

Invariância positiva no controle sob restrições de sistemas lineares de segunda ordem

Jaqueline Vargas ^{*,***} José M. Araújo ^{**} Eugênio B. Castelan ^{***}
Carlos E. T. Dórea ^{****}

^{*} Universidade Tecnológica Federal Paraná, Departamento de Engenharia Eletrônica, Toledo, PR (e-mail: jaquelinevargas@utfpr.edu.br).

^{**} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Engenharia Elétrica, Salvador, BA (e-mail: jomario@ifba.edu.br)

^{***} Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Automação e Sistemas, Florianópolis, SC (e-mail: eugenio.castelan@ufsc.br)

^{****} Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Eng. de Computação e Automação, Natal, RN (e-mail: cetdorea@dca.ufrn.br)

Abstract: Second-order systems constitute a mathematical model class used to represent a variety of physical processes to be controlled, such as vehicle damping systems, hydraulic pump flow and robot manipulator. Due to the practical limitation inherent to physical systems (or their mathematical representation), as well as constraints on the input variables, the control under constraints became an important research field. In this context, this work aims to develop concepts and tools to control second-order linear systems, using the positive invariance property of polyhedral sets. Positive invariance has the characteristic of keeping the trajectory of the system states inside the set. This characteristic is incorporated into the analysis and design of the control law to ensure internal stability and respect of the constraints. In this work, the control of this specific system is solved by eigenstructure assignment, ensuring that the eigenvalues are in stability regions.

Resumo: Sistemas de segunda ordem constituem uma classe de modelos matemáticos usada para representar uma variedade de processos físicos a controlar, tais como sistemas de amortecimento de veículos, vazão de bombas hidráulicas e robôs manipuladores. Devido aos limites práticos inerentes aos sistemas físicos (ou em suas representações matemáticas) como também restrições existentes nas variáveis de entrada, o controle sob restrições tornou-se uma linha de pesquisa importante. Neste contexto, o objetivo principal do presente trabalho é o desenvolvimento de conceitos e ferramentas para o controle de sistemas lineares de segunda ordem, utilizando a propriedade de invariância positiva de conjuntos poliedrais. A invariância positiva possui como característica manter toda a trajetória dos estados de um sistema dentro de um único conjunto. Tal característica é incorporada na análise e projeto da lei de controle, visando garantir estabilidade interna e respeito às restrições. Neste trabalho o controle desse sistema específico é resolvido pelo posicionamento de autoestrutura, garantindo que os autovalores estejam em regiões de estabilidade.

Keywords: Positive invariance; polyhedral set; second-order systems; eigenstructure assignment; Control under constraints.

Palavras-chaves: Invariância positiva; conjunto poliedral; sistemas de segunda ordem; posicionamento de autoestrutura; controle sob restrições.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, sistemas lineares invariantes no tempo de segunda ordem vêm recebendo bastante atenção em pesquisas por serem encontrados naturalmente em diferentes aplicações, tais como em controle de robôs manipuladores, estruturas vibratórias e aeronaves (Abdelaziz and Valasek, 2005). O comportamento desses sistemas (em termos de estabilidade, oscilação e amortecimento) pode

ser avaliado a partir do posicionamento dos autovalores e autovetores associados à descrição do sistema em um modelo de espaço de estados generalizado (Inman, 2006). Alguns trabalhos, como o de Abdelaziz and Valasek (2005), propõem técnicas algébricas para realizar o controle de tais sistemas de segunda ordem em malha fechada por meio do posicionamento de autoestrutura.

Além do comportamento dinâmico do sistema, algumas restrições podem ser encontradas em aplicações práticas,