

Internet e Reti di Comunicazione

Prof. Stefano Bregni

I Appello d'Esame – 14 luglio 2010

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

NB1: In ogni esercizio, ogni risposta non giustificata adeguatamente, anche con pochissime parole, avrà valore nullo (esempi di risposte non accettabili: SI, NO, $T=5.43$). **NB2:** leggere le domande prima di rispondere!

Domanda 1

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

In una connessione TCP è trasferito un file lungo 506 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 l'algoritmo di 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($t = 0$) = 32 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host le seguenti dichiarazioni:
 - RcvWnd($t = 3$ s) = 64 kbyte;
 - RcvWnd($t = 7.5$ s) = 32 kbyte;
 - RcvWnd($t = 9.5$ s) = 50 kbyte;
- CWnd($t = 0$) = 2 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 $t = (4$ s, 4.5 s), $t = (10$ s, 10.5 s), $t = (13$ s, 18 s);
- vengono trasmessi segmenti di lunghezza MSS; se SNDWND non è un 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:

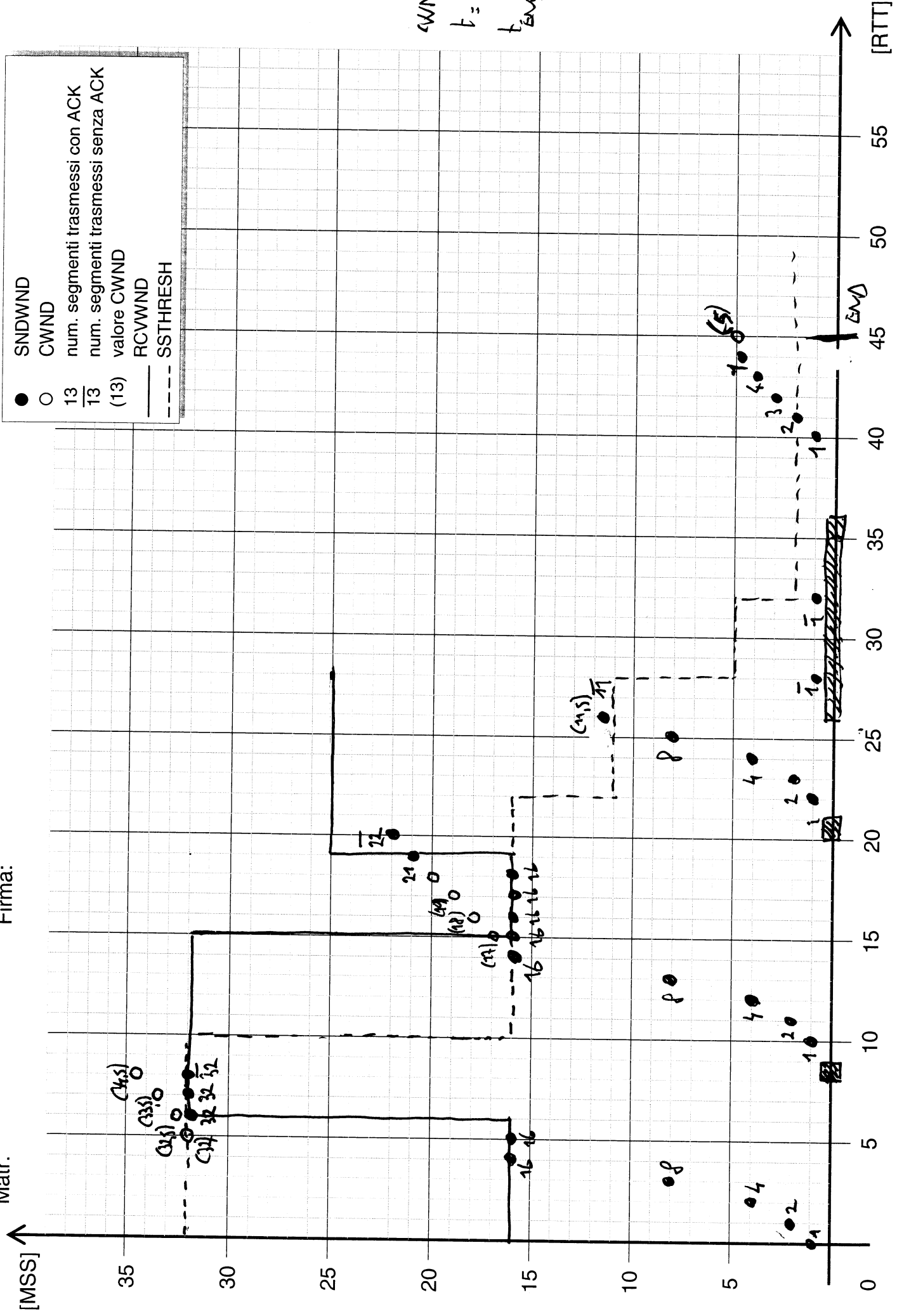
- il tempo totale di trasferimento del file T_{END} [s] (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto alla ricezione dell'ultimo ACK);
- i valori di CWND quando diversi da SNDWND, e in particolare i valori: $CWND(t = 13$ s), $CWND(t = T_{END})$;
- il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se ne vengono ricevuti gli ACK o no;
- i valori assunti da Ssthresh durante il trasferimento.

Cognome e nome:

Matr.

Firma:

N: 153



Domanda 2

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

In un sistema di indirizzamento IP CIDR, ci è stato assegnato il blocco di indirizzi 196.0.0.0/12.

Si partizioni il blocco 196.0.0.0/12 in N sottoreti $/n$ che permettano di indirizzare almeno 200000 *host* ognuna.

$$/n = /14 \quad N = 2^2 = 4$$

Si partizioni la sottorete #1 $/n$ in $P = 128$ (sotto)²reti $/p$.

$$196.0000|01|00.000000|000.00000000 \quad /p = /21$$

Si partizioni la sottorete #2 $/n$ in $M = 16$ (sotto)²reti $/m$.

$$196.0000|10|00.00|000000.00000000 \quad /m = /18$$

- a) Il blocco di indirizzi IP CIDR 196.0.0.0/12 può essere visto come l'unione di quanti indirizzi di rete *classful* e di che classe? (1 punto)

2^{12} indirizzi di classe C

- b) Si scriva l'indirizzo della (sotto)²rete #1-32 $/p$. Si partizioni la (sotto)²rete #1-32 $/p$ in $Q = 16$ (sotto)³reti $/q$. (1 punto)

$$196.0000|01|01.0000|000.00000000 \quad /21$$

$$196.5.0.0 \quad /21$$

$$196.0000|01|11.0000|000.00000000 \quad /q = /25$$

- c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo *broadcast* della (sotto)³rete $/q$ #1-32-2. (1 punto)

$$196.0000|01|01.0000|001.0|11111111$$

$$196.5.1.127$$

- d) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'*host* #512 della (sotto)²rete $/m$ #2-2. (1 punto)

$$196.0000|10|00.10|000010.00000000$$

$$196.8.130.0$$

- e) All'indirizzo 196.7.0.255 corrisponde l'*host* # 255 della (sotto)² rete # 1 - 96 - 21 (1 punto)

$$196.0000|01|11.0000|000.11111111$$

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

f) All'indirizzo 196.3.1.129 corrisponde l'host # ^{196.3.1} della (sotto) ¹ rete # 0 - ____ - ____ / 14 (1 punto)

196.000|00|11.00000101.1000001

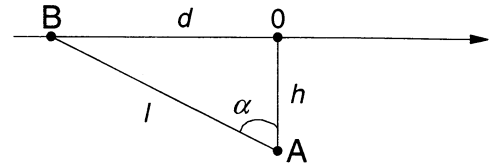
Note:

- **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 3

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

Una stazione terrestre A scambia dati con il sistema di bordo B di un aereo che vola ad altezza $h = 10$ km attraverso un collegamento radio di capacità $C = 2$ Mbit/s. Sia d la distanza tra B e la verticale su A. Sia l la distanza AB.



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

- pacchetti dati di dimensione fissa $L_D = 10$ byte, consistenti in 8 byte di carico utile e 2 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 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.

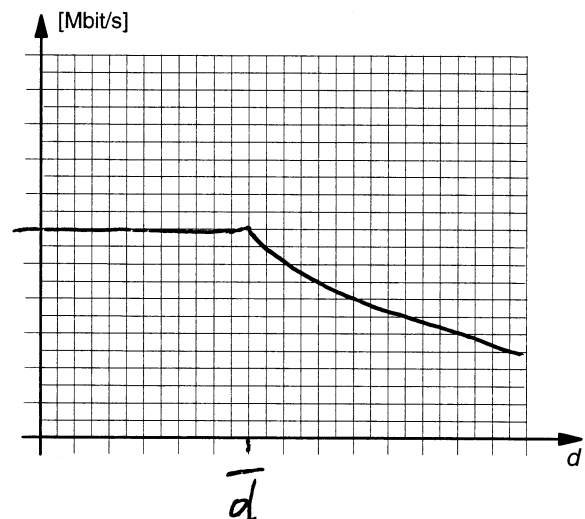
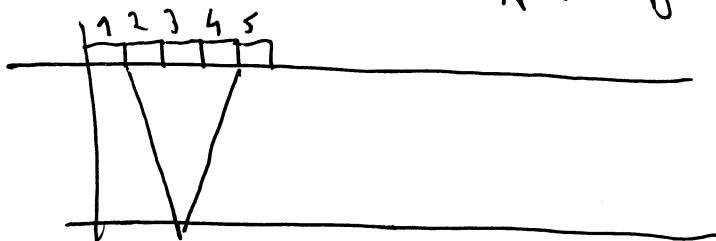
Il protocollo sia di tipo *go-back-N*, con soli riscontri positivi (ACK), con dimensione della finestra di trasmissione pari a $W = 4$ pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione $TO = 500 \mu s$ (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del TO senza che sia ricevuto l'ACK).

Si calcoli la velocità effettiva di trasferimento dei dati $T(d)$ al variare della distanza d ($d \geq 0$). Per quale intervallo di valori $d_{MIN} \leq d \leq d_{MAX}$ la velocità di trasferimento è massima? Si tracci l'andamento di $T(d)$, non omettendo di precisarne i valori limite per $d = 0$ e $d \rightarrow \infty$.

$$l = \sqrt{d^2 + h^2} \quad c = \frac{l}{c}$$

$$T_D = 40 \mu s \quad T_A = 8 \mu s$$

$$T_{trans. cont.} \approx 2c + T_A \leq 3T_D$$



$$\frac{2}{c} \sqrt{d^2 + h^2} \leq 3T_D - T_A$$

$$d \leq \sqrt{\frac{c^2}{4} (3T_D - T_A)^2 - h^2} = 13.5 \text{ km} \quad (7)$$

$$TMR(d) = \begin{cases} C & d \leq \bar{d} \\ \frac{4L_D}{T_D + T_A + 2c} & d > \bar{d} \end{cases}$$

$$TMR(20 \text{ km}) = 1.62 \text{ Mbit/s}$$

Domanda 4*(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (5 punti)*

Otto segnali PCM primari E1 sono multiplati a interallacciamento di byte da un moltiplicatore numerico sincrono. La trama del segnale multiplo è composta da 2 ottetti 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)

$$f_m = 8.2.248 \text{ nbit/s} \frac{14}{12} = 19.11 \text{ nbit/s}$$

$$T_m = \frac{L_m}{f_m} = 5.86 \mu s$$

- b) Nei byte OH del segnale di multiplo, viene trasmesso un segnale multitrama (MT) che copre 16 trame base. La trama di questo segnale MT è quindi composta da 32 ottetti, i primi 4 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)

$$f_{MT} = f_m \frac{2}{14} = 2.73 \text{ nbit/s}$$

$$T_{MT} = 16 T_m = 93.75 \mu s$$

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

$$f_{OH_{MT}} = f_{MT} \frac{4}{32} = 0.341 \text{ nbit/s}$$

- c) Nei byte OH_{MT} del segnale multitrama, viene trasmesso un segnale ipertrama (IT) che copre 64 multitrame, ossia 64 · 16 trame base. I primi 4 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)

$$L_{IT} = 64 \cdot 4 \text{ byte} = 256 \text{ byte}$$

$$f_{IT} = f_{OH_{MT}} = 0.341 \text{ nbit/s}$$

$$T_{IT} = 64 T_{MT} = 6 \text{ ms}$$

Domanda 5

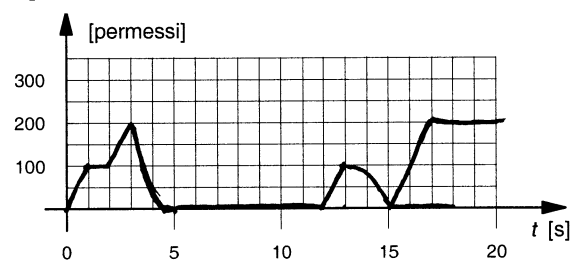
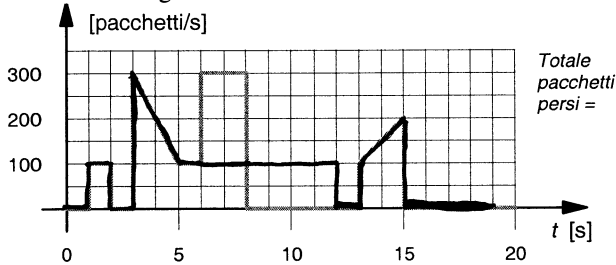
(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (14 punti)

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

1) Si consideri un sistema *token bucket* caratterizzato dai seguenti parametri (pacchetti di lunghezza costante):

- dimensione del buffer dei permessi: $W=200$ permessi;
- dimensione del buffer dei pacchetti: infinita;
- frequenza di arrivo dei permessi di ritrasmissione (1 permesso rilascia 1 pacchetto): 1 permesso ogni 10 ms. $= 100 \text{ tk/s}$

Sia dato l'andamento della frequenza di arrivo dei pacchetti rappresentato nel grafico a sinistra. Tracciare sullo stesso grafico l'andamento della frequenza di ritrasmissione e indicare il numero di pacchetti persi nell'intervallo 0-20 s. Nel grafico a destra, tracciare l'andamento del numero di permessi nel buffer $N(t)$. (3 punti)



2) Si consideri una coda M/M/1. Il numero medio di utenti nel sistema (buffer + linea) è dato da $E[N] = \rho/(1-\rho)$. I pacchetti sono lunghi $L = 1500$ byte e arrivano con ritmo medio $\lambda = 125$ pacchetti/s. Quanto deve valere la capacità della linea C perché il numero medio di pacchetti in coda, escluso quello in corso di trasmissione sulla linea, sia non superiore a 3? Qual è la probabilità di avere la linea occupata? (3 punti)

$$\mu = \frac{C}{L} \quad \rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad \frac{\rho}{1-\rho} \leq 3 \Rightarrow \rho \leq 3/4$$

$$\frac{L}{C} \lambda \leq 3/4 \Rightarrow C \geq \frac{4}{3} L \lambda = 2 \text{ Mbit/s}$$

$$P(\text{linea occupata}) = \rho$$

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

3) Illustrare la tecnica di *Random Early Discard*. In cosa consiste? Dove viene messa in atto? A quale scopo? (2 punti)

4) Perché è necessario prevedere il meccanismo di frammentazione dei datagrammi IP? Non può essere sufficiente impostare un valore corretto di MTU negli host? Motivare adeguatamente la risposta. (2 punti)

- 5) Cos'è un *Interior Gateway Protocol* (IGP)? A cosa serve? Dove viene messo in atto? Quali protocolli appartengono a questa categoria? (4 punti)