
Reti di Telecomunicazioni

Prof. Stefano Bregni

V Appello d'Esame 2016-17 – 14 settembre 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 1050 kbyte da a partire dal tempo $t = 0$. Si assuma che:

- TCP Maximum Segment Size (MSS) = 2 kbyte;
- Round Trip Time (RTT) = 250 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($t = 0$) = 64 kbyte;
- RCVWND($t = 0$) = 16 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - RCVWND($t = 2.50$ s) = 80 kbyte;
 - RCVWND($t = 9.00$ s) = 16 kbyte;
 - RCVWND($t = 10.00$ s) = 80 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 $t = (3.25 \text{ s}, 3.50 \text{ s})$, $t = (6.75 \text{ s}, 7.00 \text{ s})$, $t = (11.00 \text{ s}, 11.25 \text{ s})$;
- 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 $\text{CWND} \geq \text{Ssthresh}$.

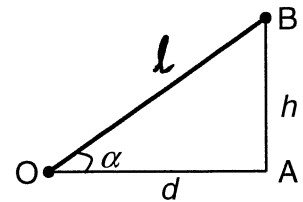
Si tracci sul foglio allegato l'andamento nel tempo di CWND e SNDWND usando la notazione specificata in legenda. Si determinino in particolare:

- 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 stazione meteorologica B sita su una montagna ad altezza h dal livello del mare trasmette dati alla stazione base O, sita su una spiaggia a distanza $d = 5$ km dalla verticale AB attraverso un sistema di trasmissione radio che fornisce un canale libero da errori, eccetto quando diversamente indicato, di capacità $C = 25$ Mbit/s. Sia α l'angolo formato da OA rispetto alla congiungente OB.



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 10 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa $L_A = 10$ 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 $W = 4$ pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione $TO = 200 \mu s$ (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del TO senza che sia ricevuto l'ACK).

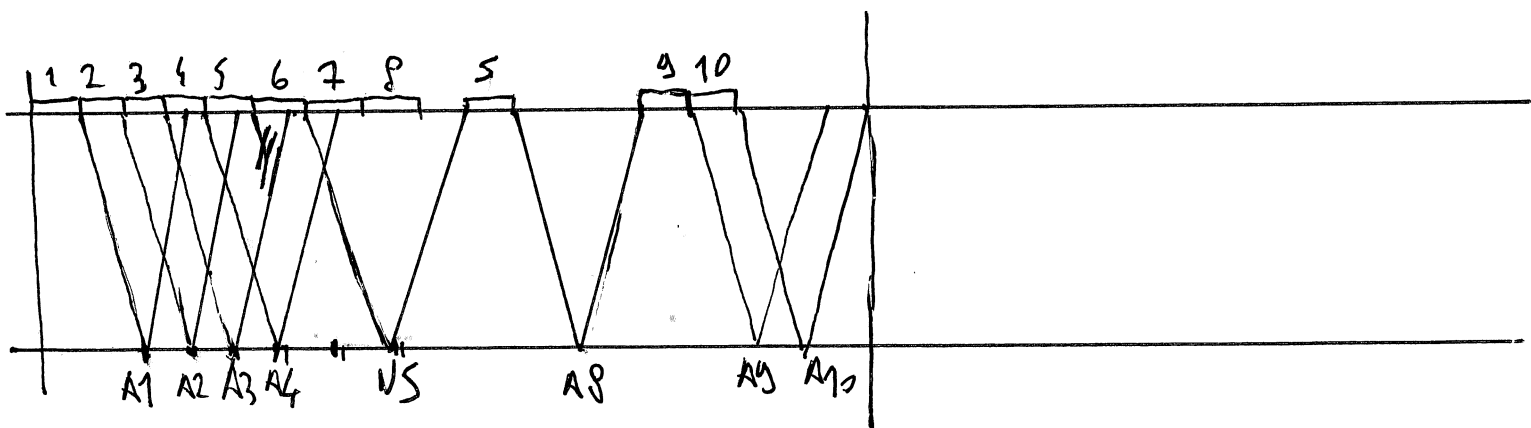
Si consideri il sistema con $\alpha = 35^\circ$. Si calcoli il tempo di trasferimento da B a O di un segmento dati di lunghezza 400 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), nel caso in cui il 5° pacchetto trasmesso da B non venga ricevuto correttamente da O.

$$l = d / \cos \alpha = 6,1 \text{ km} \quad T_A = 3,2 \mu s \quad N = \left\lceil \frac{400}{40} \right\rceil = 10 \text{ pacchetti}$$

$$\tau = l / c = 20,3 \mu s \quad T_D = 16 \mu s$$

$$T_D + T_A \cong 2,7 T_D \Rightarrow \text{TX cont}$$

$$< TO \Rightarrow \text{TO tempo abbastanza}$$



$$T_{TOT} = 5 T_D + 3 (T_D + 2\tau + T_A) + T_D = 275,68 \mu s$$

Domanda 3

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

Ci è stato assegnato il blocco di indirizzi CIDR 196.0.0.0/10.

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 $P = 128$ (sotto)²reti $/p$. Si partizioni la (sotto)²rete #2-4 $/p$ in $Q = 8$ (sotto)³reti $/q$.a) Quanto valgono le lunghezze dei prefissi $/n$, $/m$, $/p$, $/q$?

(0 punti)

$$/n = /15 \quad /m = /18 \quad /p = /22 \quad /q = /25$$

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

(1 punto)

$$\underline{196.00|00011|1.00000000.00000000} \quad 196.7.0.0$$

c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #256 della (sotto)²rete #2-33 $/p$.

(1 punto)

$$\underline{196.00|00010|0.100001|01.00000000} \quad 196.4.133.0$$

d) Si scriva in formato decimale l'indirizzo broadcast della (sotto)³rete #2-4-2 $/q$.

(1 punto)

$$\underline{196.00|00010|0.000100|01.0|11111111} \quad 196.4.17.127$$

e) All'indirizzo 196.4.128.255 corrisponde l'host # 35 della (sotto) 2 rete # 2 - 32 - / 22 (1 punto)

$$\underline{196.00|00010|0.100000|0.11111111}$$

f) All'indirizzo 196.6.255.255 corrisponde l'host # 65535 della (sotto) 1 rete # 3 - - / 15 (1 punto)

$$\underline{196.00|00011|0.11111111.11111111}$$

Note:

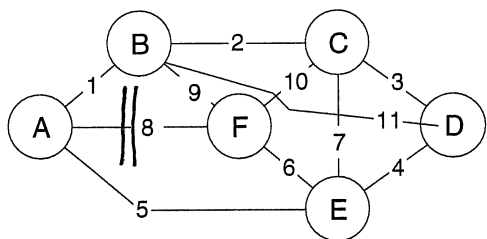
- tutti gli indirizzi richiesti vanno indicati in formato decimale (scrivere gli indirizzi anche in formato binario è consigliabile per evitare errori);
- tutti gli indirizzi di rete vanno espressi specificando la lunghezza del relativo prefisso $/x$;
- tutte le sottoreti sono numerate a partire da #0;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

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

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

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 A-F.

DV inviato A → E al tempo $t=t_2$: (5)

A	0	
B	5	
C	2	
D	∞	
E	∞	

DV inviato B → A al tempo $t=t_3$: (1)

A	2	
B	0	
C	2	
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	-	0
B	1	1
C	1	3
D	8	∞
E	1 (8)	5 (∞)

B →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
E		

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

D →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		
E		

E →	Collegam.	Costo
A	5	9
B	5	6
C	5	3
D	4	1
E	-	0

F →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		
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 $P = 500$ Mbit/s e frequenza media A trasmettono pacchetti di lunghezza media $L = 500$ byte al ritmo $R = 10$ pacchetti/s. I pacchetti sono inviati a un multiplatore statistico con buffer infinito e linea di capacità $C = 1$ Mbit/s. (2 punti)

- Qual è il valore massimo di N , affinché il coefficiente di utilizzo della linea non superi il 50%?

$$N \cdot R \cdot L \leq C/2 \rightarrow N < 12$$

- Quali tra le seguenti grandezze cambierebbero, se L fosse decuplicato mantenendo costanti A , N e C ?
tempo di attesa medio / coefficiente di utilizzo della linea / probabilità di perdita / nessuno / impossibile

-
- 2) Un segnale di durata T e banda $B = 16$ kHz è campionato alla frequenza di Nyquist e convertito in forma numerica con $Q = 512$ livelli di quantizzazione. Qual è il valore massimo di T se la dimensione del file risultante deve essere inferiore a 2 Mbyte ($M = \times 1024^2$)? (2 punti)

$$2B \text{ comp/s} \cdot Q \text{ comp/s} \cdot T < 2 \text{ Mbyte} \rightarrow T < 58,25 \text{ sec}$$

-
- 3) Discutere se e come è possibile migliorare le prestazioni del protocollo di routing RIP integrando l'algoritmo di Dijkstra nei router per calcolare i percorsi ottimi verso le destinazioni conosciute. (2 punti)

-
- 4) Un host H_A collegato via LAN al router R_A invia un pacchetto IP al terminale H_B collegato via LAN al router R_B . R_A e R_B sono connessi a una rete IP. E' necessario che l'host H_A conosca entrambi gli indirizzi MAC e IP di H_B ? Oppure solo l'indirizzo MAC di H_B ? Oppure solo l'indirizzo IP di H_B ? (2 punti)

5) 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 fa chi li riceve, utilizzando le informazioni ivi contenute? (2 punti)

6) Descrivere sinteticamente i principi della commutazione di pacchetto con connessioni virtuali. (2 punti)

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

Cognome e nome:

Matr.

Firma:

$N=525$

