

---

# Reti di Telecomunicazione

Prof. Stefano Bregni

I Appello d'Esame 2020-21 (online) – 27 gennaio 2021

---

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

(7 punti)

In una connessione TCP è trasferito un file lungo 650 kbyte da a partire dal tempo  $t = 0$ . Si assuma che:

- TCP Maximum Segment Size (MSS) = 2 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( $t = 0$ ) = 64 kbyte;
- RCVWND( $t = 0$ ) = 8 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
  - RCVWND( $t = 2.50$  s) = 16 kbyte;
  - RCVWND( $t = 7.50$  s) = 78 kbyte;
  - RCVWND( $t = 9.00$  s) = 16 kbyte;
  - RCVWND( $t = 14.00$  s) = 78 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  $t = (10.00$  s, 10.50 s),  $t = (16.00$  s, 16.50 s),  $t = (20.50$  s, 21.00 s),  $t = (23.00$  s, 25.00 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  $CWND \geq SSTHRESH$ .

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 (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.



Domanda 2

(10 punti)

(6 punti)

Due satelliti A e B sono in orbita intorno alla Terra. La distanza AB tra di essi è  $d = 450$  km. A trasmette dati a B, attraverso un sistema di trasmissione radio diretto lungo il segmento AB che fornisce un canale libero da errori, eccetto quando diversamente indicato, di capacità  $C = 16$  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 700 byte di carico utile e 100 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa  $L_A = 100$  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  $W = 7$  pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione  $TO = 5$  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).

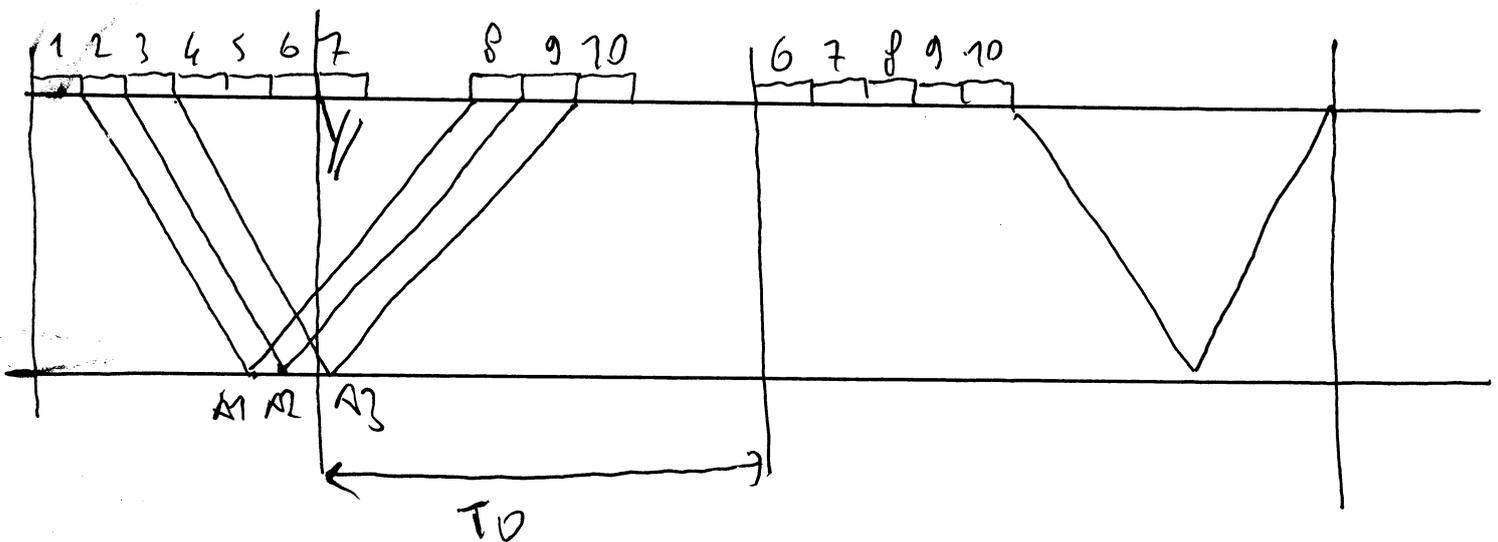
Si calcoli il tempo di trasferimento da A a B di un segmento di dati di lunghezza 6500 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), nel caso in cui il 6° pacchetto trasmesso da B non venga ricevuto correttamente da A.

$$T_A = 50 \mu s \quad T_D = 400 \mu s \quad N = \left\lceil \frac{6500}{700} \right\rceil = 10 \text{ pacchetti} \quad \Delta = \frac{d}{c} = 1.5 \text{ ms}$$

$$2\Delta + T_A = 3050 \mu s \approx 7.6 T_D \Rightarrow \text{TX discontinua}$$

$$< TO$$

$$\Rightarrow TO \text{ lunga abbastanza}$$



$$T_{TOT} = 6T_D + TO + 5T_D + 2\Delta + T_A = 13.45 \text{ ms}$$

Cognome e nome:

(stampatello)  
(firma leggibile)

Matricola:

(4 punti)

In un sistema di indirizzamento IP, ci è stato assegnato il blocco di indirizzi 146.0.0.0/15.

- Si partizioni il blocco in  $N=8$  sottoreti /n.
- Si partizioni la sottorete #2 /n in  $M=4$  (sotto)<sup>2</sup>reti /m. Si partizioni la sottorete #4 /n in  $P=128$  (sotto)<sup>2</sup>reti /p.
- Si partizioni la (sotto)<sup>2</sup>rete #2-2 /m in  $Q=16$  (sotto)<sup>3</sup>reti /q.

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

$1/n = 19$     $1/m = 20$     $1/p = 25$     $1/q = 24$

b) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #256 della (sotto)<sup>2</sup>rete #2-3 /m.

146.00000000 | 0.10 | 11 | 0001.00000000      146.0.127.0

c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo broadcast della (sotto)<sup>2</sup>rete #4-2 /p.

146.00000000 | 1.00 | 00001.0 | 11111111      146.1.1.127

d) All'indirizzo 146.1.0.129 corrisponde l'host # 1 della (sotto)<sup>2</sup> rete # 4 - 1 - 25

146.00000000 | 1.00 | 00000.1 | 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 3

(19 punti)

- 1)  $N = 50$  sorgenti con frequenza di picco 100 Mbit/s trasmettono pacchetti di durata media  $T$  al ritmo medio di 10 pacchetti/s. I pacchetti sono inviati a un moltiplicatore statistico con buffer infinito e linea di capacità 10 Gbit/s. Qual è il valore minimo o massimo (specificare) di  $T$  affinché il coefficiente di utilizzo della linea non superi il 10%? (2 punti)

$$50 \cdot (100 \text{ Mbit/s}) \cdot T \cdot (10 \text{ pacchetti/s}) < 0,10 \cdot (10 \text{ Gbit/s})$$

$$\Rightarrow T < 20 \text{ ms}$$

- 2) Un segnale di durata  $T = 60$  s e banda  $B = 12$  kHz è campionato alla frequenza di Nyquist e convertito in forma numerica con  $Q$  livelli di quantizzazione.

Qual è il valore massimo di  $Q$  se la dimensione del file risultante deve essere inferiore a 1 Mbyte ( $M = \times 1024^2$ )?

Se la durata  $T$  raddoppiasse, a quale valore dovrei ridurre  $Q$  perché la lunghezza del file ancora non sia superiore a 1 Mbyte? (3 punti)

$$(60 \text{ s}) \cdot (24 \text{ kHz}) \cdot m < 8 \cdot 1024^2 \text{ bit}$$

$$\text{se } T = 120 \text{ s}$$

$$\Rightarrow m < 5,9 \text{ bit/campione}$$

$$\Rightarrow m < 2,9 \text{ bit/camp}$$

$$\Rightarrow Q \leq 32 \text{ livelli}$$

$$\Rightarrow Q \leq 4 \text{ livelli}$$

- 3) Un pacchetto IP di lunghezza totale 1520 byte (20 intestazione + 1500 dati), viene trasmesso su una rete con MTU = 700 byte. Specificare quanti frammenti sono generati e, per ciascuno di essi, numerato in sequenza, i seguenti valori (una riga per frammento, lunghezze espresse in [byte]): (3 punti)

#, lunghezza header, lunghezza campo dati, TOTAL LENGTH, FRAGMENT OFFSET, FLAG more fragments

1 20 680 700 0 1

2 20 680 700 680 1

3 20 140 160 1360 0

- 4) Cosa succede se un router riceve un pacchetto con indirizzo IP di destinazione appartenente a una rete direttamente collegata, trasmette una richiesta ARP su quella rete e (3 punti)

- nessuna stazione risponde alla sua richiesta;
- una stazione risponde e immediatamente si spegne per la perdita di alimentazione.

In quale caso non trasmette una richiesta ARP?

- 5) Trasmettendo un segnale su cavo coassiale, secondo quale legge la potenza ricevuta diminuisce all'aumentare della distanza dal trasmettitore?

Se trasmetto un segnale di test a 10 Mbit/s su un cavo coassiale in prova, noto che riesco a coprire una distanza massima di 4 km. Che distanza mi aspetto di coprire con un segnale a 40 Mbit/s, a parità di tutte le altre condizioni? (2 punti)

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

---

**Matricola:**

---

6) Che tipo di segnali sono propagati nelle fibre ottiche? Cosa sono le finestre di propagazione? In base a quali considerazioni sceglierete quella più adatta se progettate un sistema di comunicazione tra i robot di una catena di montaggio? *(3 punti)*

---

7) Un host S invia un pacchetto IP all'host D. Il pacchetto da S arriva a D attraversando 3 router R1, R2, R3. I due host sono collegati rispettivamente ai router R1 e R3 attraverso reti LAN. *(3 punti)*

- L'host S deve conoscere l'indirizzo MAC di D per poter inviare il pacchetto?
- Il router R2 deve conoscere l'indirizzo MAC di D per poter inoltrare il pacchetto correttamente?
- L'host D riceve l'indirizzo MAC di S? dove lo legge?
- L'host D riceve l'indirizzo IP di S? dove lo legge?