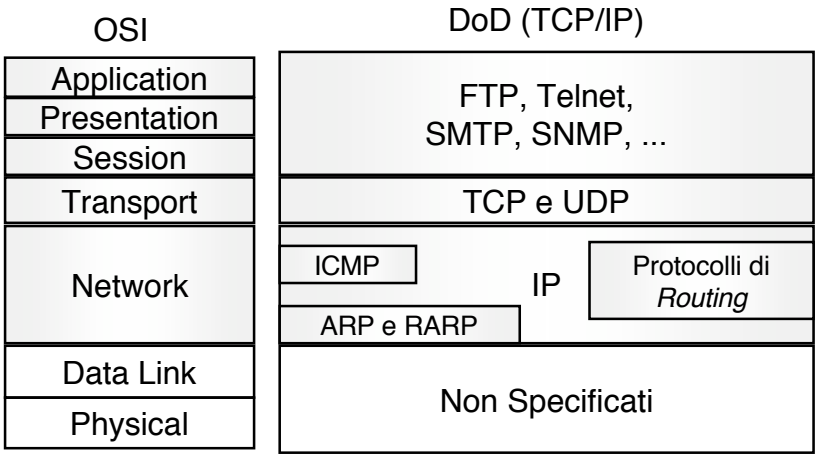
Università di Genova
Facoltà di Ingegneria

Telematica 3
1. IPv4

Prof. Raffaele Bolla

dist

Architettura



Internetworking Protocol (IP)

- È il livello Network di TCP/IP ed è il protocollo principale di questa architettura
- Offre un servizio non connesso.
- Semplice protocollo di tipo Datagram.
- E` specificato nel RFC (Request For Comments) 791.
- La versione attuale è la 4 (IPv4), anche se quella successiva è già stata completamente definita come 6 (IPv6).

IP - Datagram

- I pacchetti viaggiano su percorsi indipendenti
- *Out of order delivery*
- Gestione della banda difficoltoso
  - riservare e garantire banda
  - rifiutare connessioni (*Call Acceptance Control*)
- Meno complesso: non richiede negoziazione né lato utente, né all'interno della rete
- Robusto: si adatta a variazioni di traffico,topologia, guasti
- Adatto al traffico dati (*bursty*)

Telematica 3

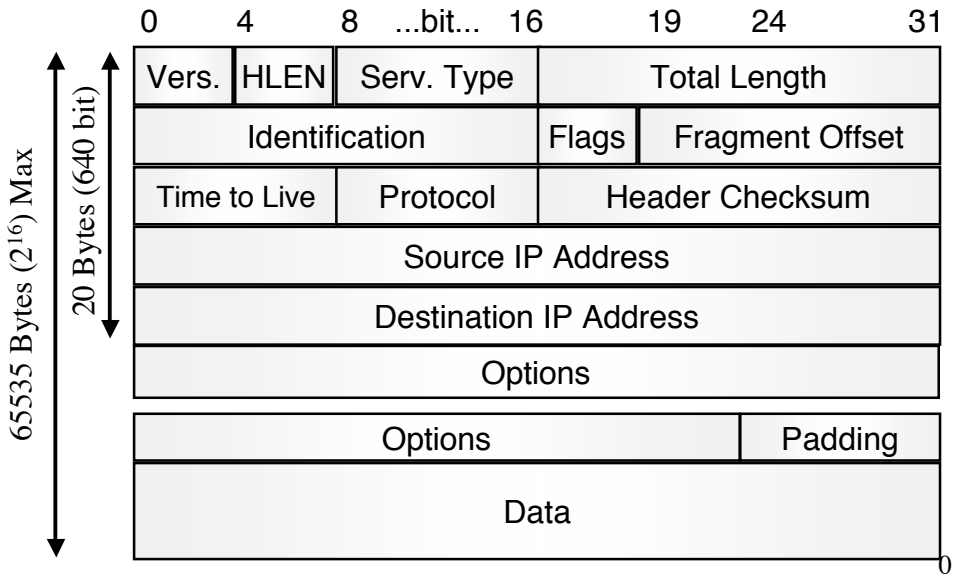
IP

- **Gestione degli indirizzi** a livello di rete
- *Routing*
- Frammentazione e riassemblaggio dei pacchetti
- Rivelazione (ma non correzione) di errori (sull'intestazione)

01.5

Telematica 3

IP Datagram

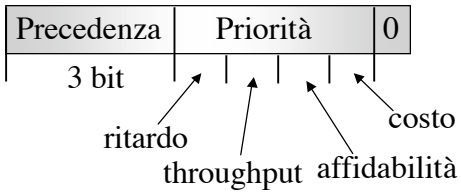


01.6

Telematica 3

IP Datagram

- Versione
- Header Length
  - lunghezza dell'header, in blocchi di 4 byte (max 64 byte)
- Service Type
  - tipo di servizio, attualmente non usato ma importante in prospettiva.



01.7

Telematica 3

IP Datagram

- Total Length (16 bit)
  - lunghezza globale del pacchetto corrente (non quello prima della frammentazione), max 2^{16}-1 = 65.535 ottetti (**MDU = 576 ottetti** il minimo che un router deve saper gestire senza frammentazione).
- Identification (16 bit)
  - ID univoco del pacchetto (costante nel caso di frammentazione), necessario per la deframmentazione
- Flags (3 bit)
  - 0: posto a zero
  - DF: Don't Fragment
  - MF: More Fragments (0 sull'ultimo frammento)

01.8

Telematica 3

IP Datagram

- Fragment Offset (13 bit)
  - In multipli di 8 byte, quindi è in grado di rappresentare fino a 65 535 byte.
- Time To Live (8 bit)
  - contatore decrementato ad ogni hop (una unità in meno per ogni secondo di attesa nel router).
- Protocol (8 bit)
  - TCP (6), UDP (17), ICMP, ...
- Header Checksum
- Source - Destination IP Address

01.9

Telematica 3

IP Datagram

Copy	Class	Number
1 bit	2 bit	5 bit

- Il *copy bit* decide se le opzioni vanno copiate in tutti i pacchetti in caso di frammentazione
- Classe 0 denota controllo della rete o del datagram, classe 2 *debugging* o misure.
- Le opzioni possibili sono:
  - *Loose and strict source routing*
  - *Record/trace route*
  - *Timestamp*

01.10

IP Datagram

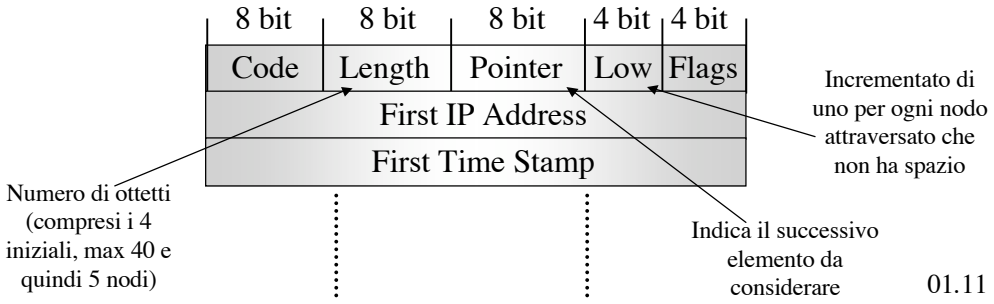
Opzione Timestamp

Tre tipi di comportamento:

Flag = 0: Registra solo i *timestamp*

Flag = 1: Registra *timestamp* e gli indirizzi IP

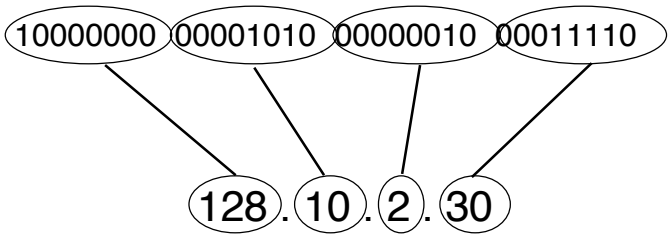
Flag = 3: La lista degli indirizzi viene inserita dalla sorgente, i *timestamp* vengono inseriti solo dai nodi attraversati presenti nella lista



01.11

Indirizzi IP

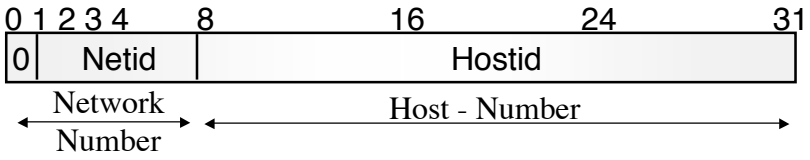
- Gli indirizzi IP sono indirizzi univoci, assegnati da una autorità centrale, e hanno una lunghezza di 32 bit.
- Tali indirizzi sono composti da due parti:
  - **l'indirizzo della rete (netid)**
  - **l'indirizzo del *host* (hostid)**
- L'indirizzo è legato alle interfacce di rete.



01.12

Indirizzi IP

Classe A - /8



Netid validi
0.x.x.x - 126.x.x.x
Max num. di reti
126 (2^7-2)
(non va contata la rete 127 e la 0)

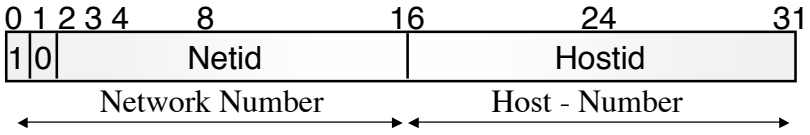
Hostid validi
x.0.0.1 - x.255.255.254
Max numero di host
16.777.214 (2^{24}-2)
(non va contato l'ind. tutti 0 e quello tutti 1)

Considerando che lo spazio complessivamente disponibile è di 4.294.967.296 indirizzi (2^{32}) le reti di classe A coprono circa il 50% dello spazio di indirizzamento disponibile)

01.13

Indirizzi IP

Classe B - /16



Netid validi
128.0.x.x - 191.254.x.x
Max num. di reti
16.384 (2^{14})

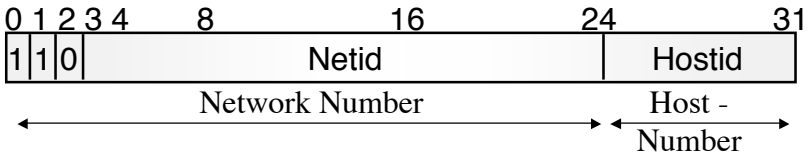
Hostid validi
x.x.0.1 - x.x.255.254
Max numero di host
65.534 (2^{16}-2)

Comprendono circa 1.073.741.824 (2^{30}) indirizzi, la classe B rappresenta circa il 25% dello spazio di indirizzamento complessivo

01.14

Indirizzi IP

Classe C - /24



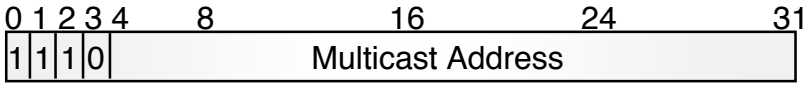
Netid validi	Hostid validi
192.0.1.x - 223.255.254.x	**x.x.x.1 - x.x.x.254**
Max num. di reti	Max numero di host
2.097.152 (2^{21})	**254** (2^8-2)

Comprendono circa 536.870.912 (2^{29}) indirizzi, la classe C rappresenta circa il 12,5% dello spazio di indirizzamento complessivo

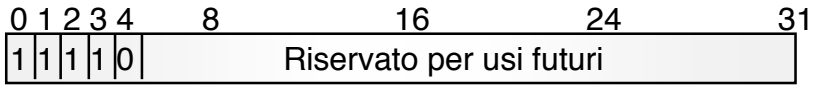
01.15

Indirizzi IP

Classe D (224.0.0.1 - 239.255.255.254)

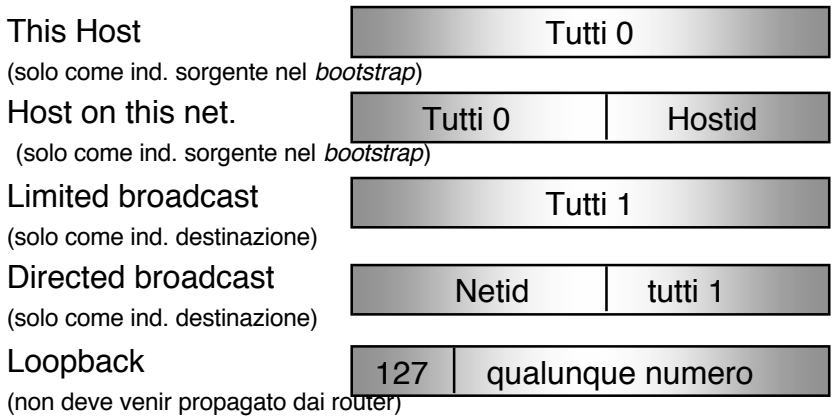


Classe E (240.0.0.1 - 255.255.255.254)



01.16

Indirizzi IP particolari



Indirizzi IP particolari

Indirizzi privati

- Alcuni netid sono riservati per essere usati su reti private
- Non sono "annunciati" su Internet, quindi non sono raggiungibili direttamente

172.16.0.0 - 172.31.255.255	172.16.0.0/12, ossia 16 reti di classe B
10.0.0.0 - 10.255.255.255	10.0.0.0/8, ossia una rete di classe A
192.168.0.0 - 192.168.255.255	192.168.0.0/16, ossia 256 reti di classe C

IP

Instradamento

- Spesso i protocolli di livello 2 posseggono una implicita (seppur limitata) capacità di instradamento.
- In particolare sono tipicamente in grado di consegnare una trama ad una destinazione quando questa si trova all'interno di una specifica area della rete.
- Questo è sempre vero nel caso delle LAN (IEEE 802.3) in cui la rete fisica corrisponde al dominio di *broadcasting*
- L'assunzione di base di IP è presumere l'esistenza di una corrispondenza biunivoca tra reti fisiche a livello 2 e logiche.

IP

Instradamento

- L'instradamento viene quindi realizzato:
  - all'interno di una rete logica, in modo implicito, direttamente dalla stazione sorgente
    - » ossia deve essere realizzato dal livello 2 e quindi si deve fornire la "traduzione" dell'indirizzo IP di destinazione in indirizzo di livello due (ARP -RARP)
  - Tra reti logiche diverse è gestito esplicitamente dai router, ossia è il router che deve ricevere il pacchetto e che quindi instradarlo verso la sottorete opportuna
    - » La stazione sorgente deve quindi indirizzare il pacchetto al router, questo implica che:
      - Deve essercene almeno uno direttamente connesso alla rete fisica
      - La stazione deve conoscerne l'indirizzo (default router)

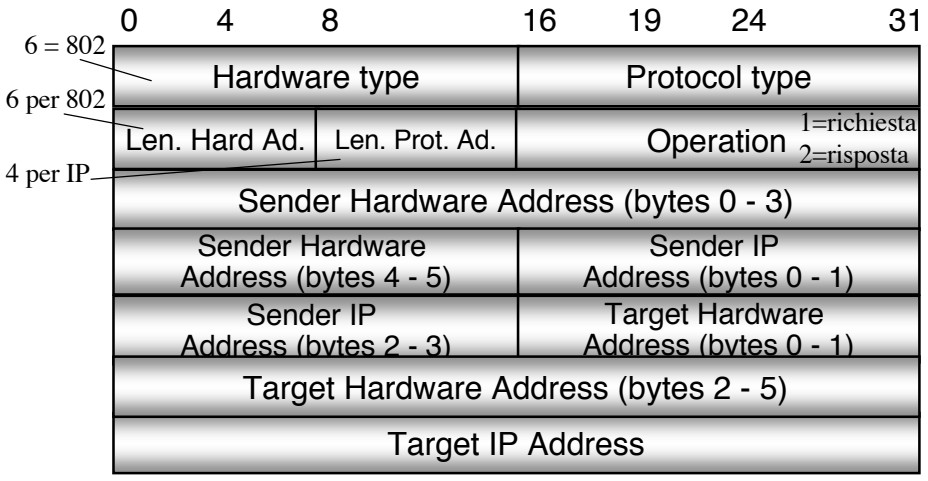
IP - Instradamento

(R)ARP

- I protocolli ARP (*Address Resolution Protocol*) e RARP (*Reverse Address Resolution Protocol*) servono per definire in modo automatico le corrispondenze fra indirizzi di livello 2 ed indirizzi IP e viceversa.
  - ARP viene usato tutte le volte che una stazione vuole inviare un pacchetto ad un'altra stazione sulla sottorete, di cui conosce solo l'indirizzo IP.
  - RARP viene usato dalle stazioni non dotate di memoria di massa (*diskless*) per reperire il propio indirizzo IP all'avvio (*bootstrap*).
- Si appoggiano direttamente sui protocolli di livello 2 della sottorete e non su IP.

IP - Instradamento

ARP



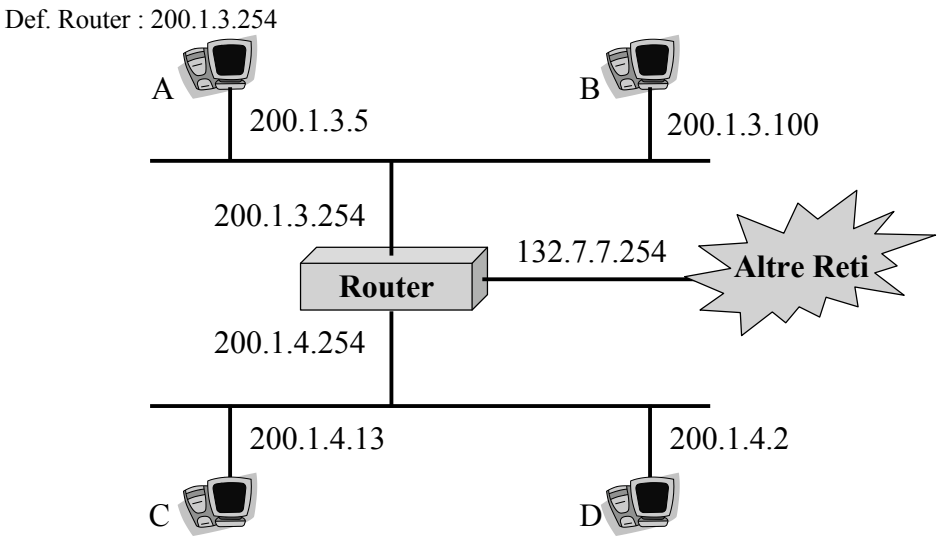
IP - Instradamento

ARP

- La stazione A manda in *broadcast* un pacchetto ARP contenente l'indirizzo IP di cui vuol conoscere il corrispondente indirizzo di livello 2.
- La stazione B che riconosce il proprio ind. IP risponde fornendo il suo indirizzo di livello 2.
- Con il primo pacchetto ARP la stazione A fornisce anche il proprio indirizzo di livello 2, così che B può risponderle senza usare un *broadcast*.
- La corrispondenza resta memorizzata in una memoria di cache per un certo periodo.

IP - Instradamento

Esempio 1



IP

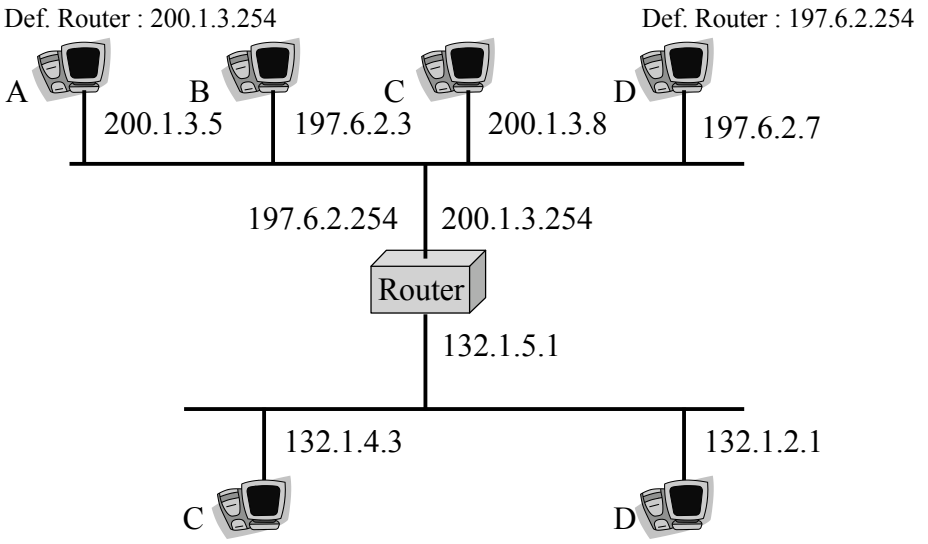
Instradamento

- Le realizzazioni moderne ammettono
  - più reti logiche sulla stessa rete fisica.
  - più reti fisiche nella stessa rete logica (Proxy ARP)
    - » Un *router* risponde agli ARP verso indirizzi IP che sa non appartenere a quella rete fisica con il proprio indirizzo di livello 2.
    - » L'appartenenza o meno ad una rete viene ricavata attraverso un *partizione dello spazio dll'host ID* che solo il *router* è obbligato a conoscere.
- Una conseguenza del fatto che l'indirizzo contenga l'identificatore di una rete è che quando una macchina viene fisicamente spostata il suo indirizzo deve essere modificato.

01.25

IP - Instradamento

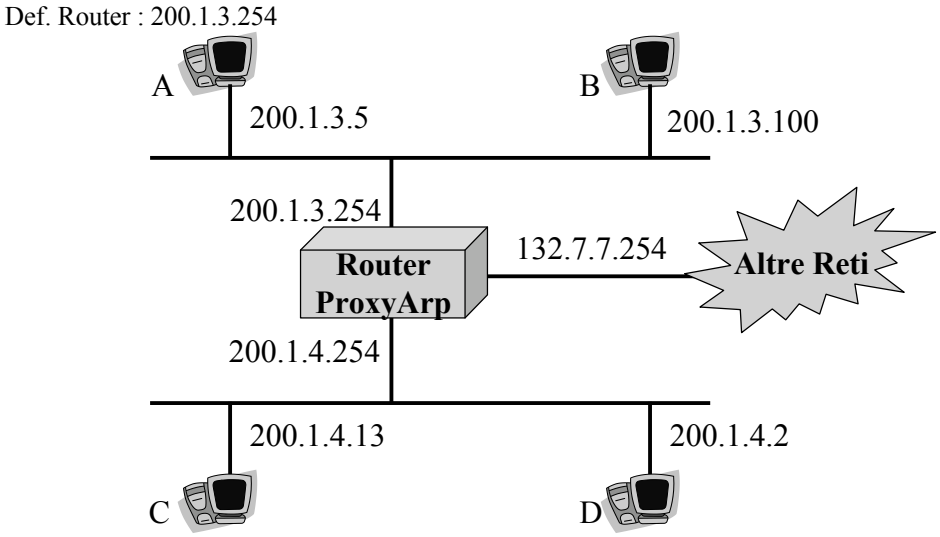
Esempio 2



01.26

IP - Instradamento

Esempio 3



01.27

IP - Instradamento

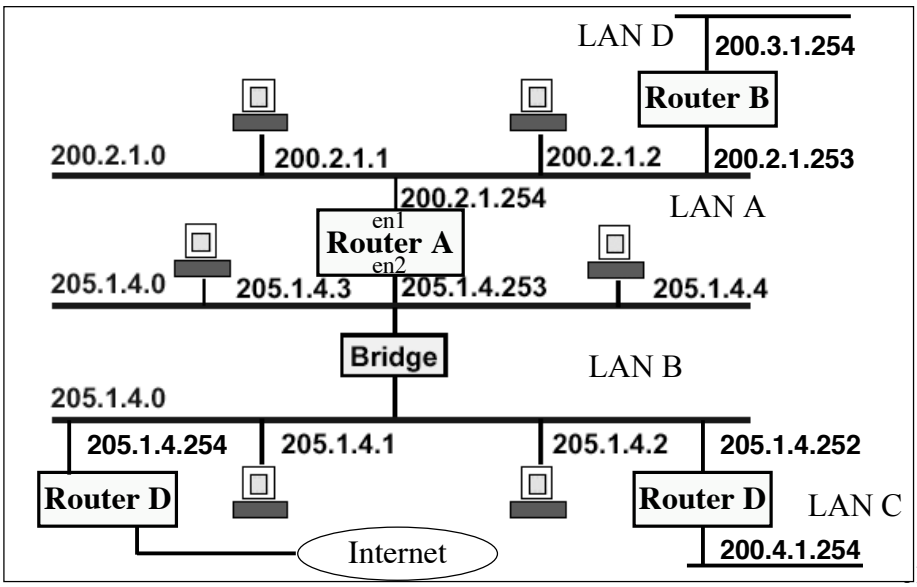
Instradamento nei router

- Due sono quindi gli aspetti di cui si compone l'instradamento:
  - Esecutivo: la scelta della direzione di uscita tramite una tabella (**Tabella di instradamento**)
  - Algoritmico: la compilazione/aggiornamento della tabella
- Il secondo aspetto si realizza tramite
  - il calcolo del percorso migliore eseguito secondo un qualche algoritmo
  - Lo scambio di informazioni fra i router per eseguire tale calcolo

01.28

IP - Instradamento

Esempio 4



IP - Instradamento

Instradamento nei router

- Nei router l'intradamento è realizzato tramite una tabella di instradamento (*Routing Table*, RT) del tipo (Router A):

Destinazione (rete o host)	**Indirizzo di invio**	**Interfaccia**
200.2.1.0	diretto	en1
205.1.4.0	diretto	en2
200.3.1.0	200.2.1.253	en1
200.4.1.0	205.1.4.252	en2
default	205.1.4.254	en2

IP - Instradamento

Routing Table

- Tipiche informazioni contenute nelle RT per ciascuna delle reti destinazione sono
  - Indirizzo della rete destinazione
  - Maschera di *subnet*
  - Indirizzo IP del successivo *router* da attraversare (*next hop*) o sul fatto che la destinazione è direttamente raggiungibile
  - Porta di uscita del "*next hop*"
  - Metrica (anche più di una)
  - Identificatore della sorgente dell'instradamento (manuale, locale, ICMP, uno degli algoritmi di instradamento)

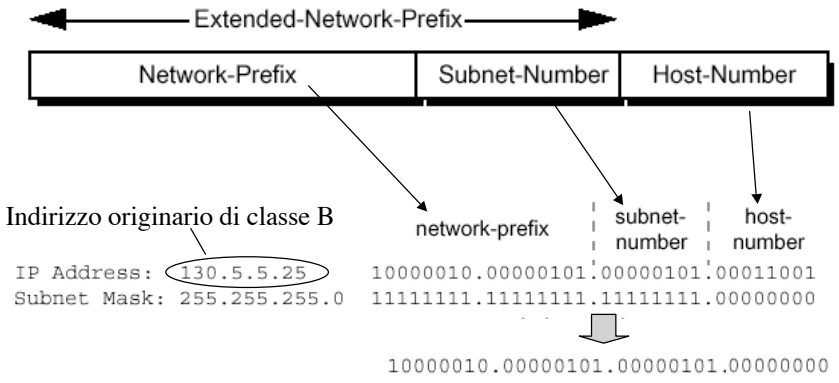
IP - Instradamento

Instradamento nei router

- Per rendere l'instradamento efficiente si deve mantenere le RT di piccole dimensioni.
- Tabelle grandi:
  - Richiedono più tempo per l'individuazione della corretta direzione di uscita (*next hop*)
  - Sono di difficile gestione in fase di calcolo e di aggiornamento.
- La suddivisione net e host, crea una gerarchia che ha l'obiettivo di ridurre la dimensione delle RT.
- Lo stesso vale per la presenza del "default router"

IP - Instradamento

Subnetting



Notazione concisa

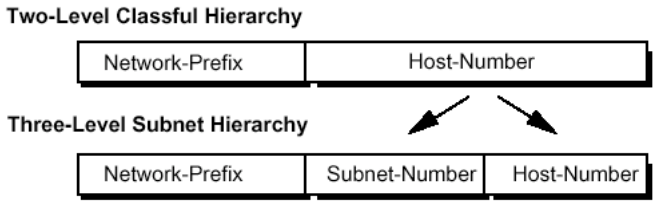
130.5.5.25/24 10000010.00000101.00000101.00011001

01.33

IP - Instradamento

Subnetting

- Il *subnetting* aggiunge un livello di gerarchia all'indirizzamento, contribuendo a ridurre la dimensione delle RT.



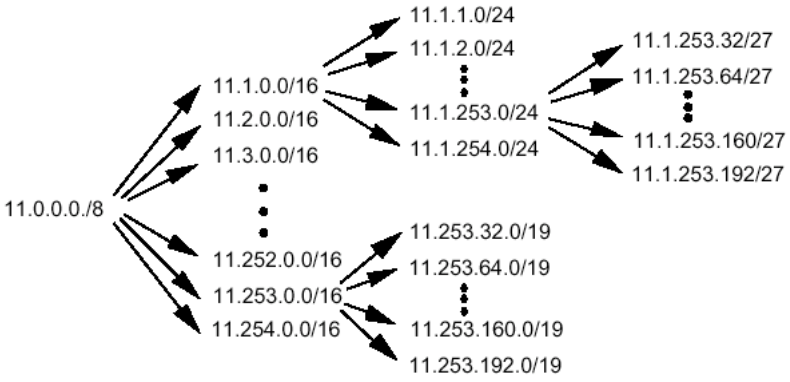
- All'interno di una classe di indirizzi la destinazione è ora individuata dalla coppia (*IP-address*, *Netmask*)

01.34

IP - Instradamento

Variable Length Subnetting

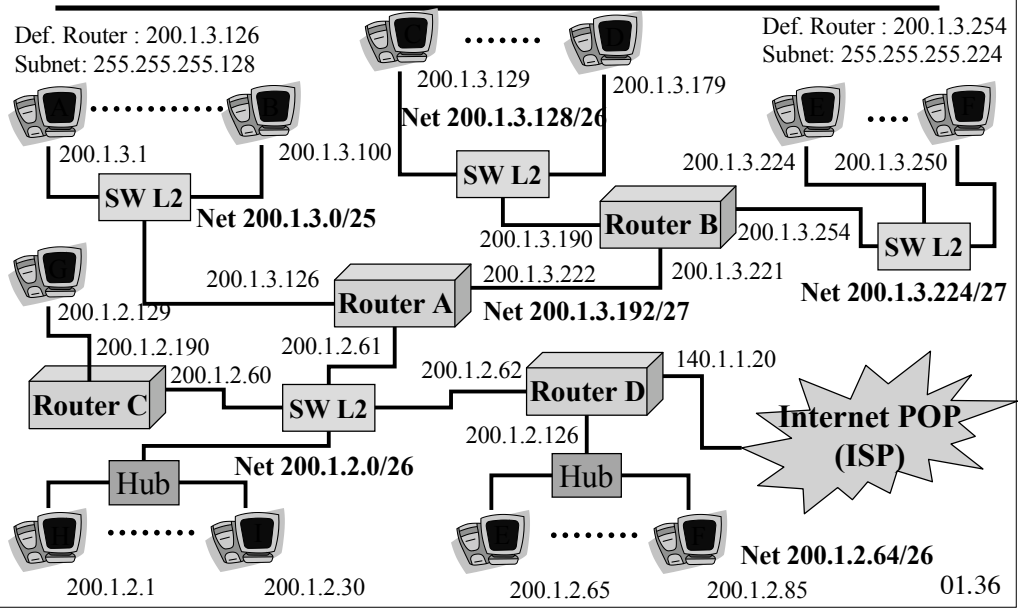
- All'interno di una singola classe si possono realizzare gerarchie multiple:



01.35

IP - Instradamento

Esempio 5



01.36

IP - Instradamento

Variable Length Subnetting

- La maschera variabile permette di sfruttare meglio lo spazio di indirizzamento e ridurre ulteriormente le RT.
- In presenza di più di una scelta per una destinazione si sceglie quella con *subnet mask* più lunga
- Si consideri ad es. la RT del Router A

Destinazione	***Next hop***	***Interf.***
200.1.3.0/25	diretta	en1
200.1.3.192/27	diretta	en2
200.1.2.0/26	diretta	en3
200.1.3.128 /25	200.1.3.221	en2
200.1.2.128/25	200.1.2.60	en3
200.1.2.64/26	200.1.2.62	en3
Default	200.1.2.62	en3

IP - Instradamento

Classless InterDomain Routing (CIDR)

- La crescita degli utenti nella rete ha velocemente portato verso l'esaurimento lo spazio di indirizzamento disponibile.
- La ragione principale è legata al fatto che in molte situazioni le reti di classe C sono troppo piccole, quindi viene richiesto un indirizzo di classe B di cui però va sprecato gran parte dello spazio di indirizzamento.
- Per cui si è definito un meccanismo di "supernetting" che consiste nel accorpare indirizzi di classe C contigui in un unico spazio di indirizzamento creando suddivisioni netid-hostid ad hoc.

IP - Instradamento

Classless InterDomain Routing (CIDR)

- Il CIRD trasforma lo spazio di indirizzamento della classe C in un unico spazio "senza classe" che viene suddiviso usando come "quanti" le reti di classe C con un meccanismo di subnetting.
- I router in grado di gestire tale meccanismo, operano usando la coppia indirizzo IP - netmask per identificare il "*next-hop*"
- Quindi "annunciano" la coppia ed in presenza della netmask ignorano la definizione di classe C (effettuano un *supernetting*)

01.39

IP - Instradamento

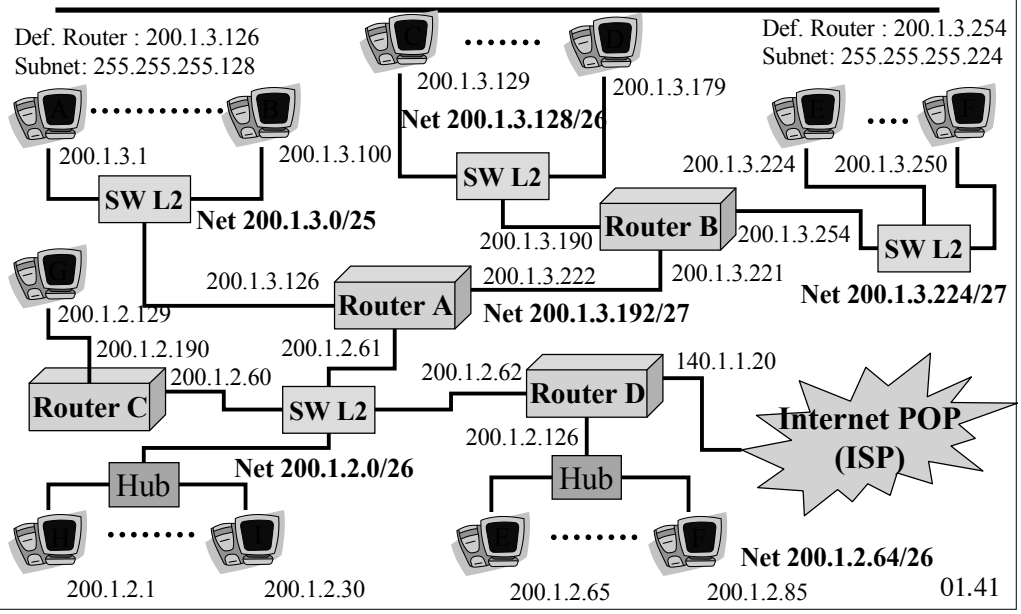
Classless InterDomain Routing (CIDR)

- Si supponga che, nel caso dell'esempio 4, all'ISP sia stato assegnato il blocco di indirizzi 200.1.0.0/18.
- Questo blocco rappresenta 16.384 IP *address* che possono essere interpretati come 64 reti da x/24.
- Se un cliente richiede circa 400 *host addresses*, invece che assegnargli una classe B (e perdere 64.700 indirizzi che non ha) o due Classi C (introducendo 2 nuove reti nelle *routing table* di Internet), l' ISP può assegnare al cliente il blocco 200.1.2.0/23, con 512 indirizzi IP

```
ISP:         200.1.0.0/18 11001000.00000001.00000000.00000000
Client:      200.1.2.0/23 11001000.00000001.00000010.00000000
Class C #0: 200.1.2.0/24 11001000.00000001.00000010.00000000
Class C #1: 200.1.3.0/24 11001000.00000001.00000011.00000000
```

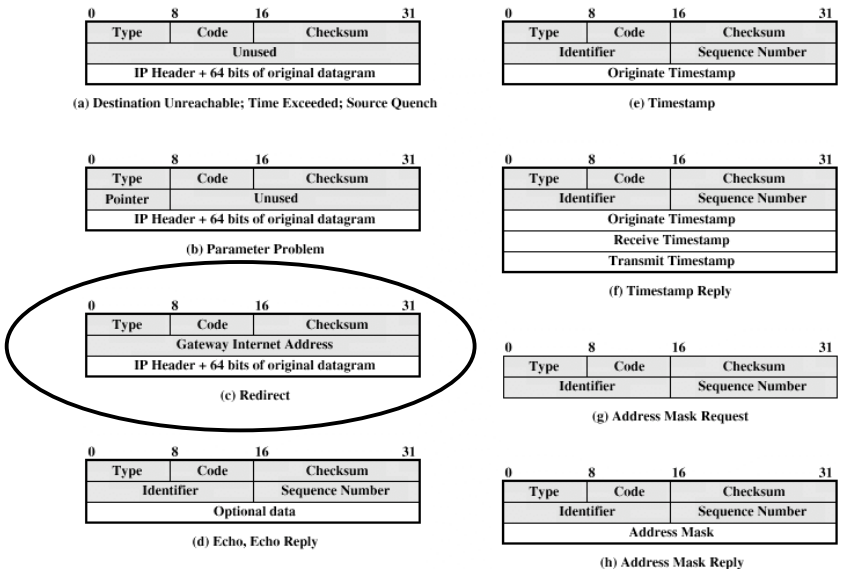
01.40

IP - Instradamento
Esempio 5



01.41

ICMP - re-routing



01.42

IP - Instradamento

Classless InterDomain Routing (CIDR)

CIDR prefix-length	Dotted-Decimal	# Individual Addresses	# of Classful Networks
/13	255.248.0.0	512 K	8 Bs or 2048 Cs
/14	255.252.0.0	256 K	4 Bs or 1024 Cs
/15	255.254.0.0	128 K	2 Bs or 512 Cs
/16	255.255.0.0	64 K	1 B or 256 Cs
/17	255.255.128.0	32 K	128 Cs
/18	255.255.192.0	16 K	64 Cs
/19	255.255.224.0	8 K	32 Cs
/20	255.255.240.0	4 K	16 Cs
/21	255.255.248.0	2 K	8 Cs
/22	255.255.252.0	1 K	4 Cs
/23	255.255.254.0	512	2 Cs
/24	255.255.255.0	256	1 C
/25	255.255.255.128	128	1/2 C
/26	255.255.255.192	64	1/4 C
/27	255.255.255.224	32	1/8 C

01.43

IP - Instradamento

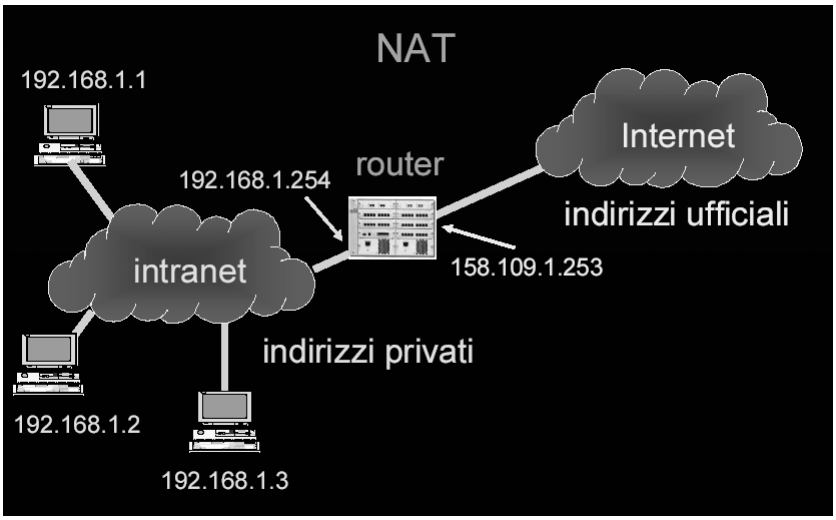
Network Address Translation (NAT)

- In genere consiste nell'usare nella rete una delle classi assegnate all'uso privato e quindi non "annunciate" e far tradurre al router di accesso ad Internet gli indirizzi verso l'esterno (usando uno spazio di indirizzi "ufficiale" eventualmente ridotto) in modo dinamico.
- I vantaggi che si ottengono con l'uso di questa tecnica sono essenzialmente:
- Ridurre il numero di indirizzi IP pubblici necessari per collegare una LAN ad Internet.
- Mantenere inalterati la configurazione di rete e il funzionamento dei protocolli e delle applicazioni (nel caso in cui si attivi l'interconnessione in un tempo successivo o si cambi piano di indirizzamento esterno e si stia già utilizzando gli indirizzi privati)
- Aumentare il livello di sicurezza dei calcolatori all'interno della rete privata.

01.44

Telematica 3

NAT



01.45

Telematica 3

NAT

- La traduzione di indirizzi può avvenire in diversi modi:
  - Univoco, ossia ad un indirizzo privato viene fatto corrispondere un indirizzo fisico, e questa tecnica può portare a due ulteriori distinzioni:
    - » Statico (usato in genere per i server)
    - » Dinamico
  - Non univoco, ossia fatto sulla base della coppia Indirizzo-Porta, si ha quindi un NAPT (Network Address Port Traslation) o un IP Masquerading o un NAT-PAT

01.46

Telematica 3

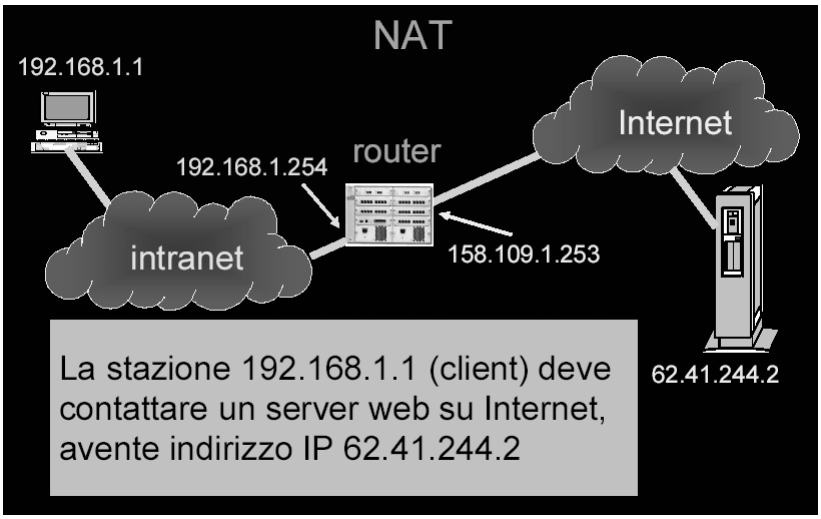
Caso tipico: NAPT o *IP masquerading dinamico*

- Permette di condividere una singola connessione a Internet per più calcolatori di una intranet (rete IP privata).
- Tecnica frequentemente utilizzata nel caso degli accessi xDSL o ISDN per piccole/medie reti aziendali.

01.47

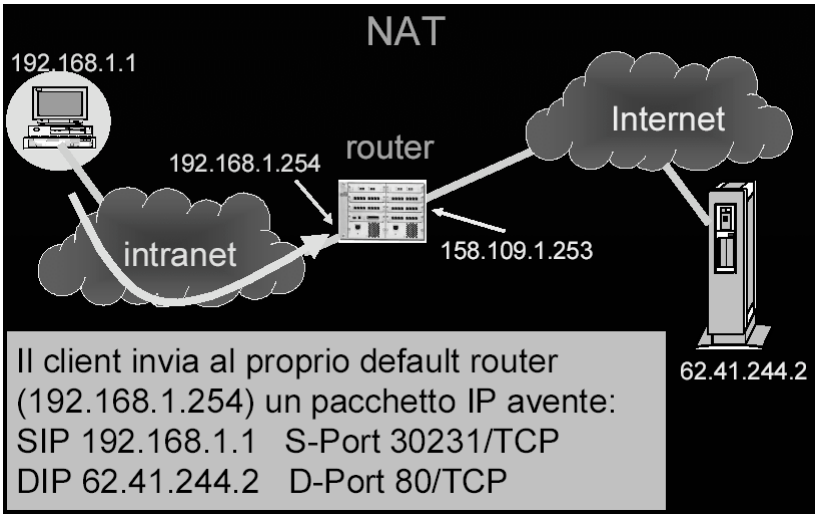
Telematica 3

NAPT



01.48

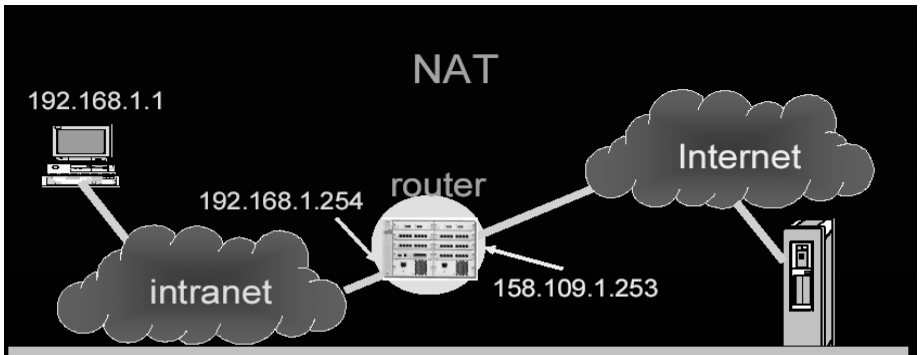
NAPT



Il client invia al proprio default router (192.168.1.254) un pacchetto IP avente:
SIP 192.168.1.1 S-Port 30231/TCP
DIP 62.41.244.2 D-Port 80/TCP

01.49

NAPT

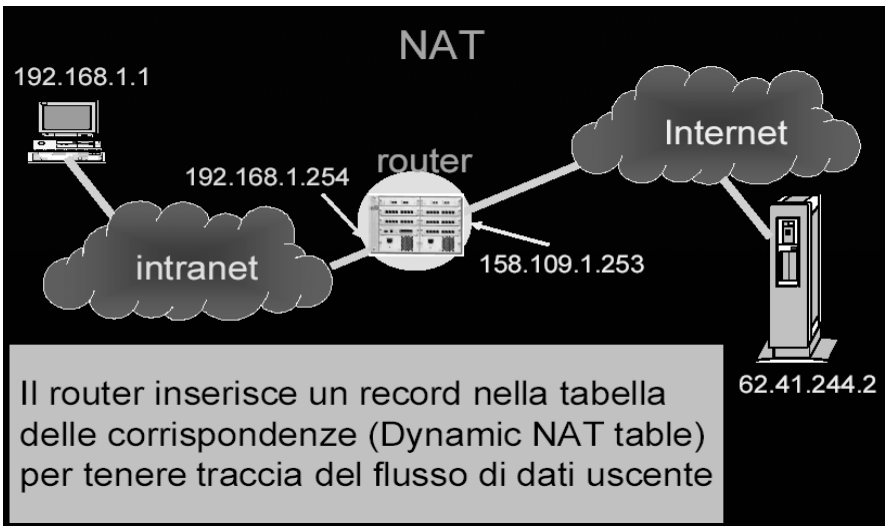


Il router riceve il pacchetto e, prima di inoltrarlo, ne modifica:
- l'indirizzo sorgente: 192.168.1.1 ⇒ 158.109.1.253
- la porta sorgente: 30231/TCP ⇒ 1024/TCP

01.50

Telematica 3

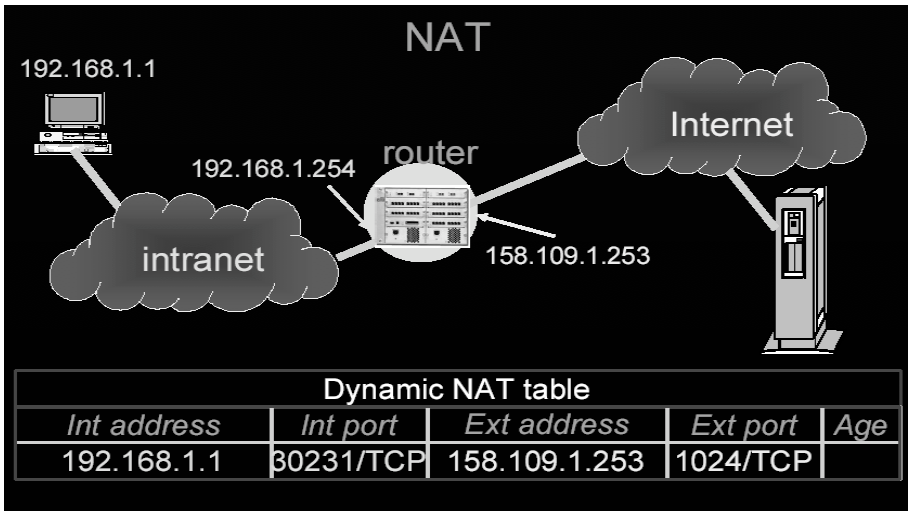
NAPT



01.51

Telematica 3

NAPT

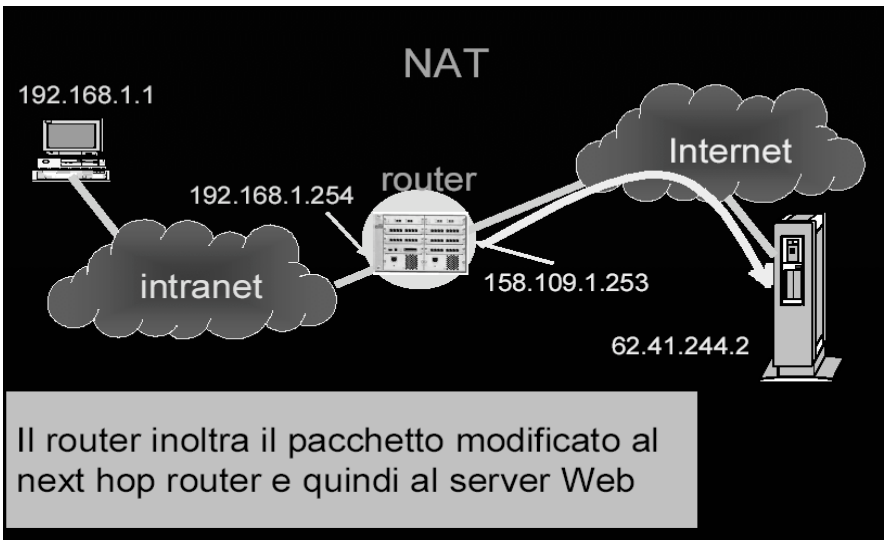


Dynamic NAT table

Int address	*Int port*	*Ext address*	*Ext port*	*Age*
192.168.1.1	30231/TCP	158.109.1.253	1024/TCP	

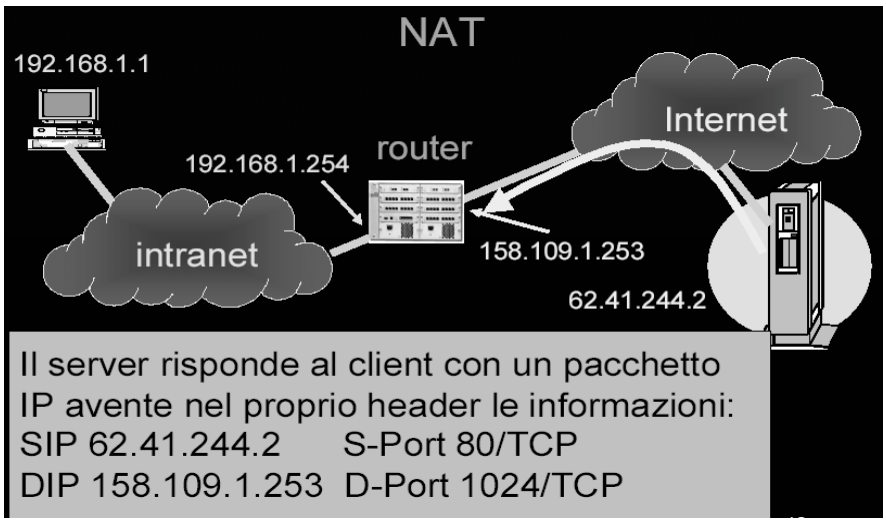
01.52

NAPT



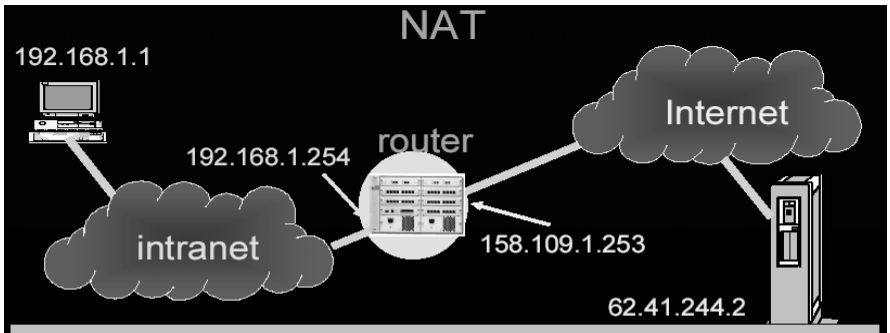
01.53

NAPT



01.54

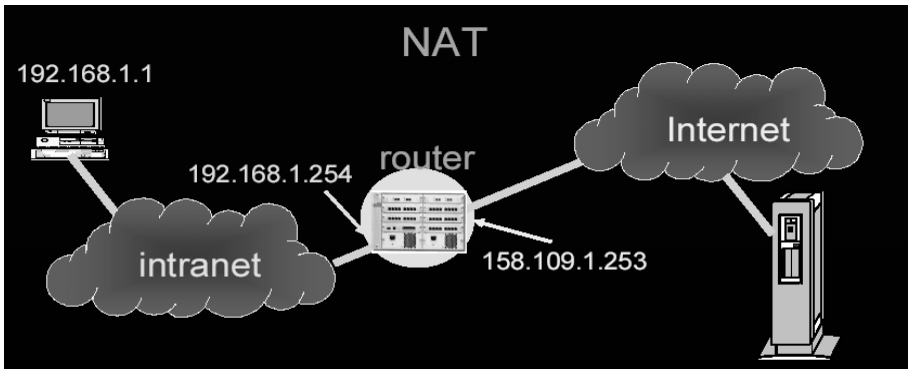
NAPT



Il router riceve tale pacchetto IP e consulta la Dynamic NAT table alla ricerca di eventuali regole di traduzione da applicare a ritroso

01.55

NAPT

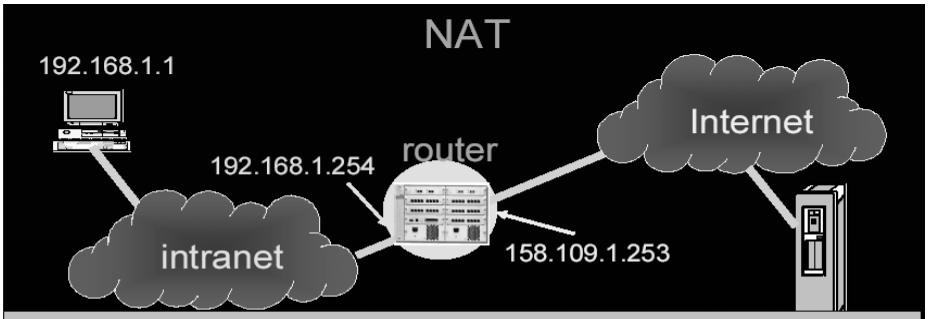


Dynamic NAT table

Int address	*Int port*	*Ext address*	*Ext port*	*Age*
192.168.1.1	30231/TCP	158.109.1.253	1024/TCP	

01.56

NAPT

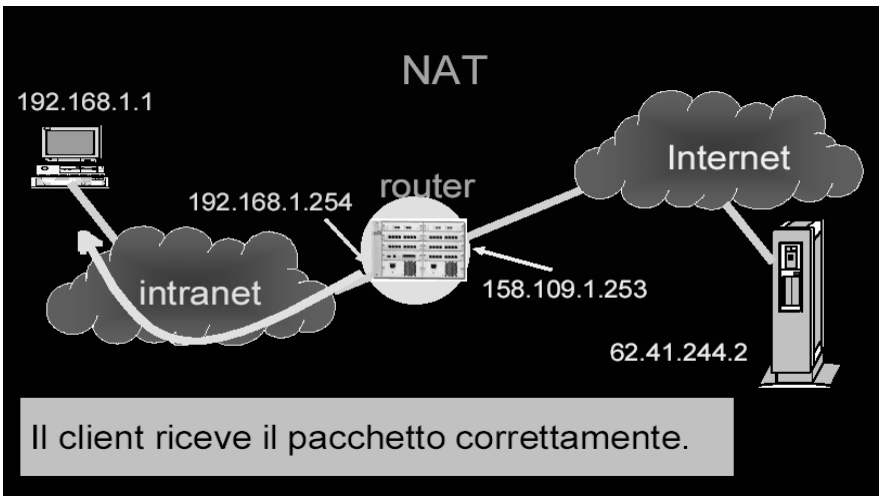


Il router prima di inoltrare il pacchetto al client ne modifica:

- l'indirizzo destinazione: 158.109.1.253 ⇒ 192.168.1.1
- la porta destinazione: 1024/TCP ⇒ 30231/TCP

01.57

NAPT



Il client riceve il pacchetto correttamente.

01.58

NAPT

- Ogni client dialoga con qualunque server esterno senza accorgersi della traduzione di indirizzo (NAT) e di porta (PAT) effettuati dal default router
- Ulteriori flussi uscenti genereranno nuove entry nella tabella dinamica.
- Porte usate dal router per la PAT: 1024 - 4999.
- Per rendere raggiungibili eventuali server interni occorre forzare la traduzione inserendo delle entry statiche nella tabella del router.
- Ci sono dei problemi nella realizzazione pratica di questi meccanismi che talvolta generano malfunzionamenti e che rendono il processo di traduzione reale significativamente più complesso di quello qui delineato, in particolare:
  - Con UDP e TCP si deve ricalcolare il *checksum*
  - FTP ha il numero IP scritto in ASCII nel suo interno, cambiarlo può cambiare la lunghezza del pacchetto e avere effetti sul TCP.
  - ICMP ha l'indirizzo IP nella parte dati
  - Tutte le applicazioni che trasportano l'indirizzo IP possono aver problemi.

01.59

NAPT

- Si osservi che
  - Non è strettamente necessario usare degli indirizzi interni privati.
  - La funzione di NAT o NAPT è in genere integrata all'interno di un router.
  - Il NAPT può essere usato anche per fare bilanciamento di carico distribuendo le richieste di connessione TCP verso specifici indirizzi su più macchine.

01.60

Telematica 3

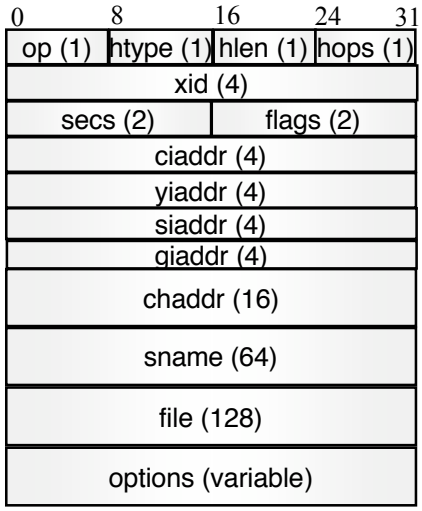
Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

- Permette ad un terminale (host) di ottenere dalla rete tutte le informazioni di configurazione necessarie (indirizzo IP, netmask, gateway, DNS server, ...) in un unico messaggio.
- Utilizza il protocollo di trasporto UDP (porta 67 verso server e 68 verso client)
- Le richieste DHCP vengono trasmesse in broadcast.
- Prevede tre tipi di assegnazione degli indirizzi:
  - ***Automatic allocation*:** il DHCP assegna un indirizzo IP permanente al client.
  - ***Dynamic allocation*:** il DHCP assegna un indirizzo IP al client per un periodo di tempo limitato (*lease period*).
  - ***Manual allocation*:** l'indirizzo IP viene assegnato dall'amministratore di rete ed il DHCP viene impiegato unicamente per inviare l'indirizzo al client.

01.61

Telematica 3

DHCP – Pacchetto



- **op**: op code / message type
  - 1 = BOOTREQUEST
  - 2 = BOOTREPLY
- **htype**: hardware type
  - Es. 10Mb Ethernet
- **hlen**: hardware address length
  - 6 bytes per Ethernet
- **hops** = 0
- **xid**: Translation ID, numero casuale scelto dal client da associare ai messaggi
- **ciaddr**: client self assigned IP address
- **yiaddr**: server assigned IP address
- **siaddr**: server IP address
- **chaddr**: client hardware address
- **option**: parametri opzionali

01.62

Telematica 3

DHCP – Tipi di messaggi

- Message type:

Value	Message Type
1	DHCPDISCOVER
2	DHCPOFFER
3	DHCPREQUEST
4	DHCPDECLINE
5	DHCPACK
6	DHCPNACK
7	DHCPRELEASE
8	DHCPINFORM

01.63

Telematica 3

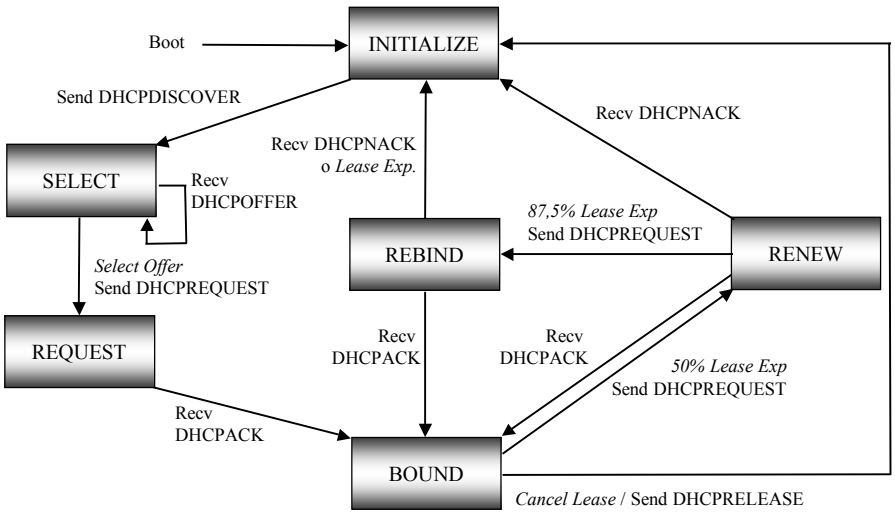
DHCP – Funzionamento

- Il client trasmette un pacchetto DHCP Request con l'opzione DHCP Discover
- Il server risponde con un pacchetto DHCP Reply con l'opzione DHCP Offer
  - Fornisce, in genere, l'indirizzo IP al client, la subnet mask, gli indirizzi IP del Server DHCP, del router e dei DNS
- Il client trasmette un pacchetto DHCP Request con l'opzione DHCP Request
- Il server risponde con un pacchetto DHCP Reply con l'opzione DHCP Ack

01.64

Telematica 3

DHCP – Funzionamento client



01.65

Telematica 3

DHCP – Opzioni Principali

Code 1	Length 4	m1	m2	m3	m4	**Client Subnet Mask**
Code 2	Length 4	a1	a2	a3	a4	**Default Router**
Code 5	Length 4	a1	a2	a3	a4	**Domain Name Server (ce ne possono essere 2)**
Code 1	Length 4	d1	d2	d3		**Domain Name**

01.66

Telematica 3

DHCP Relay Agent

- Il **DHCP *Relay Agent*** permette ad un client di contattare un DHCP server anche se questo è localizzato su un diverso dominio di broadcast.
- Quando un *Relay Agent* riceve la richiesta di un client, inviata in broadcast, la inoltra ad un server e poi invia la risposta ricevuta al client.
- Il DHCP *Relay Agent* deve tipicamente essere collocato presso i router

01.67

Telematica 3

DHCP

- Sebbene il DHCP permetta l'allocazione dinamica degli indirizzi, da solo non è sufficiente ad automatizzare tutte le operazioni per la connessione di una stazione ad internet
  - C'è il problema della corrispondenza nomi ⇔ indirizzi
- È necessario prevedere una gestione integrata DNS/DHCP
  - Esistono server integrati che assolvono ad entrambe le funzioni.
- In presenza di DNS/DHCP, un *policy server* dovrebbe essere integrato con questi per assicurare una gestione coerente delle configurazioni. Inoltre può essere utilizzato per svolgere funzioni di controllo e di sicurezza.
- Utilizzando un *policy server*, l'amministratore di rete è in grado di controllare la politica di gestione delle risorse della rete.

01.68

Telematica 3

HSRP e VRRP

- Anche se inserisce su di una sottorete più router realizzando una magliatura per aumentare l'affidabilità, se il router (o l'interfaccia) principale si guasta, solo modificando la configurazione del router di default sugli host le comunicazioni possono riprendere.
- Per permettere una soluzione automatica di questo problema la CISCO ha brevettato un protocollo chiamato Hot Standby Routing Protocol (HSRP)
- Tale protocollo è specificato nel RFC 2281.

01.69

Telematica 3

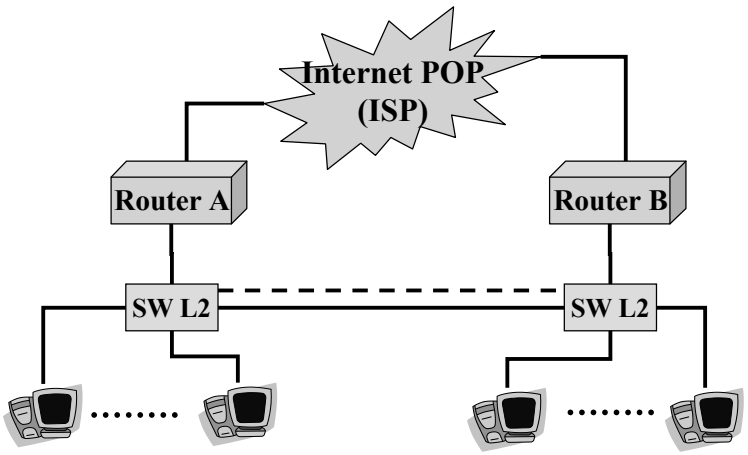
HSRP e VRRP

- HSRP definisce un *router virtuale* i cui indirizzi MAC e IP possono corrispondere a più interfacce (sullo stesso apparato o su apparati diversi).
- Una sola di tali interfacce assume lo stato *Active*, mentre le altre sono mantenute in *Standby*.
- L'indirizzo del router virtuale viene inserito negli host come router di default.
- Il protocollo è completato da meccanismi di elezione dell'interfaccia *active* e da meccanismi di identificazione dei guasti
- Il Virtual Router Redundancy Protocol (RFC 2338) è sostanzialmente identico tranne che per alcuni dettagli (per esempio si appoggia direttamente su IP invece che usare UDP come l'HSRP)

01.70

HSRP e VRRP

- In alcuni casi la presenza di questi meccanismi può portare a malfunzionamenti



01.71