

Fundamentos de Tecnologías y Protocolos de Red

Examen ordinario, curso 2020-2021

1) CUESTIONARIO (mínimo 0 puntos, máximo 1 punto)

En el siguiente cuestionario tiene siempre un hueco para añadir cualquier consideración que le haya llevado a elegir esa respuesta, de forma que si cree que la pregunta o las opciones eran ambiguas pueda explicar brevemente su razonamiento. Todas las preguntas puntúan 0.1. En las preguntas tipo test **se deben marcar todas las respuestas correctas y ninguna de las incorrectas** (debe entender una pregunta que diga "¿cuál?" como "¿cuál o cuáles?"). Una respuesta incorrecta resta 0.05 y es cualquiera en la que se haya dejado de marcar alguna respuesta correcta o se haya marcado alguna incorrecta. Una respuesta en blanco puntúa 0.

a) ¿Cuál de las siguientes velocidades en Ethernet requiere 4 pares de hilos en el cable trenzado?

- 10Mb/s
- 100Mb/s
- 1Gb/s
- 10Gb/s
- Ninguna de las anteriores

b) ¿Cuál es la MTU de una trama 802.1Q?

- 1492
- 1496
- 1500
- 1518
- Ninguna de las anteriores

c) Marque aquellos de los roles de puerto siguientes en RSTP que hagan que el puerto termine en el estado de Bloqueado

- Root
- Cost
- Designated
- Alternate
- Backup
- Ninguna de las anteriores

d) Empleando 802.11n en la banda de 5GHz puede haber más de una WLAN en el mismo espacio físico sin interferencias

- Sí, siempre
- No, nunca
- Dependiendo del ancho de banda empleado por los canales se podrá o no

e) Indique cuál de los siguientes valores se ven representados en la dirección MAC virtual empleada por un grupo VRRP

- La prioridad empleada por el interfaz maestro
- La prioridad empleada por el interfaz de backup en caso de haber solo uno
- La prioridad mayor de los interfaces de backup en caso de existir varios
- Ninguna de las anteriores es correcta

f) Los conmutadores ATM

- Reensamblan la PDU AAL5 para decidir por dónde reenviarla
- Pueden modificar el valor de VPI pero no el de VCI
- Mantienen el orden de las celdas de un mismo circuito virtual
- Ninguna de las anteriores es correcta

g) En una encapsulación 1483 bridged

- Se puede emplear VC multiplexing
- Se puede emplear encapsulación LLC
- Se puede emplear cualquier nivel AAL
- Ninguna de las anteriores es correcta

h) En la pila de etiquetas de un paquete MPLS

- La operación *swap* actúa sobre la etiqueta más cercana a la cabecera de nivel de enlace que transporta el paquete
- La operación *swap* actúa sobre la etiqueta "top"
- La operación *swap* actúa sobre la etiqueta "bottom"
- En caso de haber varias etiquetas en la pila, la operación *pop* retira la etiqueta más antigua que se añadió al paquete
- Ninguna de las anteriores es correcta

i) Un TUG-2 en SDH agrupa

- Contenedores
- Contenedores Virtuales
- Unidades de Tributario
- Unidades Administrativas
- Punteros
- Section Overheads
- Ninguna de las anteriores es correcta

j) Indique cuáles de los siguientes contenedores tienen una capacidad de **al menos** 20 Mb/s

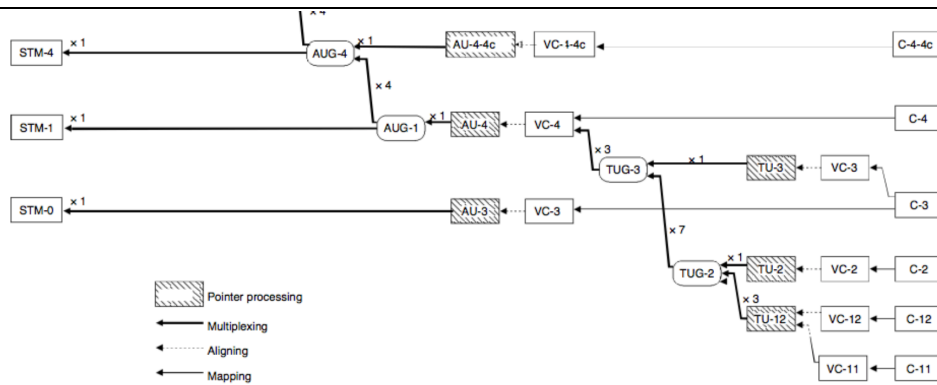
- C-3
- C-4
- C-4-4c
- C-12
- Ninguno de los anteriores

2) PREGUNTAS DE DESARROLLO (1 punto)

a) Explique el funcionamiento de la pila de etiquetas en MPLS y cómo los paquetes pueden llegar a tener más de una etiqueta (0.5 puntos).

http://www.tlm.unavarra.es/videos/daniel/docencia/ftpr/ftpr20_21/?method=showVideo&videoid=50f110d2
http://www.tlm.unavarra.es/videos/daniel/docencia/ftpr/ftpr20_21/?method=showVideo&videoid=7a0bfcc3

b) Un enlace STM-4 está transportando un C-4, 2 contenedores C-12 que son parte del mismo TUG-2 y 1 contenedor C-3 que pertenece a un VC-4 diferente al del TUG-2 mencionado. Calcule (y explique el cálculo) el número máximo de circuitos con contenedor C-3 que se podrían transportar todavía en ese STM-4 (0.5 puntos).



Un STM-4 puede transportar 4 VC-4. Un primer VC-4 está transportando un C-4. Quedan 3 VC-4. Hay 2 C-12 que son parte del mismo TUG-2. Un VC-4 puede transportar 21 TUG-2. Uno de ellos está ocupado en parte para transportar esos C-12. Ese TUG-2 hace que parte del TUG-3 del que forma parte esté utilizado, así que quedan solo 2 TUG-3 libres completamente en este VC-4 (TUG-3s es lo que necesitamos para transportar contenedores C-3), así que en el segundo VC-4 hay solo 2 TUG-3 libres que nos permitirán transportar 2 C-3.

Se indica que se transporta un C-3 en un VC-4 diferente del que transporta los C-12. Llamemos a éste el tercer VC-4. En él quedarán 2 TUG-3 libres y por lo tanto puede transportar 2 C-3.

El cuarto VC-4 del STM-4 está completamente libre, así que podrá transportar 3 C-3.

Finalmente, podemos transportar 0 C-3 en el primer VC-4, 2 C-3 en el segundo VC-4, 2 C-3 en el tercer VC-4 y 3 C-3 en el cuarto VC-4, para un total de 7 C-3.

3) PROBLEMA (1.5 puntos en total)

La Figura 1 muestra la topología física de una red compuesta por conmutadores capa 2, capa2/3 y routers IP. Todos los enlaces representados en la figura son a 1 Gb/s. Cuando hay más de un enlace entre dos equipos se supone que estos enlaces actúan como uno solo mediante un grupo agregado siguiendo 802.1AX.

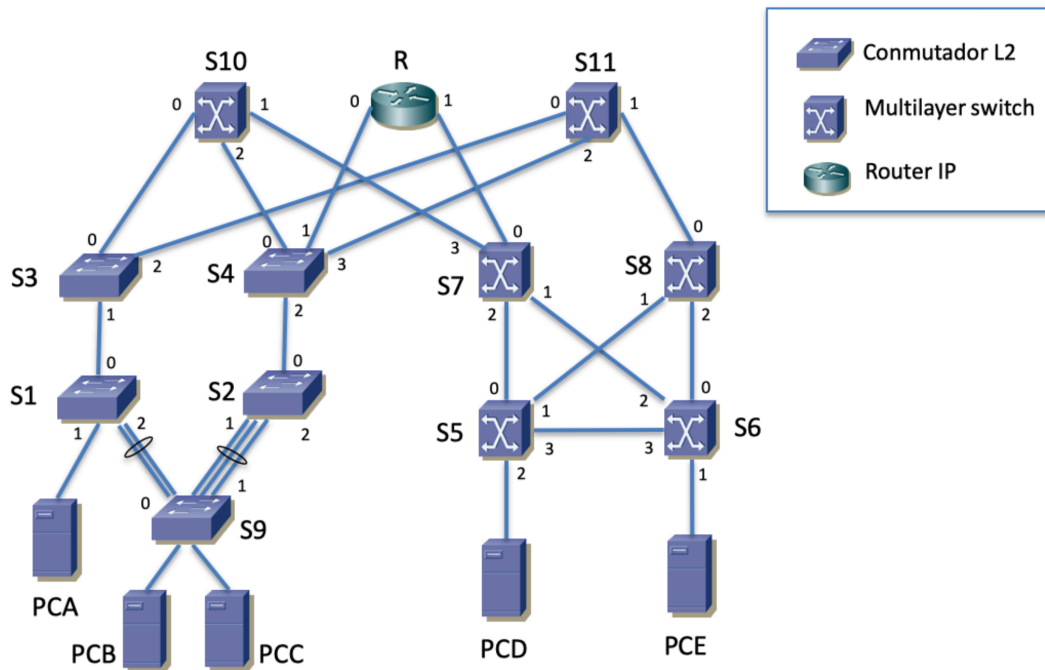


Figura 1 – Topología física

Todos los equipos capaces de hacer conmutación Ethernet implementan Multiple Spanning Tree Protocol. Se han creado 2 instancias de árbol de expansión. La primera instancia es empleada por las VLANs A, D y E que dan soporte a las subredes A, D y E respectivamente. La segunda instancia es empleada por las VLANs B, C y F que da soporte a las subredes B, C y F respectivamente. Los dos árboles están representados en las figuras 2 y 3, donde se han dejado solo los enlaces en los que los dos extremos tienen estado MSTP y éste es el de *Forwarding*. Estos árboles son el resultado de la configuración por defecto de los equipos, es decir, no se han cambiado prioridades ni costes respecto a sus valores de fábrica.

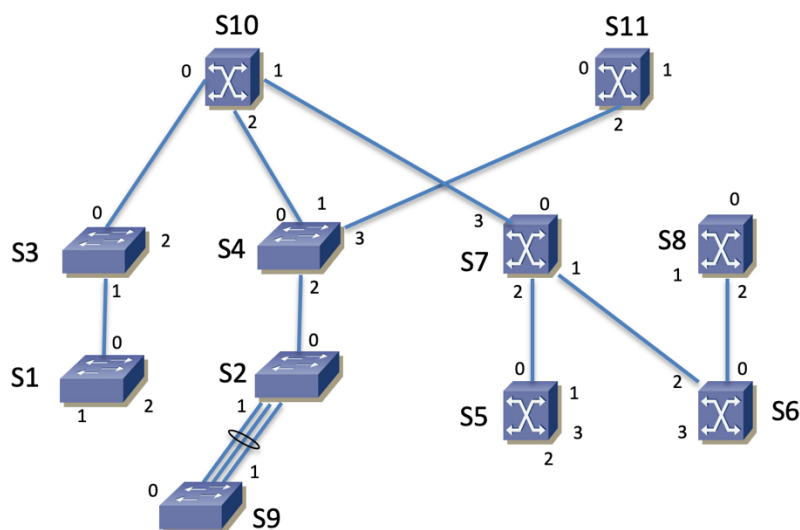


Figura 2 – Árbol de expansión de la instancia 1 (VLANs A, D y E)

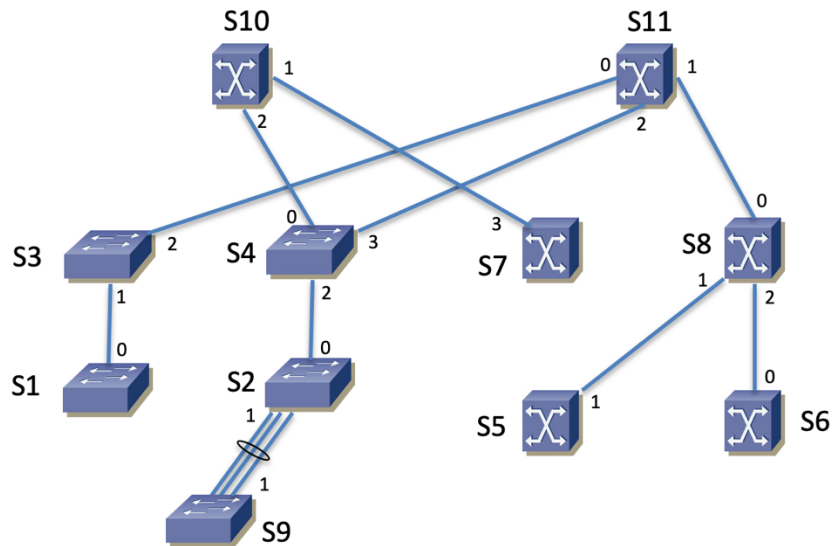


Figura 3 – Árbol de expansión de la instancia 2 (VLANs B, C y F)

La figura 4 representa la topología en capa 3 con las subredes IP y los conmutadores capa 3 que las interconectan.

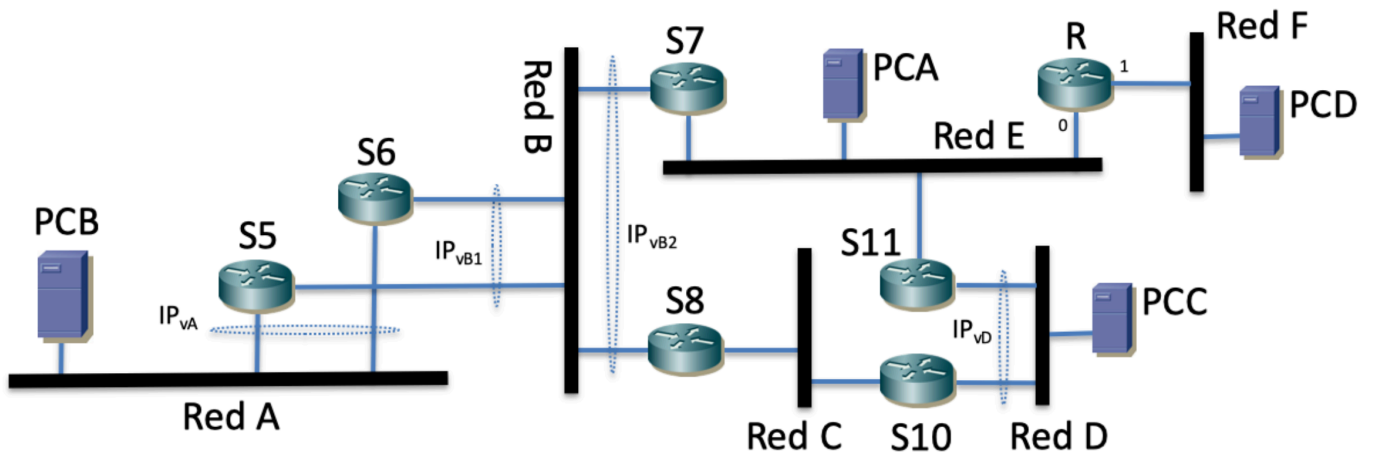


Figura 4 – Interconexión de subredes IP

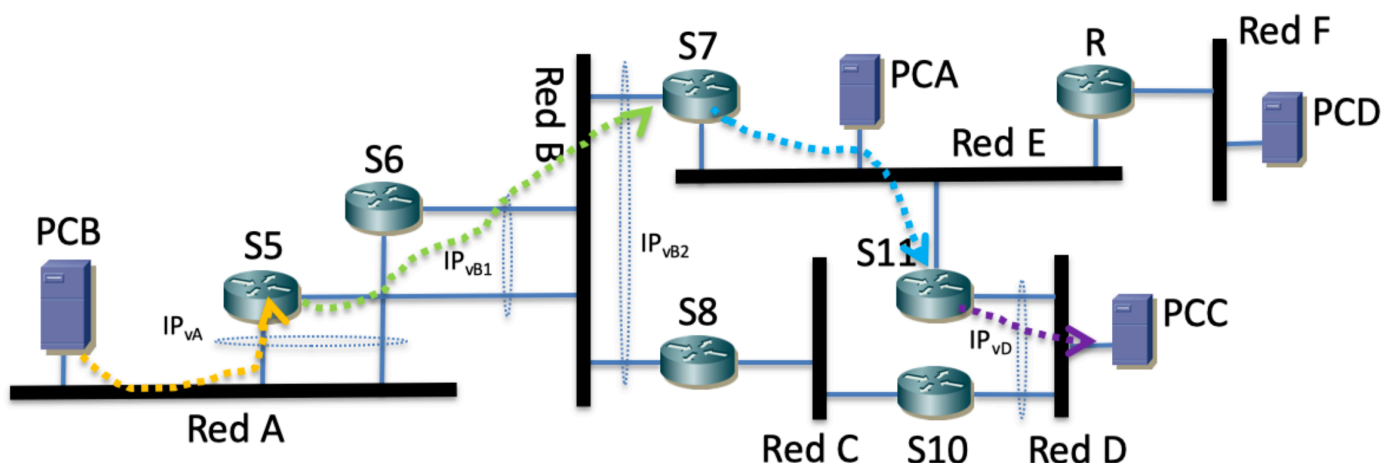
Se han creado varios grupos VRRP en diferentes subredes. Se han marcado en la figura 4 con una elipse las parejas de interfaces físicas que participan en el mismo grupo VRRP. Cada interfaz de conmutador capa 3 tiene su propia dirección IP y se emplea una dirección independiente de la subred como dirección virtual protegida por el grupo VRRP. En la red B hay dos grupos VRRP con VRID diferente. En la figura 4 aparecen símbolos para hacer referencia a cada dirección IP protegida por un grupo VRRP (por ejemplo IP_{vA}).

Los hosts de las redes A, D y F tienen como router por defecto la dirección del único router en su subred o en caso de que exista, la dirección del grupo VRRP existente en la misma. En el caso de la red E, los hosts tienen como router por defecto la dirección del interfaz 0 del router R. El maestro para el grupo de IP_{vA} es S5. El maestro para el grupo de IP_{vB1} es S6. El maestro para el grupo de IP_{vB2} es S7. El maestro para el grupo de IP_{vD} es S11.

Los equipos S5 y S6 tienen una ruta por defecto con siguiente salto IP_{vB2} . S8 tiene una ruta hacia la red D con siguiente salto la dirección de S10 en la red C y una ruta por defecto con siguiente salto IP_{vB1} . S7 tiene una ruta hacia la red F con siguiente salto la dirección del interfaz 0 de R, una ruta hacia la red D con siguiente salto la dirección de S11 en la red E y una ruta por defecto con siguiente salto IP_{vB1} . R tiene una ruta por defecto con siguiente salto la dirección de S7 en la red E. S10 tiene una ruta por defecto con siguiente salto

la dirección de S8 en la red C. S11 tiene una ruta por defecto con siguiente salto la dirección de S7 en la red E.

Cuestión a) (1 punto) Describa en detalle el camino que seguirán los paquetes IP enviados por el host PCB, dirigidos al host PCC. Indique los enlaces físicos por los que pasará ese tráfico, la VLAN por la que pasa en cada segmento del camino y si en cada equipo se está haciendo conmutación en capa 2 o en capa 3 (routing). Para cada enlace entre dos equipos físicos por los que circule el paquete, indique las direcciones MAC origen y destino y direcciones IP origen y destino en el mismo.



Dirección IP origen es siempre la de PCB y destino la de PCC.

Camino físico:

Por la VLAN A: PCB -> S9 -> S2 -> S4 -> S10 -> S7 -> S5

Todos los conmutadores hacen conmutación en capa 2. Dirección MAC origen en la trama en todos los saltos es la del PCB y la destino es la del grupo VRRP que protege a IP_{VA} .

Va a S5 porque es el maestro del grupo VRRP que protege a la dirección IP_{VA} que es la configurada como siguiente salto en la ruta por defecto de PCB.

S5 encamina el paquete IP siguiendo la ruta por defecto (no tiene más rutas que esa y las de las redes directamente conectadas). Esa ruta por defecto tiene como siguiente salto IP_{VB2} , para la cual el maestro es S7.

Por la VLAN B: S5 -> S8 -> S11 -> S4 -> S10 -> S7

En todos los saltos MAC origen la del Interfaz virtual de S5 en la VLAN B; MAC destino la virtual del grupo VRRP que protege a IP_{VB2} . Todos los conmutadores del camino hacen conmutación en capa 2.

S7 enruta el paquete IP. Tiene una ruta hacia la red D con siguiente salto la dirección de S11 en la red E, así que el siguiente salto IP será S11.

Por la VLAN E: S7 -> S10 -> S4 -> S11

En todos los saltos la MAC origen es la del Interfaz virtual de S7 en la VLAN E; MAC destino la del interfaz de S11 en la VLAN E. Todos los conmutadores del camino hacen conmutación en capa 2.

S11 enruta el paquete. Como tiene un interfaz directamente en la red D donde se encuentra PCC el paquete irá por la red D hasta el destino.

Por la VLAN D: S11 -> S4 -> S2 -> S9 -> PC

En todos los saltos la dirección MAC origen es la del interfaz de S11 en la VLAN D y la destino es la de PCC. Todos los equipos hacen conmutación en capa 2.

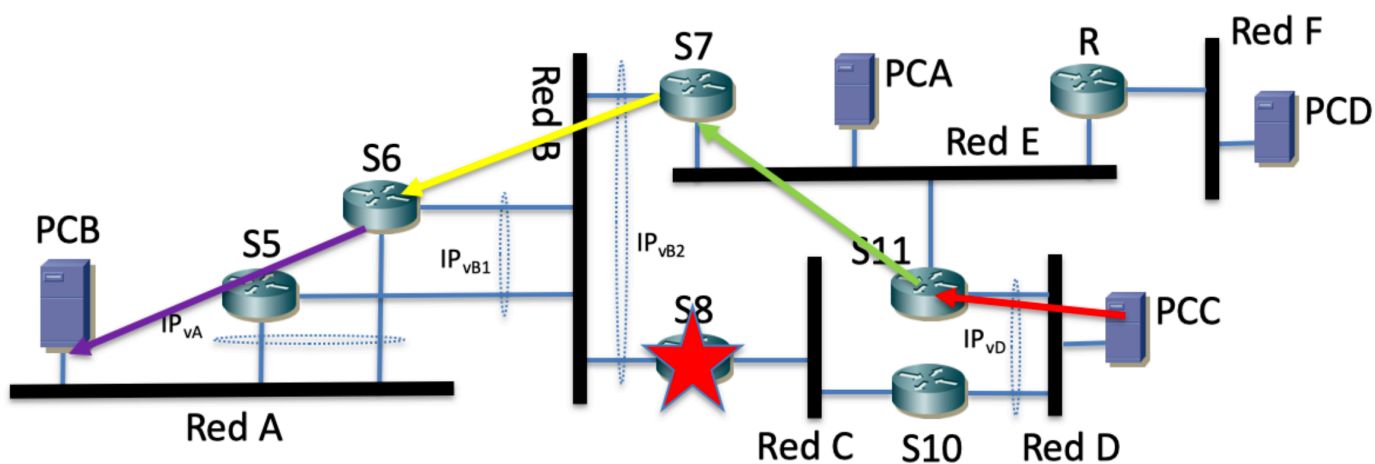
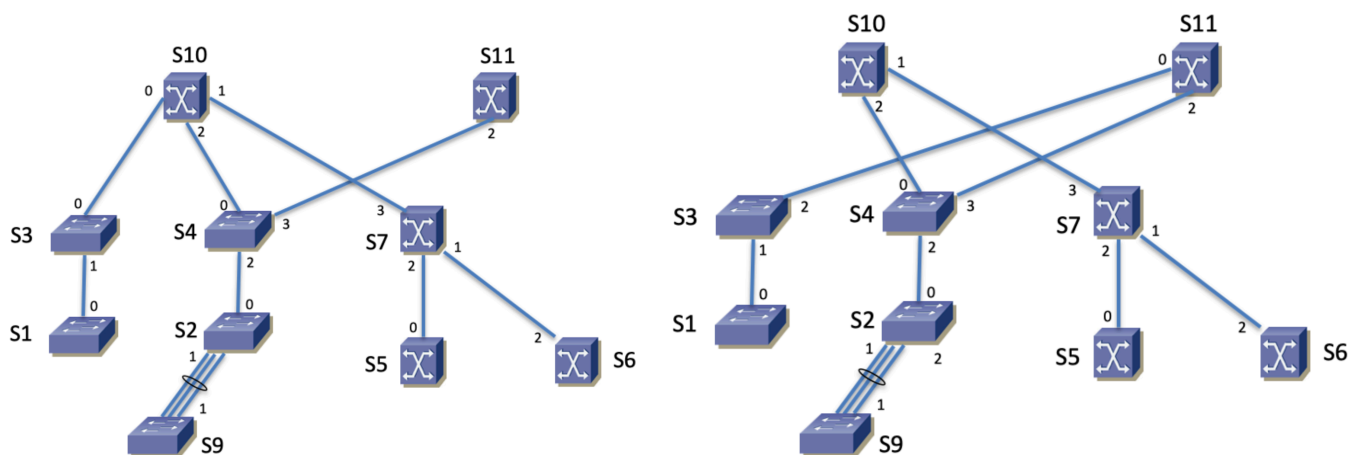
Cuestión b) (0.5 puntos) Suponiendo que se apaga el equipo S8 y se desconecta uno de los enlaces entre S1 y S9 calcule cuál es el camino que siguen ahora los paquetes desde PCC hasta PCB y cuál es la tasa máxima que se puede conseguir en un flujo en ese camino (si es que llegan, si no indique por qué cree que no llegan). Explique su razonamiento.

Hay un detalle importante en el escenario descrito en el problema, aunque no demasiado relevante para contestar a este apartado. Se indica que hay dos árboles diferentes para dos instancias de MSTP y que “Estos árboles son el resultado de la configuración por defecto de los equipos, es decir, no se han cambiado prioridades ni costes respecto a sus valores de fábrica.”. Con esta configuración, en ambas instancias debería ser el mismo equipo la raíz y resultar el mismo árbol. Árboles diferentes solo serían compatibles con este enunciado si los conmutadores pueden estar empleando diferente dirección MAC en cada instancia de cara a calcular el BID. Este comportamiento no es el habitual, pero dado que es el único compatible con el enunciado supondremos que es así (la otra posibilidad sería que el enunciado es imposible).

Al fallar un switch y un enlace habrá un recálculo de los árboles de expansión. El enlace del agregado que falla cambiará el coste por defecto del mismo a un valor aproximadamente doble. En la primera instancia, si S8 fuera la raíz del árbol, con costes por defecto, S11 debería emplear el enlace directo hacia S8; dado que no es así debemos descartar que S8 sea la raíz. Al no ser la raíz y ser un conmutador extremo no habrá más cambios en esta instancia que la desaparición de S8.

Siguiendo un razonamiento similar, en la segunda instancia podrían ser la raíz S2, S8 o S11. S2 queda descartado pues si fuera la raíz entonces el camino desde S1 hasta él sería por S9 que tiene el menor coste (incluso habiendo fallado uno de los enlaces entre S1 y S9), pero no es así. De forma similar, S8 no puede ser la raíz pues el camino de menor coste desde S7 hasta él sería por S6 y no es el que ha resultado. Queda pues S11 como la única posibilidad de raíz en este árbol. Si ahora falla S8, S5 y S6 deberán calcular un nuevo mejor camino hasta S11, que será por los enlaces directos que tienen a S7.

Con esto quedan recalculados los árboles:



El camino físico será: PCC -> S9 -> S2 -> S4 -> **S11** -> S4 -> S10 -> **S7** -> **S6** -> S7 -> S10 -> S4 -> S2 -> S9 -> PCB
 Todos los enlaces son a 1Gb/s menos el enlace agregado entre S1 y S9, así que el cuello de botella es un enlace cualquiera de 1Gb/s (en realidad en el agregado tampoco un flujo entre esos hosts podría alcanzar más de 1Gb/s salvo que habláramos de flujo a nivel IP que fuera un agregado de varios flujos de transporte

y los switches del agregado repartieran el tráfico en base también a parámetros de capa 4). Considerando que los enlaces sean todos full-duplex la máxima tasa será de 1Gb/s pues el flujo nunca pasa más de una vez por el mismo enlace en el mismo sentido, así que no compite consigo mismo.