

Si vuole aggiungere un nuovo protocollo nel livello applicazione: quali modifiche è necessario apportare agli altri livelli?

**Risposta:** Si deve far sì che i protocolli al livello di trasporto siano in grado di leggere ed incapsulare i messaggi del nuovo protocollo, non è necessario fare altro in quanto i differenti protocolli sono "indipendenti", nel senso che non devono sapere nulla dell'implementazione degli altri.

Quando si dice che il livello di trasporto effettua il multiplexing e il demultiplexing dei messaggi a livello applicazione, si intende che il protocollo di livello trasporto può combinare più messaggi del livello applicazione in un pacchetto? Spiegare

**Risposta:** No, si intende che, il livello di trasporto, può incapsulare messaggi provenienti da diversi protocolli, e decapsulare messaggi, provenienti da diversi protocolli, per consegnarli al giusto processo, tale operazione legge il numero di porta.

Spiegare il motivo per cui, nel contesto del paradigma client/server, il server debba essere permanentemente in esecuzione mentre il client possa essere eseguito solo quando necessario

**Risposta:** In quanto il client, è colui che usufruisce del servizio, e va in esecuzione quando, appunto, ne deve usufruire, il server è colui che fornisce il servizio, e deve permanentemente in esecuzione, per far sì che il servizio sia disponibile ai client in qualsiasi momento.

Si consideri un router A che trasmette pacchetti, ognuno di lunghezza  $L$  bit, su un canale di trasmissione con Rate  $R$  Mbps verso un router B all'altro estremo del link. Si supponga  $L = 4000$  e  $R = 10$  Mbps. Si supponga inoltre il ritardo di propagazione pari a 0.2 millisecondi.

1. Quanto impiega il router A a trasmettere un pacchetto?
2. Qual è il tempo di trasmissione di 1 bit?

3. Qual è il massimo numero di pacchetti ( $L = 4000$ ) al secondo che possono essere trasmessi sul link?

4. Supponendo che il router A invii i pacchetti uno dopo l'altro senza introdurre ritardi tra la trasmissione di un pacchetto e il successivo, quanto tempo impiega il router B a ricevere 4 pacchetti?

5. Qual è il massimo numero di bit che possono essere presenti sul canale?

$$1) d_{trans} = \frac{L}{R} = \frac{4000 \text{ bit}}{10 \cdot 10^6 \text{ bit/sec}} = \frac{4 \cdot 10^3}{10^7} = \frac{4}{10^4} = 0,0004 \text{ sec} = 0,4 \text{ ms}$$

$$2) \text{risultato essere } \frac{1}{10^7} \text{ sec}$$

$$3) 10 \cdot 10^6 \text{ bit, equivalgono a } \frac{10 \cdot 10^6}{4 \cdot 10^3} = \frac{10^4}{4} = 2500 \text{ pacchetti}$$

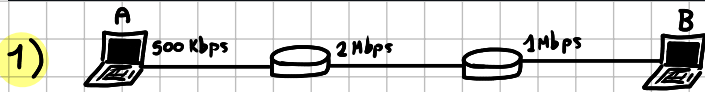
4) è come se inviasse un unico pacchetto di 4.4000 bit, quindi impiega

$$\underbrace{2 \cdot 10^{-4}}_{prop} + \frac{4 \cdot 4000}{10 \cdot 10^6} = 4 \cdot \frac{4 \cdot 10^3}{10^7} + 2 \cdot 10^{-4} = \frac{16}{10^4} + \frac{2}{10^4} = \frac{18}{10^4} = 0,0018 \text{ sec} = 1,8 \text{ ms}$$

$$5) \text{ È il prodotto rate} \times \text{ritardo: } 10^7 \cdot \frac{2}{10^4} = 10^3 \cdot 2 = 2000 \text{ bit}$$

Si consideri un Host A che vuole inviare un file molto grande, 4 milioni di byte, a un Host B. Il percorso tra A e B ha 3 link, ognuno di lunghezza 300 km, con rate  $R_1 = 500$  kbps,  $R_2 = 2$  Mbps,  $R_3 = 1$  Mbps

1. Disegnare i nodi e i collegamenti con i rispettivi rate
2. Assumendo l'assenza di ulteriore traffico nella rete, qual è il throughput per il file transfer?
3. Quanto tempo si impiega per trasferire il file all'host B?



2) Il throughput è dato dal link con il rate più basso: 500 kbps.

3) La velocità di propagazione è  $300\,000\text{ km/s} = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

$$d_{\text{trans}1} = \frac{4 \cdot 10^6 \cdot 8}{500 \cdot 10^3} = \frac{4 \cdot 10^6 \cdot 8}{5 \cdot 10^5} = \frac{4 \cdot 8}{5} = 64 \text{ sec}$$

$$d_{\text{trans}2} = \frac{8 \cdot 4 \cdot 10^6}{2 \cdot 10^6} = 2 \cdot 8 = 16 \text{ sec}$$

$$d_{\text{trans}3} = \frac{8 \cdot 4 \cdot 10^6}{10^6} = 32 \text{ sec}$$

$$d_{\text{prop}} = \frac{300 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = 1 \text{ ms} \Rightarrow d_{\text{tot}} = (64 + 0.001) + (16 + 0.001) + (32 + 0.001) = 112 + 0.003 = 112.003 \text{ sec}$$

Si vuole inviare un file di 160 000 bit dall'host A all'host B su una rete a commutazione di circuito. I link hanno rate pari a 1536 kbps e usano il TDM con 48 slot/s. Il tempo per stabilire il circuito tra A e B è 500 ms.

1. Quanto impiega l'host A a trasmettere il file?
2. Dove si trova il file alla fine della trasmissione?

1) per  $\frac{1}{48}$  di secondo, si usa tutta la banda, normalmente servirebbero

$$\frac{16 \cdot 10^4}{1536 \cdot 10^3} = \frac{160}{1536} \approx 104 \text{ ms}, \text{ ma ogni } \frac{47}{48} \text{ di sec non trasmette, quindi } 104 \cdot 48 \approx 5 \text{ sec,}$$

sommando il tempo per stabilire il circuito = 5.5 sec.

2) Una porzione sul link, l'altra è arrivata al destinatario.

Quanti pacchetti di dimensione  $L = 100$  byte si trovano "in volo" durante la trasmissione su di un canale radio di capacità  $C = 80$  Mb/s (velocità di propagazione pari alla velocità della luce nel vuoto) e lunghezza fisica 27 km? Tra i vari pacchetti c'è un tempo di pausa, ovvero un tempo che intercorre tra la trasmissione dell'ultimo bit di un pacchetto e la trasmissione del primo bit del pacchetto successivo, che è pari a  $20 \mu\text{s}$ .

Quanti secondi dura la trasmissione del singolo pacchetto?

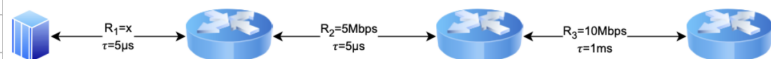
La trasmissione del singolo pacchetto dura:  $\frac{L}{R} = \frac{100 \cdot 8}{80 \cdot 10^6} = \frac{8 \cdot 10^2}{8 \cdot 10^7} = \frac{1}{10^5} = 0.00001 \text{ sec} = 10 \mu\text{s}$

sommando i  $20 \mu\text{s}$  di ritardo ho  $30 \mu\text{s}$ .

Il tempo di prop. è  $\frac{27 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = \frac{27}{3} \cdot \frac{1}{10^5} = 9 \cdot 10^{-5} \text{ sec} = 90 \mu\text{s}$

Propagazione =  $90 \mu\text{s}$ , Trasmissione =  $30 \mu\text{s}$ , quanti pacchetti totali saranno trasmessi prima che il primo (relativo) arrivi a destinazione?  $\frac{90 \mu\text{s}}{30 \mu\text{s}} = 3$  pacchetti.

Si consideri la rete in figura, assumendo router con gestione dei pacchetti store and forward, traffico esterno trascurabile e overhead dovuto a protocolli trascurabile. Tutti i rate indicati sono bidirezionali. È possibile cambiare il rate  $R_1$  a piacimento. Calcolare il minimo rate  $R_1$  necessario per ottenere una velocità di ping inferiore a 2ms (con pacchetto di ping di lunghezza  $L=64$  bytes).



Soluzione 1: si noti come il 3° link, richiede esso singolarmente 2 ms per essere attraversato 2 volte, quindi  $\forall x \in \mathbb{R}^+, \text{RTT}(x) > 2 \text{ ms}$ .

Soluzione 2: Risolvo per  $x$ :

$$2 \cdot \left( \frac{64}{x} + 5 \cdot 10^{-6} \right) + 2 \cdot \left( \frac{64}{5 \cdot 10^6} + 5 \cdot 10^{-6} \right) + 2 \cdot \left( \frac{64}{10 \cdot 10^6} + 1 \cdot 10^{-3} \right) < 2 \cdot 10^{-3} \xrightarrow{\text{wolfram}} x \in \left( -\frac{160\,000\,000}{73}, 0 \right), \text{ ma } x \text{ non}$$

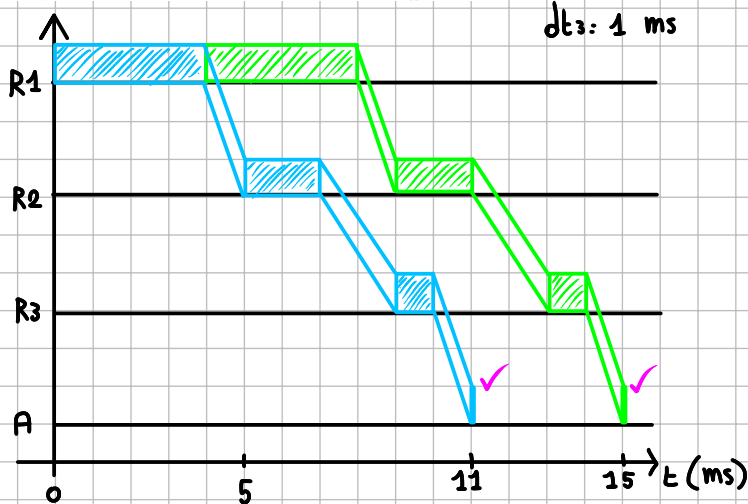
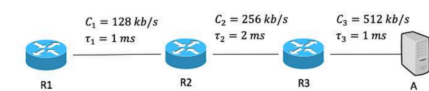
può essere negativo, e quindi impossibile.

Si consideri la rete in figura. Al tempo  $t=0$  la coda di uscita di R1 ha 2 pacchetti diretti ad A. Assumendo lunghezza dei pacchetti di  $L=512$  [bits], si indichi per ciascun pacchetto l'istante in cui viene completamente ricevuto a destinazione.

$$dt_1 = \frac{512}{128 \cdot 10^3} = \frac{4}{10^3} = 4 \text{ ms}$$

$$dt_2 = 2 \text{ ms}$$

$$dt_3 = 1 \text{ ms}$$

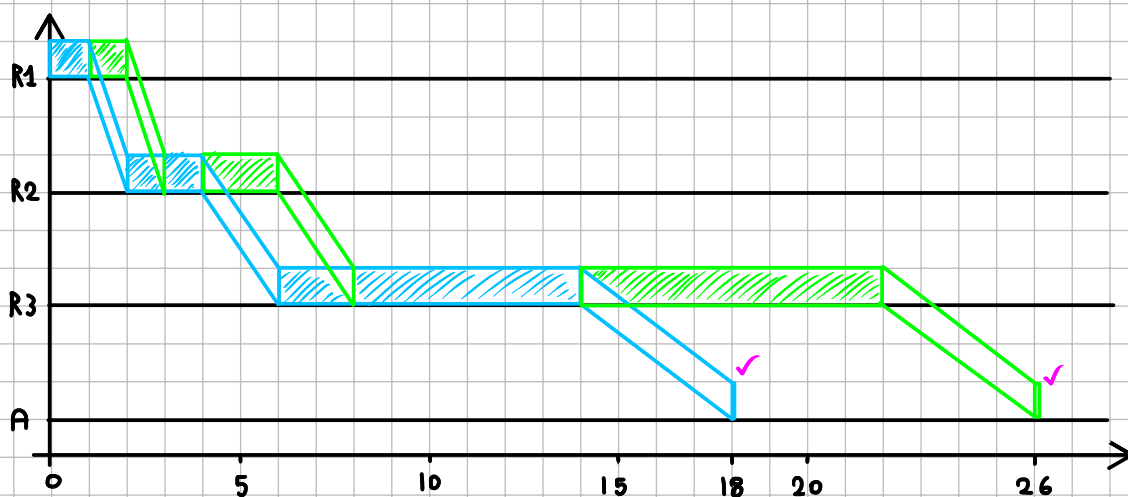
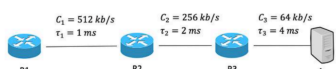


Si consideri la rete in figura. Al tempo  $t=0$  la coda di uscita di R1 ha 2 pacchetti diretti ad A. Assumendo lunghezza dei pacchetti di  $L=512$  [bits], si indichi per ciascun pacchetto l'istante in cui viene completamente ricevuto a destinazione. Si scriva la formula simbolica dell'istante di ricezione dell'ultimo pacchetto nel caso numero di pacchetti in R1 sia pari a  $n$ .

$$dt_1 = 1 \text{ ms}$$

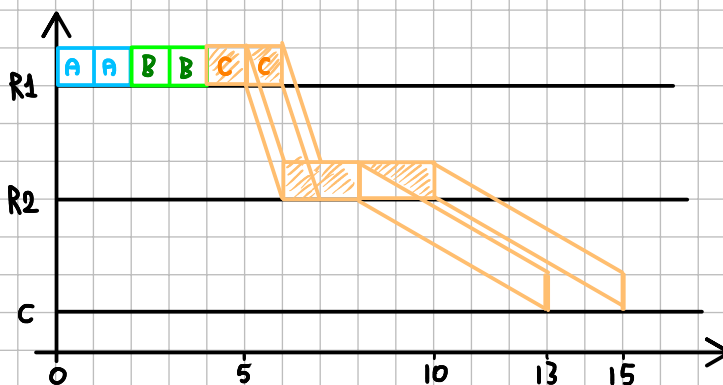
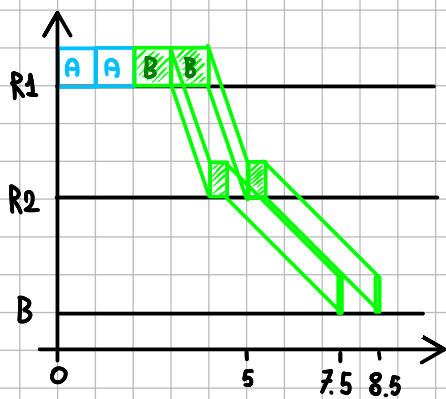
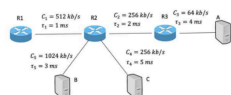
$$dt_2 = 2 \text{ ms}$$

$$dt_3 = 8 \text{ ms}$$



Si consideri la rete in figura. Al tempo  $t=0$  la coda di uscita di R1 ha 6 pacchetti diretti rispettivamente A, A, B, B, C, C. Assumendo lunghezza dei pacchetti di  $L=512$  [bits], si indichi per ciascun pacchetto l'istante in cui viene completamente ricevuto a destinazione.

per i pacchetti diretti ad A, il caso e' identico all'esercizio precedente.



- Quanto tempo impiega un pacchetto di 1000 byte per propagarsi su un collegamento di 2500 km, con velocità di propagazione pari a  $2.5 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$  e rate di 2 Mbps?
- Questo ritardo dipende dalla lunghezza del pacchetto?
- Quanto tempo impiega un pacchetto di 1000 byte per arrivare a destinazione su un collegamento di 2500 km, con velocità di propagazione pari a  $2.5 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$  e rate di 2 Mbps?
- Questo ritardo dipende dalla lunghezza del pacchetto?

- $$d_{prop} = \frac{2500 \cdot 10^3 m}{2.5 \cdot 10^8 m/s} = \frac{2.5 \cdot 10^6}{2.5 \cdot 10^8} s = \frac{1}{10^2} s = 0.01 Sec$$

- Non dipende dalla lunghezza del pacchetto.

- $$d_{prop} + d_{trans} = 0.01 + \frac{1000 \cdot 8 b}{2 \cdot 10^6 b/s} = 0.01 + \frac{8 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^6} s = 0.01 + 4 \cdot 10^{-3} s = 0.01 + 0.004 = 0.014 Sec$$

- Sì, dipende dalla lunghezza del pacchetto.