

Fundamentos de Tecnologías y Protocolos de Red

Examen ordinario, curso 2026-2027

1) PROBLEMA (mínimo 0 puntos, máximo 2.5 puntos)

[Cada cuestión emplea únicamente la descripción del problema hecha hasta ese punto y no información posterior que puede modificar el escenario.]

La Figura 1 muestra la topología física de una red dividida en 2 zonas que representan dos localizaciones alejadas de una empresa (SiteA y SiteB) y los enlaces de interconexión contratados. Todos los conmutadores son Ethernet y todos los enlaces son full-duplex. Los enlaces representados con línea más gruesa son a 10 Gb/s y los de línea fina son a 1 Gb/s.



Figura 1 – Topología física

Todos los hosts están conectados a puertos de conmutador configurados en la misma VLAN. Los conmutadores soportan RSTP. Los puertos están configurados con costes en función de su velocidad, empleándose un coste de 2 para enlaces a 10Gb/s y de 20 para enlaces a 1Gb/s. Se calcula un solo árbol de expansión. Las direcciones MAC y valores de prioridad de los puentes para RSTP son las que se muestran en la Tabla 1.

Equipo	MAC	Prioridad	Equipo	MAC	Prioridad	Equipo	MAC	Prioridad

Tabla 1 – Direcciones MAC y prioridades RSTP de los conmutadores

Cuestión a) (0.5 puntos)

- Indique qué conmutador es el puente raíz y por qué, y en caso de que se apague cuál pasaría entonces a serlo.
- Dibuje en la Figura 2 el árbol de expansión resultante marcando claramente solo los enlaces en los que los puertos de ambos extremos tengan estado RSTP y éste sea de *Forwarding*.
- Indique en la Figura 2 en el recuadro junto a cada conmutador su *Root Path Cost*.
- Describe el rol y estado de los puertos de los conmutadores **CENSURADO Y CENSURADO**

Nombre y apellidos: _____

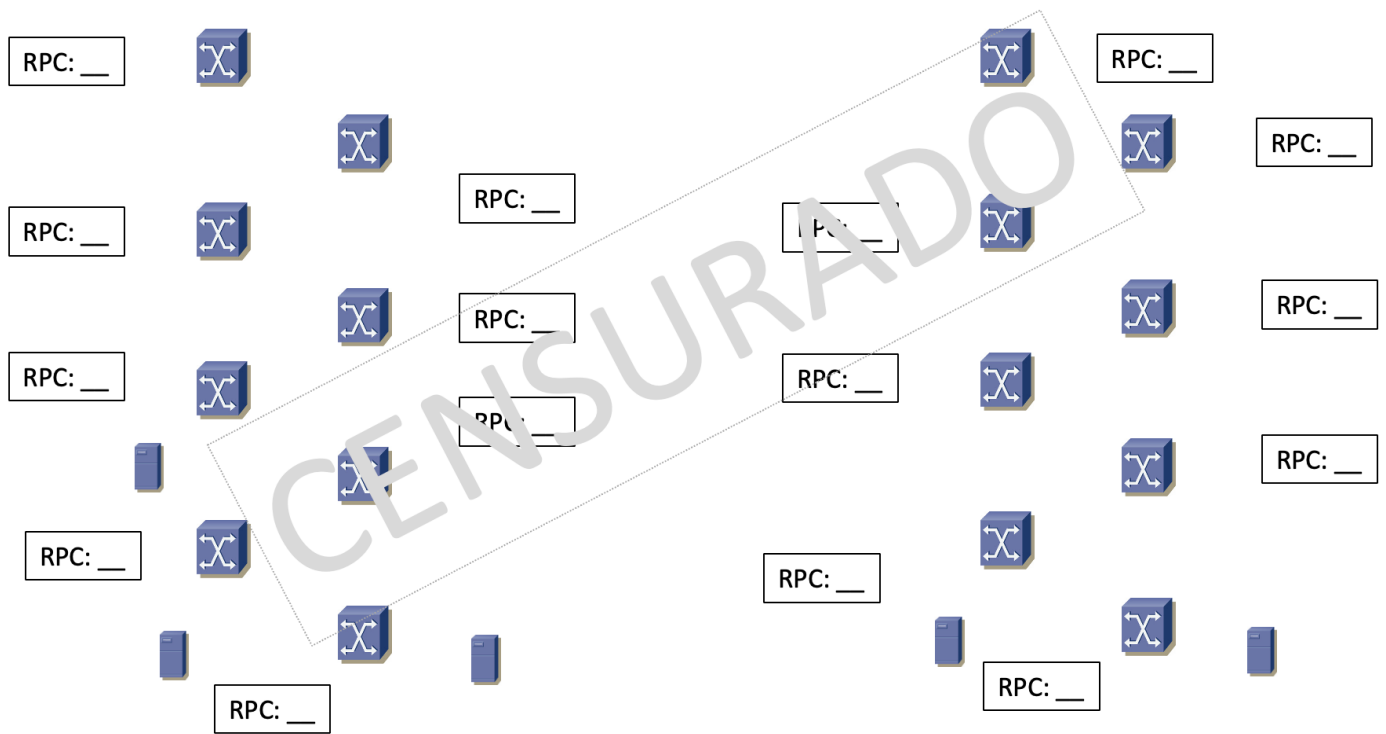


Figura 2 – Topología de respuesta a la cuestión (a)

Se actualizan todos los conmutadores con soporte para MSTP y múltiples instancias. Se crean 2 instancias de árbol de expansión, asignando diferentes VLANs a cada una de ellas. Un subconjunto de las VLANs empleará el árbol resultante de la cuestión (a) (MSTI 1). El segundo árbol de expansión (MSTI 2) debe **CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO**. Este segundo árbol debe además mantener la misma raíz que la primera instancia. Para lograr todo esto se puede cambiar solo valores de parámetros de configuración del protocolo de árbol de expansión.



Figura 3 – Topología la cuestión (b)

Cuestión b) (0.5 puntos)

CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO Figura 4. Describa el resto de los cambios que necesite hacer a la configuración.

Nombre y apellidos: _____



Figura 4 – Topología de respuesta a la cuestión (b)

La Figura 5 muestra la topología de capa 3 IP de la red descrita hasta el momento. Se ha cambiado la configuración de VLAN del puerto al que se conecta cada host para ajustarse a las descripciones que siguen. La subred A se configura sobre la VLAN A, que emplea la MSTI 1 mientras que la subred B se configura en hosts conectados a puertos en la VLAN B, que emplea la MSTI 2. El router de la Figura 5 es el conmutador **CENSURADO**, que cuenta con funcionalidades capa 2/3. El resto de los conmutadores están actuando de momento solo en capa 2.

Cada subred se ha representado con un segmento en la Figura 5. Un equipo que tenga un interfaz capa 3 con una dirección de una subred tendrá una línea uniendo el icono del equipo con el segmento de subred. En este caso, el router tiene un interfaz IP en la subred A y otro en la subred B, gracias a interfaces lógicas en las correspondientes VLANs.

Los hosts de la subred A tienen configurada una ruta por defecto (*default route*) con siguiente salto la dirección del router en su subred. Lo mismo aplica a los hosts de la subred B.

PCD está conectado a **CENSURADO**. PCE está conectado a **CENSURADO**.

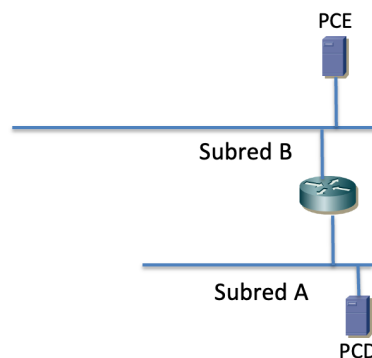


Figura 5 – Topología de capa 3 para la cuestión (c)

Cuestión c) (0.5 puntos)

- Suponiendo que un paquete se envía desde PCD con TTL 64 y destino la dirección IP de PCE describe el camino (saltos físicos y cuándo es enrutado) que sigue, e indique para cada salto entre dos conmutadores los valores de dirección IP origen y destino, valor de TTL y dirección MAC origen y destino en el paquete.

La red lógica cambia con los años y con la creación de nuevas subredes IP. Se configuran nuevos routers empleando más conmutadores capa 2/3. Se emplea también VRRP en los mismos para protección. La Figura 6 muestra el estado final de la red en capa 3. Cada Subred está implementada sobre una VLAN diferente (Subred X sobre VLAN X).

Nombre y apellidos: _____

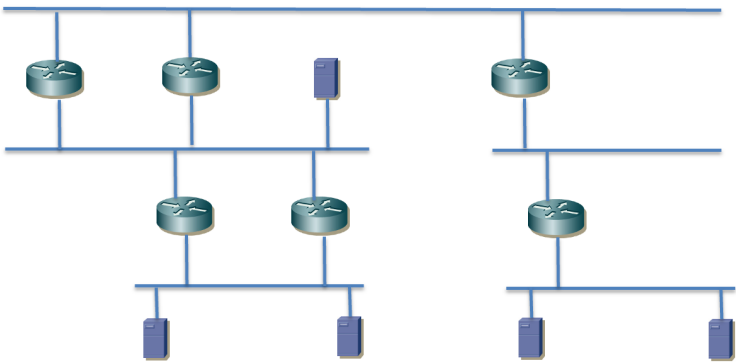


Figura 6 – Topología de capa 3 para la cuestión (d)

Algunas parejas de routers participan en grupos VRRP. La Tabla 2 detalla la configuración correspondiente.

Router	Subred	VRID	Prioridad VRRP	IP virtual

Tabla 2 – Parámetros de configuración de VRRP

Los hosts de la subred A tienen como siguiente salto en su ruta por defecto P_{VA} . Los hosts de la subred B tienen como siguiente salto en su ruta por defecto IP_{VB2} . Los routers, además de las rutas a las subredes en las que tienen directamente interfaces, tienen las siguientes rutas estáticas configuradas (y ninguna más):

- **CENSURADO y CENSURADO** tienen ruta por defecto con siguiente salto **CENSURADO**.
- **CENSURADO y CENSURADO** tienen una ruta por defecto con siguiente salto **CENSURADO CENSURADO**.
- **CENSURADO y CENSURADO** tiene una ruta estática hacia **CENSURADO CENSURADO**.
- **CENSURADO** tiene una ruta **CENSURADO**.
- **CENSURADO** tiene una ruta estática hacia **CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO**.
- **CENSURADO** tienen ruta por defecto con siguiente salto **CENSURADO CENSURADO CENSURADO**.

Cuestión d) (0.5 puntos)

- Describa el camino (saltos físicos y enrutados y la MSTI relevante en cada salto capa 3) que siguen los paquetes IP que envía el host **CENSURADO** dirigidos a la dirección IP de **CENSURADO** si se emplea la MSTI 1 para las VLANs **CENSURADO** y la MSTI 2 para las VLANs **CENSURADO** (0.25 puntos).
- Describa el camino (saltos físicos y enrutados y la MSTI relevante en cada salto capa 3) que siguen los paquetes IP que envía el host **CENSURADO** dirigidos a la dirección IP de **CENSURADO** si la asignación de VLANs a MSTIs es la complementaria, es decir, las VLANs **CENSURADO** a la MSTI 2 y las VLANs **CENSURADO** a la MSTI 1 (0.25 puntos).

Cuestión e) (0.5 puntos)

Describa el camino (saltos físicos y enrutados) que siguen los paquetes IP que envía el host **CENSURADO** dirigidos a la dirección IP de **CENSURADO** y en sentido contrario tras apagar el conmutador **CENSURADO**. Se emplea la MSTI 1 para las VLANs **CENSURADO** y la MSTI 2 para las VLANs **CENSURADO**. ¿Cuál es la máxima tasa alcanzable en cada uno de esos flujos y dónde se encuentra su cuello de botella?

Nombre y apellidos: _____

2) CUESTIONARIO (mínimo 0 puntos, máximo 0.5 puntos)

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, pero para ello **se deben marcar todas las respuestas correctas y ninguna de las incorrectas**. Debe entender una pregunta que diga algo como “¿cuál?” como si dijera “¿cuál o cuáles?”. Una respuesta incorrecta puntúa 0 y es cualquiera en la que se haya dejado de marcar alguna respuesta correcta o se haya marcado alguna incorrecta. Una en blanco puntúa 0.

a) ¿Cuáles de los siguientes valores relacionados con el protocolo de árbol de expansión **CENSURADO CENSURADO CENSURADO**?

- ☐ El coste hasta el puente raíz
- ☐ El calor de prioridad de un puerto
- ☐ El coste del puerto del conmutador
- ☐ El valor de prioridad del conmutador
- ☐ El puente raíz seleccionado por un conmutador cualquiera
- ☐ Ninguna de las anteriores

b) Un conmutador Ethernet con soporte para RSTP tiene **CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO**. Indique el rol y estado **CENSURADO CENSURADO CENSURADO**.

- ☐ Los dos son Designado/Forwarding
- ☐ Uno Alternate/Forwarding y el otro Root/Forwarding
- ☐ Uno es Alternate/Discarding y el otro Backup/Discarding
- ☐ Uno es Root/Forwarding y el otro Designado/Forwarding
- ☐ Uno es Alternate/Discarding y el otro Designado/Forwarding
- ☐ Ninguna de los anteriores

c) Los mensajes del protocolo VRRP.

- ☐ Se transportan en **CENSURADO**
- ☐ Van dirigidos **CENSURADO CENSURADO**
- ☐ Son procesados por **CENSURADO CENSURADO**
- ☐ Incluyen el valor **CENSURADO** del interfaz que los envía
- ☐ Van dirigidos **CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO**
- ☐ Se transportan en **CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO**
- ☐ Ninguno de los anteriores

d) ¿En un Wireless LAN 802.11 con infraestructura puede una trama unicast enviada por un terminal inalámbrico al punto de acceso **CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO**?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Solo cuando el destino de la trama es otro terminal inalámbrico asociado al mismo punto de acceso
- ☐ Solo cuando el destino de la trama un terminal en la LAN Ethernet a la que está conectado del punto de acceso
- ☐ Ninguna de las anteriores

e) Una agregación de enlaces según 802.1AX (802.3ad)

- ☐ Requiere que los dos equipos extremos sean del mismo fabricante
- ☐ Requiere que los enlaces agregados **CENSURADO CENSURADO CENSURADO**
- ☐ Envía siempre los paquetes **CENSURADO CENSURADO CENSURADO** por el mismo
- ☐ Permite que el tráfico **CENSURADO CENSURADO** aproveche la capacidad que es la suma de la capacidad de todos los enlaces del agregado
- ☐ Ninguna de las anteriores

Nombre y apellidos: _____

3) PREGUNTAS DE DESARROLLO (3 puntos)

- a) Describa un escenario compuesto exclusivamente por dos PCs, dos conmutadores Ethernet multicapa y enlaces entre ellos donde el tráfico **CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO** (0.5 puntos).
- b) Dado el problema de este examen, PCA y PCE se encuentran en dos localizaciones distintas de la empresa. PCA se encuentra en el SiteA mientras que PCE se encuentra en el SiteB. Se desea que el tráfico entre PCA y PCE cambie una sola vez de Site, es decir, atraviase una sola vez enlaces entre las dos localizaciones. Para lograr esto se pueden modificar **CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO CENSURADO**. No se pueden hacer cambios físicos ni modificar direccionamiento ni tablas de rutas. Describa los cambios más sencillos que haría para lograrlo. En caso de no ser posible demuestre por qué (0.5 puntos).
- c) Explique cómo se construye la trama STM-1 a partir de solo tributarios TU-12 y la **CENSURADO CENSURADO CENSURADO** (0.5 puntos).
- d) Explique la utilidad del puntero **CENSURADO CENSURADO CENSURADO** (0.25 puntos).
- e) En un paquete IP que se transporta dentro de MPLS con múltiples etiquetas explique **CENSURADO CENSURADO CENSURADO** (0.75 puntos).
- e) Describa diferencias entre un interfaz Ethernet de cobre para acceso en la primera milla y **CENSURADO CENSURADO** (0.5 puntos).