
Reti di Telecomunicazioni

Prof. Stefano Bregni

I Appello d'Esame 2013-14 – 5 febbraio 2014

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 440 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($t = 0$) = 24 kbyte;
- RcvWnd($t = 0$) = 32 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - RcvWnd($t = 11.5$ s) = 10 kbyte;
 - RcvWnd($t = 13.5$ s) = 32 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 $t = (6.5$ s, 7.0 s), $t = (14.5$ s, 15.0 s), $t = (17.5$ s, 21 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:

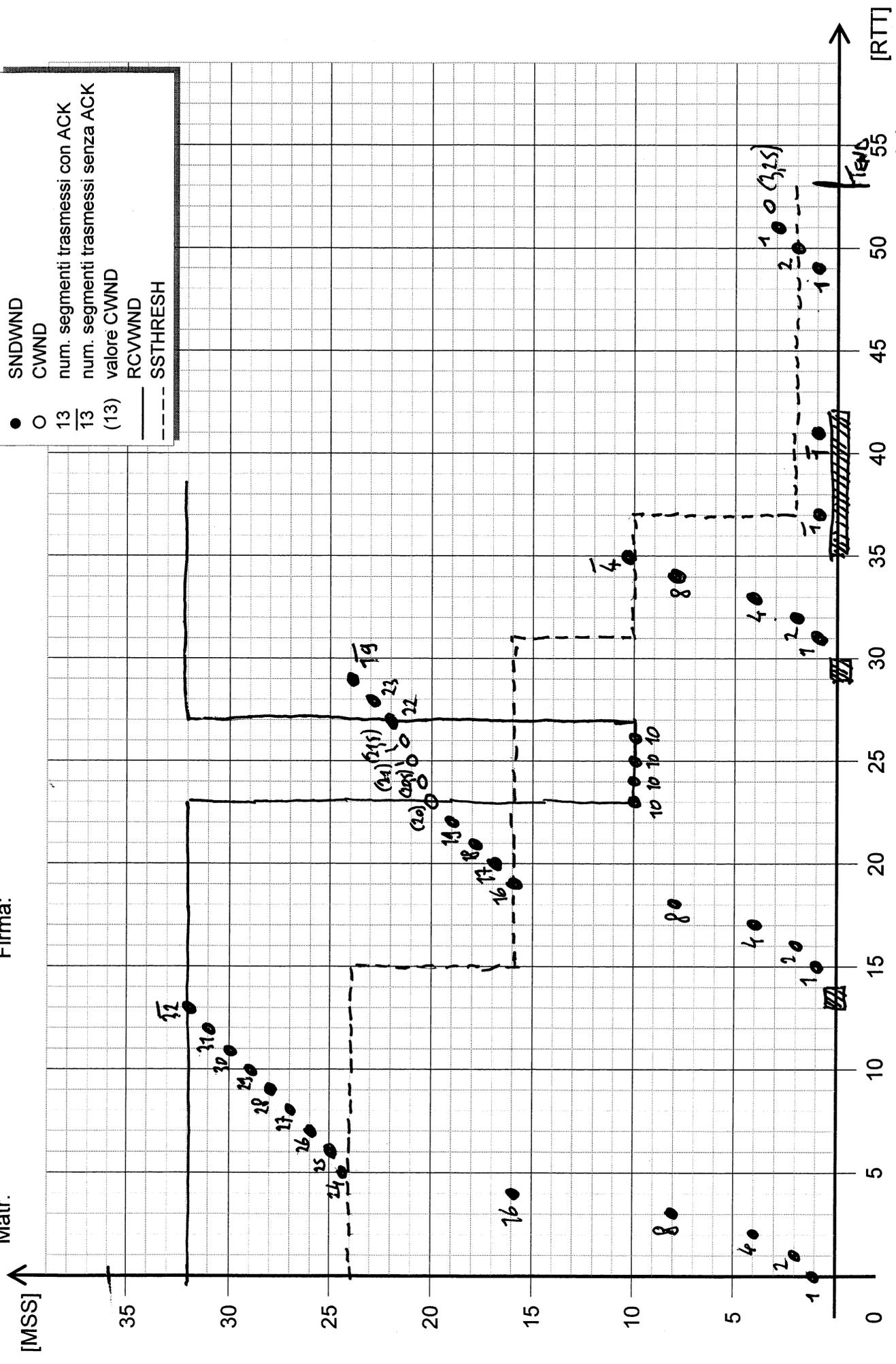
- il tempo totale di trasferimento del file T_{END} [s] (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto alla ricezione dell'ultimo ACK);
- i valori di CWND quando diversi da SNDWND (anche per $t = T_{\text{END}}$);
- il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se ne vengono ricevuti gli ACK o no;
- i valori assunti da Ssthresh durante il trasferimento.

$N = 440$

● SNDWIND
 ○ CWIND
 13 num. segmenti trasmessi con ACK
 13 num. segmenti trasmessi senza ACK
 (13) valore CWIND
 — RCWIND
 - - - SSTHRESH

Cognome e nome:
Matr.

Firma:

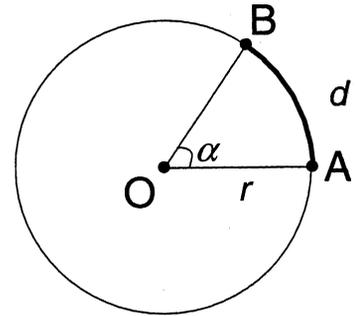


$F_{TEND} = 55$
 $= 26,5 \text{ msec}$

Domanda 2

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

Un sensore B in un tunnel circolare di raggio 2 km trasmette dati alla base A, attraverso un sistema di trasmissione via fibra ottica lungo l'arco AB che fornisce un canale libero da errori, eccetto quando diversamente indicato, di capacità $C = 1$ Gbit/s. A e B si trovano su una circonferenza di centro O, come rappresentato in figura. Sia α 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 160 byte di carico utile e 40 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa $L_A = 40$ 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 $TO = 100 \mu s$ (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 il tempo di trasferimento da B ad A di un segmento di dati di lunghezza 2500 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), per $\alpha = 200^\circ$, nel caso in cui il quarto pacchetto trasmesso da B non venga ricevuto correttamente da A.

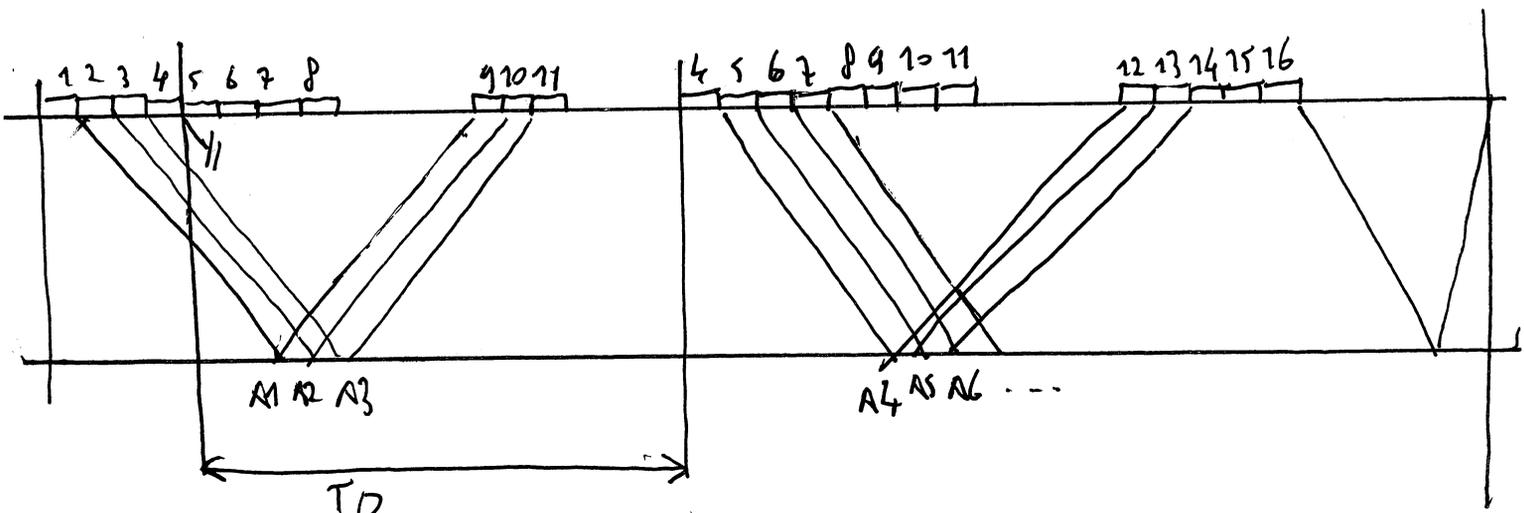
$$T_A = 320 \text{ ns} \quad N = \left\lceil \frac{2500}{160} \right\rceil = 16 \quad v = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$T_D = 1,6 \mu s$$

$$d = r \cdot \alpha = 6981 \text{ m} \quad \tau = \frac{d}{v} = 34,9 \mu s$$

$$2\tau + T_A \approx 44T_D \Rightarrow T_x \text{ discont}$$

$$\angle TO \Rightarrow TO \text{ tempo esborbante}$$



$$T_{TOT} = 4T_D + TO + T_D + 2\tau + T_A + 5T_D + 2\tau + T_A = 10T_D + TO + 4\tau + 2T_A \stackrel{\text{Pag. 2/7}}{=} 256 \mu s$$

Reti di Telecomunicazioni

Prof. Stefano Bregni

I Appello d'Esame 2013-14 – 5 febbraio 2014

Cognome e nome:

(stampatello)
(firma leggibile)

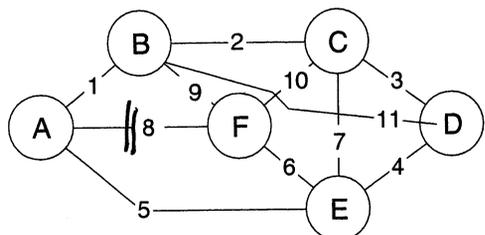
Matricola:

Domanda 3

(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	4
D		
E		
F		

B →	Collegam.	Costo
A	1	3
B	-	0
C	1	2
D	9	2
E		
F		

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

D →	Collegam.	Costo
B	3	3
D	-	0
E		
F		

E →	Collegam.	Costo
A	6	3
D	4	3
E	-	0
F		

F →	Collegam.	Costo
A	6	1
B	8	2
C	9	1
F	-	0
D		
E		

Al tempo $t=t_1$ si interrompe il collegamento A-F.

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

A	3	
B	0	
C	2	
D	2	
E		
F		

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

A	0	
B	∞	
C	4	
D		
E		
F		

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

A	3 (∞)	
D	3	
E	0	
F		
B		
C		

Tabelle di routing al tempo $t=t_5$:

A →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		
E		
F		

B →	Collegam.	Costo
A	1	1
B	-	0
C	1	3
D	9	2
E		
F		

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

D →	Collegam.	Costo
B		
D	-	0
E		
F		

E →	Collegam.	Costo
A		
D		
E	-	0
F		

F →	Collegam.	Costo
A	6	4 (∞)
B	8	∞
C	9	1
D	6	4
E	6	1
F	-	0

Domanda 4

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

Ci è stato assegnato il blocco di indirizzi 160.128.0.0 /16.

Si partizioni il blocco in $N = 4$ sottoreti /n. Si partizioni la sottorete #1 /n in $M = 16$ (sotto)²reti /m.

Si partizioni la sottorete #2 /n in $P = 256$ (sotto)²reti /p. Si partizioni la (sotto)²rete #2-4 /p in $Q = 16$ (sotto)³reti /q.

a) Quanto valgono le lunghezze dei prefissi /n, /m, /p, /q? (1 punto)

$/n = /18 \quad /m = /22 \quad /p = /26 \quad /q = /30$

b) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #260 della sottorete #3 /m (1 punto)

160.128.111.0000001000000100 160.128.193.4

c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo broadcast della (sotto)³rete #2-4-1 /q. (1 punto)

160.128.100.000001.00000111 160.128.129.7

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

160.128.100.000000.0111111 160.128.128.127

e) All'indirizzo 160.128.129.255 corrisponde l'host # BC della (sotto)² rete # 2 - 7 - / 26 (1 punto)

160.128.100.000001.11111111

f) All'indirizzo 160.128.97.0 corrisponde l'host # 256 della (sotto)² rete # 1 - 8 - / 22 (1 punto)

160.128.01100001.00000000

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 5

(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (13 punti)

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

- 1) *fine* N sorgenti con frequenza di picco 100 Mbit/s trasmettono pacchetti di durata media $A = 50$ ms e con intervallo, tra l'istante di ~~inizio~~ *l'inizio* trasmissione di un pacchetto e il seguente, di durata media $B = 350$ ms. I pacchetti sono inviati a un moltiplicatore statistico con buffer infinito e linea di capacità $C = 2.5$ Gbit/s. *del seguente* (3 punti)
- Fino a quante sorgenti posso moltiplicare, affinché il coefficiente di utilizzo della linea non superi il 20%?

$$N \frac{100 \text{ Mbit/s} \cdot 50}{50 + 350} \leq 0.20 \cdot 2.5 \text{ Gbit/s} \rightarrow N \leq 40$$

- Qual è la lunghezza media [bit] dei pacchetti?

$$50 \text{ ms} \cdot 100 \text{ Mbit/s} = 5 \text{ Mbit}$$

- 2) 4 segnali numerici con frequenza di cifra $f_t = 139.264$ Mbit/s sono moltiplicati in modo sincrono a interallacciamento di bit. La trama di multiplo è composta da 16 bit di overhead e N bit di tributario. Quanto deve valere N , affinché la frequenza di cifra f_m del multiplo sia non superiore a 566 Mbit/s? (2 punti)

$$4 f_t = \frac{N}{16+N} f_m \quad f_m = \frac{16+N}{N} \cdot 4 f_t < 566 \text{ Mbit/s}$$

$$N \geq 997$$

- 3) Quali informazioni sono contenute nella tabella di instradamento di un router in una rete a commutazione di datagramma? (2 punti)

Cognome e nome:

(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:

- 4) Per quale motivo nelle WLAN non si può utilizzare il protocollo CSMA-CD e quindi è stato ideato il CSMA-CA? Spiegare. *(3 punti)*

-
- 5) Quali sono vantaggi e svantaggi nell'impostare un valore di MTU molto basso (o molto alto) nel proprio client? *(3 punti)*