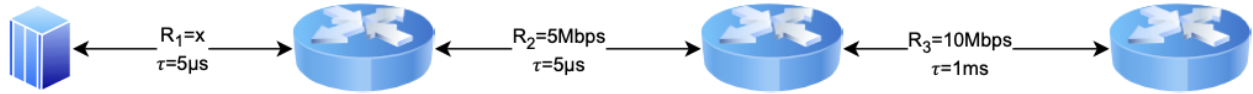


2.5 Dimensionamento cavo

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

Il tempo di ping (round-trip) senza considerare il tempo di trasmissione del primo cavo è

$$2 \cdot \left(5 \cdot 10^{-6} + \frac{64 \cdot 8}{5 \cdot 10^6} + 5 \cdot 10^{-6} + \frac{64 \cdot 8}{10 \cdot 10^6} + 1 \cdot 10^{-3} \right) s > 2 \cdot 10^{-3} s$$

E quindi non è possibile ottenere un ping inferiore ai 2ms.

Un altro modo per ottenere questo risultato sarebbe

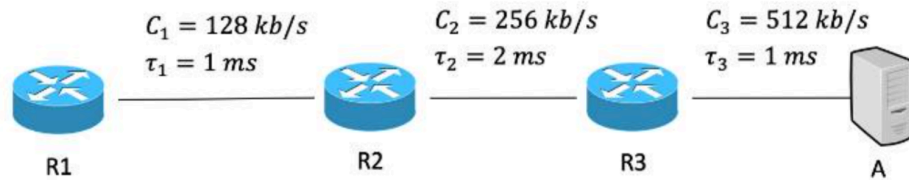
$$2 \cdot \frac{64 \cdot 8}{x} = 2 \cdot 10^{-3} - (2 \cdot 5 \cdot 10^{-6} + 2 \cdot \frac{64 \cdot 8}{5 \cdot 10^6} + 2 \cdot 5 \cdot 10^{-6} + 2 \cdot \frac{64 \cdot 8}{10 \cdot 10^6} + 2 \cdot 1 \cdot 10^{-3})$$

E risolvendo per x si ottiene $x < 0$ che è impossibile.

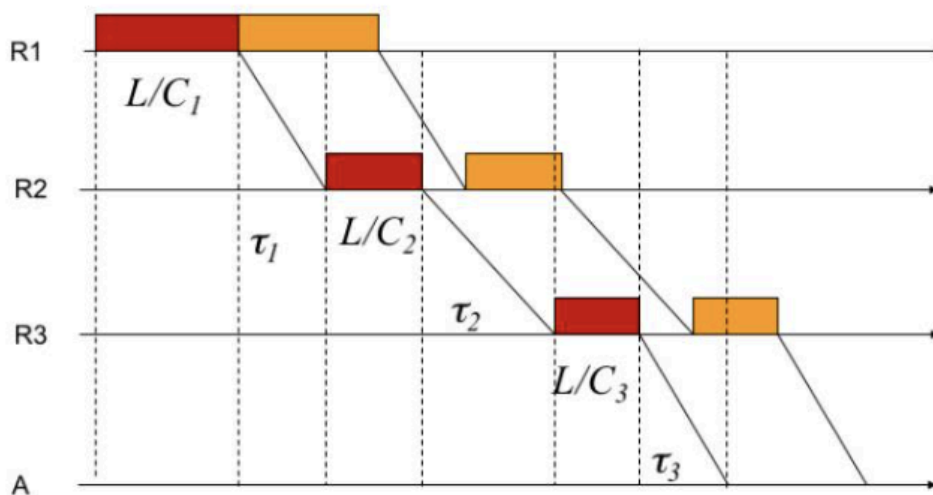
3 Queuing

3.1 Calcolare tempo di ricezione

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.



Soluzione



Non abbiamo casi di accodamento. Ad ogni nodo attraversato, il secondo pacchetto finisce la propria ricezione dal nodo precedente dopo che il primo pacchetto ha finito la propria trasmissione verso il nodo successivo. In questo modo, appena finita la ricezione, il secondo pacchetto può essere immediatamente ritrasmesso verso il nodo successivo.

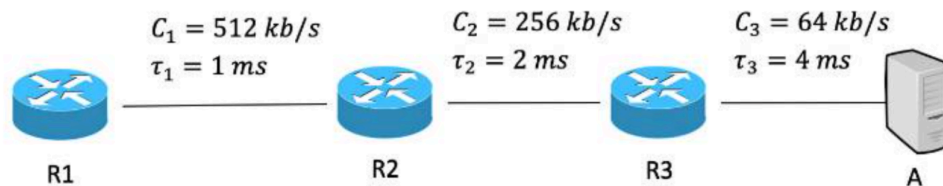
$$T_1 = \frac{L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_2} + \tau_2 + \frac{L}{C_3} + \tau_3 = 4 + 1 + 2 + 2 + 1 + 1 = 11 \text{ ms}$$

$$T_2 = \frac{2L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_2} + \tau_2 + \frac{L}{C_3} + \tau_3 = 15 \text{ ms}$$

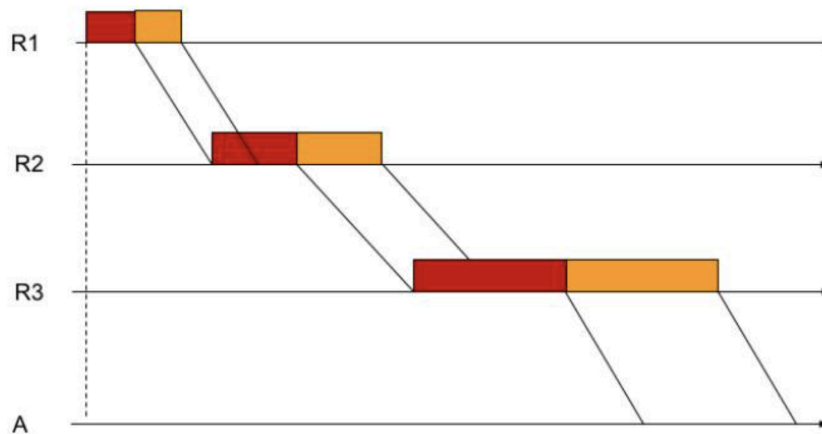
3.2 Calcolare tempo di ricezione

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 .



Soluzione



Il link tra R2 e R3 ha una velocità (rate) trasmissiva minore del link tra R1 e R2, dunque il secondo pacchetto finisce la propria ricezione nel nodo R2 mentre il primo pacchetto è ancora in trasmissione da R2 a R3. Il secondo pacchetto non può essere immediatamente ritrasmesso verso R3, ma deve attendere la fine della trasmissione del primo pacchetto, che sta occupando l'interfaccia trasmissiva tra R2 e R3. Il secondo pacchetto viene dunque accodato in attesa che l'interfaccia si liberi. Lo stesso accade nel collegamento successivo.

$$T_1 = \frac{L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_2} + \tau_2 + \frac{L}{C_3} + \tau_3 = 1 + 1 + 2 + 2 + 8 + 4 = 18[\text{ms}]$$

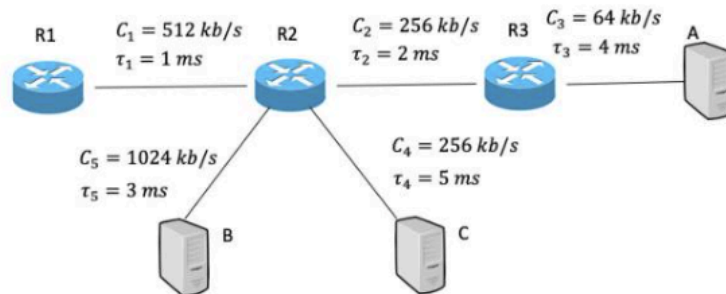
$$T_2 = \frac{L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_2} + \tau_2 + \frac{2L}{C_3} + \tau_3 = T_1 + \frac{L}{C_3} = 26[\text{ms}]$$

nel caso di n pacchetti:

$$T_n = \frac{L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_2} + \tau_2 + \frac{nL}{C_3} + \tau_3 = T_1 + (n-1) \frac{L}{C_3}$$

3.3 Coda su grafo

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.



Soluzione

Il primo pacchetto arriva al nodo A senza incontrare altri pacchetti in rete. Il secondo pacchetto, sempre diretto a A, verrà accodato, dato che i link successivi al primo hanno un rate trasmissivo minore.

$$T_1 = \frac{L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_2} + \tau_2 + \frac{L}{C_3} + \tau_3 = 18 \text{ ms}$$

$$T_2 = T_1 + \frac{L}{C_3} = 26 \text{ ms}$$

I pacchetti diretti a B vengono trasmessi da R1 dopo quelli diretti a A, e da R2 in poi ne diventano indipendenti. Non c'è accodamento tra i pacchetti di B perché il link R2-B ha un rate trasmissivo maggiore di R1-R2

$$T_3 = \frac{3L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_5} + \tau_5 = 7.5 \text{ ms}$$

$$T_4 = \frac{4L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_5} + \tau_5 = 8.5 \text{ ms}$$

I pacchetti diretti a C vengono trasmessi da R1 dopo quelli diretti a A e B, e da R2 in poi ne diventano indipendenti. Dato che R2-C ha un rate trasmissivo minore di R1-R2, abbiamo accodamento tra i pacchetti diretti a C.

$$T_5 = \frac{5L}{C_1} + \tau_1 + \frac{L}{C_4} + \tau_4 = 13 \text{ ms}$$

$$T_6 = T_5 + \frac{L}{C_4} = 15 \text{ ms}$$

La trasmissione su diversi link è considerata indipendente (è possibile trasmettere in contemporanea su link diversi). È possibile realizzare un diagramma equivalente a quelli visti negli esercizi precedenti realizzando un diagramma per ogni destinazione.

In generale se un pacchetto arriva in router dove la trasmissione del pacchetto precedente non è finita (si può calcolare conoscendo i tempi di arrivo al router) ci sarà accodamento, altrimenti si avrà trasmissione immediata.