



Marco Listanti

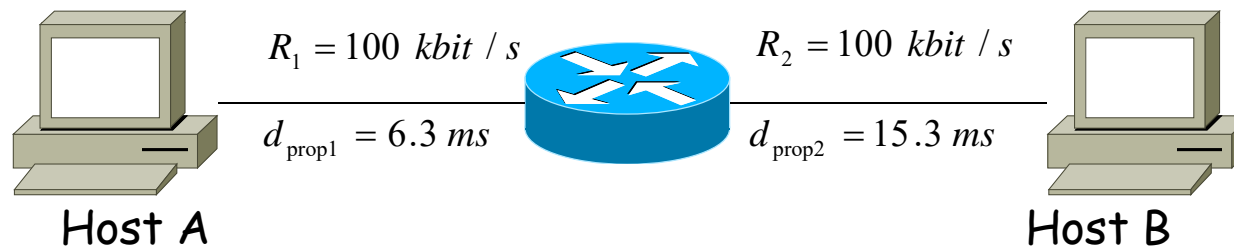
## Esercizi 2

# Ritardi di trasferimento (approfondimenti)



# Esercizio 1

- Si consideri il percorso di rete in figura. Si assuma che il router intermedio introduca un ritardo di elaborazione  $d_{el}=1$  ms.
- Nell'ipotesi che il ritardo di accodamento sia trascurabile, si determini il ritardo di trasferimento  $D_{e2e}$  necessario per trasferire di  $N=7$  pacchetti ciascuno di lunghezza  $L=150$  byte





# Soluzione Esercizio 1

## ■ Lunghezza del pacchetto

$$L = 150 \cdot 8 = 1200 \text{ bit}$$

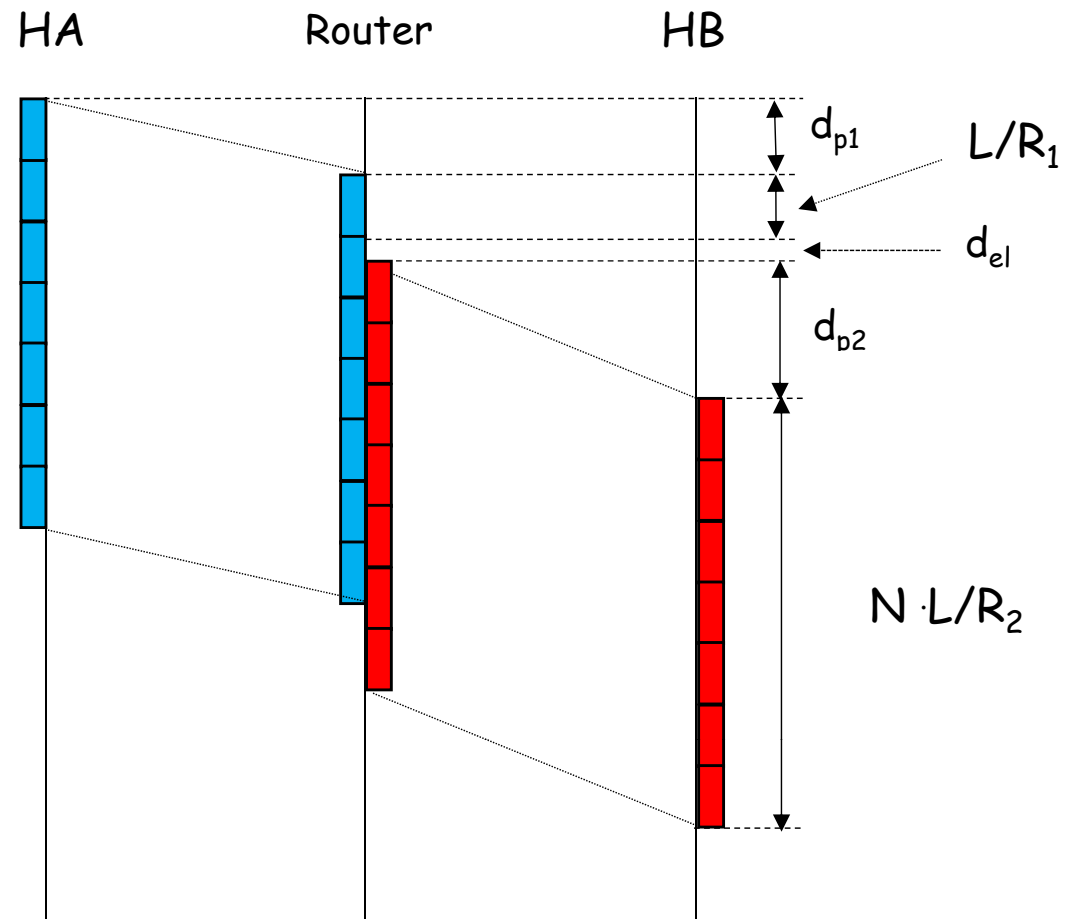
## ■ Ritardo di trasferimento

$$D = d_{p1} + \frac{L}{R_1} + d_{el} + d_{p2} + N \frac{L}{R_2}$$

■ da cui

$$D = 6.3 + \frac{1200}{100} + 1 + 15.3 + 7 \cdot \frac{1200}{100}$$

$$D = 118.6 \text{ ms}$$





## Esercizio 2

- Con riferimento alla figura dell'Esercizio 1
- Si disegnino i diagrammi tempo-spazio nei due casi in cui a)  $R_1 > R_2$  e b)  $R_1 < R_2$ .
- In questi due casi scrivere le espressioni del ritardo di trasferimento in funzione dei parametri  $L$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $d_{\text{prop1}}$ ,  $d_{\text{prop2}}$  e  $N$



# Soluzione Esercizio 2 (1)

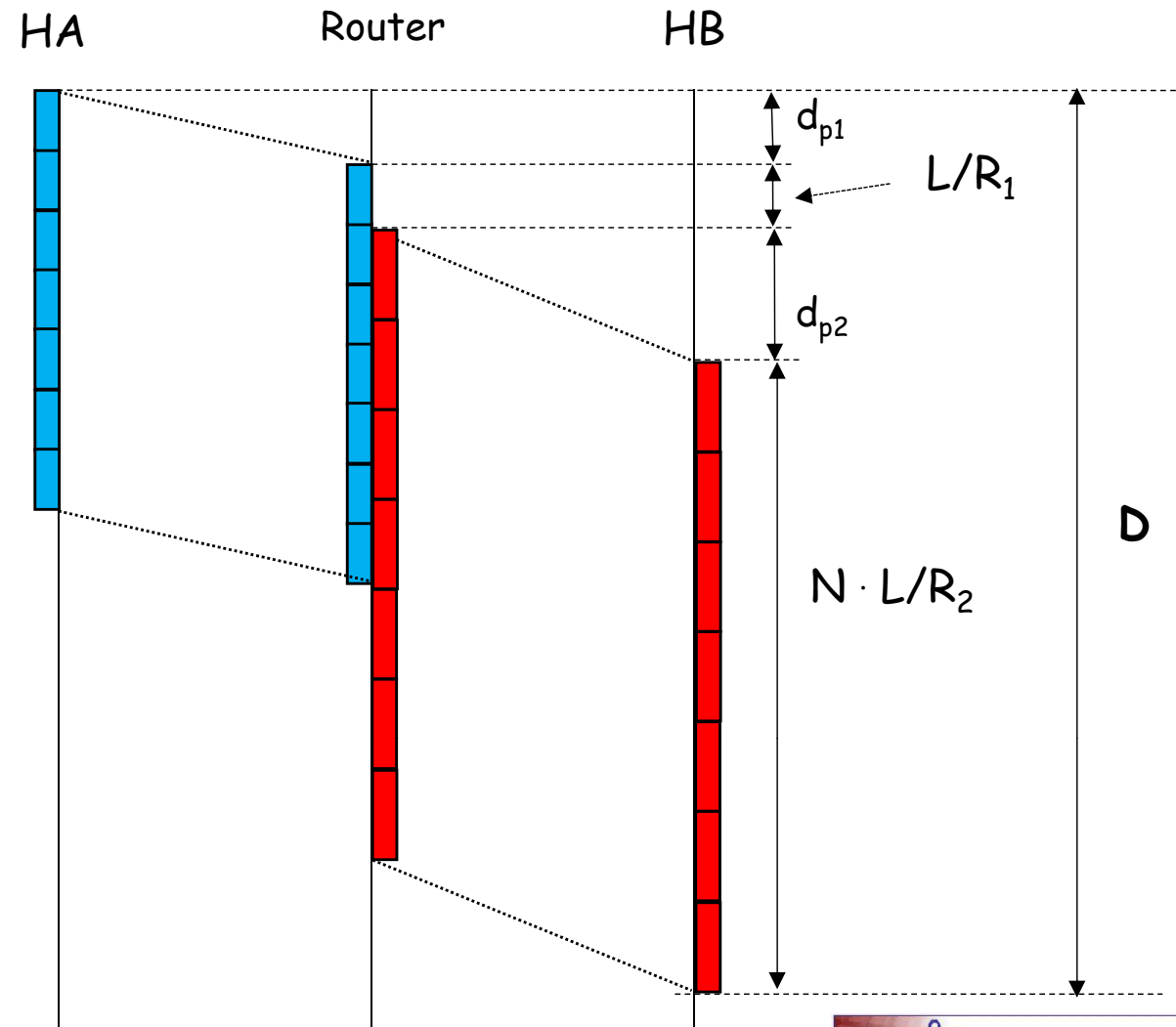
## ■ Caso a: $R_1 > R_2$

■ si ha che

$$T_{trasm1} < T_{trasm2} \rightarrow \frac{L}{R_1} < \frac{L}{R_2}$$

■ quindi

$$D = d_{p1} + \frac{L}{R_1} + d_{p2} + N \frac{L}{R_2}$$





# Soluzione Esercizio 2 (2)

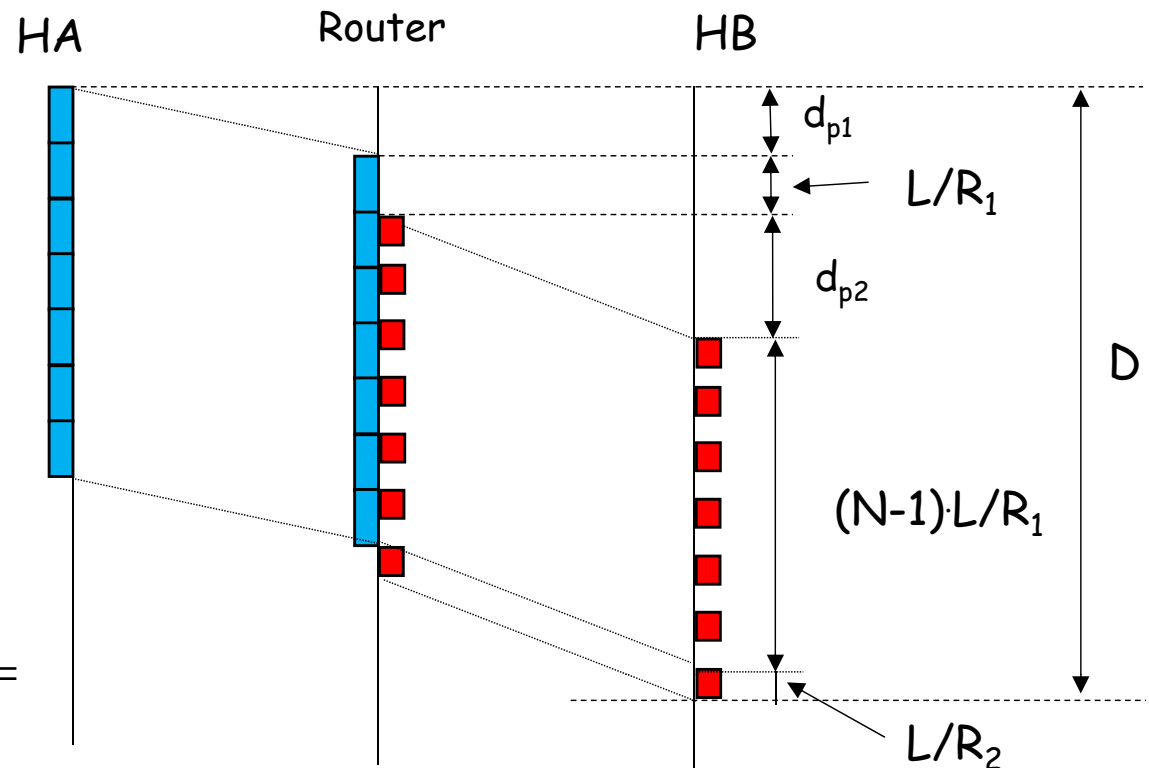
## ■ Caso b: $R_1 < R_2$

■ si ha che

$$T_{trasm1} > T_{trasm2} \rightarrow \frac{L}{R_1} > \frac{L}{R_2}$$

■ quindi

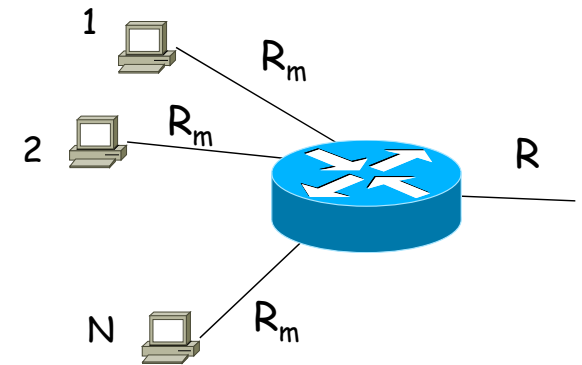
$$\begin{aligned} D &= d_{p1} + \frac{L}{R_1} + d_{p2} + (N-1)\frac{L}{R_1} + \frac{L}{R_2} = \\ &= d_{p1} + d_{p2} + N\frac{L}{R_1} + \frac{L}{R_2} \end{aligned}$$





# Esercizio 3

- Si consideri un link di capacità  $R=70$  pacch/s sulla quale si desidera moltiplicare statisticamente un numero  $N$  di sorgenti
- Si assuma che
  - il ritmo binario medio di emissione di ciascuna sorgente sia  $R_m=10$  pacch/s
  - l'espressione del valor medio del ritardo di accodamento  $d_{\text{queue}}$  (average queueing delay) subito dai pacchetti nel router sia
$$d_{\text{queue}} = \frac{0.1}{1 - \rho}$$
  - dove  $\rho$  è il coefficiente di utilizzazione medio della capacità del link
- Si calcoli il numero massimo  $N$  di sorgenti che è possibile moltiplicare sul link per cui il ritardo medio di trasferimento dei pacchetti nel router sia non superiore a  $d_0=0.2$  s





# Soluzione Esercizio 3 (1)

- Il vincolo sul ritardo di accodamento  $d_{\text{queue}} \leq 0.2$  s permette di determinare il valore massimo di  $\rho$  ( $\rho_{\text{max}}$ )

$$d_{\text{queue}} = \frac{0.1}{1 - \rho} \leq 0.2$$

■ quindi

$$\rho_{\text{max}} = \frac{N \cdot R_m}{R} \leq 0.5$$

- Il numero massimo di sorgenti  $N_{\text{max}}$  sarà quindi

$$N_{\text{max}} = \left\lfloor \frac{0.5 \cdot R}{R_m} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{0.5 \cdot 70}{10} \right\rfloor = 3$$

