
Reti di Telecomunicazioni

Prof. Stefano Bregni

IV Appello d'Esame 2016-17 – 18 luglio 2017

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 470 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 = $2 \cdot \text{RTT}$; nel caso di TIMEOUT scaduti consecutivamente, secondo Karn TIMEOUT = $4 \cdot \text{RTT}$ dopo 1 pacchetto non riscontrato, TIMEOUT = $8 \cdot \text{RTT}$ dopo 2 pacchetti consecutivi non riscontrati, TIMEOUT = $16 \cdot \text{RTT}$ dopo 3 o più pacchetti consecutivi non riscontrati;
- Ssthresh($t = 0$) = 28 kbyte;
- Rcvwnd($t = 0$) = 16 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - Rcvwnd($t = 2.00$ s) = 32 kbyte;
 - Rcvwnd($t = 7.50$ s) = 64 kbyte;
 - Rcvwnd($t = 22.00$ s) = 24 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 $t = (7.50 \text{ s}, 8.00 \text{ s})$, $t = (13.00 \text{ s}, 13.50 \text{ s})$;
- 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 $\text{CWND} \geq \text{Ssthresh}$.

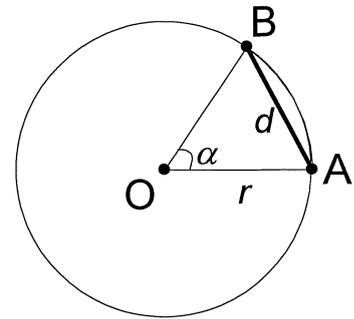
Si tracci sul foglio allegato l'andamento nel tempo di CWND e SNDWND usando la notazione specificata in legenda. Si determinino in particolare:

- 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)

Due satelliti A e B sono sulla stessa orbita perfettamente circolare intorno alla Terra di raggio $r = 20000$ 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 $C = 60$ 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 20 byte di carico utile e 12 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa $L_A = 12$ 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 $W = 12$ pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione $TO = 150$ 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).

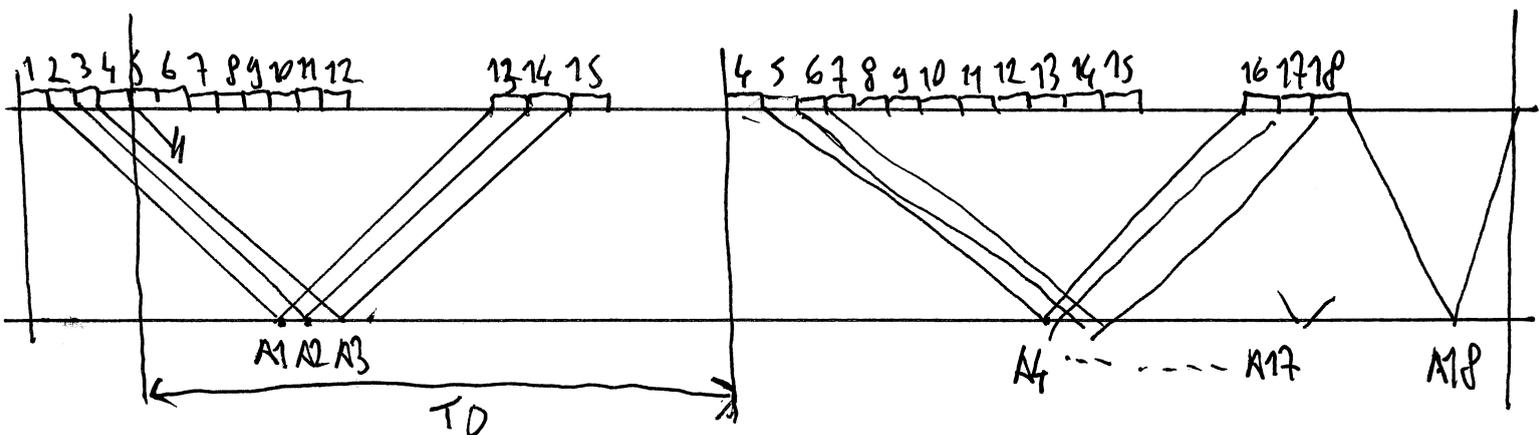
Si calcoli il tempo di trasferimento da B ad A di un segmento di dati di lunghezza 350 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), per $\alpha = 30^\circ$, nel caso in cui il 4° pacchetto trasmesso da B non venga ricevuto correttamente da A.

$$T_A = 1,6 \text{ ms} \quad T_D = 4,27 \text{ ms} \quad N = \left\lceil \frac{350}{20} \right\rceil = 18 \text{ pacchetti}$$

$$d = 2r \sin \frac{\alpha}{2} = 10352,76 \text{ Km} \quad \Delta = 34,51 \text{ ms} \quad v = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$2\Delta + T_A \approx 16,5 T_D \Rightarrow \text{Tx discard}$$

$$< TO \Rightarrow TO \text{ sufficiente}$$



$$T_{TOT} = 4T_D + TO + 2(T_D + 2\Delta + T_A) + 2T_D = 325,37 \text{ ms}$$

Cognome e nome:

(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:

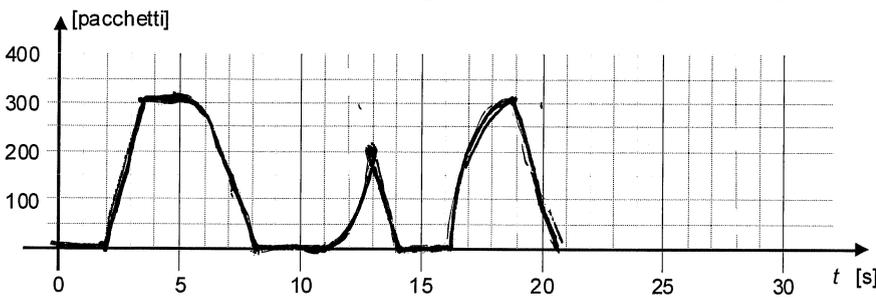
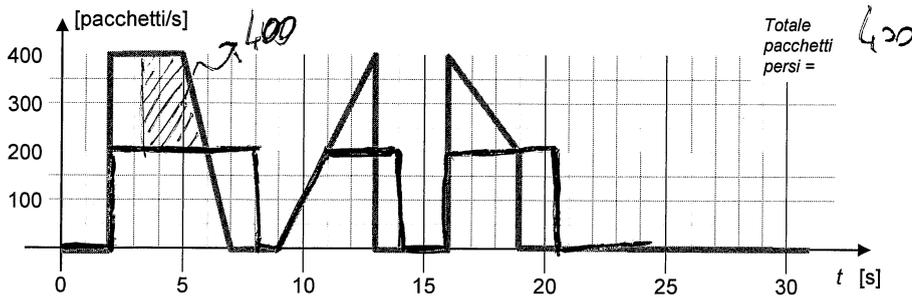
Domanda 3

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

a) Si consideri un sistema *leaky bucket* caratterizzato dai seguenti parametri (pacchetti di lunghezza costante):

- dimensione del buffer: $W = 300$ pacchetti;
- frequenza di arrivo dei permessi di ritrasmissione (1 permesso rilascia 1 pacchetto): 1 permesso ogni 5 ms. 200 PK/s

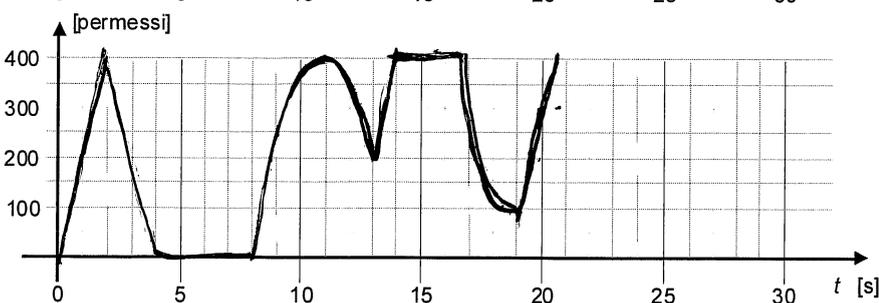
Sia dato l'andamento della frequenza di arrivo dei pacchetti rappresentato nel grafico soprastante. Tracciare sullo stesso grafico l'andamento della frequenza di ritrasmissione e indicare il numero di pacchetti persi nell'intervallo 0-30 s. Nel grafico sotto, tracciare l'andamento del numero di pacchetti nel buffer $N(t)$.



a) Si consideri un sistema *token bucket* caratterizzato dai seguenti parametri (pacchetti di lunghezza costante):

- dimensione del buffer dei permessi: $W = 400$ permessi; dimensione del buffer dei pacchetti: infinita;
- frequenza di arrivo dei permessi di ritrasmissione (1 permesso rilascia 1 pacchetto): 1 permesso ogni 5 ms. 200 PK/s

Sia dato l'andamento della frequenza di arrivo dei pacchetti rappresentato nel grafico soprastante. Tracciare sullo stesso grafico l'andamento della frequenza di ritrasmissione e indicare il numero di pacchetti persi nell'intervallo 0-30 s. Nel grafico sotto, tracciare l'andamento del numero di permessi nel buffer $N(t)$.

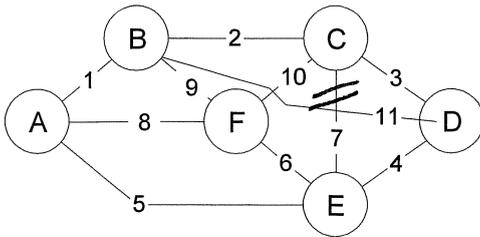


Domanda 4

(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	8	2
C	5	3
E	5	3

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

C →	Collegam.	Costo
A	7	3 ∞
B	3	5
C	-	0
D	2	3

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

E →	Collegam.	Costo
A	5	4
B	5	3
E	-	0

F →	Collegam.	Costo
A	10	2
B	8	2
C	10	3
F	-	0

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

DV inviato B → C al tempo $t=t_2$: (2)

A	2	∞
B	2	
C	2	
D	5	∞

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

A	4	
B	3	
E	0	

DV inviato F → E al tempo $t=t_4$: (6)

A	2	
B	2	
C	3	
F	0	

Tabelle di routing al tempo $t=t_3$:

A →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
E		

B →	Collegam.	Costo
B		
C		
D		
E		

C →	Collegam.	Costo
A	2 (7)	3 (∞)
B	2	1
C	-	0
D	2	6 (∞)

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

E →	Collegam.	Costo
A	6	3
B	5	3
C	6	4
E	-	0
F	6	1

F →	Collegam.	Costo
F		

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) In un sistema di indirizzamento IP, ci è stato assegnato il blocco di indirizzi 88.0.0/11. (3 punti)

- Si partizioni il blocco in N sottoreti $/n$ che permettano di indirizzare almeno 400.000 *host* ognuna. Si partizioni la sottorete #1 $/n$ in $M = 16$ (sotto)²reti $/m$. Si partizioni la sottorete #2 $/n$ in $P = 512$ (sotto)²reti $/p$. Si partizioni la (sotto)²rete #1-4 $/m$ in $Q = 16$ (sotto)³reti $/q$. Quanto valgono le lunghezze dei prefissi $/n, /m, /p, /q$?

$$/n = 13 \quad /m = 17 \quad /p = 22 \quad /q = 21$$

- Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'*host* #256 della (sotto)³rete #1-4-8 $/q$.

$$\underline{88.000|01|010.0|1000|001.00000000} \quad 88.10.65.0$$

- Si scriva in formato decimale l'indirizzo *broadcast* della (sotto)²rete #2-128 $/p$.

$$\underline{88.000|10|010.0000000|11111111} \quad 88.10.3.255$$

2) Una centrale telefonica riceve λ richieste di chiamata al secondo da instradare. Per ogni richiesta di chiamata, la centrale invia tre pacchetti di segnalazione di lunghezza $L = 128$ byte su un canale di capacità $C = n \times 64$ kbit/s ($n = 60$). Determinare il massimo λ perché il coefficiente di utilizzo del canale $\rho(\lambda)$ sia $\leq 40\%$. (2 punti)

$$3 \cdot 128 \text{ byte} \cdot \lambda \leq 40\% \cdot 60 \cdot 64 \text{ Kbit/s}$$

$$\Rightarrow \lambda \leq 500 \text{ chiamate al secondo}$$

3) Quali informazioni contiene, come minimo, la tabella di instradamento di un nodo di commutazione di datagramma? (2 punti)

- 4) $N = 125$ sorgenti con frequenza di picco 100 Mbit/s trasmettono pacchetti di durata media T e coefficiente di burstiness $B = 5\%$. I pacchetti sono inviati a un moltiplicatore statistico con buffer infinito e linea di capacità $C = 2.5$ Gbit/s. Qual è il valore minimo di T affinché il coefficiente di utilizzo della linea non superi il 25%? (2 punti)

indipendente da T

- 5) $N = 100$ flussi numerici con frequenza di cifra $f_t = 2048$ kbit/s sono moltiplicati a interlacciamento di bit. La trama di multiplo è composta da 12 bit di overhead e X bit dai tributari. Calcolare i valore limite di f_m per $X \rightarrow 0$ e $X \rightarrow \infty$. (2 punti)

$$f_m = N f_t \frac{12 + X}{X}$$

$$\lim_{X \rightarrow 0} f_m = \infty$$

$$\lim_{X \rightarrow \infty} f_m = 204.8 \text{ Mb/s} \\ (\text{Np}_t)$$

- 6) Definire i parametri *Send Window*, *Receive Window* e *Congestion Window* nel protocollo TCP precisandone il loro significato. (3 punti)

