
Internet e Reti di Comunicazione

Prof. Stefano Bregni

I Appello d'Esame – 19 luglio 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 381 kbyte da a partire dal tempo $t = 0$. Si assuma che:

- TCP Maximum Segment Size (MSS) = 1 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($t = 0$) = 30 kbyte;
- RCVWND($t = 0$) = 2 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - RCVWND($t = 1.25$ s) = 32 kbyte;
 - RCVWND($t = 5.25$ s) = 10 kbyte;
 - RCVWND($t = 5.75$ s) = 32 kbyte;
- CWND($t = 0$) = 1 kbyte;
- 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 $t = (3.0$ s, 3.25 s), $t = (6.25$ s, 7.25 s), $t = (9.5$ s, 9.75 s), $t = (11.5$ s, 12.25 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:

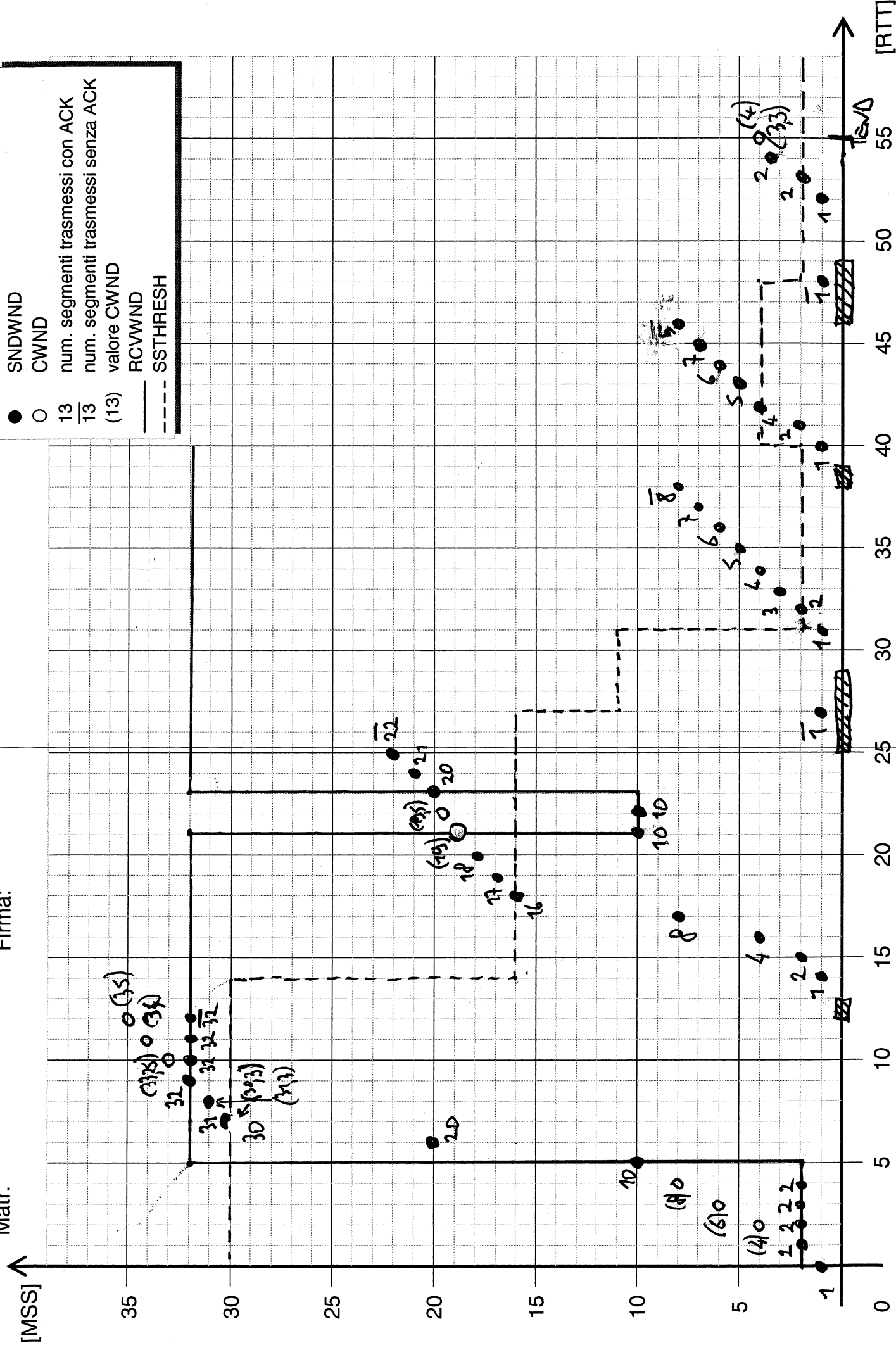
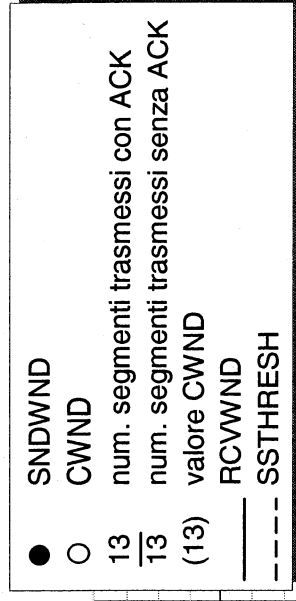
- il tempo totale di trasferimento del file T_{END} [s] (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto alla ricezione dell'ultimo ACK);
- i valori di CWND quando diversi da SNDWND (anche per $t = T_{END}$);
- il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se ne vengono ricevuti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

Cognome e nome:

Matr.

Firma:

N=381



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 $C = 150 \text{ Mbit/s}$. A si trova ad altezza $h = 375 \text{ m}$. La distanza tra B e la verticale di A è $d = 75 \text{ m}$.



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

- pacchetti dati di dimensione fissa $L_D = X \text{ byte di carico utile} + 4 \text{ byte di overhead}$;
- pacchetti di riscontro (ACK e NACK) di dimensione fissa $L_A = 4 \text{ byte}$;
- 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.

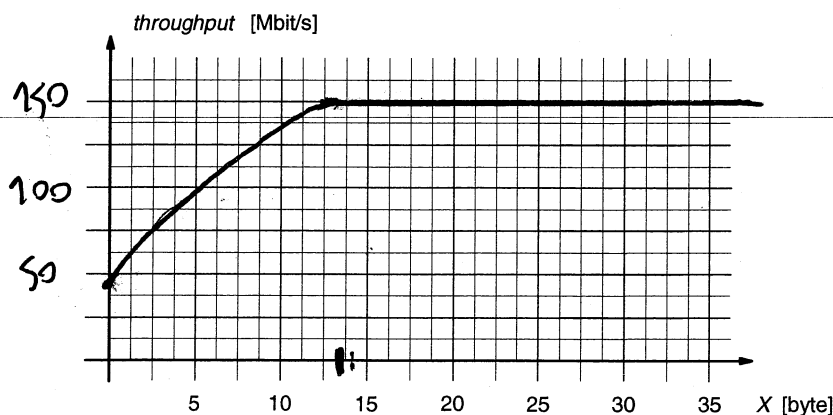
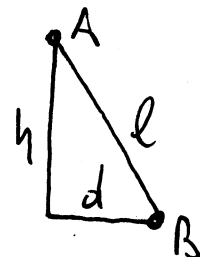
Il protocollo sia di tipo *selective repeat*, con riscontri positivi e negativi (ACK e NACK), con dimensione delle finestre di trasmissione e ricezione pari a $W = 4$ pacchetti dati.

Si calcoli la velocità effettiva di trasferimento dei dati al variare di X e se ne tracci l'andamento nel grafico sottostante. Calcolare il valore limite di X per cui la trasmissione diventa discontinua.

Throughput ($X = 0$) = 43 Mb/s

Throughput ($X \rightarrow \infty$) = 150 Mb/s

Trasmissione discontinua per $X < \underline{13,27}$ oppure $X > \underline{\quad}$ [byte]



$$l = \sqrt{h^2 + d^2} = 382,43 \text{ m}$$

$$T_A = 0,213 \mu\text{s}$$

$$T_D = T_A + X/C$$

$$\tau = l/c = 1,275 \mu\text{s}$$

$$X_{\text{cont}} \text{ se } 2\tau + T_A \leq 3T_D \rightarrow \frac{X}{C} \geq \frac{2\tau + T_A}{3} - T_A$$

$$X \geq 106,1 \text{ bit} = 13,27 \text{ byte}$$

Per $X = 0$:

$$\text{Throughput} = \frac{4L_A}{T_D + T_A + 2\tau} = \frac{4L_A}{2T_A + 2\tau} = 43 \text{ Mb/s}$$

Domanda 3

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

4 segnali PCM primari E1 sono moltiplicati a interallacciamento di byte da un moltiplicatore numerico sincrono. La trama del segnale multiplo è composta da 1 ottetto di overhead e 12 ottetti di informazione (ottetti di tributario).

- a) Calcolare la frequenza di cifra f_m e il periodo di trama T_m del segnale di multiplo. (1 punto)

$$f_m = 4 \cdot 2.048 \text{ Mb/s} \cdot \frac{13}{12} \approx 8.875 \text{ Mb/s}$$

$$T_m = \frac{L_m}{f_m} \approx 11.72 \mu\text{s}$$

- b) Nei byte OH del segnale di multiplo, viene trasmesso un segnale multitrama (MT) che copre 24 trame base. La trama di questo segnale MT è quindi composta da 24 ottetti, i primi 2 dei quali dedicati a funzioni di allineamento e di servizio (byte OH_{MT}). Si calcoli:

- la frequenza di cifra f_{MT} del segnale multitrama e il periodo di multitrama T_{MT} ; (1 punto)

$$f_{\text{MT}} = f_m \cdot \frac{1}{13} \approx 683 \text{ Kb/s}$$

$$T_{\text{MT}} = 24 T_m = 281,25 \mu\text{s}$$

- la capacità riservata alle funzioni di allineamento e di servizio del segnale MT (byte OH_{MT}). (1 punto)

$$f_{\text{OH}_{\text{MT}}} = f_{\text{MT}} \cdot \frac{2}{24} = 56.9 \text{ Kb/s}$$

- c) Nei byte OH_{MT} del segnale multitrama, viene trasmesso un segnale ipertrama (IT) che copre 32 multitrame, ossia 32·24 trame base. I primi 2 ottetti dell'ipertrama (byte OH_{IT}) sono dedicati a funzioni di allineamento e di servizio. Si calcoli:

- la lunghezza dell'ipertrama L_{IT} , la frequenza di cifra f_{IT} del segnale ipertrama e il periodo di ipertrama T_{IT} ; (2 punti)

$$L_{\text{IT}} = 32 \cdot 24 = 64 \text{ byte}$$

$$f_{\text{IT}} = f_{\text{OH}_{\text{MT}}} = 56.9 \text{ Kb/s}$$

$$T_{\text{IT}} = 32 T_{\text{MT}} = 9 \text{ ms}$$

Domanda 4

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

Ci è stato assegnato il blocco di indirizzi CIDR 210.0.0.0 /14.

Si partizioni il blocco CIDR in $N = 8$ sottoreti /n.

Si partizioni la sottorete #4 /n in $M = 64$ (sotto)²reti /m.

Si partizioni la sottorete #7 /n in $P = 16$ (sotto)²reti /p.

Si partizioni la (sotto)²rete #7-8 /p in $Q = 512$ (sotto)³reti /q.

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

(1 punto)

$$/n = /17 \quad /m = /23 \quad /p = /21 \quad /q = /30$$

b) All'indirizzo 210.2.16.255 corrisponde l'host # 255 della (sotto)² rete # 4 - 8 - 23

(1 punto)

$$210.00000010.00010000.11111111$$

c) All'indirizzo 210.2.1.255 corrisponde l'host # BC della (sotto)² rete # 4 - 0 - 23

(1 punto)

$$210.00000010.00000001.11111111$$

d) All'indirizzo 210.3.148.3 corrisponde l'host # 107 della (sotto)² rete # 7 - 2 - 21

(1 punto)

$$210.00000011.100101100.00000011$$

e) All'indirizzo 210.0.136.0 corrisponde l'host # 2048 della (sotto)¹ rete # 1 - 0 - 17

(1 punto)

$$210.00000000.10001000.00000000$$

f) All'indirizzo 210.3.192.131 corrisponde l'host # BC della (sotto)³ rete # 7 - 8 - 32 / 30

(1 punto)

$$210.00000011.110001000.10000011$$

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.: 11111111.1111111100000000.00000000); **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) (14 punti)

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

- 1) Offro 60000 Erlang di traffico telefonico a una centrale di commutazione. Le chiamate hanno durata media 5 minuti. Per ogni chiamata, un nodo della rete di segnalazione invia 1 pacchetto di lunghezza 128 byte verso un canale di capacità $n \times 64$ kbit/s (n intero). Determinare n perché il carico $\rho(n)$ del canale sia non superiore al 20%. (3 punti)

$$\lambda = 200 \text{ chiamate / s}$$

$$\lambda_s = 200 \text{ pacchetti di segnalazione / s}$$

$$\mu_s = \frac{n \cdot 64 \text{ Kb/s}}{128 \text{ byte}} = n \cdot 62,5 \text{ pacch/s}$$

$$\rho_s = \frac{\lambda_s}{\mu_s} = \frac{200}{n}$$

$$\rho_s \leq 20\% \text{ per } n \geq 16$$

- 2) Cos'è il packet jitter? Da cosa è causato? Quali applicazioni sono più sensibili a questo problema? (2 punti)

- 3) Un host S invia un pacchetto IP all'host D attraversando 4 router R1, R2, R3, R4. I due host S e D sono collegati rispettivamente ai router R1 e R4 attraverso reti LAN. (2 punti)

- L'host S deve conoscere l'indirizzo MAC di D per poter inviare il pacchetto?

no

- Chi tra S, R1, R2, R3, R4 deve conoscere l'indirizzo MAC di D per poter inoltrare il pacchetto correttamente?

R4

- L'host D riceve l'indirizzo MAC di chi tra S, R1, R2, R3, R4? Dove lo legge?

R4 ha il MAC

- L'host D riceve l'indirizzo IP di chi tra S, R1, R2, R3, R4? Dove lo legge?

S pacchetto IP

4) Cos'è lo *pseudoheader* di un pacchetto TCP?

(2 punti)

5) Come è definito un *Autonomous System* in Internet? Che protocolli si usano per regolare l'instradamento dei pacchetti tra AS diversi?

(2 punti)

6) Descrivere le procedure di *slow start* e *congestion avoidance* nel TCP, definendone le variabili, precisandone le regole e quando vengono applicate.

(3 punti)

Internet e Reti di Telecomunicazioni

Prof. Stefano Bregni

Prova di Laboratorio I Appello – 19 luglio 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 10 "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 10Mb 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 \$Node2 \$Node2 1000 set UDP0 [new Agent/UDP] \$ns attach-agent \$Node0 \$UDP0 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_ 50m \$Source0 set rate_ 3M \$Source0 set packetSize_ 80 \$Source0 set idle_time_ 0.1 \$Source0 attach-agent \$UDP0 \$ns at 0 "\$Source0 start" \$ns at 19.9 "\$Source0 stop" set QueueMonitor0 [\$ns monitor-queue \$Node1 \$Node2 [\$ns get-ns-traceall]] set delay0 [new Samples] \$QueueMonitor0 set-delay-samples \$delay0 \$ns at 19.9 "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 } \$ns run</pre> |
|--|---|

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

- Quanti bit al secondo sono trasmessi mediamente dalla sorgente Source0?

1 mb/s

- ## 2) A quale scopo pratico può servire assegnare valori diversi di *flow_id*? (basarsi sull'esperienza delle esercitazioni svolte in laboratorio)

3) E' definita una sorgente tramite il codice

```
set Source0 [new Application/Traffic/Exponential]
$Source0 set burst_time_ 0
$Source0 set rate_ 100M
$Source0 set packetSize_ 1250
$Source0 set idle_time_ 5m
$Source0 attach-agent $UDPO
$ns at 0 "$Source0 start"
$ns at 20 "$Source0 stop"
```

Qual è il valore atteso del traffico [byte] generato in totale dalla sorgente durante una simulazione?

5 nbyte

Qual è il valore minimo del traffico [byte] generato in totale dalla sorgente durante una simulazione?

ϕ

Se si riduce il valore di packetSize_ a 250, di quanto cambia la frequenza media del traffico generato dalla sorgente?

1/5

4) A cosa serve un oggetto *Result Printer*? Con quale altro oggetto viene utilizzato? Spiegare sinteticamente.