

## RETI DI CALCOLATORI - prova scritta 11/09/2015

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

### Prima parte (12 punti)

**Q1.** Un server DNS S invia una query di tipo "A" per risolvere il nome `non esiste.di.unipi.it`. Indicare – giustificando la risposta – quali messaggi DNS verranno generati nella rete a seguito di tale query nel caso in cui il nome `non esiste.di.unipi.it` non corrisponda ad alcun host.

**Q2.** Un client C vuole scaricare con FTP un file di 7 Kbyte da un server FTP S. Indicare – giustificando la risposta – quali segmenti TCP verranno inviati da S a C supponendo che il valore di MSS sia 2 Kbyte e che nessun pacchetto vada perso.

**Q3.** Consideriamo un sistema autonomo S i cui nodi utilizzano distance vector con poisoned reverse come protocollo di routing intra-dominio, e siano A e B due nodi in S. Indicare – giustificando la risposta – se è possibile che A invii a B un vettore contenente solo distanze con valore infinito mentre B sta anch'esso inviando ad A un vettore contenente solo distanze con valore infinito.

**Q4.** Consideriamo uno switch con auto-apprendimento dotato di 5 porte a cui sono connessi 5 computer: Indicare il contenuto della tabella di commutazione dello switch nell'ipotesi che quando essa è inizialmente vuota vengano inviati nell'ordine i seguenti frame:

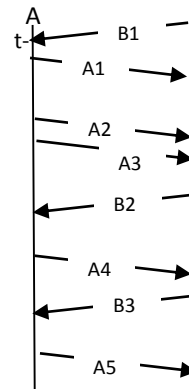
- il computer A con indirizzo MAC V alla porta 1,
  - il computer B con indirizzo MAC W alla porta 2,
  - il computer C con indirizzo MAC X alla porta 3,
  - il computer D con indirizzo MAC Y alla porta 4 e
  - il computer E con indirizzo MAC Z alla porta 5.
- da A a C,
  - da C a E,
  - da D ad A,
  - da B ad E,
  - da E a B e
  - da C ad A.

### Seconda parte (18 punti)

**E1 (6 punti).** Al tempo  $t$  il TCP di un processo applicativo A non ha dati in volo e il valore della sua variabile  $S_f$  è X. Sapendo che:

- B1 contiene il flag FIN a 1,  $seqNum=Z$  e non contiene dati
- A1 contiene il flag ACK a 1, il flag FIN a 0 e non contiene dati
- A2, A3 e A4 non sono risedizioni di A1 e hanno i flag ACK e FIN a 0
- A5 contiene il flag FIN a 1, il flag ACK a 0 e non contiene dati

indicare – giustificando la risposta – i possibili valori del campo  $seqNum$  dei segmenti A2, A3, A4, A5 e del campo  $ackNum$  dei segmenti A1, B2 e B3.



**E2 (6 punti).** Descrivere con un pseudo-codice il modo in cui un router R interno a un sistema autonomo aggiorna la sua tabella di inoltra quando riceve un messaggio  $m$  di aggiornamento BGP che pubblicizza la raggiungibilità di una rete  $d$ . Per semplicità supporre che il router consideri solo gli attributi `AS-PATH` e `NEXT-HOP` dei messaggi BGP e ignorare l'aggregazione di indirizzi. Supporre inoltre che:

- R memorizzi la sua tabella di inoltra in una tabella hash `nextHop` (dove `nextHop(d)` indica quale è il prossimo salto per  $d$ ),
- R memorizzi i costi finora calcolati per le altre destinazioni in una tabella hash `cost` (dove `cost(d)` indica il costo per raggiungere  $d$ ) e
- R memorizzi in una tabella `currentBGPPathFor` il percorso BGP attualmente utilizzato per una destinazione esterna (dove `currentBGPPathFor(d).AS-PATH` e `currentBGPPathFor(d).NEXT-HOP` indicano rispettivamente i valori degli attributi `AS-PATH` e `NEXT-HOP` del percorso attualmente selezionato).

**E3 (6 punti).** Una rete locale utilizza come protocollo MAC il protocollo Slotted Aloha  $p$ -persistente, con  $p=0.7$ . Due host A e B trasmettono un frame nello slot X, A per la prima volta e B per la seconda. Sapendo che nessun altro host (diverso da A e B) trasmette frame negli slot  $[X, X+3]$ , indicare – giustificando la risposta – quale è la probabilità che sia A che B riescano entrambi a trasmettere con successo il proprio frame prima dello slot  $X+4$  senza che si verifichino collisioni negli slot  $[X+1, X+3]$ . Per semplicità assumere che tutte le collisioni vengano notificate istantaneamente.

## TRACCIA DELLA SOLUZIONE

**Q1.** I messaggi DNS che verranno generati nella rete, oltre alla query inviata da S sono:

- una o più risposte di tipo “NS”, nel caso in cui la query sia risolta in modo iterativo, e
- la risposta di tipo “A” che indica che non esiste alcun indirizzo corrispondente al nome nonesiste.di.unipi.it.

**Q2.** Assumendo che C invii a S la sequenza di comandi FTP “USER”, “PASS”, “PORT”, “RETR” e “QUIT”, S invierà a C:

1. un segmento “SYN+ACK” (in risposta al segmento “SYN” ricevuto)
2. un segmento contenente il messaggio FTP “220 Service ready for new user”
3. un segmento contenente la risposta FTP “331 User name okay, need password” (in risposta al comando “USER” ricevuto)
4. un segmento contenente la risposta FTP “230 User logged in, proceed” (in risposta a “PASS”)
5. un segmento contenente la risposta FTP “200 Command okay” (in risposta a “PORT”)
6. un segmento contenente la risposta FTP “150 File status okay; about to open data connection” (in risposta a “RETR”)
7. un segmento “SYN” (per aprire la connessione dati)
8. un segmento contenente il riscontro del “SYN+ACK” ricevuto
- 9,10,11,12. quattro segmenti contenenti il file richiesto diviso in quattro parti (tre segmenti se la prima parte del file viene inviata in piggybacking con il riscontro del “SYN+ACK” ricevuto)
13. un segmento “FIN” (per iniziare la chiusura della connessione dati)
14. un segmento contenente il riscontro del “FIN+ACK” ricevuto
15. un segmento contenente la risposta FTP “226 Closing data connection”
16. un segmento contenente la risposta FTP “221 Service closing control connection” (in risposta a “QUIT”)
17. un segmento “FIN” (per iniziare la chiusura della connessione di controllo)
18. un segmento contenente il riscontro del “FIN+ACK” ricevuto

**Q3.** Sì, ciò è possibile se per esempio A e B hanno entrambi un unico altro vicino C attraverso cui instradano tutti i pacchetti. Se C diventa irraggiungibile, ovvero se i collegamenti AC e BC cadono, A e B ricalcolano i loro vettori delle distanze e ciascuno invia all’altro un vettore contenente solo distanze con valore infinito.

**Q4.**

Indirizzo	Porta
V	1
X	3
Y	4
W	2
Z	5

- //aggiunta quando switch riceve frame inviato da A a C
- //aggiunta quando switch riceve frame inviato da C a E
- //aggiunta quando switch riceve frame inviato da D ad A
- //aggiunta quando switch riceve frame inviato da B a E
- //aggiunta quando switch riceve frame inviato da E a B

**E1.** Osserviamo che A1 è il riscontro di B1 quindi  $A1.ackNum = Z + 1$ , A2 trasporta N2 byte di nuovi dati, con  $A2.seqNum = X$ , e A3 trasporta altri N3 byte di nuovi dati, con  $A3.seqNum = X + N2$ . A questo punto:

- se  $B2.ackNum = X + N2 + N3$  oppure se  $B2.ackNum = X + N2$  e non scatta alcun timeout, allora A4 trasporta N4 byte di nuovi dati, con  $A4.seqNum = X + N2 + N3$ , e  $B3.ackNum = X + N2 + N3 + N4 = A5.seqNum$ ;
- se  $B2.ackNum = X + N2$  e scatta un timeout allora A4 è una rispedizione di A3, ovvero  $A4.seqNum = X + N2$ , e  $B3.ackNum = X + N2 + N3 = A5.seqNum$ .

```

E2. if nextHop(d) == NULL || length(m.AS-PATH) < length(currentBGPPathFor(d).AS-PATH)
||
length(m.AS-PATH) == length(currentBGPPathFor(d).AS-PATH) &&
cost(m.NEXT-HOP) < cost(currentBGPPathFor(d).NEXT-HOP)
then {nextHop(d) = nextHop(m.NEXT-HOP);
cost(d) = cost(m.NEXT-HOP);
currentBGPPathFor(d).AS-PATH = m.AS-PATH;
currentBGPPathFor(d).NEXT-HOP = m.NEXT-HOP;}
    
```

**E3.** Sia A che B riescono entrambi a trasmettere con successo il proprio frame prima dello slot X+4 senza collisioni negli slot [X+1, X+3] se:

- (1) A trasmette con successo nello slot X+1 e B trasmette con successo nello slot X+2 o nello slot X+3, oppure
- (2) A trasmette con successo nello slot X+2 e B trasmette con successo nello slot X+1 o nello slot X+3, oppure
- (3) A trasmette con successo nello slot X+3 e B trasmette con successo nello slot X+1 o nello slot X+2.

Indichiamo con  $K_M$  il numero di slot da attendere scelto da un nodo dopo avere rilevato una collisione nello slot M e indichiamo con  $R_N$  il numero scelto da un nodo all’inizio dello slot N per la p-persistenza. Osserviamo che:

- A trasmette nello slot X+1 se  $K_X = 0 \wedge R_{X+1} \leq 0.7$ , ovvero con probabilità  $\frac{1}{2} \times \frac{7}{10} = \frac{7}{20}$
- A trasmette nello slot X+2 se  $(K_X = 0 \wedge R_{X+1} > 0.7 \wedge R_{X+2} \leq 0.7) \vee (K_X = 1 \wedge R_{X+2} \leq 0.7)$ , ovvero con probabilità  $\left(\frac{1}{2} \times \frac{3}{10} \times \frac{7}{10}\right) + \left(\frac{1}{2} \times \frac{7}{10}\right) = \frac{91}{200}$
- A trasmette nello slot X+3 se  $(K_X = 0 \wedge R_{X+1} > 0.7 \wedge R_{X+2} > 0.7 \wedge R_{X+3} \leq 0.7) \vee (K_X = 1 \wedge R_{X+2} > 0.7 \wedge R_{X+3} \leq 0.7)$ , ovvero con probabilità  $\left(\frac{1}{2} \times \frac{3}{10} \times \frac{3}{10} \times \frac{7}{10}\right) + \left(\frac{1}{2} \times \frac{3}{10} \times \frac{7}{10}\right) = \frac{273}{2000}$ .

I casi per B sono analoghi, con la differenza che B sceglie  $K_X$  nell’intervallo [0,3] e quindi:

- B trasmette nello slot X+1 con probabilità  $\frac{7}{40}$
- B trasmette nello slot X+2 con probabilità  $\frac{91}{400}$
- B trasmette nello slot X+3 anche se  $K_X = 2 \wedge R_{X+3} \leq 0.7$ , ovvero trasmette nello slot X+3 con probabilità  $\frac{273}{4000} + \left(\frac{1}{4} \times \frac{7}{10}\right) = \frac{973}{4000}$ .

La probabilità cercata è quindi:  $\frac{7}{20} \times \left(\frac{91}{400} + \frac{973}{4000}\right) + \frac{91}{200} \times \left(\frac{7}{40} + \frac{973}{4000}\right) + \frac{273}{2000} \times \left(\frac{7}{40} + \frac{91}{400}\right)$ .