

Che cos'è l'Informatica

- L'informatica non è la scienza 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

Scienza dei calcolatori

- ▶ **scienza dei calcolatori** / informatica
- ▶ scienza dei calcolatori: come funziona un calcolatore e come sono fatti i programmi;
- ▶ i livelli del calcolatore
 - **alti** (programmi applicativi, applicazioni di siti web)
 - **intermedi** (linguaggi di programmazione ovvero programmi per scrivere programmi)
 - **bassi** (software di base: il sistema operativo, linguaggio del calcolatore, istruzioni macchina ...)
 - **ancora piu' bassi** (HW: architettura del calcolatore)
 - **molto piu' bassi**: circuiti logici,

Non tutto ma di tutto 1/2

- ▶ informatica teorica, limiti dell' informatica,
- ▶ robotica, sistemi esperti, reti neurali, sistemi decisionali,
- ▶ sistemi operativi, sistemi operativi real-time, reti di calcolatori, sistemi distribuiti, programmazione visual, internet games,
- ▶ programmazione di rete, programmazione in linguaggio macchina, microcodice, controllo di processi, altri linguaggi procedurali come Basic, Cobol, Fortran, Java, Pascal, C#, ecc, linguaggi, traduttori e compilatori, linguaggi funzionali come Lisp, ML, Scheme, ecc, linguaggi logici come Prolog,

Non tutto ma di tutto 2/2

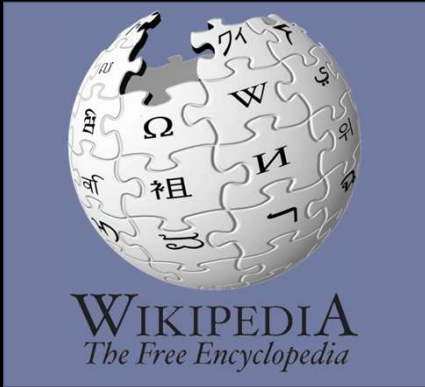
- ▶ sicurezza dei programmi, sicurezza dei sistemi in rete, virus,
- ▶ grafica (OpenGL, Autocad, PhotoShop..), sistemi per impaginazione di pubblicazioni, sistemi per produzione video, progettazione generativa, sistemi multimediali e virtuali, informatica musicale,
- ▶ *informatica domestica*: uso di programmi per scrivere testi, per fare presentazioni, per organizzare tabelle, per costruire archivi e basi di dati, per gestire e-mail, per navigare sulla rete



Chi ha creato la scienza informatica e le sue applicazioni

Ada Byron Lovelace
Alan Turing
Margaret Hamilton
Vinton Cerf
Ted Nelson
Tim Berners-Lee
Robert Cailliau
Roy Tomlinson
Richard Stallman
Jimmy Wales
Brewster Kahle
Linus Torvalds

Wikipedia



13

Informatica

L'**informatica** è la scienza che si occupa del trattamento dell'informazione mediante procedure automatizzabili. In particolare ha per oggetto lo studio dei fondamenti teorici dell'informazione, della sua computazione a livello logico e delle tecniche pratiche per la sua implementazione e applicazione in sistemi elettronici automatizzati detti quindi sistemi informatici.

14

<http://it.wikipedia.org/wiki/Informatica>

Informatica

In altri termini è frequentemente descritta come lo studio sistematico dei processi algoritmici che descrivono e trasformano l'informazione ed è quindi punto di incontro di almeno due discipline autonome: il progetto, la realizzazione e lo sviluppo di macchine rappresentatrici ed elaboratrici di numeri (dunque l'elettronica) e i metodi di risoluzione algoritmica di problemi dati (algoritmica), che sfruttino a pieno le capacità di processamento offerte dalle macchine elaboratrici stesse per l'ottenimento di determinati risultati in output a partire da determinati dati in input.

La domanda principale che sostiene l'informatica è dunque: "Come si può automatizzare efficientemente un determinato processo?".

15

<http://it.wikipedia.org/wiki/Informatica>

Computer science

Computer science or computing science (abbreviated CS) is the study of the theoretical foundations of information and computation and of practical techniques for their implementation and application in computer systems.

16

http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_science

Computer science

Computer scientists invent algorithmic processes that create, describe, and transform information and formulate suitable abstractions to design and model complex systems.

Computer science has many sub-fields; some, such as computational complexity theory, study the fundamental properties of computational problems, while others, such as computer graphics, emphasize the computation of specific results.

Still others focus on the challenges in implementing computations. For example, programming language theory studies approaches to describe computations, while computer programming applies specific programming languages to solve specific computational problems, and human-computer interaction focuses on the challenges in making computers and computations useful, usable, and universally accessible to humans.

http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_science



Il ciclo di lezioni



- Fondamenti di informatica
- Sistemi e software Open- Source o cosa?
- Costruzione di siti web (teoria, regole, raccomandazioni)
 - Un caso pratico di costruzione di un sito web
- Standard, strumenti e prassi nella documentazione grafica assistita da computer
- Time-Based Media Art Conservation. Si restaurano i bytes? Ed ancora si restaura la Computer based art?

Lezione 1 - Fondamenti di Informatica

UNIVAC (1951)

LEZIONE 1 a

- ▶ **Introduzione**
il calcolo automatico dalla preistoria ai giorni nostri
- ▶ **L'algebra di Boole**
da Analisi Matematica della Logica (1847) al progetto degli elaboratori digitali
- ▶ **Sistemi di numerazione**
da decimale a binario, a esadecimale: l'alfabeto dell'elaboratore
- ▶ **La rappresentazione dei dati e l'aritmetica degli elaboratori**
dai bit ai numeri, ai testi, alle immagini etc

Introduzione



Cenni storici

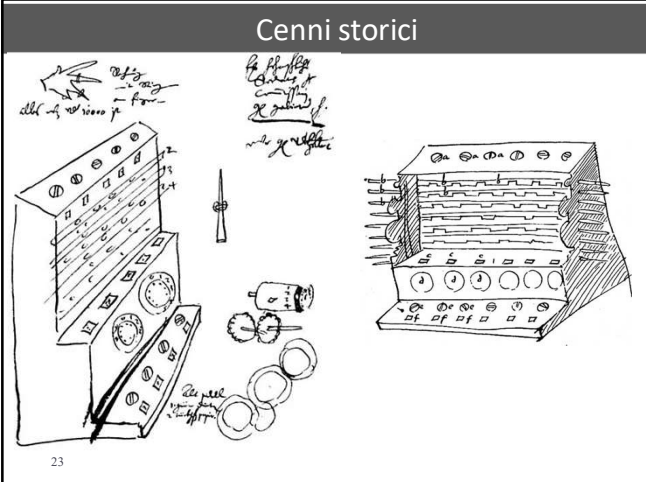
- La presenza "invasiva" dell'informatica nella vita di tutti i giorni è un fenomeno relativamente recente; non recente è invece la necessità di avere a disposizione strumenti e metodi per contare rapidamente, elaborare dati, "calcolare"
 - Le prime testimonianze di strumenti per contare risalgono a 30.000 anni fa
 - I primi esempi di algoritmi — procedure di calcolo "automatico" — sono stati scoperti in Mesopotamia su tavolette babilonesi risalenti al 1800-1600 a.C.
- Il sogno di costruire macchine capaci di effettuare calcoli automatici affonda le radici nel pensiero filosofico del '600:
 - Wilhelm **Schickard** introdusse la prima macchina moltiplicatrice dotata di accumulatori cilindrici



Wilhelm Schickard (1592-1635)
Macchina moltiplicatrice (1624)



Cenni storici



Cenni storici



Cenni storici

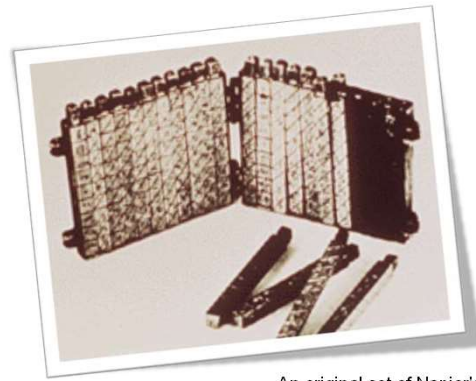
John Napier (1550 – 1617)

John Napier is best known as the inventor of logarithms, which are a technology that allows multiplication to be performed via addition. The magic ingredient is the logarithm of each operand, which was originally obtained from a printed table. But Napier also invented an alternative to tables, where the logarithm values were carved on ivory sticks.



25

Cenni storici



An original set of Napier's Bones
[photo courtesy IBM]

Cenni storici

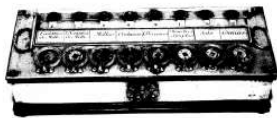
- **Pascal** e **Leibnitz** non solo affrontarono il problema, già studiato da Cartesio, di automatizzare il ragionamento logico-matematico, ma si cimentarono anche nella realizzazione di semplici macchine per calcolare (capaci di effettuare somme e sottrazioni)



Blaise Pascal (1623-1662)

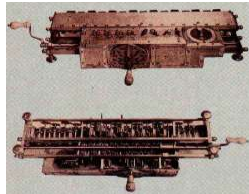


Gottfried Leibnitz (1646-1716)



Macchina addizionatrice – la Pascalina (B. Pascal)

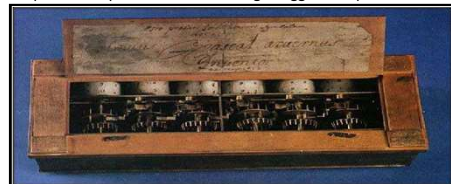
27



Macchina computazionale (G. Leibnitz)

Cenni storici

- **Blaise Pascal**
- Nel 1642 Blaise Pascal, all'età di 19 anni, inventò la Pascalina come aiuto per suo padre che era esattore delle tasse. Pascal costruì 50 di questi calcolatori ad una funzione e azionati da ingranaggi (potevano fare solo addizioni), ma non riuscì a venderne molti a causa del loro costo esorbitante e perché non erano così precisi
- (a quel tempo non era possibile fabbricare ingranaggi con la precisione richiesta).



28

Cenni storici

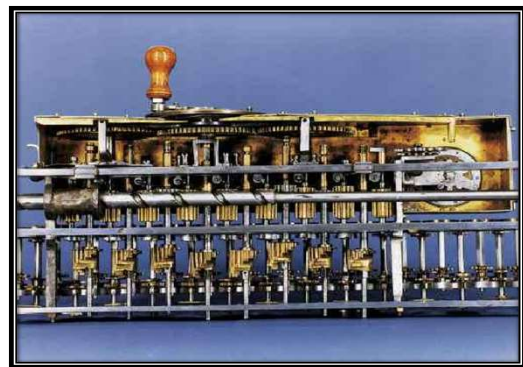
Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 – 1716)

A German mathematician and philosopher. He occupies a prominent place in the history of mathematics and the history of philosophy. **The Step Reckoner** was a digital mechanical calculator invented around 1672 and completed in 1694



29

Cenni storici



30

Cenni storici

Joseph Marie Jacquard
(7 July 1752 – 7 August 1834)

A French weaver and merchant. He played an important role in the development of the earliest programmable loom (the "**Jacquard loom**"), which in turn played an important role in the development of other programmable machines, such as computers



31

Cenni storici

Risultato di traduzione

Un telaio meccanico, inventato da Joseph Marie Jacquard, presentato per la prima volta nel 1801, che semplifica il processo

The Jacquard Loom

Un telaio meccanico, inventato da Joseph Marie Jacquard, presentato per la prima volta nel 1801, semplifica il processo di produzione di tessuti con motivi complessi come broccato, damasco e matelasse. Il telaio era controllato da una "catena di carte", un numero di carte perforate, allacciate insieme in una sequenza continua.



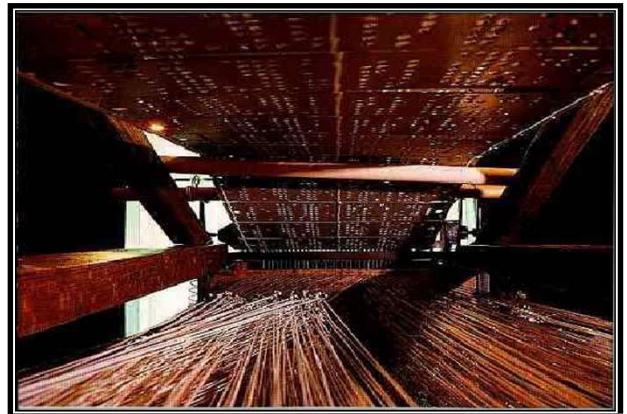
Cenni storici

Il Telaio Jacquard

E' un tipo di telaio per tessitura che ha la possibilità di eseguire disegni complessi. Si tratta di un normale telaio a cui si è aggiunto un macchinario che permette la movimentazione automatica dei singoli fili di ordito. Probabilmente la più importante invenzione nel campo dell'industria tessile, permette di produrre tessuti, anche molto complessi, con il lavoro di un solo tessitore.

Per essere stata la prima applicazione ad aver utilizzato una scheda perforata, è considerato l'**antenato del calcolatore**.

Cenni storici

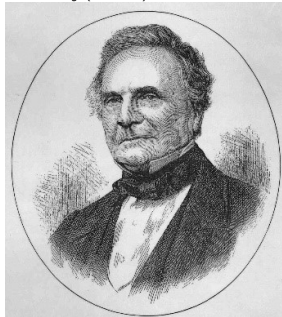


Cenni storici

- La **macchina alle differenze**, concepita da **Charles Babbage** nel 1833, rappresenta il primo esempio di macchina programmabile di utilità generale



Charles Babbage (1791-1871)

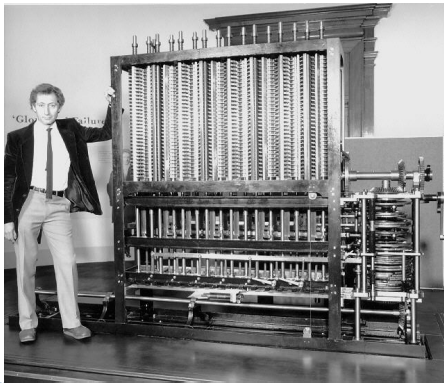


Macchina alle differenze: modello ricostruito presso il Museo della Scienza di Londra seguendo il progetto del 1849

Cenni storici

- Charles Babbage nacque a Londra il 26 dicembre 1791
- Fin dagli studi giovanili dimostrò una propensione all'algebra ed agli studi matematici, tanto da distinguersi al Trinity College di Cambridge, dove entrò nel 1811.
- E' stato un matematico e filosofo, scienziato e "protoinformatico" che per primo ebbe l'idea di un calcolatore programmabile.
- Nel mondo dell'informatica è conosciuto grazie alle sue macchine: la Macchina alle differenze ("Difference Engine"), di cui realizzò un prototipo (parziale) e la Macchina analitica ("Analytical Engine").
- Babbage morì a Londra, il 18 ottobre 1871, all'età di 79 anni

Cenni storici



▶37

Cenni storici



Charles Xavier Thomas de Colmar (5 maggio 1785 – 13 marzo 1870) è stato un inventore e imprenditore francese. È noto per aver progettato, brevettato e prodotto il primo calcolatore meccanico di successo commerciale, l'*Arithmometer*, e per aver fondato le compagnie assicurative Le Soleil e L'aigle che, sotto la sua guida, divenne il gruppo assicurativo numero uno in Francia all'inizio del Secondo Impero.

▶38

Cenni storici

In 1820 **Charles Xavier Thomas of Alsace**, an entrepreneur in the insurance industry, invented the arithmometer, the first commercially produced adding machine, presumably to speed up and make more accurate, the enormous amount of daily computation insurance companies required. Thomas received almost immediate acknowledgement for this invention, as he was made Chevalier of the Legion of Honor only one year later, in 1821. At this time he changed his name to Charles Xavier Thomas, de Colmar, later abbreviated to **Thomas de Colmar**.



▶39

Cenni storici



Il primo modello di aritmometro fu introdotto nel 1820 e, di conseguenza, Thomas fu nominato Cavaliere della Legion d'Onore nel 1821. Nonostante ciò, Thomas dedicò tutto il suo tempo e le sue energie alla sua attività assicurativa, quindi c'è una pausa di più di trent'anni prima della commercializzazione dell'Arithmometer nel 1852. Grazie all'Arithmometer, fu elevato al livello di Ufficiale della Legion d'Onore nel 1857. Al momento della sua morte nel 1870, il suo impianto di produzione aveva costruito circa 1.000 Arithmometer, rendendolo il primo calcolatore meccanico prodotto in serie al mondo e, all'epoca, l'unico calcolatore meccanico sufficientemente affidabile da poter essere utilizzato in luoghi come agenzie governative, banche, compagnie assicurative e osservatori. per altri 40 anni fino al 1914 circa.

▶40

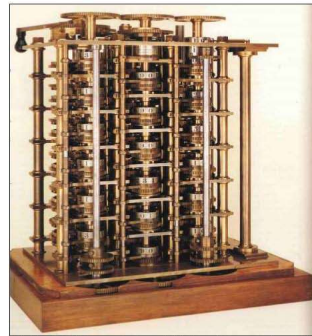
Cenni storici 3

Macchina alle Differenze (Difference Engine) n. 1 (Portion) – Science Museum, London D.E.

Parte ("portion" o "the beautiful fragment") del Difference Engine (n. 1), assemblata nel 1832 (dall'ingegnere Joseph Clement, che lavorava con Babbage per la costruzione dei componenti delle macchine).

Costituisce circa un settimo della macchina completa.

La realizzazione di questo prototipo rappresenta comunque un passo importante, in quanto la **facoltà umana e mentale del "calcolare"** viene portata a **livello meccanico**, e l'operatore non deve necessariamente conoscere il comportamento interno della macchina ed i principi matematici su cui è basata, per ottenerne facilmente dei risultati utilizzabili ed affidabili.



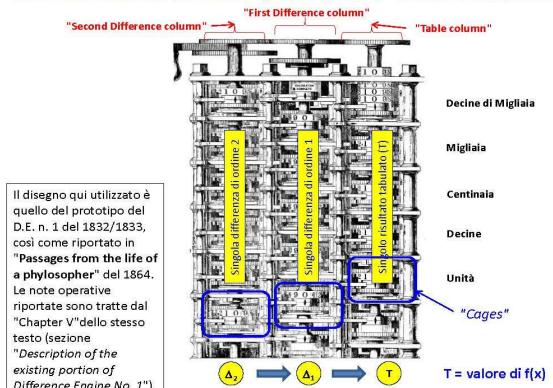
Parte del Difference Engine n.1 (Science Museum, Londra)

Un video sull'uso del "beautiful fragment" (da 2:14 in poi) <https://www.youtube.com/watch?v=2W4K2FV4FCQ>

- © Random -

Cenni storici

Macchina alle Differenze (Difference Engine) n. 1 (Portion) – Science Museum, London D.E.



Cenni storici

Macchina alle Differenze (Difference Engine) n. 2 – Computer History Museum (CA)

Dopo quella costruita nel 1991 allo Science Museum di Londra (con il meccanismo di stampa terminato nel 2001), è stata realizzata nel 2008 una seconda copia del Difference Engine n. 2, per Nathan Myhrvold, ex Chief Technology Officer in Microsoft.

Questa copia è esposta ("in prestito") al Computer History Museum (<http://www.computerhistory.org/>) di Mountain View, in California, dal 2008.

Quello che segue è un video di questa installazione.



<http://www.youtube.com/watch?v=tmmh7E8n0FY>

Cenni storici

Charles Babbage a Torino (1/3)

- Babbage presentò l'idea di Macchina Analitica al Secondo Congresso degli Scienziati Italiani, svoltosi a Torino nel **settembre del 1840** (si veda anche: http://www.torinoscienza.it/accademia/dossier/charles_babbage_e_l_accademia_delle_scienze_3585.html e <http://nexa.polito.it/macchina-analitica-babbage>)
- Babbage fu invitato in Italia da **Giovanni Plana** (1781-1864), matematico ed astronomo, autorevole membro dell'Accademia delle Scienze. Plana trasferì il compito di descrivere la macchina analitica ad un suo giovane e brillante collaboratore, **Luigi Federico Menabrea** (1809-1896).
- Menabrea nel 1840 partecipa agli incontri dei membri dell'Accademia delle Scienze con Charles Babbage e due anni dopo presenta alla Bibliothèque Universelle de Genève la famosa nota "**Notions sur la Machine Analytique de M. Charles Babbage**".
- Successivamente, nel 1843, il suo lavoro fu tradotto in inglese e significativamente ampliato da **Ada Lovelace** (1815-1852) con le sue famose "notes" nella pubblicazione "**Sketch of the Analytical Engine invented by Charles Babbage**".
- In queste "notes" di Ada Lovelace è compreso (alla "**Note G**") quello che è considerato il **primo programma informatico della storia**, un algoritmo per il calcolo dei numeri di Bernoulli.

Cenni storici

Macchina Analitica (Analytical Engine) – L'idea delle "schede perforate"

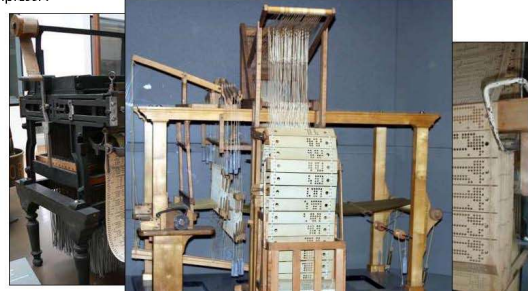
Per l'I/O e la "programmazione" della Macchina Analitica, Babbage pensò di utilizzare delle "schede perforate", riutilizzando l'idea alla base dei **telai Jacquard** (inventati nei primi anni dell'ottocento da Joseph Marie Jacquard) per la realizzazione di disegni complessi.



Cenni storici

Macchina Analitica (Analytical Engine) – L'idea delle "schede perforate"

Per l'I/O e la "programmazione" della Macchina Analitica, Babbage pensò di utilizzare delle "schede perforate", riutilizzando l'idea alla base dei **telai Jacquard** (inventati nei primi anni dell'ottocento da Joseph Marie Jacquard) per la realizzazione di disegni complessi.



Cenni storici

- La prima *programmatrice* nella storia dell'informatica è **Ada Augusta Byron**, contessa di Lovelace
- Nasce a Londra il 10 dicembre 1815 dal breve matrimonio di Anne Isabella Milbanke con il poeta Lord George Gordon Byron. Il padre infatti nel 1816 emigra all'estero e muore nel 1822 in Grecia.
- Il poeta non rivendicò mai i suoi diritti di paternità e poco tempo dopo la sua nascita firmò l'atto di separazione e lasciò l'Inghilterra, non rivedendo mai più sua figlia.



Cenni storici

- Spinta dalla madre, anch'essa matematica e ricordata come "*la principessa dei parallelogrammi*", agli studi scientifici, Ada viene seguita da numerosi tutori che le offrono una formazione completa sia per la mente che per le competenze sociali.
- Tra il 1842 e il 1843 tradusse un articolo del matematico italiano Luigi Menabrea sulla macchina analitica di Babbage, che incrementò con un insieme dei suoi appunti. Questi studi contenevano quello che oggi viene considerato il **primo programma di computer** che consiste in un algoritmo codificato per essere elaborato da una macchina.



VACS

Cenni storici

- ▶ Spinta dalla madre, anch'essa matematica e ricordata come "la principessa dei parallelogrammi", agli studi scientifici, Ada viene seguita da numerosi tutori che le offrono una formazione completa sia per la mente che per le competenze sociali.
- ▶ Ha poi avuto **Mary Somerville** quale docente

▶ 49



Mary Somerville

VACS

Cenni storici

- ▶ **Mary Fairfax Greig Somerville** (Jedburgh, 26 dicembre 1780 – Napoli, 29 novembre 1872) è stata una matematica, astronoma e scrittrice scientifica scozzese, una delle prime due donne elette membro onorario della Royal Astronomical Society insieme a Caroline Lucretia Herschel. traduttrice dei lavori di Pierre Simon Laplace e autrice di testi utilizzati a Cambridge.

▶ 50



Mary Somerville

VACS

Cenni storici

- ▶ Sir David Brewster
- ▶ "... senza dubbio la donna più straordinaria in Europa - una matematica di primissimo ordine con tutta la gentilezza di una donna, oltre ad essere scienziata e mineralogista".

▶ 51



VACS

Cenni storici

- ▶ Ada intuì l'idea di loop e di sequenza ripetuta di passi [sottoprogramma]
- ▶ Durante il lavoro di traduzione all'articolo di Manabrea, Ada aggiunse delle note personali [molto più lunghe dello stesso articolo], tra queste note c'è un particolare algoritmo che è storicamente riconosciuto come il primo programma della storia:

▶ **L'algoritmo dei numeri di Bernoulli.**

▶ 52




Ada Byron, Lady Lovelace 1815 - 1852

VACS

Cenni storici

Nel 1980 il Dipartimento della Difesa Statunitense chiama ADA un nuovo linguaggio di programmazione di alto livello



▶ 53

VACS

Cenni storici

Fu **Herman Hollerith**, nel 1890, a sviluppare la macchina a schede perforate, per compiere le statistiche del censimento decennale degli Stati Uniti

- ▶ I dati venivano immessi su schede di cartone opportunamente perforate, le stesse schede che sono state usate fino a due decenni or sono
- ▶ Le schede venivano successivamente "contate" da una sorta di pantografo che permetteva diversi tipi di elaborazioni (statistiche, etc.)

▶ 54



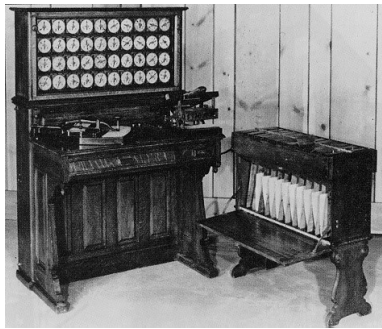
Herman Hollerith (1860-1929)

Cenni storici

Si impiegarono due anni e mezzo ad analizzare i dati (contro i sette anni del censimento del 1880), nonostante l'incremento di popolazione da 50 a 63 milioni



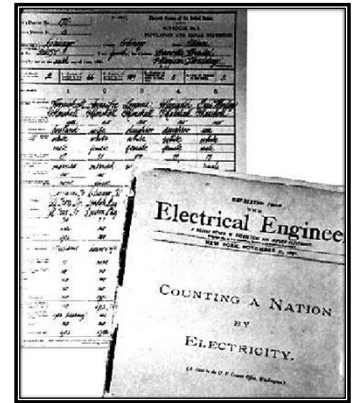
55



Census Tabulator (1890)

Cenni storici

Using electricity to count.
The date on this issue of "Electrical Engineer" was November 11, 1891. The page at the top is a census form filled out by a census taker.



56

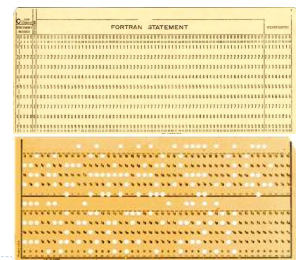
Cenni storici



▶ 57

Cenni storici

- Successivamente la macchina a schede perforate venne utilizzata con successo per i censimenti in Austria, Norvegia e Russia, tanto che Hollerith decise di fondare una società: la **Computing Tabulating Recording Company** (1896)



▶ 58

Cenni storici

- The **Computing-Tabulating-Recording Company (CTR)** was a [holding company](#) of manufacturers of record-keeping and measuring systems; it was subsequently (1923) known as **IBM**.
- In 1911, the financier and noted [trust](#) organizer **Charles R. Flint**, called the "Father of Trusts", [amalgamated \(via stock acquisition\)](#) four companies: [Bundy Manufacturing Company](#), International Time Recording Company, the Tabulating Machine Company, and the Computing Scale Company of America; creating a fifth company – the Computing-Tabulating-Recording Company.^{[2][3]}
- CTR was initially located in [Endicott, New York](#). The amalgamated companies had 1,300 employees and manufactured a wide range of products, including [employee time-keeping systems](#), [weighing scales](#), [automatic meat slicers](#), and [punched card equipment](#).
- Nel 1923 la **Computing Tabulating Recording Company** (1896) divenne l'International Business Machine Ltd, o **IBM**

▶ 59

Cenni storici



1924



1956



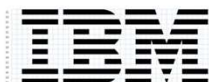
1972



1947



1967



▶

Cenni storici

High Tech, 1890 Style

The beginning of data processing made the August 30, 1890 cover of Scientific American.

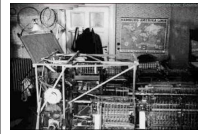
The binary concept.
A hole or no hole!

(Image courtesy of Scientific American Magazine.)



▶ 61

Cenni storici



Il calcolatore Z1 (1939)



Konrad Zuse (1910-1995)

Nel 1932, il tedesco **Konrad Zuse** realizza una macchina elettromeccanica in grado di eseguire calcoli con controllo programmato, ed introduce il sistema di numerazione binario (la cui algebra era stata definita da **Leibnitz** e da **Boole**)

La prima macchina presentava una struttura già molto simile a quella dei moderni computer: era programmabile, dotata di unità di memoria e di un'autonoma unità di calcolo in virgola mobile basata sul sistema binario. Le istruzioni venivano immesse tramite un nastro di celluloido perforato simile ad una pellicola cinematografica, sul quale venivano poi scritte anche le risposte del calcolatore.

Cenni storici

Durante la seconda guerra mondiale, fioriscono i progetti di elaboratori da utilizzarsi per scopi bellici



- Enigma, realizzata dai tedeschi (A. Scherbius) per codificare le comunicazioni militari
- Red Purple, di costruzione giapponese
- Computer Colossus, costruito dagli inglesi per la decifrazione dei messaggi tedeschi

Cenni storici



64

Alan Turing (1912-1954)

- Alla progettazione e realizzazione di Computer Colossus collaborò **Alan Mathison Turing**

Cenni storici

- **Alan Mathison Turing** nacque a Londra nel 1912 ed è considerato uno dei padri dell'informatica e uno dei più grandi matematici del 1900. Il suo lavoro ebbe vasta influenza sullo sviluppo dell'informatica, grazie alla
- **Macchina di Turing.**



Alan Turing (1912-1954)

65

La macchina di Turing

La **macchina di Turing** ha svolto un ruolo significativo nella creazione del moderno computer. Sul concetto di macchina di Turing il matematico di Bletchley Park, progettò una macchina chiamata **Colossus** (lontana antenata dei computer) che decifrava in modo veloce ed efficiente i codici tedeschi.



Cenni storici

Già fin dalla più tenera età Turing diede segno della **genialità** che negli anni futuri lo renderà **famoso in tutto il mondo**.

I primi anni di scuola ebbe comunque grosse difficoltà ottenendo il diploma a stento.

Nel 1931 venne ammesso all'Università di Cambridge.

Si laureò con il massimo dei voti e due anni dopo vinse il premio **Smith**.

Nello stesso anno si trasferì alla Princeton University (USA) dove studiò per altri due anni.



Cenni storici

Nel 1937 pubblicò l'articolo "**On computable Number, with an application to the Entscheidungsproblem**".

230

A. M. TURING

[Nov. 12,

ON COMPUTABLE NUMBERS, WITH AN APPLICATION TO
THE ENTSCHEIDUNGSPROBLEM

By A. M. TURING.

[Received 28 May, 1936.—Read 12 November, 1936.]

The "computable" numbers may be described briefly as the real numbers whose expressions as a decimal are calculable by finite means. Although the subject of this paper is ostensibly the computable numbers

Cenni storici



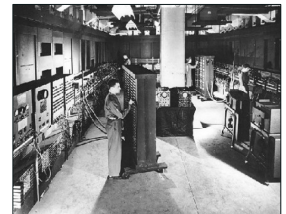
Cenni storici

Durante la seconda guerra mondiale, Turing mise le sue capacità matematiche al servizio del **Department of Communications** inglesi per decifrare i codici usati nelle comunicazioni tedesche.

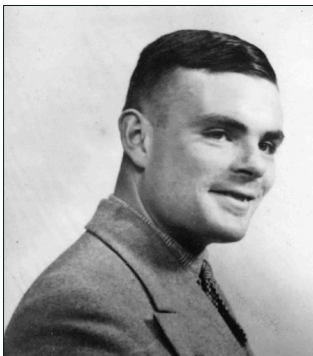
Lavorò infatti a **Bletchley Park**, dove ideò una serie di tecniche per violare i cifrari tedeschi.

- ▶ Finita la guerra il governo inglese **impose il divieto** a tutti coloro che avevano lavorato alla decrittazione di **scrivere di qualsiasi argomento trattato in quel periodo**.

Dati e informazioni su queste attività furono pubblicate quando Turing e altri suoi colleghi erano già defunti da tempo



Cenni storici



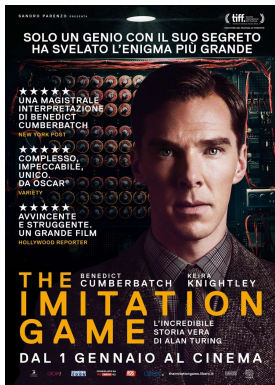
Cenni storici

Morì **suicida** a soli 41 anni ingerendo una **mela avvelenata** con cianuro di potassio, prendendo spunto dalla fiaba di **Biancaneve** da lui apprezzata fin da bambino.

La madre sostenne che il figlio, con le dita sporche per qualche esperimento chimico, avesse ingerito per errore la dose fatale di veleno; ma il verdetto ufficiale parlò di suicidio.

Turing si suicidò a causa della persecuzione avuta dagli inglesi nei suoi confronti. Infatti, lui era omosessuale e per punirlo gli somministrarono ormoni femminili che gli causarono la crescita del seno.

Cenni storici



Cenni storici

In suo onore la Association for Computing Machinery (ACM) ha creato nel 1966 il **Turing Award**, massima riconoscenza nel campo dell'informatica, dei sistemi intelligenti e dell'intelligenza artificiale. Un solo italiano lo ha ricevuto nel 2012



Cenni storici

2012

Silvio Micali
Shafi Goldwasser

Per i contributi che hanno permesso di gettare le basi della teoria della complessità nel campo della crittografia e per aver sperimentato nuovi metodi per la verifica efficiente di dimostrazioni matematiche nel campo della teoria della complessità.



Silvio Micali (Palermo, 13 ottobre 1954) è un matematico, crittografo e informatico italiano, professore d'informatica presso il Laboratorio d'Informatica ed Intelligenza Artificiale (CSAIL) del MIT di Cambridge, Massachusetts.

Cenni storici

- Con l'invenzione del tubo a vuoto (1904), del transistor (1947) e, infine, dei circuiti integrati (1969), l'evoluzione dei computer divenne inarrestabile
- Finora la potenza di calcolo degli elaboratori si è decuplicata ogni 5-6 anni (...ma non può durare, almeno con le tecnologie in uso)



76

Cenni storici

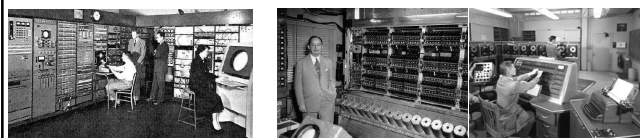


COLOSSUS (1943)

ENIAC (1946)

Mark I (1948)

EDSAC (1949)



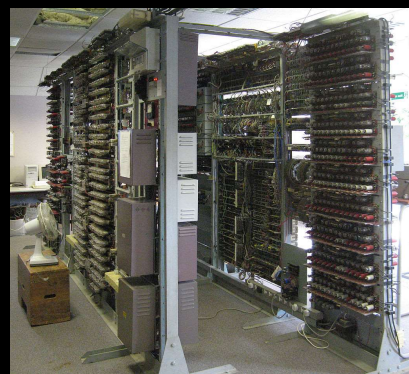
Whirlwind (1949)

IAS (1952)

UNIVAC (1952)

77

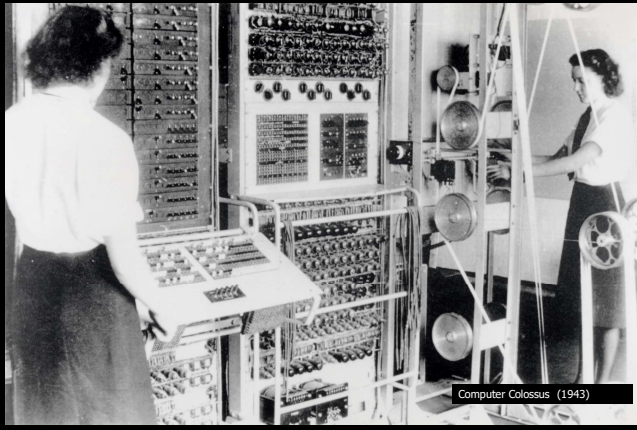
Cenni storici



Computer Colossus (1943) La replica funzionante di Colossus, realizzata nel 2007

78

Cenni storici



Cenni storici

ENIAC Electronic Numerical Integrator And Calculator

developed by
John Presper Eckert Jr.
and John Mauchly

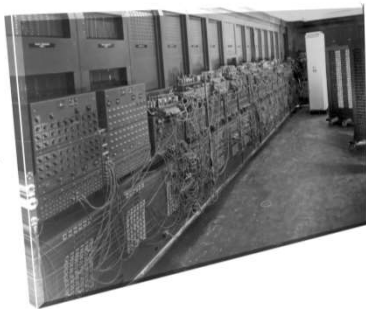
1st large-scale vacuum-
tube computer



Cenni storici

ENIAC

Come tutti i primi esemplari era enorme, occupava un'intera stanza (180mq) e pesava quanto un aereo vuoto. Venne inaugurato il 16 febbraio 1946 e, dopo dieci anni di onorata carriera, nel 1955, fu messo in pensione. Il suo costo? 500mila dollari di allora (6 milioni di dollari attuali).



Cenni storici

ENIAC was the first programmable, electronic, general-purpose digital computer made in 1945. It was Turing-complete and able to solve "a large class of numerical problems" through reprogramming.

Although ENIAC was designed and primarily used to calculate artillery firing tables for the United States Army's Ballistic Research Laboratory its first program was a study of the feasibility of the thermonuclear weapon.

ENIAC was formally dedicated at the University of Pennsylvania on February 15, 1946, having cost \$487,000 (equivalent to **\$5,900,000 in 2020**), and was heralded as a "Giant Brain" by the press. It had a speed on the order of one thousand times faster than that of electro-mechanical machines; this computational power, coupled with general-purpose programmability, excited scientists and industrialists alike. The combination of speed and programmability allowed for thousands more calculations for problems. As ENIAC calculated a trajectory in 30 seconds that took a human 20 hours, one ENIAC could replace 2400 humans.

ENIAC (1946)

82

Cenni storici

L'ENIAC venne progettato e costruito alla Moore School of Electrical Engineering per il Ballistic Research Laboratory (un centro di ricerca dell'esercito degli Stati Uniti d'America).

Progettato e costruito alla Moore School of Electrical Engineering, una ex scuola universitaria dell'Università della Pennsylvania, per il Ballistic Research Laboratory, un ex centro di ricerca dell'esercito degli Stati Uniti d'America, fu presentato ufficialmente il 16 febbraio 1946 e progettato da J. Presper Eckert e John Mauchly. Il team di sviluppo includeva

- ❑ Bob Shaw (tabelle funzionali),
- ❑ Chuan Chu (divisione/radice quadrata),
- ❑ Kite Sharpless (programmatore principale),
- ❑ Arthur Burks (moltiplicatore),
- ❑ Harry Huskey (lettore/stampante) e
- ❑ Jack Davis (accumulatori).

ENIAC (1946)

83

Cenni storici

ENIAC Girls

Queste programmatrici furono selezionate da un gruppo di circa 200 "operators" che studiavano alla **Moore School of Electrical Engineering** presso l'**Università della Pennsylvania** e che si occupavano di calcoli balistici tramite l'utilizzo di calcolatrici da tavolo e dell'analizzatore differenziale.

- ❑ Kay Mauchley Antonelli (1921-2006),
- ❑ Jean Bartik (1924-2011),
- ❑ Betty Holberton (1917-2001),
- ❑ Marilyn Meltzer (1922-2008),
- ❑ Frances Spence (1922-2012)
- ❑ Ruth Teitelbaum (1924-1986).

Sotto la direzione di **Herman e Adele Goldstine**, le programmatrici studiarono gli schemi elettrici e la struttura fisica dell'ENIAC. Infatti per programmare l'ENIAC era necessario agire sugli interruttori e il sistema di cavi della macchina. All'epoca la programmazione era considerata un compito di natura impiegatizia e quindi poco qualificato.

ENIAC (1946)

84

Cenni storici

Dopo la fine della Seconda Guerra Mondiale, quando le altre computatrici furono sostituite dai soldati di ritorno dal fronte, le ENIAC Girls continuarono a lavorare sul progetto, ma il loro contributo non fu mai celebrato ufficialmente. Durante la conferenza stampa del 1946 dedicata alla presentazione dell'ENIAC al grande pubblico americano le programmatrici non ottennero alcun riconoscimento.

Molte delle programmatrici non furono invitate alla celebrazione del cinquantenario dell'invenzione dell'ENIAC. Ma nel 1997 le "Eniac Girls" sono state inserite nella Women in Technology Hall of Fame, ottenendo un riconoscimento internazionale ed un premio, da quel momento la loro storia ha iniziato a diffondersi.

<https://witi.com/halloffame/298369/ENIAC-Programmers-Kathleen---/>

85

ENIAC (1946)

Cenni storici



86

ENIAC (1946)

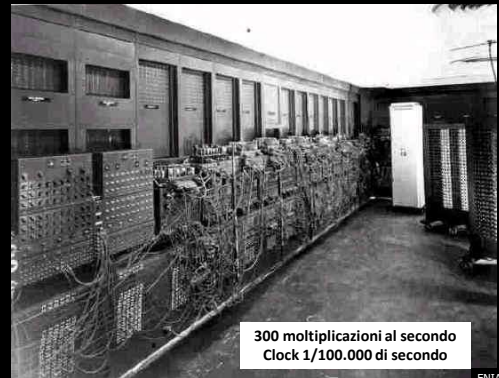
Cenni storici

Herman Heine Goldstine (1913-2004) was elected a Member of the American Philosophical Society in 1979 and served as Executive Officer from 1984-1997. Prior to his tenure as an administrator, Goldstine served as a mathematician and computer scientist. His leadership skills were recognized early on through his supervision of the ENIAC project, which resulted in the first electronic, programmable, general-purpose digital computer in 1945. Interestingly enough, Herman was not the only Goldstine involved with the computer's development. His first wife, **Adele Katz Goldstine** (1920-1964), also made important contributions to the project. They worked closely with the female "operators" who were hired for their mathematical ability. (...)

While ENIAC was developed as a top-secret Army ballistics project designed by **John Mauchly and J. Presper Eckert**, the female team members were responsible for the hands-on programming that made the computer run. The "**ENIAC Six**" were hired because their male counterparts found computational work to be more clerical in nature. The applicants were nonetheless interested in the assignment, because few technical jobs were available to women at the time. ENIAC's operators included:

ENIAC (1946)

Cenni storici

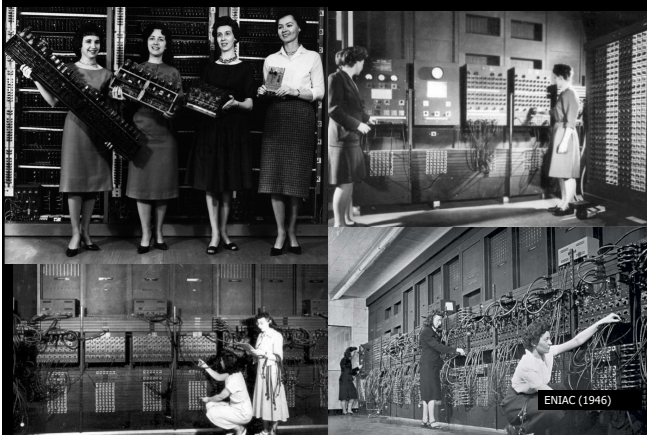


300 moltiplicazioni al secondo
Clock 1/100.000 di secondo

88

ENIAC (1946)

Cenni storici



ENIAC (1946)

Girl figures out how to program giant computer: Kay Mauchly and ENIAC

Kathleen McNulty Mauchly Antonelli talks about her time in the 1940's learning about the ENIAC and John Mauchly. She was one of a group of 6 women who were recruited to program the first electronic computer.



90

ENIAC (1946)

https://www.youtube.com/watch?v=9Jh5SCM75Xg&ab_channel=BillMauchly

Cenni storici

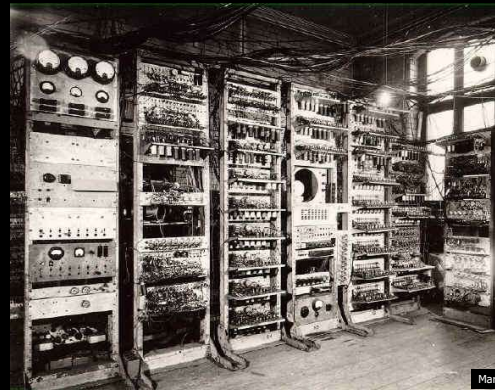
Mark I

developed by Howard Aiken at Harvard University



91

Cenni storici



Mark I (1948)

92

Cenni storici

EDSAC

Electronic Delay Storage Automatic Calculator

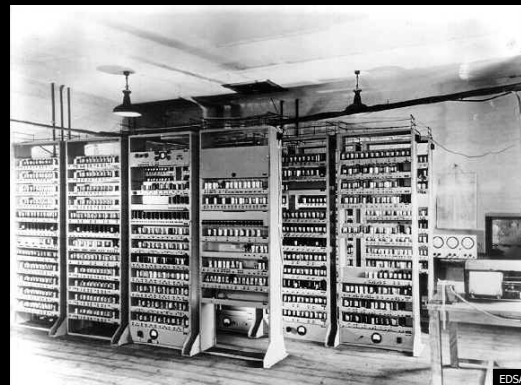
- built by Maurice Wilkes during the year 1949

- one of the first stored-program machine computers and one of the first to use binary digits



94

Cenni storici



EDSAC (1949)

Cenni storici

- Il nome di **John Von Neumann (1903-1957)** è legato invece ai primi calcolatori a programma memorizzato realizzati alla fine degli anni '40 (EDSAC, Whirlwind, IAS, UNIVAC)

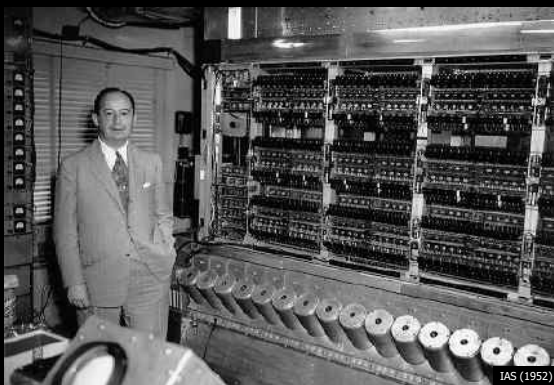
- Per la prima volta, vige il principio di *unitarietà di rappresentazione di dati e istruzioni*, che vengono codificati, all'interno dell'elaboratore, in maniera indistinguibile



János Lajos Neumann

95

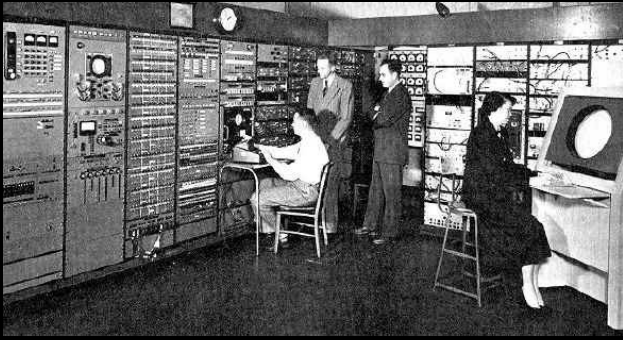
Cenni storici



IAS (1952)

96

Cenni storici



Whirlwind (1949)

97

Cenni storici

UNIVAC Universal Automatic Computer

Developed by George Gray in
Remington Rand Corp.

Manufactured as the first
commercially available first
generation computer.



UNIVAC (1952)

98

Cenni storici



UNIVAC (1952)

99

Cenni storici

IBM S/360 (1964)

Mod 40 (1964)
1.6 MHz 32KB-256KB
225.000\$

Mod 50
2.0 MHz 128KB-256KB
550.000\$

Mod 65
5.0 MHz 256KB-1MB
1.200.000\$

100

Cenni storici

IBM International Business Machines

By 1960, IBM was
the dominant force
in the market of
large mainframe
computers



Cenni storici

IBM 650

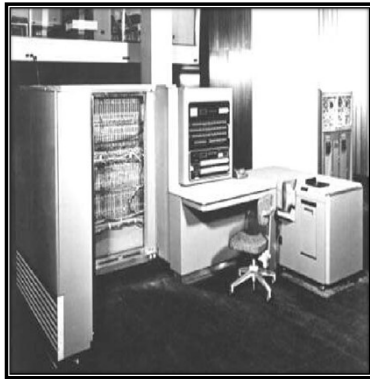
•built in the year 1953
by IBM and marked
the dominance of
IBM in the computer
industry.



Cenni storici

IBM 701

IBM's 1st commercial business computer



Cenni storici

Il termine «**Artificial Intelligence**» è stato coniato nel 1956 durante la conferenza che **Marvin Minsky** e **John McCarthy** tennero a Dartmouth. Dopo quella conferenza le attese furono fin troppo ottimistiche, basti pensare a rappresentazioni come quelle del film **2001 Odissea nello spazio**, di cui Marvin Minsky stesso è stato uno dei consulenti principali, e dove il computer intelligente HAL 9000 prende il sopravvento sugli umani dell'equipaggio.

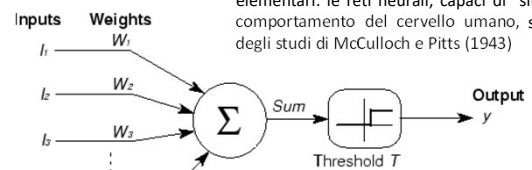


Cenni storici



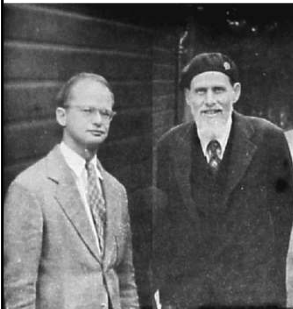
Cenni storici

- A partire dagli anni '90, 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 elementari: le reti neurali, capaci di "simulare" il comportamento del cervello umano, sulla base degli studi di McCulloch e Pitts (1943)



Cenni storici

In 1943 American neurophysiologist and cybernetician of the University of Illinois at Chicago **Warren McCulloch** and self-taught logician and cognitive psychologist **Walter Pitts** published "**A Logical Calculus of the ideas Imminent in Nervous Activity**" describing the "McCulloch - Pitts neuron", the first mathematical model of a neural network. Building on ideas in Alan Turing's "**On Computable Numbers**", McCulloch and Pitts's paper provided a way to describe brain functions in abstract terms, and showed that simple elements connected in a neural network can have immense computational power. The paper received little attention until its ideas were applied by **John von Neumann**, **Norbert Wiener**, and others.



Cenni storici

- Tuttavia, 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) con la possibilità per qualsiasi casa produttrice di costruire "cloni"
- 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
 - Lavatrici e forni a micro-onde
 - Computer di bordo e ABS ...

Cenni storici

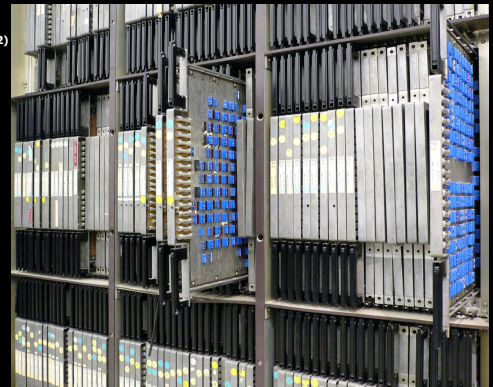


109

Smartphone, tablet, personal computer etc etc (2009)

Cenni storici

ILLIAC IV (1964-1972)



110

Cenni storici

Burroughs, implementando un progetto di un team guidato da Dan Slotnick, sviluppa **ILLIAC IV (Illinois Automatic Computer)**, il primo computer che utilizza un design parallelo non-von Neumann (più tardi conosciuta come architettura parallela); possiede 64 identici computer scalari che operano in parallelo; in seguito i computer paralleli utilizzeranno microprocessori invece che computer separati.

La macchina fu completata solo nel 1972. Dagli iniziali 8 milioni di dollari del progetto del 1966, il costo finale fu di 31 milioni di dollari e le prestazioni si erano ridotte dagli iniziali 1 GigaFLOPS a 100 MegaFLOPS o 150 MegaFLOPS di picco. Nonostante i molteplici problemi, se la macchina doveva trattare problemi parallelizzabili era dalle 2 alle 6 volte più veloce di un CDC 7600. Per la NASA questa era una macchina perfetta, dato che i problemi di fluidodinamica computazionale sono molto parallelizzabili.

L'ILLIAC IV è uno dei più famosi supercomputer. Fu l'ultimo di una serie di computer di ricerca dell'University of Illinois.

Il progetto dell'ILLIAC IV è un progetto basato su un parallelismo massivo con 256 processori, sviluppato per trattare grandi quantità di dati, un'idea che è alla base dei processori vettoriali.

La macchina fu alla fine presentata nel 1976, dopo un decennio di sviluppo ed era molto in ritardo, molto costosa e con prestazioni molto inferiori a macchine come il Cray-1.

▶ 111

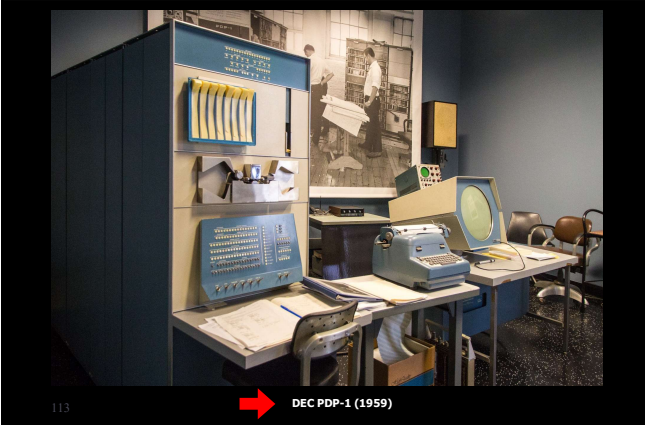
Cenni storici

Sebbene l'ILLIAC fu terminato nel 1972 la macchina non era affidabile. Continuava ad avere problemi di affidabilità che gli ingegneri tentarono di risolvere fino a quando nel 1974 fu in grado di eseguire il primo programma completo e divenne operativa. Nonostante la macchina fosse dichiarata operativa, funzionava solo dal lunedì al venerdì ed era in grado di richiedere fino a 40 ore di manutenzione alla settimana. La prima applicazione completa fu pronta per il 1976, lo stesso anno che venne presentato il Cray-1 un supercomputer con le stesse prestazioni. Tuttavia la macchina venne utilizzata negli anni seguenti e anzi ad Ames svilupparono la loro versione di Fortran. Infine nel 1982 la macchina venne dismessa e l'Advanced Computing Division venne disciolto.

Sebbene l'ILLIAC IV non abbia riportato i risultati sperati lo studio dei suoi insuccessi e dei fallimenti della sua architettura spinse lo sviluppo delle architetture parallele che portarono alla realizzazione di macchine massivamente parallele come la Thinking Machines e la CM-1 e CM-2. Tuttavia l'idea di utilizzare processori disposti in configurazione matriciale è una delle idee chiave delle macchine parallele e un passo fondamentale del calcolo scientifico. La CDC STAR-100, la TI ASC e il famoso Cray-1 sono tutte macchine ad alte prestazioni basate su singoli processori vettoriali ispirati dal progetto dell'ILLAC.

▶ 112

Cenni storici



113

▶ DEC PDP-1 (1959)

Cenni storici

PDP-1

Nel 1964 la società Digital Equipment Corporation (DEC) produce il PDP-1, che viene ricordato come il primo computer su cui sia girato un videogioco, Spacewar! di Steve Russell.

Il PDP-1 usava una parola di 18 bits e aveva 4096 parole di memoria come dimensione standard, equivalente a 9216 bytes di 8 bits (il sistema utilizzava bytes di 6 bits ciascuno, tre per ogni parola). Il tempo di ciclo della memoria a nuclei magnetici era di 5 microsecondi corrispondendo ad una velocità di circa 200KHz, di conseguenza la maggior parte delle istruzioni aritmetiche impiegava 10 microsecondi (10.000 operazioni al secondo) poiché usavano due cicli di memoria.

114

<https://en.wikipedia.org/wiki/PDP-1>

Developer	Digital Equipment Corporation
Product family	Programmed Data Processor
Type	Minicomputer
Release date	1959; 65 years ago
Introductory price	US\$120,000 (equivalent to \$1,204,658 in 2022)
Discontinued	1969
Units shipped	53
Media	Punched tape
Operating system	BBN Time-Sharing System, Stanford Time Sharing System [†] most software, including Spacewar!, uses no operating system
CPU	@ 187 kHz
Memory	4K words (9.2 KB) magnetic-core memory
Display	Type 30 CRT
Platform	DEC 18-bit
Mass	730 kg (1,600 lb)
Predecessor	TX-0 and TX-2
Successor	PDP-4

Cenni storici

CDC 6600
(1963)



115

Cenni storici

Il CDC 6600 fu il primo supercomputer costruito dalla Control Data Corporation nel 1963. In generale viene considerato il primo supercomputer con un ampio successo commerciale. Divenne il più veloce supercomputer della sua era essendo tre volte più rapido del precedente IBM 7030 Stretch. Rimase il più potente computer del pianeta tra il 1964 e il 1969 quando venne sorpassato dal successore CDC 7600. Fu il primo sistema a implementare lo scoreboarding.

L'organizzazione del CDC 6600 venne utilizzata da CDC per lo sviluppo del più semplice (e lento) CDC 6400 e in seguito per lo sviluppo di un sistema basato su due processori CDC 6400 che divenne il CDC 6500. Queste macchine sono compatibili a livello di codice con il 6600 ma per via del progetto più semplice e sequenziale sono sistemi più lenti. Il successore CDC 7600 inizialmente doveva essere compatibile con il codice del 6600 ma in seguito si abbandonò la compatibilità per ottenere prestazioni migliori.

https://it.wikipedia.org/wiki/CDC_6600

▶ 116

Cenni storici



DEC PDP-8 (1965)

▶ 117

Cenni storici

PDP-8

Il PDP-8 era un computer a 12-bit. Nella sua configurazione standard aveva una memoria principale di 4,096 parole a 12-bit (4000 parole equivalevano a 6 kilobyte), espandibile a 32,768 parole (32000 parole / 48 KB). All'inizio il PDP-8 aveva solo 8 istruzioni e due registri (un accumulatore a 12-bit, AC, e un Link Register a bit singolo, L). Il PDP-8 è stato un computer storicamente importante per i suoi progressi tecnologici, per l'I/O, per lo sviluppo software, e per la progettazione di sistemi operativi.

La sua efficiente architettura a singolo registro accumulatore ha ispirato i microprocessori 6800 ed il 6502.

Developer	Digital Equipment Corporation
Product family	Programmed Data Processor
Type	Minicomputer
Release date	March 22, 1965; 58 years ago
Introductory price	US\$18,500, equivalent to about \$171,800 in 2022
Units sold	50,000+
Platform	DEC 12-bit
Predecessor	PDP-5
Successor	PDP-12

▶ 118

Cenni storici



PC IBM (1981)

119

Cenni storici

PC IBM (1981)

Il 12 agosto 1981, IBM immette nel mercato il primo di una serie di personal computer che diventerà molto popolare: l'IBM 5150, meglio conosciuto come PC IBM.

Nella sua prima versione era dotato di microprocessore Intel 8088 a 4,7 MHz, con 16 KByte di RAM, espandibili a 640, senza disco rigido, con massimo due drive per floppy disk da 5.25" a 160Kb, un monitor a fosfori verdi e sistema operativo PC-DOS 1.0, sviluppato dalla Microsoft e ceduto in licenza all'IBM.

Il costo di questo PC era elevato (circa 3.000 dollari), la capacità di elaborazione bassa, la possibilità di gestire grosse moli di dati era legata all'acquisto di costosissimi dischi rigidi, o unità a nastro esterne. D'altra parte era una macchina solida e affidabile, che godeva di assistenza tecnica; era espandibile tramite un bus interno per schede di espansione, caratteristica che oltre al PC IBM solo l'Apple II allora possedeva. In una parola, mentre il resto degli home/personal computer di allora non riusciva a scrollarsi di dosso una certa immagine da "tecnogioiattoli", il PC IBM nasceva invece come una macchina "seria", con cui poter lavorare.

120

Cenni storici

Cray XE6
(2010)



121

Cenni storici






122

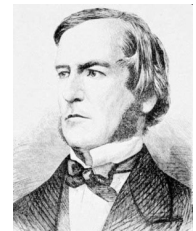
Cenni storici



123

L'algebra di Boole

Simbolo circuitale	Simbolo algebrico	Tabella verità															
AND 	$A \times B = C$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	A	B	C	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
A	B	C															
0	0	0															
0	1	0															
1	0	0															
1	1	1															
OR 	$A + B = C$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	A	B	C	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
A	B	C															
0	0	0															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	1															
NOT 	$A = \bar{B}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	B	0	1	1	0									
A	B																
0	1																
1	0																



George Boole (1810-1864)

124

L'algebra di Boole 1

- Contempla due costanti **0** e **1** (falso e vero)
- Corrispondono a due stati che si escludono a vicenda
- Possono descrivere lo stato di apertura o chiusura di un generico contatto o di un circuito a più contatti



- Sui valori booleani si definiscono le operazioni **AND**, **OR**, **NOT**

125

L'algebra di Boole 2

- Le operazioni **AND** e **OR** sono operazioni binarie, l'operazione **NOT** è unaria
- Nella valutazione delle espressioni booleane esiste una relazione di precedenza fra gli operatori **NOT**, **AND** e **OR**, nell'ordine in cui sono stati elencati
- Gli operatori dell'algebra booleana possono essere rappresentati in vari modi
 - Spesso sono descritti semplicemente come **AND**, **OR** e **NOT**
 - Nella descrizione dei circuiti appaiono sotto forma di **porte logiche**
 - In matematica si usano $+$ per **OR** e \times per **AND**, mentre si rappresenta il **NOT** con una barra posta sopra l'espressione che viene negata

126

L'algebra di Boole

L'operazione di OR

- Si definisce l'operazione di **somma logica** (OR): il valore della somma logica è il simbolo 1 se il valore di almeno uno degli operandi è il simbolo 1

$0+0 = 0$
 $0+1 = 1$
 $1+0 = 1$
 $1+1 = 1$

0+0

0+1

1+0

1+1

127

L'algebra di Boole

L'operazione di AND

- Si definisce l'operazione di **prodotto logico** (AND): il valore del prodotto logico è il simbolo 1 se il valore di tutti gli operandi è il simbolo 1

$0 \times 0 = 0$
 $0 \times 1 = 0$
 $1 \times 0 = 0$
 $1 \times 1 = 1$

0x0

0x1

1x0

1x1

128

L'algebra di Boole

L'operazione di NOT

- Si definisce l'operatore di **negazione** (NOT): l'operatore inverte il valore della costante su cui opera

$\overline{0} = 1$
 $\overline{1} = 0$

- Dalla definizione...

$\overline{\overline{0}} = 0$

$\overline{\overline{1}} = 1$

129

Sistemi di numerazione

130

Sistemi numerazione: Preistoria

- I primi esempi di utilizzo di sistemi di numerazione risalgono al neolitico, ovvero a circa 50.000 anni fa
- In epoca preistorica, le più utilizzate furono le basi 2, 5, 10, 20, 12, e 60
 - Mentre le basi 2, 5, 10 e 20 sono suggerite dalla fisiologia umana, 12 e 60 sembrano suggerite da scopi utilitaristici: 12 è divisibile per 1, 2, 3, 4, 6 e 12 mentre 60 per 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 e 60
 - La base 12 è ancora utilizzata in alcune misure di tempo, 60 nella misurazione di angoli e tempo

131

Sistemi numerazione posizionali

- Sistemi di numerazione **posizionali**:
 - La **base** del sistema di numerazione
 - Le **cifre** del sistema di numerazione
 Il numero è scritto specificando le cifre in ordine ed il suo valore dipende dalla posizione relativa delle cifre
- Esempio: Il sistema decimale (Base 10)**

Cifre : 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

$5641 = 5 \cdot 10^3 + 6 \cdot 10^2 + 4 \cdot 10^1 + 1 \cdot 10^0$

Posizione: 3 2 1 0

132

Sistemi numerazione posizionale in base B

- La base definisce il numero di cifre diverse nel sistema di numerazione
- La cifra di minor valore è sempre lo 0; le altre sono, nell'ordine, 1, 2, ..., B-1; se B > 10 occorre introdurre B-10 simboli in aggiunta alle cifre decimali

Un numero intero N si rappresenta con la scrittura $(c_n c_{n-1} \dots c_2 c_1 c_0)_B$

$$N = c_n B^n + c_{n-1} B^{n-1} + \dots + c_2 B^2 + c_1 B^1 + c_0 B^0$$

c_n è la cifra più significativa, c_0 la meno significativa

133

Sistemi numerazione in base 2 (binario)

- La base 2 è la più piccola per un sistema di numerazione

Cifre: 0 1 - bit (binary digit)

Esempi:

$$(101101)_2 = \frac{1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0}{32 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1} = (45)_{10}$$

$$(0,0101)_2 = 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 0 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-4} = 0 + 0,25 + 0 + 0,0625 = (0,3125)_{10}$$

$$(11,101)_2 = 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} = 2 + 1 + 0,5 + 0 + 0,125 = (3,625)_{10}$$

Forma polinomiale

134

Sistemi numerazione in base 2 (binario)

- Un byte è un insieme di 8 bit (un numero binario ad 8 cifre)

$$b_7 b_6 b_5 b_4 b_3 b_2 b_1 b_0$$

- Con un byte si rappresentano i numeri interi fra 0 e $2^8 - 1 = 255$

00000000
00000001
00000010
.....
11111110
11111111

$2^8 = 256$ valori distinti

- È l'elemento base con cui si rappresentano i dati nei calcolatori
- Si utilizzano sempre dimensioni multiple (di potenze del 2) del byte: 2 byte (16 bit), 4 byte (32 bit), 8 byte (64 bit)...

135

Sistemi numerazione in base 2 (binario)

- Potenze del 2

$$2^4 = 16$$

$$2^8 = 256$$

$$2^{16} = 65536$$

$$2^{10} = 1024 \quad (\text{K=Kilo})$$

$$2^{20} = 1048576 \quad (\text{M=Mega})$$

$$2^{30} = 1073741824 \quad (\text{G=Giga})$$

- Cosa sono KB (Kilobyte), GB (Gigabyte), PB (Petabyte)?

$$1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ byte} = 1024 \text{ byte}$$

$$1 \text{ MB} = 2^{20} \text{ byte} = 1048576 \text{ byte}$$

$$1 \text{ GB} = 2^{30} \text{ byte} = 1073741824 \text{ byte}$$

$$1 \text{ TB} = 2^{40} \text{ byte} = 1099511627776 \text{ byte (Terabyte)}$$

$$1 \text{ PB} = 2^{50} \text{ byte} = 1125899906842624 \text{ byte (Petabyte)}$$

Ed oltre → exa, zetta, yotta ...

136

Sistemi numerazione in base 2 (binario)

Deviation between powers of 1024 and powers of 1000

Prefix	Bin ÷ Dec	Dec ÷ Bin	Percentage difference
kilo	1.024	0.9766	+2.4% or -2.3%
mega	1.049	0.9537	+4.9% or -4.6%
giga	1.074	0.9313	+7.4% or -6.9%
tera	1.100	0.9095	+10.0% or -9.1%
peta	1.126	0.8882	+12.6% or -11.2%
exa	1.153	0.8674	+15.3% or -13.3%
zetta	1.181	0.8470	+18.1% or -15.3%
yotta	1.209	0.8272	+20.9% or -17.3%

137

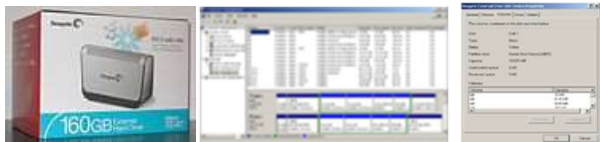
Sistemi numerazione in base 2 (binario)

The screenshot shows the 'Properties' window for a local disk named 'Giancarlo 3 (F:)'. The 'General' tab is active, displaying a progress bar for storage usage. The 'File system' is NTFS. The 'Capacity' is 971,451,019,264 bytes (904 GB). The 'Spazio utilizzato' (Space used) is 621,437,509,632 bytes (578 GB). The 'Spazio disponibile' (Space available) is 350,013,509,632 bytes (325 GB). Red arrows point to the 'Spazio utilizzato' and 'Spazio disponibile' bars.

Sistemi numerazione in base 2 (binario)

The following three images show the discrepancy of reporting the identical disk capacity on the manufacturer's packaging (160 GB = 160×1000^3), the Windows XP disk manager (149.05 GB = 149.05×1024^3), and the drive properties display ($152625 \text{ MB} = 152625 \times 1024^2$).

- Disk drive packaging specifies a disk capacity of 160×10^9 bytes using standard SI prefixes.
- Windows XP disk management application lists the capacity of a 160×10^9 byte disk drive as 149.05 GB
- Windows XP drive properties display lists the capacity of a 160×10^9 byte disk drive as 152625 MB.



▶ 139

Sistemi numerazione: decimale > binario

- Si divide ripetutamente il numero intero decimale per 2 fino ad ottenere un quoziente nullo; le cifre del numero binario sono i resti delle divisioni; la cifra più significativa è l'ultimo resto

Esempio: convertire in binario $(43)_{10}$

$$\begin{array}{r} 43 : 2 = 21 + 1 \\ 21 : 2 = 10 + 1 \\ 10 : 2 = 5 + 0 \\ 5 : 2 = 2 + 1 \\ 2 : 2 = 1 + 0 \\ 1 : 2 = 0 + 1 \end{array}$$

resti
bit più significativo

$$(43)_{10} = (101011)_2$$

140

Sistemi numerazione: binario > decimale

- Oltre all'espansione esplicita in potenze del 2 – forma polinomia...

$$(101011)_2 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (43)_{10}$$

- ...si può operare nel modo seguente: si raddoppia il bit più significativo e si aggiunge al secondo bit; si raddoppia la somma e si aggiunge al terzo bit... si continua fino al bit meno significativo

Esempio: convertire in decimale $(101011)_2$

bit più significativo

$$\begin{array}{r} 1 \times 2 = 2 + 0 \\ 2 \times 2 = 4 + 1 \\ 5 \times 2 = 10 + 0 \\ 10 \times 2 = 20 + 1 \\ 21 \times 2 = 42 + 1 = 43 \end{array}$$

$$(101011)_2 = (43)_{10}$$

141

Sistemi numerazione: esadecimale (hex)

- La base 16 è molto usata in campo informatico

Cifre: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

La corrispondenza in decimale delle cifre oltre il 9 è

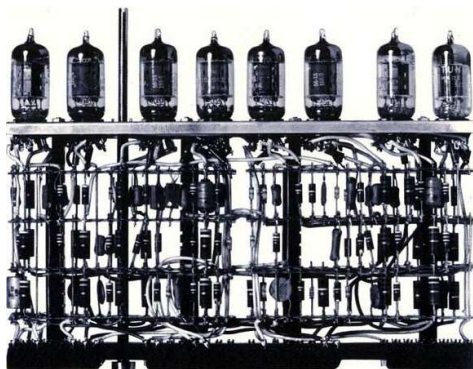
$$\begin{array}{ll} A = (10)_{10} & D = (13)_{10} \\ B = (11)_{10} & E = (14)_{10} \\ C = (12)_{10} & F = (15)_{10} \end{array}$$

Esempio:

$$(3A2F)_{16} = 3 \times 16^3 + 10 \times 16^2 + 2 \times 16^1 + 15 \times 16^0 = 3 \times 4096 + 10 \times 256 + 2 \times 16 + 15 = (14895)_{10}$$

142

La rappresentazione dei dati



143

Codifica caratteri alfabetici

- Oltre ai numeri, molte applicazioni informatiche elaborano caratteri (simboli)
- Gli elaboratori elettronici trattano numeri
 - Si codificano i caratteri e i simboli per mezzo di numeri
- Per poter scambiare dati (testi) in modo corretto, occorre definire uno standard di codifica

A	→	01000001
3	→	00110011
\$	→	00100100

144

Codifica caratteri alfabetici

- Ovvero... quando si scambiano dati, deve essere noto il tipo di codifica utilizzato
- La codifica deve prevedere le lettere dell'alfabeto, le cifre numeriche, i simboli, la punteggiatura, i caratteri speciali per certe lingue (æ, ã, è, è,...)
- Lo standard di codifica più diffuso è il codice ASCII, per American Standard Code for Information Interchange

145

Codice ASCII

- Definisce una tabella di corrispondenza fra ciascun carattere e un codice a 7 bit (128 caratteri)
- I caratteri, in genere, sono rappresentati con 1 byte (8 bit); i caratteri con il bit più significativo a 1 (quelli con codice dal 128 al 255) rappresentano un'estensione della codifica
- La tabella comprende sia caratteri di controllo (codici da 0 a 31) che caratteri stampabili
- I caratteri alfabetici/numerici hanno codici ordinati secondo l'ordine alfabetico/numerico

0 48	A 65	a 97
1 49	B 66	b 98
.....
8 56	Y 89	y 121
9 57	Z 90	z 122
cifre	maiuscole	minuscole

146

Codice ASCII (caratteri di controllo)

- I caratteri di controllo (codice da 0 a 31) hanno funzioni speciali
- Si ottengono o con tasti specifici o con una sequenza Ctrl+carattere

Ctrl	Dec	Hex	Code	Nota
^@	0	0	NULL	carattere nullo
^A	1	1	SOH	partenza blocco
.....
^G	7	7	BEL	beep
^H	8	8	BS	backspace
^I	9	9	HT	tabulazione orizzontale
^J	10	A	LF	line feed (cambio linea)
^K	11	B	VT	tabulazione verticale
^L	12	C	FF	form feed (alim. carta)
^M	13	D	CR	carriage return (a capo)
.....
^Z	26	1A	EOF	fine file
^[	27	1B	ESC	escape
.....
^_	31	1F	US	separatore di unità

147

Codice ASCII (caratteri stampabili)

Dec	Hex	Chr	Dec	Hex	Chr	Dec	Hex	Chr	Dec	Hex	Chr	Dec	Hex	Chr		
32	20	SPACE	48	30	0	64	40	@	80	50	P	96	60	`		
33	21	!	49	31	1	65	41	A	81	51	Q	97	61	a		
34	22	"	50	32	2	66	42	B	82	52	R	98	62	b		
35	23	#	51	33	3	67	43	C	83	53	S	99	63	c		
36	24	\$	52	34	4	68	44	D	84	54	T	100	64	d		
37	25	%	53	35	5	69	45	E	85	55	U	101	65	e		
38	26	&	54	36	6	70	46	F	86	56	V	102	66	f		
39	27	'	55	37	7	71	47	G	87	57	W	103	67	g		
40	28	(	56	38	8	72	48	H	88	58	X	104	68	h	
41	29	)	57	39	9	73	49	I	89	59	Y	105	69	i	
42	2A	*	58	3A	:	74	4A	J	90	5A	Z	106	6A	j		
43	2B	+	59	3B	;	75	4B	K	91	5B	[	107	6B	k	
44	2C	,	60	3C	<	76	4C	L	92	5C	\	108	6C	l		
45	2D	-	61	3D	=	77	4D	M	93	5D	]	109	6D	m	
46	2E	.	62	3E	>	78	4E	N	94	5E	^	110	6E	n		
47	2F	/	63	3F	?	79	4F	O	95	5F	_	111	6F	o		
														112	70	p
														113	71	q
														114	72	r
														115	73	s
														116	74	t
														117	75	u
														118	76	v
														119	77	w
														120	78	x
														121	79	y
														122	7A	z
														123	7B	{
														124	7C	|
														125	7D	}
														126	7E	~
														127	7F	DEL

Nota: il valore numerico di una cifra può essere calcolato come differenza del suo codice ASCII rispetto al codice ASCII della cifra 0 (es. '5'-'0' = 53-48 = 5)

148

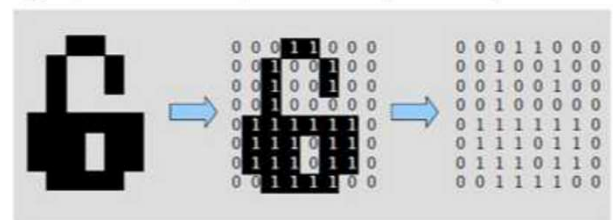
Tabella ASCII estesa

- I codici oltre il 127 non sono compresi nello standard originario

128	Ç	144	È	160	é	176	⌘	193	±	209	Ⓜ	225	ß	241	±
129	à	145	é	161	í	177	⌘	194	Ⓙ	210	Ⓜ	226	Γ	242	≥
130	á	146	ê	162	î	178	⌘	195	Ⓚ	211	Ⓜ	227	π	243	≤
131	â	147	ë	163	ï	179	|	196	—	212	Ⓜ	228	Σ	244	∫
132	ã	148	ö	164	ï	180	†	197	+	213	Ⓜ	229	σ	245	∫
133	ä	149	ó	165	ñ	181	‡	198	‡	214	Ⓜ	230	μ	246	≈
134	å	150	ù	166	ª	182	‡	199	‡	215	‡	231	τ	247	≈
135	ç	151	ú	167	°	183	‡	200	Ⓜ	216	‡	232	Φ	248	°
136	è	152	û	168	º	184	‡	201	Ⓜ	217	‡	233	Θ	249	.
137	é	153	ü	169	»	185	‡	202	Ⓜ	218	‡	234	Ω	250	.
138	ê	154	Û	170	¼	186	‡	203	Ⓜ	219	■	235	δ	251	√
139	í	156	£	171	½	187	‡	204	‡	220	■	236	∞	252	—
140	î	157	¥	172	¾	188	‡	205	=	221	‡	237	φ	253	≈
141	ï	158	—	173	¡	189	‡	206	‡	222	‡	238	e	254	■
142	Ï	159	f	174	«	190	‡	207	‡	223	■	239	∩	255	
143	À	192	À	175	»	191	‡	208	Ⓜ	224	α	240	∞		

149

Codifica immagini



150

Codifica immagini

- Le immagini vengono anch'esse codificate come una sequenza di bit: il processo di "traduzione" da un'immagine ad una sequenza binaria prende il nome di digitalizzazione
 - L'immagine è suddivisa in punti o **pixel** (per *picture element*) e ciascun punto viene codificato con un numero, che corrisponde ad un colore o ad un particolare tono di grigio
 - Si utilizzano un numero di colori o di sfumature che sia una potenza del 2, in modo da codificare l'informazione legata a ciascun pixel con un opportuno numero di bit

151

Codifica immagini

- Le immagini vengono memorizzate come lunghe sequenze di bit: per interpretarle è necessario conoscere...
 - ...le dimensioni dell'immagine (base ed altezza in numero di pixel), detta anche risoluzione
 - ...il numero di colori (o toni di grigio) disponibili per ogni pixel
- Se un'immagine viene codificata ad una data risoluzione, potrà comunque essere presentata su un dispositivo a più bassa risoluzione, a patto di "ignorare" parte dell'informazione

152

Codifica immagini

- Le tecniche di compressione si dividono in...
 - **Tecniche lossless**: non provocano perdita di informazione, sono adatte a codificare immagini in cui sono presenti ampie aree monocromatiche ⇒ si codificano in maniera compatta insiemi di pixel aventi le stesse caratteristiche
 - **Tecniche lossy**: provocano perdita di informazione, facendo decadere la qualità dell'immagine
- Normalmente ai formati JPEG e PNG, molto diffusi per lo scambio di immagini su Internet, si applicano metodi di compressione lossy

153

Codifica immagini

- Come è avvenuto per i caratteri, anche per le immagini sono stati definiti standard di codifica, che assicurano la compatibilità fra sistemi diversi, per quanto concerne la trasmissione e la visualizzazione delle immagini
 - ▶ TIFF – *Tagged Image File Format*
 - ▶ JPEG – *Joint Photographic Experts Group*
 - ▶ PNG – *Portable Network Graphics*
 - ▶ GIF – *Graphics Interchange Format*
 - ▶ ... 284 ulteriori formati di file trovati (<http://dotwhat.net/type/image-picture-files/> verifica 01/03/2024)
- Per ridurre lo spazio necessario per memorizzare le immagini si utilizzano tecniche di compressione (utili anche per la trasmissione su rete Internet)

154

TIFF

- Il **Tagged Image File Format** detto anche **TIFF** è un formato immagine di tipo raster sviluppato da **Aldus** e piuttosto diffuso. Le specifiche del formato erano di proprietà della Aldus, in seguito assorbita dalla Adobe. Ad oggi, TIFF è un marchio registrato dalla Aldus, ma detenuto dalla Adobe.
- ▶ Le specifiche del formato TIFF permettono una notevole flessibilità. Questo è un vantaggio di per sé, ma rende difficile scrivere un interprete pienamente conforme alle specifiche. Ciò comporta che una stessa immagine può essere visualizzata con colori differenti a seconda dell'interprete che si utilizza. Il TIFF è largamente utilizzato per lo scambio di immagini raster fra stampanti e scanner (...). Il TIFF quindi è utilizzato per far comunicare più macchine all'interno dello stesso studio fotografico o di editing che hanno la stessa calibratura.

http://it.wikipedia.org/wiki/Tagged_Image_File_Format

155

JPG / JPEG

- ▶ In computing, **JPEG (Joint Photographic Experts Group)** (...) is a commonly used method of lossy compression for digital photography (image). The degree of compression can be adjusted, allowing a selectable tradeoff between storage size and image quality. JPEG typically achieves 10:1 compression with little perceptible loss in image quality.
- ▶ JPEG compression is used in a number of image file formats. JPEG/Exif is the most common image format used by digital cameras and other photographic image capture devices; along with JPEG/JFIF, it is the most common format for storing and transmitting photographic images on the World Wide Web. These format variations are often not distinguished, and are simply called JPEG.

<http://en.wikipedia.org/wiki/JPEG>

156

PNG

- ▶ **Portable Network Graphics (...)** is a bitmapped image format that employs lossless data compression. PNG was created to improve upon and replace GIF (Graphics Interchange Format) as an image-file format not requiring a patent license. (...)
- ▶ PNG supports palette-based images (with palettes of 24-bit RGB or 32-bit RGBA colors), grayscale images (with or without alpha channel), and RGB[A] images (with or without alpha channel). PNG was designed for transferring images on the Internet, not for professional-quality print graphics, and therefore does not support non-RGB color spaces such as CMYK.
- ▶ PNG files nearly always use file extension PNG or png and are assigned MIME media type image/png; it was approved for this use by the Internet Engineering Steering Group on October 14, 1996.^[1] PNG was published as an ISO/IEC standard in 2004.^[1]

http://en.wikipedia.org/wiki/Portable_Network_Graphics

157

GIF

- ▶ The **Graphics Interchange Format (GIF)** is a bitmap image format that was introduced by CompuServe in 1987 and has since come into widespread usage on the World Wide Web due to its wide support and portability.
- ▶ The format supports up to 8 bits per pixel thus allowing a single image to reference a palette of up to 256 distinct colors. The colors are chosen from the 24-bit RGB color space. It also supports animations and allows a separate palette of 256 colors for each frame. The color limitation makes the GIF format unsuitable for reproducing color photographs and other images with continuous color, but it is well-suited for simpler images such as graphics or logos with solid areas of color.
- ▶ GIF images are compressed using the Lempel-Ziv-Welch (LZW) lossless data compression technique to reduce the file size without degrading the visual quality. This compression technique was patented in 1985 (...)

http://en.wikipedia.org/wiki/Graphics_Interchange_Format

158

GIF



http://en.wikipedia.org/wiki/Graphics_Interchange_Format

Codifica immagini

Ne parleremo

- **FITS**

Flexible Image Transport System (FITS) is an open standard defining a digital file format useful for storage, transmission and processing of data: formatted as multi-dimensional arrays (for example a 2D image), or tables. FITS is the most commonly used digital file format in astronomy.

- **IIIF**

The International Image Interoperability Framework (IIIF, spoken as **'triple-I-eff'**) defines several application programming interfaces that provide a standardised method of describing and delivering images over the web, as well as "presentation based metadata" (that is, structural metadata) about structured sequences ...

160

VAC4

Lezione 1 - Fondamenti di Informatica



LEZIONE 1

- ▶ La storia dell'elaborazione meccanica
- ▶ La struttura del calcolatore
- ▶ Il sistema operativo
- ▶ Frasi celebri
- ▶ Informatichese
- ▶ Varie ed eventuali ...

▶ 161

Struttura del calcolatore

- Si possono considerare diversi livelli di astrazione:
 - Circuiti elettronici (hardware)
 - Architettura e linguaggio macchina
 - Sistema operativo (software di sistema)
 - Linguaggi di programmazione
 - Programmi applicativi



Silicon Graphics



Il calcolatore è basato su circuiti elettronici digitali, ovvero modellabili con l'algebra di Boole; i circuiti elettronici implementano le funzioni logiche AND, OR, NOT, permettono di memorizzare il valore di variabili booleane, di effettuare calcoli, etc.

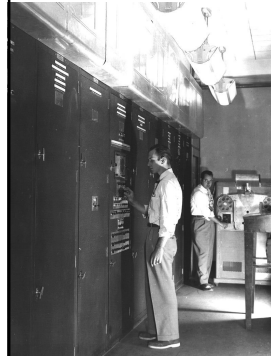
162

La macchina universale

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

▶ 163

Electronic Discrete Variables Automatic Computer



- L'EDVAC (Electronic Discrete Variables Automatic Computer) era la prima macchina digitale programmabile tramite un software basata su quella che fu poi definita l'**architettura di von Neumann**.
- Il merito dell'invenzione, oltre che allo scienziato ungherese, va ad **Alan Turing** (per l'idea: l'EDVAC, a dispetto della propria memoria finita, era la realizzazione della macchina universale inventata da Turing nel 1936, un computer programmabile nel senso moderno del termine) e ad J. Presper Eckert. e John William Mauchly (per la realizzazione).

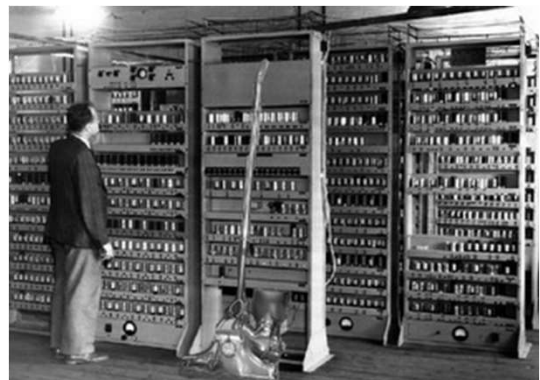
▶ 164

Electronic Discrete Variables Automatic Computer

- ▶ Descrizione tecnica
- ▶ L'EDVAC era un computer binario in grado di eseguire addizioni, sottrazioni, moltiplicazione, divisioni e disponeva di istruzioni per il controllo del flusso del programma. La memoria era di 1000 parole di 44 bit (in seguito portata a 1024 parole, in termini moderni 5.5 KB).
- ▶ L'EDVAC eseguiva un'addizione in 864 microsecondi e una moltiplicazione in 2900 microsecondi.
- ▶ Il computer era formato da più di 6000 valvole termoioniche, da 12000 diodi e consumava 56 KW di potenza elettrica. Il computer occupava 45.5 m² di spazio e pesava 7850 chilogrammi. Il personale necessario al funzionamento del sistema ammontava a 30 persone per ogni turno di 8 ore.

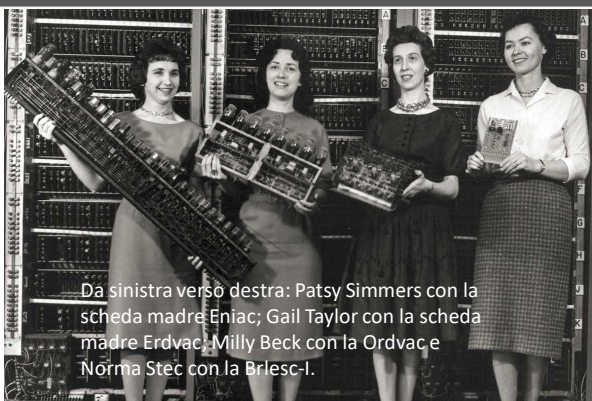
▶ 165

Electronic Discrete Variables Automatic Computer



▶ 166

Electronic Discrete Variables Automatic Computer



Da sinistra verso destra: Patsy Simmers con la scheda madre Eniac; Gail Taylor con la scheda madre Erdvac; Milly Beck con la Ordvac e Norma Stec con la Brlesc-I.

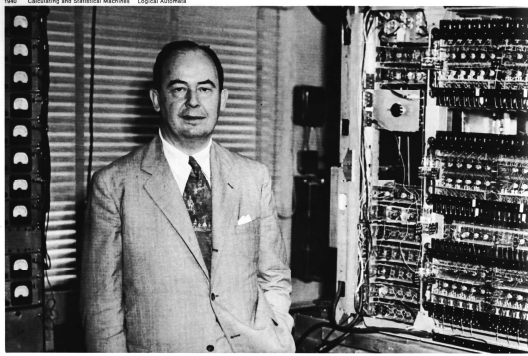
▶ 167

Electronic Discrete Variables Automatic Computer

- ▶ **Fisicamente il computer era formato da:**
 - ▶ Un nastro magnetico per la lettura/scrittura dei dati;
 - ▶ Un'unità di controllo con un oscilloscopio;
 - ▶ Un'unità di gestione che riceve le istruzioni dall'unità di controllo e dalla memoria e di smistarle alle altre unità;
 - ▶ Un'unità che esegue le operazioni aritmetiche logiche su due operandi e che trasmette alla memoria il risultato dopo aver verificato la correttezza dell'operazione grazie a un'unità duplicata;
 - ▶ Un timer;
 - ▶ Un'unità di memoria duale formata da due insiemi di 64 elementi di linee acustiche al mercurio con capacità di otto parole per ogni linea;
 - ▶ Tre armadi utilizzati per memorizzare temporaneamente una parola.

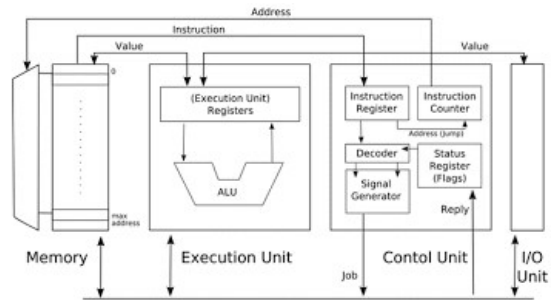
▶ 168

L'architettura di Von Neumann



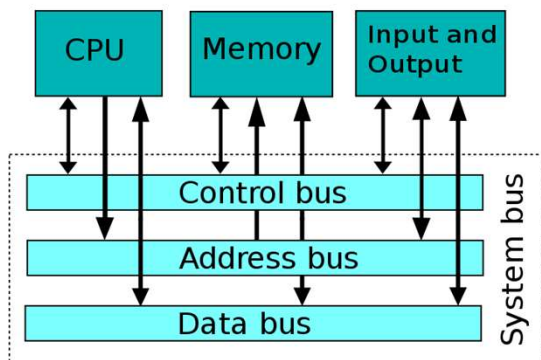
▶ 169

L'architettura di Von Neumann



▶ 170

L'architettura di Von Neumann



▶ 171

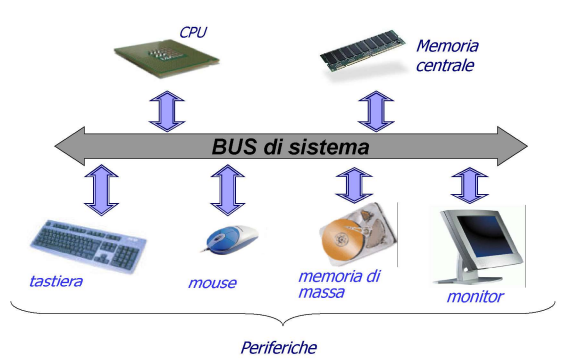
L'architettura di Von Neumann

Lo schema si basa su cinque componenti fondamentali:

- **CPU** o unità di lavoro che si divide a sua volta in
 - Unità operativa, nella quale uno dei sottosistemi più rilevanti è l'ALU (Arithmetic Logic Unit)
 - Unità di controllo
- **Unità di memoria**, intesa come memoria di lavoro o memoria principale (RAM, Random Access Memory)
- **Unità di input e output**. Tramite la prima i dati vengono inseriti nel calcolatore per essere elaborati mentre la seconda è necessaria affinché i dati elaborati possano essere restituiti all'operatore
- **Bus**, o canale (serie di canali) che collega tutti i componenti fra loro

▶ 172

L'architettura di Von Neumann



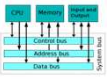
▶ 173

L'architettura e Bus

- L'architettura più consolidata per il calcolatore prevede quindi unità funzionali fra loro collegate attraverso un unico canale di comunicazione, il **bus**
- Il bus è fisicamente realizzato mediante un insieme di connettori elettrici

174

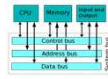
L'architettura e Bus



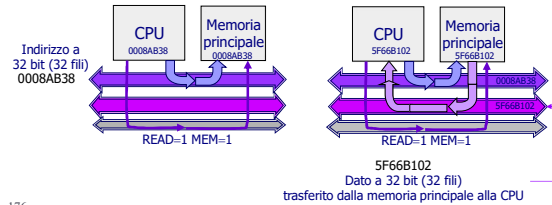
- Il bus è utilizzato per trasferire dati fra le unità funzionali
 - L'unità che inizia il trasferimento (in genere la CPU) fornisce l'indirizzo, che individua univocamente il dato, sulle linee del bus indirizzi, e configura le linee del bus di controllo, inviando un comando al dispositivo che contiene il dato (es. READ, alla memoria principale)
 - Il dato da trasferire è reso disponibile sul bus dati e viene ricopiato nel dispositivo destinatario

175

L'architettura e Bus

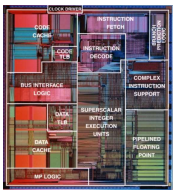
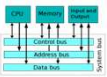


- Esempio
 - Un bus indirizzi composto da 32 connettori indirizza 4 GB di memoria
 - Per una CPU a 32 bit, anche il bus dati è composto da 32 connettori



176

L'architettura e CPU

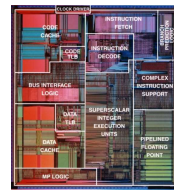
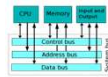


Intel Pentium

- La **Central Processing Unit** è l'unità centrale di elaborazione: esegue le istruzioni dei programmi e ne regola il flusso, esegue i calcoli
- La CPU è un dispositivo *sincrono*, cioè può cambiare stato solo quando riceve un impulso di *clock*, l'orologio del sistema che fornisce al computer un battito regolare
- La CPU lavora a N GHz: segue un ritmo di N miliardi di impulsi al secondo (es., una CPU con un clock a 3 GHz è temporizzata da tre miliardi di impulsi al secondo)

177

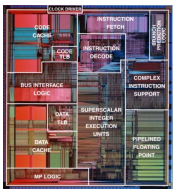
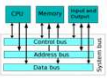
L'architettura e CPU



178

- A livello "macroscopico", ad ogni impulso di clock, la CPU:
 - "legge" il suo stato interno (determinato dal contenuto dei registri di stato) e la sequenza di ingresso (determinata dal contenuto dei registri istruzione e dati)
 - produce un nuovo stato "dipendente" dallo stato in cui si trovava originariamente
- In pratica, la CPU realizza una complessa funzione logica, con decine di ingressi e di uscite
 - ⇒ la corrispondente tabella di verità avrebbe un numero enorme di righe (miliardi di miliardi)

L'architettura e CPU



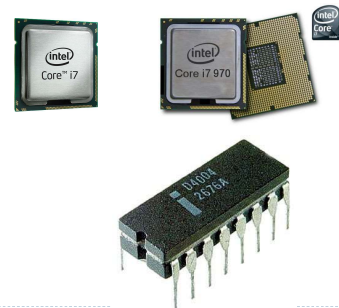
179

- Lo stato della CPU è costituito da informazioni (memorizzate negli opportuni registri) su:
 - dati da elaborare (contenuti nei *registri dati*)
 - istruzione da eseguire (nel *registro istruzione*)
 - indirizzo in memoria della prossima istruzione da eseguire (nel *program counter*)
 - eventuali anomalie o eventi verificatisi durante l'elaborazione (nei *registri flag*)

L'architettura e CPU

I componenti di un Sistema di elaborazione.

CPU (central process unit)



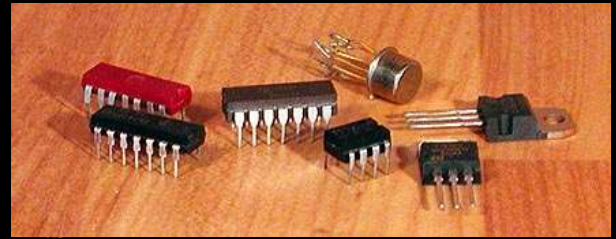
L'architettura e CPU - Cenni storici

FIRST SILICON TRANSISTOR



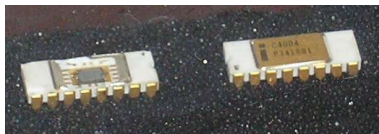
181

L'architettura e CPU - Cenni storici



L'architettura e CPU

Il primo processore Intel 4004 Federico Faggin

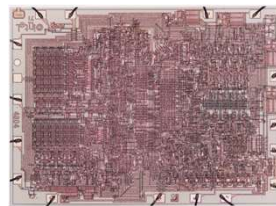


Questo è l'Intel 4004 costruito nel novembre del 1971. aveva velocità 0,74 MHz ed era costituito da 2300 transistor.

Il suo progettista fu un italiano: **Federico Faggin**

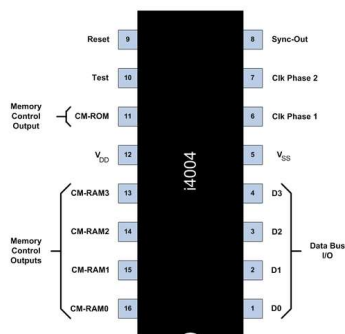
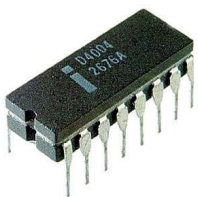
L'architettura e CPU

Il primo processore Intel 4004 Federico Faggin



La prima CPU-on-a-chip al mondo: Intel 4004. Questo microprocessore a 4 bit conteneva circa 2300 transistor a logica casuale. Il ciclo di istruzioni ha utilizzato 8 periodi di clock di un clock a 2 fasi a 750 kHz, della durata di 10,7 microsecondi. La tipica dissipazione di potenza era di 750 mW.

L'architettura e CPU



L'architettura e CPU

Federico Faggin

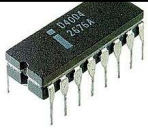
Si diplomò all'istituto tecnico industriale a Vicenza, poi entrò a lavorare nel 1960 come tecnico nel laboratorio elettronico della Olivetti a Borgo Lombardo (Milano).

Nel 1965 è dottore in fisica, con una tesi sperimentale che gli valse il massimo dei voti e la "summa cum laude".

Dispositivo ottico ed elettronico per leggere fotogrammi di macchine collegate a sperimentazioni nucleari

Nel 1966 Faggin sviluppa i primi circuiti elettronici "a film sottile", antenati degli attuali sofisticati chip.

I dirigenti della SGS di Agrate Brianza chiamano il giovane fisico vicentino e gli offrono un posto di ricercatore.



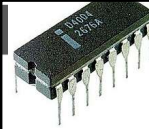
L'architettura e CPU

Federico Faggin

Faggin venne invitato a fare un'esperienza di lavoro presso la sua consociata **Fairchild Semiconductor**, azienda leader del settore **semiconductor** a **Palo Alto** in **California**.

Qui egli si dedicò allo sviluppo dell'originale **MOS Silicon Gate Technology**, la prima tecnologia di processo del mondo per la fabbricazione di circuiti integrati con gate auto-allineante.

Progettò e produsse anche il primo circuito integrato commerciale che usasse la Silicon Gate Technology, il Fairchild 3708, un **multiplexer** analogico a 8 canali con *decoding logic*. Sviluppò anche il processo di silicon gate a N-channel e lavorò a processi avanzati di CMOS e BiCMOS con silicon gate.. a SGS-Fairchild

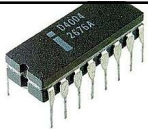


L'architettura e CPU

Federico Faggin

Faggin decise di stabilirsi negli **USA** e nel **1970** passò alla **Intel**, dove **Ted Hoff** e **Stanley Mazor** avevano proposto una nuova architettura per la realizzazione di una nuova famiglia di calcolatrici della società giapponese **Busicom** che allora utilizzava un modello ispirato al **Programma 101** della Olivetti.

Ted Hoff semplificò l'architettura della Busicom, che usava memorie seriali e quindi un maggior numero di **componenti**, in un'architettura più generale che utilizzava le memorie RAM appena sviluppate dalla Intel, riducendo a 4 chip il *design* originale della Busicom che richiedeva 7 chip.

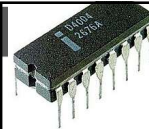


L'architettura e CPU

Federico Faggin

Hoff pensava che la CPU potenzialmente potesse essere realizzata in un chip ma non era un *chip designer* e la sua proposta rimase ferma allo stadio di architettura a blocchi finché Faggin venne assunto per sviluppare e dirigere il progetto del primo microprocessore, il **4004** (inizialmente denominato MCS-4), contribuendo con idee fondamentali alla sua realizzazione.

La metodologia *random logic design in silicon gate*, creata da Faggin per sviluppare il 4004, fu poi usata per progettare le prime generazioni di microprocessori della Intel. Il 4004 fu il primo microprocessore al mondo che integrava in un singolo chip una potenza di calcolo superiore a quella dello storico **ENIAC**, il primo calcolatore elettronico al mondo.



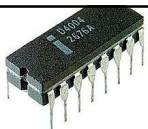
L'architettura e CPU

Federico Faggin

In seguito Faggin si occupò dello sviluppo di tutti i microprocessori dei primi cinque anni della storia della Intel.

Usando la metodologia da lui creata per il progetto del 4004 venne realizzato l'**8008**, il primo microprocessore a 8 **bit**. All'inizio del **1972** propose la realizzazione dell'**8080** di cui formulò l'architettura. Dovette attendere sei mesi prima che il progetto venisse approvato.

L'8008 e l'8080 furono i progenitori della famiglia di processori **8086** che ancora oggi domina il mercato dei personal computer.



L'architettura e CPU

Federico Faggin

Nel **1973** Faggin divenne *manager* responsabile di tutta l'attività di circuiti MOS (ad eccezione delle memorie dinamiche RAM).

Sotto la sua guida vennero sviluppati più di 25 circuiti integrati commerciali, inclusi il **2102A**, la prima memoria statica RAM ad alta velocità a 5 volt e 1024 bit.



L'architettura e CPU

<https://nationalmedals.org/laureate/federico-faggin/>



L'architettura e CPU

<https://nationalmedals.org/laureate/federico-faggin/>

If you were to track down the world's first commercial microprocessor and look inside the circuits of the chip closely you might notice a tiny signature in one corner, the initials F. F.—Federico Faggin.

Faggin was born in Vicenza, Italy in 1941 and went to a technical high school where he showed an interest in all things mechanical, particularly airplanes. His first and original passion was model planes, which led him into the subjects of electronics, and after finishing high school he went to work for Olivetti where he wound up heading an experimental project to build a computer. Finishing this project, Faggin returned for a physics degree from the University of Padua and then went on to work at Fairchild Semiconductor and Intel.

While at Fairchild, Faggin developed MOS silicon gate technology which allowed for self-aligning gates, a technological cornerstone of all modern integrated circuits in microprocessors. And at Intel, Faggin along with [Marcian Hoff](#) and [Stan Mazor](#), developed the world's first commercial microprocessor, the Intel 4004.

By Casey Samulski

L'architettura e CPU

<https://nationalmedals.org/laureate/federico-faggin/>



Federico Faggin

2009
National Medal of
Technology and Innovation
Computer Science

For the conception, design and application of the first microprocessor, which was commercially adopted and became the universal building block of digital electronic systems, significantly impacting the global economy and people's day-to-day lives.

L'architettura e CPU

Federico Faggin



L'architettura e le memorie

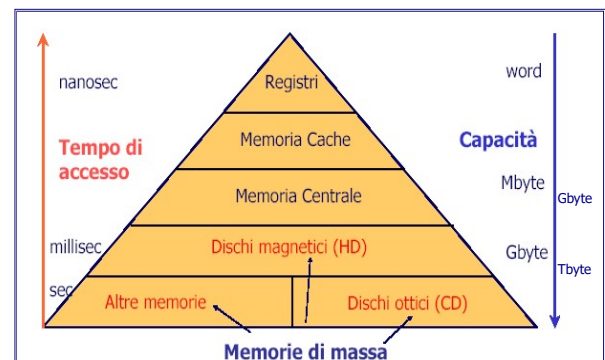
- Le memorie sono dispositivi per "lo stoccaggio" delle informazioni
- Ogni memoria è costituita da celle, a cui si accede tramite un indirizzo
- In ogni elaboratore vi sono tre tipi di memorie:
 - **Registri**: contengono informazioni necessarie alla elaborazione della singola istruzione
 - **Memoria centrale**: contiene dati e istruzioni attualmente elaborati dal processore
 - **Memorie di massa**: contengono dati e programmi che non sono oggetto di elaborazione immediata

196

L'architettura e le memorie

- I parametri fondamentali che definiscono una memoria sono:
 - **Dimensione della parola** (locazione di memoria)
 - **Modalità di accesso** (diretto o sequenziale)
 - **Permanenza o volatilità dei dati**
 - **Capacità** (numero di locazioni disponibili), espressa in KB, MB, GB, etc.
 - **Tempo di accesso**, necessario per accedere ad una locazione di memoria per un'operazione di lettura o scrittura, espresso in nanosec, millisec, sec
- In base agli ultimi due parametri, le memorie si collocano a diversi livelli di una gerarchia, che va da memorie più capaci ma più lente (memorie di massa) a memorie piccole e veloci (registri)

L'architettura e le memorie



198

L'architettura e la RAM

- La memoria centrale o memoria principale, detta anche **RAM (Random Access Memory)**, ovvero memoria ad accesso casuale, perché qualsiasi cella può essere letta/scritta in un tempo, mediamente, costante), è la memoria in linea con il processore, che contiene i dati e i programmi che sono attualmente utilizzati/in esecuzione
- Un programma, quando non è oggetto di elaborazione, è memorizzato su memoria di massa (dischi)
- Quando deve essere eseguito, viene caricato tutto o in parte, in memoria centrale (memoria virtuale)

199

L'architettura e la RAM

- Le caratteristiche fondamentali della memoria centrale sono:
 - accesso diretto alle informazioni
 - velocità elevata
 - volatilità: quando il computer viene spento, i dati e i programmi presenti in memoria vengono cancellati
- La tecnologia utilizzata per la memoria centrale è quella dei dispositivi a semiconduttori, che la fanno apparire come una matrice di bit
 - Ogni bit è presente come stato (alto o basso) di tensione

200

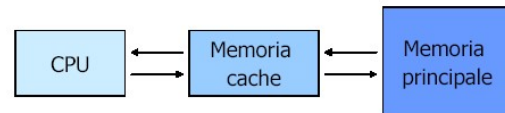
Processore e RAM

- La connessione tra memoria e processore rappresenta un limite degli elaboratori di **Von Neumann**
 - Limite architetturale: il bus permette l'accesso ad una sola informazione per volta ("collo di bottiglia")
 - Limite tecnologico: la velocità con cui il processore ottiene le informazioni dalla memoria centrale (velocità di accesso della RAM) è inferiore alla velocità con cui è in grado di elaborarle
- Soluzioni
 - Allargamento del bus dati, in modo da poter estrarre più istruzioni e/o dati per volta
 - Superamento del limite tecnologico mediante introduzione di una memoria intermedia tra memoria centrale e processore che approssimi la velocità del processore

201

Memoria cache

- Piccola RAM molto veloce, interposta tra CPU e memoria principale, per migliorare le prestazioni del sistema
 - Quando viene indirizzata una parola, quella parola e alcune di quelle vicine vengono trasferite dalla lenta memoria centrale nella più piccola e veloce memoria cache, in modo che la parola successiva sia accessibile più velocemente (principio di località spazio-temporale del software)



202

Memoria ROM

- Una parte della memoria centrale è la **ROM (Read Only Memory)**, una memoria a sola lettura, destinata a contenere informazioni non variabili
- Caratteristiche delle memorie ROM:
 - accesso casuale alle informazioni
 - velocità elevata (inferiore alle RAM)
- La ROM viene scritta in modo permanente in fase costruttiva: le celle della ROM possono essere successivamente lette, ma mai riscritte
- Viene usata per memorizzare programmi di sistema

203

Memoria ROM

- La ROM contiene il software e i dati necessari ad inizializzare il computer ed a far funzionare i dispositivi periferici
- Il nucleo del software della ROM è costituito dalle routine di avviamento che comprendono il caricatore di boot-strap ed il ROM BIOS
- Le routine di avviamento realizzano l'inizializzazione del calcolatore:
 - Ne effettuano un rapido controllo di affidabilità, per accertare che tutte le componenti hardware siano perfettamente funzionanti
 - Caricano il sistema operativo dal disco (caricatore di boot-strap)

204

Memoria ROM

- Il caricatore di boot-strap ha la funzione di leggere un programma di lancio dal disco, detto *bootstrap*, e di trasferire ad esso il controllo: il bootstrap carica il nucleo del sistema operativo e lo manda in esecuzione
- Il **ROM BIOS — Binary Input-Output System** — è la parte della ROM attiva quando il computer è al lavoro: il suo ruolo è quello di fornire un insieme di servizi di base richiesti per il funzionamento delle periferiche

205

Operazioni su Memoria centrale

- Le operazioni che si effettuano sulla memoria sono operazioni di lettura e scrittura
- Entrambe presuppongono l'utilizzo di un indirizzo che identifica univocamente la cella interessata all'operazione
- L'operazione di scrittura è distruttiva, cioè cancella l'informazione precedentemente contenuta nella cella
- L'operazione di lettura preserva il contenuto della cella indirizzata: all'esterno della memoria centrale viene trasferita copia dell'informazione

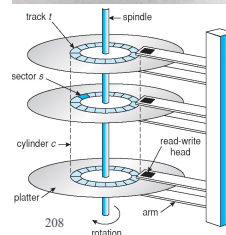
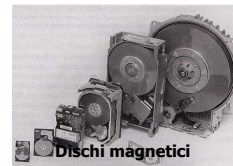
206

Memoria secondaria

- Esistono diversi dispositivi di memoria secondaria: dischi magnetici (hard disk), dischi ottici (CD, DVD), dispositivi USB, memorie flash
- Memoria non volatile ad alta capacità

207

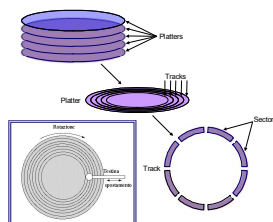
Dischi magnetici



- Il disco fisso è costituito da uno o più piatti metallici ricoperti di materiale magnetico su entrambe le facce
- Ciascuna superficie è associata ad una o più testine di lettura/scrittura che si muovono radialmente per leggere/scrivere l'informazione organizzata in tracce concentriche
- I dischi ruotano ad una velocità (costante) compresa tra i 60 e i 200 giri al secondo

Dischi magnetici

- L'informazione è disposta sul disco in tracce, ovvero in cerchi concentrici
- La densità dei bit decresce dalle tracce interne alle più esterne per mantenere costante la quantità di dati che passano sotto le testine nell'unità di tempo
- Le tracce sono divise in settori
- La capacità di memorizzazione dei dischi cresce in conseguenza allo sviluppo tecnologico



209

Dischi magnetici

- Il numero di bit contenuti in una traccia è dell'ordine delle centinaia di migliaia (512/4096 byte a traccia)
- Centinaia di settori (512/1024 per traccia)
- Decine di migliaia di cilindri (tracce concentriche disposte sulle diverse facce dei diversi dischi)
- Per leggere (o scrivere) sul disco, la testina si deve posizionare sulla traccia che contiene il dato ed attendere che il dato passi sotto di essa
 - Le operazioni di lettura/scrittura si basano sulla proprietà del campo magnetico di indurre/essere indotto il/dal passaggio di corrente in una bobina

210

Dischi magnetici

- La magnetizzazione avviene infatti mediante la testina magnetica (una piccola bobina racchiusa in un involucro di metallo dotato di una minuscola fessura, il *traferro*)
- Facendo passare corrente nella bobina si induce un campo magnetico nel traferro (invertendo la corrente si inverte anche il campo)
- Quando si fa passare corrente attraverso la testina alternandone la direzione, le aree del disco al di sotto della testina si magnetizzano in una delle due direzioni: questo procedimento rappresenta la scrittura su disco

211

Dischi magnetici

- I dati binari che l'unità scrive sul disco sono tradotti in un formato costituito da una serie di aree magnetizzate in un senso o nell'altro
- Lettura da disco: poiché le particelle magnetizzate sono circondate da un campo magnetico, quando il traferro passa sul disco le variazioni del campo inducono sulla testina una corrente che si manifesta con variazioni di voltaggio alle estremità della bobina; i circuiti di lettura decodificano le variazioni nell'andamento dell'intensità di corrente riconducendole a 0/1

212

Dischi ottici



- Sui dischi ottici si utilizza la tecnologia laser per realizzare le operazioni di lettura/scrittura
- Densità dei bit uniforme
 - Un'unica traccia elicoidale o...
 - ...tracce più lontane dal centro del disco sono più lunghe e contengono un maggior numero di settori (fino al 40% in più rispetto alle tracce vicine al centro di rotazione)

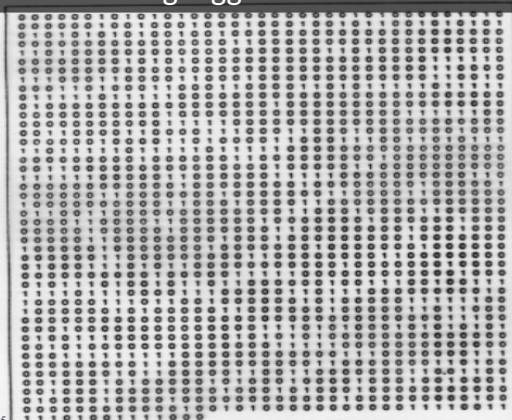
213

Dischi ottici

- Sui dischi di lettura/scrittura i dati possono essere modificati più e più volte (dischi a cambio di fase)
- I dischi **WORM**, **Write Once-Read Many**, si possono scrivere una sola volta
- La tecnologia originale per dischi WORM consiste nell'inserire una pellicola di alluminio tra due piatti di plastica o di vetro (o un pigmento polimerico)
- Per scrivere un bit, l'unità usa un raggio laser per praticare un piccolo foro nell'alluminio (o opacizzare il pigmento): l'informazione può venir distrutta ma non alterata

214

Linguaggio macchina



215

Linguaggio macchina

```
010000000010000 leggi un valore in ingresso e ponilo nella cella numero 16 (variabile x)
010000000010001 leggi un valore e ponilo nella cella numero 17 (variabile y)
010000000010010 leggi un valore e ponilo nella cella numero 18 (variabile z)
010000000010011 leggi un valore e ponilo nella cella numero 19 (variabile r)
000000000010000 carica il registro A con il contenuto della cella 16
000100000010001 carica il registro B con il contenuto della cella 17
011000000000000 somma i contenuti dei registri A e B
001000000010100 copia il contenuto del registro A nella cella 20 (risultato, variabile s)
000000000010010 carica il registro A con il contenuto della cella 18
000100000010011 carica il registro B con il contenuto della cella 19
011000000000000 somma i contenuti dei registri A e B
000100000010100 carica il registro B con il contenuto della cella 20
100000000000000 moltiplica i contenuti dei registri A e B
001000000010100 copia il contenuto del registro A nella cella numero 20
010100000010100 scrivi in output il contenuto della cella numero 20
110100000000000 arresta l'esecuzione (HALT)
..... spazio per la variabile x (cella 16)
..... spazio per la variabile y (cella 17)
..... spazio per la variabile z (cella 18)
..... spazio per la variabile r (cella 19)
..... spazio per la variabile s (cella 20)
```

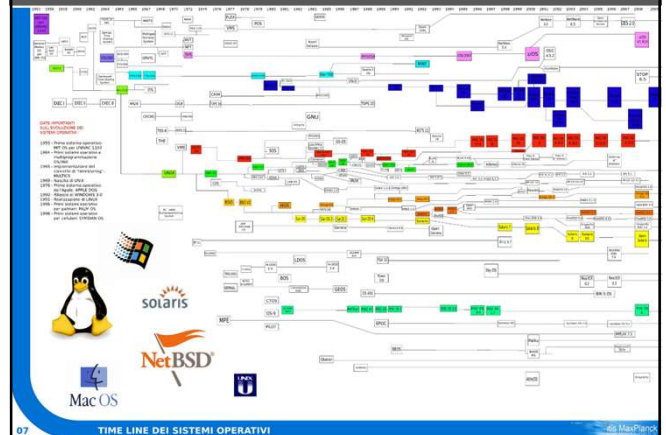
216

Linguaggio macchina

- Quando il programma è in esecuzione, è memorizzato nella memoria principale; esso è rappresentato da una serie di numeri binari che codificano le istruzioni eseguibili dall'unità centrale (vedi schermate precedenti ☺)
- Il programma non è quindi distinguibile dai dati osservando il contenuto della memoria; le istruzioni sono individuate dai valori assunti dal registro PC durante l'esecuzione del programma
- Ogni codice binario codifica il tipo di istruzione (OPCODE) ed eventuali parametri (es. registri, indirizzi in memoria)
- I primi calcolatori si programmavano direttamente in linguaggio macchina!

217

Il sistema operativo



Il sistema operativo

- Il software può essere diviso in due grandi classi:
 - i programmi di sistema, che gestiscono le funzionalità del sistema di calcolo
 - i programmi applicativi, che risolvono i problemi degli utenti
- L'insieme dei programmi di sistema viene comunemente identificato con il nome di **Sistema Operativo (SO)**
- **Definizione:** Un sistema operativo è un programma che controlla l'esecuzione dei programmi applicativi ed agisce come interfaccia fra le applicazioni e l'hardware del calcolatore

219

Il sistema operativo

- Tutte le piattaforme hardware/software richiedono un sistema operativo
- Quando si accende un elaboratore, occorre attendere alcuni istanti per poter iniziare a lavorare: durante questa pausa il computer carica il SO

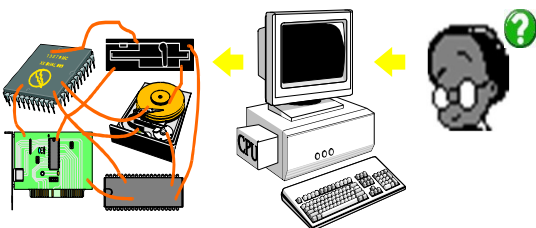


220

Il sistema operativo

Lo scopo del sistema operativo è:

- Gestione EFFICIENTE delle risorse del sistema di elaborazione
- Rendere AGEVOLE l'interfaccia tra l'uomo e la macchina



221

Il sistema operativo. Percezione

Per l'utente, la percezione del calcolatore dipende dall'interfaccia del SO

- SO progettato pensando alla facilità d'uso
- Qualche attenzione alle prestazioni
- Scarsa attenzione all'utilizzo delle risorse

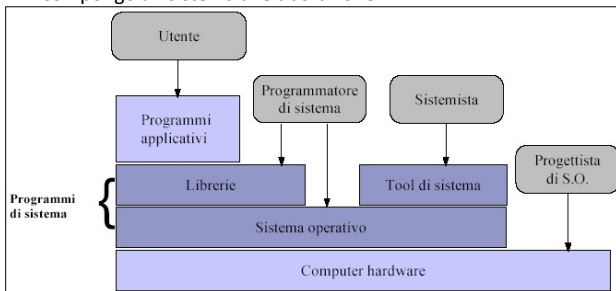
Dal punto di vista del sistema di calcolo...

- Il SO viene percepito come un gestore di risorse (CPU, RAM, I/O) e come un programma di controllo
- Arbitra l'esecuzione dei programmi utente

222

Il sistema operativo. Percezione

- Visione a strati delle componenti hardware/software che compongono un sistema di elaborazione



223

Il sistema operativo. Percezione

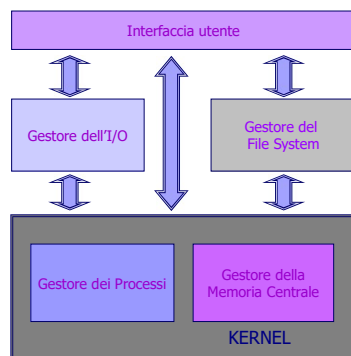
- Il SO può essere inteso come uno strumento che virtualizza le caratteristiche dell'hardware sottostante, offrendo all'utente la visione di una macchina astratta più potente e più semplice da utilizzare di quella fisicamente disponibile
- In questa visione, un SO...
 - ...nasconde a programmatori/utenti i dettagli dell'hardware e fornisce un'interfaccia conveniente e facile da usare
 - ...agisce come intermediario tra programmatore/utente e hardware

- **Parole chiave**
 - Indipendenza dall'hardware
 - Comodità d'uso
 - Programmabilità

224

Architettura del sistema operativo

- I SO sono costituiti da un insieme di moduli, ciascuno dedicato a svolgere una determinata funzione
- I vari moduli del SO interagiscono tra loro secondo regole precise, al fine di realizzare le funzionalità di base della macchina
- L'insieme dei moduli per la gestione della CPU e della memoria centrale è il **kernel**



225

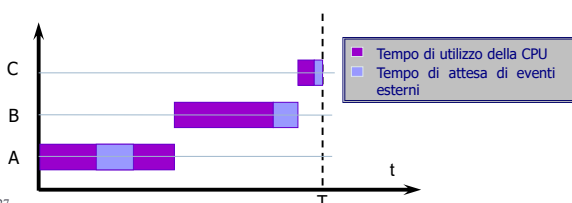
Compiti del sistema operativo

- ▶ Gestione dei processi
- ▶ Gestione della memoria principale
- ▶ Gestione della memoria di massa (file system)
- ▶ Realizzazione dell'interfaccia utente
- ▶ Protezione e sicurezza

226

Sistemi mono-tasking

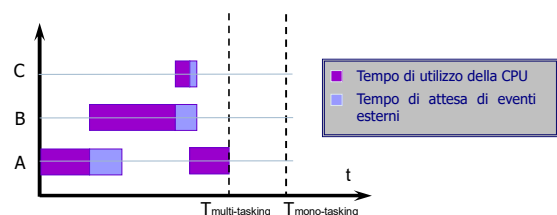
- I SO che gestiscono l'esecuzione di un solo programma per volta (un solo processo) sono detti **mono-tasking**
- Non è possibile sospendere un processo per assegnare la CPU ad un altro
- Sono storicamente i primi SO (es. MS-DOS)



227

Sistemi multi-tasking

- I SO che permettono l'esecuzione contemporanea di più programmi sono detti **multi-tasking** o multi-programmati
- Un programma può essere interrotto e la CPU passata a un altro programma

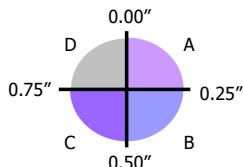


228

Sistemi time-sharing

- Un'evoluzione dei sistemi multi-tasking sono i sistemi **time-sharing**
- Ogni processo viene eseguito ciclicamente per piccoli quanti di tempo
- Se la velocità del processore è sufficientemente elevata si ha l'impressione di un'evoluzione parallela dei processi
- Esempio
 - Ipotesi: 1 MIPS, 4 processi, 0.25 s/utente
 - Conseguenze: 0.25 MIPS/utente,

$$T_{ELA} = 4 \times T_{CPU}$$



229

Interfaccia utente

- Tutti i SO implementano meccanismi per facilitare l'utilizzo del sistema di calcolo da parte degli utenti
- L'insieme di tali meccanismi di accesso al computer prende il nome di **interfaccia utente**
- Serve per...
 - ...attivare un programma, terminare un programma, etc.
 - ...interagire con le componenti del sistema operativo (gestore dei processi, file system, etc.)

230

Interfaccia utente

- **Interfaccia testuale:**
 - Interprete dei comandi (shell)
 - Esempio: MS-DOS/UNIX
- **Interfaccia grafica (a finestre):**
 - L'output dei vari programmi viene visualizzato in maniera grafica all'interno di finestre
 - L'utilizzo di grafica rende più intuitivo l'uso del calcolatore
 - Esempio: WINDOWS/Linux
- Differenze:
 - Cambia il "linguaggio" utilizzato, ma il concetto è lo stesso
 - Vi sono però differenze a livello di espressività

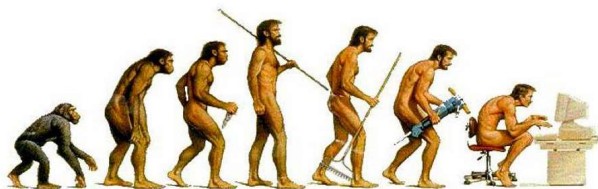
231

Interfaccia grafica

- Realizza la metafora della scrivania — desktop
 - Interazione semplice via mouse
 - Le icone rappresentano file, directory, programmi, azioni, etc.
- I diversi tasti del mouse, posizionato su oggetti differenti, provocano diversi tipi di azione: forniscono informazioni sull'oggetto in questione, eseguono funzioni tipiche dell'oggetto, aprono directory — *folder*, o *cartelle*, nel gergo GUI (*Graphical User Interface*)

232

Frase celebri



▶ 233

Frase celebri

- "Penso che ci sia mercato nel mondo per non più di cinque **computer**." (Thomas Watson, Presidente di IBM, 1943)
- "Ho girato in lungo e in largo questo paese e ho parlato con le migliori menti e posso assicurarvi che questa moda dell'elaborazione automatica è un capriccio che non vedrà la fine dell'anno." (Editor di libri scientifici di Prentice Hall, 1947)
- "Una unità di calcolo sull'ENIAC è dotata di 18.000 tubi elettronici a vuoto e pesa 30 tonnellate, ma è possibile che in futuro i computer abbiano soltanto 1000 tubi e pesino soltanto una tonnellata e mezzo." (Popular Mechanics, 1949)
- "Abbiamo un computer qui a Cambridge, ce n'è uno a Manchester e uno al laboratorio nazionale di fisica. Immagino che sarebbe giusto averne uno anche in Scozia, ma non di più." (Douglas Hartree, fisico inglese, 1951)
- "Ma... a che serve?" (Un ingegnere della Advanced Computing Systems, Divisione dell'IBM, commentando il microchip, 1965).
- 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)
- "640 Kbytes should be enough for anybody." (Bill Gates, 1981)

▶ 234

Frase celebri

- “Penso che ci sia mercato nel mondo per non più di cinque **computer.**”
(Thomas Watson, Presidente di IBM, 1943)
- “Ho girato in lungo e in largo questo paese e ho parlato con le migliori menti e posso assicurarvi che questa moda dell'elaborazione automatica è un capriccio che non vedrà la fine dell'anno.” (Editor di libri scientifici di Prentice Hall, 1947)
- “Una unità di calcolo sull'ENIAC è dotata di 18.000 tubi elettronici a vuoto e pesa 30 tonnellate, ma è possibile che in futuro i computer abbiano soltanto 1000 tubi e pesino soltanto una tonnellata e mezzo.” (Popular Mechanics, 1949)
- “Abbiamo un computer qui a Cambridge, ce n'è uno a Manchester e uno al laboratorio nazionale di fisica. Immagino che sarebbe giusto averne uno anche in Scozia, ma non di più.” (Douglas Hartree, fisico inglese, 1951)
- “Ma... a che serve?” (Un ingegnere della Advanced Computing Systems, Divisione dell'IBM, commentando il microchip, 1965).
- 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)
- “640 Kbytes should be enough for anybody.” (Bill Gates, 1981)

▶ 235

Frase celebri

- “Penso che ci sia mercato nel mondo per non più di cinque computer.” (Thomas Watson, Presidente di IBM, 1943)
- “Ho girato in lungo e in largo questo paese e ho parlato con le migliori menti e posso assicurarvi che questa moda dell'elaborazione automatica è un **capriccio** che non vedrà la fine dell'anno.”
(Editor di libri scientifici di Prentice Hall, 1947)
- “Una unità di calcolo sull'ENIAC è dotata di 18.000 tubi elettronici a vuoto e pesa 30 tonnellate, ma è possibile che in futuro i computer abbiano soltanto 1000 tubi e pesino soltanto una tonnellata e mezzo.” (Popular Mechanics, 1949)
- “Abbiamo un computer qui a Cambridge, ce n'è uno a Manchester e uno al laboratorio nazionale di fisica. Immagino che sarebbe giusto averne uno anche in Scozia, ma non di più.” (Douglas Hartree, fisico inglese, 1951)
- “Ma... a che serve?” (Un ingegnere della Advanced Computing Systems, Divisione dell'IBM, commentando il microchip, 1965).
- 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)
- “640 Kbytes should be enough for anybody.” (Bill Gates, 1981)

▶ 236

Frase celebri

- “Penso che ci sia mercato nel mondo per non più di cinque computer.” (Thomas Watson, Presidente di IBM, 1943)
- “Ho girato in lungo e in largo questo paese e ho parlato con le migliori menti e posso assicurarvi che questa moda dell'elaborazione automatica è un capriccio che non vedrà la fine dell'anno.” (Editor di libri scientifici di Prentice Hall, 1947)
- “Una unità di calcolo sull'ENIAC è dotata di 18.000 tubi elettronici a vuoto e pesa 30 tonnellate, ma è possibile che in futuro i computer abbiano soltanto 1000 tubi e pesino **soltanto** una tonnellata e mezzo.”
(Popular Mechanics, 1949)
- “Abbiamo un computer qui a Cambridge, ce n'è uno a Manchester e uno al laboratorio nazionale di fisica. Immagino che sarebbe giusto averne uno anche in Scozia, ma non di più.” (Douglas Hartree, fisico inglese, 1951)
- “Ma... a che serve?” (Un ingegnere della Advanced Computing Systems, Divisione dell'IBM, commentando il microchip, 1965).
- 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)
- “640 Kbytes should be enough for anybody.” (Bill Gates, 1981)

▶ 237

Frase celebri

- “Penso che ci sia mercato nel mondo per non più di cinque computer.” (Thomas Watson, Presidente di IBM, 1943)
- “Ho girato in lungo e in largo questo paese e ho parlato con le migliori menti e posso assicurarvi che questa moda dell'elaborazione automatica è un capriccio che non vedrà la fine dell'anno.” (Editor di libri scientifici di Prentice Hall, 1947)
- “Abbiamo un computer qui a Cambridge, ce n'è uno a Manchester e uno al laboratorio nazionale di fisica. Immagino che **sarebbe giusto** averne uno anche in Scozia, ma non di più.”
(Douglas Hartree, fisico inglese, 1951)
- “Una unità di calcolo sull'ENIAC è dotata di 18.000 tubi elettronici a vuoto e pesa 30 tonnellate, ma è possibile che in futuro i computer abbiano soltanto 1000 tubi e pesino soltanto una tonnellata e mezzo.” (Popular Mechanics, 1949)
- “Ma... a che serve?” (Un ingegnere della Advanced Computing Systems, Divisione dell'IBM, commentando il microchip, 1965).
- 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)
- “640 Kbytes should be enough for anybody.” (Bill Gates, 1981)

▶ 238

Frase celebri

- “Penso che ci sia mercato nel mondo per non più di cinque computer.” (Thomas Watson, Presidente di IBM, 1943)
- “Ho girato in lungo e in largo questo paese e ho parlato con le migliori menti e posso assicurarvi che questa moda dell'elaborazione automatica è un capriccio che non vedrà la fine dell'anno.” (Editor di libri scientifici di Prentice Hall, 1947)
- “Una unità di calcolo sull'ENIAC è d'Abbiamo un computer qui a Cambridge, ce n'è uno a Manchester e uno al laboratorio nazionale di fisica. Immagino che sarebbe giusto averne uno anche in Scozia, ma non di più.” (Douglas Hartree, fisico inglese, 1951)
- “Una unità di calcolo sull'ENIAC è dotata di 18.000 tubi elettronici a vuoto e pesa 30 tonnellate, ma è possibile che in futuro i computer abbiano soltanto 1000 tubi e pesino soltanto una tonnellata e mezzo.” (Popular Mechanics, 1949)
- “Ma... a che serve?” (Un ingegnere della Advanced Computing Systems, Divisione dell'IBM, commentando il microchip, 1965).
- 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
- “There is no reason for any individual to have a computer in his home.”
(Ken Olson, fondatore di Digital, 1977)
- “640 Kbytes should be enough for anybody.” (Bill Gates, 1981)

▶ 239

Frase celebri

- “Penso che ci sia mercato nel mondo per non più di cinque computer.” (Thomas Watson, Presidente di IBM, 1943)
- “Ho girato in lungo e in largo questo paese e ho parlato con le migliori menti e posso assicurarvi che questa moda dell'elaborazione automatica è un capriccio che non vedrà la fine dell'anno.” (Editor di libri scientifici di Prentice Hall, 1947)
- “Una unità di calcolo sull'ENIAC è d'Abbiamo un computer qui a Cambridge, ce n'è uno a Manchester e uno al laboratorio nazionale di fisica. Immagino che sarebbe giusto averne uno anche in Scozia, ma non di più.” (Douglas Hartree, fisico inglese, 1951)
- “Una unità di calcolo sull'ENIAC è dotata di 18.000 tubi elettronici a vuoto e pesa 30 tonnellate, ma è possibile che in futuro i computer abbiano soltanto 1000 tubi e pesino soltanto una tonnellata e mezzo.” (Popular Mechanics, 1949)
- “Ma... a che serve?” (Un ingegnere della Advanced Computing Systems, Divisione dell'IBM, commentando il microchip, 1965).
- 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)
- “640 Kbytes should be **enough** for anybody.”
(Bill Gates, 1981)



▶ 240

Frase celebri (luoghi comuni e qualunquismo)

- 640 Kbytes should be **enough** for anybody.
(Bill Gates, 1981)

The initial PC was based on the Intel 8088, which was a hybrid 8/16-bit processor — thus the reason for the 640KB memory limit. Though tiny by today's standards — 64-bit systems can support up to 128GB of memory — 640KB at that time was an order of magnitude larger than the 64KB limit that faced users of 8-bit computers, such as the Apple II+ and the Commodore 64

▶ 241

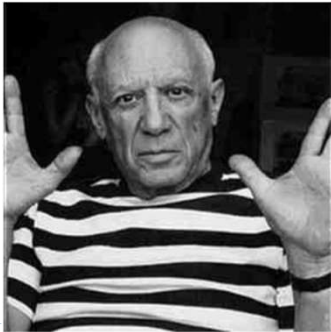
Ed inoltre ...



▶ 242

Frase celebri

- ▶ I computer sono inutili, possono dare solo risposte.



(Pablo Picasso)

▶ 243

Frase celebri

- ▶ Il computer non è una macchina intelligente che aiuta le persone stupide, anzi è una macchina stupida che funziona solo nelle mani delle persone intelligenti.
- ▶ *Umberto Eco*



▶ 244

Informaticese

“ ... basterà che tu faccia presente che il *server* ed il *routing* hanno problemi di *broadcasting* (credo che sia colpa del *gateway* e di sicuro non c'entra nulla il *DNS*) e che il *push* dello *stack* rischia davvero *l'overflow* ed il *crash* di tutti i servizi Internet ! Non credi ?”



▶ 245

„Due menti senza un singolo pensiero.“



Stènlìo, sei sempre il solito stupido!
Cos'è un computer ??

▶ 246

A questo punto alcune risate (se possibili) 1/8



▶ 247

Alcune risate (se possibili) 2/8



▶ 248

Alcune risate (se possibili) 3/8

Picchia e risolvi Dalla preistoria a oggi... Poco è cambiato
(vigneta di Thach Bui)



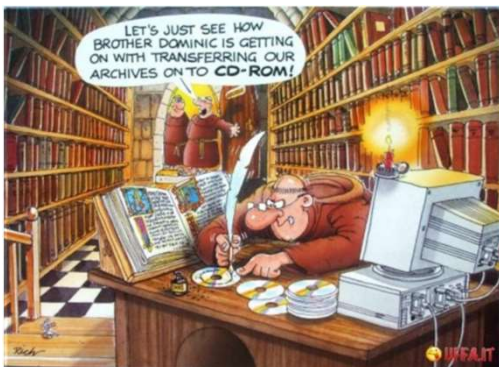
▶ 249

Alcune risate (se possibili) 4/8



▶ 250

Alcune risate (se possibili) 5/8



▶ 251

Alcune risate (se possibili) 6/8



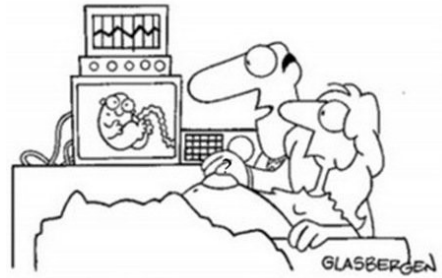
▶ 252

Alcune risate (se possibili) 7/8



▶ 253

Alcune risate (se possibili) 8/8



Il bambino si sta sviluppando bene.
Ti piacerebbe mandargli una email?

▶ 254

Last but not least

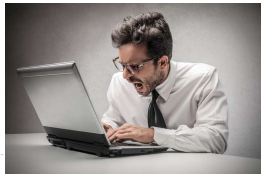
La differenza tra hardware e software

Se vi arrabbiate

- potete prendere a calci e pugni l'**hardware**



- contro il **software** potete solo imprecare



▶ 255

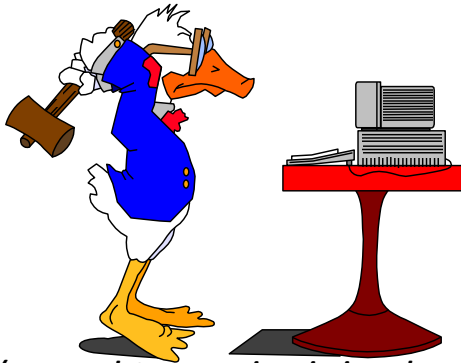
E mò basta ! No?



▶ 256

Fine della lezione

g.buzzanca@abaq.it



g.buzzanca@abaq.it

257 (ma se volete posso ricominciare da capo)