

## Estudo de Técnicas Avançadas de Controle

Gabriel S. Ramirez\*, Matheus Souza

### Resumo

O projeto de pesquisa em questão tem como propósito, o estudo de técnicas e conceitos avançados relativos à teoria de controle. Foram estudadas técnicas clássicas de análise e de projeto, como a Teoria de Lyapunov, o regulador linear quadrático e normas H2 e H $\infty$ . Como tópicos adicionais, foram também estudados sistemas amostrados, sistemas chaveados e sistemas não-lineares.

**Palavras-chave:** Controle de Sistemas Dinâmicos, Estabilidade de Sistemas Dinâmicos, LMIs

### Introdução

O estudo e a concepção de modelos matemáticos capazes de descrever sistemas dinâmicos se mostra fundamental em diversas áreas do conhecimento, que vão desde a economia até as ciências naturais e é claro, a engenharia. Mais do que sermos capazes de descrever e analisar estes sistemas, é de grande interesse que possamos controlá-los. A teoria de controle busca cumprir esse papel, sendo responsável por estudar técnicas que permitam controlar sistemas dinâmicos, de modo que os mesmos apresentem os requisitos desejados para um determinado fim.

Ao longo da graduação temos um contato breve com as técnicas de controle clássico, que embora úteis, são consideravelmente limitadas. Sendo assim, buscamos ao longo desse projeto, estudar técnicas de controle modernas e mais avançadas, as quais nos permitirão tratar de sistemas mais complexos e desenvolver controladores ótimos sob um determinado critério de desempenho, algo de grande relevância dada a crescente complexidade e exigência sobre os sistemas que vem sendo desenvolvidos.

### Resultados e Discussão

Ao longo desse projeto, a metodologia utilizada a fim de cumprir os objetivos iniciais da pesquisa se pautou basicamente no estudo de materiais indicados<sup>1,2,3</sup> pelo orientador responsável pela iniciação, além de reuniões semanais com este. Abaixo apresentamos como resultado do projeto, um resumo dos principais tópicos abordados na pesquisa.

**Estabilidade e Desempenho Quadrático:** estudamos a teoria de estabilidade de Lyapunov para sistemas dinâmicos lineares e invariantes no tempo. Além de estabilidade, passamos a avaliar, também, um critério de desempenho quadrático associado a sistemas lineares.

**Regulador Linear Quadrático (LQR):** estudamos este clássico problema de controle ótimo, que visa projetar um controlador ótimo que minimize o critério de desempenho quadrático associado a um sistema linear.

**Normas H2 e H $\infty$ :** estudamos as normas H2 e H $\infty$ , úteis no intuito de avaliar o desempenho de sistemas LTI, abordando formas de calculá-las e sua relação com controladores ótimos.

**Sistemas Chaveados:** abordamos os sistemas dinâmicos chaveados, que são sistemas de natureza híbrida, em que diversos subsistemas são orquestrados por uma função de comutação. Avaliamos os casos em que a função de chaveamento é uma perturbação e em que esta é um sinal de controle.

**Sistemas Tipo Lur'e:** tratamos de uma classe especial de sistemas dinâmicos não lineares, os sistemas tipo Lur'e, enfatizando o estudo dos critérios de estabilidade do círculo e de Popov para sistemas desse tipo.

**Tópicos Adicionais:** além do que havia sido planejado a princípio no projeto, estudamos também sistemas positivos (sistemas interessantes que podem ser estudados através da utilização de funções de Lyapunov mais simples) e a análise e o controle de sistemas amostrados (de grande importância uma vez que nos permite projetar controladores digitais, cada vez mais difundidos, dada a crescente evolução dos computadores e microcontroladores).

### Conclusões

Ao fim desse projeto de pesquisa, podemos ver que todos os tópicos inicialmente planejados foram abordados, e todos os objetivos inicialmente definidos foram cumpridos, o que nos permite concluir que o projeto foi bem sucedido.

### Agradecimentos

Agradecemos, por fim, ao CNPq pelo financiamento desse projeto, vide seu programa institucional de bolsas de iniciação científica (PIBIC).

<sup>1</sup> FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A. *Feedback Control of Dynamic Systems*. 6. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2010.

<sup>2</sup> GEROMEL, J. C.; KUROGUI, R. H. *Controle Linear de Sistemas Dinâmicos: Teoria, Ensaios Práticos e Exercícios*. São Paulo, SP: Edgar Blücher, 2011.

<sup>3</sup> KHALIL, H. K. *Nonlinear Systems*. 3. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002.