

Programa de Ensino

1) Identificação

Disciplina: INE5406 - Sistemas Digitais
Carga horária: 90 horas-aula Teóricas: 54 Práticas: 36
Período: 1º semestre de 2020 até a presente data

2) Cursos

- Ciências da Computação (208)
- Engenharia Eletrônica (235)

3) Requisitos

- Ciências da Computação (208)
 - EEL5105 - Circuitos e Técnicas Digitais
- Engenharia Eletrônica (235)
 - EEL5105 - Circuitos e Técnicas Digitais

4) Ementa

Máquinas seqüenciais síncronas (Mealy e Moore) e sua representação (diagramas de transição e descrição em HDL). Síntese de circuitos seqüenciais (minimização e codificação de estados). Mapeamento e alternativas de implementação de máquinas de estado ("hardwired", PLA, ROM e PLD). Estudos de casos: controladores de memória, de interrupção, de DMA. Simulação de sistemas digitais descritos em HDL no nível de transferência entre registradores. CPU vista como um sistema digital (datapath e unidade de controle). Unidade de controle de uma CPU simples ("hardwired" e microprogramada).

5) Objetivos

Geral: Abordar aspectos da implementação física dos sistemas computacionais, complementando os assuntos abordados pela disciplina pré-requisito (EEL 5105 - Circuitos e Técnicas Digitais).

Específicos:

- Introduzir o modelo clássico de sistema digital (datapath x controle), relacionando-o com a organização de processadores.
- Estudar os princípios do projeto de sistemas digitais no nível RT (transferência entre registradores).
- Familiarizar o aluno com a descrição de sistemas digitais no nível RT.
- Familiarizar o aluno com o uso de uma linguagem de descrição de hardware (HDL) e com o fluxo de projeto de sistemas digitais, visando sua implementação em FPGAs.
- Fornecer ao aluno uma visão geral dos elementos envolvidos na exploração do espaço de soluções no projeto de sistemas digitais.

6) Conteúdo Programático

- 6.1) Formas de implementação de sistemas digitais. [3 horas-aula]
- Soluções masked.
 - Componentes configuráveis (PLDs, SPLDs e FPGAs).

- 6.2) Projeto de unidade lógico-aritmética (ULA). [6 horas-aula]
- Adição de números sem sinal.
 - Adição de números com sinal.
 - O somador paralelo ripple-carry.
 - O subtrator.
 - Somador-subtrator.
 - Overflow.
 - Funcionamento e características temporais de registradores.
- 6.3) Máquinas seqüenciais síncronas. [21 horas-aula]
- Sincronismo com sinal de relógio (período, frequência, escorregamento).
 - Modelos de Moore e de Mealy: estrutura, representações do comportamento (equações de estados e de saídas, tabelas de transição, diagramas de estados).
 - Análise de circuitos seqüenciais síncronos.
 - Minimização e codificação de estados. Exemplos.
 - Mapeamento e alternativas de implementação de máquinas de estado: "hardwired", PLA, ROM e PLD.
 - Estudos de caso: controladores de memória, de interrupção e de DMA.
- 6.4) Projeto de sistemas digitais no nível de transferência entre registradores (RT). [24 horas-aula]
- Componentes do nível RT.
 - O modelo clássico de sistema Digital: bloco operativo x bloco de controle (datapath x controle).
 - Estudos de caso e exploração do espaço de soluções.
 - Análise de custo x desempenho.
- 6.5) Uso de linguagem de descrição de hardware (HDL). [8 horas-aula]
- Estudo de caso (VHDL): histórico, construções da linguagem, comandos, processos.
 - Projeto de sistemas digitais com ferramentas computacionais.
 - Descrição de circuitos combinacionais com HDL, síntese e simulação para FPGAs.
- 6.6) Descrição de circuitos seqüenciais com HDL. [12 horas-aula]
- Síntese para FPGAs e simulação.
 - Estudos de caso.
- 6.7) Descrição de sistemas digitais no nível RT com HDL. [16 horas-aula]
- Síntese para FPGAs e simulação.
 - Exploração do espaço de soluções.

7) Bibliografia Básica

- HARRIS, David M.; HARRIS, Sarah L. Digital Design and Computer Architecture. Second edition. Waltham, MA, USA: Morgan Kaufmann Publishers, 2013. ISBN 978-0-12-394424-5 Disponível em <https://www.sciencedirect.com/book/9780123944245/digital-design-and-computer-architecture>
- PATTERSON, David A.; HENNESSY, John L. Organização e Projeto de Computadores: a interface hardware/software. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. ISBN 85-352-1521-2
- CHU, Pong P. RTL Hardware Design Using VHDL: coding for efficiency, portability, and scalability. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, 2006. ISBN 0471720925 Recurso on-line disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/bkabstractplus.jsp?bkn=5237648>

8) Bibliografia Complementar

- VAHID, Frank. Sistemas Digitais: projeto, otimização e HDLs. Porto Alegre: Bookman, 2008. ISBN 978-85-7780-190-9
- BROWN, Stephen; VRANESIC, Zvonko. Fundamentals of Digital Logic with VHDL Design. Third Edition. Boston, MA.: McGraw-Hill, 2009. ISBN 978-0-07-352953-0
- PEDRONI, Volnei. Circuit Design with VHDL. Third edition. Cambridge, MA: MIT Press, 2020. ISBN 978-0-262-04264-2
- ASHENDEN, Peter J. The Designer's Guide to VHDL. Third Edition. Burlington, MA.: Morgan Kaufmann Publishers, 2008. ISBN: 978-0-12-088785-9 Disponível em:

