

# Fondamenti di Reti di Telecomunicazioni

Prof. Achille Pattavina

I appello – 12 maggio 2006

Cognome e nome:

(stampatello)  
(firma leggibile)

Matricola:

## Domanda 1

(svolgere su questo foglio e sul retro)  
(7 punti)

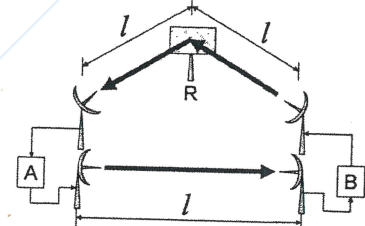
Due stazioni terrestri A e B sono connesse tramite una coppia di collegamenti ponte-radio simplex così caratterizzati:

collegamento A → B: diretto

- lunghezza  $d_u = l = 711$  km,
- capacità del collegamento  $C_u = 2.048$  Mbit/s

collegamento B → A: due tratte connesse tramite un riflettore radio R

- lunghezza di ciascuna tratta  $d_d' = l$ ,
- capacità del collegamento  $C_d = 64$  kbit/s



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:  $L_a = 6$  byte,
- dimensione variabile delle trame I, che dipende della dimensione del pacchetto trasportato, fino ad una lunghezza massima di trama  $L_{\max} = 526$  byte dei quali 6 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 3355 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 → B (efficienza  $\eta_{S\&W}$ ).

Si consideri ora il protocollo di tipo *selective repeat*, con dimensione della finestra di ricezione  $W_r=3$  trame, finestra di trasmissione,  $W_s$ , di ampiezza pari a \_\_\_ (specificare l'ampiezza che si adotta), numerazione trame a 3 bit, timeout  $T_o=50$  ms. 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  $T_{SR}$  del segmento di dati (dall'inizio della trasmissione della prima trama I al termine della ricezione dell'ultimo ACK);
- 4) il *throughput* dati effettivo  $THR_{SR}$  della connessione, misurato in [bit/s], e di quanto aumenta in percentuale l'efficienza  $\eta$  del collegamento A → B passando dal protocollo *stop-and-wait* del caso precedente al protocollo *selective repeat*;
- 5) la dimensione ottima della finestra di trasmissione  $W_{s-opt}$  che massimizza il *throughput* di questo collegamento e il valore di efficienza  $\eta_{opt}$  che si ottiene con  $W_s = W_{s-opt}$  (e  $W_r$  adattata di conseguenza), assumendo per questo punto che tutte le trame informative trasmesse abbiano lunghezza  $L_{\max}$ .

Sempre con protocollo di tipo *selective repeat*, il canale A → B sia ora soggetto ad errori. In particolare, si consideri il caso in cui la quinta trama trasmessa da A vada persa 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  $T'_{SR}$  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.

$3355 - (520 \times 6) = 235$

$N_f = \left\lceil \frac{B}{L_{fp}} \right\rceil = \left\lceil \frac{3355}{520} \right\rceil = 6 \rightarrow$  6 frame  $L_{fmax} = 520 + 6$   
 1 frame  $L_f = 235 + 6$

$T_{fmax} = \frac{L_{fmax}}{C_u} = \frac{526 \times 8}{2,048 \times 10^6} \approx 2,055 \text{ ms}$

$T_{flost} = \frac{L_{flost}}{C_u} = \frac{241 \times 8}{2,048 \times 10^6} \approx 941 \text{ } \mu\text{s}$

$T_a = \frac{L_a}{C_d} = \frac{6 \times 8}{64000} = 750 \text{ } \mu\text{s}$

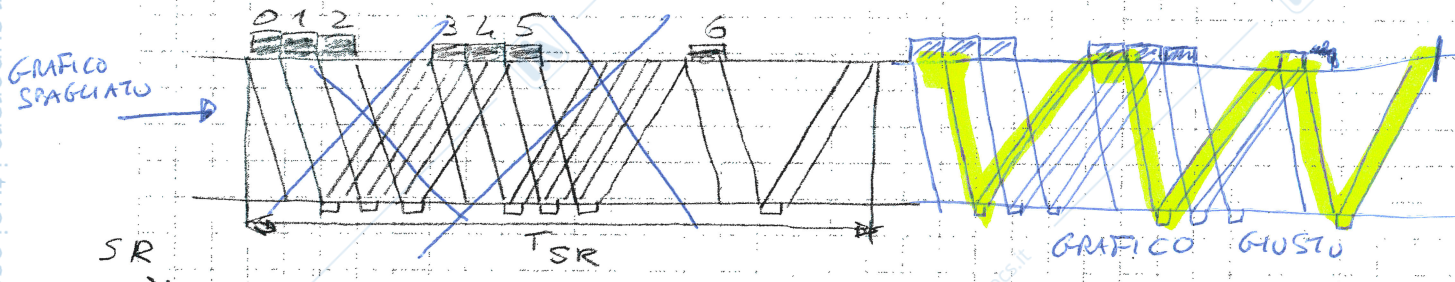
$\tau_u = \frac{d_u}{v} = \frac{711 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = 2,37 \text{ ms}$

$\tau_u = \frac{2L}{v} = \frac{2 \times 711 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = 4,74 \text{ ms}$        $\tau = \tau_d + \tau_u = 7,11 \text{ ms}$

$T_{SPW} = 6(T_{fmax} + T_a + \tau_u + \tau_d) + T_{flost} + T_a + \tau_u + \tau_d = 68,291 \text{ ms}$

$THR_{SPW} = B / T_{SPW} = 3355 \times 8 / 68,291 \cdot 10^{-3} = 393,02 \text{ Kbit/s}$

$M_{SPW} = THR_{SPW} / C_u = 393,02 / 2048 = 19,2\%$

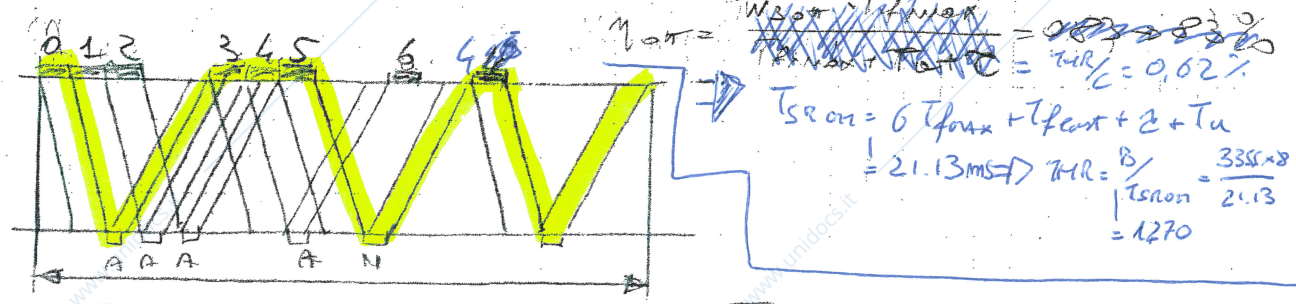


$W_3 = 3$        $W_3 T_{fmax} = 6 \cdot 165 \text{ ms}$        $\Rightarrow$  f' medio strozo!  
 $T_{fmax} + T_a + \tau_d + \tau_u = 7,915 \text{ ms}$

$T_{SR} = 2(T_{fmax} + T_a + \tau) + T_{flost} + T_d + \tau$   
 $= 2T_{fmax} + T_{flost} + 3T_a + 3\tau = 28,631 \text{ ms}$

$THR_{SR} = B / T_{SR} = 937,5 \text{ Kbit/s}$        $M = THR_{SR} / C = 46\%$        $M = 27$

$W_{s-0} = \left\lceil \frac{(T_{fmax} + T_a + \tau_d + \tau_u)}{T_{fmax}} \right\rceil = 5 \xrightarrow{3 \text{ bit}} W_s = W_r = 4$



$T_{se} = T_{fmax} + T_a + \tau + 3T_{fmax} + T_a + \tau + T_{fmax} + T_a + \tau = \text{NEC}$   
 $= 5T_{fmax} + 3T_a + 3\tau = 33,855 \text{ ms}$