APLICAÇÃO DO *ANFIS* NA IDENTIFICAÇÃO DE PROCESSO DE NEUTRALIZAÇÃO DE pH.

Ariane Silva Mota[1], Prof. Mauro Renault Menezes[2], Prof. Ivan Carlos Franco[3]
[1,2,3]Centro Universitário da FEI
Ariane.mota@hotmail.com e icfranco@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho tem como foco a determinação de modelos empíricos que representem a dinâmica não-linear de um sistema de neutralização de pH utilizando técnicas neuro-*fuzzy* (ANFIS- Adaptative Network based *Fuzzy* Inference Systems).

1. Introdução

Geralmente, a modelagem matemática de processos se baseia em teorias lineares. Alguns processos não-lineares podem ser aproximados, de forma satisfatória, a sistemas lineares. No entanto, alguns tipos de sistemas ou processos químicos altamente não-lineares necessitam da utilização de técnicas de modelagem por identificação de sistemas.

Um rigoroso estudo da dinâmica de sistemas de neutralização de pH em reatores CSTR foi apresentado em 1972 [1-2], sendo estes trabalhos a base para o desenvolvimento da modelagem fundamental dos processos de neutralização do pH.

A Lógica *Fuzzy* consiste em uma técnica onde variáveis linguísticas são utilizadas para descrever sistemas complexos com base em conhecimento humano. A identificação de modelos *fuzzy* surgiu 1985 [3] e é associada com os modelos *fuzzy* Takagi-Sugeno que segue o raciocínio: **$\Re F_i$: IF (x_i is N_{i1}) AND…AND (x_n is N_{in}) THEN ($y_i=q_{io}+q_{i1}x_1+q_{in}x_n$)**; sendo: i={1,R}. Onde: $\Re F_i$ é a i-nésima rega *fuzzy*; *R* é o número de regras *fuzzy*; *x* são as variáveis de entrada ($x=[x_1,x_2,...,x_n]$); N_{ij} é o conjunto *fuzzy* de antecedentes, j={1,n}; y_i é a saída do e-nésimo subsistema linear e q_{il} são os parâmetros dos consequentes *fuzzy*, l={0,n}.

A identificação do sistema neste trabalho se dará através da arquitetura ANFIS representada pela Figura 1.

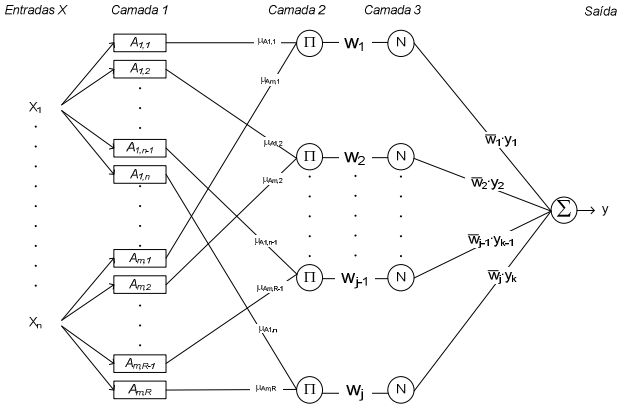
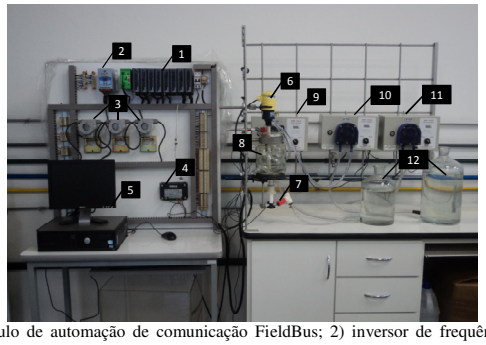


Figura 1 - Arquitetura ANFIS básica para a modelagem

2. Metodologia

O sistema de neutralização de pH (automatizado e instrumentado), apresentado na Figura 2, é o caso de estudo. Os reagentes utilizados são: HCl (ácido) e NaOH (básico).



1) módulo de automação de comunicação FieldBus; 2) inversor de frequência; 3) conversores Fieldbus; 4) conversor de pH; 5) micro computador para comunicação com o sistema; 6) sensor de nível; 7) sensor de pH; 8) reator; 9) bomba dosadora de ácido; 10) bomba dosadora de base; 11) bomba de efluente; 12) reservatório de ácido e de base.

Figura 2 - Sistema de neutralização de pH.

As variáveis de entrada do modelo neuro-*fuzzy* são: as vazões de entrada de NaOH e HCl e o pH no instante anterior (k-1) e a variável de saída será o valor do pH no instante (k). Assim tem-se que: $x_1=q_{NaOH}$, $x_2=q_{KCl}$, $x_3=pH_{(k-1)}$ e $y=pH_{(k)}$.

3. Resultados

Realizou-se um estudo da influência do nível dos tanques de armazenamento nas vazões de reagentes.

4. Conclusões

Um estudo preliminar da influência do nível dos tanques de armazenamento dos reagentes constatou a necessidade da adaptação de novos tanques no módulo sendo dois tanques para substituir o item 12 da Figura 2 e dois tanques para atuar como tanque pulmão no processo. A aquisição de dados a serem utilizados na modelagem são as próximas etapas do trabalho.

5. Referências

[1] MCAVOY, T. J., HSU, E., LOWENTHALS, S. "Dynamics of pH in controlled stirred tank reactor", *Ind Eng Chem Process Des Develop*, 1972, vol. 11(1), pp. 68-78.

[2] GEERLINGS, M. W. "Plant and Process Characteristics", Butterworths Science Publications, London, 1957, pp. 101-127.

[3] TAKAGI, T., SUGENO, M. "Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control". *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 1985, pp. 116–132.

Agradecimentos

À instituição Centro Universitário da FEI pela realização das medidas e auxilio financeiro.

[1] Aluno de IC do Centro Universitário da FEI