



Corso di
SISTEMI TELEMATICI
a.a. 2010-2011

Livello di Trasporto: esercizi

Slow start: Esempio 1

Quesito

Si consideri la procedura di Slow Start in una connessione TCP caratterizzata dai seguenti parametri: i) maximum segment size = 1000 byte; ii) RTT = 15 ms; iii) ampiezza finestra di ricezione comunicata dal ricevitore = 12000 byte.

Si chiede di determinare (1) l'intervallo di tempo necessario affinché lato sorgente sia raggiunta l'ampiezza massima della finestra di emissione a seguito dell'applicazione della procedura di slow start all'inizio della connessione; (2) il numero di byte trasmessi dopo 75 ms

Si considerino le seguenti ipotesi: a) nessun segmento è perso, b) i riscontri sono emessi immediatamente, c) i tempi di trasmissione dei segmenti e dei riscontri sono trascurabili.

Slow start: Esempio 1

- (1) La finestra comunicata dal ricevitore RW:

$$RW = m * MSS = 12 * MSS \text{ byte} = 12000 \text{ byte}$$

- CW raggiunga il valore di regime dopo $n * RTT$, con $n > \log_2 m$, cioè dopo 4 $RTT = 60 \text{ ms}$

- (2) $75 \text{ ms} = 5 * RTT$, quindi include sia la fase di slow start che di regime

- Definiamo $n^\#$ il numero intero immediatamente inferiore a $\log_2 m$:

$$n^\# = \lfloor \log_2 m \rfloor = \lfloor \log_2 12 \rfloor = 3$$

- Il numero di byte trasmessi nella fase di slow start è:

$$\begin{aligned} MSS * (2^{n^\# + 1} - 1) &= MSS * (2^{\lfloor \log_2 m \rfloor + 1} - 1) = \\ 1000 * (2^4 - 1) &= 15000 \text{ byte} \end{aligned}$$

Slow start: Esempio 1

- Il numero di byte trasmessi nella fase di regime è:

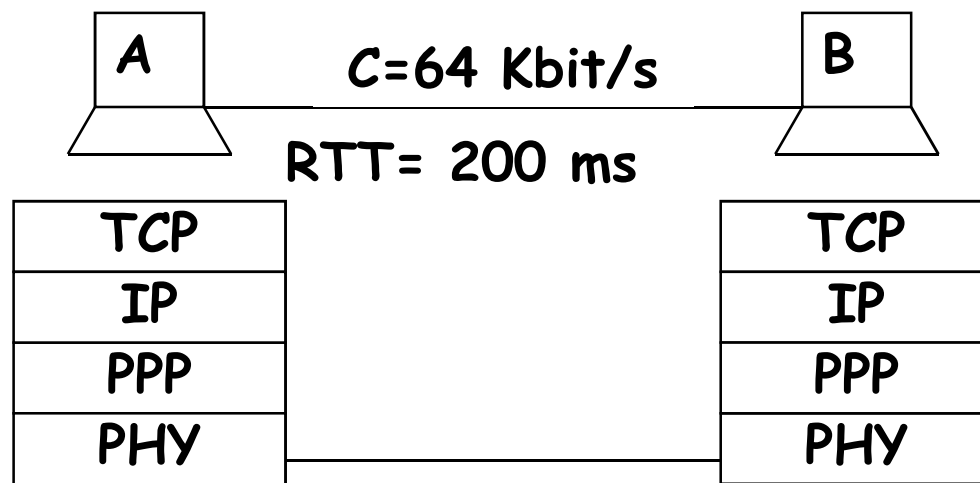
$$(5-n^{\#}) * m * MSS = (5-3) * 12 * 1000 = 24000 \text{ byte}$$

- Quindi in totale in 75 ms vengono trasmessi $15000 + 24000 \text{ byte} = 39000 \text{ byte}$

$$MSS * (2^{\lfloor \log_2 m \rfloor + 1} - 1) + (5-n^{\#}) * m * MSS$$

TCP: Esempio 1

- La stazione A trasferisce byte verso la stazione B su un link di capacità $C=64$ Kbit/sec, con $RTT=200$ msec



- MSS è 512 byte. Per trasmettere un segmento TCP da 512 byte bisogna aggiungere un header TCP di 20 byte, un header IP di 20 byte (se non si hanno opzioni) e un header PPP di 8 byte, per cui al livello fisico è inviata una trama di 560 byte;

TCP: Esempio 1

- Il tempo di trasmissione di un segmento t_f è uguale a:

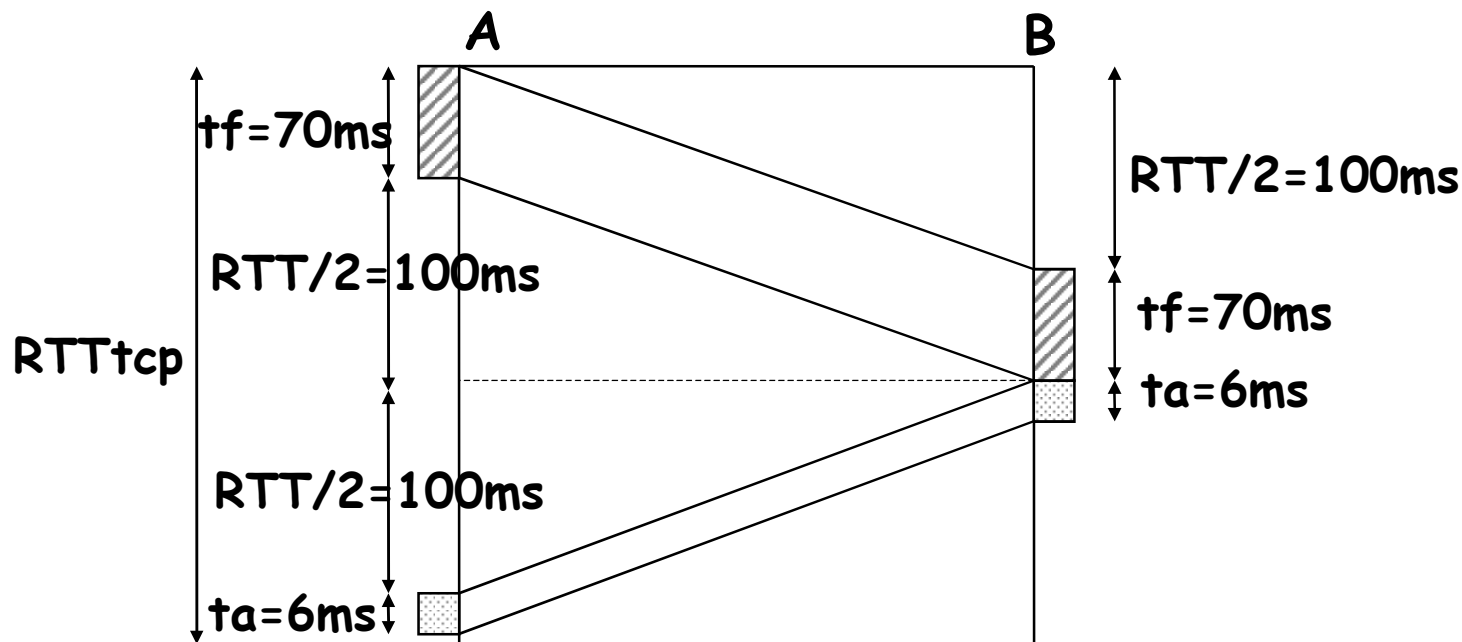
$$t_f = \text{DIMbits} / C = (560 * 8) [\text{bit}] / 64.000 [\text{bit/s}] = 70 \text{ ms}$$

- Il tempo di trasmissione t_a di un Ack, costituito solo dall'header TCP di 20 byte (più header IP e PPP), cioè una trama di 48 byte a livello fisico, è uguale a:

$$t_a = 48 * 8 \text{ bit} / (64.000 \text{ bit/s}) = 6 \text{ ms}$$

- Se si trascura il tempo di processamento e si suppone che gli ACK vengano inviati per ogni trama, che la rete sia scarica e il collegamento dedicato, si ha il diagramma temporale mostrato in figura

TCP: Esempio 1



- RTT per il TCP è il tempo che intercorre dall'invio del 1° bit del segmento alla ricezione dell'ultimo bit dell'ACK:

$$RTT_{TCP} = RTT + t_f + t_a = 276 \text{ msec}$$

- $RTT_{TCP} > RTT$ tiene conto dei tempi di propagazione e di trasmissione (RTT_{TCP} deve tener conto anche dei tempi di elaborazione negli host e dei ritardi di accodamento nella rete)

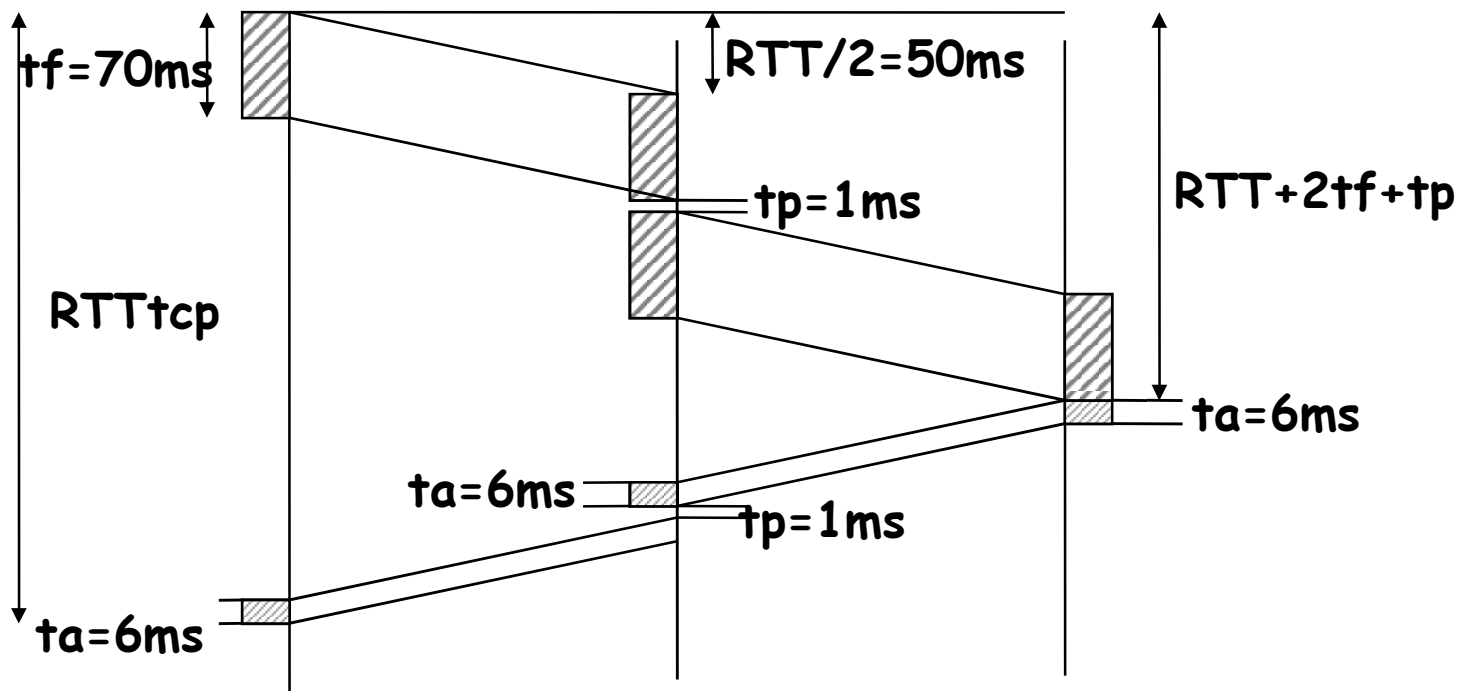
TCP: Esempio 2



- Se fra gli host A e B c'è un router, la situazione cambia
- I router possono essere di due tipi:
 - Store & Forward
 - Cut-Through
- Il router Store & Forward spedisce un pacchetto, dopo averlo interamente ricevuto ed elaborato (supponiamo un tempo di processamento t_p di 1 ms)
- Il router Cut-Through elabora soltanto gli header IP e PPP (supponiamo un tempo di processamento t_p 1 ms)

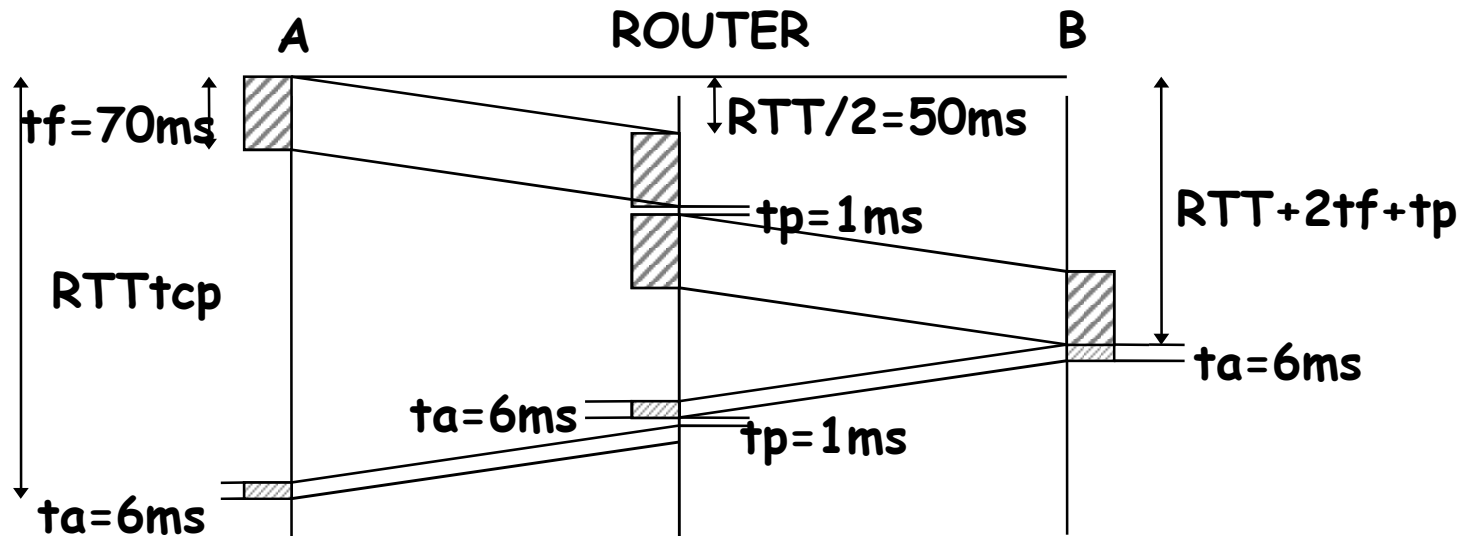
TCP: Esempio 2

A ROUTER STORE&FORWARD B



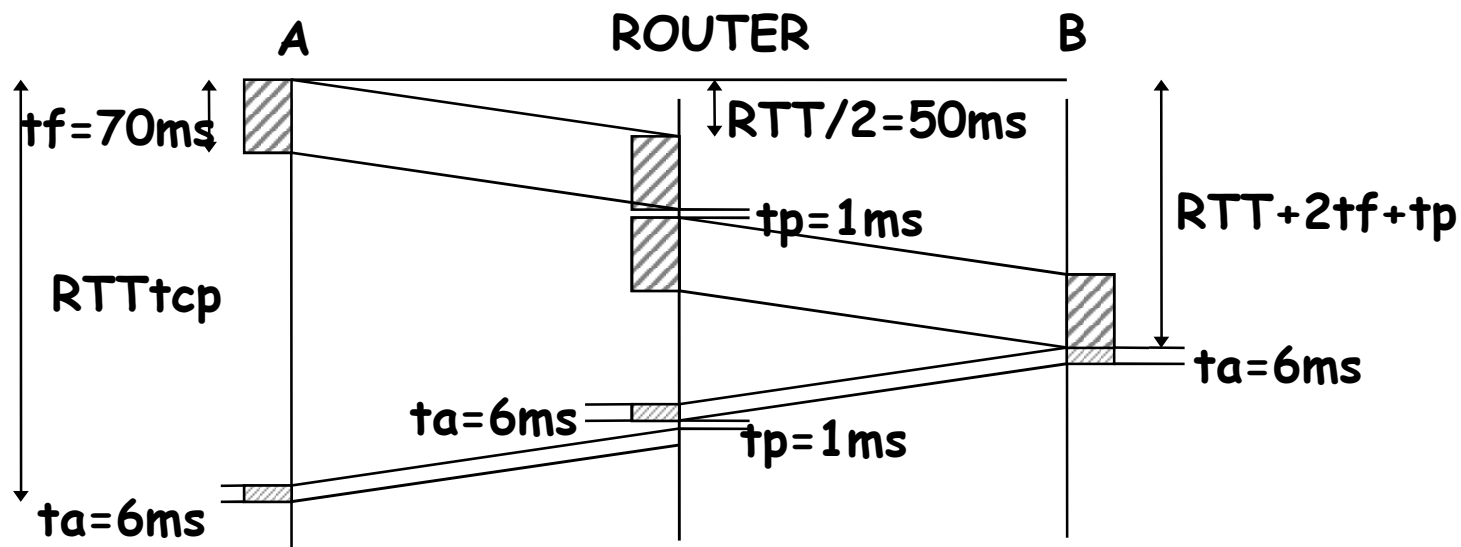
$$RTT_{TCP} = (70 + 50 + 1 + 70 + 50 + 6 + 50 + 1 + 50 + 6)\text{ms} = 354\text{ ms}$$

TCP: Esempio 2



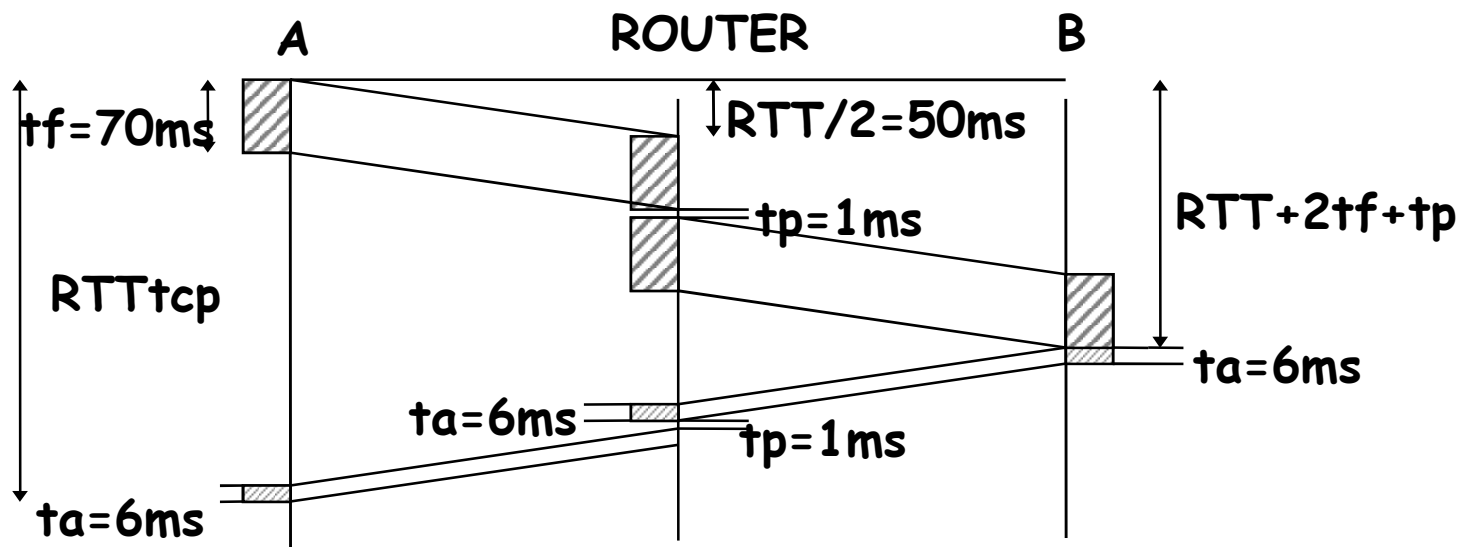
1. $t=0$ ms \rightarrow A inizia la trasmissione della trama
2. $t=50$ ms \rightarrow Il router riceve il 1° bit della trama
3. $t=70$ ms \rightarrow A trasmette l'ultimo bit della trama
4. $t=120$ ms \rightarrow Il router riceve l'ultimo bit della trama
5. $t=121$ ms \rightarrow Il router, finito il processamento, invia il 1° bit della trama a B
6. $t=171$ ms \rightarrow B riceve il 1° bit della trama
7. $t=191$ ms \rightarrow Il router invia a B l'ultimo bit della trama
8. $t=241$ ms \rightarrow B riceve l'ultimo bit della trama e invia l'ACK ($t_{p,ACK}=0$)

TCP: Esempio 2



9. $t=247\text{ ms} \rightarrow$ B ha trasmesso l'ultimo bit dell'ACK al router
10. $t=291\text{ ms} \rightarrow$ Il router riceve il 1° bit dell'ACK
11. $t=297\text{ ms} \rightarrow$ Il router riceve l'ultimo bit dell'ACK
12. $t=298\text{ ms} \rightarrow$ Dopo $t_{\text{PACK}}=1\text{ms}$ il router inizia a mandare l'ACK ad A
13. $t=304\text{ ms} \rightarrow$ Il router invia l'ultimo bit dell'ACK ad A
14. $t=348\text{ ms} \rightarrow$ A riceve il 1° bit dell'ACK
15. $t=354\text{ ms} \rightarrow$ A riceve l'ultimo bit dell'ACK

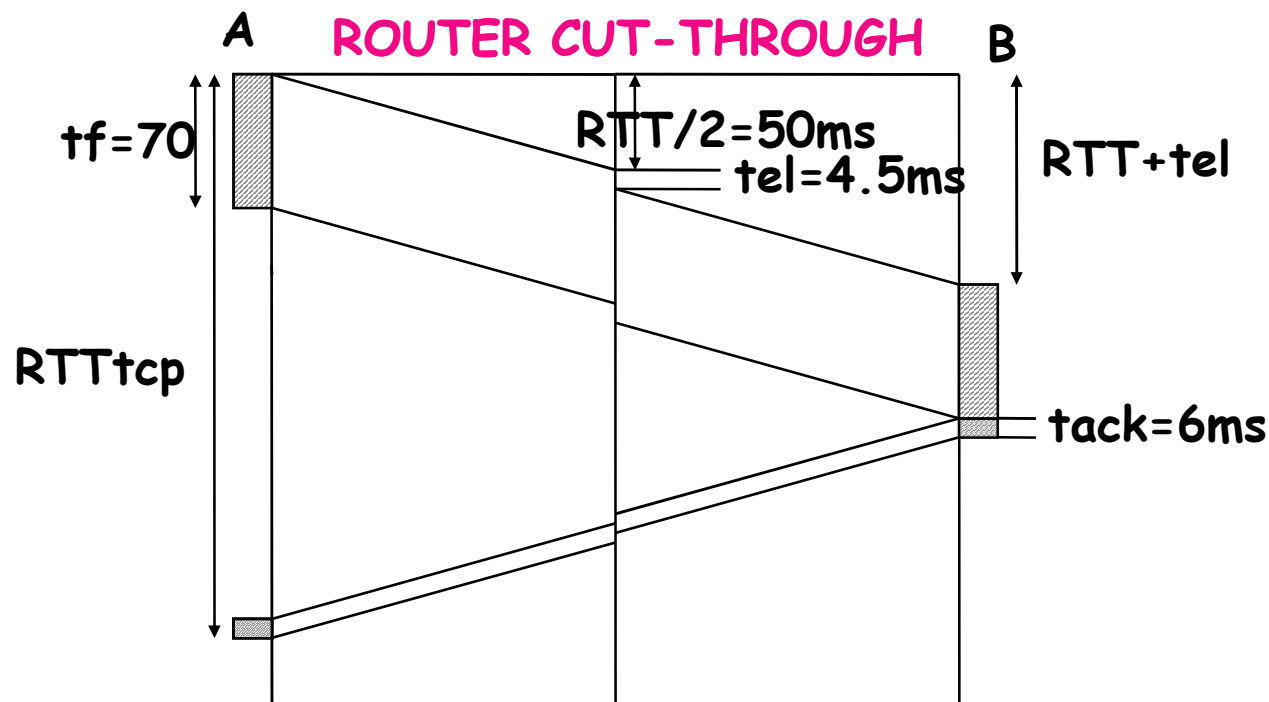
TCP: Esempio 2



- Il router Store & Forward ha quindi rallentato la trasmissione (354ms contro 276ms) peggiorando le prestazioni
- La minima dimensione della finestra che permette di sfruttare la capacità di trasmissione è:

$$W = C * RTT_{TCP} = 64.000 \text{ bit/s} * 0,354 * 1/8 \text{ byte/bit} = 2832 \text{ byte}$$

TCP: Esempio 2

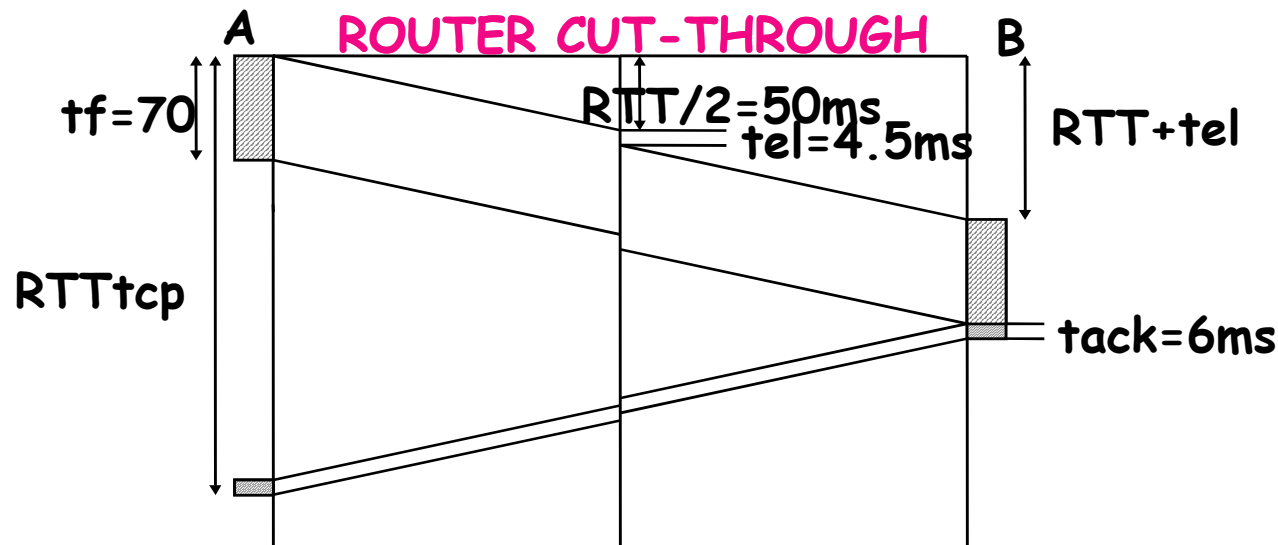


- Il router Cut-Through elabora gli header IP e PPP, e dopo un tempo di processamento t_p di 1 ms, inoltra il pacchetto; poiché esamina 28 byte, il tempo totale di processamento è:

$$t_{el} = t_p + 28 \cdot 8 \text{ bit} / 64.000 \text{ bit/s} = 4,5 \text{ ms}$$

- Si consideri $t_f = 70 \text{ ms}$, $t_{ACK} = 6 \text{ ms}$ e $RTT = 100 \text{ ms}$

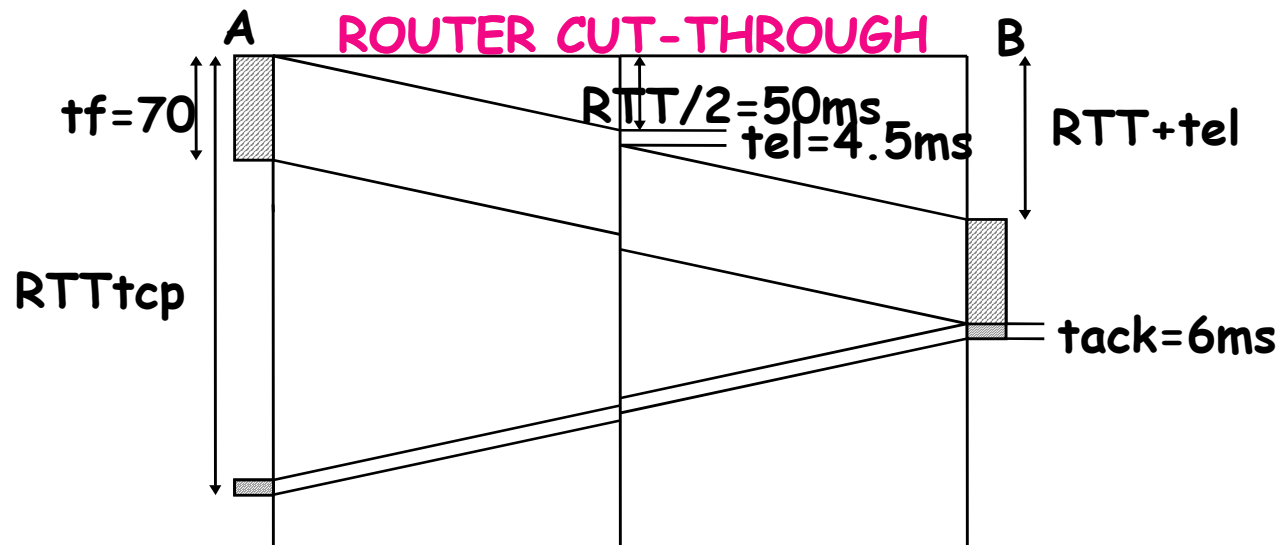
TCP: Esempio 2



Ing. P. Fazio

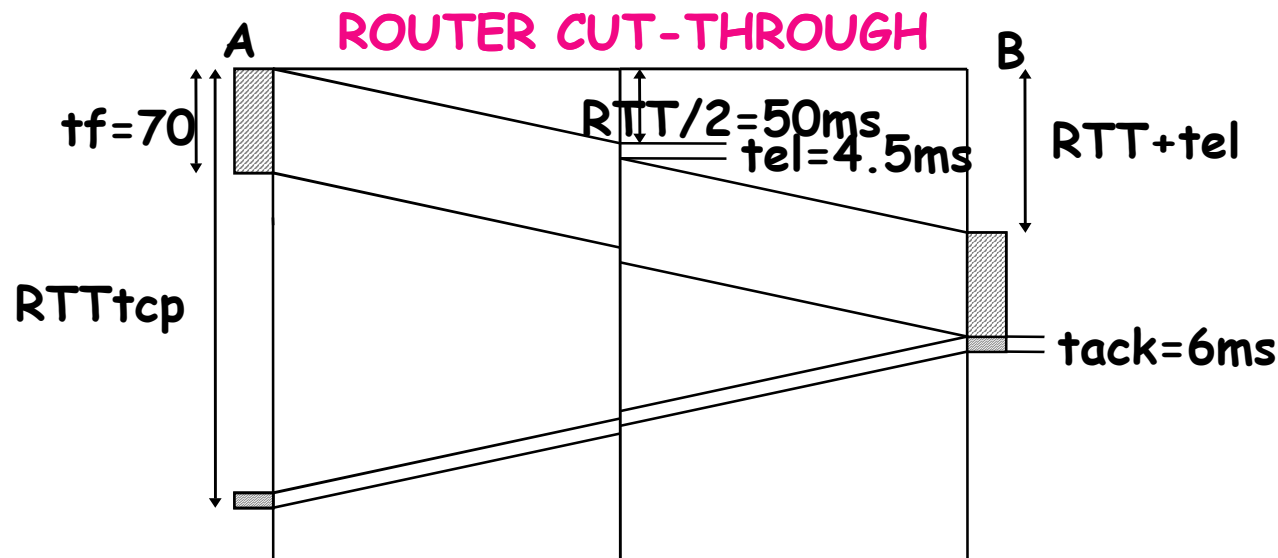
1. $t = 0 \text{ ms}$ → A trasmette il 1° bit della trama al router
2. $t = 50 \text{ ms}$ → Il router riceve il 1° bit spedito da A
3. $t = 54,5 \text{ ms}$ → Il router trasmette il 1° bit a B
4. $t = 70 \text{ ms}$ → A trasmette l'ultimo bit della trama al router
5. $t = 104,5 \text{ ms}$ → B riceve il 1° bit della trama spedita dal router
6. $t = 120 \text{ ms}$ → Il router riceve l'ultimo bit della trama spedita da A

TCP: Esempio 2



7. $t = 124,5\text{ ms}$ → Il router trasmette l'ultimo bit della trama a B
8. $t = 174,5\text{ ms}$ → B riceve l'ultimo bit dal router e spedisce il 1° bit dell'ACK
9. $t = 180,5\text{ ms}$ → B trasmette l'ultimo bit dell'ACK
10. $t = 224,5\text{ ms}$ → Il router riceve il 1° bit dell'ACK
11. $t = 229\text{ ms}$ → Il router invia il 1° bit dell'ACK ad A
12. $t = 230,5\text{ ms}$ → Il router riceve l'ultimo bit dell'ACK da B
13. $t = 235\text{ ms}$ → Il router invia l'ultimo bit dell'ACK ad A

TCP: Esempio 2



14. $t = 279$ ms \rightarrow A riceve il 1° bit dell'ACK dal router

15. $t = 285$ ms \rightarrow A riceve l'ultimo bit dell'ACK dal router

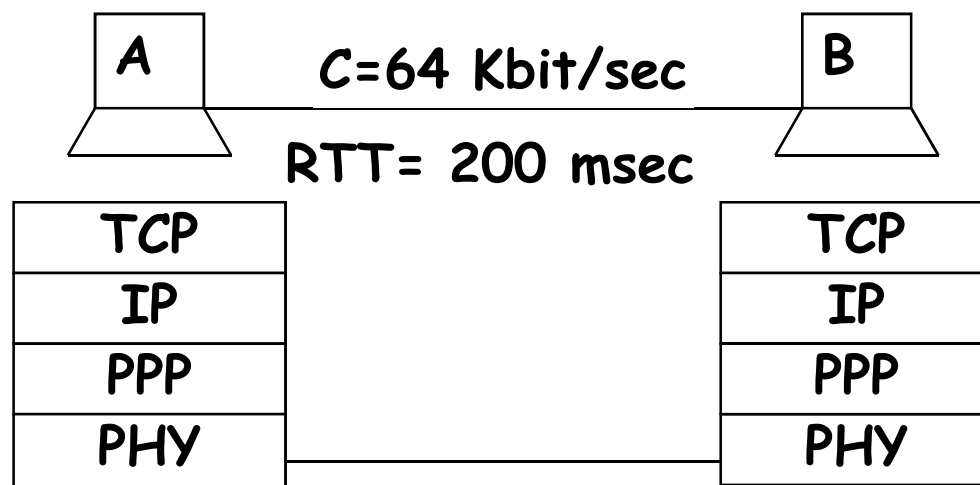
• L'RTT visto dal TCP risulta essere:

$$RTT_{TCP} = (70 + 200 + 6 + 4.5 + 4.5) \text{ msec} = 285 \text{ ms}$$

• Quindi un router Cut-Through ritarda meno la trasmissione rispetto ad un router Store & Forward, tuttavia Store & Forward è il più usato perché è più semplice da implementare

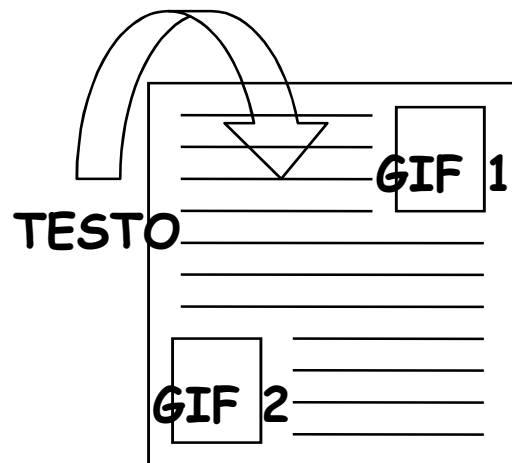
TCP: Esempio 3

- La stazione A trasferisce byte verso la stazione B su un link di capacità $C=64$ Kbit/sec, con $RTT=200$ msec



- Si supponga che A richieda a B il trasferimento di una pagina HTML costituita da testo e immagini
- Viene stabilita una finestra di trasmissione (e di ricezione) pari a $W = 5 \cdot MSS = 5 \cdot 512 = 2560$ byte

TCP: Esempio 3



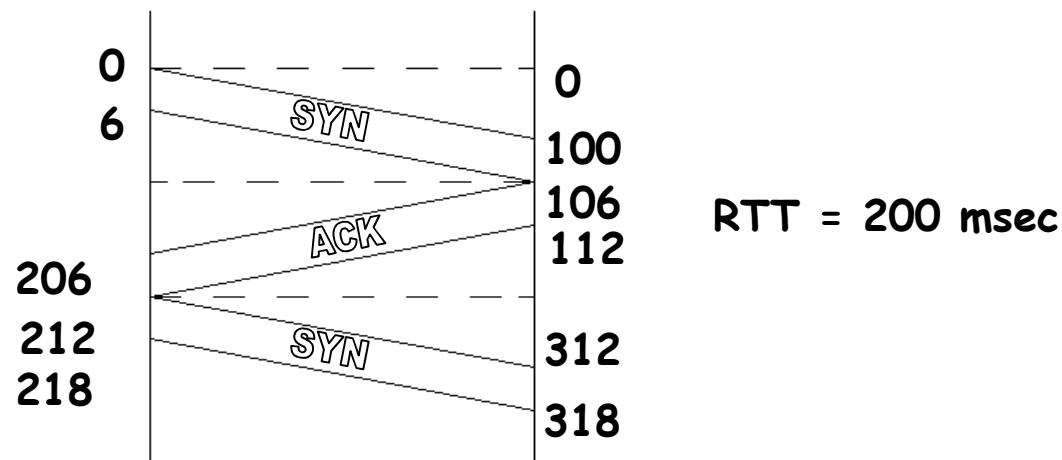
Il testo è costituito da 3584 byte

GIF 1 è un'immagine da 1024 byte

GIF 2 è un'immagine da 1536 byte

- L'UPPER LAYER PROTOCOL sia HTTP 1.0; in questo caso si aprono (e chiudono) 3 connessioni TCP, una per ogni porzione delle pagina (testo, Gif 1 e Gif2)
- Si assume che B invii un Ack per ogni segmento; dopo aver instaurato la connessione la trasmissione dei segmenti avviene in regime di Slow Start

TCP: Esempio 3



- Per semplicità si separa la parte relativa all'instaurazione della connessione; i segmenti di tipo SYN e ACK sono costituiti dal solo header TCP di 20 byte, per cui:

$$t_{\text{ack}} = t_{\text{syn}} = 6 \text{ ms}$$

- Per instaurare la connessione in modalità *Three Way Handshake* servono 318 ms (trascurando i tempi di processamento)
- A questo punto, si invia la parte di testo iniziando la trasmissione in regime di Slow Start, con una finestra di congestione iniziale di 1 MSS (MSS=512 byte e $t_f=70 \text{ ms}$); ogni volta che B riceve un ACK aumenta CWND di 1MSS

TCP: Esempio 3

Ing. P. Fazio

