

Reti di Calcolatori

Esercizi

Univr - Dipartimento di Informatica

Fabio Irimie

1° Semestre 2024/2025

Indice

| | | |
|----------|-----------------------|----------|
| 1 | Indirizzamento | 2 |
| 1.1 | Esercizio 1 | 2 |
| 1.1.1 | Risoluzione | 2 |
| 1.2 | Esercizio 2 | 2 |
| 1.2.1 | Risoluzione | 2 |
| 1.3 | Esercizio 3 | 3 |
| 1.3.1 | Risoluzione | 3 |
| 1.4 | Esercizio 4 | 4 |
| 1.4.1 | Risoluzione | 4 |
| 1.5 | Esercizio 5 | 6 |
| 1.5.1 | Risoluzione | 6 |
| 1.6 | Esercizio 6 | 7 |
| 2 | TCP | 7 |
| 2.1 | Esercizio 1 | 7 |
| 2.1.1 | Risoluzione | 8 |
| 2.2 | Esercizio 2 | 10 |
| 2.2.1 | Risoluzione | 10 |
| 2.3 | Esercizio 3 | 12 |
| 2.3.1 | Risoluzione | 13 |
| 2.4 | Esercizio 4 | 14 |
| 2.4.1 | Risoluzione | 14 |

1 Indirizzamento

1.1 Esercizio 1

Qual'è l'indirizzo di rete se ho il seguente indirizzo IP:

140.120.84.20/20

1.1.1 Risoluzione

L'indirizzo di rete corrisponde ai primi 20 bit dell'indirizzo IP, quindi bisogna passare alla notazione binaria:

140.120.84.20 → 10001100 01111000 01010100 00010100

I primi 20 bit sono assegnati al prefisso:

$\underbrace{10001100\ 01111000\ 0101}_{\text{Prefisso}}\ \underbrace{0100\ 00010100}_{\text{Suffisso}}$

Per ottenere l'indirizzo di rete bisogna azzerare i bit del suffisso:

$\underbrace{10001100\ 01111000\ 0101}_{\text{Prefisso}}\ \underbrace{0000\ 00000000}_{\text{Suffisso}}$

che in notazione decimale puntata diventa:

140.120.80.0

La maschera di questo IP è:

$\underbrace{11111111\ 11111111\ 1111}_{\text{Prefisso}}\ \underbrace{0000\ 00000000}_{\text{Suffisso}}$

che in notazione decimale puntata diventa:

255.255.240.0

1.2 Esercizio 2

Si hanno 3 LAN. All'insieme delle 3 LAN è stato assegnato il blocco:

165.5.1.0/24

Creare 3 sottoreti per le 3 LAN in modo che abbiano tutte lo stesso numero di host.

1.2.1 Risoluzione

Per prima cosa si trasforma l'indirizzo IP in notazione binaria:

$\underbrace{10100101\ 00000101\ 00000001}_{\text{Prefisso}}\ \underbrace{00000000}_{\text{Suffisso}}$

Per poter ottenere 3 sottoreti di dimensione servono 2 bit che vengono presi dal suffisso per identificare ciascuna delle 3 reti:

$\underbrace{10100101\ 00000101\ 00000001}_{\text{Prefisso}}\ \underbrace{00}_{\text{Sottorete}}\ \underbrace{000000}_{\text{Suffisso}}$

Le combinazioni possibili sono:

- $\underbrace{10100101 \ 00000101 \ 00000001}_{\text{Prefisso}} \underbrace{00}_{\text{Sottorete}} \underbrace{000000}_{\text{Suffisso}}$
- $\underbrace{10100101 \ 00000101 \ 00000001}_{\text{Prefisso}} \underbrace{01}_{\text{Sottorete}} \underbrace{000000}_{\text{Suffisso}}$
- $\underbrace{10100101 \ 00000101 \ 00000001}_{\text{Prefisso}} \underbrace{10}_{\text{Sottorete}} \underbrace{000000}_{\text{Suffisso}}$
- $\underbrace{10100101 \ 00000101 \ 00000001}_{\text{Prefisso}} \underbrace{11}_{\text{Sottorete}} \underbrace{000000}_{\text{Suffisso}}$

Ci troviamo con 4 sottoreti con lo stesso numero di indirizzi ($2^6 = 64$). Di queste 4 sottoreti ne utilizziamo 3 e l'ultima rimane libera per utilizzi futuri.

Traducendo i blocchi in notazione decimale puntata si ha:

165.5.1.0/26 → LAN 1
 165.5.1.64/26 → LAN 2
 165.5.1.128/26 → LAN 3
 165.5.1.192/26 → Libero

1.3 Esercizio 3

Usando lo stesso blocco dell'esercizio 2 si modifichi la LAN 1 affinché abbia il doppio degli indirizzi rispetto a quelli assegnati alle altre 2 LAN.

1.3.1 Risoluzione

Il blocco di partenza in notazione binaria è:

10100101 00000101 00000001 00000000

Per ottenere il doppio degli indirizzi rispetto alle altre 2 LAN bisogna prendere un bit dal suffisso e assegnarlo al prefisso ottenendo così 2 reti /25.

$\underbrace{10100101 \ 00000101 \ 00000001}_{\text{Prefisso}} \underbrace{0}_{\text{Sottorete}} \underbrace{0000000}_{\text{Suffisso}}$
 $\underbrace{10100101 \ 00000101 \ 00000001}_{\text{Prefisso}} \underbrace{1}_{\text{Sottorete}} \underbrace{0000000}_{\text{Suffisso}}$

Dalla rete si fa la stessa operazione separando un bit dal suffisso e ottenendo altri 2 blocchi da /26.

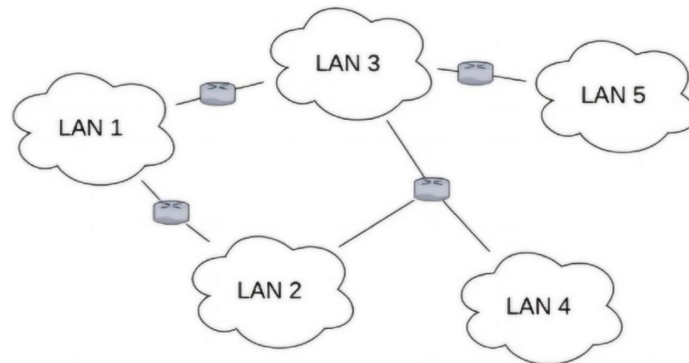
$\underbrace{10100101 \ 00000101 \ 00000001}_{\text{Prefisso}} \underbrace{0}_{\text{Lan 1}} \underbrace{0000000}_{\text{Suffisso}}$
 $\underbrace{10100101 \ 00000101 \ 00000001}_{\text{Prefisso}} \underbrace{10}_{\text{Lan 2}} \underbrace{000000}_{\text{Suffisso}}$
 $\underbrace{10100101 \ 00000101 \ 00000001}_{\text{Prefisso}} \underbrace{11}_{\text{Lan 3}} \underbrace{000000}_{\text{Suffisso}}$

Traducendo i blocchi in notazione decimale puntata si ha:

Lan 1: 165.5.1.0/25
 Lan 2: 165.5.1.128/26
 Lan 3: 165.5.1.192/26

1.4 Esercizio 4

Si consideri la seguente rete suddivisa in 5 sottoreti:



Ci sono due indirizzi già assegnati alla rete:

- 101.75.79.255
 - 101.75.80.0
1. Qual'è il blocco **CIDR** più piccolo (con il minor numero di indirizzi) che contiene tali indirizzi?
 2. Dato il blocco **CIDR** della domanda precedente, si creino 5 sottoreti con i seguenti vincoli:
 - **LAN 1**: deve essere una sottorete /21
 - **LAN 2**: deve ospitare fino a 1000 host
 - **LAN 3**: deve essere una sottorete /23
 - **LAN 4**: deve ospitare fino a 400 host
 - **LAN 5**: deve ospitare metà host rispetto al blocco iniziale

1.4.1 Risoluzione

1. Converto entrambi gli indirizzi in notazione binaria:

101.75.79.255 → 01100101 01001011 01001111 11111111

101.75.80.0 → 01100101 01001011 01010000 00000000

Siccome i due IP sono uguali fino al 19° bit a partire da sinistra, si può dire che il blocco CIDR più piccolo che contiene entrambi gli indirizzi sia quello della rete:

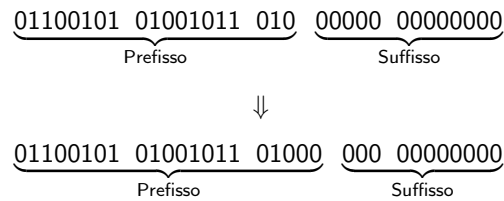
01100101 01001011 010 00000 00000000
Prefisso Suffisso

che in notazione intera puntata è il seguente:

101.75.64.0/19

2. • **LAN 1:**

Per avere una sottorete /21 basta spostare i bit del prefisso:

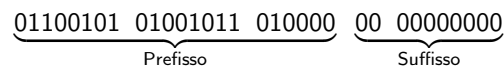


che in notazione intera puntata risulta:

101.75.64.0/21

• **LAN 2:**

1000 host sono circa 2^{10} , di conseguenza per avere un blocco che possa ospitare fino a 1000 host esso deve avere almeno 10 bit di suffisso:



che in notazione intera puntata risulta:

101.75.64.0/22

• **LAN 3:**

Per avere una sottorete /23 basta spostare i bit del prefisso:

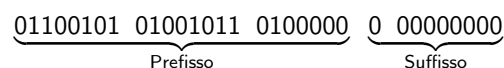


che in notazione intera puntata risulta:

101.75.64.0/23

• **LAN 4:**

400 host sono circa 2^9 , di conseguenza per avere un blocco che possa ospitare fino a 400 host esso deve avere almeno 9 bit di suffisso:



che in notazione intera puntata risulta:

101.75.64.0/23

- **LAN 5:**

Il blocco iniziale riesce ad ospitare 2^{13} host, quindi per creare una rete che ne ospiti la metà bisogna avere $\frac{2^{13}}{2} = 2^{13-1} = 2^{12}$ 12 bit di suffisso:

$$\underbrace{01100101 \ 01001011 \ 0100}_{\text{Prefisso}} \ \underbrace{0000 \ 00000000}_{\text{Suffisso}}$$

che in notazione intera puntata risulta:

101.75.64.0/20

1.5 Esercizio 5

Si hanno 3 LAN con i seguenti numeri di host:

1. LAN 1: 300 host
2. LAN 2: 40 host
3. LAN 3: 90 host

L'indirizzo di broadcast della LAN 3 è:

148.12.79.255

1. Trovare il blocco CIDR totale da assegnare all'intera rete
2. Partendo da tale blocco suddividerlo in sottoreti da assegnare alle 3 LAN

1.5.1 Risoluzione

1. Per trovare il blocco CIDR totale bisogna trovare il blocco che riesce a contenere il numero di host totale (in base 2) delle 3 LAN:

$$512 + 64 + 128 = 704$$

Il blocco CIDR che riesce a contenere 704 host è:

$$2^{10} = 1024$$

Di conseguenza il blocco CIDR totale dovrà avere 10 bit di suffisso e l'indirizzo di rete si ottiene convertendo l'indirizzo di broadcast in notazione binaria e azzerando i bit del suffisso:

$$\underbrace{10010100 \ 00001100 \ 010011}_{\text{Prefisso}} \ \underbrace{00 \ 00000000}_{\text{Suffisso}}$$

che in decimale risulta:

148.12.76.0/22

2. Per suddividere il blocco CIDR in 3 sottoreti bisogna trovare il numero di bit di suffisso necessari per contenere il numero di host di ciascuna LAN:

- LAN 1: 300 host, $2^9 = 512$ quindi 9 bit di suffisso

- LAN 2: 40 host, $2^6 = 64$ quindi 6 bit di suffisso
- LAN 3: 90 host, $2^7 = 128$ quindi 7 bit di suffisso

Quindi il blocco CIDR totale:

$\underbrace{10010100 \ 00001100 \ 010011}_{\text{Prefisso}} \ \underbrace{00 \ 00000000}_{\text{Suffisso}}$

verrà suddiviso in:

| | |
|--------|---|
| LAN 1: | $\underbrace{10010100 \ 00001100 \ 010011}_{\text{Prefisso}} \ \underbrace{0}_{\text{Lan 1}} \ \underbrace{0 \ 00000000}_{\text{Suffisso}}$ |
| LAN 2: | $\underbrace{10010100 \ 00001100 \ 010011}_{\text{Prefisso}} \ \underbrace{11 \ 01}_{\text{Lan 2}} \ \underbrace{000000}_{\text{Suffisso}}$ |
| LAN 3: | $\underbrace{10010100 \ 00001100 \ 010011}_{\text{Prefisso}} \ \underbrace{11 \ 1}_{\text{Lan 3}} \ \underbrace{0000000}_{\text{Suffisso}}$ |

che in notazione puntata risultano:

LAN 1: 148.12.76.0/23
 LAN 2: 148.12.79.64/26
 LAN 3: 148.12.79.128/25

1.6 Esercizio 6

Si hanno 4 lan che devono contenere il seguente numero di host:

LAN 1: 130 host
 LAN 2: 270 host
 LAN 3: 65 host
 LAN 4: 35 host

La LAN 1 contiene l'indirizzo 46.144.141.41.

1. Calcolare il blocco CIDR totale.
2. Quali sono gli indirizzi di rete delle 4 LAN?

2 TCP

L'obiettivo di questi esercizi è quello di vedere come si comporta l'algoritmo in situazioni particolari.

2.1 Esercizio 1

Un'applicazione A deve trasferire verso un'applicazione B 96000byte. Si suppone che la connessione sia già stata instaurata. I dati sono i seguenti:

- $mss = 1000$ byte
- $rcvwnd = 32000$ byte, costante per l'intero trasferimento dei dati

- $ssthresh = \frac{rcvwnd_{iniziale}}{2}$
- $rtt = \text{costante}$, pari a 0.5 secondi
- $rto = 2 \cdot rtt$, raddoppia in caso di perdite sequenziali
- Down di rete (rete fuori uso, in cui tutti i segmenti vengono persi) =

$$t_1 = 3 \rightarrow t_2 = 3,5$$

$$t_3 = 7 \rightarrow t_4 = 7,5$$

Lo scopo è quello di valutare l'evoluzione temporale della $cwnd$ fino a fine trasmissione.

2.1.1 Risoluzione

Il numero di segmenti da trasmettere sono:

$$\frac{\text{byte da trasmettere}}{mss} = \frac{96000\text{byte}}{1000\text{byte}} = 96 \text{ segmenti}$$

La $rcvwnd$ iniziale vale:

$$rcvwnd_{iniziale} = \frac{32000\text{byte}}{1000\text{byte}} = 32 \text{ segmenti}$$

La $ssthresh$ vale:

$$ssthresh_{iniziale} = \frac{32}{2} = 16 \text{ segmenti}$$

La $cwnd$ iniziale vale 1:

$$cwnd_{iniziale} = 1$$

L'andamento della trasmissione è il seguente:

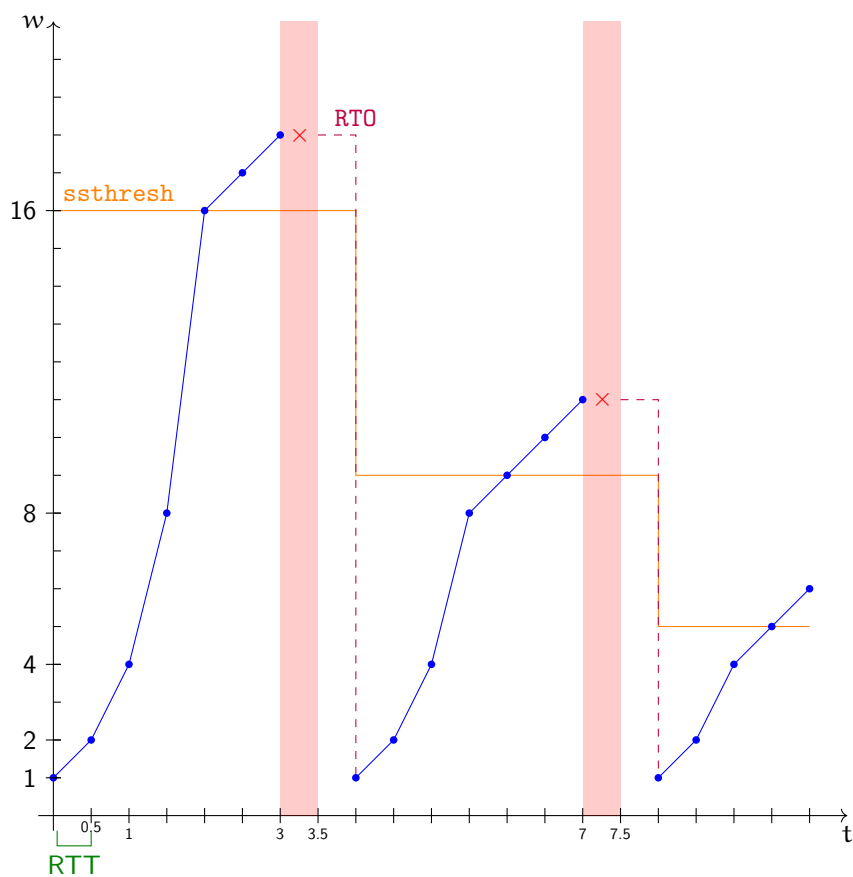


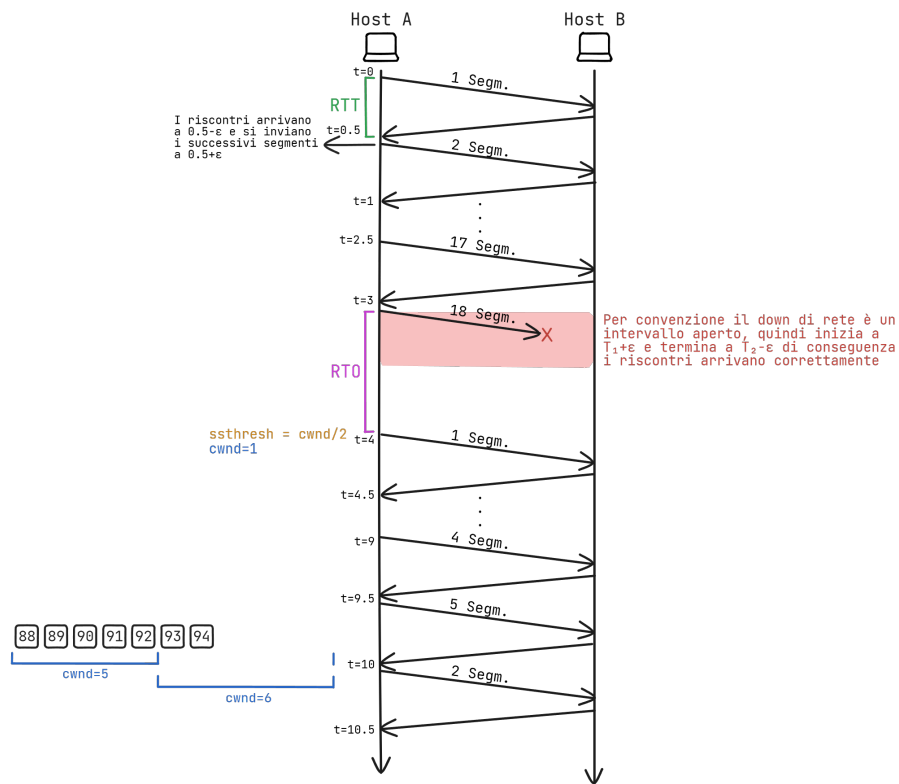
Figura 1: Andamento di $cwnd$ in funzione del tempo

Il numero di segmenti trasmessi è:

$$\begin{aligned} \#seg &= 1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 17 + 18 + 1 + 2 + 4 + 8 + 9 + 10 + 11 + 1 + 2 + 4 + 5 + 6 \\ &= 96 \end{aligned}$$

All'ultimo RTT si trasmettono soltanto 2 segmenti al posto di 6 perchè nonostante la finestra sia grande 6, il numero di pacchetti rimasti da trasmettere sono soltanto 2.

Un'altra possibile rappresentazione è la seguente:



2.2 Esercizio 2

Abbiamo un'applicazione A che trasferisce 46500byte verso un'applicazione B.

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

$$RCVWND_{\text{iniziale}} = 24000 \text{ byte} \rightarrow \text{costante}$$

$$SSTHRESH = \frac{RCVWND_{\text{iniziale}}}{2}$$

$$RTT = 0.5 \text{ secondi} \rightarrow \text{costante}$$

$$RTO = 2 \cdot RTT \rightarrow \text{raddoppia in caso di perdite consecutive}$$

$$\text{Down di rete} = [1.5 \rightarrow 3.5], [7 \rightarrow 7.5]$$

2.2.1 Risoluzione

Il numero di segmenti da trasmettere sono:

$$\frac{46500}{1500} = 31 \text{ segmenti}$$

$$RCVWND_{\text{iniziale}} = \frac{24000}{1500} = 16 \text{ segmenti}$$

$$SSTHRESH = \frac{16}{2} = 8 \text{ segmenti}$$

L'evoluzione della finestra di congestione è la seguente:

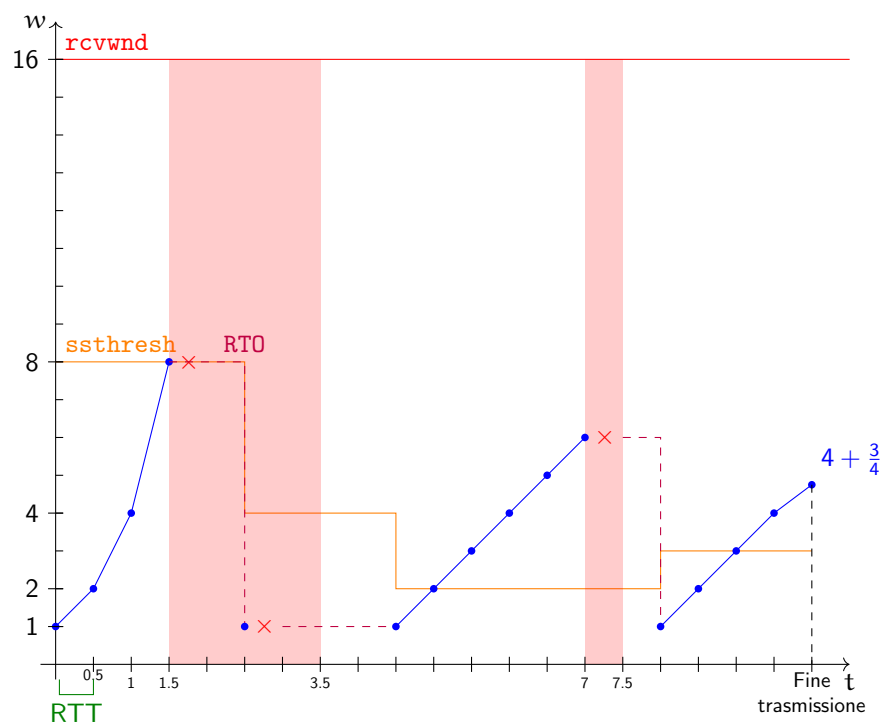
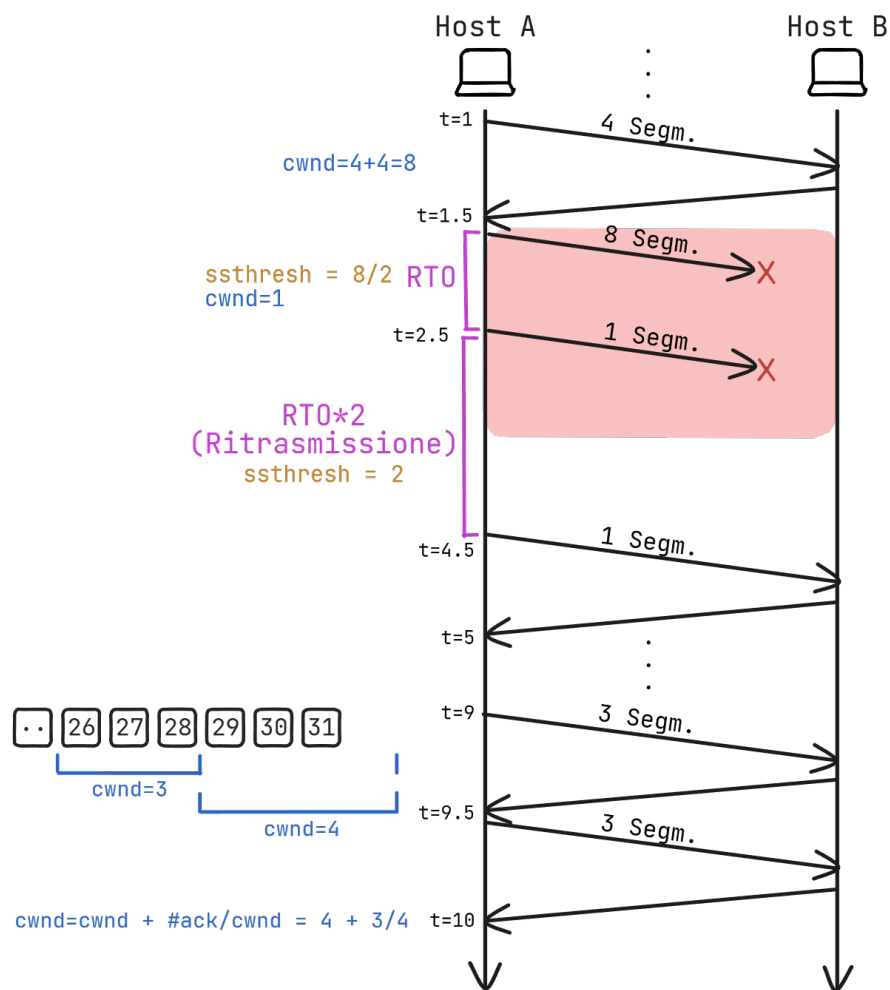


Figura 2: Andamento di `cwnd` in funzione del tempo

Il numero di segmenti trasmessi è:

$$\begin{aligned} \#seg &= 1 + 2 + 4 + \cancel{8} + \cancel{1} + 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + \cancel{6} + 1 + 2 + 3 + \cancel{4}^3 \\ &= 31 \end{aligned}$$

Un'altra possibile rappresentazione è la seguente:



2.3 Esercizio 3

Abbiamo un'applicazione A che trasferisce 104000byte verso un'applicazione B.

MSS = 1200 byte

RCVWND_{iniziale} = 24000 byte → costante

SSTHRESH = RCVWND_{iniziale}

RTT = 0.5 secondi → costante

RTO = 2 · RTT → raddoppia in caso di perdite consecutive

Down di rete = [3.5 → 4.5], [6.5 → 10.5]

2.3.1 Risoluzione

Il numero di pacchetti inviati è:

$$\frac{104000}{1200} = 87 \text{ segmenti}$$

$$\text{RCVWND}_{\text{iniziale}} = \frac{24000}{1200} = 20$$

$$\text{SSTHRESH} = 20 \text{ segmenti}$$

L'evoluzione della finestra di congestione è la seguente:

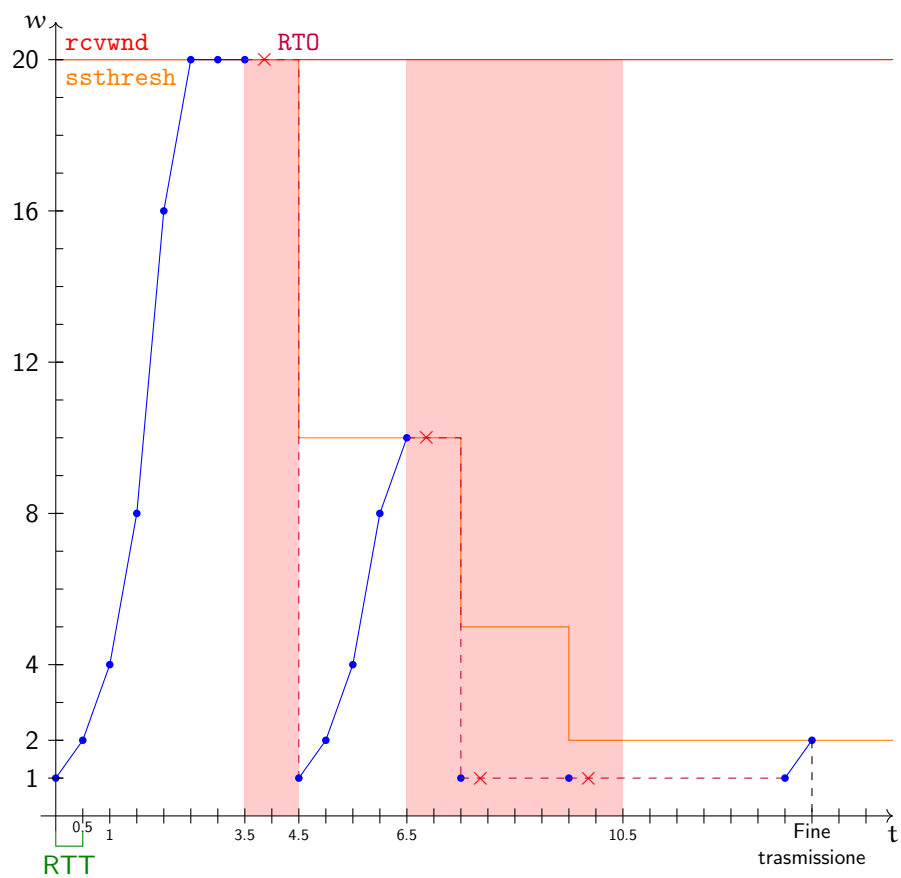


Figura 3: Andamento di cwnd in funzione del tempo

Il numero di segmenti trasmessi è:

$$\#seg = 1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 20 + 20 + 16 + 1 + 2 + 4 + 8 + 1 + 1 + 1 + 1$$

$$= 87$$

2.4 Esercizio 4

Un'applicazione A trasferisce 104400byte verso un'applicazione B.

$$MSS = 1200 \text{ byte}$$

$$RCVWND_{\text{iniziale}} = 9600 \text{ byte}$$

$$SSTHRESH = RCVWND_{\text{iniziale}}$$

$$RTT = 1 \text{ secondo} \rightarrow \text{costante}$$

$$RTO = 2 \cdot RTT \rightarrow \text{raddoppia in caso di perdite consecutive}$$

$$\text{Down di rete} = [11.5 \rightarrow 12.5]$$

A partire dall'istante $t_a > 4 \text{ sec}$ la destinazione annuncia una

$$RCVWND = 14400 \text{ byte}$$

A partire dall'istante $t_b > 9 \text{ sec}$ la destinazione annuncia una

$$RCVWND = 7200 \text{ byte}$$

Bisogna tenere in considerazione il ritardo di ricezione dell'annuncio della nuova RCVWND

2.4.1 Risoluzione

Il numero di segmenti da trasmettere sono:

$$\frac{104400}{1200} = 87 \text{ segmenti}$$

$$RCVWND_{\text{iniziale}} = \frac{9600}{1200} = 8 \text{ segmenti}$$

$$SSTHRESH = 8 \text{ segmenti}$$

$$t_a^{\text{dst}} > 4 = 12 \text{ segmenti}$$

$$t_b^{\text{dst}} > 9 = 6 \text{ segmenti}$$

L'evoluzione della finestra di congestione è la seguente:

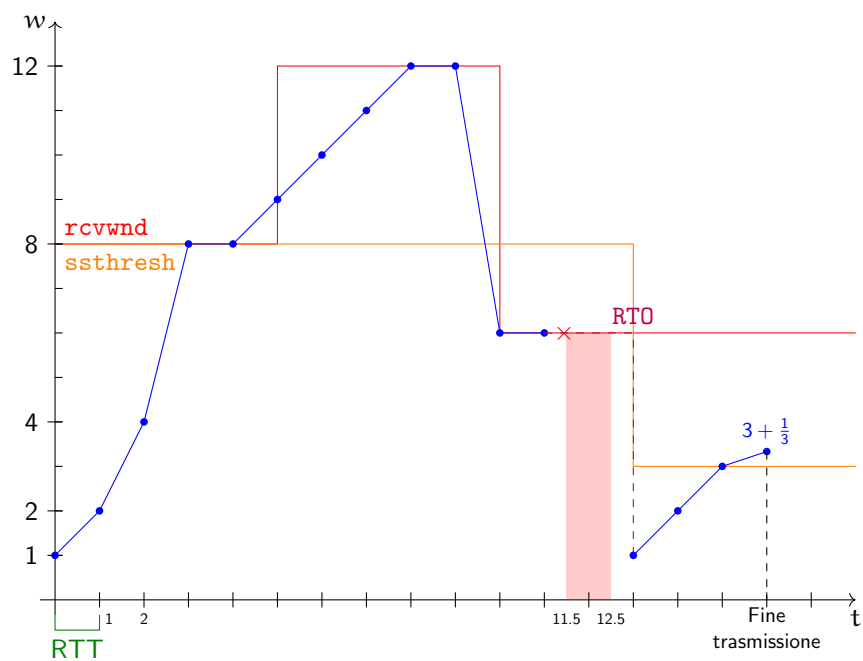
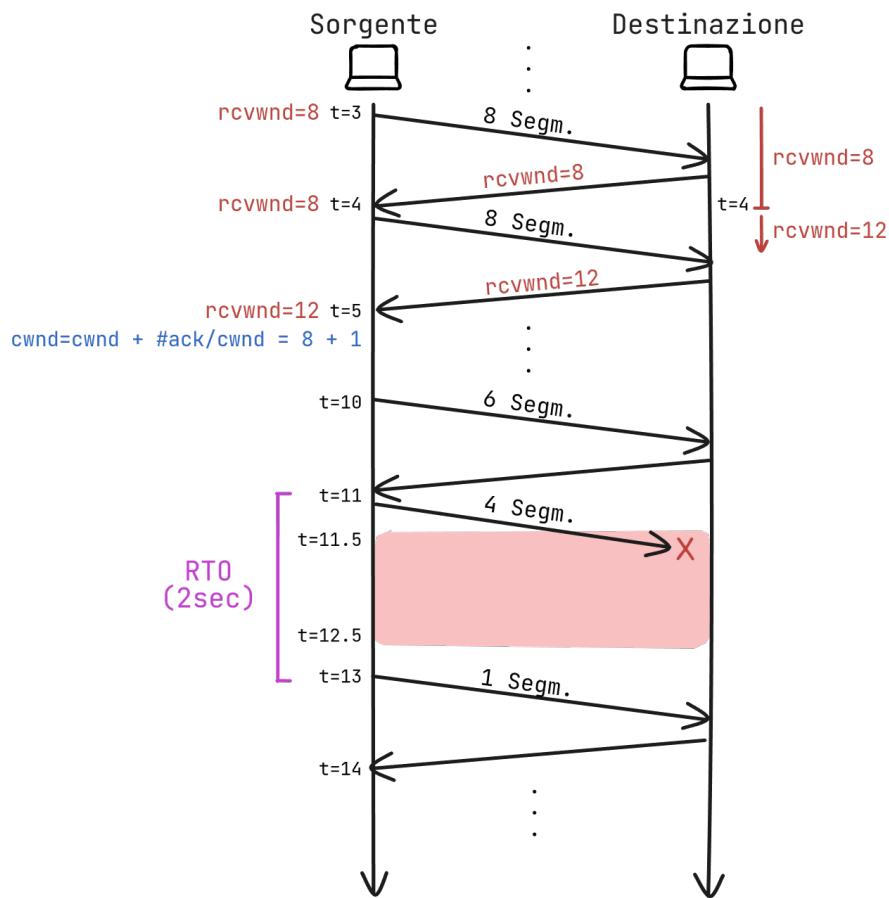


Figura 4: Andamento di `cwnd` in funzione del tempo

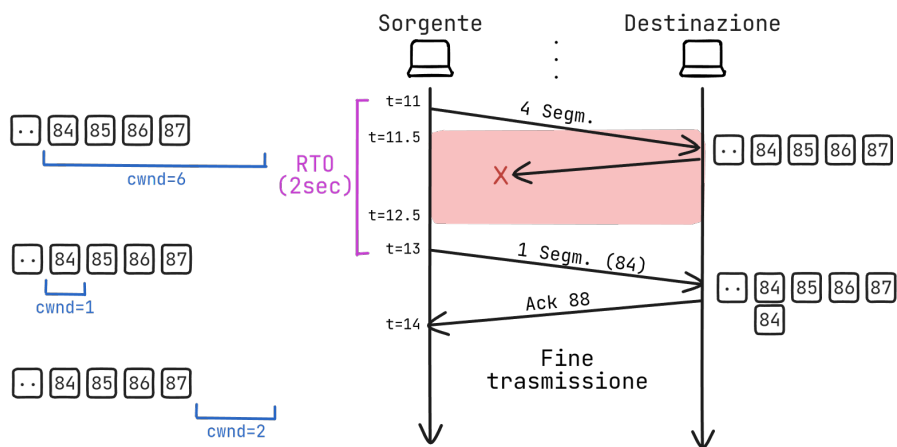
Il numero di segmenti trasmessi è:

$$\#seg = 1 + 2 + 4 + 8 + 8 + 9 + 10 + 11 + 12 + 12 + 6 + \cancel{4} + 1 + 2 + \cancel{3} + \frac{1}{3} = 87$$

Un'altra possibile rappresentazione è la seguente:



Se al posto di perdere il pacchetto si fosse perso il riscontro, avremmo avuto la seguente rappresentazione:



Anche questa rappresentazione è corretta, in quanto il numero di segmenti trasmessi è sempre 87.