

Controle de Temperatura Baseado em Observador de Estados Adaptativo via Instrumentação Virtual de Alto Desempenho

Lorena Costa de Alencar¹

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, IFMA, São Luís, MA

Ginalber Luiz de Oliveira Serra²

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, IFMA, São Luís, MA

1 Introdução

Em diversas aplicações tem-se que os parâmetros são desconhecidos e os estados não são acessíveis, portanto o observador adaptativo aparece como um método bastante viável na avaliação de ambos, oferecendo ao projetista os parâmetros da planta por estimação online e os estados do sistema. Isso é realizado, utilizando o esquema de observação de estados desenvolvido por Luenberger, mas substituindo os parâmetros desconhecidos A , B e C por suas estimativas \hat{A} , \hat{B} e \hat{C} , respectivamente, gerados por uma lei adaptativa.

Esta metodologia será aplicada a um sistema térmico, fazendo-se a identificação deste por meio dos dados experimentais de entrada e saída, ou seja, a voltagem CA (Volts RMS) aplicada e a temperatura (graus Celsius). O comportamento dinâmico do sistema térmico será modelado e validado no espaço de estados. O sistema de controle por observação de estados adaptativo, baseado em alocação de polos, será projetado e implementado para controle de temperatura do sistema térmico, em tempo real, por meio de uma plataforma de aquisição de dados baseada em instrumentação virtual/eletrônica de alto desempenho (Labview). Com os resultados experimentais procura-se evidenciar a flexibilidade e eficiência da metodologia proposta de acordo com o desempenho desejado pelo projetista.

2 Formulação do Problema

O esquema de um observador adaptativo baseia-se na combinação de um observador de estados, utilizado para estimar as variáveis de estado de uma determinada planta representada no espaço de estados, com um esquema de estimação paramétrica online [2]. As equações que regem o problema são colocadas a seguir [1]. Considerando a planta

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad y = C^T x \quad (1)$$

¹lorena_alencar2@hotmail.com

²ginalber@ifma.edu.br

A proposta é construir um esquema que estime os parâmetros da planta A , B e C on-line, bem como o vetor de estados x , usando apenas os dados u de entrada e y de saída disponíveis para medição. A equação da planta é então dada por

$$\dot{x}_a = \begin{bmatrix} \vdots & I_{(n-1)} \\ -ap & \vdots & \dots \\ \vdots & \vdots & 0 \end{bmatrix} x_a + b_p u, \quad y = [1, 0 \dots 0] x_a \quad (2)$$

A equação do observador é da forma

$$\dot{\hat{x}} = \begin{bmatrix} \vdots & I_{(n-1)} \\ -\hat{a}_p(t) & \vdots & \dots \\ \vdots & \vdots & 0 \end{bmatrix} \hat{x} + \hat{b}_p(t) u + (a^* - \hat{a}_p(t))(y - \hat{y}), \quad \hat{y} = [1, 0 \dots 0] \hat{x} \quad (3)$$

E a lei adaptativa é dada por

$$\dot{\theta} = \Gamma \epsilon \phi \quad (4)$$

$$\theta = [\hat{b}_p^T(t), \hat{a}_p^T(t)]^T, \quad \epsilon = \frac{z - \hat{z}}{m^2}, \quad \hat{z} = \theta^T \phi, \quad \Gamma = \Gamma^T > 0 \quad (5)$$

$$\phi = \left[\frac{\alpha_{n-1}^T(s)}{\Lambda(s)} u, \frac{-\alpha_{n-1}^T(s)}{\Lambda(s)} y \right]^T, \quad z = \frac{s^n}{\Lambda(s)} y \quad (6)$$

3 Conclusões

Os resultados de simulação analógica e implementação prática evidenciam que trata-se de uma técnica de estimação e controle que permite respostas com um bom tempo de acomodação e sem altos valores de sobressinal, podendo ser implementada em diversos tipos de aplicação, pela possibilidade de realizar um controle no espaço de estados por meio de observadores com base apenas nos dados de entrada e saída da planta.

4 Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPEMA e ao IFMA pelo fomento à pesquisa.

Referências

- [1] P. A. Ioannou, *Robust Adaptive Control*. Prentice-Hall, 1996.
- [2] D. G. Luenberger, An introduction to observers, *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 16, no. 6, pp. 596-602, 1971. DOI: 10.1109/TAC.1971.1099826
- [3] V. Serbak, P. Liscinsky, Additive faults estimation based on adaptive observers for linear systems. *Carpathian Control Conference (ICCC), 2015 16th International*, Szilvasvarad, 2015, pp. 475-480. DOI: 10.1109/CarpathianCC.2015.7145126