

<b>DISCIPLINA: ANÁLISE DE SISTEMAS LINEARES</b>	<b>CÓDIGO: 2EE.016</b>
---	------------------------

**VALIDADE:** a partir de 01/2015.

**Carga Horária:** Total: **60** horas/aula      Semanal: **04** aulas      Créditos: **04**

**Modalidade:** Teórica

**Classificação do Conteúdo pelas DCN:** Profissionalizante

**Ementa:**

Características de sistemas lineares. Sistemas com realimentação. Modelagem matemática de sistemas lineares. Análise de sistemas no domínio da frequência e em espaço de estados. Resposta em frequência, diagramas de Bode e Nyquist, lugar das raízes. Simulação computacional de sistemas lineares.

<b>Cursos</b>	<b>Período</b>	<b>Eixo</b>	<b>Obrig.</b>	<b>Optativa</b>
Engenharia Elétrica	5º	Controle e Automação	X	

**Departamento/Coordenação:** Departamento de Engenharia Elétrica (DEE)

**INTERDISCIPLINARIDADES**

<b>Pré-requisitos</b>	<b>Código</b>
Cálculo IV	2DB.016
Álgebra Linear	2DB.017
Circuitos Elétricos II	2EE.009
<b>Co-requisitos</b>	
Não há.	
<b>Disciplinas para as quais é pré-requisito</b>	
Controle de Processos	2EE.026
Sistemas Controlados por Computador	2ECOM.012
Controle Adaptativo Robusto	
Controle Robusto Ótimo	
<b>Disciplinas para as quais é co-requisito</b>	
Laboratório de Análise de Sistemas Lineares	2EE.017

**Objetivos:** *A disciplina deverá possibilitar ao estudante:*

1	Conhecer as ferramentas matemáticas gerais necessárias para modelagem matemática de um sistema físico real.
2	Compreender e modelar matematicamente um sistema físico real com a utilização, principalmente, das seguintes ferramentas: equações diferenciais, função de transferência, modelagem no espaço de estados, diagrama de blocos, gráficos de fluxo de sinais.
3	Simular e analisar sistemas dinâmicos lineares no domínio do tempo e no

	domínio da frequência.
4	Analisar as condições de estabilidade de um sistema linear.
5	Utilizar ferramentas computacionais para análise, simulação e síntese de sistemas de controle.
6	Capacitar o aluno na aplicação das técnicas e métodos matemáticos concernentes à Teoria de Análise de Sistemas Lineares, estabelecendo a base necessária para desenvolvimento nas diversas áreas da Engenharia Elétrica e, principalmente, na área de Controle e Automação.

<b>Unidades de ensino</b>		<b>Carga-horária Horas-aula</b>
1	<p>Introdução Motivação Ferramentas Matemáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equações: Algébrica, Diferencial, Diferença, Paramétricas e não Paramétricas.</li> <li>• Números: Reais e Complexos.</li> <li>• Álgebra Linear: Matrizes, Solução de Sistemas de Equações, Autovalores, Autovetores.</li> <li>• Polinômios (Convolução) e Séries Geométrica, de Taylor e de Fourier.</li> <li>• Métodos Numéricos para soluções de Equações Algébricas e Diferenciais.</li> <li>• Transformadas de Laplace, Fourier e Z.</li> <li>• Sistemas Lineares e Não Lineares: Linearização.</li> <li>• Sinais e Sistemas Dinâmicos: Características de Amplitude e Fase.</li> </ul> <p>Técnicas Identificação de Modelos: física, empírica e semi-empírica Aplicações: Controle de Processos e Automação • Controle em Malha Aberta e Malha Fechada. Compensação de Sistemas</p>	04
2	<p>Transformada de Laplace</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equações Diferenciais e Algébricas: solução de equações diferenciais lineares invariantes no tempo.</li> <li>• Transformada de Laplace.</li> <li>• Teoremas da Transformada de Laplace.</li> <li>• Transformada de Laplace Inversa.</li> <li>• Transformada de Fourier.</li> </ul>	04
3	<p>Modelagem Matemática de Sistemas Dinâmicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas Lineares e não Lineares: Superposição, Linearização por Série de Taylor.</li> <li>• Modelagem Matemáticas de Sinais e Sistemas - Equações Diferenciais;</li> </ul>	14

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Função de transferência e de Resposta Impulsiva;</li> <li>- Representação Vetorial- Matricial: Modelagem no Espaço de Estados:</li> <li>- Correlação entre FT e Representação em Espaço de Estados</li> <li>- Resposta no Domínio do Tempo e a Matriz de Transição de Estado.</li> </ul> <p>Análise Vetorial-Matricial: Autovalores e Autovetores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagrama de Blocos;</li> <li>- Gráficos de fluxo de sinais.</li> </ul>	
4	<p>Simulação de Sistemas Dinâmicos: Análise no Domínio do Tempo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de Primeira Ordem, Sistemas de Segunda Ordem e Sistemas de Ordem Superior.</li> <li>• Erros estacionários em Sistemas de Controle com realimentação Unitária.</li> </ul>	06
5	<p>Simulação de Sistemas Dinâmicos. Análise no Domínio da Frequência. Método de Análise pelo Lugar das Raízes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráfico do Lugar das Raízes.</li> <li>• Regras Gerais para Construção do lugar das raízes.</li> <li>• Casos Especiais: Sistemas com Realimentação positiva, sistemas condicionalmente estáveis e sistemas com retardo de transporte.</li> </ul> <p>Métodos Não Paramétricos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagramas de Bode.</li> <li>• Diagramas de Nyquist.</li> <li>• Carta de Nichols.</li> </ul>	16
6	<p>Análise de Estabilidade e Robustez</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Função sensibilidade e sensibilidade complementar.</li> <li>• Índices de Desempenho no domínio do tempo e no domínio da frequência.</li> <li>• Estabilidade Relativa.</li> <li>• Critério de Routh-Hurwitz.</li> <li>• Critério de estabilidade de Nyquist.</li> <li>• Comparação entre análise nos domínios do tempo e da frequência.</li> </ul>	10
7	<p>Introdução aos Sistemas Discretos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução aos Sistemas Amostrados</li> <li>• Equação de Diferenças</li> <li>• Transformada Z</li> <li>• Função de Transferência Discreta</li> <li>• Análise de Estabilidade de sistemas Discretos</li> </ul>	06
<b>Total</b>		<b>60</b>

<b>Bibliografia Básica</b>	
1	Dorf, R. C. e Bishop, R. H. Sistemas de Controle Moderno. A partir da 8ª edição, Rio de Janeiro: LTC (Português ou Inglês), 2009.
2	Ogata, K. Engenharia de Controle Moderno. A partir da 4ª edição, São Paulo: Pearson Education do Brasil (Português ou Inglês), 2003.
3	Nise, N. S. Engenharia de Sistemas de Controle. A partir da 3ª edição, Rio de Janeiro: LTC, 2009.

<b>Bibliografia Complementar</b>	
1	Houpis, C. H. e D'Azzo, J. J. Análise e projeto de sistemas de controle lineares Rio de Janeiro: Guanabara Dois. a partir da 1ª edição, 1978.
2	Kuo, B. C. e Golnaraghi, F. Automatic Control Systems. A partir da 2ª edição, Wiley, 1967.
3	Gene F. Franklin, J. David Powell, Abbas Emami-Naeini, Feedback control of dynamic systems. Pearson. A partir da 6ª Edição, 2010.
4	Bolton, William. Engenharia de controle. Makron. A partir da 1ª edição, 1995.
5	Chen, C. T. Linear Systems Theory and Design. A partir da 1ª edição, Oxford, 1984.