

# Reti di Comunicazioni e Internet

Prof. Massimo Tornatore

IV Appello – 24 Luglio 2019

Cognome e nome:

(stampatello)  
(firma leggibile)

Matricola:

## Domanda 1<sup>1</sup>

(svolgere sulle facciate seguenti)  
(10 punti)

Durante una connessione di trasporto TCP è trasmesso un file di dimensione  $D = 54$  kbyte a partire dal tempo  $t = 0$ .

Le ipotesi iniziali sono:

- MSS = 250 byte;
- RTT = 200 ms, costante per tutto il tempo del trasferimento;
- TIMEOUT base = 2 RTT; nel caso di TIMEOUT consecutivi, i TIMEOUT seguenti raddoppiano;
- Ssthresh = 3000 byte al tempo  $t = 0$ ;

Il trasmettitore riceve le seguenti informazioni riguardo l'apertura della Receiver Window:

- $t = 0$  s: RWND = 5 kbyte;
- $t = 3$  s: RWND = 2250 byte;
- $t = 5.4$  s: RWND = 1 kbyte;
- $t = 6.2$  s: RWND = 5 kbyte.

Il valore iniziale della Congestion Window è

- $t = 0$  s: CWND = 750 byte.

Per quanto riguarda la rete che supporta la connessione TCP si fanno le seguenti ipotesi:

- la rete offre tasso di errore nullo e capacità di trasmissione abbastanza grande da rendere il tempo di trasmissione dei segmenti trascurabile rispetto a RTT;
- il ricevitore riscontra immediatamente i segmenti ricevuti;
- la rete va fuori servizio negli intervalli di tempo:
  - o  $t = [2.2 \text{ s}, 2.4 \text{ s})$ ,
  - o  $t = [3.8 \text{ s}, 4.4 \text{ s})$ ,
- vengono trasmessi sempre segmenti di dimensione MSS, ad eccezione eventualmente dell'ultimo;
- la fase di congestion avoidance comincia per CWND = Ssthresh.

Assumendo che la prima trasmissione avvenga al tempo  $t = 0$ , si tracci l'andamento nel tempo della Congestion Window, CWND, e della Sender Window, SNDWND, usando la griglia seguente e la notazione indicata, e si determini in particolare:

- il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo; il pallino nero relativo al parametro SNDWND va SEMPRE posizionato in corrispondenza di un numero intero e il suo valore numerico viene riportato sul grafico mediante l'apposita notazione SOLO SE i segmenti vengono persi;
- i valori di CWND, quando diversa da SWND, riportandone sul grafico il valore numerico mediante apposita notazione;
- i valori assunti da Ssthresh durante tutto il trasferimento;
- il tempo di trasferimento del file,  $T_{\text{end}} [\text{s}] = 6.6\text{s}$

Nota bene: Ssthresh viene aggiornata ogni volta che scade un timeout, indipendentemente dal fatto che si tratti di ritrasmissioni o meno.

<sup>1</sup> NOTA BENE: Per TUTTI GLI ESERCIZI si adotta il PUNTO (".") come separatore delle cifre decimali. Non si usa separatore per le migliaia.

$$N_{SEG} = \frac{54 \cdot 10^3 \cdot 8}{250 \cdot 8} = 216$$

$t [s]$	$t [RTT]$	RWND [byte]	RWND [MSS]
0	10	$5 \cdot 10^3$	20
3	15	$2.25 \cdot 10^3$	9
5.4	27	$1 \cdot 10^3$	4
6.2	31	$5 \cdot 10^3$	20

$$SSTHRESH = \frac{3000}{250} = 12 \text{ MSS}$$

$$t=0 \text{ s } \quad CWND = \frac{750}{250} = 3 \text{ MSS}$$

$$t_{out} = [2.2, 2.4] \text{ s} \quad t_{out} = [11, 12) \text{ RTT}$$

$$t_{out} = [3.8, 4.4] \text{ s} \quad t_{out} = [19, 22) \text{ RTT}$$

**Reti di Comunicazioni e Internet**

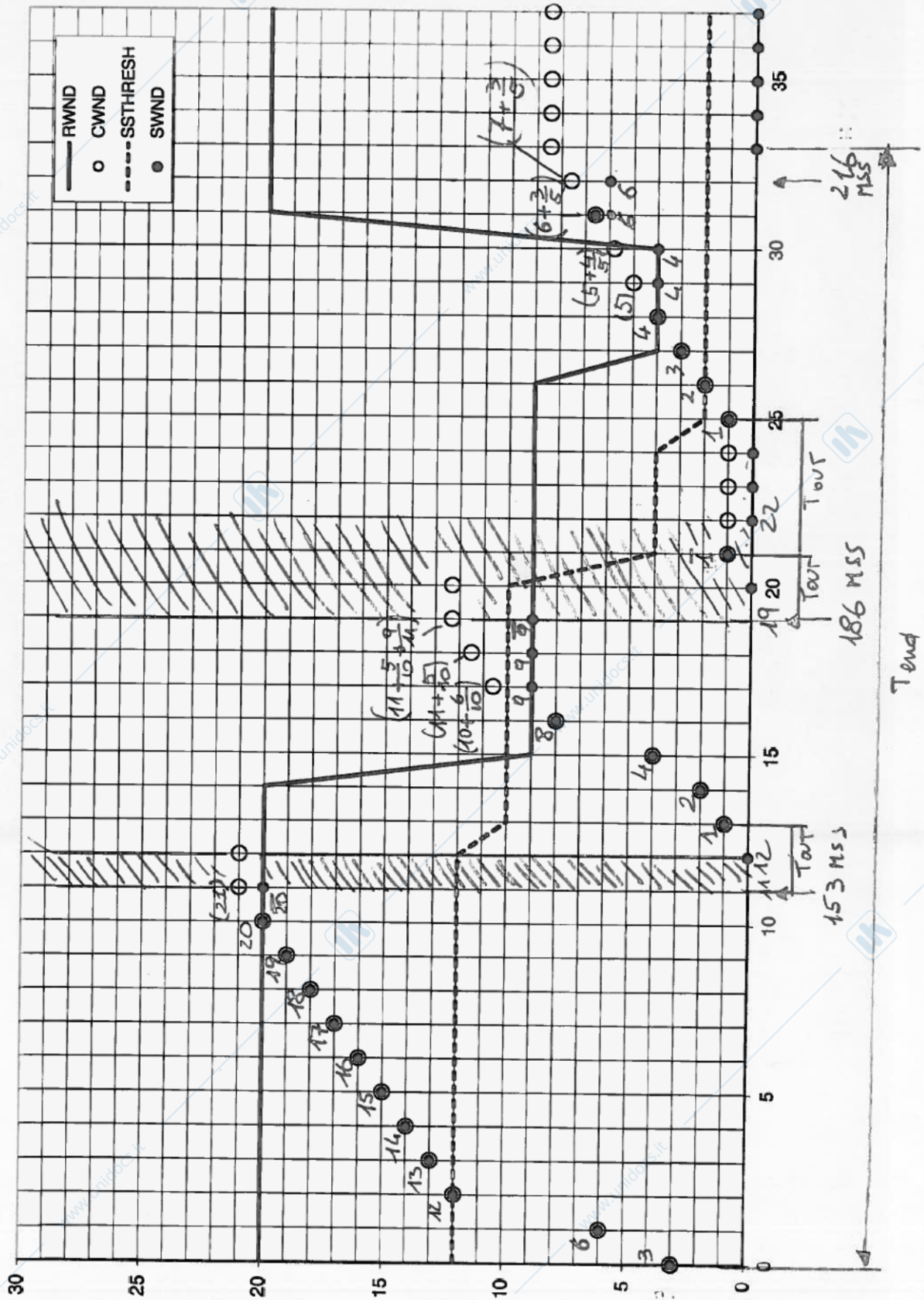
Prof. Massimo Tornatore

IV Appello – 24 Luglio 2019

Cognome e nome:

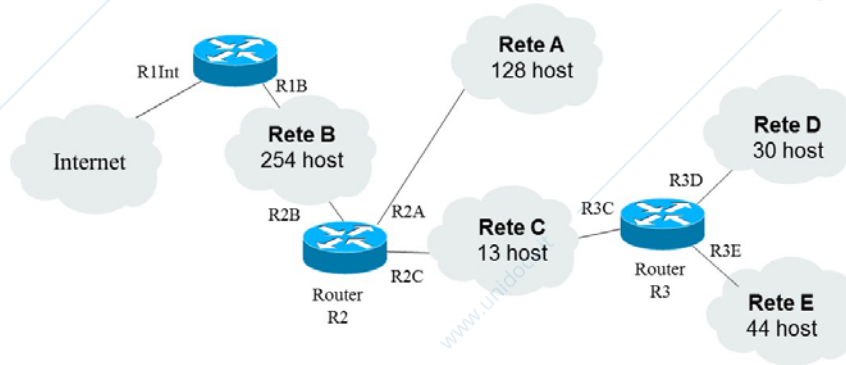
(stampatello)  
(firma leggibile)

Matricola:



**Domanda 2**  
 (6 punti)

1) Si consideri la seguente configurazione di rete di una società Alfa che vuole connettersi alla rete Internet: (4 punti)



La società Alfa riceve la disponibilità del blocco di indirizzi IP 120.67.144.0/21 da un Internet Service Provider (ISP). Si chiede di

- Assegnare gli indirizzi IP alle 5 reti da realizzare (A, B, C, D, E) con tecnica VLSM minimizzando gli indirizzi che risulteranno inutilizzati alla fine dell'assegnazione degli indirizzi richiesti. I vincoli da rispettare sono i seguenti:
  - A partire dall'indirizzo IP libero più basso nel blocco a disposizione, assegnare a ognuna delle reti A, B, C, D, E un blocco di indirizzi IP compatibile con il numero di host che si devono supportare, riempiendo la seguente tabella

Rete	Numero di host	Indirizzo in notazione /n	Numero di indirizzi nel blocco assegnato	Numero di indirizzi di host non utilizzati nel blocco assegnato
A	128	120.67.146.0/24	$2^8 = 256$	$256 - 131 = (125)$
B	254	120.67.144.0/23	$2^9 = 512$	$512 - 258 = (254)$
C	13	120.67.147.178/27	$2^5 = 32$	$32 - 17 = (15)$
D	31	120.67.147.64/26	$2^6 = 64$	$64 - 33 = (31)$
E	44	120.67.147.0/26	$2^6 = 64$	$64 - 20 = (44)$

- B:  $254 + 2(\text{NET ID} + \text{BROADCAST}) + 2(\text{IF ROUTER}) = 258 \Rightarrow 9 \text{ bit} \Rightarrow /23$   
 $120.67.1001000/x.xxxxxxxx$  (da 120.67.144.0 a 120.67.145.255)  
 host

- A:  $131 \Rightarrow 8 \text{ bit} \Rightarrow /24$ :  $120.67.10010010.xxxxxxxx$  (da 120.67.146.0 a 120.67.146.255)

- E:  $44 \Rightarrow 6 \text{ bit} \Rightarrow /26$ :  $120.67.10010011.00xxxxxx$  (da 120.67.147.0 a 120.67.147.63)

- D:  $33 \Rightarrow 6 \text{ bit} \Rightarrow /26$ :  $120.67.10010011.01xxxxxx$  (da 120.67.147.64 a 120.67.147.127)

- C:  $17 \Rightarrow 5 \text{ bit} \Rightarrow /27$ :  $120.67.147.100xxxxx$  (da 120.67.147.128 a 120.67.147.159)

Int: il blocco più grande è /23  $\Rightarrow$  da una rete /21 ottenuto 4 blocchi /23  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  per l'indirizzo Int:  $120.67.10010101.xxxxxxxx$

**Reti di Comunicazioni e Internet**

Prof. Massimo Tornatore

IV Appello – 24 Luglio 2019

Cognome e nome:

(stampatello)  
(firma leggibile)

Matricola:

- Assegnare a ogni interfaccia di router RnX ( $n = 1,2,3$ ,  $X = A;B;C;D;E$ , Int) l'indirizzo più piccolo possibile all'interno del blocco relativo, compilando la tabella seguente (ai fini di questa assegnazione l'ISP non deve servire nessun altro cliente)

Interfaccia	Indirizzo
o R1B	o 120.67.144.1
o R2B	o 120.67.144.2
o R2A	o 120.67.146.1
o R2C	o 120.67.147.129
o R3C	o 120.67.147.130
o R3D	o 120.67.147.65
o R3E	o 120.67.147.1
o RInt	o 120.67.148.1

- Compilare la tabella di instradamento del router R2 comprensiva della voce di default utilizzata per raggiungere in Internet reti non conosciute

	Indirizzo di rete	Netmask	Next hop
A	o 120.67.146.0	o /29	o diretto
B	o 120.67.144.0	o /23	o diretto
C	o 120.67.147.128	o /27	o diretto
D	o 120.67.147.64	o /26	o 120.67.147.130 R3C
E	o 120.67.147.0	o /26	o 120.67.147.130 R3C
Def.	o 0.0.0.0	o /0	o 120.67.144.1 R1B
	o	o	
	o	o	

**Esercizio 3**

(5 punti)

Una stazione A trasmette ad una stazione B un file di dimensione  $D = 100 \text{ kbyte}$  sfruttando un collegamento radio diretto tra A e B. Le caratteristiche del collegamento A-B sono le seguenti:

- capacità del collegamento  $C = 1 \text{ Gbit/s}$ ;
- il file è trasmesso in pacchetti di lunghezza fissa, con un payload di  $L_p = 1000 \text{ byte}$  e un header  $L_h$  di lunghezza uguale a 1/4 di quella del payload;
- lunghezza dei riscontri,  $L_a = 25 \text{ byte}$ ,
- distanza radio tra le stazioni  $d = 60 \text{ km}$ .

Sul collegamento opera un protocollo ARQ di tipo *go-back-n* con finestra di trasmissione  $W_s = 50 \text{ pacchetti}$ , **senza NACK** e timeout  $T_o = 500 \mu\text{s}$  (si assuma che per un dato pacchetto il relativo timeout venga avviato all'inizio della trasmissione del pacchetto stesso). Supponendo che il penultimo pacchetto sia perso per errore, si calcoli:

- il tempo totale di trasferimento del file D (fino alla ricezione dell'ultimo riscontro);
- il corrispondente throughput dati sul collegamento, espresso in bit/s.

**SOLUZIONE**

Dimensione pacchetto:  $L = L_p + L_h = 1250 \text{ byte} = 10 \text{ kbit} \rightarrow$  Tempo di trasmissione di un pacchetto:  $T = L/C = 10 \mu\text{s}$ .

Tempo di trasmissione di un riscontro:  $T_a = L_a/C = 0.2 \mu\text{s}$ .

Ritardo di propagazione A-B (canale radio, prop. a velocità  $v = 3 \cdot 10^8 \text{ km/s}$ ):  $\tau = d/v = 200 \mu\text{s}$ .

$W_s \cdot T = 500 \mu\text{s} > T + 2\tau + T_a = 410.2 \mu\text{s} \rightarrow$  GBN con trasmissione continua.

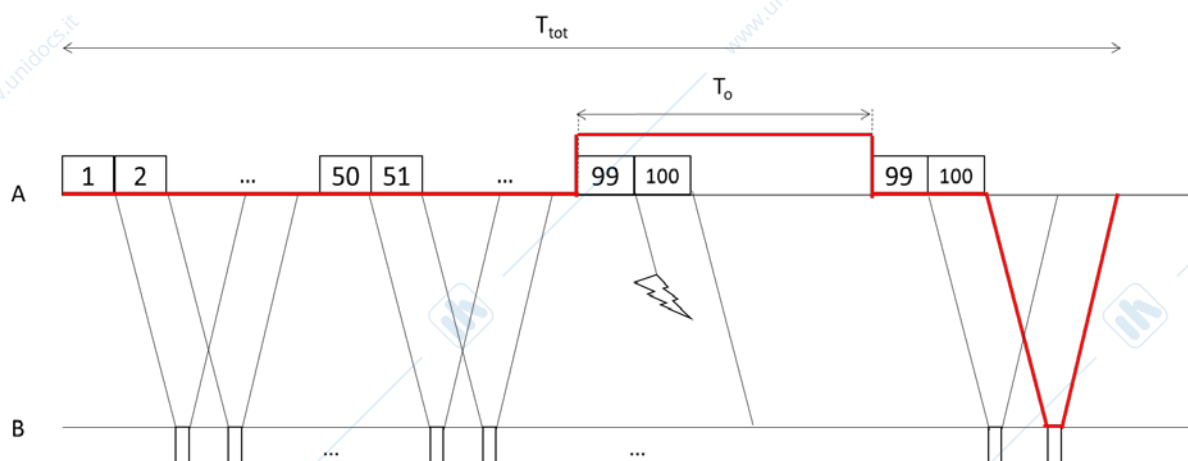
Numero totale di pacchetti trasmessi:  $N = D/L_p = 100$ .

Poiché il penultimo pacchetto viene perso, ma il protocollo non prevede l'invio di NACK, la ritrasmissione degli ultimi due pacchetti avviene per effetto del timeout scaduto per il penultimo pacchetto (si veda la figura sotto):

Tempo totale di trasferimento:

$$T_{tot} = (N-2) \cdot T + T_o + 2T + 2\tau + T_a = N \cdot T + T_o + 2\tau + T_a = (100 + 500 + 400 + 0.2) \mu\text{s} = 1900.2 \mu\text{s}$$

Throughput dati:  $THR = D/T_{tot} = 800 \text{ kbit} / 1900.2 \mu\text{s} = 0.421 \text{ Gbit/s}$



**Reti di Comunicazioni e Internet**

Prof. Massimo Tornatore

IV Appello – 24 Luglio 2019

Cognome e nome:

(stampatello)  
(firma leggibile)

Matricola:

(9 punti)

**Rispondere alle seguenti domande usando la minima quantità di testo necessaria**

- A. Un moltiplicatore a divisione di tempo (TDM) è caratterizzato da un rate trasmissivo del segnale moltiplicato pari a  $C = 12 \text{ Mbit/s}$ . A ciascun utente è assegnato un time slot in cui viene inviato un pacchetto costituito da  $P = 220 \text{ bit}$  dati e  $H = 20 \text{ bit}$  di overhead. Sapendo che ciascun utente trasmette ad un rate  $R = 2000 \text{ pacchetti/s}$ , si calcoli:
- il tempo di trama del sistema  $T_T$  (n.b.: il tempo di trama è la durata totale necessaria per trasmettere tutti gli slot di tutti i tributari);
  - il numero massimo di utenti  $N$  supportati dal sistema;
  - la velocità netta (dati)  $V$  di ciascuno degli  $N$  canali. (3pt)

**SOLUZIONE**

- Ciascun utente trasmette ad un rate di  $R \text{ pacchetti/s}$  ovvero trasmette un pacchetto ogni  $1/R$  secondi; poiché a ciascun utente è assegnato uno slot per trama,  $1/R$  è anche il tempo di trama  $\rightarrow T_T = 1/R = 0.5 \text{ ms}$ .
- $C \geq N(P+H)/T_T \rightarrow N \leq C * T_T / (P+H) = 25$
- $V = \frac{P}{T_T} = 440 \text{ kbit/s}$

- B. Nel modello OSI, rappresentare graficamente la differenza tra servizio *confermato*, *non confermato* e *iniziato dal fornitore*. (2pt)

SI VEDANO SLIDE E LIBRO

---

## Reti di Comunicazioni e Internet

Prof. Massimo Tornatore

IV Appello – 24 Luglio 2019

---

C. In una rete a pacchetto di tipo datagramma si possono verificare eventi di consegna fuori sequenza di pacchetti inviati da una sorgente S a una destinazione D? Se si, spiegare in seguito a quali eventi ciò possa accadere. (2pt)

SI VEDANO SLIDE E LIBRO

D. Descrivere il meccanismo che regola l'evoluzione del timeout in una connessione TCP e l'algoritmo di Karn. (2pt).

SI VEDANO SLIDE E LIBRO