



LE INFRASTRUTTURE DI RETE

Perché una rete?

➤ Condividere risorse

- utilizzo razionale di dispositivi costosi
- modularità della struttura
- affidabilità e disponibilità

➤ Comunicare tra utenti

- scambio informazioni
- collaborazione a distanza

Perché una rete?

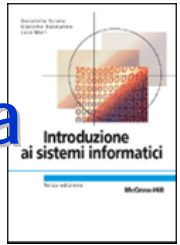
	Condivisione di risorse fisiche	Condivisione di risorse informative
Reti di dimensioni medio-piccole (ufficio, edificio, ...)		
Reti di dimensioni medio-grosse (regione, azienda, ...)		



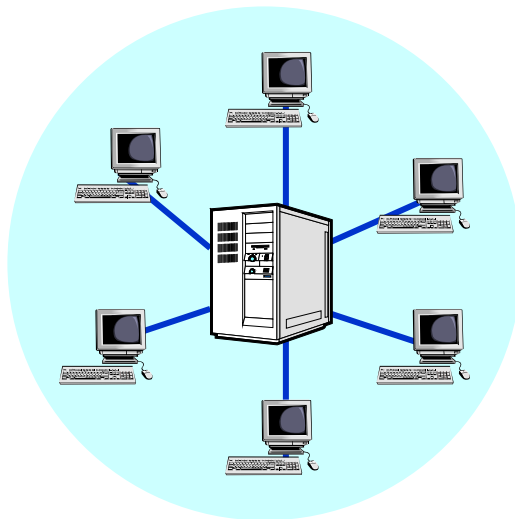
Evoluzione dei sistemi informativi

- **Da organizzazione centralizzata ...**
 - tanti “terminali” collegati allo stesso calcolatore (in genere un mainframe);
- **... a organizzazione distribuita ...**
 - tanti PC collegati tra di loro;
 - la rete di collegamento tra i PC è il mezzo principale per condividere le informazioni e le risorse
- **... attraverso operazioni di **downsizing** (= riduzione delle dimensioni) ...**
 - crescita e diffusione delle reti sono state assai disomogenee:
 - in ogni sede o edificio dell'azienda si è dapprima realizzata una rete locale che servisse alle proprie esigenze;
 - poi si è rivelato necessario collegare le diverse sedi mediante una rete geografica;
- **... e di **internetworking** (=collegamento di reti diverse)**
 - evoluzione **bottom-up** della rete aziendale:
 - integrazione delle **diverse reti locali**;
 - interesse verso l'organizzare di reti di calcolatori aziendali **multiprotocollo**.

La struttura dei sistemi informatici come metafora dell'organizzazione dei sistemi informativi

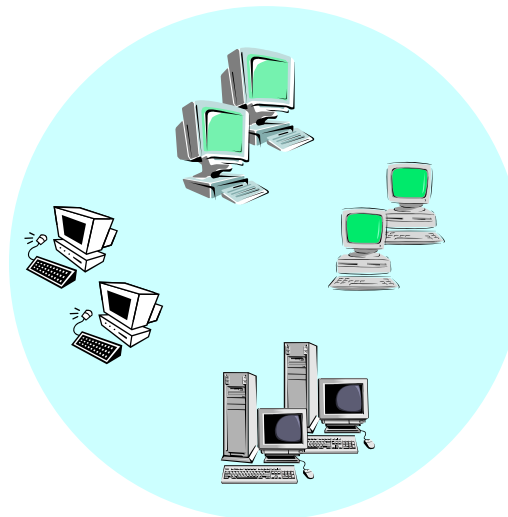


Mainframe terminali



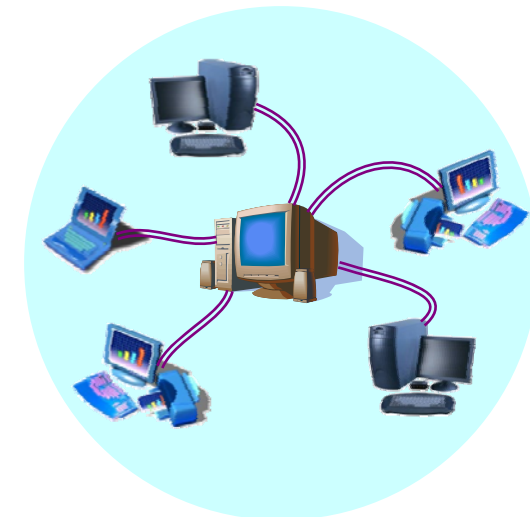
Informazione centralizzata

PC stand alone



Informazione "sparpagliata"

Rete di PC



Informazione distribuita e coordinata



Tassonomia delle reti:

1. la tecnologia di comunicazione

➤ Reti broadcast (multipunto)

- canali di trasmissione condivisi da tutti i calcolatori della rete
- ogni calcolatore deve essere associato un identificatore univoco (indirizzo di rete), associato al dispositivo fisico utilizzato per connettersi alla rete,
- un messaggio inviato “sulla rete” raggiunge tutti i calcolatori della rete, ma solo il calcolatore il cui indirizzo corrisponde a quello presente nel messaggio lo tratterà per elaborarlo.

➤ Reti punto a punto

- più connessioni individuali tra coppie di calcolatori;
- comunicazione tra due calcolatori

Tassonomia delle reti:

2. la dimensione delle reti



- **Reti locali (Local Area Network, LAN)**
 - di limitata estensione
 - collegano dispositivi collocati nello stesso edificio o in edifici adiacenti.
- **Reti metropolitane (Metropolitan Area Network, MAN)**
 - collegano di dispositivi collocati nella stessa area urbana.
- **Reti geografiche (Wide Area Network, WAN)**
 - collegano di dispositivi diffusi in un'ampia area geografica (nazione, continente, ...);
- **"Reti di reti" (Internetwork),**
 - collegamento più reti differenti (in termini sia hardware che software) mediante opportuni elementi di interfaccia, che si possono estendere su tutto il pianeta (e.g. Internet).

Servizi vs. velocità

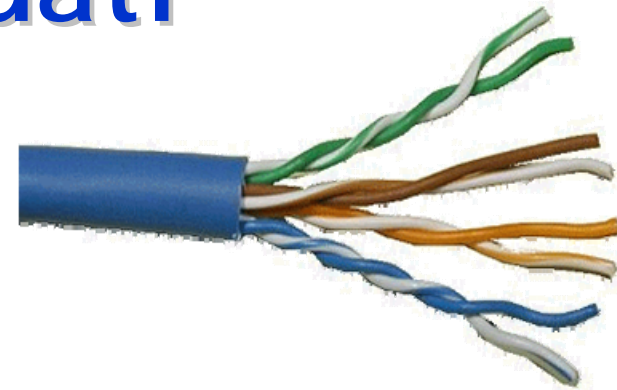
- **bassissima velocità**
 - telemetria, telecontrollo, teleallarmi;
- **bassa velocità**
 - fonia, fax, POS (point of sale), transazioni remote (come prenotazione di tratte aeree, connessioni remote con calcolatori, ...);
- **media velocità**
 - audio Hi-Fi, video a bassa velocità, fax a elevata risoluzione;
- **alta velocità**
 - interconnessione di reti di calcolatori, trasferimento di file;
- **altissima velocità**
 - distribuzione di segnali video, video on demand, TV ad alta definizione (HDTV), videoconferenze, videoteche.

I mezzi di trasmissione

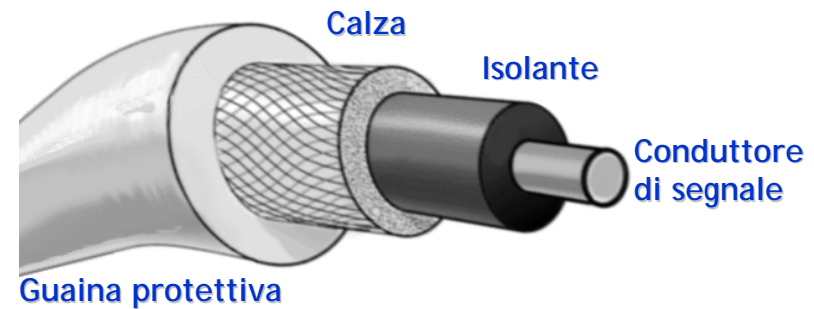
- Qual è il mezzo fisico utilizzato per realizzare il canale di trasmissione?
 - mezzi guidati
 - linee fisiche che portano il segnale fino al ricevitore,
 - supportano la trasmissione di segnali elettrici oppure ottici,
 - segnali elettrici: doppino telefonico o cavo coassiale;
 - segnali ottici: fibre ottiche.
 - mezzi non guidati
 - irradiazione di segnali elettromagnetici nello spazio, in modo più o meno diretto;
 - antenne, satelliti, infrarossi, ...

Mezzi guidati

Doppino telefonico

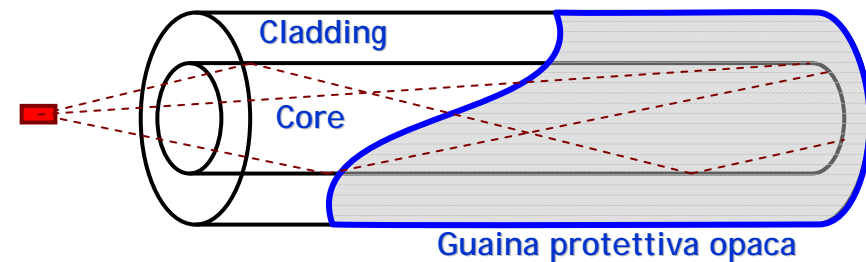


Cavo coassiale



Fibra ottica

Fonte di emissione luminosa (laser)



Mezzi guidati

Mezzo di trasmissione	Velocità di trasmissione	Larghezza di banda	Distanza tra ripetitori
Doppino telefonico	1-200 Mbps	3 MHz	100 m (200 Mbps) < 5 km (1 Mbps)
Cavo coassiale	500 Mbps	350 MHz	1-5 km
Fibra ottica	10 Gbit/s	2 GHz	10-1000 km

Doppino telefonico

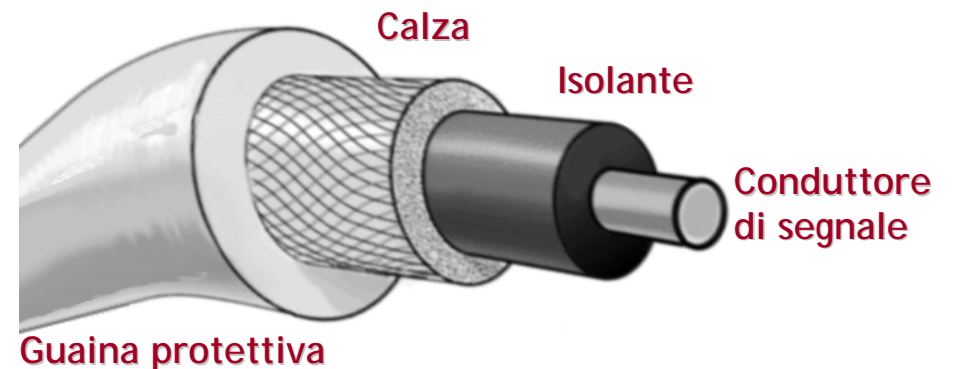
- È costituito da due o più coppie di fili di rame, singolarmente ricoperti di materiale isolante, intrecciati uno intorno all'altro per ridurre le interferenze elettromagnetiche (da qui il suo nome inglese, *twisted pair*) e isolati da una guaina.
- È il mezzo di trasmissione meno costoso e più utilizzato per segnali sia analogici che digitali.
- Esistono diverse tipologie di doppini UTP (*Unshielded Twisted Pair*), identificate in classi di qualità crescente.

Cavo coassiale

- I cavi coassiali sono costituiti da
 - un corpo centrale conduttore, in cui si propaga il segnale da trasmettere,
 - una protezione isolante
 - una rete di sottili fili metallici (chiamata *calza*) che realizza una schermatura del conduttore dalle interferenze esterne
 - una guaina protettiva esterna

- Due tipi di cavi coassiali

- Thin
 - larghezza di banda da 10 Mbps
 - ~3 mm di diametro
- Thick
 - larghezza di banda fino a 200 Mbps
 - ~15 mm di diametro



- I cavi coassiali sono principalmente utilizzati nella distribuzione televisiva (TV via cavo), nelle reti telefoniche per trasmissioni a lunga distanza e nelle reti di calcolatori.
- La diffusione dei doppi ad alte prestazioni e la riduzione dei costi delle fibre ottiche ha praticamente eliminato i cavi coassiali.

Fibre ottiche

- **Un cavo in fibra ottica è costituito da**
 - un conduttore centrale (*core*) di dimensioni molto sottili,
 - un rivestimento (*cladding*), con indice di rifrazione minore del core,
 - una guaina opaca
- **La trasmissione avviene in base al principio di riflessione totale: la differenza negli indici di rifrazione tra cladding e core mantiene la luce confinata all'interno del core.**
- **Caratteristiche uniche**
 - larghezza di banda molto elevata,
 - ridotta attenuazione del segnale,
 - immunità alle interferenze elettromagnetiche.
- **Le fibre ottiche sono utilizzate nelle telecomunicazioni, in particolare sulle lunghe distanze, e la loro applicazione sta crescendo anche nei collegamenti metropolitani e nelle reti locali.**
- **Svantaggi**
 - Raggio di curvatura limitato
 - Necessità di conversione ottica/elettrica nei punti di collegamento

Mezzi non guidati

- **I segnali vengono trasmessi e ricevuti mediante antenne**
 - l'antenna del trasmettitore irradia nello spazio onde elettromagnetiche, che l'antenna ricevente capta
 - può essere direzionale (punto-a-punto) o non direzionale (multipunto).
- **Lo spettro di frequenze utilizzato nelle trasmissioni non guidate può essere suddiviso in tre intervalli:**
 - [30 MHz, 1 GHz]
 - adatto alle trasmissioni non direzionali
 - le trasmissioni cellulari utilizzano 900 Mhz e 1800 Mhz;
 - [2 GHz, 40 GHz] (microonde)
 - trasmissioni direzionali, punto-a-punto,
 - utilizzato anche per le comunicazioni via satellite (multipunto);
 - [300 GHz, 200 THz] (infrarossi)
 - trasmettitore e ricevitore devono essere visibili l'uno all'altro;
 - molto importante in applicazioni locali punto-a-punto e multipunto in aree limitate.



Connettività

Modem

- Connessione di calcolatori attraverso la rete telefonica (**analogica**).
- Velocità crescenti dal 1980 in poi
 - V.22bis, V.32 & V.32bis furono i primi standard per velocità di 2.4, 9.6 e 14.4Kbit/s.
 - V.34 (1994) supporta 28.8Kbit/s e corrisponde al minimo livello attualmente accettato
 - V.34+ (1996) arriva a 33.6Kbit/s
 - V.90 arriva a 56Kbit/s downstream e a 33.6Kbit/s upstream.
 - downstream indica dal digitale all'analogico
 - upstream indica dall'analogico al digitale

Modem



- La linea telefonica trasmette bene segnali tra 1000 e 2000 Hz ⇒ si usano come portanti (**carrier**).
- Modulazione del carrier per portare un segnale digitale
 - Modulazione di **ampiezza**
usa due voltaggi diversi per 0 e 1;
 - Modulazione di **frequenza** (**frequency shift keying**)
tensione costante, ma cambia la frequenza
 - Modulazione di **fase**
ampiezza e frequenza costanti, cambia la fase.
- Il numero di possibili cambiamenti di segnale al secondo si chiama **baud**.
 - È possibile **associare 2 o più bit a ogni segnale**, allora il **bit rate** è maggiore del **baud rate**.

Integrated Services Digital Network - ISDN

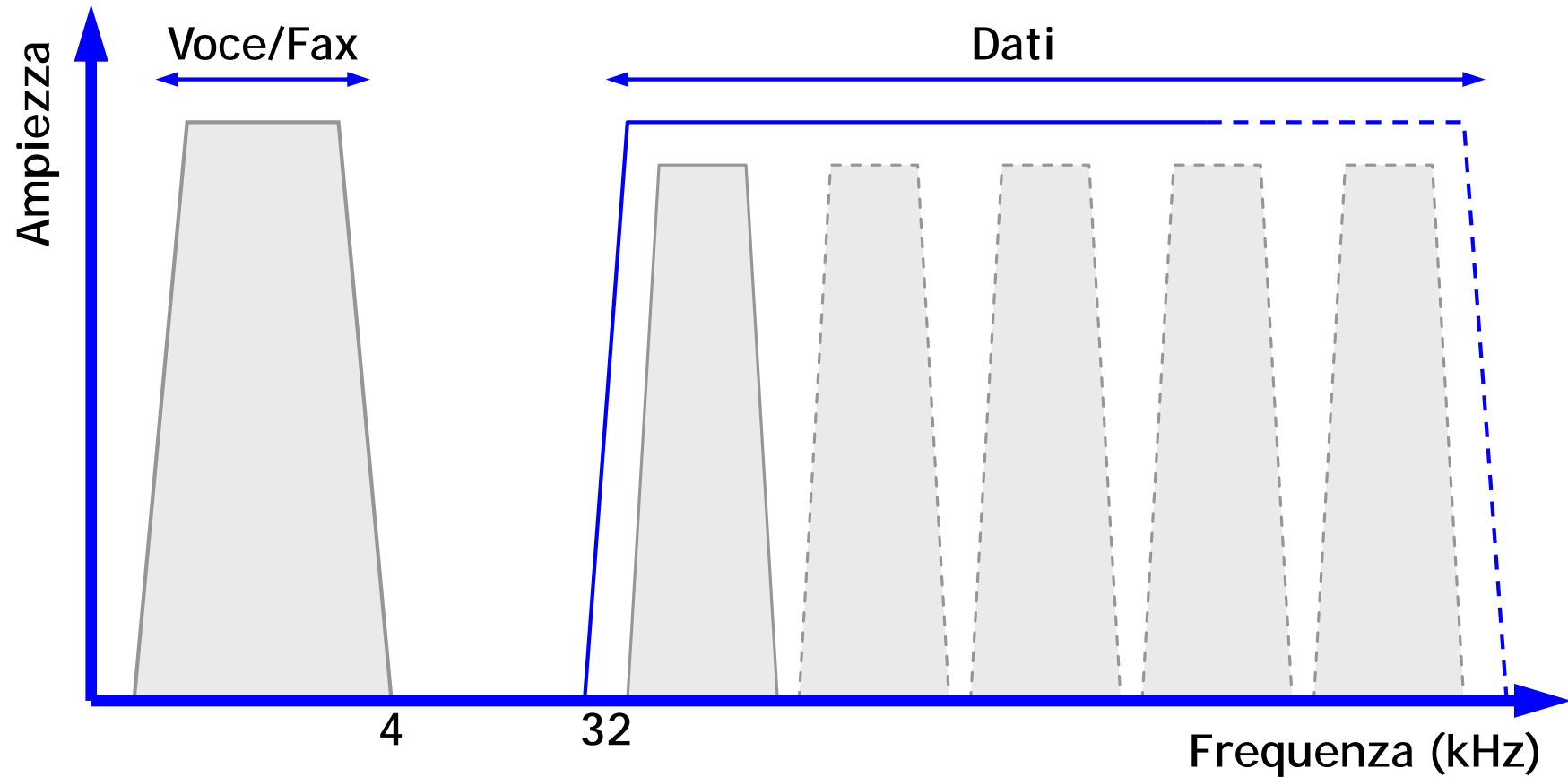
- **Linea analogica sostituita da **linea digitale****
 - in realtà non viene sostituita la linea, ma solo le **attrezzature alle due estremità**.
 - **Uso domestico**: **due canali** digitali indipendenti, ognuno da 64'000 bit/sec, e un canale di segnalazione da 16'000 bit/sec (per un totale di **144'000 bps**)
 - **Uso commerciale**: 30 canali per uso commerciale.
- **Caratteristiche**
 - tempo di **setup** della connessione praticamente nullo (1 s);
 - non serve più un modem analogico (**connessione digitale-digitale**);
 - è molto più **affidabile** (meno errori) di una linea analogica.

Asymmetric Digital Subscriber Line - ADSL



- Funziona sul **doppino telefonico** tradizionale
- Usa tre canali (in frequenza) diversi sulla stessa linea
 1. Plain Old Telephone System (POTS)
 2. Upstream (64-640KBps)
 3. Downstream (1.5-6.1MBps)
- Appartiene alla famiglia di protocolli **xDSL**
 - Diverse velocità di download (fino a 52Mbit/s) e upload (da 64Kbit/s a più di 2Mbit/s)
 - Altre varianti xDSL
 - high-bit rate (**HDSL**)
 - single-line (**SDSL**)
 - very-high-data-rate (**VHDSL**).

Asymmetric Digital Subscriber Line - ADSL



Le reti locali

➤ Caratteristiche generali:

- ampia larghezza di banda;
- modularità e facilità di connessione;
- notevole affidabilità dell'intero sistema;
- espandibilità e flessibilità nella modifica delle dimensioni della rete;
- economicità;
- ogni stazione è collegata alla rete mediante un connettore (tap) agganciato alla scheda di interfaccia di rete (Network Interface Card, NIC)
 - esegue le operazioni di conversione dei segnali e implementa il metodo di accesso alla rete
 - a ogni scheda di rete è associato un indirizzo fisico univoco.

Scheda di rete

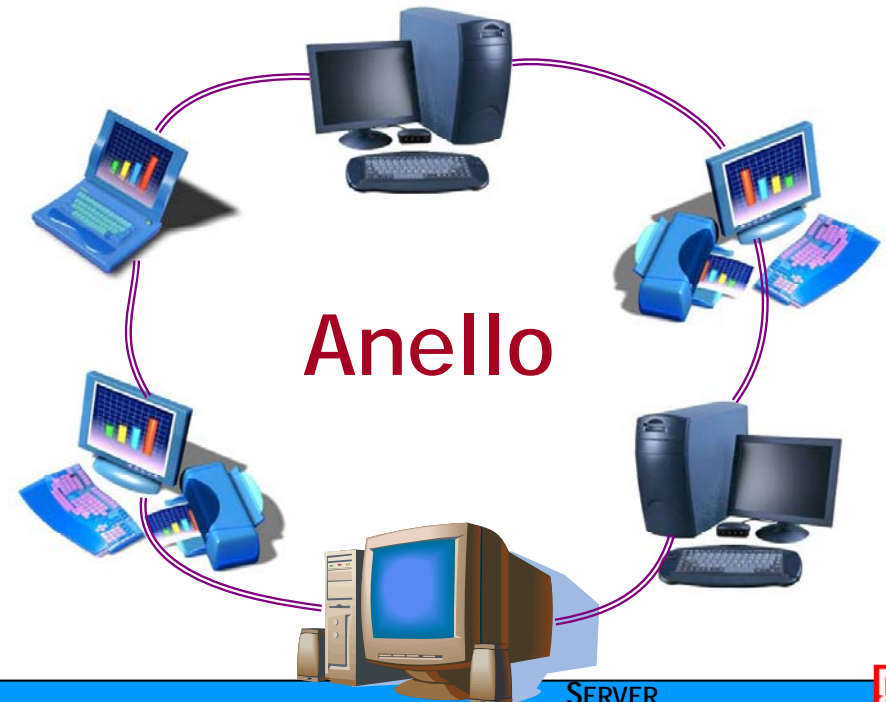
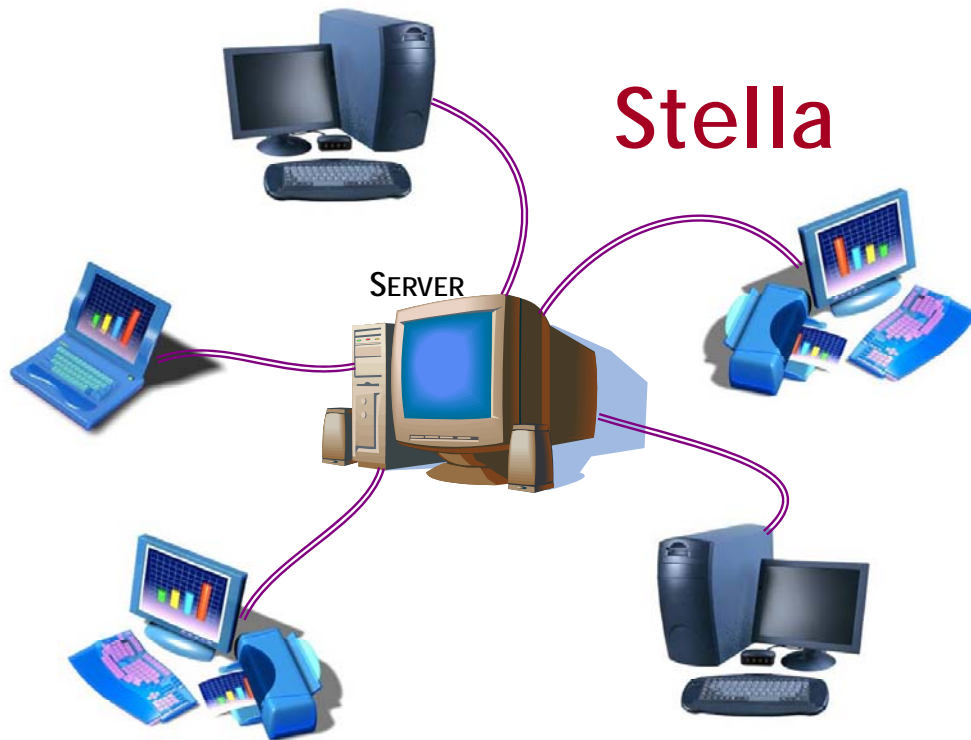
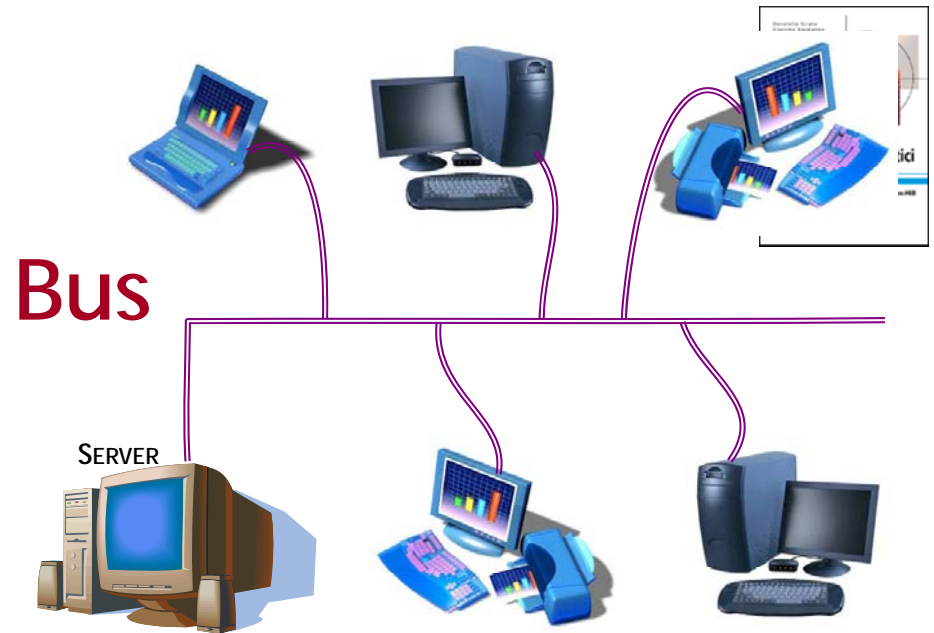
Ogni scheda di rete cablata ha almeno una presa che permette l'inserimento del cavo di rete.



Le reti locali

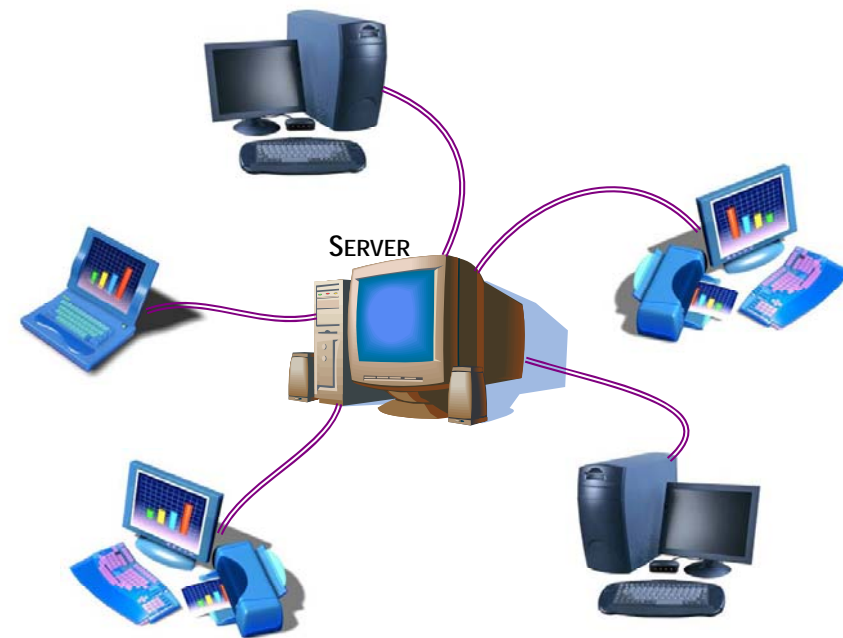
- **Differenze tra diverse tipologie di LAN:**
 - i mezzi di trasmissione utilizzati;
 - la topologia, ossia la configurazione fisica (anello, dorsale, stella e albero) e logica (anello, dorsale, albero) della rete;
 - i metodi di accesso ai mezzi trasmissivi, ossia le regole di accesso al mezzo che tutte le stazioni collegate devono rispettare;
 - l'architettura di rete;
 - i metodi di comunicazione, ovvero il software di rete.

Diverse topologie di rete locale

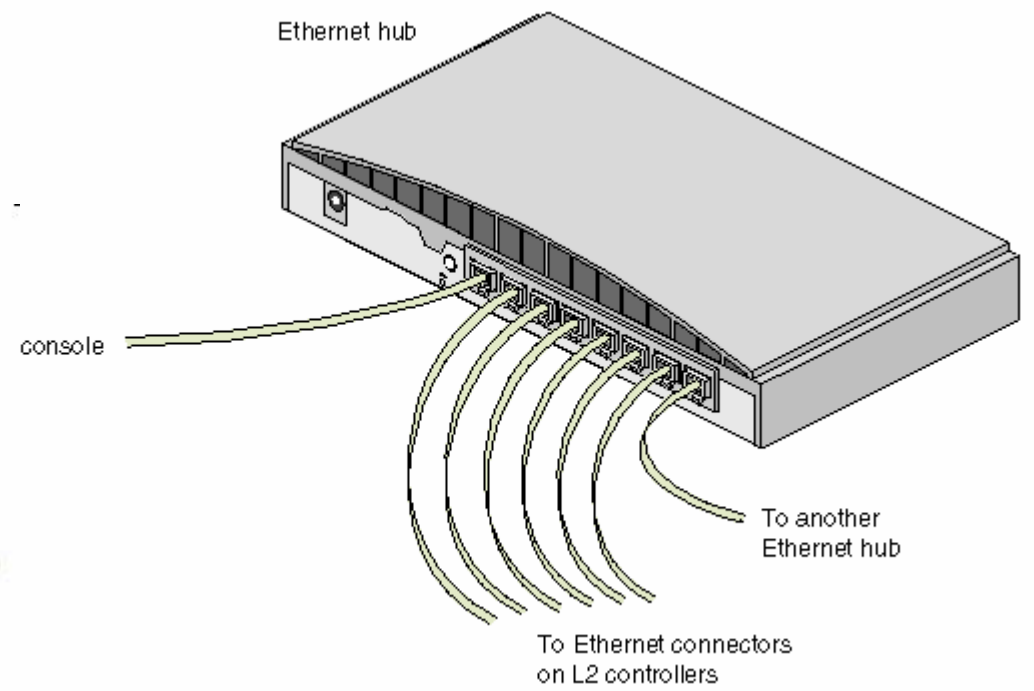
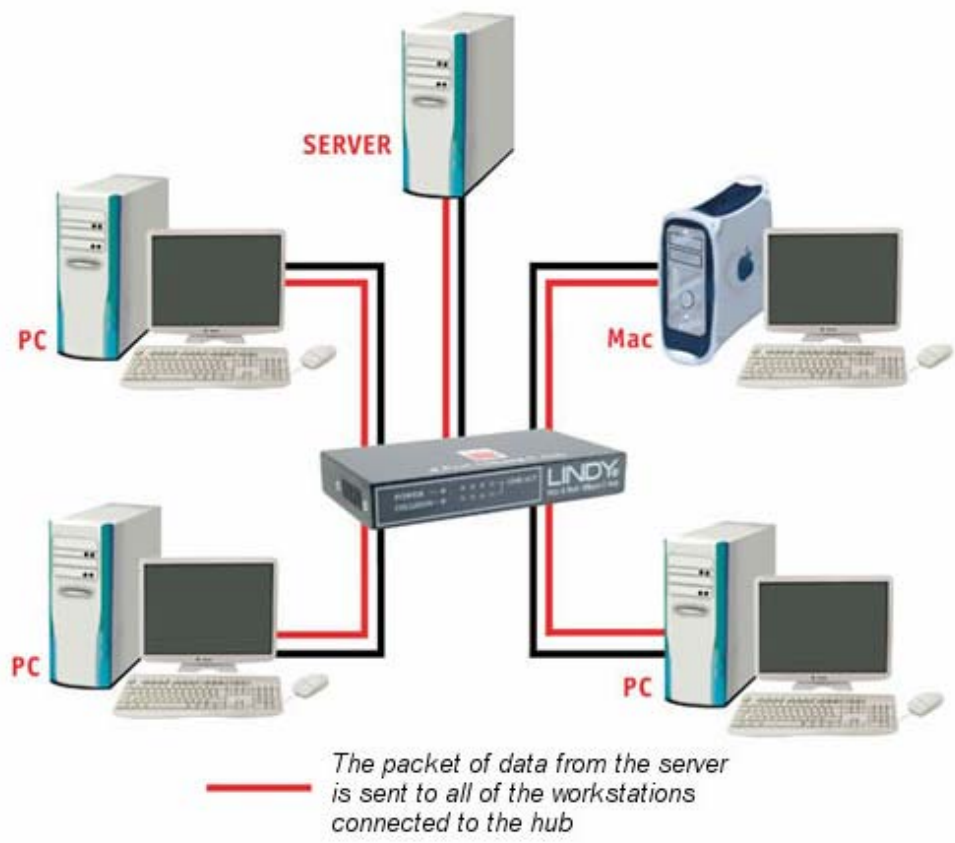


Topologia a stella

- Le connessioni, in genere punto-a-punto, fanno capo a un unico nodo centrale
- Consente un controllo centralizzato delle comunicazioni
- Vantaggi:
 - prestazioni elevate, grazie alle connessioni punto-a-punto dedicate
 - facilità di controllo centralizzato del server
 - semplicità del protocollo di comunicazione
- Svantaggi:
 - possibilità di sovraccarico in caso di traffico elevato, con possibile blocco delle comunicazioni,
 - lunghezza dei cavi richiesti
 - dipendenza dall'affidabilità del server, dato che un suo guasto blocca l'intera rete.
- Oggi si usa una topologia "star-wired bus": tutte le postazioni sono collegate a un dispositivo centrale (HUB), che ritrasmette i dati ricevuti a tutte le postazioni di lavoro a esso collegate
 - collegamenti realizzati mediante doppino telefonico
 - connettore RJ45.



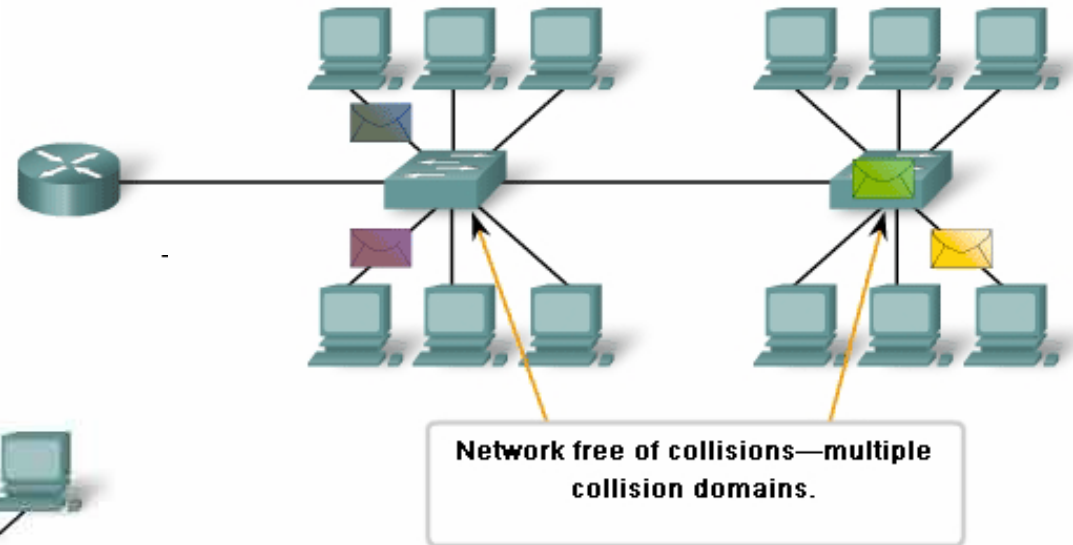
HUB



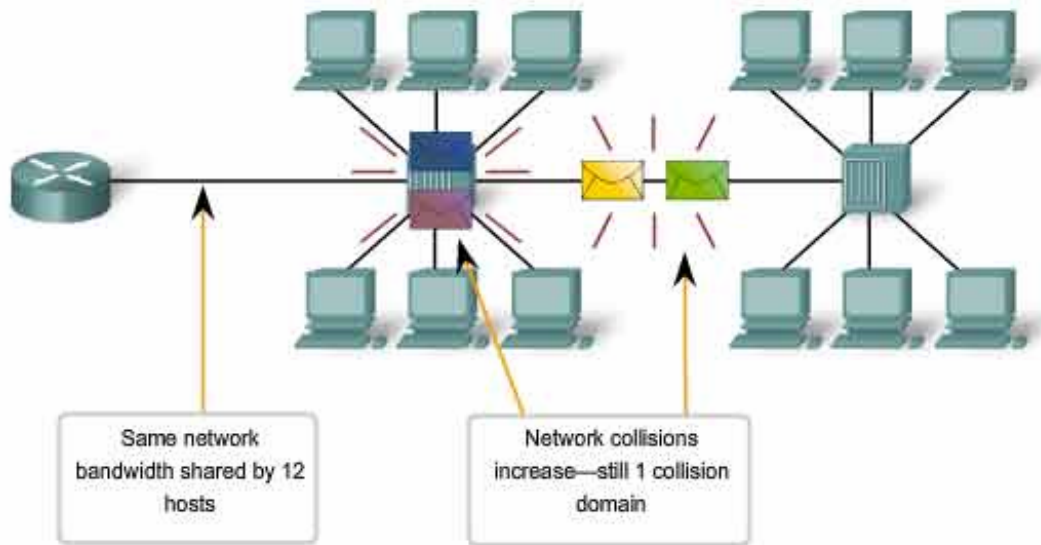


Switch

Features of Switch-based LANs



Poor Performance of Hub-based LANs



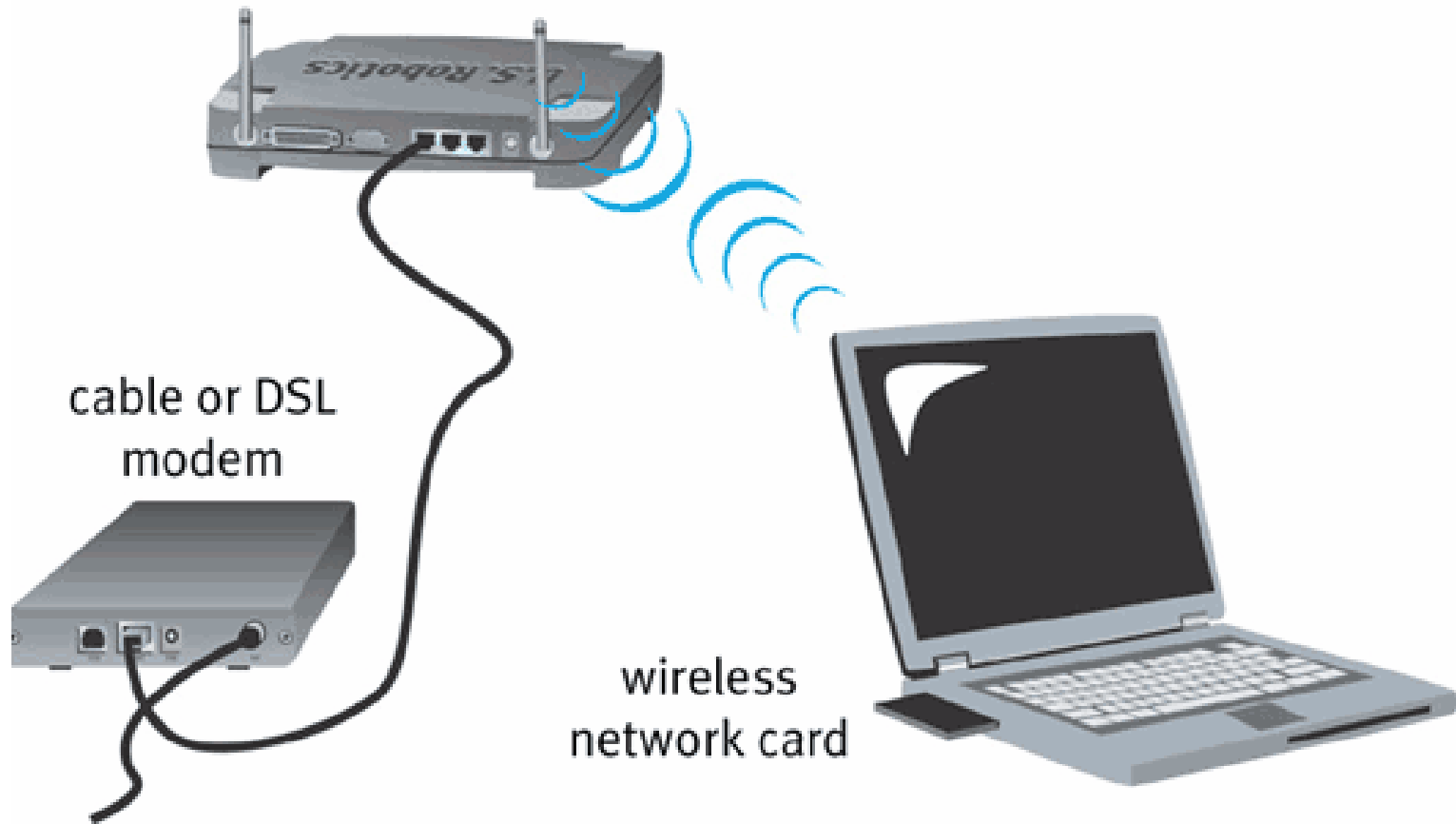
Reti wireless (*Wi-Fi*)

- Operano in bande di frequenza che non necessitano di licenza (come invece avviene per la telefonia mobile e in particolare per le licenze UMTS), quindi senza costi di licenza per i fornitori di accesso
- sono basate sulla classe di protocolli standard IEEE 802.11 (a/b/g/...)
- Le reti Wi-Fi possono operare secondo due procedure base:
 - rete ad hoc,
 - centralizzata

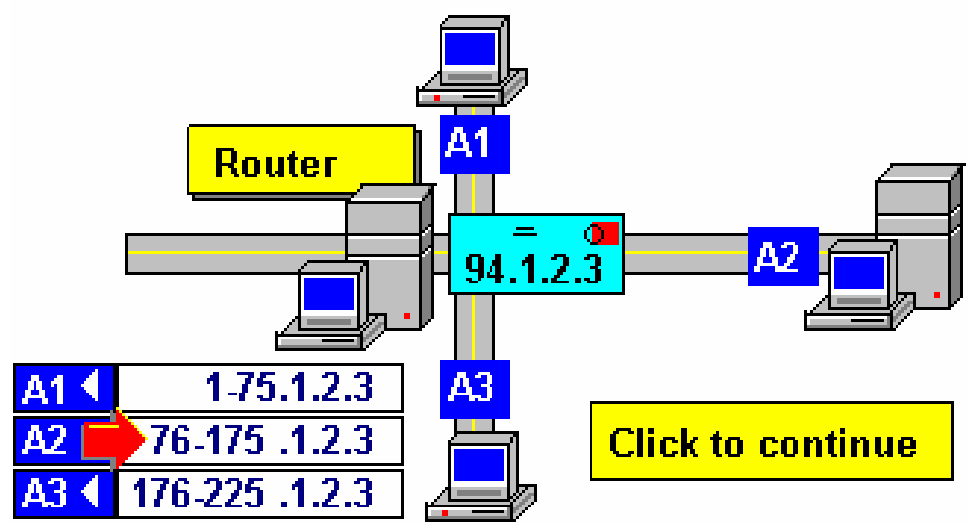
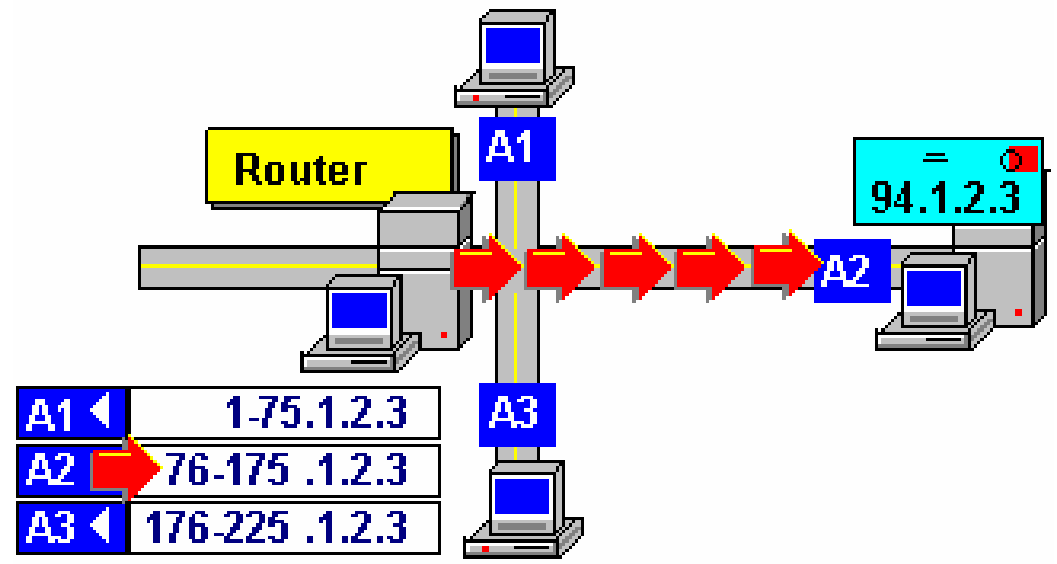
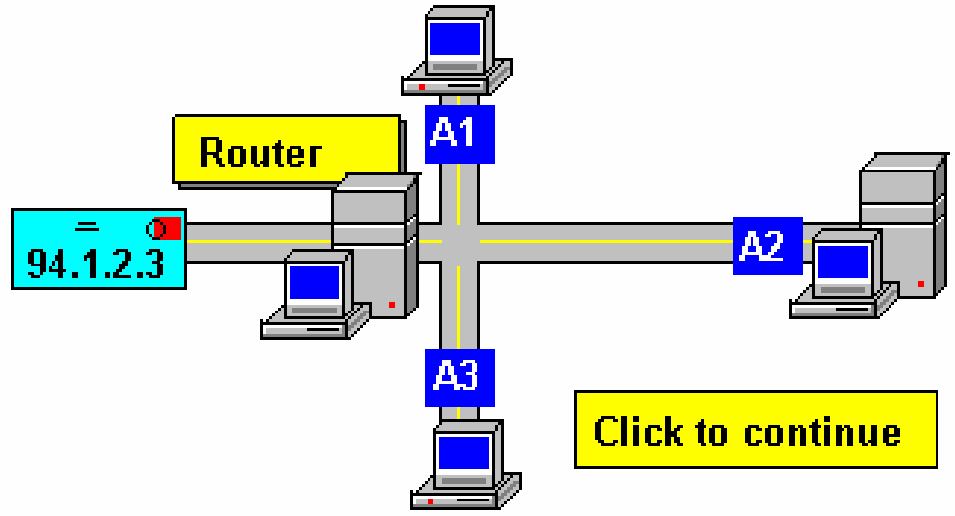
- **Bluetooth**
 - sviluppato per connettere telefoni cellulari con altri dispositivi
 - poi esteso alle reti locali (PAN - Personal Area Network)
 - i prodotti che adottano lo standard Bluetooth hanno un minuscolo ricetrasmittitore a breve raggio, che opera sulla banda radio priva di licenza disponibile a livello mondiale, 2.45 GHz, e supporta velocità di trasferimento dati fino a 721 Kbps.

Reti wireless (*Wi-Fi*)

22 Mbps Wireless Cable/DSL Router

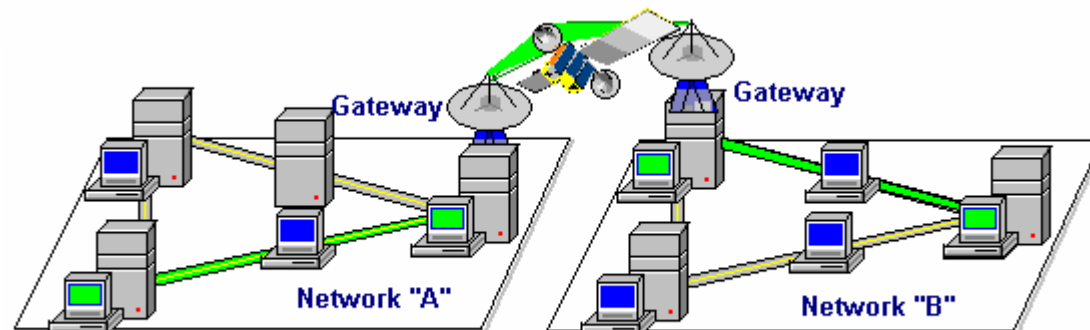
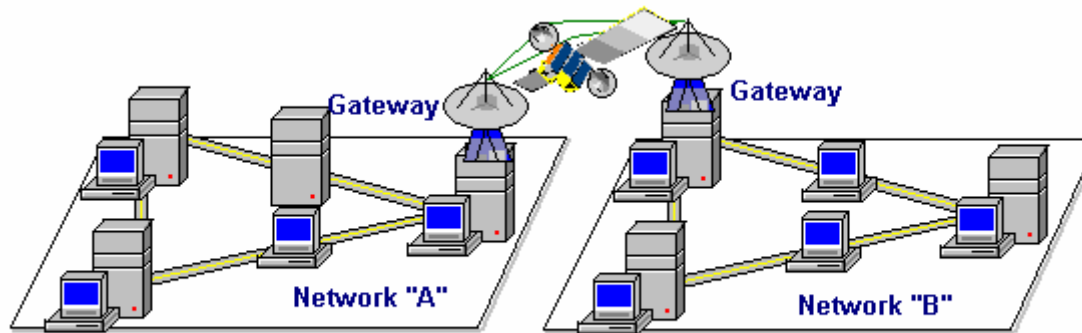
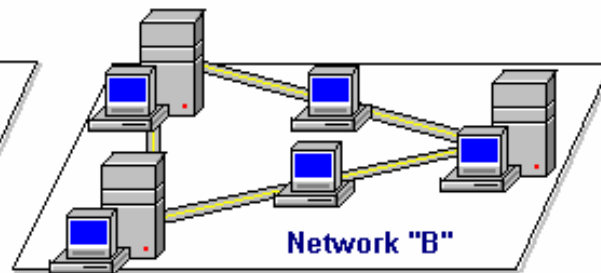
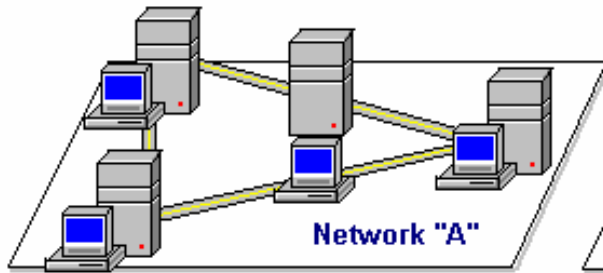


Router





Gateway





Internet: Storia

INTERNET

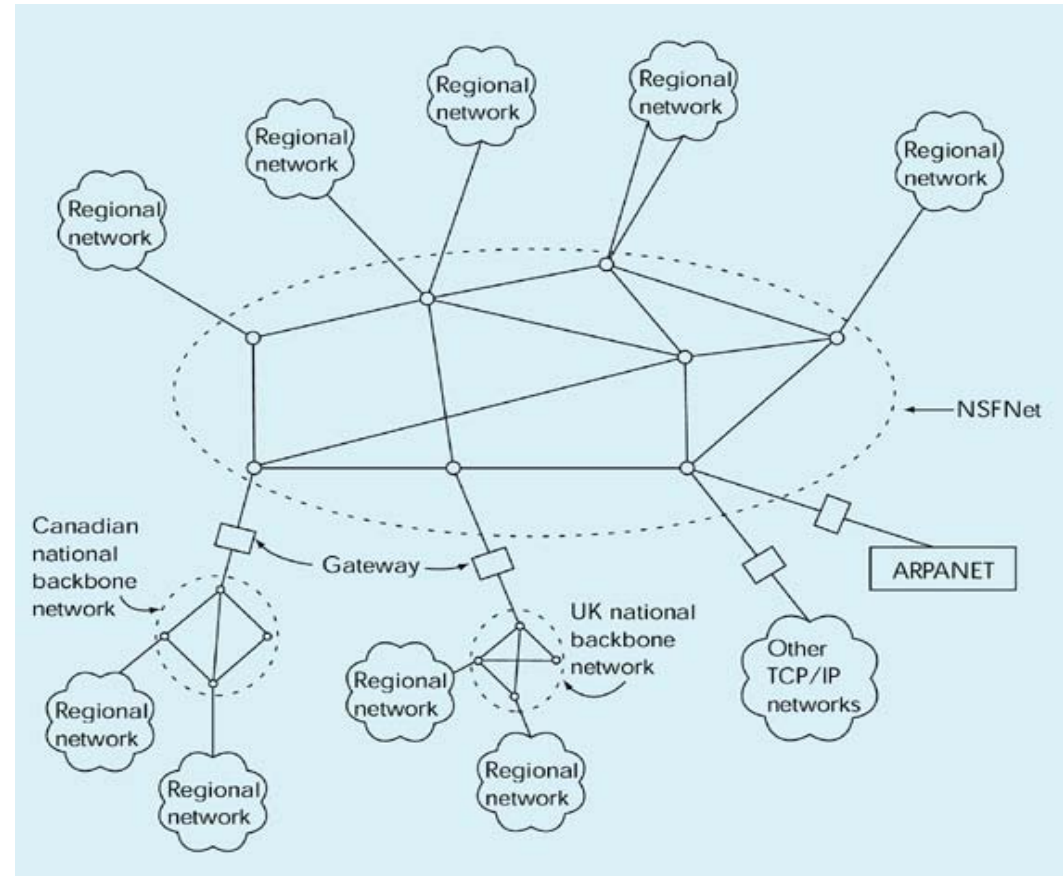
- **Nelle parole dei progettisti**
 - Internet ha rivoluzionato il mondo dei calcolatori e delle comunicazioni come nulla aveva fatto prima
- **Nasce da un'idea proposta da Licklider al MIT e dall'NPL Research Lab (UK) nel 1960**
 - Galactic Network
 - Con Larry Roberts e Leo Kleinrock svilupparono i 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)

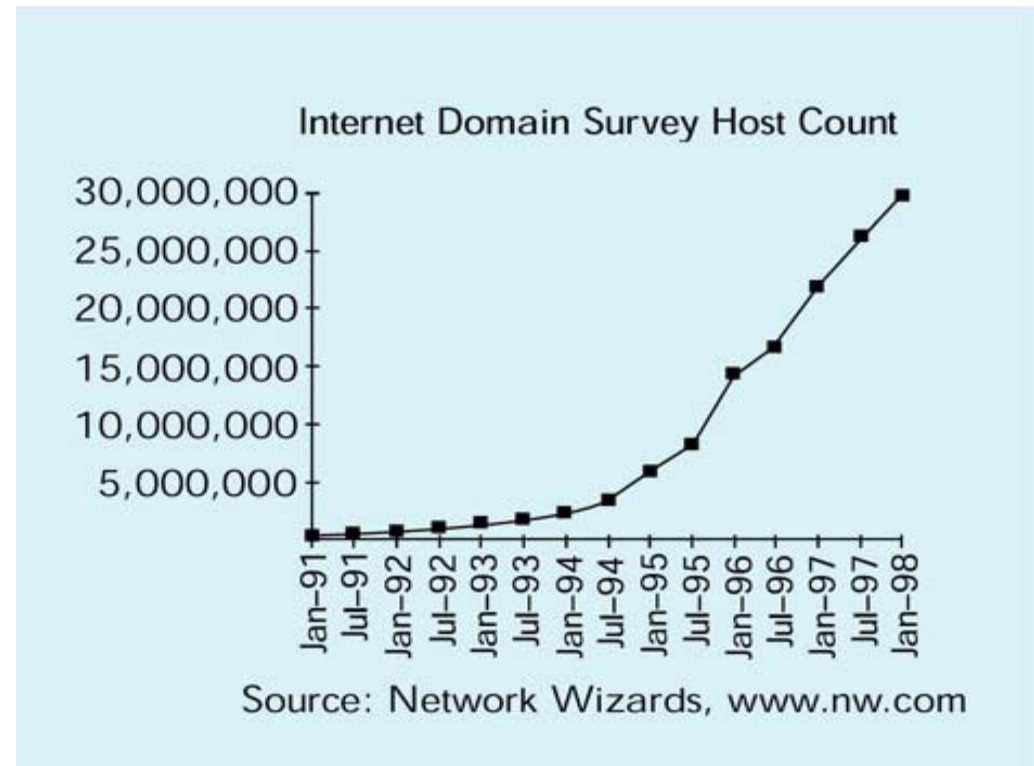
Sviluppo della rete

- **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

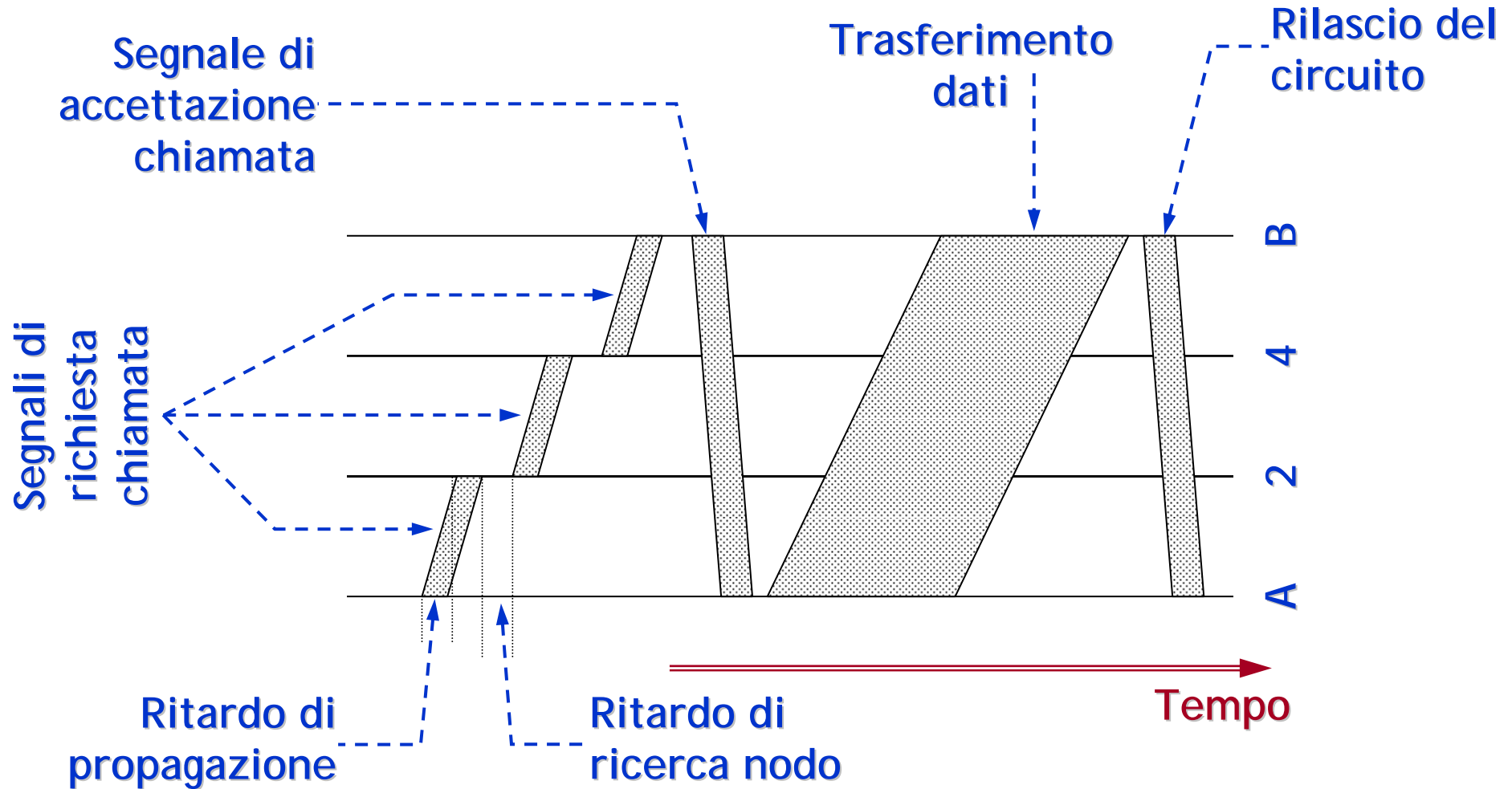


Sviluppo di Internet

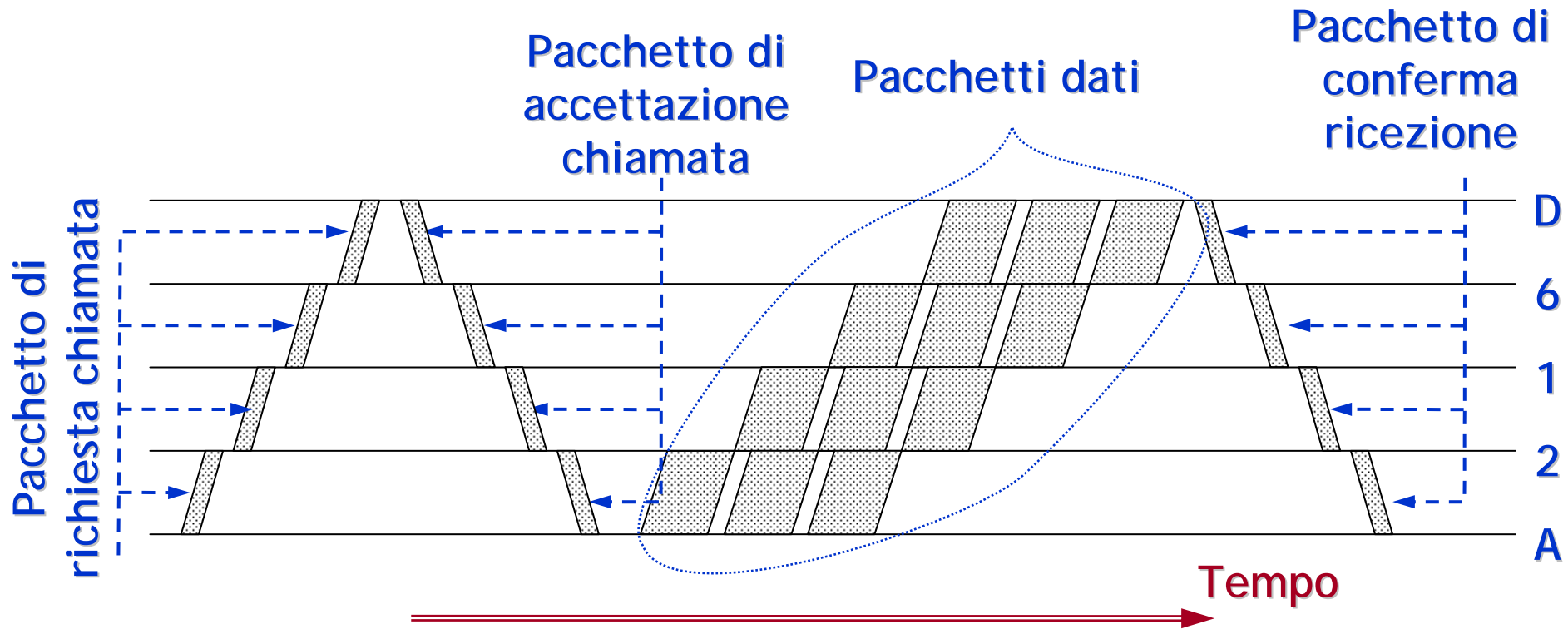
- ARPANET cessa di essere utilizzato verso la fine degli '80
- Nuove dorsali vengono costituite nei vari paesi a supporto delle reti regionali
- I primi domini:
 - Generic domains (US based)
.mil, .gov, .com, .org, .edu, .net
 - Country domains
.it, .ca, .uk, .fr, .au, .jp
- Esplosione esponenziale del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



Commutazione di circuito



Commutazione di pacchetto

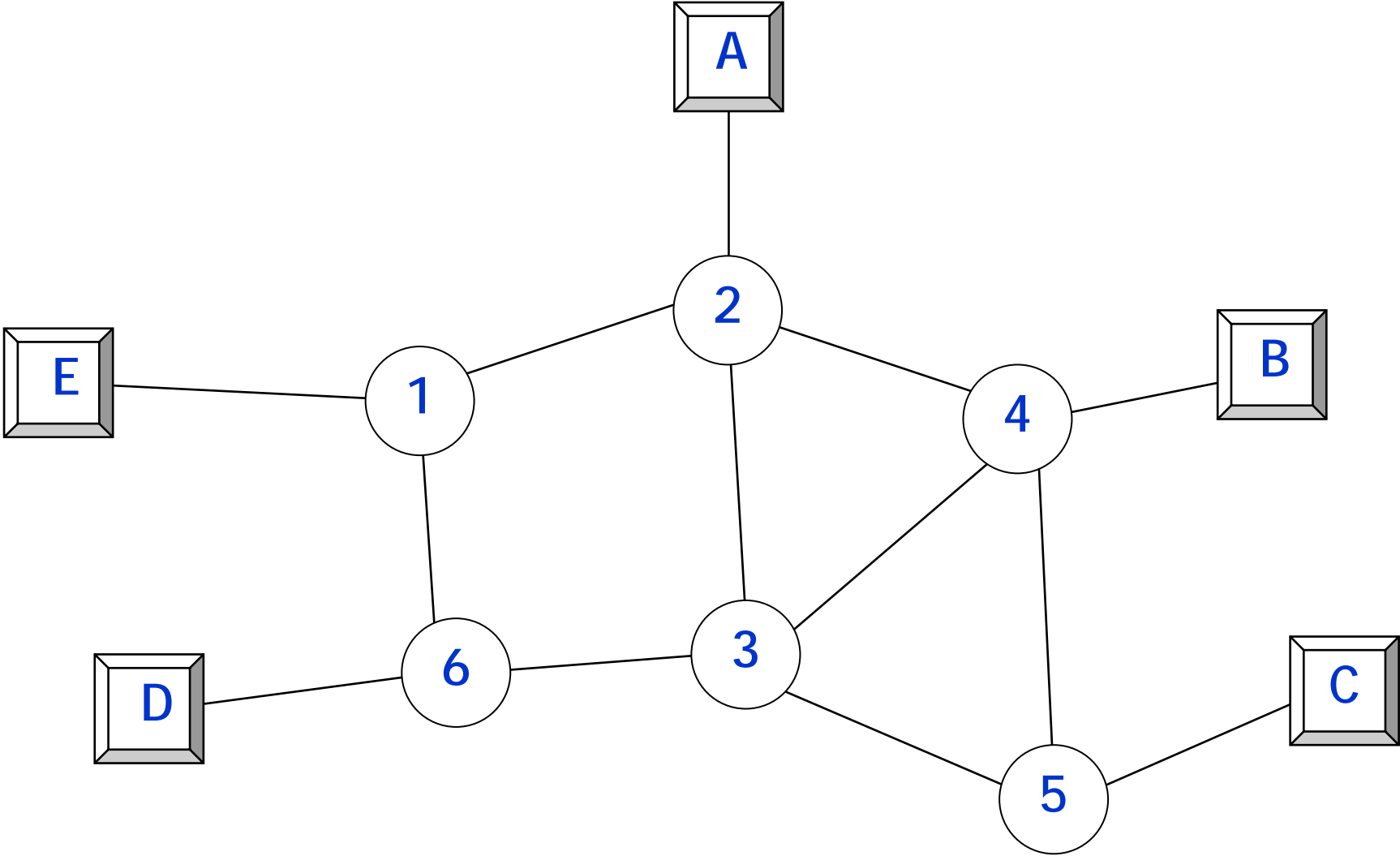


Datagrammi vs. circuiti virtuali

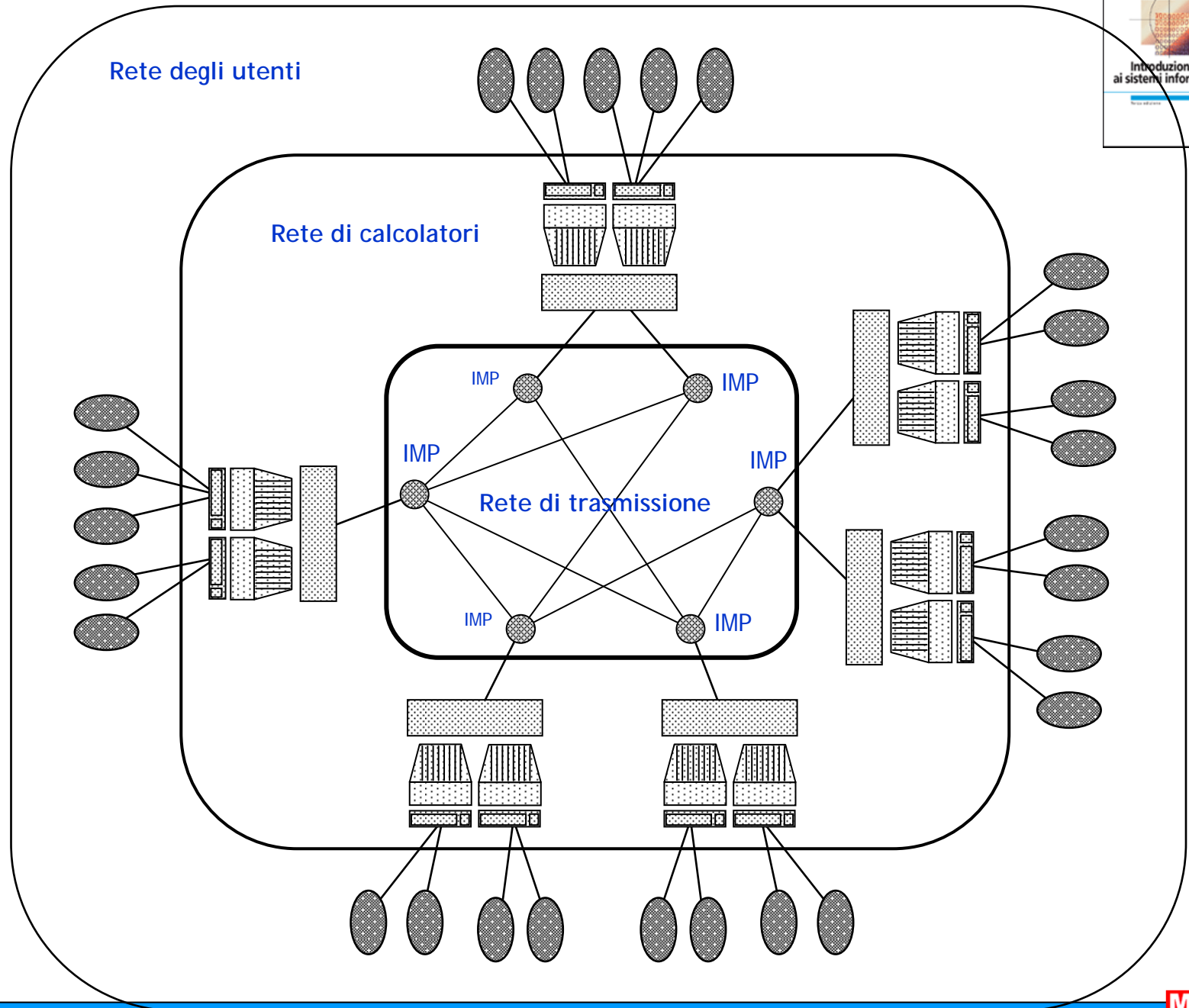
➤ Datagrammi

- i pacchetti vengono trattati in modo indipendente l'uno dall'altro (ogni pacchetto può seguire un cammino differente)
- non è garantito l'ordine di arrivo (il nodo di destinazione ricomporrà il messaggio in base al numero progressivo contenuto all'interno del pacchetto)
- se un pacchetto si perde nella rete il destinatario deve gestirne la richiesta dell'eventuale ritrasmissione.

Rete commutata e instradamento



Reti Geografiche (WAN)





Architettura del SW di rete

I protocolli di comunicazione

- Per comunicare i calcolatori debbono seguire delle le regole: i **protocolli di comunicazione**.
- I protocolli di comunicazione specificano:
 - i formati dei dati,
 - la struttura dei pacchetti (includendo la definizione delle informazioni di controllo)
 - la velocità di trasmissione
 - ...
- Definire tutte queste proprietà tramite un unico protocollo è praticamente impossibile, per questo si definisce un **insieme di protocolli**:
 - ogni protocollo gestisce univocamente una componente ben definita della comunicazione
 - ogni protocollo condivide con gli altri protocolli i dati di cui essi necessitano.

Architettura a livelli di un insieme di protocolli



- La trasmissione dell'informazione avviene simulando la connessione tra i livelli corrispondenti (peer) dei due sistemi che si scambiano blocchi formattati di dati, seguendo le regole stabilite dal protocollo definito per quel livello. Gli elementi chiave di un protocollo sono pertanto:
 - la sintassi da seguire per la formattazione dei blocchi dei dati;
 - la semantica, che riguarda, per esempio, le modalità di controllo della trasmissione e di gestione degli errori;
 - la temporizzazione, ovvero l'adattamento della comunicazione alla velocità di trasmissione e la sequenzializzazione delle attività.
- **Modello ISO-OSI:**
 - International Standard Organization (ISO),
 - Open Systems Interconnect (OSI).
 - Nel modello ISO-OSI, la comunicazione è originata dal livello più alto della stazione che invia il messaggio, passa ai livelli inferiori (sette in tutto), in cui il messaggio viene elaborato e preparato per la trasmissione, fino a giungere al livello fisico, che si occupa dell'effettiva trasmissione verso la stazione di destinazione.

L'architettura del sistema

contenuto della comunicazione

sistema per la gestione della comunicazione

sottosistema C

sottosistema B

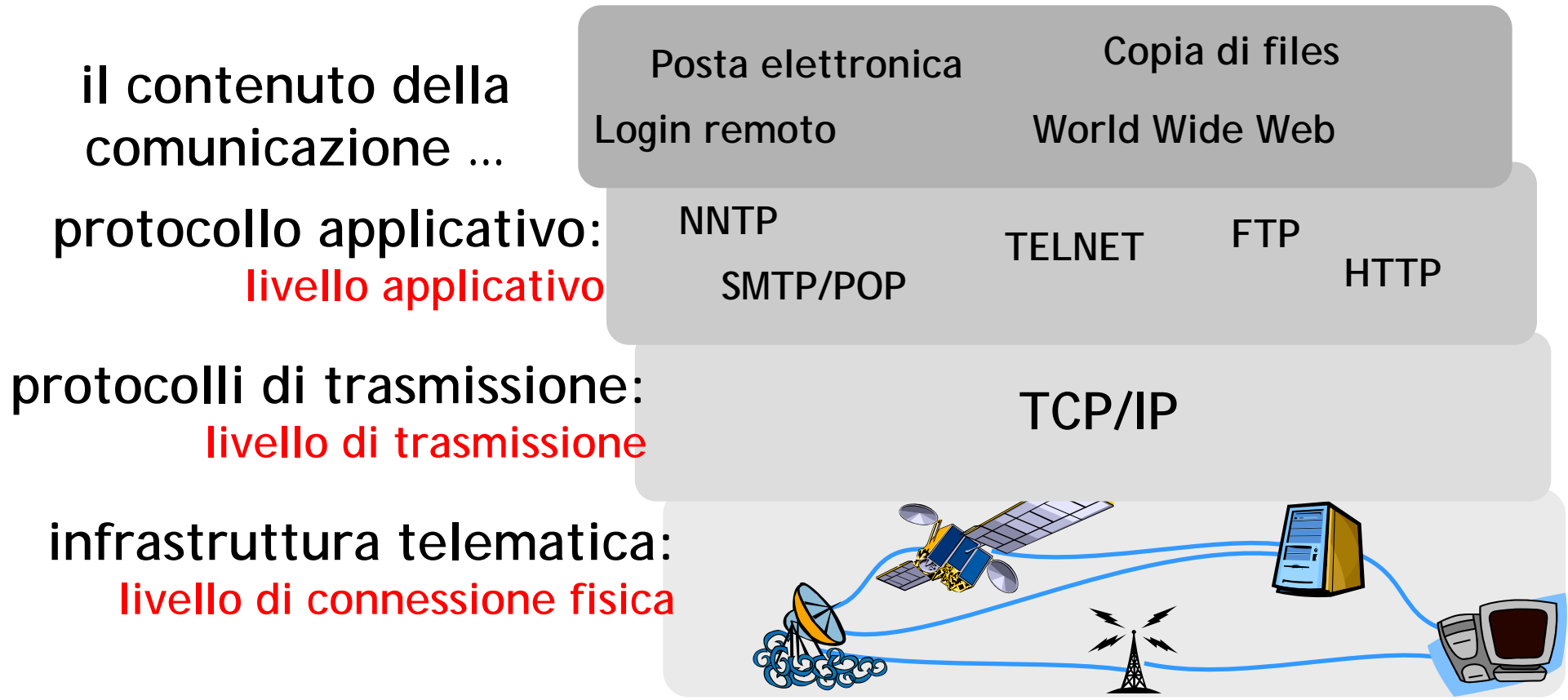
sottosistema A

protocolli applicativi

protocolli di trasmissione

infrastrutture fisiche

La struttura di Internet



TCP/IP



- Modello “Internet” impostato su un’architettura a cinque livelli:
 - livello fisico
 - livello di accesso alla rete
 - livello internet - **IP (Internet Protocol)**
 - livello di trasporto (host to host) - **TCP (Transmission Control Protocol)**
 - livello di applicazione

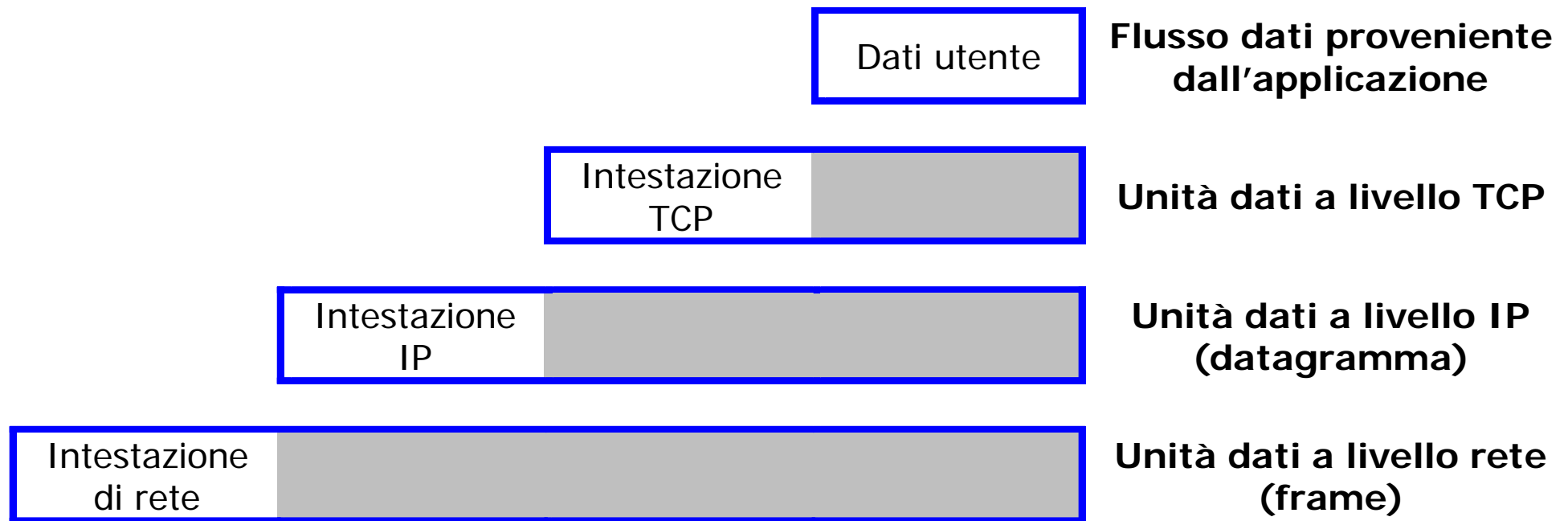
- Il successo di questa architettura si deve alle seguenti ragioni:
 - è stata ed è un’eccellente piattaforma per la realizzazione di applicazioni client-server **affidabili** ed **efficienti** in particolare nell’ambito di reti geografiche;
 - ha permesso da subito di condividere informazioni tra organizzazioni diverse;
 - è stato implementato nella gran parte dei sistemi operativi ed è stato supportato da subito dai produttori di bridge e router.

TCP/IP: indirizzamento

- Schema di indirizzamento generale su due livelli: indirizzo IP + porta TCP
 - **Indirizzo IP**
 - indirizzo associato a ogni calcolatore collegato a una sottorete;
 - si tratta di un indirizzo Internet globale unico, utilizzato da IP per l'instradamento e la consegna dei pacchetti.
 - **Porta TCP**
 - indirizzo unico all'interno dell'host che individua un processo attivo sull'host;
 - utilizzato da TCP per consegnare i dati al processo giusto;
 - TCP aggiunge altre informazioni di controllo/servizio:
 - il numero d'ordine nella sequenza (riordinare i messaggi dopo il loro arrivo a destinazione);
 - codici di controllo della correttezza (*checksum*), che permettono al destinatario di verificare l'assenza di errori;
 - ...

Da un livello all'altro

- Ogni livello attraversato aggiunge un'intestazione (contiene informazioni utili alle funzioni proprie di quel livello):
- TCP (porta TCP, checksum, numero d'ordine, ...)
 - IP (indirizzo host destinazione, indirizzo host mittente, ...)
 - rete (MAC address destinazione, MAC address mittente, ...)
 - ...



Indirizzo IP (versione 4)

- 32 bit (cioè 4 byte) per un totale di 2^{32} possibili indirizzi diversi;
- rappresentato in forma "dotted decimal"
 - successione di quattro numeri (uno per byte), separati da un punto (e.g. 102.54.94.97)
 - ognuno dei quattro numeri della notazione dotted decimal è compreso tra 0 e 255.
- **strutturato in due parti:**
 - una parte che individua la rete fisica a cui la stazione è collegata,
 - l'altra che identifica la singola stazione nell'ambito della rete fisica;
 - esistono tre classi primarie, chiamate A, B e C, ognuna caratterizzata da una diversa suddivisione dei 32 bit:
 - A - un byte (8 bit) per la rete + 3 byte (24 bit) per i calcolatori; inizia per "0";
 - B - 2 byte (16 bit) per la rete + 2 byte (16 bit) per le stazioni; inizia per "10";
 - C - 3 byte (24 bit) per la rete + 1 byte (8 bit) per i calcolatori; inizia per "110".

Affidabilità su TCP/IP

- IP è un protocollo **connectionless** (non orientato alla connessione)
 - frammenta il messaggio in datagrammi;
 - ogni datagramma viene inviato a destinazione lungo percorsi indipendenti;
 - il controllo (*checksum*) consente soltanto la verifica dell'integrità dell'intestazione, ma non dei dati;
 - attenzione:
 - non c'è garanzia che tutti i pezzi arrivino a destinazione né che arrivino "in ordine"
 - la correttezza e l'ordine di ricezione dei dati devono essere assicurati da protocolli di livello più elevato.
- TCP è un protocollo **connection oriented** (orientato alla connessione)
 - garantisce la consegna di un messaggio completo di tutte le sue parti e ordinato correttamente,
 - il controllo consente la valutazione della correttezza sia dell'intestazione TCP che dei dati.
- La combinazione delle due modalità permette di ottenere sia una buona efficienza di trasmissione che una elevata affidabilità:
 - OK per applicazioni **client-server**;
 - KO laddove l'affidabilità non è un requisito essenziale. In questi casi TCP può essere sostituito con altri protocolli (e.g. UDP - User Datagram Protocol).

Tipologie di rete

➤ client-server

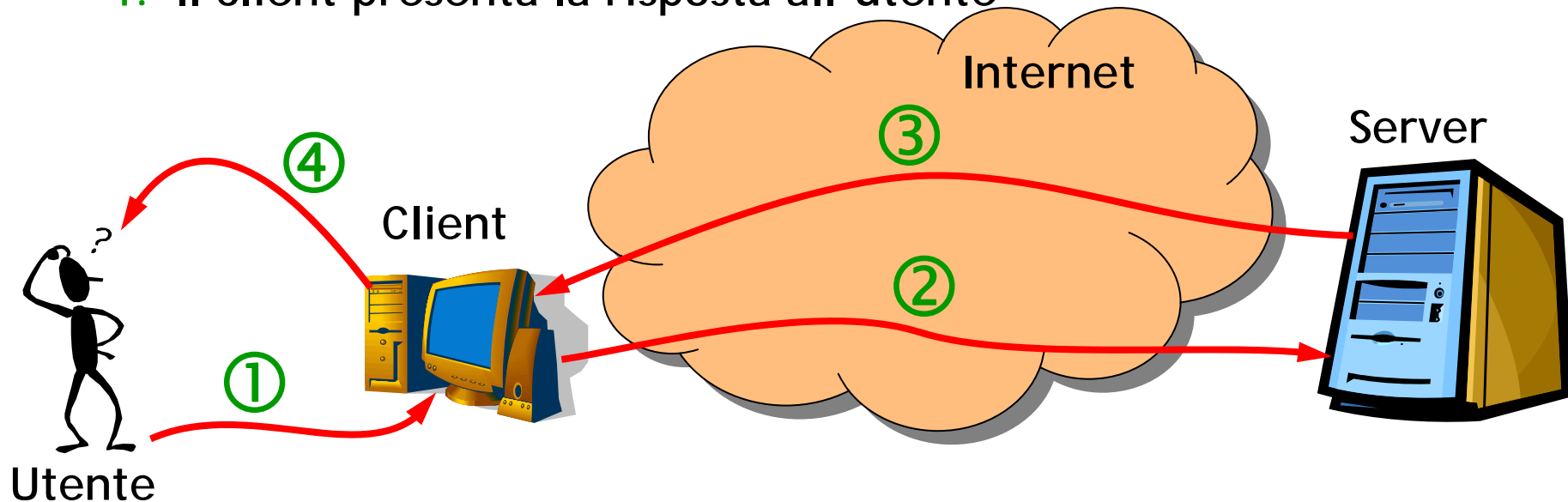
- il server gestisce la condivisione delle risorse e la sicurezza della rete
- le altre stazioni della rete sono dette **client**
- le risorse condivise e rese accessibili ai client sono quelle collegate direttamente al server, per cui la condivisione di dati e programmi richiede che essi siano stati memorizzati su un disco di rete collegato e gestito direttamente dal server.

➤ peer-to-peer

- insieme di stazioni connesse in modo paritetico, in modo tale che non esiste una gerarchia tra stazioni per la gestione e il controllo della rete: ognuna può inviare messaggi e condividere risorse sia hardware che software
- ogni stazione deve gestire il controllo degli accessi alle proprie risorse, definendo cosa condividere e con chi, in modo da proteggersi da eventuali intrusioni.

Il paradigma client-server

1. L'utente usa il client per esprimere le sue richieste
2. Il client si collega al server e trasmette la richiesta
3. Il server risponde al client
4. Il client presenta la risposta all'utente

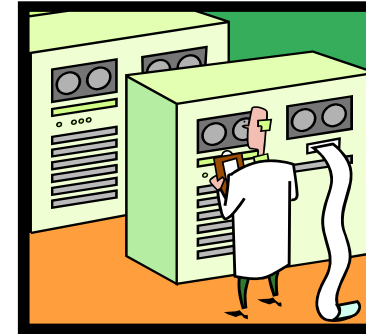


Il client



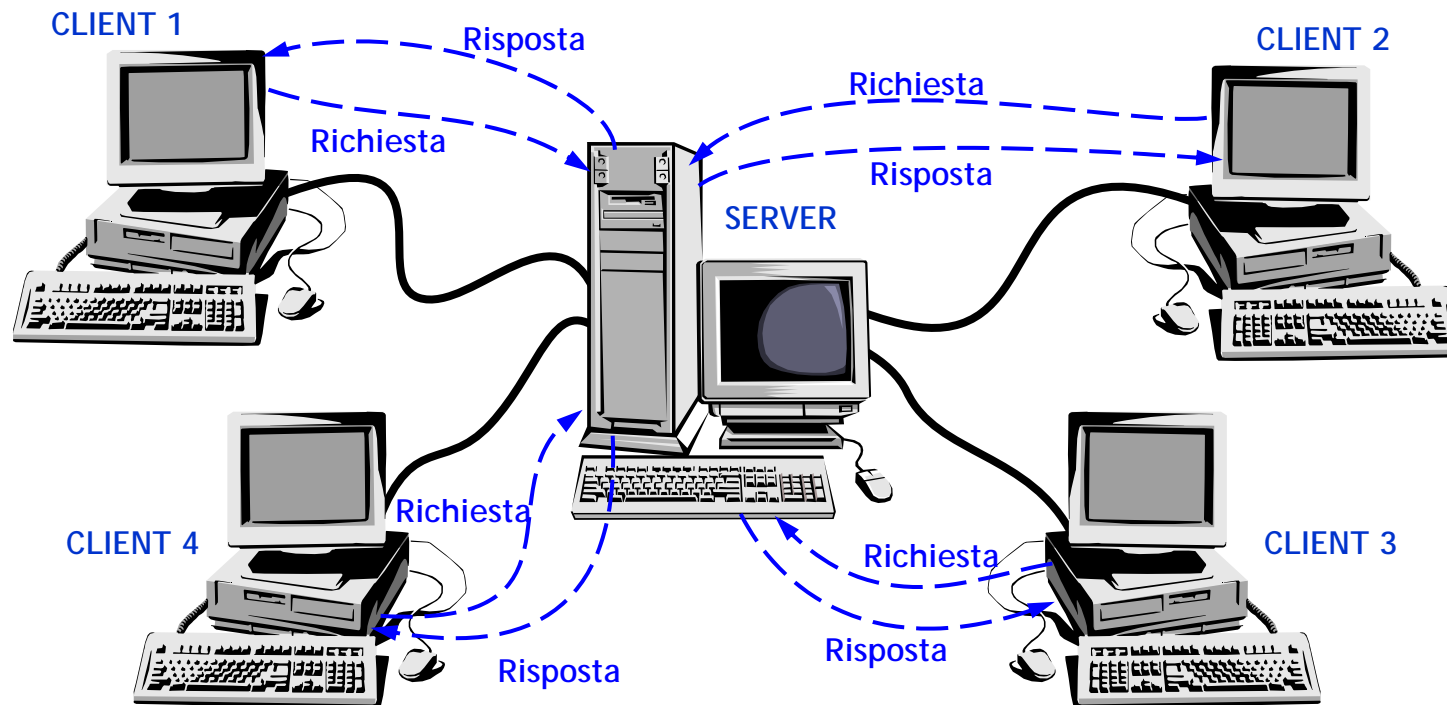
- Si preoccupa di dialogare con l'utente
- Sfrutta tutte le possibilità fornite dal calcolatore su cui viene eseguito (audio, video, ...)
- Fornisce all'utente un'interfaccia intuitiva
- Elabora le richieste dell'utente e le risposte dei server
 - la comunicazione avviene secondo un formato standard (protocollo)

Il server



- Rende disponibili delle risorse
- Accetta richieste e risponde automaticamente
 - non bada alla provenienza della richiesta
 - il processo client può trovarsi in qualsiasi punto della rete
- Si può organizzare un insieme di server in modo che siano collegati tra loro
- Potrebbe essere eseguito dallo stesso calcolatore che esegue il processo client!

Rete client-server



Indirizzi numerici vs indirizzi simbolici

- Gli indirizzi IP sono **machine-oriented**, quindi difficili da utilizzare per un utente "umano";
- è stato definito un sistema per passare da indirizzi numerici (gli **indirizzi IP**) a **nomi** facilmente memorizzabili, il **Domain Name System**;
- **Domain Name System (DNS)**
 - associa a ogni indirizzo IP uno o più indirizzi simbolici,
 - gestisce la conversione tra indirizzi simbolici e indirizzi IP
- organizzato in **maniera gerarchica** (domini, sotto-domini, sotto-sotto-domini, ...) per semplificarne l'utilizzo.



DNS

- Il nome DNS di un calcolatore è costituito da una successione di stringhe alfanumeriche separate da punti (per esempio, `www.unipa.it`)
- ogni stringa identifica un “dominio”:
 - la stringa più a destra rappresenta il dominio di primo livello (detto anche dominio generale)
 - la seconda stringa, sempre proseguendo da destra verso sinistra, indica il dominio di secondo livello
 - Le stringhe successive indicano i domini di terzo livello (sottodomini dei domini di secondo livello), quelli di quarto livello, e così via finché non si arriva a individuare un dominio che comprende il singolo host.

Come si passa da DNS a IP?

- A ogni dominio è associato a un **calcolatore responsabile del dominio**
- Il calcolatore responsabile di un dominio mantiene un **elenco dei calcolatori responsabili dei suoi sottodomini** (e ne conosce i relativi indirizzi IP)
- Per tradurre l'indirizzo DNS di un calcolatore nel suo indirizzo IP si deve **interrogare il responsabile di ciascuno dei domini** (di I, II, ... livello) cui quel calcolatore appartiene:
 - il calcolatore responsabile del dominio di I livello sa dove si trova il calcolatore responsabile del dominio di II livello
 - il calcolatore responsabile del dominio di II livello sa dove si trova il calcolatore responsabile del dominio di III livello
 - ...

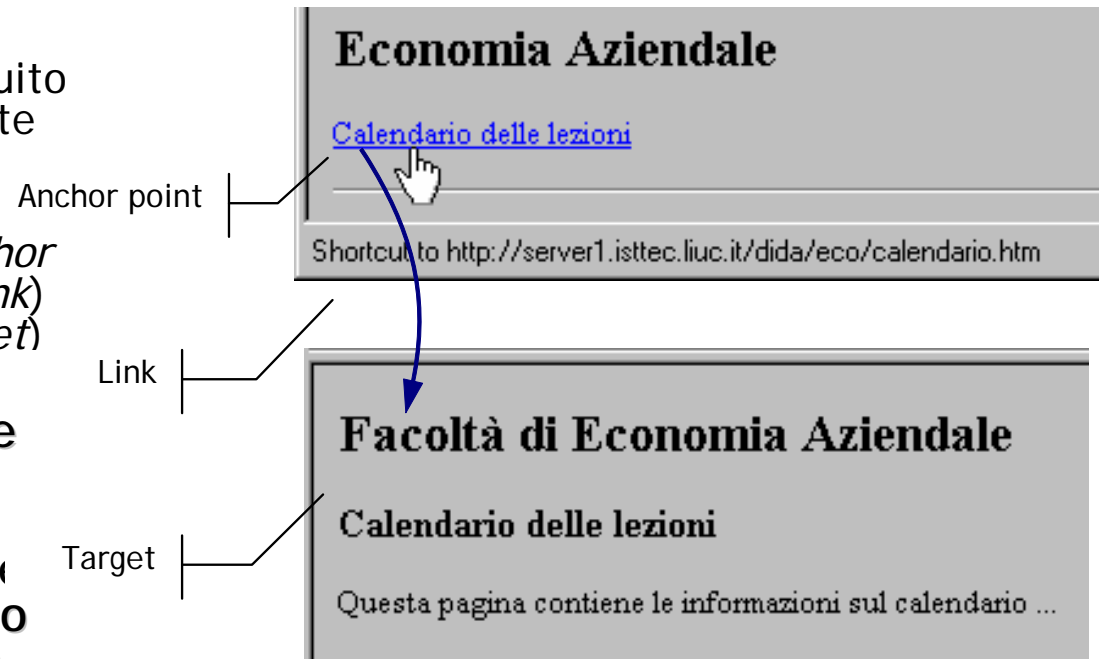
Il Web (www) e il protocollo Http

- WWW o World Wide Web è la applicazione che gestisce l'infrastruttura di rete mondiale
- E' una architettura software per gestire dati distribuiti geograficamente basata sulla nozione di ipertesto (Hypertext)
- Pagine web: ipertesti che possono contenere testo, immagini, suoni, programmi eseguibili
- un utente legge le pagine, e se seleziona un link la pagina viene sostituita con quella richiesta (scaricata dal sito remoto)
- Si appoggia a TCP/IP e quindi è compatibile con ogni tipo di macchina collegata ad Internet

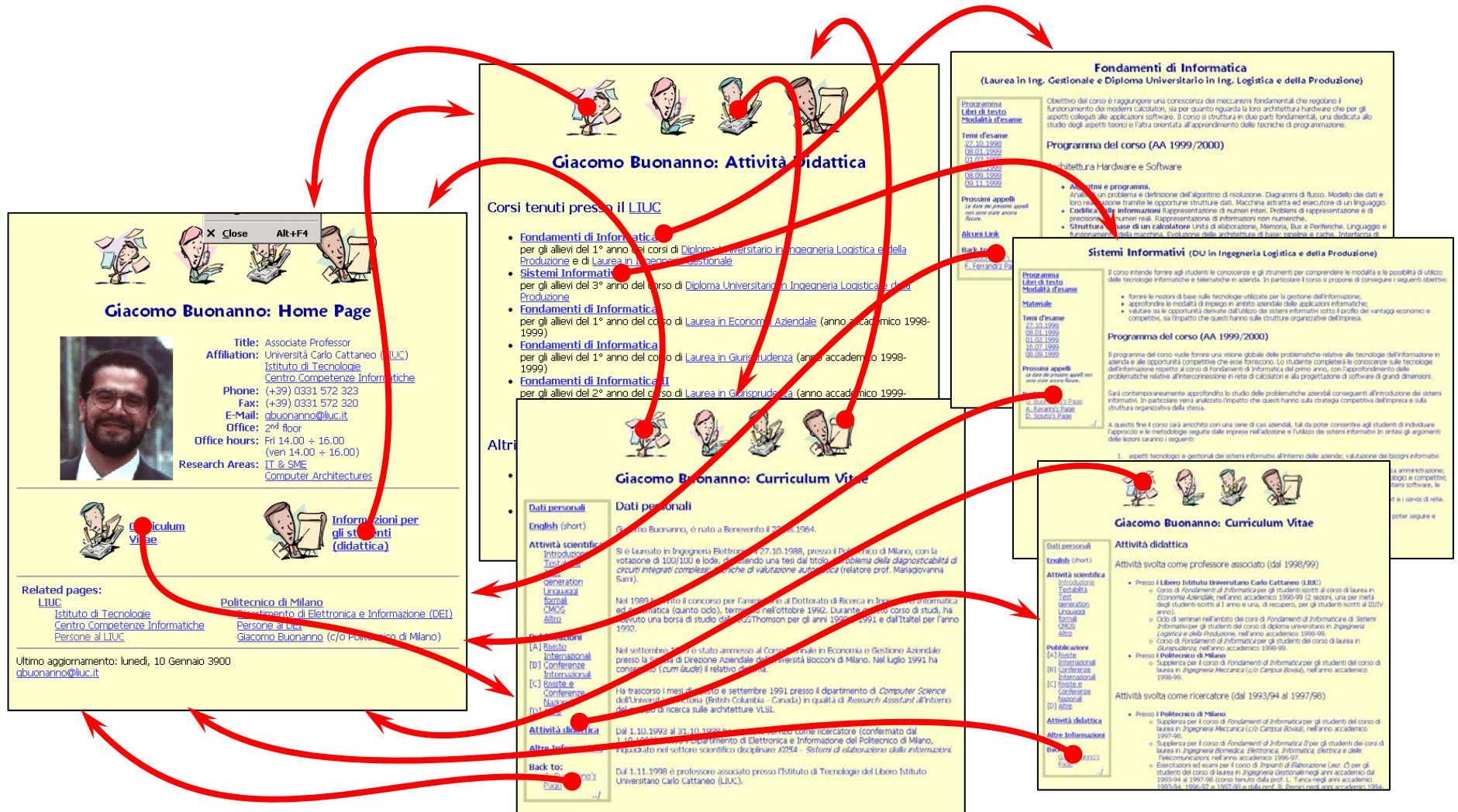


Iper testo

- **Iper testo** è un documento la cui struttura di consultazione non è lineare
 - le parti di cui è logicamente costituito sono organizzate non semplicemente in successione, ma secondo una struttura più complessa;
 - ogni *nodo* può contenere degli *anchor point*, per relazioni (*link* o *hyperlink*) che rimandano ad altre parti (*target*) del documento.
- Se l'iper testo è consultato tramite un calcolatore, gli anchor point presenti nella parte visualizzata sono "aree attive" la cui selezione (*point-and-click*) ha come risultato l'attivazione di un link e quindi la visualizzazione del contenuto della parte relazionata.



Iper testo

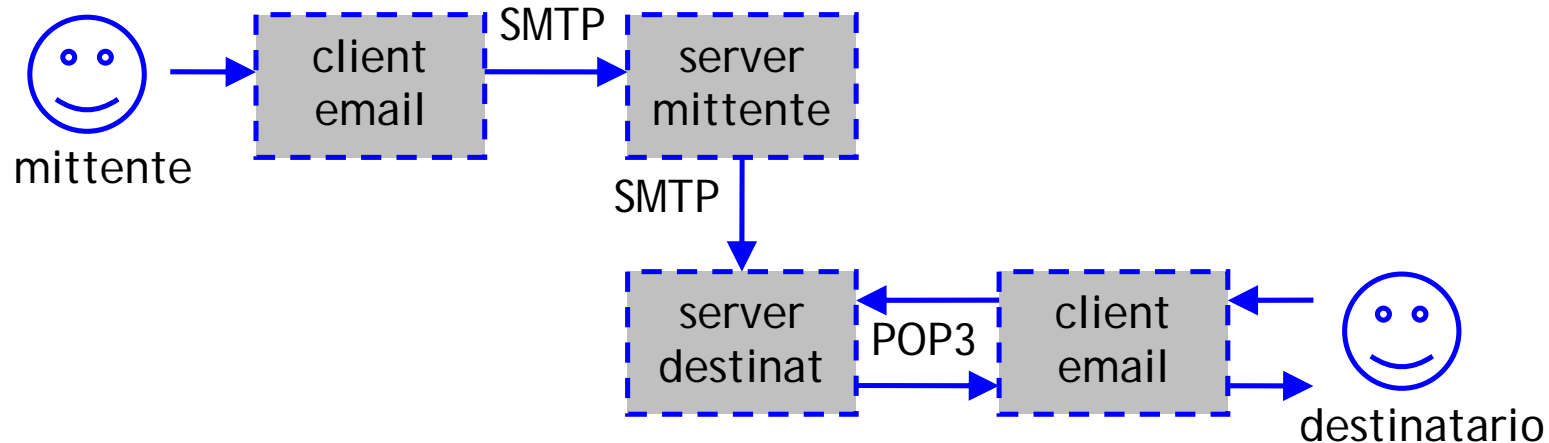


Il Web (www) e il protocollo Http



- Quando l'utente accede ad un sito web, digitando stringhe del tipo '<http://nome.dell.host:porta/risorsa>' nella barra dell'indirizzo del suo browser (Internet Explorer, Firefox, Opera, Safari, o altro), non fa altro che fornire a quest'ultimo dei dati necessari per formulare la richiesta.
- Infatti, '*nome.dell.host*' specifica il nome dell'host cui ci si vuole connettere (rimappato in un indirizzo IP dal DNS), '*porta*' specifica la porta su cui il server è in attesa (se questo parametro è omissso il client utilizzerà la porta 80, porta ben nota del servizio http), e '*/risorsa*' è il pathname della risorsa (ad esempio un file) che si richiede.
- Ricevuta la richiesta, il server Web o server HTTP, provvederà, ove consentito ad inviare al client la risorsa richiesta.
- Tutta la comunicazione tra client e server avverrà utilizzando un ben definito protocollo: l'[HyperText Transfer Protocol \(HTTP\)](#).

Posta elettronica (email)



- il mittente opera con un client (Eudora o Microsoft Outlook) e invia il messaggio al suo server incaricato della spedizione; il protocollo applicativo impiegato in questa fase è *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)*;
- il server del mittente invia il messaggio al server che mantiene la mailbox del destinatario, ancora mediante *SMTP*; il server del destinatario conserva il messaggio nella mailbox;
- il destinatario accede alla sua mailbox e ottiene il messaggio in essa contenuto; i protocolli applicativi impiegati in questa fase sono alternativamente *Post Office Protocol (POP)* oppure *Internet Message Access Protocol (IMAP)*.