

Architettura di un sistema di elaborazione

Parte I - Modello concettuale

Introduzione

- Il termine architettura, riferito ai sistemi di elaborazione, indica l'organizzazione dei vari elementi presenti in un sistema di elaborazione ed il modo in cui essi cooperano per eseguire le operazioni richieste.

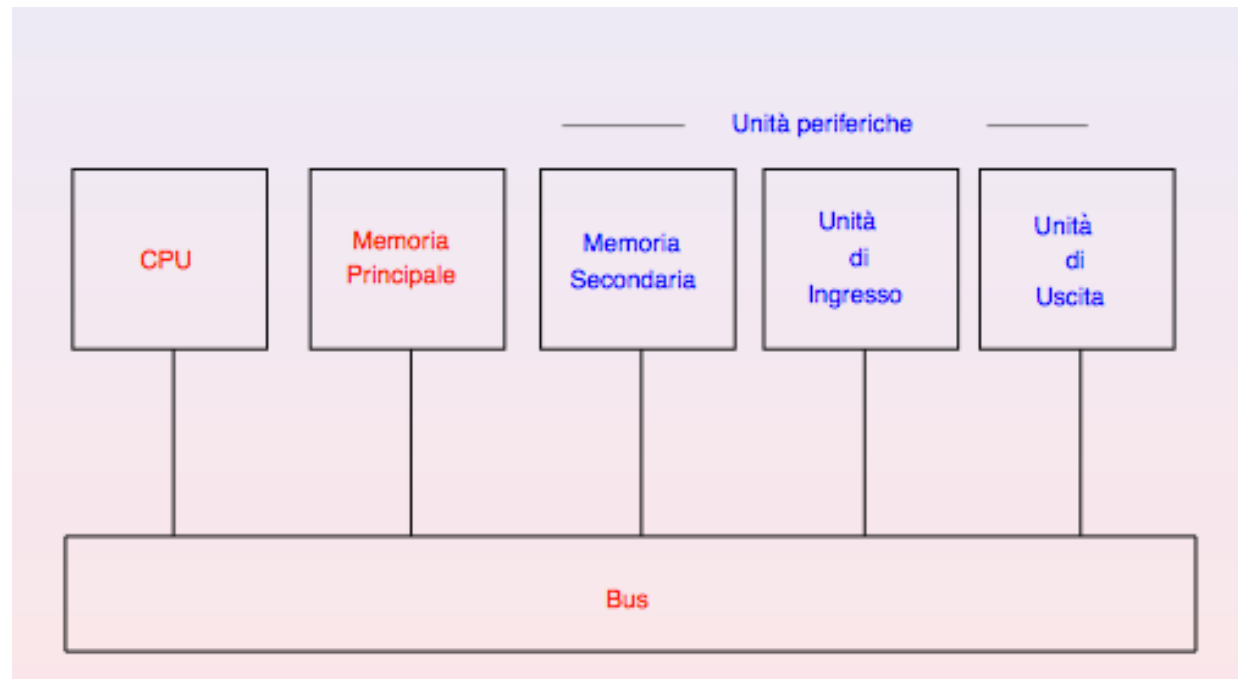
Macchina di von Neumann

- I moderni elaboratori elettronici derivano da uno stesso “modello” di elaboratore chiamato **Macchina di Von Neumann** (1947)
- L'elemento caratteristico: il “programma memorizzato”, cioè il fatto che il programma da eseguire viene immagazzinato nella memoria al pari dei dati su cui esso opera. (**Macchina programmabile**)
- Sistema che può svolgere compiti molto diversi tra loro variando opportunamente i programmi.

Componenti di un sistema di elaborazione

- Unità di elaborazione, processore, **CPU** (Central Processing Unit)
- Memoria centrale, **RAM** (Random Access Memory)
- **Bus** di sistema (collega tutti gli altri componenti)
- **Periferiche** di I/O (mouse, tastiera, terminali, stampanti, scanner, ecc., memorie di massa)

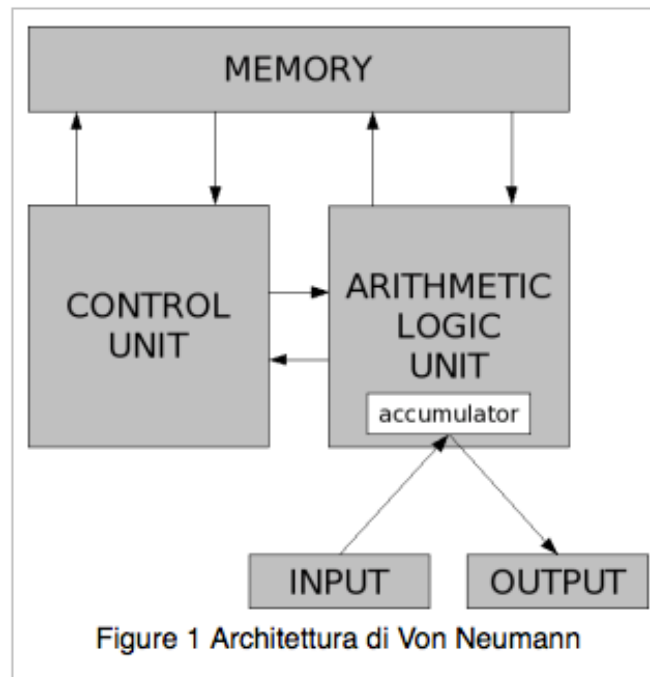
Architettura del calcolatore (schema logico)



- Tra le periferiche evidenziamo la **memoria secondaria**.

Architettura del calcolatore (maggior dettaglio)

- Essendo uno schema concettuale non rappresenta la struttura fisica di un computer quanto piuttosto le funzioni che si ritroveranno all'interno di un calcolatore indipendentemente dalla sua forma (PC, smartphone, calcolatrice programmabile, ecc.).



Funzionalità

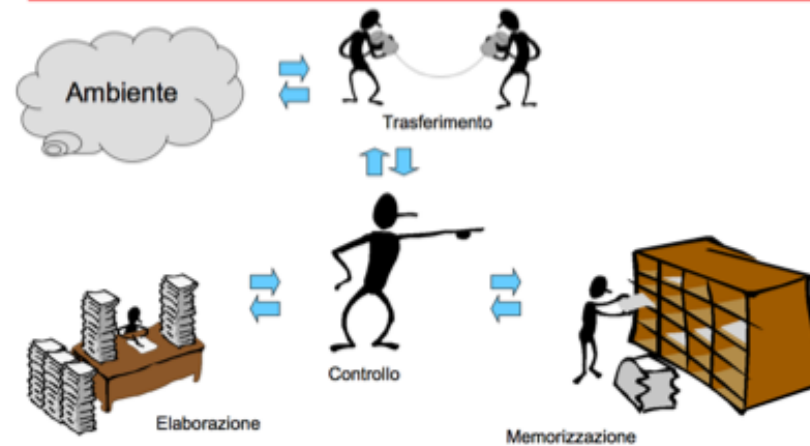
- L'architettura di Von Neumann riflette le funzionalità richieste da un elaboratore:
 - memorizzare i dati e i programmi => memoria principale
 - i dati devono essere elaborati => unità di elaborazione (CPU)
 - comunicazione con l'esterno => unità di ingresso/uscita (periferiche)
 - le componenti del sistema devono scambiarsi informazioni =) bus di sistema

Periferiche e interfacce I/O

- Nella macchina di Von Neumann, le periferiche non fanno parte del calcolatore
- ogni periferica viene controllata mediante un'opportuna interfaccia
- una **interfaccia** ha il compito di tradurre i segnali interni del calcolatore in un formato comprensibile alla periferica stessa, e viceversa

Vista funzionale di un calcolatore

Vista funzionale di un Calcolatore



Rappresentazione delle Informazioni e Memorizzazione: Unità di misura

- I sistemi di elaborazione sono realizzati con tecnologia digitale: le informazioni sono rappresentate mediante segnali elettrici a 2 valori di tensione $\{V^{\text{low}}, V^{\text{high}}\}$ (oppure $\{0,1\}$).
- Per questo motivo, l'unità logica di memorizzazione (e, in generale, di rappresentazione delle informazioni) è il bit (binary digit):
- un bit è una grandezza il cui dominio di variazione è composto dai due valori $\{0,1\}$.

BIT e suoi multipli

- **BIT** è l'acronimo di **B**inary Dig **IT** , cioè cifra binaria (1/0 , accesso/spento)
- **byte** (1 byte=8 bit)

Kilobyte	=	2^{10}	$\sim$	10^3	byte
Megabyte	=	2^{20}	$\sim$	10^6	byte
Gigabyte	=	2^{30}	$\sim$	10^9	byte
Terabyte	=	2^{40}	$\sim$	10^{12}	byte

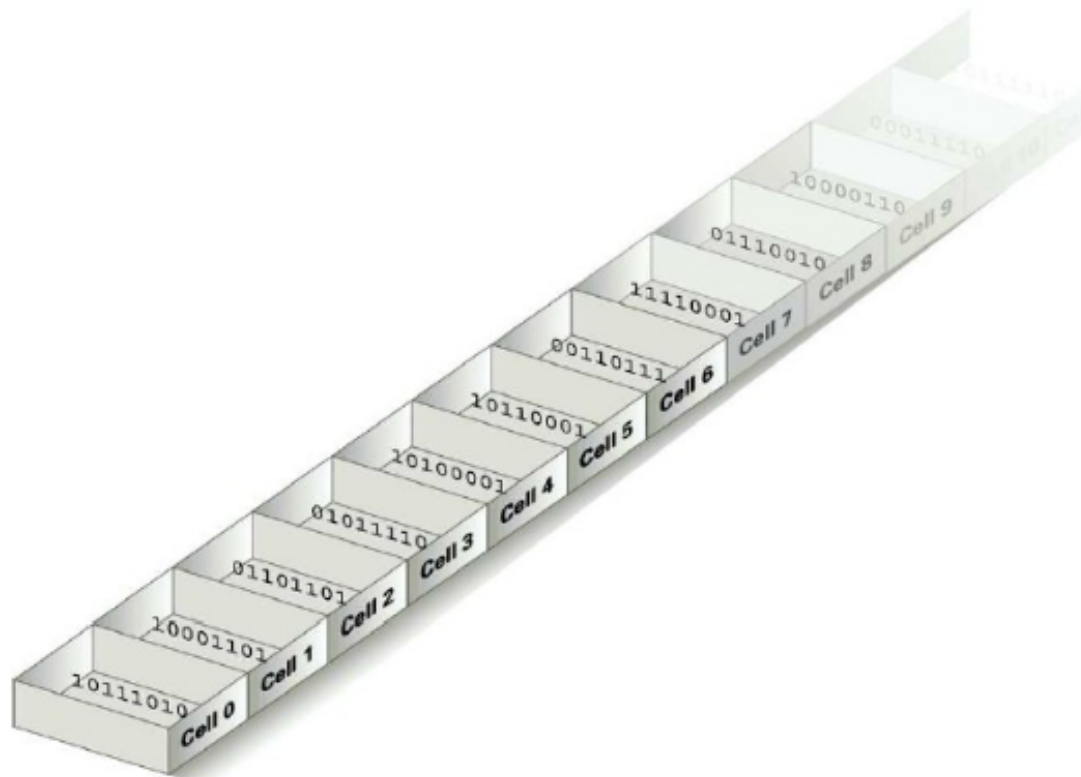
Memorizzazione

- Un calcolatore ha la necessità di memorizzare, in modo temporaneo o permanente, i dati per la rappresentazione delle informazioni di interesse
- La **memoria** è l'unità responsabile della memorizzazione dei dati
- **una unità di memoria è organizzata in celle:** a ciascuna cella è associato un indirizzo, che la identifica, ciascuna cella è in grado di memorizzare un singolo dato

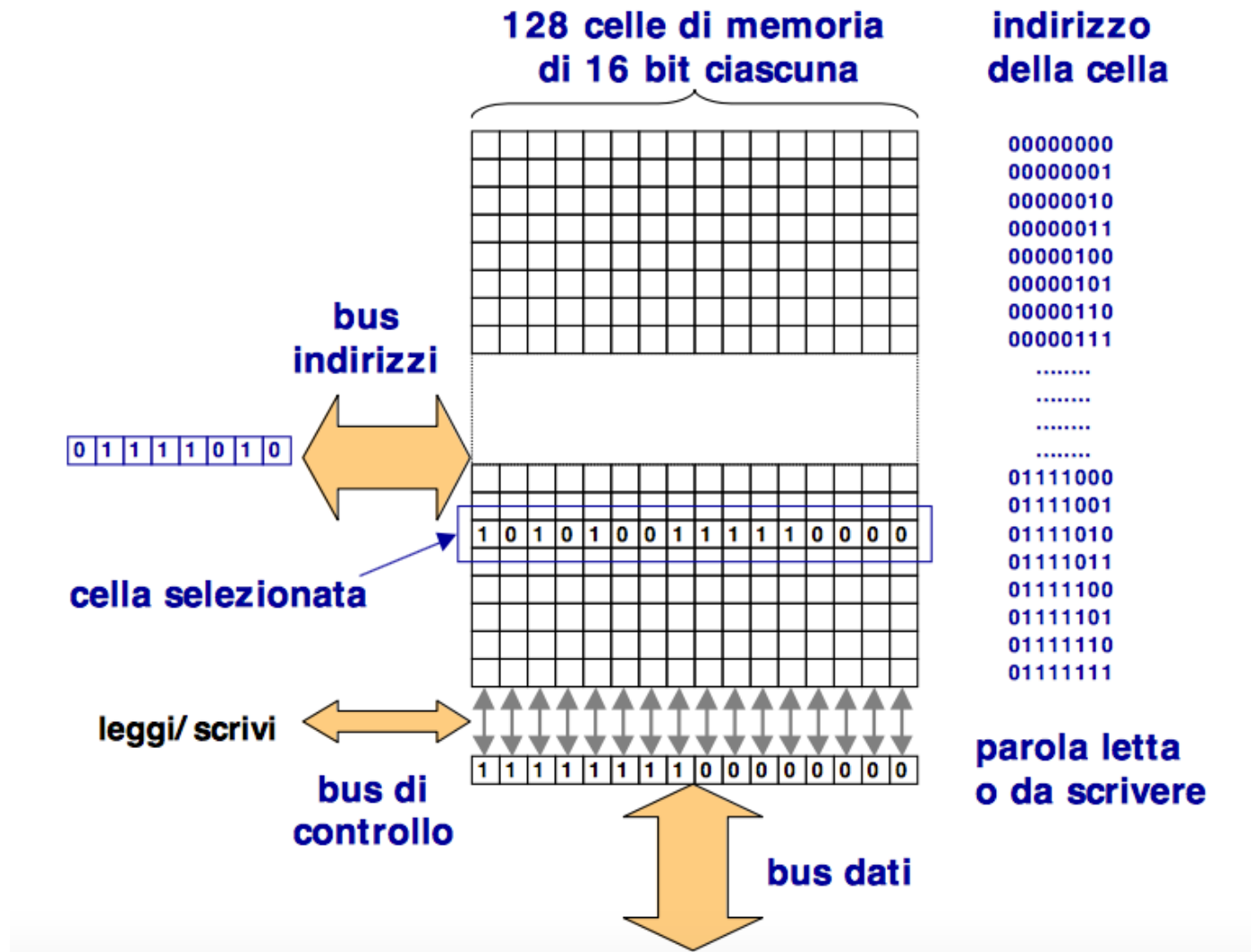
Memorizzazione

- Una unità di memoria fornisce due operazioni
 - memorizzazione di un dato in una cella (scrittura)
dato il valore da memorizzare e l'indirizzo della cella,
modifica lo stato della memoria
 - accesso al dato memorizzato in una cella (lettura)
dato l'indirizzo della cella, restituisce il valore
- Nella memoria vengono memorizzati anche i programmi :
viene utilizzata una opportuna codifica delle istruzioni

Indirizzamento delle celle



Struttura semplificata di una memoria centrale



Memoria Centrale (RAM+ROM)

- Random Access Memory, memoria ad accesso diretto (Uniformità di accesso) : il tempo di ritrovamento del dato non dipende dalla sua posizione
- Detta anche **memoria di lavoro**, memorizza i programmi in corso di esecuzione ed i dati.
- E una memoria di tipo **volatile**, perde il suo contenuto allo spegnimento del computer

Ram - Caratteristiche

- **accesso casuale**, ossia il tempo di accesso ad una cella di memoria è indipendente dalla posizione della cella => viene chiamata **RAM** (random access memory)
- può essere sia **letta** che **scritta**
scrittura distruttiva – lettura non distruttiva
- **alta velocità** di accesso
- è **volatile** (si perde il contenuto quando si spegne il calcolatore)
- Capacità ordine di GB

ROM

- La memoria **ROM** (Read Only Memory) memoria di sola lettura (ovvero non modificabile, non scrivibile) contiene il **BIOS**, software (detto **firmware**) scritto dal costruttore e costituito da un insieme di istruzioni necessarie all'accensione del sistema.

Memoria secondaria (memorie di massa)

- non volatile (permanente)
- capacità maggiore della memoria centrale (diverse centinaia di GB o pochi TB)
- tempo di accesso lento rispetto alla memoria centrale
- accesso sequenziale e non casuale
- tipi di memoria secondaria:
 - ottici/magnetici: dischi rigidi, floppy, CDROM, CDRW, DVD, nastri, .
 - elettroniche: RAM statiche (*solid state disk* (**SSD**): accesso veloce)

CPU

(compiti)

- Coordina le attività di tutte le componenti del calcolatore
- interpreta ed esegue le istruzioni del programma

CPU

(componenti)

- 3 componenti principali:
 - **unità logico-aritmetica (ALU):** effettua i calcoli
 - **unità di controllo:** coordinamento di tutte le operazioni
 - **registri:** celle di memoria ad accesso molto veloce

CPU

(registri)

- **registro istruzione corrente (IR)**: contiene l'istruzione in corso di esecuzione
- **contatore di programma (PC)**: contiene l'indirizzo della prossima istruzione da eseguire
- **accumulatori**: utilizzati dalla ALU per gli operandi ed il risultato
registro dei flag: memorizza alcune informazioni sul risultato dell'ultima operazione (carry, zero, segno, overflow, . . .)
- **registro interruzioni**: utilizzato per la comunicazione con le periferiche
- **registro indirizzi (RI) e registro dati (RD)** per il trasferimento da e verso la memoria centrale

Ciclo dell'unità di controllo

- Tutte le attività interne alla CPU sono regolate da un orologio (**clock**) che genera impulsi regolari ad una certa frequenza (ad es. 800 MHz, 1 GHz, 2 GHz, ...).
- Il **programma è** memorizzato in celle di memoria consecutive, sulle quali l'unità di controllo lavora eseguendo il ciclo di prelievo — decodifica — esecuzione

CLOCK

- Dispositivo che **sincronizza** i vari circuiti presenti nel sistema di elaborazione.
Il clock genera impulsi di durata costante ed emessi ad intervalli di tempo regolari.
L'intervallo tra due impulsi consecutivi del clock è detto **periodo di clock** ed è anche chiamato ciclo macchina ed è il passo elementare di esecuzione
- L'inverso del periodo di clock indica quanti impulsi vengono emessi nell'unità di tempo ovvero quanti cicli macchina possono essere eseguiti in un secondo, si chiama **frequenza** del clock e si misura in **Hertz (Hz)**.
- Maggiore è la frequenza del clock, maggiore è la velocità dei dispositivi presenti e quindi il numero di operazione svolte in un certo intervallo tempo.

CLOCK

Si usano i seguenti multipli del Hz:

- MHz = 10^6 Hz mega hertz
- GHz = 10^9 Hz giga hertz

Si usano i seguenti sottomultipli del sec.

- ms = 10^{-3} s millisecondo
- μ s = 10^{-6} s microsecondo
- ns = 10^{-9} s nanosecondo

ESEMPIO

Le prime CPU lavoravano con un clock di 1 Mhz ovvero con $1 \cdot 10^6$ cicli macchina al secondo, ogni ciclo macchina dura $1 \mu\text{s} = 1 \cdot 10^{-6}$ s

Fino a circa 10 anni fa le CPU lavoravano con un clock di 200 MHz svolge $200 \cdot 10^6$ cicli macchina al secondo, ogni ciclo macchina dura $5 \text{ ns} = 1 / (200) \cdot 10^{-6}$ sec

Attualmente le CPU lavorano con un clock maggiore di 2GHz.

BUS DI SISTEMA

- I vari dispositivi del sistema di elaborazione si scambiano informazioni mediante opportuni canali chiamati bus.
- In un sistema di elaborazione sono presenti tre bus (interni):
 - bus indirizzi (address bus - AB)
 - bus dati (data bus -DB)
 - bus di controllo (control bus CB)