

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Projeto de Controle RST para Planta Real

Juan Costa da Costa¹

Jean Chaves Batista²

Daniel Takashi Né do Nascimento Suzuki³

Amanda Midori Pantoja Odate⁴

Orlando Fonseca Silva⁵

Programa de Educação Tutorial - Engenharia Elétrica, UFPA, Belém, PA

1 Introdução

Técnicas de controle são primordiais na correção e melhoria do desempenho de sistemas. A tecnologia computacional propiciou a aparição de métodos *digitais* mais eficazes em detrimento aos *analógicos*. O trabalho mostra um projeto de Controle RST (*Recursive Signal Tracker*) a Parâmetros Fixos a ser adotado em planta real de 2ª ordem sub-mortecida com desempenho transitório em malha aberta indesejado (elevado *overshoot* e lentidão) [3] - rastreando um sinal de entrada poluído com um ruído branco. A ação RST é comparada à de um controlador analógico PID para o mesmo problema.

2 Metodologia e Resultados

A planta real analisada é um circuito elétrico ativo modelado por uma equação diferencial de 2ª ordem que resulta, no domínio da frequência, na Função de Transferência (FT) contínua $G(s)$ da equação (1). Ao discretizar $G(s)$, a teoria de controle recomenda utilizar período de amostragem (T_s) de 10 a 20% do seu tempo de subida t_r [3]. Sendo $t_r = 0.072913584s$, adotou-se $T_s = 0.0073s$ - o que, pelo método ZOH (*Zero-Order Hold*), leva à FT discreta equivalente $G(z)$ da equação (1).

$$G(s) = \frac{22.3}{s^2 + 3.14s + 23.2} \equiv G(z) = \frac{0.00058961z + 0.00058512}{z^2 - 1.9761z + 0.97734} = \frac{B(z)}{A(z)} \quad (1)$$

No Controle RST é necessário especificar um modelo cuja resposta se almeja para o sistema real em malha fechada. A partir daí, determinam-se polinômios $R(z)$, $S(z)$ e $T(z)$ tais que o sistema da Figura 1 se comporte como o modelo da equação (2) [1].

¹juancosta2011@hotmail.com

²jeanbatista8@hotmail.com

³danieltakashi4@gmail.com

⁴amandaodatemp@gmail.com

⁵orfosi@ufpa.br

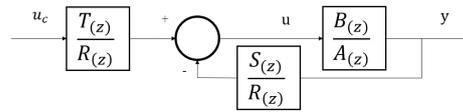


Figura 1: Diagrama de Blocos do Controle RST.

$$G_m(z) = \frac{0.0927z + 0.0687}{z^2 - 1.2451z + 0.4066} = \frac{B_m(z)}{A_m(z)} \quad (2)$$

$R(z)$ é mônico (coeficiente do termo de maior potência unitário) e seu grau é igual ou superior aos de $S(z)$ e $T(z)$ (princípio da causalidade). Foi necessária a inclusão de um integrador $(z - 1)$, visando zerar o erro para uma entrada do tipo degrau [3]. Adicionou-se também um observador de estados A_0 do tipo *deadbeat*, segundo a equação (3) [1] - de modo que o termo $R'_1(z - 1)^i$ compõe $R(z)$ (sendo i o número de integradores) e B^- é parte de $B(z)$ [1]. $T(z)$ também foi ajustado, devido ao ganho não-unitário de $G(s)$ [3].

$$AR'_1(z - 1)^i + B^- S = A_m A_0 \quad (3)$$

Projetando o RST no *software* MATLAB [2], extrai-se $R(z) = z^2 - 0.007615203z - 0.992384797$, $S(z) = 2920.574617z^2 - 4319.533251z + 1657.604179$ e $T(z) = 148.6006515z^2 + 110.0448933z$. Os gráficos obtidos simulados via ferramenta *Simulink* estão na Figura 2.

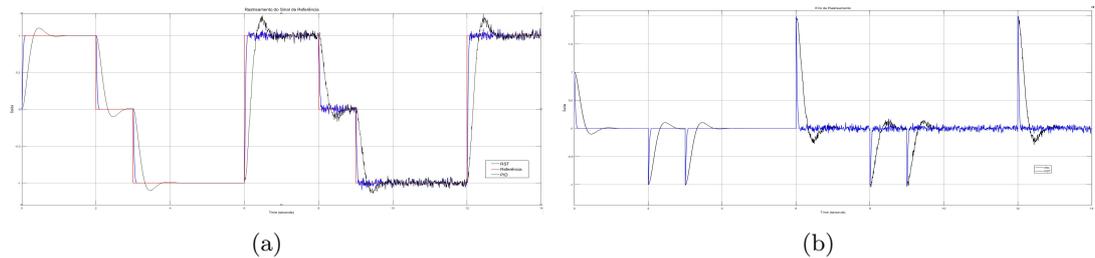


Figura 2: (a) Rastreamento comparativo entre os Controles RST e PID, (b) Erro associado.

Considerou-se o rastreamento de uma referência periódica acrescida de um ruído branco de variância $\sigma^2 = 0.001$ a partir de $t = 6$ s. Observa-se que o erro de regime foi à nulidade e a reação do RST foi mais rápida e adequada (se comparada à sintonia PID), mesmo diante do ruído. Isso traz projeções otimistas visando sua futura implementação.

Referências

- [1] K. J. Astrom, B. Wittenmark. *Computer Controlled Systems: Theory and Design*. 3a. edição. Prentice-Hall International Editions, 2011.
- [2] MathWorks. *Software* MATLAB. [online]. Disponível na Internet via WWW.URL: <https://www.mathworks.com/matlab.html>. Acesso em 10 de Janeiro de 2019.
- [3] N. S. Nise. *Engenharia de Sistemas de Controle*. 6a. edição. LTC, 2012.