

# **Arquitetura e Organização de Computadores**

---

## **Evolução e Desempenho de Computadores**

**Prof. Tiago G. Botelho**

**Material adaptado do livro de Willian Stallings**

# ENIAC - passado

---

## ⌘ Integrador Numérico eletrônico e Computador

- ☒ 17.468 válvulas, 1.500 relês. No total, 30 Ton.
- ☒ 5.000 adições ou 357 multiplicações ou 38 divisões por segundo
- ☒ Universidade da Pennsylvania

## ⌘ Tabelas de trajetórias para armas (balística)

## ⌘ Iniciado em 1943

## ⌘ Terminado em 1946

- ☒ Muito tarde para esforço de guerra

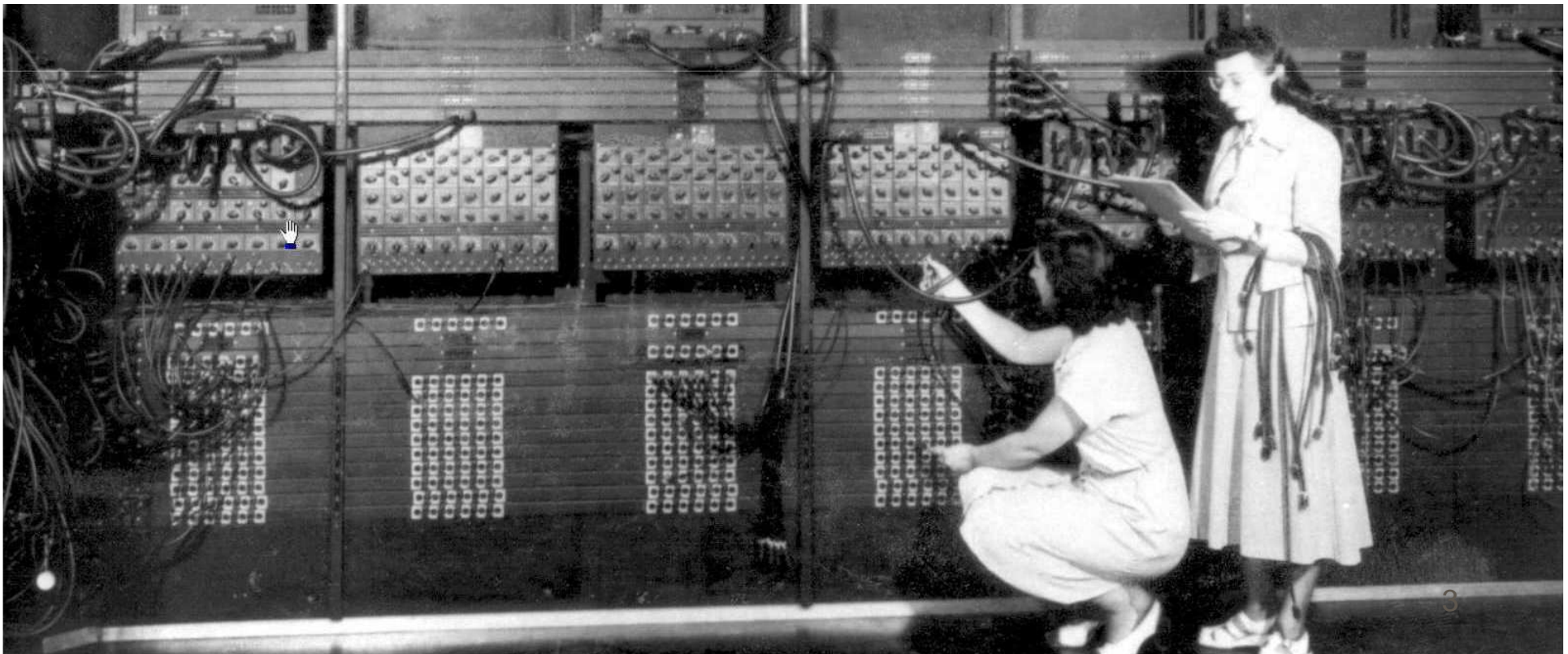
## ⌘ Usado até 1955



# ENIAC – mais detalhes

---

- ⏏ Decimal (não binário)
- ⏏ 20 acumuladores de 10 dígitos
- ⏏ Programado manualmente por interruptores



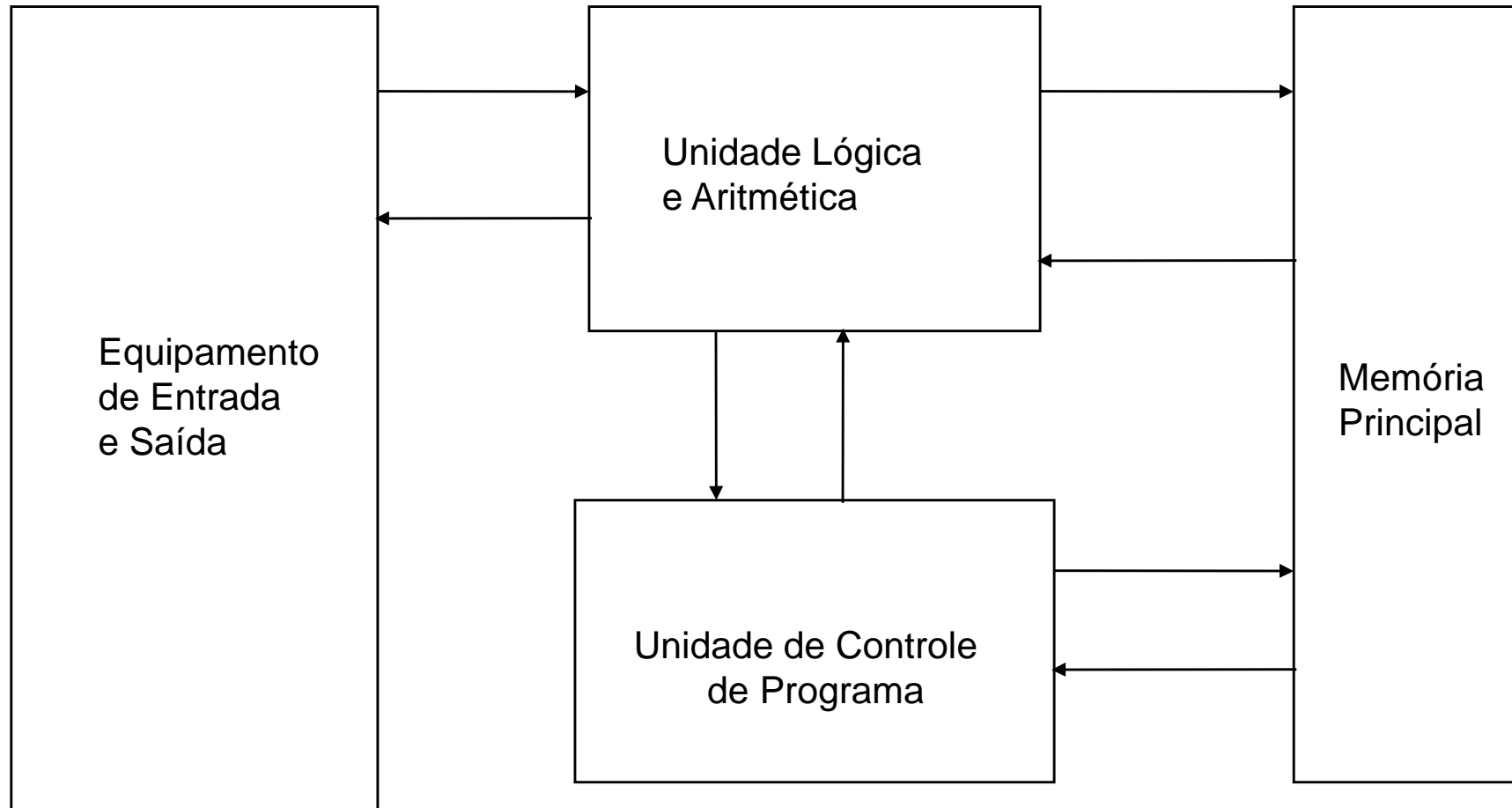
# von Neumann/Turing

---

- ⌘ Conceito de programa armazenado
- ⌘ Memória principal que armazena programas e dados
- ⌘ ALU operando em dados binários
- ⌘ Unidade de controle interpretando instruções de memória e executando
- ⌘ Equipamentos de entrada e saída operados pela unidade de controle
- ⌘ Instituto para estudos avançados de Princeton
  - ⌘ IAS
- ⌘ Completado em 1952

# Arquitetura da Máquina de von Neumann

---



# IAS - detalhes

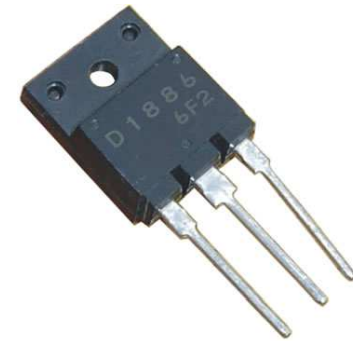
---

- ⌘ Palavras 1000 x 40 bit
  - ☒ Número binário
  - ☒ Instruções 2 x 20 bit
- ⌘ Conjunto de registradores (armazenamento na CPU)
  - ☒ Registrador de buffer de memória (MBR)
  - ☒ Registrador de endereço de memória (MAR)
  - ☒ Registrador de instrução (IR)
  - ☒ Registrador de buffer de instrução (IBR)
  - ☒ Contador de programa (PC)
  - ☒ Acumulador (AC)
  - ☒ Multiplicador de quociente (MQ)

# Transistores

---

- ⌘ Tubos à vácuo substituídos
- ⌘ Menor
- ⌘ Mais barato
- ⌘ Menor dissipação de calor
- ⌘ Dispositivo de estado sólido
- ⌘ Feito de silício (areia)
- ⌘ Inventado em 1947 nos Laboratórios Bell
- ⌘ Permitiu o surgimento do microchip



# Computadores em Base de Transistores

---

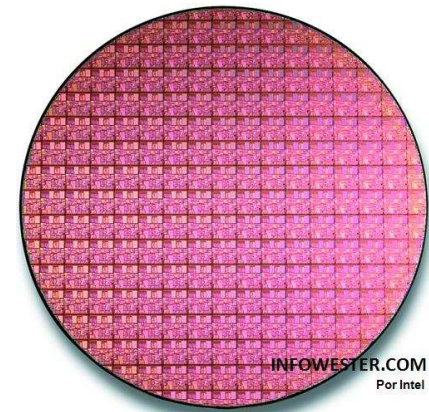
- ⌘ Segunda Geração de Máquinas
- ⌘ Redução muito significativa no tamanho e no preço dos computadores
- ⌘ IBM 7000
- ⌘ DEC (Digital Equipment Corporation) - 1957
  - ☒ Produziu PDP-1
- ⌘ Primeiro microchip comercial
  - ☒ INTEL 4004



# Microelectrônica

---

- ⌘ Literalmente - “eletrônica pequena”
- ⌘ Um computador é composto de portas, células de memória e interconexões
- ⌘ Estes podem ser fabricados em um semicondutor
- ⌘ Exemplo: silicon wafer



# Geração de Computadores

---

- ⌘ Tubo à vácuo – 1946 – 1957
- ⌘ Transistor – 1958 - 1964
- ⌘ Integração em pequena escala – 1965 em diante
  - ⌘ Até 100 dispositivos em um chip
- ⌘ Integração em média escala – 1971
  - ⌘ 100-3.000 dispositivos em um chip
- ⌘ Integração em grande escala – 1972 - 1977
  - ⌘ 3.000 – 100.000 dispositivos em um chip
- ⌘ Integração em uma escala muito grande – 1978 a...
  - ⌘ 100.000 – 100.000.000 dispositivos em um chip
- ⌘ Integração em grande escala extrema
  - ⌘ Mais de 100.000.000 de dispositivos em um chip

# Geração de Computadores

---

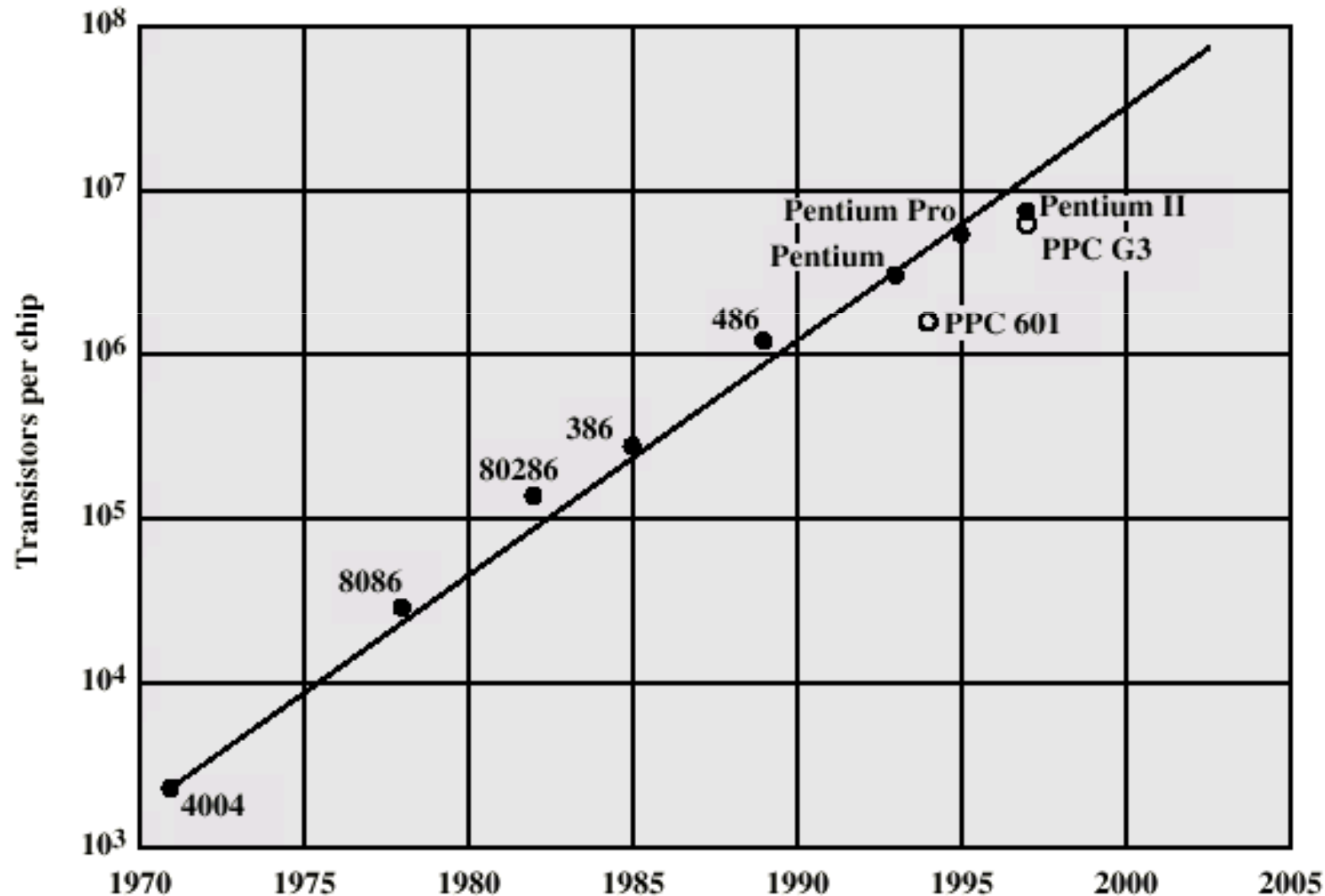
Geração	Dadas Aprox.	Tecnologia	Velocidade (Operações por segundo)
1	1946-1957	Válvula	40.000
2	1958-1964	Transistor	200.000
3	1965-1971	Integração em baixa e média escalas	1.000.000
4	1972-1977	Integração em grande escala	10.000.000
5	1978- ...	Integração em escala muito grande	100.000.000

# Lei de Moore

---

- ⌘ Densidade aumentada dos componentes em um chip
- ⌘ Gordon Moore – co-fundador da Intel
- ⌘ Número de transistores por chip dobrará a cada ano
- ⌘ Desde 1970 o desenvolvimento diminuiu um pouco
  - ⏏ Número de transistores dobra a cada 18 meses
- ⌘ Custo de um chip permaneceu quase que inalterado
- ⌘ Densidade de empacotamento mais alta significa caminhos elétricos mais curtos, tendo um desempenho mais alto
- ⌘ Tamanho menor aumenta flexibilidade
- ⌘ Exigências menores
- ⌘ Poucas interconexões aumentam a confiabilidade

# Crescimento no número de transistores no chip do processador



# Séries IBM 360

---

⌘ 1964

⌘ Substituiu a (& não compatível com) série 7000

⌘ Primeira “família” de computadores planejada

- ☒ Conjuntos de instrução semelhantes ou idênticos
- ☒ OS Similares ou idênticos
- ☒ Velocidade crescente
- ☒ Aumento do número de portas de E/S (mais terminais)
- ☒ Tamanho da memória aumentado
- ☒ Custo aumentado

# Memória de Semicondutor

---

⌘ 1970

⌘ Fairchild produziu a primeira memória de semicondutor

⌘ Tamanho de um único núcleo

☒ Ex.: 1 bit de armazenamento magnético

⌘ 256 bits

⌘ Leitura não-destrutiva

⌘ Muito mais rápido que um núcleo

⌘ Capacidade dobra aproximadamente a cada ano

⌘ Preço por bit cai continuamente

# Intel

---

## ⌘ 1971 - 4004

- ☑ Primeiro microprocessador
- ☑ Todos os componentes da CPU em um único chip
- ☑ 4 bit

## ⌘ Seguido em 1972 pelo 8008

- ☑ 8 bit
- ☑ Ambos desenhados para aplicações específicas

## ⌘ 1974 - 8080

- ☑ Primeiro microprocessador da Intel com propósito geral



# A evolução dos computadores pessoais

---

## ⌘ 1971, Intel 4004

- ☒ 4 bits, 740 KHz

- ☒ 15 vezes mais rápido do que o Eniac

## ⌘ 1972, Intel 8080

- ☒ 8 bits, 2 MHz

- ☒ O Altair foi baseado nesse processador

## ⌘ Altair

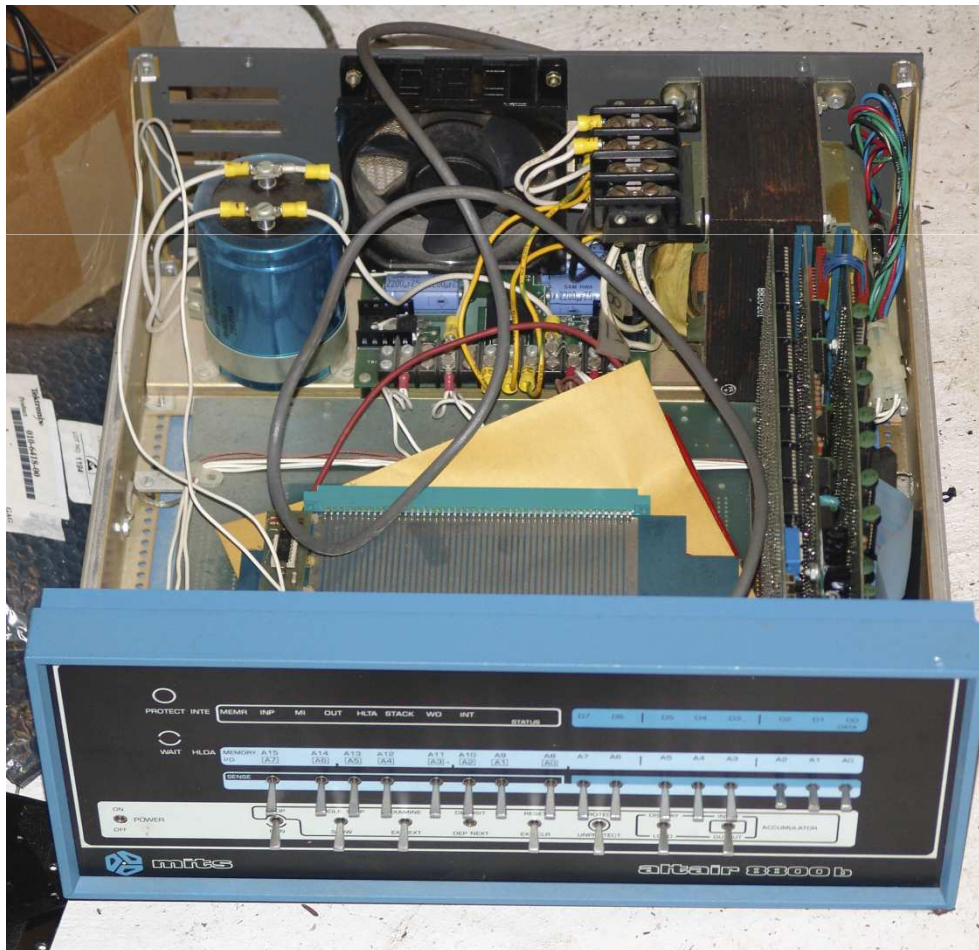
- ☒ Considerado o primeiro computador pessoal

- ☒ Modelo básico: placas, luzes, chips, gabinete, chaves e fonte de alimentação

- ☒ 256 bytes de SRAM

# A evolução dos computadores pessoais

Altair



# A evolução dos computadores pessoais

---

⌘ 1976, Steve Jobs e Steve Wozniak

☑ Fundação da Apple, com o Apple I

⌘ Apple I

☑ Vendido “já montado”

☑ 8bits, 1 Mhz, 8 KB de memória DRAM

☑ Ligado diretamente na TV

☑ Fitas K7 eram utilizadas para armazenamento

⌘ Curiosidade

☑ Rádios “transmitiam” softwares ao vivo

☑ Primeira rede de pirataria de softwares ;-)

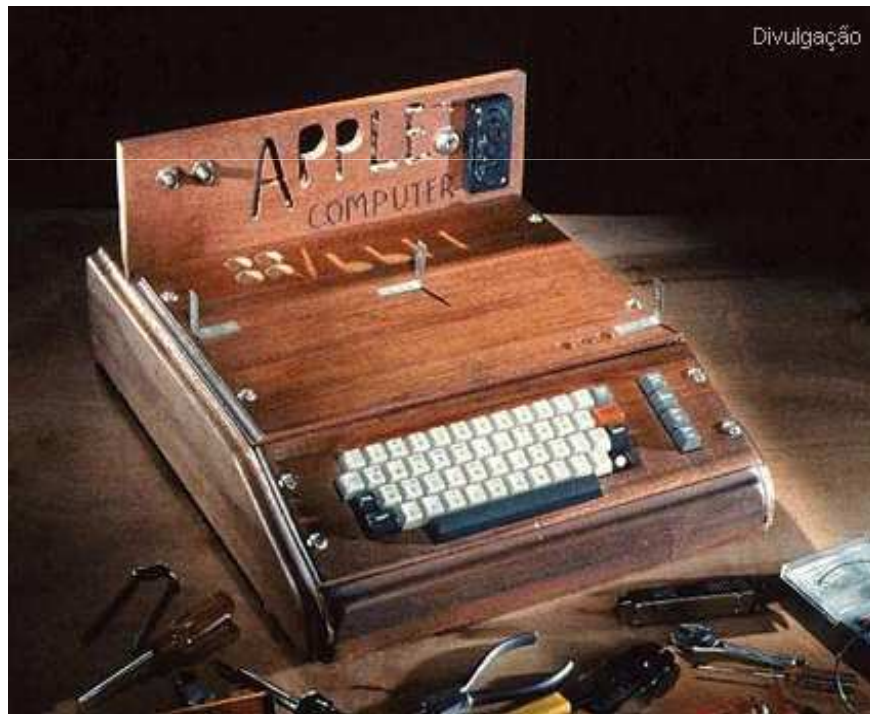




# A evolução dos computadores pessoais

---

## ⌘ Apple I



From Computer Desktop Encyclopedia  
Reproduced with permission.  
© 1996 Apple Computer, Inc.



# A evolução dos computadores pessoais

---

## ⌘ Apple II

- ☑ Mais sucesso do que seu antecessor
- ☑ Comercializado em um gabinete plástico com teclado incorporado
- ☑ Aproximadamente 10.000 dólares atuais
- ☑ Utilizava memórias DRAM, enquanto o Altair utilizava SRAM



# A evolução dos computadores pessoais

---

## ⌘ Atari 800

- ☑ Final da década de 70
- ☑ 16 KB de memória
- ☑ Atari-OS
- ☑ Antecessor do Atari 2600



# A evolução dos computadores pessoais

---

## ⌘ IBM PC Original

- ☒ 1981, a IBM, especializada em mainframes, lança seu primeiro computador pessoal
- ☒ Utilizava processador Intel 8088, antecessor do 8086
- ☒ Até 1 MB de memória, 4,77 MHz

## ⌘ Primeiro PC com arquitetura aberta

- ☒ Qualquer fabricante poderia desenvolver clones bem como acessórios para o PC sem pagar royalties

## ⌘ Nessa época, os HDs ainda eram raros e muito caros

# A evolução dos computadores pessoais

---

⌘ 1984

☒ PC AT

- ☒ Processador 286 de 6 MHz até 16 MHz, HD de 10 MB, monitor (64 cores), disquetes de 5 ¼ de 1.2 MB, 256 KB a 2 MB de memória
- ☒ Totalmente em 16 bits
- ☒ Slots ISA





# A evolução dos computadores pessoais

---

⌘ Em outubro de 1985, a Intel lança o 386

- ☒ 32 bits, interna e externamente
- ☒ Até 4 MB de memória
- ☒ 16 MHz a 20 MHz
- ☒ Primeiro processador a utilizar memória cache

⌘ Um pouco antes, em 1983, a Apple lança o LISA

- ☒ Sistema com interface gráfica e mouse
- ☒ 5 MHz, 1 MB RAM, HD de 5 MB
- ☒ Não obteve sucesso, era muito caro.
- ☒ Serviu de base para o Macintosh

# A evolução dos computadores pessoais

---

## ⌘ Macintosh

- ☑ Esse sim um grande sucesso da Apple
- ☑ 8 MHz, 128 KB RAM e rodava o MacOS

## ⌘ Processadores 386 + Windows 3.1

- ☑ Os PCs voltam a recuperar o terreno perdido para o macintosh
- ☑ Embora o windows apresentasse mais problemas, era mais popular, e os PCs, mais baratos

# A evolução dos computadores pessoais

---

## ⌘ 486

- ☑ 1,2 milhões de transístores, contra 275.000 do 386
- ☑ Co-processor aritmético integrado
- ☑ 8 KB de cache integrada (caches L1 e L2)
- ☑ Introduziu ainda o pipeline de instruções (5 estágios)

## ⌘ Pentium

- ☑ Aumento da quantidade de cache L1 (dados e instruções)
- ☑ Primeiro processador superescalar

# A evolução dos computadores pessoais

---

## ⌘ Pentium, Athlon

☒ As mudanças se limitaram a:

- ☒ Aumento de transistores
- ☒ Aumento de clock e de cache
- ☒ Aumento de instruções: MMX e 3D-Now

## ⌘ Processadores Dual Core

- ☒ Dois núcleos de processamento em uma pastilha de silício
- ☒ Caches L2 podem ser compartilhadas ou separadas para cada núcleo



# Acelerando

---

- ⌘ Com a queda de preços, os computadores passaram a ser utilizados para as mais diversas aplicações
- ⌘ Aplicações que exigiam mais poder de processamento
- ⌘ Formas de “acelerar”:
  - ☑ Pipelining
  - ☑ On board cache
  - ☑ On board L1 & L2 cache
  - ☑ Previsão de desvios
  - ☑ Análises do fluxo de dados
  - ☑ Execução Especulativa

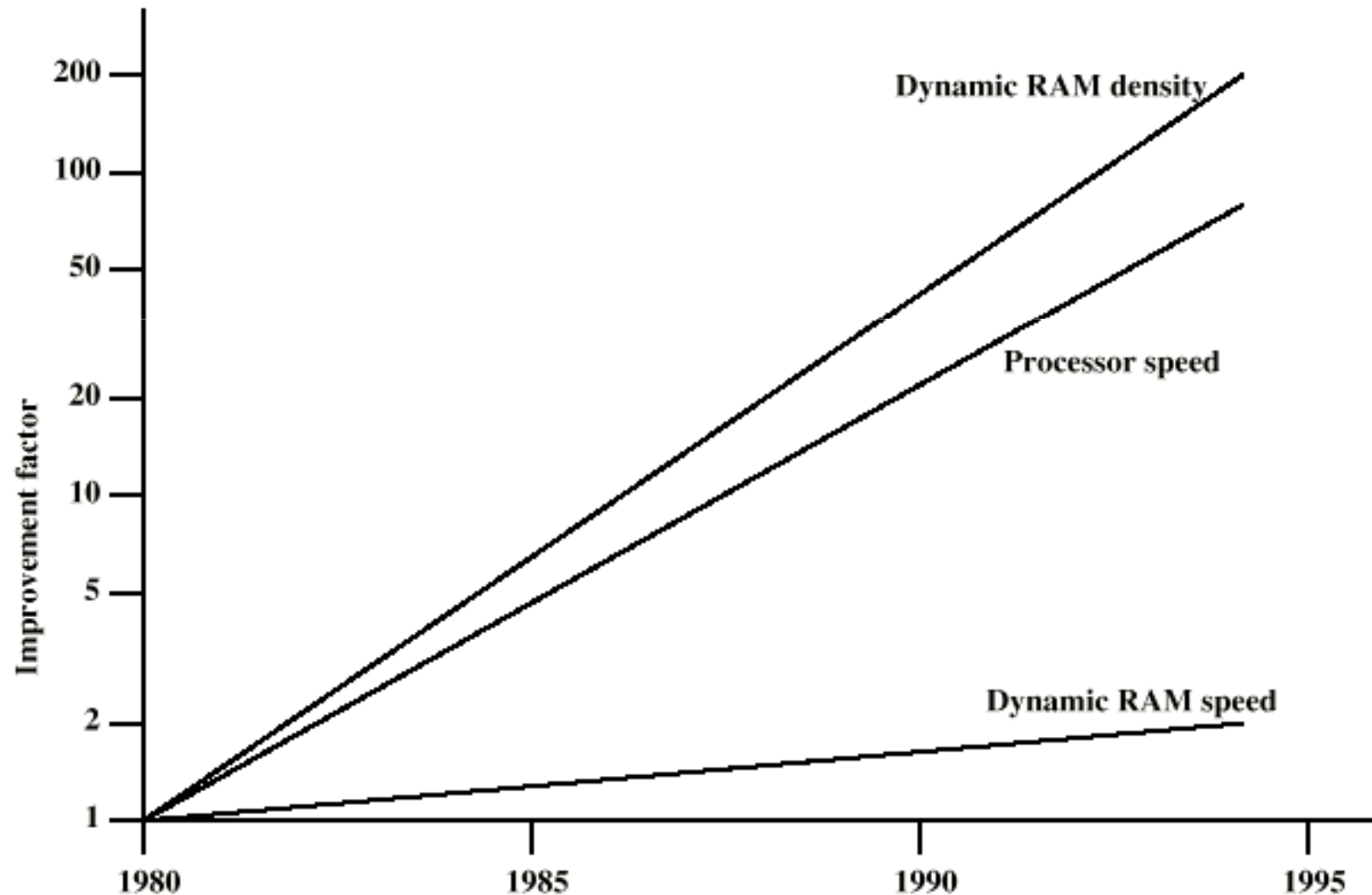
# Balanceamento do Desempenho

---

- ⌘ Velocidade do processador aumentada
- ⌘ Capacidade de memória aumentada
- ⌘ A velocidade da memória “fica para trás” em relação à velocidade do processador

# DRAM e Características do Processador

---



# Soluções

---

- ⌘ Aumento do número de bits obtidos em cada acesso à memória
  - ☒ Faz a DRAM “mais larga” ao invés de “mais funda”
- ⌘ Mudança da Interface DRAM
  - ☒ Cache
- ⌘ Reduz a frequência de acesso à memória
  - ☒ Cache mais complexa e cache “no chip”
- ⌘ Aumento da largura da banda de interconexões
  - ☒ Alta velocidade dos barramentos
  - ☒ Hierarquia de barramentos



# Recursos na Internet

---

⌘ <http://www.intel.com/>

☐ Procure pelo Museu Intel

⌘ <http://www.ibm.com>

⌘ <http://www.dec.com>

⌘ Instituto Charles Babbage

⌘ PowerPC

⌘ Página de Desenvolvimento da Intel