



### 1. IDENTIFICAÇÃO

**Professor(a):**  **Departamento:**  **Unidade:**

**Disciplina:**  **Código:**

**Nº de créditos:**  **Carga Teórica Semanal (h):**  **Carga Prática Semanal (h):**

**Semestre:**  **Ano:**  **Turma(s):**

**Curso(s) para o(s) qual(is) está sendo oferecida**

### 2. EMENTA

Conceitos e classificação de sistemas de controle: malha aberta e malha fechada, controle sequencial, servomecanismo, controle numérico, controle analógico, controle digital; Sensores e Atuadores: termistor, termopar, strain gage, sensores de efeito Hall, solenoide, LVDT, resolver, synchron, tacômetro, acelerômetro, potenciômetro, incidir. Conversor frequência tensão e tensão frequência, optointerrupters, servodrivers; Simulação Analógica: amplificador, integrador, somador, diagramas de simulação analógica, experimentos (malha aberta e malha fechada resposta de sistemas de 1ª e 2ª ordem); Simulação Digital: método numérico para resolução de equações diferencia (Euler, Runge-Kutta, Adams-Smith), escolha do intervalo de integração, simulação pelo Matlab/Simulink; Análise de sistema linear; levantamento da resposta em frequência de sistemas de 1ª e 2ª ordem; Simulação e síntese de um sistema de controle por realimentação (controle de velocidade de um motor DC); Simulação e síntese de um sistema de controle através de técnicas de resposta em frequência; Simulação e síntese de um sistema de controle por realimentação utilizando controladores P, PI e PID.

### 3. OBJETIVOS

O discente deverá conhecer e dominar recursos computacionais de simulação e análise de sistemas dinâmicos, desenvolver as diferentes etapas do desenvolvimento de sistemas de controle com realimentação (modelagem, análise, projeto, simulação e implementação), e reconhecer os aspectos práticos desse tipo de tarefa.

### 4. CRONOGRAMA

#### Horário

HORÁRIO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	SÁBADO
08/09	Atendimento					
09/10	Atendimento					
10/11						
11/12						
14/15						
15/16						
16/17					Aula	
17/18					Aula	



### Distribuição do conteúdo programático e das avaliações no semestre

Carga Horária	Avaliação	Conteúdo
1h		Aula 0 – Introdução ao Laboratório de Sistemas de Controle 0.1. Apresentação do Plano de Ensino 0.2. Ferramentas Computacionais
1h		Aula 1 – Classificação e propriedades de sistemas 1.1. Linearidade 1.2. Causalidade 1.3. Memória 1.4. Memória 1.5. Estabilidade 1.6. Invariância no tempo 1.7. Sistemas Contínuos e Discretos
2h		Aula 2 – Sistemas de Controle com Realimentação 2.1. Rejeição de Ruído 2.2. Robustez 2.3. Estabilização 2.4. Comportamento Dinâmico 2.5. Erro em Regime Permanente
2h		Aula 3 – Representação e Simulação de Sistemas em Ambiente Computacional 3.1. Representações de Sistemas no MATLAB 3.1.1. Equações Diferenciais 3.1.2. Funções de Transferência 3.1.3. Espaço de Estados 3.1.4. Equações de Diferenças 3.2. Computador Analógico 3.3. Simulações Computacionais com MATLAB 3.3.1. Discretização 3.3.2. Solução de E.D.O.'s 3.3.3. Sistemas de Equações Diferenciais e Espaço de Estados 3.3.4. Simulação de Sistemas Representados por Funções de Transferência 3.4. Simulação de Diagramas em Blocos com o SIMULINK
2h		Aula 4 – Modelagem de Sistemas Dinâmicos 4.1. Modelagem baseada em comportamento físico 4.2. Sistemas não-lineares e linearização 4.3. Identificação com métodos determinísticos 4.3.1. Casos mais simples 4.3.2. Método de Sundaesan 4.3.3. Identificação em Malha Fechada



2h		Aula 5 – Análise de Sistemas Dinâmicos Lineares 5.1. Estabilidade 5.2. Controlabilidade e Observabilidade 5.3. Análise da Resposta no Domínio do Tempo 5.3.1 Sistemas de Primeira Ordem 5.3.2. Sistemas de Segunda Ordem 5.3.3. Lugar das Raízes 5.4. Análise da Resposta em Frequência 5.4.1. Diagrama de Bode 5.4.2. Diagrama de Nyquist 5.4.3. Diagrama de Nichols
2h		Aula 6 – Projeto de Sistemas de Controle 4.1. Controle PID 4.2. Avanço/Atraso de Fase 4.3. Realimentação de Estados 4.4. Implementação de Sistemas de Controle
2h	AC	<b>Descrição:</b> Avaliação Computacional <b>Conteúdos:</b> Aula 1-6 <b>Data prevista:</b> 09/12/2016
8h		Aula 7 – Projeto e Desenvolvimento de Estratégias de Controle Aplicadas a Sistemas Reais 7.1. Controle de Velocidade e Posição de Motor DC 7.2. Controle de um Pêndulo Invertido 7.3. Controle de um Sistema de Ball and Beam
-	RF	<b>Descrição:</b> Relatório Final das Atividades Laboratoriais <b>Conteúdos:</b> Aula 1-7 <b>Entrega prevista:</b> 13/01/2016
8h	PJ	<b>Descrição:</b> Projeto, Desenvolvimento e Implementação de um Sistema de Controle Completo <b>Período de Desenvolvimento:</b> 13/01/2016 a 17/02/2016 <b>Entrega prevista:</b> 17/02/2017
2h	PROVA FINAL	<b>Conteúdos:</b> Aulas 1-7 <b>Data prevista:</b> 24/02/2017

## 5. METODOLOGIA

Aulas expositivas ministradas pelo professor com apoio de recursos audio-visuais e atividades práticas presenciais no laboratório baseadas em roteiro com produção de relatórios científicos. Além disso, os discentes serão motivados a utilizar o conhecimento obtido neste programa para desenvolver um sistema de controle completo enfrentando questões de ordem prática como escolha e manuseio de atuadores e sensores, além de incertezas inerentes a sistemas reais.

## 6. RECURSOS DIDÁTICOS

Quadro branco, pincel, datashow e equipamento laboratorial.

## 7. AVALIAÇÃO

Os discentes serão avaliados por meio dos relatórios referentes as atividades experimentais de cada aula que serão compilados em um relatório final a ser entregue no fim do período. Adicionalmente, será aplicada uma avaliação prática e computacional e os alunos deverão desenvolver um projeto de um sistema de controle aplicado a um sistema real. Em resumo,



a média dos exercícios escolares será composta por um relatório final (RF) com peso unitário, uma avaliação computacional (AC) com peso 3, e um projeto (PJ) com peso 4.

Sendo assim, a média dos exercícios escolares será computada por:

$$M_{EE} = \frac{RF + 3 \cdot AC + 4 \cdot PJ}{8}$$

Finalmente, a média final será computada segundo a Resolução nº 21/1985-CONSEP:

$$M_F = \frac{2 \cdot M_{EE} + P_F}{3}$$

**Legenda:**

AC: nota da avaliação prática computacional  
RF: nota do relatório final  
PJ: nota do projeto  
M<sub>EE</sub>: média dos exercícios escolares  
P<sub>F</sub>: nota da prova final  
M<sub>F</sub>: média final

## 8. REFERÊNCIAS

- DORF, Richard C.; BISHOP, Robert H. **Sistemas de controle modernos**. Rio de Janeiro: LTC, c2009. Xx, 724 p.
- OGATA, KATSUHIKO. **Engenharia de Controle Moderno**. Prentice Hall, 1982.
- KUO, Benjamin C. **Automatic control systems**. 5.ed. Rio de Janeiro, RJ: Prentice Hall do Brasil, c1987. 720p. ISBN 0-13-054842-1
- NISE, Norman S. **Engenharia de sistemas de controle**. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2012. xiv, 745 p. ISBN 9788521621355.
- FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A. **Sistemas de controle para engenharia**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 702p.
- SIGHIERI, Luciano; NISHINARI, Akiyoshi. **Controle automático de processos industriais: instrumentação**. 2. ed. São Paulo: E. Blücher, 1973. 234 p. ISBN 8521200552.
- BENTO, Celso Roberto. **Sistemas de controle: teoria e projetos**. São Paulo: Érica, 1989. 191 p.
- HAHN, Brian H.; VALENTINE, Daniel T. **Essential MATLAB® for engineers and scientists**. 5. ed. Amsterdam: Elsevier / Academic Press, c2013. xvi, 408 p. ISBN 978-0-12-394398-9.
- KAMEN, Edward W.; HECK, Bonnie S. **Fundamentals of signals and systems: using the web and MATLAB®**. 3. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, c2007. 658 p. ISBN 0-13-168737-9
- STICKLEN, Jon; ESKIL, M. Taner. **An introduction to technical problem solving with MATLAB®**. 2. ed. St. Louis, MO: Great Lakes Press, C2006. xxviii, 394 p. ISBN 9781881018377.

DATA: 03/10/2016

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Professor

Aprovado em Reunião Departamental de

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

Homologado em Reunião do Colegiado de

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

\_\_\_\_\_  
Chefe

\_\_\_\_\_  
Coordenador



**Universidade Federal do Amazonas**  
**Faculdade de Tecnologia**  
**Plano de Ensino**



Ciente dos Alunos com relação ao Plano de Ensino da Disciplina Laboratório Sistemas de Controle