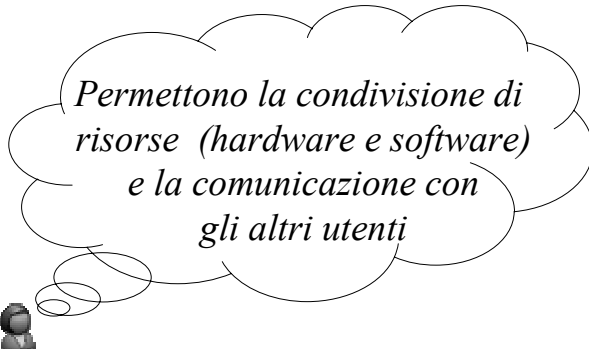


Reti di calcolatori



Permettono la condivisione di risorse (hardware e software) e la comunicazione con gli altri utenti

Reti di calcolatori

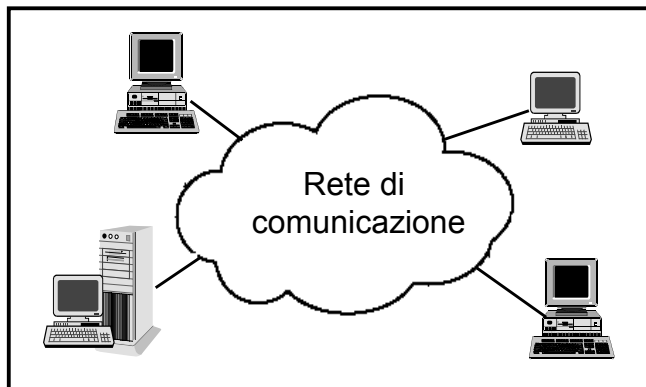
- Anni '70: calcolatori di grandi dimensioni, modello time-sharing, centri di calcolo
- Anni '80: reti di calcolatori indipendenti ma interconnessi
 - **fusione tra calcolatori e comunicazione**

Reti di calcolatori

- A partire dagli anni '90 le reti hanno cominciato a fornire servizi agli individui
 - **accesso a informazioni remote**
WWW, servizi finanziari, e-commerce
 - **comunicazione uomo-a-uomo**
XIX secolo: telefono, XXI secolo: e-mail
 - **intrattenimento interattivo**
video on demand, giochi in rete

Reti di calcolatori

- Per ottenere tutto questo non basta più il singolo elaboratore con il suo sistema operativo ma bisogna introdurre una **rete di calcolatori**



Componenti fondamentali di una rete

- **Nodo**: un nodo (**host**) è un qualsiasi dispositivo hardware del sistema in grado di comunicare con gli altri dispositivi che fanno parte della rete

- **Arco**: i nodi sono collegati mediante archi (**link**)
Formano i canali di comunicazione, ad es. cavi telefonici, fibre ottiche, collegamenti satellitari, ...

- Il tipo di cavo determina la **capacità di trasmissione**

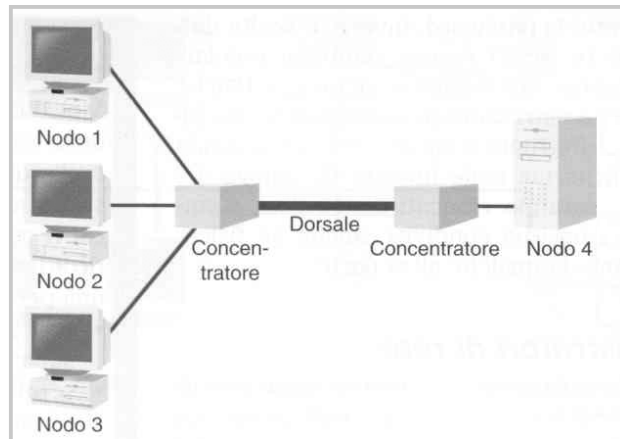
Componenti fondamentali di una rete

- Si parla di **banda** della rete che viene misurata in bit al secondo
 - **Kilobit (Kb)**
 - **Megabit (Mb)**

- **Concentratore (hub)**: dispositivo di connessione che semplifica il collegamento fisico tra i nodi e instrada i segnali

- **Dorsale**: cavo ad alta capacità di trasmissione dei dati

Componenti fondamentali di una rete



Comunicazione nelle reti

- L'uso fondamentale di una rete è quello di consentire la comunicazione tra i nodi
- I nodi si scambiano dei dati sotto forma di **messaggi** codificati in forma digitale
- Ogni messaggio è caratterizzato da un **mittente**, un **destinatario**, un insieme di informazioni che costituiscono il **corpo del messaggio**

Comunicazione nelle reti

- Affinchè questa comunicazione possa avvenire in modo corretto si deve definire un **protocollo di comunicazione**
 - Esattamente come nella vita reale si stabiliscono delle convenzioni per il comportamento tra gli individui, nel caso della comunicazione tra gli elaboratori un **protocollo** definisce quell'**insieme di regole** che il nodo mittente e il nodo destinatario devono seguire per interagire tra loro

Comunicazione nelle reti

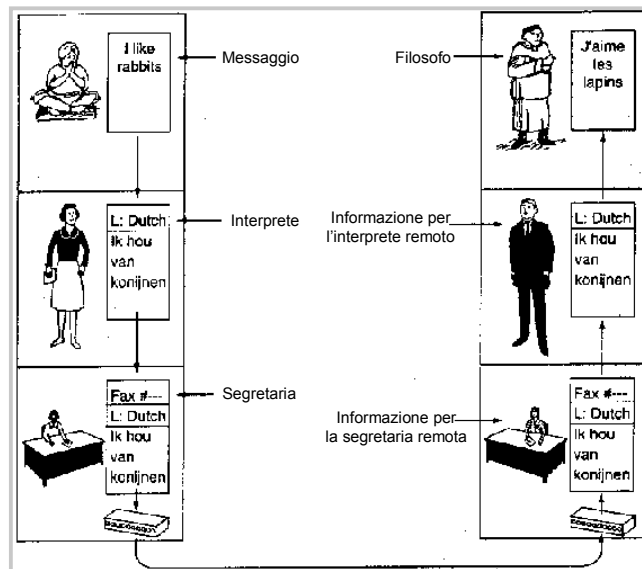
- In generale, un protocollo fornisce delle funzionalità per
 - indirizzamento (addressing)
 - instradamento (routing)
 - gestione di eventuali errori di trasmissione (error detection, error recovery, sequence control)
 - gestione della velocità di comunicazione (flow control)

Come si definisce un protocollo?

- Un protocollo “monolitico” che realizzi tutte le funzionalità necessarie per la comunicazione tra elaboratori in rete è difficile da realizzare
- Inoltre, se cambia qualche componente della rete, si deve modificare l'intero protocollo
- Per ridurre la complessità di progettazione la maggior parte dei protocolli è organizzata come una serie di **livelli**

Il numero dei livelli, il loro nome, le funzionalità differiscono da una rete ad un'altra

Comunicazione multilivello



Comunicazione multilivello

Un filosofo desidera comunicare la sua simpatia per l'oryctolagus cuniculus al suo pari. Per fare questo passa un messaggio (in inglese) al suo interprete. L'interprete si è accordato su un linguaggio neutro, l'olandese, e così traduce il messaggio. La scelta del linguaggio è il protocollo di livello 2.

L'interprete consegna il messaggio ad una segretaria per la trasmissione. La segretaria usa un fax (protocollo di livello 1). Quando il messaggio arriva, esso viene tradotto in francese e passato al secondo filosofo.

Gli interpreti possono passare da una lingua ad un'altra purchè si mettano d'accordo. Questo non cambia l'interfaccia con i livelli adiacenti. Allo stesso modo le segretarie possono passare dal fax alla posta elettronica senza disturbare gli altri livelli.

Comunicazione multilivello: ISO - OSI

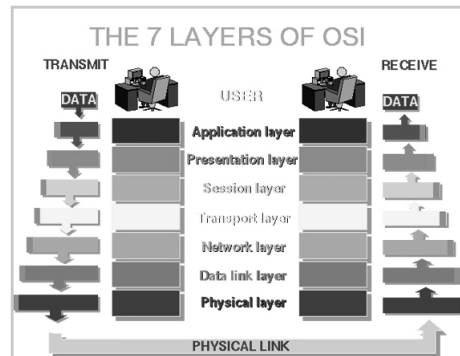
- Modello **teorico** di riferimento per definire le caratteristiche della comunicazione multilivello

7	Application
6	Presentation
5	Session
4	Transport
3	Network
2	Data link
1	Physical

OSI: Open Standard Interconnection

Comunicazione multilivello: ISO - OSI

- Il livello n di un calcolatore comunica (virtualmente) con il livello n di un altro calcolatore



- In realtà nessun dato viene trasferito da un livello n ad un altro ma passa ad un livello sottostante
(ne ripareremo quando vedremo i protocolli su cui si basa la rete Internet)

Comunicazione multilivello: ISO - OSI

- I livelli più bassi sono quelli più vicini all'hardware e definiscono delle regole di basso livello che consentono di "azzerare" le differenze tra le diverse reti fisiche
- Si introduce un livello virtuale uniforme sul quale si basano i livelli successivi che possono essere definiti in modo indipendente dalle reti fisiche sottostanti
- Vi ricorda qualcosa?

Comunicazione multilivello: livelli più bassi

- Il livello **Physical** (fisico) si occupa delle definizioni fisiche della comunicazione (ad esempio, come viene trasferito il segnale sul canale di comunicazione)

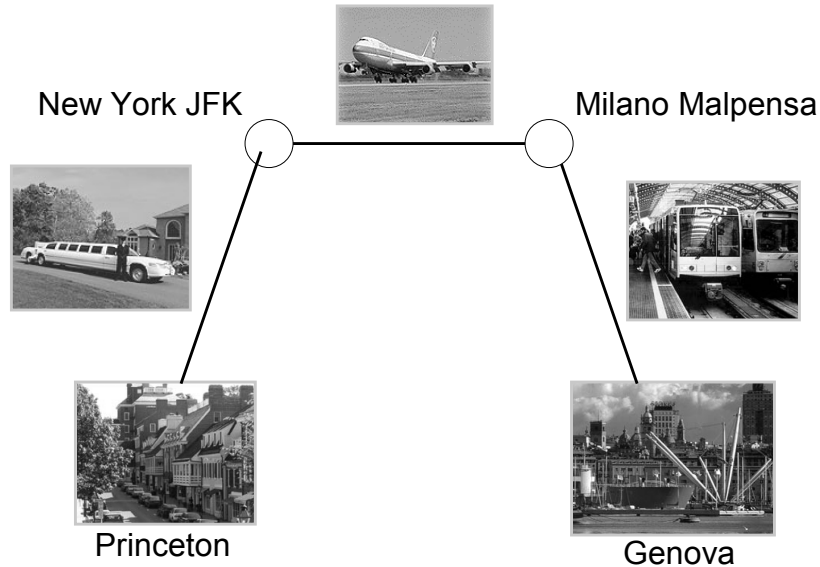
7	Application
6	Presentation
5	Session
4	Transport
3	Network
2	Data link
1	Physical

- Il livello **Data link** (dati) si occupa del trasferimento dei dati su un singolo canale di comunicazione (link)
 - ✓ Definisce il formato dei dati (**frame**) trasferiti sul singolo link
 - ✓ Specifica le azioni che devono essere intraprese quando si spediscono/ricevono frame
 - ✓ Si occupa della gestione degli errori
 - ✓

Comunicazione multilivello: Data link

- Esistono diversi protocolli per il livello Data link, tra cui
 - Ethernet
 - Token ring
 - FDDI (Fiber Distributed Data Interface)
 - PPP (Point-to-Point Protocol)
- Una caratteristica importante di questo livello è che i dati possono essere gestiti da protocolli diversi, a seconda dei link che attraversano

Comunicazione multilivello: Data link



Comunicazione multilivello: Data link

Consideriamo un'analogia con un sistema di trasporto in cui un agente di viaggio pianifica un viaggio per un turista da Genova a Princeton (New Jersey) suggerendo di prendere:

- ✓ un treno da Genova all'aeroporto di Milano Malpensa
- ✓ un aereo da Milano Malpensa all'aeroporto JFK
- ✓ una limousine dall'aeroporto JFK a Princeton

Quando l'agente ha prenotato l'intero viaggio, il trasporto in treno è demandato alla compagnia ferroviaria, il trasporto aereo alla compagnia aerea, il viaggio in limousine alla compagnia automobilistica di Princeton.

Ogni segmento connette due località adiacenti e i tre segmenti, gestiti da compagnie diverse, usano sistemi di trasporto diversi tra loro.

In questa analogia, il turista è il dato (frame), ogni segmento è un canale di comunicazione, il tipo di trasporto è il protocollo a livello Data link

Torniamo alle reti di calcolatori ...

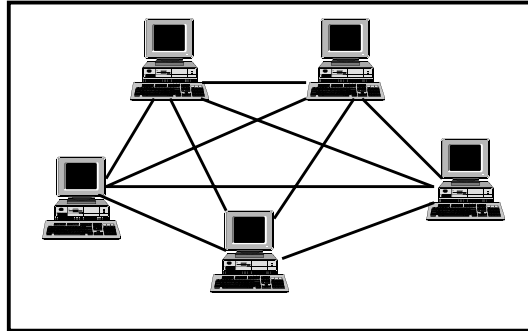
- Non esiste una classificazione univoca delle reti ma due aspetti hanno una particolare importanza
 - tecnologia di trasmissione
 - scala

Tecnologia di trasmissione

- I dispositivi che formano una rete possono essere collegati tra loro in vari modi che determinano l'**architettura** o **topologia** della rete
- La topologia della rete determina la modalità di trasmissione dei dati

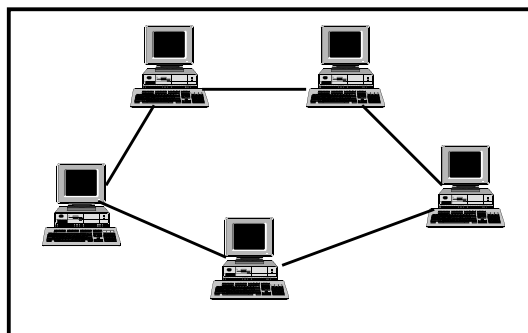
Tecnologia di trasmissione

- **Reti punto a punto (point-to-point)**
 - consistono di molte connessioni individuali tra coppie di elaboratori



Tecnologia di trasmissione

- **Reti ad anello**
 - i nodi sono organizzati secondo una configurazione ad anello e non sono tutti direttamente collegati

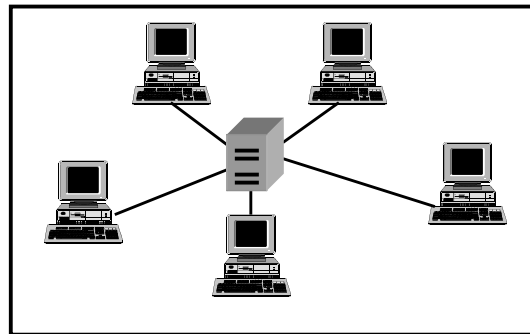


- il segnale emesso da un nodo passa al nodo successivo; se non è indirizzato a quel nodo, viene ritrasmesso al nodo seguente, finché non raggiunge il destinatario

Tecnologia di trasmissione

- **Reti a stella**

- i nodi sono tutti collegati a un nodo centrale detto host

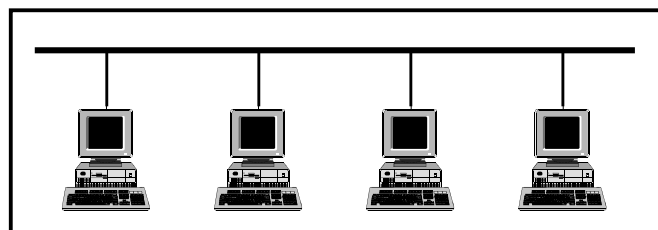


- le comunicazioni tra due nodi non sono dirette ma passano attraverso il nodo host che provvede a smistarle verso il nodo destinazione

Tecnologia di trasmissione

- **Reti lineari (broadcast)**

- hanno un unico canale di comunicazione (dorsale) condiviso da tutte le macchine della rete



- i messaggi inviati da un elaboratore vengono ricevuti da tutti ma solo l'elaboratore destinatario elaborerà il messaggio, gli altri elaboratori lo ignoreranno

Tecnologia di trasmissione: broadcast

La televisione usa una tecnologia di tipo broadcast di tipo one-way mentre i nodi di una rete usano una comunicazione a due vie: un nodo può infatti spedire e ricevere dati.

Un'analogia con questo tipo di comunicazione è quella di una classe in cui docenti e studenti condividono lo stesso mezzo di comunicazione (l'aria). Diventa cruciale decidere chi deve parlare e quando, e gli esseri umani hanno stabilito una serie di regole (un protocollo) per condividere questo canale di comunicazione condiviso

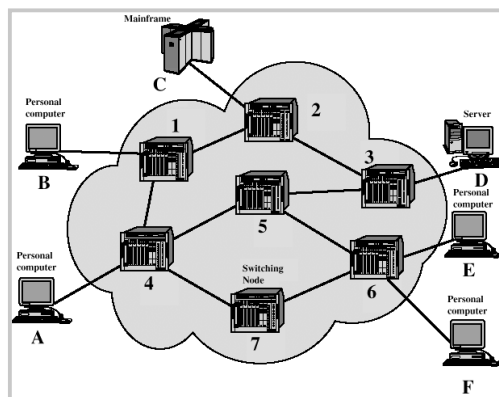
- ✓ Si deve dare a ciascuno l'opportunità di parlare
- ✓ Non si deve parlare fino a quando non si è interrogati
- ✓ Non si deve monopolizzare la comunicazione
- ✓ Si deve alzare la mano quando si ha una domanda
- ✓ Non si deve interrompere chi sta parlando
- ✓ Non ci si deve addormentare quando qualcun altro sta parlando
- ✓ ...

Anche le reti di calcolatori hanno dei protocolli, detti **multiple access protocol**, con i quali i nodi regolano le loro trasmissioni sul canale di broadcast

Tecnologia di trasmissione

▪ Reti commutate

- poiché è impossibile collegare fisicamente tutte le macchine, si utilizza una infrastruttura condivisa



- ... ne ripareremo ...

Scala

- Un criterio alternativo per classificare le reti è legato alla loro scala, che si determina in base alla dimensione dei processori e alla loro **distanza**

0.1 m	circuito	
1 m	sistema	multicomputer
10 m	stanza	Rete locale LAN
100 m	edificio	LAN
1 km	università	LAN
10 km	città	Rete metropolitana MAN
100 km	nazione	Rete geografica WAN
1000 km	continente	Internet
10000 km	pianeta	Internet

LAN – Local Area Network

- Reti private per la condivisione di risorse all'interno di un edificio o in edifici vicini
 - elaboratori
 - stampanti
 - dati
- Sono generalmente di dimensioni ridotte
- Si possono distinguere a seconda della **topologia** (punto-a-punto, ad anello, a stella, lineare)

LAN – Scheda di rete

- Per collegare un computer ad una rete locale si usa una **scheda di rete** che permette di
 - instaurare la connessione fisica
 - convertire i dati da trasmettere nel formato opportuno

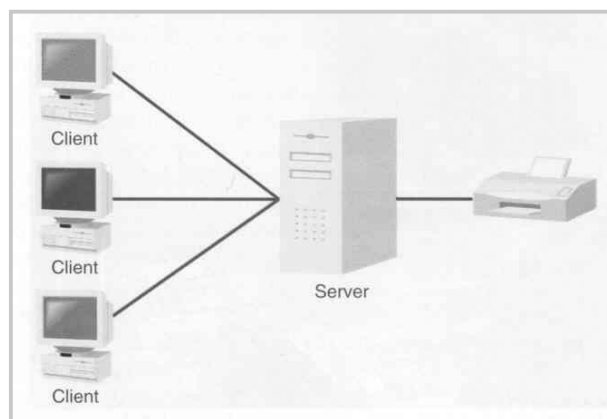
LAN – Scheda di rete

- Ogni scheda di rete ha un indirizzo univoco detto anche
 - indirizzo fisico o indirizzo di LAN o indirizzo MAC (media access control)
- Nella maggior parte delle LAN questo indirizzo è formato da 6 byte (48 bit)
- Ci sono quindi 2^{48} indirizzi fisici possibili
 - Sono indirizzi **permanenti**, scritti nella memoria ROM della scheda di rete
 - Possono essere considerati come il codice fiscale associato ad una persona, in contrasto con il suo indirizzo di casa (che si avvicina all'indirizzo IP ...)

LAN – Client / Server

- Gli elaboratori in una LAN possono avere ruoli diversi
- **Server:** elaboratore che può essere condiviso dagli altri computer collegati in rete
 - server gestore dei dati (**file server**)
 - server di stampa (**printer server**)
 - **server di comunicazione:** permette l'accesso ad altre reti locali o ad Internet
- **Client:** elaboratore che usa delle risorse condivise, messe a disposizione dal server

LAN – Client / Server



LAN – Client / Server

I concetti di client e server sono legati al software per la gestione e per l'uso dei servizi anche se si parla di elaboratore server (o client) riferendosi a quello su cui "girano" i programmi software per la gestione e l'uso dei servizi stessi

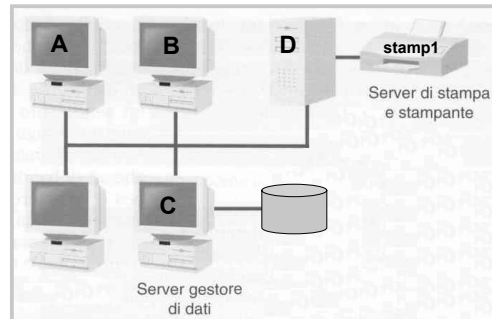


LAN – Sistema operativo di rete (o distribuito)

- In una LAN si vogliono condividere delle risorse
- Il sistema operativo (locale) non è in grado di gestire le risorse che non appartengono all'elaboratore e si introduce un nuovo livello nella "struttura a cipolla": il **sistema operativo di rete**

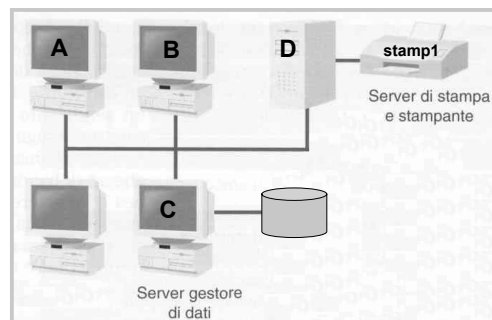


LAN – Sistema operativo di rete



- È necessario associare un **nome logico** agli elaboratori e alle risorse che sia **indipendente** dalla loro **localizzazione fisica nella rete**
 - In laboratorio SW1, ad ogni calcolatore è associato un nome logico (univoco)

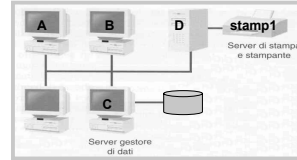
LAN – Sistema operativo di rete



- Per fare riferimento alla stampante si userà sempre il suo nome logico (`stamp1`) e sarà il sistema operativo di rete a localizzarla
 - Esempio: supponiamo che l'utente sulla macchina C voglia stampare un file di nome `file1.c`

LAN – Sistema operativo di rete

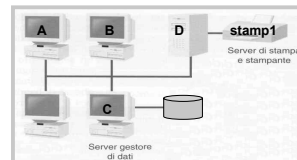
```
>lpr -Pstamp1 file1.c
```



- Il sistema operativo locale di C analizza il comando e si accorge che la stampante `stamp1` non è locale alla macchina
- Quindi la richiesta viene passata al sistema operativo di rete di C che si occupa di individuare il server della stampante, sfruttando la funzione di **naming**
- Viene rilevato che D è il server della stampante

LAN – Sistema operativo di rete

```
>lpr -Pstamp1 file1.c
```



- Il software di rete di C invia un messaggio al software di rete di D chiedendo la stampa del file `file1.c` sulla stampante `stamp1`
- Il sistema di rete di D riceve la richiesta e la passa al sistema operativo locale per la sua gestione, **senza che gli utenti che stanno lavorando su C e su D se ne accorgano**

Naming – Localizzazione dei nomi

- Ogni nodo nella rete ha **un** nome logico
- Ogni nodo ha anche **un** indirizzo fisico
- Il nome logico viene usato dagli utenti, l'indirizzo fisico viene usato dal software di rete
- Esiste una **corrispondenza univoca** tra i nomi logici e gli indirizzi fisici, la funzione di naming si occupa di trovare questa corrispondenza

LAN – Ethernet

- **Ethernet** è il tipo di rete locale più diffuso
- Sviluppata dalla Xerox negli anni '70 (1976)
- Qualsiasi computer di qualsiasi tipo prevede la possibilità di usare una **scheda Ethernet** per connettersi alla rete locale
- Usa prevalentemente la topologia a stella o quella lineare
- Velocità di trasmissione: 10, 100, 1000 Mb/sec.

LAN – Modalità di accesso CSMA/CD

- Quando un computer vuole comunicare, verifica che il canale sia libero e invia il messaggio in broadcast
- Se invece si accorge che un altro computer sta trasmettendo, aspetta
- Se si verifica un **conflitto** (due o più computer hanno inviato i loro messaggi contemporaneamente) i computer coinvolti si fermano, aspettano per un tempo T casuale, e poi riprovano la trasmissione

CSMA/CD Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection

Scala

0.1 m	circuito	
1 m	sistema	multicomputer
10 m	stanza	Rete locale LAN
100 m	edificio	LAN
1 km	università	LAN
10 km	città	Rete metropolitana MAN
100 km	nazione	Rete geografica WAN
1000 km	continente	Internet
10000 km	pianeta	Internet

MAN – Metropolitan Area Network

- Una rete metropolitana è sostanzialmente una versione ingrandita di una LAN
- Può coprire un gruppo di uffici, aziende diverse, una città
- Può essere pubblica o privata

WAN – Wide Area Network

- Una rete WAN copre una grande area geografica
 - ad esempio, la rete GARR collega tutte le Università italiane
- Nella maggior parte delle reti WAN la sottorete di comunicazione è formata da
 - linee di trasmissione (che spostano i dati fra i vari nodi)
 - elementi di commutazione (**router**), calcolatori specializzati usati per collegare due o più linee di trasmissione

Reti senza filo (wireless)

- Permettono di realizzare l'ufficio portatile

- Sono utili per esempio
 - per gruppi di autocarri, taxi, autobus
 - soccorsi in caso di eventi disastrosi

- Servono per i telefoni cellulari

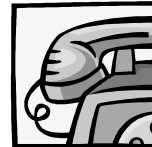
Osservazione: le tecnologie attuali permettono anche di creare LAN senza filo (ad es. Bluetooth)

Trasmissione digitale o analogica

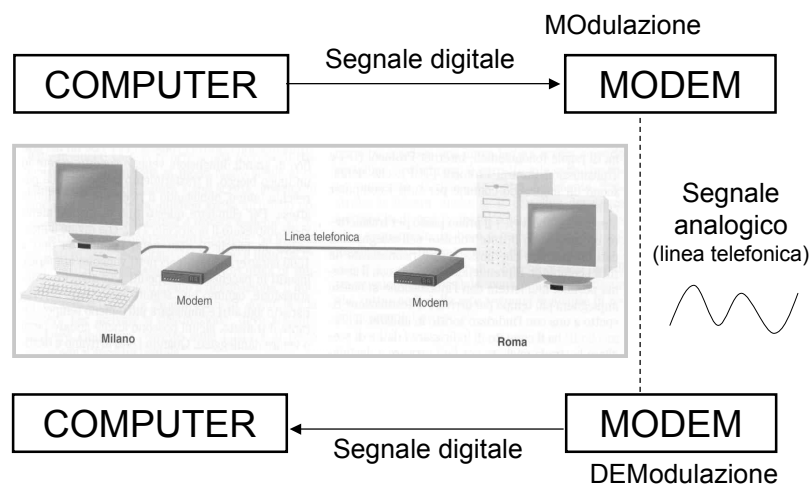
- Nelle reti locali, la comunicazione tra due computer passa di solito su **cavi dedicati**, installati esplicitamente per la rete, e adatti per la trasmissione digitale delle informazioni
 - Semplificando un po' su questi cavi si ha una variazione del livello di tensione fra due valori, che corrisponde alla trasmissione di bit di valore 0 oppure 1

Trasmissione digitale o analogica

- Per le comunicazioni su lunga distanza, si cerca di sfruttare le **reti di comunicazione esistenti**, come ad esempio la **rete telefonica**
- La rete telefonica è adatta a comunicare la voce, cioè un **segnale analogico** che varia in maniera continua in una banda di frequenze
- Sono necessari dei **dispositivi** per poter usare la rete telefonica come mezzo di comunicazione tra computer



Il modem



Il modem

- I modem attuali hanno velocità di trasmissione di 14.400, 28.800, 38.400, 56.600 bit/sec. Ossia una velocità massima di non più di 6 KByte/sec.
- Se due computer comunicano tramite un modem, la velocità di comunicazione è sempre quella del modem più lento
- Il modem è usato soprattutto per le comunicazioni **private** (ad esempio un utente che si collega ad Internet tramite il suo provider)

Il modem

*Il modem può essere esterno
(deve essere collegato alla porta
seriale del calcolatore)
oppure interno
(alloggiato in un apposito
slot di espansione)*

