



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**SISTEMAS DE CONTROLE - EEL 7063**

## **1 CARACTERIZAÇÃO DA DISCIPLINA**

Disciplina obrigatória

## **2 PERÍODO**

2019/2

## **3 CARGA HORÁRIA**

108 horas aula, incluindo aulas de laboratório.

## **4 PRÉ-REQUISITO**

EEL 7052 - Sistemas Lineares

## **5 PROFESSORES**

Prof. Aguinaldo Silveira e Silva. Teoria. Laboratório: turma EEL7063B

Prof. Miguel Moreto. Laboratório: turmas EEL7063A e EEL7063C.

## **6 OBJETIVOS**

Introdução à teoria de controle clássica apresentando as técnicas de análise e projeto de sistemas de controle para sistemas lineares, contínuos e discretos, invariantes no tempo e monovariáveis. Ao final do curso o aluno deve estar habilitado para realizar análise de sistemas de controle e projetos de controladores contínuos e discretos usando técnicas de lugar das raízes e resposta em frequência.

## 7 EMENTA

1. Representação de sistemas de controle por diagramas de bloco;
2. Análise de sistemas de controle contínuos e discretos em regime permanente;
3. Estabilidade de sistemas de controle contínuos e discretos
4. Projeto de controladores contínuos e discretos.

## 8 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

### Cap.I Introdução

Sistemas de controle em malha aberta e malha fechada; exemplos; terminologia.

### Cap.II Modelagem e Resposta Dinâmica de Sistemas de Controle

Diagramas de Blocos. Diagramas de fluxo de sinal. Regra de Mason. Especificações no domínio do tempo. Influência de pólos e zeros na resposta dinâmica. Modelagem por variáveis de estado.

### Cap.III Propriedades Básicas de Sistemas Realimentados

Rejeição de perturbações, sensibilidade e rastreamento dinâmico. Precisão. Estabilidade: definições, critério de Routh-Hurwitz, método do lugar das raízes, critério de Nyquist.

### Cap.IV Estruturas de Controladores e Métodos Expeditos de Projeto

Controladores proporcional, proporcional-integral, derivativo, proporcional-integral-derivativo. de avanço e atraso de fase. Projeto para sistemas com dominância de primeira e segunda ordem. Projeto por Ziegler-Nichols.

### Cap.V Projeto pelo Método do Lugar das Raízes

Projeto de controladores pelo método do lugar das raízes. Exemplos.

### Cap.VI Projeto no Domínio da Frequência

Margens de fase e de ganho. Projeto de controladores usando a resposta em frequência.

### Cap.VII Sistemas de Controle Discretos

Introdução ao controle digital. Função de transferência amostrada e equações diferença. Estabilidade no plano  $z$ . Relação entre plano  $z$  e plano  $s$ .

### Cap.VIII Projeto de Controladores Discretos

Discretização de controladores contínuos. Projeto por lugar das raízes. Projeto no domínio da frequência.

### Cap. IX Introdução ao Projeto por Realimentação de Estados

Realimentação de estados. Observadores. Posicionamento de pólos.

## 9 CRONOGRAMA

A distribuição das aulas ao longo do semestre será aproximadamente a seguinte:

1. Representação de sistemas de controle por diagramas de bloco - 3 semanas
2. Análise de sistemas de controle contínuos e discretos em regime permanente - 3 semanas
3. Estabilidade de sistemas de controle contínuos e discretos - 3 semanas
4. Projeto de controladores contínuos e discretos - 9 semanas

## 10 SOFTWARE

Há várias opções de software para exercícios e laboratório. No laboratório, o **LabControle**, desenvolvido na UFSC pelo Prof. Moreto, é utilizado.

A opção comercial é o Matlab, amplamente usado atualmente. Uma opção livre é o Scilab, desenvolvido no INRIA, França e o simulador Scicos, distribuído juntamente com o Scilab. Este software pode ser baixado do endereço <https://www.scilab.org>. O Scilab tem código aberto, embora não tenha licença GPL. Existem versões para os sistemas operacionais GNU/Linux e Windows. Muitos textos sobre o uso do Scilab estão disponíveis na Internet, especialmente na página do Scilab. Um outro software que pode ser utilizado é o Octave, que pode ser baixado do site <http://www.gnu.org/software/octave> e é GPL, ou seja, software livre.

## 11 CRONOGRAMA DE PROVAS

**Estas datas estão sujeitas à revisão ao longo do semestre**

1ª Prova: 01/10/2019

2ª Prova: 26/11/2019

Recuperação: A ser fixada

## 12 RECUPERAÇÃO DE PROVAS

No caso de não comparecimento a provas, a documentação deve ser encaminhada diretamente ao EEL, que determinará o direito de realização de prova de recuperação. Se a decisão for pela realização de prova, esta será em data a ser fixada, e seu conteúdo levará em conta o maior tempo para estudo e o conhecimento da prova regular por parte do requerente.

Não será realizada recuperação de provas por motivo de viagens no período acadêmico.

## 13 AVALIAÇÃO

Parte teórica: peso 4/5

Parte prática: peso 1/5

O conceito final será a média ponderada (de acordo com os pesos acima colocados) das médias teórica e prática. A média final da teoria será obtida da média aritmética das 2(duas) provas escritas. Recuperação: Para os alunos que não obtiveram média 6 (seis), e com média superior ou igual a 3 (três), será feita uma prova de recuperação (teoria e prática), sendo que o conceito final será a média aritmética entre a nota da prova de recuperação e a média inicialmente obtida como descrito acima.

## 14 CÓDIGO DE ÉTICA

O código de ética que rege as atividades acadêmicas deve ser respeitado. A detecção de uso de meios ilícitos em avaliações levará à atribuição de nota zero e abertura de processo disciplinar junto ao Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica.

## 15 MATERIAL E INFORMAÇÕES SOBRE A DISCIPLINA

Informações e todo o material do curso serão disponibilizados através do Moodle.

## 16 BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. G.F. Franklin, J.D. Powell, A. Emami-Naeini, "Feedback Control of Dynamic Systems", Addison-Wesley Publishing Company, Third Edition, 1994.
2. K. Ogata, "Discrete-Time Control Systems", Prentice-Hall International Editions, 1987.
3. K. Ogata, "Engenharia de Controle Moderno", Pearson, 2011, 5ª edição.
4. N. S. Nise, "Engenharia de Sistemas de Controle", LTC Editora, 2002, 3ª edição.
5. R. Dorf, "Modern Control Systems", Addison-Wesley, Eighth edition.

**Observação:** Edições mais novas destas referências podem estar disponíveis.

## 17 OUTRAS REFERÊNCIAS

As seguintes referências também podem ser usadas pois apresentam partes do conteúdo do curso:

1. A. S. e Silva e Alexandre Trofino Neto, Apostila "Sistemas de Controle". Capítulos da apostila serão enviadas pelo Moodle.
2. J. D'azzo e C. Houpis, "Linear Control System Analysis and Design: Conventional and Modern", McGraw-Hill, 3<sup>rd</sup> edition, 1988.
3. B. Kuo, "Sistemas de Controle Automático", Prentice-Hall do Brasil, 1985.
4. J.J. Distefano, R. Stubberud e I.J. Williams, "Sistemas de Retroação e Controle", McGraw-Hill, Coleção Schaum, 1977. (Exercícios).
5. B. Kuo, "Digital Control Systems", Saunders HBJ, 1992.
6. G. F. Franklin, J. D. Powell e M. Workman, "Digital Control of Dynamic Systems", Addison-Wesley, Third Edition, 1998.

**Observação: Edições mais novas destas referências podem estar disponíveis.**