

Reti di Telecomunicazioni

Prof. Stefano Bregni

II Appello d'Esame – 1 settembre 2009

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!

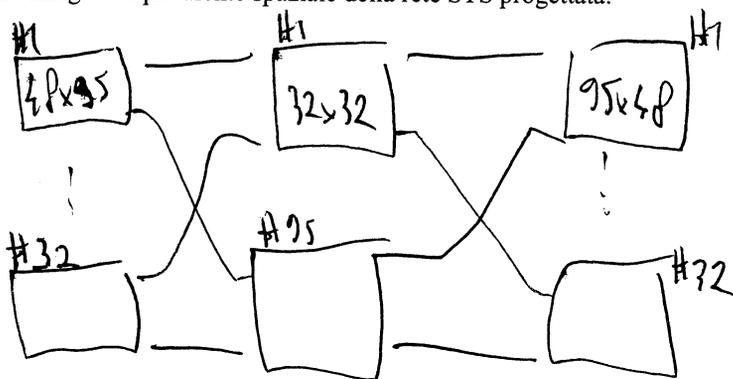
Domanda 1

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

Si progetti una rete di connessione PCM simplex di tipo STS non bloccante e a costo minimo, per i seguenti valori dei parametri caratteristici:

- numero di time slot sulle autostrade esterne $n = 32$.
- numero di autostrade (linee) esterne PCM in ingresso e in uscita $N = 48$,

a) Si disegni l'equivalente spaziale della rete STS progettata.



Non bloccante:

$$C_{ST} = 2 \cdot 48 \cdot 1 = 96$$

Quali sono il tipo, la dimensione e il numero delle matrici in ognuno dei tre stadi?

Stadio	Tipo matrice	Numero di matrici
I	S-DT	1
II	T-DT SW-RR o RW-SR	96
III	S-DT	1

Dimensione
 48×32 m 32 TS
 32×32 TS
 32×48 m 32 TS

b) Calcolare:

- la dimensione complessiva delle memorie di controllo e di fonìa [bit]

$$I, III \text{ stadi } C_{CS} = 32 \cdot 48 \cdot \lceil \log_2 96 \rceil = 10752$$

$$II : C_{ST} = 32 \cdot \lceil \log_2 33 \rceil = 192$$

$$C_F = 8 \cdot 32 = 256$$

$$C_{TOT} = 2 C_{CS} + 96 (C_F + C_{ST}) = 64064$$

- il numero totale di punti di incrocio.

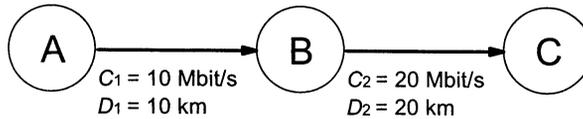
$$2 \cdot 48 \cdot 96 = 9216$$

Domanda 2

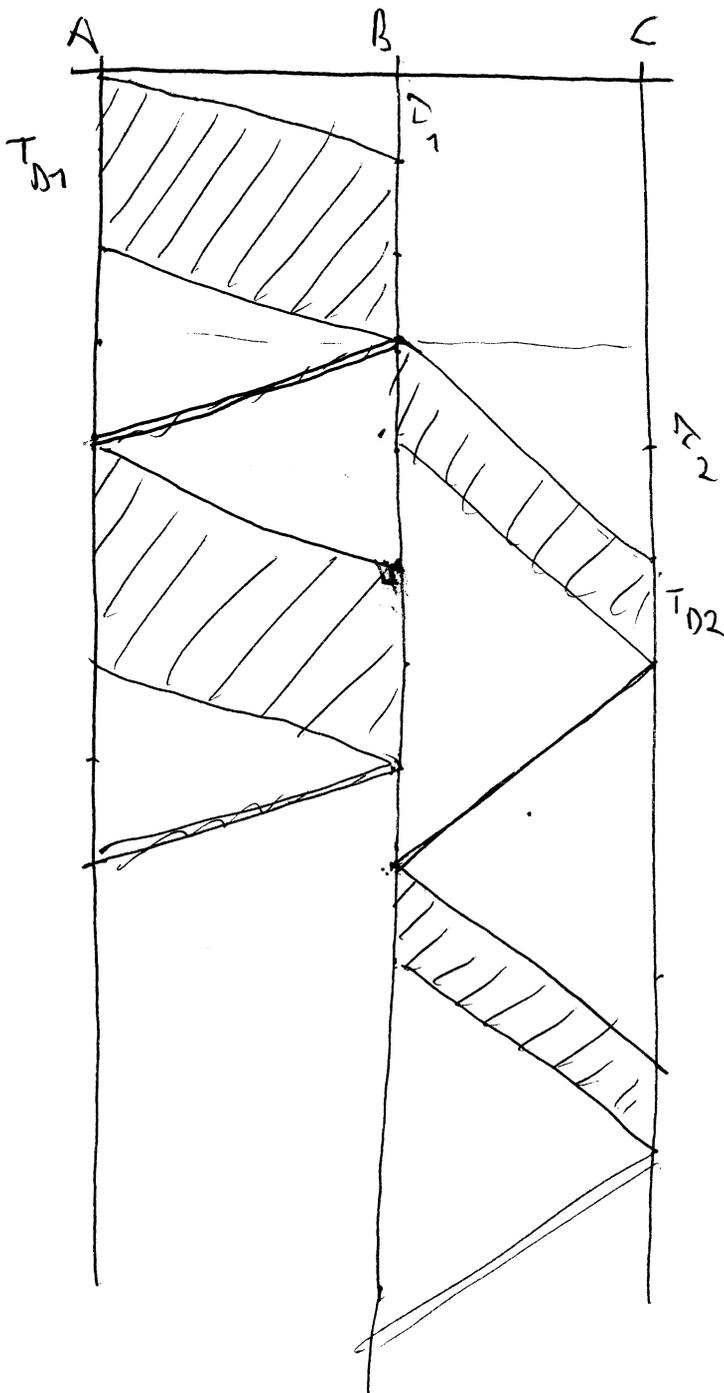
(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (5 punti)

Il nodo A trasmette a B pacchetti dati, che B ritrasmette verso C. Il protocollo di trasmissione da A a B e da B a C è Stop&Wait. Il nodo B funziona in modalità *store&forward* e comincia a ritrasmettere il pacchetto verso C immediatamente dopo averlo ricevuto completamente, contemporaneamente alla trasmissione dell'ACK verso A.

I collegamenti sono realizzati via cavo coassiale e hanno capacità C_i e lunghezza D_i indicata in figura. I pacchetti dati hanno lunghezza $L_D = 125$ byte. Gli ACK hanno lunghezza $L_A = 10$ byte.



Calcolare il ritardo complessivo di trasmissione da A a C di 2 pacchetti (dalla trasmissione del primo bit da A alla ricezione in B dell'ultimo bit dell'ultimo ACK trasmesso da C).



$$T_{D1} = 100 \mu s$$

$$T_{A1} = 8 \mu s$$

$$T_{C1} = 50 \mu s$$

$$T_{D2} = 50 \mu s$$

$$T_{A2} = 4 \mu s$$

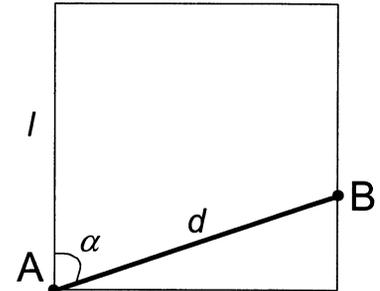
$$T_{C2} = 100 \mu s$$

$$T_{TOT} = D_1 + T_{D1} + 2(D_2 + T_{D2} + T_{A2}) = 658 \mu s$$

Domanda 3

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

Una stazione B si muove lungo il quadrato di lato $l = 25$ km in figura e trasmette dati alla stazione base A, attraverso un sistema di trasmissione radio che fornisce un canale libero da errori, eccetto quando diversamente indicato, di capacità $C = 20$ Mbit/s. Sia α l'angolo formato da AB rispetto al lato sinistro del quadrato.



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 128 byte di carico utile e 16 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa $L_A = 16$ 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 $W = 6$ pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione $TO = 0.5$ 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).

- a) Si calcoli per quali valori dell'angolo α (in gradi, nell'intervallo $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$) il trasferimento dei dati avviene con velocità effettiva (*throughput*) inferiore a C . (2 punti)

$$d = \frac{l}{\cos \alpha} \quad (0 \leq \alpha \leq 45^\circ) \quad \Delta = \frac{l}{c \cos \alpha}$$

$$T_D = 17.6 \mu s \quad T_A = 6.4 \mu s$$

$$2\Delta + T_A < 5T_D \quad \text{verificato per } \forall \quad 0 \leq \alpha \leq 90^\circ$$

\Rightarrow TX sempre continuo

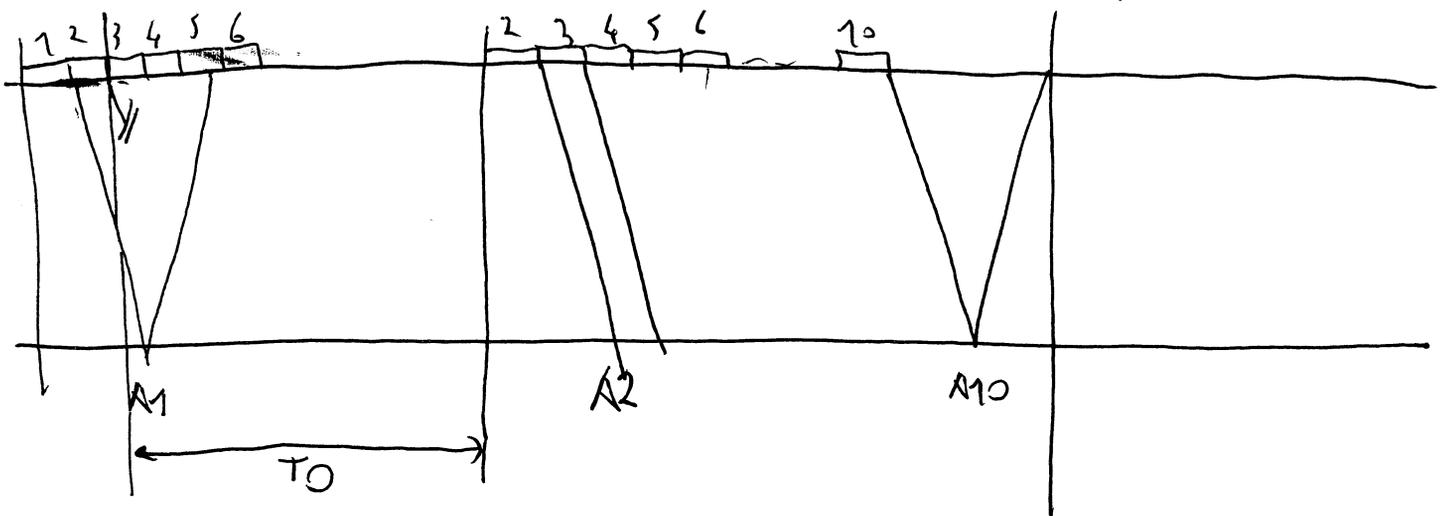
b) Si calcoli il tempo di trasferimento da B ad A di un segmento di dati di lunghezza 1200 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), per $\alpha = 35^\circ$, nel caso in cui il secondo pacchetto trasmesso da B non venga ricevuto correttamente da A. (4 punti)

$$N = \left\lceil \frac{1200}{128} \right\rceil = 10 \quad d = \frac{l}{\cos 35^\circ} = 30.52 \text{ km}$$

$$\Delta = \frac{d}{c} = 101.7 \mu\text{s}$$

$$2\Delta + T_A \cong 3.6 T_D \Rightarrow TX \text{ cont}$$

$$2\Delta + T_A < T_O \Rightarrow T_O \text{ fronte offset}$$



$$T_{TOT} = 2T_D + T_O + 9T_D + 2\Delta + T_A = 1.343 \text{ ms}$$

Domanda 4*(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (7 punti)*

- a) Descrivere il principio della codifica e multiplazione PCM: a quali segnali si applica, come funziona, quale segnale genera. *(3 punti)*

- b) Descrivere la trama del segnale Multiplo PCM Primario secondo lo standard europeo. *(2 punti)*

- c) Un segnale analogico $s(t)$ di durata T e banda $B = 16$ kHz è campionato alla sua frequenza di Nyquist e convertito in forma numerica PCM su 1024 livelli di quantizzazione. *(2 punti)*

- Qual è il valore massimo di T se la dimensione del file deve essere non superiore a 500 kbyte ($k = \times 1024$)?

$$f_c = 32 \text{ kHz} \quad N_L = 10 \text{ bit} \quad T \cdot f_c \cdot N_b < 500 \text{ KB} \rightarrow T < 12.8 \text{ s}$$

- Su quanti livelli al massimo posso quantizzare il segnale se la dimensione del file deve essere non superiore a 500 kbyte e $T = 15$ secondi?

$$N_b < \frac{500 \text{ KB}}{T f_c} = 2.8 \rightarrow 4 \text{ livelli}$$

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) Una notebook cattura 1 immagine dello schermo con risoluzione 1280×800 e 2^{32} colori ogni $T = 100$ ms. Le immagini sono compresse JPG con fattore $1/50$. I dati sono inviati al server attraverso una connessione TCP (pila TCP/IP/HDLC) senza errori e ritrasmissioni. I pacchetti IP hanno lunghezza 576 byte, di cui 20 di overhead. I pacchetti TCP 20 byte di overhead e 536 byte di dati. La trama HDLC comprende 1 pacchetto IP e 6 byte di overhead (esclusi i flag di delimitazione). Il segnale HDLC è trasmesso su un canale a 10 Mbit/s al server, riempiendo con flag gli intervalli vuoti tra una trama HDLC e l'altra. Quale percentuale della banda del canale non è occupata dai flag HDLC? (2 punti)

$$1 \text{ img: } 1280 \cdot 800 \cdot 32 / 50 = 655360 \text{ bit} = D$$

$$B = \frac{D}{T} \cdot \frac{582}{536} \quad \frac{B}{C} \cong 77.2\%$$

- 2) 15 sorgenti indipendenti ON-OFF offrono traffico a un moltiplicatore statistico con buffer infinito. Le sorgenti sono caratterizzate dai seguenti parametri: pacchetti di lunghezza costante $L = 250$ byte, emessi con frequenza costante 1000 pacchetti/s durante i periodi di attività, periodi di attività di durata casuale e distribuzione uniforme nell'intervallo $(X \text{ s}, 3X \text{ s})$, periodi di inattività di durata casuale e distribuzione esponenziale negativa con media 2 s. La linea d'uscita ha capacità $C = 10$ Mbit/s ed ha coefficiente di utilizzo $\eta = 10\%$. Quanto vale X ? (2 punti)

$$\overline{T_{\text{OFF}}} = 2 \text{ s} \quad \overline{T_{\text{ON}}} = 2X$$

$$250 \text{ byte} \cdot 1000 \text{ Hz} \cdot 15 \frac{2X}{2+2X} = 0.1 \cdot 10 \text{ Mbit/s} \rightarrow X = \frac{34 \text{ ms}}{2}$$

- 3) 6 segnali numerici con frequenza nominale $f_i = 64$ kbit/s sono multiplati in modo asincrono a interallacciamento di bit. Il segnale di multiplo ha struttura di trama analoga a quella dei segnali PDH. Il suo coefficiente di giustificazione nominale vale $\rho = 0.5$. La sua trama ha lunghezza $L_m = 240$ bit e include 12 bit di allineamento e servizio, $3N$ bit di controllo di giustificazione, N bit di opportunità di giustificazione. Si calcoli il numero N di tributari. Si calcoli la frequenza nominale f_m del segnale di multiplo. (2 punti)

$$M_{\text{bit}} = f_m \frac{L_m - 12 - 3N - 0.5N}{L_m} \quad f_m = 445.27 \text{ kbit/s}$$

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

4) Quali funzioni svolge un *bridge* tra due reti LAN?

(2 punti)

5) A un concentratore telefonico arrivano mediamente 50 richieste di chiamate al secondo, ognuna di durata media 15 minuti. Quanti Erlang sono offerti? (2 punti)

$$A_0 = 50 \text{ richieste/s} \cdot 15 \text{ min} = 45000 \text{ Erl}$$

6) La rete 150.0.0.0 (indirizzamento *classful*) è suddivisa in 32 sottoreti. Ognuna di queste sottoreti è a sua volta suddivisa in 32 sottosottoreti. (4 punti)

$$16 \quad 17 \quad 126$$

- Quanti indirizzi *broadcast* è possibile ricavare in tutto nello spazio ricavato?

$$32 \cdot 32 = 1024$$

- Quanti indirizzi di *host* è possibile ricavare in tutto nello spazio ricavato?

$$32 \cdot 32 (2^6 - 2) = 63488$$

- All'indirizzo 150.0.129.96 corrisponde l'host # 32 della sottosottorete # 5 della sottorete # 16

$$150 \mid 0 \mid 10001001 \mid 0110000$$

- All'indirizzo 150.0.255.32 corrisponde l'host # 32 della sottosottorete # 28 della sottorete # 31

$$150 \mid 0 \mid 11111111 \mid 00100000$$

- All'indirizzo 150.0.8.255 corrisponde l'host # 64 della sottosottorete # 3 della sottorete # 1

$$150 \mid 0 \mid 00001000 \mid 11111111$$