



**Università degli Studi di Palermo**  
*Dipartimento di Ingegneria Informatica*



# **Informatica di Base - 6 c.f.u.**

Anno Accademico 2007/2008

Docente: ing. Salvatore Sorce

## **Reti di calcolatori**

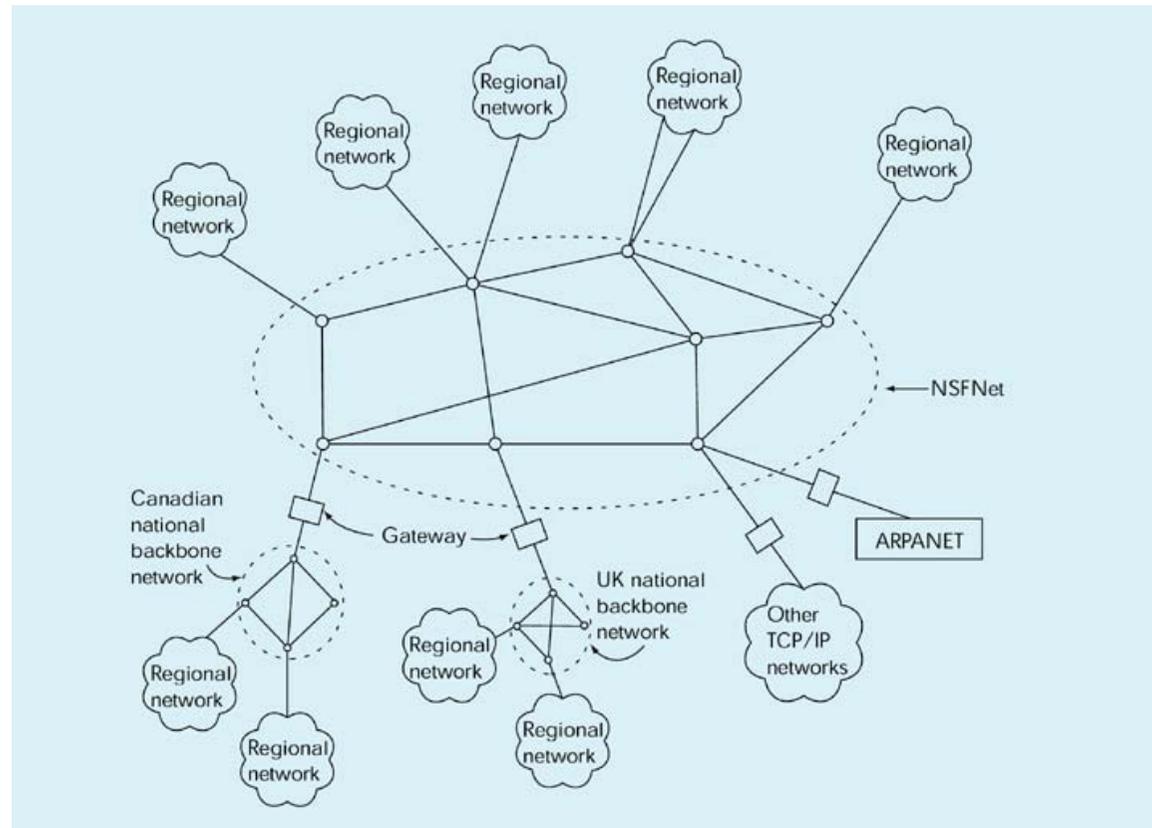
Facoltà di Lettere e Filosofia

## Reti di calcolatori

- Alcune innovazioni tecnologiche determinano svolte epocali
  - Macchina tipografica e carattere tipografico mobile (Gutenberg – XV sec ca.)
  - Rivoluzione industriale (XVIII-XIX sec.)
  - Telefono, automobile, televisione e calcolatore (XX sec)
- Reti di calcolatore (fine XX – XXI sec)
  - Calcolatori interconnessi tra loro per scambiare informazioni
  - Testi, grafica, suoni, immagini e filmati
  - Concetto di conoscenza globale e non legata a limiti fisici e/o geografici
  - Società orientata all'informazione

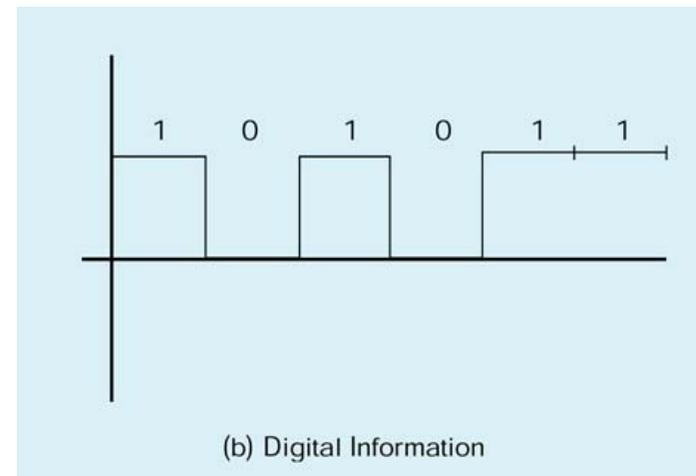
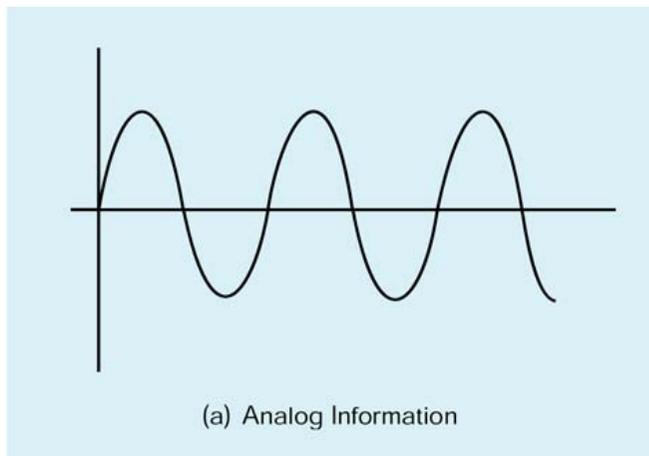
## Reti di calcolatori

- Insieme di calcolatori, detti nodi o host, interconnessi attraverso una struttura di cavi di vario tipo



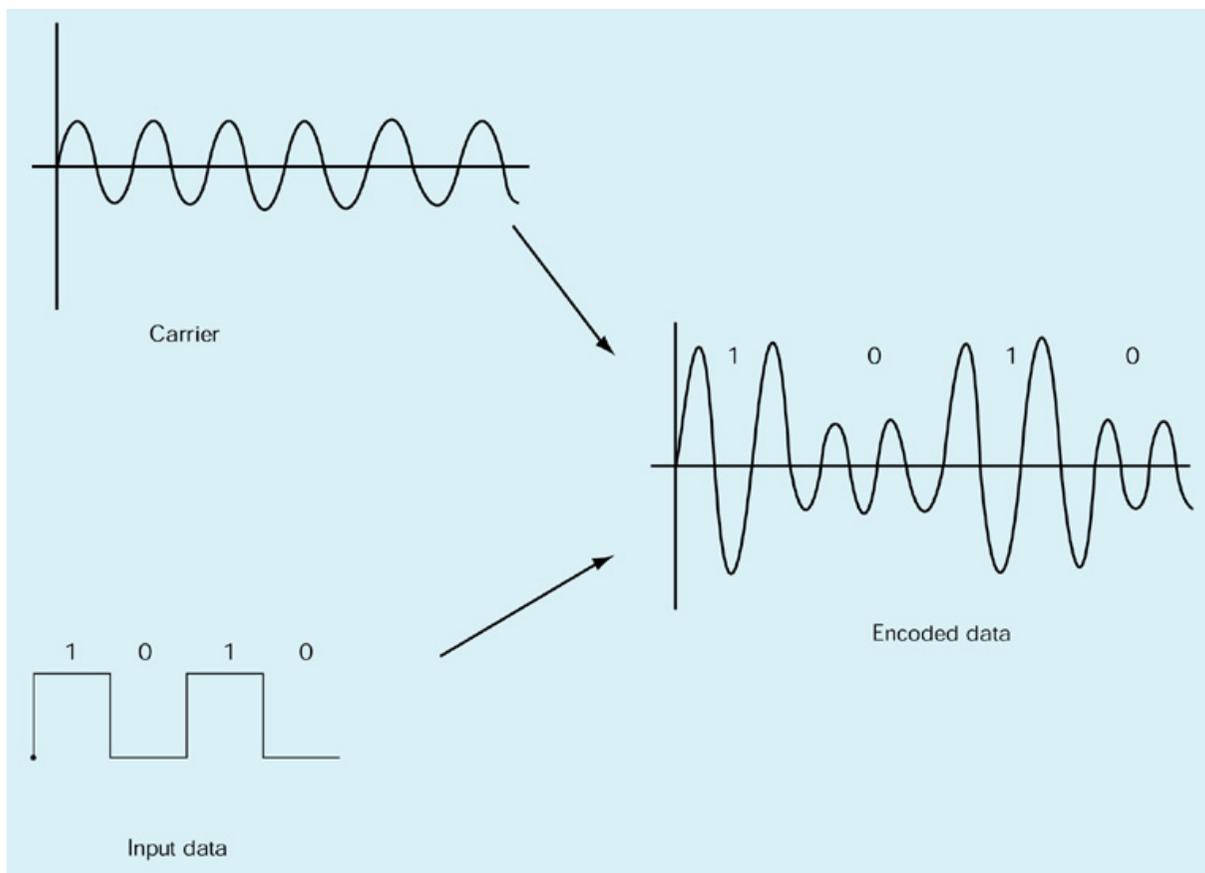
## Concetti di base

- I segnali analogici variano nel tempo con continuità
- I segnali digitali possono solo assumere due valori distinti (0 e 1)
- Le prime reti di interconnessione usavano le linee telefoniche analogiche per trasmettere informazioni digitali
- MoDem: modulatore/demodulatore
  - Dispositivo atto a inserire/estrarre informazioni digitali su un segnale base analogico, detto portante



## Modem

- Il modem modifica le caratteristiche della portante (ampiezza e/o frequenza) in modo da inserire l'informazione digitale



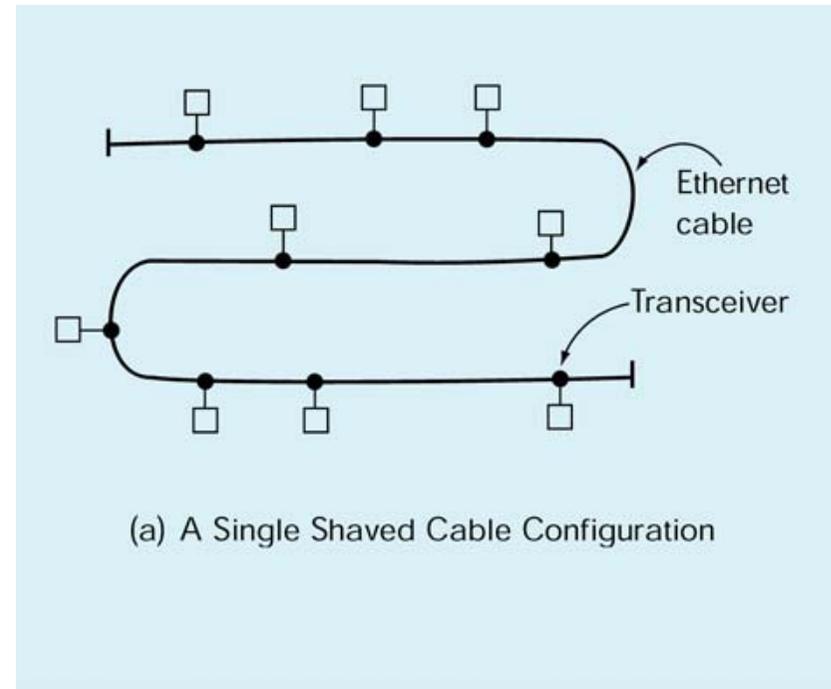
## Linee di collegamento

- Ampiezza di banda
  - Capacità di trasmissione di un canale in bit al secondo (bps)
- Prime linee usate erano quelle telefoniche
  - 1200, 2400, 4800 bps (baud)
- Le nuove linee telefoniche commutate consentono ampiezza di banda maggiore
  - 28800
  - 33600
  - 56000 bps
- 56Kbps è il massimo
- Linee dedicate
  - Doppino in rame
  - Cavo coassiale

Tipo di linea	Velocità (bps)	Tempo trasmissione Immagine 1000x1000x16 bit
Telefonica a composizione	33.6 K	7.9 min
ISDN dedicata	128 K	2.1 min
T1 dedicata	1.544 M	10.4 sec
T3 dedicata	44.736 M	0.36 sec
Fibra ottica OC-3	155.5 M	0.1 sec
Fibra ottica OC-12	622 M	0.026 sec
Linea Gigabit OC-48	2.488 G	0.006 sec

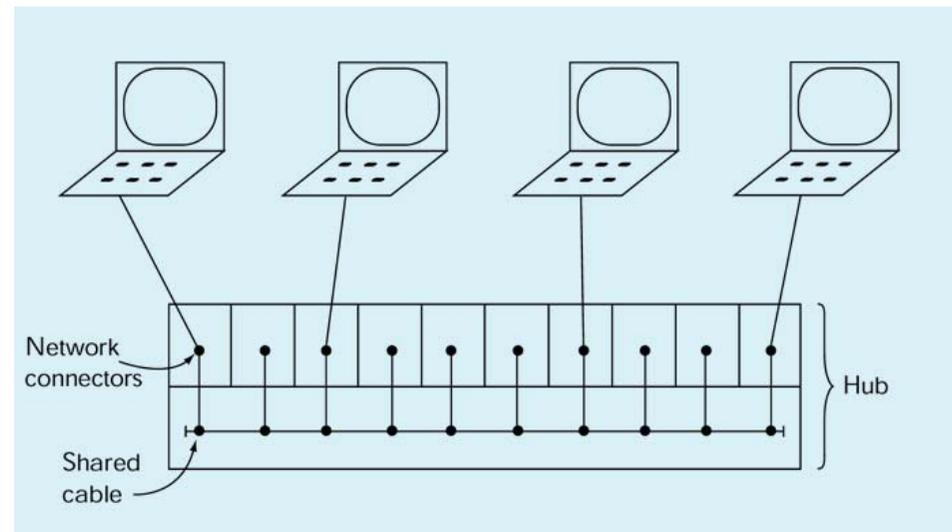
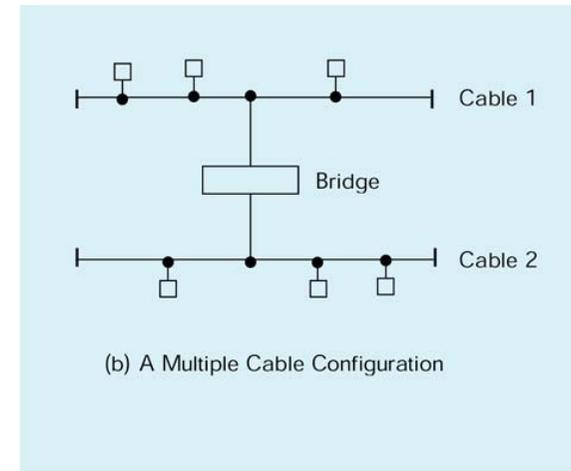
## Reti locali (LAN – Local Area Network)

- Insieme di risorse (calcolo, stampa, file, etc) connesse in un'area fisicamente limitata
- Tipicamente basate su modello **Ethernet**
  - Metà 1970 XeroxParc (Palo Alto)
  - 10 Mbps su coax
  - FastEthernet  
100 Mbps su doppino o coax
- Gli host sono connessi a un cavo condiviso a mezzo **transceiver**



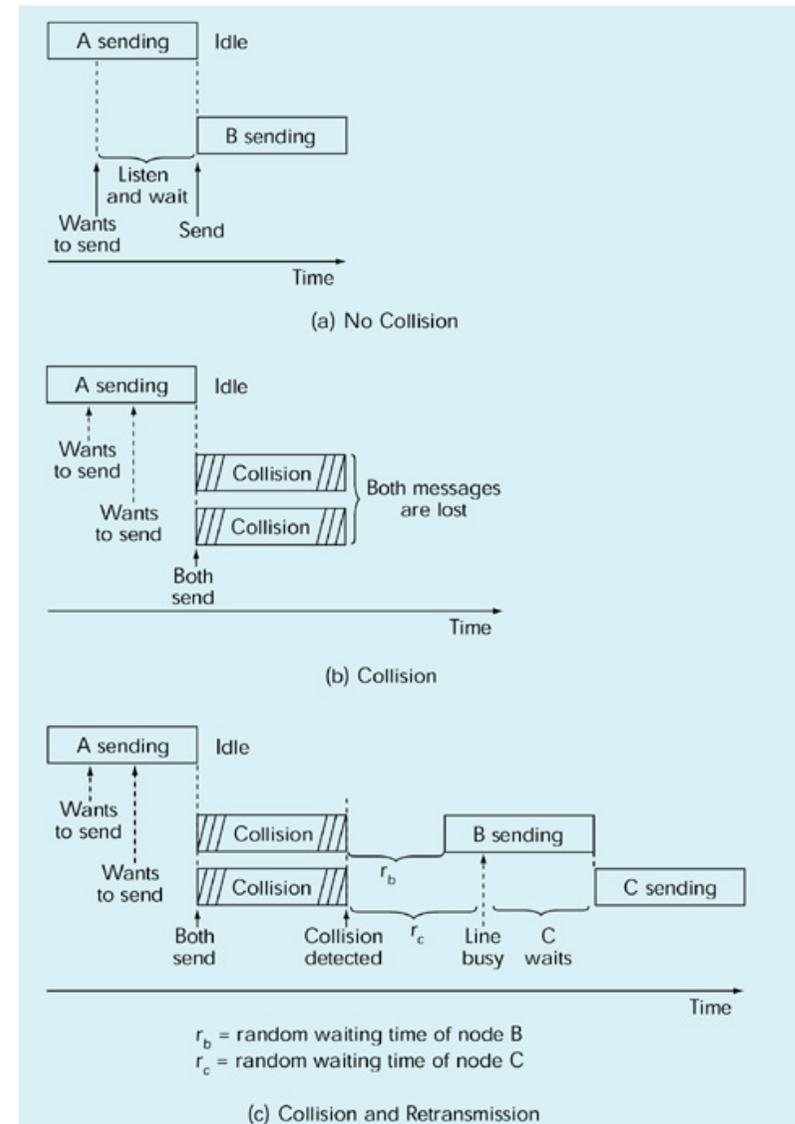
## Bridge e hub

- Limiti fisici alla lunghezza del cavo rendono necessario l'uso di **bridge**
  - Ponte di collegamento tra due sezioni separate di una LAN
- In alternativa ad un cavo steso viene utilizzato un **hub**, in cui il cavo condiviso è sostanzialmente rinchiuso nel contenitore



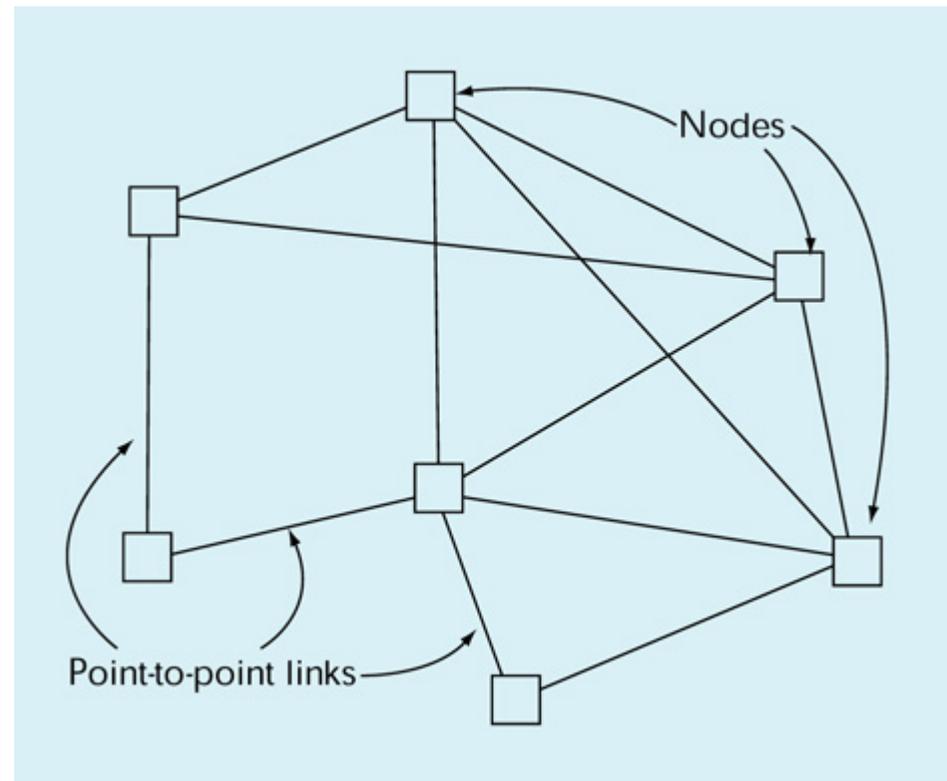
## Trasmissione su rete Ethernet

- Viene usato un **protocollo di trasmissione**
    - Si pensi allo scambio di messaggi all'inizio di una telefonata
    - Perché si dice *Pronto?*
  - Il protocollo Ethernet è basato sul concetto di **contesa**
  - I messaggi sono inviati in **broadcast**, ovvero a tutti i nodi nella rete.
    - Tutti i nodi leggono l'indirizzo
    - Solo il destinatario legge il messaggio
1. Il messaggio da inviare contiene l'indirizzo del nodo dest
  2. Monitoraggio linea
  3. Se libera trasmetti, altrimenti riprova
  4. Se collisione, aspetta un tempo casuale e ritrasmetti
- Ethernet adotta un protocollo di controllo distribuito
    - Altamente affidabile perché non dipende da un singolo nodo specializzato



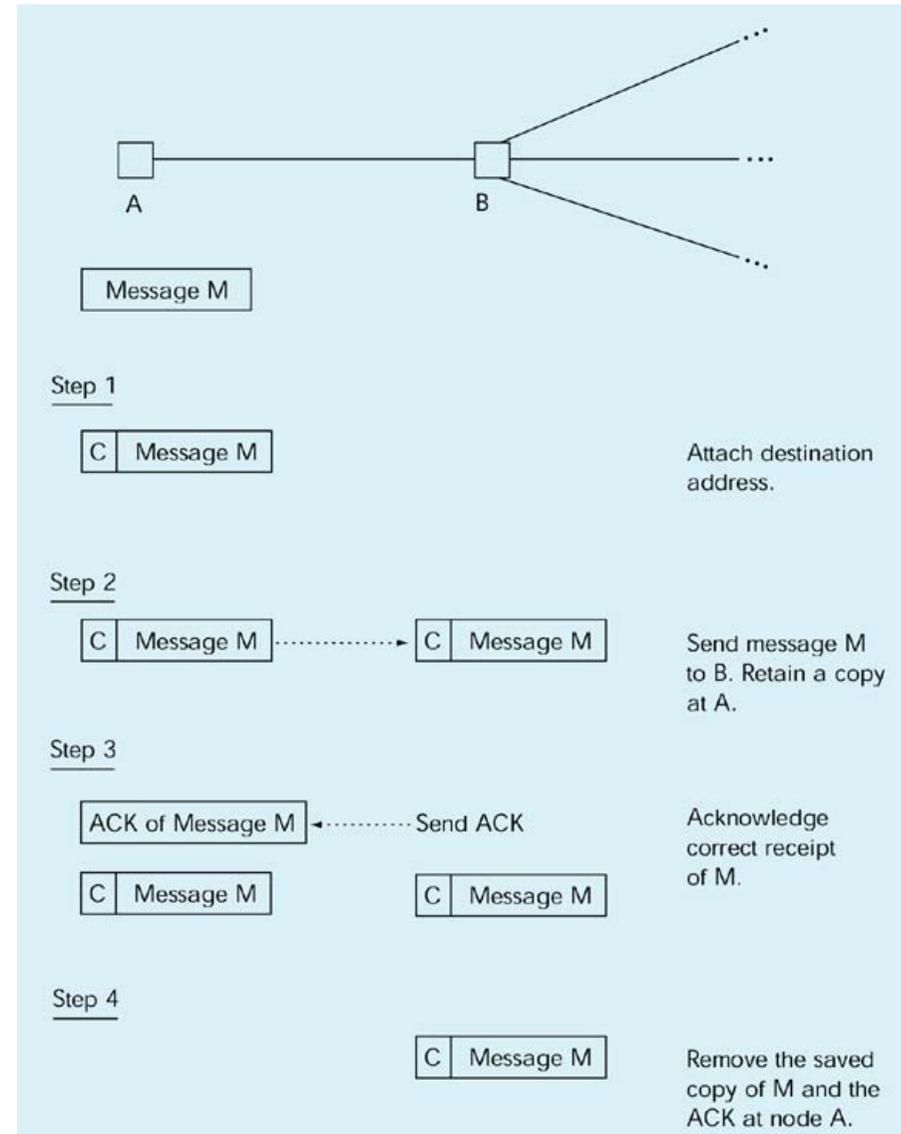
## Reti geografiche (WAN – Wide Area Network)

- Connette dispositivi geograficamente distanti
- Tipicamente connessioni **punto-a-punto**
- Utilizza tecnica a **commutazione di pacchetto**, con meccanismo di **memoria e inoltra**
- I messaggi sono suddivisi in pacchetti di lunghezza fissa che vengono trasmessi separatamente
- Alla destinazione, i pacchetti sono riassemblati nell'ordine corretto e passati al client



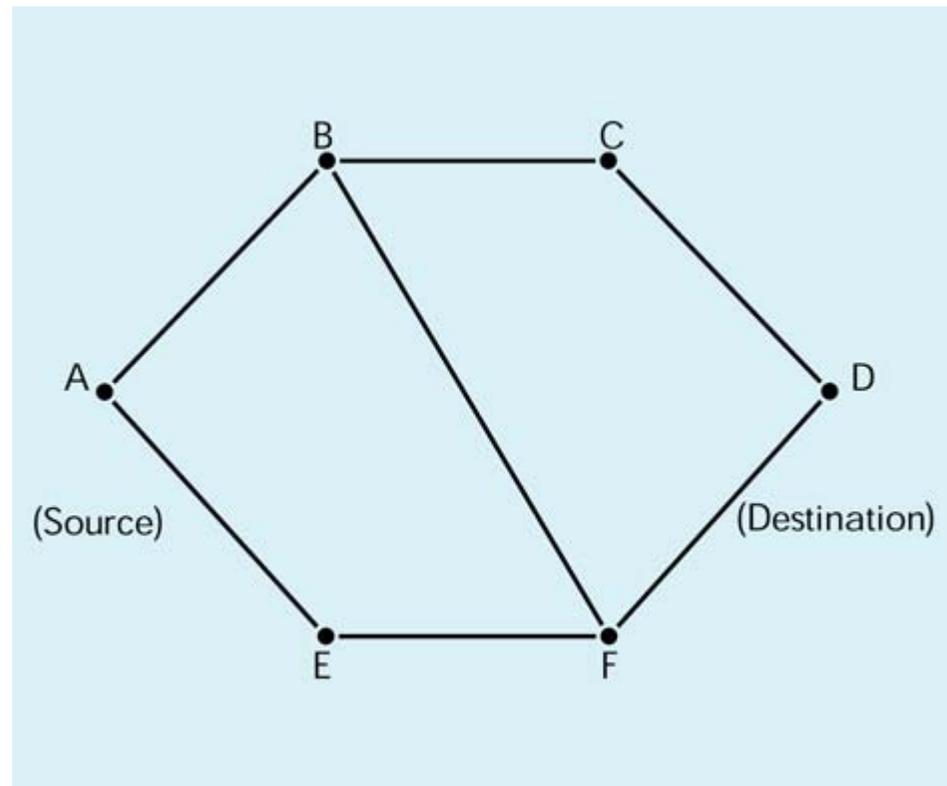
## Commutazione di pacchetto (store and forward)

- Il pacchetto è mantenuto in copia nella coda di un nodo fino a ricezione del messaggio ACK (acknowledgement)
- La ricezione di NAK (not ack) o il trascorrere di un tempo fissato di attesa (time-out) causa la ritrasmissione



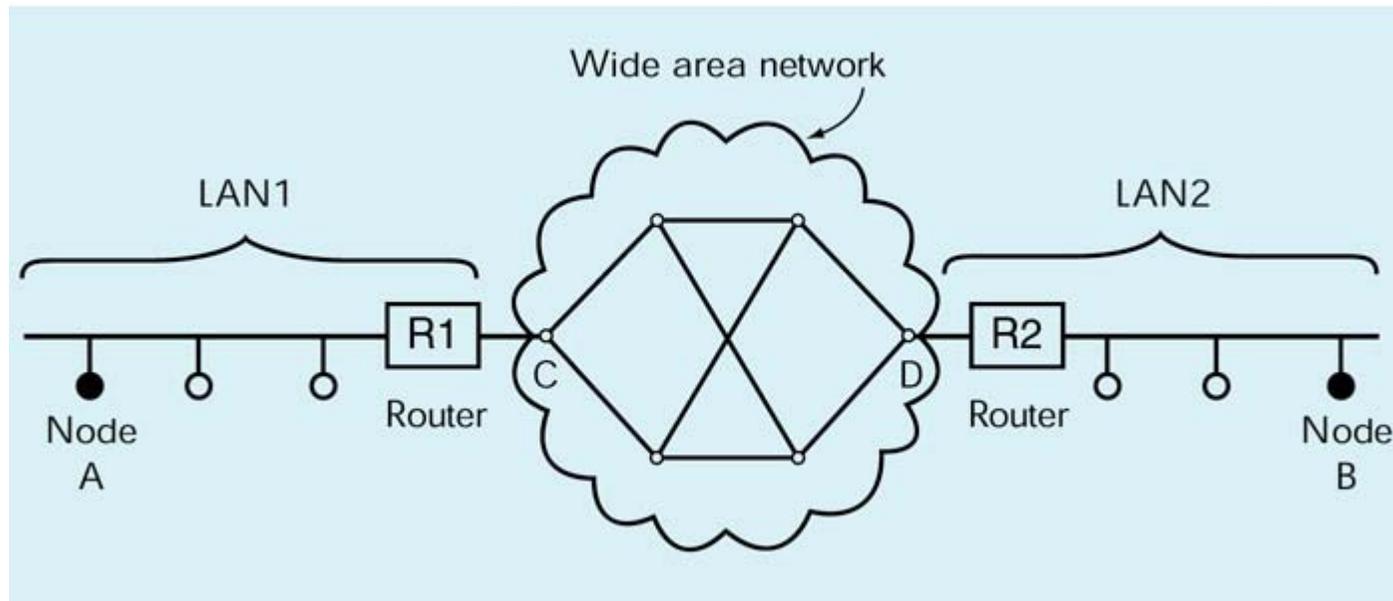
## Algoritmi di routing

- Ricerca del percorso più breve
- Ricerca di un percorso che non passi da un dato nodo
- Risposte a problemi tipo
  - Caduta di rete
  - Modifica topologia



## Configurazione LAN/WAN

- LAN diverse sono connesse tra loro attraverso le WAN
- Una LAN si interfaccia alla WAN a mezzo di un **router** (o dispositivo di instradamento)
- Il router è l'unico nodo della LAN preposto all'invio di messaggi al di fuori della LAN stessa

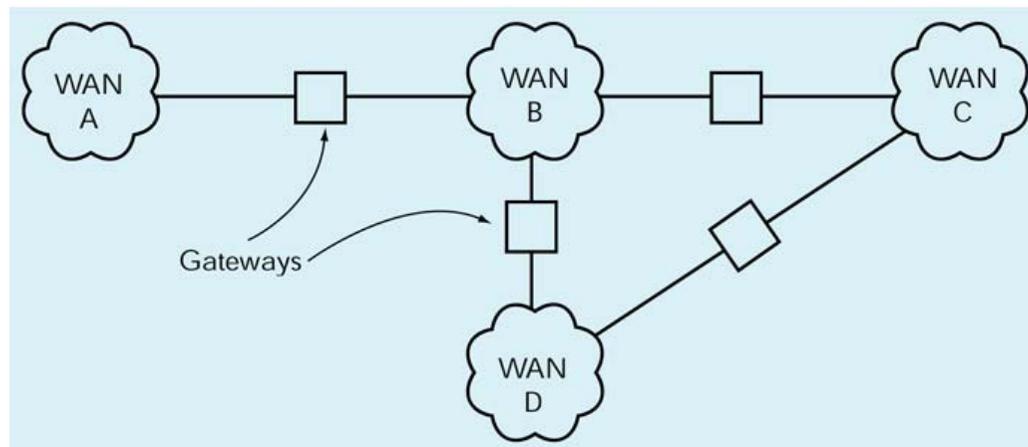


## Internet

- Nelle parole dei progettisti (vedi rif. bibliografico, SG: pag 610)
  - Internet ha rivoluzionato il mondo dei calcolatori e delle comunicazioni come nulla aveva fatto prima
- Nasce da un'idea proposta da Licklider al MIT e dall'NPL Research Lab (UK) nel 1960
  - Galactic Network
  - Con Larry Roberts e Leo Kleinrock svilupparono i fondamenti teorici (protocolli, commutazione di pacchetto, routing) delle WAN
- 1966 Roberts propone ARPANET la rete militare finanziata dall'Advanced Research Projects Agency (ARPA) del DoD
  - Ottobre 1969 primo messaggio tra UCLA e Stanford Research Institute
  - Si unirono quell'anno anche UC-Santa Barbara e University of Utah
- Nasce nel 1972 la Killer Application: la posta elettronica
  - HEPnet (high energy physics), Cernet (computer science), MFEnet (magnetic fusion energy), SPAN (space physics access)

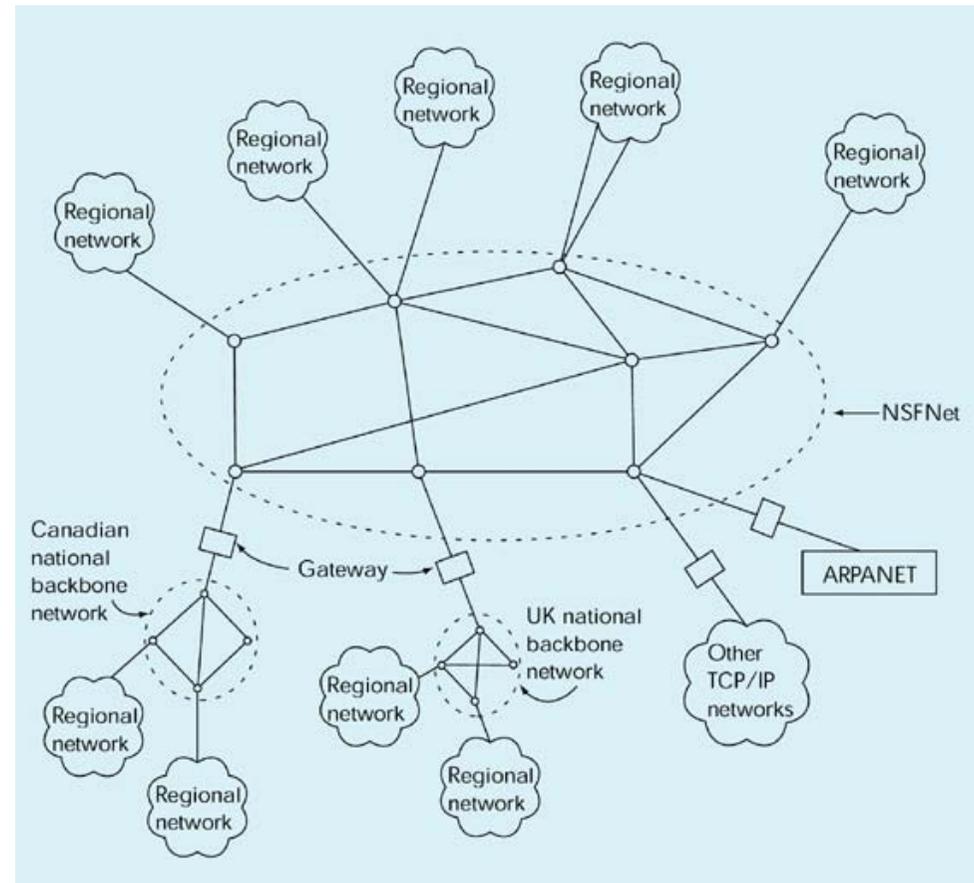
## Rete di reti

- Robert Kahn è il primo agli inizi del 1970 a comprendere l'importanza del concetto di **internetworking**
  - Ogni WAN è al suo interno libera di autogestirsi, ma deve dotarsi di una interfaccia comune (**gateway**) con le altre WAN
  - Indirizzo e protocollo comuni
  - Nasce INTERNET
- Kahn e Cerf nel 1973 definiscono l'ossatura di Internet
- Indirizzamento
  - Schema globale di indirizzamento gerarchico (DNS – Domain Name System)
- Protocolli
  - TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)
  - UDP (User Datagram Protocol)



## Sviluppo della rete

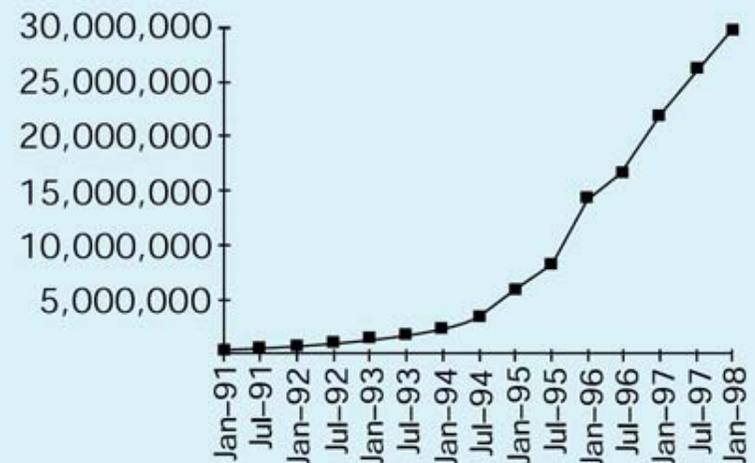
- 1970-1980
  - Implementazione e installazione di TCP/IP su tutti i dispositivi di rete per PC e su LAN
- 1980-1990
  - Internet si afferma e si sviluppano servizi basati su TCP/IP
- Telnet
  - Accesso remoto via Internet a computer
- FTP (File Transfer Protocol)
  - Protocollo e programmi su di esso basati per lo spostamento veloce tra computer connessi via TCP/IP



## Sviluppo di Internet

- ARPANET cessa di essere utilizzato verso la fine degli '80
- Nuove dorsali vengono costituite nei vari paesi a supporto delle reti regionali
- I primi domini:
  - Generic domains (US based)  
.mil, .gov, .com, .org, .edu, .net
  - Country domains  
.it, .ca, .uk, .fr, .au, .jp
- Esplosione esponenziale del numero di domini registrati
- Nascono gli ISP – Internet Service Provider

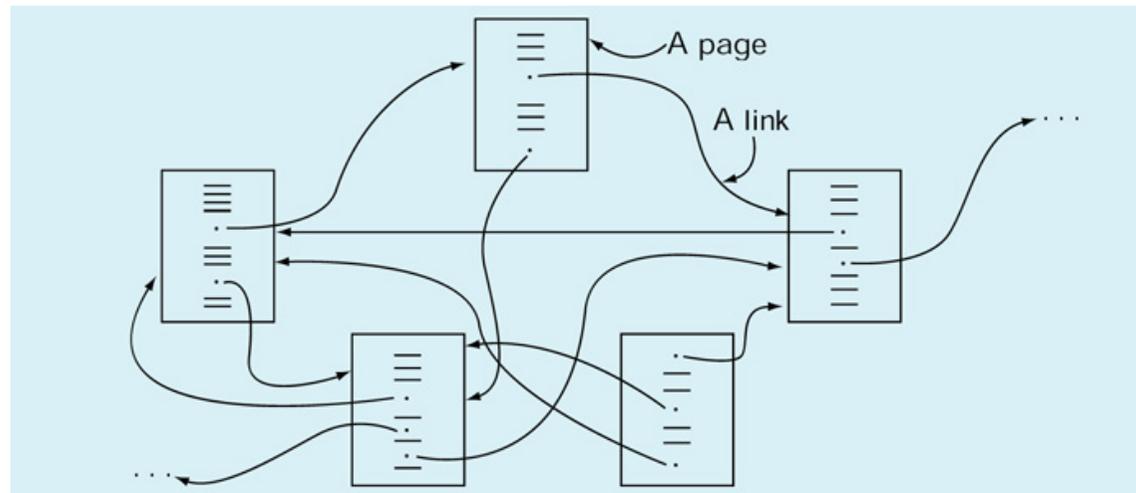
Internet Domain Survey Host Count



Source: Network Wizards, [www.nw.com](http://www.nw.com)

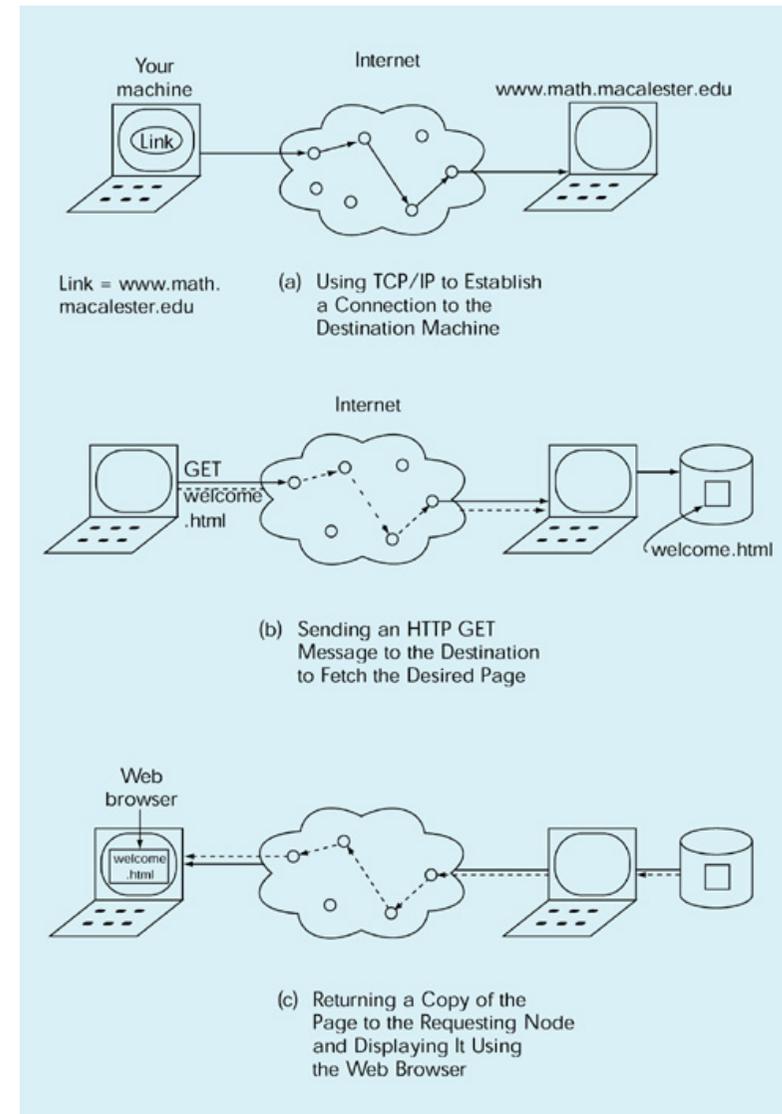
## World Wide Web (WWW)

- Tim Berners-Lee, CERN, concepì per primo l'idea del WWW nel 1989
- Obiettivo era favorire la disseminazione dei risultati della ricerca scientifica, già chiaramente disponibili in qualche forma in archivi elettronici
- Ideò un sistema ipertestuale per la condivisione delle informazioni
  - Link e URL (Uniform Resource Locator)
  - Pagine HTML (HyperText Markup Language)
- World Wide Web



## Modus operandi nel www

- Basato sul protocollo HTTP (HyperText Transfer Protocol)
  - Esempio di sessione tipica
1. Clic su un link  
<http://www.csai.unipa.it/gentile/idb0102>
  2. Browser determina l'indirizzo  
[www.csai.unipa.it](http://www.csai.unipa.it)
  3. Attraverso TCP/IP attiva la connessione tra il client e il server, usando Internet
  4. A connessione fatta, il browser invia il comando  
GET /gentile/idb0102/index.html
  5. Il server remoto trova il file richiesto e lo trasmette al client che lo ha richiesto
  6. Il browser riceve la pagina e la visualizza



## Architettura client-server





## Tipo di collegamenti

### ➤ Diretto

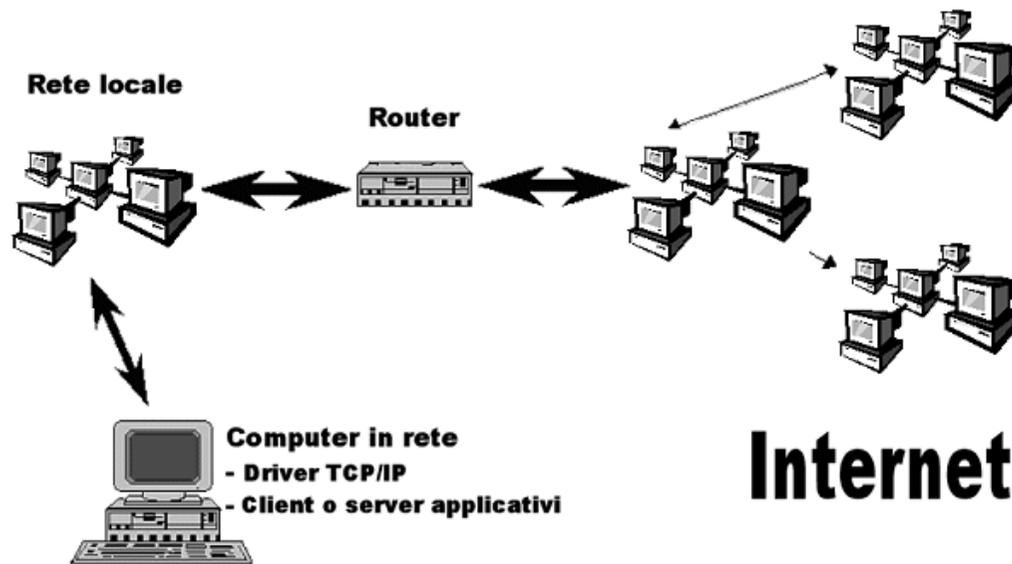
- Linee di trasmissione dedicate
- La connessione diretta ad Internet implica dei costi di investimento iniziali e di gestione piuttosto alti, in genere non alla portata del singolo utente, e interessa normalmente enti e aziende che vogliono entrare in rete come fornitori di informazioni e servizi.

### ➤ Temporaneo

- Linee di trasmissione commutate
- Le connessioni temporanee invece sono assai meno costose, e vengono di norma utilizzate da tutti quegli utenti che utilizzano la rete per periodi limitati e solo come ricettori di informazioni. In questo ambito l'ultimo decennio ha visto una vera e propria rivoluzione.

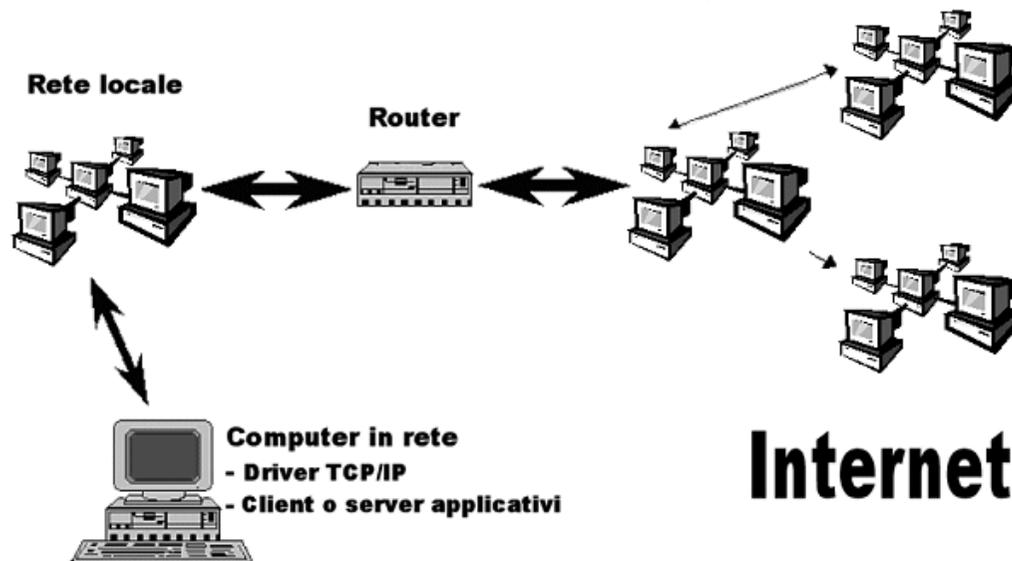
## Collegamento diretto

- Inserimento di un computer all'interno di una sottorete locale
- Creazione di una nuova sottorete collegata ad Internet.



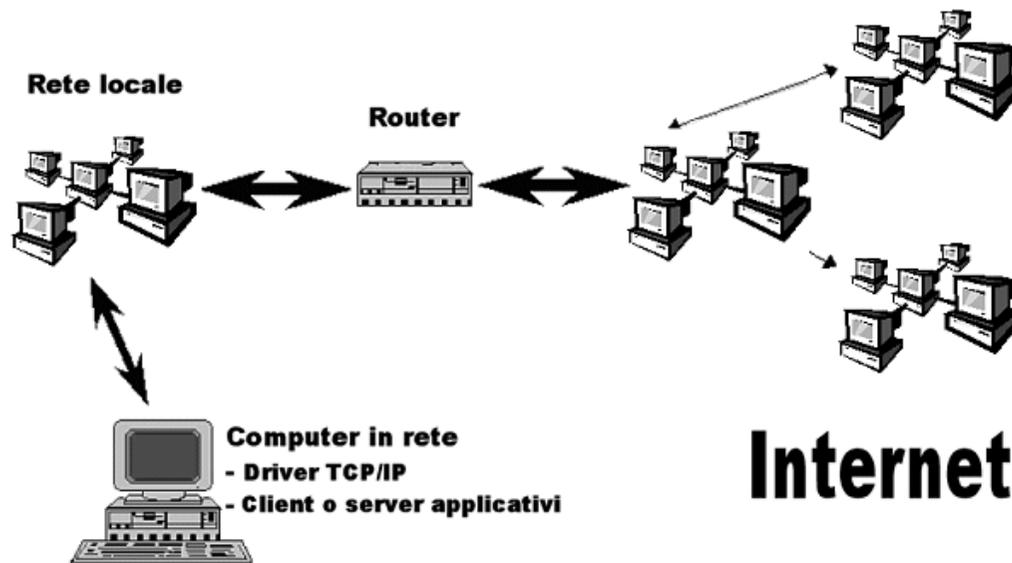
## Collegamento diretto

- Inserimento di un computer all'interno di una sottorete locale
  - sufficiente aggiungere un computer a tale rete
  - assegnare al nuovo host un indirizzo libero
  - Indirizzo libero: uno degli indirizzi disponibili per la rete in questione non utilizzato da nessun altro host
  - numero di computer collegati < numero massimo di host (determinato dalla classe della rete)



## Collegamento diretto

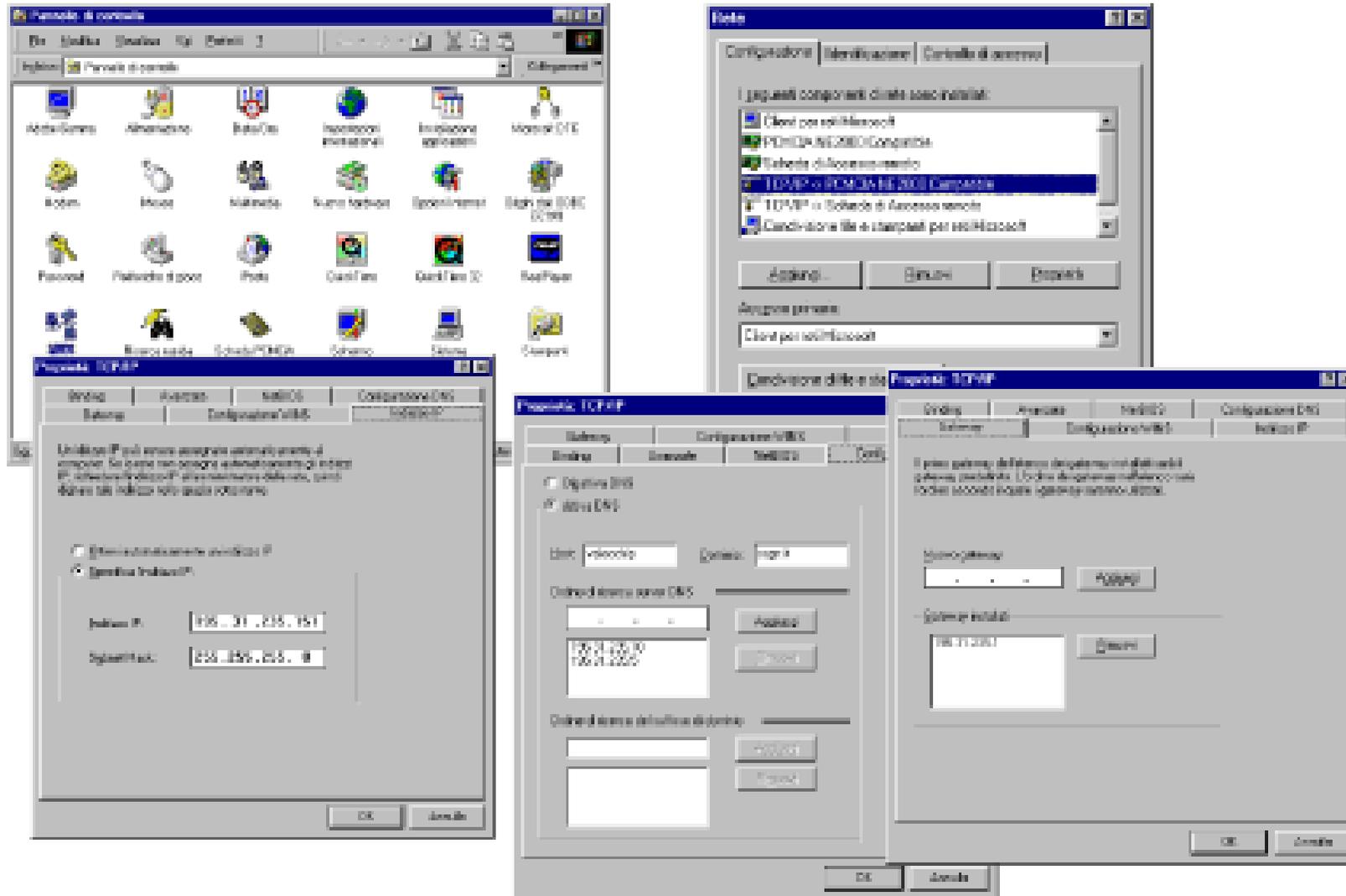
- Creazione di una nuova sottorete collegata ad Internet
  - richiedere ad un fornitore di connettività abilitato (provider) la possibilità di allacciare una nuova sottorete
  - accesso normalmente viene affittato
  - costi variabili a seconda della larghezza di banda e della classe di rete (per utenti privati solo reti di classe C, con fino a 254 singoli host)
  - affittare o acquistare un cavo fisico
  - acquistare un Internet router o Internet gateway.



## Configurazione accesso LAN

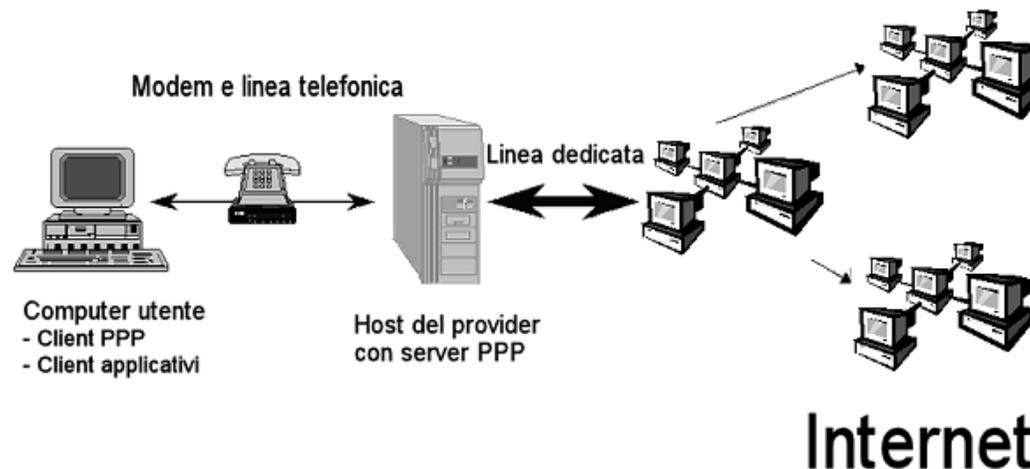
- Per poter utilizzare il protocollo IP su di una macchina connessa permanentemente ad Internet (es.: tramite la LAN aziendale), è necessario definire la configurazione di rete specificando:
  - il proprio indirizzo
  - il proprio dominio
  - l'indirizzo del server DNS
  - l'indirizzo del gateway (il router di connessione verso l'esterno)
- Nelle macchine che utilizzano il sistema operativo Windows, questo avviene tramite l'icona "Rete" del "Pannello di Controllo", selezionando poi le proprietà del protocollo "TCP/IP".

# Configurazione su LAN



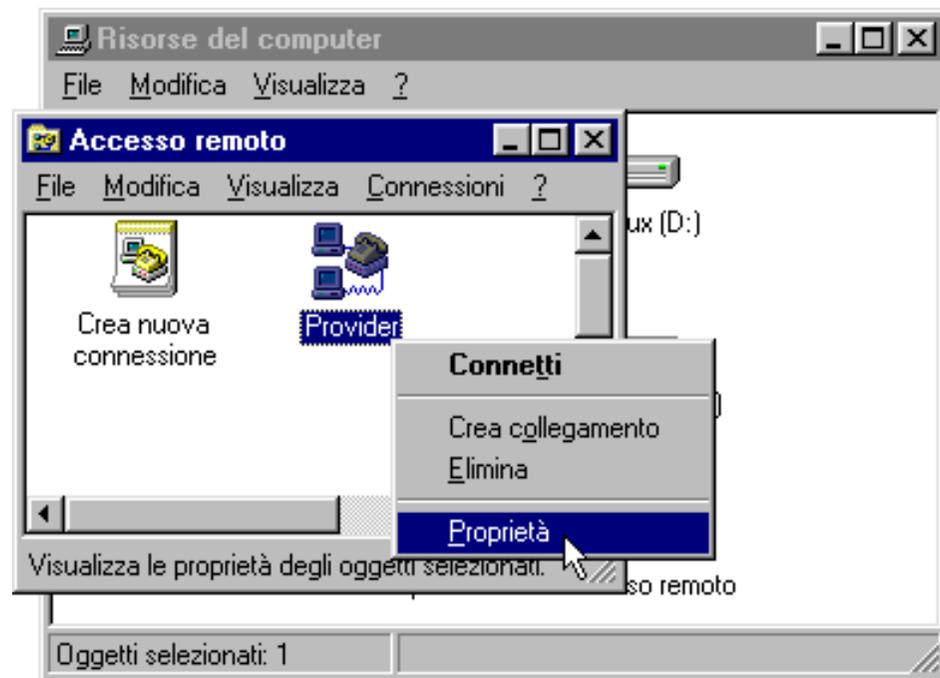
## Collegamento temporaneo

- Collegamenti mediati attraverso grandi centri di calcolo via modem
- Anni 90 – protocolli dedicati
  - *Serial Line Internet Protocol (SLIP)*, poco efficiente e ormai in disuso
  - *Point-to-Point Protocol (PPP)*, attualmente utilizzato
- PPP connessione TCP/IP dinamica attraverso collegamento 'punto/punto'
  - linee parallele, le linee seriali e *Universal Serial Bus (USB)*
  - attraverso queste linee è possibile connettere un computer ad una linea telefonica commutata (analogica o digitale)
  - Di norma esso viene utilizzato mediante modem e linea telefonica analogica, o adattatore ISDN e linea telefonica digitale.



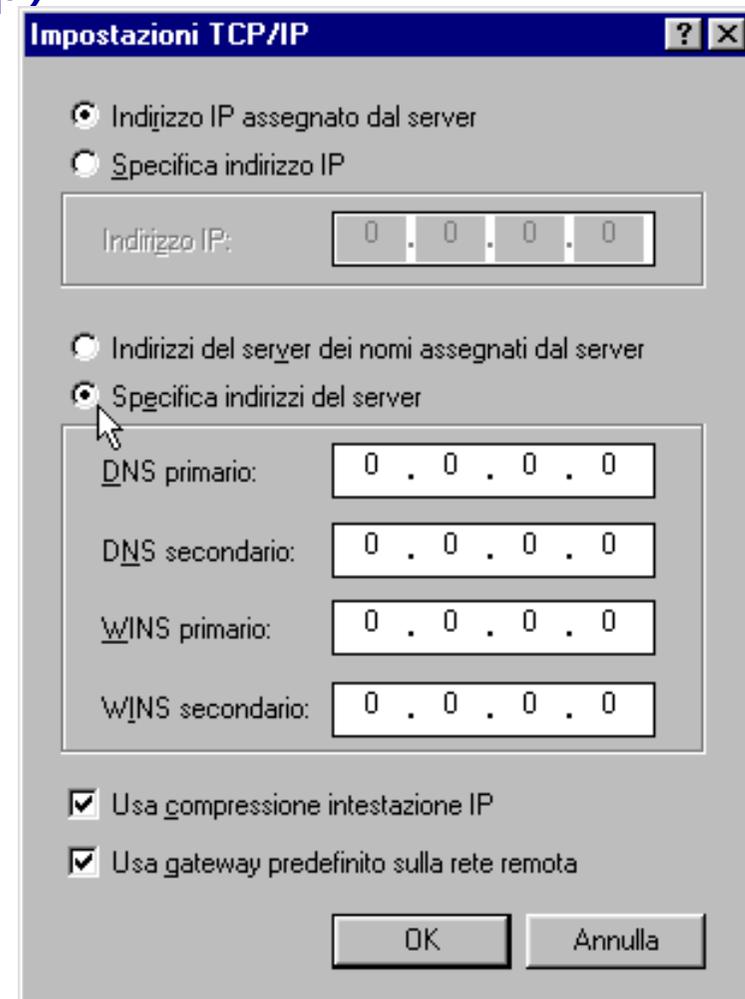
## Collegamento temporaneo

- Creare una connessione (dial-up)



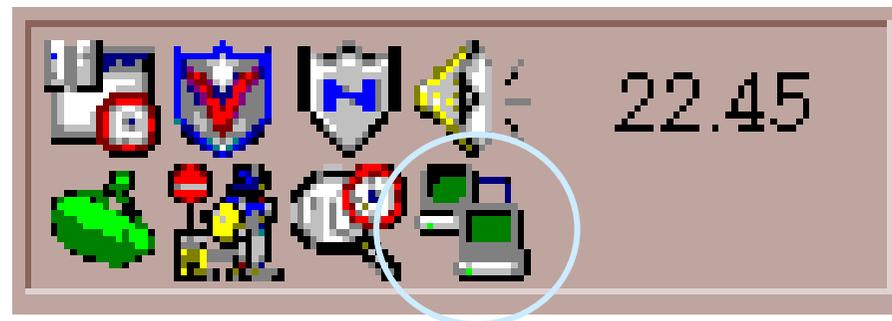
## Collegamento temporaneo

- Creare una connessione (dial-up)
- Configurare il driver TCP/IP



## Collegamento temporaneo

- Creare una connessione (dial-up)
- Configurare il driver TCP/IP
- Connettersi



Icona di avvenuta connessione



## Strumenti di navigazione

- Navigatori o browser
  - NCSA Mosaic
  - Microsoft Internet Explorer
  - Netscape Navigator
  - Programmi con interfaccia a caratteri (Lynx su Unix)
- Aspetti comuni
  - Area di visualizzazione pagina
  - Barra degli indirizzi
  - Pulsanti di controllo
  - Barra dei collegamenti
- Funzionalità standard
  - Stampa del documento
  - Salvataggio
  - Visualizzazione sorgente HTML
- Operazioni di navigazione
  - Accedere ad una URL
  - Tornare indietro di un passo
  - vedere la storia di una navigazione (history)
  - tornare alla home page
  - costruire una lista di segnalibri  
Netscape: bookmarks  
IE: preferiti
- Altre caratteristiche
  - gestione avanzata di testi e immagini
  - uso di memoria di deposito locale, detta cache
  - interazione con un proxy server.

## Frontiere multimediali

### ➤ I plug-in

- Tecnologia introdotta da Netscape per aumentare le capacità dei browser
- Moduli software che si integrano completamente con il browser
- Modalità di funzionamento annidata, pieno schermo, nascosta
- Shockwave
- QuickTime
- Adobe Acrobat Reader

### ➤ Audio e video in tempo reale

- data streaming, flusso di dati filmati o suoni digitali sotto forma di un flusso continuo di dati, che un programma client è in grado di interpretare in tempo reale, man mano che i dati stessi vengono ricevuti
- RealPlayer
- Windows MediaPlayer
- QuickTime 4

### ➤ Alta fedeltà in rete: MP3

### ➤ VRML e oltre

## Gestione della rete

- Storicamente, i costruttori di hardware e software hanno proposto diverse architetture per la gestione delle reti, ma con l'avvento di Internet si è affermato quello che viene chiamato protocollo TCP/IP.
- Come tutti gli altri modelli si tratta, in realtà, di un'architettura su più livelli (cinque) di astrazione a partire dalla rete fisica, fino ad arrivare ad una "macchina virtuale di rete" (la struttura di interconnessione più i servizi da essa offerti).

## Gestione della rete

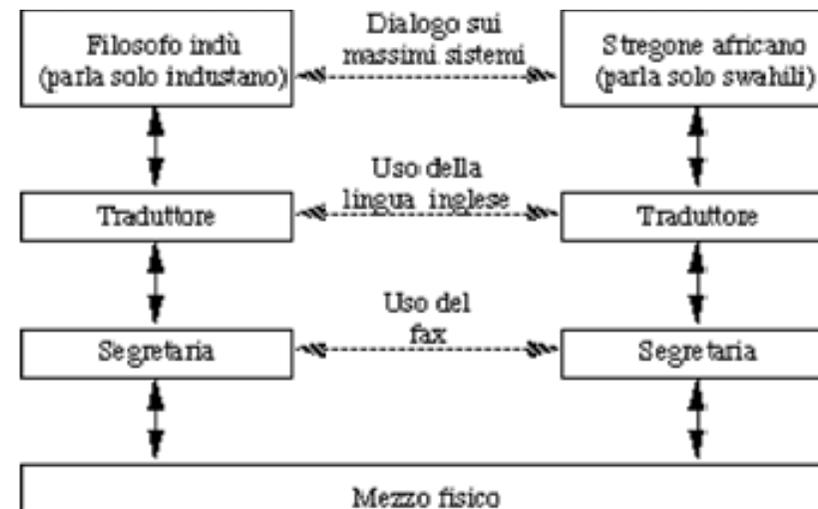
- Livello di applicazione (applicazioni e servizi che usano la rete: e-mail, web, connessione a DB remoti, etc.)
- Livello di trasporto (TCP: Transfer Control Protocol) che gestisce l'intera comunicazione tra un mittente ed un destinatario e definisce le tipologie di servizi che possono essere richiesti sulla rete.
- Livello di rete (IP: Internet Protocol) gestisce l'indirizzamento dei calcolatori sulla rete e si occupa di instradare i pacchetti.
- Livello data-link (per es. Ethernet) si occupa della comunicazione tra calcolatori adiacenti cioè connessi direttamente sullo stesso mezzo trasmissivo.
- Livello fisico: descrizione del supporto fisico di comunicazione e delle sue caratteristiche elettriche.

## Il protocollo TCP/IP

- TCP/IP (Trasmission Control Protocol / Internet Protocol)
- Indipendenza dalla rete fisica
- Sfruttamento ottimale delle risorse
- Indirizzamento efficiente di milioni di computer
- Garanzia che la comunicazione sia andata a buon fine

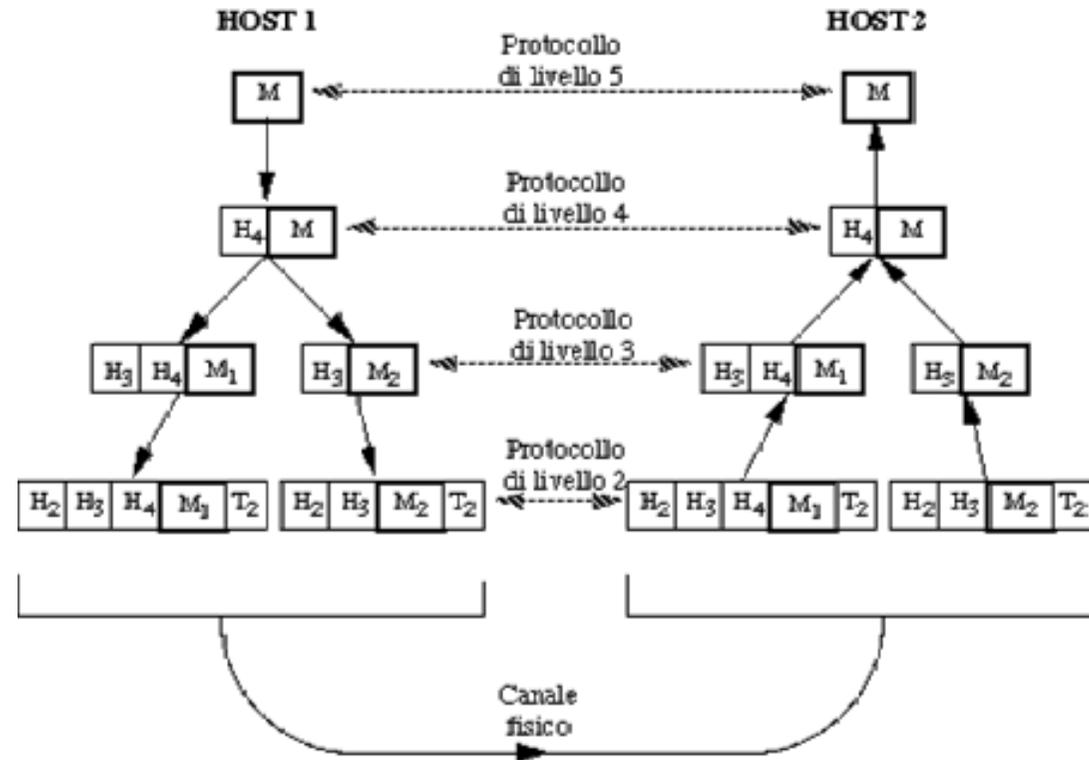
## TCP/IP: protocollo a strati

- Livello delle applicazioni
- Livello di trasporto
- Livello di rete
- Livello fisico



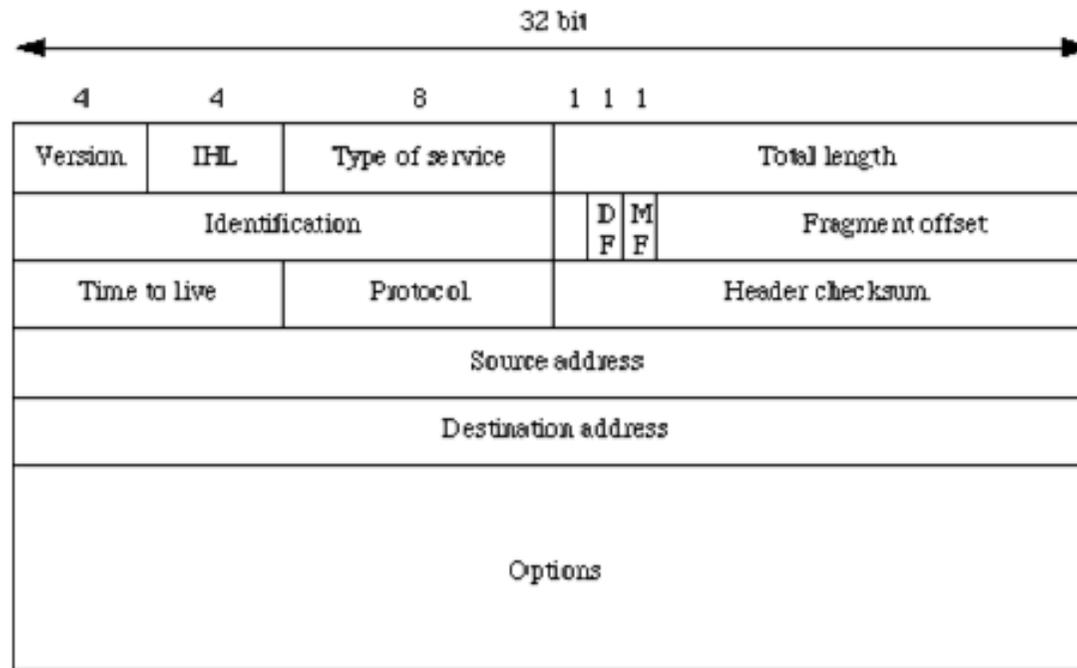
## TCP/IP: protocollo a strati

- Livello delle applicazioni
- Livello di trasporto
- Livello di rete
- Livello fisico



## Il protocollo IP 4 (IPv4)

- Impacchettare i dati e inviarli a un particolare computer
- Intestazione IP (header)
- Reti a commutazione di pacchetto
- Indirizzamento dei computer della rete



## Indirizzamento sulla rete

- Indipendentemente dalla tipologia di rete i calcolatori possono essere raggiunti perché dotati di un **indirizzo**.
- Il protocollo utilizzato per indirizzare i calcolatori sulla rete Internet è il protocollo IP (Internet Protocol).
- Un indirizzo IP è costituito da 4 byte e si rappresenta in forma testuale come una sequenza di 4 numeri separati dal "." .
- Esempio: 147.163.1.22 (www.unipa.it)

## Indirizzamento sulla rete

- In un indirizzo di rete IP distinguiamo una parte che identifica la rete (LAN o gruppo di LAN) ed una che identifica il calcolatore:
  - <rete>.<calcolatore>
  
- Indirizzi di classe:
  - A: 1-126.C.C.C
  - B: 128-191.R.C.C
  - C: 192-223.R.R.C
  - D: 224-239.X.X.X
  - E: 240-254.X.X.X
  - 0.X.X.X, 127.X.X.X e 255.X.X.X non si usano

## DNS

- Un indirizzo IP non è facile da ricordare: si usano, invece degli indirizzi mnemonici.
- Nasce la necessità di tradurli in formato numerico perché solo così si può ottenere la comunicazione sulla rete.
- Il DNS (Domain Name System) è il sistema di traduzione degli indirizzi.
- Un indirizzo mnemonico ha la forma *<calcolatore>.<dominio>*
- Esempio: [www.csai.unipa.it](http://www.csai.unipa.it)

## DNS

*www.csai.unipalermo.it*

Dominio Nazionale  
(non corrisponde a nessun  
numero in particolare)

## DNS

*www.csai.unipa.it*

Dominio di I livello  
(147.163.C.C)  
Assegnato da una authority  
italiana per gli indirizzi di rete

## DNS

*www.csai.unipa.it*

Dominio di II livello  
(147.163.26.C)  
Assegnato *localmente* dal  
gestore di unipa.it

## DNS

*www.csai.unipa.it*

Nome del calcolatore  
(147.163.26.91)  
*Convenzionalmente*  
identificato con il servizio  
fornito



## DNS

Si chiama anche:  
[rossini.csai.unipa.it](http://rossini.csai.unipa.it)

*[www.csai.unipa.it](http://www.csai.unipa.it)*

Nome del calcolatore  
(147.163.26.91)  
*Convenzionalmente*  
identificato con il servizio  
fornito

## DNS

*www.unipa.it*

Dominio di I livello  
(147.163.C.C)  
Assegnato da una authority italiana per gli indirizzi di rete

Nome del calcolatore  
(147.163.1.22)  
*Convenzionalmente*  
identificato con il servizio  
fornito

Si chiama anche:  
*sunipa.cuc.unipa.it*

## DNS

*www.unipa.it*

Quattro numeri e tre nomi:  
**NON HA IMPORTANZA**

## DNS

- Qualunque comunicazione di rete, in genere, inizia con una richiesta di traduzione dell'indirizzo che abbiamo specificato ad un calcolatore vicino a noi sulla rete (server DNS) il quale fornisce tale servizio.
- Il server DNS agisce su base dominio: esso consulta un file in cui sono riportate le coppie nome-numero dei calcolatori dello stesso dominio.
- Inoltre, il server possiede gli indirizzi di riferimento di altri server DNS, responsabili di domini più grandi, a cui girare la richiesta nel caso in cui la coppia cercata non sia nella sua tabella locale.

## Servizi di rete

- La comunicazione sulla rete Internet si basa sul paradigma client-server.
- Il server (software) risponde alle richieste di servizio del client (software).
- Il termine server riferito ad una macchina hardware è relativo al fatto che quella macchina ospita uno o più server software relativi a diversi servizi di rete.

## Servizi di rete

- I servizi di rete sono gestiti attraverso il protocollo TCP
- All'interno della stessa macchina, server diversi rispondono attraverso canali di comunicazione distinti che sono gestiti da TCP usando degli identificativi numerici detti **porte**.
- Ogni servizio gestisce le proprie comunicazioni per mezzo di un **apposito protocollo applicativo**.

## Servizi di rete

- E-mail
  - Server SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) porta 25
  - Server POP3 (Post Office Protocol ver. 3) porta 110
- Web
  - Server HTTP (Hyper-Text Transfer Protocol) porta 80
- Trasferimento file
  - Server FTP (File Transfer Protocol) porta 20 upload / 21 download
- Terminale remoto
  - Server Telnet porta 23
- Newsgroups
  - Server NNTP (Network News Transfer Protocol)

## URL

- Uniform Resource Locator
- Struttura unificata di accesso alle risorse di rete: *<protocollo>* *<indirizzo>* *<percorso>*
- <http://studying.unipa.it/sorce/didattica/eis0708/index.htm>
- <mailto:gentile@unipa.it>
- <ftp://ftp.unina.it/pub/linux/redhat/>

## Servizi di rete

- Condivisione delle risorse
  - Print server
  - File server
  - Compute server
- Condivisione delle informazioni
  - Groupware
  - E-mail
  - Bulletin-board
  - News groups (UseNet) e Chat Room
  - Commercio Elettronico

