



## Esercizi di Reti

Università di Verona  
Imbriani Paolo -VR500437  
Professor Damiano Carra

December 21, 2024

# Contents

<b>1</b>	<b>Esercizi in classe</b>	<b>3</b>
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
<b>2</b>	<b>Esercizi in preparazione all'esame</b>	<b>9</b>
2.1	Esercizio numero 2 24/9/2019 . . . . .	9
2.2	Esercizio numero 3 27/6/2019 (TCP) . . . . .	11
2.3	Esercizio 2 02/07/2020 . . . . .	12
<b>3</b>	<b>Esercizi sul livello 2</b>	<b>13</b>
3.1	Esercizio su ALOHA . . . . .	13
3.2	Esercizio su CSMA persistente . . . . .	13
3.3	Esercizio con Bridge (Switch a 2 porte) . . . . .	14
3.3.1	24/09/2019 Esercizio 3 d'esame . . . . .	14

# 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:

$\begin{array}{cccc} \overbrace{10100101}^{165} & \overbrace{00000101}^5 & \overbrace{00000001}^1 & \overbrace{00}^000000 \end{array} \Rightarrow 165.5.1.0/26$

$\begin{array}{cccc} \overbrace{10100101}^{165} & \overbrace{00000101}^5 & \overbrace{00000001}^1 & \overbrace{01}^000000 \end{array} \Rightarrow 165.5.1.64/26$

$\begin{array}{cccc} \overbrace{10100101}^{165} & \overbrace{00000101}^5 & \overbrace{00000001}^1 & \overbrace{10}^000000 \end{array} \Rightarrow 165.5.1.128/26$

$\begin{array}{cccc} \overbrace{10100101}^{165} & \overbrace{00000101}^5 & \overbrace{00000001}^1 & \overbrace{11}^000000 \end{array} \Rightarrow 165.5.1.192/26$

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

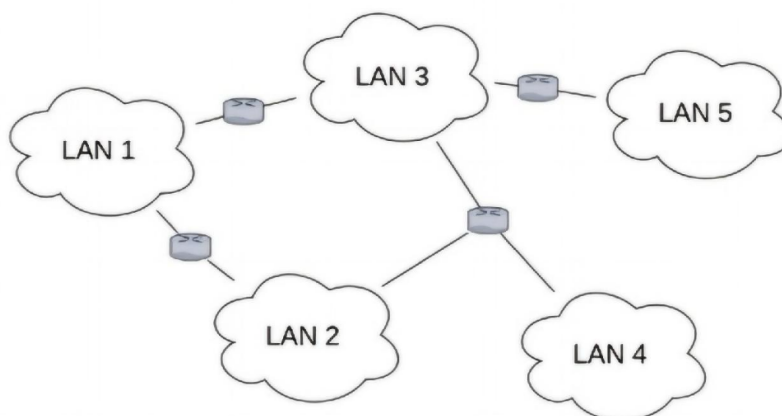
LAN2  $\Rightarrow$  165.5.1.128/26

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

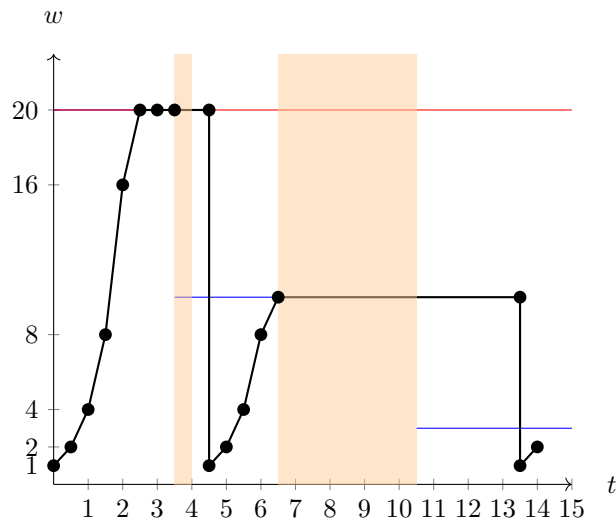
Appl A  $\rightarrow$  104000 byte  $\rightarrow$  Appl B

- 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

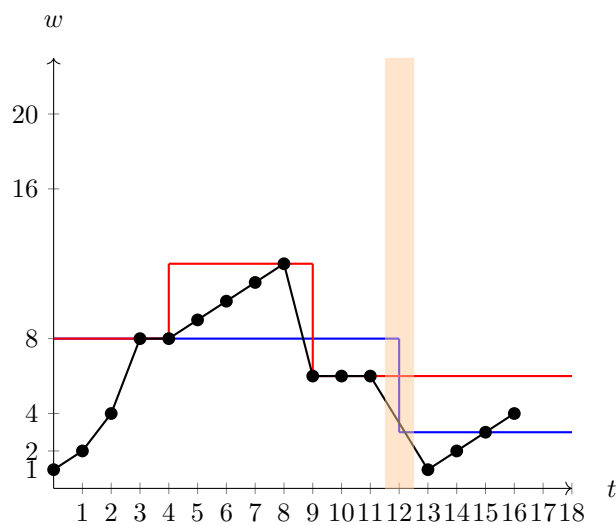
Un'applicazione A deve trasferire 104400 byte verso un'applicazione B. Si suppone che la connessione sia già stata instaurata:

- 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 =  $\frac{7200}{1200} = 6$





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

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

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:

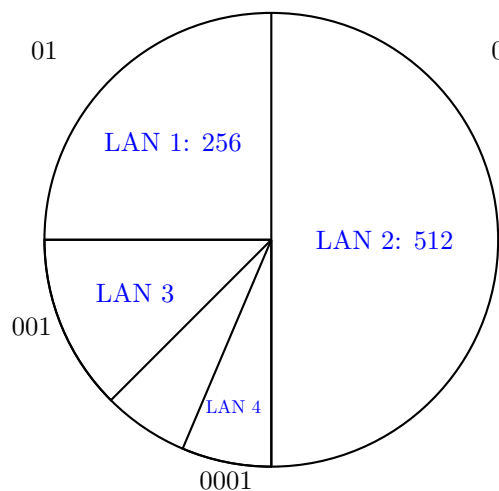
$$46.144. \overbrace{100011\ 01}^{141} \overbrace{00000000}^0 \rightarrow 46.144.141.0/24$$

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.

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



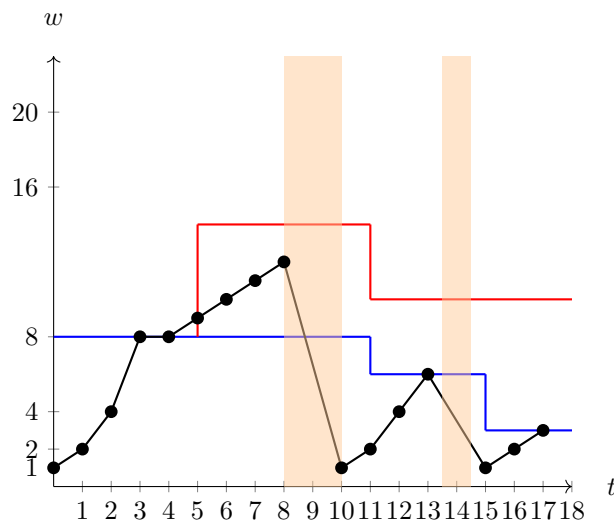
## 2.2 Esercizio numero 3 27/6/2019 (TCP)

Applicazione A a B 77500 byte

- MSS 1250 byte
- RCVWND  $t = 0$  10000 byte
- $t \geq 4$  destinazione annuncia 17500 byte
- $t \geq 8$  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 Esercizio 2 02/07/2020

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:

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

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):

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

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

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

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

$$\begin{array}{cccc} \overbrace{1011\ 0010}^{178} & \overbrace{1111\ 0010}^{242} & \overbrace{0101\ 011}^{86} & \overbrace{00000000}^0 \\ \hline 1011\ 0010 & 1111\ 0010 & 0101\ 011 & 00000000 \end{array} \Rightarrow 178.242.86.0/21$$

La tabella di routing del ROUTER A:

Destinazione	Next Hop	Costo
LAN1	diretto	1
LAN2	diretto	1
LAN3	B	2
Internet	X	6

### 3 Esercizi sul livello 2

Esercizi su algoritmi di accesso al mezzo condiviso (Aloha, CSMA).

Data una serie di trame generate dalle stazioni determinare l'evoluzione della trasmissione. **Osservazione importante:** il generatore di numeri casuali che viene utilizzato negli esercizi in realtà è pseudocasuale, il generatore di numeri casuali che utilizzeremo è una versione semplificata che non garantisce le proprietà statistiche di uniformità del campione. La procedura è la seguente: Si usano le cifre che compongono l'istante di inizio trasmissione, si sommano, si moltiplicano per il numero di collisioni consecutive e si aggiunge il tempo di Trama

#### Esempio

Trama trasmessa a  $t = 512ms$ , ho già subito una collisione (questo è il secondo tentativo di trasmissione) e il tempo di trama è  $T = 10ms$ .

$$z \rightarrow ((5 + 1 + 2) \cdot 2) + 10 = 26$$

#### 3.1 Esercizio su ALOHA

3 stazioni collegate da un mezzo condiviso,  $\tau = 0$  che generano le seguenti trame:

- $A \rightarrow t_A = 410ms$
- $B \rightarrow t_B = 418ms$
- $C \rightarrow t_C = 454ms$

di cui la velocità di trasmissione  $v = 2,5 \frac{Mbit}{s}$  e lunghezza delle trame  $L = 3750$  byte. Tempo di trama  $T = \frac{L}{v}$ , **Determinare l'evoluzione della trasmissione:** (Guarda OneNote per il continuo)

#### 3.2 Esercizio su CSMA persistente

- $v = 2,5 \frac{Mbit}{s}$
- $L = 3750$  byte
- $T = \frac{L}{v} = 12ms$

Per le trame:

- $A \rightarrow 2$  trame,  $t_A = 225ms$  e  $t_{A2} = 240ms$
- $B \rightarrow 1$  trama,  $t_B = 228ms$

### 3.3 Esercizio con Bridge (Switch a 2 porte)

In questi esercizi viene sempre riportato il comportamento di Bridge. Anche il Bridge ha un processo di "Store and Forward", prima memorizza completamente la trama sulla sua memoria interna e gestisce la trasmissione come se fosse generata dal bridge in quell'istante.

Il comportamento delle due porte del Bridge sono indipendenti. Quindi ci possono essere trasmissioni contemporaneamente nel bridge.

#### Esempio con ALOHA

$$\tau_1 = \tau_2 = \emptyset$$

$$v_1 = v_2 = 1,6 \frac{Mbit}{s}$$

$$L = 800byte$$

$A : t_{A1} = 216ms, t_{A2} = 256ms$  entrambe dirette a B

$B : t_{B1} = 233ms$  diretta ad A

$C : t_{C1} = 219ms$  diretta ad A

Calcoliamo il tempo della trama:

$$T = \frac{L}{v} = \frac{800 \cdot 8bit}{1,6 \cdot 10^6 \frac{bit}{s}} = 4ms$$

#### 3.3.1 24/09/2019 Esercizio 3 d'esame

- Vi è una stazione per ogni segmento di rete
- Il protocollo utilizzato è CSMA Persistent
- $\tau_1 = 1ms$  e  $\tau_2 = 2ms$
- $L = 1500byte$
- $v = 1,5 \frac{Mbit}{s}$
- $A : t_{A1} = 713ms, t_{A2} = 715ms$  entrambe dirette a B
- $B : t_{B1} = 719ms, t_{B2} = 730ms$  entrambe dirette a A