



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS ARARANGUÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE
PLANO DE ENSINO

SEMESTRE 2022.1

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
EES 7374	FUNDAMENTOS DE CONTROLE	03	01	72

HORÁRIO

TURMAS TEÓRICAS	TURMAS PRÁTICAS	MODALIDADE
07653 - 3.1620(2) 5.1620(1)	07653 - 5.1710(1)	Presencial

II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)

CÉSAR CATALDO SCHARLAU (cesar.scharlau@ufsc.br)

III. PRÉ-REQUISITO(S)

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
DEC 7142	Cálculo Numérico em Computadores
EES 7170	Circuitos Elétricos

IV. CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA

Bacharelado em Engenharia de Energia (Turma 07653) e Engenharia de Computação (Turma 08655)

V. JUSTIFICATIVA

O controle de sistemas é uma ferramenta essencial ao Engenheiro de Energia e ao Engenheiro de Computação. Desta forma, esta disciplina introduz ao aluno conceitos fundamentais da teoria de controle clássica, envolvendo a análise de sistemas lineares e o projeto de controladores.

VI. EMENTA

Definição de sistemas de controle. Modelagem matemática de sistemas. Função de transferência. Resposta dinâmica de sistemas lineares. Análise de sistemas por diagramas de blocos. Estabilidade. Erros em Regime Permanente. Lugar Geométrico das Raízes. Resposta em frequência. Critério de estabilidade de Nyquist. Projetos de sistemas de controle com realimentação.

VII. OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Aplicar os conceitos básicos da teoria de controle clássica na análise de sistemas lineares e no projeto de controladores.

Objetivos Específicos:

Para alcançar o objetivo geral, é esperado do aluno:

- Compreender a modelagem de sistemas dinâmicos;
- Aplicar metodologias de análise de sistemas no domínio do tempo e frequência;
- Conhecer os requisitos básicos para sistemas de controle realimentados;
- Empregar os métodos de resposta em frequência para análise de sistemas;
- Utilizar os métodos de projeto de controladores.

VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Conteúdo Teórico:

1. Definição de sistemas de controle
 - 1.1. Malha aberta e malha fechada (realimentação)
2. Modelagem matemática de sistemas dinâmicos
3. Análise de sistemas no domínio do tempo e da frequência
 - 3.1. Transformada de Laplace
 - 3.2. Transformada inversa de Laplace
 - 3.3. Funções de transferência
 - 3.4. Análise de sistemas de primeira e segunda ordem
4. Diagramas de blocos
5. Requisitos básicos para sistemas de controle realimentados
 - 5.1. Estabilidade de sistemas dinâmicos (estabilidade entrada-saída e interna)
 - 5.2. Critério de estabilidade de Routh-Hurwitz
 - 5.3. Erros em regime permanente
 - 5.4. Localização de polos em malha fechada (Diagrama do Lugar Geométrico das Raízes - LGR)
6. Método da resposta em frequência
 - 6.1. Diagrama de Bode (escala logarítmica, módulo e fase, técnicas de construção)
 - 6.2. Diagrama e critério de estabilidade de Nyquist
7. Projeto de compensadores
 - 7.1. Metodologias de projeto empregando Lugar Geométrico das Raízes
 - 7.2. Metodologias de projeto empregando resposta em frequência
 - 7.3. Sintonia de controladores PID (Proporcional, Integral e Derivativo)

IX. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Considerando as características e as especificidades da disciplina, propõem-se uma metodologia de ensino inspirada na sala de aula invertida (*flipped classroom* em inglês). Trata-se de um modelo de ensino que coloca, de fato, o discente como protagonista, aproximando-o dos temas e conteúdo antes mesmo da aula começar.

O processo de aprendizagem será dividido em três momentos:

- a. Antes da aula: o professor disponibiliza, através do Moodle, atalhos para materiais, vídeos e artigos sobre o conteúdo em destaque. Os alunos acessam o conteúdo, sendo instigados a buscar outras bases e ampliar suas visões sobre o tema. As habilidades cognitivas envolvidas nesse momento são recordar e compreender.
- b. Durante a aula: o professor e os alunos realizam atividades. São esclarecidas dúvidas, realizados exercícios, análises e estudos de caso. As atividades podem ser individuais ou em grupos. Habilidades cognitivas: aplicar, analisar, avaliar e criar.
- c. Depois da aula: os alunos revisam o conteúdo e fazem atividades sobre os assuntos tratados em aula. Habilidades cognitivas: recordar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar.

As atividades práticas serão desenvolvidas através de trabalhos e tarefas envolvendo a utilização de programas como, por exemplo, Matlab/Simulink, GNU Octave, etc.

É importante destacar que, tendo em vista a metodologia utilizada nesta disciplina, é recomendável que os alunos reservem um tempo para as atividades a serem realizadas fora do horário de aula.

Horário de atendimento do professor ao estudante: através de videoconferência (BigBlueButton/Conferência Web RNP) por agendamento, preferencialmente nas quartas-feiras, das 14 às 15 horas.

X. METODOLOGIA E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

- A verificação do rendimento escolar compreenderá **frequência e aproveitamento** nos estudos, os quais deverão ser atingidos conjuntamente. Será obrigatória a frequência às atividades correspondentes a cada disciplina, ficando nela reprovado o aluno que não comparecer, no mínimo a 75% das mesmas.
- A nota mínima para aprovação na disciplina será 6,0 (seis). (Art. 69 e 72 da Res. nº 17/CUn/1997).
- O aluno com frequência suficiente (FS) e média das notas de avaliações do semestre entre 3,0 e 5,5 terá direito a uma nova avaliação no final do semestre (REC), exceto as atividades constantes no art.70,§ 2º. A nota será calculada por meio da média aritmética entre a média das notas das avaliações parciais (MF) e a nota obtida na nova avaliação (REC). (Art. 70 e 71 da Res. nº 17/CUn/1997).

$$NF = \frac{MF + REC}{2}$$

- Ao aluno que não comparecer às avaliações ou não apresentar trabalhos no prazo estabelecido será atribuída nota 0 (zero). (Art. 70, § 4º da Res. nº 17/Cun/1997).
- A avaliação da disciplina está sendo planejada através dos seguintes instrumentos:
 - Provas: serão realizadas duas provas regulares durante o semestre, previstas para ocorrer no horário da disciplina.
 - Trabalhos: serão propostos trabalhos envolvendo os tópicos da disciplina.
 - Participação: durante as aulas, será verificada a participação dos alunos através de diferentes modalidades: contribuições próprias (dúvidas, comentários, etc.), respostas corretas para as perguntas efetuadas pelo docente, realização de atividades, etc.
- O cálculo da média final será efetuado de acordo com a seguinte equação:

$$MF = 0,25.P1 + 0,45.P2 + 0,20.MT + 0,10.PA$$

onde:

- P1 – nota da primeira prova;
- P2 – nota da segunda prova;
- MT – média das notas dos trabalhos realizados ao longo do semestre;
- PA – participação durante as aulas.

Observações:

1. As avaliações poderão conter questões objetivas, objetivas mistas e dissertativas.
2. Poderão ser designadas outras atividades para complementar os conteúdos vistos na disciplina. Neste caso, a pontuação dessas atividades será incluída na nota das provas.
3. Será atribuída nota zero para as atividades onde for verificado plágio.
4. Para efeitos de complementação da carga-horária total da disciplina, dentro das semanas letivas previstas pelo Calendário Acadêmico aprovado no CUn, serão incluídas atividades extraclasse e da Semana de Integração Acadêmica da Graduação como carga horária, conforme recomendações da PROGRAD.

Pedido de Nova Avaliação - Art. 74 da Res. nº 17/CUn/97

O aluno, que por motivo de força maior e plenamente justificado, deixar de realizar atividades avaliativas previstas no plano de ensino, deverá fazer o pedido à Chefia do Departamento de Energia e Sustentabilidade (EES), dentro do prazo de 3 (três) dias úteis, apresentando documentação comprobatória. O pedido de Nova Avaliação deve ser formalizado na Secretaria Integrada de Departamentos (SID).

XI. CRONOGRAMA PREVISTO

AULA (semana)	DATA	ASSUNTO
1ª	11/04 a 16/04/22	Semana de Integração Acadêmica da Graduação (PROGRAD).
2ª	18/04 a 23/04/22	Apresentação da disciplina. Definição de sistemas de controle. Dia não letivo (21/04).
3ª	25/04 a 30/04/22	Modelagem de sistemas dinâmicos. Diagrama de blocos.
4ª	02/05 a 07/05/22	Diagrama de blocos. Análise de sistemas no domínio tempo e frequência.
5ª	09/05 a 14/05/22	Análise de sistemas no domínio tempo e frequência.
6ª	16/05 a 21/05/22	Requisitos básicos para sistemas de controle realimentados.
7ª	23/05 e 28/05/22	Requisitos básicos para sistemas de controle realimentados. Diagrama do Lugar Geométrico das Raízes (LGR).
8ª	30/05 a 04/06/22	Diagrama do Lugar Geométrico das Raízes (LGR).
9ª	06/06 a 11/06/22	1ª PROVA (07/06). Projeto de controladores.
10ª	13/06 a 18/06/22	Projeto de controladores. Dia não letivo (16/06).
11ª	20/06 a 25/06/22	Projeto de controladores. Resposta em frequência.
12ª	27/06 a 02/07/22	Resposta em frequência.
13ª	04/07 a 09/07/22	Resposta em frequência.
14ª	11/07 a 16/07/22	Projeto de controladores.
15ª	18/07 a 23/07/22	Projeto de controladores. 2ª PROVA (21/07).

16ª	25/07 a 30/07/22	Divulgação dos resultados. AVALIAÇÃO DE REPOSIÇÃO - Nova Avaliação (28/07).
17ª	01/08 a 03/08/22	REC (02/08).

XII. Feriados e dias não letivos previstos para o semestre 2022.1	
DATA	FERIADOS
03/04	Aniversário da Cidade (Campus de Araranguá)
15/04	Sexta-Feira Santa
21/04	Tiradentes
01/05	Dia do Trabalho
04/05	Dia da Padroeira da Cidade (Campus de Araranguá).
16/06	Corpus Christi

XIII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. NISE, Norman S. Engenharia de sistemas de controle. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, c 2012. xiv, 745 p.
2. DORF, Richard C; BISHOP, Robert H. Sistemas de controle modernos. 12. ed. Rio de Janeiro: LTC, c2013. xx, 814 p.
3. OGATA, Katsuhiko. Engenharia de controle moderno. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003. x, 788 p.

XIV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. MAYA, Paulo Alvaro; LEONARDI, Fabrizio. Controle essencial. São Paulo: Pearson, 2011. xiv, 344 p.
2. CASTRUCCI, Plínio; BITTAR, Anselmo; SALES, Roberto Moura. Controle automático. Rio de Janeiro: LTC, c2011. xv, 476 p.
3. GEROMEL, José Cláudio; KOROGUI, Rubens H. Controle linear de sistemas dinâmicos: teoria, ensaios práticos e exercícios. São Paulo: Blucher, c2011. x, 350 p..
4. GOLNARAGHI, M. F.; KUO, Benjamin C. Sistemas de controle automático. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. xviii, 694 p.
5. GILAT, Amos. MATLAB: com aplicações em engenharia. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. xi, 417 p

Professor(a):

Aprovado pelo Colegiado do Curso em ___/___/___

Presidente do Colegiado: