
Reti di Telecomunicazione

Prof. Stefano Bregni

II Appello d'Esame 2022-23 – 8 febbraio 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 1066 kbyte a partire dal tempo $t = 0$. Si assuma che:

- TCP Maximum Segment Size (MSS) = 2 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($t = 0$) = 64 kbyte;
- RcvWnd($t = 0$) = 32 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - RcvWnd($t = 1.00$ s) = 4 kbyte;
 - RcvWnd($t = 2.00$ s) = 8 kbyte;
 - RcvWnd($t = 4.50$ s) = 72 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 $t = (6.00 \text{ s}, 6.25 \text{ s})$, $t = (7.75 \text{ s}, 8.00 \text{ s})$, $t = (12.25 \text{ s}, 12.50 \text{ s})$;
- 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:

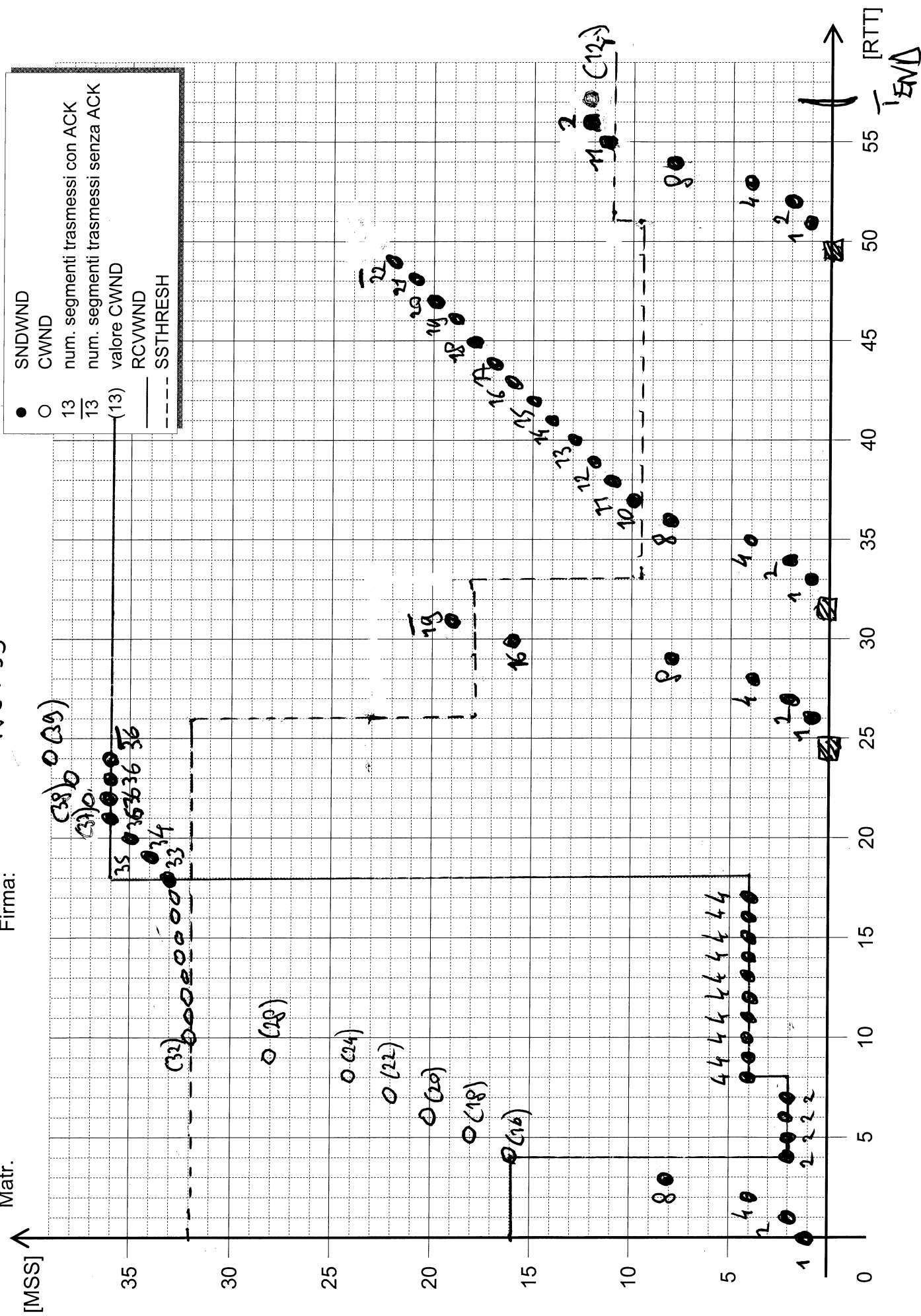
- il tempo totale di trasferimento del file T_{END} [s] (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto alla ricezione dell'ultimo ACK);
- i valori di CWND quando diversi da SNDWND (anche per $t = T_{\text{END}}$);
- il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se ne vengono ricevuti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

Cognome e nome:

Matr.

Firma:

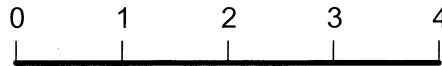
$N = 533$



Domanda 2

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

Un cavo di coassiale di lunghezza $L = 2$ km è utilizzato come bus di collegamento a 1 Gbit/s tra 5 stazioni equamente distanziate, numerate da 0 a 4 come in figura. Le trame trasmesse dalle stazioni hanno lunghezza costante $D = 400$ byte.



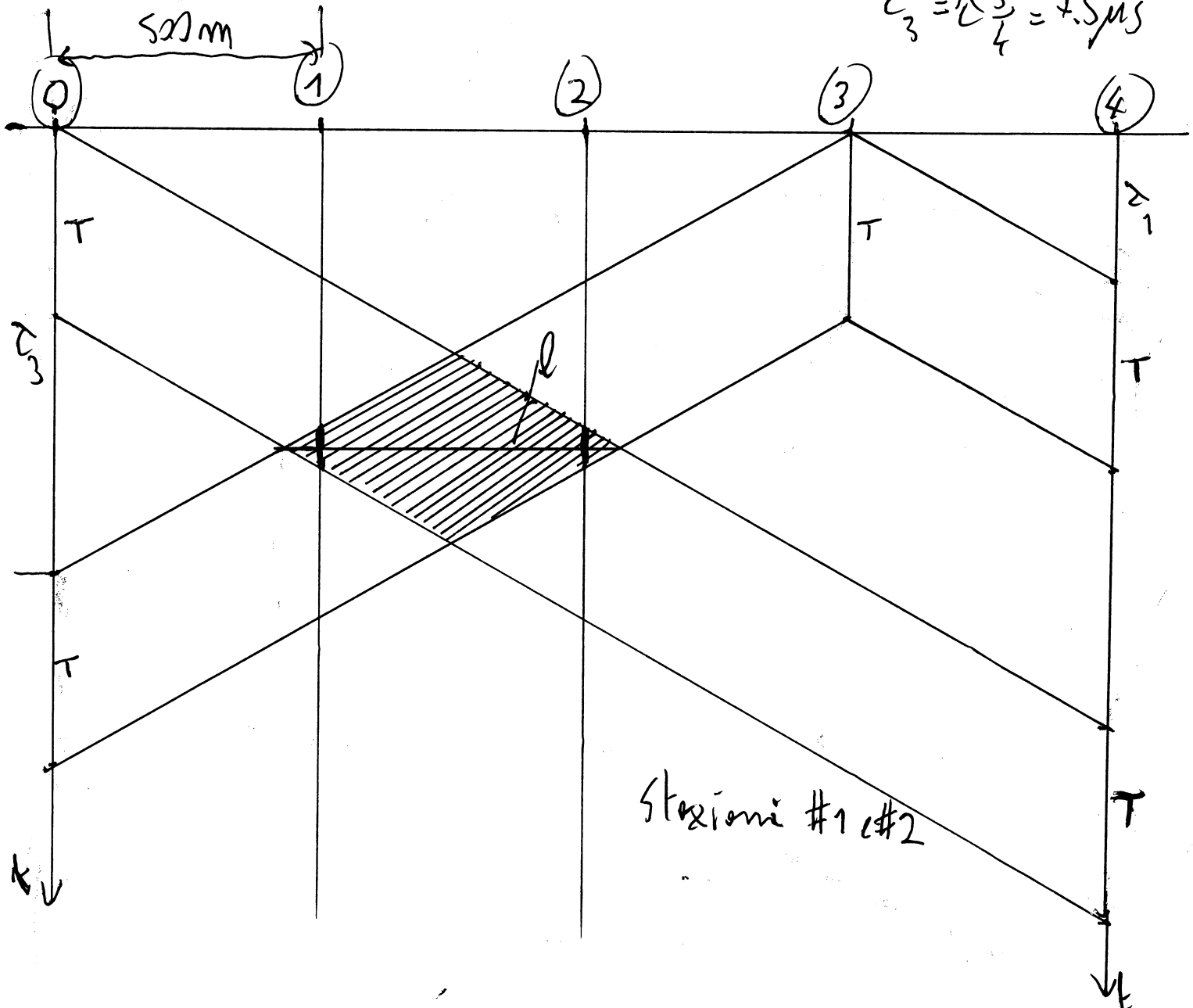
All'istante $t=0$, le stazioni #0 e #3 iniziano a trasmettere una trama. Le altre stazioni rimangono silenziose in ogni caso. Quali stazioni non ricevono correttamente una trama a causa di collisione?

Per rispondere alla domanda, si disegni il diagramma spazio-tempo di propagazione delle trame. Identificare sul diagramma gli intervalli di tempo e lunghezza del cavo in cui i segnali si sovrappongono (colorare l'area corrispondente).

$$T = \frac{D}{c} = 3,2 \mu s \quad l = T \cdot v = 640 \text{ m} \quad \Delta = 10 \mu s$$

$$\Delta_1 = \frac{\Delta}{4} = 2,5 \mu s$$

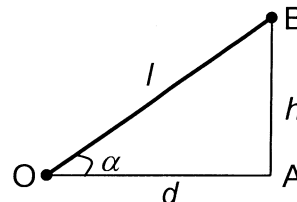
$$\Delta_3 = \frac{\Delta}{4} = 2,5 \mu s$$



Domanda 3

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

Un aereo B al decollo si stacca dal suolo nel punto O e si innalza secondo una traiettoria rettilinea ad angolo $\alpha = 15^\circ$ rispetto all'orizzontale, come rappresentato in figura. Sia h l'altezza AB dell'aereo dal suolo, d la distanza sul terreno percorsa dall'aereo tra O e la verticale AB, l la distanza di volo tra l'aereo B e il punto O.



L'aereo B trasmette dati a una stazione base sita in O attraverso un sistema di trasmissione radio che fornisce un canale libero da errori, eccetto quando diversamente indicato, di capacità $C = 15$ Mbit/s.

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 80 byte di carico utile e 20 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa $L_A = 20$ 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 $W = 5$ pacchetti dati e TimeOut di ritrasmissione $TO = 300 \mu s$ (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del TO senza che sia ricevuto l'ACK).

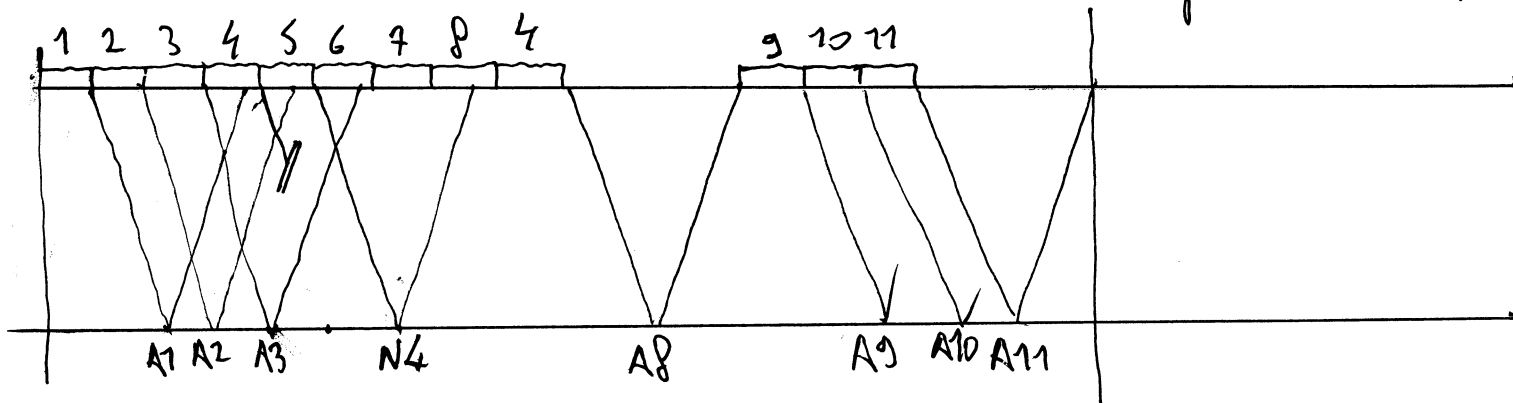
a) Si calcoli a quale distanza d percorsa dall'aereo sul terreno (tra O e AB) la trasmissione diventa discontinua.

b) Si calcoli il tempo di trasferimento da B a O di un segmento dati di lunghezza 850 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK) quando l'aereo è a distanza $d = 20$ km, nel caso in cui il 4° pacchetto trasmesso da B non venga ricevuto correttamente da O.

$$l = d / \cos \alpha \quad \tau = \frac{l}{c} = \frac{d}{c \cos \alpha} \quad T_A = 10,7 \mu s \quad T_D = 53,3 \mu s \quad N = \left\lceil \frac{850}{80} \right\rceil = 11$$

$$a) \text{TX cont per } 2\tau + T_A < 4T_D \Rightarrow \text{TX incont per } \tau < 109,3 \mu s \\ d < 29,364 \text{ km}$$

$$b) d = 20 \text{ km} \quad \tau = 69 \mu s \quad 2\tau + T_A \approx 2,7 T_D \Rightarrow \text{TX cont} \\ < TO \Rightarrow TO \text{ tempo abbreviato}$$



$$T_{TOT} = 12 T_A + 2(2\tau + T_A) = 937,4 \mu s$$

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) In un sistema di indirizzamento IP, ci è stato assegnato il blocco di indirizzi 40.0.0.0/10. (5 punti)

Si partizioni il blocco in $N=4$ sottoreti $/n$.Si partizioni la sottorete #0 $/n$ in $M=8$ (sotto)²reti $/m$.Si partizioni la sottorete #1 $/n$ in $P=8192$ (sotto)²reti $/p$.Si partizioni la (sotto)²rete #0-2 $/m$ in $Q=4$ (sotto)³reti $/q$.

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

$$/n = /12 \quad /m = /15 \quad /p = /25 \quad /q = /17$$

- b) Si scriva in formato decimale l'indirizzo *broadcast* della (sotto)²rete #1-512 $/p$.

$$40.00|01|0001.00010000.0|11111111 \quad 40.17.0.127$$

- c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'*host* #513 della (sotto)³rete #0-2-3 $/q$.

$$40.00|00|010|1.1|000010.00000001 \quad 40.5.130.1$$

- d) All'indirizzo 40.3.0.0 corrisponde l'*host* # 65536 della (sotto)² rete # 0 - 1 - 15

$$40.00|00|001|1.00000000.00000000$$

- e) All'indirizzo 40.16.255.129 corrisponde l'*host* # 1 della (sotto)² rete # 1 511 - 25

$$40.00|01|0000.11111111.1|00000001$$

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.

- 2) Un brano musicale di durata $T=3$ min è convertito in forma digitale PCM non compressa, realizzata con Q livelli di quantizzazione ed assumendo una banda del segnale audio $B=15$ kHz, producendo un file di lunghezza L . Con quanti livelli di quantizzazione dovrebbe essere effettuata la codifica PCM, per ottenere un file di lunghezza non superiore a 20 Mbyte? ($M=1024^2 \times$) (2 punti)

$$T \cdot f_c \cdot N_b \leq 20 \text{ Mbyte} \rightarrow N_b \leq 31.07 \text{ bit/campione}$$

$$\Rightarrow Q \leq 2^{31} = 2 \text{ Gi livelli}$$

- 3) Definire i parametri *Send Window*, *Receive Window* e *Congestion Window* nel protocollo TCP precisandone il loro significato. (3 punti)

-
- 4) A cosa serve il programma TRACEROUTE? Descrivere sinteticamente il suo meccanismo di funzionamento. (3 punti)

-
- 5) Un router riceve un pacchetto con indirizzo IP di destinazione I_A appartenente a una rete direttamente collegata e, trovando un'associazione tra I_A e un indirizzo MAC P_A nella cache ARP, trasmette il pacchetto al terminale A senza inviare una richiesta ARP. (3 punti)
- a) Cosa succede se nessuna stazione con quell'indirizzo IP I_A è effettivamente collegata alla rete?
- b) Cosa succede se nessuna stazione con quell'indirizzo MAC P_A è effettivamente collegata alla rete?
- c) Dopo il primo pacchetto, il router riceve altri pacchetti con lo stesso indirizzo IP di destinazione I_A . Il router invierà messaggi ICMP? Quando, di che tipo e a chi?

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

- 6) Un ISP e un cliente stipulano un contratto, in cui sono specificati un *Traffic Conditioning Agreement* (TCA) e un *Service Level Agreement* (SLA). Spiegare cosa sono TCA e SLA. (2 punti)

-
- 7) Come viene trattato il traffico di un cliente che non rispetta il TCA stipulato? (2 punti)
Perché sarebbe una cattiva idea definire un TCA specificando solo la massima frequenza di picco?