
Reti di Telecomunicazioni

Prof. Stefano Bregni

I Appello d'Esame 2017-18 – 26 gennaio 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 792 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($t = 0$) = 26 kbyte;
- RCVWND($t = 0$) = 64 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - RCVWND($t = 5.50$ s) = 20 kbyte;
 - RCVWND($t = 8.50$ 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 $t = (11.00$ s, 11.50 s), $t = (15.00$ s, 15.50 s), $t = (19.00$ s, 19.50 s), $t = (21.00$ s, 25.00 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 $CWND \geq SSTHRESH$.

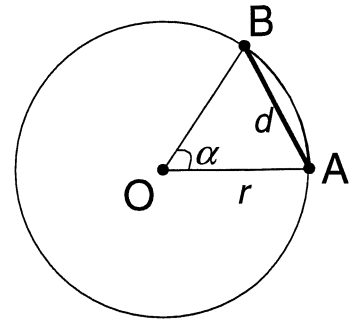
Si tracci sul foglio allegato l'andamento nel tempo di CWND e SNDWND usando la notazione specificata in legenda. Si determinino in particolare:

- 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 $t = T_{END}$);
- 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)

Due satelliti A e B sono sulla stessa orbita perfettamente circolare intorno alla Terra di raggio $r = 36000$ km. B trasmette dati ad 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 $C = 200$ kbit/s. A e B si trovano quindi su una circonferenza di centro O e raggio r , come rappresentato in figura, dove α è 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 200 byte di carico utile e 50 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa $L_A = 50$ 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 $TO = 300$ ms (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).

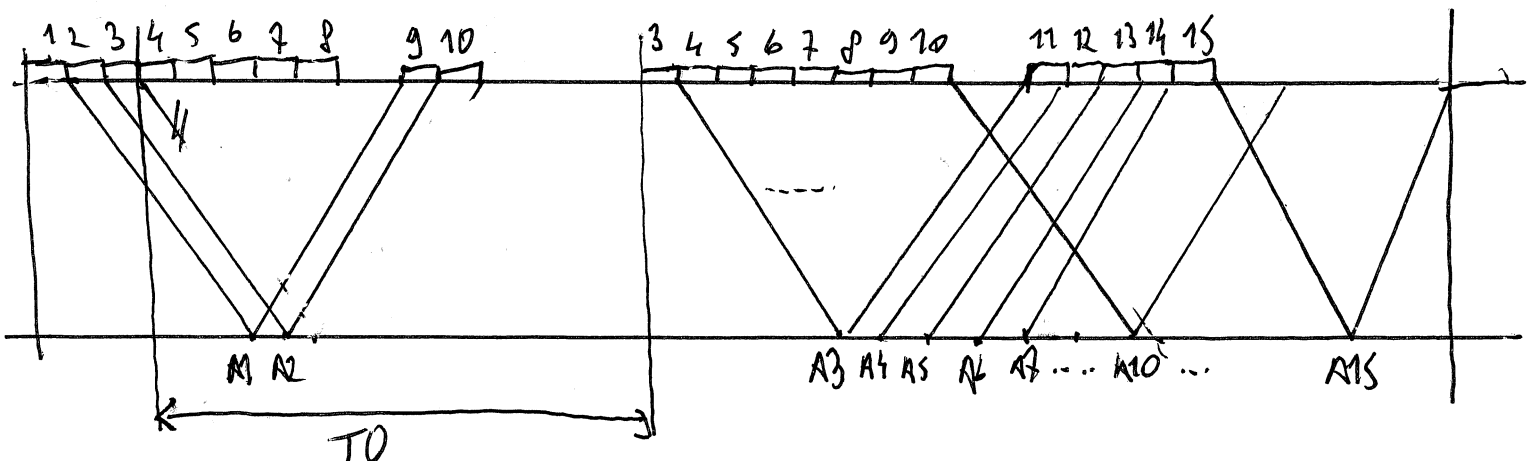
Si calcoli il tempo di trasferimento da B ad A di un segmento di dati di lunghezza 3000 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), per $\alpha = 70^\circ$, nel caso in cui il 3° pacchetto trasmesso da B non venga ricevuto correttamente da A.

$$T_A = 2 \text{ ms} \quad T_D = 10 \text{ ms} \quad N = \left\lceil \frac{3000}{200} \right\rceil = 15 \text{ pacchetti}$$

$$d = 2r \sin \frac{\alpha}{2} = 41297 \text{ km} \quad \Delta = 137.65 \text{ ms} \quad V = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$2\Delta + T_A \approx 277 \text{ ms} < T_D \Rightarrow \text{Tx ok}$$

$$2\Delta + T_A < TO \Rightarrow \text{TO sufficiente}$$



$$T_{TOT} = 3T_D + TO + 2(T_D + T_A + 2\Delta) + 4T_D = 944.6 \text{ ms}$$

Domanda 3

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

Ci è stato assegnato il blocco di indirizzi CIDR 198.0.0.0/10.

Si partizioni il blocco in $N = 16$ sottoreti $/n$. Si partizioni la sottorete #1 $/n$ in $M = 4$ (sotto)²reti $/m$.Si partizioni la sottorete #3 $/n$ in $P = 64$ (sotto)²reti $/p$. Si partizioni la (sotto)²rete #3-1 $/p$ in $Q = 8$ (sotto)³reti $/q$.a) Quanto valgono le lunghezze dei prefissi $/n$, $/m$, $/p$, $/q$?

(0 punti)

$$/n = /14 \quad /m = /16 \quad /p = /20 \quad /q = /23$$

b) Si scriva in formato decimale l'indirizzo broadcast della (sotto)³rete #3-1-0 $/q$.

(1 punto)

$$\underline{198.00|0011|00.0001|0001.11111111} \quad 198.12.17.255$$

c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #65535 della sottorete #2 $/n$.

(1 punto)

$$\underline{198.00|0010|00.11111111.11111111} \quad 198.0.255.255$$

d) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #255 della (sotto)³rete #3-1-1 $/q$.

(1 punto)

$$\underline{198.00|0011|00.0001|0010.11111111} \quad 198.12.18.255$$

e) All'indirizzo 198.12.129.1 corrisponde l'host # 257 della (sotto) 2 rete # 3 - 1 - 0 / 20 (1 punto)

$$\underline{198.00|0011|00.1000|0001.00000001}$$

f) All'indirizzo 198.6.255.255 corrisponde l'host # BC della (sotto) 2 rete # 1 - 2 - 0 / 16 (1 punto)

$$\underline{198.00|000110|11111111.11111111}$$

Note:

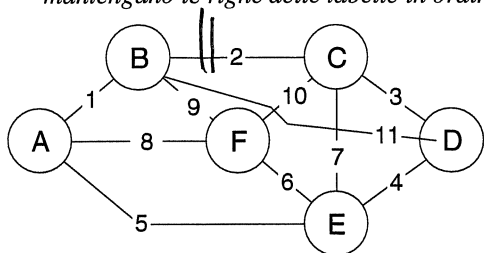
- tutti gli indirizzi richiesti vanno indicati in formato decimale (scrivere gli indirizzi anche in formato binario è consigliabile per evitare errori);
- tutti gli indirizzi di rete vanno espressi specificando la lunghezza del relativo prefisso $/x$;
- tutte le sottoreti sono numerate a partire da #0;
- 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	1	5
C	1	2
D	1	1
E	8	1

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

C →	Collegam.	Costo
A	10	3 ∞
B	2	1 ∞
C	-	0
E	10	2

D →	Collegam.	Costo
A	4	4
B	3	1
C	11	6
D	-	0
E	11	4

E →	Collegam.	Costo
A	7 3	3
B	5	2
D	4	1
E	-	0

F →	Collegam.	Costo
A	6	4
B	6	3
D	10	1
F	-	0

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

DV inviato B → A al tempo $t=t_2$: (1)

A	∞	
B	0	
C	∞	
D	4 (∞)	

DV inviato C → E al tempo $t=t_3$: (7)

A	3	
B	∞	
C	0	
E	2	

DV inviato F → C al tempo $t=t_4$: (10)

A	4	
B	3	
D	1 (∞)	
F	0	

Tabelle di routing al tempo $t=t_5$:

A →	Collegam.	Costo
A	-	0
B	1	1
C	1	∞ (∞)
D	4	5 (∞)
E	8	1

B →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		
E		

C →	Collegam.	Costo
A	10	5
B	10	4
C	-	0
D	10	2 (∞)
E	10	2
F	10	1

D →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		
E		

E →	Collegam.	Costo
A	3	4
B	5	2
C	7	1
D	4	1
E	-	0

F →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		
E		
F		

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) N sorgenti con frequenza di picco 100 Mbit/s e coefficiente di *burstiness* 5% trasmettono pacchetti di durata media $T = 100 \mu\text{s}$. I pacchetti sono inviati a un moltiplicatore statistico con buffer infinito e linea di capacità C . (4 punti)
- a) Quale dovrebbe essere la capacità della linea C , affinché possa moltiplicare fino a $N = 30$ sorgenti mantenendo il coefficiente di utilizzo della linea non superiore al 20%?
- b) Ricalcolare il risultato C del punto precedente per $T = 10 \text{ ms}$.
- c) Calcolare il *throughput* raggiunto individualmente delle sorgenti nel caso a).

a) $30 \cdot (100 \text{ Mbit/s}) \cdot 0.05 \leq C \cdot 0.20 \rightarrow C \geq 750 \text{ Mbit/s}$

b) *idem*

c) 5 Mbit/s

-
- 2) Quali sono le differenze tra una rete Ethernet *full-duplex* e una Ethernet *half-duplex*? Una rete LAN basata su CSMA può essere *full-duplex*? Perché? Qual è il massimo *throughput* raggiungibile in trasmissione da una stazione Ethernet 1 Gbit/s *half-duplex*? (3 punti)

-
- 3) Nel protocollo TCP, la *Slow Start Threshold* potrebbe incrementarsi? In quale caso?

(2 punti)

-
- 4) Quali funzioni sono aggiunte dal protocollo UDP al servizio di trasporto offerto da IP? Se progetti un'applicazione, in quali casi preferiresti utilizzare UDP e in quali TCP? (2 punti)

-
- 5) Descrivere la funzione e il principio di funzionamento di un dispositivo *Leaky Bucket*, specificando chi lo potrebbe impiegare, in quale punto della rete, a che scopo. (3 punti)

Cognome e nome:

Matr.

Firma:

$N = 396$

