



Curso: **ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**

OBJETIVOS

Apresentar a formulação matemática os conceitos fundamentais da teoria de controle clássico e moderno.

| DISCIPLINA: | PERÍODO | C.H. Semanal: | C.H. Total: |
|-------------------------|-----------|---------------|-------------|
| Controle Moderno | 6º | 4h | 80h |

PRÉ-REQUISITO (S)

Modelagem e Simulação de Sistemas Dinâmicos

C. H. Teórica: 56 h

C. H. Prática: 24 h

CONTEUDO PROGRAMÁTICO

1. Introdução aos sistemas de controle
 - 1.1 Cenário das aplicações de sistemas de controle;
 - 1.2 Exemplos de sistemas de controle;
 - 1.3 Controle de malha fechada versus controle de malha aberta.
2. Análise de resposta transitória e de regime estacionário
 - 2.1 Sistemas de primeira ordem;
 - 2.2 Sistemas de segunda ordem;
 - 2.3 Sistemas de ordem superior;
 - 2.4 Análise de resposta transitória através de simulações;
 - 2.5 Critério de estabilidade de Routh;
 - 2.6 Efeitos das ações de controle integral e derivativo no desempenho dos sistemas;
 - 2.7 Erros estacionários em sistemas de controle com realimentação unitária.
3. Análise do lugar das raízes
 - 3.1 Gráfico do lugar das raízes;
 - 3.2 Regras gerais para construção do lugar das raízes;
 - 3.3 Desenhando o gráfico de lugares das raízes através de simulações computacionais;
 - 3.4 Sistema com realimentação positiva;
 - 3.5 Sistemas condicionalmente estáveis;
 - 3.6 Lugar das raízes para sistemas com retardo de transporte.
4. Projetos de sistemas de controle pelo método do lugar das raízes
 - 4.1 Considerações preliminares do projeto;
 - 4.2 Compensação por avanço de fase;
 - 4.3 Compensação por atraso de fase;
 - 4.4 Compensação por avanço de fase;
 - 4.5 Compensação em paralelo.
5. Análise de resposta em frequência
 - 5.1 Diagramas de Bode;
 - 5.2 Construção do diagrama de Bode com simuladores computacionais;
 - 5.3 Diagramas polares;
 - 5.4 Construção do diagrama de Nyquist através de simulação;
 - 5.5 Diagramas de módulo em dB versus ângulo de fase;

- 5.6 Critério de estabilidade de Nyquist;
- 5.7 Análise de estabilidade;
- 5.8 Estabilidade relativa;
- 5.9 Resposta em frequência em malha fechada de sistemas com realimentação unitária;
- 5.10 Determinação experimental de funções de transferência.
- 6. Projeto de sistemas de controle pela resposta em frequência
 - 6.1 Compensação por avanço de fase;
 - 6.2 Compensação por atraso de fase;
 - 6.3 Compensação por atraso e avanço de fase.
- 7. Controle PID e sistemas de controle com dois graus de liberdade
 - 7.1 Regras de sintonia para controladores PID;
 - 7.2 Abordagem computacional na obtenção de conjuntos ótimos de valores de parâmetros;
 - 7.3 Variantes dos esquemas de controle PID;
 - 7.4 Controle com dois graus de liberdade;
 - 7.5 Abordagem por alocação de zeros para a melhoria das características de resposta.
- 8. Análise de sistemas de controle no espaço de estados
 - 8.1 Representação de funções de transferência no espaço de estados;
 - 8.2 Transformação de modelos de sistemas através de simulação;
 - 8.3 Resolvendo a equação de estado invariante no tempo;
 - 8.4 Controlabilidade;
 - 8.5 Observabilidade.
- 9. Projetos de sistemas de controle no espaço de estados
 - 9.1 Alocação de pólos;
 - 9.2 Projeto de servossistemas;
 - 9.3 Observadores de estado;
 - 9.4 Projetos de sistemas reguladores com observadores;
 - 9.5 Projetos de sistemas de controle com observadores;
 - 9.6 Sistemas reguladores quadráticos ótimos.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. OGATA, K., **Engenharia de Controle Moderno**. Editora Moderna. Pearson – Prentice Hall, 5ª edição, São Paulo 2010. ISBN 978-85-7605-810-6.
2. DORF, BISHOP., **Sistemas de Controle Moderno**. LTC Editora, 2002.
3. MAYA, P. A. e FABRIZIO, L. **Controle Essencial**. Pearson Prentice Hall, São Paulo 2011. **ISBN:** 857605700x. **ISBN-13:** 978-85-7605-700-0

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. OLIVEIRA, V. A., AGUIAR, M. L., VARGAS, J. B. **Sistemas de Controle – aulas de laboratório**. São Carlos: EESC/USP, 2005. ISBN 85-85205-49-0.
2. BOLTON, William. **Mecatrônica – Uma Abordagem Multidisciplinar**. 4ª edição, Porto Alegre, 2010. ISBN 978-85-7780-657-7.