

RESUMO

Silva, Enzo Ferreira Tomaz. *Controle Extremal Multivariável Baseado no Algoritmo do Gradiente Sujeito à Saturação*. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, 2025.

Esta dissertação aborda o controle extremal multivariável baseado no algoritmo do gradiente sujeito à saturação. Dois cenários distintos são investigados: saturação agindo na entrada da função a ser otimizada, à qual se aplica uma estratégia de compensação *anti-windup*, e saturação afetando a estimação do gradiente. Em ambos os casos, a matriz Hessiana desconhecida é representada por meio de um modelo politópico incerto, e condições expressas na forma de desigualdades matriciais lineares são empregadas para o projeto dos ganhos de controle estabilizantes. As condições propostas garantem a estabilidade exponencial da origem do sistema em malha fechada médio sob saturação. Com base nas condições de projeto propostas, os ganhos de controle podem ser obtidos em formato matricial não diagonal. Além disso, a estabilidade e a convergência são rigorosamente provadas por meio do Teorema da Média para sistemas dinâmicos com lados direitos Lipschitz contínuos. Por fim, exemplos numéricos ilustram a efetividade dos algoritmos de controle extremal propostos, confirmando a convergência em uma vizinhança do ponto ótimo, mesmo na presença de saturação.

Palavras-chave: Controle extremal; Atuadores saturantes; Algoritmo do gradiente; Sistemas multivariáveis; Otimização convexa.

ABSTRACT

Silva, Enzo Ferreira Tomaz. *Multivariable Gradient-Based Extremum Seeking Control with Saturation Constraints*. 69 p. Dissertation (Master in Electronic Engineering) - Faculty of Engineering, State University of Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, 2025.

This dissertation addresses the multivariable gradient-based extremum-seeking control subject to saturation. Two distinct saturation scenarios are investigated here: saturation at the input of the function to be optimized, addressed using an anti-windup compensation strategy, and saturation affecting the gradient estimate. In both cases, the unknown Hessian matrix is represented using a polytopic uncertainty description, and sufficient conditions in the form of linear matrix inequalities are derived to design a stabilizing control gain. The proposed conditions guarantee exponential stability of the origin for the average closed-loop system under saturation constraints. With the proposed design conditions, non-diagonal control gain matrices can be obtained. Stability and convergence are rigorously proven using the Averaging Theory for dynamical systems with Lipschitz continuous right-hand sides. Numerical simulations illustrate the effectiveness of the proposed extremum-seeking algorithms, confirming convergence to the neighborhood of the optimum point even in the presence of saturation.

Keywords: Extremum seeking control; Actuator saturation; Gradient algorithm; Multivariable systems; Convex optimization.