

Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		16/5/2011
NOM:	COGNOMS	DNI

Duració: 1:15 h. Responen el test i els problemes en aquest mateix full. El test es recollirà en 30 minuts.

Hay preguntas Multirespuesta y de Respuesta única. Son 0,75 puntos si la respuesta es correcta, 0 en caso contrario.

1. Tenemos una conexión Stop & Wait con una velocidad de transmisión de 10^8 bps. Queremos calcular su eficiencia, sin errores, considerando el tiempo de ACK despreciable. Si transmitimos 1000 bits por un medio con $V_p=10^8$ m/s, ¿cuál es la distancia máxima a la que podemos transmitir para conseguir una eficiencia del 80%?

- ☐ 80 m
☒ 125 m
☐ 1 Km
☐ 80 Km
☐ Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

2. Supongamos que un servidor está transmitiendo un vídeo a un PC, estando ambos en una red Ethernet a 10 Mbps en la que no hay más máquinas. Se calcula un RTT de 10 ms. Para que se aproveche al máximo la velocidad de la red, ¿Cuál de los siguientes valores del campo opcional TCP "factor de escala de ventana" sería más conveniente?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 4
☐ 10
☒ No necesitamos fijar ningún valor

3. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?

- ☐ El temporizador RTO depende del RTT.
☐ No puede haber 2 clientes en la misma máquina usando simultáneamente el mismo puerto efímero.
☒ Las dos anteriores.
☐ Ninguna de las anteriores.

4. Dada la siguiente captura parcial TCP entre dos entidades de aplicación, identificadas con los números de Port 3287 (la llamaremos A) y 2043 (la llamaremos B):

Tiempo	Origen	Destino	Flags	Núm. secuencia ... (Tamaño)
0.000000	200.1.10.5.3287	> 147.83.39.20.2043:	S 401040:401040(0)	win 5792 <mss 1448>
0.100374	147.83.39.20.2043	> 200.1.10.5.3287:	S 906442:906442(0)	ack 401041 win 11584 <mss 1448>
0.100483	200.1.10.5.3287	> 147.83.39.20.2043:	. ack 1 win 5792	
1	2.100850	200.1.10.5.3287	> 147.83.39.20.2043:	. 11025:12473(1448)
2	2.201934	147.83.39.20.2043	> 200.1.10.5.3287:	. ack 11025
3	2.202032	200.1.10.5.3287	> 147.83.39.20.2043:	. 12473:13921(1448)
4	2.202074	200.1.10.5.3287	> 147.83.39.20.2043:	. 13921:15369(1448)
5	2.303513	147.83.39.20.2043	> 200.1.10.5.3287:	. ack 11025
6	2.692975	200.1.10.5.3287	> 147.83.39.20.2043:	. 11025: 12473(1448)
7	2.794419	147.83.39.20.2043	> 200.1.10.5.3287:	. ack 13921
8	2.794503	200.1.10.5.3287	> 147.83.39.20.2043:	. 13921:15369(1448)
9	2.795749	200.1.10.5.3287	> 147.83.39.20.2043:	P 15369:16145(776)
10	2.896720	147.83.39.20.2043	> 200.1.10.5.3287:	. ack 13921
11	3.252974	200.1.10.5.3287	> 147.83.39.20.2043:	. 13921:15369(1448)
12	3.354419	147.83.39.20.2043	> 200.1.10.5.3287:	. ack 16145
13	3.354519	200.1.10.5.3287	> 147.83.39.20.2043:	. 16145:17593(1448)
14	3.354561	200.1.10.5.3287	> 147.83.39.20.2043:	. 17593:19041(1448)
15	3.454561	147.83.39.20.2043	> 200.1.10.5.3287:	. ack 17593
16	3.454835	200.1.10.5.3287	> 147.83.39.20.2043:	FP 19041:20241(1200)
17	4.044446	147.83.39.20.2043	> 200.1.10.5.3287:	. ack 19041
18	4.044555	200.1.10.5.3287	> 147.83.39.20.2043:	FP 19041:20241(1200)
19	4.145837	147.83.39.20.2043	> 200.1.10.5.3287:	F 1:1(0) ack 20242
20	4.145940	200.1.10.5.3287	> 147.83.39.20.2043:	. ack 2

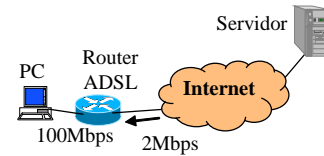
- ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son ciertas?

- ☒ Suponiendo que no hay pérdidas, antes del punto 2 el valor de la ventana de congestión de A es mayor o igual a 8 MSS
☐ B ha enviado 2 octetos de datos
☐ El RTO después del punto 11 es menor de 400 ms
☒ El RTT en el punto 19 es menor de 200 ms
☐ Ninguna de las afirmaciones anteriores es cierta

Duració: 1:15 h. Responen el test i els problemes en aquest mateix full. El test es recollirà en 30 minuts.

Pregunta 1. (7 punts)

Un PC està connectat a Internet amb una línia ADSL de 2 Mbps de baixada (veure la figura). Des del PC es fa una descàrrega amb TCP d'un fitxer de 1 GB (10^9 bytes) des d'un servidor. Se sap que el temps d'anada i tornada (*Round Trip Time*, RTT) que veu TCP en el servidor és de 300 ms. El *maximum segment size* (MSS) que fa servir TCP és de 1460 bytes. NOTA: En l'enunciat es farà referència a la finestra advertida o anunciada per TCP com **awnd**, i a la finestra de transmissió, o real de transmissió com **wnd**.



1.A (1,5 punts) Digues quina és la velocitat efectiva (*throughput*) màxima que aproximadament es pot aconseguir durant la transferència. Calcula la finestra awnd que hauria d'enviar el client per poder assolir aquesta velocitat efectiva. Dóna la mida de la finestra en segments (de mida MSS) i en bytes. S'hauria de fer servir l'opció *window scale* per poder assolir aquesta finestra? Comenta les suposicions que facis.

La v_{ef}^{max} vindrà donada per l'enllaç més lent. Com que volem la v_{ef} màxima, suposarem que el coll d'ampolla és la línia d'accés i $v_{ef}^{max} \approx 2$ Mbps. Suposarem que cada RTT s'envia una finestra: $v_{ef}^{max} = wnd / RTT = 2$ Mbps

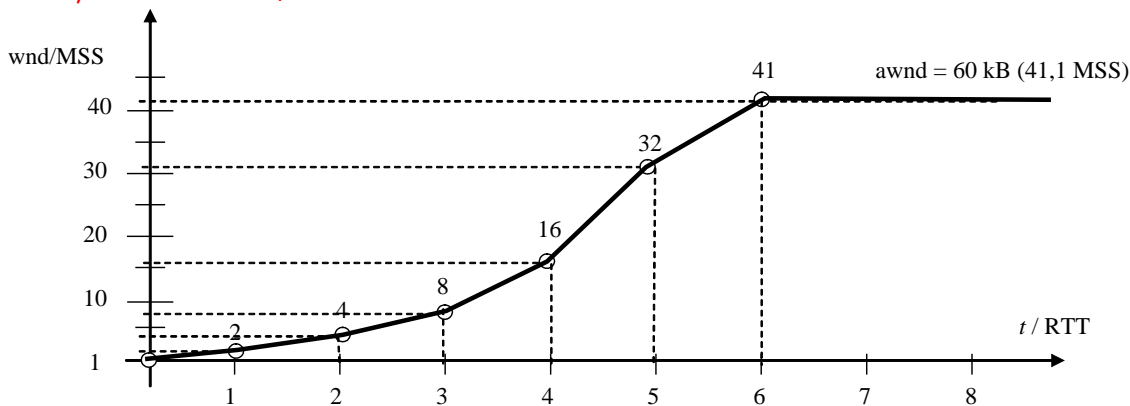
Per tant, la finestra haurà de ser:

$$wnd = 2 \text{ Mbps} * RTT = 2 \cdot 10^6 \text{ bits/s} * 300 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 75 \text{ kbytes. En segments: } wnd = \lceil 75 \cdot 10^3 / 1460 \rceil = 52 \text{ segments}$$

Com que la finestra advertida és com a molt de $2^{16} = 65.536$ bytes, per poder assolir 75kbytes necessitarem un *window scale* igual a 1 (el valor de la finestra advertida es multiplicarà per 2).

1.B (1,5 punts) Suposa que durant la transferència no es perd cap segment i que en el PC TCP envia sempre una finestra awnd = 60 kB ($60 \cdot 10^3$ bytes). Fes un dibuix de l'evolució de la finestra de transmissió que fa servir el servidor. Mostra clarament les fases de *slow-start* i *congestion-avoidance* per les que pugui passar TCP en el servidor. Indica quina és la mida màxima que assoleix la finestra de transmissió del servidor (en bytes i segments).

En aquest apartat també suposarem que en cada RTT, aproximadament, s'envia tota la finestra i es reben les corresponents confirmacions. Suposarem que s'envia una confirmació per cada segment rebut amb informació. Així doncs, l'evolució de la finestra serà:



La finestra de transmissió val: $wnd = \min(awnd, cwnd)$ (és a dir, el mínim entre la finestra advertida i la de congestió). TCP comença amb la fase de *slow-start*: $cwnd = 1$ i per cada confirmació de noves dades incrementa la finestra de congestió en MSS bytes. Suposarem que el PC processa els segments tan aviat com arriben, per tant, la finestra advertida serà sempre de 60kB. Quan $cwnd$ supera el valor de 60kB, wnd vindrà fixada per la finestra advertida: 60kB. Així doncs, TCP podrà enviar $\lfloor 60\text{kB}/1460 \rfloor = 41$ segments sense confirmar. Com que no hi ha hagut pèrdues, TCP haurà estat sempre en *slow start*.

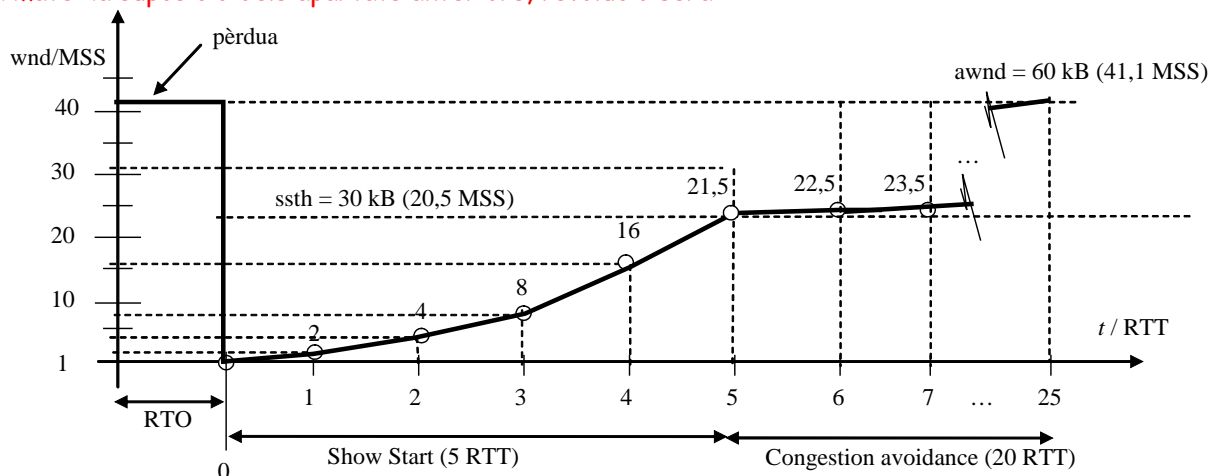
1.C (1 punts) A la vista dels apartats anteriors, dedueix si amb la finestra awnd = 60 kB podrà assolir la velocitat efectiva màxima calculada en l'apartat 1.A. Si no és així, calcula la velocitat efectiva màxima que, aproximadament, es podrà aconseguir. Comenta les suposicions que facis.

Dels resultats anteriors veiem que la finestra advertida (60kB) és inferior a l'òptima (75kbytes), per tant, no és suficient per poder transmetre a 2 Mbps. Fent les mateixes suposicions que els apartats anteriors, un assolida la finestra advertida TCP enviarà 41 segments cada RTT, per tant:

$$v_{ef} \approx \text{bytes enviats sense confirmar} * 8 / RTT = 1460 * 41 * 8 / (300 \cdot 10^{-3}) \approx 1,6 \text{ Mbps}$$

1.D (1,5 punts) Suposa que $awnd = 60$ kB. Suposa que quan la finestra wnd de TCP en el servidor assoleix la mida màxima, es perd un segment. Suposa que el temporitzador de retransmissió $RTO=0,5$ segons. Fes un dibuix que mostri l'evolució de la finestra wnd en el servidor des de que es produeix la pèrdua fins que assoleix un altra cop la mida màxima. Mostra clarament les fases de *slow-start* i *congestion-avoidance* per les que pugui passar TCP en el servidor. Calcula aproximadament quan de temps passa des de que es produeix la pèrdua fins que la finestra wnd assoleix la mida màxima.

Amb la mateixa suposició dels apartats anteriors, l'evolució serà:



Explicació: quan salta el RTO degut al segment perdut, el *slow start threshold* ($ssth$) valdrà la finestra de transmissió de TCP dividit per 2 ($60\text{kB}/2 = 30\text{kB} = 20,5$ MSS), i començarà una fase de *slow start* ($cwnd = 1$ MSS). Quan $cwnd$ arriba al $ssth$ (això passa aproximadament en 5 RTTs, tal com mostra la figura), la finestra de TCP valdrà $cwnd = 21$ MSS. Quan arriba l'ack 22 (comptant a partir de la retransmissió), $cwnd > ssth$ i TCP entra en *congestion avoidance*, de manera que incrementa aproximadament 1 MSS cada RTT (exactament quan arriba 1 ack de noves dades: $cwnd = cwnd + MSS/wnd$). D'aquesta manera, dels 16 acks que es reben en el 5 RTT, els 5 primers troben TCP en *slow start* i incrementen $cwnd$ fins a 21 MSS, els altres 11 troben TCP en *congestion avoidance* i incrementen $cwnd$ en $\approx 11/21$ MSS = 0,5 MSS. En total, $cwnd \approx 21,5$ MSS en 5 RTT. Per tant, necessitarà aproximadament 20 RTT per arribar un altre cop als 60kB (41,1 MSS) de la finestra advertida. Així doncs, el temps que passa des de que es produeix la pèrdua fins que TCP assoleix la finestra màxima que fixa la finestra advertida serà de $\approx RTO + 5 RTT + 20 RTT = 0,5 + 25 \cdot 0,3 = 8$ segons.

1.E (1,5 punts) Suposa que l'evolució de la finestra que has dibuixat en l'apartat anterior es repeteix periòdicament (és a dir, cada cop que la finestra wnd arriba a la mida màxima es perden segments). Ajuda't amb el diagrama i calcula aproximadament quina serà la velocitat efectiva. Quan temps durarà aproximadament la descàrrega del fitxer?

En aquest cas es transmeten aproximadament $2+4+8+16+21+22+\dots+41 = 30 + 20(21+41)/2 = 650$ segments cada 8 segons. Per tant:

$$v_{ef} \approx 650 * 1460 * 8 / 8 = 949 \text{ kbps}$$

i el fitxer es transmetrà en un temps:

$$T \approx 10^9 * 8 / 949 * 10^3 * 1\text{h}/3600\text{s} = 2,34 \text{ hores}$$