

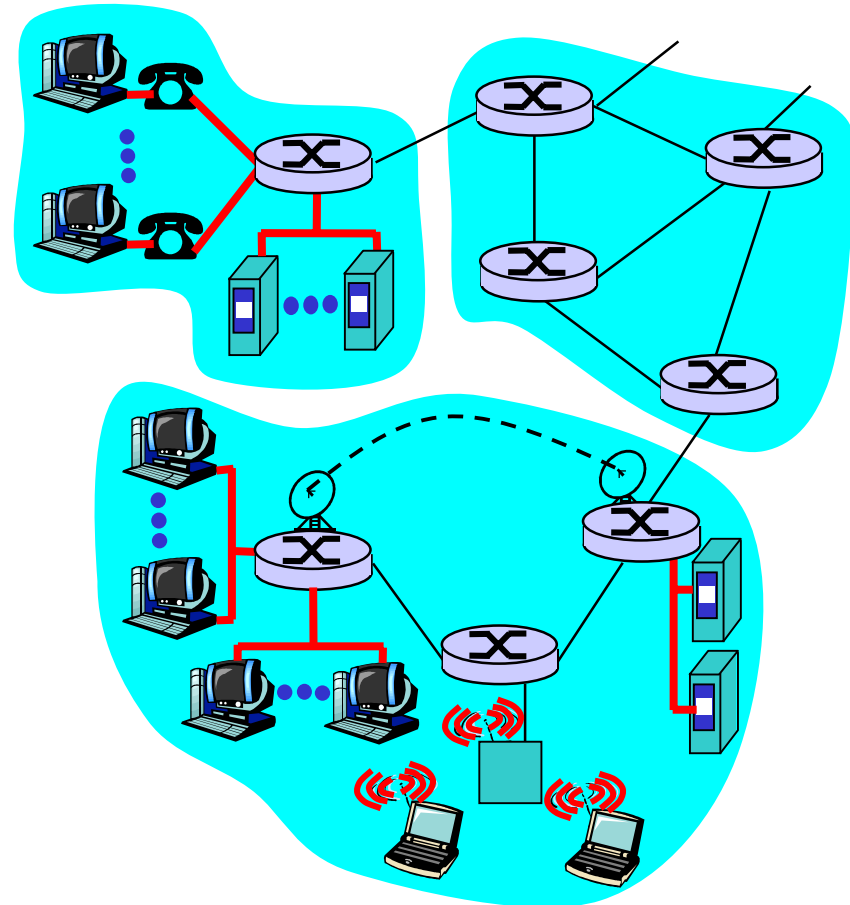
# Reti di accesso e mezzi trasmissivi

*Domanda: come si connettono gli host agli edge router?*

- Reti di accesso residenziale (da casa)
- Reti di accesso istituzionali (scuole, università, aziende)
- Reti di accesso mobili

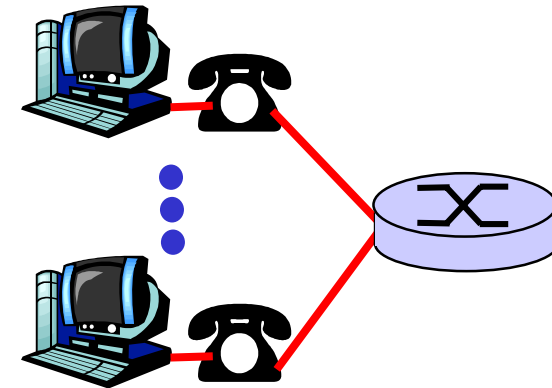
*Caratteristiche:*

- Larghezza di banda (bit al secondo) delle reti di accesso
- Condivise o dedicate?



# Accesso Residenziale: accesso point to point

- **Connessione telefonica via modem**
  - Fino a 56Kbps di accesso diretto ad un router (in teoria)
- **ISDN**: integrated services digital network: connessione completamente digitale a 128Kbps verso un router
- **ADSL**: asymmetric digital subscriber line
  - Fino a 1 Mbps casa-router
  - Fino a 8 Mbps router-casa
  - Diffusione ADSL: **in corso**



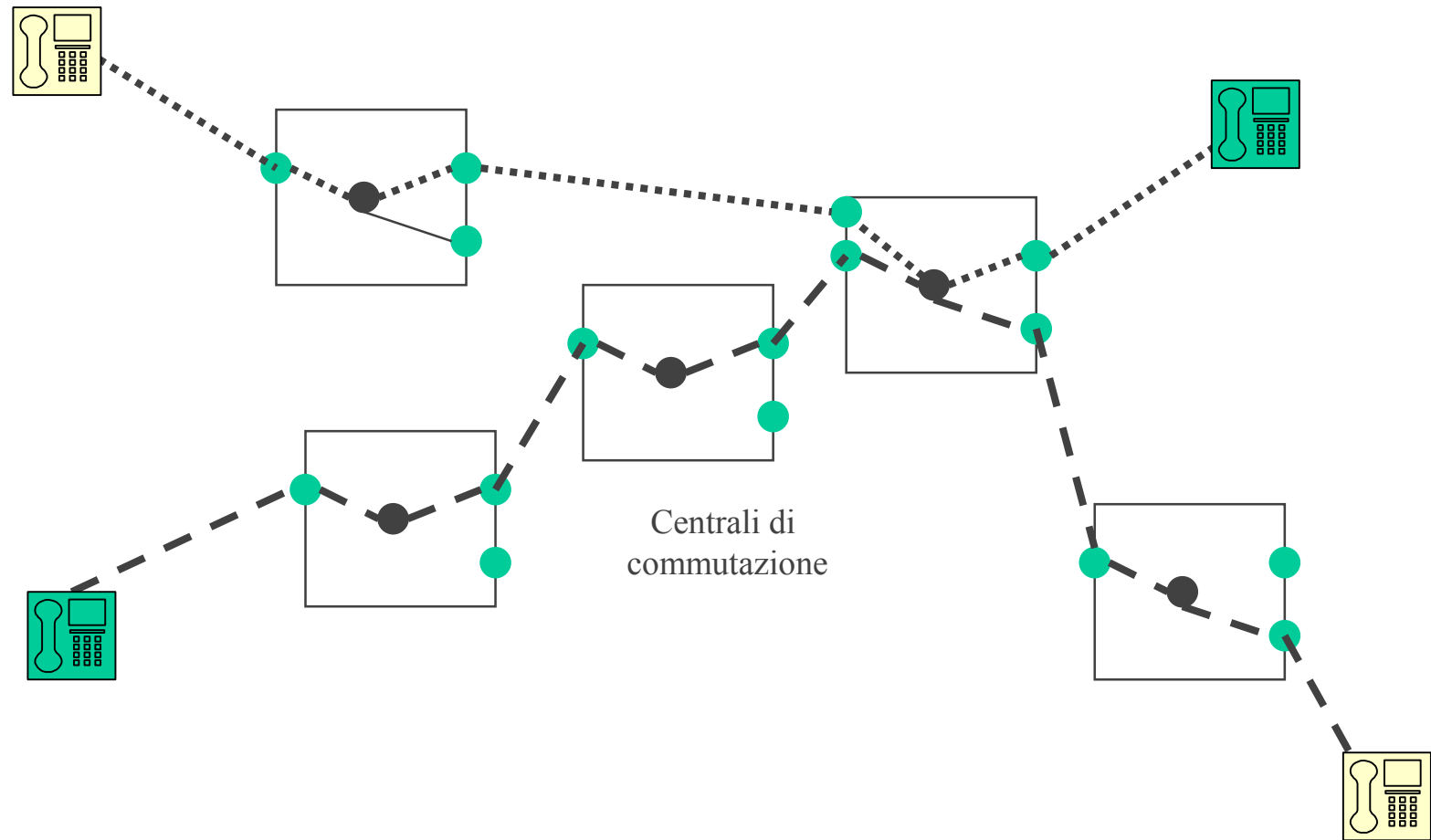


## Rete telefonica

---

- Originariamente progettata e realizzata per la trasmissione della voce (cioè di suoni)
- Può essere sfruttata anche per trasmettere dati da un terminale ad un calcolatore o tra elaboratori.

# Rete telefonica





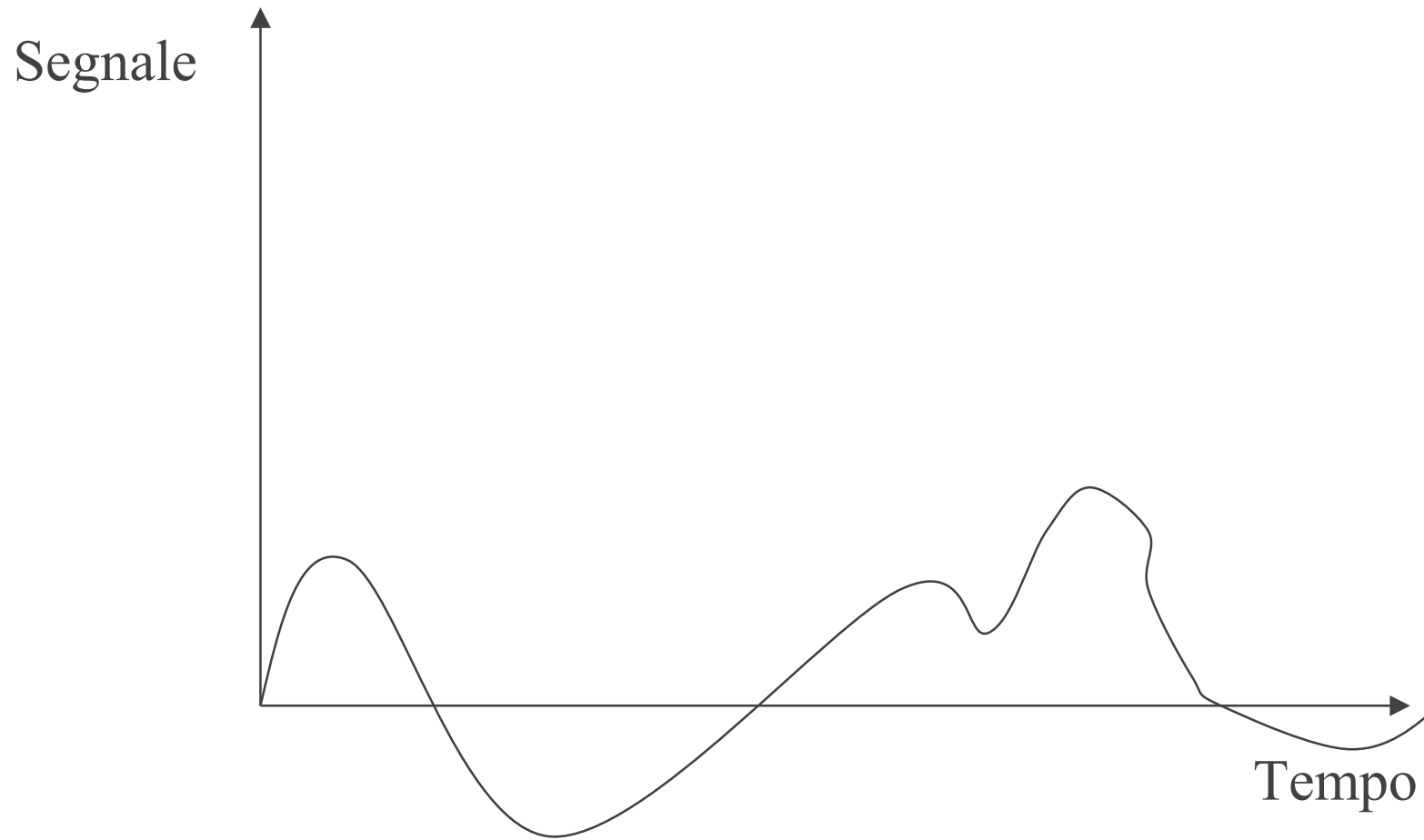
## Come funziona le rete telefonica

---

- L'apparato fonico di un uomo (polmoni, corde vocali, bocca,...) produce nell'aria un'onda di pressione acustica
- Il microfono della cornetta converte quel segnale in un segnale elettrico che ha esattamente la stessa forma

**MA QUESTO LO SAPETE GIÀ**

# Come funziona le rete telefonica





## Come funziona le rete telefonica

---

- Il segnale elettrico viaggia sul doppino telefonico (coppia di di fili) ed arriva all'apparecchio del ricevente
- L'altoparlante della cornetta del ricevente esegue l'inverso del microfono del trasmettente convertendo il segnale elettrico in un'onda acustica **ANALOGA** a quella che aveva colpito il microfono.



## Il modem

---

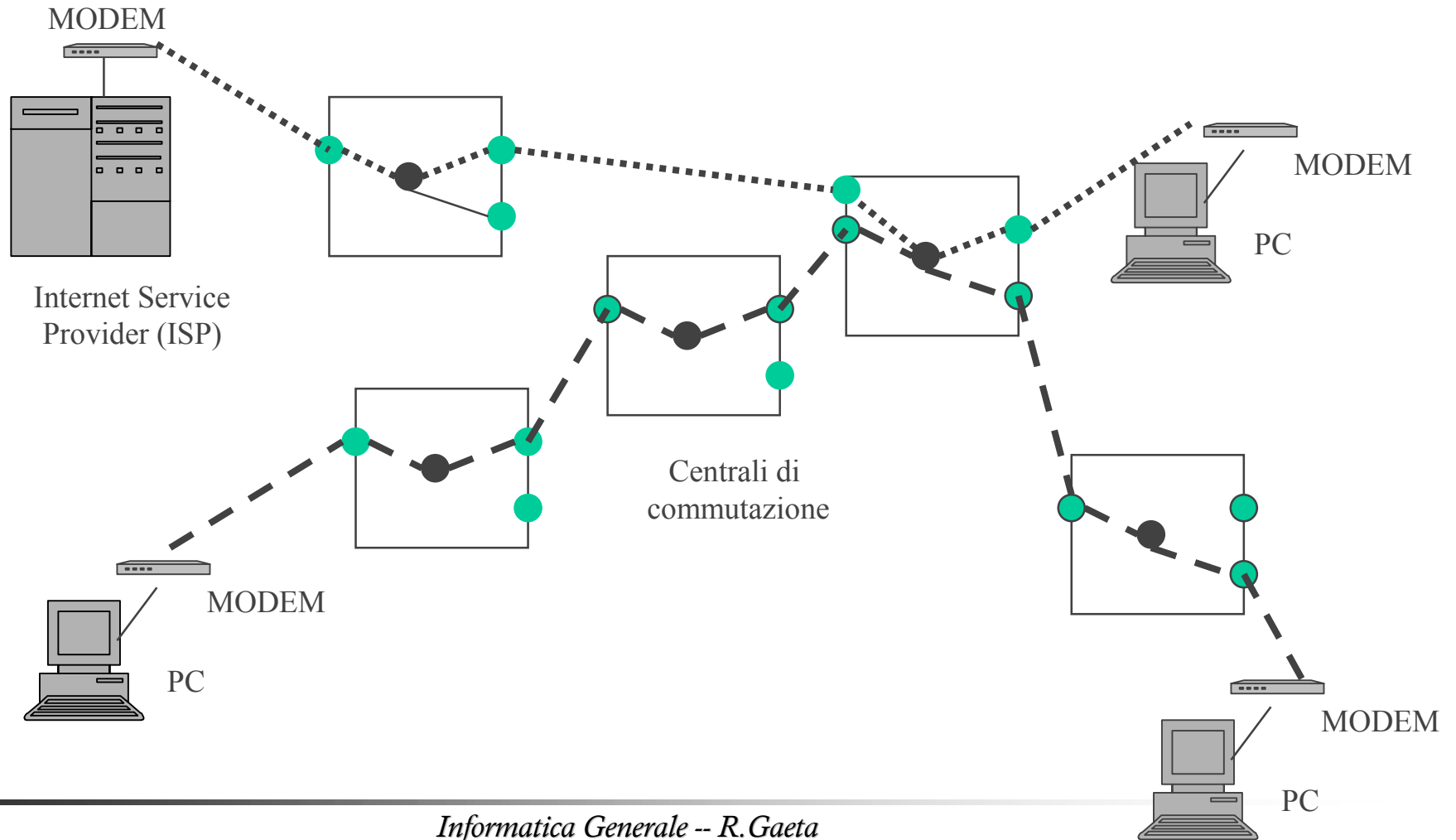
- La rete telefonica trasmette suoni
- Un calcolatore vuole trasmettere informazioni codificate usando un opportuno numero di bit
- Ci vuole un dispositivo che esegue la conversione da bit a "fischio"
- MOdulatore-DEModulatore

## Il modem

- Se si deve trasmettere un bit che vale 1 allora il modem fischia una certa nota lungo la linea telefonica altrimenti se deve trasmettere uno 0 fischia una nota differente
- Chiaramente, il ricevitore deve avere un modem che esegue il lavoro opposto: se sente un fischio con una la nota associata al bit uguale a 0 allora trasmette al computer un bit 0 altrimenti nell'altro caso trasmette un 1



# Rete telefonica



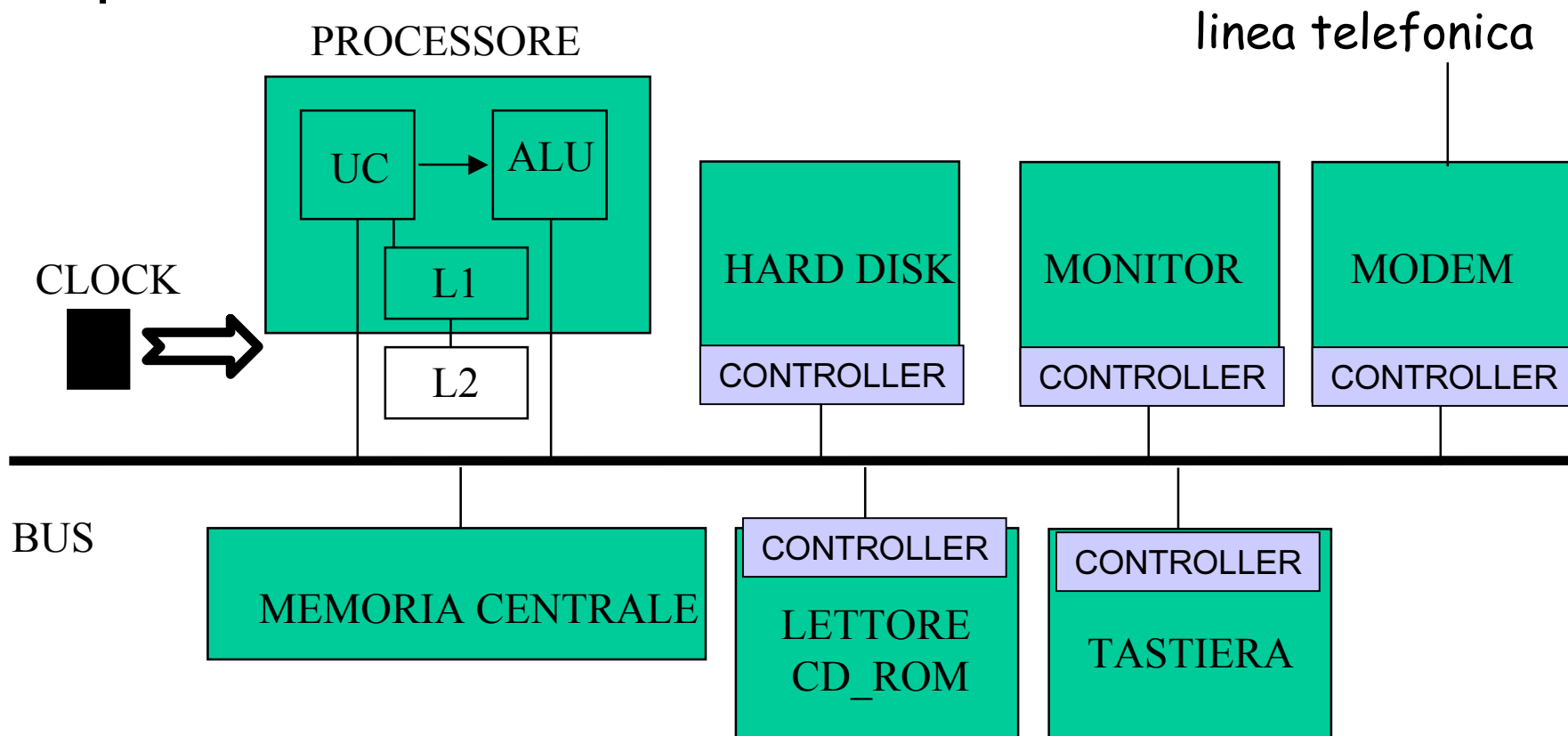


## Difetti e pregi della rete telefonica

---

- Trasmette solo nel campo delle frequenze che vanno da 400 a 3.400 Hertz (4KHz è considerata la frequenza massima della voce umana)
- Il numero di bit al secondo che si riesce a trasmettere è, nei casi migliori, dell'ordine di 30.000 bit/s (3000 caratteri al secondo)
- I tempi per stabilire una connessione sono lunghissimi (qualche secondo) se comparati a quelli di un calcolatore
- La rete telefonica è molto disturbata per la trasmissione dati quindi spesso si deve ritrasmettere i dati
- Diffusa capillarmente su tutta la Terra

# Interazione tra processore, cache, memorie e dispositivi di I/O e modem





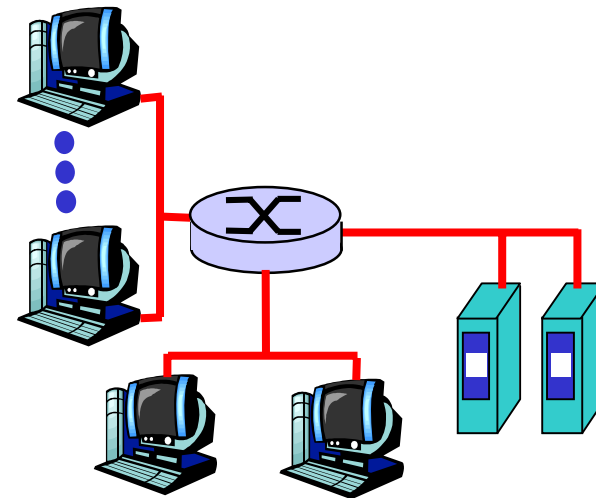
## Accesso Residenziale: cable modems

---

- **HFC: hybrid fiber coax**
  - asimmetrico: fino a 10Mbps router-casa, 1 Mbps casa-router
- **rete** di cavi and fibre connettono abitazioni ai router di ISP
  - Accesso condiviso tra le abitazioni al router
  - problemi: congestione, dimensionamento
- diffusione: disponibile, in USA, dalle compagnie di TV via cavo

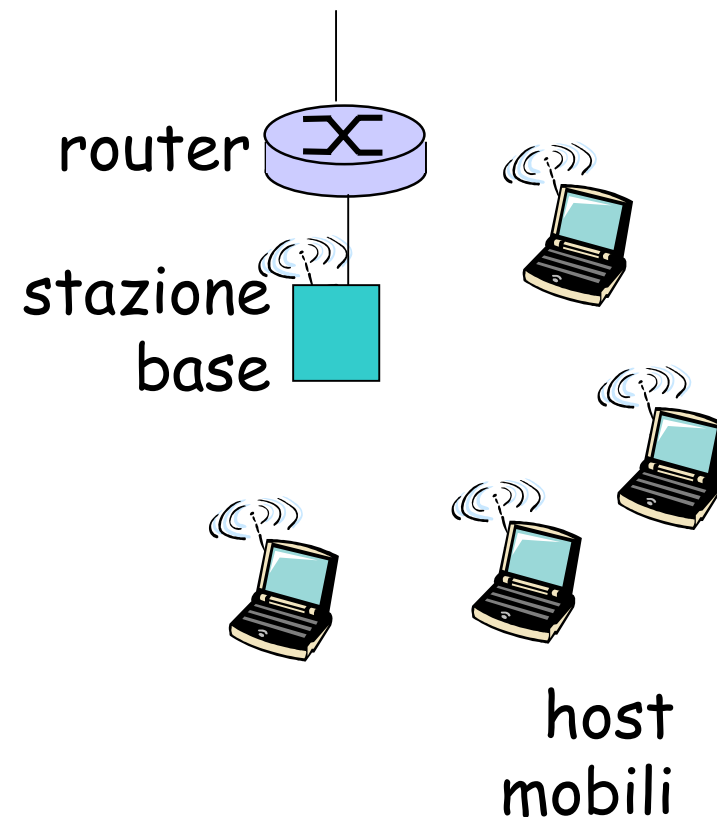
# Accesso Istituzionale: local area networks

- La **local area network** (LAN) di aziende, università, connette host ad un edge router
- **Ethernet:**
  - Cavo condiviso o dedicato connette gli host ed il router
  - 10 Mbs, 100Mbps, Gigabit Ethernet
  - ogni host deve avere una scheda di rete (dispositivo connesso al bus di sistema e al cavo condiviso)
- **diffusione:** istituzioni, LAN casalinghe, attuale



# Reti di accesso Wireless

- Una rete condivisa di accesso *wireless* connette host a router
- **wireless LAN:**
  - Spettro radio sostituisce il cavo
  - e.g., Lucent Wavelan 11 Mbps
- **Accessi wireless in area geografica**
  - Cellular Digital Packet Data (CDPD): accesso wireless al router di un ISP attraverso la rete cellulare



# Mezzi trasmissivi

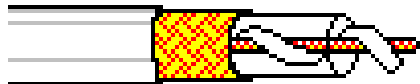
- **Canali fisici:** bit di dati trasmessi si propagano lungo il canale
  - **Mezzi guidati:**
    - segnali si propagano in mezzi solidi: rame, fibra
  - **Mezzi non guidati:**
    - Segnali si propagano liberamente, e.g., radio
- Twisted Pair (TP)
    - Due cavi di rame isolati ed intrecciati
      - Categoria 3: doppino telefonico, 10 Mbps Ethernet
      - Categoria 5 TP: 100Mbps Ethernet



## Mezzi trasmissivi: cavi coassiali, fibra

### Cavo coassiale:

- Conduttore rame (portante segnale)
- Strato di plastica isola il conduttore da uno schermo di metallo intrecciato (per bloccare interferenze esterne)
- bi-direzionale
- Uso tipico per 10Mbps Ethernet



### Cavo in fibra ottica:

- Fibra di vetro che trasporta impulsi ottici
- Operazioni ad alta velocità:
  - 100Mbps Ethernet
  - Alta velocità di trasmissione punto-punto (e.g., 5 Gps)
- Bassa probabilità di errore





## Mezzi trasmissivi: radio

---

- Segnale trasportato nello spettro elettromagnetico
- Nessun cavo fisico
- bi-direzionale
- Effetti dell'ambiente sulla propagazione:
  - riflessione
  - ostruzione (oggetti ostacolo)
  - interferenza

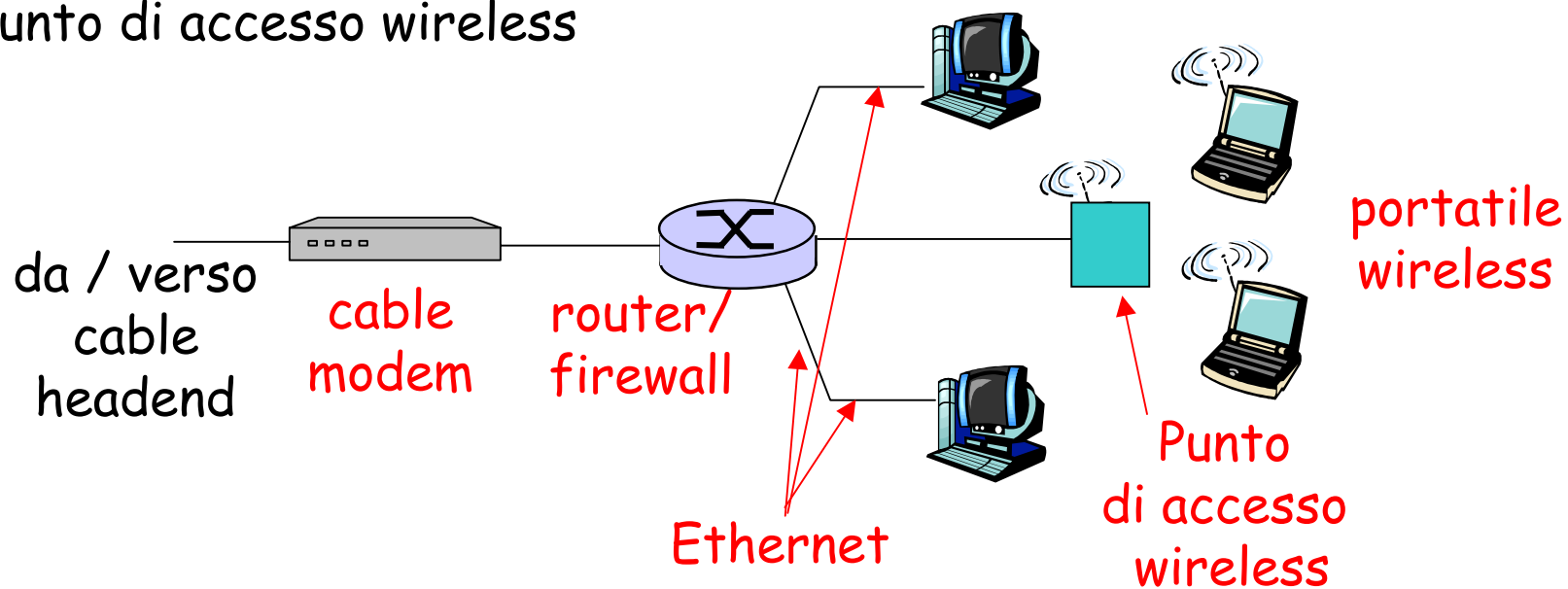
### Tipi di canali radio:

- **microonde**
  - e.g. fino a 45 Mbps
- **LAN** (e.g., WaveLAN)
  - 2Mbps, 11Mbps
- **Area geografica** (e.g., cellulare)
  - e.g. CDPD, 10 Kbps
- **satellite**
  - fino a 50Mbps

# Reti residenziali: il futuro?

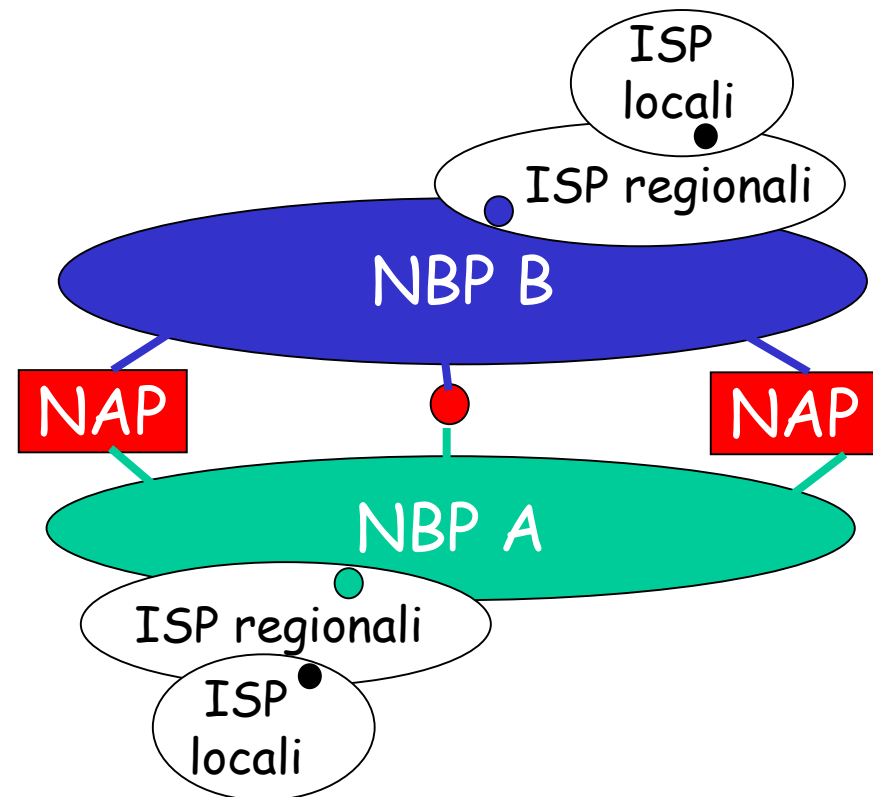
## Componenti tipiche:

- Modem ADSL o per cavo
- router/firewall
- Ethernet
- Punto di accesso wireless



# Struttura di Internet: rete di reti

- a grandi linee gerarchica
- **national/international backbone providers (NBP)**
  - e.g. BBN/GTE, Sprint, AT&T, IBM, UUNet
  - si inter-connettono direttamente, o tramite Network Access Point (NAP)
- **ISP regionali**
  - connettono ai NBP
- **ISP locali**, privati, istituzioni
  - connettono agli ISP regionali



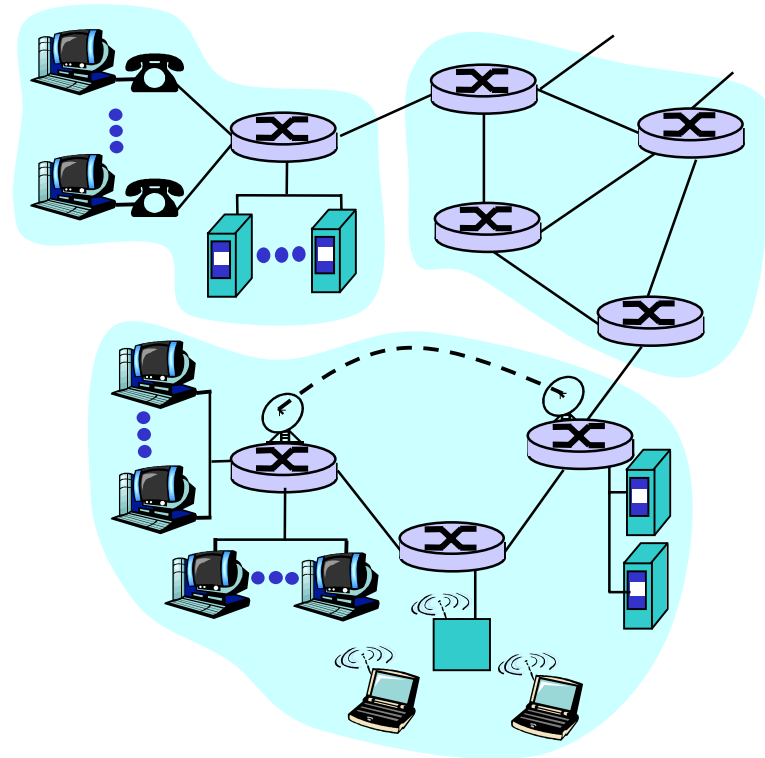
# Applicazioni e protocolli a livello applicazione

## Applicazione: processi distribuiti comunicanti

- vengono eseguiti sugli host di rete come processi utente
- scambio di messaggi per implementare l'applicazione
- e.g., email, ftp, Web

## Protocolli a livello Applicazione

- una parte di un'applicazione
- definiscono i messaggi scambiati dall'applicazione e le azioni intraprese
- Usano i servizi di comunicazione forniti da protocolli a livello sottostante (TCP, UDP)





# Applicazioni di rete: terminologia

---

**Processo:** programma in esecuzione in un host.

- processi in esecuzione su host diversi (distanti) comunicano con un **protocollo a livello applicazione**

• **user agent:** processo software, che si interfaccia con l'utente "verso l'alto" e con la rete "verso il basso".

- implementa il protocollo a livello applicazione
- **Web:** browser
- **E-mail:** mail reader
- **streaming audio/video:** media player

# Paradigma Client-server

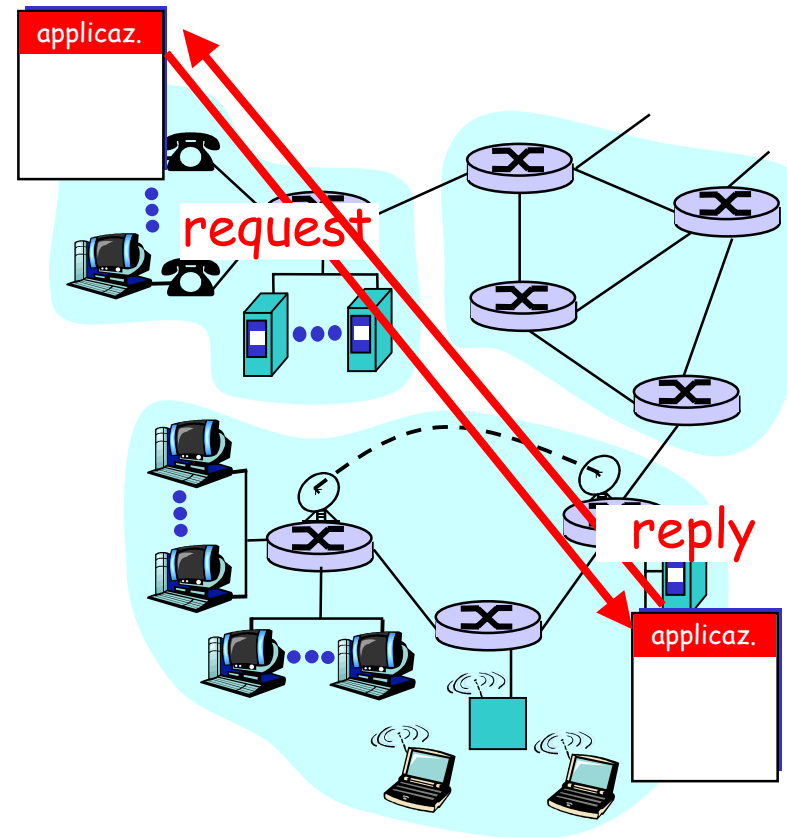
Una tipica applicazione di rete si compone di due parti: *client* e *server*

## Client:

- Avvia il contatto con il server ("parla per primo")
- Solitamente, richiede un servizio al server
- **Web:** il client è implementato nel browser; **e-mail:** in mail reader

## Server:

- Fornisce il servizio richiesto al client
- e.g., il Web server spedisce la pagina Web richiesta, il mail server recapita l'e-mail





## Di quale servizio di trasporto necessita un'applicazione?

### Perdita di dati

- Alcune applicazioni (e.g., audio) possono tollerare perdite
- Altre applicazioni (e.g., trasferimento file, telnet) richiedono un trasferimento dati affidabile al 100%

### Time-sensitive

- Alcune applicazioni (e.g., telefonia su Internet, giochi interattivi) richiedono piccoli ritardi

### Larghezza di banda

- Alcune applicazioni (e.g., multimediali) richiedono un ammontare minimo di larghezza di banda per essere "efficaci"
- Altre applicazioni ("applicazioni elastiche") fanno uso di qualunque larghezza di banda riescono ad ottenere



## Requisiti del servizio di Trasporto di applicazioni comuni

<b>Applicazione</b>	<b>Perdite dati</b>	<b>Larghezza di banda</b>	<b>Time Sensitive</b>
trasferimento file	senza	elastica	no
e-mail	senza	elastica	no
documenti Web	tollerante	elastica	no
real-time audio/video	tollerante	audio: 5Kb-1Mb video:10Kb-5Mb	si, alcuni 100 msec
stored audio/video	tollerante	come sopra	si, pochi secs
giochi interattivi	tollerante	alcuni Kbps	si, alcuni 100 msec
applicazioni finanziarie	senza	elastica	si e no



# Servizi di trasporto in Internet

## Servizio TCP:

- *connection-oriented*: fase iniziale di "setup" necessaria tra client e server
- *trasporto affidabile* tra processo mittente e destinatario
- *controllo di flusso*: il mittente non sovraccaricherà il ricevitore
- *controllo di congestione*: regolazione della velocità del mittente quando la rete è sovraccarica
- *non fornisce*: tempi, garanzie su larghezza di banda minima

## Servizio UDP:

- trasferimento dati non affidabile tra processo mittente e processo destinatario
- non fornisce: setup della connessione, affidabilità, controllo di flusso, controllo di congestione, tempi o larghezza di banda garantiti

Domanda: perché mai esiste UDP?



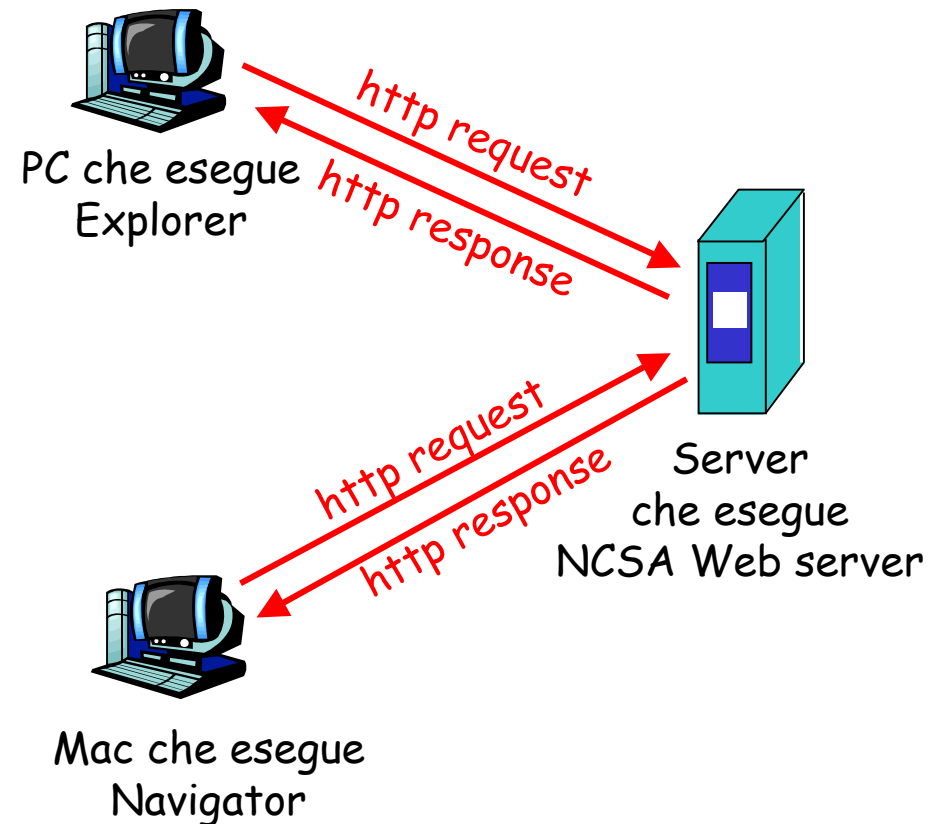
# Applicazioni Internet: protocolli a livello applicazione e trasporto

<b>Applicazione</b>	<b>Protocollo a livello applicazione</b>	<b>Protocollo a livello trasporto sottostante</b>
e-mail	smtp [RFC 821]	TCP
accesso a terminale remoto	telnet [RFC 854]	TCP
Web	http [RFC 2068]	TCP
trasferimento file	ftp [RFC 959]	TCP
streaming multimedia	proprietario (e.g. RealNetworks)	TCP or UDP
file server remoto	NSF	TCP or UDP
telefonia su Internet	proprietario (e.g., Vocaltec)	solitamente UDP

# Il Web: il protocollo http

## http: hypertext transfer protocol

- Protocollo a livello applicazione per il Web
- Modello client/server
  - *client*: il browser che richiede, riceve e mostra oggetti Web
  - *server*: Web server che spedisce oggetti in risposta ad una richiesta
- http1.0: RFC 1945
- http1.1: RFC 2068-2616





## Il WEB: terminologia

---

- **pagina WEB (documento):** collezione di oggetti
- **oggetto:** un file (HTML, JPEG, ...)
- **file HTML base:** con direttive e riferimenti ad altri oggetti
- **URL (Uniform Resource Locator):** meccanismo di identificazione risorse. Si compone del nome del host sul quale risiede l'oggetto e il path-name dell'oggetto

- [www.di.unito.it/various/presentation\\_en.html](http://www.di.unito.it/various/presentation_en.html)

nome host

path-name



# Il protocollo http

## http: usa servizio TCP:

- il client avvia una connessione TCP con il server
- il server accetta la connessione TCP dal client
- vengono scambiati messaggi http (messaggi del protocollo di livello applicazione) tra il browser (client http) ed il Web server (server http)
- la connessione TCP viene chiusa

## http è "stateless"

- il server non mantiene alcuna informazione sulle richieste passate del client

### nota

#### I protocolli che mantengono lo stato sono complessi!

- Tutta la storia passata della connessione (stato) deve essere mantenuta, memorizzata
- se server o client subiscono un crash, la loro conoscenza dello stato può essere inconsistente e deve essere ricostruita

# http: esempio

Supponiamo

l'utente digiti  
www.someSchool.edu/someDepartment/home.index

l'URL  
(contiene testo e  
10 riferimenti ad  
immagini jpeg)

1a. il client http inizia una  
connessione TCP al server http  
(che è un processo)  
all'indirizzo  
www.someSchool.edu.

1b. il server http sull' host  
www.someSchool.edu in attesa di  
connessioni TCP. "Accetta" la  
connessione, notificandola al client

2. il client http spedisce il messaggio  
http *request message* (contenente  
l'URL) usando la connessione TCP

3. il server http riceve il messaggio di  
richiesta, forma un messaggio http  
*response message* contenente  
l'oggetto richiesto  
(someDepartment/home.index),  
e  
spedisce un messaggio usando la  
connessione TCP

tempo



## http: esempio (continuazione)

- 
- tempo ↓
4. il server http chiude la connessione TCP.
  5. il client http riceve il messaggio di risposta contenente il file html e lo mostra. Parsifica (analizza) il file html, trova i riferimenti a 10 oggetti jpeg.
  6. passi 1-5 si ripetono per ognuno dei 10 oggetti jpeg.

# Formato dei messaggi http: request

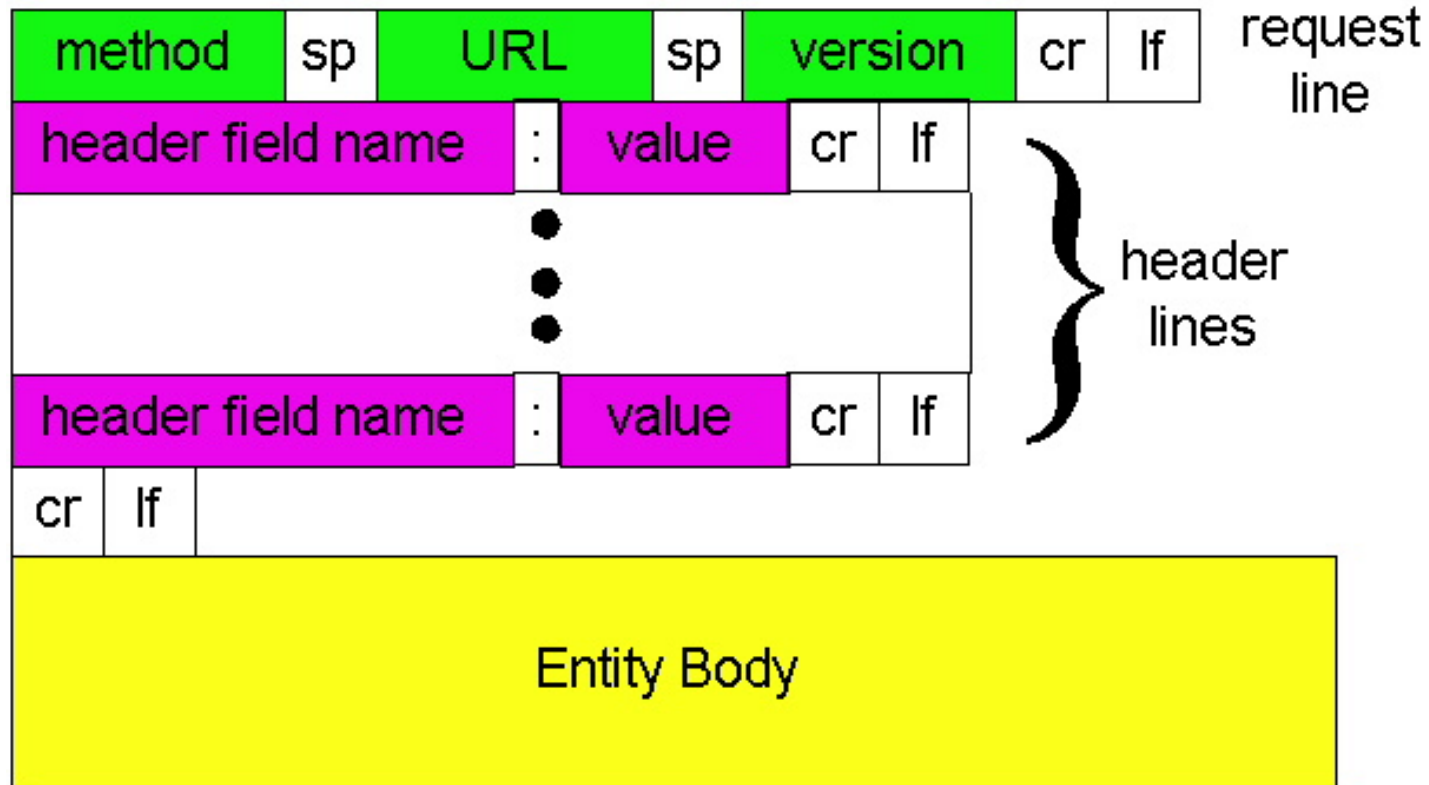
- due tipi di messaggi http: *request, response*
- **http request message:**
  - ASCII (formato human-readable)

request line  
(comandi GET, POST, HEAD) → GET /somedir/page.html HTTP/1.0

linee header → Host: www.someschool.edu  
User-agent: Mozilla/4.0  
Accept: text/html, image/gif, image/jpeg  
Accept-language: fr

Carriage return, line feed → (extra carriage return, line feed)  
indicano la fine del messaggio

# http request message: formato generale



# Formato dei messaggi http: response

status line  
(codice di stato  
del protocollo  
frase di stato)

HTTP/1.0 200 OK

linee  
header

Date: Thu, 06 Aug 1998 12:00:15 GMT

Server: Apache/1.3.0 (Unix)

Last-Modified: Mon, 22 Jun 1998 .....

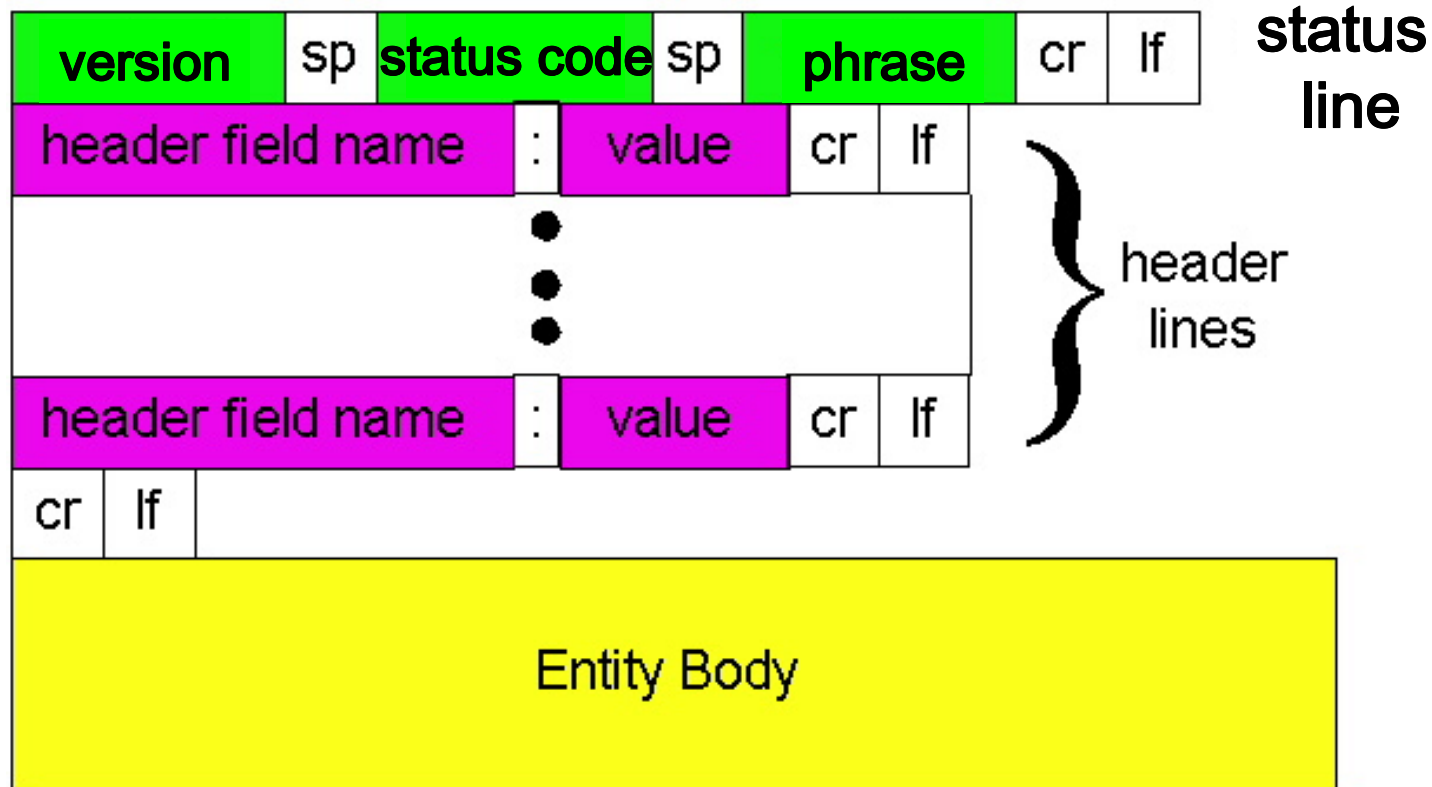
Content-Length: 6821

Content-Type: text/html

dati, e.g.,  
file html  
richiesto

data data data data data ...

# http response message: formato generale





## Codici di stato per http response

---

Nella prima linea del response message server->client.

Alcuni codici d'esempio:

### **200 OK**

- richiesta con successo, l'oggetto richiesto segue in questo messaggio

### **301 Moved Permanently**

- L'oggetto richiesto è stato spostato, la nuova locazione è specificata dopo in questo messaggio (Location:)

### **400 Bad Request**

- request message non compreso dal server

### **404 Not Found**

- Documento richiesto non trovato su questo server

### **505 HTTP Version Not Supported**



## Provate http (lato client)

---

1. Collegatevi con telnet ad un Web server:

```
telnet www.eurecom.fr 80
```

Apri una connessione TCP su www.eurecom.fr. Qualunque cosa si digiti viene spedita al web server su www.eurecom.fr

2. Digitate un http request GET:

```
GET /~ross/index.html HTTP/1.0
```

Digitando questo (digitate due volte carriage return), spedite un minimale (ma completo) GET request al server http

3. Guardate il response message spedito dal server http!



## Protocolli a livello applicazione

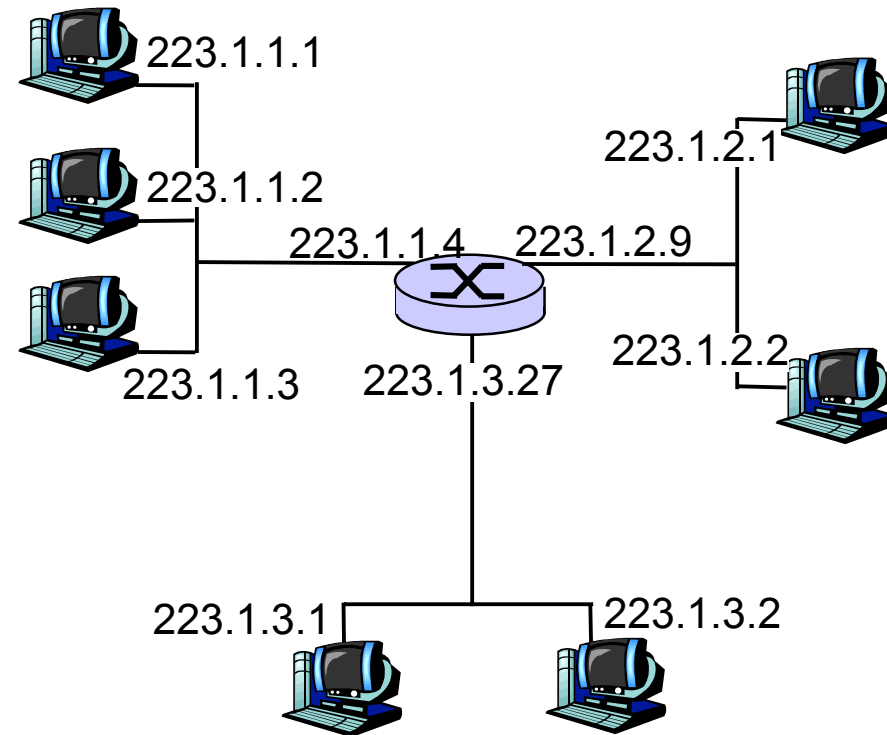
---

domanda: come fa un processo ad identificare l'altro processo con il quale vuole comunicare?

- "*numero di porta*" - *permette all' host che riceve di determinare a quale dei processi che sta eseguendo (locali) debba essere recapitato il messaggio*
- Indirizzo IP dell' host sul quale è in esecuzione l'altro processo

# Indirizzi IP: introduzione

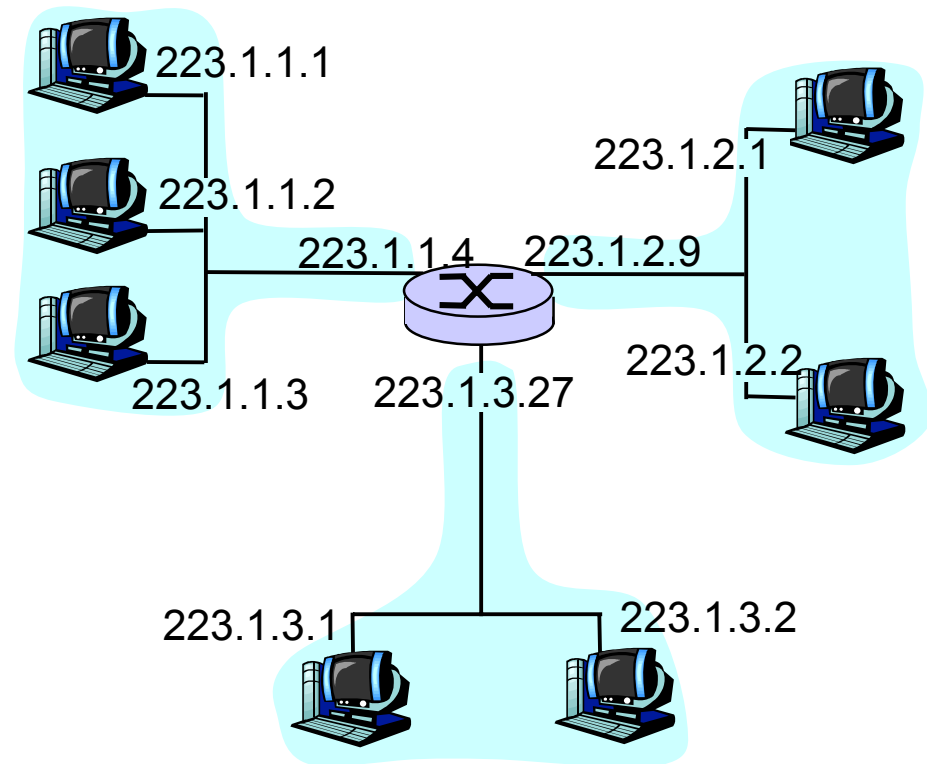
- **indirizzo IP:** identificatore di 32-bit per l'interfaccia di rete di host e router
- **interfaccia di rete:** connessione tra host, router ed il canale fisico
  - i router, tipicamente hanno interfacce multiple
  - gli host possono avere interfacce multiple
  - gli indirizzi IP sono associati alle interfacce e NON agli host o ai router



223.1.1.1 =  $\underbrace{11011111}_{223} \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1$

# Indirizzi IP

- indirizzo IP:
  - parte rete (bit più a sinistra)
  - parte host (bit più a destra)
- *Cos'è una rete?* (dal punto di vista dell'indirizzo IP)
  - dispositivi d'interfaccia con la stessa parte rete dell'indirizzo IP
  - possono fisicamente raggiungere l'un l'altra senza l'intervento di router



rete di 3 reti IP  
(per gli indirizzi IP che iniziano con 223,  
i primi 24 bit sono l'indirizzo della rete)



# DNS: Domain Name System

**Persone:** molti identificativi:

- # CF, nome, # passaporto

**Host e router in Internet:**

- indirizzo IP (32 bit) - usato per indirizzare i pacchetti
- "nome", e.g., pianeta.di.unito.it - usato dagli esseri umani

**Domanda:** corrispondenza tra indirizzo IP e nome ?

**Domain Name System:**

- *database distribuito* implementato con una gerarchia di *name server*
- *protocollo di livello applicazione* host, router, e name servers comunicano per *risolvere* nomi (traduzione indirizzo/nome)
  - nota: funzione chiave in Internet, implementata come protocollo a livello applicazione
  - complessità nella edge network



# Storia di Internet

---

## *1961-1972: primi principi della commutazione di pacchetti*

- **1961:** Kleinrock - teoria delle code dimostra l'efficacia della commutazione di pacchetto
- **1964:** Baran - commutazione di pacchetto nelle reti militari
- **1967:** ARPAnet concepita dal Advanced Research Projects Agency
- **1969:** primo nodo ARPAnet operativo
- **1972:**
  - Dimostrazione pubblica di ARPAnet
  - NCP (Network Control Protocol) primo protocollo host-host
  - Primo programma di e-mail
  - ARPAnet ha 15 nodi



# Storia di Internet

*1972-1980: Internetworking, nuove reti e reti proprietarie*

- **1970:** rete satellitare ALOHAnet nelle Hawaii
- **1973:** Metcalfe nella sua tesi di PhD propone Ethernet
- **1974:** architettura proposta da Cerf e Kahn per l'interconnessione di reti
- **fine anni 70:** architetture proprietarie: DECnet, SNA, XNA
- **fine anni 70:** commutazione di pacchetti di lunghezza fissa (precursore di ATM)
- **1979:** ARPAnet ha 200 nodi

## Principi di internetworking di Cerf e Kahn:

- minimalismo, autonomia - nessuna modifica interna richiesta per interconnettere reti
- modello di servizio best effort (al meglio)
- router che non mantengono lo stato delle connessioni
- controllo decentralizzato

**Definiscono l'architettura dell'attuale Internet**



# Storia di Internet

---

*1980-1990: nuovi protocolli, proliferazione di reti*

- 1983: diffusione di TCP/IP
- 1982: definizione del protocollo smtp per l'e-mail
- 1983: definizione del DNS per la traduzione da nome ad indirizzo IP
- 1985: definizione del protocollo ftp
- 1988: controllo di congestione in TCP
- Nuove reti nazionali: Cernet, BITnet, NSFnet, Minitel
- 100,000 host connessi alla confederazione di reti



# Storia di Internet

---

## *Anni 90: commercializzazione, il WWW*

- Primi anni 90: disarmo di ARPAnet
- 1991: l'NSF allenta le restrizioni sull'uso commerciale di NSFnet (in disarmo nel 1995)
- Primi anni 90: WWW
  - ipertesti [Bush 1945, Nelson 1960's]
  - HTML, http: Berners-Lee
  - 1994: Mosaic, più tardi Netscape
  - fine anni 90: commercializzazione del WWW

## Fine anni 90:

- 50 milioni di computers on Internet (stime)
- più di 100 milioni di utenti (stime)
- canali di comunicazione dei backbone operanti a 1 Gbps