

Esercitazione Capitolo 3

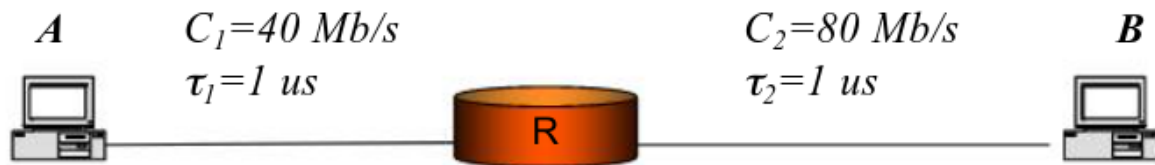
Fondamenti di Comunicazioni e Internet A.A.
2023/24

Esercizio 1

Si consideri la rete in figura in cui tra l'host A e l'host B sia attivata una connessione TCP. Si calcoli l'istante di tempo dall'attivazione della connessione oltre il quale la trasmissione sul link 1 risulta continua, supponendo

- header trascurabili
- link bidirezionali e simmetrici
- $RCWND = 4000$ [byte] e $SSTHRESH = 400$ [byte]
- dimensione segmenti $MSS = 100$ [byte]
- dimensione ACK = dimensione segmenti per apertura della connessione = trascurabile

Quanto tempo occorre per trasferire un file da 1 [kbyte] sulla connessione TCP sopra specificata (dall'istante di trasmissione del primo segmento all'istante di ricezione dell'ACK dell'ultimo segmento)?



$$R_{LWNO} = 4000 \text{ B} \quad SST = 400 \text{ B} \quad HSS = 100 \text{ B}$$

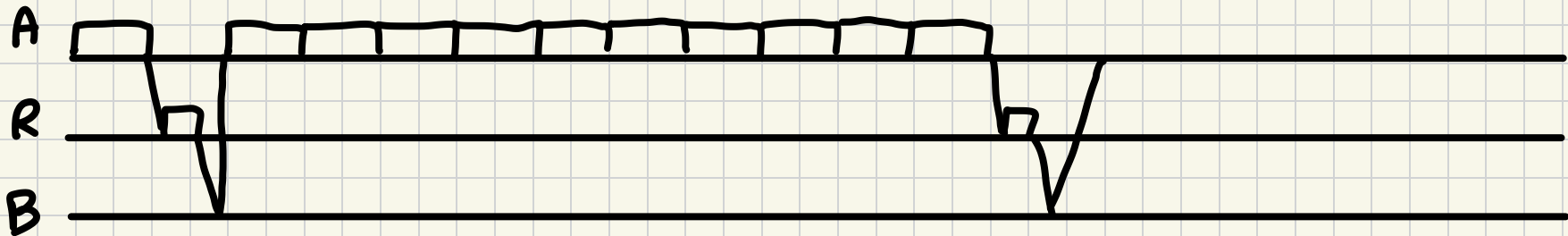
$$T_1 = \frac{L}{L_1} = 20 \mu s$$

$$T_2 = \frac{L}{L_2} = 10 \mu s$$

$$w = 2$$

$$RTT = T_1 + T_2 + 2\tau_1 + 2\tau_2 = 34 \mu s \quad w T_1 > RTT$$

$$w > 1.7 \mu s$$



$$T_{TOT} = \tau_1 + 2\tau_2 + \frac{L}{L_2} + \tau_1 + 9 \frac{L}{L_1} + \tau_1 + 2\tau_2 + \frac{L}{L_2} + \tau_1 + \frac{L}{L_1} = 228 \mu s$$

$$RLWND = 4000 \text{ B}$$

$$SSTHRESH = 400 \text{ B}$$

$$MSS = 100 \text{ B}$$

$$WT_1 > RTT \quad T_1, \text{ PIÙ LENTO}$$

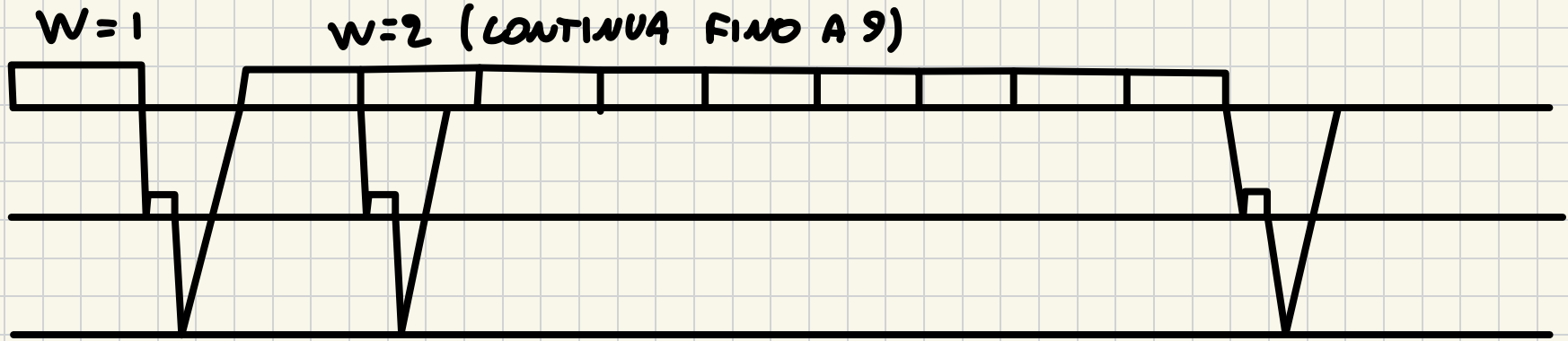
$$W > \frac{RTT}{T_1} \Rightarrow W > 1.7$$

$$T_1 = \frac{100}{5000000} = 0.00002 \text{ s} = 20 \mu\text{s}$$

$$T_2 = \frac{100}{10000000} = 0.00001 \text{ s} = 10 \mu\text{s}$$

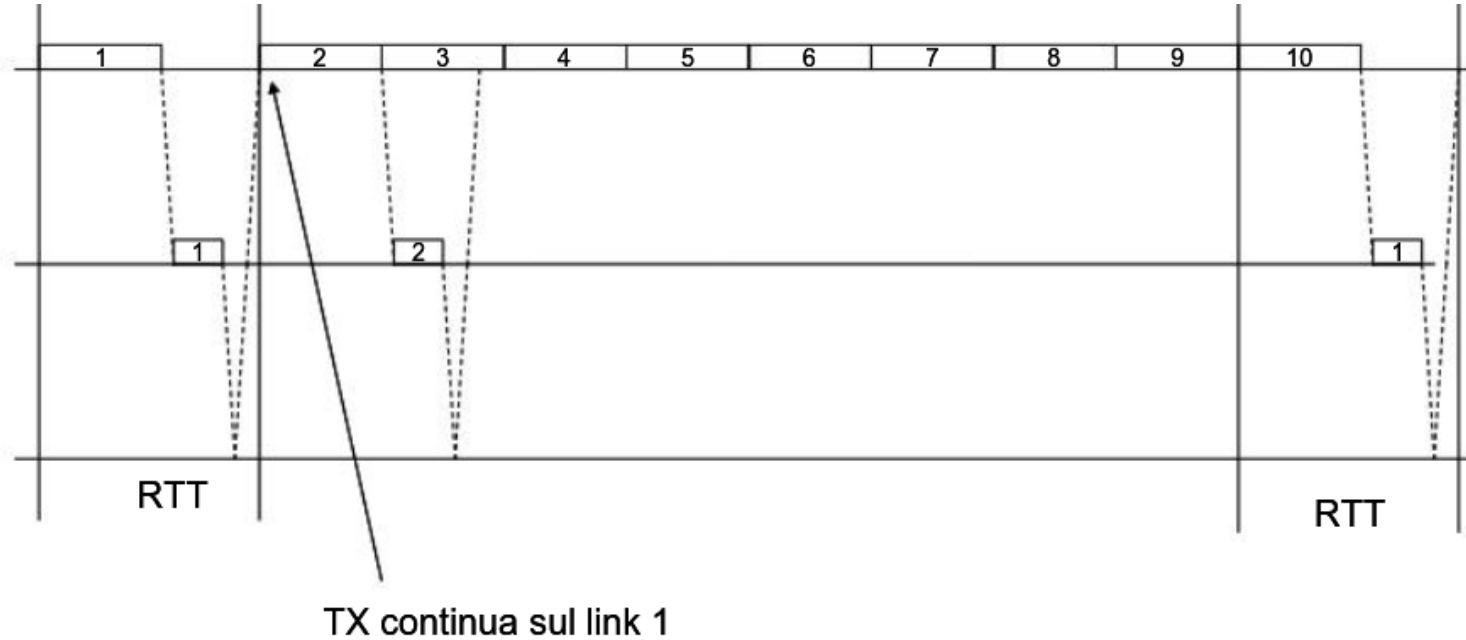
$$RTT = T_1 + \tau_1 + T_2 + \tau_2 = 34 \text{ s}$$

SI INIZIA DA 1 HSS



$$\begin{aligned} \text{TOT} &= \tau_1 + \tau_2 + \tau_2 + \frac{L}{C_2} + \tau_1 + 9 \frac{L}{C_1} + \tau_1 + \tau_2 + \tau_2 + \frac{L}{C_2} + \tau_1 + \frac{L}{C_1} \\ &= 228 \mu\text{s} \end{aligned}$$

Esercizio 1: soluzione



Esercizio 1: soluzione

La trasmissione è continua sul link 1 $WT_1 > RTT$, quindi $W > RTT/T_1$

Quindi:

$$RTT = T_1 + T_2 + 4\tau = 20 [\mu s] + 10 [\mu s] + 4 [\mu s] = 34 [\mu s]$$

$$T_1 = 100 \cdot 8 [bit] / 40 [Mb/s] = 20 [\mu s]$$

$$\text{E dunque } W > RTT/T_1 = 1.7$$

La trasmissione risulta continua sul link 1 dopo un RTT, infatti dopo un RTT $W = 2$.

Il file è composto da $1 [kbyte] / 100 [byte] = 10 MSS$

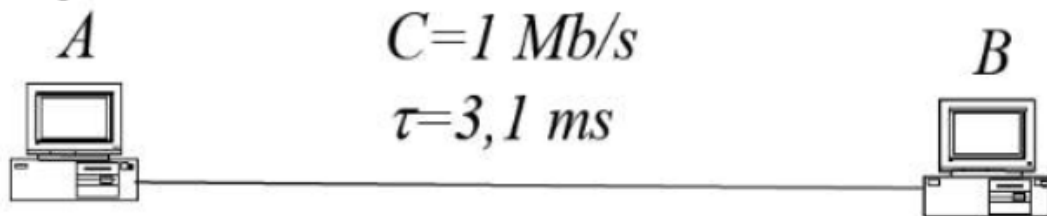
Dunque il tempo totale di trasferimento è:

$$\begin{aligned} &RTT \text{ (Primo RTT)} + 8 T_1 \text{ (Segmenti in trasmissione continua)} \\ &+ RTT \text{ (Ultimo pacchetto e ritorno dell'ACK)} = 228 [\mu s] \end{aligned}$$

Esercizio 2

Si consideri il collegamento in figura tra i due host A e B. A deve trasferire una sequenza di 100 segmenti di lunghezza massima usando TCP. Si calcoli il tempo necessario supponendo:

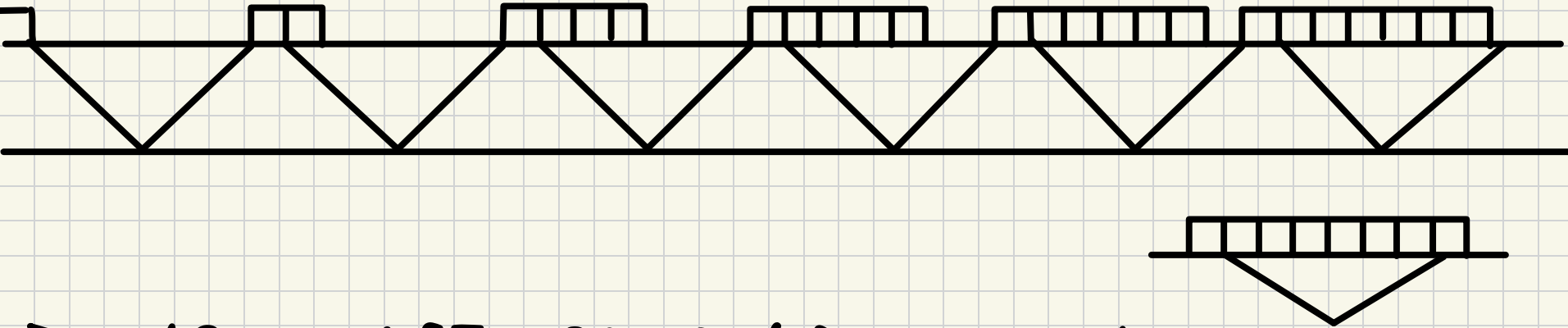
- $MSS = 1000 [bit]$
- lunghezza degli header di tutti i livelli trascurabile
- la connessione venga aperta da A e la lunghezza dei segmenti di apertura della connessione sia trascurabile
- la lunghezza degli ACK sia trascurabile
- Ssthresh sia pari a 5 MSS



MSS = 1000 b SST = 5 MSS 100 SEGMENTI

$$T = \frac{1000}{1000000} = 1 \text{ ms} \quad R_{TT} = T + 2\tau = 7.2 \text{ ms}$$

$WT > RTT$ $w > 7.2$ $w = 8$



$$\tau_{TOT} = 6RTT + 75T + 2Z + 2Z(APERITURA) = 130.6 \text{ ms}$$

100 SEGMENTI

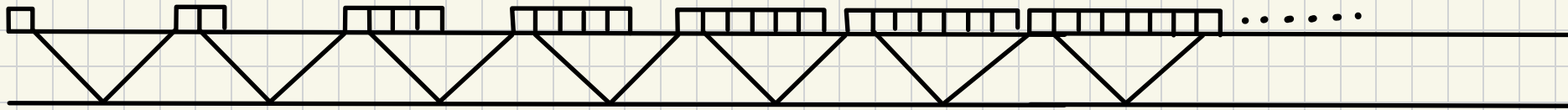
MSS = 1000 bit

SSTHRESH = 5 MSS = 5000 bit

$$WT > RTT \rightarrow w > \frac{RTT}{T} \rightarrow w > 7.2 \rightarrow w = 8$$

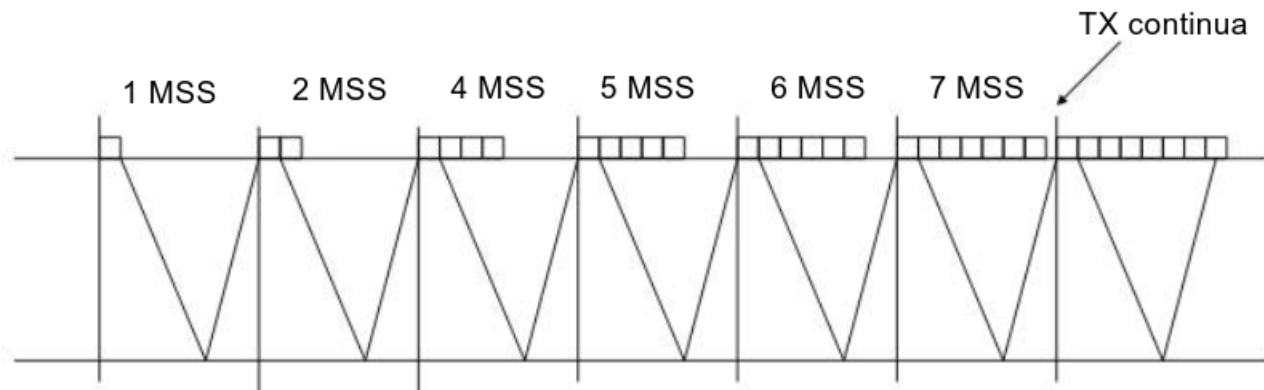
$$T = \frac{1000}{1000000} = 0.0015 = 1 \text{ ms}$$

$$RTT = T + \tau = 7.2 \text{ ms}$$



$$T_{TOT} = 2\tau + 6RTT + 75T + 2\tau = 130.6 \text{ ms}$$

Esercizio 2: soluzione



Il tempo di *trasmissione* $T = 1000 \text{ [bit]} / 1 \text{ [Mb/s]} = 1 \text{ [ms]}$, mentre $RTT = 6.2 \text{ [ms]} + T = 7.2 \text{ [ms]}$

La trasmissione è dunque discontinua fino a che $WT < RTT$, cioè fino a che $W = 8$.

Il tempo totale di trasferimento è pari a:

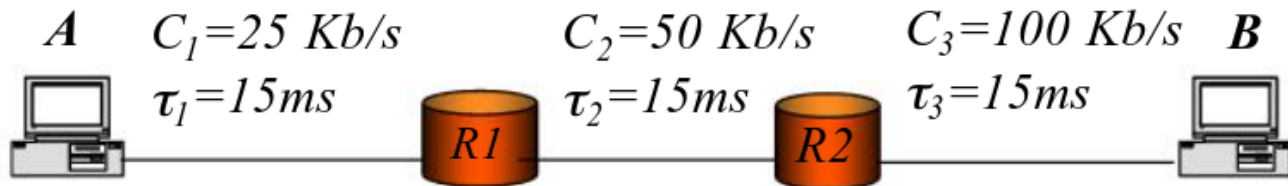
$$\begin{aligned} & 2 \tau (\text{setup connessione}) + 6 RTT (\text{Primi 25 MSS}) \\ & \quad + 75 T (75 \text{ MSS in trasmissione continua}) \\ & \quad + 2 \tau (\text{ritorno ACK dell'ultimo MSS}) = 130.6 \text{ [ms]} \end{aligned}$$

Esercizio 3

All'istante 0 viene attivata una connessione TCP tra l'host A e l'host B. Si calcoli l'istante di tempo oltre il quale la trasmissione sul link 1 risulta continua, supponendo

- header trascurabili
- link bidirezionali e simmetrici
- $RCWND = 4000$ [byte] e $SSTHRESH = 400$ [byte]
- dimensione segmenti $MSS = 200$ [byte]
- dimensione ACK = dimensione segmenti per apertura della connessione = 20 [byte]
- connessione aperta dal terminale A

Quanto tempo occorre per trasferire un file da 2 [kbyte] (dall'istante di trasmissione del primo segmento all'istante di ricezione dell'ACK dell'ultimo segmento)?



$$RCWND = 4000 \text{ B} \quad SST = 400 \text{ B} \quad MSS = 200 \text{ B} \quad ACK = 20 \text{ B}$$

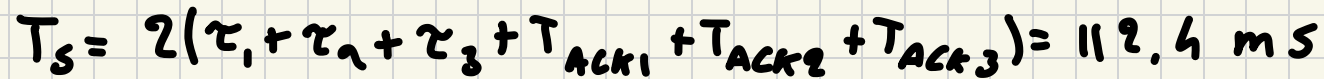
10 PACCHETTI

$$T_1 = \frac{1600}{75000} = 64 \text{ ms} \quad T_2 = \frac{1600}{50000} = 32 \text{ ms} \quad T_3 = \frac{1600}{100000} = 16 \text{ ms}$$

$$T_{ACK1} = \frac{160}{25000} = 6.4 \text{ ms} \quad T_{ACK2} = \frac{160}{50k} = 3.2 \text{ ms} \quad T_{ACK3} = \frac{160}{100k} = 1.6 \text{ ms}$$

$$RTT = T_1 + \tau_1 + T_2 + \tau_2 + T_3 + \tau_3 + T_{ACK1} + T_{ACK2} + T_{ACK3} + \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 = 713.2$$

$$WT_1 > RTT \quad w > \frac{RTT}{T_1} \quad w > 3.33 \quad w = 4 \text{ MSS}$$



$$T_{TOT} = T_J + 3R_{TT} + R_{TT} + 3T_1 = 1157,2 \text{ ms}$$

$$RWND = 4000 \text{ B} \quad SSTHRESH = 400 \text{ B}$$

$$MSS = 200 \text{ B} \quad ACK = 20 \text{ B}$$

$$WT_1 > RTT$$

$$T_1 = \frac{1600}{25000} = 0.064 \text{ s} = 64 \text{ ms}$$

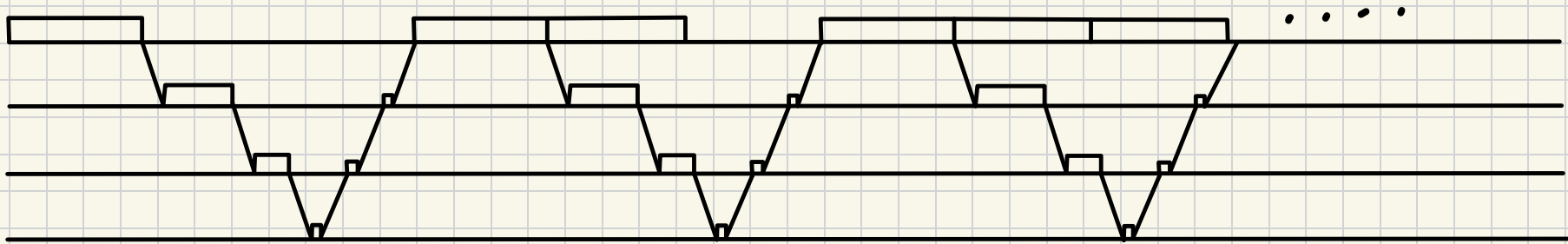
$$T_2 = \frac{1600}{50000} = 0.032 \text{ s} = 32 \text{ ms}$$

$$T_3 = \frac{1600}{100000} = 0.016 \text{ s} = 16 \text{ ms}$$

$$RTT = T_1 + T_2 + T_3 + 2(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3) + \left(\frac{160}{25000} + \frac{160}{50000} + \frac{160}{100000} \right) =$$

$$= 64 + 32 + 16 + 2(45) + 6.4 + 3.2 + 1.6 = 213.2$$

$$W > \frac{RTT}{T_1} \quad W > \frac{213.2}{64} \quad W = 3.33 \quad W = 4 \text{ MSS}$$



$$T_{\text{SETUP}} = 2(a_1 + a_2 + a_3 + 45) = 112.6 \text{ ms}$$

$$T_c = T_s + 3RTT = 752 \text{ ms}$$

$$T_{\text{TOT}} = T_c + RTT + 3T_s = 1157 \text{ ms} = 1.15 \text{ s}$$

Esercizio 3: soluzione

Cominciamo calcolando i tempi di trasmissione sui vari link, il RTT end-to-end ed il tempo di setup:

$$T_1 = 200 \cdot 8 \text{ [bit]} / 25 \text{ [kb/s]} = 64 \text{ ms}$$

$$T_2 = \frac{1}{2} T_1 = 32 \text{ ms}$$

$$T_3 = \frac{1}{2} T_2 = 16 \text{ ms}$$

$$RTT = T_1 + T_2 + T_3 + 2(\tau_2 + \tau_1 + \tau_3) + (Tack_1 + Tack_2 + Tack_3) = 213.2 \text{ [ms]}$$

$$T_{setup} = 2(Tack_1 + Tack_2 + Tack_3) + 2(\tau_2 + \tau_1 + \tau_3) = 112.4 \text{ [ms]}$$

Il link più lento è il link 1, che sarà il collo di bottiglia, cioè il primo a saturarsi. Dunque la trasmissione è continua sul link 1 quando: $WT_1 > RTT$. Vale a dire $W > RTT/T_1 = 3.3$

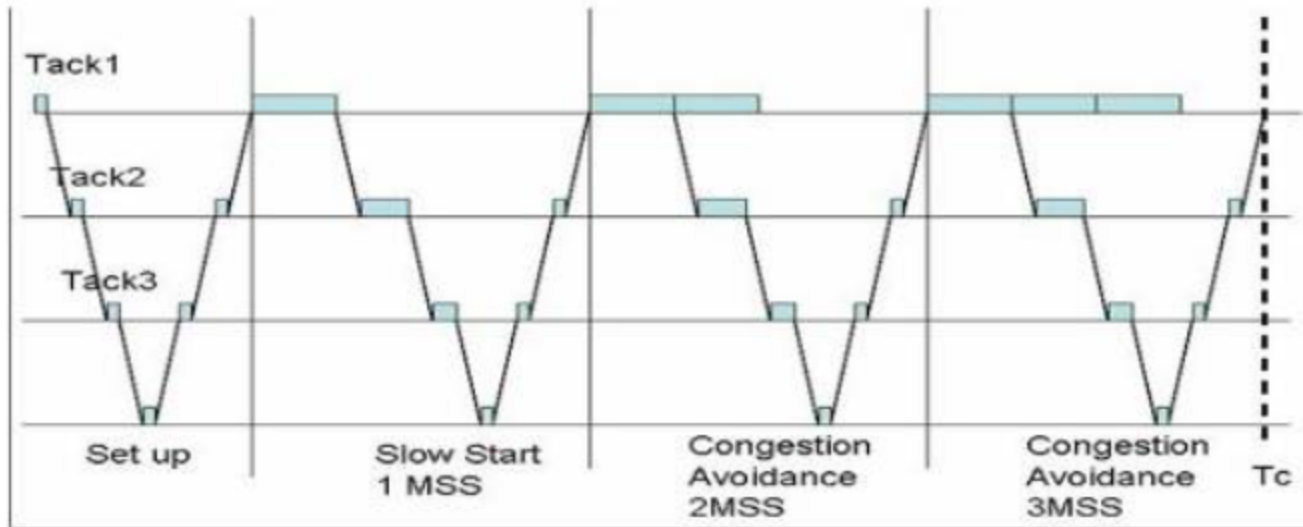
L'istante in cui la trasmissione diventa continua è quando la finestra vale 4 MSS, cioè

$$Tc = T_{setup} + 3 RTT = 112.4 \text{ [ms]} + 649.6 \text{ [ms]} = 752 \text{ [ms]}$$

Il file da trasferire è di 2 [kbyte], equivalenti a 10 MSS. Il tempo per trasferire 10 MSS è:

$$T_{tot} = T_{setup} + 4 RTT + 3 T_1 = 1.15 \text{ [s]}$$

Esercizio 3: soluzione



Esercizio 4

Una connessione TCP è usata per trasmettere un file da 39.5 [kbyte] utilizzando i seguenti parametri:

- $\text{MSS} = 500 \text{ [byte]}$
- $\text{RTT} = 500 \text{ [ms]}$
- timeout pari a 2 RTT.

$$\frac{39500}{500} = 79 \text{ PACCHETTI}$$

Si assuma che le condizioni iniziali delle finestre siano:

- $\text{RCWND} = 12 \text{ [kbyte]}$
- $\text{SSTHRESH} = 8 \text{ [kbyte]}$
- $\text{CWND} = 500 \text{ [byte]}$

E che inoltre:

- si verifichi un errore sulla connessione all'istante 3 s (tutti i segmenti in trasmissione vengano persi)
- al tempo 4.5 [s] il ricevitore segnali $\text{RCWND} = 2 \text{ [kbyte]}$

Si tracci l'andamento nel tempo di:

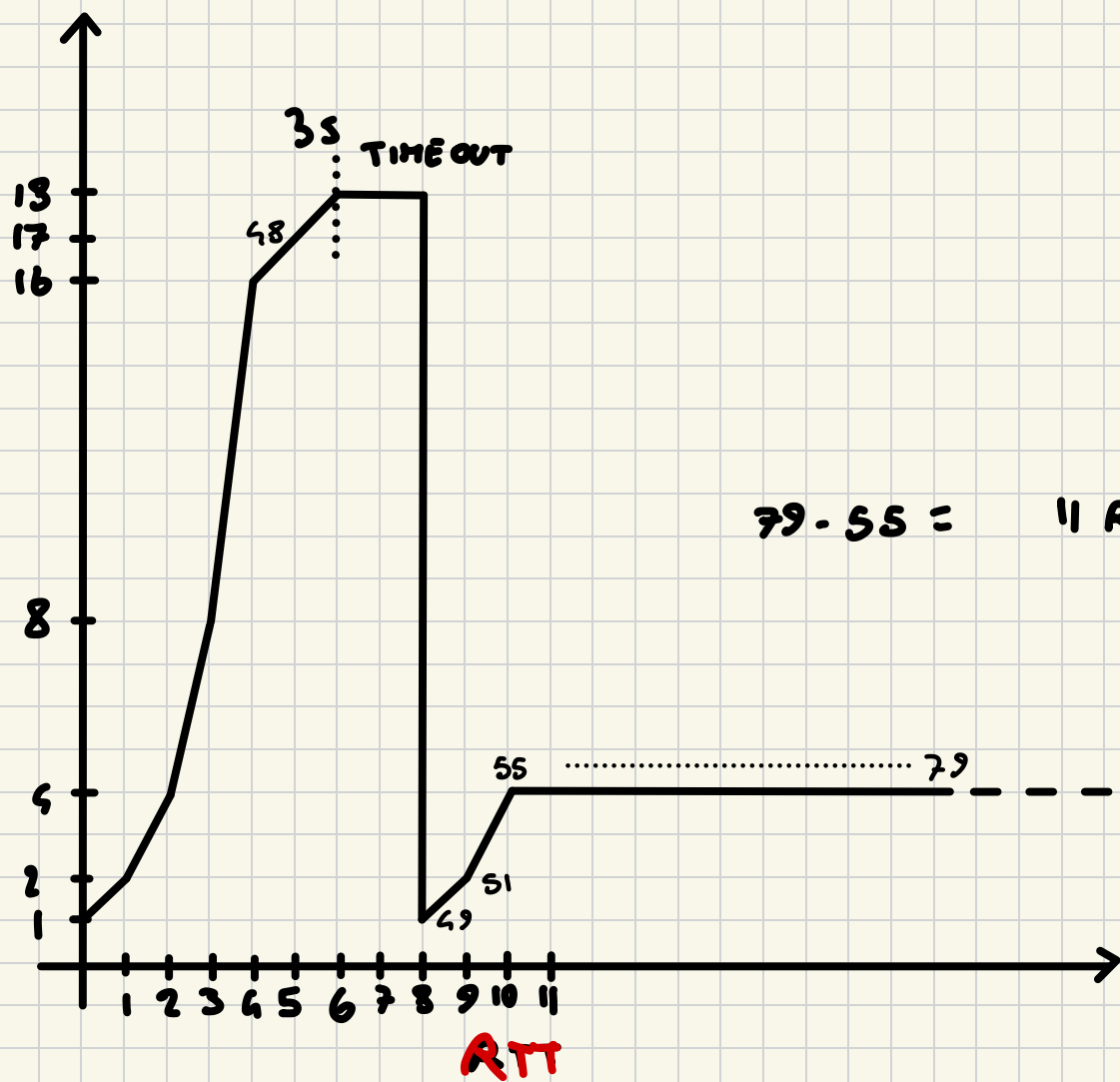
- CWND
- SSTHRESH
- RCWND

Si calcoli il tempo di trasmissione del file utilizzando multipli di RTT come base temporale

MSS = 500 B RTT = 500 ms TIMEOUT = 1000 ms = 1s

RCWND = 12000 B SSTHRESH = 8000 B CWND = 500 B

MSS



$$79 - 55 = 11 \text{ RTT} + 6 \text{ RTT} = 17 \text{ RTT}$$

Esercizio 4: soluzione

Conviene ragionare in numero di segmenti trasmessi

$$\text{Dimensione File (in MSS)} = 39.5 \text{ [Kbyte]} / 500 \text{ [byte]} = 79 \text{ MSS}$$

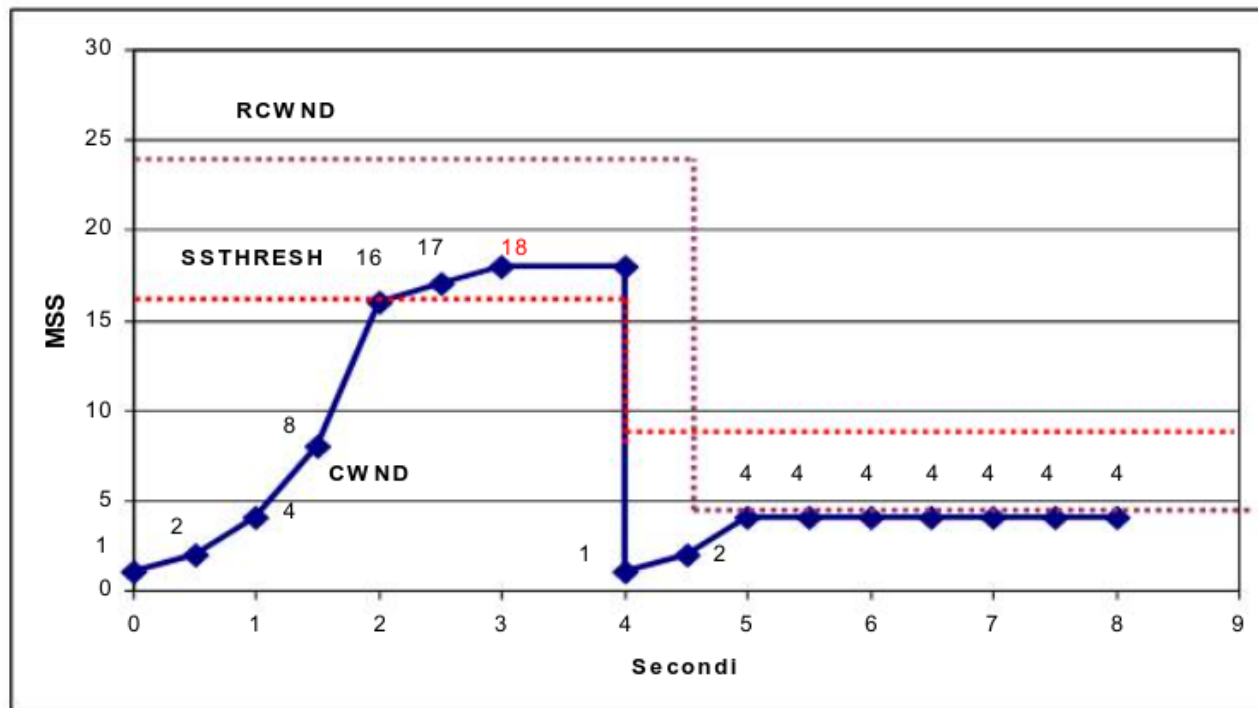
Dobbiamo trovare il tempo necessario per trasferire 79 MSS, possiamo farlo utilizzando il seguente grafico

$$RCWND = 12 \text{ [Kbyte]} / 500 \text{ [byte]} = 24 \text{ MSS}$$

$$SSTHRESH = 8 \text{ [Kbyte]} / 500 \text{ [byte]} = 16 \text{ MSS}$$

$$Timeout = 1 \text{ [s]}$$

Esercizio 4: soluzione



Il tempo di trasferimento del file è $T = 8.5$ [s], alla fine dell'RTT che inizia a 8 [s].