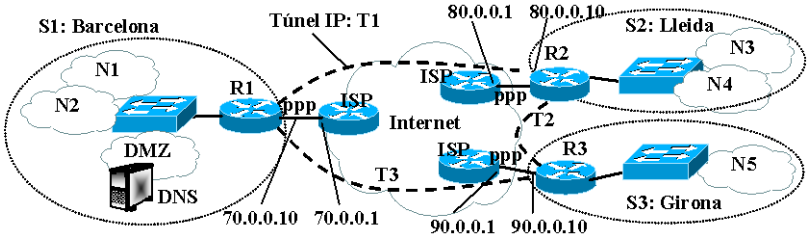
Examen final de Xarxes de Computadors (XC) - Problemes	13/6/2008	Quadrimestre de primavera de 2008

Respondre els problemes en fulls separats. Justifica les respostes. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

Problema 1. (2,5 punts)



Adreces públiques IP:
IP-R1: 70.0.0.10, ISP: 70.0.0.1
IP-R2: 80.0.0.10, ISP: 80.0.0.1
IP-R3: 90.0.0.10, ISP: 90.0.0.1
200.0.0.0/27

Nombre d'estacions:
N1: 750
N2: 150
N3: 100
N4: 350
N5: 100
DMZ: 4 servidors

La xarxa corporativa de la figura està formada per una VPN amb 3 seus (S1, S2, S3) connectades amb túnels IP. En cada seu hi ha un router (com els routers CISCO que hem fet servir en el laboratori) connectat amb un trunk a un commutador on s'han creat VLANs per les subxarxes IP que ho necessitin. Tots els routers tenen servidors DHCP. Suposa que la connexió amb els ISPs està formada per enllaços ppp amb les adreces mostrades en la figura. Addicionalment, s'ha contractat el rang d'adreces 200.0.0.0/27 a l'ISP de la seu S1. Les adreces 200.0.0.0/27 es volen fer servir per assignar als servidors de la xarxa DMZ (les de valor numèric menor), i la resta, tantes com sigui possible, per accedir a Internet amb PAT (conegut també com NAT-PAT). La figura mostra també el nombre d'estacions que hi haurà en cada xarxa. Es desitja que totes les estacions tinguin accés a Internet, i que totes les connexions que es fan des de l'interior de la xarxa corporativa cap a Internet, passin pel router R1. En la xarxa es vol fer servir RIPv2. Les rutes estàtiques afegides manualment han de ser les mínimes possible. Suposa que es desitja que les adreces IP del router R1 tinguin el hostid=1 en totes les interfícies on sigui possible, les del router R2 tinguin hostid=2, i les del router 3 tinguin hosid=3. Contesta les següents preguntes. Inventa't les dades que puguin faltar. Justifica les respostes.

1.A (0,5 punts) Proposa un esquema d'adreçament indicant: (i) L'adreça per cada subxarxa IP que defineixis en la forma @IP/nombre de bits de la màscara. Dóna també la màscara en la notació en punts. Digues quantes estacions es podrien connectar com a màxim en cada una de les subxarxes N1,...N5 i DMZ que has definit. (ii) Indica clarament la configuració pel que fa a les adreces IP que suposes pels túnels. (iii) Digues quin és el rang d'adreces que es podran fer servir per accedir a Internet amb PAT, en el format : @IP inicial-@IP final.

1.B (0,5 punts) Digues si s'haurà hagut d'afegir alguna ruta estàtica. Digues quines seran les taules d'encaminament de R1, R2, R3 quan RIP hagi convergit. Per cada entrada dóna: Destinació/màscara en bits, Gateway, interfície i mètrica RIP.

1.C (0,25 punts) Digues quin serà el contingut dels missatges RIP que rebrà R2 si es fa servir *split horitzon*.

1.D (0,5 punts) (i) Explica quins tipus de protocols poden sortir cap a Internet amb PAT, i els camps dels paquets que pot ser es veuran modificats quan travessin el router PAT cap a Internet. (ii) Quina és la limitació que PAT tindrà sobre el nombre màxim de connexions que es poden iniciar simultàniament cap a Internet per cada un d'aquests protocols, i calcula quin serà el nombre màxim de connexions, explicant clarament les suposicions que facis.

1.E (0,25 punts) Suposa que es bota una estació en la xarxa N1. Explica els missatges que es generaran fins que la màquina hagi quedat configurada. Indica les adreces IP origen/destinació que tindran els missatges DHCP, i les entrades que hi haurà en la taula ARP (si n'hi ha alguna).

1.F (0,25 punts) Suposa que totes les taules ARP estan buides i que en una estació de N4 s'executa la comanda ping www.upc.edu. Digues tots els dispositius de la xarxa corporativa que hauran modificat la taula ARP quantes entrades i quin serà el seu valor quan l'estació rep el missatge echo reply.

1.G (0,25 punts) Suposa que la caché DNS del servidor està buida i que en una estació de N4 s'executa la comanda ping www.upc.edu. Digues tots els missatges DNS que es generen indicant qui envia el missatge, qui és la destinació, si és query/response i la informació significativa que porta el missatge.

Solució:

A.

Per a les xarxes N1~N5 agafem adreces privades de tipus B (172.16.0.0~172.31.0.0), perquè hi càpiguen totes les estacions. Per a la xarxa DMZ necessitem 3 bits de hostid: Hi podrem connectar 8-2-1=5 servidors. Agafem dons la xarxa 200.0.0.0/29. Per PAT queden la resta d'adreces: 200.0.0.8~200.0.0.31 (en total, 24 adreces). Pels túnels farem servir xarxes privades de classe C:

Xarxa	Adreça/Màscara	Màscara notació en punts	#estacions
N1	172.21.0.0/16	255.255.0.0	2^{16}-3=65.533
N2	172.22.0.0/16	255.255.0.0	2^{16}-3=65.533
N3	172.23.0.0/16	255.255.0.0	2^{16}-3=65.533
N4	172.24.0.0/16	255.255.0.0	2^{16}-3=65.533
N5	172.25.0.0/16	255.255.0.0	2^{16}-3=65.533
DMZ	200.0.0.0/29	255.255.255.248	5
T1	192.168.1.0/24	255.255.255.0	
T2	192.168.2.0/24	255.255.255.0	
T3	192.168.3.0/24	255.255.255.0	

B.

La única ruta estàtica que s'haurà d'afegir és la ruta per defecte en R1.

En les següents taules, els valors Destinació/Màscara de la corresponent columna son els indicats en la taula de l'apartat A.

Examen final de Xarxes de Computadors (XC) - Problemes	13/6/2008	Quadrimestre de primavera de 2008

Respondre els problemes en fulls separats. Justifica les respostes. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

Dest/Màsc	Gateway	Interf	M
N1		E0.1	1
N2		E0.2	1
N3	192.168.1.2	Tun0	2
N4	192.168.1.2	Tun0	2
N5	192.168.2.3	Tun1	2
DMZ		E0.3	1
T1		Tun0	1
T2	192.168.1.2	Tun0	2
T3		Tun1	1
0.0.0.0/0	70.0.0.1	Ppp0	1
70.0.0.1/32		Ppp0	1

Taula 1: R1

Dest/Màsc	Gateway	Interf	M
N1	192.168.1.1	Tun0	2
N2	192.168.1.1	Tun0	2
N3		E0.1	1
N4		E0.2	1
N5	192.168.2.3	Tun1	2
DMZ	192.168.1.1	Tun0	2
T1		Tun0	1
T2		Tun1	1
T3	192.168.1.1	Tun1	2
0.0.0.0/0	192.168.1.1	Tun0	2
80.0.0.1/32		Ppp0	1

Taula 2: R2

Dest/Màsc	Gateway	Interf	M
N1	192.168.3.1	Tun0	2
N2	192.168.3.1	Tun0	2
N3	192.168.2.2	Tun1	2
N4	192.168.2.2	Tun1	2
N5		E0	1
DMZ	192.168.3.1	Tun0	2
T1	192.168.3.1	Tun0	2
T2		Tun0	1
T3		Tun1	1
0.0.0.0/0	192.168.3.1	Tun0	2
90.0.0.1/32		Ppp0	1

Taula 3: R3

C.

De R1:

Dst/Masc	M
N1	1
N2	1
N5	2
DMZ	1
T3	1
0.0.0.0/0	1

De R3:

Dst/Masc	M
N1	2
N2	2
DMZ	2
T1	2
T3	1
0.0.0.0/0	2

D.

(i) ICMP, TCP, UDP. El router modificarà a tots els datagrames que surten cap a Internet amb PAT: l'@IP font; i pot ser, per a ICMP l'identificador, per UDP i TCP el port font.

(ii) Com que hi ha 24 adreces per PAT:

ICMP: $24 \times 2^{16} = 1.572.864$

TCP: $24 \times (2^{16} - 1024) = 1.548.288$

UDP: $24 \times (2^{16} - 1024) = 1.548.288$

Suposicions: es poden fer servir tots els ports efímers.

E.

Suposicions: El PC fa servir els valors de la sessió anterior (per tant, no s'envia el DHCPDISCOVERY/DHCPOFFER).

El host envia: DHCP-REQUEST: dst = 255.255.255.255, src= 0.0.0.0

El servidor DHCP envia: DHCP-ACK: dst = 255.255.255.255, src= 172.21.0.1

Les taules ARP quedaran buides (no hi ha cap resolució ARP).

F.

Hi haurà 1 entrada en l'estació, R1, R2 i servidor DNS:

- Taula ARP de la estació: @IP = 172.24.0.2 (R2) i @MAC-R2
- Taula ARP de R2: @IP = 172.24.0.10 (estació) i @MAC-estació
- Taula ARP de R1: @IP = 200.0.0.2 (servidor DNS) i @MAC-DNS
- Taula ARP del servidor DNS: @IP = 200.0.0.1 (R1) i @MAC-R1.

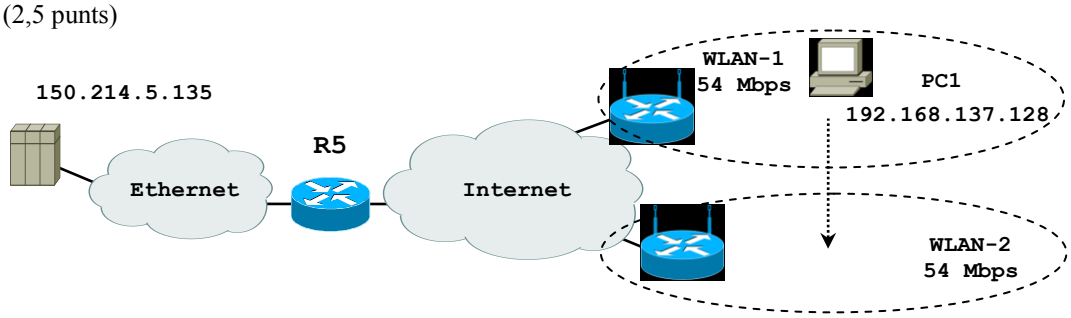
G.

Envía	**Destinació**	**Q/R**	**Data**
Estació	Servidor DNS	Q	www.upc.edu?
Servidor DNS	@root-server	Q	www.upc.edu?
Root-server	Servidor DNS	R	@autoritat domini edu
Servidor DNS	@autoritat domini edu	Q	www.upc.edu?
@autoritat domini edu	Servidor DNS	R	@autoritat domini upc.edu
Servidor DNS	@autoritat domini upc.edu	Q	www.upc.edu?
@autoritat domini upc.edu	Servidor DNS	R	@www.upc.edu
Servidor DNS	Estació	R	@www.upc.edu

Examen final de Xarxes de Computadors (XC) - Problemes	13/6/2008	Quadrimestre de primavera de 2008

Respondre els problemes en fulls separats. Justifica les respostes. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

Problema 2. (2,5 punts)



El PC1 está conectado a Internet a través de una red WLAN de 54 Mbps. Un servidor de video está conectado a una red Ethernet de 10 Mbps. La velocidad de transmisión en internet es más grande que la de las dos redes locales. Todos los dispositivos tienen una eficiencia del 100% y los buffers del router y del access point son infinitos. PC1 establece una conexión TCP (la opción *window scale* está desactiva) con el servidor y se determina que el tiempo de propagación extremo a extremo es de 50 ms. Se pide lo siguiente: (***JUSTIFICAR LAS RESPUESTAS***)

2.A A partir de la siguiente captura y sabiendo que no hay pérdidas, determinar: 1) el MSS de la conexión servidor-PC1, 2) el tamaño de la ventana de transmisión una vez terminado el transitorio, 3) la velocidad efectiva y 4) cuanto tiempo se tarda aproximadamente en completar la descarga del video.

```
...
150.214.5.135.80 > 192.168.137.128.39599: P 726852531:726853991(1460) ack 1637 win 5240
192.168.137.128.39599 > 150.214.5.135.80: . ack 726853991 win 64240
150.214.5.135.80 > 192.168.137.128.39599: . 726853991:726855451(1460) ack 1637 win 5240
192.168.137.128.39599 > 150.214.5.135.80: . ack 726855451 win 64240
150.214.5.135.80 > 192.168.137.128.39599: . 726855451:726856911(1460) ack 1637 win 5240
192.168.137.128.39599 > 150.214.5.135.80: . ack 726856911 win 64240
150.214.5.135.80 > 192.168.137.128.39599: F 726856911:726857231(320) ack 1637 win 5240
192.168.137.128.39599 > 150.214.5.135.80: F 1637: 1637(0) ack 726857231 win 64240
150.214.5.135.80 > 192.168.137.128.39599: . ack 1638 win 5240
```

2.B Identificar si el volcado se ha capturado en el servidor o en el PC1.

2.C A partir de las condiciones del punto A, si en la red Ethernet hubieran otros 4 servidores transmitiendo a la vez hacia otros clientes, determinar la velocidad efectiva de la conexión servidor-PC1 y la duración aproximada de la descarga.

2.D A partir de las condiciones del punto A, si el *window scale* fuera activo con un factor de multiplicación de la ventana anunciada de 4, determinar la velocidad efectiva y la duración aproximada de la descarga.

2.E Suponer ahora que PC1 se mueve de la WLAN-1 a la WLAN-2. Durante esta transición, se pierden algunos segmentos. Sabiendo que PC1 hace el cambio de red cuando estaba en la mitad de la descarga y a su máxima velocidad, haz un gráfico que muestre la evolución de la ventana de transmisión (eje *y*: ventana de transmisión, eje *x*: tiempo) desde la transmisión del primer segmento en la nueva red hasta 1.5 segundos. Muestra claramente en el gráfico las fases de *slow-start* y *congestion-avoidance* y el valor del umbral *sstresh*. Suponer que TCP no usa *fast-retransmission/fast-recovery* y el temporizador RTO es de 200 ms.

2.F Haz un grafico como el punto anterior pero ahora suponer que, en la WLAN-2, se pierde un segmento cada vez que la ventana de congestión llega a 23360 bytes.

Solució:

A.

1) MSS de 1460 bytes

2) wnd de 64240 bytes, 44 MSS

3) vef = min(vt, wnd/RTT) = min(10Mbps, 64240 * 8 / (2 * 50 ms)) = 5.14 Mbps

4) Duración = 726857231 bytes * 8 / 5.14Mbps = 1131 s

B.

En el PC1 porque aparece la IP privada de PC1. Si fuera en el servidor público, PC1 debería tener una IP pública.

C.

En total en la red Ethernet hay 5 servidores transmitiendo; considerando que hay una eficiencia del 100%, eso hace que cada servidor puede transmitir durante un 20% del tiempo. Eso hace bajar la velocidad efectiva a

vef = min(vt, wnd/RTT) = min(10 Mbps * 20%, 64240 * 8 / (2 * 50 ms)) = min(2 Mbps, 5.14 Mbps) = 2 Mbps

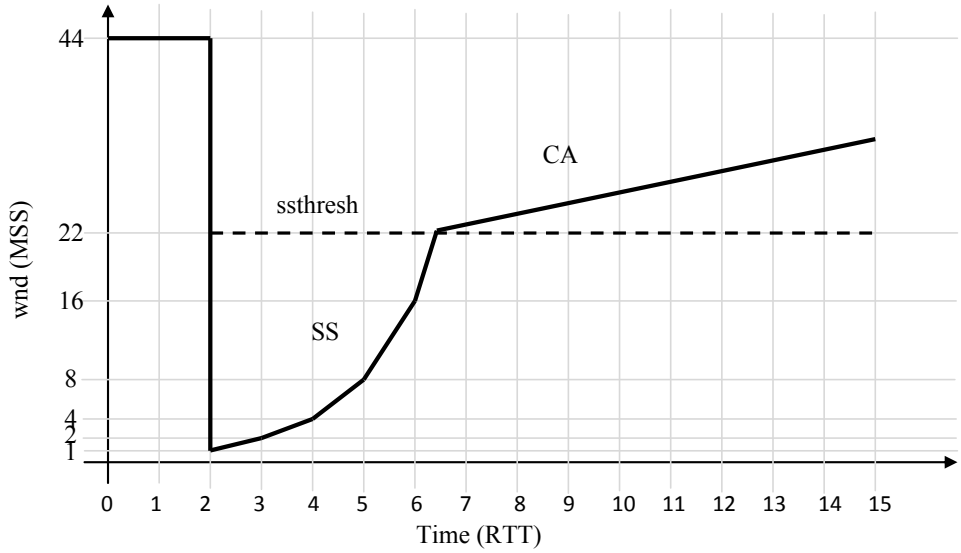
Duración = 726857231 bytes * 8 / 2Mbps = 2907 s

D.

vef = min(vt, wnd * 4/RTT) = min(10Mbps, 64240 * 8 * 4/ (2 * 50 ms)) = min(10 Mbps, 20.5 Mbps) = 10 Mbps

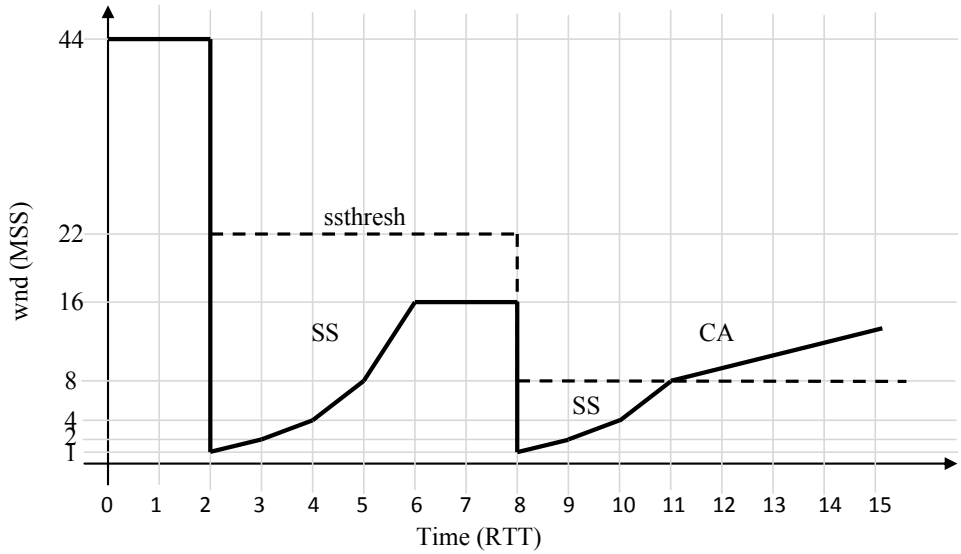
Duración = 726857231 bytes * 8 / 10 Mbps = 581 s

E.



F.

23360 bytes / 1460 bytes = 16 MSS



Problema 3. (2,5 puntos)

Tenemos 3 clientes conectados a un Hub Fastethernet (100 Mbps) que, a su vez, está conectado a un Switch que tiene también conectado un servidor. Consideraremos envíos de segmentos de datos TCP de los clientes hacia el servidor e ignoraremos el envío de ACKs. También supondremos que los tiempos de propagación son 0. Recordar que una trama Ethernet consta de un preámbulo de 8 bytes, 12 bytes de direcciones, 2 bytes de control, el payload y 4 bytes de CRC. El IPG es de 12 bytes y el JAM de 4 bytes.

3.A (0,25 puntos) Si sólo **una** máquina envía datos al servidor, calcular la eficiencia (de datos de usuario de Ethernet) máxima del Hub.

3.B (0,25 puntos) Suponer ahora que la estación envía datos en una WLAN wifi. ¿Se podría conseguir una eficiencia igual a la anterior? Explicar claramente qué motivaría las posibles diferencias.

3.C (1 punto) Consideramos ahora que envían datos al servidor de forma continua **dos** de las estaciones (en el caso Fastethernet del principio). Suponer que una de las estaciones es defectuosa y usa el siguiente algoritmo de *backoff*:

Llamemos *N* al número de retransmisiones de una misma trama (es decir, *N*=1 en la retransmisión que ocurre después de la primera colisión, etc.). El tiempo de *backoff* vale:

$$t_b = \begin{cases} n\,T_s\,, \text{si } N=1 \\ 0\ \ \ , \text{si } N>1 \end{cases}$$

donde *n* es una variable aleatoria que toma los valores {0, 1} con igual probabilidad, y T_s es el tiempo de transmisión de 512 bits.

Calcular aproximadamente la velocidad eficaz que conseguirá cada una de las estaciones. Justificar el razonamiento y las aproximaciones que se hagan.

3.D (0,5 puntos) Suponer ahora que las dos estaciones funcionan correctamente, que la estación A envía 50 MBytes y la estación B envía 20 MBytes, y que la eficiencia del Hub es del 80%, (i) calcular cuánto tiempo tardará cada estación en enviar todos los datos; (ii) ¿dónde es necesario el control de flujo? ¿qué mecanismos se utilizan? (iii) ¿qué cambia si es el servidor el que envía hacia las estaciones?

3.E (0,5 puntos) Suponer ahora que el Switch soporta VLANs, que la configuración anterior es la VLAN1, que el Switch tiene además conectado un servidor S2 a un puerto de la VLAN2 y que además hay un Router con un puerto en modo Trunk. Si la estación A envía sus datos al servidor S1 (el anterior) pero la estación B los envía al servidor S2, (i) ¿cuánto se tardará en enviarlos? (ii) y si son los servidores los que envían (iii) ¿cambian los mecanismos de control de flujo respecto a la pregunta anterior?

Solució:

A.

Como sólo envía una estación, el único tiempo que se pierde son los IPGs. Además, hemos de tener en cuenta la eficiencia de datos (datos usuario Ethernet respecto bits trama).

Eficiencia máxima = (Ttrama / (Ttrama+IPG)) * (Tpayload / Ttrama) = (1526 /1526+12) * (1500 / 1526)
= 99,2 * 98,3 = 97,5%

B.

No. Con wifi la eficiencia será menor por varias razones: mayor overhead de la trama (3 direcciones, campo de duración, control, …); señalización adicional: ack; RTS/CTS; CSMA no persistente, …

C.

Sea A la estación defectuosa. La estación B sólo podrá transmitir si B escoge un backoff=0, y la estación A escoge un backoff=1. Con cualquier otra combinación terminará transmitiendo A. Puesto que esto ocurre con probabilidad 1/4, la velocidad efectiva de la estación B será aproximadamente 100 * ¼ = 25 Mbps, y la de A será de 100 * ¾ = 75 Mbps.

Es decir, después de cada primera colisión, si "empatan" y vuelven a colisionar, al segundo (o siguiente) intento siempre "ganará" B debido a su defecto. En cada primera colisión hay cuatro opciones de números aleatorios de backoff AB (00, 01, 10, 11). Sólo "gana" B con la combinación '10', lo que ocurrirá 1/4 de las veces.

D.

(i) Entre A y B pueden enviar 80 Mbps entre los 2 (debido a la pérdida por eficiencia del Hub y la velocidad máxima del Fast Ethernet), es decir 40 Mbps cada uno. Como B tiene menos bytes a enviar, acabará antes (ha de enviar 20*8=160 Mbits a 40 Mbps, por tanto tarda 4 segundos). A partir de ese momento, A tiene 80 Mbps para enviar el resto (50-20=30MB=30*8=240 Mb), para lo que tarda 3 segundos más. Total = 7 segundos.

(ii) El cuello de botella está en el Hub, que es quien limita la velocidad de transmisión.

(iii) No cambian los tiempos, ya que el Servidor reparte inicialmente los 100 Mbps y cuando B acaba se los deja a A, y la velocidad queda reducida por la pérdida del Hub (80%). Ahora no hay cuello de botella (o es el propio servidor).

E.

(i) A envía a S1 en la misma VLAN1; B (de la VLAN1) envía a S2 (de la VLAN2), por lo que deberá pasar por el Router. **Se tarda lo mismo que antes** (despreciamos el pequeño retardo que puede añadir el Router para el envío a S2), ya que el cuello de botella anterior en el Hub se mantiene, los servidores son independientes, y el tráfico por el Router es sólo para el tráfico a S2, por lo que ninguno de estos otros ports llega a su capacidad máxima.

(ii) (iii) Si los servidores envían, pueden hacerlo a 100 Mbps cada uno (en el caso de S2, a través del Router), pero el Hub no puede aceptar esa velocidad (al menos mientras están los dos clientes recibiendo), por lo que el Switch deberá aplicar control de flujo (con tramas de pausa). En cualquier caso, los tiempos serán los mismos.

Examen final de Xarxes de Computadors (XC) - Test		13/6/2008
NOM:	**COGNOMS**	**DNI:**

Les qüestions poden tenir més d'una resposta vàlida. A les preguntes amb més d'una resposta vàlida, un únic error fa perdre 0,125 punts. Però les preguntes sense respondre sumen 0 punts. Les preguntes tenen, com a mínim, una resposta vàlida.

Qüestió 1 (0,25 punts)
Per a un determinat medi de transmissió podem augmentar-ne l'abast...

- ☒ augmentant la potència transmesa
- ☒ disminuint el soroll
- ☐ augmentant l'amplada de banda
- ☒ utilitzant amplificadors
- ☒ utilitzant repetidors

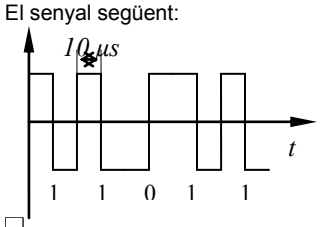
Qüestió 2 (0,25 punts)
Tenim una línia de 10 km, amb una atenuació de 3 dB/km, una potència transmesa de P_S = 1 W i una sensibilitat del receptor d'1 μW...

- ☒ ...no calen amplificadors
- ☐ ...l'atenuació total és de 100 dB
- ☐ ...calen 2 amplificadors
- ☒ ...es podrien recórrer fins 20 km

Qüestió 3 (0,25 punts)
En una línia amb una SNR de 0 dB...

- ☐ no hi ha senyal
- ☐ no hi ha soroll
- ☒ la capacitat és igual a la BW
- ☐ no serveix per a la transmissió

Qüestió 4 (0,25 punts)
El senyal següent:



- ☐ és una NRZ
- ☒ no té component continu
- ☐ la v_t és de 100 kbps
- ☐ és una modulació digital

Qüestió 5 (0,25 punts)
En un enllaç amb mecanisme de finestra i amb retransmissió selectiva:

- ☐ es fa servir stop & wait
- ☐ no hi ha control de flux
- ☐ quan es rep una trama errònia, es retransmeten totes les següents
- ☒ amb piggybacking la mida de la finestra òptima és igual o major que si no n'hi ha

Qüestió 6 (0,25 punts)
Qué és cert respecte Ethernet?:

- ☒ implementa detecció d'errors.
- ☒ suporta broadcast
- ☒ en mode FDX no hi ha CSMA/CD
- ☐ el camp de dades (*payload*) pot tenir menys de 46 bytes

Qüestió 7 (0,25 punts) (resposta única)
Digues quin medi de transmissió té la major amplada de banda:

- ☐ parell de fils
- ☐ coaxial
- ☒ fibra monomode
- ☐ fibra multimode

Qüestió 8 (0,25 punts)
Quins dels protocols següents són orientats a connexió?:

- ☐ Ethernet
- ☐ IP
- ☒ TCP
- ☐ UDP

Qüestió 9 (0,25 punts)
Si tenim un hub 10/100 Mbps i un Switch FDX a 10 Mbps connectats:

- ☐ el port que els connecta funcionarà a 10 Mbps FDX
- ☐ els ports restants del hub funcionaran a 10 Mbps FDX
- ☒ els ports restants del switch treballaran a 10 Mbps FDX
- ☐ la connectivitat entre hub i switch no serà possible

Qüestió 10 (0,25 punts)
Si enviem un sol byte a través d'un socket TCP:

- ☐ l'identificador de seqüència ha de valer 1
- ☐ l'identificador de seqüència ha de valer 0
- ☒ s'enviarà un segment amb un contingut d'1 byte
- ☐ el sistema s'esperarà a tenir 1 MSS complet