



Esercizi di Reti

Università di Verona
Imbriani Paolo -VR500437
Professor Damiano Carra

December 8, 2024

Contents

1	Esercizi in classe	3
1.1	Esercizi su indirizzamento	3
1.1.1	Esercizio 1	3
1.1.2	Esercizio 2	3
1.1.3	Esercizio 3	4
1.1.4	Esercizio 4	4
1.2	Esercizi su TCP	6
1.2.1	Esercizio 1	6
1.2.2	Esercizio 2	7
1.2.3	Esercizio 3	7
1.2.4	Esercizio 4	8
2	Esercizi in preparazione all'esame	9
2.1	Esercizio numero 2 24/9/2019	9
2.2	Esercizio numero 3 27/6/2019 (TCP)	11
2.3	12

1 Esercizi in classe

1.1 Esercizi su indirizzamento

1.1.1 Esercizio 1

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

140.120.84.20/20

Primo passo: tradurre in binario l'indirizzo e identificare i bit che appartengono al prefisso.

$\begin{array}{cccc} \overbrace{10001100}^{140} & \overbrace{01111000}^{120} & \overbrace{0101}^{84}0100 & \overbrace{00010100}^{20} \end{array} \Rightarrow 140.120.84.20/20$

Secondo passo: azzerrare i bit del suffisso:

$\begin{array}{cccc} \overbrace{10001100}^{140} & \overbrace{01111000}^{120} & \overbrace{0101}^{80}0000 & \overbrace{00000000}^0 \end{array} \Rightarrow 140.120.80.0/20$

Scrivere la **subnet mask** con notazione decimale puntata:

$\begin{array}{cccc} \overbrace{11111111}^{140} & \overbrace{11111111}^{120} & \overbrace{1111}^{80}0000 & \overbrace{00000000}^0 \end{array} \Rightarrow 255.255.240.0/20$

1.1.2 Esercizio 2

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 hosts.

Primo passo:

$\begin{array}{cccc} \overbrace{10100101}^{165} & \overbrace{00000101}^5 & \overbrace{00000001}^1 & \overbrace{00000000}^0 \end{array} \Rightarrow 165.5.1.0/24$

Devo allungare il prefisso ma un singolo bit non è sufficiente, con 2 bit ho le seguenti combinazioni:

$\begin{array}{cccc} \overbrace{10100101}^{165} & \overbrace{00000101}^5 & \overbrace{00000001}^1 & \overbrace{00}^0000000 \end{array} \Rightarrow 165.5.1.0/26$

$\begin{array}{cccc} \overbrace{10100101}^{165} & \overbrace{00000101}^5 & \overbrace{00000001}^1 & \overbrace{01}^0000000 \end{array} \Rightarrow 165.5.1.64/26$

$\begin{array}{cccc} \overbrace{10100101}^{165} & \overbrace{00000101}^5 & \overbrace{00000001}^1 & \overbrace{10}^0000000 \end{array} \Rightarrow 165.5.1.128/26$

$\begin{array}{cccc} \overbrace{10100101}^{165} & \overbrace{00000101}^5 & \overbrace{00000001}^1 & \overbrace{11}^0000000 \end{array} \Rightarrow 165.5.1.192/26$

Ciascun blocco ha un numero di indirizzi pari a $2^6 = 64$. Uso 3 blocchi dei 4 creati per le 3 LAN, e l'ultimo rimane libero per utilizzi futuri.

1.1.3 Esercizio 3

Variante nello specifico → LAN ha un numero doppio rispetto alle altre

$\underbrace{1010010 \quad 00000101 \quad 00000001}_{\text{prefisso}} \quad 0 \quad 0000000 \rightarrow /25$

$\underbrace{1010010 \quad 00000101 \quad 00000001}_{\text{prefisso}} \quad 1 \quad 0000000 \rightarrow /25$

Una di queste sottoreti andrà alla LAN1. Andiamo a scorporare ulteriormente il suffisso...

$\underbrace{1010010 \quad 00000101 \quad 00000001}_{\text{prefisso}} \quad 10 \quad 000000 \rightarrow /26 \text{ LAN 2}$

$\underbrace{1010010 \quad 00000101 \quad 00000001}_{\text{prefisso}} \quad 11 \quad 000000 \rightarrow /26 \text{ LAN 3}$

Da un blocco /24 (256 indirizzi ottengo:

- 1 blocco /25 (128 ind)
- 2 blocchi /26 (64 ind)

LAN1 \Rightarrow 165.5.1.0/25

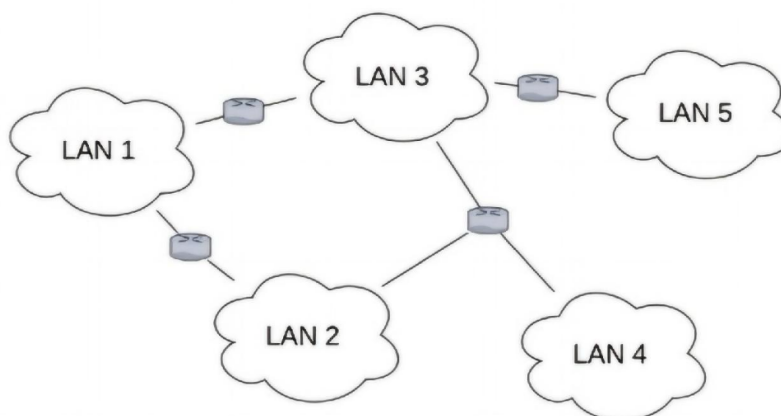
LAN2 \Rightarrow 165.5.1.128/26

LAN3 \Rightarrow 165.5.1.192/26

Altre soluzioni ugualmente valide dati i vincoli erano: dare a L1 0, L2 11, L3, 10 oppure dare L0, L2 10, L3 11 ecc.

1.1.4 Esercizio 4

Testo dell'esercizio. 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

Domande

1. Qual è il blocco **CIDR** più piccolo (con il minor numero di indirizzi) che contiene tali indirizzi?
2. Dato il blocco **CIDR** del blocco precedente, si creano 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*

Prima domanda:

Per prima cosa dobbiamo trovare il prefisso CIDR che può includere entrambi questi indirizzi IP. **Converto in binario i due indirizzi e considero solo i bit in comune:**

$$\begin{array}{l}
 101.75.79.255 \rightarrow \overbrace{01100101}^{101} \overbrace{01001011}^{75} \overbrace{010\ 01111}^{79} \overbrace{11111111}^{255} \\
 101.75.80.0 \rightarrow \overbrace{01100101}^{101} \overbrace{01001011}^{75} \overbrace{010\ 10000}^{80} \overbrace{00000000}^0
 \end{array}$$

La parte comune è lunga 19 bit. Quindi, il blocco CIDR più piccolo che contiene entrambi gli indirizzi è:

$$\begin{array}{l}
 101.75.79.255 \rightarrow \overbrace{01100101}^{101} \overbrace{01001011}^{75} \overbrace{010\ 00000}^{64} \overbrace{00000000}^0 \\
 \Rightarrow \mathbf{101.75.64.0/19}
 \end{array}$$

Seconda domanda:

1. La **prima LAN** ha bisogno di una sottorete /21. Per fare ciò basta allungare il prefisso di 2 bit.

$$\overbrace{1100101}^{101} \overbrace{01001011}^{75} \overbrace{010\ 00}^{64} \overbrace{000}^0 \overbrace{00000000}^0 \Rightarrow 101.75.64.0/21$$

In base alla preferenze o al bisogno si potrebbero scegliere le seguenti alternative reti:

$$\overbrace{1100101}^{101} \overbrace{01001011}^{75} \overbrace{010\ 01}^{72} \overbrace{000}^0 \overbrace{00000000}^0 \Rightarrow 101.75.72.0/21$$

$$\overbrace{1100101}^{101} \overbrace{01001011}^{75} \overbrace{010\ 10}^{80} \overbrace{000}^0 \overbrace{00000000}^0 \Rightarrow 101.75.80.0/21$$

$$\overbrace{1100101}^{101} \overbrace{01001011}^{75} \overbrace{010\ 11}^{88} \overbrace{000}^0 \overbrace{00000000}^0 \Rightarrow 101.75.88.0/21$$

2. La **seconda LAN** ha bisogno di 1000 host. Per indirizzare 1000 utenti abbiamo bisogno di 10 bit poiché $2^{10} = 1024$. Quindi la rete sarà un /22. (Poiché se ho 32 bit totali e 10 devo riservarli per gli host, mi rimangono 22 bit per la sottorete.) Un tipo di configurazione che potrei scegliere per la sottorete potrebbe essere:

$$\overbrace{1100101}^{101} \overbrace{01001011}^{75} \overbrace{010 \text{ } 010 \text{ } 00}^{72} \overbrace{00000000}^0 \Rightarrow 101.75.72.0/22$$

Ma ce ne sono molteplici per questo caso.

3. La **terza LAN** deve essere una sottorete /23. Anche qua ci basta allungare il prefisso di 1 bit.

$$\overbrace{1100101}^{101} \overbrace{01001011}^{75} \overbrace{010 \text{ } 0001 \text{ } 0}^{66} \overbrace{00000000}^0 \Rightarrow 101.75.66.0/23$$

4. Per la **quarta LAN** la procedura è la stessa della seconda LAN solo che in questo caso per indirizzare 400 host basterà riservare 9 bit $\rightarrow 2^9 = 512$.
5. Per la **quinta LAN** la procedura è la stessa della seconda LAN. In questo caso se il blocco iniziale doveva ospitare 2^{32-19} host, ovvero 8912 ora se dobbiamo ospitarne la metà ovvero 4096 dovremmo avere bisogno di una sottorete /20.

1.2 Esercizi su TCP

1.2.1 Esercizio 1

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

- MSS = 10000 byte
- RCVWND = 320000 byte, costante per l'intero trasferimento dei dati
- Ssthresh = RCVWND iniziale / 2
- RTT = costante, pari 0,5 secondi
- RTO = 2RTT, raddoppia in caso di perdite sequenziali
- Down di rete (rete fuori uso in cui tutti i segmenti vengono persi)

$$t_1 = 3 \rightarrow t_2 = 3.5$$

$$t_3 = 7 \rightarrow t_4 = 7.5$$

Obiettivo: Valutare l'evoluzione temporale della **cwnd** fino a fine a trasmissione

$$\begin{aligned} \# \text{ segmenti da trasmettere} &\rightarrow \frac{96000}{1000} = 96 \text{ segmenti} \\ \text{RCVWND iniziale} &= \frac{320000 \text{ byte}}{1000} \rightarrow 32 \text{ segmenti} \\ \text{Ssthresh} &= 16 \text{ segmenti} \\ \text{cwnd} &= 1 \text{ segmento} \end{aligned}$$

1.2.2 Esercizio 2

Un'applicazione A deve trasferire 46500 byte verso un'applicazione B. Si suppone che la connessione sia già stata instaurata:

- MSS = 1500 byte
- RCVWND (iniziale) = 24000 byte e rimane costante
- STT (iniziale) = RCVWND / 2
- RTT = 0.5 secondi, costante per tutto il tempo di trasmissione
- RTO = 2RTT (raddoppia in caso di perdite sequenziali)
- Down di rete (rete fuori uso in cui tutti i segmenti vengono persi)

$$D_1 = [1.5 \rightarrow 3.5]$$

$$D_2 = [7 \rightarrow 7.5]$$

Quindi calcoliamo il numero di segmenti, la RCVWND iniziale e la SSTHRESH iniziale:

- # segmenti = $\frac{46500}{1500} = 31$
- RCVWND = $\frac{24000}{1500} = 16$ segmenti
- STT = 8 segmenti

1.2.3 Esercizio 3

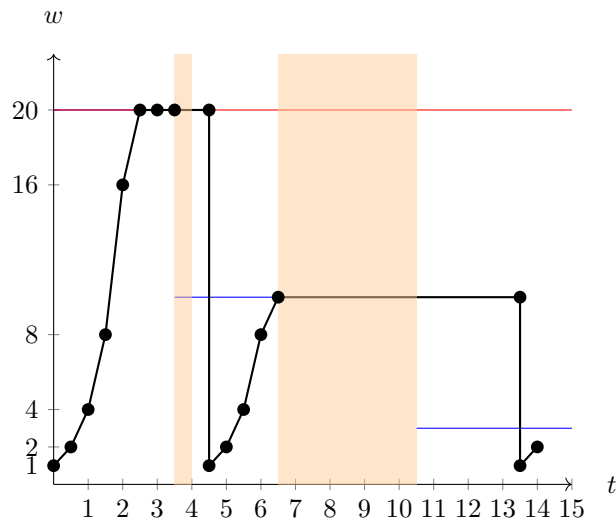
Appl A \rightarrow 104000 byte \rightarrow Appl B

- MSS = 1200 byte
- RCVWND = 24000 byte (costante)
- STT = RCWND
- RTT = 0.5 secondi
- RTO = 2RTT (raddoppia in caso di perdite sequenziali)
- Down di Rete (rete fuori uso in cui tutti i segmenti vengono persi)

$$D_1 = [3.5 \rightarrow 4]$$

$$D_2 = [6.5 \rightarrow 10.5]$$

- # segmenti = $\frac{104000}{1200} = 87$
- RCVWND = $\frac{24000}{1200} = 20$ segmenti = 20 STT



$$SEG = 1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 20 + 20 + 1 + 2 + 4 + 8 + 1 = 87$$

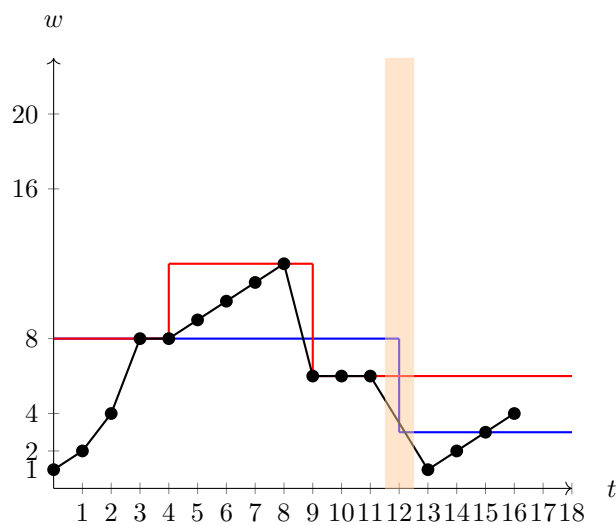
1.2.4 Esercizio 4

Un'applicazione A deve trasferire 104400 byte verso un'applicazione B. Si suppone che la connessione sia già stata instaurata:

- MSS = 1200 byte
- RCVWND (iniziale) = 9600 byte e rimane costante
- A partire dall'istante $t_a > 4$ la destinazione annuncia una RCWND = 14400 byte
- A partire dall'istante $t_b > 9$ la destinazione annuncia una RCWND = 7200 byte
- STT (iniziale) = RCVWND
- RTT = 1 secondo, costante per tutto il tempo di trasmissione
- RTO = 2RTT (raddoppia in caso di perdite sequenziali)
- Down di rete (rete fuori uso in cui tutti i segmenti vengono persi)

$$D_1 = [11.5 \rightarrow 12.5]$$

- # segmenti = $\frac{104400}{1200} = 87$
- RCVWND = $\frac{9600}{1200} = 8$ segmenti = 8 = STT
- RCVWND > 4 = $\frac{14400}{1200} = 12$
- RCVWND > 9 = $\frac{7200}{1200} = 6$



$$SEG = 1 + 2 + 4 + 8 + 8 + 9 + 10 + 11 + 12 + 6 + 6 + 6 + \cancel{3} + 1 + 2 + \overbrace{3}^1 = 87$$

$$CWND_{finale} = CWND_{old} = \frac{\# ACK}{CWND_{old}} = 3 + \frac{1}{3}$$

finisce in $t = 16$

2 Esercizi in preparazione all'esame

2.1 Esercizio numero 2 24/9/2019

4 LAN

- LAN1 130 host
- LAN2 270
- LAN 3 65
- LAN 4 35

LAN1 contiene l'indirizzo 46.144.141.41

- Blocco CIDR totale
- Indirizzi di rete per le 4 LAN

Ora, cominciamo a calcolare quanti bit servono per ogni LAN e per indirizzare ogni host

- LAN 1 $\# \text{ host} = 130 \rightarrow 130 < 2^8 \rightarrow 8 \text{ bit}$
- LAN 2 $\# \text{ host} = 270 \rightarrow 270 < 2^9 \rightarrow 9 \text{ bit}$

- LAN 3 # host = 65 $\rightarrow 65 < 2^7 \rightarrow 7$ bit
- LAN 4 # host = 35 $\rightarrow 35 < 2^6 \rightarrow 6$ bit
- TOTALE # host = 500 $\rightarrow 2^9 < 500 < 2^9 \rightarrow 9$ bit

Sappiamo che il blocco CIDR totale è 9 bit. Utilizzando l'indirizzo di rete della LAN1 possiamo calcolare gli indirizzi di rete per le altre LAN.

Blocco CIDR totale:

$$\overbrace{0010\ 1001}^{46} \overbrace{10010000}^{144} \overbrace{100011\ 00}^{140} \overbrace{00000000}^0 \Rightarrow 46.144.140.0/22$$

Per la **LAN 2**, quella che contiene più host, abbiamo bisogno di 9 bit. Quindi, il blocco CIDR per la LAN 2 sarà:

$$46.144. \overbrace{1000110\ 1\ 0}^{142} \overbrace{00000000}^0 \rightarrow 46.144.142.0/23$$

Per la **LAN 1** abbiamo bisogno di 8 bit. Quindi, il blocco CIDR per la LAN 1 sarà:

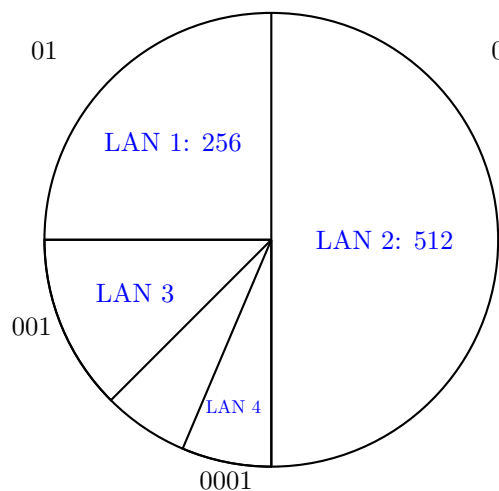
$$46.144. \overbrace{100011\ 01}^{141} \overbrace{00000000}^0 \rightarrow 46.144.141.0/24$$

Per la **LAN 3** abbiamo bisogno di 7 bit. Quindi, il blocco CIDR per la LAN 3 sarà:

$$46.144. \overbrace{100011\ 00}^{140} \overbrace{1\ 00000000}^{128} \rightarrow 46.144.140.128/25$$

Per la **LAN 4** abbiamo bisogno di 6 bit. In tutto questo procedimento abbiamo allungato il prefisso praticamente ad ogni LAN. Così abbiamo ottimizzato l'uso degli indirizzi IP.

$$46.144. \overbrace{100011\ 00}^{140} \overbrace{01\ 000000}^{64} \rightarrow 46.144.140.64/26$$



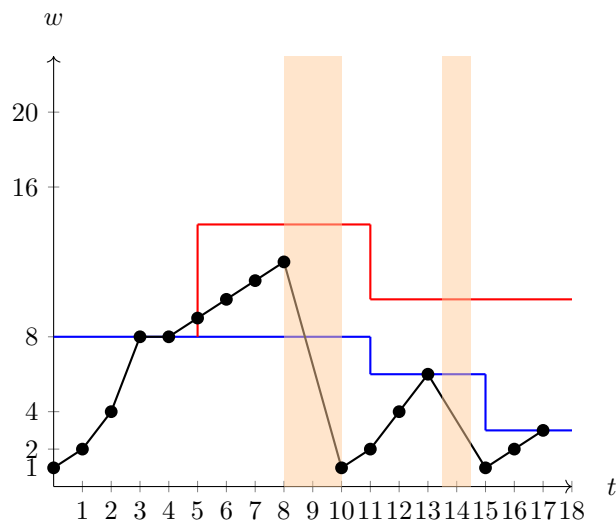
2.2 Esercizio numero 3 27/6/2019 (TCP)

Applicazione A a B 77500 byte

- MSS 1250 byte
- RCVWND $t = 0$ 10000 byte
- $t \leq 4$ destinazione annuncia 17500 byte
- $t \leq 8$ destinazione annuncia 12500 byte
- STT = RCWND
- RTT = 1 sec
- RTO = 2RTT
- DOWN DI RETE: $[8, 10]$ e da $[13.5, 14.5]$

Quindi:

- # segmenti da mandare: 62 segmenti
- RCWND = 8 = STT
- $t > 4$ RCWND = 14
- $t > 8$ RCWND = 10



$$SEG = 1 + 2 + 4 + 8 + 8 + 9 + 10 + 11 + \cancel{12} + 1 + 2 + 4 + \cancel{6} + 1 + \overbrace{2}^1 = 62$$

$$CWND_{finale} = CWND_{old} + \#ACK = 3$$

2.3

Tre lan con i seguenti vincoli sul numero di host:

- LAN1: 400
- LAN2: 300
- LAN3: 1200

La LAN1 contiene un host con indirizzo 178.242.85.168

- Blocco CIDR più piccolo
- Indirizzi di rete delle 3 LAN
- Tabella di Routing del Router A considerando come metrica il numero di Hop e assumendo che il router X abbia annunciato di raggiungere tutti gli host su internet con 5 hop

Ora vediamo quanti bit ci servono per indirizzare l'intera rete:

- LAN 1 # host = 400 $\rightarrow 400 < 2^9 \rightarrow 9$ bit
- LAN 2 # host = 300 $\rightarrow 300 < 2^9 \rightarrow 9$ bit
- LAN 3 # host = 1200 $\rightarrow 1200 < 2^{10} \rightarrow 10$ bit
- TOTALE # host = 1900 $\rightarrow 2^9 < 1900 < 2^{12} \rightarrow 12$ bit (11 bit non sarebbero abbastanza)

Sappiamo che il blocco CIDR totale è 12 bit. Utilizzando l'indirizzo di rete della LAN1 possiamo calcolare gli indirizzi di rete per le altre LAN.

Blocco CIDR totale:

$$\begin{array}{cccc} \overbrace{1011\ 0010}^{178} & \overbrace{1111\ 0010}^{242} & \overbrace{0101\ 0000}^{80} & \overbrace{00000000}^0 \\ 1011\ 0010 & 1111\ 0010 & 0101\ 0000 & 00000000 \end{array} \Rightarrow 178.242.80.0/20$$

Per la **LAN 1**, abbiamo bisogno di 9 bit. Quindi, il blocco CIDR per la LAN 1 sarà (seguendo le indicazioni date dal testo dell'esercizio dove la LAN1 contiene l'indirizzo 178.242.85.156):

$$\begin{array}{cccc} \overbrace{1011\ 0010}^{178} & \overbrace{1111\ 0010}^{242} & \overbrace{0101\ 010}^{84} & \overbrace{00000000}^0 \\ 1011\ 0010 & 1111\ 0010 & 0101\ 010 & 00000000 \end{array} \Rightarrow 178.242.84.0/23$$

Per la **LAN 3** abbiamo bisogno di 11 bit. Quindi, il blocco CIDR per la LAN 3 sarà:

$$\begin{array}{cccc} \overbrace{1011\ 0010}^{178} & \overbrace{1111\ 0010}^{242} & \overbrace{0101\ 1\ 000}^{88} & \overbrace{00000000}^0 \\ 1011\ 0010 & 1111\ 0010 & 0101\ 1\ 000 & 00000000 \end{array} \Rightarrow 178.242.88.0/21$$

Per la **LAN 2** abbiamo bisogno di 9 bit. Quindi, il blocco CIDR per la LAN 2 sarà:

$$\begin{array}{cccc} \overbrace{1011\ 0010}^{178} & \overbrace{1111\ 0010}^{242} & \overbrace{0101\ 000}^{80} & \overbrace{00000000}^0 \\ 1011\ 0010 & 1111\ 0010 & 0101\ 000 & 00000000 \end{array} \Rightarrow 178.242.80.0/21$$

La tabella di routing del ROUTER A:

Destinazione	Next Hop	Costo
<i>X</i>	<i>X</i>	1
<i>B</i>	<i>B</i>	1
<i>C</i>	<i>X</i>	2
Internet	<i>X</i>	6