



Universidade Federal  
de São João del-Rei

## COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA MECATRÔNICA

### PLANO DE ENSINO

Disciplina: <b>Controle Digital de Sistemas Dinâmicos</b>		Período: <b>8º</b>	Currículo: <b>2010</b>		
Docente Responsável: <b>Edgar Campos Furtado</b>		Unidade Acadêmica: <b>DETEM</b>			
Pré-requisito: <b>Controle de Sistemas Dinâmicos</b>		Co-requisito: <b>não há</b>			
C.H. Total: <b>72</b>	C.H. Prática: <b>0</b>	C.H. Teórica: <b>72</b>	Grau: <b>Bacharelado</b>	Ano: <b>2024</b>	Semestre: <b>2</b>

#### EMENTA

Introdução aos sistemas a tempo discreto e representação matemática (Transformada  $Z$ , equações a diferenças, espaço de estado). Sistemas discretos em malha aberta e em malha fechada. Resposta temporal e técnicas de análise de estabilidade de sistemas discretos. Projeto de controladores digitais. Controle ótimo linear-quadrático. Efeitos de quantização. Implantação de sistemas de controle e automação industrial. Critérios de desempenho, caracterização e sintonia de controladores industriais.

#### OBJETIVOS

Ao final do curso o aluno será capaz de compreender os conceitos fundamentais da teoria do controle moderno aplicada aos sistemas a tempo discreto.

#### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

	T	P
<b>1 - Introdução:</b> Definições e conceitos em controle de sistemas a tempo discreto: Malha Aberta, Malha Fechada, e realimentação de sinais.	02	0
<b>2 – Representação matemática de sistemas a tempo discreto:</b> Transformada $Z$ e propriedades; Transformada $Z$ inversa; Equações a diferenças: representação e soluções; Diagramas de simulação e de Fluxo de Sinal; Espaço de Estados; Função de Transferência.	08	0
<b>3 – Amostragem e reconstrução de sinais contínuos no tempo:</b> Sistemas de controle amostrados; Amostrador ideal; Transformada Estrela: propriedades, análise espectral e relação com transformada $Z$ ; Reconstrução de sinais amostrados.	08	0
<b>4 – Sistemas de controle a malha aberta (MA) a tempo discreto:</b> Função de transferência pulsada; Filtros digitais em sistemas de controle a MA; Sistemas com atraso de tempo: Transformada $Z$ modificada; Modelos em espaço de estados.	10	0
<b>5 – Sistemas de controle a malha fechada (MF) a tempo discreto:</b> Influência da posição do amostrador e do reconstrutor do sinal; Procedimento para análise da relação entrada/saída.	08	0
<b>6 – Características da resposta de sistemas a tempo discreto:</b> Resposta temporal: comparação sistemas de 1ª e 2ª ordens a tempo contínuo e discreto; Equação característica; Mapeamento plano $S$ no plano $Z$ ; Regime permanente: análise de erro.	10	0
<b>7 – Técnicas de análise de estabilidade a tempo discreto:</b> Conceito de estabilidade; Transformação Bilinear; Critério de Routh-Hurwitz; Teste de Jury; Lugar das Raízes; Critério de Nyquist; Diagrama de Bode; Análise da resposta em frequência.	12	0
<b>8 – Projeto de Controladores Digitais:</b> Especificações de projeto; Síntese de compensadores no plano $Z$ e na frequência: avanço, atraso, avanço-atraso; Implementação numérica de integradores e diferenciadores. Projeto PID.	14	0
<b>TOTAL:</b>	<b>72</b>	<b>0</b>

## METODOLOGIA DE ENSINO

A metodologia de ensino será baseada em aulas expositivas, simulações computacionais, videoaulas dos conteúdos e de exercícios no canal do youtube do docente, e trabalhos em grupo.

## CONTROLE DE FREQUÊNCIA E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Os alunos serão avaliados por três provas teóricas e por trabalhos em grupo, como segue:

- Prova P<sub>1</sub>, abrangendo os itens de 01 a 03 da ementa, sem consulta. Valor: 30 pontos;
- Prova P<sub>2</sub>, abrangendo os itens 04 a 06 da ementa, sem consulta. Valor: 30 pontos;
- Prova P<sub>3</sub>, abrangendo os itens de 07 e 08 da ementa, sem consulta. Valor: 30 pontos;
- Trabalhos individuais e/ou em grupo sobre os itens da ementa. Valor: 10 pontos;
- Prova Substitutiva (itens 01 a 08), sem consulta. Valor: 30 pontos.

Outras informações: Portal Intranet da unidade curricular. O controle de frequência se dará por meio de chamada nominal dos discentes ao final da aula e/ou coleta de assinaturas em lista de alunos da disciplina.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. PHILLIPS, C.L. e NAGLE Jr., H.T. *Digital Control System: Analysis and Design*. 4th Ed. Prentice-Hall, 2007;
2. KUO, B.C. *Digital Control Systems*. 2nd Ed. Oxford University Press, 1997;
3. HEMERLY, E.M. *Controle por Computador de Sistemas Dinâmicos*. 2ª Ed. Edgard Blusher, 2000.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. FRANKLIN, F. F., POWELL, J. D. e WORKMAN, M. L. *Digital Control of Dynamic Systems*. 3rd. Ed. Prentice-Hall, 1997;
2. ÄSTROM, K. J. e WITTERMARK, B. *Computer-Controlled Systems: Theory and Design*. 3rd Ed. Prentice-Hall, 1997;
3. FADALI, M. S. e VISIOLI, A. *Digital Control Engineering: Analysis and Designs*. 2nd Ed. Academic Press, 2012;
4. BARCZAK, C. L.; *Controle Digital de Sistemas Dinâmicos*. Rio de Janeiro: Edgard Blusher, 1995;
5. OPPENHEIM, A. V. e SCHAFFER, R. W. *Discrete-Time Signal Processing*. 3rd Ed. Prentice-Hall, 2009.

Aprovado pelo Colegiado em:     /     /

Docente Responsável

Coordenador do Curso de Eng. Mecatrônica



*Emitido em 03/10/2024*

**PLANO DE ENSINO Nº PE CDS D 2024/2/2024 - CEMEC (12.56)**

**(Nº do Documento: 1346)**

**(Nº do Protocolo: 23122.031970/2024-51)**

*(Assinado digitalmente em 03/10/2024 14:44 )*

**DIEGO RAIMONDI CORRADI**

*COORDENADOR DE CURSO*

*CEMEC (12.56)*

*Matrícula: ###512#4*

*(Assinado digitalmente em 03/10/2024 14:47 )*

**EDGAR CAMPOS FURTADO**

*PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR*

*DETEM (12.17)*

*Matrícula: ###424#4*

Visualize o documento original em <https://sipac.ufsj.edu.br/public/documentos/> informando seu número: **1346**, ano: **2024**, tipo: **PLANO DE ENSINO**, data de emissão: **03/10/2024** e o código de verificação: **529a503575**