UNICAM
Università di Camerino

Laurea in INFORMATICA

INTERNET e RETI di CALCOLATORI A.A. 2024/2025
Capitolo 4 – Indirizzi del Protocollo IP

Fausto Marcantoni
fausto.marcantoni@unicam.it

Fausto Marcantoni

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.

2

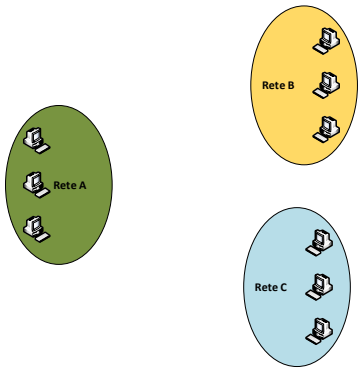
Agenda

- Internetworking e router
- 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

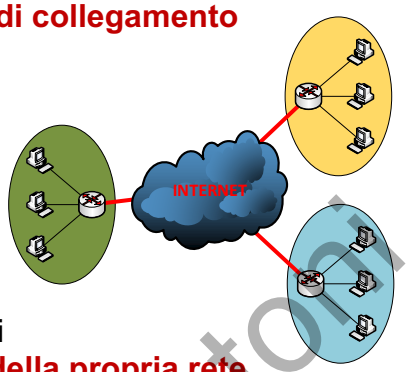
internetworking

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



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**

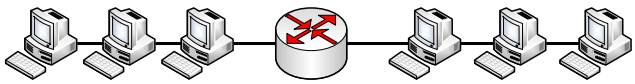
Fausto Marcantoni

Router

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

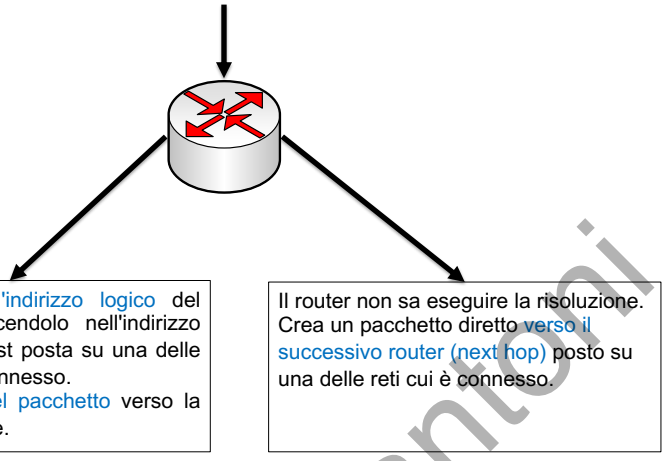
Un Router (dall'inglese instradatore) è un dispositivo che è in grado di **instradare i dati** fra reti fisicamente diverse

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:

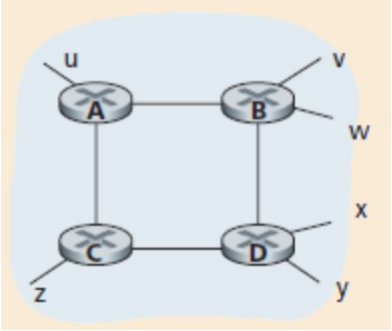


7

Fausto Marcantoni

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).



8

Che cosa si trova all'interno di un router?

- **Porte di ingresso** o **di input** (*input port).*
- **Struttura di commutazione** (*switching fabric).*
- **Porte di uscita** o **di output** (*output port).*
- **Processore di instradamento** (*routing processor).*

- In un router le porte di input, le porte di output e la struttura di commutazione insieme **implementano la funzione di inoltro**;

Questa implementazione avviene **quasi sempre in modalità hardware**

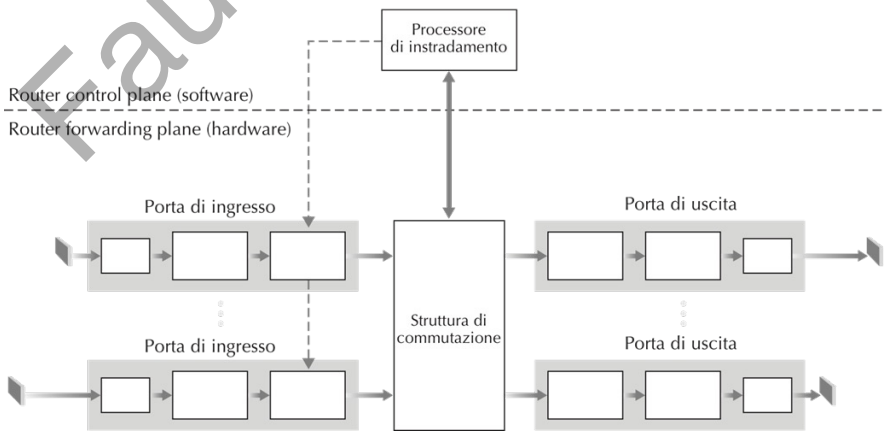
✓ **Router forwarding plane** (*struttura di inoltro del router)*

✓ **Router control plane** (*struttura di controllo del router)*

9

Fausto Marcantoni

Che cosa si trova all'interno di un router?



10

Che cosa si trova all'interno di un router?

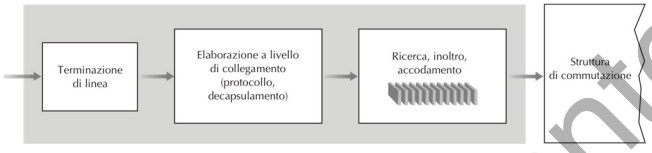
Elaborazione in ingresso

- **Porte di ingresso**

Utilizzando le informazioni della **tabella di inoltro**, viene determinata la porta di uscita a cui dirigere un pacchetto attraverso la struttura di commutazione

La ricerca nella tabella di inoltro è concettualmente semplice e viene effettuata **cercando il più lungo prefisso** corrispondente

Una volta determinata la **porta di output** di un pacchetto, esso può essere inviato alla struttura di commutazione



Prefix matching

Prefix matching

processo con sui si confronta un indirizzo IP con un insieme di indirizzi di rete

scopo:
controllare se l'indirizzo IP condivide un prefisso comune con alcune reti

Introduce la possibilità di avere più matching per ogni indirizzo IP
ad esempio, consideriamo queste linee in una tabella di routing (notazione CIDR)

192.168.100.64/27
192.168.100.64/28 notare che gli indirizzi denotano tre reti diverse
192.168.100.64/29

Quando il router dovrà indirizzare un pacchetto all'indirizzo 192.168.100.66 (appartenente a tutte e tre le sottoreti della tabella di routing), sceglierà la riga con il longest prefix match per il Next Hop.
In questo caso, verrà utilizzata la riga 192.168.100.64/29 che ha sottomaschera di rete /29, maggiore di /28 e di /27.

Fausto Marcantoni

prefix matching

un pacchetto è destinato al 172.16.0.10
Il router ha tre possibili percorsi che corrispondono a questo pacchetto:
172.16.0.0/12, 172.16.0.0/18 e 172.16.0.0/26
Dei tre percorsi, 172.16.0.0/26 ha **prefix matching più lungo** ed è quindi scelta per inoltrare il pacchetto.

IP Packet Destination	172.16.0.10	10101100.00010000.00000000.00001010
Route 1	172.16.0.0/12	10101100.00010000.00000000.00000000
Route 2	172.16.0.0/18	10101100.00010000.00000000.00000000
Route 3	172.16.0.0/26	10101100.00010000.00000000.00000000

Longest Match to IP Packet Destination

Fausto Marcantoni

Che cosa si trova all'interno di un router?

Struttura di commutazione

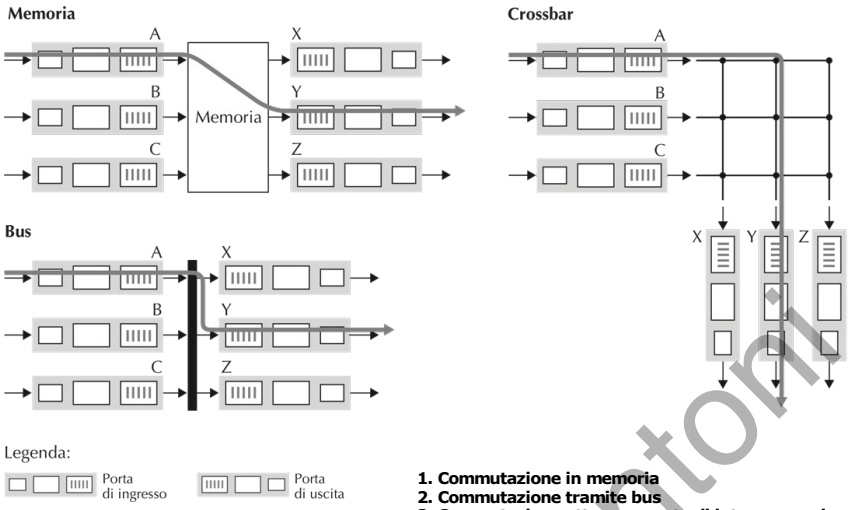
La **struttura di commutazione** (*switching fabric*) → cuore dei router

Attraverso la **struttura di commutazione** i pacchetti **vengono commutati (ossia inoltrati)** dalla porta di ingresso alla porta di uscita

Tecniche di commutazione

1. **Commutazione in memoria**
2. **Commutazione tramite bus**
3. **Commutazione attraverso rete di interconnessione**

Che cosa si trova all'interno di un router?



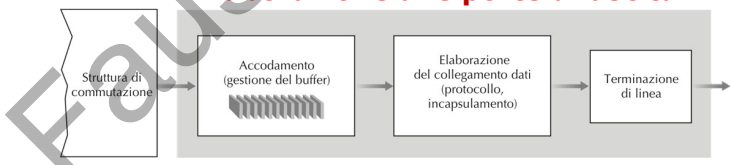
1. **Commutazione in memoria**
2. **Commutazione tramite bus**
3. **Commutazione attraverso rete di interconnessione**

15

Fausto Marcantoni

Che cosa si trova all'interno di un router?

Elaborazione alle porte di uscita



Dove si verifica l'accodamento?

- Code di pacchetti → la memoria del router può esaurirsi → **perdita di pacchetti**
- Quando vi sono più pacchetti accodati sulle porte di uscita uno **schedulatore di pacchetti** deve stabilire in quale ordine trasmetterli.
- La *schedulazione dei pacchetti* riveste un ruolo cruciale nel fornire garanzie di **qualità del servizio**

- La selezione può essere effettuata tramite:
  - - FCFS (*first-come-first-served,* primo arrivato primo servito)
  - - WFQ (*weighted fair queuing*, accodamento equo ponderato*)*
  - - drop-tail, *eliminazione in coda*

16

Internet Protocol - IP

- La suite di protocolli di Internet definisce un'architettura di **internetworking**
- 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
- Il protocollo base è l'Internet Protocol - IP

https://tools.ietf.org/html/rfc791
https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc6864

Fausto Marcantoni

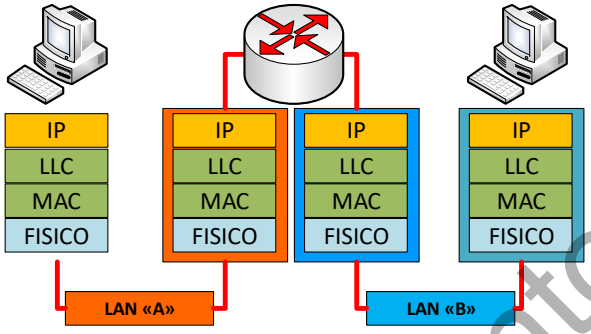
le funzionalità di base

le funzionalità di base

- ✓ Assegna un indirizzamento **universale**
- ✓ Trasferisce pacchetti in modo "**datagram**"
- ✓ Non garantisce né l'integrità né la consegna dei pacchetti
- ✓ Consegna "**best effort**" dei pacchetti
- ✓ Frammenta i pacchetti se il livello locale lo richiede
- ✓ Ricostruisce i frammenti solo in ricezione

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):



Fausto Marcantoni

TCP/IP Layers	TCP/IP Prototocols				
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'inte-stazione	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			

21

Fausto Marcantoni

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: AsustekC_0a:e6:1d (d8:50:e6:0a:e6:1d), Dst: Cisco_e2:b4:5f (10:b3:d5:e2:b4:5f)
v 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)
  v 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)
  v 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
```


22

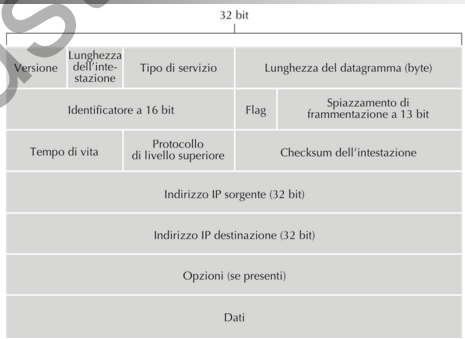
Formato dei datagrammi IPv4

Formato dei datagrammi IPv4

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

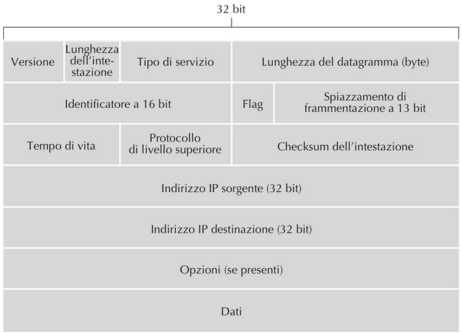
Fausto Marcantoni

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.

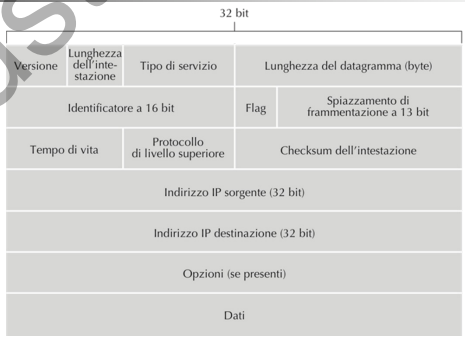
Formato dei datagrammi IPv4



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**.

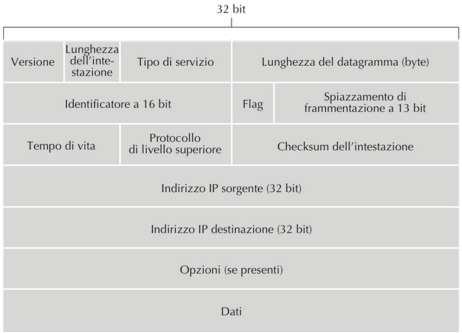
Fausto Marcantoni

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

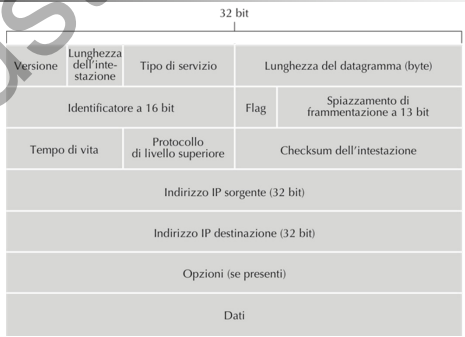
Formato dei datagrammi IPv4



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

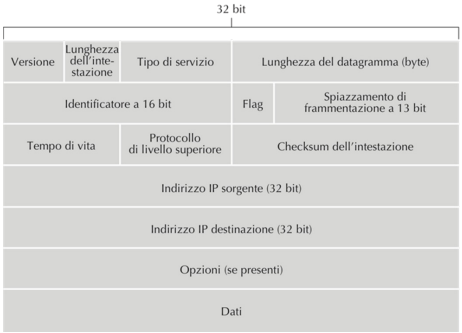
Fausto Marcantoni

Formato dei datagrammi IPv4



Identificatore, flag, spiazzamento (offset) di frammentazione.
Questi tre campi hanno a che fare con la cosiddetta frammentazione.
IPv6 non consente frammentazione sui router.
16+3+13 bit

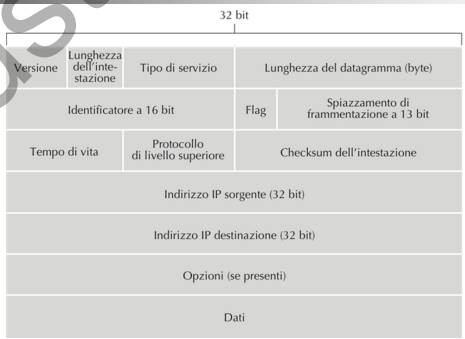
Formato dei datagrammi IPv4



Tempo di vita.
Il campo time-to-live (TTL) è stato incluso per assicurare che i datagramrni 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*.

Fausto Marcantoni

Formato dei datagrammi IPv4



Protocollo di livello superiore.
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
[RFC5237][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.

31

Fausto Marcantoni

Reti di elaboratori

Formato dei datagrammi IPv4

32 bit

Versione	Lunghezza dell'inte-stazione	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			

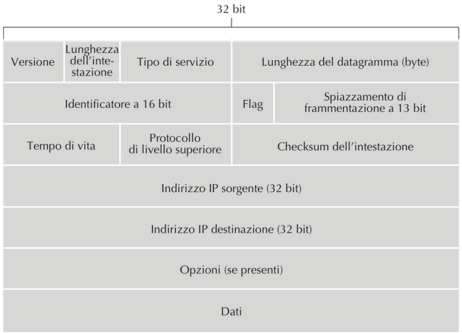
Checksum dell'intestazione.
Consente ai router di rilevare gli errori sui bit nei datagrammi ricevuti.
È calcolato trattando ogni coppia di byte dell'intestazione come numeri che sono poi sommati in complemento a 1

https://www.thegeekstuff.com/2012/05/ip-header-checksum/
https://www.youtube.com/watch?v=LFMyBYLw-jM

32

Reti di elaboratori

Formato dei datagrammi IPv4



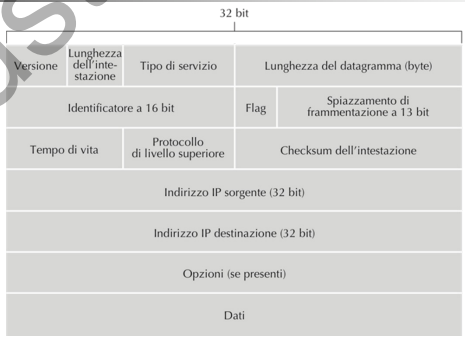
Indirizzi IP sorgente e destinazione.
Quando un host crea un datagramma, inserisce il proprio indirizzo IP nel campo indirizzo IP dell' origine e quello della destinazione nel campo indirizzo IP di destinazione.
Spesso, l'host sorgente determina l'indirizzo di destinazione attraverso una ricerca DNS (livello Trasporto).
32 bit sorgente 32 bit destinazione

33

Fausto Marcantoni

Reti di elaboratori

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.

34

Formato dei datagrammi IPv4

32 bit

Versione	Lunghezza dell'inte-stazione	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				

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

Fausto Marcantoni

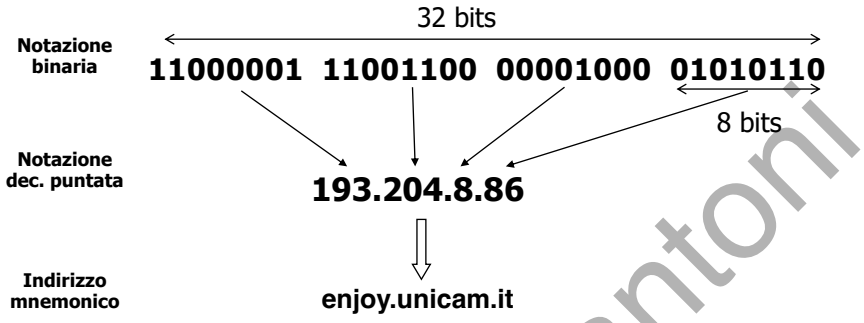
Schema di indirizzamento

- 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)

IP_Address = Net_ID.Host_ID

Schema di indirizzamento

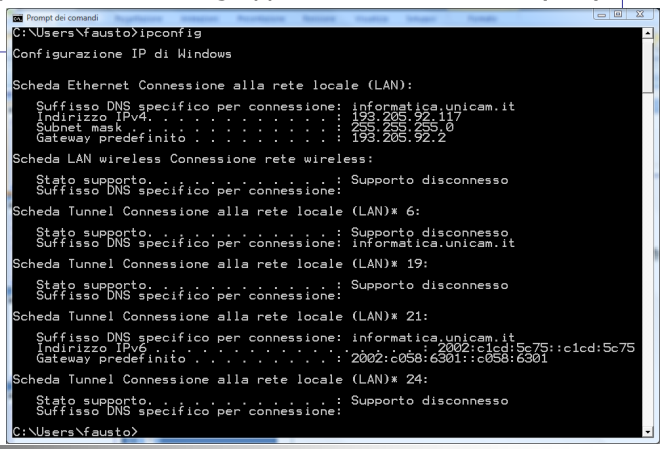
- Un indirizzo IPv4 è espresso in stringhe (ottetti) di 32 bit ...
- ... che possono essere espresse in notazione decimale puntata (**dotted decimal point**)
- a ogni indirizzo IP può essere associato un nome (DNS)



Fausto Marcantoni

Schema di indirizzamento

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



```
Prompt dei comandi
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:c1cd:5c75::c1cd:5c75
   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>
```

Indirizzi IPv6

Gli indirizzi IPv6 vengono rappresentati nella forma seguente:

x: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:

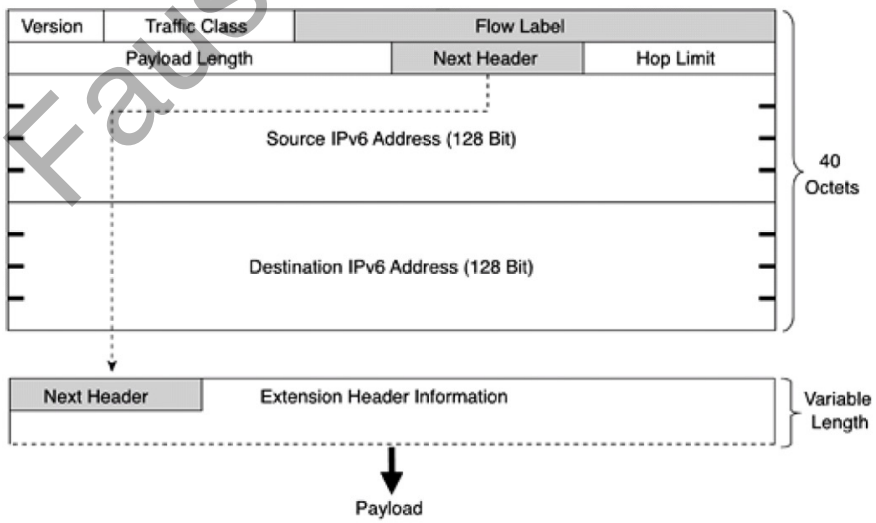
fe80:0:0:0:2a0:24ff:fe77:4997

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

Formato dei datagrammi IPv6



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 lenght (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.

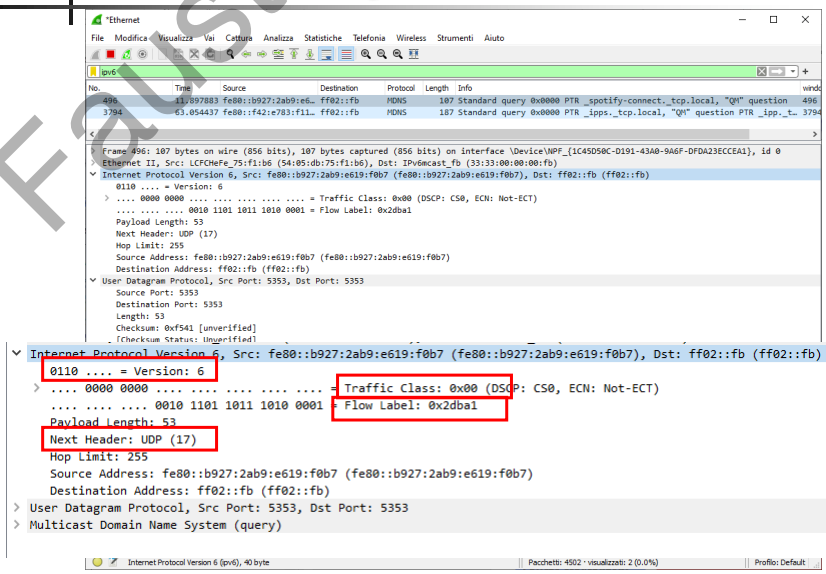
Hop limit (8 bit): concettualmente identico al TTL di IPv4.

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

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

Fausto Marcantoni

Wireshark - datagrammi IPv6



Interfacce di rete

- Un'interfaccia di rete rappresenta **un punto di connessione** tra un host (o un router) e un link fisico
- Un indirizzo IP è in realtà associato ad un'interfaccia di rete (non un host o un router)
- Un router **ha** generalmente più di un'interfaccia.
- Un host **può** avere più di un'interfaccia
- Una stessa interfaccia di rete **può** avere più indirizzi IP attivi

Fausto Marcantoni

Interfacce di rete

- Una stessa interfaccia di rete **può** avere più indirizzi IP attivi
  - Per i linuxiani: http://openskill.info/topic.php?ID=37
  - Per i windowsiani:
    - http://woshub.com/assign-multiple-ip-addresses-single-nic-windows/
    - https://www.loadtestingtool.com/help/how-setup-ip.shtml
    - https://www.youtube.com/watch?v=heUYfmITZM0

Evoluzione degli indirizzamenti

Semplice da comprendere e da implementare → **1981** → Indirizzamento a 2 livelli classful (net_ID.host_ID)

Crescita delle tabelle di routing

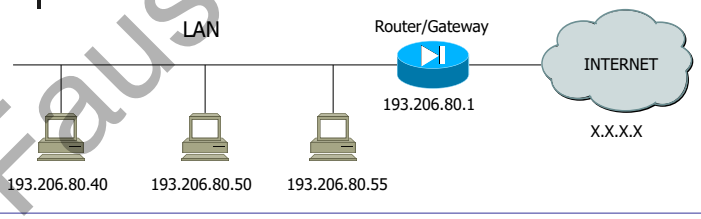
Gli amministratori dovevano richiedere un nuovo indirizzo per ogni nuova rete → **1984** → Indirizzamento a 3 livelli classful (net_ID.subnet_ID.host_ID)

Elimina classful addressing

Permette efficiente aggregazione dei percorsi → **1993** → CIDR (Classless Inter Domain Routing)

Fausto Marcantoni

Indirizzi



- Ogni **comunicazione** tra i nodi avviene utilizzando gli indirizzi IP (questo a livello 3 della pila OSI)
- Gli indirizzi IP si dividono in
  - pubblici (visibili/raggiungibili da Internet)
  - privati (visibili/raggiungibili solo all'interno di una stessa LAN)
- RFC 1918 stabilisce il valore e le caratteristiche di questi indirizzi privati (https://tools.ietf.org/html/rfc1918)

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**

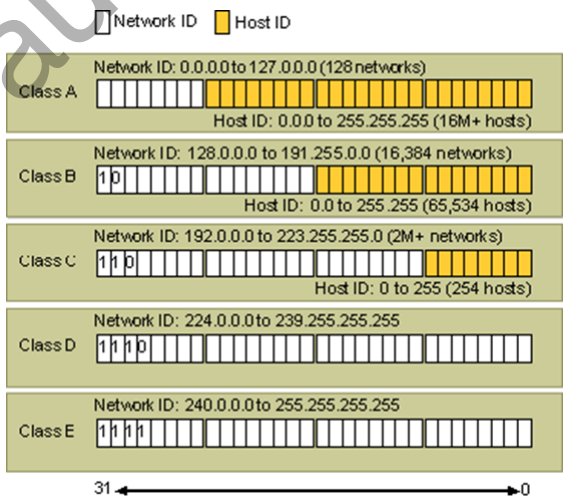
net_ID.host_ID

Fausto Marcantoni

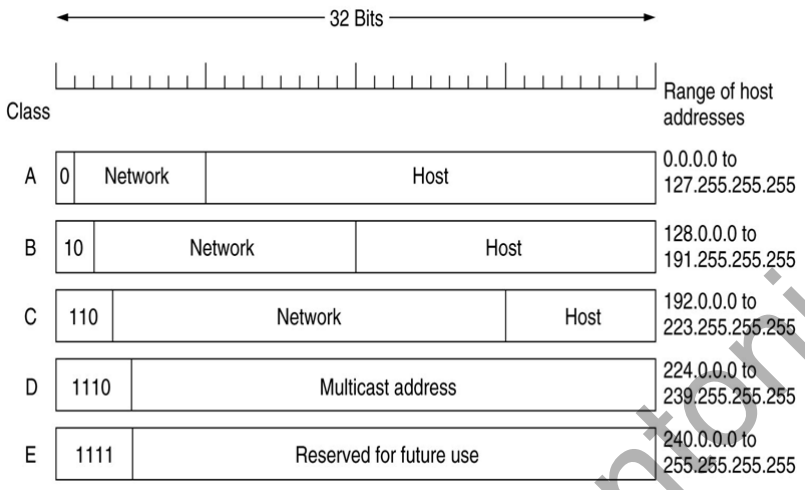
Indirizzi

- Indirizzamento CLASSFUL:

archeologia



Indirizzi



Fausto Marcantoni

...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

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

Fausto Marcantoni

Notazioni netmask

Notazione CIDR	Host Bits	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)
/32	0	255.255.255.255	1 = 2^{0}	Route verso un singolo host

https://subnettingpractice.com/subnet-cheat-sheet.html

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) /8**
B	da **172.16.0.0** a **172.31.255.255 (mask 255.240.0.0) /12**
C	da **192.168.0.0** a **192.168.255.255 (mask 255.255.0.0) /16**

Fausto Marcantoni

IP subnet calculator

IP Subnet Calculator

IP Address: 10 . 1 . 1 . 5

Subnet mask/bits in mask: 255.255.255.0 - /24

Subnets to display: 4

Submit

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

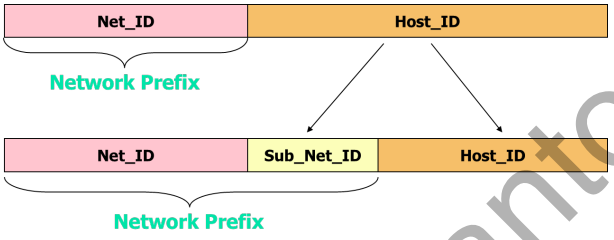
https://mxtoolbox.com/subnetcalculator.aspx

https://wintelguy.com/subnetcalc.pl

Reti di elaboratori

subnetting

- Il subnetting è la tecnica con cui si suddivide logicamente uno spazio di indirizzi di rete attraverso l'estensione dei bit posti a 1della 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.



55

Fausto Marcantoni

Reti di elaboratori

subnetting

Esistono 2 tipi di subnetting:

Subnetting a maschera fissa, detto *FLSM (Fixed Lenght 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-lenght 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".

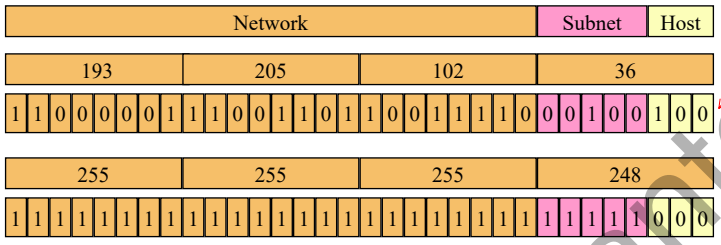
route aggregation - (aggregazione delle rotte)
è adoperata dai router tramite i protocolli di routing.

56

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 /24
  193.205.102.36 con maschera 255.255.255.248 /29

$(2^n) - 2$ = host indirizzabili



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

Fausto Marcantoni

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: 193.205.92.x/24

Osservazioni:

Usando la maschera fissa **255.255.255.224 [/27]** (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 [/26]** (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..

Fausto Marcantoni

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:

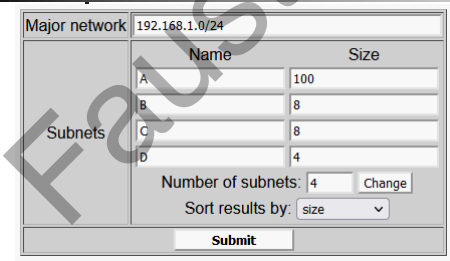
Rete A: id 193.205.92.0 Indirizzi 193.205.92.1-126 (126 host)
Rete B: id 193.205.92.128 Indirizzi 193.205.92.129-142 (14 host)
Rete C: id 193.205.92.144 Indirizzi 193.205.92.145-158 (14 host)
Rete D: id 193.205.92.160 Indirizzi 193.205.92.161-166 (6 host)

61

Fausto Marcantoni

Reti di elaboratori

VLSM (CIDR) Subnet Calculator



http://www.vlsmcalc.com/

https://vlsmcalc.vercel.app/

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	Assignable 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

62

CIDR/VLSM Calculator

CIDR/VLSM Calculator

This VLSM calculator helps you split a network into several smaller subnets.

Step 1:

What is the starting network you would like to split into smaller subnets?

Write the network prefix in slash notation (eg 192.168.1.0/24)

193.205.92.0/24

Step 2:

How many subnets do you need?

Enter a value then click 'Change' 4 Change

Step 3:

In the left column, enter a name for each subnet (eg 'Sydney Sales')

In the right column, enter how many hosts will be in each subnet

Subnet Names:	Number of hosts:
Host1	100
Host2	8
Host3	8
Host4	4

Submit Clear

https://subnettingpractice.com/vlsm.html

Esercizio 1

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

- **11100101010111 10 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**

Fausto Marcantoni

Esercizio 2

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

Fausto Marcantoni

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

Fausto Marcantoni

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 (10000000)** → **2 s.r. C, 2^7-2=126 host**
  - **255.255.255.192 (11000000)** → **4 s.r. C, 2^6-2=62 host**
  - **255.255.255.224 (11100000)** → **8 s.r. C, 2^5-2=30 host**
  - **255.255.255.240 (11110000)** → **16 s.r. C, 2^4-2=14 host**
  - **255.255.255.248 (11111000)** → **32 s.r. C, 2^3-2=6 host**
  - **255.255.255.252 (11111100)** → **64 s.r. C, 2^2-2=2 host**

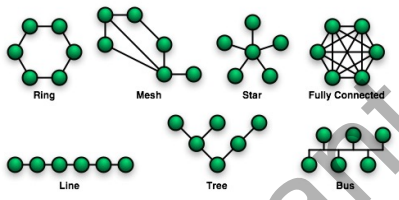
topologia di rete

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*

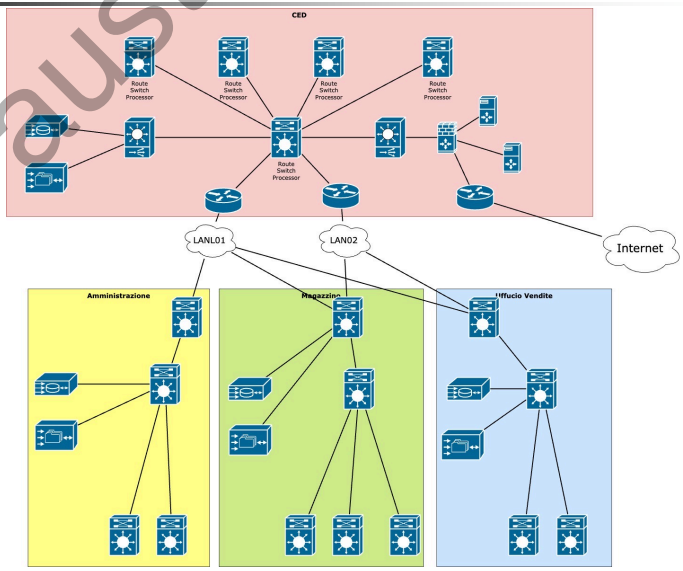
*La **topologia fisica** indica la configurazione fisica e spaziale dei vari nodi.*

Gli elementi fondamentali sono i nodi e i rami.



Fausto Marcantoni

Piano di indirizzamento

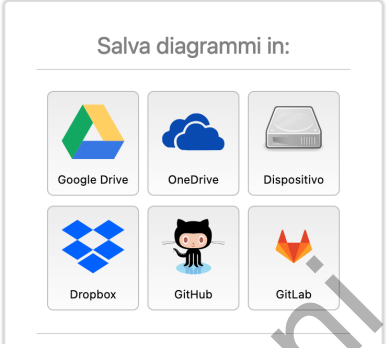


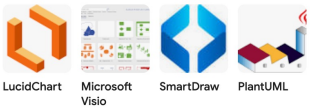
Draw.io

diagrams.net
Software

https://www.drawio.com/index.html

https://app.diagrams.net/





Alternative

71

Fausto Marcantoni

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

72

Reti di elaboratori

Esercizio 4/a

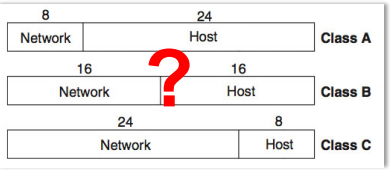
Realizzare un piano di indirizzamento utilizzando **network classful** per la topologia di rete in figura. Si utilizzino solo **indirizzi privati** e si scelgano i primi indirizzi disponibili in ogni blocco.

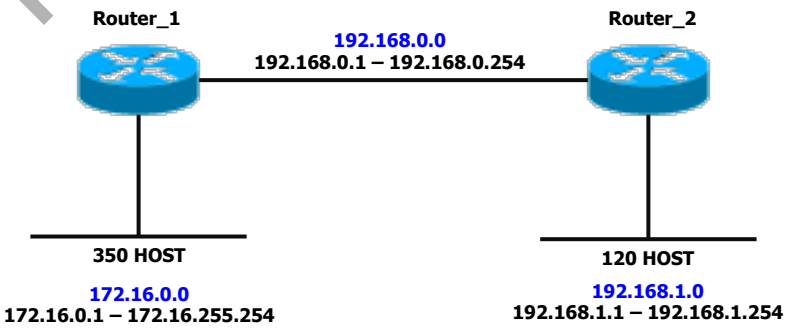
Fausto Marcantoni

Reti di elaboratori

Esercizio 4/a - Soluzione

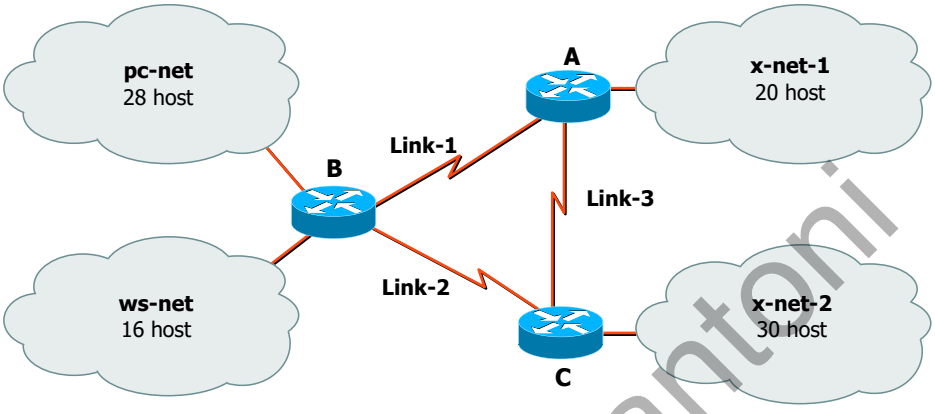
La rete è composta da 3 reti IP:
1 rete di classe B (la rete da 350 hosts)
2 reti di classi C (le rimanenti)





Esercizio 5

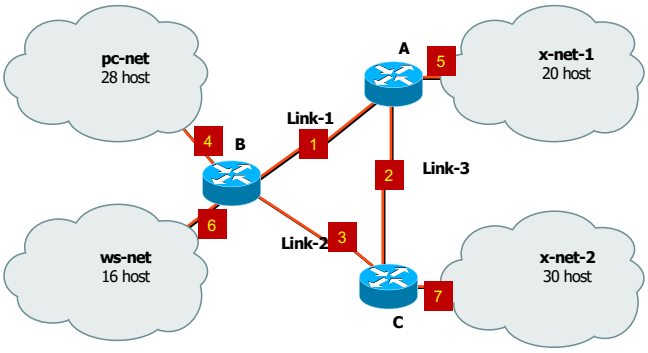
Data la rete in figura definire un possibile schema di indirizzamento utilizzando la tecnica del **subnetting con maschera fissa** a partire da un indirizzo 193.205.92.0/24



Fausto Marcantoni

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

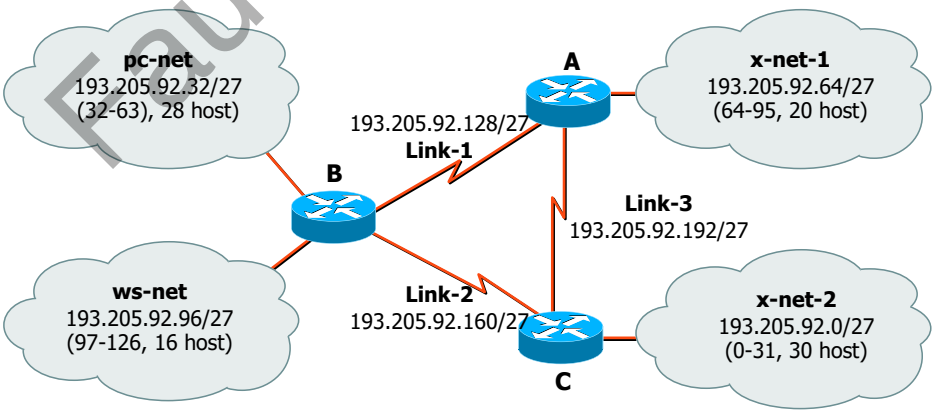
11111111.11111111.11111111.11100000

Sub_net_ID

Host_ID

Fausto Marcantoni

Esercizio 5 - *soluzione*



Esercizio 6

- **Ad un'organizzazione è stata assegnato lo spazio di indirizzi 193.212.100.0 (255.255.255.0). Abbiamo bisogno di definire 6 sottoreti. La più grande è composta da 25 host.**

  1. **Determinare la netmask necessaria per la gestione di tale rete utilizzando subnetting con maschera fissa**
  2. **Per ognuna delle 6 sottoreti, determinare quali sono gli indirizzi utilizzabili per gli host.**

Fausto Marcantoni

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:**

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 0 0 0 0 0

Esercizio 6 - *soluzione (2/3)*

- Dall'indirizzo 193.212.100.0 (255.255.255.0)

193	212	100	0
11000001	11010100	01100100	xxxxxxxx

000	001	010	011	100	101
Subnet #1	Subnet #2	Subnet #3	Subnet #4	Subnet #5	Subnet #6

- 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

11000001 11010100 01100100 00000001

⋮

11000001 11010100 01100100 01111110

Fausto Marcantoni

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**

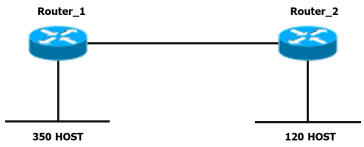
Esercizio 4/b

Utilizzando il subnetting con maschere di lunghezza variabile sulla stessa topologia di rete dell'Esercizio 4, realizzare un piano di indirizzamento utilizzando **la network 192.168.0.0/x** per la topologia di rete in figura. Si utilizzino solo **indirizzi contigui.**

Fausto Marcantoni

Esercizio 4/b

Subnet Name	Needed Size	Allocated Size
350 host	350	510
120 host	120	126
router 12	2	2



192.168.0.0/x Qual è la major network?

`11000000.10101000.000000xx.xxxxxxxx` 1024 host

`11000000.10101000.0000000x.xxxxxxxx` 512 host

`11000000.10101000.00000000.xxxxxxxx` 256 host

192.168.0.0/22

Esercizio 4/b

192.168.0.0/22 `11000000.10101000.000000xx.xxxxxxxx`

Network 350 host 192.168.0.0/22

```
11000000.10101000.00000000.00000000   Network
11000000.10101000.00000000.00000001   Primo indirizzo
11000000.10101000.00000001.11111110   Ultimo indirizzo
11000000.10101000.00000001.11111111   Broadcast
```

Network 120 host 192.168.0.2/25

```
11000000.10101000.00000010.00000000   Network
11000000.10101000.00000010.00000001   Primo indirizzo
11000000.10101000.00000010.01111110   Ultimo indirizzo
11000000.10101000.00000010.01111111   Broadcast
```


85

Fausto Marcantoni

Esercizio 4/b

192.168.0.0/22 `11000000.10101000.000000xx.xxxxxxxx`

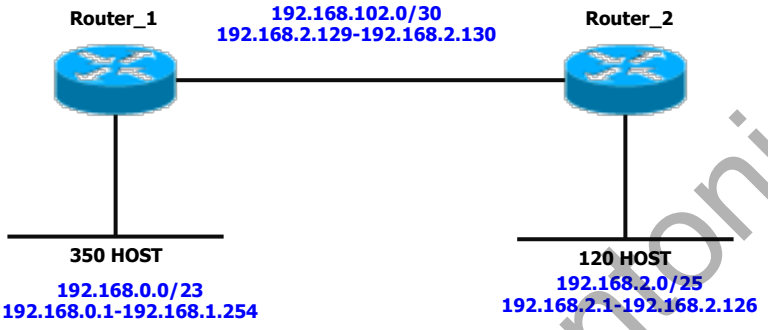
Network 2 host 192.168.0.2/30

```
11000000.10101000.00000010.10000000   Network
11000000.10101000.00000010.10000001   Primo indirizzo
11000000.10101000.00000010.10000010   Ultimo indirizzo
11000000.10101000.00000010.00000011   Broadcast
```


86

Esercizio 4/b - Soluzione

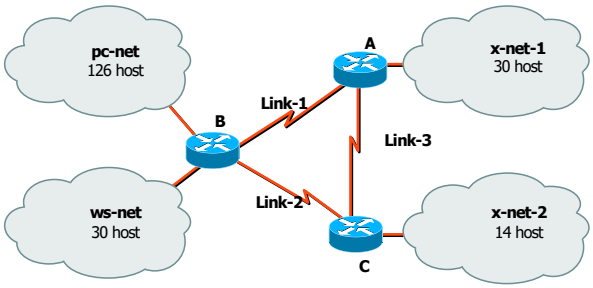
Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
350 host	350	510	192.168.100.0	/23	255.255.254.0	192.168.100.1 - 192.168.101.254	192.168.101.255
120 host	120	126	192.168.102.0	/25	255.255.255.128	192.168.102.1 - 192.168.102.126	192.168.102.127
router 12	2	2	192.168.102.128	/30	255.255.255.252	192.168.102.129 - 192.168.102.130	192.168.102.131



Fausto Marcantoni

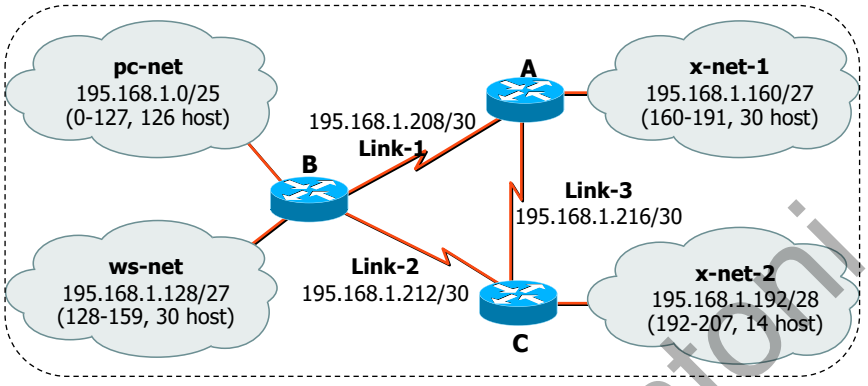
Esercizio 7

- Utilizzando il subnetting con maschere di lunghezza variabile sulla stessa topologia di rete dell'Esercizio 5, definire uno schema di indirizzamento che utilizzi un solo indirizzo di classe C 195.168.1.0



Esercizio 7 - *soluzione (1/4)*

ERRORE



195.168.1.0

89

Fausto Marcantoni

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
```


90

Esercizio 7 - *soluzione (3/4)*

```
Address:   195.168.1.160          11000011.10101000.00000001.101 00000
Netmask:   255.255.255.224 = 27   11111111.11111111.11111111.111 00000

Network:   195.168.1.160/27       11000011.10101000.00000001.101 00000
Broadcast: 195.168.1.191          11000011.10101000.00000001.101 11111

HostMin:   195.168.1.161          11000011.10101000.00000001.101 00001
HostMax:   195.168.1.190          11000011.10101000.00000001.101 11110
Hosts/Net: 30
```

```
Address:   195.168.1.192          11000011.10101000.00000001.1100 1111
Netmask:   255.255.255.240 = 28   11111111.11111111.11111111.1111 0000

Network:   195.168.1.192/28       11000011.10101000.00000001.1100 0000
Broadcast: 195.168.1.207          11000011.10101000.00000001.1100 1111

HostMin:   195.168.1.193          11000011.10101000.00000001.1100 0001
HostMax:   195.168.1.206          11000011.10101000.00000001.1100 1110
Hosts/Net: 14
```


Fausto Marcantoni

Esercizio 7 - *soluzione (4/4)*

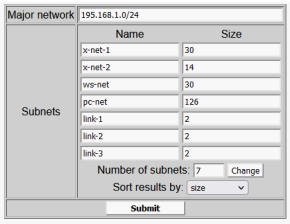
```
Address:   195.168.1.208          11000011.10101000.00000001.110100 00
Netmask:   255.255.255.252 = 30   11111111.11111111.11111111.111111 00

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
```



http://www.vlsmcalc.com/

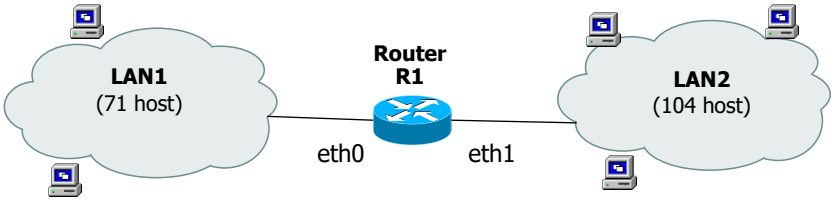
Major Network: **195.168.1.0/24**
Available IP addresses in major network: **254**
Number of IP addresses needed: **206**
Available IP addresses in allocated subnets: **206**
About **86%** of available major network address space is used
About **100%** of subnetted network address space is used

Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
pc-net	126	126	195.168.1.0	/25	255.255.255.128	195.168.1.1 - 195.168.1.126	195.168.1.127
ws-net	30	30	195.168.1.128	/27	255.255.255.224	195.168.1.129 - 195.168.1.158	195.168.1.159
x-net-1	30	30	195.168.1.160	/27	255.255.255.224	195.168.1.161 - 195.168.1.190	195.168.1.191
x-net-2	14	14	195.168.1.192	/28	255.255.255.240	195.168.1.193 - 195.168.1.206	195.168.1.207
link-1	2	2	195.168.1.208	/30	255.255.255.252	195.168.1.209 - 195.168.1.210	195.168.1.211
link-2	2	2	195.168.1.212	/30	255.255.255.252	195.168.1.213 - 195.168.1.214	195.168.1.215
link-3	2	2	195.168.1.216	/30	255.255.255.252	195.168.1.217 - 195.168.1.218	195.168.1.219

Fausto Marcantoni

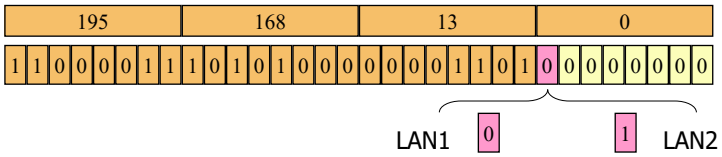
Esercizio 8

- Abbiamo a disposizione un indirizzo di rete 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



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)

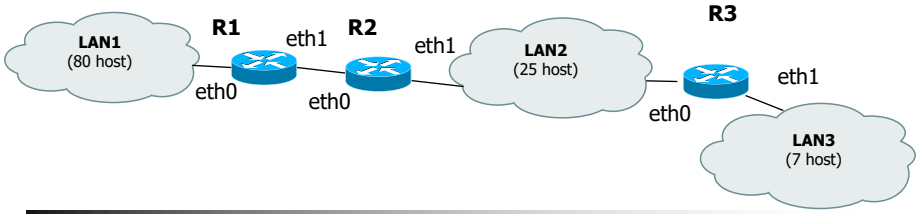


- LAN1 indirizzo:195.168.13.0 netmask:255.255.255.128 (/25)
  - **Router R1 (eth0): 195.168.13.1/25**
  - **Indirizzi assegnabili agli host: 195.168.13.2/25 → 195.168.13.126/25**
- LAN2 indirizzo:195.168.13.128 netmask:255.255.255.128 (/25)
  - **Router R1 (eth1): 195.168.13.129/25**
  - **Indirizzi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

Fausto Marcantoni

Esercizio 9

- Abbiamo a disposizione un indirizzo di network 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*

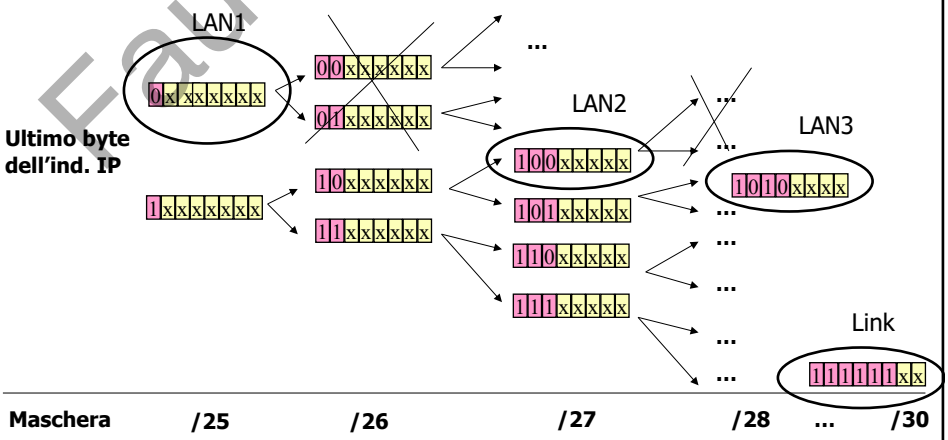


Esercizio 9 - *soluzione (1/3)*

- 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

Fausto Marcantoni

Esercizio 9 - *soluzione (2/3)*



Esercizio 9 - *soluzione (3/3)*

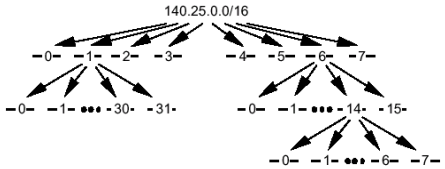
- LAN1 indirizzo:195.168.13.0 netmask:255.255.255.128 (/25)
  - **Router R1 (eth0): 195.168.13.1/25**
  - **Indirizzi assegnabili agli host: 195.168.13.2/25 → 195.168.13.126/25**
- LAN2 indirizzo:195.168.13.128 netmask:255.255.255.224 (/27)
  - **Router R2 (eth1): 195.168.13.129/27**
  - **Router R3 (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**

Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
LAN1	80	126	195.168.13.0	/25	255.255.255.128	195.168.13.1 - 195.168.13.126	195.168.13.127
LAN2	25	30	195.168.13.128	/27	255.255.255.224	195.168.13.129 - 195.168.13.158	195.168.13.159
LAN3	7	14	195.168.13.160	/28	255.255.255.240	195.168.13.161 - 195.168.13.174	195.168.13.175
R1-R2	2	2	195.168.13.176	/30	255.255.255.252	195.168.13.177 - 195.168.13.178	195.168.13.179

Fausto Marcantoni

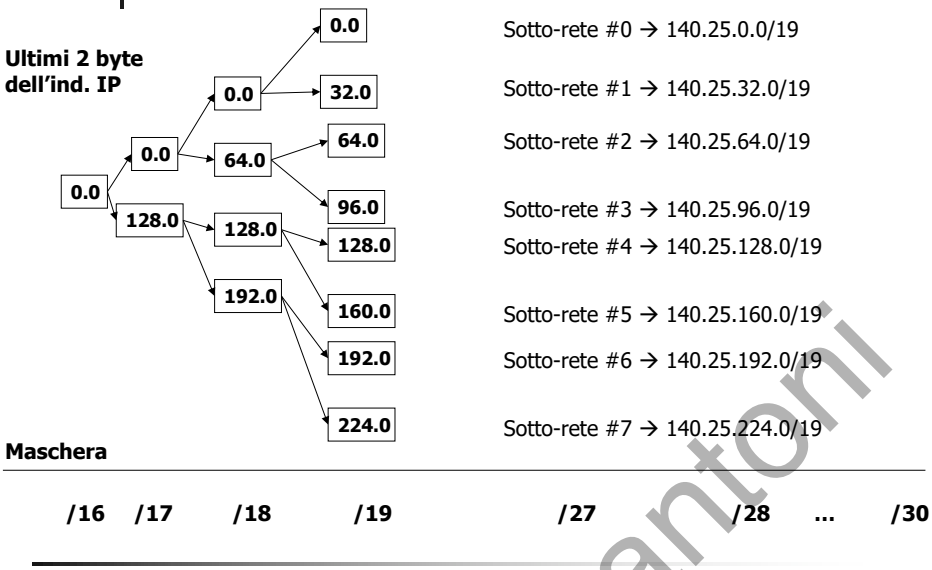
Esercizio 10

- 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

Esercizio 10 - *soluzione (1/3)*



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

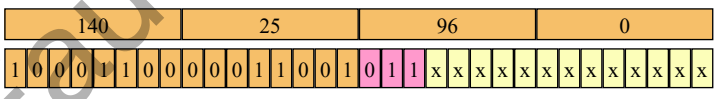
Sotto-rete #6 → 140.25.192.0/19

Sotto-rete #7 → 140.25.224.0/19

Fausto Marcantoni

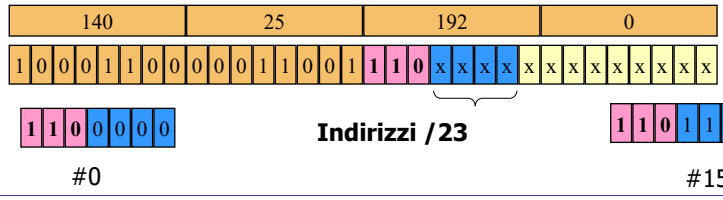
Esercizio 10 - *soluzione (2/3)*

- 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 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

  - 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

0 0 0 — #0

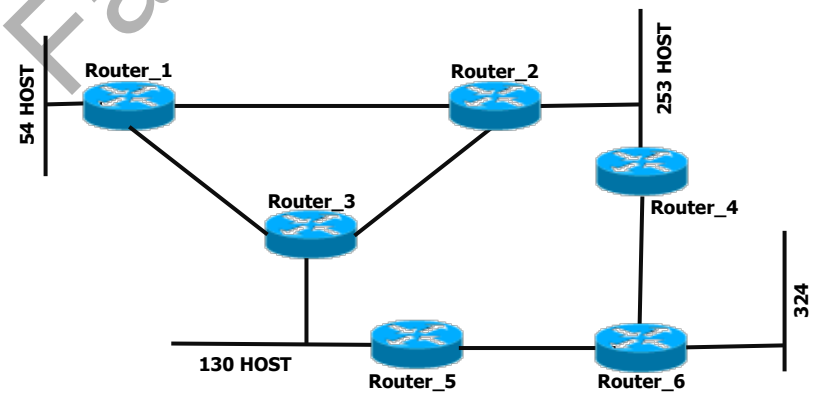
Indirizzi /26

1 1 1 — #7

Fausto Marcantoni

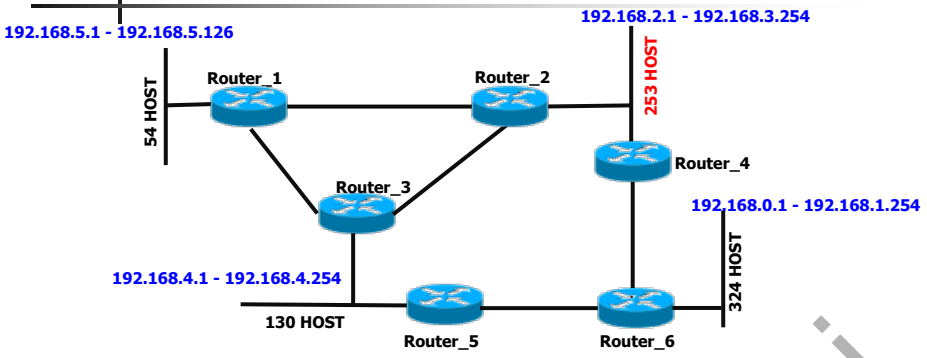
Esercizio 11

- Realizzare un piano di indirizzamento **VLSM**, utilizzando indirizzi privati 192.168.0.0/16



Reti di elaboratori

Esercizio 11 - *soluzione*



Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
324 HOST	324	510	192.168.0.0	/23	255.255.254.0	192.168.0.1 - 192.168.1.254	192.168.1.255
253 HOST	256	510	192.168.2.0	/23	255.255.254.0	192.168.2.1 - 192.168.3.254	192.168.3.255
130 HOST	130	254	192.168.4.0	/24	255.255.255.0	192.168.4.1 - 192.168.4.254	192.168.4.255
54 HOST	54	62	192.168.5.0	/26	255.255.255.192	192.168.5.1 - 192.168.5.62	192.168.5.63
R1-R2	2	2	192.168.5.64	/30	255.255.255.252	192.168.5.65 - 192.168.5.66	192.168.5.67
R1-R3	2	2	192.168.5.68	/30	255.255.255.252	192.168.5.69 - 192.168.5.70	192.168.5.71
R2-R3	2	2	192.168.5.72	/30	255.255.255.252	192.168.5.73 - 192.168.5.74	192.168.5.75
R4-R6	2	2	192.168.5.76	/30	255.255.255.252	192.168.5.77 - 192.168.5.78	192.168.5.79
R5-R6	2	2	192.168.5.80	/30	255.255.255.252	192.168.5.81 - 192.168.5.82	192.168.5.83

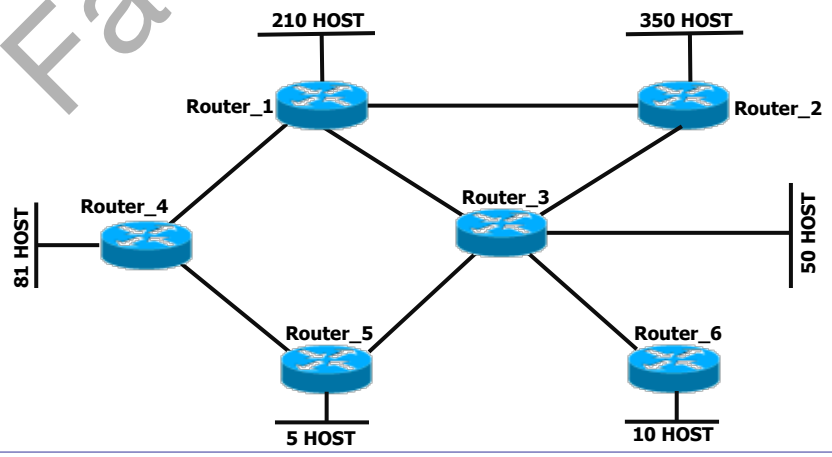
105

Fausto Marcantoni

Reti di elaboratori

Esercizio 12

- Realizzare un piano di indirizzamento, utilizzando indirizzi privati 192.168.0.0 (primi disponibili in ogni blocco).

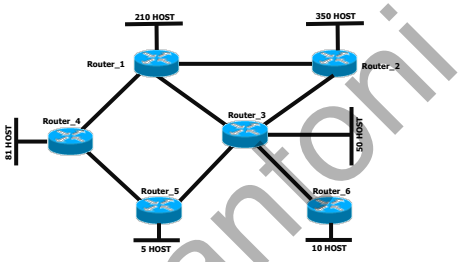


106

Reti di elaboratori

Esercizio 12 - *soluzione*

Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
350 HOST	350	510	192.168.0.0	/23	255.255.254.0	192.168.0.1 - 192.168.1.254	192.168.1.255
210 HOST	210	254	192.168.2.0	/24	255.255.255.0	192.168.2.1 - 192.168.2.254	192.168.2.255
81 HOST	81	126	192.168.3.0	/25	255.255.255.128	192.168.3.1 - 192.168.3.126	192.168.3.127
50 HOST	50	62	192.168.3.128	/26	255.255.255.192	192.168.3.129 - 192.168.3.190	192.168.3.191
10 HOST	10	14	192.168.3.192	/28	255.255.255.240	192.168.3.193 - 192.168.3.206	192.168.3.207
5 HOST	5	6	192.168.3.208	/29	255.255.255.248	192.168.3.209 - 192.168.3.214	192.168.3.215
R1-R2	2	2	192.168.3.216	/30	255.255.255.252	192.168.3.217 - 192.168.3.218	192.168.3.219
R1-R3	2	2	192.168.3.220	/30	255.255.255.252	192.168.3.221 - 192.168.3.222	192.168.3.223
R1-R4	2	2	192.168.3.224	/30	255.255.255.252	192.168.3.225 - 192.168.3.226	192.168.3.227
R2-R3	2	2	192.168.3.228	/30	255.255.255.252	192.168.3.229 - 192.168.3.230	192.168.3.231
R3-R5	2	2	192.168.3.232	/30	255.255.255.252	192.168.3.233 - 192.168.3.234	192.168.3.235
R3-R6	2	2	192.168.3.236	/30	255.255.255.252	192.168.3.237 - 192.168.3.238	192.168.3.239
R4-R5	2	2	192.168.3.240	/30	255.255.255.252	192.168.3.241 - 192.168.3.242	192.168.3.243

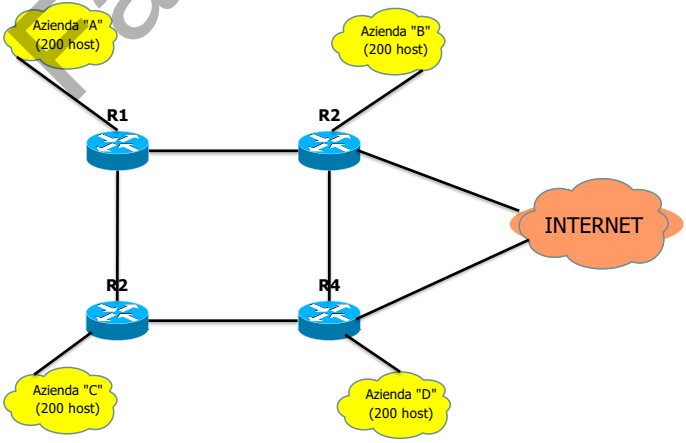


Fausto Marcantoni

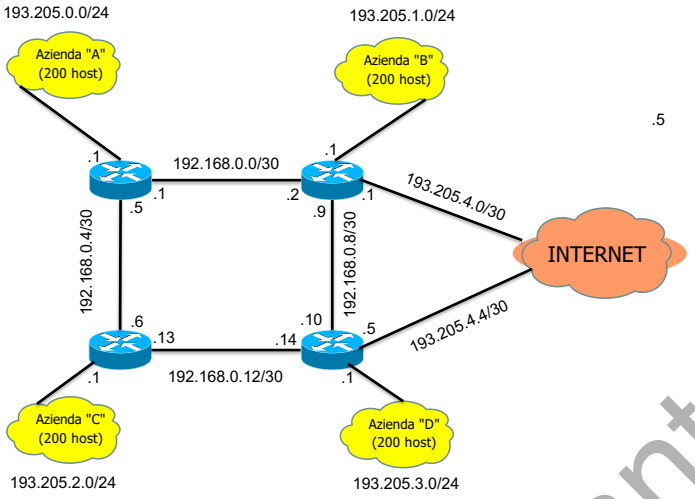
Reti di elaboratori

Esercizio 13

Un provider Internet deve costruire un backbone per gestire quattro clienti che richiedono accesso ad Internet. Progettare un piano di indirizzamento, considerando che solo le reti degli utenti finali devono essere visibili su Internet.
Si utilizzino lo spazio di indirizzamento 192.168.0.0/21 per gli indirizzi privati e lo spazio 193.205.0.0/21 per gli indirizzi pubblici.
Si assegnino gli indirizzi alle varie reti in modo che siano contigui (ove possibile) e si supponga che non si preveda di espandere il numero di hosts in futuro.



Esercizio 13 - *soluzione*



Fausto Marcantoni

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			

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)

Fausto Marcantoni

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 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			
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 / Prex 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	

Fausto Marcantoni

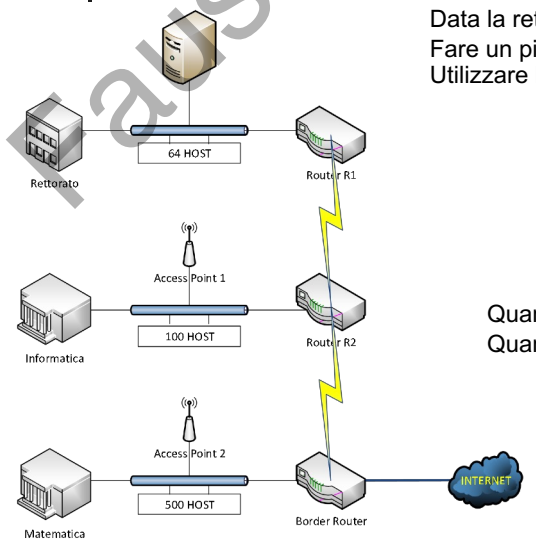
Esercizio 16 - *soluzione*

- 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

Fausto Marcantoni

Esercizio 17



Data la rete in figura:
Fare un piano di indirizzamento
Utilizzare la network 193.205.0.0/22

Quante reti?
Quanti host per rete?

Esercizio 17 - *soluzione N1*

Matematica	500 Host	/23
Informatica	100 Host	/25
Rettorato	65 Host	/25
Internet	2 Host	/30
R1-R2	2 Host	/30
R2-Border	2 Host	/30

Subnet Name	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
Matematica	193.205.0.0	/23	255.255.254.0	193.205.0.1 - 193.205.1.254	193.205.1.255
Informatica					
Rettorato					
Internet					
R1-R2					
R2-Border					

Fausto Marcantoni

Esercizio 17 - *soluzione N1*

Matematica	500 Host	/23
Informatica	100 Host	/25
Rettorato	65 Host	/25
Internet	2 Host	/30
R1-R2	2 Host	/30
R2-Border	2 Host	/30

Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
Matematica	500	510	193.205.0.0	/23	255.255.254.0	193.205.0.1 - 193.205.1.254	193.205.1.255
Informatica	100	126	193.205.2.0	/25	255.255.255.128	193.205.2.1 - 193.205.2.126	193.205.2.127
Rettorato	65	126	193.205.2.128	/25	255.255.255.128	193.205.2.129 - 193.205.2.254	193.205.2.255
Internet	2	2	193.205.3.0	/30	255.255.255.252	193.205.3.1 - 193.205.3.2	193.205.3.3
R1-R2	2	2	193.205.3.4	/30	255.255.255.252	193.205.3.5 - 193.205.3.6	193.205.3.7
R2-Border	2	2	193.205.3.8	/30	255.255.255.252	193.205.3.9 - 193.205.3.10	193.205.3.11

Esercizio 17 - *soluzione N2*

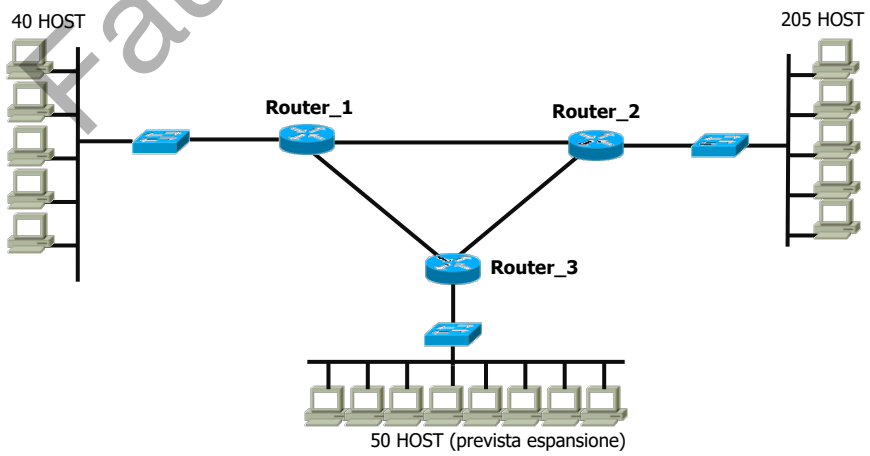
Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
Matematica	500	510	193.205.0.0	/23	255.255.254.0	193.205.0.1 - 193.205.1.254	193.205.1.255
AP1	200	254	193.205.2.0	/24	255.255.255.0	193.205.2.1 - 193.205.2.254	193.205.2.255
AP2	200	254	193.205.3.0	/24	255.255.255.0	193.205.3.1 - 193.205.3.254	193.205.3.255
Informatica	100	126	193.205.4.0	/25	255.255.255.128	193.205.4.1 - 193.205.4.126	193.205.4.127
Rettorato	65	126	193.205.4.128	/25	255.255.255.128	193.205.4.129 - 193.205.4.254	193.205.4.255
Internet	2	2	193.205.5.0	/30	255.255.255.252	193.205.5.1 - 193.205.5.2	193.205.5.3
R1-R2	2	2	193.205.5.4	/30	255.255.255.252	193.205.5.5 - 193.205.5.6	193.205.5.7
R2-Border	2	2	193.205.5.8	/30	255.255.255.252	193.205.5.9 - 193.205.5.10	193.205.5.11

Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
Matematica	500	510	193.205.0.0	/23	255.255.254.0	193.205.0.1 - 193.205.1.254	193.205.1.255
AP1	200	254	193.205.2.0	/24	255.255.255.0	193.205.2.1 - 193.205.2.254	193.205.2.255
AP2	200	254	193.205.3.0	/24	255.255.255.0	193.205.3.1 - 193.205.3.254	193.205.3.255
Informatica	100	126	193.205.4.0	/25	255.255.255.128	193.205.4.1 - 193.205.4.126	193.205.4.127
Rettorato	65	126	193.205.4.128	/25	255.255.255.128	193.205.4.129 - 193.205.4.254	193.205.4.255
Internet	2	2	193.205.5.0	/30	255.255.255.252	193.205.5.1 - 193.205.5.2	193.205.5.3
R1-R2	2	2	193.205.5.4	/30	255.255.255.252	193.205.5.5 - 193.205.5.6	193.205.5.7
R2-Border	2	2	193.205.5.8	/30	255.255.255.252	193.205.5.9 - 193.205.5.10	193.205.5.11

Fausto Marcantoni

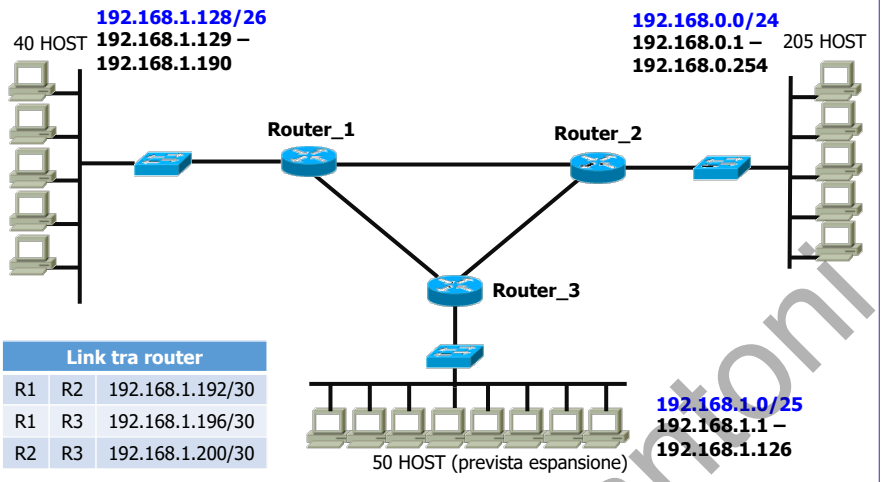
Esercizio 18

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



Esercizio 18 - *soluzione*

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

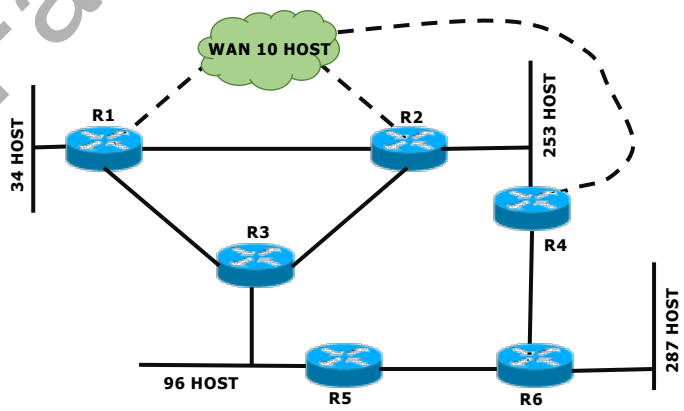


Link tra router		
R1	R2	192.168.1.192/30
R1	R3	192.168.1.196/30
R2	R3	192.168.1.200/30

121

Esercizio 19

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



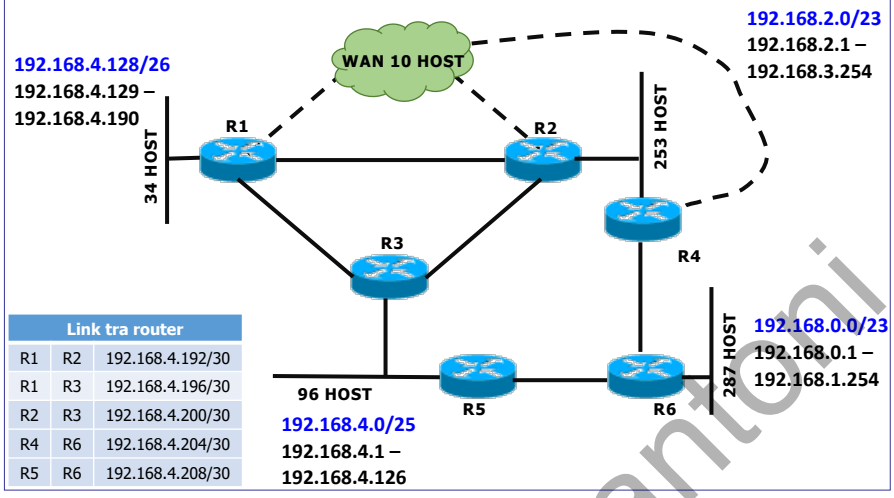
122

Fausto Marcantoni

Reti di elaboratori

Esercizio 19 - *soluzione (1/2)*

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



Link tra router		
R1	R2	192.168.4.192/30
R1	R3	192.168.4.196/30
R2	R3	192.168.4.200/30
R4	R6	192.168.4.204/30
R5	R6	192.168.4.208/30

Fausto Marcantoni | Chapter 4 Il protocollo IP | 123

123

Fausto Marcantoni

Reti di elaboratori

Esercizio 19 - *soluzione (2/2)*

Subnetting Successful

Major Network: 192.168.0.0/21
Available IP addresses in major network: 2046
Number of IP addresses needed: 693
Available IP addresses in allocated subnets: 1218
About 60% of available major network address space is used
About 57% of subnetted network address space is used

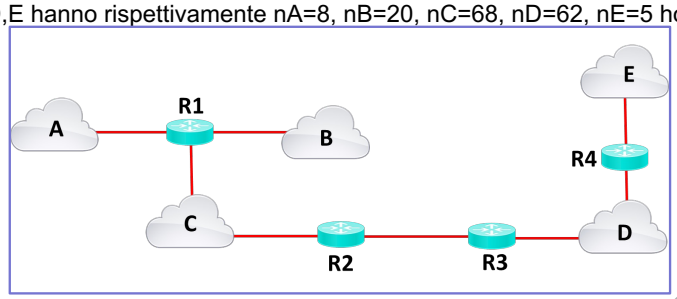
Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
287 HOST	287	510	192.168.0.0	/23	255.255.254.0	192.168.0.1 - 192.168.1.254	192.168.1.255
253 HOST	266	510	192.168.2.0	/23	255.255.254.0	192.168.2.1 - 192.168.3.254	192.168.3.255
96 HOST	96	126	192.168.4.0	/25	255.255.255.128	192.168.4.1 - 192.168.4.126	192.168.4.127
34 HOST	34	62	192.168.4.128	/26	255.255.255.192	192.168.4.129 - 192.168.4.190	192.168.4.191
R1-R2	2	2	192.168.4.192	/30	255.255.255.252	192.168.4.193 - 192.168.4.194	192.168.4.195
R1-R3	2	2	192.168.4.196	/30	255.255.255.252	192.168.4.197 - 192.168.4.198	192.168.4.199
R2-R3	2	2	192.168.4.200	/30	255.255.255.252	192.168.4.201 - 192.168.4.202	192.168.4.203
R4-R6	2	2	192.168.4.204	/30	255.255.255.252	192.168.4.205 - 192.168.4.206	192.168.4.207
R5-R6	2	2	192.168.4.208	/30	255.255.255.252	192.168.4.209 - 192.168.4.210	192.168.4.211

Fausto Marcantoni | Chapter 4 Il protocollo IP | 3.124

124

Esercizio 20

Sia data la configurazione di rete in figura in cui le sottoreti A,B,C,D,E hanno rispettivamente nA=8, nB=20, nC=68, nD=62, nE=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

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 (routerR3eR4) = 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

127

Fausto Marcantoni

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

128

Esercizio 21

Per una Intranet si ha a disposizione la rete 132.147.0.0/16.

1. Nella Intranet occorre installare almeno 15 reti locali collegate mediante dei router
2. Descrivere come possono essere ricavati gli indirizzi per le sotto-reti e dire quanti host al massimo possono contenere le sotto-reti.
3. 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

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

132.144.

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	16
0	0	1	0	0	0	0	0	32
0	0	1	1	0	0	0	0	48
0	1	0	0	0	0	0	0	64
0	1	0	1	0	0	0	0	80
0	1	1	0	0	0	0	0	96
0	1	1	1	0	0	0	0	112
1	0	0	0	0	0	0	0	128
1	0	0	1	0	0	0	0	144
1	0	1	0	0	0	0	0	160
1	0	1	1	0	0	0	0	176
1	1	0	0	0	0	0	0	192
1	1	0	1	0	0	0	0	208
1	1	1	0	0	0	0	0	224
1	1	1	1	0	0	0	0	240

.0/20

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
```

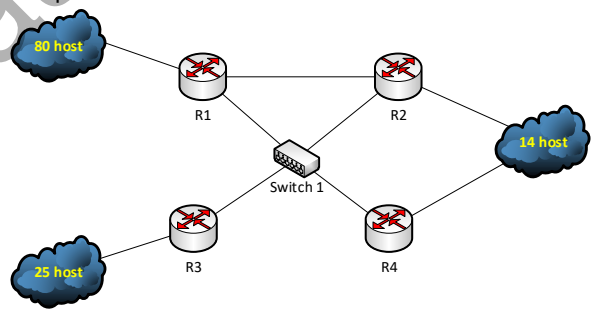
132.147.99.122 132.147.96.0/20 (*host*)
132.147.130.255 132.147.128.0/20 (*host*)
132.147.191.255 132.147.176.0/20 (*broadcast*)

```
Address:   132.147.191.255       10000100.10010011.1011 1111.11111111
Netmask:   255.255.240.0 = 20    11111111.11111111.1111 0000.00000000
```


Fausto Marcantoni

Esercizio 22

Data la rete in figura:
Fare un piano di indirizzamento utilizzando la network 192.168.11.0/23

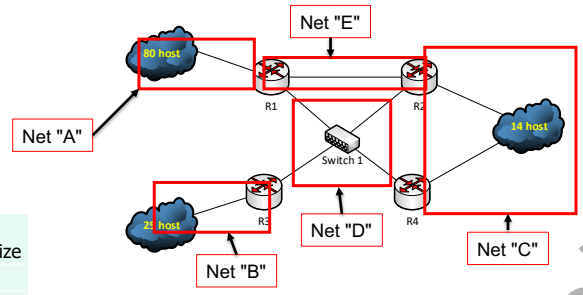


Quante reti?
Quanti host per rete?

Reti di elaboratori

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

133

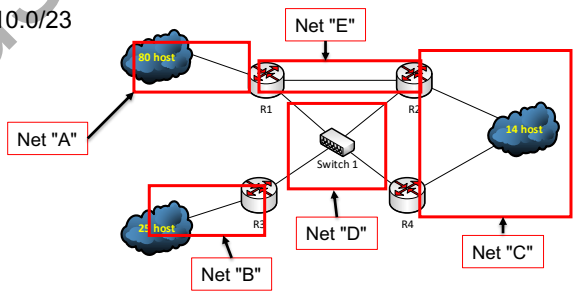
Fausto Marcantoni

Reti di elaboratori

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

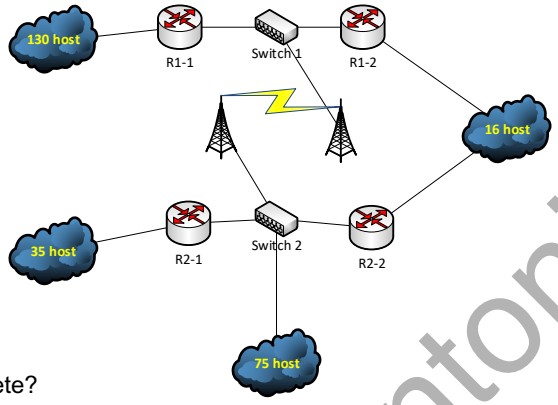


Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
Net "A"	81	126	192.168.10.0	/25	255.255.255.128	192.168.10.1 - 192.168.10.126	192.168.10.127
Net "B"	26	30	192.168.10.128	/27	255.255.255.224	192.168.10.129 - 192.168.10.158	192.168.10.159
Net "C"	16	30	192.168.10.160	/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

134

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?

Fausto Marcantoni

Esercizio 23 – *soluzione (1/3)*

Name	Hosts Needed	Hosts Available	Unused Hosts	Network Address	Slash	Mask	Usable Range	Broadcast
130 host	130	254	124	192.168.0.0	/24	255.255.255.0	192.168.0.1 - 192.168.0.254	192.168.0.255
75 host - Router	81	126	45	192.168.1.0	/25	255.255.255.128	192.168.1.1 - 192.168.1.126	192.168.1.127
35 host	35	62	27	192.168.1.128	/26	255.255.255.192	192.168.1.129 - 192.168.1.190	192.168.1.191
16 host	16	30	14	192.168.1.192	/27	255.255.255.224	192.168.1.193 - 192.168.1.222	192.168.1.223

Esercizio 23 – *soluzione (2/3)*

Name	Hosts Needed	Hosts Available	Unused Hosts	Network Address	Slash	Mask	Usable Range	Broadcast
130 host	130	254	124	192.168.0.0	/24	255.255.255.0	192.168.0.1 - 192.168.0.254	192.168.0.255
75 host	75	126	51	192.168.1.0	/25	255.255.255.128	192.168.1.1 - 192.168.1.126	192.168.1.127
35 host	35	62	27	192.168.1.128	/26	255.255.255.192	192.168.1.129 - 192.168.1.190	192.168.1.191
16 host	16	30	14	192.168.1.192	/27	255.255.255.224	192.168.1.193 - 192.168.1.222	192.168.1.223
R1-1<>R1-2	3	6	3	192.168.1.224	/29	255.255.255.248	192.168.1.225 - 192.168.1.230	192.168.1.231
R1-1<>R1-2	3	6	3	192.168.1.232	/29	255.255.255.248	192.168.1.233 - 192.168.1.238	192.168.1.239

Fausto Marcantoni

Esercizio 23 – *soluzione (3/3)*

Name	Hosts Needed	Hosts Available	Unused Hosts	Network Address	Slash	Mask	Usable Range	Broadcast
130 host	130	254	124	192.168.0.0	/24	255.255.255.0	192.168.0.1 - 192.168.0.254	192.168.0.255
75 host	75	126	51	192.168.1.0	/25	255.255.255.128	192.168.1.1 - 192.168.1.126	192.168.1.127
35 host	35	62	27	192.168.1.128	/26	255.255.255.192	192.168.1.129 - 192.168.1.190	192.168.1.191
16 host	16	30	14	192.168.1.192	/27	255.255.255.224	192.168.1.193 - 192.168.1.222	192.168.1.223
R1-1<>R1-2	3	6	3	192.168.1.224	/29	255.255.255.248	192.168.1.225 - 192.168.1.230	192.168.1.231
R1-1<>R1-2	3	6	3	192.168.1.232	/29	255.255.255.248	192.168.1.233 - 192.168.1.238	192.168.1.239
ponte radio	2	2	0	192.168.1.240	/30	255.255.255.252	192.168.1.241 - 192.168.1.242	192.168.1.243

Esercizio 24

Data la seguente network 180.180.0.0/16.
Si vuole suddividerla in tante sottoreti con subnet mask 255.255.240.0
Indicare l'indirizzo del 20° host della 10ª subnet

139

Fausto Marcantoni

Esercizio 24 – *soluzione*

```
180.180.0.0/16
11111111.11111111.11110000.00000000  255.255.240.0
180      .180      .sssshhhh.hhhhhhhh

2^4 = 16 sottoreti
2^12-2 = 65534 host

180      .180      .sssshhhh.hhhhhhhh
                   .0000   1ª subnet
                   .0001   2ª subnet
                   .0010   3ª subnet

                   .1001   10ª subnet

                   .1111   16ª subnet

180      .180      .ssss0000.00000000  network
180      .180      .ssss1111.11111111  broadcast

180      .180      .ssss0000.00000001  1° host
180      .180      .ssss0000.00000010  2° host
180      .180      .ssss0000.00000011  3° host

180      .180      .ssss0000.00010100  20° host


180      .180      .10010000.00010100  20° host 10a subnet


[ 180.180.144.20 ]
```


140

Esercizio 25

A una rete IP è assegnato l'insieme di indirizzi definiti da:

indirizzo: 208.57.0.0, netmask: 255.255.0.0

Partizionare la rete in modo da creare una nuova rete locale con circa 4000 host.

1. Quale netmask serve per definire la sottorete per i circa 4000 host?
2. Quale indirizzo di rete gli si può associare?
3. Quante altre reti delle stesse dimensioni si possono definire?
4. Quante reti da 60 host si possono ulteriormente definire e con quale nuova netmask?

Fausto Marcantoni

Esercizio 25 – *soluzione*

L'indirizzo di partenza è 208.57.0.0/16

```
208. 57.0.0 : 11010000.00111001 .00000000.00000000
255.255.0.0 : 11111111.11111111 .00000000.00000000
```

1. Per indirizzare 4000 host, ho bisogno di 12 bit di Host_Id (212=4096)

   La netmask iniziale /16 slitta di 4 bit a /20
   creando 2^4 = 16 sottoreti da 4094 host indirizzabili
   `255.255.240.0 : 11111111.11111111 .1111 0000.00000000`

2. L'indirizzo di rete che si può associare è 208.57.0.0/20

3. Si avranno si avranno altre 15 sottoreti da 4000 host (4096)

4. Per indirizzare 60 host, ho bisogno di 6 bit di Host_Id (2^6=64)

   La netmask /20 slitta di 6 bit a /26 creando 2^6 = 64 sottoreti da 62 host inndirizzabili
   `255.255.255.192 : 11111111.11111111 .11111111.11 000000`

Esercizi proposti (1/5)

- **Convertire l'indirizzo IP la cui rappresentazione esadecimale è 5A932A89 nella notazione decimale puntata.**

Soluzione: 90.147.42.137 http://90.147.42.137/

E se scrivo http://1519594121 /

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

143

Fausto Marcantoni

Esercizi proposti (2/5)

- **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?**

144

Esercizi proposti (3/5)

- **Una rete di classe B ha come maschera di sottorete 255.255.240.0. Qual è il massimo numero di host per sottorete?**

Fausto Marcantoni

Esercizi proposti (4/5)

- **Quante reti di classe C ci sarebbero se, invece di utilizzare 24 bit per la sezione di rete, ne venissero utilizzati 27?**
  - **2^27-2**
  - **2^27**
  - **2^24**

Esercizi proposti (5/5)

- 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?

Fausto Marcantoni