





**UNICAM**  
UNIVERSITÀ DI CAMERINO



**Laurea  
in  
INFORMATICA**

INTERNET e RETI di CALCOLATORI A.A. 2021/2022  
 Capitolo 4 – Indirizzi del Protocollo IP  
 Fausto Marcantoni  
 fausto.marcantoni@unicam.it

1



## Dichiarazione di copyright

*L'utilizzo dei contenuti della lezione sono riservati alla fruizione personale degli studenti iscritti ai corsi dell'Università di Camerino. **Sono vietate** la diffusione intera o parziale di video o immagini della lezione, nonché la modifica dei contenuti senza il consenso, espresso per iscritto, del titolare o dei titolari dei diritti d'autore e di immagine.*

## Copyright notice

*The contents of this lesson are subject to copyright and intended only for personal use by students enrolled in courses offered by the University of Camerino. For this reason, any partial or total reproduction, adaptation, modification and/or transformation of the contents of this lesson, by any means, without the prior written authorization of the copyright owner, is strictly prohibited.*



Fausto Marcantoni

Chapter 1 INTERNET e Reti di Calcolatori

1.2

2

Reti di elaboratori

Agenda

- Il protocollo INTERNET – IP : IPv4 – IPv6
- Indirizzamento, gerarchia, classificazione degli indirizzi IP
- Notazione decimale puntata (IPv4)
- Notazione Esadecimale (IPv6)
- Alcuni esempi ed esercizi

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

3

3

Reti di elaboratori

internetworking

Il concetto di **internetworking** nasce dalla necessità di collegare tra di loro reti di calcolatori, anche molto diverse, in modo da consentire uno scambio di informazione e una condivisione delle risorse di calcolo

The diagram shows three separate local networks, each represented by an oval containing three computer icons. Rete A is a green oval on the left. Rete B is a yellow oval at the top right. Rete C is a light blue oval at the bottom right. The networks are arranged in a triangular pattern, suggesting they are interconnected to form an internetwork.

Fausto Marcantoni

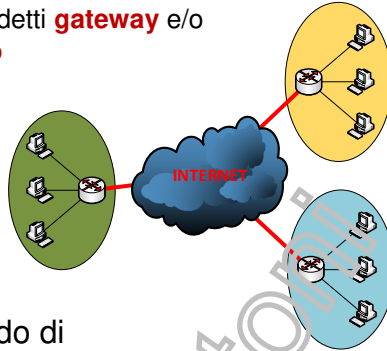
Chapter 4 Il protocollo IP

3.4

4

## internetworking

Per consentire lo scambio di informazioni, dati, risorse, occorre aggiungere dei dispositivi, detti **gateway** e/o **router** e una **rete di collegamento**



I router devono essere in grado di

- colloquiare con i calcolatori della propria rete
- colloquiare con gli altri router

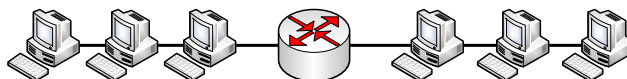
## Router

### ROUTER

È un dispositivo di rete che lavora a livello 3 del modello TCP/IP.

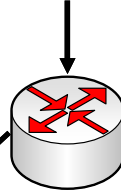
Un Router (dal inglese instradatore) è un dispositivo che è in grado di instradare i dati fra reti fisicamente diverse.

Un router ha almeno due interfacce di rete, ciascuna connessa su una rete fisicamente differente



## Router

Quando il router riceve un pacchetto, per il quale il computer mittente non ha saputo identificare la posizione del destinatario, dobbiamo considerare due casi:

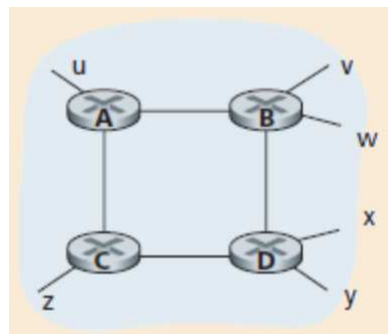


Il router risolve l'indirizzo logico del destinatario traducendolo nell'indirizzo hardware di un host posta su una delle reti a cui esso è connesso. Esegue l'inoltro del pacchetto verso la rete di destinazione.

Il router non sa eseguire la risoluzione. Crea un pacchetto diretto verso il successivo router (next hop) posto su una delle reti cui è connesso.

## instradamento

L'**instradamento**, nel campo delle reti di telecomunicazione, è la **funzione di un commutatore** (centrale telefonica, router, switch) **che decide su quale porta o interfaccia inviare un elemento di comunicazione ricevuto** (conversazione telefonica, pacchetto dati, cella, flusso di dati).



Reti di elaboratori	<h2>Internet Protocol - IP</h2>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ La suite di protocolli di Internet definisce un'architettura di <b>internetworking</b></li><li>➤ Mediante quest'insieme di protocolli è possibile collegare reti diverse e calcolatori diversi per il trasferimento di informazioni e per la creazione di servizi avanzati di comunicazione</li><li>➤ Il protocollo base è l'Internet Protocol - IP</li></ul> <p><a href="https://tools.ietf.org/html/rfc791">https://tools.ietf.org/html/rfc791</a></p>	
Fausto Marcantoni	Chapter 4 Il protocollo IP 3.9

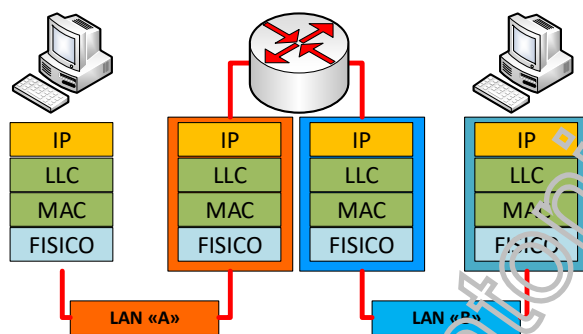
9

Reti di elaboratori	<h2>le funzionalità di base</h2>
<p><b>le funzionalità di base</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Assegna un indirizzamento <b>universale</b></li><li>✓ Trasferisce pacchetti in modo "<b>datagram</b>"</li><li>✓ Non garantisce né l'integrità né la consegna dei pacchetti</li><li>✓ Consegna "<b>best effort</b>" dei pacchetti</li><li>✓ Frammenta i pacchetti se il livello locale lo richiede</li><li>✓ Ricostruisce i frammenti solo in ricezione</li></ul>	
Fausto Marcantoni	Chapter 4 Il protocollo IP 3.10

10

## funzionalità di livello 3

Il protocollo IP ha le funzionalità di un protocollo di livello 3 (rete) e si appoggia sopra i livelli delle reti che serve  
 Tipico l'esempio delle reti locali (LAN):



### TCP/IP Layers

### TCP/IP Protocols

TCP/IP Layers	TCP/IP Protocols				
Application Layer	HTTP	FTP	Telnet	SMTP	DNS
Transport Layer	TCP		UDP		
Network Layer	IP		ARP	ICMP	IGMP
Network Interface Layer	Ethernet		Token Ring	Other Link-Layer Protocols	

Reti di elaboratori

## Formato datagramma IPv4

32 bit

Versione	Lunghezza dell'intestazione	Tipo di servizio	Lunghezza del datagramma (byte)	
Identificatore a 16 bit		Flag	Spiazzamento di frammentazione a 13 bit	
Tempo di vita	Protocollo di livello superiore	Checksum dell'intestazione		
Indirizzo IP sorgente (32 bit)				
Indirizzo IP destinazione (32 bit)				
Opzioni (se presenti)				
Dati				

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

3.13

13

Reti di elaboratori

## Formato datagramma IPv4

```

> Frame 367: 373 bytes on wire (2984 bits) : 373 bytes captured (2984 bits) on interface 0
> Ethernet II, Src: AsustekCn-e6:1d (10:50:e6:0a:e6:1d), Dst: Cisco_e2:b4:5f (10:b3:d5:e2:b4:5f)
> Internet Protocol Version 4, Src: mfausto.amministrazione.unicam (193.205.92.79), Dst: a1089.dscd.akamai.net (193.206.135.186)
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0)
    .... 00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
  Total Length: 359
  Identification: 0x282c (10284)
  > Flags: 0x4000, Don't fragment
    0... .. = Reserved bit: Not set
    .1. .... = Don't fragment: Set
    ..0. .... = More fragments: Not set
    ...0 0000 0000 0000 = Fragment offset: 0
  Time to live: 64
  Protocol: TCP (6)
  Header checksum: 0xa9bf [validation disabled]
  [Header checksum status: Unverified]
  Source: mfausto.amministrazione.unicam (193.205.92.79)
  Destination: a1089.dscd.akamai.net (193.206.135.186)
> Transmission Control Protocol, Src Port: b2-license (2204), Dst Port: http (80), Seq: 1, Ack: 1, Len: 319
> Hypertext Transfer Protocol

```

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

3.14

14

## Formato dei datagrammi IPv4

### Formato dei datagrammi IPv4

- Numero di versione
- Lunghezza dell'intestazione (header length)
- Tipo di servizio (TOS, type of service)
- Lunghezza del datagramma
- Identificatore, flag, spiazamento di frammentazione
- Tempo di vita time-to-live (TTL)
- Protocollo
- Checksum dell'intestazione
- Indirizzi IP sorgente e destinazione
- Opzioni
- Dati (payload)

## Formato dei datagrammi IPv4



### Numero di versione.

Questi **4 bit**, che specificano la versione del protocollo IP del datagramma, consentono al router la corretta interpretazione del datagramma; infatti, versioni diverse di IP hanno differenti formati per i datagrammi.



## Formato dei datagrammi IPv4



### Lunghezza dell'intestazione (header length).

Dato che un datagramma IPv4 può contenere un numero variabile di opzioni (incluse nell'intestazione), questi **4 bit** indicano dove iniziano effettivamente i dati del datagramma.

La maggior parte dei datagrammi IP non contiene opzioni, pertanto il tipico datagramma IP ha un'intestazione di 20 byte.

## Formato dei datagrammi IPv4

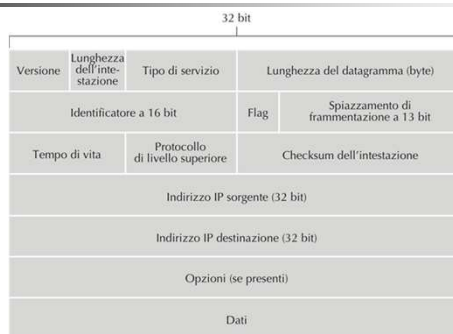


### Tipo di servizio.

I bit relativi al tipo di servizio (TOS, type of service) sono stati inclusi nell'intestazione IPv4 per distinguere diversi tipi di datagrammi (basso ritardo, alto throughput o affidabilità). Spesso è utile distinguere datagrammi in tempo reale (telefonia) da altro traffico (FTP).

Lo specifico livello di servizio è determinato dall'amministratore del router.

## Formato dei datagrammi IPv4



### Lunghezza del datagramma.

Rappresenta la lunghezza totale del datagramma IP, intestazione più dati, misurata in byte. Considerato che questo campo è lungo **16 bit**, la massima dimensione dei datagrammi IP è 65.535 byte, anche se raramente questi superano i 1500.

## Formato dei datagrammi IPv4



### Identificatore, flag, spiazzamento di frammentazione.

Questi tre campi hanno a che fare con la cosiddetta frammentazione. IPv6 non consente frammentazione sui router.

**16+3+13 bit**

## Formato dei datagrammi IPv4



### Tempo di vita.

Il campo time-to-live (TTL) è stato incluso per assicurare che i datagrammi non restino in circolazione per sempre nella rete (per esempio, a causa di un instradamento ciclico). Questo campo viene decrementato di un'unità ogni volta che il datagramma è elaborato da un router; quando raggiunge 0 il datagramma deve essere scartato.

## Formato dei datagrammi IPv4



### Protocollo.

Questo campo è usato solamente quando il datagramma raggiunge la destinazione finale.

Il valore del campo indica lo specifico protocollo a livello di trasporto al quale vanno passati i dati del datagramma. Il valore 6 che i dati sono destinati a TCP, mentre il valore 17 a UDP.

Reti di elaboratori

IANA Protocol Number

Protocol Numbers

Last Updated  
2017-10-13

Available Formats  
XML HTML Plain text

Registry included below  
Assigned Internet Protocol Numbers

Assigned Internet Protocol Numbers

Registration Procedure(s)  
IESG Approval or Standards Action

Reference  
RFC5227[RFC7045]

<https://www.iana.org/assignments/protocol-numbers/protocol-numbers.xhtml>

Tutti i valori possibili sono elencati in [IANA Protocols Numbers 2012].  
Il numero di protocollo nel datagramma IP ha un *ruolo analogo a quello del campo numero di porta nel segmento a livello di trasporto*. Il numero di protocollo è l'anello di collegamento tra i livelli di rete e di trasporto, mentre il numero di porta è il "collante" che lega i livelli di trasporto e di applicazione.

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

3.23

23

Reti di elaboratori

Formato dei datagrammi IPv4

32 bit		
Versione	Lunghezza dell'intestazione	Tipo di servizio
Identificatore a 16 bit		Flag
Tempo di vita		Protocollo di livello superiore
Checksum dell'intestazione		
Indirizzo IP sorgente (32 bit)		
Indirizzo IP destinazione (32 bit)		
Opzioni (se presenti)		
Dati		

**Checksum dell'intestazione.**  
Consente ai router di rilevare gli errori sui bit nei datagrammi ricevuti. È calcolato trattando ogni coppia di byte dell'intestazione come numeri che sono poi sommati in complemento a 1

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

3.24

24

## Formato dei datagrammi IPv4



### Indirizzi IP sorgente e destinazione.

Quando un host crea un datagramma, inserisce il proprio indirizzo IP nel campo indirizzo IP dell' origine e quello della destinazione nel campo indirizzo IP di destinazione.

Spesso, l'host sorgente determina l'indirizzo di destinazione attraverso una ricerca DNS.

### 32 bit sorgente 32 bit destinazione

## Formato dei datagrammi IPv4

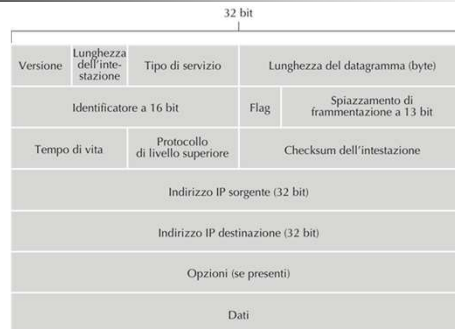


### Opzioni.

Estendere l'intestazione IP. Le opzioni dell'intestazione sono state concepite per un **utilizzo sporadico**. Non includere l'informazione dei campi opzione nell' intestazione di tutti i datagrammi.

Tuttavia, le opzioni costituiscono un problema: dato che possono avere lunghezza variabile, non è possibile determinare a priori dove comincerà il campo dati.

## Formato dei datagrammi IPv4



### Dati (payload).

Nella maggior parte dei casi, il campo dati contiene il segmento a livello di trasporto (TCP o UDP) da consegnare alla destinazione. Tuttavia, può trasportare anche altri tipi di dati, quali i messaggi ICMP

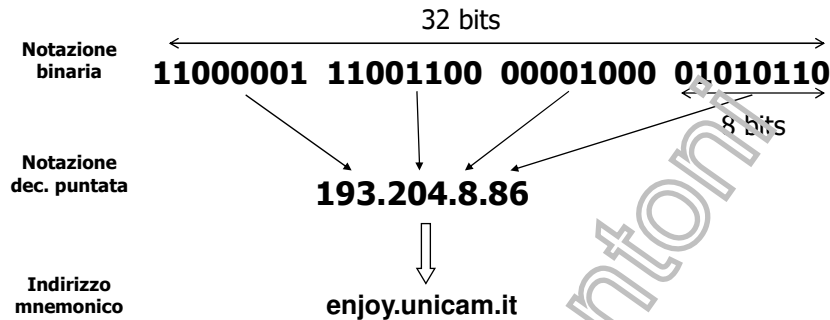
## Schema di indirizzamento

- Gli indirizzi devono essere **unici in tutta la rete** (è possibile attribuire indirizzi arbitrari ad una sotto-rete TCP/IP solo se questa non è connessa con altre reti)
- Un indirizzo IP **identifica un host** e non uno specifico utente. L'identificazione di un utente (in senso OSI) all'interno di un host è affidata ai protocolli di strato superiore (TCP o UDP)
- Lo schema di indirizzamento IP è stato progettato per **consentire un efficiente instradamento**, per una rete con dimensioni decisamente inferiori alle attuali
- Un indirizzo IP identifica prima la rete a cui un host è connesso (Net\_ID) e poi l'host all'interno di quella rete (Host\_ID)

$$\text{IP\_Address} = \text{Net\_ID}.\text{Host\_ID}$$

## Schema di indirizzamento

- Un indirizzo IPv4 è espresso in stringhe (ottetti) di 32 bit ...
- ... che possono essere espresse in notazione decimale puntata (**dotted decimal point**)
- a ogni indirizzo IP può essere associato un nome (DNS)



## Schema di indirizzamento

- Un indirizzo IPv6 invece:
  - È composto da 128 bit
  - solitamente rappresentato come 8 gruppi di 4 cifre esadecimali (HEX).
  - ad esempio...

```

C:\Users\Fausto>ipconfig

Configurazione IP di Windows

Scheda Ethernet Connessione alla rete locale (LAN):
    Suffisso DNS specifico per connessione: informatica.unicam.it
    Indirizzo IPv4 . . . . . : 193.205.92.117
    Subnet mask . . . . . : 255.255.255.0
    Gateway predefinito . . . . . : 193.205.92.2

Scheda LAN wireless Connessione rete wireless:
    Stato supporto. . . . . : Supporto disconnesso
    Suffisso DNS specifico per connessione:

Scheda Tunnel Connessione alla rete locale (LAN)* 6:
    Stato supporto. . . . . : Supporto disconnesso
    Suffisso DNS specifico per connessione: informatica.unicam.it

Scheda Tunnel Connessione alla rete locale (LAN)* 19:
    Stato supporto. . . . . : Supporto disconnesso
    Suffisso DNS specifico per connessione:

Scheda Tunnel Connessione alla rete locale (LAN)* 21:
    Suffisso DNS specifico per connessione: informatica.unicam.it
    Indirizzo IPv6 . . . . . : 2002:c058:6301::c058:6301
    Gateway predefinito . . . . . : 2002:c058:6301::c058:6301

Scheda Tunnel Connessione alla rete locale (LAN)* 24:
    Stato supporto. . . . . : Supporto disconnesso
    Suffisso DNS specifico per connessione:

C:\Users\Fausto>
  
```

Reti di elaboratori

## Indirizzi IPv6

Gli indirizzi IPv6 vengono rappresentati nella forma seguente:

$$X:X:X:X:X:X:X$$

dove ogni 'x' rappresenta una **coppia di ottetti** (cioè un gruppo di 16 bit), il cui valore è espresso in esadecimale, utilizzando solo le cifre che servono, dove queste saranno al massimo quattro per ogni gruppo.

`fe80:0000:0000:0000:02a0:24ff:fe77:4997`

E' consentita una **semplificazione** nel caso ci siano due o più gruppi di bit (per gruppo si intende la 'x' dell'esempio precedente) consecutivi pari a zero.

Ad esempio, l'indirizzo visto prima, può essere scritto nella forma seguente:

`fe80:0:0:0:2a0:24ff:fe77:4997`

Viene consentita anche un'ulteriore semplificazione in presenza di gruppetti adiacenti che risultano azzerati: una coppia di due punti (':') rappresenta una sequenza indefinita di gruppetti azzerati e può essere usata una volta sola in un indirizzo. In questo modo, l'esempio precedente può essere ridotto a quello che segue:

`fe80::2a0:24ff:fe77:4997`

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

3.31

31

Reti di elaboratori

## Formato dei datagrammi IPv6

The diagram illustrates the structure of an IPv6 datagram. The header consists of the following fields:

- Version**: 4 bits
- Traffic Class**: 8 bits
- Flow Label**: 24 bits
- Next Header**: 8 bits
- Hop Limit**: 8 bits

The payload structure is as follows:

- Source IPv6 Address (128 Bit)**: 16 octets
- Destination IPv6 Address (128 Bit)**: 16 octets
- Next Header**: 8 bits
- Extension Header Information**: Variable Length
- Payload**: The data being transmitted.

The total length of the header and the two 128-bit addresses is 40 Octets.

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

3.32

32



## Formato dei datagrammi IPv6

**Version (4 bit):** contiene il numero di versione del protocollo: 6 per IPv6

**Traffic class (8 bit):** diviso in due parti: i primi sei bit vengono usati per i così detti *differentiated services* (QoS *Quality of Service* e ECN, *Explicit Congestion Notification*).

**Flow label (20 bit):** se utilizzato indica un unico flusso di dati che dovrebbe essere trattato uniformemente dai router

**Payload length (16 bit):** la dimensione del payload in ottetti, pari a quella di IPv4. Questo campo viene messo a zero nel caso in cui sia usata l'opzione **Jumbo Payload**, che consente di avere pacchetti di dimensione teorica fino a **4 Giga**

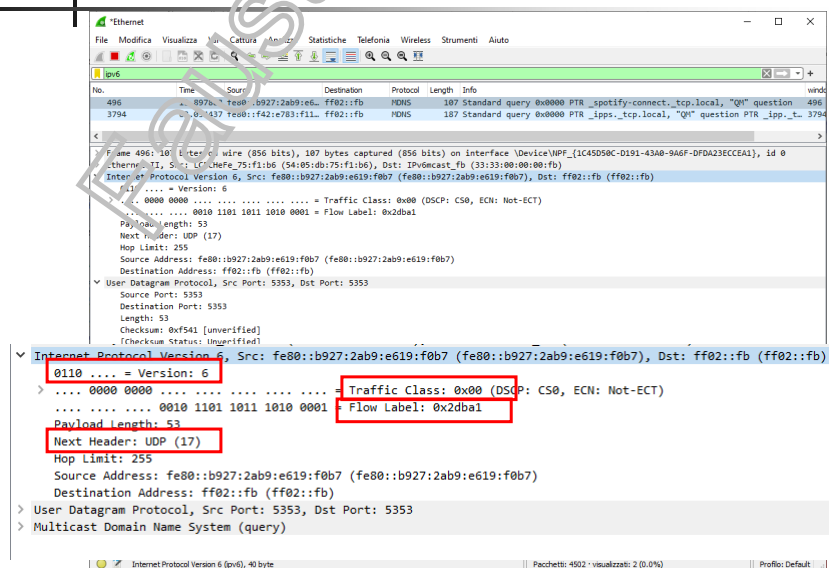
**Next header (8 bit):** specifica, come nel caso del protocol number, il tipo dell'header che segue. I valori sono gli stessi, indicati da IANA.

**Hop limit (8 bit):** concettualmente identico al TTL di IPv4.

**Source address (128 bit):** indirizzo IPv6 del mittente.

**Destination address (128 bit):** indirizzo IPv6 del destinatario

## Wireshark - datagrammi IPv6



Reti di elaboratori	<h2 style="color: blue; margin: 0;">Interfacce di rete</h2>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Un'interfaccia di rete rappresenta <b>un punto di connessione</b> tra un host (o un router) e un link fisico</li> <li>■ Un indirizzo IP è in realtà associato ad un'interfaccia di rete (non un host o un router)</li> <li>■ Un router <b>ha</b> generalmente più di un'interfaccia</li> <li>■ Un host <b>può</b> avere più di un'interfaccia</li> <li>■ Una stessa interfaccia di rete <b>può</b> avere più indirizzi IP attivi</li> </ul>	
Fausto Marcantoni	Chapter 4 Il protocollo IP

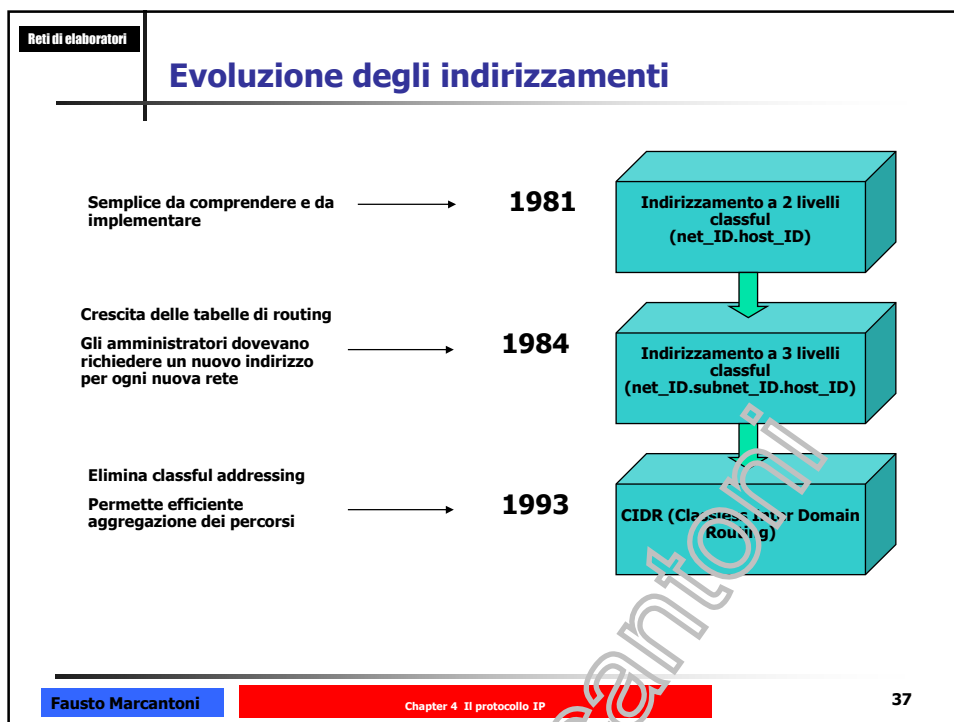
35

35

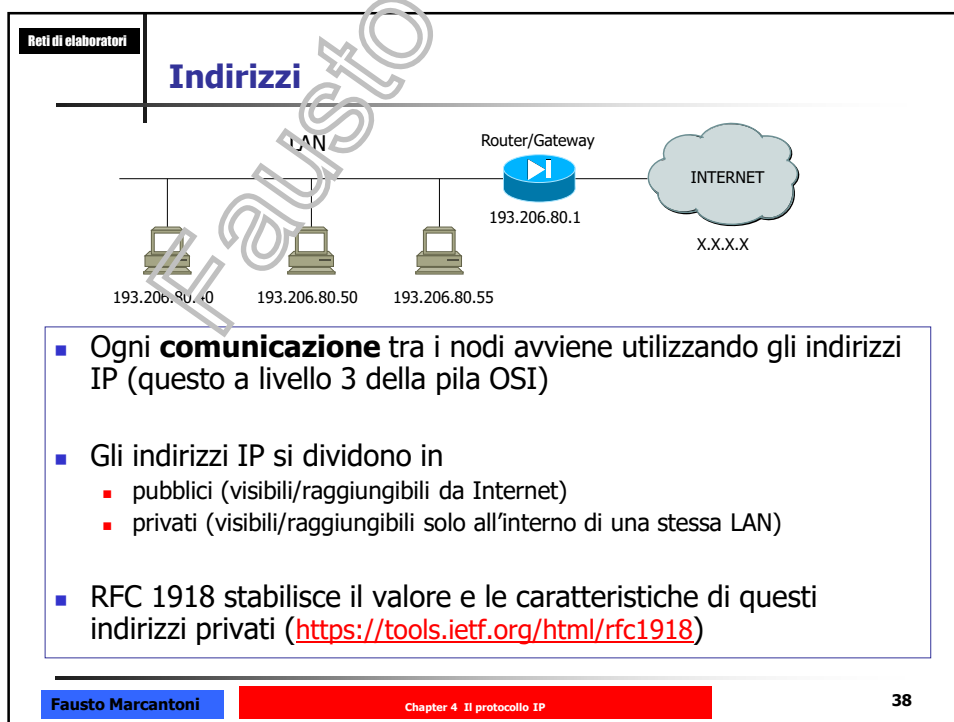
Reti di elaboratori	<h2 style="color: blue; margin: 0;">Interfacce di rete</h2>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Una stessa interfaccia di rete <b>può</b> avere più indirizzi IP attivi           <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Per i linuxiani: <a href="http://openskill.info/topic.php?ID=37">http://openskill.info/topic.php?ID=37</a></li> <li>■ Per i windowsiani: <a href="https://social.technet.microsoft.com/Forums/windows/en-US/691d5aa4-09a3-4390-856a-26c10d773a3b/how-to-assign-differentmultiple-ip-address-to-nic-network-card?forum=w7itpronetworking">https://social.technet.microsoft.com/Forums/windows/en-US/691d5aa4-09a3-4390-856a-26c10d773a3b/how-to-assign-differentmultiple-ip-address-to-nic-network-card?forum=w7itpronetworking</a></li> <li>■ <a href="http://woshub.com/assign-multiple-ip-addresses-single-nic-windows/">http://woshub.com/assign-multiple-ip-addresses-single-nic-windows/</a></li> </ul> </li> </ul>	
Fausto Marcantoni	Chapter 4 Il protocollo IP

36

36



37



38

## Indirizzi

L'indirizzo IP ha la forma : <prefisso,suffisso>

- Il prefisso identifica la rete
- Il suffisso determina l'host collegato alla rete
- L'indirizzo IP da solo non ci dice nulla...

**72.14.221.99**

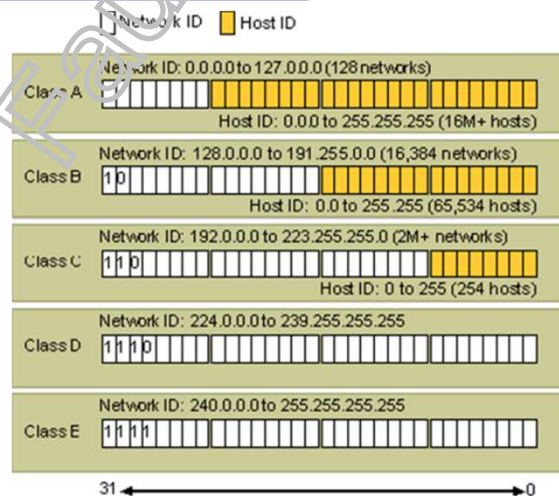
- Abbiamo bisogno di un'altra stringa di bit che ci permette di separare la parte **rete** dalla parte **host**

net\_ID.host\_ID

## Indirizzi

- Indirizzamento CLASSFUL:

archeologia



Reti di elaboratori

Indirizzi

32 Bits

Range of host addresses

Class	Network	Host	Range of host addresses
A	0		0.0.0.0 to 127.255.255.255
B	10		128.0.0.0 to 191.255.255.255
C	110		192.0.0.0 to 223.255.255.255
D	1110		224.0.0.0 to 239.255.255.255
E	1111		240.0.0.0 to 255.255.255.255

Class

Network

Host

Multicast address

Reserved for future use

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

41

41

Reti di elaboratori

...da indirizzi Classful... a indirizzi Classless

L'indirizzamento Classful è rigido (numero prefissato di classi e di indirizzi di host) e non sempre riesce a soddisfare tutte le richieste di assegnazione di indirizzi IP.

La soluzione:

passare dal concetto di classe a quello di blocco (indirizzamento Classless), consentendo la gestione di blocchi di dimensione qualsiasi pari a  $2^i$  con  $1 \leq i \leq 31$ .

La notazione CIDR, del tipo  $x.y.z.t / n$ , ( $n = 32 - i$  = numero di bit 1 della netmask) consente di rappresentare sinteticamente un blocco di dimensione qualsiasi.

**a . b . c . d / n**

a.b.c.d sono numeri decimali tra 0 e 255  
n è il numero di bit 1 della netmask

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

3.42

42

## Netmask

### ■ Maschera di rete:

- Stringa di 32 bit (come l'indirizzo)
- Particolare nella sua composizione (un certo numero di "1" consecutivi da **sinistra** verso **destra**)
- Ci consente, tramite la funzione di "AND" logico, di estrarre la parte rete dalla parte host.

**255.255.255.0**  
**11111111.11111111.11111111.00000000**  
**x.y.x.0/24**

## Notazioni netmask

Notazione CIDR	Host Bit	Maschera	Host nella sottorete	Uso tipico
/8	24	255.0.0.0	$16777214 = 2^{24} - 2$	Allocazione più grande possibile per IANA
/9	23	255.128.0.0	$8388608 = 2^{23}$	
/10	22	255.192.0.0	$4194304 = 2^{22}$	
/11	21	255.224.0.0	$2097152 = 2^{21}$	
/12	20	255.240.0.0	$1048576 = 2^{20}$	
/13	19	255.248.0.0	$524288 = 2^{19}$	
/14	18	255.252.0.0	$262144 = 2^{18}$	
/15	17	255.254.0.0	$131072 = 2^{17}$	
/16	16	255.255.0.0	$65536 = 2^{16}$	
/17	15	255.255.128.0	$32768 = 2^{15}$	ISP / grandi aziende
/18	14	255.255.192.0	$16384 = 2^{14}$	ISP / grandi aziende
/19	13	255.255.224.0	$8192 = 2^{13}$	ISP / grandi aziende
/20	12	255.255.240.0	$4096 = 2^{12}$	Piccoli ISP / grandi aziende
/21	11	255.255.248.0	$2048 = 2^{11}$	Piccoli ISP / grandi aziende
/22	10	255.255.252.0	$1024 = 2^{10}$	
/23	9	255.255.254.0	$512 = 2^9$	
/24	8	255.255.255.0	$256 = 2^8$	LAN ampia
/25	7	255.255.255.128	$128 = 2^7$	LAN ampia
/26	6	255.255.255.192	$64 = 2^6$	Piccola LAN
/27	5	255.255.255.224	$32 = 2^5$	Piccola LAN
/28	4	255.255.255.240	$16 = 2^4$	Piccola LAN
/29	3	255.255.255.248	$8 = 2^3$	La più piccola rete multi-host
/30	2	255.255.255.252	$4 = 2^2$	"Glue network" (collegamenti punto-punto)
/31	1	255.255.255.254	$2 = 2^1$	Usato raramente, collegamenti punto-punto (RFC 3021/9)
/32	0	255.255.255.255	$1 = 2^0$	Route verso un singolo host

## Indirizzi particolari

- **0.0.0.0** → indirizzo di avvio
- **127.0.0.1** → loopback (localhost) ma in realtà...
- **Net\_ID.(tutti 1 nel campo Host\_ID)** → broadcast orientato sulla rete Net\_ID
- **Net\_ID.(tutti 0 nel campo Host\_ID)** → rete (o sottorete) indicata da Net\_ID
- **255.255.255.255 (tutti 1)** → broadcast locale

### Non-Internet Routable IP Address (IANA)

#### Class Network Address Range

- A** da **10.0.0.0** a **10.255.255.255** (mask **255.0.0.0**)
- B** da **172.16.0.0** a **172.31.255.255** (mask **255.240.0.0**)
- C** da **192.168.0.0** a **192.168.255.255** (mask **255.255.0.0**)

## IP subnet calculator

### IP Subnet Calculator

IP Address:

Subnet mask/bits in mask:

Subnets to display:

IP Address: 10.1.1.5 Subnet mask: 255.255.255.0 Bits in mask: 24  
 IP class: A Subnet address: 10.1.1.0 Number of hosts: 254

Subnet Addr	First host	Last host	Subnet mask	Broadcast
10.1.1.0	10.1.1.1	10.1.1.254	255.255.255.0	10.1.1.255
10.1.2.0	10.1.2.1	10.1.2.254	255.255.255.0	10.1.2.255
10.1.3.0	10.1.3.1	10.1.3.254	255.255.255.0	10.1.3.255
10.1.4.0	10.1.4.1	10.1.4.254	255.255.255.0	10.1.4.255

<https://www.microsoft.com/it-it/search/shop/Apps?q=ip+subnet+calculator>

<https://sourceforge.net/directory/os:windows/?q=ip+subnet+calc>

<http://www.jodies.de/ipcalc>

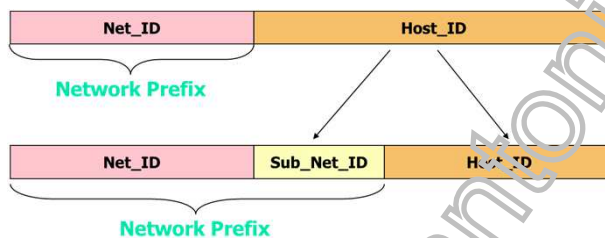
<https://www.calculator.net/ip-subnet-calculator.html>

<https://mxtoolbox.com/subnetcalculator.aspx>

<https://wintelguy.com/subnetcalc.pl>

## subnetting

- Il subnetting è la tecnica con cui si **suddivide logicamente** uno spazio di indirizzi di rete attraverso **l'estensione dei bit posti a 1 della maschera di rete**.
- Tale estensione permette di creare più sottoreti all'interno dello spazio di indirizzi della rete originale.
- Si prendono uno o più bit appartenenti agli host e si impostano a 1, facendoli diventare parte della maschera di rete: si crea in questo modo una sottorete.



## subnetting

Esistono 2 tipi di subnetting:

**Subnetting a maschera fissa**, detto *FLSM (Fixed Length Subnet Mask)*, che consente di suddividere una rete "classful" in sottoreti tutte delle stesse dimensioni. E' un metodo non più utilizzato, sostituito dal VLSM.

**Subnetting a maschera variabile**, detto *VLSM (Variable-length subnet masking)*, che consente di suddividere una rete in sottoreti di dimensioni ottimali, con maschere non necessariamente uguali tra loro.

Il VLSM è la tecnica usata dal CIDR per permettere l'allocazione di sottoreti di lunghezza arbitraria. Infatti si parla spesso di indirizzi "CIDR/VLSM".

**route aggregation** - (aggregazione delle rotte)  
è adoperata dai router tramite i protocolli di routing.



## Subnetting con maschera fissa

- Indirizzo di rete "naturale" è un address range con maschera uguale a quella implicita
- Subnetting: si ottiene con una maschera con più bit a 1 rispetto alla maschera naturale  
 es. : 193.205.102.36 con maschera 255.255.255.0  
 193.205.102.36 con maschera 255.255.255.248

**(2<sup>n</sup>) - 2 = host indirizzabili**

Network			Subnet	Host
193	205	102	36	
1 1 0 0 0 0 0 1	1 1 0 0 1 1 0 1	1 1 0 0 1 1 1 0	0 0 1 0 0 1 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0
255	255	255	248	
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 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0

## Variable Length Subnet Mask (VLSM)

- Nel subnetting utilizzare una netmask di lunghezza fissa per ogni indirizzo di rete rappresenta un grande limite
- Una volta che la netmask viene scelta si è vincolati ad avere un numero fisso di sottoreti aventi tutte le stesse dimensioni (in termini di host indirizzabili)
- Nel 1987 l'RFC 1009 definì come utilizzare il subnetting con maschere di lunghezza variabile (Variable Length Subnet Mask, VLSM)
- Con il VLSM a partire da un dato indirizzo è possibile associare più di una netmask

## Variable Length Subnet Mask (VLSM) esempio

*A volte la lunghezza fissa della maschera risulta una limitazione.*

Esempio:

**Vogliamo creare 4 sottoreti A,B,C,D.**

**Il numero di host per ogni rete è :**

**A:100, B:8, C:8 e D:4 → 120 host totali**

**Abbiamo un net\_id classe C: 193.205.92.x**

Osservazioni:

Usando la maschera fissa **255.255.255.224** (11111111.11111111.11111111.11100000)

otteniamo **8 subnet da 30 indirizzi** ciascuna (a me ne servono 4).

Il numero totale di indirizzi validi, 120, è pari al fabbisogno, ma la ripartizione richiesta di indirizzi in subnet NON può essere soddisfatta.

Usando la maschera fissa **255.255.255.192** (11111111.11111111.11111111.11000000)

otteniamo **4 subnet da 62 indirizzi** ciascuna (OK).

Il numero totale di indirizzi validi, 248, molto più del fabbisogno, ma la ripartizione richiesta di indirizzi in subnet NON può essere soddisfatta.

Dovrei usare 2 indirizzi in classe C contigui, con spreco di spazio di indirizzamento..

## Variable Length Subnet Mask (VLSM) esempio

Soluzione:

la tecnica Variable Length Subnet Mask (VLSM) usa una maschera che può avere lunghezza differente per subnet ottenute dallo stesso net\_id:

Rete A: 255.255.255.128	11111111.11111111.11111111.10000000	(maschera di 25 bit) (126 host)
Rete B,C: 255.255.255.240	11111111.11111111.11111111.11110000	(maschera di 28 bit) (14 host)
Rete D: 255.255.255.248	11111111.11111111.11111111.11111000	(maschera di 29 bit) (6 host)

Attenzione: negli schemi VLSM si usano anche net\_id di tutti 1 (la maschera 255.255.255.128 corrisponde all'unico net\_id 193.205.92.128) ma NON quelli di tutti 0.

Intervalli di host validi per le varie sottoreti:

Rete A: id 193.205.92.0/25	Indirizzi 193.205.92.1-126	(126 host)
Rete B: id 193.205.92.128/28	Indirizzi 193.205.92.129-142	(14 host)
Rete C: id 193.205.92.144/28	Indirizzi 193.205.92.145-158	(14 host)
Rete D: id 193.205.92.160/29	Indirizzi 193.205.92.161-166	(6 host)

Attenzione: anche quando si usa VLSM, mettendo in AND un indirizzo con la maschera si ottiene sempre il subnet\_id.

Reti di elaboratori

Variable Length Subnet Mask (VLSM) esempio

Rete A:

Address:

193.205.92.1

11000001.11001101.01011100.0

0000001

Netmask:

255.255.255.128 = 25

11111111.11111111.11111111.1

0000000

Wildcard:

0.0.0.127

00000000.00000000.00000000.0

1111111

Network:

193.205.92.0/25

11000001.11001101.01011100.0

0000000 (Class C)

Broadcast:

193.205.92.127

11000001.11001101.01011100.0

1111111

HostMin:

193.205.92.1

11000001.11001101.01011100.0

0000001

HostMax:

193.205.92.126

11000001.11001101.01011100.0

1111110

Hosts/Net:

126

Attenzione:

si inizia dalla network più grande e si assegnano indirizzi più piccoli

Intervalli di host validi per le varie sottoreti:

Rete A: id 193.205.92.0

Indirizzi 193.205.92.1-126

(126 host)

Rete B: id 193.205.92.128

Indirizzi 193.205.92.129-142

(14 host)

Rete C: id 193.205.92.144

Indirizzi 193.205.92.145-158

(14 host)

Rete D: id 193.205.92.160

Indirizzi 193.205.92.161-166

(6 host)

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

53

53

Reti di elaboratori

VLSM (CIDR) Subnet Calculator

Major network

192.168.1.0/24

Subnets

Name

Size

A

100

B

8

C

8

D

4

Number of subnets:

4

Change

Sort results by:

size

Submit

<http://vlsmcalc.net/>

Subnetting Successful

Major Network:

192.168.1.0/24

Available IP addresses in major network:

254

Number of IP addresses needed:

120

Available IP addresses in allocated subnets:

160

About 66% of available major network address space is used

About 75% of subnetted network address space is used

Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignnable Range	Broadcast
A	100	126	192.168.1.0	/25	255.255.255.128	192.168.1.1 - 192.168.1.126	192.168.1.127
B	8	14	192.168.1.128	/28	255.255.255.240	192.168.1.129 - 192.168.1.142	192.168.1.143
C	8	14	192.168.1.144	/28	255.255.255.240	192.168.1.145 - 192.168.1.158	192.168.1.159
D	4	6	192.168.1.160	/29	255.255.255.248	192.168.1.161 - 192.168.1.166	192.168.1.167

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

3.54

54

## Esercizio 1

- Si identifichi la classe a cui appartengono i seguenti indirizzi IP, dopo averli convertiti in notazione binaria

- ✖ **1110010101011110 01101110 00110011** → Classe D
- ✖ **101.123.5.45** → Classe A
- ✖ **231.201.5.45** → Classe D
- ✖ **128.23.45.4** → Classe B
- ✖ **192.168.20.3** → Classe C
- ✖ **193.242.100.255** → Classe C

## Esercizio 2

- E' possibile utilizzare l'indirizzo 193.205.92.45 con maschera di rete 255.255.255.254 ?

## Esercizio 2 - soluzione

- E' possibile utilizzare l'indirizzo 193.205.92.45 con maschera di rete 255.255.255.254 ?

### Soluzione:

- $193.205.92.45 = 11000001.11001101.01011100.00101101$
- $255.255.255.254 = 11111111.11111111.11111111.11111110$
- Corrisponderebbe al broadcast orientato sulla rete 193.205.92.45
- Ci sarebbero  $(2^1) - 2 = 0$  host indirizzabili
- Per superare questa inefficienza è stato proposto nell' RFC 3021 "Using 31-Bit Prefixes on IPv4 Point-to-Point Links" l'utilizzo di maschere di 31 bit per indirizzare 2 host su collegamenti punto-punto
- N.B. la maschera 255.255.255.255 è utilizzata per indicare un host e non una sotto-rete

## Esercizio 3

- Partendo dalla maschera di sottorete di un indirizzo di classe C 255.255.255.0 e operando su questa con Subnetting a ente maschera fissa, quante sotto-reti si possono ottenere?

Esercizio 3 - *soluzione*

## ■ Partendo dalla maschera assegnata si possono ottenere

- |                                       |                              |
|---------------------------------------|------------------------------|
| ■ 255.255.255.0                       | → 1 C, $2^8-2=254$ host      |
| ■ 255.255.255.128 ( <u>1</u> 0000000) | → 2 s.r. C, $2^7-2=126$ host |
| ■ 255.255.255.192 ( <u>11</u> 000000) | → 4 s.r. C, $2^6-2=62$ host  |
| ■ 255.255.255.224 ( <u>111</u> 00000) | → 8 s.r. C, $2^5-2=30$ host  |
| ■ 255.255.255.240 ( <u>1111</u> 0000) | → 16 s.r. C, $2^4-2=14$ host |
| ■ 255.255.255.248 ( <u>11111</u> 000) | → 32 s.r. C, $2^3-2=6$ host  |
| ■ 255.255.255.252 ( <u>111111</u> 00) | → 64 s.r. C, $2^2-2=2$ host  |

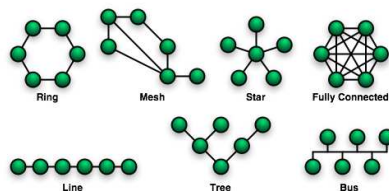
## topologia di rete

Per topologia di rete (anello, maglia, bus, stella, albero) si intende il grafo, cioè il modello geometrico della disposizione logica o fisica dei nodi e dei link.

La **topologia logica** descrive come avviene il flusso di dati attraverso una determinata dislocazione spaziale

La **topologia fisica** indica la configurazione fisica e spaziale dei vari nodi.

Gli elementi fondamentali sono i nodi e i rami.



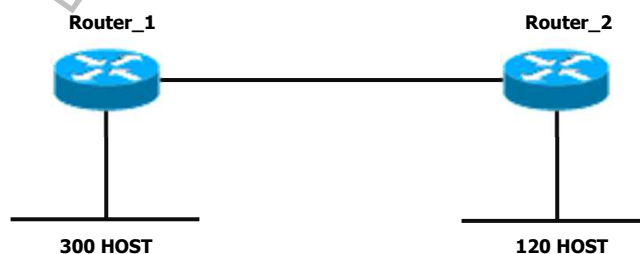
## Piano di indirizzamento

Data una determinata **topologia della rete**, il **numero di host** da gestire in ogni rete, e lo **spazio di indirizzi assegnato** per l'indirizzamento, la definizione di un **piano di indirizzamento IP** può essere schematizzato nei seguenti passi:

- ✓ determinazione della lista delle reti IP a cui assegnare gli indirizzi
- ✓ determinazione del numero di indirizzi da assegnare in ogni rete, e del corrispondente numero di indirizzi da allocare
- ✓ verifica dell'ampiezza dell'address range assegnato, oppure determinazione dell'address range necessario
- ✓ assegnazione degli indirizzi di rete ad ogni rete
- ✓ assegnazione degli indirizzi agli host/router sulla rete

## Esercizio 4

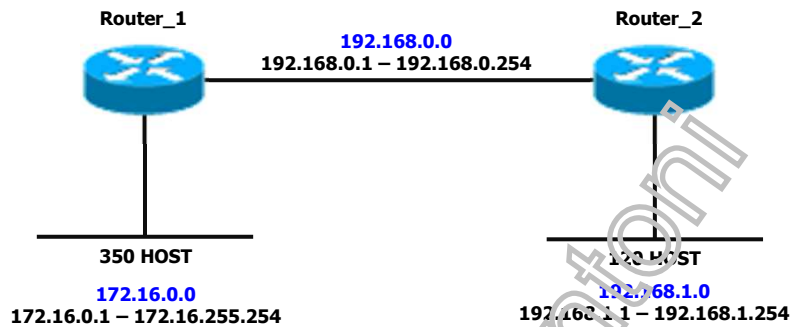
Realizzare un piano di indirizzamento utilizzando **network classful** per la topologia di rete in figura. Si utilizzino solo **indirizzi privati** e si scelgano i primi indirizzi disponibili in ogni blocco.



## Esercizio 4 - Soluzione

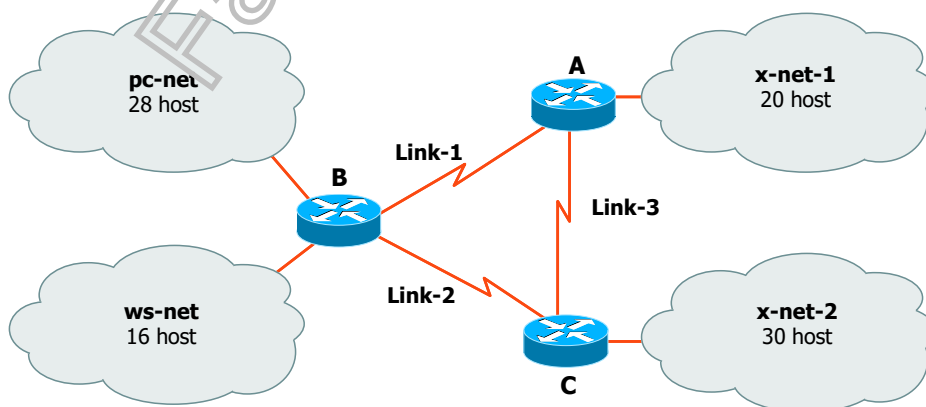
La rete è composta da 3 reti IP:  
 1 rete di classe B (la rete da 350 hosts)  
 2 reti di classi C (le rimanenti)

8	24	
Network	Host	Class A
16	16	
Network	Host	Class B
24	8	
Network	Host	Class C



## Esercizio 5

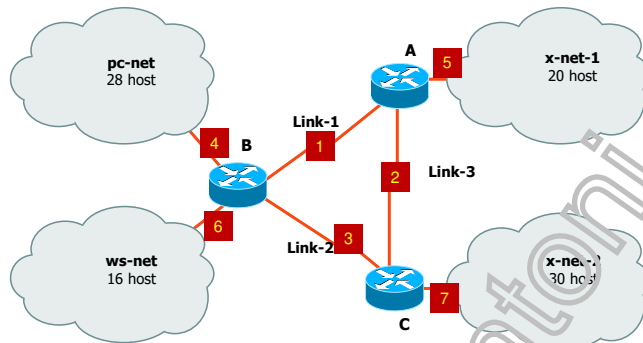
Data la rete in figura definire un possibile schema di indirizzamento utilizzando la tecnica del **subnetting con maschera fissa** a partire da un indirizzo 193.205.92.0/24





Esercizio 5 - *soluzione*

- È necessario definire 7 sotto-reti (anche i Link sono sotto-reti) quindi la Sub\_Net\_ID sarà lunga 3 bit

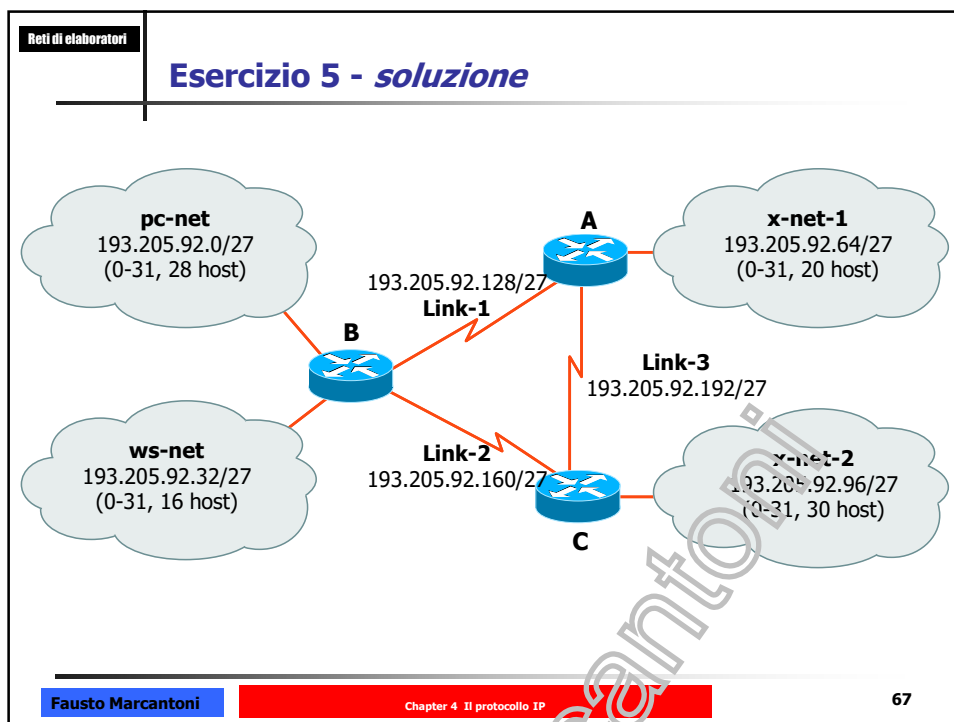
Esercizio 5 - *soluzione*

- A partire da un indirizzo /24 con 3 bit utilizzati per il subnetting rimangono  $8-3 = 5$  bit per Host\_ID → posso indirizzare al più  $2^5 - 2 = 30$  host in ogni sotto-rete

255.255.255.224 /27

11111111.11111111.11111111.11100000

Sub\_net\_ID      Host\_ID



67

Reti di elaboratori

### Esercizio 6

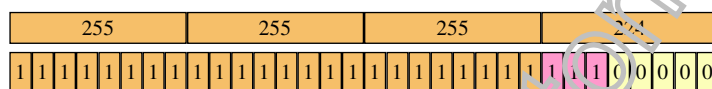
- Ad un'organizzazione è stata assegnato lo spazio di indirizzi di classe C 193.212.100.0 (255.255.255.0). Abbiamo bisogno di definire 6 sottoreti. La più grande è composta da 25 host.
  - Determinare la netmask necessaria per la gestione di tale rete utilizzando subnetting con maschera fissa
  - Per ognuna delle 6 sottoreti, determinare quali sono gli indirizzi utilizzabili per gli host.

Fausto Marcantoni Chapter 4 Il protocollo IP 68

68

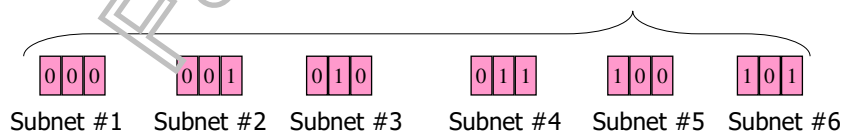
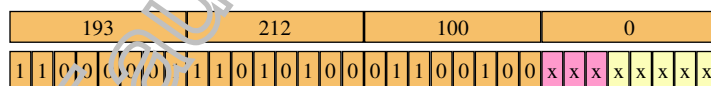
## Esercizio 6 - soluzione (1/3)

- Per definire 6 sotto-reti sono necessari 3 bit
- Bisogna controllare che in ciascuna sotto-rete sia possibile indirizzare 25 host
- Con 3 bit utilizzati per il subnetting, dall'indirizzo di classe C rimangono  $8-3 = 5$  bit per Host\_ID → si possono indirizzare fino a 30 host in ogni sotto-rete
- La netmask necessaria alla gestione della rete è quindi:



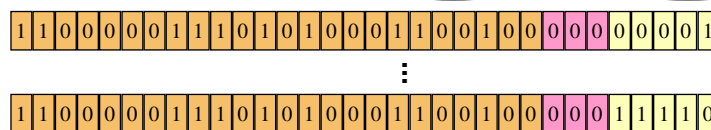
## Esercizio 6 - soluzione (2/3)

- Dall'indirizzo 193.212.100.0 (255.255.255.0)



- Subnet #1 indirizzo: 193.212.100.0  
netmask: 255.255.255.224 (/27)

- Indirizzi assegnabili agli host: 193.212.100.1/27 → 193.212.100.30/27

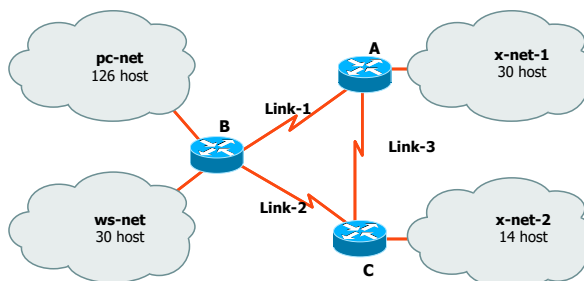


### Esercizio 6 - soluzione (3/3)

- Subnet #2 indirizzo: 193.212.100.32 netmask: 255.255.255.224 (/27)
  - Indirizzi assegnabili agli host: 193.212.100.33/27 → 193.212.100.62/27
- Subnet #3 indirizzo: 193.212.100.64 netmask: 255.255.255.224 (/27)
  - Indirizzi assegnabili agli host: 193.212.100.65/27 → 193.212.100.94/27
- Subnet #4 indirizzo: 193.212.100.96 netmask: 255.255.255.224 (/27)
  - Indirizzi assegnabili agli host: 193.212.100.97/27 → 193.212.100.126/27
- Subnet #5 indirizzo: 193.212.100.128 netmask: 255.255.255.224 (/27)
  - Indirizzi assegnabili agli host: 193.212.100.129/27 → 193.212.100.158/27
- Subnet #6 indirizzo: 193.212.100.160 netmask: 255.255.255.224 (/27)
  - Indirizzi assegnabili agli host: 193.212.100.161/27 → 193.212.100.190/27

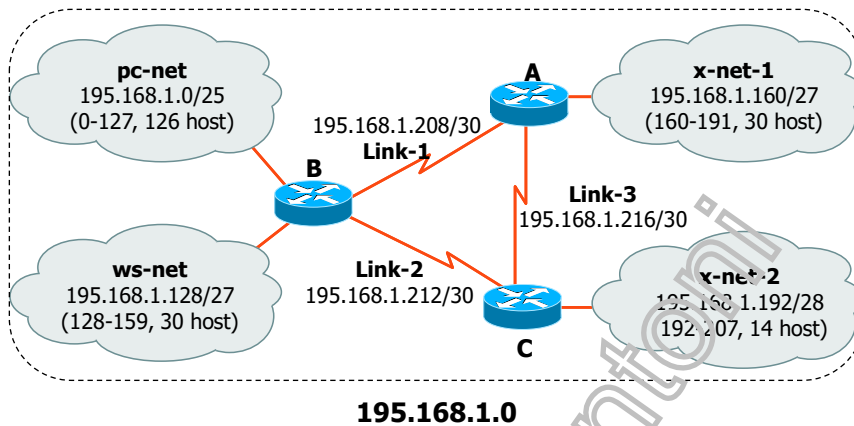
### Esercizio 7

- Utilizzando il subnetting con maschere di **lunghezza variabile** sulla stessa topologia di rete dell'Esercizio 4, definire uno schema di indirizzamento che utilizzi un solo indirizzo di classe C 195.168.1.0



## Esercizio 7 - soluzione (1/4)

ERRORE



73

## Esercizio 7 - soluzione (2/4)

Address:	195.168.1.0	11000011.10101000.00000001.0	0000000
Netmask:	255.255.255.128 = 25	11111111.11111111.11111111.1	0000000
Network:	195.168.1.0/25	11000011.10101000.00000001.0	0000000
Broadcast:	195.168.1.127	11000011.10101000.00000001.0	1111111
HostMin:	195.168.1.1	11000011.10101000.00000001.0	0000001
HostMax:	195.168.1.126	11000011.10101000.00000001.0	1111110
Hosts/Net:	126		

Address:	195.168.1.128	11000011.10101000.00000001.100	00000
Netmask:	255.255.255.224 = 27	11111111.11111111.11111111.111	00000
Network:	195.168.1.128/27	11000011.10101000.00000001.100	00000
Broadcast:	195.168.1.159	11000011.10101000.00000001.100	11111
HostMin:	195.168.1.129	11000011.10101000.00000001.100	00001
HostMax:	195.168.1.158	11000011.10101000.00000001.100	11110
Hosts/Net:	30		

74

Reti di elaboratori

Esercizio 7 - soluzione (3/4)

Address:	195.168.1.160	11000011.10101000.00000001.101 0000
Netmask:	255.255.255.224 = 27	11111111.11111111.11111111.111 0000
Network:	195.168.1.160/27	11000011.10101000.00000001.101 0000
Broadcast:	195.168.1.191	11000011.10101000.00000001.101 1111
HostMin:	195.168.1.161	11000011.10101000.00000001.101 00001
HostMax:	195.168.1.190	11000011.10101000.00000001.101 11110
Hosts/Net:	30	

Address:	195.168.1.191	11000011.10101000.00000001.1011 1111
Netmask:	255.255.255.240 = 28	11111111.11111111.11111111.1111 0000
Network:	195.168.1.176/28	11000011.10101000.00000001.1011 0000
Broadcast:	195.168.1.191	11000011.10101000.00000001.1011 1111
HostMin:	195.168.1.177	11000011.10101000.00000001.1011 0001
HostMax:	195.168.1.190	11000011.10101000.00000001.1011 1110
Hosts/Net:	14	

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

3.75

75

Reti di elaboratori

Esercizio 7 - soluzione (4/4)

Address:	195.168.1.209	11000011.10101000.00000001.110100 00
Netmask:	255.255.255.252 = 30	11111111.11111111.11111111.111111 00
Network:	195.168.1.208/30	11000011.10101000.00000001.110100 00
Broadcast:	195.168.1.211	11000011.10101000.00000001.110100 11
HostMin:	195.168.1.209	11000011.10101000.00000001.110100 01
HostMax:	195.168.1.210	11000011.10101000.00000001.110100 10
Hosts/Net:	2	

Address:	195.168.1.212	11000011.10101000.00000001.110101 00
Netmask:	255.255.255.252 = 30	11111111.11111111.11111111.111111 00
Network:	195.168.1.212/30	11000011.10101000.00000001.110101 00
Broadcast:	195.168.1.215	11000011.10101000.00000001.110101 11
HostMin:	195.168.1.213	11000011.10101000.00000001.110101 01
HostMax:	195.168.1.214	11000011.10101000.00000001.110101 10
Hosts/Net:	2	

Address:	195.168.1.216	11000011.10101000.00000001.110110 00
Netmask:	255.255.255.252 = 30	11111111.11111111.11111111.111111 00
Network:	195.168.1.216/30	11000011.10101000.00000001.110110 00
Broadcast:	195.168.1.219	11000011.10101000.00000001.110110 11
HostMin:	195.168.1.217	11000011.10101000.00000001.110110 01
HostMax:	195.168.1.218	11000011.10101000.00000001.110110 10
Hosts/Net:	2	

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

3.76

76

Reti di elaboratori

Major network: 192.168.1.0/24

Name	Size
pc-net	126
x-net-1	30
ws-net	30
x-net-2	14
Link-1	2
Link-2	2
Link-3	2

Number of subnets:

Sort results by:

Major Network: **192.168.1.0/24**

Available IP addresses in major network: **254**

Number of IP addresses needed: **206**

Available IP addresses in allocated subnets: **206**

About **86%** of available major network address space is used

About **100%** of subnetted network address space is used

Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
pc-net	126	126	192.168.1.0	/25	255.255.255.128	192.168.1.1 - 192.168.1.126	192.168.1.127
ws-net	30	30	192.168.1.128	/27	255.255.255.224	192.168.1.129 - 192.168.1.158	192.168.1.159
x-net-1	30	30	192.168.1.160	/27	255.255.255.224	192.168.1.161 - 192.168.1.190	192.168.1.191
x-net-2	14	14	192.168.1.192	/28	255.255.255.240	192.168.1.193 - 192.168.1.206	192.168.1.207
Link-1	2	2	192.168.1.208	/30	255.255.255.252	192.168.1.209 - 192.168.1.210	192.168.1.211
Link-2	2	2	192.168.1.212	/30	255.255.255.252	192.168.1.213 - 192.168.1.214	192.168.1.215
Link-3	2	2	192.168.1.216	/30	255.255.255.252	192.168.1.217 - 192.168.1.218	192.168.1.219

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

3.77

77

Reti di elaboratori

## Esercizio 8

- Abbiamo a disposizione un indirizzo di classe C: 195.168.13.0/24
- Vogliamo assegnare indirizzi e maschere di sottorete alle LAN, agli host e al router, utilizzando la tecnica del subnetting.
- Nota: le interfacce dei router non sono comprese nel numero di host indicato in ciascuna LAN → vanno aggiunte*
- VLSM maschera variabile

```

graph LR
    LAN1((LAN1  
71 host)) --- eth0 --- R1((Router R1))
    R1 --- eth1 --- LAN2((LAN2  
104 host))
    
```

Fausto Marcantoni

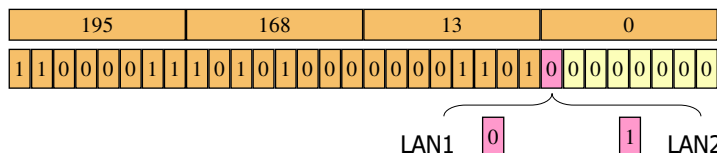
Chapter 4 Il protocollo IP

78

78

Esercizio 8 - *soluzione*

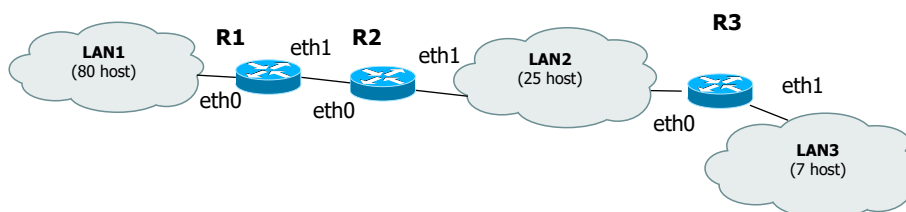
- Per 2 sotto-reti è sufficiente utilizzare 1 bit per la Sub\_Net\_ID → rimangono  $2^7 - 2 = 126$  indirizzi assegnabili ad host e router
- Dall'indirizzo 195.168.13.0 (255.255.255.0)



- LAN1 indirizzo: 195.168.13.0 netmask: 255.255.255.128 (/25)
  - Router R1 (eth0): 195.168.13.1/25
  - Indirizzi assegnabili agli host: 195.168.13.2/15 → 195.168.13.126/25
- LAN2 indirizzo: 195.168.13.128 netmask: 255.255.255.128 (/25)
  - Router R1 (eth1): 195.168.13.129/25
  - Indirizzi assegnabili agli host: 195.168.13.130/25 → 195.168.13.254/27

## Esercizio 9

- Abbiamo a disposizione un indirizzo di classe C: 195.168.13.0/24
- Assegnare indirizzi e maschere di sottorete alle LAN, agli host e al router.
- *Nota: le interfacce dei router non sono comprese nel numero di host indicato in ciascuna LAN → vanno aggiunte*



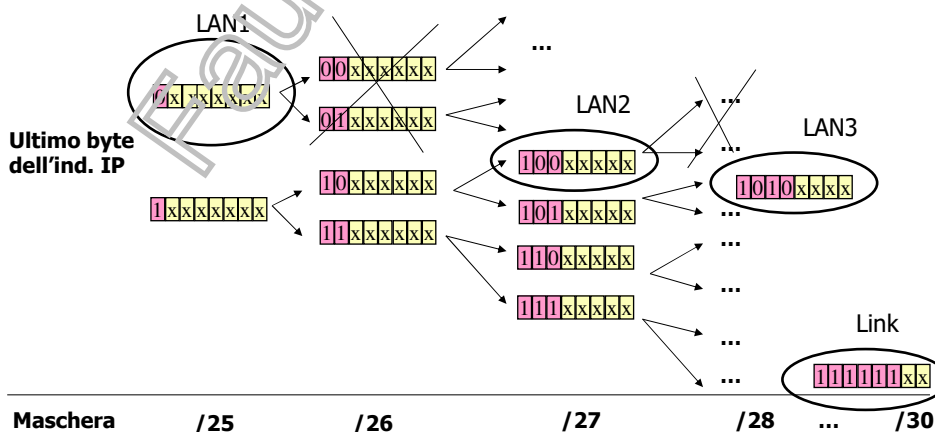


### Esercizio 9 - soluzione (1/3)

- Per 4 sotto-reti è necessario utilizzare 2 bit per la Sub\_Net\_ID  
→ rimangono  $2^{(8-2)} - 2 = 62$  indirizzi assegnabili ad host e router
- La LAN1 ha 80 host +1 router → non è possibile definire uno schema di indirizzamento utilizzando il subnetting con maschere di lunghezza fissa → proviamo con maschere di lunghezza variabile
- Per la LAN1 è sufficiente utilizzare 7 bit per Host\_ID (80 host+1) → maschera /25
- Per la LAN2 è sufficiente utilizzare 5 bit per Host\_ID (25 host+2) → maschera /27
- Per la LAN3 è sufficiente utilizzare 4 bit per Host\_ID (7 host+1) → maschera /28
- Per il LINK è sufficiente utilizzare 2 bit per Host\_ID (2 router) → maschera /30

81

### Esercizio 9 - soluzione (2/3)



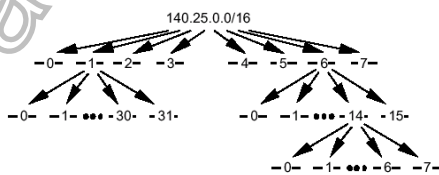
82

### Esercizio 9 - soluzione (3/3)

- 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 → 195.168.13.175/28
- 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

### Esercizio 10

- Un'organizzazione, a cui è stato assegnato lo spazio 140.25.0.0/16, vuole sviluppare una rete 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

**Reti di elaboratori**

### Esercizio 10 - soluzione (1/3)

**Ultimi 2 byte dell'ind. IP**

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

**Maschera**

/16	/17	/18	/19	/27	/28	...	/30
Fausto Marcantoni Chapter 4 Il protocollo IP 85							

85

**Reti di elaboratori**

### Esercizio 10 - soluzione (2/3)

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

140	25	96	0
1 0 0 0	1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1	0 1 1	x x x x x x x x x x x x x x
- 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
 

140	25	192	0
1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1	1 1 0	x x x x x x x x x x x x x x	

Indirizzi /23
1 1 0 0 0 0 0

#0

Indirizzi /23
1 1 0 1 1 1 1

#15

**Fausto Marcantoni Chapter 4 Il protocollo IP 86**

86

Esercizio 10 - *soluzione (3/3)*

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

140	25	198	0
1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1	1 1 0 0 0 1 1	x x x x x x x x	x x x x x x x x

- 140.25.198.1/23 → 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

140	25	220	0
1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1	1 1 0 1 1 1 0	x x x x x x x x	x x x x x x x x

0 0 0

#0

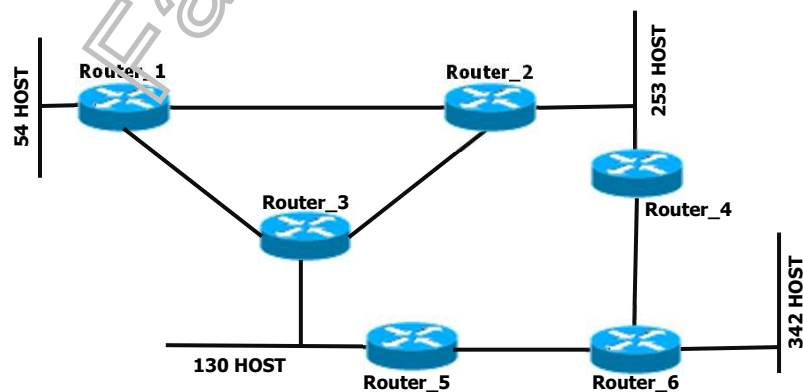
Indirizzi /26

1 1 1

#7

## Esercizio 11

- Realizzare un piano di indirizzamento **classful**, utilizzando indirizzi privati (primi disponibili in ogni blocco).



Reti di elaboratori

## Esercizio 11 - *soluzione*

Link tra router			
R1	R2	192.168.0.1	192.168.0.2
R2	R3	192.168.1.1	192.168.1.2
R1	R3	192.168.2.1	192.168.2.2
R5	R6	192.168.3.1	192.168.3.2
R4	R6	192.168.4.1	192.168.4.2

8 Network	24 Host	Class A
16 Network	16 Host	Class B
24 Network	8 Host	Class C

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

89

89

Reti di elaboratori

## Esercizio 12

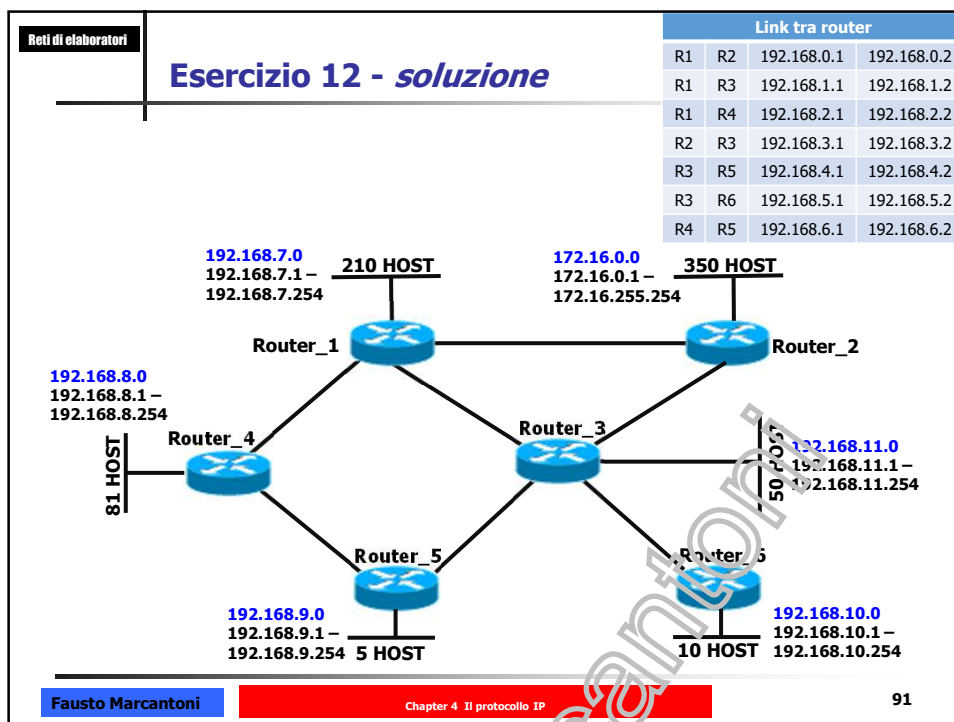
- Realizzare un piano di indirizzamento **classful**, utilizzando indirizzi privati (primi disponibili in ogni blocco).

Fausto Marcantoni

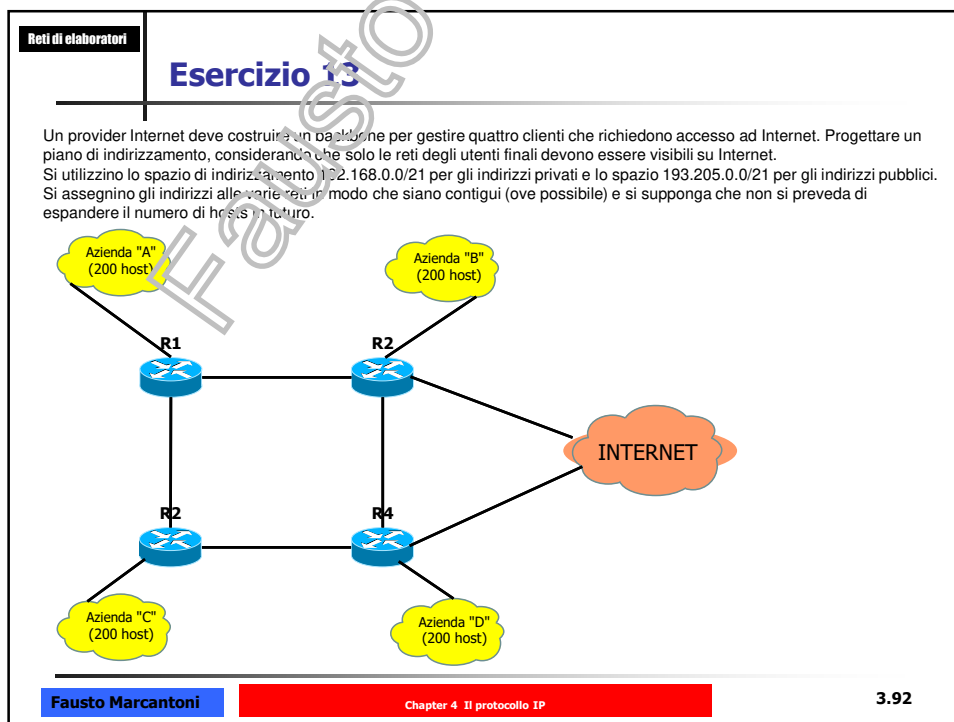
Chapter 4 Il protocollo IP

90

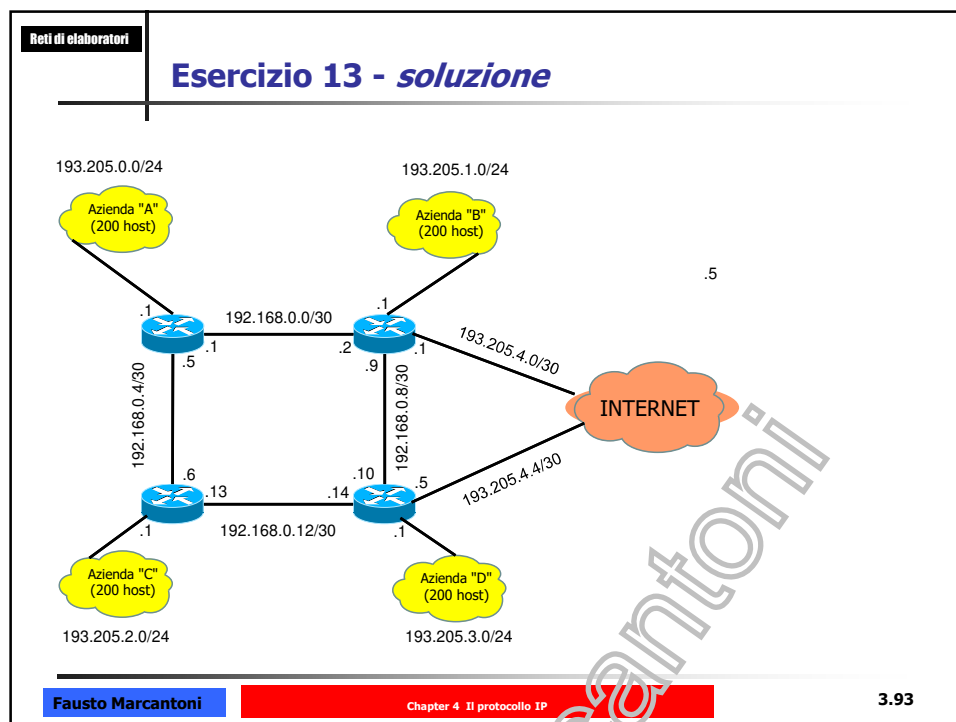
90



91



92



93

Reti di elaboratori

### Esercizio 14

- Prevedendo indirizzamento **classless**, definire la netmask e il prefix length da assegnare a ipotetiche reti contenenti il numero di host indicati.

Numero Host	Netmask	Prefix Length	Indirizzi Disponibili
2			
27			
5			
100			
10			
300			
1010			
55			
167			
1540			

Fausto Marcantoni Chapter 4 Il protocollo IP 94

94

## Esercizio 14 - *soluzione*

- Prevedendo indirizzamento **classless**, definire la netmask e il prefix length da assegnare a ipotetiche reti contenenti il numero di host indicati.

Numero Host	Netmask	Prefix Length	Indirizzi Disponibili
2	255.255.255.252	/30	4 (-2)
27	255.255.255.224	/27	32 (-2)
5	255.255.255.248	/29	8 (-2)
100	255.255.255.128	/25	128 (-2)
10	255.255.255.240	/28	16 (-2)
300	255.255.254.0	/23	512 (-2)
1010	255.255.252.0	/22	1024 (-2)
55	255.255.255.192	/26	64 (-2)
167	255.255.255.0	/24	256 (-2)
1540	255.255.248.0	/21	2048 (-2)

## Esercizio 15

- Indirizzamento **classless**, fornire «networkID/prefix length» e indirizzo broadcast per ciascuna rete considerando che oltre agli host debba essere considerato anche un router che collega la rete ad Internet. Si indicano inoltre l'indirizzo assegnato al router e quelli disponibili per gli host.

Numero Host	Address Range	Network	Indirizzo Router	Indirizzi Host
2	192.168.0.0/24			
27	192.168.0.0/24			
30	192.168.0.0/24			
126	192.168.0.0/24			
140	192.168.0.0/24			
230	192.168.0.0/24			



## Esercizio 15 - *soluzione*

- Indirizzamento **classless**, fornire «networkID/prefix length» e indirizzo broadcast per ciascuna rete considerando che oltre agli host debba essere considerato anche un router che collega la rete ad Internet. Si indichino inoltre l'indirizzo assegnato al router e quelli disponibili per gli host.

Numero Host	Address Range	Network	Indirizzo Router	Indirizzi Host
2	192.168.0.0/24	192.168.0.0/29	192.168.0.1	192.168.0.2-192.168.0.6
27	192.168.0.0/24	192.168.0.0/27	192.168.0.1	192.168.0.2-192.168.0.30
30	192.168.0.0/24	192.168.0.0/26	192.168.0.1	192.168.0.2-192.168.0.62
126	192.168.0.0/24	192.168.0.0/24	192.168.0.1	192.168.0.2-192.168.0.254
140	192.168.0.0/24	192.168.0.0/24	192.168.0.1	192.168.0.2-192.168.0.254
230	192.168.0.0/24	192.168.0.0/24	192.168.0.1	192.168.0.2-192.168.0.254

## Esercizio 16

- Indicare quali delle coppie «indirizzo IP/prefix length» identificano una rete valida.

Coppia IP / prefix length	Network Valida
192.168.5.0/24	
192.168.4.23/24	
192.168.2.36/30	
192.168.2.36/29	
192.168.2.32/28	
192.168.2.32/27	
192.168.3.0/23	
192.168.2.0/31	
192.168.2.0/23	
192.168.16.0/21	
192.168.12.0/21	

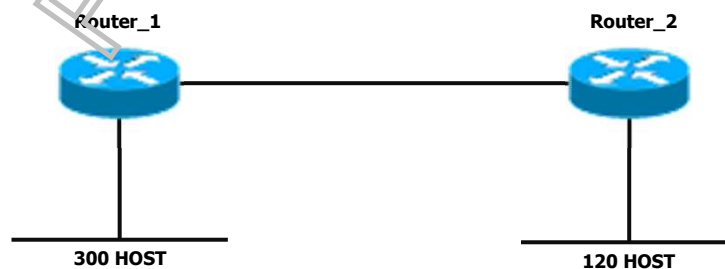
**Esercizio 16 - soluzione**

- Indicare quali delle coppie «indirizzo IP/prefix length» identificano una rete valida.

Coppia IP / Prex length	Network Valida
192.168.5.0/24	SI
192.168.4.23/24	NO
192.168.2.36/30	SI
192.168.2.36/29	NO
192.168.2.32/28	SI
192.168.2.32/27	SI
192.168.3.0/23	NO
192.168.2.0/31	NO!!!
192.168.2.0/23	SI
192.168.16.0/21	SI
192.168.12.0/21	NO

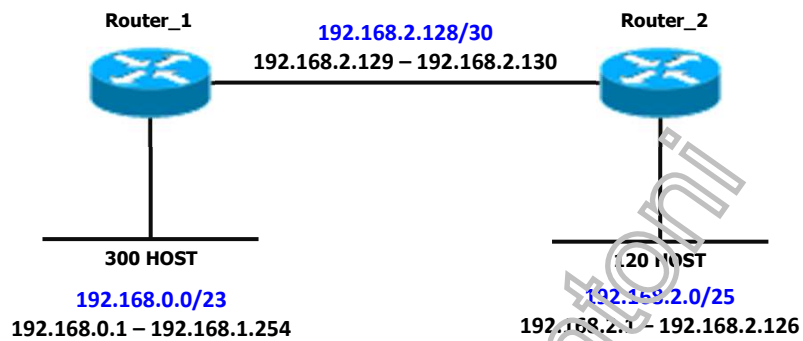
**Esercizio 17**

- Indirizzamento **classless**, utilizzando l'address range 192.168.0.0/22



Esercizio 17 - *soluzione*

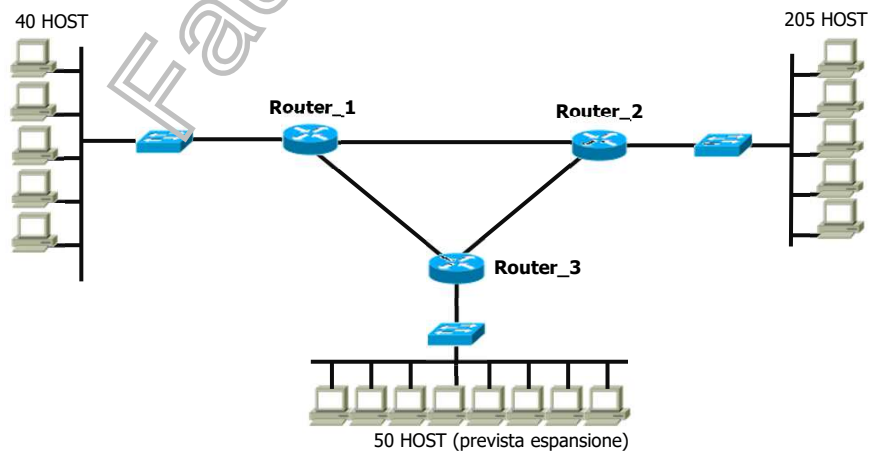
- Indirizzamento **classless**, utilizzando l'address range 192.168.0.0/22



101

## Esercizio 18

- Indirizzamento **classless**, utilizzando l'address range 192.168.0.0/22



102

Reti di elaboratori

## Esercizio 18 - *soluzione*

- Indirizzamento **classless**, utilizzando l'address range 192.168.0.0/22

40 HOST  
192.168.1.128/26  
192.168.1.129 –  
192.168.1.190

192.168.0.0/24  
192.168.0.1 –  
192.168.0.254  
205 HOST

Router\_1 Router\_2 Router\_3

50 HOST (prevista espansione)  
192.168.1.0/25  
192.168.1.1 –  
192.168.1.126

Link tra router		
R1	R2	192.168.1.192/30
R1	R3	192.168.1.196/30
R2	R3	192.168.1.200/30

Fausto Marcantoni Chapter 4 Il protocollo IP 103

103

Reti di elaboratori

## Esercizio 19

- Indirizzamento **classless**, utilizzando l'address range 192.168.0.0/21. Assegnare **indirizzi contigui**.

WAN 10 HOST

34 HOST 253 HOST 287 HOST 96 HOST 96 HOST

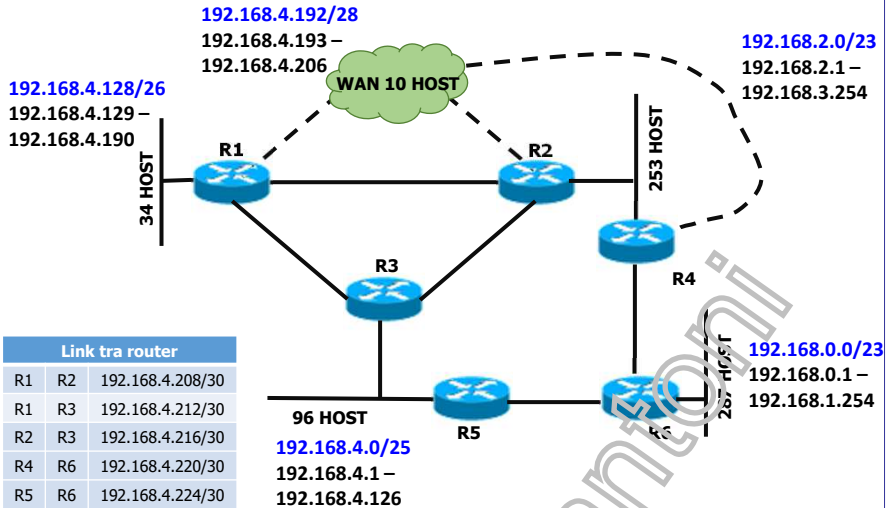
R1 R2 R3 R4 R5 R6

Fausto Marcantoni Chapter 4 Il protocollo IP 104

104

Esercizio 19 - *soluzione*

- Indirizzamento **classless**, utilizzando l'address range 192.168.0.0/21 (indirizzi contigui)



Fausto Marcantoni

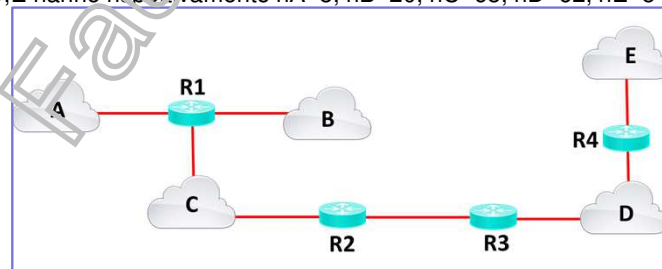
Chapter 4 Il protocollo IP

105

105

## Esercizio 20

Sia data la configurazione di rete in figura in cui le sottoreti A,B,C,D,E hanno rispettivamente  $n_A=8$ ,  $n_B=20$ ,  $n_C=68$ ,  $n_D=62$ ,  $n_E=5$  host



Indicare il numero totale di indirizzi necessari per la gestione della rete, compresi quelli necessari alla gestione del link punto-punto

Assegnare in modo contiguo, a partire dall'indirizzo di rete 193.205.92.0, gli indirizzi alle sottoreti A,B,C,D,E e indicare le maschere utilizzate, l'indirizzo di rete e il broadcast

Fausto Marcantoni

Chapter 4 Il protocollo IP

3.106

106

**Esercizio 20 - soluzione**

Il numero di indirizzi necessari per ciascuna rete è il seguente:

Rete A =  $8 + 1$  (router R1) = 9

Rete B =  $20 + 1$  (router R1) = 21

Rete C =  $68 + 2$  (router R1 e R2) = 70

Rete D =  $62 + 2$  (router R3 e R4) = 64

Rete E =  $5 + 1$  (router R4) = 6

Link R2-R3# ind. = 2

**Esercizio 20 - soluzione**

Subnet	Maschera	Bit maschera	Indirizzi allocati	Indirizzo Network	Indirizzo Broadcast
C	255.255.255.128	25	128	193.205.92.0	193.205.92.127
D	255.255.255.128	25	128	193.205.92.128	193.205.92.255
B	255.255.255.224	27	32	193.205.93.0	193.205.93.31
A	255.255.255.240	28	16	193.205.92.32	193.205.92.47
E	255.255.255.248	29	8	193.205.92.48	193.205.92.55
Link	255.255.255.252	30	4	193.205.92.56	193.205.92.59

Reti di elaboratori

Esercizio 20 - *soluzione*

Subnet	Maschera	Bit maschera	Indirizzi disponibili	Indirizzo Iniziale	Indirizzo Finale
C	255.255.255.128	25	126	193.205.92.1	193.205.92.126
D	255.255.255.128	25	126	193.205.92.129	193.205.92.254
B	255.255.255.224	27	30	193.205.93.1	193.205.93.30
A	255.255.255.240	28	14	193.205.92.33	193.205.92.46
E	255.255.255.248	29	6	193.205.92.49	193.205.92.54
Link	255.255.255.252	30	2	193.205.92.57	193.205.92.58

Fausto Marcantoni
Chapter 4 Il protocollo IP
3.109

109

Reti di elaboratori

Esercizio 21

Per una Intranet si ha a disposizione la rete in classe B 132.147.0.0.

- Nella Intranet occorre installare almeno 15 reti locali collegate mediante dei router
- Descrivere come possono essere ricavati gli indirizzi per le sotto-reti e dire quanti host al massimo possono contenere le sotto-reti.
- Dire a quali sotto-reti appartengono i seguenti indirizzi specificando se si tratta di indirizzi di host o di indirizzi speciali.

132.147.28.66  
132.147.99.122  
132.147.130.255  
132.147.191.255

Fausto Marcantoni
Chapter 4 Il protocollo IP
3.110

110

## Esercizio 21 – soluzione (1/2)

La rete 132.147.0.0 ha un campo “network” di 16 *bit* ed un campo “host” di 16 *bit*. Se mi serve creare “spazio” per 15 sottoreti, allora devo “allungare” la *netmask* di 4 *bit* ( $2^4=16$ ). La nuova *netmask* (*netmask* originale+*netmask* di sottorete) sarà quindi lunga 20 *bit* (20 “1” consecutivi nelle prime 20 posizioni e 12 “0” finali).

La maschera sarà dunque:

binario: 11111111.11111111.11110000.00000000

decimale: 255.255.240.0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0

111

## Esercizio 21 – soluzione (2/2)

Essendo la nuova *netmask* di 20 *bit*, rimangono 12 *bit* per il campo *host*, quindi il numero massimo di indirizzi di *host* disponibile per ciascuna delle 16 sottoreti sarà:  $2^{12} - 2 = 4094$

Si deve poi verificare se gli indirizzi proposti siano o meno indirizzi speciali (indirizzi di rete o indirizzi di *broadcast* diretto).

La soluzione segue:

132.147.28.66      132.147.16.0/20 (*host*)

```

Address:  132.147.28.66      10000100.10010011.0001 1100.01000010
Netmask:  255.255.240.0 = 20 11111111.11111111.1111 0000.00000000

```

132.147.99.122      132.147.96.0/20 (*host*)

132.147.130.255 132.147.128.0/20 (*host*)132.147.191.255 132.147.176.0/20 (*broadcast*)

```

192.168.17.17/19.255      192.168.17.17/8.0/20 (broadcast)
Address: 132.147.191.255      10000100.10010011.1011 1111.11111111
Netmask: 255.255.240.0 = 20  11111111.11111111.1111 0000.00000000

```

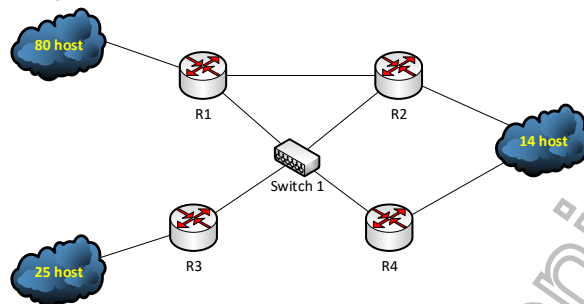
112



## Esercizio 22

Data la rete in figura:

Fare un piano di indirizzamento utilizzando la network 192.168.11.0/23

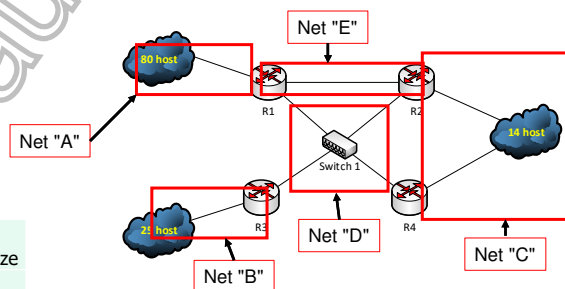


Quante reti?

Quanti host per rete?

## Esercizio 22 – soluzione (1/2)

network 192.168.10.0/23

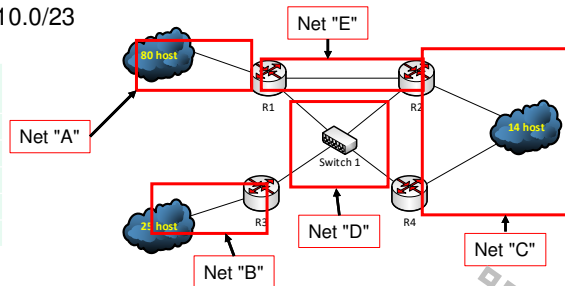


Subnet Name	Needed Size
Net "A"	81
Net "B"	26
Net "C"	16
Net "D"	4
Net "E"	2

## Esercizio 22 – soluzione (2/2)

network 192.168.10.0/23

Subnet Name	Needed Size
Net "A"	81
Net "B"	26
Net "C"	16
Net "D"	4
Net "E"	2



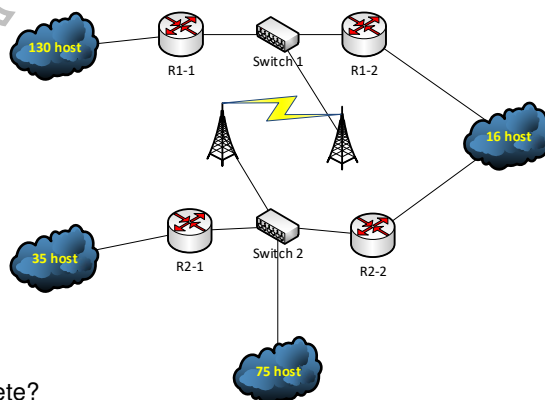
Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
Net "A"	81	126	192.168.10.0	/25	255.255.255.128	192.168.10.1 - 192.168.10.126	192.168.10.127
Net "B"	26	30	192.168.10.128	/27	255.255.255.224	192.168.10.129 - 192.168.10.158	192.168.10.159
Net "C"	16	30	192.168.10.160	/27	255.255.255.224	192.168.10.161 - 192.168.10.190	192.168.10.191
Net "D"	4	6	192.168.10.192	/29	255.255.255.248	192.168.10.193 - 192.168.10.198	192.168.10.199
Net "E"	2	2	192.168.10.200	/30	255.255.255.252	192.168.10.201 - 192.168.10.202	192.168.10.203

115

## Esercizio 23

Data la rete in figura:

Fare un piano di indirizzamento utilizzando la network 192.168.0.0/22



Quante reti?  
Quanti host per rete?

116

Reti di elaboratori

Esercizio 23 – *soluzione*

Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
Net	131	254	192.168.0.0	/24	255.255.255.0	192.168.0.1 - 192.168.0.254	192.168.0.255
Net	79	126	192.168.1.0	/25	255.255.255.128	192.168.1.1 - 192.168.1.126	192.168.1.127
Net	36	62	192.168.1.128	/26	255.255.255.192	192.168.1.129 - 192.168.1.190	192.168.1.191
Net	18	30	192.168.1.192	/27	255.255.255.224	192.168.1.193 - 192.168.1.222	192.168.1.223

Fausto Marcantoni
Chapter 4 Il protocollo IP
3.117

117

Reti di elaboratori

Esercizi proposti (1/5)

- Convertire l'indirizzo IP la cui rappresentazione esadecimale è C1CD5C77 nella notazione decimale puntata.

Soluzione: 193.205.92.119 <http://193.205.92.119/>

E se scrivo <http://3251461239/>

<http://www.google.com/search?hl=it&q=iptodec&lr=>

Fausto Marcantoni
Chapter 4 Il protocollo IP
118

118

Reti di elaboratori	<b>Esercizi proposti (2/5)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>■ 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?</li></ul>	
Fausto Marcantoni	Chapter 4 Il protocollo IP 119

119

Reti di elaboratori	<b>Esercizi proposti (3/5)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>■ Una rete di classe B ha come maschera di sottorete 255.255.240.0. Qual è il massimo numero di host per sottorete?</li></ul>	
Fausto Marcantoni	Chapter 4 Il protocollo IP 120

120

Reti di elaboratori	<b>Esercizi proposti (4/5)</b>
<p>□ <b>Quante reti di classe C ci sarebbero se, invece di utilizzare 24 bit per la sezione di rete, ne venissero utilizzati 27?</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ <math>2^{27}-2</math></li><li>■ <math>2^{27}</math></li><li>■ <math>2^{24}</math></li></ul>	
Fausto Marcantoni	Chapter 4 Il protocollo IP
121	

121

Reti di elaboratori	<b>Esercizi proposti (5/5)</b>
<p>□ <b>Una rete di classe B ha come maschera di sottorete 255.255.192.0.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>Qual è il massimo numero di host per sottorete?</b></li><li>■ <b>Qual è il massimo numero di sottoreti?</b></li></ul>	
Fausto Marcantoni	Chapter 4 Il protocollo IP
122	

122