redundantes para eliminar el punto único de falla y garantizar que si un switch se apaga, no haya interrupción del servicio. Pero esta redundancia física crea un problema: el bucle de Capa 2. Imaginen un concierto: cuando el micrófono capta la señal del altavoz y esta se amplifica sin fin, el sonido se vuelve insoportable. Un bucle de Capa 2 crea un caos similar en la red y puede inutilizarla rápidamente."

DIAPPOSITIVA 3: La Solución: Protocolo de Árbol de Expansión (STP)

- Tema: ¿Qué es STP? (5.1.2)
- Visual: Diagrama de red redundante donde uno de los enlaces está marcado con una 'X' roja o un círculo de bloqueo, mostrando la ruta única y lógica.
- Guion (Brayan): "Para manejar esta paradoja, usamos el Protocolo de árbol de expansión (STP). STP es un protocolo de red de prevención de bucles (IEEE 802.1D). Su función es clara: permitir la redundancia física, pero asegurar una topología sin bucles lógicos. Lo logra garantizando una única ruta lógica entre todos los destinos, bloqueando intencionalmente los caminos redundantes que podrían causar el bucle."

[II] Adner: El Caos de Capa 2

DIAPPOSITIVA 4: Consecuencias de un Bucle (El Desastre Lógico)

- Tema: Problemas causados por bucles (5.1.4, 5.1.5)
- Visual: Iconos grandes para los tres problemas: 1. Tabla MAC inestable (un embudo con datos que cambian rápidamente). 2. CPU alta (un gráfico de CPU disparado). 3. Saturación (un enlace completamente lleno de datos).
- Guion (Adner): "Si no implementamos STP, la red colapsa. El bucle de Capa 2 provoca tres problemas críticos: Primero, inestabilidad en la tabla de direcciones MAC; el switch recibe la misma MAC por diferentes puertos y cambia constantemente su base de datos. Segundo, saturación de enlaces y alta utilización de CPU. Y, fundamentalmente, a diferencia de los protocolos de Capa 3 (como IPv4/IPv6, que usan TTL), Layer 2 Ethernet no tiene un mecanismo para eliminar tramas de bucle sin fin."

DIAPPOSITIVA 5: Tráfico Afectado y Tormentas de Difusión

- Tema: Tipos de tramas afectadas (5.1.5, 5.1.6)
- Visual: Una animación o gráfico que muestre la replicación exponencial de tramas en un bucle. Destacar las tramas: Difusión, Multidifusión y Unidifusión desconocida.
- Guion (Adner): "En un bucle, las tramas de difusión (como un ARP) se reenvían a todos los puertos, creando un bucle infinito. Si esto se combina con las tramas de unidifusión desconocida (tramas para las cuales el switch no conoce la MAC de destino, así que reenvía a todos los puertos), el resultado es una Tormenta de difusión. Una tormenta de difusión es un número anormalmente alto de emisiones que pueden deshabilitar la red en cuestión de segundos."

DIAPPOSITIVA 6: El Algoritmo de Árbol de Expansión (STA)

- Tema: Fundamento de STP (5.1.7)
- Visual: Un retrato de Radia Perlman y un esquema de un árbol con sus raíces.
- Guion (Adner): "Para evitar este desastre, debemos habilitar STP (viene por defecto en Cisco). STP se basa en el Algoritmo de Árbol de Expansión (STA), inventado por Radia Perlman. El STA tiene un objetivo: crear una topología sin bucles eligiendo un único puente raíz (Root Bridge). Todos los demás switches determinarán la ruta de menor costo hacia ese punto central, muy similar a las ramas conectándose a la raíz de un árbol."

[III] Nohelia: Selección del Puente Raíz y Rutas

DIAPPOSITIVA 7: STA: Proceso de Cuatro Pasos

- Tema: Pasos de STP (5.2.1)

- Visual: Diagrama de flujo claro de los cuatro pasos principales, con una nota sobre el papel de las BPDU.

- Guion (Nohelia): "El STA utiliza un proceso de cuatro pasos para establecer la topología sin bucles. Los switches intercambian constantemente BPDU (Unidades de Datos de Protocolo de Puente) para tomar estas decisiones. El corazón de estas decisiones es el ID de Puente (BID), que contiene la identidad del switch que envía la BPDU."

- Punto de participación: "Vamos a ver cómo se determina el BID, que es crucial para el paso uno."

DIAPPOSITIVA 8: Paso 1: Elegir el Root Bridge

- Tema: Composición y elección del BID (5.2.2, 5.2.3)

- Visual: Un gráfico con los tres componentes del BID: Prioridad (4 bits) + ID de Sistema Extendido (12 bits) + Dirección MAC (48 bits). Mostrar la fórmula del BID.

- Guion (Nohelia): "El switch que tiene el BID más bajo se convierte en el puente raíz. El BID se construye a partir de la Prioridad de Puente (el valor por defecto es 32768) y la Dirección MAC del switch. El ID de sistema extendido se agrega al valor de prioridad para identificar la VLAN. El valor de BID más bajo siempre es el preferido."

- "El Desempate: Si las prioridades son idénticas (ej. 32769, que es 32768 + VLAN 1), el factor decisivo es la dirección MAC más baja. Por eso, recomendamos que el administrador configure la prioridad manualmente para controlar quién es el root bridge."

DIAPPOSITIVA 9: Paso 2: Puertos Raíz y Costo de la Ruta

- Tema: Costo de la ruta y selección del Puerto Raíz (5.2.4, 5.2.5)

- Visual: Un diagrama de dos switches (no-raíz) conectados al root bridge S1, mostrando dos posibles rutas (Ruta 1 con costo 19, Ruta 2 con costo 38).

- Guion (Nohelia): "Una vez elegido el root bridge, determinamos las mejores rutas. El costo interno de la ruta raíz es la suma de los costos de todos los puertos individuales desde el switch hasta el puente raíz. El costo predeterminado de un puerto depende de su velocidad (por ejemplo, 19 para un puerto Fast Ethernet)."

- "Puerto Raíz: Cada switch que no es el root bridge elige un puerto raíz. Este es el puerto más cercano al root bridge con el costo general más bajo. Como vemos en el ejemplo, la Ruta 1 (costo 19) es preferida sobre la Ruta 2 (costo 38). El puerto conectado a la Ruta 1 se convierte en el puerto raíz."

[IV] Jefry: Roles de Puertos, Desempates y Convergencia

DIAPPOSITIVA 10: Pasos 3 y 4: Roles del Puerto

- Tema: Puertos designados y alternativos (5.2.6, 5.2.7)
- Visual: La topología final (S1, S2, S3) con todos los puertos etiquetados: Root Port, Designated Port, y el Alternative/Blocked Port (con un círculo rojo).
- Guion (Jefry): "Llegamos a la parte crucial para prevenir bucles. Paso 3: Puertos Designados. Cada segmento (enlace) tendrá un puerto designado. Este puerto tiene el costo de ruta raíz interna más bajo en ese segmento. Es importante recordar que todos los puertos en el propio Root Bridge son designados."
 - "Paso 4: Puertos Alternativos. Si un puerto no es raíz ni designado, se le asigna el rol de puerto alternativo. Estos puertos se colocan en estado de descarte o bloqueo. En el diagrama, el puerto F0/2 en S3 es bloqueado, rompiendo el bucle físico pero manteniendo la redundancia en caso de falla."

DIAPPOSITIVA 11: Desempates Adicionales (Caminos de Igual Costo)

- Tema: Criterios de desempate avanzados (5.2.8)
- Visual: Un listado animado o numerado de los tres criterios de desempate, enfatizando la preferencia de 'más bajo'.
- Guion (Jefry): "En escenarios complejos donde un switch tiene varias rutas de igual costo al root bridge, se usan tres criterios adicionales para desempatar:
 1. BID del remitente más bajo: Se elige la ruta que viene del switch vecino (el remitente) con el BID más bajo.
 2. Prioridad de puerto del remitente más baja: Si el BID del remitente es igual, se compara la prioridad del puerto del switch vecino (predeterminada 128).
 3. ID de puerto del remitente más bajo: Si todo lo anterior es igual, se elige el puerto del remitente con el ID más bajo (ej. F0/1). El puerto receptor en nuestro switch se convierte en el puerto raíz."

DIAPPOSITIVA 12: Convergencia de STP: Estados y Temporizadores

- Tema: Convergencia (5.2.9, 5.2.10)
- Visual: Un diagrama de flujo que muestre los cinco estados de puerto: Bloqueo \rightarrow Escucha (15s) \rightarrow Aprendizaje (15s) \rightarrow Reenvío.
- Guion (Jefry): "La convergencia del STP original es un proceso lento que dura hasta 50 segundos, controlado por tres temporizadores establecidos en el Root Bridge: Hello Time (2s), Forward Delay (15s para Escucha y 15s para Aprendizaje) y Max Age (20s)."

◦ "Durante la transición, el puerto pasa por cinco estados para evitar bucles temporales: Bloqueo (no reenvía datos) \rightarrow Escucha \rightarrow Aprendizaje (llena la tabla MAC) \rightarrow Reenvío (reenvía datos) \rightarrow Deshabilitado. Si un puerto pasara inmediatamente al reenvío, podríamos crear un bucle de datos temporal."

[V] Yoeni: Evolución, Velocidad y Alternativas

DIAPPOSITIVA 13: Evolución: RSTP y PVST+

- Tema: Versiones de STP (5.3.1, 5.3.2, 5.2.11)
- Visual: Comparativa entre el STP original (802.1D) y RSTP (802.1w). Destacar la reducción de estados de puerto en RSTP.
- Guion (Yoeni): "El STP que acabamos de describir es el estándar original 802.1D. La tecnología ha evolucionado a Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP, 802.1w), el estándar actual, conservando el mismo algoritmo pero mejorando la velocidad de convergencia. RSTP puede converger en cientos de milisegundos."
 - "RSTP simplifica los estados de puerto a solo tres: Aprendizaje, Reenvío y Descarte. Además, tenemos PVST+ (Per-VLAN Spanning Tree), la implementación de Cisco que permite ejecutar una instancia de STP separada para cada VLAN. Esto nos permite usar diferentes root bridges para diferentes VLANs, aprovechando mejor los enlaces redundantes."

DIAPPOSITIVA 14: Optimizando la Convergencia Rápida (PortFast y BPDU Guard)

- Tema: Convergencia en el acceso (5.3.4)
- Visual: Un diagrama de un puerto de acceso de switch conectado a un PC, con flechas que saltan los estados de Escucha y Aprendizaje. Un círculo de peligro con BPDU Guard.
- Guion (Yoeni): "Los 30 segundos de retraso de STP causan problemas a dispositivos como clientes DHCP. Para solucionarlo, Cisco implementó PortFast en puertos de acceso (puertos conectados a dispositivos finales). PortFast omite los estados de Escucha y Aprendizaje, permitiendo que el puerto pase inmediatamente al estado de reenvío."
 - "Pero, ¿qué pasa si conectamos un switch al puerto con PortFast? Esto causaría un bucle. Por eso usamos la protección BPDU (BPDU Guard). Si un puerto configurado con PortFast recibe una BPDU, BPDU Guard apaga el puerto inmediatamente (estado errdisabled), protegiendo la red contra el bucle."

DIAPPOSITIVA 15: Alternativas y Conclusión

- Tema: Alternativas a STP (5.3.5, 5.4.1)
- Visual: Un diagrama de red jerárquica que muestra el enrutamiento de Capa 3 subiendo hasta la capa de distribución/núcleo.
- Guion (Yoeni): "Aunque STP se ha adaptado a la complejidad moderna, no ofrece la misma eficiencia que los protocolos de enrutamiento de Capa 3. La tendencia en el

diseño de red es usar el enrutamiento de Capa 3 lo más cerca posible del acceso. El enrutamiento de Capa 3 permite rutas redundantes sin necesidad de bloquear puertos."

◦ Yoeni concluye: "En resumen: STP es vital para prevenir los bucles causados por la redundancia. Funciona seleccionando un Root Bridge y bloqueando puertos estratégicamente. Con la llegada de RSTP y herramientas como PortFast, logramos una convergencia mucho más rápida. Gracias por su atención. ¿Tienen alguna pregunta?"