



# **Arquitetura e Organização de Computadores**

## Uma Introdução

Gabriel P. Silva – José Antonio Borges

# Breve histórico da computação

## Capítulo 2



## **2.1** Primórdios da computação

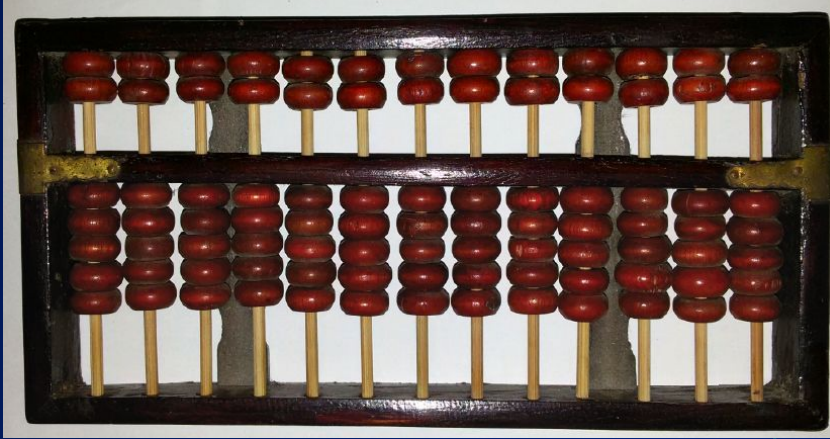
The background of the slide is a dark blue gradient. Overlaid on this is a complex, abstract pattern of light blue lines that resemble a circuit board or a network of data paths. The lines are interconnected, forming various geometric shapes and paths that flow across the right side of the image. Some lines terminate in small, glowing blue dots, giving the impression of active nodes or data points in a network.

# Ábaco

Durante séculos, o mais importante instrumento de cálculo utilizado pela humanidade.



Ábaco Romano



Ábaco chinês moderno:  
"suan pan"



Soroban japonês



# Pascalina



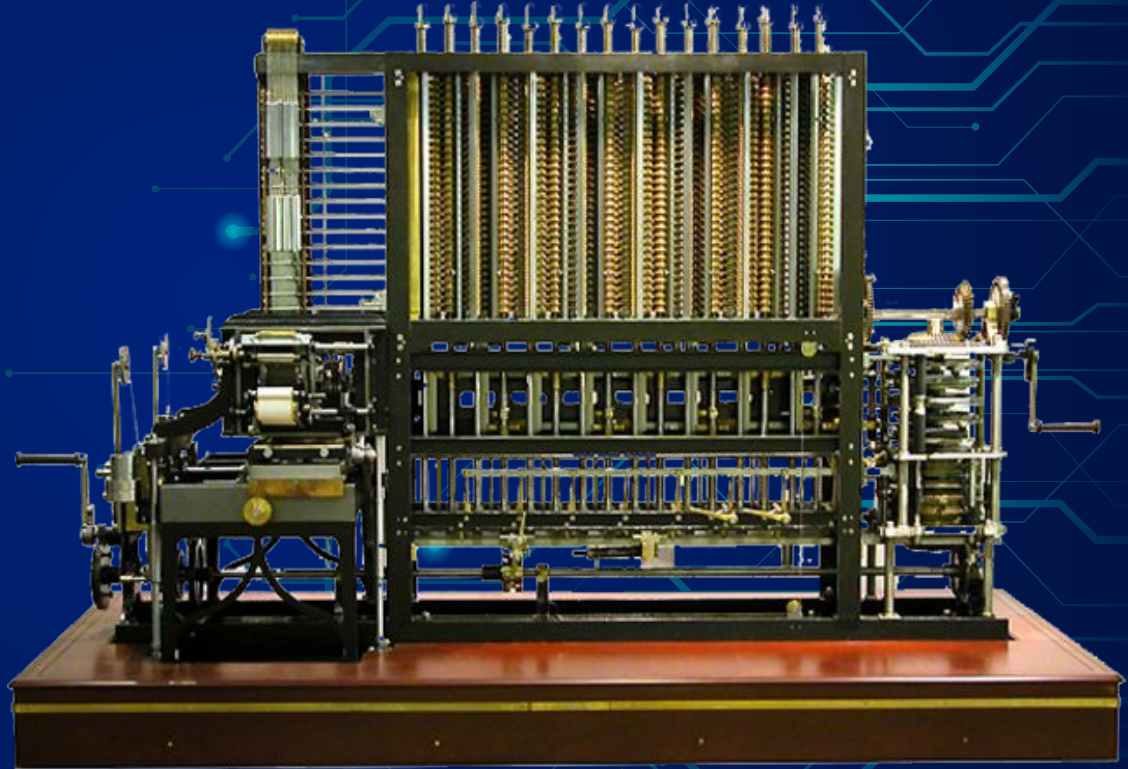
# Anton Braun



Calculadora mecânica

# Charles Babbage

“Máquina analítica”  
capaz de executar as  
quatro operações,  
armazenar  
dados em uma  
memória e imprimir  
resultados






Ada, condessa de Lovelace, a primeira Programadora da História

DIAGRAM BELONGING TO NOTE D

Variables for Data					Working Variables							
${}^1V_1$	${}^1V_2$	${}^1V_3$	${}^1V_4$	${}^1V_5$	${}^0V_6$	${}^0V_7$	${}^0V_8$	${}^0V_9$	${}^0V_{10}$	${}^0V_{11}$	${}^0V_{12}$	${}^0V_{13}$
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$n$	$d$	$m'$	$n'$	$d'$								
.....	.....	.....	$n'$	.....	$mn'$							
$n$	.....	$m'$	.....	.....	$m'n$							



# Álgebra de Boole

- Boole representou as expressões lógicas na forma matemática.
- Com isso apenas, todos os elementos que implementam a lógica e aritmética que compõem um computador podem ser completamente definidos!

• **AND** (conjunção)  $x \wedge y$  (ou x AND y)

$x \wedge y = 1$  se  $x = y = 1$  e  $x \wedge y = 0$  em caso contrário.

• **OR** (disjunção)  $x \vee y$  (ou x OR y)

$x \vee y = 0$  se  $x = y = 0$  e  $x \vee y = 1$  em caso contrário.

• **NOT** (negação)  $\neg x$  (ou NOT x)

$\neg x = 0$ , se  $x = 1$  e  $\neg x = 1$ , se  $x = 0$ .

# Tabelas da verdade

**S = A and B**

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>S</b>
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

**S = A or B**

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>S</b>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

**S = not A**

<b>A</b>	<b>S</b>
0	1
1	0

# Teorema de De Morgan

- “O complemento da interseção de dois conjuntos é o mesmo que a união dos seus complementos” ou
- “O complemento da união de dois conjuntos é o mesmo que a interseção dos seus complementos”

$$\text{i) } \neg (A \text{ AND } B) = (\neg A) \text{ OR } (\neg B)$$

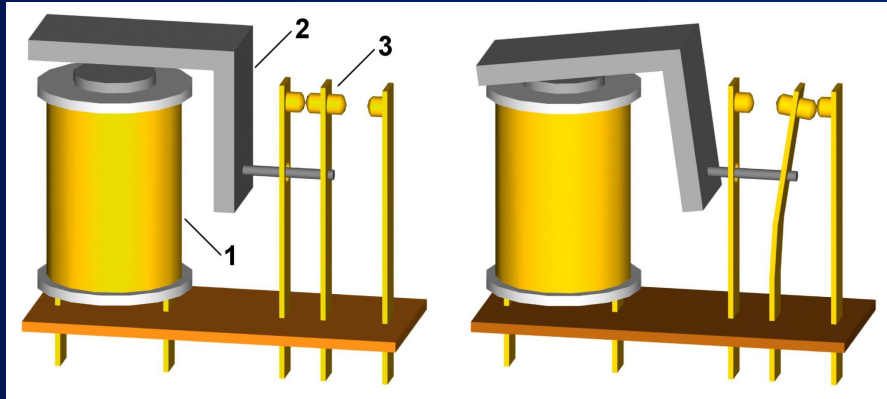
$$\text{ii) } \neg (A \text{ OR } B) = (\neg A) \text{ AND } (\neg B)$$

- As formulações de Boole e de De Morgan são a base dos estudos da lógica.



# **2.2 COMPUTADORES MECÂNICOS E ELETROMECAÂNICOS**

# Tecnologias associadas

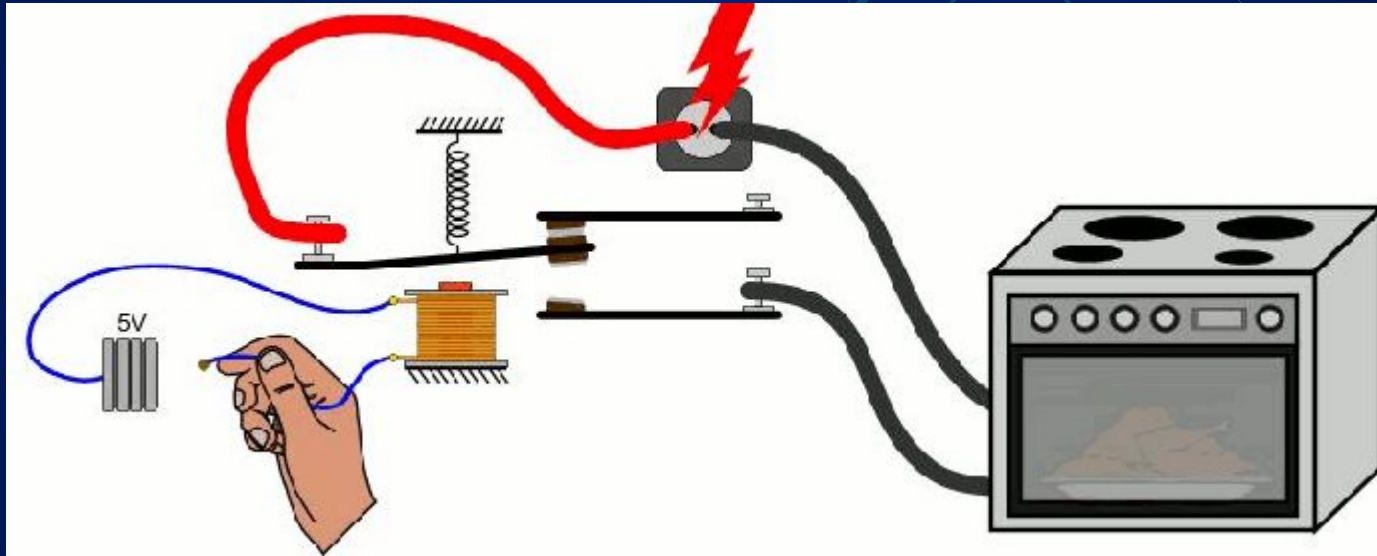


Relés eletromecânicos

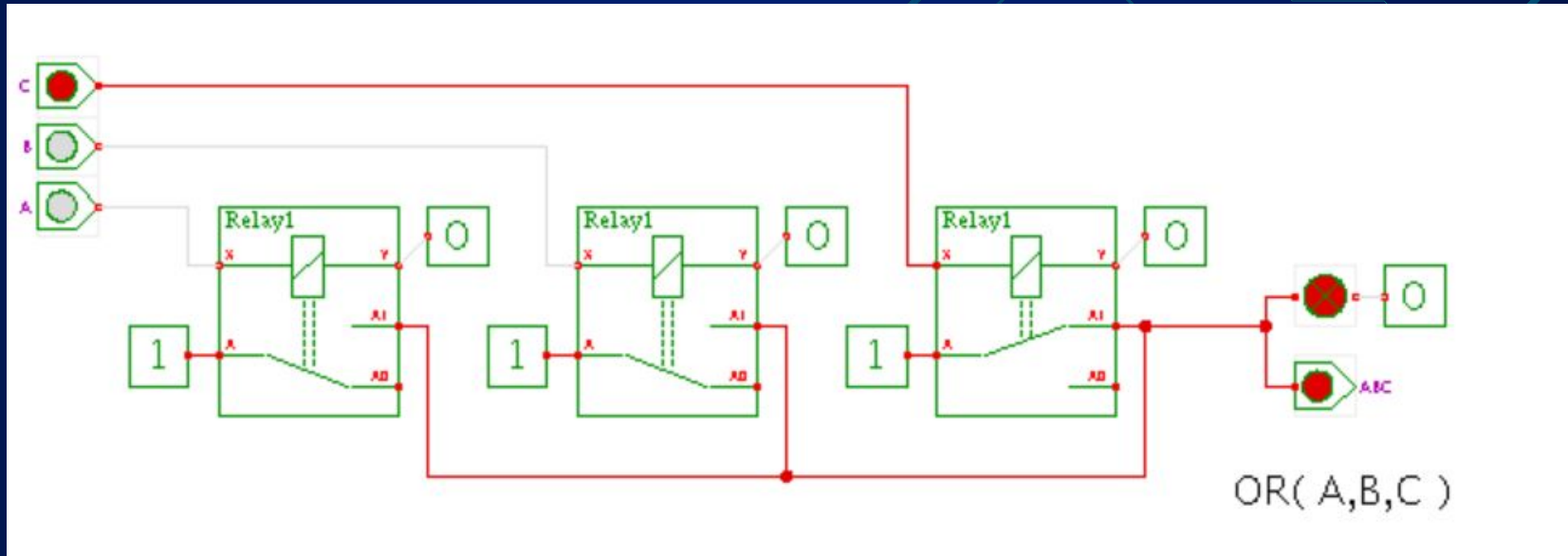
Aplicações:

- Usar baixas tensões para acionar altas tensões.
- Simulação das funções lógicas de Boole

# Exemplo: controle com baixa voltagem



# Exemplo: função OR (A,B,C)



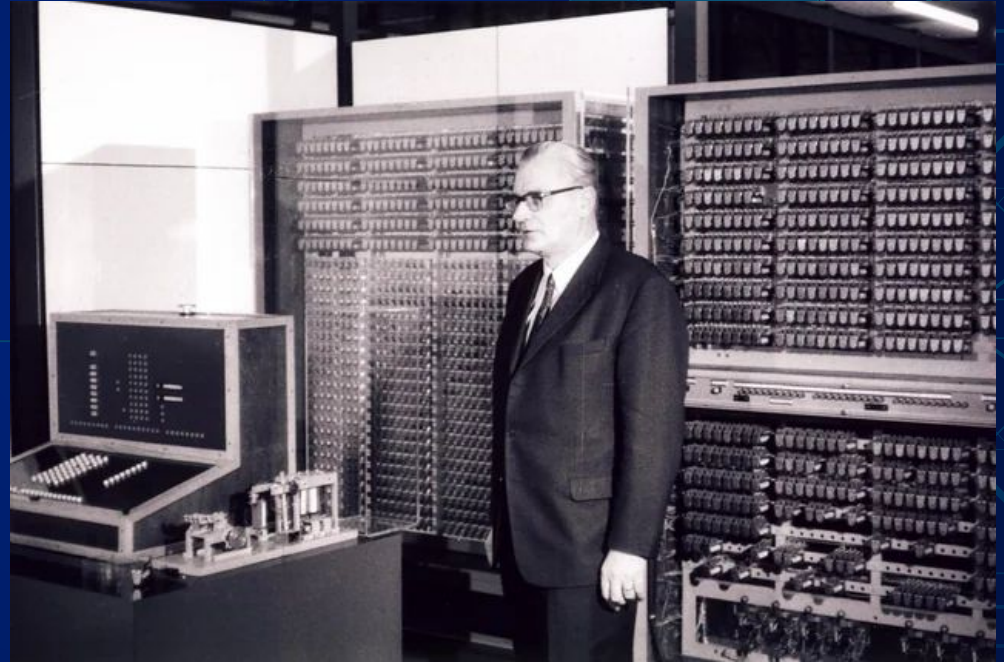
Note que a função OR só vale 1 quando A, B e C forem todos 1



# Konrad Zuze

Mesmo que a História não goste de contar, foi Konrad Zuze quem criou o primeiro computador programável.

Na foto, o Z3.



# Quem inventou o primeiro computador?

Vários países, cada qual se gabando de ter inventado o computador:

- Os **franceses** dizem que o primeiro computador foi o tear automático inventado por Jaquard.
- Os **poloneses** dizem que foram Rejewski e Biuro Szyfrów (o departamento de criptografia do serviço de inteligência polaco) com a Bomba.
- Os **britânicos** dizem que foi Babbage com sua Máquina Analítica, ou Turing com sua Bomba/Máquina de Turing.
- Os **alemães** dizem que foi Zuse com o seu Z1.
- Os **americanos** e **búlgaros** dizem que foi Atanasoff com o computador Atanasoff-Berry.

# George Stibitz

- Com a ajuda de S.B. Williams dos Laboratórios Bell, Stibitz desenvolveu uma calculadora aritmética completa, o Complex Computer, Model 1 (1939)
- Diversos computadores binários de maior sofisticação se seguiram, com uso de aritmética de ponto flutuante e instruções de desvio.
- O último da série, o Model 5 (1946), pesava 10 toneladas, ocupando uma área de 300 m<sup>2</sup> e utilizando mais de 9000 relés.

# Mark I (Aiken)

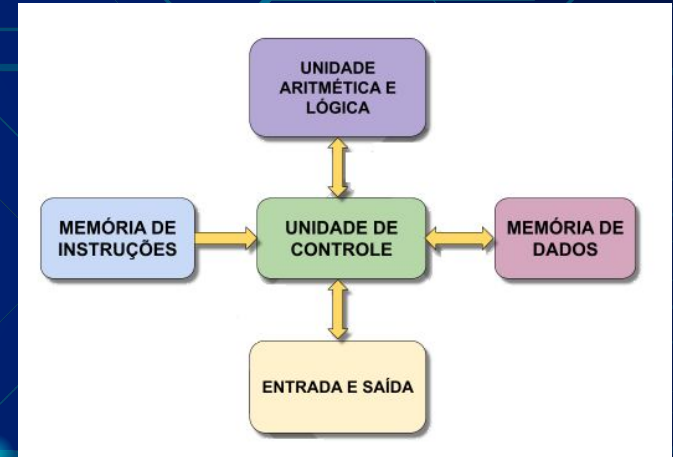
- Computador eletromecânico construído com chaves, relés, cabos e embreagens.
- Tinha mais de 750.000 componentes, 80 Km de fios, cerca de 16 m de comprimento e 2,5 m de altura
- Consumia vários quilos de gelo por dia destinados à sua refrigeração.





# Mark I (Aiken)

- Sua arquitetura era significativamente diferente das máquinas modernas, com caminhos fisicamente separados para acesso às memórias, também separadas, de instruções e dados.
- As instruções eram armazenadas em uma fita de papel perfurada com 24 bits de largura e os dados em contadores eletromecânicos.
- Podia somar ou subtrair dois números com 23 dígitos em 0,3 segundos, multiplicá-los em 4 segundos, e dividi-los em 10 segundos (uma façanha para a época).



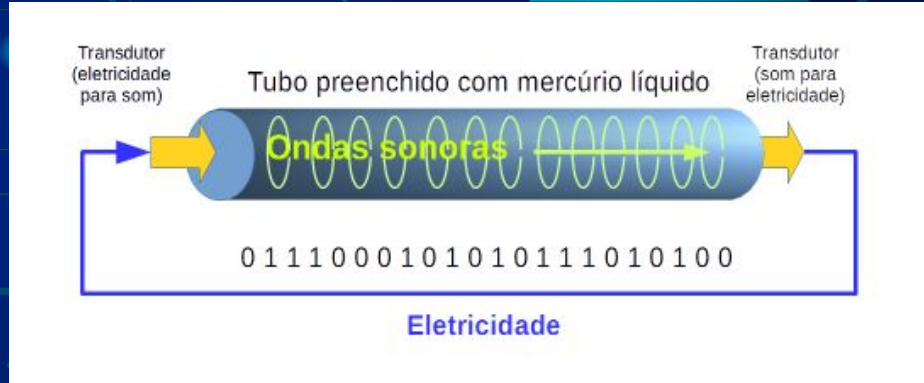


## **2.3 PRIMEIRA GERAÇÃO DE COMPUTADORES (1940-1952)**

# Tecnologias associadas



Válvula



Memória de Linha de Retardo de Mercúrio

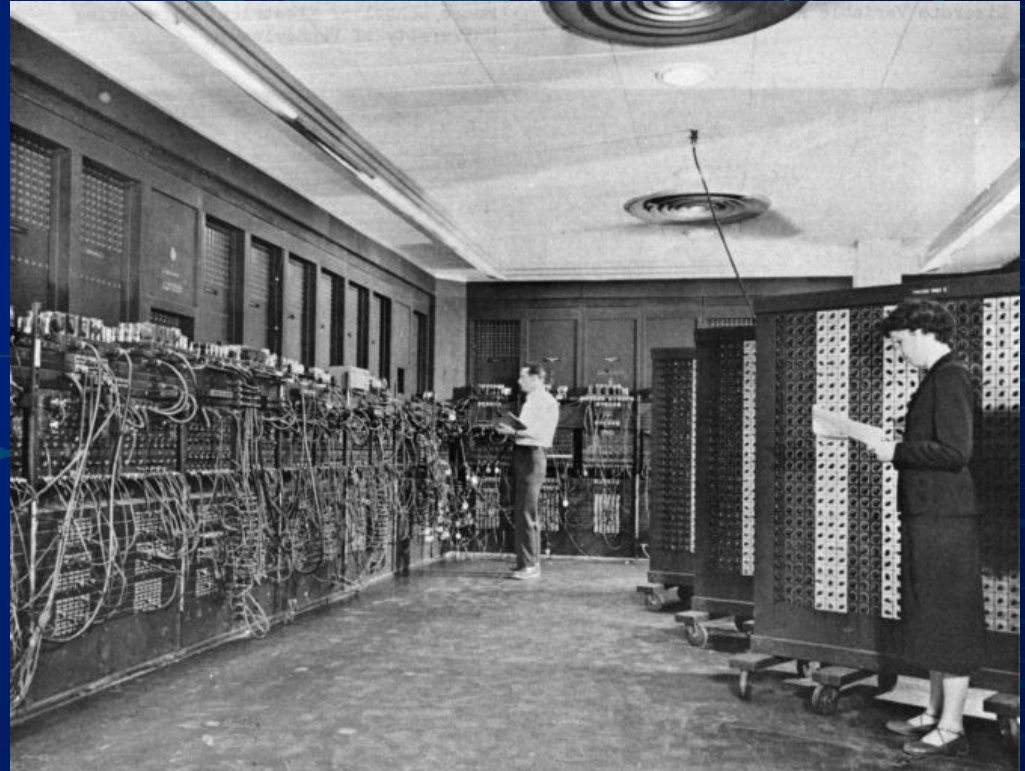


Aspecto interno de circuitos com válvulas



# ENIAC

- Atanasoff, Mauchly e Eckert.
- Financiado pelo exército americano.
- Considerado o primeiro computador eletrônico de uso geral totalmente funcional construído no mundo.

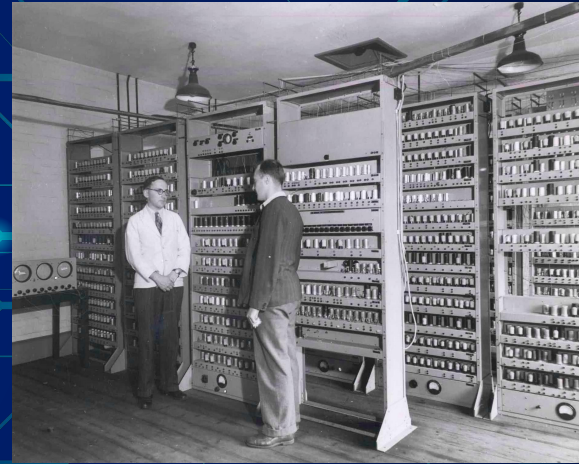


# ENIAC

- Primeiro computador totalmente eletrônico.
- Utilizava 18.000 válvulas, com um total de 500.000 conexões de solda.
- Pesava cerca 30 toneladas e tinha uma área construída de 180 m<sup>2</sup>.
- Tinha uma velocidade de cálculo muito maior do que qualquer máquina anterior:
  - 5.000 adições ou 300 multiplicações por segundo, o que representava um grande avanço na época.

# EDVAC (Von Neuman)


- Inventou os elementos básicos de um **computador com programa armazenado.**
- Uma memória contendo dados e instruções.
- Uma unidade de cálculo, capaz de realizar tanto operações lógicas como aritméticas nos dados.
- Uma unidade de controle, que poderia interpretar uma instrução retirada da memória e selecionar alternativas baseadas nos resultados de operações anteriores.



# UNIVAC



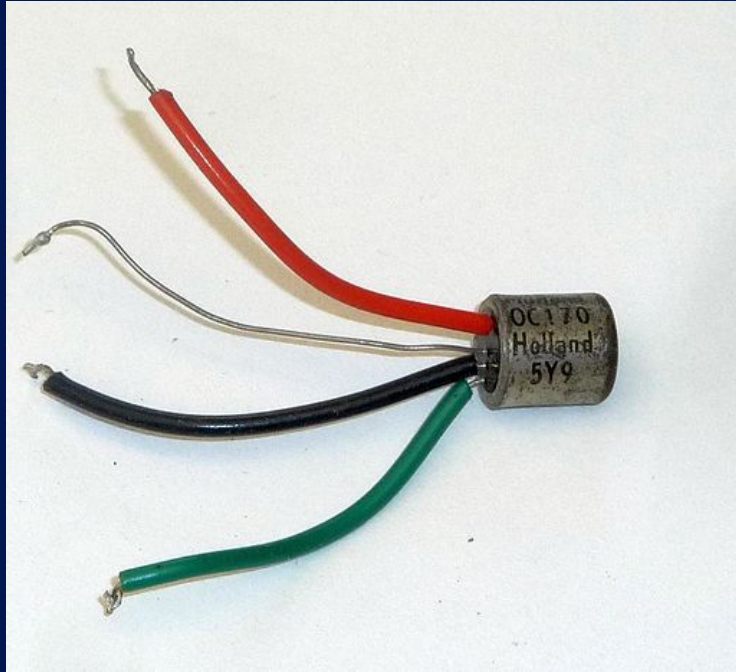
O primeiro computador comercial da História



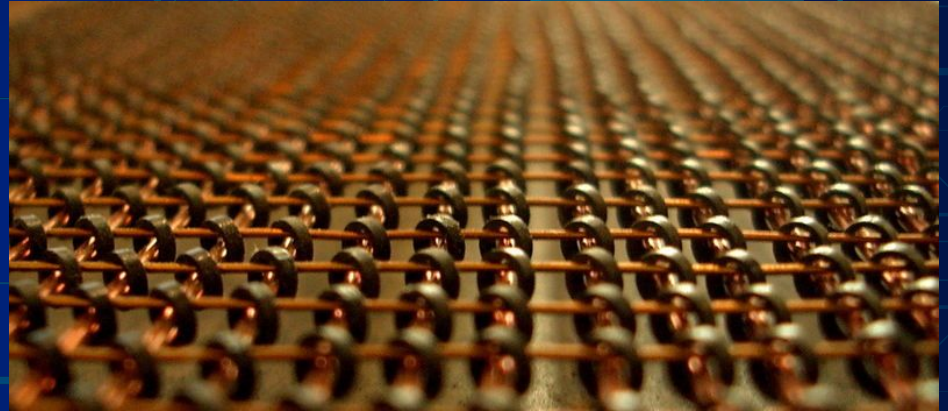
## **2.4** SEGUNDA GERAÇÃO DE COMPUTADORES (1952-1964)



# Tecnologias associadas



Transistor



Memória de ferrite

# DEC PDP-1 (1959)


- Pioneiro na computação pessoal, oferecendo um computador acessível e compacto para laboratórios de pesquisa e universidades.
- Incluía um monitor de vídeo e um teclado, permitindo interação direta com o usuário, uma novidade na época.
- Capacidade de processamento modesta, mas design inovador.



# IBM série 7000

- Primeiros computadores transistorizados da IBM.
- Caracterizada pela sua robustez e confiabilidade, oferecendo soluções de mainframe poderosas para empresas de grande porte.
- Diversos eram máquinas decimais, com comprimento fixo de palavra, com dez dígitos, tanto para dados como instruções.

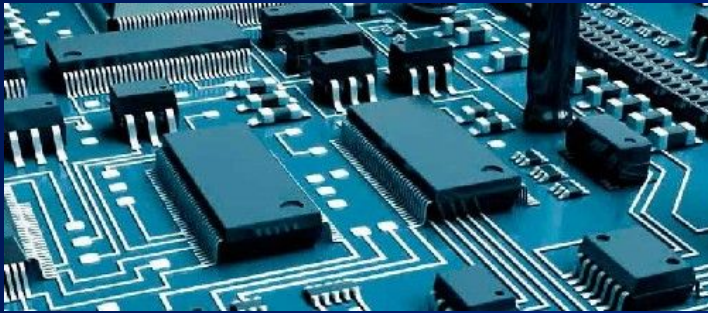




## **2.5** TERCEIRA GERAÇÃO DE COMPUTADORES (1964-1971)



# Tecnologias associadas



Circuitos integrados



Unidade de disco magnético



# IBM 1130 (1965)

- Um dos primeiros computadores de baixo custo da IBM, projetado para pequenas empresas e uso científico.
- Facilitou a entrada de muitos profissionais no uso de computadores
- Suportava linguagens de programação como Fortran e RPG.



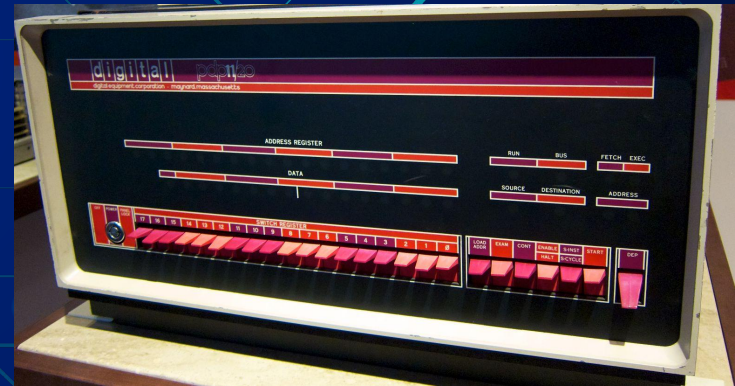
# IBM 360 (1964)

- Arquitetura compatível entre diferentes modelos, permitindo escalabilidade e flexibilidade.
  - Servia para aplicações científicas e comerciais.
- Capacidade de executar múltiplos programas simultaneamente
- Introdução do conceito de microcódigo.
- Estabeleceu padrões para futuras gerações de computadores.



# Série DEC PDP-11 (1970)

- Linha de minicomputadores de 16 bits
  - Conceitos avançados de design de hardware e software.
  - Sua popularidade e impacto duraram várias décadas
- Facilidade de programação e uso em diversas aplicações industriais e científicas.
  - Influenciou o desenvolvimento de sistemas operacionais, como Unix



# CDC 6600 (1964)

- Foi o primeiro supercomputador
  - Arquitetura de 60 bits e uma velocidade de processamento sem precedentes, tornou-se o computador mais rápido da época.
- Múltiplas unidades funcionais operavam em paralelo, revolucionando o desempenho computacional.
  - Estabeleceu novos padrões para computação científica e técnica, dominou o mercado por muitos anos.





# Cray 1 (1976)

- Design em forma de "C" para otimizar a velocidade do processamento
- Amplamente utilizado em aplicações científicas e de engenharia.
- Utilizava uma arquitetura vetorial de 64 bits, alcançando um desempenho excepcional para a época.
  - Realizava 160 milhões de operações aritméticas por segundo
- Estabeleceu novos padrões de desempenho e design na computação de alto desempenho.





## 2.6

# QUARTA GERAÇÃO DE COMPUTADORES (1971-1980)

# Tecnologias associadas



Intel 4004  
Primeiro  
Microprocessador  
Comercial



Zilog Z80 - o mais longo



Unidade de  
discos flexíveis

# Sinclair ZX80 (1980)

- Um dos primeiros computadores pessoais acessíveis:
  - Voltado para entusiastas e educadores.
  - Preço muito baixo (< 200 USD)
  - Conexão com TV e fita cassete
  - Basic interativo embutido
- Processador Zilog Z80
- 1 KiB de memória RAM



# Apple I (1976)

- O Apple I foi o primeiro computador da Apple
- Desenvolvido por Steve Wozniak e Steve Jobs
- Vendido como uma placa-mãe montada sem gabinete, teclado ou monitor.
- CPU Motorola 6800



# Apple II (1976)

- Um dos primeiros microcomputadores de sucesso comercial
  - Se destacou em ambientes domésticos, educacionais e de negócios, ajudando a popularizar a computação pessoal.
- Design completo com teclado, gráficos coloridos e slots de expansão.
- Tornou a Apple uma líder inovadora na indústria de tecnologia.





# IBM System /370

- Evolução do System/360
  - Maior capacidade de processamento e suporte a memória virtual.
  - Software compatível !
- Foi amplamente utilizado em grandes empresas para processamento de dados e aplicações críticas.
  - Solidificou a posição da IBM como líder no mercado de mainframes.



# DEC VAX 11/780 (1977)

- Minicomputador poderoso e versátil
  - Arquitetura de 32 bits e suporte a memória virtual
  - Permitiu a execução eficiente de multitarefas e aplicativos complexos.
- Foi amplamente adotado em ambientes acadêmicos, científicos e empresariais
  - Tornou-se um marco na evolução da computação.



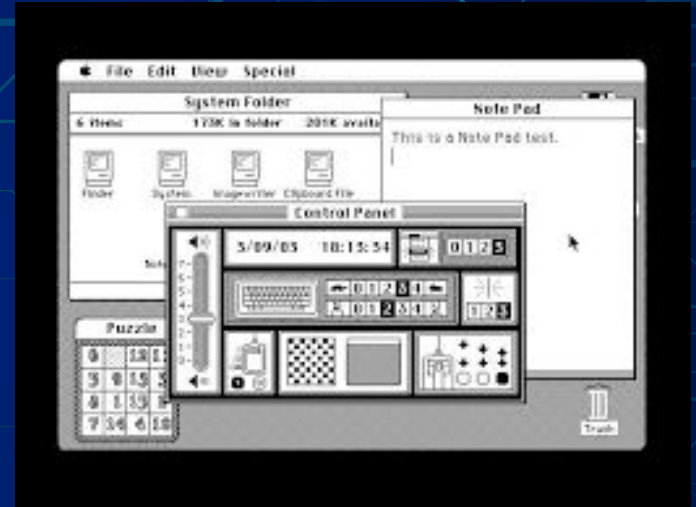
## 2.7

# QUINTA GERAÇÃO DE COMPUTADORES (1981-1990)

# Tecnologias associadas



ULSI (ultra large-scale integration).  
Embutir milhões de transistores num  
único chip de silício semiconductor.



Avanço nas interfaces gráficas  
para controle da interação com  
o sistema operacional: estações  
de trabalho.

# Sun Sparcstation (1980)

- Linha de estações de trabalho baseadas na arquitetura SPARC.
  - Fez avançar a arquitetura RISC.
  - Confiabilidade e desempenho
- Sistema operacional UNIX com interface gráfica X-Window, tornou-se popular em ambientes empresariais e acadêmicos.
  - Estação de trabalho para desenvolvimento de software, design gráfico e computação técnica.





# Commodore 64 (1982)

- Ícone entre os microcomputadores mais populares da década de 1980
  - Processador MOS Technology 6510
  - 64 KiB de memória RAM
  - Gráficos coloridos e som avançado para sua época.
- Sucesso em jogos e aplicações educacionais e de produtividade.
- Preço acessível e vasta biblioteca de software contribuíram para sua enorme base de usuários



# IBM/PC

- Marco na história da computação pessoal.
  - Estabeleceu padrões de compatibilidade que influenciaram toda a indústria de computadores.
- Arquitetura aberta permitiu uma ampla gama de fabricantes de hardware e software, contribuindo para sua rápida adoção e popularização no mercado corporativo e doméstico.
  - Processador Intel 8088
  - Sistema operacional MS-DOS da Microsoft



# Macintosh (1984)

- Introduziu a interface gráfica com o usuário e o mouse como dispositivos de entrada padrão.
  - Popularizou o conceito de computador fácil de usar e acessível para o público em geral.
- Inovação e design influenciaram toda a indústria de tecnologia.
- Processador Motorola 68000 e o sistema operacional MacOS



## 2.8

# SEXTA GERAÇÃO DE COMPUTADORES (1991-?)

# Tecnologias associadas



Hardwares com grande desempenho: uso em video Games, Telefones e IoT



Uso intensivo do DVD



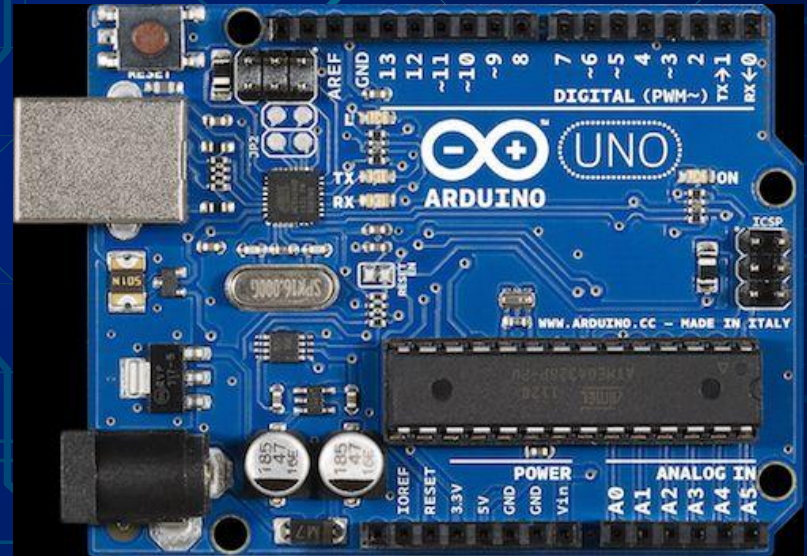
# iPhone

- O iPhone combinou várias funções em um único dispositivo:
  - Telefone celular
  - Reprodutor de música (iPod)
  - Navegador de internet
  - Câmera
  - Plataforma de aplicativos
- Tela multitouch
- App Store



# Arduino

- Democratização da eletrônica e da programação
- Hardware open source
- Cultura “maker”
- Protótipos rápidos e acessíveis
- Ampliação das capacidades com shields e módulos
- Comunidade global



# Raspberry Pi

- Educação em computação e programação
- Movimento “maker” e “diy”
- Automação e sistemas de controle
- IoT
- Uso em estudos científicos e experimentos
- Desenvolvimento de servidores de baixo custo



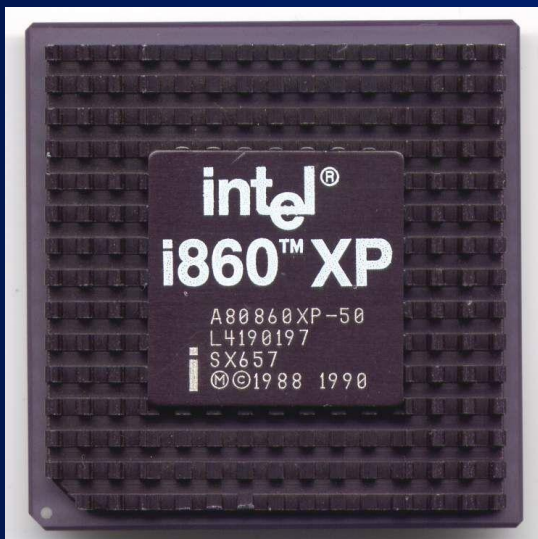


**2.9**

# **SUPERCOMPUTADORES**



# Tecnologias associadas



Arquiteturas RISC avançadas com alto desempenho

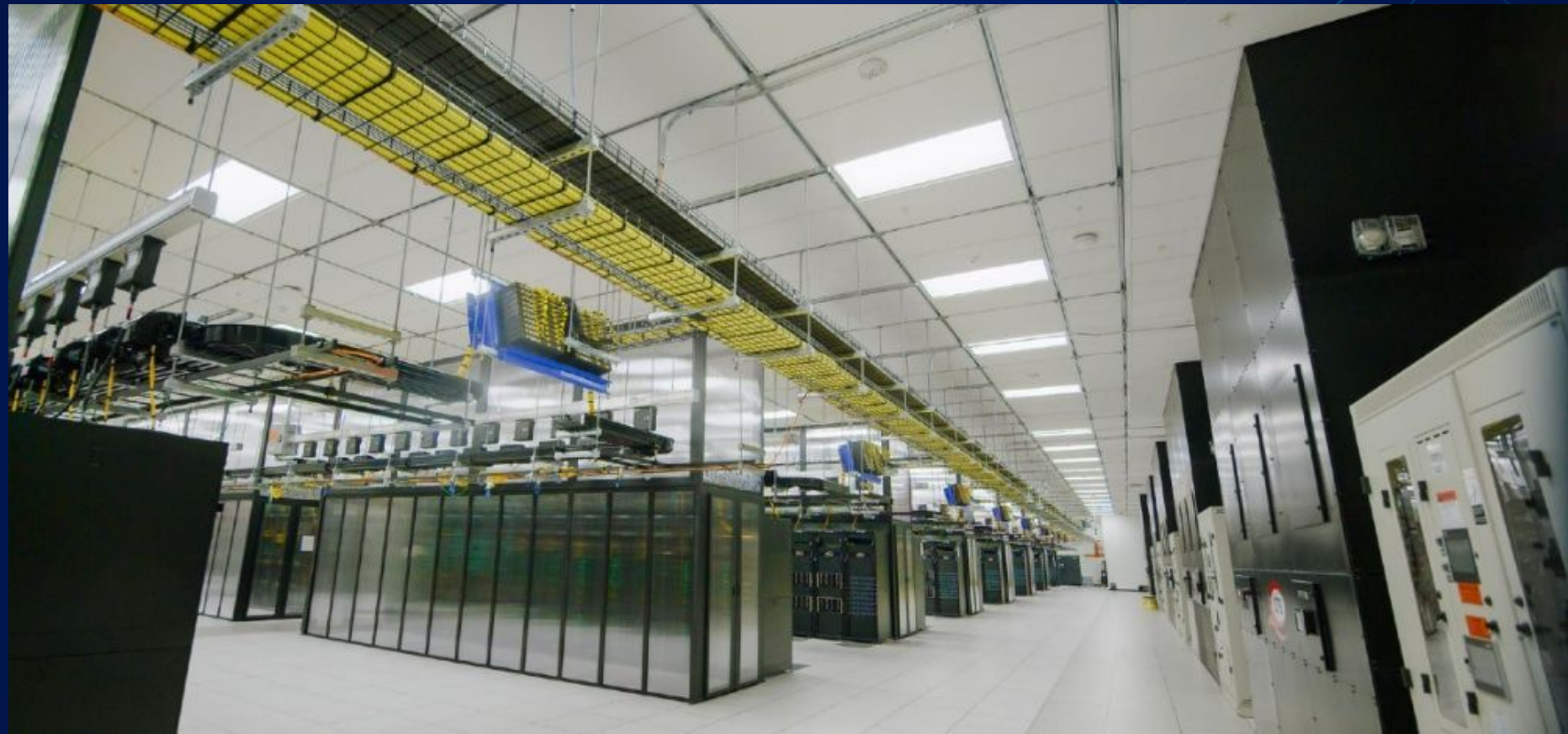


Conexão em clusters com milhares de computadores: novos algoritmos paralelos são desenvolvidos




Processador gráfico Usado também em supercomputação





Cluster de servidores da Mega



# **2.10** COMPUTADORES NO BRASIL

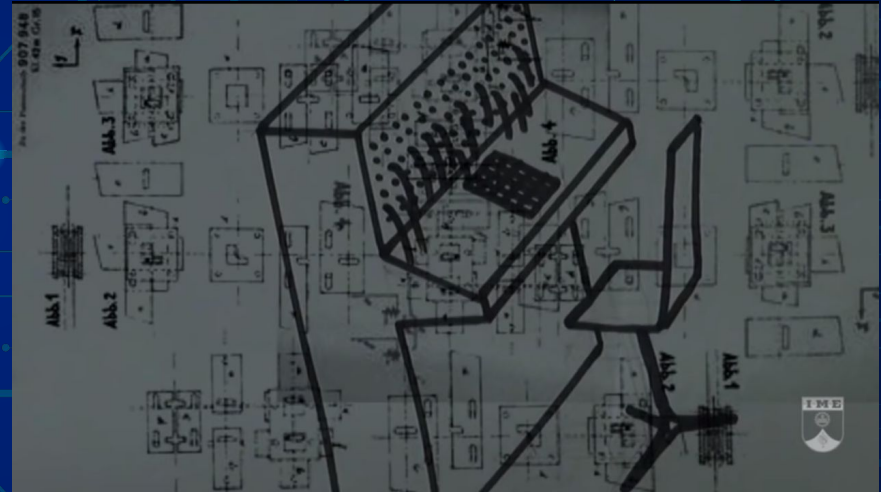
# Computador Zezinho

- Feito por quatro alunos do ITA, em São José dos Campos.
- Tinha apenas 8 posições de memória de 8 bits, onde cada bit era implementado por um circuito biestável feito com transistores.
- Havia pouquíssimas instruções, entre elas uma soma.
- Uma multiplicação podia ser feita combinando-se várias somas.



# Lourinha (1958)

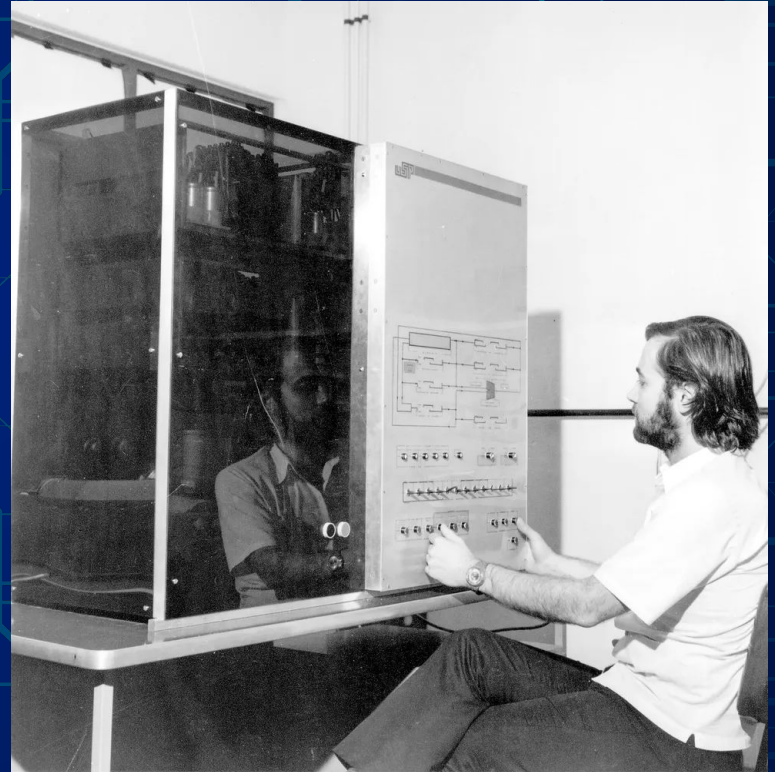
- De 1958 a 1960, alunos da Escola Técnica do Exército, atual Instituto Militar de Engenharia (IME), trabalharam no projeto carinhosamente apelidado de “Lourinha”, considerado o primeiro computador desenvolvido em território nacional.
- O computador tinha uma parte analógica e outra digital.





# Patinho Feio (1972)

- Projetado Laboratório de Sistemas Digitais (LSD) da Universidade de São Paulo (USP).
- Objetivo: demonstrar que havia capacidade de desenvolver um computador confiável no Brasil.
- Computador de 8 bits utilizando circuitos integrados e 4 KiB de memória.





# Minicomputador G10

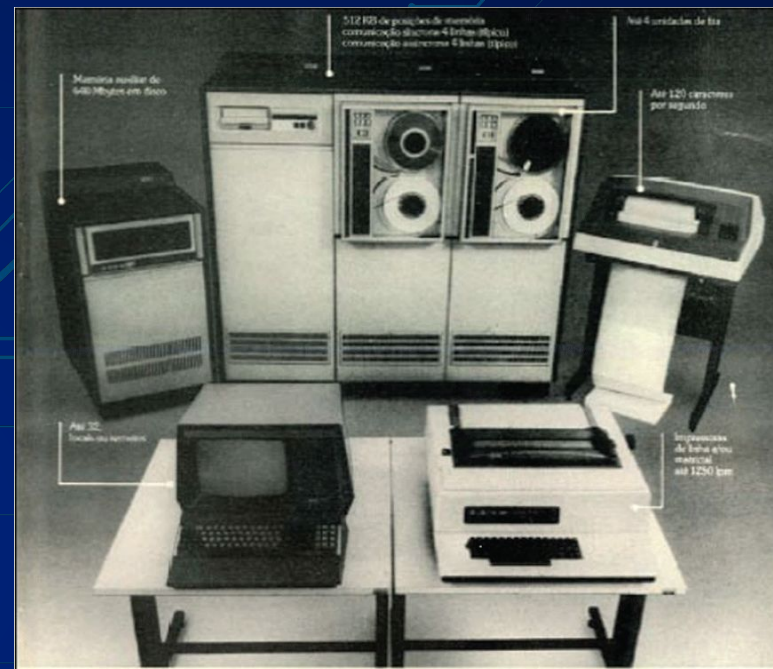
- O projeto foi realizado entre a USP (na parte de hardware) e a PUC-RJ (no desenvolvimento do software e do sistema operacional), foi entregue em 1975.
- Ele serviu de base para os primeiros computadores comerciais brasileiros, fabricados pela Cobra (Computadores e Sistemas Brasileiros).



Cobra 700. O Computador da Ferranti, inglesa, primeiro computador lançado pela Cobra.

# Cobra Computadores

- A Cobra (Computadores Brasileiros S.A.) foi fundada em 1974, fazendo uso da Reserva de Mercado definida pela Lei de Informática.
- O Cobra 530, baseado no projeto do G-10, lançado no início da década de 80, foi o primeiro computador totalmente projetado, desenvolvido e industrializado no Brasil.



## Computador é como petróleo: é perigoso depender dos outros.

Um país que pretende ser grande e forte tem que desenvolver sua própria tecnologia em informática. O Cobra 530 é o primeiro computador verdadeiramente nacional capaz de resolver com rapidez qualquer problema de processamento de dados.

Projetado para permitir grande flexibilidade de configuração, tanto de hardware quanto de software, o Cobra 530 é muito eficiente para processamento interativo, em lotes ou distribuído. Numa rede nacional de operações tanto pode atuar como equipamento central ou como ponta de rede.

A alta confiabilidade do equipamento é garantida por dois pontos

importantes: seu exclusivo dispositivo de autoteste e a Rede de Manutenção Cobra.

Há anos a Cobra fabrica a variedade de usuários, mini e microcomputadores, terminais de teleprocessamento, unidades de fita e de disco, leitores, impressoras. Falava apenas um computador ágil, versátil, poderoso. Falava, pois o Cobra 530 é exatamente tudo isso.

Hoje, empregando apenas equipamentos Cobra, é possível resolver qualquer problema de processamento de dados em nosso país. Isso facilita muito a operação e a manutenção do equipamento.

O Cobra 530 é o resposta da Cobra à reserva de mercado.

É o desenvolvimento e a fixação de tecnologia nacional num setor onde não há mais temor à dependência ou morte.

**cobra 530**  
**O COMPUTADOR**  
**BRASILEIRO**

**cobra**

**Cobra Computadores e**  
**Sistemas Brasileiros S/A**

# Outras Iniciativas

- Sugerimos conhecer os terminais de vídeo, microcomputadores e diversos periféricos, projetados pelas companhias Cobra, Scopus, Edisa e EBC nos anos 1980.
- Estabeleceram a viabilidade de uma indústria brasileira de equipamentos de informática.
- Sugerimos também conhecer o tema de “Reserva de mercado de informática no Brasil”.



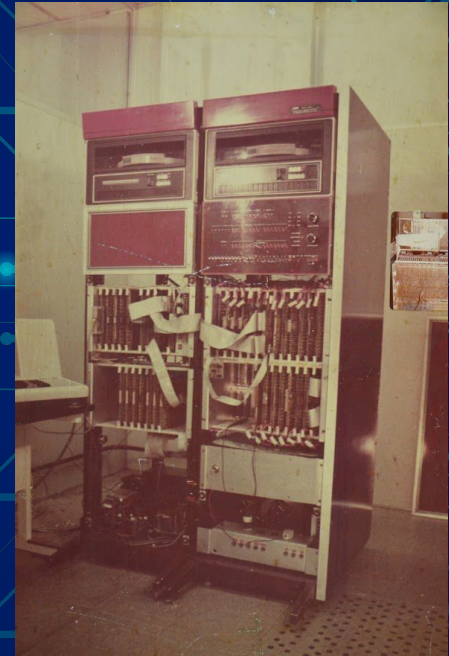
Terminal Scopus



# Projetos acadêmicos

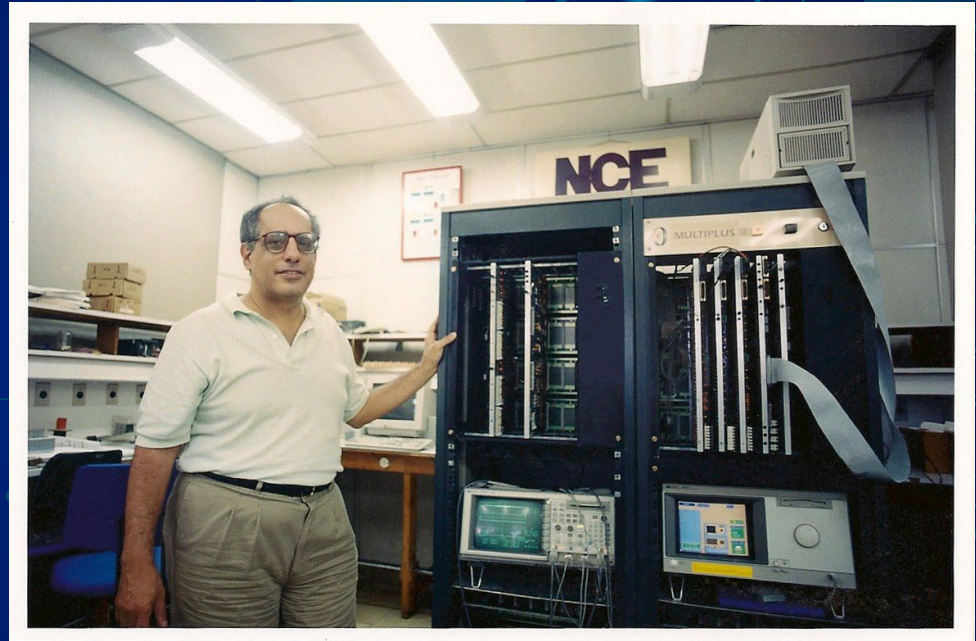


Pesquisadores dos projetos Pégasus e Plurix



CPU Porte Médio

- Computador Multiplus, projetado no NCE/UFRJ
- Hardware extremamente complexo, explorando conceitos avançados para a época, como computação paralela.
- Usava um sistema operacional brasileiro, compatível com o UNIX, chamado Mulplix, derivado do Plurix.



Júlio Salek e o Multiplus (NCE/UFRJ)



The background is a dark blue gradient with a complex pattern of light blue and teal lines that resemble a circuit board or data network. These lines are interconnected and form various geometric shapes. In the top-left corner, there is a vertical white line with two small teal circles. The text 'Obrigado!' is centered in a large, bold, white font.

**Obrigado !**



# Arquitetura de Computadores Uma Introdução

Mais recursos em:  
<https://simulador-simus.github.io>

CREDITS: This presentation template was created by Slidesgo, including icons by Flaticon, and infographics & images by Freepik.

**Please keep this slide for attribution.**



