

TOPIC 2: Red Corporativa

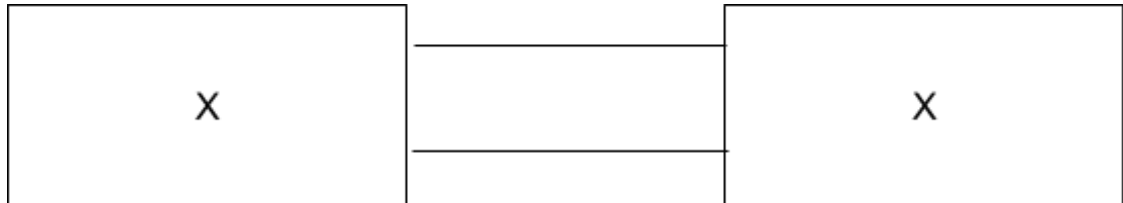
Pregunta 1. Explica porqué es necesario el Spanning Tree Protocol en una red conmutada.

Permite que ninguna red se quede sin acceso al resto de redes por mucho que no funcione una conexión. Evita la existencia de bucles dentro de una red conmutada y así la existencia de tormentas broadcast.

Pregunta 2. Explica qué es una tormenta broadcast y pon un ejemplo donde se vea dicha tormenta.

¿Cómo se puede evitar las tormentas broadcasts?

Una tormenta broadcast es un bucle de mensajes broadcast en una red conmutada. Un ejemplo donde se puede producir es en dos conmutadores que tengan dos conexiones entre ellos. Las tormentas broadcast se pueden evitar usando el spanning tree protocol.



ejemplo de conexión con posible tormenta broadcast.

Pregunta 3. Explica como funciona VLAN estáticas y las VLAN dinámicas. En estas últimas (VLANs dinámicas) indica como se deniegan las MAC de una VLAN determinada en un puerto/s de conmutador.

*En las **VLAN estáticas** cada conmutador tiene una lista propia en la que asocia cada uno de sus puertos a una VLAN. Para que un dispositivo pueda acceder a otro dispositivo de la misma VLAN que está en otro conmutador es necesario que los puertos de los conmutadores estén en modo trunk. En caso de querer acceder a un dispositivo de otra VLAN siempre será necesario hacerlo via router.*

*En las **VLAN dinámicas** la red dispone de un servidor (SNMP) donde se guarda una lista que asocia las direcciones MAC con las VLAN a las que pertenece. De esta forma, cuando un dispositivo se conecta a un puerto de un conmutador perteneciente a la red se asocia ese puerto a la VLAN correspondiente a la MAC del dispositivo.*

Para denegar la conexión de una MAC se usan grupos. En el primer grupo se definen los switches y puertos permitidos y en el segundo grupo se definen vlans. Posteriormente se asocian ambos grupos por lo que en los puertos determinados en el primer grupo solo se permiten las VLANs configuradas en el segundo grupo.

Pregunta 4. Indica como funcionan los puertos seguros e indica la diferencia entre las direcciones MAC estáticas, dinámicas y “sticky”.

Los puertos seguros cuando reciben una conexión de una MAC que no debería conectarse a ese puerto

se ponen modo shutdown hasta su reconfiguración manual. Las direcciones MAC sticky son un híbrido entre las direcciones estáticas y dinámicas. Son aprendidas de forma dinámica y se guardan de forma estática en la configuración hasta que se haga reboot.

Pregunta 5. Explica cómo se integra STP con el protocolo IEEE802.3ad (agregación) y como se integra STP con las VLANs en sus varias vertientes (PVST, IEEE802.1Q, IEEE802.1s también llamado MSTP).

Cuando se usa agregación se trata a todos los puertos agregados como un solo puerto.

STP -> (IEEE) 1 instancia STP para todas las VLAN.

PVST -> (cisco) 1 instancia STP por VLAN.

PVST+ -> (cisco) 1 instancia STP por VLAN, compatible con IEEE.

MSTP -> (IEEE) 1 instancia STP por VLAN.

RSTP -> Hace lo mismo que MSTP acelerando por 3 el tiempo BPDU

Pregunta 6. Dá una corta descripción de cómo funciona el STP.

El STP es un protocolo usado sobre redes conmutadas que contienen bucles. Su objetivo es eliminar esos bucles y organizar la red con topología de árbol. Para llevar a cabo dicho objetivo debe escoger un root bridge, un root port para cada conmutador y un designated port para cada conexión. Para transmitirse la información entre conmutadores se usa BPDU.

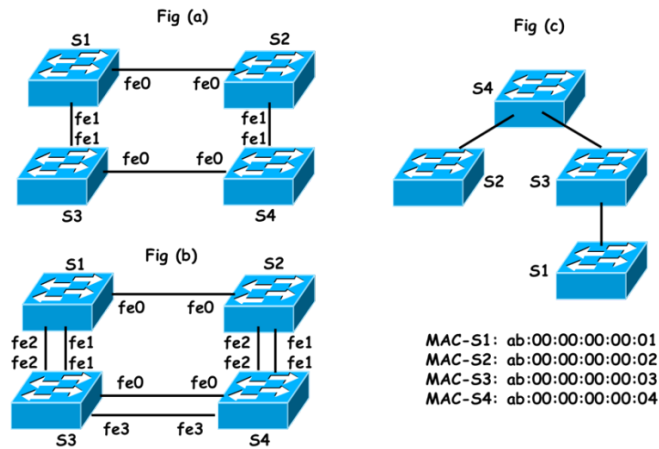
Pregunta 7. Explica qué es un “root bridge”, un “root port” y un “designated port” en STP.

-root bridge: Debería ser el switch más céntrico de la red. Si un switch recibe una BPDU con un BID inferior al suyo deja de enviar el propio como candidato a root bridge y empieza a pasar como candidato el recibido. La prioridad se configura manualmente, inicialmente su valor es 8000Hex.

-root port: Todos los switch que no son root escogen uno. El puerto escogido es el que ha recibido la BPDU con el BID más bajo, root path cost más bajo, sender BID más bajo y port ID más bajo.

-designated port: Todos los puertos del RB son puertos designados. Los puertos que no reciben BDPUs son designated ports.

Pregunta 8. Sabiendo qué la prioridad de un switch es el valor 8000(hex):MAC-Sw, qué la menor prioridad de un switch tiene preferencia, que todos los enlaces de los Sw de la figura son de igual coste y que la prioridad de los puertos es de 128 :ID (a menor valor mayor prioridad) y el ID es el número de interface (e.g. interface fe1 tendría prioridad 128:1):



- (a) Indica cómo conseguir tener una topología STP como la de la Fig (c) partiendo de la red de la Fig (a). Los enlaces bloqueados no aparecen en la Fig (c).

```
-BID4 = 3000Hex-MAC-Sw4
-BID3 = 4000Hex-MAC-Sw3
-BID2 = 5000Hex-MAC-Sw2
-BID1 = 8000Hex-MAC-Sw1
```

- (b) Indica cómo conseguir tener una topología STP como la de la Fig (c) partiendo de la red de la Fig (b), pero ahora los enlaces activos de la Fig (c) son: de S4 a S2, fe1-fe1; de S4 a S3 fe3-fe3 y de S3 a S1, fe2-fe2. Los enlaces bloqueados no aparecen en la Fig (c).

```
-sw4: fe3 -> 120:3
-sw3: fe2 -> 120:2
-BID4 = 3000Hex-MAC-Sw4
-BID3 = 4000Hex-MAC-Sw3
-BID2 = 5000Hex-MAC-Sw2
-BID1 = 8000Hex-MAC-Sw1
```

- (c) Si tenemos 2 VLANs (VLAN=2 y VLAN=3), indica cómo podríamos modificar la respuesta del apartado (b) para que entre el switch S1 y S3 el tráfico de la VLAN=2 vaya por el enlace fe2-fe2 y el de la VLAN=3 por el enlace fe1-fe1.

Para VLAN2:

```
-sw4: fe3 -> 120:3
-sw3: fe2 -> 120:2
-BID4 = 3000Hex-MAC-Sw4
-BID3 = 4000Hex-MAC-Sw3
-BID2 = 5000Hex-MAC-Sw2
-BID1 = 8000Hex-MAC-Sw1
```

Para VLAN3:

```
-sw4: fe3 -> 120:3
-BID4 = 3000Hex-MAC-Sw4
-BID3 = 4000Hex-MAC-Sw3
```

-BID2 = 5000Hex-MAC-Sw2

-BID1 = 8000Hex-MAC-Sw1

Pregunta 9. Sabemos que la prioridad de un switch es el valor 8000(hex):MAC-Sw, que la menor prioridad de un switch tiene preferencia, que todos los enlaces de los Sw de la figura son de igual coste y que la prioridad de los puertos es de 128:ID (a menor valor mayor prioridad) y el ID es el número de interface (e.g. interface fe1 tendría prioridad 128:1). Se crean 2 VLANs (VLAN=2 y VLAN=3). Todos los puertos son trunk.

(a) Indica cómo conseguir tener una topología STP como la de la Fig (b) partiendo de la red de la Fig (a) para la VLAN=2. Los enlaces bloqueados no aparecen en la Fig (b).

(b) Indica cómo conseguir tener una topología STP como la de la Fig (c) partiendo de la red de la Fig (a) para la VLAN=3. Los enlaces bloqueados no aparecen en la Fig (c).

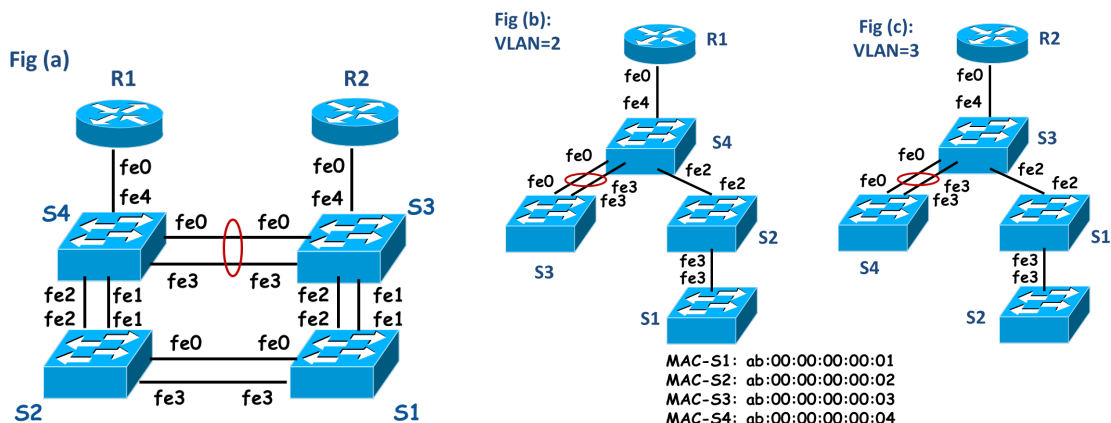
Creamos 2 instancias VRRP, una para la VLAN=2 (la llamamos VRRP-2) y otra para la VLAN=3 (la llamamos VRRP-3). R1 es master para VLAN=2 y backup para VLAN=3 y R2 es master para VLAN=3 y backup para VLAN=2. Asumimos que tenemos un servidor "Server 1" conectado al conmutador S1 y pertenece a la VLAN=2. Asumimos las topologías de los apartados a) y b) (Fig(b) y Fig(c)).

(c) Indica qué ocurre y que topología se configura si cae el enlace fe3 del conmutador S1 y que camino seguiría el tráfico desde el Server 1 hasta su router de salida.

(d) Recuperamos el enlace fe3. Indica qué ocurre y que topología se configura si caen los enlaces fe0 y fe3 del conmutador S1 y qué camino seguiría el tráfico desde el Server 1 hasta su router de salida.

(e) Recuperamos los enlaces caídos. Indica qué ocurre y que topología se configura si perdemos el enlace fe0 del R1 y por donde va el tráfico del Server 1.

(f) Recuperamos los enlaces caídos. Indica qué ocurre y que topología se configura si perdemos el enlace fe0 del R1 los enlaces fe1 y fe2 de S2 y por donde va el tráfico del Server 1.



Pregunta 10. ¿Cuál es la limitación en el número de instancias STP que puede haber en un conmutador?

Dependerá del número de puertos virtuales definidos por Line Card y de el número de puertos lógicos STP activos. El número de puertos virtuales definidos por Liner Card es un número fijado por el fabricante, a medida que va creciendo por encima del número estipulado la degradación en el funcionamiento del sistema es mayor.

Pregunta 11. Explica el funcionamiento básico de un conmutador de nivel 3 (Multi-layered switch - MLS) y qué lo diferencia de un switch y de un router convencional.

La diferencia de un MLS con un switch es que un switch enruta paquetes usando direcciones de layer 2 y el MLS lo hace con direcciones IP (Layer 3). La diferencia con un router convencional es que el router hace el enrutamiento vía software y gasta mucho tiempo llenando las tablas de encaminamiento, por su parte el MLS lo hace vía hardware y provee una conexión más rápida. Cuando un paquete es enviado hacia el router el MLS intercepta su IP origen y destino, apartir de ahí enruta sin necesidad de pasar por el router.

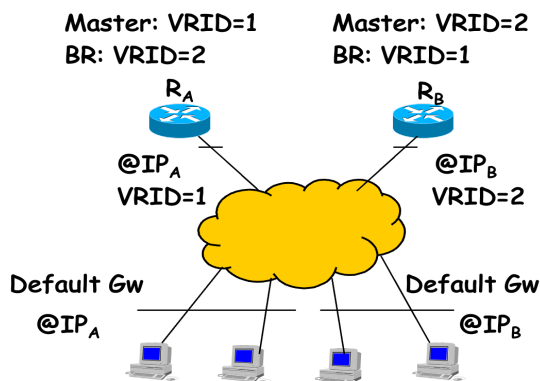
Pregunta 12. Explica qué es la tolerancia a fallos en el L3 respecto a los Hosts (clientes y servidores) y explica el funcionamiento básico del protocolo/mecanismo que puede usarse para evitar dichos fallos.

La tolerancia a fallos consiste en que un host o un servidor tengan siempre conexión a la red independientemente de un posible fallo por parte de un router al que estén conectados. Para conseguirlo se conectan los dispositivos a varios routers y se utiliza el protocolo VRRP. VRRP necesita una dirección IP virtual que será utilizada por cualquiera de los routers configurados con VRRP en esa red para acceder a Internet. De esta forma un router es asignado como master con dicha IP virtual y el resto de routers se declaran como backup con diferente preferencia. En caso de fallar el router master el router backup con mayor prioridad se convertiría en master.

Pregunta 13. Explica cómo funciona un ARP gratuito y para qué lo usa el protocolo VRRP.

El ARP gratuito es un paquete de solicitud ARP donde la @IP origen y la @destino son la misma (la del host origen) y la @MAC de destino es ff:ff:ff:ff:ff:ff, esto provoca que cuando los dispositivos destino leen este paquete borran sus tablas ARP. Esto lo usa VRRP para cuando un Router cae, forzar la limpieza de las tablas ARP de los switch y así que descubran el nuevo Router.

Pregunta 14. Explica el funcionamiento general de VRRP y explica para qué es necesario usar VRRP en un bloque de conmutación. Ayudate de la figura.



En este caso tenemos dos VLANs donde cada una usa un router en modo master y al otro en modo backup. El router en modo master será por el se accederá a la red a no ser que se produzca un fallo que entonces se usará

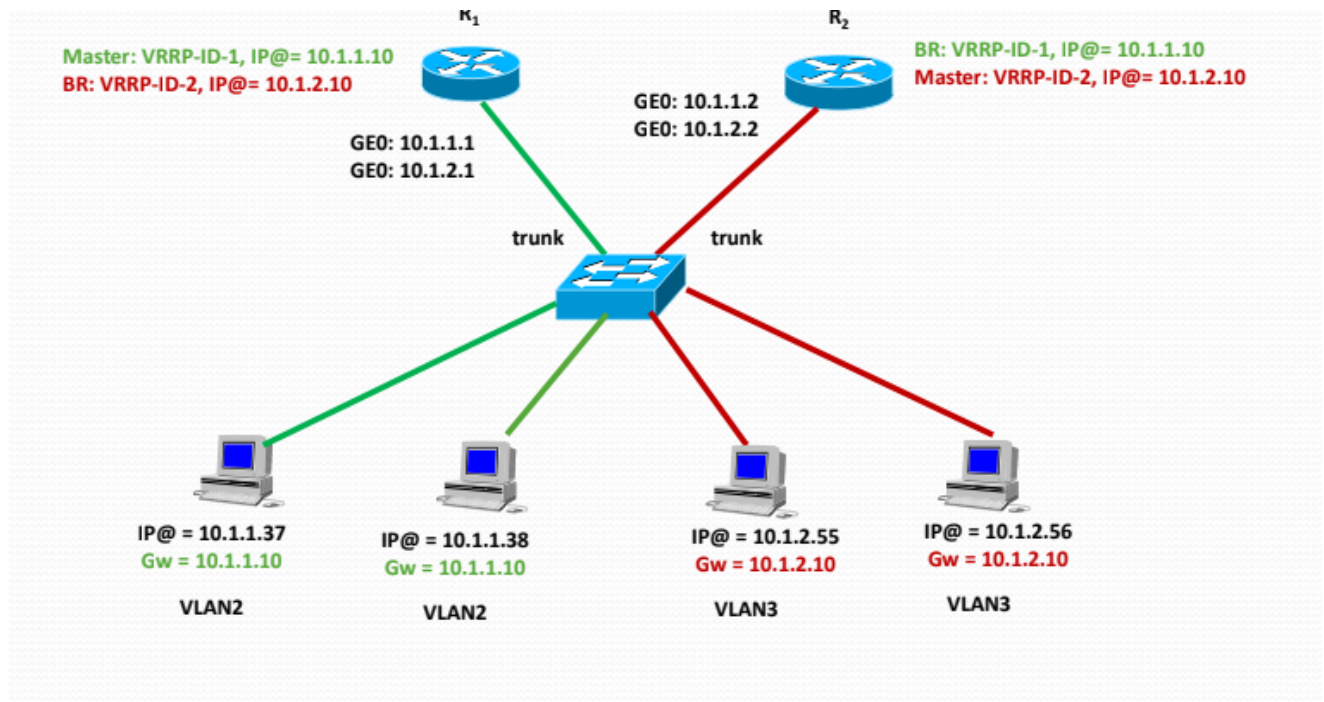
el router backup. Siendo así el router A actúa como master de la IP 1 y como backup de la B y B hace lo contrario. Siendo así, los dos hosts de la izquierda usarán la IP virtual 1 para acceder a la red por el router A, si este falla lo harán por el router B. En caso de que dicho fallo se produzca el cambio de router por el que se accede a la red se hará mediante un ARP gratuito generado por el router B.

Pregunta 15. Pon un ejemplo de funcionamiento de VRRP con dos routers y dos Hosts con balanceo de cargas. Los dos Host en la misma VLAN.

En este caso se asignarían dos IPs virtuales, una a cada router. Siendo estas por ejemplo las direcciones 10.0.0.10 y 10.0.0.11 el router A sería declarado como master de la IP 10.0.0.10 y router de backup de la dirección 10.0.0.11. Por su parte el router B se declararía como master de 10.0.0.11 y router de backup de 10.0.0.10. Posteriormente cada uno de los hosts se conectaría a una IP virtual distinta.

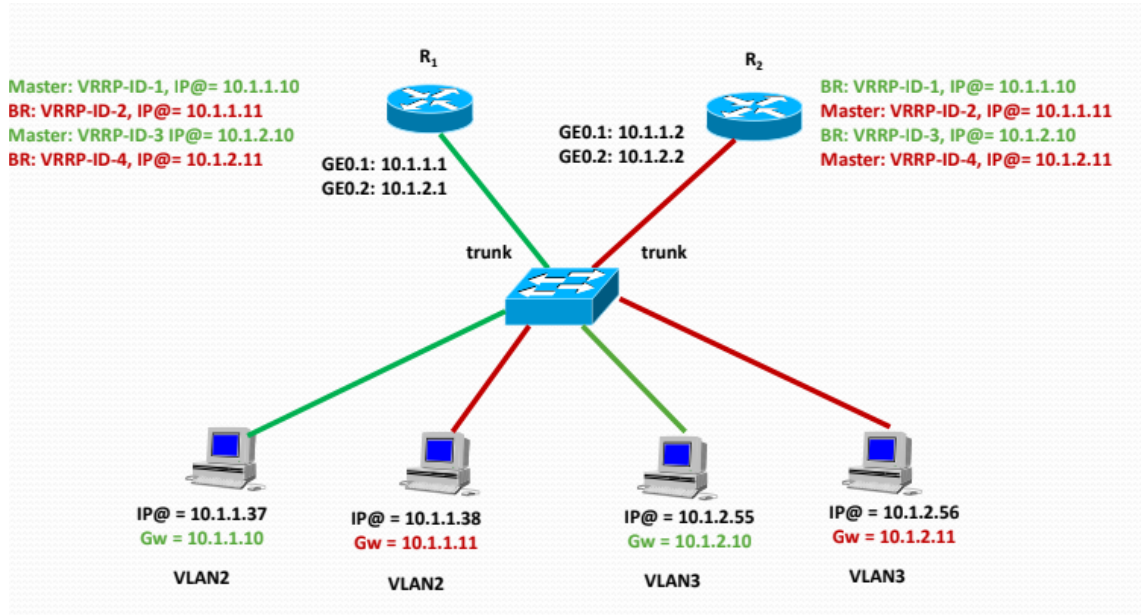
Pregunta 16. Pon un ejemplo de funcionamiento con dos routers y cuatro Hosts (dos en VLAN=2 y 2 en VLAN=3) con balanceo de cargas de tal manera que tráfico de VLAN=2 salga por el router R1 (backup el R2) y tráfico de VLAN=3 salga por el router R2 (backup el R1).

En este caso necesitamos crear dos IPs virtuales distintas. El router A se programará como master de la IP 10.1.1.10 y backup de 10.1.1.11. El router B hará lo contrario. De esta forma si introducimos la dirección 10.1.1.10 como gateway en todos los hosts de la VLAN2 y 10.1.1.11 en todos los hosts de la VLAN3 conseguiremos un balanceo de cargas si no se produce ningún fallo.



Pregunta 17. Pon un ejemplo de funcionamiento con dos routers y cuatro Hosts (dos en VLAN=2 y 2 en VLAN=3) con balanceo de cargas de tal manera que H1 de VLAN=2 y H3 de VLAN=3 salga por el router R1 (backup el R2) y H2 de VLAN=2 y H4 de VLAN=3 salga por el router R2 (backup el R1).

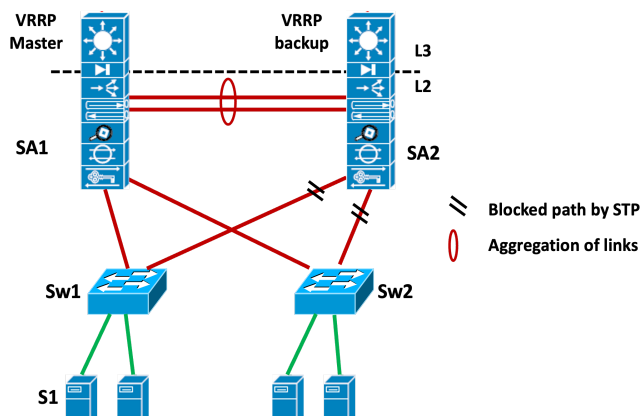
En este caso asignamos cuatro IPs virtuales 10.1.1.10, 10.1.1.11, 10.1.2.10 y 10.1.2.11. El router A se programa como master de la IP 10.1.1.10 y backup de la 10.1.1.11 y el router B hace lo inverso. Cada VLAN necesita una IP distinta para referirse a un router, por lo que para que cada uno de los hosts pueda conectarse de forma balanceada a un router distinto también necesitamos asignarle a el router A la IP 10.1.2.10 como master y la 10.1.2.11 como backup, router B hará lo análogo.



Pregunta 18. Explica la diferencia entre una topología que usa STP con U y una en triángulo en el diseño de un CPD multi-tier. Usa un dibujo en donde se vea dicha diferencia y comenta las ventajas y desventajas de una y otra. **b)** Explica porqué y una de ellas escala las VLANs entre conmutadores y la otra no.

Pregunta 19. Explica qué topologías se pueden implementar en un CPD multi-tier indicando sus ventajas y desventajas y si es necesario usar STP en ellas. Haz un esquema dónde se vea la topología.

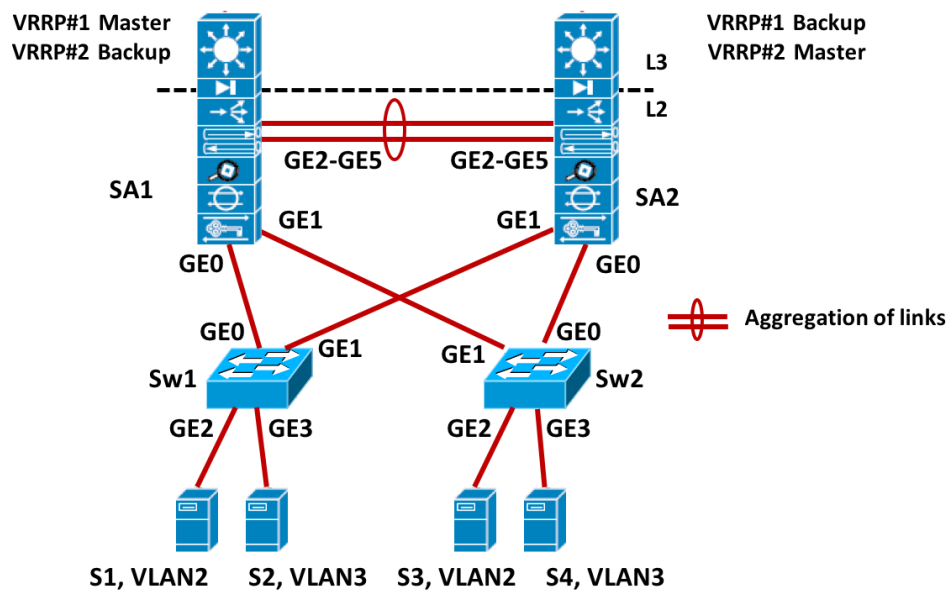
Pregunta 20. Suponemos que en ambas configuraciones VRRP está configurado para que el switch de agregación SA1 sea master de todos los servidores y el segundo switch SA2 sea backup. Indica el tipo de topología de nivel 2 que se ha configurado con STP, por dónde iría el tráfico generado por el servidor S1 y por dónde iría dicho tráfico si el enlace SA1-Sw1 cae. Repite el ejercicio si el Master VRRP está situado en SA2 y el backup en SA1.



Pregunta 21. Contesta a las siguientes preguntas respecto a la red de la figura, teniendo en cuenta que queremos que los servidores de la VLAN 2 tengan como Gateway a SA1 y los de la VLAN 3 a SA2. (Nota: GEx = interface GigabitEthernet número x, GEx-GEy indica grupo de interfaces desde la x a la y).

- Indica qué enlaces son “trunk”: **Equipo** (SA1, SA2, Sw1, Sw2, S1,S2,S3,S4) – **interfaces** (GEx, GEx-GEy, All, None). Todo lo que une conmutadores
sw1-GE1, sw1-GE0, sw2-GE1, sw2-GE0, SA1-GE0, SA1-GE1, SA2-GE0, SA2-GE1
- Indica qué enlaces se bloquearían (**Equipo** (SA1, SA2, Sw1, Sw2, S1,S2,S3,S4) – **interfaces** (GEx, GEx-GEy)), teniendo en cuenta que usamos Multiple-STP y formamos topologías en triángulo. La configuración tiene que ser eficiente.
Se bloquearán los puntos Sw1-GE1, Sw2-GE0.
Con STP1 → VLAN2
 $BID_{sa1} < BID_{sa2} < BID_{sw1} < BID_{sw2}$
- Indica el camino que siguen los paquetes de los servidores S1 y S3. Si la instancia VRRP#1 Master cae, indica cómo cambia la topología STP (si cambia) e indica el camino de los paquetes de los servidores S1 y S3 (si cambian).

Pasarán por el SA1 dirección al SA2 que pasará a ser el Master



Pregunta 22. Sabemos que la prioridad de un switch es el valor 8000(hex):MAC-Sw, que la menor prioridad de un switch tiene preferencia y que la prioridad de los puertos es de 128:ID (a menor valor mayor prioridad) y el ID es el número de interface (e.g. interface Ge1 tendría prioridad 128:1). Todos los enlaces que unen conmutadores son a 10 Gb/s y los de servidores son a 1 Gb/s. Se crean 2 VLANs (VLAN=2 y VLAN=3). Todos los puertos entre conmutadores son trunk y usamos MSTP. El círculo rojo indica enlaces agregados. Creamos 2 instancias VRRP, una para la VLAN=2 (la llamamos VRRP-1) y otra para la VLAN=3 (la llamamos VRRP-2). R1 es master para VLAN=2 y backup para VLAN=3 y R2 es master para VLAN=3 y backup para VLAN=2.

- (a) Supongamos que $MAC-Sw2 < MAC-Sw1 < MAC-SA1 < MAC-SA2$, indica cuál es la topología resultante (dibuja un esquema en el que solo aparezcan los enlaces no bloqueados e indica quien es el root bridge y quienes son los root ports para cada switch).

BIDsw2 < BIDsw1 < BIDsa1 < BIDsa2.

STP2 → VLAN2, STP3 → VLAN3

-Todos los puertos de sw2 en forwarding porque es root bridge. Ge1 de SA2 forwarding, ge0 bloqueado y puertos de agregación bloqueado. Todos los puertos de SW1 en forwarding menos Ge2 que es RP. En SA1 Ge1 es RP, Ge0 bloqueado y Ge2-Ge5 forwarding.

- (b) Propon una combinación de prioridades para que los servidores S1, S2, S3 y S4 envíen su tráfico por el camino más eficiente de acuerdo a una topología en cuadrado.

STP -> VLAN2

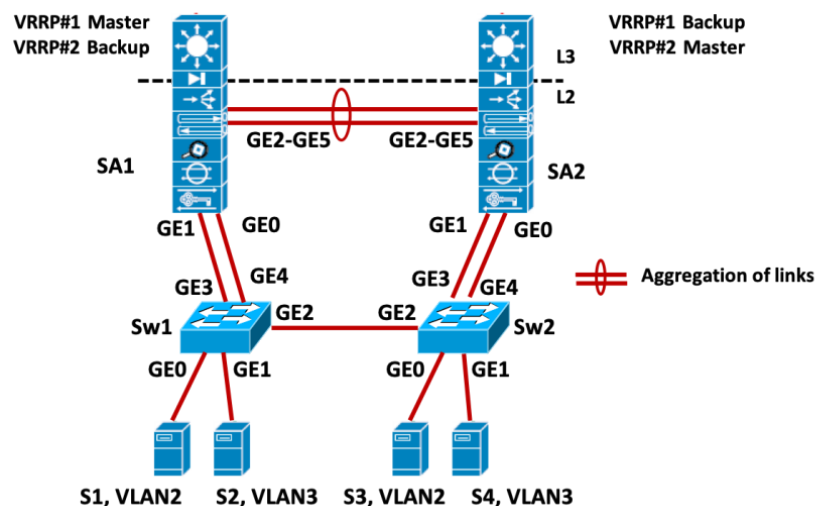
VRRP1 Master -> SA1

BIDsa1 < BIDsa2 < BIDsw1 < BIDsw2

STP -> VLAN3

BIDsa2 < BIDsa1 < BIDsw2 < BIDsw1

- (c) Indica el camino que sigue el tráfico en cada servidor en los casos a) y b).
- (d) Indica cómo afecta al tráfico que caigan los enlaces Ge3 y Ge4 del Sw1. Recuperamos los enlaces Ge3 y Ge4 del Sw1. Indica qué ocurre si cae el VRRP#1.
- (e) Asume que existe un nuevo enlace Ge5 en Sw1 y en Sw2. Este nuevo enlace se conecta a un SA1 y SA2 respectivamente de un módulo distinto (M2) de conmutación y viceversa (los Sw1 y Sw2 del otro módulo tienen un enlace a los SA1 y SA2 del módulo M1). Disponemos también de puertos en Sw1 para conectar 40 servidores de la VLAN 2 y otros 40 de la VLAN 3 en Sw1 (ídem en Sw2). Sw1 y Sw2 balancean su tráfico uniformemente entre los dos módulos M1 y M2 independientemente de que a módulo estén conectados. Indica cuál es el oversubscription ratio para cada servidor de cada VLAN y el throughput medio por servidor.



Pregunta 22. Explica el concepto de “oversubscription ratio” para diseñar redes de conmutación y para qué se usa. Relaciona el concepto de “oversubscription ratio” con el throughput que puede obtener un servidor. Calcula el throughput medio y el “oversubscription ratio” de un conmutador con 4 enlaces de 10 Gb/s en el nivel de agregación y 96 puertos de 1Gb/s de capacidad en el nivel de acceso. Si dispones de servidores que solo “ocupan” un 20% del enlace de acceso (1 Gb/s) y se disponen de 2 enlaces de 10 Gb/s hacia agregación. ¿Cuántos enlaces de acceso podría soportar el conmutador?

$$Th = \frac{4 * 10Gb/s}{96 * 1Gb/s} = \frac{40}{96} = 0,42 \text{ GB/s}$$

$$OV = \frac{1}{Th} = \frac{96 * 1 \text{ GB/s}}{4 * 10GB/s} = \frac{96}{40} = 2,4:1$$

Si los servers Tx Throughput $\geq 0,42 \rightarrow$ Control de flujo de TCP $\Rightarrow 0,42$

$$\begin{aligned} \text{Si los servers solo ocupan } 20\% \Rightarrow Th &= 0,2 < 0,42 \\ 0,2 * 96 &= 19,2 \text{ GB/s} \end{aligned}$$

$$\text{Cuantos servers podriamos tener} \rightarrow u = \frac{40}{0,2} = 200$$

Pregunta 23. Calcula el throughput medio y el “oversubscription ratio” de un conmutador con 8 enlaces de 10 Gb/s en el nivel de agregación y 192 puertos de 1Gb/s de capacidad en el nivel de acceso. Si los 192 servidores del nivel de acceso ocupan un 55% del enlace, ¿Está bien diseñada la red (justifica tu respuesta)?. Si la respuesta es no, indica como debería ser el conmutador para soportar los 192 servidores del nivel de acceso.