

Arquitetura de Computadores

Aula 01 - Histórico da Computação e Principais Componentes Computacionais

Apresentação

As modernas tecnologias digitais presentes no nosso dia a dia, mesmo que imperceptíveis às nossas atividades, são fruto de muitos anos de dedicação em pesquisa em diversas áreas, como computação, circuitos eletrônicos, lógica de programação etc.

Nesta disciplina, serão apresentados conceitos que explicam como circuitos eletrônicos puderam ser utilizados para a elaboração de algoritmos e para automatizar diversas tarefas que realizamos no nosso cotidiano.

Na primeira aula, veremos como, através da história, gerações de computadores foram sendo criadas, baseadas na constante vontade do aprimoramento da tecnologia da informação.

Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Descrever a evolução da computação ao longo dos anos.
- Identificar as bases que permitiram à tecnologia da informação impactar as atividades da sociedade.
- Reconhecer que a evolução da tecnologia sempre ocorre a partir de tecnologias já existentes.
- Diferenciar organização e arquitetura de computadores.
- Reconhecer como os sistemas computacionais são organizados internamente.
- Identificar cada componente, seu funcionamento e como eles cooperam para executar operações de maneira automática.

Você Conhece a Origem do Computador?

Ao longo da história, o homem sempre buscou ferramentas que o auxiliassem na execução de tarefas. Em relação à computação, foi criada uma matemática a partir da teoria dos conjuntos, chamada álgebra booleana (em homenagem a George Boole), a qual se dedica a formalizar operações elementares que podem ser utilizadas na criação de algoritmos. Com a álgebra booleana, pode-se criar as operações lógicas e aritméticas e programar algoritmos em máquinas chamadas computadores.

Veja mais detalhes sobre álgebra booleana no endereço http://pt.wikipedia.org/wiki/Álgebra_de_Boole.

Saiba mais em: http://pt.wikipedia.org/wiki/George_Boole.

Na disciplina Lógica de Programação, você estuda os conceitos de programação e verifica como algoritmos podem executar operações automaticamente. Salienta-se, no entanto, que máquinas mecânicas também foram criadas para a realização de cálculos decimais, enquanto os computadores aqui tratados referem-se exclusivamente a máquinas eletrônicas, as quais utilizam operações booleanas.

Uma máquina capaz de executar operações automaticamente torna-se extremamente interessante para os humanos, pois, em princípio, quaisquer operações podem ser automatizadas, não apenas as matemáticas. Dessa forma, diversas tarefas puderam ser automatizadas, livrando o homem de tarefas repetitivas e que não exigem esforço intelectual.

Historicamente, as primeiras máquinas utilizadas para a realização de cálculos nem utilizavam operações da álgebra booleana, mas cálculos decimais; essas operações eram realizadas por meio dos ábacos chineses e japoneses através da movimentação de peças sobre hastes de metal (Figura 1). Os primeiros ábacos datam de 2.600 a.C.

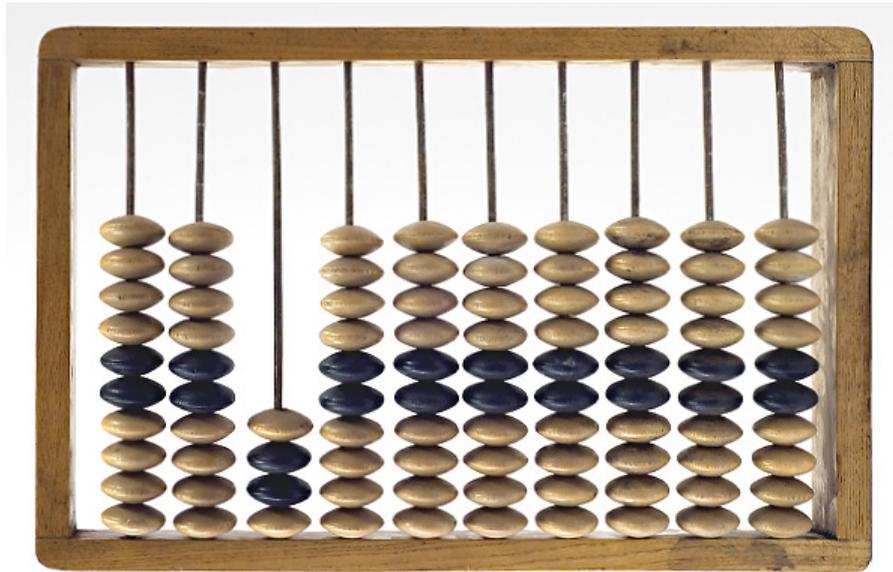


Figura 1 - Ábaco

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/967355>. Acesso em: 23 nov. 2011.

Por volta de 1550, John Napier idealizou um dispositivo baseado em bastões com números capazes de multiplicar e dividir.

Em 1623, surgiu a máquina de multiplicar, idealizada por Wilhmen Schickard (Figura 2). Com ela realizavam-se operações de multiplicação através de rodas dentadas. As multiplicações eram realizadas através de somas sucessivas.

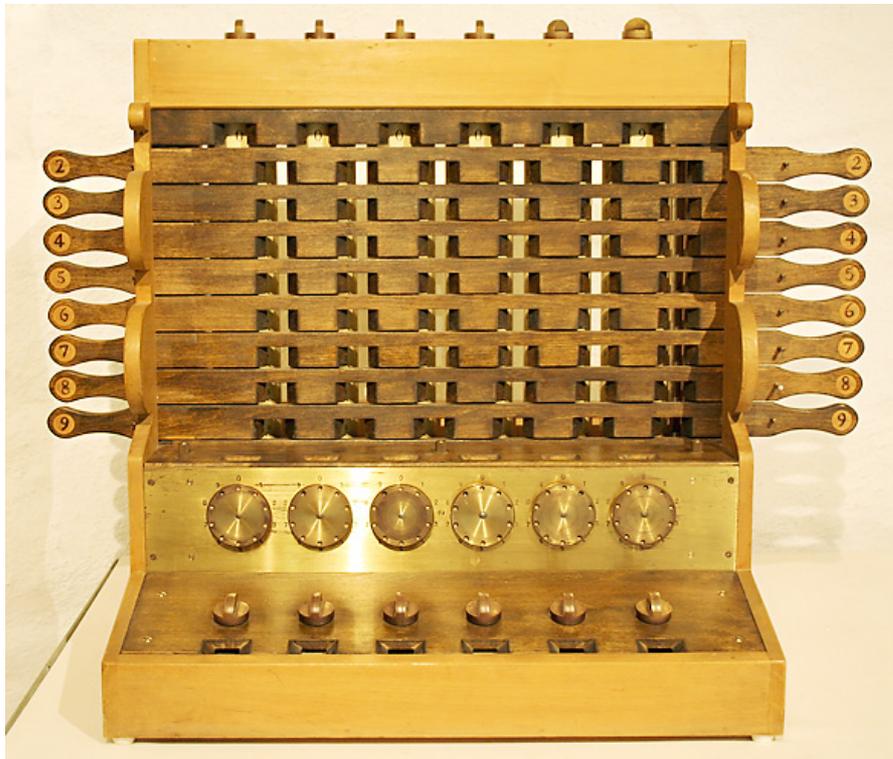


Figura 2 - Máquina de multiplicar de Wilhmen Schickard

Fonte: <http://upload.wikimedia.org/Schickardmaschine.jpg>. Acesso em: 23 nov. 2011.

Em 1642, o matemático francês Blaise Pascal criou a máquina aritmética (Figura 3). Foi a primeira máquina automática de calcular, construída com rodas dentadas. Simulava o funcionamento do ábaco. Realizava operações de soma e subtração, sendo o resultado apresentado numa série de janelinhas.

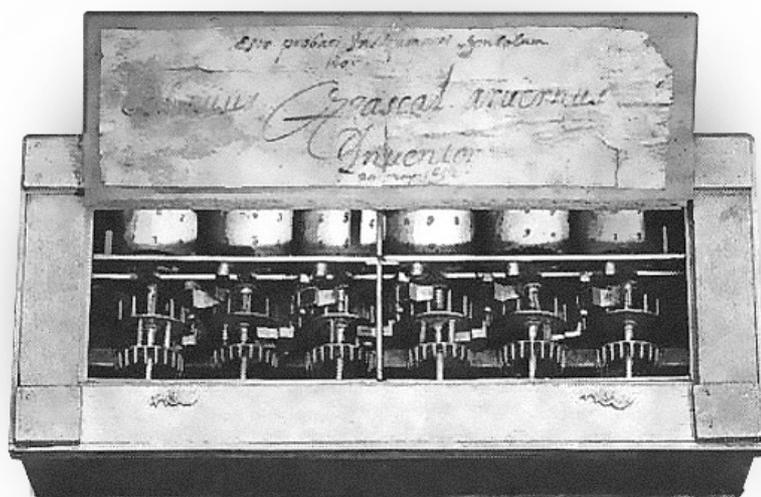


Figura 3 - Máquina aritmética

Fonte: <http://monoconpantalones.files.wordpress.com/pascalina.jpg>. Acesso em: 23 ago. 2011.

Em 1650, surge a régua de cálculo. Criada por Patdrige, possui uma régua deslizante sobre uma base fixa, com escalas para a realização de diversas operações (Figura 4). Foi utilizada até a década de 1970.

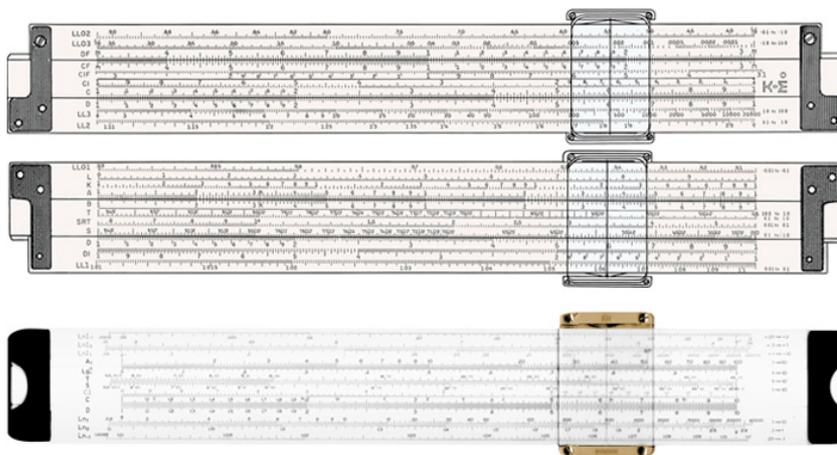


Figura 4 - Imagens da régua de cálculo do século XVII

Fonte: Keuffel & Esser Co. <http://www.britannica.com/bps/media-view/143133/1/0/0>
<http://babylon.acad.cai.cam.ac.uk/images/sliderule20.jpg>. Acesso em: 23 ago. 2011.

Em 1666, Morgan cria a máquina aritmética, a qual era capaz de realizar somas e subtrações mecanicamente.

Em 1672, surge a calculadora universal de Leibnitz, que foi um aprimoramento da máquina de Pascal, capaz de realizar operações de soma, subtração, divisão e raiz quadrada.

Em 1779, foi criada a calculadora de Hahn. Era uma máquina de calcular capaz de realizar somas, subtrações, multiplicações e divisões (Figura 5).



Figura 5 - Calculadora construída por Matthieu Hahn

Fonte: http://www.edixxon.com/computerstory/img/pics/pic_1003_111.jpg. Acesso em: 7 dez. 2011.

Em 1801, surge o conceito de programação com a criação do tear automático de Jacquard, o qual possuía uma entrada de dados através de cartões perfurados que controlavam a confecção dos tecidos e dos desenhos (Figura 6).

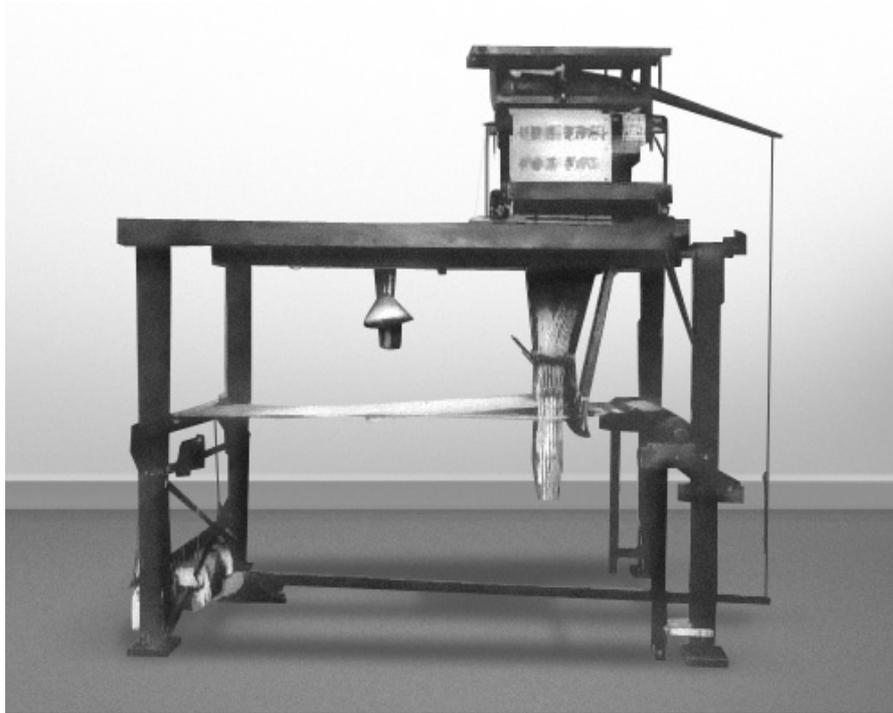


Figura 6 - Exemplo de tear automático

Fonte: Adaptado de <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/historia-do-computador/imagens/historia-do-computador-4.jpg>. Acesso em: 25 nov. 2011.

Em 1822, Babbage cria a máquina de diferenças (Figura 7). Consistia em um dispositivo mecânico baseado em rodas dentadas para avaliação de funções e obtenção de tabela. Não chegou a ser fabricada.

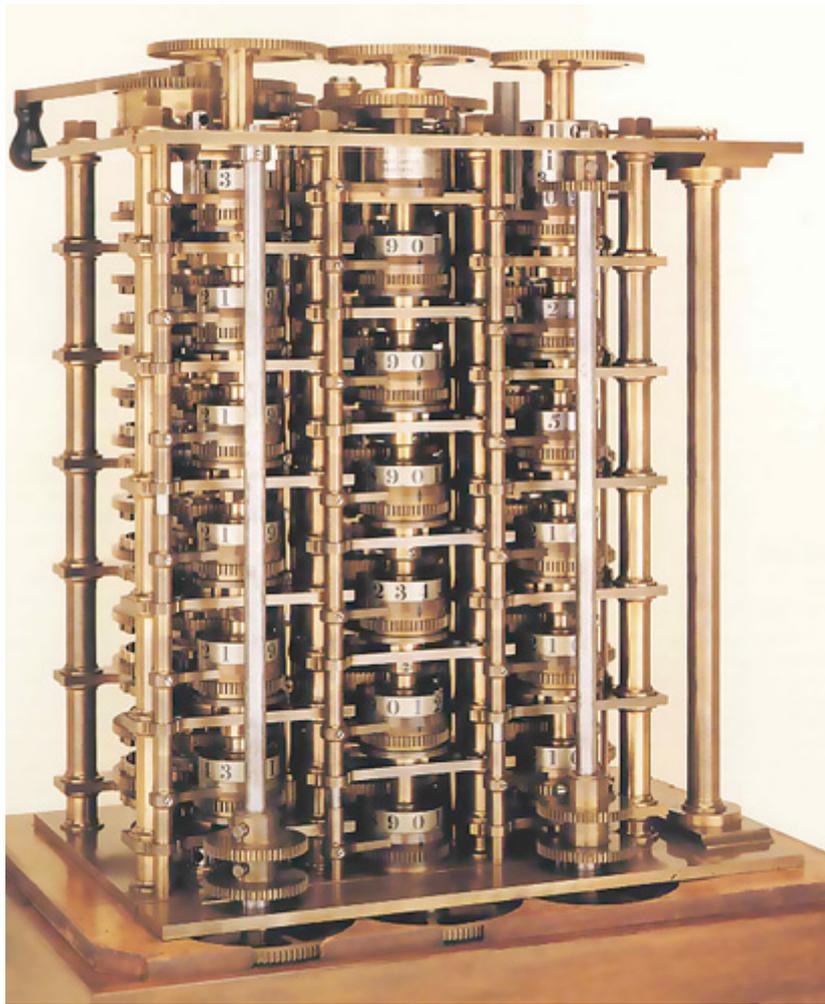


Figura 7 - Máquina de diferenças

Fonte:

<http://people.uncw.edu/tompkinsj/112/textnh/images/BabbageDifferenceEngine.jpg>.

Acesso em: 25 nov. 2011.

Em 1833, Babbage aperfeiçoa seu invento e cria a máquina analítica de Babbage (Figura 8). Dispunha de programa, memória, unidade de controle e periféricos de entrada e saída. Essa máquina era capaz de calcular automaticamente tabelas de logaritmos e funções trigonométricas. Devido a esse projeto, Babbage é considerado o pai da informática.

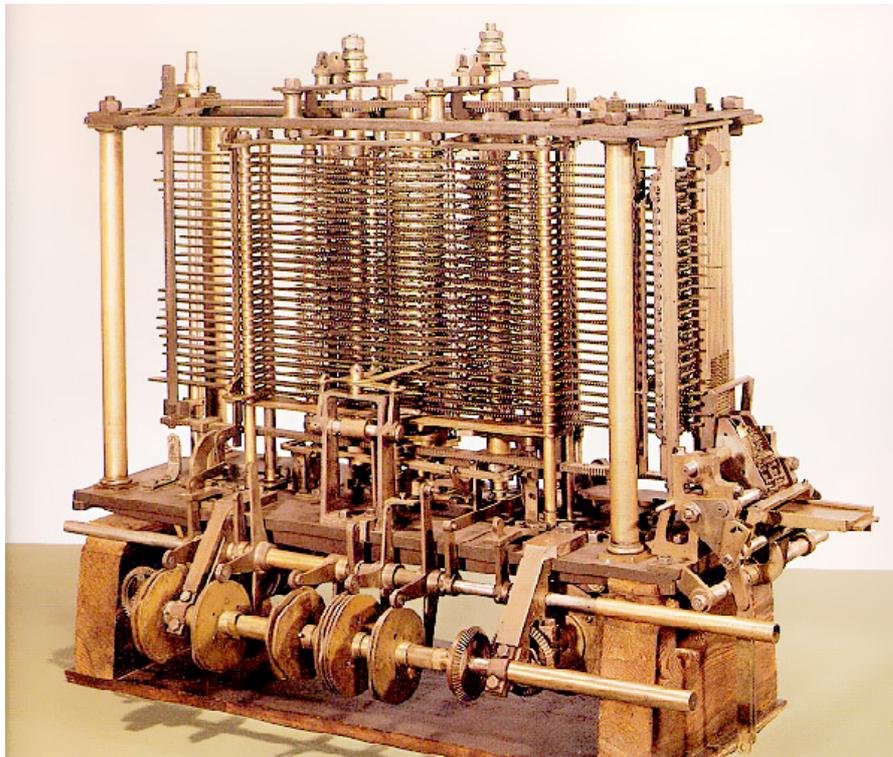


Figura 8 - Máquina analítica de Babbage

Fonte:

http://2.bp.blogspot.com/_2yq0uIRmv4M/SbAEGaKmiUI/AAAAAAAAAik/2naWJz5Zn3M/s400/BabbageAnalyticalEngineModel.J. Acesso em: 23 ago. 2011.

Em 1842, Augusta Ada Byron (Considerada a primeira programadora da história por seus trabalhos na máquina analítica de Babbage.) apresenta certos aspectos da aritmética binária utilizados 100 anos depois por Von Neumann. Em 1854, George Scheutz constrói um modelo da máquina de diferenças de Babbage que funciona bem na obtenção de tabelas. Nesse mesmo ano, George Boole desenvolve a teoria da Álgebra de Boole, origem da Teoria dos Circuitos Lógicos.

Em 1885, é criada a máquina de recenseamento de Hollerith (Figura 9). Ela possui cartões perfurados onde eram armazenadas as informações coletadas no censo e uma máquina para ler e tabular essas informações.



Figura 9 - Máquina de recenseamento de Hollerith

Fonte:

http://cdn.dipity.com/uploads/events/b70ecf73d44af6b0856e539c3b071722_1M.png.

Acesso em: 23 ago. 2011.

Em 1887, Leon Bolle constrói uma máquina de multiplicar diretamente, sem o processo de somas sucessivas. Já em 1893, é criada a máquina milionária de Steiger, primeira calculadora a obter sucesso comercial, sendo utilizada em transações e cálculos científicos. Dois anos depois (1895), Hollerith inclui na sua máquina a operação de somar para a contabilidade das Ferrovias Centrais de Nova York e, em 1896, funda a empresa Tabulating Machines Company (Em 1924, a Tabulating Machines Company, junto com outras empresas, forma a IBM.).

Em 1914, Leonardo Quevedo desenvolve uma máquina que simula os movimentos das peças de xadrez. Na década de 1930, precisamente em 1936, Alan Turing desenvolve a teoria de uma máquina capaz de resolver qualquer tipo de problema. Teve início a Teoria Matemática da Computação, em que algoritmos são concebidos e representam processos. Surge a Teoria da Computabilidade, com estudos para encontrar formas de descrição e representação de processos através de algoritmos.

Finalmente, em 1937, surge a construção do primeiro computador eletromecânico baseado em relés e engrenagens. Vamos aprender mais um pouco sobre ele?

Calculadora Automática de Sequência Programada: MARK - I

A MARK - I possuía unidades de entrada, memória principal e unidade aritmética e utilizava cartões e fitas perfuradas como entrada. Foi o primeiro computador eletromecânico construído a funcionar; possuía 117 metros de comprimento, 2 m de altura e 70 toneladas e era constituído de 700.000 peças móveis, com fiação de 800.000 metros. Somava dois números em menos de 1 segundo e multiplicava em 6 segundos. Trabalhava com 23 dígitos decimais.

Adaptado de: <http://www.inf.ufrgs.br/~fsperotto/disciplinas/LinhaHistorica.pdf>.
Acesso em: 23 ago. 2011.



Figura 10 - Calculadora MARK - I

Fonte: <http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/markI/images/coi53.jpg>. Acesso em: 23 ago. 2011.

Em 1938, Claude Shannon aplica a Teoria da Álgebra de Boole na representação de circuitos lógicos, criando os princípios dos circuitos digitais utilizados nos computadores atuais. Em 1940, é criado o computador ENIAC: Electronic Numerical Integrator and Calculator, considerado o primeiro computador eletrônico (Figura 11). Entrou em funcionamento em 1945, sendo utilizado pelo exército para cálculo da trajetória de projéteis através do uso de tabelas.

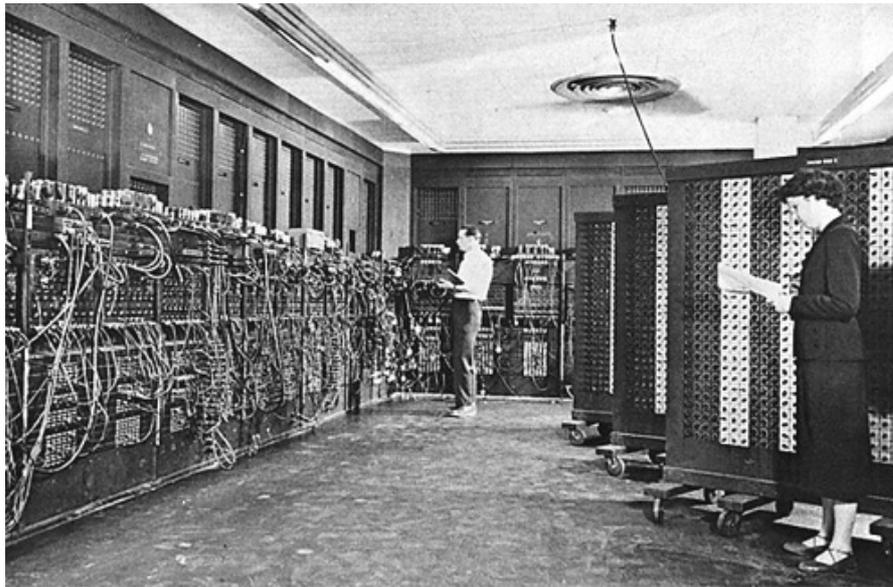


Figura 11 - Computador Eniac

Fonte: <http://2.bp.blogspot.com/-tt94yF9wppc/TbeHnmekCCI/AAAAAAAAA4o/-cjl-WtWwCY/s1600/785px-Eniac.jpg>. Acesso em: 23 ago. 2011.

Vamos Aprender um Pouco Mais?

Características do ENIAC:

Para saber um pouco mais e ver outras imagens do computador ENIAC, acesse <http://www.columbia.edu/acis/history/eniac.html> e <http://www.maxwellanderson.com.br/academico/cc/so.shtml>

- 1.000 vezes mais rápido que o MARK - I;
- Somava 2 números em 0,0002 s;
- Multiplicava em 0,003 s;
- 111 metros cúbicos;
- 30 toneladas;
- 17.000 válvulas a vácuo;
- 50.000 comutadores;
- 70.000 resistências;
- 7.500 interruptores;
- Consumo oscilava entre 100.000 e 200.000 watts.

Adaptado de: <http://www.inf.ufrgs.br/~fsperotto/disciplinas/LinhaHistorica.pdf>.
Acesso em: 23 ago. 2011.

Em 1942, John Atanasoff e Clifford Berry, do projeto ENIAC, construíram uma máquina eletrônica que operava em código binário, seguindo as ideias de Babbage. Foi o primeiro computador digital. Dois anos depois (1944), John Von Neumann desenvolve a ideia de um programa interno descrevendo o fundamento teórico para a construção

de um computador eletrônico, denominado Modelo de Von Neumann, permitindo a existência simultânea de dados e instruções no computador e a possibilidade de programação.

Em 1951, surge o computador UNIVAC I. Segue o modelo de Von Neumann (modelo de execução de operações que será explicado na Aula 4 – Processadores). Utiliza fitas magnéticas. Em 1952, são construídos os computadores:

- MANIAC - I
- MANIAC - II
- UNIVAC - II

Em 1952, foi construído o computador de Von Neumann partindo de uma modificação do ENIAC, tendo sido chamado de EDVAC (*Electronic Discrete Variable Automatic Computer*).

Evolução da Eletrônica

Veja, no Quadro 1 a seguir, uma breve evolução da eletrônica. Neste momento, você poderá perceber como tecnologias não surgem ao acaso, ou seja, são necessárias diversas criações que vão se aperfeiçoando com o tempo. Historicamente, evoluções aparecem quando existe a preocupação em se melhorar determinada tecnologia, visando facilitar nossas vidas.

1904	Anos 1950	Anos 1960	1971
Criação das válvulas a vácuo, usadas como elementos de controle e para integrar alguns dispositivos.	Desenvolvimento de semicondutores, diodo, transistor e circuitos capazes de executar funções lógicas (reduzem o tamanho dos circuitos e aumentam a confiabilidade dos equipamentos).	Surgimento dos circuitos integrados (constituídos por um conjunto de transistores, diodos, resistências e condensadores e fabricados sobre uma substância semicondutora). Escala de integração: - SSI: 10 portas lógicas - MSI: 100 e 1.000 portas - LSI: 1.000 e 10.000 portas - VLSI: mais de 10.000 portas.	Surgimento do microprocessador (circuito integrado que realiza as funções de cálculo e tomada de decisão de um computador).

Quadro 1 - Evolução da eletrônica na história. Adaptado de: http://intra.vila.com.br/sites/2002a/urbana/pedro_henrique/historia.htm. Acesso em: 23 ago. 2011.



Vídeo 01 - Processos Evolutivos



Vídeo 02 - Escalas Integração

Agora que você já acompanhou os diferentes mecanismos que deram origem ao computador e viu um pouco da evolução da eletrônica, vamos acompanhar como cada geração se caracteriza. Aqui, é importante novamente que você verifique como tecnologias são criadas a partir da evolução de outras preexistentes.

Gerações de Computadores

Podemos dizer que as gerações de computadores tiveram cinco estágios. A título de curiosidade, fornecemos aqui as principais características de cada uma. Você pode não conhecer alguns termos, mas irá encontrá-los facilmente em livros básicos sobre Eletrônica Digital. O objetivo aqui é que você perceba que diversos componentes eletrônicos foram aperfeiçoados ao longo do tempo, e isso que permitiu que a computação avançasse. Observe, a seguir, as características de cada fase.

Primeira geração (1940-1952)

- Válvulas a vácuo, aplicações científicas e militares.

Segunda geração (1952-1964)

- Substituição da válvula pelo transistor.
- Maior confiabilidade, redução do tamanho e consumo.
- Aplicações científicas, militares, administrativas e gerenciais.
- Surgimento da linguagem montadora e algumas de alto nível: COBOL, ALGOL e FORTRAN.

Terceira geração (1964-1971)

- Surgimento do circuito integrado em 1964.
- Miniaturização de componentes permitindo integração.
- Vários circuitos numa mesma pastilha.
- Aparecimento dos minicomputadores.

- Tecnologias de integração.
- SSI: *short scale integration*.
- MSI: *medium scale integration*.
- Evolução do *software* e dos sistemas operacionais.
- Multiprogramação, tempo real e modo interativo.
- Utilização de discos magnéticos e memórias em silício.



Vídeo 03 - Circuitos Integrados

Quarta geração (1971- ...)

- Surgimento do microprocessador em 1971.
- Inclusão de toda a UCP em uma única pastilha de silício.
- Tecnologia LSI: *large scale integration*.
- Microcomputadores e computadores pessoais.
- *Floppy disk*.
- Grande quantidade de linguagens de programação.
- Redes para transmissão de dados.

Anos 1990

- Desenvolvimento da engenharia de *software*.
- Orientação a objetos, *frameworks*...
- Interfaces gráficas.
- Circuitos VLSI – *very large scale integration*.
- Processadores com milhões de transistores.

- Processadores superescalares.
- Sistemas distribuídos e multiprocessados.
- Grande capacidade de comunicação – internet.
- Várias aplicações de inteligência artificial.
- Multimídia.

Anos 2000

- Grande capacidade de armazenamento.
- Aplicações mais realistas: computação gráfica avançada.
- Redes sem fio.
- Avanço da internet e de aplicações baseadas em rede (redes sociais, comércio eletrônico, comunicação instantânea, como chats e messengers, blogs etc.).

É importante perceber o que essas máquinas são capazes de realizar e identificar seus potenciais usos em diferentes atividades humanas. Durante o restante do curso, a tecnologia que sustenta as operações dessas máquinas será abordada em detalhes, de modo que será possível a análise de seu potencial uso na execução de diversas atividades que ocorrem diariamente na vida das sociedades.

Note que a maneira de se utilizar (programar) essas máquinas é abordada nas disciplinas de programação (Algoritmos e Lógica de Programação); no entanto, o conhecimento do hardware que aqui será apresentado é fundamental para que se saiba o potencial de cada sistema de computação para a execução de algoritmos. E, ainda, como algoritmos podem ser de qualquer natureza, todas as atividades que você possa imaginar podem ser programadas em um computador. É recomendado que, ao estudar as diferentes arquiteturas de computadores, sempre se trace um paralelo com o seu uso e potencialidade de programação, ou seja, como os algoritmos executam nessas máquinas.

Organização x Arquitetura de Computadores

Para que computadores possam ser programados, ou seja, para que possam executar algoritmos, eles devem possuir determinados componentes eletrônicos que exerçam uma função específica na execução das operações dos algoritmos. Para entender como algoritmos são executados internamente nos computadores, precisamos não apenas compreender as funções de cada um desses componentes, mas também como eles se relacionam para que as operações possam ser executadas.

Neste momento, é importante que dois conceitos estejam bem claramente definidos:

- organização de computadores;
- arquitetura de computadores

A organização especifica como cada componente se relaciona com os demais, enquanto a arquitetura especifica quais são as operações que podem ser implementadas pela organização. De maneira geral, pode-se dizer que:

1. arquiteturas de sistemas digitais especificam a disponibilidade de execução de operações por parte de circuitos digitais, informando:
 - a. quais as instruções que podem executar;
 - b. que desempenho pode alcançar.
2. organizações de arquiteturas de sistemas computacionais especificam as regras para a concepção e implementação de operações em circuitos eletrônicos, informando:
 - a. de que tipo são os circuitos;
 - b. como eles se relacionam.

Por exemplo, uma determinada organização especifica que um computador tem um disco que se relaciona com a memória, enquanto a arquitetura informa quais as operações que o disco pode executar na

memória.

Primeiramente, vamos ver o que significa programação.

O conceito de programação pode ser entendido como a possibilidade de reutilizarem-se elementos para a concepção de um problema. No caso de computadores, a programação ocorre porque diferentes algoritmos podem executar as suas operações em uma mesma máquina.

Nas aulas que seguem você verá que os mesmos conceitos de organização, arquitetura e programação serão novamente aplicados aos processadores

Atividade 01

1. As instruções que um algoritmo utiliza para escrever dados em uma memória de vídeo são determinadas pela organização ou pela arquitetura do processador onde este algoritmo executa? Justifique.

Estrutura Interna do Computador

Uma vez que queremos programar um computador, precisamos ver quais são os seus componentes e como eles conseguem executar algoritmos, a organização dos computadores.

A Figura 12 nos mostra os principais componentes internos dos computadores. Todos os computadores possuem pelo menos esses componentes.

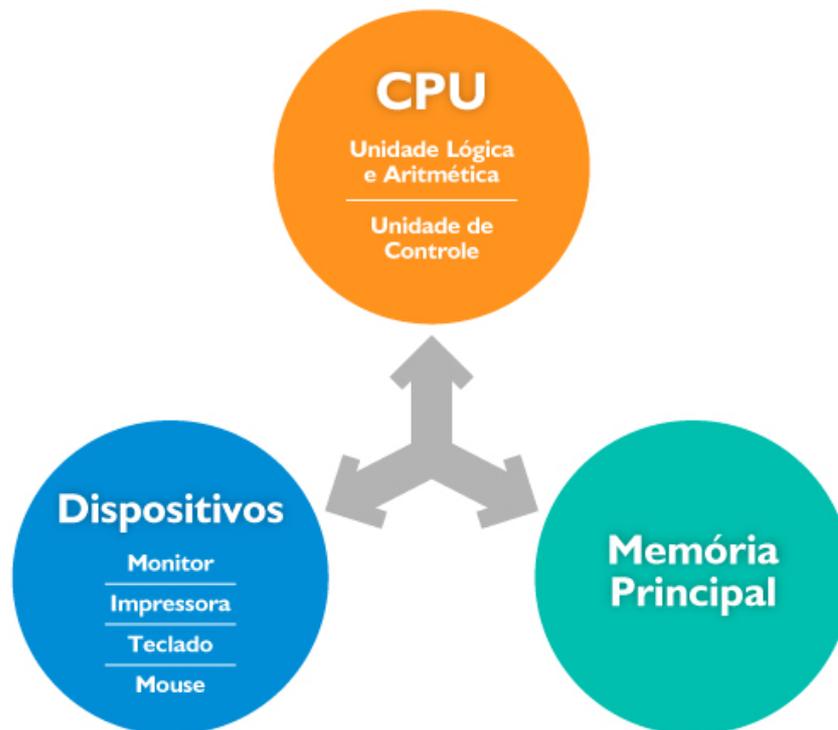


Figura 12 - Componentes de um computador
Fonte: Autoria própria.

Como podemos ver na Figura 12, CPU (*Central Processing Unit*, ou Unidade Central de Processamento) executa as instruções através das unidades de Controle e Lógica e Aritmética. A unidade de controle é responsável pela geração de uma série de sinais que informam à unidade lógica e aritmética como esta deve executar as instruções. Na memória principal ficam armazenadas as instruções que serão executadas, bem como as variáveis dos algoritmos. Veja que existe uma conexão entre a memória e a CPU, justamente para que o processador possa buscar as instruções e as variáveis para realizar a execução das operações de nossos algoritmos. Finalmente, os dispositivos realizam a comunicação do processador com o mundo externo. Você terá oportunidade de estudar melhor estes dispositivos quando aprendermos sobre os Periféricos.

Você também pode realizar uma comparação com outras figuras que existem nos links a seguir.

<http://www.di.ufpb.br/raimundo/ArqDI/Arq2.htm>

<http://www.forumpcs.com.br/viewtopic.php?p=1443017>



Vídeo 04 - Estrutura Interna

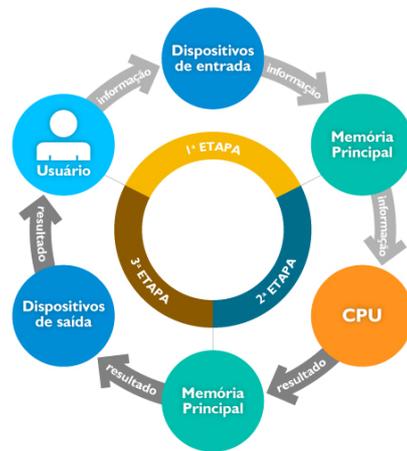
É importante perceber na Figura 12 que as operações efetivamente irão executar em processadores (CPU). Por isso, estas muitas vezes são chamados de cérebro do computador. No entanto, para que operações possam executar nos processadores, elas necessitam ser primeiramente armazenadas em memória; para isso, existe a memória principal, a qual é capaz de armazenar tanto operações quanto instruções.

Então, as relações que existem na Figura 12 entre o processador e a memória servem para que o processador leia da memória as instruções para executar e armazenar novamente os resultados gerados.

Mesmo tendo os processadores a capacidade de executarem operações, elas precisam ser informadas para execução ao mesmo tempo em que todas as informações processadas necessitam ser mostradas em algum lugar para que humanos possam comprovar os resultados gerados. Para isso, existem os chamados sistemas de entrada e saída. Note que os termos entrada e saída aqui mencionados estão sob o ponto de vista do processador: o que os humanos informam ao processador é considerado entrada, e o que o processador devolve aos humanos é considerado saída.

Todo o processamento em computadores ocorre da seguinte forma:

As etapas do processamento em computadores ocorrem da seguinte forma:



Envio de informações

Na primeira etapa do processo, o usuário, por meio dos sistemas de entrada, envia as informações para a memória. Os dispositivos de entrada podem ser: teclado, mouse, monitor, entre outros. Em seguida, a memória armazena as informações.

Processamento de dados

Na segunda etapa, o processador lê as informações da memória e realiza o processamento dos dados. Depois, ele gera um resultado, que por sua vez é enviado de volta para a memória.

Retorno de resultado

Na terceira etapa, os sistemas de saída leem os resultados da memória e escrevem em algum dispositivo de saída, tais como: monitor, impressora, caixas de som, entre outros. Por fim, o usuário visualiza o resultado através dos sistemas de saída.

Figura 13 - Etapas de processamento em computadores

Fonte: Autoria própria.

- Informações são colocadas na memória através dos sistemas de entrada: teclado, mouse, monitor, microfone etc.
- O processador lê essas informações na memória e as processa, escrevendo o resultado de volta na memória.
- Os sistemas de saída leem os resultados produzidos na memória e os escrevem em algum dispositivo de saída: monitor, impressora, caixas de som etc.

Observe o fluxo de dados na Figura 13: ele demonstra a organização básica de qualquer sistema computacional.



Vídeo 05 - Ciclo de Funcionamento



Vídeo 06 - Ciclo de Funcionamento Detalhado

E como podemos saber se esse tipo de máquina é programável?

Veja que programar um algoritmo significa colocar operações na memória. Isso pode ser feito o tempo todo, utilizando-se para tal algum dispositivo de entrada. Afirmamos que a máquina é programável, uma vez que os mesmos componentes são utilizados para executar qualquer algoritmo, ou seja, independente das operações que são armazenadas na memória, o processador é capaz de executá-las, e diferentes operações significam diferentes algoritmos. Você pode confirmar isso estudando as lições que ensinam como implementar algoritmos, como na disciplina de Algoritmos.

Bem, chegamos ao final desta aula. Uma vez que você estudou os componentes internos dos computadores, as próximas aulas irão focar mais detalhadamente cada um deles para verificarmos quais são as alternativas de operação de cada um e como essas alternativas influenciam no sistema como um todo.

Resumo

Nesta aula, você viu como diferentes gerações de computadores puderam ser criadas a partir da persistência de diversos pesquisadores em diversas áreas do conhecimento, como microeletrônica, circuitos elétricos, matemática e teoria dos conjuntos. Você também entendeu a diferença entre organização e arquitetura de computadores e verificou que componentes eletrônicos que cada sistema computacional precisa ter para que possa executar algoritmos.

Autoavaliação

1. Explique de forma resumida quais as principais características de cada geração dos computadores.
2. Qual a primeira máquina utilizada para a realização de cálculos?
3. Para qual finalidade era utilizado o primeiro computador eletrônico?

4. Qual a primeira calculadora a obter sucesso comercial?
5. Quem foi considerado o pai da informática? Descreva a máquina criada por ele.
6. Escreva um texto destacando como o avanço da comunicação permitiu que a informação fosse melhor compartilhada e a consequência desse fato para o avanço da tecnologia.

Também é muito importante que você tenha estabelecido uma relação entre a organização interna dos componentes de computadores e a execução de operações. Para tanto, veja se você consegue estabelecer onde as operações são executadas em sistemas computacionais. As questões a seguir irão orientá-lo nessa tarefa.

7. Determine quais são os componentes internos de sistemas computacionais.
8. Cite as funcionalidades de cada componente de um sistema computacional.
9. Como esses componentes se relacionam?
10. Quais os elementos básicos de um computador?
11. Qual a diferença entre organização e arquitetura de computadores?

Referências

ÁLGEBRA booleana. 2007. Disponível em: <http://www.numaboa.com/informatica/tutos/aoa/644-aoa-algebra-booleana>. Acesso em: 4 mar. 2010.

EVOLUÇÃO dos computadores. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/informatica/evolucao-dos-computadores.htm>. Acesso em: 4 mar. 2010.

GADELHA, Julia. **A evolução dos computadores**. Disponível em: <http://www.ic.uff.br/~aconci/evolucao.html>. Acesso em: 4 mar. 2010.

GEORGE Boole. Disponível em:
<http://www.brasilecola.com/biografia/george-boole.htm>. Acesso em: 4 mar. 2010.

HISTÓRIA do computador. Disponível em:
<http://www.ime.usp.br/~macmulti/historico/>. Acesso em: 4 mar. 2010.

KOWALTOWSKI, Tomasz. **John von Neumann**: suas contribuições à computação. Campinas: Instituto de Computação/Universidade Estadual de Campinas, 1996. Disponível em:
<http://www.ic.unicamp.br/~tomasz/projects/vonneumann/artigo.html>. Acesso em: 4 mar. 2010.

NÓBREGA FILHO, Raimundo G. **A evolução do computador**. Disponível em:
http://www.di.ufpb.br/raimundo/Revolucao_dos_Computadores/Indexe.html. Acesso em: 4 mar. 2010.

SONG, Siang Wun. **A evolução dos computadores**: do ENIAC ao Roadrunner. Disponível em:
<http://www.ime.usp.br/~song/mac412/historia.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2010.

ARQUITETURA de computadores. Disponível em:
<http://www.dca.ufrn.br/~xamd/dca0800/Cap02.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2010.

NÓBREGA FILHO, Raimundo de Gouveia. **Fundamentos de hardware**. Departamento de Informática – UFPB. Disponível em: <http://www.di.ufpb.br/raimundo/ArqDI/Indexe.html>. Acesso em: 12 jan. 2010.

PINTO, Rossano Pablo. **Introdução à organização de computadores**. 2007. Disponível em:
<http://rossano.pro.br/fatec/cursos/sistcomp/apostilas/organizacao-computadores-processadores.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2010.

TANENBAUM, A. S. **Organização estruturada de computadores**. São Paulo: Prentice-Hall, 2006.