

Fundamentos de Tecnologías y Protocolos de Red

Examen de recuperación, curso 2025-2026

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 3 zonas que representan dos localizaciones alejadas de una empresa (SiteA y SiteB) y una red de interconexión. Todos los conmutadores son Ethernet y todos los enlaces son full-duplex. Los enlaces representados con línea más gruesa son a 40 Gb/s (todos los enlaces internos de la WAN más los enlaces de Ymir a equipos de la WAN), los de línea fina continua son a 10 Gb/s y los representados en línea discontinua son a 1 Gb/s.

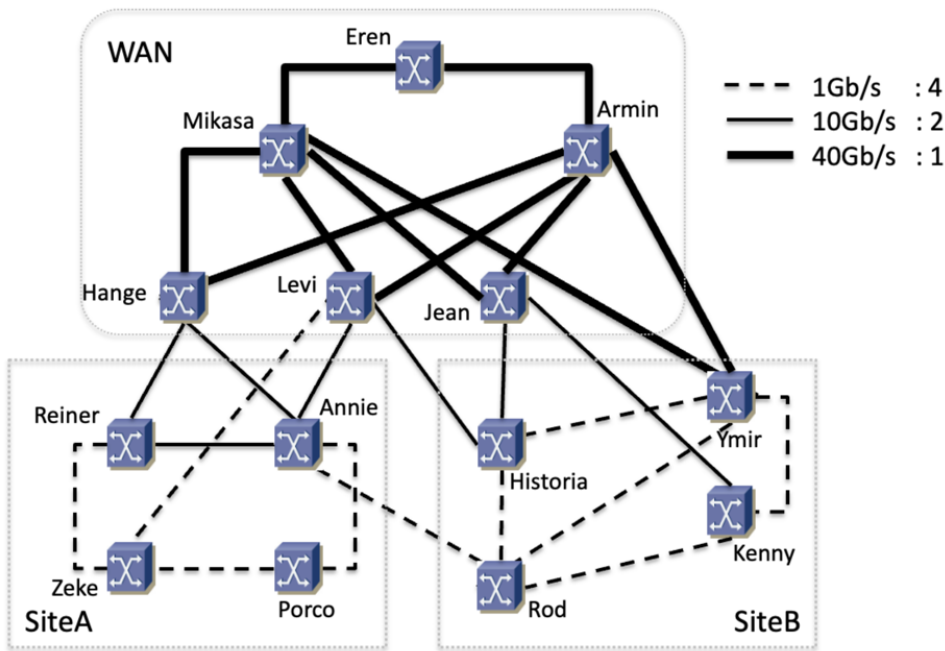


Figura 1 – Topología física

No hay hosts en la zona WAN. 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 1 para enlaces a 40Gb/s, de 2 para enlaces a 10Gb/s y de 4 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
Eren	00:0A:3C:4D:5E:6F	0x4000	Reiner	00:DE:AD:BE:EF:01	0x8000	Historia	00:01:23:45:67:89	0x8000
Mikasa	00:0D:4D:6E:7F:80	0x4000	Annie	00:11:22:33:44:55	0x8000	Ymir	00:FE:DC:BA:98:76	0x8000
Armin	00:0E:5E:7A:9B:BC	0x4000	Zeke	00:99:88:77:66:55	0xA000	Rod	00:55:44:33:22:11	0xA000
Hange	00:4D:6F:8A:BC:DE	0x4000	Porco	00:AB:CD:EF:12:34	0xA000	Kenny	00:CA:FE:BA:BE:00	0xA000
Levi	00:1A:BB:CC:DD:01	0x4000						
Jean	00:10:20:30:40:50	0x4000						

Tabla 1 – Direcciones MAC y prioridades RSTP de los conmutadores

Cuestión a) (0.75 puntos)

- Indique qué conmutador es el puente raíz y por qué.
- Dibuje en la Figura 2 el árbol de expansión resultante marcando 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 (RPC)*.
- Describe el rol y estado de los puertos de los conmutadores *Levi* e *Historia* (están numerados en la Figura 2).

Nombre y apellidos: _____

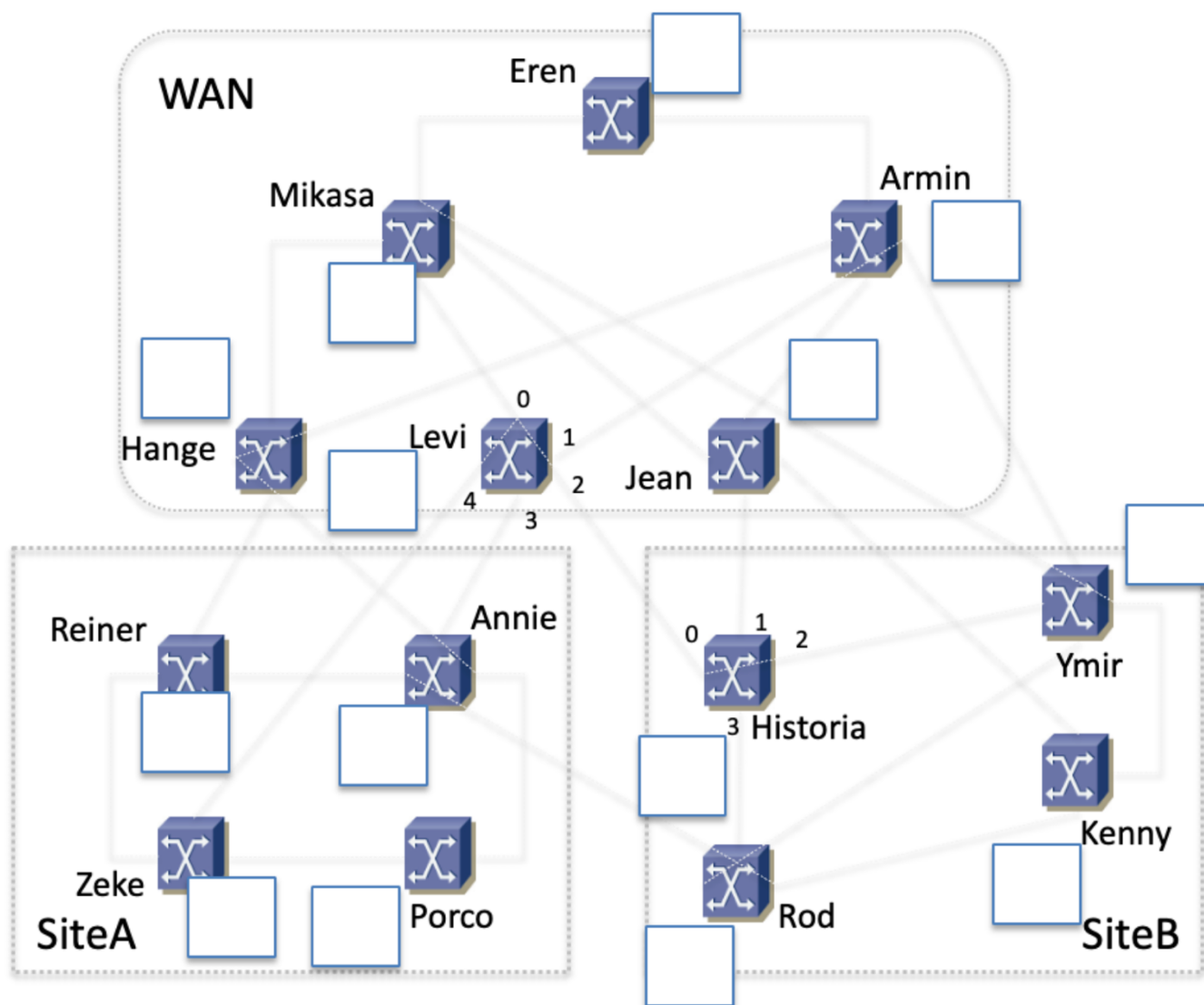


Figura 2 – Topología de respuesta a la cuestión (a)

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 intentar utilizar todos los enlaces de 40Gb/s que en la MSTI 1 quedaron con algún puerto extremo bloqueado. Así, todos los enlaces de 40Gb/s con algún puerto bloqueado en la MSTI 1 deben tener, si es posible, los dos puertos en *Forwarding* en la MSTI 2. Este segundo árbol debe además mantener los costes que se han descrito para la primera instancia.

Por supuesto, si no hay enlaces suficientes para formar un nuevo árbol disjunto se reutilizarán algunos de los empleados en la MSTI 1. Para lograr todo esto **se pueden cambiar solo valores de parámetros de configuración del protocolo de árbol de expansión, pero no los costes de los puertos.**

Cuestión b) (0.5 puntos)

Describe qué cambios haría en la configuración de la segunda instancia para lograr un árbol que cumpla lo requerido. Dibuje el nuevo árbol en la Figura 3, incluyendo el RPC de cada conmutador.

Nombre y apellidos: _____

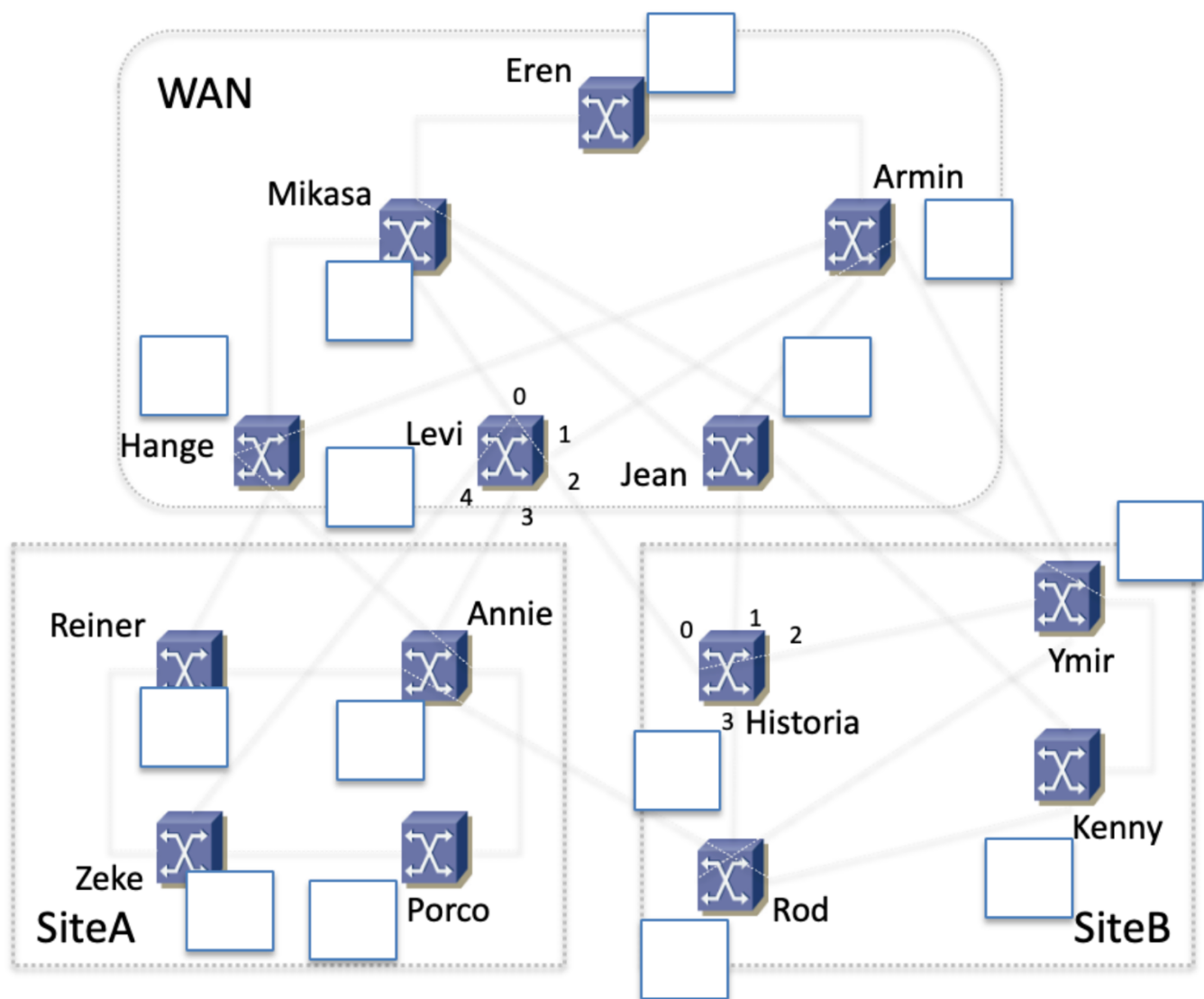


Figura 3 – Topología de respuesta a la cuestión (b)

La Figura 4 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 4 es el conmutador *Mikasa*, 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 4. 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 lógicos 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.

PCA1 está conectado a *Zeke*. PCB1 está conectado a *Rod*.

Nombre y apellidos: _____

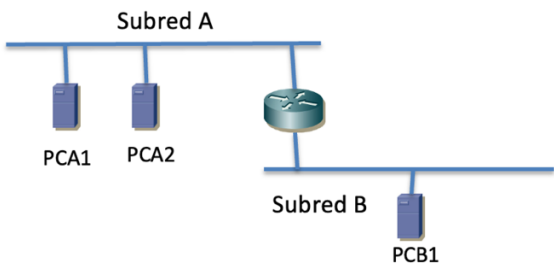


Figura 4 – Topología de capa 3 para la cuestión (c)

Cuestión c) (0.5 puntos)

- Suponiendo que un paquete se envía desde PCA1 con TTL 64 y destino la dirección IP de PCB1 describa 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 el tiempo y la creación de nuevas subredes IP. Se configuran nuevos routers empleando más conmutadores capa 2/3. Se emplea también VRRP en los mismos. La Figura 5 muestra el estado final de la red en capa 3. Cada Subred está implementada sobre una VLAN diferente (Subred X sobre VLAN X).

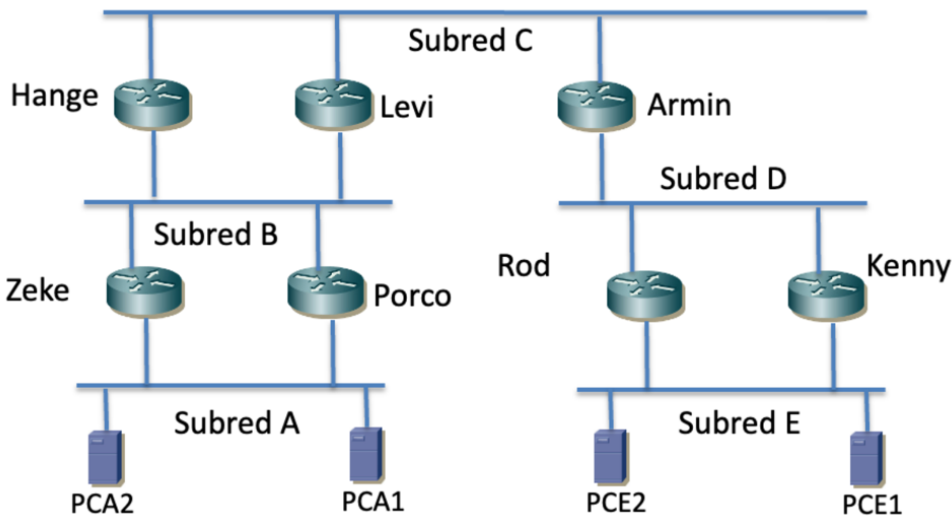


Figura 5 – Topología de capa 3 para la cuestión (d)

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

Router	Subred	VRID	Prioridad VRRP	IP virtual
Zeke	A	1	100	IP _{VA}
Zeke	B	1	50	IP _{VB1}
Porco	A	1	50	IP _{VA}
Porco	B	1	150	IP _{VB1}
Hange	B	2	200	IP _{VB2}
Hange	C	1	200	IP _{VC}
Levi	B	2	100	IP _{VB2}
Levi	C	1	150	IP _{VC}
Rod	D	1	100	IP _{VD}
Rod	E	1	200	IP _{VE}
Kenny	D	1	50	IP _{VD}
Kenny	E	1	100	IP _{VE}

Tabla 2 – Parámetros de configuración de VRRP

Nombre y apellidos: _____

PCA1 está conectado a *Zeke*. PCA2 está conectado a *Porco*. PCE1 está conectado a *Rod*. PCE2 está conectado a *Kenny*.

Se emplea la MSTI 1 para las VLANs A, C y D y la MSTI 2 para las VLANs B y E

Los hosts de las subredes A, y E tienen como siguiente salto en su ruta por defecto la dirección IP virtual del grupo VRRP en esa subred. En el resto de las subredes no hay hosts. Los routers, además de las rutas a las subredes en las que tienen directamente interfaces, tienen las siguientes rutas estáticas configuradas (y ninguna más):

- *Zeke* y *Porco* tienen ruta por defecto con siguiente salto la dirección IP_{VB2} .
- *Hange* y *Levi* tienen una ruta por defecto con siguiente salto la dirección de Armin en la subred C.
- *Hange* y *Levi* tiene una ruta estática hacia la subred A via IP_{VB1} .
- *Armin* tiene una ruta por defecto via la dirección IP_{VC} .
- *Armin* tiene una ruta estática hacia la subred E via la dirección IP_{VD} .
- *Rod* y *Kenny* tienen ruta por defecto con siguiente salto la dirección IP de *Armin* en la subred D.

Cuestión d) (0.75 puntos)

- Describa el camino (saltos físicos y enrutados) que siguen los paquetes IP que envía el host PCA2 dirigidos a la dirección IP de PCE1.
- Describa el camino (saltos físicos y enrutados) que siguen los paquetes IP que envía el host PCE1 dirigidos a la dirección IP de PCA2.

Nombre y apellidos: _____

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

Todas las preguntas puntúan 0.1, pero para ello **se deben marcar todas las opciones correctas y ninguna de las incorrectas**. Marque claramente con una X sobre el círculo de cada opción correcta. 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 respuesta en blanco puntúa 0. Si quiere hacer alguna aclaración, marce con * la pregunta y escriba en una hoja independiente.

a) Marque las afirmaciones correctas respecto a un puerto raíz (*root port*) de RSTP

- ☐ Todos los conmutadores menos el puente raíz deben tener exactamente un puerto raíz
- ☐ El puerto raíz de un conmutador es también el puerto designado en ese segmento de LAN
- ☐ El coste asignado al puerto debe ser el de menor valor de todos los costes asignados a puertos del conmutador
- ☐ En un enlace punto a punto entre dos conmutadores, si uno de ellos es puerto raíz el otro debe ser puerto designado
- ☐ Un puerto raíz de un conmutador puede terminar en estado *Descartando* si es un enlace entre dos conmutadores donde el conmutador del otro extremo no soporta ninguna versión de STP
- ☐ Ninguna de las anteriores

b) Marque las afirmaciones correctas respecto a un conmutador multicapa (*Layer 2/3*)

- ☐ Puede tener un interfaz virtual IP sobre un LAG (*Link Aggregation Group*)
- ☐ El reenvío capa 3 lo lleva a cabo en base a la dirección IP destino de los paquetes
- ☐ Cada interfaz IP que se le configure debe ser puerto raíz de un árbol de expansión
- ☐ Debe tener al menos tantos interfaces físicos como interfaces IP tenga configurados
- ☐ Debe emplear 802.1Q en algún puerto físico para poder crear interfaces IP en diferentes VLANs
- ☐ Ninguno de los anteriores

c) El *Virtual Router Identifier (VRID)* empleado en el protocolo VRRP

- ☐ Es una dirección IP
- ☐ Aparece en los mensajes VRRP
- ☐ Es la dirección IP del interfaz maestro del grupo
- ☐ Se emplea para decidir la dirección IP del interfaz virtual
- ☐ Se emplea para decidir la dirección MAC del interfaz virtual
- ☐ Se autoconfigura, no hace falta que un administrador le dé valor
- ☐ Ninguno de los anteriores

d) Dos puntos de acceso 802.11b emplean el mismo canal y están tan cerca que sus señales tienen una potencia similar en gran parte del espacio

- ☐ Deben emplear la misma tasa de transmisión en sus transmisiones
- ☐ Resultan en que las tramas enviadas en una WLAN puedan colisionar con las enviadas en otra WLAN
- ☐ Permiten que un punto de acceso que reciba una trama dirigida a una dirección MAC asociada al otro punto de acceso haga el reenvío directamente al interfaz inalámbrico destino
- ☐ Ninguna de las anteriores

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

- ☐ Requiere que los dos equipos extremo sean del mismo fabricante
- ☐ Requiere que los enlaces agregados tengan la misma velocidad y modo full-duplex
- ☐ Distribuye las tramas de un mismo flujo de forma alternada entre todos los enlaces del agregado
- ☐ Permite que el tráfico de una conexión TCP 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) Explique cómo se hace el reparto de paquetes de diferentes flujos entre los enlaces de un agregado 802.3 (0.5 puntos).
- b) Describa el funcionamiento de VRRP cuando en la misma subred IP hay más de un grupo VRRP: cómo se resuelve la coexistencia de varios grupos, qué parámetros cambian o influyen, qué problemas pueden surgir, qué utilidad puede tener, etc (0.5 puntos).
- c) Explique por qué en un enlace STM-1 se puede transportar un máximo de 63 flujos E1 en vez de 77 flujos (0.5 puntos).
- d) Explique parecidos y diferencias entre los campos VPI/VCI en ATM y las etiquetas en MPLS y su uso (0.5 puntos).
- e) Describa diferencias entre un interfaz Ethernet de cobre para LAN y uno de cobre para acceso en la primera milla (0.5 puntos).
- f) Explique las diferencias, ventajas e inconvenientes de un acceso desagregado compartido y uno completamente desagregado en un acceso ADSL (0.5 puntos)