

ESERCIZIO

Due connessioni TCP condividono un percorso in rete, in cui la capacità minima disponibile è determinata da un collegamento con banda $B = 300$ Kbit/s. Si ipotizzi che all'istante t_0 , per effetto delle precedenti dinamiche delle connessioni, la banda utilizzata dalla connessione 1 sia $r_1(t_0)=120$ Kbit/s e quella utilizzata dalla connessione 2 sia $r_2(t_0)=80$ Kbit/s.

Si ipotizzi di poter:

- trascurare le fasi di recupero degli errori;
- ipotizzare RTT circa costante;
- considerare le sole fasi di Congestion Avoidance, nelle quali per entrambe le connessioni la banda utilizzata cresca in funzione del tempo secondo la legge $r(t) = r(0) + 12 \cdot 10^3 t$;
- considerare che si verifichino perdite di segmenti su entrambi le connessioni ogni volta che la banda totale utilizzata $r_1(t') + r_2(t') > 0,8 \cdot B$, nel qual caso la banda utilizzabile da ciascuna connessione diviene $r(t'+dt)=0,5 \cdot r(t')$ e si inizia un nuovo ciclo.

In queste condizioni si richiede di:

- identificare gli istanti di tempo t_1 , t_2 e t_3 in cui si verificano i primi tre fenomeni di congestione con conseguente perdite di segmenti;
- calcolare i valori di banda utilizzata dalle due connessioni appena dopo i fenomeni di congestione (ossia all'inizio di ogni nuovo ciclo).

SOLUZIONE

Determino t_1

Scrivo l'espressione di $R_1(t) + R_2(t)$ e la pongo uguale al valore limite di banda che determina una congestione (80% di B).

$$120 + 12(t_1 - t_0) + 80 + 12(t_1 - t_0) = 0,8 \times 300$$

$$t_1 - t_0 = (240 - 200)/24 = 1,67 \text{ s}$$

Ipotesizzando $t_0 = 0$ si ha $t_1 = 1,67 \text{ s}$

$$R_1(t_1) = 120 + 12 \times 1,67 = 140,04$$

$$R_2(t_1) = 80 + 12 \times 1,67 = 100,04$$

$$R_1(t_1 + dt) = 70,02 \approx 70$$

$$R_2(t_1 + dt) = 50,02 \approx 50$$

Determino t_2

$$70 + 12(t_2 - t_1) + 50 + 12(t_2 - t_1) = 0,8 \times 300$$

$$t_2 - t_1 = 120/24 = 5$$

da cui $t_2 = 6,67 \text{ s}$

$$R_1(t_2) = 70 + 12 \times 5 = 130$$

$$R_2(t_2) = 50 + 12 \times 5 = 110$$

$$R_1(t_2 + dt) = 65$$

$$R_2(t_2 + dt) = 55$$

Determino t_3

$$65 + 12(t_3 - t_2) + 55 + 12(t_3 - t_2) = 0,8 \times 300$$

$$t_3 - t_2 = 120/24 = 5$$

da cui $t_3 = 11,67 \text{ s}$

$$R_1(t_3) = 65 + 12 \times 5 = 125$$

$$R_2(t_3) = 55 + 12 \times 5 = 115$$

$$R_1(t_3 + dt) = 62,5$$

$$R_2(t_3 + dt) = 57,5$$

COMMENTO

Completato il primo ciclo (fino a t_1) in cui si è arrivata da valori di banda casuali, poi si parte sempre da un valore iniziale di banda pari a $0,8 \times 300/2 = 120$ e quindi il periodo di tempo necessario per tornare in condizione di congestione è sempre $\Delta t = 120/24 = 5$

Pertanto il comportamento risulta sostanzialmente periodico almeno fintanto che non intervengono altri fattori esterni (ad esempio una terza connessione TCP che inizia a competere per la stessa banda).

Sia $\Delta R(t_i + dt) = | R_1(t_i + dt) - R_2(t_i + dt) |$ la differenza fra la banda utilizzata dalle due connessioni (o anche la differenza fra i relativi valori delle finestre) immediatamente dopo un fenomeno di congestione (appena diminuita la finestra).

Ad ogni iterazione $R_1(t)$ ed $R_2(t)$ si avvicinano di una quantità pari a $\Delta R/2$

$$\Delta R(t_{i+1} + dt) = | R_1(t_{i+1} + dt) - R_2(t_{i+1} + dt) | = \Delta R(t_i + dt)/2$$

Nell'esempio specifico

$$\Delta R(t_0 + dt) = 40$$

$$\Delta R(t_1 + dt) = 20$$

$$\Delta R(t_2 + dt) = 10$$

Due connessioni TCP condividono un percorso in rete, in cui la capacità minima disponibile è determinata da un collegamento con banda $B = 500 \text{ Kbit/s}$. Si ipotizzi che all'istante t_0 , per effetto delle precedenti dinamiche delle connessioni, la banda utilizzata dalla connessione 1 sia $r_1(t_0) = 130 \text{ Kbit/s}$ e quella utilizzata dalla connessione 2 sia $r_2(t_0) = 70 \text{ Kbit/s}$.

Si ipotizzi di poter:

- trascurare le fasi di recupero degli errori;
- ipotizzare RTT circa costante;
- considerare le sole fasi di Congestion Avoidance, nelle quali la banda utilizzata dalla connessione 1 cresca in funzione del tempo secondo la legge $r(t) = r(0) + 25 \cdot 10^3 t$ e quella della connessione 2 cresca in funzione del tempo secondo la legge $r(t) = r(0) + 50 \cdot 10^3 t$
- considerare che si verifichino perdite di segmenti su entrambi le connessioni ogni volta che la banda totale utilizzata $r_1(t') + r_2(t') > 0,8 \cdot B$, nel qual caso la banda utilizzabile da ciascuna connessione diviene $r(t' + dt) = 0,5 \cdot r(t')$ e si inizia un nuovo ciclo.

In queste condizioni si richiede di:

- identificare gli istanti di tempo t_1 , t_2 e t_3 in cui si verificano i primi tre fenomeni di congestione con conseguente perdite di segmenti;
- calcolare i valori di banda utilizzata dalle due connessioni appena dopo i fenomeni di congestione (ossia all'inizio di ogni nuovo ciclo).

Soluzione

Per determinare t_1

$$130 \cdot 10^3 + 25 \cdot 10^3 (t_1 - t_0) + 70 \cdot 10^3 + 50 \cdot 10^3$$

$$(t_1 - t_0) = 0,8 \times 500 \cdot 10^3$$

$$t_1 - t_0 = (400 - 200) / 75 = 2,67 \text{ s}$$

Ipotizzando $t_0 = 0$ si ha $t_1 = 2,67 \text{ s}$

$$R_1(t_1) = 130 + 25 \cdot 2,67 = 196,75$$

$$R_2(t_1) = 70 + 50 \cdot 2,67 = 203,5$$

$$R_1(t_1 + dt) = 196,75 / 2 \approx 98,3$$

$$R_2(t_1 + dt) = 203,5 / 2 \approx 101,75$$

Per determinare t_2

$$98,3 + 25(t_2 - t_1) + 101,75 + 50(t_2 - t_1) = 0,8 \times 500$$

$$t_2 - t_1 = 200 / 75 = 2,67 \text{ s}$$

da cui ipotizzando $t_0 = 0$ si ottiene $t_2 = 5,34 \text{ s}$

$$R_1(t_2) = 98,3 + 25 \times 2,67 = 165$$

$$R_2(t_2) = 101,75 + 50 \times 2,67 = 235$$

$$R_1(t_2 + dt) = 82,5$$

$$R_2(t_2 + dt) = 117,5$$

Una connessione TCP viene avviata per trasferire un file di dimensione $P = 2 \cdot 10^6$ byte.

La connessione lavora per tutta la sua durata nelle seguenti condizioni:

- banda disponibile lungo il percorso end-to-end $C = 800$ Kbit/s
- perdite di segmenti dovute a fenomeni di congestione pressoché assenti
- $MSS = 1000$ byte considerando tutti i segmenti di dimensione pari a MSS
- conferme (ACK) generati ad ogni segmento ricevuto
- $ssthresh = 16$ segmenti
- $AW = 64$ MSS
- valore iniziale della finestra per la fase di slow start pari a 1
- RTT approssimativamente costante e pari a 180 ms

Determinare:

1. la dimensione della finestra W_0 che ottimizza l'uso del canale;
2. il tempo totale necessario per il trasferimento del file.

Soluzione

$$W_0 = 800 \cdot 10^3 \times 180 \cdot 10^{-3} = 144000 \text{ bit} = 18 \text{ MSS}$$

Il numero di segmenti necessari per trasferire il file è $M = P/MSS = 2000$

Durante la fase di slow start (SS) W varia da 1 a 16 in 5 RTT. Il numero di segmenti trasmessi in questa fase è pari a $M_{ss} = 1+2+4+8+16 = 31$ segmenti trasmessi in $N_{ss} = 5$ RTT

Segue la fase di congestion avoidance (CA) in cui W cresce linearmente.

Nel primo RTT $W = 17$. Nel successivo RTT $W = 18$, saturando quindi la capacità del canale. Da questo punto in poi vengono trasmessi sempre 18 segmenti per RTT a prescindere dal valore di W . Rimangono da trasmettere

$$M' = 2000 - 31 - 17 = 1952 \text{ segmenti}$$

Pertanto i RTT trasmessi nella fase CA sono $M_{CA} = 1969$ segmenti trasmessi in $N_{CA} = 110$ RTT

Complessivamente sono quindi necessari $N = N_{ss} + N_{CA} = 115$ RTT = 20,7 s

Una connessione TCP viene avviata per trasferire un file di dimensione $P = 1 \cdot 10^6$ byte.

La connessione lavora per tutta la sua durata nelle seguenti condizioni:

- banda disponibile lungo il percorso end-to-end $C = 2$ Mbit/s
- perdite di segmenti dovute a fenomeni di congestione pressoché assenti
- $MSS = 1000$ byte considerando tutti i segmenti di dimensione pari a MSS
- conferme (ACK) generati ad ogni segmento ricevuto
- $ssthresh = 32$ segmenti
- $AW = 64$ MSS
- valore iniziale della finestra per la fase di slow start pari a 1
- RTT approssimativamente costante e pari a 160 ms

Determinare:

1. la dimensione della finestra W_o che ottimizza l'uso del canale;
2. il tempo totale necessario per il trasferimento del file.

Soluzione

$$W_o = 2 \cdot 10^6 \times 160 \cdot 10^{-3} = 320000 \text{ bit} = 40 \text{ MSS}$$

Il numero di segmenti necessari per trasferire il file è $M = P/MSS = 1000$

Durante la fase di slow start (SS) W varia da 1 a 32 in 6 RTT. Il numero di segmenti trasmessi in questa fase è pari a $M_{ss} = 1+2+4+8+16+32 = 63$ segmenti trasmessi in $N_{ss} = 6$ RTT

Segue la fase di congestion avoidance (CA) in cui W cresce linearmente.

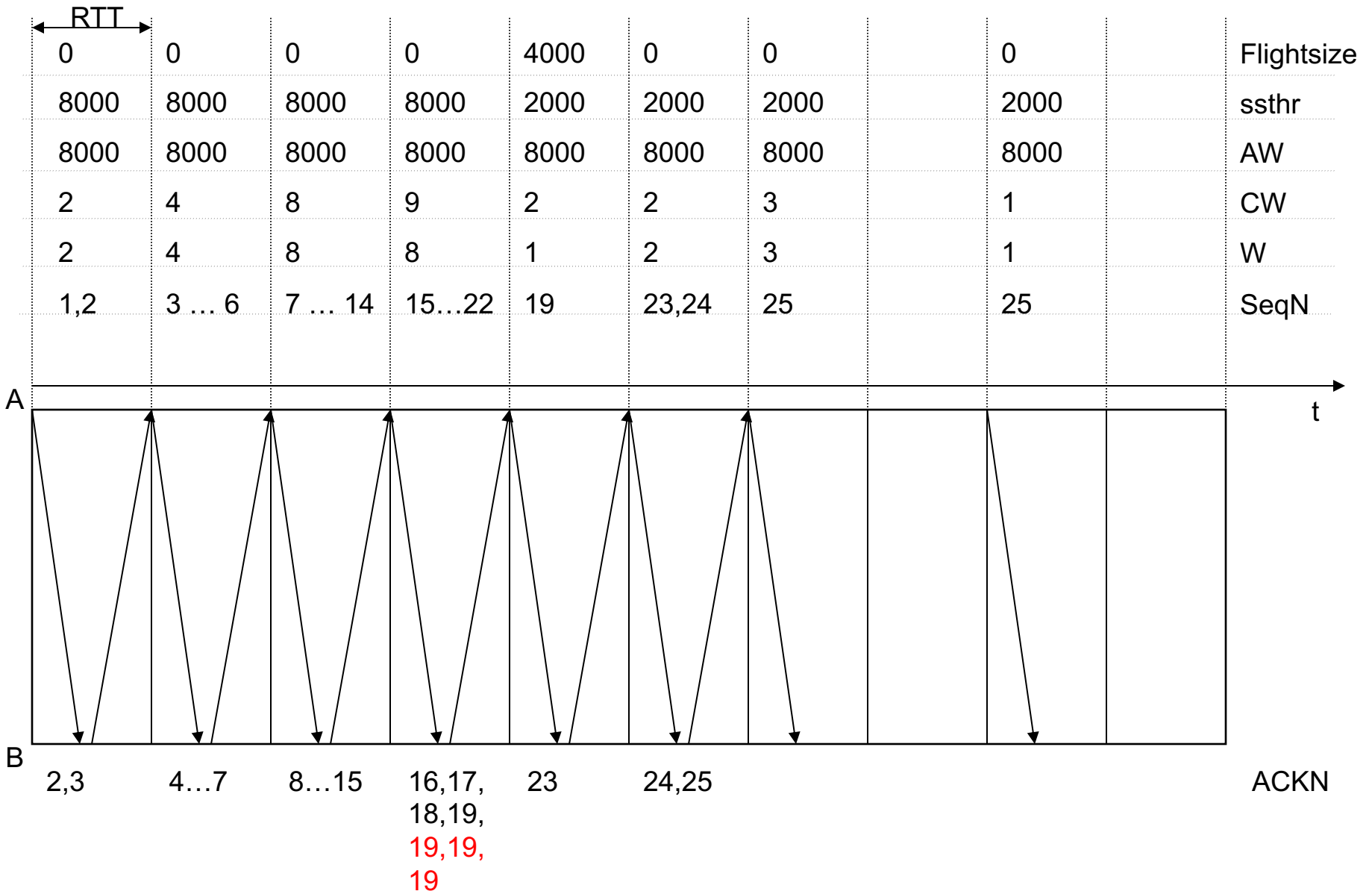
Nel primo RTT $W = 33$. Nei successivi RTT $W = 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40$ fino a saturare la capacità del canale. Da questo punto in poi vengono trasmessi sempre 40 segmenti per RTT a prescindere dal valore di W .

In tutto sono trasmessi 355 segmenti in 14 RTT pari a 2,24 sec

Rimangono $M' = 1000 - 63 - 292 = 645$ segmenti pari a 5,16 Mbit trasmessi in 2,58 sec

($645/40 = 16,125 \rightarrow 17$ RTT = 2,72 sec)

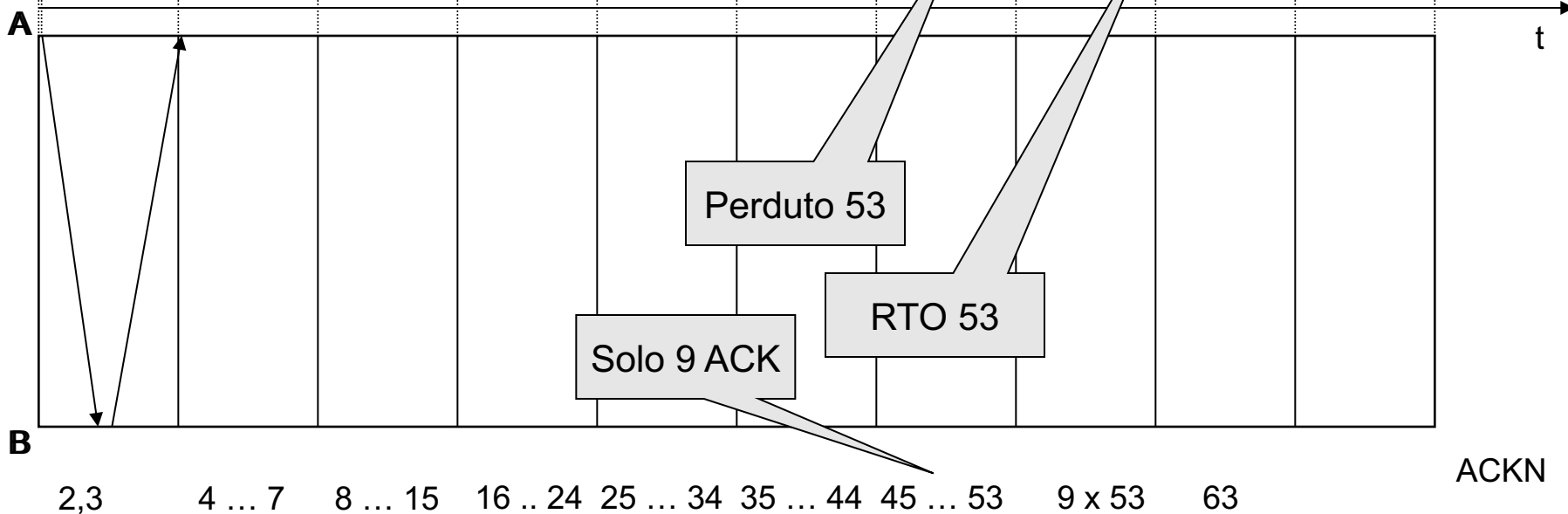
In totale $2,24+2,58 = 4,82$ sec



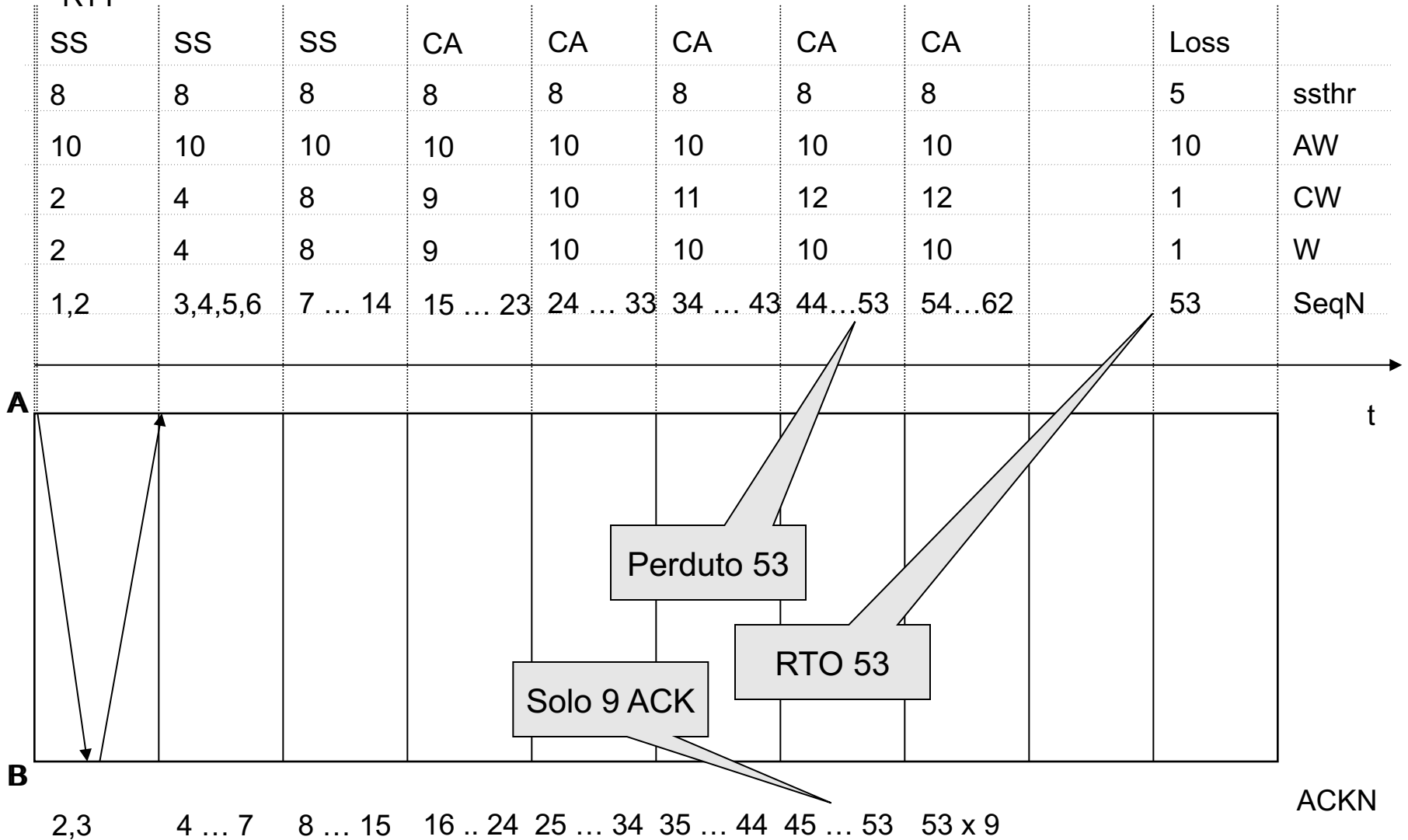
TCP
MSS = 1000 RTO = 2RTT
64 segmenti, perduto 53
RTT

SS	SS	SS/CA	CA	CA	CA	CA	CA	Loss	SS	
8	8	8	8	8	8	8	8	5	5	ssth
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	AW
2	4	8	9	10	11	12	12	1	2	CW
2	4	8	9	10	10	10	10	1	2	W
1,2	3,4,5,6	7 ... 14	15 ... 23	24 ... 33	34 ... 43	44...53	54...62	53	63,64	SeqN

sshtr = FS/2



TCP
MSS = 1000 RTO = 3RTT
64 segmenti, perduto 53
RTT

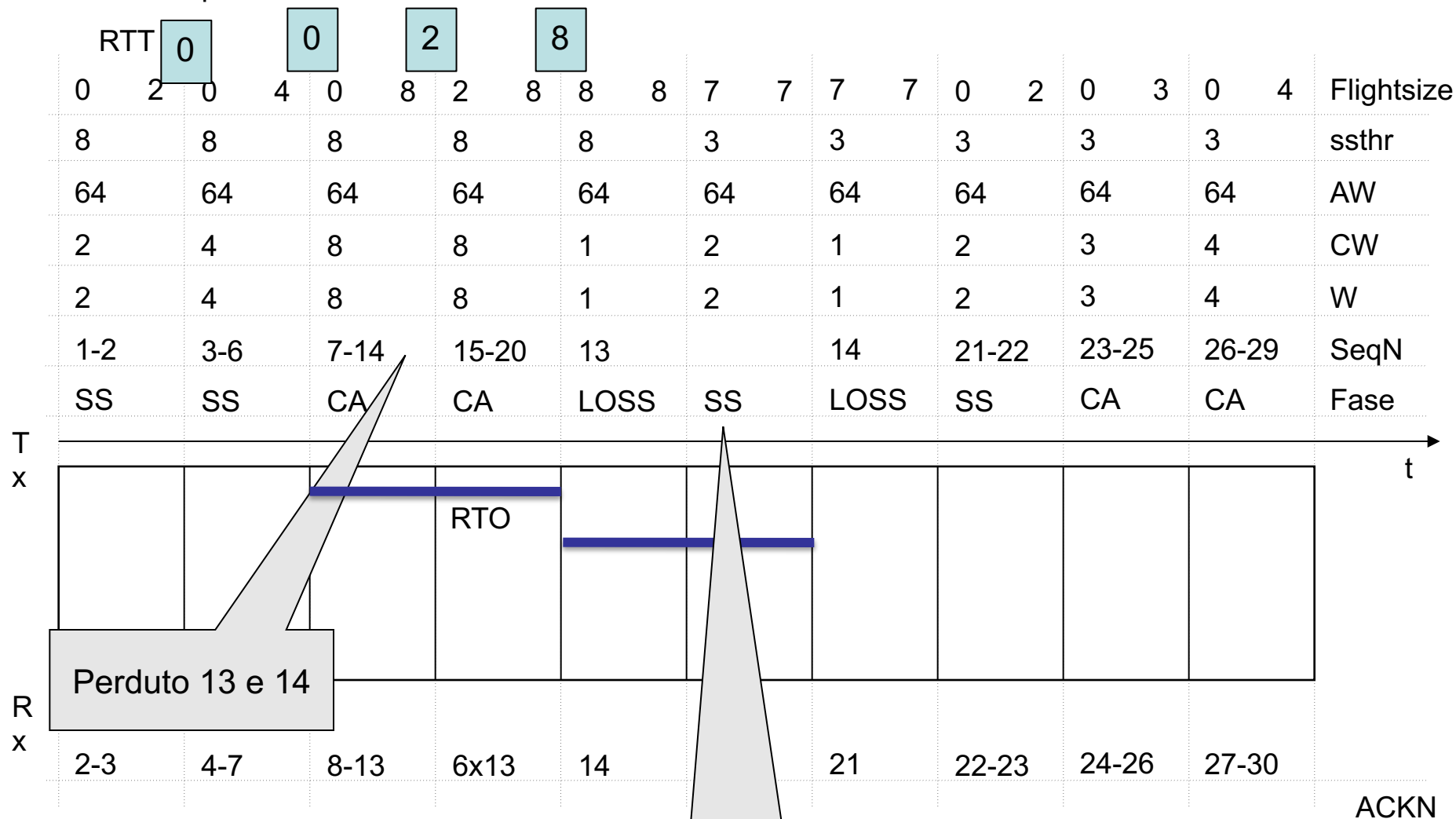


TCP Tahoe

MSS = 1000 RTO = 2RTT

29 segmenti, persi 13 e 14

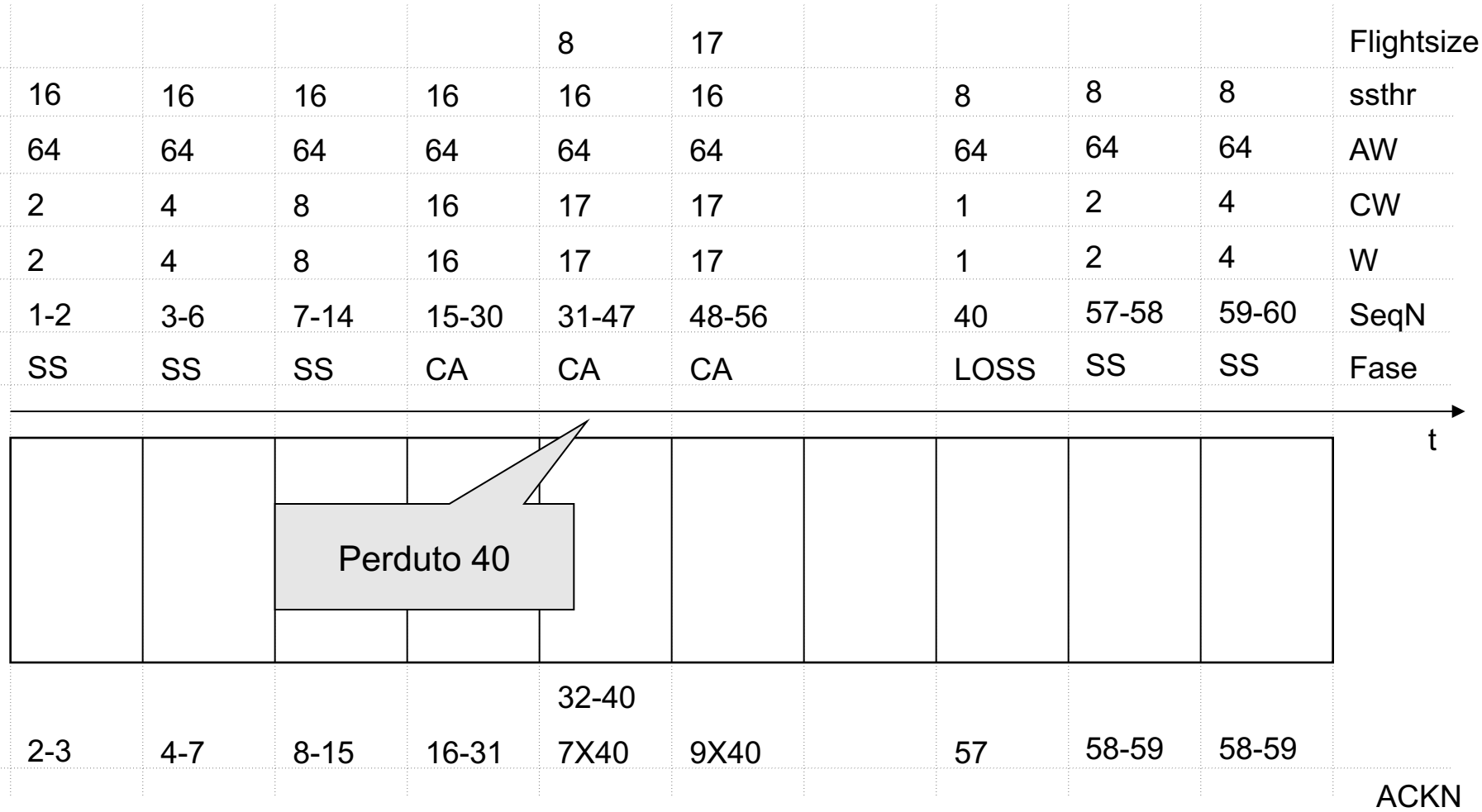
Un RTO per finestra

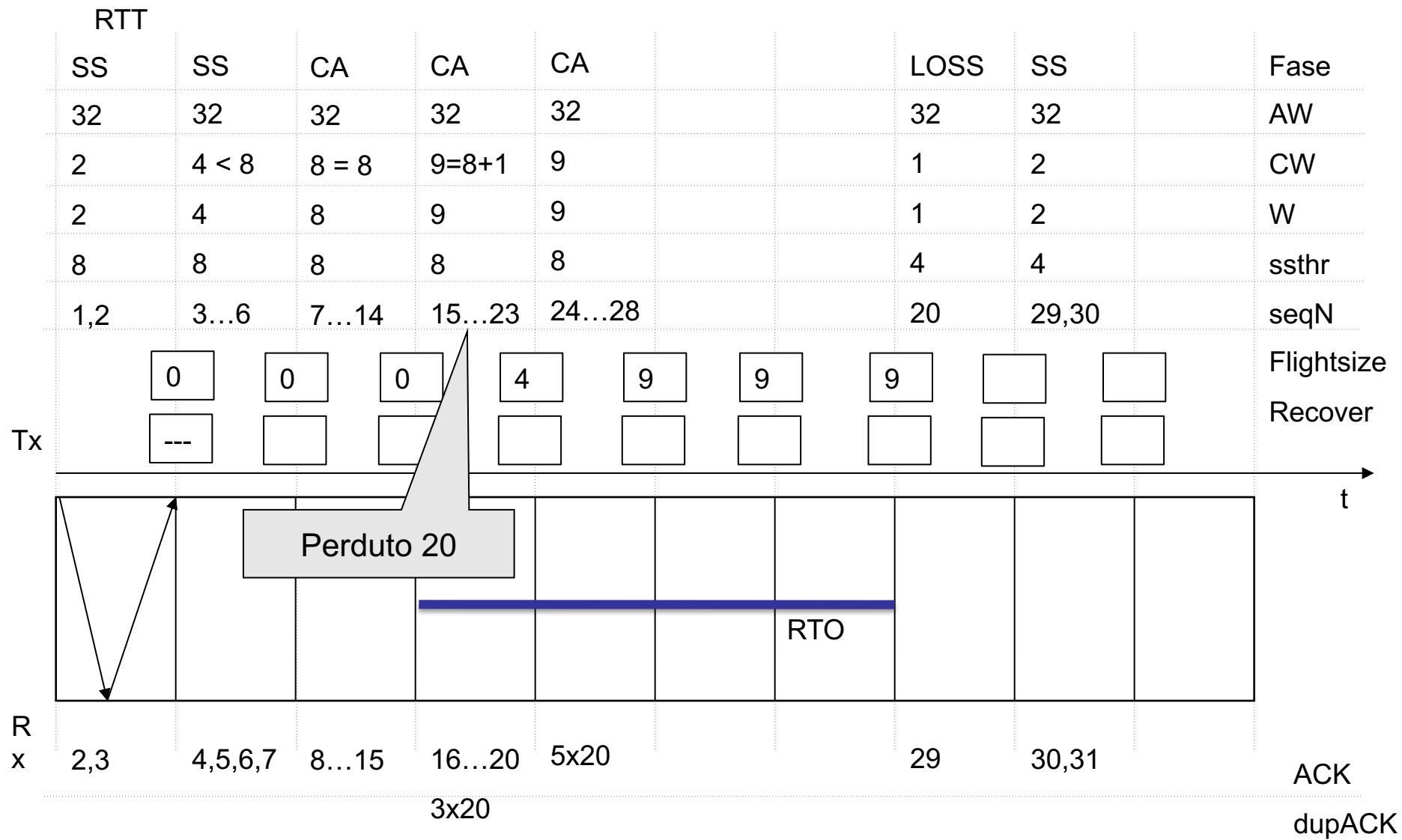


TCP standard

$RTO = 3RTT$

60 segmenti da trasmettere





TCP con soli SS e CA