
Reti di Telecomunicazioni

Prof. Stefano Bregni

V Appello d'Esame 2017-18 – 31 agosto 2018

Cognome e nome:

(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:

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

Domanda 1

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

In una connessione TCP è trasferito un file lungo 808 kbyte da a partire dal tempo $t = 0$. Si assuma che:

- TCP Maximum Segment Size (MSS) = 2 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($t = 0$) = 16 kbyte;
- RCVWND($t = 0$) = 64 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - RCVWND($t = 3.50$ s) = 8 kbyte;
 - RCVWND($t = 6.50$ s) = 64 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 $t = (8.50 \text{ s}, 9.00 \text{ s})$, $t = (17.50 \text{ s}, 18.00 \text{ s})$, $t = (22.50 \text{ s}, 25.00 \text{ s})$;
- 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 $\text{CWND} \geq \text{Ssthresh}$.

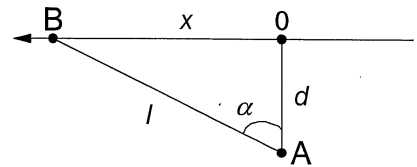
Si tracci sul foglio allegato l'andamento nel tempo di CWND e SNDWND usando la notazione specificata in legenda. Si determinino in particolare:

- 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) (6 punti)

Una signora, mentre guida in autostrada la sua automobile a velocità $v = 250$ km/h, sta scaricando un video con il suo tablet B. La stazione radio base A è a distanza $d = 10$ km dall'autostrada. Il canale radio ha capacità $C = 10$ Mbit/s. Siano l la distanza AB e x la distanza OB tra B e il punto O dell'autostrada a minima distanza da A. Al tempo $t = 0$, l'automobile si trova nel punto B in figura con $x = X = 125$ km. L'automobile si muove a velocità v verso O.



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 20 byte di carico utile e 80 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.

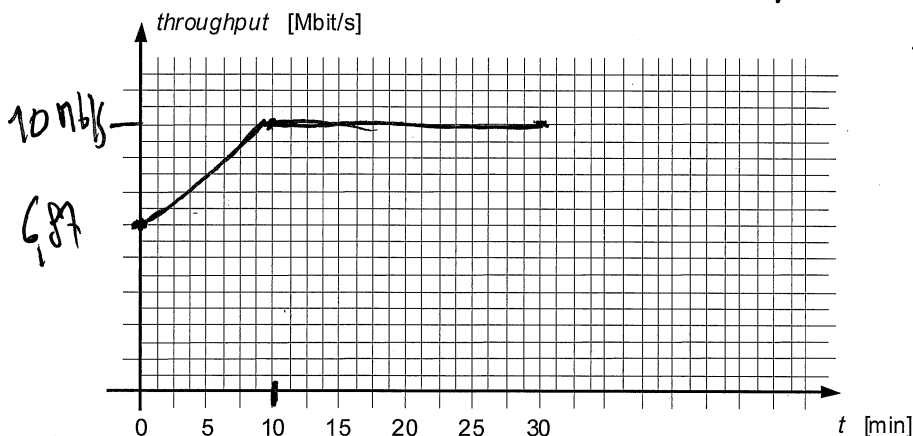
Il protocollo sia di tipo *selective repeat*, con riscontri positivi e negativi (ACK e NACK), con dimensione delle finestre di trasmissione e ricezione pari a $W = 8$ pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione $TO = 2$ ms (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del TO senza che sia ricevuto l'ACK).

Si calcoli la velocità effettiva di trasferimento dei dati al variare del tempo [min] nell'intervallo $0' \leq t \leq 30'$ e se ne tracci l'andamento in funzione di t nel grafico sottostante. Calcolare anche il valore limite di t per cui la trasmissione passa da continua a discontinua.

Throughput ($t = 0'$) = 6,87 Mbit/s

Throughput ($t = 30'$) = 10 Mbit/s

Trasmissione continua per $t < \underline{\hspace{2cm}}$ [min] oppure $t > \underline{10,56}$ [min]



$$T_A = 16 \mu s \quad l = \sqrt{d^2 + x^2}$$

$$T_D = 10 \mu s \quad x = X - vt$$

$$\Delta = l/c$$

$$t = 30' \rightarrow x = 0$$

TX cont ne $2\Delta + T_A \leq 7T_D \quad \frac{2}{c} \sqrt{d^2 + (125 \text{ km} - vt)^2} + T_A \leq 7T_D$

Verifica TD: $2\Delta + T_A$ (in $x = 125 \text{ km}$) = $0,815 \text{ ms} < TO$

Throughput $x = 0 \quad l = d \quad \Delta = 33,3 \mu s \quad \text{TX cont} \Rightarrow \text{THR} = C$

$x = 125 \text{ km} \quad l = 125,4 \text{ km} \quad \Delta = 418 \mu s \Rightarrow \text{THR} = \frac{8L_D}{2\Delta + T_A + T_D}$
 $\Rightarrow \text{TX discontin}$
 $= 6,87 \text{ Mbit/s}$

Cognome e nome:

(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:

Domanda 3

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

Ci è stato assegnato il blocco di indirizzi 143.0.0.0 /15.

Si partizioni il blocco in $N = 8$ sottoreti /n. Si partizioni la sottorete #4 /n in $M = 4$ (sotto)²reti /m.Si partizioni la sottorete #2 /n in $P = 128$ (sotto)²reti /p. Si partizioni la (sotto)²rete #2-2 /p in $Q = 16$ (sotto)³reti /q.

a) Quanto valgono le lunghezze dei prefissi /n, /m, /p, /q?

 $1/n = 18$ $1/m = 20$ $1/p = 25$ $1/q = 29$ b) Si scriva in formato decimale l'indirizzo della (sotto)²rete #2-4 /p.

(1 punto)

143.00000000.10 | 000010.0 | 00000000

143.0.130.0 /25

c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo broadcast della (sotto)²rete #2-16 /p.

(1 punto)

143.00000000.10 | 001000.0 | 11111111

143.0.136.127

d) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #256 della (sotto)²rete #4-2 /m.

(1 punto)

143.00000000 | 1.00 | 10 | 0001.00000000

143.1.33.0

e) All'indirizzo 143.1.0.255 corrisponde l'host # 255 della (sotto) 2 rete # 4 - 0 - 20 (1 punto)

143.00000000 | 1.00 | 00 | 0000.11111111

f) All'indirizzo 143.0.129.71 corrisponde l'host # BC della (sotto) 3 rete # 2 - 2 - 9 / 29 (1 punto)

143.00000000 | 0.10 | 000001.0 | 1000 | 111

Note:

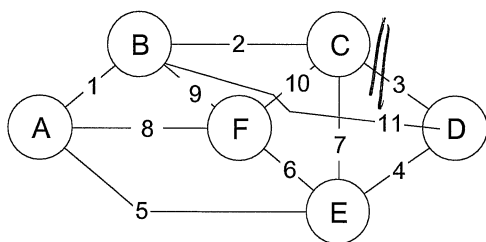
- tutti gli indirizzi richiesti vanno indicati in formato decimale (scrivere gli indirizzi anche in formato binario è consigliabile per evitare errori);
- tutti gli indirizzi di rete vanno espressi specificando la lunghezza del relativo prefisso /x;
- tutte le sottoreti sono numerate a partire da #0;
- in tutti gli indirizzi di rete in formato binario sottolineare una volta il prefisso di rete; sottolineare due volte l'estensione del prefisso di rete che con esso forma il prefisso di sottorete (es.: 11111111.11111111.00000000.00000000); alternativamente, specialmente nel caso di partizionamenti successivi VLSM, si suggerisce di separare le estensioni con una barra " | ".

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	2
C	5	3
D		
E		
F		

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

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

D →	Collegam.	Costo
A	11	2
B	11	2
C	3	4
D	-	0
E		
F		

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

F →	Collegam.	Costo
A	10	1
B	8	2
C	10	1
F	-	0
D		
E		

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

DV inviato C → B al tempo $t=t_2$:

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

DV inviato C → F al tempo $t=t_3$:

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

DV inviato E → A al tempo $t=t_4$:

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

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

A →	Collegam.	Costo
A	-	0
B	5	6
C	5	4
D	5	1
E	5	1
F	5	1

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

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

D →	Collegam.	Costo
A	11	2
B	11	2
C	3	4
D	-	0
E		
F		

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

F →	Collegam.	Costo
A	10	1
B	8	2
C	10	1
F	-	0
D		
E		

Cognome e nome:*(stampatello)**(firma leggibile)***Matricola:**

Domanda 5*(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (14 punti)**(NB: ogni risposta non giustificata adeguatamente, anche con pochissime parole, avrà valore nullo).*

-
- 1) Descrivere la struttura di una fibra ottica e il suo principio di funzionamento, in particolare come viene propagato il segnale. Quali segnali sono propagati? Cosa ti aspetti che succeda, riguardo alla propagazione del segnale, se la fibra viene piegata secondo un raggio molto stretto ma non tale da romperla? *(4 punti)*

-
- 2) Quale grandezza è calcolata dall'*Algoritmo di Jacobson*? Quale vantaggio presenta l'*Algoritmo di Jacobson*, rispetto alla scelta di una costante predeterminata per tale grandezza? *(2 punti)*

- 3) Un Router A invia un DV a un altro Router B. Descrivere la tecnica *split horizon*, con e senza *poisonous reverse*. A quale problema si intende ovviare con essa? (2 punti)

- 4) Si consideri la signora menzionata nella Domanda 2. In $t = 30'$, passa alla visione di un video in streaming. Potrebbe notare un problema di qualità? Se sì, quando? All'uopo, quale modifica del sistema consigliereste? (2 punti)

- 5) Illustrare le tecniche di controllo degli errori a Livello 2 basate su codici FEC e su ARQ, precisandone le differenze. (2 punti)

- 6) $N = 500$ sorgenti con frequenza di picco $P = 100$ Mbit/s trasmettono pacchetti di durata media T al ritmo medio di $A = 20$ pacchetti/s. I pacchetti sono inviati a un moltiplicatore statistico con buffer infinito e linea di capacità $C = 10$ Gbit/s. Qual è il valore minimo o massimo (specificare) di T affinché il coefficiente di utilizzo della linea non superi il 10%? (2 punti)

$$500 \cdot (100 \text{ Mb/s}) \cdot T \cdot (20 \text{ pacch/s}) < 10\% \cdot (10 \text{ Gb/s})$$

$$T < 1 \text{ ms}$$

Cognome e nome:

Matr.

Firma:

$N = 404$

