

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Avaliação do Algoritmo *Particle Swarm Optimization* (PSO) para a Sintonização de Controladores Clássicos para Sistemas com Atraso

Rafael A. Dias Rezende¹Ian Araújo Mendes²Gabriel B. de Souza Silva³Isaías Jean M. Barros⁴Orlando Fonseca Silva⁵

Faculdade de Engenharia Elétrica e Biomédica, Instituto de Tecnologia, UFPA

1 Justificativa, Desenvolvimento e Resultados

Os sistemas de controle são parte integrante da sociedade moderna e cada vez mais se faz necessário o uso de técnicas de otimização para projetá-los. Dentre todos os controladores existentes na literatura, os clássicos Proporcional-Integral-Derivativo (PID) ainda se encontram como os que estão em maior uso, principalmente no setor industrial. Existem muitas técnicas para a sintonia de seus parâmetros, porém, essas técnicas necessitam do conhecimento prévio da dinâmica do processo ou impõe características específicas para que seja possível seu uso [3]. Neste contexto, surge a necessidade do uso de outros métodos de sintonia, destacando-se os que utilizam algoritmos de Inteligência Computacional.

Neste trabalho propõe-se a avaliação do desempenho do algoritmo *Particle Swarm Optimization* (PSO) – uma classe de algoritmos evolucionários – na sintonização dos parâmetros de controladores clássicos para sistemas com atraso. O algoritmo foi implementado no *software* Matlab [1] e sua avaliação será feita verificando a convergência do PSO aos parâmetros que atendam as especificações de projeto [2].

A lógica PSO se baseia no movimento coletivo de partículas no espaço para as melhores posições já visitadas que são atualizadas em cada interação e seguem a melhor das posições encontradas pelo grupo. O enxame é inicializado de forma aleatória e então cada partícula é avaliada. Se um dos critérios de parada (especificações do projeto ou número de interações) for satisfeito, o algoritmo irá encerrar e a melhor partícula encontrada é retornada. Caso contrário, a velocidade e a posição de cada partícula é atualizada [2].

¹rafael.augusto.d.r@gmail.com

²ian.mendes@itec.ufpa.br

³gabrielbssilva1@gmail.com

⁴isaiasjean1992@hotmail.com

⁵orfosi@ufpa.br

Para analisar o desempenho de controladores PID, equação (1) [3],

$$G_c(s) = K_p(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s) \quad (1)$$

sintonizados pelo PSO, considerou-se duas plantas a serem controladas, uma de 1ª ordem e outra de 2ª ordem dadas, respectivamente, pelas equações (2) e (3).

$$G_1(s) = \frac{2,99}{0,5s + 1} e^{-0,3s} \quad (2)$$

$$G_2(s) = \frac{0,32}{s^2 + 0,08s + 0,16} e^{-0,5s} \quad (3)$$

Os resultados obtidos em malha fechada estão representados nas Figuras 1a e 1b.

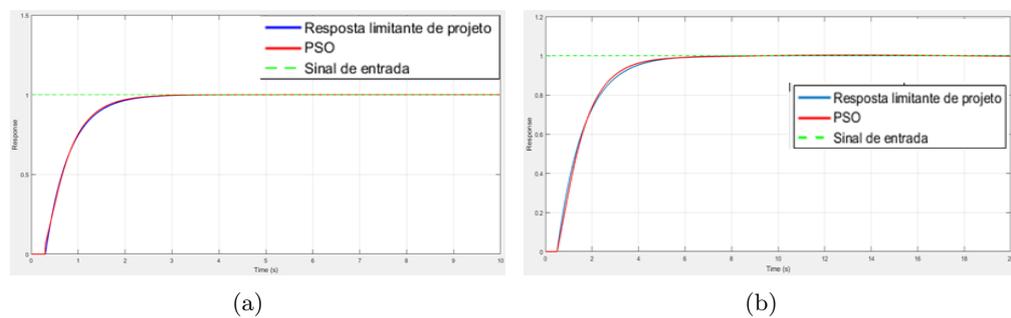


Figura 1: (a) Resposta ao Sistema de Primeira Ordem com PSO e (b) Resposta ao Sistema de Segunda Ordem com PSO.

Para as duas plantas o erro de regime permanente e sobre sinal foram nulos, atendendo as especificações do projeto. O tempo de acomodação para o sistema de primeira ordem, Figura 1a, foi especificado para 2,3s, porém, com o PDI ajustado pelo PSO foi obtido 2,215s (3,69% menor) e parâmetros $K_p = 0,23075$, $T_i = 0,55039s$ e $T_d = 0,041912s$ para o controlador PDI. Já para o sistema de segunda ordem, Figura 1b, o tempo de acomodação do projeto foi de 5s e com o algoritmo em questão foi de 4,81s (3% menor), e os parâmetros PDI calculados foram $K_p = 0,23075$, $T_i = 0,55039$ e $T_d = 0,041912$.

De acordo com os resultados obtidos com o controlador PID ajustado pelo PSO, verificou-se que as especificações de projeto foram atendidas, mostrando que o algoritmo foi uma ferramenta eficiente na sua sintonia. Outras plantas devem ser avaliadas no futuro.

Referências

- [1] MathWorks Products and Services. Disponível em: <<http://www.mathworks.com>
- [2] M. M. Millonas. *Swarms, Phase Transitions, and Collective Intelligence*. Addison Wesley, Reading, MA. 1994.
- [3] K. Ogata, *Engenharia de Controle Moderno*. Rio de Janeiro: Prentice/Hall do Brasil, 4º ed. Rio de Janeiro. 2003.