



Marco Listanti

Esercizi 8

"Indirizzamento IP"
"Frammentazione IP"



Esercizio 1 (1)

■ Si identifichi la classe a cui appartengono i seguenti indirizzi IP

■ 11100101 01011110 01101110 00110011

■ 101.123.5.45

■ 231.201.5.45

■ 128.23.45.4

■ 192.168.20.3

■ 193.242.100.255



Esercizio 1 (2)

- La classe di un indirizzo è identificata dalla posizione del primo "0":

- 111**0**0101 01011110 01101110 00110011 → Classe D
- 101.123.5.45 → **0**1100101.x.x.x → Classe A
- 231.201.5.45 → 111**0**0111.x.x.x → Classe D
- 128.23.45.4 → 1**0**000000.x.x.x → Classe B
- 192.168.20.3 → 11**0**00000.x.x.x → Classe C
- 193.242.100.255 → 11**0**00001.x.x.x → Classe C



Esercizio 2 (1)

- Partendo dalla maschera di sottorete di un indirizzo di classe C

255.255.255.0

e operando su questa con Subnetting avente maschera fissa, quante sotto-reti si possono ottenere?



Esercizio 2 (2)

- Partendo dalla maschera assegnata si possono ottenere

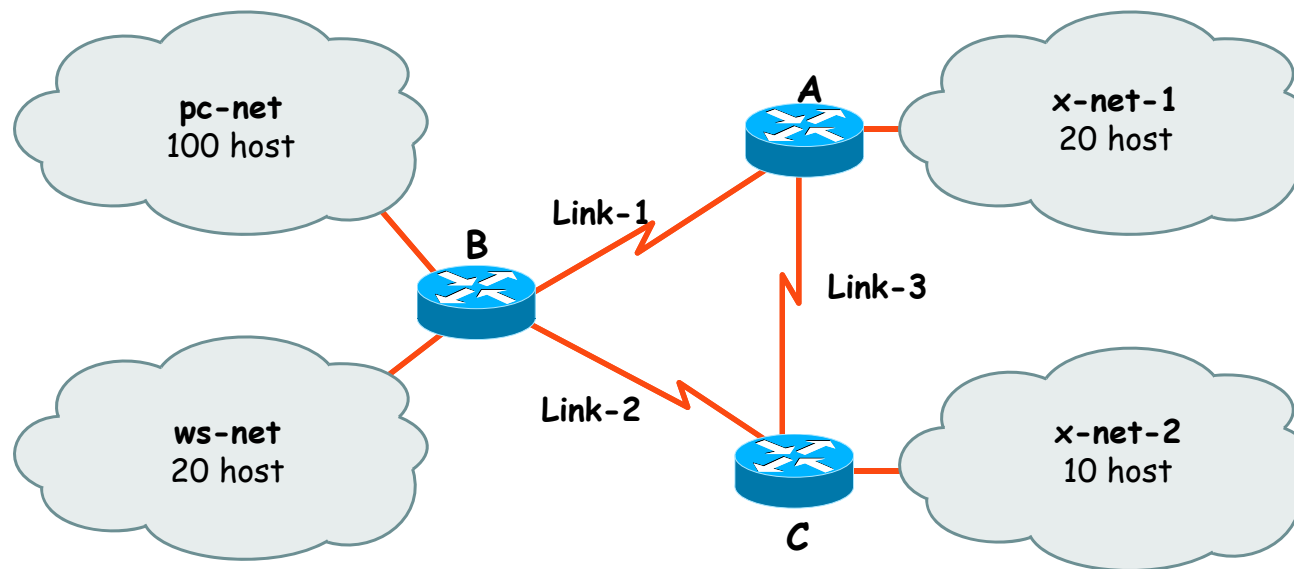
Maschera		Sottoreti	# host
255.255.255.0	00000000	1	256-2= 254 host
255.255.255.128	10000000	2	128-2=126 host
255.255.255.192	11000000	4	64-2=62 host
255.255.255.224	11100000	8	32-2=30 host
255.255.255.240	11110000	16	16-2=14 host
255.255.255.248	11111000	32	8-2=4 host
255.255.255.292	11111100	64	4-2=2 host
255.255.255.254	11111110	128	2-2=0 host

- Nell'ultimo caso l'RFC 3021 definisce di maschere di 31 bit per indirizzare 2 interfacce su collegamenti punto-punto



Esercizio 3 (1)

- Data la rete in figura, definire un possibile schema di indirizzamento utilizzando la tecnica del subnetting con maschera fissa a partire da indirizzi di classe C
- Calcolare l'efficienza di uso degli indirizzi nella soluzione trovata





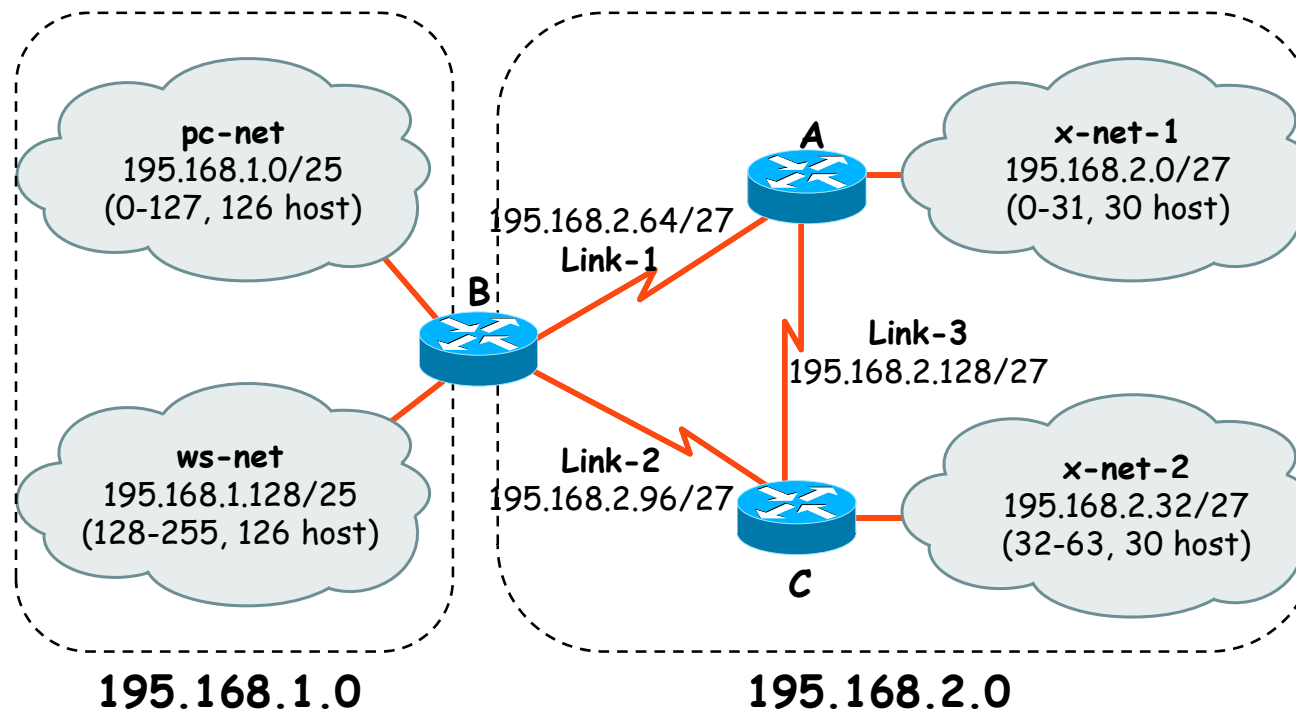
Esercizio 3 (2)

- Le sotto-reti che occorre indirizzare sono 7 (anche i link sono sotto-reti) quindi la Sub_Net_ID sarà lunga 3 bit
- A partire da un indirizzo di classe C, con 3 bit utilizzati per il subnetting, rimangono 5 bit di Host_ID che possono indirizzare al più $2^5 - 2 = 30$ host in ogni sotto-rete
- Poiché una rete ha un numero di host superiore a 30, con un singolo indirizzo di classe C non è possibile definire uno schema di indirizzamento
- Si devono utilizzare due indirizzi di classe C



Esercizio 3 (3)

- Ad esempio, utilizzando **195.68.1.0/24** e **195.68.2.0/24**, un possibile schema di indirizzamento è il seguente





Esercizio 3 (3)

■ Calcolo efficienza (ρ_f)

- Rapporto tra numero di indirizzi utilizzati e numero di indirizzi allocati

$$\rho_f = \frac{156}{416} = 0.375$$

■ Quante altre sottoreti da 30 host mi restano in 195.168.2.0 ?

- In 195.168.2.0 sono stati indirizzate 5 sottoreti
 - 195.168.2.0/27 → x.x.x.000
 - 195.168.2.32/27 → x.x.x.001
 - 195.168.2.64/27 → x.x.x.010
 - 195.168.2.96/27 → x.x.x.011
 - 195.168.2.128/27 → x.x.x.100
- Rimangono da assegnare gli indirizzi del tipo
 - 195.168.2.160/27 → x.x.x.101 → 30+2 host
 - 195.168.2.160/27 → x.x.x.110 → 30+2 host
 - 195.168.2.160/27 → x.x.x.111 → 30+2 host
- In totale rimangono 90+6 indirizzi da allocare

Rete	Bit maschera	Indirizzi allocati	Indirizzi utilizzati
pc-net	25	126 + 2	100
ws-net	25	126 + 2	20
x-net-1	27	30 + 2	20
x-net-2	27	30 + 2	10
link-1	27	30 + 2	2
link-2	27	30 + 2	2
link-3	27	30 + 2	2
Totale		402 + 14	156



Esercizio 4 (1)

- Ad un ISP è stata assegnato lo spazio di indirizzi di classe C $\rightarrow 193.212.100.0/24$
- Si devono definire 6 sottoreti. La più grande è composta da 25 host.
 - Determinare la netmask necessaria per la gestione di tale rete utilizzando subnetting con maschera fissa
 - Per ognuna delle 6 sottoreti, determinare quali sono gli indirizzi utilizzabili per gli host



Esercizio 4 (2)

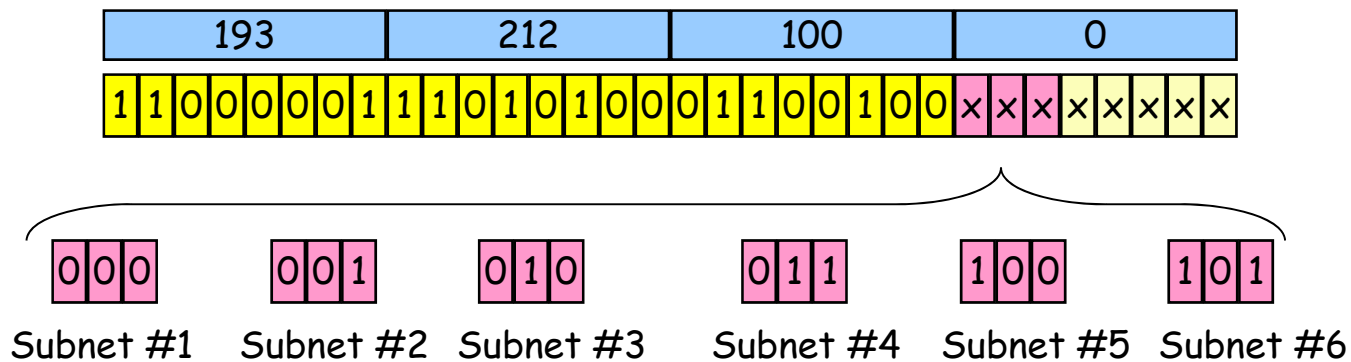
- Per definire 6 sotto-reti sono necessari 3 bit
 - Occorre controllare che in ciascuna sotto-rete sia possibile indirizzare 25 host
- Dopo il sub-netting, rimangono per ogni rete 5 bit per Host_ID
 - si possono indirizzare fino a 30 host in ogni sotto-rete
- La netmask necessaria alla gestione della rete è quindi 255.255.255.224

255								255								255								224							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1



Esercizio 4 (3)

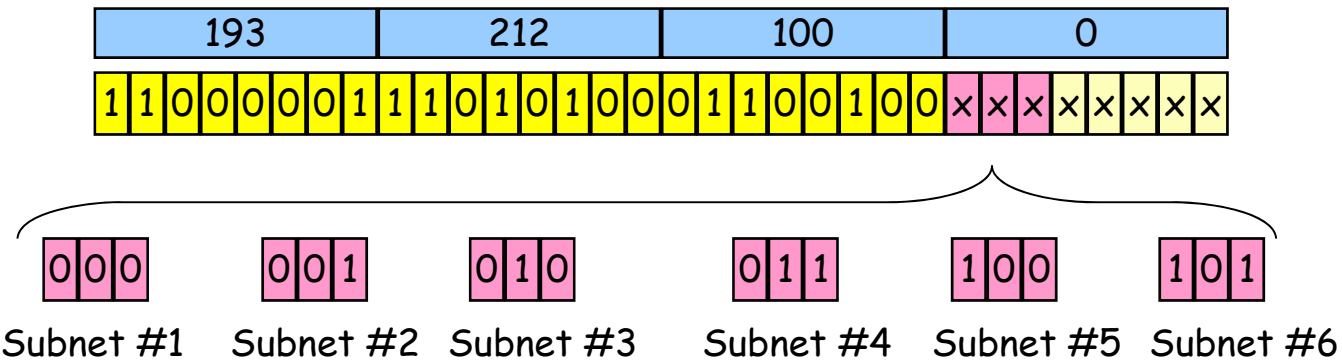
- Dall'indirizzo 193.212.100.0/27



- Subnet #1 indirizzo: 193.212.100.0/27
 - Indirizzi assegnabili agli host: 193.212.100.33/27 → 193.212.100.62/27
- Subnet #2 indirizzo: 193.212.100.32/27
 - Indirizzi assegnabili agli host: 193.212.100.33/27 → 193.212.100.62/27



Esercizio 4 (4)



- **Subnet #3 indirizzo: 193.212.100.64/27**
 - Indirizzi assegnabili agli host: 193.212.100.65/27 → 193.212.100.94/27
- **Subnet #4 indirizzo: 193.212.100.96/27**
 - Indirizzi assegnabili agli host: 193.212.100.97/27 → 193.212.100.126/27
- **Subnet #5 indirizzo: 193.212.100.128/27**
 - Indirizzi assegnabili agli host: 193.212.100.129/27 → 193.212.100.158/27
- **Subnet #6 indirizzo: 193.212.100.160/27**
 - Indirizzi assegnabili agli host: 193.212.100.161/27 → 193.212.100.190/27



Esercizio 5 (1)

- Considerando la rete dell'esercizio 3, utilizzando il subnetting con maschere di lunghezza variabile, definire uno schema di indirizzamento che utilizzi un solo indirizzo di classe C

195.168.1.0/24



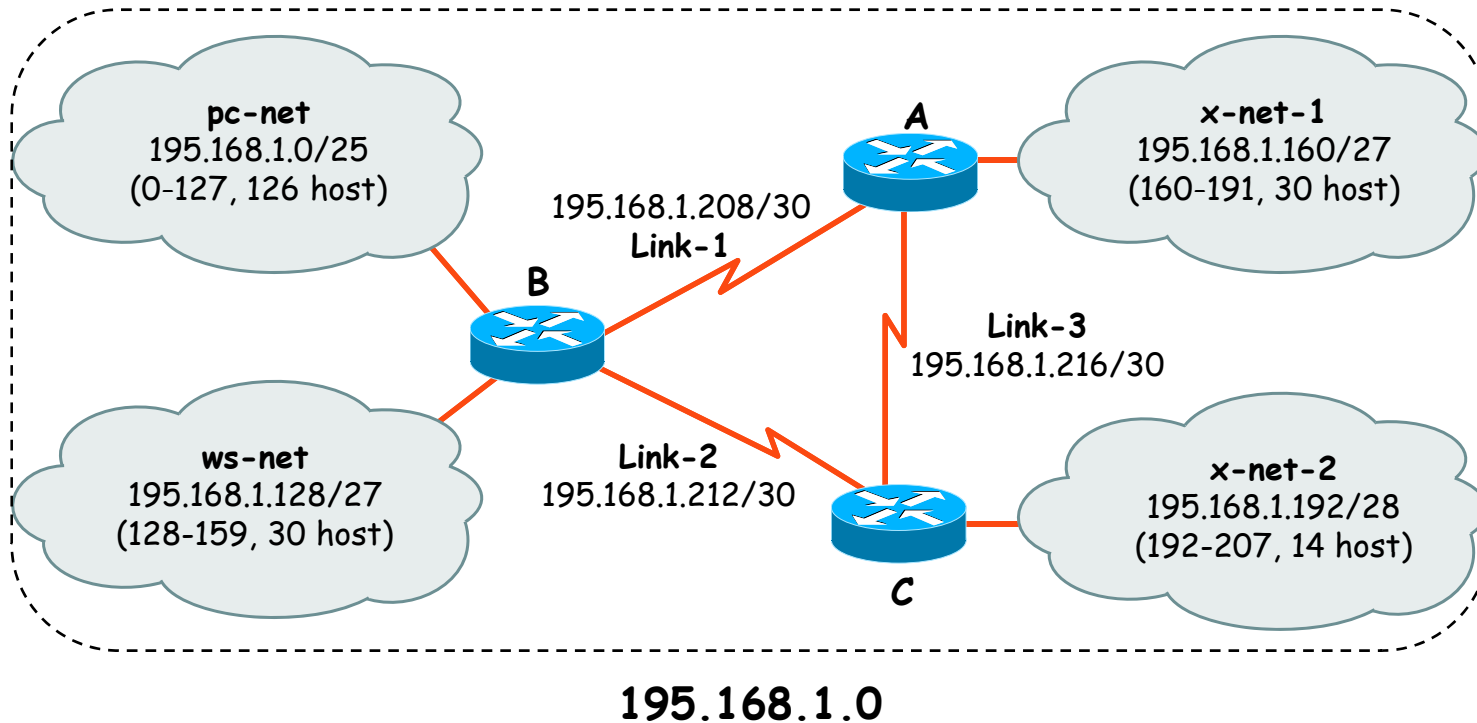
Esercizio 5 (2)

- Partendo dalla rete con numero di interfacce maggiore, occorre definire la maschera che consenta l'indirizzamento del minimo numero di host (potenza di 2) che sia maggiore del numero di host della rete

Rete	Indirizzi necessari	Interfacce allocate	Bit maschera	Indirizzo della rete
pc-net	100	128	25	195.168.1.0/25
ws-net	20	32	27	195.168.1.128/27
x-net-1	20	32	27	195.168.1.160/27
x-net-2	10	16	28	195.168.1.192/28
link-1	2	4	30	195.168.1.208/30
link-2	2	4	30	195.168.1.212/30
link-3	2	4	30	195.168.1.216/30
Totali	152	220		



Esercizio 5 (3)



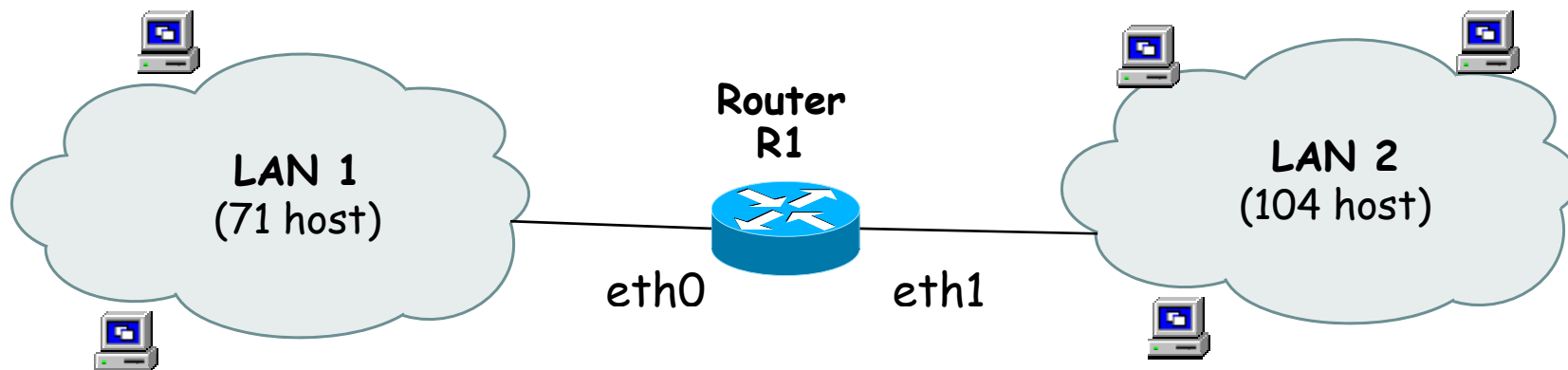
Efficienza maschera variabile $\Rightarrow \rho_v = \frac{152}{220} = 0.690$

Efficienza maschera fissa $\Rightarrow \rho_f = \frac{156}{416} = 0.375$



Esercizio 6 (1)

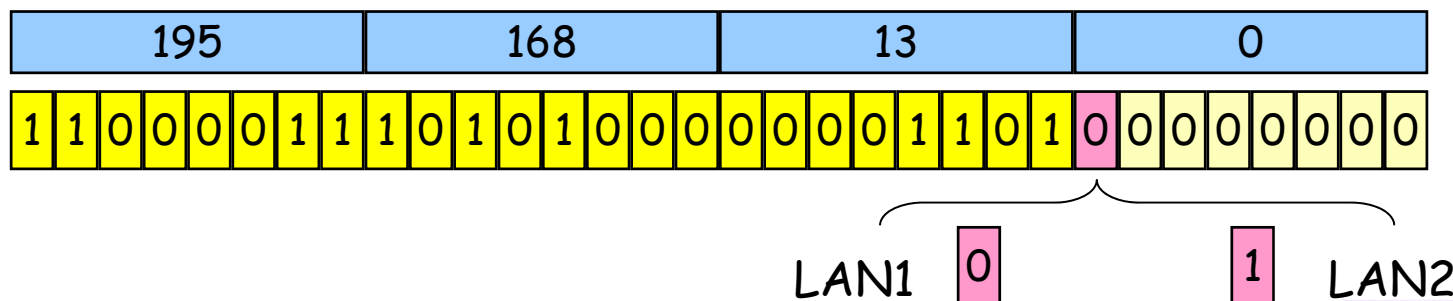
- Abbiamo a disposizione un indirizzo di classe C: 195.168.13.0/24
- Si assegnino indirizzi e maschere di sottorete alle LAN, agli host e al router, utilizzando la tecnica del subnetting
 - le interfacce dei router non sono comprese nel numero di host indicato in ciascuna LAN





Esercizio 6 (2)

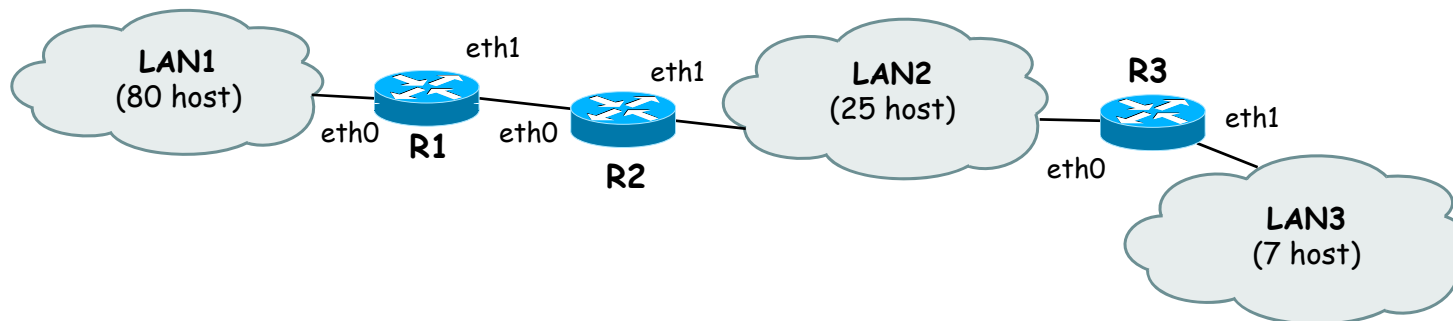
- Per due sotto-reti è sufficiente utilizzare 1 bit per la Sub_Net_ID, rimangono $2^7 - 2 = 126$ indirizzi assegnabili ad host e router per ogni sottorete
- Indirizzo di partenza: 195.168.13.0/24
- LAN 1 indirizzo: 195.168.13.0/25
 - Router R1 (eth0): 195.168.13.1/25
 - Indirizzi assegnabili agli host: 195.168.13.2/25 → 195.168.13.126/25
- LAN 2 indirizzo: 195.168.13.128/25
 - Router R1 (eth1): 195.168.13.129/25
 - Indirizzi assegnabili agli host: 195.168.13.130/25 → 195.168.13.254/27





Esercizio 7 (1)

- Abbiamo a disposizione un indirizzo di classe C: 195.168.13.0/24
- Assegnare indirizzi e maschere di sottorete alle reti, agli host e ai router
 - Le interfacce dei router non sono comprese nel numero di host indicato in ciascuna LAN





Esercizio 7 (2)

- Per 4 sotto-reti è necessario utilizzare 2 bit per la Sub_Net_ID, rimangono $64 - 2 = 62$ indirizzi assegnabili ad host e router
- La LAN1 ha 80 host +1 router, non è possibile quindi definire uno schema di indirizzamento utilizzando il subnetting con maschere di lunghezza fissa, occorre utilizzare maschere di lunghezza variabile
 - Per la LAN1 sono sufficienti 7 bit per Host_ID (80 host+1) (maschera /25)
 - Per la LAN2 sono sufficienti 5 bit per Host_ID (25 host+2) (maschera /27)
 - Per la LAN3 sono sufficienti 4 bit per Host_ID (7 host+1) (maschera /28)
 - Per il LINK sono sufficienti 2 bit per Host_ID (2 router) (maschera /30)



Esercizio 7 (3)

- **LAN1 indirizzo:195.168.13.0 netmask:255.255.255.128 (/25)**
 - Router R1 (eth0): 195.168.13.1/25
 - Indirizzi assegnabili agli host: 195.168.13.2/25 → 195.168.13.126/25
- **LAN2 indirizzo:195.168.13.128 netmask:255.255.255.224 (/27)**
 - Router R2 (eth1): 195.168.13.129/27
 - Router R3 (eth0): 195.168.13.130/27
 - Indirizzi assegnabili agli host: 195.168.13.131/27 → 195.168.13.158/27
- **LAN3 indirizzo:195.168.13.160 netmask:255.255.255.240 (/28)**
 - Router R3 (eth1): 195.168.13.161/28
 - Indirizzi assegnabili agli host: 195.168.13.162/28 → 195.168.13.166/28
- **Link indirizzo:195.168.13.252 netmask:255.255.255.252 (/30)**
 - Router R1 (eth1): 195.168.13.253/30
 - Router R2 (eth0): 195.168.13.254/30

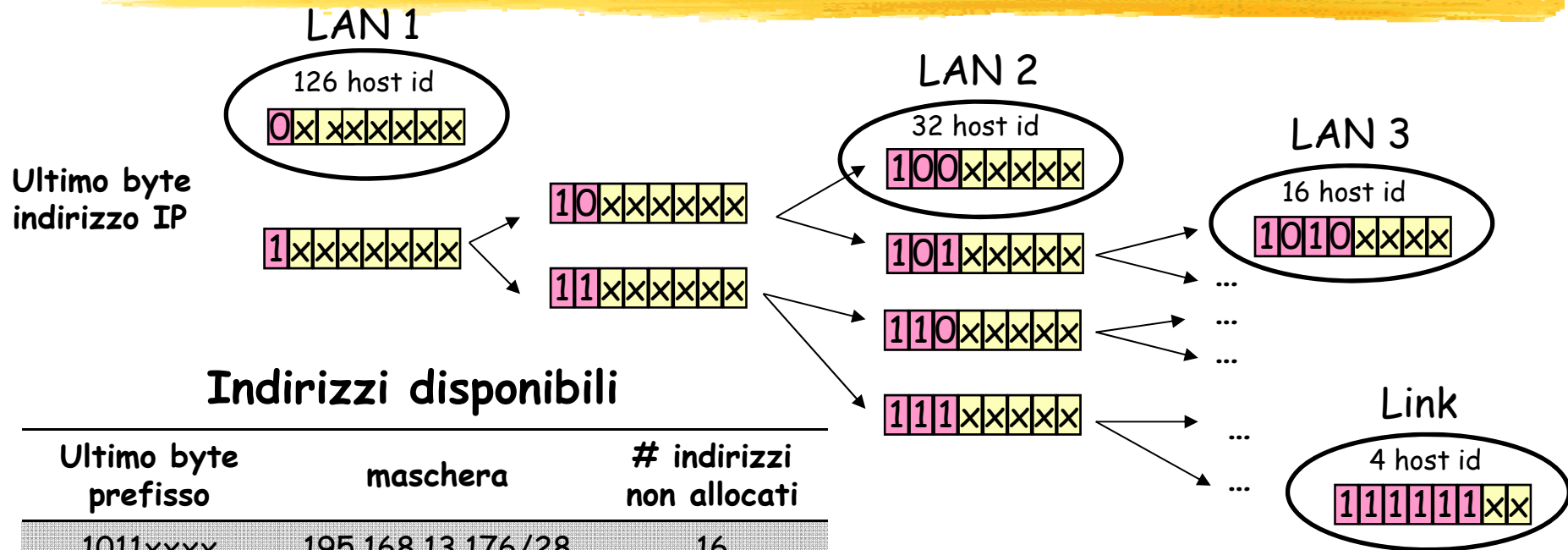
■ **Indirizzi allocati = 128 + 32 + 16 + 4 = 180**

■ **Indirizzi assegnati = 81 + 27 + 8 + 2 = 118**

$$\Rightarrow \rho_v = \frac{118}{180} = 0.655$$



Esercizio 7 (3)

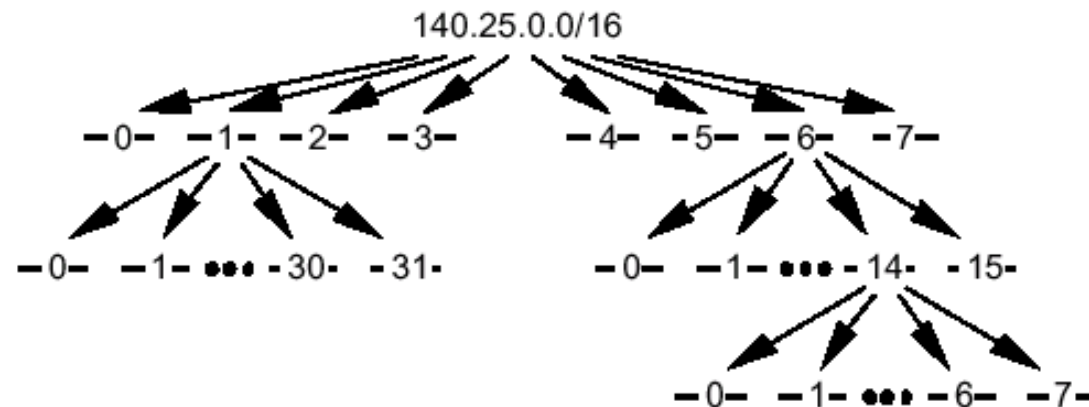


Mappa finale indirizzamento



Esercizio 8 (1)

- Un'organizzazione, a cui è stato assegnato lo spazio 140.25.0.0/16, vuole sviluppare, utilizzando la tecnica di subnetting a maschera variabile (VLSM) con la seguente struttura

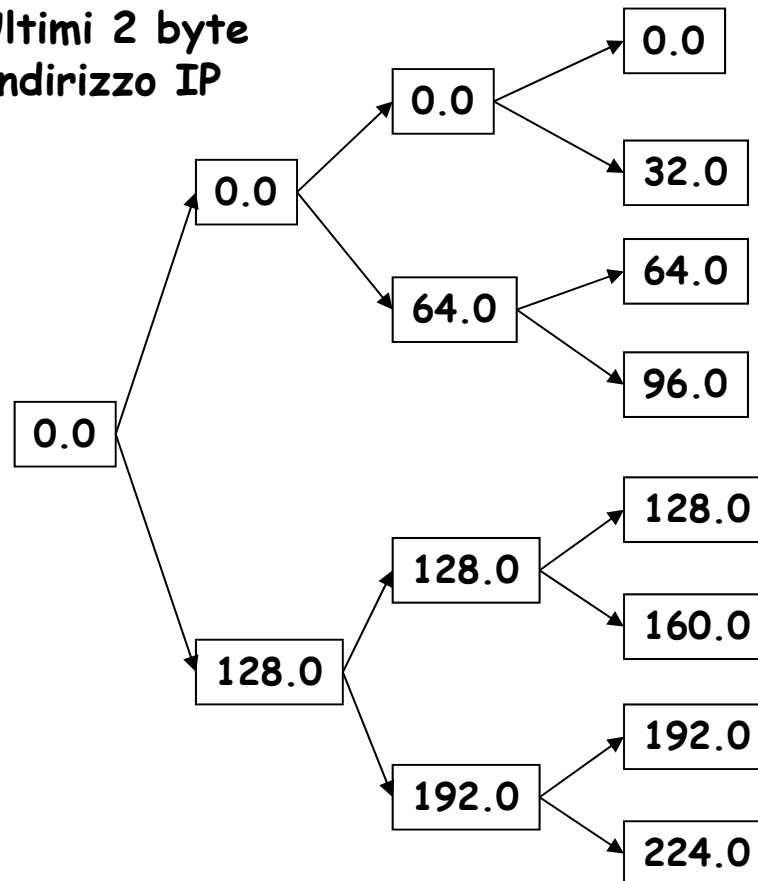


- Specificare le 8 sottoreti di 140.25.0.0/16.
- Elencare gli indirizzi che possono essere assegnati nella sottorete #3
- Specificare le 16 sottoreti della sottorete #6
- Specificare gli indirizzi che possono essere assegnati alla sottorete #6-3
- Specificare le 8 sottoreti di #6-14



Esercizio 8 (2)

Ultimi 2 byte
Indirizzo IP



Maschera

/16 /17 /18 /19

Sotto-rete #0 → 140.25.0.0/19

Sotto-rete #1 → 140.25.32.0/19

Sotto-rete #2 → 140.25.64.0/19

Sotto-rete #3 → 140.25.96.0/19

Sotto-rete #4 → 140.25.128.0/19

Sotto-rete #5 → 140.25.160.0/19

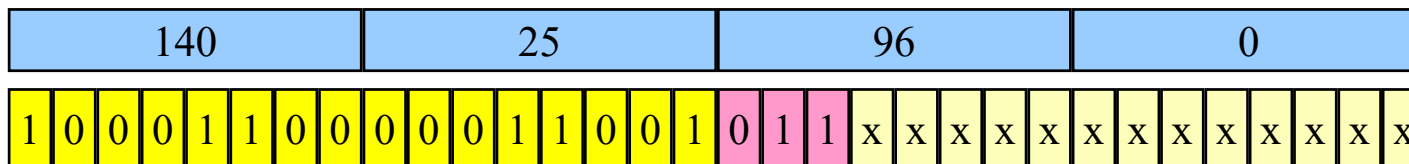
Sotto-rete #6 → 140.25.192.0/19

Sotto-rete #7 → 140.25.224.0/19



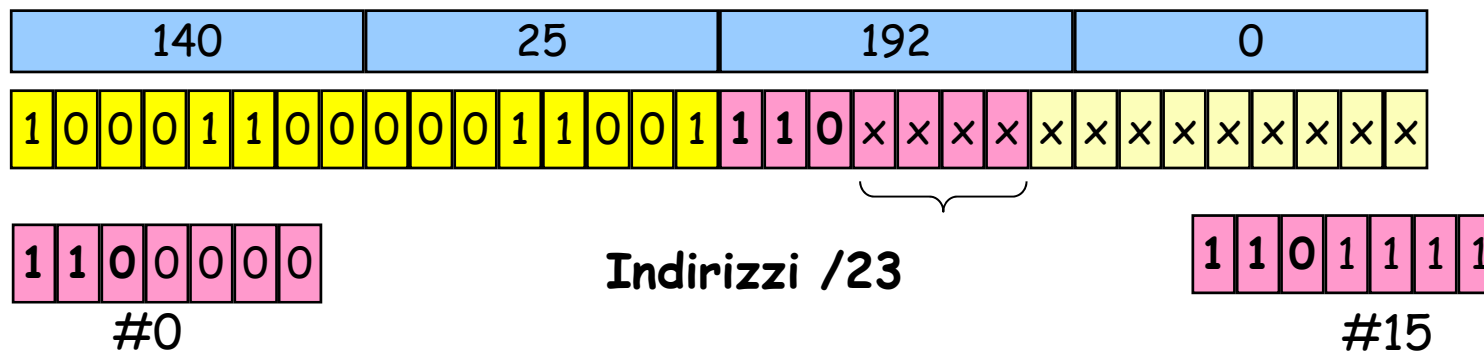
Esercizio 8 (3)

- Gli indirizzi assegnabili della sotto-rete #3 sono:



- 140.25.96.1/19 → 140.25.127.254/19

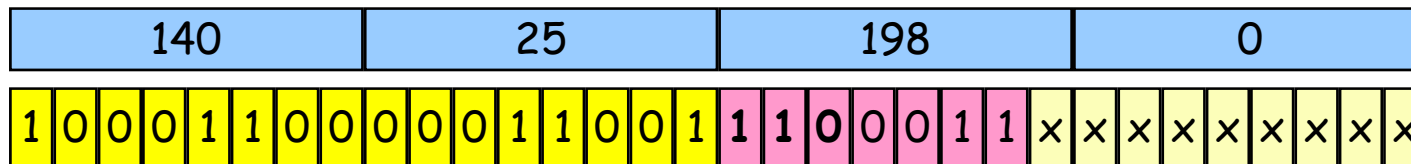
- Dalla sotto-rete #6 140.25.192.0/19 è possibile definire 16 sottoreti utilizzando altri 4 bit per la Sub_Net_ID



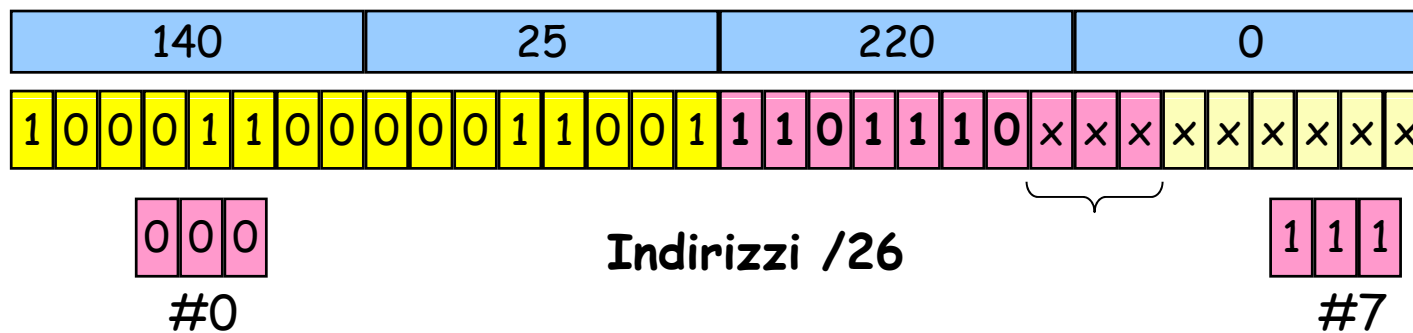


Esercizio 8 (4)

- La sotto-rete 6-3 ha indirizzo 140.25.198.0/23



- 140.25.198.1/23 \rightarrow 140.25.199.254/23
- Dalla sotto-rete #6 (14.140.25.220.0/23) è possibile definire altre 8 sottoreti utilizzando altri 3 bit per la Sub_Net_ID





Esercizi proposti (1)

- Convertire l'indirizzo IP la cui rappresentazione esadecimale è C2 2F 11 58 nella notazione decimale a punti
- Si supponga che invece di utilizzare 16 bit per la sezione rete di un indirizzo di classe B, vengano utilizzati 20 bit. Quante reti di classe B ci sarebbero?
- Una rete di classe B ha come maschera di sottorete 255.255.240.0. Qual è il massimo numero di host per sottorete?



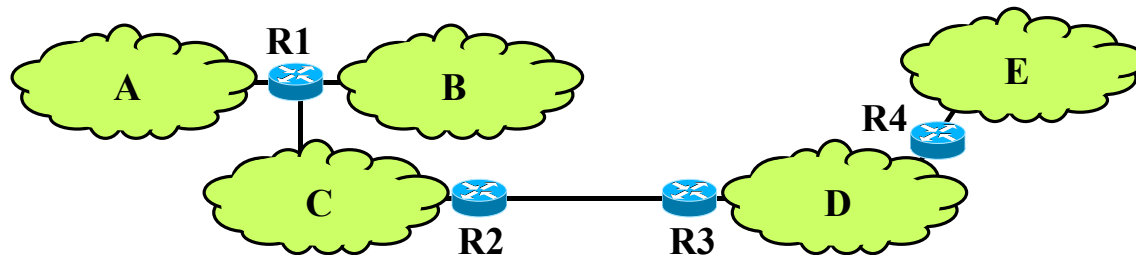
Esercizi proposti (2)

- Quante reti di classe C ci sarebbero se, invece di utilizzare 24 bit per la sezione di rete, ne venissero utilizzati 27 ?
- Una rete di classe B ha come maschera di sottorete 255.255.192.0.
 - Qual è il massimo numero di host per sottorete ?
 - Qual è il massimo numero di sottoreti ?



Esercizio 9 (1)

- Sia data la configurazione di rete in figura in cui le sottoreti A,B,C,D,E hanno rispettivamente $n_A=8$, $n_B=20$, $n_C=62$, $n_D=60$, $n_E=5$ host
- Si chiede di:
 - indicare il numero totale di indirizzi necessari per la gestione della rete, compresi quelli necessari alla gestione del link punto-punto (si considerino anche gli indirizzi IP riservati)
 - Assegnare in modo contiguo, a partire dall'indirizzo di rete 195.200.33.0, gli indirizzi alle sottoreti A,B,C,D,E e indicare le maschere utilizzate





Esercizio 9 (2)

- Il numero di indirizzi necessari per ciascuna rete è il seguente
 - Rete A: $\# \text{ ind.} = 8 + 1 (\text{router R1}) + 2 = 10$
 - Rete B: $\# \text{ ind.} = 20 + 1 (\text{router R1}) + 2 = 23$
 - Rete C: $\# \text{ ind.} = 62 + 2 (\text{router R1 e R2}) + 2 = 66$
 - Rete D: $\# \text{ ind.} = 60 + 2 (\text{router R3 e R4}) + 2 = 64$
 - Rete E: $\# \text{ ind.} = 5 + 1 (\text{router R4}) + 2 = 8$
 - Link R2-R3 $\# \text{ ind.} = 2 + 2 = 4$
- Il numero totale di indirizzi è $\# \text{ ind.}_{\text{tot}} = 175$



Esercizio 9 (3)

- Per ottimizzare l'uso degli indirizzi, è bene ordinare le reti secondo il numero di indirizzi necessario, quindi: C, D, B, A, E, link
- Occorre individuare la maschera che permette di allocare il minimo numero di indirizzi maggiore o uguale rispetto a quello necessario
- Si ottiene quindi

Subnet	Maschera	Bit maschera	# Indirizzi allocati	Indirizzo iniziale	Indirizzo finale
C	255.255.255.0	25	128	195.200.33.0	195.200.33.127
D	255.255.255.128	25	128	195.200.33.128	195.200.33.255
B	255.255.255.0	27	32	195.200.34.0	195.200.34.31
A	255.255.255.32	28	16	195.200.34.32	195.200.34.47
E	255.255.255.48	29	8	195.200.34.48	195.200.34.55
link	255.255.255.56	30	4	195.200.34.56	195.200.34.59



Esercizio 9 (4)

■ Schema assegnazione degli indirizzi

Subnet	Indirizzo	Arco di indirizzi	2 byte finali indirizzi
C	195.200.33.0/25	195.200.33.0	00100001.00000000
		195.200.33.127	00100001.01111111
D	195.200.33.128/25	195.200.33.128	00100001.10000000
		195.200.33.255	00100001.11111111
B	195.200.34.0/27	195.200.34.0	00100010.00000000
		195.200.34.31	00100010.00011111
A	195.200.34.32/28	195.200.34.32	00100010.00100000
		195.200.34.47	00100010.00101111
E	195.200.34.48/29	195.200.34.48	00100010.00110000
		195.200.34.55	00100010.00110111
link	195.200.34.56/30	195.200.34.56	00100010.00111000
		195.200.34.59	00100010.00111011



Esercizio 9 (5)

■ Riepilogo

- Indirizzi allocati: 316
- Indirizzi assegnati (compresi dedicati): 175
- Indirizzo iniziale: 195.200.33.0
- Indirizzo finale: 195.200.34.59
- Efficienza = 0.554



Esercizio 10 (1)

- Si consideri l'assegnazione degli indirizzi effettuata nell'esercizio 9
- Si determinino le tabelle di routing dei router R1 e R2 (vedi schema in figura)
 - Per il next-hop si utilizzi il nome mnemonico del router successivo

<i>Routing Table Rx</i>		
<i>Dest Address</i>	<i>Dest Mask</i>	<i>Next hop</i>



Esercizio 10 (2)

■ Routing Table R1

Routing Table R1		
<i>Dest Address</i>	<i>Dest Mask</i>	<i>Next hop</i>
195.200.33.0	255.255.255.0	local
195.200.33.128/25	255.255.255.128	R2
195.200.34.0/27	255.255.255.0	local
195.200.34.32/28	255.255.255.32	local
195.200.34.48/29	255.255.255.48	R2
195.200.34.56/30	255.255.255.56	R2
Default		R2

■ Routing Table R2

Routing Table R2		
<i>Dest Address</i>	<i>Dest Mask</i>	<i>Next hop</i>
195.200.33.0	255.255.255.0	local
195.200.33.128/25	255.255.255.128	R3
195.200.34.0/27	255.255.255.0	R1
195.200.34.32/28	255.255.255.32	R1
195.200.34.48/29	255.255.255.48	local
195.200.34.56/30	255.255.255.56	local
Default		R3

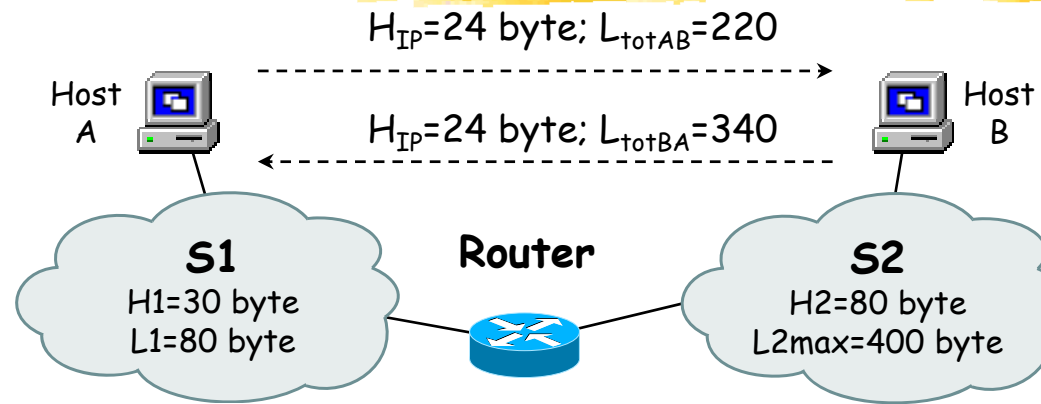


Esercizio 11 (1)

- Si consideri una porzione di rete costituita da due sotto-reti (indicate brevemente con S_1 e S_2), da un Router che le interconnette e da due Host (A e B)
- La S_1 impiega frame aventi intestazione di dimensione costante uguale a $H_1=30$ byte e payload di dimensione costante $L_1=80$ byte
- La S_2 impiega frame aventi intestazione di dimensione costante uguale a $H_2=80$ byte e payload di dimensione variabile con lunghezza massima di $L_{2,max}=400$ byte
- Si consideri il trasferimento di pacchetti IP nella direzione Host A \rightarrow Host B (direzione 1) e un pacchetto IP nella direzione Host B \rightarrow Host A (direzione 2) considerando che entrambi i pacchetti hanno un'intestazione $H_{IP}=24$ byte e un campo Total Length (lunghezza complessiva del pacchetto) rispettivamente di 220 byte nella direzione 1 e 340 byte nella direzione 2
- Si chiede di:
 - con riferimento alla direzione 1, calcolare il numero di frammenti necessari a trasferire il pacchetto IP da estremo ad estremo e l'efficienza di trasferimento dei bit utili del pacchetto IP nell'attraversamento della S_2 ;
 - con riferimento alla direzione 2, calcolare il numero di frammenti necessari a trasferire il pacchetto IP da estremo ad estremo e l'efficienza di trasferimento dei bit utili del pacchetto IP nell'attraversamento della S_1



Esercizio 11 (2)



■ Direzione A→B

- Poiché $L_{totAB} > L_1$, un pacchetto emesso da A deve essere frammentato per il transito nella rete S1
- Poiché $L_{2max} > L_1$, non è necessaria un'ulteriore frammentazione nella rete S2

■ Direzione B→A

- Poiché $L_{totBA} < L_{2max}$, non è necessaria una frammentazione nella rete S2
- Poiché $L_{totBA} > L_1$, è invece necessaria una frammentazione nella rete S1



Esercizio 11 (3)

■ Direzione A→B, transito nella rete S1, mappa frammentazione

Pacchetto IP	<table><tr><td>Header IP (24 byte)</td><td>Payload (196 byte)</td></tr></table>		Header IP (24 byte)	Payload (196 byte)		
Header IP (24 byte)	Payload (196 byte)					
Frame	<table><tr><td>Header 2-PDU (30 byte)</td><td>Payload (80 byte)</td></tr></table>		Header 2-PDU (30 byte)	Payload (80 byte)		
Header 2-PDU (30 byte)	Payload (80 byte)					
#1	<table><tr><td>Header 2-PDU (30 byte)</td><td>Header IP (24 byte)</td><td>Payload (56 byte)</td></tr></table>	Header 2-PDU (30 byte)	Header IP (24 byte)	Payload (56 byte)	FR 1 = 80 byte; Offset=0	
Header 2-PDU (30 byte)	Header IP (24 byte)	Payload (56 byte)				
#2	<table><tr><td>Header 2-PDU (30 byte)</td><td>Header IP (24 byte)</td><td>Payload (56 byte)</td></tr></table>	Header 2-PDU (30 byte)	Header IP (24 byte)	Payload (56 byte)	FR 2 = 56 byte; Offset=56/8=7	
Header 2-PDU (30 byte)	Header IP (24 byte)	Payload (56 byte)				
#3	<table><tr><td>Header 2-PDU (30 byte)</td><td>Header IP (24 byte)</td><td>Payload (56 byte)</td></tr></table>	Header 2-PDU (30 byte)	Header IP (24 byte)	Payload (56 byte)	FR 3 = 56 byte; Offset=112/8=14	
Header 2-PDU (30 byte)	Header IP (24 byte)	Payload (56 byte)				
#4	<table><tr><td>Header 2-PDU (30 byte)</td><td>Header IP (24 byte)</td><td>Payload (28 byte)</td><td>Padding (26 byte)</td></tr></table>	Header 2-PDU (30 byte)	Header IP (24 byte)	Payload (28 byte)	Padding (26 byte)	FR 4 = 28 byte; Offset=168/8=21
Header 2-PDU (30 byte)	Header IP (24 byte)	Payload (28 byte)	Padding (26 byte)			

- N.B: il campo Offset in un frammento indica il punto dell'area dati del pacchetto originale (espresso in multipli di 8 byte) in cui inizia la porzione di dati trasportata dal frammento



Esercizio 11 (3)

- Direzione A→B, transito nella rete S2

Pacchetto IP	Header IP (24 byte)	Payload (56 byte)
--------------	------------------------	----------------------

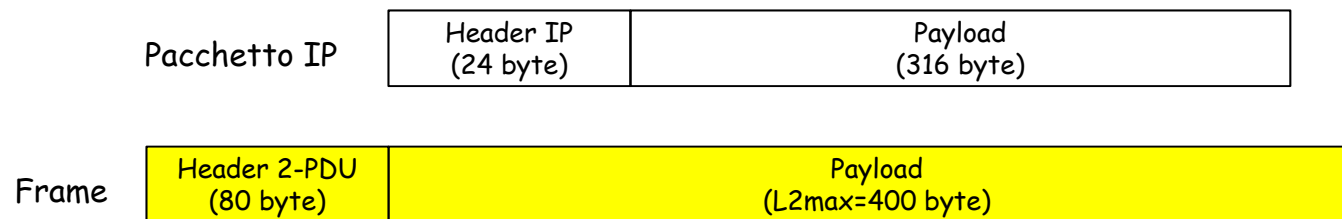
Frame	Header 2-PDU (80 byte)	Payload (L2max=400 byte)
-------	---------------------------	-----------------------------

- Non è necessaria un'ulteriore frammentazione
- La frame trasferita nella rete S2 avrà lunghezza totale $L_{\text{frame2}}=160$ byte



Esercizio 11 (4)

- Direzione B→A, transito nella rete S2



- Non è necessaria frammentazione
- La frame trasferita nella rete S2 avrà lunghezza totale $L_{\text{frame2}}=420$ byte



Esercizio 11 (5)

■ Frammentazione direzione B→A, transito nella rete S1

Pacchetto IP	Header IP (24 byte)	Payload (316 byte)			
Frame	Header 2-PDU (30 byte)	Payload (L1=80 byte)			
#1	Header 2-PDU (30 byte)	Header IP (24 byte)	Payload (56 byte)	FR 1 = 80 byte; Offset=0	
#2	Header 2-PDU (30 byte)	Header IP (24 byte)	Payload (56 byte)	FR 2 = 56 byte; Offset=56/8=7	
#3	Header 2-PDU (30 byte)	Header IP (24 byte)	Payload (56 byte)	FR 3 = 56 byte; Offset=112/8=14	
#4	Header 2-PDU (30 byte)	Header IP (24 byte)	Payload (56 byte)	FR 4 = 56 byte; Offset=168/8=21	
#5	Header 2-PDU (30 byte)	Header IP (24 byte)	Payload (56 byte)	FR 5 = 56 byte; Offset=168/8=21	
#6	Header 2-PDU (30 byte)	Header IP (24 byte)	Payload (36 byte)	Padding (20 byte)	FR 6 = 36 byte; Offset=224/8=28



Esercizio 11 (6)

■ Efficienza di trasferimento in S2 nella direzione A→B

$$\rho_{S2,AB} = \frac{\text{Byte utili in una frame}}{\text{Byte totali in una frame}}$$

$$\rho_{S2,AB}(1) = \frac{80}{160} = 0.5$$

$$\rho_{S2,AB}(2,3) = \frac{56}{160} = 0.35$$

$$\rho_{S2,AB}(4) = \frac{28}{160} = 0.175$$

■ da cui

$$\rho_{S2,AB} = \frac{220}{480} = 0.46$$

■ Analogamente, l'efficienza di trasferimento in S1 nella direzione B→A

$$\rho_{S1,BA}(1) = \frac{80}{110} = 0.73$$

$$\rho_{S1,BA}(2,3,4,5) = \frac{56}{110} = 0.51$$

$$\rho_{S1,BA}(4) = \frac{36}{110} = 0.33$$

$$\rho_{S1,BA} = \frac{340}{660} = 0.51$$



Esercizio proposto

- Un pacchetto IP con $L=9000$ byte di payload è frammentato per una MTU di lunghezza $L_{MTU}=2400$ byte.
- Supponendo che l'header IP sia sempre di dimensione $H=160$ byte:
- a) Calcolare il numero di frammenti
- b) Per ogni frammento indicare il numero di byte per lo header IP e per la parte dati, inoltre indicare esplicitamente il valore del campo Offset