



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Faculdade de Engenharia Mecânica

Rodovia BR 050, KM 78, Bloco 1D, 2º andar - Bairro Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 2512-6779/6778 - www.mecanica.ufu.br - femec@mecanica.ufu.br



PLANO DE ENSINO

1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	Controle de Sistemas Lineares				
Unidade Ofertante:	FEMEC				
Código:	42060	Período/Série:	6º	Turma:	V*
Carga Horária:				Natureza:	
Teórica:	60	Prática:	15	Total:	75
Professor(A):	Pedro Assis			Ano/Semestre:	2025/1
Observações:					

2. EMENTA

Conceitos fundamentais: Sistemas lineares, linearização, diagrama de blocos e diferenças entre as estruturas de controle em malha aberta e fechada. Aplicações industriais. Função de transferência. Polos e zeros Estabilidade de sistemas dinâmicos. Método do lugar geométrico das raízes (LGR). Técnicas de projeto de controlador no LGR. Controlador Proporcional-Integral-Derivativo. Resposta em frequência de sistemas lineares. Diagramas de Bode e de Nyquist. Análise e projeto de controladores utilizando a resposta em frequência. Representação de sistemas no espaço de estados. Projeto de controlador e observador no espaço de estados.

3. JUSTIFICATIVA

Segundo o Projeto Pedagógico do Curso – PPC (página 33) um dos objetivos do curso é “Fornecer uma formação multidisciplinar contemplando os conceitos básicos das várias áreas afeitas à engenharia mecânica, eletroeletrônica e computação incluindo, microprocessadores, controle de máquinas e processos via computador”. Portanto, a presente disciplina é de fundamental importância para que o estudante entenda como é feito o controle de processos, base importante para a futura atuação do engenheiro mecatrônico na área de automação Industrial e de controle.

4. OBJETIVO

Objetivo Geral:

Fornecer ao estudante um conhecimento fundamental da área de controle de sistemas lineares a tempo contínuo envolvendo a teoria de controle clássico e moderno.

Objetivos Específicos:

Projetar sistemas de controle automático para aplicação em sistemas mecânicos e eletromecânicos utilizando o Lugar Geométrico das Raízes (LGR), a resposta em frequência e a representação no espaço de estados. Empregar ferramentas computacionais para simular a operação de sistemas em malha fechada. Aplicar estes conhecimentos em sistemas lineares reais de modo a atingir os requisitos de projeto.

5. PROGRAMA

7. PROGRAMA DE AULAS TEÓRICAS

Data	Conteúdo
10/06/25	<p>Introdução sobre sistemas de controle automático: Histórico. Aplicações. Definição do que é um problema de controle e dos elementos envolvidos.</p> <p>Apresentação do plano de curso.</p> <p>Instruções para elaboração do projeto final.</p>
13/06/25	<p>Sistemas lineares, não lineares e linearização.</p> <p>Sistemas variantes e invariantes no tempo.</p> <p>Início de revisão sobre Transformada de Laplace.</p>
17/06/25	<p>Transformada Inversa de Laplace. Expansão em frações parciais.</p> <p>Resolução de equações diferenciais.</p>
20/06/25	<p>Definição de função de transferência.</p> <p>Diagramas de blocos.</p> <p>Sistemas de controle automático em malha aberta e fechada.</p> <p>Comparação entre sistemas em malha aberta e fechada.</p>
24/06/25	<p>O conceito de estabilidade.</p> <p>A relação entre a resposta dinâmica e a localização dos polos.</p>

27/06/25	Análise de sistemas lineares no domínio do tempo. Análise da resposta de sistemas de 1 ^a ordem à entradas degrau e rampa.
01/07/25	Análise da resposta de sistemas de 2 ^a ordem à entrada degrau. Relação entre a localização polos do sistema no plano complexo e a resposta temporal.

Questionário sobre as aulas anteriores (04/07/25)

08/07/25	Tipos de sistema. Erro de regime estacionário. Ajuste de ganho para adequação de tal erro.
11/07/25	Método do Lugar Geométrico das Raízes. Posicionamento de polos e zeros. Polos dominantes.
15/07/25	Ajuste de ganho proporcional utilizando o LGR. Projetos de compensadores simples a partir do LGR.
18/07/25	Projeto de compensadores por avanço e/ou atraso de fase no LGR.

Questionário sobre as aulas anteriores (22/07/255)*

25/07/25	Controle PID: composição. Regras de sintonia para controladores PID.
----------	--

29/07/25	Resposta em frequência de sistemas lineares. Diagrama de Bode.
01/08/25	Margens de estabilidade relativa. Critérios de desempenho do sistema no domínio da frequência. Ajuste de ganho no domínio da frequência.
05/08/25	Diagrama de módulo em dB x ângulo de fase. Carta de Nichols-Black.
08/08/25	Projeto de compensadores por avanço e/ou atraso de fase utilizando a resposta em frequência.
12/08/25	Diagrama polar. Princípio do argumento. Critério de estabilidade de Nyquist – parte 1.
19/08/25	Critério de estabilidade de Nyquist – parte 2.
Questionário sobre as aulas anteriores (22/08/25)	
26/08/25	Representação de sistemas no espaço de estados. Relação entre o espaço de estados e a função de transferência.

29/08/25	Projeto de controlador por realimentação de estados. Controlabilidade de sistemas lineares.
02/09/25	Observadores de estado e observabilidade. Regras para ajuste de observadores de estado.
05/09/25	Palestra Dr. Felipe Machini (Airbus). Formato: Remoto
09/09/25	Projeto de sistemas reguladores com observadores de estado. Princípio da superposição.
09/09/25	Projeto de sistemas controladores com observadores de estado.
Questionário sobre as aulas anteriores (12/09/25)	
Reposição de provas (16/09/25)	
Término do prazo para entrega do projeto final (12/09/25)	
Prova substitutiva* (23/09/25)	

7. PROGRAMA DE AULAS PRÁTICAS				
Turmas/Datas				Conteúdo
VA - Mec e Aero - Seg.	VB - Mec e Aero - Seg.	VC - Mec e Aero - Seg.	VD - Mec e Aero - Seg.	
23/06/25	16/06/25	27/06/25	20/06/25	Introdução à programação em Arduino.
07/07/25	30/06/25	11/07/25	04/07/25	Verificação das vantagens da realimentação.

21/07/25	14/07/25	25/07/25	18/07/25	Ensaios com sistemas de primeira e segunda ordem.
04/08/25	28/07/25	08/08/25	01/08/25	Projeto de controle utilizando o LGR para sistemas instáveis.
18/08/25	11/08/25	22/08/25	29/08/25	Controlador PID.
01/09/25	25/08/25	05/09/25	12/09/25	Identificação e projeto de controlador utilizando a resposta em frequência.
15/09/25	08/09/25	19/09/25	19/09/25	Projeto de controlador e de observador utilizando o espaço de estados.

6. METODOLOGIA

5.1. DESCRIÇÃO DE ATIVIDADES

O curso será composto por aulas teóricas e práticas, e outras tarefas. A Tabela 1 detalha como será ministrado o curso.

Tabela 1 – Descrição de atividades do curso.

Tipo de atividade	Descrição
Aulas teóricas	Aulas para apresentação do conteúdo e resolução de exemplos
Aulas práticas	Experimentos para ilustração de conceitos com auxílio de roteiro e códigos preenchidos parcialmente. Tais aulas serão realizadas com auxílio de um Arduino
Outras tarefas	Resolução de exercícios, estudos individuais e realização projeto final

5.2 AVALIAÇÃO E ASSIDUIDADE

A avaliação do aproveitamento do curso será composta por realização de questionários, projeto final e atividades em aulas práticas. A pontuação de cada atividade é detalhada na Seção 6. Haverá uma prova substitutiva, cujo detalhamento encontra-se na próxima seção.

Informações adicionais:

1. Os questionários serão realizados nas datas apontadas na Seção 7.

A assiduidade será verificada por meio de chamadas orais no início e no final da aula.

5.3 PROVA SUBSTITUTIVA

No horário de aula, na data apontada na Seção 7, será aplicada uma prova substitutiva. A nota de tal prova substituirá **dois questionários de pior nota (ou o que for mais vantajoso para o discente)**. O conteúdo de tal prova será **toda matéria ministrada no curso**.

Somente poderão fazer a prova substitutiva discentes com nota final menor que 60 pontos.

7.

AVALIAÇÃO

A tabela a seguir mostra a distribuição dos pontos da disciplina.

Tabela 3 – Pontuação no sistema de avaliação

Item de avaliação	Quantidade	Valor unitário	Valor total do item	Obs.
Questionário	4	19	76	Individual

Projeto final	1	10	10	Grupo de 4 discentes
Atividade de aula prática*	7	2	14	-
TOTAL			100	

* Não haverá reposição de aulas práticas.

8. BIBLIOGRAFIA

BÁSICA

OGATA, K. **Engenharia de controle moderno.** 5^a ed. São Paulo: Pearson, 2011. 824 p.

NISE, N. S. **Engenharia de sistemas de controle.** 5^a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 706 p.

FRANKLIN, G F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A. **Sistemas de controle para engenharia.** 6^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 702 p.

COMPLEMENTAR

DORF, R. C.; BISHOP, R. H. **Sistemas de controle modernos.** 8^a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. 659 p.

DISTEFANO, Joseph J.; STUBBERUD, Allen R.; WILLIAMS, Ivan J. **Feedback and control systems.** McGraw-Hill Education, 2012.

D'AZZO, John Joachim; HOUPIS, Constantine Dino. **Linear control system analysis and design: conventional and modern.** McGraw-Hill Higher Education, 1995.

KUO, Benjamin C.; GOLNARAGHI, Farid. **Automatic control systems.** Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1995.

DOYLE, John C.; FRANCIS, Bruce A.; TANNENBAUM, Allen R. **Feedback control theory**. Courier Corporation, 2013.

ASSUNÇÃO, E.; TEIXEIRA, M. **Controle Linear I. Parte A - Sistemas Contínuos no Tempo**. 2013. Acessado em 2020. Link para acesso:
<https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/lpc1672/apostila-de-controle-linear-i.pdf>

9. APROVAÇÃO

Aprovado em reunião do Colegiado realizada em: ____/____/____

Coordenação do Curso de Graduação: _____



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Augusto Queiroz de Assis, Professor(a) do Magistério Superior**, em 24/06/2025, às 14:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6449274** e o código CRC **6C9FABC3**.

Referência: Processo nº 23117.042791/2025-08

SEI nº 6449274