



Arquitetura e organização de computadores

Arquitetura e organização de computadores

Leonardo Guimarães Tangon
Rogerio Carlos dos Santos

© 2016 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente

Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Dieter S. S. Paiva
Camila Cardoso Rotella
Emanuel Santana
Alberto S. Santana
Regina Cláudia da Silva Fiorin
Cristiane Lisandra Danna
Danielly Nunes Andrade Noé

Parecerista

Ruy Flávio de Oliveira

Editoração

Emanuel Santana
Cristiane Lisandra Danna
André Augusto de Andrade Ramos
Daniel Roggeri Rosa
Adilson Braga Fontes
Diogo Ribeiro Garcia
eGTB Editora

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T164a Tangon, Leonardo Guimarães
Arquitetura e organização de computadores / Leonardo
Guimarães Tangon, Rogério Carlos dos Santos. – Londrina :
Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.
236 p.

ISBN 978-85-8482-382-6

1. Arquitetura de computador. 2. Organização de
computador. I. Santos, Rogério Carlos dos. II. Título.

CDD 004.22

2016
Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 – Londrina – PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

Sumário

Unidade 1 Fundamentos de Sistemas Computacionais	7
Seção 1.1 - Conceitos básicos de arquitetura e organização de computadores	9
Seção 1.2 - Desenvolvimento histórico	21
Seção 1.3 - A estrutura básica de um computador	33
Seção 1.4 - A hierarquia de níveis de computador	45
Unidade 2 Componentes básicos de um computador	61
Seção 2.1 - Unidade central de processamento (CPU)	63
Seção 2.2 - Memória principal	75
Seção 2.3 - Memória secundária	89
Seção 2.4 - Dispositivos de entrada e saída	103
Unidade 3 Sistemas numéricos: conceitos, simbologia e representação de base numérica	121
Seção 3.1 - Sistemas numéricos: conceitos, simbologia e representação de base numérica	123
Seção 3.2 - Conversão entre bases numéricas: decimal	135
Seção 3.3 - Conversão entre bases numéricas: Binário	147
Seção 3.4 - Conversão entre bases numéricas: octal	161
Unidade 4 Álgebra Booleana e Lógica Digital	175
Seção 4.1 - Introdução à álgebra booleana	177
Seção 4.2 - Expressões lógicas	193
Seção 4.3 - Portas lógicas	203
Seção 4.4 - Introdução a circuitos	215

Palavras do autor

Olá, aluno, seja bem-vindo ao estudo da Arquitetura e da Organização dos Computadores.

A partir deste estudo você aprenderá sobre como essa tecnologia foi pensada, sua evolução até os dias atuais, terá uma visão mais clara dos computadores e de suas diversas versões e vai entender que, por mais diferentes que sejam os tipos e modelos de computadores, a sua tecnologia é baseada na evolução de padrões que há muito tempo são utilizados.

Na Unidade 1, você verá os conceitos básicos de arquitetura e organização de computadores, aprenderá que essa arquitetura foi pensada há muito tempo e está em constante evolução. Entenderá como ela está dividida, sua unidade central de processamento (CPU), seus tipos de memórias, dispositivos de entrada e saída e os sistemas de interconexão usados pelos atuais computadores. Na Unidade 2, você compreenderá melhor essa tecnologia, como ela está dividida e quais os dispositivos e elementos básicos que compõem um computador, conhecerá mais sobre a Unidade Central de Processamento (CPU), sobre as memórias e, também, sobre os dispositivos de entrada e saída, e como evoluíram até aos dispositivos usados atualmente. Para a Unidade 3, foi preparado o estudo de conversão entre bases numéricas, pois os computadores pensam e executam todos os seus comandos utilizando sistemas binários, ou sistemas numéricos que possam tornar cada comando, função ou programa mais fáceis de serem executados pelo computador. Conhecer esses modelos numéricos e saber converter informações entre os sistemas é de extrema importância para que você possa entender o funcionamento de componentes, placas e até de sistemas inteiros dentro de um computador.

Na Unidade 4, você verá como os computadores entendem comandos digitais, como você poderá criar sequências lógicas utilizadas para programar diversos tipos de equipamentos e componentes, as expressões e a lógica utilizadas nessas programações.

Desejo a você bons estudos e um excelente aprendizado. Aproveite ao máximo para conhecer a fundo a tecnologia de um computador e, com certeza, começar a se destacar.

Fundamentos de sistemas computacionais

Convite ao estudo

Para o estudo dos Fundamentos de Sistemas Computacionais é interessante que você observe os computadores atuais e tente imaginar como eles eram há alguns anos e como tiveram uma rápida evolução. Toda essa tecnologia é baseada em uma arquitetura pensada e desenvolvida em meio à Segunda Guerra Mundial e que segue em uma evolução constante. Nesta unidade, você irá conhecer a competência de fundamento desta área e, também, os objetivos específicos das próximas seções.

A competência de fundamento de área da disciplina Arquitetura e Organização de Computadores é conhecer os conceitos básicos da arquitetura dos computadores, o seu desenvolvimento histórico, a estrutura básica de um computador e o modelo tecnológico adotado para os computadores atuais.

Os objetivos de aprendizagem que serão trabalhados em cada seção são:

- Conhecer os conceitos básicos de arquitetura e organização de computadores e suas funções.
- Aprender sobre como essa arquitetura foi pensada e sua evolução até os dias atuais.
- Entender como está dividida a estrutura básica de um computador, sua CPU, suas memórias, dispositivos de entrada e saída e os sistemas de interconexão.
- Conhecer como foi pensado o modelo tecnológico adotado para os computadores.

Para melhor compreensão e aprofundamento dos conceitos acima, apresentamos uma situação que você poderá encontrar no mercado de trabalho, "O Momento da Contratação".

Você participará de um processo seletivo em uma empresa de desenvolvimento de tecnologia para computadores de última geração que ampliará sua fábrica no Brasil, com o objetivo de desenvolver novas estruturas de placas-mãe (*Mainboards* ou *Motherboards*) de alta velocidade que serão usadas em servidores de dados de grandes instituições financeiras e bancos internacionais. Para isso, ela irá iniciar

um processo seletivo para contratar profissionais com conhecimentos técnicos em arquitetura de computadores, o que será feito através de um treinamento interno com os candidatos a fim de que adquiram os conhecimentos específicos necessários. Ao final, serão aplicados vários testes e irão ser contratados os candidatos com maior nota, em número igual ao número de vagas disponíveis no momento da contratação.

Assim, você resolverá os testes do processo seletivo ao longo da unidade para se preparar e adquirir os conhecimentos técnicos necessários para sua contratação.

Bom trabalho e bons estudos!

Seção 1.1

Conceitos básicos de arquitetura e organização de computadores

Diálogo aberto

Você já deve ter notado que os computadores têm muito em comum: todos têm um monitor ou tela para podermos ver as informações desejadas, teclado e dispositivos de entrada, são dotados de discos de armazenamento e de memórias de processamento, o que permite que programas sejam usados, que você possa usar a internet e muitos outros recursos que os computadores oferecem. Embora isso seja comum, o profissional das áreas de computação e tecnologia de informação deve conhecer o funcionamento dessas máquinas, como foram pensadas as suas estruturas, como foram divididas as funções de suas placas e componentes para que possam processar dados e comandos e retornar resultados para serem visualizados e/ou armazenados em disco.

Você irá aprofundar seus conhecimentos técnicos sobre a arquitetura e organização dos computadores para que seja bem-sucedido no processo seletivo da empresa de desenvolvimento de tecnologia para computadores.

A sua primeira tarefa é fazer a resolução de testes de conhecimento sobre a arquitetura e organização dos computadores. É necessário que você entenda que os computadores são organizados em quatro funções básicas, que dividem seus dispositivos em unidades. Você foi levado a uma sala cheia de componentes e aparelhos de computadores diversos e agora precisa classificá-los de acordo com a função desses componentes em um computador.

Mas quais conhecimentos deverão ser estudados neste ponto? Quais os conceitos e funções básicas que serão necessários para que você possa participar deste processo seletivo com maiores chances de aprovação?

Existem diversas classificações para as funções dos computadores. Em uma delas, segundo Oliveira (2007), as funções básicas dos computadores são:

- **Entrada de Dados.**
- **Processamento de Dados.**
- **Armazenamento de Informações.**
- **Saída de Informações.**

Estudaremos cada uma dessas funções básicas nesta seção, está preparado? Vamos começar?

Não pode faltar!

Para cada função que o computador executa existe uma série de placas e equipamentos que a torna possível. Cada função básica também pode ser chamada de Unidade, sendo assim temos Unidade de Entrada, Unidade de Saída, Unidade de Processamento e Unidade de Armazenamento, cada unidade com seus respectivos equipamentos e placas (OLIVEIRA, 2007).

Os computadores funcionam através de comandos e programas, que são interpretados por um sistema numérico binário de 0 e 1, também chamado de linguagem de máquina. As informações são interpretadas nesse sistema e convertidas para uma linguagem que os usuários possam entender, visualizar e até adicionar informações e dados no computador. Cada função do computador executa uma determinada tarefa, sempre relacionada com as informações processadas por ele. Essas informações são chamadas de dados. Os dados são inseridos no computador, que irá processá-los e retornar o resultado deste processamento em forma também de informações. Esse retorno se dá através de uma saída, seja ela por meio de vídeo, através de um monitor, seja pela impressão de um relatório ou por outro dispositivo, como uma saída sonora através de uma caixa de som, por exemplo. Essa informação pode, ao final, ser descartada ou armazenada através de um disco rígido ou qualquer outra mídia usada para gravação e leitura de dados (OLIVEIRA, 2007).



Pesquise mais

Para cada função básica existem vários equipamentos que auxiliam o computador a realizá-las. Conheça mais sobre o assunto em:

OLIVEIRA, Rogério Amigo de. **Informática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=qBaamdS7kU8C&pg=PA57&dq=Defini%C3%A7%C3%B5es+de+Software&lr=#v=onepag&eq=Defini%C3%A7%C3%B5es%20de%20Software&f=false>>. Acesso em: 8 out. 2015.

Os computadores são organizados em quatro funções básicas (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

- **Unidade de Entrada** – Na qual podemos inserir/entrar com dados no computador. Exemplo: teclado, mouse, telas sensíveis ao toque (*touch screen*).

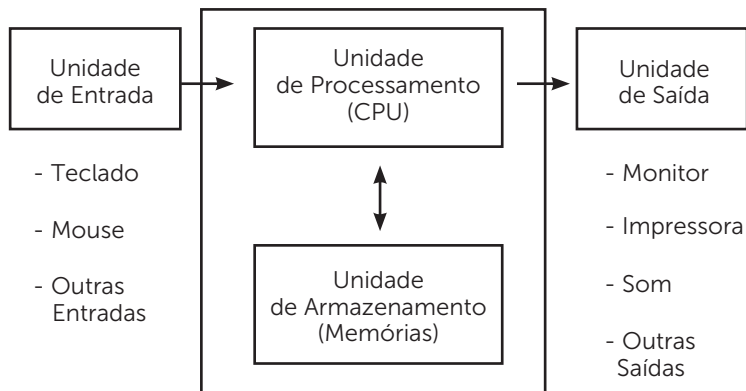
- **Unidade de Saída** – Em que os dados podem ser visualizados. – Exemplo: telas e impressoras.

- **Unidade de Processamento** – Onde acontece o processamento das informações, Unidade Central de Processamento (CPU – *Central Processor Unit*). Exemplo: processador do computador.

- **Unidade de Armazenamento** – Memórias (RAM, HD, discos externos).

Pode-se afirmar que as funções básicas de um computador estão organizadas conforme a Figura 1.1:

Figura 1.1 – Funções básicas de um computador



Fonte: Wikimedia Commons, adaptado. Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Computer1.png#/media/File:Computer1.png>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

Os computadores utilizam os números 0 e 1 para compor suas instruções, formando um sistema binário de informações e comandos, e este sistema de comandos é chamado de linguagem de máquina (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

Quando você usa um computador através de um sistema operacional gráfico, clicando com o mouse em ícones, abrindo programas, arquivos e executando as mais variadas tarefas, os computadores estão executando milhares de informações convertidas em sequências de informações binárias 0 e 1 (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

A Unidade Central de Processamento, também conhecida como CPU (sigla do inglês *Central Processor Unit*), é a responsável por executar os comandos, convertendo-os para a linguagem de máquina para que o computador os execute e novamente convertendo os resultados para que os usuários possam ver essas informações. A CPU tem a função de receber a entrada de dados e, após o processamento, devolver o resultado através de uma saída de dados. Além disso, ela gerencia se as informações serão armazenadas nas memórias do computador, se estas memórias serão as de trabalho apenas ou se serão gravadas em discos, a fim de serem usadas em outros momentos.

Você já deve ter ouvido falar sobre a CPU de um computador, mas este termo foi adotado popularmente de forma errada, referindo-se ao gabinete (ALMEIDA, 2007), onde estão colocadas todas as suas placas e equipamentos que compõem o computador. Na verdade, a CPU é uma das funções encontradas dentro de uma unidade de processamento, que se encontra dentro do processador do computador (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

As demais funções de um computador têm um papel direto sobre como os dados serão inseridos, mostrados e armazenados.

A Unidade de Entrada do computador representa todos os meios pelos quais os dados podem ser inseridos. Existem várias formas de inserir dados em um computador, as mais usadas são o teclado e o mouse, porém não são as únicas. Com a evolução da tecnologia de computadores, novos meios de entradas foram sendo adicionados a essa lista, tais como scanners, leitores de código de barra, entradas de áudio e vídeo, e o advento da internet trouxe uma forma de interconexão entre computadores pela qual dados são continuamente recebidos e enviados, em constante entrada e saída de dados e informações (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

Por sua vez, a Unidade de Saída do computador representa todos os meios pelos quais os dados podem ser mostrados, ao serem inseridos ou como resultado de um processamento executado pelo computador. Esses meios podem ser o monitor, ou tela, do computador ou uma saída impressa, em qualquer tipo de impressora. Outra forma usada para a saída de dados são as saídas de som, e em sistemas mais avançados podemos ter saídas com imagem e som digitais, caso dos mais modernos sistemas de computação gráfica, empregados amplamente na criação de jogos e produções de diversos de filmes (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

A Unidade de Armazenamento diz respeito às memórias usadas pelo computador. Essas estão divididas em memórias de trabalho, as memórias RAM, de processamento, chamadas de ROM, onde estão gravadas as instruções de funcionamento do computador e seus dispositivos, e as memórias de armazenamento, que são os discos rígidos e os demais dispositivos de gravação e leitura de arquivos, tais como pen drives, discos externos e os diversos tipos de cartão de memória (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).



Assimile

Funções básicas de um computador:

- Unidade de Entrada – Na qual podemos inserir/entrar com dados no computador. Exemplo: teclado, mouse e outras entradas.
- Unidade de Saída – Em que os dados podem ser visualizados. Exemplo: telas, impressoras e outras saídas.
- Unidade de Processamento – Onde acontece o processamento das informações. Exemplo: processador do computador.
- Unidade de Armazenamento – Memórias (RAM, ROM, HD, discos externos, pen drives, cartões de memória).

A linguagem de máquina é o conjunto de comandos que o computador pode executar. É um código escrito em determinada ordem, chamada de linguagem de programação. Este código, contendo todos os comandos que devem ser executados, dá origem a um programa. Este programa pode ser escrito em diversos tipos de linguagem existentes, tais como Java ou Cobol, por exemplo, ou ser escrito diretamente na própria linguagem do computador, através de comandos escritos com combinações e sequências dos números 0 e 1. Quando o programa é escrito dessa forma, diz-se que ele está escrito em linguagem de máquina. Embora ainda existam diversos usos para a linguagem de máquina, o mais comum é que os programas de computadores sejam escritos em linguagens chamadas de alto nível, como os já citados Java e Cobol (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).



Pesquise mais

Conheça mais sobre os componentes do computador em:

ALMEIDA, Marilane. **Curso de Montagem e Manutenção de Micros**. São Paulo: Digerati Books, 2007. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=vJVFx11Y4toC&pg=PT9&dq=componentes+de+computadores&hl=pt-BR&sa=X&ved=0CCcQ6AEwAmoVChMIkYfV5Li-yAIVA5QeCh3KNwMc#v=onepage&q=componentes%20de%20computadores&f=false>>. Acesso em: 8 out. 2015.

Observe que existem vários tipos e modelos de computadores à venda. Quando olhamos um computador, logo queremos saber se ele é um bom computador e se sua velocidade e capacidade de memória são boas.

Figura 1.2 – Computador iMac e tablet iPad – Tipos diferentes de computadores



Fonte: Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/apple-imac-ipad-local-de-trabalho-606761/>>. Acesso em: 8 out. 2015.

Por exemplo, qual o melhor computador na sua opinião?

Computador 1:

- Um Celeron de 2,53 GHz
- 320 Gb de HD
- 2 Gb de RAM
- Monitor de 17 polegadas
- Kit Multimídia (caixas de som)
- Teclado e mouse

Computador 2:

- Um i7 de 3,53 GHz
- 1 Tb de HD
- 8 Gb de RAM
- Monitor de 19 polegadas
- Kit Multimídia com saída joystick (caixas de som e conexão de controle para jogos)
- Teclado e mouse



Vocabulário

- **GigaHertz - GHz** - Medida usada para descrever a velocidade de um processador.
- **Celeron** - Modelo de processador de um núcleo.
- **i7** - Modelo de processador da atual geração de processadores.
- **Gigabyte - GB** - Medida de tamanho de memória ou arquivo, equivalente a 1024 Megabytes.
- **Terabyte - TB** - Medida de tamanho de memória ou arquivo - igual a 1024 Gb.

- **RAM** - Memória de trabalho do computador.
- **HD** - *Hard Disk* – Disco rígido do computador.

Fonte: Almeida, 2007.

Acesse também o artigo do site Tecmundo, que mostra o tamanho dos arquivos disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/infografico/10187-do-bit-ao-yottabyteconheca-os-tamANHOS-dos-arquivos-digitais-infografico-.htm>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

Nos dois computadores temos a mesma arquitetura e organização e as mesmas funções básicas aplicadas, porém, o que diferencia esses computadores é a sua velocidade e a capacidade de memória, tanto de RAM como de tamanho de HD; respectivamente, memória de trabalho e de armazenamento. No exemplo, o computador 2 tem muito mais capacidade do que o primeiro, pois suas memórias e velocidade de processamento são muito maiores que o computador 1, o que o torna uma opção melhor, não considerando o preço final de cada computador.



Refleta

Pode-se afirmar que, quanto maiores forem a velocidade do processador em GHz e a quantidade de memória RAM, maior a capacidade de processamento de um computador. Os discos de armazenamento, no caso os “HDs”, referem-se à capacidade de gravar informações e também podem influenciar na velocidade do computador, pois quanto mais rápido for o processo de leitura e gravação, melhor será a performance da máquina.

As medidas de tamanho usadas em um computador são baseadas em bytes, que são uma sequência de 8 Bits. Um único bit pode ser representado pelos números 0 e 1. Esta medida é adotada por todas as áreas que envolvam processamento, envio e recebimento de dados e informações, sendo que cada byte representa um caractere de texto no computador.

As medidas de bytes usadas são:

- 1 byte.....1 caractere
- 1 Kilobyte (1 KB)1024 bytes
- 1 Megabyte (1 MB).....1024 Kilobytes
- 1 Gigabyte (1 GB)1024 Megabytes
- 1 Terabyte (1 TB)1024 Gigabytes
- 1 Petabyte (1 PB)1024 Terabytes

(OLIVEIRA, 2007, p. 3)



Faça você mesmo

Tendo como base os computadores do exemplo acima, faça uma pesquisa de computadores disponíveis no mercado e indique dois tipos de configurações, levando em conta os itens citados:

1. Tipo de processador, sua velocidade e quantidade de núcleos.
2. Capacidade de memória RAM.
3. Tamanho em bytes do disco rígido.
4. Se acompanha teclado e mouse.
5. O tipo e o tamanho de monitor.
6. Se acompanha algum tipo de acessório de som, jogo ou de placa gráfica.
7. O preço encontrado para esse computador.

Ao comparar as duas configurações e seus respectivos preços, podemos tirar várias conclusões, sendo a principal delas a do melhor custo-benefício, que nada mais é do que ter a melhor configuração em termos de desempenho ao menor custo possível. Quando comparamos computadores, não basta optar por um ou por outro levando apenas em consideração seu preço, pois podemos ter, neste caso, uma máquina barata, mas com uma capacidade muito inferior à média das máquinas vendidas naquele momento, o que poderá representar uma escolha equivocada de compra.



Exemplificando

No caso da atividade proposta e tomando por base os computadores 1 e 2 dados como exemplo, sendo o computador 1:

- Um Celeron de 2,53 GHz
- 320 Gb de HD
- 2 Gb de RAM
- Monitor de 17 polegadas
- Kit Multimídia (caixas de som)
- Teclado e mouse

E o computador 2

- Um i7 de 3,53 GHz
- 1 Tb de HD

- 8 Gb de RAM
- Monitor de 19 polegadas
- Kit Multimídia com saída joystick (caixas de som e conexão de controle para jogos)
- Teclado e mouse

Temos a seguinte conclusão: Se o computador 1 custar R\$ 1.000,00 e o computador 2 custar R\$ 1.300,00, será melhor você comprar o computador 2, pois por 30% a mais no preço você estará comprando uma máquina com muito mais capacidade de processamento, 4 vezes mais memória RAM e 3 vezes mais capacidade de HD.

Sem medo de errar!

Para que você possa se preparar para a situação geradora de aprendizagem proposta nesta unidade, que é a resolução de testes de conhecimento sobre a arquitetura e organização dos computadores, é necessário que você entenda que os computadores são organizados em quatro funções básicas, que dividem seus dispositivos em unidades. Essa arquitetura é usada até hoje, porém sofre constante evolução.

Imagine que você seja levado a uma sala cheia de componentes e aparelhos de computadores diversos e tenha que os classificar de acordo com a função que têm em um computador.



Lembre-se

Os diversos componentes de um computador podem ser classificados de acordo com a função básica que têm:

- Unidade de Entrada – na qual podemos inserir/entrar com dados no computador. Exemplo: teclado, mouse, telas sensíveis ao toque (*touch screen*).
- Unidade de Saída – em que os dados podem ser visualizados. Exemplo: telas, impressoras.
- Unidade de Processamento – onde acontece o processamento das informações, Unidade Central de Processamento (CPU – *Central Processor Unit*). Exemplo: processador do computador.
- Unidade de Armazenamento. Memórias (RAM, HD, discos externos).

Os componentes que você deverá classificar são:

- HD externo.
- Scanner.
- Leitor de código de barras.
- Chip processador i5.
- Memória RAM DDR3.
- HD SATA.
- Tela monitor *touch screen* de 19 polegadas.
- Chip processador i7.



Atenção!

Classifique cada componente de acordo com sua função no computador, um mesmo elemento pode ter mais de uma função, por exemplo, ele pode ter a função de entrada e saída de dados.

Avançando na prática

Pratique mais

Instrução

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, compare-as com as de seus colegas.

Classificar os componentes de um computador de acordo com sua função

1. Competência de fundamentos de área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.
2. Objetivos de aprendizagem	Fundamentos de sistemas computacionais.
3. Conteúdos relacionados	Conceitos básicos de arquitetura e organização de computadores. Funções básicas de um computador.
4. Descrição da SP	Imagine que você seja levado a uma sala cheia de componentes e aparelhos de computadores diversos e tenha que classificá-los de acordo com a função que cada um tem no computador.
5. Resolução da SP	Os componentes que você deverá indicar a qual unidade pertencem são: - HD Externo – Unidade de Armazenamento - Scanner – Unidade de Entrada - Leitor de código de barras – Unidade de Entrada - Chip processador i5 – Unidade de Processamento - Memória RAM DDR3 – Unidade de Armazenamento - HD SATA – Unidade de Armazenamento - Tela monitor <i>touch screen</i> de 19 polegadas – Unidade de Entrada e de Saída - Chip processador i7 – Unidade de Processamento



Lembre-se

Os diversos componentes de um computador podem ser classificados em:

- Unidade de Entrada.
- Unidade de Saída.
- Unidade de Processamento.
- Unidade de Armazenamento.



Faça você mesmo

Imagine-se na mesma sala cheia de componentes e aparelhos de computadores diversos. Você terá que identificar e classificar, de acordo com a função, mais 8 componentes, sendo dois componentes de cada unidade básica

Unidade de Entrada.	Componente 01	
	Componente 02	
Unidade de Saída.	Componente 03	
	Componente 04	
Unidade de Processamento.	Componente 05	
	Componente 06	
Unidade de Armazenamento.	Componente 07	
	Componente 08	

Faça valer a pena!

1. Quantos bytes tem 1 Kilobyte?
 - a) 1 Megabyte.
 - b) 1 Gigabyte.
 - c) 512 bytes.
 - d) 1024 bytes.
 - e) 1024 Megabytes.

2. São funções básicas do computador:

- a) Ler programas e executar tarefas, ler e gravar arquivos.
- b) Entrada de dados, saída de dados, processamento de dados e armazenamento de informações.
- c) Processar informações, programas e se conectar a outros computadores.
- d) Entrada de dados, saída de dados, processamento de dados e conexão com internet.
- e) Conexão com internet, sistema operacional e gravar arquivos em HD e pen drives.

3. São componentes que pertencem à unidade de entrada de um computador:

- a) Pen drive, teclado, mouse e leitor de códigos de barra.
- b) Teclado, mouse, leitor de códigos de barra e cartão de memória.
- c) Scanner, teclado, mouse e leitor de códigos de barra.
- d) Scanner, teclado, mouse e caixas de som.
- e) Conexão com internet, scanner e teclado.

Seção 1.2

Desenvolvimento histórico

Diálogo aberto

Os computadores de hoje são usados nas mais variadas atividades do dia a dia. Se você observar com atenção, vai encontrar computadores em hospitais, padarias, oficinas mecânicas, no seu carro, enfim, não há limites para a utilização de computadores. Por isso, os fabricantes e pesquisadores de tecnologia investem cada vez mais no desenvolvimento de novas aplicações de uso, programas e equipamentos que possam tornar mais ágil as atividades feitas pelo homem.

Observando mais atentamente, você pode ver que os computadores de hoje são o resultado de anos de pesquisas e que esse processo se iniciou há muito tempo. Essa evolução foi marcada por gerações de computadores, cada uma delas abrindo campo para a evolução e desenvolvimento da próxima geração e aperfeiçoando os conceitos empregados, seus componentes, placas e circuitos.

Nesta seção você verá quais foram as gerações, em que época elas foram utilizadas e como contribuíram para as tecnologias dos computadores atuais.

Sua segunda tarefa é fazer a resolução de testes de conhecimento sobre qual geração de computadores engloba quais modelos. É necessário que você conheça a história da evolução dos computadores, suas gerações, os componentes principais dessas tecnologias e onde eles foram empregados para que você possa classificar cada modelo de computador de acordo com sua geração. Lembre-se de que você está participando de um processo seletivo em uma empresa de desenvolvimento de tecnologia para computadores de última geração que irá ampliar sua fábrica no Brasil e que, ao final, serão contratados os candidatos com maior nota, em número igual ao número de vagas disponíveis no momento da contratação.

Os computadores do passado eram relativamente parecidos com os que temos hoje? Sua arquitetura básica e suas funções eram iguais aos nossos computadores atuais? Onde eles eram usados? Para essas e outras questões, você encontrará respostas conhecendo cada uma das gerações dos computadores e suas tecnologias.

Bom trabalho e bons estudos!

Não pode faltar!

É possível encontrar muitas semelhanças entre computadores antigos e os diversos tipos de computadores usados nos dias de hoje, sua arquitetura e funções básicas foram mantidas e isso traz a sensação de que não existe nada de muito novo, que apenas foi melhorado o que já existia. Essa sensação acontece quando não olhamos com maior atenção o passado dessas máquinas, como elas eram e como são hoje. Os conceitos envolvidos em um computador, em sua arquitetura e em suas funções básicas são mais antigos que o próprio computador. Você verá, ao longo da história, como surgiram as gerações dos computadores, quantas são e em qual estamos nos dias de hoje. Acompanhe como foi essa evolução.

Máquinas de Cálculo Mecânicas

• O Ábaco

Considerado o primeiro tipo de computador, é uma máquina de cálculo mecânica e rudimentar usada por vários povos da antiguidade. Há estudos arqueológicos que apontam seu uso 4.000 anos a.C. (antes de Cristo).



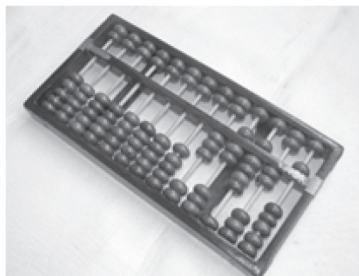
Pesquise mais

Conheça a relevância do ábaco para o ensino das operações aritméticas e aprenda mais sobre seu uso em:

<<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/oficinas/matematica/abaco/01.html>>. Acesso em: 9 nov. 2015.

O ábaco usa um determinado método de cálculo no qual os números são representados por bolas de madeira sistematicamente colocadas em uma estrutura, em que uma pessoa pode executar cálculos aritméticos, desde os mais simples até os mais complexos e elaborados (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

Figura 1.3 – Funções básicas de um computador



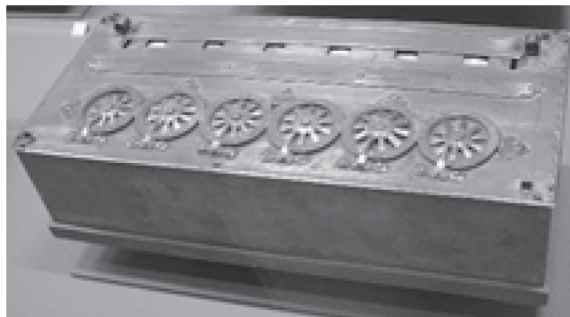
Fonte: Wikimedia Commons, Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Boulier1.JPG#/media/File:Boulier1.JPG>>. Acesso em: 9 nov. 2015.

Ossos de Napier

No ano de 1614, John Napier descobriu os cálculos através de logaritmos. Em matemática, logaritmos são expoentes utilizados em números para gerar outros números. Por exemplo, o logaritmo do número 1000 em base 10 é 3, pois $10^3 = 1000$. Napier desenvolveu assim uma tabela de Logaritmos, chamada de Osso de Napier, que auxiliava na realização de multiplicações, facilitando a obtenção de resultados em cálculos complexos (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

As rodas dentadas de Pascal - Pascaline

Figura 1.4 – Máquina mecânica de cálculo de Pascal – Pascaline



Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/80/Arts_et_Metiers_Pascaline_dsc03869.jpg/1280px-Arts_et_Metiers_Pascaline_dsc03869.jpg>. Acesso em: 9 nov. 2015.

Inventada em 1642 por Blaise Pascal, essa máquina, chamada na época de Pascaline, foi a primeira calculadora do mundo. Através de uma estrutura mecânica de engrenagens, foi projetada para realizar as quatro operações matemáticas, porém, na prática, realizava automaticamente as operações de soma e subtração, e realizava as operações de multiplicação e divisão através de um processo de repetição (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

A máquina analítica de Babbage (manter negrito)

Projetada por Charles Babbage em 1837, era uma máquina para uso genérico que teria uma programação feita através de comandos escritos e descritos em cartões perfurados. Estes cartões poderiam ser usados para armazenar ideias abstratas ou números e esse conceito abriu caminho para a definição das unidades de armazenamento e processamento de dados. Passado algum tempo, Ada Byron, ou Ada Lovelace (Condessa de Lovelace), filha do famoso Lord Byron, interessou-se por esta máquina e estabeleceu contato com Babbage através de cartas e, também, pessoalmente. Ela passou a escrever sequências de códigos que poderiam ser executados pela máquina caso esta fosse construída. Também, observou que tais comandos necessitavam de loops (laços de execução de comandos) e de sub-rotinas para serem executados. Isso rendeu a Ada o reconhecimento de primeira

programadora da história. A máquina de Babbage nunca chegou a ser construída de fato, mas seus conceitos contribuíram em muito para os computadores modernos (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

Máquina de Turing

Alan Turing, matemático britânico, publicou em 1936, em Cambridge, um artigo com o título Máquina Universal, que descrevia uma máquina conceitual, um modelo abstrato que estudava apenas os aspectos lógicos do funcionamento de um computador, como memória, processamento e linguagens aplicadas na resolução de algoritmos e problemas matemáticos computáveis. As máquinas universais são chamadas também de Máquinas de Turing e serviram de base para toda a Ciência da Computação e para o surgimento da arquitetura dos computadores modernos (TEIXEIRA, 1998).

Essa máquina teórica foi aperfeiçoada pelo matemático John von Neumann, que definiu a arquitetura básica dos computadores modernos, chamada de Arquitetura de Neumann (LOPES, 1997).



Refleta

Os computadores são máquinas capazes de realizar cálculos de forma automática e tiveram sua estrutura básica pensada já na teoria de Alan Turing sobre Máquinas Universais, que criava uma máquina abstrata capaz de testar os aspectos lógicos de um computador, sua linguagem e quais cálculos poderiam ser computados através de uma máquina (TEIXEIRA, 1998, p. 20-21).

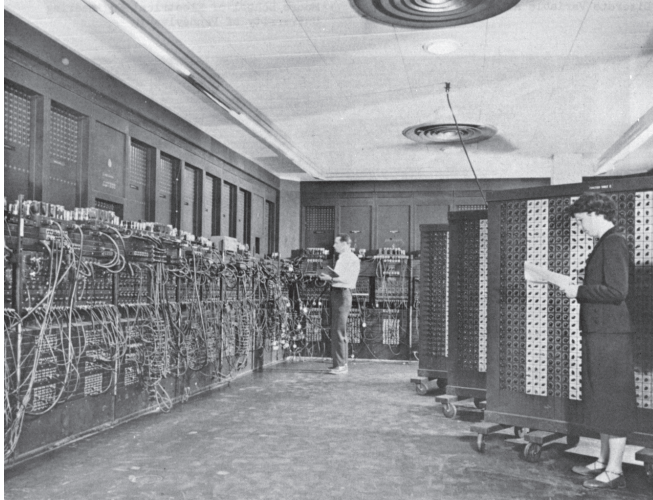
Primeira geração de computadores

Os computadores são máquinas capazes de realizar cálculos de forma automática e armazenar seus resultados. Para isso, há dispositivos que permitem a entrada dos dados e sua visualização acontece por meio de dispositivos de saída (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

A primeira geração dessas máquinas aconteceu entre 1946 e 1954. Eram computadores que funcionavam a válvula, um tubo de vidro parecido com uma lâmpada e que tinha a função de proporcionar o processamento de informações. As instruções eram programadas diretamente em linguagem de máquina e gravadas em cartões perfurados, o que tornava o seu funcionamento lento e sua programação difícil de ser executada (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

Uma máquina dessa geração era a ENIAC, com 17.468 válvulas, 180 metros quadrados de área e, para a época, a incrível velocidade de 100 Quilohertz (KHz) e memória RAM de 200 bits.

Figura 1.5 – Máquina ENIAC



Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eniac.jpg>>. Acesso em: 9 nov. 2015.

Segunda geração de computadores

A segunda geração de computadores surgiu entre 1955 e 1964 e sua principal evolução foi a substituição das válvulas pelos transistores. Eles revolucionaram a eletrônica da época, eram muito menores que as válvulas, não precisavam de um pré-aquecimento para poder funcionar e foram incorporados aos computadores. Além disso, outra evolução importante foi a criação da linguagem Assembly em substituição à linguagem de máquina, e em seguida das linguagens Fortran e Pascal. Pertence a essa geração também o surgimento de armazenamento em disco e fita magnética, ambas são formas de acesso rápido aos dados gravados (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

Terceira geração de computadores

Entre 1964 e 1977, a terceira geração de computadores surgiu e sua principal evolução foram os circuitos integrados, chamados assim porque integravam milhares de transistores em um único componente eletrônico, reduzindo drasticamente o tamanho das máquinas e também aumentando muito rapidamente a capacidade de processamento dos computadores. Os circuitos integrados também foram chamados de microchips. Os computadores passaram a ser programados em linguagens de alto nível, como Cobol e Fortran (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).



Pesquise mais

Categorias de Circuitos Integrados: LSI (*Large Scale Integration*); VLSR (*Very Large Scale Integration*); ULSI (*Ultra Large Scale Integration*) (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

Quarta geração de computadores

Entre 1977 e 1991, a quarta geração de computadores trouxe o processador, que é um chip dotado de unidade central de processamento. Nesse momento foram criados sistemas operacionais que revolucionaram o uso de computadores, como o Unix, o MS-DOS e o Apple Macintosh. Linguagens como Smalltalk, C e C++ foram desenvolvidas e equipamentos complementares a essa tecnologia, tais como discos rígidos, impressora e teclados com os modelos atuais, foram criados. Um grande avanço que mudaria o destino dos computadores e do mundo moderno foram os Microcomputadores Pessoais, também chamados de PCs (*Personal Computers*) (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).



Assimile

Os computadores modernos foram classificados em gerações, de acordo com sua tecnologia e desempenho:

1ª Geração – entre 1946 e 1954 – válvulas.

2ª Geração – entre 1955 e 1964 – transistores.

3ª Geração – entre 1964 e 1977 – circuitos integrados.

4ª Geração – entre 1977 e 1991 – microchips (8 e 16 bits).

5ª Geração – entre 1991 até os dias atuais – microchips (>16 bits), multimídia, rede.

Quinta geração de computadores

Desde 1991 até os dias atuais, os computadores estão em sua quinta geração. Esta geração trouxe inúmeras inovações, tais como o processador de 64 bits, discos rígidos de grande capacidade, memórias de trabalho e processamento cada vez maiores e inúmeros dispositivos que tornaram o uso do computador cada vez maior. Essa quinta geração de computadores é marcada também por sua grande capacidade de conexão, fundamental para a internet, e por proporcionar evoluções no campo da inteligência artificial (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

Nesse contexto, você pode se perguntar: como será a evolução dos computadores e seus componentes daqui por diante?

Uma teoria foi criada sobre isso e por vários anos foi observado o que ela descrevia, a chamada "Lei de Moore". Em 1965, Gordon Moore, que fundou a empresa Intel (um dos maiores fabricantes de processadores e chips de computadores do mundo até hoje), previu que a densidade de transistores em um circuito integrado irá dobrar a cada ano. Moore fez essa projeção com base na relação preço/desempenho dos chips produzidos nos anos anteriores. Essa afirmação acabou sendo chamada de Lei de Moore e, na prática, a densidade de transistores dentro de um chip dobrou a cada 18 meses, em média. Porém,

devido à própria limitação tecnológica encontrada no processo de fabricação e os custos cada vez mais altos envolvidos, essa máxima não será aplicada para sempre. Mesmo assim, por muitos anos confirmou-se a afirmação de Moore e esta permaneceu verdadeira até praticamente o final da década de 2010. Ainda que não se mantendo no mesmo ritmo, da Lei de Moore, o processo de evolução dos chips dos computadores permanece e novos chips e tecnologias são constantemente lançados no mercado (TAURION, 2005).



Exemplificando

Imagine uma sala com diversos computadores, vários equipamentos que você irá classificar de acordo com a geração a que pertencem. Em uma rápida análise visual, você identifica:

- Um computador com tamanho físico de *mainframe* (bastante grande, com processamento central e terminais "burros"), semelhante a um armário, em que existem duas rodas e uma fita magnética entre essas.
- Um microcomputador antigo, com gabinete, teclado e monitor, mas sem mouse.

Temos a seguinte conclusão: De acordo com os conceitos de evolução dos computadores, o primeiro pertence à segunda geração e o microcomputador pertence à quarta geração.



Faça você mesmo

Tendo como base as cinco gerações de computadores, faça uma pesquisa e aponte pelo menos um computador de cada geração, citando suas principais características, tais como:

1. Tipo de componente usado para processamento dos dados.
2. Capacidade de memória RAM.
3. Com qual tipo de equipamento era feito o armazenamento dos dados.
4. Em qual época aproximada esse computador esteve no mercado.

Sem medo de errar!

Para que você possa se preparar para a situação geradora de aprendizagem proposta nesta unidade, que é a resolução de testes de conhecimento sobre a arquitetura e organização dos computadores, é necessário que você entenda também sobre a evolução dos computadores e suas gerações tecnológicas.

Imagine que você seja levado a uma sala cheia de computadores de diversas épocas e tenha que os classificar de acordo com a sua geração. Como, provavelmente, eles estarão sem funcionar, é necessário que você conheça a história da evolução dos computadores, suas gerações e suas principais características para que possa classificar cada modelo de computador corretamente, de acordo com sua geração.



Lembre-se

Os computadores modernos foram classificados em gerações, de acordo com sua tecnologia e desempenho:

- 1ª Geração – entre 1946 e 1954 – eram computadores que funcionavam a válvula, um tubo de vidro parecido com lâmpadas e que tinha a função de proporcionar o processamento de informações.
- 2ª Geração – entre 1955 e 1964 – sua principal evolução foi a substituição das válvulas pelos transistores e o surgimento de armazenamento em disco e fita magnética.
- 3ª Geração – entre 1964 e 1977 – sua principal evolução foram os circuitos integrados, chamados assim porque integravam milhares de transistores em um único componente eletrônico.
- 4ª Geração – entre 1977 e 1991 – trouxe aos computadores o processador, um chip dotado de unidade central de processamento. Foram criados sistemas, como o Unix, o MS-DOS e o Apple Macintosh. Um grande avanço foi o lançamento dos Microcomputadores Pessoais, também chamados de PCs.
- 5ª Geração – entre 1991 até os dias atuais – trouxe aos computadores inúmeras inovações, tais como o processador de 64 bits, discos rígidos de grande capacidade, memórias de trabalho e processamento cada vez maiores e inúmeros dispositivos que tornaram o uso do computador progressivamente mais difundido, como a capacidade de conexão fundamental para a internet.

Os computadores que você irá classificar por geração são:

- Um lote de computadores com gabinete, teclado, mouse, monitor e kit multimídia.
- Um computador desmontado, com placas quadradas grandes, como se fossem quadros de madeira, e cheias de válvulas.
- Um computador parecido com um grande armário, na parte frontal um compartimento formando uma caixa, com porta de vidro; dentro, dois grandes rolos de fita magnética.
- Um computador IBM/PC antigo, com a inscrição PX/XT.

- Um notebook com Wi-Fi e BlueTooth, 4 GB de RAM e HD de 500 GB.
- Um tablet com o símbolo Android.



Atenção!

Classifique cada computador de acordo com sua geração. Cada uma das gerações pode classificar mais de um computador existente nessa sala.

Avançando na prática

Pratique mais

Instrução

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, compare-as com as de seus colegas.

Desenvolvimento Histórico

1. Competência de fundamento de área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.
2. Objetivos de aprendizagem	Fundamentos de sistemas computacionais.
3. Conteúdos relacionados	Desenvolvimento histórico – as gerações dos computadores: zero – máquinas de cálculo mecânicas, primeira, segunda, terceira, quarta e lei de Moore.
4. Descrição da SP	Imagine que você seja levado a uma sala cheia de computadores de diversas épocas e deva preparar uma lista solicitando um computador de cada geração. Para preparar a lista, é necessário que você conheça a história da evolução dos computadores, suas gerações, os componentes principais dessas tecnologias. A lista solicitada de computadores e seus principais componentes deve conter pelo menos um computador e sua descrição técnica para cada geração dos computadores.

5. Resolução da SP	<p>Solicitação de computadores: (Classificados conforme sua Geração Tecnológica)</p> <p>1ª Geração 2ª Geração 3ª Geração 4ª Geração 5ª Geração</p> <p>Uma relação de seis computadores foi fornecida, classifique-os de acordo com sua geração:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Um computador de tamanho parecido com um armário grande, com um teclado, monitor parecido com uma TV embutido, dotado de entrada para uma gaveta e, ao lado, um pequeno armário com cartões perfurados colocados dentro de gavetas. 2. Um computador desmontado, com placas quadradas grandes, como se fossem quadros de madeira, e cheias de válvulas. 3. Um computador parecido com um grande armário, na parte frontal um compartimento formando uma caixa, com porta de vidro; dentro, dois grandes rolos de fita magnética. 4. Um computador IBM/PC antigo, com a inscrição 286. 5. Um computador que tenha apenas um grande monitor, com teclado e mouse. Observando, você vê caixas de som embutidas e também entradas de diversos cabos lateralmente. Na parte frontal, as inscrições Wi-Fi, BlueTooth e All In One. 6. Um computador Servidor IBM x3300 M4 Intel Xeon Core ES-2420 1.9 GHz.
--------------------	--



Faça você mesmo

Para que conheça mais sobre a história dos computadores, suas gerações tecnológicas e seus principais avanços, assista ao vídeo disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ALfzOpMPtVQ>>. Acesso em: 13 nov. 2015. Ao final, faça um resumo com as principais tecnologias apresentadas, pesquise a época em que foram lançadas e a quais gerações pertenciam cada uma delas.



Lembre-se

Não é por que chegamos à quinta geração que vamos parar por aqui: o desenvolvimento tecnológico continua trazendo avanços no desempenho dos computadores e, apesar de a Lei de Moore certamente não ser eterna (em algum momento espera-se que ela atinja um limite físico), podemos esperar com razoável grau de certeza que computadores muito mais rápidos e poderosos ainda venham a ser produzidos com tecnologias baseadas em chips de silício. Para além da Lei de Moore, contudo, não conseguimos enxergar ainda, mas novas tecnologias surgem a todo momento e protótipos ainda mais avançados (os computadores quânticos, por exemplo) mostram que o caminho à frente perde-se de vista em termos de crescimento no desempenho dos computadores.

Faça valer a pena!

1. Os microcomputadores atuais não mantêm apenas a forma de desktop: hoje em dia, dispositivos móveis, como smartphones e tablets podem, sem nenhum preconceito ou exagero, ser categorizados como microcomputadores. Os microcomputadores atuais pertencem a qual geração tecnológica?

- a) 3ª geração.
- b) 5ª geração.
- c) 4ª geração.
- d) 2ª geração.
- e) 1ª geração.

2. Os primeiros computadores funcionavam com válvulas, que foram substituídas por transistores. Em seguida, surgiram os circuitos integrados, que traziam em sua estrutura milhares de transistores integrados. Segundo a "Lei de Moore", a densidade de transistores em um circuito integrado, na prática, dobrou:

- a) A cada novo modelo de chip.
- b) A cada 1 ano.
- c) A cada 2 anos.
- d) A cada 36 meses.
- e) A cada 18 meses.

3. Em qual período da história aconteceu a 2ª geração de computadores?

- a) Entre 1955 e 1964.
- b) Entre 1977 e 1991.
- c) Entre 1964 e 1977.
- d) Entre 1991 e 2013.
- e) Entre 1936 e 1945

Seção 1.3

A estrutura básica de um computador

Diálogo aberto

Como você já deve ter notado, existem diversos tipos diferentes de computadores: desktops, notebooks, tablets, smartphones, consoles de games e muitos outros que assim podem ser chamados. Em todos você poderá notar muitas semelhanças, como monitor e capacidade de memória de processamento e de armazenamento de informações.

Nesta seção você irá aprofundar seus conhecimentos sobre a estrutura básica de um computador, sua Unidade Central de Processamento (CPU), sua memória principal e seus dispositivos de entrada e saída, além dos sistemas de interconexão usados pelos computadores atuais. Essa estrutura foi implementada logo após a Segunda Guerra Mundial, e foi proposta por John von Neumann, matemático húngaro, radicado e naturalizado nos Estados Unidos da América, envolvido com o desenvolvimento dos primeiros computadores usados. Ela é chamada de Arquitetura de von Neumann e tem servido como base para as novas tecnologias.

Ao conhecer mais sobre essa estrutura, você poderá perceber que os computadores seguem esse modelo tecnológico, que existem muitos avanços já realizados nessas tecnologias e, quanto mais detalhadamente você olhar para isso, mais claro e descomplicado será entender os computadores, seu funcionamento e seus dispositivos e componentes. Tais conhecimentos serão necessários para que você seja bem-sucedido no processo seletivo da empresa de desenvolvimento de tecnologia para computadores de última geração que irá ampliar sua fábrica no Brasil. Lembre-se de que serão contratados os candidatos com maior nota no processo seletivo.

Quanto mais você conhecer sobre essa estrutura, mais entenderá como os computadores são montados e como funcionam, quais funções cada dispositivo e componente executa e quais as semelhanças entre um e outro tipo de computador.

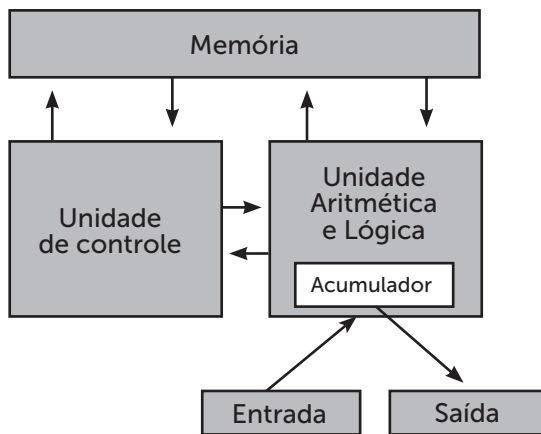
Vamos começar? Bom trabalho e bons estudos!

Não pode faltar!

Nós já vimos que a arquitetura dos computadores é resultado da evolução de vários equipamentos inventados com a finalidade de facilitar a execução de cálculos matemáticos (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

Os conceitos de máquinas mecânicas de cálculo foram usados em parte na teoria das máquinas universais, por Alan Turing. Após o final da Segunda Guerra, John von Neumann aperfeiçoou essas teorias e as usou na implementação da arquitetura de uma máquina digital, chamada de "Arquitetura de von Neumann". Esta arquitetura prevê a possibilidade de uma máquina digital armazenar os programas e os dados no mesmo espaço de memória, e estes serão processados por uma unidade de processamento central (CPU) composta por uma unidade de controle e uma unidade aritmética e lógica (ULA). Os dados são fornecidos através de dispositivos de entrada e retornados através dos dispositivos de saída (RAINER; CEGIESLK, 2012).

Figura 1.6 - Arquitetura de von Neumann



Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arquitetura_de_von_Neumann.svg#/media/File:Arquitetura_de_von_Neumann.svg>. Acesso em: 30 out. 2015.

Conhecendo essa estrutura, é possível perceber claramente que as funções básicas de um computador foram pensadas a partir dela e que esta foi adotada para os computadores modernos. Agora, você poderá aprofundar seus conhecimentos em cada um dos elementos que a compõe.

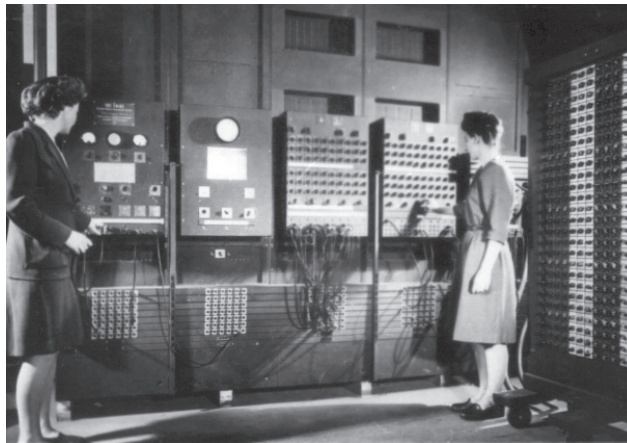
Unidade Central de Processamento (CPU)

A CPU (*Central Processor Unit*, ou Unidade Central de Processamento) é composta por uma Unidade Lógica Aritmética, a Unidade de Controle, que controla as unidades de memória e os dispositivos de entrada e saída do computador. Ela

é responsável também por carregar e executar os programas (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

Quando a Segunda Guerra Mundial terminou, em 1945, os primeiros computadores começaram a ser usados comercialmente. O ENIAC, primeiro computador lançado, funcionava com válvulas colocadas em quadros interligados e não dispunha de uma CPU, por isso tinha que ser programado manualmente cada vez que fosse executar uma nova tarefa: cabos e chaves deveriam ser reposicionados até que um novo programa fosse carregado. Na prática, toda a programação era feita dessa forma e só depois o computador processava as informações recebidas pela programação (ARRUDA, 2011).

Figura 1.7 – Duas mulheres operando um computador ENIAC



Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Two_women_operating_ENIAC.gif#/media/File:Two_women_operating_ENIAC.gif>. Acesso em: 03 nov. 2015.

Um pouco depois desse período, John von Neumann introduziu a ideia de uma unidade central de processamento em um projeto de computador chamado EDVAC, que ficou em operação entre 1949 e 1961. A arquitetura descrita e utilizada na CPU desse computador, que permitia o armazenamento de dados e programas na mesma unidade de memória através de seus endereçamentos, deu origem aos primeiros processadores da forma como os conhecemos hoje em dia (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

Entre as décadas de 1960 e 1970 surgiram as CPUs, desenvolvidas em circuitos integrados, um único chip de silício, que traziam as instruções observadas pela arquitetura de von Neumann (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014). Após esse período, o mundo viu surgir os microcomputadores, dotados de processadores cada vez mais rápidos, que ganharam cada vez mais espaço e hoje são indispensáveis (ARRUDA, 2011). Essa tecnologia evoluiu rapidamente e em poucas décadas tomou proporções nunca antes imaginadas. Pode-se dizer que a tecnologia de

processadores sempre foi dividida em gerações.

Um microprocessador criado pela Intel, o 4004, lançado em 1971, foi desenvolvido para o uso em calculadoras, trazia um clock máximo de 740 KHz (quilohertz) e podia calcular até 92.000 operações por segundo. Este pode ser considerado o primeiro processador aplicado a processar informações que utilizava a arquitetura de uma CPU (ARRUDA, 2011).

Já em meados da década de 1970 surgiu o processador que marcou o início dos computadores como os conhecemos hoje, ou seja, os microcomputadores da linha PC (*Personal Computer*). O processador Intel 8086 foi lançado e trazia uma tecnologia de processamento de 8 bits. Em 1970, foi lançado o processador 8088, que possuía barramento externo de 8 bits, com registradores de 16 bits e esse chip foi utilizado no IBM PC original. Pode-se dizer que essa foi a primeira geração dos microcomputadores PC (ARRUDA, 2011). A quantidade de bits de um processador representa a quantidade de informação que pode ser processada de cada vez, porém, a velocidade do processamento da informação se dá de acordo com a velocidade que o processador funciona em medida de Hertz, nos computadores atuais na casa dos Gigahertz (TANENBAUM, 2006).

A geração seguinte de processadores dobrou a capacidade de processamento, ou seja, os computadores dessa geração funcionavam com 32 bits. Esta arquitetura foi usada por um número muito grande de modelos de microcomputadores, sendo chamada de x86 de 32 bits; x86 porque foram sempre uma evolução do processador 8086 inicial e deram vida a processadores conhecidos, como o 286, 386, 486, Pentium I, II, III e IV, Pentium Celeron e outros. Também, podemos dizer que os processadores atuais são o resultado da evolução desses processadores (ARRUDA, 2011).

No final da década de 1990 e começo dos anos 2000, os processadores de 32 bits tinham a capacidade de endereçamento de memória de, no máximo, 4 GB de memória RAM. Esta capacidade é determinada pelo número de bits do processador e quantos endereços podem ser conseguidos com esses bits. No caso de 32 bits, conseguimos um pouco mais de 4 bilhões de endereços, representados por 4 GB. Novas tecnologias estavam sendo lançadas com mais capacidade de processamento, o que levou a uma evolução natural para processadores de 64 bits, nos quais podem ser gerenciados, aproximadamente, 16 PB (petabytes) de endereços de memória possíveis. (VELLOSO, 2011)

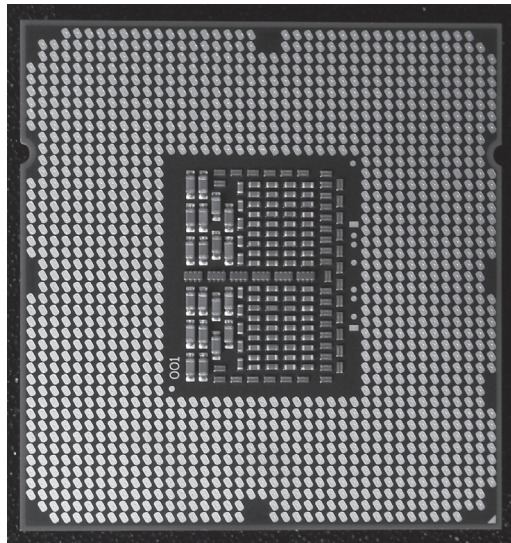
A empresa AMD foi pioneira e lançou um processador de 64 bits que funcionava muito melhor do que as soluções apresentadas até então pelo seu maior concorrente, a Intel, que tinha uma grande vantagem sobre a tecnologia de 32 bits. O modelo da AMD foi adotado como modelo para a arquitetura de 64 bits, resultado de um acordo feito entre esses dois fabricantes, AMD e Intel, pelo qual a

AMD licenciou a tecnologia de 64 bits para uso da Intel e, em contrapartida, a Intel licenciou a tecnologia de 32 bits para a AMD, o que contribuiu para que ambas dominassem juntas o mercado desse período. Um modelo que marcou a tecnologia de 64 bits foi o processador ATHLON 64 da AMD, líder nos microcomputadores da época (ARRUDA, 2011).

Você pode observar que a cada dia novos equipamentos surgem, novas tecnologias são inventadas e essa realidade é observada mais intensamente nos computadores. Como não poderia ser diferente, o próximo passo nesta evolução foi a necessidade de aumentar a velocidade dos processadores, e por limitações técnicas, principalmente pelo calor gerado pelos chips de processadores rápidos, isso não estava sendo possível. A solução encontrada para essa limitação foi colocar dentro de um único chip mais de um núcleo de processamento, ou seja, mais de um processador. Essa tecnologia foi chamada de Multicore, possibilitando um aumento de capacidade de processamento sem a necessidade de aumentar as velocidades de cada núcleo. A ideia foi aumentar o número de núcleos, ampliando assim a capacidade final de processamento (ARRUDA, 2011).

Há alguns anos, mais precisamente em 2006, a Intel retomou a frente no mercado de processadores e iniciou a sua linha Core. Esta traz várias possibilidades de se implementar múltiplos núcleos dentro de um mesmo processador. Fazem parte dessa linha os modelos Core 2 Duo, Pentium Dual Core, Core 2 Quad, Core i3, i5 e i7, processadores que têm em sua arquitetura diversos núcleos, de acordo com cada modelo (ARRUDA, 2011).

Figura 1.8 – Visão interna de um processador Intel i7



Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AIntel_core_i7_940_bottom_R7309480_wp.jpg>. Acesso em: 03 nov. 2015.



Pesquise mais

Conheça mais sobre a evolução dos processadores no site Tecmundo – A história dos processadores. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/historia/2157-a-historia-dos-processadores.htm>>. Acesso em: 30 out. 2015.



Assimile

Podemos verificar que os processadores modernos tiveram gerações distintas, como:

- A família x86 de 16 bits.
- Processadores de 32 bits.
- Processadores de 64 bits.
- Processadores Multicore.
- Intel Core.

Memórias

Além dos processadores, você já observou que existem também outros componentes nessa arquitetura, sendo que as memórias de trabalho, também chamadas de memórias principais, fazem parte dela.

A memória RAM (*Random Access Memory*) possibilita aos processadores endereçar dados divididos em regiões distintas, usadas pelo sistema operacional da máquina, verificar informações de dispositivos de entrada e saída, de programas do usuário e dados gerados por esses programas. A capacidade de administrar a quantidade de memória RAM cresceu a cada geração de processador, pois é ele quem administra o endereçamento de dados através das funções de seus registradores e de seu barramento. Nos processadores de 32 bits era possível o endereçamento de, no máximo, 4 GB de memória RAM e somente nos processadores de 64 bits passou a ser possível quantidades maiores de memória (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).



Faça você mesmo

Conheça mais sobre o funcionamento dos computadores em:

SOUZA FILHO, Gilberto; ALEXANDRE, Eduardo de S. M. **Introdução à computação**. 2. ed. João Pessoa: Editora da UFPB, 2014.



Refleta

Quando você verificar um computador e este comportar, no máximo, 4 GB de memória RAM, significa que ele tem uma arquitetura baseada em processadores de 32 bits. Por consequência, qualquer máquina que consiga administrar quantidades de memória RAM superiores a 4 GB de RAM tem sua arquitetura baseada em processadores de 64 bits (ou possivelmente mais, em futuras gerações).

Entrada e Saída

Você já deve ter visto que entre as funções básicas de um computador existem componentes de entrada e saída de dados. Essas funções foram previstas na arquitetura dos computadores e os equipamentos e componentes que fazem a entrada e saída de dados funcionam em conjunto com os processadores (VELLOSO, 2011).

Os equipamentos criados para funcionar em tecnologias de 64 bits muito provavelmente não funcionarão em computadores dotados de processadores de 32 bits devido a seus barramentos.

Os barramentos são as vias por onde passam os dados e permitem a transmissão de informações entre a CPU, os dispositivos de entrada e saída de dados e as unidades de memória. A quantidade de barramentos aumenta de acordo com a geração do computador (OKUYAMA; MILETTO; NICOLAU, 2014). Já equipamentos idealizados para computadores de 32 bits podem funcionar em máquinas de 64 bits de forma total ou apenas parcial, dependendo da aplicação e do driver que o sistema operacional utilize para fazê-lo funcionar (ALMEIDA, 2007).

Interconexão

Na década de 1990, surgiu a internet, rede mundial de computadores que marcou o início de uma nova geração de máquinas e programas com capacidade de acessar à rede, de se conectarem entre si e trocar informações. Essa capacidade é chamada de interconexão e anteriormente pertencia somente aos grandes computadores *mainframes*. A interconexão trouxe novos conceitos aos microcomputadores, que passaram a se conectar, em um primeiro momento, através de cabos e, posteriormente, através de conexões sem fio (via Wi-Fi, por exemplo). Os computadores passaram a enviar e receber dados através dessas conexões, aproveitando a maior capacidade dos processadores de administrar informações. Os novos processadores, com suas velocidades cada vez maiores, permitiram que essa tecnologia fosse amplamente explorada. Novas máquinas surgiram, servidores (computadores que administram o funcionamento de uma rede) foram implementados em substituição a grandes

mainframes e os Datacenters (centrais de processamento) baseados em tecnologia de servidores surgiram e possibilitaram a estrutura atual da internet (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

Surgiram novos conceitos de programas e sistemas computacionais que permitem essa conectividade, que é a capacidade de os computadores trocarem informações entre si; essa convergência tecnológica ficou então conhecida como Tecnologia da Informação (VELLOSO, 2011).



Exemplificando

Um bom exemplo de conectividade é quando você faz uma compra online. Esta situação, considerada simples hoje em dia, só é possível tendo vários sistemas de várias empresas interligados, começando pela sua internet, passando pelo sistema da loja que está vendendo o produto, o sistema bancário que irá efetuar o pagamento da compra e o sistema da empresa que irá entregar o produto no seu endereço. Toda essa troca de informações acontece de forma automática e praticamente nem é percebida enquanto é realizada.

Sem medo de errar!

Você está se preparando para participar de um processo seletivo que aplicará testes de conhecimento sobre arquitetura e organização dos computadores. Será necessário que você conheça a arquitetura dos computadores, seus processadores, como estes administram a quantidade de memória do computador, os dispositivos de entrada e saída e como se conectam a uma rede.

Nessa etapa, você será levado a uma bancada e irá classificar:

- Computadores de acordo com a tecnologia de seus processadores.
- Processadores de acordo com sua arquitetura, 32 ou 64 bits.
- Observar a quantidade de memória RAM que cada processador pode endereçar.



Lembre-se

Processadores de 32 bits endereçam, no máximo, 4 GB de RAM.

Processadores de 64 bits têm capacidade de endereçamento maiores que 4 GB de RAM, o que não significa que computadores de 64 bits não possam ter 4 GB de memória RAM ou menos.

Os computadores e peças que você irá classificar de acordo com a arquitetura de 32 ou 64 bits são:

Computador 01	Computador 02	Computador 03	Processadores
<ul style="list-style-type: none"> - IBM PC - Processador 8088 - 8 MB de RAM - Monitor e Teclado - Bits do Processador: Computador 02 	<ul style="list-style-type: none"> - Sem processador colocado na placa mãe - 2 GB de RAM - Monitor, Teclado, mouse - Caixas de som - Placa de rede Ethernet - Aceita apenas processadores de quantos bits? 	<ul style="list-style-type: none"> - Processador Pentium Dual Core - 6 GB de RAM - Monitor, teclado, mouse - Caixas de som - Placa de rede Ethernet - Wi-Fi, Bluetooth - Bits do processador: 	<ul style="list-style-type: none"> - 80286 – Bits: - Athlon 64 – Bits: - Intel i5: – Bits: - Placa-mãe sem processador, mas com 8 GB de RAM, aceita apenas processadores de quantos bits? - Pentium Core 2 Duo - Bits:



Atenção!

Classifique cada computador ou processador de acordo com sua arquitetura, se 32 bits ou 64 bits, e também pela capacidade de endereçamento de memória que cada tecnologia proporciona.

Avançando na prática

Pratique mais	
Instrução	Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, compare-as com as de seus colegas.

A estrutura básica de um computador	
1. Competência de fundamento de área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.
2. Objetivos de aprendizagem	Conhecer as gerações de processadores.
3. Conteúdos relacionados	A estrutura básica de um computador: Unidade Central de Processamento (CPU), memória principal, dispositivos de E/S e sistemas de interconexão.
4. Descrição da SP	Você foi designado pela empresa em que está realizando estágio para analisar um lote de seis computadores e indicar quais têm arquitetura de 64 bits, pois a empresa pretende montar uma rede interna apenas com computadores desta tecnologia. Você irá classificar: - Computadores de acordo com a tecnologia de seus processadores, 32 ou 64 bits.

5. Resolução da SP

Classificar de acordo com a arquitetura de 32 ou 64 bits:

<p>Computador 01</p> <p>Processador Pentium Celeron com</p> <p>2 GB de RAM</p> <ul style="list-style-type: none"> - Monitor, teclado, mouse - Caixas de som - Placa de rede Ethernet <p>Bits do processador: 32 bits.</p>	<p>Computador 02</p> <ul style="list-style-type: none"> - Processador Pentium Dual Core - 6 GB de RAM - Monitor, teclado, mouse - Caixas de som - Placa de rede Ethernet - Wi-Fi, Bluetooth <p>Bits do processador: 64 bits</p>	<p>Computador 03</p> <ul style="list-style-type: none"> - Processador AMD Athlon 64 - 4 GB de RAM - Monitor, teclado, mouse - Caixas de som - Placa de rede Ethernet <p>Bits do Processador: 64 bits</p>
<p>Computador 04</p> <ul style="list-style-type: none"> - Processador Pentium Core i3 - 4 GB de RAM - Monitor, teclado, mouse - Caixas de som - Placa de rede Ethernet - Wi-Fi, Bluetooth <p>Bits do processador: 64 bits</p>	<p>Computador 05</p> <ul style="list-style-type: none"> - Processador Pentium Core i5 - 4 GB de RAM - Monitor, teclado, mouse - Caixas de som - Placa de rede Ethernet - Wi-Fi, Bluetooth <p>Bits do processador: 64 bits</p>	<p>Computador 06</p> <p>Processador Pentium Celeron com</p> <p>4 GB de RAM</p> <ul style="list-style-type: none"> - Monitor, teclado, mouse - Caixas de som - Placa de rede Ethernet <p>Bits do processador: 32 bits</p>



Lembre-se

- **Família x86 de 16 bits** – Processador 8086, usado nos primeiros PCs.
- Processadores de 32 bits – 386, 486, Pentium I, II, III e IV, Pentium Celeron, conseguem endereçar até, no máximo, 4 GB de RAM.
- Processadores de 64 bits – AMD 64 Bits, conseguem endereçar quantidades maiores do que 4 GB de RAM.
- Processadores Multicore – tecnologia de processadores com mais de um núcleo de processamento.
- Intel Core – Processadores Core 2 Duo, Pentium Dual Core, Core 2 Quad, Core i3, i5 e i7.



Faça você mesmo

Para que você possa conhecer mais sobre as tecnologias de processadores de 32 e 64 bits e como eles gerenciam as informações e memórias, assista ao vídeo indicado a seguir, que mostra, inclusive, a aplicação de processadores de 64 bits nos aparelhos mobile mais recentes.

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ZAAHLKNTIFg>>. Acesso em: 17 nov. 2015.

Prepare um resumo dos conceitos apresentados no vídeo sobre processadores, memória, barramento e número de bits usados. Faça também uma linha do tempo que descreva o número de bits dos processadores de acordo com a época que foram utilizados nos computadores. Finalize o resumo demonstrando as diferenças entre processadores de 32 bits e de 64 bits.

Faça valer a pena!

1. Observe a afirmação a seguir e, em seguida, escolha a alternativa que completa corretamente as lacunas:

Na "Arquitetura de von Neumann", uma Unidade de Processamento Central (CPU) e composta por uma _____ e uma _____.

- a) memória RAM; tabela de endereçamento.
- b) unidade de entrada; unidade de saída.
- c) unidade de memória; unidade de entrada.
- d) unidade de controle; unidade aritmética e lógica (ULA).
- e) tabela de endereçamento; unidade de controle.

2. Coloque Verdadeiro (V) ou Falso (F) para as afirmações a seguir:

() Os processadores 8086 e 8088, respectivamente, tinham 16 bits e 32 bits.

() Somente processadores de 64 bits conseguem endereçar memórias RAM acima de 4 GB.

- () Computadores com processadores de 64 bits podem ter memória RAM de 2 GB.
- () O processador Pentium Celeron atende às arquiteturas de 32 bits e 64 bits.
- () O processador Pentium Dual Core pode endereçar 1 TB (Terabyte) de memória caso a arquitetura da placa-mãe permita.

Está correta a alternativa:

- a) V- F- V- V- F.
- b) V- V- V- F- F.
- c) F- F- V- V- F.
- d) V- F- F- V- F.
- e) F- V- V- F- V.

3. Em qual ano exatamente a fabricante de processadores Intel iniciou sua linha Core, trazendo ao mercado processadores de múltiplos núcleos, como o Core 2 Duo, Pentium Dual Core, Core 2 Quad, Core i3, i5 e i7?

- a) 2000.
- b) 2001.
- c) 2010.
- d) 2004.
- e) 2006.

Seção 1.4

A hierarquia de níveis de computador

Diálogo aberto

Quando você começa a ver as diversas tecnologias digitais que existem hoje e como elas foram pensadas, percebe vários pontos em comum entre elas. Isso acontece porque os computadores são produzidos baseados em uma arquitetura que foi inventada há anos e que vem sofrendo constante evolução, porém, mantendo seus pontos principais praticamente da mesma forma. Você também já viu que existem vários tipos diferentes de computadores, desktops, notebooks, tablets, smartphones, consoles de games, e em todos você pode notar muitas semelhanças, como monitores, memórias RAM, discos rígidos, pen drives, cartões de memória, teclados padrão ou telas de *touch screen* que permitem a digitação, conexões com internet via cabo ou via Wi-Fi, e muitos outros dispositivos que se conectam aos computadores e auxiliam no seu uso.

Essa arquitetura foi proposta por John Von Neumann, matemático húngaro radicado e naturalizado nos Estados Unidos da América e envolvido com o desenvolvimento dos primeiros computadores usados logo após a Segunda Guerra Mundial. Ela é chamada de Arquitetura de Von Neumann e tem servido como base para as novas tecnologias.

Ao aprofundar seus conhecimentos nesta arquitetura, você conhecerá melhor o modelo proposto por Von Neumann: uma Unidade Central de Processamento (CPU) e suas unidades principais, a unidade de controle e a unidade lógica aritmética, suas memórias e também as unidades de entrada e saída. Quanto mais você conhecer sobre essa estrutura, mais entenderá como os computadores são montados e como funcionam.

O entendimento desses conceitos é de extrema importância e será usado por você no processo seletivo da empresa de desenvolvimento de tecnologia para computadores de última geração, que irá ampliar sua fábrica no Brasil. Lembre-se: ao final desse processo, serão aplicados vários testes e contratados os candidatos com maior nota.

Aprofunde cada vez mais seus conhecimentos.

Bom trabalho e bons estudos!

Não pode faltar!

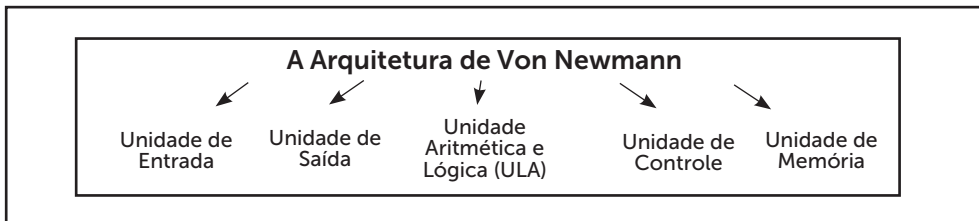
A estrutura dos primeiros computadores era limitada e sua programação difícil, como você já deve ter visto. Essas máquinas funcionavam com válvulas colocadas em quadros interligados e não dispunham de uma CPU, tendo que ser programadas manualmente cada vez que fossem executar uma nova tarefa. Na prática, toda a programação era feita reposicionando cabos e chaves até que um novo programa fosse carregado e só depois o computador processava as informações recebidas por essa programação (ARRUDA, 2011).

Após o final da Segunda Guerra, John von Neumann implementou a arquitetura de uma máquina digital, chamada de "Arquitetura de von Neumann". Esta arquitetura prevê a possibilidade de uma máquina digital armazenar os programas e os dados no mesmo espaço de memória e estes serão processados por uma unidade de processamento central (CPU), composta por uma unidade de controle e uma unidade aritmética e lógica (ULA). Os dados são fornecidos através de dispositivos de entrada e retornados através dos dispositivos de saída (RAINER; CEGIESLK, 2012).

Mas você deve estar se perguntando: como essa arquitetura, que é usada até hoje nos computadores, conseguiu estabelecer um padrão aceitável para que as máquinas pudessem processar informações? Vejamos como isso foi pensado.

Uma máquina que estiver baseada na arquitetura de Von Neumann terá todas as unidades previstas nesta tecnologia, como você pode ver na Figura 1.9:

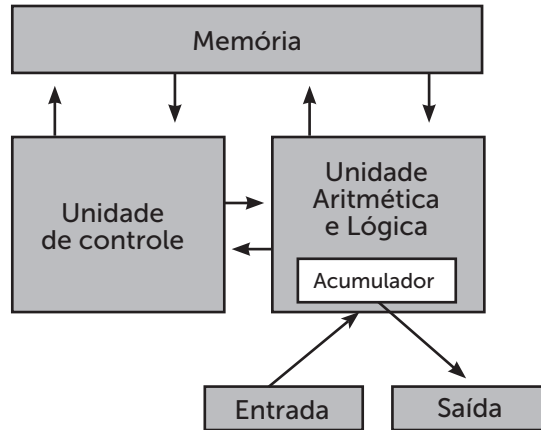
Figura 1.9 - Arquitetura de John von Neumann



Fonte: ilustração baseada na descrição do vídeo The von Neumann Architecture. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=5BpgAHBZgec>>. Acesso em: 23 nov. 2015

A descrição da arquitetura de von Neumann prevê cinco unidades distintas, como pode ser observado na Figura 1.9, e a organização dessas unidades é demonstrada na Figura 1.10, como segue:

Figura 1.10- Arquitetura de John von Neumann



Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arquitetura_de_von_Neumann.svg#/media/File:Arquitetura_de_von_Neumann.svg>. Acesso em: 30 out. 2015.



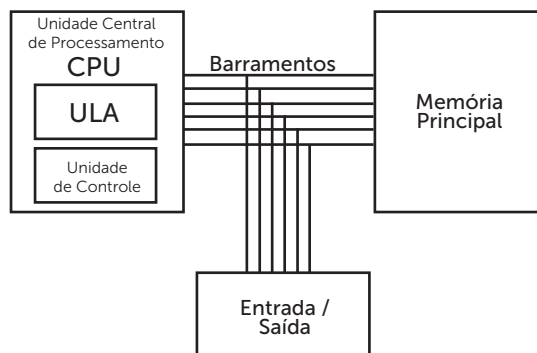
Pesquise mais

Conheça mais sobre a arquitetura de um computador em:

Disponível em: <http://redetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infor_comun/tec_inf/081112_org_arq_comp.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2015.

Cada uma dessas unidades tem sua função no processamento e controle das demais unidades do computador. Os barramentos, que são as vias por onde passam os dados, permitem a transmissão de informações entre a CPU, os dispositivos de entrada e saída de dados e as unidades de memória (OKUYAMA; MILETTO; NICOLAU, 2014).

Figura 1.11 - CPU, Memórias, E/S e Barramentos

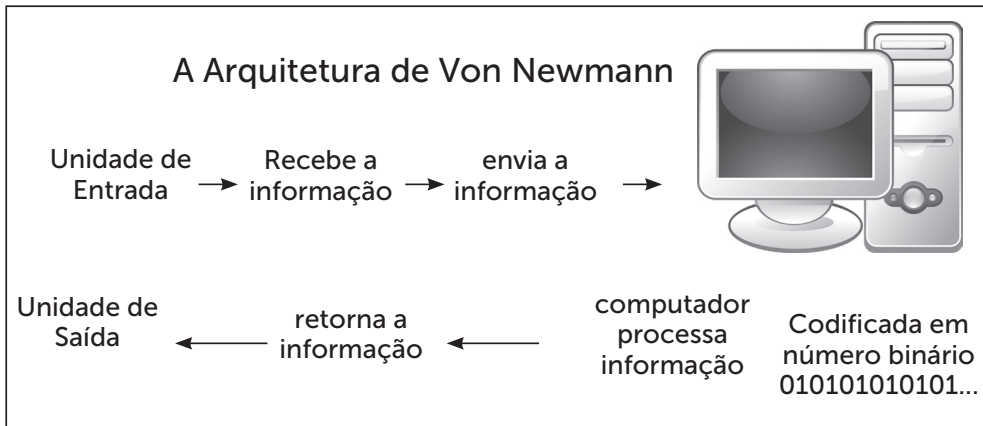


Fonte: Souza Filho (2014)

Pode-se verificar também que essa estrutura lógica constitui o funcionamento dos computadores digitais, inclusive dos computadores mais modernos usados atualmente (FONSECA FILHO, 2007).

Você já viu que os computadores têm a mesma forma de lidar com as informações. O computador recebe as informações através da unidade de entrada e de seus dispositivos, a CPU processa essas informações e retorna o resultado deste processamento através da unidade de saída e de seus dispositivos (RAINER; CEGIESLK, 2012).

Figura 1.12 - Arquitetura de von Neumann

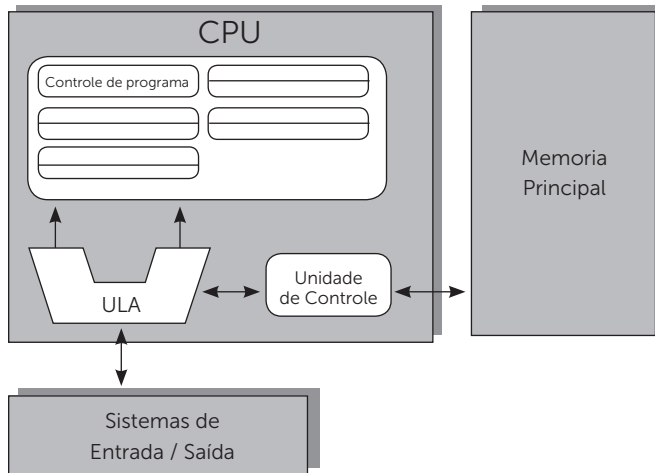


Fonte: Ilustração baseada na descrição do vídeo The von Neumann Architecture. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=5BpgAHBZgoc>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

As informações são convertidas pelo processador em sistema binário (0 e 1) no momento da entrada de dados e convertidas para o sistema alfanumérico usado por nós, usuários, no momento da saída desses dados. Essas informações são armazenadas nas memórias do computador e são usadas para processamento, com a finalidade de retornar resultados através das unidades de saída ou até para serem gravadas em dispositivos de armazenamento de memória, como discos rígidos (RAINER; CEGIESLK, 2012).

A unidade lógica e aritmética (ULA) é responsável por executar os cálculos matemáticos utilizados para processar os dados dentro do computador. Dependendo dos resultados desses cálculos, diferentes ações podem acontecer, considerando cada programa que estiver sendo executado naquele momento (OKUYAMA; MILETTO; NICOLAU, 2014).

Figura 1.13 - Arquitetura de von Neumann – ULA



Fonte: Wikimedia Commons, adaptado. Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arquiteturaneumann.jpg#/media/File:Arquiteturaneumann.jpg>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

Já a unidade de controle de um processador tem a função de coordenar e direcionar as principais funções de um computador, como o processador vai enviar e receber os dados para as memórias, interpretar cada função contida em um programa e depois iniciar a ação que execute essa função. Essa unidade é a responsável por toda a ordenação de dados de um computador e até pelo funcionamento do próprio computador, pois coordena a ULA, os registradores que controlam as memórias, os barramentos internos que se comunicam com as memórias e todo o funcionamento da placa-mãe e a interligação dos dispositivos nela inseridos (FONSECA FILHO, 2007).



Refleta

Os computadores evoluíram e suas gerações foram classificadas de acordo com o tipo de processador. Você já percebeu que, quando nos referimos a algum tipo de computador, nos referimos ao seu processador? É muito comum falar que tal computador é um i3 com "X" quantidade de RAM e "X" quantidade de HD (*Hard Disc*) (DIGERATI, 2008).

A memória é o espaço que recebe as informações para serem processadas e, também, após seu processamento, para serem enviadas aos dispositivos de saída. Esse espaço é composto por registradores que são endereçados, ou seja, são os espaços de memória que recebem os dados e são divididos de acordo com a função, como espaço para o sistema operacional, controle de dispositivos de entrada e saída, espaço para a execução de programas e para os dados a serem processados e retornados após o processamento.

Um espaço de memória pode conter uma instrução de um programa ou um dado qualquer, que serão endereçados na memória pela unidade de controle da CPU. Os dados que serão processados pela ULA ficam na memória e a unidade de controle endereça estes dados. Isso permite que a ULA identifique onde estão os dados a serem processados, execute as operações necessárias, e a unidade de controle pode definir onde armazenar os dados resultantes do processamento. A memória que recebe esse endereçamento e é usada para receber as informações da unidade de entrada e as processadas pelo computador é a memória RAM (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014).

Nessa arquitetura de computadores estão previstas também as unidades de entrada e saída de dados. Como você já deve ter visto, estas unidades são compostas por diversos dispositivos e podem ser divididos em (SOUZA FILHO; ALEXANDRE, 2014):

- **Dispositivos de Entrada:** nos quais podemos inserir/entrar com dados no computador. Exemplo: teclado, mouse, telas sensíveis ao toque (*touch screen*).

- **Dispositivos de Saída:** em que os dados podem ser visualizados. Exemplo: telas e impressoras.

- **Dispositivos de Entrada/Saída:** são dispositivos que podem enviar e receber dados, como o disco rígido, pen drives, as conexões de internet via cabo e Wi-Fi, monitores e telas *touch screen*, dentre outros (FONSECA FILHO, 2007).

O gargalo de von Neumann

A via de transmissão de dados entre a CPU e a memória limita de certa forma a velocidade do processamento de um computador. Os barramentos têm esta função e a troca de dados entre o processador e a memória fica limitada pela taxa de transferência de dados que esses barramentos são capazes de proporcionar, que em geral são bem menores que a capacidade dos processadores, sendo um fator limitador da velocidade atingida no processamento das informações. Esse problema aumenta a cada nova geração e o desenvolvimento de tecnologia com maior número de barramentos é uma das soluções adotadas pelos fabricantes de tecnologia (TANENBAUM, 2006).



Assimile

Nos computadores atuais, podemos observar a divisão da arquitetura de von Neumann, são aparelhos dotados de processadores, memória RAM e dispositivos de entrada e saída, como monitores, teclados, mouse, discos rígidos no caso de computadores e notebooks e, no caso de aparelhos mobile, como smartphones e tablets, temos telas *touch screen* e cartões de memória. A estrutura de arquitetura continua sendo praticamente a mesma, mudando apenas os dispositivos de acordo com a evolução tecnológica dos aparelhos.



Exemplificando

O computador recebe as informações através da unidade de entrada e de seus dispositivos, a CPU processa essas informações e retorna o resultado deste processamento através da unidade de saída e de seus dispositivos. As informações são convertidas pelo processador em sistema binário (0 e 1) no momento da entrada de dados e convertidas para o sistema alfanumérico, usado por nós, usuários, no momento da saída dos dados.



Faça você mesmo

Tendo como base a Arquitetura de von Neumann, pesquise e desenvolva um relatório detalhado sobre barramentos de computadores. A pesquisa deverá descrever:

- O que são barramentos e como funcionam.
- Categorias básicas de barramentos.
- Barramento de dados.
- Barramento de endereços.
- Barramentos de sinais de controle.

Hierarquia de níveis

Para que programas e dados sejam processados, foi criada uma organização em uma hierarquia de níveis de forma hipotética, ou seja, essa hierarquia foi pensada para poder classificar as etapas do processamento que acontece dentro de um computador. Nessa hierarquia temos o nível mais alto, que é percebido pelo usuário e no qual são mostrados os programas e os dados, e os demais são executados internamente pelo computador (NULL; LOBUR, 2011).

Nível 6 – Usuário	Programas executáveis
Nível 5 – Linguagem de Alto Nível	C++, Java, FORTRAN etc.
Nível 4 – Linguagem Assembler	Assembler.
Nível 3 – Sistema	Sistema operacional.
Nível 2 – Máquina	Arquitetura do conjunto de instruções.
Nível 1 – Controle	Microcódigo implementado em hardware.
Nível 0 – Lógica Digital	Circuitos, barramentos etc.

Máquinas com arquiteturas diferentes da arquitetura de von Neumann

Embora os computadores tenham seguido a arquitetura proposta por von Neumann, existem máquinas que computam dados e que não foram construídas usando essa arquitetura. Entre essas máquinas encontramos computadores analógicos, computadores com múltiplos processadores funcionando em paralelo e executando programas de forma cooperativa, ou seja, um programa sendo executado por mais de um processador, redes neurais artificiais, usadas principalmente em desenvolvimento de sistemas que envolvam inteligência artificial, e máquinas de fluxos de dados, que realizam suas operações com os dados disponibilizados no momento do processamento, não havendo, nesse caso, uma programação feita antecipadamente (TANENBAUM, 2006).

Sem medo de errar!

Você está se preparando para participar de um processo seletivo que aplicará testes de conhecimento sobre a arquitetura e organização dos computadores. Será necessário que você conheça a arquitetura dos computadores de acordo com a arquitetura de von Neumann, suas unidades e como funciona o processamento de informações de acordo com essa arquitetura.

Nesta etapa, você terá que fazer a leitura do primeiro capítulo de um artigo científico e identificar, de forma comparativa, as vantagens e as desvantagens da Arquitetura de von Neumann. Deverá listar quais as unidades previstas por essa arquitetura e qual a função delas. Deverá ainda citar outros tipos de arquiteturas de computação. Organize uma pequena planilha com esses pontos e demonstre, dessa forma, seus conhecimentos sobre a arquitetura dos computadores.



Pesquise mais

Endereço eletrônico para artigo que deve ser usado nessa pesquisa, além do conteúdo abordado nesta seção:

Disponível em: <<ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/ea960/ea960.pdf>>.
Acesso em: 23 dez. 2015.



Lembre-se

A arquitetura de von Neumann é composta de:

- Unidade Central de Processamento com:
 - Unidade Lógica e Aritmética (ULA).
 - Unidade de controle.
- Unidades de entrada e saída.
- Memória.

E além dessas unidades básicas, essa arquitetura ainda conta com os barramentos para a transmissão dos dados entre as unidades.



Atenção!

Você deverá identificar as vantagens e desvantagens da arquitetura de von Neumann, de acordo com o que já foi apresentado. Além disso, demonstrará outros tipos de sistemas computacionais que não usam essa arquitetura.

Pesquisa: Arquitetura de von Neumann

Vantagens	
Desvantagens	
Sua estrutura – Unidades	
Função da CPU	
Função da ULA	
Função da Unidade de Controle	
Função dos Barramentos	
Descrição do Gargalo de von Neumann	
Máquinas não von Neumann	

Avançando na prática

Pratique mais

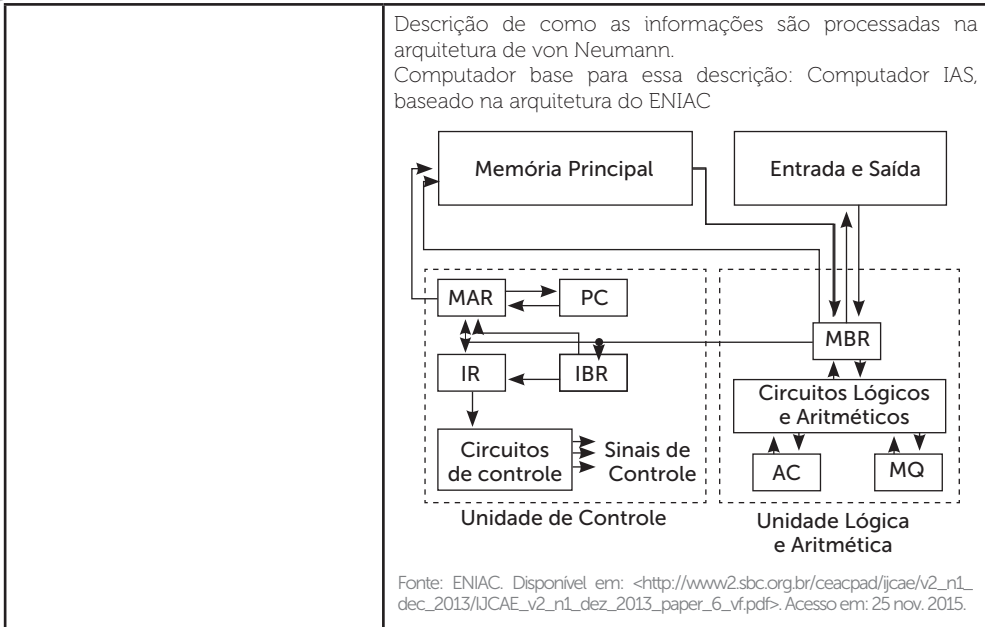
Instrução

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, compare-as com as de seus colegas.

Pesquisa – Arquitetura de von Neumann

1. Competência de fundamento de área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.									
2. Objetivos de aprendizagem	Assimilar como foi pensado o modelo tecnológico adotado para os computadores.									
3. Conteúdos relacionados	A hierarquia de níveis de computador. O modelo de von Neumann.									
4. Descrição da SP	Nesta etapa, você continuará a responder testes de reconhecimento de novos componentes e dispositivos, e descreverá qual o papel de cada um deles dentro do computador, tendo em vista a arquitetura de von Neumann.									
5. Resolução da SP	<p>Pesquisa: Arquitetura de von Neumann</p> <table border="1"> <tr> <td>Vantagens</td> <td>Essa arquitetura prevê a possibilidade de uma máquina digital armazenar os programas e os dados no mesmo espaço de memória, e que serão processados por uma unidade de processamento central (CPU) composta por uma unidade de controle e uma unidade aritmética e lógica (ULA). Os dados são fornecidos através de dispositivos de entrada e retornados através dos dispositivos de saída.</td> </tr> <tr> <td>Desvantagens</td> <td>A via de transmissão de dados entre a CPU e a memória limitada, de certa forma, a velocidade do processamento de um computador. Os barramentos têm essa função e a troca de dados entre o processador e a memória fica limitada pela taxa de transferência de dados que esses barramentos são capazes de proporcionar.</td> </tr> <tr> <td>Sua estrutura – Unidades</td> <td>Memória, CPU, Unidades de Entrada/Saída.</td> </tr> <tr> <td>Função da CPU</td> <td>Processar os dados.</td> </tr> </table>		Vantagens	Essa arquitetura prevê a possibilidade de uma máquina digital armazenar os programas e os dados no mesmo espaço de memória, e que serão processados por uma unidade de processamento central (CPU) composta por uma unidade de controle e uma unidade aritmética e lógica (ULA). Os dados são fornecidos através de dispositivos de entrada e retornados através dos dispositivos de saída.	Desvantagens	A via de transmissão de dados entre a CPU e a memória limitada, de certa forma, a velocidade do processamento de um computador. Os barramentos têm essa função e a troca de dados entre o processador e a memória fica limitada pela taxa de transferência de dados que esses barramentos são capazes de proporcionar.	Sua estrutura – Unidades	Memória, CPU, Unidades de Entrada/Saída.	Função da CPU	Processar os dados.
Vantagens	Essa arquitetura prevê a possibilidade de uma máquina digital armazenar os programas e os dados no mesmo espaço de memória, e que serão processados por uma unidade de processamento central (CPU) composta por uma unidade de controle e uma unidade aritmética e lógica (ULA). Os dados são fornecidos através de dispositivos de entrada e retornados através dos dispositivos de saída.									
Desvantagens	A via de transmissão de dados entre a CPU e a memória limitada, de certa forma, a velocidade do processamento de um computador. Os barramentos têm essa função e a troca de dados entre o processador e a memória fica limitada pela taxa de transferência de dados que esses barramentos são capazes de proporcionar.									
Sua estrutura – Unidades	Memória, CPU, Unidades de Entrada/Saída.									
Função da CPU	Processar os dados.									

	<p>Função da ULA</p>	<p>A unidade lógica e aritmética (ULA) é responsável por executar os cálculos matemáticos utilizados para processar os dados dentro do computador. Dependendo dos resultados desses cálculos, diferentes ações podem acontecer, considerando cada programa que estiver sendo executado naquele momento.</p>
	<p>Função da Unidade de Controle</p>	<p>Esta unidade é a responsável por toda a ordenação de dados de um computador e até pelo funcionamento do próprio computador, pois coordena a ULA, os registradores que controlam as memórias, os barramentos internos que se comunicam com as memórias e todo o funcionamento da placa-mãe e a interligação dos dispositivos nela inseridos.</p>
	<p>Função dos Barramentos</p>	<p>Os barramentos são as vias por onde passam os dados, permitem a transmissão de informações entre a CPU, os dispositivos de entrada e saída de dados e as unidades de memória.</p>
	<p>Descrição do Gargalo de von Neumann</p>	<p>A via de transmissão de dados entre a CPU e a memória limita de certa forma a velocidade do processamento de um computador. Os barramentos têm essa função e a troca de dados entre o processador e a memória fica limitada pela taxa de transferência de dados que esses barramentos são capazes de proporcionar.</p>
	<p>Máquinas não von Neumann</p>	<p>Existem máquinas que computam dados e que não foram construídas usando a arquitetura de von Neumann. Entre elas encontramos computadores analógicos, computadores com múltiplos processadores funcionando em paralelo, redes neurais artificiais e máquinas de fluxos de dados.</p>



Lembre-se

Nos computadores atuais, podemos observar a divisão da arquitetura de von Neumann, são aparelhos dotados de processadores, memória RAM e dispositivos de entrada e saída, como monitores, teclados, mouse, discos rígidos no caso de computadores e notebooks e, no caso de aparelhos mobile, como smartphones e tablets, temos telas *touch screen* e cartões de memória.



Faça você mesmo

Para que você possa conhecer mais sobre os componentes de um computador e sua montagem, assista aos dois vídeos sugeridos. Não vai levar mais do que 10 minutos e vai contribuir para que você perceba como os computadores e suas placas são montados e como até hoje seguem as estruturas de arquitetura vistas por você.

Dicas – Manutenção de PCs – Tecmundo: Como montar um computador. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=R4Q1i4DEleo>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

Dicas – Manutenção de PCs – Tecmundo: Erros típicos de montagem. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=bPoTA9nVK2s>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

Faça valer a pena!

1. Observe a afirmação a seguir e, em seguida, escolha a alternativa que completa corretamente as lacunas:

Na "Arquitetura de von Neumann", Unidade de Controle de um processador é responsável por _____ e pela _____ de um computador.

- a) todas as memórias; tabela de cálculos.
- b) coordenar a ULA; ordenação de dados.
- c) barramentos; estabilidade de energia.
- d) registradores de memória; conexão de rede.
- e) conexões externas; memória RAM.

2. Fazem parte da descrição da arquitetura de computadores de von Neumann os seguintes elementos:

- a) Unidade de memória, unidade de controle processadores de 8 bits em diante.
- b) Unidade de memória, unidade de controle, ULA Pentium I, II, III e IV.
- c) Unidade de entrada, unidade de memória, unidade de controle, unidade de saída ULA.
- d) Unidade de controle, ULA linha de processadores de 32 bits.
- e) Unidade de controle, ULA linha de processadores de 64 bits Multicore.

3. Coloque Verdadeiro (V) ou Falso (F) para as afirmações a seguir:

- () O termo processador e o termo CPU referem-se ao mesmo componente do computador.
- () Uma impressora é também uma unidade de entrada.
- () Os computadores são baseados na arquitetura de von Neumann.
- () O controlador da CPU executa o endereçamento da memória RAM.
- () Uma webcam é um dispositivo de entrada/saída.

Está correta a alternativa:

- a) V- F- V- V- F.
- b) V- V- V- F- F.
- c) F- F- V- V- F.
- d) F- V- F- F- V.
- e) V- F- F- V- F.

Referências

- ALMEIDA, Marilane. **Curso de montagem e manutenção de micros**. São Paulo: Digerati Books, 2007.
- ARRUDA, Felipe. A história dos processadores. **Tecmundo**. 2011. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/historia/2157-a-historia-dos-processadores.htm>>. Acesso em: 30 out. 2015.
- BOLTON, Willian. **Mecatrônica, uma abordagem multidisciplinar**. 4. ed. São Paulo: Bookman, 2010.
- DIGERATI, Equipe. **Guia prático de hardware**. São Paulo: Digerati Books, 2008.
- FONSECA FILHO, Clézio. **História da computação [recurso eletrônico]**: O caminho do pensamento e da tecnologia. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.
- LOPES, Artur Vargas. **Introdução a programação com ADA 95**. Canoas: ULBRA, 1997.
- NULL, Linda; LOBUR, Julia. **Princípios básicos de arquitetura e organização de computadores**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2011.
- OKUYAMA, Fabio Yoshimumitsu; MILETTO, Evandro Manara; NICOLAU, Mariano (Org.). **Desenvolvimento de software [recurso eletrônico]**: conceitos básicos. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- OLIVEIRA, Rogério A. **Informática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- RAINER, Kelly R.; CEGIESLK, Cassey G. **Introdução a sistemas de informação [recurso eletrônico]**. Tradução: Multinet Produtos. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- SOUZA FILHO, Gilberto; ALEXANDRE, Eduardo de S. M. **Introdução à computação**. 2. ed. João Pessoa: UFPB, 2014.
- TANENBAUM Andrew S. **Organização estruturada de computadores**. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2006.
- TAURION, Cesar. **Software embarcado**: oportunidades e potencial de mercado. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.
- TEIXEIRA, João de Fernandes. **Mentes e máquinas**: uma introdução a ciência cognitiva. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- VELLOSO, Fernando de Castro. **Informática [recurso eletrônico]**: conceitos básicos. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

COMPONENTES BÁSICOS DE UM COMPUTADOR

Convite ao estudo

No estudo dos Componentes Básicos de um Computador, você irá aprofundar seus conhecimentos adquiridos na unidade de Fundamentos de Sistemas Computacionais e irá conhecer em detalhes estes componentes. Toda a tecnologia dos computadores atuais é uma evolução de uma arquitetura pensada e desenvolvida em meio à Segunda Guerra Mundial, e que segue em uma evolução constante até os dias atuais. Nesta unidade, você irá conhecer os componentes básicos de um computador e, também, os objetivos específicos da unidade.

A competência de fundamento de área da disciplina Arquitetura e Organização de Computadores é conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores, os processadores, a memória principal, memória secundária e os dispositivos de entrada e saída de um computador, seus conceitos, sua evolução, os diversos tipos destes componentes e como funcionam.

Os objetivos de aprendizagem que serão trabalhados em cada seção são:

- Conhecer os processadores, seus conceitos, sua evolução, os diferentes tipos de processadores e seu funcionamento.
- Conhecer a memória principal de um computador, sua evolução, seus tipos e como ele funciona, permitindo o processamento do computador.
- Conhecer o que é a memória secundária do computador, como evoluiu, seus tipos e dispositivos e como funcionam.
- Apresentar os dispositivos de entrada e saída do computador, como evoluíram e como funcionam internamente no computador e como eles evoluíram até os dias atuais.

Para a melhor compreensão e aprofundamento dos conceitos acima, vamos analisar a situação em que se encontra uma fábrica de componentes de computadores de altíssima tecnologia, sendo ela a única a produzir microprocessadores na América Latina. Neste contexto, vamos considerar o setor de pesquisa e desenvolvimento que está sempre em busca de mecanismos e formas de aprimorar e melhorar esses componentes: de microprocessadores, as placas de memória, disco rígido, e vários outros até a entrega de equipamentos completos. Você será um dos integrantes do time de pesquisa e desenvolvimento desta empresa e poderá aprimorar este desenvolvimento e a melhoria nestes componentes.

Bom trabalho e bons estudos!

Seção 2.1

Unidade Central de Processamento (CPU)

Diálogo aberto

Você, a partir de agora, tem a oportunidade de associar os estudos realizados na primeira unidade, em que vimos os fundamentos de sistemas computacionais e conhecemos a arquitetura e a organização dos computadores desde os primeiros tempos, passando pela invenção dos computadores digitais até chegar aos dias atuais, sua estrutura, como foi pensada pela arquitetura de Von Neumann, através de suas unidades e seus principais componentes, com os estudos sobre a unidade central de processamento, a unidade de memória e os dispositivos de entrada e saída.

Neste momento, você aprofundará e verificará mais detalhadamente o funcionamento da CPU – Unidade Central de Processamento, que é o principal componente de um computador. Ela é responsável por controlar as unidades de memória e os dispositivos de entrada e saída do computador e, também, por carregar e executar os programas (SOUZA FILHO, 2014).

Uma das tendências identificadas pela empresa de fabricação de microprocessadores é a integração de operações básicas de controle, disponibilidade de serviços e oferta de segurança para ampliar a qualidade de vida da população, que se pretende inserir com as “cidades inteligentes”. Por exemplo, disponibilizar ao cidadão uma identificação de locais em que têm vagas de estacionamento disponíveis nas alamedas e ruas de uma determinada cidade; pontos da cidade em obras e mesmo congestionados; disponibilidade de agenda para serviços de saúde, e assim, uma infinidade de situações que possam precisar de uma integração, comunicação, entre outros. Para isso, é necessário que os computadores e dispositivos que executarão estas tarefas tenham processadores com grande capacidade e permitam viabilizar essas operações.

Vamos conhecer mais sobre os processadores e encontrar uma boa opção para todas estas questões? Este é o seu desafio, vamos ao trabalho!

Não pode faltar

Como você já viu anteriormente, os computadores atuais seguem a arquitetura implementada logo após o final da segunda guerra por John von Neumann, chamada de "Arquitetura de Von Neumann". Ela prevê a possibilidade de uma máquina digital armazenar os programas e os dados no mesmo espaço de memória e também, que estes são processados por uma Unidade de Processamento Central (CPU). Esta CPU contém uma unidade de controle e uma Unidade Lógica e Aritmética (ULA), e os dados são fornecidos através de dispositivos de entrada e retornados através dos dispositivos de saída (RAINER, 2012).

Os computadores atuais mantêm esta arquitetura. Estas unidades têm evoluído desde a primeira geração e vem agregando novos conceitos em seus componentes (TECMUNDO, 2015).

Os microcomputadores surgiram na década de 70 e trouxeram em sua tecnologia novos componentes. Em um primeiro momento, as CPUs foram desenvolvidas em circuitos integrados, que eram um único *chip* de silício, contendo milhares de transistores e que traziam as instruções observadas pela arquitetura de Von Neumann (SOUZA FILHO, 2014), e após isso, com a chegada dos microprocessadores, a prioridade passou a ampliar sua capacidade de processamento (TECMUNDO, 2015).

O transistor é a unidade básica do processador, capaz de processar um *bit* de cada vez. Mais transistores permitem que o processador processe mais instruções por vez, enquanto a frequência de operação determina quantos ciclos de processamento são executados por segundo (HARDWARE, 2015).

Os computadores têm na unidade central de processamento o seu principal componente, pois ele organiza as informações na memória principal, permite as condições necessárias para o processamento dos dados e seu retorno e, também, é responsável por controlar todos os demais componentes, a placa-mãe do computador, os dispositivos que nela estiverem conectados, independente se exercem funções de entrada ou saída de dados (FONSECA, 2007). Por ser tão importante para o processamento e executar todas estas funções, o processador é considerado o cérebro do computador. Sem ele, não há de fato o computador (TECMUNDO, 2015).

O processador traz em seu interior a Unidade Central de Processamento – CPU. Esta CPU é formada de algumas unidades que têm suas funções definidas para proporcionar o processamento de informações no computador. A CPU possui uma ULA – Unidade Lógica e Aritmética – e uma unidade de controle. Cada uma destas unidades tem sua função no processamento e controle das demais unidades do computador (RAINER, 2012).

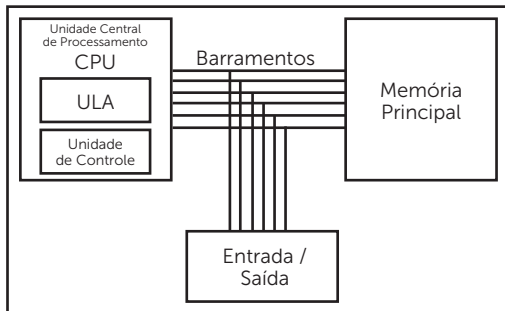
Como já foi visto, a Unidade Lógica e Aritmética (ULA) é responsável por executar os cálculos matemáticos utilizados para processar os dados dentro do computador. Os dados usados para estes cálculos são armazenados na memória do computador, e que serão estudadas mais à frente nesta unidade e o caminho para que esta informação seja conduzida entre a ULA da CPU e a memória é chamado de barramento (OKUYAMA, 2014).



Exemplificando

A CPU é composta de uma Unidade Lógica e Aritmética – ULA –, uma unidade de controle e de registradores. Os barramentos são os caminhos que a informação percorre desde a entrada dos dados no computador, passando pelo processamento e memórias até serem retornados pelos dispositivos de saída.

Figura 2.1 | CPU, memórias, E/S e barramentos



Fonte: Souza Filho (2014, p. 50). Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=rt2FBwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

Já a unidade de controle de um processador tem a função de coordenar e direcionar as principais funções de um computador, visto que o processador enviará e receberá os dados para as memórias. É a responsável por toda a ordenação de dados de um computador e até pelo funcionamento do próprio computador, pois coordena a ULA, os registradores que controlam as memórias, os barramentos internos

que se comunicam com elas e todo o funcionamento da placa-mãe, além de interligar os dispositivos (FONSECA, 2007).

Conforme você pôde observar na Figura 2.1, os barramentos são as vias por onde passam os dados e permitem a transmissão de informações entre a CPU, os dispositivos de entrada e saída de dados e as unidades de memória (OKUYAMA, 2014). Você entenderá que, além desta função, eles exercem um papel importante na capacidade e velocidade do processamento em um computador.

A quantidade de *bits* de um processador representa a quantidade de informação que pode ser processada de cada vez, enquanto a quantidade de *bits* de um barramento define quanto de dados pode ser mandado ou recebido entre o processador e a memória no momento de seu processamento (OKUYAMA, 2014).



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre barramentos e qual a sua função, assista a este vídeo disponível em:

<<http://olhardigital.uol.com.br/video/que-diferenca-faz-um-processador-de-64-bits-no-celular/39117>>. Acesso em: 8 dez. 2015.

Os primeiros microcomputadores foram lançados na década de 70, tinham processadores com tecnologia de 8 *bits* e seu barramento com 8 *bits*, que era o caso do então processador 8080. Após estes primeiros modelos foram lançados processadores com 16 *bits* de processamento interno e barramento e, na sequência, os processadores de 32 *bits*, os de 64 *bits* e, ainda mais recentemente, os processadores passaram a contar também com a possibilidade de terem mais que um núcleo de processamento, como é o exemplo dos processadores Multicore, dos quais fazem parte os modernos i3, i5, i7, entre outros (TECMUNDO, 2015).

Um processador manipula dados executando ações com o objetivo de obter resultados. São ações comuns à execução de operações aritméticas simples, tais como: somar, subtrair, multiplicar e dividir; operações lógicas e, também, as operações de movimentação de dados entre a CPU e a memória. Os componentes do processador são interligados pelos barramentos que permitem esta movimentação entre os dados (MONTEIRO, 2007). Ainda segundo Monteiro (2007), um barramento é o caminho por onde trafegam todas as informações de um computador. Existem três tipos principais de barramentos:

- Barramento de dados.
- Barramento de endereços.
- Barramento de controle.

- Barramento de dados

Este barramento interliga a CPU à memória, e vice-versa, para a transferência das informações que serão processadas. Ele determina diretamente o desempenho do sistema, pois quanto maior o número de vias de comunicação, maior o número de *bits* transferidos e, conseqüentemente, maior a rapidez com que estes dados serão processados. Os primeiros PCs possuíam barramento de 8 vias. Atualmente, dependendo do processador, este número de vias pode ser de 32, 64 e até de 128 vias (FÁVERO, 2011).

- Barramento de endereços

Interliga a CPU à memória fazendo seu endereçamento e tem o número de vias

correspondente à tecnologia de *bits* do processador, ou seja, nos computadores mais modernos, 32 *bits* ou 64 *bits* e conforme já visto por você, permitindo endereçar até 4 GB (*Gigabytes*) de memória em processadores 32 *bits* e cerca de 16 PB (*Petabytes*), no caso de processadores de 64 *bits* (SOUZA FILHO, 2014).

- Barramento de controle

Interliga na CPU à Unidade de Controle aos componentes e dispositivos de um computador, componentes de entrada e saída, memórias auxiliares e de armazenamento, entre outros. Por trabalhar com componetes externos ao processador, pode ser chamado também de barramento externo (MONTEIRO, 2007).



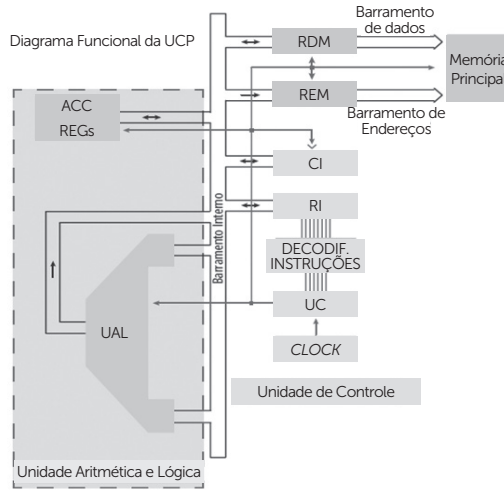
Refleta

Em um barramento de dados, o número de vias determina diretamente o desempenho de um sistema, ou seja, quanto maior o número de vias de barramento, mais rápida será a transferência de dados entre o processador e a memória, aproveitando melhor a velocidade de um processador, que como já foi visto por você anteriormente, muitas vezes esta velocidade é superior à capacidade de transferência de dados proporcionada pelos barramentos.

A CPU de um computador é composta por vários elementos e pode ser dividida em duas categorias funcionais, a Unidade Funcional de Controle e Unidade Funcional de Processamento. Na Figura 2.2, pode-se observar o diagrama funcional básico da CPU, no qual a Unidade Funcional de Processamento é composta pelos registradores, ACC e ULA, e a Unidade Funcional de Controle é composta pelos elementos: RDM, REM, CI, RI, Decodificador de Instruções, UC e *Clock* (relógio) (FÁVERO, 2011).

Um ponto importante que merece ser destacado é a velocidade com que a CPU trabalha, medida por ciclos de *clock*. Ciclo de *clock* é o tempo gasto pelo processador para executar uma operação ou para transferir um dado entre ele e a memória e que define sua velocidade. Este tempo é medido em Hertz, ou seja, quantos ciclos são processados por segundo. Os processadores atuais trabalham com velocidades na casa dos Gigahertz (PATTERSON, 2014).

Figura 2.2 | CPU – Diagrama funcional



Fonte: FÁVERO (2011, p. 60)



Pesquise mais

Aprofunde seus conhecimentos sobre os componentes do processador, barramentos e outros no livro: FÁVERO, Eliane M. B. **Organização e arquitetura de computadores**. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011. Disponível em:

<<https://drive.google.com/file/d/0B88W4nXfvRcTX2c4WDBLUFFQRW8/view?usp=sharing>>. Acesso em: 29 nov. 2015.



Faça você mesmo

Através da leitura do livro sugerido no Pesquise Mais!, desenvolva e entregue ao professor um resumo detalhado de cada item descrito na Figura 2.2 – CPU – Diagrama Funcional, ULA, Unidade de Controle, ACC, REGs, RDM, REM, CI, RI, Decodificador de Instruções, UC, Clock e Memória Principal.

Segundo Monteiro (2007), o que define um projeto de um processador é a quantidade de instruções de máquina que se deseja que ele, processador, execute, quanto menor este conjunto de instruções, mais rápido se torna um processador. Partindo deste princípio, os processadores têm dois tipos de arquiteturas empregadas pelos seus fabricantes:

- a arquitetura CISC (*Complex Instruction Set Computers*) – Sistema com um conjunto de instruções complexo, atualmente utilizado pelos processadores de

computadores pessoais;

- a arquitetura RISC (*Reduced Instruction Set Computers*) – Sistema com um conjunto de instruções reduzido, que é empregado nos processadores ARM utilizados pelos smartphones e tablets atuais (MONTEIRO, 2007).

Estas instruções servem para que o processador execute suas funções, como operações aritméticas, endereçamento de memória, controle de dispositivos e outros (FÁVERO, 2011).

- Processadores CISC (*Complex Instruction Set Computers*)

Os processadores com tecnologia CISC são capazes de processar centenas de conjuntos complexos de instruções simples. Isto significa que cada instrução isoladamente é considerada simples, curta e pouco potente, porém várias destas instruções agrupadas formam um conjunto complexo que é executado pelo processador. Inicialmente, existia uma grande tendência a esta tecnologia de processadores, porém havia algumas desvantagens, como o desempenho reduzido justamente pelo excesso de instruções executadas pelo processador e pela velocidade de processamento ter que ser elevada para que o desempenho fosse melhorado. A ideia dos fabricantes era produzir processadores cada vez mais potentes baseados na complexidade destes conjuntos de instruções (BROOKSHEAR, 2013).

- Processadores RISC (*Reduced Instruction Set Computers*)

Os processadores com tecnologia RISC têm um conjunto reduzido de instruções, e diferente da tecnologia CISC, estas instruções são consideradas complexas, pois cada uma delas executa várias tarefas conjuntas. Isto permite uma vantagem dos processadores RISC em relação aos processadores CISC, que por ter um número menor de instruções tem menos circuitos internos e assim podem trabalhar com frequências muito maiores sem ter problemas de superaquecimento dos processadores (BROOKSHEAR, 2013).



Assimile

Os processadores podem ser de dois tipos de acordo com sua tecnologia: Processadores CISC, que processam centenas de conjuntos complexos de instruções simples. Isto significa que cada instrução isoladamente é considerada simples, curta e pouco potente, porém várias destas instruções agrupadas formam um conjunto complexo que é executado pelo processador.

Processadores RISC têm um conjunto reduzido de instruções, e diferente da tecnologia CISC, estas instruções são consideradas complexas, pois cada uma delas executa várias tarefas conjuntas.

Sem medo de errar

Uma das tendências identificadas pela empresa de fabricação de microprocessadores é a integração de operações básicas de controle, disponibilidade de serviços e oferta de segurança para ampliar a qualidade de vida da população, que se pretende inserir com as “cidades inteligentes”. Por exemplo, disponibilizar ao cidadão identificar locais em que há vagas de estacionamento disponíveis nas alamedas e ruas de uma determinada cidade; pontos da cidade em obras; informações do trânsito; disponibilidade de agenda para serviços de saúde, e muitas outras situações que permitam uma integração feita através de equipamentos conectados à internet. Para isso, é necessário que os computadores e dispositivos que executarão estas tarefas tenham processadores com grande capacidade de processamento, e permitam viabilizar essas operações.

O desafio, então, consiste em apresentar as características de um processador que permite realizar essas operações e, ainda, identificar no mercado, um modelo que já esteja disponível, minimizando os investimentos e fortalecendo parcerias comerciais.

Você poderá propor a construção de um novo processador de acordo com as características de número de *bits*, barramentos e tecnologia CISC ou RISC, descrevendo o que pode ser usado nesta sugestão de processador através do uso de uma placa de estudo para desenvolvimento, a Intel ® Galileo placa 101 verificado no endereço eletrônico disponível em:

<<http://www.intel.com.br/content/www/br/pt/do-it-yourself/galileo-maker-quark-board.html>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

Além disto, você pode obter mais informações neste artigo do site Information Week disponível em: <<http://www.informationweek.com/mobile/mobile-devices/intels-arduino-101-11-reasons-you-need-it/d/d-id/1322699>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

Após isto, faça a sugestão de um processador existente no mercado e que possa atender aos requisitos dos sistemas propostos na Situação Real, como exemplo, identificação de locais em que têm vagas de estacionamento disponíveis; pontos da cidade em obras e mesmo congestionados; disponibilidade de agenda para serviços de saúde.



Atenção!

Não deixe de verificar as possibilidades oferecidas pela placa Galileu da Intel para o desenvolvimento de protótipos de processadores.



Lembre-se

Os processadores podem ser de dois tipos de acordo com sua tecnologia, processadores CISC mais complexos e que permitem processadores cada vez mais potentes e processadores RISC que têm um número reduzido de instruções e permitem que os processadores possam atingir velocidades muito maiores de processamento.

Os processadores também têm suas unidades centrais de processamento – CPU e seus barramentos de acordo com sua tecnologia, nos mais recentes de 32 *bits* ou 64 *bits* e executam o processamento das informações e o controle de todos os componentes e dispositivos do computador.

Avançando na prática

Pratique mais!	
Instrução Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, as compare com as de seus colegas.	
"Identificando o Processador Mais Adequado"	
1. Competência de fundamentos de área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.
2. Objetivos de aprendizagem	Conhecer os processadores, seus conceitos, sua evolução, os diferentes tipos de processadores e seu funcionamento.
3. Conteúdos relacionados	Unidade Central de Processamento (CPU) – Processadores: conceitos, evolução, tipos e funcionamento.
4. Descrição da SP	Uma das tendências identificadas pela empresa de fabricação de microprocessadores é a integração de operações básicas de controle, disponibilidade de serviços e oferta de segurança para ampliar a qualidade de vida da população, que se pretende inserir com as "cidades inteligentes". A empresa quer investir em novos sistemas de navegação GPS para a linha automotiva que possam também se conectar à internet e definir melhores rotas considerando as informações do trânsito em tempo real. O desafio consiste em apresentar as características de um processador que permite realizar essas operações e, ainda, identificar no mercado, um modelo que já esteja disponível, minimizando os investimentos e fortalecendo parcerias comerciais.
5. Resolução da SP:	Modelo i7 – Linha i7 com seus respectivos modelos e capacidades Fonte: TECMUNDO, 2015

(continua)

Modelo	Frequência	Núcleos	Memória cache	Tecnologia HT	Tipo de memória	Turbo Boost	Soquete
i7-860	2,8 GHz	4	8 MB	Sim (emula 8 núcleos)	DDR3 (até 1333 MHz)	Até 3,46 GHz	LGA 1156
i7-860s	2,53 GHz	4	8 MB	Sim (emula 8 núcleos)	DDR3 (até 1333 MHz)	Até 3,46 GHz	LGA 1156
i7-870	2,93 GHz	4	8 MB	Sim (emula 8 núcleos)	DDR3 (até 1333 MHz)	Até 3,6 GHz	LGA 1156
i7-920	2,66 GHz	4	8 MB	Sim (emula 8 núcleos)	DDR3 (até 1066 MHz)	Até 2,93 GHz	LGA 1366
i7-940	2,93 GHz	4	8 MB	Sim (emula 8 núcleos)	DDR3 (até 1066 MHz)	Até 3,2 GHz	LGA 1366
i7-950	3,06 GHz	4	8 MB	Sim (emula 8 núcleos)	DDR3 (até 1066 MHz)	Até 3,32 GHz	LGA 1366
i7-960	3,2 GHz	4	8 MB	Sim (emula 8 núcleos)	DDR3 (até 1066 MHz)	Até 3,46 GHz	LGA 1366
i7-965	3,2 GHz	4	8 MB	Sim (emula 8 núcleos)	DDR3 (até 1066 MHz)	Até 3,46 GHz	LGA 1366
i7-975	3,33 GHz	4	8 MB	Sim (emula 8 núcleos)	DDR3 (até 1066 MHz)	Até 3,6 GHz	LGA 1366
i7-980X	3,33 GHz	6	12 MB	Sim (emula 12 núcleos)	DDR3 (até 1066 MHz)	Até 3,6 GHz	LGA 1366



Lembre-se

Podemos verificar que os processadores modernos tiveram gerações distintas, como:

- Intel 8080 de 8 bits
- A família x86 de 16 *bits* –
- Processadores de 32 *bits*
- Processadores de 64 *bits*
- Processadores Multicore
- Atualmente, os processadores mais modernos são os Core i3, i5 e i7



Faça você mesmo

Para que você possa conhecer mais sobre as tecnologias de processadores mais atuais, como os processadores i3, i5 e i7, acesse o site TECMUNDO. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/processadores/3904-quais-as-diferencas-entre-os-processadores-intel-core-i3-i5-e-i7-.htm>>. Acesso em: 29 nov.2015.

Prepare um resumo dos conceitos de **Tecnologia HT** e **Turbo Boost**.

Finalize o resumo demonstrando as diferenças entre processadores i3, i5 e i7 e entregue ao seu professor.

Faça valer a pena!

1. A Arquitetura de Von Neumann prevê uma Unidade de Processamento Central (CPU), Unidade de Memória e Unidades de Entrada e Saída.

Neste contexto, podemos dizer que os barramentos são:

- a) Caminhos por onde trafegam as informações de um computador.
- b) Números de pinos de encaixe de uma placa de memória.
- c) Caminhos que endereçam as memórias do computador apenas.
- d) Números de pinos de encaixe de uma placa de vídeo.
- e) Caminhos por onde são executados diretamente os cálculos no computador.

2. Um barramento de dados determina diretamente o desempenho do sistema, pois, quanto maior o número de vias de comunicação, maior o número de bits transferidos e, conseqüentemente, maior a rapidez com que estes dados serão processados. Os primeiros PCs possuíam barramento de:

- a) 16 vias acompanhando o número de bits possíveis de um processador.
- b) 4 vias pois funcionavam com 4 bits.

- c) 12 vias em processadores de 8 bits.
- d) 8 Vias e seus processadores funcionavam com 8 bits.
- e) 2 vias em função do sistema binário 0 e 1.

3. Pode-se dizer que o que define um projeto de um processador de acordo com sua tecnologia é:

- a) A quantidade de memória que este processador poderá administrar.
- b) A quantidade de instruções de máquina que se deseja que o processador execute.
- c) A quantidade de bits deste processador.
- d) A velocidade que este processador pode atingir.
- e) A quantidade de núcleos de processamento do processador.

Seção 2.2

Memória Principal

Diálogo aberto

Neste momento, você terá a oportunidade de conhecer melhor alguns importantes aspectos da arquitetura de um computador, pensadas por Von Neumann, em particular as memórias, seu funcionamento e seus tipos, e mais detalhadamente a memória principal de um computador. Nela, a função básica do processador é receber os dados e as instruções dos programas e processá-las. Desde que foi pensada e introduzida a arquitetura de Von Neumann, para que um processador possa executar este processamento, é necessária a utilização de memória e, como você já teve oportunidade de ver, uma das grandes conquistas desta arquitetura foi poder ter na mesma memória dados e o processamento de programas.

A memória é indispensável e tão importante quanto a CPU e é onde os dados e os programas são armazenados, de forma temporária ou permanente (FÁVERO, 2011).

Sem uma memória onde possam ser armazenados dados e programas, o próprio conceito de um computador digital não poderia ser implementado, sendo assim, sem uma memória um computador não tem como funcionar (TANENBAUM, 2007).

Retomando as questões vistas pela empresa de fabricação de microprocessadores, por meio das câmeras de segurança das cidades inteligentes, pretende-se inserir a maior quantidade de serviços possíveis através da comparação de dados e imagem capturados por elas. O cruzamento de dados e informações, além de microprocessadores de alta capacidade, requer alto índice de desempenho em questões de armazenamento. Para que a empresa de fabricação possa incluir esta inovação em suas soluções, é necessário que o setor de pesquisa e desenvolvimento consiga inserir um chip de memória que contemple essa necessidade de armazenamento e ofereça a oportunidade de identificação, comparação e localização, utilizando os dados armazenados em seus servidores. Para tal, a documentação das especificações técnicas desse produto, e o estreitamento das relações comerciais com o fornecedor dessa tecnologia são essenciais e devem ser contemplados nessa etapa. Portanto, com estas informações conseguimos

atender ao nosso objetivo de aprendizagem da aula que é:

- Conhecer a memória principal de um computador, sua evolução, seus tipos e como ele funciona, permitindo o processamento do computador.

E ainda, com esses estudos, conseguimos desenvolver a seguinte competência, que é considerada fundamental para esta área do conhecimento, que é:

- Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.

Siga e desenvolva a documentação solicitada! Bom trabalho!

Não pode faltar

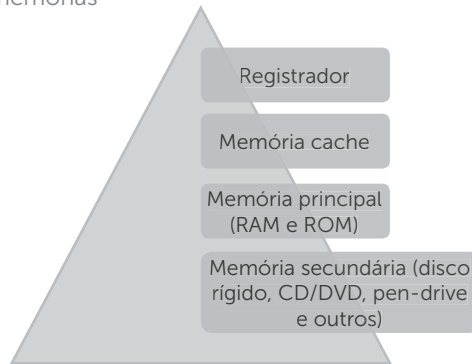
Memória principal

Para que um computador possa funcionar e o processador possa executar o processamento dos dados e instruções recebidos é necessário que ele tenha memória. Seguindo o que é proposto na arquitetura de Von Neumann, se nos computadores existisse apenas um tipo de memória, esta deveria ter a mesma velocidade da CPU, esperando por dados que estivessem sendo transferidos para processamento. Na prática, o que acontece, por exemplo, em um computador que processa um dado em 5ns (nano segundos), a memória transfere o dado em 60ns (PATTERSON, 2005).

A memória de um computador não é uma única peça isolada, existem vários tipos de memórias. Por exemplo, a memória onde é executado o processamento dos dados é de um tipo diferente da memória de armazenamento onde os dados são guardados em um computador. A velocidade dos processadores, de suas CPUs e de suas estruturas requerem que existam vários tipos de memórias, cada qual com sua função específica (FÁVERO, 2011). Estas memórias são classificadas em Memória Principal e Memória Secundária. Além destes dois tipos de memória, ainda temos a Memória Cache e os registradores da CPU (MONTEIRO, 2007).

As memórias de um computador podem variar também em sua tecnologia, sua capacidade de armazenamento, velocidade, custo, e elas são interligadas de forma estruturada, compondo um subsistema de memória. Este subsistema organiza os diversos tipos de memória hierarquicamente em ordem decrescente de acordo com a velocidade destas memórias, sendo os registradores as memórias mais rápidas e as secundárias as que apresentam as menores velocidades (FÁVERO, 2011).

Figura 2.3 | Hierarquia de memórias



Fonte: Fávero (2011); Monteiro (2007)

Para que você possa entender melhor a função da Memória Principal de um computador, é necessário também conhecer dois tipos específicos de memórias que auxiliam o gerenciamento dos dados, que são os Registradores e a Memória Cache (FÁVERO, 2011).

Outro conceito importante sobre memórias é que elas podem ser voláteis ou não voláteis. As memórias voláteis requerem energia para funcionar e armazenar dados, ou seja, só funcionam quando o computador está ligado e os dados armazenados nelas são apagados quando o computador é desligado, em geral são as memórias de processamento. As memórias não voláteis gravam os dados de forma permanente em seus dispositivos, não sendo apagadas quando se desliga o computador e seus dados podem ser lidos e recuperados quando for necessário (PATTERSON, 2005).

Temos, assim, uma classificação hierárquica das memórias de acordo com suas características, que são descritas mais claramente de acordo com a Figura 2.4, como segue:

Figura 2.4 | Quadro das características básicas dos tipos de memória

Características básicas dos tipos de memória					
MEMÓRIA	Localização/ É volátil?		VELOCIDADE	CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO	CUSTO
	Registrador	Processador			
Cache	Processador	Sim	Alta (opera na velocidade do operador)	Baixa (KB)	Alto
Principal	Placa-mãe	RAM - sim	Depende do tipo de memória instalada	Média (GB)	Médio (tem caído muito)
		ROM - não			
Secundária	HD, CDs, etc.	Não	Baixa (lenta)	Alta (GB)	Baixo (tem caído muito)

Fonte: Murdocca (2001); Fávero (2011)



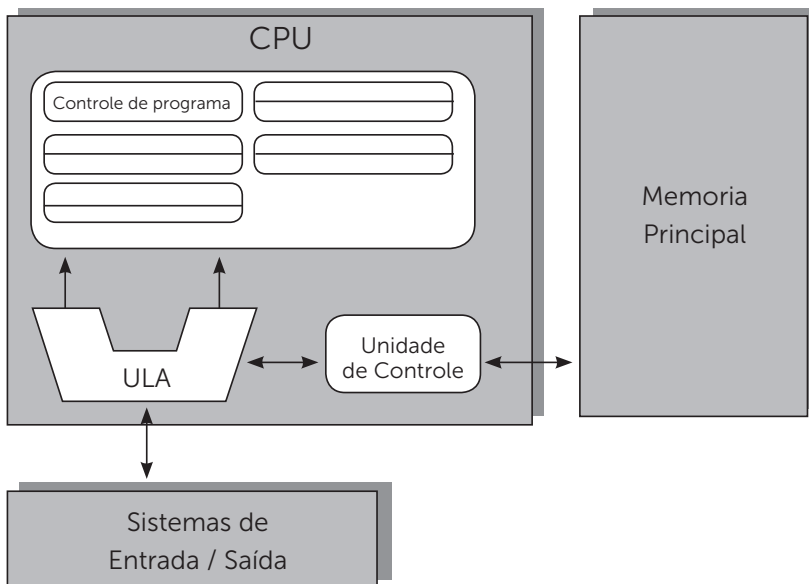
Assimile

As memórias podem ser voláteis, que se apagam quando o computador é desligado, e não voláteis, sendo previamente gravadas e não se apagam quando se desliga o computador, o que permite que os dados gravados neste tipo de memória sejam lidos quando for necessário.

Registrador

Uma função básica da memória do computador é de armazenar dados que serão processados. O processador recebe os dados e os deposita temporariamente na memória, e os registradores são os locais de memória onde estes dados ficam armazenados para que este processamento aconteça. Os registradores vêm desta necessidade do processador de armazenar dados durante o processamento e eles estão localizados dentro da CPU (MONTEIRO, 2007).

Figura 2.5 | Registradores em destaque dentro da estrutura de um processador



Fonte: Arquiteturaneumann por David Strigoi. Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arquiteturaneumann.jpg#/media/File:Arquiteturaneumann.jpg>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

O registrador é um tipo de memória volátil. Por estar dentro do processador, proporciona uma velocidade de transferência bastante alta e, também, pelo fato de estar dentro do processador, sua capacidade de armazenamento é baixa pelo fato de dividir espaço com as demais unidades do processador.

Como o processador é uma das peças mais caras de um computador, o custo deste tipo de memória é, por consequência, bastante caro. (TANENBAUM, 2007).

Memória cache

Quando entramos com os dados em um computador, ou quando este executa instruções vindas dos programas, o processador busca estes dados em uma memória externa, ou seja, uma memória que não está dentro do próprio processador, chamada de memória principal. Como você já observou em momentos anteriores, a velocidade dos processadores é, em geral, muito maior do que as velocidades das memórias, gerando uma fila de espera entre os dados encontrados na memória e o processador na hora da execução do processamento (FÁVERO, 2011).

Para poder solucionar esta limitação entre a velocidade de processamento em relação à velocidade da memória principal, foi desenvolvida uma técnica que inclui um dispositivo de memória entre eles, denominada de memória cache. Ela tem a função de criar condições que aumentem a velocidade de comunicação entre a memória principal e o processador, aumentando a velocidade final do processamento. Este tipo de memória também é volátil e apaga-se quando o computador é desligado (PATTERSON, 2014).

A memória cache é uma memória dita "estática", pois, uma vez colocado, o dado permanece enquanto a memória for alimentada. Este tipo de memória é baseado em circuitos do tipo *flip-flop*. Estas memórias são muito rápidas porque os circuitos *flip-flop* são feitos com transistores, e a leitura é feita simplesmente medindo a tensão de saída, onde 0 (zero) Volt gera um *Bit* "0" e 5 Volts gera um *bit* "1". Apesar de mais rápida, seu ponto fraco é que são necessários muitos transistores e muitos resistores para fazer um *flip-flop* (1 *bit*), o que torna essa o custo desta memória muito alto. (PATTERSON, 2014).

A memória cache é uma memória que, atualmente, se encontra internamente nos processadores, entre a CPU e a memória principal, espelhando parte desta memória e tornando o processamento mais rápido (FÁVERO, 2011). Atualmente, o tamanho desta memória cache pode variar entre 64 KB e 256 KB para cada núcleo de um processador *Multicore*, ou em versões mais atuais, em torno de 8 MB compartilhado por todos os núcleos (INFOWESTER, 2015).

Memória principal

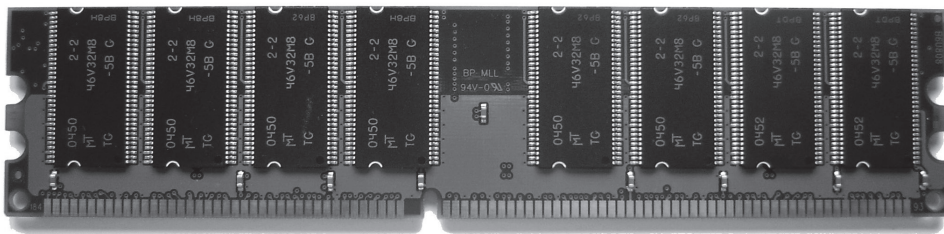
Como o próprio nome já diz, esta memória é o elemento principal para o funcionamento de um computador, em conjunto com outro elemento, o processador. Não há computador se não houver um processador, e também não há um se não existir memória (MONTEIRO, 2007).

A memória principal é chamada de memória RAM – *Random Access Memory*,

em português Memória de Acesso Aleatório, que faz o armazenamento dos dados inseridos no computador, dados dos programas e os próprios programas. Ela é chamada de aleatória porque, para preservar os circuitos de deterioração, a cada acesso de escrita um *bit* aleatório é escolhido, evitando que sempre os mesmos *bits* sejam usados, o que causaria fadiga no circuito. Além disso, a memória RAM permite ao processador ter acesso às memórias secundárias, disponibilizando os dados gravados nestas memórias e processá-los (PATTERSON, 2014).

A memória RAM é do tipo volátil, ou seja, é apagada quando o computador é desligado. É por este motivo que muitos usuários perdem os trabalhos que estão sendo feitos no computador quando a energia é interrompida de repente, pois enquanto estes trabalhos não são gravados em um disco rígido, por exemplo, eles não serão arquivos, serão apenas dados que estavam naquele momento sendo processados pelo computador (FÁVERO, 2011).

Figura 2.6 | Pente de memória RAM



Fonte: RAM module SDRAM 1GiB - CC BY-SA 2.5. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RAM_module_SDRAM_1GiB.jpg#/media/File:RAM_module_SDRAM_1GiB.jpg>. Acesso em: 5 dez. 2015.

Segundo Fávero (2011), a memória RAM é conhecida também por DRAM (*Dynamic RAM*), ou traduzindo RAM dinâmica. É considerada dinâmica porque ela tem a necessidade de refrescamento de memória, um recurso que realimenta de energia as memórias e mantém os dados armazenados enquanto o computador estiver ligado, pois sem este recurso a memória ficaria sem energia e seus dados seriam perdidos.

Isso ocorre porque as memórias dinâmicas, ao contrário das memórias estáticas, são feitas com capacitores. A leitura de um capacitor que esteja descarregado gera o *bit* "0" (zero). A leitura de um capacitor carregado gera o *bit* "1". Ocorre que o capacitor deve ser recarregado de tempos em tempos para que sua carga não se deteriore e, assim, o *bit* seja perdido. Esse processo de leitura por descarga de capacitores é lento, o que torna este tipo de memória mais lenta. O ponto a favor deste tipo de memória é que, por ser baseada em capacitores, seu custo torna-se menor (PATTERSON, 2014).

Por serem constantemente refrescadas, as memórias DRAM consomem muitos ciclos de processamento e muito mais energia que outros tipos de memória, o que

as tornam mais lentas, mas, em contrapartida, tem seu custo menor e uma maior capacidade de armazenamento de dados (MONTEIRO, 2007).

Conforme você pôde observar na Figura 1.3, a memória RAM tem o formato de pente, um módulo composto por uma pequena placa com circuitos integrados que determinam sua capacidade e sua taxa de transferência.

Segundo Monteiro (2007), existem diferentes modelos de módulos de memória disponíveis no mercado, sendo que, atualmente, é mais comum o uso dos modelos DIMM – *Dual Inline Memory Module*, ou traduzindo Módulo de Memória em Linha Dupla, usados nas memórias do tipo DDR, DDR2, DDR3, DDR4 e nas DDR5.



Exemplificando

Podemos citar como exemplos de memórias do tipo DDR:

- DDR (*Double Data Rate*): esta memória transfere dois lotes de dados entre processador e memória por ciclo de *clock*.
- DDR-2: transfere quatro lotes de dados por **ciclo de clock** e apresenta um consumo de energia menor do que a DDR.
- DDR-3: transfere oito lotes de dados por ciclo de *clock*, trabalha com clocks que vão de 800 a 2.133 MHz e consome ainda menos energia que a DDR2 (TECMUNDO, 2015).
- DDR-4: trabalha com *clocks* entre 2.133 até 4.266 MHz. O que representa um ganho enorme de velocidade, já que temos uma quantidade muito maior de transferências num mesmo espaço de tempo, consumindo ainda menos energia que a DDR3 (TECMUNDO, 2015).
- Ainda temos novas tecnologias de memórias sendo desenvolvidas e lançadas no mercado, sempre com o objetivo de aumentar suas velocidades e capacidades, como, as memórias GDDR5.



Pesquise mais

Conheça mais sobre as memórias RAM, seus tipos e sobre as diversas tecnologias empregadas através deste artigo do site Infowester: Disponível em: <<http://www.infowester.com/memoria.php>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

Memória ROM

A memória ROM – *Ready Only Memory* – também é uma memória principal do computador, mas com função apenas de leitura, onde seu conteúdo é gravado apenas uma vez e não é alterado. Esta memória também tem como característica ser uma memória não volátil, ou seja, não é apagada quando desligamos o computador. Nela são gravados os programas de inicialização de um computador, que são chamados também de “*Firmware*” (HARDWARE, 2015).

São três os principais programas gravados em uma memória ROM

- BIOS (*Basic Input Output System*): sistema básico de entrada e saída, é onde ficam gravadas as instruções para que o processador da máquina possa reconhecer e os dispositivos básicos de entrada e saída.
- POST (*Power On Self Test*): programa de autoteste que faz a verificação e teste quando o computador é ligado, realizando diversas ações sobre o *hardware*, reconhecendo e contando a quantidade de memória, os dispositivos de entrada e saída conectados, entre outros.
- SETUP: programa que altera os parâmetros armazenados na memória de configuração (CMOS).

A memória ROM é classificada de acordo com os dados que são gravados e/ou regravados nela.

De acordo com Fávero (2011), as memórias ROM podem ser classificadas em:

- PROM (*Programmable Read-Only Memory*): A gravação de dados neste tipo é feita uma única vez e os dados gravados na memória PROM não podem ser apagados ou alterados.
- EPROM (*Erasable Programmable Read-Only Memory*): Estas memórias permitem a regravação de dados. Isso é feito através de emissão de luz ultravioleta que apaga por completo os dados que já estão gravados e após isso permite uma nova gravação.
- EEPROM (*Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory*): Permite a regravação de dados, feitos eletricamente, não sendo necessário mover o dispositivo para que a regravação ocorra.
- EAROM (*Electrically-Alterable Programmable Read-Only Memory*): Os dados gravados nesta memória ROM podem ser alterados aos poucos, razão pela qual esse tipo é geralmente utilizado em aplicações que exigem apenas reescrita parcial de informações.
- Flash-ROM: as memórias Flash-ROM também podem ser vistas como um

tipo de EE-PROM; no entanto, o processo de gravação e regravação é muito mais rápido. Neste tipo de memória, os dados têm que ser totalmente apagados e não permite a gravação parcial de dados.

Embora alguns tipos de memória ROM permitam apagar seus dados para que se possam gravar novos dados, ela tem um funcionamento diferente da memória RAM. Em uma memória ROM, o processo de gravação é lento e os dados gravados são basicamente *Firmwares* ou programas que executam determinadas funções. Na memória RAM, um novo dado é gravado imediatamente na memória e pode ser de qualquer tipo, por exemplo, os dados resultantes do processamento de cálculos (HARDWARE, 2015).



Refleta

Observamos que existem dois tipos de memórias principais, a memória RAM e a memória ROM. A memória RAM é volátil, é apagada quando o computador é desligado e recebe os dados que são inseridos no computador, e permite que seja executado o processamento dos dados. Já a memória ROM é não volátil, ou seja, não é apagada quando o computador é desligado e nela, em geral, são gravados os "*Firmwares*", que são os programas de inicialização de um computador.



Faça você mesmo

Agora que você já conhece mais sobre as memórias, assista ao vídeo e entenda mais sobre como essas memórias funcionam dentro do computador.

Ao final, faça um breve resumo dos tipos mais atuais de memória e suas respectivas capacidades

Vídeo Memória RAM. Disponível em: <<http://olhardigital.uol.com.br/video/conheca-o-seu-pc-memoria-ram/28771>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

Sem medo de errar

Retomando as questões vistas pela empresa de fabricação de microprocessadores, por meio de câmeras de segurança das cidades inteligentes, pretende-se inserir a maior quantidade de serviços possíveis através da comparação de dados e imagem capturados por elas. O cruzamento de dados e informações, além de microprocessadores de alta capacidade, requer alto índice de desempenho em

questões de armazenamento.

Para que a empresa de fabricação possa incluir esta inovação em suas soluções, é necessário que o setor de pesquisa e desenvolvimento consiga inserir um *chip* de memória que contemple essa necessidade de armazenamento e ofereça a oportunidade de identificação, comparação e localização utilizando os dados armazenados em seus servidores. Para tal, a documentação das especificações técnicas desse produto e o estreitamento das relações comerciais com o fornecedor dessa tecnologia são essenciais e devem ser contemplados nessa etapa.

O desafio, então, consiste em identificar memórias com as mais modernas tecnologias aplicadas, suas capacidades de armazenamento e quais melhorias elas apresentam em relação a tecnologias anteriores. Você poderá propor um computador que contenha novas tecnologias de memórias para atender à demanda de processamento de imagens. Faça a descrição detalhada da capacidade de processamento desta máquina, capacidade de memória, velocidade de taxa de transferência de dados destas memórias e demais capacidades técnicas deste computador e que ele possa atender melhor aos requisitos dos sistemas propostos na Situação Real, como o cruzamento de dados obtidos pelas câmeras de segurança.

Conheça mais sobre memórias RAM e suas novas tecnologias acessando os endereços:

Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/hardware/1775-o-que-e-ddr-htm>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/memoria-ram/57551-ddr4-tudo-voce-esperar-nova-geracao-memoria-ram.htm>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

Conheça também um caso real de aplicação de equipamentos com memórias superiores acessando o endereço: <https://www-01.ibm.com/marketing/iwm/dre/signup?source=stg-enurture_short_form&S_PKG=ov34056&lang=pt_BR&S_TACT=C44801XW>. Acesso em: 23 dez. 2015.

E para você poder ter uma ideia mais completa sobre as capacidades das novas memórias DDR4, assista ao vídeo em:

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Pvac1AFXeWM>>. Acesso em: 23 dez. 2015.



Atenção!

Não deixe de verificar os artigos e o vídeo proposto para entender mais sobre os novos tipos de memória DDR4.



Lembre-se

A memória é o elemento principal para o funcionamento de um computador, em conjunto com outro elemento, o processador.

Avançando na prática

Pratique mais!	
<p>Instrução Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, compare-as com as de seus colegas.</p>	
"Memórias e suas novas tecnologias"	
1. Competência de fundamentos de área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.
2. Objetivos de aprendizagem	Conhecer a memória principal de um computador, sua evolução, seus tipos e como ele funciona, permitindo o processamento do computador.
3. Conteúdos relacionados	Memória principal: conceitos, evolução, tipos e funcionamento.
4. Descrição da SP	<p>Uma das tendências identificadas pela empresa de fabricação de microprocessadores é a integração de operações básicas de controle, disponibilidade de serviços e oferta de segurança para ampliar a qualidade de vida da população, que se pretende inserir com as "cidades inteligentes".</p> <p>A empresa quer investir em uma nova linha de computadores que possam oferecer grande capacidade de processamento para atender a esta demanda, porém, precisa que os computadores tenham máxima eficiência de consumo de energia pelas limitações atuais e mundiais de geração de energia.</p> <p>O desafio consiste em apresentar as características de um computador Servidor que permita o uso de memórias com alta performance e baixo consumo de energia. Informações adicionais sobre estas características podem ser vistas pelo site do fabricante Kingston disponível em: <http://www.kingston.com/br/memory/server>. Acesso em: 23 dez. 2015.</p> <p>E uma explicação técnica sobre as melhorias tecnológicas destas novas memórias através do vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZpsJ5bFAWAM>. Acesso em: 23 dez. 2015. Encontre e relacione a descrição técnica apresentada pelo fabricante e apresente esta descrição em forma de relatório ao seu professor.</p>

(continua)

5. Resolução da SP

Através das referências citadas pelo fabricante, é possível estabelecer parâmetros para quantidades de memória RAM de acordo com a aplicação desejada, como segue:

Informações sobre memórias DDR4 – Fabricante Kingstone em seu site disponível em:
<<http://www.kingston.com/br/>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

Relatórios consolidados e testes encomendados pelo fabricante em:

Descrições técnicas sobre consumo de energia de memórias DDR4 – Disponível em:
<http://www.kingston.com/br/business/server_solutions/power_benchmark>.
Acesso em: 23 dez. 2015.

Descrições técnicas sobre canais de memória, frequência e desempenho –Disponível em:
<http://www.kingston.com/br/business/server_solutions/performance_benchmark>. Acesso em: 23 dez. 2015.
Possível tabela de classificação de uso de quantidade de memória:

Recomendações de capacidade de memória de acordo com o uso (Fabricante Kingston)			
Requisitos de Memória (Ideal)	Usuário frequente	Jogador	Usuário Profissional
DESKTOP	4 GB+ (WINDOWS e MAC_OS)	8 GB+ (WINDOWS)	8 GB+ (WINDOWS e MAC_OS)
NOTEBOOK	4 GB+ (WINDOWS e MAC_OS)	8 GB+ (WINDOWS)	4 GB+ (MAC_OS)
Uso	Email, Internet Baixar e organizar fotos, músicas, filmes e TV Suite completa office Word, Excel, Power point etc. Software Corporativo CRM, Produção etc.	A maioria dos jogos atuais exige 4-8 GB de RAM Alto desempenho em Jogo	Suíte completa Produtos Office Software Corporativo CRM, Produção etc Programação de Softwares Engenharia de Som Design Páginas WEB avançadas Desenvolvimento de Banco de Dados Edição de Imagens Edição de Vídeos Computação Gráfica/ Animação etc.



Lembre-se

Os modelos de módulos de memória mais comuns disponíveis no mercado atualmente são os modelos DIMM – *Dual Inline Memory Module*, ou traduzindo Módulo de Memória em Linha Dupla, usados nas memórias do tipo DDR, DDR2, DDR3 e aplicados, também, às novas tecnologias DDR4.



Faça você mesmo

Para que você conheça mais sobre a aplicação de memórias de alto desempenho, que usam as mais modernas tecnologias, assista ao vídeo:

Estudo de caso da AVANTEK – Empresário do Reino Unido entrega mais desempenho dos servidores usando soluções Kingston, gastando até 90% menos energia elétrica. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=R-2pfyjcq9Y>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

Prepare um resumo sobre os pontos mais relevantes no uso desta tecnologia e o entregue ao seu professor.

Faça valer a pena!

1. A memória RAM é uma das memórias principais de um computador e tem a função de _____ e é do tipo _____, ou seja _____ quando desligamos o computador.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas

- a) executar cálculo – não volátil – se apaga
- b) armazenar dados de entrada – fixa – não se apaga
- c) armazenar dados – volátil – se apaga
- d) executar programas – volátil – não se apaga
- e) armazenar dados – volátil – não se apaga

2. A memória cache é um recurso que foi implementado na arquitetura dos computadores modernos com o objetivo de:

- a) Aumentar a capacidade de memória RAM do computador.
- b) Solucionar a limitação entre a velocidade de processamento em relação à velocidade da memória principal.
- c) Auxiliar a memória ROM do computador.
- d) Auxiliar a leitura e gravação de dados.
- e) Aumentar a capacidade de cálculos da ULA.

3. A função básica da memória do computador é armazenar dados que serão processados. Neste contexto, os registradores são:

- a) Dispositivos que auxiliam a ULA.
- b) Os dados que serão processados.
- c) Os ciclos de processamento dos dados no processador.
- d) Capacidade de dados que o processador suporta em um ciclo de processamento.
- e) Os locais de memória onde estes dados ficam armazenados.

Seção 2.3

Memória secundária

Diálogo aberto

Olá, você já teve a oportunidade de conhecer a memória principal de um computador, conceitos de memória volátil e não volátil, viu o que são os registradores, a memória cache, a memória principal e, em detalhes, as memórias RAM e ROM. Também, já foi visto por você que os computadores baseados na arquitetura de Von Neumann são compostos de uma unidade central de processamento chamada de CPU, memórias e unidades de entrada e saída de dados.

Nesta arquitetura, para que um processador possa executar o processamento, é necessária a utilização de memória e, como você já teve oportunidade de ver, uma das grandes conquistas desta arquitetura foi poder ter na mesma memória dados e o processamento de programas.

Diante desta tecnologia temos dois tipos de memória: a memória principal, representada basicamente por memórias RAM e ROM, e as memórias secundárias.

As memórias secundárias são responsáveis por armazenar as informações para uso posterior, pois elas não se apagam quando o computador é desligado, são do tipo não voláteis, e também podem ser alteradas e regravadas quantas vezes for necessário (OLIVEIRA, 2007).

E dando continuidade às questões vistas pela empresa de fabricação de microprocessadores, considerando o conceito de “cidades inteligentes”, pretende-se em uma cidade implantar um sistema de informação com os dados médicos de cada habitante da cidade, que será interligado com o sistema de atendimento de urgência e que poderá ser acessado pela equipe médica dentro da ambulância, no momento do atendimento. Para isto é necessário que o setor de pesquisa e desenvolvimento consiga identificar dispositivos com grande capacidade de armazenamento de dados e que possam ser acessados de forma rápida, através de sistemas que se interconectam entre si por meio do uso da internet. O cruzamento de dados e informações disponibilizadas neste sistema poderá salvar vidas e representa um grande avanço para a saúde da população. Estes dispositivos de armazenamento têm que oferecer capacidade aumentada de armazenamento e

velocidade de acesso, e ao mesmo tempo sejam dispositivos que tenham eficiência no consumo de energia. Sendo assim, você terá que apresentar as características de um computador servidor que permita o uso de memórias secundárias com alta performance e baixo consumo de energia. Dessa forma, você poderá conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores e, ainda, ao encontro do objetivo específico desta aula, conhecer o que é a memória secundária do computador, como evoluiu, seus tipos e dispositivos e como funcionam.

Vá em frente e pesquise estas novas tecnologias!

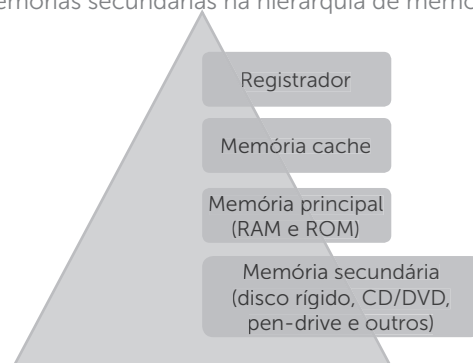
Bom trabalho!

Não pode faltar

Nos computadores, como você pôde ver, a memória não é uma única peça isolada, existem vários tipos de memórias. A velocidade dos processadores, de suas CPUs e de suas estruturas requerem que existam vários tipos de memórias, cada qual com sua função específica (FÁVERO, 2011). Você ainda viu que estas memórias são classificadas em Memória Principal e Memória Secundária. Além destes dois tipos de memória ainda temos a Memória Cache e os registradores da CPU (MONTEIRO, 2007).

Relembrando, as memórias de um computador podem variar também em sua tecnologia, sua capacidade de armazenamento, velocidade, custo, e elas são interligadas de forma estruturada, compondo um subsistema de memória. Este subsistema organiza os diversos tipos de memória hierarquicamente (FÁVERO, 2011).

Figura 2.7 | Posição das memórias secundárias na hierarquia de memórias



Fonte: Fávero (2011); Monteiro (2007)

Neste contexto, as memórias secundárias são responsáveis por armazenar dados para uso posterior, pois elas não se apagam quando o computador é desligado, são do tipo não voláteis, e também podem ser alteradas e regravadas quantas vezes for

necessário (OLIVEIRA, 2007)

Outra característica das memórias secundárias é que elas não são endereçadas diretamente pelo processador, por este motivo os dados armazenados, nestas memórias, precisam ser carregados na memória principal para serem processados. Em geral, elas são memórias não voláteis e permitem gravar os dados permanentemente. Estão nessa categoria de memórias os discos rígidos, CDs, DVDs, *pen-drives* e outros (VELLOSO, 2014). A memória secundária também é chamada de memória de massa, por possuir uma capacidade de armazenamento muito superior à das outras memórias (FÁVERO, 2011).

Os discos rígidos, também chamados de HDs (do inglês *Hard Disc*) são o tipo de memória secundária mais usado, pois acompanham praticamente todos os computadores e *notebooks*, desde os mais antigos até os dias atuais, e é considerado ainda o principal meio de armazenamento de dados. Em geral, é nele que são gravados os sistemas operacionais e demais arquivos de um computador. O disco rígido se comunica com o computador através de uma interface, que é composta por conectores. Estes conectores podem ser de diferentes tipos e padrões, cada qual com sua característica específica, como você poderá ver (DIGERATI, 2009).

Padrão SCSI

O padrão SCSI (pronuncia-se "iscãzi"), sigla do termo em inglês *Small Computer Systems Interface*, foi criado para permitir a comunicação entre dispositivos com confiabilidade de transmissão e velocidade rápida. Embora seu uso foi mais comum em HDs, este padrão foi usado também para conectar outros tipos de dispositivos, como impressoras, *scanners* e unidades de fita usadas em *back-ups*. Este é um padrão antigo, desenvolvido no final da década de 70 e lançado oficialmente em 1986. A tecnologia SCSI foi muito importante, pois permitia uma taxa alta de transferência de dados, dando, assim, suporte ao avanço da velocidade dos processadores. Esta tecnologia foi mais aplicada em servidores do que em computadores pessoais e ainda hoje é utilizada devido à sua confiabilidade na transferência de dados. Com o passar dos anos, novas versões SCSI surgiram, classificadas de acordo com a capacidade do *clock* da controladora número de *bits*, quantidade de discos conectados na controladora e velocidade de transferência de dados (INFOWESTER, 2015), conforme observado no quadro a seguir:

Figura 2.8 | Intervenção de terceiros

Versão	Clock	Bits	Dispositivos conectados	Velocidade
SCSI-1	5 MHz	8	8	5 MB/s
SCSI-2 (Fast SCSI)	10 MHz	8	8	10 MB/s
Wide Fast SCSI	10 MHz	16	16	20 MB/s
SCSI-3 (Ultra SCSI)	20 MHz	8	8	20 MB/s
Wide Ultra SCSI	20 MHz	16	16	40 MB/s
Ultra 2 SCSI	40 MHz	8	8	40 MB/s
Wide Ultra 2 SCSI	40 MHz	16	16	80 MB/s
Ultra 160 SCSI	40 MHz	16 (2x)	16	160 MB/s
Ultra 320 SCSI	80 MHz	16 (2x)	16	320 MB/s
Ultra 640 SCSI	160 MHz	16 (2x)	16	640 MB/s

Fonte: Infowester (2015)

A tecnologia SCSI tem como base uma controladora externa ao dispositivo, que permite sua comunicação com o computador por meio da interface SCSI. A controladora pode estar presente na placa-mãe ou ser instalada através de uma placa colocada em um slot livre, por exemplo (HARDWARE, 2015).



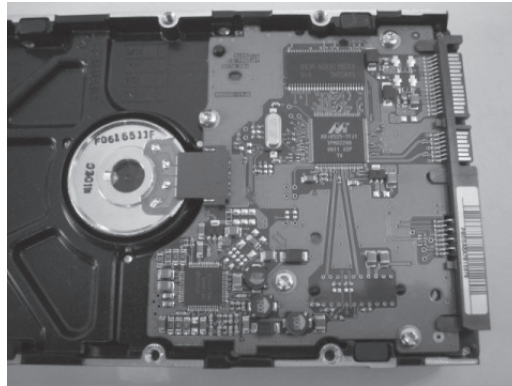
Pesquise mais

Para conhecer mais sobre os padrões SCSI, sua história e suas atuais aplicações e capacidades, acesse o artigo da Infoweste, disponível em: <<http://www.infowester.com/scsi.php>>. Acesso em: 17 dez. 2015.

Padrão IDE / ATA

Os padrões IDE (do inglês *Integrated Drive Eletronics*) e ATA (do inglês *Advanced Technology Attachment*) foram lançados no ano de 1986, no caso do IDE e padronizado em 1990, no caso do padrão ATA (CARMONA, 2006). O padrão IDE foi o primeiro que integrou ao HD a controladora do dispositivo, o que representou uma grande inovação, reduzindo os problemas de sincronismo, tornando seu funcionamento mais rápido e eficiente. Seus cabos de conexão eram menores, o que facilitou sua aplicação em computadores pessoais (DIGERATI, 2009).

Figura 2.9 | HD IDE com sua placa controladora integrada no dispositivo



Fonte: Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/dicas/hds-placa-controladora.html>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

Quando os dispositivos IDE foram lançados não havia uma definição de padrão para este dispositivo, o que gerou problemas de compatibilidade entre os diversos fabricantes. Para resolver este problema, o ANSI (*American National Standards Institute*) aplicou as correções necessárias para a padronização desta tecnologia e, em 1990, foi criado o padrão ATA (*Advanced Technology Attachment*). Por ser o nome IDE o mais conhecido, ele permaneceu surgindo o termo IDE/ATA (TECMUNDO, 2015).

Esta tecnologia foi ainda renomeada para PATA (Parallel ATA) para ser diferenciada da sua sucessora, a tecnologia SATA (vide item a seguir). Na tecnologia ATA, os dados são transmitidos por cabos de 40 ou 80 fios paralelos, o que resulta em cabos maiores, e os dados são transmitidos e recebidos por estes fios, ou seja, eles podem tanto transmitir como receber dados, o que torna o processo menos eficiente em relação ao seu sucessor SATA (CARMONA, 2006).

Padrão SATA

O padrão SATA, do inglês *Serial Advanced Technology Attachment*, é o sucessor do padrão ATA e funciona de forma serial, diferente do IDE/ATA que funciona de forma paralela. Como ele utiliza dois canais separados, um para enviar e outro para receber dados, isto reduz quase totalmente os problemas de sincronização e interferência, permitindo uma capacidade maior de transferência de dados. Seus cabos têm apenas um par de fios para envio de dados e outro par para o recebimento dos dados, que são transferidos em série, além de outros três fios para a alimentação de energia do dispositivo, totalizando apenas sete fios no cabo, o que resulta em cabos com diâmetro menor que ajudam na ventilação e diminuição da temperatura dentro do computador (TECMUNDO, 2015).

Existe ainda uma classificação do padrão SATA de acordo com a capacidade de

transferência de dados, que é medida em *megabits* por segundo. O SATA, primeiro a ser lançado e chamado de SATA I, vai até 150 MB/s (*megabits* por segundo), o SATA II que atinge 300 MB/s, e o SATA III, que atinge 600 MB/s. Cabe ressaltar que a cada dia novas capacidades são lançadas e, também, novas tecnologias são introduzidas com o objetivo de alcançar cada vez mais capacidade de armazenamento, bem como de melhorar a velocidade de transmissão e eficiência no consumo de energia (INFOWESTER, 2015).

Quadro 2.1 | Capacidades dos padrões IDE/ ATA, SATA, SATA II e SATA III

Padrão	Quantidade de Pinos	Velocidade de transferência (em MB/S)
IDE/ATA	40	133
SARA (150)	7	150
SATA II (300)	7	300
SATA III (600)	7	600

Fonte: Tecmundo, 2015. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/placa-mae/2580-quais-as-diferencas-entre-ide-sata-e-sata-ii-.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

O padrão SATA III (600) foi lançado em maio de 2009 e é melhor aproveitado por dispositivos de Estado Sólido, os SSDs (TECMUNDO, 2015).



Exemplificando

Os HDs podem ser do tipo IDE/ATA (PATA) ou do tipo SATA. Esta tecnologia traz uma placa controladora no próprio dispositivo. O número de fios usado pelo cabo determina o número de pinos que terá seu conector. Um cabo de 40 fios paralelo requer um conector de 40 pinos, usados pelos HDs IDE. Já o HDs padrão SATA utilizam cabos com 7 fios, o que faz com que seus conectores tenham 7 Pinos (DIGERATI, 2009).



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre os padrões IDE, ATA e SATA utilizados nos HDs e sua evolução, acesse o artigo da Infowester, disponível em: <<http://www.infowester.com/serialata.php>>. Acesso em: 17 dez. 2015.

SSD

O SSD, sigla do inglês *Solid-State Drive*, em português Unidade de Estado Sólido, é um tipo de dispositivo para armazenamento de dados. Estes dispositivos podem substituir os HDs com grande ganho, pois apresentam alta velocidade de acesso e consumo de energia reduzido. Isto acontece pela ausência de peças móveis, como motores, cabeçotes de leitura e gravação encontrados nos HDs. Nestes dispositivos são usados *chips* de memória *Flash* para fazer o armazenamento de dados, o que os torna mais econômicos no consumo de energia. Alguns pontos negativos no uso de SSDs são o custo maior em relação aos HDs e sua capacidade de armazenamento ainda é menor, porém, acredita-se que em muito pouco tempo não serão mais existentes, pois a cada dia estas diferenças diminuem (INFOWESTER, 2015).

A tecnologia SSD começou a ser empregada de forma ampla em dispositivos portáteis, tais como notebooks ultrafinos (*ultrabooks*) e tablets.

Figura 2.10 | Unidade de armazenamento de dados SSD



Fonte: Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/armazenamento-de-dados-ssd-319844/>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

Os SSDs não utilizam peças móveis e por este motivo são totalmente silenciosos, esta tecnologia é baseada no uso de *chips* de memória *Flash* não voláteis. Além de silenciosos, eles apresentam melhor resistência física quando o dispositivo sofre quedas ou é balançado, pesam menos que os HDs. Por estas características eles são aplicados cada vez mais em *notebooks* e *tablets* por serem equipamentos portáteis e que estão sujeitos a estas situações (TECMUNDO, 2015).

Como você já viu anteriormente, nas memórias *Flash*, os dados não são perdidos quando não há mais fornecimento de energia, elas são do tipo não voláteis (FÁVERO, 2011). Os fabricantes de dispositivos SSD utilizam memórias

Flash para produzir este dispositivo.

Existem dois tipos de memória *Flash*, o **Flash NOR** (Not OR) e o **Flash NAND** (Not AND), como segue:

- O tipo NOR: este tipo de memória permite acessar dados em posições diferentes da memória de maneira rápida, sem necessidade de ser sequencial, é usado principalmente em chips de BIOS e em *firmwares* de *smartphones*.
- O tipo NAND: a memória NAND pode armazenar mais dados que a memória NOR, considerando blocos físicos de tamanhos equivalentes. É um tipo mais barato de memória e é mais utilizado em SSD. Este tipo de memória também trabalha em alta velocidade, mas executa o acesso sequencial às células de memória e as trata em conjunto, isto é, em blocos de células (INFOWESTER, 2015).

As unidades SSD podem ser encontradas nos formatos dos próprios HDs, só que com *chips* de memória em vez de discos. Desta forma, esses dispositivos podem ser conectados em interfaces SATA ou IDE/ATA (PATA), por exemplo. Dessa forma, é possível encontrar dispositivos SSDs em formatos de 1,8, 2,5 e 3,5 polegadas, tal como em HDs (INFOWESTER, 2015).



Assimile

As memórias secundárias não podem ser endereçadas diretamente, por este motivo seu conteúdo tem que ser transferido para a memória principal para poder ser processado. Existem vários tipos de dispositivos e padrões de memória secundária, cada um com sua capacidade de transferência entre o próprio dispositivo e a memória principal.



Reflita

Qual, então, seria a melhor escolha, HD ou SSD? Para poder ter uma melhor comparação entre as duas tecnologias, assista ao vídeo no endereço a seguir, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=iIYAe1dWPqQ>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

Existem outros dispositivos de armazenamento de dados, tais como o pendrive e os CDs e DVDs. O pendrive é um dispositivo portátil de armazenamento com memória flash, do mesmo tipo das usadas em dispositivos SSD, e são acessados quando conectados a uma porta USB. Existem diversos modelos de pendrive com diversos tamanhos de capacidade de armazenamento, e os pendrives mais atuais já passam dos *gigabytes* de memória. Este dispositivo se tornou mais eficiente do que os CDs e até dos DVDs, pois sua capacidade de armazenamento pode ser bem superior ao destas mídias. O pendrive se tornou extremamente popular, pois é uma mídia portátil e bastante rápida na gravação e leitura dos dados (TECMUNDO, 2015).



Faça você mesmo

Faça uma pesquisa sobre a capacidade de armazenamento de um CD, de um DVD e de pelo menos três modelos diferentes de pendrive existentes no mercado. Faça uma planilha demonstrando estes modelos e suas respectivas capacidades e entregue ao seu professor. Você irá perceber que a capacidade dos pendrives são bem superiores aos CDs e DVDs.

Sem medo de errar

Dando continuidade às questões vistas pela empresa de fabricação de microprocessadores, considerando o conceito de “cidades inteligentes”, pretende-se, em uma cidade, implantar um sistema de informação com os dados médicos de cada habitante da cidade, que será interligado com o sistema de atendimento de urgência e que poderá ser acessado pela equipe médica dentro da ambulância, no momento do atendimento. Para isto, é necessário que o setor de pesquisa e desenvolvimento consiga identificar dispositivos com grande capacidade de armazenamento de dados e que possam ser acessados de forma rápida, através de sistemas que se interconectam entre si por meio do uso da internet. O cruzamento de dados e informações disponibilizadas neste sistema poderá salvar vidas e representa um grande avanço para a saúde da população. Estes dispositivos de armazenamento têm que oferecer capacidade aumentada de armazenamento e velocidade de acesso, e ao mesmo tempo sejam dispositivos que tenham eficiência no consumo de energia.

Através do endereço a seguir, você terá uma relação de comparativos de modelos SSD do fabricante Kingston. Disponível em: <<http://www.kingston.com/br/company/reviews?prodCat=ssd>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

E para que você possa dar início à sua análise, assista ao vídeo que traz uma

análise mais detalhada sobre o modelo de SSD de 480 Gb de alta performance.

SSD HyperX Predator M.2 PCIe 480 GB - SSD PCI Express de alta performance (1400-1000 MB/s) no endereço disponível em: <https://www.youtube.com/watch?time_continue=60&v=PHaNURrCILg>. Acesso em: 15 dez. 2015.

Para um detalhamento maior sobre modelos de SSDs e suas capacidades, acesse o endereço, disponível em: <<http://www.kingston.com/br/ssd/v>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

Faça a descrição detalhada da capacidade do modelo de SSD apresentado e descreva mais dois modelos, apresentando suas respectivas capacidades de memória, velocidades de taxa de transferência de dados destas memórias e demais capacidades técnicas, e que elas possam atender aos requisitos dos sistemas propostos na Situação Real, por exemplo, o acesso rápido às informações médicas de um paciente pela equipe médica de uma ambulância no momento do atendimento.



Atenção!

Não deixe de verificar os artigos e o vídeo proposto para entender mais sobre os dispositivos SSD.



Lembre-se

Os SSD são dispositivos que apresentam muitas vantagens em relação aos HDs, como alta velocidade de transmissão de dados e baixo consumo de energia, itens muito importantes em sistemas computacionais atuais.

Avançando na prática

Pratique mais!

Instrução

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, compare-as com as de seus colegas.

"Memórias secundárias de alto desempenho"

1. Competência de fundamentos de área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.
2. Objetivos de aprendizagem	Conhecer o que é a memória secundária do computador, como evoluiu, seus tipos e dispositivos e como funcionam.
3. Conteúdos relacionados	Memória Secundária: conceitos, evolução, tipos e funcionamento.

(continua)

4. Descrição da SP	<p>Para que um sistema de cruzamento de dados possa ser acessado por vários usuários simultaneamente, um computador deve ter especificações técnicas de alta performance tanto em capacidade de processamento como em capacidade de armazenamento e acesso rápido aos dados armazenados. Desenvolva uma pesquisa sobre os tipos de SSDs disponíveis no mercado e prepare uma proposta de configuração de uma máquina, com a justificativa do modelo de SSD escolhido para este equipamento, com a descrição de sua capacidade de armazenamento, taxas de transferências de dados e consumo de energia. O desafio consiste em apresentar as características de um computador Servidor que permita o uso de memórias secundárias com alta performance e baixo consumo de energia.</p> <p>Você poderá ver um estudo de caso semelhante no site do fabricante Kingston disponível em: <http://www.kingston.com/br/business/case_study/1.8-million-iops>. Acesso em: 17 dez. 2015.</p>
5. Resolução da SP	<p>Você poderá ver através do vídeo como foram conseguidos 1,8 milhões de transações por segundo e unidades de estado sólido usando componentes facilmente encontrados em lojas.</p> <p>Assista ao vídeo no endereço disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Hv37yXw8oh8>. Acesso em: 17 dez. 2015.</p> <p>Após isso, desenvolva a descrição de um computador que possa atender aos requisitos propostos para um servidor de alta performance.</p> <p>Para uma análise comparativa sobre memórias SSD, você poderá acessar o endereço, disponível em: <http://www.kingston.com/br/ssd/enterprise/best_practices/enterprise_versus_client_ssd>. Acesso em: 17 dez. 2015.</p>



Lembre-se

O **SSD** (*solid-state drive*) é uma tecnologia de armazenamento mais recente e é considerada a evolução do disco rígido (HD). Ele não possui partes móveis e é construído em torno de um circuito integrado semicondutor, o qual é responsável pelo armazenamento, diferentemente dos sistemas magnéticos (como os HDs) (TECMUNDO, 2015).



Faça você mesmo

Agora que você já conhece pelo menos um fabricante de dispositivos de memória SSD, faça uma pesquisa e encontre pelo menos mais dois fabricantes deste tipo de memória e, também, pesquise e indique mais dois modelos de computadores que utilizam esta tecnologia

de armazenamento de dados. Faça um comparativo sobre as capacidades de armazenamento e velocidades dos SSDs de diferentes fabricantes e o entregue para seu professor.

Faça valer a pena!

1. Estão na categoria de memórias secundárias dispositivos como discos rígidos, pendrives, entre outros. Pode-se afirmar sobre este tipo de memória:

I. São memórias não voláteis, pois não se apagam quando o computador é desligado.

II. São memórias consideradas de massa por possuir capacidade de armazenamento superior em relação a outros tipos de memória.

III. Estas memórias podem ser endereçadas diretamente no caso de dispositivos SSD.

IV. Estas memórias podem ser regravadas e alteradas de acordo com a necessidade.

Assinale a alternativa que contém apenas afirmações corretas:

- a) I, II e III.
- b) I, II e IV.
- c) I, III e IV.
- d) II, III e IV.
- e) I, II, III e IV.

2. Existem vários padrões de memórias SATA, cada uma com sua respectiva capacidade de transmissão de dados. Tomando por base esta informação, pode-se afirmar que:

- a) SATA I até 150 MB/s, SATA II vai até 300 MB/s e o SATA III até 600 MB/s (megabits por segundo).
- b) SATA I até 300 MB/s, SATA II vai até 600 MB/s e o SATA III até 900 MB/s (megabits por segundo).
- c) SATA III vai até 600 MB/s e o SATA I até 300 MB/s e SATA II até 150

MB/s (megabits por segundo).

d) SATA I até 150 MB/s, SATA II vai até 500 MB/s e o SATA III até 600 MB/s (megabits por segundo).

e) SATA II vai até 300 MB/s e o SATA III até 900 MB/s (megabits por segundo).

3. Sobre os HDs com padrão SCSI, nestes dispositivos a comunicação com o computador é feita através de _____ ao dispositivo, que pode estar presente _____ ou ser _____.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas

a) de cabo com 40 fios conectado – no computador – conectado pela porta USB.

b) de cabo com 80 fios conectado – na placa-mãe – uma placa colocada em um *slot* livre.

c) uma controladora externa – na placa-mãe – uma placa colocada em um *slot* livre.

d) uma controladora externa – no próprio dispositivo – uma placa colocada em um *slot* livre.

e) uma controladora externa – na placa-mãe – conectada pela porta USB.

Seção 2.4

Dispositivos de entrada e saída

Diálogo aberto

Você já aprofundou seus conhecimentos sobre a Unidade Central de Processamento – CPU, sua unidade lógica e aritmética, seus registradores e seus barramentos, o que são os bits de um processador, sua tecnologia CISC ou RISC, conheceu o que é memória principal, memória cache, os tipos de memória RAM, a memória ROM e o que significa memória volátil e não volátil. Você pôde assim conhecer os conceitos de processamento e de memória principal, e também conheceu as memórias secundárias e seus dispositivos, entre eles os HDs e os mais recentes dispositivos de SSDs, que proporcionam armazenamento com velocidade superior de acesso e baixo consumo de energia. Diante de tais conhecimentos, você está quase apto a descrever um computador completo, para isso, você irá conhecer agora os dispositivos de entrada e saída e como se comunicam com as demais partes do computador. Tais conceitos são fundamentais para que você possa dar continuidade às questões vistas pela empresa de fabricação de microprocessadores.

Considerando o conceito de “cidades inteligentes”, uma determinada cidade implantará um sistema de informação de atendimento médico, composto pelos dados médicos de cada habitante da cidade, interligado ao sistema de agendamento de consultas, acompanhamento de exames, encaminhamento para unidades de especialidades, emissão eletrônica de receita médica que poderá ser acessada pelas farmácias públicas ou comerciais, histórico médico do paciente e a interligação de aparelhos médicos colocados no local do paciente e monitorados pela equipe médica a distância, entre outros.

O desafio consiste em apresentar as características de um computador Servidor que permita o processamento com alta performance e baixo consumo de energia, que seja capaz de atender à demanda de acessos e que permita o acesso rápido as informações, obtendo maior rapidez no retorno destas solicitações.

Para isto, é necessário que o sistema funcione em um computador servidor que atenda à demanda de acessos e troca de informações entre os diversos sistemas. Os dispositivos que acessarão este sistema, aparelhos médicos e de diagnóstico,

estarão conectados ao sistema alimentando as informações médicas e retornando orientações para as pessoas e podendo até definir padrões de funcionamento destes dispositivos, comandados pela equipe médica de forma *on-line*, em tempo real através do uso da internet. Portanto, é de fundamental importância a capacidade de entrada e saída de informações neste computador. Para isso é necessário entender como funcionam a entrada e saída de dados, os tradicionais dispositivos e as novas tecnologias disponíveis que contribuem com sistemas complexos e interligados entre si. Siga e seja um profissional em computadores! Bom trabalho!

Não pode faltar

Como você já viu anteriormente, os computadores atuais são baseados na Arquitetura Von Neumann, que prevê a capacidade de uma máquina digital armazenar na memória dados e instruções, em formato binário, necessários para a execução de uma tarefa. A CPU – Unidade Central de Processamento – busca estes dados e instruções na memória e executa o processamento, e o resultado deste processamento é disponibilizado na memória. (FÁVERO, 2011).

Como também já foi visto, nesta arquitetura de computadores estão previstas também as unidades de entrada e saída de dados. Como você já deve ter visto, estas unidades são compostas por diversos dispositivos e podem ser divididos em (SOUZA FILHO, 2014):

- **Dispositivos de Entrada** – onde podemos inserir/entrar com dados no computador. Exemplo: teclado, mouse, telas sensíveis ao toque (*touch screen*).
- **Dispositivos de Saída** – onde os dados podem ser visualizados. – Exemplo: telas e impressoras.
- **Dispositivos de Entrada/Saída** – são dispositivos que podem enviar e receber dados, como o disco rígido, pendrives, as conexões de internet via cabo e *wi-fi*, monitores e telas *touch screen*, entre outros (FONSECA, 2007).

Existem diversos dispositivos de entrada e saída que também são chamados de periféricos. A cada dia surgem novos equipamentos que fazem a entrada e saída de dados. Segundo Velloso (2014), os elementos de um computador que garantem a ligação do processador com o mundo externo constituem um sistema de entrada e saída, onde temos:

- Barramentos.
- Interfaces.

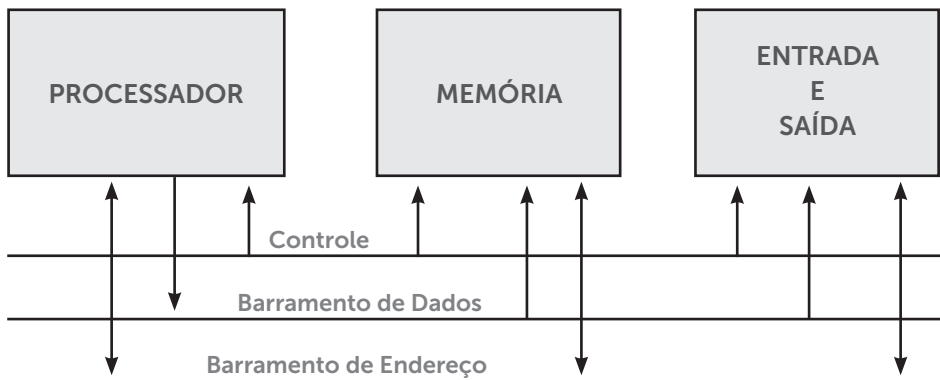
- Periféricos – dispositivos de entrada e saída (VELLOSO, 2014).

Um processador manipula dados executando ações com o objetivo de obter resultados. São ações comuns à execução de operações aritméticas simples, tais como: somar, subtrair, multiplicar e dividir; operações lógicas e, também, as operações de movimentação de dados entre a CPU e a memória. Os componentes do processador são interligados pelos barramentos que permitem esta movimentação de dados entre a CPU e a memória (MONTEIRO, 2007). Ainda segundo Monteiro, um barramento é o caminho por onde trafegam todas as informações de um computador. Existem três tipos principais de barramentos:

- Barramento de dados.
- Barramento de endereços.
- Barramento de controle.

O conjunto destes três barramentos compõe um Modelo de Barramento de Sistema, conforme a figura a seguir:

Figura 2.11 | Modelo de barramento de sistema



Fonte: Souza Filho (2014); Monteiro (2007)

É preciso que você reforce o entendimento sobre os barramentos, pois eles desempenham uma função direta na entrada e saída de dados e, também, sobre o processamento desses dados e o retorno dos resultados deste processamento. Lembrando:

- Barramento de dados

Este barramento interliga a CPU à memória, e vice-versa, para a transferência das informações que serão processadas. Ele determina diretamente o desempenho do sistema, pois quanto maior o número de vias de comunicação, maior o número de

bits transferidos e, conseqüentemente, maior a rapidez. Os primeiros PCs possuíam barramento de 8 vias. Atualmente, dependendo do processador, este número de vias pode ser de 32, 64 e até de 128 vias (FÁVERO, 2011).

- Barramento de endereços

Interliga a CPU à memória fazendo seu endereçamento e tem o número de vias correspondente à tecnologia de *bits* do processador, ou seja, nos computadores mais modernos, 32 *bits* ou 64 *bits*, permitindo endereçar até quatro GB (*Gigabytes*) de memória em processadores 32 *bits* e cerca de 16 PB (*Petabytes*) no caso de processadores 64 *bits* (SOUZA FILHO, 2014).

- Barramento de controle

Interliga na CPU a Unidade de Controle aos componentes e dispositivos de um computador, componentes de entrada e saída, memórias auxiliares e de armazenamento, entre outros. (MONTEIRO, 2007).

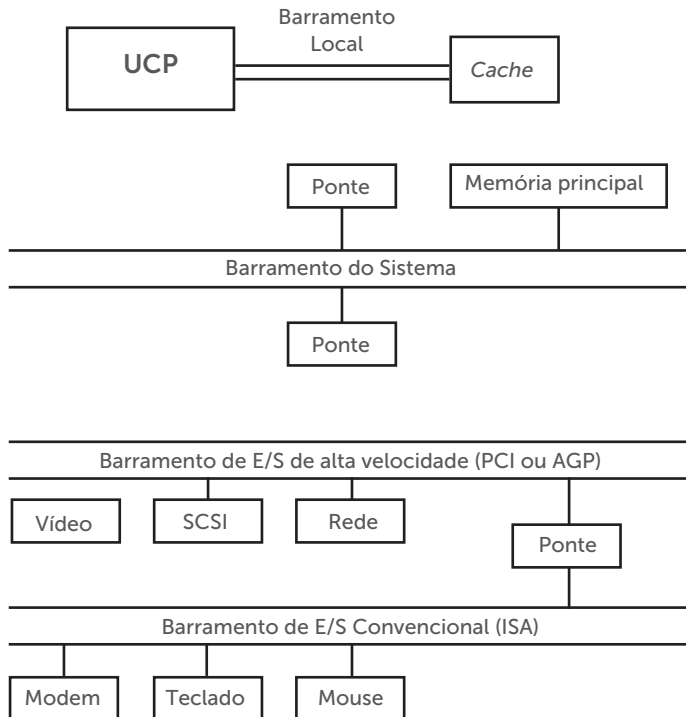
Como visto, o barramento de controle faz a comunicação entre os periféricos de entrada e saída com a CPU do computador. Durante o processamento de um programa, cada instrução é levada à CPU a partir da memória, junto aos dados necessários para executá-la. A saída do processamento é retornada à memória e enviada a um dispositivo, como um monitor de vídeo. A comunicação entre a CPU, a memória e os dispositivos de E / S é feita sempre pelos barramentos (SOUZA FILHO, 2014).

Existem muitas diferenças de características entre os diversos periféricos de E/S, por exemplo, a velocidade de transferência de um teclado ou de um mouse é muito menor do que a velocidade de um HD. Por este motivo, foram criados novos tipos de barramentos, com taxas de transferência de *bits* diferentes. Existem, atualmente, diferentes tipos de barramentos adotados pelos fabricantes destes dispositivos, onde podemos citar:

- **Barramento Local:** funciona na mesma velocidade do clock (relógio) do processador. Em geral, interliga o processador aos dispositivos com maior velocidade, memória cache e memória principal.
- **Barramento de Sistema:** adotado por alguns fabricantes, faz com que o barramento local faça a ligação entre o processador e a memória cache, e esta memória cache se interliga com a memória principal (RAM). Dessa forma não acontece acesso direto do processador à memória principal. Um circuito integrado auxiliar é usado para sincronizar o acesso entre a memória cache e a RAM, chamado de ponte e mais conhecido como "Chipset".
- **Barramento de expansão:** também chamado de barramento de entrada e de saída (E/S), é responsável por interligar os diversos dispositivos de E/S

aos demais componentes do computador, tais como: monitor de vídeo, impressoras, CD/DVD. Neste caso, também, é usado um chipset para cada dispositivo poder se conectar ao barramento do sistema, estes chipsets (pontes) sincronizam as diferentes velocidades dos barramentos. (FÁVERO, 2011).

Figura 2.12 | Exemplos de barramentos utilizados atualmente



Fonte: Monteiro (2007)



Assimile

Os três principais tipos de barramento de um computador são:

- Barramento de dados.
- Barramento de endereços.
- Barramento de controle.

Além deles, existem, atualmente, diferentes tipos de barramentos adotados pelos fabricantes destes dispositivos, onde podemos citar:

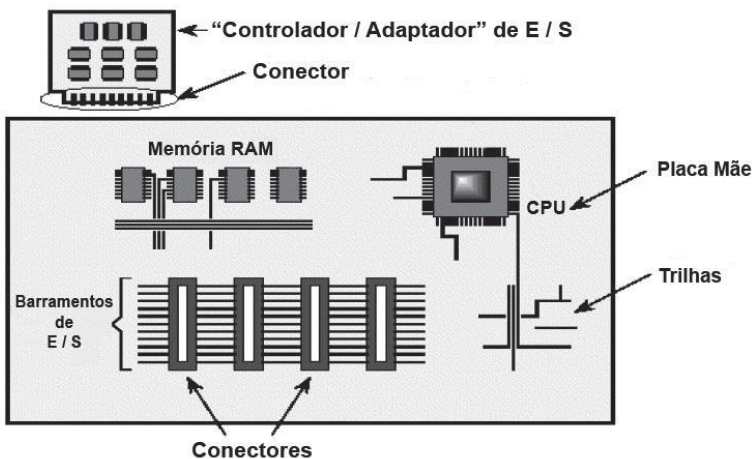
- Barramento local.
- Barramento de sistema.
- Barramento de expansão.

Os periféricos de E/S possuem diferentes velocidades de transmissão e por este motivo não se conectam diretamente à CPU do computador. Dessa forma, os dispositivos são conectados à placa-mãe através de suas interfaces, normalmente placas que contêm diversos componentes, incluindo o *chipset*, responsável pela sincronização entre a velocidade dos dispositivos e a velocidade dos barramentos e da CPU do computador. Para que interfaces de fabricantes diferentes possam funcionar de maneira organizada, estes fabricantes têm procurado por uma padronização na definição de protocolos de funcionamento. Assim, vários tipos diferentes de dispositivos podem funcionar adotando determinado padrão. Por exemplo, temos vários fabricantes de teclado, e todos os teclados funcionarão seguindo determinado protocolo, independente do modelo (FÁVERO, 2011).

Dessa forma, foram desenvolvidos vários padrões de barramentos para a conexão de placas de interfaces. Considere a interface uma placa adicional contendo um *chipset* e que irá proporcionar a sincronização dos dispositivos periféricos de E/S. (DIGERATI, 2009).

O nome barramento neste caso é usado para identificar o tipo de conector de acordo com o número de pinos e números de vias utilizados na comunicação com a placa-mãe. Por este motivo, o termo "Barramento" é mais conhecido como sendo estes padrões de conectores da placa-mãe, porém, você já percebeu que existem vários tipos de barramento e que este termo abrange muito mais conceitos do que isto (ALMEIDA, 2007).

Figura 2.13 | Representação de tipos de barramentos de E/S dentro de uma placa-mãe



Fonte: Tanenbaum (2007); Monteiro (2007)

Os tipos mais conhecidos de padrões de barramentos de conectores são:

- **ISA (*Industry Standard Adapter*)**: um dos primeiros padrões, desenvolvido pela IBM, apresentava uma taxa de transferência muito baixa e não é mais utilizado.
- **PCI (*Peripheral Component Interconnect*)**: desenvolvido pela Intel, tornando-se quase um padrão para todo o mercado, como barramento de alta velocidade. Permite transferência de dados em 32 ou 64 *bits* a velocidades de 33 MHz e de 66 MHz. Cada controlador permite cerca de quatro dispositivos.
- **AGP (*Accelerated Graphics Port*)**: barramento desenvolvido por vários fabricantes liderados pela *Intel*, com o objetivo de acelerar as transferências de dados do vídeo para a memória principal, especialmente dados em 3D, muito utilizados em aplicativos gráficos, como programas CAD e jogos.
- **PCI Express (*Peripheral Component Interconnect Express*)**: esse barramento foi construído por um grupo de empresas denominado PCI-SIG (***Peripheral Component Interconnect Special Interest Group***), composto por empresas como a *Intel*, AMD, IBM, HP e *Microsoft*. Este barramento veio para atender às demandas por mais velocidade gerada por novos *chips* gráficos e tecnologias de rede apresentando altas taxas de transferência. Assim, o PCI e o AGP foram substituídos pelo *PCI Express*. Até o momento existiram três versões desse barramento (1.0 – lançado em 2004; 2.0 – lançado em 2007; e o 3.0 – lançado em 2010). Cada barramento possui um protocolo-padrão que é utilizado pela indústria de computadores para a fabricação de todos os dispositivos de entrada e saída a serem conectados nos diferentes tipos de barramento.
- **USB (*Universal Serial Bus*)**: tem a característica particular de permitir a conexão de muitos periféricos simultaneamente ao barramento e por uma única porta (conector), conecta-se à placa-mãe. Grande parte dos dispositivos USB é desenvolvida com a característica de eles serem conectados ao computador e utilizados logo em seguida, o que é chamado de *plug-and-play* (FÁVERO, 2011).



Exemplificando

O nome barramento também é usado para identificar o tipo de conector de uma placa de interface de acordo com o número de pinos e números de vias utilizados na comunicação com a placa-mãe do computador. O tipo mais atual deste tipo de conector é o *PCI Express*.

Além dos barramentos, para que os usuários possam inserir dados no computador e obter as informações nele contidas, são necessários dispositivos / periféricos que permitam a comunicação do usuário com o computador, tanto para dar a entrada de dados e instruções quanto para proporcionar a saída de resultados ao usuário, no formato adequado que foi solicitado.

Esses dispositivos/periféricos devem ser capazes de realizar duas funções:

- receber ou enviar informações ao meio exterior;
- converter as informações de entrada para a linguagem da máquina e as de saída para a linguagem usada pelo usuário (MONTEIRO, 2007).

Em um computador há a necessidade de que a CPU se comunique com a memória principal (RAM) e com os dispositivos de E/S para a transferência de dados. Semelhante ao que ocorre com a comunicação entre CPU e memória principal, na qual são definidos endereços para cada posição de memória, os quais são referenciados pela CPU, quando se trata de comunicação entre CPU e dispositivos, torna-se necessário que a CPU indique um endereço que corresponda ao periférico em questão.

Diversas formas de comunicação entre CPU e memória principal foram propostas, as quais sofreram melhorias ao longo do tempo, buscando sempre alcançar uma melhor utilização da CPU e um melhor desempenho para o sistema como um todo. Murdocca (2001) destaca três métodos para gerenciar a entrada e saída:

- Entrada e saída programada

Neste método, a CPU precisa verificar continuamente se cada um dos dispositivos necessita de atendimento. Este método não é mais utilizado (MURDOCCA 2001).

- Entrada e saída controladas por interrupção

Este método possibilita que a CPU não fique presa em espera ocupada até que um dispositivo esteja pronto para realizar a transferência de dados propriamente dita. Embora este método tenha sofrido melhorias e não é mais utilizado (MURDOCCA 2001).

- Acesso direto à memória (DMA – *Direct Memory Access*)

A função do controlador (ou interface) é controlar seu dispositivo de E/S e manipular para ele o acesso ao barramento. Quando um programa quer dados do disco, por exemplo, ele envia um comando ao controlador de disco, e este controlador irá emitir comandos de busca e outras operações

necessárias para que ocorra a transferência (TANENBAUM, 2007).

Dessa forma, a CPU solicita a transferência para um dispositivo denominado controlador de acesso direto à memória principal (DMA Controller), o qual se responsabiliza totalmente pela transferência. A CPU é avisada apenas no início e no final da operação de transferência entre dispositivo e memória principal. Este é o tipo de acesso utilizado atualmente pelas interfaces de E/S (FÁVERO, 2011).



Pesquise mais

Conheça mais sobre barramentos e dispositivos de E/S disponível em:

<http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infor_comun/tec_inf/081112_org_arq_comp.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2015.

Conheça mais sobre os novos equipamentos e tecnologias do fabricante Dell disponível em: <<https://www.youtube.com/user/dellnobrasil>>. Acesso em: 6 jan. 2016.



Faça você mesmo

Tendo como base os conceitos de barramentos vistos, organize uma pesquisa que possa demonstrar três tipos de dispositivos de E/S, e qual tipo de interface usa para se conectar ao computador. Aponte em sua pesquisa qual é o fabricante destes dispositivos e qual fonte utilizou. Descreva nesta pesquisa em qual tipo de computador estes dispositivos estão conectados, descrevendo:

- Modelo/tipo de dispositivo.
- Modelo de processador usado pelo computador.
- Capacidade de memória RAM.
- Quais dispositivos de armazenamento possui.
- Qual tipo de conexão de rede permite.
- Quais dispositivos já estão presentes na placa-mãe (dispositivos on-board) ou se todos os periféricos são conectados através de interfaces externas, USB ou PCI Express, por exemplo.



Refleta

Considerando-se o conceito de “Internet das Coisas”, pode-se dizer que um aparelho que se conecte à internet terá internamente um sistema computacional que permita enviar e receber dados e, em alguns casos, até executar o seu processamento, o que leva à conclusão de que os computadores estão sendo empregados nos mais diversos aparelhos para as mais diversas aplicações. A ideia é que, cada vez mais, o mundo físico e o digital se tornem um só, através dispositivos que se comuniquem com os outros, os data centers e suas nuvens.

Fonte: TECHTUDO (2014). Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/08/internet-das-coisas-entenda-o-conceito-e-o-que-muda-com-tecnologia.html>>. Acesso em: 2 jan. 2016.

Sem medo de errar

Considerando o conceito de “cidades inteligentes”, uma determinada cidade implantará um sistema de informação de atendimento médico, composto pelos dados médicos de cada habitante da cidade, interligado ao sistema de agendamento de consultas, acompanhamento de exames, encaminhamento para unidades de especialidades, emissão eletrônica de receita médica que poderá ser acessada pelas farmácias públicas ou comerciais, histórico médico do paciente e a interligação de aparelhos médicos colocados no local do paciente e monitorados pela equipe médica a distância, entre outros. Para isto, é necessário que o sistema funcione em um computador servidor que atenda à demanda de acessos e troca de informações entre os diversos sistemas. Os dispositivos que acessarão este sistema, aparelhos médicos e de diagnóstico estarão conectados ao sistema alimentando as informações médicas e retornando orientações para as pessoas e podendo até definir padrões de funcionamento destes dispositivos, comandados pela equipe médica de forma on-line, em tempo real através do uso da internet. Portanto, é de fundamental importância a capacidade de entrada e saída de informações neste computador. Para isso é necessário entender como funciona a entrada e saída de dados, os tradicionais dispositivos e as novas tecnologias disponíveis, que contribuem com sistemas complexos e interligados entre si.

O desafio consiste em apresentar as características de um computador Servidor que permita o processamento com alta performance e baixo consumo de energia, que seja capaz de atender à demanda de acessos e que permita o acesso rápido às informações, obtendo maior rapidez no retorno destas solicitações. Para isso, acesse o endereço a seguir e a planilha detalhada sobre o tipo de processador, quantos núcleos possui, tipos de memórias aplicados e que são aceitos, e taxas de

transferência de Entrada e de Saída de dados.

Endereço do fabricante Dell, disponível em: <<http://www.dell.com/br/empresa/p/poweredge-r630/pd>>. Acesso em: 5 jan. 2016.



Atenção!

Não deixe de verificar as definições apresentadas pelo fabricante em sua página, nas abas Especificações Técnicas, Visão Geral, Soluções de Armazenamento e Serviço e Suporte. Assista também aos vídeos apresentados na mesma página na seção "Galeria", com descrições mais detalhadas sobre os modelos de servidores e suas configurações.



Lembre-se

O desafio consiste em apresentar as características de um computador Servidor que permita acesso rápido às informações e, conseqüentemente, o retorno desejado sobre elas. Para isso, além de grande capacidade de processamento e rapidez das memórias principal e secundárias, é de fundamental importância que este servidor permita acesso rápido. Portanto, os pontos relevantes desta pesquisa são a descrição de:

- Capacidade de Processador.
- Memória Principal RAM.
- Memória Secundária – SSDs.
- Capacidade de interconexão em rede.

Avançando na prática

Pratique mais!

Instrução

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, compare-as com as de seus colegas.

"Acesso a Informações com Alto Desempenho"

1. Competência de fundamentos de área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.
2. Objetivos de aprendizagem	Conhecer dispositivos de Entrada e Saída: seus conceitos, sua evolução tecnológica, seus tipos e seu funcionamento.

(continua)

<p>3. Conteúdos relacionados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Barramentos <ul style="list-style-type: none"> o Barramento de dados. o Barramento de endereços. o Barramento de controle. • Interfaces / Periféricos / Dispositivos de Entrada / Dispositivos de Saída / Dispositivos de Entrada/Saída. • Modelo de Barramento de Sistema / Barramento Local / Barramento de Sistema / Barramento de expansão. • <i>chipsets</i> (pontes). • padrões de barramentos de conectores - ISA / PCI / AGP / PCI Express / USB • métodos para gerenciar a entrada e saída: <ul style="list-style-type: none"> - Entrada e saída programada. - Entrada e saída controladas por interrupção. - Acesso direto à memória (DMA - <i>Direct Memory Access</i>). 										
<p>4. Descrição da SP</p>	<p>Considerando o conceito de "cidades inteligentes", uma determinada cidade implantará um sistema de informação de atendimento médico, composto pelos dados médicos de cada habitante da cidade, interligado ao sistema de agendamento de consultas, acompanhamento de exames, encaminhamento para unidades de especialidades, emissão eletrônica de receita médica que poderá ser acessada pelas farmácias públicas ou comerciais, histórico médico do paciente e a interligação de aparelhos médicos colocados no local do paciente e monitorados pela equipe médica a distância, entre outros. Para isto, é necessário que o sistema funcione em um computador servidor que atenda à demanda de acessos e troca de informações entre os diversos sistemas. Os dispositivos que acessarão este sistema, aparelhos médicos e de diagnóstico estarão conectados ao sistema alimentando as informações médicas e retornando orientações para as pessoas e podendo até definir padrões de funcionamento destes dispositivos, comandados pela equipe médica de forma on-line, em tempo real através do uso da internet. Portanto, é de fundamental importância a capacidade de entrada e saída de informações neste computador. Para isso é necessário entender como funciona a entrada e saída de dados, os tradicionais dispositivos e as novas tecnologias disponíveis que contribuem com sistemas complexos e interligados entre si.</p>										
<p>5. Resolução da SP</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="499 1275 641 1335">Descrição do Servidor</td> <td data-bbox="641 1275 1088 1335">Servidor rack PowerEdge R630 13G</td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 1335 641 1370">Fabricante</td> <td data-bbox="641 1335 1088 1370">DELL</td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 1370 641 1405">Processador</td> <td data-bbox="641 1370 1088 1405">Processadores Intel® Xeon® E5 2600 v3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 1405 641 1439">Chipset</td> <td data-bbox="641 1405 1088 1439">Chipset Intel C610 Series</td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 1439 641 1612">Memória RAM</td> <td data-bbox="641 1439 1088 1612">Memória DDR4 com 24 slots DIMM Arquitetura: DIMMs DDR4 de até 2133 MT/s Tipo de memória: RDIMM, LRDIMM Soquetes do módulo de memória: 24 RAM mínima: 4 GB (um módulo) RAM máxima: até 768 GB (24 slots DIMM com 32 GB); 4 GB/8 GB/16 GB/32 GB</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">(continua)</p>	Descrição do Servidor	Servidor rack PowerEdge R630 13G	Fabricante	DELL	Processador	Processadores Intel® Xeon® E5 2600 v3	Chipset	Chipset Intel C610 Series	Memória RAM	Memória DDR4 com 24 slots DIMM Arquitetura: DIMMs DDR4 de até 2133 MT/s Tipo de memória: RDIMM, LRDIMM Soquetes do módulo de memória: 24 RAM mínima: 4 GB (um módulo) RAM máxima: até 768 GB (24 slots DIMM com 32 GB); 4 GB/8 GB/16 GB/32 GB
Descrição do Servidor	Servidor rack PowerEdge R630 13G										
Fabricante	DELL										
Processador	Processadores Intel® Xeon® E5 2600 v3										
Chipset	Chipset Intel C610 Series										
Memória RAM	Memória DDR4 com 24 slots DIMM Arquitetura: DIMMs DDR4 de até 2133 MT/s Tipo de memória: RDIMM, LRDIMM Soquetes do módulo de memória: 24 RAM mínima: 4 GB (um módulo) RAM máxima: até 768 GB (24 slots DIMM com 32 GB); 4 GB/8 GB/16 GB/32 GB										

	Disco Rígido (HD)	HDD: SAS, SATA, SAS SSD near-line: SAS, SATA, SSD PCIe PowerEdge NVMe Express Flash 24 x SSD de 1,8": até o máximo de 23 TB via SSD SATA de conector automático de 0,96 10 x 2,5": até 18 TB via HDD SAS de 1,8 TB 8 x 2,5": até 14 TB via HDD SAS de conector automático de 1,8 TB
	Controladora de rede	4 x 1 Gbit, 2 x 1 Gbit + 2 x 10 Gbit, 4 x 10 Gbit
	Comunicações (Placas possíveis de redes contidas neste servidor)	Placa de rede Broadcom® 5719 de 1 Gbit e quatro portas Placa de rede Broadcom 5720 de 1 Gbit/s e duas portas CNA DA/SFP+ Broadcom 57810 de 10 Gbit e duas portas Adaptador de rede Base-T Broadcom 57810 de 10 Gbit e duas portas Adaptador de servidor Intel® Ethernet I350 de 1 Gbit e duas portas Adaptador de servidor Intel Ethernet I350 de 1 Gbit e quatro portas Adaptador de servidor Intel Ethernet X540 10GBASE-T de duas portas HBA Emulex LPE 12002 Fibre Channel de 8 Gbit e porta dupla HBA Emulex LPe16000B Fibre Channel de 16 Gbit e porta única HBA QLogic® 2560 Fibre Channel óptico de 8 Gbit e porta única HBA QLogic 2562 Fibre Channel óptico de 8 Gbit e porta dupla HBA Qlogic 2660 Fibre Channel de 16 Gbit, porta única e altura completa HBA Qlogic 2662 Fibre Channel de 16 Gbit, porta dupla e altura completa



Lembre-se

Um sistema computacional para atender às solicitações propostas na situação-problema tem que ter alta capacidade de processamento, memórias de alto desempenho e dispositivos e barramentos que permitam grande tráfego de dados (E/S). Por esta razão, as conexões de rede e internet têm papel fundamental neste processo.



Faça você mesmo

Aproveite os itens destacados na resolução da situação-problema e faça uma planilha complementar com uma descrição mais detalhada de cada tipo de componente com suas respectivas capacidades e entregue, entregando-a ao professor.

Faça valer a pena!

1. Existem diversos dispositivos de entrada e saída. A cada dia surgem novos equipamentos que fazem a entrada e saída de dados. Os elementos de um computador que garantem a ligação do processador com o mundo externo constituem um sistema de entrada e saída, onde temos, além dos dispositivos de entrada e saída:

- a) Barramentos e Interface.
- b) Chipset e PCI.
- c) Barramento de sistema e Interface.
- d) PCI Express e USB.
- e) Barramentos e USB.

2. Os periféricos de E/S possuem diferentes velocidades de transmissão e por este motivo eles não se conectam diretamente à CPU do computador. Dessa forma, os dispositivos são conectados à placa-mãe, através de suas interfaces, normalmente, placas que contêm diversos componentes. O componente eletrônico responsável pela sincronização entre a velocidade dos dispositivos de Entrada e Saída e a velocidade dos barramentos e da CPU do computador é:

- a) Interface.
- b) Processador.
- c) Registrador.
- d) Chipset.
- e) EPROM.

3. Em um computador há a necessidade de que a CPU se comunique com a memória principal (RAM) e com os dispositivos de E/S para a transferência de dados. São métodos para gerenciar a entrada e saída de dados:

- I - Entrada e saída programadas.
- II - Entrada e saída controladas por interrupção.

III - Entrada e saída controladas por processamento.

IV - Acesso direto à memória.

Estão corretas as alternativas:

a) I, III e IV.

b) I e II.

c) I e IV.

d) II e III.

e) I, II e IV.

Referências

- ALMEIDA, Marilane. **Curso de montagem e manutenção de micros**. São Paulo: Digerati Books, 2007.
- BROOKSHEAR, J. Glenn. **Ciência da computação: uma visão abrangente**. 11. ed. São Paulo: Bookman, 2013.
- CARMONA, Tadeu. **Universidade VBA**. São Paulo: Digerati Books, 2006.
- DIGERATI. Equipe. **Guia técnico de montagem e manutenção de computadores**. São Paulo: Digerati Books, 2009.
- FÁVERO, Eliane M. B. **Organização e arquitetura de computadores**. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.
- FONSECA FILHO, Clézio. **História da computação [recurso eletrônico]: O caminho do pensamento e da tecnologia**. Porto Alegre: PUCRS, 2007.
- GERALDI, Luciana M. Aquaroni. **Elucidando os sistemas operacionais: um estudo sobre seus conceitos**. Taquaritinga: Clube de Autores, 2013.
- HARDWARE 2. Site Clube do. **Dicionário de termos**. Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/dicionario/termo/rom/239>>. Acesso em: 5 dez. 2015.
- HARDWARE. Site Clube do. **Hardware, o guia definitivo**. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/livros/hardware/processador.html>>. Acesso em: 26 nov. 2015.
- INFOWESTER. **Tecnologia SCSI** (Small Computer Systems Interface). Disponível em: <<http://www.infowester.com/scsi.php>>. Acesso em: 15 dez. 2015.
- INFOWESTER. **O que é SSD** (SOLID State Drive). Disponível em: <<http://www.infowester.com/ssd.php>>. Acesso em: 15 dez. 2015.
- INFOWESTER. **Processadores**: clock, bits, memória cache e múltiplos núcleos. Disponível em: <<http://www.infowester.com/processadores.php#cache>>. Acesso em: 20 dez. 2015.
- MURDOCCA, Miles J.; HEURING, Vincent P. **Introdução a arquitetura de computadores**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2001.
- MONTEIRO, Mário A. **Introdução à organização de computadores**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

OKUYAMA, Fabio Yoshimumitsu. **Desenvolvimento de Software [recurso eletrônico]**: conceitos básicos. Porto Alegre: Bookman, 2014.

OLIVEIRA, Rogério A. **Informática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PATTERSON, D. A.; HENNESSY, J. L. **Arquitetura de computadores**: uma abordagem quantitativa. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

_____. **Organização e projeto de computadores**: a interface hardware/software. São Paulo: Campus, 2005.

RAINER, Kelly. **Introdução a sistemas de informação [recurso eletrônico]**. Tradução Multinet Produtos 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

SOUZA FILHO, Gilberto; SANTANA, Eduardo; MEDEIROS, Alexandre. **Introdução à computação**. 2. ed. João Pessoa: UFPB, 2014.

TANENBAUM, Andrew S. **Organização estruturada de computadores**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

TECMUNDO. **Quais as diferenças entre IDE, SATA e SATA II?** Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/placa-mae/2580-quais-as-diferencas-entre-ide-sata-e-sata-ii-.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

TECMUNDO. **O que é pen-drive?** Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/pendrive/844-o-que-e-pendrive-.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

TECMUNDO. **DDR4**: será que as novas memórias vão fazer diferença no desempenho do PC? Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/memoria-ram/76135-ddr4-novas-memorias-fazer-diferenca-desempenho-pc.htm>>. Acesso em: 30 dez. 2015.

TECHTUDO. **Internet das Coisas**: entenda o conceito e o que muda com a tecnologia. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/08/internet-das-coisas-entenda-o-conceito-e-o-que-muda-com-tecnologia.html>>. Acesso em: 2 jan. 2016.

VELLOSO, Fernando de Castro. **Informática conceitos básicos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SISTEMAS NUMÉRICOS: CONCEITOS, SIMBOLOGIA E REPRESENTAÇÃO DE BASE NUMÉRICA

Convite ao estudo

Você já parou e se perguntou como as informações são conduzidas dentro do computador? Como as informações são organizadas por um processador? Antes de entender esse tipo de organização e como algumas conversões podem ser feitas, precisamos saber dos conceitos necessários para representarmos e efetuarmos qualquer tipo de conceito e conversão. Algumas perguntas relacionadas podem aparecer, tipo: O que são bases numéricas? Como é representada uma base? Quais valores podemos usar dentro das bases? Os símbolos A e F são letras ou representação numérica dentro de uma base? Para responder a estas e outras perguntas, trabalharemos os conceitos apresentados para que você, aluno, possa desenvolver a competência que é considerada fundamental para o seu aprendizado que é: conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores. Também é importante destacar os objetivos de aprendizagem que pretendemos atingir com estes estudos. São eles:

- Apresentar aos alunos os sistemas numéricos, seus conceitos, simbologia e representação de base numérica.
- Promover o conhecimento dos modos de conversão entre bases numéricas: decimal para binário, binário para decimal, decimal para hexadecimal, hexadecimal para decimal.
- Despertar a reflexão sobre as aplicações que utilizam a conversão entre bases numéricas: decimal para octal, octal para decimal, binário para hexadecimal, hexadecimal para binário.

- Correlacionar os modos de conversão entre bases numéricas: binário para octal, octal para binário, octal para hexadecimal, hexadecimal para octal.

No livro didático, você tem esses conteúdos de forma clara, simples e prática e também poderá aprender com os exemplos e exercícios.

Para isso, você participa de um projeto de otimizações sistêmicas de plataformas de coletas de dados meteorológicos (PCD). A temperatura do ar precisará ser coletada por sensores e armazenada em um sistema embarcado que permita a realização dessa operação. A princípio foi definido que as aferições serão realizadas a cada hora, portanto, 24 vezes ao dia. Esse projeto piloto terá duração de 6 meses. As ações necessárias e de sua responsabilidade serão apresentadas mais adiante.

Vamos lá?

Seção 3.1

Sistemas numéricos: conceitos, simbologia e representação de base numérica.

Diálogo aberto

Para darmos andamento em nossa coleta de dados meteorológicos (PCD), precisamos entender alguns conceitos e representações numéricas.

Para isso, vamos investigar no mercado um equipamento que realize essa operação e suas especificações técnicas. Além disso, identificar qual é o mecanismo de conversão numérica que é utilizado. É necessário indicar o custo de memória que esse armazenamento gera no período especificado.

É importante entendermos toda a parte conceitual de sistemas numéricos de representação para números binários, octais, decimais e hexadecimais, com seus conceitos e representações. Você verá que essas informações são de extrema importância para que possa dar andamento e descobrir como esse equipamento, também conhecido como PCD, ou ainda, outro exemplo de mercado seja avaliado através de representações numéricas e de conceitos já aprendidos anteriormente, como por exemplo, em suas especificações técnicas.

Como estamos pesquisando e estudando sobre os sistemas numéricos, teremos as informações necessárias para que depois possamos usar esse conteúdo para fazer a conversão de bases.

Sugiro que estude e siga este material didático, os conceitos abordados, bem como, com os demais materiais. Lembre-se de que pesquisas também são muito úteis em seu aprendizado. Com isso nosso primeiro obstáculo será cumprido. Saberemos identificar e entender as bases, conceitos e simbologia aplicada às representações numéricas computacionais.

Bons estudos!

Não pode faltar

Você já deve saber que utilizamos os sistemas numéricos para a área financeira, para a área matemática e também para a área computacional. Dentro da

tecnologia digital, que os computadores utilizam, temos sistemas de numeração distintos. O mais conhecido é o sistema de numeração decimal. Esse você utiliza a todo momento e está familiarizado com ele. Temos, também, os sistemas de numeração binário, octal e hexadecimal.

Estudando o sistema de numeração decimal, poderemos entender outros sistemas de numeração.

O sistema de numeração **decimal** é composto por 10 símbolos a saber: 0,1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. A partir desses símbolos podemos utilizar nossa numeração decimal formando dígitos. Esses dígitos são colocados em ordem crescente, repetindo e seguindo a sequência de acordo com os símbolos da base.

Veja esse exemplo:

00	} Veja que iniciamos no zero e vamos seguindo a sequência da simbologia da base decimal
01	
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	
09	

Os números iniciam em zero e vão até nove. Daqui para frente inicia-se a sequência de repetição em ordem crescente e seguindo os símbolos da base:

00	10	Note que aqui repetimos o número 1 e começamos novamente a sequência com o 0.
01	11	
02	13	
03	13	
04	14	
05	15	
06	16	
07	17	
08	18	
09	19	



Refleta

“O sistema decimal também é chamado de sistema de base 10 porque ele tem 10 dígitos e está naturalmente relacionado ao fato de que as pessoas têm 10 dedos. De fato, a palavra 'dígito' é derivada da palavra 'dedo' em latim”. (TOCCI; WIDMER, 2011, p. 6).

Começamos a utilizar o dígito 0 até chegarmos no 9 e depois disso usamos uma combinação de dígitos sequenciais, por exemplo, o 10 que é a combinação do 1 com o 0; o onze que é a combinação do 1 com o 1, e assim sucessivamente. Com isso podemos representar os milhares, centenas e dezenas de um número. Como exemplo, o número 387 representa 3 centenas, 8 dezenas e 7 unidades. No geral, podemos afirmar que “[...] qualquer número é simplesmente uma soma de produtos do valor de cada dígito pelo seu valor posicional (peso).” (TOCCI; WIDMER, 2011, p. 6).

Vamos entender isso com o número 387?

Os pesos são representados pela sequência de 0, 1, 2, e assim sucessivamente, como potência da base que estamos utilizando, portanto, base 10. Esta potência é inserida da direita para esquerda sobre as bases do número.

Figura 3.1 | Representação matemática de um número decimal

10^2	10^1	10^0
3	8	7

Fonte: O autor

Se fizermos a conta, ficaria assim:

$$(3 \times 10^2) + (8 \times 10^1) + (7 \times 10^0) =$$

$$300 + 80 + 7 = \mathbf{387}_{10} \text{ (387 na base 10)}$$

Viu como é fácil?

Ao entender esses conceitos, você já estará apto a fazer algumas conversões de base para a próxima unidade.

Agora podemos partir para o sistema de numeração **binária**.

Este sistema é baseado nos símbolos 0 e 1, apenas, e é amplamente usado pelos computadores. Note que é muito complicado utilizar o sistema decimal para operar com níveis de tensão no computador. Teríamos de trabalhar com dez níveis de tensão diferentes. Se utilizarmos o sistema binário, usamos apenas dois níveis de tensão, podendo projetar um circuito eletrônico preciso e simples. Devido a isso, a maioria dos sistemas digitais usam o binário, porém temos outros sistemas que podem trabalhar muitas das vezes junto, como o hexadecimal (que será visto mais adiante). O zero no sistema binário representa a ausência de tensão, enquanto o 1 representa uma tensão. Os computadores de primeira geração eram programados justamente por chaves (*switches*), que eram desligados para representar o "0" e ligados para representar o "1".

Os números binários são escritos com os símbolos 0 e 1 e representados com a base 2. Veja o exemplo:

a. 00110111_2 Chegamos a um número binário pela soma de produtos de potência de 2. Veja:

$$(0 * 2^7) + (0 * 2^6) + (1 * 2^5) + (1 * 2^4) + (0 * 2^3) + (1 * 2^2) + (1 * 2^1) + (1 * 2^0) = 55$$

em decimal

Neste exemplo acima temos números binários que são chamados de *bits* – *Binary Digit*. Esse conjunto de 8 *bits* forma 1 *byte*. Um *byte* representa um caractere (letra, número ou símbolo). Agora você sabe porque é muito rápido o processamento através de um computador, pois todo seu processamento interno é realizado em binário. Para a representação de números binários que são muito grandes, utilizamos os sistemas numéricos conhecidos como octal e hexadecimal, por ficarem menores na representação (TOCCI; WIDMER, 2011). Hoje, o mais utilizado é o sistema hexadecimal.

No sistema **octal**, os números são representados por 8 símbolos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e a escrita de um número octal fica representada da seguinte forma: 426_8 , onde o 8 representa a base octal. O sistema octal foi usado como alternativa ao binário como uma forma mais enxuta e compacta, portanto, por exemplo, na utilização das antigas linguagens de máquina. Hoje se utiliza mais o sistema hexadecimal como um meio viável ao sistema binário. Exemplo:

- a. $167_8 \rightarrow$ Chegamos a um número binário pela soma de produtos de potência de 8

$$(1 * 8^2) + (6 * 8^1) + (7 * 8^0) = 64 + 48 + 7 = 119 \text{ em decimal}$$

E por último, mas não menos importante, vamos conhecer o sistema **hexadecimal**. Como o próprio nome nos direciona, é um sistema de base 16, logo a notação da base fica assim:

- a. $2F4_{16} \rightarrow 2^2 F^1 4^0 = 2^2 15^1 4^0 =$

$$(2 * 16^2) + (15 * 16^1) + (4 * 16^0) =$$

$$512 + 240 + 4 = 756 \text{ na base decimal}$$

Sim, estas letras no meio, na verdade, são números da base hexadecimal. Os números hexadecimais são representados pelos símbolos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E. Veja na tabela abaixo os valores em relação aos números decimais:

Tabela 3.1 | Tabela de valores das bases decimal e hexadecimal

DECIMAL	HEXADECIMAL
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	A
11	B
12	C
13	D
14	E
15	F

Fonte: O autor



Exemplificando

Sistema binário

Muito utilizado nos meios internos de computadores. Toda informação que entra é convertida para binário para que assim o processamento seja feito. Com isso, ganha-se na velocidade do processamento.

Sistema octal

Como já vimos, é um sistema que foi muito usado na computação como uma maneira de reduzir um número binário. Hoje, ele é mais utilizado por circuitos eletrônicos.

Sistema decimal

São mais fáceis de entender por se tratar do nosso sistema de numeração. Encontramo-lo sendo utilizado em vários locais do nosso dia a dia: moeda, controle de tempo (horas e minutos), medições e muitos outros.

Sistema hexadecimal

Este é o sistema mais utilizado nos computadores, pois ele representa os números binários de uma forma mais compacta, utilizando tamanhos bem menores comparado ao binário.

Como exemplo, podemos citar os microprocessadores. Todo seu endereçamento é feito em hexadecimal. Outro local muito comum em que você encontra o número hexadecimal é nos endereços de MAC (endereços Físicos) encontrados nas etiquetas abaixo dos roteadores. Normalmente, lá está identificado como MAC e o endereço em hexadecimal. Exemplo: MAC – 00147F3A1D8.

Em seu computador, quando você entra nas configurações do seu IP (Protocolo de Internet), também encontramos o *Adapter Address* (Endereço do Adaptador), que se encontra em hexadecimal. Estará assim:

Adapter Address 00-10-5A-44-12-B5 (lógico que este número hexadecimal é um exemplo. Em sua máquina aparecerá o seu endereço de adaptador).



Faça você mesmo

Crie uma tabela contendo os sistemas de numeração binário, octal, decimal e hexadecimal correspondente. Para isso, escreva uma tabela com 4 colunas. Em cada coluna coloque uma base. Para ficar mais fácil, coloque a primeira coluna como decimal e numere do 0 até o número 15. Depois, complete as demais colunas com suas representações de base.

Você já notou que cada símbolo representado por uma letra no sistema hexadecimal possui seu valor correspondente em decimal?

Se compararmos um número binário representado em hexadecimal, podemos notar que na base hexa o número é representado com menos símbolos. Essa notação é utilizada para reduzir uma longa sequência de números binários. Também, é bastante utilizada em programação de baixo nível (programação próxima a linguagem da máquina) e na programação de microprocessadores.



Assimile

Analise a tabela completa de bases e seus respectivos valores. É ideal que saiba construir essa tabela de cabeça, sabendo os respectivos valores correspondentes entre as bases.

Tabela 3.2 | Tabela de valores para conversão entre

DECIMAL	BINÁRIO	OCTAL	HEXADECIMAL
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	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

Fonte: O autor

Agora, você já conhece os conceitos, simbologias e a representação numérica das bases binárias, octal, decimal e hexadecimal. Com base nesses conhecimentos, seu próximo passo será aprender como trabalhar com eles fazendo algumas conversões entre as bases. Veremos isso mais adiante.



Faça você mesmo

1. Como escrever a representação do número 514 na base decimal?
2. Como representar o número binário 1101_2 em decimal, octal e hexadecimal? Dica: use a tabela de valores entre bases.
3. Qual é a diferença de $CADA_{16}$ com CADA?

Sem medo de errar

Agora estamos prontos para começar a responder a algumas perguntas sobre investigar no mercado um equipamento que realiza essa operação e suas especificações técnicas. Além disso, identificar qual é o mecanismo de conversão numérica que é utilizado. É necessário indicar o custo de memória que esse armazenamento gera no período especificado.

Com isso segue um resumo do que vimos no material didático desta seção:

O equipamento encontrado no mercado é o Coletor e Transmissor de dados Datalogger SatLink 2 (PCD). Veja o artigo que o retrata e suas especificações técnicas. Disponível em: <<http://mart.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.16.11.27/doc/7071-7078.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2016.

A partir dele podemos receber os dados coletados em decimal, onde são convertidos em binário para que o transporte seja efetuado e na hora do armazenamento em banco de dados, é utilizada a conversão para o sistema hexadecimal.

No modo operação normal, esse coletor armazena 120.000 leituras na sua memória – NVRAM – e elas são enviadas de 3 em 3 horas (veja no artigo citado acima).

Vamos exemplificar construindo uma tabela fictícia de dados coletados em um dia (24 aferições).

As temperaturas são coletadas em decimais e os dados são convertidos em binário. Veja como ficaria a tabela:

Tabela 3.3 | Tabela de aferição de temperatura – 1 dia de coleta

TEMP. MAX. °C POR DIA (Decimal)	VALOR CON- VERTIDO EM BINÁRIO	TEMP. MAX. °C POR DIA (Decimal)	VALOR CON- VERTIDO EM BINÁRIO	TEMP. MAX. °C POR DIA (Decimal)	VALOR CON- VERTIDO EM BINÁRIO
22	10110	32	100000	26	11010
21	10101	31	11111	24	11000
23	10111	30	11110	22	10110
26	11010	32	100000	21	10101
28	11100	35	100011	21	10101
29	11101	37	100101	27	11011
27	11011	36	100100	29	11101
30	11110	29	11101	28	11100

Fonte: O autor

O cálculo efetuado para chegarmos nos valores em binário são divisões sucessivas por 2 (base binária), mas aprenderemos isso na próxima seção.

Com essa tabela temos a representação do consumo de memória de um dia de leitura.

As 120.000 leituras que vimos nas especificações representam a quantidade de leituras que esse equipamento é capaz de realizar.

Avançando na prática

Pratique mais	
Instrução Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, compare-as com as de seus colegas.	
"Conceitos, simbologia e representação numérica"	
1. Competência de fundamentos de área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.
2. Objetivos de aprendizagem	Apresentar aos alunos os sistemas numéricos, seus conceitos, simbologia e representação de base numérica.
3. Conteúdos relacionados	Sistemas numéricos: conceitos, simbologia e representação de base numérica.

4. Descrição da SP	É comum termos sistemas que façam a autenticação de senhas que são digitadas com seu <i>login</i> , em um sistema de <i>internet</i> ou um específico que requer segurança. Essas senhas precisam ser seguras e não podem ser fáceis de se descobrir. As senhas são geralmente guardadas nos bancos de dados de forma criptografada. Para isso são usados algoritmos de criptografia.
5. Resolução da SP	<p>Vamos resolver esse problema através de um algoritmo de criptografia dos mais conhecidos chamados de MD5.</p> <p>No MD5, você somente precisa passar os dados decimais que você quer como senha. O algoritmo MD5 pega esses dados convertendo em binário. Após a conversão para binário, é gerada a conversão do código hexadecimal, diminuindo assim o tamanho para poder ser armazenado em banco de dados. Esse método retorna sempre uma sequência binária de 16 bytes ou 32 símbolos hexadecimais.</p> <p>Nota-se que neste método usamos a numeração decimal como entrada, a binária como forma de conversão e a hexadecimal como forma de armazenamento.</p> <p>Exemplo:</p> <p>Entrada – 1508</p> <p>Binário – 0101 1110 0100 (feito por divisões sucessivas por 2. Veremos na próxima seção este método de conversão).</p> <p>Hexadecimal – 54E (Feito por divisões sucessivas, porém pela base 16. Também veremos esse tipo de conversão na próxima seção)</p>



Faça você mesmo

O vídeo Sistemas de Numeração na Computação retrata bem sobre o que estamos estudando, passando por todas as bases aqui estudadas. Assista à videoaula. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xRtg6HITSds>>. Acesso em: 16 jan. 2016.

Faça valer a pena

1. Assinale a alternativa que indica a base em que o sistema de numeração decimal é representado:

- 2.
- 8.
- 10.
- 16.
- 12.

2. Você aprendeu sobre *bit* e *byte*. Qual é a representação de um *bit*?

- a. Um dígito de *byte*.
- b. Um dígito binário.
- c. Um dígito qualquer.
- d. Um dígito de base 10.
- e. Um dígito de base 16.

3. O número 11001011_2 está representado em que base? Assinale a alternativa correspondente:

- a. Hexadecimal.
- b. Decimal.
- c. Octal.
- d. Binária.
- e. NDA.

Seção 3.2

Conversão entre bases numéricas: decimal

Diálogo aberto

Vamos continuar aprofundando nossos estudos. Para isso utilizaremos as operações matemáticas básicas de divisão e potenciação que você já conhece de longa data, mas pode ter esquecido algumas regras e que vamos recordar nesta aula também. Aproveite para ler os materiais complementares indicados e tire suas dúvidas em aula, em atividades e com colegas e professores.

Estudaremos as conversões de dados de sistemas numéricos binário, decimal e hexadecimal. Essas conversões nos ajudam e nos orientam a compreender como os dados se portam dentro do computador ou como ocupam mais espaço ou menos espaço nos armazenamentos.

Com esses estudos, você poderá conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores. Além disso, também obterá mais informações sobre os modos de conversão entre bases numéricas: decimal para binário, binário para decimal, decimal para hexadecimal, hexadecimal para decimal.

Vamos criar um mecanismo de otimização dos recursos de memória do equipamento PCD, desenvolvendo um sistema de conversão de decimal para binário e de binário para decimal. Você deverá determinar o que isso significa em termos de espaço de memória.

Com foco na conversão de dados e da quantidade de dados a serem trabalhados, vamos nos dedicar a entender e a desenvolver as conversões de base baseados em cálculos matemáticos e suas respectivas regras.

Bons estudos!

Não pode faltar

Vamos começar falando sobre conversão de base. Conversão de base nada mais é do que alguns cálculos que vamos fazer para acharmos o valor de um sistema de numeração para outro. Um exemplo seria como converter um número binário para um número de base decimal ou ainda para qualquer outra base.

Para tal, vamos iniciar nosso estudo em algumas conversões e dividiremos esse conteúdo em quatro itens. São eles: Conversão de decimal para binário, de binário para decimal, de decimal para hexadecimal e de hexadecimal para binário.

Para melhor desenvolvimento, sugiro que utilize em seus estudos uma calculadora simples para poder realizar alguns cálculos. Não utilize uma calculadora científica que possua conversão de bases, pois isso não ajudará a entender como os cálculos são efetuados.

Diante de alguns cálculos que você aprenderá, caso queira verificar se realizou a conversão chegou no resultado corretamente, utilize a calculadora do Windows. Para isso abra a calculadora e utilize a calculadora do Programador (Windows 10). Ela realiza as conversões entre as bases de sistema numérico binário, octal, decimal e hexadecimal. Lembre-se: somente a use para verificação.

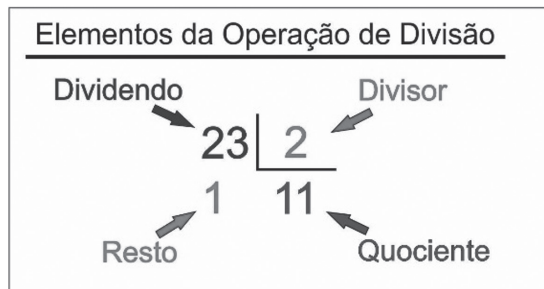


Refleta

Você se lembra dos nomes dados aos elementos de uma operação de divisão?

Relembre isso, pois utilizaremos nas conversões.

Figura 3.2 | Elementos da Operação de Divisão



Fonte: O autor

Após relembarmos os elementos e nomes adequados, passaremos aos tópicos de conversão.

1 – Conversão de decimal para binário



Refleta

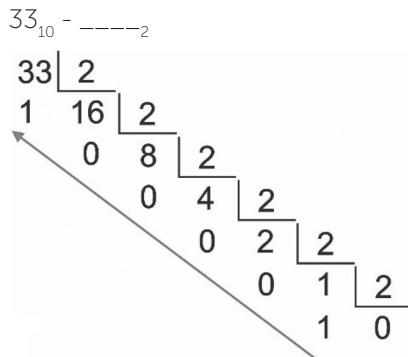
Conforme Lobão (2009), a forma utilizada para a conversão de um número decimal, para achar seu valor correspondente em binário, se dá por uma divisão sucessiva pela base a qual se quer chegar, ou seja, 2.

Para isso temos de seguir alguns passos:

- Fazer a divisão sucessiva por 2 até que o quociente chegue em 0.
- O quociente só recebe o número inteiro caso o resultado der uma fração.
Exemplo: Se o quociente for 4,5, utiliza-se somente o 4.
- Os restos sempre serão 0 ou 1 (uma dica é verificar se o dividendo é par ou ímpar. Se for par, retornará sempre 0 e, se for ímpar, retornará sempre 1).
- Quando o quociente chegar a 0, pegam-se os restos de baixo para cima, da direita para a esquerda.

Vamos exemplificar convertendo o decimal 33 para binário. A notação fica assim:

Figura 3.3 | Conversão de decimal para binário



A Figura 3.3 nos permite observar que ao considerar os restos de divisão, de baixo para cima e da direita para a esquerda (veja a seta vermelha), obtemos exatamente a representação do número 34 para o seu correspondente em binário 100001_2 .



Assimile

Na operação de 33 dividido por 2 dá o resultado 16,5. Aqui, pegamos somente o **inteiro** (ou o que está à esquerda da vírgula), logo somente o valor 16.

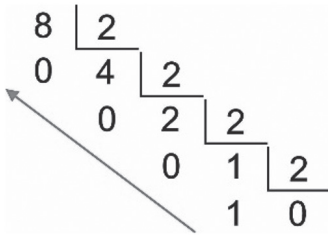
2 vezes 16 dá 32, diminuído do dividendo 33 sobra o resto 1.

Para que você fixe e aprenda é preciso exercitar. Sugiro começar com valores menores e depois partir para números decimais maiores.



Exemplificando

Vejam a conversão do número 810 para binário.



O resultado é 1000_2 .

Como prova, verifique na Seção 3.1, Tabela 3.2: tabela de valores entre bases, e confira se este valor está correto entre o número 8 decimal e seu resultado em binário 1000.

2 – Conversão de binário para decimal

Quando vamos trabalhar com sistema de numeração binária para o sistema decimal, cada dígito individual binário corresponde aos coeficientes que serão na potência de 2. Aqui, como é o inverso do método anterior, utilizamos uma soma de valores com potências de 2 (STALLINGS, 2003).

Temos os seguintes passos:

- Separe os números binários e acima de cada um deles coloque a potência, numerando da direita para a esquerda, de 0 até o último elemento.
- Escreva o número binário correspondente multiplicado pela base 2 na potência do número que você colocou acima como referência.
- Some os valores para chegar ao resultado decimal.

Como exemplo, vamos utilizar o resultado binário do tópico anterior – 100001_2 .



$$1^5 \ 0^4 \ 0^3 \ 0^2 \ 0^1 \ 1^0 = \quad \text{(passo a)}$$

Lembre-se: Sempre a base 2 leva a potência

$$(1 * 2^5) + (0 * 2^4) + (0 * 2^3) + (0 * 2^2) + (0 * 2^1) + (1 * 2^0) = \quad \text{(passo b)}$$

$$32 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 = 33_{10} \quad \text{(passo c)}$$

Com isso, comprovamos que o valor 100001_2 refere-se a 33_{10} convertido para binário no tópico anterior.

Vamos a mais uma demonstração:

$$00011011_2 - \text{-----}_{10}$$

$$0^7 \ 0^6 \ 0^5 \ 1^4 \ 1^3 \ 0^2 \ 1^1 \ 1^0 = \quad \text{(passo a)}$$

$$(0 * 2^7) + (0 * 2^6) + (0 * 2^5) + (1 * 2^4) + (1 * 2^3) + (0 * 2^2) + (1 * 2^1) + (1 * 2^0) = \quad \text{(passo b)}$$

Você pode cortar todas as multiplicações por 0, ficando:

$$16 + 8 + 2 + 1 = 27_{10} \quad \text{(passo c)}$$

Com isso temos o valor 27_{10} que representa em binário ao valor 00011011_2

3 – Conversão de decimal para hexadecimal

Na conversão de números decimais em hexadecimais, o processo é o mesmo

do utilizado em decimal para binário, porém, agora, a base do hexadecimal é 16, portanto, a divisão sucessiva é por 16.

Vejamos os passos:

- Fazer a divisão sucessiva por **16**.
- O quociente só recebe o número inteiro caso o resultado der uma fração. Exemplo: se o quociente for 19,154, utiliza-se somente o 19.
- Os restos sempre serão números menores que 16.
- Quando o quociente chegar a um número menor que 16, pega-se o **quociente e os restos** de baixo para cima, da direita para a esquerda.
- Quando os valores estiverem entre 10 e 15, deve-se substituí-los pelo seu valor correspondente em hexadecimal. Exemplo: 12 é C, 10 é A.

Vamos converter $109_{10} = \text{-----}_{16}$

$$\begin{array}{r|l} 109 & 16 \\ \hline 13 & 6 \end{array}$$

O quociente 6 não pode mais ser dividido por 16, então, paramos.

Para escrevermos o valor, pegamos de baixo para cima, pegando o quociente e os restos da direita para a esquerda, ficando:

6 e 13

O 13 representa D em hexadecimal. Logo, o resultado em hexadecimal é: $6D_{16}$.



Assimile

Fixe os passos a serem executados para converter da maneira correta de decimal para hexadecimal.

Tenha em mente os valores correspondentes aos símbolos de A até F em decimal. Veja:

$$A = 10 \quad D = 13$$

$$B = 11 \quad E = 14$$

$$C = 12 \quad F = 15$$

Agora que vimos como converter de decimal para hexadecimal, iremos partir para a próxima conversão de hexadecimal para decimal.

4 – Conversão de hexadecimal para decimal

Esta conversão segue o mesmo método da conversão de binário para decimal, mudando apenas a base a ser usada. Agora, queremos converter de hexadecimal para decimal, então a base a ser utilizada é a base 16.

Passos para a conversão de hexadecimal em decimal:

- Separe os números hexadecimais e acima de cada um deles coloque a potência, numerando da direita para a esquerda, de 0 até o último elemento.
- Escreva o número hexadecimal correspondente multiplicado pela base **16** na potência do número que você colocou acima como referência. Se forem símbolos de até F, substitui pelo valor decimal correspondente.
- Somar os valores para chegar ao resultado decimal.

Vamos à prática:

$$\begin{array}{l}
 A6_{16} \text{ - ----}_{10} \\
 A^1 \ 6^0 = \quad \quad \quad (\text{passo a}) \\
 10^1 \ 6^0 = (10 * 16^1) + (6 * 16^0) = \quad (\text{passo b}) \\
 160 + 6 = 166_{10} \quad (\text{passo c})
 \end{array}$$

Para que possa compreender melhor, vamos a mais um exemplo de conversão.

$$\begin{array}{l}
 2F4_{16} \text{ - ----}_{10} \\
 2^2 \ F^1 \ 4^0 = 2^2 \ 15^1 \ 4^0 = \quad \quad \quad (\text{passo a}) \\
 (2 * 16^2) + (15 * 16^1) + (4 * 16^0) = \quad \quad \quad (\text{passo b}) \\
 512 + 240 + 4 = 756_{10} \quad \quad \quad (\text{passo c})
 \end{array}$$

Realizamos a conversão de acordo com os passos para a conversão, identificado acima pelos passos realizados.



Assimile

1. Conversões de decimal para binário ou hexadecimal serão sempre divididas pela base que se espera o resultado (2 ou 16).
2. Conversões de binário ou hexadecimal para decimal sempre serão levados à potência da base correspondente (2 ou 16).



Pesquise mais

Aprenda mais assistindo aos seguintes vídeos:

1. Conversão de decimal para binário - Disponível em: <<https://youtu.be/Y9Pus8mmUcl>>. Acesso em: 25 jan. 2016.
2. Conversão de hexadecimal para decimal - Disponível em: <<https://youtu.be/b1RoFalF7js>>. Acesso em: 25 jan. 2016.
3. Conversão de decimal para hexadecimal - Disponível em: <<https://youtu.be/CEzwWY-79y8>>. Acesso em: 25 jan. 2016.

Sem medo de errar

Teremos que criar um mecanismo de otimização dos recursos de memória do equipamento, desenvolvendo um sistema de conversão de decimal para binário e de binário para decimal.

Vamos determinar em que resultará a conversão entre binários e decimais, em termos de espaçamento de memória do dispositivo de PCD.

Sabemos que a memória do PCD Datalogger SatLink 2 armazena 120.000 leituras em sua memória. Como todo acesso a memória é de certa forma custosa para um programa, e os devidos acessos à memória são feitos por endereçamentos binários, se trabalharmos com os dados já neste sistema numérico, isso otimizará os espaços de memória.

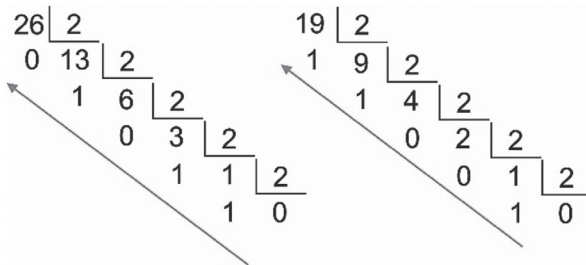
O sistema de conversão deverá ser programado com o *software* embarcado no nosso PCD. Esse *software* converterá dados coletados em decimais e convertidos

para binário. Para exemplificar, vamos utilizar temperatura do ar e velocidade do vento para uma simulação dos valores convertidos.

Informações coletadas e transferidas para o PCD:

- Temperatura do ar: 26 graus
- Velocidade do vento: 19 Km/h

A conversão de entrada em decimal, efetuada para binário, ficará assim:



Atenção!

Pegar os resultados de baixo para cima, da direita para esquerda.

Os resultados em binário seriam:

$$26_{10} = 11010_2 \text{ e } 19_{10} = 10011_2$$

Agora os valores da memória obtidos em binário devem ser convertidos para decimal, para que um técnico possa entender e analisar os dados. Ficarão assim:

- Temperatura: 11010_2

$$1^4 \ 1^3 \ 0^2 \ 1^1 \ 0^0 = (1 * 2^4) + (1 * 2^3) + (0 * 2^2) + (1 * 2^1) + (0 * 2^0) = 16 + 8 + 2 = 26_{10}$$

- Velocidade: 10011_2

$$1^4 \ 0^3 \ 0^2 \ 1^1 \ 1^0 = (1 * 2^4) + (0 * 2^3) + (0 * 2^2) + (1 * 2^1) + (1 * 2^0) = 16 + 2 + 1 = 19_{10}$$

Agora, com a conversão, os resultados são 26 graus e 19 km/h, podendo ser

utilizado pelo técnico ou engenheiro. Com isso sabemos executar as conversões de binário para decimal e as conversões de decimal para binário para os dados do PCD.

Avançando na prática

Pratique mais	
<p>Instrução Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, compare-as com as de seus colegas.</p>	
<p>Conversão entre bases numéricas decimal para binário, binário para decimal, decimal para hexadecimal, hexadecimal para decimal.</p>	
1. Competência de fundamentos de área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.
2. Objetivos de aprendizagem	Promover o conhecimento dos modos de conversão entre bases numéricas: decimal para binário, binário para decimal, decimal para hexadecimal, hexadecimal para decimal.
3. Conteúdos relacionados	Conversão entre bases numéricas: decimal para binário, binário para decimal, decimal para hexadecimal, hexadecimal para decimal.
4. Descrição da SP	Uma empresa americana coleta dados de pesquisa da sua rede de <i>fast-food</i> . Os dados coletados são notas para atendimento e pontualidade. Sabemos que essas notas variam de 0 a 10. Para transferir estes dados via internet, do <i>tablet</i> ou celular que se faz a pesquisa para os servidores da empresa, eles precisam ser recebidos em decimal e convertidos para binário, para assim poderem ser transferidos. O recebimento dos dados deve ser em hexadecimal. Crie um sistema de conversão entre as bases descritas.
5. Resolução da SP	<p>Supondo que recebemos a nota 7 para atendimento e 9 para pontualidade, vamos às conversões:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{r} 7 \quad \quad 2 \\ 1 \quad \quad 3 \quad \quad 2 \\ \quad \quad \quad 1 \quad \quad 1 \quad \quad 2 \\ \quad \quad \quad \quad 1 \quad \quad 0 \end{array}$ </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{r} 9 \quad \quad 2 \\ 1 \quad \quad 4 \quad \quad 2 \\ \quad \quad \quad 0 \quad \quad 2 \quad \quad 2 \\ \quad \quad \quad \quad 0 \quad \quad 1 \quad \quad 2 \\ \quad \quad \quad \quad \quad 1 \quad \quad 0 \end{array}$ </div> </div> <p>Os valores a serem transmitidos pela internet são 1112 e 10012. Chegando os dados na empresa, devem ser convertidos para hexadecimal, ficando assim a conversão: Note que não precisamos fazer cálculo. Como as notas vão de 0 a 10, podemos usar a tabela de valores para saber os valores em binário e hexadecimal. Veja a tabela:</p>

DECIMAL	BINÁRIO	HEXADECIMAL
0	0	0
1	1	1
2	10	2
3	11	3
4	100	4
5	101	5
6	110	6
7	111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Fonte: O autor

Note que 111_2 e 1001_2 são, respectivamente:
 a. Em decimal: 7_{10} e 9_{10}
 b. Em hexadecimal: 7_{16} e 9_{16}
 Se quiser fazer o cálculo, chegará ao mesmo resultado.



Lembre-se

Se uma das notas dadas fosse 10, então teríamos:

- Em binário – 1010_2 .
- Em hexadecimal – A_{16} .



Faça você mesmo

- Para seu treino, converta os dados abaixo para binário:
 - 256_{10}
 - 1487_{10}
- Converta de hexadecimal para decimal:
 - $FA3_{16}$
 - $CADE_{16}$

Faça valer a pena

1. De acordo com os binários 1101 e 1010, localize seus correspondentes em decimal na tabela de valores.

- a. 12 e 13.
- b. 13 e 10.
- c. 10 e 13.
- d. 10 e 12.
- e. 13 e 12.

2. Convertendo o valor 237_{10} , chegamos no valor hexadecimal:

- a. ED_{16} .
- b. FD_{16} .
- c. DE_{16} .
- d. $A1_{16}$.
- e. BF_{16} .

3. Um engenheiro precisa converter a medida decimal 20 em binário. Assinale o resultado correto.

- a. 11101_2 .
- b. 01001_2 .
- c. 11011_2 .
- d. 10100_2 .
- e. 11100_2 .

Seção 3.3

Conversão entre bases numéricas: Binário

Diálogo aberto

Agora que você já conhece os conceitos, simbologia e algumas conversões de base, vamos conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores e continuar a aprofundar nossos estudos dentro da conversão de bases. Para isso, vamos aprender e utilizar as conversões de bases com sistemas de numeração octais para decimais e decimais para octais.

Também, aprenderemos como se faz as conversões de binário para hexadecimal e de números em formato hexadecimal para binário.

Ficou constatado que o modo de conversão utilizado pelo equipamento sugerido não é eficiente o bastante para otimizar o armazenamento de dados no recurso de memória disponível. Vamos continuar nossos testes e encontrar o melhor sistema numérico para esta operação.

Então, agora, o que se mostra como uma boa opção é a conversão de binário para hexadecimal, e de hexadecimal para binário. Você, neste momento, aplicará a técnica desenvolvida para esta modalidade.

Com isso, vamos despertar a reflexão sobre as aplicações que utilizam a conversão entre bases numéricas: Decimal para Octal, Octal para Decimal, Binário para Hexadecimal, Hexadecimal para Binário.

Com foco na conversão de dados e da quantidade de dados a serem trabalhados, que antes eram decimais e binários, agora vamos nos dedicar a entender e a desenvolver as conversões de base entre decimal e octal, de acordo com suas respectivas regras.

Agora que você já sabe o que vamos desenvolver nesta unidade, use de apoio seu livro didático que contém todo o conteúdo de forma prática e objetiva, bem como a utilização dos outros materiais. Depois de toda a parte conceitual, você poderá praticar com os exercícios propostos. Vamos em frente!

Não pode faltar

Na unidade anterior vimos o que é conversão de base. Você lembra o que é uma conversão de base? Apenas para lembrar, conversão de base nada mais é do que alguns cálculos que vamos fazer para acharmos o valor de um sistema de numeração para outro. Podemos fazer uma conversão baseada em cálculos ou ainda fazer comparações entre tabelas de base para tal.

Lembre-se de utilizar uma calculadora simples para efetuar as conversões e se quiser verificar se seus resultados estão corretos, utilize a calculadora do Windows. Para nossos estudos não bastam somente os resultados, mas os cálculos matemáticos demonstrados para se chegar à determinada conversão.

Dividiremos esse conteúdo em quatro itens. Então, pegue papel, lápis, borracha e sua calculadora e vamos em frente!

1 – Conversão de decimal para octal

Como no binário, vamos fazer uma divisão sucessiva, só que agora usando o divisor 8, pois estamos querendo converter para octal, cuja base é 8.

Vamos aos passos:

- Fazer a divisão sucessiva por 8 até que o quociente chegue a 0.
- O quociente só recebe o número inteiro, caso o resultado der uma fração. Exemplo: Se o quociente for 3,14, utiliza-se somente o 3.
- Os restos sempre serão 0 até 7, pois agora trabalhamos com base 8. Lembre-se da simbologia da base 8 que vimos na seção 1?
- Quando o quociente chegar a 0, pega-se os restos de baixo para cima, da direita para a esquerda.

Veja esse exemplo:

$$\begin{array}{r}
 29 \overline{) 8} \\
 \underline{5 } \\
 53 \overline{) 8} \\
 \underline{3 } \\
 30
 \end{array}$$

Note que o resultado é 35_8

O cálculo se dá da mesma maneira que convertemos decimais para binários, mudando apenas a base que se deseja, que neste caso é octal (8).



Pesquise mais

Assista ao vídeo Sistema de numeração decimal para o sistema octal para visualizar mais exemplos de conversão. Disponível em: <<https://youtu.be/SEq1hP2-Abs>>. Acesso em: 28 jan. 2016.

2 – Conversão de octal para decimal

Na conversão de octal para decimal você notará que se dá da mesma maneira que convertemos de binário para decimal, somente trocando a base agora que é 8 devido ao sistema octal (TOCCI, WIDMER, 2011).

Cada dígito individual octal corresponde aos coeficientes que serão a potência da base 8. Aqui como é o inverso do método anterior, utilizamos uma soma de valores pela multiplicação de cada dígito individual com sua base em potência.

Vamos entender os passos:

- Separe os números octais e acima de cada um deles coloque a potência, numerando da direita para a esquerda, de 0 até o último elemento, sucessivamente.
- Escreva o número octal correspondente multiplicado pela base 8 na potência do número que você colocou acima como referência.
- Some os valores para chegar ao resultado decimal.

Exemplificando:

$$167_8 \rightarrow \text{-----}_{10}$$

$$\begin{array}{l} \leftarrow \\ 1^2 \quad 6^1 \quad 7^0 = \end{array}$$

(passo a)

$$(1 * 8^2) + (6 * 8^1) + (7 * 8^0) =$$

(passo b – lembre-se de que a base 8 é que leva a potência)

$$64 + 48 + 7 = 119_{10}$$

(passo c)

Com essa notação matemática chegamos ao resultado de octal para o decimal. Vamos a mais um exemplo com um número octal maior.

$$\begin{array}{l}
 2567_8 \rightarrow \text{-----}_{10} \\
 2^3 \cdot 5^2 \cdot 6^1 \cdot 7^0 = (2 \cdot 8^3) + (5 \cdot 8^2) + (6 \cdot 8^1) + (7 \cdot 8^0) = \\
 1024 + 320 + 48 + 7 = 1399_{10}
 \end{array}$$

O resultado para 2567_8 em decimal é 1399_{10} . Não se esqueça de colocar a base. Sem a notação da base esse número não representa nada.



Assimile

O número 1359_8 é correto?

NÃO. Ele possui um dígito de valor **9** e o valor 9 não faz parte da simbologia da base octal, como já vimos na seção 3.1.

A simbologia da base octal é 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

Lembre-se disso!

3 – Conversão de binário para hexadecimal

Para a conversão do sistema binário para o sistema hexadecimal, temos duas maneiras de convertê-los (TOCCI, WIDMER, 2011). São elas:

- Converter o número binário para decimal e depois para hexadecimal
- Converter direto de binário para hexadecimal usando a tabela de valores.

1º Método – Convertendo entre as bases

- Primeiro convertemos do binário para o decimal.
- Pegamos o decimal e convertemos para hexadecimal.

Como exemplo, vamos usar o binário 110100111100_2 .

As conversões seriam assim:

$$110100111100_2 \rightarrow \text{-----}_{10} \rightarrow \text{-----}_{16}$$

$1^{11} 1^{10} 0^9 1^8 0^7 0^6 1^5 1^4 1^3 1^2 0^1 0^0 =$ (vamos cortar os zeros, pois multiplicação por 0 dá 0)

$$(1 * 2^{11}) + (1 * 2^{10}) + (1 * 2^8) + (1 * 2^5) + (1 * 2^4) + (1 * 2^3) + (1 * 2^2) =$$

$$2048 + 1024 + 256 + 32 + 16 + 8 + 4 = \mathbf{3388}_{10}$$

Agora, convertemos o decimal 3388 para hexadecimal:

$$\begin{array}{r} 3388 \overline{)16} \\ \underline{12} \\ 211 \overline{)16} \\ \underline{3} \\ 13 \overline{)16} \\ \underline{13} \\ 0 \end{array}$$

Temos 13 = D e 12 = C, logo, temos o resultado: $\mathbf{D3C}_{16}$

Com isso, chegamos ao resultado em valor hexadecimal vindo de um binário. Note que realizamos vários cálculos e corremos o risco de errar no resultado.

2º Método – Conversão direta

Na conversão direta precisamos utilizar a tabela de valores. Vamos lembrá-la:

Tabela 3.5 | Tabela de valores entre bases

DECIMAL	BINÁRIO	OCTAL	HEXA
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	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

Fonte: O autor

Visto isso, veja os passos para realizar a conversão:

- Separamos o número binário a ser convertido em grupo de 4 bits, da direita para a esquerda. (base $16 = 2^4$ – a potência 4 indica a quantidade de bits a serem separados para conversão).
- Se o último grupo não tiver 4 dígitos, complete com zeros a esquerda até formar um grupo de 4.
- Cada grupo de 4 bits corresponde na tabela a um número hexadecimal. Lembre-se de que os valores de 10 a 15 devem ser trocados pela sua letra correspondente em hexadecimal.
- Procure cada grupo de 4 dígitos na tabela de valores entre bases.



Exemplificando

Exemplo:



$$110100111100_2 = 1101\ 0011\ 1100$$

$1101 = D$ | $0011 = 3$ | $1100 = C$ portanto, o número hexadecimal é $D3C_{16}$

Muito fácil, não? Vamos a mais um exemplo:

$$11111001111_2 \rightarrow \text{----}_{16}$$

$111\ 1100\ 1111$ – No grupo da esquerda tem apenas 3 dígitos, então complementamos com 0.

$0111\ 1100\ 1111 \rightarrow 0111 = 7, 1100 = C$ e $1111 = F$, então temos como resultado $7CF_{16}$



Faça você mesmo

Tente fazer a seguinte conversão de binário para hexadecimal:

$$111100011102 \rightarrow \text{-----}_{16}$$

4 – Conversão de hexadecimal para binário

Segundo Tocci e Widmer (2011), em conversão de sistemas numéricos hexadecimais para sistemas numéricos binários também temos dois métodos:

- Converter o número hexadecimal para decimal e o decimal para binário.
- Converter direto o hexadecimal para binário utilizando a tabela de valores.

Esses métodos são o inverso do método de conversão de binário para hexadecimal.

Vamos entender os dois métodos. Como exemplo de conversão utilizaremos o número hexadecimal $CA5_{16}$.

1º Método – Convertendo entre as bases

- Converter o número hexadecimal para decimal
- Pegar o resultado do valor decimal e convertê-lo para binário

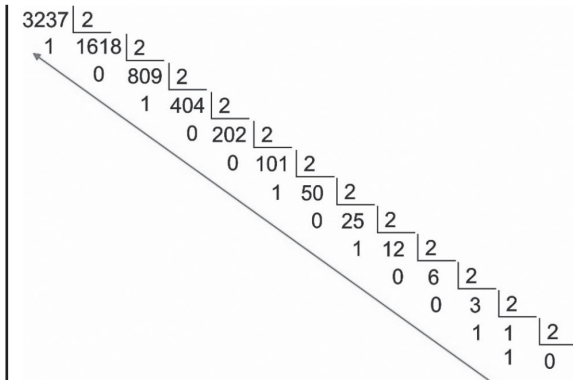
Veja a conversão:

$$CA5_{16} \rightarrow \text{-----}_{10} \rightarrow \text{-----}_2$$

$$\begin{aligned} & C^2 \quad A^1 \quad 5^0 = 12^2 \quad 10^1 \quad 5^0 = \\ & (12 * 16^2) + (10 * 16^1) + (5 * 16^0) = 3072 + 160 + 5 = 3237_{10} \end{aligned}$$

Chegamos ao número decimal 3237_{10} .

Agora, podemos convertê-lo em binário:



Pela conversão achamos o binário 110010100101_2

Logo, para o hexadecimal $CA5_{16}$ temos o binário 110010100101_2

Esses métodos de conversão já aprendemos na seção anterior.

2º Método – Conversão direta

Aqui você precisará também consultar a tabela de valores.



Assimile

Base 16 = 2^4 – A potência 4 representa a quantidade de *bits*. Essa quantidade de *bits* representará cada número hexadecimal que será convertido em binário.

Visto isso, veja os passos para realizar a conversão:

- Transformar os dígitos que são letras em números decimais de acordo com seu valor.
- Pegar cada dígito hexadecimal individual e procurá-lo na tabela. Lembre-se de que tem de ter sempre 4 dígitos. Se for preciso, acrescente zeros à esquerda, que não alteram o valor binário.

Vamos ao exemplo:

$CA5_{16} \rightarrow \text{-----}_2$

C A 5 = 12 10 5 = (passo b)

1100 1010 0101 = (12 na tabela em binário é 1100, 10 representa 1010 e 5 representa 0101)

Com isso, temos o resultado em binário: **110010100101**₂.

É o mesmo valor que encontramos convertendo para decimal e depois para binário.



Pesquise mais

Assista ao vídeo: Conversão hexadecimal – Binário. Nele, você visualizar o método de conversão direto. Disponível em: <<https://youtu.be/XJvWYTR3yIA>>. Acesso em: 28 jan. 2016.



Reflita

Ao convertermos bases e entendermos a notação matemática, é possível fazermos pelos mesmos métodos toda conversão de base necessária, observando sempre qual é a base a ser trabalhada.

Sem medo de errar

Ficou constatado que o modo de conversão utilizado não é eficiente o bastante para otimizar o armazenamento de dados no recurso de memória disponível. Então, agora, o que se mostra como uma boa opção é a conversão de binário para hexadecimal, e de hexadecimal para binário. Você, agora, aplicará a técnica desenvolvida para esta modalidade.

Você se lembra da nossa tabela com 24 aferições de temperatura? Vamos replicá-la para fazer a próxima conversão. Siga em frente!

Vamos recriar a mesma tabela, só que agora convertendo os valores binários em hexadecimal.

Para o cálculo, como já aprendemos, vamos converter as temperaturas para hexadecimal.

Tabela 3.6 | Tabela de aferição de temperatura – 1 dia de coleta

TEMP. MAX. °C POR DIA DECIMAL	VALOR CONVERTIDO EM BINÁRIO	VALOR CONVERTIDO EM HEXADECIMAL	TEMP. MAX. °C POR DIA DECIMAL	VALOR CONVERTIDO EM BINÁRIO	VALOR CONVERTIDO EM HEXADECIMAL	TEMP. MAX. °C POR DIA DECIMAL	VALOR CONVERTIDO EM BINÁRIO	VALOR CONVERTIDO EM HEXADECIMAL
22	10110	16	32	100000	20	26	11010	1A
21	10101	15	31	11111	1F	24	11000	18
23	10111	17	30	11110	1E	22	10110	16
26	11010	1A	32	100000	20	21	10101	15
28	11100	1C	35	100011	23	21	10101	15
29	11101	1D	37	100101	25	27	11011	1B
27	11011	1B	36	100100	24	29	11101	1D
30	11110	1E	29	11101	1D	28	11100	1C

Fonte: O autor

Vamos converter a primeira temperatura: $10110_2 \rightarrow \text{-----}_{16}$

$0001 \ 0110 \rightarrow 0001 = 1$ e $0110 = 6 \rightarrow 16_{16}$

O resultado em hexadecimal é 16_{16}

Realizar a mesma conversão para as demais temperaturas, formando assim a tabela.

Os valores em hexadecimal ocupam menos espaço de memória que os binários, podendo armazenar mais dados.



Atenção!

O sistema hexadecimal se mostra uma base eficaz para armazenamento de dados.

Avançando na prática

Pratique mais	
<p>Instrução Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, as compare-as com de seus colegas.</p>	
<p align="center">“Conversão entre bases numéricas: decimal para octal, octal para decimal, binário para hexadecimal, hexadecimal para binário”</p>	
1. Competência de fundamentos de área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.
2. Objetivos de aprendizagem	Despertar a reflexão sobre as aplicações que utilizam a conversão entre bases numéricas: decimal para octal, octal para decimal, binário para hexadecimal, hexadecimal para binário.
3. Conteúdos relacionados	Conversão entre bases numéricas: decimal para octal, octal para decimal, binário para hexadecimal, hexadecimal para binário.
4. Descrição da SP	Quando trabalhamos com eletrônica digital (placas lógicas), os números octais ou hexadecimais servem para representar números binários onde estarão em uma forma compacta. Isso serve para facilitar toda a visualização a toda a documentação correspondente aos números binários. Veja este exemplo: Os números 7426_8 é a mesma coisa que 111100010110_2 . É mais fácil documentar e escrever 7426 na base octal do que o seu correspondente em binário. Diante disso, quais seriam os valores a serem documentados em hexadecimal para os decimais 101112 e 1001002 ?
5. Resolução da SP	Para sabermos os valores a serem documentados, temos de fazer a conversão do sistema decimal para o sistema octal. $10111_2 \rightarrow \text{---}_{16}$ $0001 \ 0111 \rightarrow 0001 = 1 \text{ e } 0111 = 7 \rightarrow 17_{16}$ $100100_2 \rightarrow \text{---}_{16}$ $0010 \ 0100 \rightarrow 0010 = 2 \text{ e } 0100 = 4 \rightarrow 24_{16}$



Lembre-se

É mais fácil converter de binário para hexadecimal e de hexadecimal para binário através do método direto. Para isso, treine montar a tabela de valores, memorizando-a.



Faça você mesmo

Para efeito de treinamento, faça a conversão de:

a. Binário para hexadecimal:

$$11101011_2 \rightarrow \text{-----}_{16}$$

b. Hexadecimal para binário:

$$\text{BAF}_{16} \rightarrow \text{-----}_2$$

c. Octal para Decimal:

$$7754_8 \rightarrow \text{-----}_{10}$$

d. Decimal para octal:

$$5982_{10} \rightarrow \text{-----}_8$$

Faça valer a pena

1. Como se dá uma conversão do sistema decimal para o sistema octal?
 - a. Divisões esporádicas por 8.
 - b. Divisões sucessivas por 8.
 - c. Multiplicação sucessivas por 8.
 - d. Multiplicação esporádicas por 8.
 - e. Potenciação de 8.

2. Quais são os números da representação simbólica dos números octais?
 - a. De 0 a 8.
 - b. De 0 a 6.
 - c. De 0 a 7.
 - d. De 0 a 12.
 - e. De 0 a 16.

3. Quantos métodos existem para a conversão de sistema binário em sistema hexadecimal?

- a. 1.
- b. 2.
- c. 3.
- d. 4.
- e. 5.

Seção 3.4

Conversão entre bases numéricas: octal

Diálogo aberto

Olá! Preparado para mais uma etapa?

Estamos na última seção e com isso iremos finalizar o aprendizado de conversão entre bases.

Vamos conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores e continuando a aprofundar nossos estudos dentro da conversão de bases. Para isso, vamos aprender e utilizar as conversões de bases com os sistemas de numeração binário para octal, octal para binário, octal para hexadecimal e hexadecimal para octal.

Com isso, poderemos iniciar nossa resolução quanto ao PCD de uma estação meteorológica. De acordo com os projetos em que o equipamento e sistema embarcado serão utilizados (PCD), o modo de conversão será definido segundo a conveniência da equipe de trabalho. Diante deste cenário, agora é o momento de desenvolver um mecanismo de conversão entre octal e hexadecimal.

Agora com foco nos sistemas de numeração binário, octal e hexadecimal, podemos converter as temperaturas coletadas e todas as bases de sistema de numeração, permitindo que os dados possam ser utilizados de acordo com a necessidade apresentada.

Como sempre, de maneira prática e objetiva use seu livro didático e os outros materiais disponíveis como apoio. Aproveite para praticar os conteúdos com os exercícios propostos e assistir aos vídeos sugeridos.

Vamos em frente?

Não pode faltar

Na unidade anterior, aprendemos as conversões de base de octal para decimal e decimal para octal, além de outras, porém, ainda não aprendemos a conversão de base de binário para octal, octal para binário, octal para hexadecimal e, por fim, hexadecimal para octal.

Agora que já sabemos o que é uma conversão de base, vamos passar às últimas conversões que faltam para completarmos nosso estudo sobre esse assunto. Como apoio e somente para conferência, você pode utilizar a calculadora do Windows para verificação dos cálculos.

Essa unidade está dividida em quatro itens: conversão de binário para octal, conversão de octal para binário, conversão de octal para hexadecimal e conversão de hexadecimal para octal.

1. Conversão do sistema binário para o sistema octal

Neste tipo de conversão utilizaremos o método de substituição. Para isso, utilize a tabela de valores ou crie a sua tabela de valores octal e binário (TOCCI; WIDMER, 2011).

Antes de criarmos a tabela, devemos entender o seguinte conceito:



Assimile

Trabalharemos com os octais, portanto, base 8.

A base 8 é uma potência de 2, que é o mesmo que 2^3 – A potência 3 indica a quantidade de *bits* que utilizaremos no processo de conversão. Com essa definição já identificamos que trabalharemos com grupos de 3 *bits* do número binário a ser convertido.

Agora que sabemos que trabalharemos com 3 dígitos para base 8, podemos afirmar que para cada dígito octal temos 3 dígitos binários.

Vamos construir a tabela com valores octais e binários, lembrando de utilizar 3 dígitos binários.

Tabela 3.7 | Valores binários e octais

BINÁRIO	OCTAL
000	0
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	6
111	7

Fonte: O autor

Note que essa tabela possui somente os números octais dos quais vamos precisar. Estes dados também se encontram na tabela de conversão de valores entre bases que vimos anteriormente.

Vamos aos passos para realizar a conversão:

- Separe o número binário em grupos de 3 dígitos, **da direita para a esquerda**.
- Se na esquerda não formou um grupo de 3 dígitos, complete com 0 (zeros) à esquerda.
- Compare cada grupo de número binário com a tabela criada acima e ache seu valor octal correspondente.



Refleta

Pegamos os números da esquerda para a direita para que, se necessário, completemos os zeros a esquerda. Se pegarmos e separarmos da esquerda para a direita, não podemos completar com zeros, pois isso iria interferir no valor a ser convertido.

Vamos a um exemplo:

1011010 ₂	→	----- ₈	
001 011 010	→		(passo a e passo b)
1 3 2	→		(passo c)
O número em octal é 132₈			

Outro exemplo:

1111110101101 ₂	→	----- ₈	
011 111 110 101 101	→		(passo a e b)
3 7 6 5 5			(passo c)
Temos como resultado o número 37655₈			

2. Conversão de octal para binário

Para essa conversão, utilizaremos o mesmo método de conversão de binário para octal, porém, agora, pegaremos os valores de octal para binário (TOCCI; WIDMER, 2011).

Passos para a conversão:

- Separe os números octais.
- Ache para cada dígito octal seu correspondente em binário através da tabela de valores octal e binário.

Olhe esta conversão:

$$3716_8 \rightarrow \text{-----}_2$$

$$3 \quad 7 \quad 1 \quad 6 \rightarrow$$

$$011 \quad 111 \quad 001 \quad 110$$

O valor em binário é 011111001110_2



Exemplificando

Convertendo de octal para binário

$$5523_8 \rightarrow \text{-----}_2$$

$$5 \quad 5 \quad 2 \quad 3 \rightarrow$$

$$101 \quad 101 \quad 010 \quad 011$$

Temos o resultado 101101010011_2



Pesquise mais

Assista ao vídeo "Sistemas de numeração: binário – octal" e veja outros exemplos desses dois sistemas de conversão vistos até agora. Disponível em: <https://youtu.be/_u_0NaRf2V0>. Acesso em: 9 fev. 2016.

3. Conversão de octal para hexadecimal

Na conversão de octal para hexadecimal, precisamos, primeiramente, converter de octal para binário e, depois, convertêmos para hexadecimal (TOCCI; WIDMER, 2011).

Veja os passos:

- Pegamos os dígitos do número octal e separamos.
- Achamos seu correspondente em binário.
- Reescrevemos o número em binário separando agora em grupos de 4 *bits* da direita para a esquerda (como vamos converter para a base 16 corresponde a 2^4 – grupos de 4 dígitos binários). Se no grupo da esquerda faltar dígitos para completar o grupo de 4, complete com zeros à esquerda.
- Achamos na tabela de valores entre as bases seus correspondentes em hexadecimal.

Segue a tabela de valores para uso na conversão.

Tabela 3.8 | Tabela de valores entre bases

DECIMAL	BINÁRIO	OCTAL	HEXA
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	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

Fonte: O autor

Exemplo:

$$1657_8 \rightarrow \text{-----}_2 \rightarrow \text{-----}_{16}$$

$$1 \quad 6 \quad 5 \quad 7 \rightarrow \quad \quad \quad (\text{passo a})$$

$$001 \ 110 \ 101 \ 111 \rightarrow \quad \quad \quad (\text{passo b})$$

$$001110101111_2 \quad \text{Valor em Binário}$$

$$0011 \ 1010 \ 1111 \rightarrow \quad \quad \quad (\text{passo c})$$

$$3 \quad A \quad F \rightarrow \quad \quad \quad (\text{passo d})$$

O resultado em hexadecimal é $3AF_{16}$



Exemplificando

Vamos à conversão de mais um número em octal para hexadecimal:

$$356_8 \rightarrow \text{-----}_{16}$$

$$3 \quad 5 \quad 6 \rightarrow$$

$$011 \ 101 \ 110 \rightarrow$$

$$011101110 \rightarrow \text{Valor em binário}$$

$$0000 \ 1110 \ 1110 \rightarrow$$

$$0 \quad E \quad E \rightarrow$$

Como o zero à esquerda não acrescenta valor, o resultado em hexadecimal é EE_{16} .

4. Conversão de hexadecimal para octal

Semelhantemente à conversão anterior, temos de converter o número hexadecimal para binário primeiramente. Após converter para binário, devemos converter para o sistema de numeração octal.

Quando convertemos de hexadecimal para binário, teremos 4 dígitos binários

para cada dígito hexadecimal. Conforme Stallings (2003), com esse resultado em binário separamos os grupos de três dígitos binários, da direita para a esquerda, e com essa separação podemos achar seus equivalentes na tabela de valores entre as bases, achando assim o valor octal.

Veja os passos:

- Pegamos os dígitos do número hexadecimal.
- Para cada dígito em hexadecimal, achamos seu correspondente em binário (binários sempre em grupo de quatro dígitos) (TOCCI, WIDMER, 2010).
- Reescrevemos o número em binário separando agora em grupos de 3 bits da direita para a esquerda (como vamos converter para a base 8 corresponde a 2^3 – grupos de 3 dígitos binários). Se no grupo da esquerda faltar dígitos para completar o grupo de 3, complete com zeros a esquerda.
- Achamos na tabela de valores entre as bases seus correspondentes em octal, para cada grupo de 3 bits.

Veja como seria a conversão:

$$3AF_{16} \rightarrow \text{-----}_2 \rightarrow \text{-----}_8$$

3 A F → (passo a)

0011 1010 1111 → (passo b)

001110101111 → Valor encontrado em binário

001 110 101 111 → (passo c)

1 6 5 7 → (passo d)

O resultado em octal é 1657_8

Compare esse resultado com o primeiro exemplo da conversão de octal para hexadecimal mostrado acima.



Faça você mesmo

Veja mais uma conversão de hexadecimal para octal. Tente resolver, com base neste exemplo, mais conversões. Pense em situações distintas e resolva por esse método também!

FACA ₁₆	----- ₈
F A C A	→ (passo a)
1111 1010 1100 1010	→ (passo b)
1111101011001010	→ Valor encontrado em binário
001 111 101 011 001 010	→ (passo c – acrescentamos dois zeros a esquerda)
1 7 5 3 1 2	→ (passo d)

O resultado encontrado em octal é **175312₈**.

Com isso aprendemos todas as conversões de bases existentes. Agora, você está preparado para qualquer conversão entre bases que necessitar em seu desenvolvimento profissional.



Pesquise mais

Assista ao vídeo "Conversão de octal para hexadecimal" disponível em: https://youtu.be/kdci_1k5v8o. Acesso em: 19 fev. 2016.

Sem medo de errar

De acordo com os projetos em que o equipamento e sistema embarcado serão utilizados (PCD), o modo de conversão será definido segundo a conveniência da equipe de trabalho. Diante deste cenário, agora é o momento de desenvolver um mecanismo de conversão entre octal e hexadecimal.



Lembre-se

Você se lembra da tabela de Aferição de Temperatura – 1 dia de coleta, da unidade 3, onde convertemos e encontramos os valores de binário em hexadecimal? Agora, a partir dela, vamos encontrar os valores em octal.

De acordo com a tabela da unidade anterior, podemos construir a tabela com uma nova coluna com valores convertidos de hexadecimal para octal.

Tabela 3.9 | Tabela de aferição de temperatura completa – 1 dia de coleta

TEMP. MAX. °C POR DIA DECIMAL	VALOR CONVERTIDO EM BINÁRIO	VALOR CONVERTIDO EM HEXA	VALOR CONVERTIDO EM OCTAL	TEMP. MAX. °C POR DIA DECIMAL	VALOR CONVERTIDO EM BINÁRIO	VALOR CONVERTIDO EM HEXA	VALOR CONVERTIDO EM OCTAL
22	10110	16	26	35	100011	23	43
21	10101	15	25	37	100101	25	45
23	10111	17	27	36	100100	24	44
26	11010	1A	32	29	11101	1D	35
28	11100	1C	34	26	11010	1A	32
29	11101	1D	35	24	11000	18	30
27	11011	1B	33	22	10110	16	26
30	11110	1E	36	21	10101	15	25
32	100000	20	40	21	10101	15	25
31	11111	1F	37	27	11011	1B	33
30	11110	1E	36	29	11101	1D	35
32	100000	20	40	28	11100	1C	34

Fonte: O autor

Vamos fazer um exemplo pegando a primeira temperatura que em hexadecimal é 16_{16}

$$16_{16} \rightarrow \text{----}_8$$

$$\begin{array}{l} 1 \quad 6 \rightarrow \\ 0001 \quad 0110 \rightarrow \\ 00010110 \rightarrow \\ 000 \quad 010 \quad 110 \\ 0 \quad 2 \quad 6 \rightarrow \end{array}$$

O resultado encontrado em octal é 26_8 (Veja a coluna **Valor Convertido em Octal** na tabela acima). Esta conversão tem de ser feita para todos os 24 valores da nossa tabela.



Atenção!

Fizemos a conversão de hexa para octal devido ao problema que foi sugerido, mas, por já termos os valores em binário, podemos realizar a conversão direto, indo do binário para o octal, diminuindo assim os cálculos.

Avançando na prática

Pratique mais

Instrução

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, as compare-as com de seus colegas.

Conversão entre bases numéricas: Binário para Octal, Octal para Binário, Octal para Hexadecimal, Hexadecimal para Octal.

1. Competência de fundamentos de área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.
2. Objetivos de aprendizagem	Despertar a reflexão sobre as aplicações que utilizam a conversão entre bases numéricas binário para octal, octal para binário, octal para hexadecimal, hexadecimal para octal.
3. Conteúdos relacionados	Conversão entre bases numéricas: binário para octal, octal para binário, octal para hexadecimal, hexadecimal para octal.
4. Descrição da SP	Em uma placa de circuito eletrônico podemos afirmar que a cada 3 bits de um número binário equivalem a um dígito do número octal. Com isso podemos pegar qualquer informação e convertê-la para octal ou para hexadecimal. Para isso, devemos converter o valor que circula na placa eletrônica achando seu correspondente em octal e em hexadecimal. O número sugerido para conversão é: a. 111001101_2
5. Resolução da SP	Para resolvermos este problema, devemos converter o número binário em octal e depois em hexadecimal. Convertendo para octal: $111\ 001\ 101 \rightarrow$ $7\ 1\ 5 \rightarrow$ Logo o valor encontrado em octal é 715_8 Convertendo para hexadecimal: $0001\ 1100\ 1101 \rightarrow$ $1\ C\ D \rightarrow$ O valor achado em hexadecimal é $1CD_{16}$



Lembre-se

Para conversão em octal separamos o binário em grupos de 3 ($2^3 =$ base 8) e para conversão em hexadecimal separamos em grupo de 4 ($2^4 =$ base 16).



Faça você mesmo

Vamos converter os valores abaixo de acordo com a base solicitada.

a. $111001111_2 \rightarrow \text{-----}_{16}$

b. $010110001_2 \rightarrow \text{-----}_{16}$

c. $B3_{16} \rightarrow \text{-----}_2$

d. $13C_{16} \rightarrow \text{-----}_2$

Faça valer a pena

1. A base 8 é o resultado de uma potência de 2, logo, podemos representar por:

- a. 2^5
- b. 2^4
- c. 2^3
- d. 2^2
- e. 2^1

2. Quantos dígitos binários são necessários para representar um dígito octal?

- a. 3.
- b. 4.
- c. 5.
- d. 6.
- e. 7.

3. Em uma conversão de octal para o sistema hexadecimal, devemos:

- a. Converter para decimal e depois para hexadecimal.
- b. Converter para binário e depois para octal.
- c. Converter para binário e depois para hexadecimal.
- d. Converter para binário e depois para decimal.
- e. Converter para decimal e depois para octa.

Referências

GONÇALVES, J. **Introdução à engenharia de computação**: sistemas de numeração. Disponível em: <http://www.inf.ufes.br/~zegonc/material/Introducao_a_Computacao/Sistemas_Numeracao.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016.

LOBÃO, Diomar Cesar. **Introdução aos métodos numéricos**. 2009. Disponível em: <http://www.professores.uff.br/diomar_cesar_lobao/material/Metodos_Numericos/UFF_Metodos_Numericos.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2016.

STALLINGS, W. **Arquitetura e organização de computadores**: projeto para desempenho. 5. ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2003.

TOCCI, R. J.; WIDMER, N. S. **Sistemas digitais**: princípios e aplicações. 11. São Paulo: Prentice-Hall, 2011.

ÁLGEBRA BOOLEANA E LÓGICA DIGITAL

Convite ao estudo

Você sabe onde podemos encontrar conceitos de álgebra booleana, conhecida como álgebra digital? Se olharmos ao nosso redor, com certeza você encontrará dispositivos que possuam uma placa de circuito integrado – é um circuito eletrônico que contém uma miniaturização de diversos componentes eletrônicos, do tipo transistores, diodos, resistores e capacitores, armazenados em um chip de silício – em que este conceito é fortemente aplicado. Veja como exemplo: seu relógio, smartphones, notebooks ou computadores, sistemas de segurança, chuveiros e muitos outros.

As placas de circuitos impressos são feitas em uma placa de cobre que serve de base para a transferência do desenho de um circuito. Esse desenho contém os terminais e as pistas de interligação dos componentes. Essa placa e esses componentes quase nunca são visualizados, mas têm seu papel para o bom funcionamento do circuito em questão. Um exemplo disso seria um simples rádio.

Essas placas de circuitos são de vital importância para o nosso cotidiano. Para entendermos as definições e os conceitos para esses e outros dispositivos dentro de lógica digital, precisaremos desenvolver a fundamental competência para seu aprendizado, que é: conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores. Assim, vamos destacar os objetivos de aprendizagem que visamos alcançar com os estudos da presente unidade. São eles:

- Conhecer e apresentar aos alunos os conceitos e aplicações de Álgebra Booleana.
- Conhecer e correlacionar a determinação e simplificação de expressões lógicas.

- Conhecer e apresentar portas lógicas: conceitos, símbolos e tipos.
- Conhecer e despertar a reflexão da aplicação de circuitos: digitais, combinacionais e sequenciais.

Você encontrará tudo isso em seu material didático, demonstrado de uma forma objetiva, simples e exemplificada, com exercícios e sugestões.

Para isso, aproximamos a teoria da prática apresentando uma possível empresa em que você trabalha, cuja atividade-fim é a fabricação de placas de circuitos impressos (PCI). Você atua como engenheiro em um processo de criação de PCIs. As placas são fabricadas de acordo com normas e procedimentos passo a passo, nos quais cada placa de circuito impresso é feita de acordo com seu diagrama, formando, assim, trilhas ou pistas. Essas trilhas são responsáveis pela condução de corrente elétrica pelos componentes eletrônicos que podem compor a placa. Esses componentes, com o uso da corrente elétrica, fazem com que a PCI funcione em sua totalidade.

Ao considerar este contexto, vamos associar a teoria e a sua aplicação prática. Está preparado para iniciarmos nosso aprendizado? Sigamos em frente!

Seção 4.1

Introdução à álgebra booleana

Diálogo aberto

Na unidade anterior, aprendemos como realizar conversões entre bases do sistema de numeração binário, decimal, octal e hexadecimal. Agora que entendemos bem essas conversões e conceitos, principalmente os do sistema de numeração binário, passaremos a conhecer e aprender sobre álgebra booleana, a qual é muito utilizada no meio computacional e eletroeletrônico. Aqui, aprenderemos operações lógicas básicas conhecidas como NOT, AND e OR. A partir delas iremos criar as tabelas-verdade para cada caso. Essas tabelas demonstram logicamente o que está entrando de informação e qual será o resultado de saída, sempre verdadeiro ou falso.

Um exemplo disso seria uma esteira rolante de caixa de supermercado. Ela rola quando nenhum objeto chega no sensor de chegada. Quando chega no sensor de chegada é enviado um sinal lógico (verdadeiro ou falso) e a esteira para de rodar.

Para seguir com nossos estudos e associar a teoria com a prática, vamos desenvolver um projeto que utiliza um diagrama de lógica digital e conceitos de álgebra booleana. Para tal, será necessário que você considere as descrições a seguir:

O primeiro passo é a criação de um diagrama do circuito de um interruptor. Um diagrama de circuito é o primeiro passo para se chegar ao processo de criação de uma placa de circuito impresso. Um interruptor é um dispositivo que é ligado a um ponto de um circuito, podendo ter um de dois estados, sendo: ligado ou desligado (ou, ainda, estar aberto ou fechado). No estado "fechado" o interruptor permitirá que a corrente elétrica passe através do ponto, permitindo, assim, que uma lâmpada seja acesa, por exemplo. Já no estado "aberto" não se permite a passagem da corrente elétrica pelo ponto, fazendo com que a lâmpada fique desligada. Você deverá usar para o estado "fechado" o valor 1 e para o estado "aberto" o valor 0, devendo o circuito ter dois interruptores (em paralelo). Depois de feito o diagrama em paralelo, faça o diagrama em série e sua respectiva tabela-verdade.

Com essa criação você estará aproximando os conceitos aprendidos com a prática profissional. Como iniciaremos nossos estudos com introdução à álgebra

booleana, vamos entender as ideias e conhecer os conceitos aplicados a esse assunto e compreender o uso de operadores lógicos. Para que tenha um ótimo aproveitamento, sugiro que utilize seu material didático como guia e executar todas as pesquisas sugeridas para facilitar seu entendimento a esse aprendizado. Não se esqueça, também, dos outros materiais que estão à sua disposição, complementando seu aprendizado.

Desejo um bom estudo para você!

Não pode faltar

Caro aluno, você já sabe que estudaremos nessa seção uma introdução à álgebra de Boole.

Antes de falarmos de George Boole, considerado o pai e criador da álgebra booleana, vamos ver um pouco do histórico relacionado ao surgimento dos conceitos da álgebra de Boole.

Leibniz, antecessor aos estudos de Boole, foi responsável pelos conceitos básicos ao desenvolvimento da conhecida álgebra de Boole. Veja um pouco da sua biografia.

4.1.1 Gottfried Wilhelm Von Leibniz

Leibniz nasceu na cidade de Leipzig (Alemanha), em 1º de julho de 1646 e faleceu em 14 de novembro de 1716. Ele entrou para a faculdade com apenas 15 anos de idade e fez os cursos de Direito, Matemática, Teologia e Filosofia. Nos seus 17 anos de idade, ele já possuía seu diploma de bacharel e com 20 anos de idade já se encontrava pronto para possuir o título de doutorado em direito, que lhe foi negado devido à sua pouca idade. Mas ele não parou por aí e foi para a Universidade de Altdorf receber seu diploma de doutor.

Leibniz é, hoje, considerado um dos últimos eruditos que possuía um conhecimento universal. Dentro da nossa área de estudo, ele propôs e contribuiu de muitas formas:

- Foi o primeiro estudioso a propor o uso de sistema binário.
- Paralelo a Newton, ele foi o criador do cálculo.
- Ele criou e demonstrou alguns conceitos de princípios de lógica (GONÇALVES, 2009, p. 4, grifo nosso):

o A. Todas as nossas ideias são formadas a partir de um pequeno número de ideias simples, que formam o alfabeto do pensamento humano.

o B. Ideias complexas procedem dessas ideias simples por uma combinação uniforme e simétrica, análoga à multiplicação.

o Esses conceitos de princípios de ideias com o tempo foram sendo aperfeiçoados.

- Durante toda a sua vida, Leibniz possui apenas trabalhos não concluídos ou rascunhos sobre esses assuntos, não havendo publicado nada.
- Vários séculos depois de Leibniz, no início do século XX, a lógica formal requer uma negação unária e variáveis quantificadas sobre algum universo do qual estamos utilizando.



Pesquise mais

Veja a Biografia Completa de Leibniz, antecessor de George Boole, disponível em: <<http://ecalculo.if.usp.br/historia/leibniz.htm>>. Acesso em: 17 fev. 2016.

4.1.2 George Boole

Foi proveniente de uma família simples e modesta. Nasceu em 2 de novembro de 1815 e faleceu em 8 de dezembro de 1864. Com 12 anos de idade já havia aprendido o latim, sem ter qualquer formação acadêmica. Ele é considerado o gênio cujo trabalho deu origem à invenção dos computadores.

Boole ficava pensando em como se davam os processos de raciocínio dos humanos, presentes no dia a dia. Desse modo, notou que podia representá-los na forma de lógica formal e tentou colocar na forma de matemática o raciocínio lógico. Diante disso, utilizou como base os conceitos de Aristóteles e de Leibniz para formar a lógica clássica (GONÇALVES, 2009).



Pesquise mais

Veja a Biografia Completa de Boole disponível em: <<http://ecalculo.if.usp.br/historia/boole.htm>>. Acesso em: 17 fev. 2016.

Principais ideias de Boole (GONÇALVES, 2009, p. 7):



- a. Para corresponder a palavras, preposições ou frase, utilizava de símbolos algébricos p , q , r , x , y , e z .
- b. Boole queria criar um sistema de operações algébricas do tipo soma, multiplicação e criação de um método para que pudesse resolver equações.
- c. Seria necessário formular uma linguagem simbólica de pensamento para a Álgebra de Boole.
- d. Para chegar em um resultado por essa linguagem, nunca se chegaria a resultados numéricos, mas sim a resultados de conclusão lógica.
- e. Essa sua conclusão lógica recebeu o nome de 'Álgebra do pensamento'.



Refleta

"Boole é considerado um dos fundadores da ciência da computação, mesmo não existindo computadores em seus dias" (GONÇALVES, 2009, p. 6, grifo nosso).

4.1.3 Álgebra de Boole

Para sistemas digitais e circuitos digitais de computadores existem suas respectivas análises e projetos, dentro dos termos da matemática, porém utilizados dentro do conceito de Álgebra de Boole, e não de matemática simples. Os princípios que são considerados básicos formam seu tratado denominado *An Investigation of the Laws of Thought on Which to Found Mathematical Theories of Logical and Probabilities*, do ano de 1854 (GONÇALVES, 2009). No ano de 1938, o assistente de pesquisas, *Claude Shannon*, do departamento de Engenharia Elétrica do MIT – *Massachusetts Institute of Technology* –, sugeriu que a já conhecida álgebra booleana poderia ser usada para resolver problemas relativos a projeto de circuitos de comutação de relés (SHANNON, 1938).



Vocabulário

Relés – Um dispositivo eletromecânico, formado por um magneto móvel, que se deslocava unindo dois contatos metálicos, como uma chave. Verifique o artigo Relés, disponível em: <<http://www.hardware.com.br/termos/rele-relay>>. Acesso em: 11 fev. 2016.

Circuitos de Comutação – É um processo onde se pode interligar dois ou mais processos entre si, neste caso, utilizando-se dos relés, que nada mais é que uma chave.

A sua técnica foi largamente utilizada na análise e no projeto de circuitos eletrônicos digitais. Seu nome é considerado um marco para a área de sistemas digitais.

Como em qualquer uso de álgebra convencional, a álgebra booleana utiliza-se de variáveis e operações lógicas. Essa variável pode ter o valor lógico 1 (verdadeiro) ou 0 (falso). Cada variável pode assumir um único valor, sendo ele: 1 ou 0, verdadeiro ou falso, *true* ou *false*, sim ou não, aberto ou fechado, aceso ou apagado, entre outros.

As operações lógicas básicas são: AND (E), OR (OU) e NOT (NÃO), conforme o apresentado na Tabela 4.1, a seguir.

Tabela 4.1 – Simbologia de Operações Lógicas.

Operações Lógicas Básicas	AND (E)	OR (OU)	NOT (NÃO)
Simbologia utilizada na matemática	•	+	'
Simbologia utilizada em computação	∧	∨	! OU ⁻

Fonte: O autor.

Podendo ser usado da seguinte forma:

$$A \text{ AND } B = A \bullet B = A \wedge B$$

$$A \text{ OR } B = A + B = A \vee B$$

$$\text{NOT } A = !A = \underline{A}$$

Veja um exemplo prático:

A = Ana viaja

B = Ana brinca

$A \wedge B \rightarrow$ Ana viaja **e** Ana brinca

$A \vee B \rightarrow$ Ana Viaja **ou** Ana Brinca

$!A \rightarrow$ Ana **não** viaja

A partir das 3 operações lógicas temos:

AND \rightarrow Produto Lógico

OR \rightarrow Soma Lógica

Not \rightarrow Negação

Sabendo essa simbologia de operações lógicas e tendo em vista essa interpretação lógica, podemos criar as tabelas-verdade. Usamos nas tabela-verdade as variáveis p e q.

4.1.4 Tabela-verdade AND

Nessa tabela usamos a proposições $p \wedge q$. Para que $p \wedge q$ sejam verdadeiras, as duas proposições tem de ser verdadeiras (STALLINGS, 2003). Isso nos leva à seguinte tabela-verdade:

Tabela 4.2 – Tabela-verdade AND.

p	Q	$p \wedge q$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fonte: O autor.

Visualize na tabela AND que o valor será verdadeiro (1) sempre que p e q são verdadeiros.



Exemplificando

$$x = 3$$

$$y = 5$$

A expressão $(x = 4) \wedge (y=5)$ é verdadeira (1) ou Falsa (0)?

$(x = 4) \wedge (y=5) \rightarrow (x = 4)$ representa p e $(y=5)$ representa q, temos:

$(\text{falso}) \wedge (\text{verdade}) = (\text{veja a segunda linha da tabela-verdade. Temos o valor 0 (falso) e o valor verdade (1), logo temos o valor para } p \wedge q = 0 (\text{falso}).$

4.1.5 Tabela-verdade OR

Na tabela OR também usamos a mesma proposição, porém, basta que uma delas seja verdadeira para que $p \vee q$ seja verdadeiro. Veja sua tabela-verdade:

Tabela 4.3 – Tabela-verdade OR.

p	q	$p \vee q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Fonte: O autor.

Veja na tabela-verdade OR que o resultado sempre será negativo (0) quando todos os valores de p e q são negativos. Veja no exemplo.



Exemplificando

k = azul

w = verde

A expressão $(k = \text{vermelho}) \vee (w = \text{verde})$ é verdadeira ou falsa?

$(k = \text{vermelho}) \vee (w = \text{verde}) \rightarrow$

Falso \vee verdadeiro = (veja segunda linha da tabela-verdade)

O resultado para esse $p \vee q$ é 1 (verdade)

4.1.6 Tabela-verdade NOT

Essa tabela-verdade dá-se pela negação da proposição, invertendo seu valor. A tabela-verdade ficará assim:

Tabela 4.4 – Tabela-verdade NOT.

p	$\neg p$
0	1
1	0
1	1

Fonte: O autor.

A negação sempre será o inverso do valor em questão.



Assimile

$$p = 8$$

!p = representa todos os números menos o 8.

As tabelas-verdade são usadas para definir valores para as portas lógicas, portanto, podemos chamar de porta lógica AND, porta lógica OR e porta lógica NOT.



Faça você mesmo

Se c = céu azul e d = dia chuvoso, cria a tabela-verdade para $p \wedge q$

- c = falso e d = falso

- c = falso e d = verdade

- c = verdade e d = falso

- c = verdade e d = verdade

E qual seria o resultado para !d?

Observe outras portas lógicas utilizadas a partir das portas lógicas básicas AND, OR e NOT:

4.1.7 Porta lógica NAND

Equivale a uma porta lógica AND seguida de uma NOT $\rightarrow (p \wedge q)!$

Tabela 4.5 – Tabela-verdade NAND.

p	q	$p \wedge q!$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Fonte: O autor.

Perceba que os resultados, pela negação, são o inverso do $p \wedge q$ (AND).

4.1.8 Porta Lógica NOR

Equivale a uma porta lógica OR seguida de NOT $\rightarrow (p \vee q)!$

Tabela 4.6 – Tabela-verdade NOR.

p	q	$p \vee q!$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Fonte: O autor.

Os resultados, pela negação, são o inverso do $p \vee q$ (OR).

4.1.9 Porta Lógica XOR

Conhecida como OU EXCLUSIVO (\oplus). Ela compara dois valores e, se o resultado for diferente, mostra como saída o valor 1 $\rightarrow p \oplus q$.

Tabela 4.7 – Tabela-verdade XOR.

p	q	$p \oplus q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Fonte: O autor.

Somente terá resultado como verdadeiro quando os valores de p e q tiverem resultado diferente entre eles.

4.1.10 Porta Lógica XNOR

Essa porta é o complemento da XOR. Se analisar, verá que nada mais é que a negação da porta XOR $\rightarrow (p \oplus q)!$

Tabela 4.8 – Tabela-verdade XNOR.

p	q	$p \oplus q!$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fonte: O autor.



Pesquise mais

Veja Álgebra de Boole, Conjuntos Clássicos e Lógica, disponíveis em: ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/vonzuben/ia861_1s10/notas_de_aula/topico3_IA861_1s10.pdf. Acesso em: 21 fev. 2016.

Assista ao vídeo Introdução à Lógica para rever os conceitos aprendidos. Disponível em: <https://youtu.be/STc90QFwNjw>. Acesso em: 21 fev. 2016.

Agora que sabemos os princípios básicos, conhecemos as devidas tabela-verdade de cada operador lógico, podemos continuar nossos estudos na próxima seção. Não esqueça de visualizar *os links* sugeridos para um melhor entendimento e aprendizado dentro deste nosso assunto.

SEM MEDO DE ERRAR

Agora, podemos iniciar o desenvolvimento do diagrama do interruptor. O primeiro passo é a criação desse diagrama de circuito de um interruptor. Um diagrama de circuito é o primeiro passo para se chegar ao processo de criação de uma placa. Um interruptor é um dispositivo que é ligado a um ponto de um circuito, podendo ele ter um de dois estados, sendo: ligado ou desligado (ou ainda estar aberto ou fechado). No estado "fechado", o interruptor permitirá que a corrente elétrica passe através do

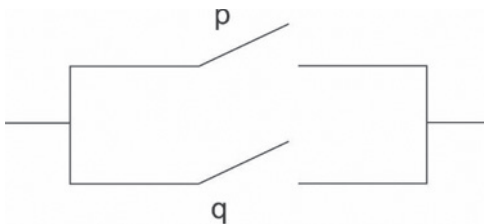
ponto, permitindo assim que uma lâmpada seja acesa, por exemplo. Já no estado "aberto", não se permite a passagem da corrente elétrica pelo ponto, fazendo com que a lâmpada fique desligada. Você deverá usar para o estado "fechado" o valor 1 e para o estado "aberto" o valor 0, devendo o circuito ter dois interruptores (em paralelo). Depois de feito o diagrama em paralelo, faça o diagrama em série e sua respectiva tabela verdade.

Antes de iniciarmos, é necessário que você conheça sobre "Como as placas de circuitos impressos são produzidas", disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/como-e-feito/18501-como-as-placas-de-circuito-impresso-sao-produzidas.htm>>. Acesso em: 21 fev. 2016.

Agora que você já conhece os conceitos e passos para a elaboração de uma PCI simples, para criar a PCI é necessário "confeccionar" seu diagrama do circuito de um interruptor.

Nosso diagrama, por possuir dois interruptores, ficará em paralelo, indicado por $p \vee q$.

Figura 4.1 – Diagrama interruptor OR.



Fonte: O autor.

Nesse diagrama não passa corrente se, e somente se, $p = 0$ e $q = 0$. Isso significa que ambos estão "abertos" e correspondem à tabela-verdade OR.

Veja na tabela-verdade os valores de p e q como zero.

Se montarmos uma tabela-verdade OR para o interruptor, ficaria assim:

Tabela 4.9 – Tabela-verdade OR para estado do interruptor.

Estado de p	Estado de q	Estado de $p \vee q$	Estado do interruptor
0	0	0	Desligado
0	1	1	Ligado
1	0	1	Ligado
1	1	1	Ligado

Fonte: O autor.

Dessa maneira, notamos que o interruptor pode ser "ligado" se p estiver fechado ou se q estiver fechado. Somente ficará desligado se p e q estiverem abertos, ou seja, desligado.

Agora, o diagrama do circuito em série é indicado por $p \wedge q$.

Figura 4.2 – Diagrama interruptor AND.



Nesse diagrama passa corrente se, e somente se, $p = 1$ e $q = 1$. Isso significa que ambos estão “fechados” e correspondem à tabela-verdade AND.

Veja na tabela-verdade os valores de p e q como 1.

Fonte: O autor.

E a tabela-verdade AND para o interruptor ficaria assim:

Tabela 4.10 – Tabela-verdade AND para estado do interruptor

Estado de p	Estado de q	Estado de $p \wedge q$	Estado do interruptor
0	0	0	Desligado
0	1	0	Desligado
1	0	0	Desligado
1	1	1	Ligado

Fonte: O autor.

Assim, notamos que o interruptor pode ser “ligado” se p estiver fechado e se q estiver fechado. Somente ficará desligado se p ou q estiver abertos.

Desse modo, resolvemos nossa tabela-verdade com todos os valores para o interruptor e desenhamos o diagrama do interruptor.



Atenção!

Lembre-se sempre de que o valores relacionados ao 0 são desligados, falsos, sempre na negação.

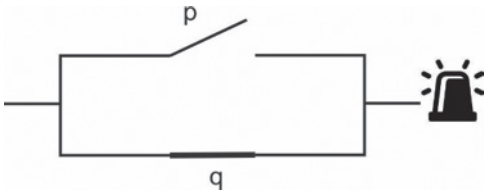
Os valores relacionados a 1 são sempre relacionados a ligado, verdadeiros, sempre na veracidade.

Avançando na prática

Pratique mais

Instrução

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, compare-as com as de seus colegas.

"Introdução à Álgebra Booleana"													
Competências de Fundamentos de Área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.												
2. Objetivos de aprendizagem	Conhecer e apresentar aos alunos os conceitos e as aplicações da Álgebra Booleana												
3. Conteúdos relacionados	Introdução à Álgebra Booleana.												
4. Descrição da SP	<p>Você precisa montar a sirene de um alarme. Essa sirene está ligada à corrente elétrica. No meio da sua ligação possui um chaveamento "desligado". Esse chaveamento somente passará para o estado "ligado", ativando a sirene, quando o alarme for acionado. Para tal vale lembrar que, quando o alarme é acionado, ele fecha a chave p, passando energia, e a chave q estará sempre passando energia, pois é a outra fase da corrente elétrica. Faça o diagrama e a tabela-verdade para $p = 0$ e $p = 1$.</p>												
5. Resolução da SP	<p>Para montarmos um diagrama para acionar a sirene, devemos fazer da seguinte maneira:</p> <p>Figura 4.3 – Diagrama para acionar sirene</p>  <p>Fonte: O autor.</p> <p>Note que q já se encontra ligado. Devido a isso, q não possuirá o estado "aberto", logo na tabela-verdade a ser criada não teremos os valores 0 (abertos). Para isso devemos criar a tabela-verdade AND, ficando assim:</p> <p>Tabela 4.11 – Tabela verdade estado do interruptor</p> <table border="1" data-bbox="573 1173 1152 1319"> <thead> <tr> <th>Estado de p</th> <th>Estado de q</th> <th>Estado de $p \wedge q$</th> <th>Estado do interruptor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>Desligado</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>Ligado</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fonte: O autor.</p> <p>Desse modo, podemos observar que a sirene sempre será acionada quando p for igual a 1, ou seja, quando a chave estiver fechada (valor 1).</p>	Estado de p	Estado de q	Estado de $p \wedge q$	Estado do interruptor	0	1	0	Desligado	1	1	1	Ligado
Estado de p	Estado de q	Estado de $p \wedge q$	Estado do interruptor										
0	1	0	Desligado										
1	1	1	Ligado										

**Faça você mesmo**

De acordo com a seção Sem Medo de Errar, faça agora o diagrama para a esteira rolante do caixa do supermercado. Quando o sensor de movimento for ativado, a esteira deverá parar.

**Lembre-se**

Um diagrama de circuito é o primeiro passo para chegar-se ao processo de criação de uma placa. Essa criação do diagrama é importantíssima, pois é ela que define o funcionamento correto da placa. Esse funcionamento está baseado na álgebra de Boole e, quando a placa está pronta, com suas trilhas, inserimos componentes de acordo com a necessidade do projeto.

Faça valer a pena!

- 1.** Quem foi o primeiro estudioso a propor o uso do sistema de numeração binária?
 - a) George Boole.
 - b) Mark Zuckerberg.
 - c) Gottfried W. Von Leibniz.
 - d) Claude Shannon.
 - e) Richard Paul.

- 2.** Complete a frase. Uma das principais ideias de Boole: Para chegar em um resultado por essa linguagem, nunca se chegaria a resultados numéricos, mas sim a resultados de _____.
 - a) Conclusão matemática.
 - b) Conclusão algébrica.
 - c) Conclusão final.
 - d) Conclusão lógica.
 - e) Conclusão formal.

3. Quais são as três principais operações lógicas, de acordo com a álgebra de Boole?

a) AND, OR e NOT.

b) AND, OR, XOR e NOT.

c) AND, OR e XOR.

d) AND, OR, NOT, XOR, NAND, NOR e XNOR.

e) XOR, NAND, NOR e XNOR.

Seção 4.2

Expressões lógicas

Diálogo aberto

Vamos continuar nosso aprendizado agora com os estudos sobre expressões lógicas. Para compreender melhor este assunto, é importantíssimo que você aplique nesta aula os conceitos que foram trabalhados na seção 4.1, na qual tratamos sobre a lógica booleana, portas lógicas e suas respectivas tabela-verdade. Uma sugestão seria rever o conteúdo da seção 4.1 antes de entrar nesse assunto.

Aqui trabalharemos com determinação e simplificação de expressões lógicas, nas quais toda expressão será resolvida de forma lógica (com resultados 0 e 1). Nestas simplificações usaremos as regras de expressões lógicas e alguns teoremas que nos auxiliam a resolver as expressões lógicas e, a partir disso, chegaremos a um resultado usando o menor número possível de portas lógicas.

Para aplicarmos nosso conhecimento, você deverá criar uma simplificação de uma expressão booleana que será usada em uma placa de circuito, usando as técnicas de álgebra booleana. A expressão a ser simplificada é $AB + A(B + C) + B(B + C)$. Para a simplificação dessa expressão, você deverá usar as regras de álgebra booleana para chegar ao menor número de portas possíveis. Usando o menor número de portas lógicas, diminuimos a quantidade de portas, gerando o mesmo resultado de expressões mais complexas.

Como o objetivo de aprendizagem dessa aula, vamos conhecer e correlacionar a determinação e simplificação de expressões lógicas e, assim, completaremos mais uma fase da nossa competência geral, que é conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.

Com foco na simplificação de expressões lógicas, a partir de regras e de teoremas, iremos dedicar-nos a aprender e desenvolver as formas de simplificação para chegarmos ao menor número possível de portas lógicas, fazendo com que usemos o menor número possível de portas lógicas com o mesmo resultado.

Não pode faltar

Nesta seção iniciaremos os estudos trabalhando com os conceitos envolvidos na matemática dos sistemas digitais, que nada mais é que a álgebra booleana. Para dar andamento a este assunto fica a sugestão de deixar um resumo ao seu lado, para poder consultar os operadores, portas lógicas e suas devidas tabelas-verdade. Elas serão de vital importância para seu desenvolvimento. Desse modo, você já percebeu que o conhecimento básico de álgebra booleana é importantíssimo para este estudo.

Em álgebra booleana, os termos variável (valor qualquer a ser utilizado), complemento (algo que agregará valor a uma variável) e literal (representação de um valor fixo para uma variável) são utilizados com frequência.

Na seção anterior, usamos o símbolo de "!" (exclamação) para identificar uma negação. Observe como utilizamos este símbolo: Se $y = 0$ então $!y = 1$. Aqui, para a negação usaremos o símbolo " " sobre a variável, por exemplo, se $A = 0$ então $\bar{A} = 1$.

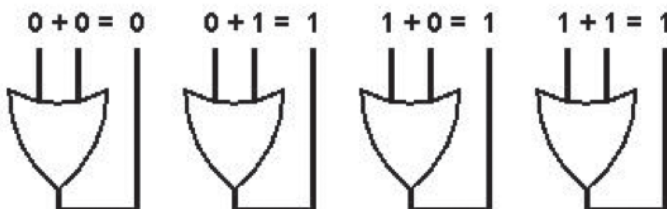
O símbolo para AND e OR também será invertido, pois na notação matemática usamos: "." (ponto) para o AND e "+" (adição) como OR. A maioria absoluta de livros e referências dentro deste assunto usam essas notações. Veja as anotações utilizadas no material de aula do Prof. Rodrigo Hausen, disponível em <<http://walderson.com/site/wp-content/uploads/2014/08/Circuitos-Digitais-04.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

Vamos às operações matemáticas booleanas aplicadas no desenvolvimento de sistemas digitais. Siga em frente!

4.2.1 Adição booleana

Quando falamos em adição booleana, estamos falando da porta OR. Regra: Dentro da álgebra booleana, chamamos de **termo-soma**, o que significa que é uma soma de literais (TOCCI, 2011). (Cuidado: O termo se chama termo-soma ou simplesmente adição booleana, porém, o símbolo de + indica a porta lógica OR e não o símbolo de adição que estamos acostumados.)

Figura 4.4 – Ilustração básica com relação a porta OR.



Fonte: O autor.

Esta figura representa os dados da tabela-verdade OR, representado anteriormente pela expressão e a seguir pelo seu símbolo lógico.

Veja um exemplo: A partir de A, B, C e D, determine os respectivos valores para o termo-soma $A + \bar{B} + C + \bar{D}$ seja igual a 0.



Exemplificando

Para que seja 0 o termo-soma, cada uma das literais tem de ser 0. Assim, temos:

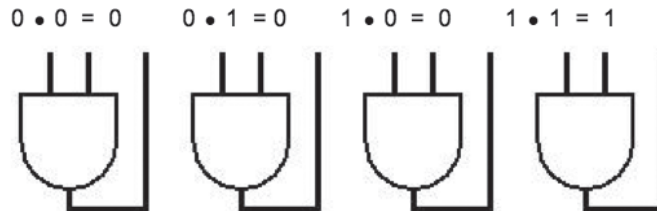
$A = 0$, $B = 1$, $C = 0$ e $D = 1$. B e D possuem a negação, logo o valor deles tem de ser invertido. Veja a expressão toda:

$$A + \bar{B} + C + \bar{D} = 0 + \bar{1} + 0 + \bar{1} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

4.2.2 Multiplicação booleana

Aqui, quando falamos de multiplicação booleana, estamos falando da porta AND. Regra: Pela álgebra booleana, o **termo-produto** é o produto de literais (aqui, o símbolo \bullet representa o AND e não a multiplicação) (TOCCI, 2011).

Figura 4.5 – Ilustração básica com relação a porta AND.



Fonte: O autor.

A figura anterior detalha os valores da tabela-verdade AND e, a seguir, a simbologia da porta lógica AND.

Um exemplo da multiplicação: Determine os valores para as literais A, B, C e D que transforme o resultado do termo-produto $\overline{A}BCD$ igual a 1.



Exemplificando

Para o termo-produto ser 1, sabemos pela tabela-verdade AND que somente será verdadeira a expressão que tem dois valores verdadeiros. Aqui é a aplicação. Aplicando no termo-produto temos:

$$\overline{A}BC\overline{D} = 1 \cdot \overline{0} \cdot 1 \cdot \overline{0} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Aqui, podemos aplicar o valor 1 em todas as literais. O resultado obtido foi 1.

4.2.3 Leis e regras da álgebra booleana

Quando trabalhamos com as expressões lógicas, temos as leis e regras que regem o uso da álgebra booleana, assim como existem em outras áreas da matemática (SHIMOKAWA, 2014). Essas leis têm de ser seguidas para que a álgebra booleana seja aplicada adequadamente. São elas:

- Leis comutativas da adição e multiplicação.
- Leis associativas da adição e subtração.
- Lei distributiva.
- 12 regras básicas da álgebra de Boole.

As leis comutativas da adição e multiplicação, as leis associativas da adição e multiplicação e a lei distributiva são as mesmas leis aplicadas à álgebra comum, que com certeza você já aprendeu no primeiro grau. Vamos revê-las rapidamente:

- a. Lei Comutativa da Adição $\rightarrow A + B = B + A$.
- b. Lei Comutativa da Multiplicação Symbol $\rightarrow AB = BA$.
- c. Lei Associativa da Adição Symbol $\rightarrow A + (B + C) = (A + B) + C$.
- d. Lei Associativa da Multiplicação $\rightarrow A(BC) = (AB)C$.
- e. Lei Distributiva $\rightarrow A(B + C) = AB + AC$.



Refleta

As leis associativas, comutativas e de distribuição são as mesmas regras utilizadas na álgebra comum da nossa matemática (TOCCI; WIDMER, 2011).

E agora partimos para as regras da álgebra booleana. São elas:

Tabela 4.12 – Regras da Álgebra Booleana.

1. $A + 0 = A$	7. $A \bullet A = A$
2. $A + 1 = 1$	8. $A \bullet \bar{A} = 0$
3. $A \bullet 0 = 0$	9. $\bar{\bar{A}} = A$
4. $A \bullet 1 = A$	10. $A + AB = A$
5. $A + A = A$	11. $A + \bar{A}B = A + B$
6. $A + \bar{A} = 1$	12. $(A + B)(A + C) = A + BC$
A, B ou C podem representar uma única variável ou uma combinação de variáveis.	

Fonte: Adaptado de Shimokawa (2014).

Se você analisar logicamente cada uma delas, verá que são todas fáceis, pois conseguiu compreender cada expressão lógica (e a maioria usa a lógica das tabelas-verdade já estudadas). Veja alguns exemplos:

a. Regra 1 $\rightarrow A + 0 = A \rightarrow$ Para qualquer valor de A (0 ou 1) com a porta lógica OR, dará sempre o resultado do valor de A (lembra da tabela verdade?).

b. Regra 5 $\rightarrow A + A = A \rightarrow$ Para qualquer valor de A (0 ou 1) dará sempre A. Note que se $A = 0$, teremos $0 + 0 = 0$ e se $A = 1$, teremos $1 + 1 = 1$ (também da tabela verdade OR).

c. Regra 9 $\rightarrow \bar{\bar{A}} = A \rightarrow$ Se a variável $A = 0$, a primeira negação transforma em $A = 1$ e a segunda negação transforma em $A = 0$, portanto, o primeiro valor de A, logo, quando tivermos dupla negação, é a mesma coisa que não ter negação nenhuma.

d. Regra 12 $\rightarrow (A + B)(A + C) = A + BC \rightarrow$ Nesta colocamos o A em evidência, ficando $A + BC$.

4.2.4 Teoremas de De Morgan

Dois importantes teoremas de álgebra booleana são uma contribuição de um importante matemático, amigo de Boole, chamado de De Morgan (TOCCI, 2011). Os seus teoremas são:

a. $\overline{(x + y)} = \bar{x} \bullet \bar{y} \rightarrow$ Este teorema diz que, quando a soma lógica (OR) de duas variáveis é invertida, é o mesmo que inverter cada variável individualmente, fazendo a operação AND entre estas variáveis invertidas (TOCCI, 2011).

b. $\overline{(x \bullet y)} = \bar{x} + \bar{y} \rightarrow$ Este teorema diz que, quando o produto (AND) de duas variáveis é invertida, é o mesmo que inverter cada variável individualmente, fazendo a operação OR entre elas.



Refleta

Lembre-se de que as variáveis x e y , utilizadas nas expressões ou teoremas, representam um valor único ou uma expressão que contém mais de uma variável.



Exemplificando

Vamos reduzir a expressão $\overline{(\overline{AB} + C)}$ usando o teorema (a):

$\overline{(\overline{AB} + C)} = (\overline{AB}) \cdot \overline{C} \rightarrow$ Aqui, consideramos AB como o x e C como o y . Essa expressão ainda pode ser mais simplificada (pois temos um produto \overline{AB} que é invertido). Podemos aplicar agora o teorema (b):

$$(\overline{AB}) \cdot \overline{C} = (\overline{A} + \overline{B}) \cdot \overline{C}$$

Agora, podemos substituir $\overline{\overline{B}}$ por B , assim, finalmente, teremos:

$$(\overline{A} + B) \cdot \overline{C} = \overline{A}\overline{C} + B\overline{C} \rightarrow$$
 Neste resultado encontramos apenas variáveis simples e sinais de inversão.

Da mesma maneira que trabalhamos com duas variáveis, podemos trabalhar com três:

$$\overline{X + Y + Z} = \overline{X} \cdot \overline{Y} \cdot \overline{Z}$$

$$\overline{X \cdot Y \cdot Z} = \overline{X} + \overline{Y} + \overline{Z}$$

Note o uso de três termos nas expressões anteriores.

Vamos a mais um exemplo de simplificação de expressão, agora usando três variáveis:

$$\overline{\overline{AB} \cdot \overline{CD} \cdot \overline{EF}} =$$

$$\overline{\overline{AB} + \overline{CD} + \overline{EF}} =$$

$$AB + CD + EF$$



Faça você mesmo

Simplifique a expressão $\overline{(\overline{A} + C)} \cdot \overline{(B + \overline{D})}$ para que tenha somente variáveis simples invertidas (TOCCI, 2011).



Pesquise mais

MUITO IMPORTANTE: Veja o vídeo sobre as explicações das Leis e Regras de Álgebra Booleana no vídeo “Simplificações de Expressões Booleanas #1: Entendendo”, disponível em: <<https://youtu.be/wK2YdpY6KXU>>. Acesso em: 1o fev. 2016. Assista ao vídeo todo, se possível, senão, assista até os 17m e 33s. Veja o vídeo sobre as explicações das Leis e Regras de Álgebra Booleana no vídeo “Simplificações de Expressões Booleanas #1: Entendendo”, disponível em: <<https://youtu.be/wK2YdpY6KXU>>. Acesso em: 1º fev. 2016. Assista ao vídeo todo, se possível, senão, assista até os 17m e 33s.

SEM MEDO DE ERRAR

Você deverá criar uma simplificação de uma expressão booleana que será usada em uma placa de circuito, usando as técnicas de álgebra booleana. A expressão a ser simplificada é $AB + A(B + C) + B(B + C)$. Para esta simplificação você deverá usar as regras de álgebra booleana e chegar ao menor número de portas possíveis.

Vale lembrar que, quando lemos AB , é o mesmo que $A \bullet B$.

Para isso vamos usar as regras de Boole, e para um melhor entendimento faremos a simplificação passo a passo:

Expressão a ser simplificada: $AB + A(B + C) + B(B + C)$.

1. Aplicar a lei distributiva no segundo e terceiro termo:

$$AB + AB + AC + BB + BC =$$

2. Aplicar a regra 5 ($AB + AB = AB$) nos dois primeiros termos da expressão:

$$AB + AC + BB + BC =$$

3. Agora, aplique a regra 7 ($BB = B$) no terceiro termo:

$$AB + AC + B + BC =$$

4. Aplicar a regra 10 ($B + BC = B$) no terceiro e quarto termo:

$$AB + AC + B$$

5. Para finalizar aplicamos a regra 10 ($AB + B = B$) novamente, agora no primeiro termo e no último termo:

$$B + AC$$

Desse modo, não conseguimos mais simplificar a expressão, chegando em sua total simplificação.

A expressão simplificada $B + AC$ representa o menor número de portas possíveis para a expressão lógica $B + A(B + C) + B(B + C)$.



Lembre-se

A, B e C são variáveis e podem possuir um valor único ou uma expressão.

Avançando na prática

Pratique mais

Instrução

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, as compare-as com de seus colegas.

“Expressões Lógicas”

Competência de Fundamentos de área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.
2. Objetivos de aprendizagem	Conhecer e correlacionar a determinação e simplificação de expressões lógicas.
3. Conteúdos relacionados	Determinação e simplificação de expressões lógicas.
4. Descrição da SP	Um engenheiro eletrônico precisa simplificar a expressão $\overline{A}BC + A\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + ABC$ para chegar ao menor número possível de portas lógicas (menor número, porém com o mesmo resultado para facilitar o entendimento lógico). Simplifique a expressão e depois descreva quantas portas lógicas existiam antes e depois da simplificação (SHIMOKAWA, 2014).
5. Resolução da SP	<p>Em primeiro lugar, vamos simplificar a expressão</p> $\overline{A}BC + A\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + ABC$ <ol style="list-style-type: none"> Na expressão, fature BC com o primeiro e último termo: $BC(\overline{A} + A) + A\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} =$ Aplicar a regra 6 na expressão entre parênteses e fatorar $\overline{A}B$ pelo segundo e quarto termos: $BC \cdot 1 + \overline{A}B(\overline{C} + C) + A\overline{B}\overline{C}$ Aplicar a regra 4 (simplifique o 1) no primeiro termo e use a regra 6 para o termo entre parênteses: $BC + \overline{A}B \cdot 1 + A\overline{B}\overline{C}$ Aplicar novamente a regra 4 na segunda expressão: $BC + \overline{A}B + A\overline{B}\overline{C}$

	<p>5. Fatore \bar{B}: $BC + \bar{B}(A + \bar{A}\bar{C})$</p> <p>6. Na expressão entre parênteses, aplicar a regra 11: $BC + \bar{B}(A + \bar{C})$</p> <p>7. Por fim usar as leis distributiva e comutativa: $BC + A\bar{B} + \bar{B}\bar{C}$</p> <p>Na expressão original $\bar{A}BC + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}C + ABC$ temos: 5 portas AND, 4 portas OR e 7 inversores (negação). Na expressão reduzida temos $BC + A\bar{B} + \bar{B}\bar{C}$: 3 portas AND, 2 portas OR e 3 inversores (negação).</p>
--	--



Lembre-se

As negações são chamadas de inversores nas portas lógicas.



Faça você mesmo

1. Usando o teorema de De Morgan, simplifique a expressão: .

$$\overline{(A + BC)} \bullet \overline{(D + EF)}.$$

Faça valer a pena!

1. Quando falamos em adição booleana, estamos falando da porta

_____.

- a) NOT.
- b) OR.
- c) AND.
- d) NAND.
- e) XOR.

2. Observe o termo-soma da expressão $0 + 1 = 1$. O símbolo + indica:

- a) Porta NOT.
- b) Apenas uma soma.
- c) Porta AND.

- d) Porta OR.
- e) Apenas uma junção.

3. Quais são os respectivos valores das variáveis, do termo-soma $A + \bar{B} + C + \bar{D}$, para que o resultado seja igual a 1?

- a) $A = 1, B = 1, C = 1$ e $D = 1$.
- b) $A = 0, B = 0, C = 0$ e $D = 0$.
- c) $A = 0, B = 1, C = 0$ e $D = 1$.
- d) $A = 1, B = 0, C = 1$ e $D = 0$.
- e) $A = 1, B = 1, C = 0$ e $D = 0$.

Seção 4.3

Portas lógicas

Diálogo aberto

Você já conheceu as expressões lógicas e como elas podem ser simplificadas. É importante o uso das tabelas-verdade, que conhecemos anteriormente para conhecemos sobre as portas lógicas. Com este aprendizado, você deverá desenvolver o diagrama de um circuito impresso, utilizando as portas lógicas que forem necessárias para abertura de uma porta automática. Para isso, você tem as seguintes informações:

a. Se o resultado da saída for igual a 1, a porta abre-se.

b. Entradas:

$p = 1$ --> pessoa detectada

$q = 1$ --> chave para forçar a abertura

$z = 1$ --> chave para forçar o fechamento

O diagrama deverá ser criado para a seguinte situação: a porta deverá ser aberta quando a entrada ($q = 1$ e $z = 0$) ou ($q = 0$ e $p = 1$ e $z = 0$) (GONÇALVES, 2008).

Com foco na criação de um diagrama, vamos compreender as portas lógicas e suas respectivas tabelas-verdade. Ao final desta aula, você terá feito seu primeiro diagrama de um circuito impresso funcional. Desse modo, conheceremos e compreenderemos os princípios de arquitetura e organização de computadores com ênfase em conhecer e apresentar portas lógicas: conceitos, símbolos e tipos.

Assim, a partir destes estudos, poderemos atender ao objetivo de aprendizagem dessa aula, que é conhecer e apresentar portas lógicas: conceitos, símbolos e tipos.

Bons estudos!

Não pode faltar

Na unidade anterior, vimos a determinação e simplificação de expressões lógicas. Nesta seção, vamos ver os conceitos básicos e a simbologia aplicada às portas lógicas.

Os conceitos aqui apresentados são os utilizados para portas lógicas, bem como a sua simbologia, que são amplamente conhecidos no meio da eletrônica digital, como a criação de circuitos digitais ou, ainda, circuitos integrados complexos. Está preparado para iniciarmos nosso conteúdo? Então, vamos lá.

Antes de entrarmos nas portas lógicas, vamos rever alguns conceitos:

- Dado – Mm dado é um elemento quantificado ou quantificável. Exemplo: altura de uma pessoa. Pode ser representado por sinais analógicos ou digitais.
- Sinal analógico – é a representação de uma grandeza, podendo assumir, através do tempo, um valor entre dois limites determinados.
- Sinal digital – é representado por uma grandeza física. Essas grandezas são representadas por meio de dois valores: 0 e 1. São chamados também de grandezas binárias.
- Tabela-verdade – nessas tabelas representamos todas as possíveis combinações lógicas de entrada e seus respectivos valores lógicos de saída, conforme a operação da porta lógica.

4.3.1 Portas lógicas

As portas lógicas são consideradas os elementos e/ou componentes básicos da eletrônica digital (TORRES, 2005). Quando citamos como exemplo circuitos integrados complexos, estamos nos referindo a um circuito digital completo prontinho para ser usado. Os melhores exemplos de circuitos integrados complexos são os microcontroladores ou, ainda, os processadores.

Na eletrônica digital existe uma facilidade de processamento, visto que utilizamos somente dois dígitos: 0 e 1 (um bit). Esses dígitos sempre representam dois níveis de tensão: "0" como 0 volts e "1" como 5 volts.

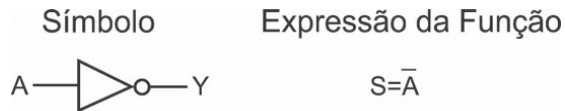
Os símbolos das portas lógicas são sempre representados por entrada lógicas A e B e uma saída lógica **S**. Chamamos de **blocos lógicos** a simbologia da junção entre as entradas lógicas e a saída lógica. As entradas e saídas lógicas só assumirão os valores lógicos 0 e 1 (TOCCI; WIDMER, 2011). As relações entre as entradas lógicas sempre terão relação com a tabela-verdade. Para compreender vamos a cada simbologia das portas lógicas.

4.3.2 Inversor (negação)

Como o próprio nome sugere, haverá uma inversão ou negação da entrada lógica, como vimos na tabela-verdade NOT da Seção 4.1.

Se a entrada for 1, a saída será 0. A saída é representada por $S = \bar{A}$ (TOCCI; WIDMER, 2011). Veja a simbologia e a representação na Figura 4.6, a seguir.

Figura 4.6 – Inversor.



Fonte: O autor.

A tabela-verdade do inversor está apresentada na Tabela 4.13, a seguir.



Saiba mais

Vale lembrar que a negação está presente também nas portas lógicas: NAND, NOR e XNOR.

Tabela 4.13 – Tabela verdade do inversor.

A	S
0	1
1	0

Fonte: O autor.



Refleta

O nível lógico da saída representada por S é a negação da entrada lógica representada por A.

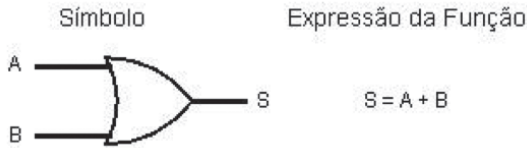
4.3.3 Porta OR

Como podemos visualizar pelo nome da porta lógica, essa porta realiza a operação lógica OR (ou), que, como vimos na seção anterior, refere-se a uma adição. Essa porta possui duas entradas ou mais – representadas por A e B – e a saída de dados – representada por S (TOCCI; WIDMER, 2011).

Um exemplo muito utilizado para demonstrar uma porta lógica OR é o de um interruptor para acender uma lâmpada. Se o interruptor estiver ligado, a lâmpada estará acesa. Os valores de entrada seriam $A =$ corrente elétrica e $B =$ estado do interruptor (ligado ou desligado).

Veja na Figura 4.7, a seguir, o símbolo e expressão que representam a porta OR:

Figura 4.7 – Símbolo e expressão Porta OR.



Fonte: O autor.

A tabela-verdade da Porta OR apresenta-se na Tabela 4.14, a seguir.

Tabela 4.14 – Tabela-verdade Porta OR.

A	B	S
A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Fonte: O autor.



Assimile

Só teremos o nível lógico 0 na saída quando todos os elementos de entrada forem 0.

4.3.4 Porta AND

Como o nome já sugere, a porta AND realiza a operação lógica AND (E) e, portanto, a multiplicação. Deve possuir, sempre, no mínimo duas entradas ou mais (representadas aqui por A e B) e uma saída lógica (representada aqui por S). Deve-se lembrar que sempre que todos os valores lógicos forem simultaneamente 1, seu resultado será sempre 1 (TOCCI; WIDMER, 2011).

Visualize a simbologia e a expressão, representadas na Figura 4.8, a seguir.

Figura 4.8 – Símbolo e expressão Porta AND



Fonte: O autor.

Observe a sua tabela-verdade AND, apresentada na Tabela 4.15, a seguir.

Tabela 4.15 – Tabela-verdade Porta AND.

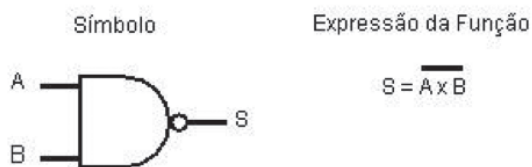
A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fonte: O autor.

4.3.5 Porta NAND

Essa porta representa uma negação da porta AND. O N no início refere-se a NOT. Assim, na nossa representação gráfica, significa que trabalharemos com a porta lógica AND seguida de um inversor. Devido a isso, o resultado da saída sempre será o inverso da porta AND (TOCCI; WIDMER, 2011). Aqui, usaremos o mesmo símbolo do AND, porém com uma “bolinha” que indica que o valor do resultado será invertido. Vamos à simbologia dessa porta, representada pela Figura 4.9, a seguir.

Figura 4.9 – Símbolo e expressão NAND.



Fonte: O autor.

Observe a sua tabela-verdade NAND, apresentada na Tabela 4.16, a seguir.

Tabela 4.16 – Tabela-verdade Porta NAND.

A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Fonte: O autor.



Exemplificando

Se tivermos os valores para $A = 1$ e $B = 1$, teremos como saída da porta NAND o resultado 0.

Veja que é o inverso (negação) para a tabela-verdade AND com 1 e 1.

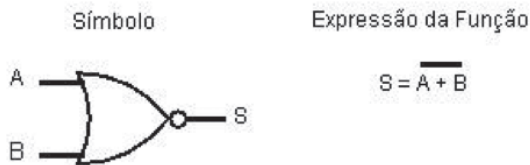
Assim, podemos definir: o resultado sempre será 0 quando os valores de todas as entradas forem sempre iguais a 1. Para outros valores, a saída será sempre 1.

4.3.6 Porta NOR

Essa porta é a negação da porta lógica OR. Aqui, temos a porta OR seguida de um inversor (TOCCI; WIDMER, 2011). Devido a isso, utilizamos o mesmo símbolo da porta OR, seguido de uma “bolinha” que representa o inversor (a negação).

A simbologia fica como na Figura 4.10, a seguir.

Figura 4.10 – Símbolo e expressão NOR.



Fonte: O autor.

A tabela-verdade da porta lógica NOR é representada pela Tabela 4.17, a seguir.

Tabela 4.17 – Tabela-verdade Porta NOR.

A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Fonte: O autor.



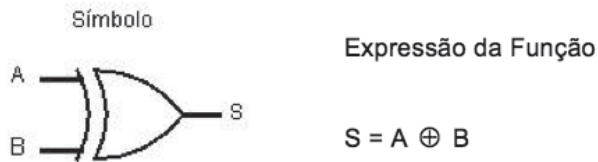
Refleta

A porta NOR possui os mesmos valores da tabela-verdade OR com o resultado negação.

4.3.7 Porta XOR

Essa porta também é conhecida como OU exclusivo. Para chegar no resultado da porta lógica XOR, você deverá observar as entradas. Se as entradas forem diferentes, o resultado será 1 e, se as entradas forem iguais, o resultado será 0 (TOCCI; WIDMER, 2011). Veja o símbolo e a expressão dessa porta na Figura 4.11, a seguir.

Figura 4.11 – Símbolo e expressão XOR.



Fonte: O autor.

Agora podemos verificar os valores da tabela XOR, apresentados na Tabela 4.18, a seguir.

Tabela 4.18 – Tabela-verdade Porta XOR.

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

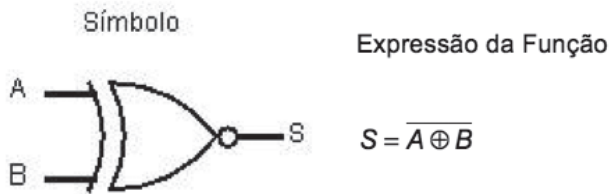
Fonte: O autor.

4.3.8 Porta XNOR

Essa porta é a porta XOR (ou exclusivo) seguida de uma negação. Se você souber a tabela-verdade XOR, basta negar os valores de saída (TOCCI; WIDMER, 2011). Usamos o mesmo símbolo da porta XOR, seguido de uma “bolinha” que representa a negação.

Veja como é a simbologia, apresentada na Figura 4.12, a seguir.

Figura 4.11 – Símbolo e expressão XOR.



Fonte: O autor.

A tabela-verdade do XNOR está apresentada na Tabela 4.19, a seguir.

Tabela 4.19 – Tabela-verdade Porta XNOR.

A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fonte: O autor.

Agora que você já conhece todas as portas lógicas, suas simbologias e expressões, você é capaz de entender o que significa cada símbolo desse em um diagrama.



Pesquise mais

Chegou a hora de você assistir a esse vídeo que relata tudo sobre as portas lógicas e a simbologia que aprendemos. O vídeo está disponível em: <<https://youtu.be/QYHtHxRwQ1w>>. Acesso em: 10 mar. 2016.



Faça você mesmo

Você deve ter percebido que os valores das tabelas-verdade são todos originários das portas lógicas básicas AND, OR e NOT.

Como exercício de fixação:

- Crie a tabela-verdade das portas lógicas AND e OR.
- Agora, com base nas portas lógicas criadas no item a, crie as tabelas das portas lógicas NOR, XOR, NAND e XNOR.

SEM MEDO DE ERRAR

Você deverá desenvolver o diagrama de um circuito impresso, utilizando as portas lógicas que forem necessárias para abertura de uma porta automática. Para isso você tem as seguintes informações:

- Se o resultado da saída for igual a 1, a porta se abre.
- Entradas:
 - $p = 1$ --> pessoa detectada
 - $q = 1$ --> chave para forçar a abertura
 - $z = 1$ --> chave para forçar o fechamento

O diagrama deverá ser criado para a seguinte situação: a porta deverá ser aberta quando a entrada ($q = 1$ e $z = 0$) ou ($q = 0$ e $p = 1$ e $z = 0$) (GONÇALVES, 2008).

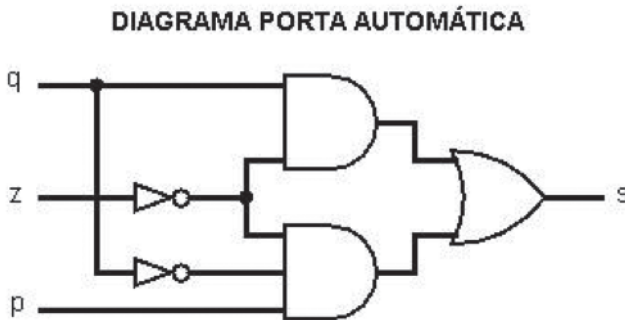
De posse das informações anteriores para construção do diagrama, teremos de transformar estes dados em uma expressão lógica, que seria a seguinte:

$$s = q\bar{z} + \bar{q}p\bar{z}$$

A partir dessa expressão podemos identificar que usaremos no diagrama as portas lógicas AND, OR e inversores (negação).

Seguindo essa expressão lógica, o diagrama pode ser construído conforme a Figura 4.13, apresentada a seguir.

Figura 4.13 – Diagrama de Porta Automática.



Fonte: O autor.

Desse modo, seu diagrama para a abertura de uma porta automática está pronto. Você construiu seu primeiro projeto com um diagrama funcional.



Atenção!

Sempre teremos de encontrar a expressão lógica para depois desenharmos o diagrama de portas lógicas.

Avançando na prática

Pratique mais

Instrução

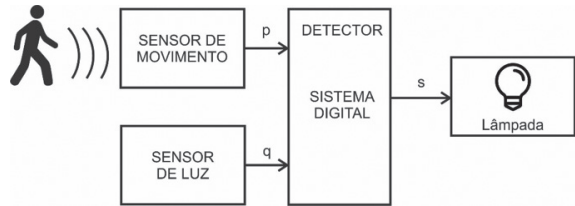
Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades, e depois, as compare-as com de seus colegas.

“Portas Lógicas”

1. Competência de Fundamentos da Área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.
2. Objetivos de aprendizagem	Conhecer e apresentar portas lógicas: conceitos, símbolos e tipos.
3. Conteúdos relacionados	Portas lógicas: conceitos, símbolos e tipos.
4. Descrição da SP	Como engenheiro você deverá projetar um diagrama para uma placa de circuito impresso que acenda uma lâmpada no <i>hall</i> de um apartamento pelo sensor de movimento. Para que a lâmpada acenda, o movimento tem de ser detectado pelo sensor ($p = 1$) e a luz tem de estar apagada ($q = 0$). Desenhe o diagrama de portas lógicas de acordo com essas informações.

Para entendermos melhor, veja como seria o esquema de um detector de movimento, conforme a Figura 4.14, a seguir.

Figura 4.14 – Esquema Detector de Movimento.



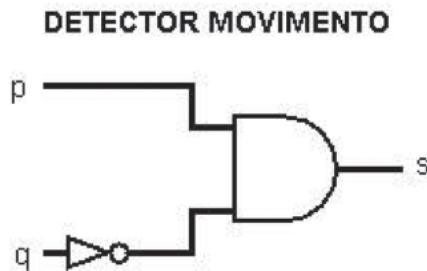
Fonte: O autor.

O diagrama que devemos fazer é fundamentado no retângulo anteriormente apresentado, que representa o detector. Ele recebe as informações e, de acordo com essas informações, acende ou não a lâmpada.

Entendendo o esquema, devemos, agora, como primeiro passo, encontrar a expressão lógica, que seria:

De posse dessa expressão lógica, podemos agora desenhar o diagrama de portas lógicas, conforme a Figura 4.15, a seguir.

Figura 4.15 – Detector de Movimento.



Fonte: O autor.

Desse modo, demonstramos o diagrama de portas lógicas e construímos nosso detector de movimento. Podemos chamá-lo de circuito digital do detector de movimento.

5. Resolução da SP

Faça valer a pena!

1. Como é representado o termo “informação” dentro do conceito de portas lógicas?

- Uma informação de um dado é representada por um símbolo.
- Uma informação de um dado é representada e transmitida por meio de sinais elétricos digitais.

- c) Uma informação de um dado é representada por simples expressões matemáticas.
- d) Uma informação de um dado é representada somente por símbolos octais.
- e) Uma informação de um dado é representada por circuitos impressos.

2. O que representa uma tabela-verdade de uma porta lógica?

- a) Representa todas as combinações lógicas da porta AND.
- b) Representa apenas duas informações lógicas: 1 e 0.
- c) Representa, de acordo do o sistema de numeração de base, a sequência lógica.
- d) Representa todas as possíveis combinações lógicas de entrada e seus respectivos valores lógicos de saída, conforme a operação lógica.
- e) Representa apenas os símbolos das portas lógicas em questão.

3. As portas lógicas são consideradas os elementos e/ou componentes básicos da eletrônica digital (TORRES, 2005). Quando citamos como exemplo circuitos integrados complexos, estamos nos referindo a um

- .
- a) Circuito Digital Completo.
 - b) Sistema de numeração.
 - c) Diagrama de porta lógica.
 - d) Conjunto de tabelas-verdade.
 - e) Circuito Impresso.

Seção 4.4

Introdução a circuitos

Diálogo aberto

Chegamos ao final de mais uma unidade de ensino e com ela dedicaremos nosso aprendizado aos estudos de introdução à álgebra booleana, expressões lógicas, portas lógicas e, agora, por fim, faremos uma introdução a circuitos digitais.

Assim, conheceremos e compreenderemos os princípios de arquitetura e organização de computadores, continuaremos a aprofundar nossos estudos dentro da conversão de bases e, também, conheceremos e despertaremos a reflexão da aplicação de circuitos digitais, combinacionais e sequenciais.

De acordo com os estudos já realizados, pudemos conhecer o processo de produção de uma placa de circuito impresso. Agora, devemos elaborar um circuito lógico para um circuito impresso que permita encher automaticamente um filtro de água que possui vela e dois recipientes. Você deverá usar uma eletroválvula (entrada de água) quando a saída do circuito for 1 e quando a saída for 0 ela deverá permanecer fechada. Para esse controle, você deverá utilizar dois eletrodos, A e B, colocados nos recipientes a e b respectivamente. A convenção é:

- a) Se recipiente a = cheio então eletrodo A = 1.
- b) Se recipiente a = vazio então eletrodo A = 0.
- c) Se recipiente b = cheio então eletrodo B = 1.
- d) Se recipiente b = vazio então eletrodo B = 0.

Esta aula apresenta, portanto, os sistemas digitais de modo que possamos conhecer e compreender os métodos e conceitos para o seu funcionamento. Estudaremos os sistemas digitais combinacionais e os sequenciais.

De uma maneira objetiva e cheia de praticidade, utilize seu material didático, sua webaula e demais materiais disponíveis para o seu desenvolvimento. Não se esqueça de fazer os exercícios propostos e consultar todos os links disponíveis nos quadros "Pesquise mais!".

Bons estudos!

Não pode faltar

Aqui, iniciaremos conhecendo um pouco mais sobre Sistemas Digitais. Para isso, solicito sua atenção total a esse assunto, visto que é um assunto de suma importância.

Dentro da área de engenharia, e também em outras áreas de trabalho, precisamos tratar com maior dinamismo o volume de dados e informações de que necessitamos. Todos estes podem ser guardados ou armazenados, observados, monitorados, medidos, visualizados e utilizados a qualquer tempo, de acordo com as necessidades do segmento de mercado a que atendem. De modo eficiente e preciso, manipulamos dados que serão transformados em informação, de maneira adequada ao sistema computacional. Estamos falando, portanto, da forma de representação e medidas desse volume de dados. Temos duas formas de tratar a comunicação dos dados (em bits) que ocorre entre a máquina, a infraestrutura e as aplicações, de forma que nos permita medir e representar essas palavras em binário:

- Representação Analógica.
- Representação Digital.

Representação Analógica – ou sistema analógico. Possui dispositivos que podem manipular as quantidades físicas. Essas quantidades físicas podem variar ao longo de uma faixa de valores. Como exemplo podemos citar o volume da saída de um alto-falante. O volume, através de um receptor, pode estar entre zero e seu valor máximo.

Representação Digital – ou sistemas digitais. Possui um ou mais dispositivos projetados para manipular as informações lógicas ou, ainda, informações físicas que são representadas através do formato digital. As informações podem assumir somente valores discretos. Todos esses dispositivos, em sua maioria, são dispositivos eletrônicos, porém também podem ser magnéticos, mecânicos ou pneumáticos.



Saiba mais

Samuel Finley Breese Morse foi o criador do Código Morse, como seu nome já sugere. Por meio do Código Morse temos o princípio da comunicação digital, pois se trata de um sistema no qual se representam números, letras e pontuação enviados através de um sinal emitido de forma intermitente. Apenas para seu conhecimento: ele também foi o criador do telégrafo.

A partir de agora vamos focar nossos estudos em Sistemas Digitais.

4.4.1 Representação Analógica X Representação Digital

Na representação analógica uma quantidade é sempre representada por uma tensão, uma medida de movimento proporcional ou uma corrente a um valor em uso. Sua característica mais importante é: as correntes podem variar ao longo de uma faixa contínua de valores (TOCCI; WIDMER, 2011).

Já na representação digital as quantidades não são representadas por quantidades proporcionais, mas sim por alguns símbolos, denominados dígitos. Já estudamos esses dígitos, que são conhecidos em nosso campo de estudo como dígitos binários em função da base utilizada ser binária. No geral, os dígitos representam as entradas e saídas dos diversos circuitos. Esta representação é chamada de natureza discreta, ou seja, ela não varia continuamente, mas, em degraus ou saltos (TOCCI; WIDMER, 2011). Em resumo, temos que:

- Analógica = contínua.
- Digital = discreta (etapa por etapa).



Assimile

O sinal digital tem valores discretos, com números descontínuos no tempo e na amplitude, enquanto o formato analógico apresenta variações infinitas entre cada um de seus valores. O digital assumirá sempre os valores discretos (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10), diminuindo a faixa de frequência entre eles e a oscilação (VELLOSO, 2014).

Diante disso, o que seria, então, um sistema digital?

Um sistema digital nada mais é que:

- Função de transforma um alfabeto finito de entrada em outro alfabeto finito de saída (CARRO, 2001).
- É um circuito eletrônico que processa informações de entrada usando apenas números (dígitos) para realizar suas operações e cálculos (UYEMURA, 2002).

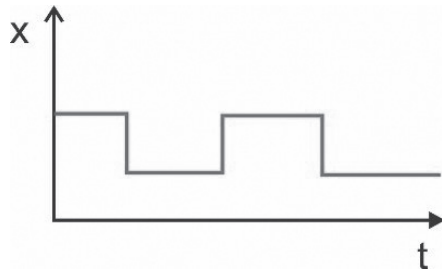
A vantagem de um sistema digital é que sempre existirá uma facilidade de projeto, integração e armazenamento; existirá uma operação programada e pouca sensibilidade à variação da fonte de tensão, ao envelhecimento e à temperatura que esse circuito pode enfrentar.

A sua principal desvantagem são as conversões de analógico para digital (A/D) e de digital para analógico (D/A). Essa desvantagem ocorre devido à interferência de ruídos

nos sinais analógicos, uma vez que os ruídos são interpretados como parte do sinal analógico. Como exemplo, podemos citar um disco de vinil, que, quando apresenta poeira ou risco, causa um ruído, que é interpretado pela agulha como parte do sinal analógico. Outra grande desvantagem é a grande quantidade de sinais analógicos a serem convertidos em sinais digitais.

Desse modo, definiremos sistemas digitais como um sistema no qual os sinais podem ter um número finitos de valores discretos em relação a um tempo.

Figura 4.16 – Demonstração de valores em sistema digitais.



Fonte: O autor.

O sinal digital é representado em X por 0 e 1. Estes sinais são emitidos ao longo de tempo t (clock).

Dois problemas que encontramos quando trabalhamos com técnicas digitais: o mundo real é quase totalmente analógico e processar sinais que são digitalizados leva tempo. Para solucionarmos esses problemas, temos quatro passos:

1. Converter a variável física em sinal elétrico (analógico).
2. Converter essa entrada analógica em sinal digital.
3. Realizar todo o processamento (operações) da informação digital.
4. Converter as saídas digitais novamente em analógicas.

O campo da eletrônica digital é dividido em dois tipos: Lógica (ou circuito) Combinacional e Lógica (ou circuito) Sequencial.

Lógica Combinacional → Todas as saídas dependem única e exclusivamente das variáveis de entrada (TOCCI; WIDMER, 2011). As características dos circuitos combinacionais são:

- Possuem portas lógicas conectadas para gerar os valores dos sinais de saída.

- Não possuem nenhum tipo de armazenamento de qualquer valor no circuito.
- Valores de saída sempre irão depender única e exclusivamente dos valores de entrada.

Veja, a seguir, uma lista de circuitos combinacionais básicos:

- Habilitação / Desabilitação.
- Multiplexador.
- Demultiplexador.
- Verificador de Paridade.
- Circuitos Aritméticos:
 - o Shifter (deslocador).
 - o Comparador.
 - o Somador.
 - o Subtratores.
- Codificador.
- Decodificador.
- Gerador de Paridade.

Nesta seção, vamos analisar apenas um circuito, porém, sempre assista aos vídeos indicados ou aos conteúdos para conhecer outros circuitos combinacionais básicos.

Como exemplo, vamos estudar:

Sinal En (enable) – habilita / desabilita um circuito

- Circuito Habilitado → $En = 1$ → Aqui permite o sinal de entrada para a saída
- Circuito Desabilitado → $En = 0$ → Não se permite a passagem do sinal de entrada para a saída

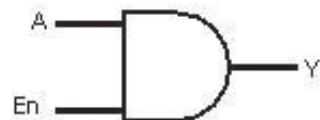
Veja como fica a tabela-verdade e o seu diagrama, apresentados pela Tabela 4.20 e pela Figura 4.17.

Tabela 4.20 – Tabela-verdade habilita/desabilita circuito.

ENTRADAS		SAÍDA
em	A	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fonte: O autor.

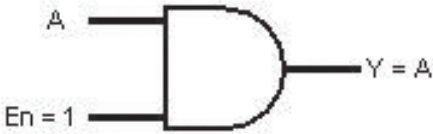
Figura 4.17 – Diagrama de habilita/desabilita circuitos.



Fonte: O autor.

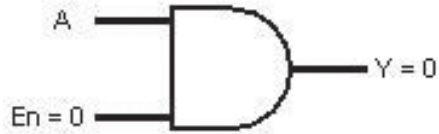
Quando $En = 1$, permite-se a passagem do sinal de entrada para a saída. Veja a Figura 4.18, a seguir. Quando $En = 0$ não permite a passagem do sinal da entrada para a saída. Veja a Figura 4.19, a seguir.

Figura 4.18 – $En = 1$.



Fonte: O autor.

Figura 4.19 – $En = 0$.



Fonte: O autor.

Desse modo, a tabela-verdade do circuito apresenta-se na Tabela 4.21.

Tabela 4.21 – Tabela-verdade habilita/desabilita circuito.

ENTRADAS	SAÍDA
em	Y
0	0
1	A

Fonte: O autor.



Exemplificando

Neste exemplo temos os sinais de controle de entrada $En1$ e $En2$. Se $En1$ e $En2$ possuírem os valores 1, isso permitirá a passagem do valor de A para a saída Y , caso contrário o valor da saída Y será 0.

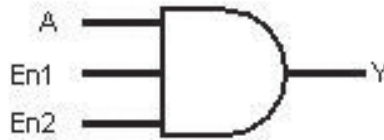
Veja como fica a tabela-verdade e o seu diagrama, apresentados pela Tabela 4.22 e pela Figura 4.20.

Tabela 4.22 – Tabela-verdade habilita/desabilita circuito.

ENTRADAS		SAÍDA
En1	En2	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	A

Fonte: O autor.

Figura 4.20 – Diagrama de habilita/desabilita circuitos.



Fonte: O autor.



Pesquise mais

Agora você pode estudar outros circuitos básicos combinacionais pelo vídeo “Sistemas Lógicos – Somadores, Codificadores e Decodificadores”, disponível em: <<https://youtu.be/ZHh260Dq7Ug>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

Lógica Sequencial → Valores de sinais de saída dependem dos valores do sinal de entrada e dos valores de sinal armazenados, ao contrário do combinacional, e são geralmente pulsados (dependem de um sinal do *clock* – que nada mais é que um sinal utilizado para coordenar ações de dois ou mais circuitos eletrônicos (KARIM, 2009). As características dos circuitos sequenciais são:

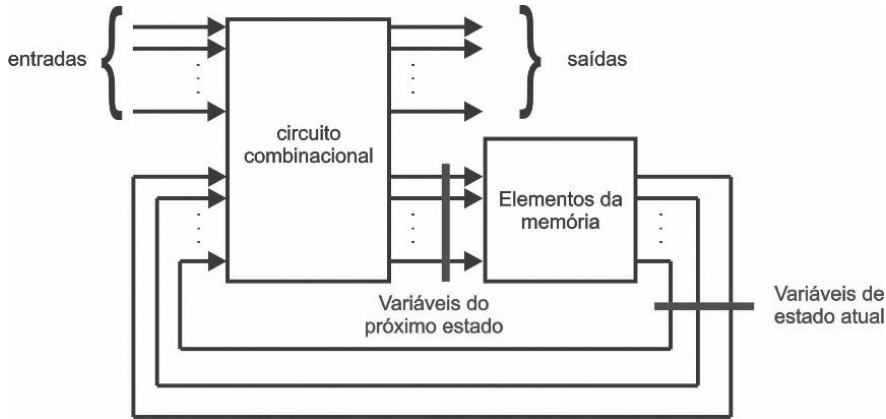
- Possuem portas lógicas conectadas para gerar os valores dos sinais de saída e de armazenamento.
- Possuem armazenamento de valores no próprio circuito (memória).

A informação que é armazenada na memória do circuito em um dado momento define o estado em que se encontra o circuito sequencial. Esse estado é chamado de estado atual.

O circuito sequencial recebe as informações de entrada e do estado atual para determinar os valores de saída e novamente se define o estado atual (GÜNTZEL; NASCIMENTO, 2001).

A seguir (Figura.21), veja o diagrama de blocos do circuito sequencial, o qual pode utilizar um diagrama combinacional.

Figura 4.21 – Diagrama de blocos de um circuito sequencial.



Fonte: O autor.

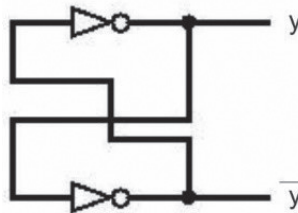


Assimile

Observe que temos uma variável de entrada que gera a saída e o armazenamento na memória do circuito, gerando, assim, os valores do estado atual, os quais voltam como entrada no circuito combinacional. Esses valores que voltam para o circuito combinacional têm seus valores alterados dependendo dos valores de entrada.

LATCHES → É a forma existente mais básica de implementar um circuito básico de memória. Em português, a palavra significa travas, trincos. São formados, em sua arquitetura, por duas portas lógicas inversoras e possuem duas saídas: uma variável lógica e o seu complemento lógico (GÜNTZEL; NASCIMENTO, 2001). O resultado de saída realimenta a entrada. Os latches são dispositivos que podem permanecer em um dos dois estados estáveis usando uma configuração de realimentação, na qual as saídas são ligadas às entradas opostas.

Figura 4.22 – Modelo de um latch.



Fonte: O autor.

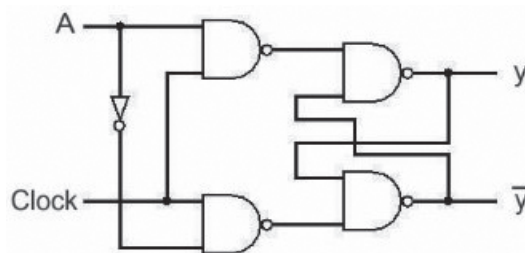
Podemos também construir latches com as portas lógicas OR e AND (latches SR), de acordo com a necessidade.

Flip-Flops → São circuitos eletrônicos biestáveis (que possuem dois estados estáveis). Um flip-flop normalmente inclui um sinal zero, um ou dois sinais de valores de entrada, um sinal de clock e um sinal de valor de saída (GÜNTZEL; NASCIMENTO, 2001).

Vamos ver como exemplo um Flip-Flop D. Esse flip-flop é um dos mais utilizados e recebe a nomenclatura D significando dados. Sua arquitetura é uma das mais simples, e ele recebe uma entrada A e um clock. Esse flip-flop é gerado a partir de dois latches, que são ligados de forma sequencial, e suas entradas *enable* são complementares. Neste tipo de flip-flop o que interessa é a transição negativa. Sempre que existe essa transição negativa, o resultado da saída é atualizado. A cada sinal de clock, as saídas invertem-se (devido a isso que recebe o nome de flip-flop, que em tradução livre *flip* significa inversão e *flop* significa desinversão).

Veja o diagrama de um modelo de flip-flop D com portas NAND, apresentado na Figura 4.23.

Figura 4.23 – Flip-Flop D (com portas lógicas NAND).



Fonte: O autor.

Agora você já tem as definições de sistemas combinacionais e sistemas sequenciais, sendo estes os tipos de sistemas dentro da área de estudos de Sistemas Digitais.



Pesquise mais

Agora que vimos sobre circuitos combinacionais e sequenciais, assista ao vídeo “Circuitos combinacionais x Sequenciais” e veja o funcionamento desses circuitos com exemplos. Disponível em: <<https://youtu.be/qD1jH2Enons>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

SEM MEDO DE ERRAR

De acordo com nossos conhecimentos já adquiridos, em como se produz uma placa de circuito impresso, agora devemos elaborar o diagrama de blocos da máquina de estados (estado-atual) de Moore e da máquina de estados de Mealy, mostrando a diferença entre elas. Estas máquinas de estados são utilizadas em vários projetos de circuitos sequenciais.

Para iniciarmos nossa resolução, devemos, em primeiro lugar, saber as diferenças entre as máquinas de estado atual de Moore e a máquina de estado atual de Mealy (GÜNTZEL; NASCIMENTO, 2001). Para isso, vamos às definições:

Máquina de Moore → Os valores relacionados ao resultado de saída são determinados pelo estado corrente. Neste diagrama inclui-se um sinal de resultado de saída para cada estado.

Máquina de Mealy → Produz um resultado de saída baseando-se nos valores de entrada e no estado atual em que se encontra.

Veja mais detalhes sobre máquinas de estados de Moore e Mealy disponíveis em: <http://www.cin.ufpe.br/~agsf/disciplinas/sistemas_digitais/aula19_MaquinasEstadosFinitos.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2016.



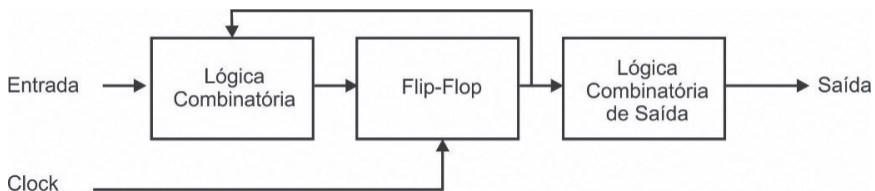
Lembre-se

A informação que é armazenada na memória do circuito em um dado momento define o estado em que se encontra o circuito sequencial. Esse estado é chamado de estado atual.

A partir das informações anteriores, vamos construir os diagramas de blocos.

a. Máquina de Moore

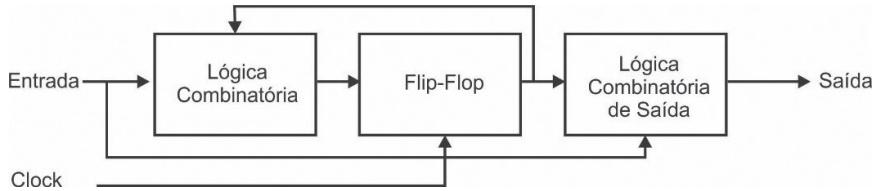
Figura 4.24 – Diagrama de blocos da Máquina de Moore.



Fonte: O autor.

b. Máquina de Mealy

Figura 4.25 – Diagrama de blocos da Máquina de Mealy.



Fonte: O autor.

Assim, toda máquina de Moore, para entrada não vazia, pode simular uma máquina de Mealy.



Atenção!

Caso queira saber mais sobre máquinas de Moore e máquinas de Mealy, acesse o conteúdo disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~guntzel/isd/isd4.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2016. (A partir da página 4-27 – Capítulo 4 página 27).

Avançando na prática

Pratique mais

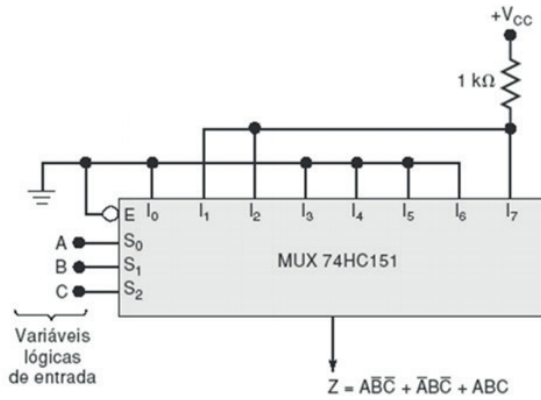
Instrução

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades, e depois, as compare-as com de seus colegas.

“Introdução à circuitos: digitais, combinacionais e sequenciais”

1. Competência de Fundamento de Área	Conhecer e compreender os princípios de arquitetura e organização de computadores.
2. Objetivos de aprendizagem	Conhecer e despertar a reflexão da aplicação de circuitos digitais, combinacionais e sequenciais..
3. Conteúdos relacionados	Introdução a circuitos: digitais, combinacionais e sequenciais.
4. Descrição da SP	Multiplexadores são circuitos do tipo combinacional, que recebem diversos valores de entrada e possuem somente um valor de saída. Para isso possuem variáveis de seleção para atuar junto aos dados de entrada e, assim, gerar o resultado de saída. A “Geração de funções Lógicas” é uma das aplicações para multiplexadores. Faça a tabela-verdade a partir do diagrama do multiplexador apresentado na Figura 4.26, a seguir, para as variáveis de entrada A, B e C, com a saída Z.

Figura 4.26 – Multiplexador com três variáveis de entrada.



Fonte: O autor.

A função utilizada para este multiplexador é .
 $Z = A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + ABC$.

5. Resolução da SP

Para montarmos a tabela-verdade solicitada, devemos montá-la com as entradas A, B e C e a saída Z, conforme a Tabela 4.23, a seguir.

Tabela 4.23 –Tabela multiplexador com três variáveis.

ENTRADAS			SAÍDA
A	B	C	Z
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	0	1
1	1	0	A
0	0	1	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	1

Fonte: O autor.

Desse modo, temos os valores que Z. Se substituirmos os valores de A, B e C na expressão $Z = A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + ABC$, teremos os valores da variável de saída Z.

**Lembre-se**

Multiplexador é um circuito básico do tipo de circuito combinacional.

**Faça você mesmo**

Pesquise qual é a função de um demultiplexador e quais são as aplicações para ele.

Faça valer a pena!

1. Em Sistemas Digitais, é usado como representação o sistema binário. Por meio do sistema binário, quantas maneiras são utilizadas para representar os valores de quantidades?

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.
- e) 5.

2. Em relação ao volume da saída de um alto-falante, podemos dizer que utilizamos o sinal _____.

- a) Análogo.
- b) Digital.
- c) Paralelo.
- d) Analógico.
- e) Serial.

3. As informações são unicamente representadas por meio do formato digital. Estamos falando da representação _____.

- a) Serial.
- b) Hexadecimal.
- c) Digital.
- d) Paralela.
- e) Analógica.

Referências

- CAMPOS, Fabricio. **Multiplexador/Demultiplexador**. 2011. Disponível em: <http://www.ufff.br/fabricio_campos/files/2011/03/cap09_parte_2.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2016.
- CARRO, Luigi. **Projeto e prototipação de sistemas digitais**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2001.
- GONÇALVES, José. **Introdução a engenharia de computação**: sistemas de numeração. 2008. Disponível em: <http://www.inf.ufes.br/~zegonc/material/Introducao_a_Computacao/Sistemas_Numeracao.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016.
- GONÇALVES, Bernardo. **Álgebra booleana**. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Informática. 2009. Disponível em: <http://www.inf.ufes.br/~zegonc/material/Introducao_Eng_Comp/AULA7_Algebra_booleana.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2016.
- GÜNTZEL, J. L.; NASCIMENTO, F. A. **Introdução aos sistemas digitais**. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~guntzel/isd/isd4.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2016.
- KARIM, Mohammad A. **Projeto digital**: conceitos e princípios básicos. Rio de Janeiro: LTC (Grupo Gen), 2009.
- MORIMOTO, Carlos E. **Relê (relay)**. 2005. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/termos/rele-relay>>. Acesso em: 11 fev. 2016.
- SHANNON, Claude. **A symbolic analysis of relay and switching circuits**. Unpublished MS Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1938.
- SHIMOKAWA, Walderson. **Circuitos digitais. 2014**. Disponível em: <<http://walderson.com/site/wp-content/uploads/2014/08/Circuitos-Digitais-04.pdf>>. Acesso em: 1º mar. 2016.
- STALLINGS, Willian. **Arquitetura e organização de computadores**: projeto para desempenho. 5. ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2003
- TOCCI, R. J.; WIDMER, N. S. **Sistemas digitais**: princípios e aplicações. 11. ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2011.
- TORRES, Gabriel. **Introdução às portas lógicas**. 2005. Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/artigos/introducao-as-portas-logicas/1139>>. Acesso em: 05 mar. 2016.
- UYEMURA, John P. **Sistemas digitais**: uma abordagem integrada. São Paulo: Thomson Pioneira, 2002.

VELLOSO, Felipe. **Sinal analógico ou digital?** Entenda as tecnologias e suas diferenças. 2014. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/12/sinal-analogico-ou-digital-entenda-tecnologias-e-suas-diferencas.html>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

ISBN 978-85-8482-382-6



9 788584 823826 >