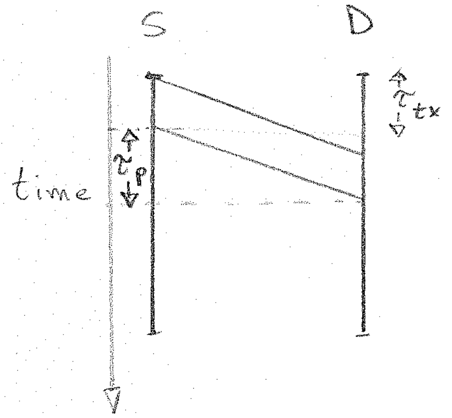
Esercizi base

B1:
Quanto tempo impiega un pacchetto di 1000 byte per propagarsi su un collegamento alla distanza di 2500 km, con velocità di propagazione $s = 2{,}5 \bullet 10^8$ m/s e rate di trasmissione di 2 Mbps? Più in generale, quanto tempo impiega un pacchetto di lunghezza L, per propagarsi su un collegamento alla distanza d, con velocità di propagazione s e rate di trasmissione R bps? Questo ritardo dipende dalla lunghezza del pacchetto? Dal rate di trasmissione?

B2:
Supponete che l'host A voglia inviare un file voluminoso all'host B. Il cammino tra l'host A e l'host B ha tre collegamenti con rate R_1 = 500 kbps, R_2 = 2 Mbps, R_3 = 1 Mbps.

a) Assumendo che non vi sia altro traffico nella rete, qual'è il throughput per per il trasferimento del file?
b) Supponete che il file sia di 4 milioni di byte. Approssimativamente, quanto occorre per trasferire il file all'host B?
c) Ripetere (a) e (b) con con R_2 ridotto a 100 kbps.

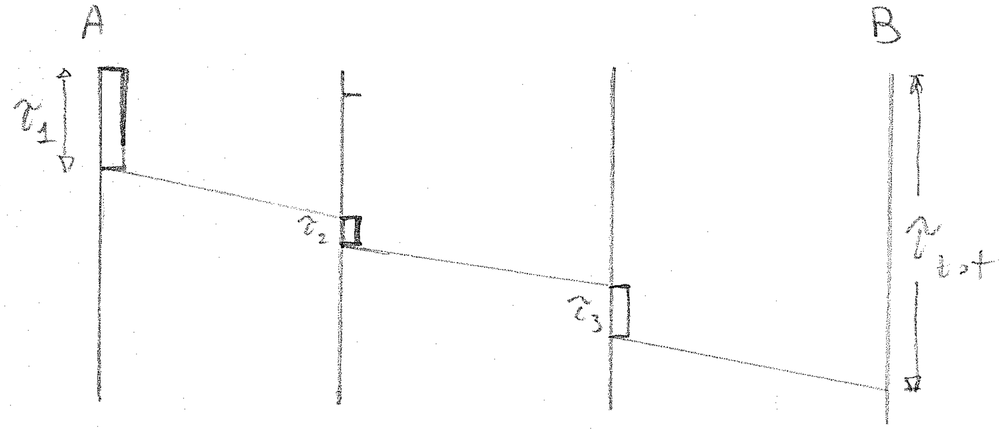
esercizio B 1



Il tempo impiegato dal pacchetto a propagarsi è unicamente legato alla "velocità" con cui si propaga il segnale che lo supporta.

$$\tau_p = \frac{d}{s} = \frac{\cancel{2,5} \cdot 10^3}{\cancel{2,5} \cdot 10^8} = 10^{-5} = 10 \cdot 10^{-6} = 10\ \mu s$$

esercizio B2



a) I tempi di trasmissione sui tre link sono dati dal rapporto tra la dimensione del file D e i tre rispettivi rate:

$$\tau_1 = \frac{D}{R_1} = \frac{D}{500 \cdot 10^3}$$

$$\tau_2 = \frac{D}{R_2} = \frac{D}{2 \cdot 10^6}$$

$$\tau_3 = \frac{D}{R_3} = \frac{D}{1 \cdot 10^6}$$

trascurando i ritardi di propagazione ed elaborazione (quello di accodamento è nullo per ipotesi) otteniamo:

$$\tau_{tot} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3$$

$$= D\left(\frac{1}{500\cdot 10^3} + \frac{1}{2\cdot 10^6} + \frac{1}{1\cdot 10^6}\right)$$

$$= D\left(\frac{4 + 1 + 2}{2\cdot 10^6}\right) = D\cdot \frac{7}{2} 10^{-6}$$

il throughput per il trasferimento del file è dato dal rapporto tra la dimensione e il tempo impiegato:

$$R_{tot} = \frac{D}{\tau_{tot}} = \frac{\cancel{D}}{\cancel{D}\cdot\frac{7}{2}\cdot 10^{-6}} = \frac{2}{7} 10^6 =$$

$$\cong 0{,}286\cdot 10^6 = 286\cdot 10^3$$

$$= 286 \text{ Kbps}$$

b) con $D = 4\cdot 10^6\cdot 8 = 24\cdot 10^6$ bits, il tempo impiegato è

$$\tau_{tot} = \frac{D}{R_{tot}} = \frac{24\cdot 10^6}{286\cdot 10^3} \cong 0{,}084\cdot 10^3 = 84 \text{ sec}$$

c) $$\tau_{tot} = D\left(\frac{4 + 20 + 2}{2\cdot 10^6}\right) = D\cdot\frac{26}{2} 10^{-6} = D\cdot 13\cdot 10^{-6}$$

$$R_{tot} = \frac{D}{\tau_{tot}} = \frac{1}{13}\cdot 10^6 \cong 77 \text{ Kbps}$$

Esercizi

Esercizio 5

Consideriamo due host A e B, collegati da una singola connessione con rate R bps. Supponiamo che I due host siano separati da *d* metri, e che la velocità di propagazione lungo il collegamento sia di *s* m/s. L'host A sta per inviare un pacchetto di L bits all'host B.

a) Esprimere il ritardo di propagazione, τ_p, in funzione di *d* e *s*.
b) Determinare il tempo di trasmissione del pacchetto, τ_{tx}, in funzione di L e R.
c) Tralasciando i ritardi di elaborazione e di accodamento, ricavare un'espressione del ritardo end-to-end.
d) Supponiamo che l'host A cominci a trasmettere all'istante $t = 0$. All'istante $t = \tau_{tx}$ dove si trova il primo bit del pacchetto?
e) Supponiamo che τ_p sia maggiore di τ_{tx}. All'istante $t = \tau_{tx}$ dove si trova il primo bit del pacchetto?
f) Supponiamo che τ_p sia minore di τ_{tx}. All'istante $t = \tau_{tx}$ dove si trova il primo bit del pacchetto?
g) Supponiamo che $s = 2.5\ 10^8$ m/s, L = 100 bit, e R = 28 kbps. Determinare la distanza *d'* tale che τ_p sia uguale a τ_{tx}

esercizio 5

a) $\tau_p = \frac{d}{s}$

b) $\tau_{tx} = \frac{L}{R}$

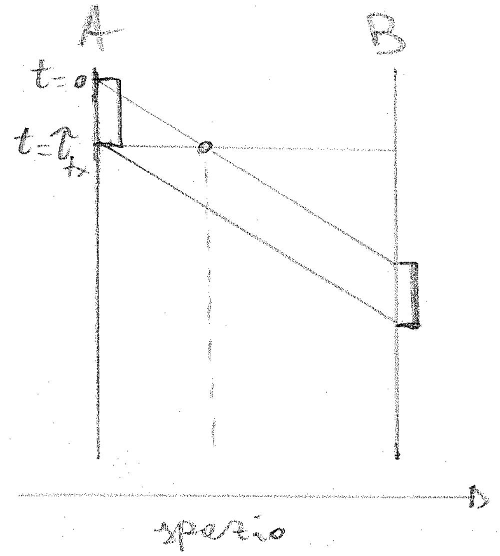
c) per singolo link: $\tau_{tot} \simeq \frac{L}{R} + \frac{d}{s}$

d) $x_1(t)$ = "posizione" del primo bit

$$= s \cdot t$$

$$x_1(\tau_{tx}) = s \cdot \tau_{tx}$$

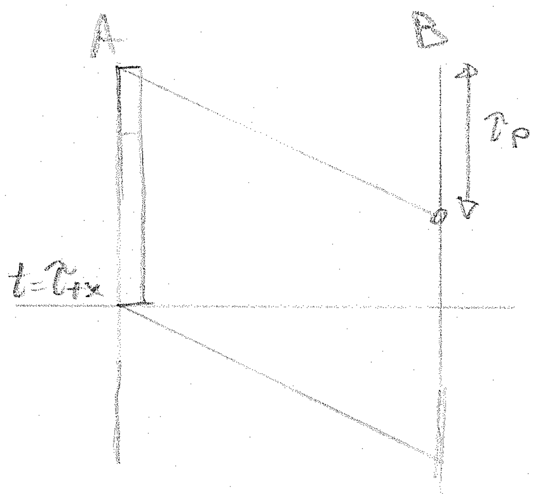
e)



$\tau_p > \tau_{tx}$

$x_1(\tau_{tx}) < d \Rightarrow$ il primo bit si trova ancora nel collegamento

f)



$\tau_p < \tau_{tx}$

$x_1(\tau_{tx}) > d$

il primo bit è stato ricevuto

g)

$$\tau_p \stackrel{!}{=} \tilde{\tau}_{tx}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{d'}{s} \stackrel{!}{=} \frac{L}{R}$$

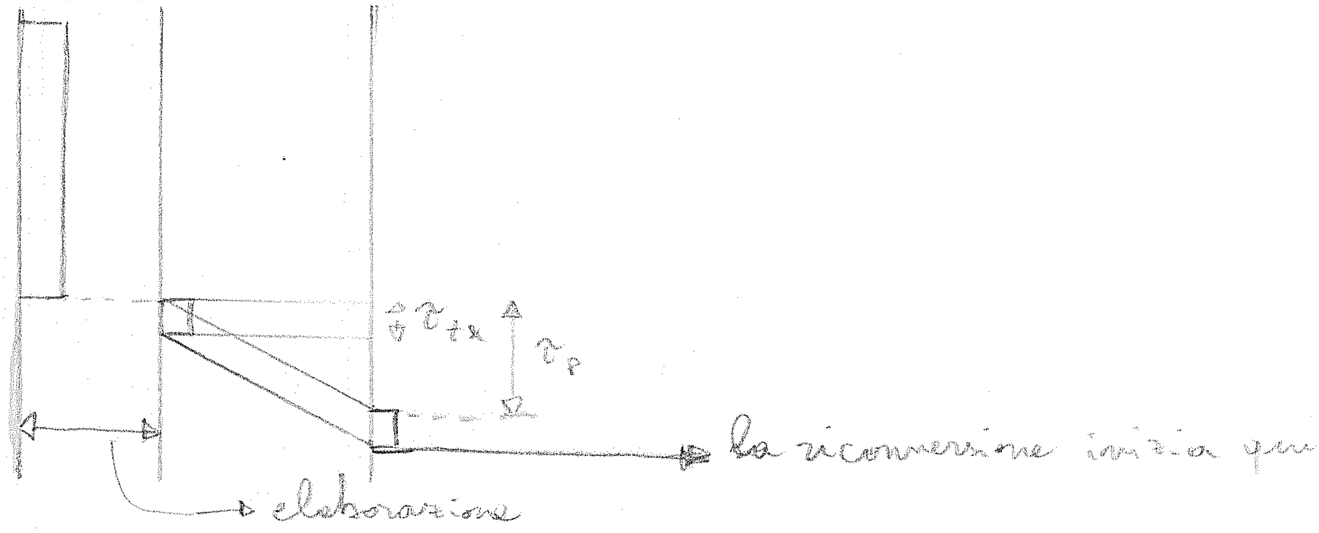
$$d' \stackrel{!}{=} \frac{L}{R} s = \frac{100}{28 \cdot 10^3} \cdot 2{,}5 \cdot 10^8 = \frac{250}{28} \cdot 10^5$$

$$= \frac{25000}{28} \cdot 10^3 = 892 \text{ Km}$$

Esercizio 6

L'host A converte al volo la voce in un flusso digitale di bit a 64 kbps. Poi raggruppa I bit in pacchetti da 48 byte. Tra A e B esiste un solo collegamento, con velocità di trasmissione 1 Mbps, e ritardo di propagazione di 2 millisecondi. Non appena l'host A compone un pacchetto lo invia all'host B. Quando quest'ultimo riceve un intero pacchetto, lo converte in un segnale analogico. Quanto tempo intercorre tra l'istante in cui un bit viene creato (a partire dal seganle analogico originario nell'host A) al momento in cui viene decodificato, cioè ricovertito a parte del segnale analogico nell'host B?

esercizio 6



$$\tau_{tx} = \frac{D}{R} = \frac{48 \cdot 8}{1 \cdot 10^6} = 384\ \mu s \cong 0,4\ ms$$

per "creare il pacchetto" alla velocità di 64 Kbps $\triangleq R_S$ ci vuole un tempo $\tau_e = \frac{D}{R_S} = \frac{48 \cdot 8}{64 \cdot 10^3} = 6 \cdot 10^{-3}$

$$= 6\ ms$$

$$\tau_{tot} = \tau_e + \tau_{tx} + \tau_p = 6 + 0,4 + 2 = 8,4\ ms$$

Esercizio 7

Supponiamo che alcuni itenti condividano un collegamento da 1 Mbps, e che ciascuno richieda 100 kbps quando trasmette, ma che ogni utente trasmetta solo per il 10% del tempo.

a) Quando si utilizza la commutazione di circuito, quanti utenti si possono supportare contemporaneamente?

Per il resto del problema si supponga l'adozione della commutazione di pacchetto.

b) Determinare la probabilità che in un certo istante un dato utente stia trasmettendo.
c) Si ipotizzi che ci siano 40 utenti. Determinare la probabilità che, in un dato istante, esattamente n utenti stiano trasmettendo contemporaneamente (suggerimento: usare la distribuzione binomiale).
d) Calcolare la probabilità di avere 11 o più utenti in fase di trasmissione.

esercizio 7

a) 10 utenti

$$= \frac{R_{tot}}{R_u} = \frac{1 \cdot 10^6}{100 \cdot 10^3} = 10$$

b) $p = 0,1$

c) $$P_2 (N = n) = \binom{40}{n} (0,1)^n (0,9)^{40-n}$$

d) $$P_2 (N \geq 11) = \sum_{n=11}^{40} (0,1)^n (0,9)^{40-n} \binom{40}{n}$$

$$= 1 - \sum_{n=0}^{10} (0,1)^n (0,9)^{40-n} \binom{40}{n}$$

con:

$$\binom{M}{n} = \frac{M!}{n!(M-n)!}$$

Esercizio 18

Supponiamo che due host A e B siano separati da 10.000 Km e collegati da un link a R = 1 Mbps. Ipotizziamo che la velocità di propagazione lungo il collegamento valga 2.5 10^8 m/s.

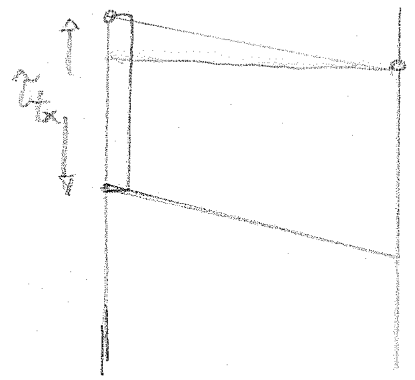
a) Calcolare il prodotto larghezza di banda (rate) – ritardo di propagazione R • τ_p.
b) Consideriamo l'invio di 400.000 bit dall'host A all'host B. Supponendo che il file venga inviato in modo continuato e come un unico grande messaggio, qual'è il massimo numero di bit che si troveranno nel collegamento ad ogni dato istante?
c) Fornire un'interpretazione del prodotto larghezza di banda (rate) – ritardo.
d) Quanto vale l'ampiezza di un bit (in metri) di un bit nel collegamento? Risulta più lunga rispetto ad un campo di calcio?
e) Ricavate un'espressione generale per l'ampiezza di un bit in funzione della velocità di propagazione *s*, della velocità di trasmissione R e della lunghezza *d* del collegamento.

esercizio 18

a) $\tau_p = \frac{d}{s} = \frac{10.000 \cdot 10^3}{2,5 \cdot 10^8} = \frac{1}{2,5} \frac{10^7}{10^8} = 0,04 \text{ s}$

$R \cdot \tau_p = 1 \cdot 10^6 \cdot 0,04 = 40 \text{ Kbits}$

b)



$L = 400 \text{ Kb}$

$R = 1 \text{ Mbps}$

$\tau_{tx} = L / R = \frac{400 \cdot 10^3}{1000 \cdot 10^3} = 0,4 \text{ s}$

$n_{max} = R \cdot \tau_p = 40 \text{ Kbits}$

c) è il numero di bit che si trovano "nel collegamento"

d) $\tau_{tx,1} = \frac{1}{R} = 10^{-6} = 1 \mu s$

$\ell = s \cdot \tau_{tx,1} = 2,5 \, 10^8 \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot 100 = 250 m$

e) $\ell = s \cdot \tau_{tx,1}$