

REVISÃO ROTEIROS

GUIA DE LABORATÓRIO DE SISTEMAS DIGITAIS

PARA O CURSO DE

ENGENHARIA ELÉTRICA

PORTO VELHO, 2016

INTRODUÇÃO

Este guia foi preparado para auxílio às aulas de laboratório para o curso de Engenharia Elétrica.

Sendo o laboratório parte integrante da disciplina teórica, pretende-se com o laboratório dar uma visão prática dos assuntos dados em aulas teóricas bem como consolidação de conhecimentos. Pretende-se ainda apresentar assuntos novos principalmente com respeito às ferramentas de auxílio a projetos.

O guia contém 15 aulas, orientadas para o livro texto “Sistemas Digitais Princípios e Aplicações” de Tocci *et al.*.

Todas as aulas constam de uma introdução com o objetivo da aula, uma introdução teórica remetendo o aluno para o livro texto com o assunto pertinente à aula, uma orientação para o pré-relatório que o aluno deverá sempre apresentar resolvido antes da aula e as tarefas a serem executadas no laboratório.

RELAÇÃO DAS AULAS

Laboratório 1 – Apresentação dos equipamentos do Laboratório.

Laboratório 2 – Contador de dois dígitos BCD.

Laboratório 3 – Portas lógicas TTL.

Laboratório 4 – Tutorial: Projeto e Simulação com Quartus II.

Laboratório 5 – Tutorial: Projeto e Simulação com Quartus II em VHDL.

Laboratório 6 – Especificação de Ssistemas Combinacionais.

Laboratório 7 – Especificação de Sistemas Combinacionais.

Laboratório 8 – Especificação de Sistemas Combinacionais.

Laboratório 9 – Especificação de Sistemas Combinacionais e análise de redes de portas .

Laboratório 10 – Dispositivos Lógicos Programáveis.

Laboratório 11 – Redes Combinacionais Multiníveis.

Laboratório 12 – Especificação de Sistemas Sequenciais Sincronos.

Laboratório 13 – Redes Sequenciais.

Laboratório 14 – Programação da FPGA.

Laboratório 15 – Módulos Padrão Combinacionais.

BIBLIOGRAFIA

Toca, Ronald, “Sistemas Digitais Princípios e Aplicações”. Editora Pearson, 2012
Ergegovac, Lang e Moreno, “Introdução aos Sistemas Digitais”. Editora Bookman, 2000.

AULAS DE LABORATÓRIO

Laboratório 1 – Apresentação dos Equipamentos do Laboratório.

Objetivo

Sendo os alunos de Sistemas Digitais pertencentes ao sexto período do curso e não tendo ainda conhecimento um conhecimento apropriado dos equipamentos eletrônicos que são utilizados para analisar sinais digitais, pretende-se nesta e nas duas aulas seguintes mostrar e ensinar a operar os seguintes instrumentos :

Osciloscópio analógico,
Gerador de frequência,
Multímetro,
Fontes de tensão.
Protoboards.

Serão mostrados ainda os diversos tipos de circuitos integrados e os componentes a serem usados durante o curso como:

Display,
Leds,
Resistores,
Capacitores,
Chaves liga/desliga,
Botões de pressão,
Circuitos integrados DIP, SMD.

Pré-relatório

Sendo esta a primeira aula não haverá pré-relatório a ser apresentado.

Laboratório 2 – Contador de dois dígitos BCD

Objetivo

O objetivo desta aula é continuação da apresentação dos equipamentos e componentes de laboratório. Os alunos deverão montar e testar o funcionamento de um contador BCD de dois dígitos. Ao término da aula os alunos deverão saber manusear o osciloscópio para visualizar formas de onda, medir tensões, frequência de sinais. Deverão ainda saber usar o protoboard, multímetro, fontes e componentes necessários à montagem

Introdução teórica

Para esta aula será usado o circuito integrado TTL, 7493 ou 7490 que são contadores binário/BCD de 4 bits. Os pinos do contador podem ser vistos do catalogo TTL no laboratório ou em sites de fabricantes na internet.

Para o decodificador BCD/7Segmentos será usado um módulo pré-montado a ser fornecido no laboratório.

Pré-relatório

Faça uma descrição dos sistemas binários e BCD. Para isso consulte o capítulo 2 do livro texto.

Mostre como converter números binários para decimal, decimal para binário, binário para BCD e BCD para binário.

Atividades no laboratório

Montar no protoboard o circuito contador BCD de um dígito dado pelo professor ligado a um sinal de baixa frequência (10 Hz) e observe se a contagem está correta.

Verifique no osciloscópio o sinal do oscilador e compare-o com os Sinais QA, QB, QC e QD. Qual a relação de frequência entre eles?

Interligue outro contador BCD igual ao montado formando um contador de 2 dígitos.

Cite algumas aplicações práticas para este circuito.

Laboratório 3 – Portas Lógicas TTL.

Objetivo

Dando continuidade ao ensino dos equipamentos de laboratório, o objetivo desta aula é apresentar as portas lógicas TTL, and, or, inversor, nand, nor, xor, xnor.

O aluno deverá ao término da aula conhecer todas as portas acima, os integrados que as contém e suas principais características elétricas.

Introdução teórica

Consulte e estude o item 2.4 e o capítulo 3 do livro texto.

Consulte nos catálogos TTL do laboratório ou na [www](#) as características dos componentes acima.

Pré-relatório

Apresente a tabela verdade para as portas and, or, inversor, nand, nor, xor, xnor.

Qual o número do integrado TTL que contém cada uma das portas acima?

Identificar os pinos dos circuitos integrados acima

Consulte o catálogo da porta NAND e responda:

Qual o valor da tensão de alimentação?

Qual a potência dissipada pelo circuito integrado(CI)?

Quais os valores das tensões de saída quando em estado '0' e '1'?

Quais os valores de tensão de entrada para '0' e '1'?

Qual a corrente fornecida na saída em '0' e '1'?

Para os itens acima consulte os catálogos TTL no laboratório ou na [WWW](#)

Atividades no laboratório

Montar e testar no protoboard as portas acima.

Utilize um LED e um resistor para ver a saída dos circuitos.

Aplicar uma onda quadrada na entrada de uma porta NAND e verificar no osciloscópio as formas de onda de saída e de entrada com a outra entrada em nível '0' e '1'.

Montar um circuito que implemente a função $F = ABC$. Teste e monte a tabela verdade. Qual a função deste circuito?

Laboratório 4 – Tutorial: Projeto e Simulação com Quartus II.

Objetivo

O objetivo desta aula é apresentar aos alunos o software da ALTERA QUARTUS II.

Este aplicativo é um CAD que permite o projeto, simulação e gravação de circuitos eletrônicos digitais, FPLDs da ALTERA. Inicialmente será apresentado em cinco aulas como projetar, simular e implementar em PLD o projeto em esquemático. A seguir também em cinco aulas será mostrado como projetar, simular e implementar em PLD usando a linguagem VHDL

Ao final desta aula o aluno deverá estar familiarizado com o software permitindo a execução dos projetos das próximas aulas em esquemático.

Introdução teórica

PLDs são dispositivos lógicos programáveis existindo no mercado em vários tipos e tamanhos.

Devido à complexidade destes circuitos existem diversos softwares no mercado que auxiliam no projeto, simulação e implementação de circuitos digitais. Um destes softwares é o QUARTUS II da Altera. Tutoriais a respeito podem ser encontrados na HP da Altera. www.altera.com e em diversos sites na www.

O aluno deverá estudar os itens relacionados a PLD, item 5.7 do livro texto

Pré-relatório

Para esta aula não será necessária apresentação de pré-relatório.

Atividades no laboratório

O professor irá apresentar o funcionamento do software Quartus II e a seguir os alunos deverão implementar e simular um circuito dado.

Laboratório 5 – Tutorial: Projeto e Simulação com Quartus II em VHDL

COMPRAR QUARTUS II

Objetivo

O Objetivo desta aula é apresentar aos alunos o projeto simulação e implementação de circuitos digitais usando a linguagem VHDL e o software da ALTERA Quartus II.

Ao final desta aula o aluno deverá estar familiarizado com o software permitindo a execução dos projetos das próximas aulas em VHDL.

Introdução teórica

VHDL é uma linguagem de descrição de hardware e juntamente com VERILOG tornaram-se padrão. São linguagens populares que permitem aos projetistas de circuitos digitais um meio de descrever hardwares digitais para propósitos de especificação, simulação, descrição implementação e síntese.

Diversos tutoriais podem ser encontrados facilmente na WWW. Veja “Introdução ao VHDL” em www.cpdee.ufmg.br/~parma.

O item 2.6 do livro texto dá uma introdução na linguagem. Os capítulos seguintes avançam no estudo de VHDL.

Pré-relatório

Estude o capítulo 2.6 do livro texto e responda às perguntas abaixo:

O que é um módulo uma entidade e uma arquitetura?

O que são sinais e variáveis?

Quais os tipos de dados em VHDL?

O que são expressões em VHD?

Quais os operadores em VHDL?

Quais as expressões de controle de fluxo dm VHDL?

O que são os processos?

O que são bibliotecas?

Dê alguns exemplos de programas.

Atividades no laboratório

O professor irá apresentar o funcionamento do software Quartus II e a seguir os alunos deverão implementar e simular um circuito dado em esquemático e a seguir em VHDL.

Laboratório 6 – Especificação de Sistemas Combinacionais

Objetivo

O objetivo dos três laboratórios seguintes é a especificação de sistemas combinacionais. O aluno deverá saber especificar em alto nível um sistema combinacional, obter uma descrição binária codificando as entradas e saídas e obter uma expressão de chaveamento simplificada na forma de soma de produtos ou produto de somas. Deverá também saber implementar e simular o circuito no QUARTUS II

Introdução teórica

O assunto é abordado no capítulo 2 do livro texto "Especificação de Sistemas Combinacionais". Estude todo o capítulo antes da aula.

Pré-relatório

Resolva os exercícios do exemplo 2.18 e 2.19 do livro texto, página 33. Para isso obtenha uma especificação de alto nível, obtenha uma descrição binária codificando entradas e saídas e obtenha uma expressão de chaveamento simplificada na forma de soma de produtos.

Atividades no laboratório

Desenhe o circuito dos exercícios resolvidos no QUARTUS II em esquemático e compile e simule o circuito. Verifique se os resultados estão corretos.

Laboratório 7 – Especificação de Sistemas Combinacionais

Objetivo

Este laboratório é uma continuação do anterior. O aluno deverá saber especificar em alto nível um sistema combinacional, obter uma descrição binária codificando as entradas e saídas e obter uma expressão de chaveamento simplificada na forma de soma de produtos ou produto de somas. Deverá também saber implementar e simular o circuito no QUARTUS II

Introdução teórica

O assunto é abordado no capítulo 2 do livro texto "Especificação de Sistemas Combinacionais". Estude todo o capítulo antes da aula.

Pré-relatório

Resolva os exercícios 2.46 e 2.48 do livro texto, página 53, conforme solicitado. Simplifique as equações obtidas. Faça um esboço de um programa em VHDL que apresente a solução dos dois exercícios. Para isso use apenas instruções lógicas e dados do tipo BIT ou BIT_VECTOR. Não use instruções aritméticas ou funções do tipo MOD.

Atividades no laboratório

Digite o código em VHDL para a solução dos dois exercícios acima. Compile e simule o programa. Verifique se os resultados estão corretos.

Laboratório 8 – Especificação de Sistemas Combinacionais

Objetivo

Este laboratório é uma continuação do anterior. O aluno deverá saber especificar em alto nível um sistema combinacional, obter uma descrição binária codificando as entradas e saídas e obter uma expressão de chaveamento simplificada na forma de soma de produtos ou produto de somas. Deverá também saber implementar e simular o circuito no QUARTUS II

Introdução teórica

O assunto é abordado no capítulo 2 do livro texto "Especificação de Sistemas Combinacionais". Estude todo o capítulo antes da aula.

Pré-relatório

Resolva os exercícios 2.49 e 2.50 do livro texto, página 53 conforme solicitado. Simplifique as equações obtidas. Faça um esboço de um programa em VHDL que apresente a solução dos dois exercícios. Para isso use apenas instruções lógicas e dados do tipo BIT ou BIT_VECTOR. Não use instruções aritméticas ou funções do tipo MOD.

Atividades no laboratório

Digite o código em VHDL para a solução dos dois exercícios acima. Compile e simule o programa. Verifique se os resultados estão corretos.

Laboratório 9 – Especificação de Sistemas Combinacionais e Análise de Redes de Portas

Objetivo

Projetar, analisar, simular redes de portas lógicas de circuitos combinacionais.

Introdução teórica

O assunto é abordado nos capítulos 2, 3 e 4 do livro texto”. Estude todos os capítulos antes da aula.

Pré-relatório

Resolva os exercícios 4.10 e 4.11 do livro texto, pagina 96 conforme solicitado. Simplifique as equações obtidas. Implemente o circuito com uma rede de apenas portas NAND.

Atividades no laboratório

Desenhe no QUARTUS II, em ESQUEMATICO os circuitos obtidos e verifique a tabela verdade.

Laboratório 10 – Dispositivos Lógicos Programáveis

Objetivo

O Objetivo da aula é estudar os dispositivos lógicos programáveis (PLDs).

O aluno deverá entender o funcionamento e as aplicações dos PLDs.

Introdução teórica

PLDs são dispositivos lógicos programáveis e são encontradas em diversas configurações e tamanhos.

O assunto é abordado no capítulo 5 do livro texto”. Estude todo o capítulo antes da aula.

Pré-relatório

Resolva os exercícios 5.18 e 5.19 do livro texto conforme solicitado

Compare as vantagens e desvantagens de projetos usando PLDs e lógica discreta, com respeito a custo, velocidade, ferramentas de projeto, risco de estoque, etc.

Atividades no laboratório

O aluno deverá programar uma GAL16V8, para a implementação dos problemas dos exercícios acima, usando o software PALASM. A seguir deverá ser montado em protoboard um circuito para testar o funcionamento.

Laboratório 11 – Redes Combinacionais Multiníveis.

Objetivo

O Objetivo da aula é estudar redes digitais combinacionais multiníveis. Serão estudados módulos comparadores e redes com multiplexadores.

Introdução teórica

O assunto é abordado no capítulo 5 do livro texto”. Estude todo o capítulo antes da aula.

Pré-relatório

Resolva os exercícios 6.6, 6.11 e 6.12 paginas 142 e 143 do livro texto.

Atividades no laboratório

Implementar em modo gráfico usando o QUARTUS II os exercícios resolvidos acima.

Laboratório 12 – Especificação de Sistemas Sequenciais Sincronos.

Objetivo

Definição, descrição e especificação de sistemas sequenciais síncronos.

Introdução teórica

O assunto é abordado no capítulo 7 do livro texto”. Estude todo o capítulo antes da aula.

Pré-relatório

Resolva os exercícios 2.50(considerar como um sistema sequencial) e 7.19 do livro texto conforme solicitado.

Apresente um diagrama de estados da solução dos dois exercícios.

Faça um esboço do programa de VHDL

Atividades no laboratório

Implemente em VHDL os exercícios acima. Simule e verifique seu funcionamento.

Laboratório 13 – Redes Sequenciais

Objetivo

Análise, definição, descrição, especificação e projeto de redes sequenciais

Introdução teórica

O assunto é abordado no capítulo 8 do livro texto”. Estude todo o capítulo antes da aula.

Pré-relatório

Resolva o exemplo da figura 8.32 do livro texto, página 203 usando a) Flip-flop JK e b) um Flip-flop por estado.
Faça um esboço do programa em VHDL para a solução do problema

Atividades no laboratório

Implemente em VHDL os exercícios acima. Simule e verifique seu funcionamento.

Laboratório 14 – Programação da FPGA

Objetivo

Projeto simulação e implementação de circuitos digitais com FPGA

Introdução teórica

O projeto com FPGA vem sendo estudado durante todo o curso com o uso do QUARTUS II. Até o momento os alunos tem projetado e simulado os circuitos. Nesta aula será feita a gravação da FPGA.

Pré-relatório

Projete um decodificador de BCD para display de 7-Segmentos.

Atividades no laboratório

O aluno deverá simular o projeto acima em ESQUEMATICO e depois implementar em FPGA usando o módulo de laboratório da ALTERA.

Laboratório 15 – Módulos Padrão Combinacionais

Objetivo

Implementação de módulos padrão de grande uso em sistemas combinacionais.

Introdução teórica

O assunto é abordado no capítulo 9 do livro texto. Estude todo o capítulo antes da aula.

Pré-relatório

Resolva os exercícios 9.3, 9.15 e 9.16, com um Flip-flop por estado.

Atividades no laboratório

Implemente em VHDL os exercícios acima. Simule e verifique seu funcionamento.