



# 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](http://www.mecanica.ufu.br) - [femec@mecanica.ufu.br](mailto:femec@mecanica.ufu.br)



## PLANO DE ENSINO

### 1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	Controle Digital de Sistemas				
Unidade Ofertante:	FEMEC				
Código:	FEMEC42071	Período/Série:	7º	Turma:	V*
Carga Horária:				Natureza:	
Teórica:	45	Prática:	15	Total:	60
Professor(A):	Pedro Assis			Ano/Semestre:	2025/1
Observações:					

### 2. EMENTA

Processos e sistemas a discretos: modelagem e princípios de identificação de processos, dinâmica, análise e síntese de sistemas realimentados. Controladores e reguladores industriais. Implementação de controladores digitais. Técnicas e ferramentas de análise, simulação e projeto de controladores industriais. Introdução a Sistemas Embarcados.

### 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 discente entenda como a implementação de sistemas de controle analógico pode ser realizada por meio de dispositivos digitais. Mais ainda, os efeitos da amostragem são discutidos e os cenários nos quais um controlador analógico pode ser implementado digitalmente sem perdas significativas de desempenho são estudados. Por fim, métodos de projeto diretamente no domínio discreto utilizando a Transformada Z e a representação no espaço de estados são apresentados.

### 4. OBJETIVO

#### Objetivo Geral:

Estudar a implementação de sistemas de controle utilizando dispositivos digitais.

#### Objetivos Específicos:

Mostrar como um controlador analógico pode ser implementado digitalmente (emulação). Discutir os efeitos da amostragem. Apresentar como a escolha do período de amostragem influencia no desempenho da planta e fatores que limitam inferiormente e superiormente esse período. Projetar controladores diretamente no tempo discreto utilizando a Transformada Z e a representação no espaço de estados. Aplicar os conceitos estudados em aulas práticas.

## 5. **PROGRAMA**

## 7.1. PROGRAMA DE AULAS TEÓRICAS

Data	Conteúdo
12/06/25	Introdução ao curso. Conceitos fundamentais: Modelo matemáticos, estabilidade, função de transferência. Apresentação do Plano de Ensino.
26/06/25	Sistemas discretos. Equação a diferenças. Transformada Z.
03/07/25	Função de transferência discreta. Relação entre plano $s$ e $z$ . Estabilidade de sistemas de controle digital. Critério de estabilidade de Jury.
10/07/25	Representação discreta do conjunto: D/A – Processo – A/D. Efeitos da amostragem. Teorema da amostragem.
17/07/25	Projeto de controladores por emulação: Mapeamento de polos e zeros, Integração numérica, Equivalente por seguidor de ordem zero.
24/07/25	Características de desempenho transitório no plano $Z$ . Erro de regime permanente.

	Lugar Geométrico das Raízes (LGR). Projeto no domínio Z utilizando o LGR.
31/07/25	
07/08/25	<b>Provinha 1.</b>
14/08/25	<b>Prova 1.</b>
21/08/25	Representação de sistemas no espaço de estados. Transformação linear. Sistemas discretos em espaço de estados. Relação entre função de transferência e a forma do espaço de estados.
28/08/25	Projeto realimentação de estados. Projeto de observador de estados. Combinação entre regulador e observador de estados.
04/09/25	Introdução de referências constantes.
<b>TDE</b>	<b>Provinha 2.</b>
11/09/25	<b>Prova 2.</b>
<b>À combinar</b>	<b>Reposição de provas.</b>
18/09/25	<b>Prova substitutiva.</b>

## 7.2. PROGRAMA DE AULAS PRÁTICAS

<b>Data</b>	
-------------	--

<b>VA</b>	<b>VB</b>	<b>Conteúdo</b>
25/06/25	25/06/25	Introdução à utilização do Arduino.
09/07/25	09/07/25	Simulação numérica de sistemas de controle.
23/07/25	23/07/25	Emulação de controladores analógicos.
06/08/25	06/08/25	Implementação de PID a tempo discreto
20/08/25	20/08/25	Projeto de controlador no LGR a tempo discreto.
03/09/25	03/09/25	Emulação de realimentação de estados.
17/09/25	17/09/25	Projeto de sistema de controle no espaço de estados a tempo discreto.

## 6. **METODOLOGIA**

### **5.1. DESCRIÇÃO DE ATIVIDADES E DIVISÃO DE CARGAS HORÁRIAS**

O curso será composto por aulas teóricas e práticas. 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 Arduino UNO

## 5.2 AVALIAÇÃO E ASSIDUIDADE

A avaliação do aproveitamento do curso será composta por realização de questionários e atividades de aulas práticas. A pontuação de cada atividade é detalhada na Seção 6. Haverá uma prova substitutiva, que será detalhada a seguir.

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

## 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 a pior nota de prova**. O conteúdo será toda matéria ministrada no curso.

**Somente poderão fazer a prova substitutiva discentes com nota final menor que 60 pontos. Quem for aprovado por meio dessa prova ficará com nota final 60 pontos.**

## 7.

## AVALIAÇÃO

O sistema de avaliação consiste de provas e provinhas. A tabela a seguir mostra a distribuição dos 100 pontos:

Tabela 1 – Pontuação no sistema de avaliação

Item de avaliação	Qtd.	Valor unitário	Valor total do item	Obs.

Prova	2	30	60	Individual
Provinha	2	8,5	17	Grupo de 2 discentes
Atividades de programação	6	1,5	9	Grupo de 2 discentes
Atividade de aula prática	7	2	14	-
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>		

\* Não haverá reposição de aulas práticas.

## 8. BIBLIOGRAFIA

### BÁSICA

FRANKLIN, G F.; POWELL, J. D.; WORKMAN, M. **Digital Control of Dynamic Systems**. 3<sup>a</sup> ed. Menlo Park: Addison-Wesley , 1998.

OGATA, K. **Discrete-time Control Systems**. 2<sup>a</sup> ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1994.

FADALI, M. S.; VISIOLI, A. **Digital Control Engineering - Analysis and Design**. 2<sup>a</sup> ed. Amsterdam: Elsevier, 1995.

### COMPLEMENTAR

HEMERLY, E. M. **Controle por Computador de Sistemas Dinâmicos**. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Blucher, 2000.

ASSUNÇÃO, E. **Controle Digital**. 1<sup>a</sup> ed. Ilha Solteira: 2013. Departamento de Engenharia Elétrica. UNESP.

ÅSTRÖM, Karl J.; WITTENMARK, Björn. **Computer-controlled systems: theory and design**. Courier Corporation, 2013.

FRIEDLAND, Bernard. ***Control system design: an introduction to state-space methods.*** Courier Corporation, 2012.

PHILLIPS, Charles L.; NAGLE, H. Troy. ***Digital control system analysis and design.*** Prentice Hall Press, 2007.

## 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 14:14, 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 **6449318** e o código CRC **E0E64761**.

---

**Referência:** Processo nº 23117.042791/2025-08

SEI nº 6449318