
Internet e Reti di Comunicazione

Prof. Stefano Bregni

II-B Appello d'Esame – 25 settembre 2012

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 211 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($t = 0$) = 8 kbyte;
- RCVWND($t = 0$) = 4 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - RCVWND($t = 2.5$ s) = 16 kbyte;
 - RCVWND($t = 14$ s) = 8 kbyte;
 - RCVWND($t = 15.5$ 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 $t = (6.0 \text{ s}, 6.5 \text{ s})$, $t = (10.5 \text{ s}, 11.0 \text{ s})$, $t = (16.0 \text{ s}, 16.50 \text{ s})$, $t = (18.0 \text{ s}, 21.5 \text{ s})$;
- 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_{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) (4 punti)*

In un'azienda, 100 utenti effettuano chiamate in media lunghe 3' e ogni 8 ore verso l'esterno. Si assuma il modello di Poisson per gli istanti dei tentativi di chiamata. Il PABX è collegato alla rete pubblica attraverso un fascio di C linee telefoniche. Qual è il numero minimo di linee necessario affinché la probabilità che gli utenti non trovino una linea libera sia inferiore a 1%?

Per valutare la probabilità di rifiuto delle chiamate dati, si usi la distribuzione Erlang-B $E_{1,m}(A_0)$ allegata.

$$E_{1,m}(A_0) = \frac{A_0^m / m!}{\sum_{i=0}^m A_0^i / i!}$$

$$A_0 = 0,625 \text{ Erl} \quad C = 1 \quad E_{1,C}(A_0) = 0,385$$

$$C = 2 \quad n = 0,107$$

$$C = 3 \quad n = 0,022$$

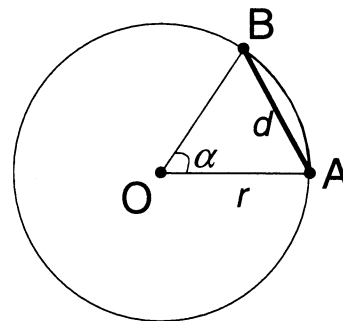
$$C = 4 \quad n = 3,4 \cdot 10^{-3}$$

$$\Rightarrow C \geq 4$$

Domanda 3

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

Un sensore B sul bordo di un lago circolare di raggio $r = 400$ m trasmette dati alla base A, attraverso un sistema di trasmissione radio diretto lungo il segmento AB che fornisce un canale libero da errori, eccetto quando diversamente indicato, di capacità $C = 1$ Gbit/s. A e B si trovano su una circonferenza di centro O, come rappresentato in figura. Sia α l'angolo formato da OB e OA.



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

- pacchetti dati di dimensione fissa L_D , consistenti in 40 byte di carico utile e 20 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa $L_A = 20$ 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 $W = 8$ pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione $TO = 10 \mu s$ (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).

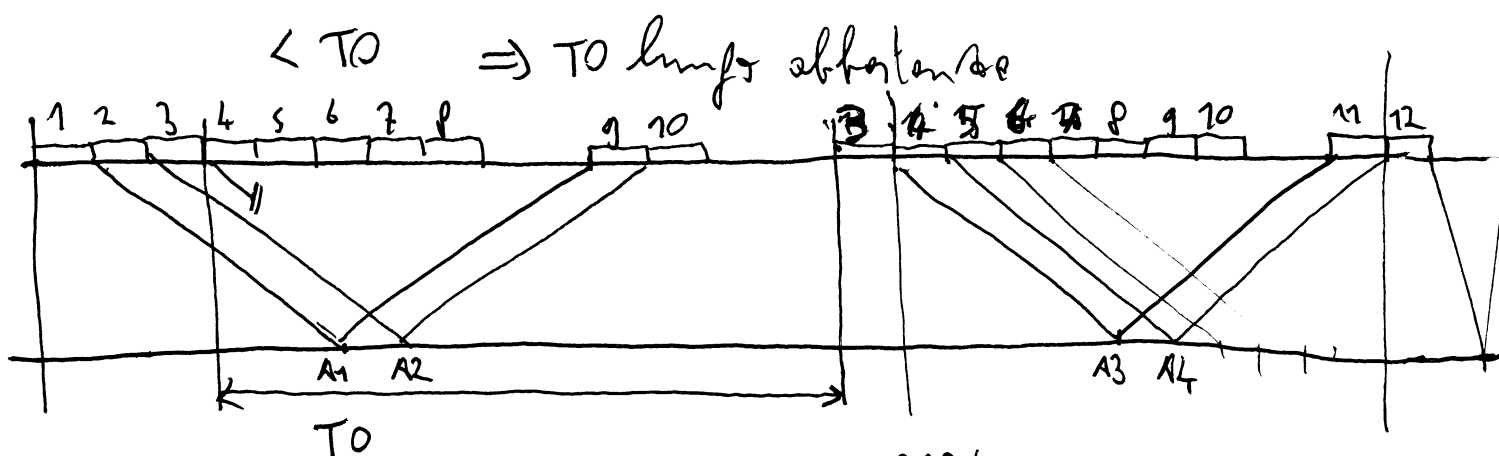
Si calcoli il tempo di trasferimento da B ad A di un segmento di dati di lunghezza ~~150~~ ¹⁵ byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), per $\alpha = 100^\circ$, nel caso in cui il terzo pacchetto trasmesso da B non venga ricevuto correttamente da A.

$$T_A = 160 ns \quad T_D = 480 ns \quad N = \left\lceil \frac{15}{40} \right\rceil = 1 \text{ pacchetto}$$

$$d = 227 \sin \frac{\alpha}{2} = 613 m \quad c = 204 \mu s \quad v = 3 \cdot 10^8 m/s$$

$$2c + T_A \approx 8.16 T_D \Rightarrow TX \text{ discont.}$$

$< TO \Rightarrow TO$ lungo abbastanza



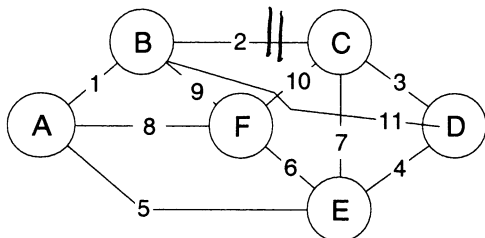
$$T_{TOT} = 3T_D + TO + T_D + 2(T_D + T_A + 2c) = 2136 \mu s$$

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	1	2
C	1	2
F	5	3

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

C →	Collegam.	Costo
A	10	2
B	10	1
C	-	0
D	2	1

D →	Collegam.	Costo
B	3	1
C	3	1
D	-	0

E →	Collegam.	Costo
E	-	0
F	5	2

F →	Collegam.	Costo
A	8	1
B	8	1
F	-	0

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

DV inviato B → F al tempo $t=t_2$: (3)

A →	Collegam.	Costo
A	3	
B	0	
C	4	
D	∞	

DV inviato A → E al tempo $t=t_3$: (5)

A →	Collegam.	Costo
A	0	
B	2	
C	2	
F	3 (∞)	

DV inviato C → D al tempo $t=t_4$: (3)

A →	Collegam.	Costo
A	2	
B	1	
C	0	
D	∞	

Tabelle di routing al tempo $t=t_5$:

A →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		

B →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		

C →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		

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

E →	Collegam.	Costo
A	5	1
B	5	3
C	5	3
E	-	0
F	5	4 (∞)

F →	Collegam.	Costo
A	8	1
B	8	1
C	4	3
D	4	∞
F	-	0

Domanda 5

(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (16 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 30.0.0.0/8 (4 punti)

- Si partizioni il blocco 30.0.0.0/8 in N sottoreti $/n$ che permettano di indirizzare almeno 8 milioni di host ognuna. Quanto valgono N e $/n$?

$$N=2 \quad /n=19$$

- Si partizionino le sottoreti #0 e #1 $/n$, ciascuna in $M = 32$ (sotto)²reti $/m$. Quanto vale $/m$?

$$/m = 14$$

- Si scriva in formato decimale l'indirizzo della (sotto)²rete #0-4 $/m$.
Si partizioni la (sotto)²rete #0-4 $/m$ in $Q = 256$ (sotto)³reti $/q$. Quanto vale $/q$?

$$/q = 22$$

$$30.0.0.0 \text{ } 100 \text{ } 00000000 \text{ } 14 \quad 30.16.0.0 \text{ } 14$$

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

$$2^{19} - 2 = 524288$$

- Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #511 della (sotto)³rete $/q$ #0-4-64.

$$30.0.0.0 \text{ } 100 \text{ } 00000000 \text{ } 01.00000000 \text{ } 01.11111111$$

$$30.17.1.255$$

- 2) N sorgenti con frequenza di picco 10 Mbit/s trasmettono pacchetti di durata media $A = 150$ ms con intervallo B , tra l'istante di trasmissione di un pacchetto e il seguente, puramente casuale e distribuito uniformemente tra 150 ms e 450 ms. I pacchetti sono inviati a un moltiplicatore statistico con buffer infinito e linea di capacità $C = 150$ Mbit/s. (3 punti)
- Fino a quante sorgenti posso moltiplicare, affinché il coefficiente di utilizzo della linea non superi il 30%?

$$N \cdot 10 \text{ Mbit/s} \cdot \frac{150 \text{ ms}}{300 \text{ ms}} \leq 0.3 \cdot 150 \text{ Mbit/s} \rightarrow N \leq 9$$

- Misuro un'occupazione media del buffer pari a $\frac{5 \text{ Mbit}}{100 \text{ Mbit}}$. Quanti pacchetti sono in coda, mediamente?

$$L = 10 \text{ Mbit/s} \cdot 150 \text{ ms} = 1.5 \text{ Mbit}$$

$$\frac{5 \text{ Mbit}}{1.5 \text{ Mbit}} = 3.3 \text{ pacchetti}$$

- 3) 4 segnali numerici con frequenza di cifra $f_i = 8.448$ Mbit/s sono multiplati in modo sincrono a interallacciamento di byte. La trama di multiplo è composta da 8 byte di overhead e M byte di tributario. Quanto deve valere M , affinché la frequenza di cifra f_m del multiplo sia non superiore a 40 Mbit/s? (3 punti)

$$4 \cdot f_i \cdot \frac{8+n}{n} \leq 40 \text{ Mbit/s} \rightarrow n \geq 24$$

- 4) Illustrare la tecnica di *Random Early Discard*. In cosa consiste? In quale dispositivo di rete viene messa in atto? A quale scopo? (3 punti)

-
- 5) a) Cosa sono gli *endpoint* di una connessione TCP? Due connessioni TCP distinte possono condividere uno o due *endpoint*? Se sì, fornire un esempio per ognuno dei due casi.
b) Rispondere alla medesima domanda nel caso del protocollo UDP. (3 punti)

Cognome e nome:

Matr.

Firma:

$N=211$

●

SNDWND

○

CWND

$\frac{13}{13}$

num. segmenti trasmessi con ACK

$\frac{13}{13}$

num. segmenti trasmessi senza ACK

(13)

valore CWND

—

RCVWND

SSTHRESH

