

---

# Internet e Reti di Comunicazione

Prof. Stefano Bregni

II-B Appello d'Esame 2012-13 – 24 settembre 2013

---

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 138 kbyte da a partire dal tempo  $t = 0$ . Si assuma che:

- TCP Maximum Segment Size (MSS) = 500 byte;
- 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( $t = 0$ ) = 16 kbyte;
- RCVWND( $t = 0$ ) = 16 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
  - RCVWND( $t = 4.0$  s) = 32 kbyte;
  - RCVWND( $t = 7.0$  s) = 4 kbyte;
  - RCVWND( $t = 9.0$  s) = 8 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  $t = (4.5 \text{ s}, 5.0 \text{ s})$ ,  $t = (9.5 \text{ s}, 10.0 \text{ s})$ ,  $t = (14.0 \text{ s}, 14.5 \text{ s})$ ,  $t = (16.5 \text{ s}, 20.5 \text{ s})$ ;
- 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  $\text{CWND} \geq \text{Ssthresh}$ .

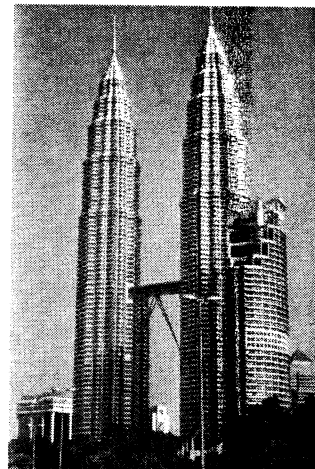
Si tracci sul foglio allegato l'andamento nel tempo di CWND e SNDWND usando la notazione specificata in legenda. Si determinino in particolare:

- il tempo totale di trasferimento del file  $T_{\text{END}}$  [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) (5 punti)

Un terminale A, all'ultimo piano di una delle due Petronas Towers di Kuala Lumpur, invia dati a un terminale B al piano terra dell'altra torre, attraverso un collegamento radio di capacità  $C = 60$  Mbit/s. A si trova ad altezza  $h = 375$  m. La distanza tra B e la verticale di A è  $d = 75$  m.



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

- pacchetti dati di dimensione fissa  $L_D = 2$  byte di carico utile + 4 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK e NACK) di dimensione fissa  $L_A = 2$  byte;
- tempo di elaborazione pacchetto dati da parte della stazione ricevente (tempo tra la ricezione di un pacchetto dati e la trasmissione dell'ACK) trascurabile;
- tempo di elaborazione pacchetto ACK da parte della stazione ricevente (tempo tra la ricezione di un 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  $W = 3$  pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione  $TO = 5$   $\mu$ s (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del  $TO$  senza che sia ricevuto l'ACK).

Si calcoli il tempo di trasferimento da A a B di un segmento dati di lunghezza 40 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), nel caso in cui il 2° pacchetto trasmesso da A non venga ricevuto correttamente da B. (5 punti)

$$l = \sqrt{h^2 + d^2} = 382.43 \text{ m} \quad \left\lceil \frac{40}{2} \right\rceil = 20 \text{ pacchetti}$$

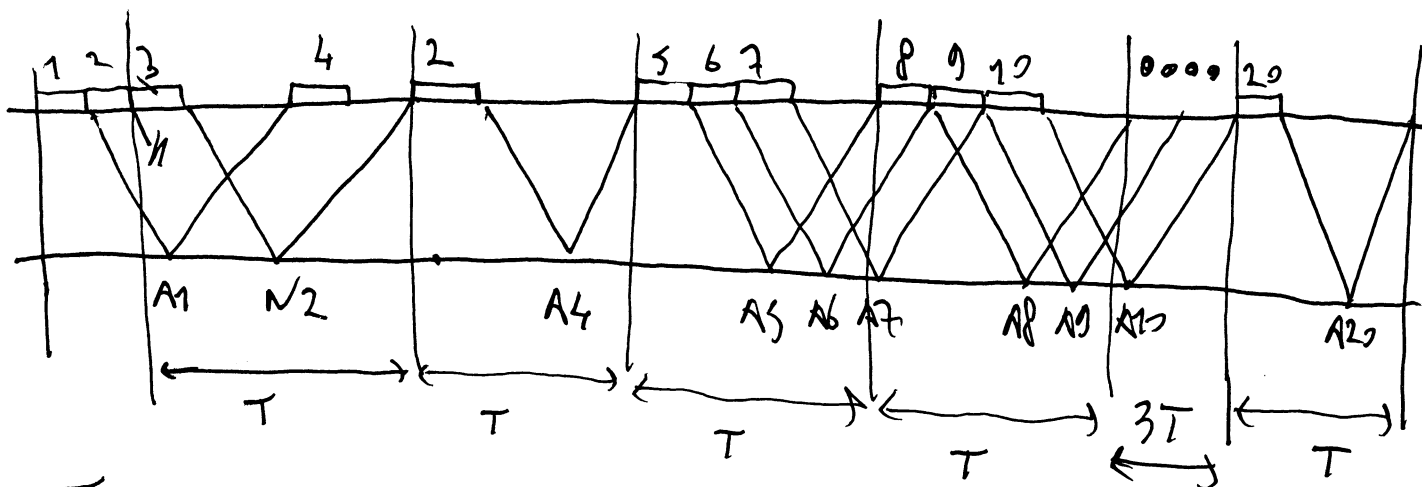
$$T_A = 267 \text{ ns}$$

$$\Delta = 1.27 \text{ } \mu\text{s}$$

$$T_D = 800 \text{ ns}$$

$$2\Delta + T_A \leq 3.5 T_D \Rightarrow \text{Tx discriminant}$$

$$< TO \text{ OK}$$



$$T = T_D + T_A + 2\Delta$$

$$T_{\text{tot}} = 2T_D + 8T = 30.45 \text{ } \mu\text{s}$$

**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 99.0.0.0 /17.

Si partizioni il blocco CIDR in  $N = 8$  sottoreti /n.Si partizioni la sottorete #3 /n in  $M = 8$  (sotto)<sup>2</sup>reti /m.Si partizioni la sottorete #2 /n in  $P = 64$  (sotto)<sup>2</sup>reti /p.Si partizioni la (sotto)<sup>2</sup>rete #2-4 /p in  $Q = 16$  (sotto)<sup>3</sup>reti /q.

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

(1 punto)

$$/n = 20 \quad /m = 23 \quad /p = 26 \quad /q = 30$$

b) All'indirizzo 99.0.127.255 corrisponde l'host # BC della (sotto)<sup>1</sup> rete # 7 -     -     / 20

(1 punto)

$$99.0.0|1111111.11111111$$

c) All'indirizzo 99.0.48.255 corrisponde l'host # 255 della (sotto)<sup>2</sup> rete # 3 - 0 -     / 23

(1 punto)

$$99.0.0|011|000|0.11111111$$

d) All'indirizzo 99.0.32.63 corrisponde l'host # BC della (sotto)<sup>2</sup> rete # 2 - 0 -     / 26

(1 punto)

$$99.0.0|010|0000.00|111111$$

e) All'indirizzo 99.0.33.62 corrisponde l'host # 2 della (sotto)<sup>3</sup> rete # 2 - 4 - 15 / 30

(1 punto)

$$99.0.0|010|0001.00|1111|0$$

**Note:**

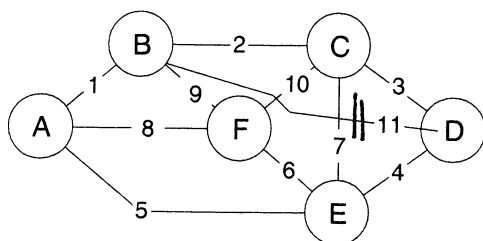
- tutti gli indirizzi richiesti vanno indicati in formato decimale (scrivere gli indirizzi anche in formato binario è consigliabile per evitare errori);
- tutti gli indirizzi di rete vanno espressi specificando la lunghezza del relativo prefisso /x;
- tutte le sottoreti sono numerate a partire da #0;
- 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	8	2
C	8	3
D	5	2
E	5	1

B →	Collegam.	Costo
A	11	3
B	-	0
C	11	4
D	2	2

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

D →	Collegam.	Costo
B	3	1
C	4	1
D	-	0

E →	Collegam.	Costo
C	5	2
D	6	3
E	-	0
F	5	2

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

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

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

A →	Collegam.	Costo
A	∞	
B	0	
C	∞	
D	2 (A)	

DV inviato A → F al tempo  $t=t_3$ : (2)

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

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

E →	Collegam.	Costo
C	2	
D	3 (A)	
E	0	
F	2	

**Tabelle di routing al tempo  $t=t_5$ :**

A →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		

B →	Collegam.	Costo
B		
C		
D		
E		

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

D →	Collegam.	Costo
D		
E		
F		

E →	Collegam.	Costo
E		
F		

F →	Collegam.	Costo
A	8	1
B	8	3 (∞)
C	6	4 (∞)
D	2	3
E	6	1
F	-	0

**Cognome e nome:***(stampatello)**(firma leggibile)***Matricola:**

---

**Domanda 5***(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (15 punti)**(NB: ogni risposta non giustificata adeguatamente, anche con pochissime parole, avrà valore nullo).*

- 
- 1) I *Link State Packet* vengono trasmessi da ogni router a quali altri router? Usando quale informazione di instradamento? *(2 punti)*
- 2) Nella definizione del TCP sono compresi vari algoritmi per la stima del RTT. A quale scopo? Perché questi algoritmi non stimano solo il valore medio di RTT, ma anche la sua varianza? *3 punti*
- 3) Illustrare la tecnica di *Random Early Discard*. In cosa consiste? In quale dispositivo di rete viene messa in atto? A quale scopo? *(2 punti)*
-

- 4)  $N$  sorgenti con frequenza di picco 10 Mbit/s trasmettono pacchetti di durata media  $A = 150$  ms con intervallo  $B$ , tra l'istante di inizio trasmissione di un pacchetto e il seguente, puramente casuale e distribuito uniformemente tra 150 ms e 450 ms. I pacchetti sono inviati a un moltiplicatore statistico con buffer infinito e linea di capacità  $C = 150$  Mbit/s. (3 punti)
- Fino a quante sorgenti posso moltiplicare, affinché il coefficiente di utilizzo della linea non superi il 30%?

$$\bar{B} = 300 \text{ ms}$$

$$N \cdot 10 \text{ Mbit/s} \cdot \frac{1}{2} \leq 0.3 \cdot 150 \text{ Mbit/s} \rightarrow N \leq 9$$

- Misuro un'occupazione media del buffer pari a 5 Mbit. Quanti pacchetti sono in coda, mediamente?

$$L_D = 10 \text{ Mbit/s} \cdot 150 \text{ ms} = 1.5 \text{ Mbit}$$

$$5 \text{ Mbit} / 1.5 \text{ Mbit} = 3.33 \text{ pacchetti}$$

- 5) 4 segnali numerici con frequenza di cifra  $f_i = 34.368$  Mbit/s sono moltiplicati in modo sincrono a interlacciamento 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 140 Mbit/s? (2 punti)

$$f_m = 4 \cdot 34.368 \text{ Mbit/s} \cdot \frac{16+N}{N} \leq 140 \text{ Mbit/s}$$

$$N \geq 871 \text{ bit}$$

- 6) Che differenza c'è tra un doppino UTP e un doppino STP?

(1 punto)

- 7) Che differenza c'è tra un policer e uno shaper?

(1 punto)

- 8) Cosa sono gli endpoint di una connessione TCP?

(1 punto)

Cognome e nome: (15)

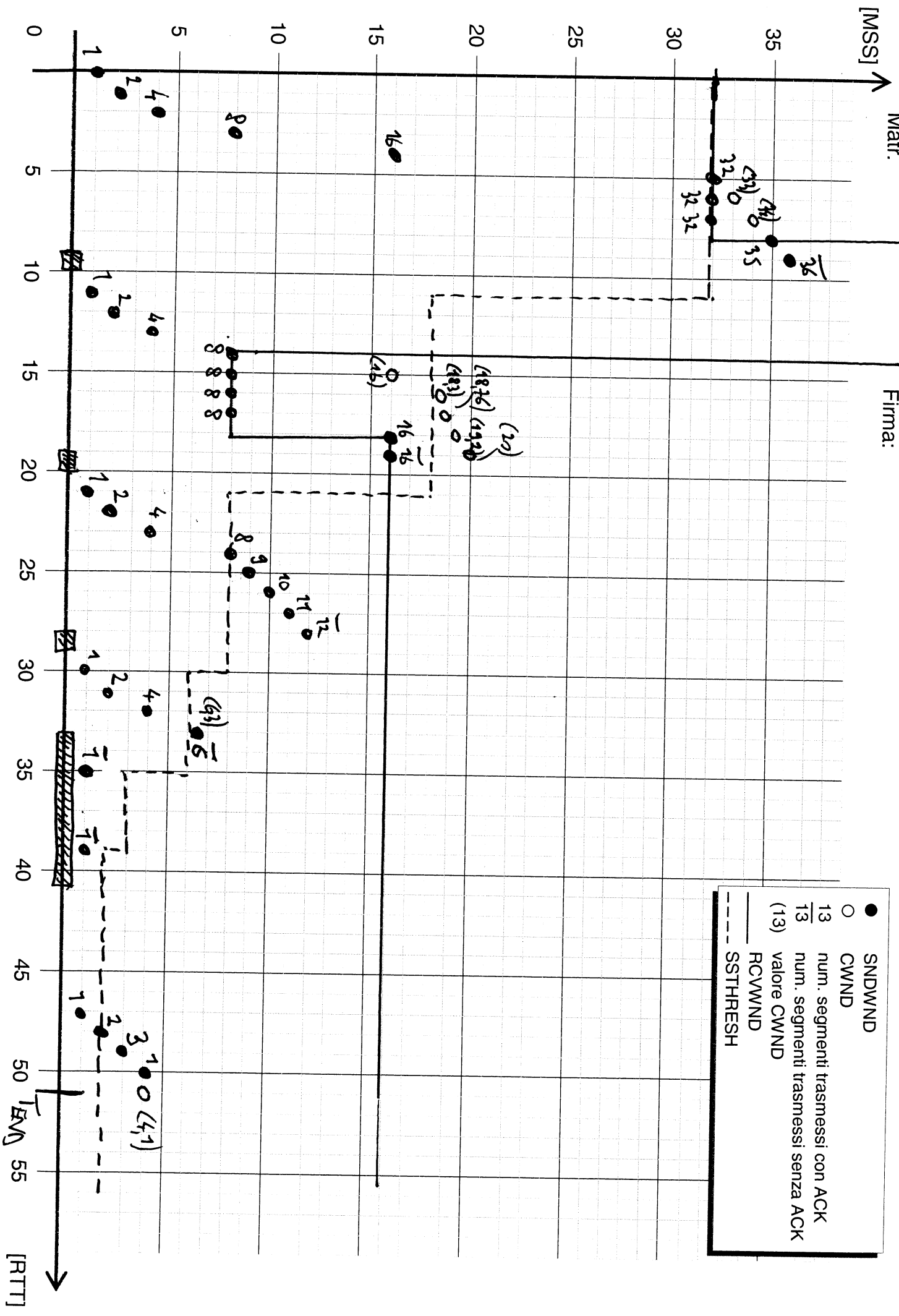
(15)

(15)

N=276

Matr.

Firma:



- SNDWIND
- CWIND
- 13 num. segmenti trasmessi con ACK
- 13 num. segmenti trasmessi senza ACK
- (13) valore CWIND
- RCWIND
- STHRESH

# Internet e Reti di Telecomunicazioni

Prof. Stefano Bregni Prova di Laboratorio Appello IIB 2012-13 – 24 settembre 2013

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

1) Dato il seguente programma (script) NS in linguaggio TCL

<pre>set ns [new Simulator] set namFile [open esercizio4.nam w] \$ns namtrace-all \$namFile \$ns at 1000 "finish" proc finish {} {     global ns     global namFile     \$ns flush-trace     close \$namFile     exit 0 } set Node0 [\$ns node] set Node1 [\$ns node] set Node2 [\$ns node] \$ns duplex-link \$Node0 \$Node1 100Mb 20ms DropTail set DuplexLink0 [\$ns link \$Node0 \$Node1] \$ns queue-limit \$Node0 \$Node1 1000 \$ns duplex-link \$Node1 \$Node2 10Mb 20ms DropTail set DuplexLink1 [\$ns link \$Node1 \$Node2] \$ns queue-limit \$Node1 \$Node2 1000 set UDP0 [new Agent/UDP] set LossMonitor0 [new Agent/LossMonitor] \$ns attach-agent \$Node2 \$LossMonitor0 \$ns connect UDP0 \$LossMonitor0</pre>	<pre>set Source0 [new Application/Traffic/Exponential] \$Source0 set burst_time_ 0 \$Source0 set rate_ 10G \$Source0 set packetSize_ 150 \$Source0 set idle_time_ 0.1m \$Source0 attach-agent \$UDP0 \$ns at 0 "\$Source0 start" \$ns at 10 "\$Source0 stop" set QueueMonitor0 [\$ns monitor-queue \$Node1 \$Node2 [\$ns get-ns-traceall]] set delay0 [new Samples] \$QueueMonitor0 set-delay-samples \$delay0 \$ns at 999.9 "ResultPrinter0_proc" proc ResultPrinter0_proc {} {     set ResultPrinter0_file [open esercizio4a- results.txt w]     global ns     puts \$ResultPrinter0_file "Traffico di Poisson - Esercizio 4a"     global delay0     set var1 [\$delay0 mean]     puts \$ResultPrinter0_file "Ritardo \$var1"     \$ns flush-trace     close \$ResultPrinter0_file }</pre>
--	--

attach-agent

\$ns run

- Indicare gli errori marcandoli direttamente sul testo e spiegandoli qui sotto.

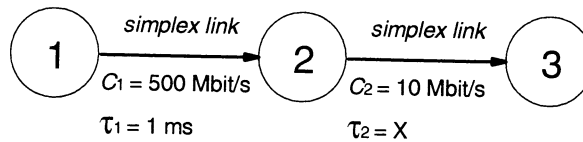
- Quanti byte sono trasmessi mediamente dalla sorgente Source0 durante una simulazione?

$$\frac{150 \text{ byte}}{100 \mu s} \cdot 10 \text{ s} = 15 \text{ Mbyte}$$

- Quanto vale il carico (traffico offerto) sul link da Node1 a Node2?

12

- 2) Si consideri la rete a tre nodi nella figura sottostante. 12 sorgenti ExpOnOff offrono al nodo 1 un traffico caratterizzato dai seguenti parametri:  $burst\_time\_ = X$ ,  $idle\_time\_ = 600$  ms,  $rate\_ = 1$  Mbit/s,  $packetSize\_ = 500$  byte. Per semplicità, si supponga che l'agente sia di tipo UDP e non alteri la dimensione dei pacchetti. La coda sul link 2 abbia dimensione 500 pacchetti.



- Calcolare il valore  $X$  da impostare perché il traffico medio offerto sul link 2 sia 0.30.

$$X = 200 \text{ ms}$$

- Si considerino i tre casi:

- $burst\_time\_ = 200$  ms,  $idle\_time\_ = 800$  ms,  $rate\_ = 1$  Mbit/s,  $packetSize\_ = 500$  byte
- $burst\_time\_ = 2$  s,  $idle\_time\_ = 8$  s,  $rate\_ = 1$  Mbit/s,  $packetSize\_ = 500$  byte
- $burst\_time\_ = 20$  s,  $idle\_time\_ = 80$  s,  $rate\_ = 1$  Mbit/s,  $packetSize\_ = 500$  byte

Calcolare il traffico medio offerto sul link 2 nei tre casi.

In quale caso la percentuale di pacchetti persi nella coda sul link 2 sarà maggiore?

$$A_0 = 0.24$$

$P_{loss}$  maggiore nel caso c)

- 3) Spiegare il significato dell'istruzione `$ns rtproto`. A quali parole chiave può essere associata questa istruzione? Per fare cosa? Illustrare brevemente.