

Arquitetura e Organização de Computadores

Fundamentos de Sistemas Computacionais

Para o estudo dos fundamentos de sistemas computacionais, é interessante que você observe os computadores atuais e tente imaginar como eram os computadores alguns anos atrás. É evidente que você perceberá que estes tiveram uma rápida evolução.

Toda essa tecnologia é baseada em uma arquitetura pensada e desenvolvida em meio à Segunda Guerra Mundial, por volta das décadas de 1930 e 1940, e que segue até os dias atuais em uma evolução constante.

Neste unidade, além de conhecer o desenvolvimento histórico da arquitetura dos computadores, você conhecerá os seus conceitos básicos, bem como a estrutura básica de um computador e o modelo tecnológico adotado para os computadores atuais.

Conceitos Básicos de Arquitetura e Organização de Computadores

Imagine que você é levado a uma sala cheia de componentes e de aparelhos de computadores diversos, e que sua tarefa seja classificá-los de acordo com a sua função em um computador.

Os componentes que você indicará a qual unidade pertencem são:

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

Os diversos componentes de um computador podem ser classificados de acordo com a função básica que têm. A classificação pode ser feita da seguinte maneira:

- **Unidade de Entrada:** Onde podemos inserir/entrar com dados no computador. Exemplos: Teclado, mouse e telas sensíveis ao toque (touch screen).
- **Unidade de Saída:** Onde os dados podem ser visualizados. Exemplos: Telas e impressoras.
- **Unidade de Processamento:** Onde acontece o processamento das informações – Unidade Central de Processamento, ou Central Processing Unit (CPU). Exemplo: Processador do computador.
- **Unidade de Armazenamento:** Onde se alocam as memórias. Exemplos: RAM, HD e discos externos.

Você já deve ter notado que os computadores têm muito em comum. Todos possuem:

- **Monitor ou Tela:** Para visualizarmos as informações desejadas.
- **Teclados:** E outros dispositivos de entrada.

- **Discos de Armazenamento e de Memórias de Processamento:** Permite que programas sejam usados, que você acesse a internet e muitos outros recursos oferecidos pelos computadores.

Embora isso seja comum, o profissional das áreas de computação e tecnologia de informação deve conhecer o funcionamento das máquinas e 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 se aprofundar no conhecimento técnico da arquitetura e organização dos computadores.

A arquitetura dos computadores está organizada e dividida em quatro funções básicas, que dividem os dispositivos e componentes do computador em unidades conforme sua aplicação e uso. Essa arquitetura é usada até hoje, sempre em constante evolução.

Vamos relembrar as funções básicas dos computadores? Faça a correspondência correta entre as imagens e os termos a seguir:

- **Teclado:** Unidade de entrada.
- **Monitor:** Unidade de saída.
- **HD:** Unidade de armazenamento.
- **Processador:** Unidade de processamento.

Após o estudo desta seção, você poderá:

- Reconhecer as funções básicas dos computadores.
- Classificar os principais componentes de um computador de acordo com suas funções.
- Reconhecer quais unidades de medidas são usadas pelos computadores.
- Notar que existem diferentes tipos de computadores que utilizam essa arquitetura.
- Ver quais medidas são usadas para definir a velocidade e o tamanho dos dispositivos de processamento e armazenamento.

Sua tarefa agora é mostrar que tem conhecimento sobre quais modelos englobam cada geração. Você precisa conhecer a história da evolução dos computadores, suas gerações, os componentes principais dessas tecnologias e onde estes foram empregados para que possa classificar os computadores de acordo com sua geração.

Você deverá classificar por geração os seguintes modelos:

- 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 cheios de válvulas.
- Um computador parecido com um grande armário. Na sua parte frontal, há um compartimento formando uma caixa, com porta de vidro, e dentro dele há dois grandes rolos de fita magnética.
- Um computador IBM/PC antigo, com a inscrição PX/XT.
- Um notebook com wi-fi, bluetooth, 4 GB de RAM e HD de 500 GB.
- Um tablet com o símbolo Android.

As gerações de computadores foram classificadas de acordo com sua tecnologia e desempenho em:

- **1ª Geração (entre 1946 e 1954):** Funcionavam à válvula, um tubo de vidro parecido com uma lâmpada e que tinha a função de proporcionar o processamento de informações.
- **2ª Geração (entre 1955 e 1964):** As válvulas foram substituídas pelos transistores e surgiu o armazenamento em disco e fita magnética
- **3ª Geração (entre 1964 e 1977):** Foram introduzidos 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 (a partir de 1991):** 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, além de inúmeros dispositivos que tornaram o uso do computador cada vez maior, como a capacidade de conexão, fundamental para a internet.

Você já deve ter notado que os computadores evoluem com o passar do tempo. Existem 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 trouxe a sensação de que não existe nada de muito novo, apenas uma melhoria no que já existia. Você verá, através da história, como surgiram as gerações dos computadores.

Os computadores foram classificados em gerações, de acordo com a sua tecnologia e desempenho, conforme já vimos. Vamos lembrá-las? Localize a seguir a descrição de cada uma das gerações:

- **2ª Geração:** Substituição das válvulas pelos transistores e surgimento de armazenamento em disco e fita magnética.
- **5ª Geração:** Diversas inovações, como o processador de 64 bits, discos rígidos de grande capacidade, memórias de trabalho e processamento cada vez maiores, além de inúmeros dispositivos.
- **4ª Geração:** Surgimento do processador (CPU). Criação dos sistemas Unix, MS-DOS e Apple Macintosh. Lançamento dos PCs.
- **1ª Geração:** Funcionamento à válvula (tubo de vidro), que proporcionava o processamento de informações.
- **3ª Geração:** Surgimento dos circuitos integrados, que integravam milhares de transistores em um único componente eletrônico.

Além dessa classificação, existe outro ponto a ser ressaltado: A “Lei de Moore”. Em 1965, Gordon Moore 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, essa densidade de transistores dentro de um chip dobrou a cada 18 meses, em média.

A Estrutura Básica de um Computador

Anteriormente, aprendemos sobre as gerações dos computadores. Nesta seção, iremos tratar sobre:

- Como a arquitetura dos computadores foi pensada.
- Como foi o surgimento dos processadores.
- Como os processadores evoluíram até os dias atuais.
- Qual o papel dos processadores nos computadores.
- Como os processadores controlam os demais dispositivos dentro de uma máquina.

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

Você deverá classificar os processadores de acordo com a arquitetura de 32 ou 64 bits:

- Intel Core i3 2100.
- AMD Athlon 64.
- Intel 386.
- Intel Celeron.

Para a compreensão da referida situação-problema e desta seção é preciso conhecer:

- Família x86 de 16 bits – processador 8088, 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.

A Estrutura Básica de um Computador

Nesta seção, você verá que a arquitetura dos computadores é resultado da evolução de vários equipamentos inventados com a finalidade de facilitar a execução de cálculos matemáticos. Após o final da Segunda Guerra Mundial, o pesquisador e cientista John Von Neumann introduziu a ideia de um computador com uma unidade central de processamento (central processing unit – CPU) em um projeto de computador. A arquitetura descrita e utilizada na CPU deste computador permitia armazenamento de dados e programas na mesma unidade de memória, por meio de seus endereçamentos. Isso deu origem aos primeiros processadores, que evoluíram até os dias atuais.

Essa arquitetura foi adotada para as gerações seguintes de computadores. Um detalhe contribuiu para que esse conceito evoluísse rapidamente: O surgimento de chips de silício, que permitiram pouco tempo depois o surgimento dos processadores, os quais foram desenvolvidos considerando o modelo proposto pela arquitetura de Von Neumann.

Esses processadores traziam internamente a CPU, composta por uma unidade lógica e aritmética (ULA) e por uma unidade de controle (que controla as unidades de memória).

Esse processador, por meio de sua CPU, também tinha a função de controlar os dispositivos de entrada e saída do computador, sendo responsável também por carregar e executar os programas.

Entre as décadas de 1960 e 1970 surgiram as CPUs, desenvolvidas em circuitos integrados com um único chip de silício, e que traziam as instruções observadas pela arquitetura de Von Neumann.

No final da década de 1970, surgiram os microcomputadores dotados de processadores, e que se tornaram cada vez mais rápidos durante sua evolução, que continua até os dias atuais.

Esses processadores podem ser classificados em gerações distintas, levando em conta a quantidade de bits que eles conseguem processar por vez.

Os primeiros processadores foram os 8086 e 8088, que funcionavam com tecnologia de 16 bits e pouca capacidade de gerenciamento de memória.

Os atuais processadores de 64 bits têm estruturas de múltiplos núcleos, capacidade de gerenciamento de memória cada vez maior e velocidades nunca antes imaginadas.

Além dos processadores, você irá conhecer nesta seção:

- As memórias de trabalho RAM.
- Os dispositivos e componentes de entrada e saída de dados.
- A forma com os processadores podem administrar quantidades de memória.
- As limitações de gerenciamento das memórias definidas pelos barramentos que cada tipo de tecnologia possui.

Você também entenderá por qual motivo dispositivos criados para determinada tecnologia podem ou não funcionar em tecnologias mais avançadas ou em tecnologias anteriores. As novas tecnologias abriram caminho para o que hoje é a internet. Quais tipos de dispositivos permitem essa interconexão entre computadores e a tecnologia usada nestes casos também serão mostrados nesta seção.

A Hierarquia de Níveis de Computador

Anteriormente, aprofundamos nossos estudos sobre a arquitetura e a organização dos computadores aprendendo, entre outros conceitos, a respeito dos processadores. Dando continuidade a este assunto, nesta seção iremos estudar sobre:

- Como são divididas as funções dos processadores.
- Como os processadores controlam o funcionamento do computador e de seus componentes.
- Como essa arquitetura utiliza a memória para executar o processamento.
- Como os dados são entendidos pelo computador no momento da sua entrada e da sua saída.

Como já mencionado, você está se preparando para participar de um processo seletivo que aplicará testes de conhecimento sobre a arquitetura e a 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.

Você deverá descrever como as informações são processadas na arquitetura de Von Neumann.

Além disso, descreva de acordo com o capítulo citado como é feito o processamento em uma máquina com arquitetura de Von Neumann.

Para a compreensão da referida situação-problema e desta seção, você precisará:

- Conhecer a arquitetura de Von Neumann.
- Entender como é constituída a unidade central de processamento (Central Processing Unit – CPU).
- Conhecer o que faz a unidade de controle.
- Conhecer o que faz a unidade lógica e aritmética (ULA).

- Conhecer qual a função da memória RAM no computador.
- Entender como os dados são inseridos e retornados através dos dispositivos de entrada e saída (E/S).

Conforme estudamos anteriormente, a arquitetura dos computadores é resultado da evolução de vários equipamentos inventados com a finalidade de facilitar a execução de cálculos matemáticos.

Após o final da Segunda Guerra Mundial, esses computadores começaram a ser usados por empresas para diversas aplicações.

Também de acordo com o que aprendemos, neste período o pesquisador e cientista John Von Neumann introduziu a ideia de CPU em um projeto de computador.

Você já sabe que a arquitetura descrita e utilizada na CPU deste computador permitia armazenamento de dados e programas na mesma unidade de memória por meio de seus endereçamentos, o que deu origem aos primeiros processadores, que evoluíram até os dias atuais.

Nessa arquitetura, foram previstos:

- O uso de memórias que poderiam ser endereçadas pelos processadores e tinham a função de proporcionar espaços para que dados e programas fossem manipulados.
- A existência de dispositivos para que fosse feita a entrada de dados, bem como a existência de dispositivos para que os dados inseridos e até dados retornados após o processamento pudessem ser visualizados.

A capacidade de administrar a quantidade de memória RAM cresceu a cada geração de processador, que tem sua capacidade determinada pelo número de bits que consegue administrar por vez e, conseqüentemente, o quanto de memória consegue endereçar com o número de bits disponível.

Houve geração de processador de 16 bits, de 32 bits e de 64 bits, além de algumas outras inovações, como a quantidade de núcleos de processamento que cada processador pode ter.

Enfim, com o surgimento da internet, a rede mundial de computadores, teve início uma nova geração de máquinas e programas com capacidade de acessarem a rede, de se conectarem entre si e trocarem informações. Esta capacidade é chamada de interconexão, e trouxe novos conceitos de arquitetura de máquinas.

Unidade Central de Processamento (CPU) – Processadores: Conceitos, Evolução, Tipos e Funcionamento

Nesta aula, estamos trabalhando com a situação-problema de uma fábrica de microprocessadores. Vamos tomar como exemplo as cidades inteligentes e quais características os computadores têm que ter para conseguir realizar tais operações.

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.

Então, pensando neste contexto, é que o trabalho a realizar consiste em identificar e apresentar características de um processador que você considera adequado para esta operação e ainda, verificar no mercado qual modelo já atende as solicitações dessas demandas das cidades inteligentes (por

exemplo, disponibilização de locais livres para estacionar, ligação direta com um hospital ou clínica, dentre outros).

Você irá aprofundar seus conhecimentos sobre a unidade central de processamento (CPU), e também sobre as unidades que a compõem: A unidade lógica e aritmética e a unidade de controle. Irá conhecer mais sobre os barramentos, que são as vias responsáveis pela transição dos dados entre as unidades de um computador e seus dispositivos.

Esses barramentos são de 3 tipos:

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

Você entenderá também que existe uma diferença entre a quantidade de bits do processador e a quantidade de bits de um barramento.

Além desses conhecimentos, você terá a chance de conhecer mais sobre as tecnologias empregadas nos processadores, e verá que essas tecnologias estão classificadas em:

- **CISC (Complex Instruction Set Computers):** Sistema com um conjunto de instruções complexo, mais usada em computadores e notebooks.
- **RISC (Reduced Instruction Set Computers):** Sistema com um conjunto de instruções reduzido, mais comum em smartphones e tablets.

Memória Principal

Conheça os papéis das memórias de um computador:

- **Memória Cache:** Agiliza a comunicação do processador com a memória principal, proporcionando um processamento mais eficiente.
- **Registradores:** 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 esses dados ficam armazenados para que esse processamento aconteça.
- **Memória Principal:** Também chamada de memória RAM, onde acontece o processamento dos dados, suas principais características, seu funcionamento, seus tipos e os atuais modelos desta memória, como elas contribuem com a velocidade de processamento de um computador.
- **Memória ROM:** Que também é uma memória principal, onde são gravados os programas de inicialização de um computador, chamados de firmwares e seus principais tipos de aplicação.

Para que a empresa 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.

O trabalho será de descobrir memórias com as mais modernas tecnologias aplicadas, suas capacidades de armazenamento e quais melhorias elas apresentam em relação às tecnologias

anteriores. Você poderá propor um computador que contenha novas tecnologias de memórias para atender a demanda de processamento de imagens.

Memória Secundária

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. Além disso, deve constar 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.

Você deverá conhecer os tipos de memórias secundárias, os diferentes tipos de dispositivos de armazenamento e os padrões empregados nestes dispositivos (IDE/ATA e SATA I, II e III), assim como conhecer os SSDs, seus desempenhos em termos de velocidade de transferência de dados e também em termos de consumo de energia. Por fim, você irá conhecer as memórias secundárias, seus dispositivos e os padrões adotados por eles para a transferência de dados entre estes dispositivos e o computador.

Além destes conhecimentos, você verá mais sobre a tecnologia SSD, que tem ganhado cada vez mais espaço em sistemas computacionais complexos por causa de seu desempenho e de sua eficiência no consumo de energia.

Você conhecerá as memórias secundárias, seus dispositivos e os padrões adotados por eles para a transferência de dados entre estes dispositivos e o computador.

Memória secundária é onde as informações são gravadas para uso posterior. São geralmente dispositivos de memória, como HDs, cartões de memória e outros que possam desempenhar esta função.

Desse modo você conhecerá:

- **O padrão SCSI:** Este padrão foi criado para realizar a comunicação entre dispositivos com confiabilidade de transmissão e velocidade rápida. Permitia uma taxa alta de transferência de dados, com suporte para o avanço da velocidade dos processadores.
- **O padrão IDE/ATA:** IDE foi o primeiro que integrou ao HD a controladora do dispositivo, o que representou uma grande inovação, reduzindo os problemas de sincronismo e tornando seu funcionamento mais rápido.
- **O padrão SATA e suas classificações: SATA I, SATA II, SATA III:** Sucessor do padrão ATA. Utiliza dois canais, um para enviar e outro para receber dados, reduzindo com isso problemas de sincronização e interferência.
- **Os dispositivos de memória SSD:** Dispositivo para armazenamento de dados (como os HDs). Formados por chips de memória Flash para realizar o armazenamento de dados. São mais econômicos no consumo de energia.

Dispositivos de Entrada e Saída

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) e histórico médico do paciente. Além disso, haveria interligação com aparelhos médicos colocados no local do paciente e monitorados pela equipe médica a distância, etc.

Para isso, 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 esse sistema, aparelhos médicos e de diagnóstico estarão conectados ao sistema alimentando as informações médicas e retornando orientações para as pessoas. Pode até ser definidos padrões de funcionamento desses dispositivos, comandados pela equipe médica de forma online, em tempo real através do uso da internet.

Portanto, é de fundamental importância a capacidade de entrada e saída de informações nesse computador. Então, 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.

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 dessas solicitações.

Para compreensão da referida situação-problema, você estudará:

- **Barramentos:** Barramento de dados, barramento de endereços, 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.
- **Chipsets:** Pontes.
- **Padrões de Barramento de Conectores:** ISA/PCI/AGP/PCI Express/USB.
- **Métodos para Gerenciar a Entrada e Saída:** Entrada e saída programada, entrada e saída controladas por interrupção, acesso direto à memória (Direct Memory Access – DMA).

Os computadores atuais são uma evolução da arquitetura de Von Neumann e seguem uma evolução constante.

Para associar o conteúdo teórico aos práticos, ou seja, como aplicamos no dia a dia profissional, é que propomos a sua conexão com a implantação de um sistema de cidades inteligentes. Dessa forma, após verificar as características de cada componente básico do computador, você precisará apresentar a configuração de um servidor que atenda às demandas de entrada, processamento e saída de dados, que comporte as transações realizadas nas cidades inteligentes.

Você precisa pensar na utilização desses componentes para que possamos desenvolver soluções para as cidades inteligentes. Elas necessitam de um nível de conectividade que permita enviar o dado ao seu destino e, ainda, a resposta à essa solicitação. O que esperamos aqui é que você consiga propor

novas formas de se utilizar os conteúdos teóricos em abordagens práticas, como, por exemplo, o caso que apresentamos das cidades inteligentes e da internet das coisas.

Sistemas Numéricos: Conceitos, Simbologia e Representação de Base Numérica

Nesta unidade de ensino, trabalharemos quatro tópicos temáticos:

- Sistemas numéricos.
- Conversão entre bases numéricas: Decimal.
- Conversão entre bases numéricas: Binário.
- Conversão entre bases numéricas: Octal.

Iniciaremos os estudos sobre os sistemas numéricos decimal, binário, hexadecimal e octal, assim como a forma como os computadores interpretam essas informações.

Para que você compreenda melhor, é necessário que se recorde de alguns conceitos que já estudamos, por exemplo, como surgiu a linguagem computacional, quais são os elementos essenciais para que o computador possa processar e apresentar as informações.

Além disso, também aprendemos que tanto os processadores quanto a memória dos computadores têm evoluído em capacidade de processamento e armazenamento, fatores essenciais para potencializar o uso dessas máquinas.

Nesta aula, aproximaremos a teoria de sua aplicação na prática. Vamos ter de identificar as especificações técnicas de um equipamento que realiza medições meteorológicas, o qual pode ser encontrado no mercado. Sabem dessas informações, podemos chegar a quais sistemas numéricos são utilizados. Ainda com base nas especificações, conseguimos chegar a um período de tempo que acarretará um custo de memória para o armazenamento dos dados do equipamento.

Para compreensão desta seção, precisamos entender que:

Toda representação de um sistema numérico é formada pelo número correspondente e sua base. A base deve sempre ser representada de forma subscrita, representando o valor da base em questão.

O sistema binário é representado por 0 e 1. Exemplo: 1001011_2 .

O sistema decimal é representado pela base 10 e possui dígitos de 0 a 9.

Já o sistema octal possui a base 8 e é representado por dígitos, ficando assim: 542_8 .

Por último, o sistema hexadecimal é representado pela base 16. Seus dígitos são representados de 0 a 9, acrescidos de A, B, C, D, E e F. Sua notação é $FA41_{16}$.

Quando trabalhamos com bases numéricas, temos de considerar que esses números podem ser convertidos entre as bases. Por exemplo, podemos receber um número decimal, como uma temperatura. Esse número pode ser convertido para outras bases, como a binária ou hexadecimal.

Sistemas Numéricos

Para iniciarmos nossos estudos, antes de mais nada precisamos lembrar de alguns conceitos básicos: Bit e sistemas numéricos.

- Bit vem do termo Binary Digit ou dígito binário. Dígito binário é o menor elemento de informação que temos, representado sempre por 0 e 1.
- Quando usamos 4 bits, chamamos de nibble.
- Quando usamos um conjunto de 8 bits, chamamos de byte: Logo, chamamos 16 bits de 2 bytes.

Sistemas numéricos:

- São utilizados para representar números.
- Todos os sistemas numéricos são representados por sua determinada base.
- A base utilizada tem de ser um conjunto de símbolos diferentes entre si.

Sistema Decimal

É o sistema mais conhecido por utilizarmos no dia a dia:

- A base desse sistema é 10.
- Símbolos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.
- Universal.
- Notação: 195_{10} (195 na base 10).
- Vale lembrar a representação matemática para se chegar a um número decimal: $(4 \times 10^2) + (9 \times 10^1) + (3 \times 10^0) = 400 + 90 + 3 = 493_{10}$ (493 na base 10).

Sistema Binário

É usado na eletrônica digital e álgebra booleana:

- A base desse sistema é 2.
- Símbolos: 0 e 1.
- Usado nos computadores.
- Notação: 11010110_2 (11010110 na base 2).

Sistema Octal

É um meio de diminuir grandes números binários:

- A base desse sistema é 8.
- Símbolos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.
- Usada nos circuitos eletrônicos.
- Notação: 1574_8 (1574 na base 8).

Sistema Hexadecimal

É o sistema mais usado para diminuir grandes números binários e o mais utilizado:

- A base desse sistema é 16.
- Símbolos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E e F.

- As letras possuem valores decimais: A – 10, B – 11, C – 12, D – 13, E – 14, F – 15.
- Utilizado na programação de microprocessadores.
- Notação: C3B2₁₆ (C3B2 na base 16).

Conversão entre Bases Numéricas

Na aula anterior aprendemos:

- As definições e conceito dos sistemas de numeração binário, octal, decimal e hexadecimal.
- Relembre os conceitos e a simbologia dos sistemas de numeração binário, decimal e hexadecimal para usarmos na nova aula. Vale lembrar de verificar e relembrar a tabela de valores entre os sistemas de numeração já vistos.

Na situação desta seção iremos:

Criar mecanismo de otimização dos recursos de memória do equipamento, desenvolvendo um sistema de conversão de decimal para binário e de binário para decimal. Determinar o que isso significa em termos de espaço de memória.

Para isso, devemos realizar os cálculos de conversão dos dados recebidos, que sempre estarão em decimal, e convertê-los para o sistema de numeração binária. Com isso, as informações serão mais rápidas tanto em tráfego como em armazenamento.

Vamos trabalhar com conversão de bases binário, decimal e hexadecimal, aprendendo a fazer os cálculos para isso:

Conversão de Decimal para Binário

Se dá pela divisão sucessiva pela base 2 (binário). Quando o quociente chegar a 0, pega-se os restos de baixo pra cima, da direita pra esquerda. Exemplo: Converta o número decimal 11 para binário:

$$\begin{array}{r}
 11 \overline{) 2} \\
 1 \quad 5 \overline{) 2} \\
 \quad 1 \quad 2 \overline{) 2} \\
 \qquad 0 \quad 1 \overline{) 2} \\
 \qquad \quad 1 \quad 0
 \end{array}$$

O resultado em binário é 1011₂.

Conversão de Binário para Decimal

Nessa conversão, pega-se os números de forma individual, multiplicando pela base que é 2 – essa base deve estar com a potência da posição do número. Exemplo: Converta o número 1011₂ para decimal:

$$\begin{aligned}
 1^3 \ 0^2 \ 1^1 \ 1^0 &= \\
 (1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0) &= \\
 8 + 0 + 2 + 1 &= 11_{10}
 \end{aligned}$$

O resultado em decimal é 11₁₀.

Conversão de Decimal para Hexadecimal

Aqui fazemos da mesma maneira que a conversão de decimal para binário, porém, a base agora é hexadecimal (16). Além disso, temos os símbolos hexadecimal A, B, C, D, E e F. Exemplo: Converta 3861_{10} para hexadecimal:

$$\begin{array}{r} 3861 \div 16 \\ 5 \quad 241 \div 16 \\ 1 \quad 15 \div 16 \\ 15 \quad 0 \end{array}$$

Os valores são: 15 1 5 \rightarrow 15 = F, logo $F15_{16}$.

Conversão de Hexadecimal para Decimal

Como na conversão de binário para decimal, porém agora com base 16 e símbolos de a até F. Pegase os números de forma individuais, substituindo as letras por seus valores, multiplicando pela base que agora é 16. Essa base deve estar com a potência da posição do número. Exemplo: Converta $F15_{16}$ para decimal:

$$\begin{aligned} F \ 1 \ 5 &\rightarrow F = 15 \\ 15^2 \ 1^1 \ 5^0 &= \\ (15 \times 16^2) + (1 \times 16^1) + (5 \times 16^0) &= 3840 + 16 + 5 = 3861_{10} \end{aligned}$$

O resultado em decimal é 3861_{10} .

Conversão entre Bases Numéricas: Decimal para Octal, Octal para Decimal, Binário para Hexadecimal, Hexadecimal para Binário

O modo de conversão não é o ideal para armazenarmos os dados na memória disponível. Com isso podemos converter de binário para hexadecimal e de hexadecimal para binário, usando de uma nova técnica de conversão para isso.

Relembre e entenda as conversões de divisões sucessivas e de soma da multiplicação do dígito pela base elevado a potência da posição do dígito. Lembre-se que todos os cálculos estão atrelados a base em questão.

Note que o valor em hexadecimal para 11100_2 é $1C_{16}$.

As torres transmitem e recebem os dados em binários. Ao receberem podem ser transformados para outras bases, como octal, decimal ou hexadecimal de acordo com a necessidade.

Decimal para Octal

Nesta conversão basta fazermos a divisão sucessiva por 8, tendo os restos como resultado. Exemplo:

$$\begin{array}{r} 18 \div 8 \\ 2 \quad 2 \div 8 \\ 2 \quad 0 \end{array}$$

O resultado de 18_{10} é 22_8 .

Octal para decimal

Para convertermos de octal para decimal, devemos numerar as potências e fazer a soma da multiplicação do dígito octal pela base octal elevada à potência correspondente à posição. Exemplo:

$$2^1 2^0 = \\ (2 \times 10^1) + (2 \times 10^0) = 20 + 2 = 22_{10}$$

O resultado de 22_8 é 18_{10} .

Binário para Hexadecimal

Podemos utilizar de dois métodos. Converter do binário para decimal e depois para hexadecimal. Como exemplo:

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

$$\begin{array}{r} 26 \overline{)16} \\ 10 \quad 1 \overline{)16} \\ \quad 1 \quad 0 \end{array}$$

$$10 = A$$

Conversão direta, converte-se utilizando a tabela de valores de bases:

$$\begin{array}{cc} 0001 & 1010 \\ 1 & 10 \end{array}$$

O resultado de 11010_2 é $1A_{16}$.

Hexadecimal para Binário

Também temos dois métodos para esse tipo de conversão.

Conversão entre bases, converte-se de hexadecimal para decimal e depois em binário:

$$1 A \rightarrow A = 10 \\ 1^1 10^0 = \\ (1 \times 16^1) + (10 \times 16^0) = 16 + 10 = 26_{10}$$

$$\begin{array}{r} 26 \overline{)2} \\ 0 \quad 13 \overline{)2} \\ \quad 1 \quad 6 \overline{)2} \\ \quad \quad 0 \quad 3 \overline{)2} \\ \quad \quad \quad 1 \quad 1 \overline{)2} \\ \quad \quad \quad \quad 1 \quad 0 \end{array}$$

Ou conversão direta:

$$1 A \rightarrow A = 10$$

$$1 = 0001$$

$$10 = 1010$$

O resultado de $1A_{16}$ é 11010_2 .

Conversão entre Bases Numéricas: Octal

O conceito fundamentam é pegarmos os valores da tabela de aferição de temperatura e criarmos uma nova coluna, que terá os resultados convertidos com base na coluna de hexadecimal para octal.

Vamos converter a temperatura 30 em decimal, que representa em hexadecimal a $1E_{16}$ em octal:

$$1 E \rightarrow E = 14$$

$$1 = 0001$$

$$14 = 1110$$

$$11110_2$$

$$\begin{array}{ccc} 000 & 011 & 110 \\ 0 & 3 & 6 \end{array}$$

O resultado em octal é 36_8 .

Chaves que representam a criptografia dos dados sigilosos. Na maioria das vezes, são convertidos em binário e em hexadecimal para armazenamento.

Para trabalharmos com as conversões nessa unidade, precisaremos da tabela de valores entre bases:

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

Conversão de Binário para Octal

Para convertermos de sistema binário para sistema octal, usamos o método de substituição pelos valores correspondentes.

Passos:

1. Separar os dígitos binários, da direita para a esquerda, em grupos de 3 dígitos.
2. No grupo da esquerda, se não estiver com três dígitos, complete com 0 à esquerda.
3. A cada grupo de 3 dígitos, achar o valor octal correspondente na tabela de valores entre bases.

Exemplo:

11100101011_2

$011\ 100\ 101\ 011$
 3 4 5 3

O resultado em octal é 3453_8 .

Conversão de Octal para Binário

Acontece da mesma maneira que a conversão de binário para decimal, mas substituindo os octais pelos binários correspondentes na tabela de valores entre bases.

Passos:

1. Separar os dígitos octais.
2. Procurar na tabela de valores entre bases o valor binário correspondente a cada dígito octal.

Exemplo:

3453_8

$3 = 011$
 $4 = 100$
 $5 = 101$
 $3 = 011$

O valor em binário é 11100101011_2 .

Conversão de Octal para Hexadecimal

Nesta conversão precisamos fazer duas conversões: De octal para binário e de binário para hexadecimal.

Passos:

1. Separar cada dígito octal.
2. Achar o correspondente binário na tabela.
3. Separar o binário encontrado em grupos de 4 bits, completando com 0 à esquerda se o grupo da esquerda não tiver 4 dígitos.
4. Achar o valor correspondente do binário em hexadecimal:

Exemplo:

734_8

$7 = 111$

$3 = 011$

$4 = 100$

111011100_2

$0001\ 1101\ 1100$

1 13 12

$13 = D$

$12 = C$

O resultado em hexadecimal é $1DC_{16}$.

Conversão de Hexadecimal em Octal

Aqui realizamos o mesmo processo anterior, apenas invertendo as bases a serem localizadas na tabela de valores entre bases.

Passos:

1. Separar cada dígito hexadecimal.
2. Achar o correspondente em binário para o dígito hexadecimal.
3. Com o binário encontrado, separar em grupos de 3 bits da direita para a esquerda, completando com 0 se o grupo da esquerda não possuir três bits.
4. Achar o correspondente na tabela para cada grupo de 3 bits.

Exemplo:

$1DC1_6$

$D = 13$

$C = 12$

$0001\ 1101\ 1100$

1 13 12

111011100_2

$111\ 011\ 100$

7 3 4

O número octal convertido é 734_8 .

Introdução à Álgebra Booleana

Situação-Problema

Aqui devemos criar um diagrama de circuito para dois interruptores de luz. Cada interruptor possui dois estados: Ligado ou desligado (no diagrama significa aberto ou fechado). Quando estiver aberto, significa que a corrente elétrica não passará através do ponto e com isso a lâmpada estará apagada.

Após a criação do diagrama em paralelo, devemos fazer o diagrama e sua tabela-verdade para um diagrama em série.

Os conceitos para serem utilizados na resolução são:

- Primeiro identificar qual operador lógico estamos nos referindo.
- Em seguida, montar sua tabela-verdade com base nos interruptores.
- Com base na tabela-verdade criada, desenhar o diagrama.

Veja como ficaria a resolução:

Para esse caso, temos dois interruptores e podemos indicá-los como p e q.

Estado de p interruptor a	Estado de p interruptor b	Estado de $p \vee q$	Estado do interruptor
0	0	0	Desligado
0	1	1	Ligado
1	0	1	Ligado
1	1	1	Ligado

Agora, o diagrama em série (AND):

Estado de p interruptor a	Estado de p interruptor b	Estado de $p \wedge q$	Estado do interruptor
0	0	0	Desligado
0	1	0	Desligado
1	0	0	Desligado
1	1	1	Ligado

Nota-se pelo diagrama em paralelo que se p ou se q estiver fechado, a corrente passará acendendo a lâmpada. Somente não acenderá se p e q estiverem abertos, sem a corrente passando. Pelo diagrama em série, p e q devem obrigatoriamente estar fechados para que a corrente elétrica passe e acenda a lâmpada.

Com a criação desse diagrama, fizemos a primeira parte para a criação de um circuito impresso.

Introdução à Álgebra Booleana

A álgebra de Boole recebe este nome devido a George Boole, que conseguiu representar o pensamento humano em expressões matemáticas lógicas, dando sempre como resultados os valores 0 e 1, ligado ou desligado, aberto ou fechado. A álgebra booleana utiliza-se de operadores (ou portas) lógicas e seus três principais operadores lógicos, com representação simbólica, são:

Operações Lógicas Básicas	AND (E)	OR (OU)	NOT (NÃO)
Simbologia utilizada na matemática	•	+	‘
Simbologia utilizada em computação	\wedge	\vee	! ou \neg

A partir desses operadores, podemos definir os seguintes operadores lógicos:

Operador AND

Usamos as proposições p e q para demonstrar os valores verdadeiro e falso. A característica do AND é que as duas preposições têm de ser verdadeiras (Stallings, 2003). Veja a tabela-verdade:

p	q	$p \wedge q$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Operador OR

Para este operador, basta que uma das proposições p e q seja verdadeira. Veja a tabela-verdade:

p	q	$p \vee q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Operador NOT

O NOT significa a negação da proposição p ou q. Cada negação inverte o valor da proposição. Veja a tabela-verdade:

p	!p
0	1
1	0

A partir dessas três proposições, podemos ter as seguintes combinações:

- **NAND:** É uma porta lógica AND seguida de NOT – $(p \wedge q)!$
- **NOR:** É uma porta lógica OR seguida de NOT – $(p \vee q)!$
- **XOR:** Conhecida como OU Exclusivo. Essa porta compara dois valores e se forem iguais retorna o valor 1 como saída – $p \oplus q$.
- **XNOR:** Nada mais é que a negação da porta XOR – $(p \oplus q)!$

Expressões Lógicas

Observamos na aula anterior os conceitos básicos dos operadores básicos, também chamados de portas lógicas AND, OR e NOT. Dentro de cada porta lógica aprendemos as devidas tabelas-verdade de cada operador.

Você, como um técnico da empresa fabricante de placas, 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.

Conceitos fundamentais para a compreensão da situação-problema e da sessão:

Para simplificarmos a expressão solicitada, devemos utilizar as regras de Boole. Você notará na resolução que:

- A) $AB + A(B + C) + B(B + C) \rightarrow$ Possui 3 portas OR e 4 portas AND.
- B) No resultado da expressão simplificada chegará em uma porta AND e 1 porta OR.

Anteriormente, usamos o símbolo de ! para a negação de variáveis. Se $x = 0$ então $!x = 1$. Aqui, para a negação, usaremos o símbolo --- sobre a variável, por exemplo, se $A = 0$ então $---A = 1$.

Adição Booleana

Quando usamos este termo, estamos nos referindo a porta OR. Damos o nome de termo-soma dentro da álgebra booleana que significa a soma de literais.

Exemplo: Determine os valores para o termo-soma $A + B + C$, para que o resultado seja igual a 1. Para isso, todas as variáveis devem possuir o valor 1.

Os valores ficariam: $A = 0$, $B = 1$ e $C = 1$.

Multiplicação Booleana

Quando usamos este termo estamos nos referindo a porta AND. Damos o nome de termo-produto na álgebra booleana, que é o produto das literais.

Veja o exemplo: Na expressão ABC , o resultado deste termo-produto tem de ser igual a 1.

Para isso, sabemos que na tabela-verdade, para o resultado ser verdadeiro (ou igual a 1), todos os elementos têm de ser verdadeiro. Logo, teremos os valores $A = 1$, $B = 0$ e $C = 1$.

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).

- Leis comutativas da adição e multiplicação.
- Leis associativas da adição e subtração.
- Lei distributiva.
- Doze regras básicas da álgebra de Boole.

Teoremas de De Morgan

Contribui com dois importantes teoremas dentro da lógica de Boole.

- 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).
- Este teorema diz que quando o produto (AND) de duas variáveis é invertido, é o mesmo que inverter cada variável individualmente, fazendo a operação OR entre elas (Tocci, 2011).
- Podemos utilizar expressões com diversas variáveis, isso depende da expressão que está sendo utilizada. Normalmente usamos com até 4 variáveis.

Portas Lógicas

Usamos esses símbolos para o desenho de diagramas de portas lógicas. Um diagrama pode ser formado por um ou mais símbolos, que normalmente vem da expressão lógica em questão.

Com isso, você conheceu as portas lógicas e suas respectivas simbologias e tabelas-verdades.

As portas lógicas são consideradas os elementos e/ou componentes básicos da eletrônica digital (Torres, 2005).

Blocos lógicos é o nome dado a simbologia da junção entre as entradas lógicas e saída lógica.

Inversor (negação) – Aqui haverá uma inversão da entrada lógica (negação).

A saída é representada por $S = A$ (Tocci, 2010).

Porta OR – Refere-se a adição.

Essa porta possui pelo menos duas entradas ou mais (representadas por A e B) e a saída dos dados (representada por S) (Tocci, 2010).

Porta AND – A porta AND realiza a multiplicação lógica.

Deve-se lembrar que sempre que os valores lógicos forem 1, seu resultado será sempre 1 (Tocci, 2010).

Porta NAND – Essa porta representa uma negação da porta AND (Tocci, 2010).

Na nossa representação gráfica significa que trabalharemos com a porta lógica AND seguida de um inversor (negação).

Porta NOR – Para essa porta utiliza-se a negação da porta lógica OR.

A porta NOR possui os mesmos valores da tabela-verdade OR com o resultado negação (Tocci, 2010).

Porta XOR – Também muito conhecida como OU exclusivo.

Essa é a definição para a porta lógica XOR, se as entradas forem diferentes o resultado será 1 e se as entradas forem iguais, o resultado será 0 (Tocci, 2010).

Porta XNOR – Para essa porta, utilizamos a porta XOR (ou exclusivo) seguida de uma negação (Tocci, 2010).

Introdução a Circuitos

Aprendemos sobre as portas lógicas AND, OR, NOT, NAND, XOR, NOR, suas definições e suas tabelas-verdade.

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 estado de Mealy, mostrando a diferença entre elas. Essas máquinas de estados são utilizadas em vários projetos de circuitos sequenciais.

Conceitos fundamentais para a compreensão da situação-problema e da seção:

Para essa resolução, devemos em primeiro lugar saber as definições, que são:

- **Máquina de Moore:** Os valores relacionados ao resultado de saída são determinados pelo estado corrente. Nesse diagrama inclui um sinal de resultado de saída para cada estado.
- **Máquina de Mealy:** Produz um resultado de saída com base nos valores de entrada e no estado atual em que se encontra.

Sistemas Digitais

Vamos iniciar nosso assunto dentro da área de sistemas digitais.

Existem duas maneiras de representar as quantidades:

- **Representação Analógica:** Definida também como sistema analógico. Possui dispositivos que podem manipular as quantidades físicas.
- **Representação Digital:** Definido como sistema digital. Possui um ou mais dispositivos projetados para manipular as informações lógicas ou informações físicas representadas pelo formato digital.

Por definição, sistema digital nada mais é que:

- Função de transformar 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, 2000).

A vantagem de qualquer 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. As desvantagens são as conversões de analógico para digital e vice-versa.

O campo da eletrônica digital segue dividido em dois tipos: Circuito combinacional e circuito sequencial.

Circuito Combinacional

Todas as saídas dependem única e exclusivamente das variáveis de entrada (Tocci, 2010).

Características dos circuitos combinacionais:

- 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.

Circuito Sequencial

Valores de sinais de saída dependem dos valores do sinal de entrada e dos valores de sinal armazenados (contrário do combinacional) e são geralmente marcados com um clock – clock nada mais é que um sinal para coordenar ações de dois ou mais circuitos eletrônicos (Karim, 2009). Veja as características de circuitos sequenciais:

- Possuem portas lógicas conectadas para gerar os valores dos sinais de saída e de armazenamento.
- Possui armazenamento de valores no próprio circuito (memória).

Toda informação que é armazenada na memória do circuito em um dado momento, define o estado em que se encontra o circuito sequencial. Esse estado recebe o nome de estado atual.

Latches – É a forma mais simples e básica existente de implementar um circuito básico de memória. Ele é formado em sua arquitetura de duas portas lógicas inversoras e tem duas saídas: Uma variável lógica e seu complemento lógico (Güntzel, 2001).