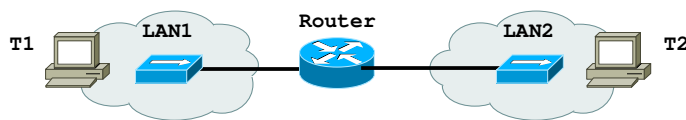


Examen final de Xarxes de Computadors (XC) - Problemes		23/6/2006
NOM:	COGNOMS	

Heu de respondre el problema 1 en el mateix enunciat d'examen, i els problemes 2 i 3 en fulls d'examen. Agrupar els problemes 2 i 3 en fulls separats. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

Problema 1. (2,5 punts)



Tenim dues LANs connectades amb un router. Un terminal (T1) de la LAN1 té com adreça IP la 10.0.0.3, y un altre terminal (T2) a la LAN2 l'adreça IP 10.0.1.4.

- a) **[0,5 punts]** omple la taules de routing dels terminals i el router

Terminal 1

@IP	mask	port/gw
10.0.0.3	255.255.255.255	loop0
10.0.0.0	255.255.255.0	eth0
127.0.0.0	255.0.0.0	loop0
0.0.0.0	0.0.0.0	10.0.0.254

Terminal 2

@IP	mask	port/gw
10.0.1.4	255.255.255.255	loop0
10.0.1.0	255.255.255.0	eth0
127.0.0.0	255.0.0.0	loop0
0.0.0.0	0.0.0.0	10.0.1.254

Router

@IP	mask	port/gw
10.0.0.254	255.255.255.255	loop0
10.0.1.254	255.255.255.255	loop0
10.0.0.0	255.255.255.0	eth0
10.0.1.0	255.255.255.0	eth1
127.0.0.0	255.0.0.0	loop0

- b) **[0,4 punts]** Suposa que tots els ordinadors tenen adreça IP dinàmica (és a dir, obtinguda automàticament d'un servidor) ¿quin protocol utilitzarien els clients per a connectar-se amb aquest servidor? ¿quants servidors d'adreces ens calen per fer-ho (justifica la resposta)?

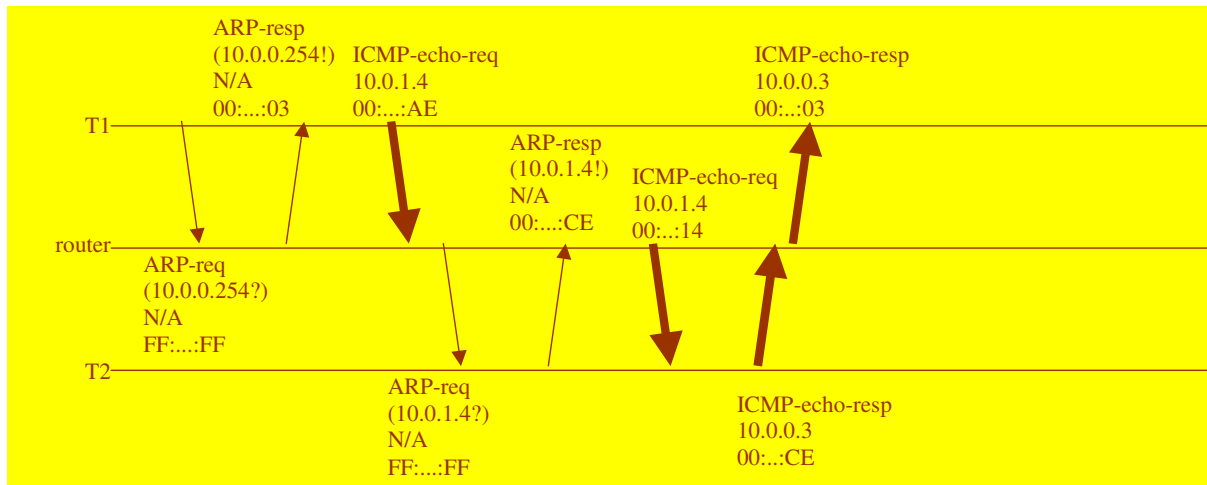
Faríem servir DHCP (altres protocols vàlids: BOOTP, RARP).

Calen dos servidors, un a cada subxarxa ja que el protocol funciona sobre trames Ethernet broadcast i aquestes no travessen els routers.

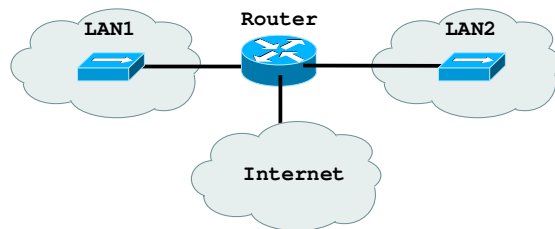
- c) **[0,7 punts]** Suposa que el terminal T1 fa executa \$ ping 10.0.1.4 després d'estar la xarxa força estona en silenci. Fes un diagrama de temps amb totes les trames que intervenen en el ping marcant-les amb l'adreça MAC i l'adreça IP (només dibuixa les adreces destí de les trames/paquets).
Nota: abans de fer el diagrama de temps assigna a cada sistema una @MAC, i llista-les associades a les seves IP. Fes totes les associacions que necessitis.

Relació d'adreces

@IP	@MAC
10.0.0.3	00:...:03
10.0.1.4	00:...:14
10.0.0.254	00:...:AE
10.0.1.254	00:...:CE
Broadcast	FF:...:FF



Ara afegim una connexió a Internet (el router anterior tenia un port ADSL). L'adreça IP del nou port del router és 147.83.1.5.



- d) **[0,3 punts]** Digues què hem de fer per a permetre que els ordinadors de la LAN1 i la LAN2 surtin a Internet.
Primer necessitem afegir una ruta nova al router:

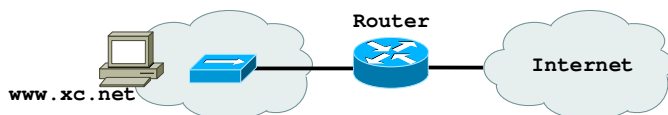
@IP	mask	port/gw
...
0.0.0.0	0.0.0.0	<adreça router proveïdor d'Internet>

Després hem d'activar-li el NAT Dinàmic per a que les màquines de dins puguin realitzar connexions a fora.

Examen final de Xarxes de Computadors (XC) - Problemes		23/6/2006
NOM:	COGNOMS	

Heu de respondre el problema 1 en el mateix enunciat d'examen, i els problemes 2 i 3 en fulls d'examen. Agrupar els problemes 2 i 3 en fulls separats. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

(cont.) Independentment de les respostes anteriors, suposem que tenim ara una xarxa que connecta un servidor web a Internet:



L'adreça del servidor web és 147.83.2.2 i exposa el port 80 a connexions externes http (protocol sobre TCP). El router té capacitat de filtratge de paquets (és un tallafocs) i la seva adreça externa és 147.83.0.1.

- e) **[0,2 punts]** Configura'l (les taules de routing i les regles de filtratge) de manera que el servidor web sigui visible des d'Internet i res més (inventat adreces, màscares (factibles) allí on et calgui).

Terminal 1

@IP	mask	port/gw
147.83.2.2	255.255.255.255	loop0
147.83.2.0	255.255.255.0	eth0
127.0.0.0	255.0.0.0	loop0
0.0.0.0	0.0.0.0	147.83.2.254

Router

@IP	mask	port/gw
147.83.2.254	255.255.255.255	loop0
147.83.0.1	255.255.255.255	loop0
147.83.2.0	255.255.255.0	eth0
147.83.0.0	255.255.255.0	eth1
127.0.0.0	255.0.0.0	loop0
0.0.0.0	0.0.0.0	147.83.0.77 <adreça router proveïdor d'Internet>

Regles del tallafocs: Fes servir la taula següent. *Action* es refereix a l'acció *accept/deny* a realitzar. Suposa que s'apliquen les regles a tots els datagrames que surten cap a Internet, i que no hi ha regles per defecte (només s'apliquen les regles que posis tu en la taula).

@Origin/mask	@Destination/mask	Protocol	PortD	PortO	Flags-TCP	Action
0.0.0.0/0	147.83.2.2/32	TCP	80	any	any	accept
147.83.2.2/32	0.0.0.0/0	TCP	any	80	no-SYN	accept
0.0.0.0/0	0.0.0.0/0	any	any	any	any	deny

Nota: la segona regla no encaixa amb paquets sortints que tinguin el flag SYN activat, per tant aplica la tercera regla que els bloqueja. Això impedeix que el servidor web es pugui fer servir per atacar altres sistemes aprofitant-ne alguna vulnerabilitat. Dit d'una altra manera, seguim la norma de tancar tot el que no té perquè estar obert.

- f) **[0,2 punts]** Suposa ara que dins la LAN del servidor web hi ha altres ordinadors personals que han de sortir a fora (a través d'aquest tallafocs). Afegeix les regles al router per a que ho puguin fer amb el màxim de seguretat (recorda't d'assenyalar en quina posició afegeixes les regles respecte les de l'apartat e). Suposo que als ordinadors interns només els cal sortir per TCP, bloqueja la resta de tràfic.

Després de la segona i abans de la tercera regla afegim les següents que permeten que ordinadors interns surtin a fora.

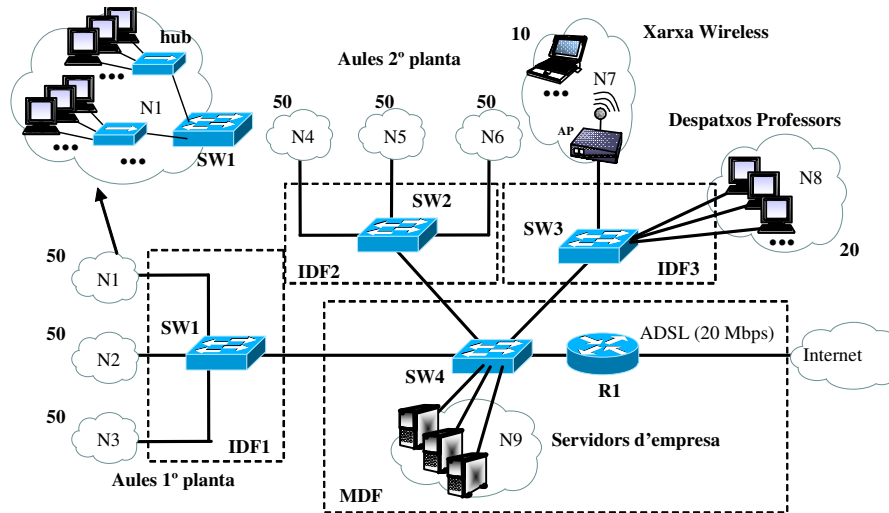
@Origin/mask	@Destination/mask	Protocol	PortD	PortO	Flags-TCP	Action
...						
147.83.2.0/24	0.0.0.0/0	TCP	any	any	any	accept
0.0.0.0/0	147.83.2.0/24	TCP	any	any	no-SYN	accept
...						

Nota: la segona regla no encaixa amb paquets entrants que tinguin el flag SYN activat, per tant aplica la tercera regla de l'anterior apartat que els bloqueja. Això impedeix que des de fora puguin accedir a PC's interns.

- g) **[0,2 punts]** Amb les regles anteriors hem permès que els ordinadors puguin sortir a través de TCP però no per UDP o ICMP. Quin serà el resultat pràctic d'aquesta configuració (pensa per exemple, en un ordinador accedint a pàgines web d'Internet)?

Les connexions a fora dels ordinadors personals aparentment no funcionaran ja que per exemple si fem servir el navegador per a connectar-nos a www.upc.edu per http ens donarà un error de connexió degut a que la resolució de noms DNS estarà bloquejada per l'última regla del tallafocs. Caldria obrir el port UDP 52 per a que els ordinadors personals puguin fer consultes al servidor DNS.

Heu de respondre el problema 1 en el mateix enunciat d'examen, i els problemes 2 i 3 en fulls d'examen. Agrupar els problemes 2 i 3 en fulls separats. La data de revisió s'anunciarà en el racó.



Problema 2. (2,5 punts) Una empresa dedicada a la formació per a persones adultes (ofereix cursos d'accés a la universitat de persones majors de 25 anys, ofimàtica, comptabilitat, etc) ocupa 3 plantes d'un edifici. La xarxa està formada per 330 terminals distribuïts de la següent manera:

- A la planta 0 trobem una sala de reunions dotada d'un AP a 54 Mbps per tenir accés a Internet sense fils (xarxa N7) amb 10 terminals. També hi trobem despatxos compartits pels professors amb 20 terminals connectats directament al commutador SW3 (xarxa N8) i una sala on resideixen els servidors de l'empresa: web, disc, ftp, email, connectats directament a SW4 (xarxa N9).
- Les plantes 1 i 2 son semblants. A cada planta trobem 3 aules per impartir classes teòriques i pràctiques (xarxes N1-N6). Cada una d'aquestes xarxes té 50 terminals connectats a hubs fastethernet, que a la vegada es connecten als commutadors respectius (veure el detall de la xarxa N1).
- Els equips de xarxa (commutadors, routers, hubs i servidors) estan distribuïts en 4 habitacions de telecomunicacions (indicades com a IDF1-IDF3 i MDF en el dibuix). La figura mostra tots els commutadors (SW1-SW4) i el router (R1) de la xarxa. Els enllaços entre IDFs i entre SW4 i R1 son Gigabit ethernet full duplex amb fibra òptica. Tots els servidors estan connectats a SW4 amb un enllaç full duplex Gigabit ethernet. Tots els altres ports dels commutadors son UTP fastethernet, amb capacitat full duplex.
- Cada xarxa N1-N9 forma una subxarxa d'adreçament IP diferent. Els terminals es comuniquen amb els servidors o amb Internet.

- 2.A** Tenint en compte que s'han definit el mínim nombre de VLANs i enllaços trunk possibles, digues les VLANs (identifica-les fent servir la notació VLAN1, VLAN2...) i enllaços trunk (identifica'ls indicant el commutador SW1... i on estan connectats) que s'han d'haver definit en cada commutador..
- 2.B** Suposa (només en aquest apartat) que els commutadors no suporten trunking. Explica els canvis que s'haurien de fer a la xarxa per aconseguir una configuració només amb 1 router i amb les mateixes subxarxes. Dóna la solució que minimitza el nombre d'enllaços entre habitacions de telecomunicacions, i nombre d'equips de xarxa. Indica clarament els equips, ports i enllaços que haurien d'afegir-se respecte la figura.
- 2.C** Calcula quants hubs i amb quants ports han de posar-se a cada xarxa N1-N6 perquè en cas de que tots els terminals d'una mateixa xarxa (per exemple N1) transfereixin un fitxer simultàniament cap el mateix servidor, els hubs no siguin el coll d'ampolla. Indica quin serà en aquest cas el coll d'ampolla. I calcula la velocitat efectiva en bps que aconseguirà cada terminal. Suposa que l'eficiència és del 100% (l'efecte de les col·lisions és negligible).
- 2.D** Suposa que amb els hubs calculats anteriorment, els 330 terminals transfereixen un fitxer simultàniament cap el mateix servidor. Explica quin és el coll d'ampolla, si es produiran pèrdues, i quins són els mecanismes que faran que les estacions adaptin la seva velocitat efectiva a la imposada pel coll d'ampolla. Comenta les suposicions que facis.
- 2.E** Tenint en compte la resposta anterior, calcula la velocitat efectiva en bps que aconseguirà: (i) cada terminal d'una de les xarxes N1-N6, (ii) cada terminal d'un professor i (iii) cada terminal de la xarxa sense fils. Suposa també una eficiència del 100% (l'efecte de les col·lisions és negligible). Comenta les suposicions que facis.

Solució

3.A

3.B

Els equips serien els mateixos. Haurien d'afegir-se:

3 enllaços entre SW1-SW4, corresponents a les VLAN1, VLAN2, VLAN3

3 enllaços entre SW2-SW4, corresponents a les VLAN1, VLAN2, VLAN3

2 enllaços entre SW3-SW4, corresponents a les VLAN7, VLAN8, VLAN3

9 enllaços entre SW4-R1, corresponents a les VLAN1-VLAN9

3.C

Els hubs no han de ser el coll d'ampolla, per tant l'únic coll d'ampolla serà l'enllaç entre SW1 i SW4. Calcularem la velocitat efectiva per cada terminal considerant la velocitat de l'enllaç entre SW1 i SW4.

$$\text{Velocitat per terminal} = \frac{1000 \text{ Mbps}}{50 \text{ host}} = 20 \text{ Mbps}$$

20 Mbps és la velocitat efectiva que hauriem de garantir per cada terminal, per tant si fent servir fastethernet en el connexionat entre els hubs, tenim:

$$\text{Nombre de terminals per hub} = \frac{100 \text{ Mbps}}{20 \text{ Mbps}} = 5 \text{ hubs per terminal}$$

I com que tenim 50 terminals per subxarxa, necessitem:

$$\text{Nombre Hubs} = \frac{50 \text{ terminals}}{5 \text{ terminals/hub}} = 10 \text{ Hubs}$$

Seràn necessaris, per complir els requisits, 10 hubs de 6 ports (1 dels ports per connectar al switch)

3.D

El coll d'ampolla és SW4-R1: l'enllaç treballa al 100% i limita la velocitat que podran aconseguir les estacions.

És d'esperar que no hi hagi pèrdues: aquestes es podrien produir en el router, però la vt de l'enllaç de sortida del router (1 Gbps), és igual a la d'entrada. Per tant, suposant que el router és prou ràpid, el buffer no s'omplirà. Suposem també que els commutadors tenen un control de flux que funciona correctament, i que evita que també es perdin trames en els buffers dels commutadors.

-El commutador SW4 farà un control de flux, ajustant les velocitats efectives dels ports que el connecten amb SW1, SW2, SW3 i que envien tràfic cap el coll d'ampolla.

-Els commutadors SW1, SW2, SW3 també hauran de fer control de flux, per adaptar les velocitats efectives dels ports que envien tràfic cap a SW4.

3.E

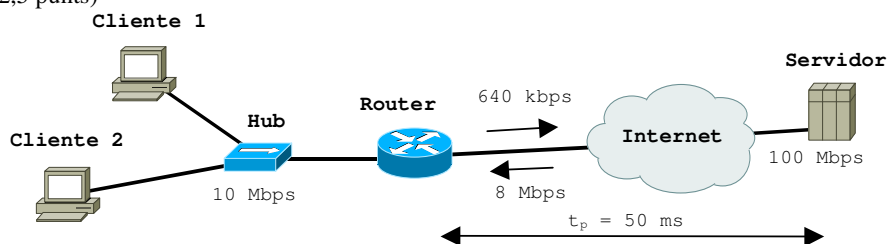
El coll d'ampolla és el trunk SW4-R1. El SW4 reparteix aquest enllaç equitativament entre tots els seus ports que hi volen accedir: els trunks de SW1-SW3. Cada trunk aconseguirà: $1000/3=333\text{Mbps}$.

SW1 i SW2 reparteixen els 333Mbps entre els hubs. A cada estació li toca: $333/(3*50) = 2,22 \text{ Mbps}$.

SW3 reparteix els 333Mbps entre els seus ports: a cada un li toca: $333/21 = 15,8 \text{ Mbps}$.

Per tant, cada professor aconseguirà 15,8 Mbps i els terminals connectats a l'AP aconseguiran $15,8/10 = 1,58 \text{ Mbps}$.

Problema 3. (2,5 punts)

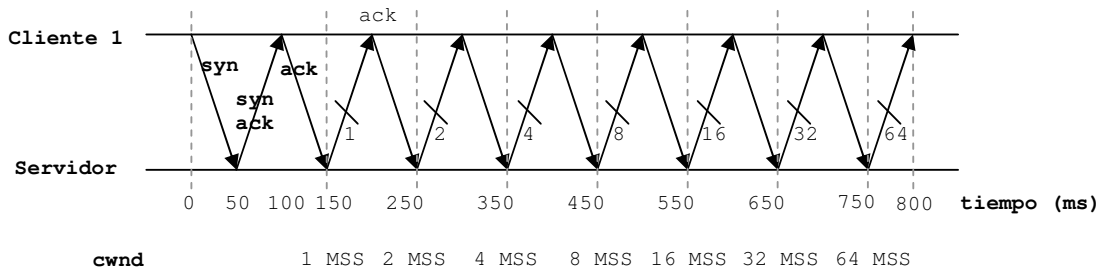


Los PCs Cliente 1 y Cliente 2 están conectados a Internet a través de un hub 10baseT y un router ADSL. La línea ADSL tiene una velocidad de 8 Mbps de bajada y de 640 kbps de subida. Un servidor repositorio de ficheros está conectado a una línea de acceso de 100 Mbps. Se sabe que el tiempo de propagación entre router y servidor es de 50 ms, y que el retardo en la red de los clientes es despreciable. Cuando se establece una conexión TCP, el *Maximum Segment Size* (MSS) usado es de 512 bytes en los dos sentidos.

- 3.A** El Cliente 1 establece una conexión TCP con el servidor para bajarse un fichero. Dibuja un diagrama de tiempos con dos ejes: Cliente-1 y Servidor donde se muestre el intercambio de segmentos TCP y confirmaciones entre Cliente 1 y Servidor desde que se envía el primer segmento hasta pasados 800 ms. Mostrar claramente los tiempos de envío y recepción y la evolución de la ventana de congestión (cwnd) del servidor.
- 3.B** Suponiendo que la ventana anunciada (awnd) por el Cliente 1 es siempre de 65536 bytes y que no se pierde ningún dato, determinar 1) la velocidad efectiva de la conexión TCP, 2) la máxima ventana de transmisión, 3) cuantos segmentos componen una ventana máxima, y 4) el tiempo que se tarda para alcanzarla. Comenta las suposiciones que hagas.
- 3.C** Supón ahora que el Cliente 2 también establece una conexión TCP con el Servidor. En este caso pero el Cliente 2 envía un fichero al Servidor para guardarlo en su repositorio. Suponiendo que no hay pérdidas y que la ventana anunciada por el Servidor es de 16384 bytes, determinar la velocidad efectiva de la conexión TCP entre Cliente 2 y Servidor. Calcular también cual sería la ventana de transmisión óptima en segmentos (mínima ventana que permite conseguir esta velocidad). Razonar la respuesta.
- 3.D** Supón ahora que se pierde el segmento enviado inmediatamente después de que el Cliente 2 alcance la ventana óptima calculada anteriormente. TCP no usa *fast-retransmission/fast-recovery*. El temporizador RTO es de 200 ms. 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 hasta alcanzar nuevamente la ventana máxima después de la pérdida. Calcula la duración de este intervalo de tiempo en segundos. Muestra claramente en el gráfico las fases de *slow-start* y *congestion-avoidance* y el valor del umbral ssthresh.

Solución

1.A



2.A

Hay que determinar si la velocidad máxima de transmisión la impone el TCP o el nivel físico.

Velocidad efectiva = $\min(\text{enlace mas lento}, \text{wnd} / \text{RTT})$

El enlace mas lento entre Servidor y Cliente 1 es el de 8 Mbps.

La ventana de transmisión se calcula como $\text{wnd} = \min(\text{cwnd}, \text{awnd})$

Visto que la ventana de congestión cwnd se duplica cada RTT, el máximo valor alcanzable por wnd lo impone la ventana anunciada es decir 65536 bytes.

El tiempo de ida y vuelta es $\text{RTT} = 50 \text{ ms} * 2 = 100 \text{ ms}$

Eso hace que $\text{wnd} / \text{RTT} = 5.24 \text{ Mbps}$.

La velocidad efectiva la impone el TCP y es de 5.24 Mbps.

La máxima ventana de transmisión es de 65536 bytes

En una ventana de transmisión máxima caben $65536 / 512 = 128$ segmentos

Visto que la ventana va duplicándose cada RTT, para alcanzar 128 segmentos, se tardan 7 RTT ($2^7 = 128$)

Así que se tardan 7 RTT = 700 ms para alcanzar la ventana máxima.

A estos hay que sumarle el establecimiento de la conexión con el three-way handshaking que es de 150 ms.

Total 850 ms.

3.A

Velocidad efectiva = $\min(\text{enlace mas lento}, \text{wnd} / \text{RTT})$

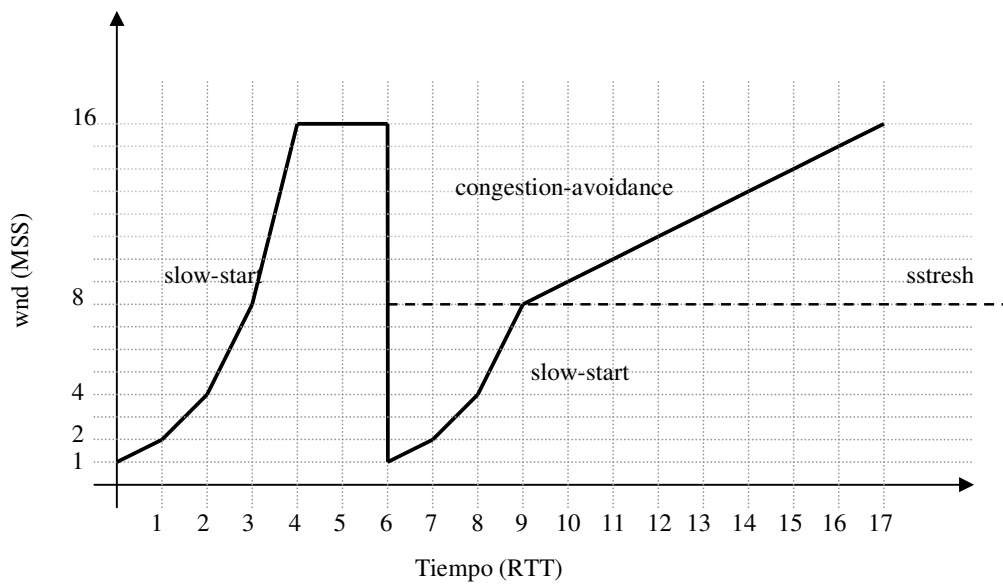
Enlace mas lento = 640 kbps

$\text{wnd} / \text{RTT} = 16384 * 8 \text{ bits} / 100 \text{ ms} = 1.31 \text{ Mbps}$

velocidad = 640 kbps, la impone el nivel físico

$$W_{opt} = \lceil 640 \text{ RTT} / (512 * 8) \rceil = 16$$

4.A



Examen final de Xarxes de Computadors (XC) - Test		23/6/2006
NOM:	COGNOMS	
<p>Totes les preguntes son multiresposta: Hi ha un nombre indeterminat de respostes certes/falses. La puntuació és: 0,25 punts si la resposta és correcta, 0,125 punts si té un error, altrament 0 punts.</p>		
<div> <div> 1. Digueu quines de les següents afirmacions son certes respecte el funcionament d'un router: <input checked="" type="checkbox"/> Pot generar missatges ICMP. <input type="checkbox"/> És imprescindible per interconnectar dues xarxes físiques diferents (per exemple, ethernet i token ring). <input type="checkbox"/> Si està congestionat fa control de flux. <input type="checkbox"/> No necessita tenir taula ARP. </div> <div> 2. Digueu quines de les següents adreces son vàlides per assignar respectivament a una xarxa IP i a una tarja ethernet de la mateixa xarxa: <input type="checkbox"/> 80.50.20.136/24 i 80.50.20.137 <input type="checkbox"/> 127.0.0.0/24 i 127.0.0.10 <input type="checkbox"/> 230.10.10.0/24 i 230.10.10.1 <input checked="" type="checkbox"/> 192.168.1.0/24 i 192.168.1.1 <input type="checkbox"/> 192.168.0.16/30 i 192.168.0.19 </div> </div>		
3. Digueu quines de les següents afirmacions son certes respecte la capçalera d'un datagrama IP: <input checked="" type="checkbox"/> Cada vegada que un router encamina un datagrama, decrementa el TTL. <input checked="" type="checkbox"/> El camp Type of Service permet indicar algunes preferències d'encaminament, com ara triar una ruta amb un cost econòmic menor. <input checked="" type="checkbox"/> Tot i que es poden afegir opcions, normalment no es fan servir. <input checked="" type="checkbox"/> Un dels camps indica la mida en bytes de tot el datagrama (capçalera inclosa). <input type="checkbox"/> Els flags només s'activen quan es fragmenta el datagrama.		
<div> <div> 4. Digueu quines de les següents afirmacions son certes respecte el protocol UDP: <input type="checkbox"/> La capçalera és de mida variable perquè pot tenir opcions. <input type="checkbox"/> La capçalera té un camp amb el número de seqüència. <input type="checkbox"/> Si un datagrama UDP no arriba a la destinació, la destinació envia un missatge ICMP d'error. <input type="checkbox"/> No genera datagrames UDP de mida major que la MTU de la interfície per on s'envien. </div> <div> 5. Digueu quins dels següents protocols funcionen sobre UDP i/o funcionen sobre TCP: <input type="checkbox"/> ICMP <input type="checkbox"/> ARP <input checked="" type="checkbox"/> DNS <input checked="" type="checkbox"/> DHCP <input checked="" type="checkbox"/> RIP <input type="checkbox"/> PPP </div> </div>		
<pre> 1. ... 2. 5:54:02.090726 IP 192.168.249.128.1025 > 147.83.34.125.19: . ack 69885 win 4380 3. 15:54:02.090867 IP 147.83.34.125.19 > 192.168.249.128.1025: . 69885:71345(1460) ack 1 win 64240 4. 15:54:02.090881 IP 147.83.34.125.19 > 192.168.249.128.1025: . 71345:72805(1460) ack 1 win 64240 5. 15:54:02.090893 IP 147.83.34.125.19 > 192.168.249.128.1025: P 72805:74265(1460) ack 1 win 64240 6. 15:54:02.091224 IP 192.168.249.128.1025 > 147.83.34.125.19: . ack 74265 win 0 7. 15:54:02.313596 IP 192.168.249.128.1025 > 147.83.34.125.19: . ack 74265 win 4380 8. 15:54:02.313660 IP 147.83.34.125.19 > 192.168.249.128.1025: . 74265:75725(1460) ack 1 win 64240 9. ... </pre>		
6. El bolcat anterior mostra un fragment d'una traça capturada amb tcpdump. Dedueix a partir de la traça quines de les següents afirmacions son certes. <input checked="" type="checkbox"/> Un dels terminals no ha enviat cap byte d'informació. <input checked="" type="checkbox"/> Un dels terminals és més ràpid que l'altra (envia la informació més aviat del que l'altra la pot llegir). <input checked="" type="checkbox"/> Si els datagrames s'originen en un segment ethernet, podem afirmar que les trames son DIX. <input type="checkbox"/> S'ha perdut algun datagrama.		
7. Digueu quines de les següents afirmacions son certes respecte un commutador (switch) ethernet: <input type="checkbox"/> Per a construir la taula MAC es mira el camp amb l'adreça destinació. <input checked="" type="checkbox"/> Pot tenir ports en mode full duplex i en mode half duplex. <input checked="" type="checkbox"/> Pot tenir ports amb diferents velocitats de transmissió. <input checked="" type="checkbox"/> Pot tenir mecanismes de control de flux per evitar que es perdin trames en un port congestionat. <input checked="" type="checkbox"/> Normalment fa servir el protocol "spanning tree" amb els altres commutadors del mateix domini broadcast.		
8. Digueu quines de les següents afirmacions son certes respecte un hub ethernet: <input type="checkbox"/> Pot tenir ports en mode full duplex i en mode half duplex. <input type="checkbox"/> Pot tenir ports amb diferents velocitats de transmissió. <input type="checkbox"/> Pot tenir mecanismes de control de flux per evitar que es perdin trames en un port congestionat. <input type="checkbox"/> Si es connecta a un altra hub amb un cable creuat, cada hub serà un domini de col·lisions diferent.		
9. Digueu quines de les següents afirmacions son certes respecte una WLAN 802.11: <input checked="" type="checkbox"/> El mecanisme RTS/CTS ajuda a resoldre el problema del "node amagat" (hidden node). <input checked="" type="checkbox"/> En mode ad-hoc no es fan servir Access Points (APs). <input type="checkbox"/> El mecanisme RTS/CTS només es fa servir en mode infraestructura. <input type="checkbox"/> El mecanisme CSMA/CA és 1-persistent.		
10. Digueu quines respostes son certes respecte un canal de transmissió format per un cable i un amplificador: <input checked="" type="checkbox"/> Si l'atenuació del cable és de 30 dBs i l'amplificador té un guany de 30 dBs, la potència del senyal de sortida serà igual a la potència del senyal d'entrada. <input type="checkbox"/> Si l'amplada de banda del canal és de 1 MHz, podem enviar sense distorsió com a màxim 2 Mbps. <input type="checkbox"/> Si augmentem la potència del senyal transmès, augmentarà l'amplada de banda del senyal. <input type="checkbox"/> Si augmentem la potència del senyal transmès, disminuirà la relació senyal/soroll del receptor.		