

CONTROLE FUZZY APLICADO EM UM TANQUE DE NÍVEL DIDÁTICO.

Francisco Leão de Oliveira (bolsista CAPES/UFPI);
Prof. Dr. José Medeiros de Araújo Júnior (Orientador, PGEE– UFPI);
fco.leao@Hotmail.com

Introdução

A indústria aplica em vários de seus processos tanques acoplados para realização de diversas funções, como o armazenamento e transporte de líquidos. Indústrias petroquímicas, de celulose ou de tratamento de líquidos, normalmente apresentam processamento de líquidos por reações químicas ou tratamento de misturas. Este processamento requer continuamente um controle criterioso sobre o nível do fluido, assim como regulação do fluxo entre os tanques.

O presente trabalho apresenta a implementação de um controle fuzzy em uma planta didática, onde deseja-se obter a resposta ao degrau do controle fuzzy e compará-la a uma técnica clássica de controle, como exemplo a um controle PID, para que assim possa ser visto a eficiência dessa classe de controle.

Metodologia

PLANTA DIDÁTICA MPS-PA FESTO

A planta MPS-PA da Festo é um sistema de aprendizagem didática utilizado para processos de tecnologia de automação e é determinado para atender uma série de elementos de diferentes requisitos de formação profissional e de capacitação.

A bancada de controle MPS-PA pode ser usada com êxito para o ensino dos princípios fundamentais de controle de processos, onde o estudante usará um sistema real e obterá resultados reais. Os principais componentes e acessórios da planta MPS-PA da Festo são identificados na Figura 1.



Figura 1: Bancada didática MPS-PA – Estação Compacta.
Fonte: HELMICH, 2008

Controle de Nível da Planta MPS-PA

No primeiro momento foi feita uma pesquisa para levantamento de material bibliográfico pertinente aos temas de inteligência computacional (sistemas fuzzy), identificação de sistemas não lineares, controle de sistemas dinâmicos e principalmente informações sobre a planta MPS-PA da Festo.

Após revisão bibliográfica foi realizado o desenvolvimento da interface de comunicação entre o computador e a planta didática. Para esta etapa foi empregado protocolo OPC de comunicação via Matlab. O ambiente de controle da planta MPS-PA no computador foi o Simulink.

Para implementar o controle na planta utilizando-se lógica fuzzy foi empregado o toolbox fuzzy do Matlab. Na Figura 2, observa-se um exemplo do uso do toolbox.

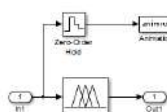


Figura 2: – Exemplo do Toolbox Fuzzy Matlab aplicado no Simulink
Fonte: Mathworks 2017

Por fim, foi realizado um estudo do comportamento da resposta do sistema para ajuste das curvas de pertinência das variáveis de entrada, erro de nível e derivada do nível, comparando o comportamento da resposta encontrada pelo controle fuzzy com a resposta encontrada por um controle PID. Uma vez que o sistema fuzzy apresenta um melhor desempenho quando o responsável por implementar este sistema conhece o comportamento do processo.

Devido ao processo de controle de nível não ter caráter linear, pois a vazão está relacionada ao quadrado da altura do nível de água, ao longo de todos os experimentos a válvula da Figura 3 permaneceu com uma pequena abertura, para que por meio dela fluísse uma vazão aproximadamente constante de água.



Figura 3: – Válvula de escape da água.

Resultados e discussão

Para implementação do controlador Fuzzy, inicialmente delimitou-se as variáveis de entrada e saída do sistema nebuloso. De maneira intuitiva, para saída escolheu-se a tensão de alimentação da bomba. Já para entrada inicialmente adotou-se o erro da realimentação do processo. Posteriormente, foi selecionado outra variável de entrada, rate, que pode ser interpretado como a variação do nível. Na Figura 4 tem-se a função de pertinência do erro, na Figura 5 tem-se a função de pertinência do rate e na Figura 6 tem-se a função de pertinência da bomba.

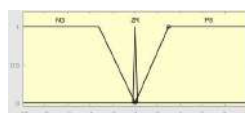


Figura 4 – Função de pertinência do erro.

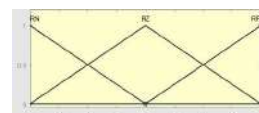


Figura 5 – Função de pertinência do rate.

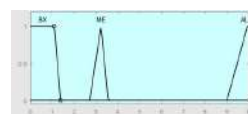


Figura 6 – Função de pertinência da Bomba.

Na Figura 7 tem-se a resposta do sistema para uma sequência composta por cinco degraus empregando o controle Fuzzy. Não verificou-se overshoot. O sinal de comando para bomba apresentou um longo tempo de saturação, porém, o valor máximo permitido durante os testes foi deixado em 9,8V, abaixo do valor máximo de alimentação da bomba de 10V.

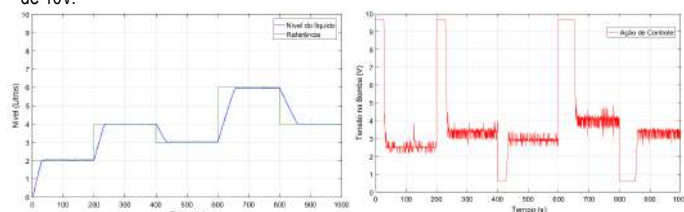


Figura 7: Resposta ao degrau e ação do controlador Fuzzy.

Comparando a Figura 7 com a Figura 8, pode-se observar que o controle fuzzy apesar de ter um tempo de subida um pouco menor, o seu tempo de assentamento, tanto para a subida do nível como para a descida, será menor, aproximadamente 25s de diferença para o overshoot e 30s para undershoots. Esses valores foram observados em todos os processos, onde o controle fuzzy se destaca pela rápida resposta, chegando a referência com precisão.

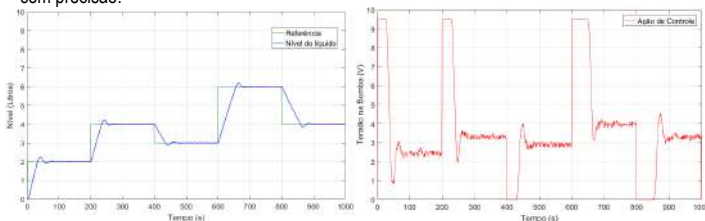


Figura 7: Resposta ao degrau e ação do controlador PID.

Conclusão

O Matlab mostrou-se uma ferramenta poderosa através do "Fuzzy Logic Toolbox" para implementação de um controlador fuzzy, possibilitando a observação do funcionamento do controlador com várias combinações de configurações praticáveis.

O controle fuzzy se mostrou mais eficiente que o PID, pois apesar de o controle PID ter apresenta um tempo de subida maior que o fuzzy a diferença não foi considerável, na ordem de aproximadamente 2 segundos, mas em contra partida o fuzzy não apresenta overshoot possuindo uma rápida resposta ao processo.

Agradecimento

Agradeço à UFPI pelo apoio, assim como aos colegas do Laboratório de Controle da Universidade Federal do Piauí.

Referências

- ARAÚJO, F. M. U. d. Sistemas de controle. Aparentamentos. UFRN. Departamento de Engenharia de Computação e Automação. Natal-RN, 2007.
BARROS, F. F. d. Sistema de Controle e de Temperatura de uma Bancada Didática do LTTC. 2013. Rio de Janeiro: UFRJ/ESCOLA POLITÉCNICA.
DORF, R. C. Sistemas de Controle Modernos. [S.l.: s.n.], 2013. v. 12.
HELMICH, J. Manual da Festo. 2008.
ZADEH, L. A. Fuzzy sets. Information and control, Elsevier, v. 8, n. 3, p. 338–353, 1965
ZIMMERMANN, H.-J. Fuzzy set theory—and its applications. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2011.