



## MODELAGEM MATEMÁTICA DAS CARACTERÍSTICAS NÃO LINEARES DE ATUADORES PNEUMÁTICOS.<sup>1</sup>

*Carla Silvane Ritter<sup>2</sup>, Antonio Carlos Valdiero<sup>3</sup>, Luciano Endler<sup>4</sup>, Fernando Zago<sup>5</sup>.  
UNIJUI*

**INTRODUÇÃO:** Este trabalho trata da modelagem matemática das características não lineares de atuadores pneumáticos. Esta modelagem é importante no projeto de máquinas inteligentes, sendo utilizada para fins de simulação, de projeto de controladores ótimos e no estudo do comportamento das variáveis de estado do sistema. O objetivo deste trabalho é pesquisar, desenvolver e validar a modelagem matemática das características não lineares de atuadores pneumáticos, tais como a zona morta e as vazões mássicas nas servoválvulas, as dinâmicas das pressões e o atrito dinâmico no atuador, com resultados teóricos e experimentais, resultando em um sistema não linear de 5ª ordem. Como vantagens do uso de atuadores pneumáticos pode-se citar a boa relação força/tamanho e a flexibilidade de instalação, se comparados com os atuadores elétricos, e o baixo custo e o fato de serem limpos quanto comparados com os atuadores hidráulicos. Apesar das vantagens citadas, apresentam dificuldades de controle devido a diversas características não lineares do sistema, tais como tais como a zona morta e as vazões mássicas nas servoválvulas, as dinâmicas das pressões e o atrito dinâmico no atuador.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para a modelagem matemática do atuador pneumático, em termos gerais, utiliza-se as leis da física tais como o princípio da conservação da energia, princípio da conservação da massa e a equação do movimento. A zona morta e a dinâmica do atrito são as não linearidades modeladas a partir da literatura internacional recente. Adota-se o chamado modelo LuGre para a dinâmica do atrito com modificações que garantam as propriedades da passividade em regime de atrito estático. Tem-se uma inovação na modelagem da equação da vazão baseada na observação experimental. Os parâmetros adotados no modelo são obtidos através de resultados experimentais de trabalhos anteriores desenvolvidos pelo grupo de pesquisa. Na parte da simulação numérica do modelo, utiliza-se como ferramenta o diagrama de blocos do Matlab/simulink.

**RESULTADOS:** Como resultados, têm-se um modelo matemático de 5ª ordem escrito na forma de variáveis de estados e adequado ao projeto ótimo de controladores, onde está incluída a não linearidade da zona morta, a dinâmica da vazão nos orifícios da servoválvula, dinâmica das pressões nas câmaras do cilindro e também o movimento do êmbolo do cilindro, que inclui a dinâmica do atrito.

**CONCLUSÃO:** Este trabalho apresentou uma proposta para modelagem matemática de atuadores pneumáticos através de um modelo não linear de 5ª ordem, que apresenta de forma completa as principais características não lineares presentes no atuador pneumático, destacando-se o uso de uma inovadora equação para a vazão mássica e a inclusão da dinâmica do atrito de forma mais completa.

**APOIO:** Capes, CNPq, FINEP/SEBRAE-RS.

<sup>1</sup> Projeto de Pesquisa no Mestrado em Modelagem Matemática da UNIJUI

<sup>2</sup> Mestranda no Programa de Mestrado em Modelagem Matemática da UNIJUI.



- <sup>3</sup> Coordenador do Projeto de Pesquisa, Professor Doutor do DETEC, Pró-Reitor da UNIJUÍ Campus Panambi.
- <sup>4</sup> Mestre, egresso do Mestrado em Modelagem Matemática da UNIJUÍ.
- <sup>5</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica, bolsista PIBIC/CNPq 2009-2010.