

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?

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

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

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

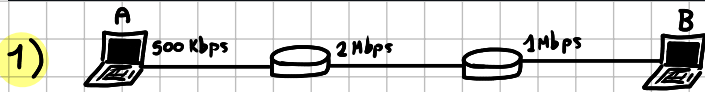
4) è come se inviasse un unico pacchetto di 4.4000 bit, quindi impiega

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

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

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 $\frac{16 \cdot 10^4}{1536 \cdot 10^3} = \frac{160}{1536} \approx 104 \text{ ms}$, ma ogni $\frac{47}{48}$ 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 $20 \mu\text{s}$.

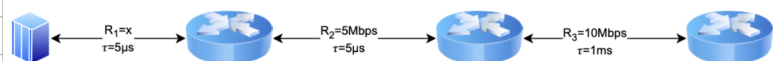
Quanti secondi dura la trasmissione del singolo pacchetto?

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).

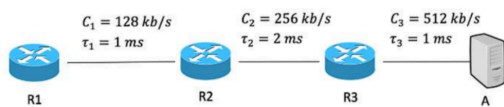


Soluzione 1: si noti come il 3° link, richiede esso singolarmente 2 ms per essere attraversato 2 volte, quindi $\forall x \in \mathbb{R}^+$, $RTT(x) > 2 \text{ ms}$.

Soluzione 2: Risolvo per x :

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

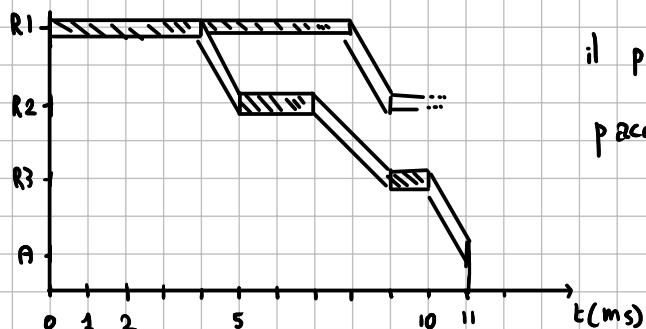
Si consideri la rete in figura. Al tempo $t=0$ la coda di uscita di R1 ha 2 pacchetti diretti ad A. Assumendo lunghezza dei pacchetti di $L=512$ [bits], si indichi per ciascun pacchetto l'istante in cui viene completamente ricevuto a destinazione.



$$d_{trans R1} = \frac{512}{128 \cdot 10^3} = \frac{4}{10^3} = 4 \text{ ms}$$

$$d_{trans R2} = \frac{512}{256 \cdot 10^3} = 2 \text{ ms}$$

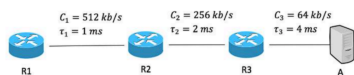
$$d_{trans R3} = 1 \text{ ms}$$



il pacchetto 1 arriva dopo 11 ms, il pacchetto 2 dopo 15 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.

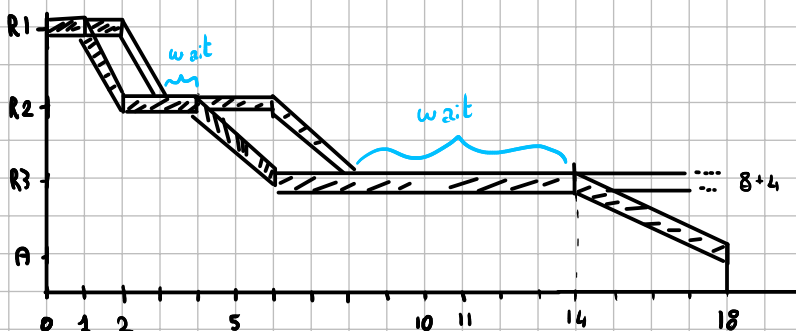
Si scriva la formula simbolica dell'istante di ricezione dell'ultimo pacchetto nel caso numero di pacchetti in R1 sia pari a n .



$$d_{trans R1} = 1 \text{ ms}$$

$$d_{trans R2} = 2 \text{ ms}$$

$$d_{trans R3} = 8 \text{ ms}$$

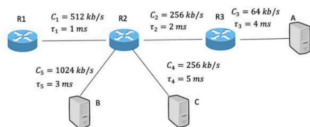


$$p_1: 1+1+2+2+8+4 = 18 \text{ ms}$$

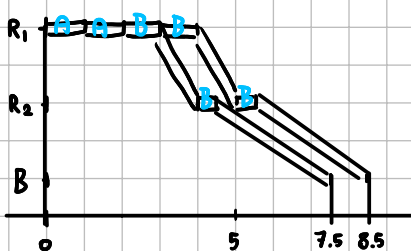
$$p_2: 1+1+1+1+2+2+6+8+4 = 18+8 = 26 \text{ ms}$$

$$p_n: 1+1+2+2+n \cdot 8+4 = 18+8(n-1) \text{ ms}$$

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.

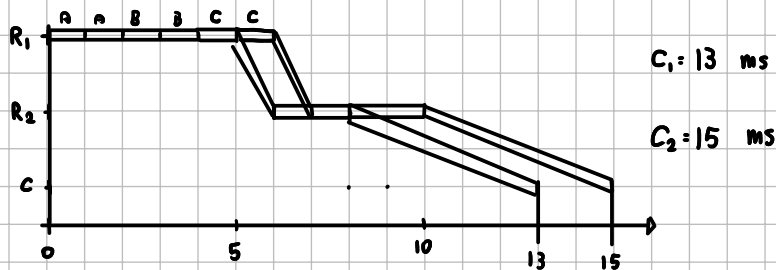


Per i pacchetti A, si e' nel caso dell'esercizio precedente, $A_1 = 18 \text{ ms}$ e $A_2 = 26 \text{ ms}$.



$$B_1: 7.5 \text{ ms}$$

$$B_2: 8.5 \text{ ms}$$



$$C_1: 13 \text{ ms}$$

$$C_2: 15 \text{ ms}$$

- 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?