

NOMBRE Y APELLIDOS:	
DNI:	GRUPO:
NOTAS: • El enunciado del examen DEBE entregarse al terminar.	

**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.** ¿En qué protocolo se apoya el comando *traceroute*?

- a) Protocolo TCP.
- b) Protocolo ICMP.
- c) Protocolo DHCP.

**T2.** El protocolo ARP sirve para:

- a) Obtener una IP y una máscara adecuadas al conectarse a una nueva subred.
- b) Obtener correspondencias entre direcciones IP y direcciones MAC en una red local.
- c) Recuperarse de posibles pérdidas de paquetes en la red.

**T3.** En el esquema CIDR para organizar las direcciones IP:

- a) Las subredes son siempre de tipos A, B, C, D o E.
- b) Las subredes son siempre de los tipos /8, /16 ó /24.
- c) Ninguna de las afirmaciones anteriores es cierta.

**T4.** Si desde mi PC en Murcia sale una trama que contiene un paquete IP cuyo destino final es un PC en Australia, es cierto que:

- a) La MAC de mi PC no será en ningún momento conocida por el PC de Australia.
- b) Mi PC tendrá que conocer la MAC del PC de Australia para hacerle llegar el paquete.
- c) Ninguna de las afirmaciones anteriores es cierta.

**T5.** ¿Para cual de las siguientes cosas NO puede usarse un número de puerto TCP/UDP?

- a) Para realizar NAT en un *router*.
- b) Para identificar un proceso ejecutando un servicio de red.
- c) Para indicar explícitamente el puerto de salida del conmutador que debe usarse al atravesar un *switch*.

**T6.** En una VLAN, Las tramas IEEE 802.1Q:

- a) Circulan únicamente por enlaces de tipo *trunk*.
- b) Circulan únicamente por enlaces de tipo *access*.
- c) Circulan tanto por enlaces de tipo *trunk* como por enlaces de tipo *access*.

**T7.** Las tablas ARP se encuentran en:

- a) Los hosts.
- b) Los hosts y los routers.
- c) Sólo en los routers.

**T8.** La norma de transmisión WiMAX se corresponde con el estándar:

- a) 802.3
- b) 802.11
- c) 802.16

**T9.** El SFD es:

- a) *Secure Frame Destination*, un protocolo de securización del nivel de enlace.
- b) *Start Frame Delimiter*, una ristra de bits de sincronización al comienzo de una trama.
- c) *Synchronous Flow Distribution*, un protocolo de nivel de red que se ejecuta en los *routers* únicamente.

**T10.** Ethernet utiliza:

- a) CSMA/CD 1-persistente.
- b) CSMA/CA.
- c) CSMA/CD no-persistente.

**T11.** ¿Cuál de los siguientes esquemas de codificación necesita más ancho de banda, para una misma velocidad de transmisión final?

- a) Bipolar.
- b) Manchester.
- c) Ambos necesitan exactamente el mismo ancho de banda.

**T12.** El principal identificador de una red WiFi como Eduroam se conoce como su:

- a) ESSID.
- b) BSS.
- c) WDS.

**T13.** A mayor tamaño de ventana deslizante, y manteniendo el resto de condiciones iguales...

- a) ... se aumentará la eficiencia del protocolo TCP.
- b) ... se disminuirá la eficiencia del protocolo TCP.
- c) ... se mantendrá constante la eficiencia del protocolo TCP.

**T14.** Un RFC se usa habitualmente para:

- a) Especificar un protocolo de dominio público.
- b) Conectar dos routers punto a punto mediante cable de fibra.
- c) Fijar el espectro de radio frecuencia de un determinado canal de WiFi.

**T15.** Lo más correcto es utilizar la siguiente terminología:

- a) *Mensaje*, para el nivel de enlace, y *trama*, para el nivel físico.
- b) *Trama*, para el nivel de red, y *datagrama*, para el nivel de enlace.
- c) *Trama*, para el nivel de enlace, y *datagrama* o *paquete*, para el nivel de red.

**PROBLEMAS (7,5 puntos)**

**P1. (0.75 puntos)** Un proceso A ejecutándose en un determinado host conectado a Internet se quiere comunicar con un proceso B en un segundo host por medio de una conexión TCP. Ambos hosts están comunicados mediante un enlace satélite (inalámbrico) de 3.000 Km de longitud. La señal se codifica según un esquema QAM-16, teniendo una velocidad de modulación de 10 Mbaudios. El proceso A desea enviar a B un total de 90 000 bytes de datos y el proceso B no tiene nada que enviar al proceso A. Durante el establecimiento de la conexión, ambos procesos acuerdan un MSS de 1000 bytes y ambos se notifican que sus ventanas de recepción máximas son de 50 000 bytes.

Calcular la eficiencia máxima del protocolo en estas condiciones. Se despreciará 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):	0,204 milisegundos
Tiempo de propagación (tprop):	10.0 milisegundos
Tiempo de transmisión de datos de un segmento (tutil):	0,2 milisegundos
Tiempo de transmisión de un segmento sin datos (tack):	0.004 milisegundos
Round Trip Time (RTT):	20.0 milisegundos
Máximo número de segmentos en vuelo (sin confirmar) (N):	50 segmentos
Eficiencia (U):	0.4949 → 49.49%

**P2. (2.0 puntos)** El proceso A y el proceso B se comunican a través de una conexión TCP para intercambiar unos datos. El proceso A envía a B un total de 2500 bytes, y el proceso B envía a A 1500 bytes. Durante el proceso de 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 2000 bytes, para el proceso A, y de 2000 bytes para el B. En el caso de que se tengan que enviar varios segmentos, se podrá enviar uno cada 10 nanosegundos. Por cada segmento recibido se envía una confirmación. Ambos procesos comenzarán a enviar datos en cuanto sea posible.

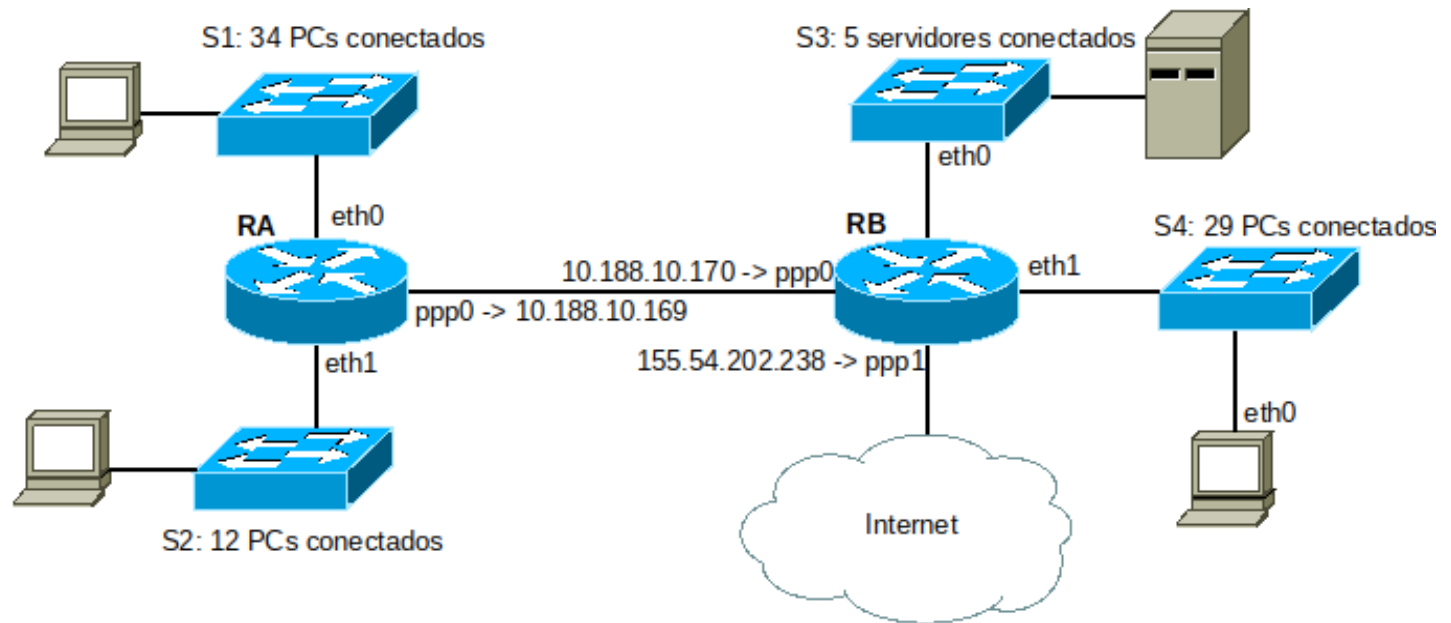
Dibuja un diagrama temporal que refleje el intercambio de todos los segmentos necesarios para establecer la conexión y enviar todos los datos, teniendo en cuenta que los segmentos 2º y 4º, sean de datos o de confirmación, que B envía a A se pierden. Para cada segmento indica los siguientes campos: número 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 40 ns y un timeout igual a 1,5 veces el RTT. *Fast retransmit* está activo como es habitual. Usa la tabla adjunta para resolver el ejercicio, donde los números que aparecen son nanosegundos.

	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
	340
	350
	360
	370
	380
	390
	400
	410
	420

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	
340	
350	
360	
370	
380	
390	
400	
410	
420	

**P3 (2.0 puntos):** Dada una topología de red como la de la figura, se dispone de la subred IP **10.188.10.128/25**. 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**. Todas las respuestas deberán escribirse en las tablas que hay en el enunciado.



**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).

Subred	Dirección de red/bits máscara de red	Dirección de broadcast

**b) (1 punto)** Rellena las IPs de los interfaces de los routers y sus respectivas tablas de encaminamiento (de nuevo, en todas las tablas podría sobrar alguna fila o no).

Interfaces de los routers	Dirección IP

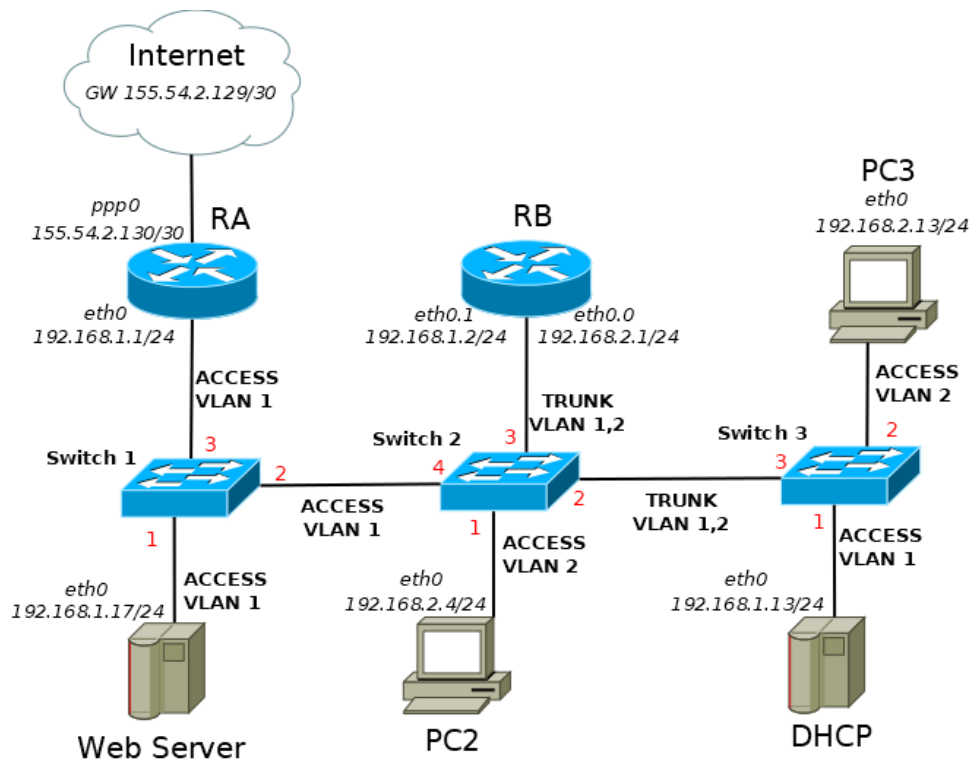
**Tabla de enrutamiento de RA:**

Destino	Gateway	Máscara de red	Interfaz

**Tabla de enrutamiento de RB:**

Destino	Gateway	Máscara de red	Interfaz

3. (2.75 puntos) Dada la topología de red de la figura:



Y sabiendo que las tablas de rutas de RA, RB, Web Server y PC3 son:

Equipo	Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
RA	155.54.2.128	*	/30	ppp0
	192.168.1.0	*	/24	eth0
	192.168.2.0	192.168.1.2	/24	eth0
	default	155.54.2.129	/0	ppp0
RB	192.168.1.0	*	/24	eth0
	192.168.2.0	*	/24	eth0
	default	192.168.1.1	/0	eth0
PC3	default	192.168.2.1	/0	eth0
Web Server	default	192.168.1.1	/0	eth0

a) (0.75 puntos) Dibujar una topología equivalente a la dada sin usar switches VLAN en el hueco a continuación:





**Pregunta adicional para recuperar el punto de las tareas semanales.**

**(1 punto)** Dada la siguiente captura de Wireshark que corresponde al intercambio de mensajes de texto entre un cliente y un servidor, responde a las preguntas que se plantean en el hueco que hay tras cada una.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.1.100	192.168.2.100	TCP	74	56188 → 8000 [SYN] Seq=0 Win=29200 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 TSval=7705411 TSecr=7705412
2	0.005334	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	74	8000 → 56188 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=28960 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 TSval=7705411 TSecr=7705412
3	0.046247	192.168.1.100	192.168.2.100	TCP	66	56188 → 8000 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=29696 Len=0 TSval=7701007 TSecr=7705411
4	9.922211	192.168.1.100	192.168.2.100	TCP	83	56188 → 8000 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=1 Win=29696 Len=17 TSval=7703451 TSecr=7705411
5	9.927449	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	66	8000 → 56188 [ACK] Seq=1 Ack=18 Win=29184 Len=0 TSval=7703481 TSecr=7705411
6	17.647046	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	82	8000 → 56188 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=18 Win=29184 Len=16 TSval=7705411 TSecr=7705411
7	18.133427	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	82	[TCP Retransmission] 8000 → 56188 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=18 Win=29184 Len=16 TSval=7705411 TSecr=7705411
8	18.160861	192.168.1.100	192.168.2.100	TCP	78	56188 → 8000 [ACK] Seq=18 Ack=17 Win=29696 Len=0 TSval=7705535 TSecr=7705411
9	30.492280	192.168.1.100	192.168.2.100	TCP	92	56188 → 8000 [PSH, ACK] Seq=18 Ack=17 Win=29696 Len=26 TSval=7708619 TSecr=7705411
10	30.498247	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	66	8000 → 56188 [ACK] Seq=17 Ack=44 Win=29184 Len=0 TSval=7708624 TSecr=7705411
11	32.403447	192.168.1.100	192.168.2.100	TCP	92	[TCP Spurious Retransmission] 56188 → 8000 [PSH, ACK] Seq=18 Ack=17 Win=29696 Len=26 TSval=7708619 TSecr=7705411
12	32.408669	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	78	[TCP Dup ACK 10#1] 8000 → 56188 [ACK] Seq=17 Ack=44 Win=29184 Len=0 TSval=7708624 TSecr=7705411
13	210.223475	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	110	8000 → 56188 [PSH, ACK] Seq=17 Ack=44 Win=29184 Len=44 TSval=7753555 TSecr=7705411
14	210.267581	192.168.1.100	192.168.2.100	TCP	66	56188 → 8000 [ACK] Seq=44 Ack=61 Win=29696 Len=0 TSval=7753561 TSecr=7753555
15	221.761078	192.168.1.100	192.168.2.100	TCP	97	56188 → 8000 [PSH, ACK] Seq=44 Ack=61 Win=29696 Len=31 TSval=7756435 TSecr=7753555
16	221.766300	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	66	8000 → 56188 [ACK] Seq=61 Ack=75 Win=29184 Len=0 TSval=7756441 TSecr=7753555
17	230.175105	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	81	8000 → 56188 [PSH, ACK] Seq=61 Ack=75 Win=29184 Len=15 TSval=7758543 TSecr=7753555
18	230.653391	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	81	[TCP Retransmission] 8000 → 56188 [PSH, ACK] Seq=61 Ack=75 Win=29184 Len=15 TSval=7758543 TSecr=7753555
19	231.133390	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	81	[TCP Retransmission] 8000 → 56188 [PSH, ACK] Seq=61 Ack=75 Win=29184 Len=15 TSval=7758543 TSecr=7753555
20	231.161210	192.168.1.100	192.168.2.100	TCP	78	56188 → 8000 [ACK] Seq=75 Ack=76 Win=29696 Len=0 TSval=7758785 TSecr=7753555
21	277.727874	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	102	8000 → 56188 [PSH, ACK] Seq=76 Ack=75 Win=29184 Len=36 TSval=7770431 TSecr=7753555
22	277.756547	192.168.1.100	192.168.2.100	TCP	66	56188 → 8000 [ACK] Seq=75 Ack=112 Win=29696 Len=0 TSval=7770435 TSecr=7770431
23	283.473024	192.168.1.100	192.168.2.100	TCP	78	56188 → 8000 [PSH, ACK] Seq=75 Ack=112 Win=29696 Len=12 TSval=7771864 TSecr=7770431
24	283.478367	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	66	8000 → 56188 [ACK] Seq=112 Ack=87 Win=29184 Len=0 TSval=7771869 TSecr=7770431
25	285.320733	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	71	8000 → 56188 [PSH, ACK] Seq=112 Ack=87 Win=29184 Len=5 TSval=7772329 TSecr=7770431
26	285.557434	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	71	[TCP Retransmission] 8000 → 56188 [PSH, ACK] Seq=112 Ack=87 Win=29184 Len=5 TSval=7772329 TSecr=7770431
27	285.797194	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	71	[TCP Retransmission] 8000 → 56188 [PSH, ACK] Seq=112 Ack=87 Win=29184 Len=5 TSval=7772329 TSecr=7770431
28	285.821403	192.168.1.100	192.168.2.100	TCP	78	56188 → 8000 [ACK] Seq=87 Ack=117 Win=29696 Len=0 TSval=7772451 TSecr=7772329
29	288.761136	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	66	8000 → 56188 [FIN, ACK] Seq=117 Ack=87 Win=29184 Len=0 TSval=7773189 TSecr=7772451
30	288.784252	192.168.1.100	192.168.2.100	TCP	66	56188 → 8000 [FIN, ACK] Seq=87 Ack=118 Win=29696 Len=0 TSval=7773192 TSecr=7772451
31	288.789512	192.168.2.100	192.168.1.100	TCP	66	8000 → 56188 [ACK] Seq=118 Ack=88 Win=29184 Len=0 TSval=7773197 TSecr=7773192

a) (0,3 puntos) Localiza el primer segmento de datos que tuvo que ser retransmitido. Indica quién lo envió, qué número de secuencia tenía y calcula el valor del timeout que provocó su retransmisión.

b) (0,5 puntos) ¿Hay algún segmento de la traza que se haya transmitido 3 veces? Si es así indica su número de secuencia y quién lo enviaba.

c) (0,2 puntos) Indica qué línea de órdenes habría que ejecutar en Mininet para definir la IP de la interfaz eth0 del host h1 con la IP 192.168.2.100 que pertenece a la subred 192.168.2.0/24



## SOLUCIONES

## TESTS

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



**P3.**

**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).

Subred	Dirección de red/bits máscara de red	Dirección de broadcast
<b>S1</b>	10.188.10.192/26	10.188.10.255
<b>S2</b>	10.188.10.176/28	10.188.10.191
<b>S3</b>	10.188.10.160/29	10.188.10.167
<b>S4</b>	10.188.10.128/27	10.188.10.159
<b>RA-RB</b>	10.188.10.168/30	10.188.10.171
<b>RB-Internet</b>	155.54.202.236/30	155.54.202.239

**Tabla de reparto de redes de la solución:**

Todas las IPs de las subredes comienzan por 10.188.10.X, sólo se muestra el valor de .X en cada subred:

<b>S4:..128/27</b>							
<b>S3:..160/29</b>		<b>AB:..168/30</b>	LIBRE	<b>S2:..176/28</b>			
<b>S1:..192/26</b>							

**b) (1 punto)** Rellena las IPs de los interfaces de los routers y sus respectivas tablas de encaminamiento (de nuevo, en todas las tablas podría sobrar alguna fila o no).

Interfaces de los routers	Dirección IP
<b>RA.eth0</b>	10.188.10.254
<b>RA.eth1</b>	10.188.10.190
<b>RB.eth0</b>	10.188.10.166
<b>RB.eth1</b>	10.188.10.158

**Tabla de enrutamiento de RA:**

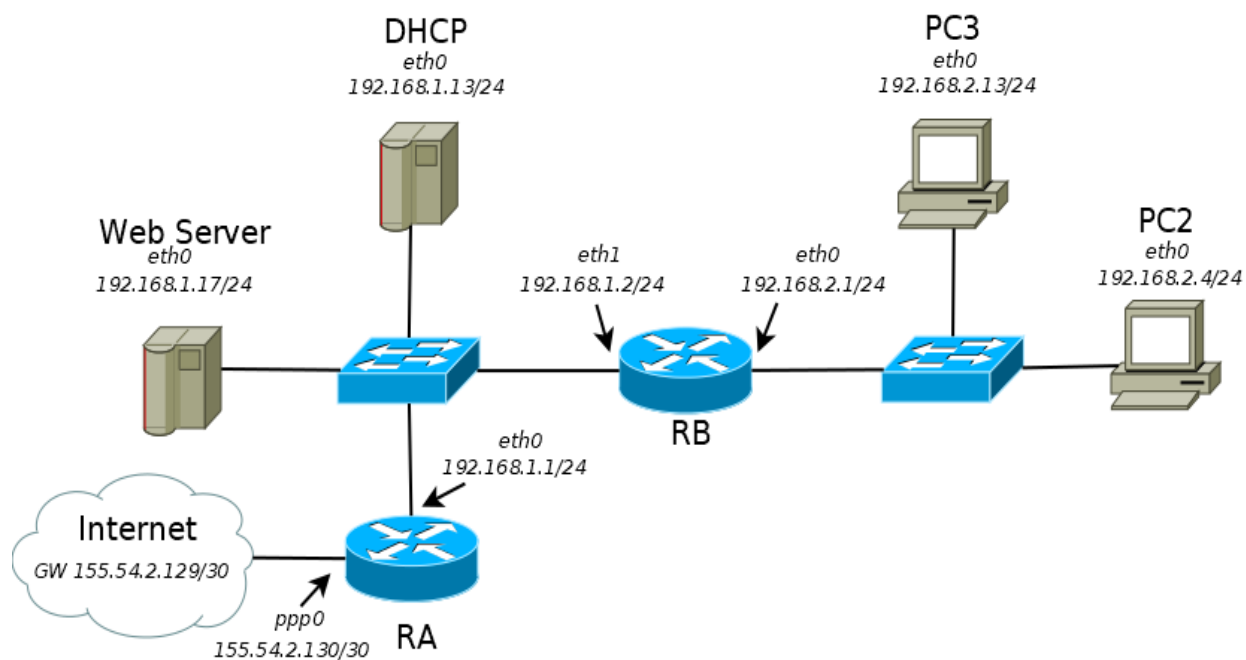
Destino	Gateway	Máscara de red	Interfaz
10.188.10.192	*	255.255.255.192 (/26)	eth0
10.188.10.176	*	255.255.255.240 (/28)	eth1
10.188.10.168	*	255.255.255.252 (/30)	ppp0
default	10.188.10.170	-	ppp0

**Tabla de enrutamiento de RB:**

Destino	Gateway	Máscara de red	Interfaz
10.188.10.160	*	255.255.255.248 (/29)	eth0
10.188.10.128	*	255.255.255.224 (/27)	eth1
10.188.10.168	*	255.255.255.252 (/30)	ppp0
155.54.202.236	*	255.255.255.252 (/30)	ppp1
10.188.10.192	10.188.10.169	255.255.255.192 (/26)	ppp0
10.188.10.176	10.188.10.169	255.255.255.240 (/28)	ppp0
default	155.54.202.237	-	ppp1

P4.

a)



b)

MAC Origen	MAC Destino	Tipo*	VLAN	IP Origen	MAC Origen**	IP Destino	MAC Destino**	Superior***
Campos Trama Ethernet				Campos paquete IP/ARP/ICMP				
PC3:E0	BCAST	ARP	2	192.168.2.13	PC3:E0	192.168.2.1	0:0	-
RB:E0	PC3:E0	ARP	2	192.168.2.1	RB:E0	192.168.2.13	PC3:E0	-
PC3:E0	RB:E0	IP	2	192.168.2.13	-	192.168.1.17	-	TCP SYN
RB:E1	BCAST	ARP	1	192.168.1.2	RB:E1	192.168.1.17	0:0	-
WS:E0	RB:E1	ARP	1	192.168.1.17	WS:E0	192.168.1.2	RB:E1	
RB:E1	WS:E0	IP	1	192.168.2.13	-	192.168.1.17	-	TCP SYN
WS:E0	BCAST	ARP	1	192.168.1.17	WS:E0	192.168.1.1	0:0	-
RA:E0	WS:E0	ARP	1	192.168.1.1	RA:E0	192.168.1.17	WS:E0	-
WS:E0	RA:E0	IP	1	192.168.1.17	-	192.168.2.13	-	TCP SYN ACK
RA:E0	WS:E0	IP	1	192.168.1.1	-	192.168.1.17	-	ICMP Redirect 192.168.1.2
WS:E0	RB:E1	IP	1	192.168.1.17	-	192.168.2.13	-	TCP SYN ACK
RB:E0	PC3:E0	IP	2	192.168.1.17	-	192.168.2.13	-	TCP SYN ACK

c)

<b>Paso (instante de tiempo y descripción)</b>	<b>Switch 1 anota</b>	<b>Switch 1 transmite por</b>	<b>Switch 2 anota</b>	<b>Switch 2 transmite por</b>	<b>Switch 3 anota</b>	<b>Switch 3 transmite por</b>
(t=1) PC3 hace ARP request en VLAN2	-	-	PC3 ← 2	1,3	PC3 ← 2	3
(t=2) RB contesta ARP reply a PC3	-	-	RB ← 3	2	RB ← 3	2
(t=3) PC3 envía TCP SYN a Web Server, por RB	-	-	-	3	-	3
(t=4) RB hace ARP request en VLAN 1	RB ← 2	1,3	-	2,4	-	1
(t=5) Web Server contesta ARP reply a RB en VLAN 1	WS ← 1	2	WS ← 4	3	-	-
(t=6) RB reenvía TCP SYN a Web Server	-	1	-	4	-	-