

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Projeto de Controlador Digital para Sistema de Aquecimento de Água.

Thiago Henrique Ferreira Nascimento¹

Alisson Ribeiro²

Juliana Segtowick Fonseca e Silva³

Isaias Jean Martins Barros⁴

Rafael Mendes Hirayama Machado⁵

Orlando Fonseca Silva⁶

Faculdade de Engenharia Elétrica e Biomédica- FEEB, ITEC, UFPA

1 Resumo

O desenvolvimento de controladores digitais tem ganhado destaque, isso se deve ao fato das indústrias utilizarem cada vez mais microcomputadores nas diversas etapas de produção por apresentarem maior simplicidade, maior flexibilidade, serem menos suscetíveis a ruídos e mais baratos comparado à circuitos analógicos.

Nessa perspectiva, este trabalho teve por objetivo realizar o projeto e a avaliação de um controlador digital para um sistema de aquecimento de água, utilizando a técnica desenvolvida pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) [3], para resolver o problema de rastreamento com um controlador à parâmetros adaptativos.

A regra MIT busca rastrear a saída de um modelo de referência $y_m(kT)$ comparando-a com a saída da planta $y_p(kT)$, ou seja, a partir da diferença entre as duas, ou simplesmente do erro $e(kT)$, onde T é o período de amostragem e $k = 0, 1, 2, \dots$. O objetivo do método é minimizar o erro entre as respostas, assim gerando uma ação de controle $u(kT)$ cujos parâmetros 'f' e 'g' se adaptam ao modelo desejado bem como à variações em parâmetros da planta. O controle proposto pelo MIT está representado na Figura 1a.

O sistema de aquecimento de água utilizado como planta, foi desenvolvido pela empresa CONTROLGAS [1], e pode ser caracterizado como um trocador de calor, cujo modelo matemático pode ser descrito como uma planta de 1ª ordem, com função de transferência dada pela Equação 1.

¹thiago_hfn@hotmail.com

²aribeiro.eng@gmail.com

³julianasegtowick.eng@gmail.com

⁴isaiasjean1992@hotmail.com

⁵machadoraf14@gmail.com

⁶orfosi@ufpa.br

Onde a entrada $\theta(s)$ é a potência calorífica fornecida, a saída $Q(s)$ é o incremento de temperatura, o ganho do sistema K é definido como uma resistência térmica equivalente e a constante de tempo τ é definida como sendo o produto entre a capacitância térmica C_T do trocador de calor e a resistência térmica equivalente R^* .

Para obter uma resposta mais rápida, foi utilizado como modelo desejado um sistema de 1ª ordem com ganho unitário e constante de tempo de 2 segundos. Especificou-se T como sendo um décimo da constante de tempo do modelo desejado e para a discretização da planta e do modelo desejado utilizou-se o método *Zero Order Hold* (ZOH) [2] no MATLAB, etapa necessária para se obter o controle digital.

$$G(s) = \frac{Q(s)}{\theta(s)} = \frac{K}{\tau s + 1} = \frac{R^*}{C_T R^* s + 1} = \frac{2.75}{22.5s + 1} \quad (1)$$

A simulação foi feita no MATLAB, tendo uma onda quadrada como entrada a ser rastreada, e uma variação paramétrica feita no ganho da planta, ocorrendo na metade do tempo total de simulação. Os resultados da simulação são mostrados nas figuras 1b e 1c.

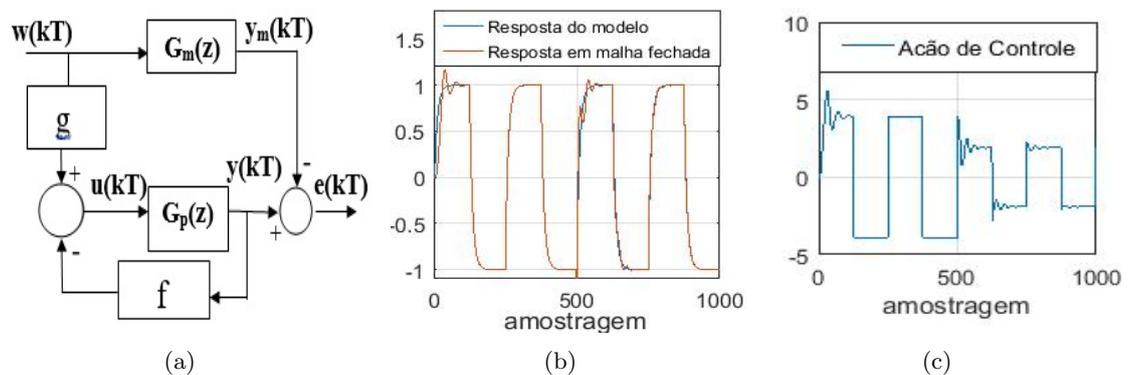


Figura 1: (a) Regra MIT (b) Resposta em malha fechada (c) Ação de Controle do Sistema

A partir dos dados obtidos da simulação, pode-se constatar uma ótima performance do controlador, visto que o sistema inicialmente seguiu o modelo desejado após um curto transitório. Tal comportamento foi também apresentado após a perturbação em 500 amostras, e a ação de controle apresentou amplitudes relativamente baixas. Logo, o controle baseado na Regra MIT, apesar da sua simplicidade, obteve excelentes resultados. Para desenvolvimentos futuros deve-se levar em consideração o atraso de transporte na planta bem como o uso de outras técnicas de controle.

Referências

- [1] M. E. Henz. Controle de temperatura com compensação de tempo morto em aquecedores de água baseados em chama modulante. UFRGS, Porto Alegre, 2013.
- [2] MathWorks Products and Services. Disponível em: <<http://www.mathworks.com>>.
- [3] P.N. Paraskevopoulos. Digital Control Systems. Ed. Prentice Hall, 1996.