ISSN: 2594-6153

Controle adaptativo utilizando algoritmo da Lógica Paraconsistente aplicado à uma unidade experimental no controle de vazão

Leonardo do Espirito Santo, João Inácio da Silva Filho, Cláudio Luís M. Fernandes

UNISANTA- Universidade Santa Cecília – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica – PPGEMec - Rua Oswaldo Cruz, 288, Boqueirão, Santos-SP CEP- 11045-000.

Email: leonardosantoe@gmail.com

Resumo: A Lógica Paraconsistente - LP tem sido aplicada com êxito em hardware na robótica, em controle de processos contínuos de malha fechada, na automação industrial, em controles híbridos combinando a LP com o controle Proporcional, Integral e Derivativo – PID. Esta pesquisa teve como objetivo a aplicação e análise de comportamento de um Nó de Análise Paraconsistente (NAP) pertencente a Lógica Paraconsistente Anotada com anotação de dois valores (LPA2v) em um sistema de automação industrial contendo um processo contínuo de malha fechada para controlar a vazão do sistema, utilizando um Controlador Programável (CP). O NAP apresentou comportamento equivalente em comparação ao sistema já consolidado PID, demonstrando ser uma alternativa para o controle de processos em malha fechada, atendendo a norma IEC 61131-3.

Palavras Chave: Automação Industrial. IEC 61131-3. Lógicas não-clássicas. Lógica Paraconsistente. algoritmo. Controle de vazão.

Adaptive Control System Using Algorithm of Paraconsistent Logic Applied to an Experimental Unit in Flow Control

Abstract: The Paraconsistory Logic - LP has been successfully applied in hardware in robotics, closed loop continuous process control, industrial automation, hybrid controls combining LP with Proportional, Integral and Derivative - PID control. This research had the objective of applying and analyzing the behavior of a Paraconsistent Node (PAN) belonging to Paraconsistent Logic Annotated with two-valued annotation (LPA2v) in an industrial automation system containing a continuous process of closed loop to control the flow using a Programmable Controller (CP). The NAP presented an equivalent behavior in comparison to the already consolidated PID system, proving to be an alternative for closed loop process control, according to the IEC 61131-3 standard.

Keywords: Automation. IEC 61131-3. Paraconsistent Logic. Paraconsistent Logic Annotated with two-value annotation. Paraconsistent Parsing node.

Introdução

Os diversos processos da indústria têm tornado seu gerenciamento cada vez mais complexo, que aumenta proporcionalmente ao crescimento da qualidade nos produtos e serviços, assim como a velocidade na logística de produção e entrega ao cliente final. Esses

processos geram uma grande quantidade de dados que devem ser geridos e interpretados na etapa de controle, através dos controladores, dispositivos de campo, *software* de monitoramento e sistemas de inteligência artificial [1] [2] [3].

A área da ciência da computação e suas aplicações em sistemas inteligentes é um grande campo para a aplicação da Lógica Paraconsistente (LP), assim como a automação, robótica, sistemas especialistas dentre outros. A Lógica Paraconsistente surge como uma Lógica alternativa a lógica clássica [4].

Uma Lógica Paraconsistente Anotada (LPA) é uma classe de Lógica Paraconsistenteque representa uma família de lógicas não-clássicas empregadas inicialmente em programação lógica por Subrahmanian [5]. Posteriormente Blair e Subrahmanian construíram a teoria geral da programação anotada que resultaram em aplicações em bases de dados que contem contradições [5].

A Lógica Paraconsistente Anotada com anotação de dois valores - LPA2v apresenta-se adequada quando o conhecimento de evidências é utilizado para solucionar conflitos, quando ocorrem diversas inferências inconsistentes [6]. Através da LPA2v foram construídos algoritmos paraconsistentes classificados como NAP cuja função é produzir um tratamento e controle de sinais de informações contraditórias e incertas. Cada Nó de Análise Paraconsistente (NAP) recebe uma anotação composta por valores de graus representativos das evidências favoráveis μ e desfavoráveis λ a determinada proposição P [5]. Portanto, em cada NAP se fará a análise de apenas uma única proposição na qual, com base nos conceitos da LPA2v, os sinais de evidências devem ser tratados. Este trabalho tem como objetivo aplicar um Nó de Análise Paraconsistente (NAP) pertencente a Lógica Paraconsistente Anotada com anotação de dois valores (LPA2v) no controle de um processo contínuo, composta de uma malha de vazão, utilizando como controle um CP – Controlador Programável.

Materiais e Métodos

A unidade experimental utilizada neste projeto de pesquisa representada pela figura 1 foi adequada às características de um sistema de controle em malha fechada. Neste tipo de sistema, toda tomada de decisão e, consequentemente a ação de controle, vão depender diretamente de um sinal monitorado por um elemento sensor do processo. A variável selecionada foi a vazão e para esse controle foram escolhidos componentes para a

realização da automação do processo industrial como um Controlador Programável (CP), o *drive* selecionado foi um inversor de frequência responsável pelo controle de vazão da bomba, o TAG FZ-200 que representa a bomba que é identificada como elemento de atuação, o TAG FT-200 identifica o transmissor de vazão que representa o elemento sensor. Para a realização no monitoramento das ações foi utilizando um *software* supervisório que possui recursos gráficos necessários para a aplicação desenvolvida.



Figura 1. Unidade experimental

O bloco (NAP_PARACON) que compõem Algoritmo do NAP da LPA2v utilizando as técnicas de programação estruturadas na norma IEC 61131-3.

Seguindo a proposta desta pesquisa, o algoritmo proveniente da LPA2V foi implementado em linguagem de Texto Estruturado com a criação de uma função que deu origem a um bloco funcional denominado NAP_Paracon na linguagem FBD. O bloco funcional (NAP_Paracon) representado na figura 2 engloba características de uma lógica não clássica. Pode ser demonstrado que a sua modularidade facilita a implementação de sistemas de controle de automação baseados em fundamentos da Lógica Paraconsistente. Além disso, a modularidade deste Bloco Funcional permite a união de blocos que atuam em conjunto com lógicas clássicas e em sistemas baseados em outras linguagens pertencentes a Norma (*Ladder*).

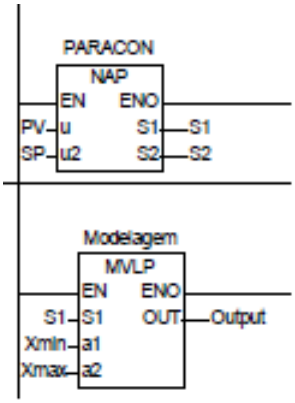


Figura 2. Conjunto de blocos NAP_PARACON e MVLP

Resultados

Foram realizados 20 testes com valores entre 0 e 100, todos apresentaram respostas que atendem a necessidade do processo, apresenta-se na figura 3 o comportamento do conjunto de blocos NAP_PARACON e MVLP para um SP de 80%, nesta situação a variável do processo estava em 25% representando uma vazão de 52,5 l/h e o valor desejado de SP igual a 80% representando uma vazão de 120 l/h essa diferença entre os valores foi tratada pelo bloco, resultando na correção do valor da PV.



Figura 3. Resposta do Bloco NAP_PARACON para um SP 80%.

Conclusões

Os resultados obtidos dos estudos comparativos em uma malha de vazão, entre um controle utilizando o método convencional (PID) e o NAP, provam a eficiência da LPA2v em processos contínuos utilizando CP, devido ao fato de apresentar resultados equivalentes. Apesar de ser uma nova aplicação com poucas referencias esta técnica utilizando Lógica Paraconsistente atende a norma IEC 61131-3 e apresenta vantagens, tais como baixo tempo de computação, facilidade nos ajustes dos parâmetros e extensão dos limites de controlabilidade possibilitando assim uma modularização no sistema e a reutilização do algoritmo.

Referências bibliográficas

1. TAVARES COELHO, M.; COELHO JUNIOR, E.M.; QUINTINO, L.,F.; PIAZZA, C.,A.,D.;DE ANDRADE, A.,A. **A evolução das tecnologias OPC como subsídio para as fábricas inteligentes.** 2016.

2. FERNANDES, C. L. M. **Lógica Paraconsistente Aplicada em Sistemas de Automação e Controle**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica – Universidade Santa Cecilia. Santos-SP, 2012.

3. COELHO, M. S. **Controle PI Híbrido com Lógica Paraconsistente Aplicado em malha de controle de nível em vaso pressurizado.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica – Universidade Santa Cecilia. Santos-SP, 2015.

4. ABE, J. M. **Lógica Paraconsistente,** Seleção Documental - GLPA N.1 Ano 1 Ed. Paralogike - Santos - SP Brasil, pp. 5-10, 2006, ISSN: 1809-0648.

5. DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M.; TORRES, G. L. **Inteligência Artificial com as Redes de Análises Paraconsistentes.** ISBN 978-85-216-1631-3, 2008.

6. DA SILVA FILHO, J. I.; Métodos de Aplicações da **Lógica Paraconsistente Anotada de anotação com dois valores-LPA2v,** Seleção Documental - GLPA N.1 Ano 1 Ed. Paralogike - Santos - SP Brasil, 2006, ISSN: 1809-0648.