

Storia dell'elaboratore

2400 a.C.: invenzione dell'**abaco**

1621 d.C.: invenzione del **regolo**

XVII secolo – Filosofo e Matematico **Blaise Pascal** (1623-1662):

- Nel **1642** inventò un sistema di ruote ed ingranaggi per la somma di due numeri → **Pascalina**
- **Gottfried Leibniz** (1646-1716) la adattò per eseguire moltiplicazioni

Nella prima metà dell'Ottocento, con la rivoluzione industriale, primi telai meccanici programmabili:

- **1801:** venne presentato il telaio meccanico più noto, quello di **Marie Jacquard** (1752-1834)

La programmabilità di una macchina venne estesa al calcolo da **Charles Babbage** (1791-1871) per la progettazione e parziale realizzazione di macchine per l'esecuzione di sequenze di operazioni

1890 censimento popolazione USA:

- Incarico raccolta e analisi dei dati lo statistico **Hermann Hollerith** (1860-1929), che ispirandosi ai biglietti forati delle ferrovie ideò un sistema analogo per l'inserimento dei dati
- Nel **1896** Hollerith fondò una compagnia per la produzione e vendita di queste macchine, la **Tabulating Machine Company**
- Nel **1924** cambiò nome **International Business Machine Corporation**, meglio nota come **IBM**

Negli **anni '20-'30** le macchine calcolatrici da meccaniche diventano elettro-meccaniche con i fori delle schede che fanno scattare degli impulsi elettrici che controllano i movimenti degli organi meccanici con notevole riduzione dei tempi di calcolo: ordine dei centesimi di secondo.

Nel **1944**, grazie alla spinta della II guerra mondiale, fu costruito il primo super-calcolatore elettromeccanico: **Automatic Sequence Controlled Calculator** (ASCC), **Mark I**, al dipartimento di fisica di Harvard, in Massachusetts:

- Progettato da **Howard Hathaway Aiken** (1900-1973)
- Costituito da 78 calcolatrici meccaniche collegate da oltre 800 km di fili elettrici e azionate mediante circa 3'300 relè
- Occupava una lunghezza complessiva di 16 m, un'altezza di 2.4 m e una profondità di 0.5 m, per un peso di oltre 4 tonnellate e mezzo
- Azionato con nastri forati
- Riusciva a memorizzare 72 numeri con 23 cifre decimali eseguendo una somma o sottrazione ogni 0.3 secondi, una moltiplicazione ogni 6 secondi, una divisione ogni 15 secondi. Per il calcolo di un logaritmo era necessario attendere più di un minuto
- Il supercalcolatore fu finanziato dalla IBM e utilizzato in esclusiva dalla Marina Militare degli Stati Uniti fino al termine della II guerra mondiale, poi donato all'Università di Harvard.

Nel **1946**, sempre per la II guerra mondiale, venne costruito a Philadelphia presso l'Università della Pennsylvania l'**Electronic Numerical Integrator And Computer** (ENIAC):

- Primo calcolatore elettronico della storia
- Progettato da **John Presper Eckert** (1919-1995) e **John Wendell Mauchly** (1907-1980) ed entrato in funzione a Philadelphia presso l'Università della Pennsylvania
- Non ci sono organi meccanici ma solo strutture elettroniche chiamate **tubi a vuoto**.
- Si tratta di tubicini nei quali, a seconda del livello di tensione applicato alle estremità, passa una corrente elettrica oppure no. A seconda del passaggio o meno della corrente, il tubo a vuoto viene associato al numero 1 oppure 0 permettendo così di rappresentare i numeri in base 2.
- Il tempo di cambio stato di un tubo a vuoto è dell'ordine del milionesimo di secondo quindi la velocità di esecuzione dei calcoli risulta molto superiore a quella delle macchine elettromeccaniche
- L'ENIAC era costituito da oltre 18'000 tubi a vuoto collegati da fili elettrici e valvole occupando una superficie di circa 180 m² con un peso di oltre 30 tonnellate.
- Riusciva ad eseguire circa 300 moltiplicazioni al secondo.
- Quando venne messo in funzione 16 febbraio 1946 causò un black-out a Philadelphia
- L'ENIAC era difficile da programmare, non leggeva nastri forati ma per risolvere problemi diversi bisognava intervenire su una serie di interruttori e la cosa poteva richiedere anche giorni.

Nel **1951** a Philadelphia venne sviluppato l'**Electronic Discrete Variables Automatic Computer** (EDVAC):

- Software basato sul modello concettuale noto come **macchina di von Neumann**, ideata dal matematico ungherese naturalizzato statunitense **John von Neumann** (1903-1957)
- Il calcolatore diventa in grado di acquisire e memorizzare una sequenza di istruzioni, in altri termini un software, mediante la decodifica di numeri forniti in base binaria
- Una memoria di 1'000 parole costituite da 44 bit occupando 45.5 m² con un peso di quasi 8 tonnellate
- Richiedeva una potenza elettrica di 56 kW e 30 persone per la manutenzione

Il concetto di software introdotto dalla macchina di von Neumann costituisce il fondamento teorico dei calcolatori elettronici moderni.

Dalla seconda **metà degli anni '50** cominciano a diffondersi i **computer di I generazione** funzionanti con i tubi a vuoto:

- macchine molto grandi ed ingombranti, di qualche tonnellata di peso
- raggiungono le 2'000 operazioni al secondo

Verso la **fine degli anni '50** i tubi a vuoto cominciarono ad essere sostituiti dai transistor:

- cristalli di silicio e germanio in grado di trasmettere corrente elettrica solo se sottoposti a valori di tensione superiori ad una certa soglia
- funzionano come i tubi a vuoto ma sono molto più piccoli (millimetri al posto di centimetri) e veloci nel cambiamento di stato
- la loro durata è molto superiore
- con l'avvento dei transistor, assistiamo allo sviluppo dei **computer di II generazione**, in grado di effettuare fino a 40'000 operazioni al secondo.

Nel **1964**, IBM lancia un nuovo sistema che integra moltissimi transistor in circuiti miniaturizzati realizzati in silicio:

- in pochi mm² si possono posizionare fino a 1'000 transistor che cambiano stato con maggiore velocità
- computer di III generazione che eseguono fino a **2'000'000 di operazioni al secondo**.

Nel giro di circa 10 anni, a cavallo del **1960**, lo sviluppo dei calcolatori fu enorme: l'esecuzione di un algoritmo che negli anni '50 impiegava circa 1 ora, solo 10 anni dopo impiega pochi secondi con costi di realizzazione e manutenzione delle macchine anche 100 volte inferiori.

Negli **anni '70** il progresso tecnologico ha condotto alla miniaturizzazione di tutti i circuiti di un calcolatore, diminuendo l'ingombro delle macchine ed aumentando contemporaneamente la potenza di calcolo:

- **1967** fu lanciata La prima calcolatrice portatile **Sharp EL-8**
- **1977** fu lanciato da **Apple** il primo personal computer
- **1977** Kenneth Olsen, fondatore della Digital (DEC), commentò: "Che bisogno ha una persona di tenersi un computer in casa?"

Oggi siamo ai computer di IV generazione in grado di eseguire facilmente più di 1'000'000'000 di operazioni al secondo con un ingombro paragonabile a quello di una semplice rivista. L'unità di misura della potenza di un computer è il FLOPS, FLOating Point Operation Per Second.

Vi è una classifica dei più potenti calcolatori al mondo denominata **TOP500** (top500.org). Al momento il primato appartiene a **Sequoia** installato al Lawrence Livermore National Laboratory, CA:

- IBM BlueGene/Q, cluster di processori 16 core a 1.60 GHz
- Composto in totale da **1'572'864** core
- Ha una memoria RAM di **1'572'864** GByte
- Peak performance di **20.1 PFLOPS** (20.1x10¹⁵ operazioni al secondo)
- Richiede una potenza di **7.89 MW** (Porto Tolle ha una potenza di picco di **2.64 GW** e può coprire l'8% del fabbisogno italiano)

Al **CINECA** abbiamo appena montato (giugno 2012) un calcolatore dello stesso tipo chiamato **Fermi** e che occupa il **VII** posto della classifica:

- IBM BlueGene/Q, cluster di processori 16 core a 1.60 GHz
- Composto in totale da **163'840** core
- Ha una memoria RAM di **163'840** GByte
- Peak performance di **2.1 PFLOPS** (2.1x10¹⁵ operazioni al secondo)

La velocità dei calcolatori raddoppia circa ogni 12/14 mesi e quindi ogni 10 anni, aumenta di un fattore 2¹⁰, circa 1000 volte:

- **1997** si è superato il limite del **TFLOP** (10¹² operazioni al secondo)
- **2009** si è superato il limite del **PFLOP** (10¹⁵ operazioni al secondo)
- **2018** era previsto il superamento del **EXAFLOP** (10¹⁸ operazioni al secondo)

La corsa all'EXAFLOP è rallentata e si pensa di raggiungerlo nel 2020. Il problema principale è il consumo di energia:

- Moltiplicando per 50 la potenza del Sequoia si ottiene un consumo di **394 MW**, cioè circa il 7% di Porto Tolle, lo 0.5% del fabbisogno italiano di energia elettrica!

E' importante notare che i nuovi processori IBM sono estremamente efficienti dal punto di vista energetico, con un consumo di circa **0.48 KW/TFLOP** e una riduzione del consumo di quasi 6 volte rispetto alla generazione precedente di 2 anni prima e di **23** volte rispetto al **POWER6** lanciato nel 2007.

Se utilizzassimo la tecnologia del 2007 per raggiungere l'EXAFLOP avremmo bisogno di una potenza elettrica superiore a quella erogata dalla centrale di Porto Tolle.

La ricerca nel campo dell'hardware è concentrata sulla **Energy-Efficiency**. Si riduce la frequenza dei processori e si aumenta il numero di core in modo da ridurre il consumo energetico:

- Caso estremo le schede grafiche (GPU) che hanno un numero elevatissimo di processori a bassa frequenza e raggiungono ottime performance per watt