



## CONTROLE PID DE UM MANIPULADOR ROBÓTICO ACIONADO PNEUMATICAMENTE<sup>1</sup>

*Pedro Luís Andrighetto<sup>2</sup>, Antonio Carlos Valdiero<sup>3</sup>, Leonardo Carlotto<sup>4</sup>, Eliane França Langner<sup>5</sup>. UNIJUÍ*

**INTRODUÇÃO:** Este trabalho apresenta os resultados experimentais obtidos no controle PID (Proporcional-Integral-Derivativo) de um manipulador robótico com dois graus de liberdade acionado pneumaticamente. O uso da pneumática no acionamento de robôs industriais é vantajoso, pois o ar comprimido é limpo, facilmente disponível na maioria das instalações industriais e usa componentes com custo relativamente baixo em relação aos acionamentos elétricos e hidráulicos. Também possui manutenção fácil, boa relação peso/potência, rápida atuação com altas acelerações e flexibilidade de instalação. Entretanto, há muitas dificuldades de controle de robôs pneumáticos causadas pela compressibilidade do ar, pelo acoplamento entre as variáveis de estado, pela relação não linear da vazão nos orifícios de controle e pelo atrito nos atuadores. Atualmente o desenvolvimento de servoválvulas pneumáticas possibilita o estudo e a experimentação de técnicas de controle, vislumbrando novas possibilidades de aplicação de acionamentos pneumáticos em robôs industriais. **MATERIAL E MÉTODOS:** Neste trabalho, descreve-se a bancada experimental utilizada para testes do protótipo de um manipulador robótico acionado pneumaticamente, a metodologia dos testes de seguimento de trajetória, o ajuste dos ganhos do controlador PID e dos filtros digitais dos sinais de realimentação, os resultados obtidos e sua análise. Os testes foram realizados sem a ação dos torques gravitacionais nas juntas, ou seja, com o manipulador na posição de trabalho no plano horizontal. O ar comprimido foi fornecido para os atuadores à temperatura de 24 °C e à pressão de suprimento de  $5,2 \pm 0,1$  bar, regulada através de uma válvula reguladora de pressão pneumática. O controlador implementado foi o PID. **RESULTADOS:** Os testes experimentais mostram que a junta 1, apresenta maior atraso do movimento e sofre com mais intensidade o efeito da degradação do desempenho, causado pelo atrito, do tipo perda de movimento (*standstill*). O controlador PID tem desempenho inferior na junta 1, pois ela está sujeita a maiores variações de cargas dinâmicas do que a junta 2, tais como a inércia e os próprios efeitos do acoplamento dinâmico. A parcela integral do controle PID, unida às características não lineares na região do atrito estático, causa a degradação no movimento verificada nos testes experimentais. Uma forma de melhorar o desempenho do controlador PID é usar atuadores pneumáticos com melhores características de atrito. Também foi verificado que o aumento da parcela integral do controlador é acompanhado de uma piora no sinal de controle, que fica mais oscilatório. Um fator determinante no sucesso da implementação do controlador PID é o adequado ajuste das frequências angulares de corte do filtro usado no sinal resultante do cálculo da parcela derivativa do controlador. **DISCUSSÃO/CONCLUSÕES:** Este trabalho apresentou resultados experimentais da implementação do controlador PID num protótipo de manipulador robótico acionado pneumaticamente. Como principal resultado, conclui-se que o controle PID não apresenta bons resultados se o controle preciso é necessário. Também as mudanças de parâmetros típicas nos sistemas servopneumáticos e robóticos comprometem o desempenho do controlador PID. Por outro lado, tais resultados apontam que o controle PID

<sup>1</sup>Projeto de Pesquisa “Pesquisa em Mecatrônica Orientada aos Desafios da Sociedade”

<sup>2</sup>Professor Mestre do Departamento de Tecnologia da UNIJUÍ, [pedro@unijui.tche.br](mailto:pedro@unijui.tche.br)

<sup>3</sup>Professor Doutor do Departamento de Tecnologia da UNIJUÍ, [valdiero@unijui.tche.br](mailto:valdiero@unijui.tche.br)

<sup>4</sup>Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica da UNIJUÍ, Bolsista PIBIC – CNPq, [leocarlotto@yahoo.com.br](mailto:leocarlotto@yahoo.com.br)

<sup>5</sup>Acadêmica do Curso de Engenharia Mecânica da UNIJUÍ, Bolsista FAPERGS, [elianeeqm@yahoo.com.br](mailto:elianeeqm@yahoo.com.br)



proposto tem potencial de aplicação industrial, em tarefas como pintura, polimento, jateamento e manuseio de materiais sem precisão de posicionamento e também em aplicações de mecanização agrícola. Porém em aplicações que exigem precisão, tais como a soldagem robotizada, comprovam-se as dificuldades de controle mencionadas nos poucos artigos científicos sobre o controle de robôs pneumáticos disponíveis na literatura internacional. Uma vantagem apresentada pelo controlador PID é a facilidade de implementação, além de necessitar de um menor número de cálculos matemáticos.