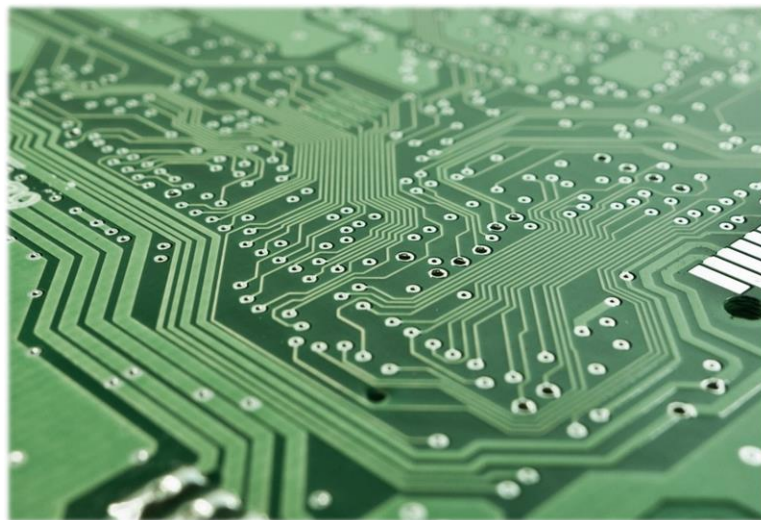


# Introdução à Ciência da Computação

## Visão Geral das Gerações de Computadores



Fabricio Breve  
[fabricio.breve@unesp.br](mailto:fabricio.breve@unesp.br)  
[www.fabriciobreve.com](http://www.fabriciobreve.com)

# Gerações de Computadores

- Durante a evolução do computador digital moderno, foram projetados e construídos centenas de diferentes tipos de computadores.
- Grande parte já foi esquecida há muito tempo, mas alguns causaram um impacto significativo sobre as ideias modernas.

Ano	Nome	Construído por	Comentários
1834	Máquina analítica	Babbage	Primeira tentativa de construir um computador digital
1936	Z1	Zuse	Primeira máquina de calcular com relés
1943	COLOSSUS	Governo britânico	Primeiro computador eletrônico
1944	Mark I	Aiken	Primeiro computador norte-americano de uso geral
1946	ENIAC	Eckert/Mauchley	A história moderna dos computadores começa aqui
1949	EDSAC	Wilkes	Primeiro computador com programa armazenado
1951	Whirlwind I	MIT	Primeiro computador de tempo real
1952	IAS	von Neumann	A maioria das máquinas atuais usa esse projeto
1960	PDP-1	DEC	Primeiro minicomputador (50 vendidos)
1961	1401	IBM	Máquina para pequenos negócios, com enorme popularidade
1962	7094	IBM	Dominou computação científica no início da década de 1960
1963	B5000	Burroughs	Primeira máquina projetada para uma linguagem de alto nível
1964	360	IBM	Primeira linha de produto projetada como uma família
1964	6600	CDC	Primeiro supercomputador científico
1965	PDP-8	DEC	Primeiro minicomputador de mercado de massa (50 mil vendidos)
1970	PDP-11	DEC	Dominou os minicomputadores na década de 1970

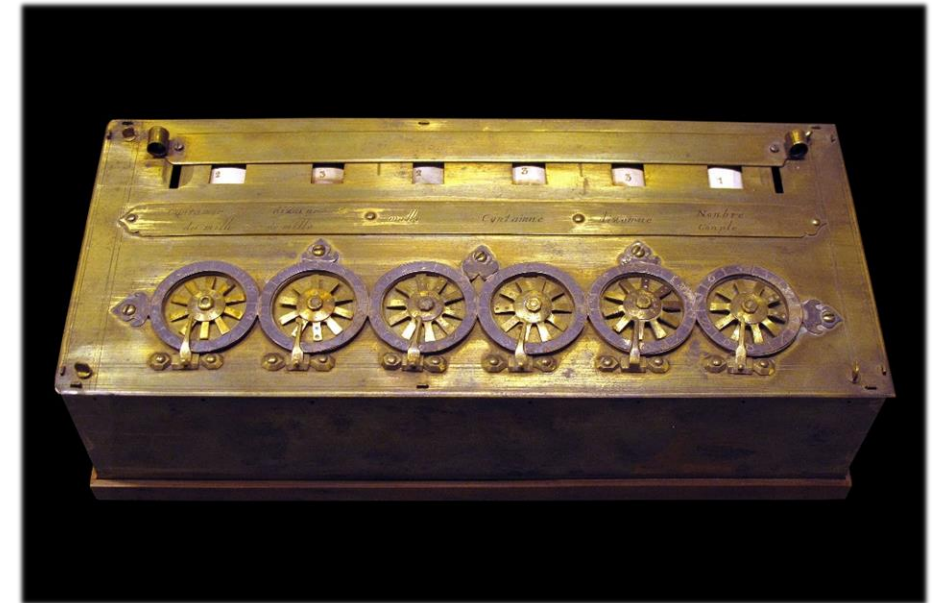
Ano	Nome	Construído por	Comentários
1974	8080	Intel	Primeiro computador de uso geral de 8 bits em um chip
1974	CRAY-1	Cray	Primeiro supercomputador vetorial
1978	VAX	DEC	Primeiro superminicomputador de 32 bits
1981	IBM PC	IBM	Deu início à era moderna do computador pessoal
1981	Osborne-1	Osborne	Primeiro computador portátil
1983	Lisa	Apple	Primeiro computador pessoal com uma GUI
1985	386	Intel	Primeiro ancestral de 32 bits da linha Pentium
1985	MIPS	MIPS	Primeira máquina comercial RISC
1985	XC2064	Xilinx	Primeiro FPGA (Field-Programmable Gate Array)
1987	SPARC	Sun	Primeira estação de trabalho RISC baseada em SPARC
1989	GridPad	Grid Systems	Primeiro computador tablet comercial
1990	RS6000	IBM	Primeira máquina superescalar
1992	Alpha	DEC	Primeiro computador pessoal de 64 bits
1993	Newton	Apple	Primeiro computador palmtop (PDA)
1994	Simon	IBM	Primeiro smartphone
2001	POWER4	IBM	Primeiro multiprocessador com chip dual core



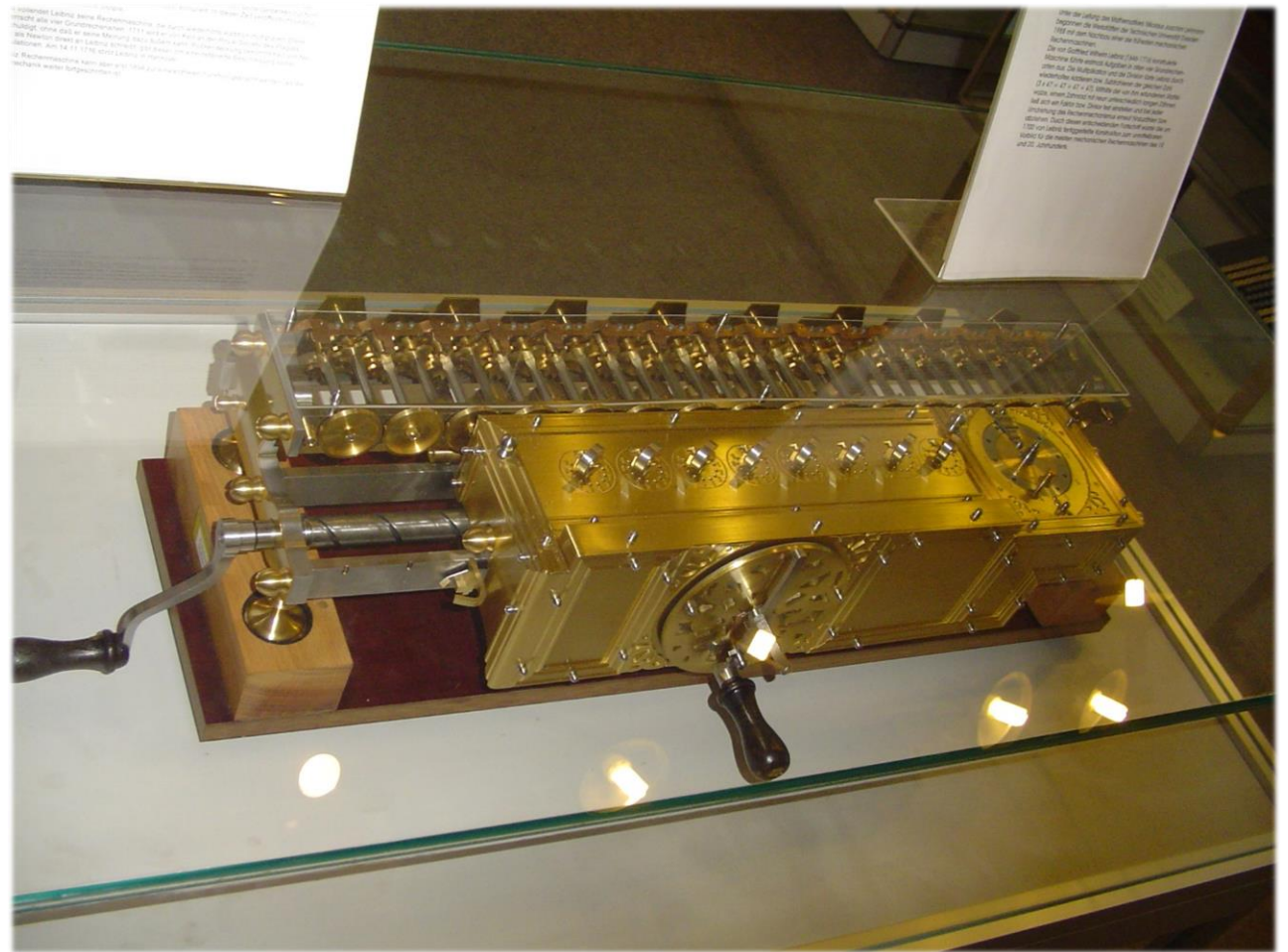
# **A GERAÇÃO ZERO – COMPUTADORES MECÂNICOS (1642–1945)**

# Primeira Máquina de Calcular Operacional – 1642

- Construída pelo cientista francês Blaise Pascal (1623 – 1662).
  - Tinha 19 anos.
  - A linguagem Pascal foi batizada pra homenageá-lo.
  - Foi projetada para ajudar seu pai, um coletor de impostos do governo francês.
  - Era inteiramente mecânica, usava engrenagens e funcionava com uma manivela.



# Calculadora de Leibniz

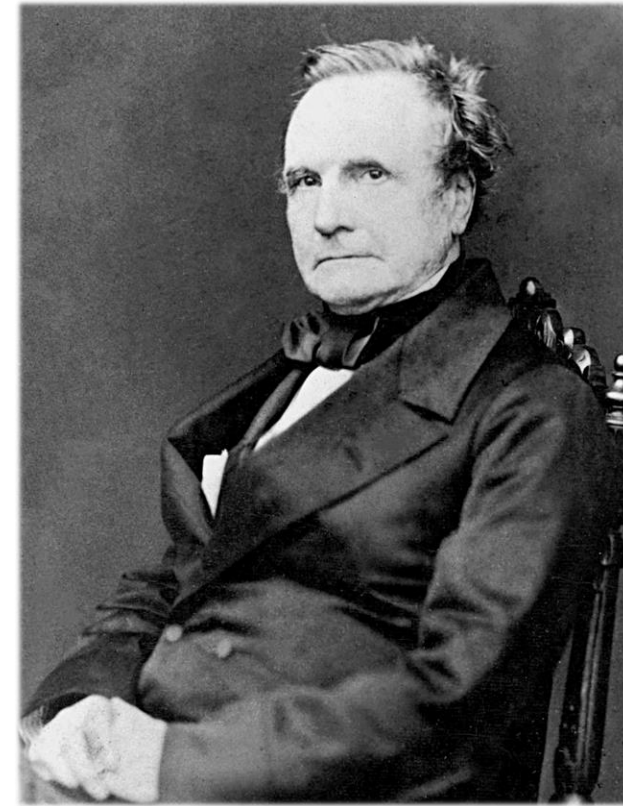


- Construída pelo matemático alemão, barão Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646–1716).
  - A máquina de Pascal efetuava adições e subtrações.
  - A calculadora de Leibniz também podia multiplicar e dividir.

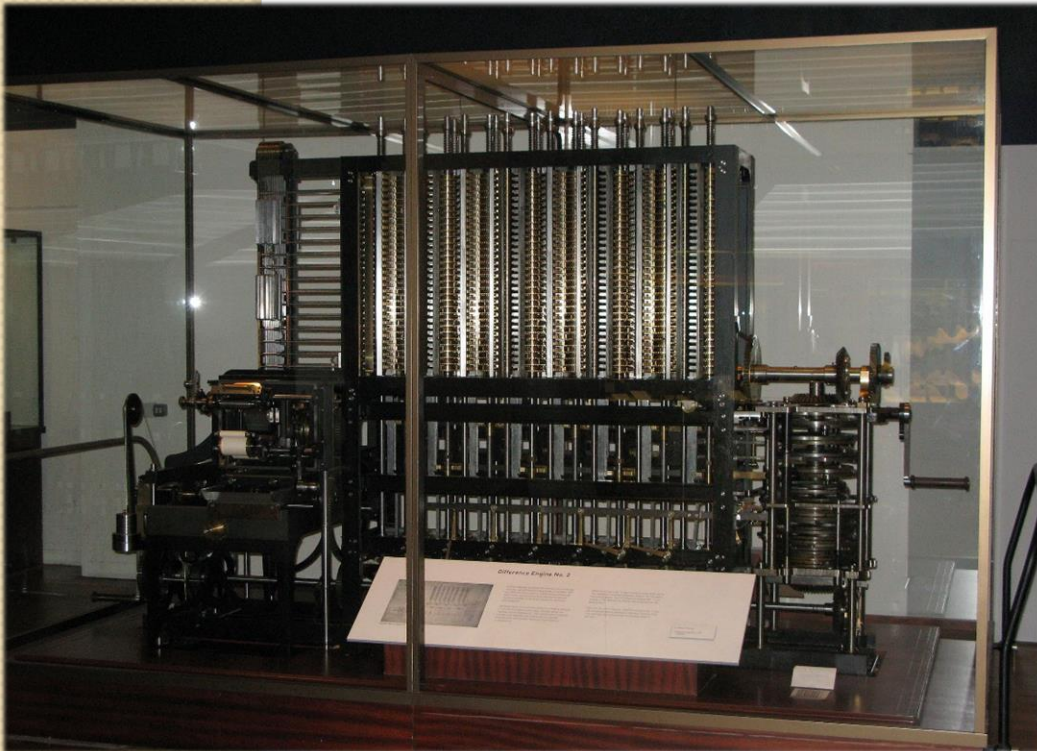
# Máquina Diferencial de Babbage

- Criada em 1834 pelo professor de matemática da Universidade de Cambridge, Charles Babbage.

- Babbage também foi o inventor do velocímetro.
- Podia somar e subtrair.
- Projetada para calcular tabelas de números úteis para navegação marítima.
- Executava um único algoritmo: método de diferenças finitas usando polinômios.
- Saída através de perfuração de uma chapa de gravação de cobre com uma punção de aço.
  - Prenúncio dos cartões perfurados e do CD-ROM.



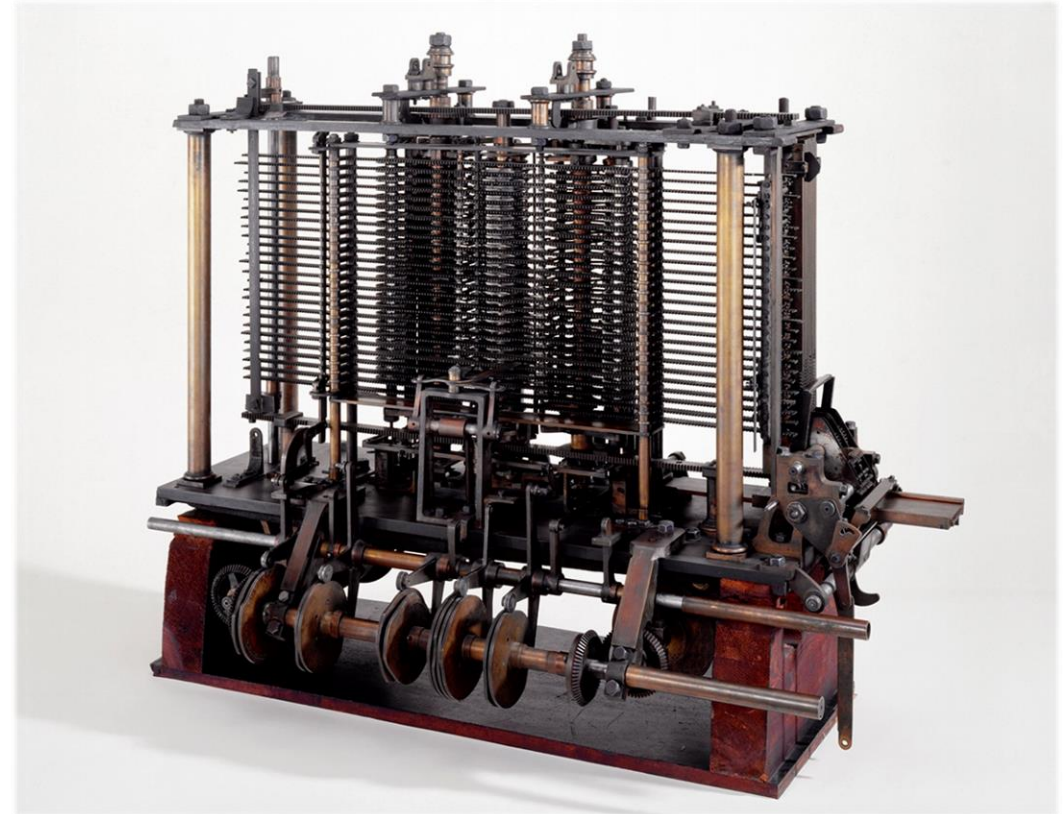
Charles Babbage  
(1792 – 1871)



# Máquina Analítica de Babbage - 1834

- Também inteiramente mecânica.
- Quatro componentes:
  - Armazenagem (memória)
    - 1000 palavras de 50 algarismos decimais, contendo variáveis e resultados.
  - Moinho (unidade de cálculo)
    - Operandos de armazenagem, soma, subtração, multiplicação e divisão.
  - Seção de entrada (leitora de cartões perfurados).
  - Seção de saída (saída perfurada e impressa).
- Grande avanço: Uso Geral.

Primeira tentativa de construir um computador digital



# Máquina Analítica de Babbage

- Como a máquina era programável, precisava de um software.
- Babbage contratou a jovem Ada Augusta Lovelace, filha do poeta britânico Lord Byron.
  - Foi a primeira programadora de computadores do mundo.
  - A linguagem de programação Ada foi nomeada para homenageá-la.
- Babbage nunca conseguiu depurar o hardware por completo.
  - A tecnologia do século XIX não permitia construir as milhares de rodas e engrenagens com a precisão necessária.
  - Suas ideias estavam muito à frente de sua época.
  - Muitos o consideram o “pai do computador” ou o “avô do computador digital moderno”.



Ada Augusta Lovelace  
(1815 – 1852)

# Z1 – 1936

- Criado pelo estudante de engenharia alemão Konrad Zuse.
  - Não conhecia o trabalho de Babbage.
  - Construiu uma série de calculadora automáticas usando relés eletromagnéticos.
- Suas máquinas foram destruídas pelo bombardeio aliado em Berlim em 1944.

Primeira máquina de calcular com relés

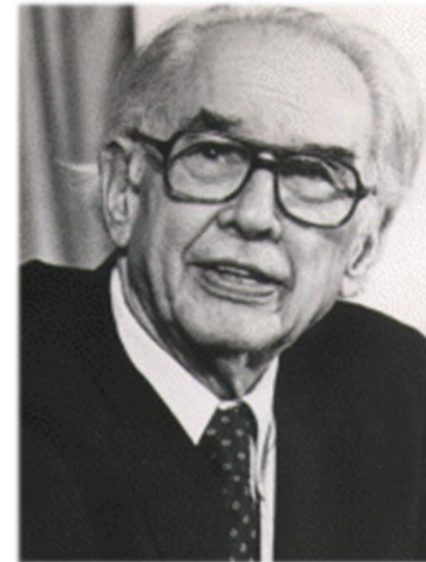
Konrad Zuse  
(1910 – 1995)



# Calculadoras de Atanasoff e Stibblitz (EUA)

- John Atanasoff
  - Iowa State College.
  - Máquina bastante avançada para a época.
  - Aritmética binária e memória composta por capacitores recarregados periodicamente para impedir fuga de carga
    - Tal qual as DRAMs modernas.
  - A máquina nunca se tornou operacional de fato.
    - Tecnologia de hardware da época não era adequada.

- George Stibblitz
  - Mais primitivo que o de Atanasoff.
  - Funcionou de verdade.
  - Demonstração pública em 1940.

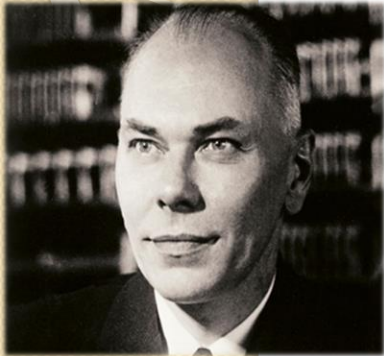


John Atanasoff  
(1903 – 1995)



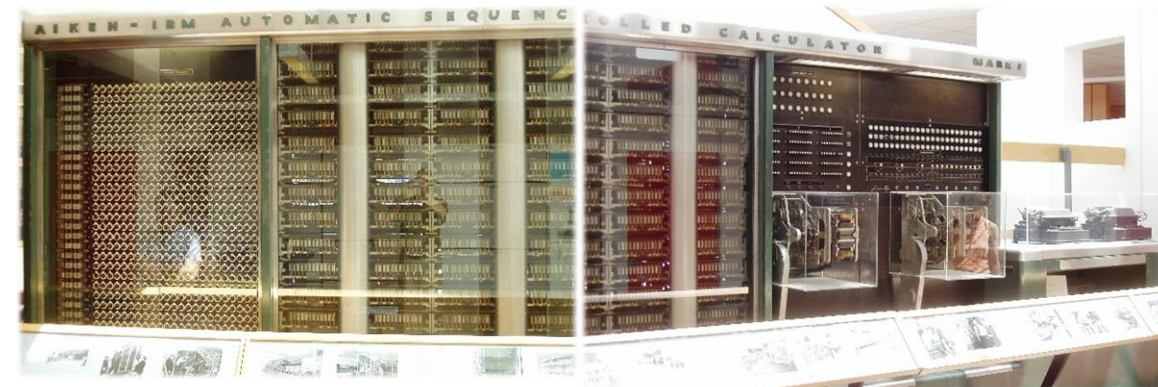
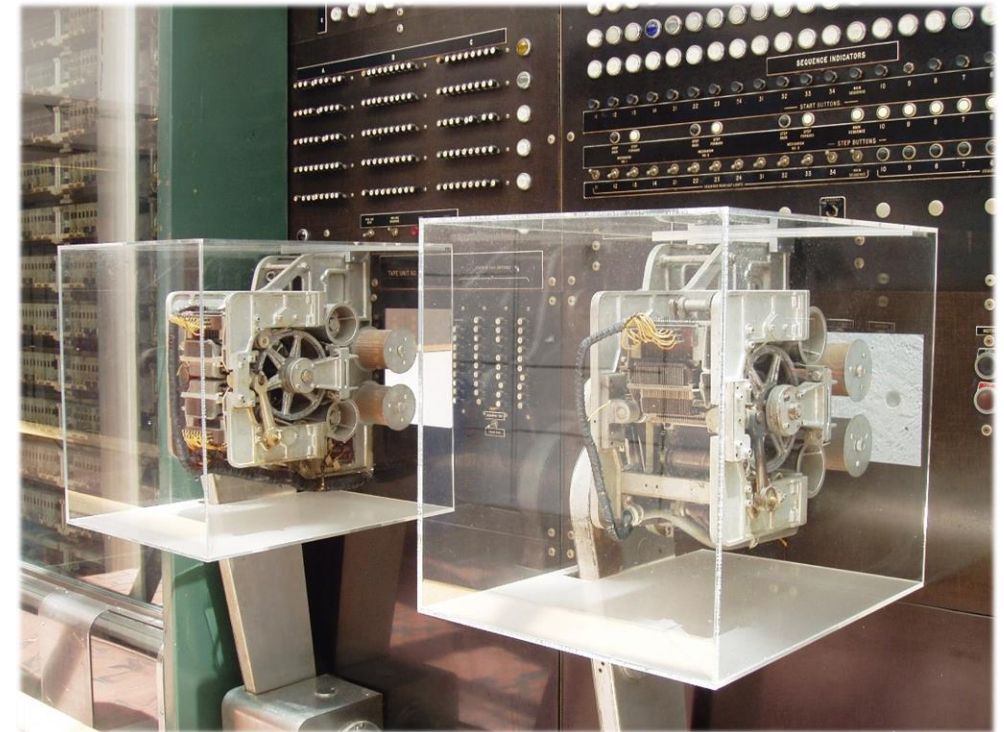
George Stibblitz  
(1904 – 1995)

# Mark I – 1944



Howard Aiken  
(1900 – 1973)

- Criado por Howard Aiken.
  - Descobriu o trabalho de Babbage e decidiu construir com relés o computador de uso geral que Babbage não conseguiu construir com rodas dentadas.
- 72 palavras de 23 algarismos decimais cada.
- Tempo de instrução de 6 segundos.
- Entrada e saída usavam fita de papel perfurada.

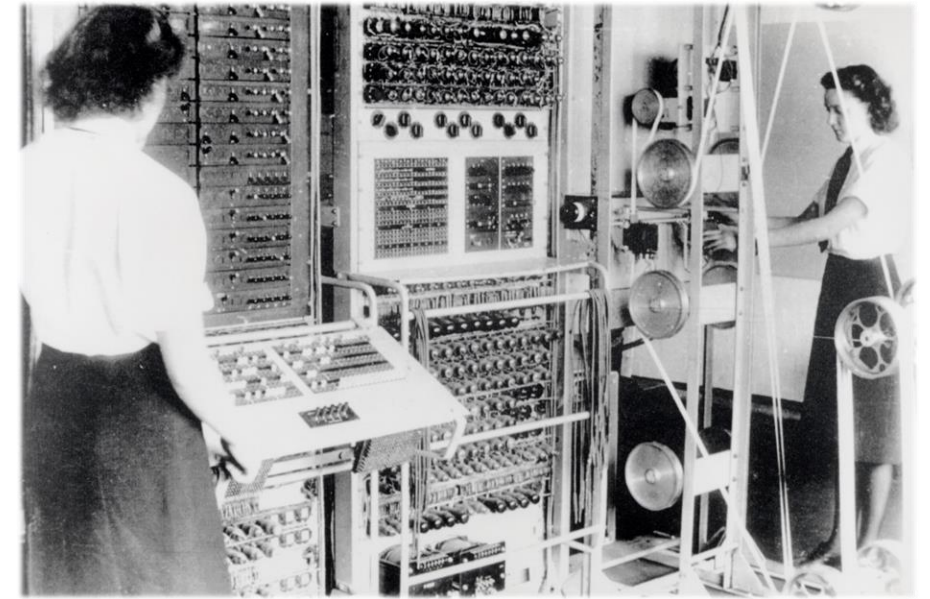




# **A PRIMEIRA GERAÇÃO – VÁLVULAS (1945–1955)**

# COLOSSUS – 1943

- Criado pelo governo britânico em 1943.
  - Com ajuda do matemático britânico Alan Turing.
  - Contexto: Segunda Guerra Mundial.
    - Submarinos alemães causavam estragos em navios britânicos.
    - Instruções de comando dos alemães enviadas por rádio, codificadas com um dispositivo chamado ENIGMA.
  - Objetivo: decodificar mensagens dos alemães interceptadas pelos britânicos.
  - Ficava em um laboratório ultrassecreto.
    - Governo britânico guardou praticamente todos os aspectos como segredo militar durante 30 anos.
      - A linha COLOSSUS acabou sendo um beco sem saída, mas vale a pena citá-lo por ter sido o **primeiro computador digital eletrônico do mundo**.



Primeiro  
computador  
eletrônico

# ENIAC – 1946

Electronic Numerical Integrator and Computer

A história moderna dos computadores começa aqui

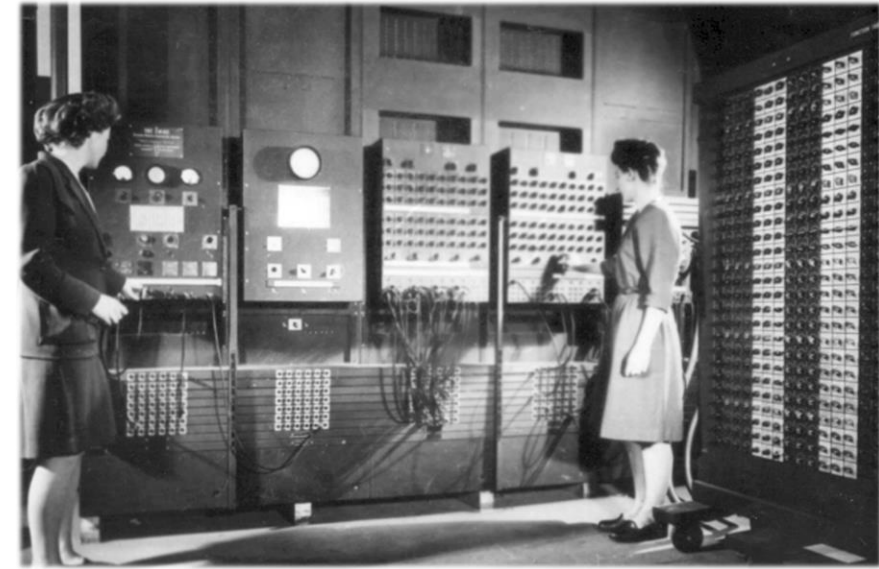
- Ainda durante a guerra, o exército dos EUA precisava de tabelas de alcance visando sua artilharia pesada.
  - Produzida por centenas de mulheres usando calculadoras de mão.
    - As mulheres eram consideradas mais precisas que os homens.
- John Mauchley, professor de física da Universidade da Pensilvânia, sabia do interesse do exército em calculadoras mecânicas.
  - E conhecia os trabalhos de Atanasoff e Stibblitz.
  - Solicitou financiamento ao exército para construir um computador eletrônico.
    - Proposta aceita em 1943.



John Mauchley  
(1907 – 1980)

# ENIAC

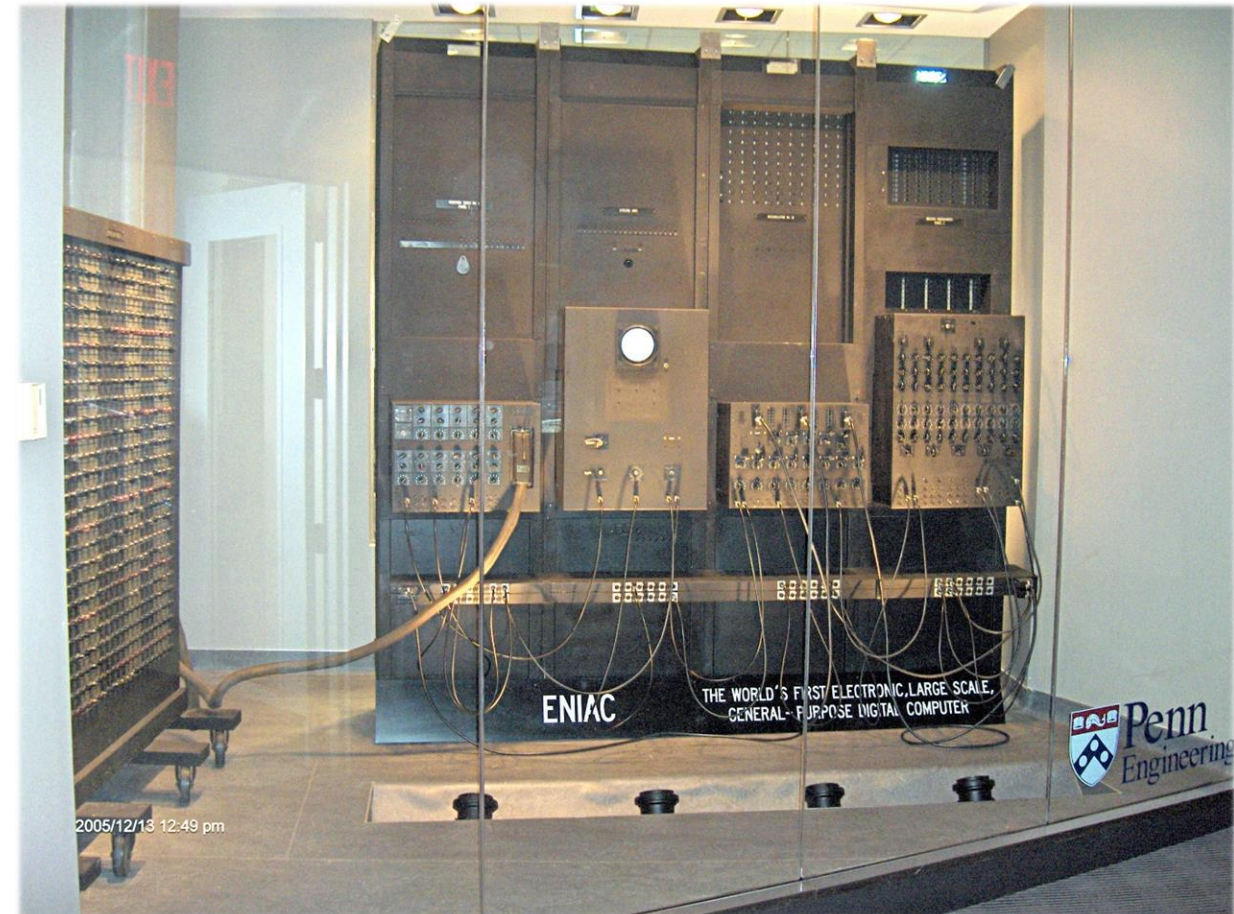
- Mauchley e seu aluno de pós-graduação John Presper Eckert passaram a construir um computador eletrônico.
- ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer – integrador e computador numérico eletrônico)
  - 18 mil válvulas, 1500 relés,
  - Pesava 30 toneladas e consumia 140 kW de energia.
  - 20 registradores, cada um podia conter um número decimal de 10 algarismos.
  - Era programado com o ajuste de até 6 mil interruptores multiposição e com a conexão de muitos soquetes com cabos de interligação.



John Presper Eckert  
(1919 – 1995)

# ENIAC

- Construção concluída em 1946.
  - Tarde demais para ser utilizada na segunda grande guerra.
  - Mauchley e Eckert receberam permissão para organizar um curso de verão e descrever seu trabalho para colegas cientistas.
    - Início de uma explosão de interesse na construção de grandes computadores digitais!



# EDSAC – 1949

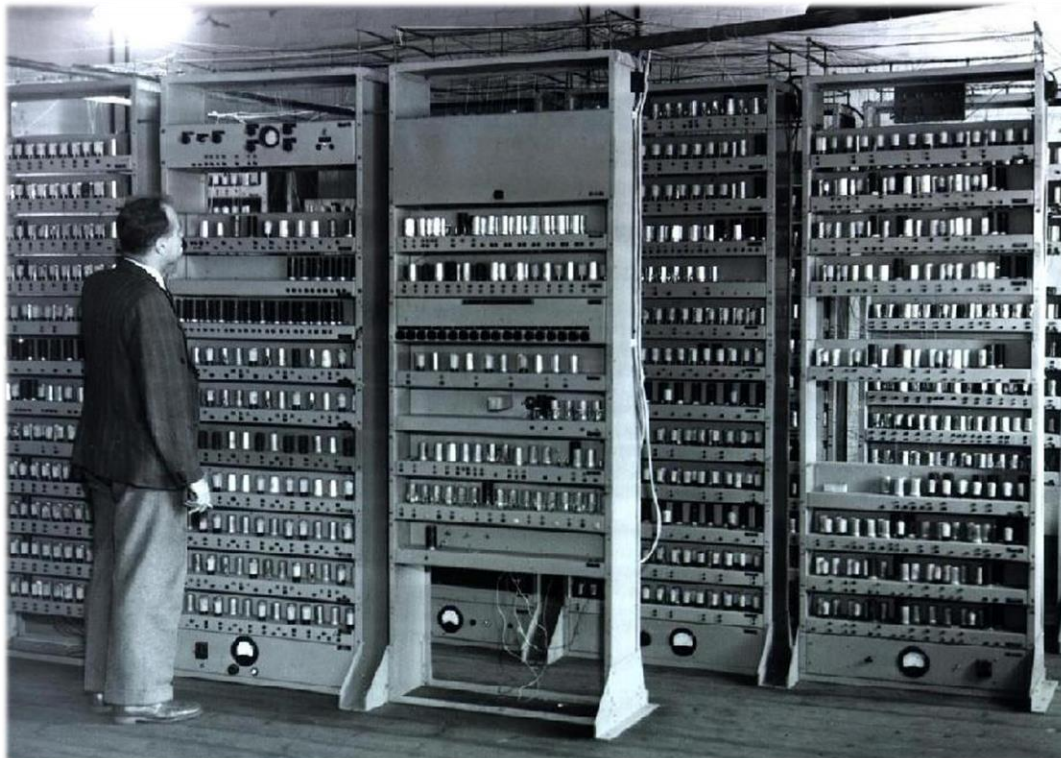
Electronic Delay Storage Automatic Calculator

Primeiro computador com  
programa armazenado



Maurice Wilkes  
(1913 – 2010)

- Construído na Universidade de Cambridge, na Inglaterra, por Maurice Wilkes
  - O primeiro a entrar em operação após o ENIAC.



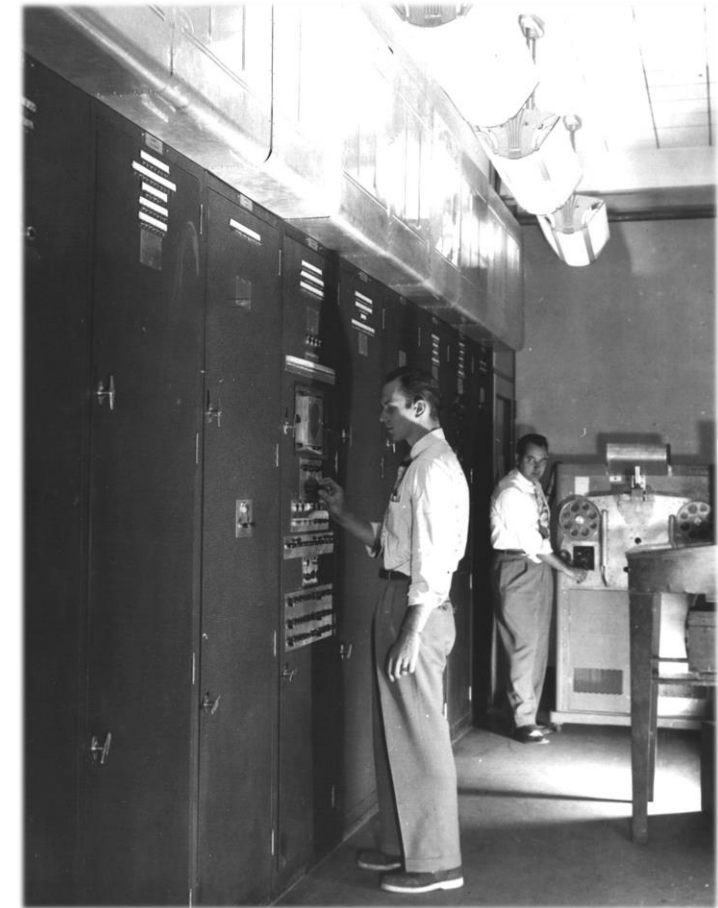
Outros computadores eletrônicos pioneiros:

- JOHNIAC – Rand Corporation.
- ILLIAC – Universidade de Illinois.
- MANIAC – Los Alamos Laboratory.
- WEIZAC – Weizmann Institute (Israel).

# EDVAC – o sucessor do ENIAC

Electronic Discrete Variable Automatic Computer

- Eckert e Mauchley começaram a trabalhar no EDVAC, mas deixaram a Universidade da Pensilvânia para fundar a Eckert-Mauchley Computer Corporation na Filadélfia.
  - Solicitaram uma patente alegando terem inventado o computador digital.
    - O tribunal decidiu que a patente não era válida e John Atanasoff tinha inventado o computador digital, apesar de nunca o ter patenteado.
      - A invenção ficou em domínio público.



# IAS – 1952

A maioria das máquinas atuais usa esse projeto

- John von Neumann, um dos construtores do ENIAC, foi para o Institute of Advanced Studies de Princeton, para construir sua própria versão do EDVAC.
  - Neumann era um gênio, falava muitos idiomas, era especialista em ciências físicas e matemática, e quando se interessou por computadores já era o matemático mais destacado do mundo.



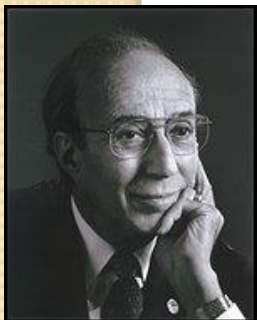
John von Neumann  
(1903 – 1957)

# Máquina de von Neumann

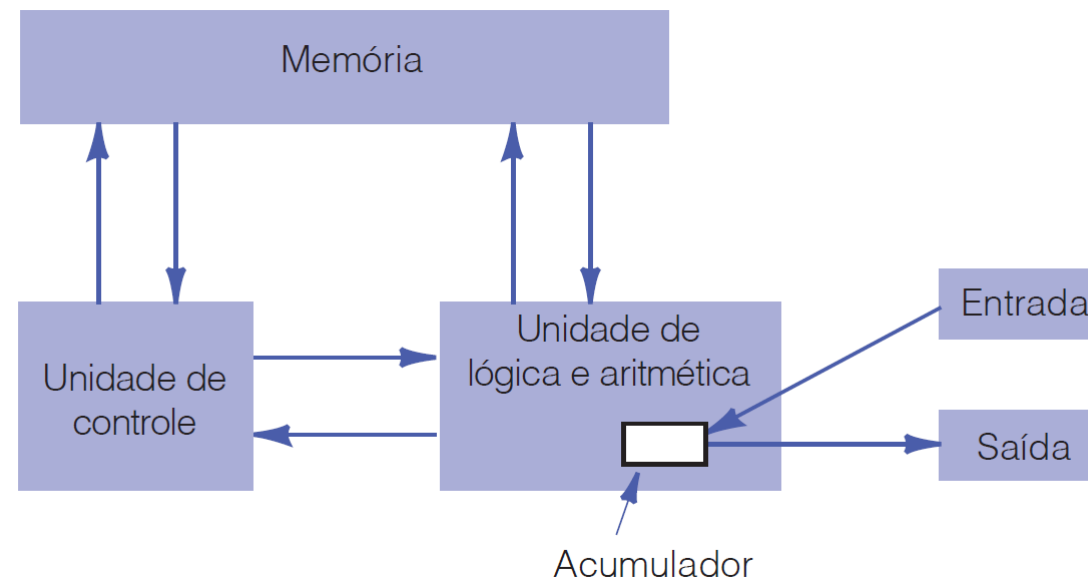
- von Neumann percebeu que:
  - Programar computadores com quantidades imensas de interruptores e cabos era uma tarefa lenta, tediosa e inflexível.
  - Programas podem ser representados em forma digital na memória do computador, junto com os dados.
  - A aritmética decimal serial usada pelo ENIAC, com cada dígito representado por 10 válvulas (1 acesa e 9 apagadas), podia ser substituída por aritmética binária paralela.
    - Atanasoff já havia percebido isso antes.

# Máquina de von Neumann

- O projeto básico que ele descreveu é conhecido hoje como Máquina de von Neumann.
  - Foi usada no EDSAC e atualmente, mais de meio século depois, ainda é a base de quase todos os computadores digitais.
  - O projeto – e o IAS – também teve contribuição do matemático e cientista da computação Herman Goldstine, dentre outros.

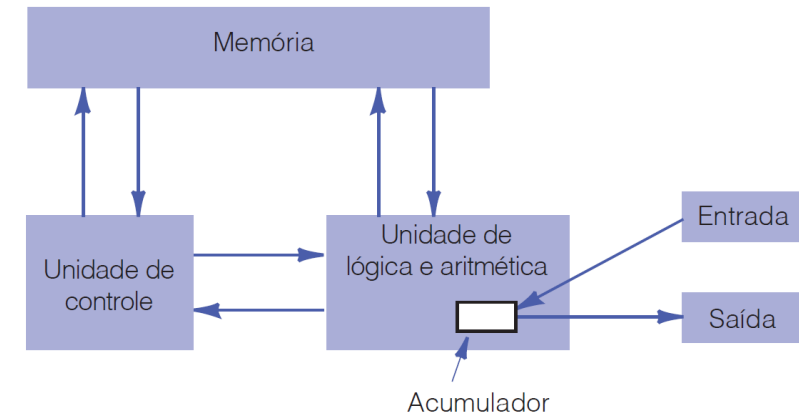


Herman Goldstine  
(1913 – 2004)



# Máquina de von Neumann

- 4096 palavras
  - uma palavra contendo 40 bits com sinal
  - cada bit 0 ou 1
- Instruções de 8 bits para identificar tipo de instrução e 12 bits para especificar uma das 4096 palavras de memória.
- Unidade lógica e aritmética (ULA) + unidade de controle = “cérebro” do computador, chamadas CPU (Central Processing Unit) nos computadores modernos.
- ULA tem um registrador interno especial de 40 bits, o acumulador.
  - Instrução típica adicionava uma palavra de memória ao acumulador ou armazenava o conteúdo deste na memória
- Não tinha aritmética de ponto flutuante.
  - von Neumann achava que qualquer matemático competente conseguiria acompanhar o ponto binário de cabeça.

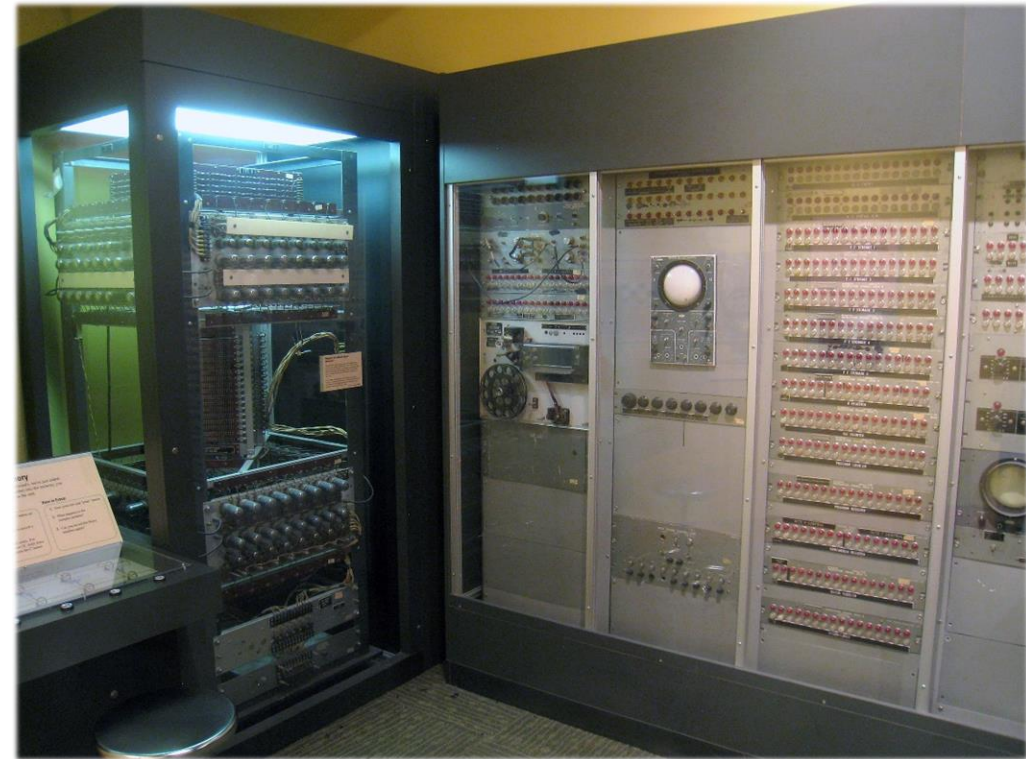


# Whirlwind I – 1951

- Desenvolvido por pesquisadores do MIT.
  - mais ou menos ao mesmo tempo que o IAS.
- Palavras de 16 bits.
- Projetada para controle em tempo real.
- Levou à invenção da memória de núcleo magnético por Jay Forrester.

Primeiro computador de tempo real

Jay Wright Forrester  
(1918 – 2016)



# O Final da Primeira Geração



- UNIVAC da empresa de Eckert e Mauchley dominava o mercado.
- IBM
  - Produzia perfuradoras de cartões e máquinas mecânicas de classificação de cartões.
  - Apesar de ter financiado o Aiken, não tinha muito interesse em computadores até lançar o 701 em 1953.
    - 2048 palavras de 36 bits, duas instruções por palavra.
    - Primeiro de uma série de máquinas científicas que vieram a dominar o setor em uma década.
- IBM 704 – 1956
  - 4096 palavras de memória de núcleos e instruções de 36 bits.
  - **Inovação**: hardware de ponto flutuante.
- IBM 709 – 1958
  - Última máquina de válvulas.

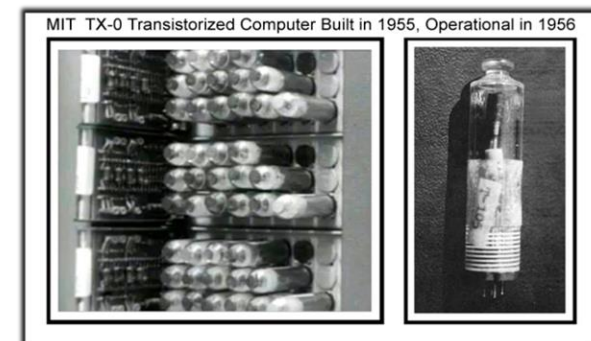




# **A SEGUNDA GERAÇÃO – TRANSISTORES (1955–1965)**

# Transistor

- Inventado no Bell Labs em 1948 por John Bardeen, Walter Brattain e William Shockley.
  - Receberam o Prêmio Nobel de física de 1956.
- Revolucionou os computadores!
  - No final da década de 1950 os computadores valvulados estavam obsoletos.
- TX-0 (Transistorized eXperimental computer 0)
  - Primeiro computador transistorizado.
  - Construído no Lincoln Laboratory do MIT
  - 16 bits na mesma linha do Whirlwind I
  - Intenção de ser usado apenas para testar o TX-2



# PDP-1 – 1960

Primeiro minicomputador  
(50 vendidos)



- TX-2 não foi um grande sucesso.
- Kenneth Olsen, um dos engenheiros que trabalhou no laboratório, fundou a Digital Equipment Corporation (DEC) em 1957.
  - Para fabricar uma máquina comercial semelhante ao TX-0, o PDP-1.
    - Lançado apenas em 1961.
      - DEC vendia pequenas placas de circuitos, os investidores da DEC estavam convictos que não havia mercado para computadores.
    - 4096 palavras de 18 bits, 200 mil instruções por segundo.
      - Metade do desempenho do IBM 7090, sucessor transistorizado do 709.
        - Mas custava 120 mil dólares versus milhões do IBM 7090.



Kenneth Olsen  
(1926 – 2011)

# Spacewar!

- Um dos primeiros PDP-1s foi doado ao MIT.
  - Atraiu a atenção de vários gênios em aprimoramento.
  - Uma das inovações foi um visor com capacidade de plotar pontos em qualquer lugar de sua tela de 512 por 512 pixels.
- Em pouco tempo os estudantes criaram o **Spacewar!**
  - Um dos primeiros jogos eletrônicos de computador.
  - Steve “Slug” Russell fez a maior parte do código.



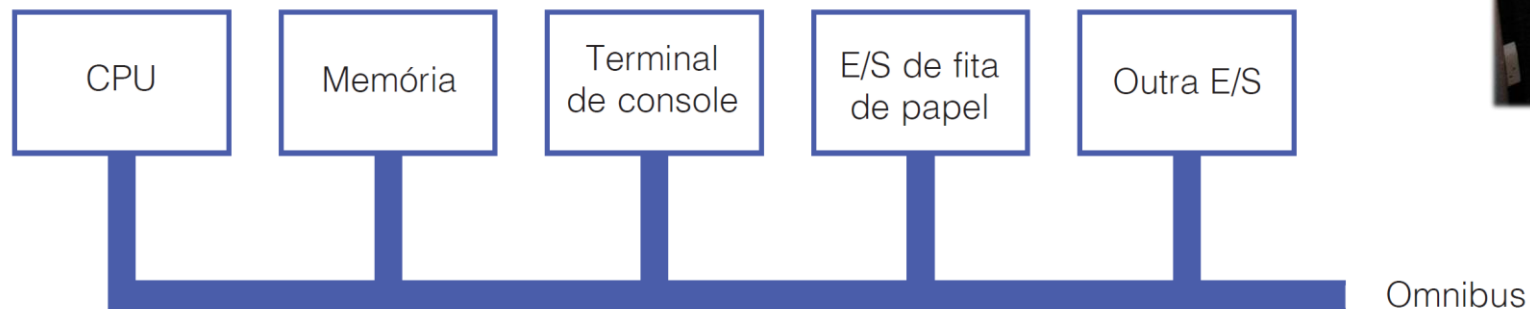
Steve "Slug" Russell  
(1937)



# PDP-8

Primeiro minicomputador de mercado de massa (50 mil vendidos)

- 12 bits (versus 18 bits do PDP-1).
- Mas muito mais barato (16 mil dólares).
- **Inovação:** barramento único (omnibus).
  - Conjunto de fios paralelos para conectar os componentes do computador.
    - Passou a ser adotado em quase todos os computadores de pequeno porte.
- Vendeu 50 mil unidades.



# IBM 7094 – 1962

- Tempo de ciclo de 2 microssegundos
- 32.768 palavras de 36 bits de memória de núcleos.
- IBM 7090 e IBM 7094 marcaram o final das máquinas tipo ENIAC.
- Dominaram a computação científica na década de 1960.

Dominou computação científica no início da década de 1960





# CDC 6600 – 1964

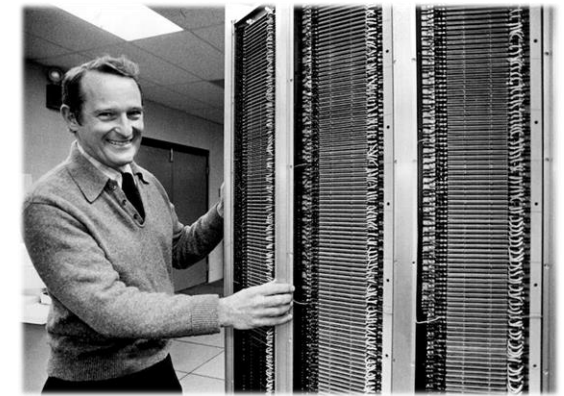
Primeiro supercomputador científico

- Lançado pela *Control Data Corporation (CDC)*
  - Empresa pequena e desconhecida.
- Uma ordem de grandeza mais rápida do que a IBM 7094 e qualquer outra existente na época.



# CDC 6600

- O segredo: alto grau de **paralelismo** na CPU.
  - Diversas unidades funcionais para realizar adições, outras para multiplicação e mais uma para divisão.
    - Todas podiam funcionar em paralelo.
  - Era possível executar dez instruções ao mesmo tempo.
  - Tinha pequenos computadores internos para gerenciar *jobs* e entrada/saída, de modo que a CPU podia gastar todo o seu tempo processando números.



Seymour Cray  
(1925 - 1996)

- Estava décadas à frente de sua época.
  - Muitas das ideias fundamentais encontradas em computadores modernos podem ser rastreadas diretamente até ela.
- O projetista da 6600, Seymour Cray, foi uma figura lendária.
  - Dedicou sua vida inteira à construção de máquinas cada vez mais rápidas, denominadas então de supercomputadores, incluindo a 6600, 7600 e Cray-1

# Burroughs B5000 – 1963

Primeira máquina projetada para uma linguagem de alto nível

- Projetistas de máquinas como PDP-1, 7094 e 6600 estavam totalmente preocupados com o hardware, seja para que ficassem mais baratos (DEC) ou mais rápidos (IBM e CDC).
  - O software era praticamente irrelevante.
- Projetistas do B5000 adotaram uma linha de ação diferente.
  - Construíram uma máquina com a intenção específica de programá-la em linguagem Algol 60, uma precursora da C e da Java, e incluíram muitas características no hardware para facilitar a tarefa do compilador.
    - Nascia a ideia de que o software também era importante.
- Infelizmente, ela foi esquecida quase de imediato.

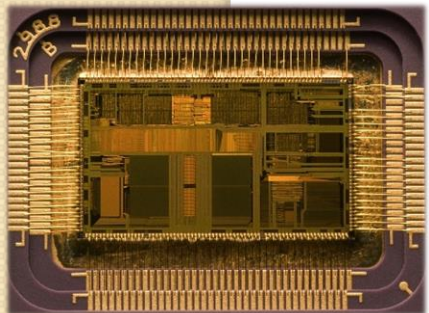




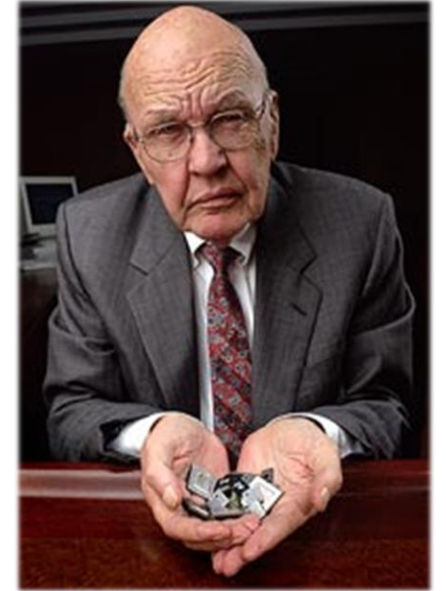
# **A TERCEIRA GERAÇÃO – CIRCUITOS INTEGRADOS (1965–1980)**

# Circuitos Integrados – 1958

- A invenção do circuito integrado de silício por Jack Kilby e Robert Noyce permitiu que dezenas de transistores fossem colocados em um único chip.
  - Possibilitava a construção de computadores menores, mais rápidos e mais baratos.



Microprocessador Intel 80486DX2 com encapsulamento removido.



Jack Kilby  
(1923 - 2005)



Robert Noyce  
(1927 - 1990)

# IBM 360 – 1964

Primeira linha de produtos projetada como uma família

- O problema: IBM 7094 e IBM 1401 eram totalmente incompatíveis.
  - 7094: processadora de números de alta velocidade, aritmética binária, registradores de 36 bits.
  - 1401: processador de entrada/saída avantajado, aritmética decimal serial sobre palavras de comprimento variável na memória.
- Muitos clientes empresariais tinham ambas e não estavam satisfeitos em precisar manter dois departamentos de programação.

# IBM - Linha System/360

- Baseada em circuitos integrados.
- Projetada para computação científica e comercial.
- Era uma família de meia dúzia de máquinas com a mesma linguagem de montagem e tamanho e capacidade crescentes.
  - Um programa escrito para o modelo pequeno poderia ser executado no grande sem problemas.



# IBM - Linha System/360

- A ideia de famílias de máquinas foi adotada de pronto.
  - Em poucos anos, a maioria dos fabricantes de computadores tinha uma família de máquinas comuns que abrangiam uma ampla faixa de preços e desempenhos.

Oferta inicial da linha de produtos IBM 360

Propriedade	Modelo 30	Modelo 40	Modelo 50	Modelo 65
Desempenho relativo	1	3,5	10	21
Tempo de ciclo (em bilionésimos de segundo)	1.000	625	500	250
Memória máxima (bytes)	65.536	262.144	262.144	524.288
Bytes lidos por ciclo	1	2	4	16
Número máximo de canais de dados	3	3	4	6

# Linha System/360: Inovações

- **Multiprogramação**

- Vários programas na memória ao mesmo tempo.
  - Enquanto um esperava uma entrada/saída, outro poderia executar.
  - Utilização mais alta da CPU!



- Primeira máquina capaz de emular outros computadores.
  - Modelos menores podiam emular o IBM 1401.
  - Maiores emulavam também o IBM 7094.
  - Usuários podiam executar seus programas binários sem modificação.
    - Alguns modelos executavam o 1401 tão mais rápido que o computador original que os clientes nunca converteram seus programas.

# Linha System/360: Inovações

- Espaço de endereçamento de  $2^{24}$  bytes (16.777.216) bytes.
  - Na época era uma infinidade.
    - Ninguém podia imaginar uma máquina com 16 milhões de bytes de memória (16 megabytes).
    - Séries 370, 4300, 3080, 3090, 390 e z seguiram basicamente a mesma arquitetura.
- Tornou-se um problema apenas na década de 1980, quando houve a transição para endereços de 32 bits.
  - Para endereçar memória de  $2^{32}$  bytes (4 gigabytes).
- A solução acabou sendo temporária.
  - Em mais alguns anos entrariam em cena os computadores com endereços de 64 bits.

# PDP-11 – 1970

Dominou os minicomputadores na década de 1970

- Sucessor de 16 bits do PDP-8
  - Era como um irmão menor da série 360 da IBM.
    - Tal qual o PDP-1 era um irmãozinho da IBM 7094.
    - Ambos 360 e PDP tinham:
      - Registradores orientados para palavras e uma memória orientada para bytes.
      - Considerável relação preço/desempenho.
- Teve enorme sucesso.
  - Em especial nas Universidades.
  - Deu continuidade à liderança da DEC sobre os outros fabricantes de minicomputadores.





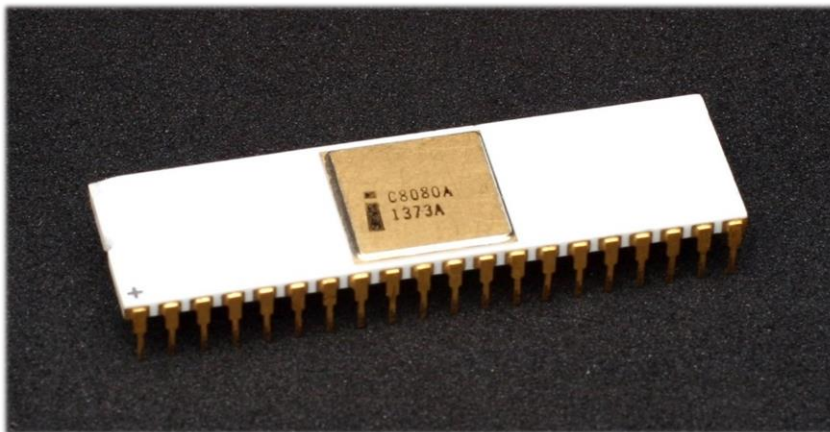
**A QUARTA GERAÇÃO –  
INTEGRAÇÃO EM ESCALA  
MUITO GRANDE (1980–?)**

# VLSI (Very Large Scale Integration – integração em escala muito grande)

- Tecnologia permitiu colocar dezenas de milhares, depois centenas de milhares e finalmente milhões de transistores em um único chip.
  - **Resultado:** Computadores menores e mais rápidos!
    - Antes do PDP-1: computadores eram tão grandes que empresas e universidades tinham centrais de computação.
    - Minicomputadores: cada departamento podia ter sua própria máquina.
    - 1980: preços caíram tanto que era viável um único indivíduo ter seu próprio computador.
      - Iniciava a **era do computador pessoal**.

# Computador Pessoal

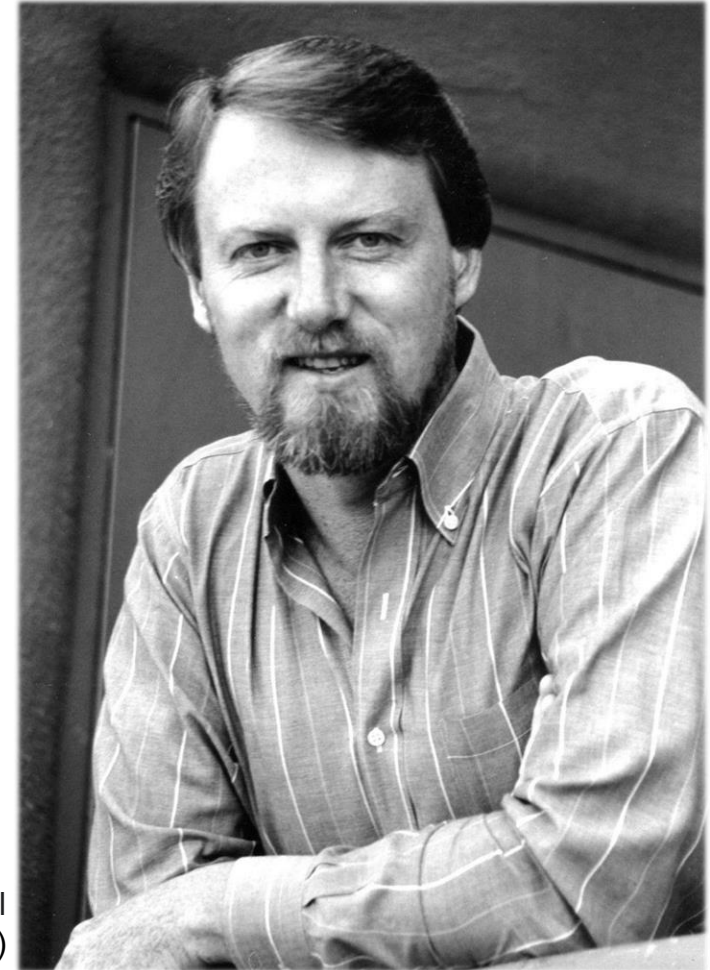
- Uso diferente dos computadores grandes:
  - Processador de textos.
  - Planilhas eletrônicas.
  - Aplicações de alto grau de interação.
    - Jogos.



- Os primeiros eram vendidos em kits:
  - Placa de circuito impresso.
  - Um punhado de chips, em geral incluindo um Intel 8080.
  - Alguns cabos.
  - Fonte de energia.
  - Talvez um drive de disco flexível de 8 polegadas.
- Montar ficava a cargo do comprador.
- O software não era fornecido.

# Sistema Operacional CP/M

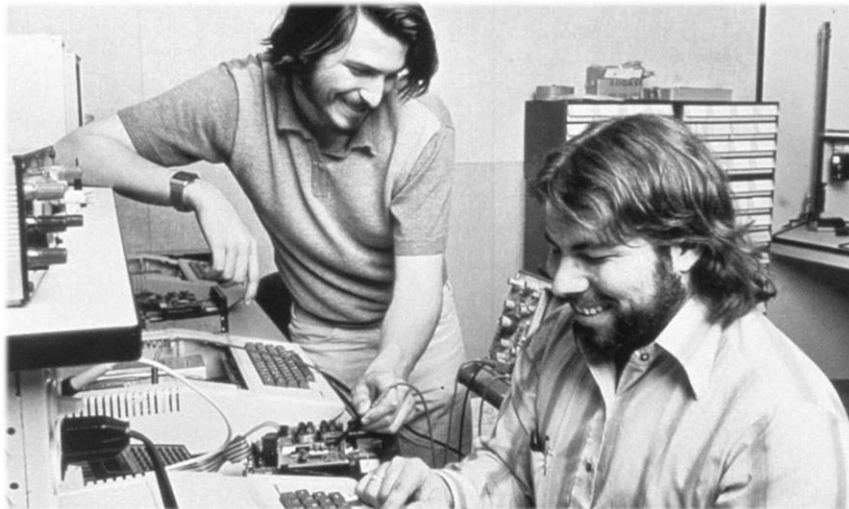
- Escrito por Gary Kildall.
- Tornou-se popular nos 8080s.
- Sistema Operacional em disco flexível com:
  - Sistema de arquivos.
  - Comandos de usuário digitados via teclado e enviados a um processador (*shell*).



Gary Kildall  
(1942 - 1994)

# Apple / Apple II (1976 / 1977)

- Computadores pessoais projetados por Steve Jobs e Steve Wozniak.
  - Enorme popularidade entre usuários domésticos e escolas.
  - Tornou a Apple uma participante séria do mercado em pouco tempo.



Steve Jobs  
(1955 - 2011)

Steve Wozniak  
(1950)



# IBM PC – 1981

Deu início à era moderna do computador pessoal

- IBM era dominante na indústria de computadores.
- Depois de muito deliberar e observar outras empresas, decidiu entrar no negócio de computadores pessoais.
- Tomou um caminho diferente do que era característico:
  - Em vez de projetar uma máquina do zero, usando apenas peças da IBM (seria demorado) optou por componentes encontrados no mercado.
    - CPU Intel 8088.



# IBM PC – 1981

Teclado do IBM 5150 e XT.



- Outra decisão diferente do que era característico:
  - Não manteve o projeto em segredo ou protegido por patente.
  - Publicou os planos completos, incluindo diagramas de circuitos, em um livro vendido por 49 dólares.
  - A ideia era possibilitar que outras empresas fabricassem placas de expansão para o IBM PC.
    - Para aumentar sua flexibilidade e popularidade.
- Uma vez que o projeto se tornou público e era fácil obter todas as peças no mercado, muitas outras empresas começaram a fabricar **clones** do IBM PC.
  - Muitas vezes mais baratos que os da IBM.
    - Nascia toda uma indústria.
- Outras empresas fabricavam PCs com outras CPUs não fornecidas pela Intel.
  - Commodore, Apple, Atari, etc.
  - O impulso do IBM PC foi tão grande que poucas sobreviveram, em nichos de mercado.



Placa-mãe do IBM 5150.

# Apple Lisa – 1983

- A Apple foi uma das sobreviventes do sucesso do IBM PC.
- O Apple Lisa fracassou comercialmente por ser muito caro.
  - US\$ 9.995 (US\$ 26.172 em valores corrigidos).
- Porém foi o primeiro computador que vinha com uma GUI (Graphical User Interface – interface gráfica de usuário).

Primeiro computador pessoal com uma interface gráfica de usuário.



# Apple Macintosh – 1984

- Sucessor do Lisa.
- Posteriormente renomeado para Macintosh 128K.
- Preço menor que o do Lisa.
  - US\$ 2.495 (equivalente a US\$ 6.446 hoje).
- Foi um enorme sucesso e conquistou muitos admiradores.



# Osborne-1 – 1981

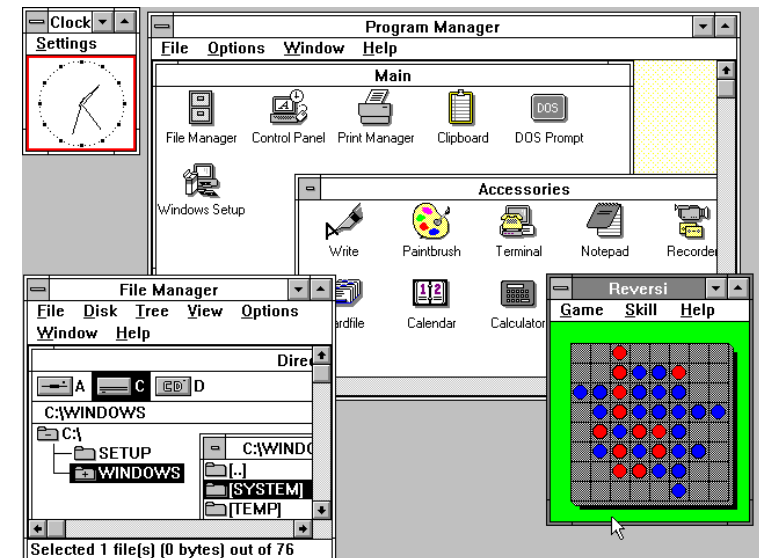
- Dos computadores pessoais, surgiu o desejo por computadores portáteis.
- Osborne-1 pesava 11 quilos.
- Sucesso comercial modesto.
- Um ano mais tarde a Compaq lançou seu primeiro clone portátil do IBM PC.
  - Logo se estabeleceu como líder do mercado de computadores portáteis.

Primeiro computador portátil



# MS-DOS, OS/2 e Windows

- O primeiro IBM PC vinha com o MS-DOS.
  - Fornecido pela até então minúscula Microsoft Corporation.
- Com a Intel fazendo CPUs cada vez mais potentes, IBM e Microsoft desenvolveram o sucessor do MS-DOS: OS/2, com interface gráfica similar à do Apple Macintosh.
- Ao mesmo tempo, Microsoft desenvolveu o Windows para rodar sobre o MS-DOS, caso o OS/2 não pegasse.
- OS/2 não pegou.
- IBM e Microsoft tiveram uma ruptura pública.
- Windows se tornou um enorme sucesso.



Windows 3.0 – lançado em 1990

# Intel 386 – 1985

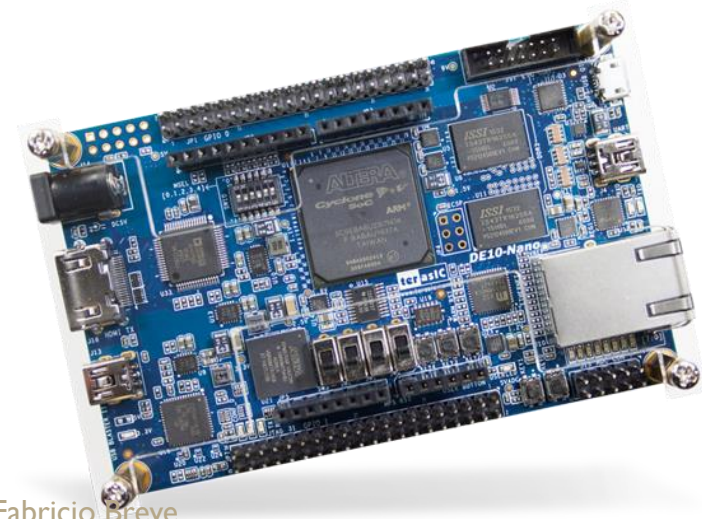
Primeiro ancestral de 32 bits da linha Pentium

- Com o sucesso do 8088, Intel continuou fazer versões maiores e melhores.
- O 80386 é digno de nota, pois tinha uma CPU de 32 bits.
- Posteriormente foi lançado o 80486 e as linhas Pentium e Core.
  - Estes chips são usados em quase todos os computadores modernos.
  - A arquitetura é descrita genericamente como **x86**, e denomina tantos os chips da Intel quanto da AMD.



# FPGA (Field-Programmable Gate Array)

- Técnica desenvolvida em meados dos anos 1980 para montar circuitos integrados sem gastar uma fortuna ou ter acesso a uma fábrica de silício.
- Chip com grande quantidade de portas lógicas genéricas que podem ser “programadas” em qualquer circuito que caiba no dispositivo.
- FPGA torna o hardware tão maleável quanto o software.
- Tornou possível montar sistemas de computação especializados para aplicações exclusivas, para poucos usuários, com FPGAs que custam dezenas a centenas de dólares.
  - Prototipagem, educação, etc.
- FPGAs continuam sendo uma ferramenta popular para construção do hardware.



# MiSTer FPGA

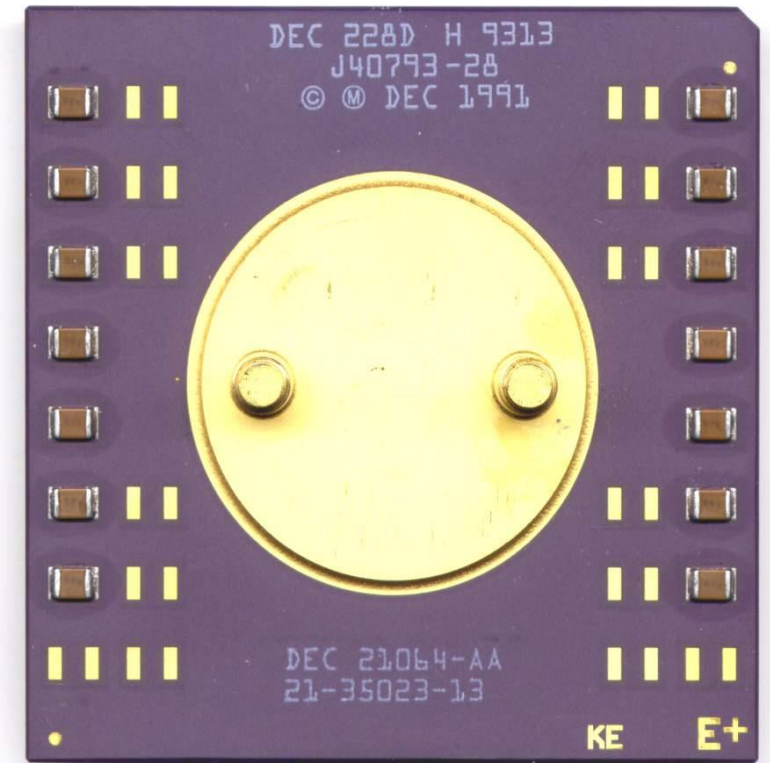


- Projeto *open-source* que emula consoles, computadores e placas de arcade por meio de FPGA.
- Funciona em TVs/monitores CRT (240p) e também em TVs modernas (LCD, OLED) via HDMI com resoluções Full HD (1080p) e superior (1440p, etc.).
  - Com filtros para simular *scanlines*, *shadow masks* e *aperture grille* de TVs CRT.
- Diferente da emulação por software, o MiSTer oferece potencial para desempenho exatamente igual ao original.
- Embora a emulação por software também possa ser precisa, a emulação via FPGA geralmente proporciona zero latência.

# DEC Alpha – 1992

- Até 1992: computadores pessoais com 8, 16, ou 32 bits.
- Surge o revolucionário DEC Alpha de 64 bits!
  - Máquina RISC de 64 bits com desempenho que ultrapassava todos os outros computadores pessoais.
  - Sucesso modesto.
  - Quase uma década se passou antes que máquinas de 64 bits começassem a ter grande sucesso.

Primeiro computador pessoal de 64 bits



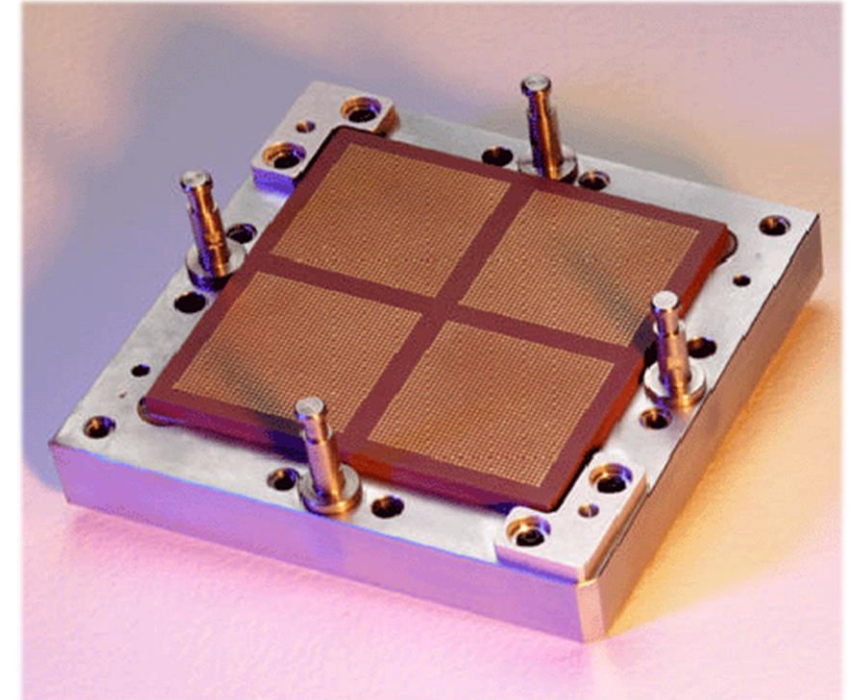
# Arquiteturas Paralelas

- Durante a década de 1990:
  - Sistemas cada vez mais rápidos e com uma série de aperfeiçoamentos arquitetônicos.
- Final da década de 1990:
  - Arquitetos esgotando seus truques para tornar os programas mais rápidos.
  - Processadores ficando mais caros de resfriar.
  - Maioria das empresas de computador começa a se voltar para **arquiteturas paralelas**.

# IBM POWER4 – 200 I

Primeiro multiprocessador  
com chip dual core

- Primeira vez que uma CPU importante incorporava dois processadores no mesmo substrato.
- Hoje, a maioria dos processadores classe desktop e servidor, e muitos embarcados, incorporam múltiplos processadores no mesmo chip.
  - O desempenho para o usuário comum pode variar.
    - Máquinas paralelas exigem que os programadores trabalhem explicitamente em paralelo
      - Difícil e passível de erros.





# **A QUINTA GERAÇÃO – COMPUTADORES DE BAIXA POTÊNCIA E INVISÍVEIS**

# A Quinta Geração

- 1981: Governo japonês anuncia que está planejando gastar 500 milhões de dólares para ajudar empresas a desenvolver computadores de quinta geração.
  - Baseados em inteligência artificial
    - Grande salto em relação à quarta geração.
  - Dado o histórico do Japão de tomar vários mercados (máquinas fotográficas, aparelhos de som, televisores), fabricantes de computadores americanos e europeus entraram em pânico.
    - Exigindo subsídios do governo, etc.
- O projeto japonês fracassou e foi abandonado sem alarde.
  - Foi uma ideia visionária, mas muito à frente de seu tempo.
    - Sem a tecnologia necessária para realmente construí-la.
      - Tal qual aconteceu com a máquina analítica de Babbage.
  - A Quinta Geração acabou ocorrendo de modo inesperado: **os computadores encolheram!**



# GridPad – 1989

- Pequena tela em que usuários podiam escrever com uma caneta especial.
- Mostrou que computadores não precisavam estar sobre uma mesa ou em uma sala de servidores.

Primeiro computador tablet comercial



# Apple Newton – 1993

Primeiro computador palmtop (PDA)

- Mostrou que um computador poderia ser construído dentro de um invólucro menor que o de um *walkman*.
- Usava escrita à mão para entrada do usuário.
  - O reconhecimento da escrita acabou sendo bastante problemático.
    - A tecnologia não estava pronta.
- Denominados **PDA**s (Personal Digital Assistants – assistentes digitais pessoais)
- Evoluíram para *smartphones*.

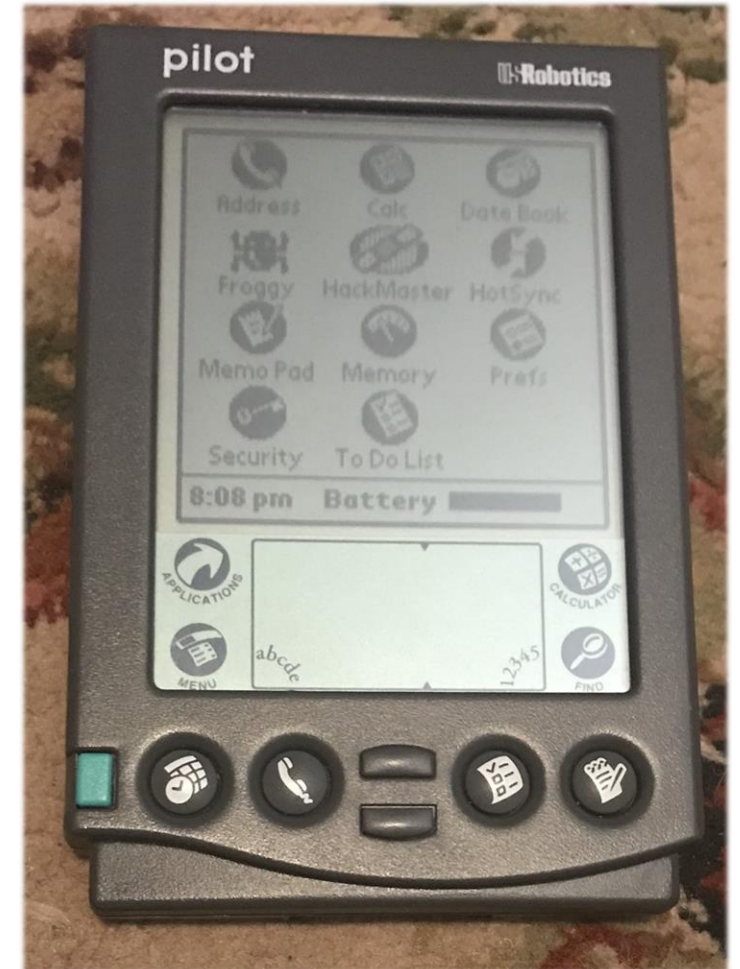


# Palm

- A interface de escrita do PDA foi aperfeiçoada por Jeff Hawkins.
  - Engenheiro eletricitista, mas com interesse em neurociência.
  - Criou a empresa Palm para desenvolver um PDA de baixo custo para o mercado consumidor de massa.
  - Criou uma técnica de entrada chamada “Graffiti”.
    - Exigia um pouco de treinamento do usuário, mas era mais rápido e confiável que a escrita à mão.
- O primeiro PDA da Palm, chamado **Palm Pilot** foi um grande sucesso.



Jeff Hawkins  
(1957)



# IBM Simon – 1994

Primeiro *smartphone*

- Usuários de PDAs eram grande adeptos do dispositivo.
  - Usando-os para gerenciar compromissos e contatos.
- Quando telefones celulares começaram a se popularizar, a IBM aproveitou a oportunidade para integrar celular e PDA, criando o “smartphone”.
  - O Simon usava uma tela sensível ao toque como entrada e oferecia funcionalidades de PDA, celular, jogos, e e-mail.
- A redução no tamanho dos componentes e no custo levou à grande popularização dos smartphones.
  - Representados hoje pelas plataformas Apple iPhone e Google Android.



# Computadores Invisíveis

- Ainda mais revolucionários que PDAs e *smartphones* são os computadores “invisíveis”.
  - Embutidos em eletrodomésticos, relógios, cartões bancários, e outros.
    - Maior funcionalidade e custo mais baixo em ampla variedade de aplicações.
- Considerá-los como nova geração é discutível.
  - Estão por aí desde a década de 1970, aproximadamente.
  - Mas estão revolucionando o modo de funcionamento de milhares de dispositivos.
- Um aspecto peculiar: hardware e software projetados em conjunto.





# A Quinta Geração

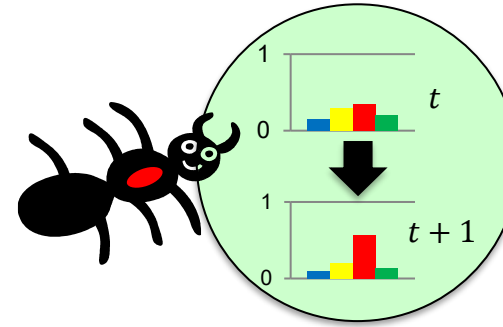
- Primeira geração: máquinas a válvula.
  - Ex.: ENIAC
- Segunda geração: máquinas a transistores.
  - Ex.: IBM 7094
- Terceira geração: primeiras máquinas de circuitos integrados.
  - Ex: IBM 360
- Quarta geração: computadores pessoais.
  - Ex.: CPUs Intel
- Quinta geração:
  - É mais uma mudança de paradigma do que uma arquitetura específica.
  - No futuro, computadores estarão em toda parte e embutidos em tudo (“invisíveis”).
  - Parte da vida diária:
    - Abrindo portas, acendendo luzes, etc.
  - Modelo arquitetado por Mark Weiser como **computação ubíqua**.
  - O termo **computação pervasiva** também é usado com frequência.
    - Mudará o mundo com tanta profundidade quanto a Revolução Industrial.

# Bibliografia

- Tanenbaum, Andrew S., and Austin, Tood. Organização estruturada de computadores. 6ª Edição. Brasil, Pearson Prentice Hall, 2013.
- Stallings, William. Arquitetura e organização de computadores. 10ª Edição. Brasil, Pearson, 2017.



# Fabricio Breve



- Interesses de Pesquisa:
  - Computação Inspirada pela Natureza
  - Aprendizado de Máquina
  - Redes Neurais
  - Reconhecimento de Padrões
  - Redes Complexas
  - Processamento de Imagens
  - Sistemas Dinâmicos
- Conheça um pouco do meu trabalho:
  - Competição e Cooperação entre Partículas em Redes:
    - <https://youtu.be/IAAPoALuyqA>
  - Apresentação rápida (2 minutos) de minha pesquisa recente:
    - <https://youtu.be/ifTclwF3FWU>

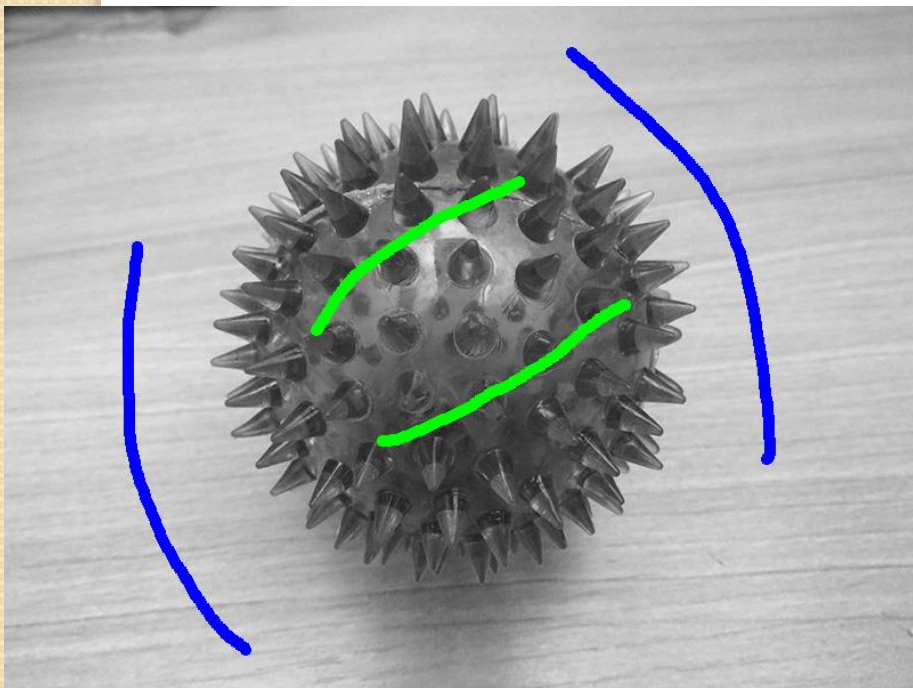
[fabricio.breve@unesp.br](mailto:fabricio.breve@unesp.br)  
[www.fabriciobreve.com](http://www.fabriciobreve.com)

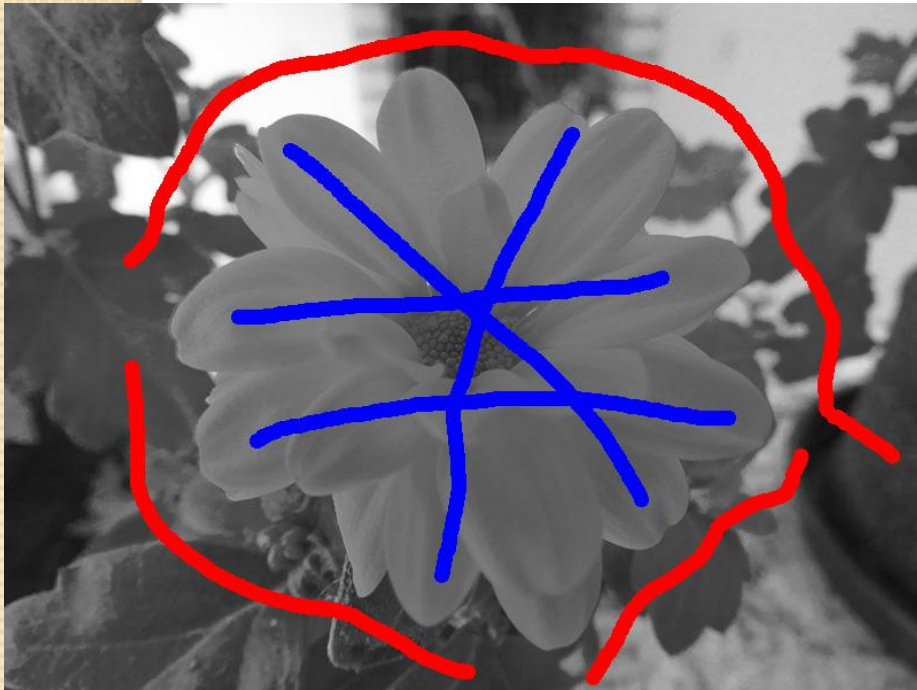
# Segmentação Interativa de Imagens usando Propagação de Rótulos em Redes Complexas

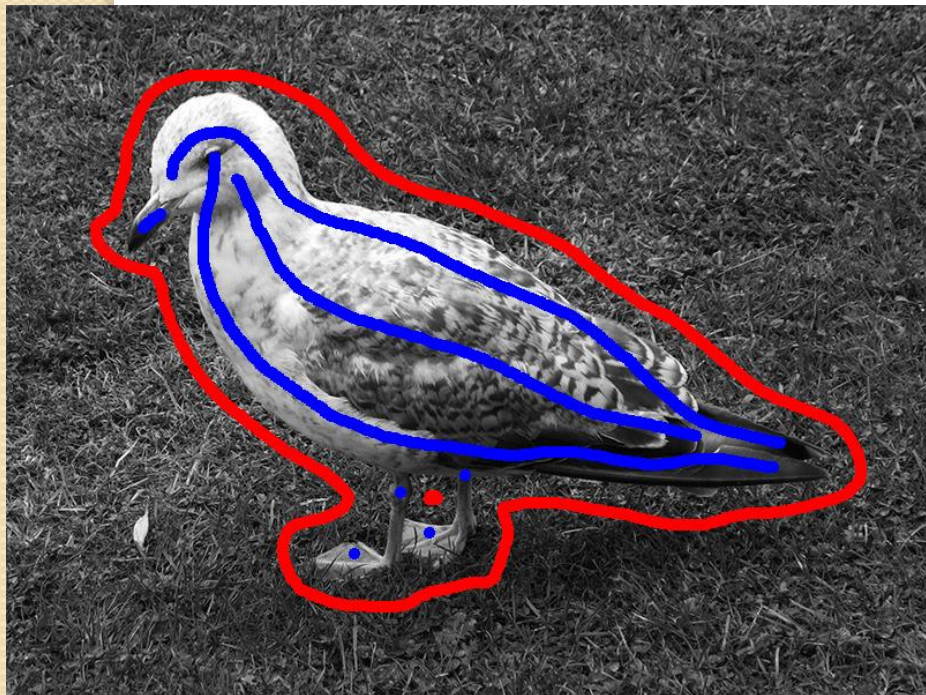
- BREVE, Fabricio  
Aparecido. Interactive Image Segmentation using Label Propagation through Complex Networks. Expert System With Applications, v. 123, p.18 – 33, 2019.

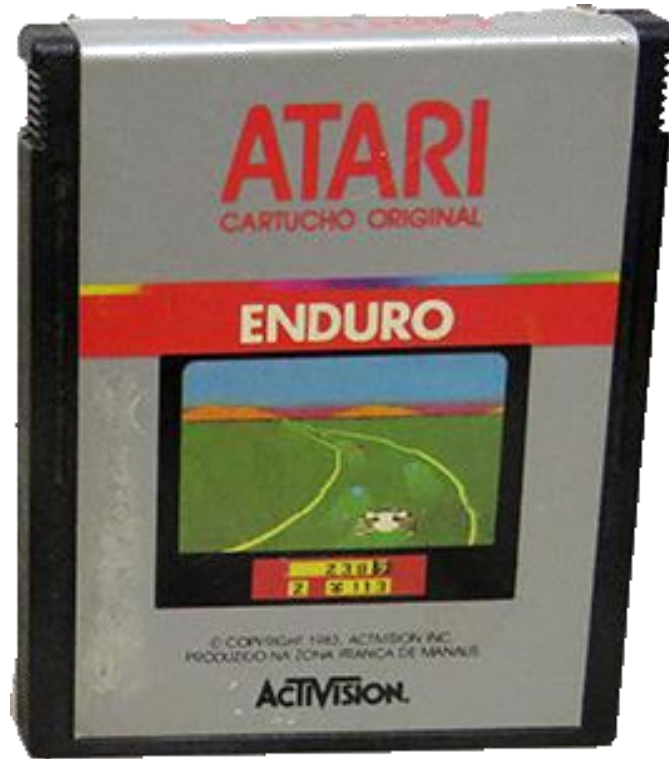


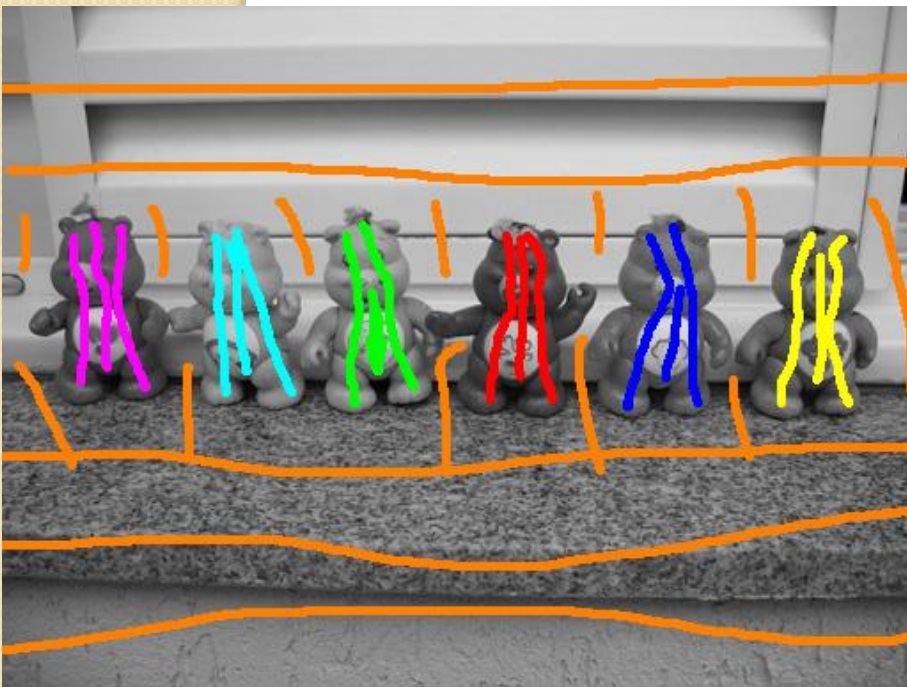












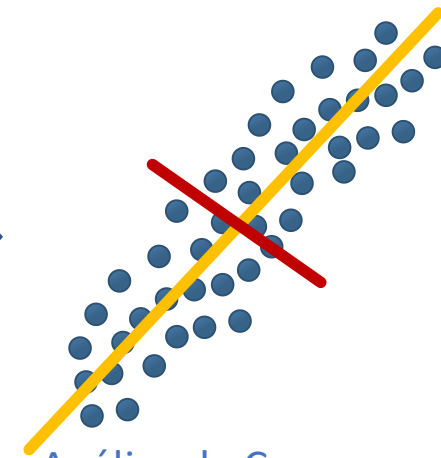
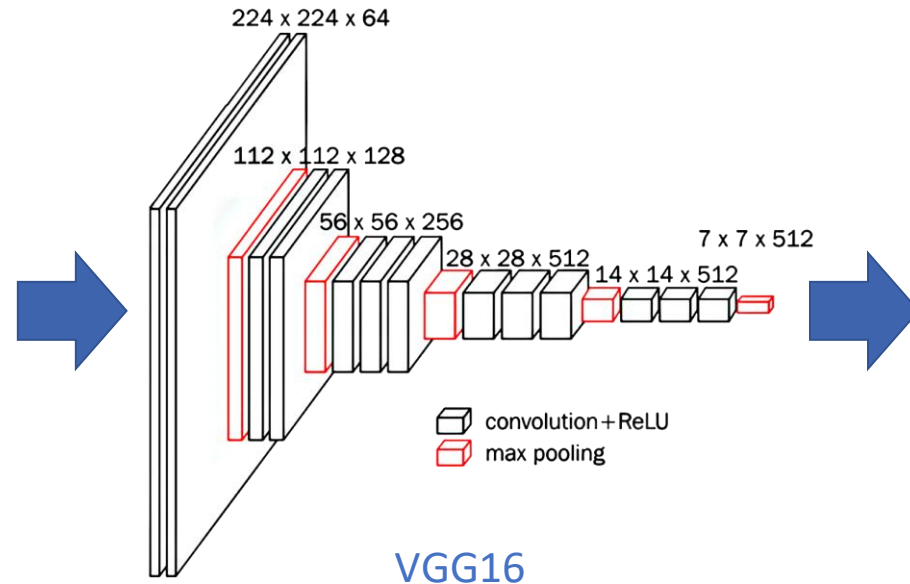
# Auxílio para Deficientes Visuais (Detecção de Obstáculos)

- BREVE, Fabricio Aparecido; FISCHER, Carlos Norberto. Visually Impaired Aid using Convolutional Neural Networks, Transfer Learning, and Particle Competition and Cooperation In: 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2020), 2020, Glasgow, UK. Proceedings of 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2020), 2020.





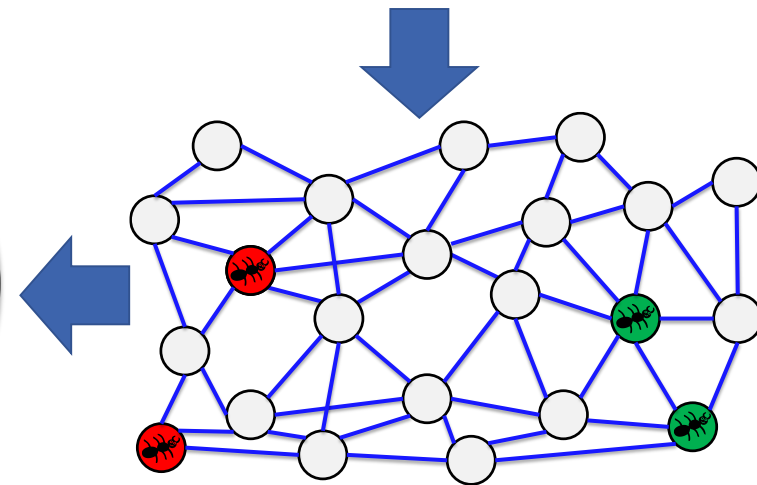
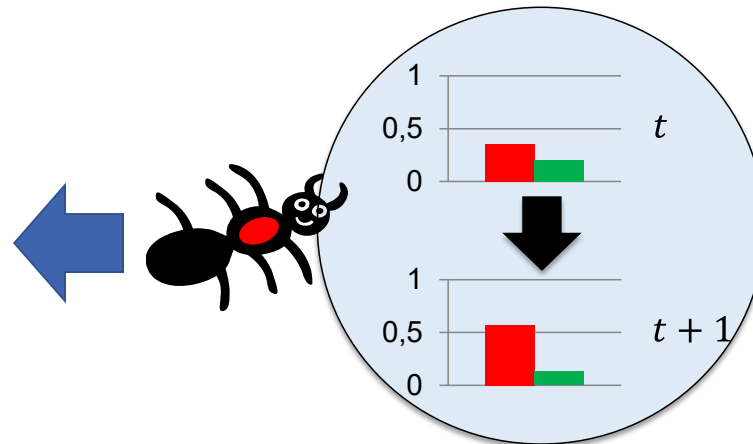
Imagens  
224 x 224 x 3



Análise de Componentes  
Principais



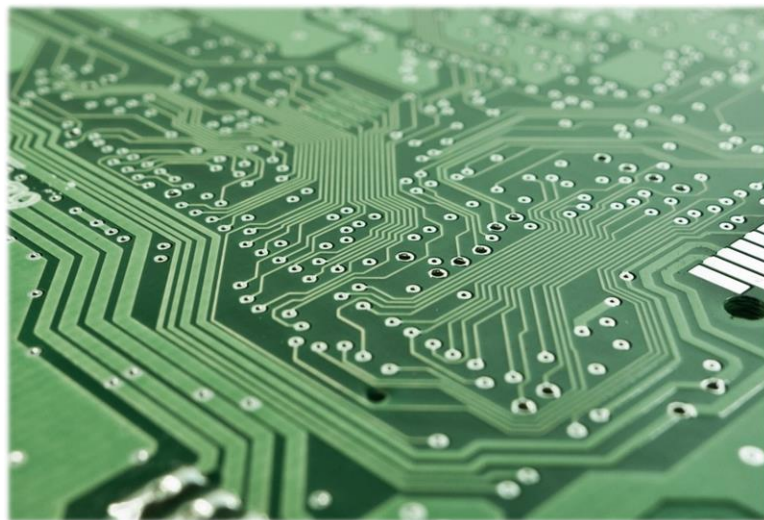
Imagens  
Classificadas



Framework proposto para o problema de detecção de obstáculos para auxílio à deficientes visuais, usando o modelo de Competição e Cooperação entre Partículas para a classificação semi-supervisionada com o VGG16 como extractor de atributos

# Introdução à Ciência da Computação

## Visão Geral das Gerações de Computadores



Fabricio Breve

[fabricio.breve@unesp.br](mailto:fabricio.breve@unesp.br)

[www.fabriciobreve.com](http://www.fabriciobreve.com)