

SOLUZIONI

Fondamenti di Reti di Telecomunicazioni

Prof. Achille Pattavina

III appello – 12 settembre 2006

Cognome e nome:

(stampatello)

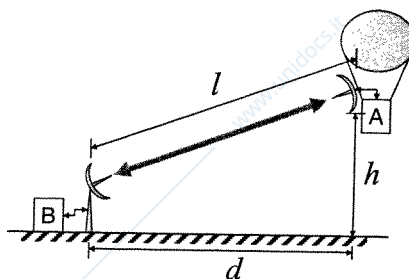
(firma leggibile)

Matricola:

Domanda 1*

(svolgere su questo foglio, sul retro e sui seguenti)
(8 punti)

Una stazione A a bordo di un pallone aerostatico deve trasmettere via radio alla stazione B di terra una sequenza di dati. Il pallone si trova ad una distanza $d = 12$ km (misurati al suolo) dalla stazione di terra e ad una quota $h = 9000$ m (si veda il disegno qui riportato). Nel calcolare la lunghezza l del collegamento si trascurino l'altezza dell'antenna della stazione di terra e le lunghezze dei collegamenti antenna-stazione e si supponga il pallone fermo rispetto alla stazione di terra almeno per tutta la durata del trasferimento dei dati.



Le velocità di trasmissione sono: $C_d = 16$ Mbit/s in direzione $A \rightarrow B$; $C_u = 4$ Mbit/s in direzione $B \rightarrow A$.

Il protocollo di livello 2, che controlla la trasmissione delle trame su questo collegamento, sia di tipo HDLC così caratterizzato:

- dimensione fissa delle trame S: $L_a = 8$ byte,
- dimensione variabile delle trame I, che dipende della dimensione del pacchetto trasportato, fino ad una lunghezza massima di trama $L_{fmax} = 56$ byte dei quali 8 byte rappresentano l'overhead di trama
- tempo di elaborazione nelle stazioni A e B di una trama, sia informativa sia supervisiva, trascurabile

Si consideri il trasferimento da A a B di un segmento di dati di lunghezza 350 byte, imponendo che le trame utilizzate abbiano lunghezza massima ad eccezione eventualmente dell'ultima.

Se il protocollo è di tipo *stop-and-wait*, si calcoli in assenza di errori sul collegamento:

- 1) il tempo di trasferimento $T_{S\&W}$ del segmento di dati (dall'inizio della trasmissione della prima trama I al termine della ricezione dell'ultimo ACK);
- 2) il *throughput* dati effettivo della connessione $THR_{S\&W}$, misurato in [bit/s], e quanto questo vale in percentuale rispetto al massimo *throughput* raggiungibile in teoria sul canale $A \rightarrow B$ (efficienza $\eta_{S\&W}$).

Si consideri ora il protocollo di tipo *go-back-n*, con dimensione della finestra di trasmissione $W_s = 4$ trame e finestra di ricezione, W_r , di ampiezza pari a ___ (specificare l'ampiezza che si adotta), numerazione trame a 3 bit, timeout $T_O = 150$ μ s. Dopo aver rappresentato lo scambio di trame su di un diagramma temporale, indicando per ogni trama HDLC (sia da A a B che da B ad A) il tipo ed il relativo valore di N(R) o N(S), si calcolino, sempre in assenza di errori sul collegamento, i seguenti parametri:

- 3) il tempo di trasferimento T_{GBN} del segmento di dati (dall'inizio della trasmissione della prima trama I al termine della ricezione dell'ultimo ACK);
- 4) il *throughput* dati effettivo THR_{GBN} della connessione, misurato in [bit/s], e di quanto aumenta in percentuale l'efficienza η del collegamento $A \rightarrow B$ passando dal protocollo *stop-and-wait* del caso precedente al protocollo *go-back-n*;
- 5) la dimensione ottima della finestra di trasmissione W_{s-ott} che massimizza il *throughput* di questo collegamento e il valore di efficienza η_{ott} che si ottiene con $W_s = W_{s-ott}$, assumendo per questo punto che tutte le trame informative trasmesse abbiano lunghezza L_{fmax} .

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

Fondamenti di Reti di Telecomunicazioni
Prof. Achille Pattavina

III appello- 12 settembre 2006

Sempre con protocollo di tipo *go-back-n*, i canali $B \rightarrow A$ e $A \rightarrow B$ siano ora soggetti ad errori. In particolare, si consideri il caso in cui il riscontro emesso da B relativo alla quinta trama trasmessa da A vada perso e non venga ricevuto da A; inoltre, la settima trama trasmessa da A vada perduta e non venga ricevuta da B. Rappresentare lo scambio di trame su di un diagramma temporale, indicando per ogni trama HDLC (sia da A a B che da B ad A) il tipo ed il relativo valore di $N(R)$ o $N(S)$. Si calcoli

- 6) il tempo di trasferimento T'_{GBN} del segmento di dati (dall'inizio della trasmissione della prima trama I al termine della ricezione dell'ultimo ACK);
- 7) il numero totale N_{tot} di trame dati trasmesse, comprese quelle trasmesse due volte.

$$e = \sqrt{R^2 + d^2} = \sqrt{81 + 144} = \sqrt{225} = 15 \text{ km}$$

$$\tau = \frac{e}{v} = \frac{15}{3 \cdot 10^8} = 50 \mu\text{s}$$

$$M_f = \left\lfloor \frac{3500}{48} \right\rfloor = 8 \quad \begin{array}{l} 7 \times 48 \text{ byte} \Rightarrow L_{fmax} = (48+8) \times 8 = 448 \text{ b} \\ 1 \times 16 \text{ byte} \Rightarrow L_{flost} = (16+8) \times 8 = 176 \text{ b} \end{array}$$

$$T_{fmax} = \frac{L_{fmax}}{C_d} = \frac{448}{16 \cdot 10^6} = 28 \mu\text{s}$$

$$T_{flost} = \frac{L_{flost}}{C_d} = \frac{176}{16 \cdot 10^6} = 11 \mu\text{s}$$

$$T_a = \frac{L_a}{C_u} = \frac{64}{4 \cdot 10^6} = 16 \mu\text{s}$$

$$1) T_{SEW} = 7(T_{fmax} + T_a + 2\tau) + T_{flost} + T_a + 2\tau = 1135 \mu\text{s}$$

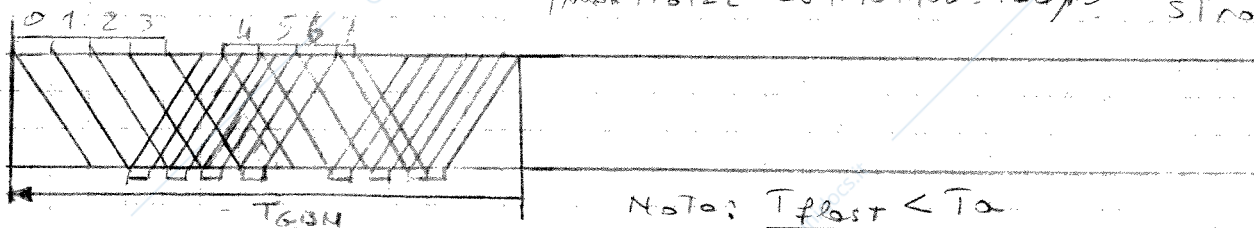
$$2) THR_{SEW} = \frac{M_d}{T_{SEW}} = \frac{3500 \times 8}{1135 \cdot 10^{-6}} = 2.47 \text{ Mbit/s}$$

$$\eta_{SEW} = \frac{THR_{SEW}}{C_u} = \frac{2.47 \cdot 10^6}{16 \cdot 10^6} = 15.4\%$$

$$3) W_R = 1 \text{ (GBN)}$$

$$W T_{fmax} = 4 \times 28 = 112 \mu\text{s}$$

$$T_{fmax} + T_a + 2\tau = 28 + 16 + 100 = 144 \mu\text{s} \rightarrow \text{fine strozza}$$

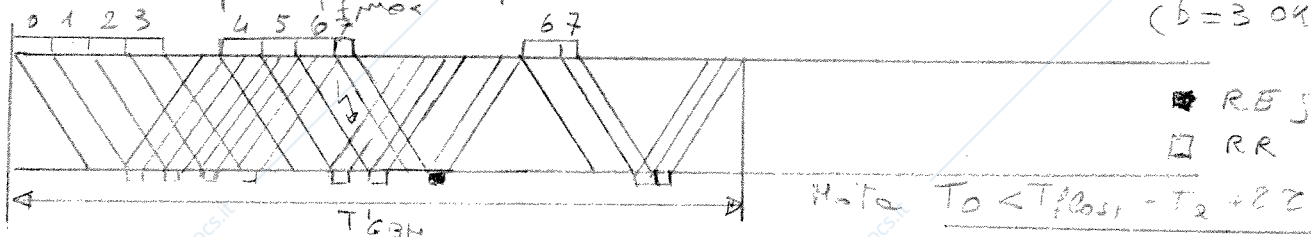


$$3) T_{GBN} = 3T_{fmax} + (T_{fmax} + T_a + 2\tau) + 2 + 2T_a + \tau = 4T_{fmax} + 3T_a + 4\tau = 360 \mu\text{s}$$

$$4) THR_{GBN} = \frac{M_d}{T_{GBN}} = \frac{3500 \times 8}{360 \cdot 10^{-6}} = 7.78 \text{ Mbit/s}$$

$$\eta_{GBN} = \frac{THR_{GBN}}{C_u} = \frac{7.78 \cdot 10^6}{16 \cdot 10^6} = 48.6\% \Rightarrow \Delta\eta = 33.2\%$$

$$W_{S-OT} = \left\lfloor \frac{T_{fmax} + T_a + 2\tau}{T_{fmax}} \right\rfloor = \lfloor 5.14 \rfloor = 6 \Rightarrow W_{OT} = 1 \quad (W_{S-OT} + W_R = 6 + 1 = 7) \quad (b = 3 \text{ OK})$$



$$5) T'_{GBN} = 3T_{fmax} + T_{fmax} + T_a + 2\tau + T_{flost} + T_a + 2\tau + T_{fmax} + \tau + 2T_a + \tau = 5T_{fmax} + T_{flost} + 4T_a + 6\tau = 515 \mu\text{s}$$

$$7) M_{flost} = 10$$