

Segon Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		26/11/2015	Tardor 2015
Nom:	Cognoms:	Grup	DNI

Duració: 1h15m. El test es recollirà en 20m. Responen en el mateix enunciat.

**Test.** (3 punts) Totes les preguntes són multiresposta: Valen la meitat si hi ha un error, 0 si més.

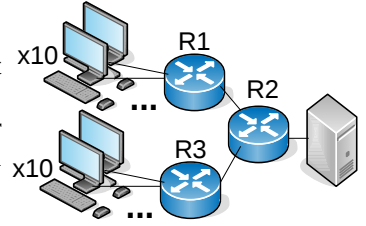
- En un protocolo de transporte:
  - ☐ UDP garantiza la integridad de los datos.
  - ☒ TCP garantiza la integridad de los datos.
  - ☐ UDP procura evitar la congestión de la red.
  - ☐ TCP descarta segmentos en desorden.
- En una conexión interactiva, cuando aplica el algoritmo de Nagle:
  - ☒ Se envían los segmentos cuando está completo un segmento (MSS).
  - ☐ Se envían los datos a medida que están disponibles para su envío.
  - ☒ Se acumulan los datos y se envían cuando llega un ACK.
  - ☐ Se envían los bytes de datos uno a uno.
- El número de secuencia en TCP:
  - ☐ Indica en un ACK el último byte recibido.
  - ☒ Indica en un ACK el siguiente byte que se espera.
  - ☒ Se incrementa en uno con el SYN y el FIN.
  - ☒ El valor inicial es un número aleatorio.
- En una transferencia TCP, el temporizador de retransmisión (RTO):
  - ☐ Se define como 2 veces el RTT medio.
  - ☒ Se define como el RTT medio + 4 veces su varianza.
  - ☒ Se duplica cuando hay retransmisiones.
  - ☐ No se modifica cuando hay retransmisiones.
- El tamaño de la ventana de congestión crece en la fase de slow-start:
  - ☐ Hasta que llegan confirmaciones (ACK) en desorden.
  - ☒ Hasta que se detecta una pérdida.
  - ☒ Hasta que la ventana de congestión iguala ssthresh.
  - ☐ Hasta que la ventana de congestión iguala ssthresh/2.
- Indica qué afirmaciones son ciertas para TCP:
  - ☒ Cuando se detecta una pérdida de segmento acaba la fase creciente de slow-start.
  - ☒ Cuando la ventana de congestión iguala ssthresh acaba la fase de slow-start.
  - ☒ Cuando vence el temporizador RTO comienza una fase de slow-start.
  - ☒ La ventana de congestión aumenta en un MSS cuando llega un nuevo ACK en la fase creciente de slow-start.
- En TCP el tamaño de la ventana de congestión cambia:
  - ☐ Con cada segmento enviado.
  - ☒ Con cada ACK que confirma datos.
  - ☐ Cuando cambia el RTT.
  - ☐ Cuando cambia la ventana anunciada del receptor (awnd o rwnd).
- Desde que un cliente inicia una conexión hasta que el servidor puede enviarle los primeros bytes de datos al cliente (suponiendo velocidad de transferencia muy alta y 100ms de RTT) transcurre:
  - ☐ 50 ms
  - ☐ 100 ms
  - ☒ 150 ms
  - ☐ 200 ms

Segon Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		26/11/2015	Tardor 2015
Nom:	Cognoms:	Grup	DNI

Duració: 1h15m. El test es recollirà en 20m. Responen en el mateix enunciat.

### Problema 1 (7 punts)

En la xarxa de la figura hi ha 20 PCs (10 connectats a R1 i 10 connectats a R3) que envien dades al servidor, cadascun amb una connexió TCP i a la màxima velocitat que els hi permet la xarxa. Suposa el següent per a respondre les preguntes: (1) tots els enllaços són de 10 Mbps; (2) els routers tenen una memòria de 2 MB ( $2 \cdot 10^6$  bytes) que pot emmagatzemar tots els datagrames pendents de transmetre (i es descarten els datagrames que arriben si s'esgota la memòria); (3) tots els sockets TCP dels PCs i del servidor tenen un buffer de recepció de 60 kB; (4) suposa per simplicitat que la mida de les capçaleres TCP i IP és 0 i MSS és 1500 B; (5) els retards en els enllaços és 0; (6) els acks transmesos per el servidor no es perden mai i arriben immediatament als PCs; TCP sempre envia ack quan rep dades, només implementa SS/CA i és el més eficient possible (és a dir, els ack s'envien immediatament, el temps de procés és 0, etc.); (7) les connexions estan en règim permanent, és a dir, fa molt temps que s'han establert les connexions. Justifica breument les respostes: no s'acceptarà un resultat sense justificar. Dóna els resultats que es demanen fent servir les caixes i amb les unitats indicades.



**1.1 (0,75 punts)** Digues quina és la velocitat efectiva (*throughput*),  $v_{ef}$ , que aconseguirà cada connexió TCP.

El coll d'ampolla serà l'enllaç R2-servidor. Es repartirà equitativament entre els PCs, per tant:

$v_{ef} = 0,5$  Mbps

$$v_{ef} = 10 \text{ Mbps} / 20 = 0,5 \text{ Mbps}$$

**1.2 (0,75 punts)** Digues quina serà la finestra anunciada, *awnd*. Farà falta fer servir l'opció window scale?

Serà la mida del buffer de TCP: 60 kB.  
No cal WS doncs és inferior a  $2^{16}$

*awnd* = 60 kB

**1.3 (0,75 punts)** Raona quina serà, aproximadament, l'ocupació dels buffers dels Routers R1, R2 i R3. Digues quants bytes hi haurà aproximadament en cada buffer. Es produiran pèrdues?

En R1 i R3 en mitjana surten 5 Mbps. Com que tenen capacitat per enviar 10 Mbps (el doble del que envien), els buffers estaran butits. R2 és el coll d'ampolla, doncs pot rebre fins a 20 Mbps, però només pot enviar-ne 10 Mbps. Per tant, el seu buffer s'omplirà amb les finestres de les connexions TCP. Aproximadament:  $20 \cdot 60 \text{ kB} = 1,2 \text{ MB}$

R1 = 0 MB

R2 = 1,2 MB

R3 = 0 MB

**1.4 (0,75 punts)** Calcula quin serà aproximadament el RTT que tindrà cada connexió TCP.

El temps d'espera en la cua de R2:  
 $1,2 \text{ MB} / 10 \text{ Mbps} = 1,2 \cdot 8 / 10 = 0,96 \text{ s}$

RTT = 0,96 s

**1.5 (0,75 punts)** Suposa ara (i per els següents apartats) que en mitjana es desitja tenir un RTT que, aproximadament, no superi els 600 ms. Per aconseguir-ho es redueix la mida dels buffers del routers. Quina hauria de ser la mida del buffer que s'hauria de configurar en R1, R2 i R3 per aconseguir-ho? Suposa que només es canvia la mida del buffer en els routers on sigui necessari.

R1 i R3 no afecten. Es poden deixar els 2 MB.

En R2:

Volem que el temps d'espera en la cua no superi els 600 ms.

És a dir que sigui, aproximadament:

$B / 10 \text{ Mbps} = 600 \text{ ms}$ , d'on

$B = 10 \cdot 600 / 8 = 750 \text{ kB}$

R1 = 2 MB

R2 = 0,75 MB

R3 = 2 MB

**1.6 (0,75 punts)** Digues si amb el buffers de l'apartat anterior es produiran pèrdues. Quina serà ara velocitat efectiva ( $v_{ef}$ ) (throughput) que aconseguirà cada connexió TCP?

Ara si que hi haurà pèrdues, doncs les finestres de les 20 connexions (1,2MB) superen en escriure la mida de la cua del router. La velocitat efectiva (0,5 Mbps), no canvia, doncs els 10Mbps es continuen repartint entre totes les connexions TCP.

$$v_{ef} = 0,5 \text{ Mbps}$$

**1.7 (0,75 punts)** Calcula quina serà ara, en mitjana, la finestra que farà servir cada connexió TCP ( $\bar{W}$ ). Suposa que, en mitjana, en cada RTT cada connexió TCP envia un nombre de bytes igual a la finestra mitjana,  $\bar{W}$ .

El buffer de R2 es repartirà en mitjana entre les connexions, per tant:

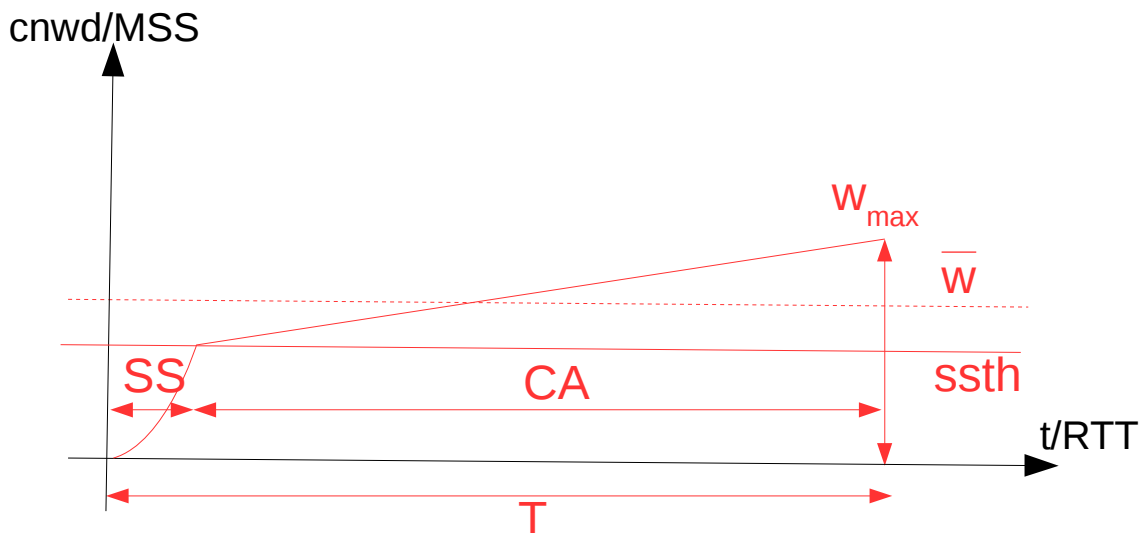
$$\bar{W} = 750 \text{ kB} / 20 = 37,5 \text{ kB}$$

També es pot raonar així: La velocitat efectiva serà la finestra mitjana partit per l'RTT, per tant:

$$\bar{W} = v_{ef} * RTT = 0,5 * 600 / 8 = 37,5 \text{ kB}$$

$$\bar{W} = 37,5 \text{ kB}$$

**1.8 (1 punt)** Fes un esbos de l'evolució de la finestra de congestió (cwnd) de TCP que es correspongui amb les condicions dels apartats anteriors. Suposa que l'evolució de la cwnd és periòdica, i dibuixa'n un període. Indica en el dibuix quan estarà en slow start (SS) i congestion avoidance (CA). Calcula què valdrà el slow start threshold (sssth) i el valor màxim que tindrà cwnd ( $cwnd_{max}$ ) en cada període. Calcula sssth i  $cwnd_{max}$  perquè la velocitat efectiva i finestra mitjana siguin les calculades en els apartats anteriors. Per aquest càlcul, suposa que el temps en SS és molt més petit que en CA.



Tenim:

$$sssth = W_{max} / 2$$

D'altra banda, del dibuix tenim:

$$\bar{W} = sssth + (W_{max} - sssth) / 2$$

$$\text{Substituint } sssth = W_{max} / 2: \bar{W} = W_{max} / 2 + W_{max} / 4 = W_{max} * 3 / 4$$

Com que  $\bar{W} = 37,5 \text{ kB}$

$$\text{tenim que } W_{max} = 4 / 3 * \bar{W} = 4 / 3 * 37,5 = 50 \text{ kB i } sssth = 50 / 2 = 25 \text{ kB}$$

$$sssth = 25 \text{ kB}$$

$$cwnd_{max} = 50 \text{ kB}$$

**1.9 (0,75 punts)** Calcula la duració, aproximada, d'un període ( $T$ ) de l'esbos de l'apartat anterior.

$$T = 10 \text{ s}$$

Durant CA la finestra augmenta  $25 \text{ kB} / 1,5 \text{ kB} = 16,7$  segments (doncs cada segment són  $1500 \text{ B}$ ).

Com que durant CA la finestra augmenta aproximadament 1 segment per cada RTT, això vol dir que han passat 16,7 RTTs aproximadament. És a dir

$$T = 16,7 * RTT = 16,7 * 0,6 \text{ s} = 10 \text{ s}$$