

PARTE III: La computazione elettronica: concetti, storia, sistemi moderni

LE ORIGINI: LA MACCHINA DI TURING

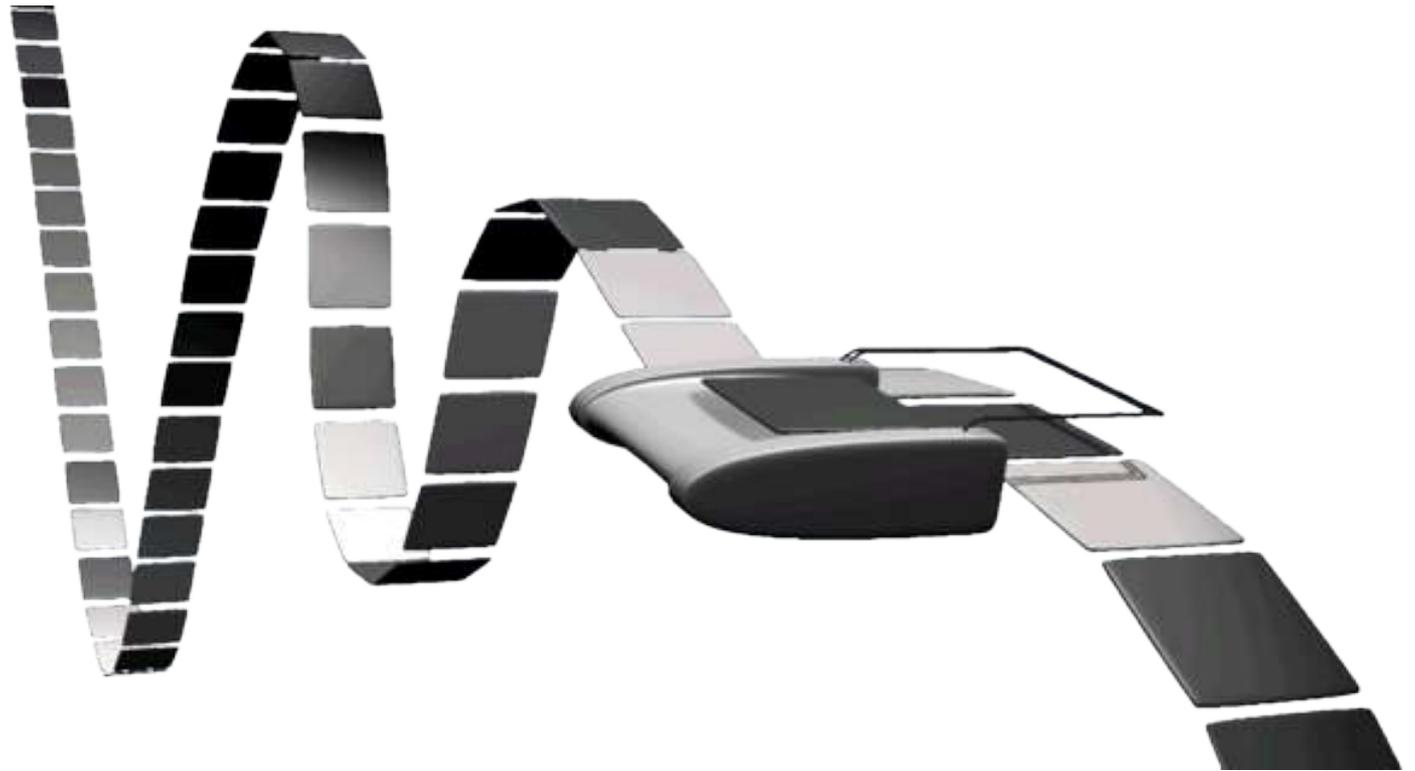
- Una descrizione estremamente astratta delle attività del computer che però cattura il suo funzionamento fondamentale
- Basata su un'analisi di cosa fa un calcolatore (umano o macchina)

CPU E MEMORIA NELLA MACCHINA DI TURING

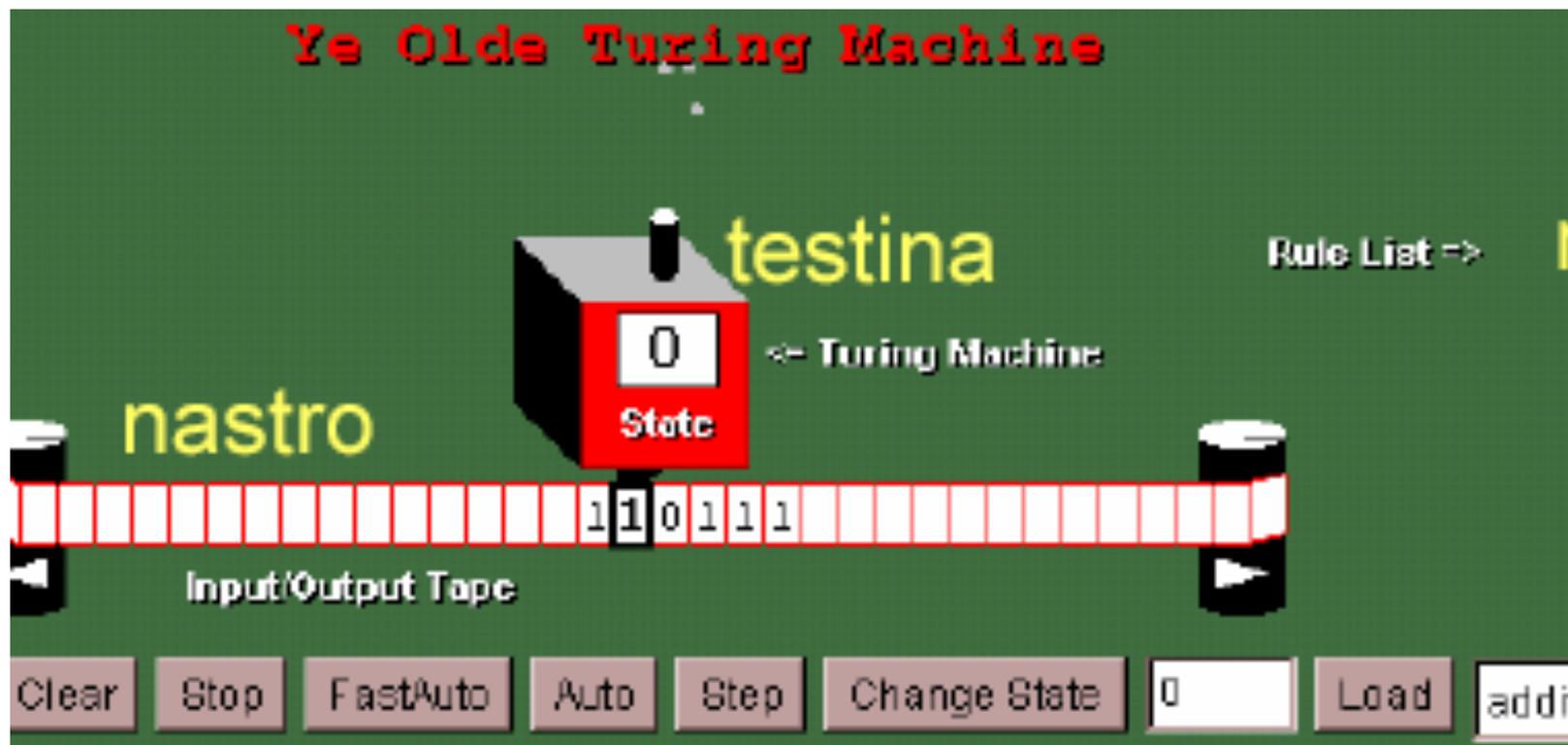
In una macchina di Turing abbiamo:

- Una 'CPU':
 - Un PROGRAMMA: un insieme di regole che determinano il comportamento della testina a partire dal suo stato e dal simbolo letto (= sistema operativo)
 - una testina che si trova in ogni momento in uno fra un insieme limitato di stati interni e che si muove sul nastro, leggendo e se del caso modificando il contenuto delle cellette
- Una 'MEMORIA':
 - un nastro di lunghezza indefinita, suddiviso in cellette che contengono simboli (ad es. '0' e '1');

LA MACCHINA DI TURING



FUNZIONAMENTO DI UNA MACCHINA DI TURING



MACCHINA DI TURING UNIVERSALE

- Nelle macchine di Turing piu' semplici, si trova una distinzione molto chiara tra PROGRAMMA (= gli stati) e DATI (= contenuto del nastro)
- Turing pero' dimostro' che era possibile mettere anche il programma sul nastro, ed ottenere una macchina di Turing 'universale' – che LEGGEVA sul nastro la prossima istruzione da eseguire prima di leggere i DATI su cui occorreva eseguirla
- I computer moderni sono macchine di Turing universali.

ALCUNI RISULTATI DIMOSTRATI USANDO IL MODELLO DI TURING

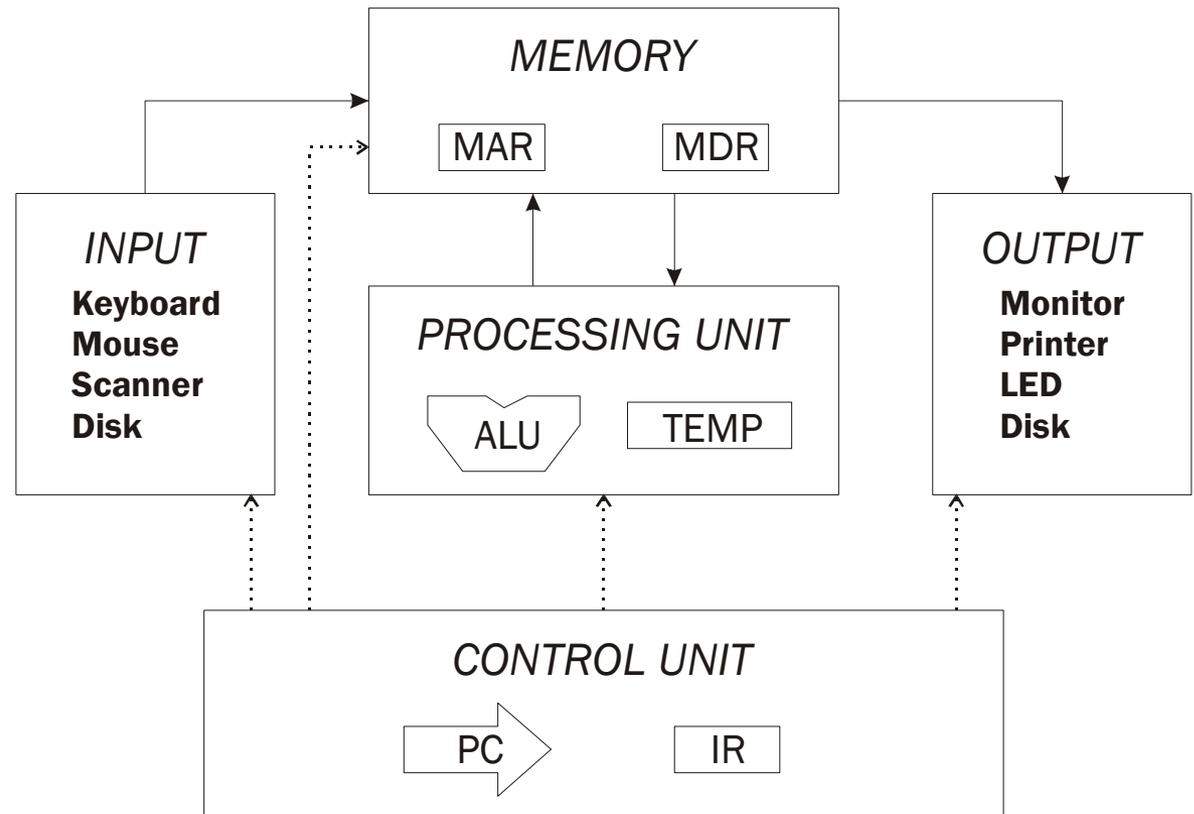
- Non tutte le funzioni sono CALCOLABILI
 - Ovvero: non e' possibile scrivere un algoritmo per risolvere qualunque problema in modo ESATTO ed in tempo FINITO
- IL PROBLEMA DELL'ARRESTO (HALTING PROBLEM): non e' possibile dimostrare che una macchina di Turing universale si fermerà' o no su un programma specifico
- Questi risultati valgono per qualunque calcolatore, ammesso che valga la TESI DI CHURCH-TURING

DALLA MACCHINA DI TURING ALLA MACCHINA DI VON NEUMANN

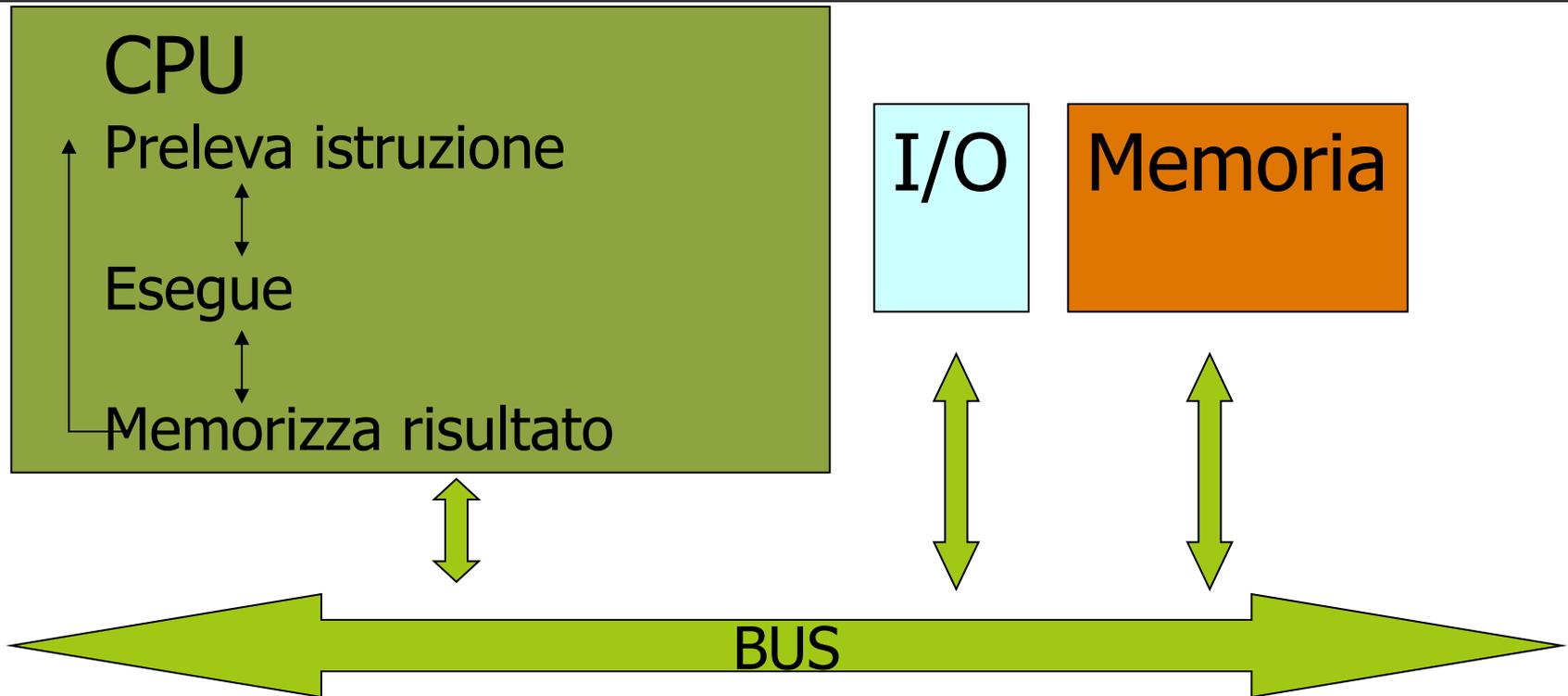
- La macchina di Turing aiuta a capire come sia possibile manipolare informazione in base a un programma, leggendo e scrivendo due soli simboli: '0' e '1'
- Da questo punto di vista, pur essendo un dispositivo ideale, la macchina di Turing è strettamente imparentata col computer

Dalla macchina di Turing alla CPU

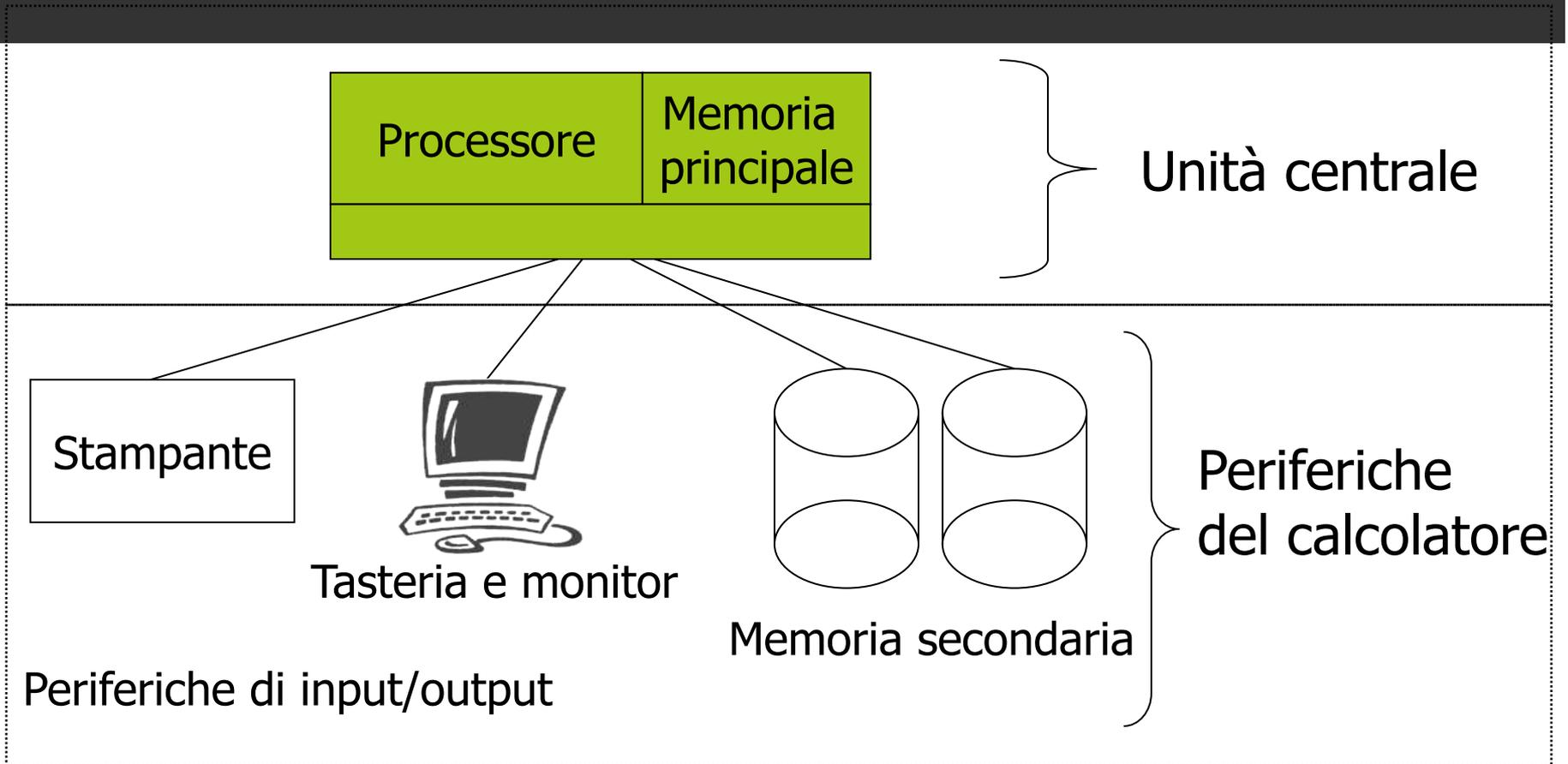
- Un passo ulteriore, volendoci avvicinare al funzionamento di un vero computer, è costituito dalla **MACCHINA DI VON NEUMANN**



ARCHITETTURA DI VON NEUMANN: UNITA' CENTRALE



UNITA' CENTRALE E PERIFERICHE

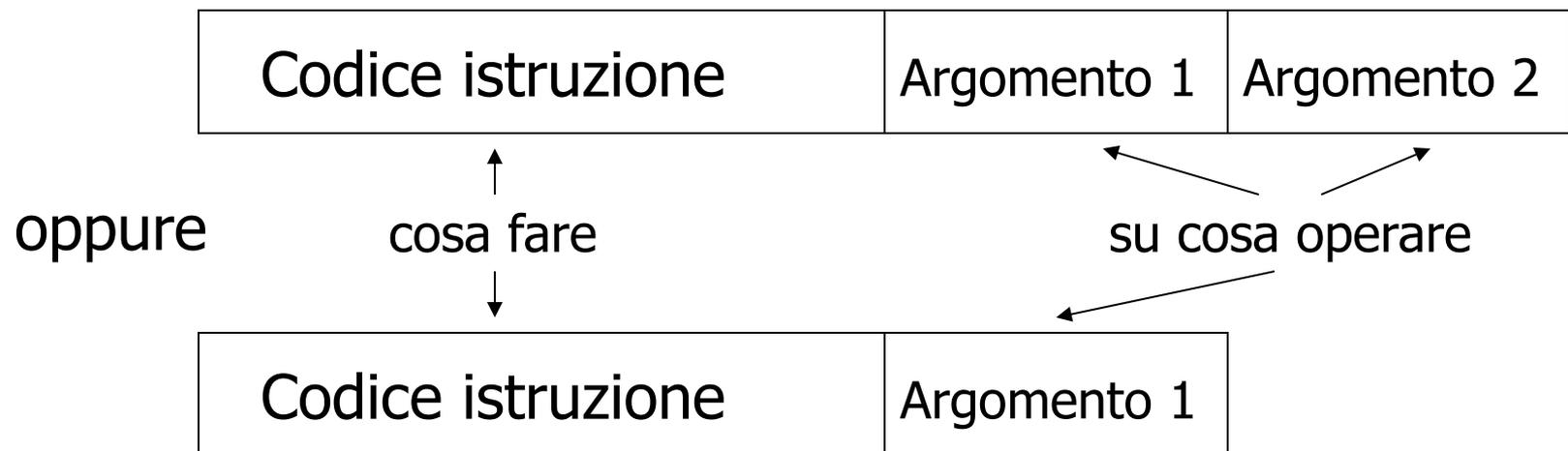


CODICE PER I PROGRAMMI: Istruzioni macchina

- I programmi: sequenze di istruzioni elementari (somma due numeri, confronta due numeri, leggi/scrivi dalla memoria, ecc.)
- Per ogni tipo di processore è definito un insieme di istruzioni, chiamate **istruzioni macchina**
 - Ognuna delle quali corrisponde ad un'operazione elementare
 - Le operazioni più complesse possono essere realizzate mediante sequenze di operazioni elementari

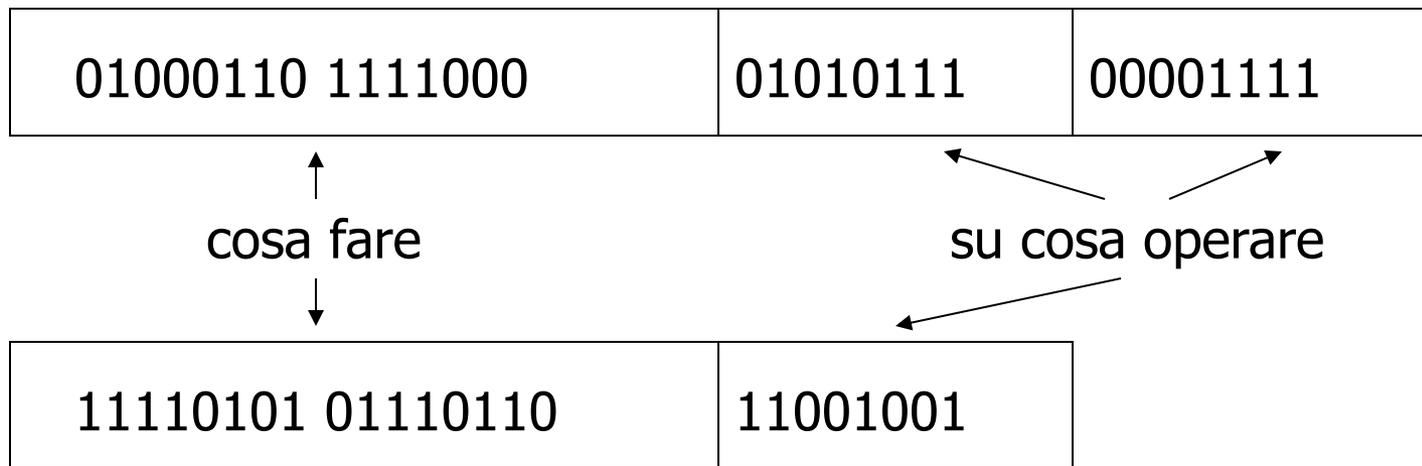
Istruzioni macchina

- Le istruzioni possono avere formati diversi - per esempio:



Istruzioni macchina

■ Per esempio:



Linguaggio macchina

- Il linguaggio in cui si scrivono queste istruzioni prende il nome di **linguaggio macchina**
 - Una sequenza di tali istruzioni prende il nome di **programma in linguaggio macchina**
- Il ruolo del processore:
 - Eseguire programmi in linguaggio macchina

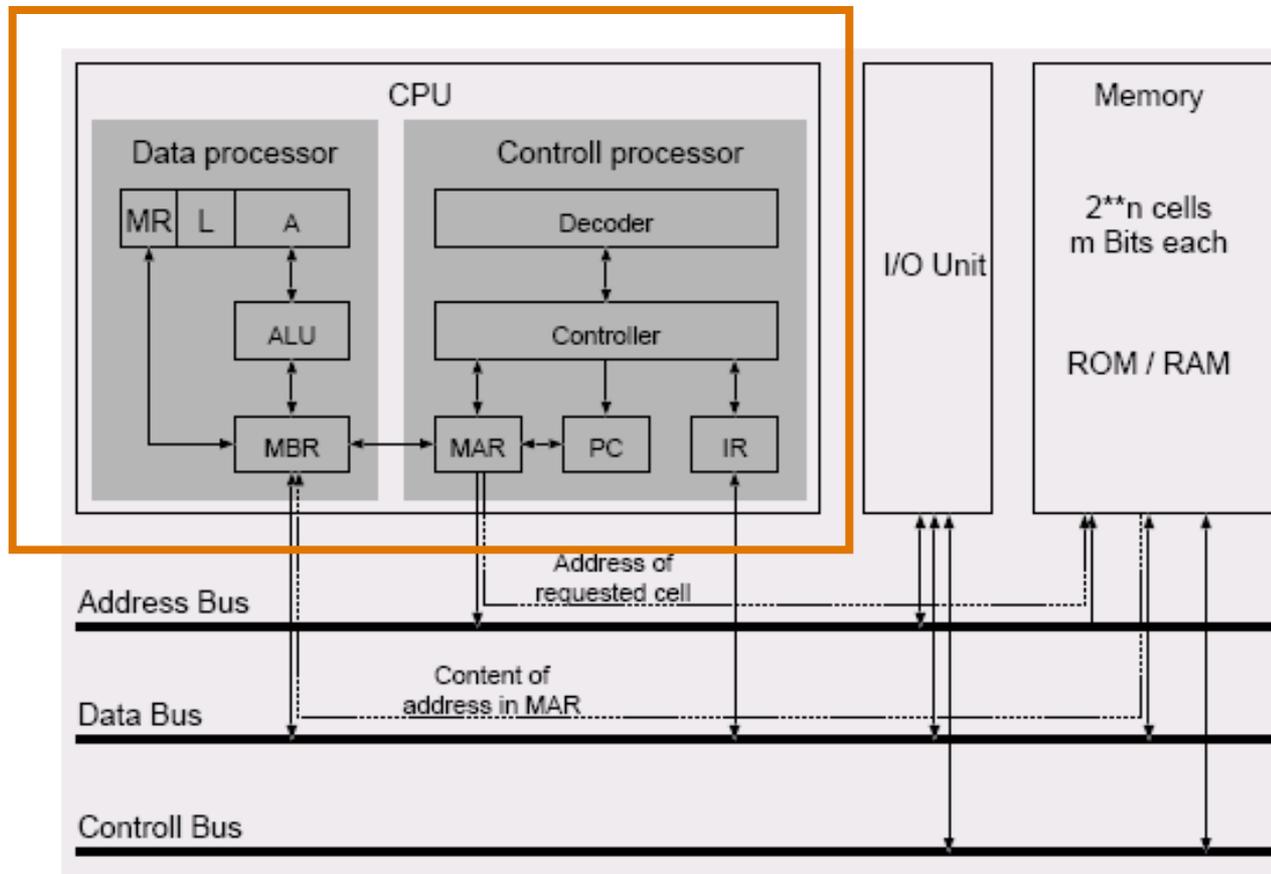
I programmi e i processori

- Ogni tipo di processore è in grado di eseguire un numero limitato di istruzioni
- Combinando in modo diverso sequenze anche molto lunghe di istruzioni si possono far svolgere al computer molti compiti diversi

I programmi e i processori

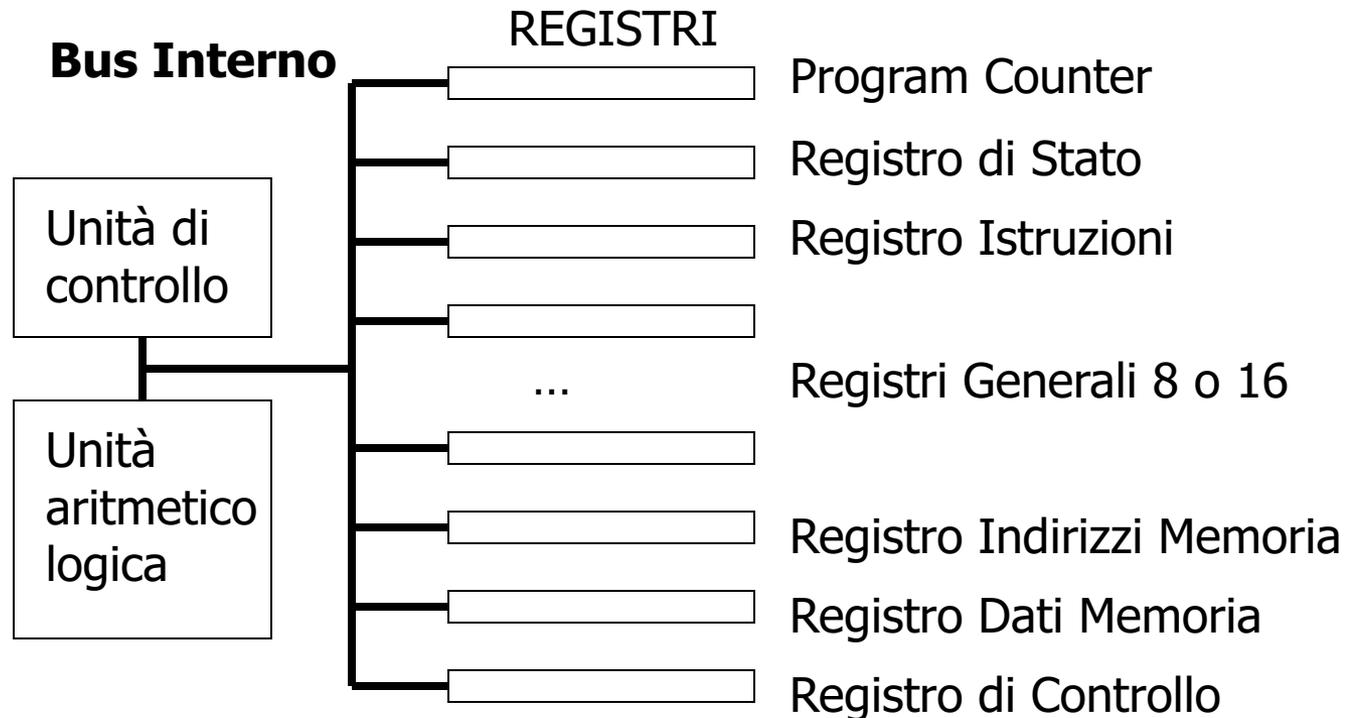
- Famiglie di processori: Intel, Motorola, Sun
- Processori della stessa famiglia possono eseguire gli stessi programmi scritti in linguaggio macchina (ma non sempre)
- Processori di famiglie diverse **non** possono eseguire gli stessi programmi scritti in linguaggio macchina
 - Le istruzioni che “capiscono” sono diverse
- Attenzione! Stiamo considerando il livello delle istruzioni macchina

MACCHINA DI VON NEUMANN: IL PROCESSORE (CPU)



Componenti del processore (CPU)

- La CPU è costituita da componenti diversi che svolgono compiti diversi



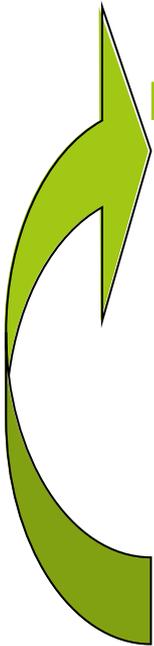
Registri

- ▣ I registri sono delle unità di memoria estremamente veloci
- ▣ Sono usate per mantenere le informazioni di necessità immediata per il processore
- ▣ Le dimensioni dei registri variano da 16, 32, 64 bit
 - ▣ Sono una parte fondamentale del processore

Unità di controllo

- L'unità di controllo è la parte più importante del processore
 - Esegue le istruzioni dei programmi
 - Coordina le attività del processore
 - Controlla il flusso delle istruzioni tra il processore e la memoria

Unità di controllo



- Svolge la sua attività in modo ciclico
 - Preleva dalla memoria principale la “prossima” istruzione da eseguire
 - Preleva gli operandi specificati nell’istruzione
 - Decodifica ed esegue l’istruzione
 - Ricomincia

Unità aritmetico logica

- L'Unità aritmetico logica si occupa di eseguire le operazioni di tipo aritmetico/logico
 - Somme, sottrazioni, ..., confronti, ...
- Preleva gli operandi delle operazioni dai Registri Generali
- Deposita il risultato delle operazioni nei Registri Generali
- Insieme all'unità di controllo collabora al completamento di un *ciclo* della macchina

Clock



- ▣ Abbiamo visto che il processore svolga la sua attività in modo ciclico
 - ▣ Ad ogni ciclo corrisponde l'esecuzione di un'operazione elementare (un'istruzione macchina)
- ▣ Il **clock** fornisce una cadenza temporale per l'esecuzione delle operazioni elementari
- ▣ La frequenza del clock indica il numero di operazioni elementari che vengono eseguite nell'unità di tempo

Clock



- Consideriamo una ipotesi semplificata in cui ogni battito di clock corrisponde esattamente l'esecuzione di una sola istruzione macchina
 - La frequenza del clock indica il numero di operazioni elementari che vengono eseguite nell'unità di tempo
 - Per esempio: il clock che ha circa 66 milione battiti per secondo → il computer può eseguire circa 66 milione operazioni per secondo

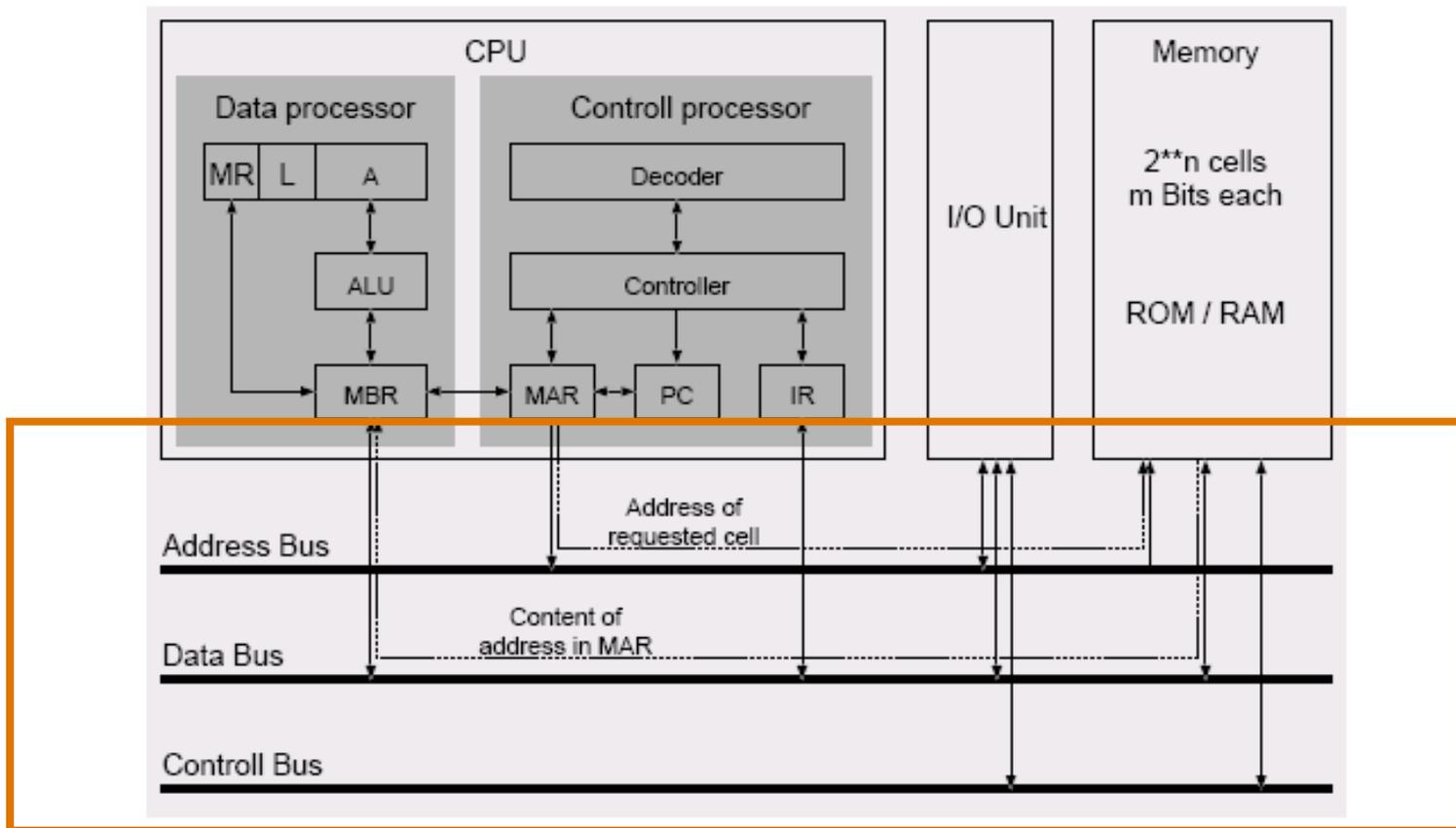
Clock

- In realtà, questa ipotesi non è sempre vero
 - L'esecuzione di una istruzione può richiedere più battiti di clock
 - Oppure nello stesso ciclo di clock si possono eseguire (parti) di istruzioni diverse
 - Dipende dal tipo di processore
- Per esempio:
 - Il processore Intel 80286 richiede 20 battiti del clock per calcolare la moltiplicazione di due numeri
 - Il processore Intel 80486 può calcolare la moltiplicazione di due numeri usando solo un battito del clock

Clock

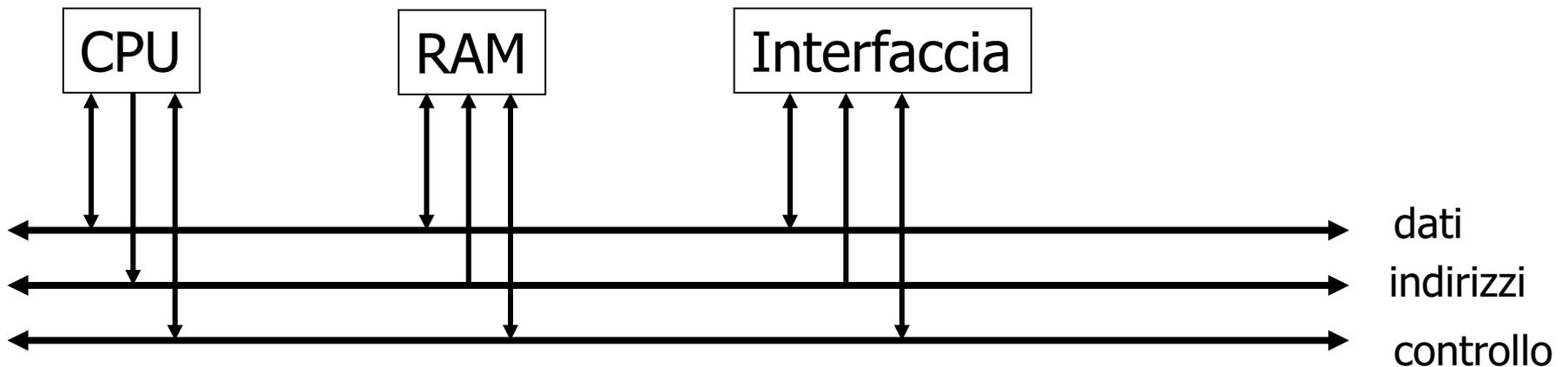
- La frequenza del clock si misura in:
 - MHz (1 MHz corrisponde circa a un milione di istruzioni elementari/battiti al secondo)
 - GHz (1 GHz corrisponde circa a un miliardo di istruzioni elementari/battiti al secondo)
- Per esempio: se acquistate un calcolatore e vi dicono che ha un processore a 3 GHz
 - Vuol dire che il processore è in grado di eseguire (circa) 3 miliardi di istruzioni al secondo

MACCHINA DI VON NEUMANN: I BUS



BUS

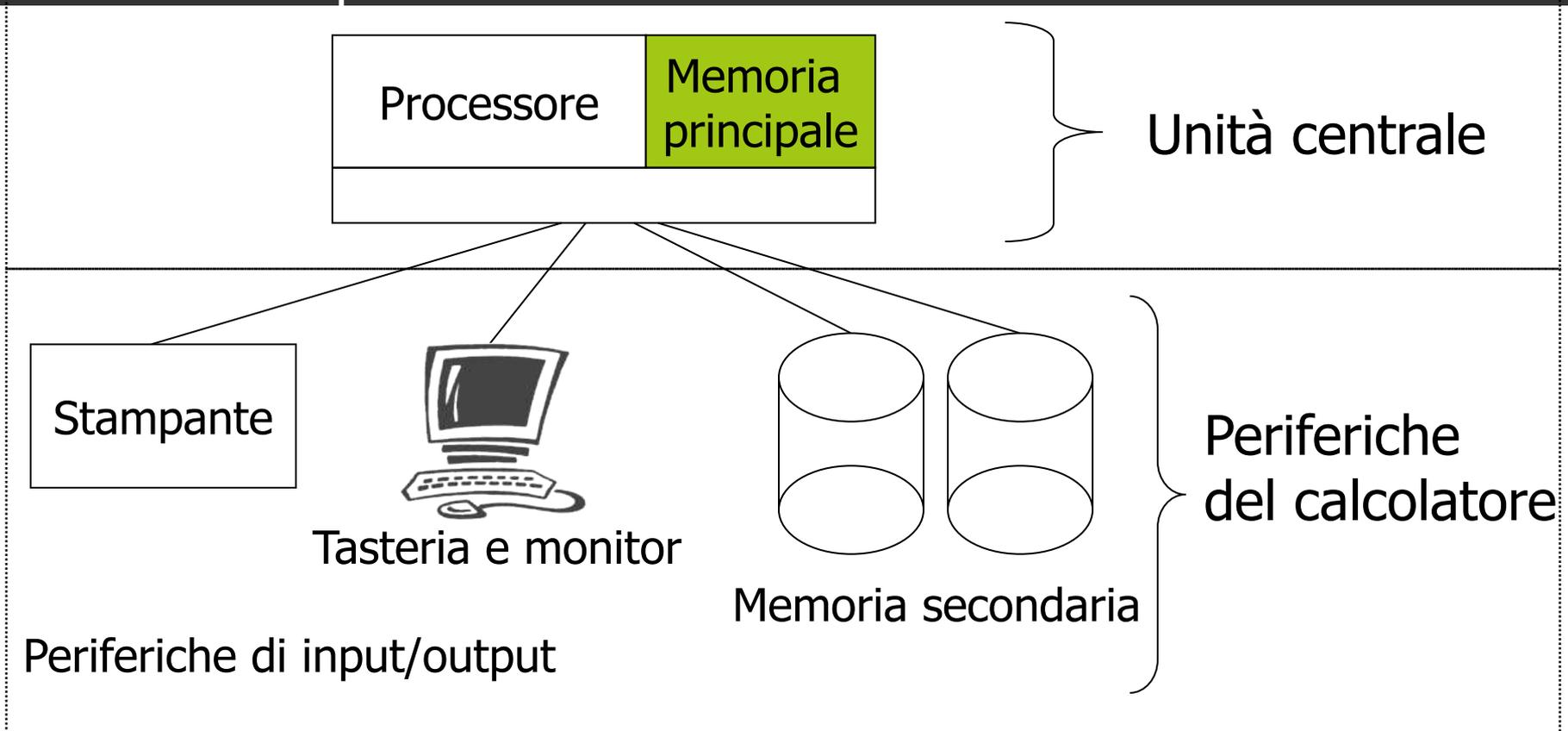
- Permette la **comunicazione** tra i vari componenti dell'elaboratore



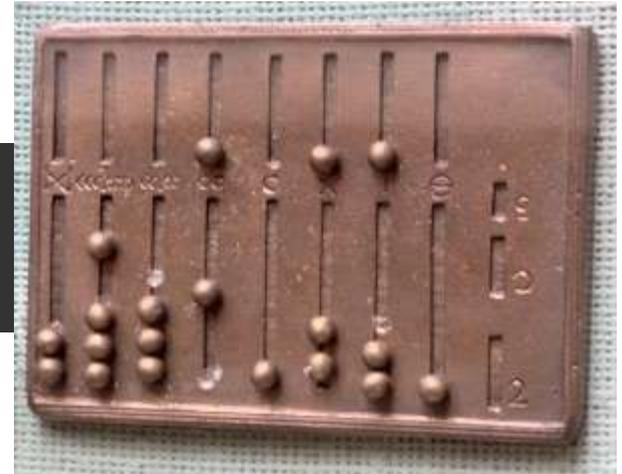
Architettura dei computer

- Un computer deve:
 - elaborare l'informazione
 - usando il processore (Central Processing Unit - CPU)
 - memorizzare l'informazione
 - usando la memoria principale (RAM)
 - usando la memoria secondaria
 - fare l'input/output dell'informazione
 - usando i dispositivi di input/output

Componenti principali di un computer

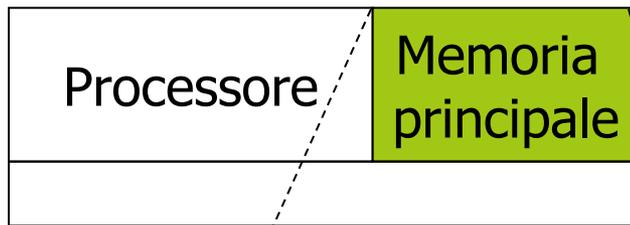


Tally stick & Abacus



Medieval English split tally stick ([front and reverse](#) view). The stick is notched and inscribed to record a debt owed to the [rural dean](#) of [Preston Candover](#), Hampshire, of a [tithe](#) of 20^d each on 32 sheep, amounting to a total sum of £2 13s. 4d.

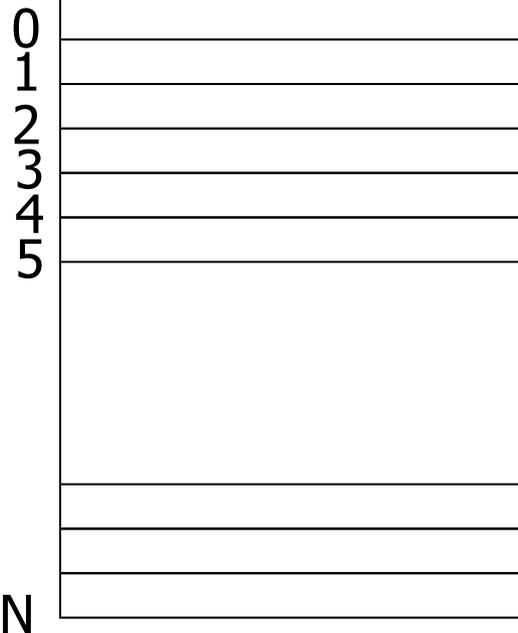
Componenti principali di un computer



} Unità centrale

Insieme al processore
forma l'Unità Centrale
di un elaboratore

Conserva i
programmi e i dati
usati dal processore



Sequenza di celle

– Ad ogni cella è
associato un **indirizzo**
(un numero progressivo
a partire da 0)

Memoria principale (RAM)



- Perché si chiama RAM (Random Access Memory)?
 - Si può accedere direttamente alle varie celle, una volta noto il loro indirizzo
 - Il tempo necessario per accedere ad una cella è lo stesso, indipendentemente dalla posizione della cella nella sequenza
 - Il termine “random” (casuale) indica proprio il fatto che non vi sono differenze nell’accesso alle varie celle della memoria

Memoria principale (RAM)



- Alcune proprietà della memoria principale
 - **Veloce**: per leggere/scrivere una cella ci vuole un *tempo di accesso* dell'ordine di poche decine di nanosecondi (millesimi di milionesimi di secondo = 10^{-9} sec.)
 - **Volatile**: è fatta di componenti elettronici, togliendo l'alimentazione si perde tutto
 - (Relativamente) **costosa**

Memoria principale (RAM)

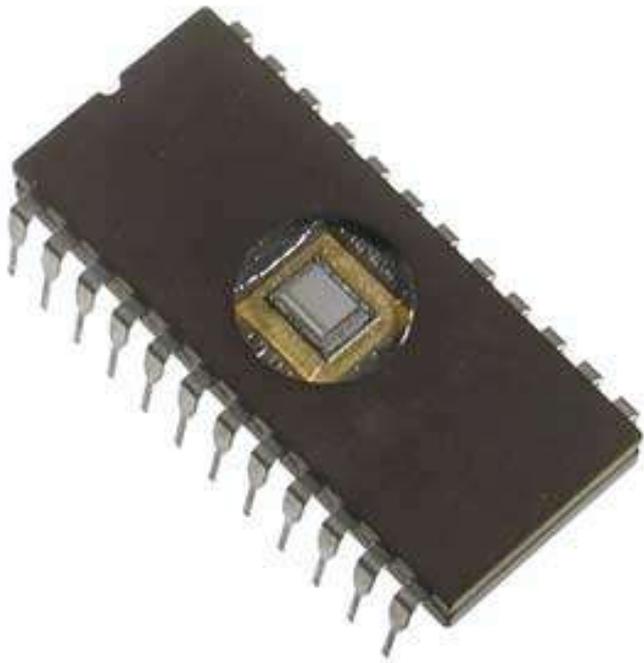


- Ogni calcolatore usa un numero di bit costante per rappresentare gli indirizzi
- Maggiore è il numero di bit usati, maggiore sarà il numero di celle indirizzabili: *spazio di indirizzamento*
 - Se si usano 16 bit per codificare gli indirizzi, si potranno indirizzare fino a 65.536 celle (circa 64 KB di memoria, nell'ipotesi di celle di memoria di 1 byte)
 - Con 32 bit si potranno indirizzare fino a 4.294.967.296 celle (circa 4 GB di memoria)

Memoria principale (RAM)

- Se acquistate un computer e vi dicono che ha una RAM di 128 MB, vi stanno specificando le dimensioni della memoria principale
- All'aumentare delle dimensioni della memoria principale aumenta il numero di programmi che possono essere “contemporaneamente” attivi

Memoria di sola lettura (ROM)



- ❑ Non può essere modificata
- ❑ A differenza della RAM **non** è volatile
- ❑ Veloce quasi come la RAM
- ❑ Contiene le informazioni di inizializzazione usate ogni volta che si accende l'elaboratore (bootstrap)

Memoria di sola lettura (ROM)



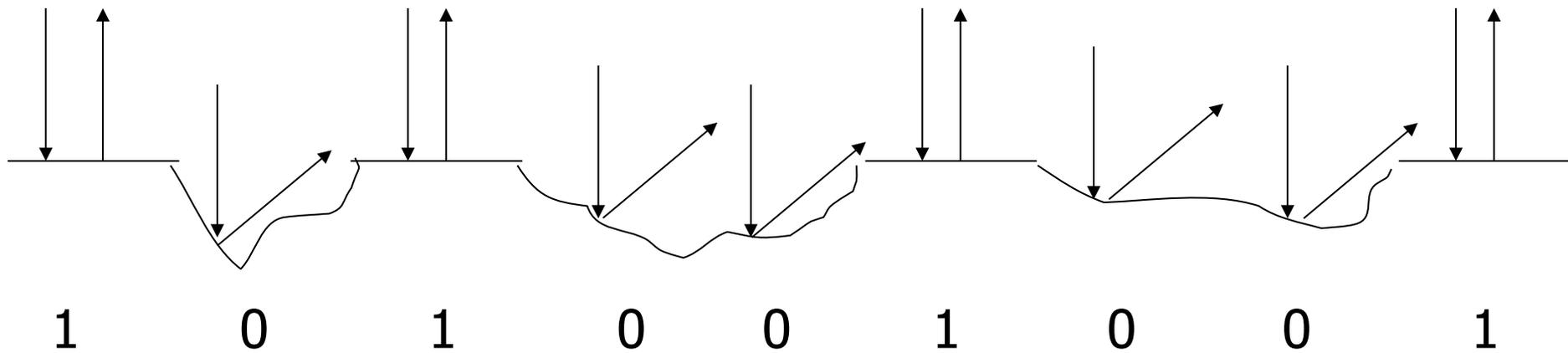
Memoria cache

- Livello di memoria **intermedio** tra i registri e la RAM
 - Memorizza i dati usati più spesso senza doverli recuperare tutte le volte dalla RAM (che è più lenta)
 - Influisce moltissimo sulle prestazioni e sul costo della CPU (e quindi del computer)
- È molto più costosa della RAM

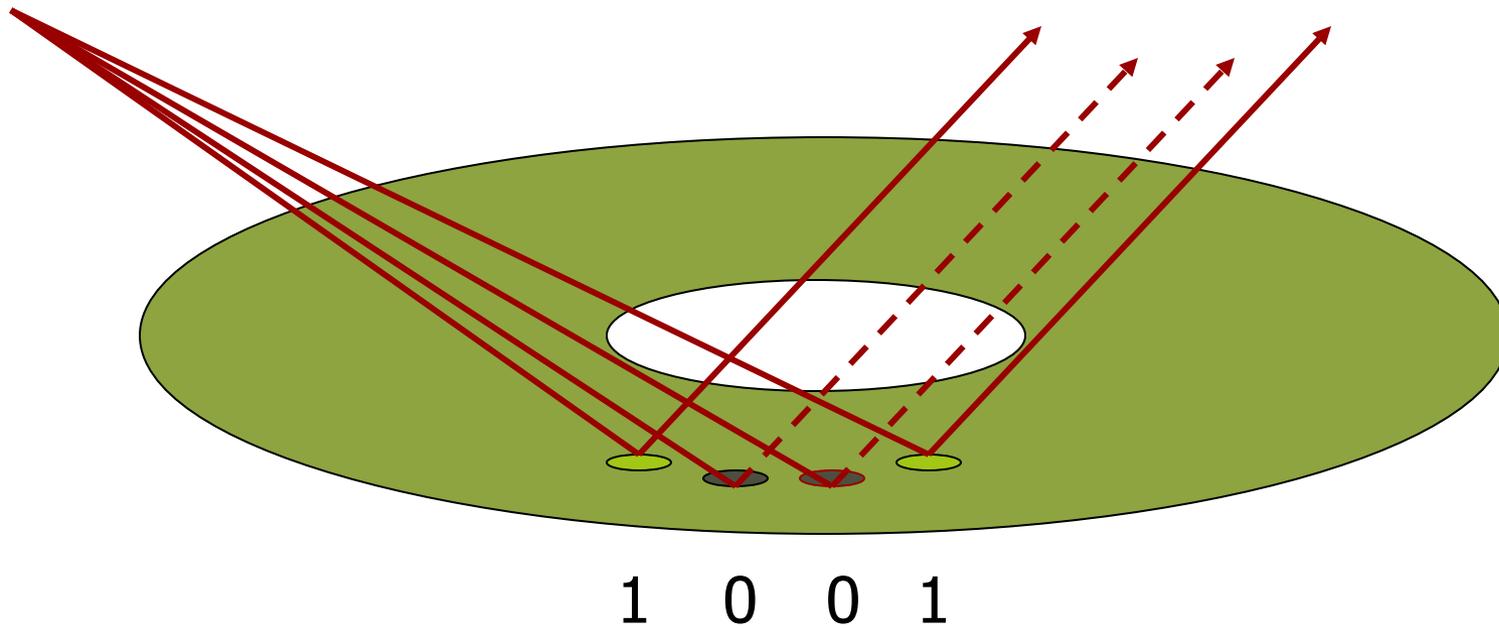
Memoria cache

- In genere è interna al processore (cache L1)
- Esiste anche una cache secondaria (L2) esterna al processore
- Le sue dimensioni tipiche vanno dai 256KB a 1MB

La memoria ottica



La memoria ottica



I dischi ottici

- CD-ROM (CD-ROM ovvero Compact Disk Read Only Memory): consentono solamente operazioni di lettura
 - Poiché la scrittura è un'operazione che richiede delle modifiche fisiche del disco
 - Vengono usati solitamente per la distribuzione dei programmi e come archivi di informazioni che non devono essere modificate
- CD-R: possono essere scrivibili una sola volta
- CD-RW: riscrivibili; basati su più strati di materiale

I dischi ottici

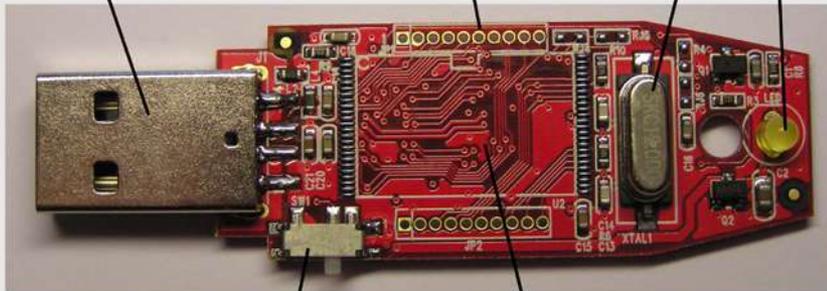
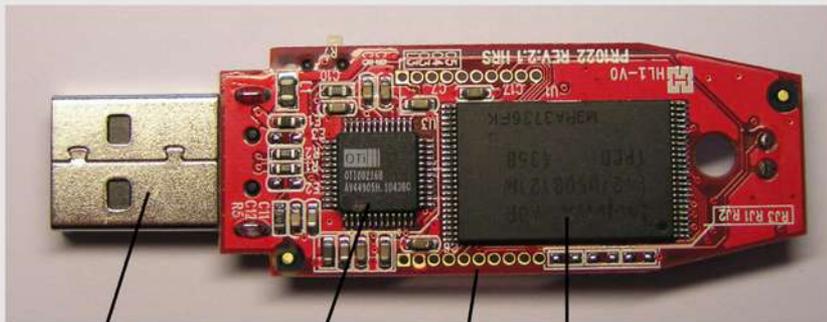
- Hanno un *capacità* di memorizzazione *superiore* rispetto ai dischi magnetici estraibile
 - Normalmente 650 MB - 700 MB
- Hanno costo inferiore rispetto ai dischi magnetici, sono più affidabili e difficili da rovinare

Memory card/USB flash drive

- Diffusi in vari formati e con vari nomi (memory card, compact flash, memory pen, memory stick, USB flash drive, USB stick, ...)
- Nati del mondo delle immagini digitali (per fotocamere e telecamere) come supporto interno estraibile
- Medie dimensioni: normalmente 64 MB – 1 GB
- USB flash drive, USB stick: utilizzabile sulle porte USB di un personal computer
- Più veloce dei floppy disk, e facilmente trasportabili



Memory card/USB flash drive

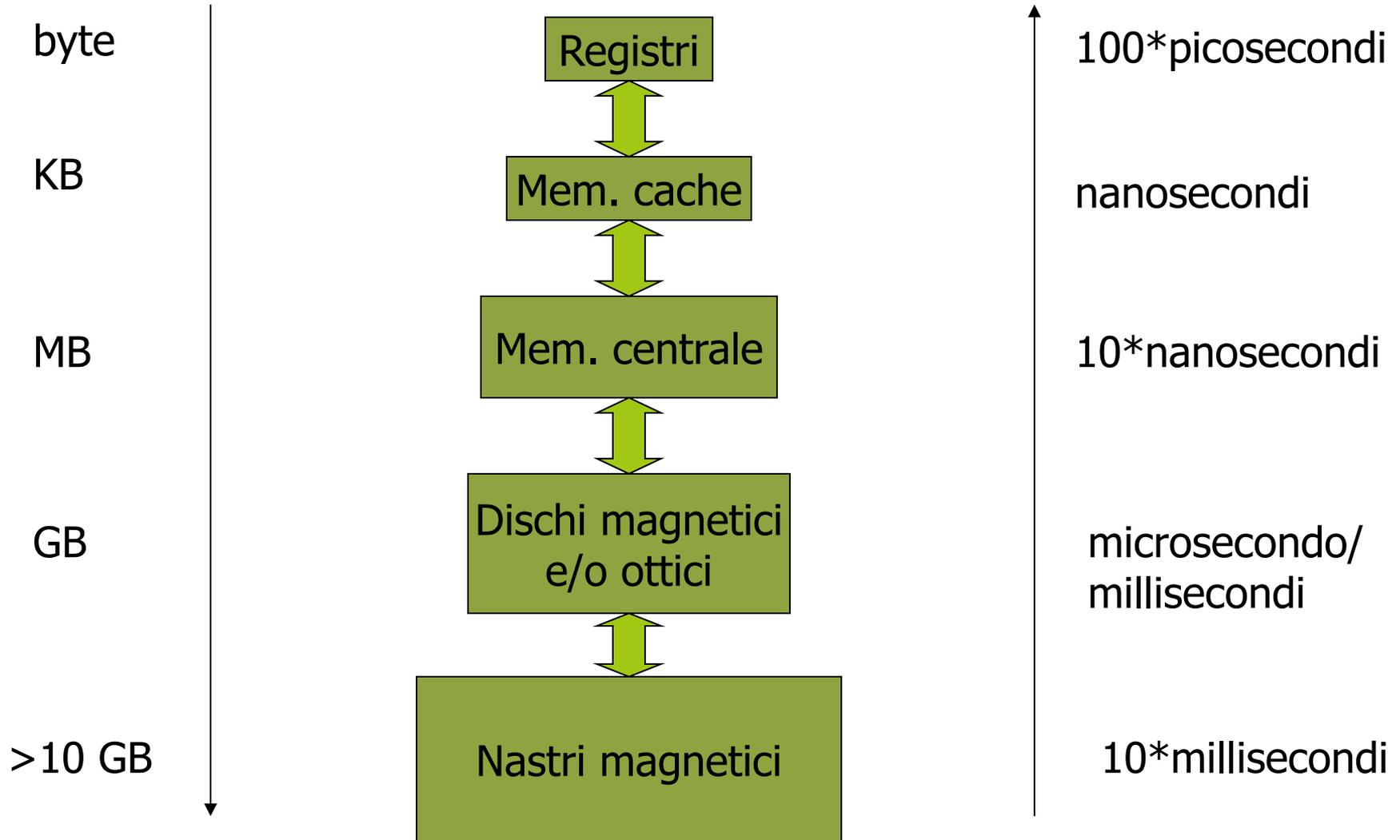


1	USB Standard-A, "male" plug
2	USB mass storage controller device
3	Test point
4	<u>Flash memory chip</u>
5	<u>Crystal oscillator</u>
6	<u>LED</u> (Optional)
7	<u>Write-protect</u> switch (Optional)
8	Space for second flash memory chip

Unità di misura

- Floppy disk da 3,5 pollici di diametro, capacità 1.44 MB
- Dischetti ad alta capacità, Iomega Zip (100 – 750 MB), LS-120 (120 MB)
- Memory card/USB flash drive: 64 MB – 1 GB
- Hard disk, vari GB di memoria
- CD-ROM, 650 MB - 700 MB
- DVD, da 4.7 fino a 17 GB di memoria
- Nastri magnetici, usati solo per funzioni di *backup*

Aumenta la capacità memorizzazione



Aumenta la velocità di accesso

STORIA DEI CALCOLATORI, II: ELABORAZIONE MECCANICA

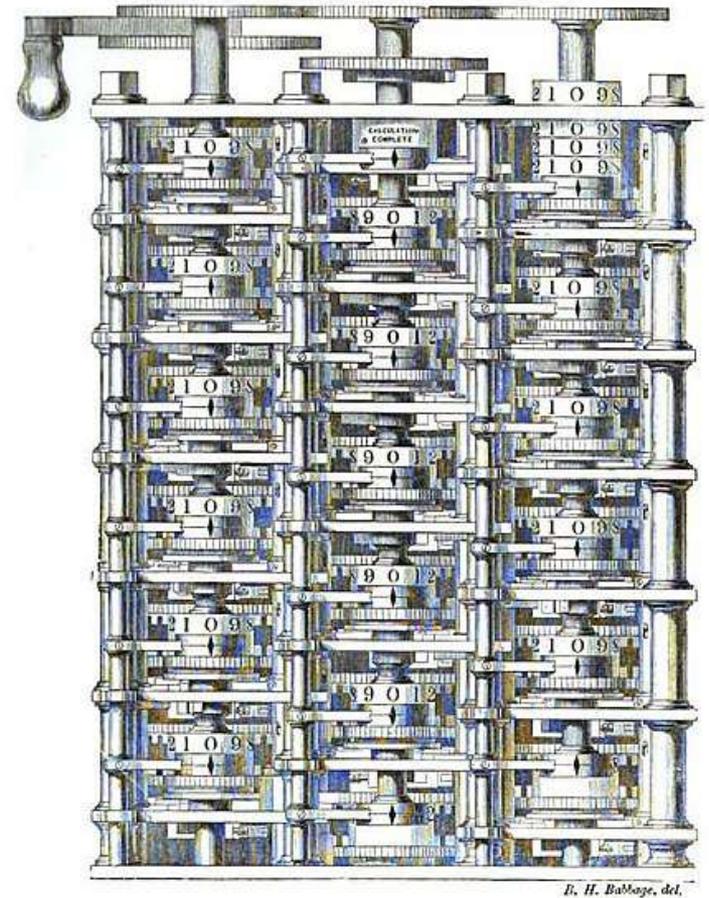
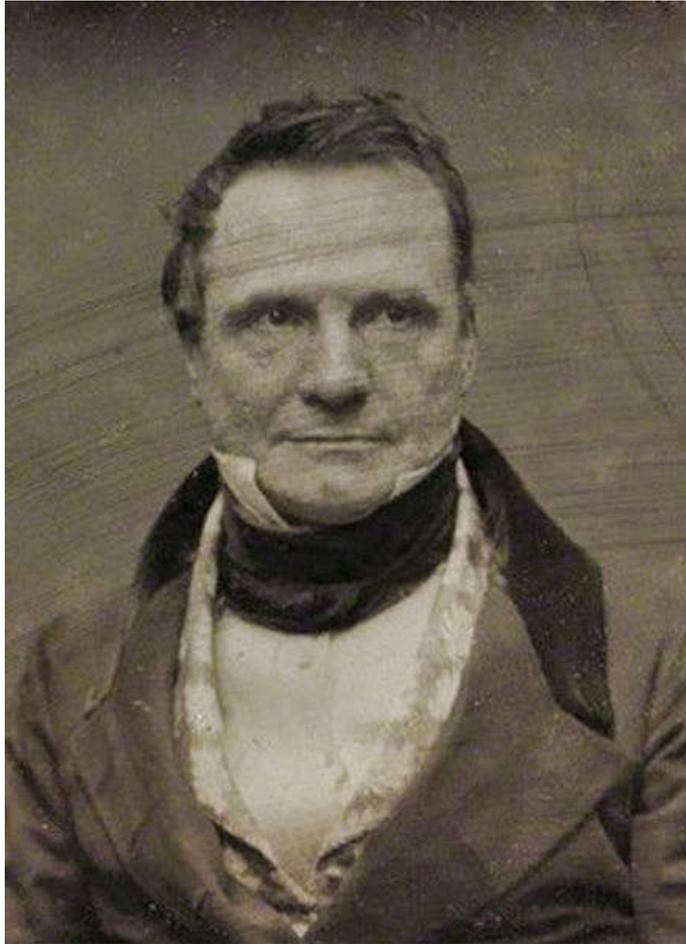
Cenni storici:

- IX – XIII sec. macchine complesse per automazione industriale, in particolare industria tessile. Telaio di Jacquard, controllato da **schede perforate di cartone**, che rendevano automatica la lavorazione della stoffa e i disegni realizzati nello stabilimento di tessitura
- Macchina per il calcolo inventata dal filosofo Pascal
- Macchina analitica di Charles Babbage, modello teorico, venne costruita di recente al museo della scienza e della tecnica di Milano.

IL TELAIO A SCHEDE DI JACQUARD



Babbage' difference engine



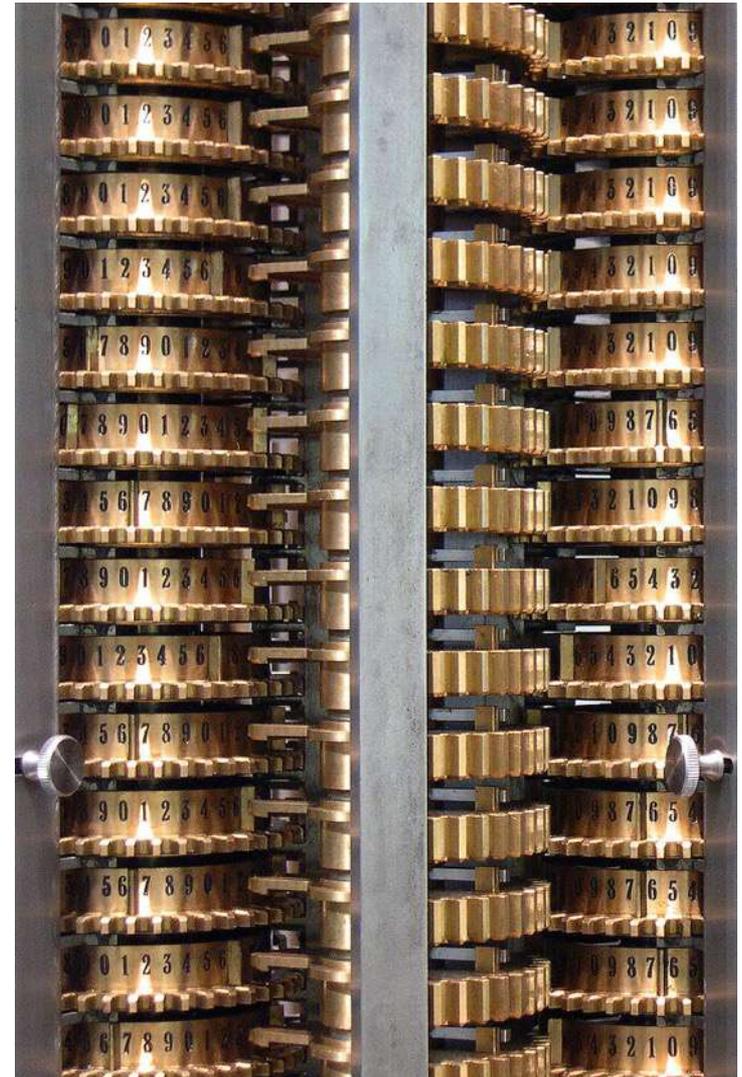
historical difficulty in producing error-free tables by teams of mathematicians and human "computers"



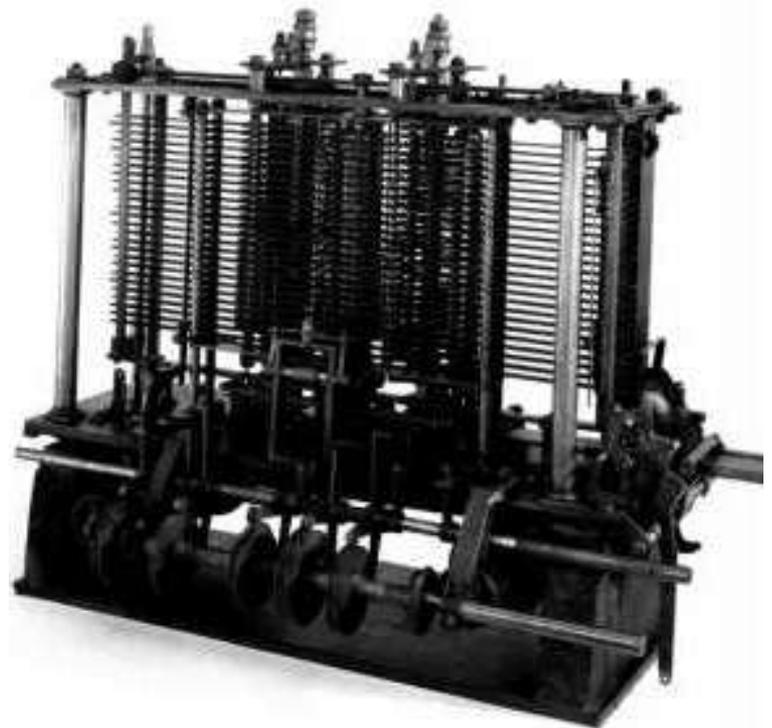
NACA High Speed Flight Station "Computer Room" (1949)

Babbage' difference engine

Closeup of the London Science Museum's difference engine showing some of the number wheels and the sector gears between columns. The sector gears on the left show the double-high teeth very clearly. The sector gears on the middle-right are facing the back side of the engine, but the single-high teeth are clearly visible. Notice how the wheels are mirrored, with counting up from left-to-right, or counting down from left-to-right. Also notice the metal tab between "6" and "7". That tab trips the carry lever in the back when "9" passes to "0" in the front during the add steps (Step 1 and Step 3).



LE MACCHINE DI BABBAGE



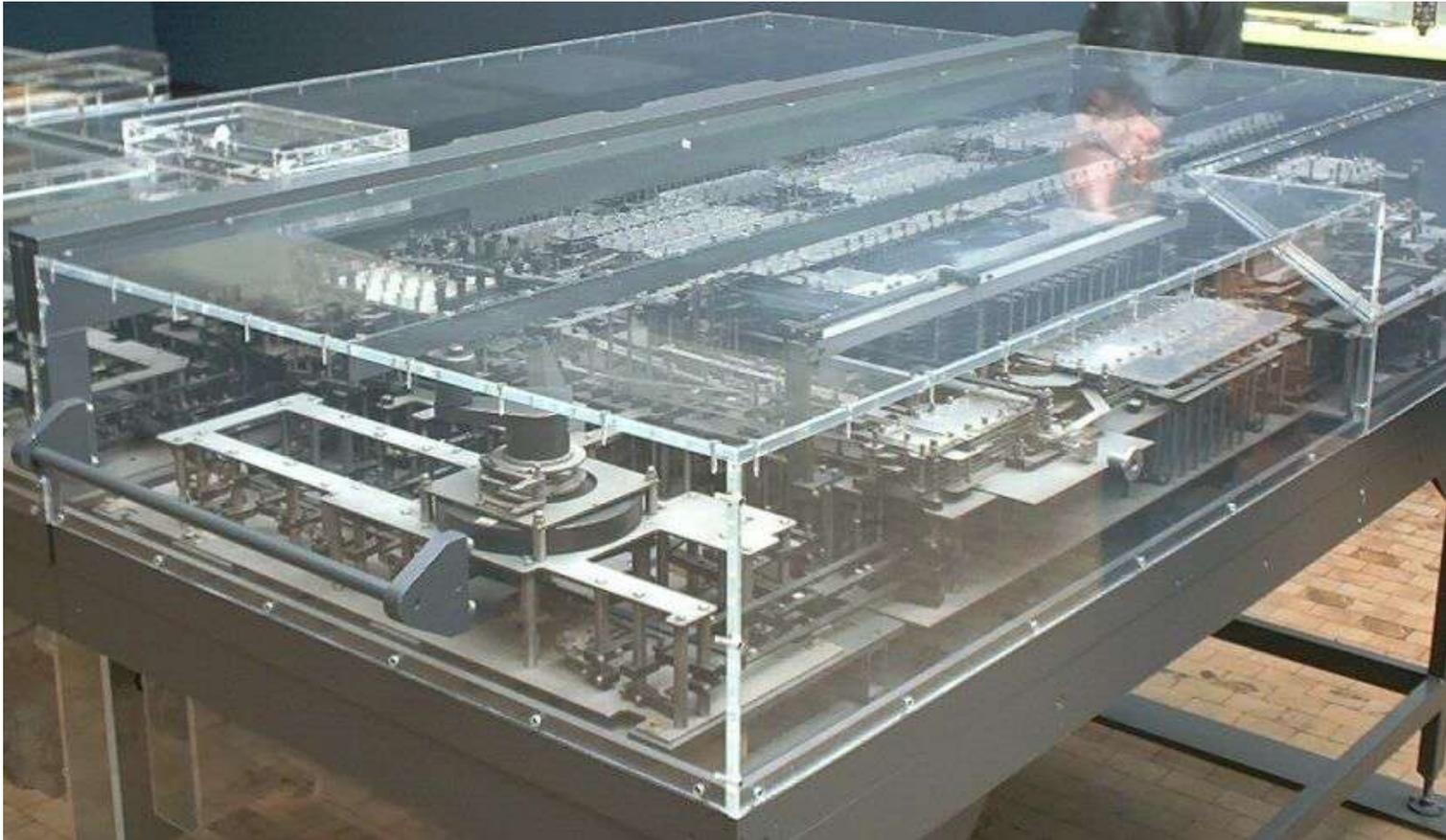
Il calcolatore elettronico

- Il guerra mondiale, progetto Manhattan per la costruzione di un ordigno atomico
- Sviluppo di svariate competenze, fisica, matematica, ecc. supportati dagli “ingegneri calcolatori” coordinati dai “coordinatori di calcolo” che passavano informazioni servendosi della posta pneumatica

CALCOLATORI ELETTRONICI

- Ispirati alla macchina di Turing
- 1936 Konrad Zuse costruì in casa lo Z1 usando i relè;
- 1941 c/o politecnico di Berlino Z3;
- 1942 macchina per il computo elettronico (Satanasso-Berry-Computer). La memoria erano condensatori fissati ad un grande tamburo cilindrico di 1500 bit;
- 1944 Howard Aiken di Harvard termina MARK1, una macchina elettromeccanica relativamente veloce, lunga 15m e alta 2,5m. Realizzata in soli 5 anni nel progetto Manhattan.

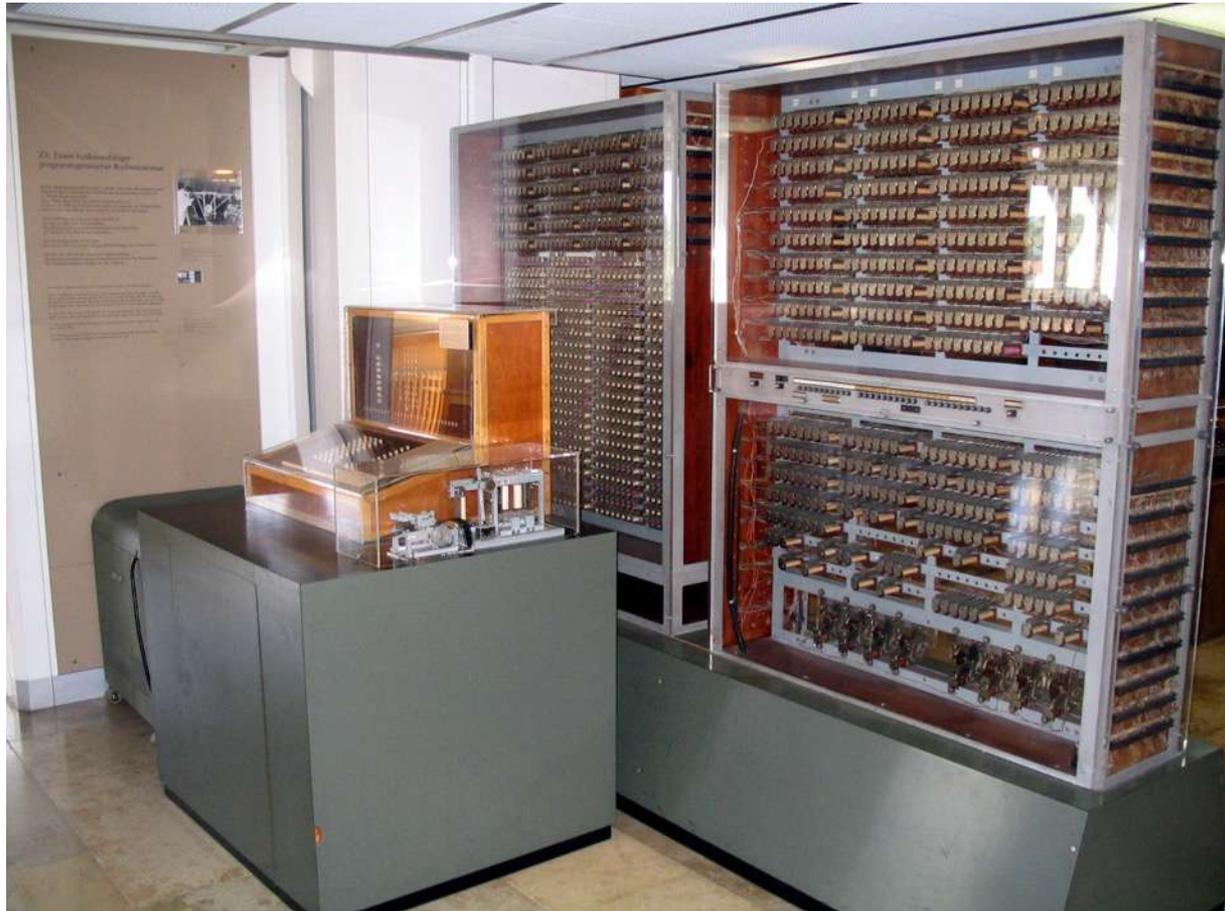
1936 - Z1



Replica of the Z1 in the [German Museum of Technology](#) in Berlin

The Z1 contained almost all the parts of a modern computer, i.e. control unit, memory, micro sequences, [floating-point](#) logic and input-output devices.

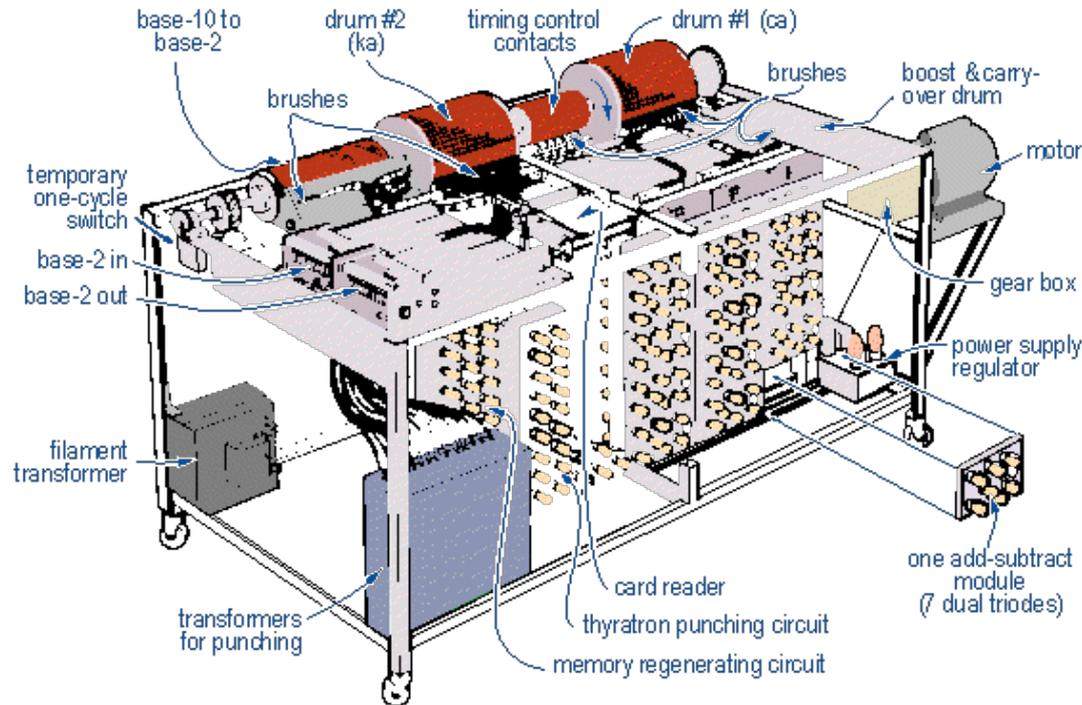
1941 – Z3



The Z3 was completed in Berlin in 1941. The German Aircraft Research Institute used it to perform statistical analyses of wing flutter.

1942 - ABC

The Atanasoff-Berry Computer

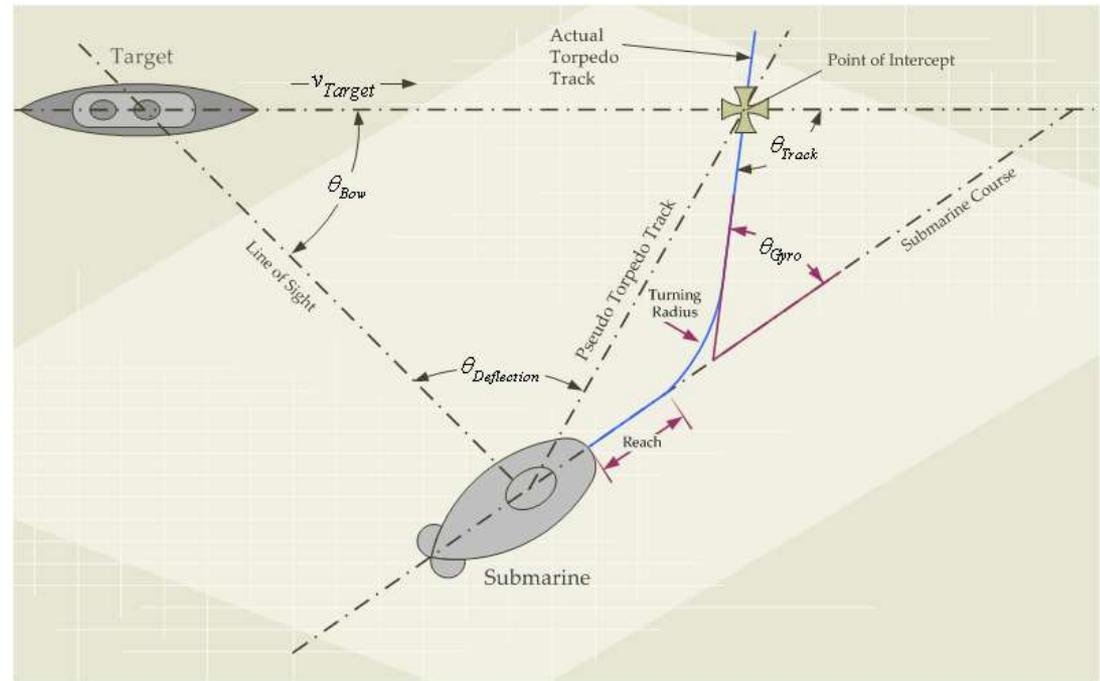
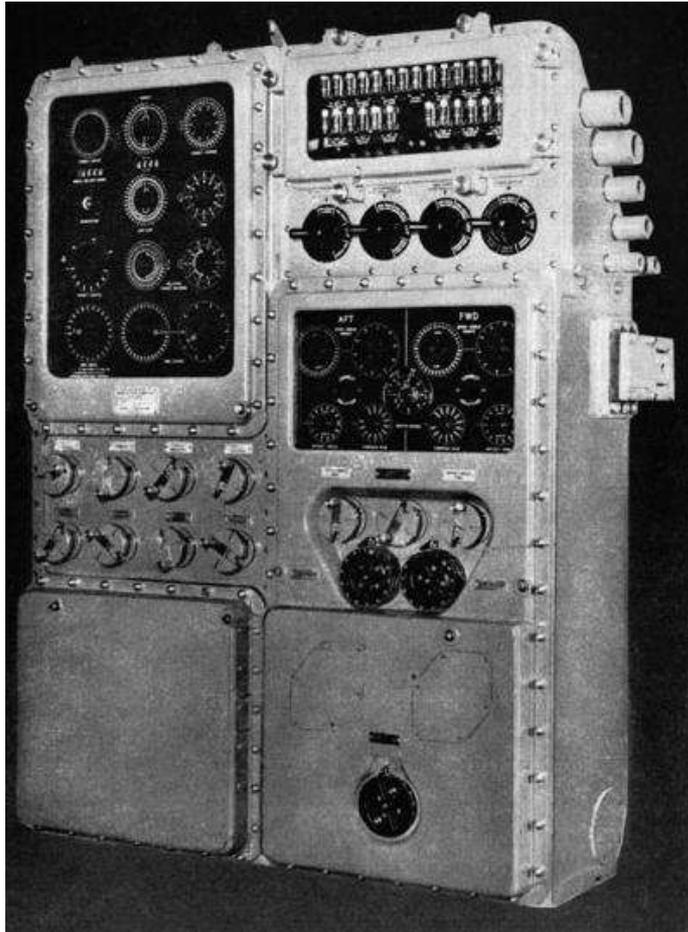


It was designed only to solve systems of linear equations and was successfully tested in 1942.

The machine was, however, the first to implement three critical ideas that are still part of every modern computer:

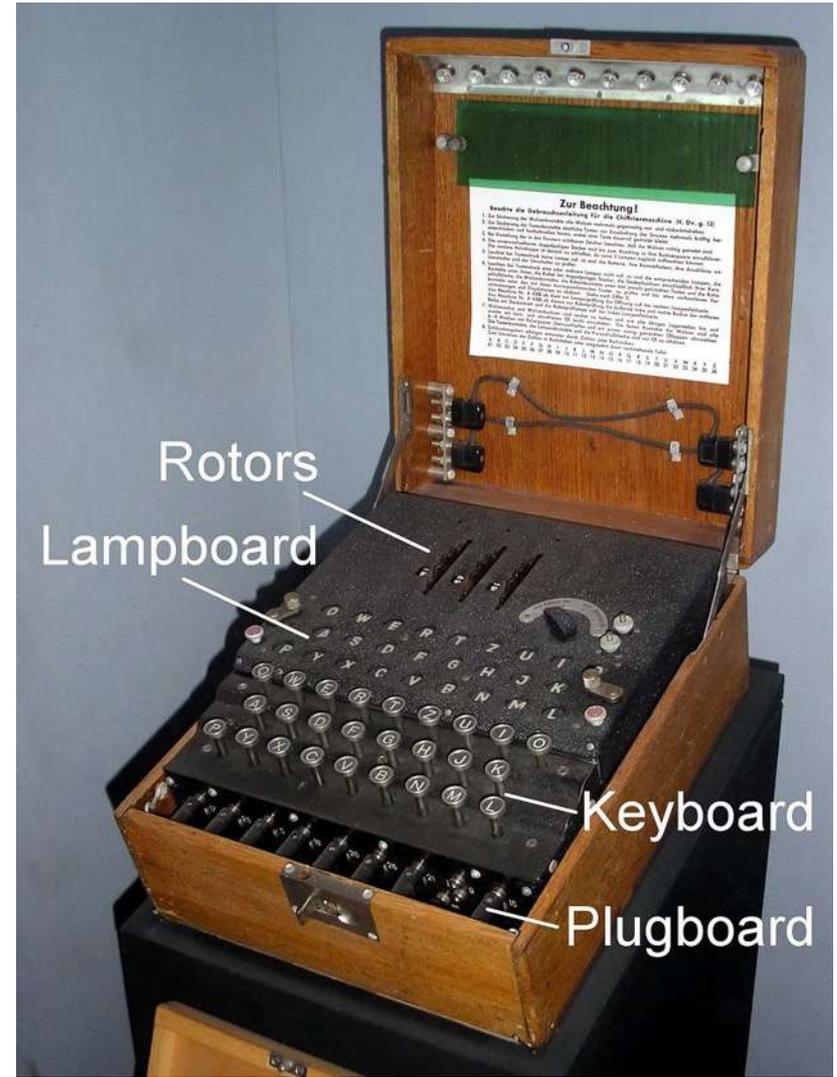
1. Using binary digits to represent all numbers and data
2. Performing all calculations using electronics rather than wheels, ratchets, or mechanical switches
3. Organizing a system in which computation and memory are separated.

1943 – Torpedo data computer

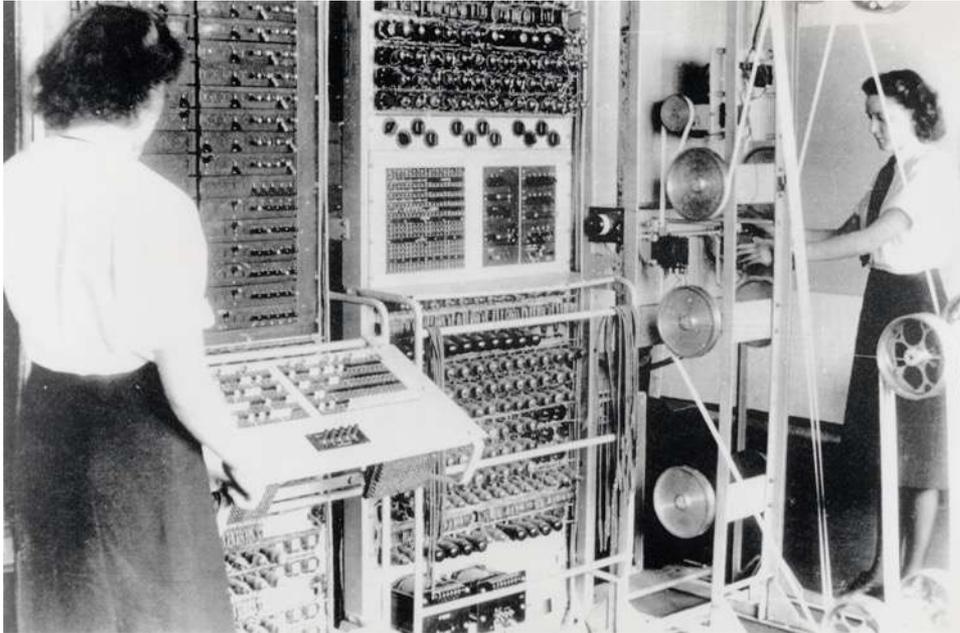


U.S. Navy Mk III Torpedo Data Computer, the standard US Navy torpedo fire control computer during World War II. Later in World War II (1943), the TDC Mk III was replaced by the TDC Mk IV, which was an improved and larger version of the Mk III.

1939 – Bombe vs Enigma



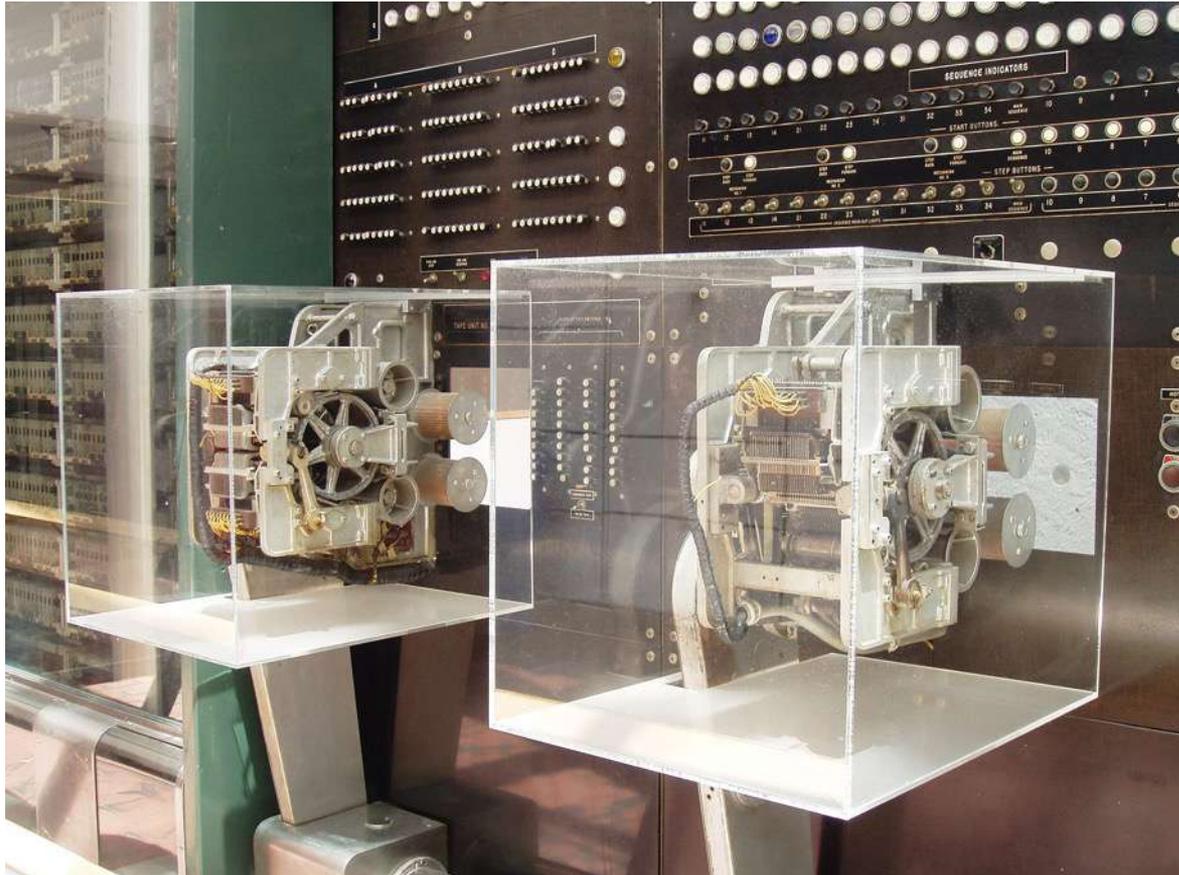
1943 – Colossus vs Lorenz



The Colossus computers were used to help decipher intercepted radio teleprinter messages that had been encrypted using an unknown device.

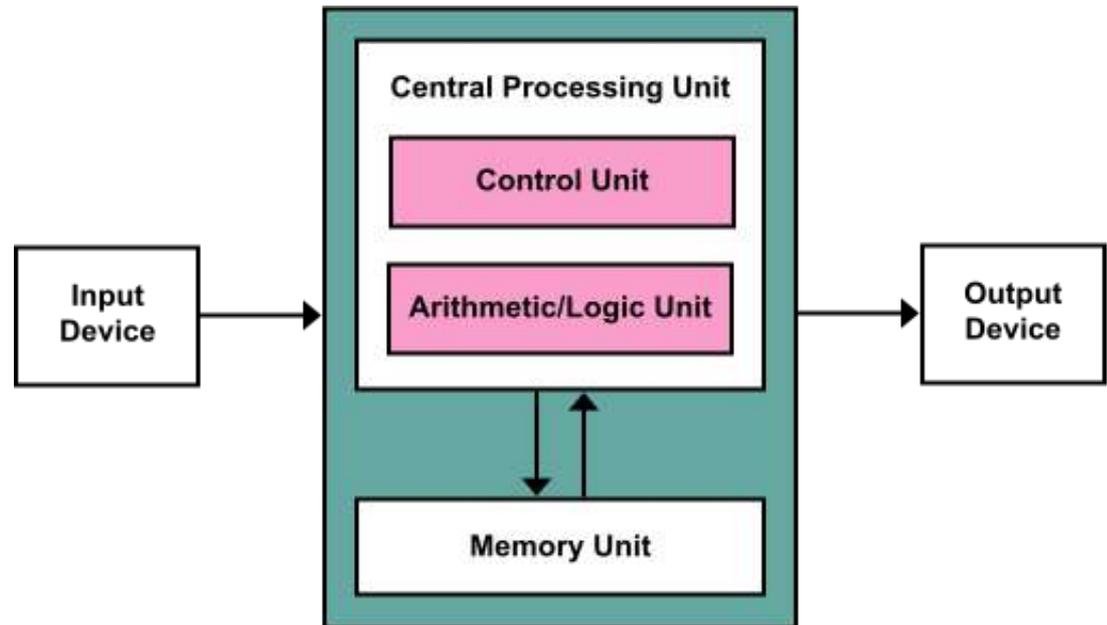
The **Lorenz SZ40**, **SZ42a** and **SZ42b** were German rotor stream cipher machines used by the German Army during World War II

1944 – ASCC Mark I



The [IBM Automatic Sequence Controlled Calculator \(ASCC\)](#), called **Mark I** by [Harvard University](#)'s staff, was a general purpose [electromechanical computer](#) that was used in the war effort during the last part of [World War II](#).

1945 - Von Neumann architecture



Unità centrale di elaborazione CPU

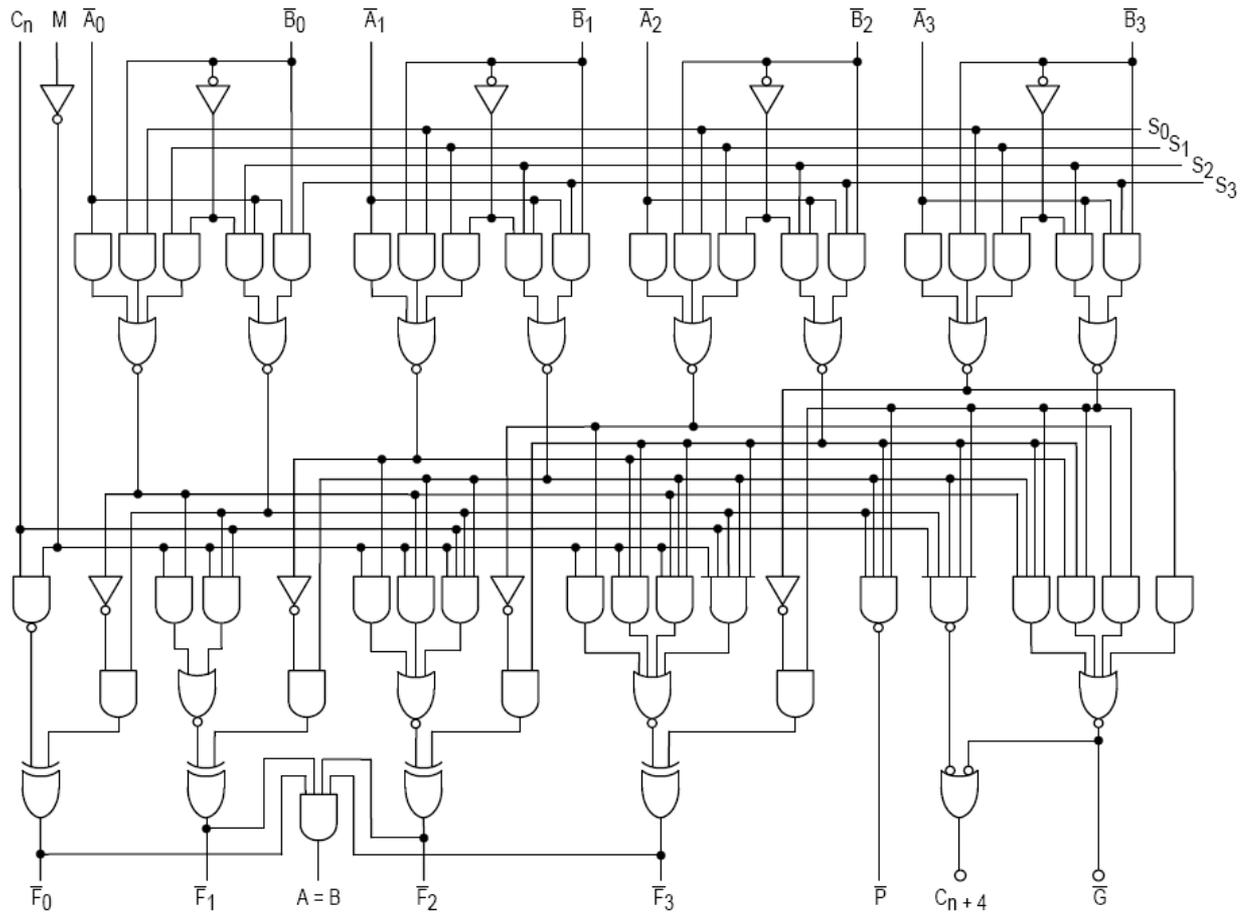
La **C.P.U.** (*C*entral *P*rocessing *U*nit) elabora i dati eseguendo le operazioni richieste dal programma. E' composta da due parti fondamentali:

- l'unità aritmetico-logica detta **A.L.U.**;
- l'unità di controllo detta **C.U.**

Unità aritmetico - logica

L' **A.L.U** (*Arithmetic Logic Unit*) ha il compito di eseguire le operazioni aritmetiche e logiche sui dati provenienti dalla memoria, ha quindi funzioni di tipo esecutivo

Unità aritmetico - logica



Unità aritmetico - logica

Arithmetic operations

- Add
- **Add with carry**
- Subtract
- **Subtract with borrow**
- **Two's complement** (*negate*): A (or B) is subtracted from zero and the difference appears at Y.
- **Increment**: A (or B) is increased by one and the resulting value appears at Y.
- **Decrement**: A (or B) is decreased by one and the resulting value appears at Y.
- **Pass through**: all bits of A (or B) appear unmodified at Y. This operation is typically used to determine the parity of the operand or whether it is zero or negative, or to load the operand into a processor register.

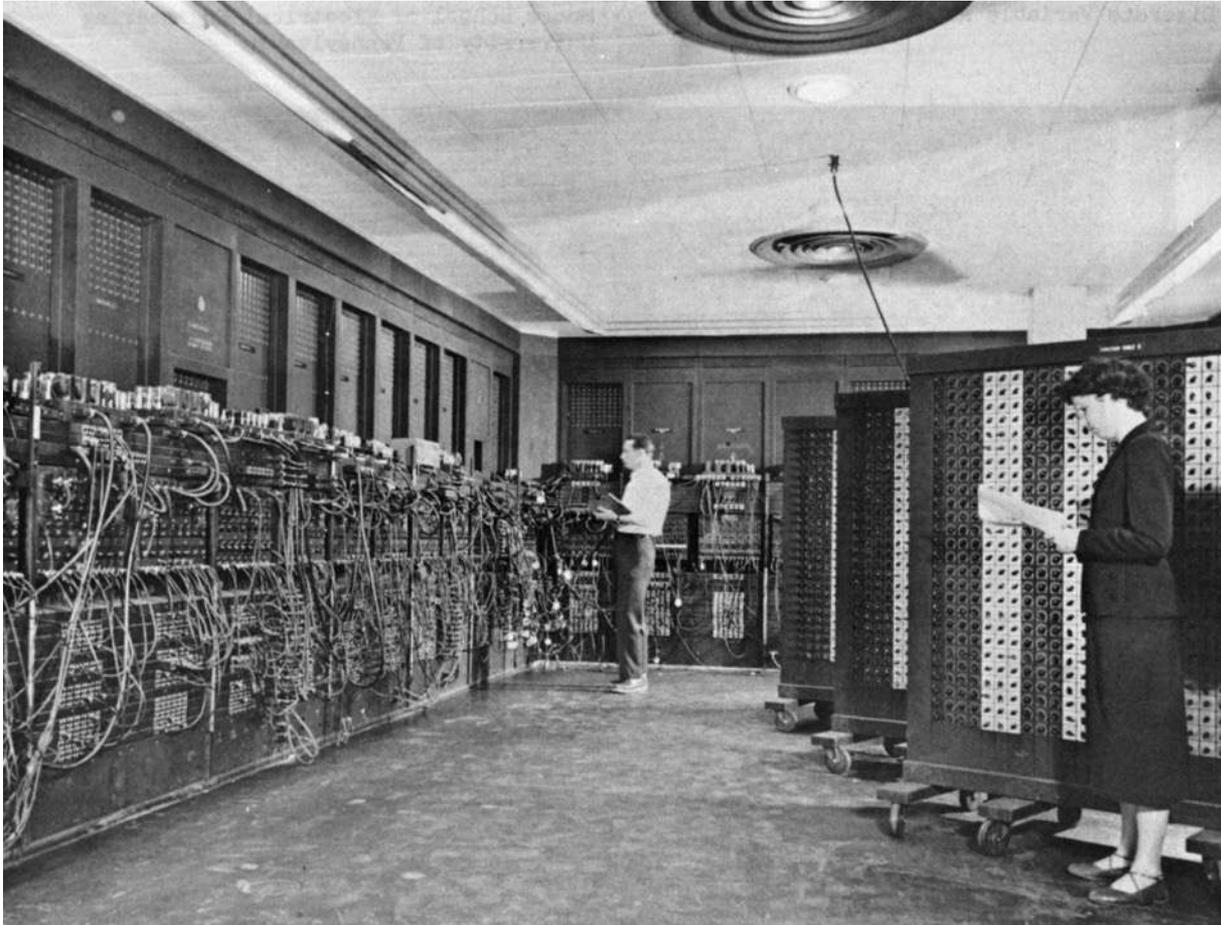
Bitwise logical operations

- AND: the bitwise AND of A and B appears at Y.
- OR: the bitwise OR of A and B appears at Y.
- Exclusive-OR: the bitwise XOR of A and B appears at Y.
- Ones' complement: all bits of A (or B) are inverted and appear at Y.

Unità di Controllo

La **C.U.** (*Control Unit*) ha il compito di gestire e controllare il funzionamento di tutte le componenti del computer, ha quindi funzioni di tipo decisionale e di coordinamento

1946 – ENIAC



Electronic Numerical Integrator and Computer was amongst the earliest electronic general-purpose [computers](#) made. It was [Turing-complete](#), digital and able to solve "a large class of numerical problems" through reprogramming.

1948 – BIT



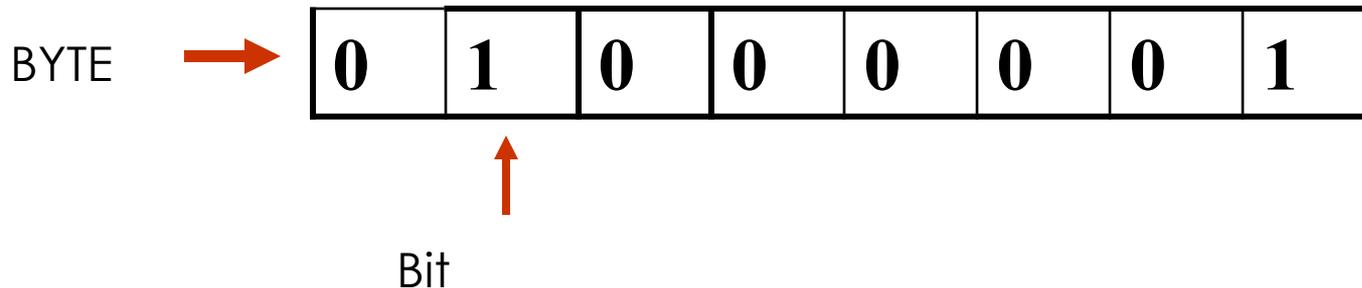
Claude E. Shannon first used the word **bit** in his seminal 1948 paper *A Mathematical Theory of Communication*.

La codifica delle informazioni

Tutte le informazioni immagazzinate nella memoria di un computer sono espressi sotto forma di numeri del sistema binario, cioè 0 e 1. Ciascuna cifra binaria viene detta bit, da **B**inary digit (cifra binaria). Il bit è l'informazione minima che il computer può trattare. Gruppi di 8 bit formano un **byte**.

Il byte

Il byte indica la quantità di memoria necessaria per rappresentare un simbolo (carattere, cifra, ...). La memoria centrale è suddivisa in **celle** ciascuna delle quali è adibita a contenere un'informazione di 8 bit, cioè un byte.



In codice binario corrisponde alla lettera **A**

I multipli del byte

I multipli del byte più usati sono: kilobyte (o Kb), Megabyte (o Mb), Gigabyte (o Gb).

- 1 Kilobyte → 1024 byte
- 1 Megabyte → 1024 kilobyte (circa un milione di byte)
- 1 Gigabyte → 1024 megabyte (circa un miliardo di byte)

1949 – EDVAC



EDVAC was designed to perform a certain number of instructions (or operations) of various types. Significantly, the programs written for EDVAC were to be stored in high-speed computer memory rather than specified by the physical wiring of the computer.

With von Neumann's design, the program that EDVAC ran could be changed simply by changing the contents of the memory.

1951 – UNIVAC I



The **UNIVAC I (Universal Automatic Computer I)** was the first commercial computer produced in the United States.

I dispositivi di input/output

- Per realizzare *l'interazione uomo-macchina*, sono necessari i dispositivi di input/output
- La loro funzione primaria è quella di consentire ...
 - *l'immissione* dei dati all'interno del computer (input) o
 - *l'uscita* dei dati dal computer (output)



I dispositivi di input/output

- Solitamente hanno limitata autonomia rispetto al processore centrale
- Si collegano alle porte (o interfacce) del computer
 - Ad alto livello le porte sono le “prese” cui si connettono i dispositivi
 - Ne esistono di tipi diversi a seconda del tipo di collegamento e della velocità di trasmissione (esempio: porta USB)

I dispositivi di input/output

□ Input:

- Tastiera
- Mouse (e altri strumenti di puntamento)
- Scanner
- Microfono
- Macchine fotografia e telecamera digitale
- Lettori di codici a barre

□ Output:

- Videoterminale
- Stampante
- Casse acustiche

- Input/output:
 - Touchscreen
 - Modem

I dispositivi di input/output

- Operano in modo *asincrono* rispetto al processore (ne sono “schiavi”)
 - Si parla di gestione *master-slave*: è il processore che deve coordinare le attività di tutti i dispositivi
 - (Input) Il processore non è in grado di prevedere e di controllare il momento in cui un dato di input sarà a disposizione
 - (Output) Il processore non può prevedere il momento in cui un dispositivo in output avrà terminato di produrre i dati in uscita

1962 – LINC



The **LINC (Laboratory INstrument Computer)** is a 12-bit, 2048-word computer. The LINC is considered the first minicomputer and a forerunner to the personal computer.

COMPONENTI FONDAMENTALI

- ▣ **Hardware** (struttura fisica del computer)
- ▣ **Software** (insieme di tutti i programmi, i comandi che sono necessari all' hardware per elaborare le informazioni)

IL SOFTWARE

Un qualsiasi elaboratore per poter funzionare deve esser dotato dell'opportuno **software**. Esso può essere suddiviso in :

- **Software di base** → Funzionamento della macchina
- **Software applicativo** → Esigenze utente

Il software di base

Il software di base è essenzialmente costituito dal **sistema operativo**. Il **sistema operativo** è l'insieme di tutti i programmi che permettono di gestire le risorse del computer, consentendo l'interazione tra l'utente e la macchina.

Il sistema operativo non risiede stabilmente nella memoria centrale (RAM) del computer ma sull'hard disk, dal quale viene caricato all'accensione del computer. Solo una piccola parte del S.O. risiede nella memoria ROM dove è memorizzato in maniera permanente e serve per l'avvio del computer.

Ci sono vari sistemi operativi, ma il più diffuso attualmente per i PC è **Windows**, un S.O. ad **interfaccia grafica**

Il software applicativo

Rientrano in questa categoria tutti quei programmi che facilitano l'utente nello svolgimento di compiti specifici che non riguardano il funzionamento di base del computer, ma il suo utilizzo, come ad es. la creazione di un documento o l'elaborazione di un foglio di calcolo.

Tra i software applicativi più usati ci sono:

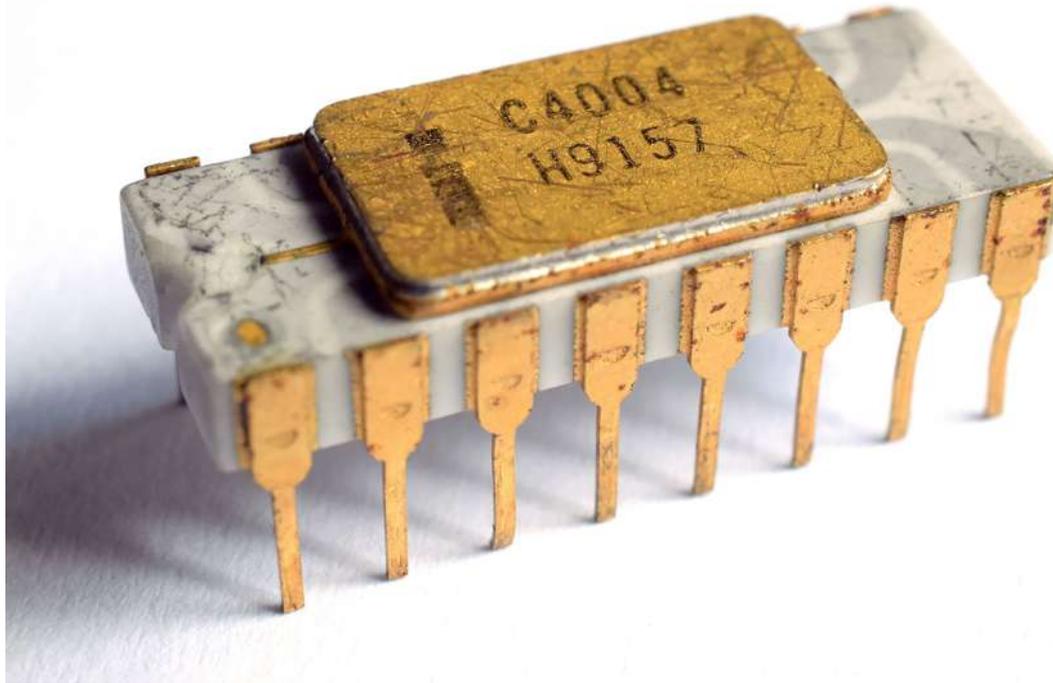
- ▣ I **word processor**: programmi di videoscrittura per l'elaborazione dei testi;
- ▣ I **fogli elettronici**: per eseguire calcoli anche complessi, costruire grafici, analizzare dati, ecc.;
- ▣ I **database**: per la gestione di archivi di dati;
- ▣ Gli **strumenti di presentazione**: consentono di realizzare presentazioni multimediali di vario genere, corredate da immagini, suoni, filmati, da mostrare in pubblico.

1965 - Perottina



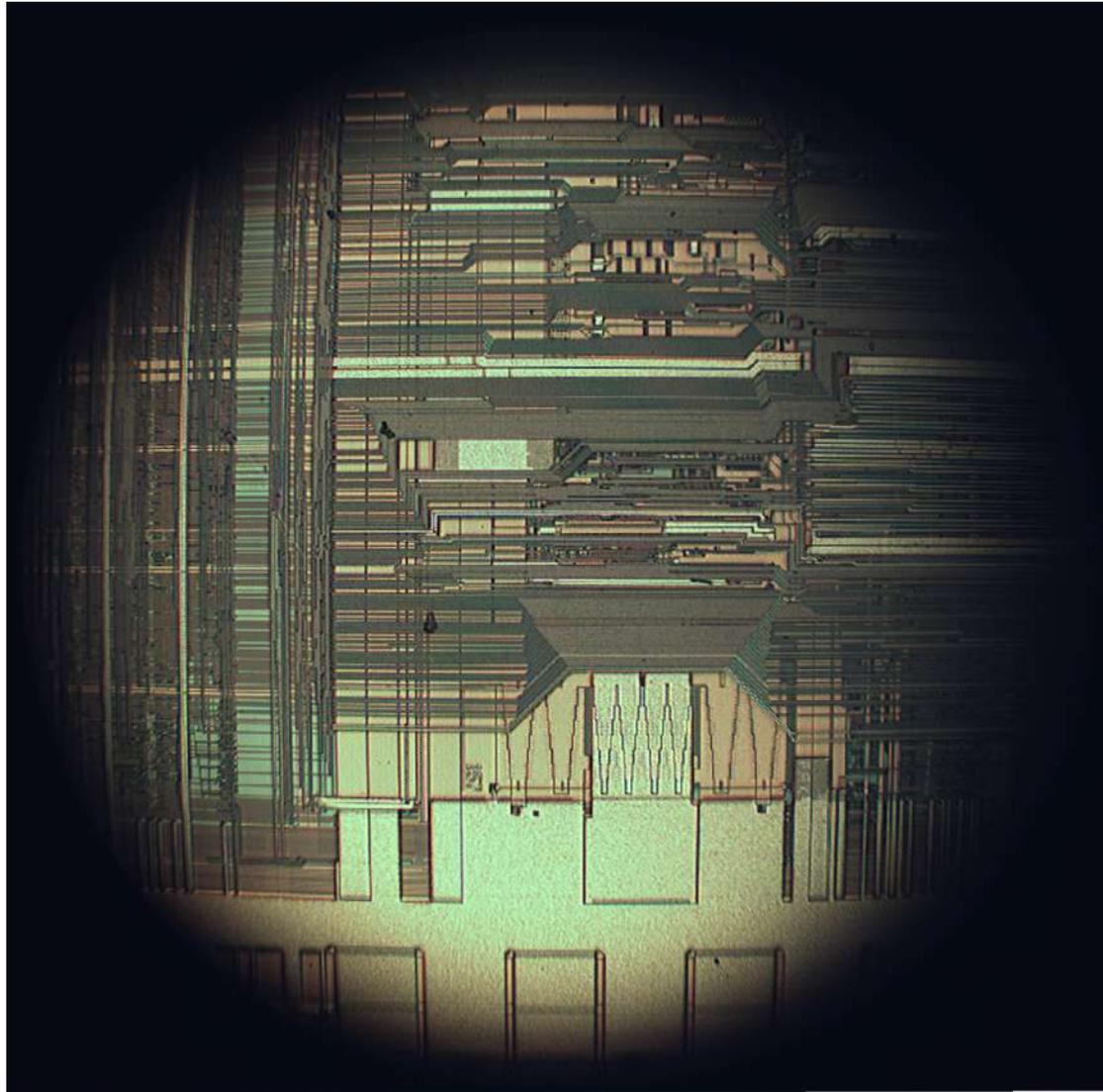
The Programma 101 was able to calculate the basic four arithmetic functions (addition, subtraction, multiplication, and division), plus square root, absolute value, and fractional part. It was equipped with memory registers with features such as clear, transfer, and exchange, plus printing and halt for input. Programming was similar to assembly language, but simpler, as there were fewer options.

1971 - Microprocessor



A **microprocessor** is a computer processor which incorporates the functions of a computer's central processing unit (CPU) on a single integrated circuit (IC), or at most a few integrated circuits. The microprocessor is a multipurpose, clock driven, register based, digital-integrated circuit which accepts binary data as input, processes it according to instructions stored in its memory, and provides results as output. Microprocessors contain both combinational logic and sequential digital logic. Microprocessors operate on numbers and symbols represented in the binary numeral system.

1971 - Microprocessor



1974 – Altair 8800

HOW TO "READ" FM TUNER SPECIFICATIONS

Popular Electronics

WORLD'S LARGEST-SELLING ELECTRONICS MAGAZINE - JANUARY 1974 - \$7.95

PROJECT BREAKTHROUGH!

World's First Minicomputer Kit to Rival Commercial Models...

"ALTAIR 8800" SAVE OVER \$1000



ALSO IN THIS ISSUE:

- An Under-\$90 Scientific Calculator Project
- CCD's—TV Camera Tube Successor?
- Thyristor-Controlled Photoflashers

TEST REPORTS:

- Technics 200 Speaker System
- Pioneer RT-1011 Open-Reel Recorder
- Tram Diamond-40 CB AM Transceiver
- Edmund Scientific "Kirlian" Photo Kit
- Hewlett-Packard 5381 Frequency Counter



1976 – Apple I



DOPO ENIAC

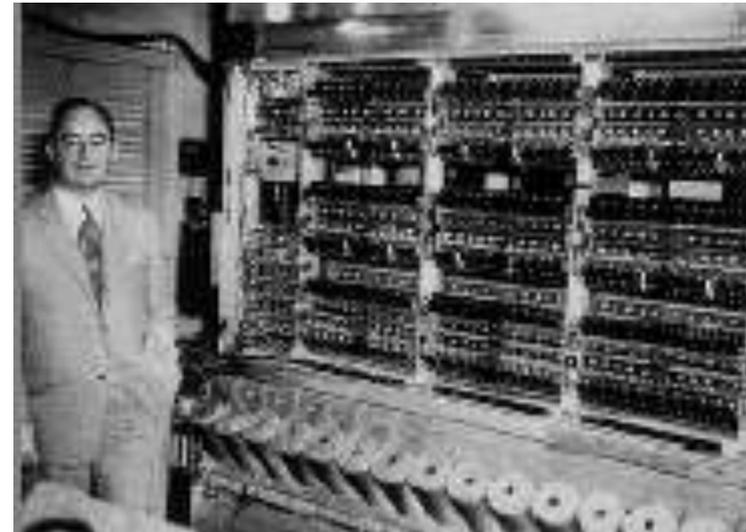
- 1948: first computer commerciale (UNIVAC)
- 1954: primo computer a transistors (Bell Labs)
- ~1960: valvole sostituite da transistors
- 1971: primo microprocessore (Intel 4004)
- 1975: primo microcomputer (Altair)
- 1975: fondazione di Microsoft
- 1976: Apple I e Apple II
- 1979: primo Spreadsheet (VisiCalc)

SVILUPPO DEI CALCOLATORI ELETTRONICI

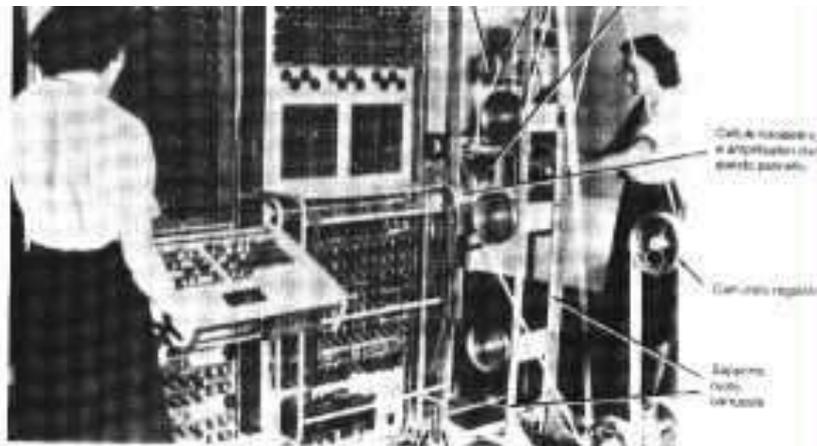
- 1943 costruito e rimasto segreto fino al 1970 Colossus voluto da W. Churchill. Memorizzazione di dati in aritmetica binaria basati sulla ionizzazione termica di un gas
- 1946 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) che fino al 1973 ritenuto il primo calcolatore elettronico programmabile
 - 30 armadi x 3m, 30t per una superficie di 180mq
 - 300 moltiplicazioni al secondo
- La nascita dei transistor: dispositivi elettronici basati sui semiconduttori e sul silicio.

DA VON NEUMANN AI CALCOLATORI MODERNI

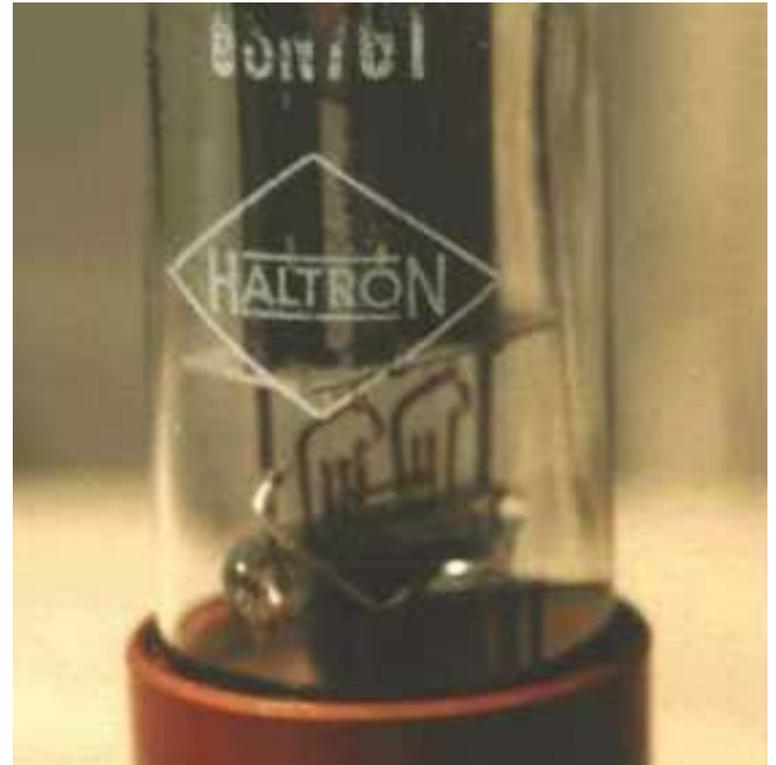
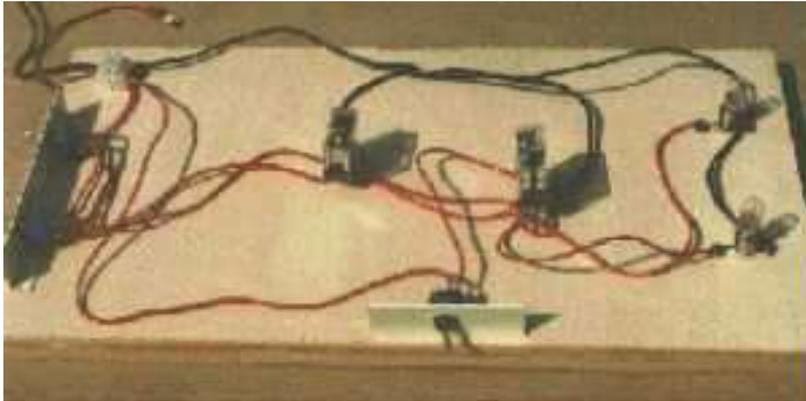
Il modello teorico costituito dalla Macchina di Von Neumann influenzò direttamente la realizzazione di due fra i primi computer: l'ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) e l'EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer)



DA ZUSE A ENIAC



TECNOLOGIA USATA NEI PRIMI CALCOLATORI ELETTRONICI



L'ELABORATORE

- Il **computer** o **elaboratore** è una macchina altamente organizzata capace di immagazzinare, elaborare e trasmettere dati con notevole precisione e rapidità



Risorse e Riferimenti:

- Il materiale di questa lezione è stato assemblato utilizzando le seguenti risorse disponibili online:
 - http://home.deib.polimi.it/schiaffo/TFI/XII_050508.ppt
 - <http://clic.cimec.unitn.it/roberto/corsi/IDUL/13-14/idul13-part1.ppt>
 - http://www.di.unito.it/~sproston/Psicologia/0708/mag_lez5.ppt
 - <http://www.di.unito.it/~sproston/Psicologia/0506/lez6.ppt>
 - <http://liceocuneo.it/de-bernardi/wp-content/uploads/sites/13/struttura-di-un-elaboratore.ppt>
 - <http://www.ferrarialberto.com/scuola/as1213/4sis/lezioni/01-sistema%20operativo.ppt>