

Examen final de Xarxes de Computadors (XC) - Test		8/1/2007
NOM:	COGNOMS	DNI:

Todas las preguntas son multirespuesta: Hay un número indeterminado de respuestas ciertas/falsas. La puntuación es: 0,25 puntos si la respuesta es correcta, 0,125 puntos si tiene un error, 0 puntos en caso contrario.

1. Indica que códigos detectores de errores usan los siguientes protocolos/mecanismos:

☐ CRC en IP.

☒ Checksum en ICMP.

☒ CRC en FastEthernet.

☒ Checksum en UDP.

☒ CRC en 802.11

2. Un mensaje ARP-Request no se retransmite si pasa por

☐ un hub

☐ un repetidor

☐ un conmutador

☒ un router

☒ un túnel para VPN

3. El numero medio de transmisiones de una trama de 450 bytes y probabilidad de pérdida por bit  $P_b$  de  $10^{-5}$  es de:

☐ Depende del protocolo ARQ

☐ 1.562 tramas

☐ 1.047 tramas

☒ 1.037 tramas

☐ 1.004 tramas

4. Deducir cuales de las siguientes divisiones con máscaras variables serían validos para el rango 154.3.75.64/26

☒ 154.3.75.64/29, 154.3.75.72/29, 154.3.75.80/28, 154.3.75.96/27

☐ 154.3.75.64/30, 154.3.75.68/29, 154.3.75.76/30, 154.3.75.80/28, 154.3.75.92/30, 154.3.75.96/27

☐ 154.3.75.64/30, 154.3.75.68/30, 154.3.75.72/29, 154.3.75.80/27

☒ 154.3.75.64/27, 154.3.75.96/28, 154.3.75.112/29, 154.3.75.120/30, 154.3.75.124/30

5. Deduce las afirmaciones correctas para un sistema de transmisión con ancho de banda  $BW$  de 100 kHz:

☐ Con una codificación Manchester y una velocidad de transmisión de 200 kbit/s no hay distorsión.

☒ Con una SNR = 25 dB la capacidad del canal es mayor que 750 kbit/s.

☒ Podríamos transmitir símbolos de 8  $\mu$ s sin distorsión.

☒ Con una codifica digital de 8 símbolos y una velocidad de modulación máxima sin distorsión, la velocidad de transmisión es de 600 kbit/s

6. Hay una conexión TCP abierta entre un cliente y un servidor y se activa el tcpdump en el servidor. Deduce las afirmaciones correctas

```

1. ...
2. 15:54:02.090726 IP 64.154.81.168.80 > 80.102.155.131.1160: P 72805:74285(1480) ack 1 win 64240
3. 15:54:02.090867 IP 64.154.81.168.80 > 80.102.155.131.1160: . 74285:75765(1480) ack 1 win 64240
4. 15:54:02.313596 IP 80.102.155.131.1160 > 64.154.81.168.80: ack 72805 win 7400
5. 15:54:02.313663 IP 64.154.81.168.80 > 80.102.155.131.1160: . 75765:77245(1480) ack 1 win 64240
6. 15:54:02.313727 IP 64.154.81.168.80 > 80.102.155.131.1160: . 77245:78725(1480) ack 1 win 64240
7. 15:54:02.541251 IP 80.102.155.131.1160 > 64.154.81.168.80: ack 74285 win 4380
8. 15:54:02.717161 IP 80.102.155.131.1160 > 64.154.81.168.80: ack 75765 win 4380
9. 15:54:02.717309 IP 64.154.81.168.80 > 80.102.155.131.1160: . 78725:80205(1480) ack 1 win 64240
10. ...

```

☐ La P y el ack 1 de la línea 2 indican la terminación del three-way handshaking.

☒ El cliente no ha enviado nunca segmentos de datos.

☐ Hay pérdidas.

☒ La ventana de transmisión wnd del servidor cuando éste recibe el ack de la línea 4 es mayor o igual que 5920 bytes.

☐ La ventana de transmisión wnd del servidor está limitada por la ventana cwnd, siendo su ventana awnd muy grande (64240 bytes).

7. Deduce cuales de las siguientes afirmaciones son ciertas

☐ Un conmutador con capacidad de VLAN puede encaminar datagramas entre redes distintas.

☐ No se puede usar un hub para conectar entre sí dos routers.

☒ Un bridge puede interconectar dos LANs que usan estándares tecnológicos diferentes (por ejemplo Ethernet y Token Ring).

☐ Un router hace control de flujo usando un mecanismo de ventana deslizante.

☒ El Spanning Tree protocol evita que se creen bucles de retransmisiones infinitas entre conmutadores.

8. Deduce cuales de las siguientes afirmaciones son ciertas:

☐ TCP usa puertos mientras que UDP no usa puertos.

☐ El mecanismo de recuperación Fast Retransmission del TCP sólo actúa si se pierden confirmaciones.

☒ La cabecera del TCP contiene seis flags.

☐ El valor del temporizador (time-out) del TCP aumenta de un Round Trip Time cada vez que hay una perdida.

9. Deduce cuales de las siguientes afirmaciones son ciertas:

☐ En WLAN 802.11, se usan paquetes de JAM para señalar las colisiones.

☐ El mecanismo CSMA/CD usa confirmaciones.

☒ El tiempo de backoff del WLAN 802.11 se para si el medio está ocupado.

☒ El mecanismo CSMA/CD es 1-persistente.

☐ El IPG en 802.3 se usa para señalar una colisión.

10. Deduce cuales de las siguientes afirmaciones son ciertas:

☒ El ruido térmico limita la velocidad de transmisión.

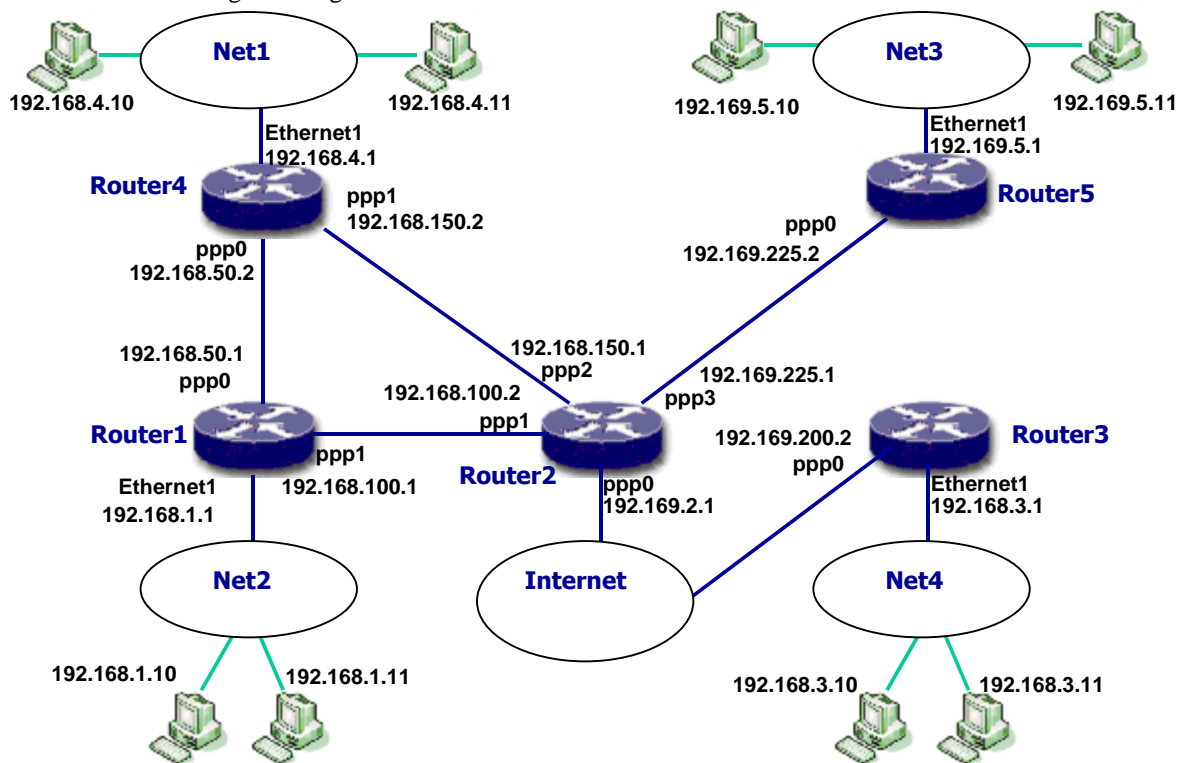
☒ Una velocidad de modulación demasiado elevada puede crear ISI (Interferencia InterSimbolica).

☒ En la codificación NRZ, la velocidad de transmisión y de modulación son iguales.

☐ Una señal de 10 dB transmitida por un medio con atenuación de 10 dB llega al receptor con una potencia de 0 W.

**Problema 1.** (2,5 puntos)

Dadas las subredes de la siguiente figura:



Tenemos que:

- La máquina 192.168.4.11 es un servidor DHCP.
- La máquina 192.169.5.10 es un servidor DNS. Todas las redes Net1 a Net4 son del mismo dominio.
- Net4 está conectada al resto de redes mediante túnel (por los interfaces ppp0 de los Routers 2 y 3).

**CONTESTAR RAZONADA Y BREVEMENTE A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:**

- a) (1,5 puntos, sobre 10) ¿Cuál es la función del servidor DHCP tal como está colocado? ¿A qué máquinas da servicio?

El servidor DHCP da servicios de configuración de red, incluyendo asignación de direcciones IP, a máquinas de su misma subred. Como el Router4 limita la subred, sólo dará servicio a Net1.

- b) (3 puntos) Si los routers usasen RIP2,
1. (1 punto) ¿cuál sería la tabla de enrutamiento del Router 2?

	Destino (dirección IP)	(subred)	Interfaz	Router	Métrica
C	192.168.100.0	R21	ppp1	R1	1
C	192.168.150.0	R24	ppp2	R4	1
C	192.168.225.0	R25	ppp3	R5	1
R	192.168.1.0	Net2	ppp1	R1	2
R	192.168.50.0	R14	ppp1/ppp2	R1/R4	2
R	192.168.4.0	Net1	ppp2	R4	2
R	192.168.5.0	Net3	ppp3	R5	2
R	192.168.3.0	Net4	ppp0	R3 (túnel)	2
S	0.0.0.0	Internet	ppp0	Internet	-

2. (0,5 puntos) ¿cambiaría algo si hubiese "split horizon"?

No. Es un tema de cómo se actualizan las tablas. Si no hay un problema, todo seguirá igual.

3. (1 punto) ¿qué mensajes RIP recibiría el Router 2 unos minutos después de que cayese el Router 4?

Los mensajes que cambian respecto a antes de la caída son los que afectan a las subredes que se acceden a través del Router 4, es decir Net1. Como no hay split horizon, tendremos el problema de “count to infinity” y un proceso de convergencia hasta que la métrica de acceso a Net1 sea 16 (equivalente a infinito), pues los Routers 3 y 5 tratarán inicialmente de decirle al 2 que se puede llegar a Net1.

4. (0,5 puntos) ¿cambiaría algo si hubiese “split horizon”?

Sí. El Router 2 no recibirá mensajes de acceso a Net1 de los Routers que lo han aprendido de él; es decir, sólo recibirá la métrica de acceso a Net1 del Router 1, que le confirmará que es inalcanzable (los Routers 1 y 2 son los conectados directamente al 4). Por ello, la información de que Net1 es inalcanzable se estabilizará mucho más pronto.

- c) (2,5 puntos) Si la máquina 192.168.4.10 quiere enviar un mensaje a una máquina de un dominio externo “problemaXC.com” de la que sólo conoce su nombre,

1. (1 punto) ¿qué secuencia de datagramas recorrerá las máquinas y Routers de la figura hasta que llegue el mensaje a su destino?

Como sólo conoce el nombre, primero debe acceder al servidor DNS para obtener la dirección IP. Para ello le enviará un datagrama con un mensaje DNS (sobre UDP). Éste pasará por R4, R2 y R5. Entonces el servidor DNS ha de empezar un proceso para obtener la dirección IP que, en el peor de los casos, le llevará a realizar 3 preguntas a los servidores DNS externos de root, .com y problemaXC.com. Para cada caso deberá acceder a Internet a través de R5 y R2 (cada pregunta llevará una respuesta de vuelta). Una vez el servidor DNS 192.169.5.10 tenga la dirección IP requerida, se devolverá a la máquina 192.168.4.10 a través de R5, R2 y R4. Finalmente, se enviará el mensaje a través de R4 y R2.

Es decir, los datagramas serán:

PC → R4 → R2 → R5 → Servidor DNS (SDNS)  
SDNS → R5 → R2 → DNS root-server  
DNS root-server → R2 → R5 → SDNS  
SDNS → R5 → R2 → DNS .com  
DNS .com → R2 → R5 → SDNS  
SDNS → R5 → R2 → DNS problemaXC.com  
DNS problemaXC.com → R2 → R5 → SDNS  
SDNS → R5 → R2 → R4 → PC  
PC → R4 → R2 → Máquina problemaXC.com

2. (0,5 puntos) ¿cuál ha sido la función del servidor DNS en el envío?

Como se ha explicado, obtener la dirección IP a través del nombre interrogando diversos servidores DNS externos.

3. (0,5 puntos) si ningún PC envía datagramas ni llega tráfico por la red Internet externa, ¿podría haber circulado por la red de la figura durante este tiempo algún datagrama que no tuviese que ver con el envío descrito?

Sí, los correspondientes a los mensajes RIP entre routers.

4. (0,5 puntos) para que no hubiese ningún mensaje ARP durante esta secuencia, ¿cuál es la información en las tablas ARP que debía haber previamente en las distintas máquinas de la red de la figura?

Cada máquina y Router debería tener el par Dirección IP – Dirección “física” de las máquinas/Routers con los que se comunica.

- d) (1,5 puntos) Si la máquina 192.168.3.11 de Net4 envía un datagrama hacia la máquina 192.168.1.11 de Net2, ¿cuáles serían las direcciones origen y destino de las cabeceras IP de los siguientes datagramas?:
1. (0,5 puntos) El que sale de la máquina origen hacia el Router3.

Origen: 192.168.3.11                      Destino: 192.168.1.11

2. (0,5 puntos) El que sale del Router 3 hacia el Router 2.

Hay tunnelling:

Origen: 192.168.200.2                      Destino: 192.169.2.1

Dentro tendremos las mismas direcciones que antes:

Origen: 192.168.3.11                      Destino: 192.168.1.11

3. (0,5 puntos) El que llega a la máquina destino.

Lo mismo que en 1:

Origen: 192.168.3.11                      Destino: 192.168.1.11

- e) (1,5 puntos) Supongamos que las MTU de las redes 192.168.4.0, 192.168.50.0, 192.169.225.0 y 192.169.5.0 son de 1500 bytes y que la de la red 192.168.100.0 es de 500. Si enviamos un segmento TCP completo con una MSS de 1460 bytes desde la máquina 192.168.4.10 hasta el servidor DNS, estando los Routers 2 y 4 desconectados entre sí,
1. (1 punto) ¿cuál sería la secuencia de datagramas que llegarían al destino? Para cada datagrama dar los valores de los campos Identificador, Offset de fragmento, Longitud total y los flags DF y MF.

El datagrama a enviar tiene 1500 bytes (1460 de datos de aplicación, 20 de cabecera TCP y 20 de cabecera IP).

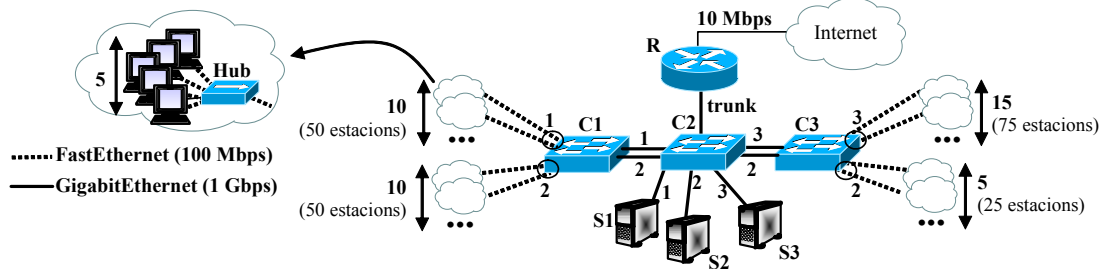
El Router 1 tiene que fragmentar el datagrama para una MTU de 500 bytes, por lo que tenemos  $500-20=480$  bytes para datos de usuario de IP (no confundir con los datos de usuario de TCP), por lo que hemos de dividir  $1500-20=1480$  bytes en bloques de hasta 480 bytes (que es múltiplo de 8). Por tanto:

Identificador	Offset	Longitud (datos+cabecera)	DF	MF
1 (cualquier número)	0	500	0	1
1 (todos el mismo)	60 (480 bytes)	500	0	1
1	120 (960 bytes)	500	0	1
1	180 (1440 bytes)	60	0	0

2. (0,5 puntos) ¿qué pasaría si el flag DF estuviese a 1? ¿Se pondría en marcha algún protocolo?

El Router 1 no podría fragmentar y generaría un mensaje ICMP de error.

Hay que responder los problemas 1 y 2 en hojas de examen separadas, y los problemas 3 i 4 en el mismo enunciado de examen. La fecha de revisión se anunciará en el racó de la FIB.



**Problema 2.** (2,5 puntos) La red de la figura está formada por 200 estaciones, 3 servidores, 3 conmutadores (C1, C2, C3) y un router R. Se han configurado 3 VLANs. Los números que hay en los puertos de los conmutadores indican a que VLAN pertenecen. Las estaciones están conectadas en grupos de 5 estaciones a través de hubs FastEthernet (ver el detalle en la figura). Todos los puertos de C2 son GigabitEthernet. Los puertos de C1, C3 y R que se conectan a C2 también son GigabitEthernet. Todos los puertos de los conmutadores, los servidores y el router tienen capacidad Full Duplex. La eficiencia máxima de los enlaces Full Duplex es del 100%, y la de los Hubs del 80%. Supón que las estaciones activas usan un tipo de aplicación que siempre tiene información lista para transmitir hacia el servidor donde se conecta (transmite a la velocidad máxima que le permite la red). Las estaciones que no están activas no transmiten.

Contesta para los escenarios que se dan continuación: (i) Los enlaces donde habrá los cuellos de botella. (ii) La velocidad efectiva que conseguirán las estaciones activas. (iii) Cuales serán los mecanismos que regularán la velocidad efectiva de las estaciones (explica los brevemente). Justifica las respuestas y comenta las suposiciones que hagas.

En la respuesta usa la notación que muestran los siguientes ejemplos: Velocidad efectiva de una estación de la VLAN 1 conectada a C1:  $v(V1, C1)$ . Para los cuellos de botella, pon primero el dispositivo donde se produce, el dispositivo donde está conectado, y si hace falta, indica la VLAN. Por ejemplo: En C1, en el enlace de la VLAN 1 que lo conecta con C2: C1-C2(V1). En los hubs de la VLAN 1 conectados a C1: Hub-C1(V1). En C2, en el enlace que lo conecta con el router: C2-R, etc.

**2.A** (0,75 puntos) Sólo están activas las estaciones de las VLANs 1 i 2. Las de VLAN 1 acceden a S1 y las de VLAN 2 acceden a S2.

**2.B** (1 puntos) Sólo están activas las estaciones de las VLANs 1 y 3. Las de VLAN 1 acceden a S3 y las de VLAN 3 acceden a S1.

**2.C** (0,75 puntos) Todas las estaciones acceden a Internet.

### Solució

2.A

Les estacions accedeixen a un servidor de la mateixa VLAN, per tant, no passen pel router.

VLAN1:

Del dibuix deduïm que els possibles colls d'ampolla són els hubs o l'enllaç amb el servidor. El tràfic màxim que pot arribar dels hubs és:

$$(100 \times 0,8) \text{ Mbps/hub} \times 10 \text{ hubs} = 800 \text{ Mbps}$$

Com que és inferior a la capacitat de l'enllaç C1-C2(V1) (1 Gbps), el coll d'ampolla seran els hubs. Per tant:

- (i) el coll d'ampolla serà el HUB-C1(V1),
- (ii)  $V(V1, C1) = (100 \times 0,8) / 5 = 16 \text{ Mbps}$ ,
- (iii) la Vef vindrà regulada pel mecanisme d'accés al medi al hub: CSMA/CD.

VLAN2:

Igual que abans, els possibles colls d'ampolla són els hubs o l'enllaç amb el servidor. El tràfic màxim que pot arribar de VLAN2 de C1 i C3 cap a C2 (degut als hubs) és:

$$\text{De C1: } (100 \times 0,8) \text{ Mbps/hub} \times 10 \text{ hubs} = 800 \text{ Mbps}$$

$$\text{De C3: } (100 \times 0,8) \text{ Mbps/hub} \times 5 \text{ hubs} = 400 \text{ Mbps}$$

La suma d'aquestes dues quantitats (1,2 Gbps) supera la capacitat de l'enllaç C2-S2(V2) (1 Gbps), per tant, el coll d'ampolla serà aquest enllaç.

Quan C2-S2(V2) es congestioni, C2 activarà el control de flux sobre C1 i C3, repartint la capacitat entre els dos enllaços: C1-C2(V2) i C3-C2(V2). Si els dos enllaços disposessin de tràfic suficient, la repartició seria equitativa i cada un disposaria de  $1 \text{ Gbps} / 2 = 500 \text{ Mbps}$ . Podem veure però, que per les estacions connectades a C3, els hubs són més restrictius (imposen una Vef menor), per tant, per aquestes estacions els hubs són el coll d'ampolla. Per tant:

Hay que responder los problemas 1 y 2 en hojas de examen separadas, y los problemas 3 i 4 en el mismo enunciado de examen. La fecha de revisión se anunciará en el racó de la FIB.

- (i) Els colls d'ampolla son C2-S2(V2) per les estacions connectades a C1, i els hubs, HUB-C2(V2), per les estacions connectades a C3.
- (ii)  $V(V2, C3) = (100 \cdot 0,8) / 5 = 16 \text{ Mbps}$   
 $V(V2, C1) = (1 \text{ Gbps} - 400 \text{ Mbps}) / 50 = 12 \text{ Mbps}$
- (iii) El mecanisme que regularà la Vef de les estacions connectades a C3 serà el mecanisme d'accés al medi d'ethernet: CSMA/CD, perquè ho fan a través de hubs, que és un medi compartit. Per les estacions connectades a C1: C2 activarà el control de flux que regularà només C1 (C3 envia menys tràfic del que C2 li deixaria transmetre). Aquest control de flux es farà amb trames de pausa perquè l'enllaç C1-C2 és *full duplex* (en un enllaç *full duplex* CSMA/CD està desactivat). A la vegada, C1 activarà el control de flux sobre els ports on hi ha els hubs. Això ho farà enviant trames de *jabber*, perquè els enllaços amb els hubs son *half duplex*.

## 2.B

Les estacions accedeixen al servidor d'una VLAN diferent, per tant, han de passar pel router i el coll d'ampolla serà l'enllaç C2-R per les dues VLANs. La Vef que tocarà a cada estació serà inferior a la que li deixaria el hub, per tant, els hubs no seran coll d'ampolla. C2 repartirà equitativament la capacitat de l'enllaç entre C1 i C3 (500 Mbps per cada un). Per tant:

- (i) El coll d'ampolla és C2-R
- (ii)  $V(V1, C1) = 500 / 50 = 10 \text{ Mbps}$ ;  $V(V3, C3) = 500 / 75 = 6,6 \text{ Mbps}$ .
- (iii) C2 enviarà trames de pausa cap C1 i C3, perquè els enllaços son *full duplex*. A la vegada, C1 enviarà trames de *jabber* cap als ports on hi ha els hubs, de forma que cada un aconseguirà:  $500 / 10 = 50 \text{ Mbps}$  i cada estació podrà enviar  $50 [\text{Mbps/hub}] / 5 [\text{estacions/hub}] = 10 \text{ Mbps}$ . Igualment, C3 activarà trames de *jabber* cap els hubs, de forma que cada un aconseguirà  $500 / 15 = 33,3 \text{ Mbps}$ , i cada estació podrà enviar  $33,3 [\text{Mbps/hub}] / 5 [\text{estacions/hub}] = 6,6 \text{ Mbps}$  (tal com havíem calculat abans).

## 2.C

Clarament, el coll d'ampolla serà l'enllaç R-Internet (que és només de 10 Mbps). El router no disposa de ningun mecanisme de control de flux, per tant, l'única manera de regular les estacions és amb TCP, que és d'esperar que reparteixi la capacitat de l'enllaç equitativament entre les estacions. Suposem que en Internet no hi ha un enllaç més restrictiu, i que la finestra de TCP que fan servir les estacions és prou gran perquè el router sempre tingui datagrames llestos per transmetre (és a dir, que s'aprofiten els 10 Mbps al 100%). Per tant:

- (i) R-Internet
- (ii) La Vef és la mateixa per totes les estacions =  $10 \text{ Mbps} / 200 \text{ estacions} = 50 \text{ kbps}$
- (iii) TCP regularà la Vef.