



## PLANO DE ENSINO

### 1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	Controle de Sistemas Lineares					
Unidade Ofertante:	FEMEC					
Código:	42060	Período/Série:	6°	Turma:	V*	
Carga Horária:			Natureza:			
Teórica:	60	Prática:	15	Total:	75	Obrigatória( ) / Optativa( )
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

<b>Data</b>	<b>Conteúdo</b>
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	<p>Análise de sistemas lineares no domínio do tempo.</p> <p>Análise da resposta de sistemas de 1ª ordem à entradas degrau e rampa.</p>
01/07/25	<p>Análise da resposta de sistemas de 2ª ordem à entrada degrau.</p> <p>Relação entre a localização polos do sistema no plano complexo e a resposta temporal.</p>
<b>Questionário sobre as aulas anteriores (04/07/25)</b>	
08/07/25	<p>Tipos de sistema. Erro de regime estacionário.</p> <p>Ajuste de ganho para adequação de tal erro.</p>
11/07/25	<p>Método do Lugar Geométrico das Raízes. Posicionamento de polos e zeros. Polos dominantes.</p>
15/07/25	<p>Ajuste de ganho proporcional utilizando o LGR.</p> <p>Projetos de compensadores simples a partir do LGR.</p>
18/07/25	<p>Projeto de compensadores por avanço e/ou atraso de fase no LGR.</p>
<b>Questionário sobre as aulas anteriores (22/07/255)*</b>	
25/07/25	<p>Controle PID: composição. Regras de sintonia para controladores PID.</p>

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.
<b>Questionário sobre as aulas anteriores (22/08/25)</b>	
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.
<b>05/09/25</b>	<b>Palestra Dr. Felipe Machini (Airbus). Formato: Remoto</b>
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.
<b>Questionário sobre as aulas anteriores (12/09/25)</b>	
<b>Reposição de provas (16/09/25)</b>	
<b>Término do prazo para entrega do projeto final (12/09/25)</b>	
<b>Prova substitutiva* (23/09/25)</b>	

<b>7. PROGRAMA DE AULAS PRÁTICAS</b>				
<b>Turmas/Datas</b>				<b>Conteúdo</b>
<b>VA - Mec e Aero - Seg.</b>	<b>VB - Mec e Aero - Seg.</b>	<b>VC - Mec e Aero - Seg.</b>	<b>VD - Mec e Aero - Seg.</b>	
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.

<b>21/07/25</b>	14/07/25	25/07/25	18/07/25	Ensaio 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	<b>19/09/25</b>	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.

<b>Tipo de atividade</b>	<b>Descrição</b>
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	-
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>	

\* Não haverá reposição de aulas práticas.

## 8. BIBLIOGRAFIA

### BÁSICA

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

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

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

### COMPLEMENTAR

DORF, R. C.; BISHOP, R. H. **Sistemas de controle modernos**. 8ª 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; HOUPIIS, 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](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