
Reti di Telecomunicazione

Prof. Stefano Bregni

V Appello d'Esame 2022-23 – 1 settembre 2023

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 sul diagramma allegato) (6 punti)

In una connessione TCP è trasferito un file lungo 1504 kbyte a partire dal tempo $t = 0$. Si assuma che:

- TCP Maximum Segment Size (MSS) = 4 kbyte;
- Round Trip Time (RTT) = 250 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;
- $\text{SSTHRESH}(t = 0) = 48 \text{ kbyte}$;
- $\text{RCVWND}(t = 0) = 64 \text{ kbyte}$; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - $\text{RCVWND}(t = 0.75 \text{ s}) = 16 \text{ kbyte}$;
 - $\text{RCVWND}(t = 1.75 \text{ s}) = 64 \text{ kbyte}$;
 - $\text{RCVWND}(t = 2.75 \text{ s}) = 32 \text{ kbyte}$;
 - $\text{RCVWND}(t = 3.25 \text{ s}) = 128 \text{ kbyte}$;
- $\text{CWND}(t = 0) = 1 \text{ MSS}$;
- 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 $t = (5.75 \text{ s}, 6.00 \text{ s})$, $t = (7.75 \text{ s}, 8.00 \text{ s})$, $t = (9.00 \text{ s}, 12.00 \text{ s})$;
- 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:

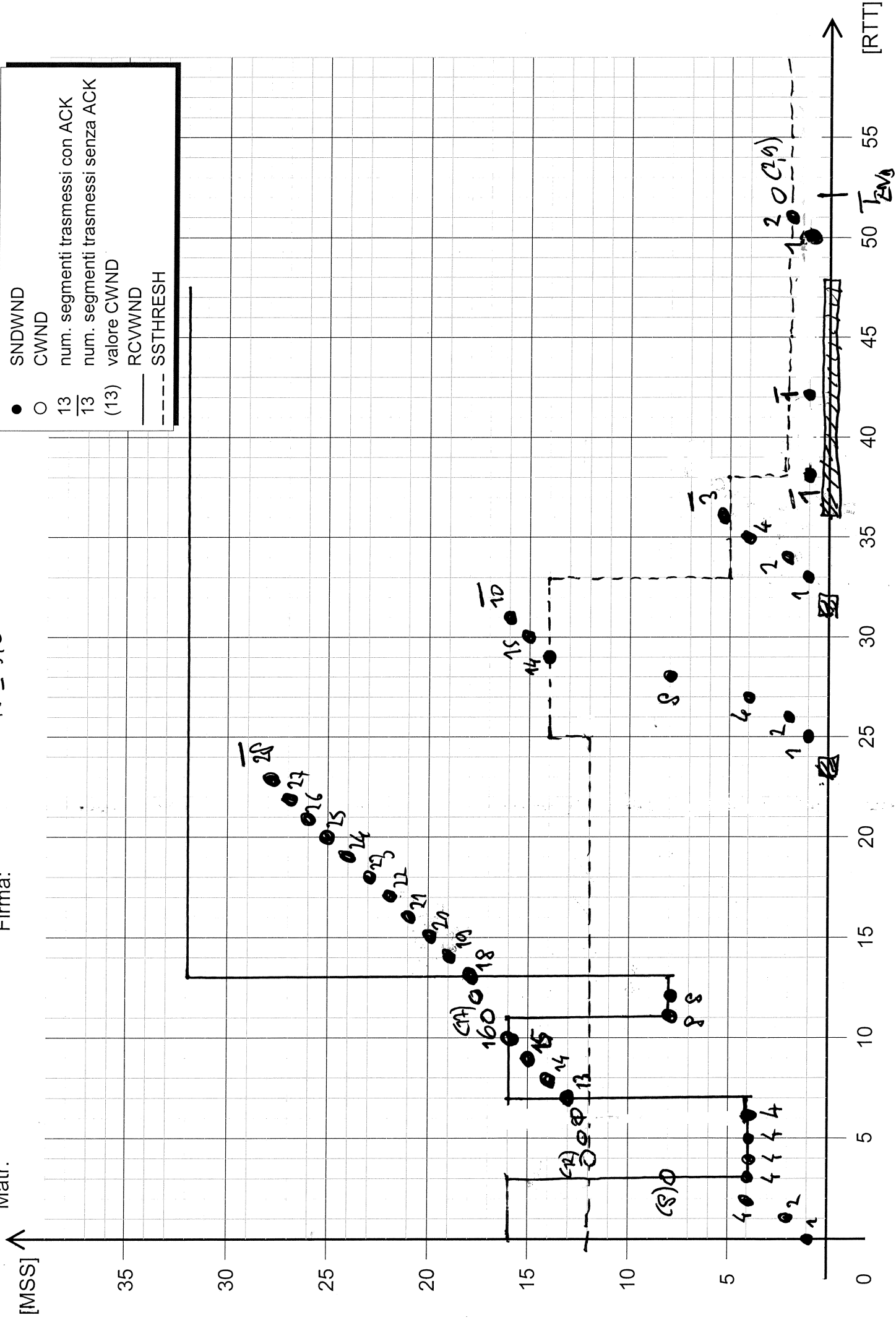
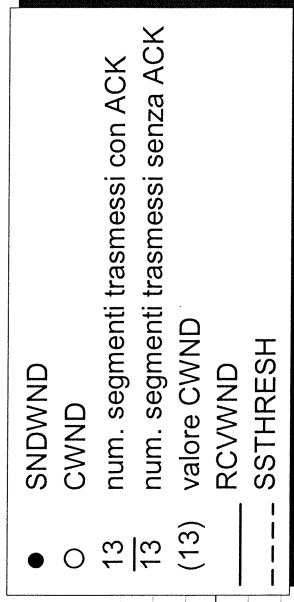
- il tempo totale di trasferimento del file T_{END} [s] (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto alla ricezione dell'ultimo ACK);
- i valori di CWND quando diversi da SNDWND (anche per $t = T_{\text{END}}$);
- il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se ne vengono ricevuti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

Cognome e nome:

Matr.

Firma:

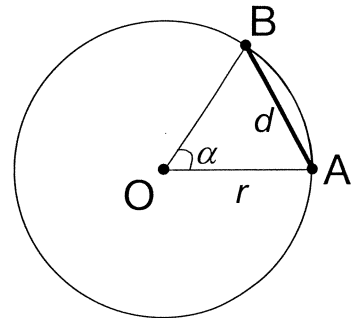
$N = 376$



Domanda 2

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

Due satelliti A e B sono sulla stessa orbita circolare intorno alla Terra di raggio $r = 36000$ km. B trasmette dati ad A, attraverso un sistema di trasmissione radio diretto lungo il segmento AB che fornisce un canale libero da errori, eccetto quando diversamente indicato, di capacità $C = 64$ kbit/s. A e B si trovano quindi su una circonferenza di centro O e raggio r , come rappresentato in figura, dove α è 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 128 byte di carico utile e 128 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa $L_A = 128$ 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 $W = 10$ pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione $TO = 500$ ms (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 valore limite di α [gradi] per cui la trasmissione è continua e la velocità effettiva di trasferimento dei dati è pari a C .
- Si calcoli il tempo di trasferimento da B ad A di un segmento di dati di lunghezza 1600 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), per $\alpha = 90^\circ$, nel caso in cui il 5° pacchetto trasmesso da B non venga ricevuto correttamente da A.

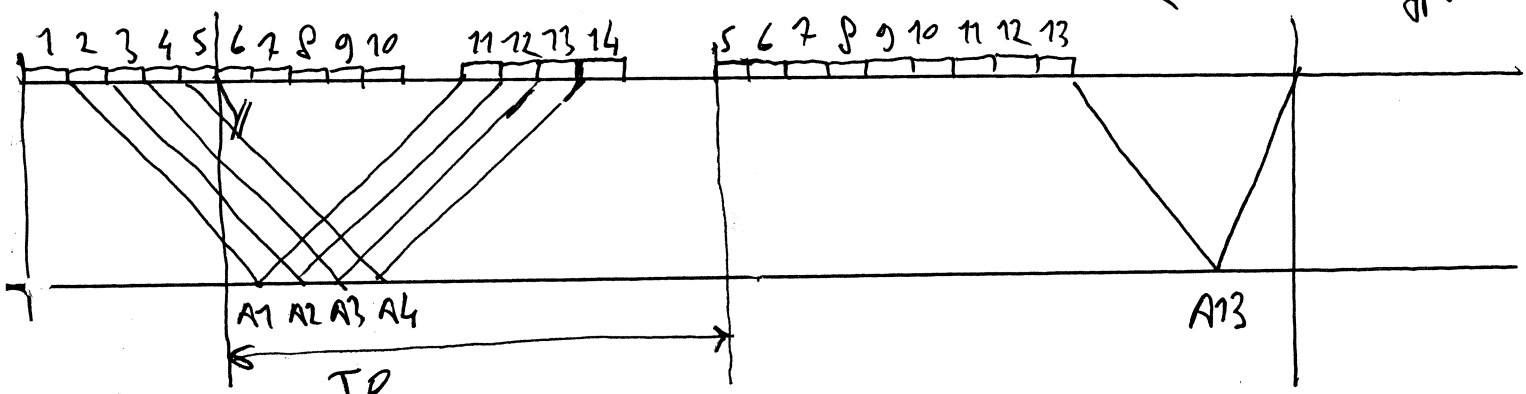
$$T_A = \frac{L_A}{C} = 16 \text{ ms} \quad T_D = \frac{L_D}{C} = 32 \text{ ms} \quad N = \left\lceil \frac{1600}{128} \right\rceil = 13 \text{ pacchetti}$$

$$d = 2r \sin \frac{\alpha}{2} \quad \Delta = d/c$$

$$a) \text{ TX cont. se } 2\Delta + T_A \leq 9T_D \rightarrow d \leq 40800 \text{ km} \quad \alpha \leq 69,34^\circ$$

$$b) \alpha = 90^\circ \rightarrow d = 50911,7 \text{ km} \quad \Delta = 169,7 \text{ ms} \quad 2\Delta + T_A \approx 11,1T_D \Rightarrow \text{TX din.}$$

$< TO \Rightarrow TO \text{ suff.}$



$$T_{TOT} = 5T_D + TO + 9T_D + 2\Delta + T_A = 1303,4 \text{ ms}$$

Reti di Telecomunicazione

Prof. Stefano Bregni

V Appello d'Esame 2022-23 – 1 settembre 2023

Cognome e nome:

(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:

Domanda 3

(svolgere su questo foglio nello spazio assegnato) (4 punti)

In un sistema di indirizzamento IP, ci è stato assegnato il blocco di indirizzi 53.2.0.0/15.

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

Si partizioni la sottorete #2 $/n$ in M (sotto)²reti $/m$, tali che possano indirizzare almeno 50 host ognuna.

Si partizioni la sottorete #4 $/n$ in P (sotto)²reti $/p$, tali che possano indirizzare almeno 1000 host ognuna.

Si partizioni la (sotto)²rete #4-2 $/p$ in $Q = 64$ (sotto)³reti $/q$.

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

$$/n = /18 \quad /m = /26 \quad /p = /22 \quad /q = /28$$

b) Si scriva in formato decimale l'indirizzo *broadcast* della (sotto)²rete #4-4 $/p$.

(1 punto)

$$\underline{53.0000001|1.00|0100|11.11111111} \quad 53.3.19.255$$

c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'*host* #8 della (sotto)³rete #4-2-8 $/q$.

(1 punto)

$$\underline{53.0000001|1.00|0010|00.1000|1000} \quad 53.3.8.136$$

d) All'indirizzo 53.2.129.63 corrisponde l'host # 15 della (sotto)² rete # 2 - 4 - 26 (1 punto)

$$\underline{53.0000001|0.10|00001.00|111111}$$

e) All'indirizzo 53.3.5.0 corrisponde l'host # 256 della (sotto)² rete # 4 - 1 - 22 (1 punto)

$$\underline{53.0000001|1.00|0001|01.00000000}$$

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.: 111111111111111100000000.00000000); **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) (20 punti)

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

-
- 1) N sorgenti casuali *on-off* con frequenza media 20 Mbit/s e coefficiente di *burstiness* 1/50 trasmettono pacchetti di durata casuale con intervalli di silenzio tra uno e il successivo aventi media $T = 98 \mu s$. I pacchetti sono trasmessi a un moltiplicatore statistico con buffer infinito e linea di uscita di capacità C . (3 punti)
- a) Quale dovrebbe essere la capacità della linea C , affinché possa moltiplicare fino a $N = 200$ sorgenti mantenendo il coefficiente di utilizzo della linea non superiore al 10%?
 - b) Quanti bit sono trasmessi in media in ogni pacchetto?
 - c) Qual è la durata media dei pacchetti?

$$a) C \geq 40 \text{ Gbit/s}$$

$$b) P = 1 \text{ Gbit/s} \quad L_n = 2000 \text{ bit}$$

$$c) T_{on} = 2 \mu s$$

-
- 2) Quante righe e quante colonne ha la tabella nei *Link State Packet* inviati da un router? Quali informazioni sono contenute nella tabella? (2 punti)

-
- 3) Un router con 3 interfacce di rete (A, B, C) riceve un *Link State Packet* dall'interfaccia A. In quale caso: (2 punti)

- lo inoltrerà verso B e C?
- lo inoltrerà solo verso B o solo verso C?
- lo inoltrerà verso A?
- non lo inoltrerà verso nessuna interfaccia?

- 4) Spiegare in cosa consiste la *quantizzazione dell'ampiezza* nel processo di conversione analogico/digitale di un segnale audio musicale. Specificare un vantaggio e uno svantaggio di adottare 10^9 di livelli di quantizzazione. (3 punti)
- 5) Decido di disabilitare la frammentazione di tutti i pacchetti IP trasmessi dal mio PC (flag *do not fragment* = 1) preferendo configurare MTU = 20 byte per essere sicuro che nessun pacchetto venga scartato lungo il percorso in rete. Cosa succederà? (2 punti)
- 6) Fornire almeno una ragione per cui il *direct mapping* degli indirizzi MAC negli indirizzi IP è impossibile. Fornire almeno una ragione per cui, se questo anche fosse possibile, è meglio adottare il *dynamic binding*. (2 punti)

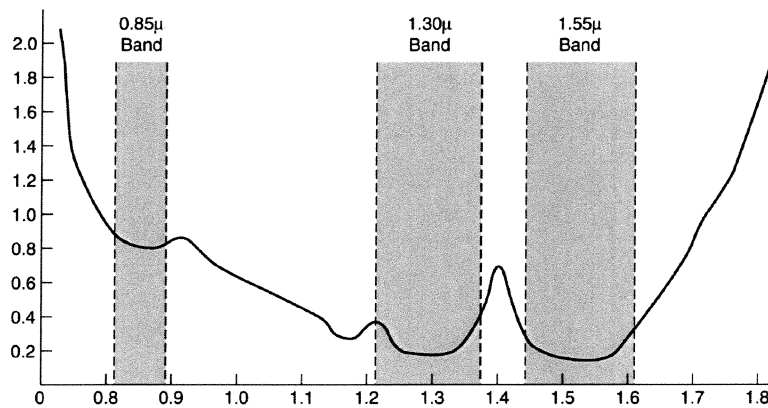
Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

- 7) Cosa rappresenta la figura sottostante? Quali sono le grandezze sui due assi? Quali sono le loro dimensioni? Cosa sono le "finestre" rappresentate dalle bande in grigio? (2 punti)



- 8) Quanti sono gli indirizzi IP di Classe A? Quanti sono gli indirizzi IP di Classe B?

(2 punti)

Classe A: $2^{24} - 2 = 2.113.928.964$
Classe B: $2^{16} - 2 = 1.073.709.256$
Classe C: $2^8 - 2 = 532.676.608$

- 9) A cosa serve il programma PING? Descrivere sinteticamente il suo meccanismo di funzionamento.

(2 punti)