

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 2 respuestas incorrectas anularán 1 correcta.

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

**T1.** ¿Cuándo envía un router un mensaje ICMP Redirect?

- Cuando recibe de otro router que se encuentra en su misma subred un paquete para ser enrutado y, según su tabla de encaminamiento, tendría que enviarlo a un tercer router de la misma subred.
- Cuando recibe de un host de su subred un paquete para ser enrutado y según su tabla de encaminamiento, tendría que enviarlo a otro router en la misma subred.
- Cuando recibe un paquete, y la tabla de encaminamiento le dice que tiene que enviarlo por el mismo interfaz por donde le ha llegado, ya que esto indica que quien se lo envió tiene mal la tabla de encaminamiento.

**T2.** Indica cuál de las siguientes afirmaciones es **CIERTA**:

- El checksum es un campo de 16 bits para controlar errores que se encuentra tanto en la cabecera TCP como en la UDP.
- El protocolo UDP exige un paso de establecimiento de conexión previo al envío de datos por parte de un cliente a un servidor.
- Una cabecera UDP puede llegar, en casos concretos, a ser más larga que una cabecera TCP básica sin opciones.

**T3.** Indica cuál de las siguientes afirmaciones sobre TCP es **CIERTA**:

- Una vez establecida la conexión TCP, los segmentos tienen siempre el tamaño MSS salvo el último del mensaje que puede ser menor.
- En la negociación tres pasos que A realiza para establecer una conexión TCP con B, B ya puede enviar datos en su segmento de aceptación.
- TCP no guarda información acerca de la longitud del mensaje de nivel de aplicación que transporta.

**T4.** Cuando se produce una colisión en CSMA/CD, es **CIERTO** que:

- En la actualidad no se envía ningún tipo de señal de jam por la gran mejora tecnológica que ha habido en los medios compartidos.
- Sólo la estación más cercana está obligada a enviar una señal de jam para hacer evidente la colisión al resto de estaciones.
- Todas las estaciones que se percaten deben enviar una señal de jam para hacer evidente la colisión al resto de estaciones.

**T5.** Indica cuál de las siguientes afirmaciones sobre circuitos virtuales es **FALSA**:

- Pueden ofrecer calidad de servicio.
- Contienen la dirección del host final para el encaminamiento.
- La ruta que siguen los paquetes es fija.

**T6.** Durante una conversación TCP el host A establece una ventana de 2000 bytes y el host B de 1500 bytes. Si el MSS es de 500 bytes, indica cuál de las siguientes afirmaciones es **CIERTA**.

- a) Se puede activar Fast Retransmit de A a B.
- b) Se puede activar Fast Retransmit de B a A.
- c) Se puede activar Fast Retransmit en ambos sentidos.

**T7.** Sobre WiMAX, es **CIERTO** que:

- a) Es una tecnología de acceso a Internet especificada por un determinado subestándar de IEEE 802.
- b) Sus siglas significan Wireless Max-distance.
- c) Suele tener una velocidad de transferencia superior a la de la tecnología Fast Ethernet.

**T8.** Un conector RJ-45 está asociado a un medio de transmisión por:

- a) Cable de par trenzado.
- b) Fibra óptica.
- c) Cable coaxial.

**T9.** Indica cuál de las siguientes afirmaciones es **CIERTA**:

- a) Un segmento UDP está directamente contenido dentro de una trama Ethernet.
- b) Un paquete ICMP está directamente contenido dentro de una trama Ethernet.
- c) Un paquete ARP está directamente contenido dentro de una trama Ethernet.

**T10.** ¿Cuál de los siguientes protocolos se apoya en el uso de CSMA/CD?

- a) IEEE 802.3
- b) IEEE 802.11
- c) IEEE 802.15

**T11.** El concepto de backoff está relacionado con:

- a) El envío de paquetes replicados para minimizar la posibilidad de pérdida de los mismos en los protocolos a nivel de transporte.
- b) El tiempo de espera para retransmitir en caso de una colisión en un medio de acceso compartido.
- c) El envío de paquetes replicados para minimizar la posibilidad de pérdida de los mismos en los protocolos a nivel de enlace.

**T12.** El esquema de codificación Manchester se utiliza en:

- a) Ethernet.
- b) Fast Ethernet.
- c) Gigabit Ethernet.

**T13.** Sobre IEEE 802.1Q, es **CIERTO** que:

- a) Permite a las tramas Ethernet atravesar routers sin experimentar cambios en los campos de su cabecera.
- b) Podemos encontrar tramas siguiendo ese estándar en enlaces VLAN tanto de tipo ACCESS como de tipo TRUNK.
- c) Añade unos campos adicionales a la cabecera de trama Ethernet para gestionar adecuadamente el tráfico en las VLAN.

**T14.** Indica cuál de las siguientes afirmaciones es **CIERTA**:

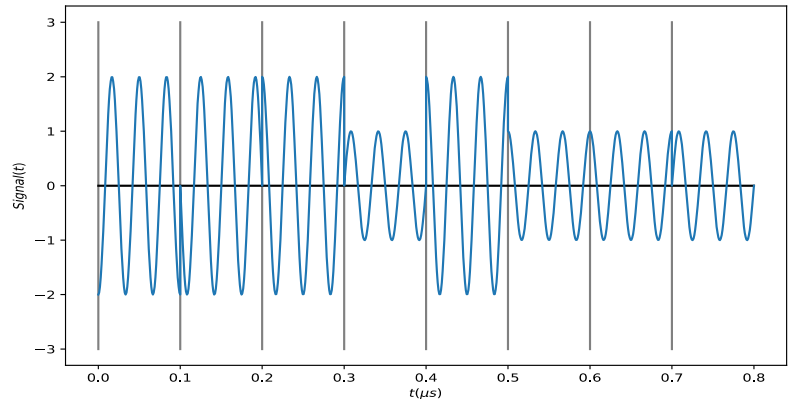
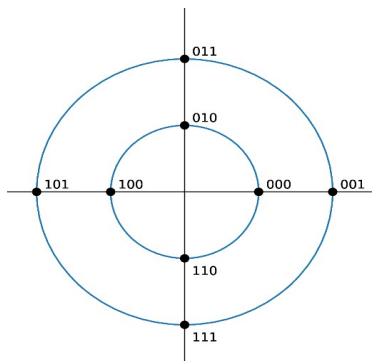
- a) En un switch o conmutador, tanto el dominio de colisión como el de broadcast son uno por puerto.
- b) En un hub o concentrador, tanto el dominio de colisión como el de broadcast son únicos.
- c) En un switch o conmutador VLAN, tanto el dominio de colisión como el de broadcast son por VLAN.

**T15.** Sobre el esquema de codificación 4B/5B, es **CIERTO** que:

- a) Se emplea para evitar los posibles problemas de sincronización provocados por el envío de muchos ceros seguidos en la codificación bipolar.
- b) Se emplea para evitar la existencia de una componente de continua en la codificación bipolar.
- c) Consigue enviar 5 bits en sólo 4 veces el tiempo de bit, aumentando así en un 20% la velocidad de transferencia.

**PROBLEMAS (7,5 puntos)**

**P1. (0,75 puntos)** Un canal inalámbrico con codificación QAM utiliza un diagrama de constelación como el mostrado en la parte izquierda del siguiente gráfico, y en un momento determinado (a partir de  $t=0$ ) se produce la señal de transmisión que se muestra en la parte derecha del mismo:



a) (0,5 puntos) Calcula la frecuencia de la portadora, la velocidad de modulación y la velocidad de transmisión resultante.

b) (0,25 puntos) Determina la secuencia de bits concreta transmitida en el intervalo mostrado.

**P2. (2,25 puntos)** Responde a las siguientes cuestiones:

a) (0,75 puntos) Un proceso A ejecutándose en un determinado host conectado a Internet se comunica con un proceso B en un segundo host mediante TCP. Ambos hosts están comunicados mediante un enlace de fibra óptica de 900 Km de longitud, y cuya velocidad de transferencia efectiva para dicha comunicación es  $V_t = 30$  Mbits/s. El proceso A desea enviar a B un total de 10000 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 250 bytes y ambos se notifican que sus ventanas de recepción máximas son de 2000 bytes. El tiempo de procesamiento es despreciable.

Calcular la eficiencia máxima del protocolo en estas condiciones. 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):	

b) (1,5 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 1750 bytes, y el proceso B envía a A 1000 bytes. Ambos tienen los datos disponibles desde el comienzo y el envío de datos se produce lo antes posible. Durante el proceso de establecimiento de conexión de A hacia B, ambos eligen el 0 como primer número de secuencia, acuerdan un MSS de 250 bytes, y notifican que sus ventanas de recepción máximas son de 750 bytes, para el proceso A, y de 1500 bytes para el B. Por cada segmento recibido se envía una confirmación.

Dibuja un diagrama temporal **en la tabla de la siguiente página**, 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 6º de datos que A envía a B se pierden, y que el 4º 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 tiempo de propagación de 20ns y un timeout igual a 1,5 veces el RTT. Y, en este ejercicio en particular, por simplicidad, **NO consideres la posibilidad de fast retransmit**.

**P3. (2,25 puntos)** Una organización dispone de una topología de red según el esquema de la siguiente página:

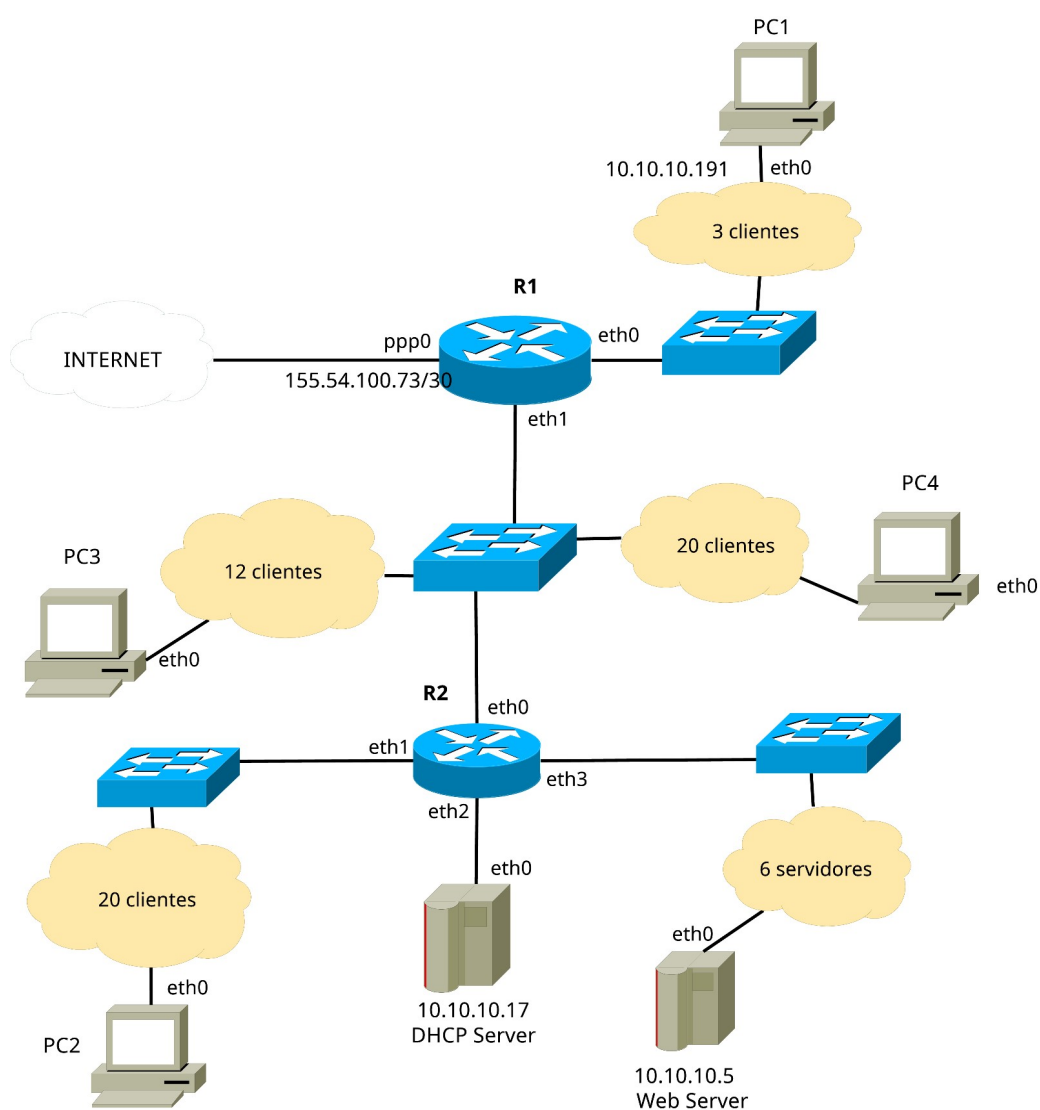
a) (1,5 puntos) Se dispone del rango de direcciones general 10.10.10.0/24 para asignar a las distintas subredes. Cada nube con un número de hosts en su interior, indica un grupo de equipos que incluye el dibujado (por ejemplo, PC1 sería uno de los 3 clientes de la red superior). Realiza el *subnetting* necesario teniendo en cuenta que las interfaces de los routers usarán siempre las IPs de mayor rango disponible en la subred correspondiente, y nombrando a las redes identificadas siguiendo la regla de formato Sx, donde x es un número creciente que empieza en 1 (S1 debe ser la red más pequeña identificada, S2 la siguiente en tamaño, y así sucesivamente). Indica en las tablas siguientes tanto los datos de las subredes resultantes como las direcciones de red de cada una de las interfaces indicadas para los routers R1 y R2:

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

Interfaces de los routers	Dirección IP
R1.eth0	
R1.eth1	
R2.eth0	
R2.eth1	
R2.eth2	
R2.eth3	

c) (0,75 puntos) Rellena la siguiente tabla de encaminamiento estático para el router R1 (**Nota:** podría sobrar alguna fila, o no).

Equipo	Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
R1				



## Tabla para el intercambio de paquetes del ejercicio P2.

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



**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 PC1 del problema P3.
- 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? Pon un ejemplo configurando dos entradas de la tabla de encaminamiento del router R1 del problema P3: una correspondiente a la subred de 3 clientes que contiene a PC1, y otra correspondiente a la subred que contiene el Web Server.



**SOLUCIONES 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		X			X
b	X				X						X			X	
c			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	X		X
b	X			X		X				X					
c			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			X		X			
b						X			X		X				X
c	X			X				X					X	X	

P1)

**Solución:**Frecuencia de la portadora: hay dos oscilaciones por cada intervalo de 0.1 microsegundos →

$$T = 0,1\mu; F = \frac{3}{T} = \frac{3}{0,1\mu} = 30 \text{ Mhz}$$

Velocidad de modulación: hay un cambio de estado por cada intervalo de 0.1 microsegundos →

$$T_e = 0,1\mu; V_m = \frac{1}{T_e} = \frac{1}{0,1\mu} = 10 \text{ Mbaudios}$$

Velocidad de transmisión: Hay 4 fases y 2 amplitudes → 8 estados diferentes →  $\log_2(8) = 3$  bits por cada cambio de estado →

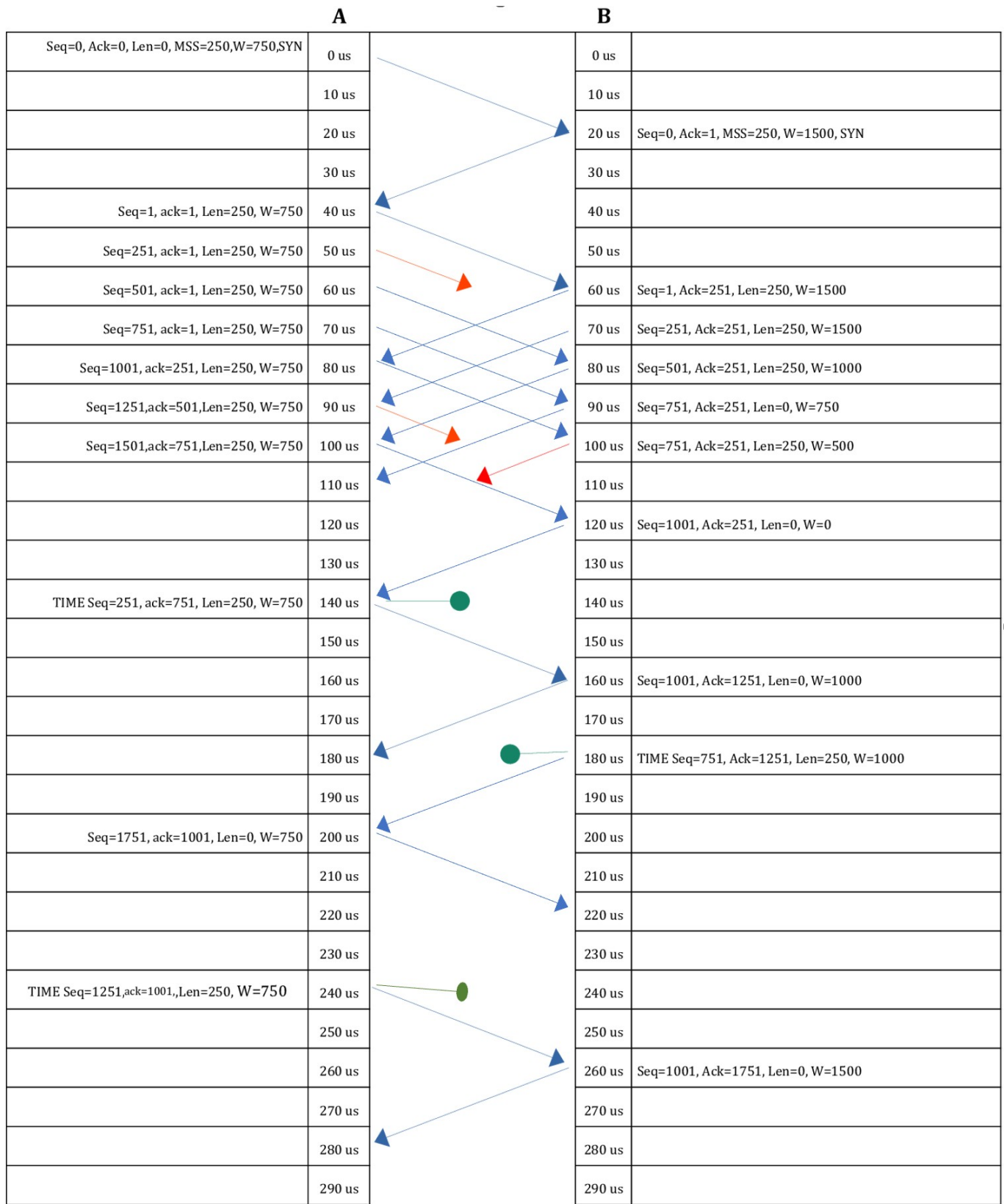
$$V_t = V_m \cdot \log_2(N) = 10 \cdot 10^6 \cdot \log_2(8) = 30 \text{ Mbps}$$

a) (0,75 puntos) Determina la secuencia de bits concreta transmitida en el intervalo mostrado.

**Solución:** 111101011000011010010000

P2)

<b>Tiempo de transmisión de un segmento (tseg):</b> (0,05)	0.072 milisegundos
<b>Tiempo de propagación (tprop):</b> (0,05)	3.0 milisegundos
<b>Tiempo de transmisión de datos de un segmento (tutil):</b> (0,05)	0.0666666666666667 milisegundos
<b>Tiempo de transmisión de un segmento sin datos (tack):</b> (0,05)	0.005333333333333333 milisegundos
<b>Round Trip Time (RTT):</b> (0,05)	6.0 milisegundos
<b>Máximo número de segmentos en vuelo (sin confirmar) (N):</b> (0,05)	8 segmentos
<b>Eficiencia (U):</b> (0,45)	0.0878 → 8.78%



P3)

	000 (0)	001 (4)	010 (8)	011 (12)	100 (16)	101 (20)	110 (24)	111 (28)
000 (0)	S2				S1			
001 (32)	S3							
010 (64)	S4							
011 (96)								
100 (128)	S5							
101 (160)								
110 (192)								
111 (224)								

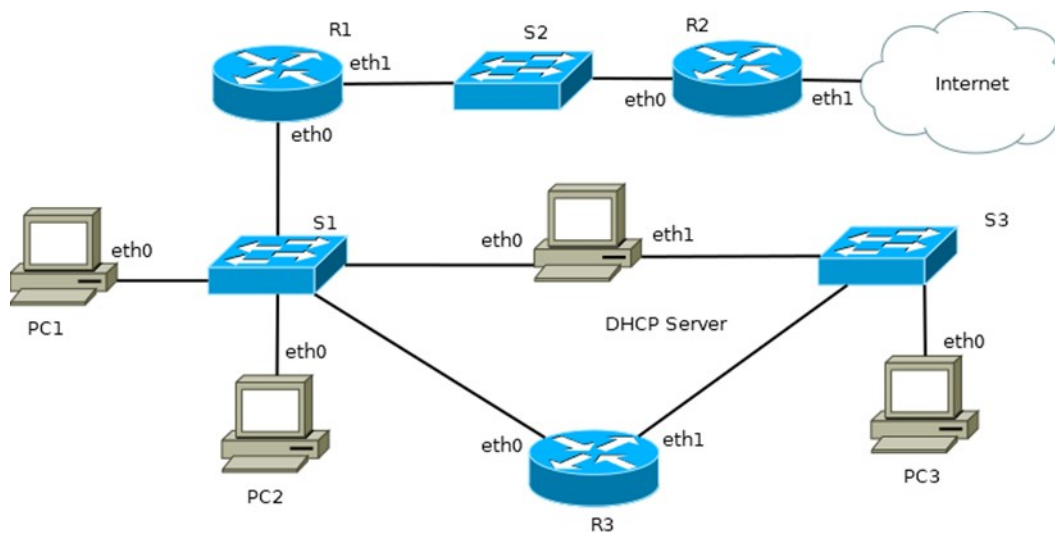
Subred	Dirección de red/bits máscara de red	Dirección de broadcast
S1 (DHCP server)	10.10.10.16/30	10.10.10.19
S2 (servidores)	10.10.10.0/28	10.10.10.15
S3 (PC2)	10.10.10.32/27	10.10.10.63
S4 (PC3-4)	10.10.10.64/26	10.10.10.127
S5 (PC1)	10.10.10.128/25	10.10.10.255

Interfaces de los routers	Dirección IP
R1.eth0	10.10.10.254
R1.eth1	10.10.10.126 (*)
R2.eth0	10.10.10.125 (*)
R2.eth1	10.10.10.62
R2.eth2	10.10.10.18
R2.eth3	10.10.10.14

(\*) Intercambiables.

b)

Equipo	Destino	Gateway	Máscara	Interfaz
<b>R1</b>	155.54.100.72	*	255.255.255.252 /30	ppp0
	10.10.10.128	*	255.255.255.128 /25	eth0
	10.10.10.64	*	255.255.255.192 /26	eth1
	10.10.10.32	10.10.10.125	255.255.255.224 /27	eth1
	10.10.10.0	10.10.10.125	255.255.255.240 /28	eth1
	10.10.10.16	10.10.10.125	255.255.255.252 /30	eth1
	Default	155.54.100.74	0.0.0.0	ppp0



- P4)
- a) Las etiquetas serían 2 y 3, ya que son las únicas VLAN que están en ambos extremos del cable.
- b)
- c) Como el TTL es 3, al llegar al tercer router, el paquete se descarta, devolviendo un ICMP con el código TTL exceeded al ordenador origen:

(\*\*\*) Protocolo de nivel superior (sólo en aquellas filas en que aplique). Indicar el subtipo ICMP en cada caso, cuando corresponda.

VLAN id	MAC Origen *	MAC Destino *	Tipo *	IP Origen **	MAC Origen **	IP Destino **	MAC Destino **	ICMP ***
2	PC3:E0	FF:FF:FF:FF	ARP	192.168.2.2	PC3:E0	192.168.2.1	-	
2	R3:E0	PC3:E0	ARP	192.168.2.1	R3:E0	192.168.2.2	PC3:E0	
2	PC3:E0	R3:E0	IP	192.168.2.2		155.54.1.1		Echo requ
3	R3:E0	FF:FF:FF:FF	ARP	192.168.3.2	R3:E0	192.168.3.1	-	
3	R1:E0	R3:E0	ARP	192.168.3.1	R1:E0	192.168.3.2	R3:E0	
3	R3:E0	R1:E0	IP	192.168.2.2		155.54.1.1		Echo requ
1	R1:E0	FF:FF:FF:FF	ARP	192.168.1.1	R1:E0	192.168.1.2	-	
1	R2:E0	R1:E0	ARP	192.168.1.2	R2:E0	192.168.1.1	R2:E0	
1	R1:E0	R2:E0	IP	192.168.2.2		155.54.1.1		Echo requ
1	R2:E0	R1:E0	IP	192.168.1.2		192.168.2.2		TTL exceed
3	R1:E0	R3:E0	IP	192.168.1.2		192.168.2.2		TTL exceed
2	R3:E0	PC3:E0	IP	192.168.1.2		192.168.2.2		TTL exceed