

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijui

**IDENTIFICAÇÃO EXPERIMENTAL DOS PARÂMETROS DE ATRITO EM
ATUADORES PNEUMÁTICOS DE UMA BANCADA PARA TESTES DE
CONTROLE DE FORÇA¹
EXPERIMENTAL IDENTIFICATION OF THE FRICTION PARAMETERS IN
PNEUMATIC ACTUATORS OF FORCE CONTROL TESTS BENCH**

**Mônica Raquel Alves², Roberta Geogen³, Marianna Gioppo De Souza⁴,
Edmilton Oliveira Stein⁵, Rafael Castoldi De Souza⁶, Antonio Carlos
Valdiero⁷**

¹ Trabalho de Iniciação Científica vinculado ao Projeto: Construção, Modelagem e Controle de um Robô Acionado Pneumaticamente para aplicação industrial, Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Grupo de Pesquisa: Projeto em Sistemas Mecânicos, Mecatrônica e Robótica, Campus Panambi.

² Acadêmica do Curso de Engenharia Mecânica, Bolsista de Iniciação Científica PROBIC/FAPERGS, E-mail: www.monicaalves@hotmail.com

³ Doutoranda em Modelagem Matemática, E-mail: betinhamtm@gmail.com

⁴ Acadêmica do curso de Engenharia Mecânica, Voluntária de pesquisa, Email: marigioppo7@gmail.com

⁵ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica, Voluntário de pesquisa, Email: didiosteinh@hotmail.com

⁶ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica, Email: rafaelcastoldi@live.com

⁷ Professor Doutor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias e Orientador; Líder do grupo de pesquisa "Projeto em Sistemas Mecânicos, Mecatrônica e Robótica", E-mail: valdiero@unijui.edu.br

INTRODUÇÃO

Os sistemas de acionamento pneumáticos caracterizam-se pelo baixo custo, pelos baixos níveis de poluição, pela boa relação peso/potência, pelo número reduzido de componentes e pela resiliência (SARMANHO, 2014). Um servoposicionador pneumático composto por servo válvula de controle e cilindro atuador é um sistema que permite posicionar uma carga em um determinado ponto do curso do atuador ou seguir uma trajetória variável em função do tempo (DELAIR, 2016) ou ainda aplicar forças de interação com o meio.

A mais complexa não linearidade presente nos servomecanismos pneumáticos sem dúvidas é a força de atrito, o conhecimento do seu comportamento é fundamental para a precisão do modelo matemático que representará o sistema. O atrito é um mecanismo pelo qual dois corpos desenvolvem forças na sua superfície gerando uma resistência ao deslizamento de um corpo sobre o outro. O motivo fundamental da existência destas forças está em forças de atração chamadas de "Forças de Adesão", que existem nas pequenas regiões de contato entre as superfícies deslizantes

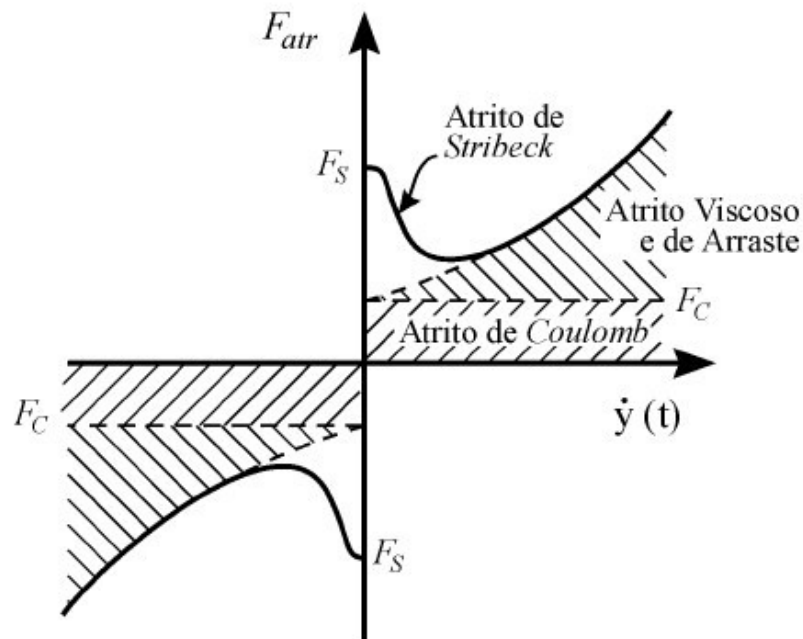
01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijui

(HELMAN; CETLIN, 2013).

A força de atrito estático é dada por um mapeamento estático da velocidade da haste e da força motriz, este mapeamento é feito através de quatro componentes: Atrito de Coulomb, que representa uma força constante que atua em oposição à direção do movimento, e independe da magnitude da velocidade. Atrito viscoso linear que surge quando há deslocamento entre duas superfícies lubrificadas, e a sua magnitude aumenta linearmente com a velocidade. Atrito Estático, também conhecido como atrito seco quantifica o atrito na iminência de movimento, na qual a força necessária para iniciar o movimento deve superar o atrito estático. Atrito de Stribeck é um fenômeno não linear de atrito que ocorre nos trechos de baixa velocidade da curva atrito versus velocidade, onde a inclinação é negativa. A combinação dessas características do atrito pode resultar numa função não linear conforme ilustra a Figura 1, que representa a força de atrito versus a velocidade em regime permanente (VALDIERO, 2012).

Figura 1- Características do atrito em regime permanente.



Fonte: Valdiero (2012).

METODOLOGIA

A revisão bibliográfica foi baseada na literatura recente sobre atuadores e principalmente nos antecessores do grupo de pesquisa (BAVARESCO, 2007; ENDLER, 2009; RITTER, 2010) que já

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijuí

trabalham em versões anteriores desta bancada, os quais determinaram parâmetros necessários para o melhor desempenho do sistema pneumático. A bancada experimental foi construída e por fim testada utilizando a estruturas e os recursos disponíveis no Núcleo de Inovação em Máquinas Automáticas e Servo Sistemas (NIMASS) da UNIJUI campus Panambi.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bancada experimental mostrada na figura 2 é um sistema dinâmico composto por de um servo posicionador pneumático, um cilindro pneumático diferencial de dupla ação e haste simples, um segundo cilindro pneumático simétrico sem haste de dupla ação.

Figura 2- Maquete Eletrônica da Bancada experimental.



Fonte: Autora.

A partir da medição das pressões nas câmaras do cilindro por meio de transdutores de pressão e a velocidade em regime permanente é obtida da curva de posição obtida por um transdutor de posição, ambos os sinais são capturados por uma placa eletrônica de aquisição de dados. Em regime permanente, a força de atrito é estimada a partir da força pneumática calculada, essa força de atrito por vezes é estima em catálogos de fabricantes sem necessariamente passar por um estudo mais aprofundado.

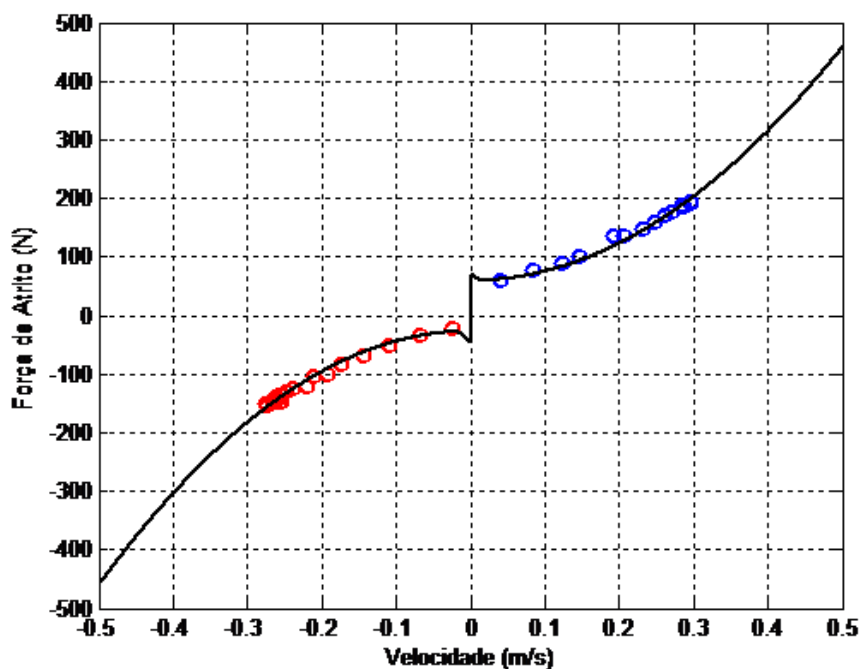
01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijui

Os testes para a determinação de atrito foram realizados no atuador com haste dupla ação de área diferencial. A captura de dados ocorreu entre a escala de -10 a 10 Volts. Esta metodologia consiste em traçar um mapa de atrito através de diversos experimentos realizados em malha aberta, variando o sinal de controle de abertura da servoválvula, obtendo a partir destas representações em forma de gráfico da velocidade mais baixa até a velocidade mais alta do sistema. Para cada experimentação realizada foram geradas representações gráficas, obtendo assim o comportamento do sistema no momento em que o êmbolo se desloca, no comportamento das pressões e força pneumática, sendo todas atreladas ao tempo de deslocamento.

As faixas de tempo onde a velocidade é constante a aceleração é nula e a força de atrito iguala-se a força produzida pelas diferenças das pressões nas câmaras dos cilindros. A partir da análise da trajetória de cada experimento em que as faixas de sinal de controle apresentaram velocidade constante, foi possível obter os valores das velocidades e da força de atrito para a composição do mapa estático do atrito descrevendo assim o comportamento do atuador. As características presentes se assemelham com o comportamento como atrito de arraste, então desenvolveu-se o gráfico de atrito ajustado para os parâmetros de arraste conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3- Características do atrito de arraste.



Fonte: Autora.

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijuí

CONCLUSÃO

Este artigo tratou da identificação do atrito em uma bancada experimental de servo pneumática. A bancada foi construída com o propósito de facilitar o entendimento das não linearidades encontradas em atuadores para ensaios de controle de força. Foi feita uma revisão sobre o atrito, que é a principal causa de problemas em sistemas dinâmicos por se tratar de uma não linearidade complexa e não disponível nos catálogos. Os testes permitiram a identificação de parâmetros característicos do modelo, necessários para fazer a futura compensação do atrito nos atuadores pneumáticos. O atrito é responsável por ocasionar atrasos no movimento do êmbolo do manipulador, sendo uma das principais não linearidades do sistema.

Palavras-chave: Atuadores pneumáticos; Atrito não linear; Bancada experimental;

Keywords: Pneumatic actuators; Nonlinear friction; Experimental bench.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAVARESCO, D. **Modelagem matemática e controle de um atuador pneumático**. 2007. 107f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2007.
- ENDLER, L. **Modelagem da vazão mássica de uma servoválvula pneumática e sua aplicação no controle ótimo de um servoposicionador pneumático**. Ijuí: UNIJUI, 2009. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática). Ijuí: UNIJUI, 2009.
- HELMAN, H; CETLIN, P. R. **Fundamentos da Conformação Mecânica dos Metais**. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2013. 260 p.
- RITTER, C. S. **Modelagem matemática das características não lineares de atuadores pneumáticos**. 87f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2010.
- SAMANHO, C.A.C. **Desenvolvimento de um Robô Pneumático com 5 Graus de Liberdade com Controlador Não Linear com Compensação de Atrito**. Tese de Doutorado, 245.p., UFRGS, 2014.
- VALDIERO, A. C.; RITTER, C. S.; RASIA, L. A. **Modelagem Matemática e Simulação Computacional de um Atuador Pneumático Considerando o Efeito do Atrito Dinâmico**. In: XXXIV Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, 2012, Águas de Lindóia. Anais do CNMAC 2012. São Carlos: SBMAC, 2012. v. 4. p. 465-471.