

---

# Reti di Telecomunicazioni

Prof. Stefano Bregni

I Appello d'Esame 2016-17 – 2 febbraio 2017

---

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 su questo foglio negli spazi assegnati) (6 punti)

In una connessione TCP è trasferito un file lungo 796 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( $t = 0$ ) = 32 kbyte;
- RCVWND( $t = 0$ ) = 64 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
  - RCVWND( $t = 4.50$  s) = 16 kbyte;
  - RCVWND( $t = 10.00$  s) = 64 kbyte;
  - RCVWND( $t = 22.00$  s) = 12 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  $t = (9.00 \text{ s}, 9.50 \text{ s})$ ,  $t = (17.00 \text{ s}, 17.50 \text{ s})$ ,  $t = (25.00 \text{ s}, 25.50 \text{ s})$ ;
- 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:

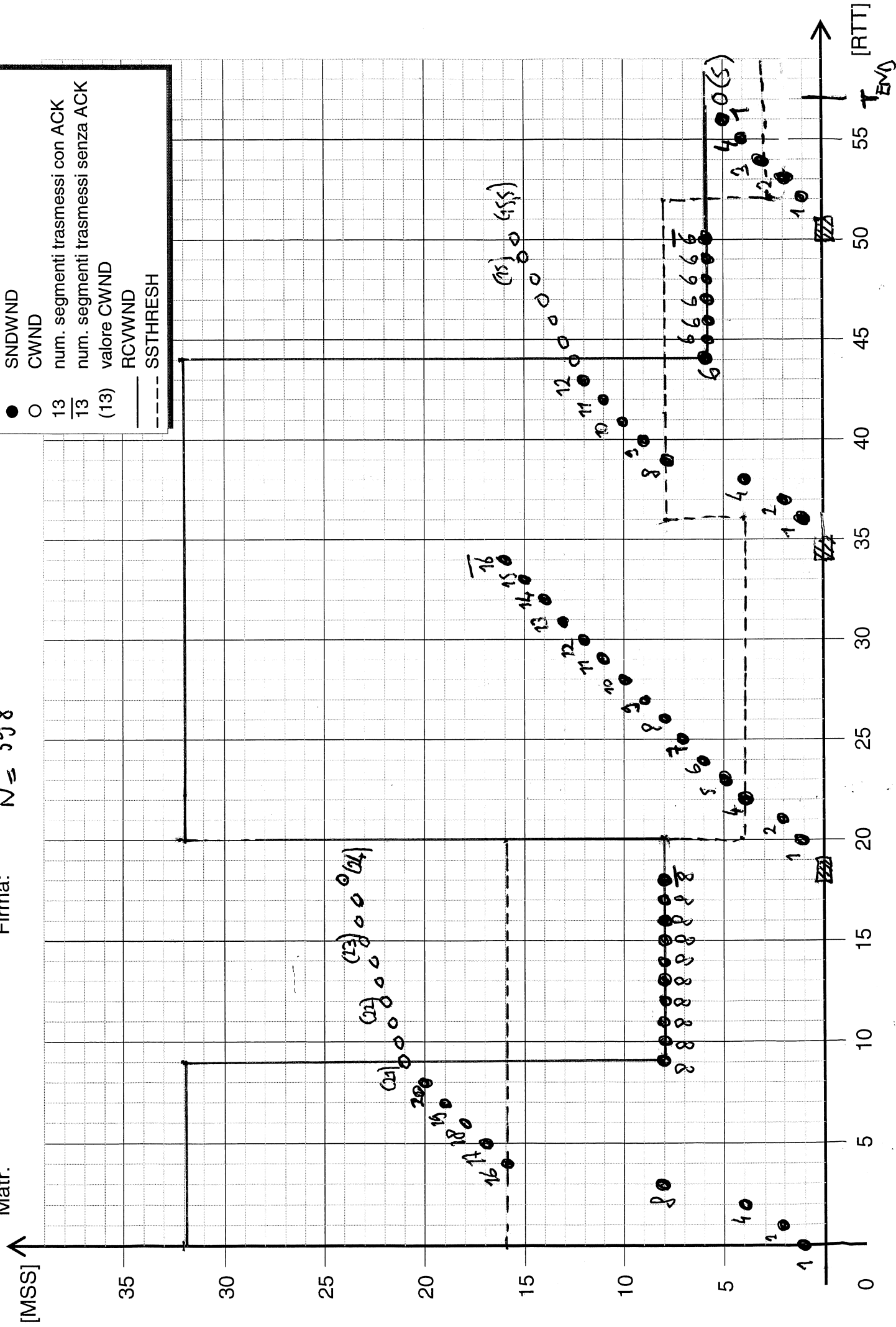
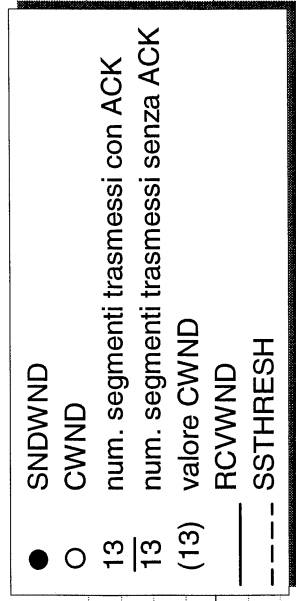
- il tempo totale di trasferimento del file  $T_{\text{END}}$  [s] (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto alla ricezione dell'ultimo ACK);
- i valori di CWND quando diversi da SNDWND (anche per  $t = T_{\text{END}}$ );
- il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se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

Cognome e nome:

Matr.

Firma:

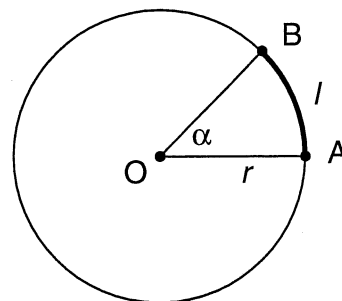
$N = 398$



**Domanda 2**

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

Un sensore B in un acceleratore di particelle di diametro 20 km trasmette dati alla base A, attraverso un sistema di trasmissione su fibra ottica stesa lungo il tunnel che fornisce un canale libero da errori, eccetto quando diversamente indicato, di capacità  $C = 1 \text{ Gbit/s}$ . A e B si trovano su una circonferenza di centro O, come rappresentato in figura. Sia  $\alpha$  l'angolo formato da OB e OA. L'arco AB ha lunghezza  $l$ .



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 1400 byte di carico utile e 100 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa  $L_A = 100 \text{ byte}$ ;
- 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.

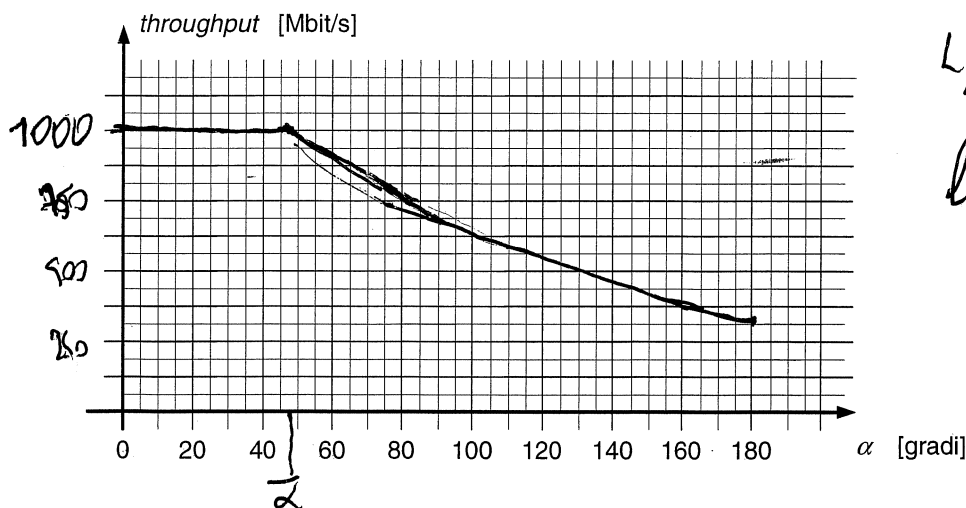
Il protocollo sia di tipo *go-back-N*, con soli riscontri positivi (ACK), con dimensione della finestra di trasmissione pari a  $W = 8$  pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione  $TO = 600 \mu\text{s}$  (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del  $TO$  senza che sia ricevuto l'ACK; se il  $TO$  scade durante la trasmissione di un pacchetto, la trasmissione viene interrotta per ritrasmettere il pacchetto perso).

Si calcoli la velocità effettiva di trasferimento dei dati al variare di  $\alpha$  (nell'intervallo  $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ ) e se ne tracci l'andamento nel grafico sottostante. Calcolare il valore limite di  $\alpha$  per cui la trasmissione diventa discontinua.

Throughput ( $\alpha = 0^\circ$ ) = 1 Gbit/s

Throughput ( $\alpha = 180^\circ$ ) = 293,6 Mb/s

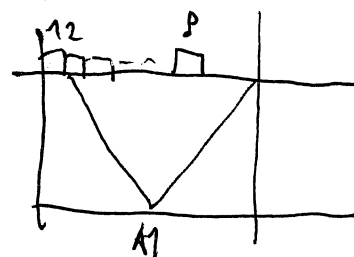
Trasmissione continua per  $\alpha < \underline{47,67^\circ}$  oppure  $\alpha > \underline{\quad}$  [gradi]



$L_D = 12 \mu\text{s}$

$L_A = 0,8 \mu\text{s}$

$l = r\alpha \quad \tau = l/v$



$T_x \text{ cont. se } 2\tau + T_A \leq 7T_D \rightarrow \tau \leq 47,6 \mu\text{s}$

$\alpha = 180^\circ \rightarrow l = 31,41 \text{ Km}$

$l \leq 8,32 \text{ Km}$

$\tau = 157,28 \mu\text{s}$

$\alpha = 47,67^\circ = \tau$

$\text{THR}(180^\circ) = \frac{8L_D}{2\tau + T_A + T_D} = 293,6 \text{ Mb/s}$

## Domanda 3

(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (5 punti)

Ci è stato assegnato il blocco di indirizzi IP 154.0.0.0 /14.

Si partizioni il blocco in  $N = 32$  sottoreti  $/n$ .Si partizioni la sottorete #1  $/n$  in  $M$  (sotto)<sup>2</sup>reti  $/m$ , ognuna in grado di indirizzare almeno 1000 host.Si partizioni la sottorete #3  $/n$  in  $P = 16$  (sotto)<sup>2</sup>reti  $/p$ Si partizioni la (sotto)<sup>2</sup>rete #3-2  $/p$  in  $Q = 8$  (sotto)<sup>3</sup>reti  $/q$ .a) Quanto valgono le lunghezze dei prefissi  $/n$ ,  $/m$ ,  $/p$ ,  $/q$ ?

(1 punto)

$$/n = /19 \quad /m = /22 \quad /p = /23 \quad /q = /26$$

b) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #128 della (sotto)<sup>2</sup>rete #3-1  $/p$ .

(1 punto)

$$154.000000|00.011|0001|0.10000000 \quad 154.0.98.128$$

c) Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #1 della (sotto)<sup>3</sup>rete #3-2-3  $/q$ .

(1 punto)

$$154.000000|00.011|0010|0.11|000001$$

$$154.0.100.193$$

d) All'indirizzo 154.0.101.63 corrisponde l'host # 96 della (sotto) <sup>3</sup> rete # 3 - 2 - 4 / 26 (1 punto)

$$154.000000|10.011|0010|1.00|111111$$

e) All'indirizzo 154.0.163.63 corrisponde l'host # 831 della (sotto) <sup>1</sup> rete # 5 - \_\_\_\_ - \_\_\_\_ / 19 (1 punto)

$$154.000000|00.101|00011.00111111$$

## Note:

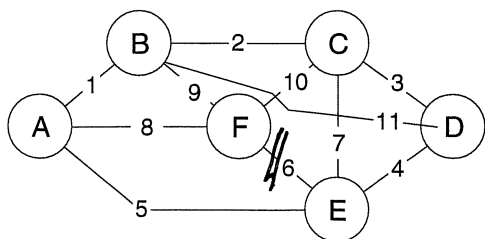
- tutti gli indirizzi richiesti vanno indicati in formato decimale (scrivere gli indirizzi anche in formato binario è consigliabile per evitare errori);
- tutti gli indirizzi di rete vanno espressi specificando la lunghezza del relativo prefisso  $/x$ ;
- tutte le sottoreti sono numerate a partire da #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.: 1111111111111111.00000000.00000000); 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)

- a) Applicare l'algoritmo *Distance Vector* (DV) alla rete in figura (nodi A-F, collegamenti 1-11) e per le condizioni iniziali specificate al tempo  $t=t_0$ , senza applicare la regola dello *split horizon*. Il costo di tutti i collegamenti sia unitario. Si aggiornino le tabelle di *routing* e si scrivano i DV a ogni passaggio, supponendo che i DV tra i nodi siano scambiati nella sequenza indicata ( $t_i < t_{i+1}$ ) e non vengano inviati altri DV oltre a quelli indicati.

NB: Aggiornando le tabelle di *routing*, limitarsi a completare solo le tabelle diverse rispetto al passo precedente. Si mantengano le righe delle tabelle in ordine alfabetico.



- b) Cosa cambia se si applica la regola dello *split horizon con poisonous reverse*? Apportare le modifiche necessarie alle tabelle compilate, inserendo i nuovi valori tra parentesi a destra dei precedenti.

**Tabelle di routing al tempo  $t=t_0$ :**

A →	Collegam.	Costo
A	-	0
B	1	2
C	5	4
D	5	4

B →	Collegam.	Costo
A	9	3
B	-	0
C	1	2
E	2	3

C →	Collegam.	Costo
B	2	5
C	-	0
D	7	2
E	2	4

D →	Collegam.	Costo
A	4	5
C	11	2
D	-	0

E →	Collegam.	Costo
A	7	5
B	7	3
C	6	4
D	4	4
E	-	0

F →	Collegam.	Costo
A	8	2
C	9	3
D	10	2
F	-	0

Al tempo  $t=t_1$  si interrompe il collegamento E-F.

DV inviato E → D al tempo  $t=t_2$ : (4)

A →	Collegam.	Costo
A	-	0
B	1	2
C	5	4
D	5	4
E	6	4 (2)

DV inviato C → F al tempo  $t=t_3$ : (10)

B →	Collegam.	Costo
A	9	3
B	-	0
C	1	2
E	2	3

DV inviato B → A al tempo  $t=t_4$ : (1)

C →	Collegam.	Costo
B	2	5
C	-	0
D	7	2
E	2	4

**Tabelle di routing al tempo  $t=t_5$ :**

A →	Collegam.	Costo
A	-	0
B	1	2
C	1 (5)	3 (4)
D	5	4
E	1	4

B →	Collegam.	Costo
A	9	3
B	-	0
C	1	2
E	2	3

C →	Collegam.	Costo
B	2	5
C	-	0
D	7	2
E	2	4

D →	Collegam.	Costo
A	4	5
B	4	4
C	11	2
D	-	0
E	4	1

E →	Collegam.	Costo
A	7	5
B	7	3
C	6	4
D	4	4
E	-	0

F →	Collegam.	Costo
A	8	2
B	10	6
C	10	1
D	10	3
E	10	5
F	-	0

**Domanda 5***(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (14 punti)**(NB: ogni risposta non giustificata adeguatamente, anche con pochissime parole, avrà valore nullo).*

- 
- 1) Si consideri un CD musicale contenente una registrazione di 60'. Quanti byte sono memorizzati sul CD, supponendo una codifica PCM hifi standard ( $B = 22.1$  kHz, 65536 intervalli di quantizzazione per campione, 2 canali stereo)? Se volessi raddoppiare la lunghezza della registrazione (120') mantenendo la stessa codifica standard, quanti dovrebbero essere gli intervalli di quantizzazione? (2 punti)

$$L = 2 \cdot 16 \text{ bit/camp} \cdot 44.2 \text{ kHz} \cdot 60 \text{ min} = 636.480 \text{ Mbyte}$$

$$1 \text{ bit/camp} \rightarrow 256 \text{ intervalli}$$

- 
- 2) Perché i protocolli di rete LAN su cavo non prevedono l'utilizzo di ACK e NACK per il riscontro delle trame inviate? Perché nelle WLAN gli ACK sono invece necessari? Illustrare due motivazioni (non limitarsi ad enunciare). (4 punti)

3) In quali protocolli viene impiegato l'algoritmo *binary exponential back-off*? Per calcolare cosa e perché? (2 punti)

4) Descrivere la struttura di una fibra ottica, il suo principio di funzionamento e il tipo di segnali trasmessi. (3 punti)

5) Descrivere il funzionamento dei protocolli CSMA  $p$ -persistenti per l'accesso casuale a un bus. Cosa indica il parametro  $p$ ? Si può incrementare il *throughput* impostando un valore di  $p$  maggiore? (3 punti)