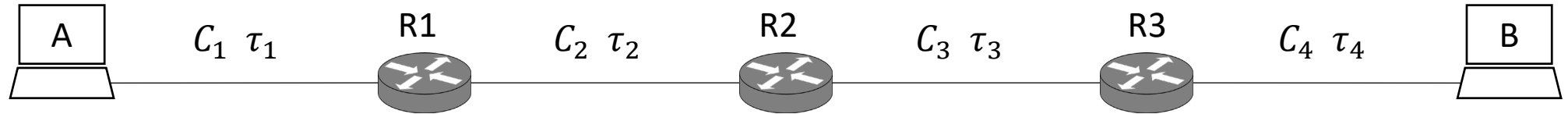


Es. 1 (4.5pt)



Si consideri la rete in figura con le velocità dei link indicate con C_x ($x = 1, \dots, 4$) e i ritardi di propagazione τ_x ($x = 1, \dots, 4$). L'host A deve aprire una connessione TCP per trasferire a B un file di dimensione F (specificata sotto). Si considerino i parametri MSS , $SSTHRESH$, $RWND$ e T_{out} i cui valori sono specificati sotto (il time-out venga avviato all'inizio della trasmissione di un pacchetto), e che gli ACK e i messaggi SYN/ACK di apertura connessione TCP abbiano dimensione trascurabile.

- 1) Si indichi il valore W_{cont} della finestra di trasmissione che consente trasmissione continua.
- 2) La trasmissione diventerà mai continua? Se sì, indicare l'istante T_{cont} a partire da cui la trasmissione è continua, altrimenti scrivere solo «no».
- 3) Si calcoli il tempo totale di trasferimento del file in assenza di errori (da inizio apertura connessione fino alla ricezione dell'ultimo ack).
- 4) Si ripeta il punto 3) nel caso in cui all'istante t^* A debba aggiornare il parametro $RWND$ al valore $RWND'$ specificato sotto.

Versione 1:

$C_1 = 5 \text{ Mb/s}$
 $C_2 = C_3 = C_4 = 20 \text{ Mb/s}$
 $\tau_1 = \tau_2 = 0.5 \text{ ms}$
 $\tau_3 = \tau_4 = 1.5 \text{ ms}$
 $F = 91 \text{ kB}$
 $MSS = 500 \text{ B}$
 $SSTRHESH = 4 \text{ kB}$
 $RWND(\text{iniziale}) = 10 \text{ kB}$
 $T_{out} = 35 \text{ ms}$
 $t^* = 55 \text{ ms}$
 $RWND' = 2.5 \text{ kB}$

Versione 2:

$C_1 = 6 \text{ Mb/s}$
 $C_2 = C_3 = C_4 = 8 \text{ Mb/s}$
 $\tau_1 = \tau_2 = 0.6 \text{ ms}$
 $\tau_3 = \tau_4 = 1.2 \text{ ms}$
 $F = 97.5 \text{ kB}$
 $MSS = 1500 \text{ B}$
 $SSTRHESH = 6 \text{ kB}$
 $RWND(\text{iniziale}) = 18 \text{ kB}$
 $T_{out} = 40 \text{ ms}$
 $t^* = 62 \text{ ms}$
 $RWND' = 4.5 \text{ kB}$

Versione 3:

$C_1 = 12 \text{ Mb/s}$
 $C_2 = C_3 = C_4 = 16 \text{ Mb/s}$
 $\tau_1 = \tau_2 = 0.7 \text{ ms}$
 $\tau_3 = \tau_4 = 0.75 \text{ ms}$
 $F = 48 \text{ kB}$
 $MSS = 600 \text{ B}$
 $SSTRHESH = 9.6 \text{ kB}$
 $RWND(\text{iniziale}) = 15 \text{ kB}$
 $T_{out} = 30 \text{ ms}$
 $t^* = 34.2 \text{ ms}$
 $RWND' = 1.8 \text{ kB}$

$$T_1 = 0.8 \text{ ms}; T_2 = T_3 = T_4 = 0.2 \text{ ms}$$

$$RTT = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + 2(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4) = 9.4 \text{ ms}$$

$$F = 182 \text{ MSS}; \quad Ssthresh = 8 \text{ MSS}; \quad RWND = 20 \text{ MSS};$$

$$RWND' = 5 \text{ MSS}$$

$$T_{open} = 2(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4) = 8 \text{ ms}$$

$$1) W * T_1 \geq RTT \Rightarrow W \geq 11.75 \Rightarrow W_{cont} = 12 \text{ MSS}$$

$$2) T_{cont} = T_{open} + 7RTT = 73.8 \text{ ms}$$

3) Pacchetti trasmessi: (1) – (2) – (4) – (8) – (9) – (10) – (11) – (137 in cont.)

$$T_{tot} = T_{open} + 7RTT + 136T_1 + RTT = T_{open} + 8RTT + 136T_1 = 192 \text{ ms}$$

$$4) t^* = 55 \text{ ms} = T_{open} + 5RTT$$

Pacchetti trasmessi: (1) – (2) – (4) – (8) – (9) – (attesa $4T_1$) – (5 x31 volte) – (3)

$$\Rightarrow T'_{tot} = T_{open} + 37RTT + 6T_1 = 360.6 \text{ ms}$$

Versione 1:

$$C_1 = 5 \text{ Mb/s}$$

$$C_2 = C_3 = C_4 = 20 \text{ Mb/s}$$

$$\tau_1 = \tau_2 = 0.5 \text{ ms}$$

$$\tau_3 = \tau_4 = 1.5 \text{ ms}$$

$$F = 91 \text{ kB}$$

$$MSS = 500 \text{ B}$$

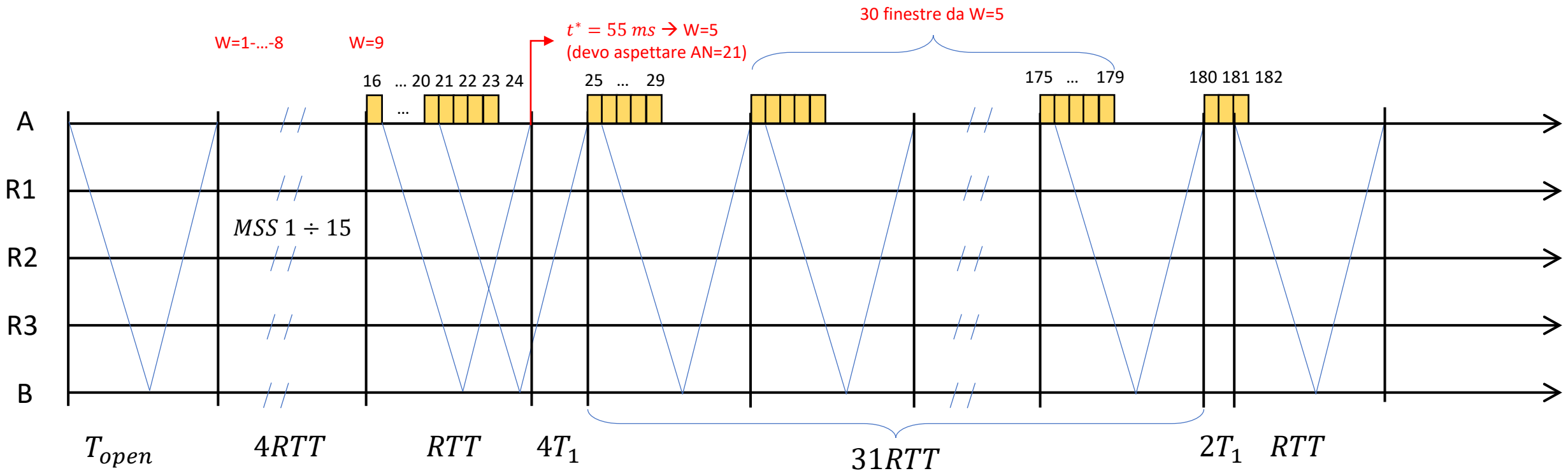
$$Ssthresh = 4 \text{ kB}$$

$$RWND(\text{iniziale}) = 10 \text{ kB}$$

$$T_{out} = 35 \text{ ms}$$

$$t^* = 55 \text{ ms}$$

$$RWND' = 2.5 \text{ kB}$$



$$T_1 = 2 \text{ ms}; T_2 = T_3 = T_4 = 1.5 \text{ ms}$$

$$RTT = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + 2(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4) = 13.7 \text{ ms}$$

$$F = 65 \text{ MSS}; \quad SSTHRESH = 4 \text{ MSS}; \quad RWND = 12 \text{ MSS};$$

$$T_{open} = 2(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4) = 7.2 \text{ ms}$$

$$1) W * T_1 \geq RTT \Rightarrow W \geq 6.85 \Rightarrow W_{cont} = 7 \text{ MSS}$$

$$2) T_{cont} = T_{open} + 5RTT = 75.7 \text{ ms}$$

3) Pacchetti trasmessi: (1) – (2) – (4) – (5) – (6) – (47 in cont.)

$$T_{tot} = T_{open} + 5RTT + 46T_1 + RTT = T_{open} + 6RTT + 46T_1 = 181.4 \text{ ms}$$

$$4) t^* = 62 \text{ ms} = T_{open} + 4RTT$$

Pacchetti trasmessi: (1) – (2) – (4) – (5) – (attesa $2T_1$) – (3 x17 volte) – (2)

$$\Rightarrow T'_{tot} = T_{open} + 22RTT + 3T_1 = 314.6 \text{ ms}$$

Versione 2:

$$C_1 = 6 \text{ Mb/s}$$

$$C_2 = C_3 = C_4 = 8 \text{ Mb/s}$$

$$\tau_1 = \tau_2 = 0.6 \text{ ms}$$

$$\tau_3 = \tau_4 = 1.2 \text{ ms}$$

$$F = 97.5 \text{ kB}$$

$$MSS = 1500 \text{ B}$$

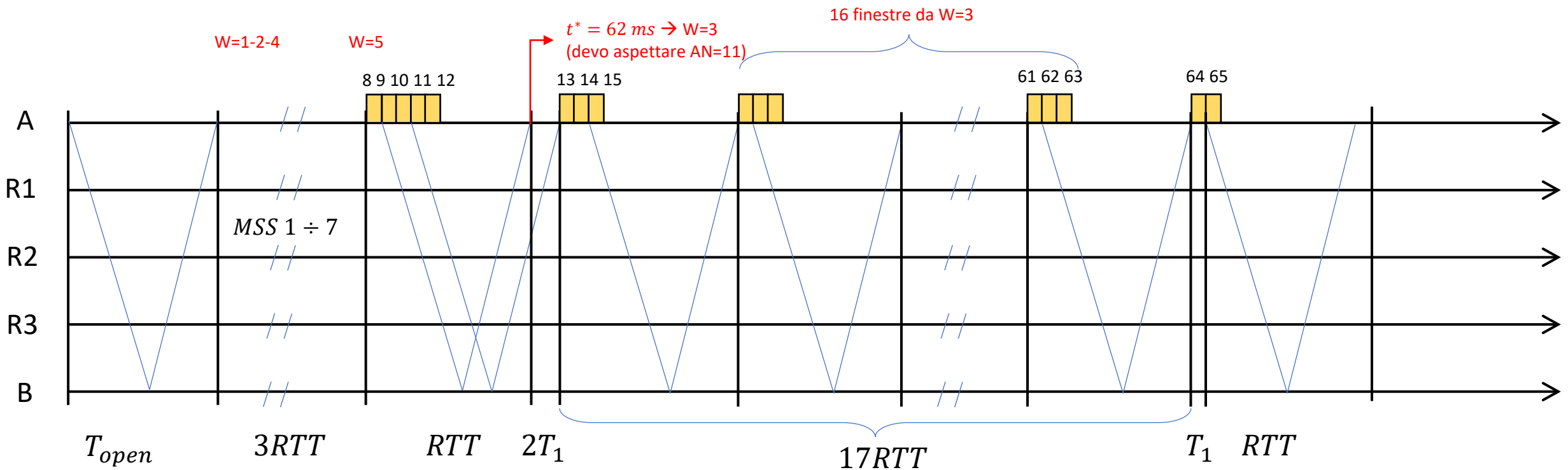
$$SSTRHESH = 6 \text{ kB}$$

$$RWND(\text{iniziale}) = 18 \text{ kB}$$

$$T_{out} = 40 \text{ ms}$$

$$t^* = 62 \text{ ms}$$

$$RWND' = 4.5 \text{ kB}$$



$$T_1 = 0.4 \text{ ms}; T_2 = T_3 = T_4 = 0.3 \text{ ms}$$

$$RTT = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + 2(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4) = 7.1 \text{ ms}$$

$$F = 80 \text{ MSS}; \quad Ssthresh = 16 \text{ MSS}; \quad RWND = 25 \text{ MSS};$$

$$T_{open} = 2(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4) = 5.8 \text{ ms}$$

$$1) W * T_1 \geq RTT \Rightarrow W \geq 17.75 \Rightarrow W_{cont} = 18 \text{ MSS}$$

$$2) T_{cont} = T_{open} + 6RTT = 48.4 \text{ ms}$$

3) Pacchetti trasmessi: (1) – (2) – (4) – (8) – (16) – (17) – (32 in cont.)

$$T_{tot} = T_{open} + 6RTT + 31T_1 + RTT = T_{open} + 7RTT + 31T_1 = 67.9 \text{ ms}$$

$$4) t^* = 34.2 \text{ ms} = T_{open} + 4RTT$$

Pacchetti trasmessi: (1) – (2) – (4) – (8) – (attesa $5T_1$) – (3 x21 volte) – (2)

$$\Rightarrow T'_{tot} = T_{open} + 26RTT + 6T_1 = 192.8 \text{ ms}$$

Versione 3:

$$C_1 = 12 \text{ Mb/s}$$

$$C_2 = C_3 = C_4 = 16 \text{ Mb/s}$$

$$\tau_1 = \tau_2 = 0.7 \text{ ms}$$

$$\tau_3 = \tau_4 = 0.75 \text{ ms}$$

$$F = 48 \text{ kB}$$

$$MSS = 600 \text{ B}$$

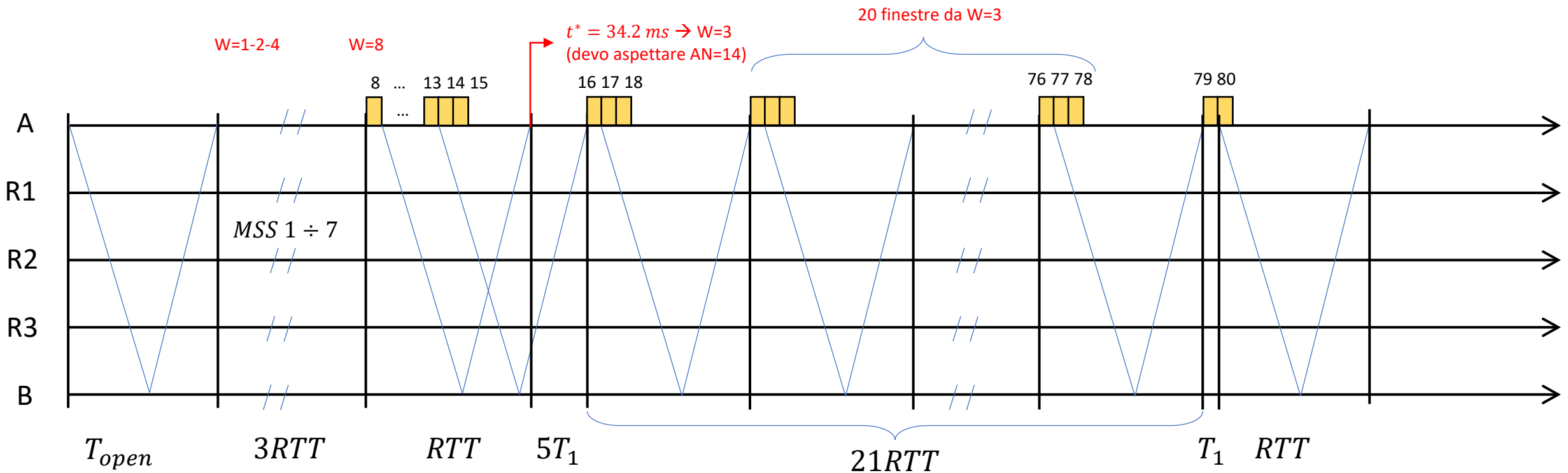
$$Ssthresh = 9.6 \text{ kB}$$

$$RWND(\text{iniziale}) = 15 \text{ kB}$$

$$T_{out} = 30 \text{ ms}$$

$$t^* = 34.2 \text{ ms}$$

$$RWND' = 1.8 \text{ kB}$$



D. A (1.5pt)

Due host A e B comunicano attraverso un canale di capacità $C = 4 \text{ Mb/s}$. Tra i due host è attivo un protocollo di ritrasmissione ARQ di tipo *Go-back-n*. Sapendo che i pacchetti inviati da A hanno dimensione $L = 2 \text{ kbit}$, che gli ACK inviati da B hanno dimensione $L_{ACK} = 800 \text{ bit}$, e assumendo che la finestra di trasmissione sia pari a $W = 15$ pacchetti, si calcoli il massimo ritardo di propagazione di sola andata τ_{max} tra A e B che consenta trasmissione continua.

$$T = 0.5 \text{ ms}; T_{ACK} = 0.2 \text{ ms}$$

Per avere massima efficienza deve essere:

$$WT \geq T + 2\tau + T_{ACK} \Rightarrow \tau \leq \frac{(W-1)T - T_{ACK}}{2} = \frac{7-0.2}{2} \text{ ms} \Rightarrow \tau_{max} = 3.4 \text{ ms}$$

Considerando gli stessi parametri del punto precedente e ritardo di propagazione $\tau = 0.9 \text{ ms}$, si indichi il valore dell'efficienza del collegamento assumendo ora un protocollo ARQ di tipo *Stop & Wait*.

$$\eta = \frac{T}{T + 2\tau + T_{ACK}} = \frac{0.5}{2.5} = 0.2 = 20\%$$

In una connessione TCP in un certo instante " i " il valore misurato del nuovo campione di RTT è $RTT_{last}^i = 48 \text{ ms}$ e al passo precedente si aveva $RTT_{av}^{i-1} = 36 \text{ ms}$. Quanto vale RTT_{av}^i (si assuma $\alpha = 1/8$)?

$$RTT_{av}^i = \frac{7}{8} RTT_{av}^{i-1} + \frac{1}{8} RTT_{last}^i = 37.5 \text{ ms};$$

D. B (1.5pt)

Due host A e B comunicano attraverso un canale di capacità $C = 2 \text{ Mb/s}$. Tra i due host è attivo un protocollo di ritrasmissione ARQ di tipo *Go-back-n*. Sapendo che i pacchetti inviati da A hanno dimensione $L = 4 \text{ kbit}$, che gli ACK inviati da B hanno dimensione $L_{ACK} = 1600 \text{ bit}$, e assumendo che la finestra di trasmissione sia pari a $W = 9$ pacchetti, si calcoli il massimo ritardo di propagazione di sola andata τ_{max} tra A e B che consenta trasmissione continua.

$$T = 2 \text{ ms}; T_{ACK} = 0.8 \text{ ms}$$

Per avere massima efficienza deve essere:

$$WT \geq T + 2\tau + T_{ACK} \Rightarrow \tau \leq \frac{(W-1)T - T_{ACK}}{2} = \frac{16 - 0.8}{2} \text{ ms} \Rightarrow \tau_{max} = 7.6 \text{ ms}$$

Considerando gli stessi parametri del punto precedente e ritardo di propagazione $\tau = 0.6 \text{ ms}$, si indichi il valore dell'efficienza del collegamento assumendo ora un protocollo ARQ di tipo *Stop & Wait*.

$$\eta = \frac{T}{T + 2\tau + T_{ACK}} = \frac{2}{4} = 0.5 = 50\%$$

In una connessione TCP in un certo istante " i " il valore misurato del nuovo campione di RTT è $RTT_{last}^i = 32 \text{ ms}$ e al passo precedente si aveva $RTT_{av}^{i-1} = 60 \text{ ms}$. Quanto vale RTT_{av}^i (si assuma $\alpha = 1/8$)?

$$RTT_{av}^i = \frac{7}{8} RTT_{av}^{i-1} + \frac{1}{8} RTT_{last}^i = 56.5 \text{ ms};$$

D. C (1.5pt)

Due host A e B comunicano attraverso un canale di capacità $C = 3 \text{ Mb/s}$. Tra i due host è attivo un protocollo di ritrasmissione ARQ di tipo *Go-back-n*. Sapendo che i pacchetti inviati da A hanno dimensione $L = 9 \text{ kbit}$, che gli ACK inviati da B hanno dimensione $L_{ACK} = 600 \text{ bit}$, e assumendo che la finestra di trasmissione sia pari a $W = 13$ pacchetti, si calcoli il massimo ritardo di propagazione di sola andata τ_{max} tra A e B che consenta trasmissione continua.

$$T = 3 \text{ ms}; T_{ACK} = 0.2 \text{ ms}$$

Per avere massima efficienza deve essere:

$$WT \geq T + 2\tau + T_{ACK} \Rightarrow \tau \leq \frac{(W-1)T - T_{ACK}}{2} = \frac{36 - 0.2}{2} \text{ ms} \Rightarrow \tau_{max} = 17.9 \text{ ms}$$

Considerando gli stessi parametri del punto precedente e ritardo di propagazione $\tau = 0.9 \text{ ms}$, si indichi il valore dell'efficienza del collegamento assumendo ora un protocollo ARQ di tipo *Stop & Wait*.

$$\eta = \frac{T}{T + 2\tau + T_{ACK}} = \frac{3}{5} = 0.6 = 60\%$$

In una connessione TCP in un certo instante " i " il valore misurato del nuovo campione di RTT è $RTT_{last}^i = 88 \text{ ms}$ e al passo precedente si aveva $RTT_{av}^{i-1} = 92 \text{ ms}$. Quanto vale RTT_{av}^i (si assuma $\alpha = 1/8$)?

$$RTT_{av}^i = \frac{7}{8} RTT_{av}^{i-1} + \frac{1}{8} RTT_{last}^i = 91.5 \text{ ms};$$