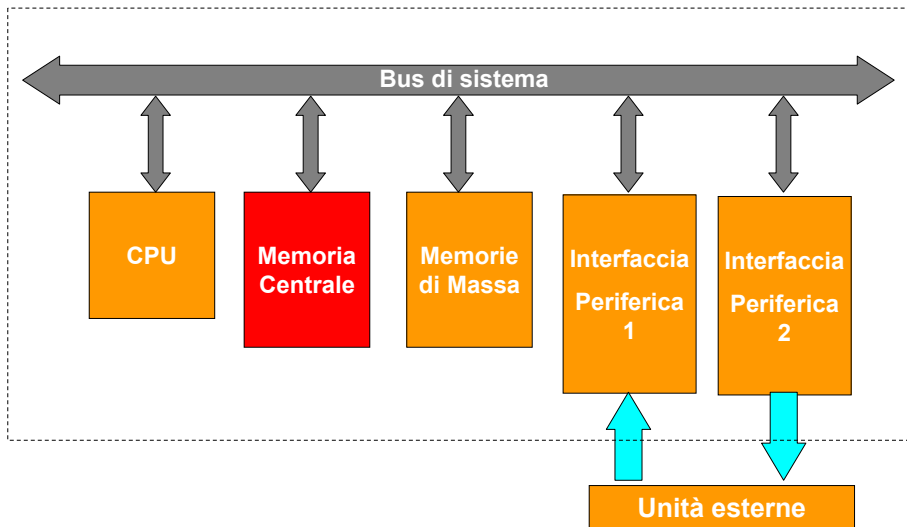


Modello di von Neumann: la memoria centrale



F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

Organizzazione della memoria principale

La memoria principale è organizzata come un insieme di registri di uguale dimensione, ognuno dei quali è identificato tramite un numero progressivo ad esso associato, detto indirizzo.

Il contenuto dei registri non è immediatamente riconoscibile: non c'è distinzione esplicita tra istruzioni e dati e tra dati di tipo diverso.

Una istruzione o un dato possono risiedere su più registri consecutivi, se la dimensione del registro di memoria non è sufficiente.

Il parallelismo di accesso è definito dall'ampiezza del registro

Quanti bit sono necessari per codificare un indirizzo ?

0	01101101
1	10010110
2	00111010
3	11111101
	⋮
1022	00010001
1023	10101001

F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

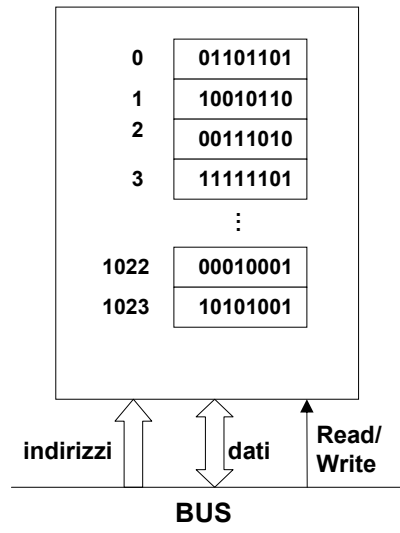
Università degli Studi
di Cassino

Organizzazione della memoria principale (2)

Il modulo di memoria principale è connesso al resto del sistema tramite il BUS.

In particolare, sono presenti tre gruppi di linee:

- linee indirizzi
- linee dati
- linee Read/Write



Operazioni sulla memoria principale

Le operazioni possibili sul modulo di memoria principale sono orientate ai registri:

- scrittura di un valore in un registro
- lettura del valore di un registro

In ogni operazione è quindi necessario specificare:

- su quale registro si intende compiere l'operazione → indirizzo
- che tipo di operazione si intende realizzare → Read/Write
- in caso di scrittura, quale sia il valore da memorizzare

Parametri della memoria principale

Capacità

Fornisce una misura della quantità di informazione che è possibile memorizzare. Questa dipende dall'ampiezza dei singoli registri e dal numero di registri contenuti.

La capacità della memoria si misura in termini di byte
(Megabyte = 2^{20} byte Gigabyte = 2^{30} byte)

Tempo di accesso

E' il tempo minimo che intercorre tra due operazioni (accessi) in memoria. Dipende dalla tecnologia di realizzazione della memoria. Si misura in termini di secondi (nanosecondi = 10^{-9} secondi).

Tipologie di memorie

Memorie RAM

Con le memorie viste finora si possono realizzare operazioni sia di lettura che di scrittura. Tali memorie si indicano come memorie **RAM** (*Random Access Memory*) ed hanno la caratteristica di mantenere il loro contenuto finché è presente l'alimentazione.

Esistono due tipi di memoria RAM:

RAM dinamica o DRAM (*Dynamic Random Access Memory*)

Alta densità di integrazione, economica, lenta, bassa potenza
alimentazione

Dynamic: è necessario rigenerare i contenuti periodicamente (refresh)

RAM statica o SRAM (*Static Random Access Memory*)

Bassa densità di integrazione, costosa, veloce, alta potenza
alimentazione

Static: il contenuto viene mantenuto finché è presente l'alimentazione

Tipologie di memorie (2)

Memorie ROM

All'interno del calcolatore, alcuni programmi e dati (es. i programmi per l'avvio all'accensione) devono rimanere memorizzati anche quando l'alimentazione viene a mancare. Questi sono, inoltre, programmi e dati che, una volta memorizzati, non devono essere più modificati.

Per questo tipo di esigenze si utilizzano memorie **ROM** (*Read Only Memory*), i cui contenuti sono inseriti una volta per sempre all'atto della loro costruzione e non possono più essere modificati o cancellati.

Organizzazione del Sistema di Memoria

Requisiti ideali di un sistema di memoria:

capacità infinita

velocità infinita

Evidenza:

- le memorie capienti ed economiche (DRAM) sono lente
- le memorie veloci (SRAM) sono costose e meno integrabili

**Come realizzare un sistema di memoria che sia capiente,
economico e veloce ?**



Un sistema basato su una gerarchia di memoria

La memoria cache

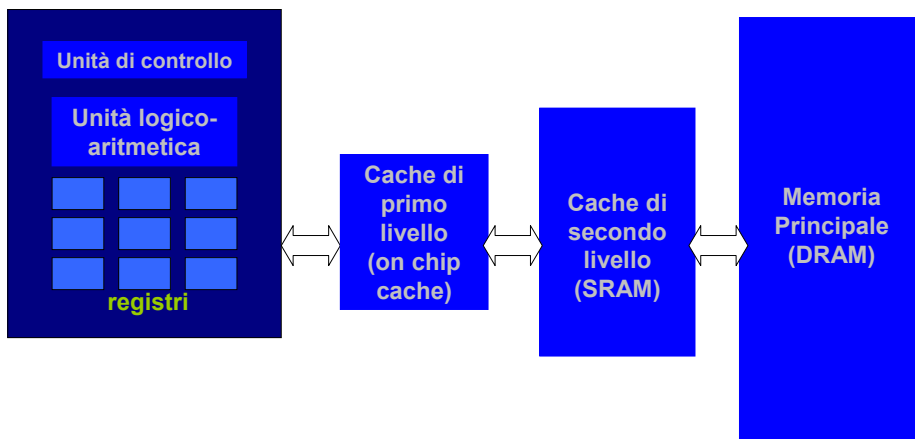
Il sistema di memoria è composto da moduli di memoria con caratteristiche diverse e organizzati a livelli.

Tra CPU e memoria principale viene posto un modulo di memoria intermedio (**cache**), ad accesso veloce, ma di capienza limitata.

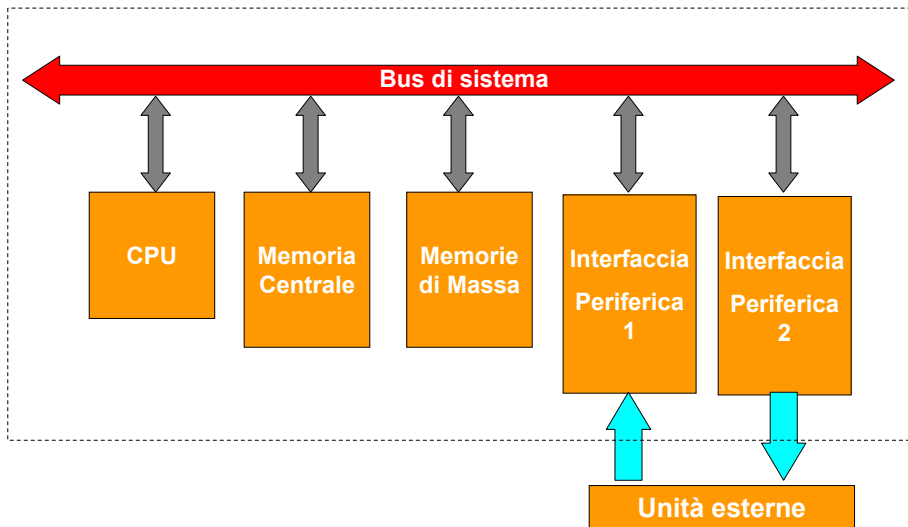
I dati memorizzati sono distribuiti sui vari moduli e possono essere trasferiti tra moduli adiacenti.

La distribuzione è realizzata in maniera da cercare di memorizzare i dati e le istruzioni richiesti più frequentemente nella cache, in modo che la CPU possa accedervi velocemente.

Sistema di memoria in un calcolatore attuale



Modello di von Neumann: il bus



F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

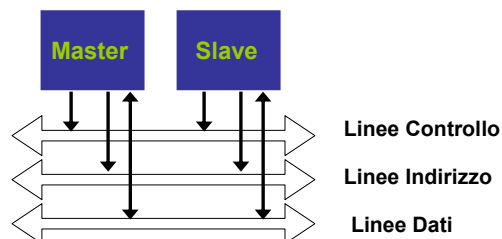
Il bus

Forma un canale di comunicazione tra le varie unità del calcolatore.

Tipicamente è possibile un solo colloquio alla volta tra due unità: un **master**, che ha la capacità di controllare il bus ed inizia la comunicazione, ed uno **slave**, che viene attivato dal master.

Il bus è formato da un insieme di linee su cui viaggiano i segnali. Le linee si dividono in

- linee dati
- linee indirizzi
- linee controllo

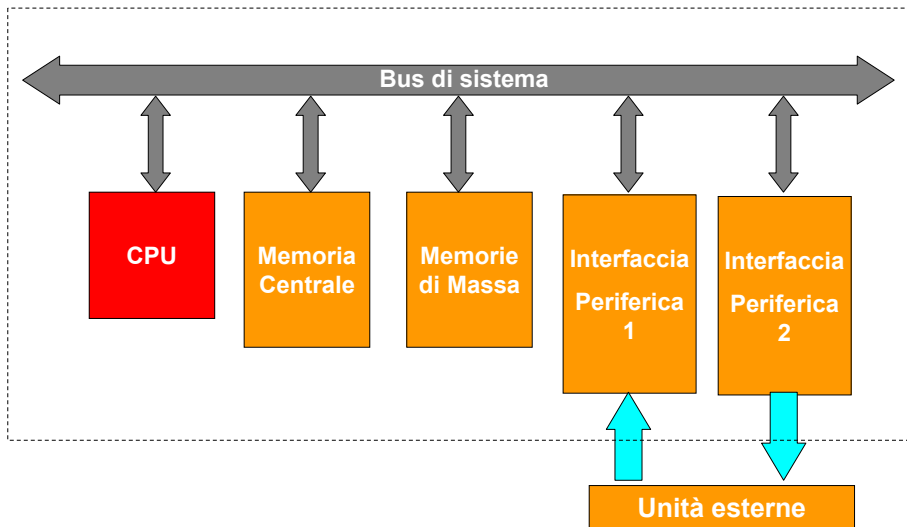


F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

Modello di von Neumann: la CPU



F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

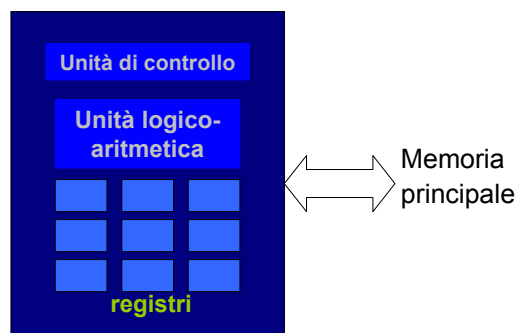
CPU (Central Processing Unit)

Funzione:

eseguire i programmi immagazzinati in memoria principale prelevando le istruzioni (e i dati relativi), interpretandole ed eseguendole una dopo l'altra

E' formata da:

- unità di controllo
- unità logico aritmetica
- registri



La CPU è inoltre caratterizzata dall'insieme delle istruzioni che può eseguire (instruction set)

F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

L'Unità di controllo (1/2)

E' l'unità che si occupa di dirigere e coordinare le attività interne alla CPU che portano all'esecuzione di una istruzione

Ciclo del processore

L'esecuzione di una istruzione avviene attraverso alcune fasi:

Fetch

L'istruzione da eseguire viene prelevata dalla memoria e trasferita all'interno della CPU

Decode

L'istruzione viene interpretata e vengono avviate le azioni interne necessarie per la sua esecuzione

Operand Assembly

Vengono prelevati dalla memoria i dati su cui eseguire l'operazione prevista dalla istruzione

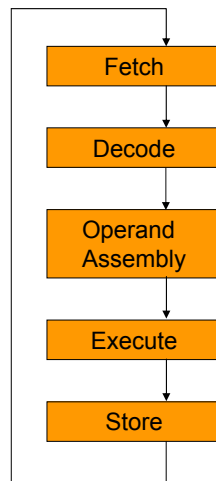
Execute

Viene portata a termine l'esecuzione dell'operazione prevista dalla istruzione

Store

Viene memorizzato il risultato dell'operazione prevista dalla istruzione

L'Unità di controllo (2/2)



L'unità di controllo realizza in ciclo le fasi per eseguire la sequenza di istruzioni che costituiscono il programma

L'Unità Logico Aritmetica

E' l'unità che si occupa di realizzare le operazioni logiche ed aritmetiche eventualmente richieste per eseguire un'istruzione

Operazioni Aritmetiche

ADD
SUB
MUL
DIV
REM
SET

Operazioni Logiche

CMP
AND
OR
NOT

I registri

Hanno la funzione di memorizzare all'interno della CPU dati e istruzioni necessari all'esecuzione

•Registri generali

•Registri speciali

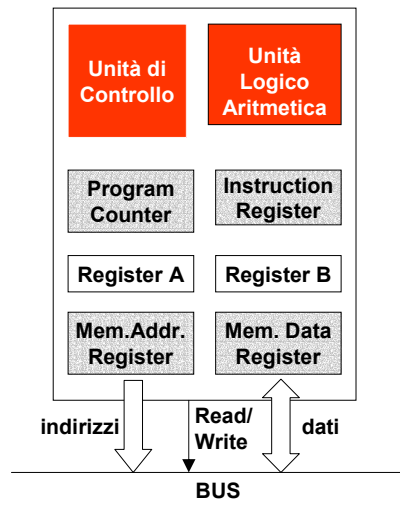
- Program Counter (PC)
- Mem. Address Reg. (MAR)
- Mem. Data Register (MDR)
- Istruction Register (IR)

I registri speciali non sono accessibili dalle istruzioni

Connessione della CPU con il sistema

I vari componenti interni della CPU sono comunicanti tramite connessioni interne.

La CPU è connessa al resto del sistema tramite il BUS (linee indirizzi, dati e controllo).



F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

Trasferimento CPU-memoria

Qualunque sia il trasferimento da realizzare, la CPU (master) deve precisare l'indirizzo del dato da trasferire.

In queste operazioni, la memoria è comunque uno slave e "subisce" l'iniziativa della CPU, ricevendo da questa l'indirizzo del dato da trasferire e l'informazione sull'operazione da realizzare (lettura o scrittura)

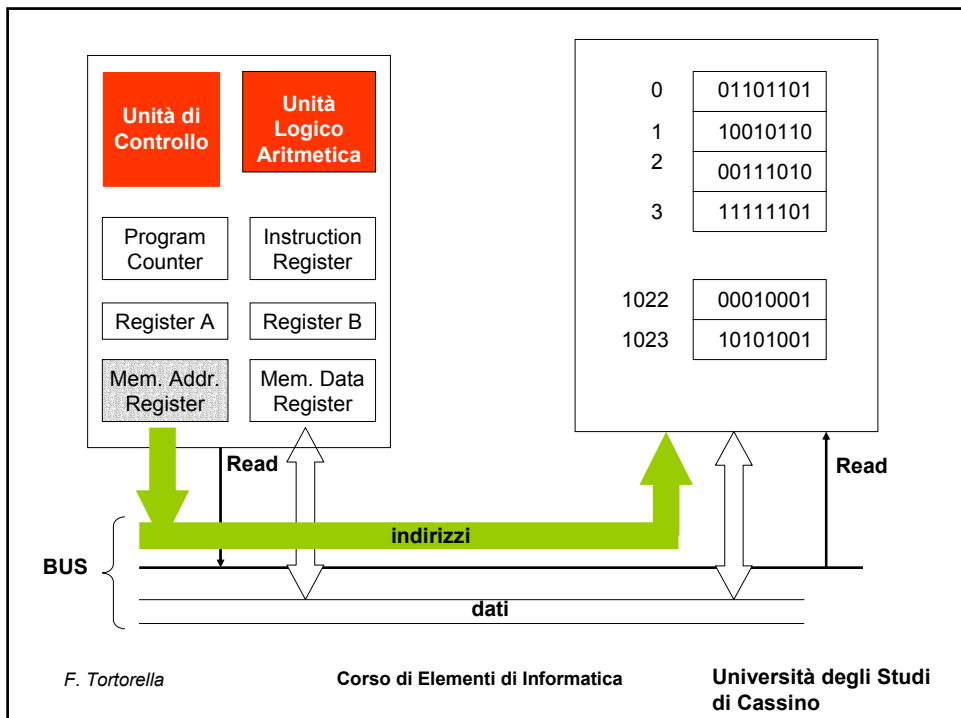
F. Tortorella

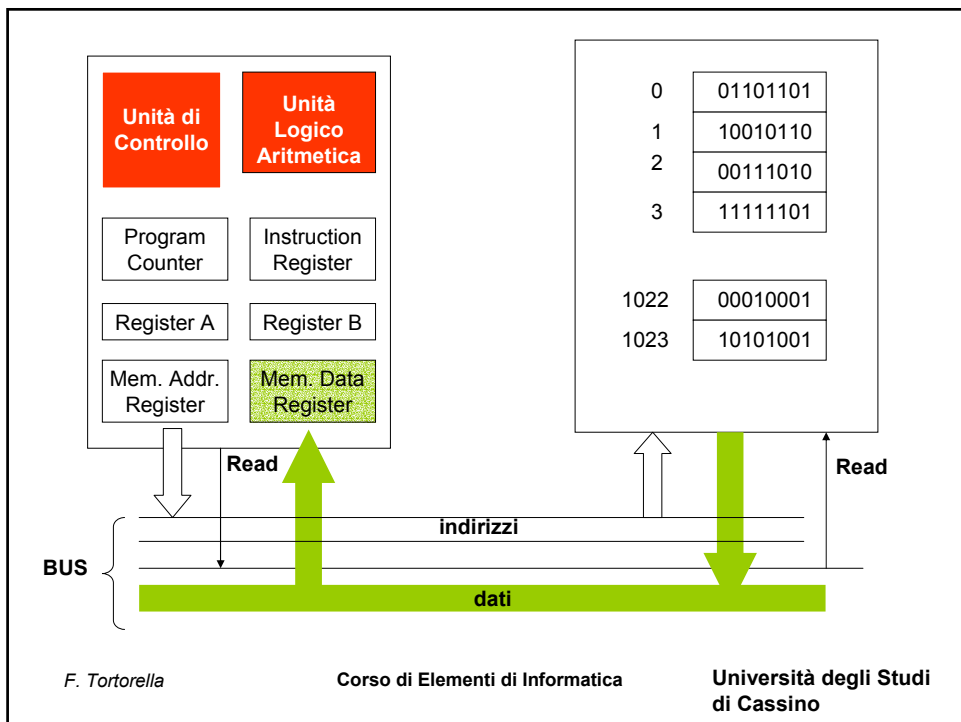
Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

Trasferimento memoria → CPU (lettura)

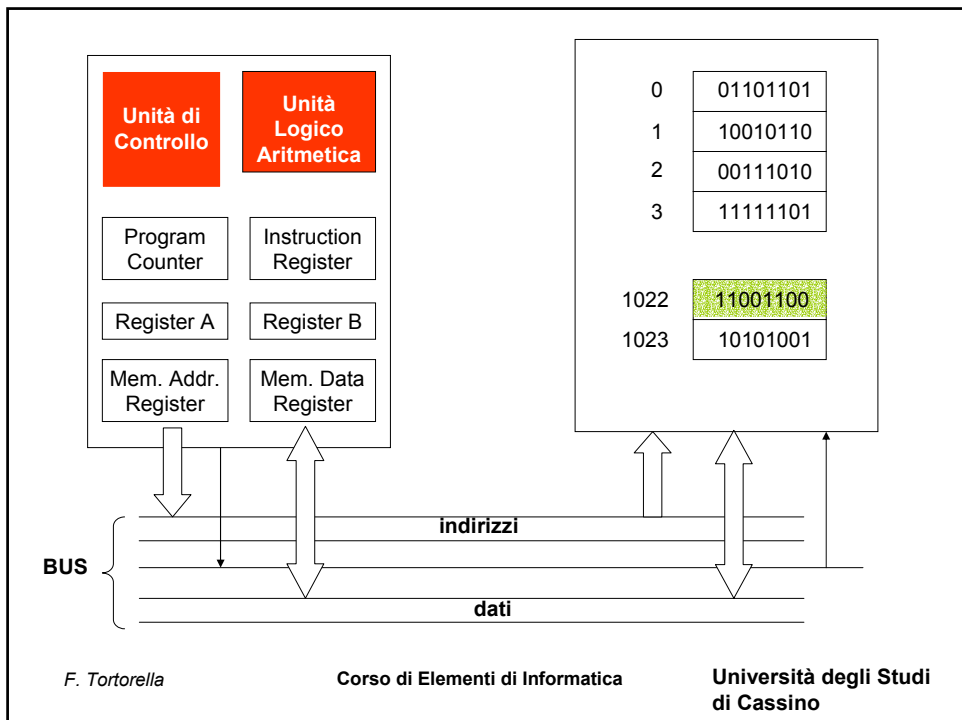
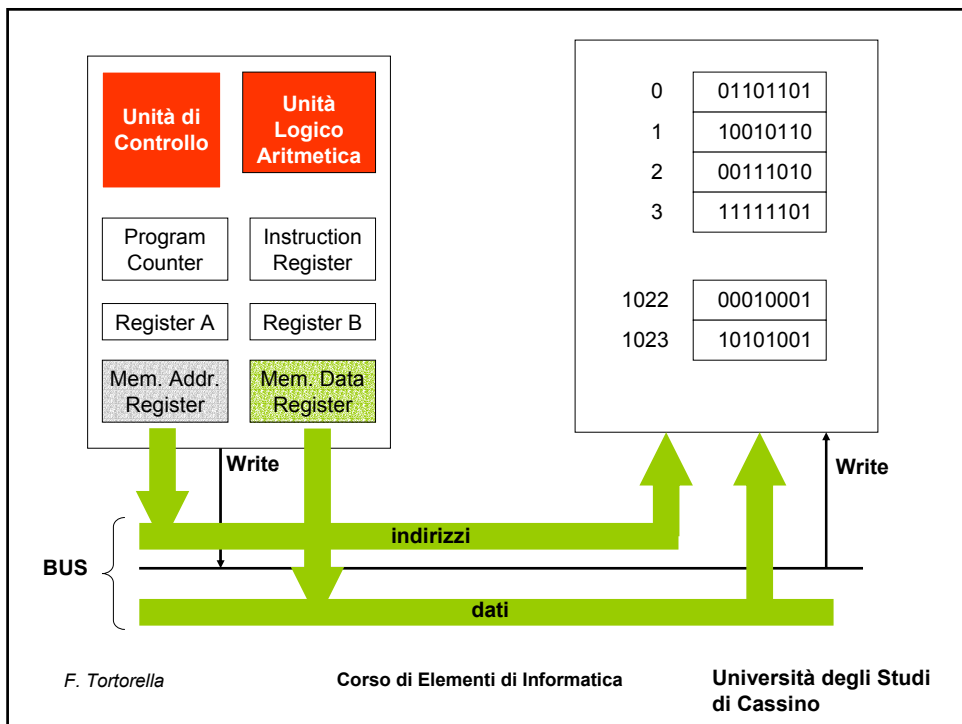
- 1) la CPU scrive l'indirizzo del dato da trasferire sul MAR che lo propagherà alle linee indirizzi del bus. Contemporaneamente, segnala sulle linee di controllo che si tratta di una lettura.
- 2) la memoria riceve, tramite il bus, l'indirizzo e l'indicazione dell'operazione da effettuare. Copia il dato dal registro individuato sulle linee dati del bus.
- 3) il dato richiesto, tramite le linee dati del bus, arriva al MDR della CPU. Da qui sarà spostato verso gli altri registri interni.





Trasferimento CPU → memoria (scrittura)

- 1) la CPU scrive l'indirizzo del dato da trasferire sul MAR, mentre il dato viene copiato sul MDR. Il contenuto dei due registri viene propagato sulle linee indirizzi e dati del bus. Contemporaneamente, la CPU segnala sulle linee di controllo che si tratta di una scrittura.
- 2) la memoria riceve, tramite il bus, l'indirizzo, il dato e l'indicazione dell'operazione da effettuare. Copia il dato dalle linee dati del bus al registro individuato dall'indirizzo.



Esempio di esecuzione di una istruzione

Consideriamo un'istruzione del tipo:

ADD (1021),(1022),1023

Il cui significato è:

“somma i valori che trovi nei registri di memoria di indirizzo 1021 e di indirizzo 1022 e memorizza il risultato nel registro di indirizzo 1023”.

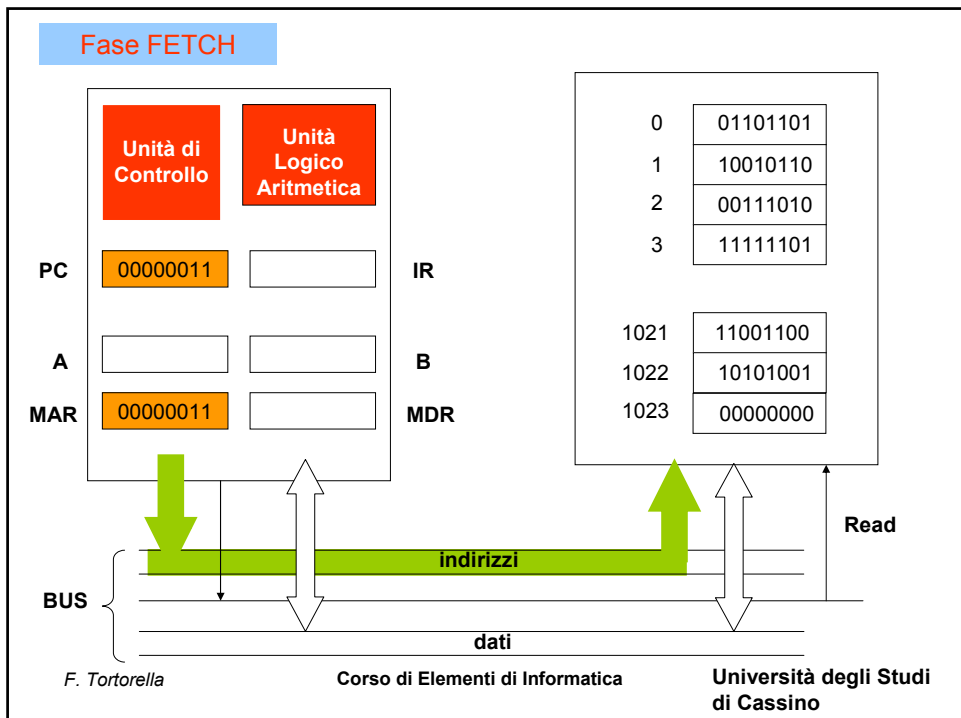
Supponiamo inoltre che l'istruzione si trovi memorizzata nel registro di memoria di indirizzo 3.

Consideriamo le varie fasi necessarie per l'esecuzione di questa istruzione...

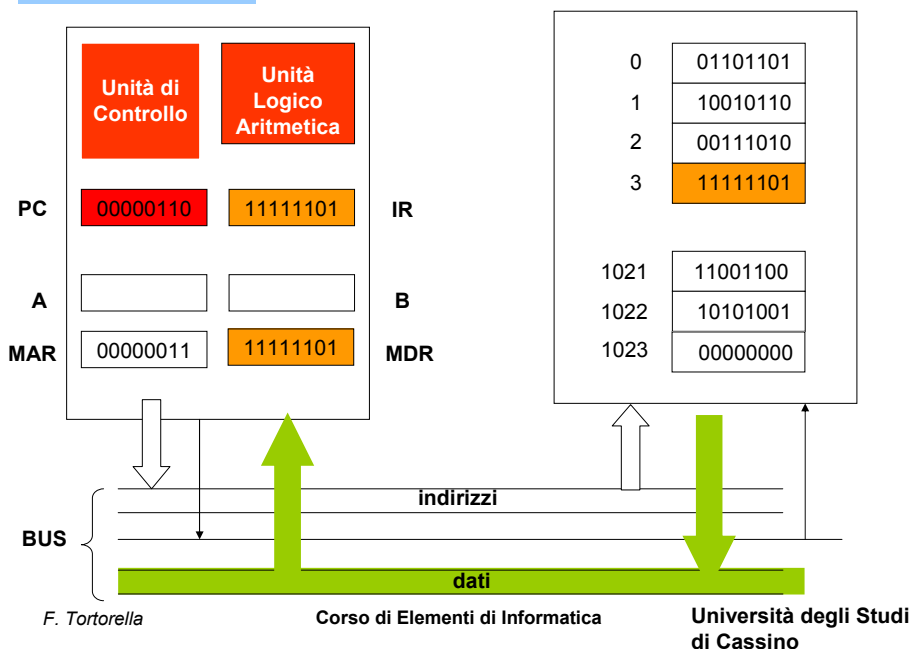
F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

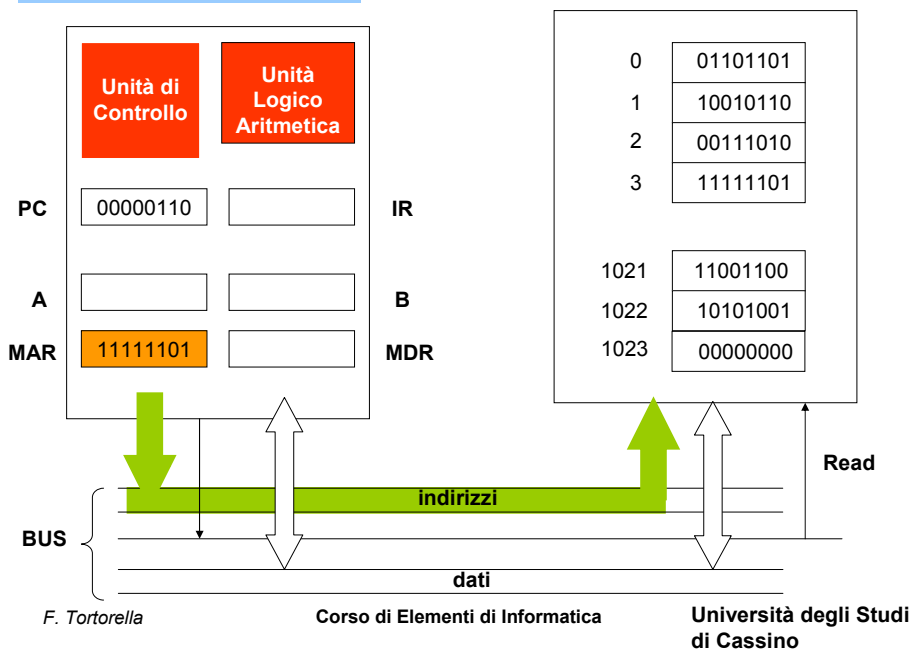
Università degli Studi
di Cassino



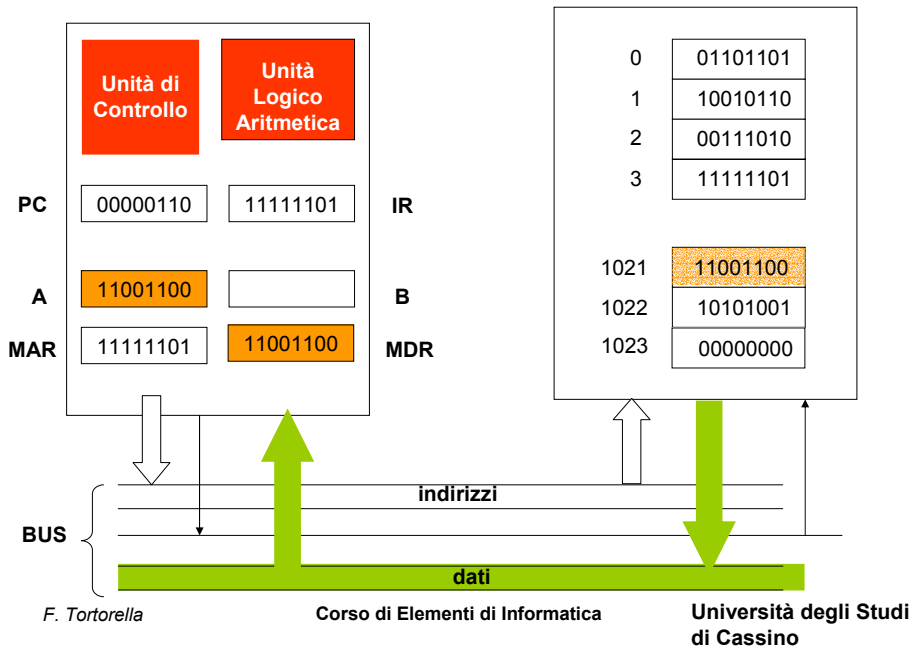
Fase FETCH



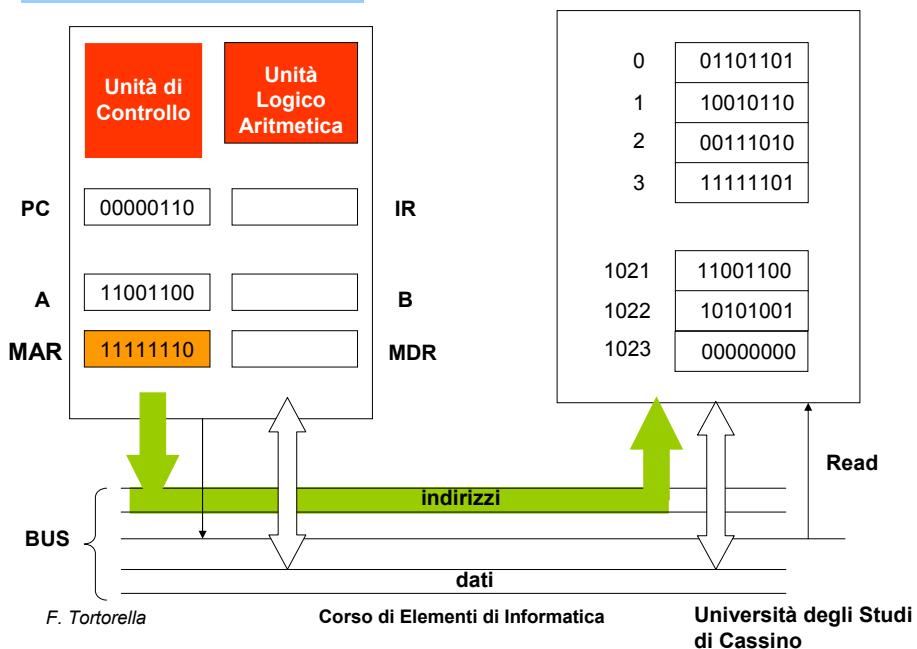
Fase OPERAND ASSEMBLY



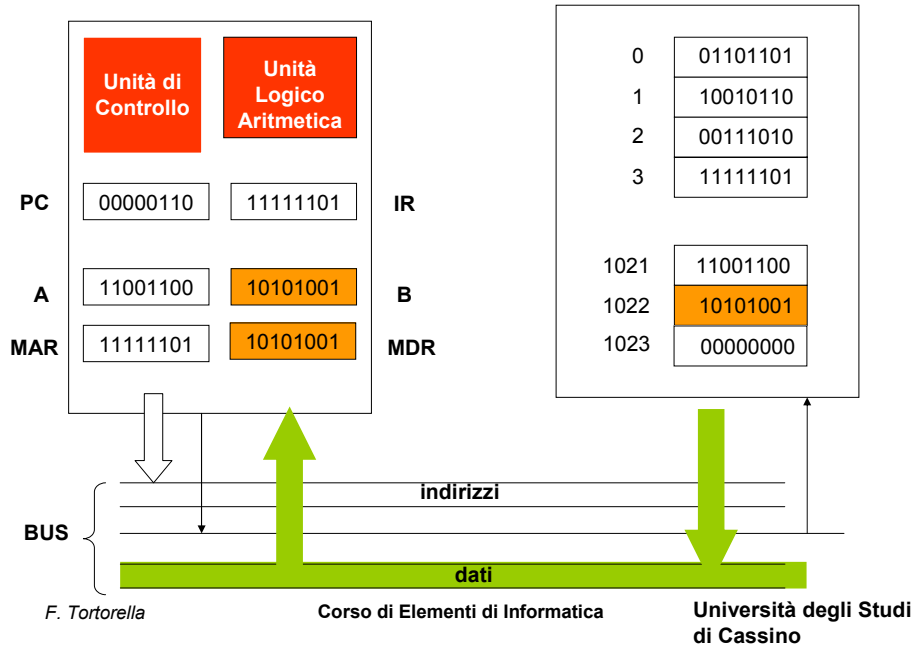
Fase OPERAND ASSEMBLY



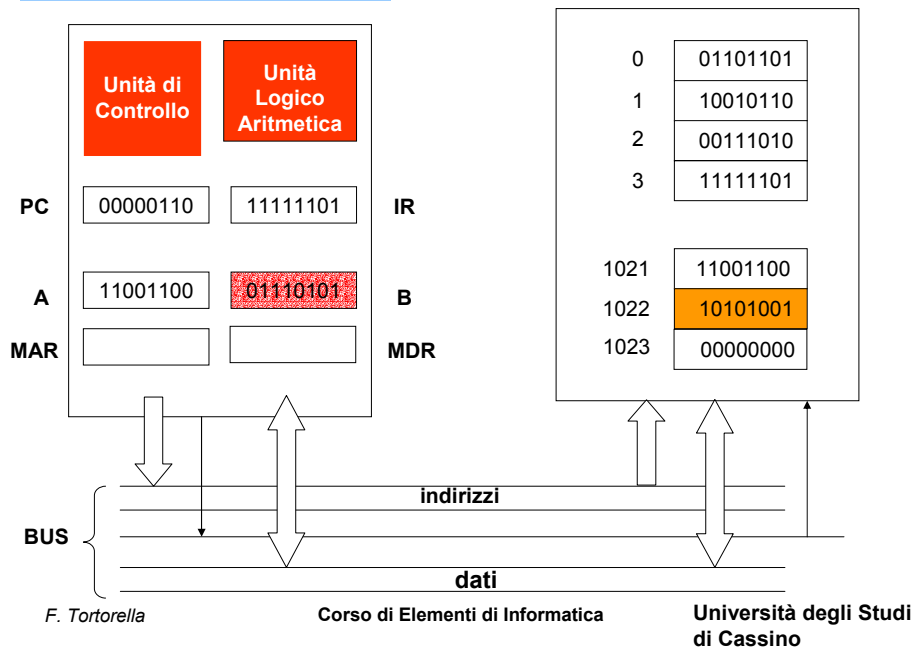
Fase OPERAND ASSEMBLY



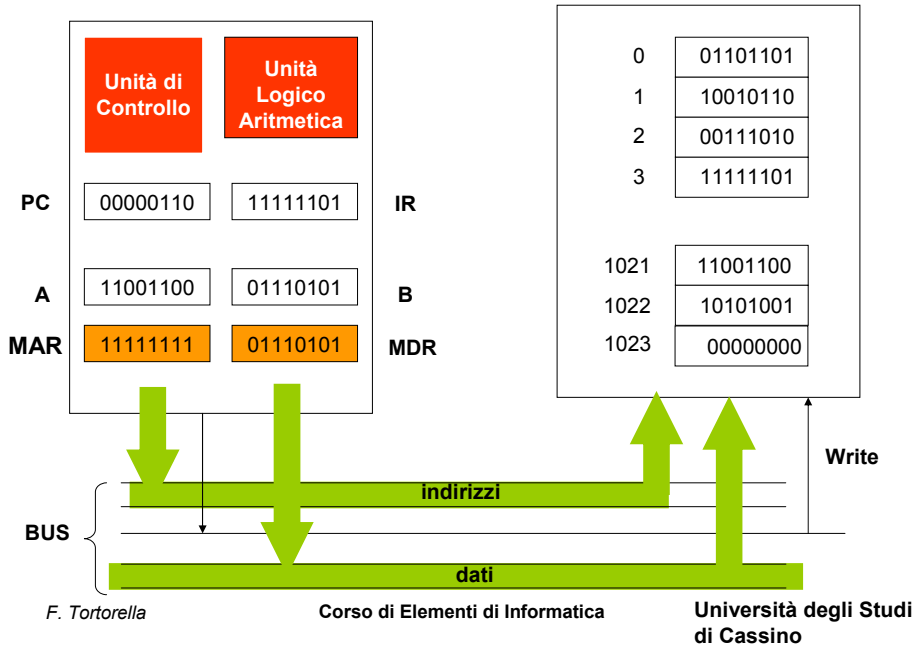
Fase OPERAND ASSEMBLY



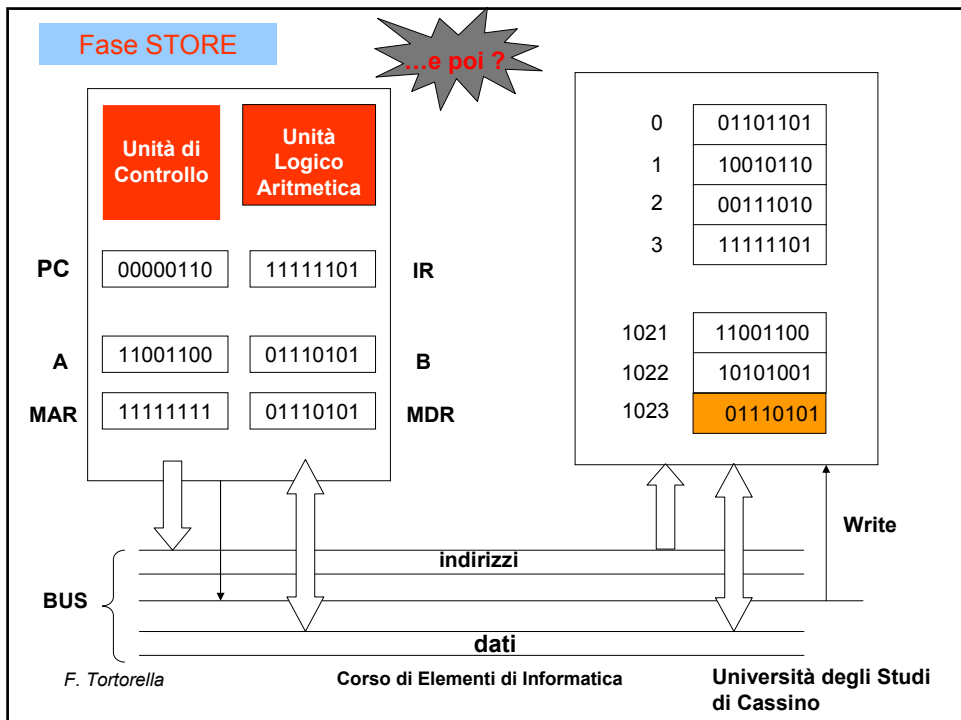
Fase EXECUTE



Fase STORE

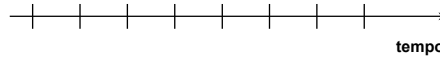


Fase STORE



Clock

- La CPU è sincronizzata da un orologio interno che procede a velocità costante (clock)
- I “clock ticks” definiscono gli istanti possibili per la progressione dei singoli passi eseguiti dal processore:



- tempo di ciclo= intervallo tra due ticks = secondi per ciclo
- clock rate (frequenza) = cicli al secondo (1 Hz. = 1 ciclo/sec)

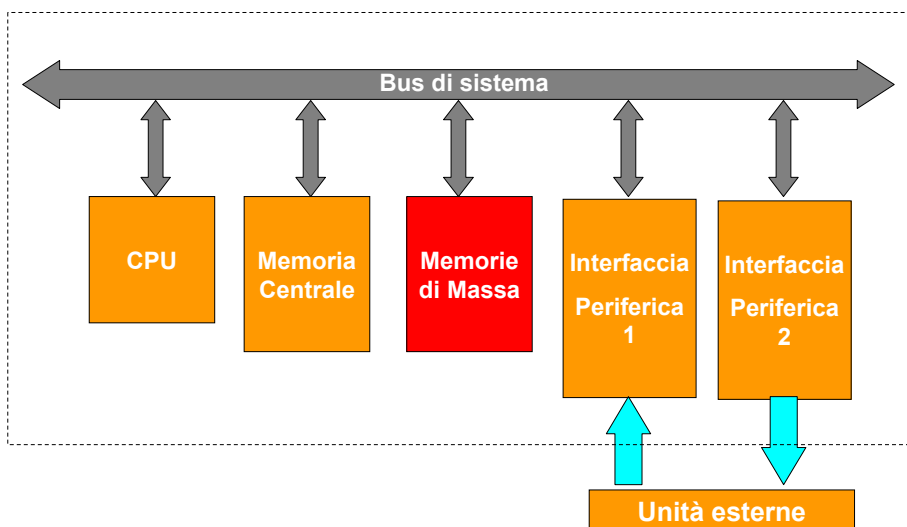
1 MegaHertz= 1MHz = 10^6 cicli/sec

1 GigaHertz = 1GHz = 10^9 cicli/sec



Frequenze di clock maggiori indicano CPU più veloci

Modello di von Neumann: le memorie di massa



Le memorie di massa

- A rigore, nel modello di von Neumann le memorie di massa sono incluse fra le periferiche, visto che l'interazione con il resto del sistema è analoga ai dispositivi collegati verso l'esterno.
- Comunque, vista il ruolo particolare che le memorie di massa rivestono, vengono considerate come unità funzionale a sé stanti.

Le memorie di massa

Sono le unità che permettono la memorizzazione *non volatile* di grosse moli di dati.

Rispetto alla memoria principale

- hanno una capacità molto maggiore
- hanno una minore velocità di accesso

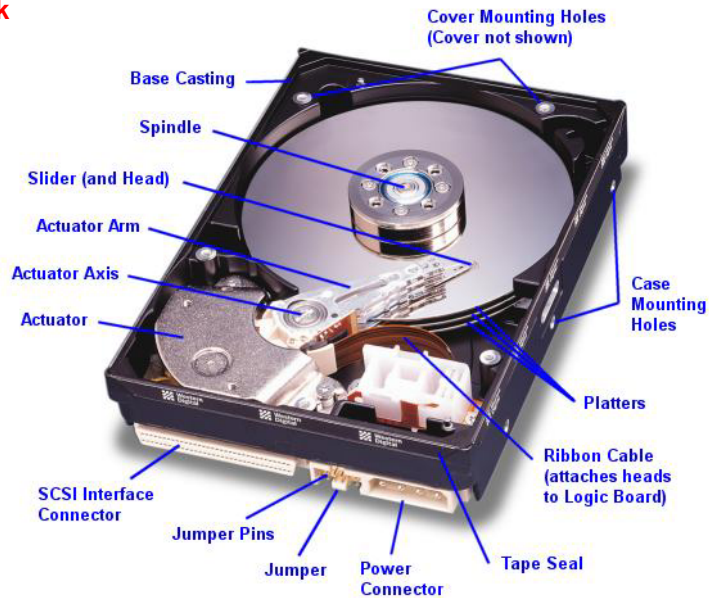
La tecnologia utilizzata per la registrazione è di tipo magnetico e ottico.

Il supporto è tipicamente un disco.

Due tipi di dischi magnetici:

- **dischi fissi** (hard disk)
- **dischi removibili** (floppy disk)

Hard disk

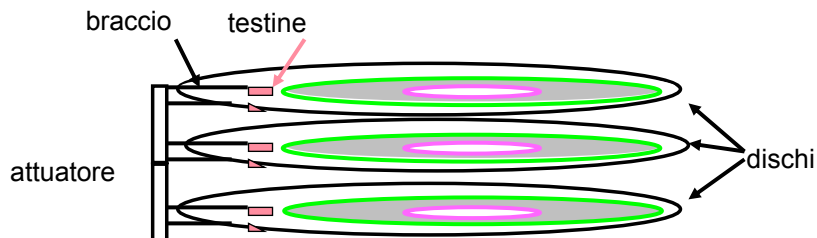


F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

Organizzazione di un hard disk



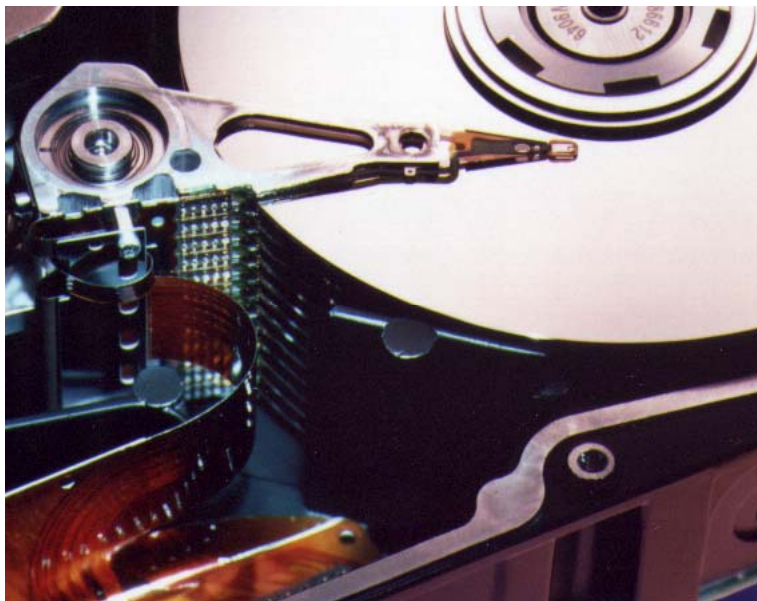
L'unità è in realtà costituita da diversi dischi. Entrambe le superfici di ogni disco sono rivestite di materiale magnetico sul quale vengono memorizzate le informazioni.

Le operazioni di lettura e scrittura sono realizzate da testine, poste su bracci e movimentate da un attuttore.

F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

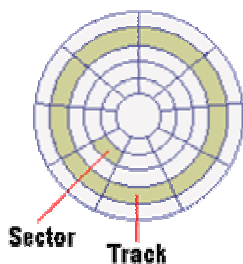


F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

Organizzazione della superficie del disco



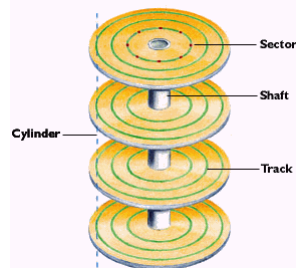
Tutte le informazioni memorizzate sul disco sono organizzate in tracce (corone circolari concentriche disposte sulla superficie del disco).

Le tracce sono numerate a partire da zero dal bordo del disco e procedendo verso l'interno.

Ogni traccia è divisa in più blocchi (da 512 byte) denominati settori, che sono le più piccole unità di memorizzazione sul disco.

Tracks, Cylinders, and Sectors

Siccome l'unità è formata da più dischi, ad ogni traccia su un disco corrispondono tracce omologhe sugli altri dischi, che, nell'insieme, formano un *cilindro*.



F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

Operazioni di lettura/scrittura

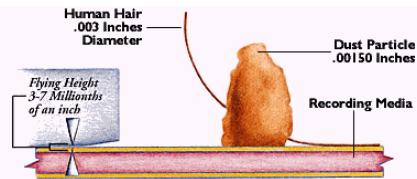
Le informazioni memorizzate sul disco sono codificate sotto forma di stati di memorizzazione di zone del materiale magnetico disposto sulla superficie del disco.

Le operazioni di lettura/scrittura sono realizzate dalle testine tramite le seguenti fasi:

1. Posizionamento della testina sulla traccia (cilindro) di interesse;
2. Attesa del passaggio del settore di interesse;
3. Lettura o scrittura del dato.

Accesso ai dati di tipo
random

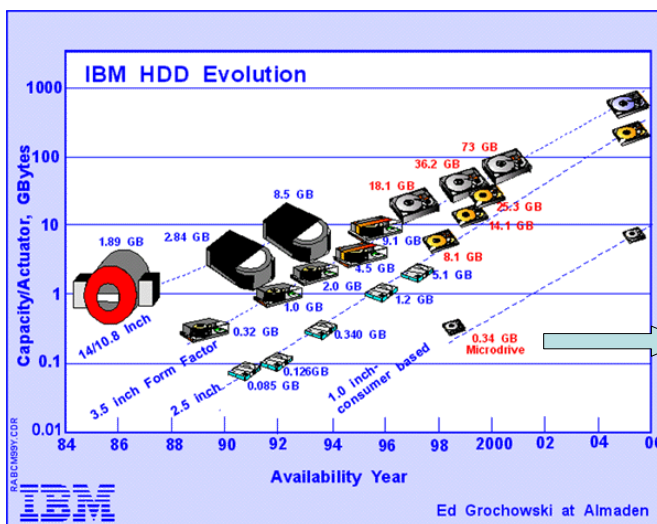
Date le alte velocità di rotazione, le testine non toccano la superficie del disco, ma “planano” su di essa, mantenendosi ad una distanza dell'ordine di 10^{-4} mm.



F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino



F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

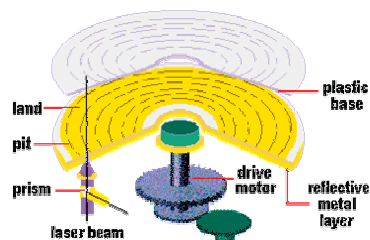
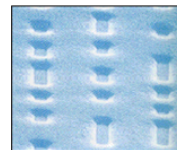
L'unità a dischi removibili (floppy disk)

Stesso principio di funzionamento degli hard disk, con alcune differenze:

- i floppy disk hanno un supporto “flessibile”;
- nelle operazioni di lettura/scrittura, le testine sono a contatto con la superficie del disco e quindi le velocità di rotazione sono di molto inferiori
- Limitata quantità di dati immagazzinabili (max 1.44 Mbyte)

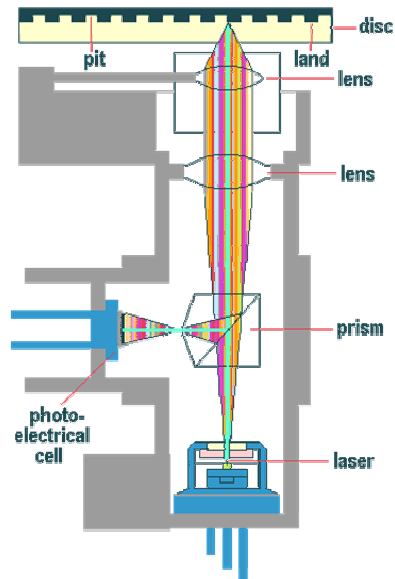
Unità di tipo ottico CD-ROM

- Realizzato originariamente per l'audio
- 650 Mbytes per oltre 70 minuti di audio
- Disco in policarbonato con un'anima in materiale altamente riflettente, di solito alluminio
- I dati sono codificati tramite *pits* e *lands*



Operazione di lettura

1. Un fascio laser, emesso da un diodo laser IR, attraversa un prisma, in parte riflettente, e viene focalizzato sulla zona su cui effettuare la lettura.
2. Se il fascio trova un "land", viene interamente riflesso dal disco, ritorna sul prisma e da questo ulteriormente riflesso su una cella fotoelettrica, che genera un segnale elettrico di intensità proporzionale alla energia luminosa ricevuta. Se il fascio incontra un "pit", subisce una diffusione e quindi sarà praticamente nulla l'energia luminosa che raggiungerà la cella.



F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

Organizzazione del disco

- Un CD tipicamente memorizza i dati su un'unica traccia, che si avvolge a spirale
- La traccia è divisa in settori di dimensione costante in cui i dati sono registrati
- Le unità CD audio sono "single speed": hanno una velocità lineare costante di 1.2 m/sec
 - La lunghezza della traccia è di circa 5.27km per cui sono necessari circa 4391 secondi (73.2 minuti) per percorrerla tutta
 - Con questa velocità, l'unità assicura un transfer rate di circa 150 Kbyte/sec
- Le altre velocità sono definite come multipli della velocità "base" audio (es. 40x)

F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

CD-ROM: pro e contro

PRO

Ampia capacità (?)
Semplice la produzione industriale
Removibile
Robusto

CONTRO

Costoso per piccole quantità di dati
Lento
Read only

Altre unità di memoria di massa

Dischi ZIP

economici
diffusi
solo 100 Mb

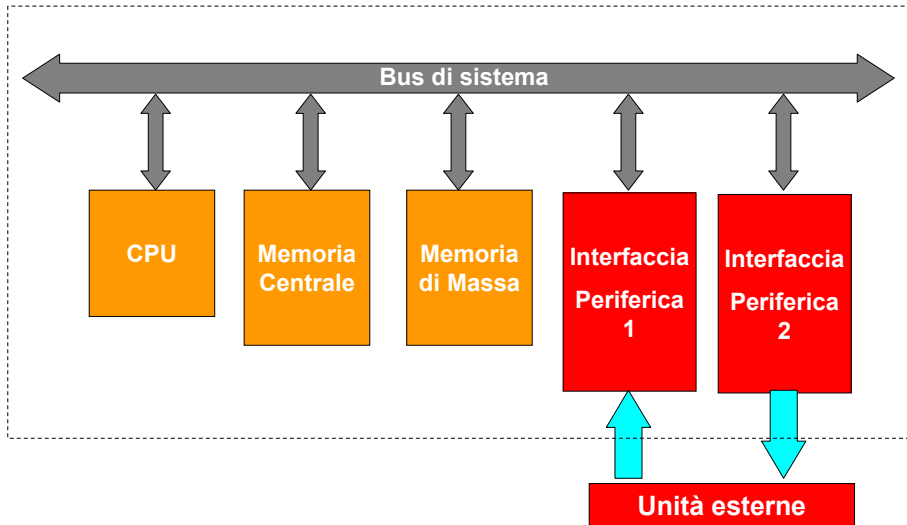
Dischi JAZ

non economici
circa 1 Gb

Nastri

DAT
grande capacità
lenti
utilizzati per backup

Modello di von Neumann: interfacce ed unità esterne



F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

Collegamento tra calcolatore ed unità esterne

Tutta l'attività di ingresso/uscita avviene con l'uso di unità esterne:

- tastiera
- mouse
- monitor
- stampante
- scanner
- microfoni/altoparlanti
- cam
- ...

Problema:

Molti dispositivi, realizzati
da costruttori diversi.

Come si gestisce il
collegamento con il
calcolatore ?

⇒ **Necessità di standard**

F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

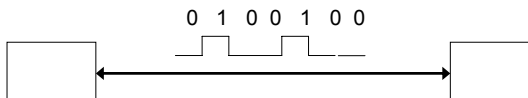
Collegamento tra calcolatore ed unità esterne (2)

Il collegamento tra calcolatore ed unità esterne avviene tramite connessioni standard (porte periferiche), alle cui specifiche i costruttori devono attenersi.

Il collegamento tra calcolatore ed unità esterne prevede un flusso bidirezionale di byte di dati tra i due, che può avvenire in due modalità diverse, distinte in base al parallelismo del trasferimento:

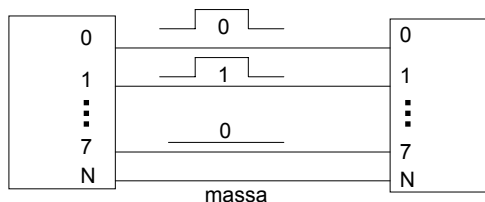
seriale

parallelismo: 1 bit



parallelo

parallelismo: 8 bit



F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

Le porte di Input e Output

- Le porte di I/O sono una serie di prese, localizzate sul lato posteriore del computer, che vengono utilizzate per collegare alla macchina tutti dispositivi esterni (monitor, tastiera, mouse, ecc.). La disposizione delle porte varia da computer a computer.
- Tipicamente sono poste direttamente sulla scheda madre le seguenti porte:
- **Porte PS/2**
 - per il collegamento del mouse e della tastiera (una è dedicata al mouse e l'altra alla tastiera; non si possono invertire).
- **Porta Seriale**
 - per il modem, o in generale per dispositivi che non richiedono un flusso di dati molto veloce (fino a qualche anno fa veniva usata anche per il mouse).
- **Porta Parallela**
 - si usa quasi sempre per la stampante, ma in generale è adatta per qualunque dispositivo che richieda un *flusso* di dati più veloce rispetto alla capacità della porta seriale.
- **Porta USB** (Universal Serial Bus)
 - è adatta per connettere al computer qualunque tipo di dispositivo (purché compatibile col collegamento USB!). La tecnologia USB consente di creare "catene" di dispositivi collegati tutti su un'unica porta (fino a 127), inoltre consente il collegamento "a caldo" (cioè a computer acceso), mentre tutti i dispositivi non USB devono sempre essere collegati a computer spento.

F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi
di Cassino

Porta parallela (LPTx:)

E' impiegata per connettere dispositivi che possono trasferire più bit contemporaneamente (stampanti, tipicamente).

Non permette elevate velocità di trasferimento.

Attualmente sono disponibili diverse modalità:

SPP: *Standard Parallel Port*. Modalità più lenta (di default).

EPP: *Enhanced Parallel Port*. Modalità di colloquio bidirezionale

ECP: *Enhanced Capabilities Port*. Modalità più veloce; impiega un canale DMA. Può avere problemi di compatibilità.

Porta seriale

E' impiegata per connettere dispositivi che non richiedono grosse velocità di trasmissione (mouse, tastiera, modem).

COMx:

Velocità tipiche: da 1200 bit/sec a 119200 bit/sec

Due tipi comuni:

- 25 pin
- 9 pin

Porta PS/2

Interfaccia seriale introdotta da IBM per connettere mouse e tastiera.

Connettore a 6 pin.

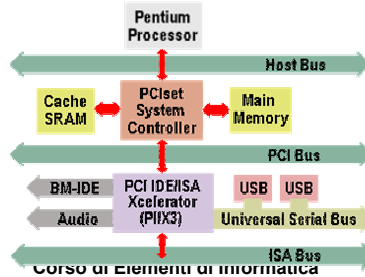
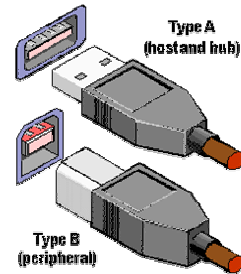
L'interfaccia Universal Serial Bus (USB)

E' un'interfaccia seriale progettata per:

- ⇒ connettere contemporaneamente più periferiche
- ⇒ realizzare connessioni "hot swap"
- ⇒ assicurare un'alta velocità di trasferimento

Caratteristiche:

- ⇒ Fino a 127 unità collegate su una stessa connessione (tramite hub)
- ⇒ Velocità massima: 12 Mbit/sec (USB 1.1) 480 Mbit/sec (USB 2.0)
- ⇒ ideale per connettere mouse, scanner, modem



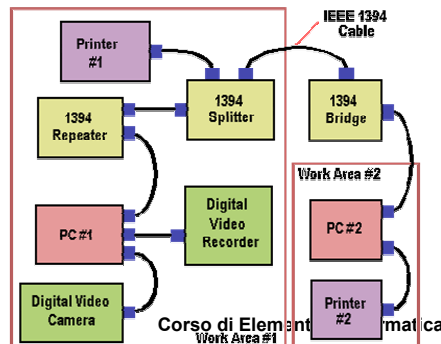
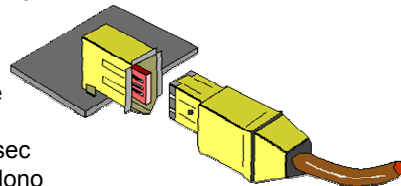
F. Tortorella

Università degli Studi di Cassino

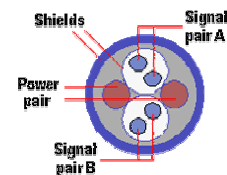
L'interfaccia FireWire (IEEE 1394)

E' un ulteriore standard di interfaccia seriale che ha caratteristiche simili a USB, ma con prestazioni migliori:

- ⇒ connessione contemporanea a più periferiche
- ⇒ connessioni "hot swap"
- ⇒ alta velocità di trasferimento: fino a 400 Mbit/sec
- ⇒ adatta per interfacciare periferiche che richiedono una banda ampia (telecamere digitali, VCR, ecc.)



F. Tortorella



Università degli Studi di Cassino

Altre porte

- Le schede di espansione che vengono montate sulla scheda madre rendono poi disponibili molte altre porte, fra cui le principali sono:
- **Porta Video** (talvolta integrata direttamente sulla scheda madre, soprattutto nei modelli di marca) per connettere il monitor al computer.
- **Porta di Rete** per collegare la macchina direttamente ad una rete di computer, senza usare il modem. Ne esistono di vari tipi, ma ormai la presa RJ45 ha di fatto rimpiazzato tutte le altre.
- **Porta SCSI** per dispositivi che richiedono un *flusso* di dati molto veloce (scanner, masterizzatore esterno, ecc.). La tecnologia SCSI consente inoltre, come la USB, il collegamento di dispositivi a catena (fino a 7), ma non il collegamento a caldo.
- **Porta Infrarosso** che consente la comunicazione tra dispositivi tramite un fasci di radiazione luminosa nel campo dell'infrarosso (invisibile).

Periferiche

Input

Tastiera

Mouse

Scanner

Cam

Microfono

ecc.

Output

Monitor

Stampante

Plotter

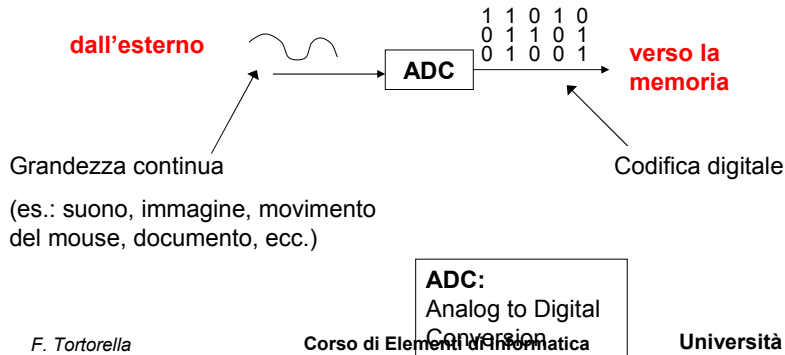
Altoparlanti

ecc.

Qual è il compito delle periferiche ?

Operazioni realizzate dalle periferiche di ingresso

Compito delle periferiche di ingresso è quello di codificare una grandezza continua in ingresso tramite una rappresentazione digitale utilizzabile dal calcolatore.

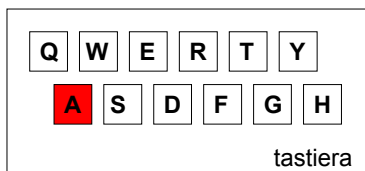


F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi di Cassino

Il tipo di informazione rappresentata dipende dalla periferica impiegata



codice ASCII della lettera 'A'

1000001

Algoritmo Stocastico

Eugenio



bit map

0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	0	1	0
1	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1

Scrimination is a general methodology for the discrimination of very weak components from very complex and accurate classification of new data. In fact, it is often used to discriminate between two classes.

F. Tortorella

Corso di Elementi di Informatica

Università degli Studi di Cassino

Operazioni realizzate dalle periferiche di uscita

Compito delle periferiche di uscita è quello di creare, delle informazioni codificate in digitale nella memoria del calcolatore, una rappresentazione direttamente comprensibile dall'utente umano.

