

SISTEMAS COMPUTACIONAIS

Rosana Ressa

E-book 1

fam
ONLINE

Neste E-Book:

INTRODUÇÃO	3
ELEMENTOS DE UM SISTEMA COMPUTACIONAL.....	4
HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DE COMPUTADORES	6
Geração zero (1642-1945).....	6
Primeira geração (1945-1953)	7
Modelo de Von Neumann	9
Segunda geração: transistores (1955-1965).....	11
Terceira geração: circuitos integrados (1965-1980).....	12
Quarta geração (1980-).....	13
Quinta geração	15
ORGANIZAÇÃO DE UM SISTEMA COMPUTACIONAL.....	17
Execução de programas	21
SISTEMAS NUMÉRICOS.....	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
SÍNTESE	34

INTRODUÇÃO

Nesta unidade, você será apresentado a conteúdos essenciais para seu aprendizado sobre arquitetura e organização de computadores. Primeiramente, será abordada uma introdução aos elementos básicos de um sistema computacional e, em seguida, um breve histórico da evolução da arquitetura de computadores e seu modo de funcionamento, passando pelo modelo de Von Neumann, o qual ainda embasa quase todos os sistemas digitais.

O intuito é mostrar que os computadores foram ficando cada vez menores e mais rápidos, e que cada vez mais pessoas passaram a utilizá-lo. Nesse contexto, o objetivo é que você possa identificar os componentes internos do computador e ser capaz de diferenciar suas partes. Você vai aprender ainda conceitos sobre unidade central de processamento (CPU), memória e dispositivos de entrada e saída, bem como entender como os programas são executados.

Finalmente, você vai estudar o sistema de numeração utilizado pelos sistemas computacionais e verificar que a forma mais empregada para a representação numérica é a notação posicional. O objetivo é você compreender que a conversão de bases (decimal, binária, octal e hexadecimal) é um tema importante e bastante utilizado quando se projeta ambientes computacionais.

ELEMENTOS DE UM SISTEMA COMPUTACIONAL

Um computador é um dispositivo desenvolvido para executar entradas e apresentar saídas. Ou seja, ele executa uma sequência de instruções determinadas pelo usuário para conceber um determinado resultado, o qual tem uma utilidade específica, por exemplo, gerar relatórios ou realizar cálculos. Essa utilidade caracteriza-se como processamento da informação (Figura 1).

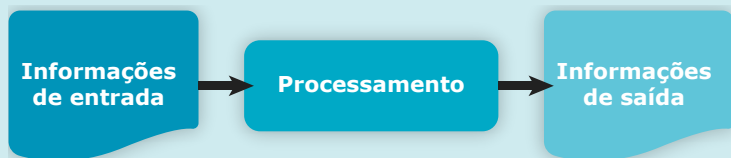


Figura 1: Processamento da informação. **Fonte:** Delgado e Ribeiro (2017).

O processamento de informação implica a existência precedente de uma sequência de instruções, que é denominada **algoritmo**. Pode-se conceituar algoritmo como um conjunto de passos expressos por uma série lógica de instruções, que ao serem executados atingem um objetivo específico (DELGADO; RIBEIRO, 2017). Assim, um ou mais algoritmos constituem o que reconhecemos como programa de computador,

o que em sistemas computacionais entendemos como software.

Os componentes físicos de um computador são compostos por dispositivos de entrada e saída (monitor, modem, placas internas), dispositivos de armazenamento (disco rígido e memória temporária) e processador. Todos elementos que integram um computador são denominados hardware (Figura 2).

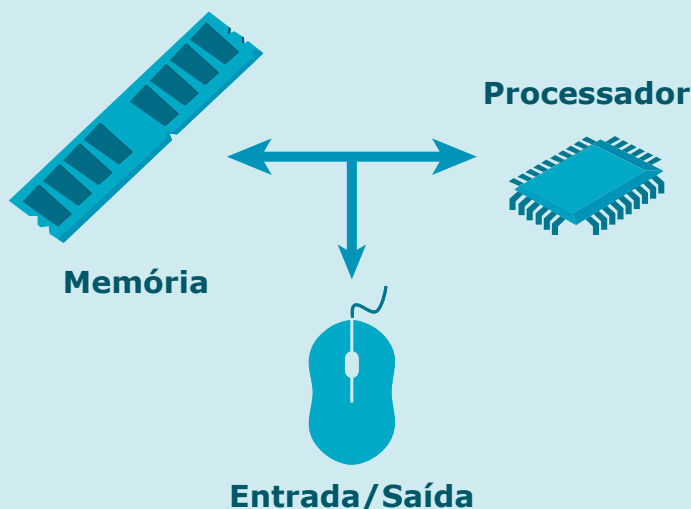


Figura 2: Elementos de hardware. **Fonte:** Adaptada de Fávero (2011).

Com isso, inferimos que a configuração de um sistema computacional é constituída pela combinação do hardware e do software.

Acesse o Podcast 1 em Módulos

HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DE COMPUTADORES

Conhecer a história dos computadores é de fundamental importância para começar a compreender o mundo digital. Do surgimento do computador analógico até o desenvolvimento do computador digital, tivemos uma grande evolução em termos de computação, por conta dos novos conhecimentos e materiais que permitiram a mudança de tecnologias antigas de processamento da informação por tecnologias mais eficientes. Alguns autores dividem a história dos computadores em gerações. Dessa forma, usaremos essa abordagem para apresentarmos as tecnologias utilizadas em cada geração.

Geração zero (1642-1945)

A origem dos computadores está voltada aos computadores mecânicos ou eletromecânicos, como as máquinas de Babbage que executavam cálculos para resolver equações polinomiais, passando pela máquina de Pascal, que tinha como intuito o cálculo de impostos. Além desses, temos os cartões perfurados da calculadora de Leibniz e a Arithmomètre de Thomas (Figura 3), uma calculadora mais sofisticada que usava o desenho de Leibniz, porém já possibilitava a multiplicação e a divisão.



Figura 3: Arithmomètre de Thomas. **Fonte:** [wikipedia](https://pt.wikipedia.org/wiki/Arithmom%C3%A8tre).

Primeira geração (1945-1953)

A Segunda Guerra Mundial (1939-1945) foi a precursora da computação moderna. Nesse período, ocorreu a mudança dos dispositivos mecânicos ou eletromecânicos, considerados analógicos para válvulas que possibilitaram cálculos milhares de vezes mais rápidos. Os computadores não eram muito confiáveis, normalmente quebravam após o uso contínuo, além de tomar muito espaço, ter um processamento lento e consumir muita energia.

Nessa época, os primeiros computadores (eletrônicos) a utilizar a tecnologia com válvulas foram: Eniac, na Universidade da Pensilvânia; EDSAC, na Universidade de Cambridge; IBM 603, 604, 701 e SSEC e o Univac I, de Eckert e Mauchly.

Destacando o emprego de válvulas na construção de computadores, o Eletronic Numerical Integrator and Computer (Eniac), por exemplo, “levou três anos para ser construído, funcionava com aproximadamente 19.000 válvulas; consumia 200 quilowatts de energia; pesava 30 toneladas, tinha altura de 5,5m; seu comprimento era de 25 metros; tinha o tamanho de 150 m²” (CÓRDOVA JUNIOR; SANTOS; KISLANSKY, 2018, p. 5). O Eniac (Figura 4) era usado pelo exército norte-americano para o cálculo de tabelas de balística. Sua programação abarcava a configuração de diferentes cabos e chaves, ademais, tinha uma pessoa responsável só para trocar as válvulas que queimavam a todo momento.

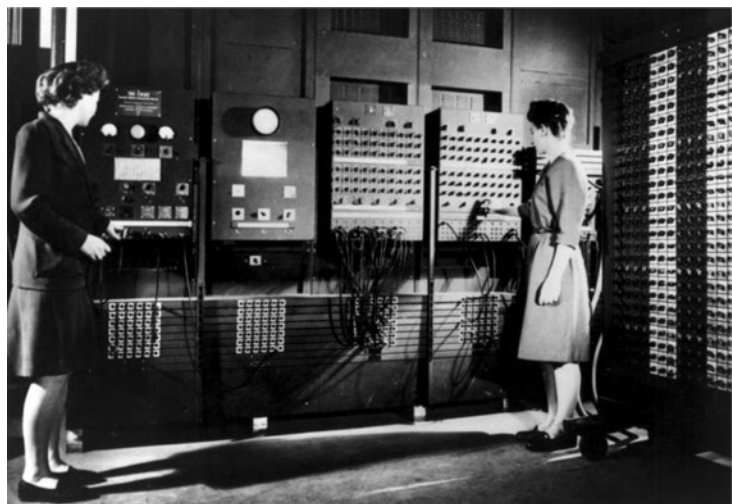


Figura 4: Eniac. Fonte: [computerhistory](http://computerhistory.org).

FIQUE ATENTO

Como não se tinha confiança nos resultados do Eniac, devido à permanente queima de válvulas e à entrada de dados efetuada por cartões perfurados, cada cálculo era realizado por três circuitos distintos e os resultados confrontados; assim, se dois deles batessem, aquele resultado era avaliado como certo.

Modelo de Von Neumann

John von Neumann foi um matemático que colaborou de forma expressiva para o progresso dos computadores. De origem húngara, viveu maior parte da sua vida nos Estados Unidos e atuou na construção do Eniac (CÓRDOVA JUNIOR; SANTOS; KISLANSKY, 2018, p. 5). Seu modelo de computador permanece até os dias de hoje e tornou-se a base para a computação moderna. Segundo Tanenbaum e Austin (2013), a máquina von Neumann agrupava os seguintes componentes: memória; unidade lógica e aritmética (ULA); unidade de controle (UC) e equipamento de entrada e saída. Vale ressaltar que a ULA e a UC, em conjunto com vários registradores específicos, compõem a Unidade Central de Processamento (CPU) do computador. A Figura 5 apresenta um esboço da arquitetura de von Neumann:

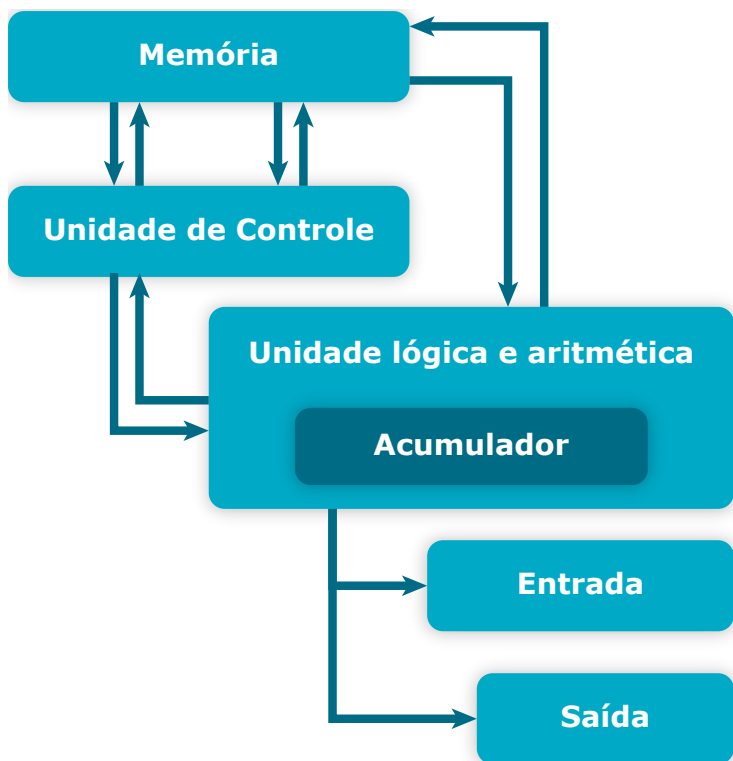


Figura 5: Máquina de von Neumann. **Fonte:** Adaptada de Tanenbaum e Austin (2013).

Conforme já mencionado, a proposta inicial de von Neumann vem sendo utilizada até os dias atuais. Entretanto, não é em sua configuração original, pois desde então houve muitos avanços relacionados ao desempenho; ainda assim, em muitos casos são replicados alguns elementos da arquitetura básica de Neumann.

Segunda geração: transistores (1955-1965)

A segunda geração foi marcada pela substituição da válvula pelo transistor. As válvulas não eram confiáveis e consumiam enormes quantidades de energia. Em busca de novas tecnologias, os pesquisadores John Bardeen, Walter Brattain e Wiliam Shockley dos laboratórios Bell Telephones inventaram o transistor (Figura 6).

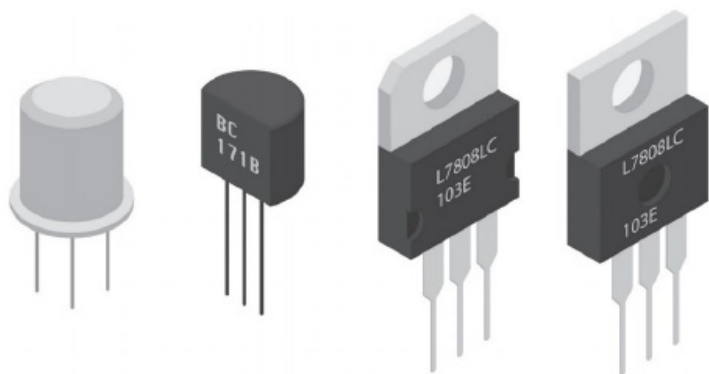


Figura 6: Transistor. **Fonte:** Córdova Junior, Santos e Kislansky (2018, p. 17).

Esse dispositivo reduziu significativamente o volume dos computadores e aumentou sua capacidade de armazenamento (FÁVERO, 2011). Além de ser menor e confiável, o transistor consumia pouca energia e era mais rápido, operava como chave de interrupção eletrônica e seu intuito era executar operações lógicas no computador.

Por conta dessa nova realidade, devido à sua maior facilidade e praticidade, novos computadores surgiram. Nesse sentido, em meados da década de 1960, a IBM desenvolveu o computador 1401, uma máquina pequena direcionada a empresas de pequeno porte que podia imprimir saída de dados, ler e escrever fitas magnéticas e ler e perfurar cartões (TANENBAUM; AUSTIN, 2013). Outro dado importante desse momento da história foi a mudança da linguagem de máquina para a linguagem *Assembly*, também conhecida como linguagem simbólica.

SAIBA MAIS

Em **História da Programação**, aborda-se a evolução das linguagens de programação. Saiba mais acessando o <http://www.programador.com.br/historia-da-programacao>.

Terceira geração: circuitos integrados (1965-1980)

Na terceira geração, surge o circuito integrado de silício, uma alternativa ao transistor, que ainda não era pequeno o suficiente, bem como necessitava ser conectado a fios e a componentes distintos. Também conhecidos como chips, os circuitos incorporavam um grande número de transistores e, com isso, possibilitaram o desenvolvimento de computadores menores e mais acessíveis. Com características diferentes dos equipamentos das gerações anteriores, a rapidez no processamento é da ordem de microssegundos,

além de entrada de dados e instruções ocorrerem por dispositivos de entrada e saída, como teclados e monitores (FÁVERO, 2011).

A precursora dessa geração foi a IBM, líder na época, que lançou o IBM's System/360, com uma habilidade bem elevada de adição (na casa de milhões) e multiplicação por segundo, e capacidade de armazenamento em memória de diferentes programas, que era denominado multiprogramação, de modo que, enquanto aguardava uma tarefa ser concluída, outra podia ser executada, o que tornava seus antecessores inteiramente obsoletos (TANENBAUNN; AUSTIN, 2013).

Quarta geração (1980-)

As evoluções tecnológicas dessa geração aconteceram nomeadamente por conta da miniaturização dos elementos internos dos computadores, bem como pelo aperfeiçoamento dos modelos existentes que culminaram em circuitos integrados incomparavelmente mais complexos e inteligentes. Em outras palavras, o que era ágil ficou ainda mais ágil, e o que era pequeno conseguiu reduzir mais ainda.

Tais avanços estão relacionados à integração dos circuitos integrados em larga escala, ou seja, houve uma corrida para que pudessem incluir vários componentes em um único circuito integrado, o microprocessador, ou processador. O Tabela 1 apresenta as características de cada escala apontando o número de transistores em cada tipo de circuito integrado.

Abreviação	Denominação	Interpretação comum
SSI	Small Scale Integration	Até 10
MSI	Medium Scale Integration	11 - 100
LSI	Large Scale Integration	101 – 9.999
VLSI	Very Large Scale Integration	10.000 – 100.000
ULSI	Ultra Large Scale Integration	100.001 – 1.000.000
SLSI	Super Large Scale Integration	1.000.001 – 10.000.000

Tabela 1: Número de transistores por tipo de circuito. **Fonte:** Adaptado de Córdova Junior, Santos e Kislansky (2018, p. 19).

Foi a Intel que lançou no mercado o microprocessador. Os microprocessadores agrupavam todos os principais elementos de um computador: a Unidade Central de Processamento (CPU), controladores de memória e de entrada e saída. Desse modo, a nova leva de computadores, ao empregarem o microprocessador, eram chamados computadores de quarta geração, por conta das técnicas que aumentaram expressivamente a quantidade de componentes em um mesmo chip.

Agora você deve estar se perguntado sobre o fim dessa geração, já que no subtítulo há um ponto de interrogação relacionado à temporalidade da quarta geração. A esse respeito, há um consenso na literatura quanto ao fim da quarta geração, não se sabe ao certo quando ela termina ou se já terminou, contudo, alguns autores já apresentam a quinta geração em suas obras (CÓRDOVA JUNIOR; SANTOS; KISLANSKY, 2018).

Quinta geração

Apesar de oficialmente ainda estarmos vivenciando a quarta geração, a quinta geração é uma realidade cada vez mais iminente. Não há um acordo entre os autores, uns consideram que essa geração de computadores surge a partir do desenvolvimento de máquinas de processamento paralelo e computadores com inteligência artificial não suportadas pela geração anterior; outros já consideram que a classificação em gerações não é muito significativa, uma vez que as inovações tecnológicas com ascensão na década de 1970 ainda estão sendo sentidas até hoje. Sabemos que hoje os sistemas computacionais estão extremamente velozes e menores, com processadores de baixo custo e maior funcionalidade, além de vasta variedade de aplicação. Segundo Tanenbaunn e Austin (2013), a quinta geração é caracterizada muito mais por uma mudança de paradigma do que arquitetura.

Atualmente, ouvimos termos como big data, internet das coisas (IoT) e computação em nuvem que, nomeadamente, evoluíram muito a partir da massificação dos dispositivos móveis (smartphones e tablets), em virtude da incorporação e-mails, jogos e outras funcionalidades ao telefone.

Nesta geração, as portas para a inteligência artificial, a conectividade e os dispositivos denominados “invisíveis” - que estão por toda parte, embutidos em eletrodomésticos, relógios ou carros - estão mais

consistentes, visto que essa evolução tem como marco a expansão da internet, a maior capacidade de armazenamento e altíssima velocidade de processamento. Não há uma forma de saber como a tecnologia vai evoluir daqui para frente, porém autores como Córdova Junior, Santos e Kislanky (2013) e Delgado e Ribeiro (2017) concordam que a integração e a troca de informações entre dispositivos computacionais ficarão intrinsecamente mais inteligentes e altamente sofisticados.

SAIBA MAIS

Leia **Qual é a próxima tecnologia que vai mudar a sua vida?** e saiba mais sobre as novas tendências em computação. Disponível em:

<https://www.consumidormoderno.com.br/2018/03/11/tecnologias-mudar-vida/>. Acesso em: 27 ago. 2019.

ORGANIZAÇÃO DE UM SISTEMA COMPUTACIONAL

Um sistema computacional é um sistema integrado de componentes que conduzem informações eletrônicas para executar uma tarefa dada. Conforme já exposto, praticamente todos os projetos computacionais modernos são fundamentados nos conceitos da arquitetura de von Neumann, que é baseado nos seguintes conceitos (STALLINGS, 2010, p. 54):

- Dados e instruções são armazenados em única memória de leitura e escrita.
- O conteúdo dessa memória é endereçável por local, sem considerar o tipo de dados neles contido.
- A execução ocorre em um padrão sequencial (a menos que modificado explicitamente) de uma instrução para a seguinte.

Sabemos que um dado sistema computacional, ou computador, possui quatro componentes basilares: Unidade Central de Processamento (CPU ou UCP), combinada pela Unidade Lógica e Aritmética (ULA), e a Unidade de Controle (UC), a memória e os dispositivos de entrada e saída (E/S) (Figura 7). Atualmente, tais componentes são interligados pelo modelo barramento de sistema, que juntos formam o hardware que compõe a estrutura básica de um sistema computacional.

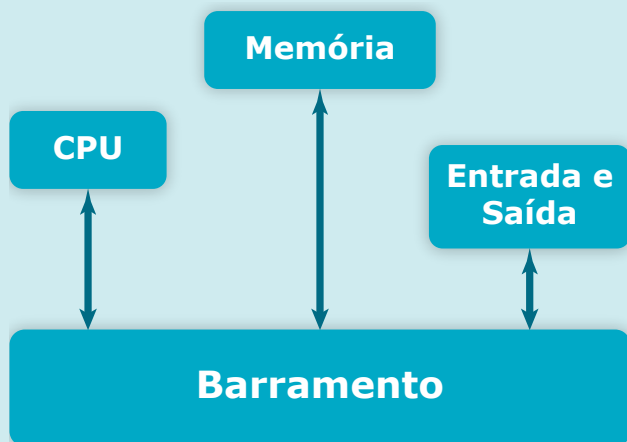


Figura 7: Estrutura básica de um sistema computacional (processador). **Fonte:** Elaborada pela autora (2019).

A Central Processing Unit (CPU ou UCP) é o elemento essencial de um computador, pois é responsável pela execução de dados e instruções registradas na memória. A CPU tem três papéis básicos:

Realizar cálculos de operações aritméticas e comparações lógicas.

Manter o funcionamento de todos os equipamentos e programas, pois a unidade de controle interpreta e gerencia a execução de cada instrução do programa.

Administrar a memória central (principal), além do programa submetido, os dados transferidos de um elemento ao outro da máquina, visando seu processamento (CÓRDOVA JUNIOR; SANTOS; KISLANSKY, 2018, p. 56).

Por sua vez, a memória é responsável por armazenar dados e instruções; é tão importante quanto a CPU, uma vez que sem ela não seria possível liberar os programas para processamento. Há vários tipos de memória em um computador: RAM (principal), ROM, cache, registradores. Sua unidade básica é bit, um dígito binário. Trata-se da menor e mais simples unidade, visto que um bit só pode admitir o valor 0 ou 1. Como a memória é um instrumento que armazena e endereça de forma única os dados, essas informações são dilatadas da memória; chama-se “palavra” a memória em conjuntos de bits (CORRÊA, 2016).

Neste contexto, é importante salientar a diferença entre endereço e dado, uma vez que, a “palavra” na memória pode conter diversos aspectos, dependendo da sua utilização. Ela pode registrar uma instrução contendo dados de entrada para a realização de uma operação específica, ou pode registrar o endereço de uma outra região de memória. Posto isto, o endereço é uma bússola para um ponto da memória que contém dados; esses dados são informações relevantes para a realização de alguma tarefa no computador, ou a representação de determinada informação.

REFLITA

Um mecanismo capaz de registrar apenas zeros dificilmente poderia compor a estrutura de um sistema de memória. São imprescindíveis no mínimo dois valores para tal. Esses dois valores identificam de maneira única um endereço na

memória em forma de grupos compostos por palavras de 8, 16, 32, 64 bits ou mais. Uma palavra de 8 bits é chamada de byte, sendo assim, 4 bytes representam uma palavra de 32 bits.

As unidades de entrada e saída (E/S) são responsáveis pelas interações entre o computador e o usuário. Os dispositivos de entrada recebem dados e instruções do usuário (teclado e mouse), e os dispositivos de saída devolvem os dados processados (monitor e impressora).

O barramento é responsável pela comunicação entre esses componentes. Segundo Cristo, Preuss e Franciscatto (2013, p. 19), é composto por:

a) Barramento de dados – transporta a informação, movendo dados entre os componentes do sistema.

b) Barramento de endereços – identifica para onde a informação está sendo enviada.

c) Barramento de controle – descreve a forma como a informação está sendo transmitida.

SAIBA MAIS

Leia **Organização e Arquitetura de Computadores**, de Ana Grazielle Dionísio Corrêa (2016), e aprofunde seus conhecimentos em elementos básicos de um sistema computacional.

Execução de programas

Os sistemas computacionais (ou computadores) usam programas para processar dados e informações. E um programa “nada mais é que um conjunto de instruções cuja função é gerar dados de saída a partir de dados de entradas” (CORRÊA, 2016, p. 27). Nesse sentido, para executar as instruções de um dado programa, o processador (CPU) utiliza **ciclos de máquina**, dado que é uma mescla de dois elementos com papéis específicos: a ULA e a UC.

A ULA efetua operações aritméticas de soma, subtração, multiplicação e divisão, além de determinar se um número é positivo ou negativo com base nas entradas. Também pode comparar de forma lógica endereços e executar operações lógicas com letras ou palavras.

Por outro lado, a UC coordena as operações do processador, por exemplo, ela determina quais dados podem ser alocados no armazenamento principal, quais operações a ULA deve executar com os dados e onde os resultados precisam ser armazenados.

A CPU executa as instruções em uma série de passos, os quais são expostos por Tanenbaunn e Austin (2013, p. 45):

- 1. Trazer a próxima instrução da memória até o registrador de instrução.*
- 2. Alterar o contador de programa para que aponte para a próxima instrução.*
- 3. Determinar o tipo de instrução trazida.*
- 4. Se a instrução usar uma palavra na memória, determinar onde essa palavra está.*
- 5. Trazer a palavra para dentro de um registrador da CPU, se necessário.*
- 6. Executar a instrução.*
- 7. Voltar à etapa 1 para a execução da instrução seguinte.*

Essa sequência de passos chama-se ciclo de máquina, mas costuma ser chamada de ciclo buscar-

-decodificar-executar (Figura 8). Cada fase do ciclo tem as seguintes funções:

1. Busca - o sistema copia a próxima instrução no registrador de instruções da CPU. O endereço da instrução a ser copiada permanece no registrador contador de programa.

2. Decodificação - a unidade de controle decodifica a instrução quando ela está no registrador de instrução. Dessa etapa resulta o código binário para uma operação que o sistema vai realizar.

3. Execução - a ordem da tarefa é enviada pela unidade de controle para um componente da CPU [...] (CORRÊA, 2016, p. 27).

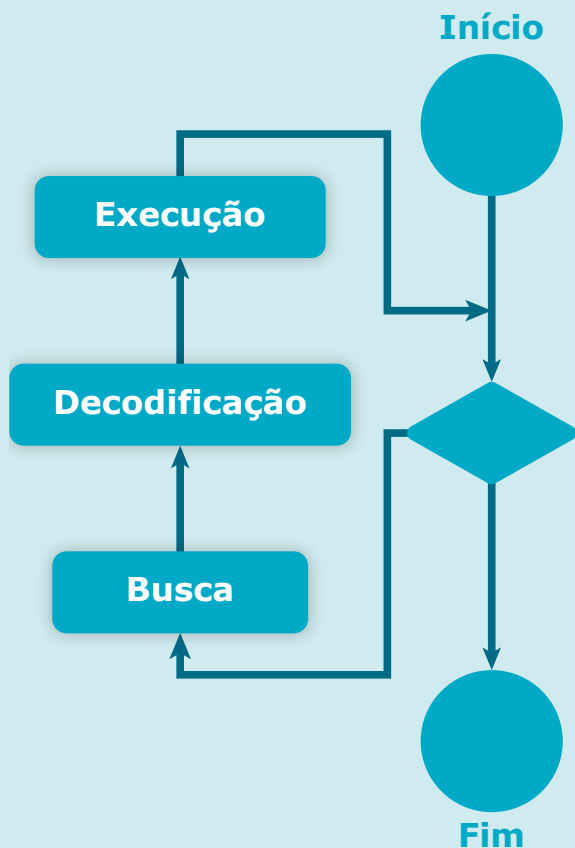


Figura 8: Etapas de um ciclo. **Fonte:** Fourozane e Mosharraf (2011 apud CORRÊA, 2016, p. 27).

FIQUE ATENTO

O registrador, também chamado de registro, é um tipo de memória dentro da própria CPU que armazena e desloca informações binárias. Ele registra um número limitado de bits e seu tempo de acesso ao conteúdo é praticamente instantâneo.

SISTEMAS NUMÉRICOS

Desde os seus primórdios, o homem tem desenvolvido métodos específicos para representar números, tornando possível a computação de objetos e a realização de operações aritméticas. A configuração mais utilizada de representação numérica é a denominada **notação posicional**. Nela, a posição do algarismo determina o seu valor. Por exemplo, número com 3 e 8 = 38 ou 83.

O valor total do número é a soma dos valores relativos a cada algarismo. Desse modo, a formação dos números resulta da quantidade de algarismos que o compõem e é chamado de base (b). Portanto, a partir do conceito de notação posicional, é possível a conversão entre distintas bases (FÁVERO, 2011).

Utilizamos o sistema de numeração com dez diferentes algarismos (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9), adotado principalmente no ocidente, que é chamado de sistema indo-arábico ou decimal. Consequentemente, no sistema decimal a base é 10; já o sistema binário possui apenas dois valores distintos (0 e 1), sendo que sua base é 2. A seguir, exemplificamos o conceito de sistema posicional com o número 378 em base decimal, lembrando que podemos omitir (...)10:

$$\begin{aligned} 378_{10} &= 3 \text{ centenas} + 7 \text{ dezenas} + 8 \text{ unidades} \\ &= 3 \cdot 10^2 + 7 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0 \end{aligned}$$

Acerca de um sistema de numeração posicional qualquer, Fávero (2011) comenta que um número N pode ser expresso por:

$$N = d_{n-1} * b_{n-1} + d_{n-2} * b_{n-2} + \dots + d_1 * b_1 + d_0 * b_0$$

Onde, d_n = dígito n do número

b = base

No sistema binário, usados internamente no computador, os algarismos são conhecidos como bits e um bit, podendo admitir somente 0 ou 1. No exemplo a seguir, é demonstrada a conversão de 11001 na base 2 para decimal:

$$\begin{aligned}(11001)_2 &= 1 * 2^4 + 1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 0 * 2^1 + 1 * 2^0 \\ &= 16 + 8 + 0 + 0 + 1 \\ &= \mathbf{25}\end{aligned}$$

Ou seja, $(11001)_2$ é igual a 25 no sistema decimal.

Outros sistemas, como **Octal** e **Hexadecimal**, são de uso mais específico e lidam respectivamente com a base 8 e a 16. O sistema de numeração octal é composto pelos dígitos 0,1,2,3,4,5,6 e 7. Na conversão do sistema octal para o decimal, empregamos o conceito básico de formação de um número já ilustrado. Observemos o exemplo: Converter $(345)_8$ em decimal:

$$\begin{aligned}
 (563)_8 &= 5 * 8^2 + 6 * 8^1 + 3 * 8^0 \\
 &= 5 * 64 + 6 * 8 + 3 * 1 \\
 &= \mathbf{37110}
 \end{aligned}$$

No sistema hexadecimal, temos um conjunto de dezesseis algarismos (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, A, B, C, D, E, F). Nessa base, os “dígitos” A, B, C, D, E e F traduzem, respectivamente, os valores (da base 10): 10, 11, 12, 13, 14 e 15. Convertendo o número (A2EC)₁₆ para a base 10, temos:

$$\begin{aligned}
 (A2EC)_{16} &= 10 * 16^3 + 2 * 16^2 + 14 * 16^1 + 12 * 16^0 \\
 &= 10 * 4.096 + 2 * 256 + 14 * 16 + 12 * 1 \\
 &= \mathbf{41.70810}
 \end{aligned}$$

No Quadro 1, podemos observar a equivalência entre as bases decimal, binária, octal e hexadecimal.

Decimal	Binário	Octal	Hexadecimal
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9

10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

Quadro 1: Conversão de bases envolvendo as bases 2, 8 e 16. **Fonte:** Elaborado pela autora (2019).

FIQUE ATENTO

Os bits são representados usando o sistema hexadecimal, uma vez que eles ocupam menos espaço. Cada dígito hexadecimal pode ser composto por 4 bits. Portanto, um byte pode ser representado por 2 dígitos hexadecimais.

Por exemplo: o número decimal 43 (cujas representação binária é 00101011) pode ser escrito como 2B em hexadecimal (2 = 0010, B = 1011).

Determinados números hexadecimais são equivalentes a números decimais. Desse modo, algumas convenções precisam ser empregadas para distingui-los, para isso, utilizamos sufixos como 7B016 ou 7B0HEX.

Anteriormente, foi apresentado como converter números representados em um sistema de numeração de base b para o sistema decimal. Agora, vamos aprender como realizar o processo inverso. Da base

binária para a base octal ou hexadecimal, podemos observar que os dígitos octais e hexadecimais satisfazem a combinações de 3 (para octais) e 4 (para hexadecimais) bits (ou seja, a representação binária – disponível no quadro 2 de equivalências exposto antes), o que permite a conversão entre esses sistemas. Observe a Figura 9:

$$\begin{array}{ccccccc}
 \underbrace{011} & \underbrace{111} & \underbrace{011} & \underbrace{000}_2 & = & 3730_8 \\
 3 & 7 & 3 & 0 & & \\
 \\
 \underbrace{0111} & \underbrace{1101} & \underbrace{1000} & = & 7D8_{16} \\
 7 & D & 8 & &
 \end{array}$$

Figura 9: Exemplo de conversão da base 2 para as bases 8 e 16. **Fonte:** Elaborada pela autora (2019).

A conversão inversa dessas bases (8 ou 16) para a binária deve ser realizada a partir da representação binária de cada dígito do número, seja octal ou hexadecimal. Da base octal para a base hexadecimal, e vice-versa, estudamos que a representação binária de um número octal é análoga à reprodução binária de um número hexadecimal, sendo que a conversão de um número octal para hexadecimal consiste puramente em agrupar os **bits** não mais de três em três (octal), mas de quatro em quatro **bits** (hexadecimal). Por exemplo:

$$(76)_8 = ?_{16}$$

Passagem ao binário

7	6
111	110

Passagem ao hexadecimal

0011	1110
3	E

$$\text{Logo, } 76_8 = 3E_{16}$$

REFLITA

Em sistemas digitais, os sistemas numéricos octal e hexadecimal servem para promover a visualização e a documentação dos números binários.

Por que, então, não utilizar somente o decimal para fazer esta tarefa?

Como estudamos, apesar de $3E_{16}$ e 001111102 representarem o mesmo valor, é mais simples dizer (ou escrever) $3E_{16}$, do que 001111102 . E, para a conversão do binário \leftrightarrow octal e do binário \leftrightarrow hexa, basta uma simples substituição.

Já a conversão de uma base decimal para uma base b qualquer consiste no processo inverso, isto é, realizamos divisões do número decimal pela base desejada, até que o quociente esteja menor do que a base declarada. Esse processo é chamado de **método das divisões sucessivas**. Usamos os restos e o último quociente (iniciamos por ele) para a formação do número desejado (FÁVERO, 2011).

Exemplo:

$$(76)_{10} = ?_2$$

Portanto,

$76 \div 2 = 38$ (resto **0**) (dígito menos significativo)

$$38 \div 2 = 19 \text{ (resto } \mathbf{0})$$

$$19 \div 2 = 09 \text{ (resto } \mathbf{1})$$

$$9 \div 2 = 4 \text{ (resto } \mathbf{1})$$

$$4 \div 2 = 2 \text{ (resto } \mathbf{0})$$

$$2 \div 2 = \mathbf{1} \text{ (dígito mais significativo)}$$

Logo, $76_{10} = 1001100_2$

$$(452)_{10} = ?_8$$

Portanto,

$$452 \div 8 = 56 \text{ (resto } \mathbf{4})$$

$$56 \div 8 = \mathbf{7} \text{ (resto } \mathbf{0})$$

Logo, $452_{10} = 704_8$

$$(452)_{10} = ?_{16}$$

Portanto,

$$1758 \div 16 = 109 \text{ (resto } \mathbf{14})$$

$$109 \div 16 = \mathbf{6} \text{ (resto } \mathbf{13})$$

Logo, $1758_{10} = 6DE_{16}$

Acesse o Podcast 2 em Módulos

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sem dúvida, o computador é uma das maiores criações do homem. Aprender como eles trabalham é fundamental para entendermos o seu papel no nosso dia a dia, já que paulatinamente eles desempenham mais tarefas e são cada vez mais complexos e sofisticados.

Inicialmente, expusemos uma introdução sobre os elementos básicos de um sistema computacional (software e hardware). Em seguida, os fatos mais relevantes na história dos computadores, em que o computador surgiu como um recurso rápido e com um nível de automação elevado para realizar grandes cálculos numéricos. Outro ponto relevante foi a apresentação dos componentes principais de um computador, tendo em vista o entendimento básico sobre Unidade Central de Processamento (CPU), composta pela Unidade Lógica e Aritmética (ULA) e pela Unidade de Controle (UC), a memória e os dispositivos de entrada e saída e o barramento. O intuito foi o de você ser capaz de identificá-los e reconhecer o funcionamento e o processamento de programas, uma vez que é de fundamental importância tal conhecimento para começar a compreender o mundo digital.

Concluimos este módulo estudando os sistemas numéricos. Anteriormente, estudamos que o computador usa dois valores básicos (0 e 1), por tratar-se de um sistema eletrônico, para a representação de

dados são empregados bits ou sequências de bits. Entretanto, comumente é utilizada a base decimal para representar valores numéricos (10 valores diferentes, conhecidos por dígitos ou algarismos). Com base nisso, a partir do conceito de notação posicional, foi exposta a conversão entre distintas bases (decimal, binária, octal e hexadecimal). O objetivo foi você ser capaz de efetuar as conversões a partir da apresentação do sistema de numeração utilizado pelos sistemas computacionais.

Apesar de básicos, os temas aqui apresentados são muito importantes para dar continuidade ao estudo da arquitetura e organização de computadores. É necessário o entendimento dos tópicos abordados para que você passe para a unidade seguinte.

SÍNTESE



SISTEMAS COMPUTACIONAIS

Este módulo apresentou uma introdução aos elementos básicos do sistema computacional, identificando e discutindo seus atributos. Apresentou também a história dos computadores, ilustrando suas características em cada uma das gerações abordadas. Sendo assim, estudamos:

- **Geração 0 (1642-1945):** marcada por computadores mecânicos.
- **Primeira geração (1945-1955):** marcada pelo uso basicamente de válvulas eletrônicas para a construção de computadores. Proposto por John von Neumann, esse modelo de computador é utilizado até os dias de hoje, sendo composto de memória, CPU e dispositivos de entrada e saída.
- **Segunda geração (1955-1965):** marcada pelo uso de transistores.
- **Terceira geração (1965-1980):** marcada pelo uso de circuitos integrados.
- **Quarta geração (1980-?):** marcada pelo surgimento do microprocessador.
- **Quinta Geração:** tem sido marcada pela mudança de paradigma.

Referências Bibliográficas & Consultadas

CÓRDOVA JUNIOR, R. S.; SANTOS, S. C. B.;
KISLANSKY, P. **Fundamentos computacionais**.
Porto Alegre: SAGAH, 2018.

CORRÊA, A. G. D. **Arquitetura e Organização de computadores**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. [Biblioteca Virtual]

CRISTO, E. F.; PREUSS, E.; FRANCISCATTO, F.
Arquitetura de computadores. Universidade
Federal de Santa Maria, Colégio Agrícola de
Frederico Westphalen, 2013.

DELGADO, J.; RIBEIRO, C. **Arquitetura de computadores**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017. [Minha Biblioteca]

FÁVERO, E. M. B. **Organização e arquitetura de computadores**. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

GRAIG, J. J. **Robótica**. 3. ed. São Paulo: Person Education do Brasil, 2012. [Biblioteca Virtual].

LESKOVEC, J.; RAJARAMAN, A.; ULLMAN, J. D.
Mining of Massive Datasets. 2. ed. Cambridge University Press, 2014.

ROGERSM D, L. **Transformação digital**: repensando o seu negócio para a era digital. São Paulo: Autêntica Business, 2017.

SEBASTIÃO, R. *et al.* **Fundamentos computacionais**. Porto Alegre: SAGAH, 2018. [Minha Biblioteca].

STALLINGS, W. **Arquitetura e organização de computadores**. 8. ed. Person Prattice Hall, 2010.

TANENBAUM, A. S.; AUSTIN, T. **Organização estruturada de computadores**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2013.

TOCCI, R. J.; WIDMER, N. S.; MOSS, G. L. **Sistemas digitais**: princípios e aplicações. 10. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. [Biblioteca Virtual].

FaTM
ONLINE