

Solució de l'examen

Examen final de Xarxes de Computadors (XC) - Test		8/1/2009
NOM:	COGNOMS	DNI:

Totes les preguntes del test son multiresposta: Valen 0,25 punts si la resposta és correcta, 0,125 punts si té un error, altrament 0 punts.
Duració: 2,5 hores. El test es recollirà després d'una hora.

Test. (2,5 punts)

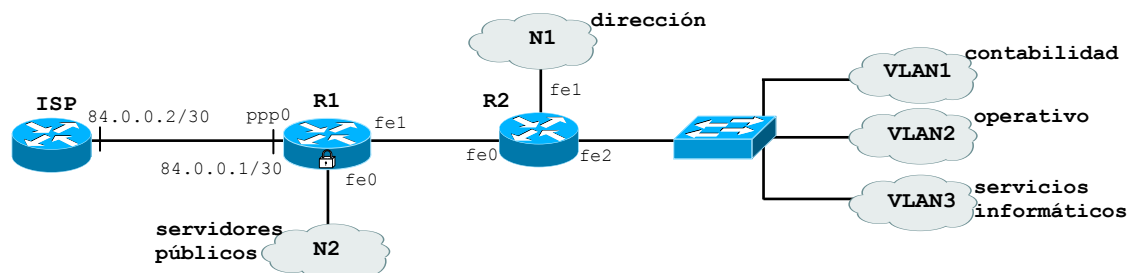
1. Digue quines de les següents afirmacions son certes respecte el funcionament d'un router: ☒ A cada datagrama IP que encamina, li decrementa el TTL. ☐ Cada cop que descarta un datagrama IP genera un missatge ICMP. ☐ Si està congestionat fa control de flux. ☐ No necessita tenir taula ARP.	2. Digue quines afirmacions són certes respecte el diagrama d'estats de TCP: ☐ El client passa sempre per l'estat de TIME_WAIT. ☒ El servidor passa sempre per l'estat de LISTEN. ☒ En l'estat de CLOSE_WAIT l'aplicació encara pot escriure noves dades al socket. ☒ En l'estat de FIN_WAIT1 l'aplicació ja no pot escriure noves dades al socket.
3. Digue quines de les següents afirmacions son certes respecte un commutador (switch) ethernet: ☒ Per funcionar correctament cal que el domini broadcast no tingui bucles. ☒ La taula MAC es construeix a partir de les adreces font de les trames. ☐ Si l'adreça font no està en la taula MAC, transmet la trama per tots els ports de la mateixa vlan, excepte d'on s'ha rebut. ☒ Cada port forma un domini de col·lisions diferent.	
4. Digue quines de les següents afirmacions son certes respecte el protocol IP: ☒ Una xarxa amb màscara de 28 bits es pot subdividir en 1 subxarxa de hostid=3bits i 2 subxarxes de hostid=2bits. ☒ Per una subxarxa de 80 PCs es necessita una màscara menor o igual a 25 bits.. ☐ En un host la xarxa de loopback és 172.0.0.0. ☒ La ruta per defecte té màscara de 0 bits.	
5. Digue quines afirmacions son certes respecte TCP: ☒ El número de seqüència inicial és un número aleatori de 32 bits. ☒ Quan salta el temporitzador de retransmissió es posa cwnd = MSS bytes. ☒ Si cwnd > ssthreshold i arriba un ack que confirma noves dades es posa cwnd = cwnd + (MSS x MSS)/cwnd bytes. ☒ La recepció repetida de acks duplicats sol produir-se quan s'ha perdut algun segment.	6. Digue quines de les següents afirmacions son certes respecte el protocol 802.11: ☒ Envia una confirmació quan una trama unicast es rep correctament. ☐ És un protocol 1-persistent. ☒ Les trames de dades fan servir com a mínim 3 adreces. ☐ El protocol MAC és CSMA/CD. ☒ Opcionalment es pot fer servir la senyalització RTS/CTS.
7. En un cable de 3dB/km d'atenuació: ☒ En un km de cable la potència del senyal s'ha reduït aproximadament a la meitat. ☒ Si posem un amplificador de guany 3dB a la sortida d'un km de cable, el guany total serà de 0dB. ☒ Si disposem de 4 repetidors de 10dB de guany i la atenuació màxima és de 5 dBs, podem cobrir una distància màxima de 15 km. ☒ Per cobrir 10km amb una reducció de la potència inferior a un factor 10, haurem de posar un amplificador de guany 20dBs.	8. Digue quines afirmacions son certes respecte la descomposició en freqüències: ☒ No podem transmetre sense distorsió un senyal d'amplada de banda de Bs Hz per un canal d'amplada de banda Bc Hz si no és $B_s \leq B_c$. ☒ La descomposició en freqüències del senyal a la sortida d'un canal és el producte de la descomposició en freqüències del senyal a l'entrada per la funció de transferència del canal. ☒ Augmentant el nombre de bits per símbol d'una codificació, podem augmentar la velocitat de transmissió mantenint l'amplada de banda del senyal. ☒ La capacitat en bps d'un canal és proporcional a l'amplada de banda de la funció de transferència del canal.
9. En quins dels següents casos es supera la velocitat de modulació de Nyquist? ☒ Codificació Manchester, vt = 1,5 Mbps, Bw^{canal} = 1MHz ☐ Codificació bipolar/AMI vt = 1,5 Mbps, Bw^{canal} = 1MHz ☐ NRZ 16 nivells, Bw^{canal} = 1MHz, vt = 6 Mbps ☐ NRZ 2 nivells, Bw^{canal} = 1MHz, vt = 1 Mbps.	10. Digue en quin dels següents casos es pot retransmetre un missatge ARP-Request: ☐ Un router entre dues xarxes. ☐ Un commutador entre dues VLANs diferents. ☐ Un router entre dues VLANs diferents. ☒ Un commutador entre dos ports de la mateixa VLAN. ☒ Un commutador entre el port d'una VLAN i un trunk.

Respondre els problemes en fulls separats (el 3 en el mateix enunciat). Justifica les respostes. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

Duració: 2,5 hores. El test es recollirà després d'una hora.

Problema 1. (2,5 punts)

La sede central de una empresa tiene la siguiente configuración

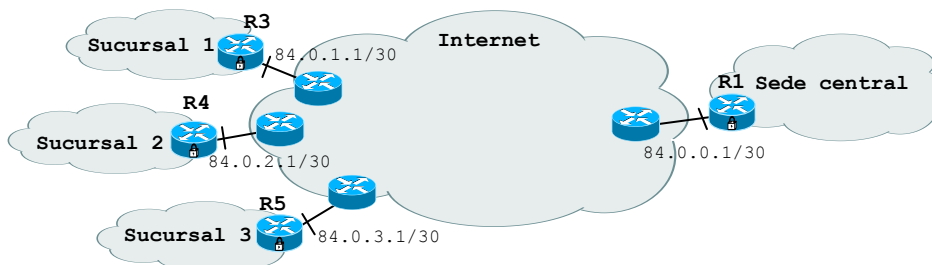


Se pide:

- Un direccionamiento válido para esta empresa sabiendo que: 1) el router R1 separa la red de servidores públicos N2 del resto que son redes privadas; 2) que el ISP proporciona un rango de direcciones públicas a partir de 200.0.0.0/24; 3) la empresa quiere mantener los 5 servidores públicos (http, DNS, mail, ssh, fax) siempre visibles desde Internet y quiere adquirir el número mínimo de direcciones públicas; 4) en la red privada hay 2 hosts en la red de dirección, 10 en contabilidad, 10 en operativo y 5 en servicios informáticos. Motiva tus razonamientos y elecciones.
- Explica qué habrá que hacer para que las redes de dirección, contabilidad y operativo tengan acceso a Internet. Motiva tus razonamientos y elecciones.
- Configurar las interfaces de los routers R1 y R2 e indica sus tablas de encaminamiento especificando los valores de "destino, máscara, gateway, interfaz y métrica". Supón que se ha activado RIPv2 y las tablas han convergido.
- Configurar el router R1 para que haga de firewall. En particular: 1) que cualquier cliente de Internet pueda acceder a los servidores públicos pero no a la red privada; 2) que los hosts de la red privada puedan acceder a los servidores públicos y a los servidores de Internet. Indica claramente la interfaz donde aplicas las reglas ACL, y si es a la entrada o salida de la interfaz. Para las reglas ACL usar el siguiente formato:

IPdestino/máscara puertodestino IPorigen/máscara puertoorigen protocolo estado acepta/rechaza

Suponer ahora que esta sede central pertenece a una empresa que tiene además 3 sucursales.



Se pide:

- Proponer qué túneles deberían configurarse si se desea que haya el menor número posible de túneles en la VPN de la empresa
- Configurar las direcciones IP de los túneles.

Solución

- 5 servidores públicos + router + broadcast + red = 8 @IP --> 3 bits para hostID, máscara 29
200.0.0.0/29

También se pueden asignar direcciones privadas, por ejemplo 192.168.0.0/29 y configurar un NAT estático (o también PAT estático siendo los puertos de los servidores distintos) en el router R1. Es fundamental que sea de tipo estático para que cada servidor tenga una única dirección visible desde Internet (o una tupla dirección-puerto en el caso de PAT).

Redes privadas usamos direcciones privadas

10.0.0.0/24 para red R1-R2

10.0.1.0/24 para dirección

10.0.2.0/24 para contabilidad

10.0.3.0/24 para operativo

10.0.4.0/24 para servicios informáticos

Solució de l'examen

Examen final de Xarxes de Computadors (XC) - Problemes

8/1/2009

Quadrimestre de tardor de 2008

Respondre els problemes en fulls separats (el 3 en el mateix enunciat). Justifica les respostes. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

Duració: 2,5 hores. El test es recollirà després d'una hora.

Se necesitan 8=8 direcciones publicas para direccionamiento

b) Se configura PAT dinamico (o NAT dinamico por puertos) en el router R1 usando la direccion publica de la interfaz ppp0.

c)

R1-ppp0: 200.0.0.9/30, R1-fe0: 200.0.0.1/29, R1-fe1: 10.0.0.1/24

R2-fe0: 10.0.0.2/24, R2-fe1: 10.0.1.1/24

R2-fe2.1: 10.0.2.1/24, R2-fe2.2: 10.0.3.1/24, R2-fe2.3: 10.0.4.1/24

	Destino	Mascara	Gateway	Interf	Hop
ISP-R1	80.0.0.0	30	-	ppp0	1
N2	200.0.0.0	29	-	fe0	1
R1-R2	10.0.0.0	24	-	fe1	1
N1	10.0.1.0	24	10.0.0.2	fe1	2
VLAN1	10.0.2.0	24	10.0.0.2	fe1	2
VLAN2	10.0.3.0	24	10.0.0.2	fe1	2
VLAN3	10.0.4.0	24	10.0.0.2	fe1	2
	0.0.0.0	0	80.0.0.2	ppp0	-

Tabla R1

	Destino	Mascara	Gateway	Interf	Hop
R1-R2	10.0.0.0	24	-	fe0	1
N1	10.0.1.0	24	-	fe1	1
VLAN1	10.0.2.0	24	-	fe2.1	1
VLAN2	10.0.3.0	24	-	fe2.2	1
VLAN3	10.0.4.0	24	-	fe2.3	1
N2	200.0.0.0	29	10.0.0.1	fe0	2
	0.0.0.0	0	10.0.0.1	fe0	-

Tabla R2

d) 1) Interfaz fe0 out (tambien se puede agrupar con 3 y configurar en ppp0 in)

IPdestino/masc	puerto_destino	IPorigen/masc	puerto_origen	protocolo	estado	acepta/rechaza
200.0.0.0/29	http	0.0.0.0/0	>1023	TCP	any	acepta
200.0.0.0/29	DNS	0.0.0.0/0	>1023	TCP	any	acepta
200.0.0.0/29	mail	0.0.0.0/0	>1023	TCP	any	acepta
200.0.0.0/29	fax	0.0.0.0/0	>1023	TCP	any	acepta
200.0.0.0/29	ssh	0.0.0.0/0	>1023	TCP	any	acepta
0.0.0.0/0	any	0.0.0.0/0	any	any	any	rechaza

2) Interfaz fe1 in

0.0.0.0/0	<1024	10.0.1.0/24	>1023	any	any	acepta
0.0.0.0/0	<1024	10.0.2.0/24	>1023	any	any	acepta
0.0.0.0/0	<1024	10.0.3.0/24	>1023	any	any	acepta
0.0.0.0/0	any	0.0.0.0/0	any	any	any	rechaza

3) Interfaz fe1 out

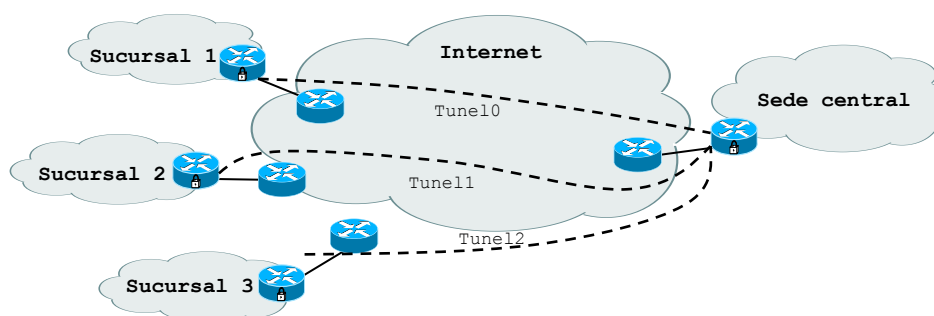
10.0.1.0/24	>1023	0.0.0.0/0	<1024	any	established	acepta
10.0.2.0/24	>1023	0.0.0.0/0	<1024	any	established	acepta
10.0.3.0/24	>1023	0.0.0.0/0	<1024	any	established	acepta
0.0.0.0/0	any	0.0.0.0/0	any	any	any	rechaza

e) Tres tuneles

Tunel0 entre 84.0.0.1 y 84.0.1.1, interfaz tun0 en R1: 10.100.0.1/24, interfaz tun0 en R3: 10.100.0.2/24

Tunel1 entre 84.0.0.1 y 84.0.2.1, interfaz tun0 en R1: 10.100.1.1/24, interfaz tun0 en R4: 10.100.1.2/24

Tunel2 entre 84.0.0.1 y 84.0.3.1, interfaz tun0 en R1: 10.100.2.1/24, interfaz tun0 en R5: 10.100.2.2/24



Respondre els problemes en fulls separats (el 3 en el mateix enunciat). Justifica les respostes. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

Duració: 2,5 hores. El test es recollirà després d'una hora.

Problema 2. (2,5 punts)

Tenemos una WLAN IEEE 802.11g (54 Mbps) modo infraestructura con 2 estaciones (PC1 y PC2) y un Access Point (AP) conectado a un switch FastEthernet, al que están conectados un servidor S1 y un Router R con 10 Mbps de salida hacia (y entrada desde) Internet.

A las direcciones MAC de PC1 y S1 las llamamos, respectivamente, MAC-PC1 y MAC-S1. La dirección MAC del AP la identificamos como MAC-AP.

Hacer las siguientes suposiciones:

DIFS = $28 \mu s$, SIFS = $10 \mu s$, Tiempo de slot = $9 \mu s$.

Una trama de ACK tiene 14 bytes.

Hay siempre (aunque sólo transmita una estación) un backoff medio de 15 slots.

Las tramas son compatibles con Ethernet.

Ignorar el preámbulo de la trama. Los demás campos aparte del payload ocupan 28 bytes (CRC incluido).

Contestar razonada y brevemente a las siguientes preguntas:

1) Si sólo transmite PC1 hacia S1:

1.1) Dibujar un diagrama en función del tiempo en el que se vean los envíos de tramas y tiempos de espera.

$\leftarrow \text{DIFS} \rightarrow \leftarrow \text{Slots de backoff} \rightarrow \leftarrow \text{Trama datos} \rightarrow \leftarrow \text{SIFS} \rightarrow \leftarrow \text{ACK} \rightarrow$
 $28 \mu s \quad 15 * 9 \mu s = 135 \mu s \quad T_d \quad 10 \mu s \quad T_a$

1.3) Con la ayuda del diagrama anterior, calcular la eficiencia de la WLAN en este caso.

Eficiencia WLAN = Tiempo datos WLAN / Tiempo total ciclo

(Podríamos también multiplicar por la eficiencia de datos).

Podemos trabajar con tiempos o con bits. Lo hacemos con tiempos. Primero hemos de calcular los tiempos de las tramas de datos (T_d) y de ACK (T_a).

El payload de datos es de 1500 bytes (compatible Ethernet).

$T_d = (1500 + 28) * 8 \text{ bits} / 54000000 \text{ bits por segundo} = 226 \mu s$

$T_a = 14 * 8 \text{ bits} / 54000000 \text{ bits por segundo} = 2 \mu s$

Eficiencia = $226 / (28 + 135 + 226 + 10 + 2) = 56,36 \%$

(La eficiencia de datos sería: $E_d = 1500 / 1528 = 98,15 \%$

Si la tuviésemos en cuenta, la Eficiencia total sería $E_t = E_{wlan} * E_d = 55,32 \%$)

2) Si transmiten a la vez PC1 y PC2 hacia S1 y sufren una colisión 1 de cada 10 tramas enviadas:

2.1) Dibujar un diagrama representativo de la transmisión de las tramas.

En la trama con colisión:

$\leftarrow \text{DIFS} \rightarrow \leftarrow \text{Parte de los slots de backoff} \rightarrow \leftarrow \text{Medio ocupado} \rightarrow$
 $\leftarrow \text{DIFS} \rightarrow \leftarrow \text{Resto de los slots de backoff} \rightarrow$
 $\leftarrow \text{Trama datos} \rightarrow \leftarrow \text{SIFS} \rightarrow \leftarrow \text{ACK} \rightarrow$

2.2) Con la ayuda del diagrama anterior, calcular la velocidad efectiva de cada PC.

En la trama con colisión, el tiempo total se incrementa en un DIFS y el tiempo en el que está el medio ocupado. Podemos suponer que, en el caso peor, el tiempo de medio ocupado será el tiempo de trama de datos (T_d).

Calcularemos la velocidad efectiva como la velocidad de la red (54 Mbps) por la eficiencia dividida por los 2 PCs.

Respondre els problemes en fulls separats (el 3 en el mateix enunciat). Justifica les respostes. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

Duració: 2,5 hores. El test es recollirà després d'una hora.

La nueva eficiencia, mínima, será:

$$\text{Eficiencia anterior} * 0,9 + \text{Eficiencia colisión} * 0,1$$

$$\text{Eficiencia colisión} = 226 / ((28 + 135 + 226 + 10 + 2) + 28 + 226) = 34,5 \%$$

$$\text{Nueva eficiencia} = 56,36 * 0,9 + 34,5 * 0,1 = 54,1 \%$$

$$\text{Velocidad efectiva mínima} = 54 \text{ Mbps} * 0,541 / 2 = 14,61 \text{ Mbps}$$

3) Si PC1 envía a S1 un datagrama IP que ocupa 1500 bytes, ¿cuáles serán los valores de los campos de direcciones de las tramas cuando pasan por la WLAN y por el Switch?

Como el datagrama IP es de 1500 bytes, es válido tanto para Ethernet como para WLAN, por lo que no habrá transformación, sino sólo cambio de formato.

Las direcciones quedarán:

WLAN:

Dirección 1: Receptor: BSSId = MAC-AP

Dirección 2: Transmisor: Dirección origen: MAC-PC1

Dirección 3: Dirección destino: MAC-S1

Switch Ethernet:

Dirección origen: MAC-PC1

Dirección destino: MAC-S1

4) Supongamos ahora que la eficiencia de la WLAN es del 74,08 por ciento.

4.1) Si S1 envía a 100 Mbps hacia PC1 y un servidor S2 conectado en otra VLAN del switch envía también a 100 Mbps hacia PC2, ¿a qué velocidad llegarán dichos envíos? ¿Quién frenará a quién y cómo?

La mayor limitación está en la WLAN, donde la eficiencia deja la velocidad máxima en:

$$V_{\text{wlan}} = 54 \text{ Mbps} * 0,7408 = 40 \text{ Mbps}$$

Al transmitir 2 estaciones en la WLAN, se repartirán el ancho de banda, por lo que cada una dispondrá de 20 Mbps.

4.2) Si PC1 se descarga un fichero de 100 MB de S1 y PC2 otro de 200 MB de S2, calcular el tiempo que tardarán en descargarse los dos ficheros.

Los primeros 100 MB coinciden los 2 PCs, por lo que la velocidad es de 20 Mbps.

$$T_{\text{pc1}} = 100.000.000 * 8 \text{ bits} / 20.000.000 \text{ bits por segundo} = 40 \text{ segundos}$$

Al PC2 le quedan 100 MB:

$$T_{\text{pc2}} = 40 \text{ segundos} + 100.000.000 * 8 \text{ bits} / 40.000.000 \text{ bits por segundo} = 60 \text{ segundos}$$

Respondre els problemes en fulls separats (el 3 en el mateix enunciat). Justifica les respostes. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

Duració: 2,5 hores. El test es recollirà després d'una hora.

Problema 3. (2,5 punts)

Tenim un sistema que connecta dos terminals connectats a un concentrador (hub) Ethernet 100BaseT. El client envia dades al servidor de forma contínua (e.g. envia un fitxer molt gran). Suposa que algun dels terminals no suporta window-scale; que la seva capacitat de procés (CPU, disc dur, etc) és infinita; els buffers TCP són de 64 kB; que la probabilitat d'error es nul·la ($P_e=0$):

a) quina és la velocitat eficaç que assolirà la transmissió? (suposa que la mida dels ACK és negligible).

Si suposem que l'eficiència de trama i altres PDU, i la del MAC és del 100%, la velocitat vindrà limitada per al velocitat de transmissió: per tant 100 Mbps

b) quin factor de TCP (finestra de congestió/advertida) governarà la transmissió?

(A) l'únic factor limitant és la xarxa, per tant cap de les dues finestres limitarà la v_{ef} , ja que ninguna de les dues entrarà en acció.

(B) ninguna entra en acció però la anunciada arriba a 64 kB, mentre que la de congestió tendeix a infinit amb el pas del temps (i l'absència de pèrdues). Per tant, l'anunciada.

c) digues quins són tots els buffers implicats en la transmissió TCP, i digues quina serà la seva ocupació.

Els de transmissió i de recepció del client i els del servidor (el hub no té buffers de memòria).

Tots estaran buits menys el de transmissió del client, que estarà ple en règim permanent, ja que la seva velocitat de generació de dades és infinita, en canvi la xarxa buida el buffer a 100 Mbps

d) suposa que el servidor té un disc que no és de velocitat infinita, si no que és de 50 Mbps. Quina serà la velocitat eficaç la que funcionarà la transmissió?

Ara el factor limitant és el del disc del servidor, per tant, la velocitat eficaç s'ajustarà a 50 Mbps

e) ara quin factor (finestra de congestió/advertida) governarà aquesta velocitat?

El servidor no pot assumir el que ofereix el client (transitòriament a 100 Mbps), per tant tancarà la finestra anunciada anant-la ajustant a la seva capacitat de procés: 50 Mbps

f) digues quina serà l'ocupació dels buffers.

Ara el buffer de recepció del servidor també estarà ple ja que el disc no el buidarà prou ràpid.

Per tant el buffer de transmissió del client, i el de recepció del servidor estaran plens. Els altres dos (de tornada) estaran ocupats només amb ACKs, i per tant virtualment buits.

g) en aquestes arquitectura i condicions (apartats d i e) ¿És possible que la velocitat eficaç estigui governada per la finestra de congestió? raona-ho.

No estarà governada per la finestra de congestió mentre no hi hagi pèrdues. I no n'hi ha.

0,5 punts

0,5 punts

Respondre els problemes en fulls separats (el 3 en el mateix enunciat). Justifica les respostes. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

Duració: 2,5 hores. El test es recollirà després d'una hora.

h) Substituïm el hub per un router (i fem les correccions necessàries en els terminals, en quan a adreces, etc.), és a dir, que tenim únicament dos terminals connectats a un router per dos ports diferents, ara de 100BaseT FDX. suposant que mantenim el disc en (d) a 50 Mbps, digues quina seria la velocitat eficaç de la transmissió.

El fet de fer servir FDX no afecta al resultat final ja que la transferència del fitxer és en un sentit.

El factor limitat segueix sent el disc del servidor, per tant la v_{ef} seguirà sent de 50 Mbps

i) digues quins són ara els buffers que afecten la transmissió TCP, i digues quina serà la seva ocupació.

A part dels buffers de recepció i transmissió del client i del servidor tenim els buffers de sortida dels dos ports del router.

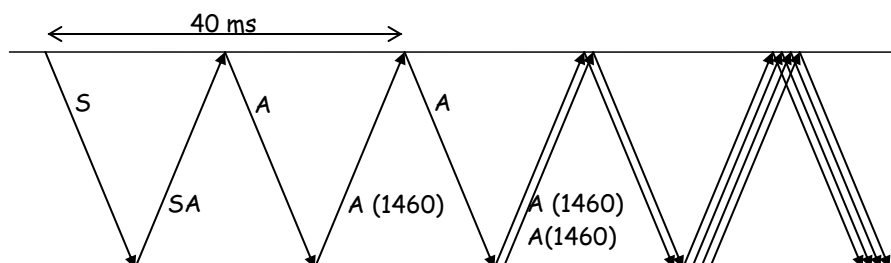
Com que el servidor permet al client només una mitja de 50 Mbps, el router no és veu sotmès a un càrrega insostenible ja que el port de sortida podrà admetre tot el que rep del port d'entrada. Per tant, els seus buffers estaran bàsicament buits (tots dos).

En quant a client i servidor, l'estat dels buffers serà el mateix que a (f): el buffer de transmissió del client, i el de recepció del servidor estaran plens. Els altres dos (el de recepció del client i el de transmissió del servidor) estaran ocupats només amb ACKs, i per tant virtualment buits.

j) Suposa que la latència entre client i servidor (inclòs router i LANs) és de 10 ms. No es perd cap paquet mai. Quin és l'MSS?

$$MSS = MTU_{\text{Ethernet}} - H_{\text{TCP}} - H_{\text{IP}} = 1500 \text{ B} - 20 \text{ B} - 20 \text{ B} = 1460 \text{ B}$$

j) fes el diagrama de seqüència de la fase de connexió del client al servidor. Suposa que ens connectem al servei CHARGEN (port 19 de TCP) del servidor (el CHARGEN respon amb dades infinites de forma immediata a la connexió). Indica quan temps passa des de que el client fa connect fins que rep el primer byte de dades.



k) Suposa que el client talla la connexió al servei CHARGEN quan ha rebut 1 MB. Quan talla la connexió el client? (en ms)

(A) s'envien 64 kB a cada RTT. Cada RTT = $2 \cdot 10 \text{ ms} = 20 \text{ ms}$. Com per a enviar 1 MB necessitem:

$$T_T = 1 \text{ MB} / 64 \text{ kB} \cdot \text{RTT} = 15,3 \text{ RTT} \text{ llavors } T_T = 15,3 \text{ RTT} = 15,3 \cdot 20 \text{ ms} = 0,3 \text{ s} (*)$$

(B) el càlcul anterior no té en compte que ens augmentarà una mica el temps total degut a que inicialment l'slow start ens afectarà al rendiment de la transferència. L'slow start es manté fins no la cwnd no arribi a 64 kB ò $64 \text{ kB} / 1460 \text{ B/MSS} = 44 \text{ MSS}$

La seqüència de trames serà: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 44, 44... per tant els primers 6 RTT hauran enviat poc més del que en règim permanent s'envia en un de sol. Això dona un total de $20 \text{ RTT} = 0,4 \text{ s} (*)$

(*) si tenim en compte també la connexió, cal afegir els 30 ms de la fase d'establiment.