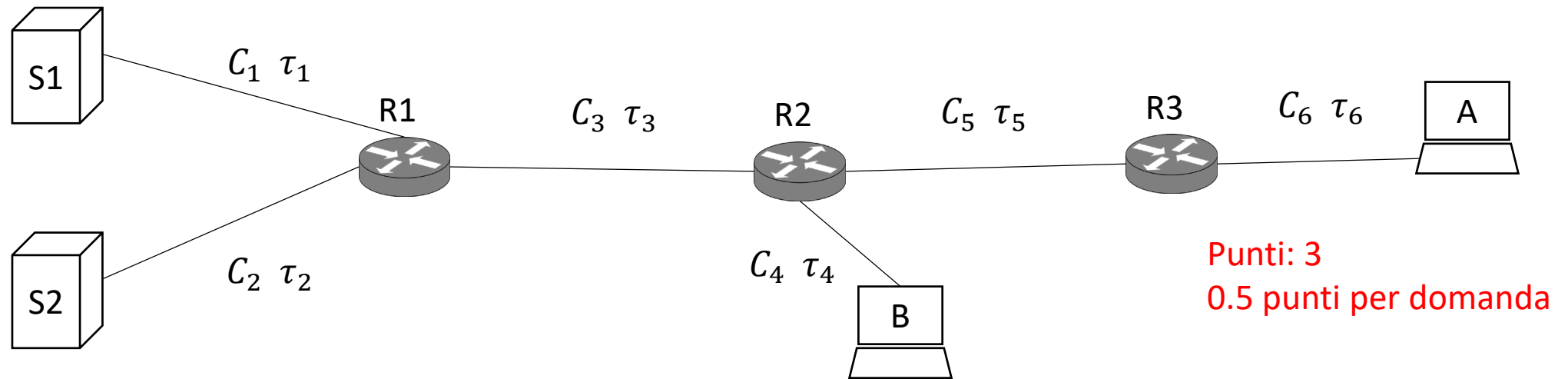


## Es. 1

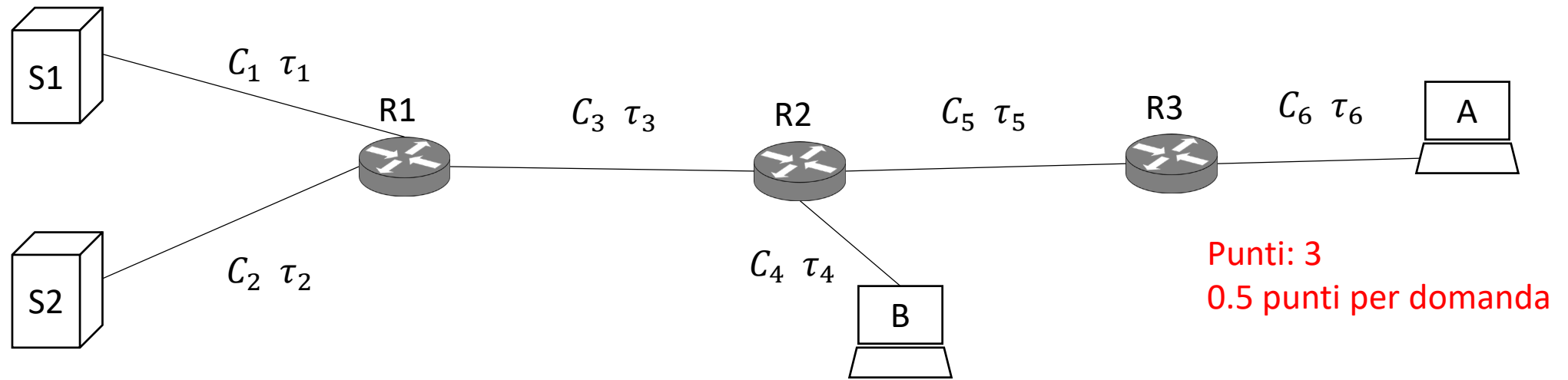


Si consideri la rete in figura con le velocità dei link indicate con  $C_x$  ( $x = 1, \dots, 6$ ) e i tempi di propagazione  $\tau_x$  ( $x = 1, \dots, 6$ ).

- a) Al tempo  $t = 0$  sono presenti 2 pacchetti in S1 e diretti in A (pacchetti A1, A2) di dimensioni  $L_{A1} = 1500 B$ ,  $L_{A2} = 500 B$ , rispettivamente. Si indichino con  $T_x^y$  ( $y = A1, A2$  e  $x = 1, \dots, 6$ ) i tempi di trasmissione dei pacchetti sui diversi link.
- Si calcoli in forma simbolica il tempo in cui il pacchetto A1 è ricevuto a destinazione:  $T_{tot}^{A1} = \dots$
  - Si calcoli il valore numerico del tempo in cui il pacchetto A1 è ricevuto a destinazione (in ms indicare solo il valore numerico, usare il punto come separatore dei decimali)
  - Si calcoli in forma simbolica il tempo in cui il pacchetto A2 è ricevuto a destinazione:  $T_{tot}^{A2} = \dots$
  - Si calcoli il valore numerico del tempo in cui il pacchetto A2 è ricevuto a destinazione (in ms indicare solo il valore numerico, usare il punto come separatore dei decimali)

NOTA: i punti a) e b) vanno risolti separatamente ognuno considerando solo i pacchetti indicati per ciascun punto e non quelli dell'altro.

## Es. 1

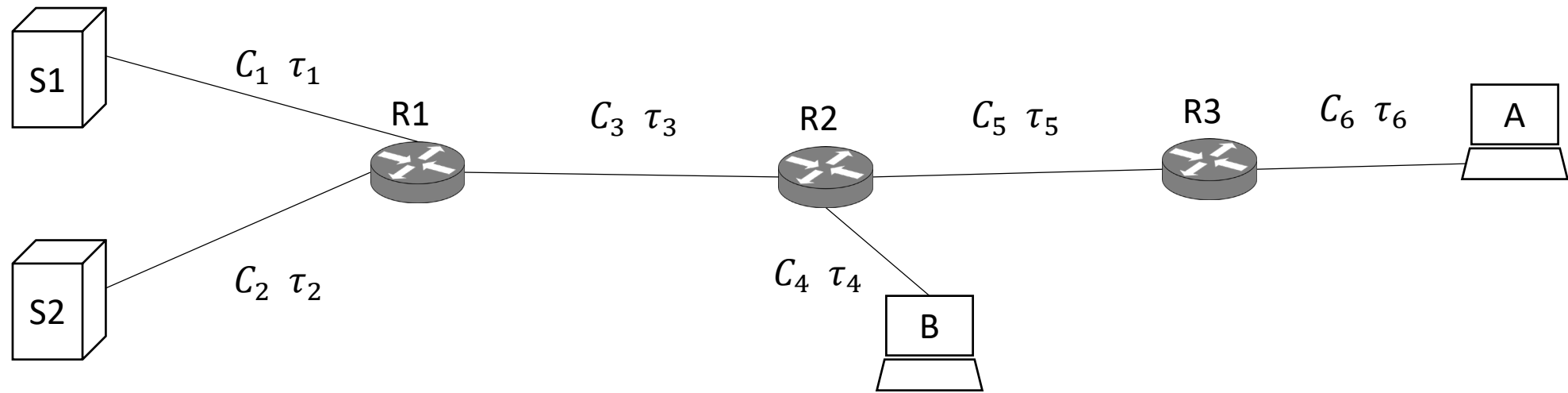


Si consideri la rete in figura con le velocità dei link indicate con  $C_x$  ( $x = 1, \dots, 6$ ) e i tempi di propagazione  $\tau_x$  ( $x = 1, \dots, 6$ ).

- b) Al tempo  $t = 0$  in  $S_2$  un file di lunghezza  $F$  è diviso in pacchetti di lunghezza massima  $L_{max} = 1500 B$  e trasmesso a  $B$ . Si indichino con  $T_x^y$  ( $y = B$  e  $x = 1, \dots, 6$ ) i tempi di trasmissione dei pacchetti di lunghezza massima sui diversi link.
- Si calcoli in forma simbolica il tempo  $T_F$  in cui il File è ricevuto a destinazione:  $T_F = \dots$
  - Si calcoli il valore numerico del tempo in cui il File è ricevuto a destinazione (in ms indicare solo il valore numerico, usare il punto come separatore dei decimali)

NOTA: i punti a) e b) vanno risolti separatamente ognuno considerando solo i pacchetti indicati per ciascun punto e non quelli dell'altro.

## Es. 1



Versione 1:

$$C_1 = 20 \text{ Mb/s}$$

$$C_2 = 20 \text{ Mb/s}$$

$$C_3 = 16 \text{ Mb/s}$$

$$C_4 = 40 \text{ Mb/s}$$

$$C_5 = 32 \text{ Mb/s}$$

$$C_6 = 100 \text{ Mb/s}$$

$$\tau_1 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = 0.1 \text{ ms}$$

$$\tau_2 = 0.3 \text{ ms}$$

$$F = 120 \text{ kb}$$

Versione 2:

$$C_1 = 10 \text{ Mb/s}$$

$$C_2 = 10 \text{ Mb/s}$$

$$C_3 = 8 \text{ Mb/s}$$

$$C_4 = 20 \text{ Mb/s}$$

$$C_5 = 32 \text{ Mb/s}$$

$$C_6 = 80 \text{ Mb/s}$$

$$\tau_1 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = 0.1 \text{ ms}$$

$$\tau_2 = 1.4 \text{ ms}$$

$$F = 300 \text{ kb}$$

Versione 3:

$$C_1 = 10 \text{ Mb/s}$$

$$C_2 = 10 \text{ Mb/s}$$

$$C_3 = 32 \text{ Mb/s}$$

$$C_4 = 20 \text{ Mb/s}$$

$$C_5 = 8 \text{ Mb/s}$$

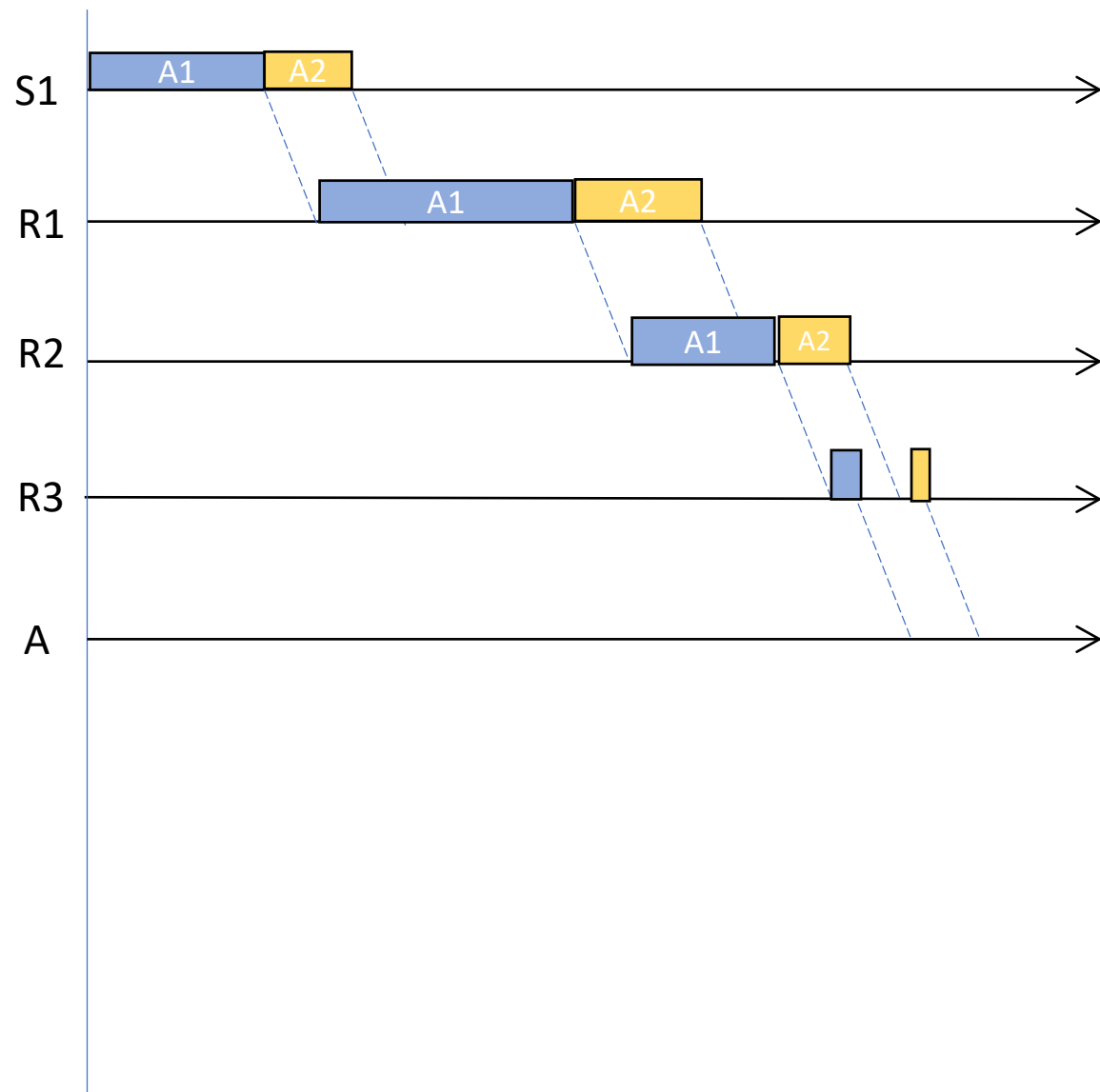
$$C_6 = 16 \text{ Mb/s}$$

$$\tau_1 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = 0.1 \text{ ms}$$

$$\tau_2 = 0.6 \text{ ms}$$

$$F = 216 \text{ kb}$$

Versione 1:



a)  $T_1^{A1} = 0.6 \text{ ms}; T_1^{A2} = 0.2 \text{ ms}$

$T_3^{A1} = 0.75 \text{ ms}; T_3^{A2} = 0.25 \text{ ms}$

$T_5^{A1} = 0.375 \text{ ms}; T_5^{A2} = 0.125 \text{ ms}$

$T_6^{A1} = 0.12 \text{ ms}; T_6^{A2} = 0.04 \text{ ms}$

$$T_{tot}^{A1} = T_1^{A1} + \tau_1 + T_3^{A1} + \tau_3 + T_5^{A1} + \tau_5 + T_6^{A1} + \tau_6 = 2.245 \text{ ms}$$

$$T_{tot}^{A2} = T_1^{A1} + \tau_1 + T_3^{A1} + \tau_3 + T_5^{A1} + T_5^{A2} + \tau_5 + T_6^{A2} + \tau_6 = 2.290 \text{ ms}$$

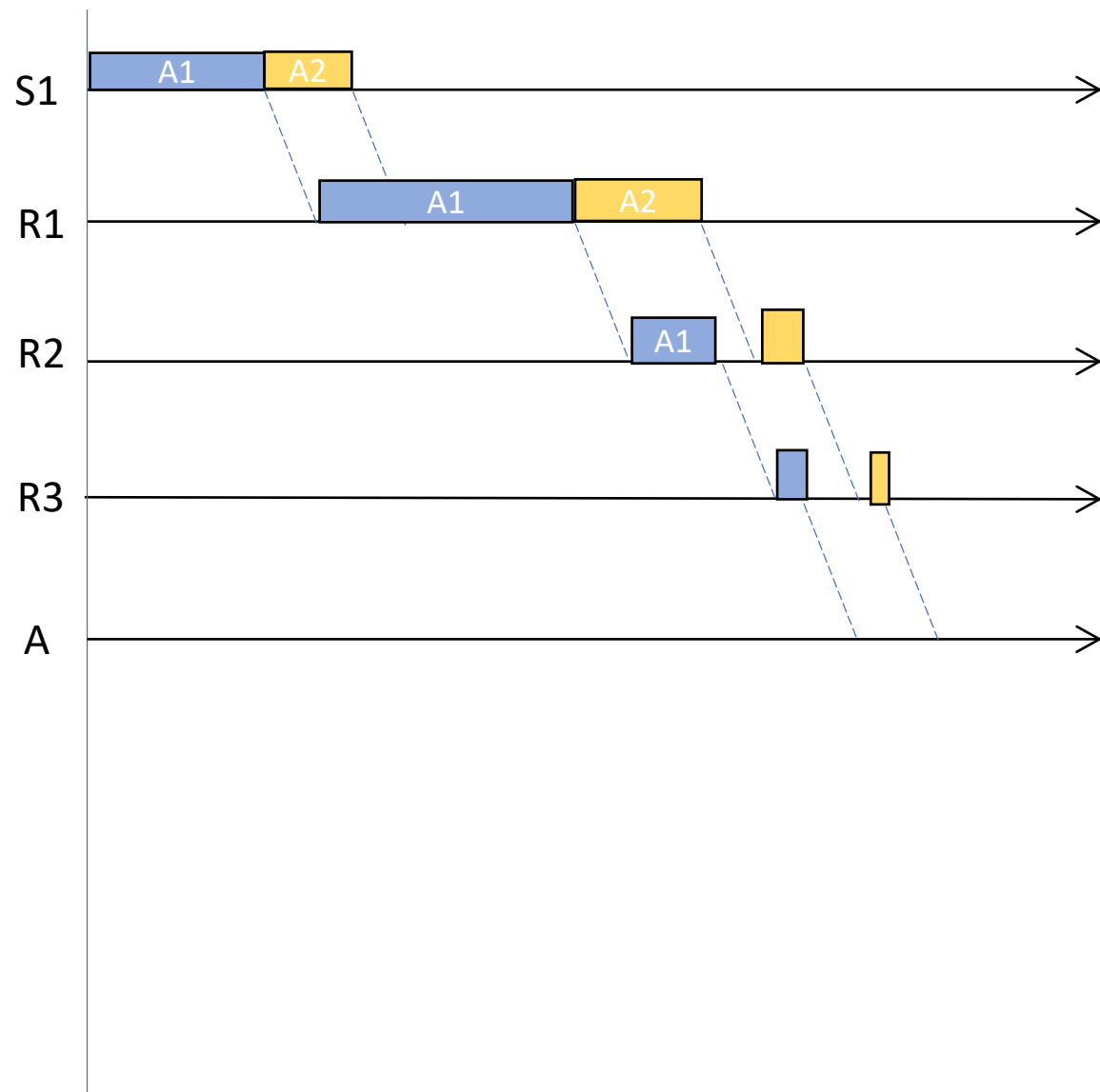
b)

$F = 10 \text{ pacchetti}$

$T_2^B = 0.6 \text{ ms}; T_3^B = 0.75 \text{ ms}; T_4^B = 0.3 \text{ ms}$

$T_F = T_2^B + \tau_2 + 10T_3^B + \tau_3 + T_4^B + \tau_4 = 8.9 \text{ ms}$

Versione 2:



a)  $T_1^{A1} = 1.2 \text{ ms}; T_1^{A2} = 0.4 \text{ ms}$

$T_3^{A1} = 1.5 \text{ ms}; T_3^{A2} = 0.5 \text{ ms}$

$T_5^{A1} = 0.375 \text{ ms}; T_5^{A2} = 0.125 \text{ ms}$

$T_6^{A1} = 0.15 \text{ ms}; T_6^{A2} = 0.05 \text{ ms}$

$$T_{tot}^{A1} = T_1^{A1} + \tau_1 + T_3^{A1} + \tau_3 + T_5^{A1} + \tau_5 + T_6^{A1} + \tau_6 = 3.625 \text{ ms}$$

$$T_{tot}^{A2} = T_1^{A1} + \tau_1 + T_3^{A1} + T_3^{A2} + \tau_3 + T_5^{A2} + \tau_5 + T_6^{A2} + \tau_6 = 3.775 \text{ ms}$$

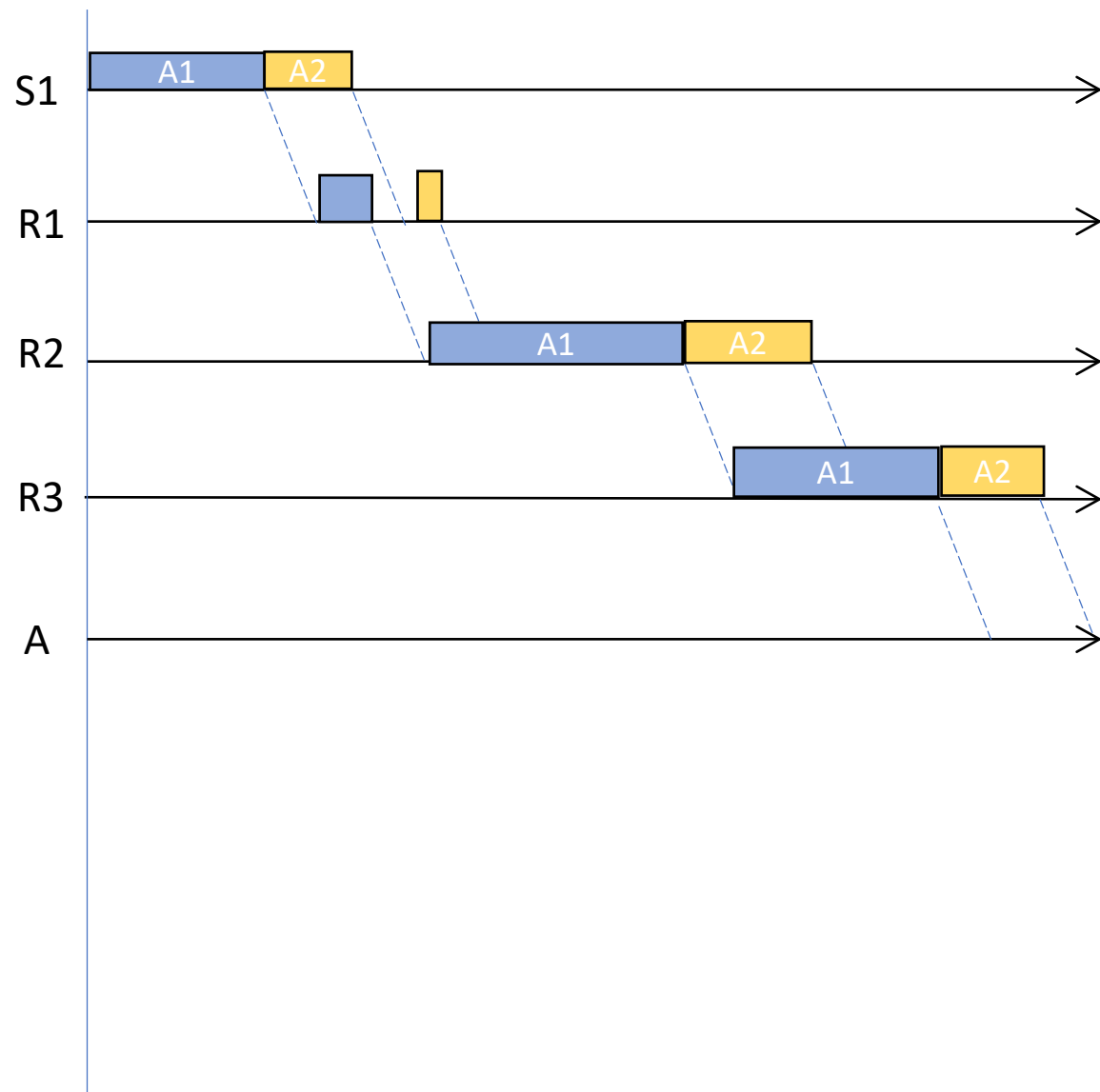
b)

$F = 25 \text{ pacchetti}$

$T_2^B = 1.2 \text{ ms}; T_3^B = 1.5 \text{ ms}; T_4^B = 0.6 \text{ ms}$

$T_F = T_2^B + \tau_2 + 25T_3^B + \tau_3 + T_4^B + \tau_4 = 40.9 \text{ ms}$

Versione 3:



a)  $T_1^{A1} = 1.2 \text{ ms}; T_1^{A2} = 0.4 \text{ ms}$

$$T_3^{A1} = 0.375 \text{ ms}; T_3^{A2} = 0.125 \text{ ms}$$

$$T_5^{A1} = 1.5 \text{ ms}; T_5^{A2} = 0.5 \text{ ms}$$

$$T_6^{A1} = 0.75 \text{ ms}; T_6^{A2} = 0.25 \text{ ms}$$

$$T_{tot}^{A1} = T_1^{A1} + \tau_1 + T_3^{A1} + \tau_3 + T_5^{A1} + \tau_5 + T_6^{A1} + \tau_6 = 4.225 \text{ ms}$$

$$T_{tot}^{A2} = T_1^{A1} + \tau_1 + T_3^{A1} + \tau_3 + T_5^{A1} + \tau_5 + T_6^{A1} + T_6^{A2} + \tau_6 = 4.475 \text{ ms}$$

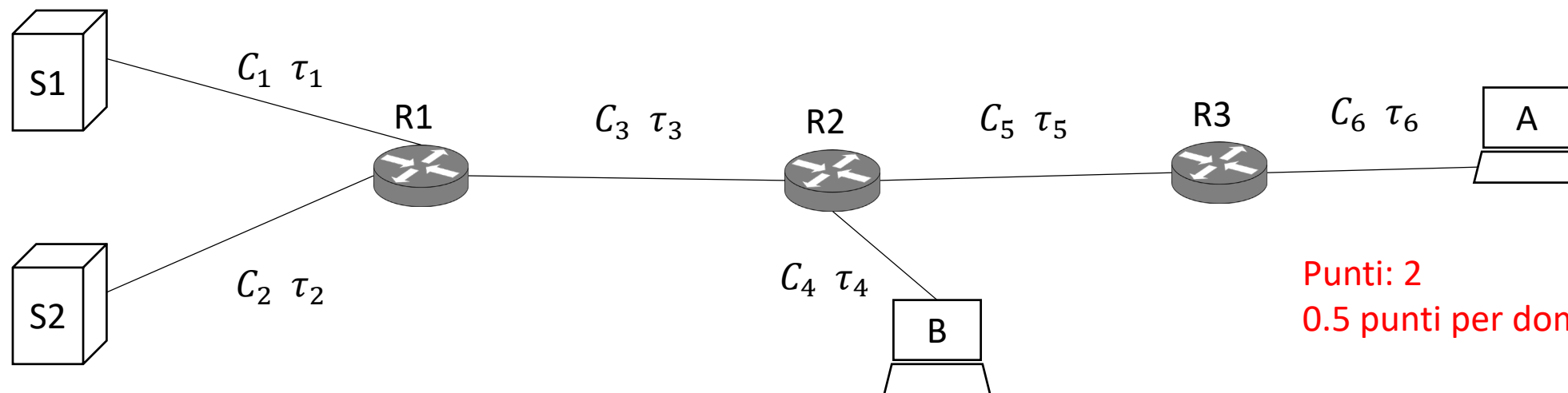
b)

$$F = 18 \text{ pacchetti}$$

$$T_2^B = 1.2 \text{ ms}; T_3^B = 0.375 \text{ ms}; T_4^B = 0.6 \text{ ms}$$

$$T_F = 18T_2^B + \tau_2 + T_3^B + \tau_3 + T_4^B + \tau_4 = 23.375 \text{ ms}$$

## Es. 2



Punti: 2  
0.5 punti per domanda

Si consideri la rete in figura con le velocità dei link indicate con  $C_x$  ( $x = 1, \dots, 6$ ) e i tempi di propagazione  $\tau_x$  ( $x = 1, \dots, 6$ ). Un client HTTP in A vuole scaricare una pagina web dal server S1 composta da un documento base della lunghezza di  $L_{html} = 30 \text{ kB}$  e  $k$  oggetti della lunghezza di  $L_{obj} = 300 \text{ kB}$ . I pacchetti per apertura della connessione e per il GET sono di lunghezza trascurabile. Tra S2 e B sono attivi  $n$  flussi interferenti di lunga durata.

- Calcolare il tempo di download della pagina web nel caso di connessione HTTP persistente
- Calcolare il tempo di download della pagina web nel caso di connessione HTTP non persistente e oggetti in parallelo

Versione 1:

$$C_1 = C_2 = 16 \text{ Mb/s}$$

$$C_3 = 12 \text{ Mb/s}$$

$$C_4 = 8 \text{ Mb/s}$$

$$C_5 = 6 \text{ Mb/s}$$

$$C_6 = 100 \text{ Mb/s}$$

$$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = 10 \text{ ms}$$

$$k = 3$$

$$n = 2$$

Versione 2:

$$C_1 = C_2 = 32 \text{ Mb/s}$$

$$C_3 = 20 \text{ Mb/s}$$

$$C_4 = 100 \text{ Mb/s}$$

$$C_5 = 18 \text{ Mb/s}$$

$$C_6 = 100 \text{ Mb/s}$$

$$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = 20 \text{ ms}$$

$$k = 9$$

$$n = 1$$

Versione 3:

$$C_1 = C_2 = 100 \text{ Mb/s}$$

$$C_3 = 15 \text{ Mb/s}$$

$$C_4 = 100 \text{ Mb/s}$$

$$C_5 = 6 \text{ Mb/s}$$

$$C_6 = 100 \text{ Mb/s}$$

$$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = 15 \text{ ms}$$

$$k = 3$$

$$n = 2$$

$$RTT = 80 \text{ ms}$$

$$R_{html} = R_{obj}^p = \frac{C_3}{3} = 4 \text{ Mb/s}$$

$$T_{html} = \frac{L_{html}}{R_{html}} = \frac{30 \cdot 8 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^6} = 60 \text{ ms}$$

$$T_{obj}^p = \frac{L_{obj}}{R_{obj}^p} = \frac{300 \cdot 8 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^6} = 600 \text{ ms}$$

$$R_{obj}^{np} = \frac{C_5}{3} = 2 \text{ Mb/s}$$

$$T_{obj}^{np} = \frac{L_{obj}}{R_{obj}^{np}} = \frac{300 \cdot 8 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^6} = 1200 \text{ ms}$$

Versione 1:

$$C_1 = C_2 = 16 \text{ Mb/s}$$

$$C_3 = 12 \text{ Mb/s}$$

$$C_4 = 8 \text{ Mb/s}$$

$$C_5 = 6 \text{ Mb/s}$$

$$C_6 = 100 \text{ Mb/s}$$

$$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = 10 \text{ ms}$$

$$k = 3$$

$$n = 2$$

$$T_{tot}^p = 2RTT + T_{html} + 3(RTT + T_{obj}^p) = 2260 \text{ ms}$$

$$T_{tot} = 2RTT + T_{html} + 2RTT + T_{obj}^{np} = 1580 \text{ ms}$$



$$RTT = 160 \text{ ms}$$

$$R_{html} = R_{obj}^p = \frac{C_3}{2} = 10 \text{ Mb/s}$$

$$T_{html} = \frac{L_{html}}{R_{html}} = \frac{30 \cdot 8 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^6} = 24 \text{ ms}$$

$$T_{obj}^p = \frac{L_{obj}}{R_{obj}^p} = \frac{300 \cdot 8 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^6} = 240 \text{ ms}$$

$$R_{obj}^{np} = \frac{C_5}{9} = 2 \text{ Mb/s}$$

$$T_{obj}^{np} = \frac{L_{obj}}{R_{obj}^{np}} = \frac{300 \cdot 8 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^6} = 1200 \text{ ms}$$

Versione 2:

$$C_1 = C_2 = 32 \text{ Mb/s}$$

$$C_3 = 20 \text{ Mb/s}$$

$$C_4 = 100 \text{ Mb/s}$$

$$C_5 = 18 \text{ Mb/s}$$

$$C_6 = 100 \text{ Mb/s}$$

$$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = 20 \text{ ms}$$

$$k = 9$$

$$n = 1$$

$$T_{tot}^p = 2RTT + T_{html} + 9 \left( RTT + T_{obj}^p \right) = 3944 \text{ ms}$$

$$T_{tot} = 2RTT + T_{html} + 2RTT + T_{obj}^{np} = 1864 \text{ ms}$$

$$RTT = 120 \text{ ms}$$

$$R_{html} = R_{obj}^p = \frac{C_3}{3} = 5 \text{ Mb/s}$$

$$T_{html} = \frac{L_{html}}{R_{html}} = \frac{30 \cdot 8 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^6} = 48 \text{ ms}$$

$$T_{obj}^p = \frac{L_{obj}}{R_{obj}^p} = \frac{300 \cdot 8 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^6} = 480 \text{ ms}$$

$$R_{obj}^{np} = \frac{C_5}{3} = 2 \text{ Mb/s}$$

$$T_{obj}^{np} = \frac{L_{obj}}{R_{obj}^{np}} = \frac{300 \cdot 8 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^6} = 1200 \text{ ms}$$

Versione 3:

$$C_1 = C_2 = 100 \text{ Mb/s}$$

$$C_3 = 15 \text{ Mb/s}$$

$$C_4 = 100 \text{ Mb/s}$$

$$C_5 = 6 \text{ Mb/s}$$

$$C_6 = 100 \text{ Mb/s}$$

$$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = 15 \text{ ms}$$

$$k = 3$$

$$n = 2$$

$$T_{tot}^p = 2RTT + T_{html} + 3(RTT + T_{obj}^p) = 2088 \text{ ms}$$

$$T_{tot} = 2RTT + T_{html} + 2RTT + T_{obj}^{np} = 1728 \text{ ms}$$

- v1 Un segnale analogico viene campionato, quantizzato con 24 bit per campione, e trasmesso alla velocità di 96 kb/s con segnale modulato avente efficienza spettrale di 2 b/s/Hz.
- a) Qual è la banda del segnale modulato in kHz? – 48 kHz
  - b) Qual è la banda del segnale analogico in kHz? – 2 kHz
- v2 Un segnale analogico viene campionato, quantizzato con 15 bit per campione, e trasmesso alla velocità di 330 kb/s con segnale modulato avente efficienza spettrale di 3 b/s/Hz.
- a) Qual è la banda del segnale modulato in kHz? – 110 kHz
  - b) Qual è la banda del segnale analogico in kHz? – 11 kHz
- v3 Un segnale analogico viene campionato, quantizzato con 16 bit per campione, e trasmesso alla velocità di 3200 kb/s con segnale modulato avente efficienza spettrale di 10 b/s/Hz.
- a) Qual è la banda del segnale modulato in kHz? – 320 kHz
  - b) Qual è la banda del segnale analogico in kHz? – 100 kHz

## D. 2 v1

Punti: 1

0.5 punti per domanda

Si considerino le informazioni fornite dal DNS e visualizzate tramite comando dig:

a) A quale indirizzo IP viene inviato un messaggio di posta avente destinazione `pippo@disney.com`?

84.53.43.21

b) Qual è l'indirizzo IP del DNS server autoritativo del dominio `disney.com`?

84.53.18.1

84.53.177.25

QUESTION SECTION:

`disney.com.` IN A

ANSWER SECTION:

`disney.com.` IN A 84.53.177.9

AUTHORITY SECTION:

`disney.com` IN NS `ns.disney.com`

`disney.com` IN NS `ns2.disney.com`

ADDITIONAL SECTION:

`disney.com.` IN MX `smtp.disney.com`

`ns.disney.com` IN A 84.53.18.1

`ns2.disney.com` IN A 84.53.177.25

`smtp.disney.com` IN A 84.53.43.21

## D. 2 v2

Punti: 1

0.5 punti per domanda

Si considerino le informazioni fornite dal DNS e visualizzate tramite comando dig:

a) A quale indirizzo IP viene inviato un messaggio di posta avente destinazione `pippo@disney.com`?

84.53.35.33

b) Qual è l'indirizzo IP del DNS server autoritativo del dominio `disney.com`?

84.53.85.11

84.53.17.52

QUESTION SECTION:

`disney.com.` IN A

ANSWER SECTION:

`disney.com.` IN A 84.53.237.9

AUTHORITY SECTION:

`disney.com` IN NS `ns.disney.com`

`disney.com` IN NS `ns2.disney.com`

ADDITIONAL SECTION:

`disney.com.` IN MX `smtp.disney.com`

`smtp.disney.com` IN A 84.53.35.33

`ns.disney.com` IN A 84.53.85.11

`ns2.disney.com` IN A 84.53.17.52

## D. 2 v3

Punti: 1

0.5 punti per domanda

Si considerino le informazioni fornite dal DNS e visualizzate tramite comando dig:

a) A quale indirizzo IP viene inviato un messaggio di posta avente destinazione `pippo@disney.com`?

84.53.5.133

b) Qual è l'indirizzo IP del DNS server autoritativo del dominio `disney.com`?

84.53.185.121

84.53.49.152

QUESTION SECTION:

`disney.com.` IN A

ANSWER SECTION:

`disney.com.` IN A 84.77.237.9

AUTHORITY SECTION:

`disney.com` IN NS `ns.disney.com`

`disney.com` IN NS `ns2.disney.com`

ADDITIONAL SECTION:

`disney.com.` IN MX `smtp.disney.com`

`smtp.disney.com` IN A 84.53.5.133

`ns.disney.com` IN A 84.53.185.121

`ns2.disney.com` IN A 84.53.49.152