



Universidade Federal  
de São João del-Rei

## COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA MECATRÔNICA

### PLANO DE ENSINO

<b>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> 72h	<b>C.H. Síncrona:</b> 28h	<b>C.H. Assíncrona:</b> 44h	<b>Grau:</b> Bacharelado	<b>Ano:</b> 2021	<b>Semestre:</b> 2º

#### 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> Conceitos Iniciais: Definições e conceitos em controle de sistemas dinâmicos a tempo discreto; conversão analógico/digital; microcontroladores/microcomputadores;	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;	8	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 de compensadores PID.	14	0
<b>TOTAL:</b>	<b>72</b>	<b>0</b>

### METODOLOGIA DE ENSINO

O oferecimento da unidade curricular ocorrerá em condições de segurança, em regime remoto.

O curso terá como base as plataformas: Gsuite, da empresa Google, e o portal didático (moodle), disponibilizado pela UFSJ. Essas plataformas são sem ônus para a UFSJ e para o discente. O link para a sala das atividades síncronas, via Google Meeting, será publicado no Portal Didático da UFSJ junto com links para vídeo aulas, atividades avaliativas e outros documentos.

As aulas expositivas serão baseadas em apresentação em slides, vídeos e/ou simulações computacionais.

Foram programadas 28 horas aula de atividades síncronas, com foco no esclarecimento de dúvidas. As atividades síncronas serão gravadas e disponibilizadas aos demais discentes, caso necessário.

Foram previstas 44 horas aula de atividades assíncronas, com foco em estudos dirigidos, leitura orientada, desenvolvimento de projetos, trabalhos em grupo e exercícios individuais.

As avaliações serão baseadas em provas e/ou exercícios individuais e/ou em grupo, sendo disponibilizadas no portal didático da UFSJ. O discente terá, no mínimo, 24 horas para resolver a atividade e devolver também via portal didático. O aluno será informado previamente, pelo e-mail disponibilizado no portal didático, sobre a data e hora de início e término das provas.

### CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Os alunos serão avaliados por três provas teóricas e por exercícios, como segue:

- 1ª Atividade Avaliativa A<sub>1</sub>, abrangendo os itens 01 a 02 da ementa. Valor: 20 pontos;
- 2ª Atividade Avaliativa A<sub>2</sub>, abrangendo os itens 03 a 04 da ementa. Valor: 20 pontos;
- 3ª Atividade Avaliativa A<sub>3</sub>, abrangendo os itens 05 e 06 da ementa. Valor: 30 pontos;
- 4ª Atividade Avaliativa A<sub>4</sub>, abrangendo o item 07 e 08 da ementa. Valor: 30 pontos;
- Atividade Avaliativa Substitutiva A<sub>s</sub>, abrangendo os itens 01 a 08. Valor: 40 pontos.

### CONTROLE DE FREQUÊNCIA

O controle de frequência será feito através da entrega das atividades extracurriculares e da manifestação de presença assíncrona nas plataformas.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

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

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

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

Aprovado pelo Colegiado em     /     /

Docente Responsável

Coordenador do Curso de  
Engenharia Mecatrônica



*Emitido em 19/08/2021*

**PLANO DE ENSINO Nº PE CDSO 2021/2/2021 - CEMEC (12.56)**

**(Nº do Documento: 1048)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 19/08/2021 17:02 )*

**DIEGO RAIMUNDI CORRADI**

*VICE-COORDENADOR - SUBSTITUTO*

*CEMEC (12.56)*

*Matrícula: 2351224*

*(Assinado digitalmente em 19/08/2021 13:52 )*

**EDGAR CAMPOS FURTADO**

*PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR*

*DETEM (12.17)*

*Matrícula: 1742424*

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufsj.edu.br/public/documentos/> informando seu número: **1048**, ano: **2021**, tipo: **PLANO DE ENSINO**, data de emissão: **19/08/2021** e o código de verificação:

**5cbc8106af**