

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)

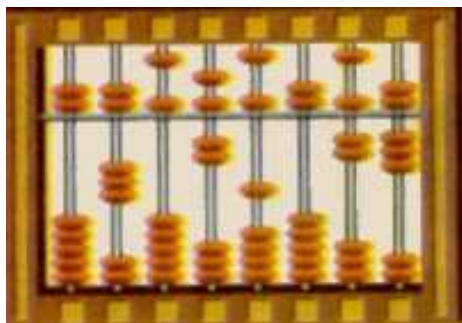


Tavolette babilonesi (corrispondenza con segni moderni)

- 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



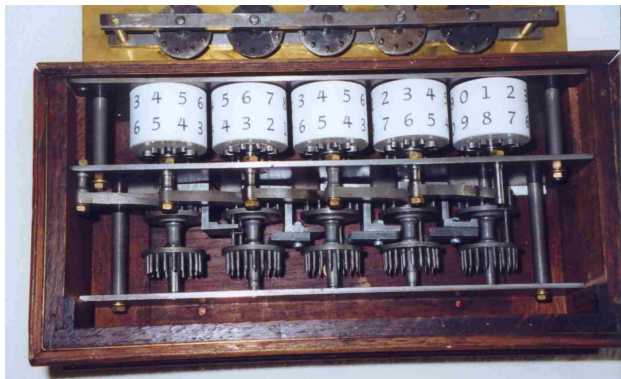
Abaco

- 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**).

Nasce il calcolo automatico



**Blaise Pascal
(1623-1662)**



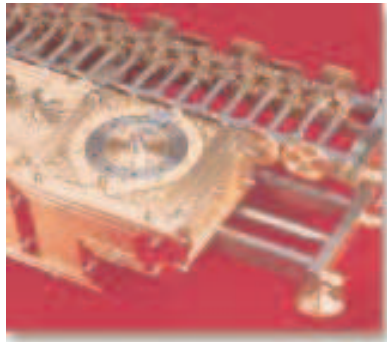
Macchina detta "Pascalina"

- 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



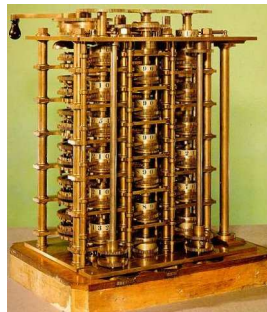
Scheda perforata

- 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



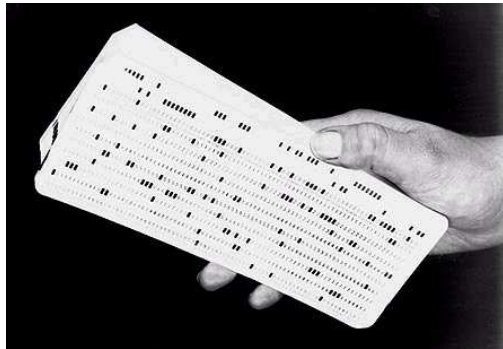
Charles Babbage



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.

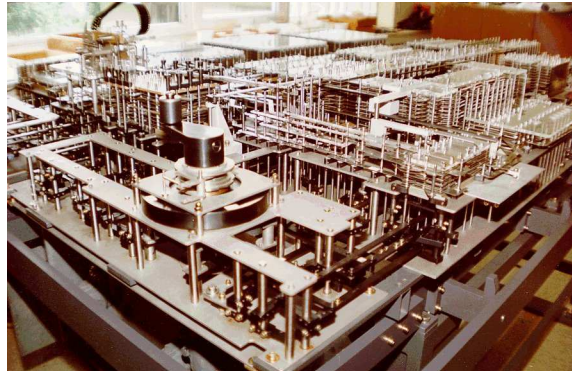
Herman Hollerith: il pioniere dell'elaborazione dei dati



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)**,

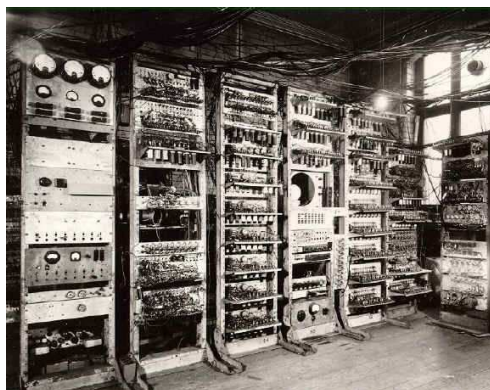
I calcolatori elettromeccanici



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**

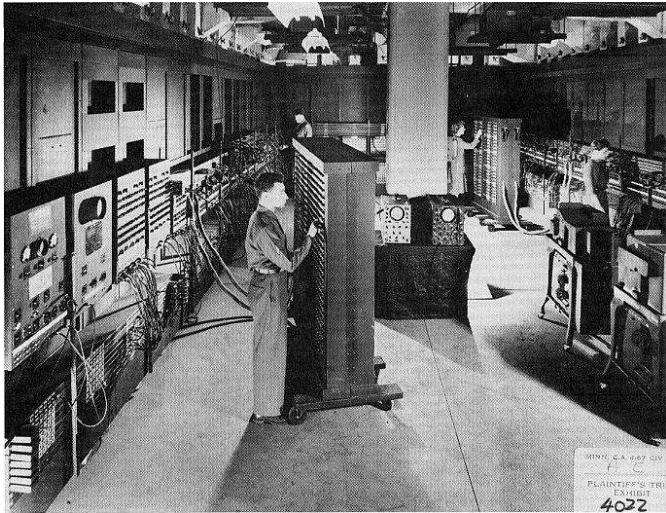
Mark 1: si realizza il sogno di Babbage



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



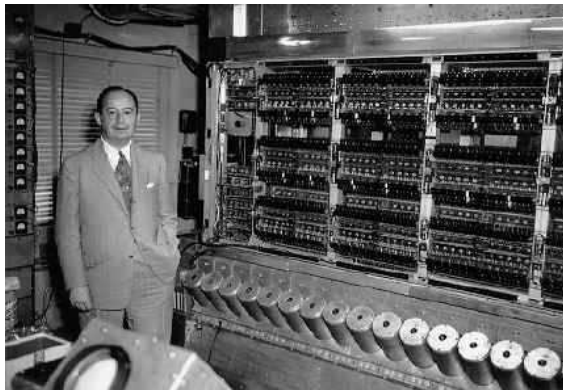
ENIAC (1946)

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.

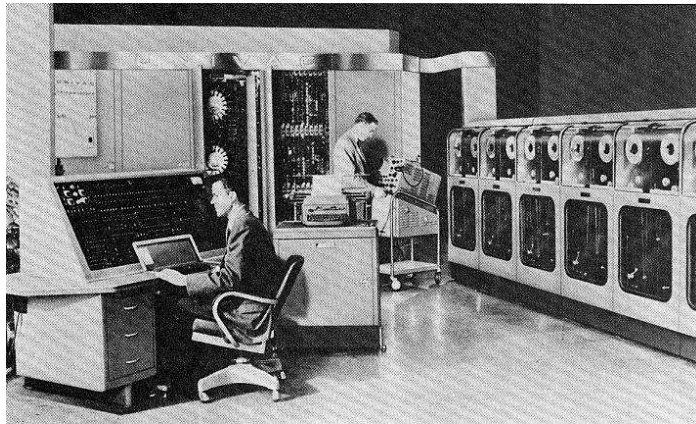
La “macchina di von Neumann”



**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)

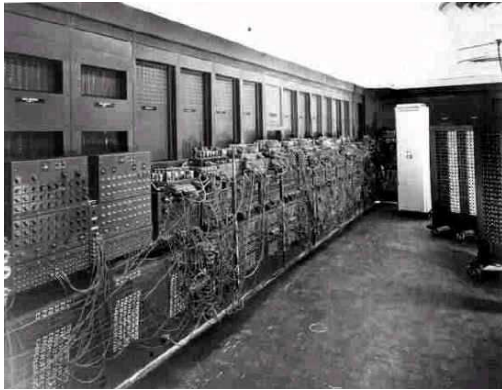


George Boole (1815-1864)

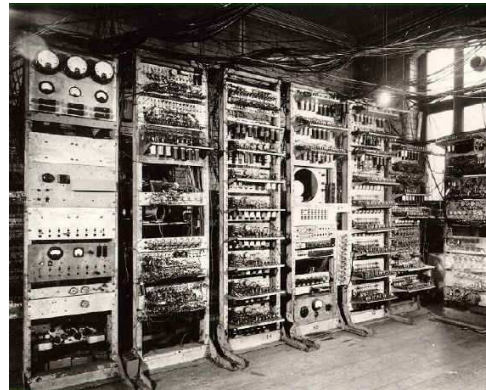
UNIVAC (1951)

- 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).

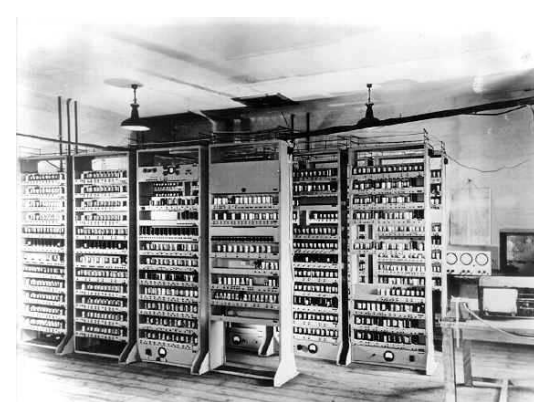
La storia della tecnologia



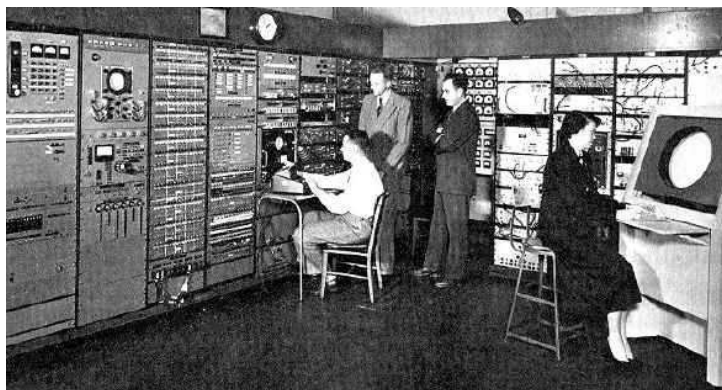
ENIAC (1946)



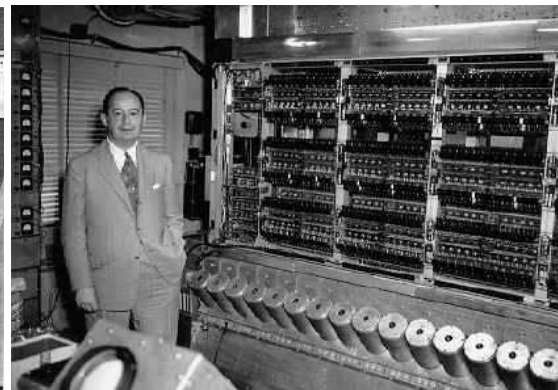
Mark I (1948)



EDSAC (1949)



Whirlwind (1949)



IAS (1952)



UNIVAC (1952)

IBM: un protagonista della storia



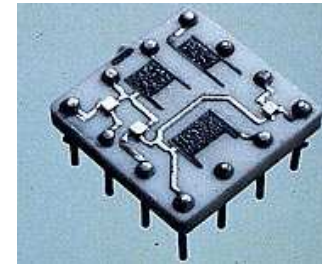
IBM 1401 System



Tape driver



IBM System/360



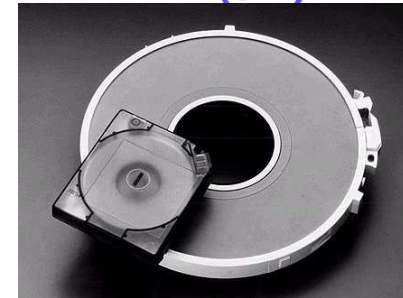
Solid Logic Technology (SLT)



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)



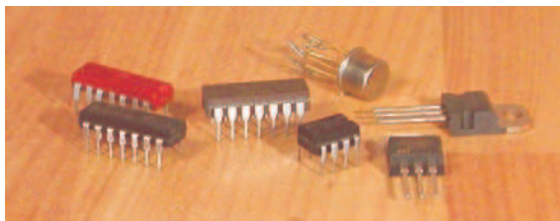
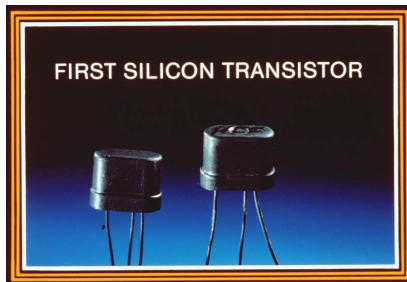
Illiack (1955)



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



Illiac (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 Mechanics, 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.