



Università
degli Studi di Palermo

Corso di Laurea
Ingegneria Gestionale

Lezione 4

Il Computer

Concetti di base

Sistemi Informativi Aziendali
a.a. 2008/2009

Cos'è un computer?

A prescindere dalle dimensioni e dal luogo in cui si trova,
può essere definito come un *elaboratore elettronico digitale*

- elaboratore
- elettronico
- digitale

in grado di immagazzinare ed elaborare dati in base ad una serie di istruzioni (il *programma*)

evidentemente utilizza componenti elettronici.. :-)

elabora informazioni convertendole in segnali digitali basati sul sistema binario



Computer: tipologie

- supercomputer
- mainframe
- minicomputer
- personal computer
- network computer
- terminali

Maggiore potenza di calcolo

Calcolo parallelo





Computer: tipologie

- supercomputer
- mainframe
- minicomputer
- personal computer
- network computer
- terminali

*funzioni centralizzate di
elaborazione dati*

dimensioni notevoli





Computer: tipologie

- supercomputer
- mainframe
- minicomputer
- personal computer
- network computer
- terminali

meno potenti dei mainframe
dimensioni variabili



Computer: tipologie

- supercomputer
- mainframe
- minicomputer
- personal computer
- network computer
- terminali

Utilizzo individuale:

- *desktop* (da scrivania)
- *workstation* (professionale)
- *notebook* (portatile)
- *tascabili, palmari*

*(dimensioni ridotte,
funzioni ridotte)*





Computer: tipologie

- supercomputer
- mainframe
- minicomputer
- personal computer
- network computer
- terminali



Terminali con capacità di calcolo e spesso anche di immagazzinamento dati



Computer: tipologie

- supercomputer
- mainframe
- minicomputer
- personal computer
- network computer
- terminali



Terminali “stupidi”, nessuna potenza di calcolo, sfruttano quella di un server cui si collegano



Hardware: esempi di case



PowerMac G4

La **facilità di accesso** alla parte interna può variare molto. Nei PowerMac è sufficiente manovrare una leva

Il case (o cabinet) è il **contenitore**, l'involucro in cui vengono montati la scheda madre, i dischi e le varie schede di cui è composto un personal computer



Silicon Graphics O2

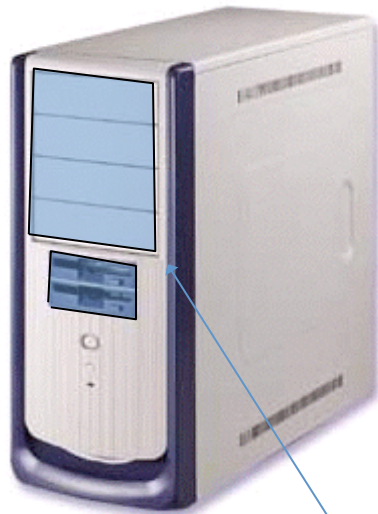
La forma del case può essere dettata, oltre che da motivi pratici, anche da considerazioni **estetiche**. Il parallelepipedo grigio non è d'obbligo!



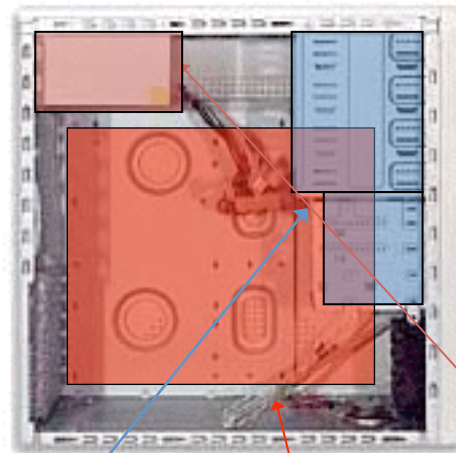
Case generico per Pc



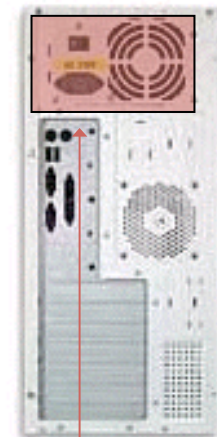
Hardware: un case smontato



Parte anteriore



Vista laterale



Parte posteriore

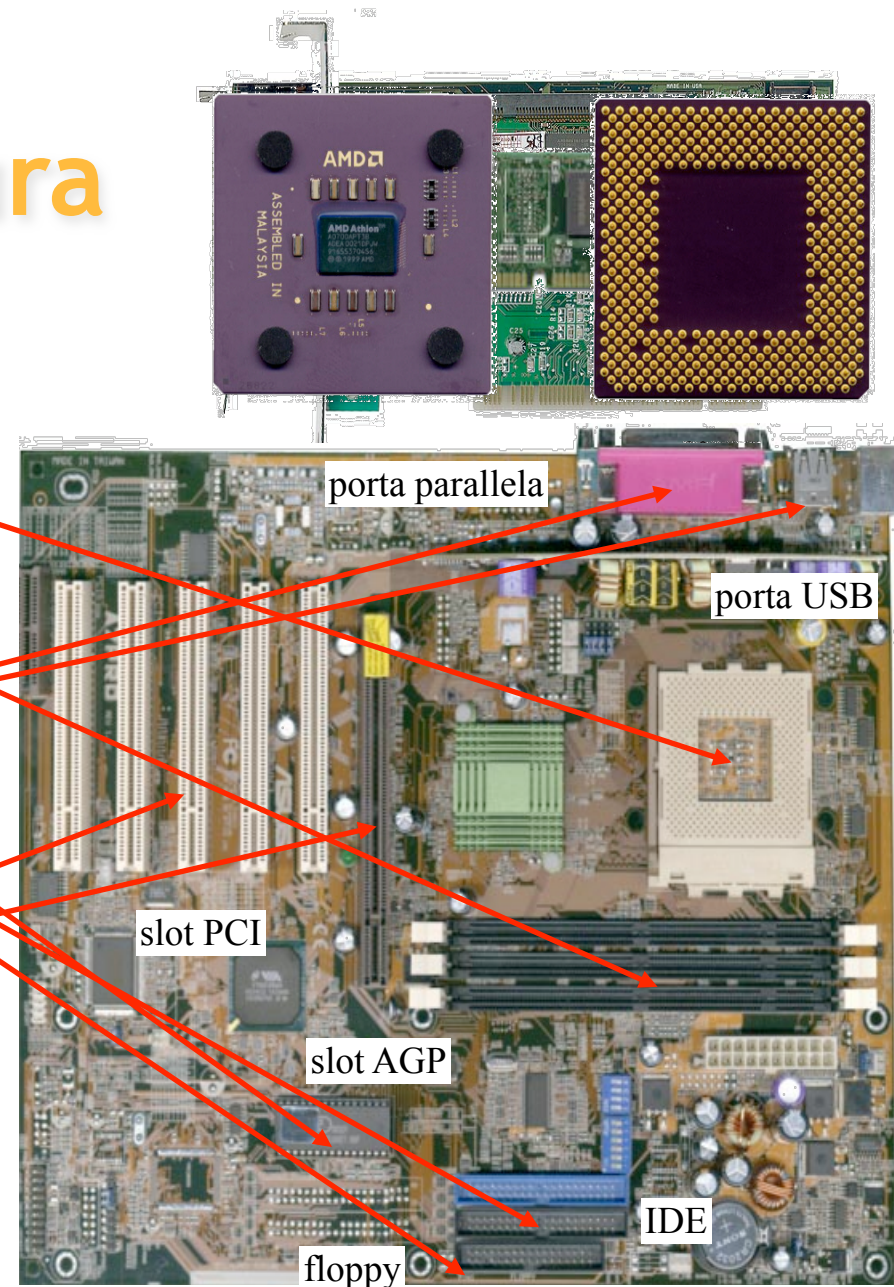
Alloggiamenti dischi

Scheda madre

Alimentazione

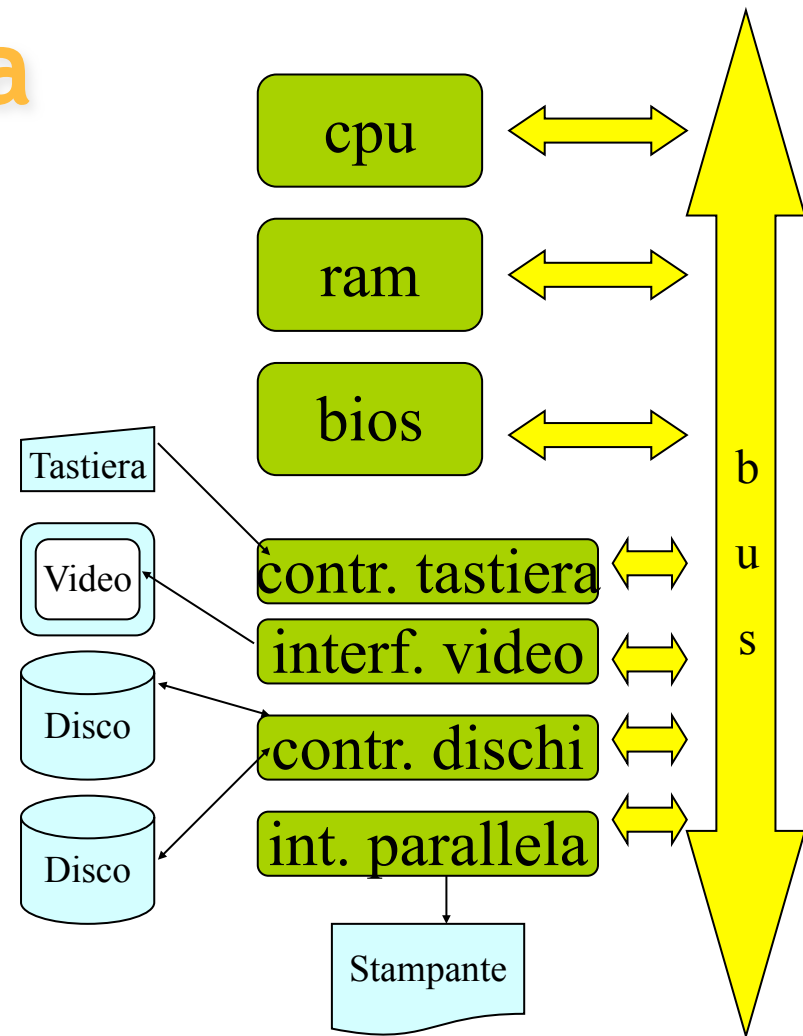
Hardware: struttura

- CPU
- RAM
- BIOS
- Controller integrati
- SLOT per controller aggiuntivi



Struttura logica

- **CPU o processore**
esegue i programmi da BIOS o RAM
- **RAM o memoria**
contiene dati e i programmi da eseguire
- **BIOS o rom**
contiene i programmi di avvio
- **Interfacce o controller I/O**
circuiti che controllano le periferiche
(possono essere integrati nella mother-board o schede da aggiungere negli slot)



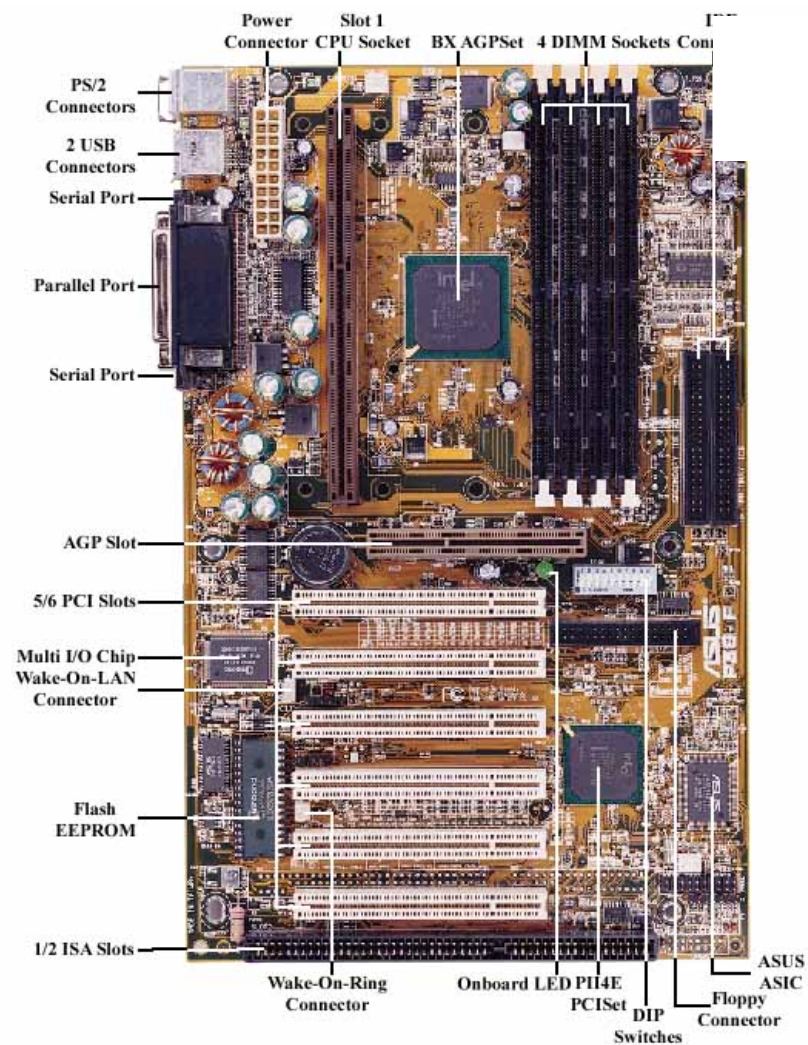


La scheda madre (1/2)

La **motherboard** è probabilmente il componente più importante di un computer; svolge funzioni di integrazione e comunicazione tra tutti gli altri.

- **organizzazione** (forma e design)
- **supporto per il processore**
- **supporto per le periferiche** (numero e tipo di alloggiamenti)
- **prestazioni** (indirettamente e direttamente, attraverso il chipset)
- **possibilità di aggiornamenti/espansioni**

La scheda madre (2/2)



Il clock

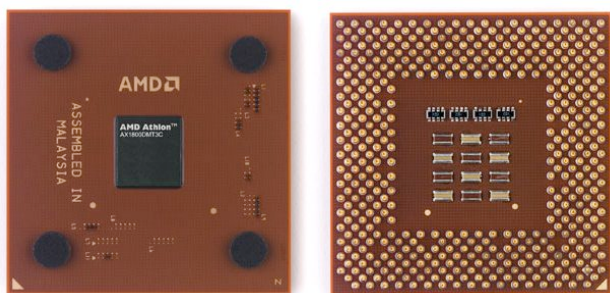
Componenti diversi del computer sono sincronizzati in base a clock **diversi**.

Sulla scheda madre esiste un circuito che genera il **clock principale**; un “tick” di questo clock rappresenta la più piccola unità di tempo durante la quale può venire eseguita un’elaborazione di qualche tipo.

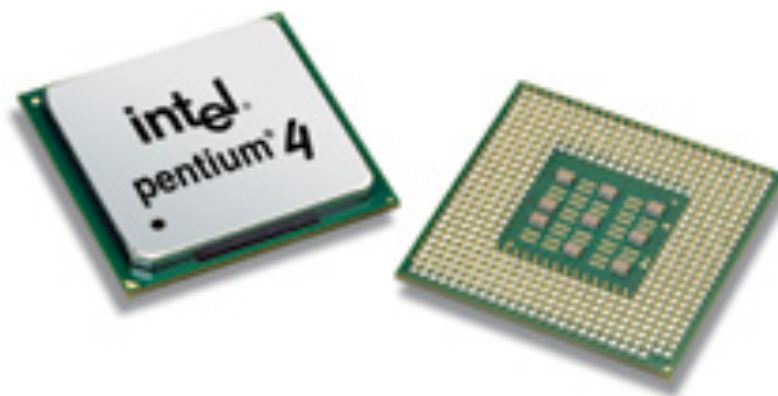
Il “clock” principale è usato come base da altri circuiti che ne generano **multipli** o **sottomultipli**, per regolare le operazioni di dispositivi più veloci o più lenti.

Il processore

Il processore è il chip singolo più importante. La velocità a cui opera è, di solito, diverse volte il clock di base generato dalla motherboard. Tale velocità si misura in Megahertz (milioni di cicli) per secondo.

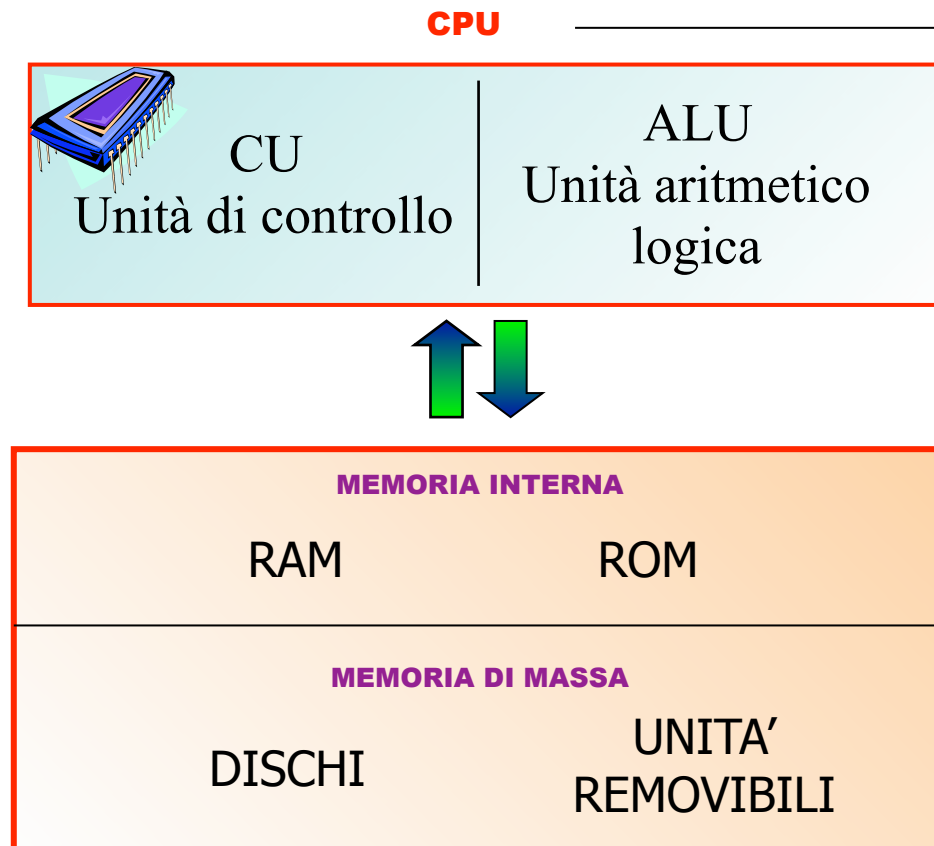


AMD Athlon XP



Intel Pentium 4

La CPU (1/2)





La CPU (2/2)

- L'unità centrale di elaborazione (Central Processing Unit) è un insieme di circuiti, detto microprocessore, che controlla l'attività centrale del computer
- Il clock di una CPU, misurato in MHz o GHz (ad esempio 500 MHz o 2.2 GHz), è la frequenza con cui vengono eseguite le istruzioni elementari
- Una delle sue funzioni principali è quella di accedere alle istruzioni della memoria principale, decodificarle ed eseguirle
- Esempi di CPU: Intel Pentium IV, AMD Athlon, ...



CONCETTI DI BASE: UNITA' DI MISURA

- Hertz (Hz): misura di frequenza (per eventi periodici; 1 Hz = 1 ciclo al secondo)
- MHz: Megahertz, milioni di cicli al secondo
- Mips: Mega instructions per second (milioni di istruzioni al secondo)

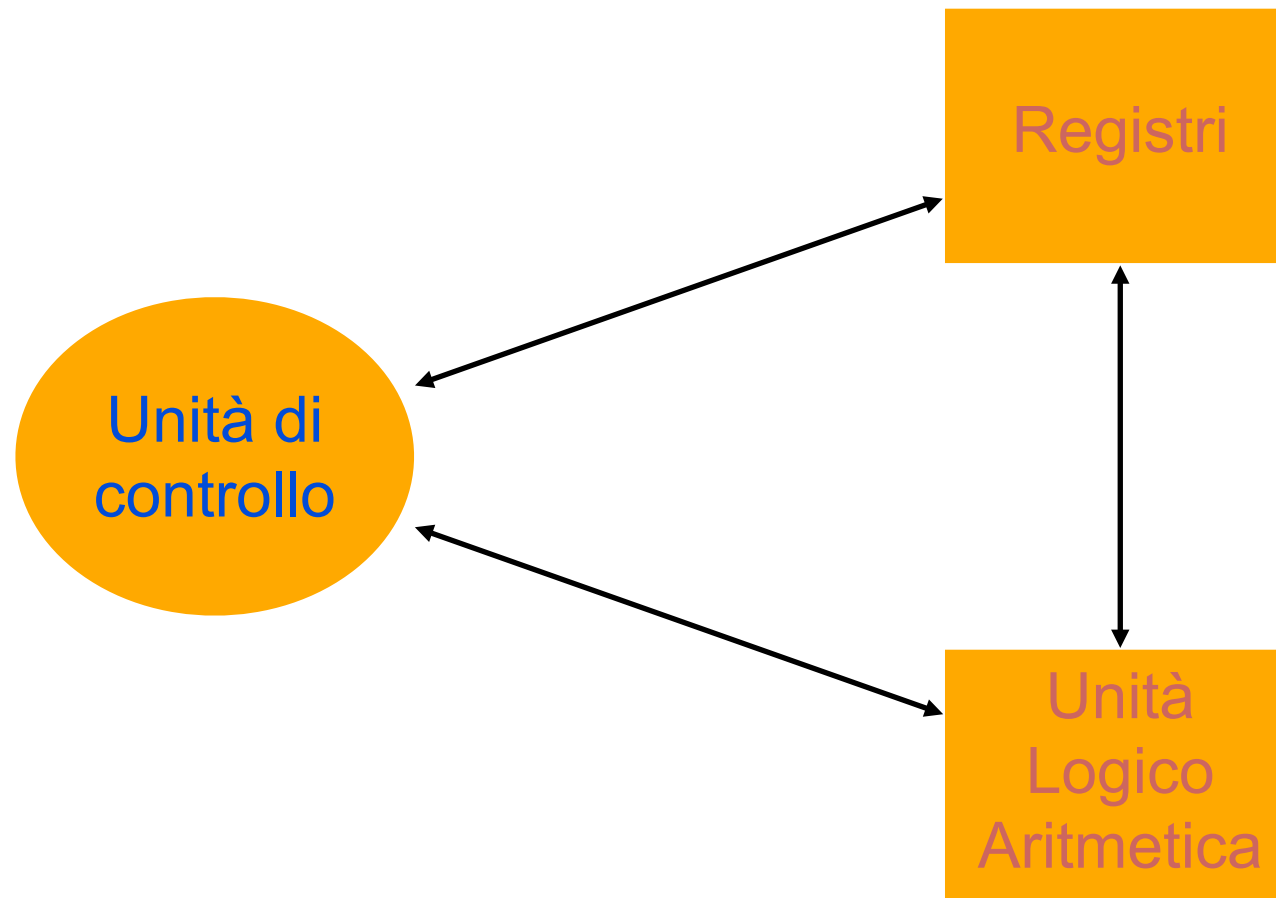
Mips e MHz NON sono la stessa cosa

Esempio: CPU INTEL 80386 a 25 MHz esegue 2.5 Mips

- Mflops: Mega floating point operations per second (milioni di operazioni in "floating point" al secondo)
- Baud (bit/sec): misura la velocità di trasmissione dati



Schema della CPU (1/2)





Schema della CPU (2/2)

L'unità centrale di elaborazione è costituita da:

- un insieme di **registri** che sono degli spazi di memorizzazione accessibili ad una velocità superiore di quella della memoria principale
- una **unità logico aritmetica** (ALU) che esegue operazioni aritmetiche, logiche e confronti sui dati della memoria principale o dei registri
- una **unità di controllo** che esegue le istruzioni secondo quello che viene detto **ciclo accesso-decodifica-esecuzione**



Ciclo Accesso-Decodifica-Esecuzione

Si tratta di una sequenza di passi nella quale:

1. si accede all'istruzione successiva portandola dalla memoria nell'apposito registro istruzione
2. si decodifica il tipo dell'istruzione
3. si individuano i dati usati dall'istruzione, che vengono portati negli opportuni registri
4. si esegue l'istruzione

Il processore:prestazioni

Esistono diversi criteri per valutare la *performance* di un processore.

Sono tutti più o meno discussi o discutibili.

- Velocità di **clock** (MHz)
- **Mips** (millions instructions per second)
- **Flops** (floating-point operations per second)
- **iCOMP, iCOMP 2.0** (Intel COnparative Microprocessor Performance)
- **P-rating, SPECint, SPECfp** (real-world benchmarks)

Il Bus (1/3)

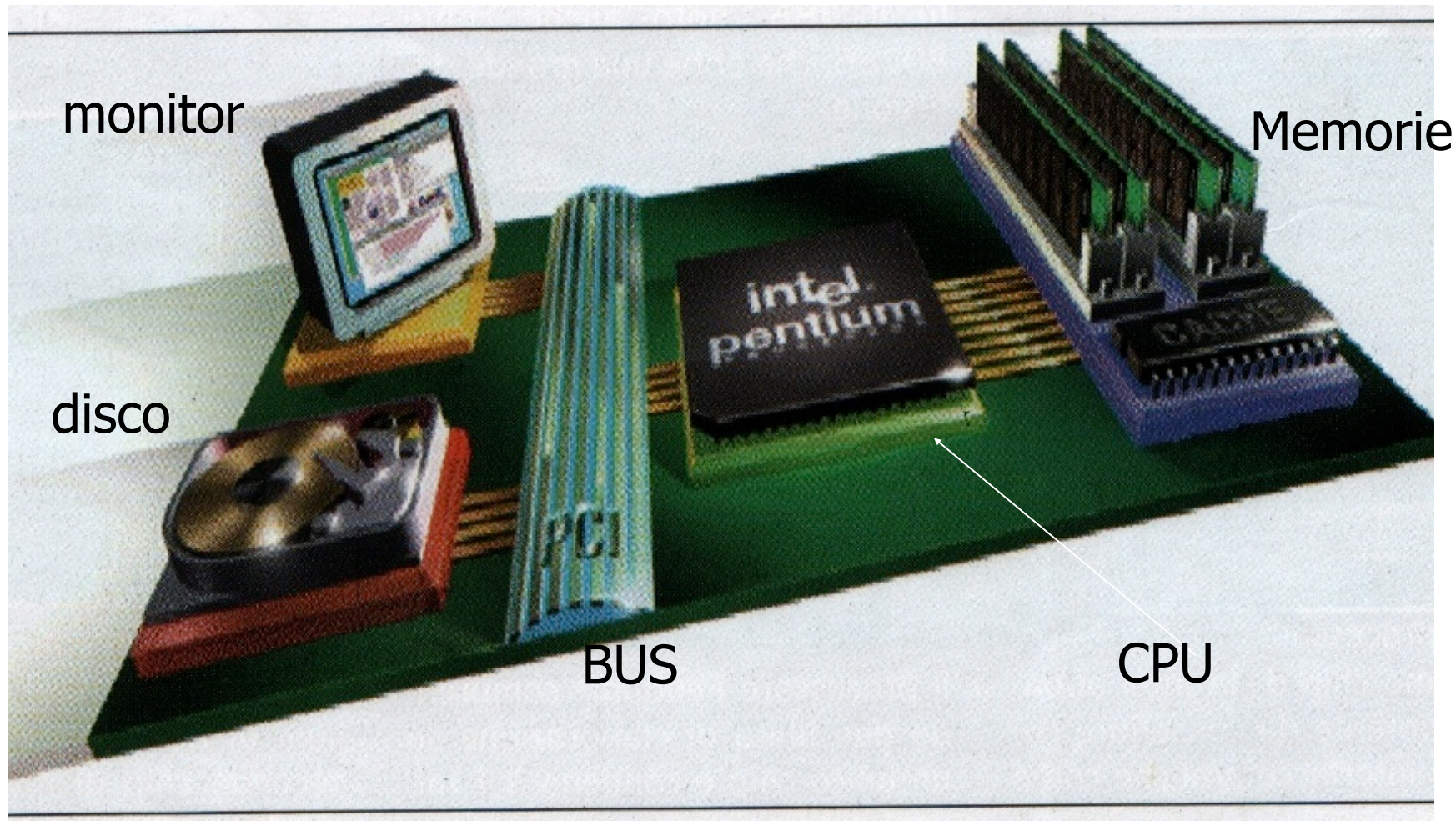
Un bus è un **canale** attraverso il quale due o più dispositivi si scambiano informazioni.

Normalmente un bus ha dei **punti di accesso**, ovvero dei “luoghi” in cui i dispositivi possono collegarsi al bus per poi trasmettere e ricevere informazioni.

Senza questo sistema, ogni componente del computer dovrebbe possedere un collegamento fisico distinto verso ognuno degli altri dispositivi.



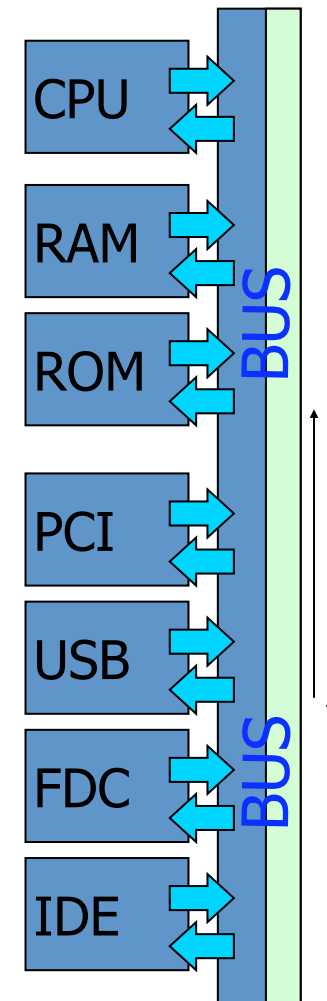
Il Bus (2/3)





Il Bus (3/3)

All'interno di un computer esistono più BUS dati che rendono possibile il transito di quest'ultimi dalle periferiche alla memoria, dalla memoria ai processori, dai processori alle periferiche, dalla CU all'Alu.



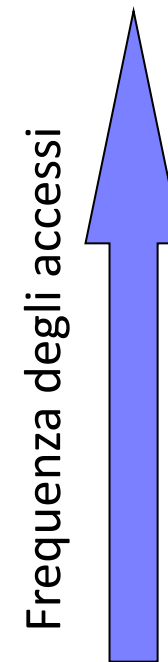
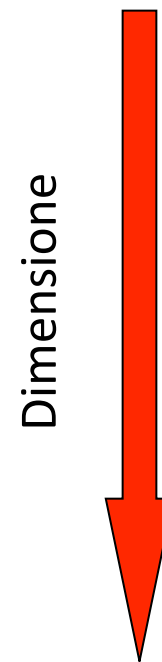
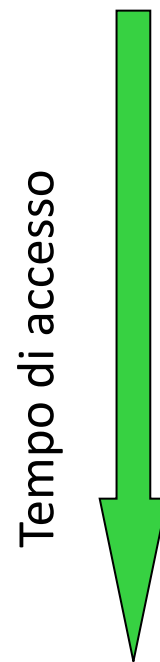
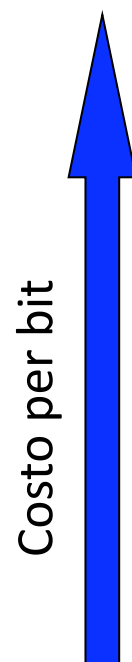
Bus: una gerarchia

- **bus del processore** (il più veloce)
- **bus della cache** (in certe architetture, la cache è connessa ad un bus separato; altrimenti è connessa al bus della memoria)
- **bus della memoria** (collega la memoria centrale al processore)
- **bus per l'input-output *locale*** (schede video, schede di rete, memorie di massa)
- **bus input-output *standard*** (vecchio e lento, vi si possono trovare collegate schede audio e modem interni)

Gerarchia di memoria

Anche la memoria di un computer è organizzata in maniera gerarchica, in base alla velocità di accesso, alle dimensioni, al costo (memorie più veloci sono anche più costose)

Registri
Memoria cache interna
Memoria cache esterna
Memoria principale
Memoria secondaria
Dischi
Unità ottiche
Nastri





Caratteristiche delle memorie

- Collocazione
- Capacità
- Unità di trasferimento dati
- Metodi di accesso
- Prestazioni
- Supporto fisico
- Caratteristiche fisiche
- Organizzazione



Collocazione

- CPU
 - Registri
- Interna: accessibile direttamente dalla CPU
 - Principale, cache
- Esterna: accessibile tramite modulo di I/O
 - Dischi, dischi ottici, nastri, ...



Capacità

- Da non confondere con la lunghezza della *parola* di memoria
 - Parola: unità “naturale” di organizzazione della memoria, tipicamente byte o multipli di byte
- Capacità: numero di byte (o parole) contenuti nella memoria
 - Da qualche byte (registri) ai terabyte ($1 \text{ TB} = 10^{12} \text{ byte}$) e petabyte ($1 \text{ PB} = 10^{15} \text{ byte}$) dei grandi archivi di dati



Prestazioni

- Tempo di accesso
 - Tempo che intercorre dal momento in cui l'indirizzo è "presentato" all'ingresso della memoria al momento in cui il dato da leggere è disponibile in uscita
- Tempo del ciclo di memoria
 - Tempo minimo tra due accessi consecutivi
 - Tempo di ciclo = Tempo di Accesso + Tempo di Ripristino
- Banda di trasferimento
 - Massima velocità alla quale i dati possono venir letti/scritti in memoria



Supporto fisico

- Memorie elettroniche (a semiconduttore)
 - RAM, ROM, EPROM, flash
- Memorie Magnetiche
 - Dischi e nastri
- Ottiche
 - CD & DVD



Caratteristiche fisiche

- Memoria volatile
 - I dati vengono persi quando la memoria non è alimentata elettricamente (e.g. RAM)
- Memoria non volatile o permanente
 - Non è richiesta l'alimentazione elettrica per il mantenimento dei dati
 - I dati non cambiano finché non vengono riscritti (e.g. dischi magnetici) o non cambiano mai (e.g. ROM o CD-ROM)
- Memoria scrivibile/non scrivibile (Read/Write)



La memoria principale

- La memoria principale (o centrale) è quella cui ci si riferisce solitamente parlando di “memoria”
- Contiene il codice del programma in esecuzione e i dati da esso utilizzati
- E' spesso (impropriamente) denominata RAM





Dimensioni della memoria

- Le dimensioni della memoria principale variano a seconda del tipo di computer
- Nei PC attuali le dimensioni tipiche della memoria principale vanno da **512 MB** a **4 GB**

(1MB = 2^{20} byte $\approx$ 1.000.000 byte

1GB = 2^{30} byte $\approx$ 1.000.000.000 byte)



CONCETTI DI BASE: UNITA' DI MISURA

- Bit (b): unità di misura più piccola. Binary digit (numero binario) descrive due stati diversi, acceso/spento, sì/no, vero/falso
- Byte (B): sequenza di 8 bit
- KB (kilo byte): $2^{10}=1024$ byte
- MB (mega byte): $2^{20}=1048576$ byte
- GB (giga byte): $2^{30}=1073741824$ byte



Tempi di accesso

- Le memorie principali dei computer attuali sono **molto veloci** e i loro *tempi di accesso* sono di pochi *nanosecondi* ($= 10^{-9}$ sec, un miliardesimo di secondo)
- Le memorie principali sono relativamente costose



Memorie a semiconduttore

- RAM (Random Access Memory)
 - Memoria temporanea
 - Read/Write
 - Volatile
 - Statica o dinamica
- ROM (Read Only Memory)
 - Memoria permanente
 - Read
 - Non Volatile



Sommario caratteristiche memoria RAM

La memoria RAM è:

- **veloce** (accesso nell'ordine dei nanosecondi)
- relativamente **costosa**
- ha **dimensioni limitate**
- è **volatile** (non può mantenere dati permanenti)
- è ad **accesso diretto** (si può accedere a qualsiasi cella senza accedere alle altre)



Memoria RAM - ROM

- Tutti i computer contengono un chip di memoria elettronica **permanente** non modificabile (**ROM**)
- Il più comune è di tipo **EPROM**
- Contiene un programma (detto **Basic Input Output System**) per l'avviamento del computer e per altre operazioni fondamentali



La memoria cache

- Memoria *molto veloce* intermedia tra RAM e CPU
- I dati di uso piu' frequente sono mantenuti nella memoria cache per minimizzare i trasferimenti tra RAM e CPU
- Ci sono due tipi di cache:
 - interna al processore (~256KB)
 - esterna al processore (~2MB) realizzata con chip di memoria *SRAM*



La memoria cache

- Sfrutta il **principio di località**
 - *località spaziale*
 - è probabile che i dati vicini ad un dato a cui si è fatto riferimento vengano richiesti in tempi brevi
 - *località temporale*
 - è probabile che un dato a cui si è appena fatto riferimento venga nuovamente richiesto in tempi brevi



La memoria cache

- Cache è costosa
- Compromesso tra
 - Garantire costi ragionevoli: cache più piccola
 - Incrementare la probabilità di trovare un dato nella cache: cache più grande
 - Diminuisce sensibilmente il tempo di accesso della CPU
- Le dimensioni tipiche sono sufficienti grazie alla località



Le memorie flash

- Sono memorie *permanenti* organizzate a blocchi (basata su semiconduttori)
- Le informazioni:
 - sono memorizzate inviando segnali elettrici al dispositivo
 - sono mantenute anche in assenza di alimentazione
 - sono indirizzabili in piccole unità di bit
 - sono cancellate a grandi blocchi
- Normalmente impiegate nelle fotocamere digitali, nei telefoni cellulari e nelle chiavi USB.



Le memorie flash

- Vantaggi rispetto ad altre memorie
 - Non sono sensibili a shock (a differenze di memorie ottiche e magnetiche)
 - Portatilità (facilità di connessione e disconnessione)
- Svantaggi rispetto ad altre memorie
 - Non sono adatte per modifiche frequenti dei dati (diversamente dalla RAM)
 - Le cancellazioni sono per blocchi
 - da 64K nelle memorie NOR
 - da 8K nelle memorie NAND (molto meglio!!)

NB Gli svantaggi spiegano il motivo per cui le memorie flash non siano una valida alternativa non volatile alla memoria RAM

Memoria secondaria o di massa

Criteri per distinguere tra le memorie di massa:

- Tecnologia impiegata
- Capacità di memorizzazione
- Velocità di accesso ai dati

La memoria secondaria

- La memoria secondaria è un dispositivo, o un insieme di dispositivi, capace di contenere molte più informazioni della memoria principale, accessibile con modalità diverse da quelle della memoria principale e ad una velocità molto inferiore
- Le informazioni contenute nella memoria secondaria sono permanenti
- Esempi di dispositivi di memoria secondaria sono: i dischi rigidi (hard disk), i dischetti (floppy disk), i CD-ROM e i DVD, le memorie flash



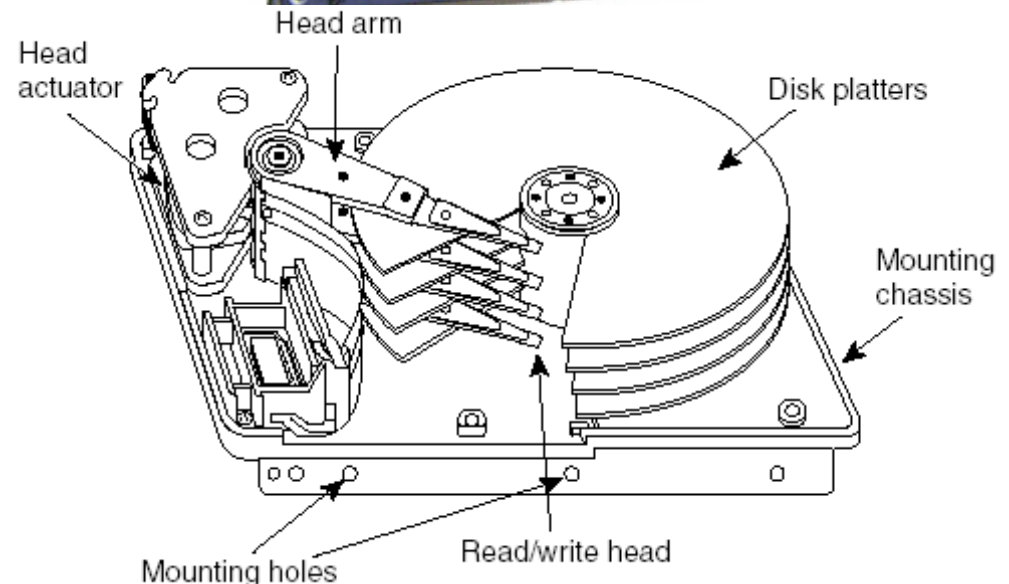
Le memorie magnetiche

- Utilizzano superfici magnetizzabili deposte su un supporto di materiale plastico (flessibile o rigido) o metallico (rigido)
- Nei supporti flessibili sono annegati micro-granuli di polvere di materiale ferromagnetico (generalmente ossido di ferro o di cromo)
- Sui supporti rigidi il materiale ferromagnetico è deposto in forma di sottilissimo strato
- I dati sono memorizzati sotto forma di differenti stati di magnetizzazione dei micro-granuli
- Ai due possibili stati di magnetizzazione possono essere associati i simboli binari 0 e 1
- Quindi, in ogni micro-zona è memorizzato 1 bit



I dischi magnetici

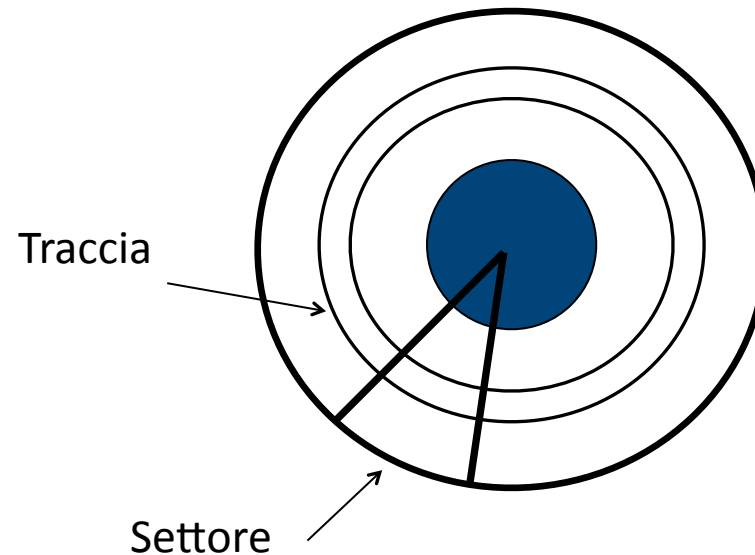
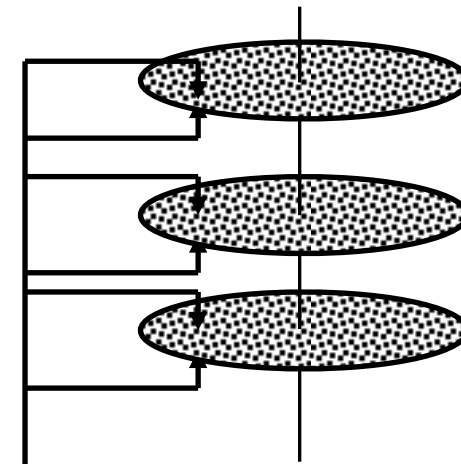
- Un disco consiste in un certo numero di *piatti* (ciascuno con due superfici utili) che ruotano attorno ad un perno centrale
- Ogni superficie dispone di una propria testina di lettura - scrittura
- Le testine, montate su apposito equipaggio, si spostano solidalmente in direzione radiale





I dischi magnetici

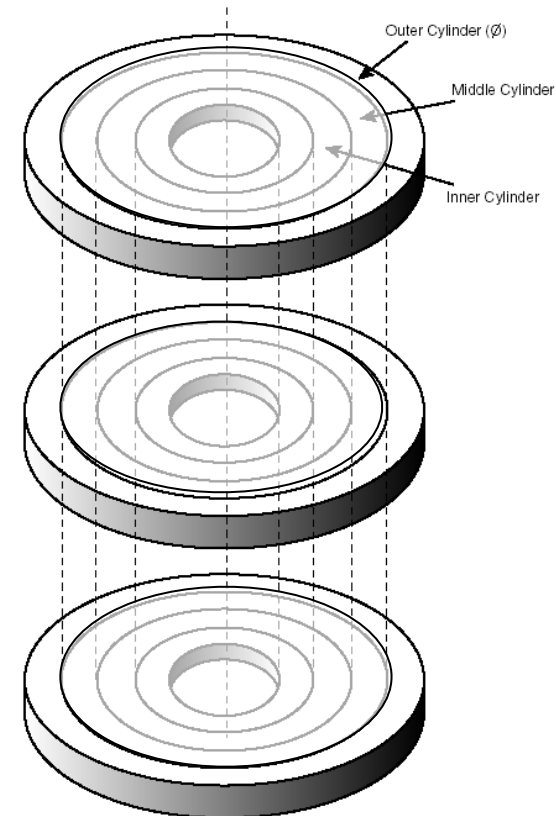
- I dati sulle superfici sono disposti in modo da costituire cerchi concentrici (**tracce**) e, dentro ogni traccia, spicchi di uguale grandezza (blocchi o **settori**)
- I dati sono scritti occupando posizioni successive lungo le tracce, e i bit corrispondono ad uno dei due stati di polarizzazione magnetica





I dischi magnetici

- Il settore costituisce l'unità di trasferimento dati (tipicamente, da 512 B a qualche KB): viene letto o scritto quando la traccia che lo contiene transita sotto la testina
- Le tracce equidistanti dal centro nei diversi piatti formano un **cilindro**
- Le tracce di uno stesso cilindro possono essere lette o scritte contemporaneamente senza spostare il braccio di lettura





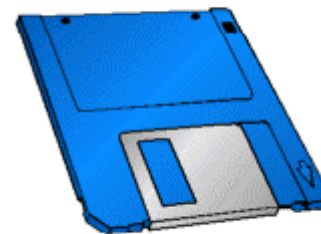
I dischi magnetici

- **DISCHETTI (FLOPPY DISK)**

- Sono dischi magnetici di piccola capacità, rimovibili, fino a qualche anno fa usati per trasferire informazioni (file) tra computer diversi
- Sono costituiti da un unico piatto con due superfici, funzionamento start - stop.
- Storicamente ne sono stati creati vari tipi, identificati dal loro diametro (8, 5, 3.5 pollici). I più noti sono stati i dischetti da 3.5", con capacità di 1.44 MB



5 pollici - 360 Kbyte



3½ pollici - 1.4 Mbyte

I dischi magnetici

- HARD DISK

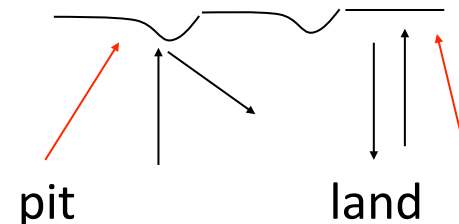
- Dischi magnetici a più piatti, montati in unità interne o esterne, con capacità fino a diverse centinaia di GB (nei PC), e tempi di accesso attuali dell'ordine di 10 msec (nei PC)
- Anche la loro evoluzione ha portato ad una progressiva riduzione del diametro (8, 5.25, 3.5, 2.5, ... pollici)
- Velocità di rotazione *angolare* costante durante il servizio, fino a 7000 giri al minuto e oltre
- Migliaia di tracce per piatto, centinaia di settori per traccia





Le memorie ottiche*

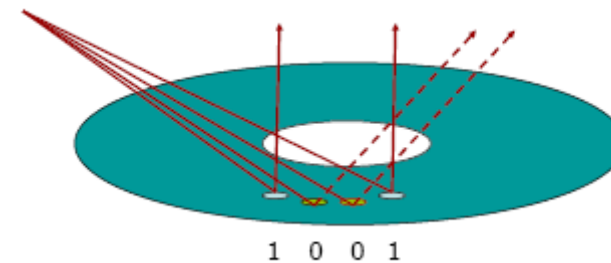
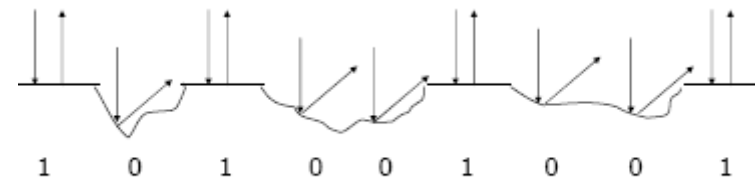
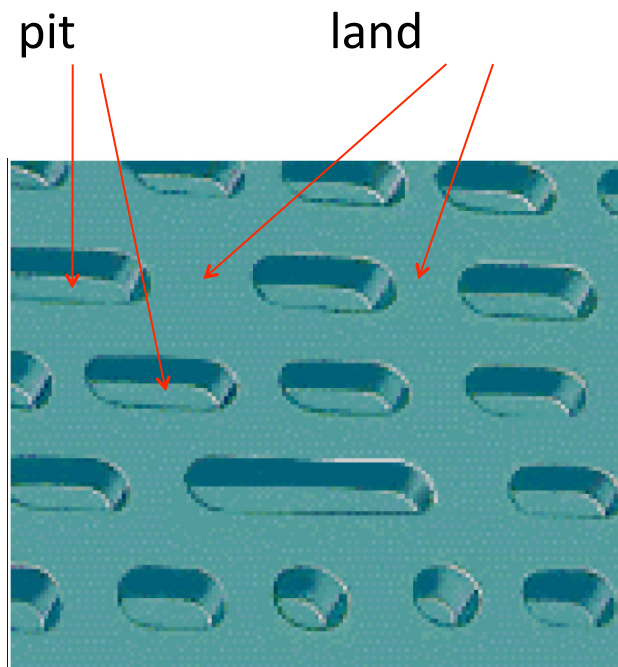
- La tecnologia di base è quella introdotta nel 1982 da Sony e Philips con i Compact Disc per audio digitale (CD-DA), subito dopo estesa ai CD-ROM (1984)
- Il supporto è costituito da un disco di policarbonato (o altra resina trasparente), ricoperto da un sottile strato di materiale molto riflettente, di solito alluminio
- Le informazioni digitali (sia dati che audio) sono registrate mediante microscopiche incisioni prodotte sulla superficie riflettente (**pit**), che si alternano con zone integre piatte (**land**)



*Parte del materiale di questa sezione è una rielaborazione da <http://abcdrom.splinder.com/>



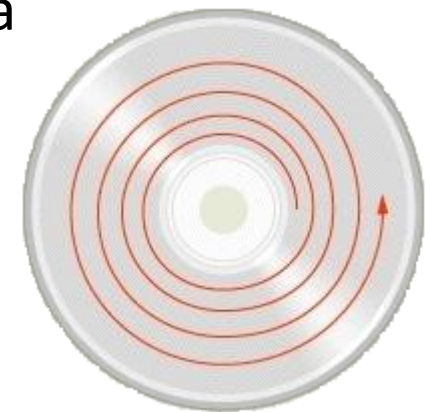
Le memorie ottiche





Le memorie ottiche

- A differenza dei dischi magnetici, nei dischi ottici le informazioni sono incise lungo *una sola traccia* a forma di spirale che parte dal bordo interno del disco e procede verso quello esterno
- Durante la lettura, la traccia è esplorata da un raggio laser (ad infrarossi) di bassa potenza
- Il raggio laser viene *riflesso* quando incontra la superficie integra del disco (land) e *diffuso* quando colpisce una microcavità (pit)
- Nei due casi la distanza percorsa dal raggio è diversa





Le memorie ottiche

- I CD possono presentare due tipi di difetti, che danno luogo ad errori nella fase di lettura:
 - quelli riconducibili alla fase di produzione (presenza di piccole bolle d'aria o di impurità nel materiale plastico, errori di incisione, etc.)
 - quelli imputabili all'uso quotidiano (impronte, graffi sulla superficie di lettura, etc.)
- E' necessario quindi ricorrere ad appropriati *metodi di correzione degli errori*, basati sulla presenza di informazioni ridondanti e sull'utilizzo di algoritmi matematici per l'individuazione dei bit errati e la ricostruzione dei valori originari dei dati
- Nei CD-DA si adotta uno schema noto come **codice CIRC**, che "spreca" circa 33 MB di spazio dati, riducendolo dai teorici 783 MB ai 750 MB effettivi



Le memorie ottiche

- Il metodo è così efficace che la sua applicazione garantisce che ci sia al massimo un solo bit non correggibile ogni 10^9 bit. Il prezzo pagato è lo spazio dati utilizzato per la registrazione delle informazioni ridondanti
- Il CD-ROM mantiene la struttura fisica dei dati del CD-DA, ma l'utilizzazione informatica ha imposto di soddisfare in modo più rigoroso due requisiti:
 - garantire l'accuratezza e l'integrità dei dati registrati
 - consentire un accesso rapido e *diretto* a tutti i file presenti sul disco



Le memorie ottiche

- Per quanto riguarda il primo aspetto, anche se il tasso d'errore nei CD-DA è, come detto, estremamente basso, la registrazione di dati e software rappresenta comunque una sfida più difficile, rispetto all'audio digitale
- Nella riproduzione di un brano musicale, la precisione assoluta non costituisce infatti un vincolo indispensabile: nemmeno l'orecchio più esperto può avvertire la presenza di qualche bit "errato"
- Per il software, invece, anche una tolleranza minima è inammissibile: un solo errore (un bit scambiato) può cambiare il significato di un'istruzione, con effetti e risultati imprevedibili



Le memorie ottiche

- Il sistema potenziato di controllo degli errori rende il CD-ROM uno dei supporti per l'archiviazione dei dati più affidabili mai inventati, garantendo una possibilità di errore pari ad un solo bit non correggibile ogni 10^{13}
- Il supporto fisico del CD-ROM è dunque identico a quello del CD-Audio e lo stesso vale per il procedimento di incisione



Le memorie ottiche

- E' importante sottolineare che, per il sistema operativo di un computer, un *file audio* e una *traccia audio* sono due oggetti assolutamente diversi, perché diverso è il *formato*, cioè il modo in cui sono organizzati e ordinati i byte
- Mentre un file audio può essere copiato dal CD-ROM che lo contiene al disco fisso del computer, questa operazione è improponibile per una traccia audio



Le memorie ottiche

- Le prestazioni dei primi lettori di CD erano adeguate alle caratteristiche dei CD-DA, per i quali era sufficiente una velocità di trasferimento dati (*data rate*) di 172 kB/s (2352 byte x 75 settori / 1024)
- I primi lettori di CD-ROM presentarono, a causa della diversa capacità dei settori, un data rate leggermente inferiore, pari a 150 kB/s (2048 byte x 75 settori / 1024)
- Questo valore è divenuto una unità di misura - “1x” - della velocità dei lettori: se un lettore è marcato “40x” significa che il suo *data rate* è 40 volte quello dei primi modelli, ovvero 6 MB/s (40 x 150 kB/s)
- Attualmente il data rate massimo è “52x”, dovuto ai limiti di resistenza strutturale del policarbonato



Le memorie ottiche

- Attenzione: la riproduzione dei CD-DA avviene sempre a velocità “1x”, indipendentemente dalle caratteristiche del lettore
- In alcuni lettori, il disco ruota a velocità *lineare* costante (CLV), con un valore di riferimento pari a 1.3 m/s, e quindi la velocità di trasferimento dei dati è costante
- I lettori di questo tipo sono dotati di un motore servoassistito che modifica la velocità di rotazione del disco in funzione della posizione della testina di lettura, dato che quando questa è posizionata verso il bordo esterno del disco la rotazione deve essere più lenta



Le memorie ottiche

- In altri lettori è la velocità di rotazione del disco ad essere mantenuta costante (CAV), essi presentano quindi una velocità di trasferimento dei dati variabile
- La velocità di lettura aumenta gradualmente man mano che ci si sposta dal bordo interno al bordo esterno del disco
- I lettori di tipo CAV vengono quindi caratterizzati con la velocità massima, per esempio “40x max”, che si riferisce alla velocità di trasferimento dei dati quando la lettura avviene in prossimità del bordo esterno del disco



Le memorie ottiche

- Il primo supporto ottico registrabile ad ampia diffusione è il CD-R (CD registrabile), che, rivoluzionando il concetto di spazio su disco rimovibile (si passa dagli 1,44 MB dei floppy disk ai 650 MB dei CD-R), diventerà rapidamente lo strumento più utilizzato per il backup e la distribuzione di dati, programmi e documenti
- Il CD-R è un supporto di tipo WORM (*Write Once Read Many*): esso è registrabile **una sola volta**, utilizzando un *masterizzatore* o *CD Recorder* e un apposito software di scrittura, in quanto le modifiche fisiche che avvengono sulla superficie durante la fase di scrittura sono irreversibili



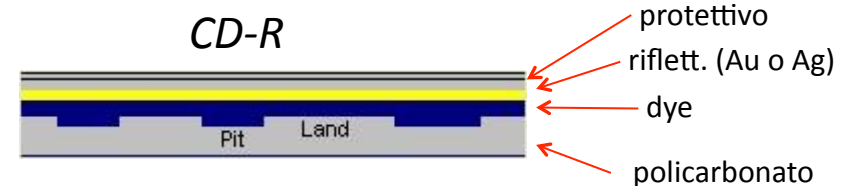
Le memorie ottiche

- La struttura fisica dei CD-R differisce in modo sostanziale da quella dei CD prodotti industrialmente
- Lo strato metallico riflettente è costituito da una sottile pellicola d'oro a 24 carati oppure da una lega a base d'argento (l'uso di metalli nobili garantisce, rispetto all'alluminio, una migliore resistenza alla corrosione e all'ossidazione e quindi una maggiore durata)
- Fra lo strato riflettente e il policarbonato è presente uno strato di vernice organica termosensibile: il *dye*
- Si tratta di un polimero pigmentato che, con un comportamento simile all'emulsione fotografica, rende il disco scrivibile



Le memorie ottiche

- Infine, sul lato superiore c'è un rivestimento protettivo (come quello dei normali CD) sul quale può trovarsi l'etichetta



- Il masterizzatore agisce sullo strato di vernice termosensibile
- Il suo raggio laser lavora a due diversi livelli di potenza, alto in scrittura e basso in lettura
- Durante la scrittura la potenza del laser è di circa 11 milliwatt e nei punti in cui esso viene focalizzato la temperatura raggiunge i 250 gradi



Le memorie ottiche

- Piccolissime zone del *dye*, in corrispondenza, si dilatano, cristallizzano e diventano opache, alterando le proprietà riflettenti dello strato metallico superiore
- In altre parole, il masterizzatore produce sul disco una serie di microscopiche *bruciature*
- Dal punto di vista ottico questo risultato è equivalente allo schema dei pit e dei land dei CD tradizionali: la superficie del disco assume infatti due diverse connotazioni e rifletterà dunque in modo diverso il raggio laser di un *qualsiasi* lettore



Le memorie ottiche

- I CD tradizionali hanno in genere una colorazione argentata, dovuta allo strato riflettente in alluminio, mentre i CD-R possono presentare diverse colorazioni (dorata, argentata, verde, blu, ...), in base ai materiali utilizzati per lo strato sensibile e per quello riflettente
- Durante la scrittura, il masterizzatore segue un percorso a spirale indicato sul substrato plastico del CD-R da una sottile spirale (*pregroove*) incisa durante la costruzione
- Pertanto la lunghezza massima della traccia di un CD-R (e dunque la sua capacità in MB) sono predefinite dal produttore e *non* dipendono dal masterizzatore
- In tal senso i CD-R si dicono *preformattati*



Le memorie ottiche

- Dato che il processo di scrittura altera in modo irreversibile la superficie di un CD-R, i dati registrati non possono essere cancellati o modificati
- E' tuttavia possibile effettuare, in tempi successivi, più *sessioni* di registrazione sullo stesso disco, aggiungendo a più riprese nuove informazioni
- Poiché ogni nuova sessione comporta lo “spreco” di circa 13 MB di spazio dati (per le aree di lead-in e lead-out della sessione), può essere più conveniente utilizzare un'altra modalità di scrittura, detta a *pacchetti incrementali*, che permette di aggiungere dati a più riprese, mantenendo unica la sessione



Le memorie ottiche

- Affinché il processo di masterizzazione si svolga correttamente, è essenziale che la registrazione di ogni traccia avvenga senza interruzioni
- A tal fine il dispositivo di scrittura deve essere alimentato con un flusso di dati continuo e costante, il cui valore è direttamente proporzionale alla velocità di registrazione (2x, 4x, 8x, ecc.)
- Tutti i masterizzatori possiedono un *buffer* ovvero una memoria tampone (di norma fra i 2 e i 4 MB), per compensare un'eventuale temporanea diminuzione del flusso dei dati



Le memorie ottiche

- Se però il flusso dei dati scende sotto un certo limite o si interrompe del tutto, il buffer non è più alimentato a sufficienza e si svuota (*buffer underrun*). In questo caso la registrazione della traccia si arresta e il CD è da buttare
- Il buffer underrun può avere molteplici cause: insufficiente velocità di lettura dalla sorgente dei dati, avvio inaspettato di un programma che distoglie risorse, caduta dell'alimentazione elettrica, etc.



Le memorie ottiche

- Il rischio di buffer underrun può essere ridotto creando preventivamente, sul disco fisso del computer, l'*immagine* completa del CD da realizzare, per poi effettuare la masterizzazione vera e propria usando quest'unico file come sorgente
- In tal modo, infatti, i dati da registrare si troveranno già tutti all'interno del file immagine, e la lettura dei dati potrà avvenire in modo lineare dall'inizio alla fine di quest'ultimo



Le memorie ottiche

- Un altro vantaggio dell'uso dei file immagine consiste nella possibilità di effettuare più copie identiche dello stesso CD, anche a distanza di tempo
- L'alternativa è la cosiddetta scrittura al volo (*on-the-fly*), nel qual caso ogni file da registrare deve essere individuato al momento, con conseguente inevitabile diminuzione della velocità di trasferimento dei dati verso il masterizzatore
- Questa modalità è sconsigliabile se i file da registrare si trovano su dispositivi lenti o collegati in rete
- Il rischio di buffer underrun può essere ridotto anche diminuendo la velocità di scrittura; ciò comporta l'aumento del tempo di registrazione



Le memorie ottiche

- In molti masterizzatori recenti, tuttavia, i pericoli connessi con il verificarsi di un buffer underrun sono resi trascurabile dall'adozione di una nuova tecnologia, detta *Burn-Proof*, che elimina la necessità di un afflusso costante di dati
- Il masterizzatore può quindi interrompere la registrazione, se si verifica un buffer underrun, per riprenderla appena possibile
- Lo spegnimento del laser e la sua riaccensione non avvengono esattamente nello stesso punto del disco, ma l'errore introdotto è normalmente influente ai fini della lettura



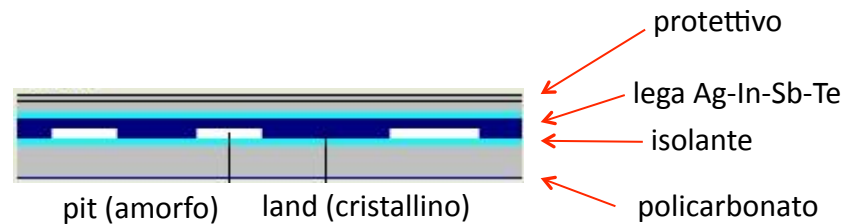
Le memorie ottiche

- Alla fine degli anni '90 diventano finalmente disponibili sul mercato i primi CD cancellabili o, come più spesso vengono chiamati, *riscrivibili* (CD-RW: CD ReWritable), di complessità e, almeno inizialmente, di costo più elevati rispetto ai CD-R
- i CD-RW si basano sulla proprietà esibita da alcuni solidi policristallini di modificare, per effetto del calore, il proprio stato molecolare, da cristallino ad amorfo (e viceversa)
- La tecnologia adottata è chiamata *phase-change* (cambiamento di fase) e lo strato del disco deputato alla scrittura delle informazioni è una lega di argento, indio, antimonio e tellurio (Ag-In-Sb-Te)



Le memorie ottiche

- Inizialmente il materiale metallico è allo stato cristallino e si presenta come una superficie riflettente



- Durante la scrittura, gli impulsi di un laser ad alta potenza (8-14 milliwatt) riscaldano selettivamente piccole zone lungo la traccia del disco, portandole ad una temperatura superiore a quella di fusione (circa 600 °C)
- Il materiale metallico si scioglie e, raffreddandosi, passa dallo stato cristallino a quello amorfo (non riflettente)



Le memorie ottiche

- Le micro-zone così trattate fungono da pit, mentre le zone rimaste allo stato cristallino fungono da land
- Lo strato metallico è inserito fra due strati isolanti che servono a dissiparne il calore in eccesso
- Il potere riflettente dei CD-RW è sensibilmente inferiore rispetto a quello dei CD-R e dei CD-ROM, e quindi i CD-RW riscrivibili non possono essere utilizzati sui lettori prodotti prima del 1997



Le memorie ottiche

- Il CD-RW può essere completamente cancellato, per poi riutilizzarlo, riportando lo strato metallico allo stato cristallino originario
- A tal fine lo strato metallico viene riscaldato (da un raggio laser di potenza intermedia, 4-8 milliwatt) fino ad una temperatura inferiore a quella di fusione ma superiore a quella di cristallizzazione (200 gradi °C). Raffreddandosi, esso torna allo stato cristallino originario
- I produttori di CD-RW garantiscono per i loro supporti fino a diecimila cicli di scrittura



Le memorie ottiche

- Per indicare le prestazioni di un masterizzatore di CD i costruttori forniscono tre diversi valori di velocità: scrittura/riscrittura/lettura
- La sigla “8x 4x 24x” significa, ad esempio, che l’unità è in grado di scrivere un CD-R alla velocità di 8x, di registrare un CD-RW a 4x e di leggere un CD alla velocità di 24x



Le memorie ottiche

- Il successore del CD, affermatosi da qualche anno, è il **DVD** (*Digital Versatile Disc*), frutto dell'evoluzione tecnologica delle memorie ottiche
- Esso rappresenta in realtà l'anello di congiunzione fra tre tecnologie: *computer*, *audio* e *video*, ed è nato per sostituire le videocassette VHS ed il CD, sia come CD-DA sia come CD-ROM
- Il DVD prevede infatti tre applicazioni principali: il *DVD-ROM* per i dati, il *DVD-Video* per il cinema, e il *DVD-Audio* per la musica



Le memorie ottiche

- Il formato standard dei dati è stato pensato in modo che le tre applicazioni possano coesistere sullo stesso supporto, ma esistono anche formati applicativi specifici utilizzabili solo su sistemi dedicati, come alcune consolle per videogiochi
- Anche se l'aspetto è rimasto pressoché identico, la capacità del DVD supera di almeno un ordine di grandezza quella del CD
- Secondo le versioni, infatti, un DVD può contenere da 4,7 a 17 GB contro i 650 MB dei CD



Le memorie ottiche

- Oltre alla grande capacità, Le caratteristiche più interessanti del DVD sono la *interoperabilità* - il formato dei dati è cioè valido per più sistemi operativi - e la *compatibilità* con i CD, nel senso che le unità DVD possono leggere anche i CD
- I principali formati DVD previsti dal *DVD Forum* - già DVD Consortium, è l'organo promosso alla fine degli anni '90 dalle principali industrie del settore, fortemente stimolate dall'industria cinematografica - sono in realtà sei:
 - Tre a sola lettura (DVD-ROM, DVD-Audio, DVD-Video), per la sostituzione, rispettivamente, di CD-ROM, CD-DA, VHS
 - Due registrabili (DVD-R, DVD-RW), per la sostituzione, rispettivamente, di CD-R e CD-RW



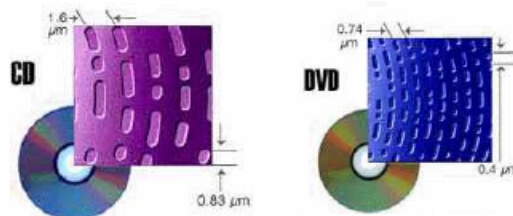
Le memorie ottiche

- Un terzo formato registrabile (DVD-RAM), in atto non supportato e di fatto incompatibile con la maggior parte dei lettori
- Dal punto di vista fisico, sono previste quattro versioni principali, differenziate per numero di *facce* e di *strati* (uno o due) utili: due a faccia singola, chiamate DVD-5 e DVD-9 (da 4,7 e 8,5 GB) e due a doppia faccia, DVD-10 e DVD-18 (da 9,4 e 17 GB)



Le memorie ottiche

- Il formato fisico dei dati è simile a quello dei CD: i dati sono codificati sotto forma di microincisioni (*pit*), alternate a zone integre (*land*), lungo una traccia a spirale che percorre tutta la superficie del disco
- Ciò che cambia, rispetto al CD, è il grado di miniaturizzazione e la densità delle informazioni
- Nel DVD le spire della traccia sono più vicine, la distanza fra di esse è di $0.74\text{ }\mu\text{m}$, invece di $1.6\text{ }\mu\text{m}$
- I pit sono inoltre più piccoli (la loro lunghezza può variare da 0.40 a $2.13\text{ }\mu\text{m}$, invece che da 0.83 a $3.56\text{ }\mu\text{m}$)





Le memorie ottiche

- Inoltre il DVD usa, rispetto al CD, un più efficiente sistema di correzione degli errori, chiamato *RS-PC*, che impegna una percentuale minore della capacità totale del disco e lascia più spazio ai dati utente
- Infine, la superficie del DVD utilizzata per la registrazione dei dati è leggermente maggiore (la lunghezza complessiva della traccia passa dai cinque chilometri del CD ai circa quindici del DVD)
- Grazie a tutti questi fattori, la capacità passa dai 650 MB del CD-ROM ai 4.7 GB di un DVD (una faccia a strato singolo), con un incremento di circa sette volte



Le memorie ottiche

- I progressi tecnologici legati al DVD hanno richiesto tra l'altro l'impiego di un raggio laser ad *alta risoluzione*, capace di focalizzazione sugli spazi più piccoli rappresentati da tracce più strette e pit più corti
- La lunghezza d'onda del laser è stata portata dall'infrarosso al rosso, dai 780 nm ai 635 nm (per lo strato singolo) o ai 650 nm (per il doppio strato)
- Ancora per problemi di messa a fuoco del raggio laser sui microscopici pit del DVD, è stato poi necessario dimezzare lo spessore del substrato plastico del disco, portandolo da 1.2 a 0.6 mm

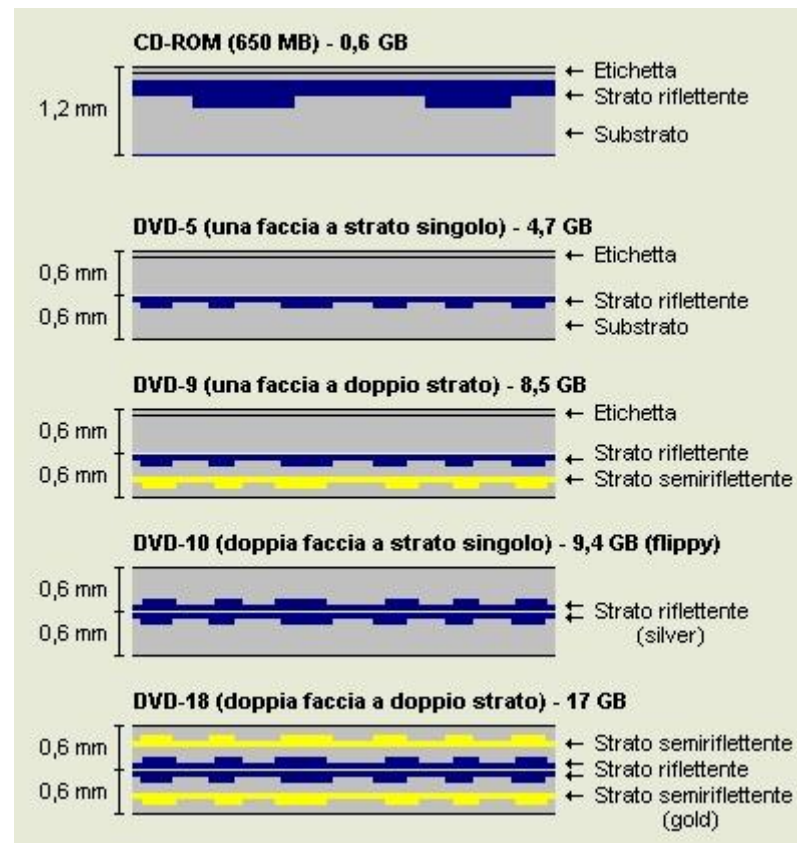


Le memorie ottiche

- Per assicurare al disco una sufficiente rigidità e per mantenerne immutate le dimensioni esterne, ogni DVD viene di fatto prodotto utilizzando due dischi incollati fra loro
- Questa caratteristica costruttiva rende il DVD meno soggetto a deformarsi sotto l'azione del calore e dell'umidità, e ha offerto la possibilità di raddoppiarne la capacità, utilizzando all'occorrenza entrambe le facce del disco



Le memorie ottiche





Le memorie ottiche

- Lo strato riflettente del DVD viene a trovarsi a metà spessore e non più sul lato superiore, sotto l'etichetta, come nel CD
- Un secondo strato di dati può essere aggiunto su ogni faccia, basandolo su una pellicola dorata semiriflettente
- Per evitare interferenze fra gli strati e garantire una lettura ottimale, i pit e i land dei dischi a doppio strato sono leggermente più lunghi di quelli dei dischi a strato singolo: da 0.44 a 2.13 μm piuttosto che da 0.40 a 1.87 μm



Le memorie ottiche

- Per questo motivo la capacità di una faccia a doppio strato non è esattamente il doppio di una faccia a strato singolo, ma circa un GB in meno, 8.5 GB invece di 9.4 GB ($=4.7 \text{ GB} \times 2$)
- Il passaggio fra i due strati della faccia - quello più esterno dorato e quello più interno argentato - avviene semplicemente modificando la messa a fuoco e l'intensità del laser
- Il senso di registrazione dei dati del secondo strato di una faccia può essere quello normale - dal bordo interno verso l'esterno - oppure quello *contrario*, dal bordo esterno verso il centro



Le memorie ottiche

- Il file system adottato per il DVD si chiama UDF (Universal Disc Format), pensato per fare in modo che ogni file possa essere riconosciuto da qualsiasi lettore, su qualunque computer e sotto qualsiasi sistema operativo
- L'UDF assicura inoltre la compatibilità con il file system dei CD, l'ISO 9660
- Un DVD da 4,7 GB può contenere fino a due ore e un quarto di filmato (135 minuti), una durata sufficiente per almeno il 90% delle pellicole in circolazione
- Un DVD a doppio strato - da 8.5 GB - può arrivare invece fino a 4 ore di durata



Le memorie ottiche

- Ciò è possibile in quanto l'informazione video è registrata in forma compressa, secondo lo standard **MPEG-2**
- Se l'informazione video non fosse compressa, un DVD da 4.7 GB potrebbe contenere solo 3 minuti di filmato
- Nonostante la compressione, la qualità delle immagini è alta, paragonabile a quella dei nastri *master* degli studi televisivi, superiore, quindi, a quella di qualsiasi altro supporto destinato all'intrattenimento video, come le cassette VHS



Le memorie ottiche

- La tecnologia e le modalità di registrazione del DVD-R sono analoghe a quelle del CD-R.
- Il DVD-RW è la diretta evoluzione della tecnologia *phase-change* già vista per i CD-RW. Può essere a doppio strato
- Esiste infine un formato riscrivibile non supportato dal DVD Forum (DVD+RW) ma ugualmente diffuso. Esso è analogo al DVD-RW

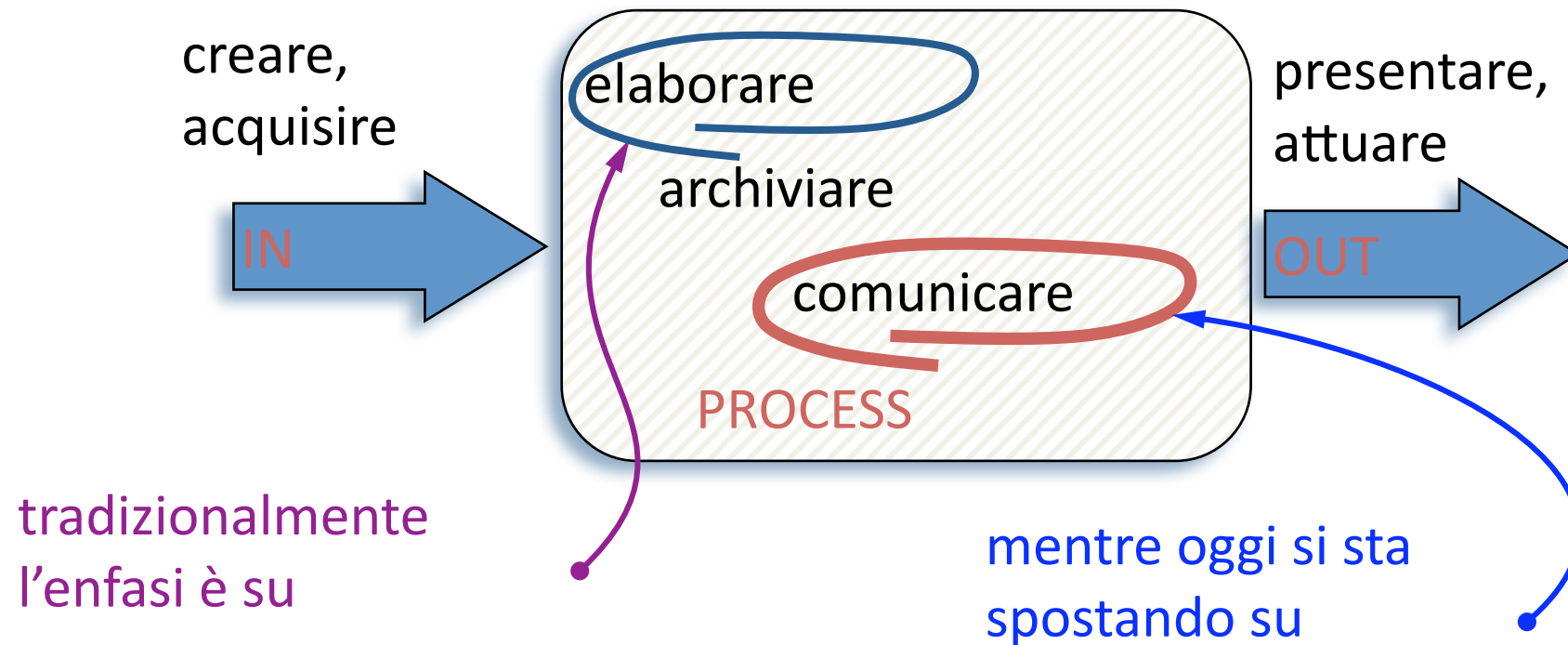


Università
degli Studi di Palermo

Le infrastrutture di rete



Gestire informazione



... cioè sull'interconnessione in
rete dei sistemi di elaborazione ...

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, ...)		

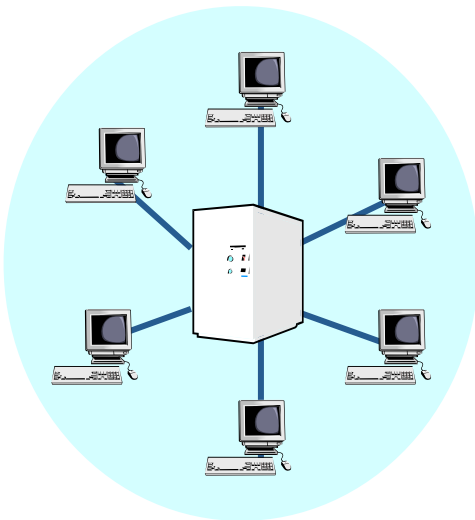
Evoluzione dei sistemi informativi

- 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**.



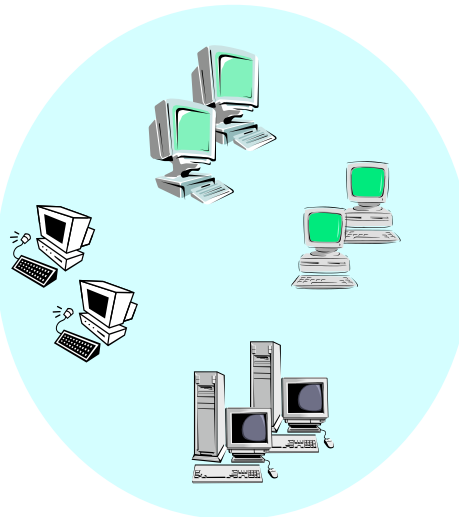
La struttura dei sistemi informatici come metafora dell'organizzazione dei sistemi informativi

Mainframe
terminali



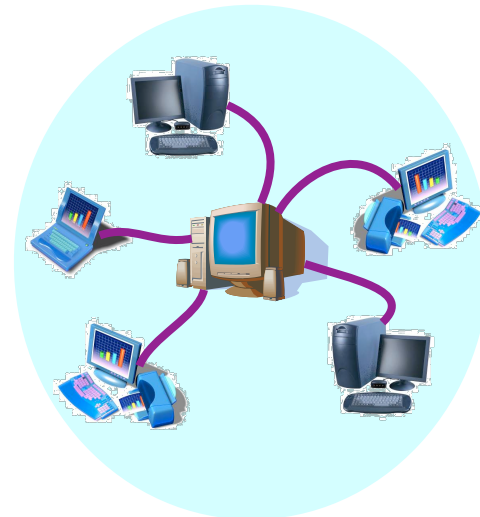
Informazione
centralizzata

PC stand alone



Informazione
"sparpagliata"

Rete di PC



Informazione
distribuita e
coordinata

Tassonomia delle reti:

- 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 tratterrà per elaborarlo.
- Reti punto a punto
 - più connessioni individuali tra coppie di calcolatori;
 - comunicazione tra due calcolatori

Tassonomia 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),
 - collegameno 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, ...



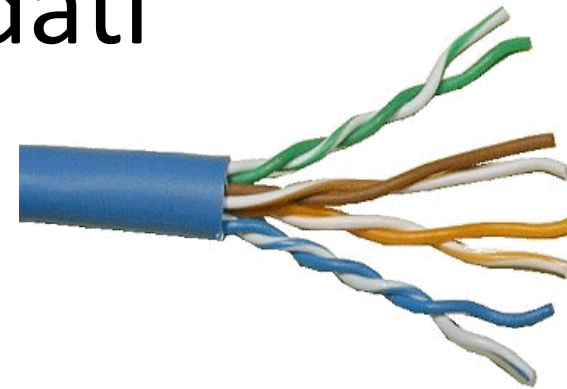
Cosa influenza la trasmissione?

- La **capacità del canale** (chiamata anche larghezza di banda)
- Il grado di **attenuazione del segnale**
- Le **interferenze tra segnali**
- Il **numero di ricevitori**

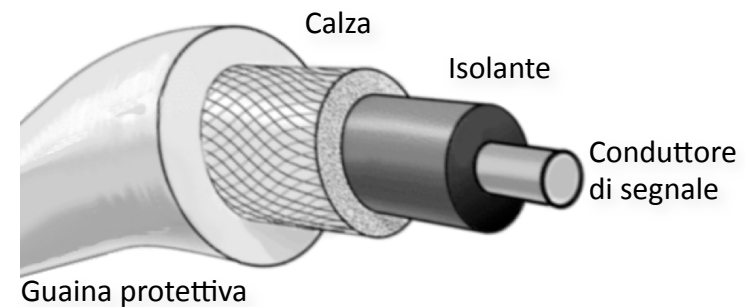


Mezzi guidati

Doppino telefonico

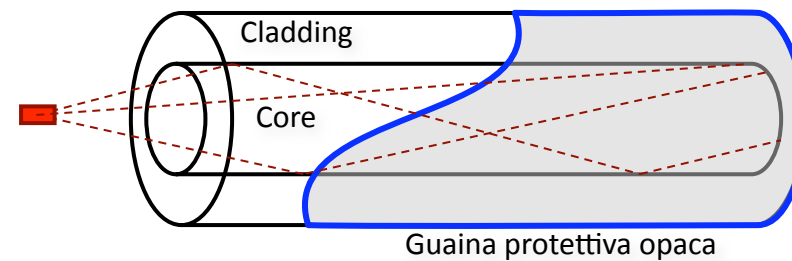


Cavo coassiale



Fibra ottica

Fonte di emissione
luminosa (laser)



Mezzi guidati

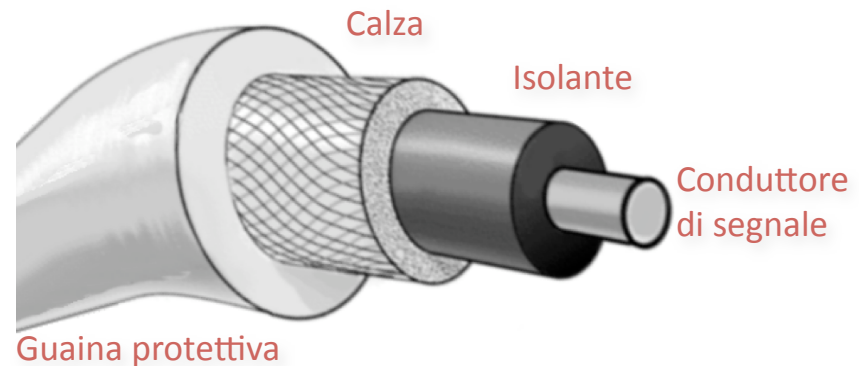
Mezzo di trasmissione	Velocità di trasmissione	Larghezza di banda	Distanza tra ripetitori
Doppino telefonico	1-200 Mbps	3 MHz	100 m (200 Mbps) < 5 km (1 Mbps)
Cavo coassiale	500 Mbps	350 MHz	1-5 km
Fibra ottica	10 Gbit/s	2 GHz	10-1000 km

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 doppini 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.

Rete di telefonia mobile

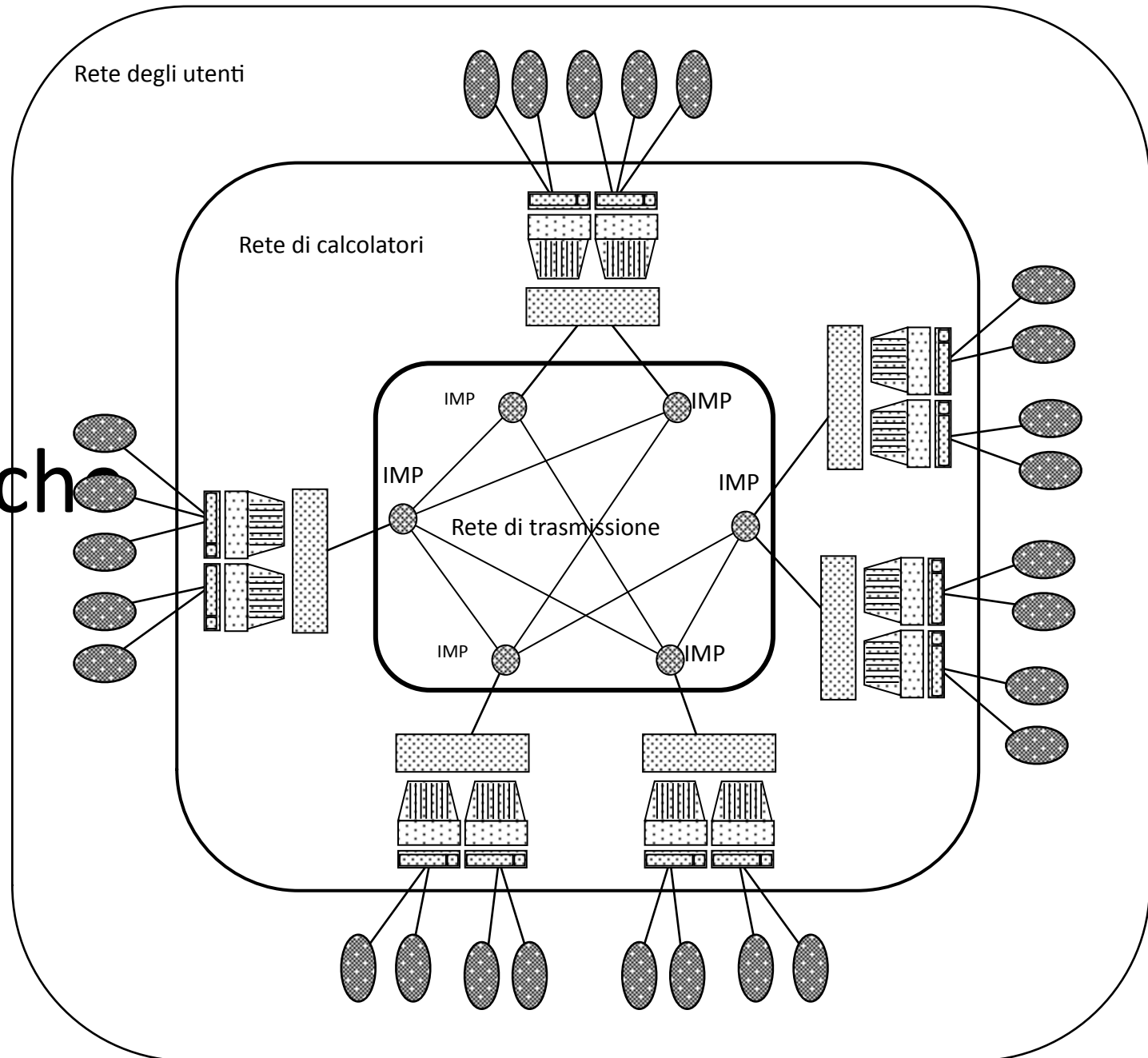
- GSM (*Global System for Mobile communications*)
 - area di copertura suddivisa in “cellule” le cui dimensioni variano da poco meno di 1 km fino a 80 km
 - velocità di trasmissione massima teorica di circa 10 Kbit/s
- GPRS (*General Packet Radio Service*)
 - velocità media dell'ordine dei 50 Kbit/s
 - trasmissione basata sulla commutazione di pacchetto.
- UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*).
 - rappresenta la terza generazione di tecnologie mobili (3G)
 - combina due tecnologie trasmissive: FDD (*Frequency Duplex Division*) e TDD (*Time Duplex Division*);
 - ha una copertura a due livelli: una macrocella FDD con una velocità di trasmissione pari a 384 Kbit/s e una microcella TDD con connettività pari a 2 Mbit/s;
 - la rete di accesso di UMTS si chiama UTRA (*UMTS Terrestrial Radio Access*) e utilizza la tecnica trasmissiva chiamata CDMA (*Code Division*

Trasmissione sincrona/asincrona

- Trasmettitore e ricevitore debbono cooperare:
 - i dati vengono tipicamente trasmessi un bit per volta lungo il canale (trasmissione seriale)
 - la temporizzazione di questi bit deve essere la stessa tra trasmettitore e ricevitore
- Trasmissione **sincrona**:
 - trasmettitore e ricevitore devono avere orologi sincronizzati per gestire la temporizzazione dei bit trasmessi;
 - l'informazione di sincronizzazione può essere contenuta nei dati mediante speciali codifiche.
- Trasmissione **asincrona**:
 - trasmissioni di breve durata, un carattere per volta (da 5 a 8 bit),
 - il ricevitore deve risincronizzarsi all'inizio di ogni nuovo carattere (segnalato mediante un bit di **start**),
 - la fine di un carattere è poi segnalata da un altro bit di controllo, il bit di **stop**.
- Direzione della trasmissione
 - **Simplex**: solo in una direzione (solo da A verso B)
 - **Full duplex**: contemporaneamente in entrambe le direzioni (da A a B e da B ad A contemporaneamente)
 - **Half duplex**: in entrambe le direzioni, ma non contemporaneamente (da A a B **xor** da B ad A)



Geografiche (WAN)





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.

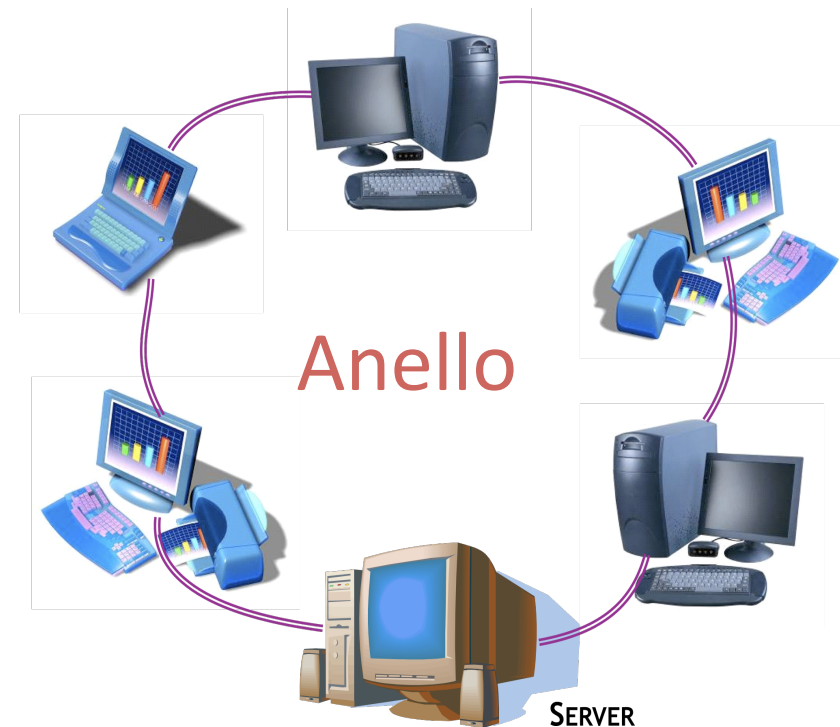
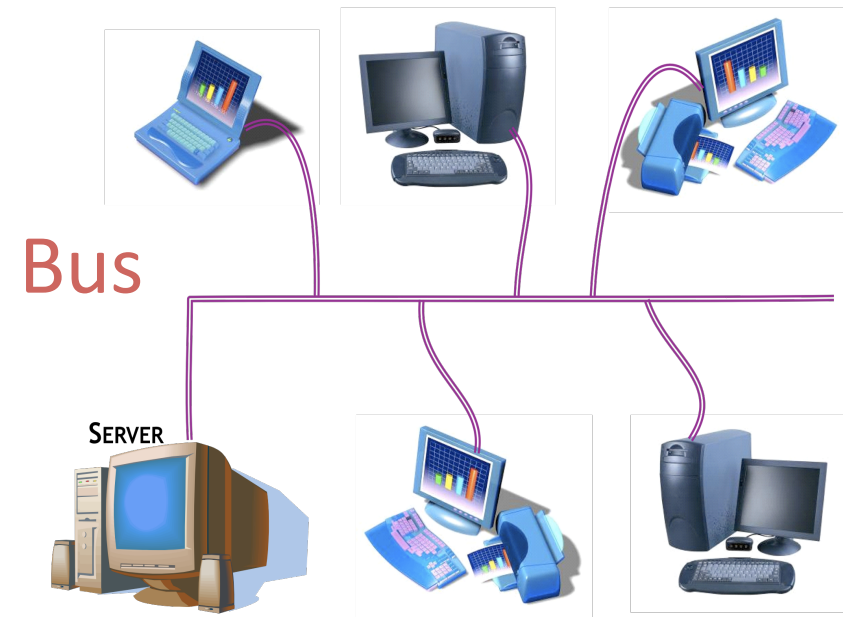
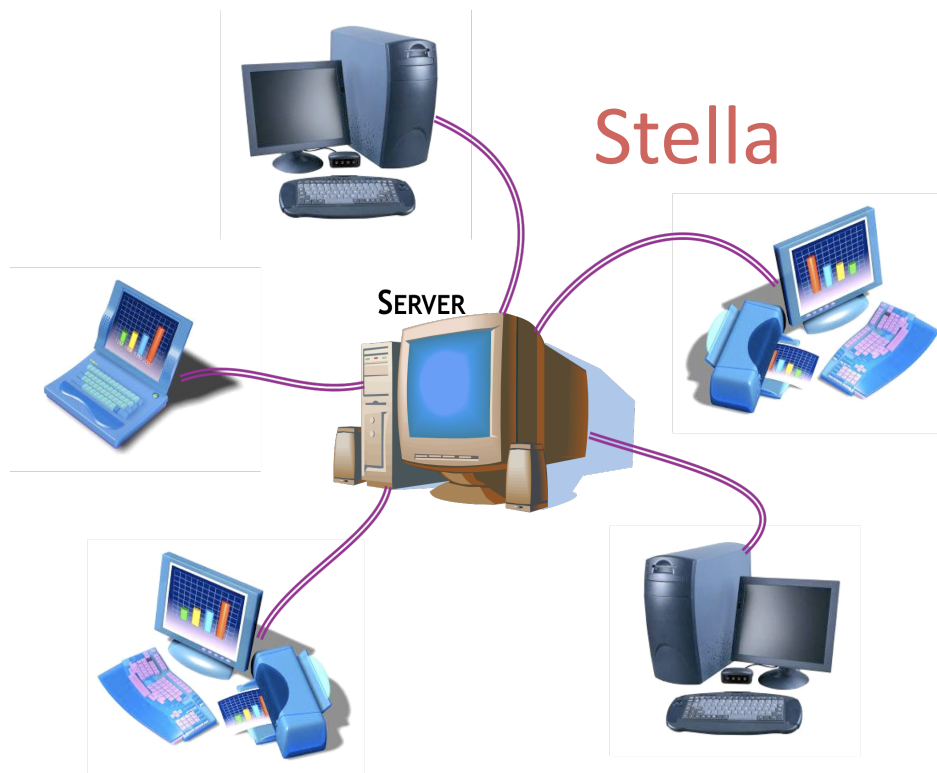


Le reti locali

- 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.

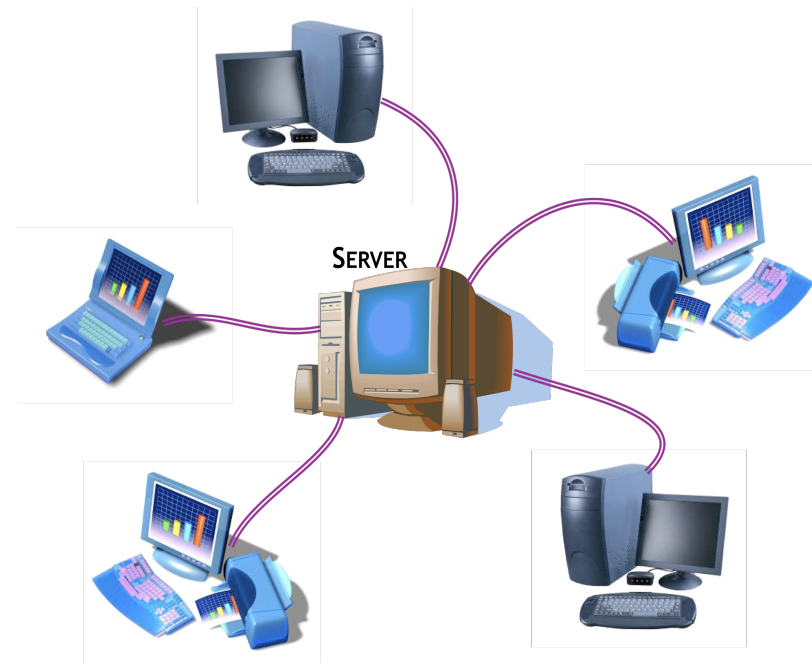


Diverse topologie di rete locale



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.



Reti wireless (*Wi-Fi*)

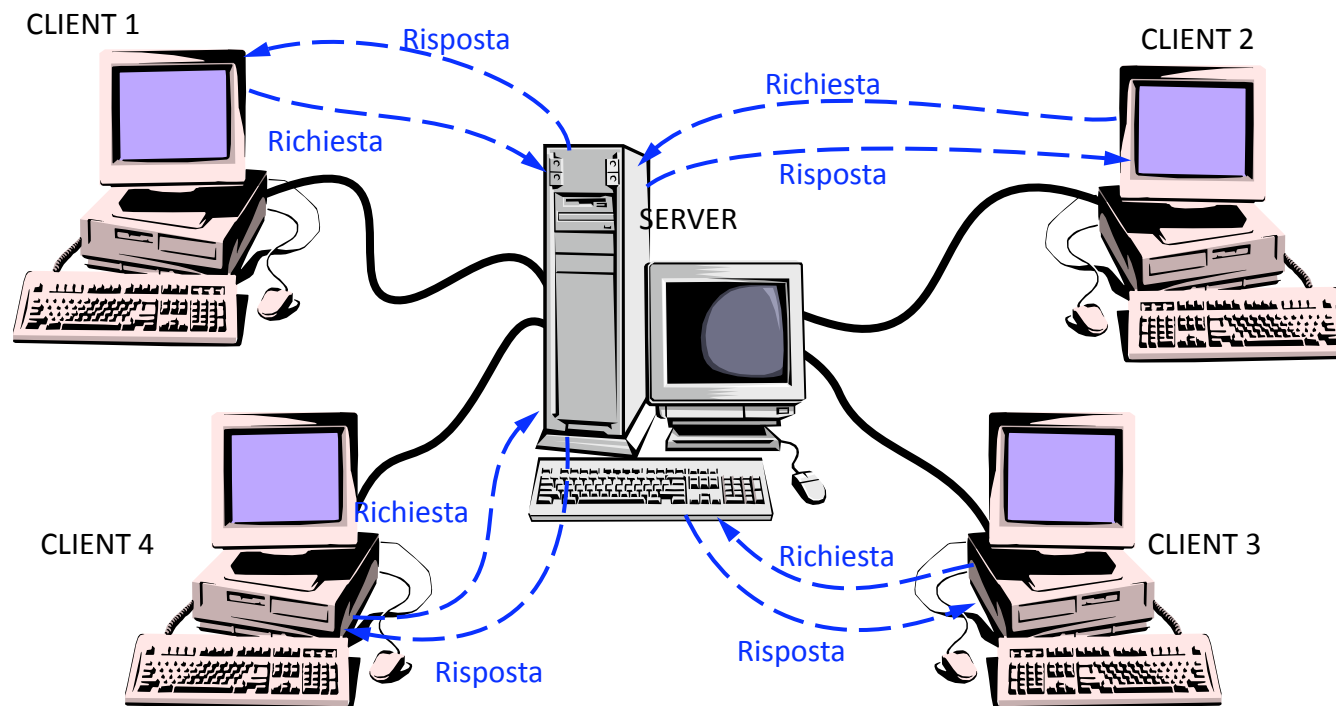
- Operano in bande di frequenza che non necessitano di licenza (come invece avviene per la telefonia mobile e in particolare per le licenze UMTS), quindi senza costi di licenza per i fornitori di accesso
- sono basate sulla classe di protocolli standard IEEE 802.11 (a/b/g/...)
- Le reti Wi-Fi possono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

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.



Rete client-server





Università
degli Studi di Palermo

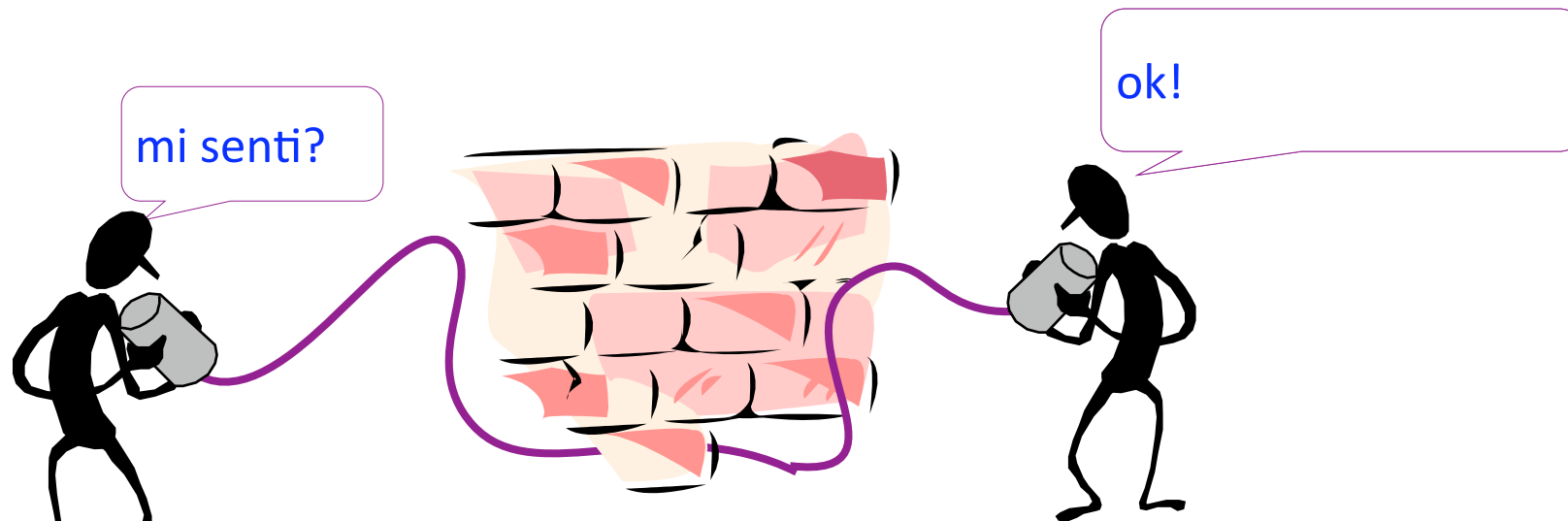
Architettura del SW di rete

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.

Per comunicare ... /1

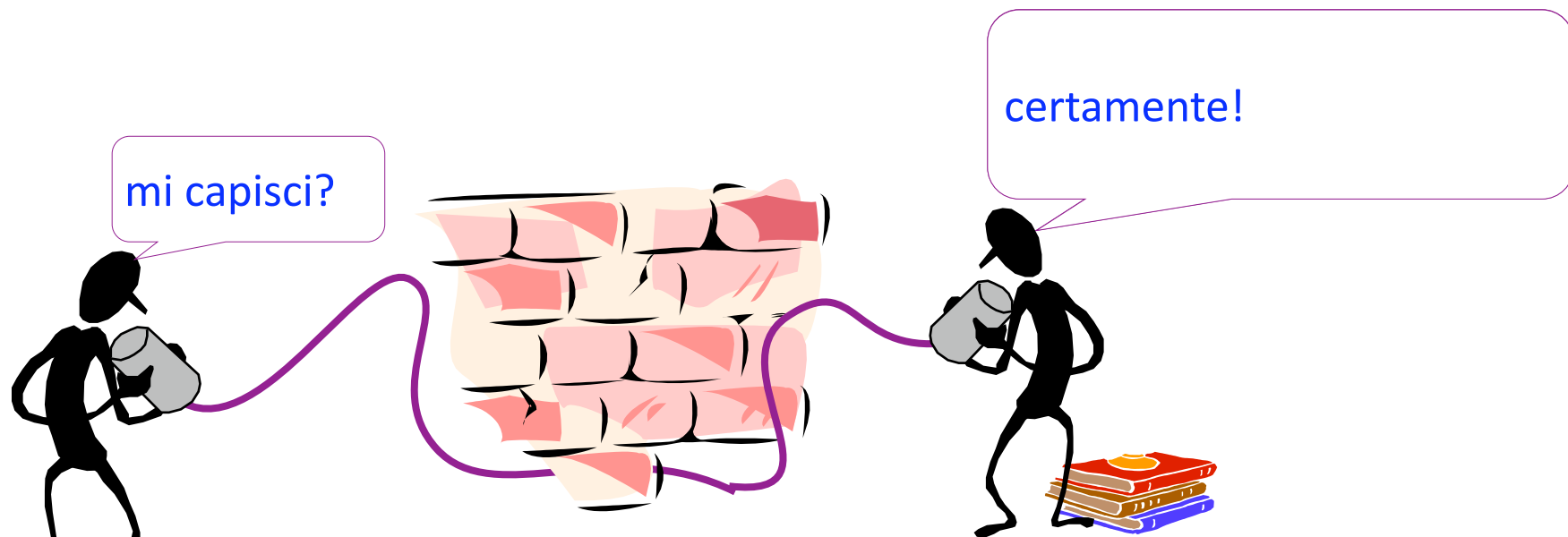
... è necessario che esista un **canale fisico** adatto (requisito per la **connessione fisica**)



occorre predisporre una **infrastruttura fisica**:
degli strumenti per trasferire i segnali tra i comunicanti

Per comunicare ... /2

... è necessario avere **competenze linguistiche comuni**
(requisito per la **trasmissione**)

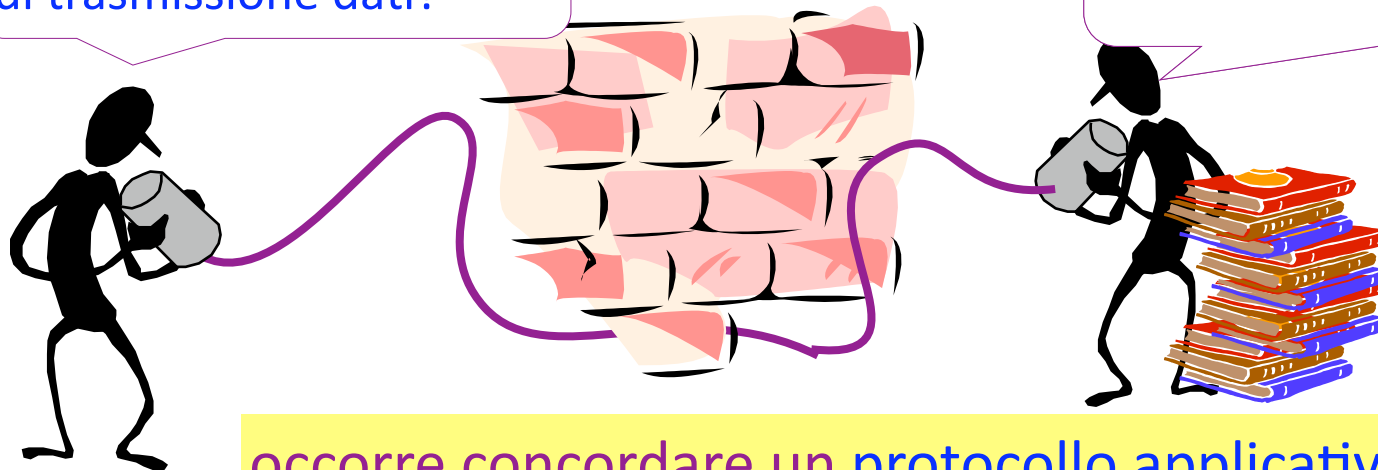


occorre concordare dei **protocolli di trasmissione**:
delle regole per interpretare i segnali "a basso livello"

Per comunicare ... /3

... è necessario **avere competenze di contenuto comuni**
(requisito per la **comunicazione**)

possiamo parlare
di trasmissione dati?

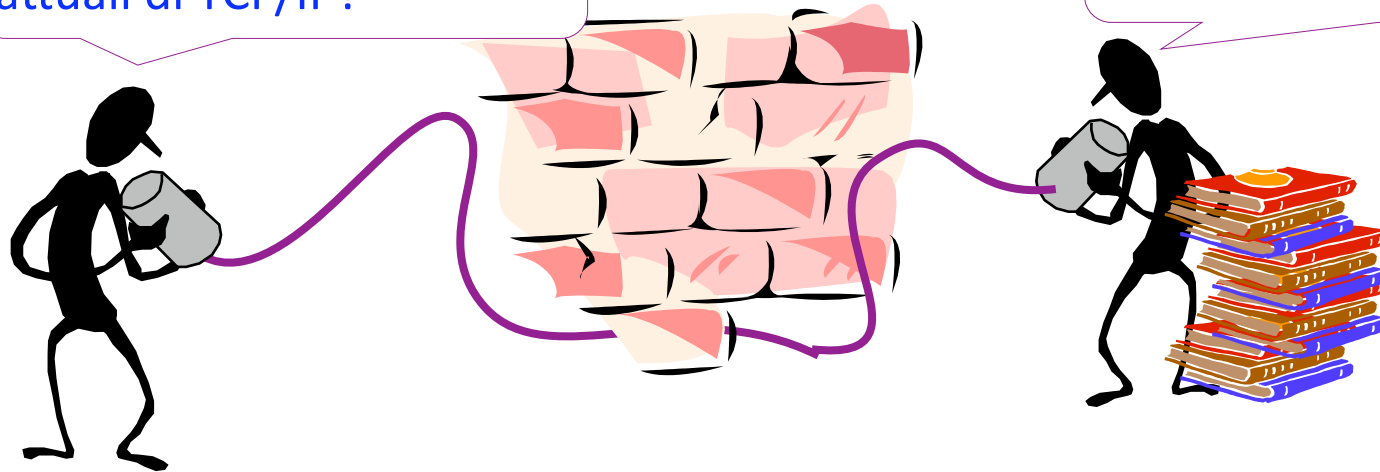


bene: cominciamo pure!

occorre concordare un **protocollo applicativo**:
delle regole per interpretare i segnali “ad alto livello”

Si comunica!

cosa pensi dei problemi
attuali di TCP/IP?

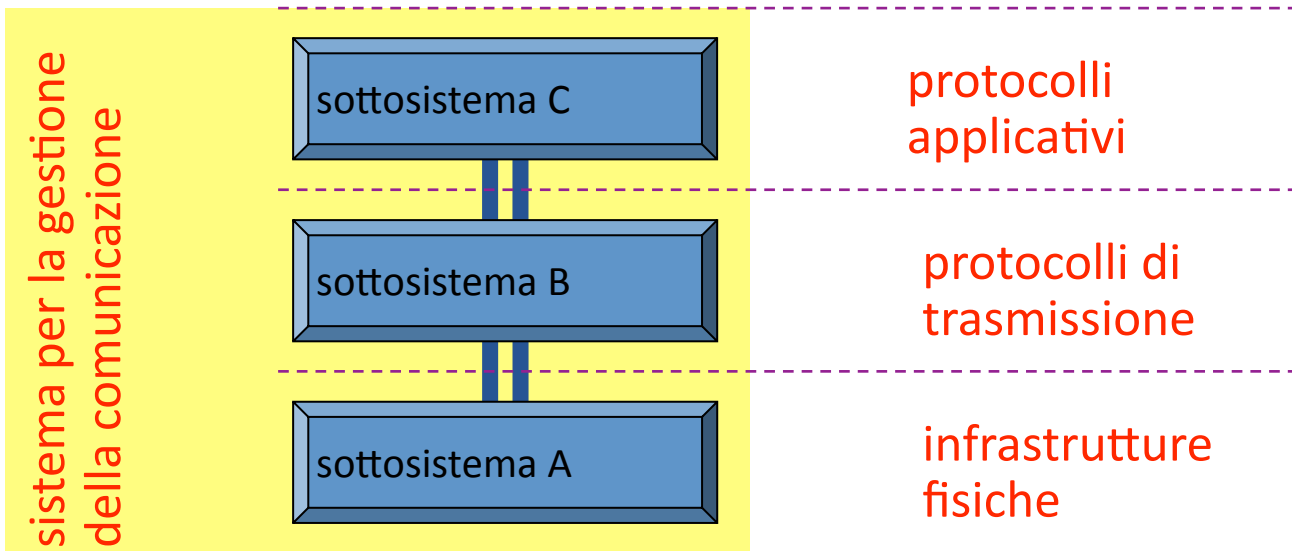


ritengo che IPv6 sarà
fondamentale nel futuro

Se le soluzioni adottate per soddisfare le tre precondizioni sono efficienti, la comunicazione si realizza *come se* esse non fossero più necessarie (“trasparenza” dei protocolli e dell’infrastruttura)

L'architettura del sistema

contenuto della
comunicazione





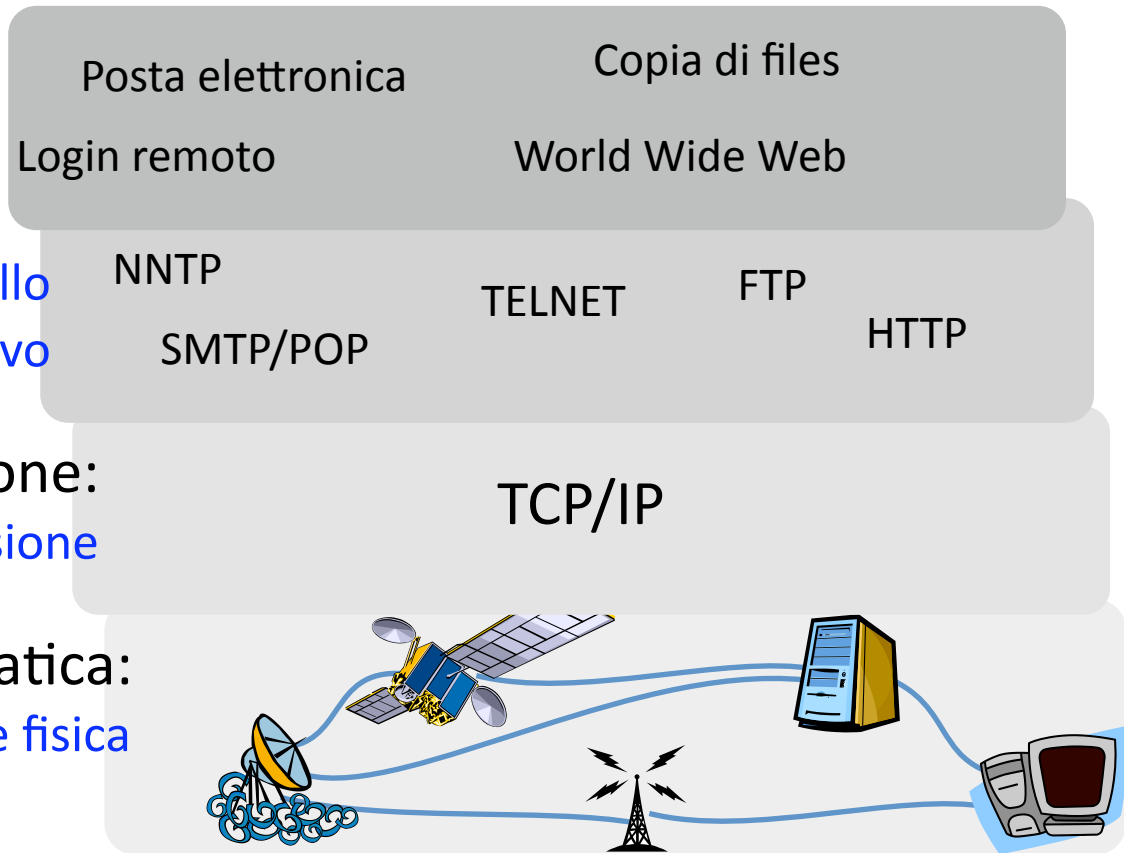
La struttura di Internet

il contenuto della
comunicazione ...

protocollo applicativo: **livello applicativo**

protocolli di trasmissione:
livello di trasmissione

infrastruttura telematica:
livello di connessione fisica



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.



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.



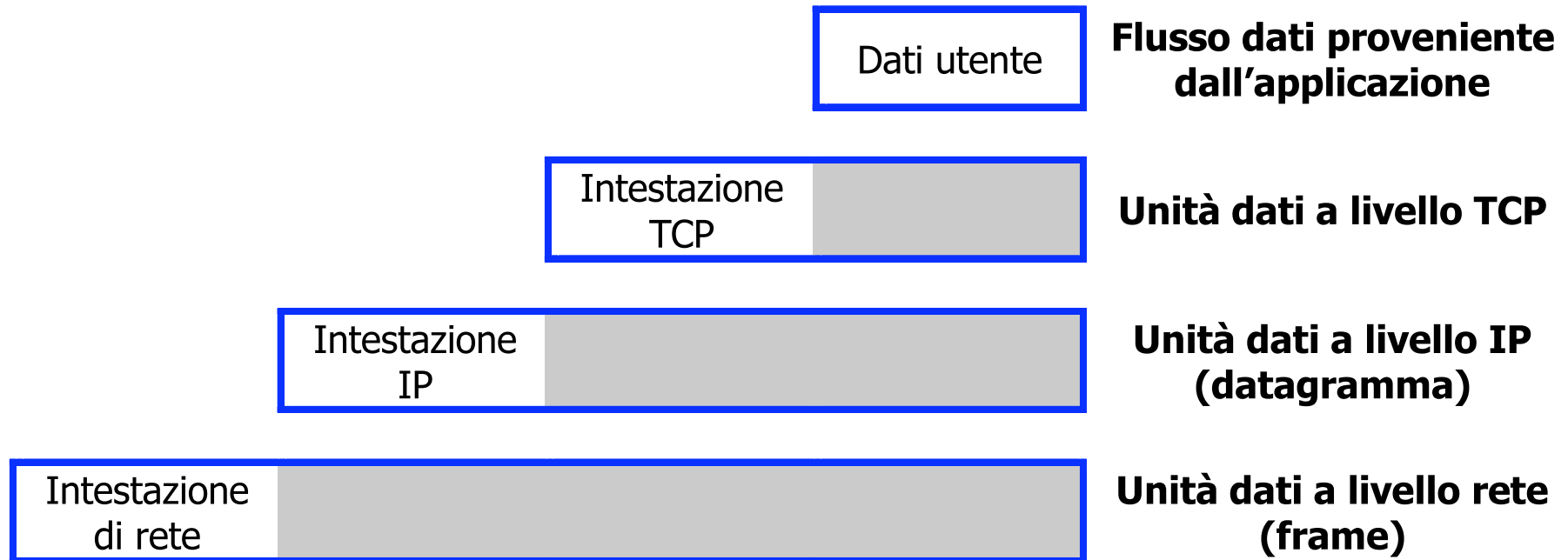
TCP/IP: indirizzamento

- 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, ...)
 - ...





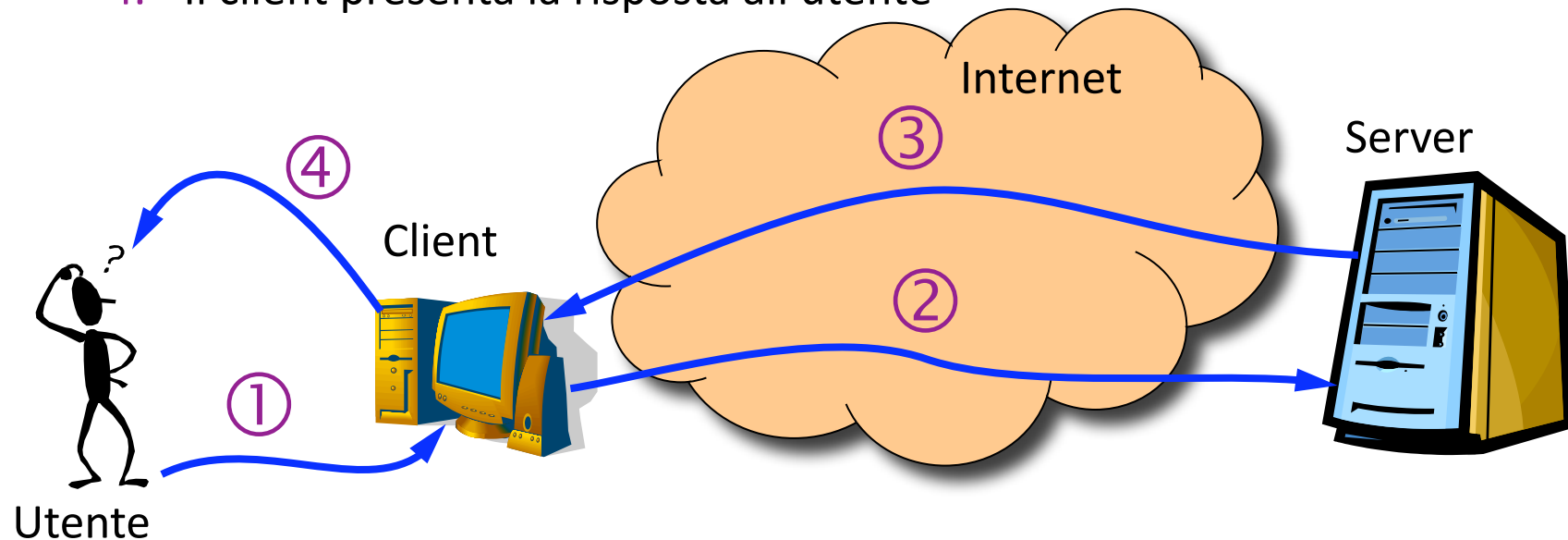
Indirizzo IP (versione 4)

- 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”.



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

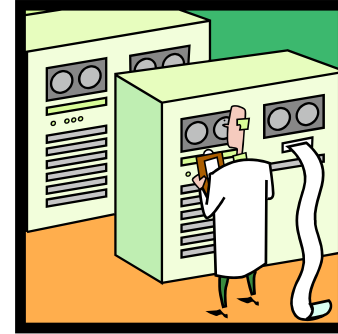


Il client



- 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!

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, server1.isttec.liuc.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
 - ...