

IBM/360: Memoria a nuclei di ferrite

# Informatica

---

## Introduzione e cenni storici

Vibo Valentia, 24 ottobre 2005  
*Ercole Colonese*  
*e.colonese@virgilio.it*

# La storia del calcolo

Tavolette babilonesi di geometria



Kudurru babilonese (costellazioni zodiacali)

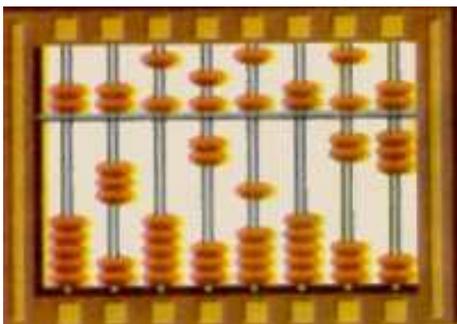


Tavolette babilonesi (corrispondenza con segni moderni)

- La necessità di avere strumenti per il calcolo è una esigenza che viene da molto lontano nel tempo (circa 30.000 anni)
- In **Mesopotamia** si sono ritrovate tavolette d'argilla per alcuni calcoli automatici (circa 1.800 a.C.)
- Altre tavolette erano utilizzate per calcoli astronomici

Sistema attuale	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Babilonese (1800 a. C.)	𐎶	𐎵	𐎴	𐎳	𐎲	𐎱	𐎰	𐎯	𐎮	𐎭	𐎬	𐎫	𐎪	𐎩	𐎨	𐎧
Cinese (500 a. C.)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	十三	十四	十五	十六
Greco (400 a. C.)	Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ζ	Η	Θ	Ι	Κ	Λ	Μ	Ν	Ξ	Ο	Π
Egiziano (300 a. C.)	Ⲁ	ⲁ	Ⲃ	ⲃ	Ⲅ	ⲅ	Ⲇ	ⲇ	Ⲉ	ⲉ	Ⲋ	ⲋ	Ⲍ	ⲍ	Ⲏ	ⲏ
Romano (200 a. C.)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Maya (300 d.C.)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Indiano (XI secolo)	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६
Binario (computer)	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1

# Dalle dita ... all'abaco



Abaco

- Nell'antichità solitamente i calcoli venivano fatti con **bastoncini, pietruzze, aste con tacche, cordicelle con nodi** ... Pochissimo conosciuti sono sempre stati i numeri frazionari: non arrivavano mai oltre  $1/2$ .
- I **Sumeri**, che vivevano in **Babilonia**, furono i primi a creare un modo di scrivere i numeri in cui il valore della cifra era determinato anche dalla sua posizione.
- Viceversa, i romani usavano cifre poco adatte per eseguire calcoli ed operazioni (si parla di “**romana computatio**”, riferendosi al calcolo sulle dita delle due mani, appoggiate a questa o quella parte del corpo, per indicare i numeri sino a un milione, ma questa abilità oggi ci è totalmente sconosciuta. Di certo noi sappiamo che i romani eseguivano i loro calcoli con l'abaco.
- L'**abaco** è il progenitore del più moderno **pallottoliere**. La parola viene dal semitico abq, che significa "polvere", "sabbia". Non si sa quale popolo abbia inventato questa potente macchina calcolatrice, forse i **babilonesi**: gli esemplari a nostra disposizione (e che appartennero ai Maya, Egiziani, Cinesi, Romani...) hanno più di 2000 anni. (Alcuni storici sostengono che l'abaco abbia **più di 5000 anni**).  
Introduzione e cenni storici

# Nasce il calcolo automatico

---



**Blaise Pascal  
(1623-1662)**



**Macchina detta "Pascalina"**

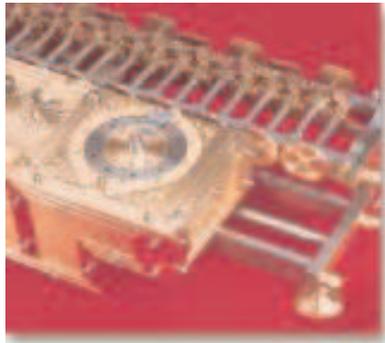
- A diciannove anni, nel 1642, il matematico, filosofo e scrittore francese **Blaise Pascal** inventa una macchina che dimostra come i calcoli possano essere compiuti in modo puramente meccanico
- Una serie di ruote, che rappresentano le unità, le decine, le centinaia ecc. portano sulla circonferenza le cifre da 0 a 9 e sono collegate tra di loro tramite ingranaggi
- La rotazione completa di una ruota fa avanzare di una unità la ruota alla sua sinistra: per la prima volta una macchina esegue automaticamente il "riporto"
- Per altri trecento anni il "riporto" automatico resterà il principio fondamentale di tutti gli strumenti di calcolo, dal contachilometri dell'automobile alla calcolatrice da tavolo

# La macchina di Leibniz

---

*“Non è ammissibile che studiosi scienziati, anziché elaborare e confrontare nuove teorie, perdano le proprie ore come schiavi nelle fatiche del calcolo, che potrebbe essere affidato a chiunque se potessero usare delle macchine ...!”*

*G. W. Leibniz*



- Allo scopo di rendere automatici i calcoli delle tavole trigonometriche e astronomiche, nel 1671 il tedesco **G. W. Leibniz** progetta una macchina calcolatrice che utilizza pignoni dentati di varia lunghezza e una versione perfezionata del meccanismo di “riporto” automatico di B. Pascal.
- In questo modo sono eseguite meccanicamente le moltiplicazioni e le divisioni sotto forma di addizioni e sottrazioni ripetute.
- Lo sviluppo delle scienze, degli studi astronomici, della navigazione marittima, porta ad una fioritura – nei secoli XVII e XVIII - di invenzioni e progetti di mezzi meccanici per effettuare in modo più rapido i calcoli sempre più complessi che si rendono necessari.

# Nasce la scheda perforata

---



Scheda perforata

- Nel 1804 il francese **Joseph-Marie Jacquard** perfeziona l'idea del meccanico Falcon che un secolo prima aveva scoperto un secolo prima un nuovo sistema per rendere automatiche alcune fasi del lavoro di tessitura.
- Il telaio era guidato automaticamente nei suoi movimenti da una serie di fori praticati su delle schede di cartone.
- Nasce così la “scheda perforata” per trasmettere ad una macchina le istruzioni necessarie al suo funzionamento.

# Altre macchine, altri livelli di automazione

---



Charles Babbage

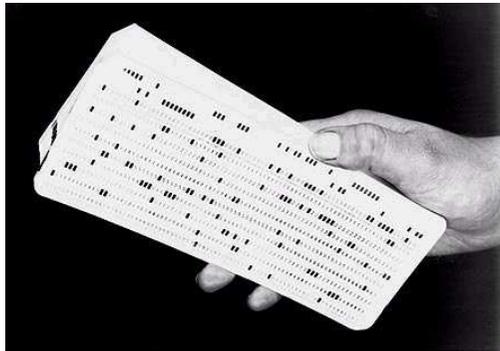


Macchina differenziale

- Nel 1822 **Charles Babbage**, un matematico inglese, realizza una “macchina differenziale” che è in grado di svolgere automaticamente calcoli scientifici ed astronomici.
- A un giovane inventore francese, il diciottenne **Léon Bollée**, si deve la costruzione nel 1887 della prima macchina capace di eseguire la moltiplicazione direttamente e non mediante addizioni ripetute (il meccanismo moltiplicatore è costituito da una serie di piastre metalliche, su ciascuna delle quali sono fissate nove colonne di aste di lunghezza differente).
- La “Millionaire”, progettata dallo svizzero **Otto Steiger** nel 1892, è una macchina calcolatrice a moltiplicazione diretta basata sul principio di Bollée (la moltiplicazione di ogni cifra avviene mediante un giro di manovella): La macchina ebbe un grande successo commerciale (4500 pezzi venduti).
- Nel 1899 l'americano **William S. Burroughs** realizza una macchina calcolatrice a moltiplicazione diretta che diventa molto popolare in tutto il mondo, diffondendosi negli uffici come strumento per la contabilità.

# Herman Hollerith: il pioniere dell'elaborazione dei dati

---

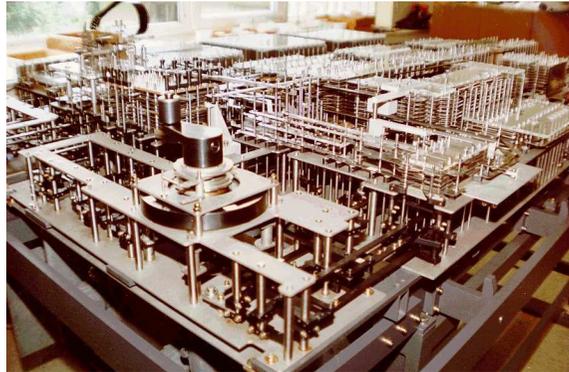


Schede perforate delle dimensioni di "un dollaro". Il numero di colonne è stato portato da 45 (originali) alle 80 (dei computer che abbiamo conosciuto noi)

- **Herman Hollerith** realizzò nel 1890 la prima macchina a schede perforate per le statistiche del censimento decennale degli Stati Uniti,
- I dati erano immessi su schede di cartone perforate (le stesse schede usate fino agli anni '80),
- Le schede erano successivamente "contate" da una macchina che eseguiva diversi tipi di elaborazione (totali, medie, statistiche, ecc.),
- L'analisi dei dati durò due anni e mezzo (contro i sette anni il censimento precedente del 1880) nonostante l'incremento di popolazione da 50 a 63 milioni,
- Il sistema fu successivamente utilizzato con successo per i censimenti di Austria, Norvegia e Russia,
- Hollerith fondò la società **Computing Tabulating Recording Company** che nel 1923 divenne l'attuale **International Business Machine (IBM)**,

# I calcolatori elettromeccanici

---

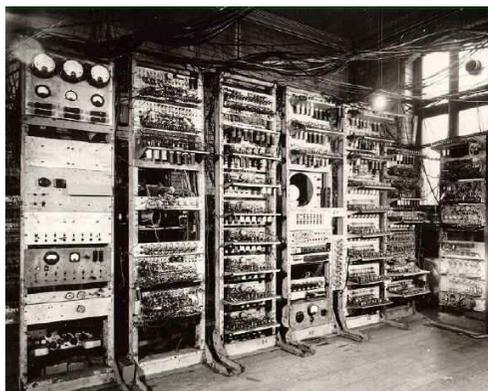


Z1

- Mentre le macchine elettromeccaniche a schede perforate si diffondono nel mondo degli affari, continuano gli studi di matematici e scienziati per costruire dispositivi in grado di effettuare calcoli ad altissima velocità in grado di risolvere diversi problemi, da previsioni meteorologiche a calcoli di orbite lunari ecc.
- Nel 1936 il ventiseienne tedesco **Konrad Zuse** inizia a costruire nel salotto dei genitori, con mezzi semplici e rudimentali, un calcolatore elettromeccanico, chiamato Z1.
- A questo seguono altri modelli più perfezionati, Z2, Z3 e Z4 che impiegano migliaia di relé.
- Senza conoscere gli studi analoghi in USA e GB, Zuse introduce due principi fondamentali dei moderni elaboratori:
  - **La rappresentazione binaria dei numeri**
  - **Controllo programmato mediante nastro perforato**

# Mark 1: si realizza il sogno di Babbage

---

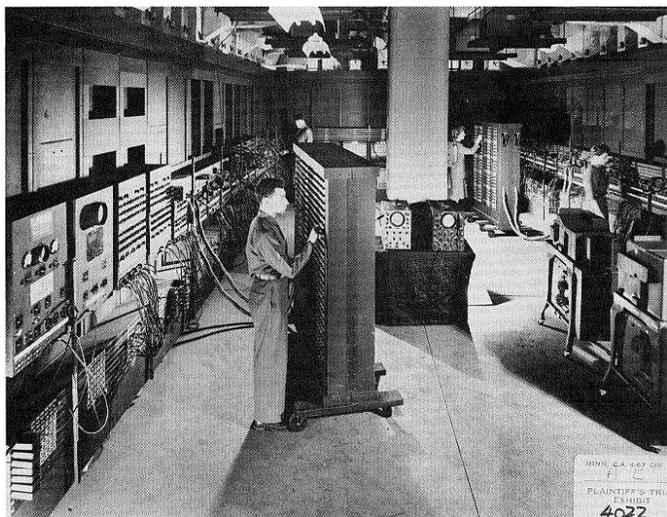


Mark I (1944 circa)

- Dopo sette anni di studi, nel 1944 viene realizzato dal professor **Howard H. Aiken** dell'Università di Harvard, negli USA, in collaborazione con la **IBM**, il primo calcolatore aritmetico universale, che riprende le intuizioni di Charles Babbage e l'idea delle schede perforate.
- Noto come **Mark 1**, il calcolatore è guidato nel suo funzionamento da una serie di istruzioni rappresentate da fori su di un nastro di carta.
- Chiamato familiarmente "**Bessie**" dagli scienziati, Mark 1 è costituito da 78 calcolatrici collegate tra di loro.
- Contiene oltre 3.300 relé che mettono in movimento organi meccanici (accumulatori a ruote, contatori ecc.).
- E' capace di sommare due numeri di 23 cifre in tre decimi di secondo o di moltiplicarli in circa 6 secondi.
- Mark 1 conclude un importantissimo capitolo nella storia del calcolo aritmetico iniziato con Pascal.

# Il primo calcolatore elettronico della storia

---



**ENIAC (1946)**

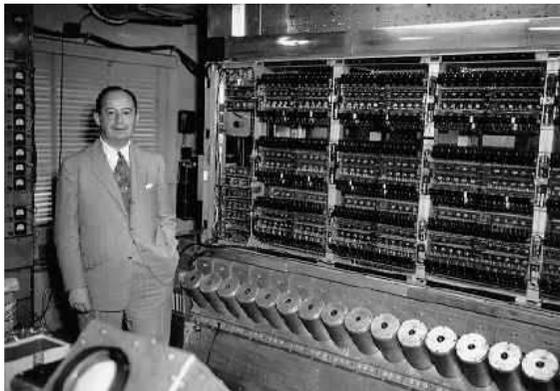
## **ENIAC (1946)**

- Nel 1943 l'Università della Pennsylvania propose all'esercito degli USA la realizzazione di un calcolatore capace di risolvere ad altissima velocità i problemi balistici dell'artiglieria.
- Progettato da J. P. Eckert, J. W. Mauchly ed H. H. Goldstine, l'ENIAC entra in funzione nel febbraio del 1946.
- Fu il primo calcolatore elettronico di grandi dimensioni e non utilizzava più parti meccaniche per rappresentare i numeri.

- Per la sua costruzione furono usate 18.000 valvole termoioniche; occupava una stanza lunga più di 30 metri e dissipava energia elettrica in enorme quantità.
- L'impiego di componenti elettroniche gli permetteva di eseguire 300 moltiplicazioni al secondo, un numero enorme paragonato a quello dei precedenti calcolatori elettromeccanici.
- Pur molto veloce, era capace di svolgere un solo compito (il calcolo balistico) e per utilizzarlo in altri impieghi era necessario modificare manualmente la posizione dei vari interruttori e le connessioni dei fili elettrici.

# La “macchina di von Neumann”

---

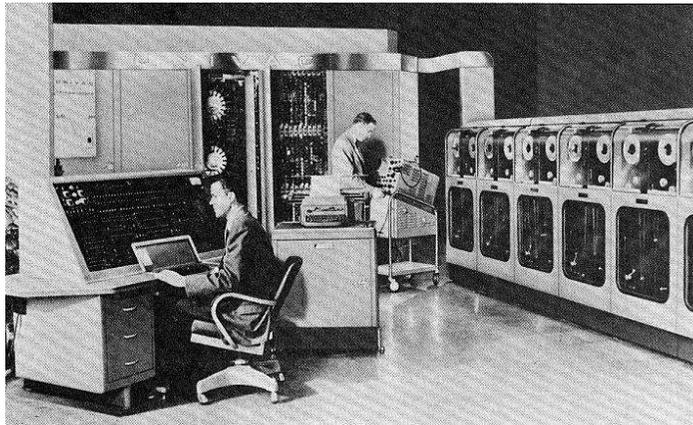


**John von Neumann e l'IAS  
(1952)**

- Nel 1945 lo scienziato di origine ungherese **John von Neumann** progetta, presso l'Università di Princeton, negli USA, quello riconosciuto universalmente come il vero prototipo dei moderni elaboratori elettronici.
- Denominato EDVAC, l'elaboratore è basato sul concetto di “programma memorizzato” (registra sulla propria memoria sia i dati che le istruzioni).
- Il calcolatore può saltare da una istruzione all'altra secondo le varie necessità risolvendo problemi di natura differente.
- Noto come “macchina di von Neumann” il calcolatore è realizzato concretamente negli anni successivi ed entra in funzione nel 1952 all'Università di Princeton.
- L'idea di von Neumann ispira la progettazione di tutti gli elaboratori successivi.
- Dal 1945 al 1950 negli Usa ed in Europa si progettano diversi prototipi con tecnologie costruttive diverse (EDSAC, MADM, UNIVAC, SEAC, MANIAC ecc.).

# Un prodotto industriale

---



UNIVAC (1951)



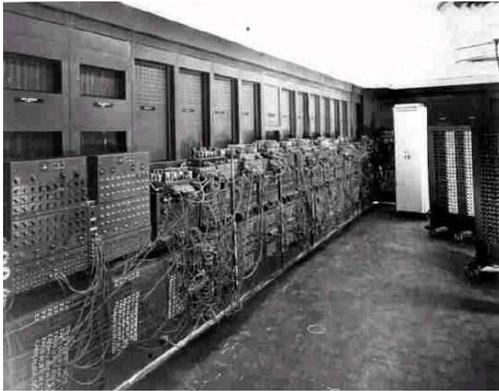
George Boole (1815-1864)

## UNIVAC (1951)

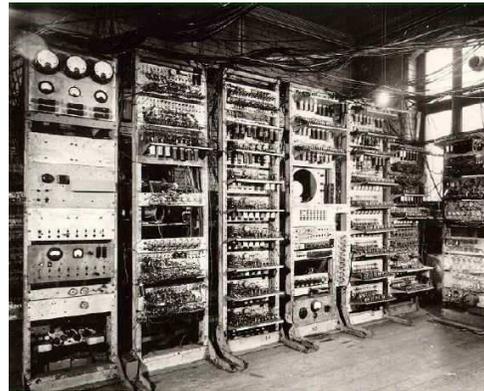
- Fu il primo calcolatore elettronico concepito come prodotto industriale e realizzato per l'Ufficio Centrale di Statistica degli USA.
- Fu basato sullo studio del matematico inglese **George Boole** (1810-1864) pubblicato nel famoso lavoro "*Analisi matematica della logica*" (1847).
- La teoria si basa su operazioni eseguite su di un insieme di variabili logiche (*variabili booleane*) che possono assumere solo due valori "**vero**" o "**falso**" (0 o 1 nel linguaggio dei computer in cui la corrente "passa" o "non passa" per un circuito).

# La storia della tecnologia

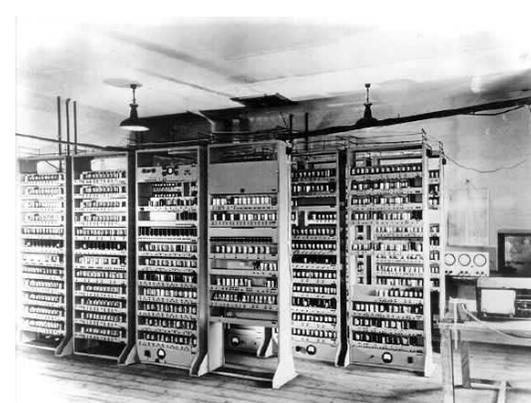
---



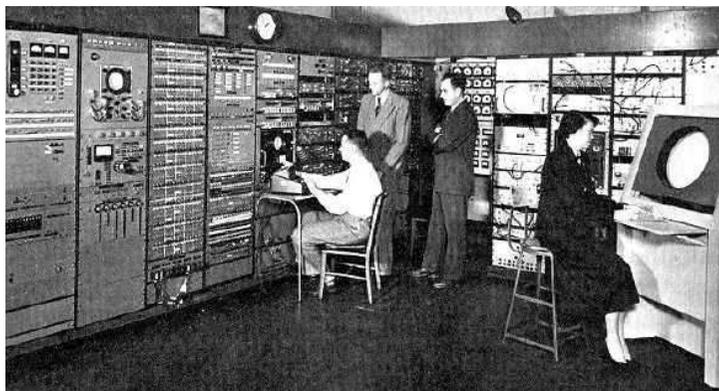
**ENIAC (1946)**



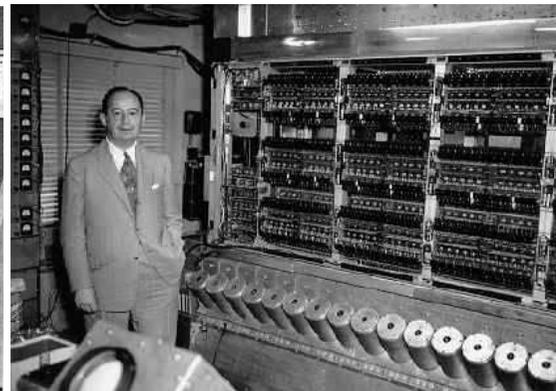
**Mark I (1948)**



**EDSAC (1949)**



**Whirlwind (1949)**



**IAS (1952)**



**UNIVAC (1952)**

# IBM: un protagonista della storia



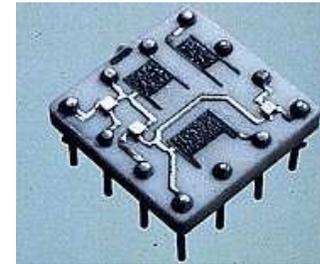
**IBM 1401 System**



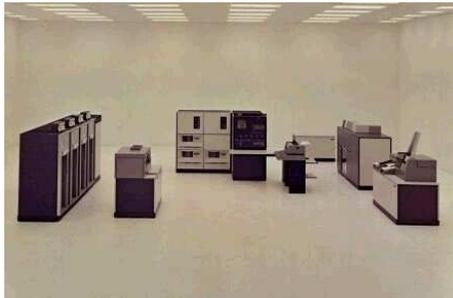
**Tape driver**



**IBM System/360**



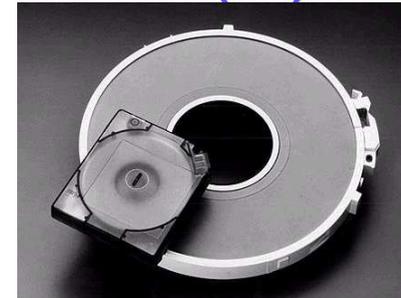
**Solid Logic Technology (SLT)**



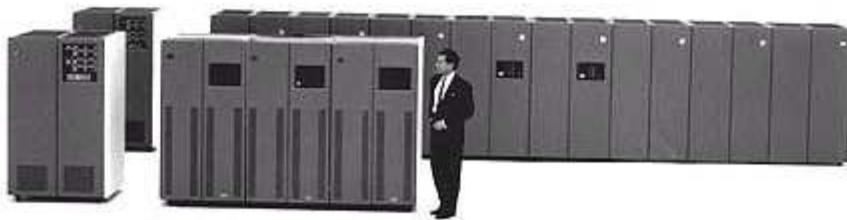
**IBM System/370**



**IBM 9370 System**



**Compact tape cartridges**



**IBM 3390 DASD Subsystem**



**IBM eServer zSeries 890**

Introduzio

orici



**IBM Blue Gene/L**

# Arriva il PC

---



PC IBM (1981)

- L'esplosione dell'informatica come fenomeno di massa è datata 1981, anno in cui l'IBM introdusse un tipo particolare di elaboratore: il **Personal Computer (PC)**.
- La particolarità dei PC consisteva nell'essere "assemblati" con componenti facilmente reperibili sul mercato (e quindi a basso costo).
- Tale tecnologia ha permesso ad altre case produttrici di costruire "**cloni**" sul progetto originale (*IBM compatible*).
- Attualmente i PC, o meglio il loro componente fondamentale - il microprocessore - è utilizzato in tutti i settori applicativi (non solo per elaborare dati):
  - *Telefoni cellulari*
  - *Ricevitori satellitari digitali*
  - *Bancomat e carte di credito*
  - *Elettrodomestici*
  - ...

# I supercalcolatori

---



CDC 6600 (1963)



Illiack (1955)

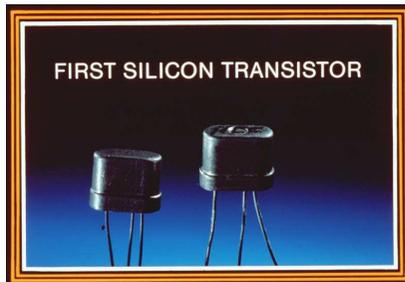


IBM Blue Gene (2004)

- La possibilità di realizzare sistemi di elaborazione dotati di più processori operanti in parallelo è stata sentita come esigenza fin dall'inizio dell'informatica ma si è concretizzata solo successivamente
  - Il medico italiano **Menabrea** (1842) accenna alla macchina analitica di Babbage e fa riferimento alla possibilità di usare più macchine dello stesso tipo in parallelo, per accelerare calcoli lunghi e ripetitivi.
- La riduzione dei costi dell'hardware ha consentito (anni '60) l'effettiva costruzione dei primi supercalcolatori (**CDC6600** e **Illiack**) e successivamente il **Cray** e le macchine vettoriali.
- Gli ulteriori sviluppi della microelettronica hanno permesso la realizzazione di calcolatori a parallelismo massiccio e a "grana fine", caratterizzati dall'interconnessione di decine di migliaia di unità di elaborazione estremamente elementari: le **reti neurali**, capaci di "simulare" il comportamento del cervello umano, sulla base degli studi di McCulloch e Pitts (1943).

# Un grande impulso viene dato dal progresso tecnologico

---



Valvole, transistor e circuiti integrati

- L'invenzione delle **valvole** (1904), dei **transistor** (1947) e dei **circuiti integrati** (1969) ha dato alla tecnologia dei computer un impulso senza precedenti.
- La potenza di calcolo dei calcolatori **decuplica** mediamente **ogni cinque-sei anni**.

# Galleria fotografica



**Illiacc (1955)**

**CDC 6600  
(1963)**



**Cray 1 (1976)**



**Cray X1 (2002)**



**IBM Blue Gene/L  
(2004)**



**PC IBM (1981)**



**Portatile e Palmare  
(2004)**

Introduzione e cenni storici

## Hanno detto all'inizio ...

---

*“Penso che ci sia mercato nel mondo per non più di cinque computer.”*

Thomas Watson, Presidente di IBM, 1943

*“Ho girato avanti e indietro questa nazione (USA) e ho parlato con la gente. Vi assicuro che questa moda dell'elaborazione automatica non vedrà l'anno prossimo.”*

Editor di libri scientifici di Prentice Hall, 1947

*“Nel futuro i computer verranno a pesare non più di una tonnellata e mezzo.”*

Popular Mechanichs, 1949

Nel 1976, il New York Times pubblicò un libro dal titolo “La scienza nel ventesimo secolo”, nel quale il calcolatore veniva menzionato una sola volta e indirettamente, in relazione al calcolo delle orbite dei pianeti.

*“Non c'è ragione perché qualcuno possa volere un computer a casa sua.”*

Ken Olson, fondatore di Digital, 1977

# Che cos'è l'informatica ...

---

- **Informatica** - fusione delle parole **informazione** e **automatica** – è l'insieme delle discipline che studiano gli strumenti per l'elaborazione automatica dell'informazione e i metodi per un loro uso corretto ed efficace.
- **L'informatica è la scienza della rappresentazione e dell'elaborazione dell'informazione:**
  - ✓ L'accento sull' “**informazione**” fornisce una spiegazione del perché l'informatica stia rapidamente diventando parte integrante di tutte le attività umane: laddove deve essere gestita dell'informazione, l'informatica è un valido strumento di supporto.
  - ✓ Il termine “**scienza**” sottolinea il fatto che, nell'informatica, l'elaborazione dell'informazione avviene in maniera sistematica e rigorosa, e pertanto può essere automatizzata.

## ... che cos'è l'informatica

---

- L'informatica, quindi, non è la scienza e la tecnologia dei calcolatori elettronici: il calcolatore è lo strumento che la rende “operativa”.
- L'elaboratore (computer, calcolatore) è un'apparecchiatura digitale, elettronica ed automatica capace di effettuare trasformazioni sui dati:
  - ✓ **Digitale**: i dati sono rappresentati mediante un alfabeto finito, costituito da cifre (**digit**), che ne permette il trattamento mediante regole matematiche.
  - ✓ **Elettronica**: realizzazione tramite tecnologie di tipo elettronico.
  - ✓ **Automatica**: capacità di eseguire una successione di operazioni senza interventi esterni.

*“La disumanità del computer sta nel fatto che, una volta programmato e messo in funzione, si comporta in maniera perfettamente onesta.”*  
(Isaac Asimov)

# L'architettura di von Neumann

---

- La capacità dell'elaboratore di eseguire operazioni in successione ed in modo automatico è determinata dalla presenza di un dispositivo di **memoria**
  - ✓ Nella memoria sono registrati i **dati** e...
  - ✓ ... il **programma**: la descrizione delle operazioni da eseguire (nell'ordine secondo cui devono essere eseguite).
- Il programma viene interpretato **dall'unità di controllo**.



**Modello di von Neumann**

# La macchina universale

---

- **Programma:** è una sequenza di operazioni per predisporre l'elaboratore a risolvere una determinata classe di problemi
  - Il **programma** è la descrizione di un **algoritmo** in una forma comprensibile all'elaboratore.
- **Algoritmo:** è una sequenza finita di istruzioni attraverso le quali un operatore umano è capace di risolvere ogni problema di una data classe.
- L'elaboratore è una **macchina universale:** infatti cambiando il programma residente in memoria, lo stesso elaboratore è in grado di risolvere problemi di natura diversa (una classe di problemi per ogni programma).

# Ancora sull'informatica

---

- *L'informatica è lo studio sistematico degli algoritmi che descrivono e trasformano l'informazione: la loro teoria, analisi, progetto, efficienza, realizzazione (ACM — Association for Computing Machinery).*

**Nota:** È possibile svolgere un'attività concettualmente di tipo informatico senza l'ausilio del calcolatore, per esempio nel progettare ed applicare regole precise per svolgere operazioni aritmetiche con carta e penna; l'elaboratore, tuttavia, è uno strumento di calcolo potente, che permette la gestione di quantità di informazioni altrimenti intrattabili.