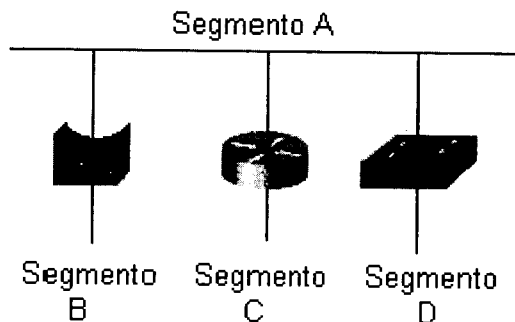


CAPÍTULO 8

CONMUTACIÓN DE LAN

CONMUTACIÓN DE CAPA 2

Las redes ethernet pueden mejorar su desempeño a partir de la conmutación de tramas. La conmutación permite segmentar una LAN creando dominios de colisión con anchos de banda exclusivos para cada segmento pudiendo transmitir y recibir al mismo tiempo sin el retardo que provocarían las colisiones. El ancho de banda dedicado por puerto es llamado *microsegmentacion*.



Los puentes, switches y routers dividen las redes en segmentos. Los puentes trabajan a nivel de software generando alta latencia, los routers utilizan gran cantidad de recursos, mientras que los switches lo hacen a nivel de hardware siendo tan rápidos como el medio lo exija.

La conmutación permite:

Comunicaciones dedicadas entre dispositivos.

Los host poseen un dominio de colisión puro libre de colisiones, incrementando la rapidez de transmisión.

Múltiples conversaciones simultáneas.

Los host pueden establecer conversaciones simultáneas entre segmentos gracias a los circuitos virtuales proporcionados por los switch.

Comunicaciones full-duplex.

El ancho de banda dedicado por puerto permite transmitir y recibir a la vez, duplicando el ancho de banda teórico.

Adaptación a la velocidad del medio.

La conmutación creada por un switch funciona a nivel de hardware (ASIC), respondiendo tan rápidamente como el medio lo permita.

Conmutación con switch

Un switch segmenta una red en dominios de colisión, tantos como puertos activos posea. Aprender direcciones, reenviar, filtrar paquetes y evitar bucles también son funciones de un switch.

El switch segmenta el tráfico de manera que los paquetes destinados a un dominio de colisión determinado no se propaguen a otro segmento aprendiendo las direcciones MAC de los host. A diferencia de un HUB un switch no inunda todos los puertos con las tramas, por el contrario el switch es selectivo con cada trama.

Debido a que los switches controlan el tráfico para múltiples segmentos al mismo tiempo, han de implementar memoria búfer para que puedan recibir y transmitir tramas independientemente en cada puerto o segmento.

Un switch nunca aprende direcciones de difusión o multidifusión, dado que las direcciones no aparecen en estos casos como dirección de origen de la trama. Una trama de broadcast será transmitida a todos los puertos a la vez.

TECNOLOGÍAS DE CONMUTACIÓN

Almacenamiento y envío:

El switch debe recibir la trama completa antes de enviarla por el puerto correspondiente. Lee la dirección MAC destino, comprueba el CRC (contador de redundancia cíclica, utilizado en las tramas para verificar errores de envío), aplica los filtrados correspondientes y retransmite. Si el CRC es incorrecto, se descarta la trama. El retraso de envío o **latencia** suele ser mayor debido a que el switch debe almacenar la trama completa, verificarla y posteriormente enviarla al segmento correspondiente.

Método de corte:

El switch verifica la dirección MAC de destino en cuanto recibe la cabecera de la trama, y comienza de inmediato a enviar la trama. La desventaja de este modo, es que el switch podría retransmitir una trama de colisión o una trama con un valor de CRC incorrecto, pero la latencia es muy baja.

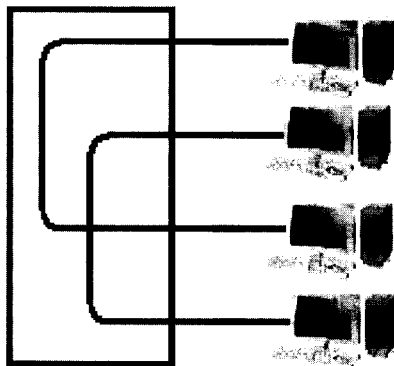
Libre de fragmentos:

Modo de corte modificado, el switch lee los primeros 64 bytes antes de retransmitir la trama. Normalmente las colisiones tienen lugar en los primeros 64 bytes de una trama. El switch solo envía las tramas que están libres de colisiones.

APRENDIZAJE DE DIRECCIONES

Un switch crea circuitos virtuales entre segmentos, para ello debe identificar las direcciones MAC de destino, buscar en su tabla de direcciones MAC a qué puerto debe enviarla y ejecutar el envío. Cuando un switch se inicia no posee datos sobre los host conectados a sus puertos, por lo tanto inunda todos los puertos esperando capturar la MAC correspondiente.

A medida que las tramas atraviesan el switch, este las comienza a almacenar en la memoria **CAM** (memoria de contenido direccionable) asociándolas a un puerto de salida e indicando en cada entrada una marca horaria a fin de que pasado cierto tiempo sea eliminada preservando el espacio en memoria. Si un switch detecta que la trama pertenece al mismo segmento de donde proviene no la recibe evitando tráfico, si por el contrario el destino pertenece a otro segmento, solo enviará la trama al puerto correspondiente de salida. Si la trama fuera un broadcast, el switch inundara todos los puertos con dicha trama.



Un switch crea circuitos virtuales mapeando la dirección MAC de destino con el puerto de salida correspondiente.

La siguiente captura muestra la tabla MAC de un switch:

```
switch#sh mac-address-table
Dynamic Address Count:          172
Secure Address Count:          0
Static Address (User-defined) Count: 0
System Self Address Count:     76
Total MAC addresses:           248
Maximum MAC addresses:         8192
Non-static Address Table:
Destination Address  Address Type  VLAN  Destination Port
-----
0000.0c07.ac01      Dynamic      12    GigabitEthernet0/1
0000.0c07.ac0b      Dynamic      11    GigabitEthernet0/1
0000.c0e5.b8d4      Dynamic      12    GigabitEthernet0/2
0001.9757.d29c      Dynamic      1     GigabitEthernet0/1
0001.9757.d29c      Dynamic      2     GigabitEthernet0/1
0001.9757.d29c      Dynamic      3     GigabitEthernet0/1
0001.9757.d29c      Dynamic      4     GigabitEthernet0/1
0001.9757.d29c      Dynamic      5     GigabitEthernet0/1
0001.9757.d29c      Dynamic      6     GigabitEthernet0/1
0001.9757.d29c      Dynamic      7     GigabitEthernet0/1
0001.9757.d29c      Dynamic      8     GigabitEthernet0/1
0001.9757.d29c      Dynamic      9     GigabitEthernet0/1
```

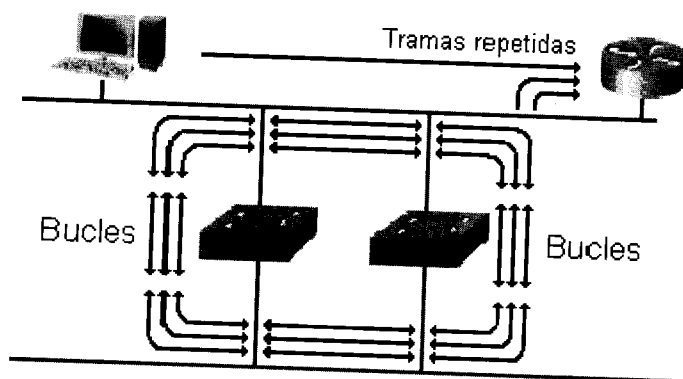
Bucles de capa 2

Las redes están diseñadas por lo general con enlaces y dispositivos redundantes. Estos diseños eliminan la posibilidad de que un punto de fallo individual origine al mismo tiempo varios problemas que deben ser tenidos en cuenta. Sin algún servicio que evite bucles, cada switch inundaría las difusiones en un bucle infinito. Esta situación se conoce como **Bucle de Puente**.

La propagación continua de estas difusiones a través del bucle produce una tormenta de difusión, lo que da como resultado un desperdicio del ancho de banda, así como impactos serios en el rendimiento de la red. Podrían ser distribuidas múltiples copias de tramas sin difusión a los puestos de destino.

Muchos protocolos esperan recibir una sola copia de cada transmisión. La presencia de múltiples copias de la misma trama podría ser causa de errores irre recuperables.

Una inestabilidad en el contenido de la tabla de direcciones MAC da como resultado que se reciban varias copias de una misma trama en diferentes puertos del switch.



Los bucles y las tramas duplicadas son algunos de los problemas que soluciona STP

PROTOCOLO DE ÁRBOL DE EXTENSIÓN

El Protocolo de Árbol de Extensión (**STP**) es un protocolo de capa dos publicado en la especificación IEEE 802.1.

El objetivo del árbol de extensión es mantener una red libre de bucles. Un camino libre de bucles se consigue cuando un dispositivo es capaz de reconocer un bucle en la topología y bloquear uno o más puertos redundantes.

El protocolo Árbol de extensión explora constantemente la red, de forma que cualquier fallo o adición en un enlace, switch o bridge es detectado al instante. Cuando cambia la topología de red, el algoritmo de árbol de extensión reconfigura los puertos del switch o el bridge para evitar una pérdida total de la conectividad.

Los switches intercambian información (**BPDU**) cada dos segundos, si se detecta alguna anomalía en algún puerto **STP**, cambiará de estado algún puerto automáticamente utilizando algún camino redundante sin que se pierda conectividad en la red.

Proceso STP

Elección de un Switch Raíz:

En un dominio de difusión solo puede existir **un switch raíz**. Todos los puertos del bridge raíz se encuentran en estado **enviando** y se denominan puertos designados. Cuando está en este estado, un puerto puede enviar y recibir tráfico. La elección de un switch raíz se lleva a cabo determinando el switch que posea la **menor prioridad**. Este valor es la suma de la prioridad por defecto dentro de un rango de 1 al 65536 (2^0 a 2^{16}) y el ID del switch equivalente a la dirección MAC. Por defecto la prioridad es $2^{15} = 32768$ y es un valor configurable. Un administrador puede cambiar la elección del switch raíz por diversos motivos configurando un valor de prioridad menor a 32768. Los demás switches del dominio se llaman **switch no raíz**.

Puerto Raíz:

El puerto raíz corresponde a la ruta de menor coste desde el **Switch no raíz**, hasta el **Switch Raíz**. Los puertos raíz se encuentran en estado de envío o retransmisión y proporcionan conectividad hacia atrás al **Switch Raíz**. La ruta de menor coste al switch raíz se basa en el ancho de banda.

Puertos designados:

El puerto designado es el que conecta los segmentos al **Switch Raíz** y solo puede haber un puerto designado por segmento. Los puertos designados se encuentran en estado de retransmisión y son los responsables del reenvío de tráfico entre segmentos. Los puertos no designados se encuentran normalmente en estado de bloqueo con el fin de romper la topología de bucle.

Estados de los puertos de STP

Bloqueando:

Inicialmente todos los puertos se encuentran en este estado. Si **STP** determina que el puerto debe continuar en ese estado, solo escuchará las BPDUs pero no las enviará.

Escuchando:

En este estado los puertos determinan la mejor topología enviando y recibiendo las BPDUs.

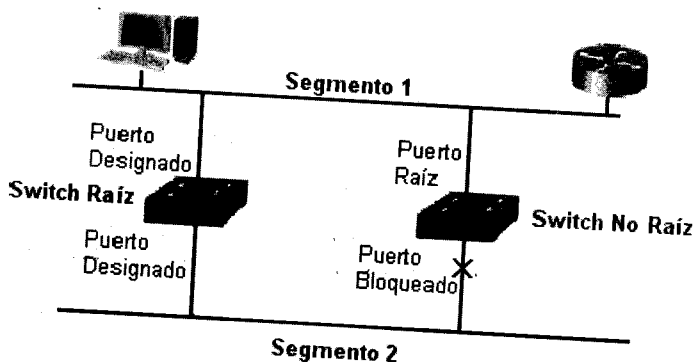
Aprendiendo:

El puerto comienza a completar su tabla MAC, pero aun no envía tramas. El puerto se prepara para evitar inundaciones innecesarias.

Enviando:

El puerto comienza a enviar y recibir tramas.

Existe un quinto estado que es **desactivado** cuando el puerto se encuentra físicamente desconectado o anulado por el sistema operativo, aunque no es un estado real de STP pues no participa de la operativa STP.



Para evitar bucles STP bloquea los puertos necesarios.

Copia se un show STP:

switch#show spanning-tree brief

VLAN1

Spanning tree enabled protocol IEEE

ROOT ID Priority 8192

Address 0003.a0ea.f800

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID Priority 49152

Address 0004.2729.1040

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Port Name	Port ID	Prio	Cost	Sts	Designated Cost	Bridge ID	Port ID
Gi0/1	128.67	128	3004	FWD	0	0003.a0ea.f800	128.129
Gi0/2	128.75	128	3004	FWD	3004	0004.2729.1040	128.75

VLAN2

Spanning tree enabled protocol IEEE

ROOT ID Priority 8192

Address 0003.fe3a.3801

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID Priority 49152

Address 0004.2729.1041

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Port Name	Port ID	Prio	Cost	Sts	Designated Cost	Bridge ID	Port ID
Gi0/1	128.67	128	3004	FWD	4	0003.a0ea.f801	128.129
Gi0/2	128.75	128	3004	BLK	3004	0002.b9f9.5901	128.75



RECUERDE:

El tiempo que lleva el cambio de estado desde Bloqueado a Envío es de 50 segundos.

Existe una nueva versión de STP llamado RSTP (protocolo de árbol de extensión rápido). La velocidad de cálculo y convergencia es mucho más rápida que su antecesor STP.