
Reti di Telecomunicazione

Prof. Stefano Bregni

V Appello d'Esame 2023-24 – 9 settembre 2024

Cognome e nome:

(stamatello)
(firma leggibile)

Matricola:

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

Domanda 1

(svolgere sul diagramma allegato) (6 punti)

In una connessione TCP è trasferito un file lungo 760 kbyte 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($t = 0$) = 60 kbyte;
- RcvWnd($t = 0$) = 4 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - RcvWnd($t = 2.00$ s) = 40 kbyte;
 - RcvWnd($t = 3.00$ s) = 80 kbyte;
 - RcvWnd($t = 4$ s) = 32 kbyte;
 - RcvWnd($t = 8$ 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 $t = (8.00$ s, 8.50 s), $t = (13.00$ s, 13.50 s), $t = (18.00$ s, 18.50 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.

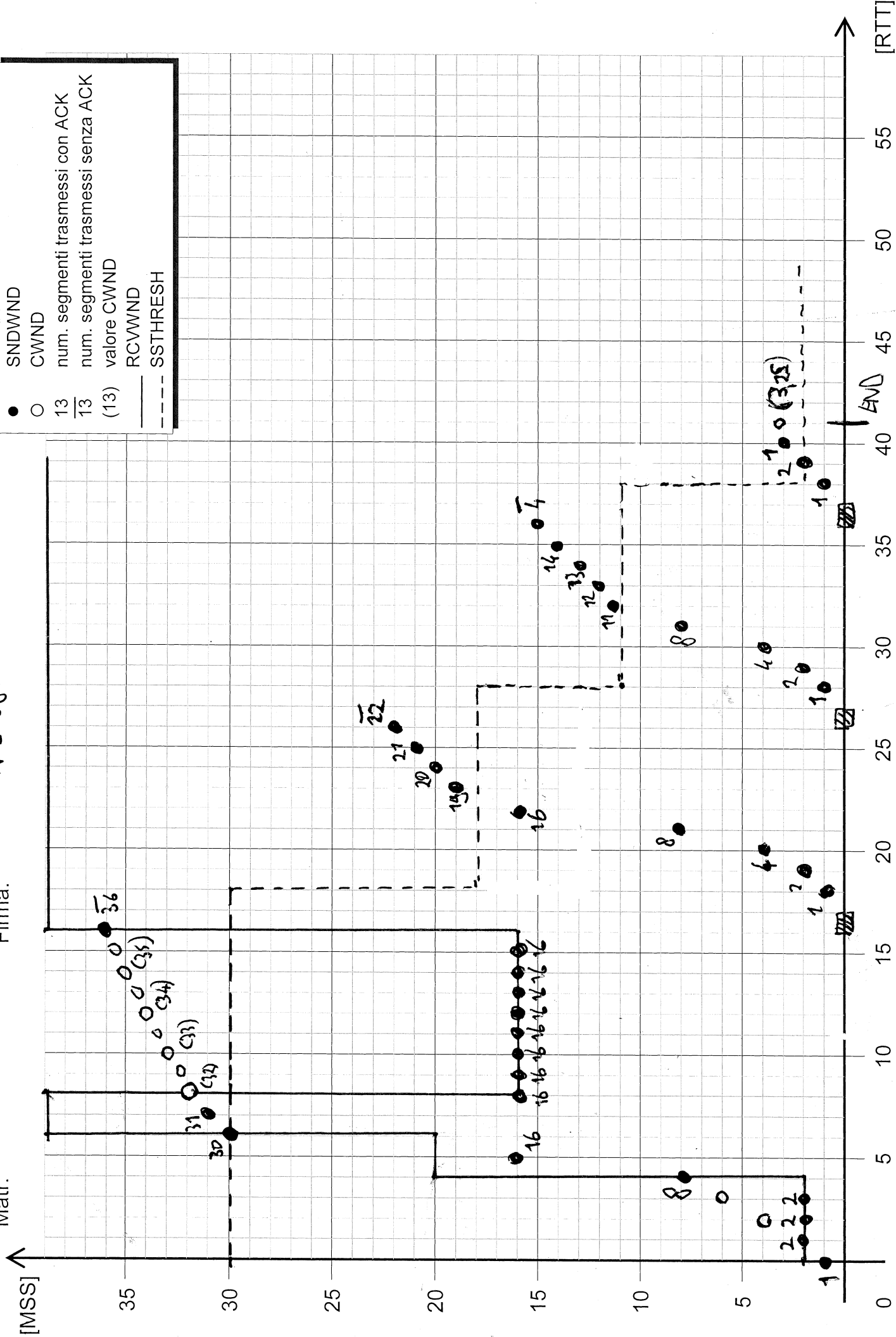
Cognome e nome:

Matr.

Firma:

$N = 380$

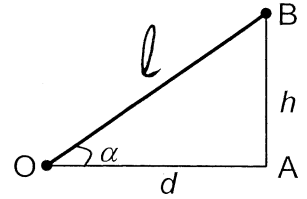
●	SNDWND
○	CWND
13	num. segmenti trasmessi con ACK
$\frac{13}{13}$	num. segmenti trasmessi senza ACK
(13)	valore CWND
—	RCVWND
- - -	SSTHRESH



Domanda 2

(svolgere su questo foglio nello spazio assegnato) (6 punti)

Una stazione B in cima a un grattacielo ad altezza h dal suolo trasmette dati a una stazione base O, sita a terra a distanza d dalla verticale AB attraverso un sistema di trasmissione radio che fornisce un canale libero da errori, eccetto quando diversamente indicato, di capacità $C = 80$ Mbit/s. Sia α l'angolo con cui da O si vede B rispetto all'orizzonte (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 20 byte di carico utile e 5 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa $L_A = 5$ 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.

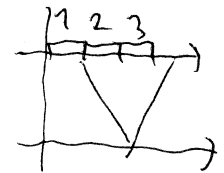
Il protocollo sia di tipo *selective repeat*, con riscontri positivi e negativi (ACK e NACK), con dimensione delle finestre di trasmissione e ricezione pari a $W = 3$ pacchetti dati e Time Out di ritrasmissione $TO = 10 \mu s$ (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del TO senza che sia ricevuto l'ACK).

- 1) Si consideri il sistema con $d = 600$ m. Qual è la massima altezza h , per cui il trasferimento dati avviene con continuità senza interruzioni?
- 2) Si consideri il sistema con $h = 300$ m e $d = 700$ m. Si calcoli il tempo totale di trasferimento da B a O di un segmento dati di lunghezza 210 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 B non venga ricevuto correttamente da O.

1) $l = \sqrt{h^2 + d^2}$ $\tau = l/c$ $T_A = 0,5 \mu s$ $T_D = 2,5 \mu s$

TX cont. se $2\tau + T_A \leq 2T_D \Rightarrow l \leq 675$ m

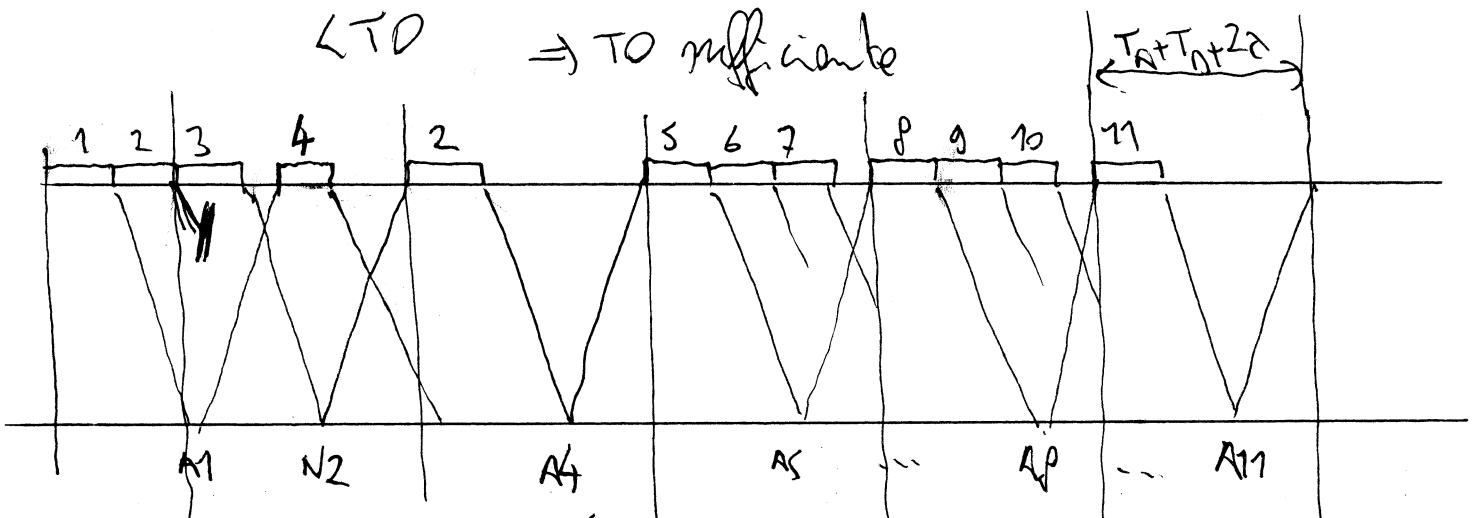
$h \leq 309,23$ m



2) $l = \sqrt{h^2 + d^2} = 761,57$ m $\tau = l/c = 2,54 \mu s$ $N = \lceil \frac{210}{20} \rceil = 11$ pacchetti

$2\tau + T_A \cong 2,23 T_D \Rightarrow$ TX discont

$< TO \Rightarrow TO$ sufficiente



$T_{TOT} = 2T_D + 5(T_A + T_D + 2\tau) = 45,386 \mu s$

Reti di Telecomunicazione

Prof. Stefano Bregni

V Appello d'Esame 2023-24 – 9 settembre 2024

Cognome e nome:

(stamatello)
(firma leggibile)

Matricola:

Domanda 3

(svolgere su questo foglio nello spazio assegnato) (5 punti)

In un sistema di indirizzamento IP CIDR, ci è stato assegnato il blocco di indirizzi 2.0.0.0/7.

Si partizioni il blocco in $N=16$ sottoreti $/n$.

Si partizioni la sottorete #10 $/n$ in $M=128$ (sotto)²reti $/m$.

Si partizioni la sottorete #12 $/n$ in P (sotto)²reti $/p$, tali che possano indirizzare almeno 600 host ognuna.

Si partizioni la (sotto)²rete #10-9 $/m$ in $Q=256$ (sotto)³reti $/q$.

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

$$/n = /11 \quad /m = /18 \quad /p = /22 \quad /q = /28$$

b) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #512 della (sotto)²rete #10-4 $/m$.

$$\underline{0000001 | 1.010 | 00001.00 | 000010.00000000} \quad 3.65.2.0$$

c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo *broadcast* della (sotto)³rete #10-9-2 $/q$.

$$\underline{0000001 | 1.010 | 00010.01 | 000000.10 | 111111} \quad 3.66.64.191$$

d) All'indirizzo 3.129.1.0 corrisponde l'host # 256 della (sotto)² rete # 12-64 / 22

$$\underline{0000001 | 1.100 | 00001.00000000 | 01.00000000}$$

e) All'indirizzo 2.128.255.255 corrisponde l'host # 65535 della (sotto)¹ rete # 4 - - / 11

$$\underline{0000001 | 0.100 | 00000.11111111.11111111}$$

Note:

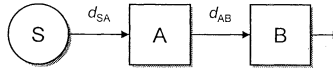
- tutti gli indirizzi richiesti vanno indicati in formato decimale (scrivere gli indirizzi anche in formato binario è consigliabile per evitare errori);
- tutti gli indirizzi di rete vanno espressi specificando la lunghezza del relativo prefisso $/x$;
- tutte le sottoreti sono numerate a partire da #0;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

(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (19 punti)

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

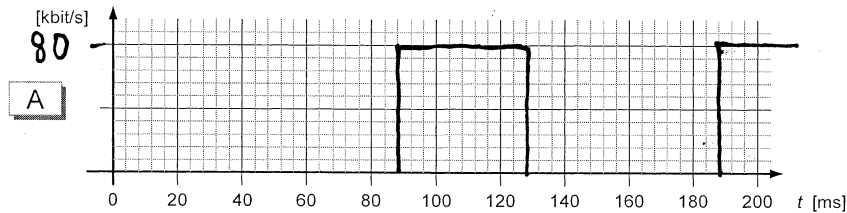
1) Si consideri il sistema in figura, dove la sorgente S invia dati al nodo A, il quale a sua volta li inoltra a valle. (4 punti)



S è una sorgente di tipo ON-OFF deterministica che alterna regolarmente intervalli di attività di durata costante T_{ON} , durante i quali trasmette segmenti di dati di lunghezza $L = 200$ byte a frequenza costante P_S , a periodi di inattività di durata costante $T_{OFF} = 20$ ms, per una frequenza media di trasmissione pari a $A_S = 16$ kbit/s.

Il nodo A incapsula ogni segmento ricevuto in pacchetti, costituiti dal segmento stesso (payload) di lunghezza L più un'intestazione (overhead) di lunghezza $L_{OH} = L$. Il nodo A inoltra i pacchetti a valle verso B trasmettendo alla frequenza $P_A = 4P_S$, iniziando a ritrasmettere ogni pacchetto immediatamente dopo averlo interamente ricevuto (modalità Store & Forward), con ritardo di elaborazione trascurabile. Il collegamento tra S e A è una tratta in fibra ottica di lunghezza $d_{SA} = 1600$ km. Al tempo $t = 0$, la sorgente S inizia a trasmettere.

- Calcolare l'intervallo di attività della sorgente S: $T_{ON} = 80$ ms.
- Calcolare la frequenza di trasmissione della sorgente S: $P_S = 20$ Kbit/s.
- Solo per i primi 2 segmenti, disegnare nel grafico sotto la frequenza di trasmissione [kbit/s] all'uscita del nodo A in funzione del tempo t [ms].



$$\frac{200 \text{ byte}}{T_{ON} + 20 \text{ ms}} = 16 \text{ Kbit/s} \quad P_S = \frac{200 \text{ byte}}{T_{ON}} \quad T_{SA} = 8 \text{ ms}$$

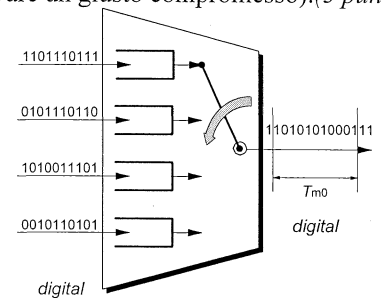
2) Una sorgente trasmette un segnale audio digitale PCM nel payload di un flusso di pacchetti IP inviati a ritmo costante R pacchetti/s. I pacchetti IP hanno lunghezza fissa $L = 248$ byte, comprendenti: 20 byte di overhead IP, 20 byte di overhead del protocollo di trasporto, 208 byte di payload. La banda del segnale audio analogico è 16 kHz, mentre la sua codifica è PCM su 8192 livelli di quantizzazione e frequenza di campionamento di Nyquist $f_c = 2B$. (3 punti)

- Quanto vale la frequenza f_{PCM} [bit/s] del segnale audio digitale?
- Quanto vale il ritmo di trasmissione R dei pacchetti IP?

$$f_{PCM} = 13 \text{ bit/comp} \cdot 32 \text{ Kcomp/sec} = 416 \text{ Kbit/s}$$

$$R = \frac{416 \text{ Kbit/s}}{208 \text{ byte}} = 250 \text{ pacchetti/s}$$

- 3) Si consideri un moltiplicatore numerico come nello schema in figura. Spiegare un vantaggio e uno svantaggio di avere le memorie di moltiplicazione molto grandi (ragione per cui, il progettista deve trovare un giusto compromesso). (3 punti)



- 4) Giocando con la configurazione del TCP nel mio PC, disabilito la limitazione imposta dai valori di RECEIVE WINDOW ricevuti. Mi procuro un vantaggio o uno svantaggio? Spiegare cosa succede. (3 punti)

- 5) Cos'è la *Random Early Detection (RED)*? Come funziona? Perché tutti i router la implementano? Se non lo facessero, che problema ci sarebbe? (3 punti)

Cognome e nome:

(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:

6) A cosa serve e come funziona la *Early Revalidation* nell'*Address Resolution Protocol* di IP?

(3 punti)