



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde  
Departamento de Computação  
PLANO DE ENSINO

SEMESTRE 2022.1

**I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:**

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
DEC7555	Linguagens de Descrição de Hardware	2	2	72

HORÁRIO		MODALIDADE
TURMAS TEÓRICAS	TURMAS PRÁTICAS	
3.1830 (4655B)	5.1830 (4655B)	Presencial

**II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)**

Prof. Marcelo Daniel Berejuck  
E-mail: marcelo.berejuck@ufsc.br  
Horário de atendimento: Quinta-feira das 10:00 às 12:00  
Local: por vídeoconferência ou local físico a ser definido e agendado com o professor.

**III. PRÉ-REQUISITO(S)**

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
DEC7546	Circuitos Digitais
DEC7123	Organização e Arquitetura de Computadores I

**IV. CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA**

Graduação em Engenharia de Computação

**V. JUSTIFICATIVA**

Dispositivos lógicos programáveis vêm sendo cada vez mais empregados no desenvolvimento de circuitos digitais de alta densidade como forma de aumentar a capacidade de processamento de sistemas computacionais, onde desempenho, paralelismo e tempo real são requisitos cruciais. Seu uso cobre uma ampla gama de áreas, desde equipamentos para processamento de imagem, até circuitos para aplicações embarcadas como automotivas, aeroespaciais e militares. É importante que o egresso de Engenharia de Computação entenda como funciona a tecnologia de dispositivos lógicos programáveis, bem como quais as estratégias podem ser adotadas para uma implementação mais eficiente de um projeto baseado neste tipo de dispositivo.

**VI. EMENTA**

Histórico e aspectos gerais da linguagem VHDL; Estruturas básicas da linguagem; Componentes e esquemas de iteração; Subprogramas; Funções; Bibliotecas, pacotes e configurações; Síntese de circuitos lógicos combinacionais; Síntese de circuitos lógicos sequenciais; Conceito de circuitos síncronos e assíncronos; Máquinas de Estado; Síntese de memórias, contadores e circuitos de serialização; Conceitos de Caminho de Dados e Caminho de Controle; Conversão de algoritmos em processadores de propósito único; Projeto de sistema embarcado baseado em FPGA.

## VII. OBJETIVOS

Compreender o funcionamento de um FPGA e o ciclo de desenvolvimento de Hardware utilizando esse tipo de dispositivo. Compreender a capacidade desses dispositivos e as possibilidades de integração de *Hard Cores*, *Soft Cores* e código personalizado. Escrever código em linguagem de descrição de hardware, utilizando ferramentas de desenvolvimento e simulação. Criar um pequeno projeto de dispositivo que explore os recursos de um FPGA.

## VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

### UNIDADE 1: Introdução

- Objetivos da disciplina
- Metodologia de projeto: pequenos sistemas digitais
- Metodologia de projeto: grandes sistemas digitais
- Visão geral de Dispositivos lógicos programáveis

### UNIDADE 2: Linguagem de Hardware e Síntese de Circuitos

- Introdução ao VHDL
- Definição de Entidade e Arquitetura
- Operadores Lógicos e Aritméticos
- Tipos de dados
- Configuração das máquinas dos alunos para uso da ferramenta de síntese em FPGA

### UNIDADE 3: Definição de Componentes

- Definição de Componentes
- Formas de conexão interna de componentes
- Exemplos e exercícios de síntese e simulação de componentes

### UNIDADE 4: Simuladores

- Testes em componentes criados em VHDL
- Ferramenta Qsim
- Ferramenta ModelSim
- Exercícios de síntese e simulação no ModelSim

### UNIDADE 5: Comandos Concorrentes

- O que é a Concorrência em VHDL?
- Comandos concorrentes básicos: WHEN – ELSE, WITH – SELECT, e PROCESS
- Exercícios de implementação de lógica combinacional usando os comandos concorrentes apresentados

### UNIDADE 6: Comandos Sequenciais

- Definição de Lista de sensibilidade
- Comandos sequenciais básicos: IF – ELSE, CASE – WHEN, e NULL
- Exercícios de implementação de lógica sequencial usando os comandos sequenciais

### UNIDADE 7: Circuitos Síncronos e Assíncronos

- Conceitos de sincronismo
- Flip-flops
- Registradores
- Máquinas de estado: Mealy, Moore e One-Hot-Encoding
- Exercícios de implementação de circuitos síncronos e assíncronos
- Exercício de implementação de um cronômetro baseado em máquina de estados

### UNIDADE 8: Esquemas de Geração

- Declaração de GENERIC
- Comando GENERATE
- Esquema de geração IF
- Comando LOOP

- Comando FOR
- Comando WHILE
- Exercícios de implementação de esquemas de geração

#### UNIDADE 9: Declaração de tipos e principais atributos

- Definição de Bibliotecas
- Definição de Pacotes
- Ordem de análise na síntese
- Tipos e Subtipos
- Vetores Unidimensionais e Multidimensionais
- Atributos que geram novos sinais
- Atributos que não geram novos sinais
- Exercícios de implementação de tipos e subtipos
- Exercícios de implementação de atributos e vetores

#### UNIDADE 10: Memórias e PLL

- Conceitos de memórias internas e externas ao FPGA
- Elaboração de uma Read-Only Memory (ROM) usando VHDL
- Elaboração de uma Random-Access Memory (RAM) usando VHDL
- Uso de *templates* da ferramenta de síntese para gerar memórias
- Definição de PLL
- *Template* da ferramenta de síntese para gerar um componente PLL
- Exercícios de implementação de memórias
- Exercícios de implementação de PLL

#### UNIDADE 11: Configurações

- Uso de configuração
- Exemplo de caso prático do uso de configuração
- Exercícios de implementação baseados no conceito de Configurações

#### UNIDADE 12: Variáveis

- Conceito de variáveis
- Atribuição de valores em variáveis
- Diferenças entre Sinais e Variáveis
- Exercícios de implementação utilizando o conceito de variáveis

#### UNIDADE 13: Instruções auxiliares

- ASSERT
- ALIAS
- PACKAGE
- FUNCTION
- PROCEDURE
- Exercício de implementação com instruções auxiliares

#### UNIDADE 14: Projetos de circuitos

- Registrador de deslocamento com *Data-Load*
- *Debounce* para chave
- Temporizador
- Exercício de implementação dos projetos de circuitos

#### UNIDADE 15: Projetos de circuitos

- Conversor Paralelo-Serial
- Conversor Serial-Paralelo
- Decodificador de endereços
- Conversor BCD para display de sete segmentos
- Exercício de implementação dos projetos de circuitos

**UNIDADE 16: Projeto de circuitos**

- Medidores de frequência
- Redes neurais
- Exercícios de implementação

**UNIDADE 17: Caminhos de Dados e Controle**

- Definição de Caminho de Dados e Caminho de controle
- Definição de um processador didático
- Exercícios de implementação

**UNIDADE 18: Processador didático**

- Implementação do processador didático em VHDL
- Programação e teste do processador didático
- Exercícios de implementação

**UNIDADE 19: Processadores de Propósito Único - PPU**

- Conceito de PPU
- Técnica de mapeamento de algoritmos para geração de PPU
- Exercício de conversão de algoritmo em PPU

**UNIDADE 20: Trabalho**

- Sorteio do Trabalho Final para cada aluno
- Explicação sobre cada um dos trabalhos
- Definição das documentações exigidas na entrega do Trabalho Final

**IX. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA**

- A disciplina será ministrada com aulas expositivas fornecendo os componentes teóricos.
- Material de apoio postado no Moodle.
- Requisitos de infraestrutura necessários para ministrar as aulas:
  - Acesso à Internet;
  - Acesso à recursos do laboratório de Circuitos Digitais (osciloscópios, kits de desenvolvimento para FPGA;
- Ambiente Virtual de Aprendizagem – Moodle.

**X. COMPETÊNCIAS / HABILIDADES**

- Capacidade de identificar as diferentes tecnologias de dispositivos lógicos programáveis disponíveis;
- Capacidade de usar ferramenta de síntese lógica e simulador para dispositivos lógicos programáveis;
- Capacidade de desenvolvimento de sistema digital em nível RTL (*Register Transfer Level*);
- Capacidade de avaliar o uso de componentes digitais para a solução de problemas envolvendo processamento de dados e sinais digitais.

**XI. METODOLOGIA E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO**

A verificação do rendimento escolar compreenderá frequência e aproveitamento nos estudos, os quais deverão ser atingidos conjuntamente. Será obrigatória a frequência às atividades correspondentes a cada disciplina, no mínimo a 75% das mesmas (Frequência Suficiente - FS), ficando nela reprovado o aluno que não comparecer a mais de 25% das atividades (Frequência Insuficiente - FI).

Serão realizadas duas avaliações :  
Prova teórica (P1)  
Trabalho prático (T1)

A média final do semestre será a própria média aritmética entre P1 e T1 e assim a nota mínima para

aprovação na disciplina será MF>=6,0 (seis) e Frequência Suficiente (FS). (Art. 69 e 72 da Res. nº 17/CUn/1997).

Ao aluno que não comparecer às atividades práticas ou não apresentar trabalhos no prazo estabelecido será atribuída nota 0 (zero). (Art. 70, § 4º da Res. nº 17/CUn/1997)

Observações:

Avaliação de recuperação

Não há avaliação de recuperação nas disciplinas de caráter prático que envolve atividades de laboratório. (Res.17/CUn/97).

Complementação de carga horária

A complementação da carga horária da disciplina ocorrerá da seguinte forma: (i) a Semana de Integração Acadêmica será contabilizada como dias letivos, conforme calendário acadêmico de 2022; e (ii) serão solicitados trabalhos de caráter prático teórico para complementação de carga horária da disciplina.

Nova avaliação

O aluno, que por motivo de força maior e plenamente justificado, deixar de realizar atividades avaliativas previstas no plano de ensino, deverá formalizar pedido à Chefia do Departamento de Ensino ao qual a disciplina pertence, dentro do prazo de 3 (três) dias úteis, apresentando documentação comprobatória.

## XII. CRONOGRAMA PRÁTICO

Aula	Data	Conteúdo
1	19/04/22	Unidade 1
2	21/04/22	Unidade 2
3	26/04/22	Unidade 3
4	28/04/22	Unidade 4
5	03/05/22	Unidade 5
6	05/05/22	Unidade 6
7	10/05/22	Unidade 7
8	12/05/22	Unidade 8
9	17/05/22	Unidade 9
10	19/05/22	Unidade 10
11	24/05/22	Unidade 11
12	26/05/22	Unidade 12
13	31/05/22	Unidade 13
14	02/06/22	Unidade 14
15	07/06/22	Unidade 15
16	09/06/22	Prova P1
17	14/06/22	Unidade 16
18	16/06/22	Unidade 17
19	21/06/22	Unidade 18
20	23/06/22	Unidade 19
21	28/06/22	Unidade 20
22	30/06/22	Laboratório: implementação do trabalho T1
23	05/07/22	Laboratório: implementação do trabalho T1

24	07/07/22	Laboratório: implementação do trabalho T1
25	12/07/22	Laboratório: implementação do trabalho T1
26	14/07/22	Laboratório: implementação do trabalho T1
27	19/07/22	Laboratório: implementação do trabalho T1
28	21/07/22	Laboratório: implementação do trabalho T1
29	26/07/22	Laboratório: implementação do trabalho T1
30	28/07/22	Laboratório: implementação do trabalho T1
31	02/08/22	Entrega e apresentação do trabalho T1
32	04/08/22	Divulgação das notas finais

**Obs.:** O calendário está sujeito a pequenos ajustes de acordo com as necessidades das atividades desenvolvidas.

### XIII. FERIADOS PREVISTOS PARA O SEMESTRE 2022.1:

DATA	
21/04/2022	Tiradentes
04/05/2022	Dia da Padroeira da Cidade (Campus de Araranguá)
16/06/2022	Corpus Christi

### XIV. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- HAMBLEN, James O; HALL, Tyson S; FURMAN, Michael D. *Rapid Prototyping of Digital Systems*. Boston: Springer Science+Business Media, LLC, 2008.
- PEDRONI, Volnei A. *Eletrônica digital moderna e VHDL*. Rio de Janeiro: Elsevier, c2010. 619 p. ISBN 9788535234657.
- D'AMORE, Roberto. *VHDL: descrição e síntese de circuitos digitais*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, c2012. xiii, 292 p. ISBN 9788521620549.

### XV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

- CHU, Pong P. FPGA prototyping by VHDL examples: Xilinx Spartan-3 version. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, [2008] 1 recurso online (xxv, 440 p ISBN 9780470231623 (e-book). Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/9780470231630>>.
- CHU, Pong P., RTL hardware design using VHDL: coding for efficiency, portability, and scalability. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, c2006. 1 online resource (xxiii, 66 ISBN 0471720925 (alk. Paper)).
- The Designer's Guide to VHDL 3 edição, Volume 3, Peter J. Ashenden ISBN: 978-0-12-088785-9 (disponível no science direct).
- FERREIRA, José Manuel Martins. *Introdução ao projeto com sistemas digitais e microcontroladores*. Porto: FEUP, 1998. 371 p. ISBN 9727520324.
- WILSON, Peter. *The circuit designer's companion*. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier, 2012. xv, 439 p. ISBN 9780080971384.
- Free Range VHDL - Livro disponível gratuitamente em <http://www.freerangefactory.org/>
- The Designer's Guide to VHDL 3 edição, Volume 3, Peter J. Ashenden ISBN: 978-0-12-088785-9 (disponível no science direct).

Os livros acima citados constam na Biblioteca Universitária e Setorial de Araranguá ([www.bu.ufsc.br](http://www.bu.ufsc.br)).

### XVI. INFRAESTRUTURA E MATERIAIS NECESSÁRIOS:

1. Computadores para os alunos com os softwares da disciplina instalados.
2. Espaço físico com mesas, cadeiras e tomadas em quantidades adequadas
3. Acesso à internet
4. Data show que possa ser operado de forma segura, sem risco de acidentes
5. Quadro branco e canetas
6. Kit de desenvolvimento Altera Terasic DE0

**Obs.:** A indisponibilidade de infraestrutura/materiais listados pode causar prejuízos ao processo pedagógico, inviabilizando tanto as atividades dos docentes como as dos alunos, podendo, ainda, acarretar em cancelamento de aulas em último caso.

---

Professor da Disciplina

Aprovado na Reunião do Colegiado do Curso em:

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

Coordenador do Curso