



# Cenni storici sui sistemi di elaborazione

# Generazione 0 (1600-1945)

## Tecnologia: sistemi meccanici

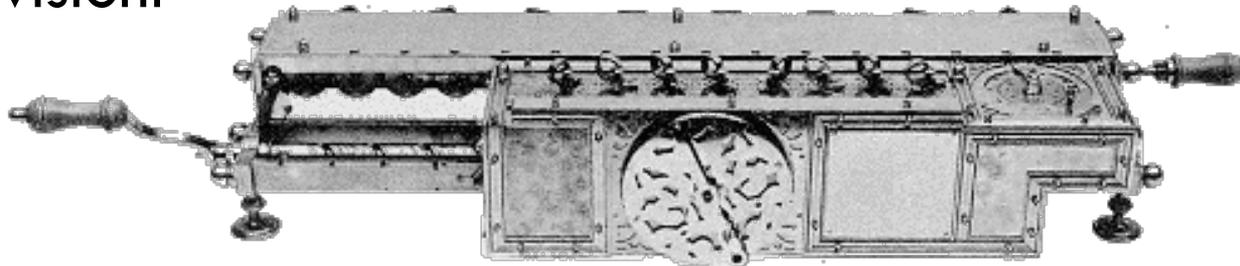
### □ Blaise Pascal (1623-1662)

Pascalina: Somme e sottrazioni



### □ Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716)

Macchina di Leibniz: Somme, sottrazioni, moltiplicazioni e divisioni

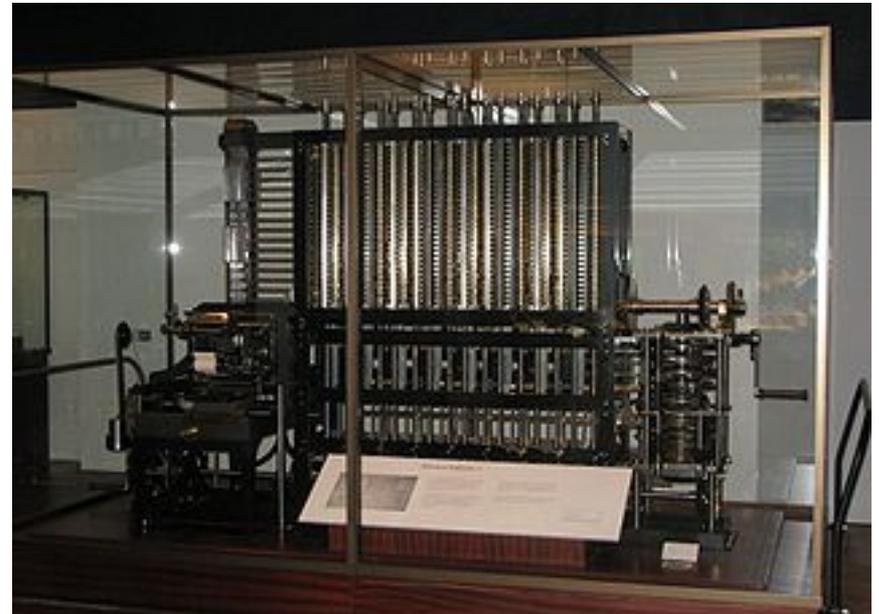


# Generazione 0 (1600-1945)

## Tecnologia: sistemi meccanici

- Charles Babbage (1792-1871)

Difference engine: un unico algoritmo per somme e sottrazioni. Output su piastra di rame.



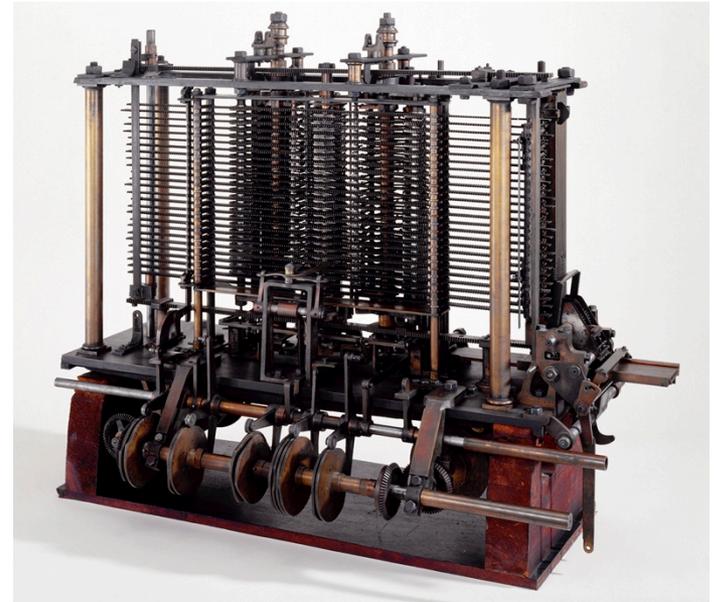
# Generazione 0 (1600-1945)

## Tecnologia: sistemi meccanici

- Charles Babbage (1792-1871)

Analytical engine: prima macchina programmabile composta da quattro componenti

- ▣ Magazzino (memoria da 1000 parole da 50 cifre decimali)
- ▣ Mulino (unità computazionale)
- ▣ I/O su schede perforate



# Generazione 0 (1600-1945)

## Tecnologia: sistemi elettro-meccanici

- Konrad Zuse (~1930 Germania)

Macchina a relè, distrutta nella guerra

- John Atanasoff e George Stibbitz (~1940 USA)

Aritmetica binaria, utilizzavano memoria a condensatori con tecniche di refresh.

# Generazione 0 (1600-1945)

## Tecnologia: sistemi elettro-meccanici

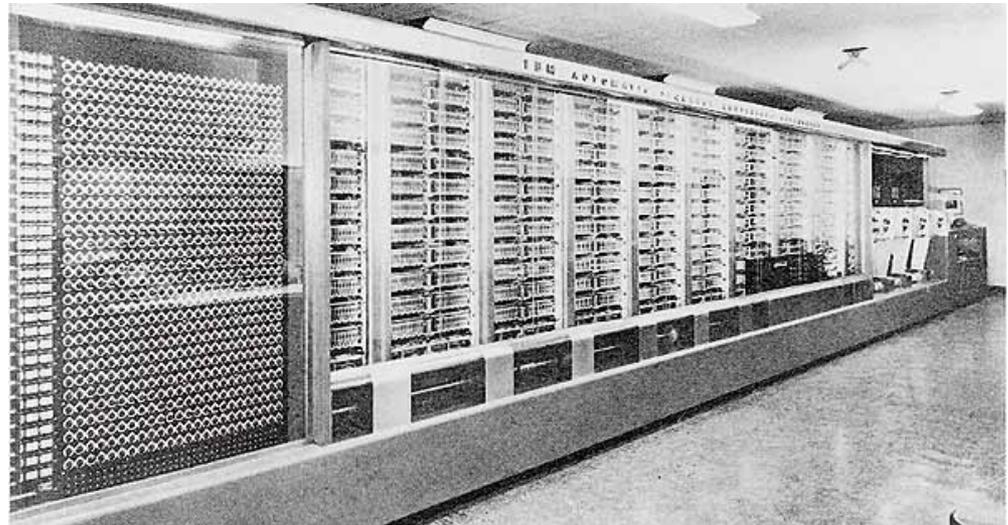
- Howard Aiken (~1940 USA)

MARK 1: versione a relè della macchina di Babbage

- Memoria: 72 parole da 23 cifre decimali

- Tempo di ciclo: 6 sec.

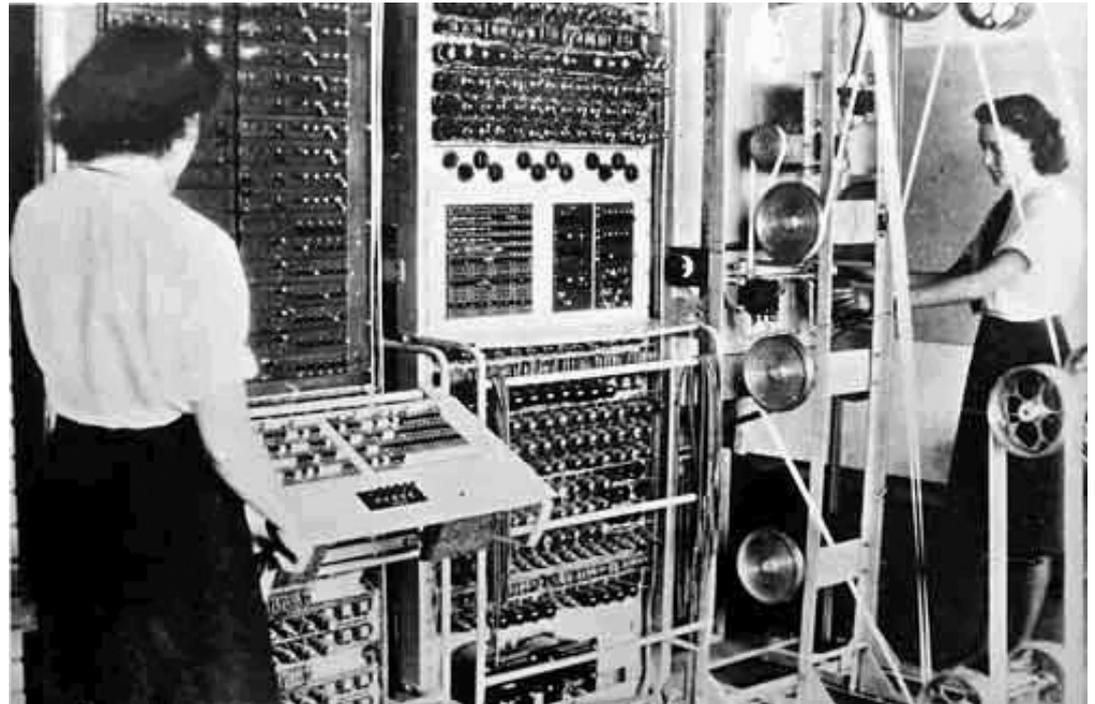
- I/O su nastro perforato



# Generazione 1 (1945-1955)

## Tecnologia: valvole

- Alan Turing et al. (~1940 GB)  
COLOSSUS: utilizzata per la decifrazione del codice Enigma. Progetto mantenuto segreto



# Generazione 1 (1945-1955)

## Tecnologia: valvole

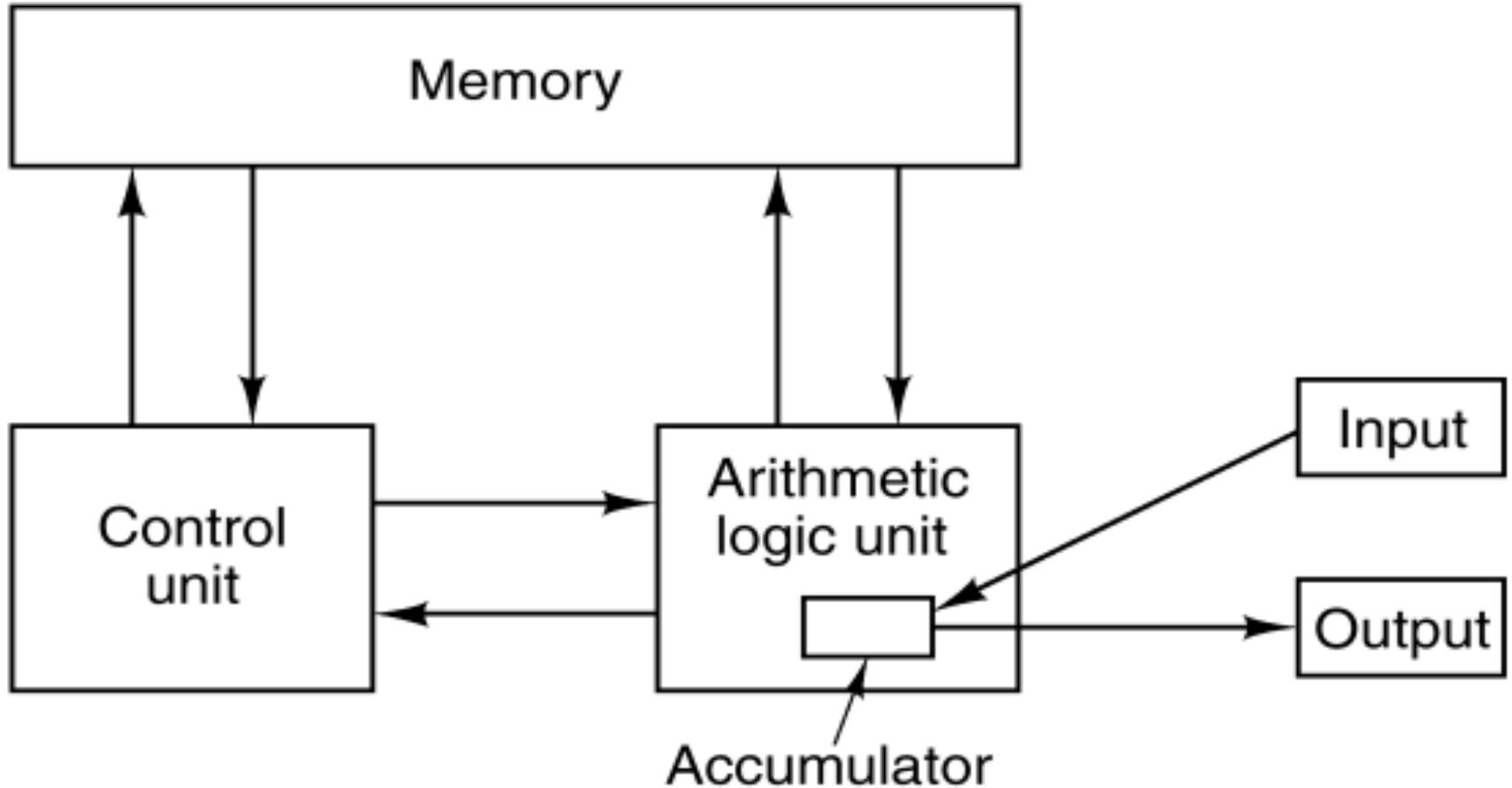
- John W. Mauchley, John P. Eckert (~1946 USA)  
ENIAC
  - 18.000 valvole
  - 30 tonnellate di peso
  - 140KW consumo energia
  - Programmabile tramite 6000 interruttori e pannelli cablati
  - 20 registri da 10 cifre

# Generazione 1 (1945-1955)

## Tecnologia: valvole

- John von Neumann (~1950 USA)
  - IAS (ispirato all'EDVAC successore dell'ENIAC)
    - Programma memorizzato
    - Aritmetica binaria
    - Memoria: 4096 parole da 40 bit
    - Formato istruzioni a 20 bit

# Macchina di von Neumann



# Generazione 1 (1945-1955)

## Tecnologia: valvole

- M.I.T (~1950 USA)

Whirlwind I

- ▣ Basato sulla macchina di von Neumann

- ▣ Parole da 16 bit

- ▣ Progettata per il controllo in tempo reale

A questo progetto si deve l'invenzione della memoria a nuclei magnetici.

# Generazione 1 (1945-1955)

## Tecnologia: valvole

Inizialmente il mercato è dominato dalla UNIVAC, azienda fondata da Mauchley ed Eckert.

L'IBM entra nel mercato nel 1953, e assume una posizione dominante che manterrà fino agli anni '80 grazie a:

- IBM 701 (1953)
  - ▣ Memoria: 2K parole da 36 bit
  - ▣ 2 istruzioni per parola

# Generazione 1 (1945-1955)

## Tecnologia: valvole

- IBM 704 (1956):
  - Memoria: 4K parole da 36 bit
  - Istruzioni a 36 bit
  - Floating-point hardware
  
- IBM 709 (1958)
  - Praticamente un 704 potenziato
  - Ultima macchina IBM a valvole

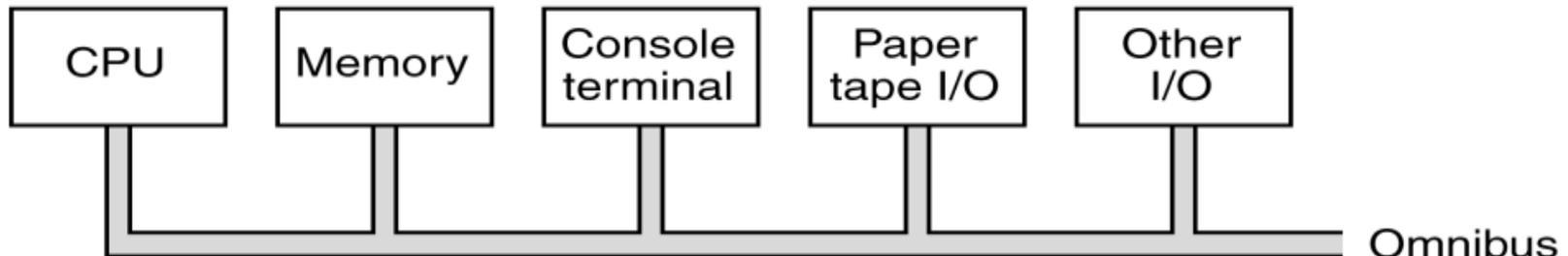
# Generazione 2 (1955-1965)

## Tecnologia: transistor

- TX0 e TX2 macchine sperimentali costruite al MIT
- Uno dei progettisti del TX2 fonda una propria società la Digital Equipment Corporation (DEC).
- La DEC produce il PDP-1 (1961):
- ▣ Memoria: 4K parole da 18 bit
  - ▣ Tempo di ciclo di 5  $\mu$ sec
  - ▣ Prestazioni simili all'IBM 7090
  - ▣ Prezzo meno di un decimo
  - ▣ Schermo grafico  $512 \times 512$  pixel
- Comincia la produzione di massa...

# Minicomputer

- DEC PDP-8 (1965)
  - Successore diretto del PDP-1
  - Interconnessione a bus, molto flessibile
  - Architettura incentrata sull'I/O
  - Possibilità di connettere qualsiasi periferica
  - Prodotto in oltre 50.000 esemplari



# Sistemi Commerciali

Mainframe: grossi calcolatori per applicazioni scientifiche, militari e Pubblica Amministrazione

- IBM 7090

- Versione transistorizzata del 709
- Memoria: 32K parole da 36 bit
- Tempo di ciclo: 2  $\mu$ sec
- Domina il mercato fino agli anni '70
- Pochi esemplari, costano milioni di dollari

# Sistemi Commerciali

Piccoli sistemi: per medie aziende o di appoggio ai mainframe

- IBM 1401

- ▣ Stessa capacità di I/O del 7090
- ▣ Memoria 4K word 8bit (1 byte)
- ▣ Orientata ai caratteri
- ▣ Istruzioni per la manipolazione di stringhe

# Supercomputer

Macchine molto potenti dedicate al *number crunching*

- 10 volte più veloci del 7090
- Architettura molto sofisticata
- Parallelismo all'interno della CPU
- Nicchia di mercato molto specifica
  
- Seymour Cray (1964)  
CDC 6600

# Generazione 3 (1965-1980)

## Tecnologia: IC

### Evoluzione dell'architettura HW

- Microprogrammazione
- Unità veloci floating-point
- Processori ausiliari dedicati alla gestione dell'I/O

### Evoluzione dei Sistemi Operativi

- Virtualizzazione delle risorse
- Multiprogrammazione: esecuzione concorrente di più programmi
- Memoria Virtuale: rimuove le limitazioni dovute alle dimensioni della memoria fisica

# Generazione 3 (1965-1980)

## Tecnologia: IC

L'IBM introduce una famiglia di elaboratori (passo decisivo)

- Serie IBM System/360
  - ▣ Macchine con lo stesso linguaggio
  - ▣ Range di prestazioni (e prezzo)
  - ▣ Completa compatibilità
  - ▣ Portabilità totale delle applicazioni
  - ▣ Sistema Operativo comune OS/360

# Generazione 3 (1965-1980)

## Tecnologia: IC

- Serie DEC PDP-11 e UNIX.
  - ▣ Evoluzione diretta del PDP-8 con parole di memoria e istruzioni a 16 bit
  - ▣ Architettura a bus (Unibus)
  - ▣ Grande flessibilità nella gestione e nell'interfacciamento di periferiche e strumentazione al bus
  - ▣ Domina il mercato fino alla fine degli anni '70
  - ▣ Prodotto in milioni di esemplari e diffusissimo nelle università
  - ▣ Supporta il sistema operativo UNIX, indipendente dalla piattaforma
  - ▣ Influenzerà un'intera generazione di progettisti e di utenti

# Generazione 4 (1980 - )

## Tecnologia: LSI - VLSI

Boom negli anni '80 con i PC prodotti da IBM

Diretto discendente del minicomputer:

- Architettura a bus
- Parole e istruzioni a 16 bit

Esplosione del mercato dei “cloni”

Apple introduce le interfacce grafiche

Osborne introduce i “portatili”

Crollo dei costi ed enorme espansione dell'utenza

# Generazione 4 (1980 - )

## Tecnologia: LSI - VLSI

Dai grandi Centri di Elaborazione a un contesto di Informatica Distribuita

L'espansione del PC è trainata da tre fattori:

- Aumento della capacità della CPU
- Discesa dei costi della memoria
- Discesa dei costi dei dischi

# Generazione 5 (1980 - )

## Computer a basso consumo e invisibili

La Apple introduce il primo computer palmare (PDA)

Successivamente, si sono diffusi i sistemi embedded:

- Elettrodomestici
- Orologi
- Lettori MP3
- Cellulari
- ...

Architetture non nuove ma diversa prospettiva

Modello del ubiquitous (o pervasive) computing o dell'Internet of Things

# Legge di Moore

Il numero di transistor su di un chip raddoppia ogni 18 mesi (circa un aumento del 60% all'anno)

Conseguenze:

- Aumento della capacità dei chip di memoria
- Aumento della capacità delle CPU

# Legge di Moore

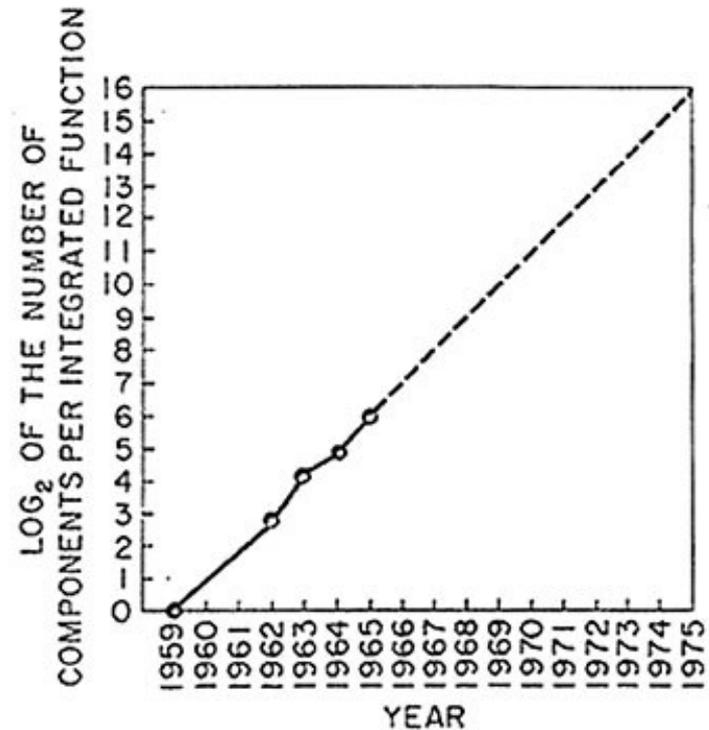


Fig. 2 Number of components per integrated function for minimum cost per component extrapolated vs time.

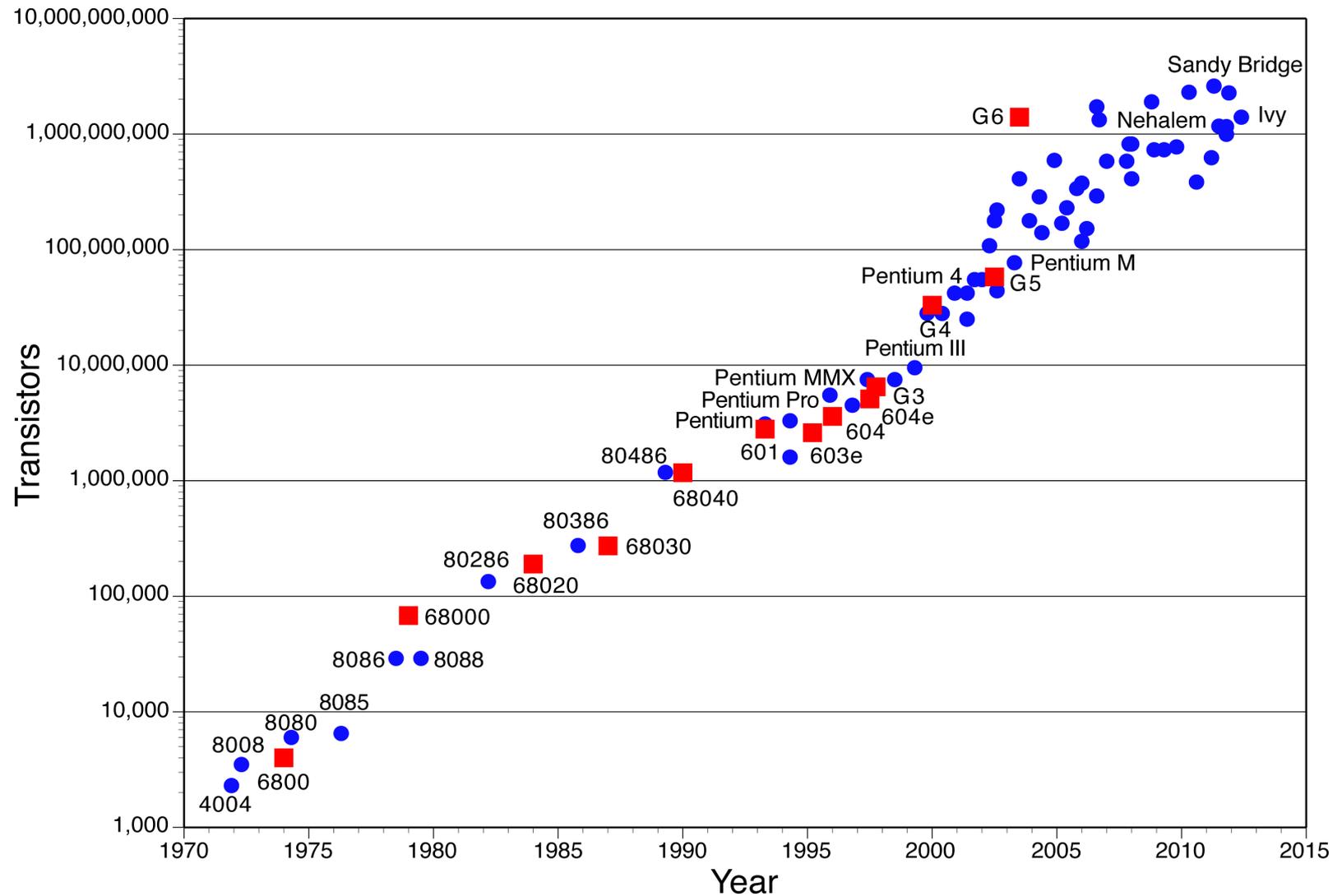
# Legge di Moore

---

Più transistor in una CPU significano:

- Eseguire direttamente istruzioni più complesse
- Maggiore memoria sul chip (cache)
- Maggiore parallelismo interno

# Legge di Moore



# Legge di Nathan



Il software è un gas: riempie sempre completamente qualsiasi contenitore in cui lo si metta

Al calare dei costi e all'aumentare della memoria disponibile, le dimensioni del software sono sempre cresciute in proporzione

# Il Circolo Virtuoso

- Spinta tecnologica (Legge di Moore)
- Costi più bassi e prodotti migliori
- Nuove applicazioni e mercati
- Nuove compagnie e maggiore competizione

---

□ Spinta tecnologica

...