
Reti di Telecomunicazione

Prof. Stefano Bregni

I Appello d'Esame 2022-23 – 18 gennaio 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 378 kbyte a partire dal tempo $t = 0$. Si assuma che:

- TCP Maximum Segment Size (MSS) = 1 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($t = 0$) = 32 kbyte;
- RCVWND($t = 0$) = 4 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - RCVWND($t = 2.00$ s) = 8 kbyte;
 - RCVWND($t = 3.00$ s) = 4 kbyte;
 - RCVWND($t = 5.50$ s) = 8 kbyte;
 - RCVWND($t = 10.50$ s) = 38 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 $t = (13.00 \text{ s}, 13.50 \text{ s})$, $t = (16.50 \text{ s}, 20.00 \text{ s})$, $t = (27.00 \text{ s}, 27.50 \text{ s})$;
- 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:

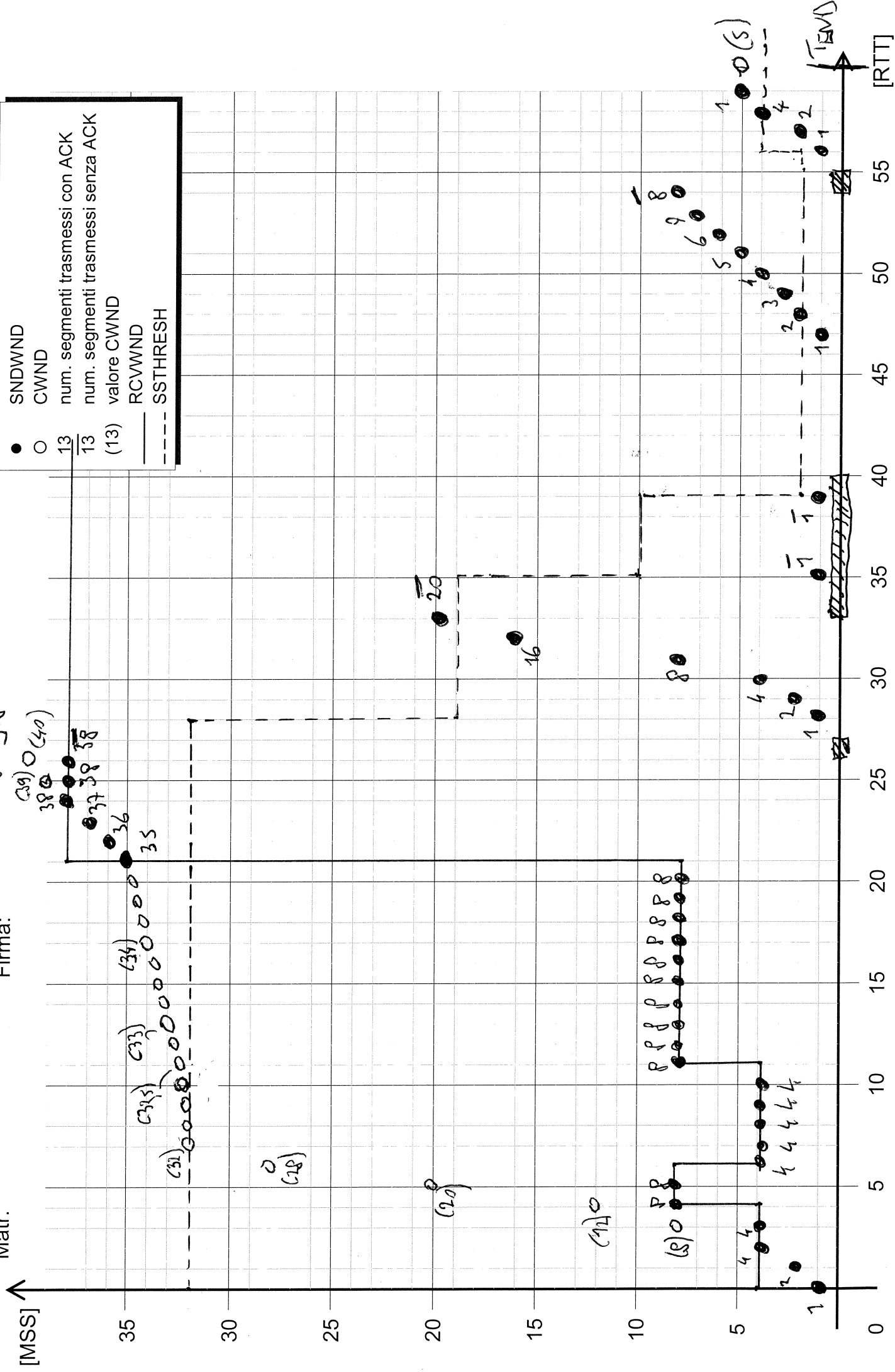
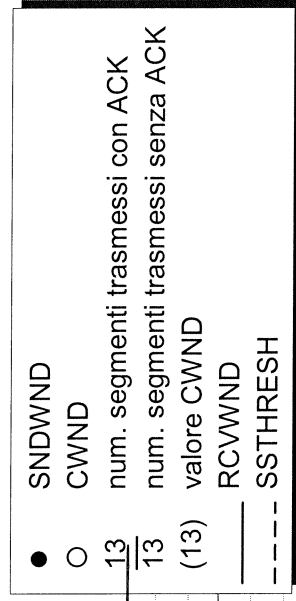
- il tempo totale di trasferimento del file T_{END} [s] (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto alla ricezione dell'ultimo ACK);
- i valori di CWND quando diversi da SNDWND (anche per $t = T_{\text{END}}$);
- il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se ne vengono ricevuti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

Cognome e nome:

Matr.

Firma:

$N = 370$



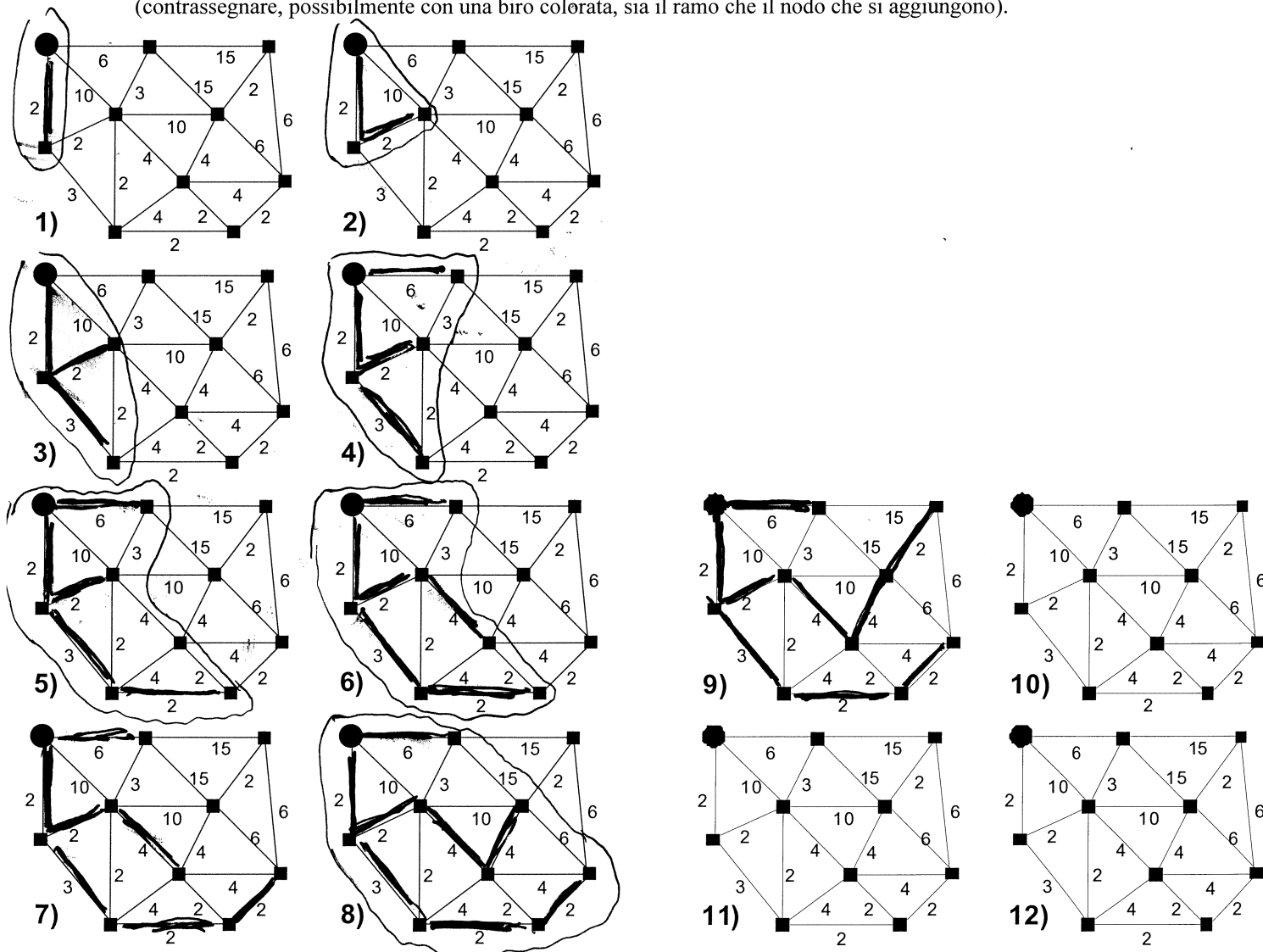
Domanda 2

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

1) A cosa serve l'Algoritmo di Dijkstra?

2) Un router riceve un Link State Packet. In quali casi non lo memorizza e non lo inoltra a nessun altro router?

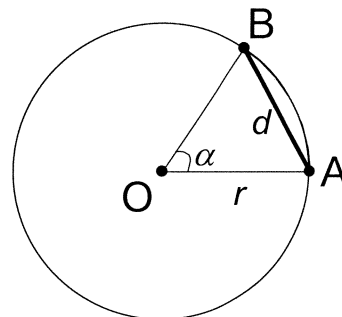
2) Applicare l'algoritmo di Dijkstra alla rete rappresentata nel grafo in figura (costo dei collegamenti indicato dal numero a fianco di ognuno), partendo dal nodo indicato con il pallino, aggiungendo un ramo ad ogni passo (contrassegnare, possibilmente con una biro colorata, sia il ramo che il nodo che si aggiungono).



Domanda 3

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

Due satelliti A e B sono sulla stessa orbita circolare intorno alla Terra di raggio $r = 40000$ 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 $C = 500$ 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 500 byte di carico utile e 200 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa $L_A = 50$ 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 $W = 8$ pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione $TO = 100$ 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).

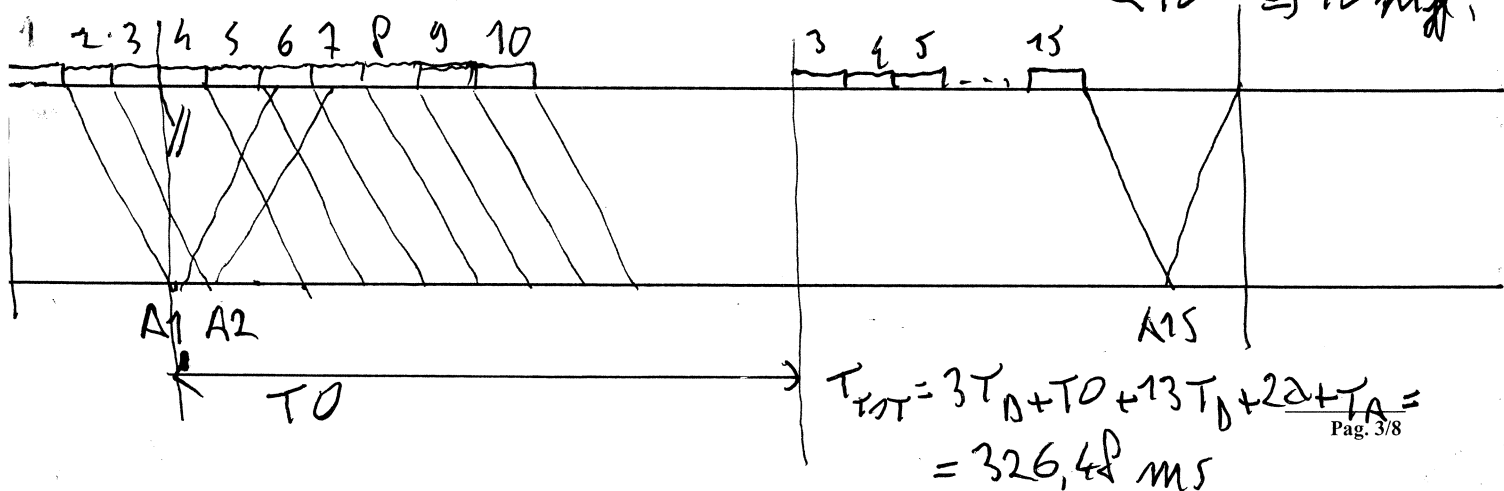
- Si calcoli il valore limite di α [gradi] per cui la trasmissione è continua e la velocità effettiva di trasferimento dei dati raggiunge C .
- Si calcoli il tempo di trasferimento da B ad A di un segmento di dati di lunghezza 7200 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), per $\alpha = 10^\circ$, nel caso in cui il 3° pacchetto trasmesso da B non venga ricevuto correttamente da A.

$$T_A = \frac{L_A}{C} = 0,8 \text{ ms} \quad T_D = \frac{L_D}{C} = 1,2 \text{ ms} \quad N = \left\lceil \frac{7200}{500} \right\rceil = 15 \text{ pacchetti}$$

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

$$a) \text{ TX cont. } 2\Delta + T_A \leq 7T_D \rightarrow d \leq 11640 \text{ km} \quad \alpha \leq 16,73^\circ$$

$$b) \alpha = 10^\circ \rightarrow d = 6572,5 \text{ km} \quad \Delta = 23,24 \text{ ms} \quad 2\Delta + T_A \approx 4,2T_D \Rightarrow \text{TX cont.} < TO \Rightarrow TO \text{ suff.}$$



Domanda 4

(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (18 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 30.0.0.0/9. (5 punti)

Si partizioni il blocco in $N=16$ sottoreti $/n$.Si partizioni la sottorete #1 $/n$ in $M=16$ (sotto)²reti $/m$.Si partizioni la sottorete #2 $/n$ in P (sotto)²reti $/p$, tali che possano indirizzare almeno 300 host ognuna.Si partizioni la (sotto)²rete #2-2 $/p$ in $Q=32$ (sotto)³reti $/q$.

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

$$/n = /13 \quad /m = /17 \quad /p = /23 \quad /q = /28$$

- b) Si scriva in formato decimale l'indirizzo broadcast della (sotto)
- ²
- rete #2-128
- $/p$
- .

$$30.0 | 0010 | 001.000000 | 1.111111$$

$$30.17.1.255$$

- c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #256 della (sotto)
- ²
- rete #1-1
- $/m$
- .

$$30.0 | 0001 | 000.1 | 0000001.000000$$

$$30.8.129.0$$

- d) All'indirizzo 30.9.1.0 corrisponde l'host #
- 256
- della (sotto)
- ²
- rete #
- 1
-
- 2
-
- 17

$$30.0 | 0001 | 001.0 | 0000001.000000$$

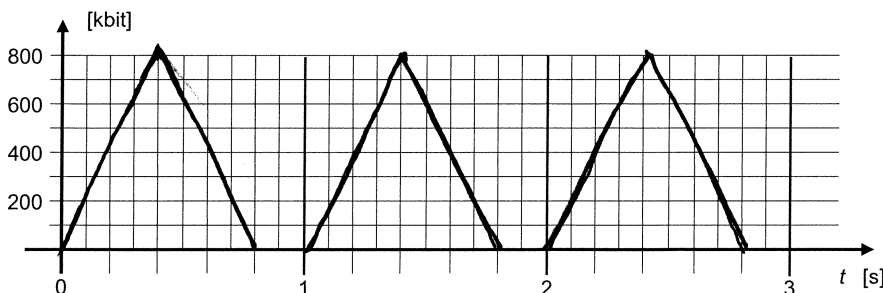
- e) All'indirizzo 30.31.255.255 corrisponde l'host #
- 13
- della (sotto)
- ⁴
- rete #
- 3
-
- 13
-
- 13

$$30.0 | 0011 | 111.111111.111111$$

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) Una sorgente trasmette pacchetti a un moltiplicatore statistico con buffer di capacità
- $B = 100$
- kbyte. La sorgente trasmette pacchetti di lunghezza
- $L = 200$
- kbyte al ritmo di 1 pacchetto ogni secondo con velocità di picco
- $S = 4$
- Mbit/s. La linea d'uscita ha capacità
- $C = 2$
- Mbit/s. Il buffer è inizialmente vuoto. La sorgente si attiva a partire da
- $t = 0$
- s. Disegnare l'andamento del numero di bit nel buffer
- $N(t)$
- nell'intervallo in figura. Quanti bit vanno persi nei primi 3 secondi? (2 punti)



0 bit

- 3) N sorgenti casuali, con frequenza di picco A e frequenza media B , trasmettono pacchetti di durata casuale avente media T . I pacchetti sono trasmessi a un moltiplicatore statistico con buffer infinito e linea di uscita di capacità $C = 250$ Mbit/s. (3 punti)
- a) Quanto vale il coefficiente di utilizzo della linea η se $N = 50$, $A = 20$ Mbit/s, $B = 2$ Mbit/s, e $T = 250$ μ s?
 - b) Qual è la lunghezza media dei pacchetti [bit] se $N = 30$, $A = 20$ Mbit/s, $B = 1$ Mbit/s, e $T = 250$ μ s?
 - c) Qual è il tempo medio di silenzio tra un pacchetto e l'altro se $N = 50$, $A = 20$ Mbit/s, $\eta = 0.2$, e $T = 100$ μ s?

a) $\eta = 0.40$ b) 5000 bit c) $T_{off} = 1.9$ ms

- 4) E' possibile che due connessioni TCP distinte e indipendenti vengano stabilite tra le coppie di endpoint $(A, p)-(B, x)$ e $(A, p)-(B, y)$, in cui tre numeri (A, B, p) sono gli stessi, mentre solo il quarto (x e y) differisce? Spiegare con un esempio. (2 punti)

- 5) Per quale motivo nel CSMA-CD il tempo di attesa per la ritrasmissione dopo una collisione non può essere fisso? (2 punti)

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

- 7) Quale grandezza è calcolata tramite l'*Algoritmo di Jacobson*? Per calcolare tale grandezza, perché usare l'*Algoritmo di Jacobson*, invece di assegnarle semplicemente una costante predeterminata? Quando questo algoritmo fallisce? (3 punti)