



LABORATORIO di Reti di Calcolatori

Configurazione indirizzi di rete, subnetting

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

1 / 44

IP addressing (IPv4)

- ❖ indirizzo proprio di Network L.: **32 bit unsigned long**
 - ❑ **dotted notation**: trascrizione del valore di ogni ottetto
 - es: 159.149.134.9
- ❖ indirizzo deve essere **globalmente unico**
 - ❑ assegnazione da **IANA** (*Internet Assigned Numbers Authority*) ai **RIR** (*Regional Internet Registries*)
 - ❑ **IANA** è dipartimento di **ICANN** – *Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*
- ❖ 5 schemi assegnazione indirizzi:
 - ❑ class-based addressing vs. classless addressing (CIDR)
 - ❑ subnetting
 - ❑ network address translation (NAT)
 - ❑ ... e poi c'è IPv6

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

2 / 44

Class-based addressing

- ❖ indirizzo IP contiene **network ID + host ID**
 - ❑ hostID = 0 → la rete stessa
 - ❑ netID = 0 → l'host indicato sulla stessa rete della source
 - ❑ tutti '1' → broadcast sulla rete della sorgente
 - ❑ hostID tutti '1' → broadcast sulla rete destinataria
- ❖ 5 **classi** di indirizzi
 - ❑ classe A: 127 reti (7 bit) da $2^{24}-1$ host (16777215)
 - ❑ classe B: $2^{14}-1$ reti da $2^{16}-1$ host (65535)
 - ❑ classe C: $2^{21}-1$ reti da 255 host
 - ❑ classe D per **multicast** ($2^{28}-1$ gruppi)
 - **permanent address** da ICANN (e.g. ALL_ROUTERS)
 - ❑ classe E per usi futuri

Classi di indirizzi

← 32 Bits →				
Class				Range of host addresses
A	0	Network	Host	1.0.0.0 to 127.255.255.255
B	10	Network	Host	128.0.0.0 to 191.255.255.255
C	110	Network	Host	192.0.0.0 to 223.255.255.255
D	1110	Multicast address		224.0.0.0 to 239.255.255.255
E	11110	Reserved for future use		240.0.0.0 to 247.255.255.255

...quindi in *notazione puntata* **ogni componente è tra 0 e 255**, vero?!

Indirizzi particolari

- ❖ 0.0.0.0 → this network
- ❖ 255.255.255.255 → broadcast on this network (TTL=1)
- ❖ <netID>.<000...000> → indirizzo base della rete
- ❖ <netID>.<111.111> → broadcast sulla rete target
- ❖ i valori intermedi possono essere usati per gli apparati
- ❖ se usiamo x bit per netID e $y=32-x$ bit per hostID, allora **netmask composta da x bit 1 seguiti da y bit 0**
 - ❑ routing table entry: <dest, netmask, oif, metric, flags>
 - ❑ AND bit a bit tra pkt.dest & netmask → dest
 - ❑ altrimenti 2^{32} linee nelle routing table...
- ❖ *facciamo un po' di esercizio!*

Indirizzamento a Livello 3

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

Indirizzamento a Livello 3

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

Classless Inter-Domain Routing

- ❖ PROBLEMA: gli indirizzi in IPv4 sono esauriti
- ❖ amministratori evitano indirizzi di classe C (fino a 256 host) a favore della classe B (fino a 65535 host)
- ❖ molte delle esistenti reti di classe B hanno meno di 256 host...
- ❖ meccanismo per utilizzo più efficiente degli indirizzi e per controllare dimensioni routing table
- ❖ aumentare livelli in indirizzamento gerarchico? peggio!

CIDR

- ❖ indirizzo base di rete $x.y.w.z / n$
 - ❑ n indica #bit usati per netID, indipendentemente da classe
 - ❑ in indirizzo base gli ultimi $32-n$ bit **devono** essere 0
- ❖ IDEA; raggruppare classi C in insiemi da usare come spazio contiguo di indirizzi
 - ❑ ES: 32 reti C ospitano $32 \times 256 = 8192$ apparati per gruppo
- ❖ 194.0.0.0 - 195.255.255.255 Europa
- ❖ 198.0.0.0 - 199.255.255.255 Nord America
- ❖ 200.0.0.0 - 201.255.255.255 Centro-Sud America
- ❖ 202.0.0.0 - 203.255.255.255 Asia, Australia

CIDR

- ❖ reti di classe C: ultimo ottetto per host ID
- ❖ 194.0.0.0 - 194.255.255.255 - 195.0.0.0 - 195.255.255.255

$\underbrace{\hspace{1.5cm}}$
 $256 \times 256 = 65536$

$\underbrace{\hspace{1.5cm}}$
 65536

$+ \hspace{1cm} = 131072$
- ❖ sulle 4 regioni $131072 \times 4 = 524288$ classi C
- ❖ per ogni regione $131072 \times 256 = 33.554.432$ indirizzi di host
- ❖ avanzano 204.0.0 - 223.255.255 ovvero $256 \times 256 \times (223 - 203) = 1.310.720$ reti di classe C

CIDR e routing

- ❖ se mi capita pkt con indirizzo 194._ o 195._ so che devo inoltrarlo verso l'Europa
 - ❑ analogamente per gli altri raggruppamenti
 - ❑ 2 entry in routing table per >33M indirizzi
- ❖ indirizzamento con **maschere** nelle routing table
- ❖ ES: 1! entry per rete da 194.24.8.0 a 194.24.11.255
 indirizzo base 11000010.00011000.00001000.00000000
mask calcolata come (256 - #reti assegnate)
 - ❑ mask deve estrarre indirizzo di base, nascondendo bit aggiuntivi delle altre reti del gruppo
 - ❑ 4 reti quindi netmask = 255.255.252.0? Verifichiamo! →

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

11 / 44

CIDR e routing

- ❖ ES: Univ. Edimburgo ha da 194.24.8.0 a 194.24.11.255
 (mask 11111111.11111111.11111100.00000000)

❑ .8._	11000010.00011000.000010	00._	
❑ .9._	11000010.00011000.000010	01._	252
❑ .10._	11000010.00011000.000010	10._	
❑ .11._	11000010.00011000.000010	11._	
- ❖ in tutti e 4 i casi lo AND con mask produce 11000010.00011000.00001000.00000000 che è l'indirizzo ricordato nella routing table come **indirizzo base**
- ❖ la cardinalità dei gruppi è una potenza di 2

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

12 / 44

maschere CIDR

- ❖ **Edimburgo**: 194.24.8._ a 194.24.11._ ovvero 4 reti per (256 x 4=) 1024 indirizzi, da 11000010.00011000.00001000._ a 11000010.00011000.00001011._
 - ❑ mask: 255.255.252.0 = [1].[1].11111100.[0]
- ❖ **Cambridge**: 194.24.0._ a 194.24.7._ ovvero da 11000010.00011000.00000000._ a 11000010.00011000.00000111._
 - ❑ sono 256 x 8 = 2048 indirizzi su 8 reti -> 256-8=248
 - ❑ mask: 255.255.248.0 = [1].[1].11111000.[0]
- ❖ **Oxford**: 194.24.16._ a 194.24.31._ ovvero 16 reti per (256 x 16=) 4096 indirizzi, da 11000010.00011000.00010000._ a 11000010.00011000.00011111._
 - ❑ mask: 255.255.240.0 = [1].[1].11110000.[0]

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

13 / 44

CIDR e routing

- ❖ calcolo (pkt dest address AND mask)
- ❖ confronto risultato con indirizzi base
- ❖ indirizzo base che corrisponde è usato per decidere routing
- ❖ NB: stesso principio adattato a tutti gli indirizzi. Perciò *si può allocare spazio indirizzamento indipendentemente da classi*
 - ❑ e la notazione dice **tutto** sull'allocazione
- ❖ *facciamo un po' di esercizio!*

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

14 / 44

Indirizzamento a Livello 3

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

Indirizzamento a Livello 3

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

Procedura configurazione in PT

1. calcolare i parametri delle sottoreti
 - ❑ per ogni subnet, scegliere potenza di 2 minima per indirizzare tutti i dispositivi (end systems + gateway + broadcast + base)
2. in PT assegnare opportuni indirizzi a interfacce router
 - ❑ e ricordarsi di mettere a ON l'interfaccia
 - ❑ le interfacce di un router devono essere tutte su reti diverse!
3. per ogni host:
 1. assegnare opportuno indirizzo all'interfaccia di rete
 2. indicare come indirizzo gateway l'indirizzo del router associato all'interfaccia appartenente alla stessa subnet dello host
// tab Config → Settings
4. test di connettività tra host in stessa o diversa subnet

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

17 / 44

Reti e aritmetica binaria...

- ❖ *virtualmente* solo 30 dimensioni possibili di rete
 - ❑ escludendo gli indirizzi di tutti bit 0 e tutti bit 1...
 - ❑ ho 30 punti di taglio da x.y.w.z/1 a x.y.w.z/30
 - ❑ perché non anche x.y.w.z/31? Quanti apparati ci stanno?
- ❖ per ogni ottetto ci sono solo 9 valori possibili che può assumere nella maschera:

10000000 → 128

11000000 → 192

11100000 → 224

11110000 → 240

11111000 → 248

11111100 → 252

11111110 → 254

11111111 → 255

00000000 → 0

MEMO: tutti 1 a sinistra e tutti 0 a destra...

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

18 / 44

Tabella progettazione reti

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

❖ 2 host connessi da cavo cross

❖ rete 10.0.0.0/29

❑ netID: 3 ottetti + 5 bit del 4°

❖ netmask ha nel 4°ottetto il binario 11111|000 → 248

❑ netmask: 255.255.255.248

❖ broadcast ha nel 4°ottetto il valore 00000|111 → 7

❑ broadcast: 10.0.0.7

INFO	2 PC
IND. BASE	10.0.0.0/29
IND.BROADCAST	10.0.0.7
IND.GATEWAY	(*)
PRIMO IP	10.0.0.1
ULTIMO IP	10.0.0.6
NETMASK	255.255.255.248
WILDCARD	
NOTE	3 bit → 6 indirizzi

(*) in questo caso non vi è alcun gateway, altrimenti...

Best practice: il gateway ha sempre il primo oppure sempre l'ultimo indirizzo usabile

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

19 / 44

Tabella progettazione reti

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

❖ 4 host + 1 hub

❑ es.3.5 della dispensa

❖ rete 192.168.90.0/27

❑ netID:

❖ netmask ha →

❑ netmask:

❖ broadcast ha →

❑ broadcast:

INFO	
IND. BASE	
IND.BROADCAST	
IND.GATEWAY	
PRIMO IP	
ULTIMO IP	
NETMASK	
WILDCARD	
NOTE	

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

20 / 44

Tabella progettazione reti

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

- ❖ 4 host + 1 hub
 - ❑ es.3.5 della dispensa
- ❖ rete 192.168.90.0/27
 - ❑ netID:
- ❖ netmask ha →
 - ❑ netmask:
- ❖ broadcast ha →
 - ❑ broadcast:

INFO	
IND. BASE	
IND.BROADCAST	
IND.GATEWAY	
PRIMO IP	
ULTIMO IP	
NETMASK	
WILDCARD	
NOTE	

(*) in questo caso non vi è alcun gateway

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

21 / 44

Tabella progettazione reti

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

- ❖ 4 host + 2 hub + 1 bridge
 - ❑ es.3.6 della dispensa
- ❖ rete 130.192.0.0/16
 - ❑ netID:
- ❖ netmask ha →
 - ❑ netmask:
- ❖ broadcast ha →
 - ❑ broadcast:

INFO	
IND. BASE	
IND.BROADCAST	
IND.GATEWAY	
PRIMO IP	
ULTIMO IP	
NETMASK	
WILDCARD	
NOTE	

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

22 / 44

Tabella progettazione reti

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

❖ 4 host + 2 hub + 1 bridge

❑ es.3.6 della dispensa

❖ rete 130.192.0.0/16

❑ netID:

❖ netmask

❑ netmask:

❖ broadcast

❑ broadcast:

INFO	
IND. BASE	
IND.BROADCAST	
IND.GATEWAY	
PRIMO IP	
ULTIMO IP	
NETMASK	
WILDCARD	
NOTE	

(*) in questo caso non vi è alcun gateway

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

23 / 44

Tabella progettazione reti

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

❖ 4 host + 4 bridge + 1 hub

❑ es.3.7 della dispensa

❖ rete 87.194.96.0/20

❑ netID:

❖ netmask ha →

❑ netmask:

❖ broadcast ha →

❑ broadcast:

INFO	
IND. BASE	
IND.BROADCAST	
IND.GATEWAY	
PRIMO IP	
ULTIMO IP	
NETMASK	
WILDCARD	
NOTE	

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

24 / 44

Tabella progettazione reti

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

- ❖ 4 host + 4 bridge + 1 hub

- ❑ es.3.7 della dispensa

- ❖ rete 87.194.96.0/20

- ❑ netID:

- ❖ netmask →

- ❑ netmask:

- ❖ broadcast →

- ❑ broadcast:

INFO	
IND. BASE	
IND.BROADCAST	
IND.GATEWAY	
PRIMO IP	
ULTIMO IP	
NETMASK	
WILDCARD	
NOTE	

(*) in questo caso non vi è alcun gateway

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

25 / 44

Tabella progettazione reti

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

- ❖ 5 host + 1 switch

- ❑ es.3.8 della dispensa

- ❖ rete 215.151.59.0/24

- ❑ netID:

- ❖ netmask ha →

- ❑ netmask:

- ❖ broadcast ha →

- ❑ broadcast:

INFO	
IND. BASE	
IND.BROADCAST	
IND.GATEWAY	
PRIMO IP	
ULTIMO IP	
NETMASK	
WILDCARD	
NOTE	

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

26 / 44

Tabella progettazione reti

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

- ❖ 5 host + 1 switch
 - ❑ es.3.8 della dispensa
- ❖ rete 215.151.59.0/24
 - ❑ netID:
- ❖ netmask
 - ❑ netmask:
- ❖ broadcast
 - ❑ broadcast:

INFO	
IND. BASE	
IND.BROADCAST	
IND.GATEWAY	
PRIMO IP	
ULTIMO IP	
NETMASK	
WILDCARD	
NOTE	

(*) in questo caso non vi è alcun gateway

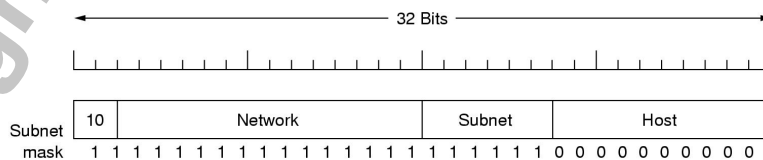
Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

27 / 44

Subnetting (RFC 950)

- ❖ suddivisione logica di reti grandi
 - ❑ per ridurre dimensioni tabelle instradamento *interne a organizzazione*
 - il resto del mondo non conosce nulla
 - ❑ es: rete classe B (14 bit netw ID, 16 bit host ID)
 - voglio non più di 64 sotto-reti con non più di 1022 apparati
 - subnet ID tra 0 e 63 → 6 bit



Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

28 / 44

Subnetting

- ❖ **subnet mask**: tutti bit 1 in corrispondenza di network e subnet addr; tutti bit 0 per host addr
- ❖ **entry routing table**:
 - ❑ < network addr, 0 > per rete remota
 - ❑ < 0 , host addr > per host locali
 - ❑ < 0 , subnet addr , 0 > per host locali ma in altre subnet
 - ❑ < 0, 0, host addr > per host in subnet locale
- ❖ router calcola AND tra indirizzo IP destinazione in header pkt e subnet mask
 - ❑ isola indirizzo rete e confronta con entry in tabella

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

29 / 44

esempio subnetting

- ❖ rete di classe B: 162.148.0.0/16 → 65534 host
- ❖ voglio suddividere in sotto-reti ognuna comprendente massimo 100 host
- ❖ quanti bit ho bisogno per host ID?
 - ❑ 7 bit (128 host circa)
- ❖ quanti bit restano per netID?
 - ❑ $16 - 7 = 9$ bit e quindi 512 sottoreti
- ❖ oppure a rovescio: quante subnet ho bisogno ...

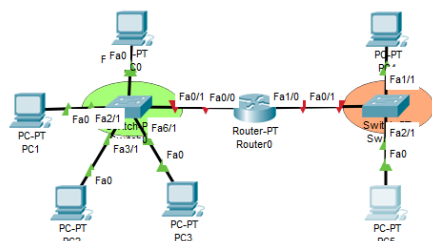


Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

30 / 44

Dimensionamento sottoreti



rete 192.168.20.96/27

quanti apparati in subnet verde?
e in quella arancio?

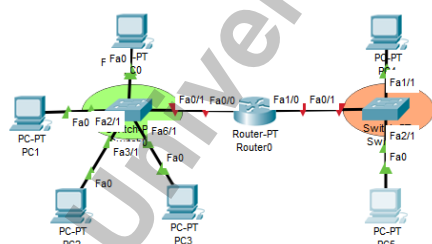
- ❖ **verde**: 4 host + 1 router + broadcast + base = 7 indirizzi → 3 bit
 - ☐ netmask: , base: // calcolare in binario!
 - ☐ broadcast: , range indirizzi:
- ❖ **arancio**: 2 host + router + broadcast + base = 5 indirizzi → 3 bit
 - ☐ netmask: , base: // calcolare in binario!
 - ☐ broadcast: , range indirizzi:

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

31 / 44

Dimensionamento sottoreti



rete 192.168.20.96/27

quanti apparati in subnet verde?
e in quella arancio?

- ❖ **verde**: 4 host + 1 router + broadcast + base = 7 indirizzi → 3 bit
 - ☐ netmask:, base: // calcolare in binario!
 - ☐ broadcast:, range:
- ❖ **arancio**: 2 host + router + broadcast + base = 5 indirizzi → 3 bit
 - ☐ netmask:, base: // calcolare in binario!
 - ☐ broadcast:, range:

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

32 / 44

Dimensionamento sottoreti (es.)

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

- ❖ Acme Inc: 192.168.20.96/27
- ❖ 96 → 011|00000 *ultimo ottetto indirizzo base*
- ❖ Verde (7):
 - ☐ Indirizzo base ; netmask
 - ☐ Broadcast;
 - ☐ –
- ❖ Arancio (5):
 - ☐ Indirizzo base ; netmask
 - ☐ Broadcast
 - ☐ –

Processing nei router

- ❖ if (I'm NOT a router in Acme_Inc) then
 - ☐ if (pkt.dest & netmask/27 == 192.168.20.96) then
 - use oif towards Acme Inc.
- ❖ elseif (I'm a router in Acme_Inc)
 - ☐ if (pkt.dest & netmask/29 == 192.168.20.96) then
 - use oif towards Acme_Inc.verde
 - ☐ elseif (pkt.dest & netmask/29 == 192.168.20.104) then
 - use oif towards Acme_Inc.arancio
- ❖ si noti che resta ancora un po' di spazio usabile, infatti da 192.168.20.96/27 → broadcast 011|11111 = 192.168.20.127

Indirizzamento a Livello 3

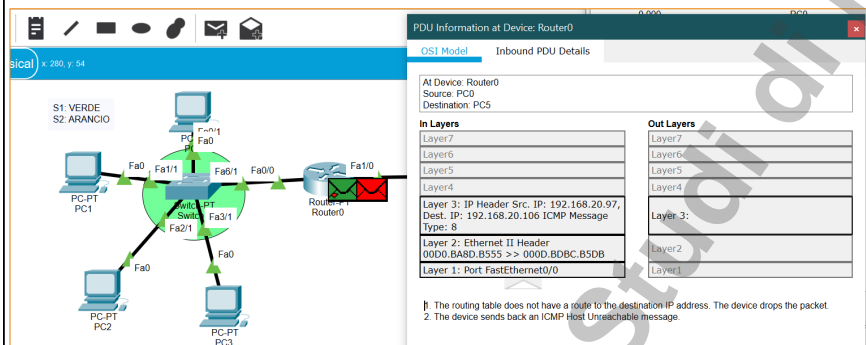
128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

- ❖ indirizzo base rete 192.168.20.96/27
- ❖ subnet S1 con 5 apparati; subnet S2 con 14 apparati (inclusi router)
- ❖ S1: 5 apparati + broadcast + base = 7 indirizzi → 3 bit
 - ❑ netmask:, base:
 - ❑ broadcast:, range: (GW)
- ❖ S2: 14 apparati + broadcast + base = 16 indirizzi → 4 bit
 - ❑ netmask:, base:
 - ❑ broadcast:, range: - (GW)
- ❖ *può essere saggio controllare gli indirizzi host più basso e più alto per ogni rete...*

Allineamento

- ❖ rete 192.168.20.96/27; S1 con 5 apparati; S2 con 14 apparati
- ❖ **ma è corretto?** vediamo un po'...
- h1 in S2: 192.168.20.105 → 11000000 10101000 00010100 0110|1001
- h2 in S2: 192.168.20.118 → 11000000 10101000 00010100 0111|0110
- netmask: 255.255.255.240 → 11111111 11111111 11111111 11110000
- i due host «in S2» risultano in realtà stare in reti diverse!**
 - ❑ in effetti: da 192.168.20.105 a 192.168.20.111 sono ancora in S1
- ❖ realizzare la rete in PT t.c. i 4 host a sinistra (S1) hanno indirizzi da .97 a .100, e i due host di destra (S2) hanno indirizzi .105 e .106
 - ❑ ping tra uno host di S1 e uno di S2 che risultato dà?
 - ❑ *Simulation* (solo ICMP nel filtro): il pkt ICMP arriva al router che non trova la rotta e rende messaggio di errore

Sovrapposizione reti



...e durante la costruzione della rete e la configurazione di host e router, PT non ha segnalato alcun problema...

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

37 / 44

Allineamento

❖ **REGOLA:** Tutte le sottoreti devono essere allineate in modo tale che gli estremi siano potenze di 2. Inoltre, una rete di dimensione 2^n (ovvero che contenga 2^n indirizzi) può iniziare solo a intervalli regolari multipli di 2^n (a posizioni pari a $k \times 2^n$ per $k \geq 0$); ovvero il primo indirizzo disponibile nello host address range deve essere composto da tutti 0 negli ultimi n bit per qualsiasi sottorete.

❖ esempi

- ❑ taglia 64 può iniziare a 0, 64, 128, 192
- ❑ taglia 32 può iniziare a 0, 32, 64, 96, 128, 160, 192, 224
- ❑ taglia 128 può iniziare a 0 e 128

❖ esempio precedente: rete di taglia 16 è stata fatta iniziare a 104, ma i valori ammissibili sono

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

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

38 / 44

Esempio soluzione secondo regola

- ❖ rete 192.168.20.96/27; S1 con 5 apparati; S2 con 14 apparati
- ❖ S1: 5 apparati + broadcast + base = 7 indirizzi → 3 bit ($2^3 = 8$)
 - ❑ 96 è multiplo di $2^3=8$, quindi è un buon punto di partenza
 - ❑ netmask: 255.255.255.248 (111|11|000), base: 192.168.20.96/29
 - ❑ 96 = 011|00|000 → broadcast 011|00|111 = 103 in 4°ottetto
 - ❑ broadcast: 192.168.20.103, range: 192.168.20.97 - 192.168.20.102
 - ❑ *verifica: 97 = 01100|001; 102 = 01100|110*
- ❖ S2: 14 apparati + broadcast + base = 16 indirizzi → 4 bit ($2^4 = 16$)
 - ❑ 1°multiplo di $2^4=16$ successivo a 103 è 112 (= 16×7)
 - ❑ Ind. base: 192.168.20.112/28; netmask: 255.255.255.240 (4°11110000)
 - ❑ 112 = 011|1|0000 → broadcast 011|1|1111 = 127 → 192.168.20.127
 - ❑ Range 192.168.20.113 (011|1|0001) – 192.168.20.126 (011|1|1110)
- ❖ *mask S1 (01100---) e S2 (0111----) differiscono nel 4°bit*

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

39 / 44

alternativa: Euristica

- ❖ è come fare una valigia: *si inizia dalla subnet più grande e via via procedendo in ordine decrescente*
 - ❖ S2: 14 apparati + broadcast + base = 16 indirizzi → 4 bit
 - ❑ netmask: 255.255.255.240, base: 192.168.20.96/28 (011|0|1111)
 - ❑ broadcast: 192.168.20.111, range: 192.168.20.97 - 192.168.20.110
 - ❖ S1: 5 apparati + broadcast + base = 7 indirizzi → 3 bit
 - ❑ netmask: 255.255.255.248, base: 192.168.20.112/29 (011|10|111)
 - ❑ broadcast: 192.168.20.119, range: 192.168.20.113 - 192.168.20.118
 - ❖ è corretto ora? vediamo un po'...
- h1 in S2: 192.168.20.97 → 11000000 10101000 00010100 0110|0001
- h2 in S2: 192.168.20.110 → 11000000 10101000 00010100 0110|1110
- h1 in S1: 192.168.20.113 → 11000000 10101000 00010100 011|10|001
- h2 in S1: 192.168.20.118 → 11000000 10101000 00010100 011|10|110

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

40 / 44

Alcune proprietà

- ❖ la parte hostID dell'indirizzo base deve sempre essere a tutti bit 0
- ❖ il primo indirizzo usabile è sempre dispari; l'ultimo indirizzo usabile è sempre pari
- ❖ l'indirizzo broadcast è sempre dispari
- ❖ i netID delle diverse sottoreti, espressi in binario, sono sempre tutti differenti e non sovrapponibili in almeno un bit
 - es. precedente:
 - 192.168.20.96/28 → 11000000 10101000 00010100 0110|0000
 - 192.168.20.112/29 → 11000000 10101000 00010100 01110|000
 - il 4° bit è differente nei due casi, quindi non c'è ambiguità
 - 01110--- (ind S1) & 11110000 (netmaskS2) = 0111 ≠ base S2
 - quindi non si rischia di usare la riga sbagliata in routing table
- ❖ facciamo un po' di esercizio!

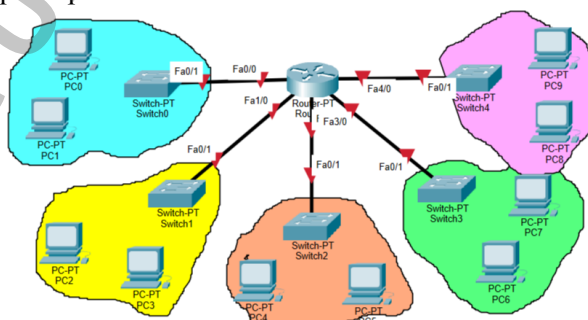
Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

41 / 44

10.11.160.0/24 rete di PMI

- ❖ **A** amministrazione 25 host
- ❖ **G** gestione ordini 14 host
- ❖ **K** marketing 28 host
- ❖ **M** magazzino 9 host
- ❖ **R** reparto produzione 58 host



Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

42 / 44

10.11.160.0/24 PMI (con euristica)

- ❖ **R** reparto produzione **58** host (+gw,bcast,base) = 61 → 64 (6 bit)
 - ❑ Base;; netmask:
 - ❑ Bcast;; range
- ❖ **K** marketing **28** host (+3) = 31 → 32 (5 bit)
 - ❑ Base;; netmask:
 - ❑ Bcast;; range
- ❖ **A** amministrazione **25** host (+3) = 28 → 32 (5 bit)
 - ❑ Base;; netmask:
 - ❑ Bcast;; range
- ❖ **G** gestione ordine **14** host (+3) = 17 → 32 (5 bit)
 - ❑ Base;; netmask:
 - ❑ Bcast;; range
- ❖ **M** magazzino **9** host (+3) = 12 → 16 (4 bit)
 - ❑ Base;; netmask:
 - ❑ Bcast;; range

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

43 / 44

10.11.160.0/24 PMI (con regola)

- ❖ **A** amministrazione 25 host (+ gw,bcast,base) = 28 → 32 (5 bit)
 - ❑ Base;; netmask:
 - ❑ Bcast;; range (GW)
- ❖ **G** gestione ordine 14 host (+3) = 17 → 32 (5 bit) *32 è multiplo di 32, OK!*
 - ❑ Base;; netmask:
 - ❑ Bcast;; range (GW)
- ❖ **K** marketing 28 host (+3) = 31 → 32 (5 bit) *64 è multiplo di 32, OK!*
 - ❑ Base;; netmask:
 - ❑ Bcast;; range (GW)
- ❖ **M** magazzino 9 host (+3) = 12 → 16 (4 bit) *96 è multiplo di 16, OK!*
 - ❑ Base;; netmask:
 - ❑ Bcast;; range (GW)
- ❖ **R** reparto produzione 58 host (+3) = 61 → 64 (6 bit) *128 è multiplo di 64!*
 - ❑ Base;; netmask:
 - ❑ Bcast;; range (GW)

Elena Pagani

LABORATORIO di Reti di Calcolatori – A.A. 2022/2023

44 / 44

Indirizzamento a Livello 3

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---