



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA**

PLANO DE DISCIPLINA		
IDENTIFICAÇÃO		
CURSO: BACHARELADO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO		
DISCIPLINA: SISTEMAS DE CONTROLE I		CÓDIGO DA DISCIPLINA: 77
PRÉ-REQUISITO: ANÁLISE DE SINAIS E SISTEMAS, CIRCUITOS ELÉTRICOS I		
UNIDADE CURRICULAR: Obrigatória [ X ] Optativa [ ] Eletiva [ ]		SEMESTRE: 7
CARGA HORÁRIA		
TEÓRICA: 50h	PRÁTICA: 17h	EaD: 0h
CARGA HORÁRIA SEMANAL: 4	CARGA HORÁRIA TOTAL: 67h	
DOCENTE RESPONSÁVEL:		

EMENTA
--------

Introdução aos sistemas de controle. Modelagem matemática de sistemas dinâmicos no domínio da frequência (Laplace). Funções de transferência de elementos dinâmicos. Diagramas de blocos e simplificação de diagramas de blocos. Modelagem matemática de sistemas dinâmicos por variáveis de estado. Análise da resposta transitória e em regime permanente de sistemas dinâmicos. Sistemas com múltiplas entradas. Análise do erro em regime permanente. Pólos, zeros e estabilidade de sistemas. Análise de sistemas utilizando o lugar das raízes. Análise de sistemas pelo método da resposta em frequência e pelo critério de Nyquist. Identificação de sistemas. Ações de controle básicas: proporcional, integral e derivativa. Projeto de compensadores para sistemas de controle através do lugar das raízes. Projeto de compensadores para sistemas de controle pela resposta em frequência. Introdução aos controladores P, PI, PD e PID.

OBJETIVOS
-----------

**Geral**

- Aplicar conceitos de Sistemas de Controle para a análise e desenvolvimento de sistemas no campo de automação e controle.

**Específicos**

- Descrever os conceitos básicos relativos aos sistemas de controle em malha aberta e malha fechada.
- Compreender a representação matemática de sistemas de controle, no domínio de Laplace, a partir de sistemas físicos reais.
- Compreender a representação matemática de sistemas de controle, por variáveis de estado, a partir de sistemas físicos reais.
- Entender a relação entre os sistemas de controle no domínio de Laplace e no domínio do tempo (variáveis de estado).
- Compreender os conceitos de polos e zeros, erro de regime permanente e estabilidade.
- Identificar a resposta de sistemas de primeira e de segunda ordem.
- Descrever os requisitos de desempenho para os sistemas de primeira e de segunda ordem.
- Identificar os sistemas de ordem superior e relacionar as suas respostas com os sistemas de primeira e segunda ordem.
- Aplicar os critérios de estabilidade na análise de sistemas de controle.
- Analisar os sistemas de controle pela técnica do lugar das raízes e pela técnica da resposta em frequência.
- Compreender as ações básicas de controle: proporcional, integral e derivativa.
- Projetar compensadores/controladores pelo método do lugar das raízes.
- Projetar compensadores/controladores pelo método da resposta em frequência.





**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA**

- Analisar a estabilidade de sistemas de controle pelo critério de Nyquist.
- Identificar as ações de controle básicas, bem como as derivadas (PI, PD e PID).
- Projetar sistemas de controle através dos requisitos de desempenho, utilizando as técnicas trabalhadas ao longo da disciplina.

**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

- I. Introdução aos sistemas de controle.
  1. Exemplos de sistemas de controle.
  2. Componentes básicos de um sistema de controle.
  3. Controle de malha fechada versus controle de malha aberta.
  4. Projeto de sistemas de controle.
- II. Modelagem matemática de sistemas de controle.
  1. Função de transferência e de resposta impulsiva.
    - a. Revisão das transformadas de Laplace.
      - i. Transformada Inversa de Laplace unilateral: degrau, rampa, impulso unitário, senóide.
      - ii. Propriedades da transformada de Laplace.
      - iii. A transformada inversa de Laplace por expansão em frações parciais.
      - iv. Teorema do Valor Final.
    - b. Função de transferência e resposta em frequência.
    - c. Polos e Zeros.
  2. Sistemas de controle automático.
    - a. Ação de controle Proporcional.
    - b. Ação de controle Integral.
    - c. Ação de controle Proporcional-Integral.
    - d. Ação de controle Proporcional-Derivativo.
    - e. Ação de controle Proporcional-Integral-Derivativo.
  3. Introdução à representação de equações diferenciais no espaço de estados.
  4. Linearização de modelos matemáticos não lineares.
  5. Modelagem matemática de sistemas elétricos e mecânicos.
- III. Análise da resposta transitória e em regime estacionário.
  1. Sistemas de primeira ordem.
  2. Sistemas de segunda ordem.
  3. Sistemas de ordem superior.
  4. Análise de resposta transitória com ferramenta computacional (Ex: Matlab).
  5. Análise da estabilidade de sistemas e critério de estabilidade de Routh-Hurwitz.
  6. Efeitos das ações de controle integral e derivativo no desempenho dos sistemas.
  7. Erros estacionários em sistemas de controle com realimentação unitária.
  8. Diagramas de blocos e simplificação.
- IV. Análise e projeto de sistemas pelo método do lugar das raízes.
  1. Gráfico do lugar das raízes.
  2. Desenhando o gráfico do lugar das raízes com ferramenta computacional (Ex: Matlab).
  3. Gráfico do lugar das raízes para sistemas com realimentação positiva.
  4. Abordagem do lugar das raízes no projeto de sistemas de controle.
  5. Compensação por avanço de fase.
  6. Compensação por atraso de fase.
  7. Compensação por atraso e avanço de fase.
  8. Compensação em paralelo.





**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA**

- V. Análise e projeto de sistemas de controle pelo método da resposta em frequência
1. Diagramas de Bode.
  2. Diagramas polares.
  3. Diagramas de módulo em dB e de ângulo de fase.
  4. Critério de estabilidade de Nyquist.
  5. Análise de estabilidade.
  6. Análise de estabilidade relativa.
  7. Resposta em frequência de malha fechada de sistemas com realimentação.
  8. Determinação experimental de funções de transferência.
  9. Projeto de sistemas de controle pela resposta em frequência.
  10. Compensação por avanço de fase.
  11. Compensação por atraso de fase.
  12. Compensação por atraso e avanço de fase.

**METODOLOGIA DE ENSINO**

A apresentação do conteúdo dar-se-á mediante aulas teóricas e práticas, apoiadas em recursos audiovisuais e computacionais, bem como estabelecendo um ensino-aprendizagem significativo. Aplicação de trabalhos individuais, apresentações de seminários e lista de exercícios.

**RECURSOS DIDÁTICOS**

- ☒ Quadro  
☒ Projetor  
☒ Vídeos/DVDs  
☒ Periódicos/Livros/Revistas/Links  
☐ Equipamento de Som  
☒ Laboratório  
☒ Softwares: Scilab, Matlab, Simulink  
☒ Outros: Apresentação de seminário e produção de artigo.

**CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO**

- Avaliações escritas;
- Relatórios de algumas atividades práticas;
- Trabalhos individuais e em grupo (listas de exercícios, pesquisas, seminários);
- O processo de avaliação é contínuo e cumulativo;
- O aluno que não atingir 70% do desempenho esperado fará Avaliação Final.
- O resultado final será composto do desempenho geral do aluno.

**BIBLIOGRAFIA**

**Bibliografia Básica:**

OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.  
FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A. Sistemas de Controle para Engenharia. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.  
NISE, N. S. Engenharia de Sistemas de Controle. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.  
CASTRUCCI, P. B. DE L.; BITTAR, A.; SALES, R. M. Controle Automático. 1a. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2011.





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

Bibliografia Complementar:

DORF, R. C.; BISHOP, R. H. Sistemas de Controle Moderno. 12 ed., Rio de Janeiro: LTC, 2013.  
BAZANELLA, A. S.; SILVA JUNIOR, J. M. G. DA. Sistemas de controle: princípios e métodos de projeto. 1a. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.  
PENEDO, S. R. M. Sistemas de Controle – Matemática Aplicada a Projetos. 1 ed. São Paulo: Érica. 2014  
LEONARDI, F.; MAYA, P. A. Controle Essencial. 1.ed. Pearson: 2011.  
HAYKIN, S. S.; VEEN, B.V. Sinais e Sistemas, 1 ed., Porto Alegre: Bookman, 2002.  
MORAIS, V.; VIEIRA, C. Matlab Curso Completo. 1. ed. Editora FCA, 2013.  
CHAPMAN, S. J. Programação em Matlab para Engenheiros. 2. ed. 2011. 432 p.

OBSERVAÇÕES
-------------



**INSTITUTO FEDERAL**  
**PARAÍBA**  
Campus Cajazeiras

Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis,  
Cajazeiras, PB, 58900-000  
Fone: 3532-4160  
campus\_cajazeiras@ifpb.edu.br