
Sistemi di Calcolo

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica e Automatica

Riccardo Lazzeretti

Daniele Cono D'Elia

Il Sistema Operativo e la rete

Principali riferimenti:

W.R. Stevens “Unix Network Programming” Prentice Hall, 1999

Peterson - Davie “Computer Networks: A system approach” Morgan Kaufmann 2000

Andrew Tanenbaum and David Wetherall, Computer Networks

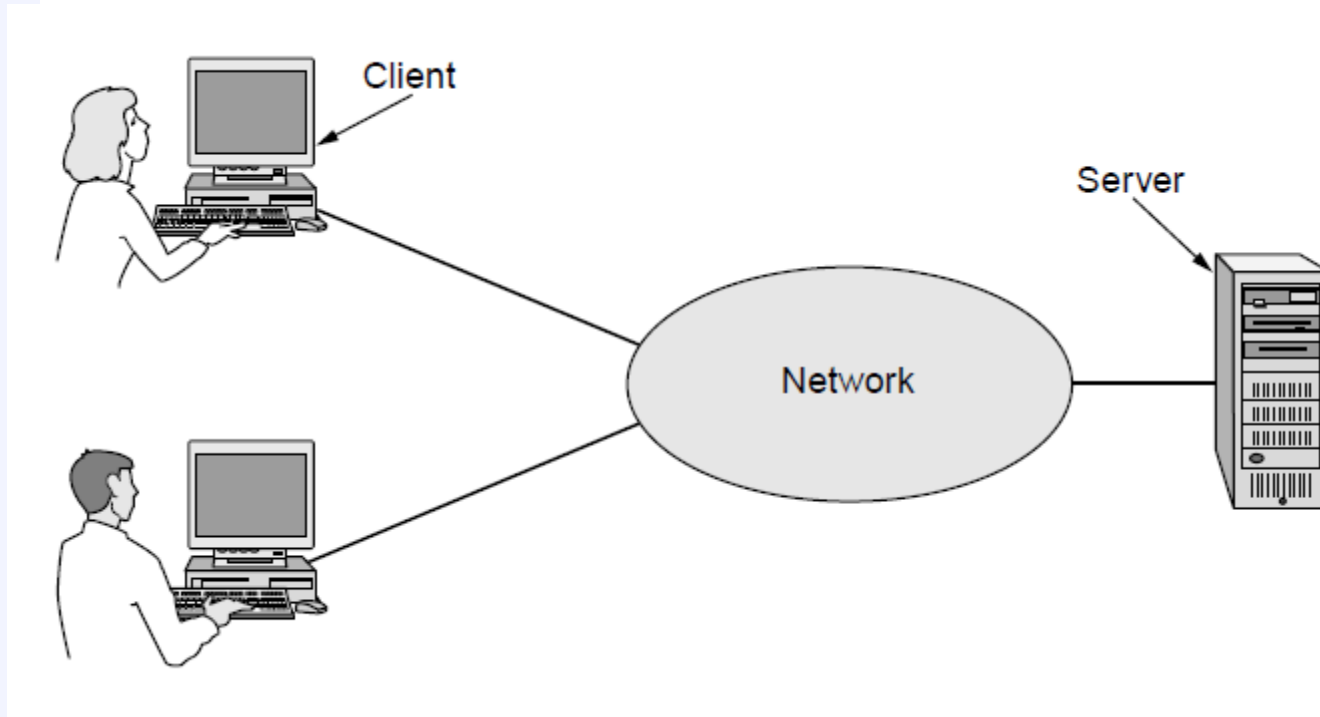
Contenuti

- Architettura di Internet
- Richiami di TCP/IP
- Sockets
- Network Adaptors

Architettura di Internet

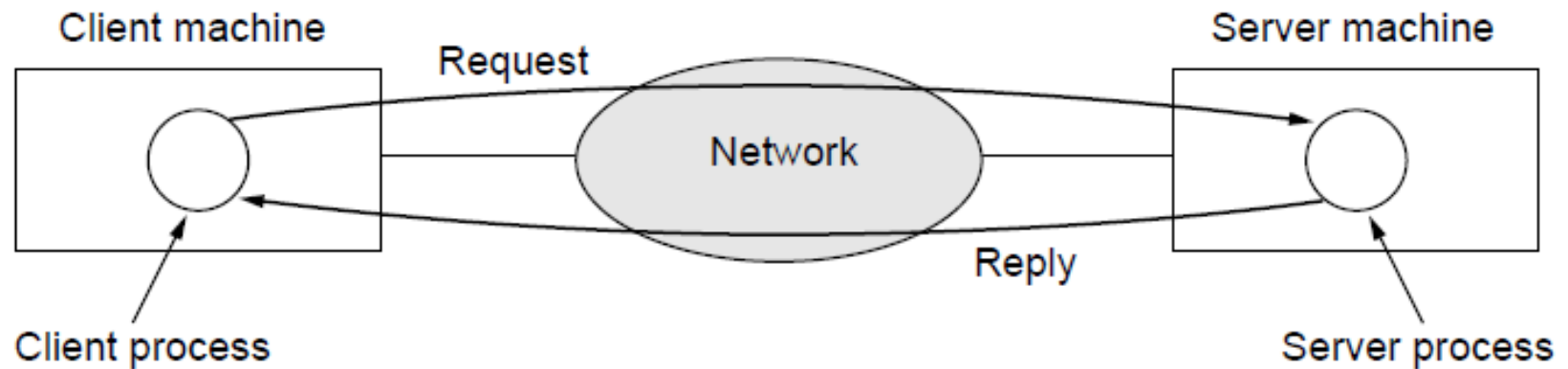
Business Applications (1)

A network with two clients and one server

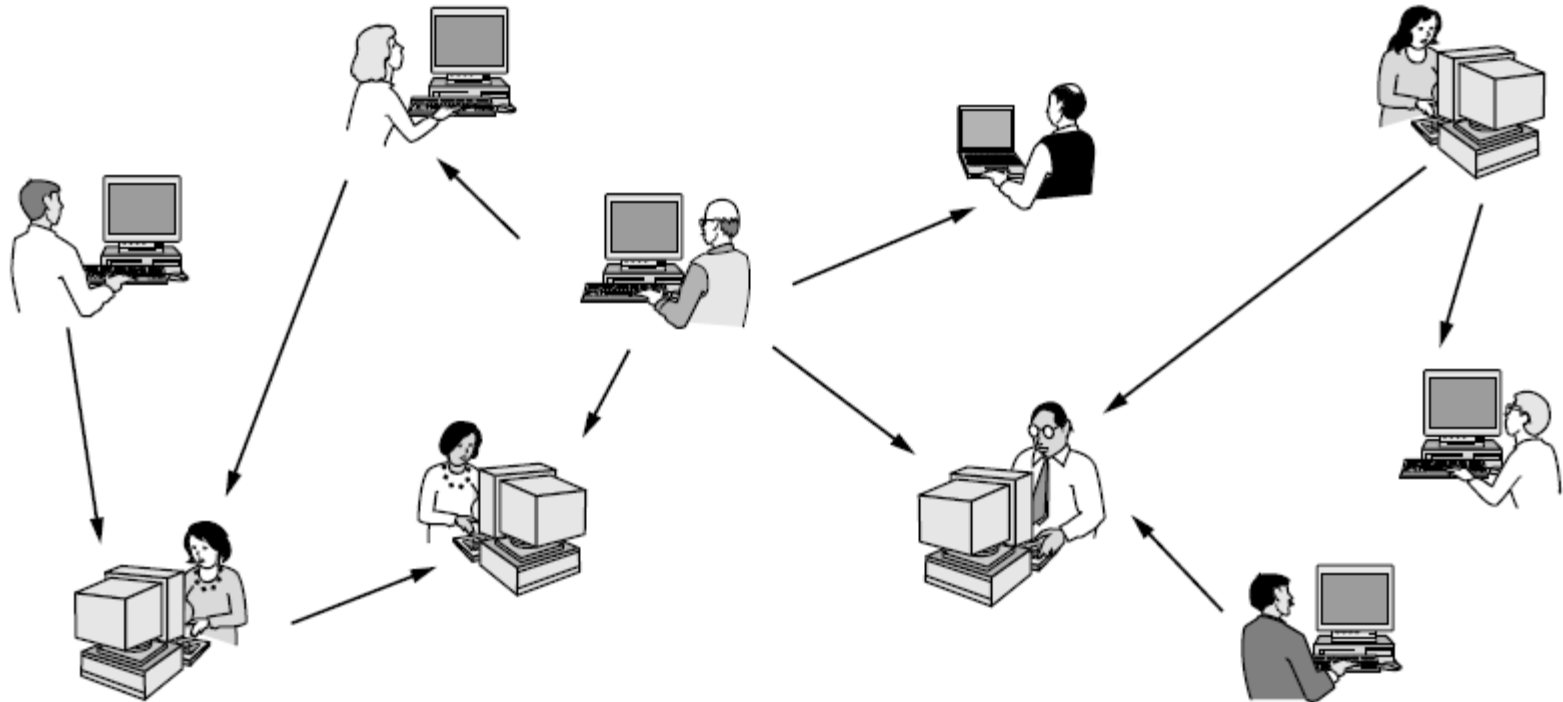


Business Applications (2)

The client-server model involves requests and replies



Home Applications

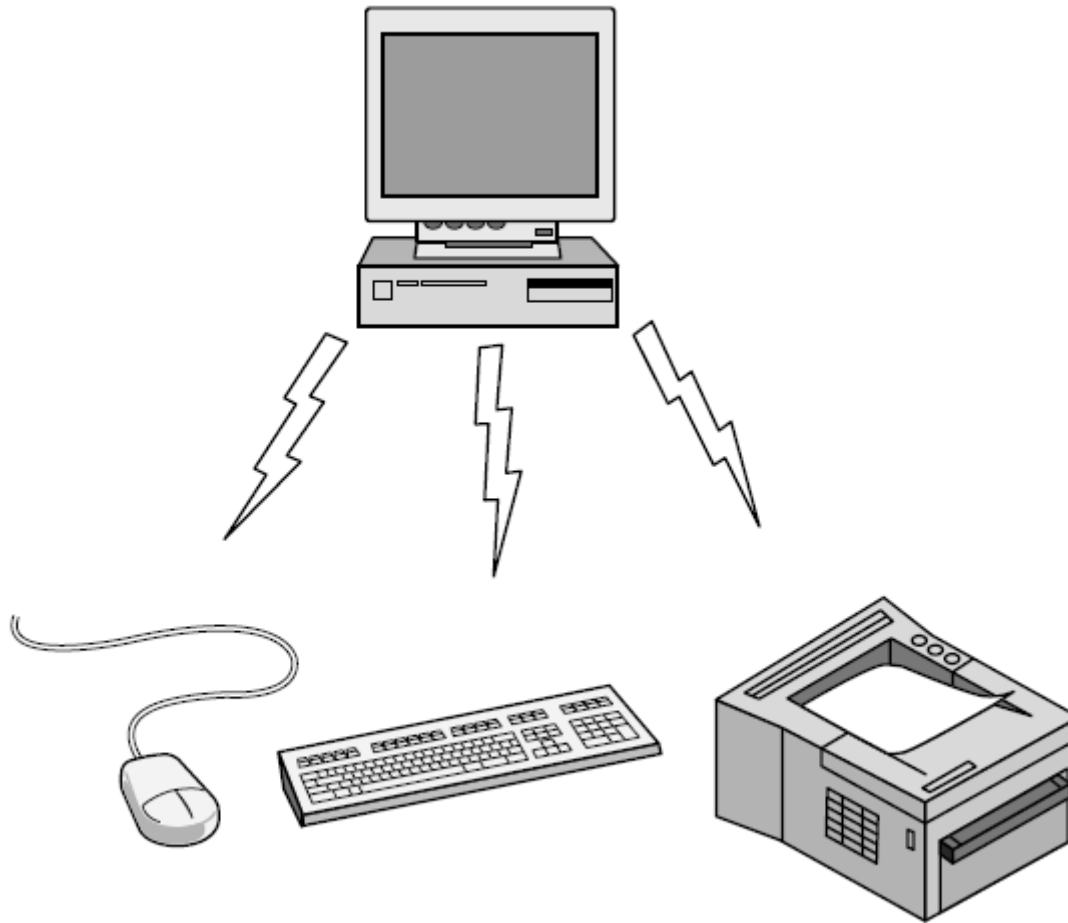


In a peer-to-peer system there are no fixed clients and servers.

Network classification by scale

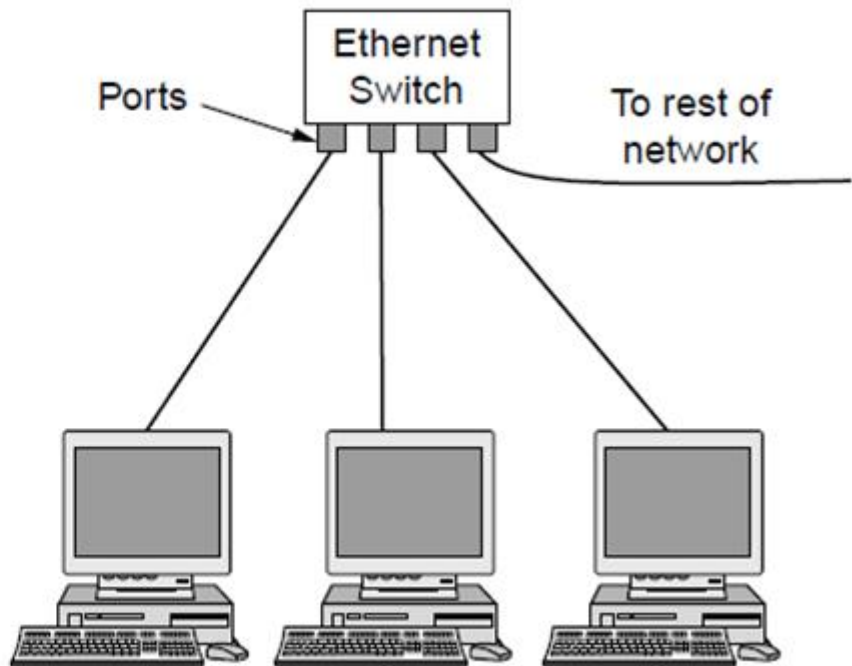
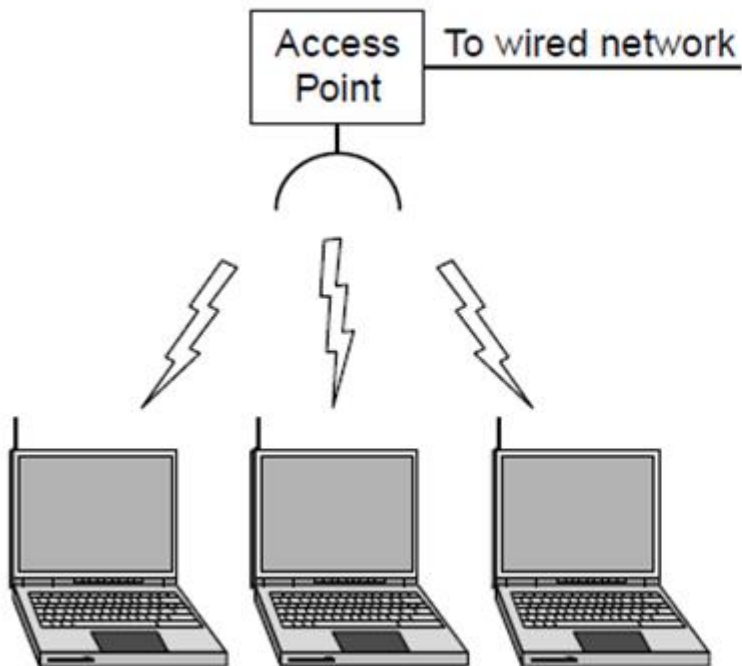
Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	Local area network
100 m	Building	
1 km	Campus	
10 km	City	Metropolitan area network
100 km	Country	Wide area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	The Internet

Personal Area Network

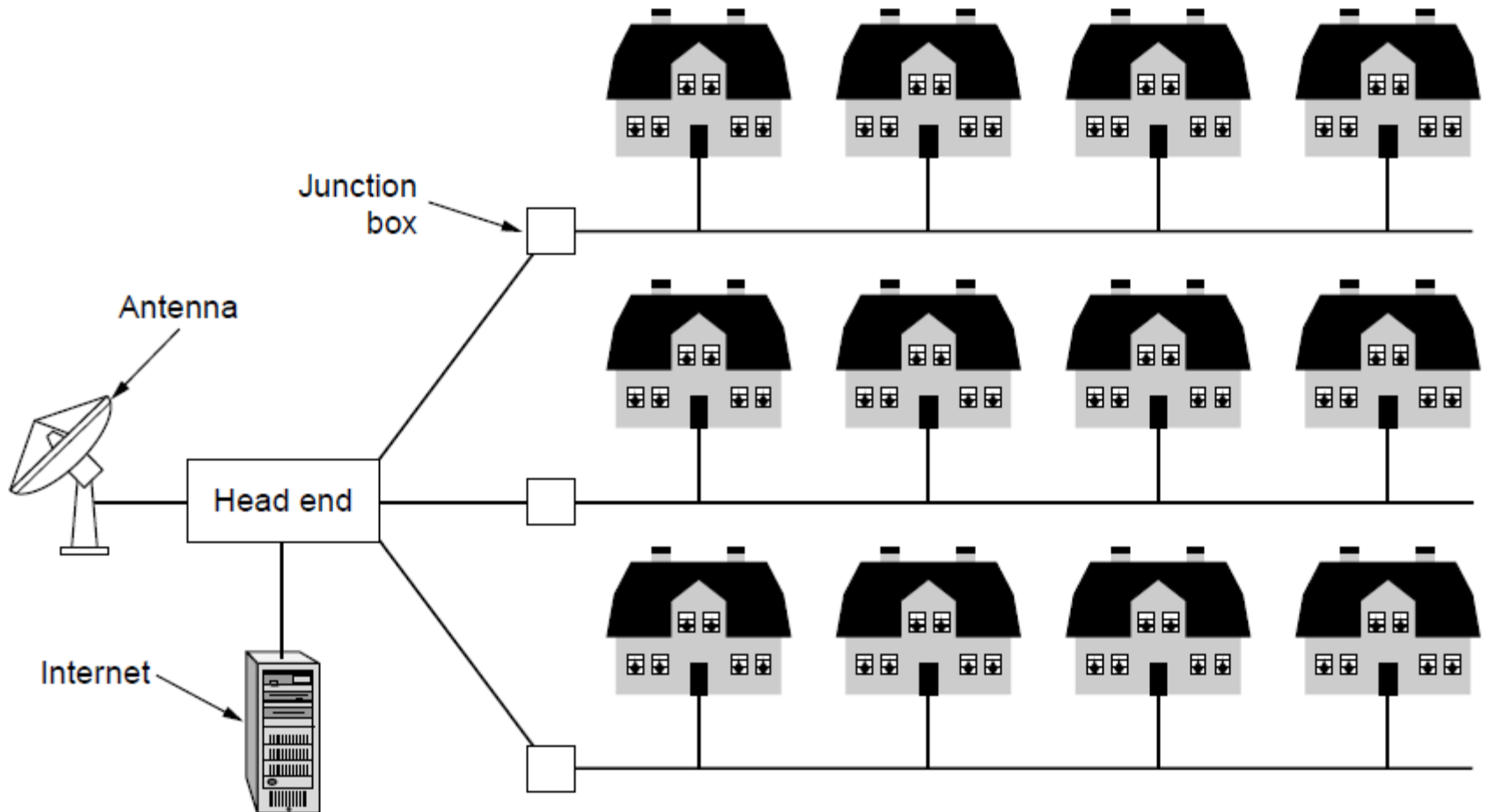


Local Area Networks

Wireless and wired LANs. (a) 802.11. (b) Switched Ethernet.

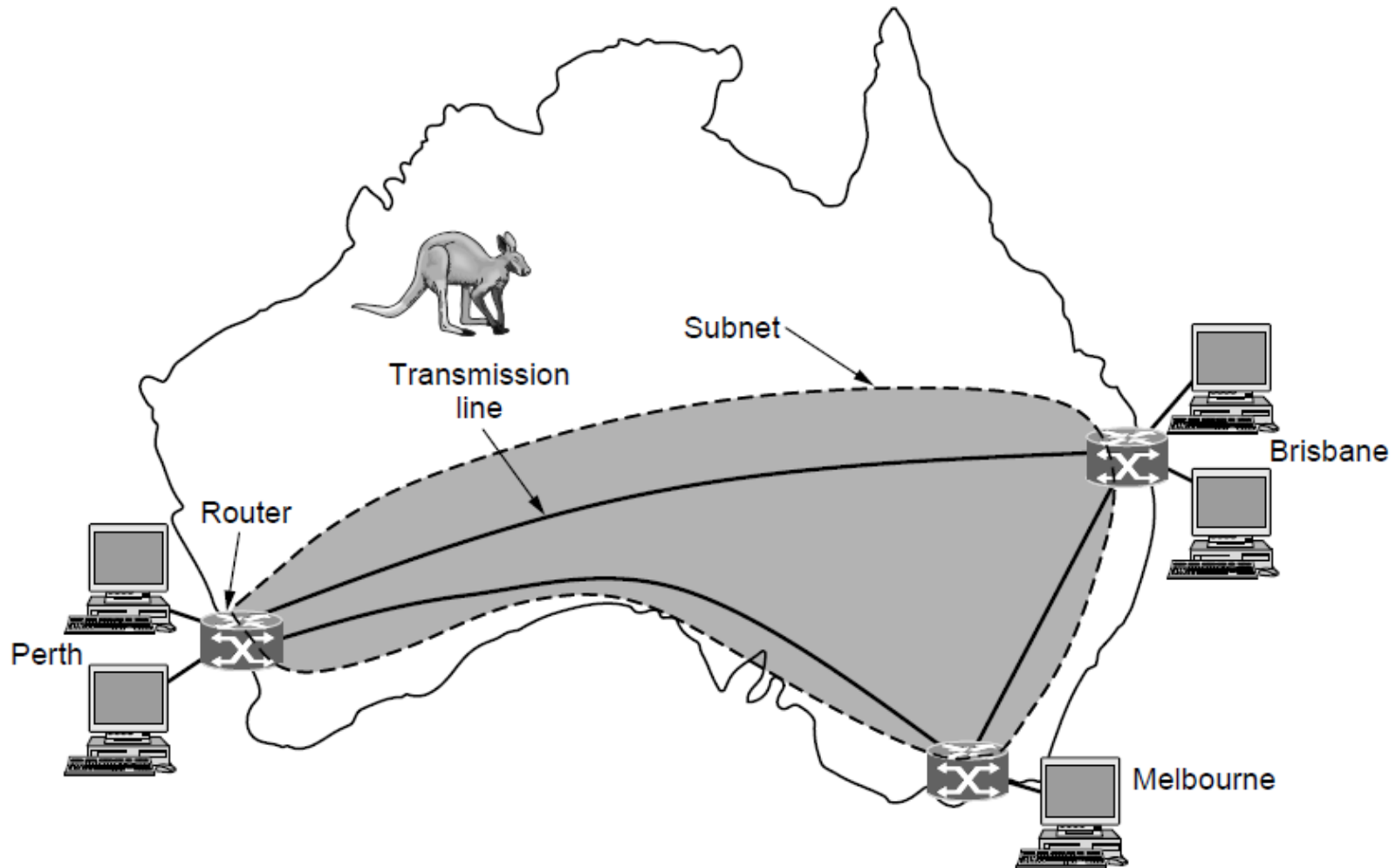


Metropolitan Area Networks



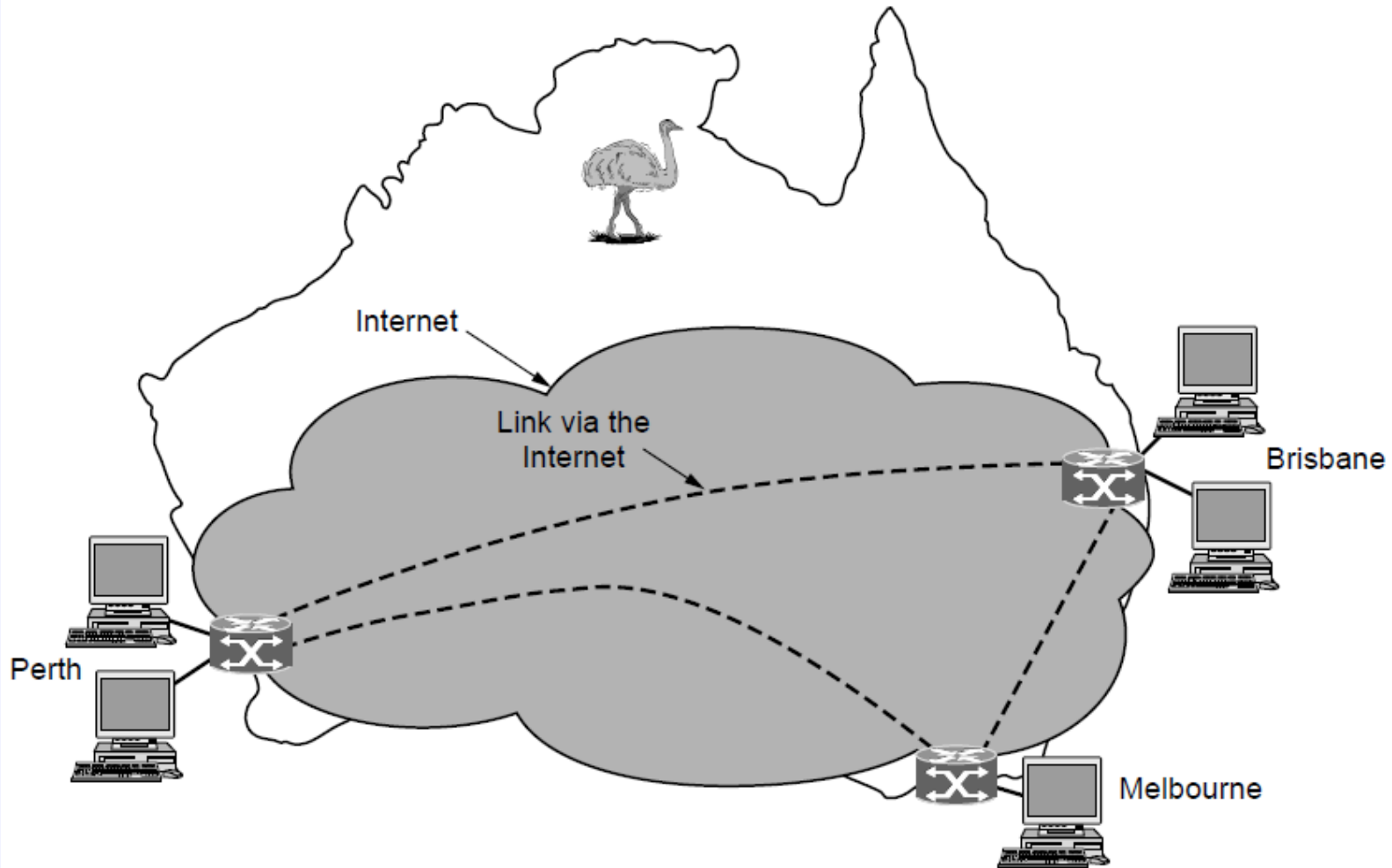
A metropolitan area network based on cable TV.

Wide Area Networks (1)



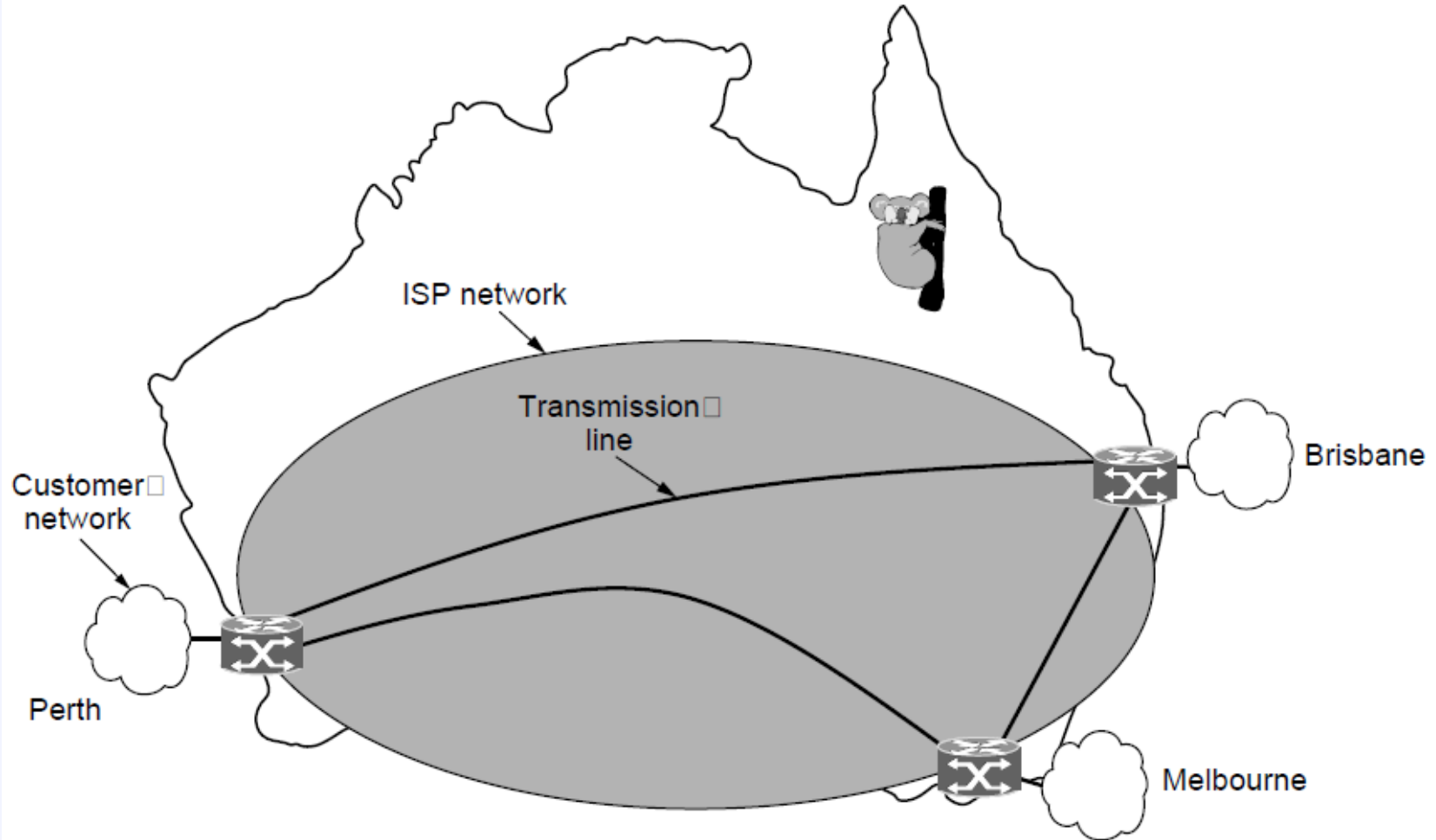
WAN that connects three branch offices in Australia

Wide Area Networks (2)



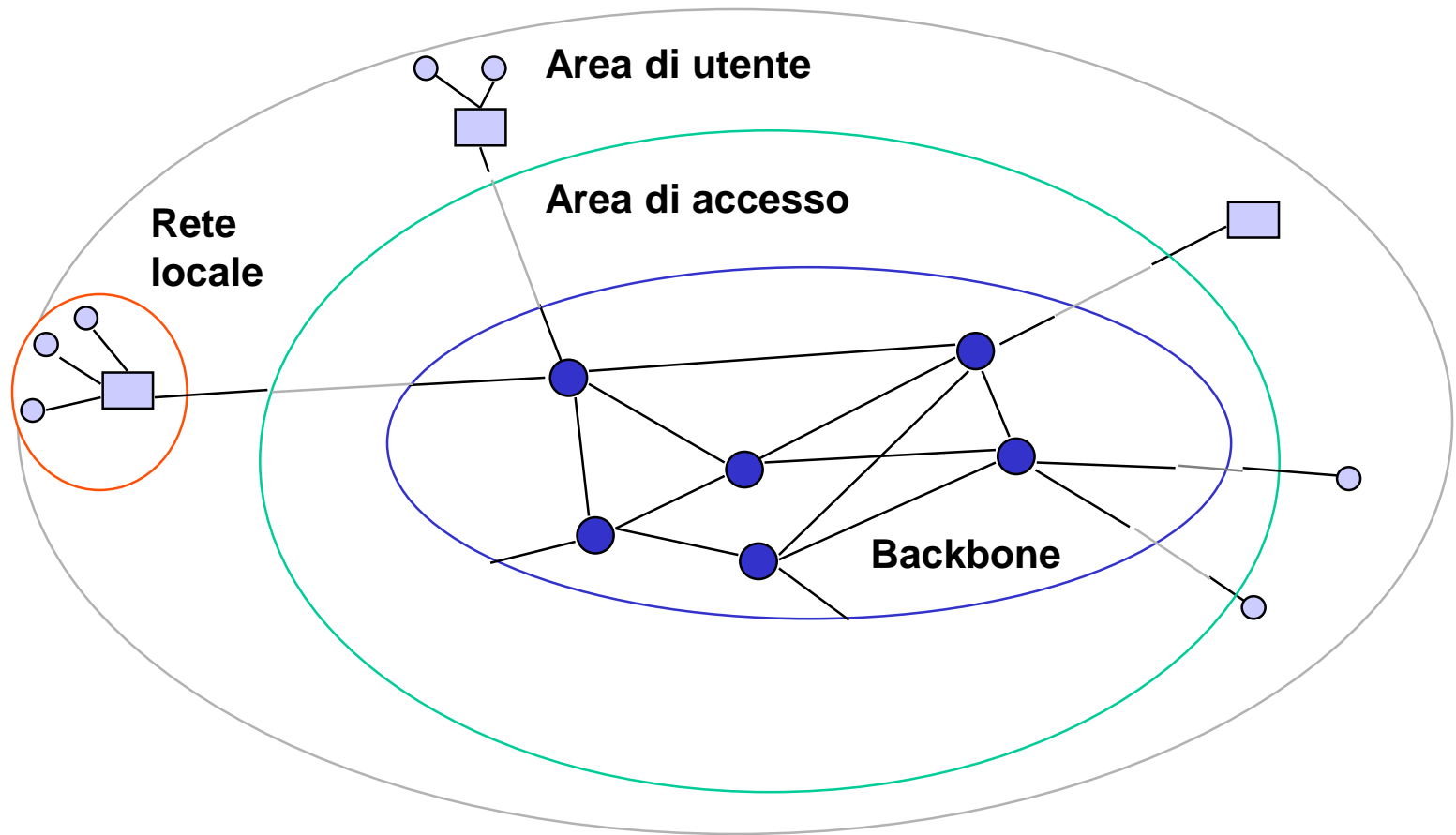
WAN using a virtual private network.

Wide Area Networks (3)



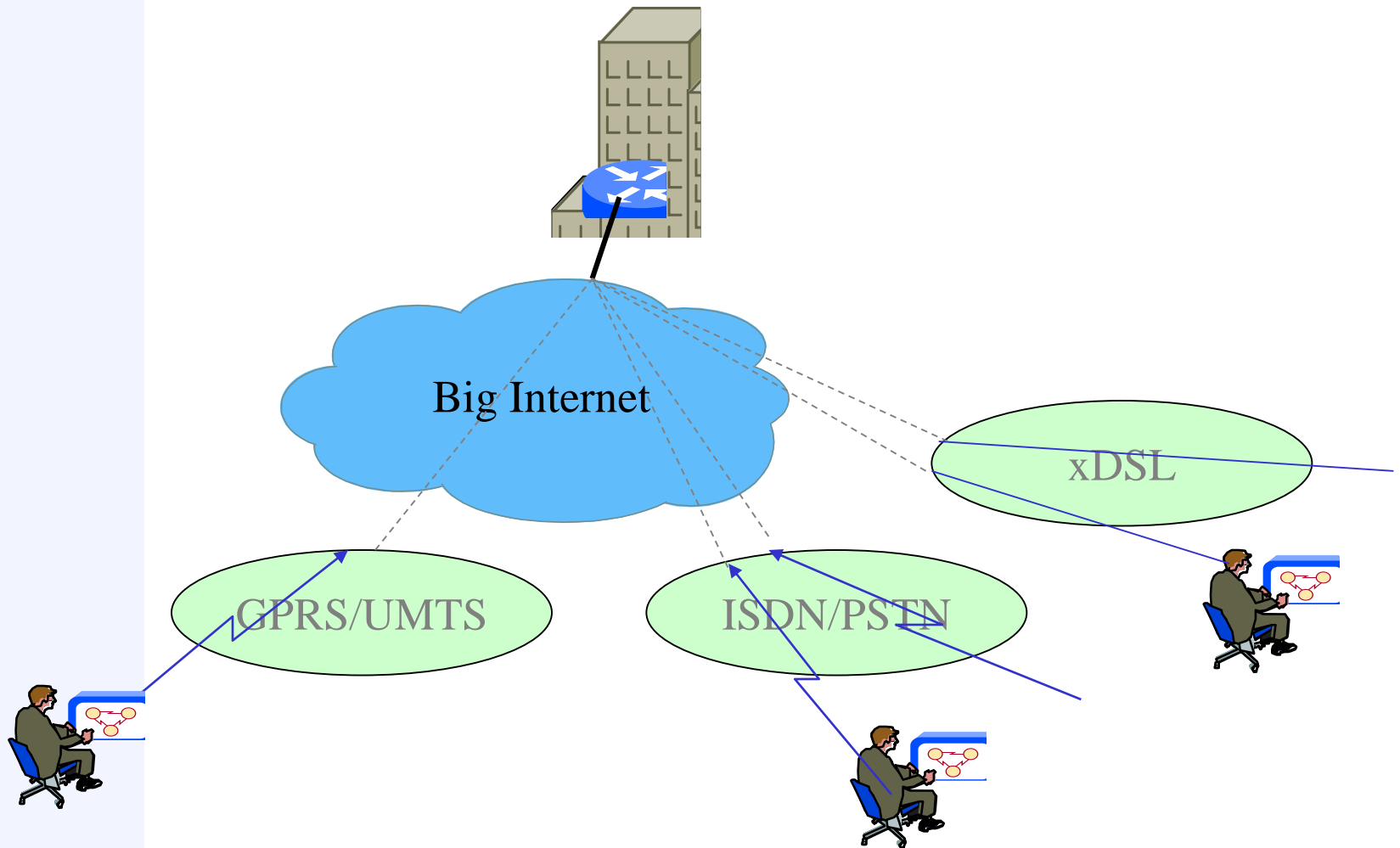
WAN using an ISP network.

Rete geografica per trasmissione dati

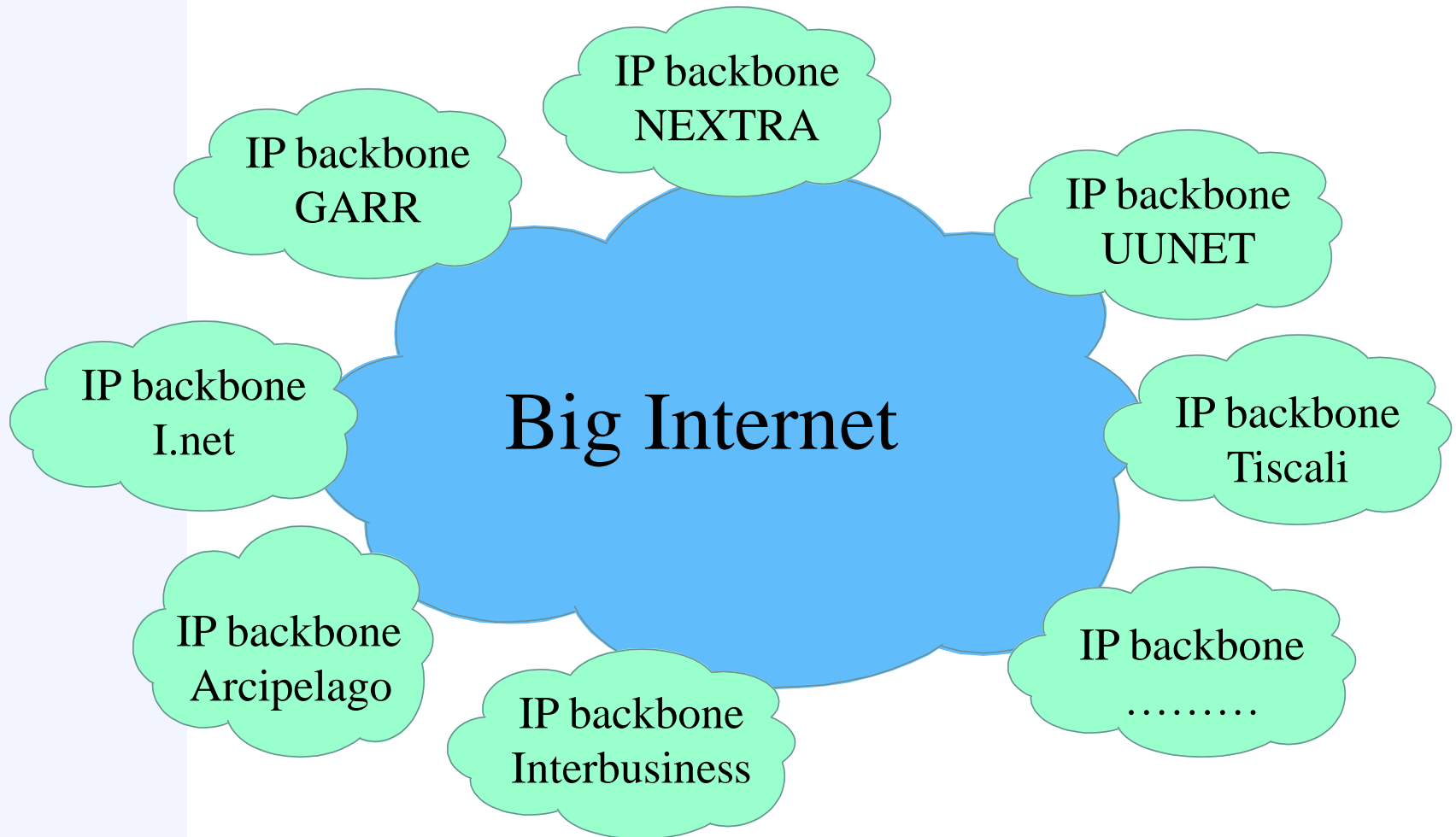


- = terminale di utente
- = unità di accesso
- = nodo del sottosistema di comunicazione

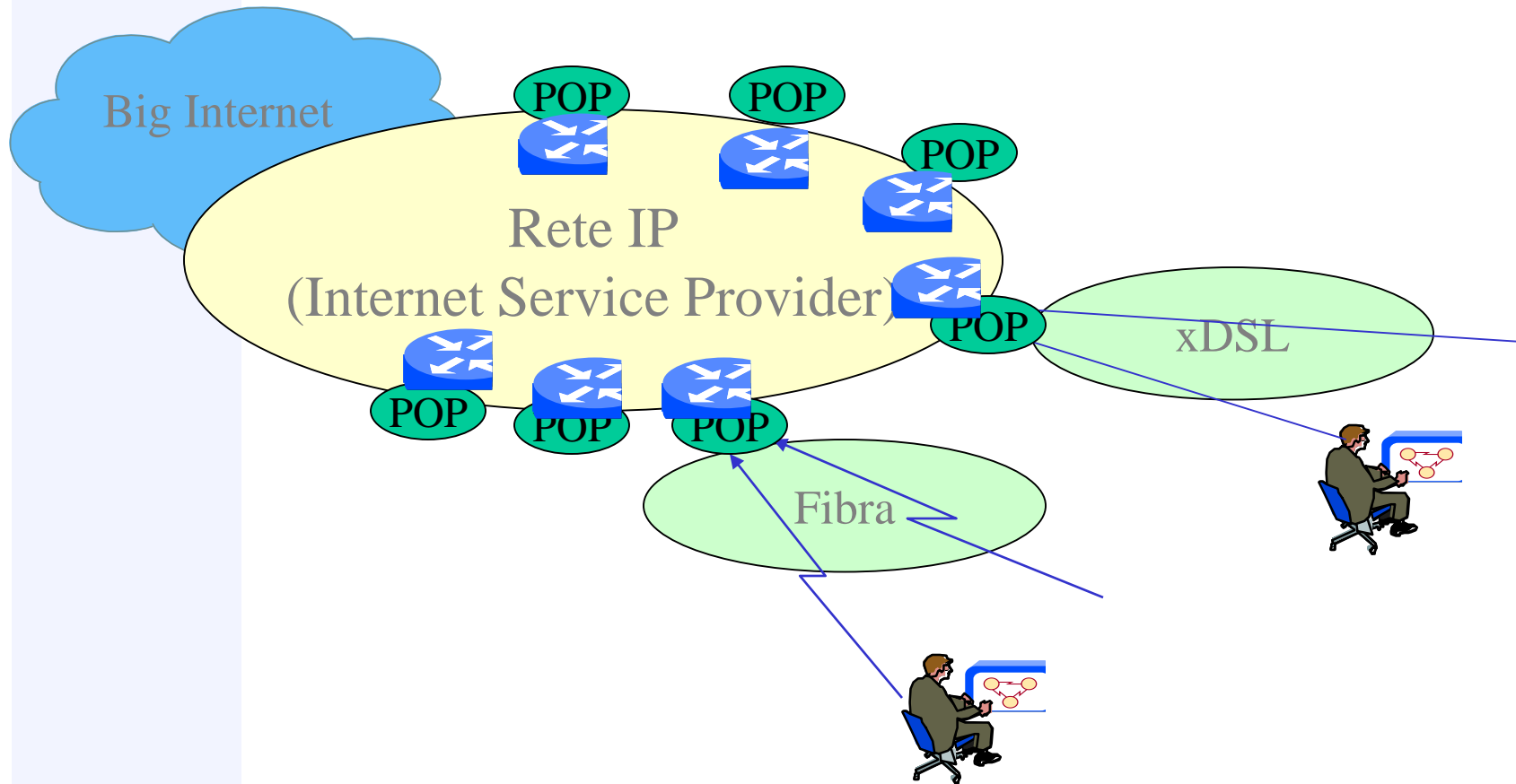
Internet



Internet Architecture



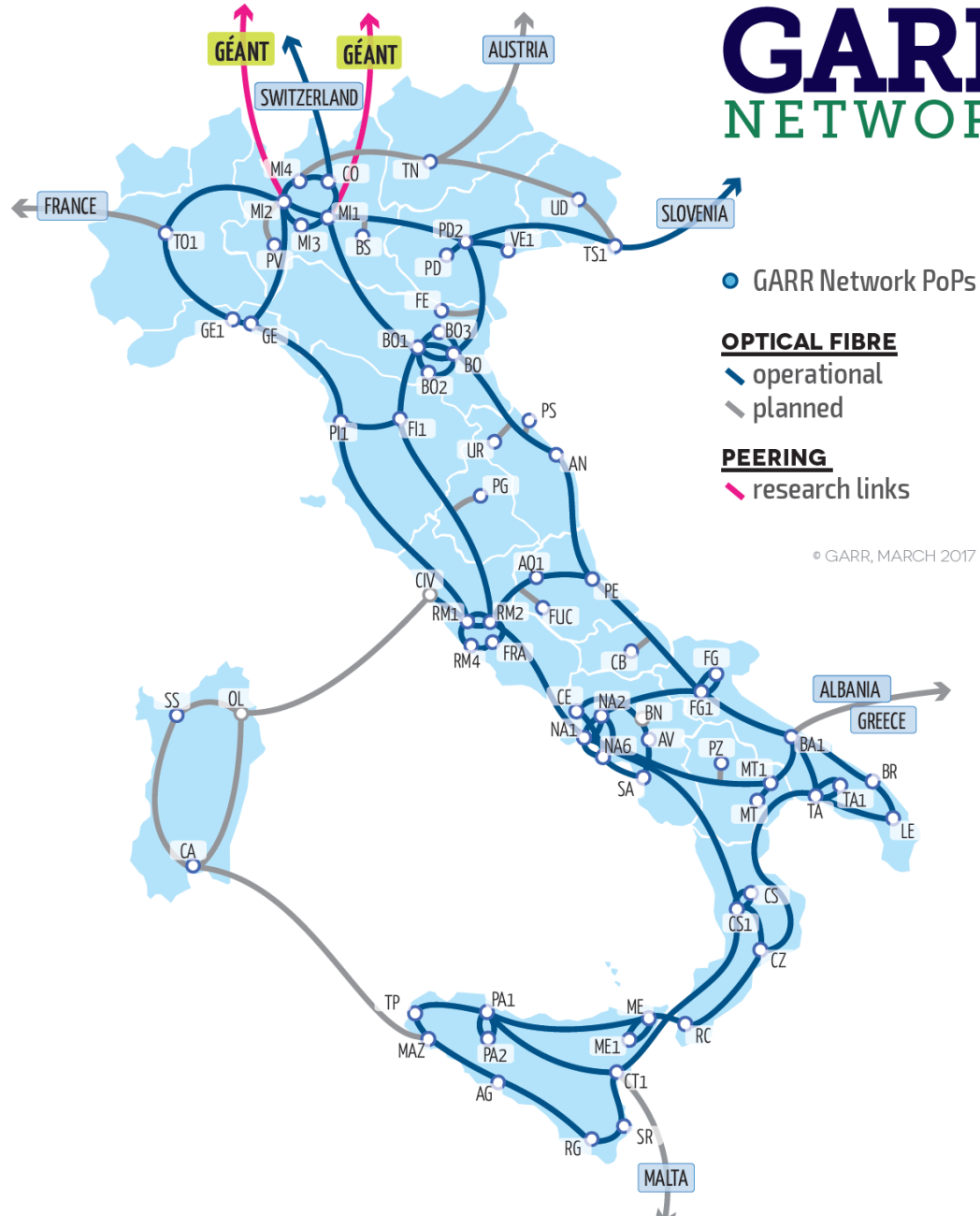
Internet Service Providers



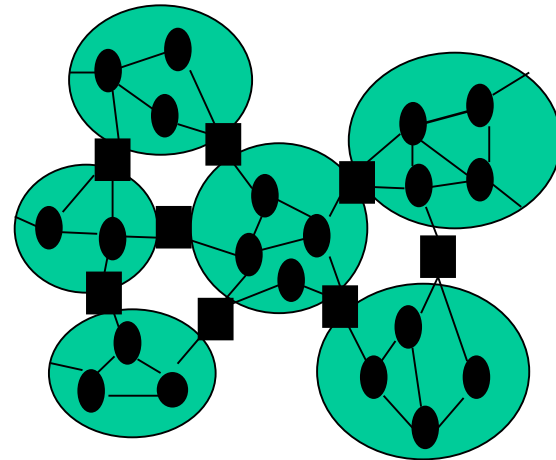
Global IP Backbone



GARR NETWORK



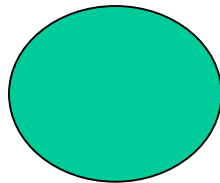
Network Access Point (NAP) anche Neutral Access Point o Internet Exchange Point



Punto “neutrale” di scambio dati tra ISPs

Localizzato in aree metropolitane

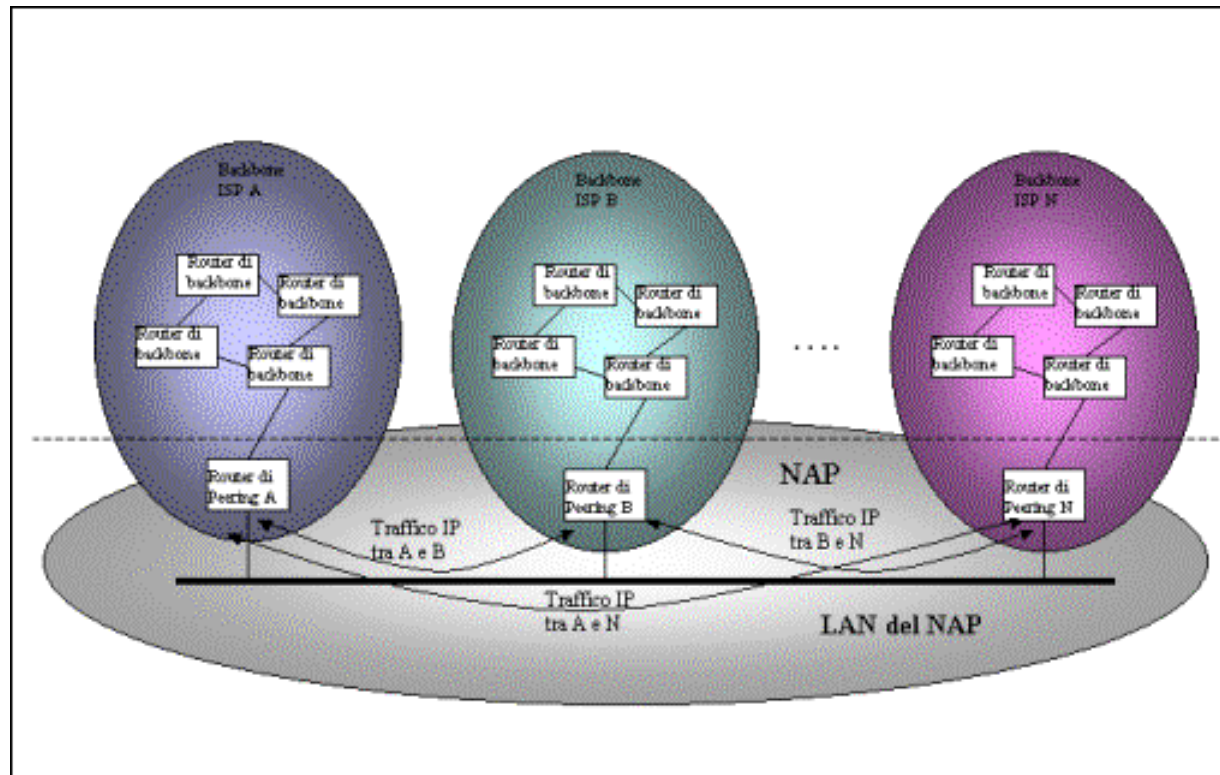
■ Network access point



ISP o NSP

Network Access Point (NAP)

Lo scambio di dati tra diversi ISP avviene in base ai cosiddetti "accordi di peering"



NAP in Italia

- Milano: MIX - Milan Internet eXchange
- Roma: NaMeX - Nautilus Mediterranean eXchange
- Torino: TOP-IX - TOrino Piemonte Internet eXchange
- Udine: FVG-IX - Friuli Venezia Giulia Internet eXchange
- Firenze: TIX - Tuscany Internet eXchange
- Padova: VSIX - Nap del Nord Est

NAP NAMEX (Roma)

Il Nautilus Mediterranean eXchange point (NaMeX) è un punto d'interscambio e interconnessione, neutrale e senza fini di lucro, tra Internet Service Provider e operatori di rete nazionali ed internazionali.

NaMeX consente agli operatori di rete di usufruire di servizi per lo scambio di traffico IP attraverso peering pubblici e privati e realizzazione di circuiti fisici tra operatori.

Organizzazione

Consiglio direttivo:

- Riccardo de Sanctis - ANFoV (**Presidente**)
- Renato Brunetti - Unidata (**Vice Presidente**)
- Antonio Baldassarra - Seeweb
- Silvano Fraticelli - MC-link
- Alberto Maria Langellotti - Telecom Italia
- Danilo Lanzoni - Wind
- Stefano Merigliano - CINECA
- Giuliano Peritore - Panservice
- Rosario Pingaro - Convergenze

Direttore generale:

- Maurizio Goretti

Direttore tecnico:

- Francesco Ferreri

Comitato tecnico:

- Antonio Baldassarra - Seeweb
- Prof. Giuseppe Di Battista - DIA, Università Roma Tre
- Silvano Fraticelli - MC-link
- Maurizio Goretti - CINECA
- Gabriella Paolini - GARR
- Luca Rea - FUB
- Giampaolo Rossini - Unidata
- Gianpaolo Scassellati - Wind
- Antonio Soldati - Telecom Italia

Membri NAMAX

2006

1. [Agora'](#)
2. [CASPUR](#)
3. [Cybernet](#)
4. [GARR](#)
5. [MClick](#)
6. [Unidata](#)
7. [InterBusiness](#)
8. [Unisource](#)
9. [Pronet](#)
10. [Infostrada](#)
11. [Wind](#)
12. [Tiscali](#)
13. [UUnet](#)
14. [Cubecom](#)
15. [Atlanet](#)
16. [Galactica](#)
17. [Postecom](#)
18. [Edisontel](#)

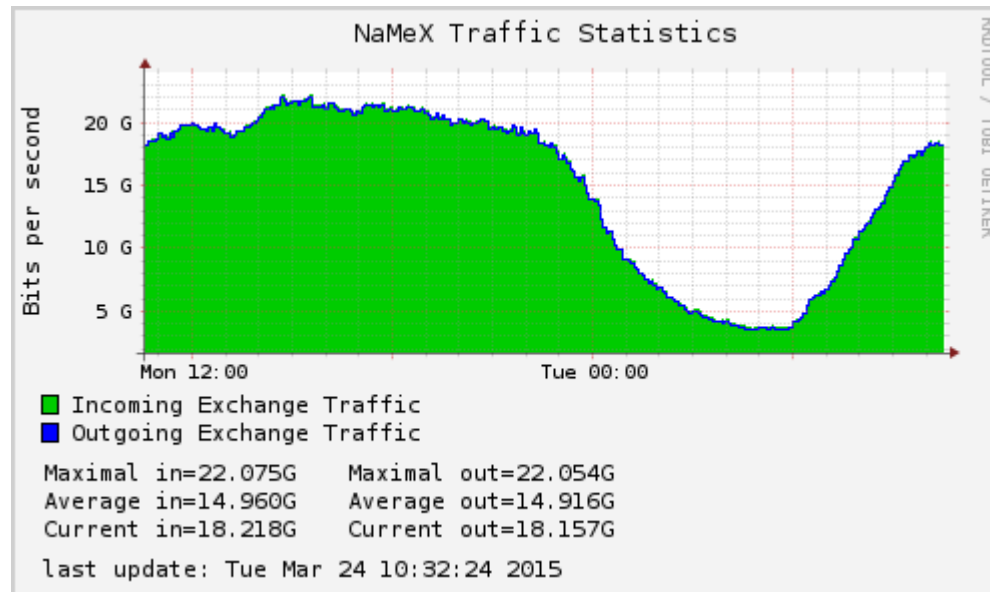
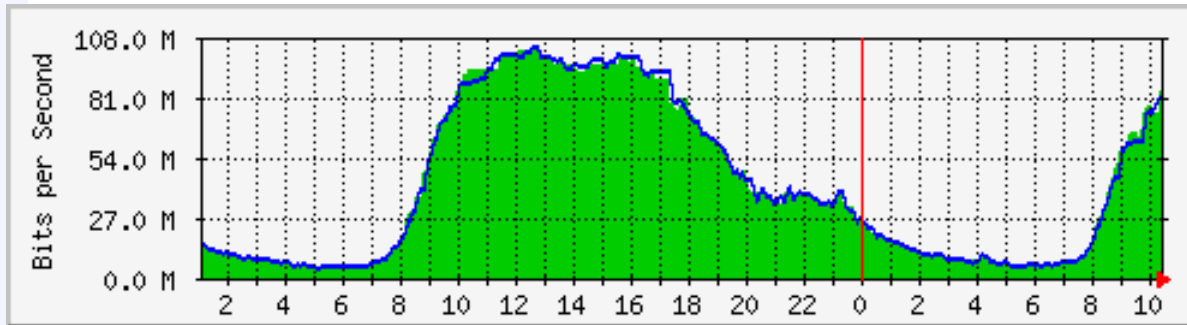
2015

Members

Total number of members: 59

Member info		Network	
Name	AS Number	Peering bandwidth	RS
ACI Informatica	AS42515	n/a	✗
Active Network	AS197075	200 Mbps	✓
Aqesci	AS42463	200 Mbps	✗
Akamai	AS20940	10 Gbps	✓
Almaviva	AS29419	200 Mbps	✓
Aruba	AS31034	2 Gbps	✗
BT Italia	AS8968	4 Gbps	✗
Caspur	AS5397	2 Gbps	✓
Clicom	AS9104	100 Mbps	✗
Clouditalia Communications	AS15589	2 Gbps	✓
Cogent	AS174	100 Mbps	✗
Colt Technology	AS8220	200 Mbps	✗
Convergenze	AS39120	2 Gbps	✓
E4A	AS34695	200 Mbps	✓
Engineering.IT	AS21176	2 Gbps	✓
Eurnetcity	AS20794	100 Mbps	✗
F-Root	AS27320	200 Mbps	✓
Fastnet	AS8265	1 Gbps	✓
Fastweb	AS12874	10 Gbps	✗
Foxtel	AS56754	n/a	✗
Frosinone Wireless	AS50627	200 Mbps	✓
FUB	AS50112	2 Gbps	✗
GARR	AS137	20 Gbps	✓
Google	AS36040	20 Gbps	✓
H3G	AS24608	10 Gbps	✓
Holy See	AS8978	2 Gbps	✓
Hurricane Electric	AS6939	n/a	✗
I.NET	AS3313	2 Gbps	✗
ICT Valle Umbra	AS15605	2 Gbps	✓
Infracom	AS3302	1 Gbps	✗

Traffico Giornaliero NAMEX



Google

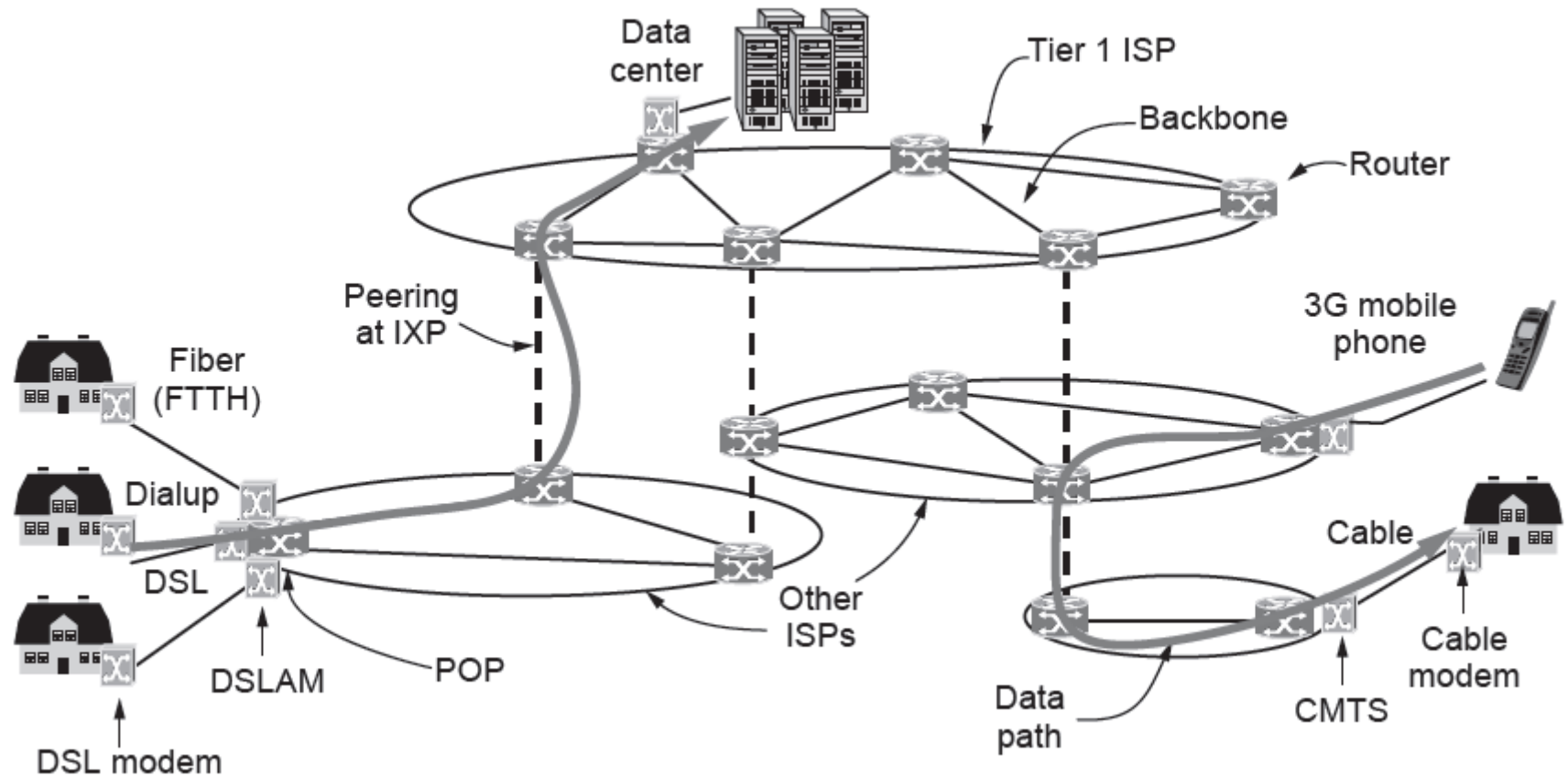


The company has essentially two huge networks: the one that connects users to Google services (Search, Gmail, YouTube, etc.) and another (internal) that connects Google data centers to each other.

Google is in control of scheduling internal traffic (bursty), but it faces difficulties in traffic engineering.

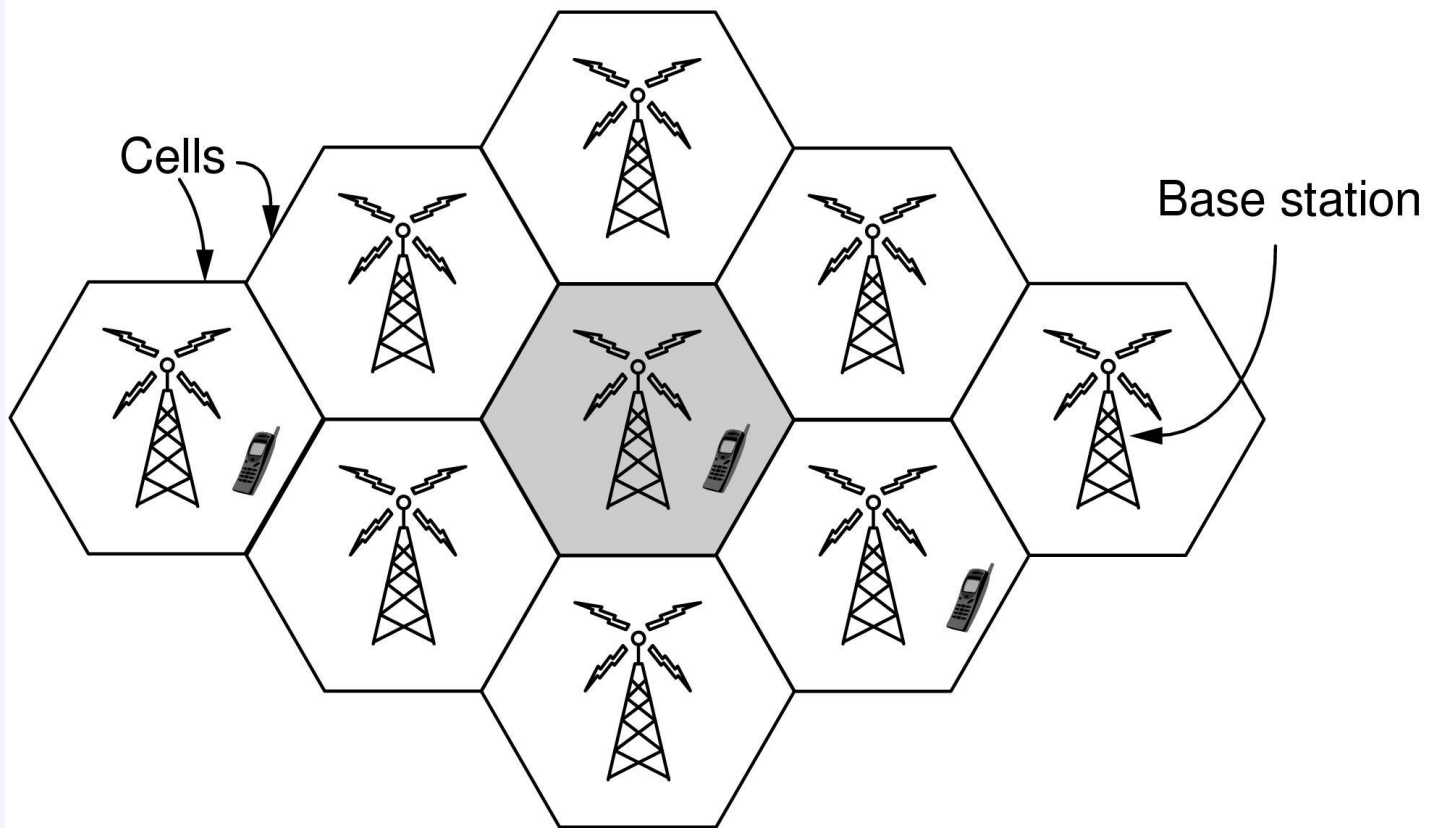
Often Google has to move many petabytes of data (indexes of the entire web, millions of backup copies of user Gmail) from one place to another.

Architecture of the Internet



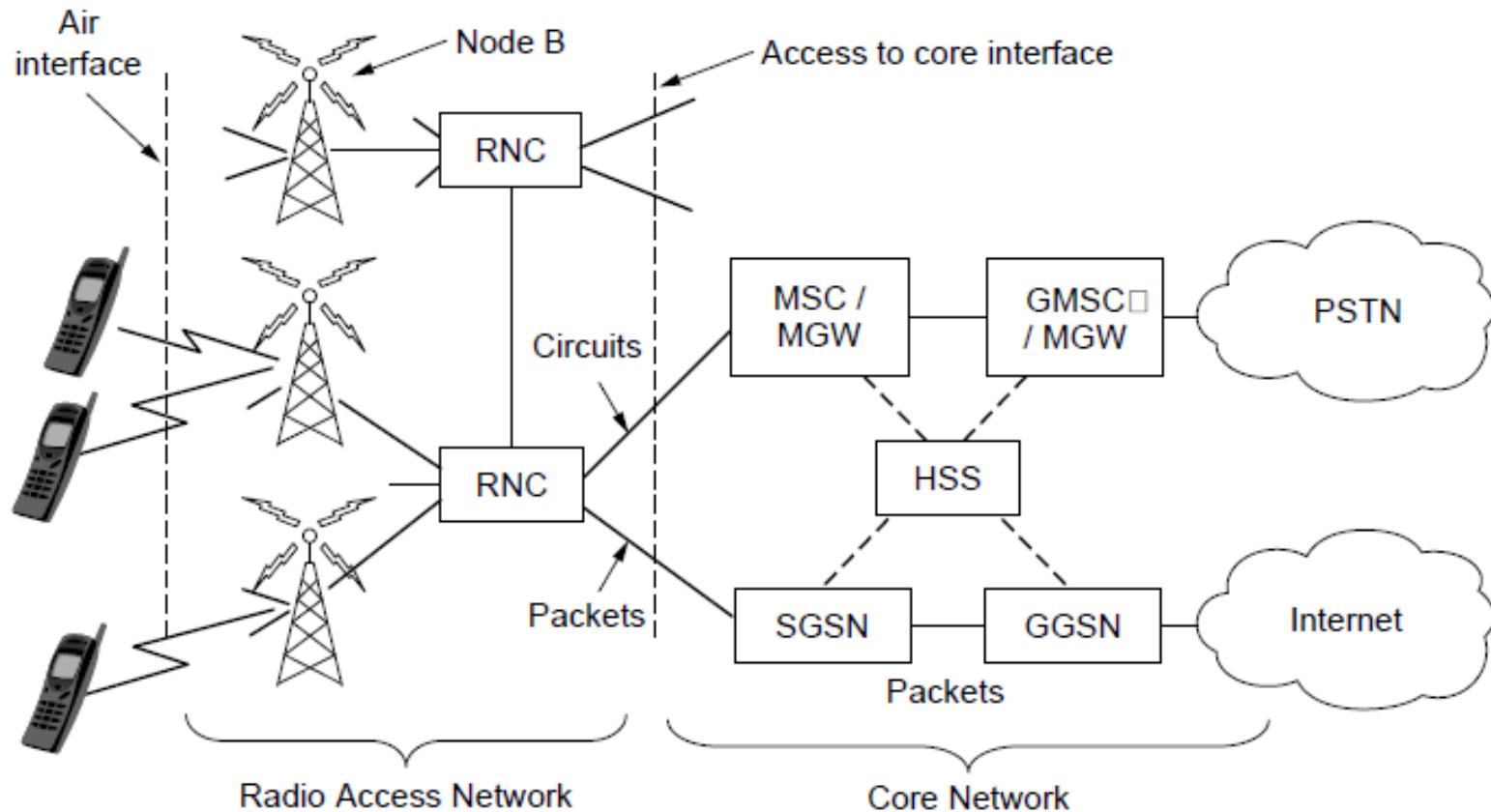
Overview of the Internet architecture

Third-Generation Mobile Phone Networks (1)



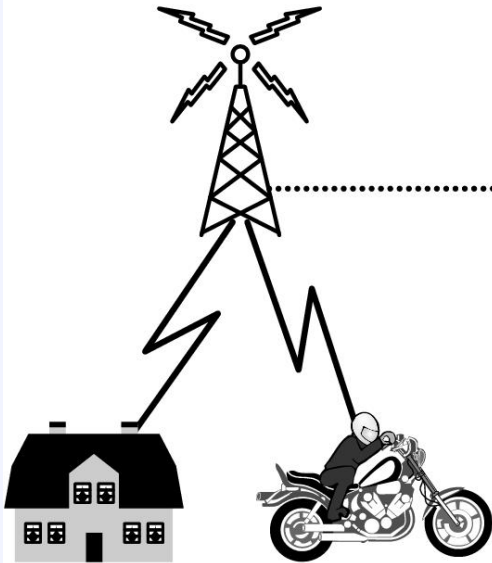
Cellular design of mobile phone networks

Third-Generation Mobile Phone Networks (2)

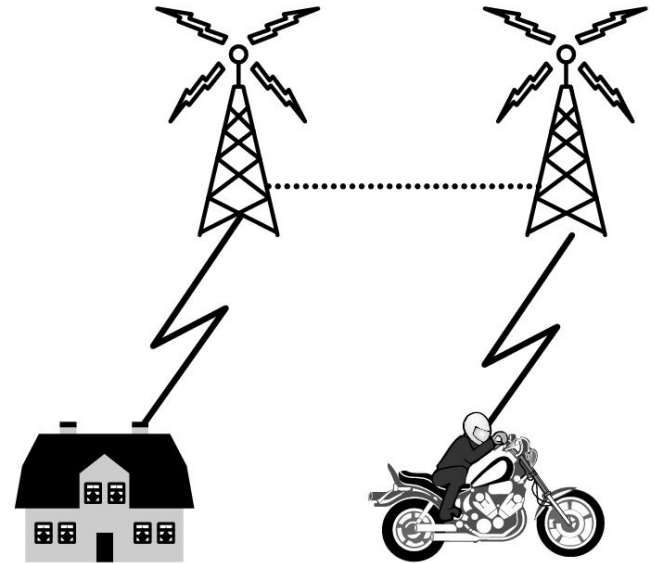


Architecture of the UMTS 3G mobile phone network.

Third-Generation Mobile Phone Networks (3)



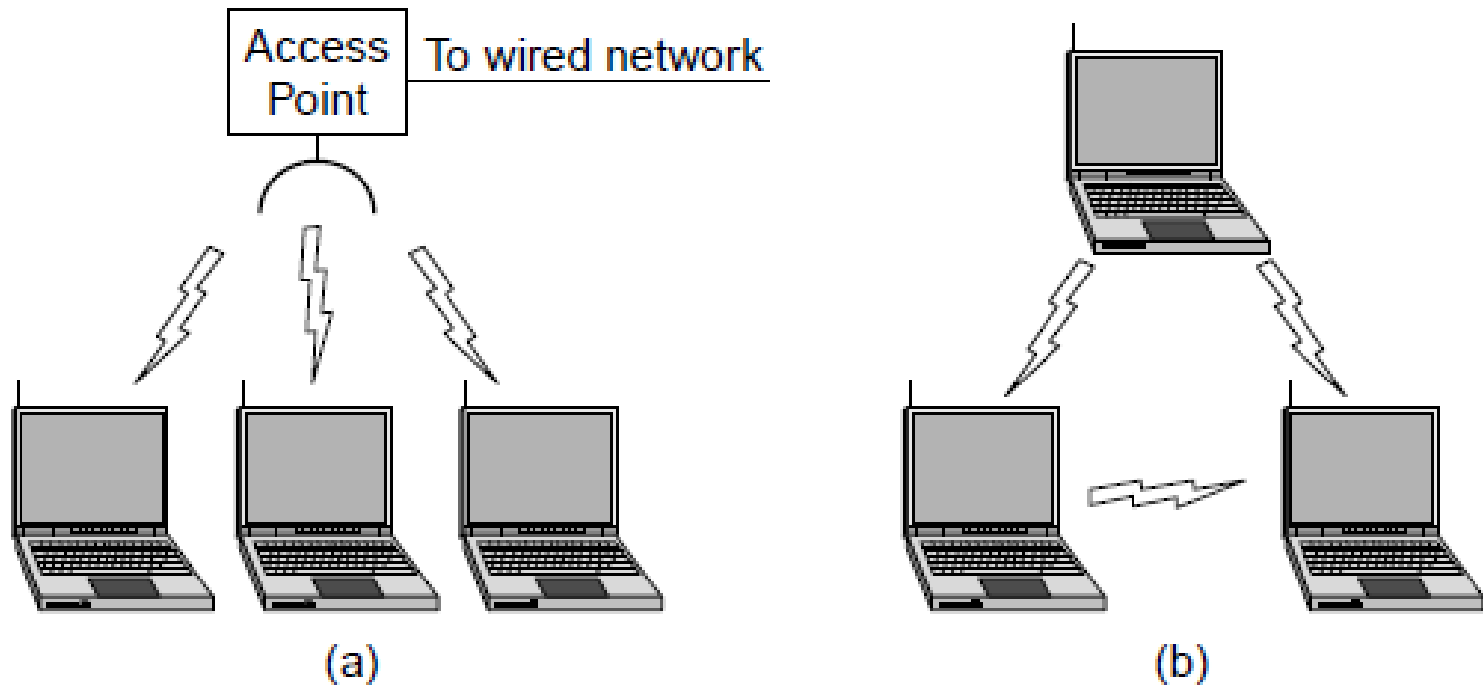
(a)



(b)

Mobile phone handover (a) before, (b) after.

Wireless LANs: 802.11 (1)

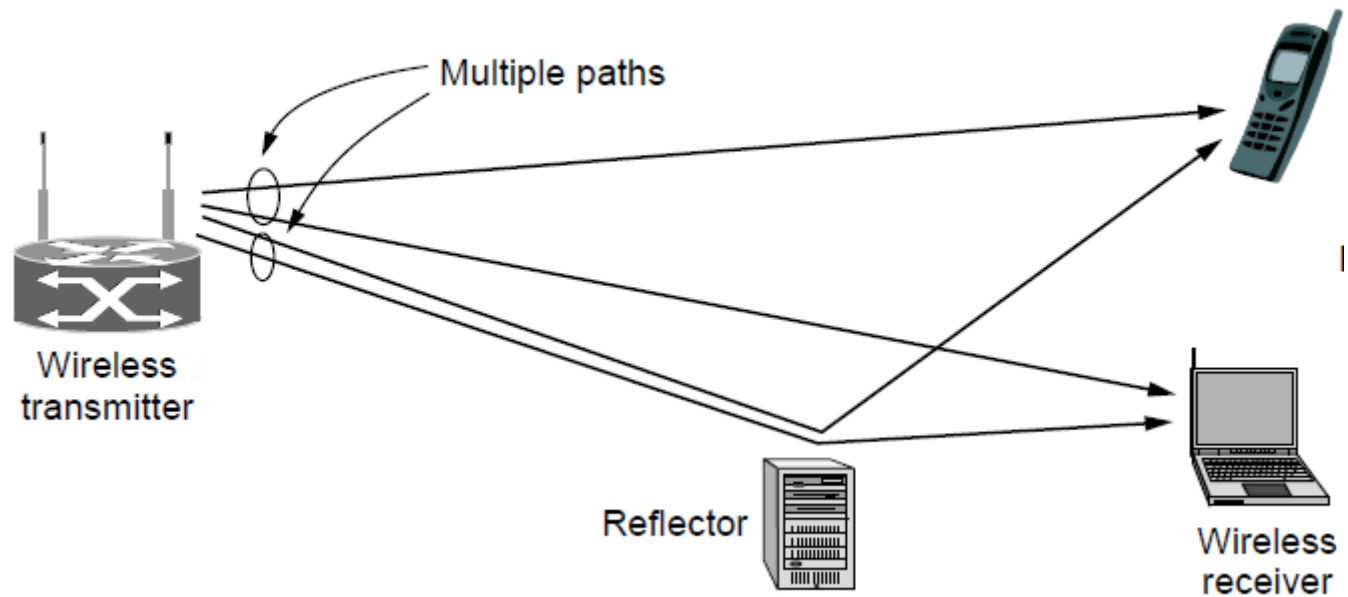


(a) Wireless network with an access point.

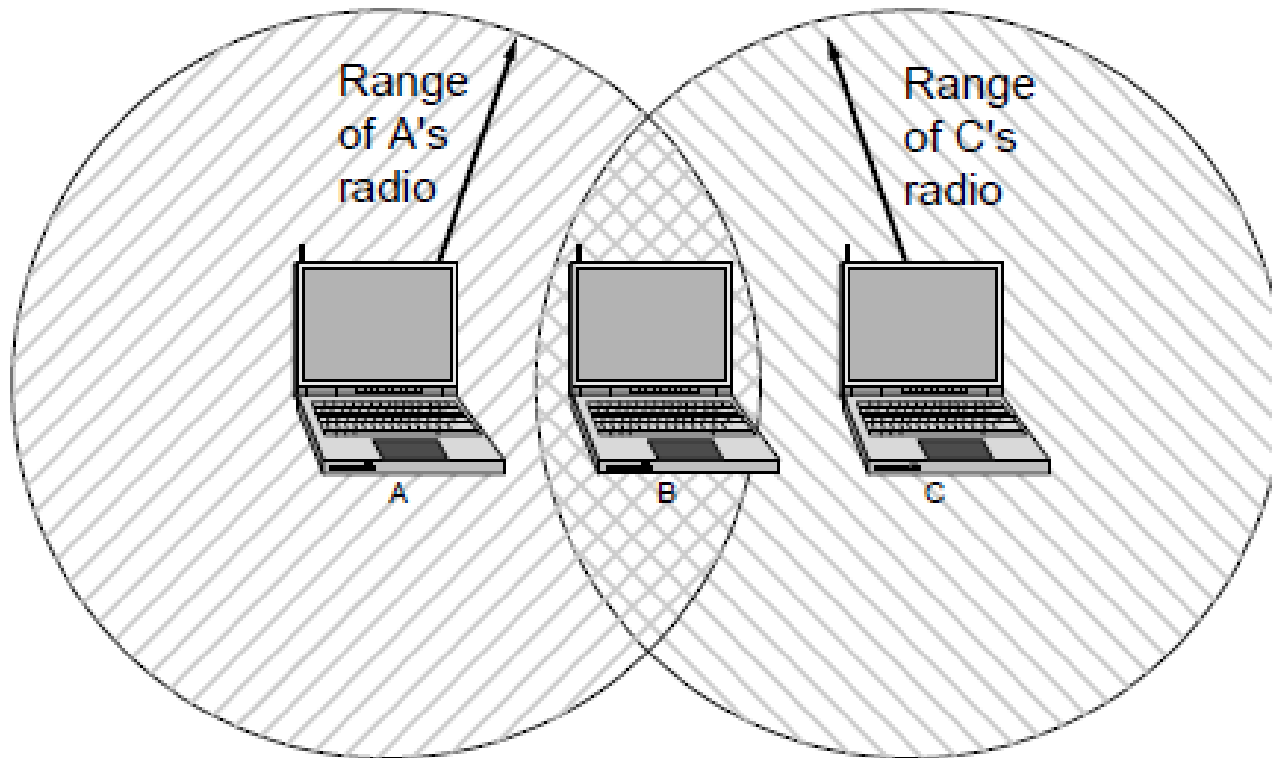
(b) Ad hoc network.

Wireless LANs: 802.11 (2)

Multipath fading

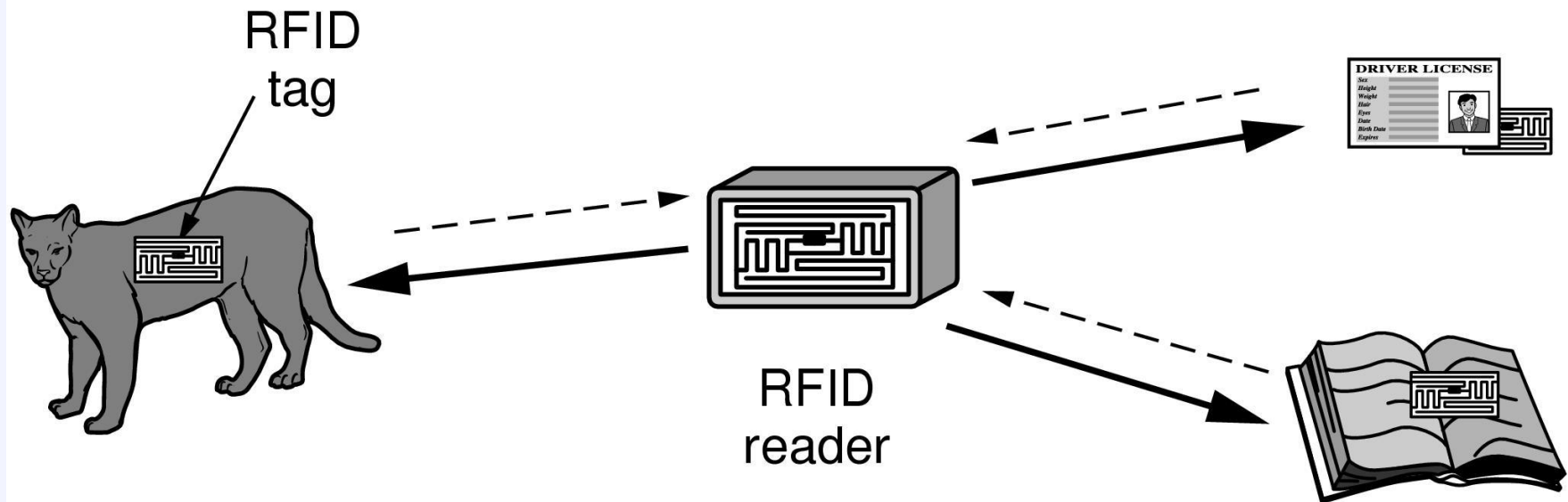


Wireless LANs: 802.11 (3)



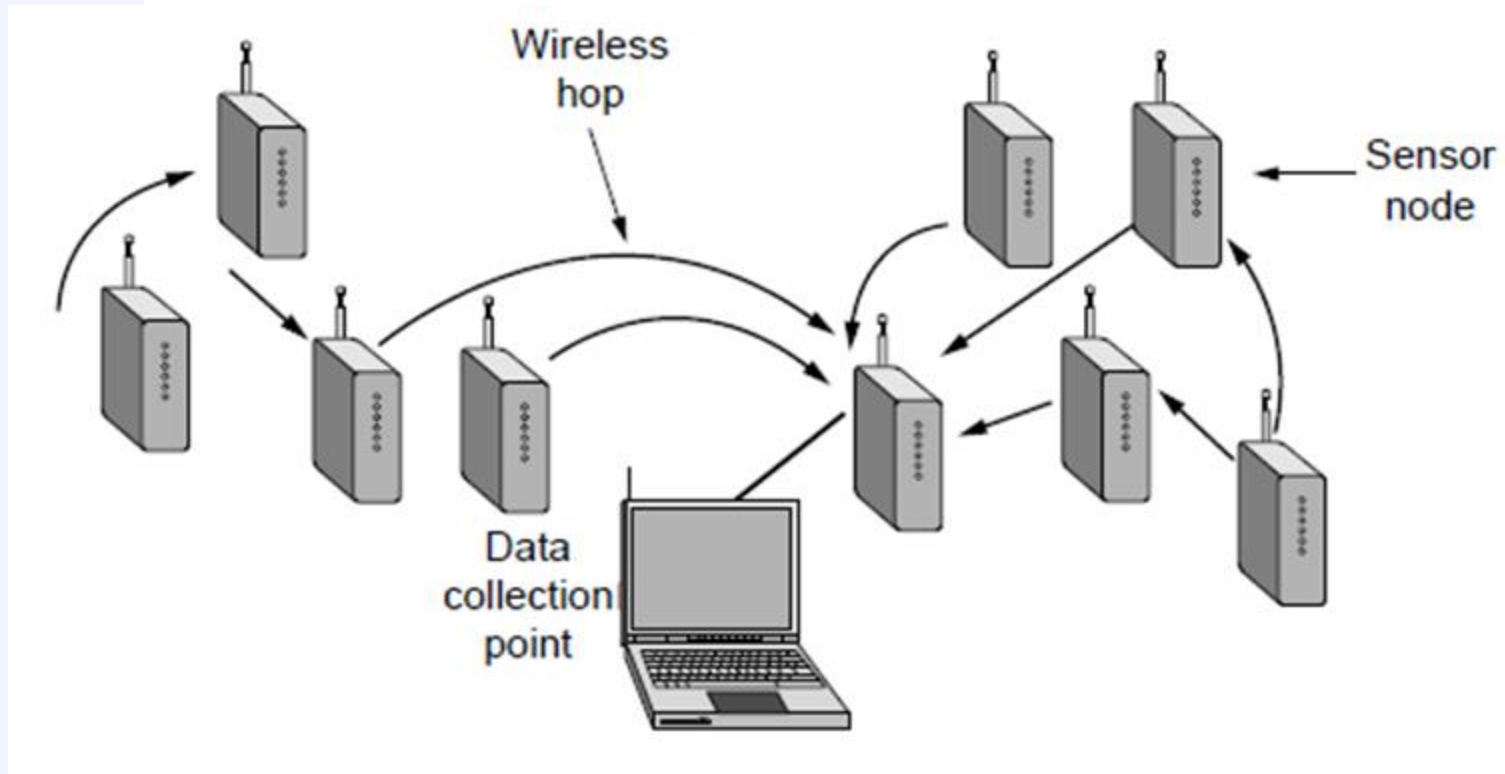
The range of a single radio may not cover the entire system.

RFID and Sensor Networks (1)



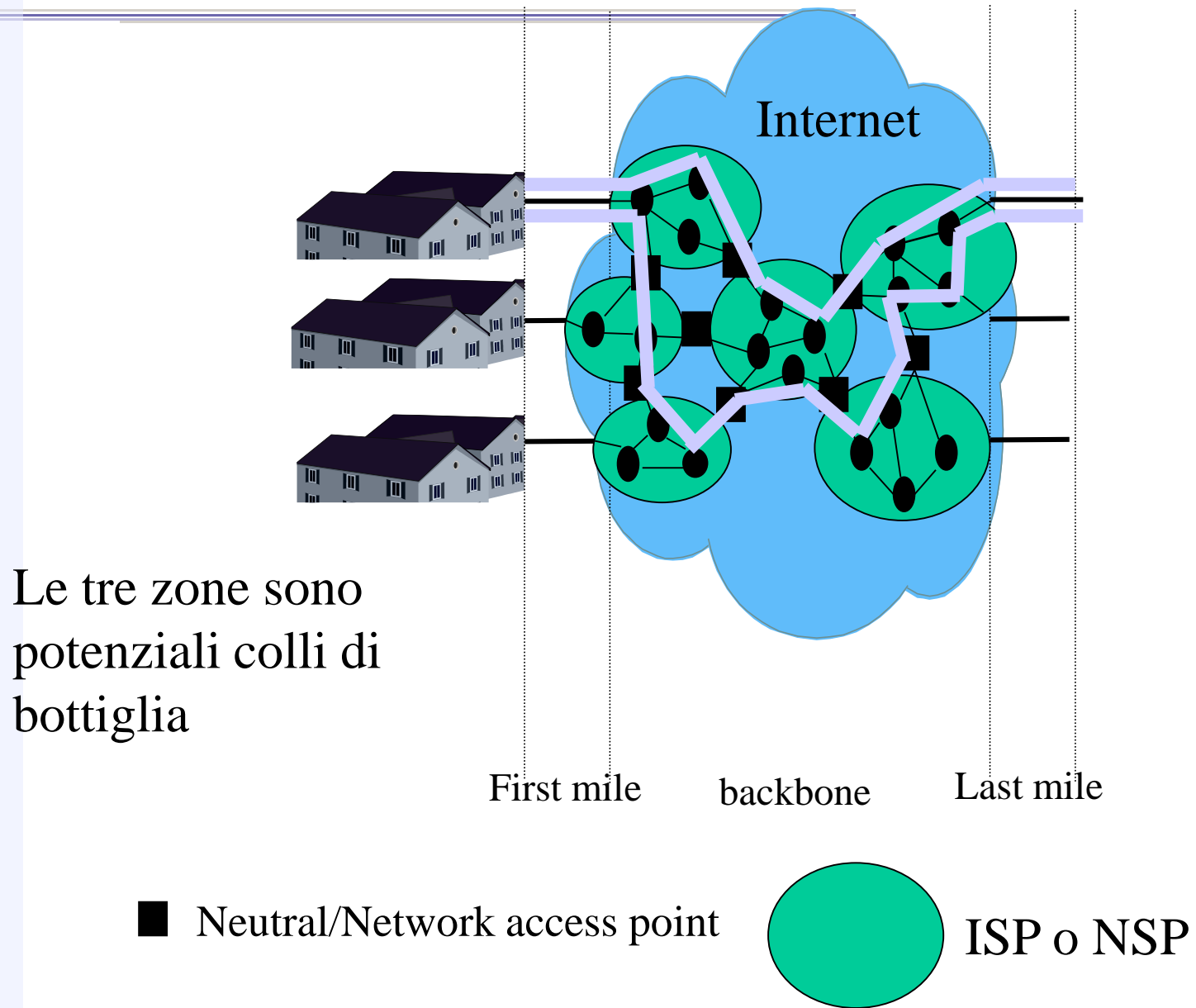
RFID used to network everyday objects.

RFID and Sensor Networks (2)



Multihop topology of a sensor network

Architettura a tre livelli di Internet



Architettura a tre livelli di Internet

Eliminare colli di bottiglia (soluzioni hardware)

- first mile, last mile -> aumentare la banda che connette al provider
- Backbone -> dipende dal miglioramento delle infrastrutture di rete dei singoli ISP (non controllabile dagli utenti finali)

Eliminare il collo di bottiglia di backbone (soluzione software)

- Content Delivery Networks.
- Caching di pagine vicino a dove risiede l'utente completamente trasparente all'utente (e.g. AKAMAI). In questo modo si spera che l'utente possa accedervi con larga banda

Nota: idea di soluzione simile a quella della gerarchia di caching delle memorie nei processori

Akamai's Global Platform

■ Akamai's Internet Platform

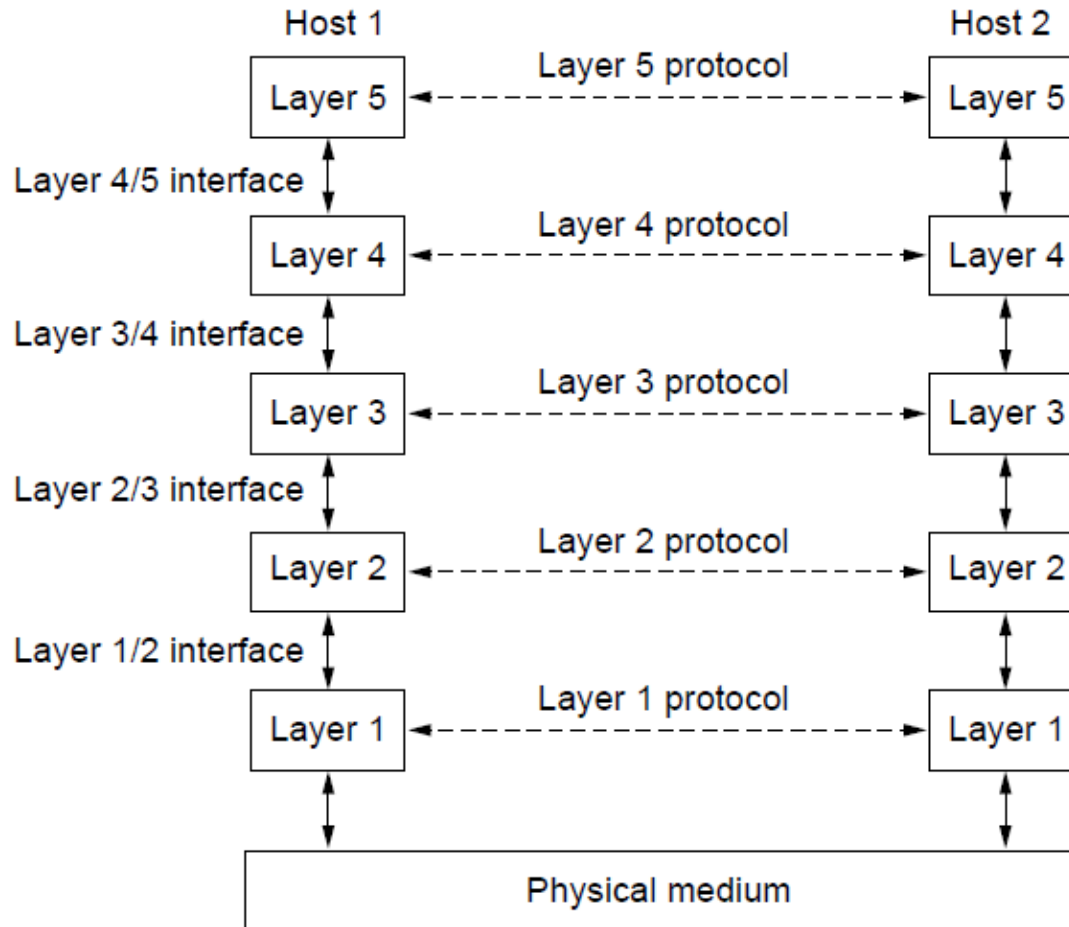
- 100,000+ servers
- 72 countries
- 1,500+ locations
- 1,000 networks

■ Ginormous Daily Traffic

- Carries 15-30% of the world's web traffic on any given day
- More than 1 trillion requests
- More than 30 petabytes
- 10 million+ concurrent video streams

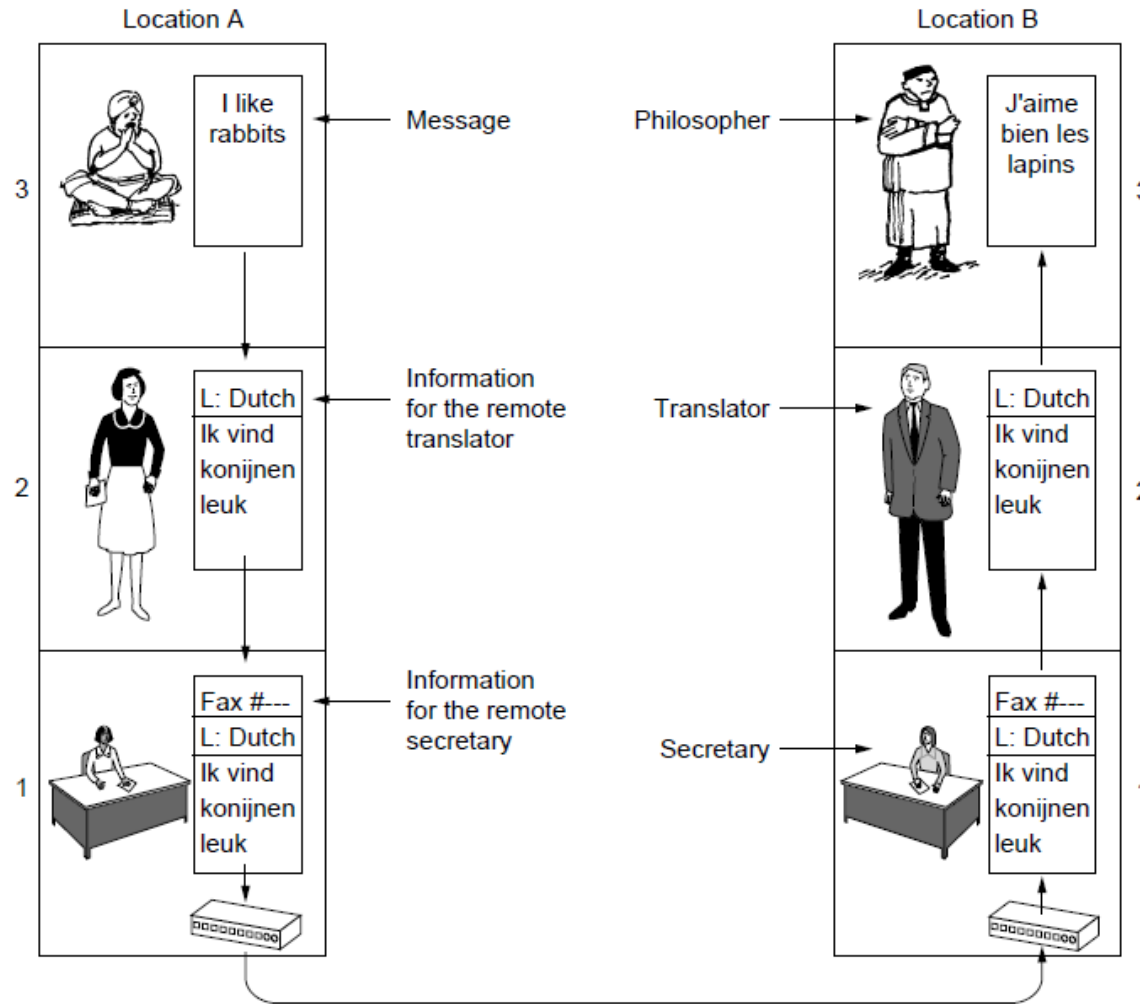


Protocol Hierarchies (1)



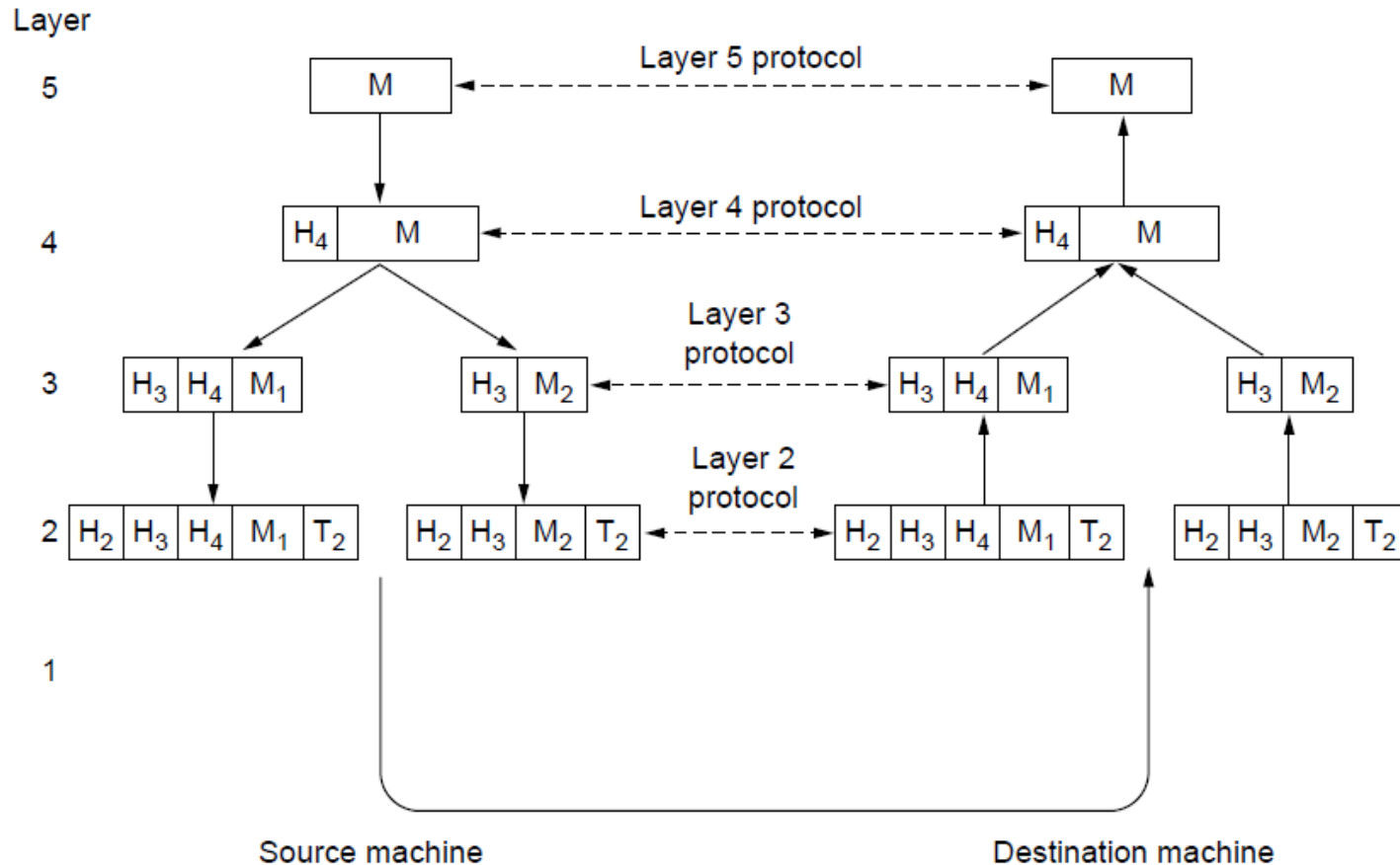
Layers, protocols, and interfaces.

Protocol Hierarchies (2)



The philosopher-translator-secretary architecture

Protocol Hierarchies (3)



Example information flow supporting virtual communication in layer 5.

The OSI Reference Model

Principles for the seven layers

- Layers created for different abstractions
- Each layer performs well-defined function
- Function of layer chosen with definition of international standard protocols in mind
- Minimize information flow across interfaces between boundaries
- Number of layers optimum

Il modello di comunicazione OSI

ESEMPIO DI PROFILO DEI PROTOCOLLI PER IL PIANO UTENTE (commutazione di pacchetto)



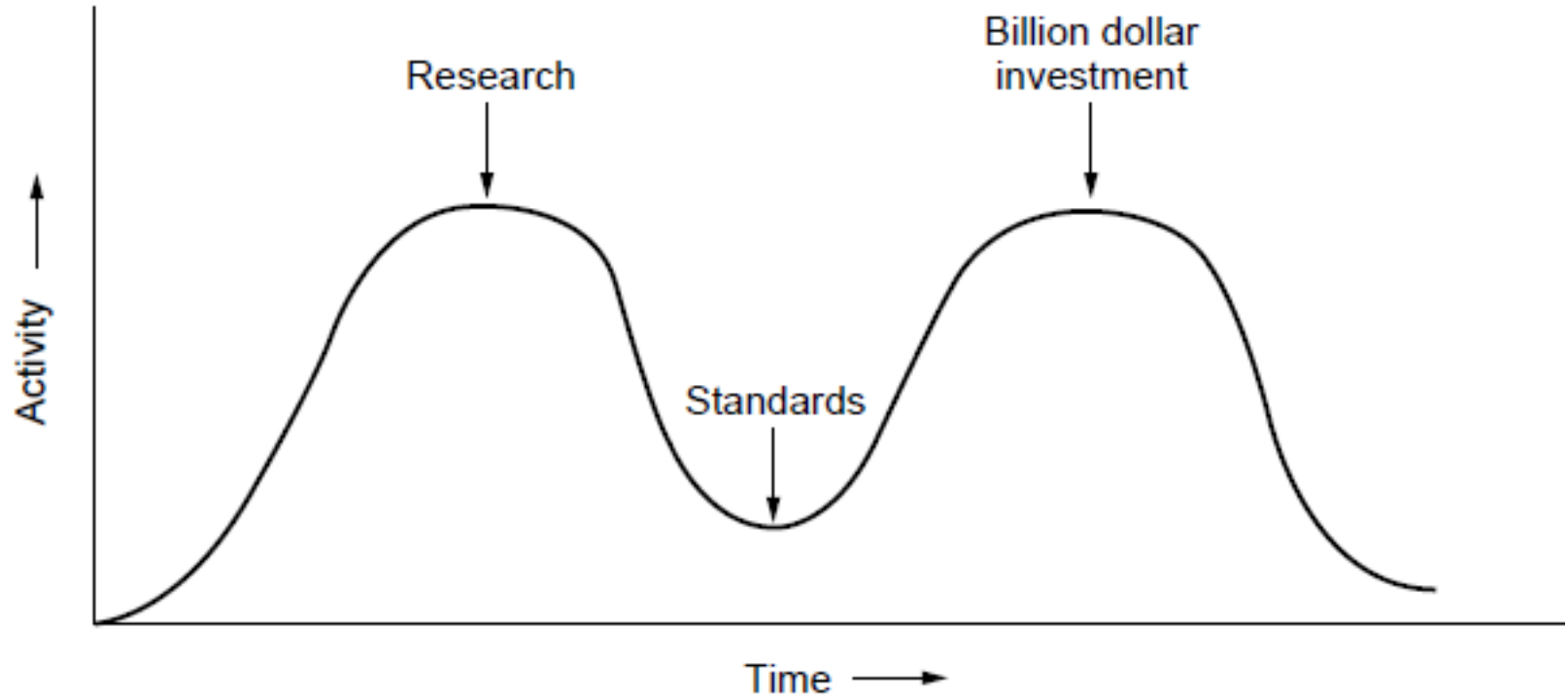
ESEMPIO DI PROFILO DEI PROTOCOLLI PER IL PIANO UTENTE (commutazione di circuito)



Critique of the OSI Model and Protocols

- Bad timing.
- Bad technology.
- Bad implementations.
- Bad politics.

OSI Model Bad Timing



The apocalypse of the two elephants.

Struttura a tre livelli di una rete di calcolatori

Area Applicativa

Interoperabilità trasporto dell'informazione

Infrastruttura di trasporto dell'informazione

Struttura a tre livelli di una rete di calcolatori

Area Applicativa

Interoperabilità trasporto dell'informazione

TRASPORTO

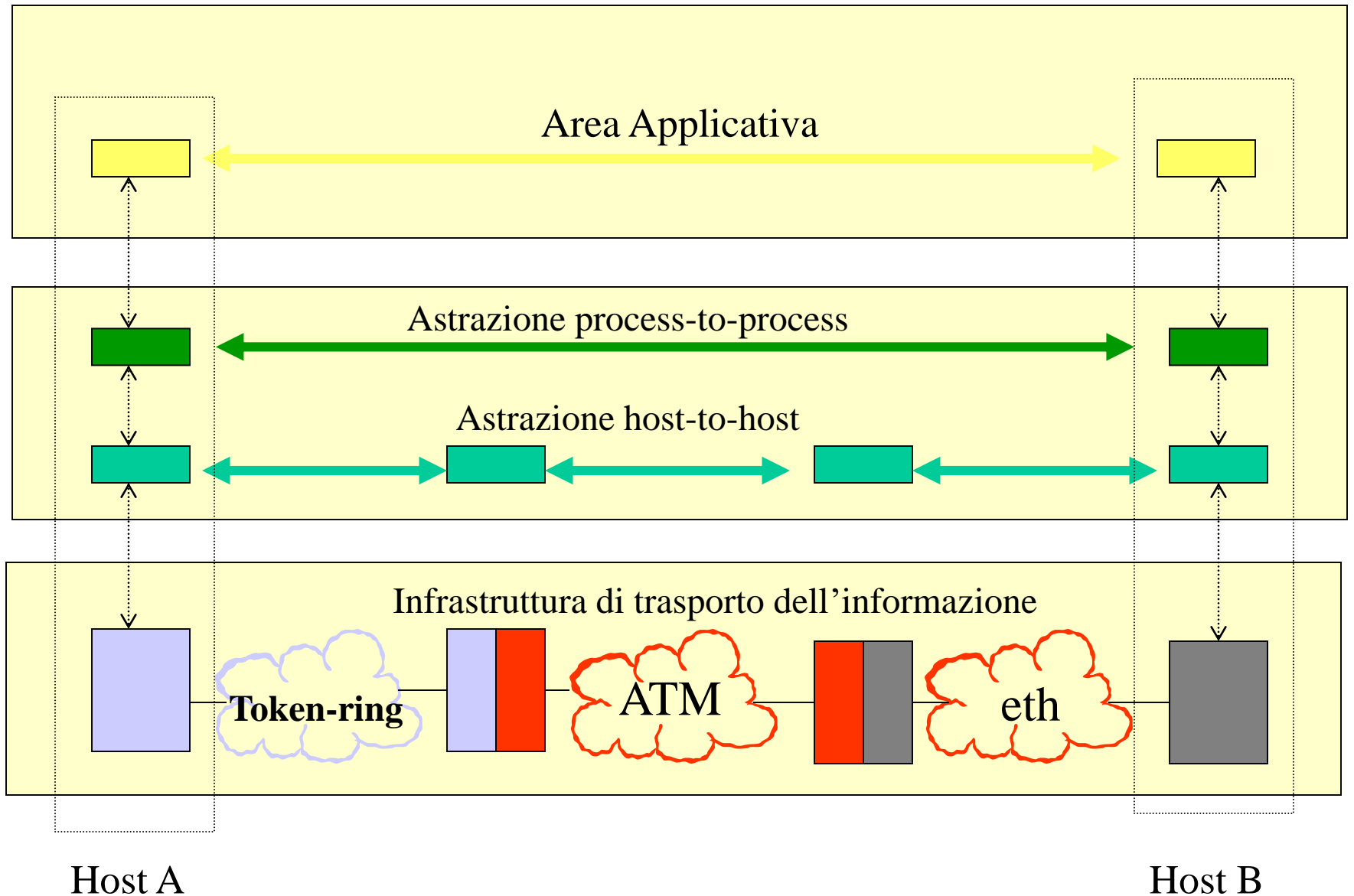
RETE

Infrastruttura di trasporto dell'informazione

LINK

FISICO

Rete geografica di calcolatori



Esempi di problematiche comuni

Area Applicativa

Indirizzamento
Routing
Frammentazione/Riassemblaggio

Interoperabilità trasporto dell'informazione

Indirizzamento
Routing
Frammentazione/Riassemblaggio

Infrastruttura di trasporto dell'informazione

Indirizzamento
Routing
Frammentazione/Riassemblaggio

Esempi di problematiche comuni:

Indirizzamento

Area Applicativa

Indirizzamento DNS “www.uniroma1.it”



Interoperabilità trasporto
dell'informazione

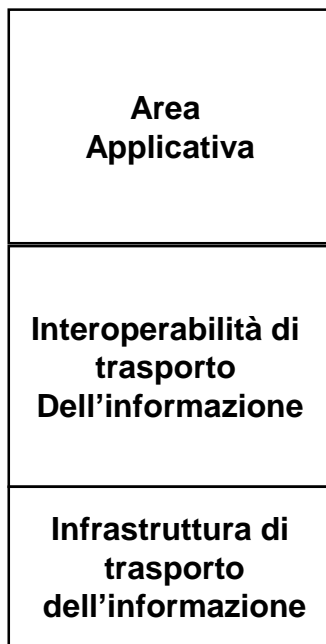
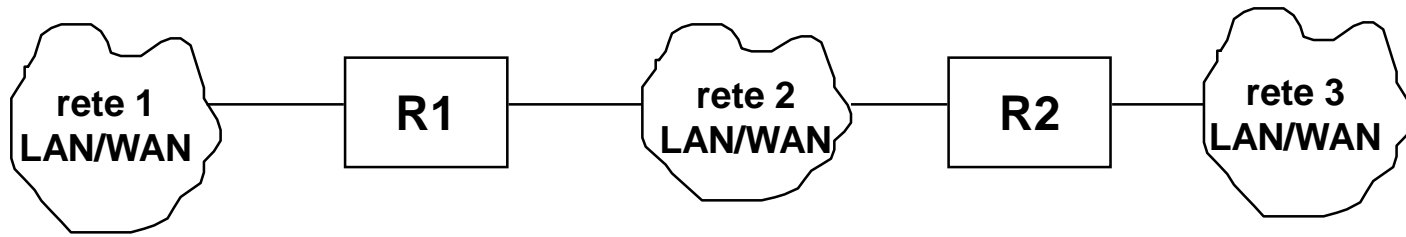
Indirizzamento IP “151.100.16.1”



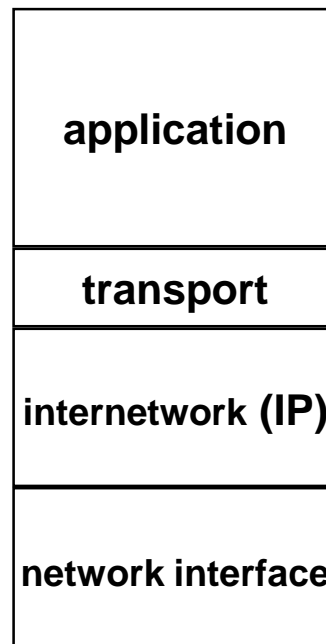
Infrastruttura di trasporto
dell'informazione

Indirizzamento MAC “ABC123578ABB”

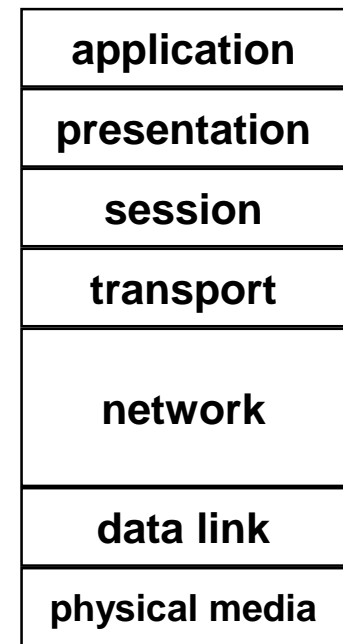
Interoperabilità Trasporto dell'informazione: Internet



**Struttura a
tre livelli**

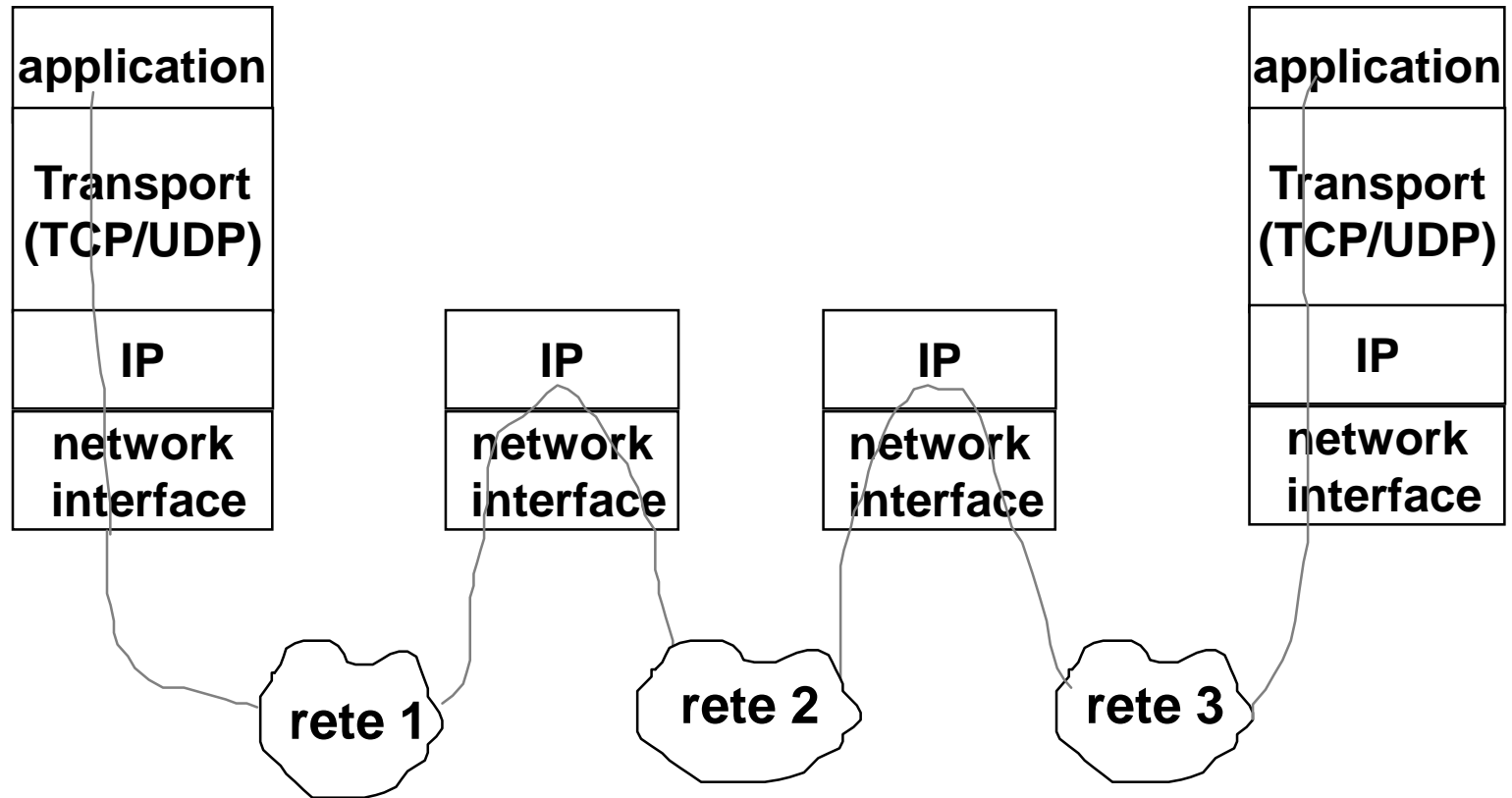


Internet



OSI

L'ARCHITETTURA TCP/IP E LA RETE INTERNET

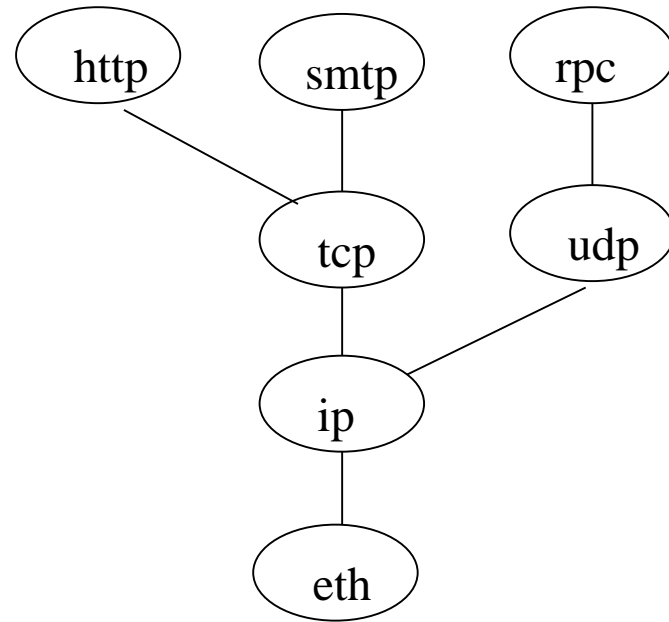


Protocol Stack: esempi

http= hyper text tranfer protocol

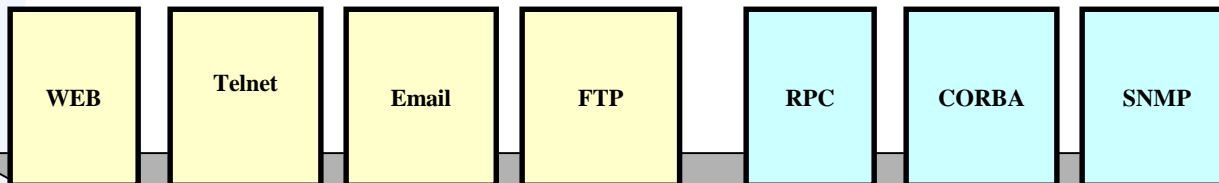
smtp= simple mail transfer protocol

Rpc= remote procedure call



Applicazioni di base

Supporto per interoperabilità applicativa



Area delle applicazioni

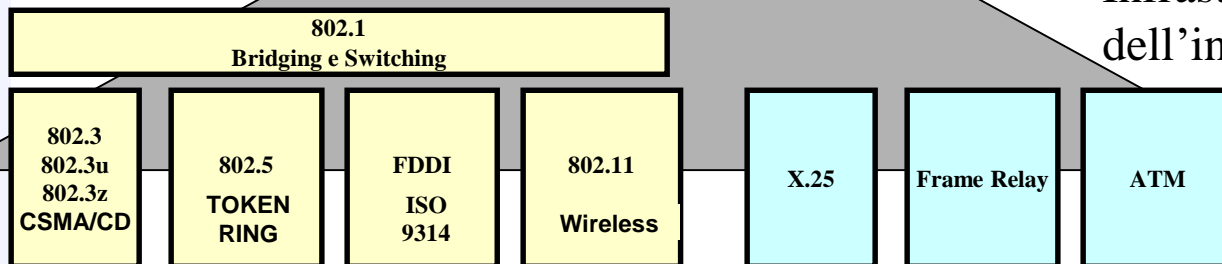
Interoperabilità di trasporto dell'informazione

TCP/IP

Process-to-process

Host-to-host

Infrastruttura di trasporto dell'informazione



Reti Locali

Backbone

Richiami di TCP/IP

Il protocollo IP

- IP e' una grande coperta che nasconde ai protocolli sovrastanti tutte le disomogeneità della infrastruttura di trasporto dell'informazione
- Per far questo necessità di due funzionalità di base:
 - Indirizzamento di rete (indirizzi omogenei a dispetto della rete fisica sottostante)
 - Instradamento dei pacchetti (Routing) (capacità di inviare pacchetti da un host ad un altro utilizzando gli indirizzi definiti al punto precedente)

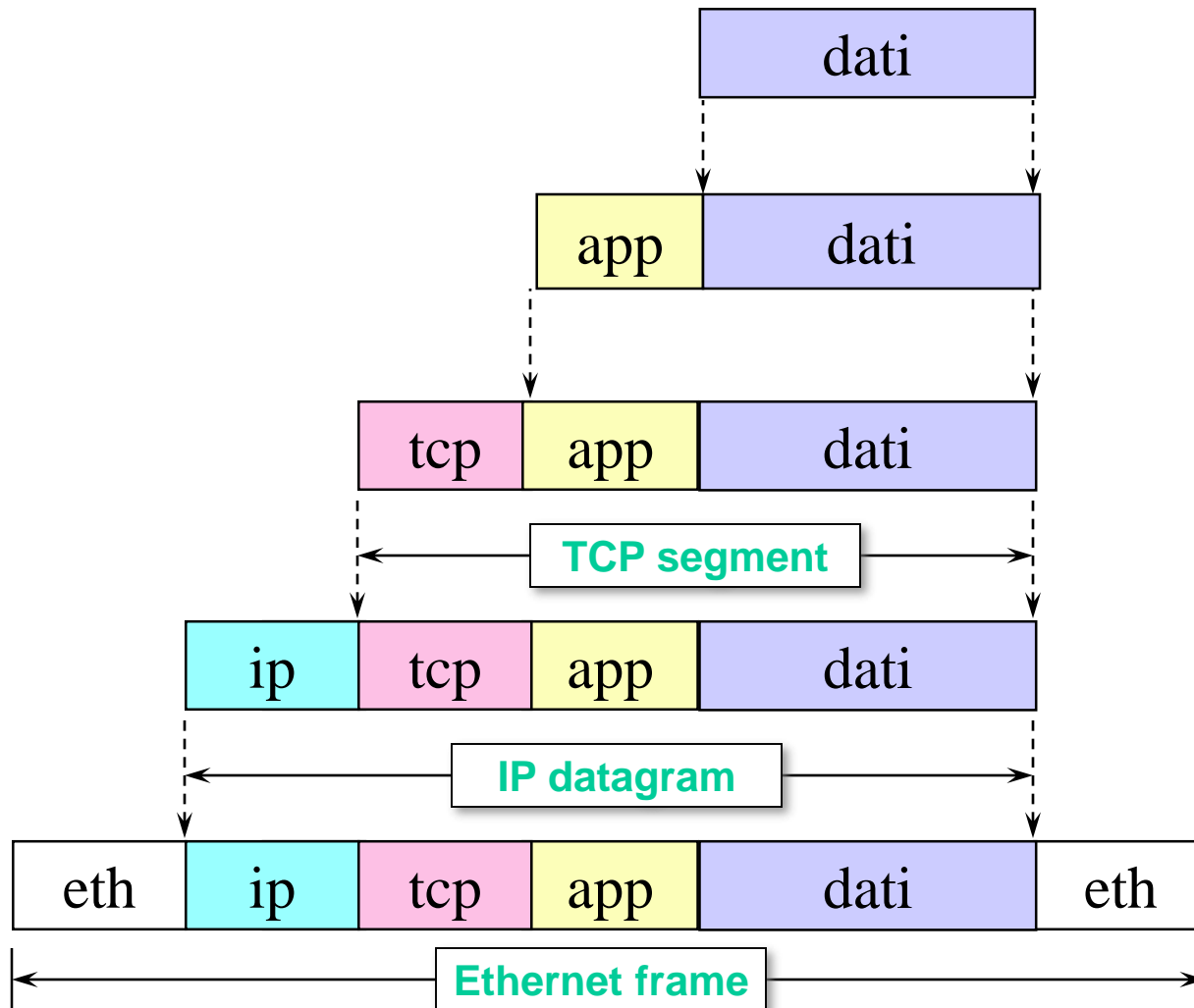
Proprietà di IP

- Senza connessione (datagram based)
- Consegna Best effort
 - I pacchetti possono perdersi
 - I pacchetti possono essere consegnati non in sequenza
 - I pacchetti possono essere duplicati
 - I pacchetti possono subire ritardi arbitrari

Servizi di compatibilità con l'hardware sottostante

- Frammentazione e riassemblaggio
- Corrispondenza con gli indirizzi dei livelli sottostanti (ARP)

Il protocollo IP



Il protocollo IP

In Trasmissione, IP

- riceve il segmento dati dal livello di trasporto

Segmento dati

- inserisce header e crea datagram

IP

Segmento dati

- applica l'algoritmo di routing
- invia i dati verso l'opportuna interfaccia di rete

In Ricezione, IP

- consegna il segmento al protocollo di trasporto individuato

Segmento dati

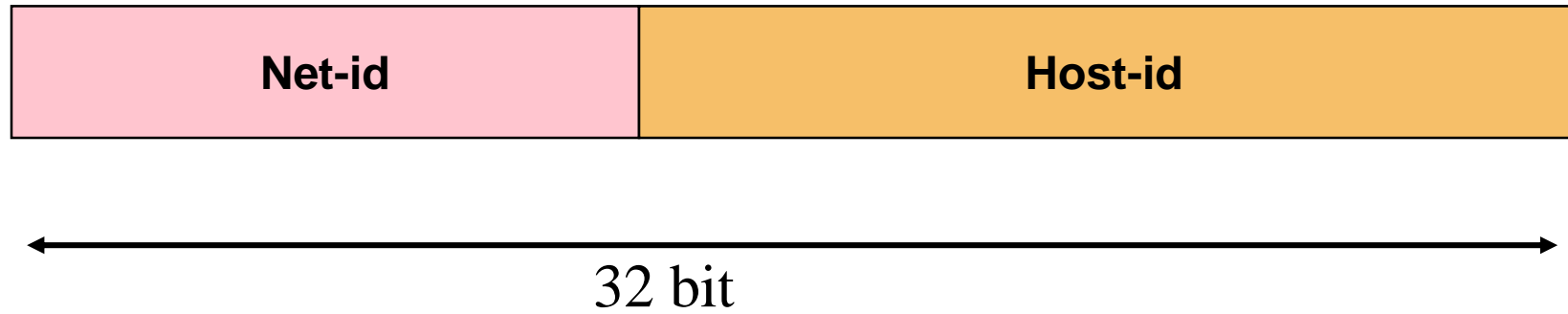
- se sono dati locali, individua il protocollo di trasporto, elimina l'intestazione

IP

Segmento dati

- verifica la validità del datagram e l'indirizzo IP
- riceve i dati dalla interfaccia di rete

Indirizzamento



Classi di indirizzi

Classe A (0.0.0.0 - 127.255.255.255)

127.0.0.0 riservato
7 bit



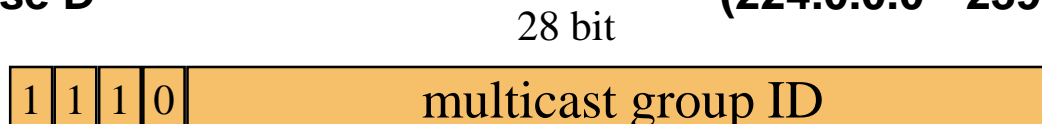
Classe B (128.0.0.0 - 191.255.255.255)



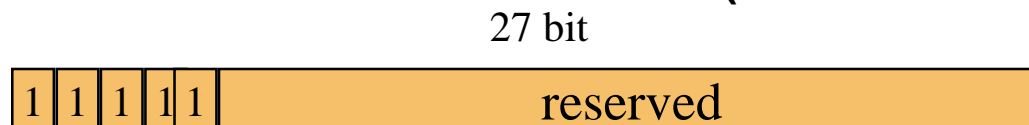
Classe C (192.0.0.0 - 223.255.255.255)



Classe D (224.0.0.0 - 239.255.255.255)



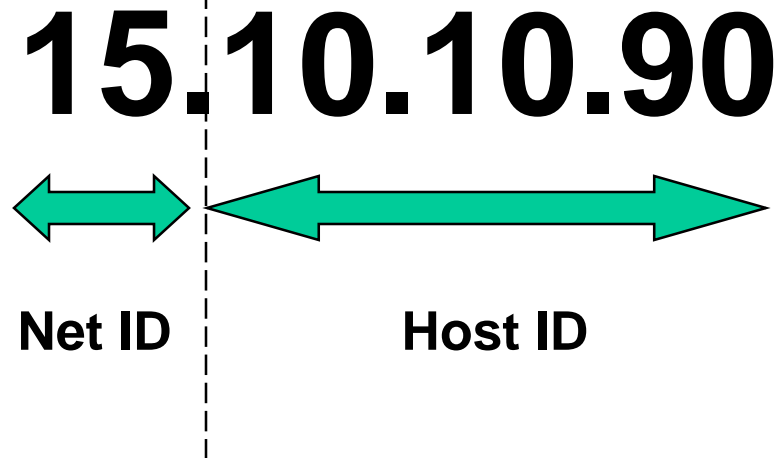
Classe E (240.0.0.0 - 255.255.255.254)



Indirizzi di classe A



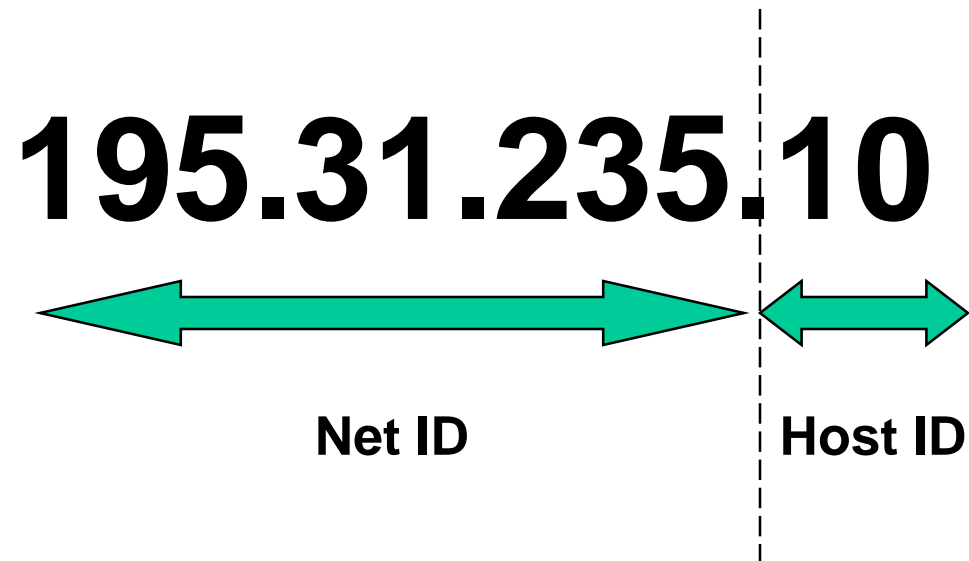
- Esempio di indirizzo di classe A:



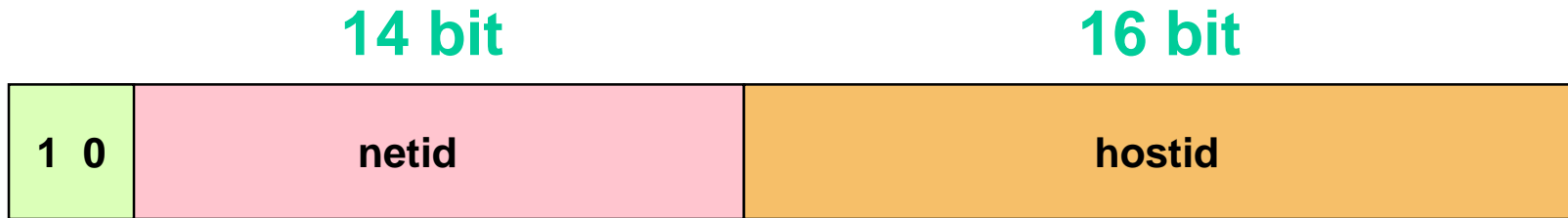
Indirizzi di classe C



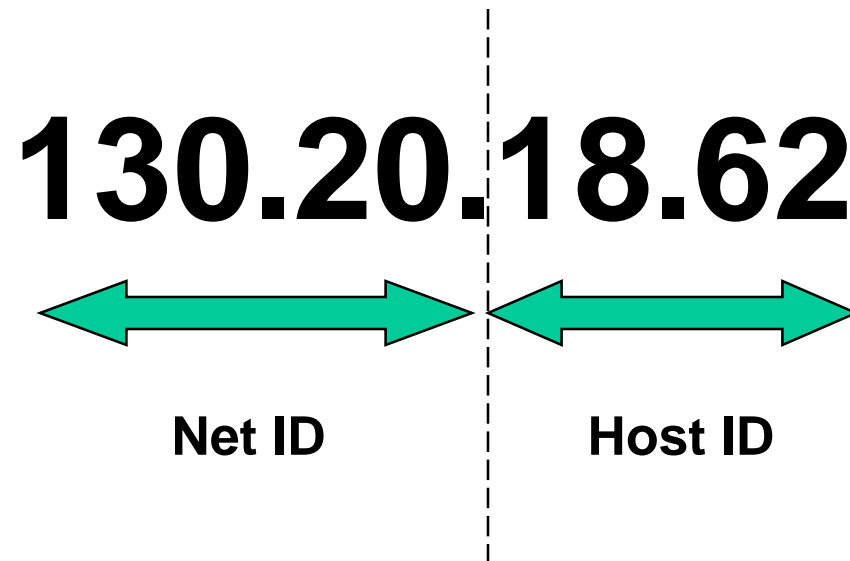
Esempio di indirizzo di classe C:



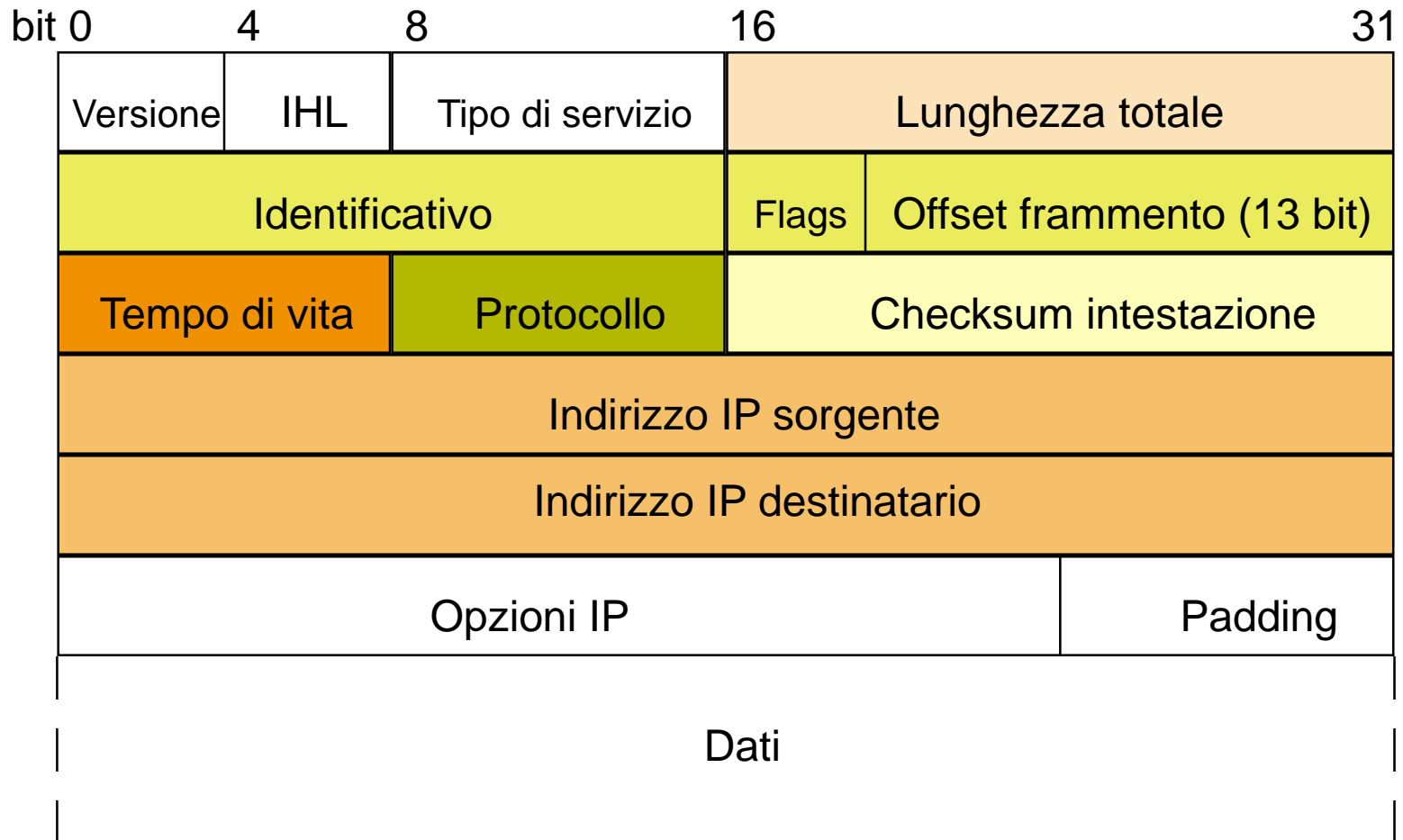
Indirizzi di classe B



Esempio di indirizzo di classe B:



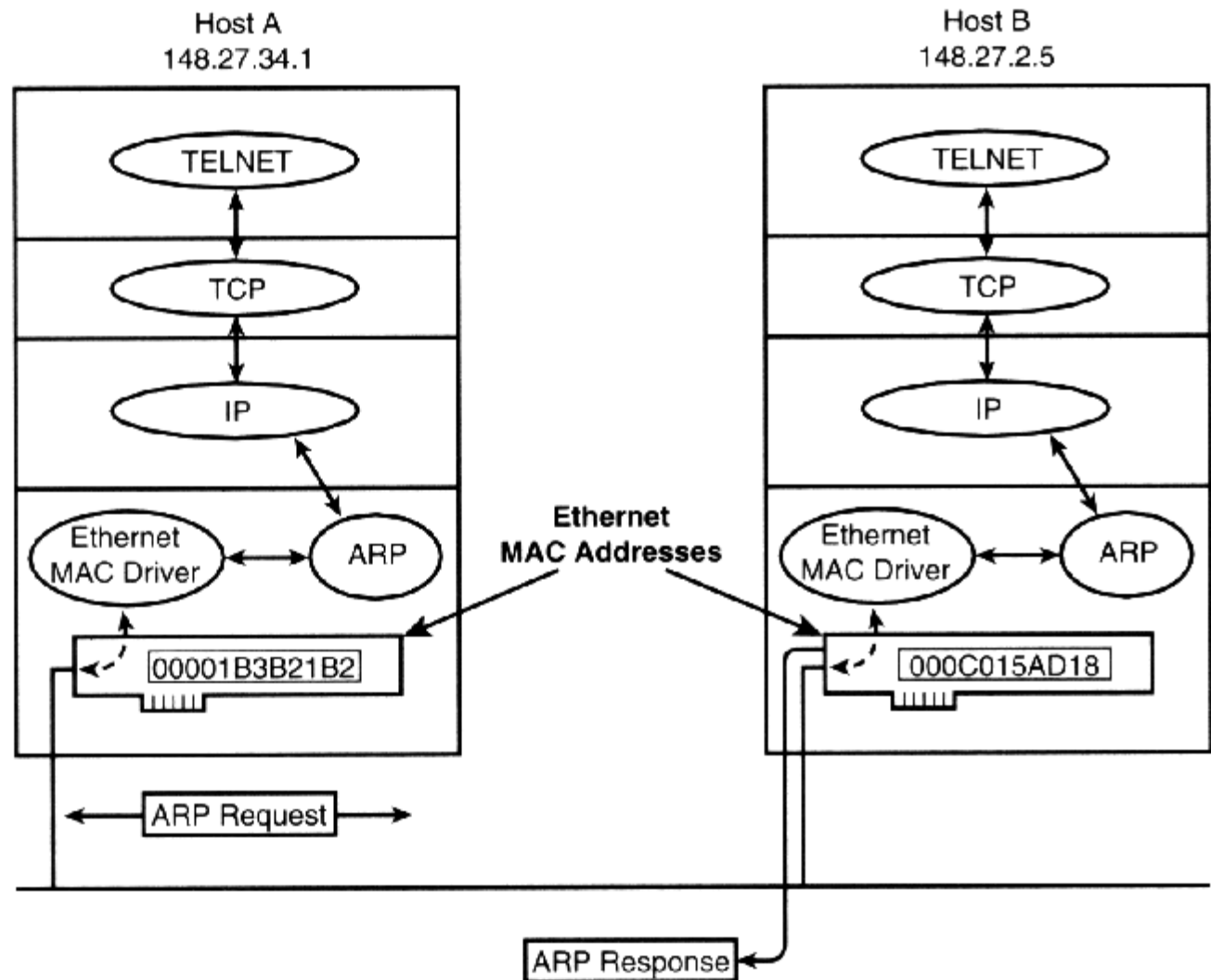
Il protocollo IP



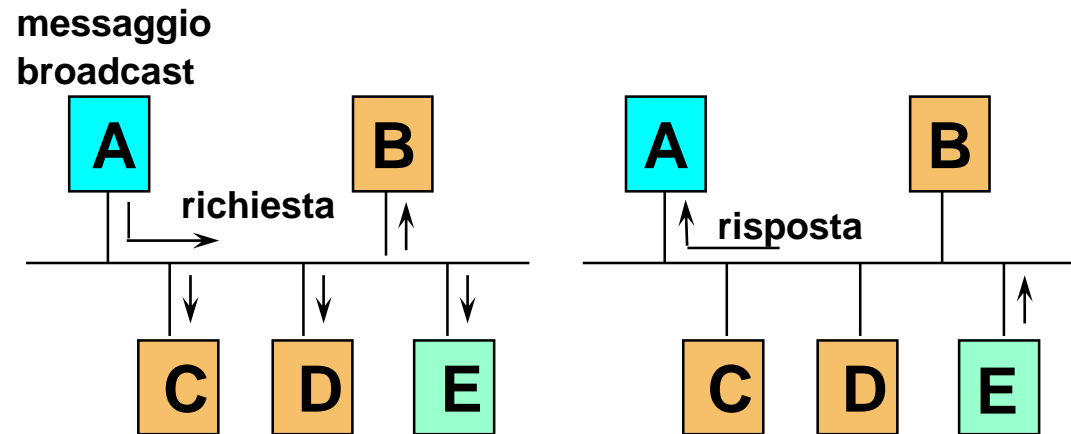
ARP

FIGURE 4.9.

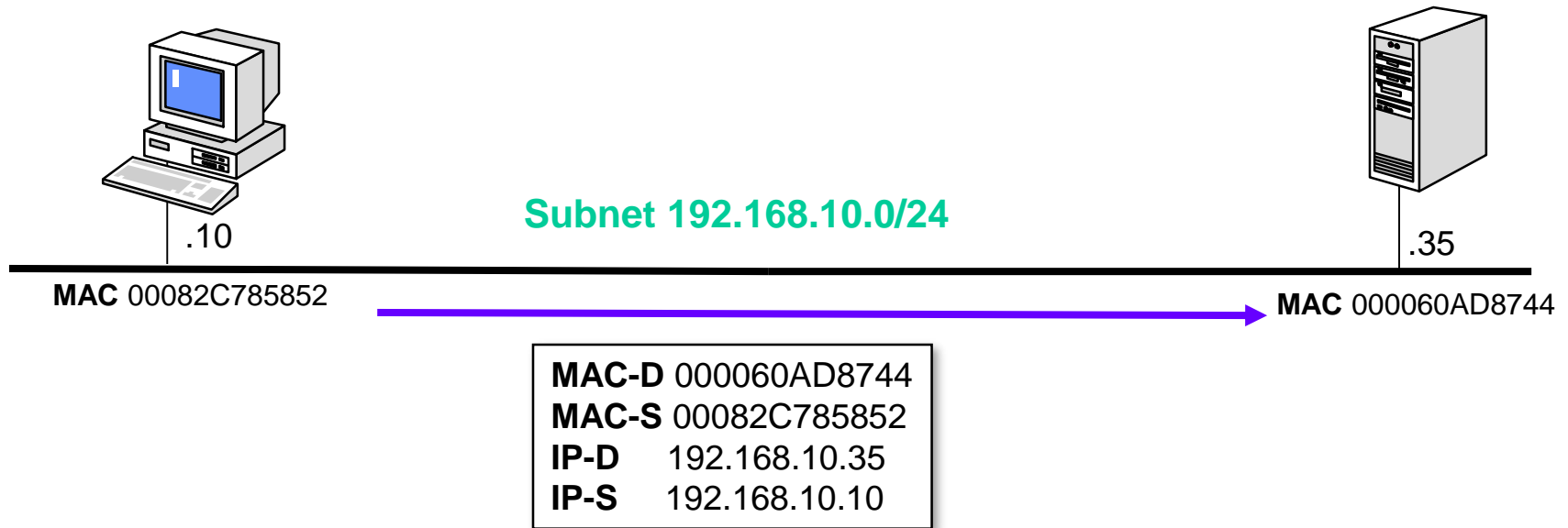
Resolution of an IP address into its MAC address using ARP.



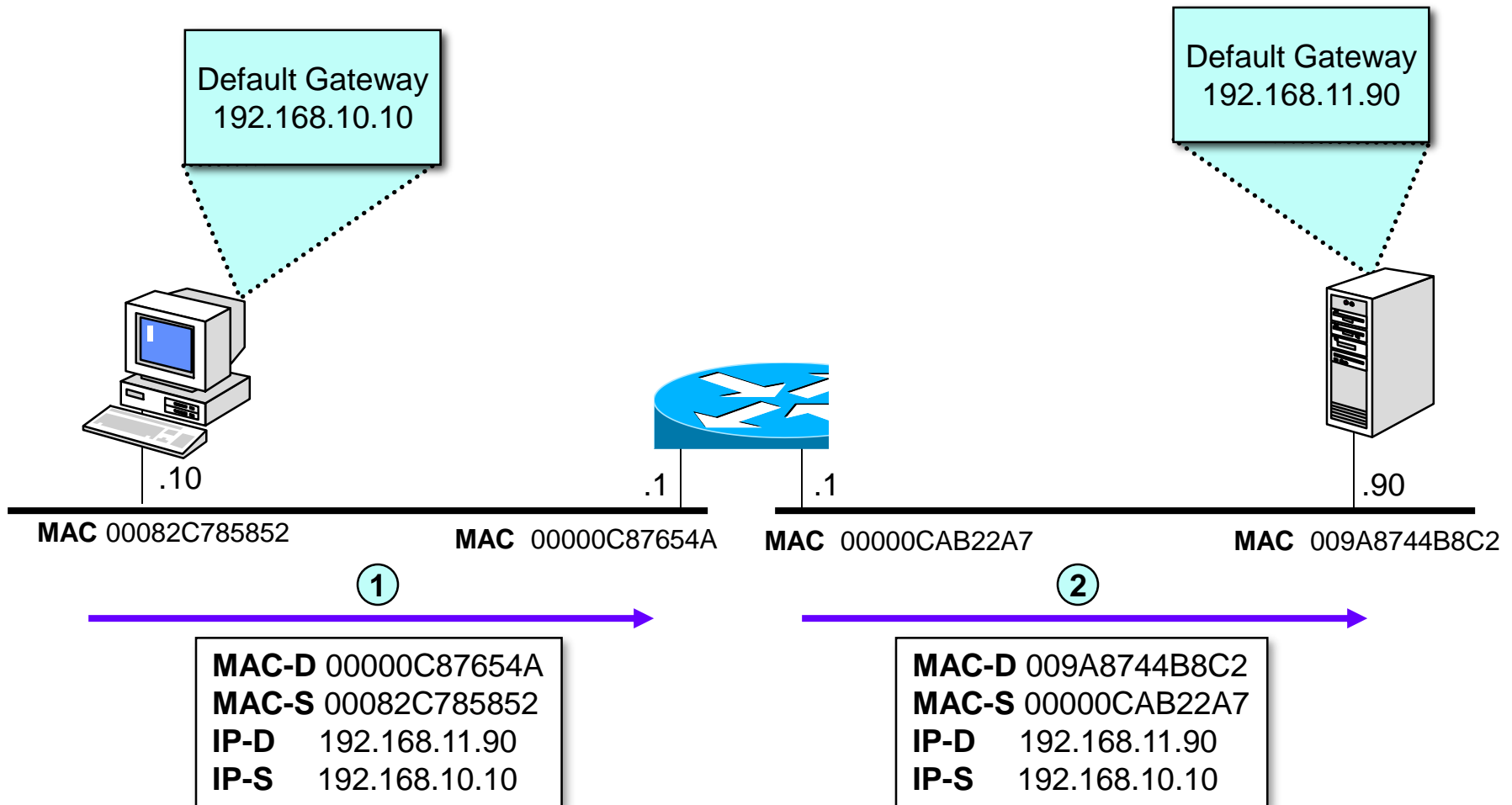
Address Resolution Protocol: ARP



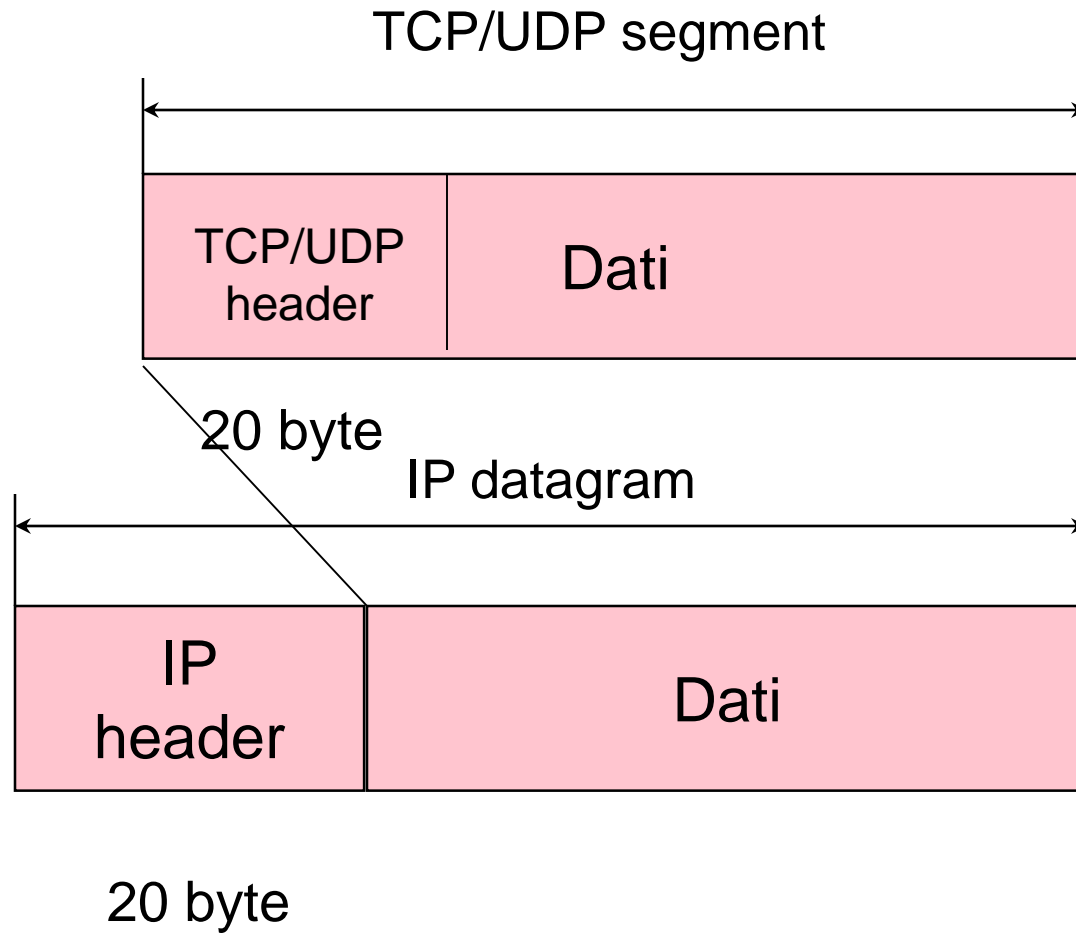
Forwarding diretto: esempio



Forwarding indiretto: esempio



Strato di Trasporto



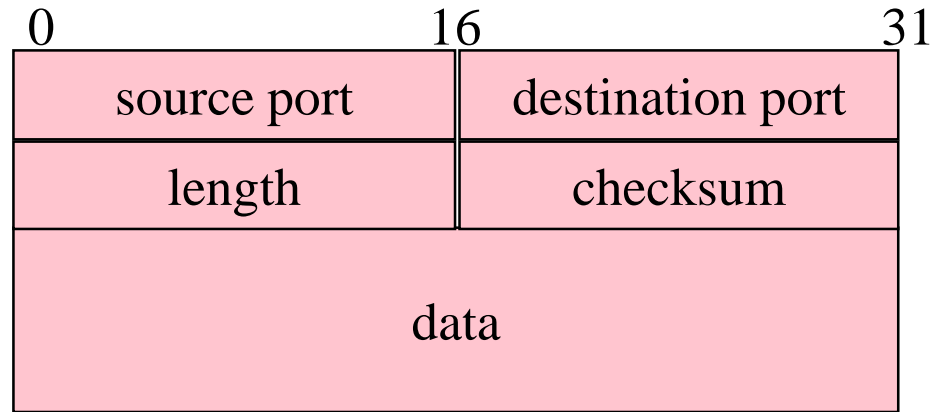
Strato di Trasporto



Strato di Trasporto: UDP

Il pacchetto UDP viene imbustato in IP ed indirizzato con il campo protocol pari a 17.

L'intestazione di UDP è lunga 8 byte



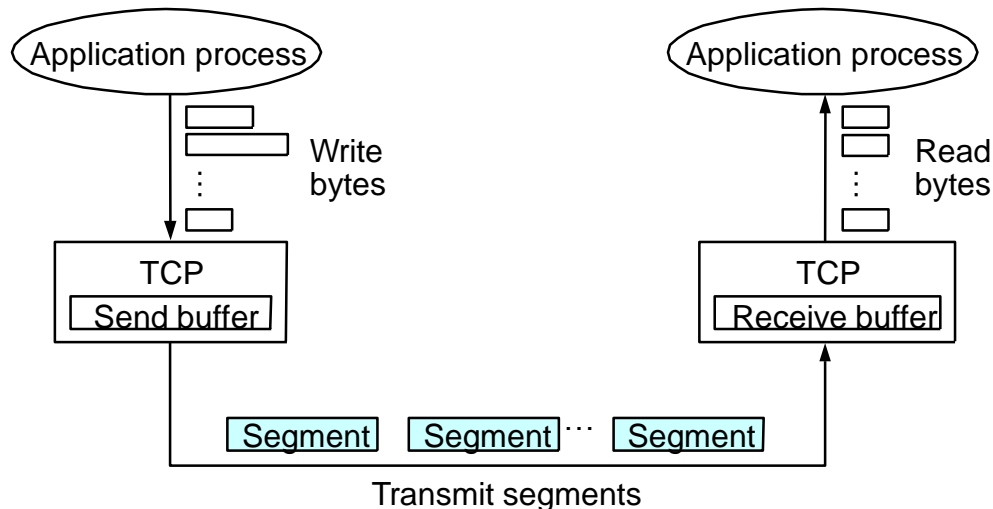
port number, sorgente e destinazione, servono a moltiplicare, su una connessione tra due macchine, diverse sessioni e individuano i protocolli di livello superiore;

length, è la lunghezza in byte del pacchetto UDP, header e dati; il minimo valore per questo campo è di 8 byte, quando la parte dati è vuota; questa informazione è ridondante perché nell'intestazione IP è presente il campo length, relativo alla lunghezza di tutto il pacchetto IP; visto che l'intestazione UDP ha una lunghezza fissa di 8 byte, la lunghezza della parte dati potrebbe essere ricavata sottraendo al contenuto del campo length dell'header IP 8 byte;

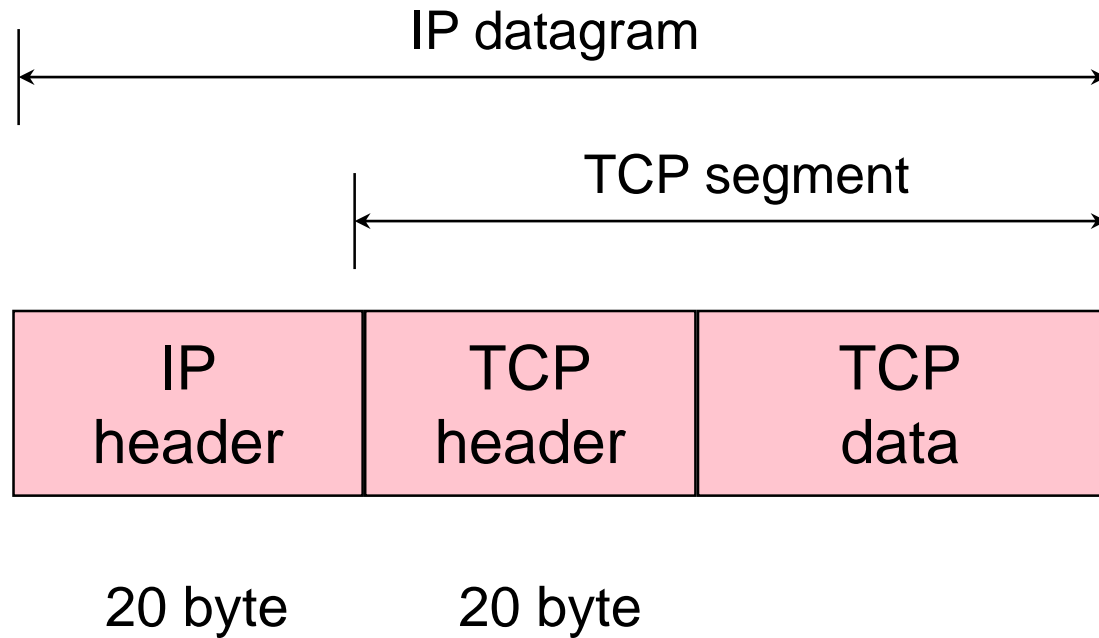
checksum, campo per il controllo di errore, che copre tutto il pacchetto UDP, header e dati; in realtà oltre al pacchetto UDP, il checksum è applicato anche ad una parte dell'intestazione IP, composta tra l'altro dagli indirizzi IP sorgente e destinazione e dal campo protocol, detta UDP-pseudo-header.

TCP Overview

- Connection-oriented
- Byte-stream
 - app writes bytes
 - TCP sends *segments*
 - app reads bytes
- Full duplex
- Flow control: keep sender from overrunning receiver
- Congestion control: keep sender from overrunning network



Strato di Trasporto: TCP



Domain Name System (DNS)

