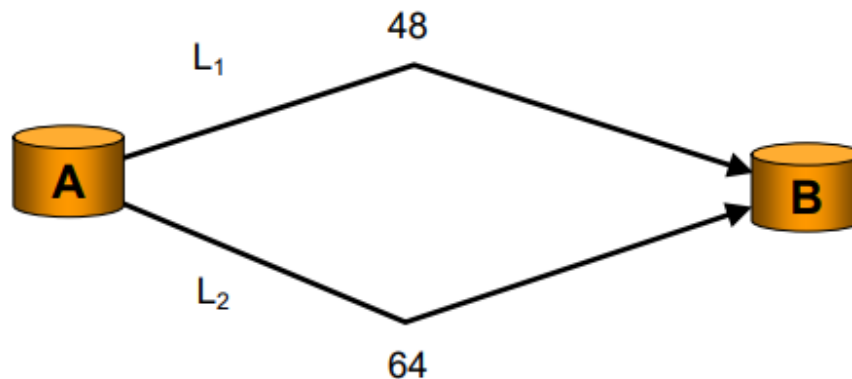


Es. 3 – 14 Giugno 2005

Si consideri la rete rappresentata in figura, in cui i nodi A e B sono collegati da due link (L1 ed L2) le cui velocità di trasmissione sono espresse in kbit/s. Il traffico offerto da A verso B è pari a 32 kbit/s. Si supponga che la lunghezza media dei pacchetti offerti alla rete sia 800 bit.



1) Supponendo di dover utilizzare un instradamento non suddiviso, si indichi su quale link instradare il flusso offerto al fine di minimizzare il ritardo medio in rete (grado di servizio). Si calcoli quindi il ritardo medio in rete ottenuto a seguito dell'instradamento scelto.

Soluzione

Esprimiamo anzitutto tutte le grandezze in gioco come pacchetti/s. E' sufficiente dividere per la lunghezza media dei pacchetti, ovvero 800 bit.

Per cui:

Velocità di trasmissione link L1 = 48000 bit/s / (800 bit/pacchetto) = 60 pacchetti /secondo = V1

Velocità di trasmissione link L2 = 64000 bit/s / (800 bit/pacchetto) = 80 pacchetti /secondo = V2

Traffico offerto da A verso B = 32000 bit/s / (800 bit/pacchetto) = 40 pacchetti /secondo = Lambda1

Ovviamente, in caso di instradamento NON suddiviso, conviene instradare tutto il traffico sul link che ha maggior velocità di trasmissione, ovvero, in questo caso, L2.

Il ritardo medio che ottendo con questo instradamento (non suddiviso), utilizzando l'espressione del ritardo T di una coda MM1, risulta:

$$T = \frac{1}{V2 - \text{Lambda}1} = \frac{1}{80 - 40} = 0.025 \frac{s}{\text{pacchetto}} = 25 \text{ ms/pacchetto}$$

2) Si supponga ora di poter suddividere il flusso offerto sui due link esistenti fra A e B. Si calcoli l'allocazione di traffico ottimale sui link L1 ed L2 al fine di minimizzare il ritardo medio in rete (grado di servizio). Si calcoli quindi il ritardo medio in rete ottenuto a seguito dell'instradamento così calcolato.

Soluzione

Indichiamo con X la quantità di traffico che trasmettiamo sul link L1 e $40-X$ (la somma deve dare appunto il traffico totale, ovvero 40 pacchetti/secondo) sul link L2. Ovviamente deve valere il vincolo

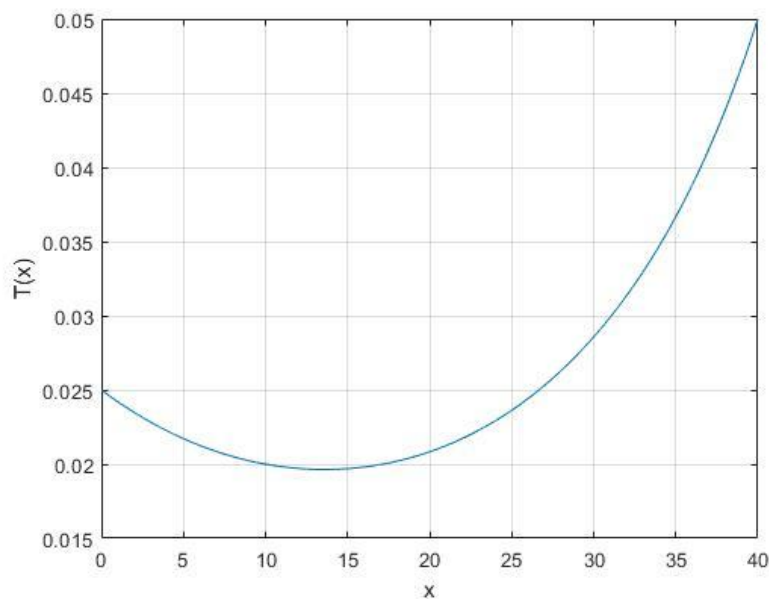
$$0 \leq X \leq 40$$

Il ritardo medio totale, T , funzione di X , $T(X)$, che noi vogliamo minimizzare ha quindi l'espressione seguente (Grado di Servizio di una rete, si veda slide 14

<https://cs.unibg.it/martignon/documenti/reti/3-RetiDiCode.pdf> :

$$T(X) = \frac{1}{\gamma} \left(\frac{X}{V1 - X} + \frac{40 - X}{V2 - (40 - X)} \right) = \frac{1}{40} \left(\frac{X}{60 - X} + \frac{40 - X}{(40 + X)} \right)$$

La funzione, plottata appunto in funzione di X , è la seguente:



Ci basta derivare rispetto ad X ed imporre la derivata uguale a zero (chiaramente, con il vincolo di cui sopra, ovvero X compreso tra 0 e 40).

$$\frac{d}{dx} T(X) = \frac{1}{40} \left(\frac{60}{(60 - X)^2} - \frac{80}{(40 + X)^2} \right) = 0$$

Con un semplice calcolo, risulta :

$$X^2 - 720X + 9600 = 0$$

Da cui $X=13.5898$ pacchetti/s (sul link L1)

E quindi $40 - X=26.4102$ pacchetti/s (sul link L2)

L'allocazione ottimale, che minimizza il ritardo medio, è dunque 13.5898 pacchetti/s sul link L1, e 26.4102 pacch/s sul link L2. Il ritardo medio totale, $T(13.5898)$ risulta pari a **19.64 ms/pacchetto**