

Fundamentos de Arquitetura de Computadores

Tiago Alves

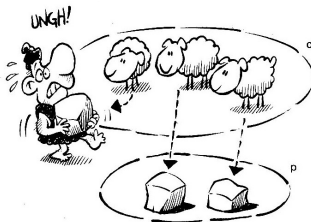
Faculdade UnB Gama
Universidade de Brasília



Conceito de Número

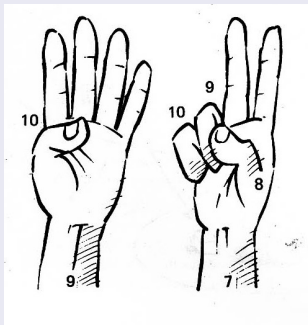
O primeiro grande passo do homem rumo à Ciência e à tecnologia talvez tenha sido a concepção da ideia de número.

- Q: Como surgiu a ideia de número?
- A: Comparação entre conjuntos!



Primeiros Métodos de Cálculo

É quase certo que o primeiro instrumento de cálculo que o homem utilizou foram seus próprios dedos.



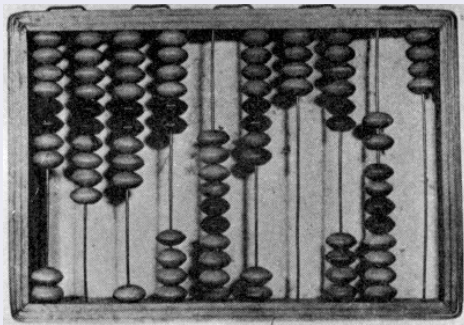
Dispositivo Mais Antigo (?1822-1762 a.C.)

Plimpton 322 (Babilônia): tábua trigonométrica.



Dispositivos Mecânicos (500 a.C. – 1880)

Ábaco: instrumento construído de contas móveis em eixos, representando dígitos de um número.



Richard Feynman: “the abacist versus the algorist”

<http://www.ee.ryerson.ca/~elf/abacus/feynman.html>



Dispositivos Mecânicos (500 a.C. – 1880)

William Oughtred (1575-1660) e a Régua de Cálculo:

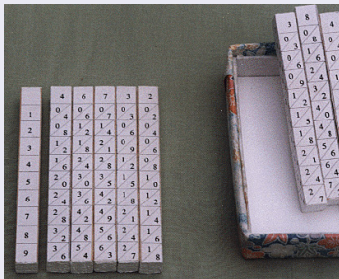
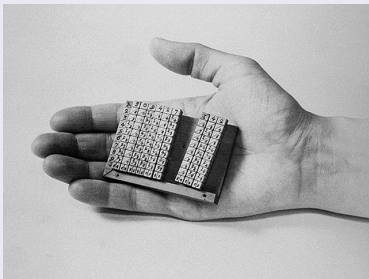


Operações: multiplicações, divisões, raízes, potências (quadrados e cubos), inverso (multiplicativo), logaritmos, potências de e , operações trigonométricas (diretas e inversas).

Ainda usada em aviação civil.

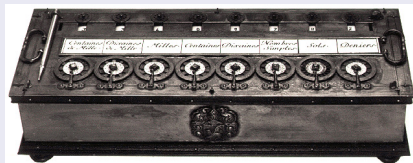
Dispositivos Mecânicos (500 a.C. – 1880)

Bastões (ou ossos) de Napier:



Dispositivos Mecânicos (500 a.C. – 1880)

Blaise Pascal (1623 - 1662) e a Pascaline:

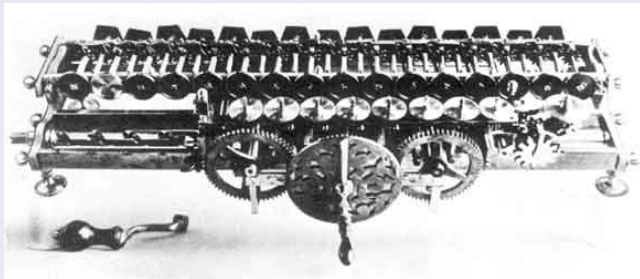
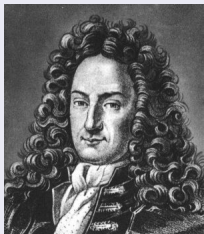


Motivada pelo tedioso trabalho necessário para conduzir operações aritméticas volumosas típicas de trabalhadores do fisco (pai do Pascal).

Capaz de realizar somas e subtrações de forma direta e multiplicações e divisões de forma indireta por meio da aplicação em sequência das primeiras operações.

Dispositivos Mecânicos (500 a.C. – 1880)

Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646 - 1716):



Inspirado, de certa forma, no trabalho do Pascal.

Concentrou sua contribuição na implementação diferenciada da multiplicação e divisão. Introduz o conceito da *Leibniz Wheel* ou *Stepped Drum*, usado por equipamentos produzidos e distribuídos 200 anos depois.

Apresentava problemas de implementação: precisão mecânica.

Dispositivos Mecânicos (500 a.C. – 1880)

Revolução Industrial: contribuiu no desenvolvimento de dispositivos automáticos.

Basile Bouchon, Jean Falcon, Jacques Vaucanson e Joseph Marie Jacquard (Século XVIII):



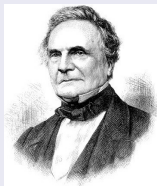
Conceito de "programação" através de cartões perfurados.

Jacquard concentra seu trabalho na redução do esforço necessário para estampar um tecido usando fios coloridos.

Sua contribuição (tear automatizado/programado) permitia com que um artesão experiente produzisse dois pés de tecido seda decorado por dia. A execução totalmente manual do mesmo processo demandava 2 profissionais experientes e era capaz de produzir apenas uma polegada por dia.

Dispositivos Mecânicos (500 a.C. – 1880)

Charles P. Babbage (1791 - 1871).



A Máquina de Diferenças:

- motivação: método mecânico para tabular logaritmos, senos, cossenos e tangentes.
- Gaspar de Prony e a linha de montagem.
- calculava funções polinomiais: usava o método das diferenças finitas, o que contornava a tarefa complexa de se implementar multiplicações e divisões usando dispositivos mecânicos.



Dispositivos Mecânicos (500 a.C. – 1880)

Charles P. Babbage (1791 - 1871).

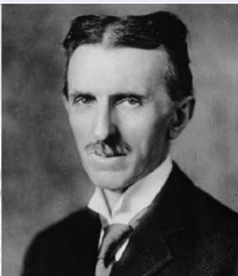
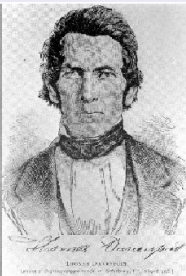
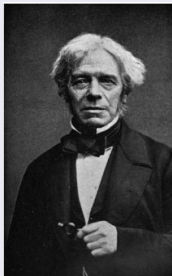
A Máquina de Analítica:

- transição entre aritmética mecanizada e um sistema computacional de propósito geral.
- **programada** através de cartões perfurados (Jacquard).
- É considerado, em princípio, o primeiro dispositivo mecânico Turing-completo.



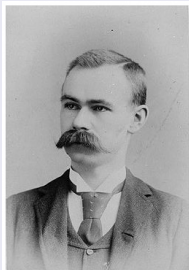
Dispositivos Eletromecânicos (1880 – 1930)

Com a invenção do motor elétrico (Michael Faraday, Joseph Henry, Tomas Davenport, Nikola Tesla), no fim do século XIX, surgiu uma grande quantidade de máquinas de somar acionadas por motores elétricos.



Dispositivos Eletromecânicos (1880 – 1930)

Em 1889, Herman Hollerith (1860 - 1929) desenvolveu uma máquina perfuradora de cartões e uma máquina elétrica tabuladora que contava, classificava e ordenava informações armazenadas em cartões perfurados.

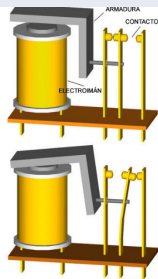
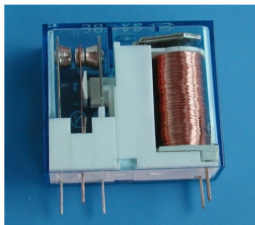


A apuração do censo foi reduzida de 8 anos para 1 ano após o uso de esquema automatizado de tabuladores.

A firma do Hollerith foi uma das precursoras da International Business Machines Corporation.

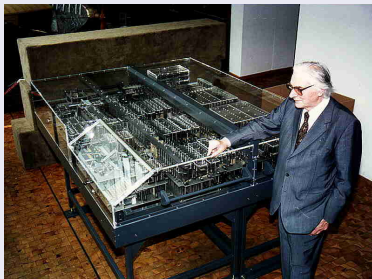
Dispositivos Eletromecânicos (1880 – 1930)

Relé (Joseph Henry):



Dispositivos Eletromecânicos (1880 – 1930)

Konrad Zuse (1910 - 1995) e o Z1 (1938):



Calculadora **mecânica binária** de ponto flutuante com programabilidade limitada. Lia instruções de filmes de 35 mm perfurados.

O Z1 continha 30 k peças metálicas e nunca operou bem devido a problemas de precisão mecânica.

Um bombardeio britânico (30 de Janeiro de 1944, IIGM) à cidade de Berlim destruiu a única Z1 e sua documentação.

Construiu o Z2 e o Z3 (1941) baseadas em relés: o Z3 pode ser considerado computador de propósito geral, programável e digital.

Dispositivos Eletromecânicos (1880 – 1930)

Howard H. Aiken (1900 - 1973) e o Automatic Sequence Controlled Calculator (ASCC) ou Harvard Mark I.



Inspiração na Máquina Analítica: uma das cópias encontradas no Centro de Ciências de Harvard.

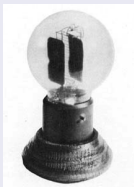
Computador eletromecânico de propósito geral usado no esforço de guerra na segunda parte da IIGM. Digital, mas não binário (decimal).

John von Neumann executou um dos primeiros programas no Mark I (1944). Projeto Manhattan: cálculo da viabilidade de uma implosão na detonação de uma bomba atômica que estava em desenvolvimento e seria usada no próximo ano.

Cálculo e impressão de tábuas/tabelas matemáticas: objetivo primário de trabalho do Babbage (Máquina de Diferenças).

Componentes Eletrônicos

Primeiras invenções (1930 - 1945)



- Os cientistas passaram a utilizar a válvula.
- É um dispositivo eletrônico que controla a passagem de corrente elétrica.

Componentes Eletrônicos

Primeiras invenções (1930 - 1945)

- Na mesma época em que Zuse e Aiken realizavam seus trabalhos com dispositivos eletromecânicos, dois outros cientistas desenvolveram computadores usando válvulas.



✓ **John V. Atanasoff** (1903 - 1995)



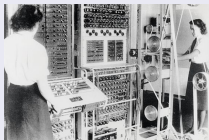
✓ **Alan Turing** (1912 - 1954),

Computadores Eletrônicos (1945 - ?)

Primeira geração: Computadores à Válvula

Colossus:

- Considerado o primeiro computador **eletrônico, digital** e programável.
- A programação não utilizava o conceito de programa armazenado em memória: era realizada através de plugues e chaves.
- Concebido em Bletchley Park, Reino Unido (1943, IIGM): Tommy Flowers, Alan Turing e outros.



Usada na quebra dos códigos alemães (Enigma).

Uma versão foi reconstruída em 2007. O programa de quebra de códigos foi implementado em um PC (1.4 GHz), que demandou menos de um minuto para quebrar a cifra gerada por 12 tambores.

Esse tempo implica em velocidade 240 vezes superior à do Colossus realizando a mesma tarefa em 1944. Isso implica que o sistema representaria um computador digital moderno com frequência de relógio em torno de 5.8 MHz.

Computadores Eletrônicos (1945 - ?)

Primeira geração: Computadores à Válvula

- ENIAC - Electronic Numerical Integrator and Calculator
- Projetado por John William Mauchly e John Presper Eckert, de 1943 a 1946.



Considerado Turing-completo, de propósito geral e programável (chaves e cabos).

Projetado e usado primariamente para cálculo de tabelas de disparos de artilharia para o Exército Americano.



Computadores Eletrônicos (1945 - ?)

Primeira geração: Computadores à Válvula

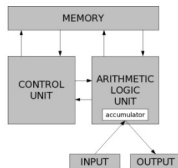
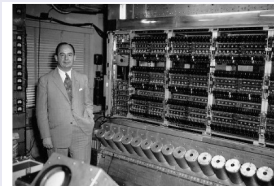
- Uma vertente do aperfeiçoamento do ENIAC é atribuída ao matemático John von Neumann: programar o ENIAC era extremamente trabalhoso.
- Em 1946, von Neumann e vários outros cientistas em Princeton iniciaram a construção de uma nova máquina, um computador eletrônico de programa armazenado, o IAS.



Computadores Eletrônicos (1945 - ?)

Primeira geração: Computadores à Válvula

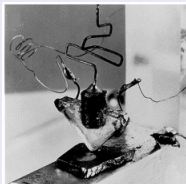
- No IAS, o conceito de programa armazenado eliminou a necessidade de se alterar as ligações com cabos ou outros dispositivos.
- A arquitetura proposta permanece até os dias de hoje.



Computadores Eletrônicos (1945 - ?)

Segunda geração: Computadores Transistorizados

- Transistor: realiza as mesmas funções básicas de uma válvula, porém o faz consumindo muito menos energia e calor, o que o tornou rapidamente substituto completo das válvulas.
- Bell Laboratories, John Bardeen, Walter Bratain e William Shockley.



Computadores Eletrônicos (1945 - ?)

Segunda geração: Computadores Transistorizados

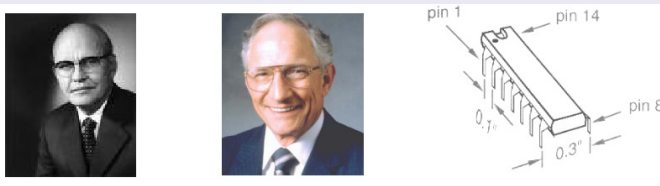
- 1958: IBM 7090 - Aplicações científicas.



Computadores Eletrônicos (1945 - ?)

Terceira geração: Computadores com Circuitos Integrados (LSI - Large Scale Integration).

- Circuito Integrado: O ponto importante no conceito de circuitos integrados é que se pode formar múltiplos transistores em um único elemento de silício.
- Jack Kilby, da Texas Instruments Co. e Robert Noyce, da Fairchild Semiconductor Inc.



Computadores Eletrônicos (1945 - ?)

Terceira geração: Computadores com Circuitos Integrados (LSI - Large Scale Integration).

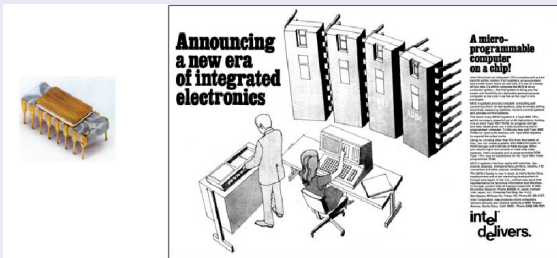
- Em 1964, a IBM se utilizou das recentes inovações tecnológicas na área da microeletrônica (os circuitos integrados) e lançou a sua mais famosa "família" de computadores, a série/360.



Computadores Eletrônicos (1945 - ?)

Quarta geração: Computadores que Utilizam VLSI (Very Large Scale Integration).

- A 4a geração é marcada pelo aparecimento dos computadores pessoais ou microcomputadores.
- Intel 4004: 1971



Computadores Eletrônicos (1945 - ?)

Quarta geração: Computadores que Utilizam VLSI (Very Large Scale Integration).

- Lei de Moore: prevê que o número de transistores dobra a cada 2 anos (<http://www.intel.com/technology/mooreslaw/>).
- Enunciada pela primeira vez em 1965 por Gordon Moore, um dos fundadores da Intel.



Microprocessor	Year of Introduction	Transistors
4004	1971	2,300
8008	1972	2,500
8080	1974	4,500
8086	1978	29,000
Intel286	1982	134,000
Intel386™ processor	1985	275,000
Intel486™ processor	1989	1,200,000
Intel® Pentium® processor	1993	3,100,000
Intel® Pentium® II processor	1997	7,500,000
Intel® Pentium® III processor	1999	9,500,000
Intel® Pentium® 4 processor	2000	42,000,000
Intel® Itanium® processor	2001	25,000,000
Intel® Itanium® 2 processor	2003	220,000,000
Intel® Itanium® 2 processor (9MB cache)	2004	592,000,000

Computadores Eletrônicos (1945 - ?)

Quarta geração: Computadores que Utilizam VLSI (Very Large Scale Integration).

- Lei de Moore: prevê que o número de transistores dobra a cada 2 anos (<http://www.intel.com/technology/mooreslaw/>).

