

---

# Internet e Reti di Comunicazione

Prof. Stefano Bregni

III Appello d'Esame – 13 febbraio 2013

Cognome e nome:

(stampatello)  
(firma leggibile)

Matricola:

**NB1:** In ogni esercizio, ogni risposta non giustificata adeguatamente, anche con pochissime parole, avrà valore nullo (esempi di risposte non accettabili: SI, NO,  $T=5.43$ ). **NB2:** leggere le domande prima di rispondere!

## Domanda 1

(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (6 punti)

In una connessione TCP è trasferito un file lungo 224 kbyte da a partire dal tempo  $t = 0$ . Si assuma che:

- TCP Maximum Segment Size (MSS) = 1 kbyte;
- Round Trip Time (RTT) = 500 ms, costante durante tutto il trasferimento;
- valore base TIMEOUT = 2·RTT; nel caso di TIMEOUT scaduti consecutivamente, secondo Karn TIMEOUT = 4·RTT dopo 1 pacchetto non riscontrato, TIMEOUT = 8·RTT dopo 2 pacchetti consecutivi non riscontrati, TIMEOUT = 16·RTT dopo 3 o più pacchetti consecutivi non riscontrati;
- Ssthresh( $t = 0$ ) = 32 kbyte;
- RCVWND( $t = 0$ ) = 8 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
  - RCVWND( $t = 5.0$  s) = ~~32~~ 16 kbyte;
  - RCVWND( $t = 15.0$  s) = 16 kbyte;
- CWND( $t = 0$ ) = 1 MSS;
- il trasferimento dei pacchetti in rete avviene senza errori o perdite; la capacità di trasmissione è abbastanza grande da rendere il tempo di trasmissione dei pacchetti trascurabile rispetto a RTT;
- il ricevitore riscontra immediatamente i segmenti ricevuti;
- la rete va fuori servizio negli intervalli di tempo aperti  $t = (5.5 \text{ s}, 6.0 \text{ s})$ ,  $t = (10.0 \text{ s}, 10.5 \text{ s})$ ,  $t = (12.5 \text{ s}, 13.0 \text{ s})$ ;  $t = (17.5 \text{ s}, 21.0 \text{ s})$ ;
- vengono trasmessi segmenti di lunghezza MSS; se SNDWND non è multiplo intero di MSS, si arrotondi il numero di segmenti trasmessi all'intero più vicino;
- la procedura di *congestion avoidance* abbia luogo per  $\text{CWND} \geq \text{Ssthresh}$ .

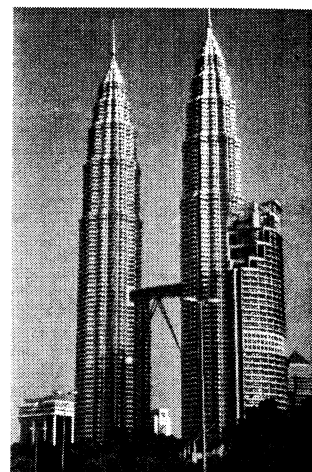
Si tracci sul foglio allegato l'andamento nel tempo di CWND e SNDWND usando la notazione specificata in legenda. Si determinino in particolare:

- il tempo totale di trasferimento del file  $T_{\text{END}}$  [s] (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto alla ricezione dell'ultimo ACK);
- i valori di CWND quando diversi da SNDWND (anche per  $t = T_{\text{END}}$ );
- il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se ne vengono ricevuti gli ACK o no;
- i valori assunti da Ssthresh durante il trasferimento.

**Domanda 2**

(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (5 punti)

Un terminale A, sulla guglia di una delle due Petronas Towers di Kuala Lumpur (altezza  $h = 451.9$  m), invia dati a un terminale B a terra a distanza  $d$  dalla base della torre, attraverso un collegamento radio di capacità  $C = 512$  Mbit/s. Sia  $\alpha$  l'angolo formato dalla congiungente AB con la torre.



Il protocollo di livello 2, che controlla la trasmissione delle trame su questi collegamenti, sia così caratterizzato:

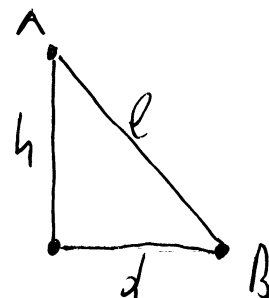
- pacchetti dati di dimensione fissa  $L_D = 12$  byte, consistenti in 10 byte di carico utile e 2 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK e NACK) di dimensione fissa  $L_A = 2$  byte;
- tempo di elaborazione pacchetto dati da parte della stazione ricevente (tempo che intercorre tra la ricezione di un pacchetto dati e la trasmissione dell'ACK) trascurabile;
- tempo di elaborazione pacchetto ACK da parte della stazione ricevente (tempo che intercorre tra la ricezione di un pacchetto ACK e la trasmissione del pacchetto dati successivo) trascurabile.

Il protocollo sia di tipo *go-back-N*, con soli riscontri positivi (ACK), con dimensione della finestra di trasmissione pari a  $W = 15$  pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione  $TO = 5$   $\mu$ s (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del  $TO$  senza che sia ricevuto l'ACK; se il  $TO$  scade durante la trasmissione di un pacchetto, la trasmissione viene interrotta per ritrasmettere il pacchetto perso).

Si consideri il sistema con  $d = 300$  m. Si calcoli il tempo di trasferimento da A a B di un segmento dati di lunghezza 85 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), nel caso in cui il 2° pacchetto trasmesso da A non venga ricevuto correttamente da B. (5 punti)

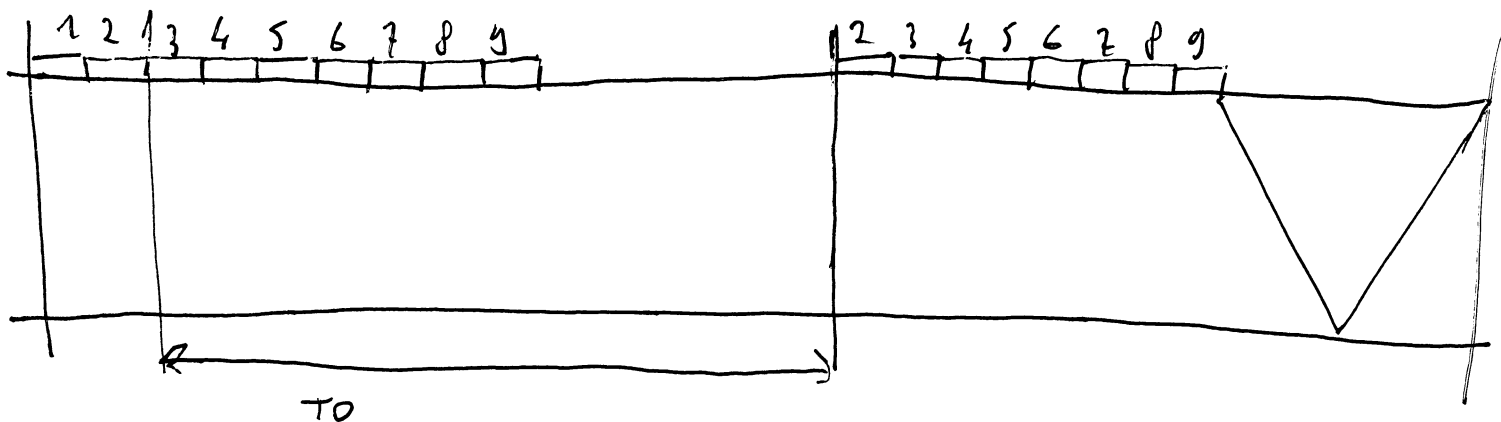
$$T_A = 31.25 \text{ ms} \quad T_D = 187.5 \text{ ns} \quad N = \left\lceil \frac{85}{10} \right\rceil = 9 \text{ pacchetti}$$

$$l = \sqrt{h^2 + d^2} = 542.41 \text{ m} \quad \tau = l/c = 1.8 \text{ } \mu\text{s}$$



$$2\tau + T_A \cong 19.4 T_D \Rightarrow \text{TX discontinuo}$$

$$< TO \Rightarrow \text{TO lungo abbastanza}$$



$$T = 2T_D + TO + 8T_D + 2\tau + T_A = 10.52 \text{ } \mu\text{s}$$

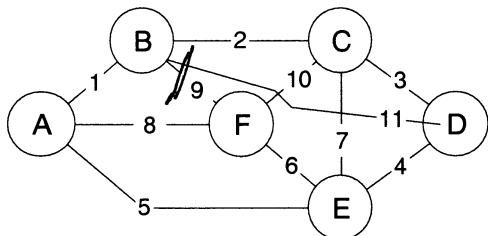


**Domanda 4**

(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (5 punti)

- a) Applicare l'algoritmo *Distance Vector* (DV) alla rete in figura (nodi A-F, collegamenti 1-11) e per le condizioni iniziali specificate al tempo  $t=t_0$ , senza applicare la regola dello *split horizon*. Il costo di tutti i collegamenti sia unitario. Si aggiornino le tabelle di *routing* e si scrivano i DV a ogni passaggio, supponendo che i DV tra i nodi siano scambiati nella sequenza indicata ( $t_i < t_{i+1}$ ) e non vengano inviati altri DV oltre a quelli indicati.

NB: Aggiornando le tabelle di *routing*, limitarsi a completare solo le tabelle diverse rispetto al passo precedente. Si mantengano le righe delle tabelle in ordine alfabetico.



- b) Cosa cambia se si applica la regola dello *split horizon con poisonous reverse*? Apportare le modifiche necessarie alle tabelle compilate, inserendo i nuovi valori tra parentesi a destra dei precedenti.

**Tabelle di routing al tempo  $t=t_0$ :**

A →	Collegam.	Costo
A	-	0
B	5	3
C	5	4
D	5	2
E	5	2

B →	Collegam.	Costo
A	1	1
B	-	0
C	1	4
D	1	2

C →	Collegam.	Costo
A	10	1
C	-	0
D	10	4
E	3	2

D →	Collegam.	Costo
A	4	2
B	3	2
C	3	1
D	-	0
E	4	1

E →	Collegam.	Costo
A	5	1
B	4	2
D	4	1
E	-	0

F →	Collegam.	Costo
A	6	3
B	9	∞
C	10	10
D	6	2

Al tempo  $t=t_1$ , si interrompe il collegamento B-F.

DV inviato F → C al tempo  $t=t_2$ : (10)

A	3	
B	∞	
C	10 (∞)	
D	2	

DV inviato D → E al tempo  $t=t_3$ : (4)

A	2 (5)	
B	2	
C	1	
D	0	
E	1 (5)	

DV inviato A → B al tempo  $t=t_4$ : (1)

A	0	
B	3	
C	4	
D	2	
E	2	

**Tabelle di routing al tempo  $t=t_5$ :**

A →	Collegam.	Costo
A	-	0
B	5	3
C	5	4
D	5	2
E	5	2

B →	Collegam.	Costo
A	1	1
B	-	0
C	1	5
D	1	3
E	1	3

C →	Collegam.	Costo
A	10	4
B	10	∞
C	-	0
D	10	3
E	3	2

D →	Collegam.	Costo
A	4	2
B	3	2
C	3	1
D	-	0
E	4	1

E →	Collegam.	Costo
A	5	1
B	4	3
C	4	2
D	4	1
E	-	0

F →	Collegam.	Costo
A	6	3
B	9	∞
C	10	10
D	6	2

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

## Domanda 5

(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (15 punti)

(NB: ogni risposta non giustificata adeguatamente, anche con pochissime parole, avrà valore nullo).

1) In un sistema di indirizzamento IP CIDR, ci è stato assegnato il blocco di indirizzi 135.0.0.0/10 (4 punti)

- Si partizioni il blocco 135.0.0.0/10 in  $N$  sottoreti  $/n$  che permettano di indirizzare almeno 200.000 host ognuna. Quanto valgono  $N$  e  $/n$ ?

$$/n = /14 \quad N = 16$$

- Si partizioni la sottorete #1  $/n$  in  $M = 8$  (sotto)<sup>2</sup>reti  $/m$ . Quanto vale  $/m$ ?

$$/17$$

- Si scriva in formato decimale l'indirizzo della (sotto)<sup>2</sup>rete #1-6  $/m$ .  
Si partizioni la (sotto)<sup>2</sup>rete #1-6  $/m$  in  $Q = 512$  (sotto)<sup>3</sup>reti  $/q$ . Quanto vale  $/q$ ?

$$\underline{135.00|0001|11.0|000000.0000000} \quad 135.7.0.0 \quad /17$$

$$/q = /26$$

- Quanti host è possibile indirizzare in una (sotto)<sup>3</sup>rete  $/q$ ?

$$2^6 - 2 = 62$$

- Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #32 della (sotto)<sup>3</sup>rete  $/q$  #1-6-3.

$$135.00|0001|11.0|000000.11|100000 \quad 135.7.0.224$$

2) Perché nei protocolli di instradamento basati su *Distance Vector* i router non possono usare l'algoritmo di Dijkstra per calcolare i percorsi a minima distanza verso le destinazioni conosciute? (2 punti)

- 3)  $N = 6$  segnali numerici con frequenza nominale  $f_i = 250$  kbit/s sono multiplati in modo asincrono a interallacciamento di bit. Il segnale di multiplo ha frequenza nominale  $f_m = 1620$  kbit/s. La trama di multiplo ha lunghezza  $L = 520$  bit e include 16 bit di allineamento e servizio,  $3N$  bit di controllo di giustificazione,  $N$  bit di opportunità di giustificazione. Si calcoli il coefficiente di giustificazione  $\rho$  (frazione di opportunità di giustificazione occupate da cifre non significative). (3 punti)

$$6 \cdot 250 \text{ kbit/s} = 1620 \text{ kbit/s} \quad \frac{(520 - 16 - 18 - 6\rho) \text{ bit}}{520 \text{ bit}} \rightarrow \rho \approx 0.531$$

4) Illustrare le funzioni di BGP. Chi lo usa? A che scopo? Cosa fa?

(2 punti)

---

5) Cosa rappresenta l'elemento in posizione  $i, j$  nella matrice di transizione di stato di una catena di Markov tempo-discreta? Qual è la sua unità di misura? Cosa rappresenta l'elemento in posizione  $i, j$  nella matrice di transizione di stato di una catena di Markov tempo-continua? Qual è la sua unità di misura?

(2 punti)

---

6) Descrivere il contenuto della tabella di instradamento in un router IP.

(2 punto)

Cognome e nome:

Matr.

$N=224$

Firma:

