

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?

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

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

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

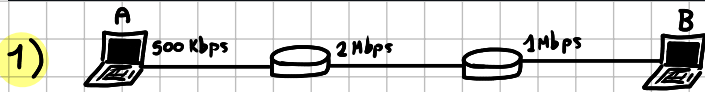
4) c'è come se inviasse un unico pacchetto di 4.4000 bit, quindi impiega

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

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

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 $20 \mu\text{s}$.

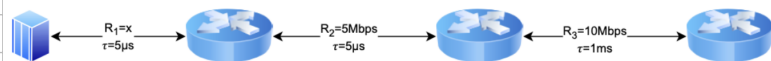
Quanti secondi dura la trasmissione del singolo pacchetto?

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 :

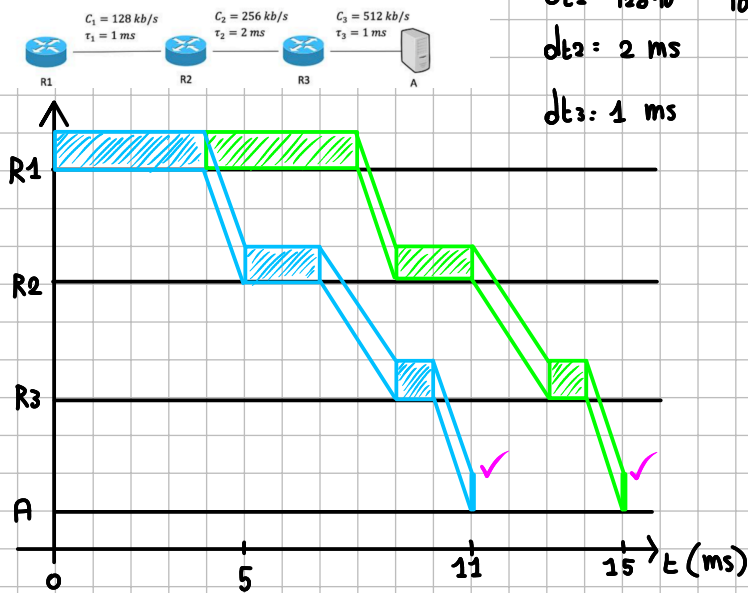
$$2 \cdot \left(\frac{64}{x} + 5 \cdot 10^{-6} \right) + 2 \cdot \left(\frac{64}{5 \cdot 10^6} + 5 \cdot 10^{-6} \right) + 2 \cdot \left(\frac{64}{10 \cdot 10^6} + 1 \cdot 10^{-3} \right) < 2 \cdot 10^{-3} \xrightarrow{\text{wolfram}} x \in \left(-\frac{160\,000\,000}{73}, 0 \right), \text{ ma } x \text{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

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.

$$\Delta t_1 = \frac{512}{128 \cdot 10^3} = \frac{4}{10^3} = 4 \text{ ms}$$

$$\Delta t_2 = 2 \text{ ms}$$

$$\Delta t_3 = 1 \text{ ms}$$

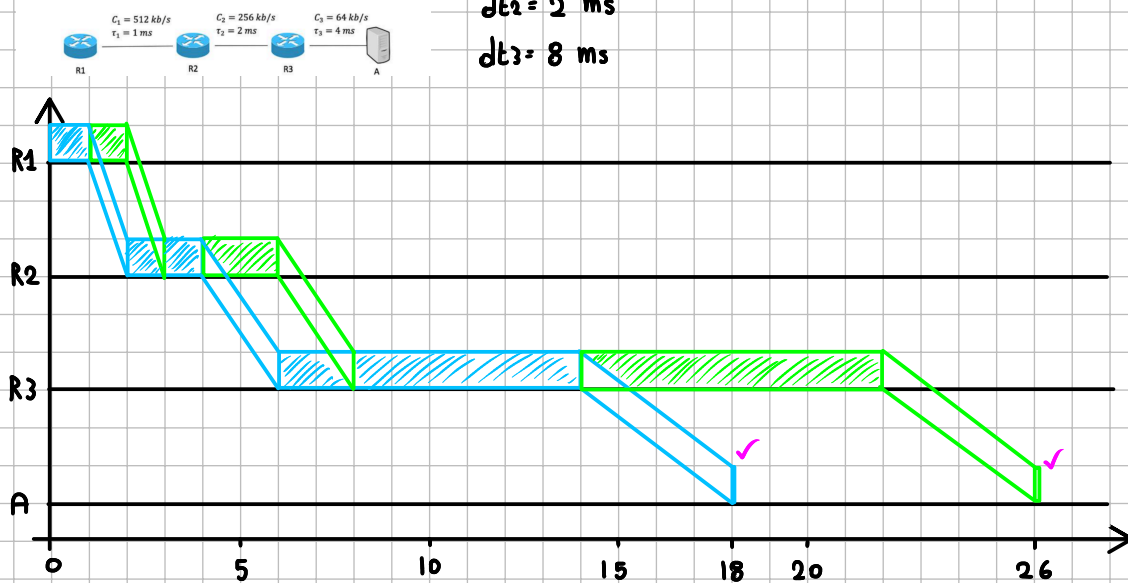


Si consideri la rete in figura. Al tempo $t=0$ la coda di uscita di R1 ha 2 pacchetti diretti ad A. Assumendo lunghezza dei pacchetti di $L=512$ [bits], si indichi per ciascun pacchetto l'istante in cui viene completamente ricevuto a destinazione. Si scriva la formula simbolica dell'istante di ricezione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

$$\Delta t_1 = 1 \text{ ms}$$

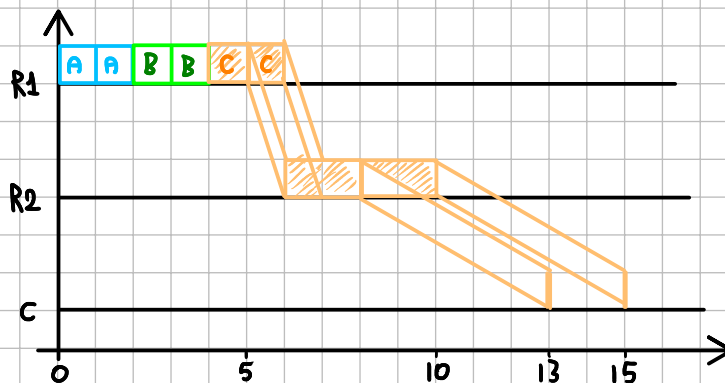
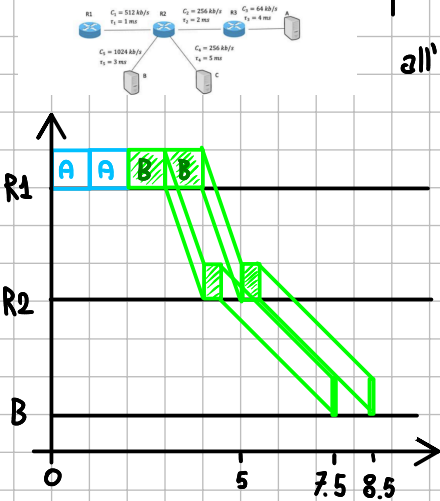
$$\Delta t_2 = 2 \text{ ms}$$

$$\Delta t_3 = 8 \text{ ms}$$



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.

- Si facciano corrispondere le frasi seguenti a uno o più livelli della pila di protocolli TCP/IP:

- Creare segmenti
- Responsabilità della gestione dei frame fra nodi adiacenti
- Trasformare bit in segnali elettromagnetici

a) Applicazione (crea messaggio) e trasporto (incapsula messaggio nel segmento).

b) Rete e collegamento.

c) Fisico.

Quali tipi di resource record sono memorizzati in un server DNS radice? Dare un esempio.

In un root server sono salvati i record relativi ai domini più importanti come .it o .com, ossia i TDL, un record può essere <it, base-server.it, NS>.

- Usando numeri di sequenza a 5 bit, qual è la dimensione massima delle finestre di invio e ricezione per ciascuno dei meccanismi seguenti?

- Stop-and-Wait
- Go-Back-N
- Selective-Repeat

1) finestra mittente = 1, finestra destinatario = 1

2) finestra mittente = 32, finestra destinatario = 1

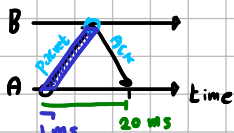
3) finestra mittente = 32, finestra destinatario = 16

- Si assuma che nello Stop-and-Wait la banda della linea sia 1Mbps, e 1 bit impieghi 20ms per fare un Round Trip.

- Qual è il prodotto banda-ritardo?
- Se i pacchetti sono lunghi 1000 bits, qual è la percentuale di utilizzo del link?
- Se il protocollo può inviare fino a 15 pacchetti in pipeline (es. Go-back-N), qual è l'utilizzo del canale?

1) ritardo (se non ci sono hop) = $\frac{RTT}{2} = 10 ms \Rightarrow \text{banda} \cdot \text{ritardo} = 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 10^6 \cdot 10^{-2} = 10^4 bit$.

2) $d_{trans} = \frac{10^3}{10^6} = 10^{-3} sec = 1 ms \Rightarrow \frac{1}{20}$ di utilizzo del link = 5% di utilizzo.



3) $d_{trans} = \frac{15 \cdot 10^3}{10^6} = 15 \cdot 10^{-3} = 15 ms \Rightarrow \text{utilizzo} = \frac{15}{20} = \frac{15 \cdot 100}{20} = 75\%$ di utilizzo.

Due host, A e B, stanno comunicando su una connessione TCP. B ha correttamente ricevuto e riscontrato tutti i byte fino al 104.

A invia 4 segmenti uno dietro l'altro a B. I segmenti contengono 50 byte ciascuno.

1. Quali sono i numeri di sequenza dei 4 segmenti?

2. Supponendo che il terzo segmento venga perso, come si comporta B alla ricezione di ciascun segmento?

3. Dopo un lasso di tempo scade il timer di ritrasmissione e A invia nuovamente il terzo segmento che arriva correttamente a destinazione. Come si comporta B alla ricezione di tale segmento?

1) i numeri sono: 105, 155, 205, 255

2) • riceve 105 \Rightarrow delayed ACK 155 • riceve 155 dopo x ms il segmento 105, se $x \leq 500$, invia ACK cumulativo 205, se $x > 500$, delayed ACK 205.

• riceve 255 \Rightarrow [255..., 304] nel buffer, invia ACK duplicato 205.

3) Viene riempito il gap [...204, 255..., 304], invio ACK cumulativo 305.

• In un certo istante il valore del RTTs è uguale a 14ms, mentre il valore di α è 0,2. Calcolare il nuovo RTTs dopo gli eventi seguenti (i tempi sono relativi all'evento 1)

1. : 0ms spedito segmento 1

2. : 06ms spedito segmento 2

3. : 16ms timeout segmento 1, rispedito

4. : 21ms ack segmento 1

5. : 23ms ack segmento 2

$$RTT_s(\text{seg } 2) = 14 \cdot (1 - \frac{1}{5}) + [21 - 16] \cdot \frac{1}{5} \text{ ms} = \frac{14 \cdot 4}{5} + \frac{5}{5} \text{ ms} = \frac{61}{5} \text{ ms} \simeq 12 \text{ ms}$$

$$RTT_s(\text{seg } 3) = \frac{61}{5} \cdot \frac{4}{5} + [23 - 6] \cdot \frac{1}{5} = \frac{244}{25} + \frac{17}{5} = \frac{244 + 85}{25} = \frac{329}{25} \text{ ms} \simeq 13 \text{ ms}$$

• Un client FTP deve prelevare un file dal server e depositarvi un altro file: quante connessioni di controllo e quante connessioni dati sono necessarie?

È necessaria una singola connessione di controllo, e sono necessarie due connessioni per il trasferimento dei file.

Si descriva il funzionamento del protocollo HTTP:

• In quale strato di livello di rete è implementato

• Qual è il suo scopo e quali protocolli usa

• Come funziona in dettaglio il protocollo

• Qual è il formato dei messaggi scambiati

• Quale meccanismo viene utilizzato per migliorare le prestazioni del protocollo

• **È implementato nel livello di applicazione.**

• **Il suo scopo è permettere a due host differenti di scambiarsi messaggi ed oggetti web, HTTP 1, HTTP 1.1 ed HTTP 2 utilizzano TCP, HTTP 3 utilizza UDP.**

• **Un server HTTP apre una connessione sulla porta 80 in cui attende delle richieste, quando un client fa una richiesta, viene aperta una nuova connessione in cui viene trasmesso l'oggetto web per poi venire chiusa.**

• **Il formato dei messaggi scambiati è ASCII.**

• **Tramite i cookie, è possibile far sì che il server conosca lo stato del client, facendo sì che fra di essi, la comunicazione non sia stateless.**