

Fondamenti di Informatica

CAP. 1

Accademia di belle Arti di Verona

Università degli Studi di Verona

A.A. 2022-2023

Docente - Vincenzo Giannotti

Cosa è l'Informatica?

- «Informatica» deriva dal termine francese «Informatique» coniato nel 1962 da Dreyfus. Esso è dato dalla contrazione di «**Information**» e «**automatique**». Letteralmente dunque Informatica significa «trattamento automatico dell'informazione».
- Sebbene il termine «Informatica» non implichi l'esistenza o l'uso del computer, in realtà, nella sua accezione attuale, è strettamente legato al questo strumento.
- Possiamo dire quindi che **l'Informatica è la scienza del computer** e dello studio di come utilizzarlo per facilitare la nostra vita.
- Gli anglosassoni infatti, sempre molto pratici, non parlano di Informatica ma di «**computer science**»
- L'informatica è una scienza relativamente recente e tuttavia complessa e articolata e soprattutto **trasversale** a moltissime discipline. Essa infatti rappresenta ormai un elemento talmente importante della nostra società che impararne i fondamenti è necessario come imparare la grammatica di una lingua.

Obiettivi del corso

Alfabetizzazione Informatica

- Proprio per il fatto che la tecnologia e l'informatica sono sempre più presenti nella vita quotidiana è importante conoscerne i fondamenti per partecipare attivamente alla società moderna
- Quando si parla di alfabetizzazione informatica ci si riferisce alla conoscenza basilare delle tecnologie dell'informazione per poterle utilizzare in modo efficace e critico
- Tale conoscenza include la comprensione delle basi della tecnologia, la capacità di utilizzare strumenti informatici e la consapevolezza degli aspetti sociali, etici e legali della tecnologia

Obiettivi del corso

La alfabetizzazione Informatica

«...il bisogno nel mondo moderno di pensare in modo *informatico*, di capire come molte volte i nostri problemi siano problemi *informatici* anche se appaiono come problemi quantitativi o qualitativi», o anche

«la conoscenza e le competenze necessarie per manipolare in modo effettivo le richieste *informatiche* di diverse situazioni».

Angel Balderas Puga

Obiettivi del corso

La Commissione europea ha adottato diverse iniziative e programmi per promuovere l'**alfabetizzazione informatica** in Europa come, per esempio:

- La Strategia per il Mercato Unico Digitale: lanciata nel 2015, ha l'obiettivo di rimuovere gli ostacoli che impediscono alle persone di trarre pieno vantaggio delle tecnologie digitali e di creare un ambiente favorevole per le imprese digitali in Europa (norme sul diritto d'autore, sulla privacy, sviluppo banda larga etc.).
- La Settimana Europea della Programmazione: iniziativa annuale che si svolge a livello europeo per promuovere la programmazione e l'alfabetizzazione digitale tra i giovani.
- Il Programma Erasmus+: promuove la mobilità degli studenti e degli insegnanti, con l'obiettivo di sviluppare competenze e abilità, tra cui quelle digitali.

Obiettivi del corso

Alfabetizzazione Informatica

SDA Bocconi, in una delle sue ricerche periodiche sul **costo della ignoranza informatica** in Italia, ha evidenziato quanto l'alfabetizzazione sia un'esigenza dell'Italia anche rispetto agli standard richiesti dalla Unione Europea. Le strategie Europee richiedono un salto di qualità della formazione, che non sia più legata all'auto-apprendimento. È importante sviluppare competenze digitali sia con l'aiuto delle Istituzioni, sia in ambito lavorativo. I giovani sono coloro che maggiormente devono essere coinvolti in questa strategia di formazione e qualificazione in quanto, pur essendo "nativi digitali" non hanno le competenze adeguate per utilizzare in maniera efficace nemmeno le risorse di Internet e del Web.

Obiettivi del corso

Anche nel campo dei **beni culturali** si stanno sviluppando molti progetti che hanno l'informatica alla base:

- Digitalizzazione dei beni culturali per rendere più accessibile il patrimonio culturale a un pubblico sempre più vasto
- Realtà aumentata e virtuale per offrire nuove opportunità per la fruizione dei beni culturali, attraverso la creazione di esperienze immersive e coinvolgenti
- Intelligenza artificiale per analizzare e catalogare i beni culturali, facilitando la loro gestione e conservazione
- Analisi dei big data per comprendere meglio come avviene la fruizione dei beni culturali e adattare le attività di valorizzazione in modo più efficace

Obiettivi del corso

Tra i progetti di maggior rilievo troviamo, a puro titolo di esempio:

- il progetto "Digitalizzazione dei beni culturali italiani" del Ministero della Cultura, che mira a digitalizzare l'intero patrimonio culturale italiano e sul quale vengono investite ingenti risorse;
- le varie iniziative promosse da singoli istituti culturali: per esempio molti musei hanno creato esperienze virtuali che permette ai visitatori di visitare online le opere d'arte;
- i diversi sistemi informativi territoriali come il **SITAR** – Sistema Informativo Territoriale Archeologico di Roma.

A livello di Unione Europea sono attivi molti progetti, uno su tutti: **Europeana**, biblioteca digitale europea che contiene più di 50 milioni di opere digitalizzate, tra cui libri, fotografie, manoscritti e oggetti d'arte.

Obiettivi del corso

- Studieremo solo alcune cose di questa scienza: quelle che ci possono interessare per la nostra professione e per poter affrontare il mondo del lavoro
- Non studieremo «come si programma un computer» ma cercheremo di far entrare l'informatica all'interno della nostra cultura
 - Rita Colwell* asseriva che l'informatica avrebbe giocato un ruolo unificatore nella ricerca in diverse scienze dato che permette di legare tra loro diversi campi della conoscenza; se fino a poco tempo fa la scienza aveva due componenti, la teoria e la sperimentazione, oggi ne ha una terza «la simulazione al computer, che lega gli altri due»
- Impareremo anche un po' di terminologia
- Impareremo ad utilizzare alcuni strumenti applicativi di produttività personale

*Direttrice del National Science Foundation degli Stati Uniti fino al 2004



Welcome to the Human Brain Project

The Human Brain Project aims to put in place a cutting-edge research infrastructure that will allow scientific and industrial researchers to advance our knowledge in the fields of neuroscience, computing, and brain-related medicine

[Learn more about the project](#)

3D-Polarized Light Imaging of the human hippocampus.
Image: Axer, Amunts and team, Jülich.



Explore the
Brain



Brain
Simulation



Silicon Brains



Understanding
Cognition



Medicine



Robots



Massive
Computing



Social, Ethical,
Reflective

News



TUESDAY, 21 JANUARY 2020

What's new with The Medical Informatics Platform?

Access The HBP Research Infrastructure And Receive Support

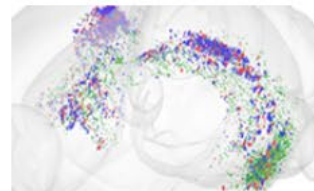
[Access](#)

MONDAY, 20 JANUARY 2020



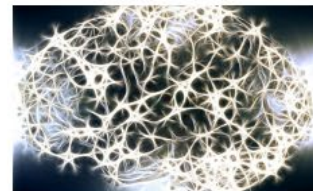
Welcome to our first Brain Simulation Platform news of 2020!

THURSDAY, 16 JANUARY 2020



QUINT: New workflow for registration and analysis of experimental 2D ...

THURSDAY, 19 DECEMBER 2019



Order from chaos, chaos from order

Events

TUESDAY, 17 MARCH 2020

NICE 2020

Heidelberg, Germany

WEDNESDAY, 4 MARCH 2020

EITN Spring School in Computational Neuroscience

Paris, France

MONDAY, 24 FEBRUARY 2020

Mobile World Conaress - Deep Tech FWT

Programma delle lezioni

1. Studio dei fondamenti dell'informatica propriamente detta: cos'è un algoritmo, come è fatto un computer, come funziona un computer, cosa è Internet, cosa è un data base, i fondamenti della sicurezza informatica etc..
 - Questa prima parte servirà a capire un po' del mondo digitale con cui abbiamo a che fare tutti i giorni e ad imparare un po' di terminologia
2. Studio di alcuni applicativi di Produttività Personale
 - Questa seconda parte servirà per acquisire delle «competenze sugli strumenti office», utili nel mondo del lavoro: come si organizza un articolo o una relazione, come si impagina, come si controlla, come si lavora in equipe etc.; come si prepara una tabella di calcolo con grafici e statistiche; come si prepara una presentazione e come la si organizza per renderla efficace.
3. Self Test per ripasso e preparazione all'esame

Testi di riferimento e materiali

- Non consiglio dei testi specifici perché per ciascuno dei tre temi che affronteremo esistono diverse pubblicazioni che però utilizzereste solo parzialmente
- Vi consiglio piuttosto di prendere appunti e di studiare sulle slide delle lezioni che sono piuttosto complete
- Se volete approfondire qualcosa scorrete l'indice degli argomenti che trattiamo e trovate un libro o un articolo che ne parli: in rete ce ne sono un bel po'.

Esercitazioni ed esami

- L'esame riguarderà tutta la parte teorica (slide), più qualche eventuale domanda generiche sulla parte applicativa
- L'esame è una idoneità senza voto
- Da concordare un preappello

CAPITOLO 1 – INTRODUZIONE ALL'INFORMATICA

Alcune definizioni

- **Algoritmo** – sequenza di operazioni da svolgere per risolvere un dato problema
- **Programma** – traduzione di un algoritmo nel linguaggio del computer; tutti i computer utilizzano un unico linguaggio; noi abbiamo elaborato dei linguaggi intermedi (più facili per noi) che poi vengono tradotti al computer (con degli appositi linguaggi di traduzione)
- **Software** – la parte immateriale connessa al funzionamento di un computer
- **Hardware** - la parte materiale connessa al funzionamento di un computer
- **Data Base** - insieme organizzato di dati in cui le informazioni sono strutturate e collegate tra loro secondo un particolare modello logico
- **Sistema Informatico** - insieme di computer e apparati in grado di comunicare secondo una data architettura e attraverso i quali sia possibile realizzare determinate applicazioni

Alcune definizioni

- **Sistema Informativo** - è il sistema informatico più tutte le informazioni prodotte e le procedure che vengono messe in atto da un dato soggetto (p.e. una azienda) per gestire e diffondere tali informazioni
- **ICT** (Information & Communication Technology) – è l'insieme dei metodi e delle tecnologie che realizzano i sistemi di trasmissione, ricezione ed elaborazione di informazioni
- **Internet** (Inter Networking) - È la più grande rete di computer. Lo scambio di dati avviene lungo le linee telefoniche attraverso il protocollo TCP/IP
- **WWW** (World Wide Web) – con questo termine si definisce il principale servizio in Internet, che rende possibile l'accesso alle informazioni e ai servizi resi disponibili in Internet.

Alcune definizioni

- **Intelligenza Artificiale** - il termine Intelligenza Artificiale è utilizzato per descrivere le macchine (o i computer) che sono in grado di imitare le funzioni cognitive che normalmente gli esseri umani associano alla mente umana, come per esempio: apprendimento; problem solving; comprensione del linguaggio naturale.
- **Big Data** - è un campo di studio che tratta i modi e i metodi per analizzare o estrarre le enormi quantità di dati e informazioni generati dalle attività umane e che normalmente sono troppo grandi o complessi per essere trattati da strumenti di elaborazione di tipo tradizionale
- **Virtual reality (VR)** - è un'esperienza simulata, governata dal computer, che può essere simile o anche completamente diversa dal mondo reale. Altri tipi distinti di tecnologia di stile VR includono la realtà aumentata e la realtà mista.
- **Quantum Computing** – studio di un nuovo modello di computazione, basato sulla utilizzazione del computer quantistico e sul Qubit che sfruttano i principi della meccanica quantistica per eseguire operazioni di calcolo

Cenni Storici



L'abaco

- L'Abaco è stato il primo strumento che l'uomo abbia mai costruito per riuscire a semplificare i procedimenti di calcolo aritmetico, in Mesopotamia circa 2300 anni prima di Cristo.
- Consentiva di svolgere operazioni elementari come la somma e la sottrazione o, passo dopo passo, moltiplicazioni e divisioni.
- Permetteva (e permette) di memorizzare alcuni risultati intermedi per poterli riutilizzare nei passaggi successivi.
- Non è una macchina automatica.

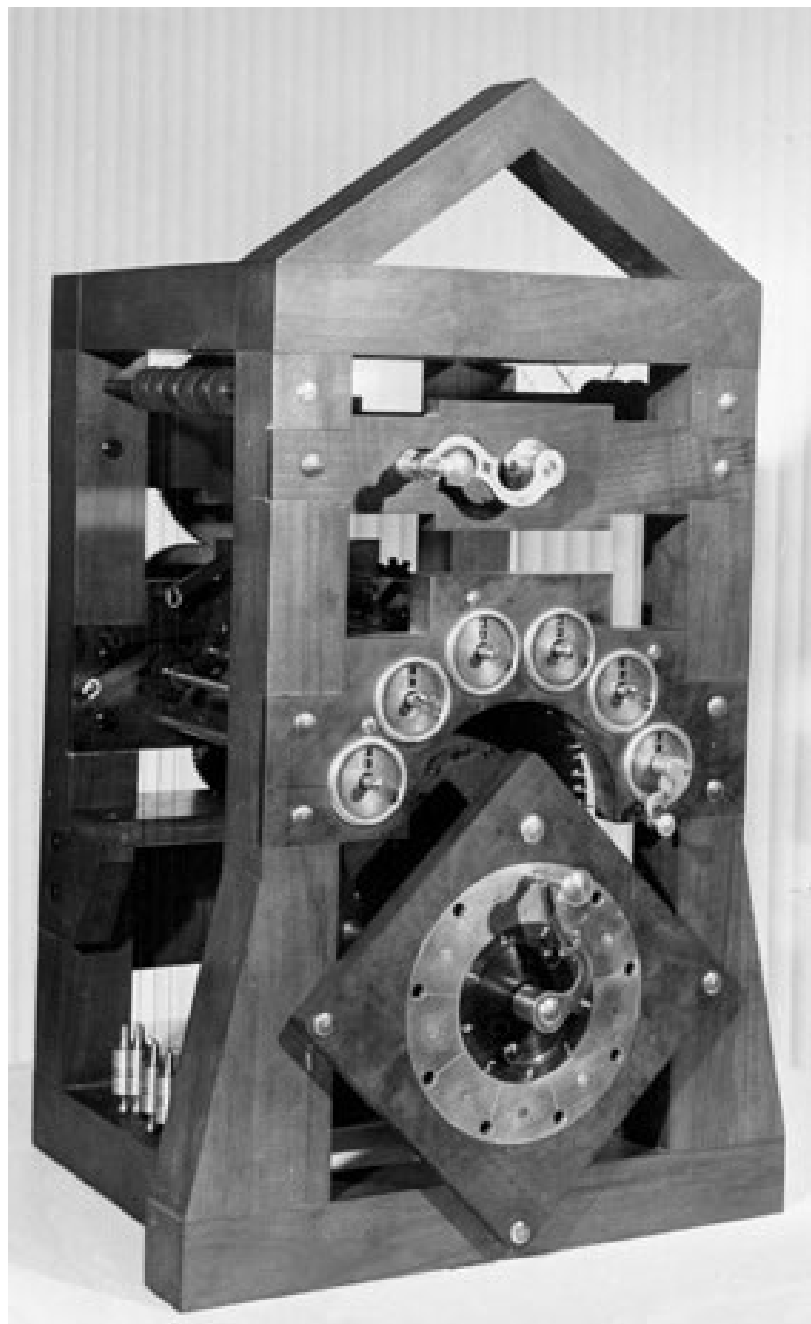
Le prime calcolatrici

- Prima di arrivare a concepire il computer come oggi noi lo conosciamo, diversi studiosi del passato si sono cimentati nel tentativo di superare l'enorme problema di "far lavorare una macchina da sola" senza che l'uomo dovesse intervenire fisicamente durante lo svolgimento dell'algoritmo.
- Il motivo principale di questa necessità è data dal fatto che ogni volta che l'uomo è costretto a intervenire nel processo di calcolo, tutto si rallenta e aumenta enormemente la possibilità di commettere degli errori.
- Dopo l'invenzione dell'abaco dovettero trascorrere alcuni millenni per vedere le prime macchine di calcolo semi-automatiche.



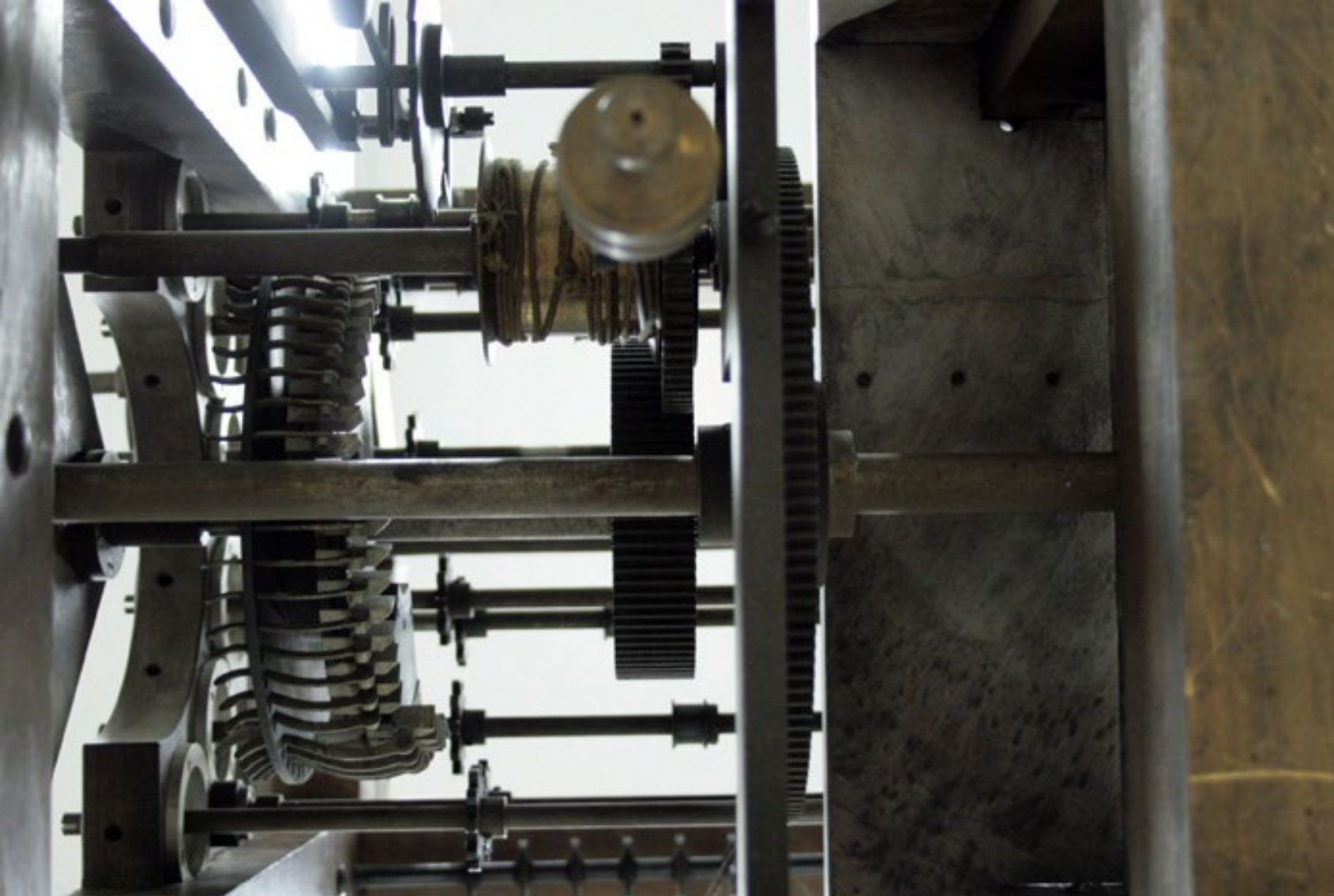
La «pascalina»

- La pascalina è uno strumento di calcolo inventato nel 1642 dal matematico francese **Blaise Pascal**. È considerato il precursore della moderna calcolatrice.
- Consente di aggiungere e sottrarre numeri composti da un massimo di dodici cifre, operando automaticamente i riporti.



La «macchina aritmetica» di Poleni

- Un vero salto di qualità lo fece il ricercatore veneziano **Giovanni Poleni**: nel 1709, a 26 anni, ottenne la cattedra di astronomia e meteore presso l'Università di Padova e nello stesso anno venne eletto membro della Royal Society, anche per l'invenzione della sua innovativa "macchina aritmetica".
- La macchina consisteva in una serie di cilindri rotanti, ognuno dei quali rappresentava una cifra decimale e di un organo meccanico, detto traspositore, che consentiva l'automazione della moltiplicazione attraverso la memorizzazione del fattore sul numeratore, evitando la necessità della continua impostazione del numero.



La «macchina aritmetica» di Poleni

- La macchina di Poleni inoltre si differenziava dai dispositivi precedenti per il tentativo di renderne automatico anche il funzionamento: grazie al motore a peso, infatti, Poleni limitò l'intervento umano alla sola impostazione del calcolo, lasciando alla macchina l'esecuzione del lavoro.

Il genio di Leibniz

- È difficile dire cosa fu Gottfried Wilhelm von Leibniz: scienziato, matematico, logico, giurista, storico, filosofo tedesco (Lipsia 1646). Certamente è considerato uno dei più grandi matematici di tutti i tempi, che pose con Newton le basi del calcolo infinitesimale; è anche ritenuto il precursore dell'informatica e del calcolo automatico.
- Egli fu pure inventore di una calcolatrice meccanica detta «Macchina di Leibniz», in grado anch'essa di eseguire le quattro operazioni (1694) ma il suo contributo all'informatica fu ben più importante in un altro campo: egli infatti, condusse i primi studi sul «**Sistema Binario**» e questi suoi studi, che includevano l'aritmetica del sistema binario, furono successivamente ripresi e approfonditi dal matematico britannico George Boole.
- L'algebra di Boole trova molte applicazioni nella teoria dei circuiti logici, nell'elettronica digitale, nella progettazione di reti di computer, nella crittografia e nella teoria dell'informazione.

Il «Telaio Jacquard»

- Un altro tassello verso il primo antesignano del computer fu posto dal francese Joseph Marie Jacquard nel 1801.
- La sua più importante creazione è considerata il «Telaio Jacquard», che è un tipo di telaio per tessitura. A questo Jacquard aggiunse un macchinario che permetteva la movimentazione automatica dei singoli fili di ordito e la possibilità di produrre tessuti complessi, con il lavoro di un solo tessitore.
- Questo risultato veniva ottenuto utilizzando dei cartoni perforati per impostare il disegno e la trama della tessitura.
- In pratica il telaio Jacquard è stata una delle prime macchine ad utilizzare schede perforate come meccanismo di controllo automatizzato. Questo principio sarebbe stato utilizzato in molte altre macchine meccaniche, comprese le prime macchine calcolatrici programmabili e i computer, dando così il via alla nascita dell'informatica moderna.

Charles Babbage e la sua incredibile macchina

- Tutte le invenzioni che abbiamo visto hanno messo sul piatto diversi ingredienti, tutti molto buoni: la macchina aritmetica, la logica binaria, la scheda perforata, ma per fare un piatto come si deve bisognava fare un po' di ordine e inventarsi una ricetta.
- La prima ricetta «seria» fu di Charles Babbage, forse la figura più emblematica di questo percorso verso il computer.
- Charles Babbage, fu uno scienziato inglese nato nel sud-ovest dell'Inghilterra nel 1791.
- Nel 1814 ricevette una laurea ad honorem in matematica a Cambridge e successivamente, nel 1816 a soli 24 anni, fu eletto membro della Royal Society a Londra.

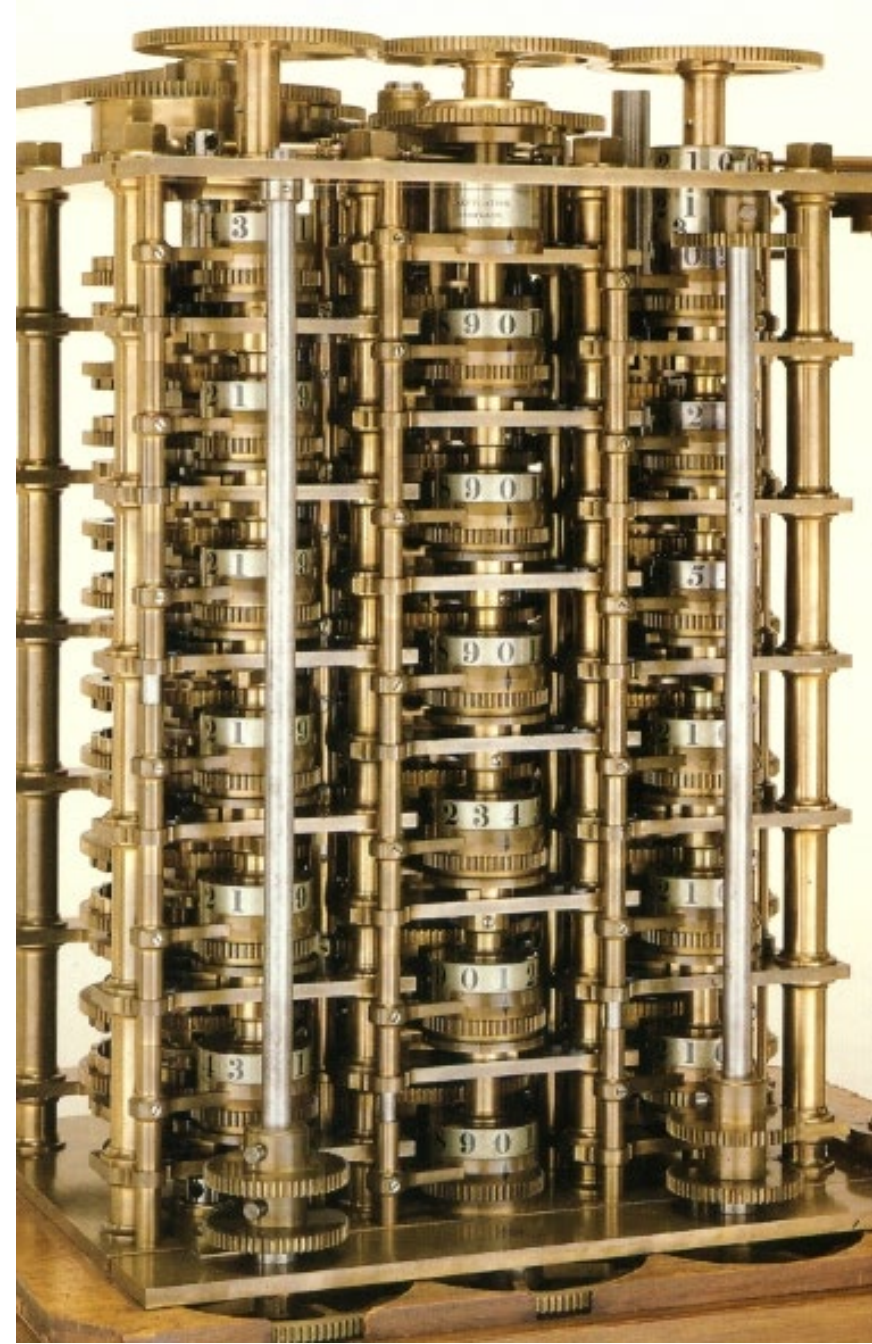
Charles Babbage e la sua incredibile macchina

- L'idea di studiare una macchina in grado di calcolare automaticamente le tavole matematiche* sulle quali spesso riscontrava dei valori errati, si era fatta strada nella mente di Babbage già prima della laurea.
- Egli riteneva che l'impiego di automatismi avrebbe potuto minimizzare e addirittura eliminare la possibilità di commettere errori di calcolo.
- Intorno agli anni '20 Babbage, che a quel tempo si interessava di astronomia, riprese l'idea di sviluppare una macchina per calcolare le tavole.
- Nel 1822 ne propose lo sviluppo alla Royal Astronomical Society, inviando un articolo dal titolo "Note on the application of machinery to the computation of very big mathematical tables".

*Le tavole matematiche servono a riportare in tabelle i risultati di operazioni matematiche simili: elevamenti a potenza, radici, logaritmi, calcoli trigonometrici e altro.

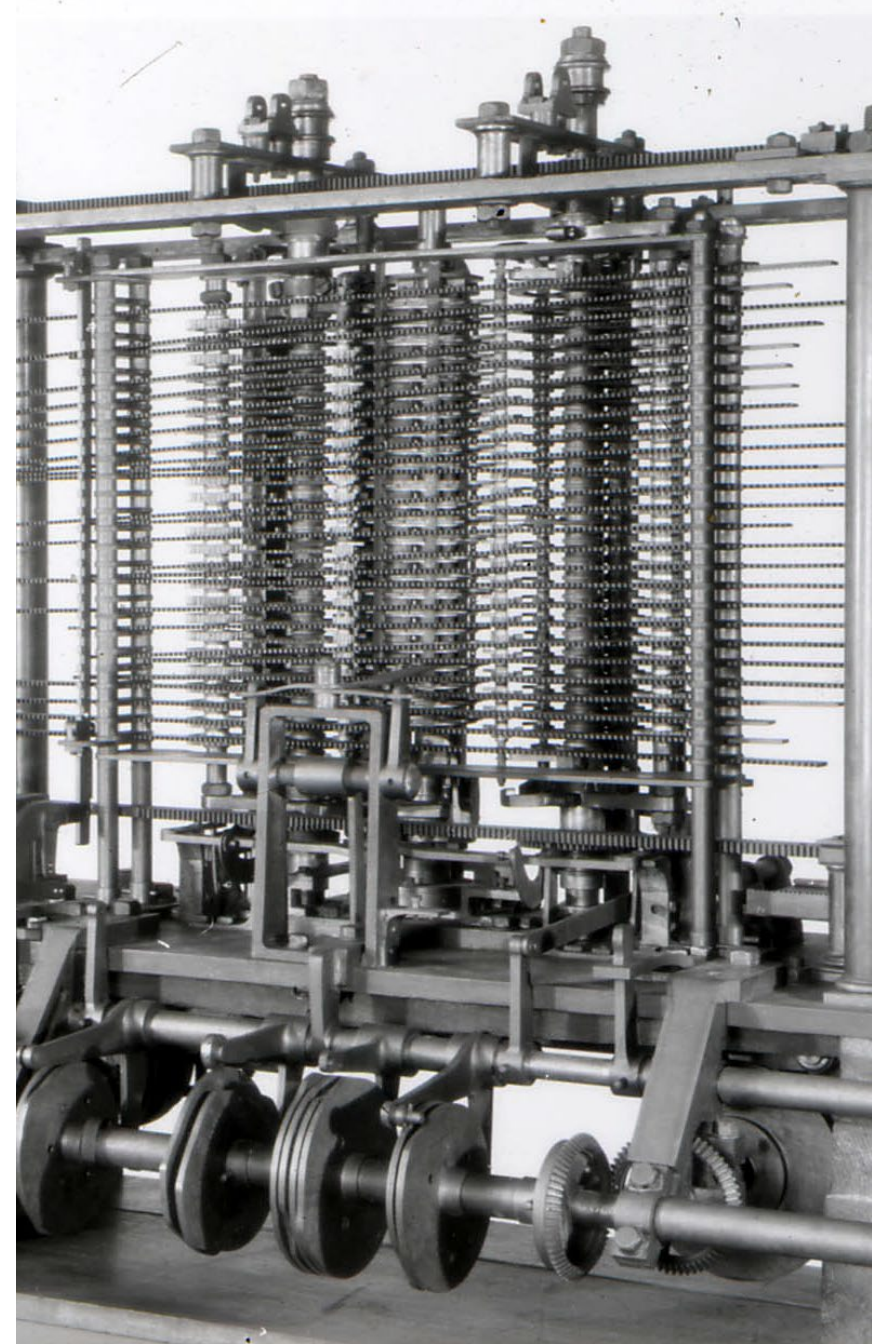
Babbage – la Difference Engine

- Lo sviluppo di questa macchina, chiamata «**Difference Engine**», fu finanziato dal Governo Britannico ma non fu mai portato a compimento perché nel frattempo, durante la progettazione e la lavorazione della macchina differenziale, Babbage aveva cominciato a lavorare ad una idea più generale di macchina che avrebbe dovuto essere capace di effettuare calcoli generali in maniera totalmente automatica e non soltanto calcolare tavole matematiche mediante operazioni di addizione e sottrazione.



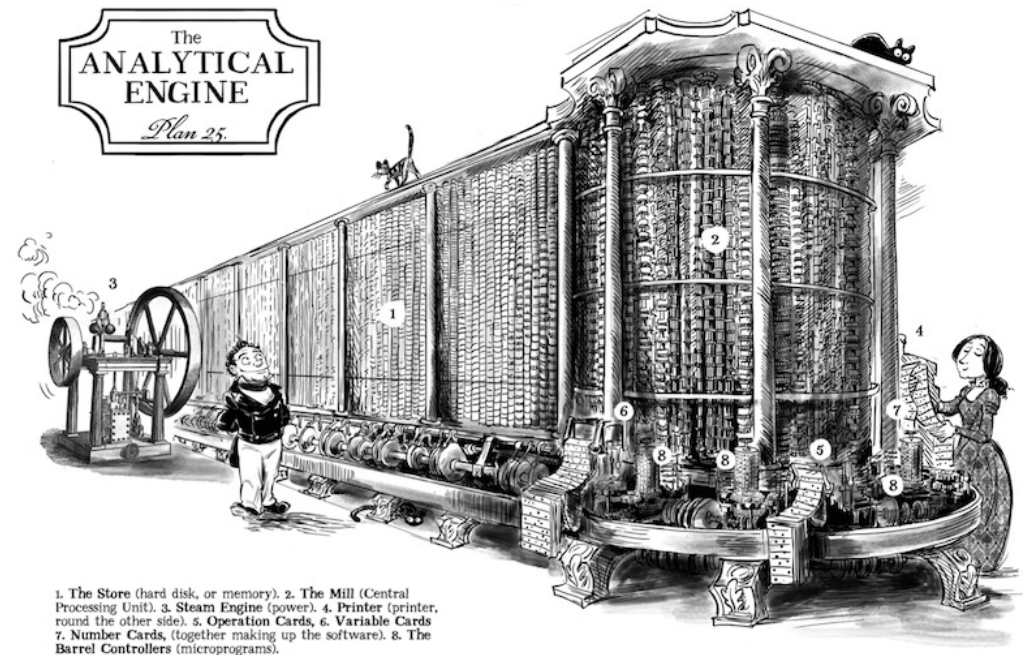
Babbage – la Analytical Engine

- La nuova macchina fu descritta per la prima volta nel dicembre del 1837, in una nota dal titolo *“On the Mathematical Power of the Calculating Engine”*.
- La Analytical Engine era un'evoluzione della Difference Engine e rappresentava una sorta di antesignana del computer moderno. La macchina era in grado di eseguire non solo operazioni di addizione e sottrazione, ma anche moltiplicazione, divisione e altre operazioni matematiche più complesse. Utilizzava un sistema di schede perforate per memorizzare le istruzioni e i dati, e poteva essere programmata per eseguire diversi tipi di calcoli.
- Nemmeno la Analytical Engine fu mai realizzata per problemi di vario tipo, pratico e finanziario, tuttavia lo schema teorico su cui si basava è universalmente riconosciuto come il primo reale antenato del moderno calcolatore elettronico.



Babbage – la Analytical Engine

- L'architettura della macchina si basava su un sistema di input (schede perforate), un sistema per l'elaborazione dei dati (il "Mill" che costituiva una prima idea di ALU presente nelle CPU degli attuali computer) e un sistema di output (una primordiale stampante).
- La macchina era anche progettata per utilizzare delle schede da perforare autonomamente con lo scopo di memorizzare dati da utilizzare nei passi successivi.
- Infine avrebbe dovuto avere a disposizione una memoria interna in grado di contenere 1000 numeri di 50 cifre.



by Sydney Padua

Ada Lovelace – la prima programmatrice

Con la macchina analitica di Babbage entriamo di fatto nella storia dell'informatica moderna che fece il suo passaggio successivo proprio in Italia, al Congresso Internazionale di Scienze Matematiche del 1842, che si tenne presso l'Accademia delle Scienze di Torino.

- Il congresso era stato organizzato da Giovanni Plana, matematico e astronomo italiano, interessato tra le altre cose ad automatizzare alcuni complessi calcoli astronomici.
- Plana invitò a Torino Charles Babbage, che a quel tempo stava perfezionando la sua idea di macchina analitica.
- Al termine della conferenza, Plana incaricò un suo allievo, Luigi Federico Menabrea (uno dei più grandi scienziati del '800 e futuro Primo Ministro del Regno d'Italia nel 1867-69), di studiare e descrivere la «macchina di Babbage».

Ada Lovelace – la prima programmatrice

- Su questa macchina Menabrea fece uno studio approfondito che pubblicò nel 1842 un articolo « *Notions sur la machine analytique de Charles Babbage* » che è considerato il primo articolo della storia dell'informatica.
- Questo articolo fu tradotto in inglese, commentato e ampliato, da Ada Lovelace Byron (figlia del poeta). Nei suoi commenti Ada Byron suggeriva di utilizzare la macchina di Babbage per automatizzare un telaio da tessitura.
- Ma il contributo più importante di Ada Lovelace fu la sua visione della macchina di Babbage come di un dispositivo non solo in grado di calcolare numeri, ma anche di elaborare informazioni simboliche e di generare output in base a tali informazioni.



Ada Lovelace – la prima programmattrice

Per questi suoi studi che includono anche un algoritmo per generare i numeri di Bernoulli (considerato come il primo algoritmo espressamente inteso per essere elaborato da una macchina) Ada Byron (morta nel 1852 a soli 37 anni) è ricordata come la prima programmatrice della storia.

Le prime Macchine Programmabili Elettromeccaniche

Primi cenni sulla codifica binaria

- Quella della Analytical Engine fu dunque la prima idea di macchina programmabile, ancorché mai realizzata compiutamente, dalla quale presero l'avvio diversi studi, tra i quali quelli importantissimi sulla programmazione di Ada Lovelace, figlia del poeta George Byron.
- Il grande limite di questa macchina, rimasta allo stato potenziale, era però chiaro: si trattava di una macchina completamente meccanica, troppo grande, troppo complicata e troppo costosa per poter essere effettivamente realizzata.
- Tuttavia il suo progetto fu il preludio della successiva era del calcolatore elettronico che si sviluppò a partire dagli inizi del '900 coi primi dispositivi a relè che aprirono la strada a nuovi percorsi di ricerca: primi fra tutti quelli sulla rappresentazione delle informazioni in forma digitale.
- Ricordiamo che i primi studi sulla rappresentazione binaria dell'informazione furono condotti nel '600 da von Leibniz e questi stessi studi vennero ripresi e approfonditi verso metà dell'800 da George Boole, il fondatore della logica matematica.

Primi cenni sulla codifica binaria

Questi primi studi e i successivi sulla rappresentazione delle informazioni in forma digitale sono alla base dell'invenzione del computer come oggi noi lo conosciamo. Vediamo perché.

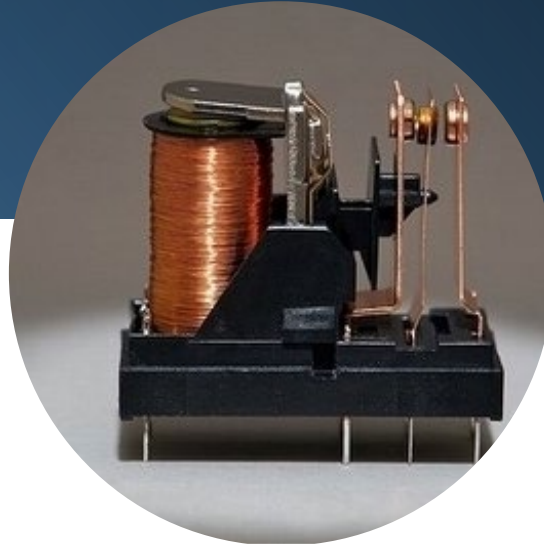
- La comunicazione di un dato o di una informazione può avvenire in diversi modi: gli uomini, per esempio, comunicano attraverso fonemi quando utilizzano il linguaggio verbale o attraverso caratteri, se utilizzano un linguaggio scritto. Si può comunicare anche a gesti o in altri modi, l'importante è che dall'altra parte ci sia qualcuno (o qualcosa) che recepisca il messaggio. Secondo le teorie di Shannon e Weaver di fine degli anni '40, la comunicazione prevede il seguente schema:

fonte → codifica → canale → decodifica → destinazione

Primi cenni sulla codifica binaria

- Uno dei tanti e diversi modi di comunicare, più adatto alle macchine che all'uomo, utilizza la codifica binaria. Ma cosa significa in questo caso codifica binaria?
- Significa che l'informazione viene costruita e comunicata attraverso delle combinazioni di 0 e 1 e due soli simboli sono sufficienti per codificare qualsiasi cosa: un'immagine, un video, una musica, un testo. Nella codifica binaria, ogni cifra viene rappresentata come una combinazione di 0 e 1. Ad esempio, il numero decimale 13 sarebbe rappresentato in binario come 1101. Questo sistema è molto efficace per la rappresentazione e l'elaborazione di informazioni in computer ed altre tecnologie digitali, in quanto si presta bene ad essere gestito da circuiti elettronici binari, ovvero quei circuiti che utilizzano due livelli di tensione per rappresentare lo stato di un segnale.
- Se qualsiasi informazione può essere convertita in sequenze di 1 e 0 o meglio di “acceso” e “spento”, allora è possibile, utilizzando degli interruttori, codificare e trasmettere qualsiasi informazione. Per esempio, nel telegrafo i messaggi scritti in linguaggio naturale sono codificati dal telegrafista nel codice Morse, un alfabeto binario in cui ogni lettera è identificata da una sequenza di punti e di linee.

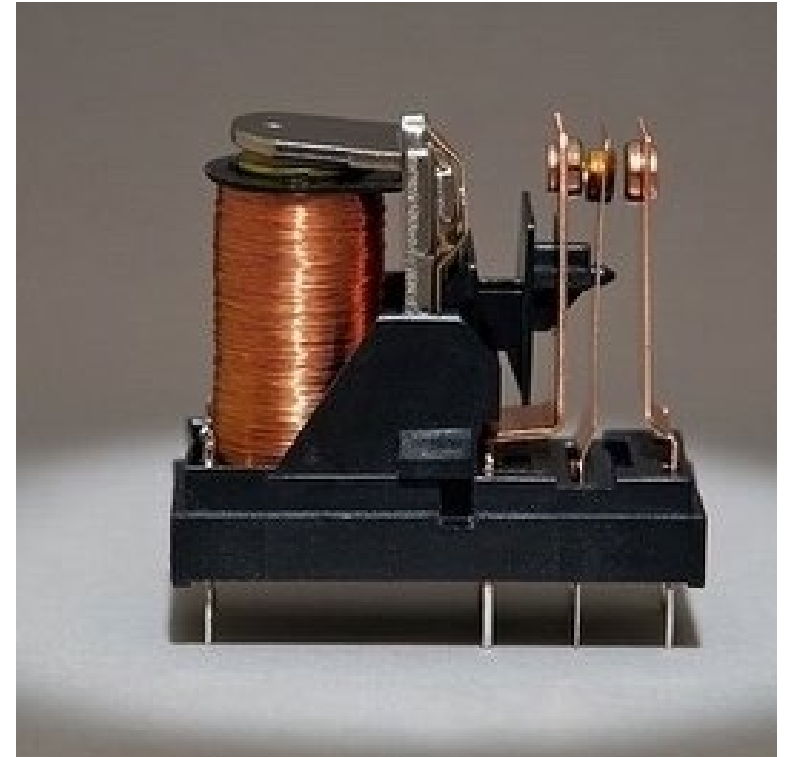
Primi cenni sulla codifica binaria



- L'idea di poter comunicare qualsiasi tipo di informazione attraverso sequenze di 0 e di 1 ha fatto sì che l'impiego, prima del **Relè**, poi della **Valvola termoionica** e infine del **Transistor** abbia di fatto aperto la strada all'invenzione del computer.

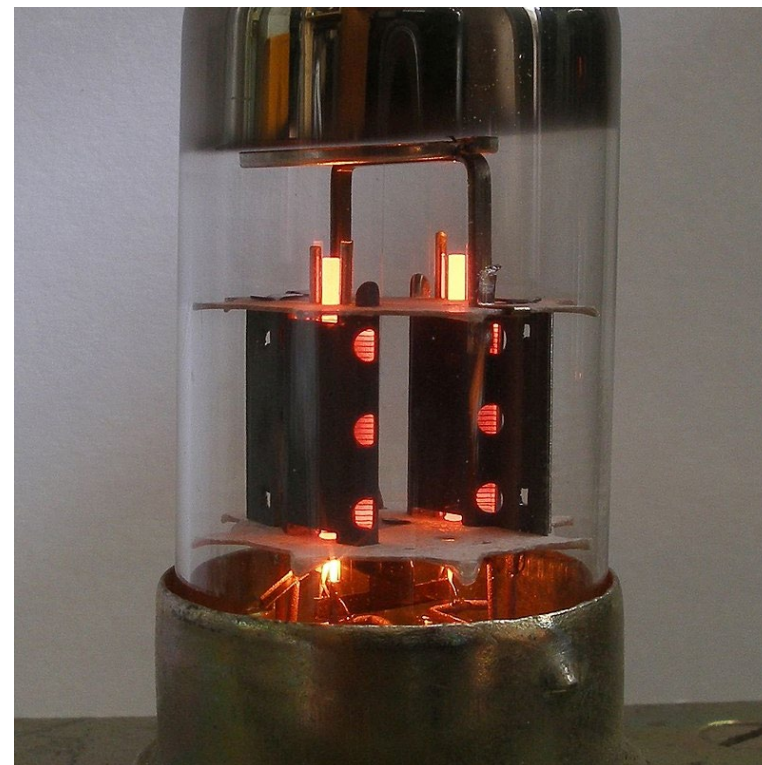
Il Relé

I relè sono dispositivi elettromeccanici che consentono di aprire o chiudere un circuito elettrico. Sono stati utilizzati principalmente nelle prime generazioni di computer per l'elaborazione di dati e per la commutazione di segnali. I relè sono costituiti da un avvolgimento di filo metallico che, quando attraversato da una corrente elettrica, genera un campo magnetico che sposta un contatto meccanico, aprendo o chiudendo il circuito. Tuttavia, i relè sono dispositivi lenti, ingombranti e soggetti a guasti meccanici e per questo motivo sono stati utilizzati solo nei primissimi computer.



La Valvola Termoionica

Le valvole termoioniche, o tubi a vuoto, sono dispositivi elettronici che sfruttano il principio dell'emissione termoionica. Sono stati ampiamente utilizzati nella prima generazione di computer per l'amplificazione di segnali e per la memorizzazione di dati. Le valvole termoioniche sono costituite da un catodo riscaldato che emette elettroni, i quali sono poi accelerati verso un anodo attraverso un campo elettrico. Le valvole termoioniche sono molto più veloci dei relè e meno soggette a guasti meccanici, ma sono ancora relativamente grandi, costose e soggette a problemi di durata e affidabilità.

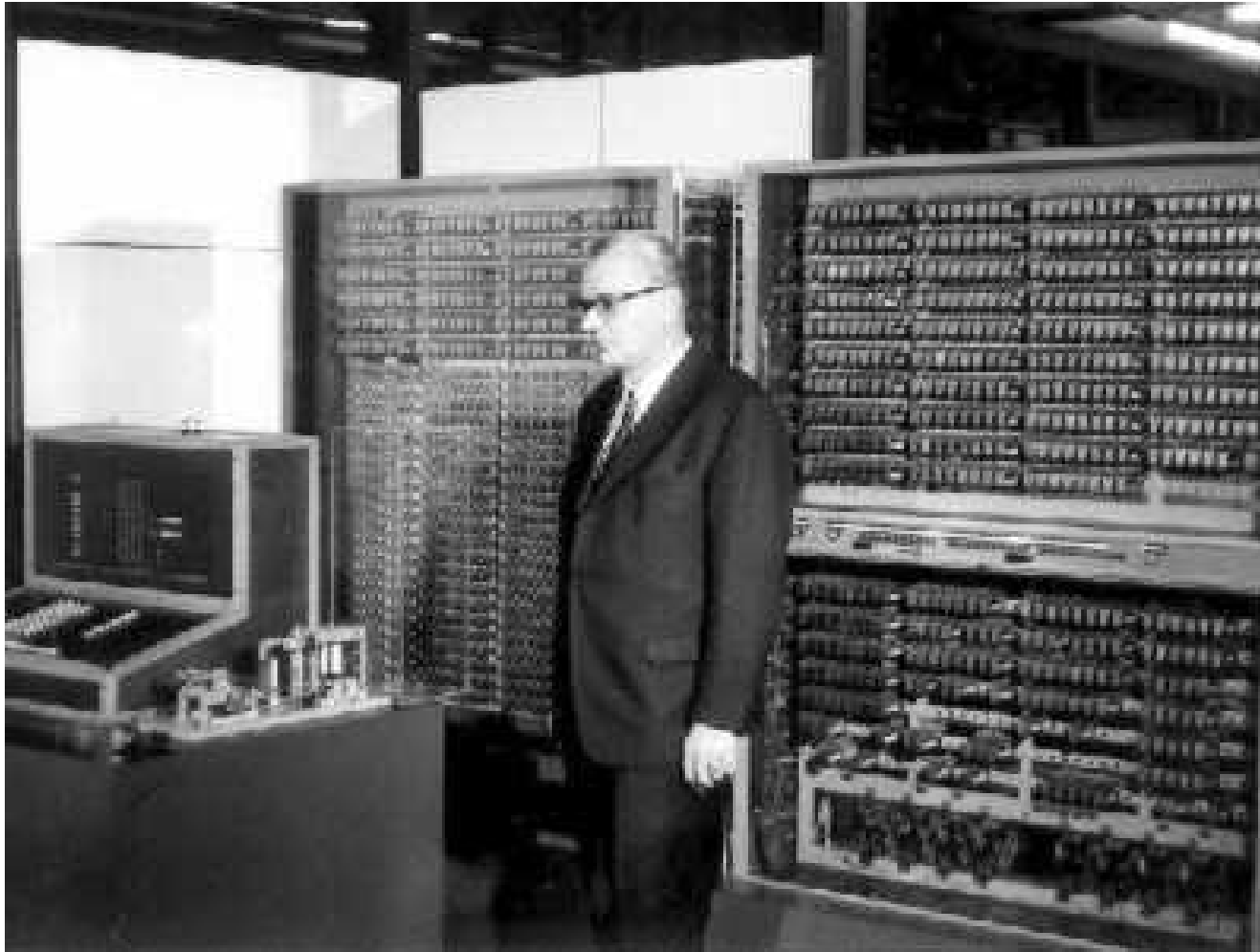


Il Transistor

I transistor sono dispositivi elettronici allo stato solido che sostituiscono le valvole termoioniche. Sono stati inventati nel 1947 e hanno rivoluzionato l'informatica moderna. I transistor sono dispositivi piccoli, veloci, affidabili ed economici, e sono ampiamente utilizzati in tutti i tipi di dispositivi elettronici, inclusi computer e telefoni cellulari.

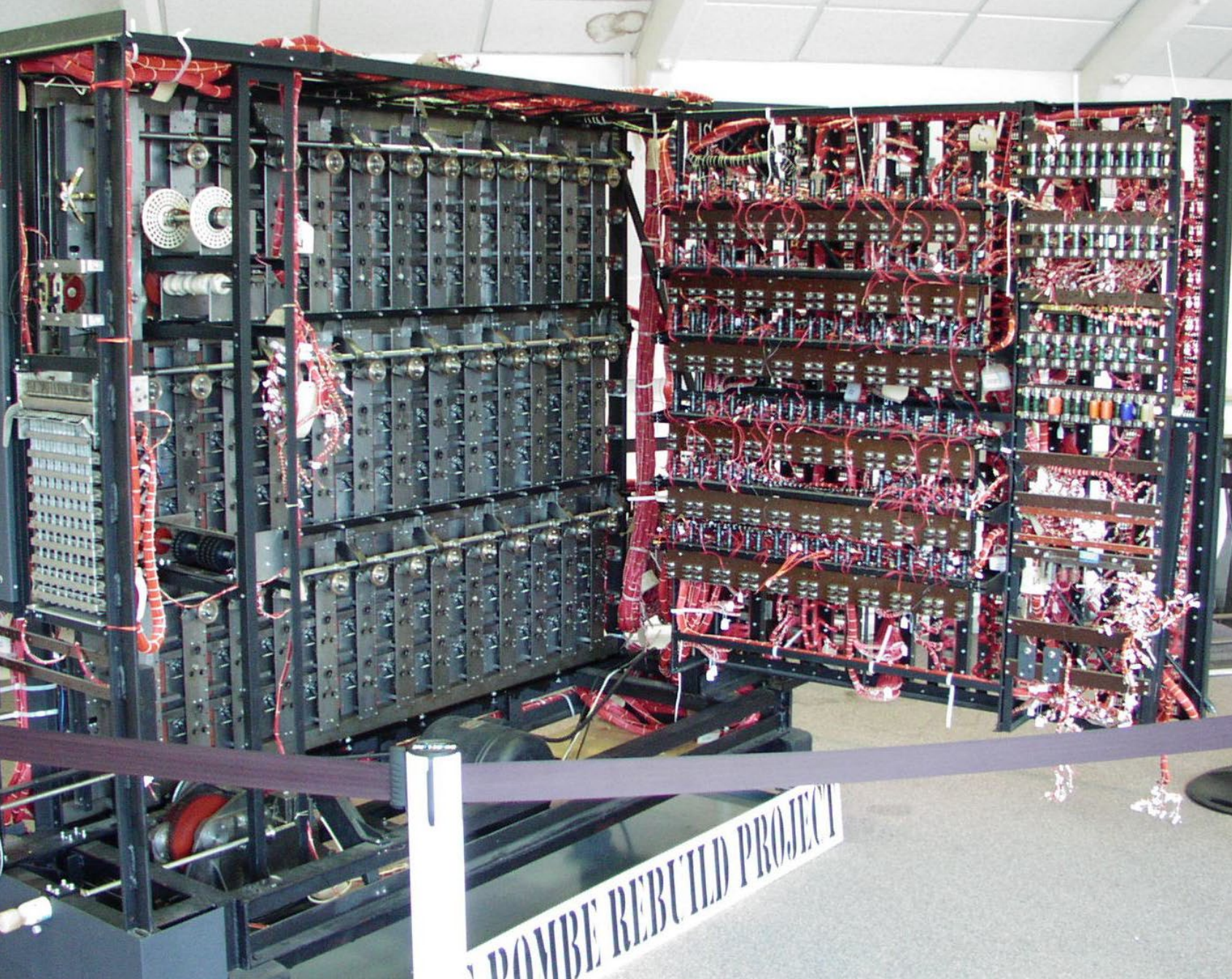
I transistor sono costituiti da una giunzione di semiconduttori, generalmente silicio, che consente di utilizzarli come interruttori controllati da un segnale di input.





Il computer di Zuse

- Arriviamo così al primo computer programmabile della storia, completamente automatico: lo Z3, realizzato da Konrad Zuse nel 1941. Si trattava di una macchina composta da molte parti meccaniche e da oltre 2000 relè in grado di utilizzare stringhe di 22 bit. Lo Z3 veniva programmato utilizzando un nastro perforato ed era dotato di una memoria di lavoro, anch'essa basata su nastro perforato.
- In seguito fu dimostrato che Z3 è una macchina **Turing Completa (o Turing Equivalente)**, che è un requisito fondamentale per ottenere la patente di computer. **Ma cosa significa che una macchina è «Turing Completa»?**

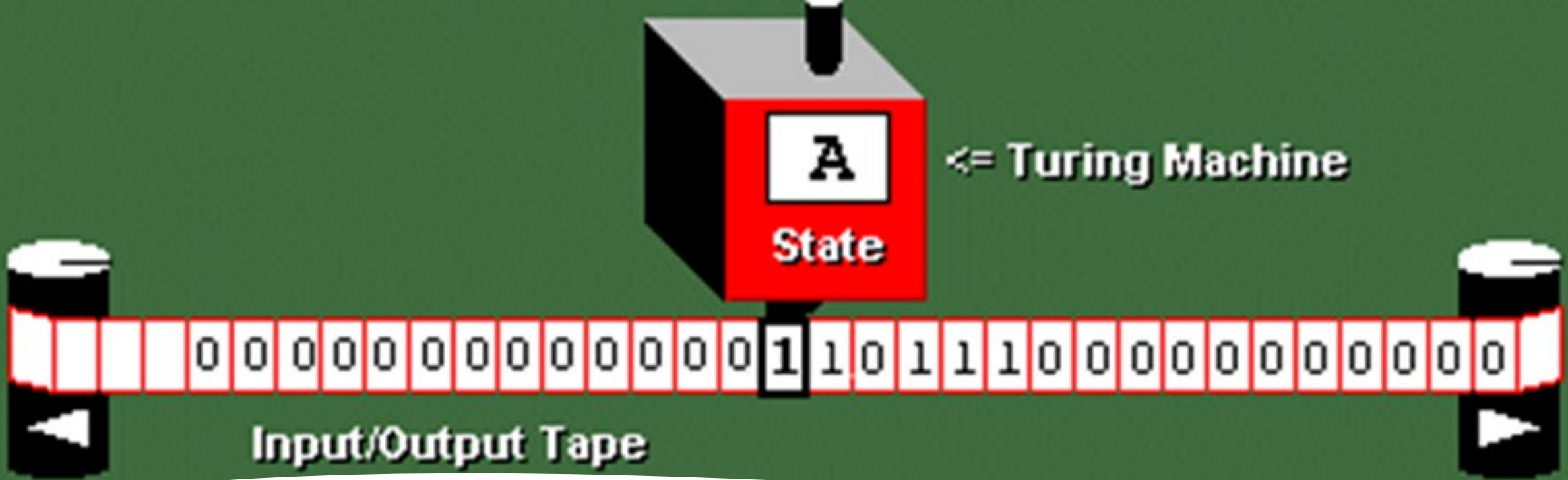


Alan Turing

Per spiegarlo, introduciamo un'altra figura fondamentale della moderna informatica: Alan Turing, brillante e geniale matematico britannico, nato nel 1912 a Londra e purtroppo morto suicida nel 1954. Il suo lavoro fu in buona parte antecedente a quello di Zuse e le sue teorie fondamentali per quest'ultimo per concepire e realizzare le sue macchine: prima Z1 e poi Z2 e Z3.

La macchina di Turing

- La «Macchina di Turing» fu la più importante invenzione di Alan Turing (1936).
- Per la verità non si tratta di una macchina in senso stretto - anzi, non lo è proprio – quanto piuttosto del modello teorico di una macchina ideale, che non esiste come oggetto reale e non è nemmeno realizzabile.
- La macchina di Turing è considerata il modello di calcolatore universale più semplice e rappresenta il fondamento teorico della teoria della computazione.
- La macchina di Turing è stata utilizzata per dimostrare che alcuni problemi matematici non sono risolvibili mediante algoritmi e in seguito fu dimostrato che **un certo problema può essere risolto da un computer** (opportunamente programmato) **se e solo se esso può essere risolto anche da una macchina di Turing**.
- E allora, come possiamo descrivere con parole semplici questa invenzione rivoluzionaria?



La macchina di Turing

Secondo quanto concepito da Turing nel 1936 (**On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem**) questa macchina ideale è capace di eseguire qualsiasi tipo di calcolo su numeri e simboli. Essa utilizza un «nastro infinito» diviso in celle su cui si possono effettuare operazioni di lettura dei dati memorizzati e di scrittura di nuovi dati attraverso una «testina» in grado di spostarsi lungo il nastro. La macchina è data da un insieme di regole (il «programma» potremmo dire) che definiscono come avvengono queste operazioni di lettura e di scrittura e che effetti generano, o meglio, quali cambiamenti di stato producono nella macchina. Tali operazioni sono eseguite in base allo stato corrente della macchina e al simbolo letto dalla testina.

La macchina di Turing

- La fondamentale importanza della Macchina di Turing risiede nel fatto che essa permette di compiere - teoricamente - qualsiasi tipo di elaborazione realizzabile tramite una macchina elettronica e da questo punto di vista la Macchina di Turing è il modello teorico della macchina più potente realizzabile.
- Per questo motivo essa viene utilizzata per verificare la potenza dei nuovi sistemi di calcolo i quali possono essere definiti «**Turing equivalenti**» quando sono in grado di realizzare tutte le computazioni possibili con una Macchina di Turing.
- Lo Z3 di Zuse viene considerato come il primo computer della storia perché è stato il primo del quale è stata dimostrata la «Turing Equivalenza».

Il test di Turing

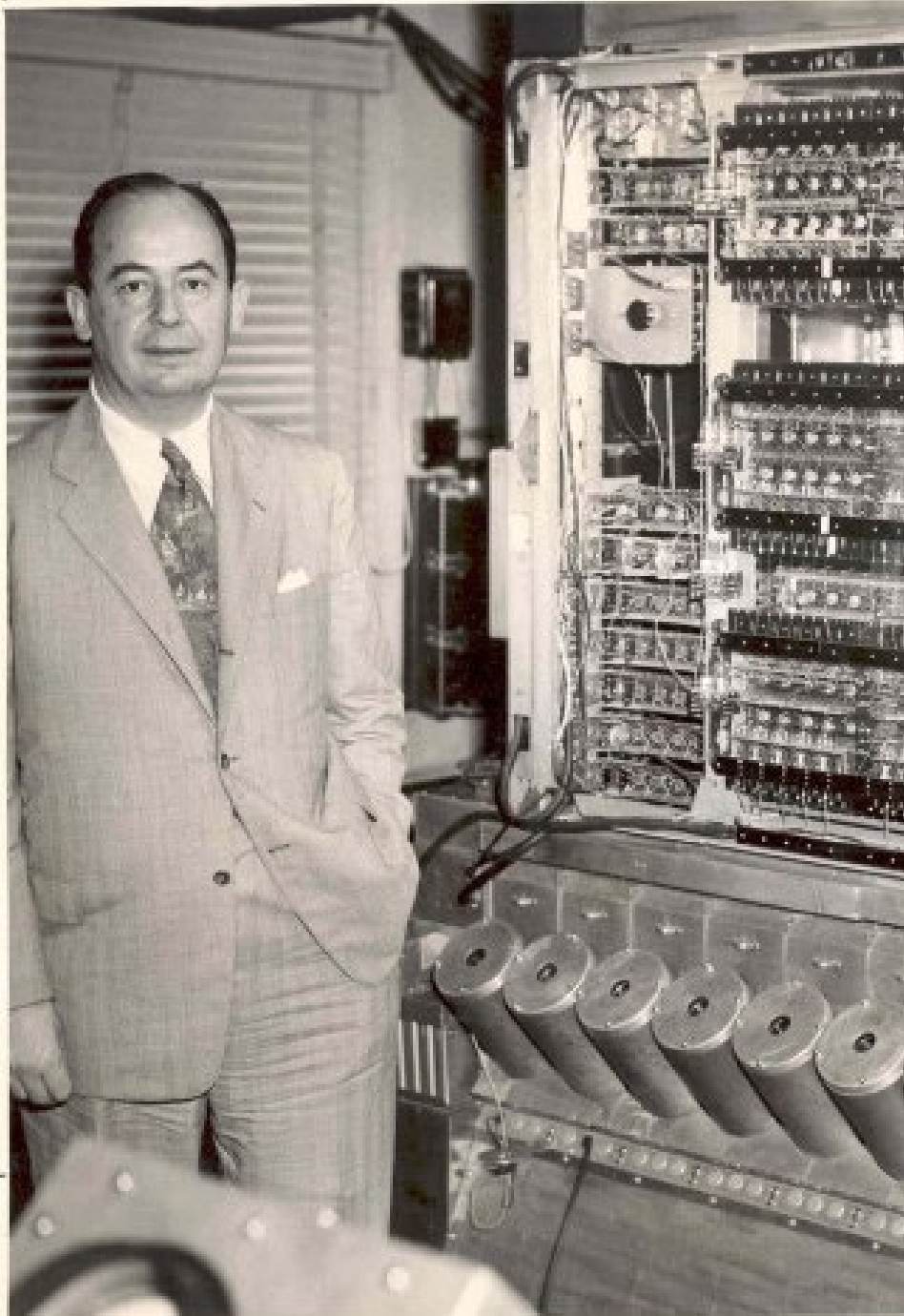
Un'altra interessante idea di Alan Turing, proposta nel 1950, è il cosiddetto **Test di Turing** di cui oggi si sente parlare in relazione agli ultimi sviluppi delle AI (Artificial Intelligence) per determinare se una macchina può essere considerata dotata di intelligenza artificiale indistinguibile da quella umana.

Il test consiste in una conversazione in lingua naturale tra un **giudice** e **due interlocutori**: uno è una persona reale e l'altro è una macchina che cerca di imitare le risposte umane.

Se il giudice non riesce a distinguere chi è la persona e chi è la macchina, allora la macchina viene considerata dotata di intelligenza artificiale. Alcuni ritengono che il test non sia un'adeguata misura dell'intelligenza artificiale, poiché si basa solo sulla capacità di simulare il comportamento umano e non sulla capacità di pensare in modo autonomo.

Ciononostante esso è stato utilizzato ultimamente per verificare le AI di ultima generazione come LAMDA (Google) e CHAT-GPT (OpenAI). Entrambe queste intelligenze hanno superato il test di Turing.

Le prime Macchine Programmabili Elettroniche



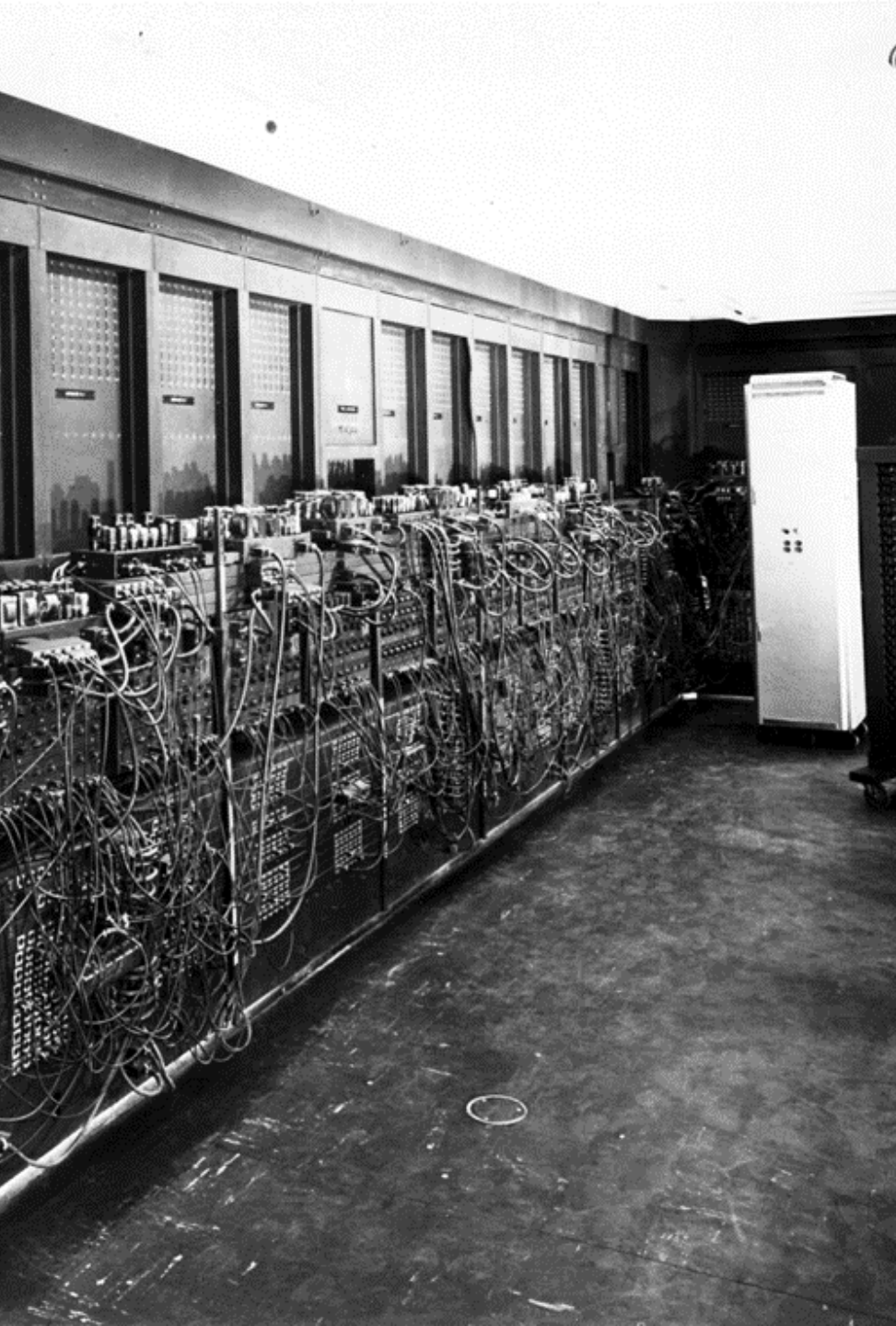
John von Neumann, il calcolatore umano

John von Neumann fu un matematico e informatico ungherese naturalizzato statunitense. Nato a Budapest nel 1903 fu uno dei più grandi scienziati del XX secolo. Era dotato di capacità mnemoniche e di calcolo straordinarie tanto che a dieci anni parlava con buona padronanza sei lingue.

Ma al di là di queste sue doti, la sua fama è dovuta piuttosto ai fondamentali contributi che egli diede alla matematica, alla fisica, all'economia e ovviamente all'informatica.

Il progetto ENIAC

- Negli anni '40 von Neumann venne impiegato all'interno del «Progetto Manhattan» data la sua esperienza nella modellazione dei fenomeni esplosivi.
- Il Progetto Manhattan fu un programma militare di ricerca e sviluppo che negli Stati Uniti portò alla realizzazione delle prime armi nucleari durante la Seconda Guerra Mondiale.
- In quegli anni von Neumann venne a sapere degli studi che erano in corso presso il Ballistic Research Laboratory per costruire un calcolatore completamente elettronico, denominato **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator And Computer).
- ENIAC utilizzava come componente principale la **Valvola Termoionica** che, come abbiamo visto, è un interruttore con funzioni analoghe a quelle del relè.



Il progetto ENIAC

ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) fu il primo calcolatore «commerciale» della storia completato nel 1945. Nonostante utilizzasse l'elettronica era esageratamente grande:

- Montava oltre 18.000 valvole termoioniche
- Occupava una superficie di 180mq
- Pesava 30 tonnellate
- Assorbiva una potenza di 300KW.

Aveva tuttavia un grande limite dato dal fatto di non impiegare una memoria propria e di poter quindi eseguire solamente operazioni predeterminate. L'ENIAC veniva programmato attraverso un pannello di controllo, dove gli operatori inserivano le istruzioni in maniera manuale, collegando e scollegando una serie di cavi elettrici e connessioni.

ENIAC Era in grado di eseguire circa 5.000 operazioni al secondo, un'enorme velocità per l'epoca.



EDVAC, il primo calcolatore moderno

- Nel 1945 von Neumann scrisse un rapporto dal titolo “First draft of a report on the EDVAC” nel quale pose le basi di quella che sarebbe stata conosciuta negli anni a venire come “Architettura di von Neumann”, la stessa che è alla base dei computer come noi li conosciamo oggi.
- EDVAC (1949) rappresenta un passo importante per diversi motivi: era un calcolatore elettronico; operava in logica binaria, diversamente da ENIAC che utilizzava la logica decimale; era basato sulla architettura di von Neumann e impiegava uno spazio di memoria (di ben 5,5 Kb!) per il programma. Era ancora un po’ grande (occupava più di 45 mq e pesava quasi 8 tonnellate) ma piuttosto veloce per quel tempo potendo svolgere circa 20.000 operazioni al secondo.



Olivetti ELEA9003 – il computer a transistor

ELEA9003 fu uno dei primi computer di seconda generazione: realizzato a **transistor**, fu costruito nel 1960 da Olivetti.

- Fu commercializzato in una quarantina di esemplari il primo dei quali fu installato presso le Industrie Marzotto di Valdagno nel vicentino.
- La potenza computazionale della serie 9003 rimase insuperata un certo tempo potendo realizzare circa 30.000 operazioni al secondo.
- Utilizzava un'architettura a 16 bit, che lo rendeva in grado di eseguire operazioni matematiche più complesse rispetto ai computer a 8 bit dell'epoca ed era in grado di eseguire sia istruzioni in virgola mobile che in virgola fissa (la rappresentazione in virgola mobile permette di avere una maggiore precisione ma richiede più risorse computazionali rispetto alla rappresentazione in virgola fissa) e poteva essere programmato utilizzando il linguaggio Assembly.

Lo sviluppo della Microelettronica

I decenni recenti

- Già pochi anni dopo nasceva la tecnologia «microelettronica» in cui i componenti sono miniaturizzati e con cui si rivoluziona letteralmente la produzione elettronica.
- Da questo momento, nel trentennio che seguirà, la tecnologia informatica avrà uno sviluppo eccezionalmente veloce e porterà il computer a lambire la seconda grande rivoluzione: quella di «**Internet**».
- Dopo Internet il computer non sarà più lo stesso. La tecnologia IT (Information Technology) diventa ICT (Information & Communication Technology). Durante questo trentennio si pongono tutte le basi tecnologiche (sia sul versante del Hardware, sia su quello del Software) per fare evolvere il computer da strumento destinato a pochi (Università e Centri di ricerca, grandi Industrie) a strumento di massa, da utilizzare anche a casa per divertirsi.

Gli inizi della Microelettronica

- La microelettronica ha avuto inizio da quando è apparso possibile depositare, su uno stesso substrato di silicio, degli strati di altri materiali semiconduttori per creare dei componenti elettronici come i transistor (CHIP o circuiti integrati).
- Sebbene i primi tentativi di costruire un Circuito Integrato si possano far risalire all'Ing. tedesco Werner Jacobi della società Siemens AG nel 1949, tuttavia per ottenere le prime realizzazioni significative si dovrà attendere il 1958 quando l'ingegnere statunitense **Jack S. Kilby**, della società Texas Instruments, realizzò un circuito integrato su dei quadratini di materiale ceramico.
- Nel suo brevetto del febbraio 1959 egli descrive così l'invenzione che gli valse il Nobel in fisica nel 2000: "a body of semiconductor material [...] wherein all the components of the electronic circuit are completely integrated".

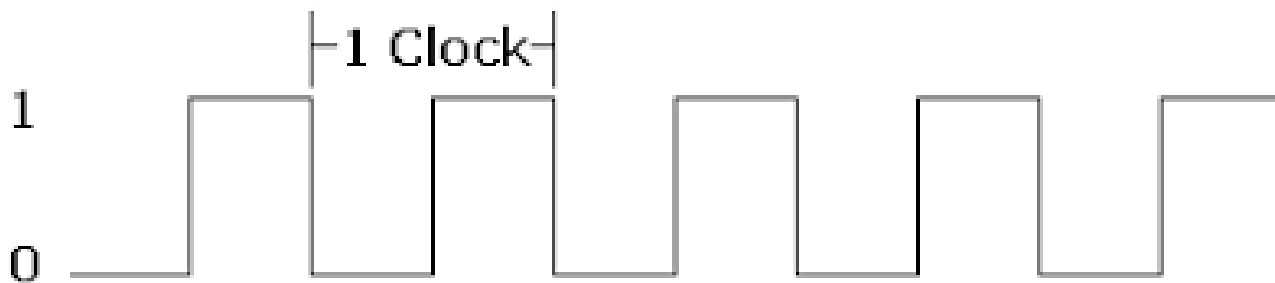


I numeri della Microelettronica

- Un parametro significativo per valutare lo sviluppo della microelettronica è dato dal numero massimo di transistor integrabili sul singolo chip. A partire dalla **integrazione** a piccola scala SSI (Small Scale Integration) con cui si indica un numero massimo di transistor pari a 10 (1964), si passa alla MSI (Medium Scale Integration) di 10-500 transistor (1968) alla LSI (Large Scale Integration) del 1971 che permetteva di costruire fino a 20.000 transistor su un unico chip, alla VLSI (Very Large Scale Integration) con il raggiungimento del milione nel 1980, fino alla ULSI (ultra large scale integration) che nel 1984 permise di superare il milione di integrazioni.
- Successivamente furono adottate **nuove tecniche** di integrazione per superare i limiti della ULSI, come la WSI (Wafer Scale Integration) e la 3D-IC (Three-Dimensional Integrated Circuit).

I numeri della Microelettronica

- Analoghi progressi hanno anche riguardato la massima **frequenza** d'impiego dei microcircuiti. Questa è progressivamente aumentata utilizzando differenti substrati. La frequenza di impiego dei microcircuiti viene detta "frequenza di clock" e rappresenta il numero di commutazioni al secondo possibili per un dato circuito: tutte le commutazioni all'interno di un circuito possono avvenire solo in corrispondenza di un segnale di clock.



Hertz (Hz) è la misura della frequenza
(n. clock in un secondo)

KHz = 1.000 clock al secondo

MHz = 1.000.000 clock al secondo

GHz = 1.000.000.000 clock al secondo

L'invenzione del microprocessore

- **Federico Faggin** è un ingegnere elettronico italiano naturalizzato statunitense, noto soprattutto per aver progettato il primo microprocessore commerciale della storia. Nato a Vicenza nel 1941, Faggin si è laureato in ingegneria elettronica presso l'Università di Padova nel 1965.
- Nel 1970, Faggin entrò a far parte di Intel Corporation, dove guidò il team di sviluppo del primo microprocessore commerciale della storia, l'Intel 4004. Il microprocessore 4004 è stato introdotto nel 1971 e ha avuto un impatto enorme sulla tecnologia, aprendo la strada alla creazione dei computer personali e dei dispositivi elettronici moderni.



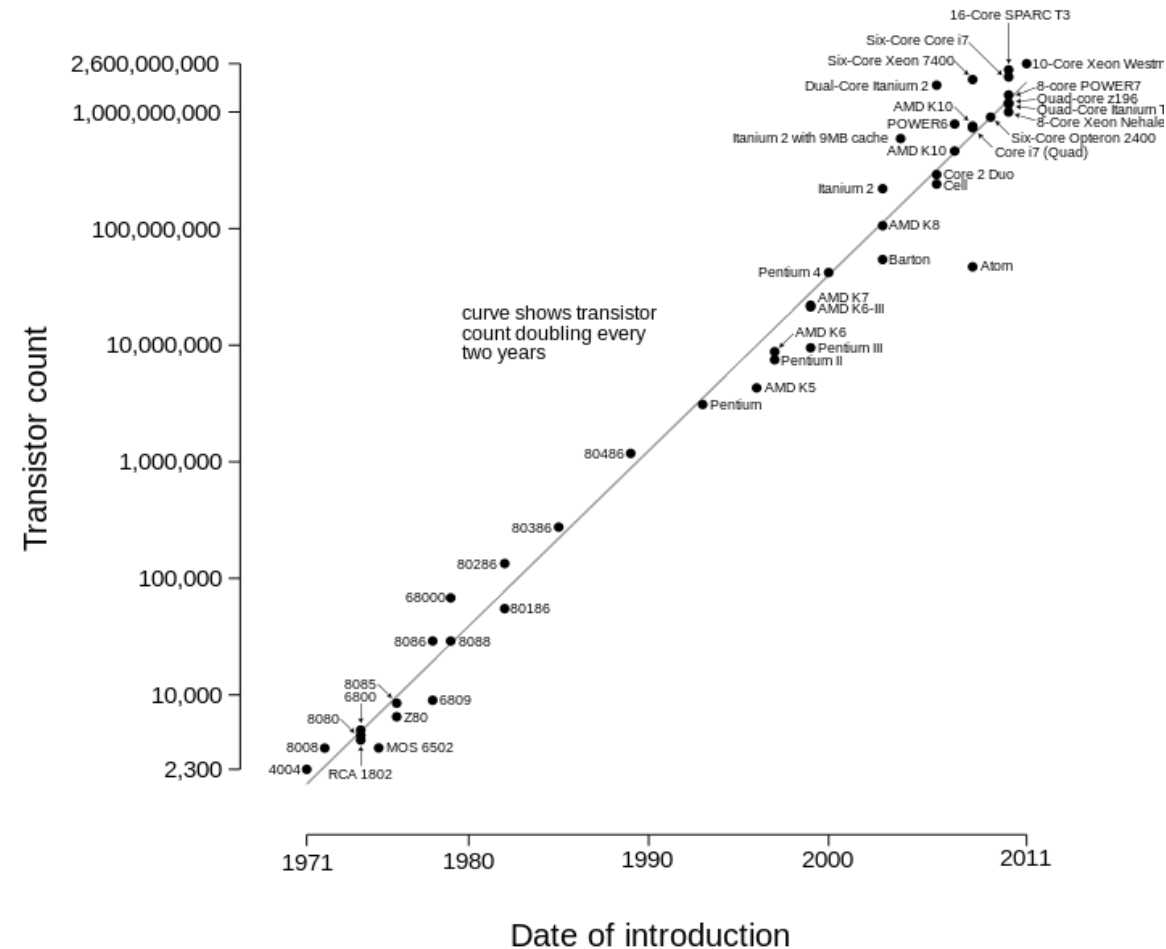
La Legge di Moore

Quella che viene chiamata «la prima legge di Moore» riguarda l'osservazione che il **numero di transistor in un circuito integrato raddoppia approssimativamente ogni 24 mesi**. Essa fu formulata in questa sua prima versione da Gordon Moore, cofondatore di Intel, nel 1965.

In seguito la legge fu riformulata negli anni '80, ritenendo corretto considerare che il raddoppio avvenga **ogni 18 mesi**.

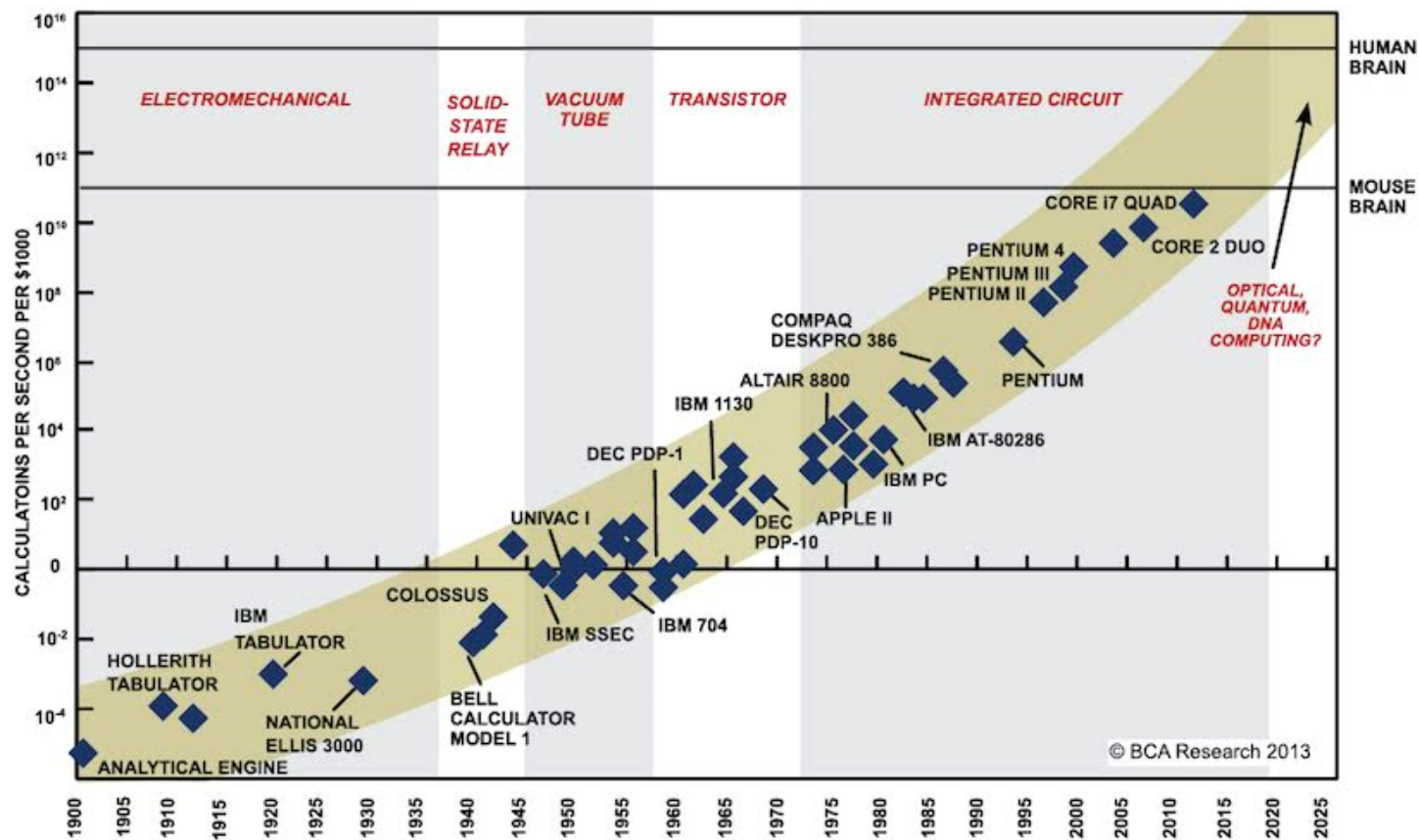
Questa Legge empirica ha avuto l'importante effetto di consentire ai progettisti di porsi degli obiettivi di crescita e di poter fare delle proiezioni credibili di quale avrebbe potuto essere lo sviluppo del computer.

Microprocessor Transistor Counts 1971-2011 & Moore's Law



Validità della Legge di Moore

- Al giorno d'oggi la Legge di Moore ha in parte perso la sua validità ed è stata considerata non più valida qualche anno fa, per due ragioni:
 - in primo luogo negli ultimi anni è stato raggiunto un limite fisico alla integrazione dei transistor, infatti oltre ad un certo livello di integrazione vengono generati all'interno dei circuiti degli **effetti parassiti** di natura quantistica (si opera a velocità prossime a quelle della luce).
 - In secondo luogo, per superare gli effetti di cui si è appena detto, a partire dagli anni 2000 sono state sviluppate delle nuove soluzioni architettoniche (computazione parallela dei sistemi multicore) che di fatto hanno spostato l'attenzione dalle **tecnologie di integrazione alle architetture**.



SOURCE: RAY KURZWEIL, "THE SINGULARITY IS NEAR: WHEN HUMANS TRANSCEND BIOLOGY", P.67, THE VIKING PRESS, 2006. DATAPOINTS BETWEEN 2000 AND 2012 REPRESENT BCA ESTIMATES.

La potenza di calcolo

Questo grafico mostra la crescita della potenza di calcolo a partire dalle macchine dei primi del '900. I moderni computer desktop hanno la capacità computazionale del cervello di un topolino, ma non manca molto che raggiungano e superino le capacità del cervello umano (in termini di n. di operazioni al secondo). Forse ciò sarà possibile con le prossime generazioni di computer.

La storia recente - il computer per tutti



Il Computer di casa

Un passo importante per la diffusione di questa nuova tecnologia fu lo sviluppo del computer desktop. Le origini di queste macchine si possono far risalire agli appassionati che costruivano i computer in casa attraverso combinazioni di chip. I due più famosi furono **Steve Jobs e Stephen Wozniak** che costruirono **Apple I**, un *Home Computer* commercialmente valido e nel 1976 fondarono la Apple Computer. L'anno successivo lanciarono sul mercato il Apple II che ebbe un grandissimo successo vendendo milioni di unità.



Il Home Computer

- Macintosh, più conosciuto come Mac, fu la fortunata famiglia di computer commercializzati da Apple a partire dal 1984 e basati sistema operativo Mac OS. Il suo nome deriva da una varietà di mela, McIntosh per l'appunto, che è anche il famosissimo logo dell'azienda.
- Il Macintosh 128K fu il primo computer con interfaccia grafica e mouse di serie; esso introdusse il concetto di "scrivania virtuale", basata sulla cosiddetta interfaccia WIMP (Windows, Icons, Mouse, Pointer).

Il Home Computer

- Questo tipo di interfaccia fu un successo mondiale in quanto sfruttava la facilità d'uso del mouse, associato al moderno concetto di “desktop”.
- Alcune innovazioni introdotte col MAC: le **icone** (disegnate da Susan Kare), la possibilità di avere **finestre sovrapposte** su più livelli, programmi di disegno grafico e videoscrittura che oggi tutti conosciamo. Inoltre viene data tantissima importanza, per la prima volta, ai **font**, sia visualizzati a schermo sia stampati. Nel Mac fanno anche il debutto per la prima volta programmi come **Word ed Excel**, sviluppati dalla Microsoft appositamente per la Apple



Il PC (Personal Computer)

- Nel 1981, IBM introdusse il suo primo computer desktop che fu chiamato: personal computer (PC). Il software di base (il Sistema Operativo MSDOS) era stato sviluppato da due giovani imprenditori: Bill Gates e Paul Allen, fondatori della Microsoft Corporation. Il Personal Computer fu un grande successo tant'è vero che il termine PC è tuttora ampiamente utilizzato e spesso abbinato ai termini desktop o laptop.

MS-DOS

- MS-DOS fu realizzato da Microsoft su richiesta di IBM che nel 1981 cercava un sistema operativo da utilizzare nella sua gamma PC IBM.
- Microsoft che a quel tempo era impegnata principalmente con lo sviluppo di BASIC (un linguaggio di programmazione) non si fece sfuggire l'occasione: per rispondere velocemente a IBM, contattò una compagnia di Seattle - la Seattle Computer Products - dove poco prima un giovane programmatore, Tim Paterson, aveva sviluppato un Sistema Operativo denominato 86-DOS.
- Il 86-DOS funzionava sui processori Intel della serie 8086: gli stessi che utilizzava IBM sui PC e Gates e Allen assunsero Paterson nel maggio del '81 per adattarne il codice alle specifiche di IBM. In luglio ne acquisirono i diritti per 75.000\$ e ad agosto dello stesso anno IBM lo offriva coi suoi PC insieme ad altri due Sistemi Operativi. Tuttavia il maggiore costo dei due sistemi alternativi a MS-DOS resero di fatto una scelta obbligata quella di vendere assieme ai PC un solo Sistema Operativo: MS-DOS, appunto.
- MS-DOS divenne sostanzialmente uno standard per tutti i computer IBM compatibili e questo ne decretò il successo planetario.



Internet e il Web

Mentre il ventesimo secolo volgeva al termine, si faceva strada la possibilità di collegare i singoli computer in un sistema mondiale di comunicazione: Internet. In questo contesto, **Tim Berners-Lee** (uno scienziato britannico che al tempo lavorava al CERN di Ginevra) propose un sistema (Server HTTP, Browser Web, e linguaggio HTML) grazie al quale i documenti memorizzati sul computer potevano essere collegati tra loro attraverso Internet, producendo un labirinto di informazioni collegate chiamato il World Wide Web (spesso abbreviato in "Web").

Internet e il Web

Google YAHOO!

Yandex AOL. Ask.com

Baidu 百度 Bing



Per rendere accessibili le informazioni del web furono sviluppati due fondamentali strumenti: i «browser» e i «motori di ricerca». I primi per navigare nel Web, i secondi per "setacciare" il Web e "categorizzare" i risultati. Principali attori in questo campo sono ancora Google (Chrome e Google), Microsoft (Internet Explorer e Bing).

L'informatica dei nostri giorni



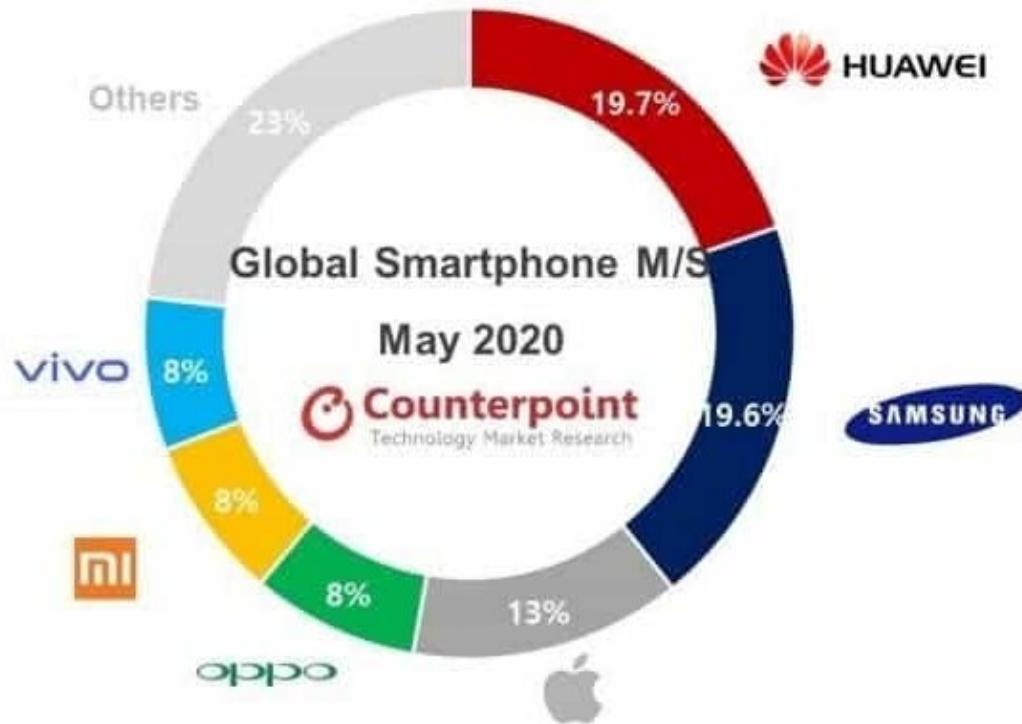
Lo Smartphone

Nel frattempo la miniaturizzazione dei dispositivi di calcolo è continuata (Moore) e i computer desktop sono stati affiancati dai computer portatili e poi dagli SmartPhone.

Il primo smartphone «**Simon**» fu progettato dalla IBM nel 1992 e commercializzato dalla BellSouth a partire dal 1993. Oltre alle comuni funzioni di telefono incorporava calendario, rubrica, orologio, blocco note, funzioni di posta elettronica, fax e giochi: per poter scrivere direttamente sullo schermo era disponibile un pennino.

Non fu un gran successo a causa dell'ingombro e del costo piuttosto elevato.

Il computer da portare con sé



Oggi lo smartphone e in generale il computer da «portare con sé» la fa da padrone. Pensiamo per esempio ai **computer di bordo** delle automobili che sono dei potentissimi computer in grado di monitorare il funzionamento del motore e dell'intera autovettura, fornire servizi di comando vocale per il controllo di sistemi audio e del telefono e che in taluni casi sono in grado di condurre autonomamente il veicolo.

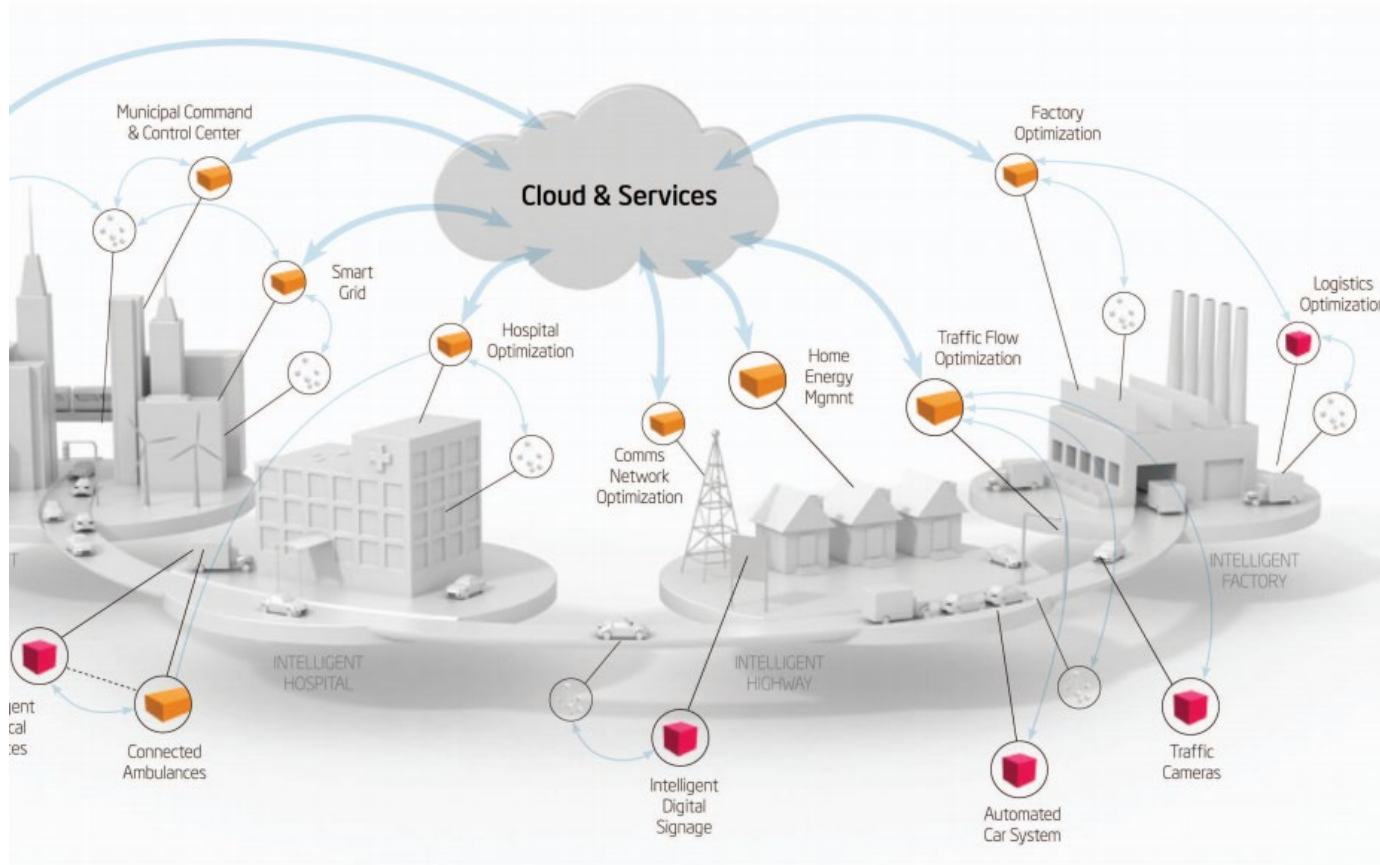
E ancora, gli **Smartwatch** di ultima generazione che non solo ci connettono al telefono ma riescono a monitorare costantemente il nostro comportamento, il sonno, le attività sportive, il battito cardiaco, l'ossigenazione del sangue.

Sviluppo dello Smartphone

Una delle applicazioni più potenzialmente rivoluzionarie oggi si ritrova proprio nelle capacità di espansione dei telefoni portatili. Questi *Smartphone* sono dotati di una ricca gamma di **sensori e interfacce** tra cui fotocamere, microfoni, bussole, touch screen, accelerometri (per rilevare l'orientamento e il movimento del telefono), e una serie di **tecnologie wireless** per comunicare con altri smartphone, con computer e con una miriade di oggetti sparsi ovunque. Il potenziale è enorme, soprattutto se visto in abbinamento con le tecnologie della **Intelligenza Artificiale**.

Molti studiosi sostengono che lo Smartphone (nella sua accezione più generale) avrà nel medio periodo un effetto maggiore sulla società rispetto al PC. Lo studio delle applicazioni riservate a questi dispositivi, al mondo dei sensori e dei dispositivi intelligenti e alla loro interconnessione è il cosiddetto **Internet of Things (IoT)**.

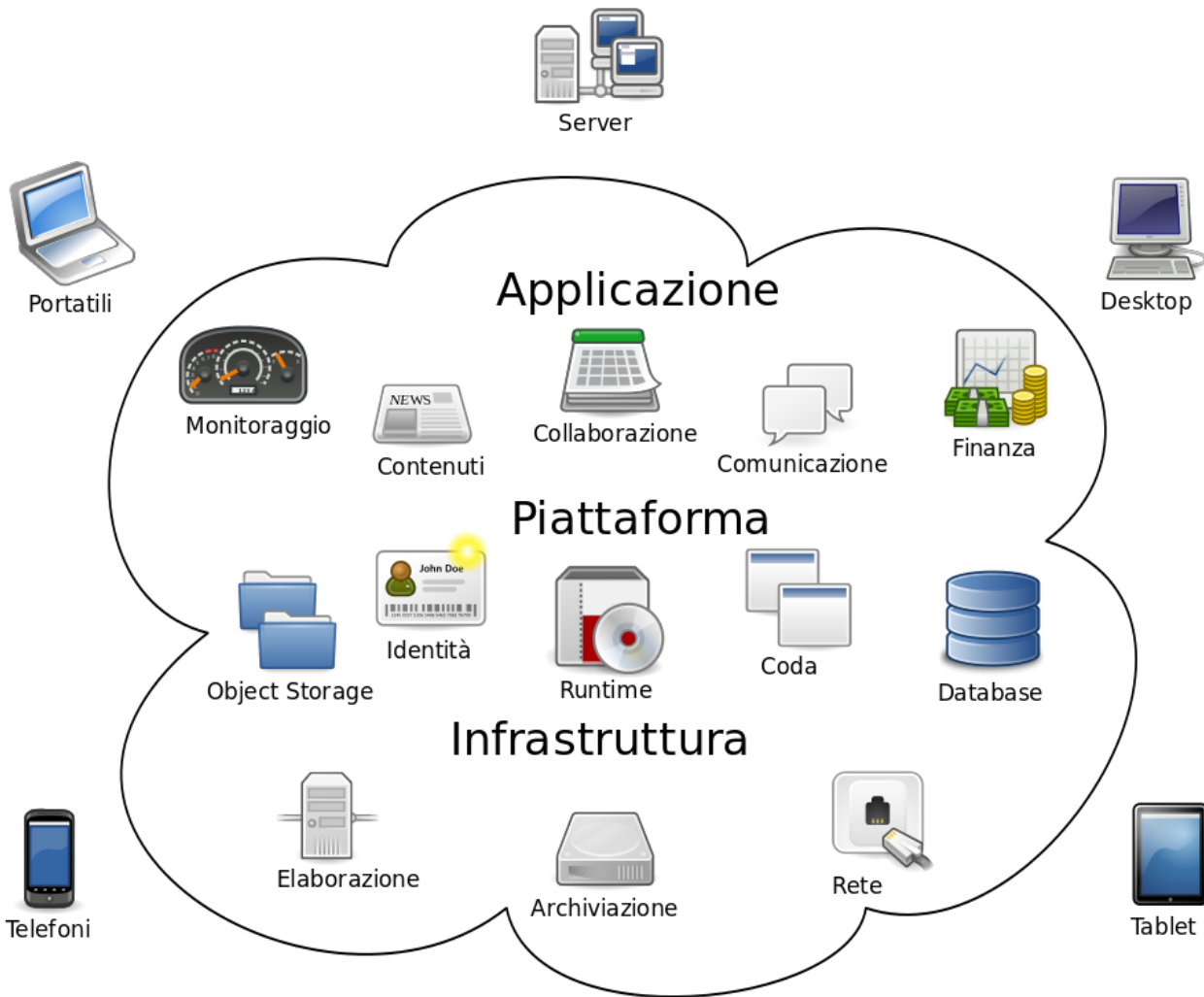
Internet of Things



In pratica, l'IoT può essere utilizzato per:

- Monitorare e controllare i sistemi di sicurezza in casa o in ufficio, come le videocamere, i sensori di movimento e le serrature intelligenti.
- Gestire i sistemi di automazione industriale, come le catene di montaggio, i sensori di temperatura e i robot.
- Migliorare la salute e il benessere delle persone, attraverso il monitoraggio dei parametri vitali, l'analisi del sonno e il controllo dei farmaci.
- Ottimizzare l'agricoltura, monitorando il suolo, l'acqua e l'aria, nonché la salute e il benessere degli animali.

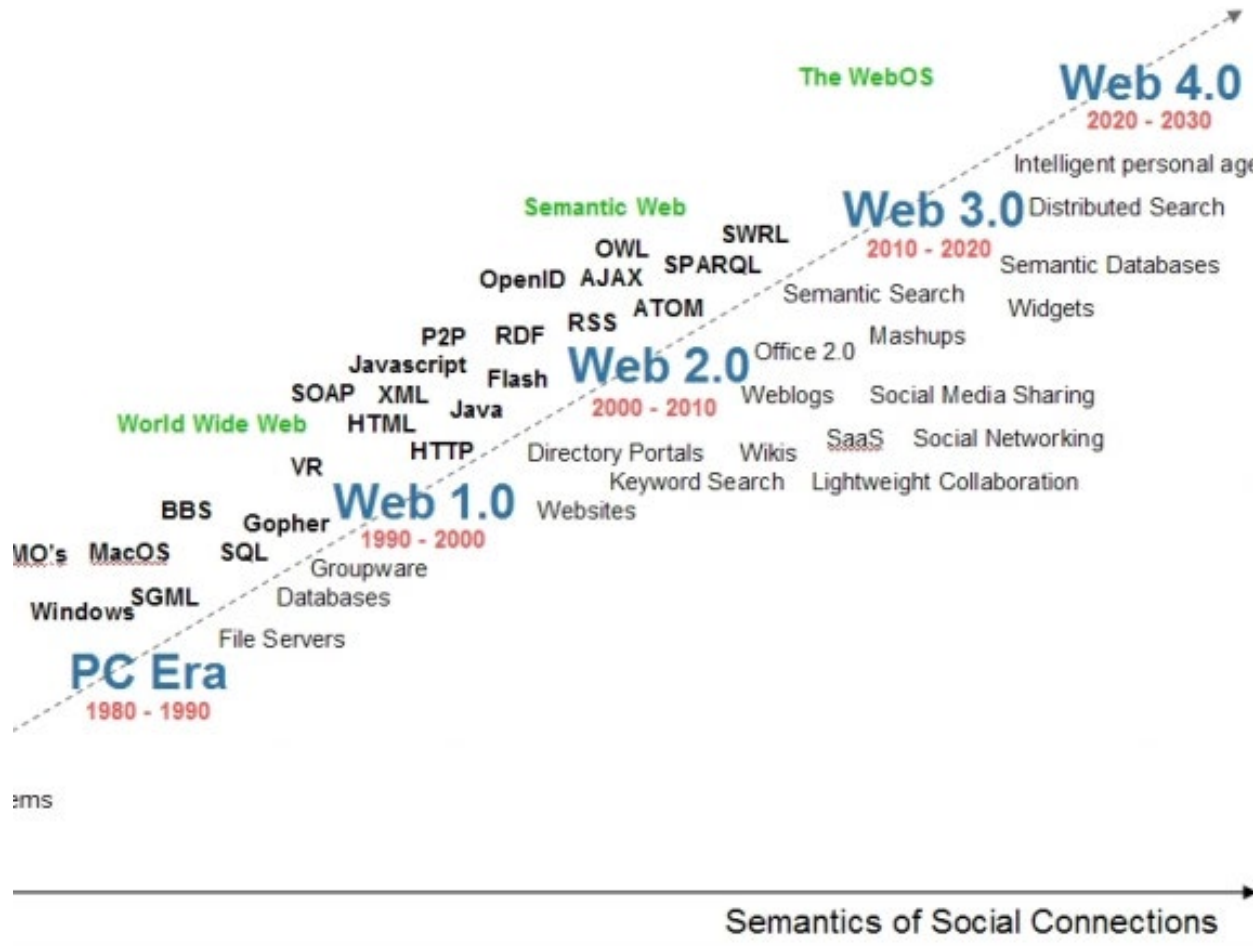
Quando queste tecnologie sono adottate all'interno delle città per farle funzionare meglio si parla di infrastrutture **Smart Cities**.



Cloud Computing

Il **Cloud Computing** è una tecnologia informatica che consente a delle aziende Provider di sfruttare la rete internet per distribuire risorse software e hardware.

Queste risorse possono includere server (i.e. server farm), storage di archiviazione (i.e. Google Drive, Google Photo, Amazon Photos), software (i.e. la Suite di produttività Microsoft 365), business intelligence (ossia tutti i processi e gli strumenti attraverso cui un'azienda può raccogliere dati di diversa natura per poterli analizzare), applicativi (i.e. per elaborazioni intensive nei settori della grafica e del 3D).



L'evoluzione del Web dal 2.0 al 4.0

Di pari passo con l'evoluzione della tecnologia del computer, va anche la tecnologia Web.

Anche per quanto riguarda il Web siamo solo agli inizi, ancora immersi nel Web 2.0 (il Web sociale o delle persone), ma abbiamo già un piede ben dentro il Web 3.0 (il Web semantico o dei dati, nel quale i contenuti del web sono compresi anche dalle macchine) e andiamo verso il Web 4.0 (il web degli agenti personali intelligenti e delle macchine intelligenti).

Il Web 3.0 o **Semantic Web** si riferisce a una visione del Web in cui i dati sono collegati e interpretati in modo semantico, in modo che le macchine possano comprendere e manipolare i dati. Ciò significa che il contenuto web sarebbe organizzato in modo strutturato cosicché le informazioni potrebbero essere interpretate in modo più preciso consentendo alle macchine di eseguire compiti più complessi, come la creazione di mappe concettuali o la risoluzione di problemi.



tiziano vecellio



Tutti Immagini Video Notizie Maps Altro Impostazioni Strumenti

Circa 9.740.000 risultati (0,92 secondi)

it.wikipedia.org > wiki > Tiziano_Vecellio

Tiziano Vecellio - Wikipedia

Tiziano Vecellio, noto semplicemente come Tiziano (Pieve di Cadore, 1488/1490 – Venezia, 27 agosto 1576), è stato un pittore italiano, cittadino della ...

[Opere di Tiziano](#) · [Tonalismo](#) · [Giorgione](#)

www.valcomelicodolomiti.it > arte-a-cultura > tiziano-v...

Tiziano Vecellio, biografia e opere - Val Comelico

Tiziano Vecellio, antico artista originario di Pieve di Cadore (provincia di Belluno) era uno straordinario pittore del 500 che ha lasciato un'importante eredità ...

www.arte.it > artista > tiziano-vecellio-detto-tiziano-7

Tiziano (Tiziano Vecellio) - Biografia, opere e mostre - Arte.it

Tiziano Vecellio (Pieve di Cadore 1490 - Venezia 1576), Autoritratto, 1550-1562 circa, Olio su tela, 96 x 75 cm, Berlino Gemädegalerie. Biografia.

www.raicultura.it > arte > foto > 2019/05 > Tiziano-Ver...

Tiziano Vecellio - Arte - Rai Cultura

Così scrisse Giorgio Vasari nel 1568 di **Tiziano Vecellio**, che tra gli artisti del Rinascimento è senz'altro uno dei più famosi e celebrati. Nacque a Pieve di ...

www.tizianovecellio.it > tiziano

Tiziano Vecellio - Fondazione Centro Studi Tiziano e Cadore

Tiziano Vecellio. 1483/85-1488/90. Tiziano nasce a Pieve di Cadore: la data, compresa tra questi anni e non documentata, resta assai discussa.

www.settemuse.it > pittori_scutori_italiani > tiziano

TIZIANO VECCELLIO pittore biografia opere -1- - Settemuse

Tiziano Vecellio: biografia, dipinti, foto per sfondi desktop, capolavori, libri su Tiziano, prima pagina.

www.georgefflorini.eu > arte-tiziano

Biografie dei grandi artisti - La vita e le opere di Tiziano Vecellio

Tiziano Vecellio nacque a Pieve di Cadore tra il 1473 ed il 1490 (l'esatta data è incerta e fonte di corposo dibattito da secoli), nell'odierna provincia di Belluno ...

www.treccani.it > enciclopedia > tiziano-vecellio

Tiziano Vecellio nell'Enciclopedia Treccani

Tiziano (-zz-) Vecellio. - Pittore (Pieve di Cadore 1488-90 - Venezia 1576). Per via della discordanza delle fonti la data di nascita di **Tiziano Vecellio**, ...

www.studiarapido.it > Arte

Tiziano Vecellio biografia e opere - Studia Rapido

31 lug 2020 — **Tiziano Vecellio** nasce a Pieve di Cadore, una piccola cittadina della Repubblica veneziana, intorno al 1480. Si trasferisce giovanissimo a ...



Tiziano Vecellio

Pittore

Tiziano Vecellio, noto semplicemente come Tiziano, è stato un pittore italiano, cittadino della Repubblica di Venezia, importante esponente della scuola veneziana. [Wikipedia](#)

Nascita: 1490, Pieve di Cadore

Morte: 27 agosto 1576, Venezia

Luogo di esposizione: National Gallery, National Gallery of Art, ALTRO

Periodi: Manierismo, Alto Rinascimento, Rinascimento italiano, Rinascimento, Pittura veneta

Luogo di sepoltura: Basilica S.Maria Gloriosa dei Frari, Venezia

Figli: Orazio Vecellio, Lavinia Vecellio, Emilia Vecellio, Pomponio Vecellio

Serie: Danae, Undici Cesari, Cierniem koronowanie

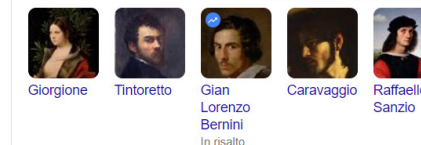
Opere d'arte

Visualizza altri 15 elementi



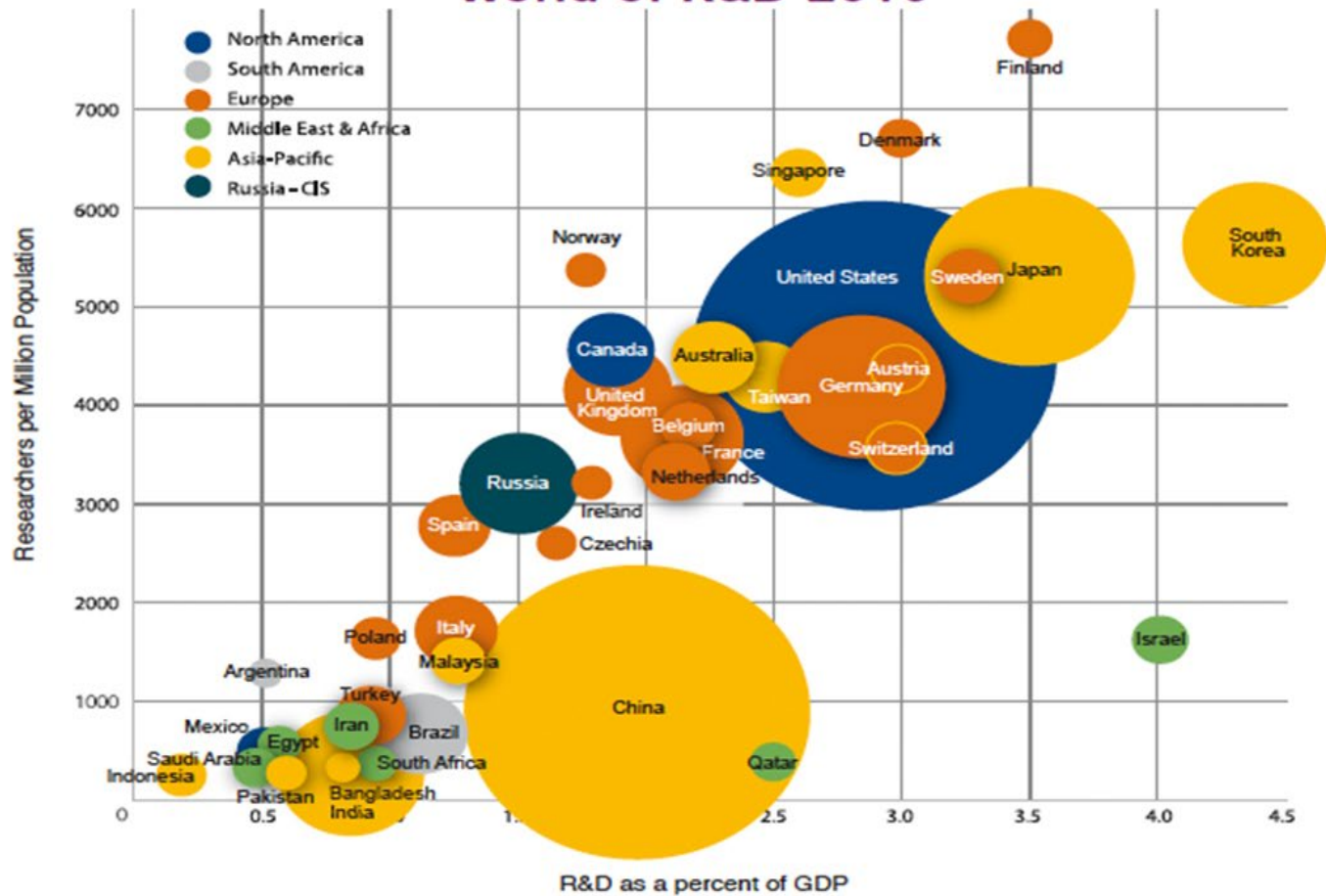
Ricerche correlate

Visualizza altri 15 elementi



Send feedback

World of R&D 2019



SD Magazine Survey 2018, World Bank, International Monetary Fund, CIA Fact Book, OECD

Ricerca e Sviluppo

Oggi vediamo che c'è un gran fermento verso l'innovazione, anche nel campo ICT, e per rendercene conto basta guardare quali investimenti si stanno riversando a livello europeo e mondiale su: intelligenza artificiale, sicurezza informatica, cloud computing, big data, quantum computing.

Su AI e Quantum Computing si sta combattendo una Cold-War per la supremazia tecnologica mondiale.

Prossimo Capitolo – Algoritmi e Computer

- Nel prossimo capitolo vedremo alcune cose basilari dell'Informatica, e cominceremo a capire cosa è un computer, come è fatto e come funziona:
 - Il concetto di Algoritmo
 - Hardware e Software
 - I concetti di BIT e di BYTE
 - L'Architettura del computer