

---

# Internet e Reti di Comunicazione

Prof. Stefano Bregni

III Appello d'Esame – 8 febbraio 2011

---

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 488 kbyte a partire dal tempo  $t = 0$ . Si assuma che:

- TCP Maximum Segment Size (MSS) = 4 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( $t = 0$ ) = 80 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host le seguenti dichiarazioni:
  - RcvWnd( $t = 3.5$  s) = 32 kbyte;
  - RcvWnd( $t = 5.0$  s) = 128 kbyte;
- CWnd( $t = 0$ ) = 4 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  $t = (5.0 \text{ s}, 5.5 \text{ s})$ ,  $t = (8.0 \text{ s}, 9.5 \text{ s})$ ;
- 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  $\text{CWND} \geq \text{Ssthresh}$ .

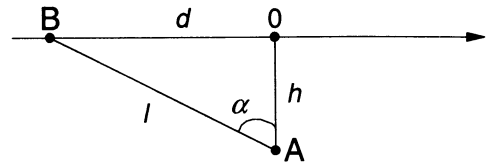
Si tracci sul foglio allegato l'andamento nel tempo di CWND e SNDWND usando la notazione specificata in legenda. Si determinino in particolare:

- il tempo totale di trasferimento del file  $T_{\text{END}}$  [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:  $\text{CWND}(t = 3.5 \text{ s})$ ,  $\text{CWND}(t = T_{\text{END}})$ ;
- 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.

**Domanda 2**

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

Una stazione terrestre A scambia dati con il sistema di bordo B di un aereo che vola ad altezza  $h = 10$  km a velocità  $v = 900$  km/h attraverso un collegamento radio di capacità  $C = 2.048$  Mbit/s. Sia  $d$  la distanza tra B e la verticale su A,  $l$  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  $L_D = 25$  byte, consistenti in 20 byte di carico utile e 5 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK e NACK) di dimensione fissa  $L_A = 5$  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.

- a) La dimensione della finestra di trasmissione sia pari a  $W = 3$  pacchetti dati. All'istante iniziale  $t = 0$ , l'aereo si trova nel punto O sulla verticale su A. Dopo quanto tempo la trasmissione dei dati diventa discontinua?

$$T_D = 97.65 \mu s \quad T_A = 19.53 \mu s \quad l = \sqrt{h^2 + (vt)^2}$$

$$\text{Per } t=0: \tau(t) = \frac{h}{c} = 33.3 \mu s \quad 2\tau(t) + T_A \approx 0.9 T_D \Rightarrow \text{Tx cont}$$

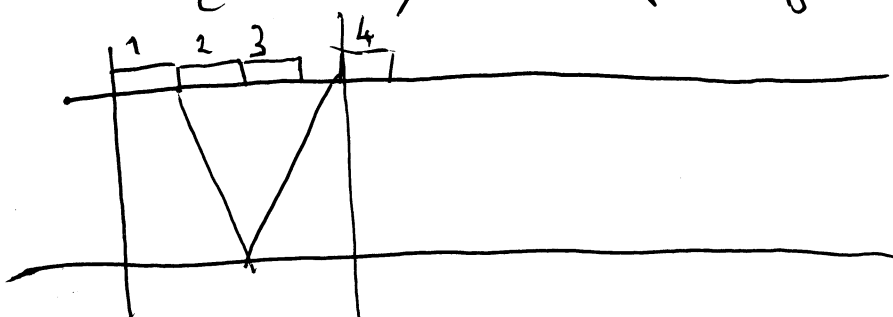
$$\text{Tx discontin. se } 2\tau + T_A \geq 2T_D$$

$$\frac{\sqrt{h^2 + (vt)^2}}{c} \geq \frac{2T_D - T_A}{2} \rightarrow t \geq 98.7 \text{ s}$$

- b) Il protocollo sia di tipo *go-back-N*, con soli riscontri positivi (ACK), con dimensione della finestra di trasmissione pari a  $W = 3$  pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione  $TO = 2$  ms (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del  $TO$  senza che sia ricevuto l'ACK). All'istante  $t = 2$  m l'aereo si trova a distanza  $d$  dalla verticale su A. Si calcoli il throughput del trasferimento da A a B di una quantità infinita di dati.

$$d(120 \text{ sec}) = 30 \text{ km} \quad l = \sqrt{h^2 + d^2} = 31.62 \text{ km}$$

$$\tau = \frac{l}{c} = 105.41 \mu s \quad 2\tau + T_A = 2.3 T_D \Rightarrow \text{Tx discontin}$$



$$\text{throughput} =$$

$$\frac{3 L_D}{T_A + T_D + 2\tau} = 1.84 \text{ Mb/s}$$

## Domanda 3

(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (4 punti)

In un sistema di indirizzamento IP CIDR, ci è stato assegnato il blocco di indirizzi 220.0.0.0/12.

Si partizioni il blocco 220.0.0.0/12 in  $N$  sottoreti  $/n$  che permettano di indirizzare almeno 100.000 host ognuna.

$$/n = /15 \quad N = 2^3 = 8$$

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

$$220.0000|001|0.000000|00.00000000 \quad /p = /22$$

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

$$220.0000|010|0.0000|00000.00000000 \quad /m = /19$$

- a) Il blocco di indirizzi IP CIDR 220.0.0.0/12 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)<sup>2</sup>rete #1-64  $/p$ . Si partizioni la (sotto)<sup>2</sup>rete #1-64  $/p$  in  $Q = 8$  (sotto)<sup>3</sup>reti  $/q$ . (1 punto)

$$220.0000|001|1.000000|00.00000000 \quad /22 \quad 220.3.0.0 \quad /22$$

$$220.0000|001|1.000000|00.0|00000000 \quad /25$$

- c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #256 della (sotto)<sup>2</sup>rete  $/m$  #2-8. (1 punto)

$$220.0000|010|1.0000|00001.00000000$$

220.5.1.0

- d) All'indirizzo 220.3.0.129 corrisponde l'host # 1 della (sotto) 3 rete # 1 - 64 - 1 / 25 (1 punto)

$$220.0000|001|1.000000|00.1|00000001$$

## 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;
- 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 4***(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (5 punti)*

50 stazioni di controllo ambientale trasmettono dati per 1 minuto a 10 kbit/s a intervalli casuali, iniziando la trasmissione in istanti di Poisson, mediamente 1 volta ogni mezz'ora. Le stazioni trasmettono i dati a una stazione radio base GSM, collegata alla rete pubblica attraverso un fascio di  $N$  linee telefoniche GSM. Quante linee di collegamento servono, affinché la probabilità che le stazioni non trovino una linea libera sia inferiore al 10%?

Per valutare la probabilità di rifiuto delle chiamate dati, si usi la distribuzione Erlang-B  $E_{1,m}(A_0)$  allegata.

$$E_{1,m}(A_0) = \frac{A_0^m / m!}{\sum_{i=0}^m A_0^i / i!}$$

$$A_0 = \frac{50}{30}$$

$$\text{Erlang-B } m=1 \quad E_{1,1}(A_0) = 0,625$$

$$m=2 \quad E_{1,2}(A_0) = 0,343$$

$$m=3 \quad E_{1,3}(A_0) = 0,160$$

$$m=4 \quad E_{1,4}(A_0) = 0,062$$

$\Rightarrow$  Almeno 4 linee

Domanda 5

(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (15 punti)

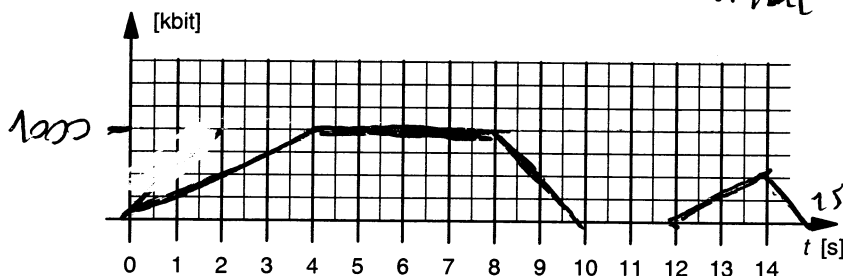
(NB: ogni risposta non giustificata adeguatamente, anche con pochissime parole, avrà valore nullo).

- 1) 100 sorgenti indipendenti ON-OFF offrono traffico a un moltiplicatore statistico con buffer infinito. Le sorgenti sono caratterizzate dai seguenti parametri: pacchetti di lunghezza costante  $L$ , emessi con frequenza costante 100 pacchetti/s durante i periodi di attività, periodi di attività di durata casuale con valor medio  $A = 1$  s, periodi di inattività di durata casuale  $B = 10$  s con probabilità 0.5 e  $B = 20$  s con probabilità 0.5. La linea d'uscita ha capacità  $C = 7$  Mbit/s con coefficiente di utilizzo  $\eta = 10\%$ . Quanto vale  $L$ ? (2 punti)

$$A = 1 \text{ sec} \quad \bar{B} = 15 \text{ sec}$$

$$L \cdot 100 \text{ p/s} \cdot 100 \frac{1}{16} = 0.10 \cdot 7 \text{ Mb/s} \rightarrow L = 1120 \text{ bit} = 140 \text{ byte}$$

- 2) Una sorgente trasmette pacchetti a un moltiplicatore statistico con buffer di capacità  $B = 125000$  byte. La sorgente si attiva in  $t = 0$  s per 8 s, si spegne per 4 s e si attiva nuovamente per 2 s. I pacchetti hanno lunghezza costante  $D = 250$  byte e sono emessi con frequenza costante  $P = 375$  pacchetti/s durante i periodi di attività della sorgente. La linea d'uscita ha capacità  $C = 500$  kbit/s ed è realizzata su un sistema di trasmissione in fibra ottica ( $v = 2 \cdot 10^8$  m/s) di lunghezza 10 km. Il buffer è inizialmente vuoto. Disegnare l'andamento del numero di bit nel buffer  $N(t)$  nell'intervallo  $0 \leq t \leq 15$  s. Quanti bit vanno persi? (2 punti)



$$P = 250 \text{ byte} \cdot 375 \text{ p/s} = 750 \text{ Kb/s}$$

$$\Delta = 250 \text{ Kb/s}$$

- 3) Per quale motivo nel protocollo IP si usano gli indirizzi di rete propri di questo protocollo, e non semplicemente gli indirizzi MAC? (2 punti)

- 
- 4) Come è definito un *Autonomous System* in Internet? Si illustri il protocollo BGP, specificando in particolare a cosa serve e a cosa non serve. (5 punti)

---

**Internet e Reti di Comunicazione****Prof. Stefano Bregni****III Appello d'Esame – 8 febbraio 2011****Cognome e nome:***(stampatello)**(firma leggibile)***Matricola:**

---

---

5) Si illustrino finalità, funzioni e principi di funzionamento del *Domain Name System* (DNS) di Internet. *(4 punti)*

Cognome e nome:

Firma:

**Matr.**

