RETI DI CALCOLATORI – prova scritta del 7/11/2014

Per l'ammissione alla prova orale è necessario ottenere una valutazione sufficiente sia della prima parte che dell'intera prova.

Prima parte (12 punti)

Q1. Indicare – giustificando la risposta – la dimensione massima possibile in MSS della finestra di invio di un mittente TCP A che ha stabilito una connessione con un server B su un link satellitare con un satellite geostazionario (che si trova a 36000 km dalla terra), con velocità di propagazione $2x10^8$ m/s, MSS di 500 byte e frequenza di trasmissione di 1 Mbps, ipotizzando che venga utilizzato IPv6, che l'header TCP non contenga opzioni e che l'header di livello data link occupi 40 byte.

Q2. Al tempo t il TCP di un processo applicativo A ha *cwnd* = 3 MSS, *ssthresh*= 2,5 MSS e si trova nello stato di *congestion avoidance*. Indicare – giustificando la risposta – se il valore di *cwnd* in t+RTT è maggiore, uguale o minore a 4 MSS nel caso in cui nell'intervallo [t,t+RTT] non scatti alcun timeout e il TCP riceva solo 3 segmenti, tutti contenenti riscontri non duplicati.

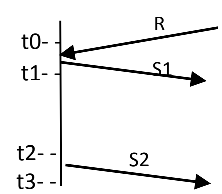
Q3. Una rete di 24 nodi utilizza l'algoritmo *link state* per il routing dei pacchetti. Indicare -giustificando la risposta – quale è il numero minimo di iterazioni dell'algoritmo che il nodo X della rete deve effettuare per essere certo di aver trovato i cammini minimi verso tutti i suoi 7 vicini.

Q4. Si consideri una rete locale IEEE 802.11 formata da un router e da 17 host. Al tempo t il router e 12 host sono connessi alla rete e un altro host G si connette alla rete. Indicare – giustificando la risposta – quanti messaggi ARP deve inviare G per riempire completamente la sua tabella ARP, nell'ipotesi che i nodi connessi rimangano connessi a lungo e che nessun altro nodo della rete si connetta dopo G.

Seconda parte

E1 (5 punti). Descrivere <u>con un automa a stati finiti</u> il comportamento di un client POP3 per scaricare una email dal server.

E2 (6 punti). Supponiamo che al tempo t0 il TCP di un processo applicativo A si trovi nello stato di congestion avoidance, abbia 3 MSS di dati in volo, S_f=X, 2 MSS di dati ricevuti dal livello applicativo ma non ancora inviati, e che la dimensione della sua finestra di congestione sia 26/5 MSS. Supponiamo inoltre che il TCP di A riceva subito dopo t0 un riscontro R non duplicato e che in conseguenza di ciò invii un segmento S1 immediatamente prima del tempo t1. Successivamente, al tempo t2, accade un evento E, in conseguenza del quale viene inviato un segmento S2. Indicare – giustificando la risposta – il valore di *ackNum* e *rwnd* di R, il valore di *seqNum* di S1 e S2 e i valori di *ssthresh* e *cwnd* in t1 e t3, nell'ipotesi che l'evento E sia



(a) la ricezione di un ACK non duplicato, oppure
(b) lo scadere del timeout

Per semplicità assumere che i segmenti contenenti dati siano tutti *full-sized*.

E3 (7 punti). Supponiamo che solo tre nodi (A, B, C) di una rete Ethernet con topologia a bus, con frequenza di trasmissione di 10 Mbps e con lunghezza minima dei frame di 512 bit, debbano trasmettere ciascuno un SYN TCP e che inizino tutti e tre a trasmettere simultaneamente il proprio frame per la prima volta al tempo t. Indicare – giustificando la risposta – quale è la probabilità che il nodo B riesca a trasmettere con successo subito dopo che tutti e tre i nodi hanno colliso insieme un'altra volta, e che i rimanenti due nodi (A e C) trasmettano con successo dopo un'ulteriore collisione tra di loro.

Traccia della soluzione

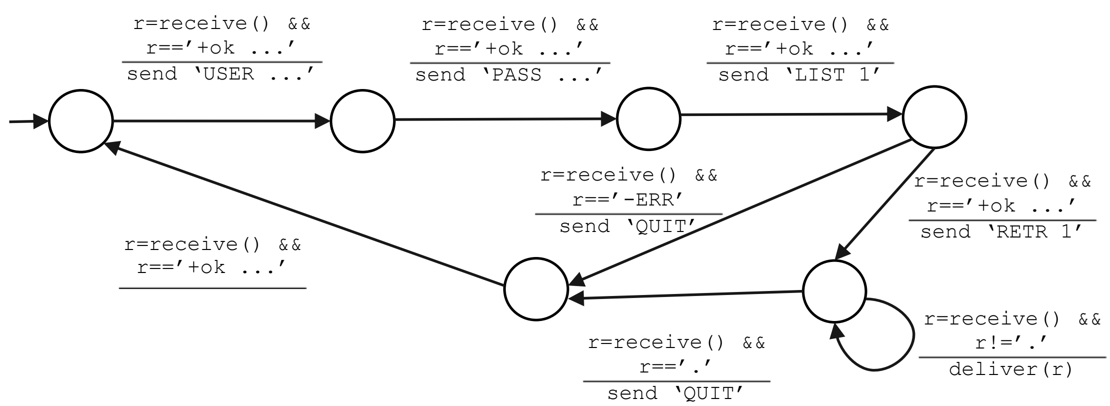
Q1. Osserviamo che il ritardo di propagazione sul collegamento è $d_{prop} = \frac{36\times10^6\ m}{2\times10^8\ m/s}$ = 18 x 10^{-2} s. Osserviamo inoltre che la dimensione di un frame ff contenente un segmento TCP full-sized è ffSize = (40+40+20+500) byte = 600 byte = 4800 bit, e che il tempo necessario per trasmettere ff è quindi $d_{trasm(ff)}$= 4800 x 10^{-6} s. Vediamo quindi che il massimo N tale che N x $d_{trasm(ff)} \leq d_{prop}$ è N = 37,5. Quindi la dimensione massima utile della finestra di invio è (37 x 500 + 200) byte ovvero 18700 byte ovvero 37,4 MSS.

Q2. Dopo avere ricevuto il primo riscontro: cwnd = (3 + 1/3) MSS = 10/3 MSS, dopo il secondo riscontro: cwnd = (10/3 + 3/10) MSS = 109/30 MSS, dopo il terzo: cwnd = (109/30 + 30/109) MSS < (90/30 + 19/30 + 30/90) MSS = (3 + 29/30) MSS < 4 MSS.

Q3. 23, perchè la distanza minima da X a uno dei vicini potrebbe essere l'ultima a essere determinata dall'algoritmo.

Q4. 13, uno per ogni (altro) nodo connesso alla rete. ARP prevede infatti un messaggio di richiesta (e uno di risposta) per ogni nodo di cui si desidera determinare l'indirizzo MAC.

E1.



E2. Osserviamo che i tre possibili valori di R.ackNum determinano tre diversi possibili valori di R.rwnd:

(1) R.ackNum=X+3MSS → R.rwnd=1MSS
(2) R.ackNum=X+2MSS → R.rwnd=2MSS
(3) R.ackNum=X+1MSS → R.rwnd=3MSS

In tutti e tre i casi abbiamo che

- $cwnd_{t1}$=(26/5 x 5/26) MSS=701/130 MSS
- $ssthresh_{t1}$=$ssthresh_{t0}$
- S1.seqNum=X+3MSS

Inoltre (a) se E è la ricezione di un ACK non duplicato:

- $cwnd_{t3}$=(701/130 x 130/701) MSS
- $ssthresh_{t3}$=$ssthresh_{t0}$
- S2.seqNum=X+4MSS

(b) se invece E è lo scadere del timeout:

- $cwnd_{t3}$= 1 MSS
- $ssthresh_{t3}$=701/260 MSS
- S2.seqNum=R.ackNum

E3. La probabilità che si verifichi la prima collisione è ovviamente 1, mentre probabilità che si verifichi una seconda collisione tra tutti e tre i nodi è $\frac{2}{2\times2\times2} = \frac{1}{4}$. La probabilità che dopo tale seconda collisione B riesca a trasmettere con successo subito mentre A e C collidano di nuovo è $\frac{3}{4\times4\times4} = \frac{3}{64}$. La probabilità che a questo punto A e C riescano entrambi a trasmettere senza ulteriori collisioni è $1 - \frac{8}{8\times8} = \frac{7}{8}$. Quindi la probabilità complessiva è: $1 \times \frac{1}{4} \times \frac{3}{64} \times \frac{7}{8} = \frac{21}{2^{11}}$.