



Proposta de Controle de Válvula Automática de três vias através de algoritmos da Lógica Paraconsistente Anotada

Baptista, R., Da Silva Filho, J.I. e Morilla, J.C.

UNISANTA –Universidade Santa Cecília –Departamento de Pós-Graduação, Santos- SP, Brasil
Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Engenharia Mecânica da Universidade Santa Cecília.

E-mail: rolden.baptista@unimonte.edu.br

Received may, 2013

Resumo

As válvulas automáticas de 3 vias são dispositivos eletromecânicos capazes de controlar o fluxo de líquidos ou gases. Através da monitoração da válvula é possível uma comparação com um valor desejado de funcionamento inserido externamente por um set point. Este mecanismo de controle será feito através de algoritmos extraídos da Lógica Paraconsistente Anotada (LPA) denominados de Nós de análises paraconsistentes (NAP) interligados entre si e formando uma rede de análise paraconsistente.

Palavras-chave: Controle, Lógica Paraconsistente Anotada, Nó de Análise Paraconsistente, Rede de Análise Paraconsistente.

Proposal of Automatic Control three-way Valve through algorithms of Paraconsistent Annotated logic

Abstract

Automatic 3-way valves are electromechanical devices able to control the flow of liquids or gases. Through the valve monitoring is possible a comparison to a desired value of operation entered externally by a set point. This mechanism of control will be done by algorithms extracted from Paraconsistent Annotated Logic (PAL) called paraconsistent analysis Node (PAN) interconnected with each other and forming a network of paraconsistent analysis.

Keywords: Control, paraconsistent annotated logic, Paraconsistent Analysis Node, network Paraconsistent Analysis.

1. Introdução

As válvulas automáticas podem ser definidas como dispositivos eletromecânicos usados para controlar o fluxo de líquidos ou gases. Consiste de uma bobina solenoide onde a principal função é converter energia elétrica em energia mecânica, abrindo ou fechando a válvula fazendo a distribuição de líquidos ou gases. A válvula

de três vias universal possui uma entrada e duas saídas para distribuição de fluxo. Segundo Sagaz (2003): “[...] o desafio de controlar este processo da modificação que ocorre na sua dinâmica quando o parâmetro X é variado [...]”. Esta modificação se dá proporcionalmente a abertura da válvula denominada de válvula X e a variação controlada é o denominado de parâmetro X. Esta válvula possui uma indicação de seu atual estado e pode também ser modificada por um *set point* externo para

satisfazer um valor desejado. Para o processo de controle é fundamental que se trate as incertezas e contradições para uma resposta plena. Segundo Da Silva Filho et al. (2008): “[...] o processo lógico racional não pode ignorar as contradições, mas procurar extrair delas informações que possam ser relevantes para a tomada de decisão[...]”. O objetivo deste trabalho é fazer um controle de uma válvula de 3 vias utilizando nós de análises paraconsistentes (NAPs) na formação de uma rede de análise para-consistente através de um sinal externo inserido (set point).

2. Materiais e métodos

Os Nós de Análise Paraconsistente (NAPs) são novos algoritmos obtidos da metodologia estudada nos conceitos de um tipo de Lógica Paraconsistente denominada de Lógica Paraconsistente com anotação de dois valores (LPA2v) e do seu Algoritmo denominado de Para-analisador. Estes conceitos são utilizados para tomadas de decisão e controle no tratamento de sinais incertos e que poderão ser utilizados para compor uma Rede de Análise Paraconsistente (RAP) onde os sinais de informações providas de várias fontes ou de diferentes especialistas alimentam os NAPs. O sistema proposto neste trabalho funciona com uma válvula de 3 vias automática, que é representada na Figura 1.

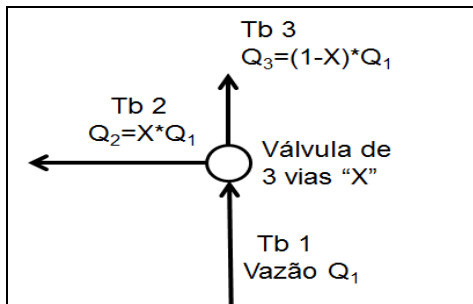


Figura 1 – Diagrama Esquemático da válvula automática de 3 vias.

A Figura 1 é composta por: uma válvula de 3 vias X; Tubulação 1 (Tb 1); Tubulação 2 (Tb 2); Tubulação 3 (Tb 3); Sensor e Atuador da válvula (X); Q1 é a vazão de entrada; Sensor de Vazão no Tubo 2 (Q2) e Sensor de Vazão no Tubo 3 (Q3).

2.1. Válvula X

A válvula X possui a seguinte parametrização:
Alimentação de 4 à 20mA.

De acordo com a parametrização de funcionamento são estabelecidas as seguintes relações:

Se $X=20mA \rightarrow \mu_1=1$ e $\lambda_1=0$, neste caso a vazão Q2 é 100% e Q3 é 0% (Gráfico 1);

Se $X=4mA \rightarrow \mu_1=0$ e $\lambda_1=1$, neste caso a vazão Q2 é 0% e Q3 é 100% (Gráfico 2);

Se $4mA \leq X \leq 20mA \rightarrow \mu_1=(X-4)/(20-4)$ e $\lambda_1=1-\mu_1$.

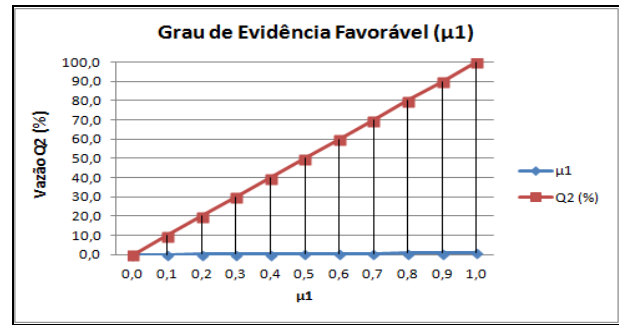


Gráfico 1 – μ_1 versus Vazão Q2.

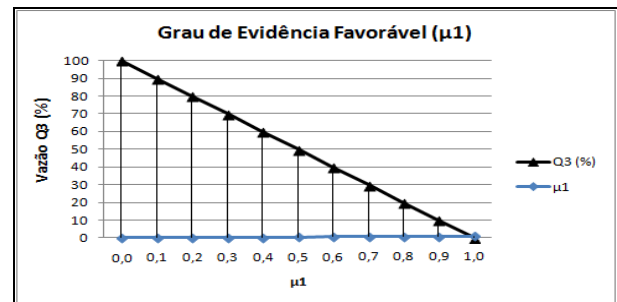


Gráfico 2 – μ_1 versus Vazão Q3.

2.2. Vazão Q2

O sensor de vazão na tubulação 2 possui a seguinte parametrização:
Alimentação de 4 à 20mA.

Se $X = 20mA \rightarrow \mu_2 = 1$ e $\lambda_2 = 0$, neste caso a vazão Q2 é 100% (Gráfico 3);

Se $X = 4mA \rightarrow \mu_2 = 0$ e $\lambda_2 = 1$, neste caso a vazão Q2 é 0% (Gráfico 4);

Se

$$4mA \leq X \leq 20mA \rightarrow \mu_2 = \frac{X-4}{20-4} \text{ e } \lambda_2 = 1 - \mu_2$$

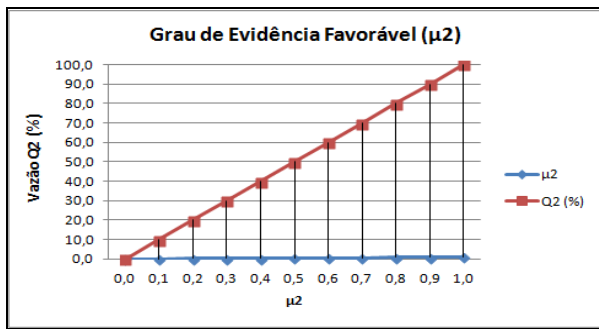


Gráfico 3 – μ2 versus vazão Q2.

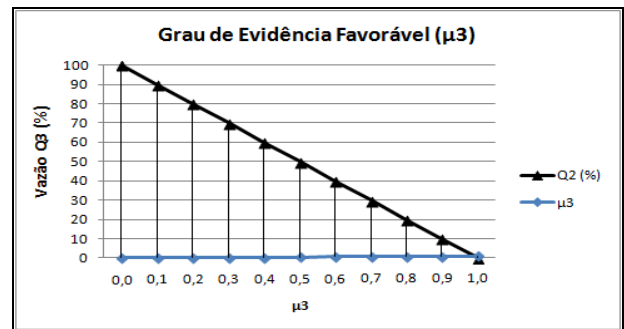


Gráfico 5 – μ3 versus vazão Q2.

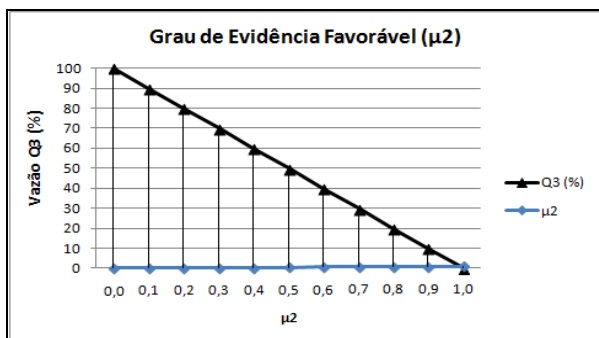


Gráfico 4 - μ2 versus vazão Q3.

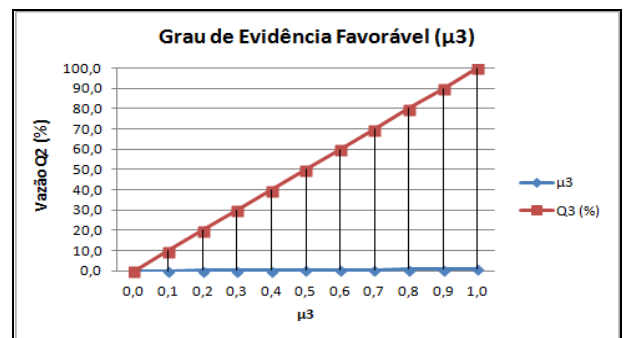


Gráfico 6 - μ3 versus vazão Q3.

2.3 Vazão Q3

O sensor de vazão na tubulação 2 possui a seguinte parametrização:

Alimentação de 4 à 20mA.

Se $X = 20mA \rightarrow \mu_3 = 1$ e $\lambda_3 = 0$, neste caso a vazão Q3 é 0% (Gráfico 5);

Se $X = 4mA \rightarrow \mu_3 = 0$ e $\lambda_3 = 1$, neste caso a vazão Q3 é 100% (Gráfico 6);

Se

$$4mA \leq X \leq 20mA \rightarrow \mu_3 = \frac{X-4}{20-4} \text{ e}$$

$$\lambda_3 = 1 - \mu_3.$$

2.4 Nó de Análise Paraconsistente

As informações μ_1 , μ_2 e μ_3 são os Graus de Evidências Favoráveis e as informações λ_1 , λ_2 e λ_3 são Graus de Evidências Desfavoráveis. Tendo-se fontes de informação que enviam para o NAP sinais de evidência a respeito de uma determinada proposição, tais como:

μ_1 - Sinal da Fonte de Informação 1 \rightarrow Válvula X de 3 vias;

μ_2 - Sinal da Fonte de Informação 2 \rightarrow Vazão Q2;

μ_3 - Sinal da Fonte de Informação 3 \rightarrow Vazão Q3.

Muitas outras possibilidades foram estudadas em Da Silva Filho *et. al* (2008) mas neste presente trabalho optou-se pelo Algoritmo de análise paraconsistente com saída de grau de evidência resultante real representado com outra simbologia conforme a Figura 2.

O valor de *set point* é o valor desejado inserido para controle da Vazão em Q2. O valor é dado por μ_a e está compreendido do intervalo [0, 1] proporcionalmente ao percentual de 0 a 100% de vazão.

3. Resultados

Experimentalmente o Grau de Evidência μ_1 é o valor do parâmetro X da válvula onde há um sensor demonstrando a abertura atual e um atuador para ajuste de acordo com μ_{ER2} da RAP. O Grau de Evidência μ_2 é o valor da vazão Q2 e μ_a é o valor do Set point desejado. A RAP é apresentada na Figura 2. O NAP 1 analisa a proposição: “A abertura da válvula X de 3 vias corresponde a vazão Q2”. O NAP 2 analisa a proposição objeto (Po) da RAP : “A abertura da válvula para corresponder ao set point necessita do ajuste μ_{ER2} em X”. No experimento $\mu_1=0,3$, $\mu_2=0,695$ e $\mu_a=0,70$ (70% de vazão em Q2 e 30% em Q3) na RAP e os resultados estão na Tabela 1.

Interação	μ_1	λ_2	Set Point	Gc NAP1	ϕ NAP1	Gc NAP1	μ_{ER1}	Gc NAP2	ϕ NAP2	Gc NAP2	μ_{ER2}
1	0,3	0,695	0,7	-0,01	1,01	-0,4	0,3	0,4	0,6	0,0	0,5
2	0,5	0,5	0,7	0	1	0	0,5	0,2	0,8	0,2	0,59
3	0,59	0,41	0,7	0	1	0,18	0,59	0,11	0,89	0,29	0,64
4	0,64	0,36	0,7	0	1	0,28	0,64	0,06	0,94	0,34	0,67
5	0,67	0,33	0,7	0	1	0,34	0,67	0,03	0,97	0,37	0,68
6	0,68	0,32	0,7	0	1	0,36	0,68	0,02	0,98	0,38	0,69
7	0,69	0,31	0,7	0	1	0,38	0,69	0,01	0,99	0,39	0,69
8	0,69	0,31	0,7	0	1	0,38	0,69	0	0,99	0,39	0,69

Tabela 1 – Resultados da RAP com valores para NAP1 e NAP2.

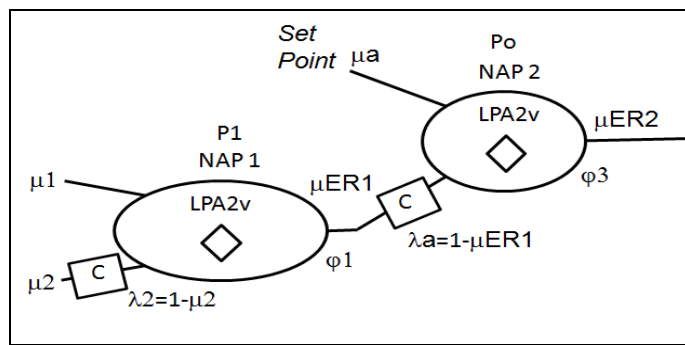
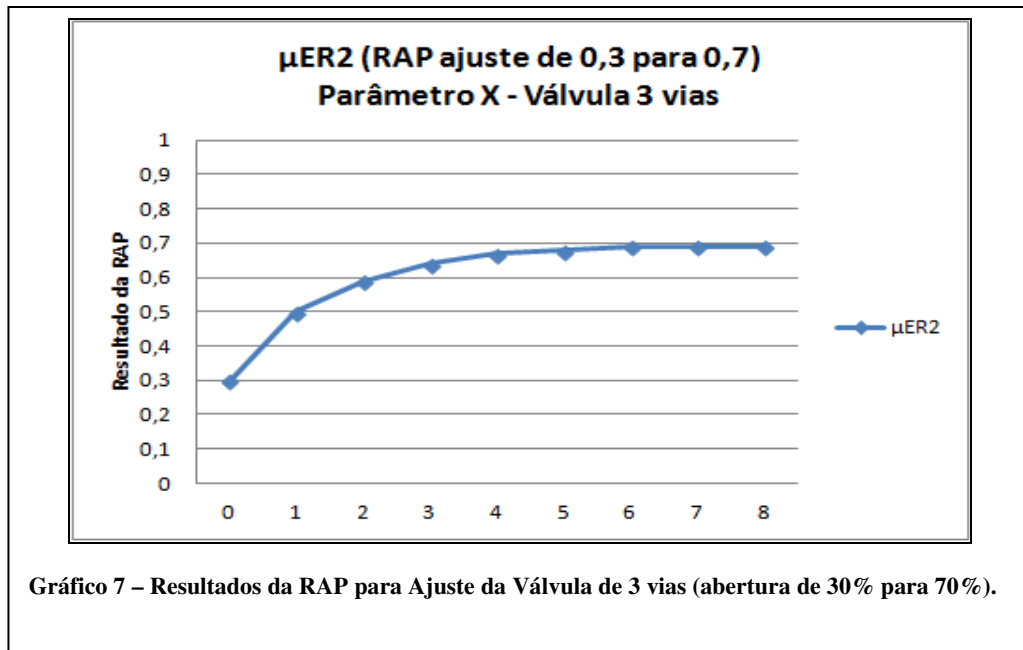


Figura 2 – RAP com 2NAP com saída μ_{ER2} .

O ajuste se é obtido conforme pode ser visto no Gráfico 7.



4. Discussão

É a partir do Grau de Certeza resultante (G_{Cr}) das análises que se terá a indicação do quão poderá ser reforçado em suas evidências para aumentar a certeza da proposição P1 e Po. A indicação por φ é do valor máximo para afirmar ou refutar a proposição. Por outro lado, o Grau de Certeza real (G_{CR}) representa o Grau de Certeza livre de efeito de contradição e, para isso, no processo de análise é subtraído do seu valor relativo um valor que se considera como o causado pelo efeito das inconsistências nas informações:

$$G_{CR} = \sqrt{(1 - |G_c|)^2 + G_{ct}^2} - 1$$

Desta forma pode-se obter o Grau de Evidência Resultante Real μ_{ER} conforme a equação:

$$\mu_{ER} = \frac{G_{CR} + 1}{2}$$

5. Conclusão

Através da RAP apresentada com dois NAPs obteve-se um ajuste da abertura da válvula automática de 3 vias de forma satisfatória com variações suaves por interação, chegando-se a uma estabilização na sétima interação com um valor inicial de 30% ajustado para 70%. **Referências bibliográficas**

DA SILVA FILHO, J. I.; MINORO ABE, J.; LAMBERT TORRES, G., “**Inteligência Artificial com as Redes de Análises Paraconsistentes**” Editora LTC, 1ª. Ed., Rio de Janeiro, 2008.

SAGAZ, F. S. G., “**Sistema Baseado em lógica nebulosa aplicado ao controle dos níveis de um processo multivariável com quatro tanques**”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, IME – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2003, 121 p.

DA SILVA FILHO J. I, G. Lambert-Torres and J. M. Abe “**Uncertainty Treatment Using Paraconsistent Logic—Introducing Paraconsistent Artificial Neural Networks**,” Vol. 21, IOS Press, Amsterdam, 2010.

DA SILVA FILHO, J. I. ; Lambert-Torres, G. ; Ferrara, L. F. P. ; MARIO, M. C. ; Santos, M. R.; Onuki, A. S. ; CAMARGO, J. M. ; ROCCO, A.. **Paraconsistent Algorithm Extractor of Contradiction Effects - Paraextractr**. Journal of Software Engineering and Applications, v. 4, p. 579-584, 2011.

NOGUEIRA, L.F. G., Pereira, C.D. S. e Da Silva Filho, J. I. **Técnicas baseadas em Lógica Paraconsistente aplicadas na avaliação da resposta celular do mexilhão Perna perna (Linnaeus, 1758)** Revista UNISANTA Science and Technology Vol 2, No 1 (2013) ISSN: 2317-1316 pp 24-30, SP Brasil, 2013

D'ANTÔNIO, V. A., Pereira, C.D. S. e Da Silva Filho, J. I. **Um método paraconsistente/estatístico para avaliação quantitativa de grânulos de plásticos (Pellets) em praias** Revista UNISANTA Science and Technology Vol 1, No 2 (2012) ISSN: 2317-1316 pp 48-53, SP Brasil, 2012.