

Calcolo numerico e **programmazione** Architettura dei calcolatori

Tullio Facchinetti
<tullio.facchinetti@unipv.it>

30 marzo 2012

08:57

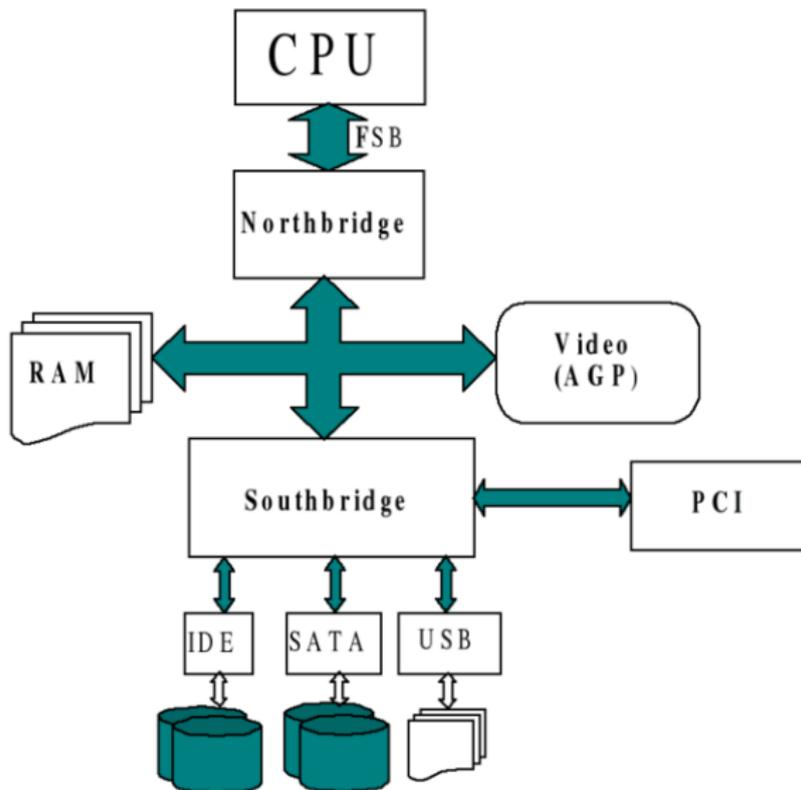
<http://robot.unipv.it/toolleeo>

Il calcolatore

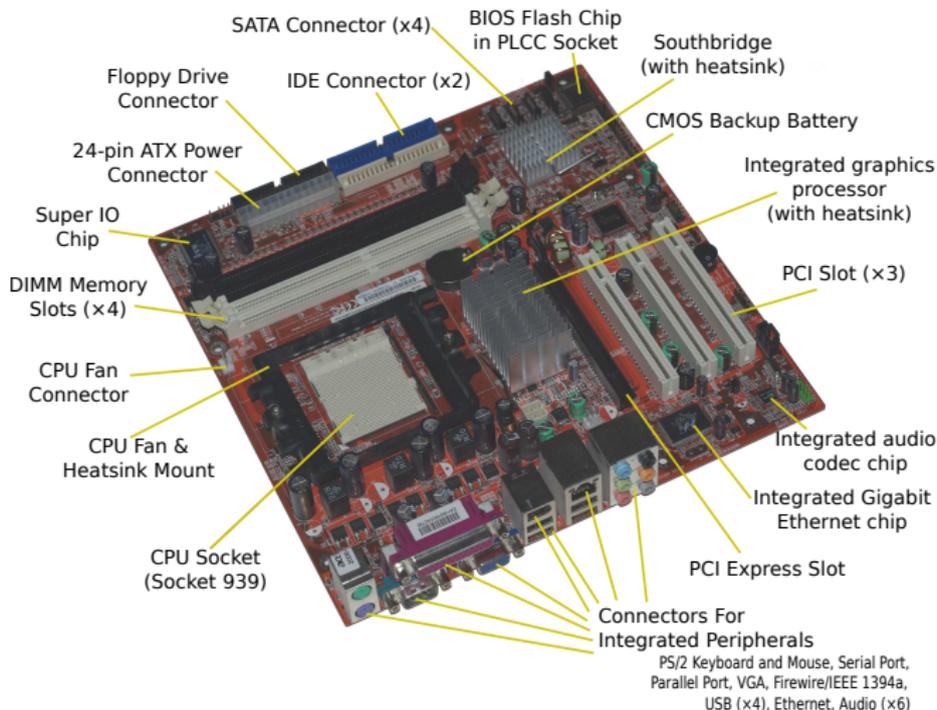
tre funzionalità essenziali:

- ① memorizzazione delle informazioni → supporto di memoria
- ② spostamento delle informazioni (lettura/scrittura) → bus
- ③ esecuzione di calcoli → processore

Architettura di un personal computer



Architettura di un personal computer



fonte: Wikipedia

Cosa è la memoria

- la memoria consente di conservare informazioni (dati e istruzioni) e di accedervi
- da un punto di vista logico, è costituita da un insieme di celle
- una cella può contenere:
 - 1 bit
 - 1 carattere (4, 6, 8 bit) [Byte]
 - 1 parola (più caratteri) [Word]
- le informazioni sono codificate in binario
- generalmente la dimensione delle memorie è data in byte

Caratteristiche delle unità di memoria

capacità

- numero di bit, caratteri, o parole che possono essere memorizzati contemporaneamente
- viene espressa in multipli di $1024 = 2^{10}$

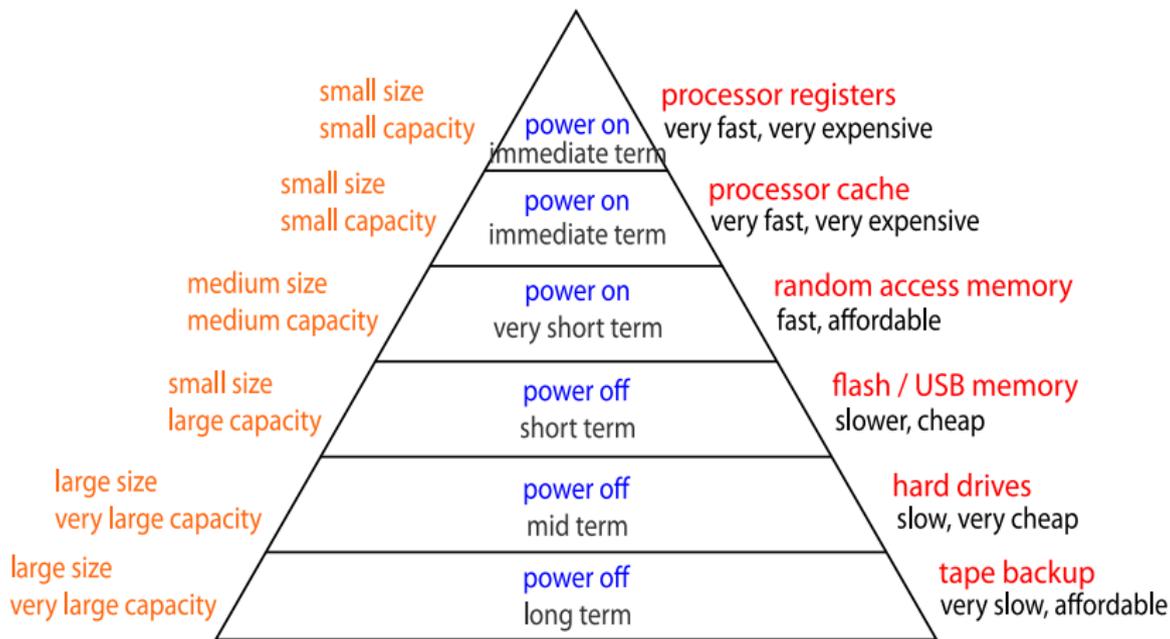
esempi:

- memoria da 4 Kbyte ($4 \cdot 1024 = 4096$ byte)
- memoria da 64 Kbyte (65536 byte)
- memoria da 1 Mbyte (1000 KByte = 1024000 byte)
- memoria da 4 Mbyte

grado di parallelismo

- numero di bit che vengono elaborati contemporaneamente
- attualmente fino a 8 byte (64 bit)

La gerarchia della memoria



Memorie

registri

- collocati all'interno del processore
- tempo di accesso di 10^{-8} secondi

memoria cache

- comportamento intermedio tra registri e memoria principale

memoria centrale

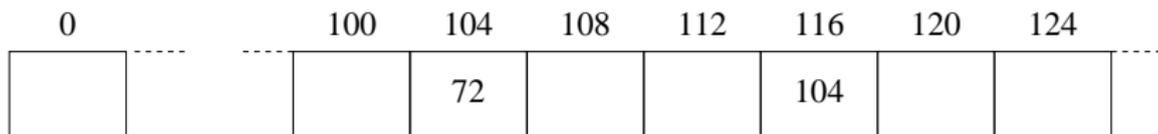
- il tempo di accesso è uguale per tutte le celle 10^{-7} s (accesso uniforme)

memoria di massa

- dischi: il tempo di accesso è variabile entro certi limiti ridotti 10^{-2} s (accesso diretto o random)
- nastri: tempo di accesso anche di secondi (accesso sequenziale)

Memoria centrale

ad ogni cella si associa un numero intero il cui valore viene chiamato indirizzo della cella



- l'indirizzo varia da 0 fino alla capacità della memoria
- esempio: memoria da 4 Mbyte → indirizzi da 0 - 3FFFFFF

Indirizzamento

indirizzamento

consiste nello specificare un indirizzo di memoria per effettuare l'accesso al fine di scrivere o leggere una informazione

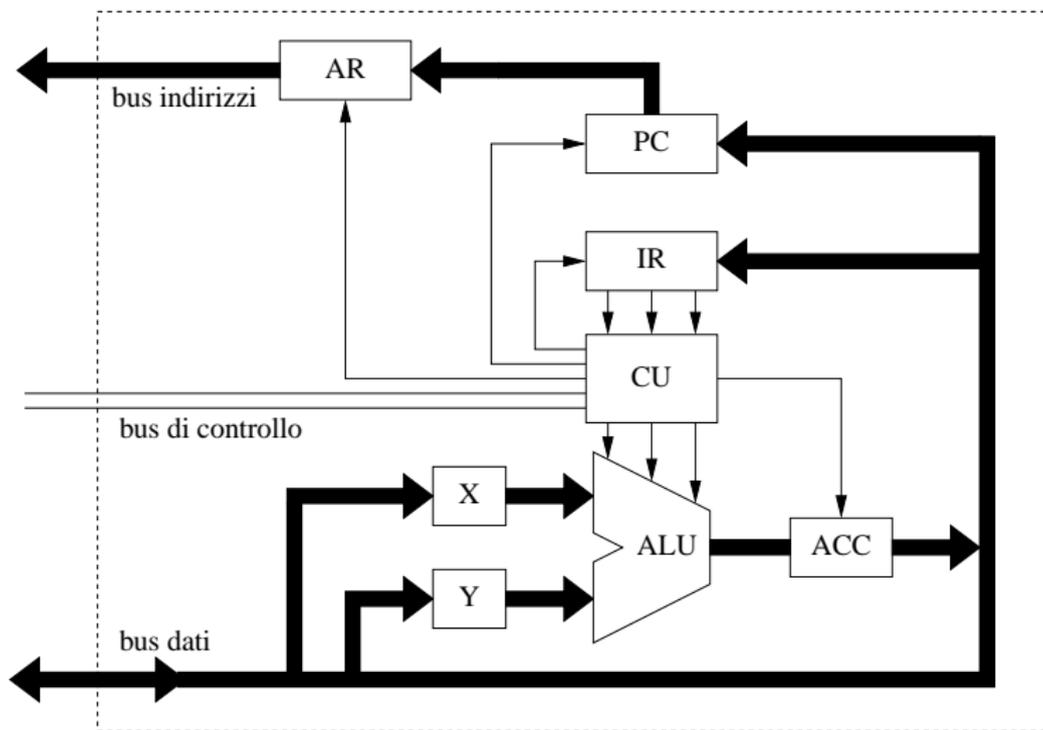
allineamento

- il trasferimento da e per la memoria in generale avviene una locazione per volta (es. word da 32 o 64 bit)
- dal punto di vista dell'efficienza è conveniente (per alcuni processori è obbligatorio) che i dati siano il più possibile allineati alle locazioni di memoria
- significa che i dati sono collocati ad indirizzi che sono multipli della dimensione della locazione (es. 4 o 8 byte)
- l'allineamento minimizza il numero dei trasferimenti e quindi il tempo necessario al trasferimento

Il processore

- il calcolatore: una macchina che **esegue operazioni elementari**
- l'architettura più frequente si basa sulla proposta di **J. Von Neumann** (1945)
- la macchina di Von Neumann è una macchina **general purpose a programma memorizzato**, cioè è una macchina non specializzata
- l'utente deve **inserire il procedimento** e poi la macchina lo esegue in modo completamente automatico
- programma memorizzato vuol dire che il procedimento viene messo in una unità apposita (memoria) **insieme ai dati** (Von Neumann bottleneck)

Il processore: schema logico



Il processore: componenti

- **ALU (Arithmetic-Logic Unit)**: unità aritmetico-logica; contiene i circuiti che permettono di eseguire le istruzioni
- **CU (Control Unit)**: contiene i circuiti che decodificano l'istruzione da eseguire e ne comandano l'esecuzione alla ALU; fornisce inoltre la temporizzazione per tutte le operazioni da svolgere
- **X e Y**: registri contenenti gli operandi necessari al calcolo da parte della ALU
- **ACC (Accumulator)**: registro che contiene il risultato del calcolo svolto dalla ALU
- **AR (Address Register)**: registro che memorizza l'indirizzo per l'accesso alla memoria
- **PC (Program Counter)**: registro che memorizza l'indirizzo della successiva istruzione da eseguire
- **IR (Instruction Register)**: registro che contiene il codice dell'istruzione da eseguire

ALU

l'Unità Aritmetico-Logica esegue:

- operazioni aritmetiche (somma, sottrazione, [moltiplicazione, divisione])
- operazioni logiche (and, or, exor, scorrimenti, test di bit)
- accede ai registri dell'unità di controllo
- per le operazioni in virgola mobile esiste spesso un dispositivo apposito (coprocessore matematico)

Unità di controllo

- compito dell'unità di controllo (CU, Control Unit)
sovrintende a tutte le attività del calcolatore imponendo una corretta sequenzializzazione delle operazioni elementari che devono essere svolte dalla macchina
- compito fondamentale è quello di prelevare dalla memoria una istruzione e di controllare i circuiti di esecuzione della stessa dopo aver interpretato il comando
- contiene un insieme di registri: circuiti elettronici molto veloci in grado di memorizzare un pacchetto di bit
- in particolare, la CU è sempre dotata del registro contatore di programma (PC: program counter) che contiene l'indirizzo dell'istruzione da eseguire

Bus

un bus è un insieme di linee di comunicazione in grado di trasmettere un'informazione

- la dimensione del bus indirizzi dipende dalla capacità di memoria (massima)
- la dimensione del bus dati dal grado di parallelismo del processore

esempio: nello Z80 16 linee di indirizzo e 8 di dati

Accesso alla memoria

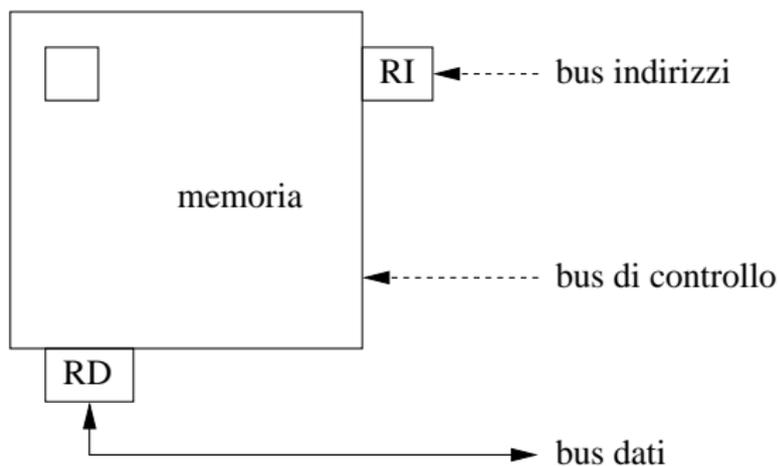
la CU comunica con la memoria mediante due registri:

- RI: Registro di Indirizzamento o MAR (Memory Address Register)
- RD: Registro Dati o MBR (Memory Buffer Register)

RI contiene l'indirizzo del dato da trattare

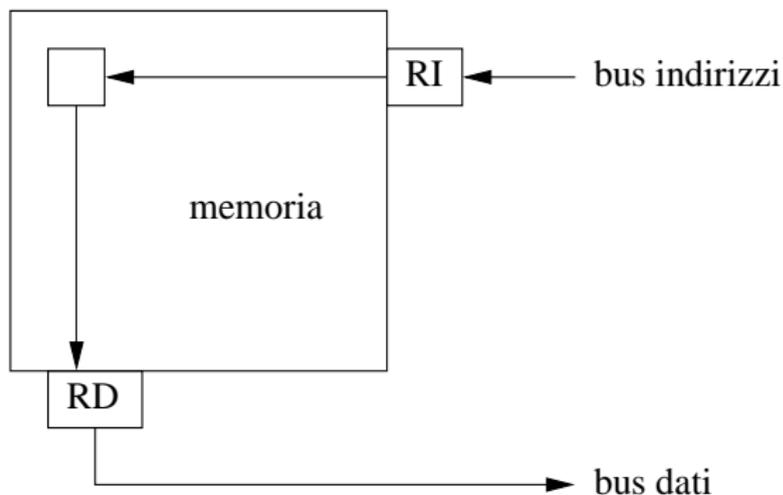
RD contiene il valore del dato stesso

Memorie



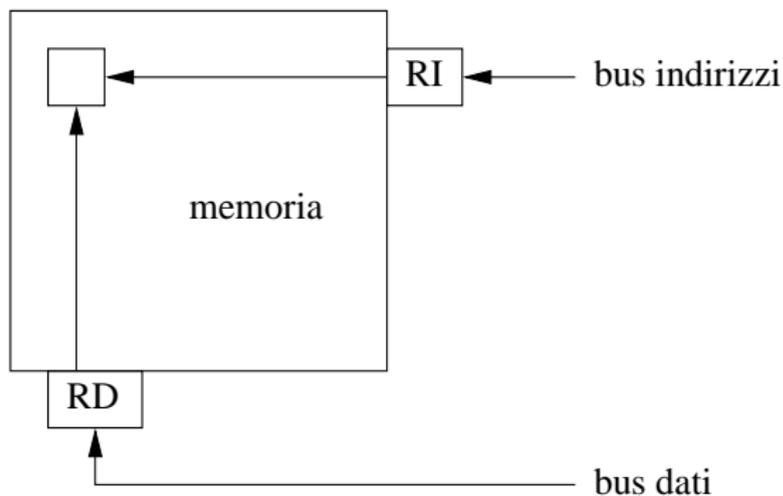
- dati e indirizzi sono memorizzati provvisoriamente in due registri RI (MAR) e RD (MBR)
- spesso l'accesso effettivo alla memoria è controllato da un segnale di abilitazione proveniente dalla CU attraverso il bus di controllo

Esempi di accesso - lettura



- in RI vi è l'indirizzo del dato da prelevare
- la memoria abilita la cella interessata il cui contenuto riportato nel RD arriva nella CPU tramite il bus dati

Esempi di accesso - scrittura



- in RI vi è l'indirizzo ove scrivere il dato contenuto in RD