



Impianti Informatici

 POLITECNICO DI MILANO



Reti



Cos'è una rete

Rete: insieme di sistemi per l'elaborazione delle informazioni interconnessi tra loro

Obiettivi:

- condividere il software
- consultare archivi comuni
- comunicare dati fra i sistemi stessi





Tipologie di reti

LAN (Local Area Network)

- Estensione limitata, elevata velocità di trasferimento dei dati (edificio, edifici adiacenti, ~100m)

MAN (Metropolitan Area Network)

- Trasferimento dati ad alta velocità (città, ~ 10 Km), ad esempio utilizzando cavi in fibra ottica
- Può connettere varie LAN all'interno della stessa città

WAN (Wide Area Network)

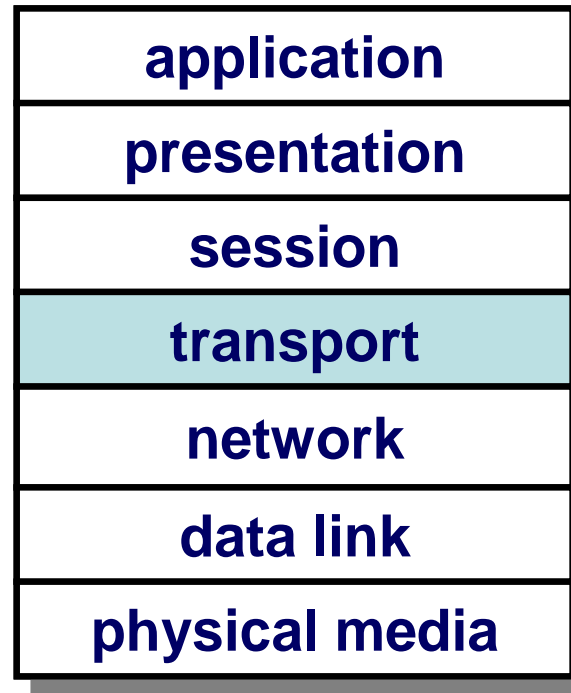
- Consiste solitamente in più LAN e MAN distribuite in un'ampia area geografica
- La più ampia è Internet



Modello ISO-OSI

OSI (Open System Interconnection) è un modello teorico di riferimento definito dalla ISO (International Standard Organization) che definisce le caratteristiche della comunicazione multilivello

- I tre livelli più alti sono application-oriented
- I tre livelli più bassi sono network-oriented
- Il livello di trasporto fa da intermediario

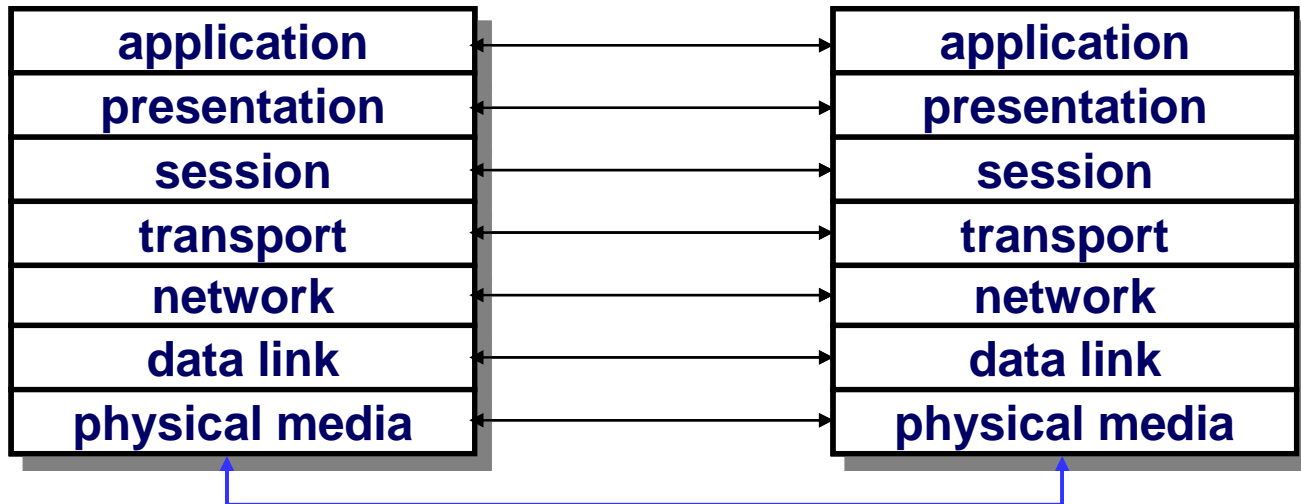




Stratificazione

Protocollo: insieme di regole per gestire la comunicazione tra entità che scambiano informazioni

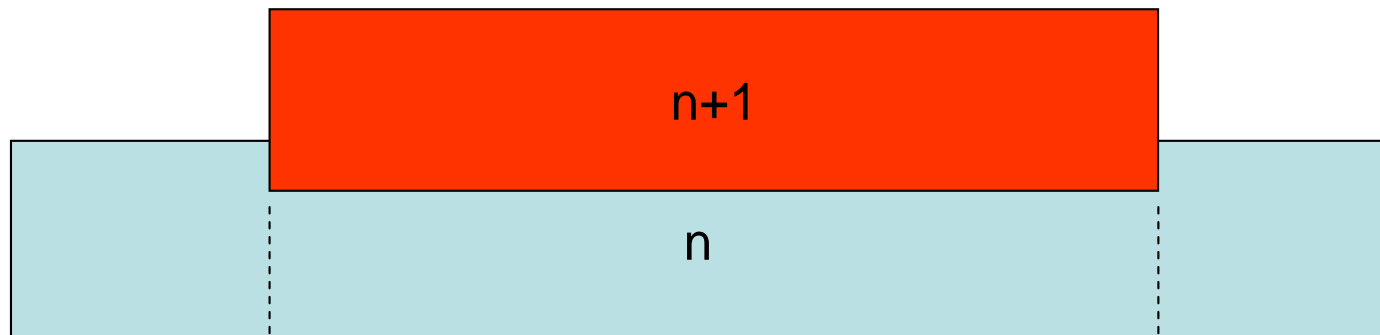
Il livello n di un sistema comunica **virtualmente** con il livello n di un altro



Principio dell'incapsulamento

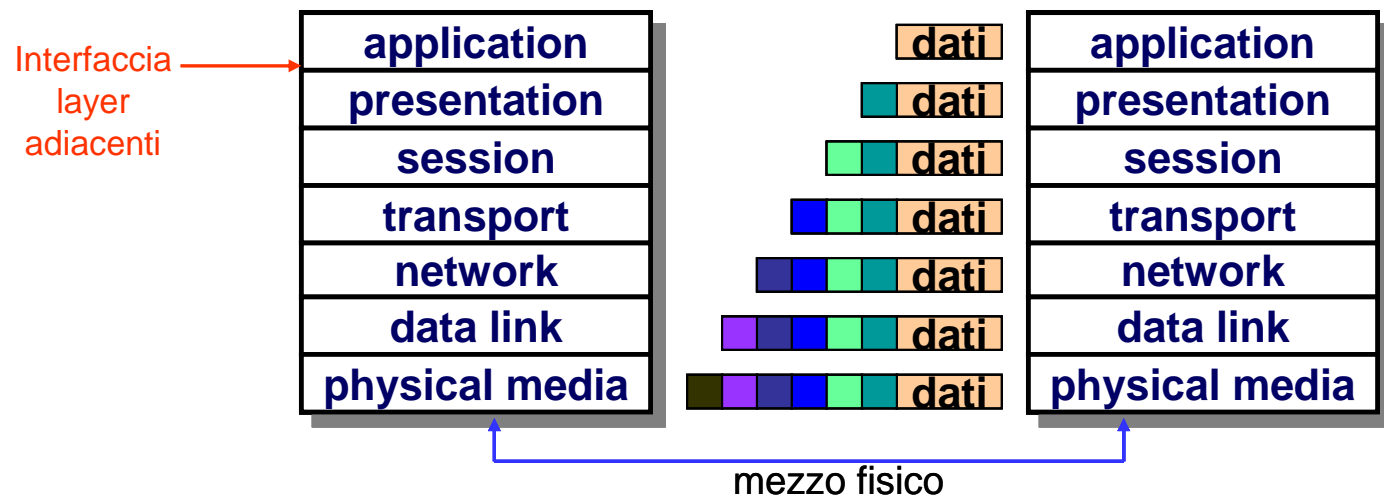
Principio dell'incapsulamento

- i messaggi dei livelli superiori vengono *incapsulati* nel campo dati del livello inferiore e trasmessi in maniera *trasparente*
 - non vengono né interpretati né modificati
- Garantisce l'**indipendenza tra layer**



Header e payload di un messaggio

Ogni livello aggiunge ai dati (*payload*) le proprie informazioni di controllo (*header*)
Per ogni coppia di livelli adiacenti esiste un'**interfaccia** per lo scambio delle informazioni





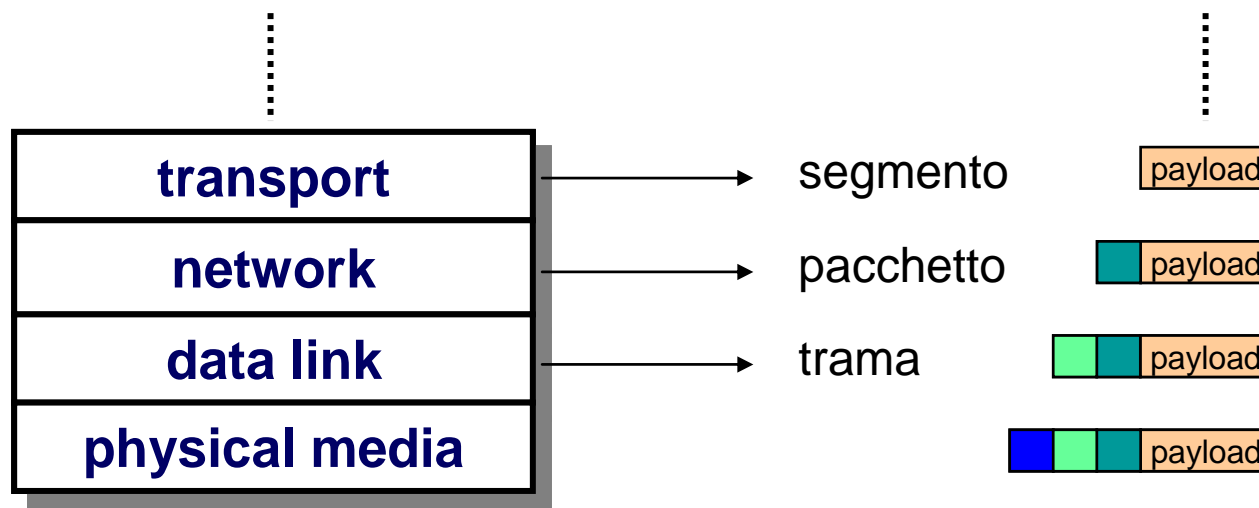
Funzioni dei 7 livelli OSI

Physical Layer: interfaccia con il mezzo fisico

Data Link Control: comunicazione *point-to-point*

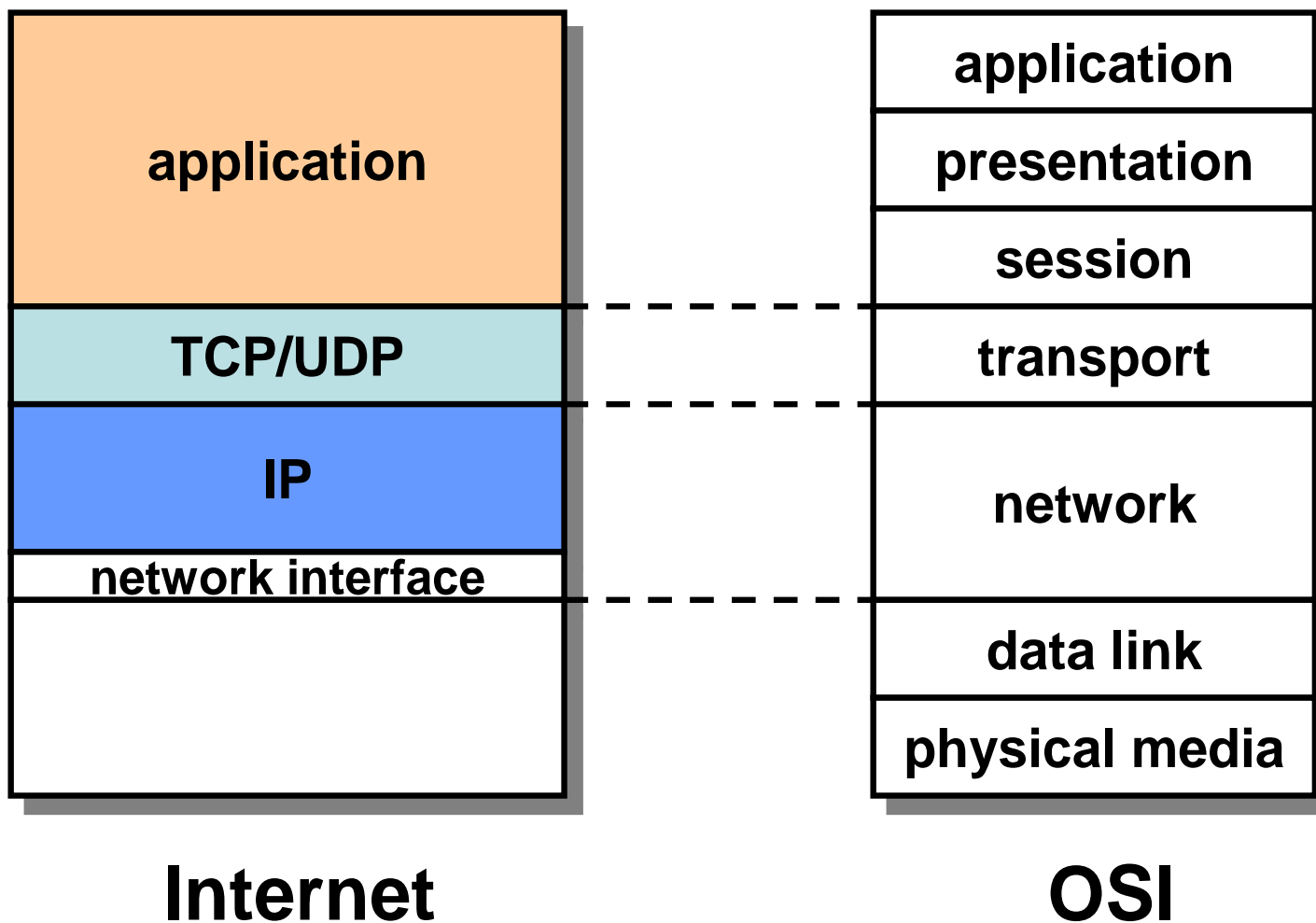
Network Layer: instradamento dei *pacchetti* da sorgente a destinazione

Transport Layer: crea la connessione logica *end-to-end*





I protocolli Internet nel modello OSI





Indirizzo IP

Ogni nodo della rete è identificato da un indirizzo IP.

- Un nodo che è collegato a più reti (multi homed host) ha un indirizzo per ogni interfaccia

Un indirizzo è una stringa lunga 32 bit (nel caso IPv4)

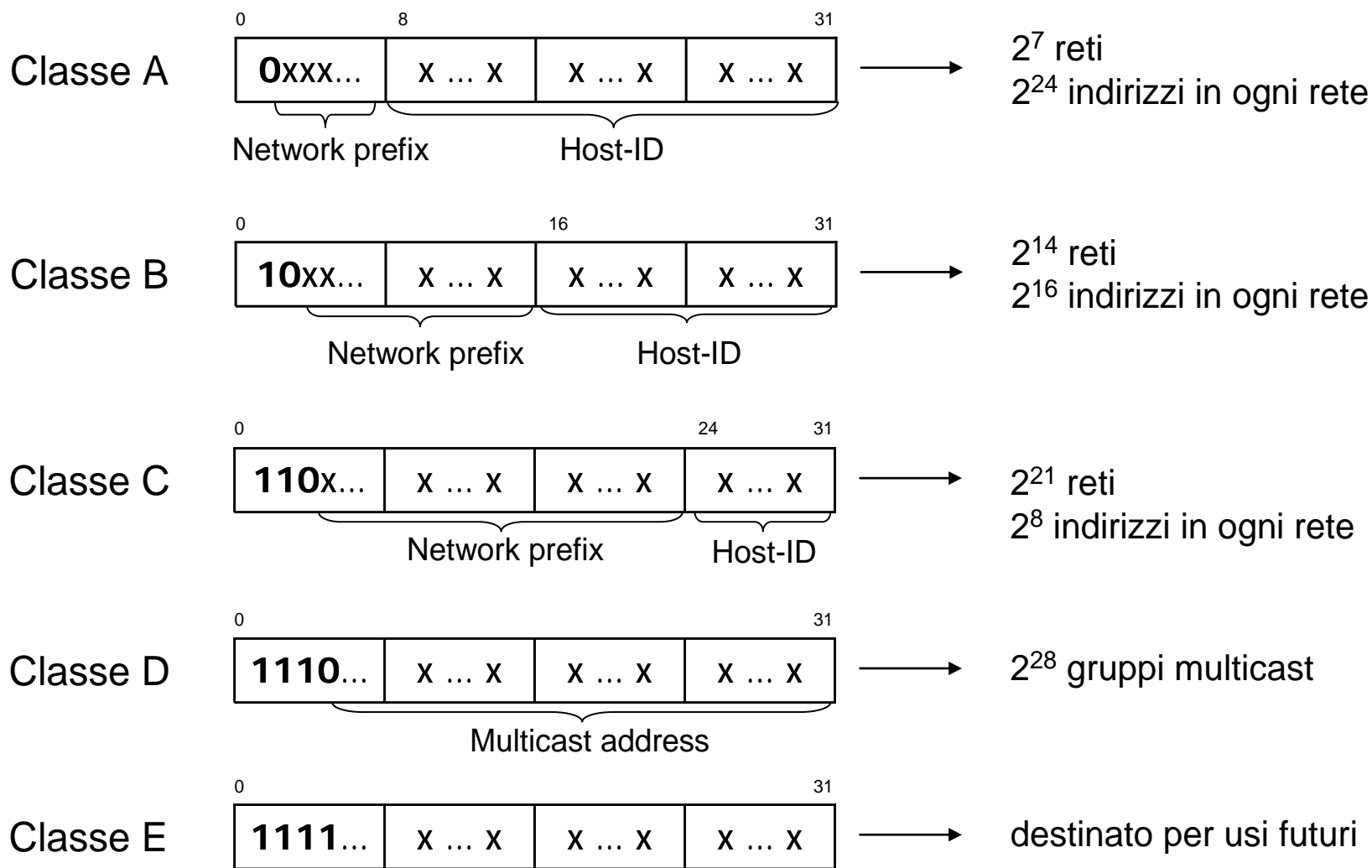
L'indirizzo IP è solitamente espresso nella notazione decimale a gruppi di 8 bit (*dotted decimal notation*):

8 bit . 8 bit . 8bit . 8 bit

- Ad esempio: 131.175.54.140



Indirizzi IP classful

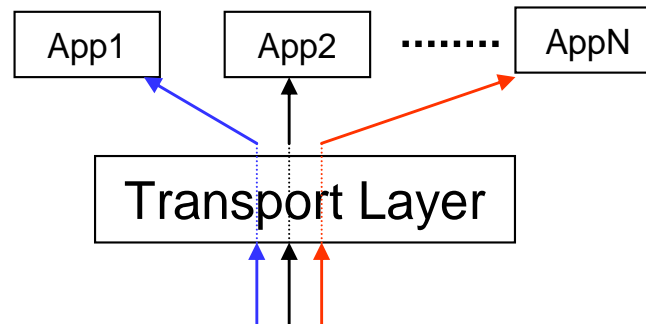


Protocolli di trasporto

Creano una connessione logica (end-to-end) tra sorgente e destinazione

La sorgente, così come la destinazione, è identificata da un *socket* (indirizzo IP + porta)

- L'IP identifica il nodo
- La porta identifica il *servizio* richiesto
 - il livello di trasporto esegue la *demultiplazione* (e *multiplazione*) per inviare i dati alla corretta applicazione





Protocolli TCP e UDP

La connessione logica è descritta in modo completo da una coppia di socket

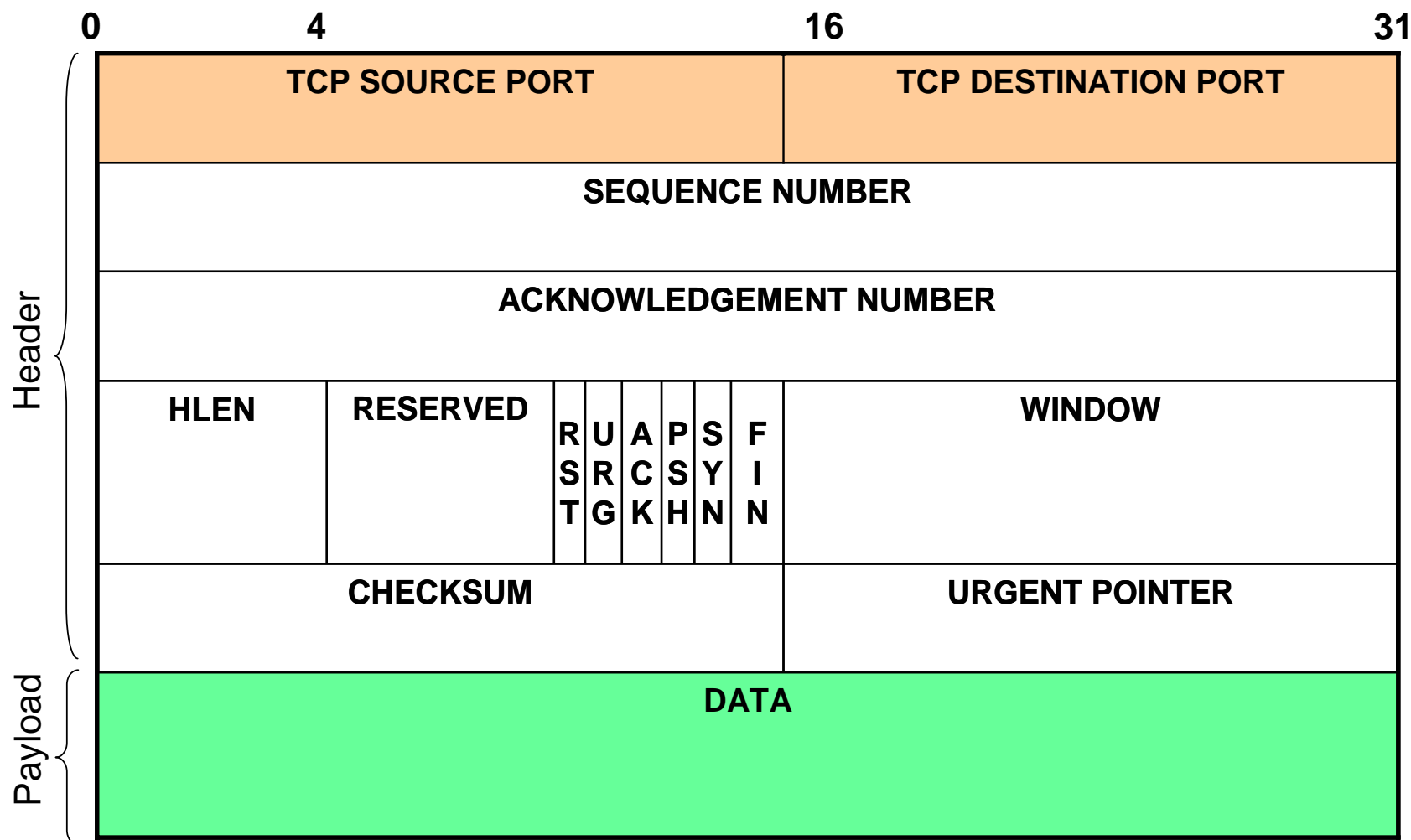
UDP (User Datagram Protocol):

- *Segmentazione*
- Multiplazione/demultiplazione

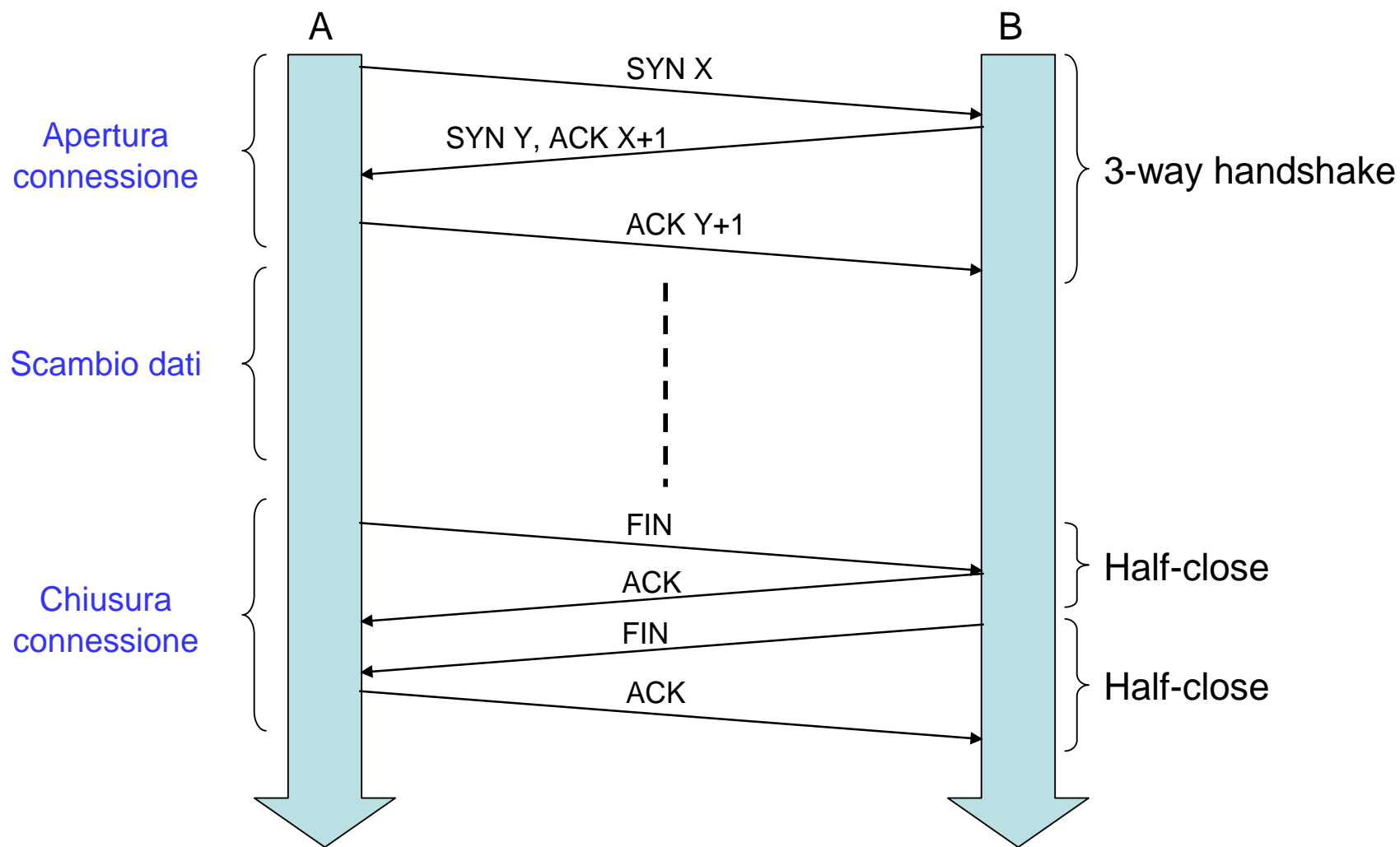
TCP (Transmission Control Protocol):

- È *connection-oriented* (virtual circuit)
- Offre le stesse funzioni di UDP + un servizio *reliable*:
 - Controllo di flusso
 - Controllo di sequenza
 - Controllo di congestione
 - Correttezza delle informazioni (gestisce perdite e duplicazioni)

Struttura di un segmento TCP



Apertura e chiusura di una connessione TCP



Apparati di rete

Impianti Informatici

 POLITECNICO DI MILANO



Reti



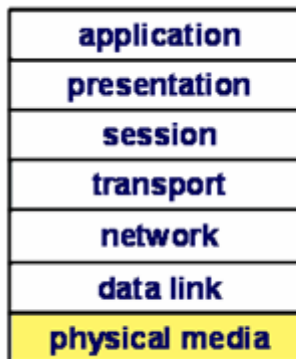
HUB (livello 1)

Opera al livello fisico dello stack ISO-OSI

È un semplice *ripetitore* di segnale

- Anche denominato *accentratore di rete*

Unisce LAN perfettamente identiche tra loro (con stesso protocollo MAC)

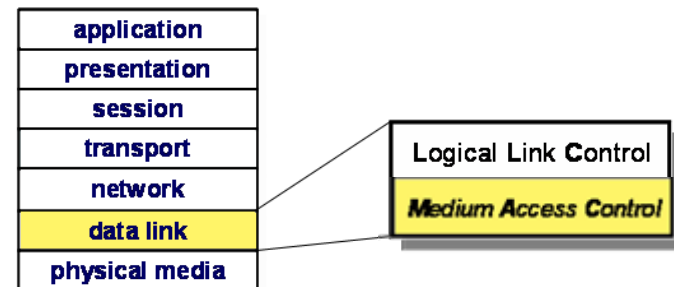


BRIDGE/SWITCH (livello 2)

Opera a livello MAC (Medium Access Control) del Data Link Layer

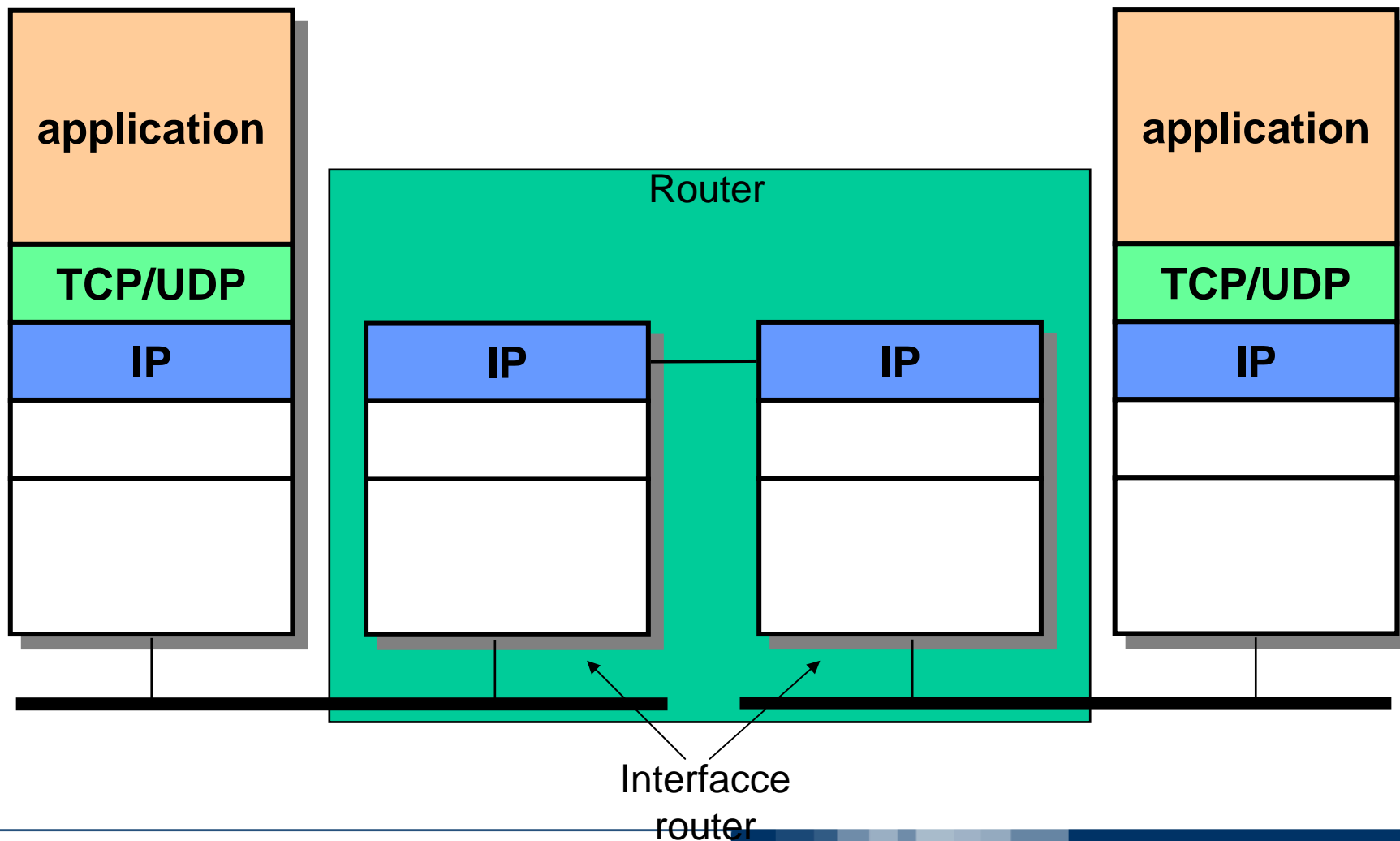
Ha nozioni di *trama*, quindi non replica semplicemente il segnale

Unisce LAN che usano gli stessi protocolli nei layer superiori a quello MAC





ROUTER (livello 3)

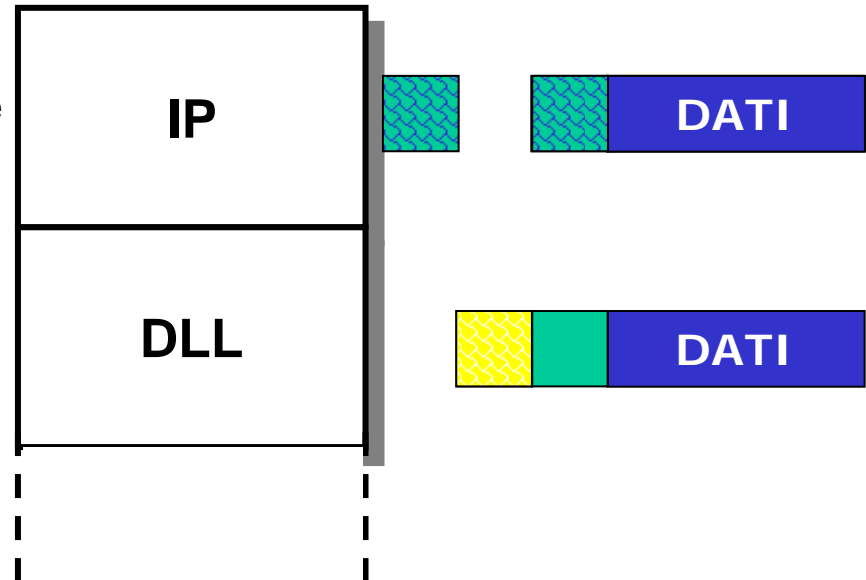




Funzionalità dei router

I router eseguono il routing dei pacchetti IP tra le reti ad essi connesse:

- Rimuovono l'intestazione di livello 2
- Esaminano l'intestazione di livello 3 per eseguire l'instradamento
- Modificano l'intestazione di livello 3 (ad es. TTL)
- Inseriscono una nuova intestazione di livello 2





Funzionalità dei router

Hanno algoritmi di instradamento sofisticati

Se necessario, frammentano ulteriormente i pacchetti per adattarsi alla rete fisica su cui trasmette

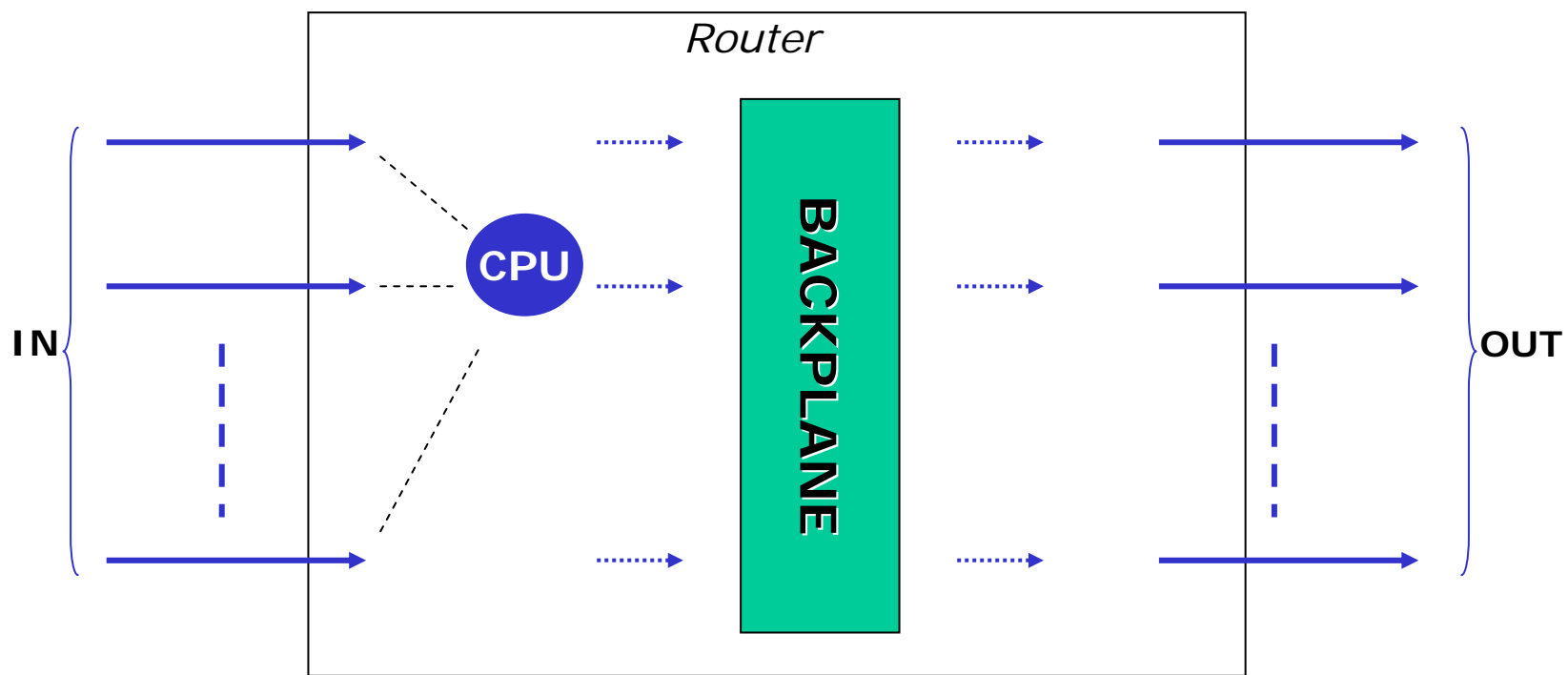
Si utilizzano solitamente per interconnessioni MAN/WAN

I router attuali offrono generalmente anche funzioni aggiuntive al puro instradamento,

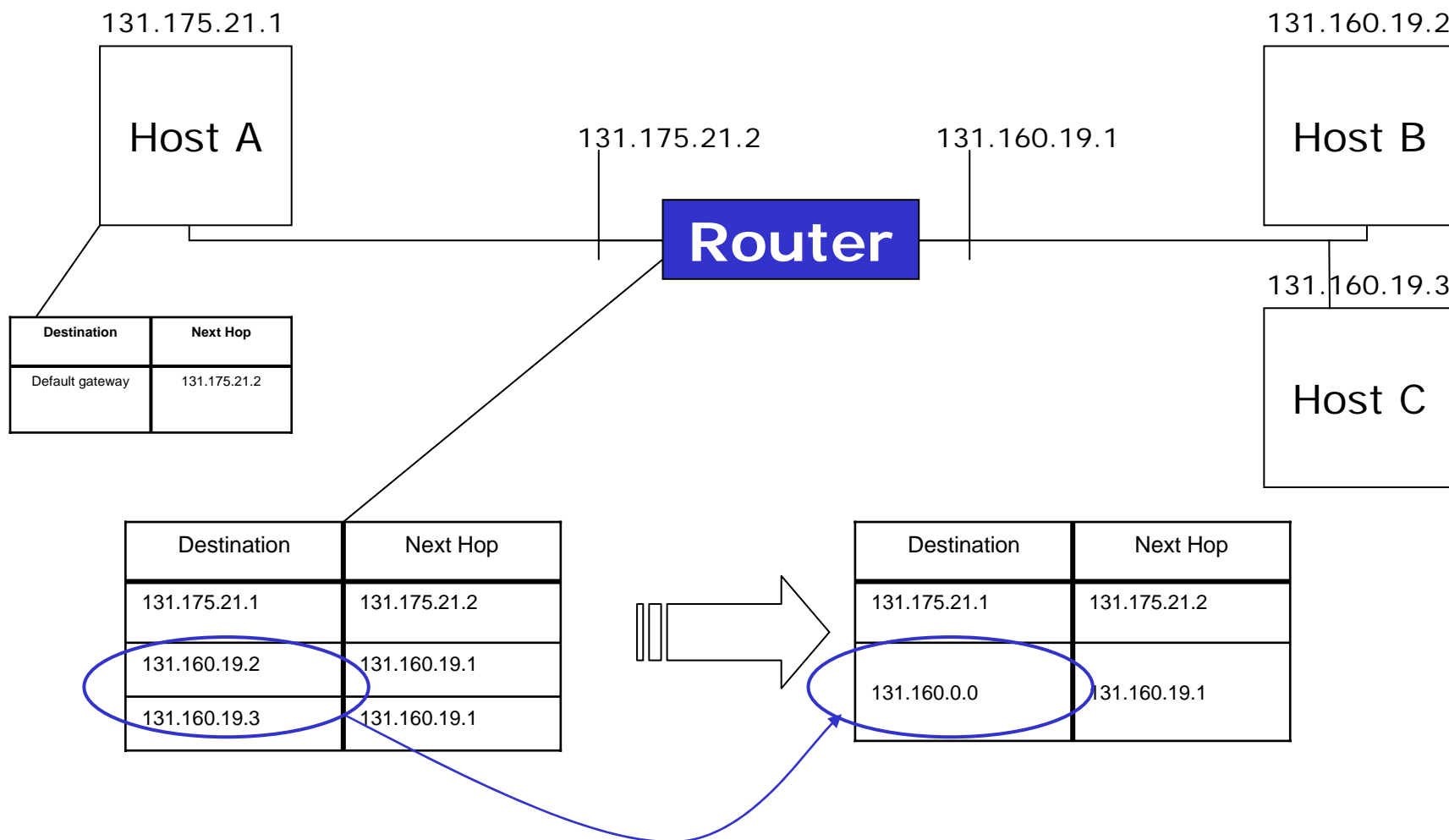
- Esse richiedono l'integrazione di protocolli superiori al livello di rete (ad esempio quando fungono da NAT-BOX)



Struttura router



Esempio tabella di routing



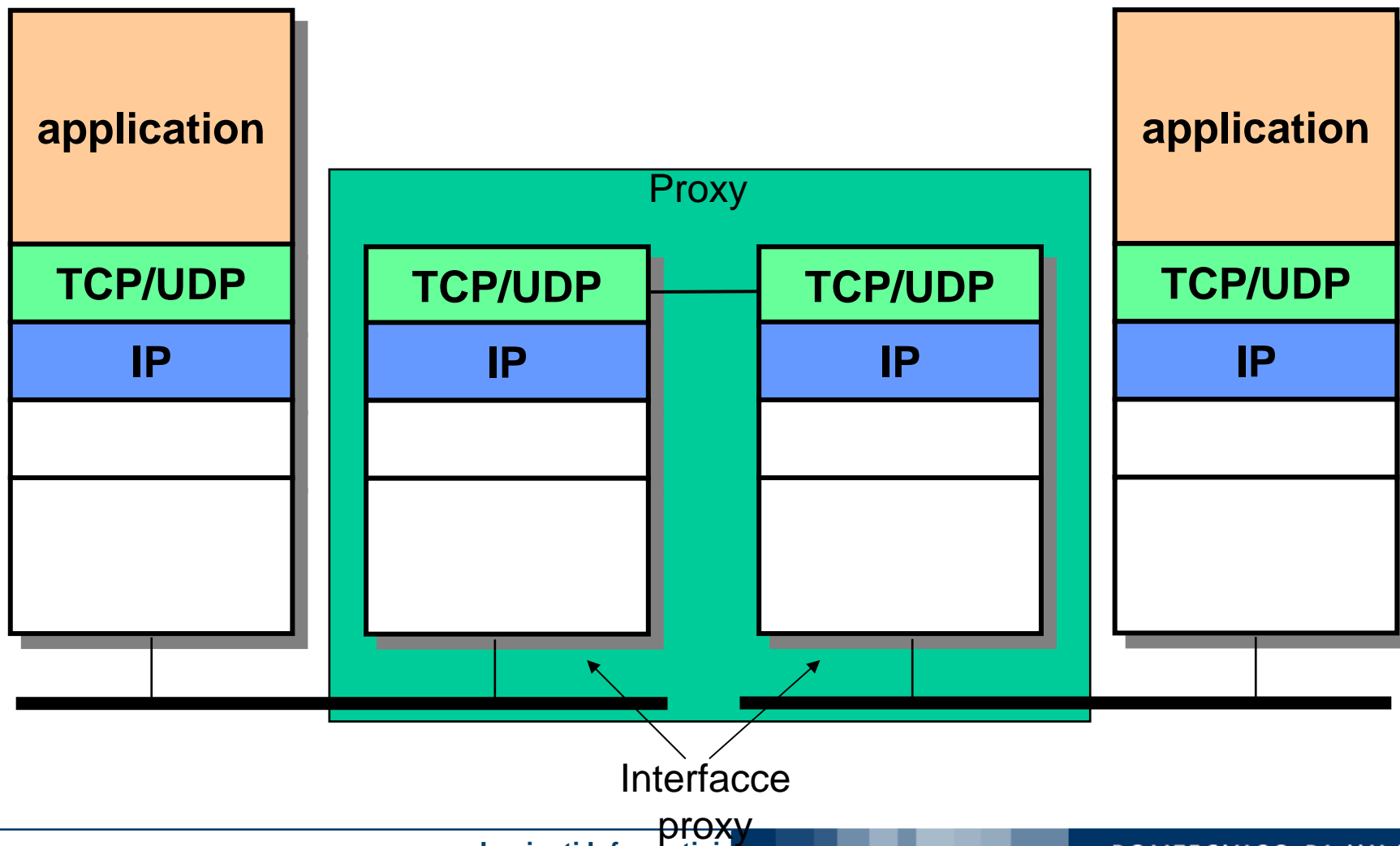


Migrazione IPv4 → IPv6

Migrazione istantanea non fattibile

Tecniche di migrazione:

- Dual Protocol
 - Ogni nodo deve implementare sia IPv4 che IPv6
- IPv4 Tunnelling
 - Edge router con stack IPv4 e IPv6
- Protocol Translation
 - Impossibilità di usare i nuovi campi di IPv6





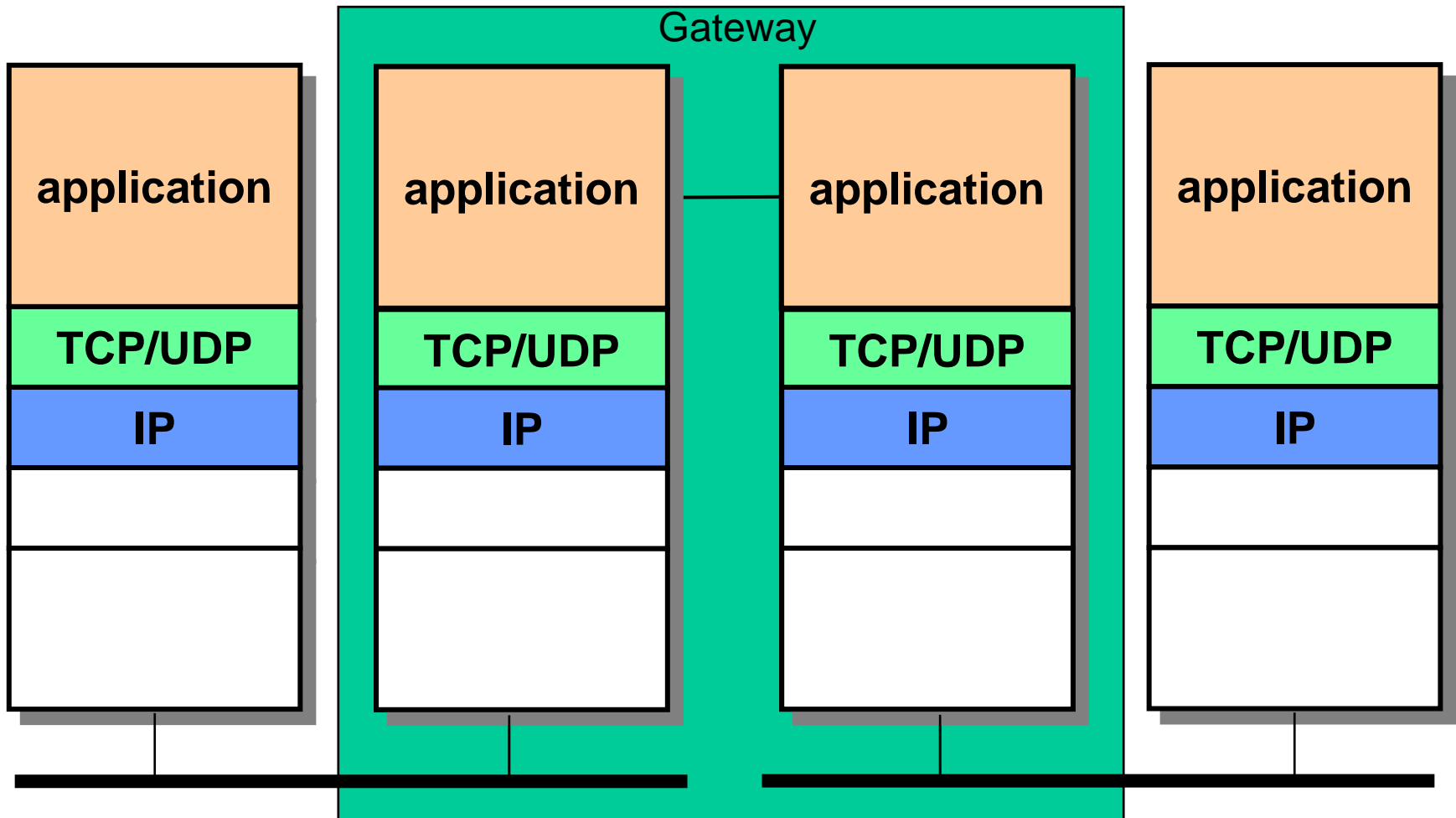
Sono in grado di ricostruire un intero messaggio o flusso di dati scambiato tra due reti

Possono (limitatamente) analizzare e modificare il flusso informativo tra due reti o stazioni

- a livello di proxy è possibile applicare un antivirus alle e-mail in transito
- a livello di proxy è possibile decidere se un utente ha il diritto di visualizzare una certa pagina Web
- intermediario tra nodi
 - caching



GATEWAY APPL. (livello 7)





GATEWAY APPLICATIVO

I gateway applicativi interconnettono applicazioni diverse (agiscono da interfaccia tra protocolli differenti)

Esempio: posta elettronica (via web mail)

- L'e-mail si avvale di protocolli applicativi (SMTP, POP, IMAP) e di applicazioni client/server adatte a questi protocolli
- Un gateway Web permette di leggere e inviare e-mail usando un protocollo applicativo totalmente diverso (HTTP) e applicazioni client/server totalmente diverse (Web browser/Web server)



Differenza tra gateway e router

Il gateway opera a livello 7 dello stack ISO-OSI

- È in grado di interpretare i dati ricevuti e in parte di modificarli prima di trasmetterli

Il router opera a livello 3 dello stack ISO-OSI

- Instrada i pacchetti
- Non modifica il flusso di dati



Internet Protocol

È un protocollo di rete (livello 3 modello OSI) a pacchetto

- Si occupa della consegna dei pacchetti tra due nodi della rete
- È un protocollo di *interconnessione tra reti* (*Inter-Networking Protocol*), nato per collegare reti eterogenee per tecnologia, prestazioni, gestione.





Caratteristiche Internet Protocol

Servizio *unreliable*

- È compito dei livelli superiori fornire particolari garanzie

Funzioni di *instradamento e indirizzamento*

- Identifica i nodi sorgente e destinazione mediante un indirizzo IP
- Consente ad un pacchetto di circolare dalla sorgente alla destinazione

Esegue *frammentazione* e riassetramento dei pacchetti



Subnetting

Consente di partizionare lo spazio degli indirizzi per creare delle *sottoreti*

Mediante una **subnet-mask** si allunga il *network prefix* con un nuovo campo che individua la sottorete (*subnet prefix*)

La lunghezza della subnet-mask viene solitamente indicata con **/n** (ad es: 175.16.1.5/16)

Indirizzo rete	<u>1</u> 0000010	00000101	00000 000	00000000	130.5.0.0
Subnet-mask	11111111	11111111	11111 000	00000000	255.255.248.0
	Rete (2^{14} reti)		Sottorete (2^5 sottoreti per ogni rete)	Host (2^{11} host per ogni sottorete)	

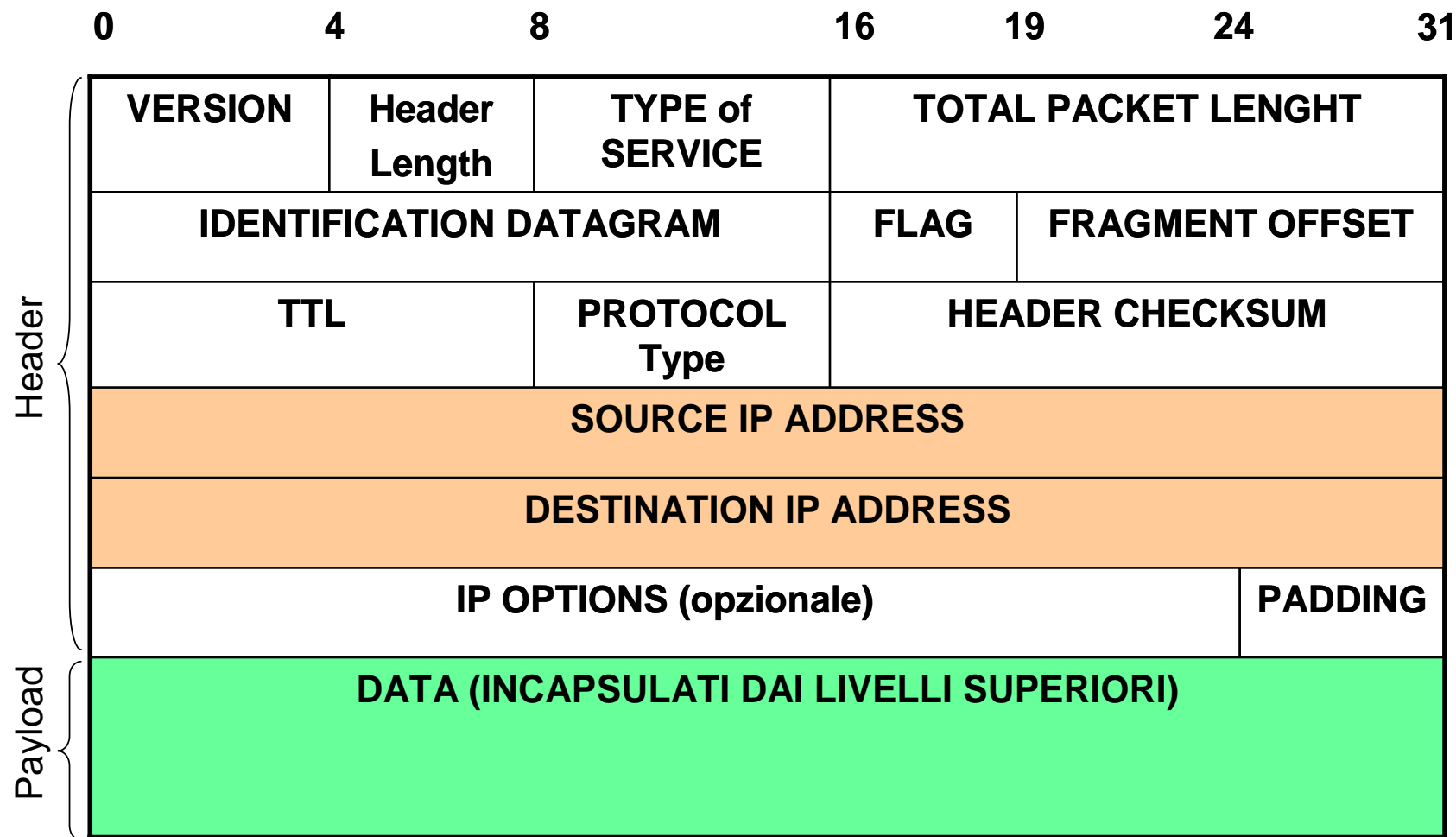


Indirizzi IP ad uso “privato”

Esistono degli intervalli di indirizzi “privati”

- Questi indirizzi non possono essere utilizzati su internet, ma chiunque è libero di utilizzarli per una rete privata, che sia domestica o di una grande azienda:
 - 10.0.0.0/8
 - 172.16.0.0/12
 - 192.168.0.0/16
 - 169.254.0.0/16
- Un computer che utilizzi uno di questi indirizzi non potrà collegarsi direttamente ad un computer su un indirizzo pubblico, a meno di utilizzare particolari meccanismi:
 - NAT
 - Proxy

Struttura di un pacchetto IP





Network Address (and Port) Translation

Il NAT è una tecnica, che consiste nel modificare gli indirizzi IP di un pacchetto in transito

IP *masquerading*

- Particolare utilizzo del NATTING che consente ai molteplici computer di una rete privata di utilizzare un singolo indirizzo IP (pubblico) per accedere ad Internet
- Risolve il problema del “limitato” numero di indirizzi IP disponibili
- Nasconde dall'esterno la rete privata



Funzionamento di NAT

Cambia alcune informazioni negli header dei messaggi:

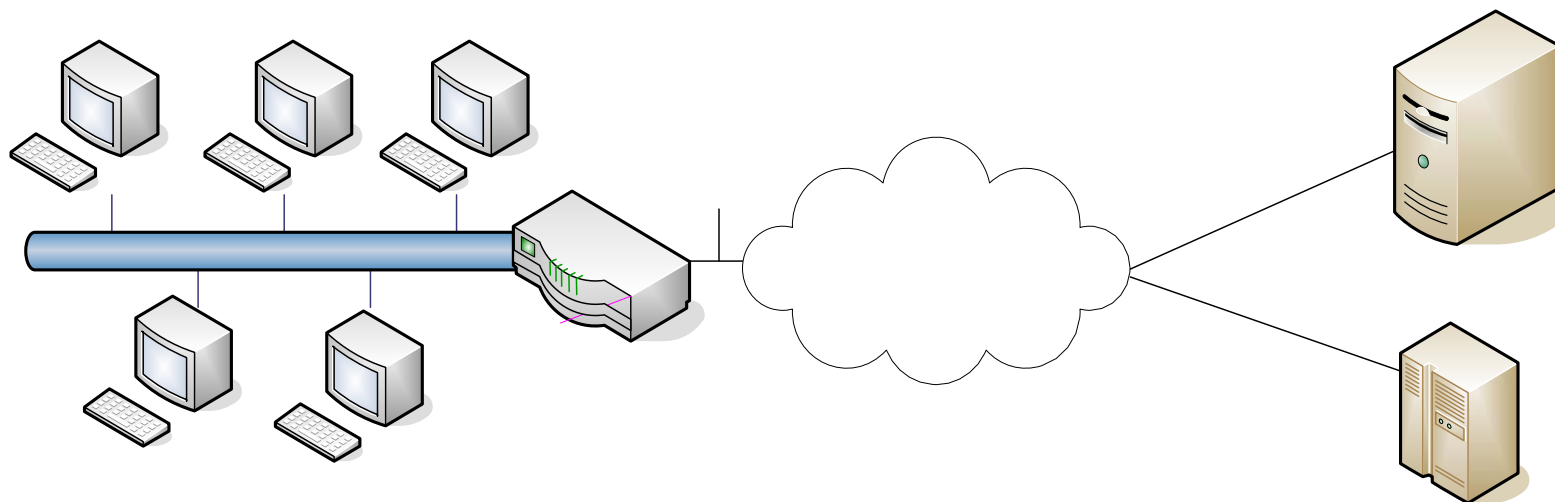
- Source address -> Indirizzo IP pubblico
- Source port -> Una porta qualsiasi disponibile

Memorizza in apposite tabelle le modifiche apportate

- Tali informazioni vengono utilizzate per traslare i messaggi di risposta, così da farli pervenire all'host (e al servizio) corretto
- A seconda che si stia modificando l'indirizzo IP sorgente o destinazione, si parla di:
 - Source NAT
 - Destination NAT

Esempio di NAT

Private Address	Private Port	External Address	Ext. Port	Protocol Used	NAT Address	NAT Port
→ 192.168.0.1	13	81.231.110.1	80	TCP	91.168.0.15	231 →
192.168.0.6	66	81.231.110.1	80	TCP	91.168.0.15	115
192.168.0.4	12	211.1.9.115	21	TCP	91.168.0.15	231





IPv6 (Next Generation Protocol)

Limitazioni IPv4:

- Numero di indirizzi limitato (2^{32} indirizzi non sono più sufficienti)
 - Espansione del numero di utenti della Rete
 - Sottosfruttamento degli indirizzi potenzialmente disponibili
 - le più vecchie assegnazioni disponevano solo di indirizzi classful (/8 /16 /24)
 - Parte dei 2^{32} indirizzi è destinata per:
 - Reti private
 - Indirizzi multicast
- Esplosione delle tabelle di routing
- Esigenza di nuove funzionalità:
 - Applicazioni Real Time
 - QoS
 - Security (autenticazione, crittografia)
 - Supporto per il roaming





Caratteristiche IPv6

Servizio connectionless

Indirizzo a 128 bit

- Solitamente in 8 gruppi da 4 cifre esadecimali (2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7344)
- Introduce gli indirizzi *anycast*
- Elimina gli indirizzi *broadcast*

Indirizzamento gerarchico (indirizzo strutturato)

Sicurezza integrata: autenticazione, cifratura

Header flessibile:

- Base header
- Extension headers: fragment, routing, authentication,...

Funzionalità per l'allocazione delle risorse (QoS):

- Classe / priorità
- Flow label

Supporto per il roaming

Amministrazione della rete: autoconfigurazione (plug&play)



Domain Name System

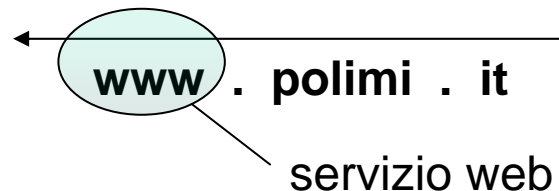
È un protocollo applicativo che si appoggia su UDP

Consente di utilizzare stringhe, anziché indirizzi IP, per identificare un host

Associa all'indirizzo numerico di un host un nome simbolico (ad esempio **www.polimi.it**) composto da una serie di *label* (www, polimi e it sono label)

Ogni *label* è assegnata da una *naming authority*

- Ciascuna di esse è strettamente inclusa in una o più authority più grandi, così da creare una *gerarchia* di nomi
- Tale gerarchia di inclusione va da destra a sinistra: la prima label (a sinistra) identifica il nome della macchina (o del servizio)





Domain Name System

Ogni nome corrisponde ad un *dominio*

- La gerarchia dei nomi è sia geografica che organizzativa
- I domini di livello 1 sono, ad es:
 - com, edu, org, gov, it, fr, de...
- I *server DNS* consentono la risoluzione (restituendo l'indirizzo IP corrispondente ad un dato dominio)
 - Se un server DNS non sa risolvere un indirizzo manda la richiesta ad un server di livello superiore
 - La risoluzione degli indirizzi può essere:
 - Iterativa
 - Ricorsiva

Il nome di dominio va registrato presso l'InterNIC (Internet Network Information Center)

- Ciò assicura l'unicità del nome e la sua associazione ai numeri che identificano le macchine usate dal richiedente

