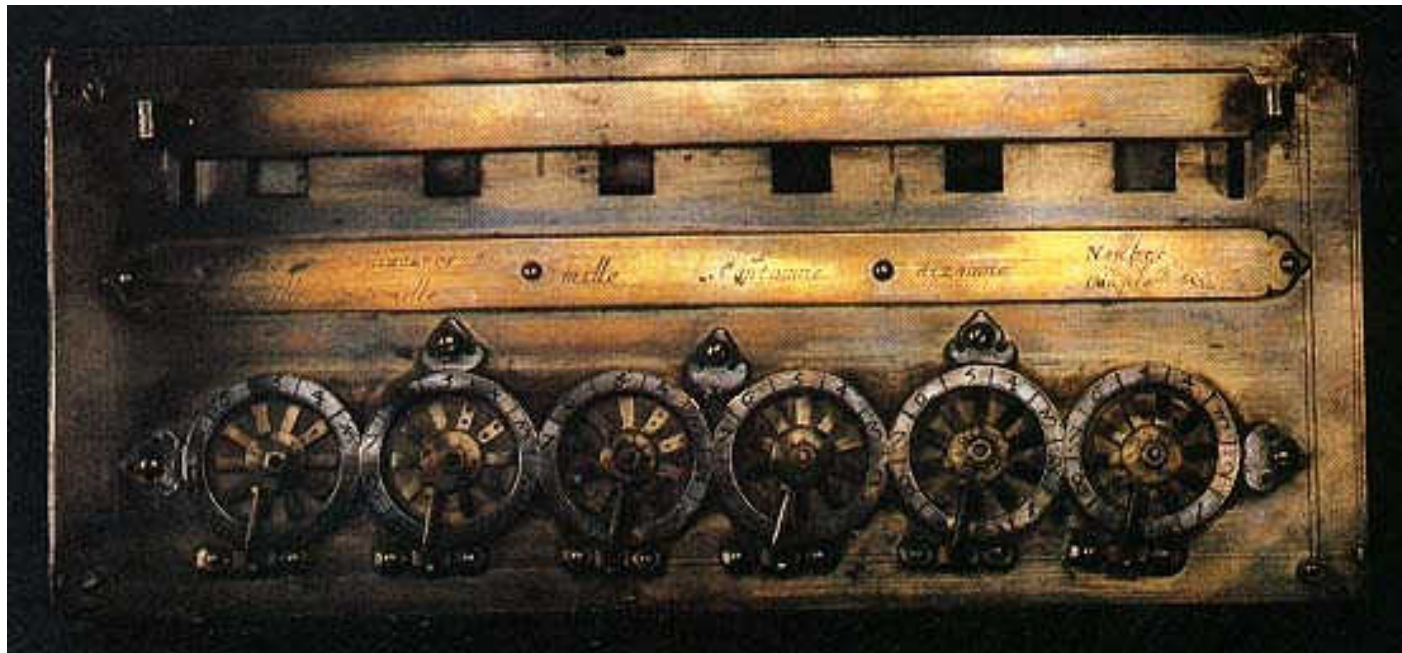


- Breve perspetiva histórica: os principais marcos na evolução dos computadores

Bernardo Cunha, José Luís Azevedo, Arnaldo Oliveira

## "Pré-história"

- 1642 - Blaise Pascal (1623-1662) desenvolveu uma máquina de somar mecânica ("Pascalene")



## "Pré-história"

- 1823 - Charles Babbage (1792-1871) desenhou a 1ª máquina computacional. Previa mecanismos para:
  - leitura de dados de entrada
  - execução de operações
  - armazenamento de resultados
  - reprodução de dados de saída
  - controlo automático da operação da máquina(dada a sua complexidade e a natureza primitiva da tecnologia desse tempo, nunca foi construída)
- George Boole (1815-1864) desenvolveu a álgebra, conhecida depois por Álgebra de Boole

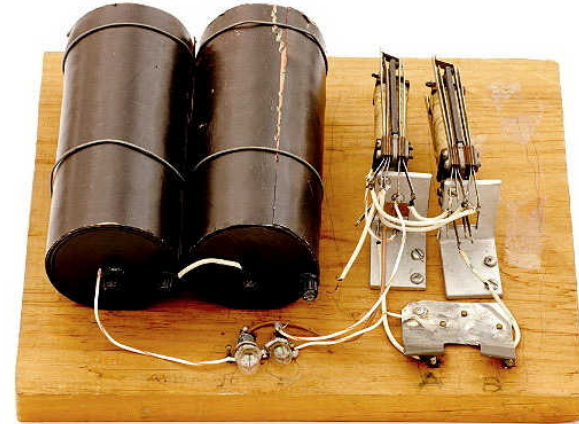
## "Pré-história"

- 1890 - Máquina de Hollerith
  - Eletromecânica, baseada em cartões perfurados
  - Utilizada para contagem no recenseamento nos USA
- Herman Hollerith foi um dos fundadores da empresa (Tabulating Machine Company, 1896) que veio a dar origem à IBM em 1924



## Anos 30

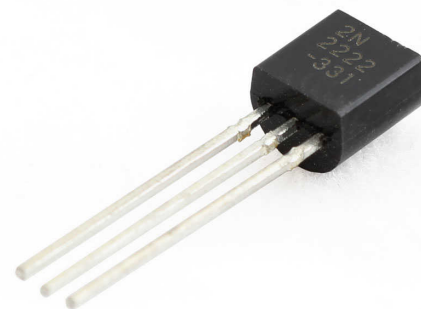
- George Stibitz (Bell Labs) desenhou e implementou um somador com recurso a relés
- Demonstrador simples - prova de conceito da aplicação de lógica Booleana no desenho de computadores
- Konrad Zuse (Alemanha) construiu vários computadores também com recurso a relés – trabalho mantido em segredo (2ª guerra mundial). Um dos projetos tinha a designação Z3:
  - 2300 relés
  - Operação binárias, floating point
  - 22-bit word length
  - Utilizado em cálculos de aerodinâmica
  - Foi destruído durante um bombardeamento em 1943



# Progresso em hardware de computadores

- 1ª geração, 1946-59: **válvulas, relés**
  - Computador comercial
- 2ª geração, 1959-64: **transistores discretos**
  - Computadores mais baratos
  - O transistor foi inventado em 1948, e estava em produção em larga escala em 1958
  - **O circuito integrado** (IC) foi inventado em 1958; ICs disponíveis comercialmente a partir de 1964
- 3ª geração, 1964-75: ICs, SSI e MSI ( < 100 gates)
  - Minicomputadores
- 4ª geração, 1975- : LSI (>100 gates) e VLSI (>100.000)
  - Computadores pessoais

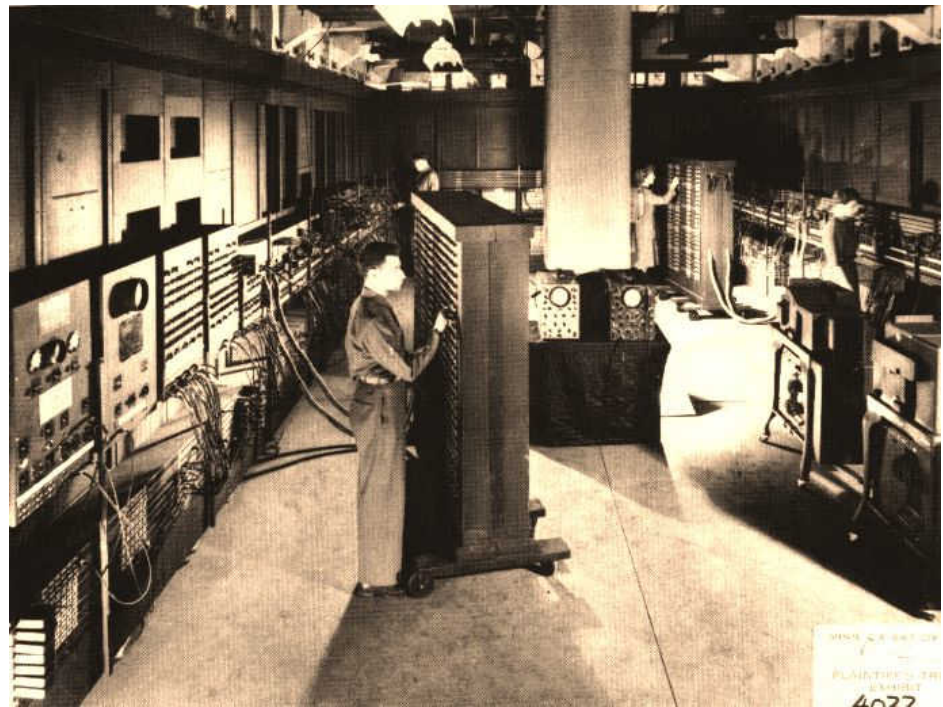
# Válvulas, Relés, Transistores discretos





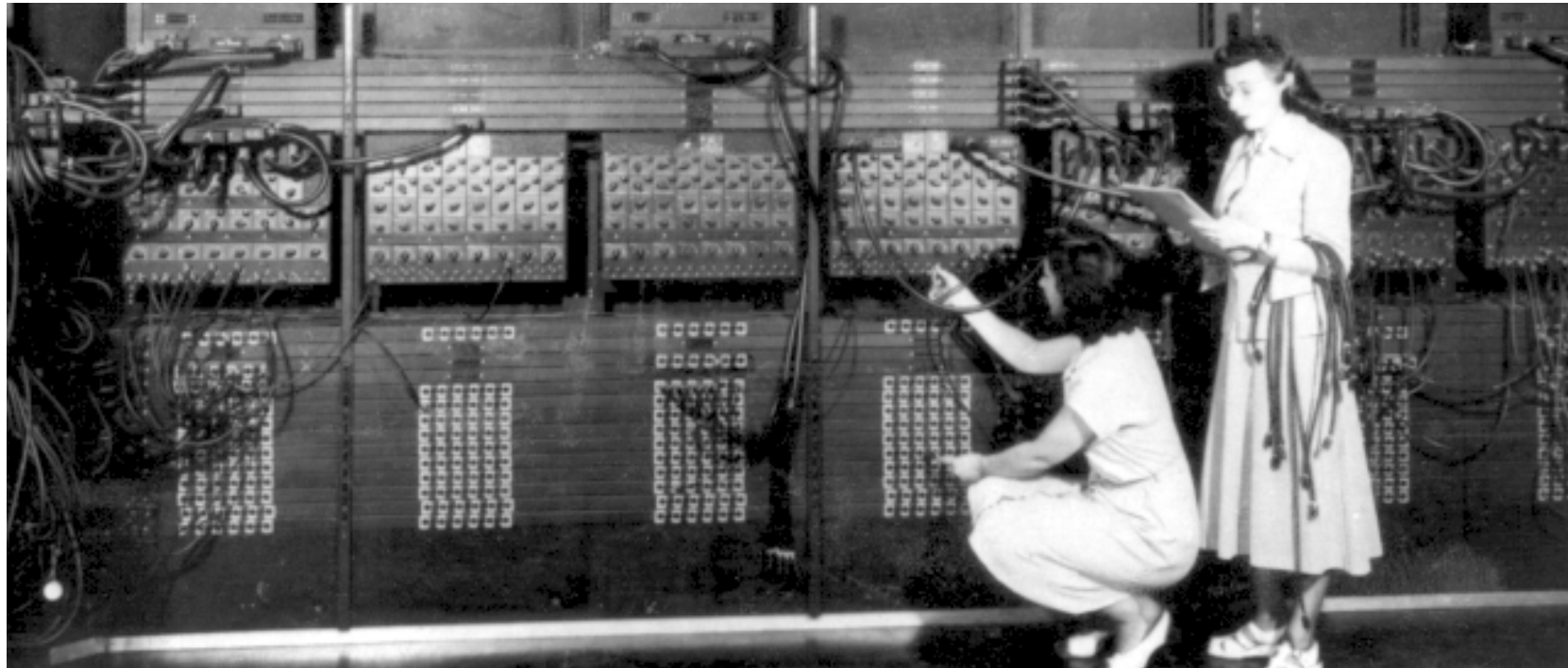
# 1943 - ENIAC

- ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), Universidade da Pensilvânia
- Desenvolvido durante a 2ª guerra mundial para calcular a trajetória de projéteis balísticos
  - 18000 válvulas
  - 1500 relés
  - 30 toneladas
  - 93 m<sup>2</sup>
  - 200 kw
  - 20 registros de 10 bits
  - 5000 somas / s
  - 357 multiplicações / s
  - 38 divisões / s
  - Program. "hardwired"





## ENIAC – programação “hardwired”



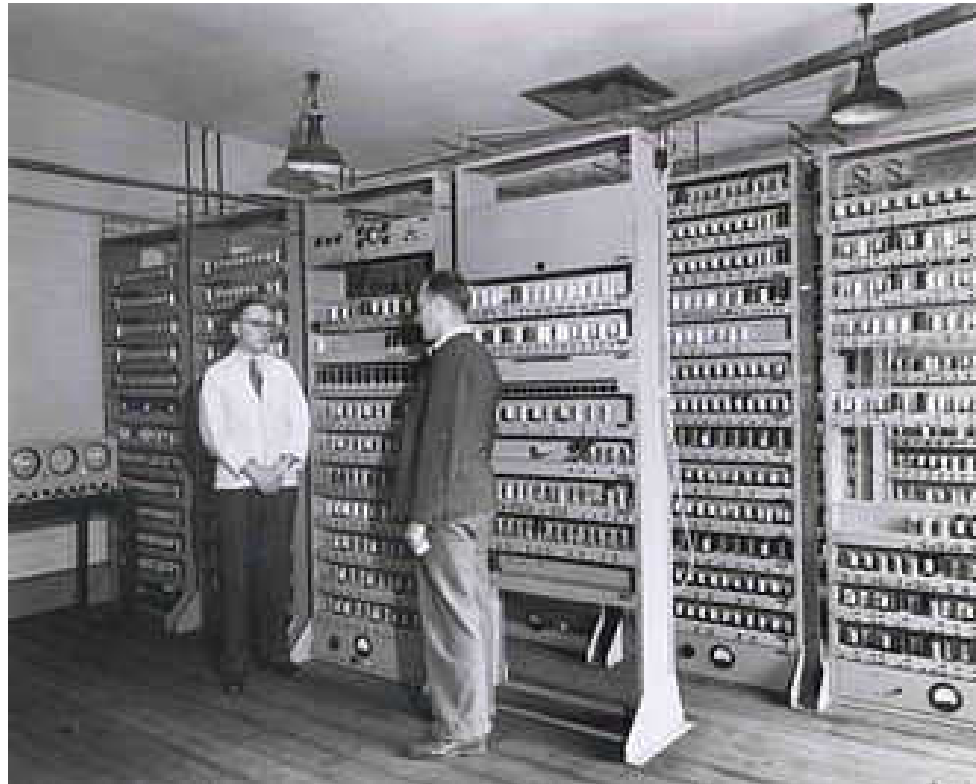
- Esteve em atividade durante 10 anos
- Acredita-se que, nesse período, realizou mais cálculo que toda a humanidade até então

## 1947 – EDVAC

- EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), Universidade da Pensilvânia
- A equipa do ENIAC (à qual se juntou John Von Neumann) propôs a construção de um computador que incluía um conceito revolucionário:
  - **"Memory-Stored Program" – programas armazenados na memória do computador da mesma forma que números**
- Ficou operacional em 1951

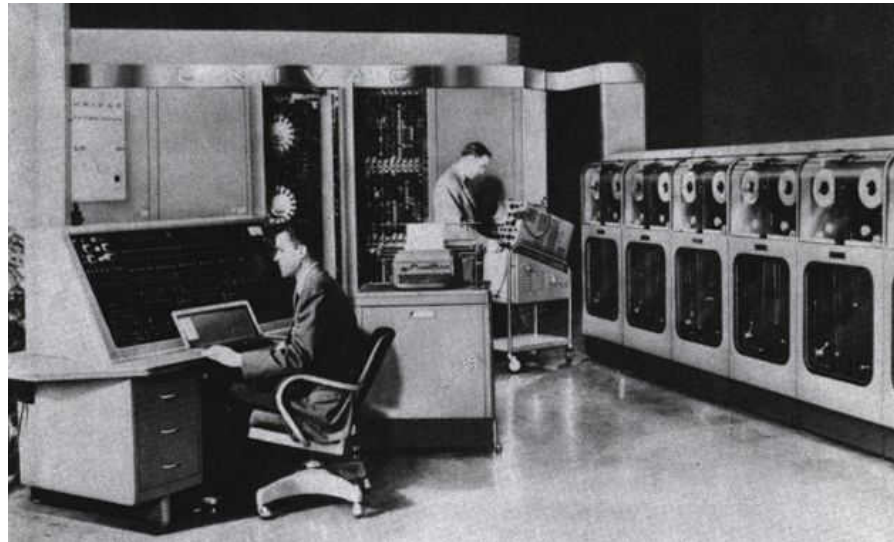
## 1949 – EDSAC

- EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator), Universidade de Cambridge
- 1º computador construído, baseado no conceito "memory-stored program"



## 1951 – UNIVAC

- 1º Computador comercial (usado com sucesso na projeção dos resultados das eleições americanas de 1952)
- 48 unidades vendidas (companhias de seguros, bancos, aplicações militares)
- Preço: mais de \$1.000.000



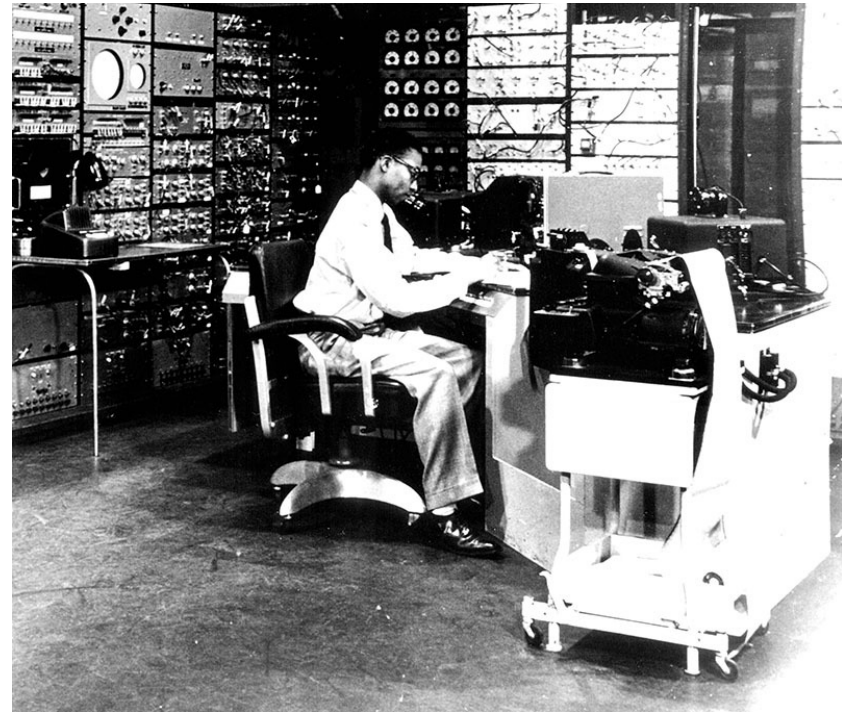
## 1954 – IBM 650

- 1º computador de produção em massa da IBM
- 450 unidades vendidas num único ano
- Modelo muito popular nas universidades onde muitos estudantes aprenderam, pela primeira vez, programação



## 1956 – teclado como método de interação

- Investigadores do MIT iniciaram experiências com interação direta com o computador através de um dispositivo que deu origem ao teclado
- Até então a interação era feita através de cartões perfurados ou fita perfurada





## 1958 – Computador transistorizado

- RCA introduz o primeiro computador totalmente transistorizado (Model 501)



## 1960 – DEC (Digital Equipment Corporation) PDP-1

- Preço: \$120.000
- Incluía um *display* gráfico com tubo de raios catódicos
- Necessitava apenas de 1 operador
- Primeiro jogo de computador foi escrito para este computador: Space War
- Mais de 50 unidades vendidas



## 1965 – IBM lança a série 360

- System / 360 – marco importante na história da computação. O conceito de família de computadores foi pela primeira vez introduzido
- Em 7 de Abril de 1965, a IBM anunciou cinco modelos da série System / 360, abrangendo uma gama de desempenho de 50 para 1
- Todos os modelos podiam executar o mesmo software, em grande parte sem modificação
- 40 novos periféricos para a família 360
- Na época a IBM tinha acabado de fazer a transição de transistores discretos para circuitos integrados
- Encomendas: 1000/mês durante 2 anos

## 1965 – IBM lança a série 360



## 1965 – DEC PDP-8

- 1º **mini-computador** a ser um sucesso comercial
- Preço: \$18.000 (1/5 do preço do IBM System/360)
- Milhares de unidades vendidas
- Compradores incluíam:
  - Indústria
  - "Pequenos" negócios
  - Laboratórios científicos
  - Universidades





## 1968 – Mini-computador Nova (Data General)

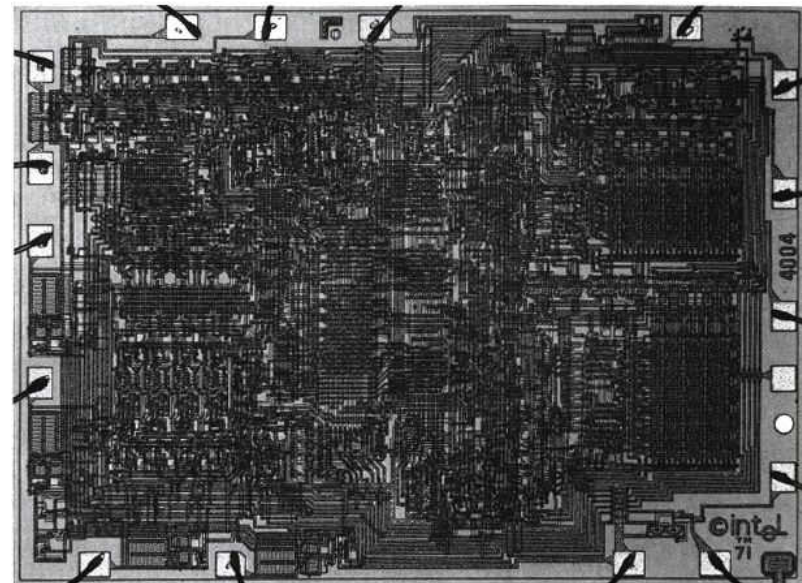
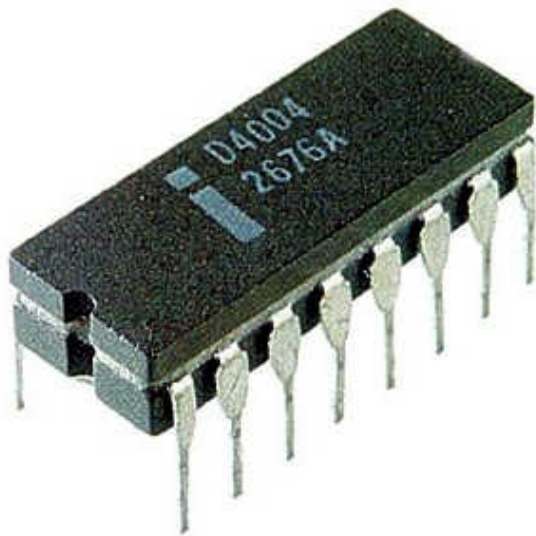
- Preço: \$8.000
- 32 KB de memória
- Data General continuou até aos anos 70 a construção de uma série de mini-computadores que influenciaram o desenho de sistemas posteriores (e.g. Xerox Alto e Apple 1)
- 1978 – Nova 4





## 1971 – Intel 4004

- **Microprocessador de 4 bits** – o 1º a ser vendido como um componente em mercado aberto
- CI com 2300 transistores



# 1974 – Xerox PARC Alto

- Sistema inovador, com influência decisiva na indústria de computadores
  - Interface gráfica, teclado e rato
  - Trabalhava em rede com outros Alto
  - Partilha de documentos e impressão numa Xerox laser printer
- Aplicações usavam um conceito inovador: **WYSIWYG** (what you see is what you get)
- Janelas, *icons* e rato
- Inspiração para o desenvolvimento dos computadores Macintosh da Apple



## 1976 – Cray I

- A máquina mais rápida até então construída
- 1º super computador vetorial
- 133 MFLOPS
- Consumo: 115 kW
- Custo \$10.000.000
- Utilizado em aplicações militares (desenho e simulação de armas nucleares, previsão meteorológica)



# 1981 – IBM PC

- A força da marca e uma massiva campanha de marketing iniciaram o rápido crescimento do mercado dos computadores pessoais
- Microprocessador Intel 8088 @ 4.77 MHz
- Sistema operativo MS-DOS da Microsoft
- Este computador foi largamente copiado, o que fez desenvolver uma poderosa indústria de hardware, software e de periféricos



## 1982 – Commodore C64

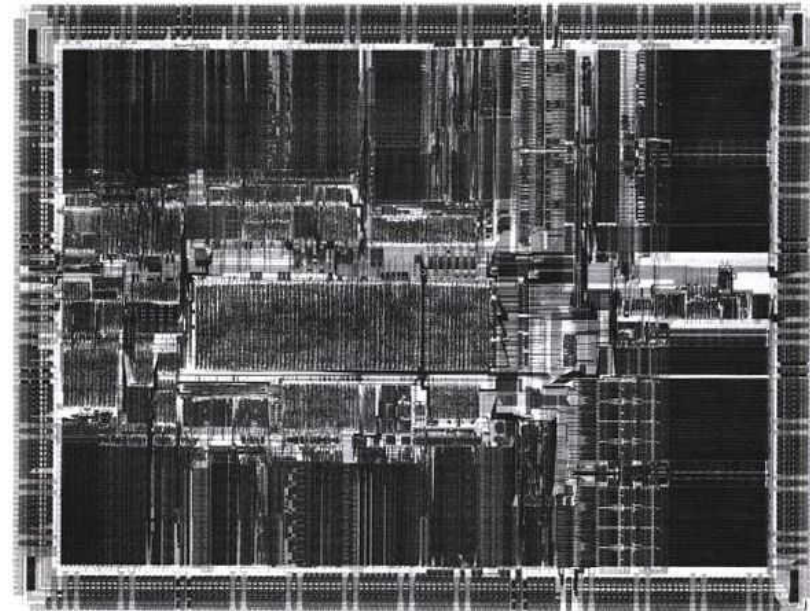
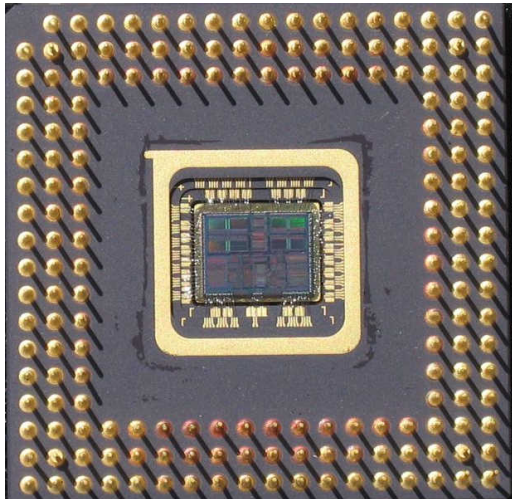
- Preço: \$595
- 64 KB de RAM
- Foram desenvolvidas milhares de aplicações para este computador
- Foi descontinuado em 1993
- Mais de 22 milhões de unidades vendidas
- Em 2006 foi reconhecido como o computador mais vendido de sempre





## 1993 – MIPS R4000

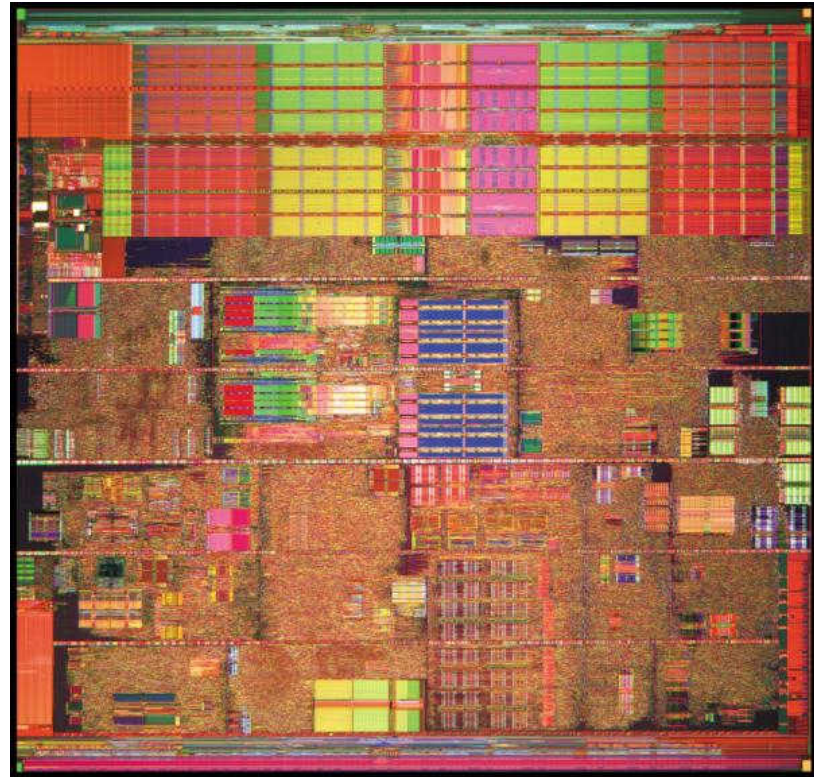
- Microprocessador RISC (Reduced Instruction Set Computer) de 32 bits
- Tecnologia: 1 $\mu$ m
- 1,3 Milhões de transistores





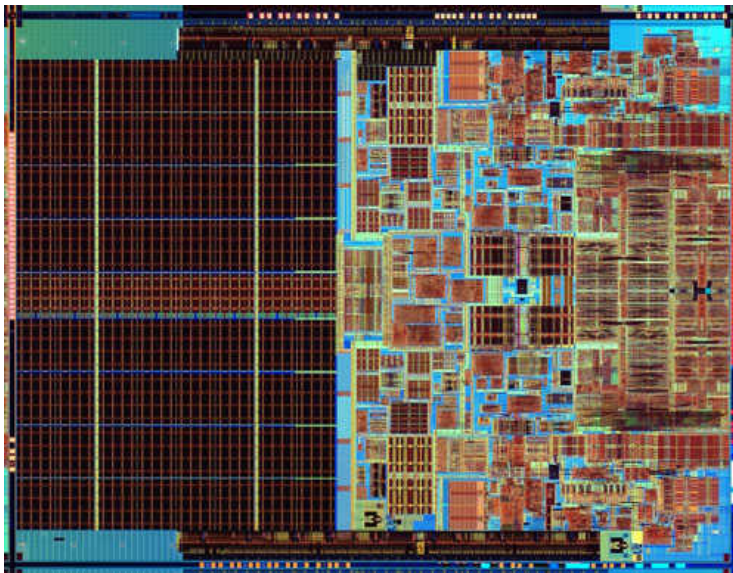
## 2004 – Pentium 4

- Tecnologia: 90nm
- 103Watts. 70A @ 3.4GHz
- Microprocessador x86 de 32 bits
- 125 Milhões de transistores



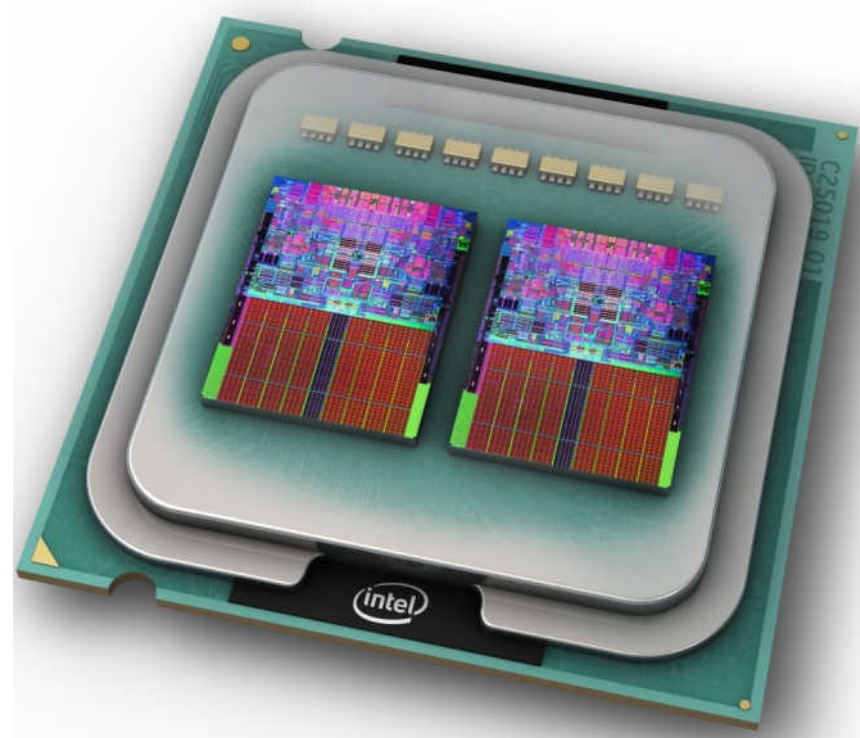
## 2006 – Core 2 Duo

- Tecnologia: 65nm
- 75W @ 2.93GHz (17W, 14A @ 1.8GHz Low Voltage mobile)
- Microprocessador x86 32/64 bits
- 210 Milhões de transistores



## 2008 – Penryn Core 2 Quad

- Tecnologia: 45nm
- 130W @ 3GHz
- Microprocessador x86 de 64 bits
- 820 Milhões de transistores





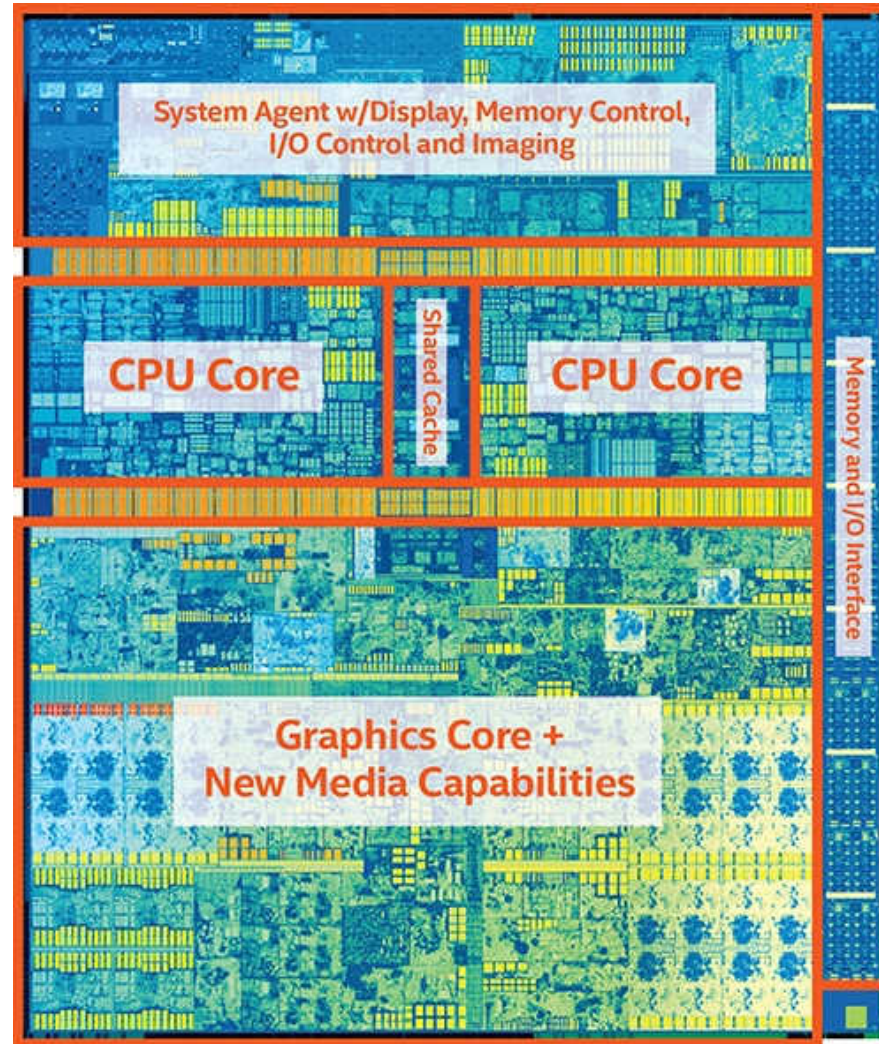
# 2009

- Intel demonstra processo de 32nm com uma SRAM contendo mais de 1.9 mil milhões de transistores
- 32nm Westmere. Microarquitetura de processador com o nome de código Nehalem. Configurável (em produção) de 1 a 8 cores

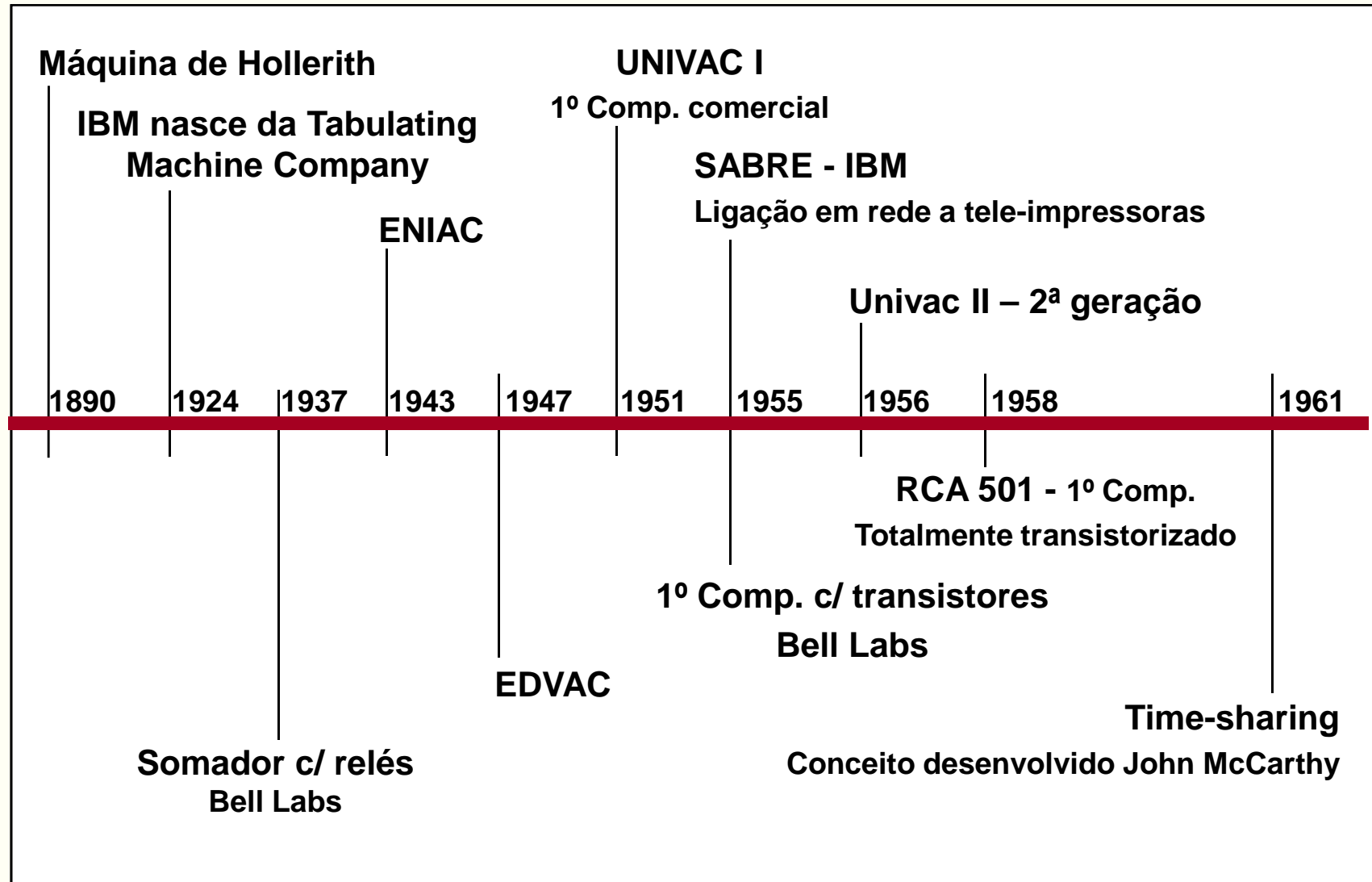


## 2016 - Kaby Lake (sétima geração)

- Tecnologia: 14nm

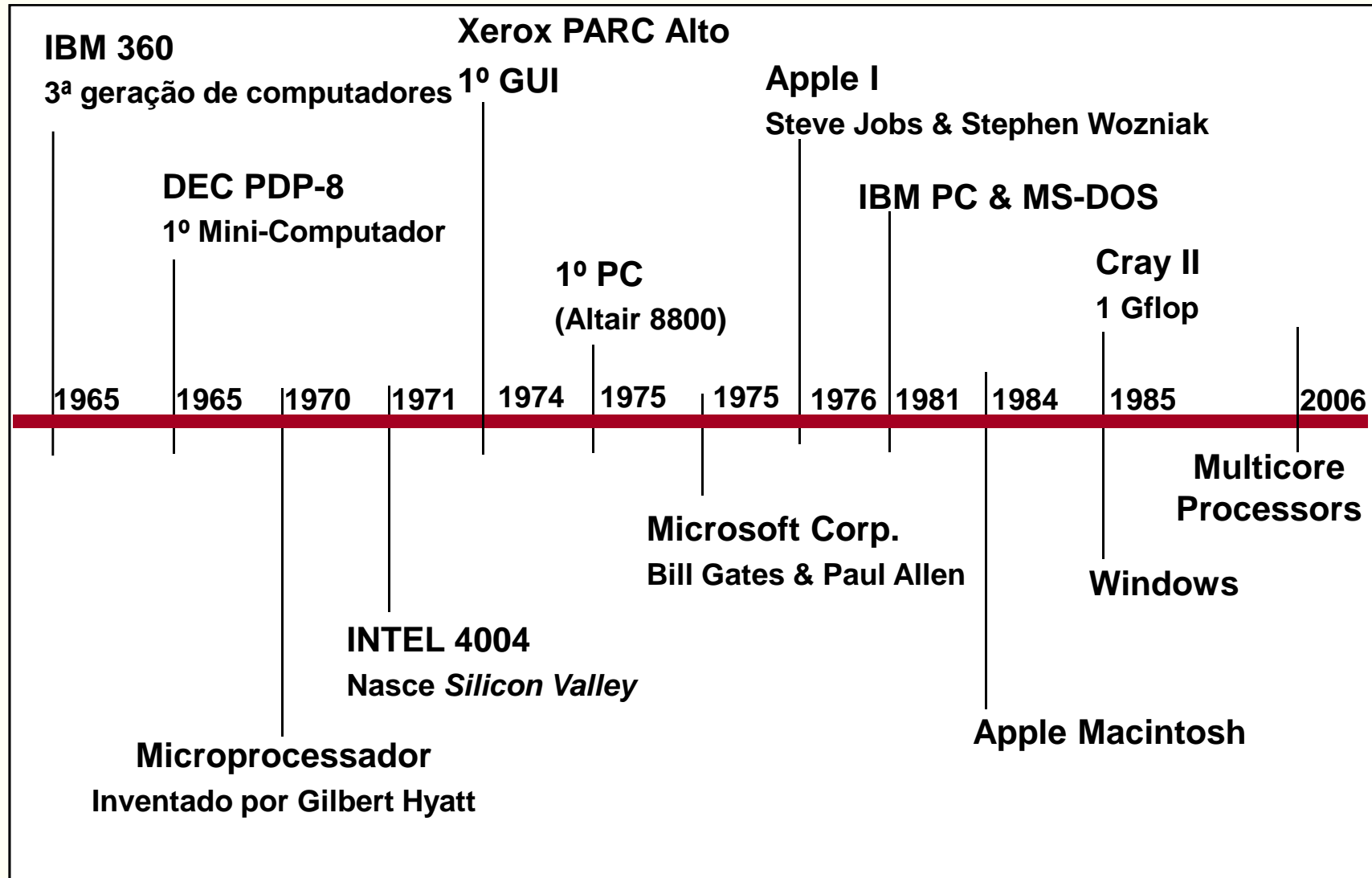


# Timeline





# Timeline



## Arquitetura de computadores – uma área em constante evolução

- Por volta de 1986 emergiram o microprocessador (32-bit) e o computador numa só placa de circuito impresso
  - workstations, PCs e sistemas multiprocessador têm evoluído continuamente desde então
- A evolução tecnológica na área da arquitetura de computadores mantém-se a ritmos elevados:
  - Processadores
    - Número de transistores duplica a cada 2 anos
  - Memória
    - Capacidade da DRAM aumenta cerca de 60% por ano (2x cada 18 meses)
    - Tempo de acesso diminui cerca de 10% por ano
    - Custo por bit baixa cerca de 25% por ano
  - Armazenamento de massa (disco duro)
    - Capacidade aumenta cerca de 60% por ano