
RESENHA DE LIVRO: ANÁLISE LINEAR DE SISTEMAS DINÂMICOS

Takashi Yoneyama*

takashi@ita.br

*Divisão de Engenharia Eletrônica
Instituto Tecnológico de Aeronáutica

GEROMEL J.C. e PALHARES, A.G.B. *Análise Linear de Sistemas Dinâmicos: Teoria, Ensaio Práticos e Exercícios* 1ª ed, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, SP, 2004, 376 páginas. ISBN 85-212-0335-7

1 INTRODUÇÃO

O livro aborda tópicos de extrema relevância em Engenharia e áreas correlatas, ou seja, os conceitos e os métodos para análise de sistemas dinâmicos que podem ser descritos por modelos matemáticos lineares de dimensão finita e invariantes no tempo, tanto contínuos quanto discretos. Um grande número de sistemas de interesse prático pertencem a essa classe e o livro contém uma série de exemplos ilustrativos, principalmente do tipo eletro-mecânico. Alguns desses exemplos buscam introduzir material suplementar, tais como linearização de sistemas não-lineares (tanque cônico), relação entre parâmetros concentrados e parâmetros distribuídos (linha de transmissão elétrica), tratamento de funções descontínuas (atrito de Coulomb) e outros.

Um aspecto a ser destacado é o equilíbrio entre o rigor formal e as implicações práticas dos resultados apresentados. Por exemplo, apesar de haver um significativo número de publicações sobre Transformada de Laplace, não são muitos aqueles que apontam didática e objetivamente, as diversas implicações práticas das hipóteses utilizadas. Em termos gerais, o estilo de redação adotado no livro busca clareza e lógica nas argumentações, parte de conceitos e hipóteses fundamentais, e oferece aos leitores, justificativas simples e intuitivas dos resultados.

2 CONTEÚDO E ESTRUTURA DO LIVRO

O livro possui uma estrutura que pode ser descrita pelo diagrama da figura 1.

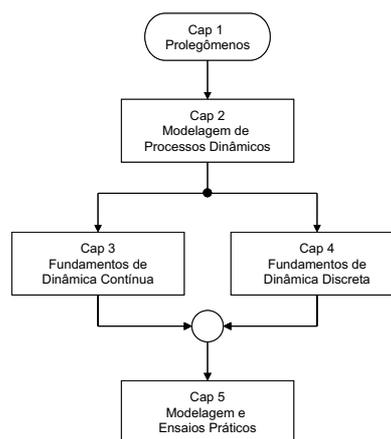


Figura 1: Estrutura organizacional do livro.

O Capítulo 1 é dedicado à introdução do conceito de “modelo” e, também, para fornecer uma visão macroscópica dos conteúdos dos demais capítulos e detalhar a notação matemática utilizada na obra.

O Capítulo 2 trata de modelagem de sistemas utilizando as leis físicas que regem a sua dinâmica. A metodologia é mostrada através de exemplos, focando a atenção em: 1) sistemas mecânicos translacionais e rotacionais e 2) sistemas elétricos e eletromagnéticos. Há, ainda, um exemplo de sistema econômico, indicando que a metodologia é aplicável em uma grande diversidade de áreas de conhecimento. De fato, embora não estejam incluídos no livro, modelos nos mais variados campos de conhecimento como a medicina, ecologia, antropologia, poderiam ser obtidos com a metodologia apresentada nesse capítulo.

O Capítulo 3 trata de sistemas de tempo contínuo, usualmente descritos por equações diferenciais ou suas versões transformadas. A apresentação segue uma sequência natural: equações diferenciais → funções de transferência → respostas em frequência. Há uma excelente introdução à Transformada de Laplace, antecedendo a sua utilização para solução de equações diferenciais ordinárias (invariantes no tempo e de dimensão finita). O conceito de estabilidade é explicado em termos da analiticidade da função de transferência na região correspondente ao semi-plano direito.

O Capítulo 4 trata de sistemas de tempo discreto e possui a mesma estruturação que o capítulo sobre sistemas de tempo contínuo: equações a diferenças → funções de transferência → respostas em frequência. Este capítulo apresenta também um método de discretização de modelos contínuos no tempo. Tal método é de grande importância nos dias de hoje, devido à disseminação do uso de sistemas digitais em monitoração e controle de sistemas, bem como utilização de chaveamento. De fato, o livro apresenta um exemplo de aplicação em fonte chaveada.

O Capítulo 5 apresenta a modelagem do ponto de vista de estimação dos parâmetros das equações a partir de dados coletados no campo ou mediante realização de ensaios laboratoriais. Esse processo é usualmente chamado de “identificação de parâmetros”. Seguindo-se à exposição do método dos mínimos quadrados, são realizados diversos estudos de casos: Motor de Corrente Contínua, Sistema Mecânico com Atrito Seco, Manipulador Robótico e Linha de Transmissão.

Os Apêndices A (Vetores e Matrizes) e B (Funções de Variáveis Complexas) listam os conceitos e resultados mais relevantes que são utilizados no texto, de modo a facilitar a sua leitura.

A Bibliografia possui características notáveis: 1) aproximadamente um terço é constituída de livros de autores nacionais, em língua portuguesa e 2) outro terço são livros textos clássicos de Física e Matemática. De um lado, prestigiam-se os autores brasileiros e busca-se mostrar que há obras didáticas nacionais de excelente qualidade. Além disso, sinaliza-se a relevância de se dominar bem a Física e a Matemática para que se tenha um aproveitamento mais eficiente e eficaz em Cursos de Engenharia.

3 EXEMPLOS E EXERCÍCIOS

Ao longo do texto, quase todos os conceitos importantes são ilustrados através de exemplos. Há exemplos mais simples e diretos, não numerados e há outros, mais detalhados e identificados por numeração própria.

Excetuando o Capítulo 1, todos os demais possuem exercícios de dificuldades variadas, porém consistentes e compatíveis com a teoria apresentada. São 24 exercícios no Capítulo 2, 25 no Capítulo 3, 27 no Capítulo 4 e 10 no Capítulo 5. Em linhas gerais, pode-se mencionar que predominam exercícios envolvendo sistemas eletro-mecânicos ou do tipo “matemático” que podem ser resolvidos com lápis, papel e, possivelmente, uma calculadora científica modesta. A resolução dos exercícios não depende da disponibilidade de programas de computador.

4 PÚBLICO ALVO

O livro é recomendado para todos os cursos de Engenharia e também para aqueles que atuam, ou pretendem atuar, em áreas interdisciplinares que exigem a modelagem matemática de sistemas dinâmicos, tais como a reação de organismos a infusão de fármacos, variação de preços em mercados financeiros, difusão de poluentes na atmosfera, efeitos de investimentos em *marketing* e em inovação tecnológica na conquista de um segmento maior de mercado, efeito biomecânico da introdução de um novo modelo de calçados e muitas outras.

Os conhecimentos contidos no livro são especialmente relevantes para aqueles que trabalham, ou pretendem trabalhar, com Controle e Automação, onde o objetivo não é apenas “conhecer” o sistema e sim, atuar sobre esse, de modo que o seu comportamento e as suas características sejam aquelas especificadas *a priori* pelo projetista.

Os pré-requisitos para a leitura do livro são os conhecimentos adquiridos nos cursos de Cálculo, Álgebra Linear, Funções de Variáveis Complexas e Física Clássica. Conhecimentos prévios da Teoria de Equações Diferenciais Ordinárias e de Transformada de Laplace seriam bem-vindos.

5 CONCLUSÃO

O livro é uma preciosa adição à literatura científica por apresentar uma série de qualidades discutidas anteriormente: 1) é formal e rigoroso, no sentido em que não há lacunas nas argumentações; 2) é didático, uma vez que busca partir de conceitos mais básicos e oferecer, ao longo da exposição, interpretações intuitivas e exemplos ilustrativos ricos em detalhes; 3) estabelece conexões entre a teoria e a prática; 4) oferece “ferramentas” gerais e de fácil utilização para alavancar o estudo de sistemas dinâmicos em diversas áreas do conhecimento.