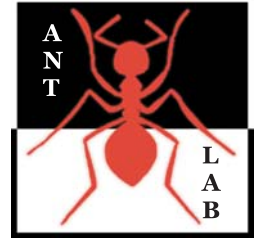




Politecnico di Milano

**A**dvanced **N**etwork **T**echnologies **L**aboratory



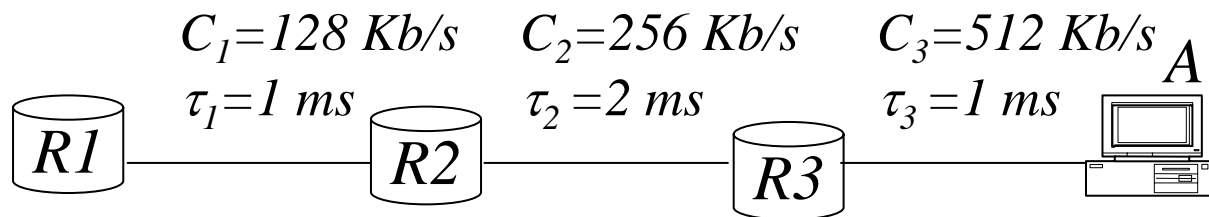
# Esercizi sulla commutazione di pacchetto

---

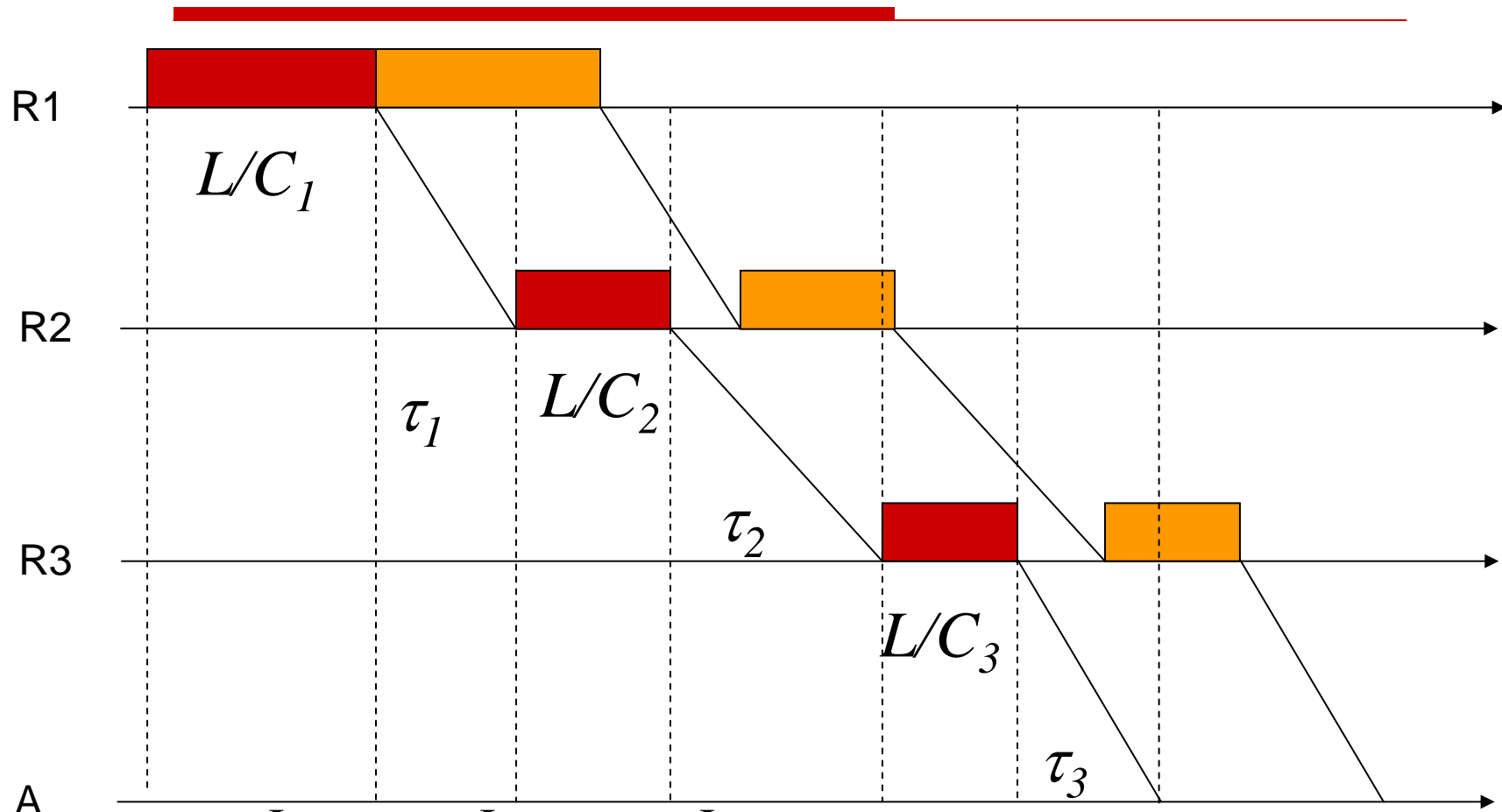
# Esercizio 1

---

- Si consideri la rete in figura. All'istante  $t=0$  la coda d'uscita di  $R1$  contiene 2 pacchetti diretti nell'ordine verso  $A$ . Nell'ipotesi che tutti i pacchetti siano lunghi 512 bit, si indichi per ciascuno di essi l'istante in cui viene completamente ricevuto dalla destinazione.



# Soluzione 1



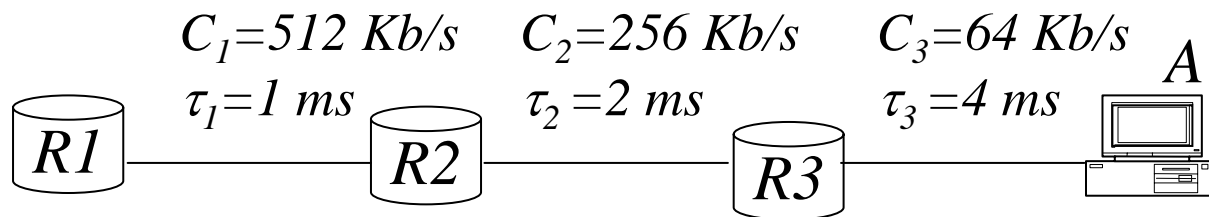
$$T_1 = \frac{L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_2} + \tau_2 + \frac{L}{C_3} + \tau_3 = 4 + 1 + 2 + 2 + 1 + 1 = 11 \text{ ms}$$

$$T_2 = \frac{2L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_2} + \tau_2 + \frac{L}{C_3} + \tau_3 = 15 \text{ ms}$$

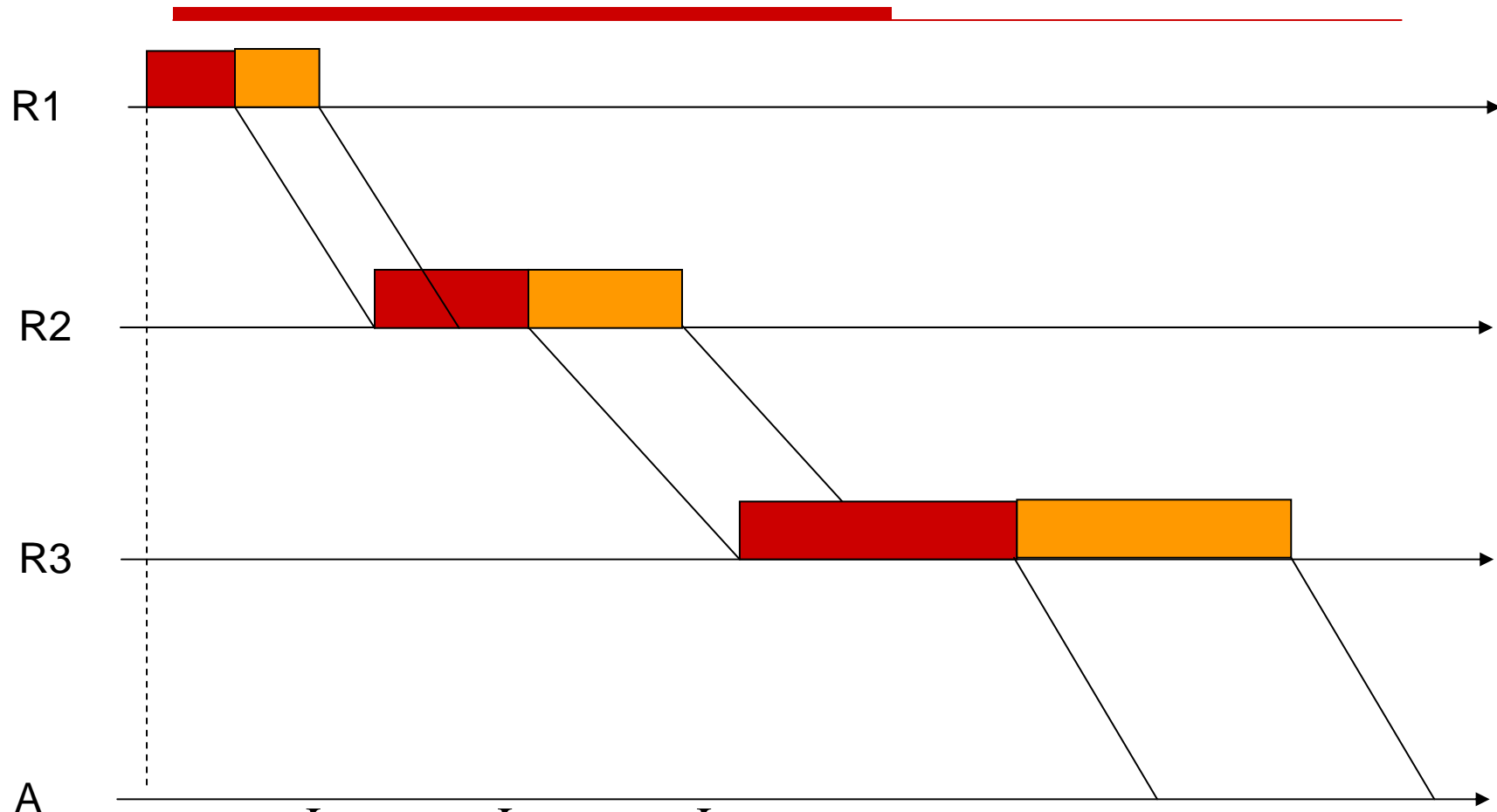
## Esercizio 2

---

- Si consideri la rete in figura. All'istante  $t=0$  la coda d'uscita di  $R1$  contiene 2 pacchetti diretti nell'ordine verso  $A$ . Nell'ipotesi che tutti i pacchetti siano lunghi 512 bit, si indichi per ciascuno di essi l'istante in cui viene completamente ricevuto dalla destinazione.



# Soluzione 2



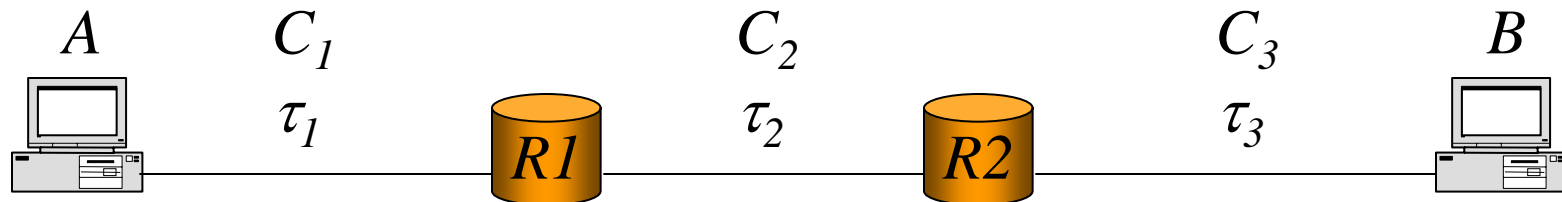
$$T_1 = \frac{L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_2} + \tau_2 + \frac{L}{C_3} + \tau_3 = 4 + 1 + 2 + 2 + 8 + 4 = 21 \text{ ms}$$

$$T_2 = \frac{L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_2} + \tau_2 + \frac{2L}{C_3} + \tau_3 = T_1 + \frac{L}{C_3} = 29 \text{ ms}$$

# Esercizio 3

---

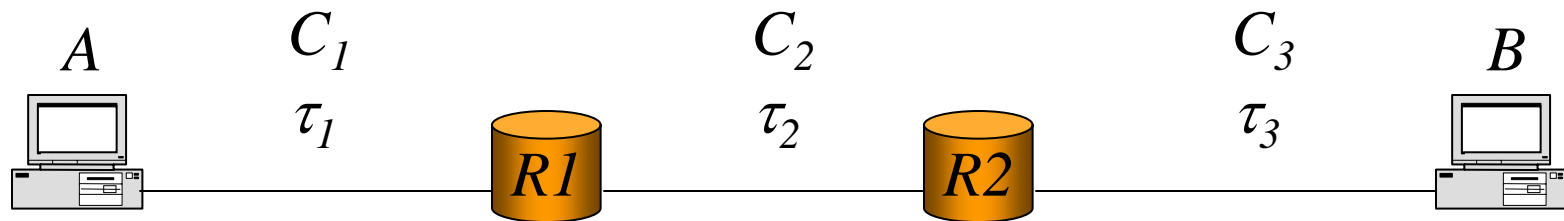
- Si consideri il collegamento in figura



- Si calcoli in forma parametrica il tempo necessario a trasmettere da A a B un pacchetto IP di lunghezza  $(h+D)$ .
  - Si supponga di suddividere il pacchetto in 2 frammenti. Si calcoli in forma parametrica il tempo necessario a trasmettere da A a B tutti i frammenti. Si ipotizzi  $C_2 \leq C_1 \leq C_3$
  - Quanti frammenti conviene fare al fine di minimizzare il tempo di trasmissione?
-

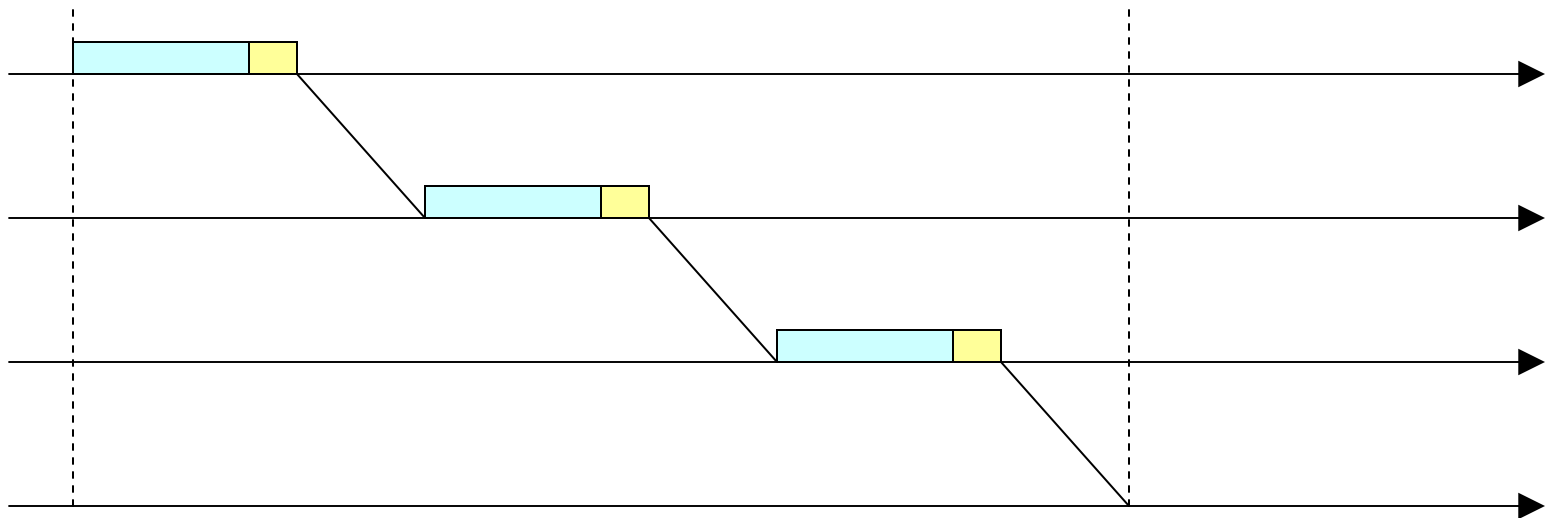
# Soluzione 3

---



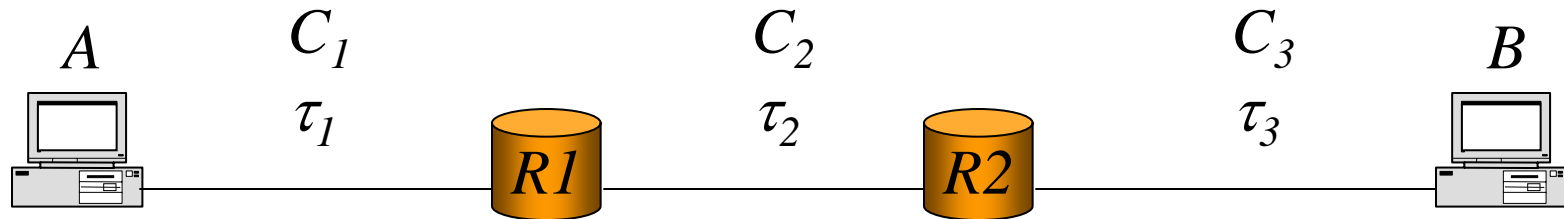
a)

$$T = \frac{h+D}{C_1} + \tau_1 + \frac{h+D}{C_2} + \tau_2 + \frac{h+D}{C_3} + \tau_3$$



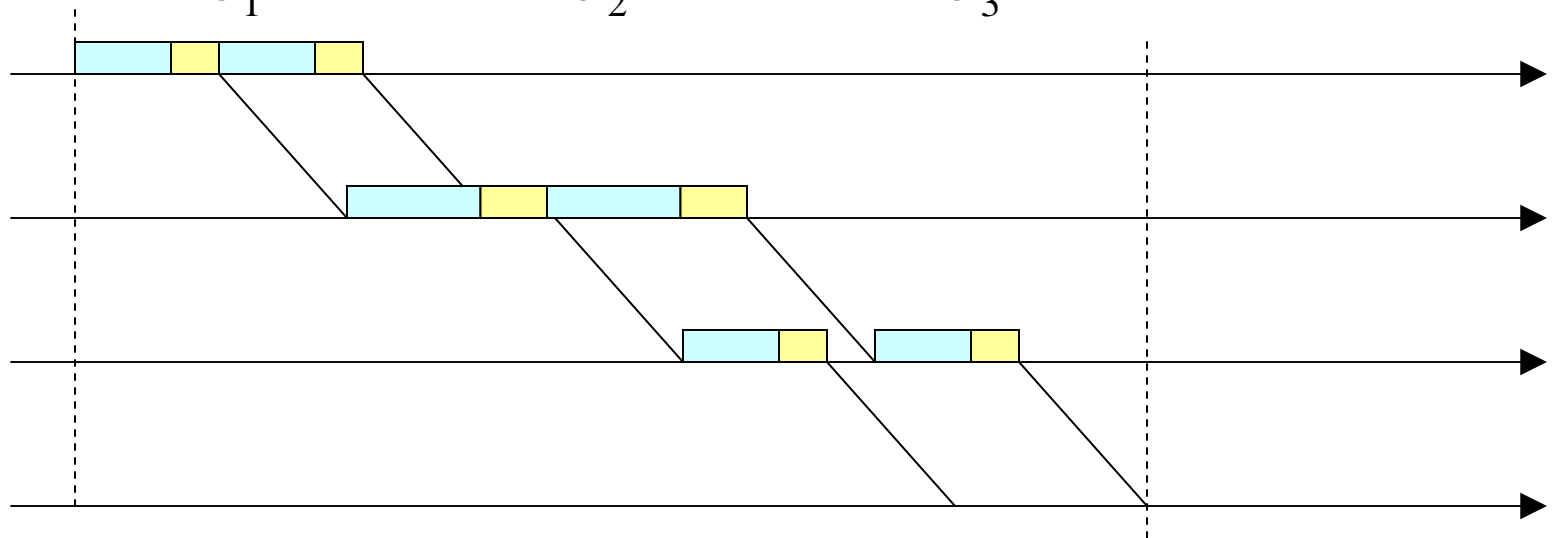
# Soluzione 3

---



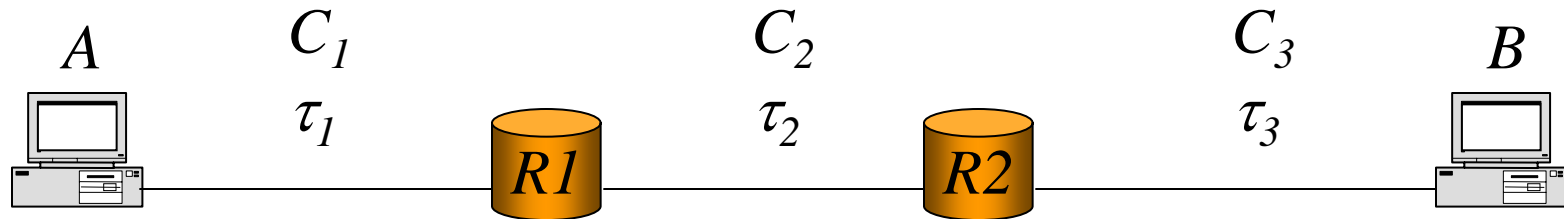
b)  $d = D/2$

$$T = \frac{h+d}{C_1} + \tau_1 + \frac{2(h+d)}{C_2} + \tau_2 + \frac{h+d}{C_3} + \tau_3$$



# Soluzione 3

---



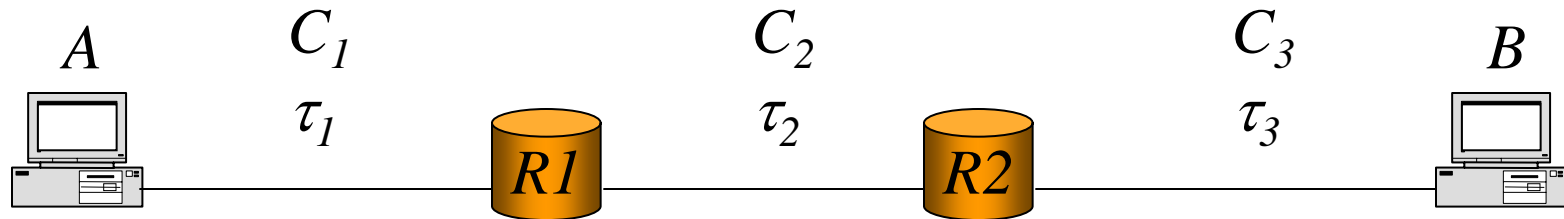
$$\begin{aligned} \text{c) } T &= \frac{h + D/n}{C_1} + \tau_1 + \frac{n(h + D/n)}{C_2} + \tau_2 + \frac{h + D/n}{C_3} + \tau_3 = \\ &= \left( \frac{h}{C_1} + \tau_1 + \frac{D}{C_2} + \tau_2 + \frac{h}{C_3} + \tau_3 \right) + \frac{D}{nC_1} + \frac{nh}{C_2} + \frac{D}{nC_3} \end{aligned}$$

$$\frac{\partial T}{\partial n} = \frac{h}{C_2} - \frac{D}{n^2 C_1} - \frac{D}{n^2 C_3} = 0$$

$$n^* = \sqrt{\frac{C_2}{h} \left( \frac{D}{C_1} + \frac{D}{C_3} \right)}$$

---

# Soluzione 3



$$C_1 = 1 \text{ Mbit/s}$$

$$C_2 = 900 \text{ Kbit/s}$$

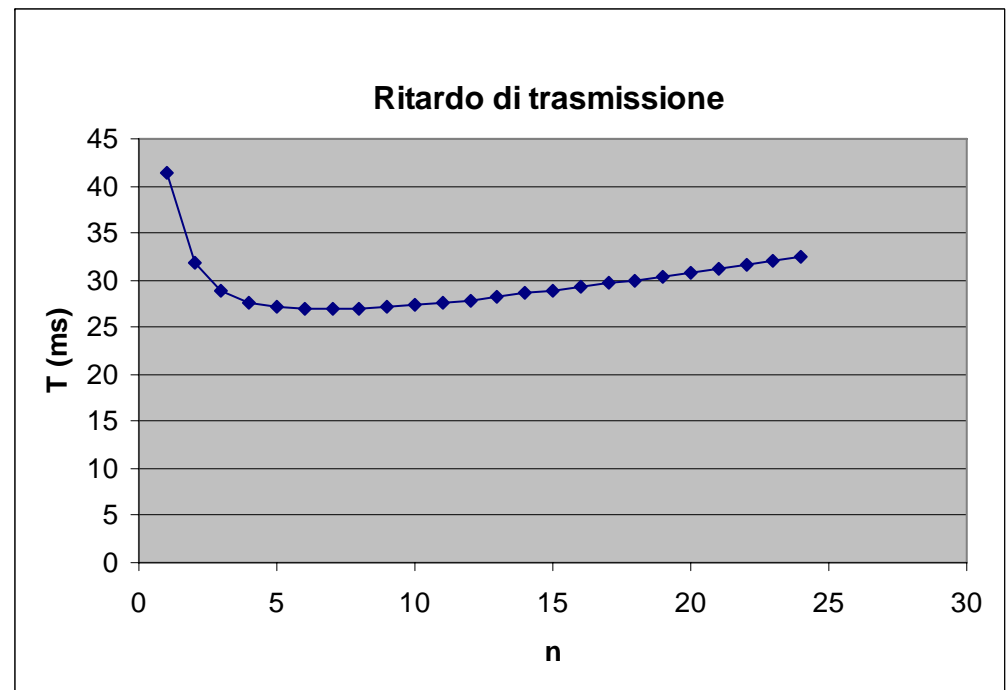
$$C_3 = 1 \text{ Mbit/s}$$

$$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 3 \text{ ms}$$

$$h = 400$$

$$D = 10000$$

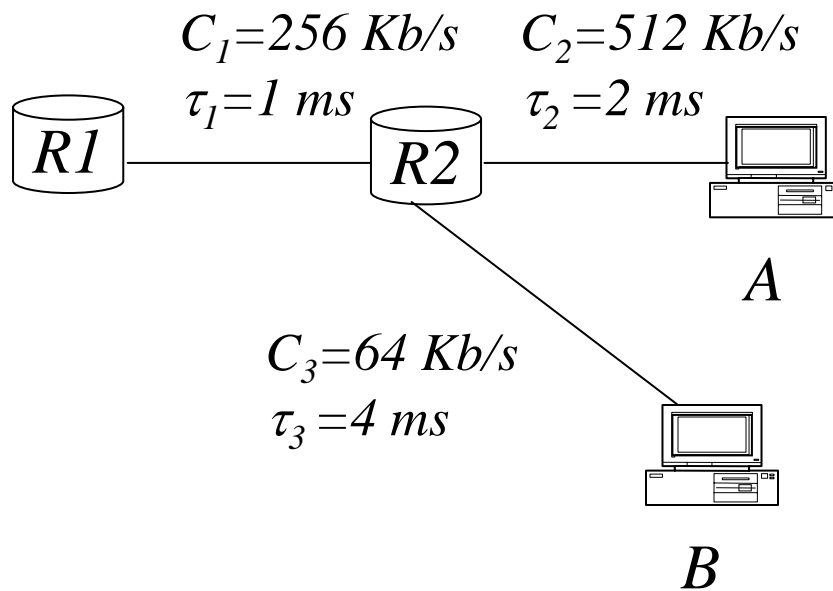
$$n^* = \sqrt{\frac{C_2}{h} \left( \frac{D}{C_1} + \frac{D}{C_3} \right)} = 6,71$$



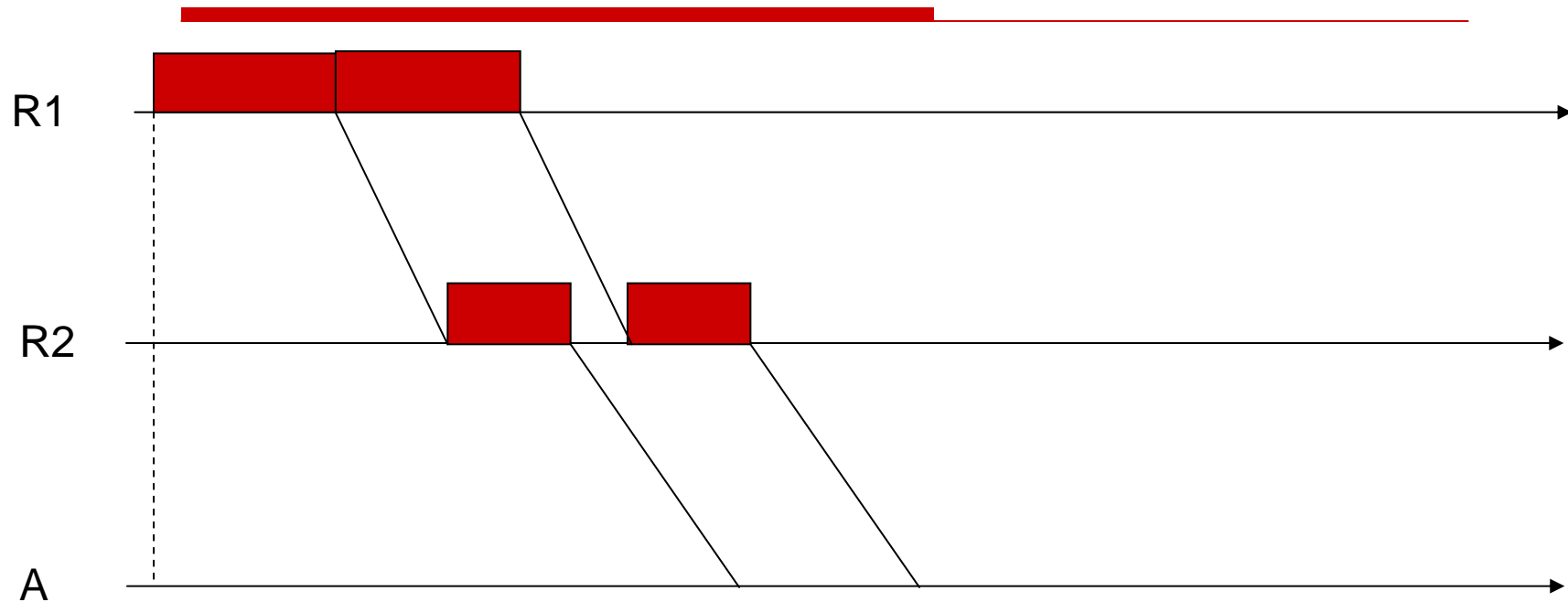
# Esercizio 4

---

- Si consideri la rete in figura. All'istante  $t=0$  la coda d'uscita di  $R1$  contiene 4 pacchetti diretti nell'ordine verso  $A, A, B, B$  e il canale è libero. Nell'ipotesi che tutti i pacchetti siano lunghi 512 bit, si indichi per ciascuno di essi l'istante in cui viene completamente ricevuto dalla destinazione.



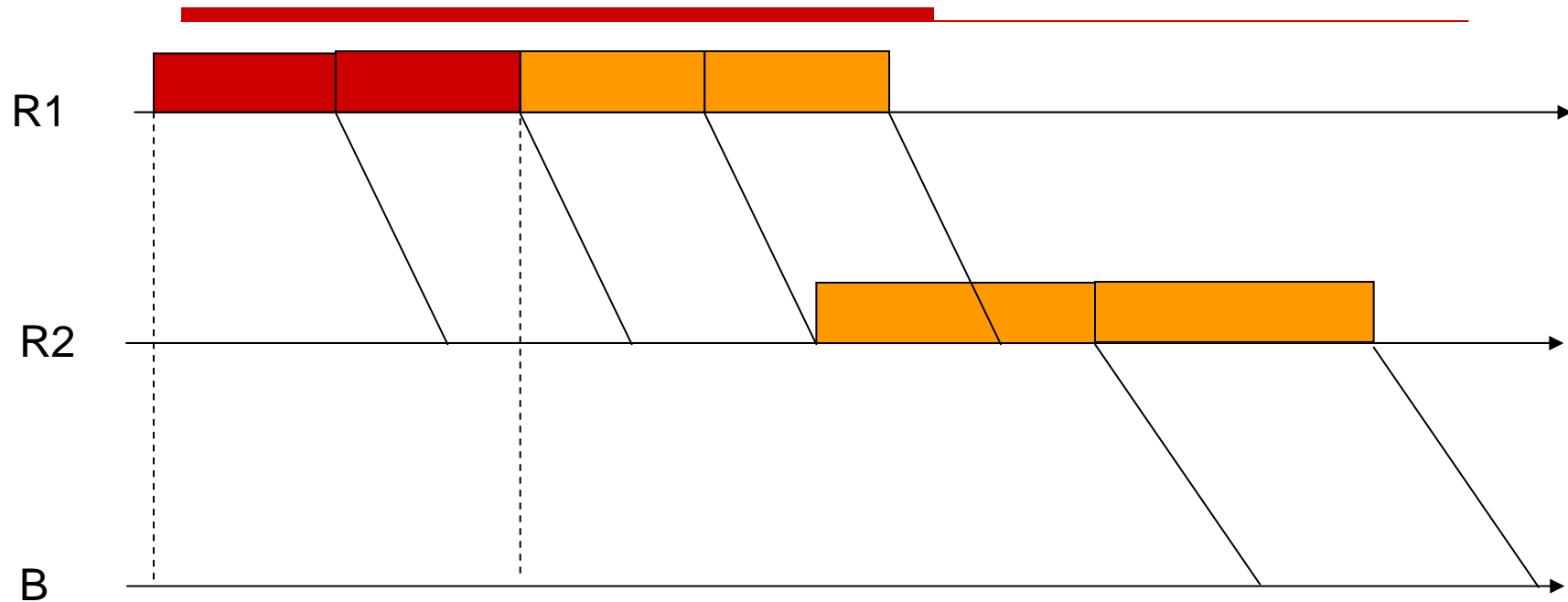
# Soluzione 4



$$T_1 = \frac{L_1}{C_1} + \tau_1 + \frac{L_1}{C_2} + \tau_2 = 2 + 1 + 1 + 2 = 6 \text{ ms}$$

$$T_2 = \frac{(L_1 + L_2)}{C_1} + \tau_1 + \frac{L_2}{C_2} + \tau_2 = 8 \text{ ms}$$

# Soluzione 4



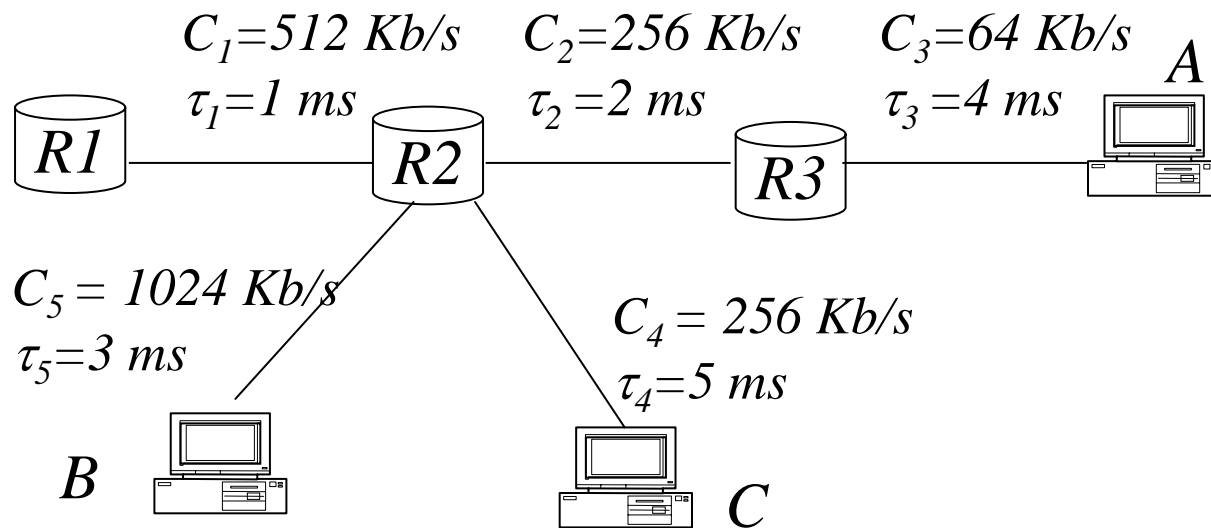
$$T_3 = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{C_1} + \tau_1 + \frac{L_3}{C_3} + \tau_3 = 6 + 1 + 8 + 4 = 19 \text{ ms}$$

$$T_4 = T_3 + \frac{L_4}{C_3} = 27 \text{ ms}$$

# Esercizio 5

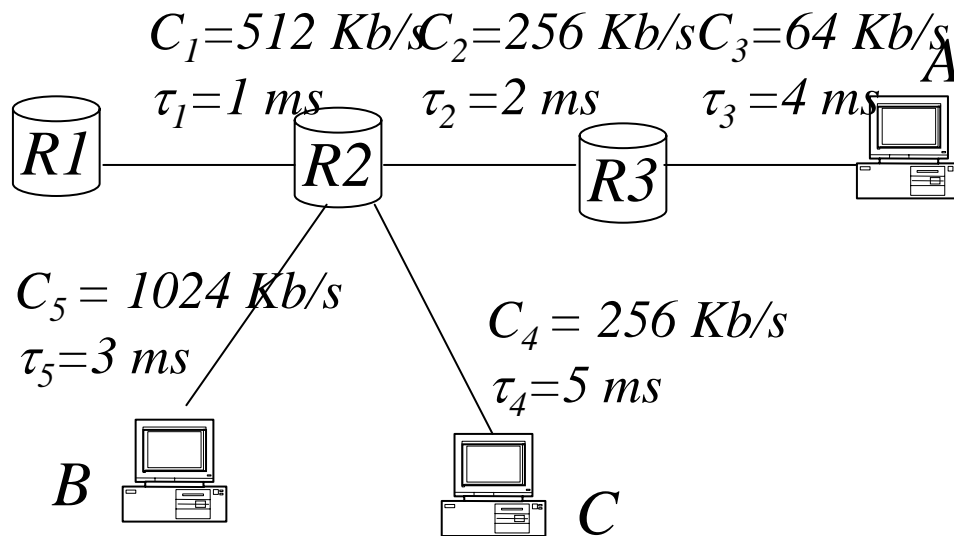
---

- Si consideri la rete in figura. All'istante  $t=0$  la coda d'uscita di  $R1$  contiene 6 pacchetti diretti nell'ordine verso  $A, A, B, B, C, C$  e il canale è libero. Nell'ipotesi che tutti i pacchetti siano lunghi 512 bit, si indichi per ciascuno di essi l'istante in cui viene completamente ricevuto dalla destinazione.



# Soluzione 5

---



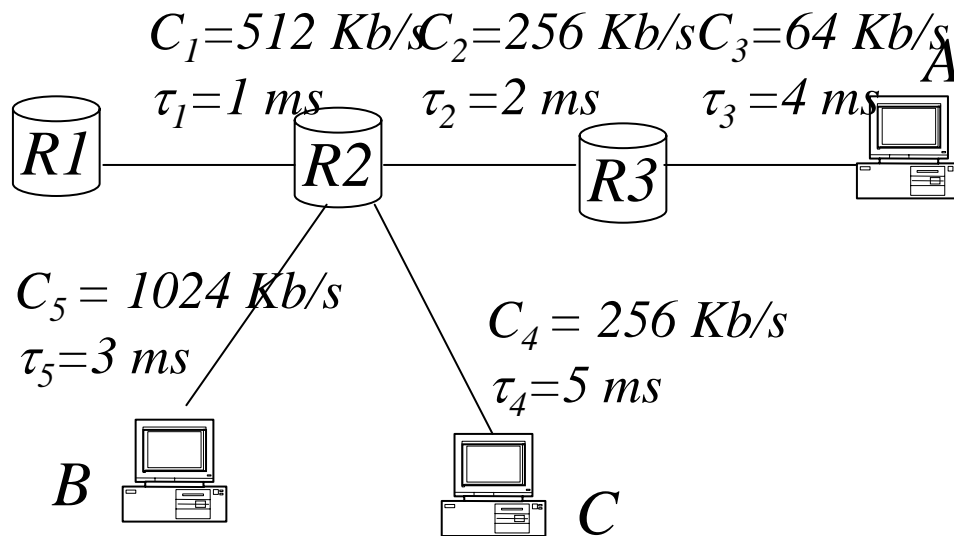
$$T_1 = \frac{L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_2} + \tau_2 + \frac{L}{C_3} + \tau_3 = 18 \text{ ms}$$

$$T_2 = T_1 + \frac{L}{C_3} = 26 \text{ ms}$$

---

# Soluzione 5

---



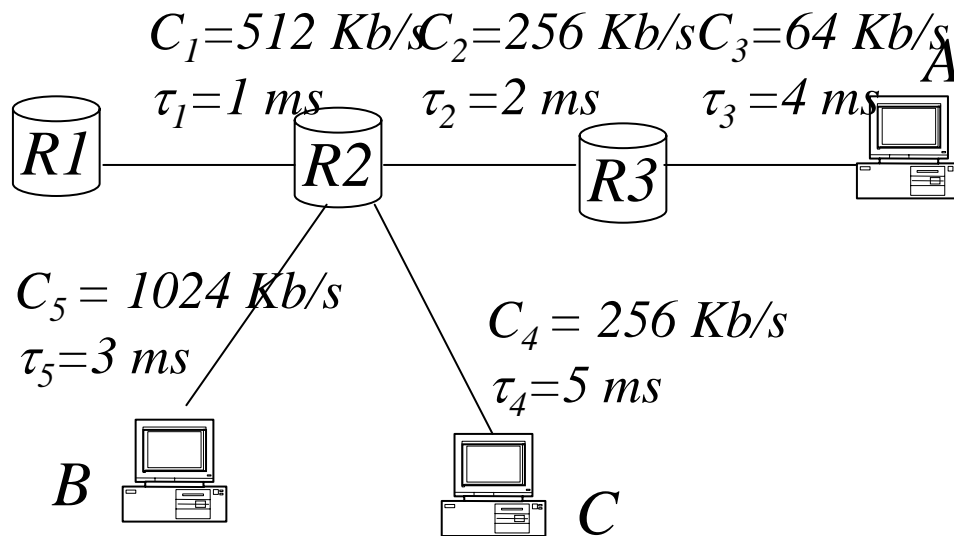
$$T_3 = \frac{3L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_5} + \tau_5 = 7.5 \text{ ms}$$

$$T_4 = \frac{4L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_5} + \tau_5 = 8.5 \text{ ms}$$

---

# Soluzione 5

---



$$T_5 = \frac{5L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_4} + \tau_4 = 13 \text{ ms}$$

$$T_6 = T_5 + \frac{L}{C_4} = 15 \text{ ms}$$

---