



## Introduzione alle Reti: Esercizi

Ing. Nadia Ranaldo

1



## Problema 5 (Cap. 1) (1)

- Consideriamo l'invio di un pacchetto di  $F$  bit su un percorso di  $Q$  collegamenti. Ogni collegamento trasmette alla velocità di  $R$  bps. Supponiamo che la rete non è molto carica e quindi non si verificano ritardi di accodamento. Il ritardo di propagazione è trascurabile.



- Supponiamo che la rete sia a **commutazione di pacchetto e a circuito virtuale**. Sia  $t_s$  il tempo di setup del circuito virtuale. Supponiamo inoltre che i livelli di invio aggiungano  $h$  bit all'intestazione del pacchetto
  - Quanto tempo impiega il pacchetto ad arrivare a destinazione?
  - Il tempo di trasmissione su un collegamento è dato da  $t_{tras} = (F+h)/R$
  - Quindi il tempo totale  $T1$  è dato dal tempo di setup più il ritardo di trasmissione su ogni collegamento
- $$T1 = t_s + Q \times t_{tras} = t_s + Q \times (F+h)/R$$

2



## Problema 5 (Cap. 1) (2)

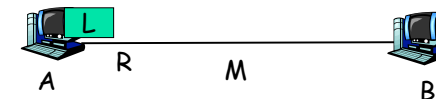
- Supponiamo che la rete sia a **commutazione di pacchetto e a datagramma**, che si utilizzi un servizio senza connessione e che ogni pacchetto presenti  $2h$  bit di intestazione
- Quanto tempo impiega il pacchetto per arrivare a destinazione?
- Il tempo totale  $T2$  è dato solo dal ritardo di trasmissione su ogni collegamento  $t_{tras} = (F+2 \times h)/R$   
 $T2 = Q \times t_{tras} = Q \times (F+2 \times h)/R$
- Supponiamo che la rete sia a **commutazione di circuito** e che la frequenza di trasmissione del circuito tra l'origine e la destinazione sia di  $R$  bps. Detto  $t_s$  il tempo di setup e considerando  $h$  bit di intestazione aggiunti al pacchetto, quanto richiede l'invio del pacchetto?
- In questo caso il tempo  $T3$  non dipende dal numero dei collegamenti  
 $T3 = t_s + t_{tras} = t_s + (F+h)/R$

3



## Problema 6 (Cap. 1) (1)

- Consideriamo due host  $A$  e  $B$  collegati da un singolo link di connessione con velocità di  $R$  bps. Supponiamo che la lunghezza del link sia  $M$  metri e che la velocità di propagazione lungo il collegamento sia di  $S$  m/s. L'host  $A$  sta per inviare un pacchetto di  $L$  bit all'host  $B$ .



- Il ritardo di propagazione in funzione di  $M$  ed  $S$  è:  
 $d_{prop} = M/S$
- Il ritardo di trasmissione in funzione di  $L$  ed  $R$  è:  
 $d_{tras} = L/R$

4

## Problema 6 (Cap. 1) (2)

- Il ritardo punto-punto totale è:

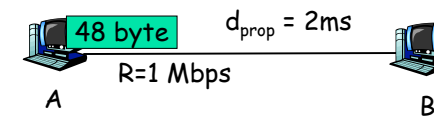
$$d_{\text{end-to-end}} = d_{\text{prop}} + d_{\text{tras}} = (M/S + L/R)s$$

- Supponiamo che l'host A cominci a trasmettere il pacchetto all'istante  $t=0$ . All'istante  $t = d_{\text{tras}}$  dove si trova l'ultimo bit del pacchetto?
  - Sta per lasciare l'host A, è all'inizio del canale
- Supponiamo che  $d_{\text{prop}} > d_{\text{tras}}$ . All'istante  $t = d_{\text{tras}}$  dove si trova il primo bit del pacchetto?
  - Non ha raggiunto l'host B, quindi è sul canale
- Supponiamo che  $d_{\text{prop}} < d_{\text{tras}}$ . All'istante  $t = d_{\text{tras}}$  dove si trova il primo bit del pacchetto?
  - Ha raggiunto l'host B, quindi è uscito dal canale
- Supponiamo che  $S=2,5 \times 10^8$ ,  $L = 100$  bit e  $R = 28$  Kbps. Determinare la distanza  $M$  tale che  $d_{\text{prop}} = d_{\text{tras}}$ 
  - $M/S = L/R \Rightarrow M = (L \times S)/R = (2.5/2.8) \times 10^6 \text{ m} = 893 \text{ Km}$

5

## Problema 7 (Cap. 1) (1)

- Consideriamo una trasmissione audio dall'host A all'host B su una rete a commutazione di pacchetto (ad esempio un telefono via Internet). L'host A converte al volo la voce in un flusso digitale di bit con una velocità di 64 Kbps. Poi raggruppa i bit in pacchetti da 48 byte. Tra A e B esiste un solo collegamento, con velocità di trasmissione di 1 Mbps e  $d_{\text{prop}} = 2\text{m/s}$ . 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  $T$  intercorre dall'istante in cui un bit viene creato (a partire dal segnale analogico originario nell'host A) al momento in cui il bit viene decodificato (come parte del segnale analogico nell'host B)?



6

## Problema 7 (Cap. 1) (2)

- L'host B elabora (decodifica) un bit ricevuto dopo aver ricevuto l'intero pacchetto

$$T = d_{\text{prop}} + d_{\text{tras}} + t_{\text{codifica di un pacchetto}}$$

- $t_{\text{codifica di un pacchetto}}$  dipende dalla velocità con cui è in grado di codificare l'host A, ovvero 64 Kbps (chiamiamola  $F$ ) e dal numero di bit di un pacchetto

$$t_{\text{codifica di un pacchetto}} = L/F = (48 \times 8)/(64 \times 10^3 \text{ bps}) = 6 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$d_{\text{tras}} = L/R = (48 \times 8)/(1 \times 10^6 \text{ bps}) = 384 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$T = (2 \times 10^{-3} + 384 \times 10^{-6} + 6 \times 10^{-3}) \text{ s} = 8,384 \text{ ms}$$

7

## Problema 11 (Cap. 1) (1)

- Consideriamo il ritardo di accodamento nel buffer di un router. Sia  $I$  l'intensità del traffico, ossia  $I = \lambda a/R$ .
- Supponiamo che il ritardo di accodamento sia della forma  $I \times L/R(1-I)$  quando  $I < 1$ .
- Trovare una formula per il ritardo totale ossia per il ritardo di accodamento più il ritardo di trasmissione
- Il ritardo di trasmissione è pari a  $L/R$
- Il ritardo totale è quindi:

$$d_{\text{tot}} = d_{\text{queue}} + d_{\text{tras}} = \frac{IL}{R(1-I)} + \frac{L}{R} = \frac{L/R}{1-I}$$

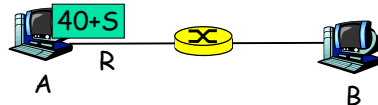
$$\text{Ponendo } x = L/R \text{ } d_{\text{tot}} = \frac{x}{1-ax}$$

- All'aumentare della velocità di trasmissione il ritardo totale aumenta molto velocemente

8

## Problema 22 (Cap. 1) (1)

- Consideriamo l'invio di un file da  $F$  bit tra gli host  $A$  e  $B$ . Tra  $A$  e  $B$  ci sono due collegamenti (ed un router) e i collegamenti non sono congestionati (non ci sono ritardi di accodamento).
- $A$  segmenta il file in porzioni di  $S$  bit ciascuna e aggiunge 40 bit di intestazioni a ciascun segmento, formando pacchetti da  $L = 40 + S$  bit.
- Ogni collegamento ha una frequenza di trasmissione di  $R$  bps. Trovare il valore di  $S$  che minimizza il ritardo di trasferimento da  $A$  a  $B$ . Trascurare il ritardo di propagazione ed il ritardo di elaborazione.



- Il ritardo di trasmissione del primo pacchetto è dato da  $\frac{S + 40}{R} \times 2$
- Dopo questo tempo, a destinazione arriva un pacchetto ogni  $\frac{S + 40}{R}$

9

## Problema 22 (Cap. 1) (2)

- Quindi il ritardo per trasferire l'intero file dipende dal numero di pacchetti in cui è diviso

$$\text{delay} = \frac{S + 40}{R} \times 2 + \left(\frac{F}{S} - 1\right) \times \left(\frac{S + 40}{R}\right) = \frac{S + 40}{R} \times \left(\frac{F}{S} + 1\right)$$

- Il minimo di tale ritardo rispetto alla grandezza  $S$  si calcola ponendo la derivata rispetto ad  $S$  uguale a 0

$$\frac{d}{dS} \text{delay} = 0 \Rightarrow \frac{F}{R} \left(\frac{1}{S} - \frac{40 + S}{S^2}\right) + \frac{1}{R} = 0 \Rightarrow S = \sqrt{40F}$$

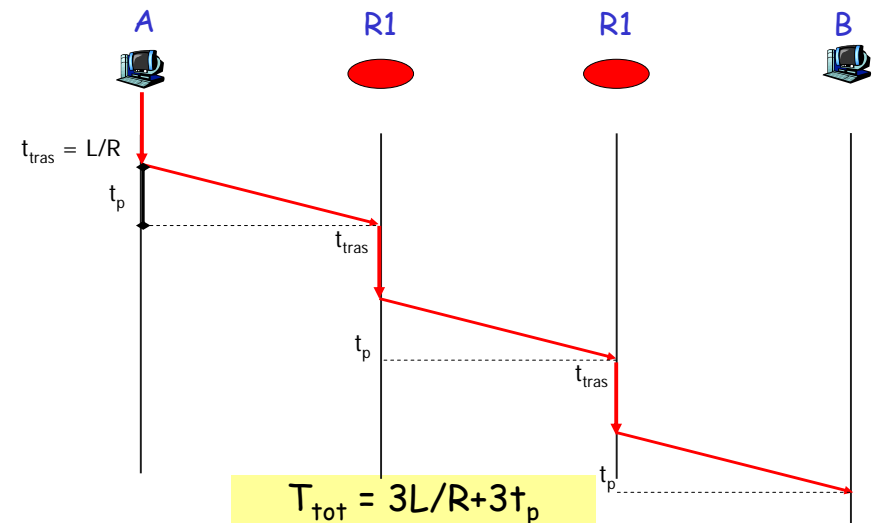
10

## Esercizio n.6 Appello del 23/10/2006 (1)

- Si consideri la trasmissione di un messaggio di  $L$  bit su di una rete con tre link e due router intermedi tra la sorgente  $A$  e il destinatario  $B$ . Considerare una velocità di trasmissione su ciascun link pari ad  $R$  (bps), e si supponga che non si verificano ritardi di accodamento. Considerare un tempo di propagazione su ciascun link pari a  $t_p$ .
- Completare il diagramma temporale relativo alla trasmissione dei pacchetti nei due casi
- Calcolare il tempo totale di trasferimento nei seguenti casi:
  - rete a commutazione di messaggio
  - rete a commutazione di pacchetto, con pacchetti di dimensione  $L/5$ .
- Dire in quale dei due casi il tempo totale di trasferimento è più piccolo.

11

## Esercizio n. 6 Appello del 23/10/2006 (2)



12

## Esercizio n. 6 Appello del 23/10/2006 (3)

