

|   |        |
|---|--------|
| NOMBRE Y APELLIDOS:   |        |
| DNI:  | GRUPO: |
| NOTAS: <ul style="list-style-type: none"> <li>El enunciado del examen DEBE entregarse al terminar.</li> </ul> |        |

**TEST (1,5 puntos)**

Rellene la siguiente tabla con la respuesta correcta a las preguntas de test que siguen. Escriba para ello una X en la celda correspondiente a cada respuesta correcta. Cada pregunta tiene una y sólo una respuesta correcta (una X para cada una de las columnas T1-T15). Cada respuesta incorrecta anulará media correcta.

| A | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| a |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| b |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| c |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |

**T1.** Con respecto a HFC, señala cuál es CIERTA:

- a) Usa el estándar ITU 992.x y permite combinar voz y datos.
- b) Se basa principalmente en el uso de fibra y par trenzado.
- c) El enlace hasta el router es compartido y la longitud no es un factor determinante.

**T2.** Señala cuál de las siguientes opciones es FALSA:

- a) OSPF, DNS y BGP son protocolos del nivel de red.
- b) PPP es un protocolo del nivel de enlace.
- c) POP3, SFTP e IMAP son protocolos de nivel de aplicación.

**T3.** Dado un mensaje DNS con 29 bytes de información ¿Qué eficiencia en % tendría con respecto al volumen total de datos intercambiado en una red ethernet?

- a) 33,30%.
- b) 38,67%.
- c) 41,53%.

**T4.** En TCP es CIERTO que:

- a) Los números de confirmación están relacionados con los bytes recibidos.
- b) El receptor nunca descarta un segmento fuera de orden, sino que lo guarda a la espera de poder entregarlo.
- c) El número de secuencia coincide con el número de segmentos enviados.

**T5.** Con respecto a la técnica de ventana deslizante genérica, señala la opción FALSA:

- a) En caso de rechazo de un segmento, una opción es descartar todos los segmentos recibidos posteriores al rechazado.
- b) El emisor puede establecer varios temporizadores para controlar pérdidas en la emisión.
- c) El receptor debe confirmar cada segmento de forma individual con un ACK.

**T6.** El campo MSS en TCP se encuentra en:

- a) Tras el campo de opciones.
- b) En el apartado de opciones.
- c) En la cabecera tras el checksum y antes del campo de opciones.

**T7.** El jitter es:

- a) Fluctuación del retardo máximo entre paquetes.
- b) Señal de perturbación durante una colisión.
- c) Tiempo de espera entre envíos de tramas.

**T8.** Señala cuál de las siguientes opciones es CIERTA:

- a) Un switch VLAN puede leer cabeceras de nivel de red, pero no modificarlas.
- b) Un router opera a nivel de red y por tanto puede leer las cabeceras de nivel de red y enlace.
- c) Un router opera en el nivel de red y modificar las cabeceras de este nivel.

**T9.** Según lo visto en la asignatura, señala qué capa no contiene entre sus funciones la capacidad de hacer envío con una menor cantidad de datos de la que recibe de su nivel inmediatamente superior:

- a) Transporte.
- b) Red.
- c) Enlace.

**T10.** TCP se define como un protocolo que es:

- a) Punto a punto pero semi-dúplex.
- b) Multipunto y por tanto full-dúplex.
- c) Punto a punto y full-dúplex.

**T11.** En el direccionamiento basado en clases, es CIERTO que:

- a) Hay 256 redes de clase A que aglutinan a la mitad de las direcciones totales.
- b) Existen 16384 redes de clase B con 65536 direcciones cada una.
- c) El conjunto de todas las IPs de las redes C y D es mayor que el conjunto de direcciones de clase B.

**T12.** La organización que distribuye las direcciones MAC se llama:

- a) ISO.
- b) IEEE.
- c) ICANN.

**T13.** Con respecto a CSMA:

- a) Sólo CSMA/CA mejora el rendimiento de CSMA.
- b) Sólo CSMA/CD mejora el rendimiento de CSMA.
- c) Tanto CSMA/CA como CSMA/CD mejoran el rendimiento de CSMA.

**T14.** El IFG es:

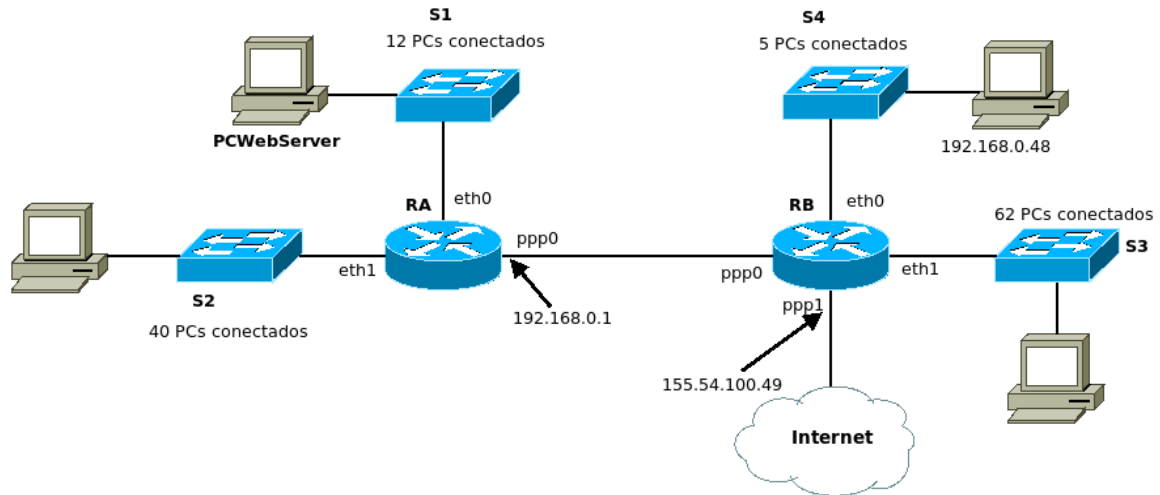
- a) Tiempo mínimo que debe transcurrir entre el envío de dos tramas Ethernet.
- b) Tiempo medio de espera tras contención en CSMA/CA.
- c) Tamaño mínimo de trama en el nivel de enlace.

**T15.** La extensión de portadora es una característica de:

- a) CSMA.
- b) Gigabit ethernet.
- c) Codificación de señales analógicas basadas en frecuencia.

**PROBLEMAS (7,5 puntos)**

**Problema 1.** (2 puntos) Dada una topología de red como la de la figura, se dispone de la subred IP 192.168.0.0/24. Define todas las subredes de la topología y asigna una dirección de subred a cada una que se ajuste lo máximo posible al número real de equipos que hay en cada subred. Ten cuidado con las IPs que aparecen ya determinadas. Asigna a cada interfaz Ethernet de los routers que aparecen en la figura la **última IP válida de su subred**. Deberás rellenar las dos tablas que hay tras la figura con toda esa información, teniendo en cuenta que la primera pide que se rellene **ordenada por el tamaño de la subred**, no por el número de equipos que tiene conectados.



**a) (1 punto)** Indica en la siguiente tabla qué dirección de red tiene cada una de las subredes asignadas, los bits de la máscara de red y cuál es la dirección IP de broadcast para esa subred (pueden sobrar filas o no).

| Subredes ordenadas por TAMAÑO FINAL | Dirección de red/bits máscara de red | Dirección de broadcast |
|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
|                                     |                                      |                        |
|                                     |                                      |                        |
|                                     |                                      |                        |
|                                     |                                      |                        |
|                                     |                                      |                        |
|                                     |                                      |                        |

**b) (1 punto)** Rellena la tabla de encaminamiento del router B (puede sobrar alguna fila o no).

| Equipo | Destino | Gateway | Máscara | Interfaz |
|--------|---------|---------|---------|----------|
| RB     |         |         |         |          |
|        |         |         |         |          |
|        |         |         |         |          |
|        |         |         |         |          |
|        |         |         |         |          |
|        |         |         |         |          |
|        |         |         |         |          |
|        |         |         |         |          |

**Problema 2.** (2 puntos) Para la topología utilizada en el ejercicio 1, responde a las siguientes cuestiones:

a) (0,5 puntos) Si queremos que un equipo externo se pueda conectar a nuestro servidor web (PCWebServer) cuya IP será la primera disponible de su subred, ¿hará falta que algún router haga NAT? En caso afirmativo indica qué tipo de NAT, el motivo (importante) y la regla que necesitará crear el router en este caso. Responde en el hueco que hay a continuación.

|   |  |
|---|--|
| ¿Necesita hacer NAT algún router (SI/NO)?       |  |
| Justificación breve (una o dos frases):         |  |
| Router que hizo NAT (sólo si respuesta fue SI): |  |
| Regla NAT creada por el router                  |  |

b) (1,5 puntos) Determina la secuencia de paquetes ARP e IP que se producirían en nuestra topología al intentar iniciar un equipo externo con la IP 100.100.100.100 una conexión TCP al servidor web PCWebServer para solicitar una página HTML. Al llegar el intento de conexión, resulta que **el proceso servidor web está caído**. Asume que las tablas ARP de todos los equipos de la subred 192.168.0.0/24 están inicialmente vacías, y las tablas de ruteo de todos los equipos correctamente configuradas para que dicho comando tenga éxito. Puedes inventarte la dirección MAC del otro extremo de la conexión a Internet de RB. La tabla ARP del router externo que habla con RB supondremos que está bien configurada.

| MAC Origen * | MAC Destino * | Tipo * | IP Origen ** | MAC Origen ** | IP Destino ** | MAC Destino ** | Protocolo superior *** |
|--------------|---------------|--------|--------------|---------------|---------------|----------------|------------------------|
|              |               |        |              |               |               |                |                        |
|              |               |        |              |               |               |                |                        |
|              |               |        |              |               |               |                |                        |
|              |               |        |              |               |               |                |                        |
|              |               |        |              |               |               |                |                        |
|              |               |        |              |               |               |                |                        |
|              |               |        |              |               |               |                |                        |
|              |               |        |              |               |               |                |                        |
|              |               |        |              |               |               |                |                        |
|              |               |        |              |               |               |                |                        |
|              |               |        |              |               |               |                |                        |
|              |               |        |              |               |               |                |                        |
|              |               |        |              |               |               |                |                        |
|              |               |        |              |               |               |                |                        |

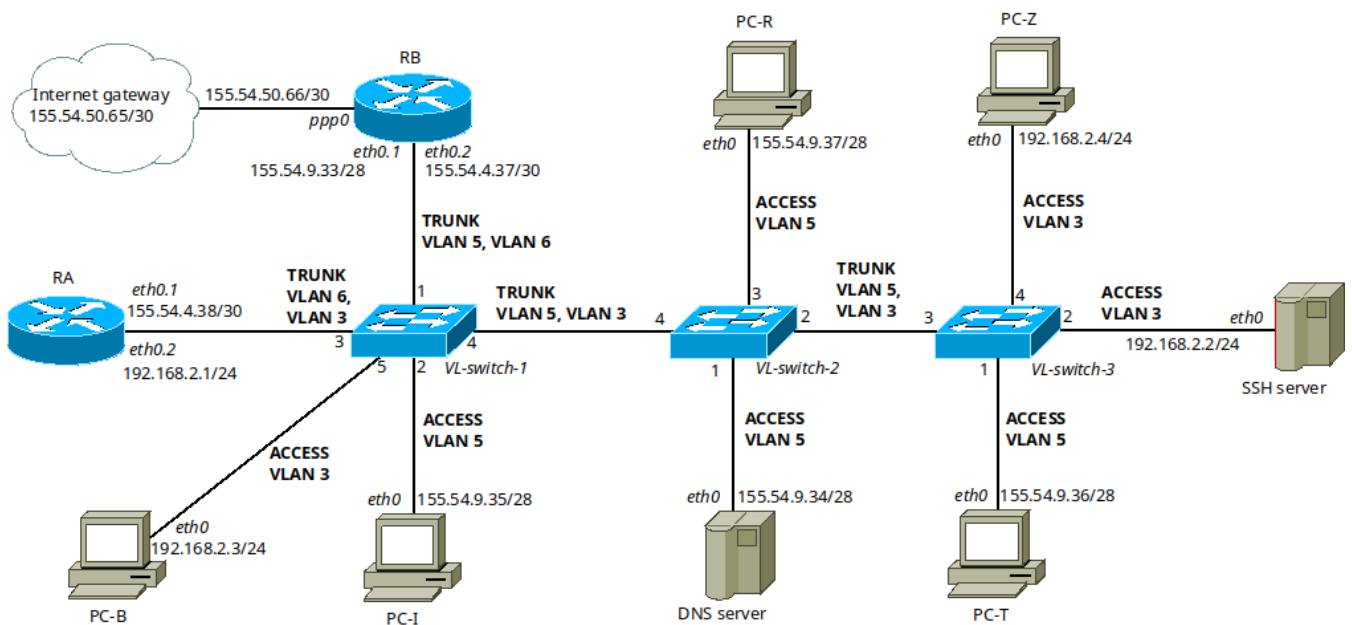
Notas para los campos de la tabla:

(\*) Campos de la trama Ethernet. El campo *Tipo* indica el protocolo del paquete que viaja en el campo de datos de dicha trama.

(\*\*) Campos de dirección (dentro del campo de datos de la trama). Nótese que los campos MAC Origen y MAC Destino sólo aparecen en los paquetes ARP.

(\*\*\*) Tipo de segmento del protocolo de nivel superior que transporta.

**Problema 3.** (1 punto) Dada una topología de red como la de la figura:



Usando las tablas que aparecen a continuación, describe qué va aprendiendo cada conmutador en cada paso y cómo se comporta, suponiendo que las tablas de aprendizaje de los conmutadores están inicialmente vacías:

| Paso  | VL-switch 1 anota | VL-switch 1 transmite por |
|---|-------------------|---------------------------|
| (t=0) PC-T envía ARP request preguntando por IP de RB         |                   |                           |
| (t=1) RB envía el correspondiente ARP reply                   |                   |                           |
| (t=2) PC-B envía una trama a PC-Z (del que ya conocía su MAC) |                   |                           |

| Paso  | VL-switch 2 anota | VL-switch 2 transmite por |
|---|-------------------|---------------------------|
| (t=0) PC-T envía ARP request preguntando por IP de RB         |                   |                           |
| (t=1) RB envía el correspondiente ARP reply                   |                   |                           |
| (t=2) PC-B envía una trama a PC-Z (del que ya conocía su MAC) |                   |                           |

| Paso  | VL-switch 3 anota | VL-switch 3 transmite por |
|---|-------------------|---------------------------|
| (t=0) PC-T envía ARP request preguntando por IP de RB         |                   |                           |
| (t=1) RB envía el correspondiente ARP reply                   |                   |                           |
| (t=2) PC-B envía una trama a PC-Z (del que ya conocía su MAC) |                   |                           |

**Problema 4.** (1 punto) Un proceso A ejecutándose en un determinado host conectado a Internet se comunica con un proceso B en un segundo host también conectado. Ambos hosts están comunicados mediante un enlace de fibra óptica de 600 Km de longitud, y cuya velocidad de transferencia efectiva para dicha comunicación es  $V_t = 10$  Mb/s. El proceso A desea enviar a B un total de 13.000 bytes de datos y el proceso B no tiene nada que enviar al proceso A. El protocolo a utilizar será TCP. Durante el establecimiento de la conexión ambos procesos acuerdan un MSS de 1500 bytes y ambos se notifican que sus ventanas de recepción máximas son de 9.000 bytes.

Calcular la eficiencia máxima del protocolo en estas condiciones. Se descartará el tiempo de procesamiento. Para contestar a esta pregunta se deben rellenar, por orden, todos los datos intermedios que se piden en la tabla a continuación (es muy importante poner las unidades en todas las cantidades):

|  |  |
|--|--|
| Tiempo de transmisión de un segmento (tseg):             |  |
| Tiempo de propagación (tprop):                           |  |
| Tiempo de transmisión de datos de un segmento (tutil):   |  |
| Tiempo de transmisión de un segmento sin datos (tack):   |  |
| Round Trip Time (RTT):                                   |  |
| Máximo número de segmentos en vuelo (sin confirmar) (N): |  |
| Eficiencia (U):  |  |

**Problema 5.** (1,5 puntos) El proceso A quiere establecer una conexión TCP con el proceso B para intercambiar unos datos que ya tienen **listos para ser enviados en cuando sea posible**. El proceso A envía a B un total de 3.500 bytes y el proceso B envía a A 2.000 bytes. Durante el establecimiento de conexión de A hacia B, ambos eligen el 0 como primer número de secuencia, acuerdan un MSS de 500 bytes, y notifican que sus ventanas de recepción máximas son de 3.000 bytes, para el proceso A, y de 2.000 bytes para el B. Por cada segmento recibido se envía una confirmación.

Dibuja un diagrama temporal que refleje el intercambio de todos los segmentos necesarios para establecer la conexión y enviar todos los datos, teniendo en cuenta que **los segmentos 5º y 6º de datos que A envía a B se pierden**, y que **el 2º segmento de datos enviado de B a A se pierde**. Para cada segmento indica los siguientes campos: número de secuencia (seq), número de confirmación (ack), ventana de recepción (win) y longitud del campo de datos (len).

**Notas:** Considera un tiempo de propagación de 10 ns y un timeout igual 3 veces el RTT. En este ejercicio en particular, HAY que considerar la posibilidad de *fast retransmit*. En la tabla adjunta los valores numéricos que aparecen indicados son nanosegundos.

| A |     |
|---|-----|
|   | 0   |
|   | 10  |
|   | 20  |
|   | 30  |
|   | 40  |
|   | 50  |
|   | 60  |
|   | 70  |
|   | 80  |
|   | 90  |
|   | 100 |
|   | 110 |
|   | 120 |
|   | 130 |
|   | 140 |
|   | 150 |
|   | 160 |
|   | 170 |
|   | 180 |
|   | 190 |
|   | 200 |
|   | 210 |
|   | 220 |
|   | 230 |
|   | 240 |
|   | 250 |
|   | 260 |
|   | 270 |
|   | 280 |
|   | 290 |
|   | 300 |
|   | 310 |
|   | 320 |
|   | 330 |

| B   |  |
|-----|--|
| 0   |  |
| 10  |  |
| 20  |  |
| 30  |  |
| 40  |  |
| 50  |  |
| 60  |  |
| 70  |  |
| 80  |  |
| 90  |  |
| 100 |  |
| 110 |  |
| 120 |  |
| 130 |  |
| 140 |  |
| 150 |  |
| 160 |  |
| 170 |  |
| 180 |  |
| 190 |  |
| 200 |  |
| 210 |  |
| 220 |  |
| 230 |  |
| 240 |  |
| 250 |  |
| 260 |  |
| 270 |  |
| 280 |  |
| 290 |  |
| 300 |  |
| 310 |  |
| 320 |  |
| 330 |  |

**Pregunta extra para conseguir el punto que se obtiene mediante las tareas durante el curso. Solo deben hacerlo quienes no tengan dicho punto y quieran optar a él.**

**(1 punto)** Responde a las siguientes cuestiones sobre Mininet, y resuelve los ejercicios planteados (los errores de sintaxis de las instrucciones serán motivo de penalización):

- a) (0.3 puntos) ¿Qué diferencia hay entre las salidas de las instrucciones dump y net en Mininet?
- b) (0.3 puntos) ¿Cuál es el formato de llamada de la orden ifconfig cuando se quiere configurar un interfaz de red? Pon un ejemplo configurando la IP de la interfaz eth0 del equipo de la subred S4 del problema 1.
- c) (0.4 puntos) ¿Cuál es el formato de llamada de la orden route para añadir una entrada en la tabla de encaminamiento de un router en Mininet? Configura dos entradas de la tabla de encaminamiento del router RB del problema 1: una correspondiente a la subred S1, y otra correspondiente a la subred S4.



**TESTS A, B Y C:**

| <b>A</b> | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| a        |    | X  |    | X  |    |    | X  |    |    |     |     |     |     | X   |     |
| b        |    |    | X  |    |    | X  |    |    |    |     | X   | X   |     |     | X   |
| c        | X  |    |    |    | X  |    |    | X  | X  | X   |     |     | X   |     |     |

| <b>B</b> | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| a        |    |    |    | X  |    |    | X  |    | X  |     |     | X   |     |     |     |
| b        | X  | X  |    |    | X  |    |    | X  |    |     | X   |     |     |     |     |
| c        |    |    | X  |    |    | X  |    |    |    | X   |     |     | X   | X   | X   |

| <b>C</b> | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| a        |    | X  |    |    |    |    |    |    | X  |     |     | X   |     | X   |     |
| b        | X  |    |    |    |    | X  | X  |    |    | X   |     |     | X   |     |     |
| c        |    |    | X  | X  | X  |    |    | X  |    |     | X   |     |     |     | X   |

**PROBLEMAS****1.***a)*

| Subredes ordenadas por tamaño | Dirección de red/bits máscara de red | Dirección de broadcast |
|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| S3                            | 192.168.0.128/25                     | 192.168.0.255          |
| S2                            | 192.168.0.64/26                      | 192.168.0.127          |
| S4                            | 192.168.0.32/27                      | 192.168.0.63           |
| S1                            | 192.168.0.16/28                      | 192.168.0.31           |
| Ra-Rb                         | 192.168.0.0/30                       | 192.168.0.3            |
|                               |                                      |                        |

| Interfaces de los routers | Dirección IP  |
|---------------------------|---------------|
| RA.eth0                   | 192.168.0.30  |
| RA.eth1                   | 192.168.0.126 |
| RA.ppp0                   | 192.168.0.1   |
| RB.eth0                   | 192.168.0.62  |
| RB.eth1                   | 192.168.0.254 |
| RB.ppp0                   | 192.168.0.2   |
| RB.ppp1                   | 155.54.100.49 |

b)

| Equipo | Destino       | Gateway       | Máscara | Interfaz |
|--------|---------------|---------------|---------|----------|
| RB     | 192.168.0.32  | *             | /27     | eth0     |
|        | 192.168.0.128 | *             | /25     | eth1     |
|        | 192.168.0.0   | *             | /30     | ppp0     |
|        | 155.54.100.48 | *             | /30     | ppp1     |
|        | 192.168.0.64  | 192.168.0.1   | /26     | ppp0     |
|        | 192.168.0.16  | 192.168.0.1   | /28     | ppp0     |
|        | Default       | 155.54.100.50 | -       | ppp1     |

2.

a)

|  |  |
|--|--|
| ¿Necesita hacer NAT algún router (SI/NO)?  | Sí   |
| Justificación breve (una o dos frases):  | Tenemos una subred privada conectada a través de un router a una red pública (Internet), por lo que es necesario que el router que está en el borde de la subred privada haga NAT. |
| Router que hizo NAT (sólo si respuesta fue SI) y el tipo de NAT de que se trata: | RB, y es un NAT inverso.   |
| Regla NAT creada por el router   | <div>WAN</div> <div>155.54.100.49:80</div> <div>LAN</div> <div>192.168.0.17:80</div>   |

b)

| MAC Origen * | MAC Destino * | Tipo * | IP Origen **    | MAC Origen ** | IP Destino **   | MAC Destino ** | Protocolo superior ***  |
|--------------|---------------|--------|-----------------|---------------|-----------------|----------------|-------------------------|
| OUT:ppp0     | RB:ppp1       | IP     | 100.100.100.100 |               | 155.54.100.49   |                | TCP SYN                 |
| RB:ppp0      | BCAST         | ARP    | 192.168.0.2     | RB:ppp0       | 192.168.0.1     | -              |                         |
| RA:ppp0      | RB:ppp0       | ARP    | 192.168.0.1     | RA:ppp0       | 192.168.0.2     | RB:ppp0        |                         |
| RB:ppp0      | RA:ppp0       | IP     | 100.100.100.100 |               | 192.168.0.17    |                | TCP SYN                 |
| RA:eth0      | BCAST         | ARP    | 192.168.0.30    | RA:eth0       | 192.168.0.17    |                |                         |
| PCWeb:eth0   | RA:eth0       | ARP    | 192.168.0.17    | PCWeb:eth0    | 192.168.0.30    | RA:eth0        |                         |
| RA:eth0      | PCWeb:eth0    | IP     | 100.100.100.100 |               | 192.168.0.17    |                | TCP SYN                 |
| PCWeb:eth0   | RA:eth0       | IP     | 192.168.0.17    |               | 100.100.100.100 |                | ICMP Dest. Inalcanzable |
| RA:ppp0      | RB:ppp0       | IP     | 192.168.0.17    |               | 100.100.100.100 |                | ICMP Dest. Inalcanzable |
| RB:ppp1      | OUT:ppp0      | IP     | 155.54.100.49   |               | 100.100.100.100 |                | ICMP Dest. Inalcanzable |
|              |               |        |                 |               |                 |                |                         |
|              |               |        |                 |               |                 |                |                         |
|              |               |        |                 |               |                 |                |                         |
|              |               |        |                 |               |                 |                |                         |
|              |               |        |                 |               |                 |                |                         |

Notas para los campos de la tabla:

(\*) Campos de la trama Ethernet. El campo *Tipo* indica el protocolo del paquete que viaja en el campo de datos de dicha trama.

(\*\*) Campos de dirección (dentro del campo de datos de la trama). Nótese que los campos MAC Origen y MAC Destino sólo aparecen en los paquetes ARP.

(\*\*\*) Tipo de segmento del protocolo de nivel superior que transporta.

3.

| Paso  | VL-switch 1 anota | VL-switch 1 transmite por |
|---|-------------------|---------------------------|
| (t=0) PC-T envía ARP request preguntando por IP de RB         | PC-T:E0 → 4       | 1 y 2                     |
| (t=1) RB envía el correspondiente ARP reply                   | RB:E0 → 1         | 4                         |
| (t=2) PC-B envía una trama a PC-Z (del que ya conocía su MAC) | PC-B:E0 → 5       | 4 y 3                     |

| Paso  | VL-switch 2 anota | VL-switch 2 transmite por |
|---|-------------------|---------------------------|
| (t=0) PC-T envía ARP request preguntando por IP de RB         | PC-T:E0 → 2       | 3, 1 y 4                  |
| (t=1) RB envía el correspondiente ARP reply                   | RB:E0 → 4         | 2                         |
| (t=2) PC-B envía una trama a PC-Z (del que ya conocía su MAC) | PC-B:E0 → 4       | 2                         |

| Paso  | VL-switch 3 anota | VL-switch 3 transmite por |
|---|-------------------|---------------------------|
| (t=0) PC-T envía ARP request preguntando por IP de RB         | PC-T:E0 → 1       | 3                         |
| (t=1) RB envía el correspondiente ARP reply                   | RB:E0 → 3         | 1                         |
| (t=2) PC-B envía una trama a PC-Z (del que ya conocía su MAC) | PC-B:E0 → 3       | 4, 2                      |

## 4.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Tiempo de transmisión de un segmento (tseg):                      | 1.216 milisegundos |
| Tiempo de propagación (tprop):                                    | 2.0 milisegundos   |
| Tiempo de transmisión de datos de un segmento (tutil):            | 1.2 milisegundos   |
| Tiempo de transmisión de un segmento sin datos (tack):            | 0.016 milisegundos |
| Round Trip Time (RTT) sin tener en cuenta los datos del segmento: | 4.0 milisegundos   |
| Máximo número de segmentos en vuelo (sin confirmar) (N):          | 6 segmentos        |
| Eficiencia (U):   | 1.3761 → 100%      |

5.

