

Algoritmo para Determinação do Sistema de Equações no Projeto de Controle RST usando Variáveis Simbólicas

Maryson da S. Araújo

Juliana P. da Costa*

Tárcio D. Q. da Costa*

Cícera R. da Silva*

Orlando Fonseca Silva

Universidade Federal do Pará - Instituto de Tecnologia
 66075-110, Campus Universitário do Guamá, Belém, PA.
 E-mail: marysonsa@gmail.com

RESUMO

Com o avanço da tecnologia digital em praticamente todos os segmentos da vida moderna, em especial na área de controle de processos industriais, o controle analógico vem sendo substituído pelo digital, uma vez que tais processos tornam-se cada vez mais complexos e suas especificações demandam maior flexibilidade. O uso do controle digital trouxe várias vantagens, como: uma vasta gama de escolhas entre as estratégias de controle, o uso de algoritmos cada vez mais complexos e eficientes e técnicas ajustáveis para sistemas com atraso de transporte.

O RST digital é um controlador baseado no método de Alocação de Pólos que permite a definição de diferentes especificações em relação à dinâmica desejada para os problemas de rastreamento e regulação. Para uma planta definida pelo quociente entre os polinômios $A(q^{-1})$ e $B(q^{-1})$ e com atraso de tempo d , o controlador RST é constituído pelos polinômios $R(q^{-1})$ no ramo de realimentação, $1/S(q^{-1})$ no caminho direto antes da planta e $T(q^{-1})$ após a entrada de referência que funciona como pré-filtro.

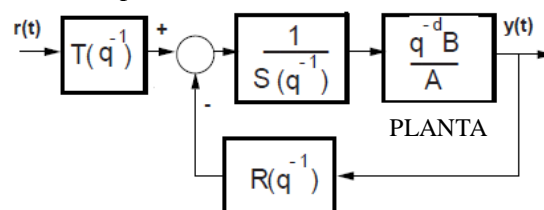


Figura 1. Forma canônica do controlador RST

Desta forma a função de transferência em malha fechada, y/t , é:

$$H_{CL}(q^{-1}) = \frac{q^{-d}T(q^{-1})B(q^{-1})}{A(q^{-1})S(q^{-1}) + q^{-d}B(q^{-1})R(q^{-1})}$$

Neste contexto, a partir da necessidade do desenvolvimento de um controlador com estrutura RST para um sistema térmico com significativo atraso de tempo, oriundo do trabalho de conclusão de curso [1], verificou-se o grande dispêndio de tempo para a realização dos cálculos e obtenção do sistema de equações lineares cuja solução resulta nos coeficientes dos polinômios R , S e T do controlador. Além disso, caso fosse necessário utilizar outro valor de atraso ou diferentes restrições, como inclusão de integrador no caminho direto ou filtro para redução de efeito de ruído, novos cálculos teriam de se realizados e o mesmo dispêndio de tempo seria necessário.

Portanto, neste trabalho aborda-se a estratégia de alocação de pólos para o projeto dos controladores digitais RST, objetivando o desenvolvimento de um algoritmo que generalize a obtenção do sistema de equações do projeto RST de forma genérica com as devidas restrições, permitindo sua determinação de forma computacional e em seguida, dos parâmetros dos polinômios R , S e T usando a ferramenta “*symbolic*” do ambiente MATLAB. Potencializando,

dessa forma, o tempo de projeto de controladores RST por alocação de pólos para uma planta genérica com atraso genérico e possibilidade de incorporação de restrições.

Para o desenvolvimento do algoritmo, a fundamentação teórica foi obtida a partir da referência [2] e para o uso da ferramenta de programação simbólica, a referência [3].

Uma vez estabelecidos os polinômios $A(q^{-1})$ e $B(q^{-1})$, denominador e numerador, respectivamente, da função de transferência pulsada representativa da planta, o atraso de tempo inerente a planta, “ d ” e a presença ou não de um integrador no caminho direto, o algoritmo calcula o máximo grau do polinômio característico de malha fecha $P(q^{-1})$ e solicita ao usuário que entre com os valores numéricos dos coeficientes desse polinômio.

A partir da equação de Bezout $P(q^{-1}) = A(q^{-1})S(q^{-1}) + q^{-d}B(q^{-1})R(q^{-1})$, o sistema de equações $Mx = p$ é montado de forma simbólica, onde M é uma matriz cujos elementos dependem dos coeficientes de $A(q^{-1})$ e $B(q^{-1})$ e x contém os coeficientes dos polinômios $S(q^{-1})$ e $R(q^{-1})$ que constituem a solução desejada. Em seguida convertem-se os valores simbólicos para numéricos e, pela inversão de M , obtém-se a solução do controlador RST.

De posse desse programa (*M-File*), o usuário insere apenas o grau dos polinômios “ $A(q^{-1})$ ”, “ $B(q^{-1})$ ” e do polinômio característico de malha fechada utilizado no projeto do controlador por alocação de pólos. A partir desses dados são criadas variáveis simbólicas que, de acordo com a regra de construção da matriz em função dos coeficientes de “ A ” e “ B ”, possibilita a observação de forma analítica dessa matriz e a verificação se a regra de construção dela está de acordo com o que expõe a teoria a cerca do projeto de controladores RST. Ao se constatar a eficácia da construção da referida matriz, o usuário pode introduzir os coeficientes dos polinômios relativos ao modelo do sistema a ser controlado e o projeto do controlador por alocação de pólos. A partir deles o algoritmo construirá, agora numericamente, a matriz anteriormente simbólica e calculará os polinômios relativos às funções de transferência pulsada da parte R, S e T pelo produto matricial da inversão desta com o polinômio auxiliar.

Tendo em mãos o *M-File* do algoritmo desenvolvido e com base nos exemplos apresentados na referência [2], foram realizados testes do cálculo dos polinômios RST e os resultados obtidos foram comparados com os apresentados nos exemplos. Dessa forma, a elaboração do programa contempla o que foi objetivado, auxiliando no projeto de controladores RST, generalizando a construção da matriz “ M ” para qualquer sistema dinâmico linear e ainda mostrando as etapas de desenvolvimento do mesmo, familiarizando o usuário e possibilitando a difusão desse tipo de controlador, de certa forma simples e eficaz, na comunidade acadêmica.

Palavras-chave: *Sistema de controle, alocação de pólos, RST*

Referências

- [1] T. D. Q. da Costa, “Sistema didático de aquisição de dados e controle aplicado nas aulas de Laboratório de Sistemas de Controle”, Trabalho de Conclusão de Curso, ITEC-UFPA, 2009.
- [2] J. D. Landau e G. Zito, *Digital Control Systems*, Springer, Londres, 2005.
- [3] E. Y. Matsumoto, *Matlab 6.5 – Fundamentos de Programação*, 2. edição, Érica, São Paulo, 2001.