
Reti di Telecomunicazioni

Prof. Stefano Bregni

II Appello d'Esame 2017-18 – 16 febbraio 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 628 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($t = 0$) = 48 kbyte;
- RCVWND($t = 0$) = 8 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - RCVWND($t = 4.50$ s) = 12 kbyte;
 - RCVWND($t = 6.00$ 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 $t = (7.50$ s, 8.00 s), $t = (13.50$ s, 14.00 s), $t = (18.00$ s, 22.00 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 $CWND \geq SSTHRESH$.

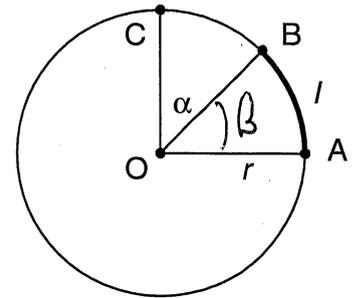
Si tracci sul foglio allegato l'andamento nel tempo di CWND e SNDWND usando la notazione specificata in legenda. Si determinino in particolare:

- 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)

Un sensore B in una guida circolare di diametro 20 km trasmette dati ad A, attraverso un sistema di trasmissione radio con velocità di propagazione del segnale $v = 300 \text{ m}/\mu\text{s}$, che fornisce un canale libero da errori eccetto quando diversamente indicato di capacità $C = 155 \text{ Mbit/s}$. A e B si trovano quindi su una circonferenza di centro O, come rappresentato in figura. Ipotizziamo che B si muova da C fino ad A con velocità angolare $\omega = 20^\circ/\text{s}$ (NB: $1' = 1/60$ grado) mantenendo la continuità della trasmissione dati. Sia α l'angolo formato da OC e OB ($0 \leq \alpha \leq 90^\circ$). L'arco AB ha lunghezza l .



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

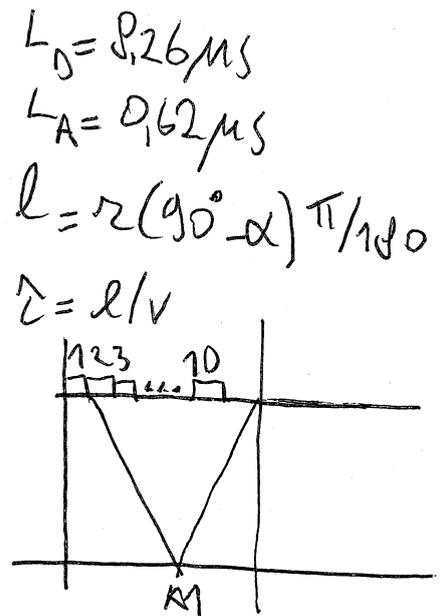
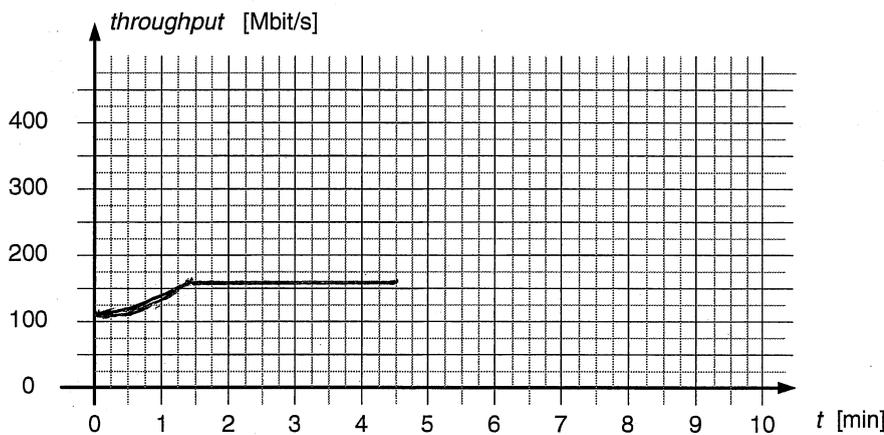
- pacchetti dati di dimensione fissa L_D , consistenti in 148 byte di carico utile e 12 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa $L_A = 12$ byte;
- tempo di elaborazione pacchetto dati da parte della stazione ricevente (tempo che intercorre tra la ricezione di un pacchetto 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 $W = 10$ pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione $TO = 600 \mu\text{s}$ (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 la velocità effettiva di trasferimento dei dati al variare di $t \geq 0$ ($0 \leq \alpha \leq 90^\circ$) e se ne tracci l'andamento nel grafico sottostante. Calcolare il valore limite di t per cui la trasmissione diventa discontinua.

Throughput ($\alpha = 0$) = 112,7 Mbit/s Throughput ($\alpha = \pi/2$) = 155 Mbit/s

Trasmissione continua per $t < \dots$ oppure $t > \underline{80}$ [s]



$T_x \text{ cont. se } 2\Delta + T_A \leq T_D - \tau$

$\tau \leq 36,8 \mu\text{s}$
 $l \leq 11,05 \text{ km}$
 $\alpha \geq 26,7^\circ$
 $t \geq 80 \text{ s}$

$t = 0 \quad \alpha = 0 \quad \beta = 90^\circ$
 $l = 15,7 \text{ km}$
 $\Delta = 52,34 \text{ km}$

$t = 4,5 \text{ min} \quad \alpha = 90^\circ \quad \beta = 0$
 $l = 0$
 $\Delta = 0$

$\text{THR}(\alpha=0) = \frac{10 L_D}{2\Delta + T_A + T_D} = 112,7 \text{ Mbit/s}$

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 CIDR 197.0.0.0 /9.

Si partizioni il blocco in $N = 32$ sottoreti /n. Si partizioni la sottorete #1 /n in $M = 8$ (sotto)²reti /m.

Si partizioni la sottorete #2 /n in $P = 16$ (sotto)²reti /p. Si partizioni la (sotto)²rete #2-4 /p in $Q = 128$ (sotto)³reti /q.

a) Quanto valgono le lunghezze dei prefissi /n, /m, /p, /q? (0 punti)

$1/n = 1/24$ $1/m = 1/17$ $1/p = 1/8$ $1/q = 1/25$

b) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #65536 della sottorete #3 /n. (1 punto)

197.0 | 00011 | 00.00000000.00000000 197.13.0.0

c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #1 della (sotto)³rete #~~2~~^{#2-4-2} /q. (1 punto)

197.0 | 00010 | 0100 | 0000010 | 0000001 197.9.1.1

d) Si scriva in formato decimale l'indirizzo broadcast della (sotto)²rete #~~2~~^{#2-7} /p. (1 punto)

197.0 | 00010 | 01.11 | 111111.1111111 197.9.255.255

e) All'indirizzo 197.4.129.0 corrisponde l'host # 256 della (sotto)² rete # 1 - 1 - 17 (1 punto)

197.0 | 0000100.1 | 0000001.00000000

f) All'indirizzo 197.6.255.255 corrisponde l'host # 15 della (sotto)² rete # 1 - 5 - 17 (1 punto)

197.0 | 0000110.1 | 1111111.1111111

Note:

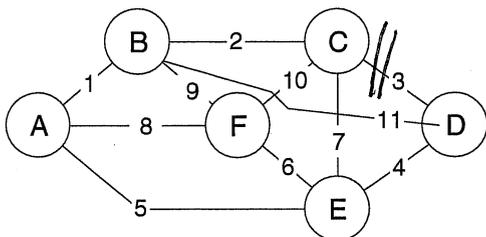
- tutti gli indirizzi richiesti vanno indicati in formato decimale (scrivere gli indirizzi anche in formato binario è consigliabile per evitare errori);
- tutti gli indirizzi di rete vanno espressi specificando la lunghezza del relativo prefisso /x;
- tutte le sottoreti sono numerate a partire da #0;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

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

C →	Collegam.	Costo
A	10	2
B	3	1 ∞
C	-	0
E	10	1
F	7	2

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

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

F →	Collegam.	Costo
A	6	2
B	6	4
D	10	1
F	-	0

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

DV inviato C → E al tempo $t=t_2$: (A)

A	2	
B	∞	
C	0	
E	1	
F	2 (∞)	

DV inviato D → B al tempo $t=t_3$: (M)

A	4	
B	∞	
C	6 (∞)	
D	0	
E	4 (∞)	

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

A	2	
B	4	
D	1 (∞)	
F	0	

Tabelle di routing al tempo $t=t_5$:

A →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		
E		
F		

B →	Collegam.	Costo
A	2	2
B	-	0
C	2	2
D	11	1
E	11	5 (∞)

C →	Collegam.	Costo
A	10	3
B	10	5
C	-	0
D	10	2 (∞)
E	10	1
F	10	1

D →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		
E		
F		

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

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) Un brano musicale di durata $T = 5'$ è codificato in un file MP5 di lunghezza $L_{MP5} = 3$ Mbyte ($M = 1024^2 \times$). (3 punti)a) Qual è il rapporto di compressione di questa codifica rispetto a una semplice conversione in forma digitale PCM non compressa, realizzata con $Q = 65536$ livelli di quantizzazione ed assumendo una banda del segnale audio $B = 22.050$ kHz (codifica classica musicale hifi)?b) Con quanti livelli di quantizzazione dovrebbe essere la codifica PCM non compressa del punto precedente, per ottenere un file di lunghezza non superiore al doppio del file codificato MP5? ($\leq 2 L_{MP5}$)

a) PCM: $N = 16 \text{ bit/comp}$ $f_c = 44.1 \text{ kHz}$ $T = 300 \text{ sec}$

$$L_{PCM} = T \cdot f_c \cdot N = 211,68 \cdot 10^6 \text{ bit}$$

b) $T \cdot f_c \cdot N \leq 2 L_{MP5}$

$$\rightarrow N \leq 3,8 \text{ bit/comp}$$

$$\Rightarrow Q \leq 8 \text{ livelli}$$

$$\eta = \frac{L_{PCM}}{L_{MP5}} \cong 8,41$$

2) Descrivere il principio di funzionamento del protocollo ARP, specificandone anche lo scopo, quando viene utilizzato, e da chi.

(3 punti)

3) Quali informazioni contiene un *Link State Packet*? Chi lo invia e a chi? Con quale protocollo di instradamento gli LSP sono inviati ai rispettivi destinatari? Cosa succede se il 50% degli LSP trasmessi sui collegamenti va perso?(3 punti)

4) Descrivere schematicamente la funzione principale di un protocollo MAC. Fornire un esempio di protocollo MAC e, per quell'esempio, spiegare come la funzione citata viene svolta. (3 punti)

5) A cosa serve l'Algoritmo di Karn? (2 punti)

Cognome e nome:

Matr.

Firma:

$N = 314$

- SNDWIND
- CWND
- 13 num. segmenti trasmessi con ACK
- $\frac{13}{13}$ num. segmenti trasmessi senza ACK
- (13) valore CWND
- RCVWIND
- - - Ssthresh

