## RETI DI CALCOLATORI – prova scritta del 22/01/2015

Per essere ammessi alla prova orale è necessario ottenere una valutazione sufficiente sia della prima parte che dell'intera prova scritta.

## Prima parte (10 punti)

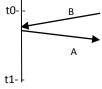
- **Q1.** Supponiamo che un router A trasmetta un frame di 1500 bit su un collegamento lungo 2,5 km con un router B e che la frequenza di trasmissione del collegamento sia 10 Mbps. Determinare –giustificando la risposta– quale è la velocità di propagazione nel collegamento:
  - (a) se tutti i bit del frame arrivano a B dopo 160 microsecondi dall'inizio della trasmissione, oppure
  - (b) se il ritardo di propagazione è 1/12 del ritardo di trasmissione.
- **Q2.** Un cliente C intende aprire una connessione TCP con un server DNS per inviare una query per ottenere la traduzione di un indirizzo simbolico. Supponendo che tale indirizzo occupi 6 byte, indicare giustificando la risposta quali sono i numeri di sequenza nelle intestazioni TCP dei primi due segmenti inviati da C se il numero di sequenza iniziale scelto da C è 5432.
- **Q3.** Indicare giustificando la risposta quali sono gli eventi che causano la seguente sequenza di valori assunti dalle variabili *cwnd* e *ssthresh* per una connessione TCP e indicare in quale stato si trova TCP ai tempi t1-t6.

	t1		t2		t3		t4		t5		t6	
cwnd	4	evento?	5	evento?	6	evento?	10	evento?	1	evento?	1	
ssthresh	10		10		10		10		5		5	
stato	?	$\rightarrow$	?	$\rightarrow$	?	$\rightarrow$	3	$\rightarrow$	?	$\rightarrow$	?	

**Q4.** Sia V un router che utilizza il protocollo distance vector con poisoned reverse e supponiamo che V abbia un collegamento diretto solo con i router E, F e G e che il costo di tali collegamenti sia 1, 3 e 3 rispettivamente. Supponiamo inoltre che il vettore delle distanze di V contenga  $D_V(E)=1$ ,  $D_V(F)=2$ ,  $D_V(G)=3$  e che i vettori che ha ricevuto dai suoi vicini contengano  $D_E(Z)=4$ ,  $D_F(Z)=2$  e  $D_G(Z)=1$ . Determinare –giustificando la risposta– quale è il valore di  $D_V(Z)$  determinato da V dopo aver ricevuto un nuovo vettore da G contenente  $D_G(Z)=3$ .

## Seconda parte

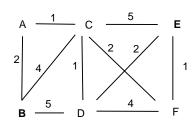
- **E1 (5 punti).** Descrivere <u>con un automa a stati finiti</u> il comportamento del lato sender di una versione di Go-Back-N che tiene conto dell'andamento dei riscontri ricevuti per limitare il numero R di segmenti ritrasmessi: ponendo R inizialmente a 1, incrementando R di 1 ogni volta che viene ricevuto un riscontro non corrotto per un segmento all'interno della finestra e decrementando R di 1 (senza tuttavia far scendere mai R sotto 1) ogni volta che viene ricevuto un riscontro non corrotto per un segmento non all'interno della finestra.
- **E2 (5 punti).** Al tempo t0 il TCP di un processo applicativo P ha 2 segmenti *full-sized* in volo, il più vecchio dei quali ha numero di sequenza X, il valore di *ssthresh* è 5 MSS e deve spedire 2 MSS di nuovi dati. Indicare –giustificando la risposta– quale è il valore di *cwnd* in t0 e di B.rwnd se, dopo avere ricevuto il riscontro non duplicato B, il TCP di P invia solo un segmento A *full-sized*. Considerare solo le possibilità che in t0 il TCP si trovi



- (a) nello stato di congestion avoidance, oppure
- (b) nello stato di fast recovery.

Per semplicità, supporre che non scatti nessun timeout nell'intervallo [t0,t1].

E3 (5 punti). Consideriamo il sistema autonomo ASO a lato, i cui unici gateway sono B ed E e i cui nodi utilizzano come preferenza locale per BGP la distanza minima calcolata da distance vector con poisoned reverse. Supponiamo che al tempo t sia B che E comunichino agli altri router di ASO la raggiungibilità di tre sistemi autonomi esterni AS1, AS2 ed AS3. In particolare, B trasmette un advertisement di AS1 con |AS-PATH|=8, uno di AS2 con |AS-PATH|=7 e uno di AS3 con |AS-PATH|=3, mentre E trasmette un advertisement di AS1 con |AS-PATH|=3.



Determinare –giustificando la risposta– su quali collegamenti A, C, D e F inoltreranno i pacchetti destinati ad AS1, AS2 e AS3 dopo avere ricevuto tutti gli advertisement sopra menzionati

**E4 (5 punti).** Consideriamo una rete Ethernet con topologia a bus formata da 5 nodi e consideriamo la situazione in cui tutti i nodi della rete inizino a trasmettere per la prima volta un frame al tempo t. Indicare – giustificando la risposta – quale è la probabilità che tutti i nodi riescano a trasmettere con successo nel minor tempo possibile, e quale è in tale caso il numero di *jam signal* trasmessi.

## Traccia della soluzione

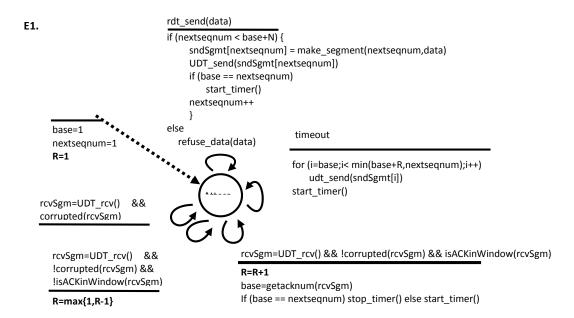
**Q1.** (a) 
$$\frac{1500 \ b}{10^7 b/s} + \frac{2.5 \times 10^3 m}{V} = \frac{160}{10^6} s$$
 quindi V = 2,5x108m/s. (b)  $\frac{2.5 \times 10^3 m}{V} = \frac{1}{12} \times \frac{1500 \ b}{10^7 b/s}$  quindi V = 2x108m/s.

- **Q2.** I primi due segmenti inviati da C sono i due segmenti del three-way handshake e hanno quindi numero di sequenza 5432 e 5433, rispettivamente.
- **Q3.** Osserviamo che in t1 TCP si trova necessariamente nello stato *slow start* (dato che cwnd≥ssthresh in *congestion avoidance* e cwnd>ssthresh in *fast recovery*). Il primo e il secondo evento possono essere la ricezione di un ACK non duplicato:

	t1		t2		t3		t4
cwnd	4	ricezione	5	ricezione	6		10
ssthresh	10	ACK non	10	ACK non	10		10
stato	SS	duplicato	SS	duplicato	SS	? →	?

Nessun evento può tuttavia causare nello stato *slow start* la modifica del valore di cwnd da quello indicato in t3 a quello indicato in t4. Non esiste quindi alcuna sequenza di eventi che può causare la sequenza di valori assunti dalle variabili *cwnd* e *ssthresh* indicata nel quesito.

**Q4.** V determinerà il nuovo valore di  $D_V(Z)$  applicando la formula di Bellman-Ford:  $D_V(Z) = \min \{C(V,E) + D_E(Z), C(V,F) + D_F(Z), C(V,G) + D_F(Z)\} = \min \{1+4,3+2,3+3\} = 5.$ 



- E2. (a) Se B.ackN=X+2 MSS allora, dopo avere ricevuto B, il TCP di A non ha più dati in volo e quindi min(cwnd<sub>to</sub>+1/cwnd<sub>to</sub>,B.rwnd)=1MSS. Poiché cwnd<sub>to</sub>≥ 5 MSS, ciò significa che B.rwnd=1MSS.
  - Se B.ackN=X+1 MSS allora min(cwnd<sub>to</sub>+1/cwnd<sub>to</sub>,B.rwnd)=2MSS. Poiché cwnd<sub>to</sub>≥ 5 MSS, ciò significa che B.rwnd=2MSS.
  - (b) Se B.ackN=X+2 MSS allora min(5MSS, B.rwnd)=1MSS. Quindi B.rwnd=1MSS.
    - Se B.ackN=X+1 MSS allora min(5MSS, B.rwnd)=2MSS. Quindi B.rwnd=2MSS.
- E3. Poiché D<sub>A</sub>(B)=2 e D<sub>A</sub>(E)=4, A inoltrerà i pacchetti destinati ad AS1, AS2 e AS3 sul collegamento AB.
  - Poiché D<sub>c</sub>(B)=3=D<sub>c</sub>(E), C inoltrerà i pacchetti destinati ad AS1 sul collegamento CA, quelli destinati ad AS2 sul collegamento CD o sul collegamento CF e quelli destinati ad AS3 sul collegamento CA o sul collegamento CD o sul collegamento CF.
  - Poiché D<sub>D</sub>(B)=4 e D<sub>D</sub>(E)=2, D inoltrerà i pacchetti destinati ad AS1, AS2 e AS3 sul collegamento DE.
  - Infine poiché D<sub>F</sub>(B)=5 e D<sub>F</sub>(E)=1, F inoltrerà i pacchetti destinati ad AS1, AS2 e AS3 sul collegamento FE.
- **E4.** Affinché tutti i nodi riescano a trasmettere con successo nel minor tempo possibile, dopo la prima collisione solo uno di essi deve rispedire subito mentre gli altri devono attendere, e ciò avviene con probabilità 5/2<sup>5</sup>. Dopo che i rimanenti quattro nodi collidono di nuovo una seconda volta, solo uno di essi deve rispedire subito mentre gli altri tre devono scegliere di attendere ciascuno un tempo diverso dagli altri due, e ciò avviene con probabilità 4!/4<sup>4</sup>. Quindi la probabilità che tutti i nodi riescano a trasmettere con successo nel minor tempo possibile è 5/2<sup>5</sup> x 4!/4<sup>4</sup>=15/1024. In tale caso vengono trasmessi 5 jam signal dopo la prima collisione e 4 dopo la seconda.